令和４年度　課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証

【開発実証事業】

ローカル５Ｇを活用した大都市病院間の広域連携による救命救急医療の強靭化と医師の働き方改革の実現

成果報告書

令和５年３月

トランスコスモス株式会社

目次

1. 実証概要 1

1.1 背景・目的 1
1.1.1 地域における課題 1
1.1.2 実証に至る経緯 17
1.2 実証の概要 19

2. 実証環境の構築 24

2.1 対象周波数帯 24
2.1.1 ローカル５G 24
2.1.2 キャリア 5G 24
2.2 実施環境 24
2.2.1 実証実験フィールド（聖マリ） 24
2.2.2 実証実験フィールド（川崎市立多摩病院） 27
2.3 ネットワーク・システム構成 29
2.3.1 ローカル５G の構築（聖マリ） 29
2.3.2 通信キャリア 5G の構築（川崎市立多摩病院） 38
2.3.3 課題実証におけるシステム構成 41
2.4 システム機能・性能・要件 44
2.5 その他 53
2.5.1 実証システムの拡張性等 53
2.5.2 実証システムの安全性確保のための対策 54

3. ローカル５Ｇの電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証） 57

3.1 実証概要 57
3.2 実証環境 58
3.2.1 環境 58
3.2.2 測定機器 67
3.3 実施事項 70
3.3.1 電波伝搬モデルの精緻化 70
3.3.2 エリア構築の柔軟性向上 147
3.3.3 準同期 TDD の追加パターンの開発 288

4. ローカル 5G 活用モデルに関する検討（課題実証） 289

4.1 実証概要 289

4.1.1 背景となる課題 289
4.1.2 本実証におけるローカル 5G 活用モデル 293
4.1.3 実証内容の新規性・妥当性 303
4.1.4 実証目標 307
4.2 実証環境 308
4.3 実施事項 316
4.3.1 ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する検証 316
4.3.2 ローカル 5G 活用モデルの実装性に関する検証 384
4.3.3 ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討430
4.3.4 ローカル 5G 活用モデルの実装・普及展開 433

5. 普及啓発活動の実施 455

5.1 映像制作 455
5.2 実証視察会の実施 455
5.3 その他普及啓発活動 457

6. 実施体制 459

6.1 実施体制の全体像 459
6.2 実施体制内の役割 459
6.2.1 実証コンソーシアムメンバー 459
6.2.2 再委託先及び再々委託先 460
6.2.3 川崎市及び聖マリ他提案者間の連携の経緯及び体制について.... 466

7. スケジュール 468

1. 実証概要

1.1 背景・目的

本実証実験では、「課題解決型ローカル５G 等の実現に向けた開発実証」の一環として、医療分野の中で特に負担の大きい人口増加を伴う大都市部における「救急医療体制の強靭化」ならびに医師不足・長時間労働・医療タスクシフトに対する「医師の働き方改革」といった我が国が抱える社会課題の解決方策として、ローカル５G 等の超高速の特性を利活用し、高精細映像伝送やリアルタイム遠隔医療ソリューションで、より社会実装性を高めることを目的とした。

総務省令和３年度開発実証にて採択を受けた救命救急センターにおけるローカル５G の実証実験を、消防（救急車）・二次救急医療機関との広域連携まで拡張し、年間 5,000 件以上の救急搬送を受け入れている三次救急医療機関の現場に即した、救急車受入要請時からの搬送効率化等をテーマとした、ローカル５G 活用モデルの創出・実装を行った。また、課題解決システムにおける具体的なアプリケーションとして、令和３年度の映像共有ソリューションだけでなく、院内 MaaS（自律走行ロボット）を活用した業務効率化による「医療のタスクシフト」といった医師の働き方改革に寄与する新たなソリューションの構築を行う。これら、エリア構築の柔軟化によるローカル５G 等の電波伝搬特性の解明はもちろんのこと、ローカル５G 等の通信の安定性・信頼性・遅延時間・伝送容量に関する性能評価の実施を行い、横展開の可能性を検討した。

1.1.1 地域における課題

近年、急速に高まりつつある救急医療需要の増大に対応し、救急患者の適切な医療機関での受入体制の機能強化や救命救急センターの充実強化等が求められている。

また、令和６(2024)年４月に医師の時間外労働の上限規制（いわゆる医師の働き方改革）が適用されることに伴い、医師の長時間勤務への対策が講じられることから、少子高齢化による医師不足も深刻化し困難を極める中で、良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進することも、本コンソーシアムの聖マリアンナ医科大学をはじめ全国の各病院での喫緊の課題である。

これらの課題において、本コンソーシアムの川崎市では、川崎市総合計画、川崎市立病院経営計画といった計画推進にあたっては、新型コロナウイルス感染症の影響や大規模自然災害の発生、脱炭素社会の実現に向けた取組の進展及び社会のデジタル化の進展といった本市を取り巻く急激な環境変化や、先端技術を活用する Society5.0 の進展等の変化を的確に捉えた取組を推進する必要があるとしている。

（1） 川崎市の現状

1） 川崎市の現状

聖マリアンナ医科大学病院（以下、「聖マリ」という。）が位置する川崎市は、全国的に人口減少が続く中、人口の自然増は、政令指定都市で最も大きく（図 1.1.1-1）、20歳代を中心とした若い世代の流入も多い（図 1.1.1-2）。

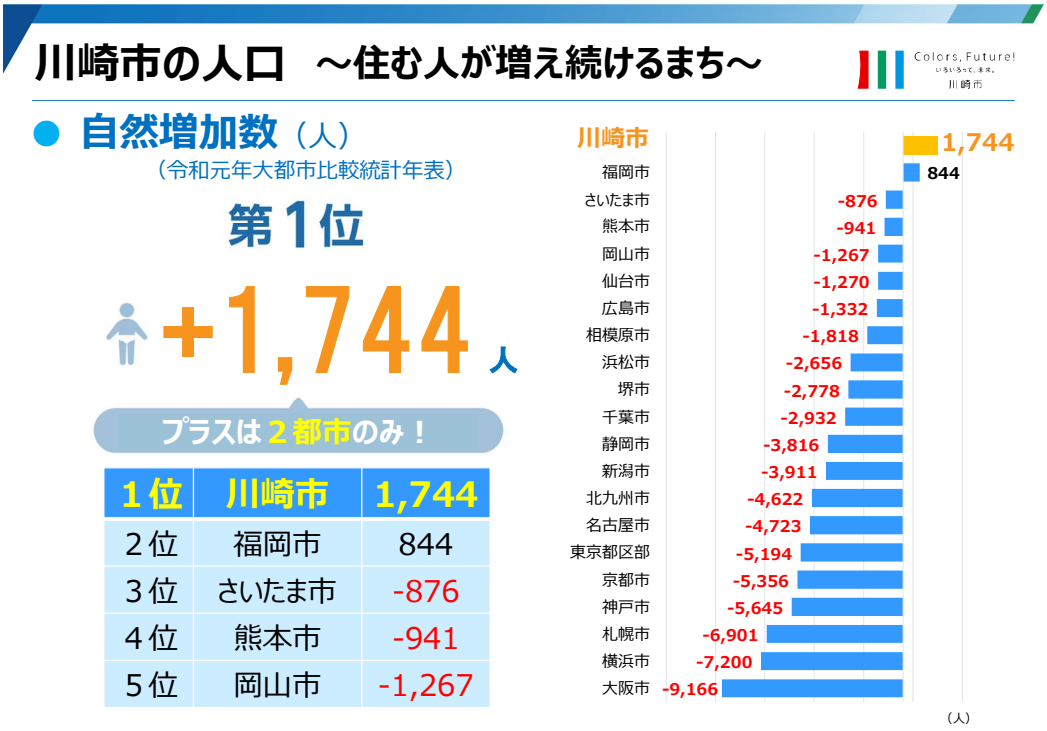


図 1.1.1-1 人口（大都市）の自然増加数の比較

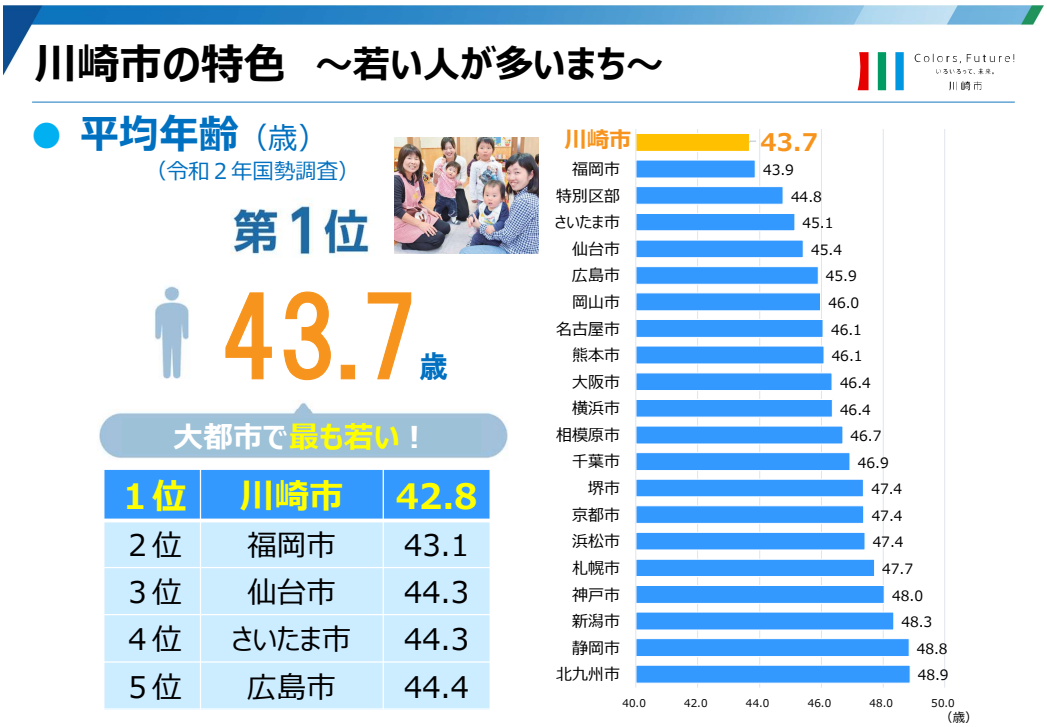


図 1.1.1-2 人口（大都市）の平均年齢の比較

川崎市が実施した将来人口推計では、駅周辺を中心とした拠点開発の進捗と周辺地域への波及効果により、引き続き、当面人口は増加傾向を示すことが想定され、令和12(2030)年頃に約160.5人となりピークを迎え、以降、自然減が社会増を上回るかたちで人口減少への転換が想定されている（図1.1.1-3）。

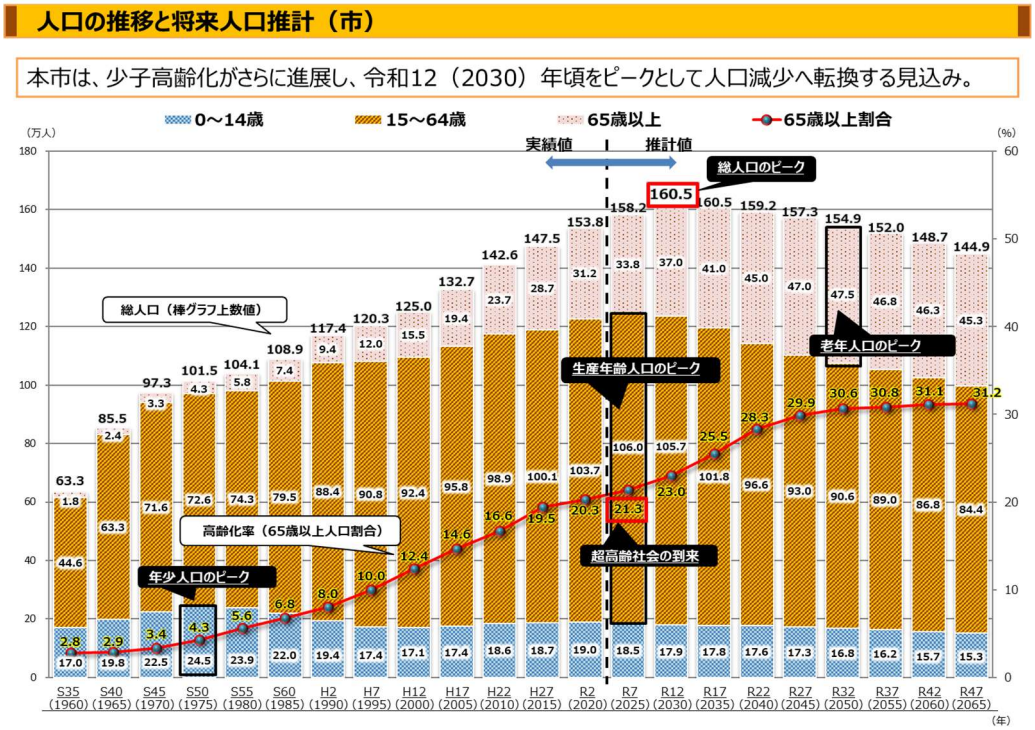


図1.1.1-3　川崎市の将来人口推計
出典：川崎市総合計画 第３期実施計画（令和４年３月）

図1.1.1-4のとおり、年少人口は、令和２(2020)年頃の約19.0万人をピークとして、今後減少過程に移行すると想定される。

生産年齢人口は、令和７(2025)年頃まで増加を続け、約106万人をピークとしてその後減少過程に移行すると想定される。

老年人口は、当面増加を続け、令和７(2025)年頃までの間に65歳以上の人口割合が21%を超え、超高齢社会が到来すると想定される。ピークは令和32(2050)年頃の約47.5万人と想定される。

	H27年 (2015年)	R2年 (2020年)	R7年 (2025年)	R12年 (2030年)	R17年 (2035年)	R22年 (2040年)	R27年 (2045年)	R32年 (2050年)	R37年 (2055年)	R42年 (2060年)	R47年 (2065年)
総数	1,475,200	1,538,300	1,582,200	1,605,300	1,605,000	1,592,300	1,572,500	1,548,800	1,520,400	1,487,200	1,448,800
0～14歳	187,000	189,600	184,500	178,800	178,100	176,300	172,700	167,800	162,200	156,800	152,600
（うち0～4歳）	66,100	64,100	64,000	64,800	64,600	62,700	61,000	59,200	56,700	55,100	54,600
15～64歳	1,001,300	1,037,200	1,060,000	1,056,700	1,017,500	965,700	930,100	906,300	890,200	867,900	843,700
65歳以上	287,000	311,500	337,700	369,700	409,500	450,300	469,700	474,700	467,900	462,500	452,600
（うち75歳以上）	131,600	160,300	200,300	217,100	223,500	237,900	263,300	292,600	304,000	302,200	288,500
割合											
0～14歳	12.7%	12.3%	11.7%	11.1%	11.1%	11.1%	11.0%	10.8%	10.7%	10.5%	10.5%
（うち0～4歳）	4.5%	4.2%	4.0%	4.0%	4.0%	3.9%	3.9%	3.8%	3.7%	3.7%	3.8%
15～64歳	67.9%	67.4%	67.0%	65.8%	63.4%	60.6%	59.1%	58.5%	58.6%	58.4%	58.2%
65歳以上	19.5%	20.3%	21.3%	23.0%	25.5%	28.3%	29.9%	30.6%	30.8%	31.1%	31.2%
（うち75歳以上）	8.9%	10.4%	12.7%	13.5%	13.9%	14.9%	16.7%	18.9%	20.0%	20.3%	19.9%
対2020年人口	--	0	43,900	67,000	66,800	54,100	34,200	10,500	-17,900	-51,100	-89,400

※端数処理を行っているため、合計が合わない場合があります。

図1.1.1-4　年齢３区分別人口
出典：川崎市総合計画第３期実施計画の策定に向けた 将来人口推計（更新版）（令和４年２月）

図 1.1.1-5 のとおり、自然動態については、令和 12(2030)年から令和 17(2035)年の間に自然減に移行すると想定される。

社会動態については、一貫して社会増で推移するが、増加幅は一旦縮小し、その後拡大すると想定される。

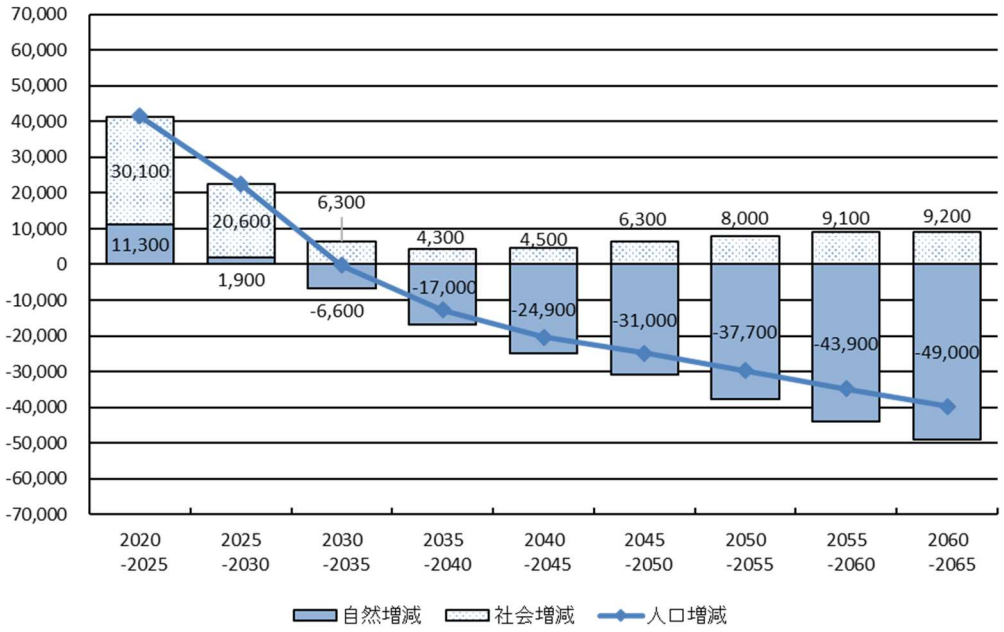


図 1.1.1-5　年齢３区分別人口

出典：川崎市総合計画第３期実施計画の策定に向けた 将来人口推計（更新版）（令和４年２月）

２）　将来人口からみた課題

市民の高齢化の進展や疾病構造の変化等に伴い、今後ますます保健･医療ニーズの増大が見込まれている。

川崎市が実施する「市民アンケート」においても、救急医療は非常に関心が高く、毎年度、「救急医療体制の整備」は市民の切実な願いである（図 1.1.1-6）。

【図表　95】市政の仕事で今後特に力を入れてほしいこと（複数回答）
（経年比較）

(%)

	令和3年度 (n=1,600)	平成28年度 (n=1,351)	平成23年度 (n=1,500)
防犯対策	39.8	41.7	43.9
病院、診療所の整備や救急医療体制の整備	36.3	32.7	42.1
道路、公園、広場の美化・維持管理や自然・緑の保全	31.0	26.6	29.5
子どものための施策	30.4	34.0	35.4
高齢者のための施策	26.4	35.8	38.5
道路・歩道の整備	24.1	29.3	34.3
交通安全対策	23.7	35.3	37.2
小・中・高校の施設整備や教育内容の充実のための施策	20.5	22.9	25.9
行財政改革	17.7	21.1	30.5
健康診断、がん検診、健康相談など、健康づくりのための施策	17.0	27.9	29.8
主要な駅周辺の再開発	16.7	21.6	21.6
大気汚染や騒音・振動などの公害防止対策	15.7	27.1	33.3
日常のごみ収集やリサイクル	14.9	18.7	18.3
地域の問題が解決できるような区役所機能の強化	13.1	24.1	31.3
バスなどの交通網の整備	11.9	18.1	21.4
市民が学習・運動する機会や施設の整備	11.6	18.5	20.0
河川の整備	11.2	13.0	17.3
消防力の強化や防災体制の整備	10.4	11.5	16.0
障害者のための施策	9.9	23.3	26.9
中小企業などで働く人々の生活と権利を守る施策	8.3	18.9	22.4
文化的な催しや文化施設の整備	8.0	12.5	14.3
観光推進、都市イメージの向上（シティプロモーション）	7.8	16.5	18.1
女性の活躍推進のための施策	6.9	18.2	17.1
水道水の安定供給	6.8	10.1	16.3
市や区の仕事などについての情報提供	6.4	16.7	19.8
放置自転車、駐輪場の整備などの自転車対策	5.9	20.9	36.0
市営住宅の建設・整備	5.1	13.8	16.9
下水道の整備	4.3	9.9	12.5
市政への市民参加の促進のための施策	3.3	11.9	15.5
市民が親しむことのできる港湾の整備	2.1	12.1	14.0
海外姉妹都市との国際交流事業	1.4	10.7	9.9
わからない	0.8	3.0	2.1
特にない	0.5	1.4	1.3
無回答	4.9	6.9	6.4

※平成 23 年度及び 28 年度は選択数に制限を設けない複数回答にて実施。
※「文化的な催しや文化施設の整備」：平成 23 年度及び 28 年度では「映画祭、国際会議など文化的な催しや活動」と「美術館、各種ホールなど文化施設の整備」で実施しており、両年の数値は 2 項目の平均値
※「道路、公園、広場の美化・維持管理や自然・緑の保全」：平成 23 年度及び 28 年度では「道路、公園、広場の美化・清掃」「公園の整備や維持管理」「自然や緑の保全」で実施しており、両年の数値は 3 項目の平均値
※「観光推進、都市イメージの向上（シティプロモーション）」：平成 23 年度及び 28 年度では「観光推進、シティーセールス（都市イメージの向上）」で実施
※「市民が学習・運動する機会や施設の整備」：平成 23 年度及び 28 年度では「市民が学習する機会や施設の整備」と「スポーツ・レクリエーションの施設整備」で実施しており、両年の数値は 2 項目の平均値
※「女性の活躍推進のための施策」：平成 22 年度及び 27 年度では「女性の地位向上のための施策」で実施

図 1.1.1-6　市政の仕事で今後特に力を入れてほしいこと（複数回答）
出典：令和 3(2021)年度かわさき市民アンケート報告書（令和４年３月）

令和 12(2030)年以降、超高齢社会の進行とともに死亡数が増加し人口減少が加速する状況では、「救急搬送件数」の大幅な増加（図 1.1.1-7）とともに「多死社会」と呼ばれる状況に川崎市も突入する。

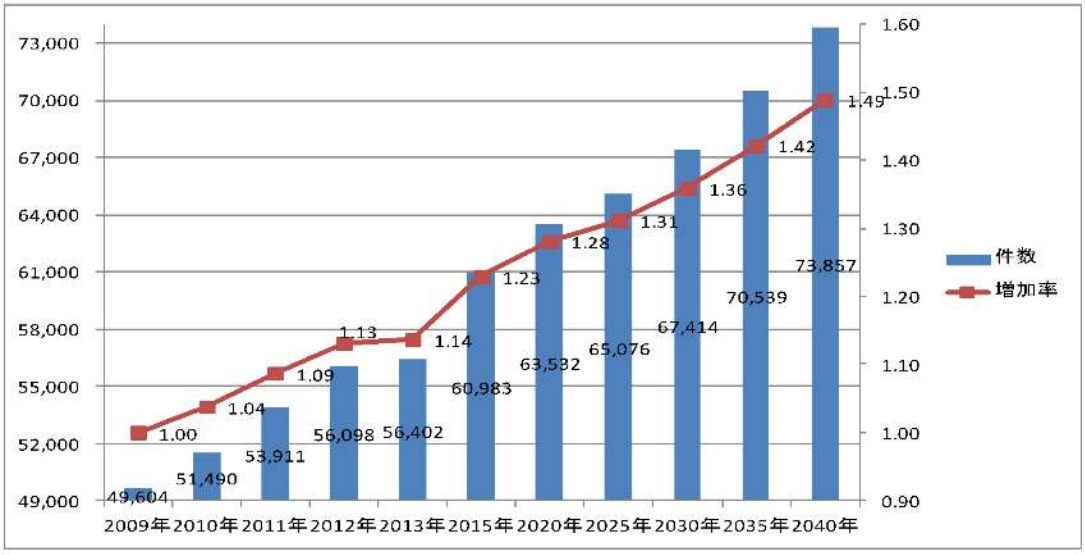


図 1.1.1-7　川崎市の救急搬送件数（年間）の推移

出典：別冊・神奈川県地域医療構想に係るデータ集（その２）

また、現状の救急搬送において救急隊員別の救急活動についてみてみると、覚知～現地到着（現着）、現着～搬送開始、搬送開始～医師引渡し、図 1.1.1-8 のとおり、覚知～現着が平均 8.5 分。覚知～医師引渡までが平均 43 分となっている。全国と比べてみると覚知～現着は全国平均で 8.7 分、覚知～医師引渡までが全国平均 39.5 分となっている。川崎市においては、全国に比べて、早く現場に到着できているものの、現着から搬送開始まで時間が長く掛かっている傾向にあることがわかる。

各行政区における覚知から医師引渡までの所要時間

H25年中　　平成29年2月28日現在

	発生区									
	全市	川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区	高速道路市外	
	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)
覚知～現着	8.5	7.9	7.6	8	8.8	8.4	9.4	10.6	17.6	12.9
現着～搬送開始	22.2	20	19.8	20.2	24.9	24	24.9	23.9	27.9	23.3
搬送開始～医師引渡	12.3	8.4	10.1	11.9	14.8	15.5	14.8	14.8	28.3	16.1
覚知～医師引渡合計	43	36.3	37.5	40.1	48.5	47.9	49.1	49.3	73.8	52.3

H26年中

	発生区									
	全市	川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区	高速道路市外	
	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)
覚知～現着	8.4	7.9	7.7	8.3	8.9	8	9.1	9.8	18.5	12.8
現着～搬送開始	22.1	19.8	19.8	20.7	24.7	24.4	24.3	23.7	26.6	25.6
搬送開始～医師引渡	12.5	7.8	10.1	11.9	16.2	16.7	15.2	14.1	22.4	22.3
覚知～医師引渡合計	43	35.5	37.6	40.9	49.8	49.1	48.6	47.6	67.5	60.7

H27年中

	発生区									
	全市	川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区	高速道路市外	
	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)
覚知～現着	8.4	7.8	7.7	8.3	9	7.9	9.1	9.5	16.2	12.8
現着～搬送開始	21.6	19	19.5	21	23.8	24.3	23.2	22.9	27.4	16.3
搬送開始～医師引渡	12	7.2	10.1	10.5	15.9	16.3	15.1	12.4	20.6	15.6
覚知～医師引渡合計	42	34	37.3	39.8	48.7	48.5	47.4	44.8	64.2	44.7

H28年中(速報値)

	発生区									
	全市	川崎区	幸区	中原区	高津区	宮前区	多摩区	麻生区	高速道路市外	
	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)	平均(分)
覚知～現着	8.4	7.7	7.9	8.3	8.9	8.2	9.1	9.3	17	15.2
現着～搬送開始	21.1	19.2	19.2	20	22.5	23.7	22.9	22.1	28.1	19.9
搬送開始～医師引渡	11.5	7.4	10.2	9.8	15.1	15.5	14.2	11.1	23.3	16.8
覚知～医師引渡合計	41	34.3	37.3	38.1	46.5	47.4	46.2	42.5	68.4	51.9

図 1.1.1-8　川崎市の救急業務の実施状況

出典：全国の救急業務及び救急業務の実施状況の概況

更に、川崎市の原因別の救急搬送人員（図 1.1.1-9）においては、約 6%（4,000 件以上）が転院搬送されており、一度二次救急に搬送された患者が重篤化して三次救急に上り搬送するケースが多い。患者にとって、また医療機関においてもこの負担は大きく、患者の状態に応じて、より適切で円滑な受入体制の確保が課題となっている。

特に、今後の高齢化の進展に伴い救急搬送患者の増加が見込まれるため、こうした状況下では、特に救急医療の対応力低下が懸念される。

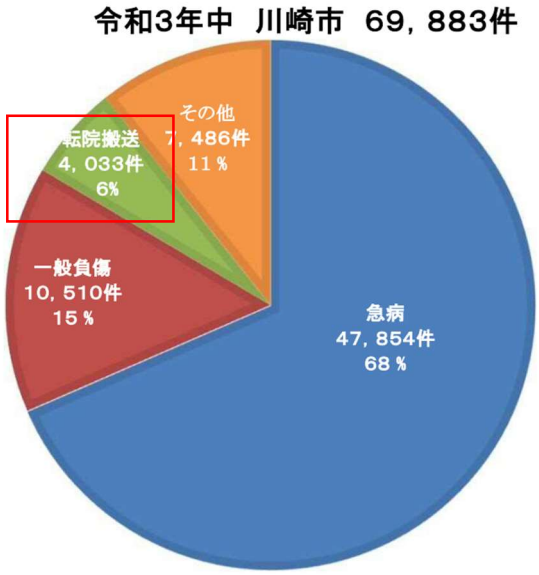


図 1.1.1-9　川崎市の救急搬送件数（年間）の推移
出典：令和３年中の川崎市における火災、救急等の概況

一方、国は、これまでの病院診療を中心とする医療の在り方を変え、在宅医療など、高齢の方が住み慣れた地域で最後まで自分らしい生活を続けられるよう“地域包括ケアシステム”の構築を推進している。川崎市においても、入院医療から在宅医療・介護まで、一連のサービスを切れ目なく円滑に提供できる体制を構築するといった、「地域包括ケアシステム」と「効率的で質の高い保健医療提供体制」の構築を施策の両輪として、『市民とともに支える誰もが住み慣れた地域で安心して保健医療サービスを受けることができる社会の実現』を目指している。

このまま救急医療にかかる負担が増加する一方では、救急医療をひっ迫させ、こうした持続可能な地域医療の実現においても大きな影響を及ぼすため、救急搬送における効率化は急務になっている。

３）　川崎市立病院における取組

川崎市立病院は、令和２(2020)年１月に我が国において初めて感染が確認された新型コロナウイルス感染症への対応では、公立病院として早い時期から陽性患者の積極的な受入れを行うなど、地域に必要な医療を安定的かつ継続的に提供し、市立病院が果たすべき役割をしっかりと果たしている。このように地域医療に対して極めて意識の高い市立病院であるが、これらは川崎市立病院経営計画 2022-2023 に基づき具体的取組内容を策定している（図 1.1.1-10）。

その中でも、川崎市立多摩病院（以下、多摩病院（※））では、川崎市北部地域の二次救急医療病院として、三次救急医療の聖マリとの連携を図り、高度な医療体制を構築するとともに、災害拠点病院、地域医療支援病院、臨床研修指定病院等としての役割を担っている。

本病院経営計画の中では、新型コロナウイルス感染症患者の受け入れはもちろんのこと、救急医療の安定的な提供をはじめ、医師や看護師のタスクシフトの推進等の「働き方・仕事の進め方改革」など、新たな課題解決に取り組んでいる。

（※多摩病院は、聖マリと連携して本年度のローカル５G の実証実験を行う）

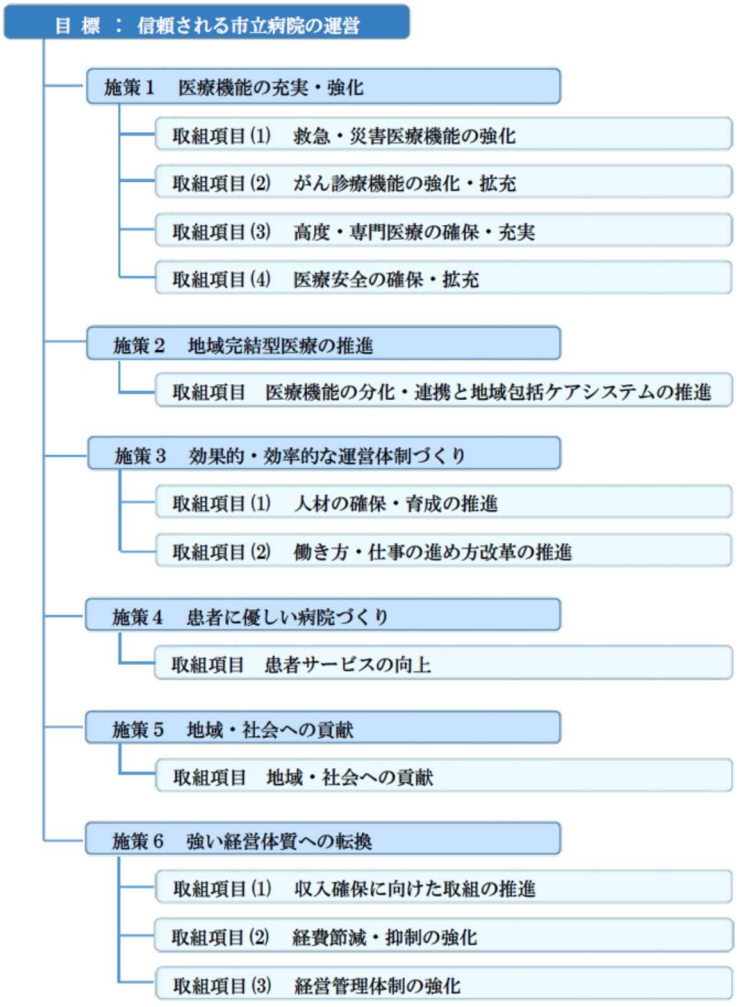


図 1.1.1-10　川崎市立病院における具体的取組内容

出典：川崎市立病院経営計画 2022-2023

4）　川崎市総合計画

川崎市は、本市がめざす都市像やまちづくりの基本目標を定めた「基本構想」と、政策の方向性を明らかにする「基本計画」、中期の具体的な取組や目標を定める「実施計画」で構成される川崎市総合計画を策定している。平成 28 年度から始まり、令和４年度から令和７年度の４年間を計画期間として、現在は第３期実施計画である。現計画では、５つの基本政策に基づく 23 の「政策」の基本方向を踏まえながら、市政をバランスよく推進している（図 1.1.1-11）。

計画推進にあたっては、新型コロナウイルス感染症の影響や大規模自然災害の発生、脱炭素社会の実現に向けた取組の進展及び社会のデジタル化の進展といった本市を取り巻く急激な環境変化や、先端技術を活用する Society5.0 の進展等の変化を的確に捉えた取組を推進する必要がある。

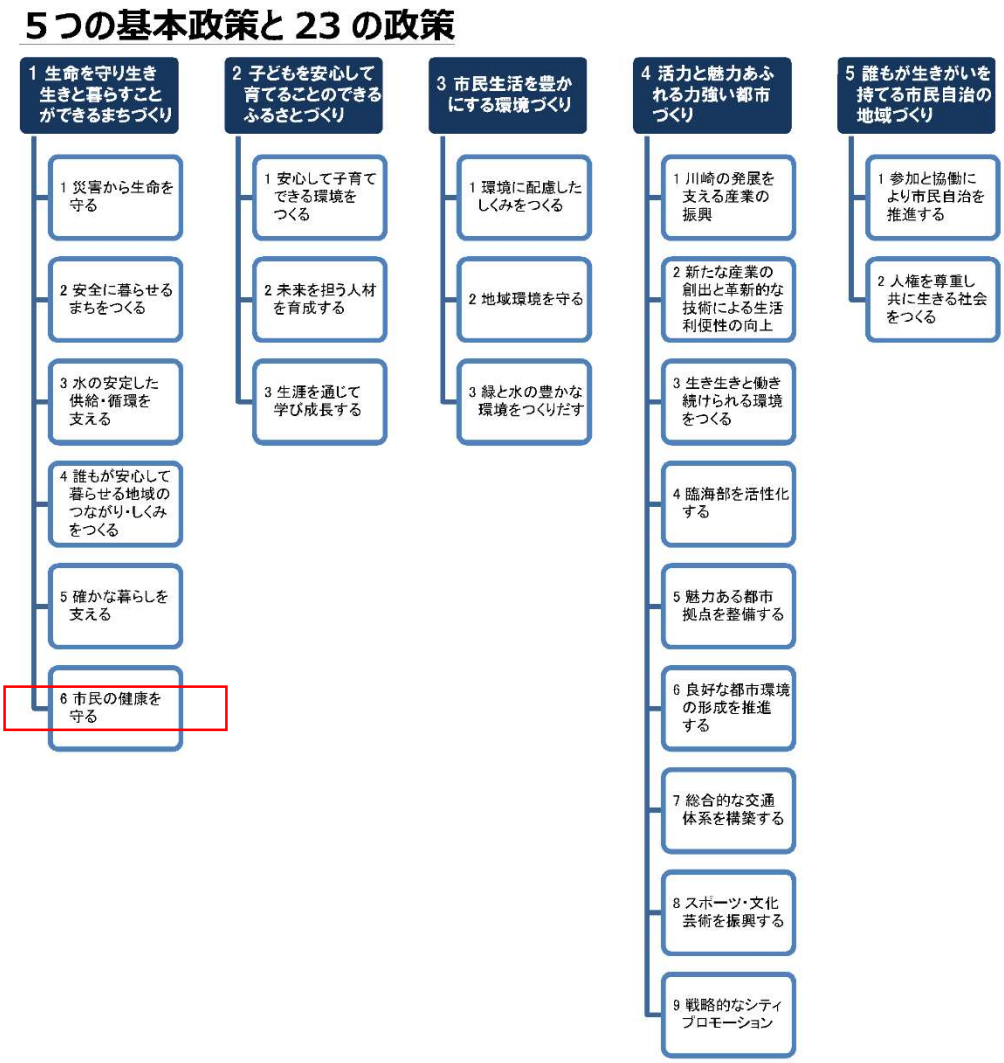


図 1.1.1-11　川崎市における５つの基本政策と 23 の政策
出典：川崎市総合計画第３期実施計画

また、川崎市総合計画第３期実施計画の「政策 1-6 市民の健康を守る」においては、地域における医療機関相互の機能分担と連携を図り、良質かつ適切な医療を効果的に提供できる体制づくりや、救急医療体制の充実により、すべての市民のすこやかな生活を支えることを政策の方向性としており、「施策 1-6-1 医療供給体制の充実・強化」では、緊急性の高い傷病者に対する確実な救急医療資源の提供、救急車の適正利用の促進や救急需要の動向把握による救急体制の整備、資質の高い看護人材の養成、地域の医療機関の機能分担・連携による医療供給体制の充実などを施策の方向性としています。

（２） 聖マリの現状・医療体制改革への取組状況

１） 聖マリの現状

聖マリは、川崎市北部地域における「三次救急」では唯一の病院であり、救急搬送の窓口が救命救急センター一本となっている。医師不足という社会的課題に直面しつつも、大学病院として「教育」「臨床」「研究」の３つの機能を持ち、これらは有機的に組み合わさっている。しかし、新型コロナウイルスによるパンデミックが未だに完全な収束を見ない中、救命救急センターは常に切迫した状況が続いている。現場での実習機会の減少が続いているため、教育・臨床実習の質の向上が急務となっている。

また、2021 年５月に参議院本会議で可決・成立した、いわゆる「医師の働き方改革」が令和６年４月の適用開始になることを受け、聖マリではいち早くその取組を行っており、医師や看護師等の業務負担軽減を目的としたタスク・シフト（業務の移管）等の推進は医師不足ないしは看護業務の効率化を進める聖マリにとって喫緊の課題となっている。

以下、これらの救命救急センターの課題、医師不足、医師の働き方改革、看護師の業務負担軽減の課題についてそれぞれ具体的に記載する。

２）救命救急センター

聖マリの救命救急センターは、昭和 55（1980）年７月、厚生労働省、神奈川県及び川崎市からの要望に応え、県下初の救命救急センターとして開設され、昭和 58（1983）年には大学病院としては初の熱傷センターを併設し、救命救急・熱傷センターとなり、以来、地域の中核的な救命救急センターとして現在に至っている。川崎市北部医療圏 85 万人における唯一の救命救急センターであり、夜間急患センターを併設することによって、一次救急から三次救急まで、多彩な重症度の病態に対応している。救急医学講座の救急専任医師を中心に、看護師とコメディカルを含め 130 人以上のスタッフ、そして院内各科との強い連携・協力体制の下に、24 時間体制で救急患者を受入れている。教育病院ということもあり、若手医師を多く起用しているが、コロナ禍も相まって多忙を極め、教育体制を維持することは容易ではない。

因みに救命救急センターにおける応需率は令和２（2020）年１～12 月までの間、平均で 99.26%となっており、常に限界に近い状態で稼働している状況にある。

なお、聖マリの救命救急センターは、厚生労働省より発表された令和３年救命救急センターの充実段階評価の評価結果で全国 298 カ所のうち３年連続 S 評価（他、72 医療機関）である。つまり全国の救命救急センターの中でも、その水準は極めて高い医療機関であると評

価を受けている。

3）医師不足

医師の不足また偏在は、厚生労働省でも長きにわたる課題と認識されており、医療従事者の地域間の医師不足・偏在の解消等を通じ、地域における医療提供体制を確保するため、各都道府県で医師確保計画を策定等で取り組んできた。しかし、一般社団法人日本病院会の「勤務医不足と医師の働き方に関するアンケート調査」（2019 年調査）によれば、調査対象の 413 病院のうち医師不足を訴えたのは 362 病院。中でも深刻なのが図 1.1.1-12 に挙げた 10 の診療科となっている。

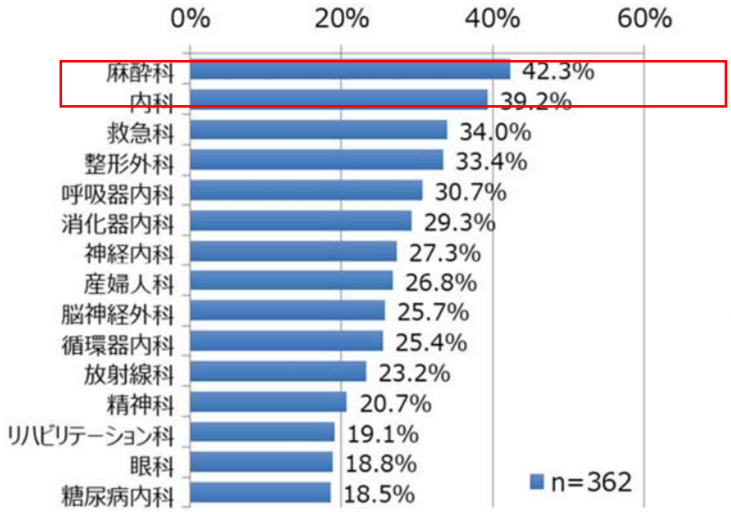


図 1.1.1-12 2019 年度 勤務医不足と医師の働き方に関するアンケート調査
出典：一般社団法人 日本病院会　医療政策委員会

神奈川県においては、医師数（医療施設従事者）は年々増加を続けているものの、令和２年末時点で、全国の人口 10 万人当たり 256.6 人に対して、223.0 人（全国 39 位）と全国平均を下回っており、医師不足の状況にある。

区分	H22	H24	H26	H28	H30	R2	人口10万人対医師数(R2)		
							神奈川県		全国
							順位	数値	数値
総数	**16,997**	**17,567**	**18,349**	**18,784**	**19,492**	**20,596**	**39**	**223.0**	**256.6**
内科	3,834	3,955	4,173	4,141	4,349	4,541	41	49.2	59.7
外科	1,414	1,432	1,428	1,435	1,423	1,485	45	16.1	22.2
産科・産婦人科	699	722	744	772	763	794	43	41.4	46.7
小児科	1,038	1,085	1,122	1,109	1,123	1,187	33	109.3	119.7
麻酔科	504	548	584	617	649	698	33	7.6	8.1
救急科	216	229	253	248	312	328	15	3.6	3.1

図 1.1.1-13　神奈川県における医療施設従事医師数の推移（平成 22 年からの数値）

聖マリにおいても、医師不足の課題を抱えており、図 1.1.1-14 また図 1.1.1-15 に示すように、新型コロナウイルス感染症の感染拡大前ではあるが、救急科だけでなく、麻酔科（図 1.1.1-12 医師不足のデータで１位）、消化器内科（同６位）が関わる手術数、内視鏡検査件数は年々増加しており、需要に対する医師の確保が難しい状況が続いている。麻酔科医がいなければ手術を行うことは困難となるため複数科に影響が出ることとなるが、また、内視鏡医（消化器内科医）においても、今後の高齢化の加速に伴い患者数がこのまま増加すれば医師の数が追いついていない実態に陥る可能性が出てくる。いわゆる需給バランスの崩壊が引き起こされる危機に直面している。麻酔科医不足については、2022 年５月 13 日発表の日本麻酔科学会の山蔭道明理事長の声明においても、麻酔科医不足が深刻な問題であること、解決策として特定行為修了看護師へのタスクシフトに向けた研修を推進していくことが述べられている。

図 1.1.1-14　聖マリの手術総数・麻酔科管理件数

出展：聖マリの HP

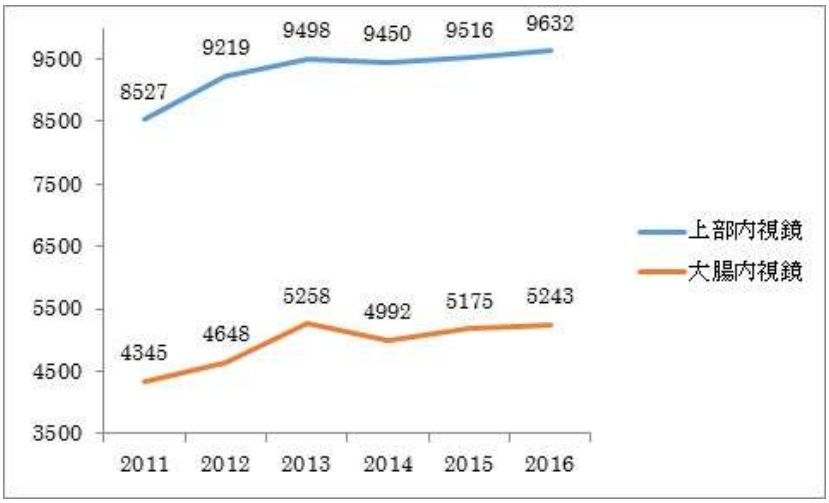


図 1.1.1-15　聖マリの内視鏡検査施行件数の推移

出展：聖マリの HP

3）医師の働き方改革

医師の働き方改革については、「医師の働き方改革に関する検討会 中間的な論点整理」（平成 30（2018）年２月 27 日）「２ 医師の勤務実態の分析状況と今後の検討に関する論点」によると、緊急対応、手術や外来対応等の延長をもたらしているのは、

- 救急搬送を含め診療時間外に診療が必要な患者や、所定の勤務時間内に対応しきれない長時間の手術、外来の患者数の多さ
- 医師はそれらに対応しなければならないとする応召義務の存在
- タスク・シフト（業務の移管）が十分に進んでいない現場の勤務環境
- 求めに応じ質の高い医療を提供したいという個々の医師の職業意識の高さ

等であると考えられる。こうした患者対応に伴う事務作業が多いことも要因の一つとして指摘されているほか、患者の状況によっては診療時間外での説明に対応せざるをえなかったり、診療時間外の看取り時でも主治医がいることが求められたりすること等によっても時間外勤務が発生している。

また、「第 18 回救急・災害医療提供体制等の在り方に関する検討会」（令和元（2019）年 11 月 20 日）によると、聖マリのように救急搬送を年間 2,000 件以上受入れている医療機関において、医師の労働時間が長時間になる傾向がある旨指摘されている。

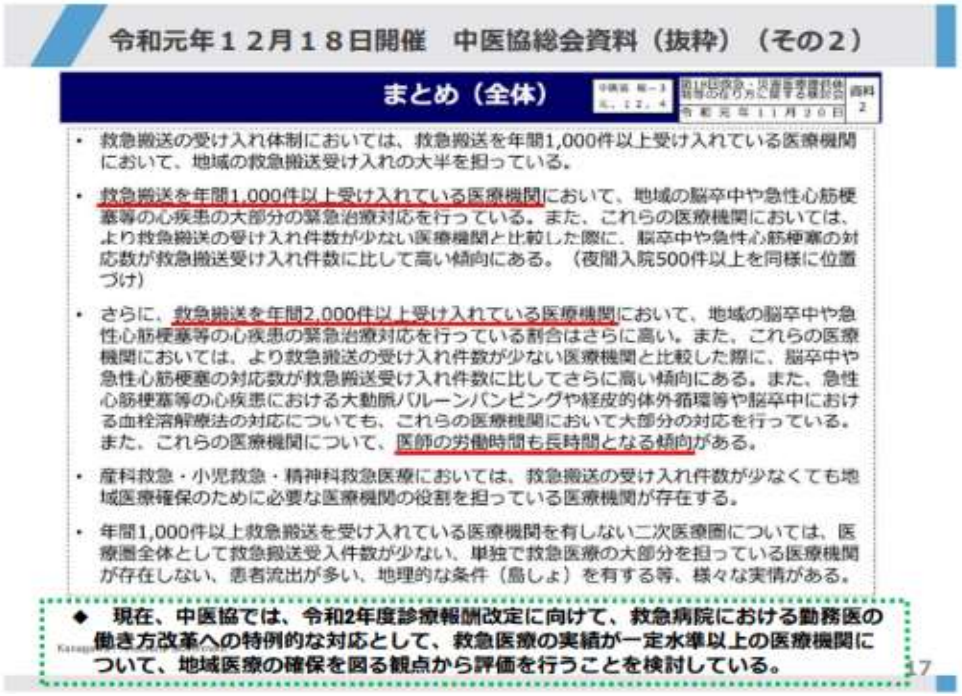
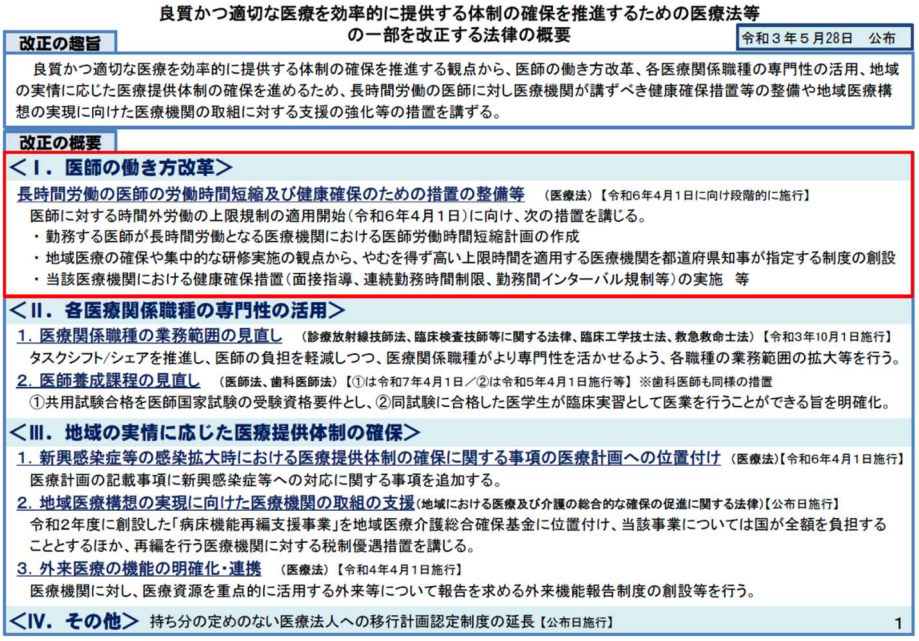


図 1.1.1-16 令和元年 12 月 18 日開催　中医協総会資料（抜粋）（その２）

出典：令和２（2020）年２月３日_救急医療問題調査会統計報告（神奈川県提供資料）

このような経緯から、令和３（2021）年５月に、医師の長時間労働が問題になっている状況に鑑みて、医療法が参議院本会議で可決・成立し、令和３年度 第１回 医療政策研修会及び地域医療構想アドバイザー会議（令和３年８月 13 日）でも、医師の働き方改革に対する方針について議論を進めてきた。



良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進するための医療法等の一部を改正する法律の概要

令和３年５月28日　公布

改正の趣旨

良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保を推進する観点から、医師の働き方改革、各医療関係職種の専門性の活用、地域の実情に応じた医療提供体制の確保を進めるため、長時間労働の医師に対し医療機関が講ずべき健康確保措置等の整備や地域医療構想の実現に向けた医療機関の取組に対する支援の強化等の措置を講ずる。

改正の概要

＜Ⅰ．医師の働き方改革＞

長時間労働の医師の労働時間短縮及び健康確保のための措置の整備等　（医療法）【令和6年4月1日に向け段階的に施行】

医師に対する時間外労働の上限規制の適用開始（令和6年4月1日）に向け、次の措置を講じる。

・勤務する医師が長時間労働となる医療機関における医師労働時間短縮計画の作成

・地域医療の確保や集中的な研修実施の観点から、やむを得ず高い上限時間を適用する医療機関を都道府県知事が指定する制度の創設

・当該医療機関における健康確保措置（面接指導、連続勤務時間制限、勤務間インターバル規制等）の実施　等

＜Ⅱ．各医療関係職種の専門性の活用＞

1．医療関係職種の業務範囲の見直し　（診療放射線技師法、臨床検査技師等に関する法律、臨床工学技士法、救急救命士法）【令和3年10月1日施行】

タスクシフト/シェアを推進し、医師の負担を軽減しつつ、医療関係職種がより専門性を活かせるよう、各職種の業務範囲の拡大等を行う。

2．医師養成課程の見直し　（医師法、歯科医師法）【①は令和7年4月1日／②は令和5年4月1日施行等】※歯科医師も同様の措置

①共用試験合格を医師国家試験の受験資格要件とし、②同試験に合格した医学生が臨床実習として医業を行うことができる旨を明確化。

＜Ⅲ．地域の実情に応じた医療提供体制の確保＞

1．新興感染症等の感染拡大時における医療提供体制の確保に関する事項の医療計画への位置付け　（医療法）【令和6年4月1日施行】

医療計画の記載事項に新興感染症等への対応に関する事項を追加する。

2．地域医療構想の実現に向けた医療機関の取組の支援（地域における医療及び介護の総合的な確保の促進に関する法律）【公布日施行】

令和2年度に創設した「病床機能再編支援事業」を地域医療介護総合確保基金に位置付け、当該事業については国が全額を負担することとするほか、再編を行う医療機関に対する税制優遇措置を講じる。

3．外来医療の機能の明確化・連携　（医療法）【令和4年4月1日施行】

医療機関に対し、医療資源を重点的に活用する外来等について報告を求める外来機能報告制度の創設等を行う。

＜Ⅳ．その他＞　持ち分の定めのない医療法人への移行計画認定制度の延長【公布日施行】

1

図 1. 1. 1-17　医師の働き方改革について（抜粋）

出典：令和３（2021）年８月 13 日_第１回 医療政策研修会及び地域医療構想アドバイザー会議

そして、聖マリを含めた全国の各医療機関（※時間外労働が年 960 時間を超えている医師がいる医療機関）は、図 1. 1. 1-17 のとおり、時短計画案の作成ならびに医療機関勤務環境評価センターによる第三者評価、そして都道府県による特例水準医療機関の特定指定を受ける必要がある。

これらの手順を令和６（2024 年）年４月「医師の働き方改革」が適用開始までに受ける必要があり、医師の時間外労働の上限が規制される前に、労働時間短縮や健康確保のための体制整備などの準備、例えば、労務管理やタスクシフトを急ピッチで進めることが求められている。聖マリも時短計画案の作成への取組を行っている。

図 1. 1. 1-18　医師の働き方改革について（抜粋）

出典：令和３（2021）年８月 13 日_第１回 医療政策研修会及び地域医療構想アドバイザー会議

4）看護師の負担軽減

2025 年問題として、およそ 800 万人いるといわれる、ベビーブームに誕生した団塊の世代が 75 歳を迎える、いわゆる超高齢社会になり、2011 年の数値として、入院患者数が全体で 130 万人/日から 160 万人/日へ増えることが厚労省で予測されている。それを受け、医療の機能分化や機能強化を行い、平均在院日数も減らす工夫等、病院業務の改善と効率化が昔から求められてきている。ただ、これら業務改善は単純に医師の業務改善の問題ではなく、看護師等の業務改善の問題でもあり、医師・看護師等が協働・連携できる、チーム医療の目線で取り組む必要がある。

看護業界では、就業する看護職員数は 2018 年で 166 万人を超えているものの、就業場所は病院・診療所のみならず介護分野等へと拡大している。今後、上記に述べた超少子高齢社会の進展に伴い、医師不足だけではなく、看護職として就業する若年者の大幅な増加は見込めず、大幅な看護職の養成も困難になってくる。こうした状況の中で、看護提供体制を維持していくためには、看護職ができるだけ長く、健康で働き続けられる、持続可能な働き方の実現と、これを支える職場環境の整備が喫緊の課題である。

ただ、看護師の仕事は極めて多岐にわたり、医療材料等物品の補充、準備、点滴といった移動を伴う事務的な業務、ベッドや物品の搬送といった移動を伴う業務に加え、患者への付添や行動の見守り、食事や排せつ、入浴の介助、口腔の清掃等の患者と向き合う業務もある。更に、夜勤・交代制勤務もあり、肉体的にも精神的にも極めて負担は大きい。また、看護職は一般的には女性比率の高い職種であり、結婚・出産・育児等のライフイベントと仕事との両立の面でも、負担が大きくなっている。

このような大きな社会課題を抱えている看護業界に対して、2018 年看護職の労働安全衛生ガイドラインの改訂、同年に働き方改革を推進するための関係法律の整備に関わる法律（いわゆる働き方改革）により労働環境の改善を図ってきている。直近では、政府は 2020 年４月に、診療報酬改定を行い、同加算の要件に「勤務編成の基準」から夜勤後の暦日の休日確保が追加されたほか、ICT・AI・IoT 等の活用による業務負担軽減などの項目が追加され、看護業務の負担軽減をさらに推進する方向となっている。

聖マリにおいては、看護業務の効率化については前々から先進的に行っている。特に、2017 年の今後の３年間の重点取組の１つとして「業務効率の徹底的追求と無駄の排除」の取組を掲げ、図 1.1.1-19 の通り、令和元年度厚生労働省委託事業　看護業務効率化先進事例で奨励賞を受賞するなど、その取組は高く評価されている。

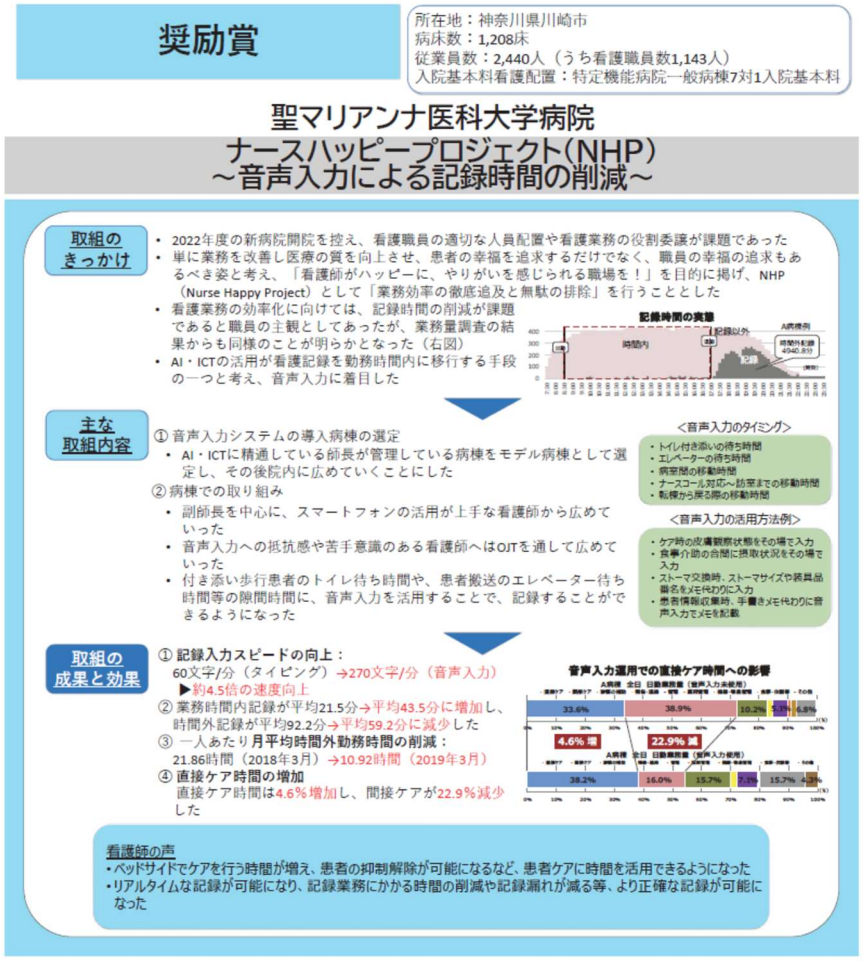


図 1.1.1-19　医師の働き方改革について（抜粋）
出典：令和３（2021）年８月 13 日_第１回 医療政策研修会及び地域医療構想アドバイザー会議

しかし、三次救急でもある聖マリは、高度急性期医療の現場での多忙な業務に対する看護師の疲弊感、やりがいの喪失、離職につながる課題を現在も抱えており、特に、新型コロナウイルス感染症拡大により、感染者の入院対応をはじめ感染管理等、看護師にかかる負担は著しく増大している。

３）で述べた医師の働き方改革による医師の業務効率化・タスクシフトに取組む必要はあるが、その業務負担が看護師などに単純にシフトさせてしまうのでは、看護師における労働環境が更に悪化して事態を深刻化させてしまう恐れがある。そうならないために、医師の働き方改革と看護師の業務負担軽減がバランスよく行われなければならず、新しい業務体制の構築は急務となっている。

1.1.2　実証に至る経緯

総務省令和３年度開発実証では、聖マリにおける近年の救急応需ひっ迫状況に加え、集団災害や今般の新型コロナウイルス感染症対応等、大都市病院における高度な医療体制の構築という課題解決について、採択を受けて、ローカル５Ｇを活用したソリューションの実証実験を行った。主に、多数傷病者発生や感染症パンデミック等、あらゆる状況においても対応しうるため、医療従事者が実際の移動を伴わず、居場所によらない映像共有による遠隔からの医療指示ができるシステム（ソリューション）や医師の働き方改革（タスクシフト）等をはじめとした大都市病院における各種課題の解決に寄与する新たな医療体制実現に取り組んだ。

聖マリ病院内の夜間急患センター（三次救急）において、重症患者が救命救急センターに搬送されたシチュエーションで映像共有システム（ソリューション）をはじめとするローカル５Ｇを活用した実証実験を実施した。業務の効率化、医療の高度化に寄与し、救急医療体制の強化に資すると思われる結果を得ることができ、課題実証ならびに技術実証においてそれぞれ一定の成果を出した。ただ、社会実装あるいは横展開に向けては、費用面の経済的問題を除くと、医療（救急）現場での利用に則して複数病院間での広域連携が必要であり、医師の働き方改革においては、業務改善やタスクシフトの観点からどこまで効率化できるか定か（定量化）ではないという課題が残った。

前者の救急現場への横展開については、実際の現場では、人が病院の外で重篤な病気を発症したり怪我を負ったとき、救急隊員が傷病者についての「情報」を受け急行し、救急車が到着した現場で必要な「救護」を行い、（図 1.1.1.20 のように）そのあと患者を適切な医療機関（二次救急や三次救急）に「搬送」する。

三次救急：最もハイレベルな救命救急医療に対応（聖マリ）
二次救急：入院・手術が必要な重症患者を 24 時間体制で受け入れ（多摩病院）

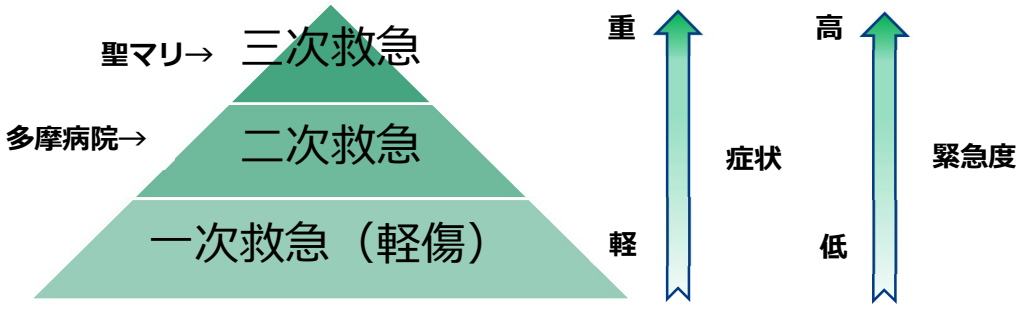


図 1.1.2-1　二次救急と三次救急の役割

これらの、病院外での救急活動をプレホスピタルケアというが、この「情報」「救護」「搬送」を的確かつ適切に情報共有することが救命救急においては最も大事な要素であり、これらが有機的に結びつくことで医療体制の強靭化ならびに救急現場への連携が図れる。しかし、プレホスピタルにおける診療結果から救急病院への応需依頼は、携帯電話端末による１対１の会話であるため、搬送先の選定が遅延し、現場滞在時間が長期化する問題があり、搬送前から二次救急・三次救急において連携を図りながら患者の状態を把握する必要がある。

後者の医師の働き方改革については、タスクシフトは医師の業務の一部を看護師などに移管し、医師の時間外勤務を減らす目的である。しかし、これまで対応していなかった業務を行う看護師等の時間外勤務時間が増加するようなことにならないよう、タスクシフトを進めるには、医師、看護師ともに負担増にならないようにしていくことが、特に病院管理者側に求められており、このことをしっかり理解・把握することで初めて働き方改革ならびに業務効率化が図れる。

そのため、総務省令和４年度開発実証においては、1.1　背景・目的で述べたように、各課題を明確にして、①消防（救急車）、多摩病院（二次救急）、聖マリ（三次救急）で広域連携した映像共有システムを構築し、 客観的かつ確実性の高い情報共有を通じて、搬送先選定での判断の質向上ならびに迅速化による救急医療体制の強靭化。②医師だけでなく、看護師またはナースプラクティショナー（診療看護師）等、それぞれが負担軽減につながる、より実践的なタスクシフトに向けた取組。これらを、後述するローカル５Ｇを活用したソリューションでの実証を行い、救急医療体制の強化や医師の働き方改革等をはじめとした大都市病院における各種課題の解決に取り組む。

川崎市をはじめ高齢化社会の到来による医療のひっ迫や医師不足、また看護師の業務負担増加の社会課題に直面する地域（自治体）は多く、2024 年からは殆どの大都市病院等はタスクシフト等の働き方改革に取り組まざる得ないため、本実証実験で有効なユースケースを出すことは、ローカル５Ｇを活用した社会実装においては極めて重要である。

1.2　実証の概要

本実証実験では、大都市部における「救急医療体制の強靭化」ならびに医師不足・長時間労働・医療タスクシフトに対する「医師の働き方改革」といった社会課題に対してローカル５Ｇ を活用したソリューション構築並びに活用モデルの構築に取り組んだ。

特に、総務省令和３年度開発実証の内容から、より実装性を高める取組として、①聖マリの救命救急センター（三次救急）におけるローカル５Ｇ ソリューションだけでなく、通信キャリア５Ｇ との連携も含めた形で、消防（救急車）や二次救急（多摩病院）との広域連携したソリューション構築を行い、救急車受入要請時から「情報」「救護」「搬送」を的確かつ適切に情報共有できる医療体制を構築。②映像共有ソリューションの救急科以外の院内他診療科への遠隔医療的視点での横展開や院内患者搬送における省力化や新しい手法による医療現場での実習・教育の効率化・高度化といった、医師の働き方改革に寄与するソリューション構築を行い、医師のタスクシフトや稼働効率化の実現を目指した。

また、遠隔医療の更なる活用は中長期的な取組の方向性としてのデジタル田園都市国家基本構想の魅力的な地域をつくることとも親和性が高く、ローカル５Ｇ の利活用の実現等、横展開に向けての検討も行う。

以下に、本実証の３つのテーマについてその概要を記載する。

１）ローカル５Ｇ 広域連携
２）遠隔診療による業務効率化と高度化
３）院内 MaaS における効率化、安全性向上

※テーマ１、２については総務省令和３年度開発実証の発展形であり、病院内外への横展開と実装に向けた粒度上げが目標

１）ローカル５Ｇ広域連携

地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

（現状・課題）

多発外傷や災害等による多数傷病者発生時、いわゆる重症患者を救急医療機関（二次救急や三次救急）へ搬送するまでには、まず傷病者の発見者が一次救命処置を行い、到着した救急隊へ引継ぎ、その後、救急医療機関に搬送される。このとき、救急隊と医療機関は連携・連絡を取り合って傷病者の搬送先を選定するが、携帯電話端末による１対１の会話であるため、傷病者に係る同じ内容のプレゼンテーションを病院毎に繰り返し行っている。そのため、搬送先の選定が遅延し、現場滞在時間が長期化、傷病者の病状は進行してしまう。いわゆる上り搬送として二次救急で搬送された患者が重症化し三次救急に緊急搬送される場合も多く、患者の重症度に合わせて適切な医療機関へ搬送させなければ、救急医療機関として機能しなくなる恐れがあり、搬送前から二次救急・三次救急において連携を図りながら患者の状態を把握する必要がある。

（実証）

病院構外の路上もしくは病院敷地内車道、聖マリ内（三次救急施設）、川崎市立多摩病院内（二次救急施設）を実証場所とする。病院外ではドクターカーや救急車から、三次救急外来（聖マリ）では新しい救急外来（CT 検査と手術などの治療が部屋の移動なしに行える Hybrid Emergency Room System：HERS）において、そして二次救急外来（多摩病院）では救急処置室（ER：Emergency Room）から、互いにライブの高精細な視覚情報の共有を行う。映像共有のオペレーションルームは、聖マリ救急外来と多摩病院の ER 内に設定し、病院前からの搬送に関わる情報の効率的かつ正確な情報共有と、これによる適正な医療機関への搬送、そして搬送後も継続可能な映像共有による病院間連携による、遠隔救急診療・救急搬送の効率化・高度化に向けて、より現場に近い形で実証を行う。

（効果）

救急車、二次救急、三次救急間の迅速かつ客観性の高い情報共有を通じて、より短時間での効率的かつ適正な救急搬送が可能となる。また応需後も患者の容態の改善、悪化に応じて施設間での患者情報の共有（画像診断を含む）、それに基づく転院搬送（上り搬送：二次救急→三次救急・下り搬送：三次救急→二次救急）も可能となり、救急診療における適正かつ無駄のない医療資源の活用が可能となる。

２）遠隔診療による業務効率化と高度化

内視鏡医と麻酔科医の統合管理による業務効率化とタスクシフト

（現状・課題）

救急科だけでなく、麻酔科（図 1.1.1-12 医師不足のデータで１位）、消化器内科（同６位）が関わる手術数、内視鏡検査件数は年々増加しており、需要に対する医師の確保が難しい状況が続いている。麻酔科医がいなければ手術を行うことは困難となるため複数科に影響が出ることとなるが、また、内視鏡医（消化器内科医）においても、今後の高齢化の加速に伴い患者数がこのまま増加すれば医師の数が追いついていない実態に陥る可能性が出てくる。いわゆる需給バランスの崩壊が引き起こされる危機に直面している。麻酔科医不足については、2022 年５月 13 日発表の日本麻酔科学会の山蔭道明理事長の声明においても、麻酔科医不足が深刻な問題であること、解決策として特定行為修了看護師へのタスクシフトに向けた研修を推進していくことが述べられている。

（実証）

〈麻酔科〉

各手術室内に付けられた高精細カメラ、360 度カメラ、医師がつけるウェアラブルカメラを活用し、術前の挿管手技の遠隔監視・指導支援、手術時の全身管理診療の遠隔監視・指導支援を実現し、少ない専門家医師の稼働効率化、医療の質向上を目指す。

〈内視鏡〉

高精細カメラ、360 度カメラ、ウェアラブルカメラを活用し、オペレーションルームから複数の内視鏡室の内視鏡カメラ映像、患者の容態映像を統合的に確認、診療ができることにより、医師の稼働効率化とタスクシフト実現を目指す。

（効果）

〈麻酔科〉

従来難しかった複数角度からの高精細な映像確認を可能とすることにより、確実性の高い遠隔サポート・指示が行え、これにより、複数の部屋で行われている手技・処置・手術に対する監視や介入が、適切なタイミングで行える。少ない専門家を効率的に活用する手段として期待できる。将来的なタスクシフトに向けても期待できるソリューションとなり得る。

〈内視鏡〉

集中したエリア内での複数大容量映像のリアルタイムな伝送をセキュリティ高く実現する。これにより、内視鏡診療におけるオペレーションの統合管理を可能とし、少ない専門家を効率的に活用して安全に稼働効率化を実現できる。業務の切り分けが適正になされれば、将来的なタスクシフトに向けても期待できるソリューションとなり得る。

3）院内 MaaS における効率化、安全性向上

・自律走行ロボットでの患者移動による効率化

（現状・課題）

看護師の業務として、事務的業務として物品搬送、医療材料等物品の補充、準備、点滴といった多様な業務があり、患者と向き合う業務として、患者への付添や行動の見守り、食事や排せつ、入浴の介助、口腔の清掃等があり、どちらも多様な業務がある。この状況で、医師の働き方改革を前に業務負担が看護師に単純にシフトさせてしまうことでは、看護師における労働環境を悪化させて事態を深刻化させてしまう恐れがあり、医師の働き方改革と看護師の業務負担軽減はバランスよく行われなければならず、新しい業務体制の構築が急務となっている。看護業務のうち、検査やリハビリテーション室などにおける院内患者移送業務は、その数が多く（病室と検査室・リハビリ室間移動が聖マリ病院全体で 1 日あたり最大 1,500 件)、他の看護業務を圧迫する要因となっており、効率化が求められているところである。例えば九州大学病院では、多職種間でのタスクシフトの一環として「患者移送支援センター（仮）」の設立に向けた取り組みを行っており、また、熊本大学では患者移送支援室を設立して、看護業務の効率化を実践しており、患者移送に関わる負担が看護業務の中で大きな課題となっていることがわかる。

（実証）

遠隔から移動中患者を見守る看護師、スタッフがいるオペレーションルーム、それぞれ患者が内視鏡カメラによる検査を受ける内視鏡室と設定し、実証を行う。病室と検査室・リハビリ室間の患者の移動において利用を想定する自律走行ロボットをリアルタイムに遠隔監視可能な仕組みを構築することで、医療安全を担保した上で看護師が従来患者の移動にかかっていた業務負荷を効率化できるか検証を行う。

（効果）

一つの病棟当たり一日 50 件発生する患者移送の件数が減少すれば、看護師がその時間を他の業務（タスクシフトを受ける等）に充てられることになる。これまで移送により突然中断されていた可能性のある業務が継続できることにもなり、業務効率化、精神的負担に寄与すると思われる。また、移送のタイミングにおける「看護師の空き待ち（移送の人手が空くのを待つ)」がなくなり、そうなれば、移動したいタイミングで検査室に行ける、あるいは検査室から帰れるようになるため、検査室自体の待ち、あるいは患者さんの待ちもなくなる。検査室の待ち時間が無くなることは検査室自体（部屋と人）の効率的な運用にも寄与する。

なお、技術実証においては、２）エリア構築の柔軟性向上を実施し、分散アンテナシステム、リピーターを用いた病院における効率的なエリア構築に取り組む。

提案概要

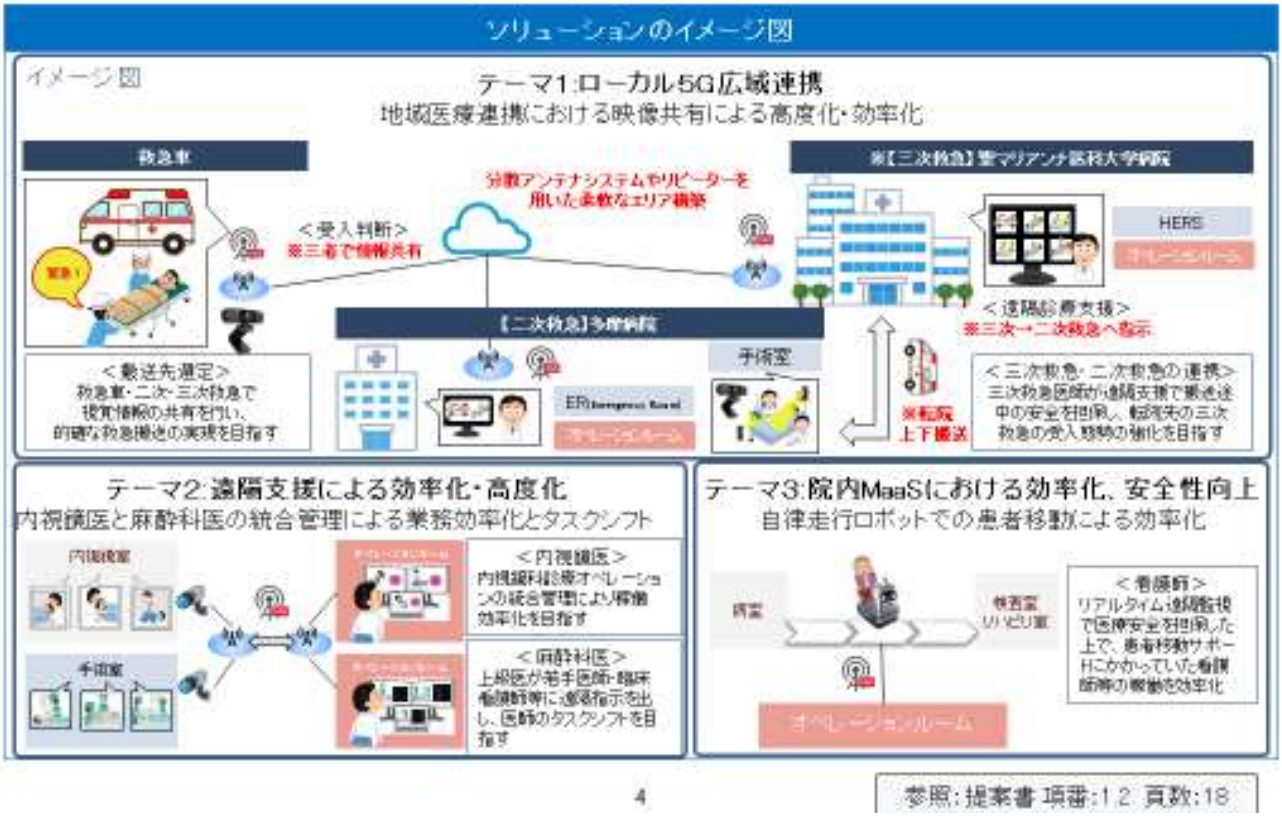


図 1.2-1 実証の概要イメージ図

2. 実証環境の構築

聖マリにて令和５（2023）年１月に竣工した新入院棟において、救命救急センターや内視鏡室等にローカル５Ｇ環境を構築し、前述した各テーマの検証を行った。またローカル５Ｇの広域連携を想定し、川崎市立多摩病院の救急救命センター内に通信キャリア５Ｇ環境を構築した。

2.1 対象周波数帯

2.1.1 ローカル５Ｇ

本実証においては、4.7GHz 帯（4.8－4.9GHz）のローカル５Ｇ周波数帯域を使用した。本実証は聖マリにてエリア構築を行い、一般公衆回線と隔離された信頼性・安定性・柔軟性の高いローカル５Ｇを利用することとした。

2.1.2 キャリア 5G

4.5GHz 帯のキャリア５Ｇの周波数帯を活用した。ローカル５Ｇ環境での実証と同等の成果を得るために、ローカル５Ｇの周波数（4.6GHz～4.9GHz 帯）と近い周波数帯の構築免許を受けている、株式会社 NTT ドコモの基地局（周波数帯：4.5GHz 帯）の活用をすることとした。

2.2 実施環境

2.2.1 実証実験フィールド（聖マリ）

神奈川県川崎市宮前区菅生 2 丁目 16-1 に位置する聖マリの新棟内の救急救命センター、内視鏡室等に 4.7GHz 帯(4.8～4.9GHz)の「分散アンテナシステム」DAS 5 台、隣接する東館にリピーター1 台を設置した。

聖マリでは、新棟建設に伴い、ハイブリッド ER 等の先進設備を中心としたローカル５Ｇ活用および先進的かつ高度な医療に対応しうる方策の検討が進められている。

「令和 3 年度課題解決型ローカル５Ｇ 等の実現に向けた開発実証」において、この新棟でのローカル５Ｇ導入を想定した実証を通信キャリア 5G を用いて行い、救急医療現場でのローカル５Ｇを活用したソリューション利用の有用性についての確認および課題抽出を行った。これを踏まえて、今回は、新たに竣工を迎える新棟にてローカル５Ｇ環境の構築を行い、ローカル５Ｇ活用モデルの実装を前提とした検証を実施した。

図 2.2.1-1 (a)、(ｂ)に実証試験フィールドを示す。また図 2.2.1-2 (a)、(ｂ) に屋内ターゲットエリアを示す。

また、新棟だけではなく、例えば医局等で想定されるローカル５Ｇ活用モデルの運用を見据えて、新棟２階から新棟北側に位置する東館に向けて、リピーターを活用したエリア化を実施し技術実証における測定を実施。

東館のエリア化対象は３階の研修医ラウンジとする。図 2.2.1-3 にターゲットエリアを示す。

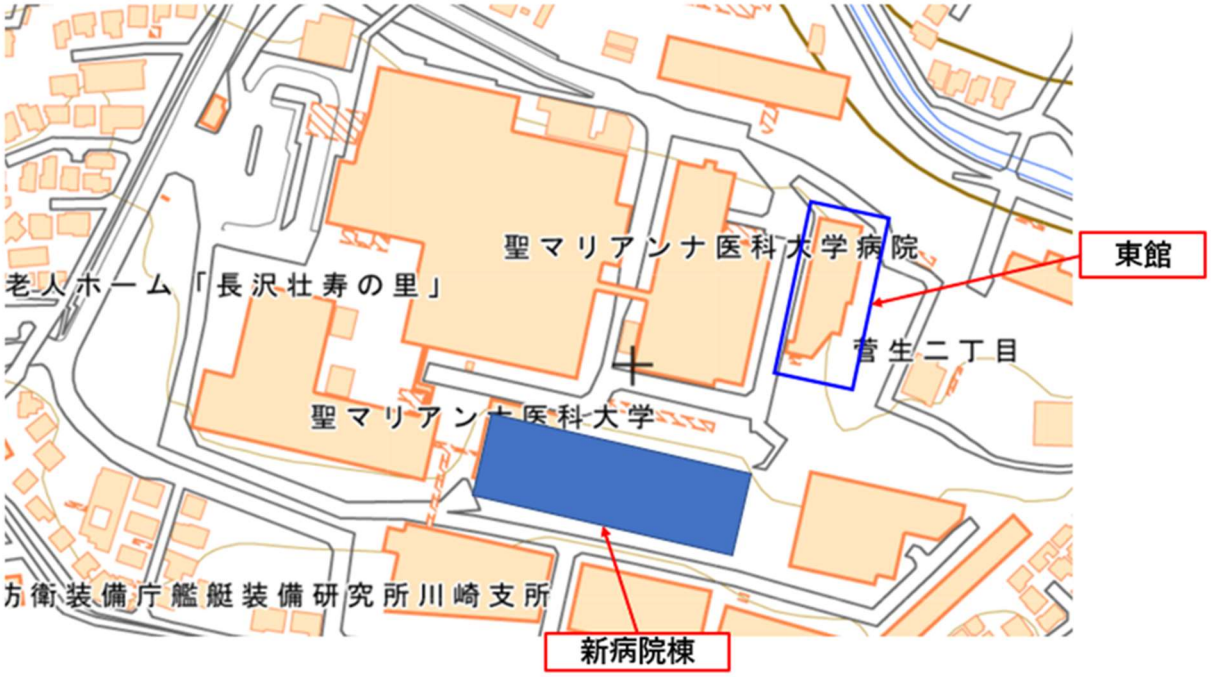


図 2.2.1-1(a) 実証実験フィールド（聖マリ）
（出典：地理院地図）

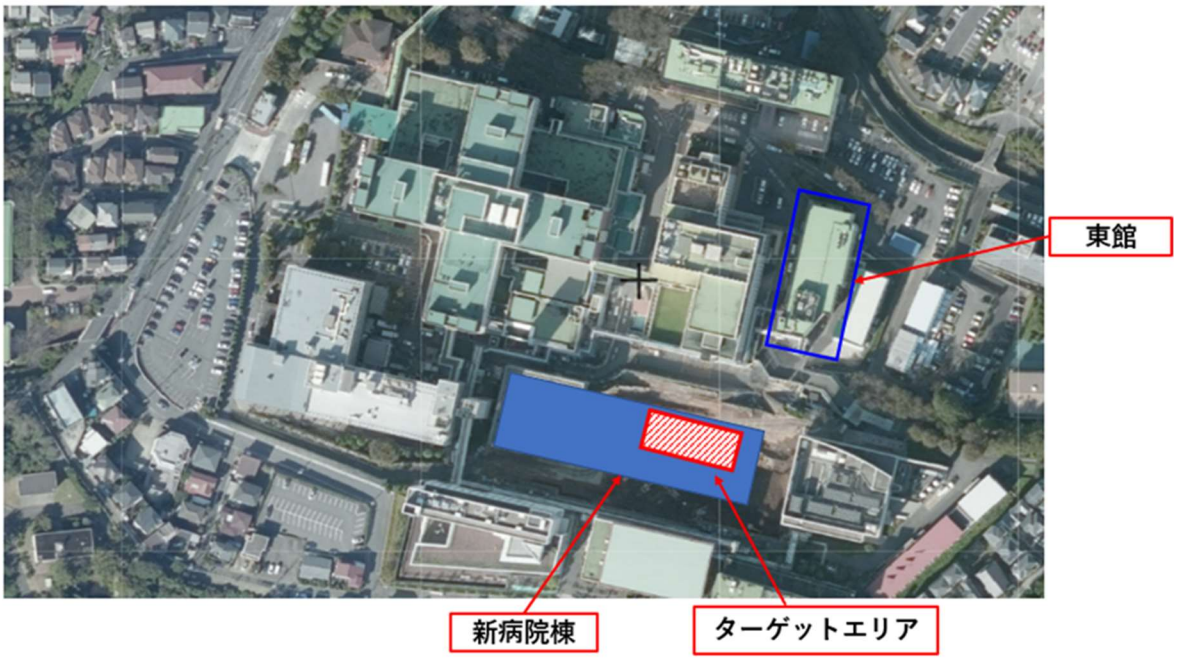


図 2.2.1-1(b) 実証実験フィールド（聖マリ）
（出典：地理院地図）

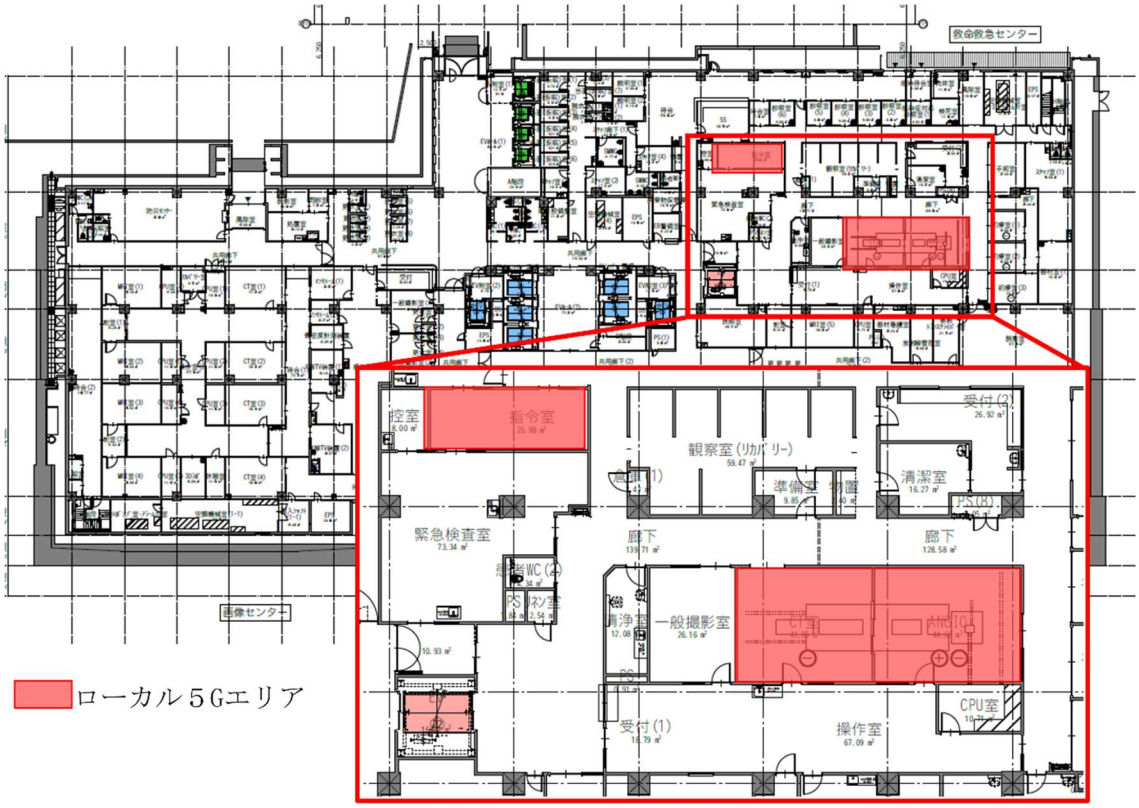


図 2.2.1-2(a) ターゲットエリアとなるフロア平面図(1F)

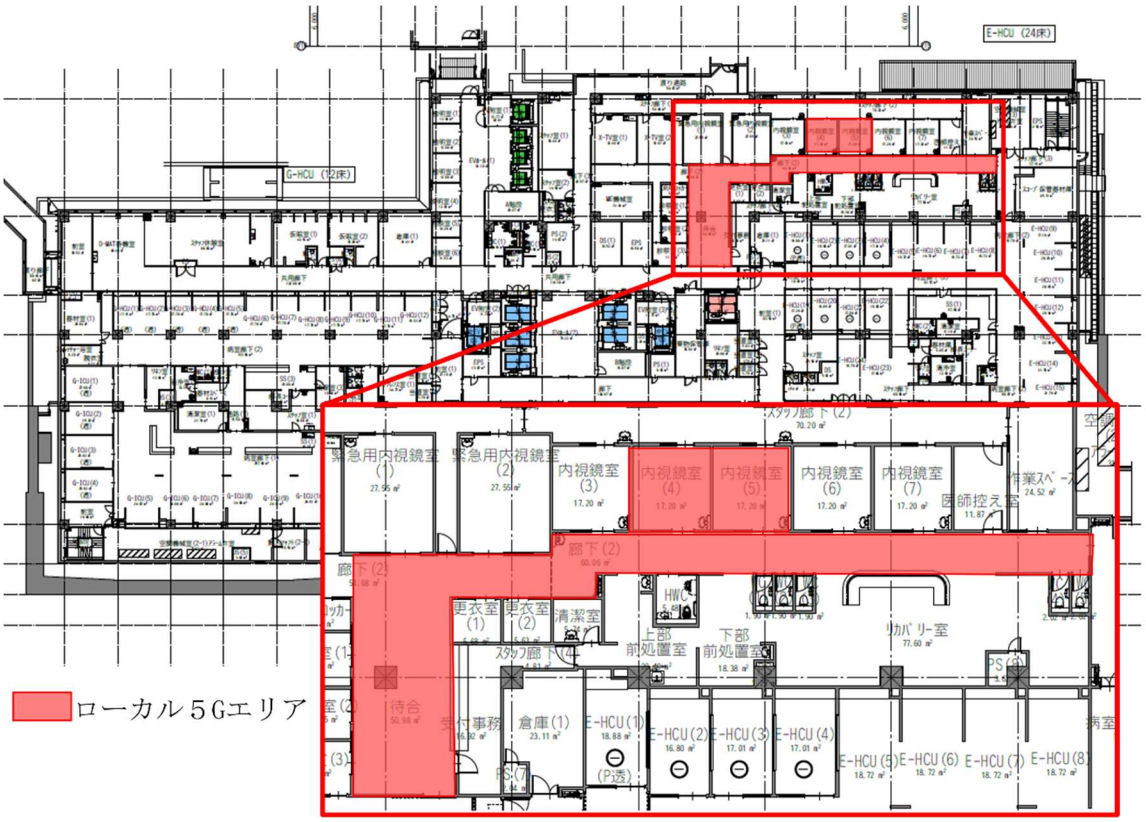


図 2.2.1-2(b) ターゲットエリアとなるフロア平面図(2F)

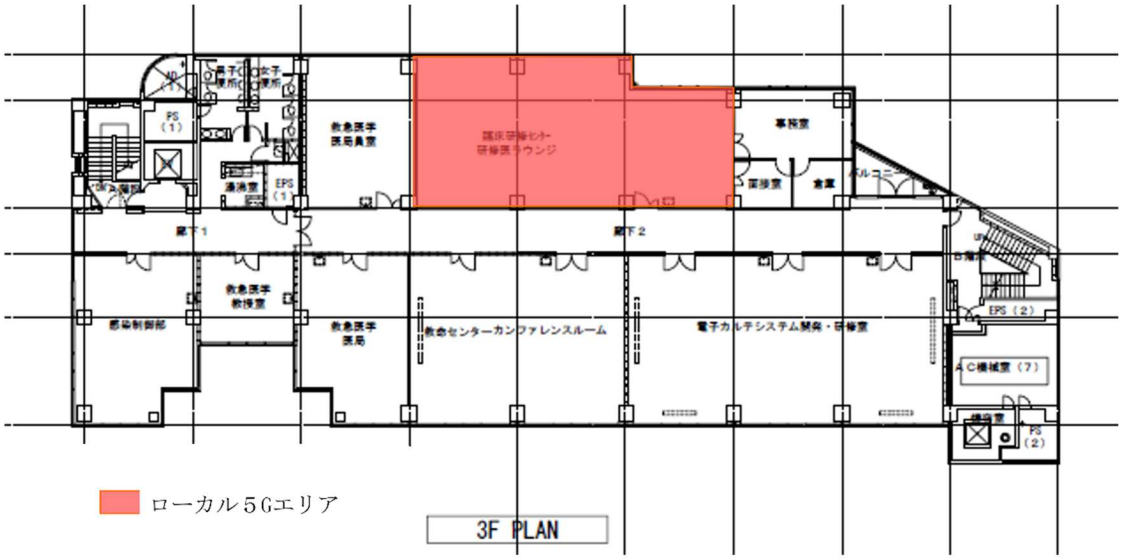


図 2.2.1-3 リピーターを用いたターゲットエリアとなるフロア平面図(東館 3F)

2.2.2 実証実験フィールド（川崎市立多摩病院）

神奈川県川崎市多摩区宿河原 1 丁目 30-37 に位置する「川崎市立多摩病院」の救命救急センターに、4.5GHz 帯の通信キャリア 5G 基地局を 1 局設置した。

川崎市立多摩病院は、川崎市が土地建物と初期の医療機器を整備し、聖マリが管理運営を受託する、公設民営の指定管理者制度による医療施設である。

聖マリとは日常より連携の機会も多いことから、今後の聖マリにおけるローカル５G 活用モデル実装を進めていく中でも重要な位置づけとなる。

今後、ローカル５G 活用モデルの横展開を進めていくにあたり、導入を検討する病院の規模や予算状況により、ローカル５G 敷設費用の捻出が難しい場合も想定される。このような事情も考慮し、より安価かつ全国的な面的展開が既に進んでいる、通信キャリア５Gの活用を行うことで、ローカル５G と通信キャリア５G の連携も含めた形での検証を行った。

図 2.2.2-1 に実証試験フィールドを示す。また図 2.2.2-2 に屋内ターゲットエリアを示す。

図 2.2.2-1(a) 川崎市立多摩病院
（出展：地理院地図）

図 2.2.2-1(b) 川崎市立多摩病院
（出展：地理院地図）

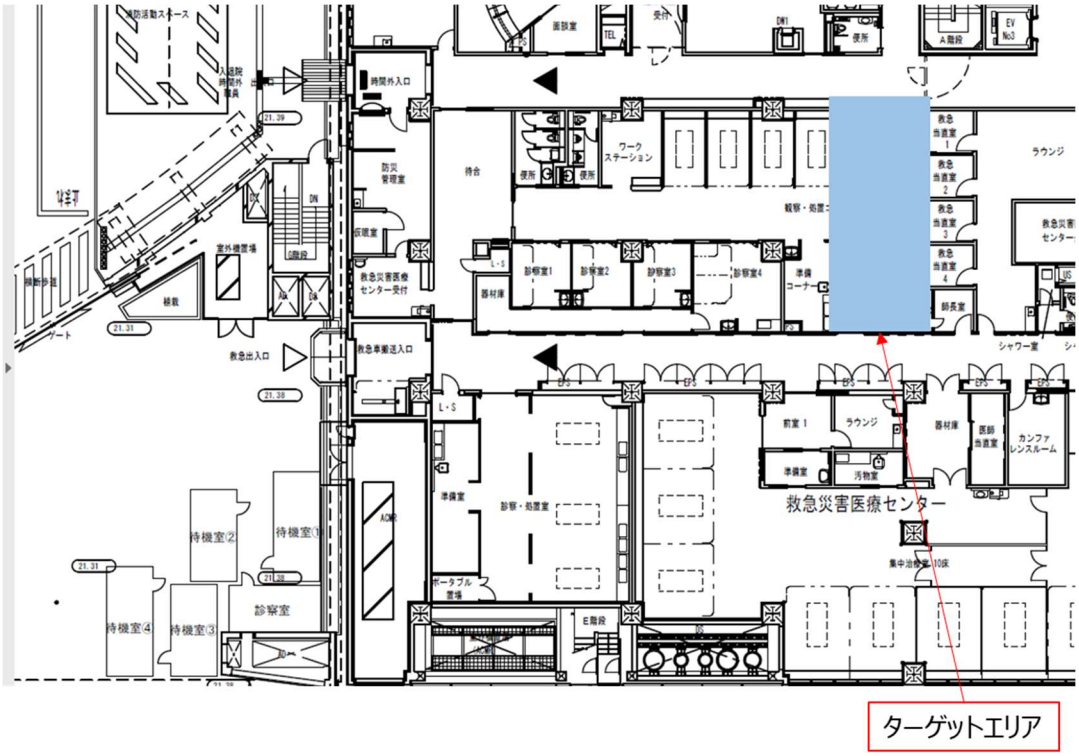


図 2.2.2-2 ターゲットエリアとなるフロア平面図(1F)

2.3 ネットワーク・システム構成

聖マリに構築したローカル５G、川崎市立多摩病院に構築する通信キャリア 5G のネットワーク構成、およびシステム構成について記述する。

2.3.1 ローカル５G の構築（聖マリ）

ローカル５G のネットワーク・システムの構成を図 2.3.1-1 に示す。本実験では、コアネットワークを含めたローカル５G システム全てを実証実験敷地内に設置するオンプレミス構成とした。19 インチラック内にはローカル５G コアネットワークシステム及び一部の基地局システムの装置を収容。19 インチラック搭載イメージを図 2.3.1-2 に示す。

表 2.3.1-1 ローカル 5G システム（基地局）の概要

製造ベンダ	富士通株式会社	電気興業株式会社
台数	1 基 (5 アンテナ)	1 基 (2 アンテナ)
設置場所（屋内/屋外）	屋内	屋内
同期/準同期	同期	同期
UL：DL 比率	2:8	2:8
周波数帯	4.7GHz 帯	4.7GHz 帯

SA/NSA	SA	SA
UL 周波数	4.8～4.9GHz	4.8～4.9GHz
DL 周波数		
UL 帯域幅	100MHz	100MHz
DL 帯域幅		
UL 中心周波数	4.85GHz	4.85GHz
DL 中心周波数		
UL 変調方式	QPSK、16QAM、64QAM、256QAM	*※信号源に準じる*
DL 変調方式		
MIMO	4×4MIMO	2×2MIMO

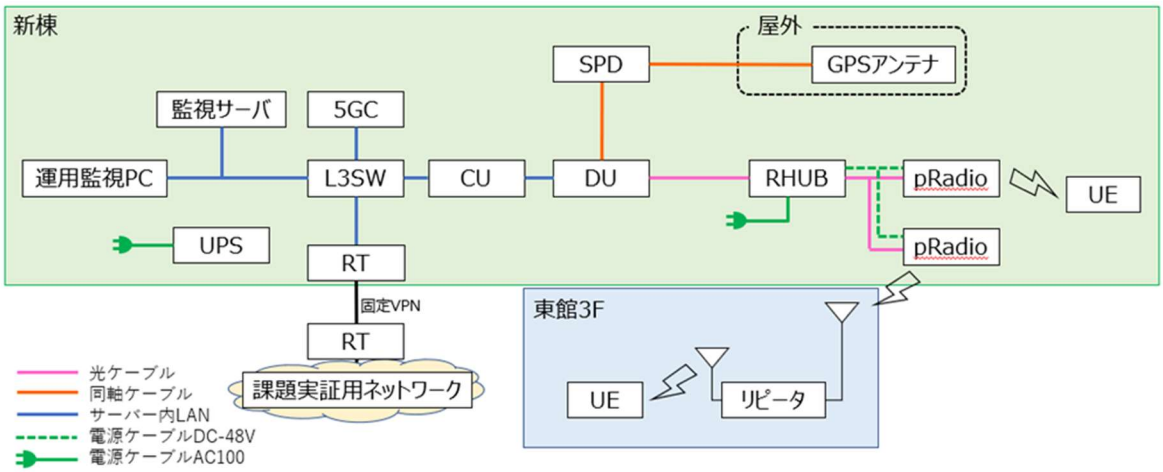


図 2.3.1-1　ローカル５G ネットワーク・システムの構成図

ラック搭載イメージ	
No	搭載機器
27	
26	
25	
24	L3SW
23	Lアングル
22	EMS
21	
20	ラックコンソール
19	
18	5GC
17	
16	CU
15	Lアングル
14	DU
13	Lアングル
12	同軸ケーブル処理スペース
11	
10	RHUB
9	Lアングル
8	
7	
6	UPS
5	
4	
3	UPS
2	
1	

図 2.3.1-2　ローカル５Ｇコアネットワークシステム及び
一部基地局システムのラックマウント図

2.3.1.1 ローカル５G 基地局装置

本実証において用いたローカル５G 基地局システムは、Central Unit(CU)、Distribute Unit（DU)、屋内用無線集線装置(RHUB)、屋内用アンテナ装置（pRadio）の四種類の装置で構成される。CU は汎用サーバーを利用することで、ハードウェア調達コスト削減に寄与する。装置の外観等を図 2.3.1.1-1 に示す。装置の主要諸元を表 2.3.1.1-1 に示す。

構成装置			サイズ	重量	給電仕様	最大消費電力	台数
５G基地局 Central Unit （略称：CU）	 PRIMERGY RX2530　M5	型番：PW300-CU リモート分散局（DU）を集約する基地局。セッション管理、パケット転送や無線リソース制御を行う	19インチ1U Width：435mm Depth：721mm Height：43mm	約18.1kg	AC100V	最大920W 通常時790W	1台
５G基地Distributed Unit （略称：DU）	 専用装置	型番：PW300-DU ５Gに対応した変復調や符号複合処理を行う基地局	19 インチ1U Width：482mm Depth：285mm Height：44mm	約4.1kg	AC100V	360W	1台
屋内用無線集線装置 （通称：RHUB）	 専用装置	無線送信 屋内用5G Radio Unit（分散アンテナシステム：DAS）の無線部 ※最大8までのアンテナ接続	19インチ1U Width：440mm Depth：300mm Height：44mm	約6kg	AC100V	390W	1台
屋内用アンテナ （通称：pRadio）	 専用装置	DASタイプアンテナ ※5G　NR　4.8～4.9GHz	3L未満 Width：208mm Depth：208mm Height：58mm	約3kg	DC-48V ※RHUBより給電	45W	5台

図 2.3.1.1-1　ローカル５G 基地局装置類

表 2.3.1.1-1　ローカル５G 基地局システム諸元

製造ベンダ	富士通株式会社
周波数	4.8GHz～4.9GHz
帯域幅	100MHz
通信方式	TDD（同期）
DL:UL　比率	DL ： UL ： S = 7 ： 2 ： 1
送受信系統数	4 送信　4 受信
ユーザ数	1 セル当たり 64UE を目標とする
MIMO	UL　2Layer　DL 4Layer
変調方式	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
セルスループット（規格値）	DL：1.7Gbps　UL：　0.2Gbps
同期方式	GPS
フロントホールインターフェース	O-RAN Split Option7.2x

屋内用アンテナ pRadio の外観と諸元を図 2.3.1.1-2 と表 2.3.1.1-2 に示す。

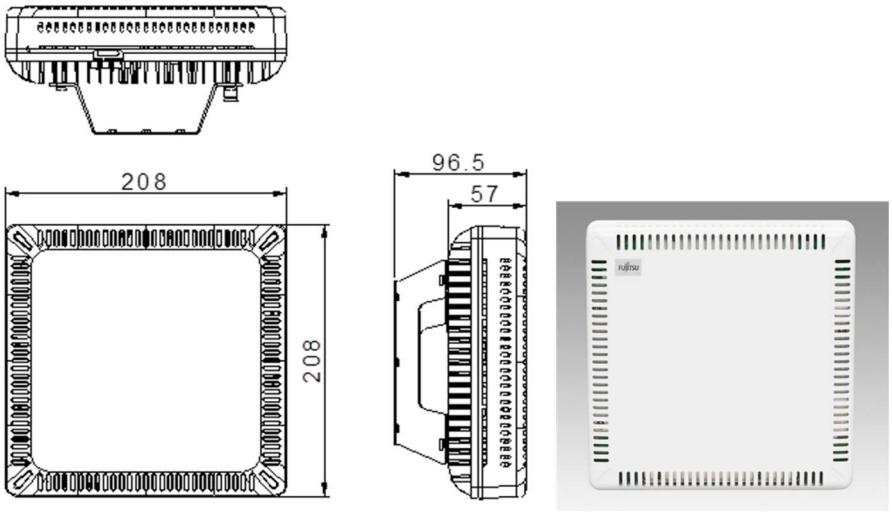


図 2.3.1.1-2　屋内用アンテナ pRadio 外観

表 2.3.1.1-2　屋内用アンテナ pRadio 諸元

項	項目	仕様内容
1	送受無線周波数帯	4800～4900MHz
2	帯域幅	100MHz
3	キャリア数	1
4	MIMO レイヤ数	4
5	最大送信電力	EIRP +32.5dBm （帯域幅 100MHz あたりの送信電力とする。）

2.3.1.2　ローカル５G コアネットワークシステム

本実証において用いたローカル５G コアネットワークシステムは、5G コア装置（5GC)、監視装置（EMS)、L3SW の三種類の装置で構成される。装置の外観等を図 2.3.1.2-1 に示す。装置の主要諸元を表 2.3.1.2-1 に示す。

構成装置			サイズ	重量	給電仕様	最大消費電力	台数
5G　コア装置 （略称：5GC）	 PRIMERGY RX2530　M5	型番：PW300-5GC 5G無線装置を収容する5Gコア ネットワーク。インターネットなどの他 のネットワークとの接続やユーザ管 理などを行う交換機	19インチ1U Width : 435mm Depth : 721mm Height : 43mm	約18kg	AC100V	最大920W 通常時620W	1台
監視装置 （略称：EMS）	 PRIMERGY RX1330　M4	型番：PW300-EMS ネットワークの管理を行う監視制御シス テムの総称。 監視対象は5GC/CU/DU/RU/	19インチ1U Width : 435mm Depth : 721mm Height : 43mm	約13.6kg	AC100V	最大282W 通常時150W	1台
L3SW	 CISCO Catalyst9300-24UX	型番：Catalyst9300-24UX 5GC、CUとのC/U-Plane転送、 EMSとの監視制御情報転送、 N6-IFの転送を行うネットワーク機器	19インチ1U Width : 445mm Depth : 513mm Height : 44mm	約8.25kg	AC100V	180W	1台

図 2.3.1.2-1　ローカル５G コアネットワーク装置類

表 2.3.1.2-1　ローカル５G コアネットワーク諸元

製造ベンダ（L3SW 除く）	富士通株式会社
製造ベンダ（L3SW）	Cisco Systems G.K.
準拠する標準化仕様	3GPP Release15
5G ネットワーク構成	SA　Option2

2.3.1.3　ローカル５G アンテナ設置

本実証のアンテナ設置位置を図 2.3.1.3-1、図 2.3.1.3-2 に示す。「聖マリ」新棟 1 階指令室、CT 室にそれぞれ 1 基ずつ、２階内視鏡室前待合廊下、内視鏡室、東館向けにそれぞれ 1 基、合計 5 基設置する

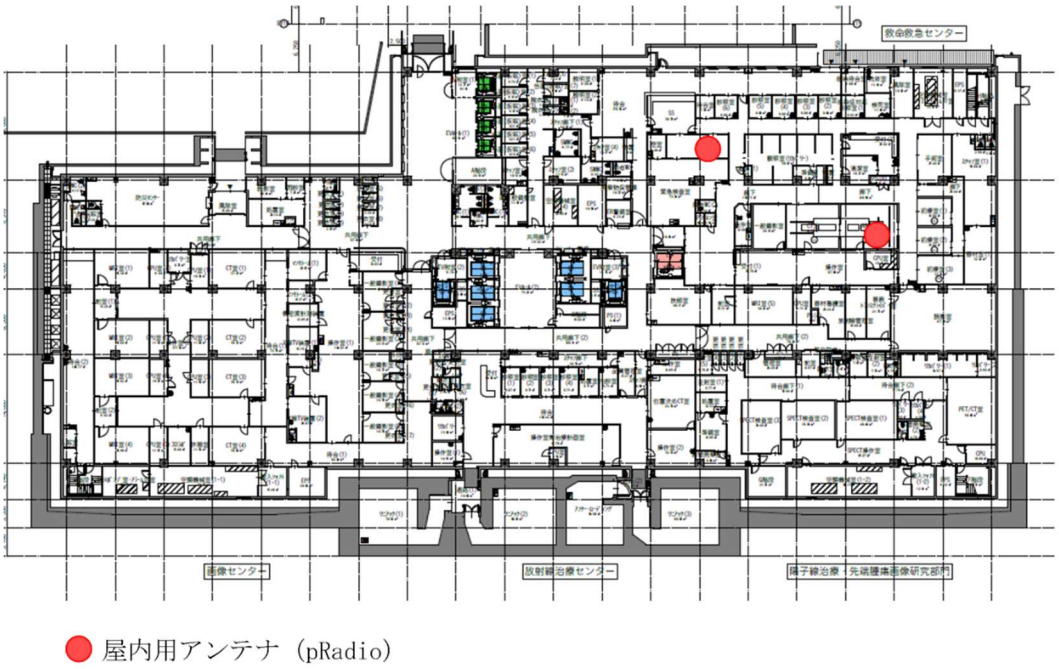


図 2.3.1.3-1　pRadio 設置場所（新棟 1F）

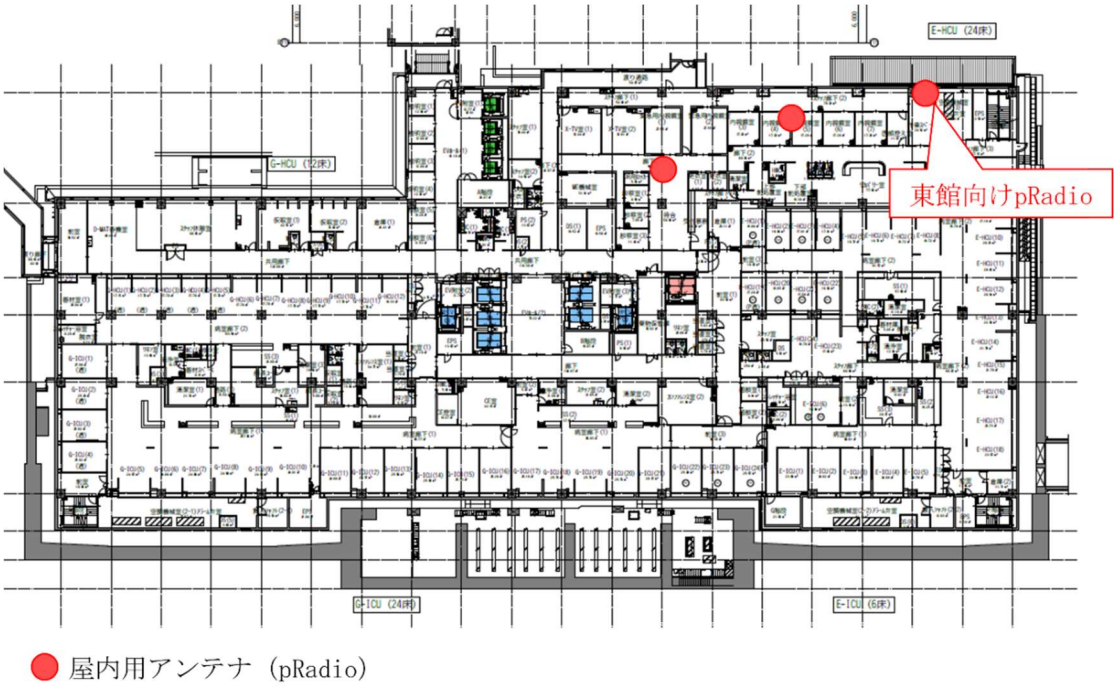


図 2.3.1.3-2　pRadio 設置場所（新棟 2F）

2.3.1.4　リピーター

本実証東館のエリア化に使用したリピーター外観を図 2.3.1.4-1、諸元を表 2.3.1.4-1 に示す。

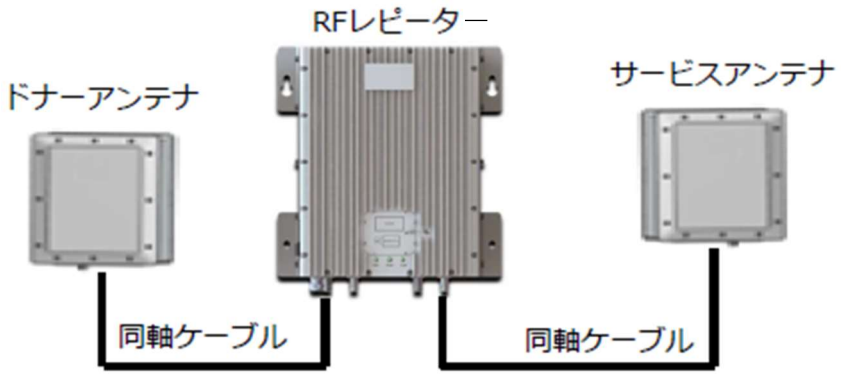


図 2.3.1.4-1　リピーター外観

表 2.3.1.4-1　リピーター諸元

項目	仕様	備考
周波数範囲	4.8GHz～4.9GHz	
帯域幅	100MHz	
信号帯域幅	100MHz/1 搬送波	
通信方式	5GNR	
送信/受信経路数	2T2R	
アンテナ	外付け	N 型コネクタ
装置内利得	40dB～60dB	
装置内遅延	約 300nsec	
送信出力	+10dBm/100MHz/アンテナ端子	
ドナーアンテナ端子入力電力	-50dBm～ -30dBm	
サービスアンテナ端子入力電力	-25dBm 以下	
寸法(W,H,D)	292mm x 345mm x 157mm	突起物、取付金具を除く
質量	約 18kg	取付金具を除く
電源電圧	AC100V±10%	消費電力 50W 以下

ドナーアンテナ、サービスアンテナに使用するアンテナの外観を図 2.3.1.4-2、諸元を表 2.3.1.4-2 に示す。

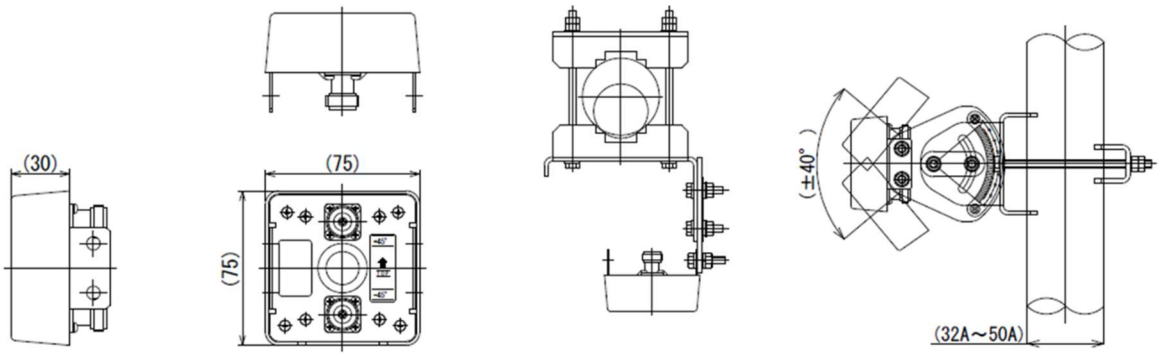


図 2.3.1.4-2　ドナーアンテナ、サービスアンテナの外観

表 2.3.1.4-2　ドナーアンテナ、サービスアンテナの諸元

型名：X65-3545FTD			
周波数範囲	3400-3600MHz	3600-4200MHz	4400−5000MHz
偏波面	±45°　偏波		
利得	約7.5dBi	約7.5dBi	約8dBi
垂直面内指向性　ビーム幅	約65°	約65°	約60°
水平面内指向性　ビーム幅	約65°	約65°	約60°
チルト角	固定チルト：0°		
耐電力	1端子あたり20W		
定在波比	2.0以下		
入出力インピーダンス	50Ω		
入出力端子	N-J × 2		
耐風速	75m/s		
寸法	75mm × 75mm × 30mm		
質量	約0.5kg（アンテナ本体）		
取付金具	取付径：32A～50A　機械チルト：±40°		

2.3.2　通信キャリア 5G の構築（川崎市立多摩病院）

2.3.2.1 エリアカバレッジ

川崎市立多摩病院にて構築した通信キャリア 5G のエリアカバレッジを図 2.3.2.1-1 で示す。

前述のとおり、4.5GHz 帯の RU を 1 局設置することで、ターゲットエリア全体を 5G 範囲とする。

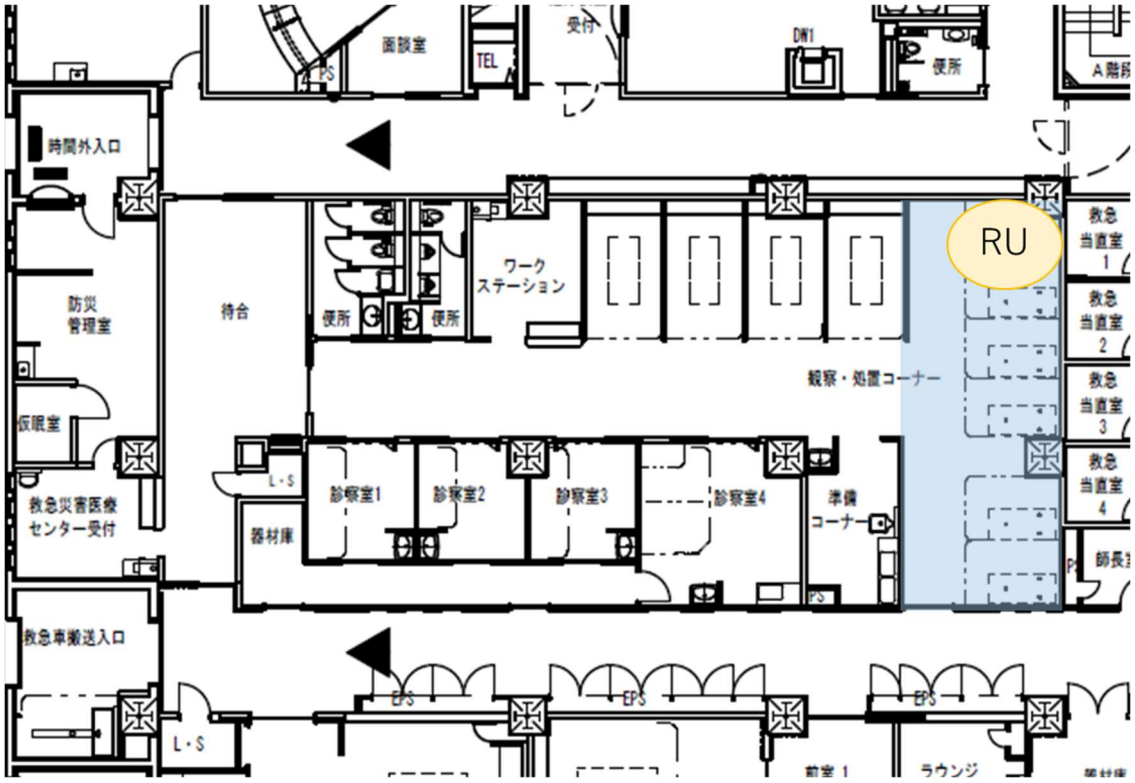


図 2.3.2.1-1　エリアカバレッジ

2.3.2.2 ネットワーク・システム構成

以下、図 2.3.2.2-1 に示すように、ネットワーク・システムを構成した。

基地局（「4.5G無線装置（RU）41X」を１台設置し、基地局制御装置・コア NW 装置と接続。

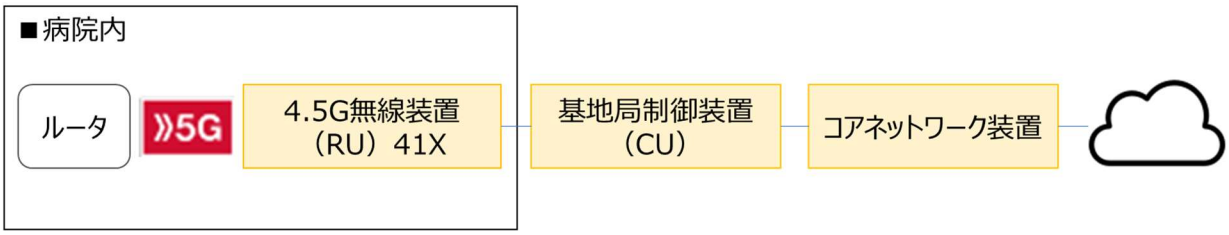


図 2.3.2.2-1　通信キャリア５Ｇネットワーク構成図

また、本実証環境に設置した「4.5G 無線装置（RU）41X」のイメージを図 2.3.2.2-2 に示す。

図 2.3.2.2-2　4.5G 無線装置（RU）41X のイメージ

2.3.2.3　通信キャリア５Ｇの基地局無線部特性および端末の概要

・通信方式：キャリア５Ｇ（ドコモ）
・スタンドアロン(SA)方式
・無線局数：１局
・周波数帯：4.5GHz 帯
・帯域幅：100MHz(4.5GHz)
・キャリア間隔：30kHz(4.5GHz)
・変調方式：DL(4.５GHz:QPSK,16QAM,64QAM,256QAM)
　　UL(4.５GHz:QPSK,16QAM,64QAM)
・同時接続数：1500UE/セル(無線局)
・装置ベンダ： NEC(4.5GHz)

2.3.2.4　コアネットワークの概要

５Ｇの無線アクセスネットワーク(RAN:radio Access NW)を収容するコアネットワークは、交換機、加入者情報管理装置などで構成されるネットワークであり、端末は無線アクセスネットワークを経由してコアネットワークとの通信を行う。インターフェースとして、eUTRAN(LTE/LTE-Advanced の RAN)を収容する既存コアネットワークである EPC(Evolved Packet Core)、及び RAN-コアネットワーク間のインターフェースとして、eUTRAN-EPC 間は S1 インターフェースを流用する構成となる。EPC では、ユーザの認証、ユーザデータパケットの転送経路の設定、QoS 制御、移動制御などの機能を提供している。呼制御方式としては、常時接続である「Always-ON」コンセプトを採用し、移動端末の電源 ON と同時に IP アドレスが割り振られ、固定網と同様に通信が可能となる。

2.3.3　課題実証におけるシステム構成

課題実証における実証エリアとシステム構成の全体像を図 2.3.3-1 に示す。

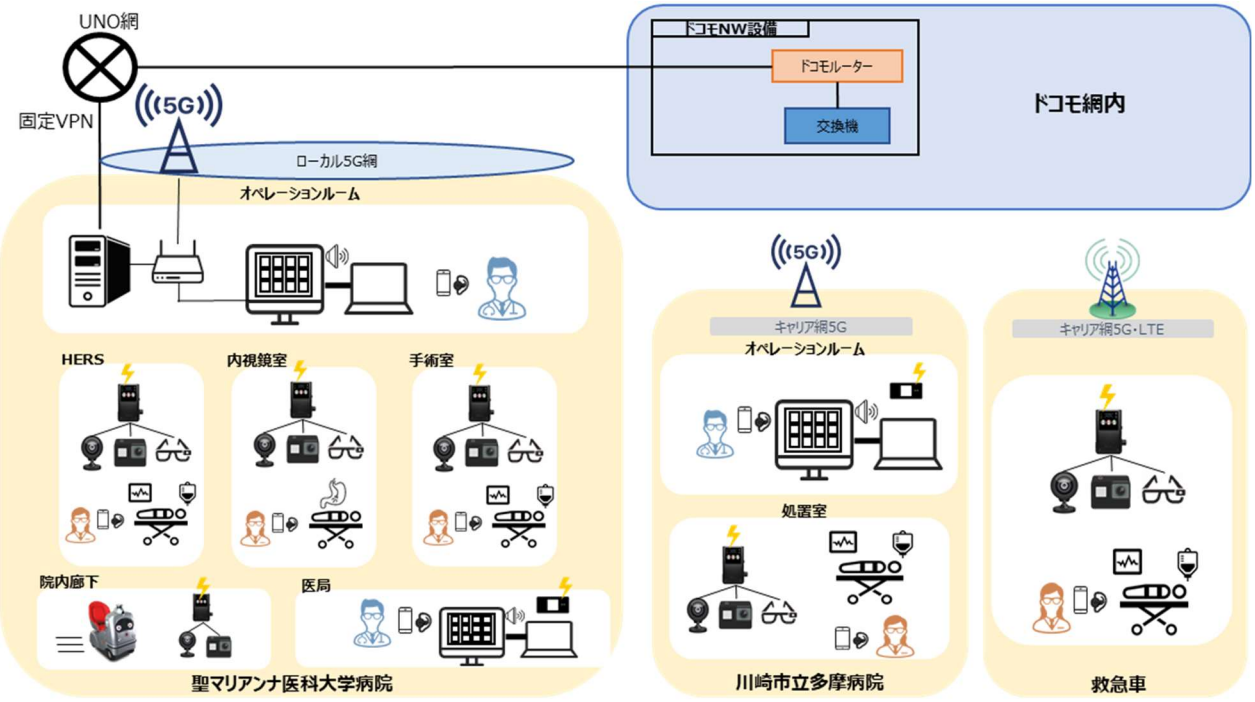


図 2.3.3-1　課題実証全体像

各実証エリアで利用した機材構成の詳細は図 2.3.3-2、図 2.3.3-3 に示す。

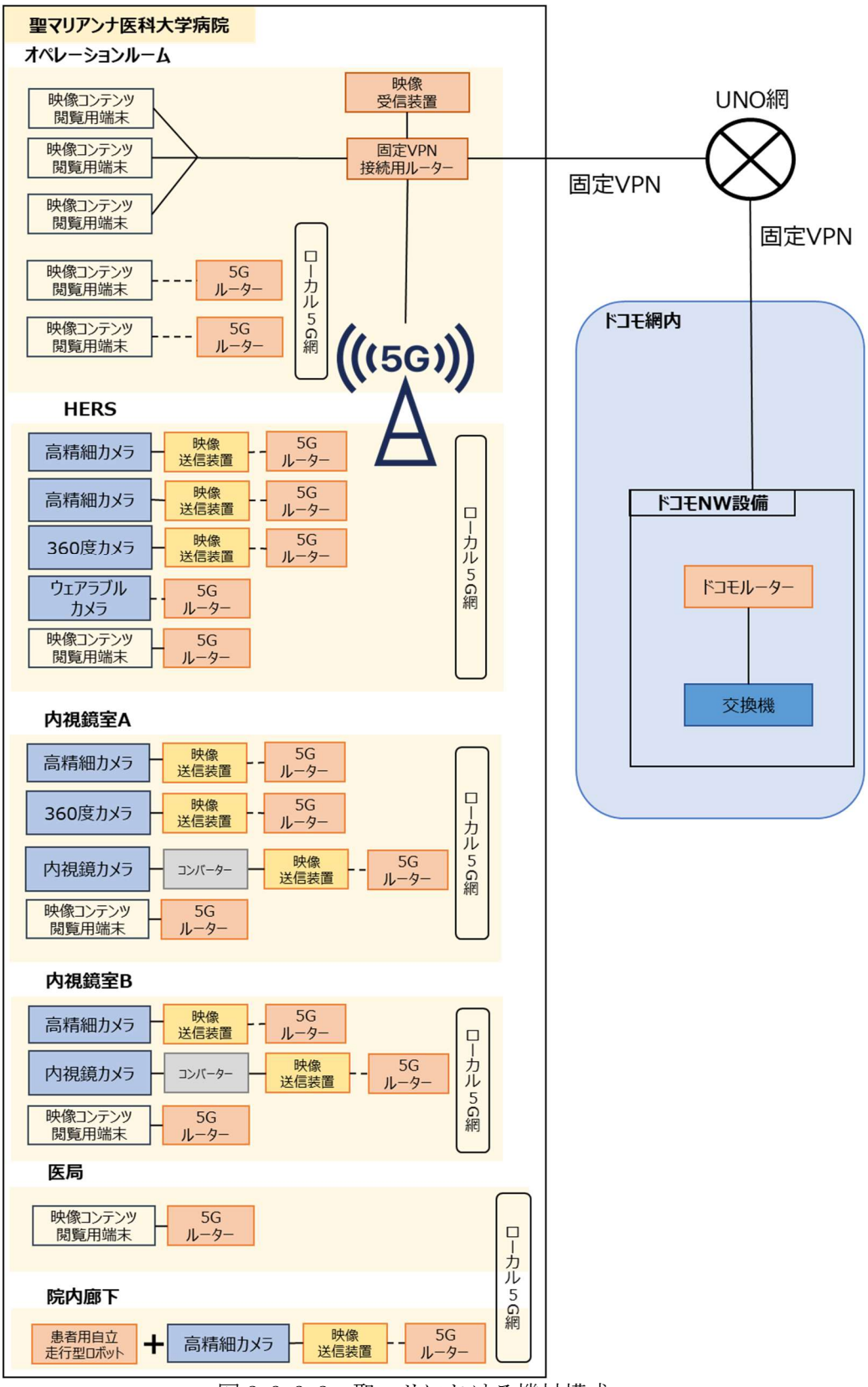


図 2.3.3-2　聖マリにおける機材構成

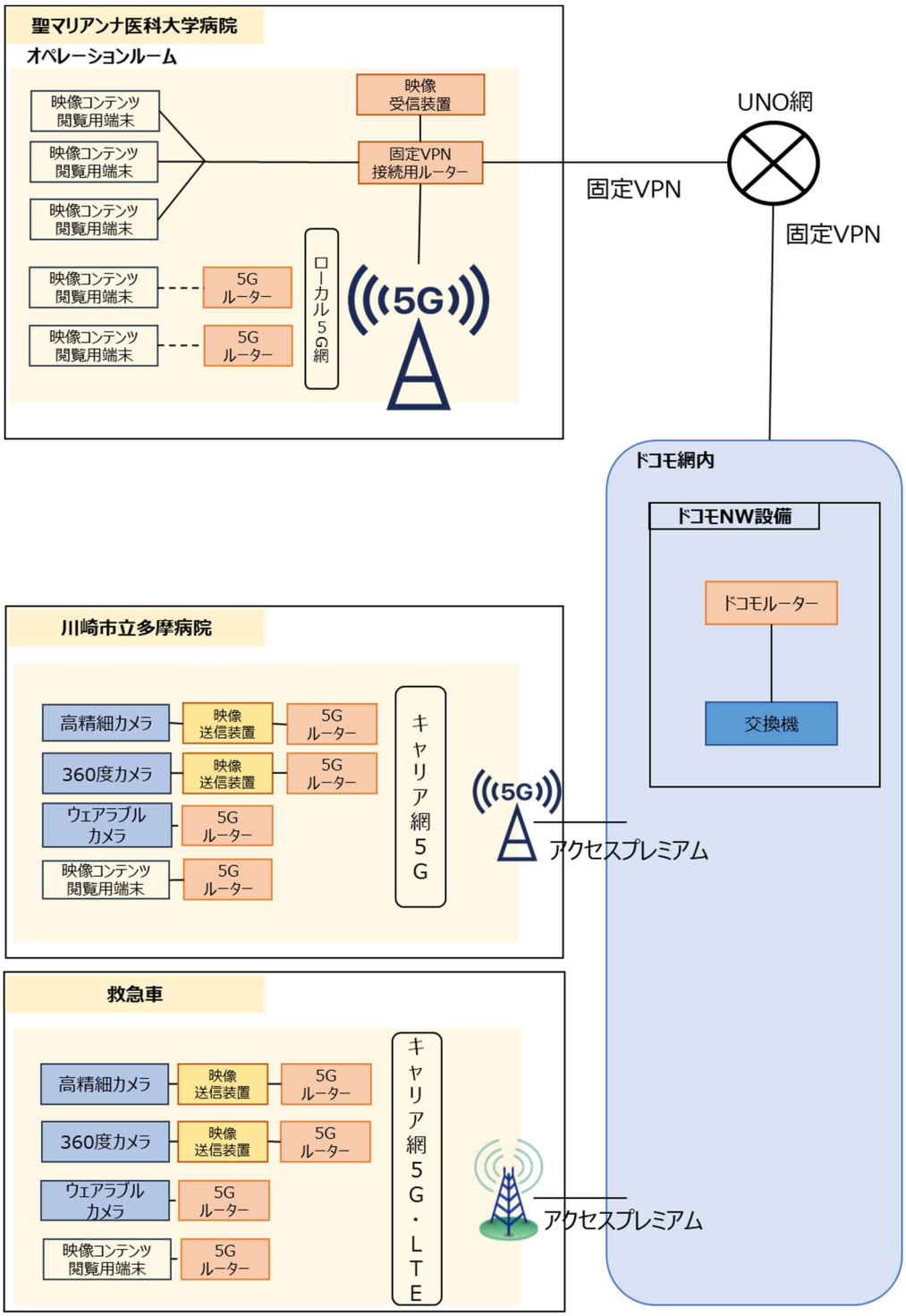


図 2.3.3-3　川崎市立多摩病院、救急車内における機材構成

2.4　システム機能・性能・要件

本実証で行う下記テーマ、

1)　地域医療連携における映像共有による高度化･効率化

2)　遠隔医療支援による高度化･効率化

3)　自律走行ロボットでの患者移動による効率化

では、図 2.3.3-1 の課題実証全体像で示した通り、ローカル５G、キャリア 5G、キャリア LTE を用いて、院内に設置する映像受信装置（映像処理ソフトウェア内蔵）で、360 度カメラ、高精細カメラ、ウェアラブルカメラ、及び内視鏡カメラの映像を処理し、各病院のオペレーションルーム、処置室等に見立てた試験室のモニターや医師が携帯する通信端末で、リアルタイムに視聴することができるシステム(映像共有ソリューション)を構築する。

2.4.1.1 システム構築に必要な機器等

システムを構成するにあたり、テーマ１)～3)で必要な機器名、それらの役割を表 2.4.1.1-1 に示している。

表 2.4.1.1-1 テーマ 1)～3)の映像共有ソリューションにおける機器等名、それらの役割

No.	機器	役割
1	360 度カメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、処置を受けている患者周囲の 360 度動画を撮影する。
2	高精細カメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、処置を受けている患者周囲の高精細映像を撮影する。 ・CT 画像および喉頭鏡映像を高精細に撮影する。
3	ウェアラブルカメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、医療従事者の術野を含む視野の動画を撮影する。
4	内視鏡カメラ	・本院の内視鏡室で処置を受けている患者の人体内部の映像を撮影する。
5	映像送信装置	・No.1～4 のカメラ映像を適切な映像フォーマットにエンコードし、No.6 の映像受信装置に伝送する。
6	映像受信装置 (映像処理ソフトウェア内蔵)	・処理した映像を適切な映像フォーマットにデコードし、各ルーターに伝送する。
7	映像処理ソフトウェア	・No.5 の映像送信装置から配信するNo.1～4 のカメラ映像を一画面に複数表示できるように処理する。
8	5G ルーター	・ローカル５G、又はキャリア 5G を利用した、広帯域なアップロード通信、ダウンロード通信を行う。
9	固定 VPN 接続用ルーター	・ローカル５G ネットワーク、キャリア 5G ネットワーク、及びキャリア LTE ネットワークの通信を中継する。
10	映像コンテンツ閲覧用端末	・ローカル５G、キャリア 5G、又はキャリア LTE を利用し、No.6 の映像受信装置で生成した映像コンテンツを表示する。
11	ローカル５G 無線局	・ローカル５G 周波数帯の内、Sub6 と呼ばれる 4.8～4.9GHz の帯域幅 100MHz で電波発射する。
12	キャリア 5G 無線局	・NTT ドコモが提供する「高速・大容量」を特徴とした、3.7GHz、4.5GHz、28GHz の周波数帯で電波発射する
13	患者用自立走行型ロボット	・本院内で使用する一人乗りのパーソナルモビリティ。4 輪で指定した目的地まで歩行速で自立走行する。
14	音声コミュニケーションシステム	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点において、個別、及びグループでの音声コミュニケーションに使用する。
15	コンバーター	・内視鏡カメラと映像送信装置を接続する際に内視鏡カメラの映像出力端子の変換(SDI→HDMI)を行う。

2.4.1.2 機器等の仕様

表 2.4.1.1-1 に示したテーマ 1)～3)の映像共有ソリューションの構築に必要となる機器等の仕様は、以下のとおりである。

① 360 度カメラ
・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、360 度映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。
・HDMI、又は USB でのリアルタイム出力が可能であること。

② 高精細カメラ
・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、高精細映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。
・HDMI、又は USB でのリアルタイム出力が可能であること。

③ ウェアラブルカメラ
・医療従事者の術野を含む視野の動画データとして、高精細映像（FullHD:1920*1080、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。
・USB でのリアルタイム出力が可能であること。

④ 内視鏡カメラ
・本院の内視鏡室で処置を受けている患者の人体内部の様子を動画データとして、高精細映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。
・SDI、又は HDMI でのリアルタイム出力が可能であること。

⑤ 映像送信装置
・①②④のカメラで撮影した映像をリアルタイムで HDMI、又は USB 経由で受信が可能であること。
・適切な映像フォーマットへリアルタイムに近しい高速度でのコーデック変換可能な GPU を具備すること。
・映像受信装置へ伝送可能なこと。

⑥ 映像受信装置（映像処理ソフトウェア内蔵）
・⑤の映像送信装置、及び③のカメラから受信した映像の処理が可能であること。
・コンテンツ閲覧用端末からの要求に対して、映像処理ソフトウェアで生成した映像コンテンツの配信が可能であること。
・映像コンテンツは、3 拠点以上に配信が可能であること。

⑦ 映像処理ソフトウェア
・①～④のカメラから受信した複数の映像を一覧にして表示する映像コンテンツの生成が可能であること。

⑧ 5G ルーター
・ローカル5G、又はキャリア 5G の利用が可能であること。
・1 台当たりの通信速度（アップロード）＝最大 15Mbps の性能を有していること。
・LAN、USB、又は Wi-Fi で、映像コンテンツ閲覧用端末と接続が可能であること。
・高速かつ広帯域なダウンロード通信が可能であること。
・患者用自立走行型ロボットの自立走行に必要な送受信通信が可能であること。

⑨ 固定 VPN 接続用ルーター

・100BASE-TX/1000BASE-T に対応した IF ポートを 4 ポート以上具備すること。

（ローカル5G ネットワーク、固定 VPN、映像受信装置、及び作業用 PC の計 4 接続が必要なるため。）

・ポート全体の最大スループットとして、1Gbps 以上の性能を具備すること。

・ポートミラーリング機能を具備すること。

・QoS 機能として、帯域制御機能を具備すること。

⑩ 映像コンテンツ閲覧用端末

・⑥に接続して、映像コンテンツの配信要求が可能であること。

・映像コンテンツの表示が可能な UI を具備すること。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能であること。

⑪ ローカル5G 無線局

・ローカル5G 周波数帯域で電波発射が可能であること。

⑫ キャリア 5G 無線局

・NTT ドコモが提供する 3.7GHz、4.5GHz、28GHz の周波数帯で電波発射が可能であること。

・電波干渉の検討を行うため、⑫に近しい周波数帯域で電波発射が可能な無線装置であること。

⑬ 患者用自立走行型ロボット

・1 名が着座で乗車可能な四輪型のモビリティであること。

・指定した目的地まで、歩行速での自立走行が可能であること。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能であること。

⑭ 音声コミュニケーションシステム

・スマートフォンにシステムのインストールが可能なこと。

・Bluetooth、又は Wi-Fi で接続可能なイヤホンによる通話が可能であること。

⑮ コンバーター

・映像出力端子(SDI→HDMI)の変更が可能なこと。

2.4.1.3 選定機器・選定理由

テーマ 1)～3)の課題実証を行うにあたり、2.4.1.2 の機器仕様をもとに選定した機器等は表 2.4.1.3-1 のとおりである。

表 2.4.1.3-1 テーマ 1)～3)の映像共有ソリューションにおける選定機器一覧

No.	機器	選定機器
1	360 度カメラ	・QCM2020
2	高精細カメラ	・DSC-RX0M2 ・VWCA-M208-S
3	ウェアラブルカメラ	・CX-WE100
4	内視鏡カメラ	・EVIS X1
5	映像送信装置	・Zao-X
6	映像受信装置 （映像処理ソフトウェア内蔵）	・DL380G10 S4208 1P8C 32G 8SFF P408a NC GS
7	映像処理ソフトウェア	・ZaoCloudView
8	5G ルーター	・K5G-C-100A ・SH-52B
9	固定 VPN 接続用ルーター	・YAMAHA RTX1210
10	映像コンテンツ閲覧用端末	・Alienware ゲーミング PC/d-41A
11	ローカル5G 無線局	・ローカル5G 4.8GHz、4.9GHz 基地局
12	キャリア 5G 無線局	・ドコモ 5G 4.5GHz、28GHz 基地局
13	患者用自立走行型ロボット	・RakuRo
14	音声コミュニケーションシステム	・BONX
15	コンバーター	Teranex AV

表 2.4.1.3-1 に示したテーマ 1)～3)の映像共有ソリューション構築に必要な機器等の選定理由を示す。

① 360 度カメラ
・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、360 度映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能である。
・USB3.0 で、リアルタイム出力が可能である。
・Zao-X と接続が可能である。

② 高精細カメラ・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、高精細映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能である。
・HDMI マイクロ端子、マイクロ USB 端子（USB2.0、USB3.0）でリアルタイム出力が可能である。
・Zao-X と接続が可能である。

③ ウェアラブルカメラ
・医療従事者の術野を含む視野の動画データとして、高精細映像（FullHD:1920*1080、30 フレーム相当）の撮影が可能である。
・USB2.0 で、リアルタイム出力が可能である。
・Zao-X と接続が可能である。

④ 内視鏡カメラ

・本院の内視鏡室で処置を受けている患者の人体内部の様子を動画データとして高精細映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能である。

・SDI でリアルタイム出力が可能である。

・Zao-X と接続が可能である。

⑤ 映像送信装置

・SDI、又は HDMI で、①②④のカメラで撮影した映像のリアルタイム入力が可能である。

・「H.265/MPEG-H HEVC」による動画コーデックが可能である。

・エンコードのタイミングをフレーム単位よりも細分化する独自のコーデック管理/通信プロトコル（RASCOW2：Realtime Auto Speed Control based On Waterway-model version2）を採用しており、4K 映像の超低遅延伝送が可能である。

・全国に展開する市販品であり、横展開を含めた実装性に優れている。

⑥ 映像受信装置（映像処理ソフトウェア内蔵）

・ZaoCloudView の搭載が可能である。

・3 拠点以上からの要求に対し、ZaoCloudView で処理した映像コンテンツの配信が可能である。

⑦ 映像処理ソフトウェア

・①～④のカメラから受信した複数の映像を一覧にして表示する映像コンテンツの生成が可能である。

⑧ 5G ルーター

・ローカル5G、又はキャリア 5G の利用が可能である。

・1 台当たりの通信速度（アップロード）＝最大 15Mbps の性能を有している。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、映像コンテンツ閲覧用 PC、及び映像コンテンツ閲覧用タブレットと接続が可能であること

・5G NR（Sub6/mmW）、Local5G（Sub6/mmW）、4G LTE™（マルチバンド）の通信方式に対応している。（K5G-C-100A のみ）

・WiFi 規格、IEEE802.11a,b,g,n,ac,ax に対応している。

⑨ 固定 VPN 接続用ルーター

・100BASE-TX/1000BASE-T に対応した IF ポートを計 10 ポート具備している。

・ポート全体の最大スループット＝2Gbps の性能を有している。

・ポートミラーリング機能を具備している。

・QoS 機能として、帯域制御機能を具備している。

⑩ 映像コンテンツ閲覧用端末

・GPU 処理速度が高いゲーミング PC であり、複数映像の表示が可能である。（Alienware ゲーミング PC）

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能である。

⑪ ローカル5G 無線局

・ローカル5G の周波数帯 4.8GHz、4.9GHz で電波発射が可能である。

⑫ キャリア 5G 無線局

・NTT ドコモが提供する 3.7GHz、4.5GHz、28GHz の周波数帯で電波発射が可能である。

・電波干渉の検討を行うため、⑫に近しい周波数帯域で電波発射が可能な無線装置である。

⑬ 患者用自立走行型ロボット

・1 名が着座で乗車可能な四輪型のモビリティである。

・病院内で各検査室への移動が必要となる患者に対し、自律的に走行する自動運転機能により、乗車するだけで自動で目的地までの移動を可能にする。

・高度な自律移動技術により、走行経路上の人や自動車、障害物を検出し、停止や回避など適切な移動制御を行うことが可能な安全機能を具備している。

・自律走行にあたり IZAC(アイザック)という独自の自動運転用のソフトウェアプラットフォームを活用している。

IZAC(アイザック)を搭載したコンピューター(PC)へセンサーを接続し、認識させることで、IZAC の制御コンポーネントを通じて判断を行い、制御することであらゆる機械をコントロールすることが可能。IZAC を通じて、機械を動かすために必要な、認知・判断・操作のすべてを行える。また、IZAC は自動車を公道で自動運転させるために特化したミドルウェア及び開発環境として一から設計され開発されており、ZMP がこれまで行ってきた自動運転の実証実験のプラットフォームとして採用され実績を積んでいる。

走行時には 4 方向のカメラに加え、3D/2DLider を搭載することで障害物の情報を検知し、人通りの多い環境等で安全な走行実現する技術を確立している。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能である。

⑭ 音声コミュニケーションシステム

・スマートフォンにアプリのインストールが可能である。

・Bluetooth、又は Wi-Fi で接続可能なイヤホンによる通話が可能であること。

⑮ コンバーターコンバーター

・映像出力端子(SDI→HDMI)の変更が可能である。

・Zao-X と接続が可能である。

2.4.1.4 システム機能・性能

テーマ１）～３）で利用する映像共有ソリューションに関する機能概要および無線区間及びシステム全体として必要な機能性能・通信性能についてまとめている。性能評価を行う上で必要なパラメータや試験方法は 4.4.1.2 の機能検証で記載する。

2.4.1.4.1　システム機能概要

テーマ１）～３）で利用する映像共有ソリューションに関する機能概要を以下に示す。

表 2.4.1.1-1　映像共有ソリューションに関する機能概要

No	システム機能	機能概要
1	映像送信機能	高精細カメラ、360 度カメラ、ウェアラブルカメラ等で撮影するライブ映像を映像中継機能、映像閲覧機能が利用できる形式に変換して送信する。
2	映像中継機能	複数の映像送信機能からの映像データを受信し、複数の映像閲覧機能に配信する。
3		受信した複数のライブ映像を録画し、映像閲覧機能から閲覧できるように保存・管理する。
4	映像閲覧機能	映像送信機能が送信するライブ映像を受信し、映像表示用モニター、表示用タブレット端末に表示する。
5		過去の映像を映像表示用モニター、表示用タブレット端末で表示する。
6	相互通話機能	映像送信機能と映像閲覧機能間での音声データをやり取りし、相互通話を行う。

2.4.1.4.2　システム機能性能・通信要件

2.4.1.4.1 で記載した映像共有ソリューションにおける各システム機能の機能性能・通信要件を以下に示す。

① 映像送信機能

・以下の映像品質で映像を送信できること

-Full HD、4K の解像度

-フレームレート 30fps 相当

-映像遅延が 1 秒以内(無線区間を除く)

・映像伝送のビットレートを調整・制御できること

・1 時間程度の連続利用ができること

・同時に最大 10 台の映像送信機能を動作させることができること

② 映像中継機能

・最大 10 台のカメラの映像を同時に中継・配信できること

・最大 4 か所にカメラ映像をそれぞれ配信できること

・最大 10 台のカメラの映像を録画・保存できること

・録画した映像を映像閲覧機能で再生できること

・ライブ映像の中継と、録画映像の再生が同時にできること

③ 映像閲覧機能

・以下の映像品質で映像を表示できること

-Full HD、4K の解像度

-フレームレート 30fps 相当

-映像遅延が 1 秒以内(無線区間を除く)

・同一拠点で同時に最大 10 台のカメラのライブ映像が表示できること

・映像の拡大・縮小、カメラの視点移動（視点操作可能な機能を有するカメラに限る）ができること

・映像の表示サイズ、同時表示数（レイアウト）を複数パターンで変更できること

・ライブ表示中の映像の巻き戻し再生、または録画映像の再生ができること

④ 相互通話機能

・映像送信機能を利用する拠点と、映像閲覧機能を利用する拠点間で、音声通話ができること

・３拠点以上での通話ができること

・映像閲覧機能でマイク、スピーカーの ON/OFF ができること

2.5　その他

2.5.1　実証システムの拡張性等

今回利用した映像共有ソリューションに関しては、普及段階における機能拡張が可能とするため、以下の国際規格やオープンな技術に依拠している。

・公衆アクセス網

通信インフラの発展にも、追従できる設計が可能となる。

・WebRTC

映像共有の仕組みには、ウェブブラウザやモバイルアプリでリアルタイム通信が可能な規格として普及する WebRTC を採用している。このため、視聴機器に関するニーズが変化した場合にも、柔軟に対応できる可能性が高い。

・コーデック

配信映像コーデックに H.264/H.265、音声コーデックに Opus/MP3 を採用している。

このため、視聴機器に関するニーズが変化した場合にも、柔軟に対応できる可能性が高い。

・HDMI/SDI（BNC 端子）

映像送信装置の入力インターフェースには、高品位な映像・音声の信号伝送が可能な規格として普及する HDMI と SDI を採用している。このため、出力インターフェースを合わせることで、共有映像に関するニーズが変化した場合にも、柔軟にカメラ追加できる可能性が高い。

・トンネリング（シリアルトンネリング/LAN トンネリング）

機器間通信の規格として、シリアルトンネリングと LAN トンネリングを採用している。

このため、構成機器に関するニーズが変化した場合にも、条件次第では、柔軟に機器構成を見直すことができる。

・RTSP（Real Time Streaming Protocol）

映像・音声のリアルタイムなストリーミング配信を制御するプロトコルには、映像をリアルタイムに遅延なく配信することを得意とする RTSP を採用している。このため、映像の表示に関するニーズが変化した場合にも、条件次第では、柔軟に対応することができる。

2.5.2　実証システムの安全性確保のための対策

本実証で導入したシステムにおけるサプライチェーンリスク対応を含むサイバーセキュリティ対策を以下に示す。

・使用する機器の選定

本実証で導入したシステムにおいて活用する機器については、すべて提案時に製造企業や販売企業、技術適用企業を洗い出したうえで選定を行うことで、サプライチェーンリスクへの対策を行っている。

表 2.5.2-1 本実証における選定機器一覧

No.	機器	選定機器
1	360 度カメラ	・QCM2020
2	高精細カメラ	・DSC-RX0M2 ・VWCA-M208-S
3	ウェアラブルカメラ	・CX-WE100
4	内視鏡カメラ	・EVIS X1
5	映像送信装置	・Zao-X
6	映像受信装置 （映像処理ソフトウェア内蔵）	・DL380G10 S4208 1P8C 32G 8SFF P408a NC GS
7	映像処理ソフトウェア	・ZaoCloudView
8	5G ルーター	・K5G-C-100A ・SH-52B
9	固定 VPN 接続用ルーター	・YAMAHA RTX1210
10	映像コンテンツ閲覧用端末	・Alienware ゲーミング PC/d-41A
11	患者用自立走行型ロボット	・RakuRo
12	音声コミュニケーションシステム	・BONX
13	コンバーター	Teranex AV
14	L5G 用基地局	PW300-CU
15	L5G 用コア装置	PW300-5GC
16	L5G 用 DU 装置	PW300-DU
17	L5G 用 RU 装置（RHUB＋pRadio）	PW300-RU-I
18	監視装置 EMS	PW300-EMS
19	L5G 用 L3 スイッチ	Cisco Catalyst9300-24UX
20	高機能無停電電源装置	PY-UPAC3K2
21	GPS アンテナ	CCAH32ST14
22	通信キャリア 5G 基地局	45L4CSRU

・閉域での通信環境構築

本システムを、ローカル 5G 網においてはオンプレ環境で構築、キャリア 5G 網との連携部分については固定 VPN 網を経由した閉域環境で構築を行うことによって、外部からのアクセスを排除する形とし、サイバーセキュリティ対策を講じている。

・再委託先との情報管理体制

システム構築において再委託先となる企業について、過去実績等からの評価を踏まえた選定を行うとともに、秘密保持契約の取り交わしを行うことで、情報管理体制も十分に整えた。

（1） 特定高度情報通信技術活用システム

実証環境の構築にあたり、使用する無線機器製品等が高度情報通信技術活用システムの開発供給および導入の促進に関する法律（令和 2 年法律第 37 号）に基づく開発供給計画認定を受けた製品を使用した。詳細を以下に示す。

2.5.2（1）-1 ローカル５G

本実証実験においては、以下の特定高度情報通信技術活用システムの開発供給および導入の促進に関する法律（令和 2 年法律第 37 号）に基づく開発供給計画認定を受けた製品を利用した。

1. 認定の日付：令和 3 年 3 月 15 日
2. 開発供給計画認定番号：2021 開 1 総経第 0002 号－1
3. 認定開発供給事業者の名称：富士通株式会社
4. 本実験で利用する開発供給計画認定を受けた製品

表 2.5.2(1)-1 本実験で利用する開発供給計画認定を受けた製品

メーカー	種類	型番・型式	主な使用等（概要）	本実証での利用
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-CU	CU	利用
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-DU	DU	利用
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-RU-O	RU 4.8-4.9GHz 帯 アンテナ一体型 屋外設置用	本実験では利用しない
富士通	特定基地局以外の基地局の無線設備	PW300-RU-I	RU 4.8-4.9GHz 帯 アンテナ分離型 屋内設置用	利用

2.5.2（1）-2 キャリア 5G

本実証実験においては、以下の、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和２年法律第 37 号）に基づく開発供給計画認定を受けた製品を利用した。

1. 認定の日付：令和２（2020）年 12 月 21 日
2. 認定番号：2020 導１総第 0001 号－1
3. 認定開発供給事業者の名称：株式会社 NTT ドコモ
4. 情報管理体制

情報セキュリティに関して、システムの環境提供主体であるドコモは、情報管理の徹底を図っており、厳格な責任体制を敷いている。

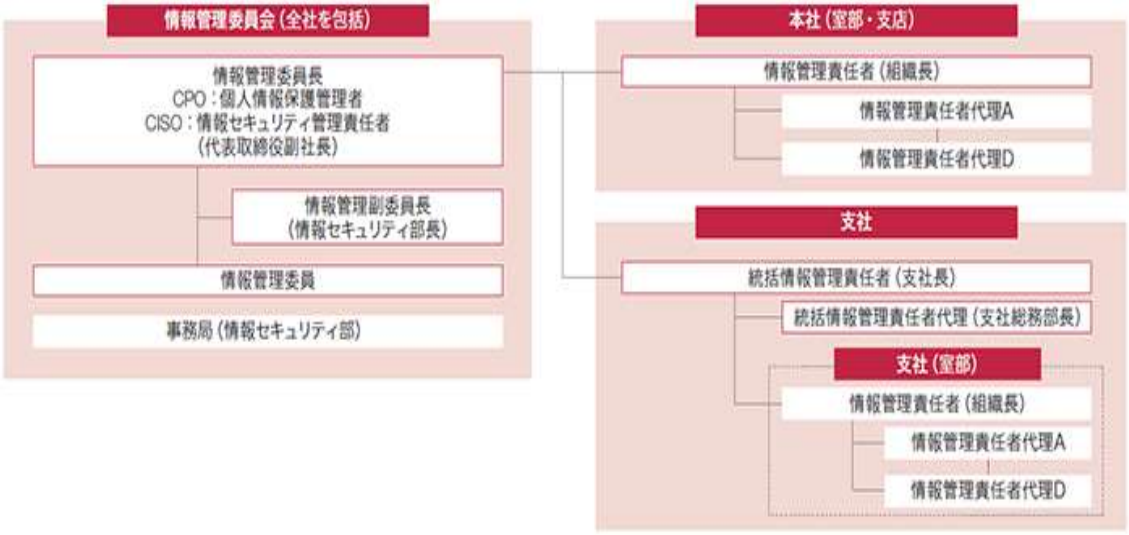


図 2.5.2（1）-1 情報管理体制（ドコモ）

（2） その他の実証システム

上記（1）で記載した機器以外の機器において、サプライチェーンリスク対応を含むサイバーセキュリティ対策の対象となる機器はない。

3. ローカル５Ｇの電波伝搬特性等に関する技術的検討（技術実証）

3.1 実証概要

医療分野における課題実証では、“ローカル５Ｇ広域連携、遠隔支援による効率化・高度化、院内 MaaS における効率化、安全性向上”を目的としている。

今回の課題におけるユースケースの対象となる大規模病院内の救急救命センター、E-ICU 等には、通常のローカル５Ｇ基地局の設置ではなく 4.7GHz 帯にて動作する「分散アンテナシステム」（以降 DAS と言う）および「中継器」（以降リピーターと言う）を用いてエリア化を行った。

DAS はその機能として、一つのローカル 5G 基地局からアンテナを複数分散し様々な場所をエリア化することが可能となる。

また、リピーターはその機能として、他のローカル５Ｇ基地局等の電波を捉え増幅し再送信することから、通常の基地局相当の電界を得られることが考えられる。

技術実証においてもこのユースケースや過年度で実施したローカル５Ｇ 基地局以外の電波発射を行う装置として DAS、およびリピーターの利用を予定していることから、公募要領で規定されている“Ⅰ.電波伝搬モデルの精緻化”“Ⅱ.エリア構築の柔軟性向上”について実証を行う。

その際、今回得られた知見が他の似たような環境（建物内に置局される DAS やリピーターを用いた環境等）においても適用できるよう、“電波伝搬特性や建物内での DAS、リピーターを用いたエリア展開の在り方”を意識しながら検討を進めていくこととする。 また、電波伝搬特性の解析においては、ITU や 3GPP における 5G 検討で用いられているパラメータ等を活用して検討を行う。

表 3.1-1　技術実証の概要

項目			該当（○、×）
技術実証の実施環境	周波数帯	4.7GHz 帯	○
		28GHz 帯	×
		キャリア 5G の周波数帯	×
	屋内外	屋内	○
		屋外	×
		半屋内	×
	周辺環境	都市部	○
		郊外	×
		開放地	×
		その他	×
テーマ別実証	I.電波伝搬モデルの精緻化	K の精緻化	×
		S の精緻化	×
		R の精緻化	○
		その他の精緻化（ｈｒ）	×
	II.エリア構築の柔軟性向上	実施の有無	○
	III.準同期 TDD の追加パターンの開発	実施の有無	×

3.2　実証環境

3.2.1　環境

神奈川県川崎市宮前区菅生２丁目１６－１に位置する「聖マリ」の救急救命センター、E-ICU 等に置局される 4.7GHz 帯(4.8~4.9GHz)の DAS 5 局、およびリピーター１局を用いて実証試験を行う。

図 3.2.1-1 に技術実証試験フィールドを示す。

技術実証を行う聖マリは、図 3.2.1-2 に示すように鉄筋コンクリート造の壁面を有する建物であり、図 3.2.1-3 に示す今回の実証環境(課題実証のターゲットエリア)である救急救命センター、E-ICU 等のフロア図から複雑な壁面構造を有しており、課題実証のターゲットエリアにおいて確実なエリア化を実現するにあたり、電波遮蔽への影響を考慮したサイトエンジニアリングが必要であったことから、DAS を選定した。

また、新病院棟をターゲットエリアとした CT 室や E-ICU 等の情報を東館３階にある「医局」等でも課題実証で利用を想定しており、DAS を置局する新病院棟と離れていることから弱電界になることを想定しており、その解決方法としてリピーターを選定した。

図 3.2.1-4 に DAS 及びレピーターの基地局設置状況を示す。

図 3. 2. 1-1(a) 技術実証試験フィールド[1]

[1] 出典：地理院地図

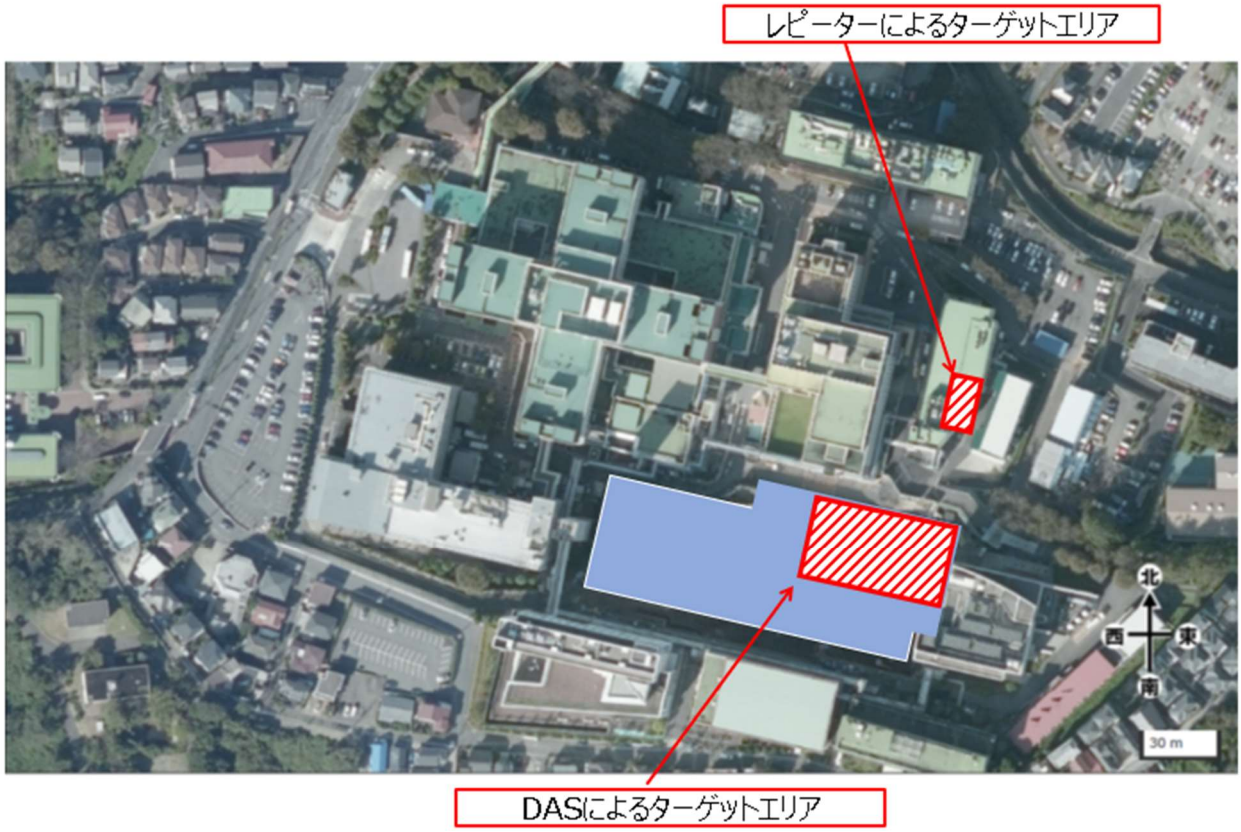


図 3.2.1-1(b) 技術実証試験フィールド[2]

[2] 出典：地理院地図

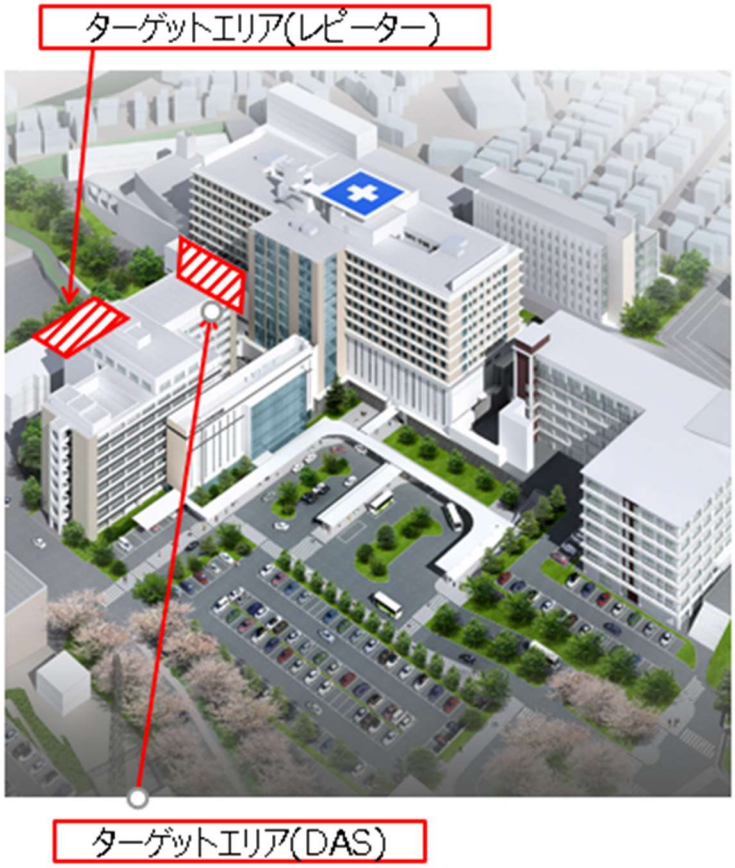


図 3.2.1-2(a) 聖マリ全景[3]

[3] https://www.marianna-u.ac.jp/houjin/marianna50/

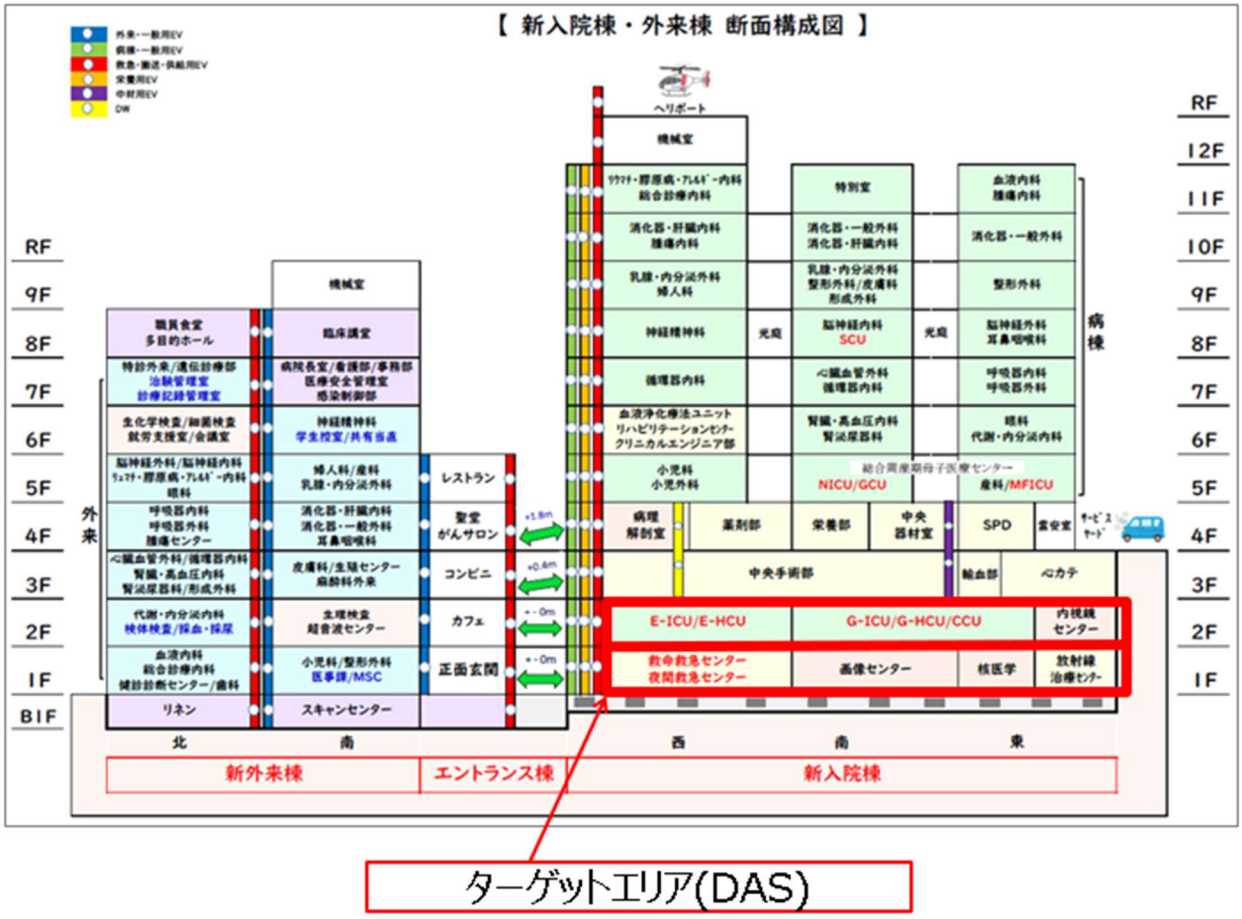


図 3.2.1-2(b) 聖マリフロア概略図[4]

[4] https://www.marianna-u.ac.jp/houjin/today/20191101.html

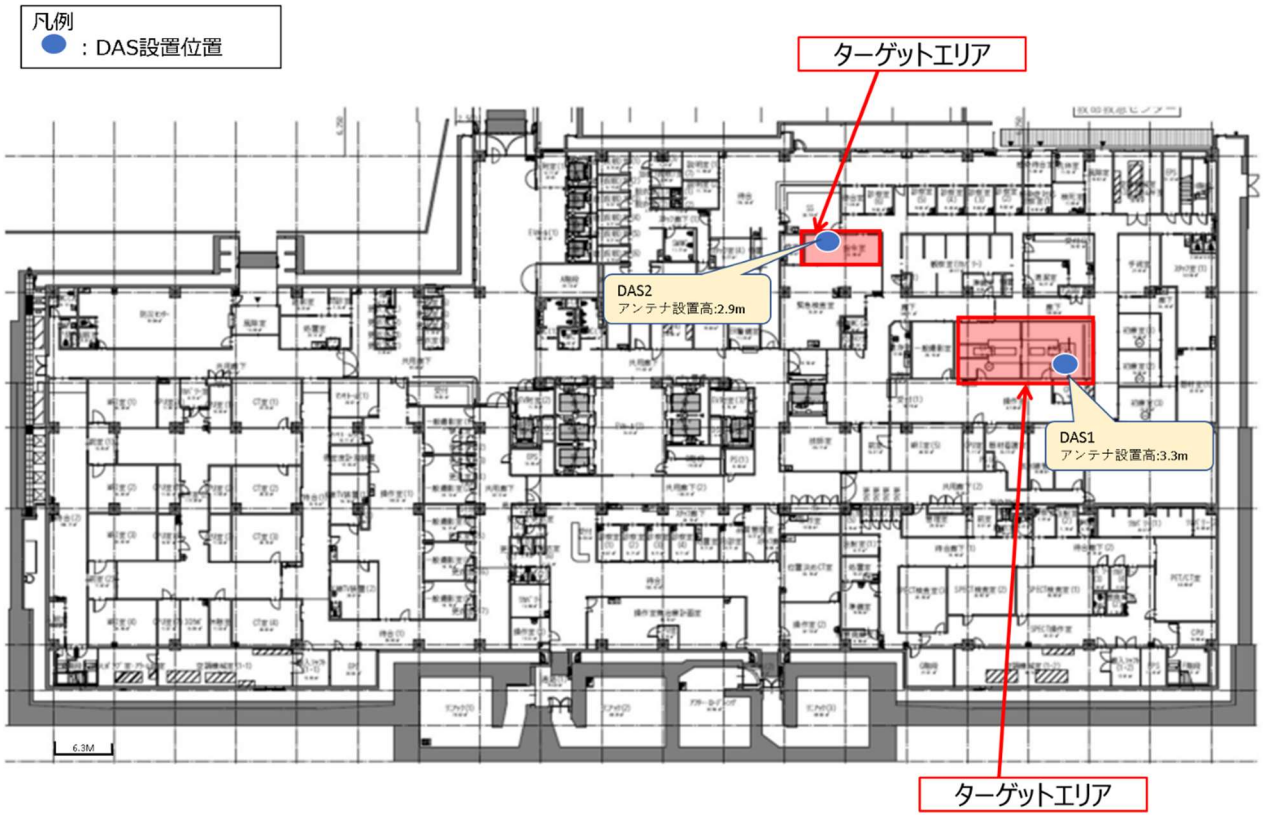


図 3.2.1-3(a) ターゲットエリア(DAS)となるフロア平面図(新病院棟 1F)

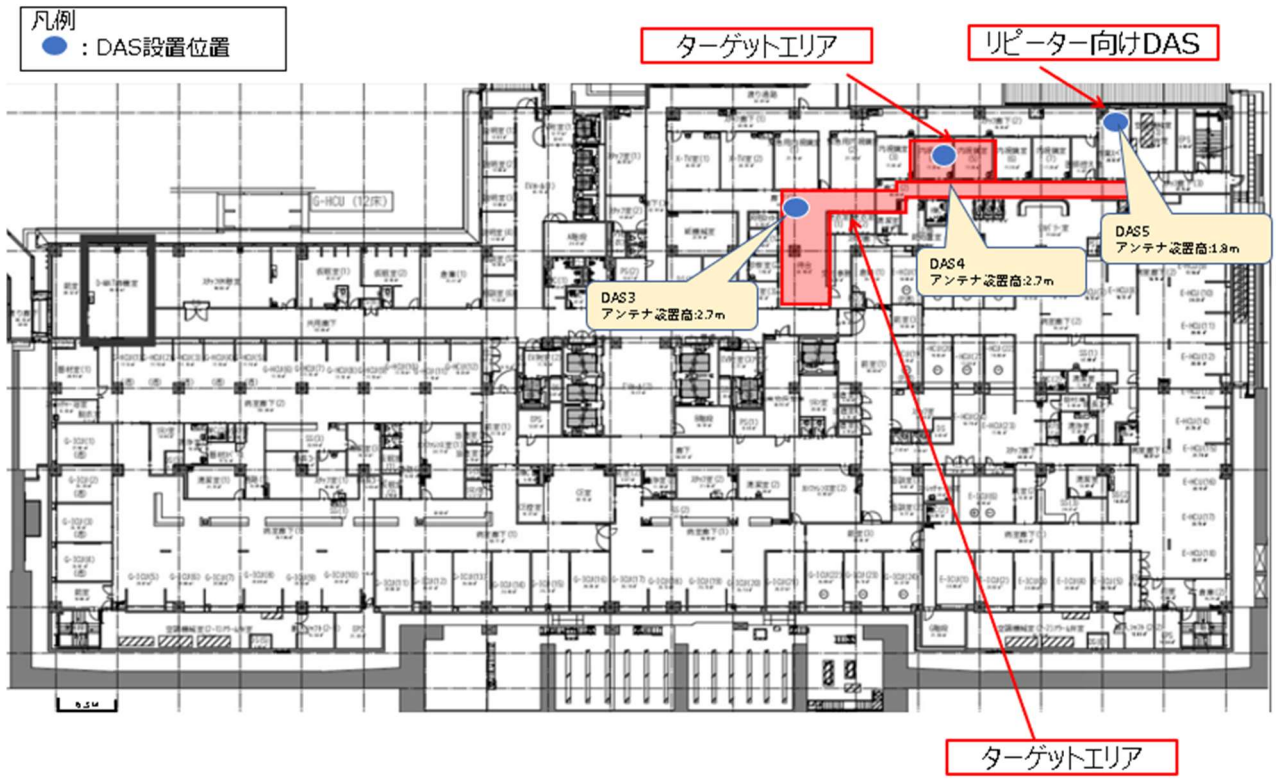


図 3.2.1-3(b) ターゲットエリア(DAS)となるフロア平面図(新病院棟 2F)

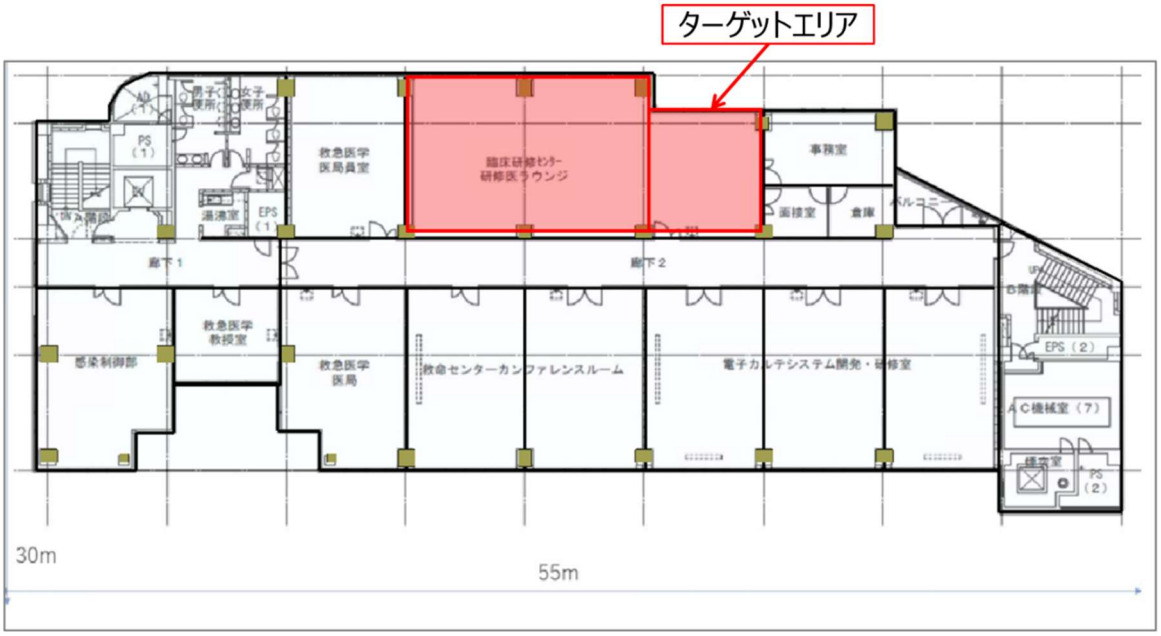


図 3.2.1-3(c) ターゲットエリア(リピーター)となるフロア平面図(東館 3F)

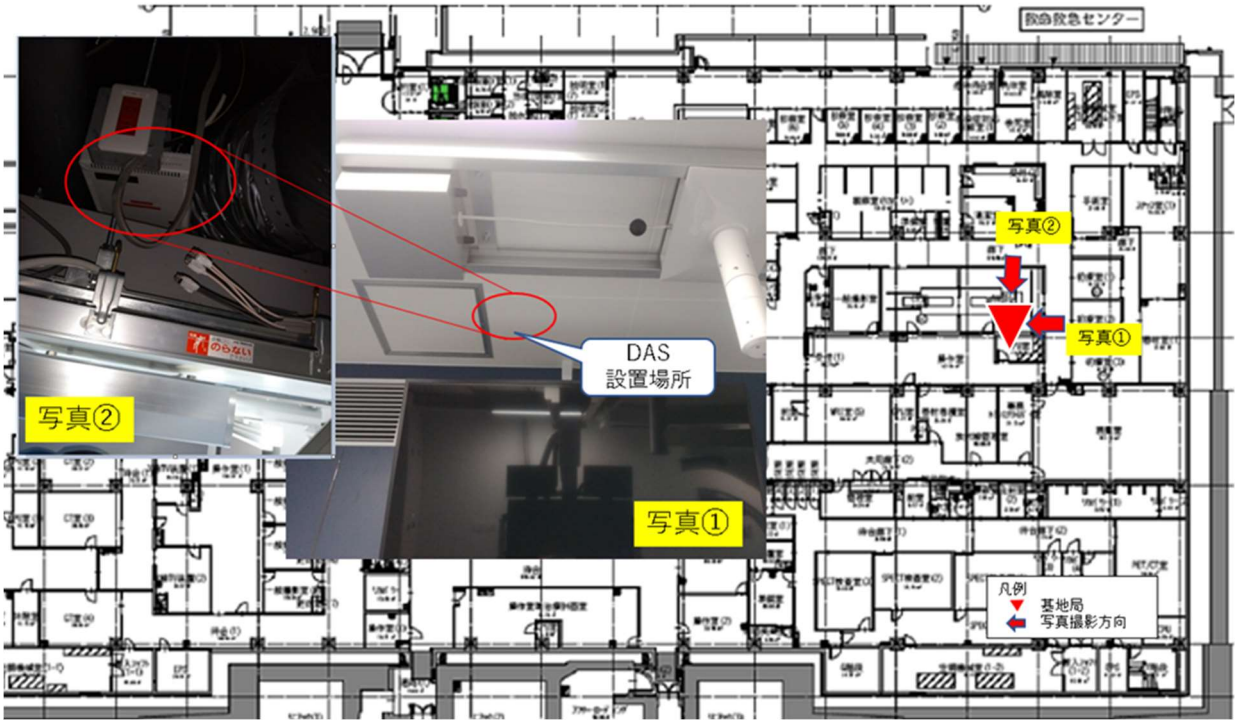


図 3.2.1-4(a)　DAS 設置場所設置状況：1F-DAS1

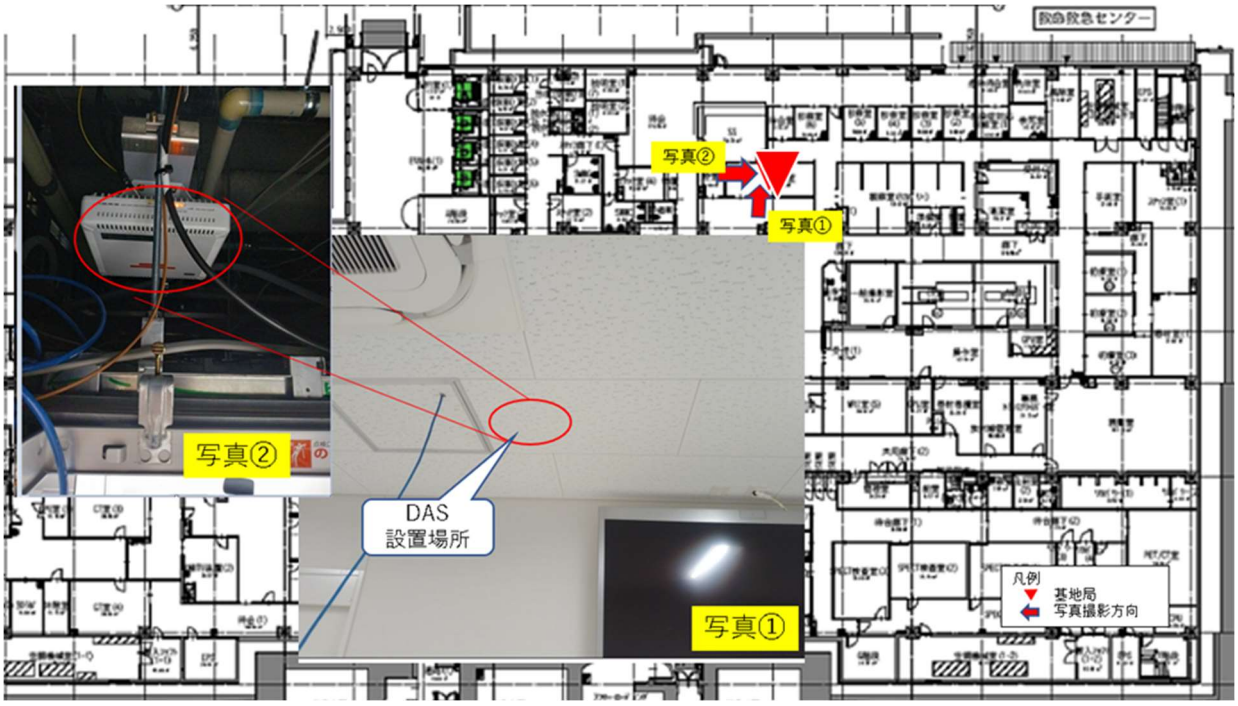


図 3.2.1-4 (b)　DAS 設置場所設置状況：1F-DAS2

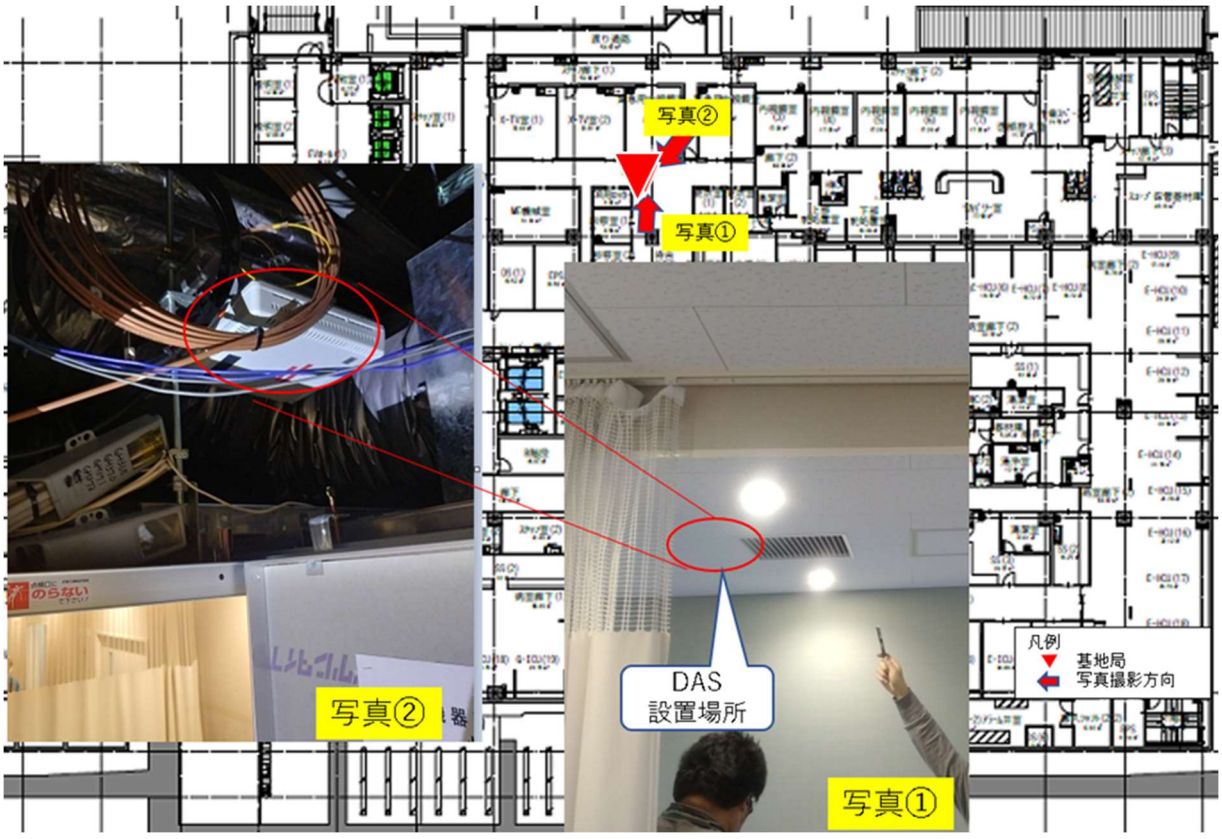


図 3.2.1-4 (c)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS3

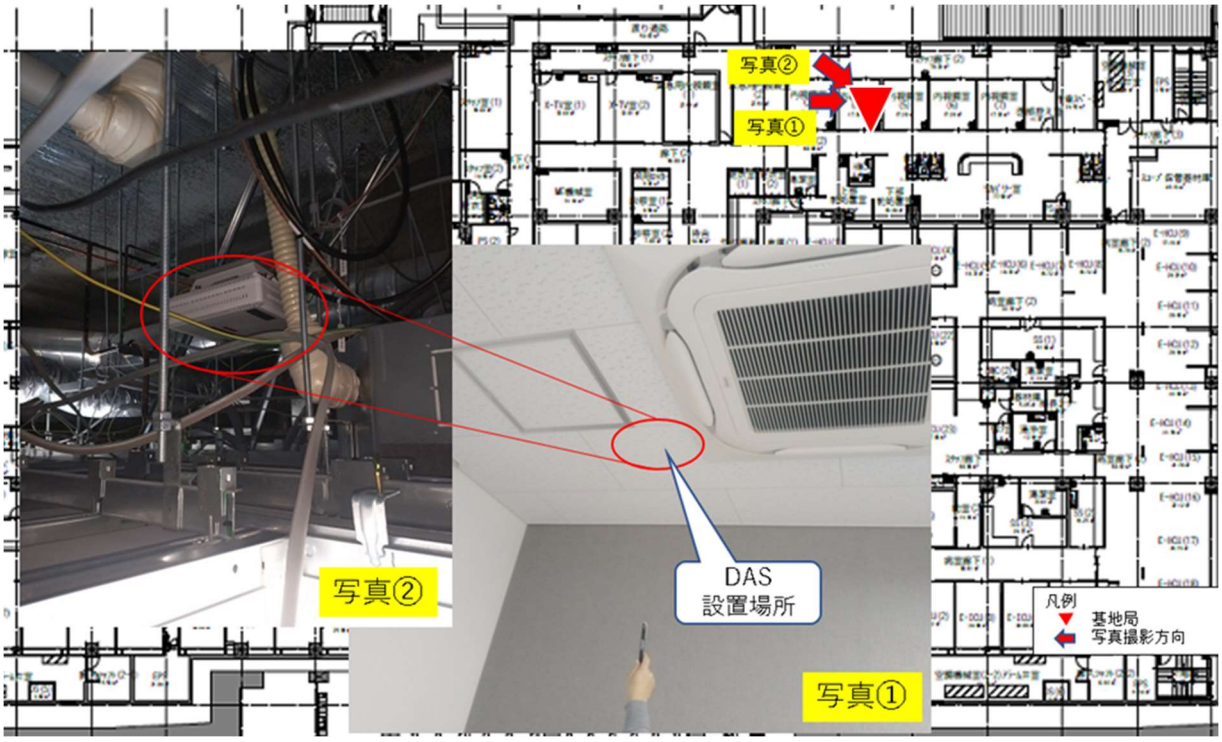


図 3.2.1-4 (d)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS4

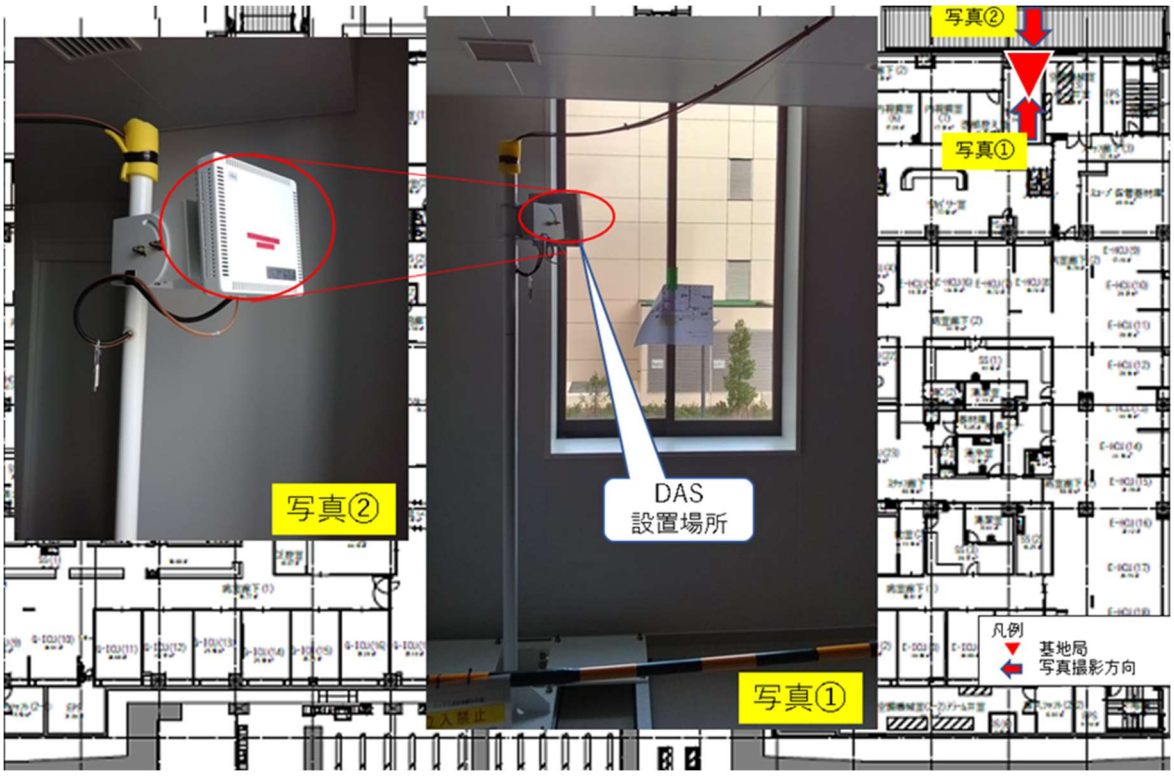


図 3.2.1-4(e)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS5

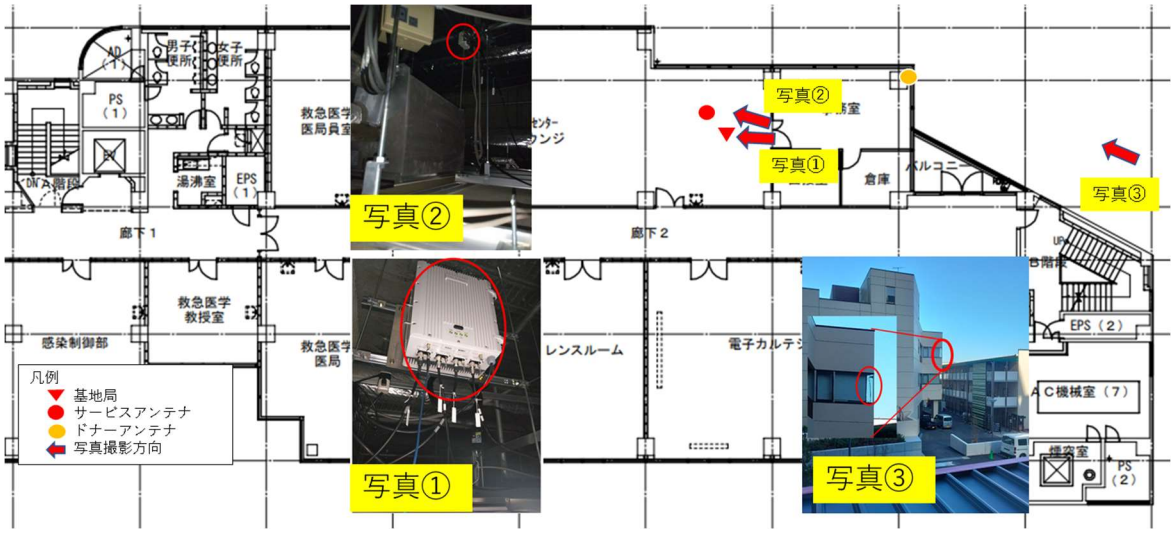


図 3.2.1-4(f)　レピーター設置場所設置状況：東棟 3F

3.2.2　測定機器

各種データの実測に使用した測定機器は、3.3 節で行う各技術実証で共通のため、本項で説明することとする。各測定機器の一覧を表 3.2.2-1 に示す。

表 3.2.2-1　測定機器

測定機器名	測定項目	備考
Anritsu エリアテスタ ML8780A[5]	SS-RSRP SS-RSRQ SS-SINR	図 3.2.2-1 図 3.2.2-4
Anritsu ネットワークマスタープロ MT1000A[6]	スループット 遅延時間	図 3.2.2-2
ノート PC(Linux) ※iPerf サーバー、クライアント		
Garmin eTrex30xJ[7]	GPS 座標	図 3.2.2-3

[5] https://dl.cdn-anritsu.com/ja-jp/test-measurement/files/Product-Introductions/Product-Introduction/ml8780a-81a-jl11400.pdf

[6] https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/products/mt1000a

[7] https://buy.garmin.com/en-US/US/p/518048/pn/010-01508-10#specs

図 3.2.2-1　Anritsu エリアテスタの外観

図 3.2.2-2　Anritsu ネットワークマスタープロの外観

図 3.2.2-3 Garmin eTrex30xJ の外観

本実証を通して、エリアテスタの主な設定値を表 3.2.2-2 に示す。

表 3.2.2-2　エリアテスタ設定値(ローカル 5G 基地局)

項目	設定値
中心周波数	4850 MHz
帯域幅	100 MHz
測定項目	SS-RSRP SS-RSRQ SS-SINR
測定周期	0.1[s]

5G NR TDD 測定確度	SSS RSRP : ±2.5dB(-110 dBm ≦ RSRP ≦ 最大入力、-3 dB ≦ Es/Iot) ±3.5 dB(-110 dBm ≦ RSRP ≦ 最大入力、-6 dB ≦ Es/Iot <-3 dB) ±4.7 dB(-129 dBm ≦ RSRP < -110 dBm、-6 dB ≦ Es/Iot) RSRQ : ±2.5 dB(-110 dBm ≦ RSRP ≦ 最大入力、-6 dB ≦ Es/Iot ≦ +3 dB) SIR : ±2.5 dB(-110 dBm ≦ RSRP ≦ 最大入力、-3 dB ≦ Es/Iot ≦ +3 dB) ±3.5 dB(-110 dBm ≦ RSRP ≦ 最大入力、-6 dB ≦ Es/Iot <-3 dB)

図 3.3.2-4　Anritsu エリアテスタ ML8780A 測定確度[8]

測定においては、多数の測定点における測定を効率的に実施するため、図 3.2.2-5 に示すような測定補助用の治具を作成して測定を実施した。

※測定治具は、状況に応じ形態を変更する。

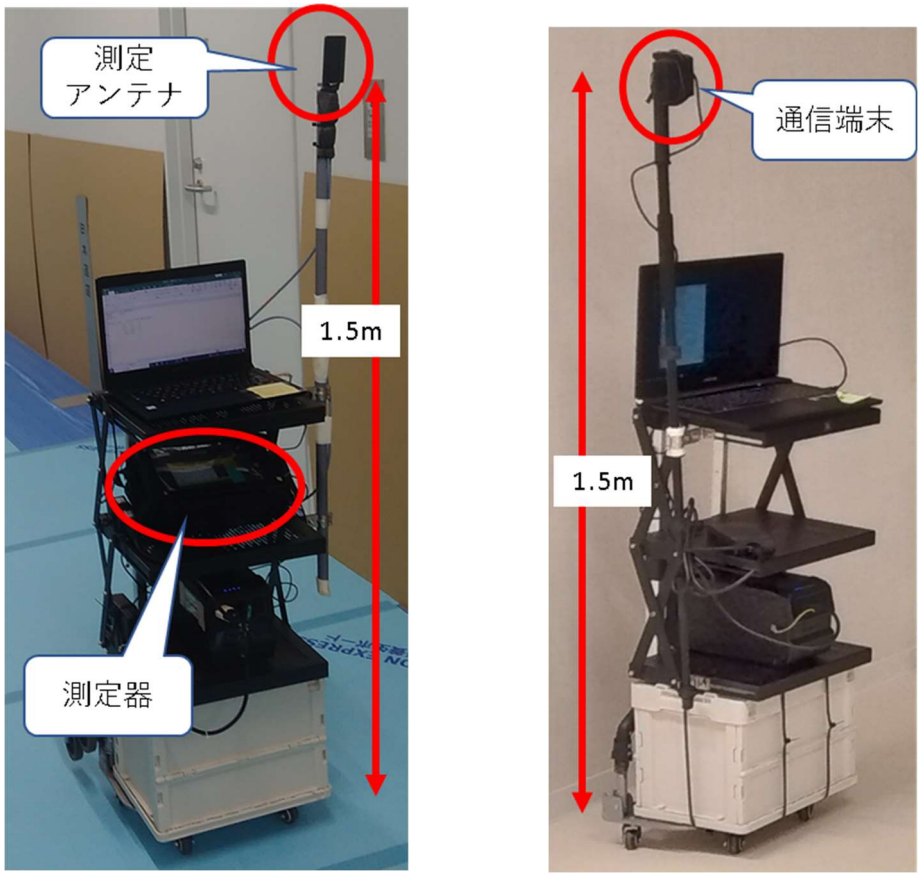


図 3.2.2-5 実測に用いる測定補助用治具

[8] https://www.anritsu.com/ja-jp/test-measurement/products/ml8780a

3.3　実施事項

3.3.1　電波伝搬モデルの精緻化

（1） 実証の目的・目標

1） 背景となる技術的課題と実証目的

本実証環境は“ローカル5G 広域連携、遠隔支援による効率化・高度化、院内 MaaS における効率化、安全性向上”を目的としており、医療分野における大規模病院内にて 3.1 章でも述べたとおり、DAS を利用したユースケースにおける利用環境としてターゲットエリアである救急救命センター、E-ICU 等のエリア化が必要である。屋内パーテーションで仕切られた救急救命センター、E-ICU 等は図 3.3.1.(1)-1 のように周囲を鉄筋コンクリート造の建物内にあり、また、救急救命センター、E-ICU 等の内部は診察室や待合室、CT 室や内視鏡室などを有する複雑な壁面構造となる環境となる(図 3.3.1.(1)-2)。

そのため、屋内に基地局を設置する上では、様々な壁面構造による遮へい損失による影響、または建物外への電波漏洩等の電波伝搬特性を把握したエリア構築が課題となる。

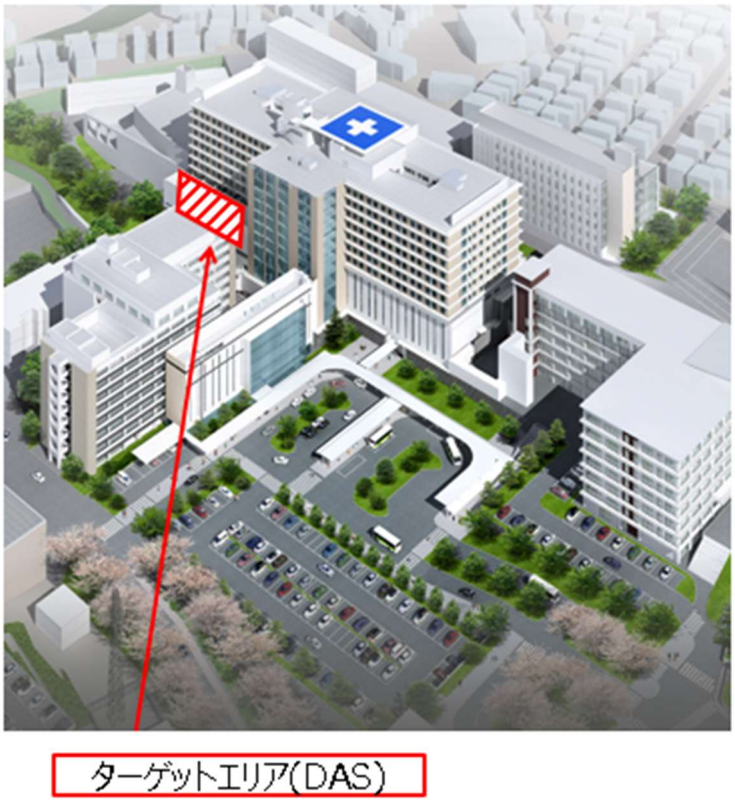


図 3.3.1.(1)-1(a)　DAS ターゲットエリアである病院棟外観

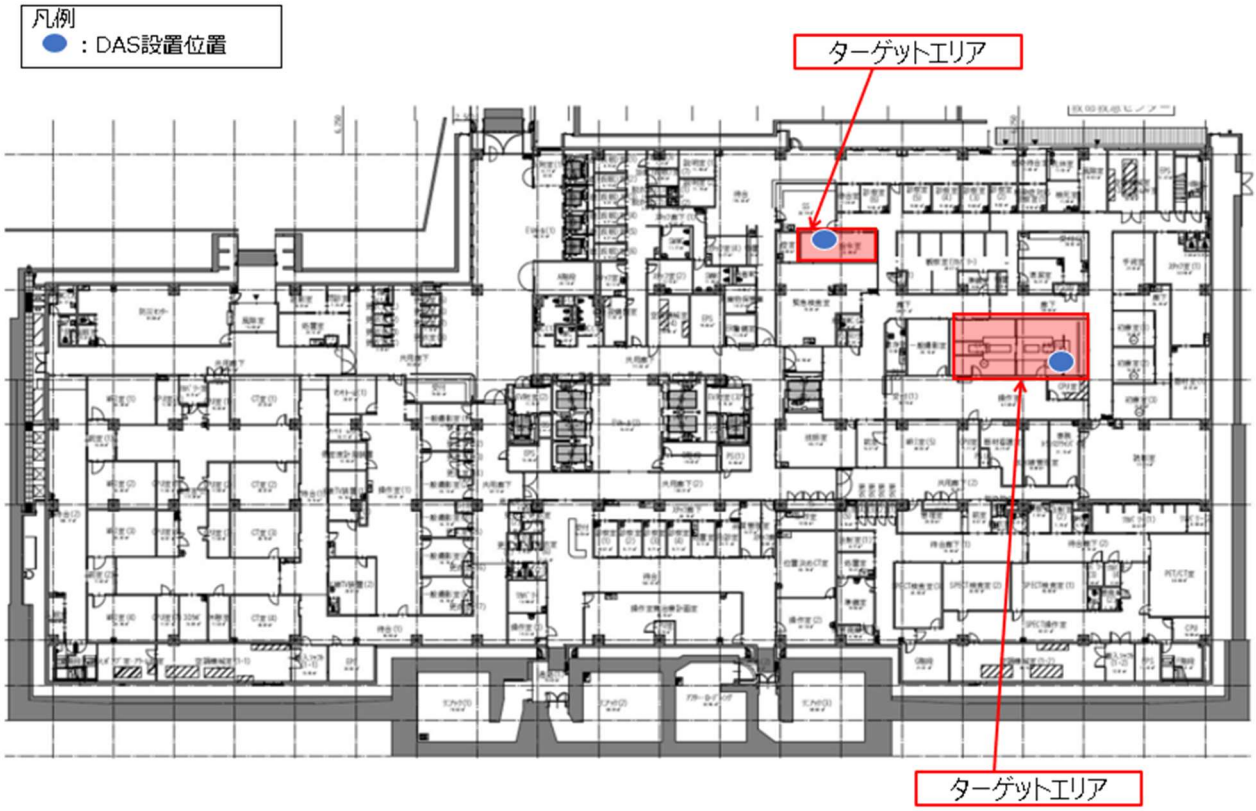


図 3.3.1.(1)-1(b)　ターゲットエリアと DAS 設置場所(新病院棟 1F)

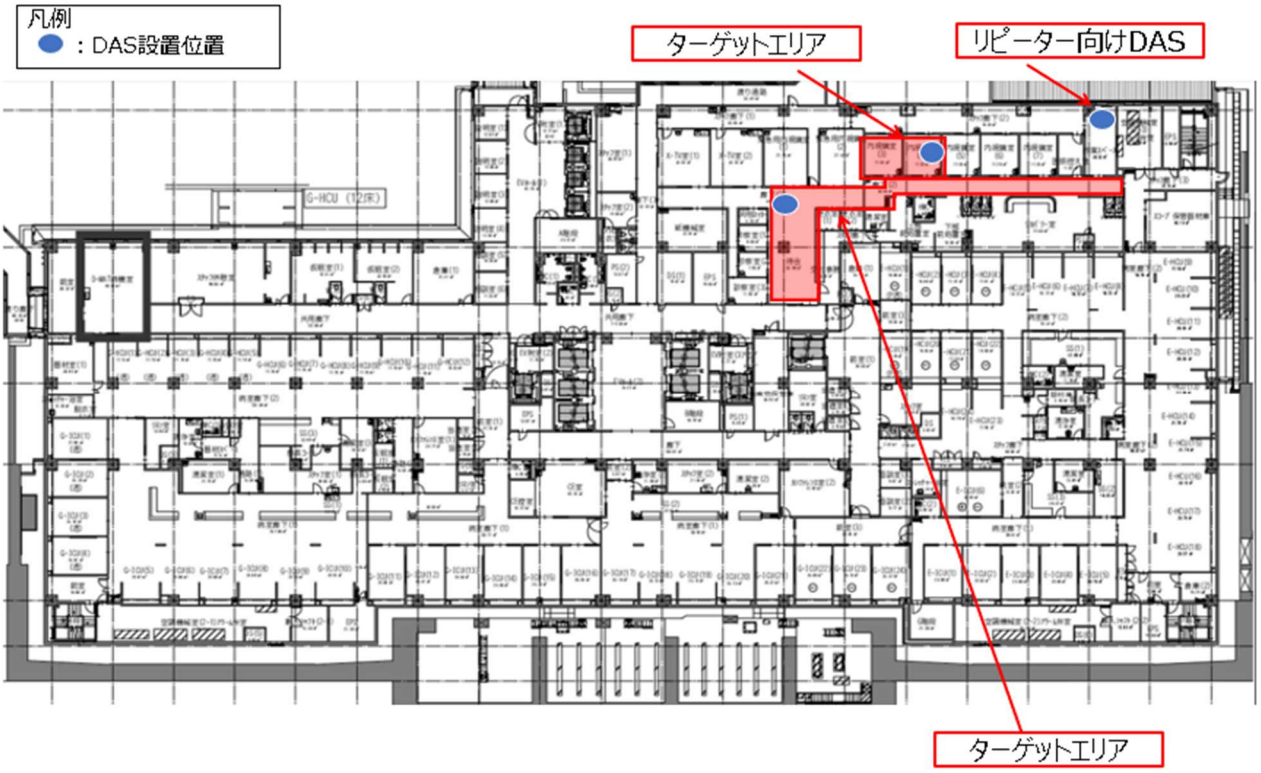


図 3.3.1.(1)-1(c)　ターゲットエリアと DAS 設置場所(新病院棟 2F)

図 3.3.1.(1)-2(a)　実証環境

図 3.3.1.(1)-2(b)　実証環境

2)　実証目標

電波伝搬モデルの精緻化に資する検討として、仕様書要件で規定されているエリア算出法に含まれるいくつかのパラメータ（表 3.3.1.(1)-1）を対象とし、その値を精緻化することが求められる。

本検討において得られる精緻化したパラメータ値により、ローカル5G運用エリアに合わせてエリア算出法を適正化する等の制度改正につながることを目標としている。また、得られた知見については、総務省が策定しているローカル5Gガイドラインにおいて、モデル ケースとして記載することで、ローカル５Ｇの利活用に活かされることを想定している。

今回の実証環境においては、4.7G 帯の屋内局を想定しているため精緻化の対象パラメータは表 3.2.1.(1)-1 から”R”を選択する。なお、”R”は建物内に基地局を配置する際に建物侵入損失の値に応じて修正するパラメータであり、本実証環境の様に一般的な壁を有する環境においてのモデルケースを示すにあたって適切なパラメータであると考える。

表 3.3.1.(1)-1　精緻化の対象パラメータと精緻化の方向性、実証環境の要件

利用する周波数帯	精緻化の対象パラメータ	精緻化の方向性	実施環境の要件
4.7GHz 帯	K[9]	斜面や植生、水面の影響の定量化	● 基地局設置場所が屋外である ● 基地局と測定点の距離が 100m 以上確保できる ● 斜面や植生、水面等の地形情報データにより算入し難い地形の影響が存在する
	S[10]	選択基準の詳細化	● 基地局設置場所が屋外である ● 基地局と測定点の距離が 100m 以上確保できる
	R[11]	壁面の材質・厚さ別の定量化	● 基地局設置場所が屋内である
28GHz 帯	hr[12]	選択基準の明確化	● 基地局設置場所が屋外である ● 基地局が見通せない測定点を確保できる
	R[13]	壁面の材質・厚さ別の定量化	● 基地局設置場所が屋内である

令和 3 年度「No.14　ローカル 5G と AI 技術を用いた鉄道駅における車両監視の高度化」においてローカル 5G 用 DAS を用いた実証を行っている。前述の実証実験報告書によれば DAS を用いた理由が「鉄道駅ホームにおいて、車両監視に必要な横に広いエリアの確保」を目的としており、今回のユースケースである「特定の場所において確実なエリア化を実現する」という目的においては、DAS の利用方法として新規性があるものと考える。

また、令和 2 年度「No.19　中核病院における 5G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現」の 5.6 章(まとめ)においては「DAS システムを採用し、すべての基地局を同期するか、もしくは中心周波数の離隔をとったスモールセルによるクラスタリングの手法をとることで、干渉影響の軽減が見込める。」との報告であり、本実証環境である「中核病院」と類似していることを踏まえると、この考察に沿った実証環境であることが言える。

(2)　実証仮説

今回精緻化の対象とするパラメータ“R”については、4.7GHz 帯のローカル 5G 技術的条件等を検討した情報通信審議会報告書において、詳しく記載されている（表 3.3.1.(2)-1 参照)。建物侵入損は、建物の外壁の材質によって想定される値が変化することが示されており、一般的な建物外壁（Traditional）では、50%の期待値において R=16.2dB となっている。また、4.7GHz 帯のローカル 5G 審査基準においては、R＝16.2dB が規定値として定められてもいる。今回、技術実証を行う場所の壁面材質は一般的な RC 構造の建物内であるため、建物壁面は一般的な建物の外壁と想定される。一方、今回の精緻化においては、病院内は診察室や CT 室など複雑な壁面構造を有しているため、構造を別途把握し精緻化を行うこととする。

表 3.3.1.(2)-1 における Traditional の値は、Thermally-efficient 以外の建物における建物侵入損の期待値であり、建物種別による適用範囲が広いため、“R”値は、Traditional における期待値 5%(=4.2dB）～期待値 50%(=16.2dB）の間にあるものと仮定する。

表 3.3.1.(2)-1 4.7GHz 帯における建物侵入損

建物の種別※	建物侵入損の期待値			
	5%	10%	20%	50%
Traditional	4.2dB	6.0dB	8.8dB	16.2dB
Thermally-efficient	13.3dB	16.6dB	21.0dB	31.4dB

※Thermally-efficient ：金属化ガラス（断熱効果を高めるために使用する建築用の紫外線を遮断するガラス）、金属ホイルを裏打ちしたパネルを用いた建物。
Traditional ：上記以外の建物

なお、エリア算出法では、表 3.3.1.(2)-2 に示すように、置局位置が屋内の場合には、計算対象地域の環境に応じて、建物侵入損に対して考慮する補正値“R”の選択が必要である。本実証環境においては、ビル全体の材質が RC 構造であることを考慮し、補正値“R”は表 3.3.1.(2)-1 に示す Traditional における期待値 5%～50%において、最も大きい損失値である期待値 50%（＝16.2dB）とする(表 3.3.1.(2)-2)。

表 3.3.1.(2)-2 電波法関係審査基準の電波伝搬式における補正項選択肢

補正項	定義	選択肢
R	建物侵入損に対して考慮する補正項	16.2[dB]
		実際の建物侵入損が明確な場合は明示の上、建物に応じた値を適用する。 本実証環境においては 16.2[dB]とする。

上記仮説に基づき、パラメータ“R”の値を修正したカバーエリア及び調整対象区域を図 3.3.1.(2)-1 に示す。

図 3.3.1.(2)-1(a) 仮説パラメータ R（=16.2dB）を用いて算出したカバーエリアおよび調整対象区域(DAS1)(出典:地理院地図)

図 3.3.1.(2)-1(b) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出したカバーエリアおよび調整対象区域(DAS2) (出典:地理院地図)

図 3.3.1.(2)-1(c) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出したカバーエリアおよび調整対象区域(DAS3) (出典:地理院地図)

図 3.3.1.(2)-1(d) 仮説パラメータ R（=16.2dB）を用いて算出した
カバーエリアおよび調整対象区域(DAS4)（出典:地理院地図）

（3） 評価・検証項目

精緻化の対象パラメータ“R”について、仮設と実測結果から得られる知見の両方を用いて評精緻化の対象パラメータ“R”について、仮説と実測結果から得られる知見の両方を用いて評価・検証を行い、実証環境における適切な“R”値を導く。

また、この評価・検証において、実証環境におけるローカル 5G の電波伝搬モデルの精緻化に関する技術的課題を整理するとともに、それら課題の解決方策等についても考察を行う。

エリア形成の検証として、エリア算出法に基づき算出したエリア区域において表 3.3.1.(3)-1 に示したエリア形成の検証の測定項目について取得を実施する。

表 3.3.1.(3)-1 電波伝搬モデルの精緻化における評価項目と測定項目との関係

評価・検証項目	評価項目の概要	主な測定項目
エリア形成の検証	ローカル 5G 基地局のエリア算出法に基づく、カバーエリア及び調整対象区域のエリア端において実測する下り受信電力値とエリア端閾値の確認。	下り受信電力 (SS-RSRP) (SS-RSRQ)
	ローカル 5G 基地局のエリア算出法に基づく、カバーエリア及び調整対象区域のエリア端において実測する通信品質の状況の確認。	通信品質 (SS-SINR)

（4） 評価・検証方法

1） 測定方法

a）測定機器

各種データの測定機器は 3.2.2 項に記載のものを使用した。

b）測定地点の考え方

エリア算出法と比較を行うための下り受信電力値の実測は、DAS の R=16.2dB という仮説に基づくカバーエリアおよび調整対象区域において実施する。 各エリアは置局点に対し全方位で作図する必要があるため、精緻化後のエリア算出式の評価としては、ある一方向だけではなく、できるだけ全方位での実測を実施が望ましい。また、本実証では複数の DAS を置局しているため、測定点において複数の DAS から受信電力を受信しないように、DAS 単体で電波送信を行い、各 DAS において測定をすることとした。そのため、“R” を精緻化対象とするために実測エリア内において、各 DAS から直線上の複数の角度において測定点を検討し、壁面透過後のポイントでの測定に加え、ITU-R P.2040-2(図 3.3.1.(4)-1)を参考に壁面透過直前・直後のポイントでも測定した。

ただし、建物の構造や障害物の存在等により立ち入りが難しい場所については測定地点をずらすなどで対応する。

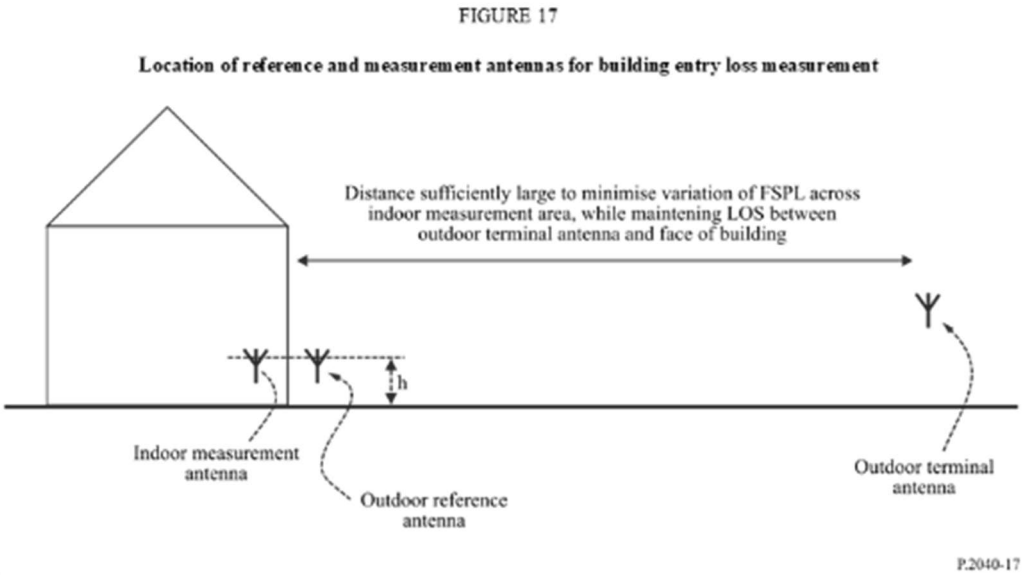


図 3.3.1.(4)-1　ITU-R P.2040-2[9]における壁面透過直前・直後の測定ポイント

[9] ITUR P.2040-2 Annex2 4 章　https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.2040-2-202109-I!!PDF-E.pdf

c）測定項目

一般的に 5GNR のエリア指標として用いられている SS-RSRP（Synchronization Signal-Reference Signal Received Power）、SS-RSRQ（Synchronization Signal-Reference Signal Received Quality）および SS-SINR(Synchronization Signal-Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)について測定した。

SS-RSRP は、1 リソースエレメント当たりの SSS（Secondary Synchronization Signal）の受信電力であり、基地局からの電波の受信レベルを評価する基本的なパラメータである。SS-RSRQ は、受信品質を評価するパラメータであり、近隣基地局の干渉が増大すれば RSRQ が小さくなる。

SS-SINR も RSRQ 同様に受信品質を評価するパラメータであり、RSRQ は分母に RSSI、つまり全体帯域の電力を用いるが、SINR では RS と同じリソースブロックの帯域内に存在する干渉電力を分母とする。干渉電力は、同じ帯域内の隣接セルからの信号に加えて雑音成分や、CP(Cyclic Prefix)時間を超えて遅延したマルチパスとなり、その干渉電力が増大すれば SINR が小さくなる。

d）測定方法

測定については、仕様書の規定に従い上記の考え方に基づき選定した測定地点に測定員が赴き、表 3.2.2-1 に示す測定機器、及び表 3.3.1.(3)-1 に示す設定値を用いて実測した。また、実証環境における電波伝搬環境をより詳細に分析するため、各測定地点においては測定員の目視により見通し環境もしくは見通し外環境であるかを併せて記録した。ただし、建物の構造や障害物の存在等により立ち入りが難しい場所については測定地点をずらすなどで対応する。

SS-RSRP 及び SS-SINR は、エリアテスタを用いて、1000 サンプル／地点のログ取得を実施した。

なお、受信電力の測定においては、定在波の影響を避けるため、1 つの測定点において、10λ（λは波長）の範囲で測定位置を動かしながら測定を実施した。

測定においては、測定点間の移動を効率的に実施するため、図 3.2.2-5 に示すような測定補助用の治具を作成し、各 DAS 合わせて計 337 点で受信電力の測定を行った。（図 3.3.1.(4)-2）

なお、DAS5 については、DAS 合成確認として室内測定した結果を示す。

図 3.3.1.(4)-2(a)　　測定点：1F-DAS1

図 3.3.1.(4)-2(b)　　測定点：1F-DAS2

図 3.3.1.(4)-2(c)　　測定点：2F-DAS3

図 3.3.1.(4)-2(d)　　測定点：2F-DAS4

図 3.3.1.(4)-2(e)　　測定点：2F-DAS5

2)　評価・検証方法

a)　仮説Ｒ値に基づくカバーエリアおよび調整対象区域図の作成

実証環境内に設置するそれぞれの基地局について、仮説Ｒ値に基づくカバーエリアおよび調整対象区域の図を作成する。詳細は 3.3.1.(2)章実証仮説を参照されたい。

b)　実測値から推定されるカバーエリア及び調整対象区域図の作成

a)で作成した仮説に基づくエリア図との比較を行う為、実測した各種データを図面上にプロットし、カバーエリア及び、調整対象区域の閾値から実測値による推定エリア図を作成する。

c)　仮説に基づくエリア算出法と、実測値から推定されるエリア図との比較

仮説Ｒ値に基づくエリア図の妥当性を評価するため、a)、b)で作図したエリア図の比較を行う。また、カバーエリア及び調整対象区域のエリア端が異なる箇所においてはその差分値を取り纏める。

d)　実測値から建物侵入損失を算出

R値の精緻化のもう１つのアプローチとして、建物内／外で実測した下り受信電力値から建物侵入損失を算出する。なお、建物侵入損失とは、厳密には、建物近傍路上における受信レベルと建物中央部における受信レベルとの差を意味するが、今回はエリア設計上建物内の診察室や CT 室など複雑な壁面構造を対象としているため、基地局アンテナから直線上となる建物壁の内外の電界強度差分を建物侵入損として検証する（図 3.3.1.(4)-1)。

Ｒ＝建物壁外参照点の電界強度 - 建物壁内測定点の電界強度

また、純粋な壁面損失を算出するため、基地局から建物外参照点と建物内部測定点間の距離に応じた自由空間損失(FSPL)の差分を減算し補正するものとする。

なお、今回の実証環境のみに有効な結論ではなく、他の環境でも有効な汎用的／一般的な成果を得るため、壁面の材質や、それに伴う面積率などを記録し、汎用的に利用可能なR値の精緻化を実施する。

e) 精緻化パラメータの妥当性評価

仮説に基づき設定した対象パラメータ“R”の値について、c)の結果から得られる a)、b)エリア図の差分、d)から得られる建物侵入損失の値を活用し、対象パラメータ“R”の値について精緻化を行う。

精緻化を行った対象パラメータ“R”を用いて、再度カバーエリア及び調整対象区域図を作成し、実測値から推定されるエリア図との比較を行うことでその妥当性を評価する。

(5) 実証結果及び考察

1) 仮説 R 値に基づくカバーエリア及び調整対象区域図

実証環境内における基地局について、仮説 “R”値に基づくカバーエリアおよび調整対象区域の図を示す(図 3.3.1.(5).1)-1)

図 3.3.1. (5).1)-1(a) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出した
カバーエリアおよび 調整対象区域：1F-DAS1(出典:地理院地図)

図 3.3.1. (5).1)-1(b) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出したカバーエリアおよび 調整対象区域：1F-DAS2(出典:地理院地図)

図 3.3.1. (5).1)-1(c) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出したカバーエリアおよび 調整対象区域：2F-DAS3(出典:地理院地図)

図 3.3.1. (5).1)-1(d) 仮説パラメータ R (=16.2dB) を用いて算出した
カバーエリアおよび 調整対象区域：2F-DAS4(出典:地理院地図)

2) 実測値から推定されるカバーエリア及び調整対象区域図

実測による各測定点のカバーエリア及び調整対象区域の状況を図に示す(図 3.3.1.(5).2)-1)。

なお、エリア図の推定においては、定点による測定結果のみでは詳細な推定が困難であるため、実証環境周辺において立ち入り可能な場所を面的に測定した結果も参考にしつつ評価を実施している。

図中、赤線は 4.6-4.9GHz 帯におけるローカル 5G 審査基準で定められている“カバーエリア端レベル（100MHz 幅の場合：-84.6dBm）”を前提に実測値から評価した想定カバーエリア端である。一方、青線は、同様に審査基準で定められている“調整区域端レベル（100MHz 幅の場合：-91.0dBm）”を前提に実測値から評価した想定調整区域端である。なお、本実証に用いる基地局装置の下り受信レベル（SS-RSRP）の測定帯域は 30kHz であるため、上述したエリア端閾値を 100MHz から、30kHz へ帯域換算した以下の値を用いている。

カバーエリア端レベル（SS-RSRP 帯域換算） ：-119.8dBm
調整区域端レベル（SS-RSRP 帯域換算） ：-126.2dBm

また、図 3.3.1.(3)-1 に示したエリア形成の評価項目の他、各測定点の見通し(LOS)、見通し外(NLOS)、基地局との 3D 距離を付加した下り受信電力取り纏め結果を表 3.3.1.(5).2)-1 に示す。

更に測定点において、エリア算出法で計算された受信電力と、実際に測定された受信電力の中央値、σ、上位 10%値、下位 10%値を取り纏めた結果を表 3.3.1.(5).2)-2 に示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。

図 3.3.1. (5).2)-1(a) 実測による各測定点のカバーエリアおよび調整対象区域：1F-DAS1

表 3.3. 1. (5).2)-1(a)　下り受信電力の取りまとめ結果:1F-DAS1

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	6.58	-110.1	-9.9	12.5	NLOS
1-2	5.06	-114.9	-11.1	7.7	NLOS
1-3	9.6	-118.6	-11.4	4.4	NLOS
1-4	14.5	-119.4	-11.6	4.2	NLOS
1-5	20.81	-129.7	-17.9	-6.5	NLOS
1-6	20.54	-120.1	-12.9	2.3	NLOS
1-7	13.79	-106.3	-10.7	15.6	NLOS
1-8	8.63	-106.6	-11.6	14.8	NLOS
1-9	4.46	-101.0	-9.9	18.7	NLOS
1-10	6.1	-107.4	-10.4	14.7	NLOS
1-11	2.94	-81.2	-10.2	21.2	NLOS
1-12	4	-85.8	-10.7	20.9	NLOS
1-13	5.51	-103.6	-10.3	16.9	NLOS
1-14	11.03	-109.4	-10.4	12.7	NLOS
1-15	13.95	-129.8	-18.1	-6.6	NLOS
1-16	11.78	-129.4	-18.2	-6.9	NLOS
1-17	15	-130.7	-18.7	-7.4	NLOS
1-18	18.74	-130.1	-17.6	-6.3	NLOS
1-19	24.21				NLOS
1-20	28.53				NLOS
1-21	11.04	-119.8	-13.25	3.7	NLOS
1-22	18.89	-125.2	-14.9	-2	NLOS
1-23	33.48				NLOS
1-24	35.24				NLOS
1-25	9.59	-124.0	-14.3	-0.7	NLOS
1-26	12.68	-125.9	-15.3	-2.7	NLOS
1-27	21.89	-126.1	-15.1	-2.9	NLOS
1-28	4.99	-107.2	-10.9	15.3	NLOS
1-29	26.37				NLOS
1-30	29.84				NLOS
1-31	31.63				NLOS
1-32	17.36				NLOS
1-33	15.02				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-34	20.56				NLOS
1-35	22.05				NLOS
1-36	16.52	-134.4	-22.4	-10.3	NLOS
1-37	11.55	-124.6	-14.5	-1.1	NLOS
1-38	9.85				NLOS
1-39	16.64				NLOS
1-40	15.13	-124.8	-14.1	-0.8	NLOS
1-41	10.21				NLOS
1-42	12.81	-121.7	-13.8	0.7	NLOS
1-43	9.26	-112.3	-11.8	9.8	NLOS
1-44	27.24	-132.0	-20	-8.6	NLOS
1-45	47.04				NLOS
1-46	46.46				NLOS
1-47	60.75				NLOS
1-48	62				NLOS
1-49	36.43				NLOS
1-50	42.83				NLOS
1-51	46.66				NLOS
1-52	31.55	-130.5	-18.8	-7.2	NLOS
O-1	33				NLOS
O-2	24.01				NLOS
O-3	24.27				NLOS

表 3.3. 1. (5).2)-2(a) エリア算出法受信電力、実測受信電力の中央値、標準偏差、上位 10%値、下位 10%値一覧:1F-DAS1

測定点 ID	算出式による 受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-1	-86.36	-110.1	3.4	-105.6	-116.8
1-2	-83.82	-115.2	3.5	-109.3	-121.1
1-3	-89.82	-118.5	1.9	-115.7	-122.3
1-4	-93.5	-118.5	2.7	-116.6	-125.7
1-5	-96.67	-129.2	4.0	-123.8	-137.5
1-6	-96.55	-120.4	4.6	-112.5	-128.1
1-7	-93.05	-105.6	3.3	-101.7	-113.0
1-8	-88.87	-106.3	3.4	-101.1	-113.4
1-9	-82.54	-100.0	4.2	-95.5	-108.9
1-10	-85.65	-107.0	4.2	-101.9	-115.6
1-11	-77.68	-80.4	3.5	-76.9	-89.2
1-12	-81.4	-85.7	2.7	-81.5	-90.8
1-13	-84.67	-103.3	3.2	-98.1	-110.0
1-14	-91.07	-109.1	2.5	-105.7	-114.2
1-15	-93.16	-129.3	3.7	-124.2	-137.0
1-16	-91.65	-129.7	4.1	-123.0	-136.5
1-17	-93.8	-130.4	2.3	-127.4	-135.6
1-18	-95.75	-129.0	3.7	-125.7	-137.9
1-19	-97.99				
1-20	-99.43				
1-21	-91.08	-118.7	5.9	-112.1	-130.2
1-22	-95.82	-125.1	3.0	-120.9	-130.8
1-23	-100.82				
1-24	-101.27				
1-25	-89.82	-123.7	2.8	-120.0	-129.6
1-26	-92.31	-125.7	3.1	-121.0	-131.8
1-27	-97.11	-125.7	3.8	-120.2	-133.5
1-28	-83.69	-106.3	4.7	-100.8	-115.4
1-29	-98.74				
1-30	-99.81				

測定点 ID	算出式による　受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-31	-100.32				
1-32	-95.08				
1-33	-93.8				
1-34	-96.56				
1-35	-97.17				
1-36	-94.64	-134.2	3.3	-129.6	-141.0
1-37	-91.48	-124.1	3.9	-119.4	-132.5
1-38	-90.06				
1-39	-94.71				
1-40	-93.87	-123.6	3.7	-120.1	-131.9
1-41	-90.38				
1-42	-92.4	-122.2	3.2	-115.5	-126.7
1-43	-89.5	-112.3	3.5	-106.2	-118.4
1-44	-99.02	-131.8	3.0	-127.4	-138.0
1-45	-103.78				
1-46	-103.67				
1-47	-106				
1-48	-106.18				
1-49	-101.55				
1-50	-102.96				
1-51	-103.71				
1-52	-100.3	-130.2	2.8	-126.4	-136.2
O-1	-100.69				
O-2	-97.92				
O-3	-98.01				

図 3.3.1. (5).2)-1(b) 実測による各測定点のカバーエリアおよび調整対象区域：1F-DAS2

表 3.3. 1. (5).2)-1 (b)　下り受信電力の取りまとめ結果: 1F-DAS2

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	30.52	-113.4	-11.2	7.8	NLOS
1-2	25.68	-106.5	-10.2	15.3	NLOS
1-3	18.86	-105.6	-9.8	16.2	NLOS
1-4	14.13	-105.9	-11.7	14.8	NLOS
1-5	9.41	-97.3	-11.2	18.8	NLOS
1-6	20.3	-103.4	-11	16	NLOS
1-7	22.86	-115.8	-11.6	5.7	NLOS
1-8	26.18	-112.7	-10.5	9.6	NLOS
1-9	30.37	-121.5	-13.8	-0.3	NLOS
1-10	35.15	-128.1	-17.4	-5.9	NLOS
1-11	29.71				NLOS
1-12	25.14				NLOS
1-13	23.72	-131.8	-21.1	-9.5	NLOS
1-14	19.19				NLOS
1-15	17.1	-127.4	-16.9	-5.2	NLOS
1-16	18.74	-105.4	-10	15.3	NLOS
1-17	14.16	-99.2	-10.1	18.8	NLOS
1-18	9.77	-90.9	-10.6	20.2	NLOS
1-19	7.96	-88.2	-11.1	20.8	NLOS
1-20	7.9	-91.3	-10.6	20.8	NLOS
1-21	39.29				NLOS
1-22	30.82	-129.9	-19.5	-7.6	NLOS
1-23	28.93	-109.0	-10.5	12.7	NLOS
1-24	9.8	-91.9	-10.4	20.9	NLOS
1-25	25.86	-110.9	-10.2	11.7	NLOS
1-26	29.55	-108.7	-10.9	12.3	NLOS
1-27	16.16	-103.5	-10.7	16.3	NLOS
1-28	31.94	-123.6	-14.4	-1.6	NLOS
1-29	2.22	-77.6	-10.4	21.7	NLOS
1-30	4.1	-84.8	-10.7	21.3	NLOS
1-31	8.46	-92.0	-10.9	20.6	NLOS
1-32	21.18	-116.9	-13.4	4.7	NLOS
1-33	20.08	-103.2	-10.5	17.7	NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-34	11.55	-98.9	-10.1	19.2	NLOS
1-35	7.78	-88.8	-10.6	21.3	NLOS
1-36	11.74	-100.0	-11	18.6	NLOS
1-37	33.48	-108.4	-11.2	13.6	NLOS
1-38	19.01				NLOS
1-39	39.24	-130.6	-19.3	-7.9	NLOS
1-40	43.64				NLOS
1-41	39.17				NLOS
1-42	42.77				NLOS
1-43	30.71	-129.6	-19.5	-7.8	NLOS
1-44	23.14	-109.4	-10.6	12.1	NLOS
1-45	30.04	-131.0	-20.5	-8.7	NLOS
1-46	24.47	-115.3	-11.4	5.8	NLOS
1-47	36.26	-120.8	-12.9	1.8	NLOS
1-48	33.7				NLOS
1-49	9.1	-96.7	-11.2	17.3	NLOS
1-50	15.13	-108.3	-10.5	13.7	NLOS
1-51	18.86	-115.8	-11.7	6	NLOS
1-52	14.86	-103.8	-11.6	16.2	NLOS
O-1	11.7	-107.0	-11	14.4	NLOS
O-2	15.73	-115.7	-13.6	3.2	NLOS
O-3	41.71				NLOS

表 3.3. 1. (5).2)-2(b) エリア算出法受信電力、実測受信電力の中央値、標準偏差、上位 10%値、下位 10%値一覧:1F-DAS2

測定点 ID	算出式による受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-1	-100.02	-114.9	3.8	-109.2	-121.8
1-2	-98.52	-106.6	1.6	-104.6	-109.9
1-3	-95.82	-105.2	3.4	-103.2	-114.4
1-4	-93.29	-106.9	3.2	-101.6	-113.1
1-5	-89.71	-99.9	4.7	-92.2	-107.9
1-6	-96.47	-105.3	4.7	-98.8	-114.3
1-7	-97.5	-116.8	3.4	-111.3	-123.1
1-8	-98.68	-112.8	2.0	-110.5	-117.3
1-9	-99.98	-122.9	4.6	-116.6	-132.1
1-10	-101.25	-128.6	3.8	-124.6	-137.0
1-11	-99.78				
1-12	-98.33				
1-13	-97.82	-132.1	2.9	-128.3	-138.3
1-14	-95.97				
1-15	-94.97	-128.1	3.6	-123.3	-135.8
1-16	-95.77	-106.5	4.1	-101.2	-115.4
1-17	-93.31	-100.2	3.6	-95.3	-107.4
1-18	-90.04	-95.9	6.0	-85.4	-104.7
1-19	-88.21	-89.2	3.6	-84.1	-96.1
1-20	-88.15	-92.1	3.3	-87.2	-98.8
1-21	-102.22				
1-22	-100.1	-130.6	3.4	-126.1	-137.8
1-23	-99.55	-109.5	3.6	-105.5	-117.4
1-24	-90.07	-91.4	2.6	-89.9	-98.0
1-25	-98.57	-110.6	3.9	-108.0	-119.9
1-26	-99.74	-110.1	4.1	-104.1	-117.8
1-27	-94.47	-104.9	4.4	-99.2	-113.7
1-28	-100.41	-124.5	3.8	-119.8	-132.5
1-29	-75.04	-78.1	3.1	-74.0	-84.7
1-30	-82.04	-86.8	4.6	-79.6	-95.4

測定点 ID	算出式による受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-31	-88.76	-93.5	5.3	-88.2	-105.1
1-32	-96.84	-118.0	3.0	-112.6	-123.3
1-33	-96.37	-102.8	4.7	-100.3	-114.8
1-34	-91.52	-99.6	3.2	-95.3	-106.0
1-35	-88.01	-89.1	2.2	-85.9	-93.7
1-36	-91.66	-100.7	2.6	-96.6	-105.7
1-37	-100.82	-108.5	4.3	-105.0	-119.4
1-38	-95.89				
1-39	-102.2	-131.1	2.9	-127.2	-137.1
1-40	-103.13				
1-41	-102.19				
1-42	-102.95				
1-43	-100.07	-130.7	3.5	-125.3	-137.7
1-44	-97.61	-110.4	2.6	-105.8	-114.6
1-45	-99.88	-131.9	3.3	-126.7	-138.3
1-46	-98.09	-116.8	5.4	-110.8	-127.5
1-47	-101.52	-121.0	4.2	-117.2	-131.2
1-48	-100.88				
1-49	-89.41	-102.9	6.2	-91.0	-109.9
1-50	-93.89	-108.3	3.2	-105.4	-115.8
1-51	-95.82	-116.7	3.1	-111.7	-122.4
1-52	-93.74	-104.9	3.9	-99.4	-112.4
O-1	-91.64	-107.9	2.3	-103.9	-111.4
O-2	-94.24	-119.9	5.8	-111.6	-127.7
O-3	-102.74				

図 3.3.1. (5).2)-1(c) 実測による各測定点のカバーエリアおよび調整対象区域：2F-DAS3

表 3.3. 1. (5).2)-1 (c) 下り受信電力の取りまとめ結果: 2F-DAS3

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	38.59	-118.7	-12.7	3.2	NLOS
2-2	25.9	-121.8	-13	1	NLOS
2-3	13.7	-109.2	-10.8	9.8	NLOS
2-4	11.68	-112.1	-11.3	9.3	NLOS
2-5	8.07	-104.4	-10.3	16.4	NLOS
2-6	6.4	-97.4	-10.6	19.7	NLOS
2-7	21.24	-116.4	-10.8	6.3	NLOS
2-8	5.6	-105.5	-10.5	15.3	NLOS
2-9	3.16	-85.5	-10.1	21	NLOS
2-10	6.67	-89.4	-10.2	21.4	NLOS
2-11	10.54	-97.2	-10.3	20.1	NLOS
2-12	14.21	-104.5	-10.3	16.6	NLOS
2-13	17.71	-105.1	-10.9	14.5	NLOS
2-14	25.44	-120.5	-13.1	1.5	NLOS
2-15	31.71	-126.0	-15.8	-3.65	NLOS
2-16	9.57	-97.2	-10.3	19.6	NLOS
2-17	7.44	-97.1	-10.5	19.7	NLOS
2-18	5.63	-84.2	-10.1	20.7	NLOS
2-19	10.09	-107.0	-10.8	14	NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-20	21.81	-109.9	-10.6	12.3	NLOS
2-21	32.9	-103.5	-11.9	16.9	NLOS
2-22	41.98	-123.9	-15.5	-3.2	NLOS
2-23	32.9	-121.1	-13.6	0.1	NLOS
2-24	27.71	-114.5	-11.4	7.6	NLOS
2-25	9.6	-92.5	-10.2	20.7	NLOS
2-26	29.12	-125.8	-16.5	-4.3	NLOS
2-27	35.41	-128.8	-18.1	-6.9	NLOS
2-28	21.77	-125.0	-15.5	-3.3	NLOS
2-29	14.74	-101.7	-10	18	NLOS
2-30	32.58				NLOS
2-31	20.32	-119.2	-12.8	2.2	NLOS
2-32	26.54	-122.0	-13.6	-0.1	NLOS
2-33	39.03				NLOS
2-34	26.06	-108.5	-10.1	13.8	NLOS
2-35	46.2				NLOS
2-36	1.48	-77.6	-10.2	21.7	NLOS
2-37	15.12	-100.1	-10.3	17.6	NLOS
2-38	19.61	-113.7	-11	7.5	NLOS
2-39	15.44	-108.9	-12.4	10.1	NLOS
2-40	10.46	-119.7	-12.9	2.3	NLOS
2-41	11.69	-112.5	-11	9.8	NLOS
2-42	21.57	-111.5	14.57	1.86	NLOS
2-43	28.84	-121.1	8.58	5.98	NLOS

表 3.3. 1. (5).2)-2(c) エリア算出法受信電力、実測受信電力の中央値、標準偏差、上位 10%値、下位 10%値一覧:2F-DAS3

測定点 ID	算出式による受信電力（dBm）	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-1	-102.06	-119.6	3.3	-114.6	-125.9
2-2	-98.59	-121.7	3.1	-119.4	-130.4
2-3	-93.04	-113.1	5.6	-104.8	-121.6
2-4	-91.63	-113.3	4.7	-107.5	-122.7
2-5	-88.38	-104.5	3.3	-101.3	-111.8
2-6	-86.31	-97.9	3.0	-94.4	-104.7
2-7	-96.86	-116.3	2.4	-113.9	-121.6
2-8	-85.1	-106.3	3.5	-102.2	-112.9
2-9	-79.65	-86.4	3.2	-81.9	-92.3
2-10	-86.68	-89.3	1.4	-88.0	-92.5
2-11	-90.74	-96.6	4.2	-94.8	-107.3
2-12	-93.36	-104.0	4.9	-101.1	-116.2
2-13	-95.28	-108.0	5.1	-101.4	-117.6
2-14	-98.44	-121.4	3.4	-116.4	-128.0
2-15	-100.35	-126.6	3.0	-122.4	-132.7
2-16	-89.88	-97.9	3.7	-93.3	-106.1
2-17	-87.66	-98.1	4.6	-92.7	-108.1
2-18	-85.14	-84.2	4.8	-81.3	-96.9
2-19	-90.35	-107.8	3.0	-103.1	-113.6
2-20	-97.1	-110.4	3.0	-107.4	-117.1
2-21	-100.67	-103.7	1.4	-101.4	-106.1
2-22	-102.79	-126.1	4.3	-117.8	-133.4
2-23	-100.67	-123.0	4.0	-115.8	-130.0
2-24	-99.18	-115.0	2.9	-110.8	-121.2
2-25	-89.92	-93.5	3.3	-88.7	-100.2
2-26	-99.61	-127.1	3.4	-121.2	-133.0
2-27	-101.31	-129.4	3.3	-125.1	-136.5
2-28	-97.08	-126.1	4.1	-120.9	-134.5
2-29	-93.68	-101.8	4.4	-98.5	-112.6

測定点 ID	算出式による受信電力（dBm）	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位10%値	下位 10%値
2-30	-100.59				
2-31	-96.48	-120.6	3.3	-114.6	-125.8
2-32	-98.8	-122.8	4.3	-118.2	-133.2
2-33	-102.16				
2-34	-98.65	-108.1	5.0	-105.3	-120.8
2-35	-103.62				
2-36	-69.09	-77.6	1.5	-75.6	-81.0
2-37	-93.9	-103.2	4.4	-95.9	-108.9
2-38	-96.17	-115.1	3.7	-108.7	-121.9
2-39	-94.08	-112.5	4.4	-102.9	-117.8
2-40	-90.67	-120.5	2.4	-116.0	-124.4
2-41	-91.65	-112.8	1.8	-109.8	-116.1
2-42	-97	-111.8	1.9	-107.4	-114.3
2-43	-99.53	-121.2	5.6	-114.1	-131.0

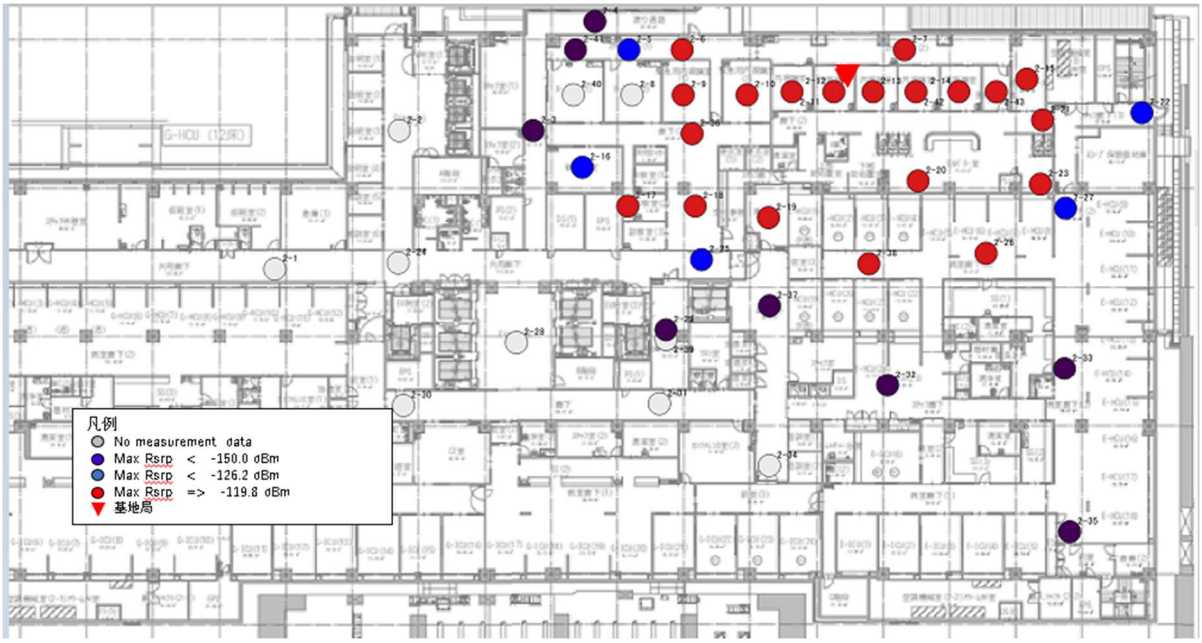


図 3.3.1. (5).2)-1(d) 実測による各測定点のカバーエリアおよび調整対象区域：2F-DAS4

表 3.3. 1. (5).2)-1(d)　下り受信電力の取りまとめ結果: 2F-DAS4

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	55.9				NLOS
2-2	41.9				NLOS
2-3	29.46	-132.7	-21.7	-9.7	NLOS
2-4	23.78	-128.3	-17.3	-5.9	NLOS
2-5	20.24	-123.9	-15.5	-2.9	NLOS
2-6	15.29	-109.9	-10.7	12.1	NLOS
2-7	6.36	-96.9	-10.7	18.8	NLOS
2-8	19.87				NLOS
2-9	15.1	-105.3	-10.2	15.7	NLOS
2-10	9.2	-89.9	-10.2	20.3	NLOS
2-11	5.08	-85.0	-10.2	21.3	NLOS
2-12	1.98	-81.8	-10.6	21.6	NLOS
2-13	3.37	-79.8	-10.5	21	NLOS
2-14	11.05	-89.7	-10.5	21.1	NLOS
2-15	17.33	-102.7	-9.8	17.5	NLOS
2-16	25.72	-121.0	-13	0.7	NLOS
2-17	23.16	-118.0	-11.8	2.8	NLOS
2-18	17.92	-111.4	-11.2	10.7	NLOS
2-19	14.21	-107.8	-10.4	13.8	NLOS
2-20	11.61	-105.0	-11.4	15.9	NLOS
2-21	19.17	-101.0	-10.2	18.2	NLOS
2-22	28.28	-121.3	-13.5	0.6	NLOS
2-23	20.84	-107.2	-12.1	13.8	NLOS
2-24	44.79				NLOS
2-25	20.81	-122.4	-14	-0.8	NLOS
2-26	20.52	-116.0	-11.5	6.4	NLOS
2-27	23.9	-120.7	-12.6	2.2	NLOS
2-28	38.46				NLOS
2-29	27.69	-126.4	-16.7	-5.5	NLOS
2-30	50.27				NLOS
2-31	33.42				NLOS
2-32	27.36	-126.4	-15.85	-4	NLOS
2-33	32.96	-129.1	-18.8	-7.4	NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-34	34.76				NLOS
2-35	45.19	-133.4	-22.3	-10.15	NLOS
2-36	15.03	-102.3	-10.7	17.8	NLOS
2-37	21.21	-125.7	-15.7	-3.6	NLOS
2-38	16.59	-108.9	-10.6	12.7	NLOS
2-39	28.35				NLOS
2-40	25.35				NLOS
2-41	25.21	-127.0	-16.8	-5	NLOS
2-42	7.11	-91.3	22.72	20.9	NLOS
2-43	14.53	-100.4	20.71	18.1	NLOS

表 3.3. 1. (5).2)-2(d) エリア算出法受信電力、実測受信電力の中央値、標準偏差、上位 10%値、下位 10%値一覧: 2F-DAS4

測定点 ID	算出式による 受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-1	-105.28				
2-2	-102.78				
2-3	-99.71	-133.4	3.2	-128.8	-140.0
2-4	-97.85	-128.6	3.0	-125.1	-135.6
2-5	-96.44	-125.8	4.7	-119.5	-135.1
2-6	-94	-110.3	2.2	-107.2	-114.9
2-7	-86.25	-100.5	5.2	-92.3	-108.3
2-8	-96.29				
2-9	-93.89	-105.7	2.7	-102.1	-111.5
2-10	-89.53	-88.6	8.5	-86.5	-109.3
2-11	-84.21	-85.8	3.1	-81.9	-92.1
2-12	-74.25	-82.3	2.8	-78.4	-88.2
2-13	-80.3	-80.6	6.5	-75.8	-95.1
2-14	-91.15	-91.2	2.5	-87.0	-94.2
2-15	-95.09	-103.2	2.4	-99.4	-107.6
2-16	-98.53	-122.2	4.8	-116.7	-132.3
2-17	-97.62	-120.0	5.0	-114.2	-129.4

測定点 ID	算出式による　受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-18	-95.38	-111.8	2.0	-108.4	-115.4
2-19	-93.36	-107.9	1.6	-105.7	-111.3
2-20	-91.58	-105.3	1.9	-102.1	-108.7
2-21	-95.97	-101.2	2.8	-98.2	-107.2
2-22	-99.36	-122.3	3.2	-117.0	-128.6
2-23	-96.7	-108.0	3.0	-103.0	-113.4
2-24	-103.36				
2-25	-96.68	-123.5	3.8	-117.9	-131.4
2-26	-96.56	-116.2	2.1	-113.2	-120.6
2-27	-97.89	-120.5	2.9	-118.5	-128.4
2-28	-102.03				
2-29	-99.17	-128.1	4.5	-122.4	-136.6
2-30	-104.36				
2-31	-100.81				
2-32	-99.07	-126.7	3.6	-122.9	-134.3
2-33	-100.69	-130.4	3.4	-124.6	-136.5
2-34	-101.15				
2-35	-103.43	-134.1	3.0	-129.8	-140.0
2-36	-93.85	-102.3	2.3	-99.7	-107.6
2-37	-96.85	-126.3	3.6	-122.0	-134.3
2-38	-94.71	-109.0	2.6	-106.0	-114.4
2-39	-99.38				
2-40	-98.4				
2-41	-98.36	-127.7	4.1	-123.0	-137.0
2-42	-87.25	-90.8	3.5	-86.5	-98.3
2-43	-93.55	-100.1	3.0	-95.9	-106.3

図 3.3.1. (5).2)-1(e) 実測による各測定点のカバーエリアおよび調整対象区域：2F-DAS5

表 3.3. 1. (5).2)-1 (e) 下り受信電力の取りまとめ結果:2F-DAS5

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	80.25				NLOS
2-2	65.55				NLOS
2-3	51.97				NLOS
2-4	45.15				NLOS
2-5	41.64	-130.2	-19.9	-8.3	NLOS
2-6	36.18	-127.5	-16.4	-4.9	NLOS
2-7	13.46	-101.8	-9.9	17.9	NLOS
2-8	41.55				NLOS
2-9	36.35	-125.6	-15.6	-3.5	NLOS
2-10	29.88	-120.2	-13.8	1.1	NLOS
2-11	25.29	-114.0	-10.5	8.3	NLOS
2-12	21.09	-109.2	-10.6	12.5	NLOS
2-13	17.17	-111.0	-11.6	11	NLOS
2-14	8.92	-95.8	-10.6	20.2	NLOS
2-15	3.24	-79.9	-10.3	21.3	LOS
2-16	47.61	-125.4	-15.2	-2.9	NLOS
2-17	44.04				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-18	37.56	-126.8	-15.8	-4.1	NLOS
2-19	31.21	-125.8	-15.4	-2.7	NLOS
2-20	16.91	-106.8	-10.9	14.6	NLOS
2-21	6.66	-87.6	-10.4	21.2	NLOS
2-22	12.39	-110.5	-11.7	10.9	NLOS
2-23	12.15	-100.6	-10.6	18	NLOS
2-24	67.91				NLOS
2-25	38.95				NLOS
2-26	18.8	-109.5	-10.9	12.6	NLOS
2-27	14.53	-113.5	-11.1	8.9	NLOS
2-28	59.06				NLOS
2-29	45.18				NLOS
2-30	71.82				NLOS
2-31	49.48				NLOS
2-32	33.15	-128.8	-17.6	-6.3	NLOS
2-33	28.19	-125.1	-15.5	-2.6	NLOS
2-34	45.5				NLOS
2-35	42.28	-128.3	-19.4	-8	NLOS
2-36	36.02	-111.5	-10.1	10.6	NLOS
2-37	35.41				NLOS
2-38	25.55	-118.1	-12.3	4.3	NLOS
2-39	45.63				NLOS
2-40	47.52				NLOS
2-41	47.1				NLOS
2-42	12.96	-103.9	-10.6	16.4	NLOS
2-43	5.82	-87.5	-10.8	20.8	NLOS

表 3.3. 1. (5).2)-2(e) エリア算出法受信電力、実測受信電力の中央値、標準偏差、上位 10%値、下位 10%値一覧: 2F-DAS5

測定点 ID	算出式による受信電力 (dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-1	-108.42				
2-2	-106.67				
2-3	-104.65				
2-4	-103.43				
2-5	-102.73	-131.3	3.3	-125.8	-137.7
2-6	-101.51	-127.6	3.2	-124.3	-135.4
2-7	-92.91	-102.4	3.1	-98.8	-109.3
2-8	-102.71				
2-9	-101.54	-126.3	2.6	-121.7	-131.3
2-10	-99.84	-121.9	3.8	-115.4	-128.0
2-11	-98.4	-114.5	2.6	-111.5	-119.5
2-12	-96.81	-109.8	2.9	-105.8	-115.9
2-13	-95.03	-111.3	2.9	-107.8	-117.5
2-14	-89.34	-96.1	2.4	-93.1	-101.6
2-15	-80.52	-80.7	4.6	-75.6	-90.6
2-16	-103.89	-125.8	2.2	-122.2	-130.1
2-17	-103.21				
2-18	-101.83	-127.0	4.7	-123.4	-138.3
2-19	-100.22	-125.5	3.7	-123.0	-135.2
2-20	-94.9	-107.4	2.8	-103.3	-112.9
2-21	-86.8	-88.5	4.5	-83.4	-98.9
2-22	-92.19	-111.5	3.5	-106.3	-118.4
2-23	-92.02	-102.6	4.7	-96.6	-111.0
2-24	-106.97				
2-25	-102.15				
2-26	-95.82	-109.6	1.2	-107.8	-112.0
2-27	-93.58	-113.8	3.7	-110.3	-123.4
2-28	-105.76				
2-29	-103.43				
2-30	-107.46				

測定点 ID	算出式による受信電力(dBm)	実測値(dBm)			
		中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-31	-104.22				
2-32	-100.75	-128.9	3.7	-125.3	-137.4
2-33	-99.34	-125.6	2.5	-121.7	-130.7
2-34	-103.5				
2-35	-102.86	-131.1	4.6	-123.2	-138.3
2-36	-101.47	-112.1	1.9	-108.8	-115.0
2-37	-101.32				
2-38	-98.48	-118.3	3.3	-114.9	-125.2
2-39	-103.52				
2-40	-103.87				
2-41	-103.8				
2-42	-92.58	-104.4	4.3	-100.4	-114.2
2-43	-85.63	-87.9	2.9	-84.7	-94.2

3) 仮説に基づくエリア図と実測値から推定されるエリア図との比較

3.3.1.(5).1)章にて仮説値から算出したエリア図と、3.3.1.(5).2) 章にて実測値から推定したエリア図の比較を行い、仮説値の妥当性を評価する。

図 3.3.1.(5).3)-1 に仮説値におけるエリア図と実測値から推定したエリア図を示す。

結果から、仮説値より実測値から推定した推定エリアは縮小している事が確認できた。

各 DAS についての実測値から推定したエリアの広がりについて、以下が確認できた。

・1 階に設置された DAS1 は、CT 検査機などの X 線(放射線)により医療検査を行う放射線室内に置局されている。放射線室内は外部への放射線を遮断する鉛を組み込んだ放射線遮へい壁構造により構築されており、通常の内壁とは異なる電波減衰によりエリアの縮小が確認できる(図内①)。また、放射線室より南側(図面の下側)は放射線室内を外部から確認するためにガラス窓が設置されている。このガラスについても、鉛を組み込んだ放射線遮へいガラス構造であるが、実測値から推定したエリアは放射線遮へい壁構造(図面の下側以外)よりも放射線遮へいガラス構造がある方面(図面の下側)の方が、エリアの広がりがある事を確認できる(図内②)。

・1 階に置局された DAS2 についても、DAS1 の置局されている放射線室にてエリアの縮小が確認できる。(図内③)。また、エレベーターによりエリアの縮小が確認できる(図④)。

・2 階に置局された DAS3 については、2 階の放射線室で同様にエリアの縮小が確認できる(図内⑤)。また、エレベーターによりエリアの縮小が確認できる(図⑥)。

・2 階に置局された DAS4 についても、2 階の放射線室でエリアの縮小が確認できる(図内⑦)。

図 3.3.1.(5).3)-1(a) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較:
1F-DAS1(出典:地理院地図)

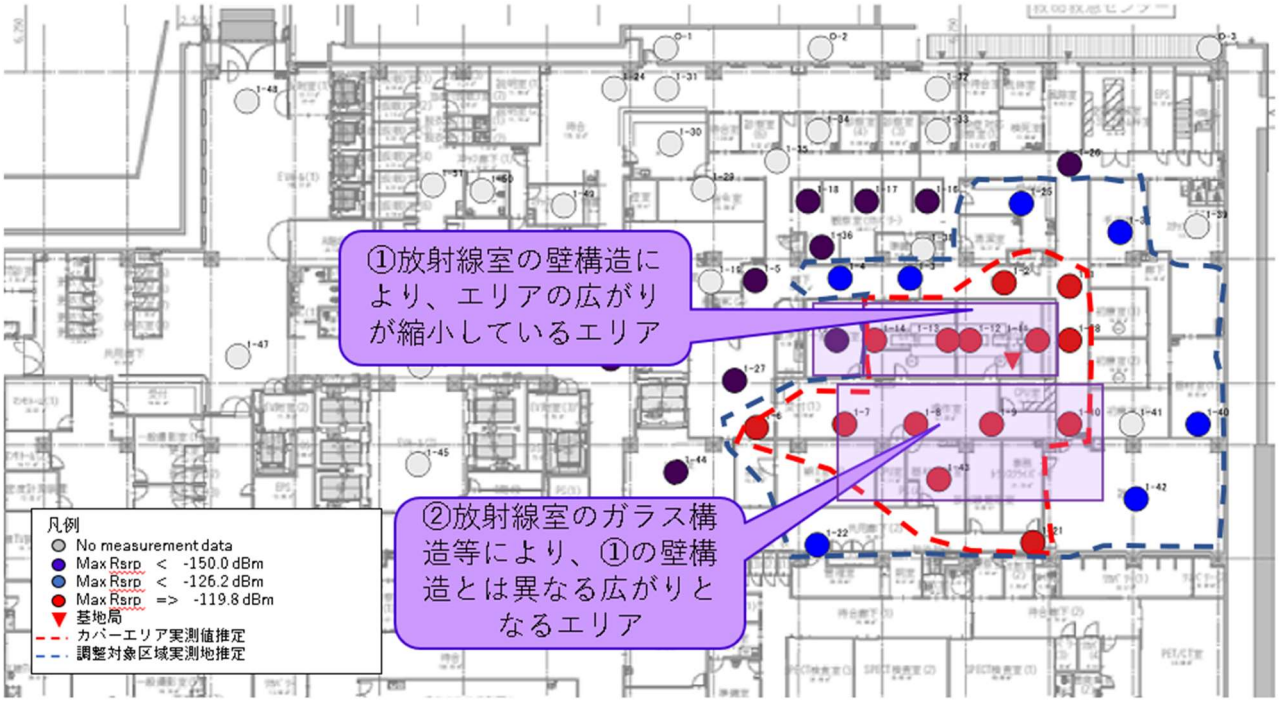


図 3.3.1.(5).3)-1(b)実測値推定エリア図　室内:1F-DAS1

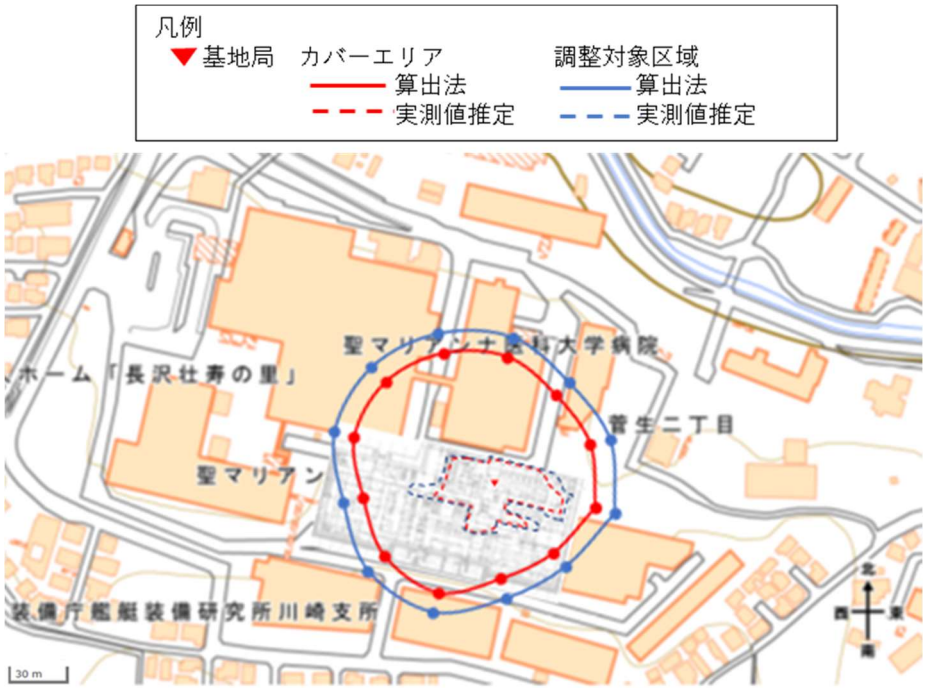


図 3.3.1.(5).3)-1(c) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較:
1F-DAS2(出典:地理院地図)

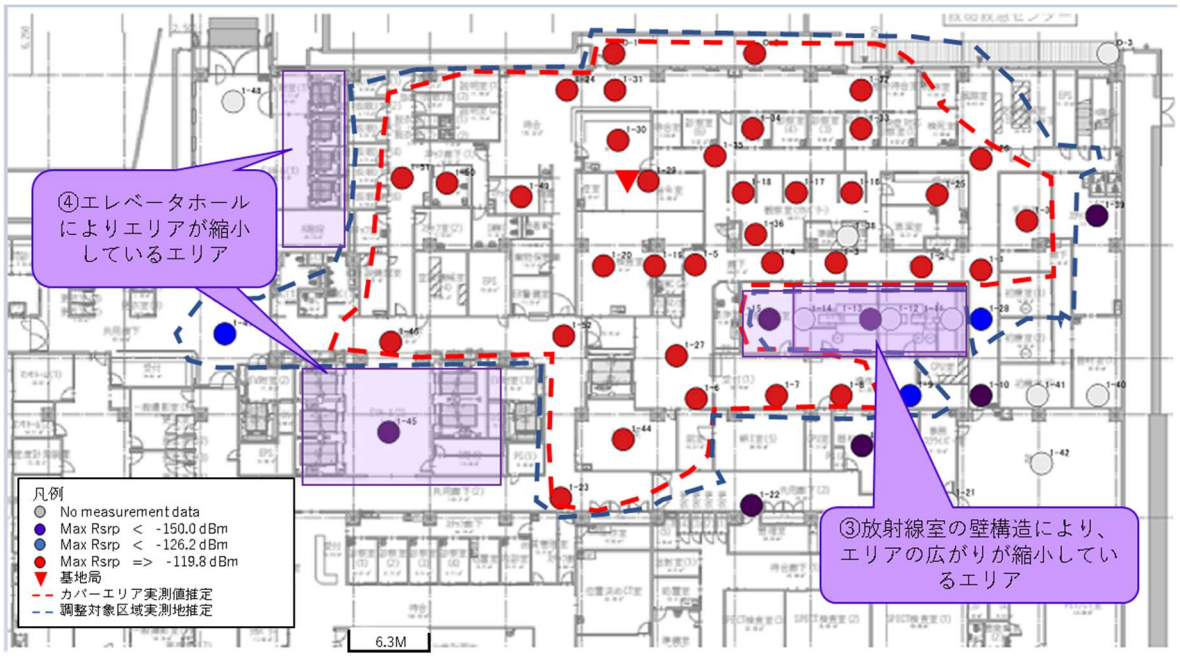


図 3.3.1.(5).3)-1(d)実測値推定エリア図　室内:1F-DAS2

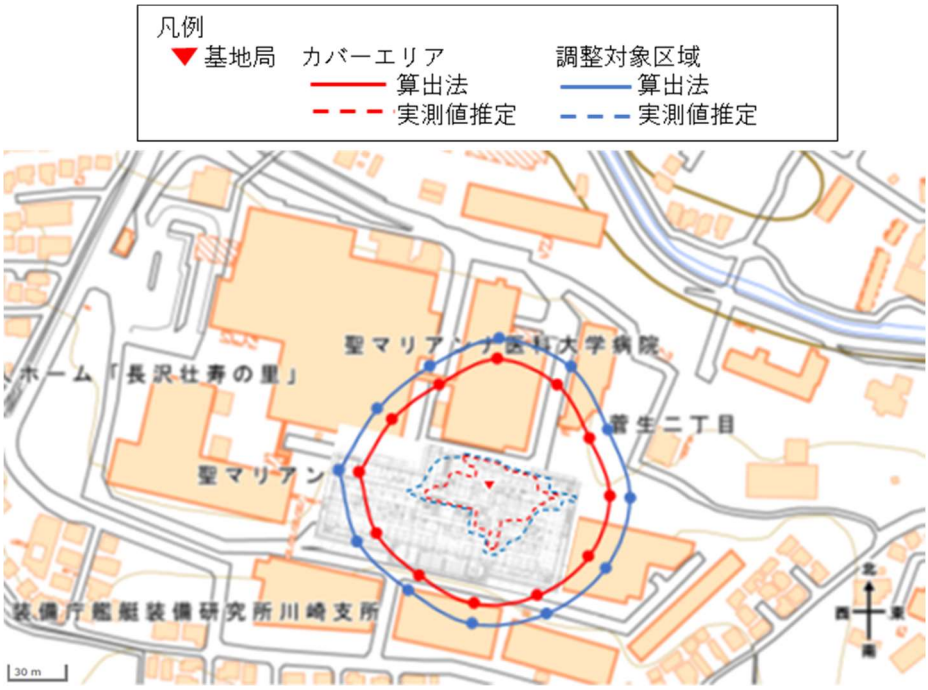


図 3.3.1.(5).3)-1(e) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較:
2F-DAS3(出典:地理院地図)

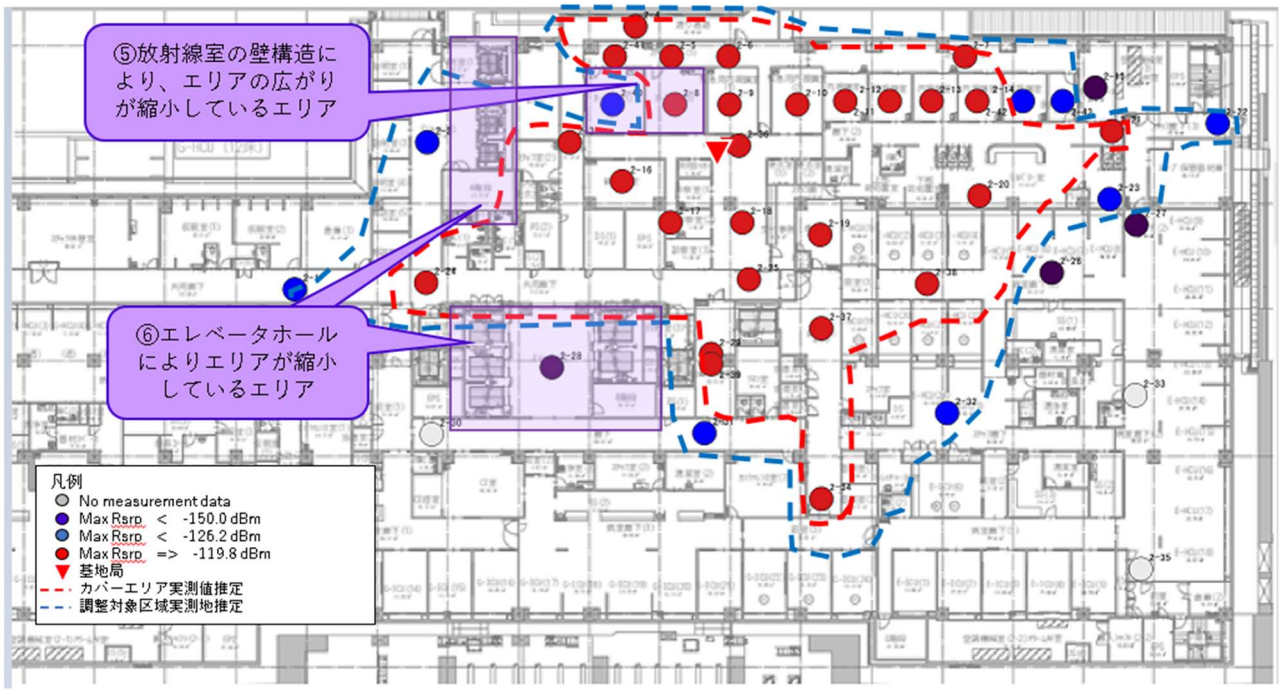


図 3.3.1.(5).3)-1(f)実測値推定エリア図　室内:2F-DAS3

図 3.3.1.(5).3)-1(g) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較:
2F-DAS4(出典:地理院地図)

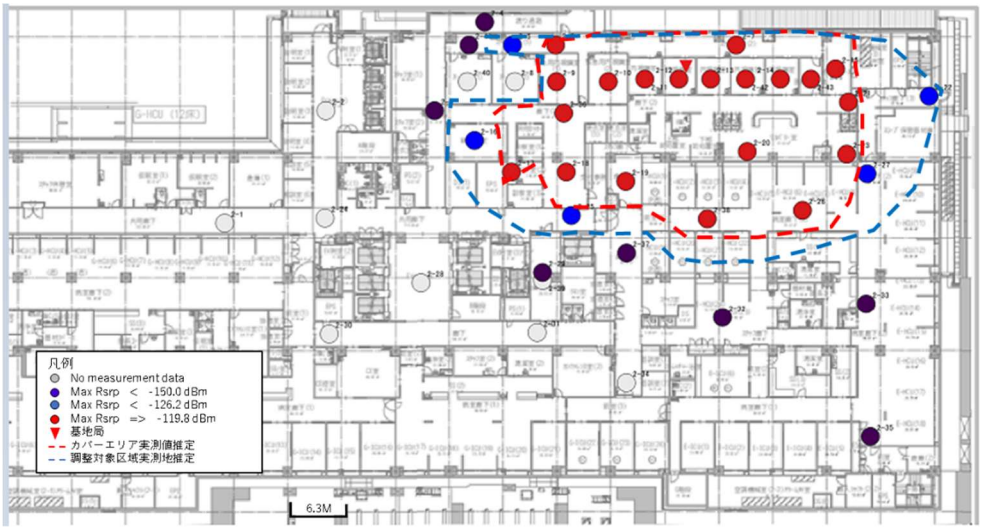


図 3.3.1.(5).3)-1(h)実測値推定エリア図　室内:2F-DAS4

図 3.3.1.(5).3)-1(i)実測値推定エリア図　室内:2F-DAS5

図 3.3.1.(5).3)-2(a)　実証風景(1F 放射線室内)

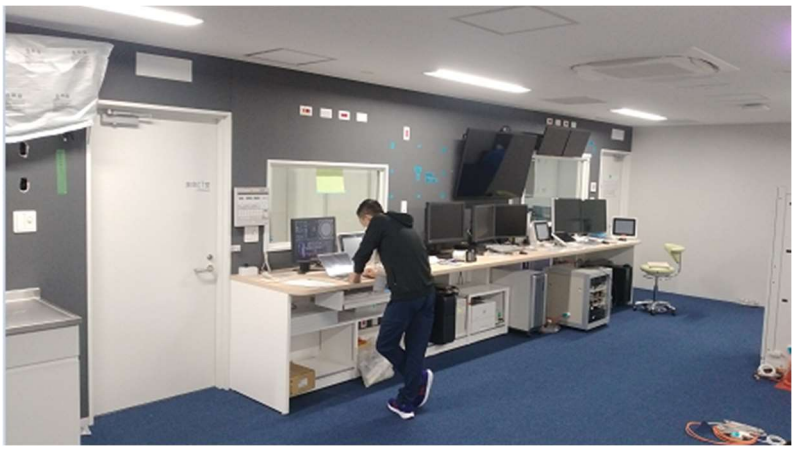
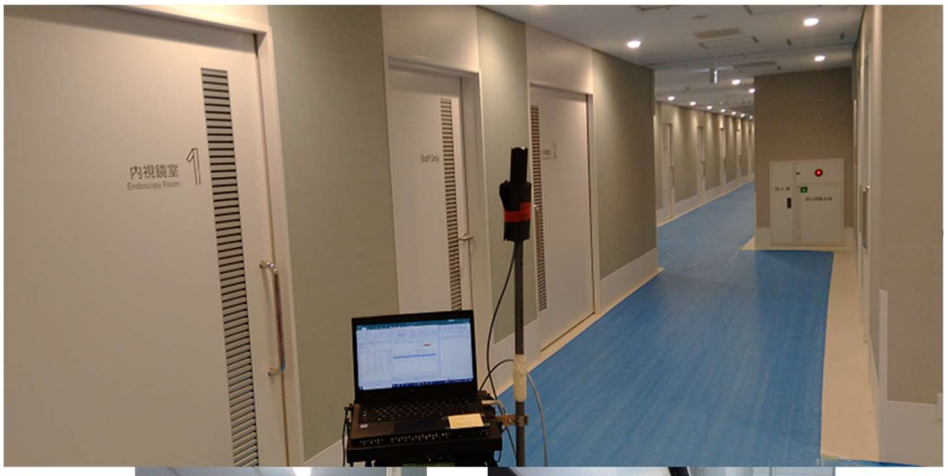


図 3.3.1.(5).3)-2(b)　実証風景(2F 放射線室外)

図 3.3.1.(5).3)-2(c)　実証風景(2F 放射線室)



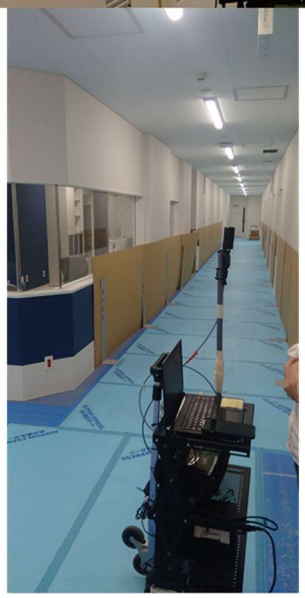


図 3.3.1.(5).3)-2(d)　実証風景

今回の実証環境である新病院棟内は、建物内が複雑な壁面で構成されており、内部に置局された基地局からの電波漏洩は、複数の壁面により損失が大きいことから漏洩は少ない環境であり、 自己土地内においてサービスエリアの構築がしやすいと言える。

しかし、一方、複雑な壁面においても、ローカル５Ｇ基地局から想定するサービスエリア外への電波漏洩について更に精査する必要があり、ローカル５Ｇを運用するには、隣接する他事業者への電波干渉を最低限に抑えつつ、自己土地内で必要十分なサービスエリアを確保するサイトエンジニアリングが求められる。そのため、まずは、実証環境における 4.7GHz 帯の電波伝搬特性の評価を行う。

図 3.3.2.(5). c)-1 にて示した下り受信電力の実測データ(SS-RSRP)を用いて、病棟等の環境における 4.7GHz 帯の電波伝搬特性を考察する。

具体的には、実測した下り受信電力値から伝搬ロスを算出し、それらの距離特性を求める。さらに、携帯電話システムの設計等に用いられている、いくつかの電波伝搬モデルから求められる伝搬ロスとの比較を行うことで、発電所等の環境における 4.7GHz 帯の電波伝搬特性の評価を行う。

表 3.3.2.(5).1).c-1　実測値との比較に用いた電波伝搬式

電波伝搬式	概要
自由空間伝搬	開放地に適用。周波数範囲、伝搬距離、送受信機の高さなどの適用制限はない。 $L = 20\log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) = 20\log\left(\frac{4\pi f d}{c}\right) = 20\log f + 20\log d + 20\log\left(\frac{4\pi}{c}\right)$ $= 20\log f + 20\log d + 32.4$ [dB] f: 周波数[MHz]、d: 距離[km]、c: 3.0×108[m/s]
ローカル 5G 審査基準	電波法関係審査基準（平成 13 年総務省訓令第 67 号） 令和 2 年 12 月 18 日制定
3GPP モデル	ITU-R P.1411 ベースの伝搬式。環境により基地局、移動局高が規定されている。 RuralMacro:基地局 10～150m、移動局 1～10m UrbanMacro:基地局 25m、移動局 1.5～22.5m UrbanMicro:基地局 10m、移動局 1.5～22.5m InH Office(LOS):直線距離 1～100m InH Office(NLOS):直線距離 1～86m InH ShoppingMall:直線距離 1～150m

新病院棟内に設置した基地局について、実測した下り受信電力データから算出した電波伝搬特性を図 3.3.1.(5).3)-3 に示す。図中、●は NLOS データを示している。

LOS か NLOS は、測定地点から基地局アンテナが目視できるかで判断しているが、本事象環境の新病院棟においては、DAS は天井裏に設置されている事から、すべて NLOS としている。

実測値と比較した伝搬式は、自由空間伝搬と、3GPP モデルで用いられている 3GPP TR 38.901[10] InH Office(NLOS)モデルである。

[10] https://www.etsi.org/deliver/etsi_tr/138900_138999/138901/16.01.00_60/tr_138901v160100p.pdf

結果からは、以下のことがわかる。

新病棟内における DAS1～DAS4 について、電波伝搬モデルとしては InH Office(NLOS)モデルでおおむね推定できると考えられる。なお、電波伝搬モデルと実測値の誤差については、複数の診察室など複雑な壁面構造による、遮蔽損やマルチパス等による影響差分と考えられる。

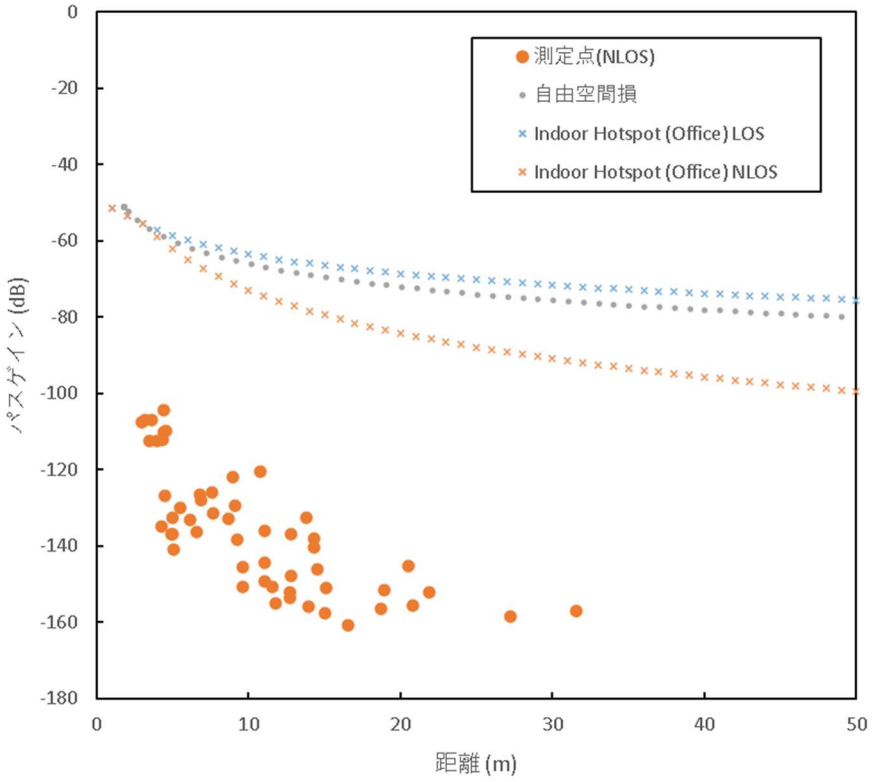


図 3.3.1.(5).3)-3(a) 基地局からの伝搬ロスの距離特性（1F-DAS1）

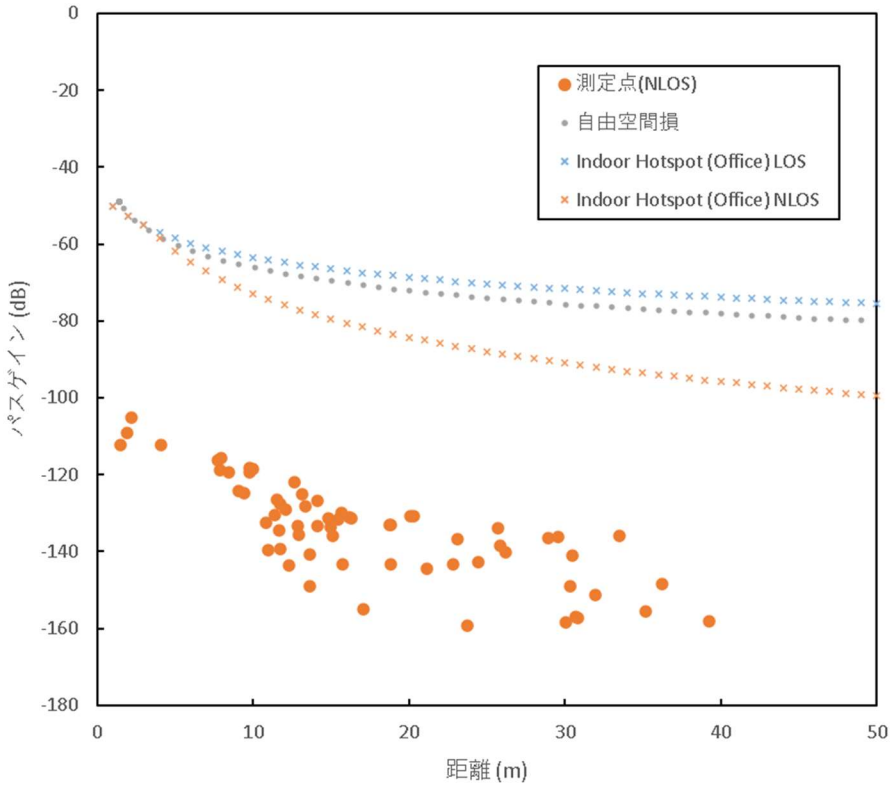


図 3.3.1.(5).3)-3(b) 基地局からの伝搬ロスの距離特性 (1F-DAS2)

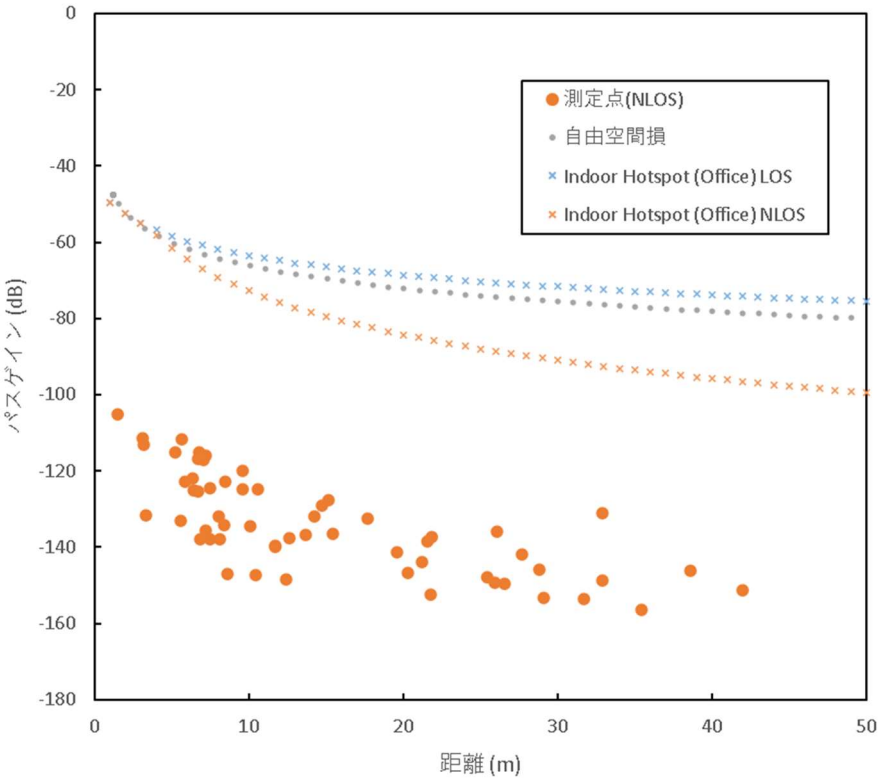


図 3.3.1.(5).3)-3(c) 基地局からの伝搬ロスの距離特性 (2F-DAS3)

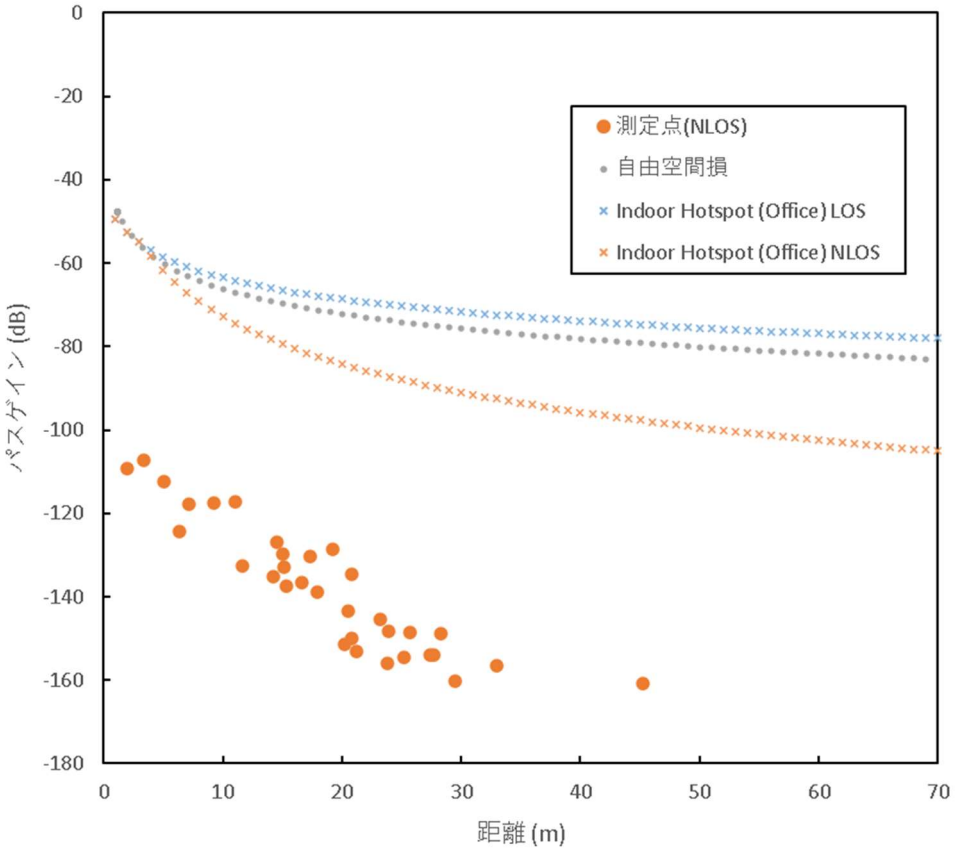


図 3.3.1.(5).3)-3(d) 基地局からの伝搬ロスの距離特性 (2F-DAS4)

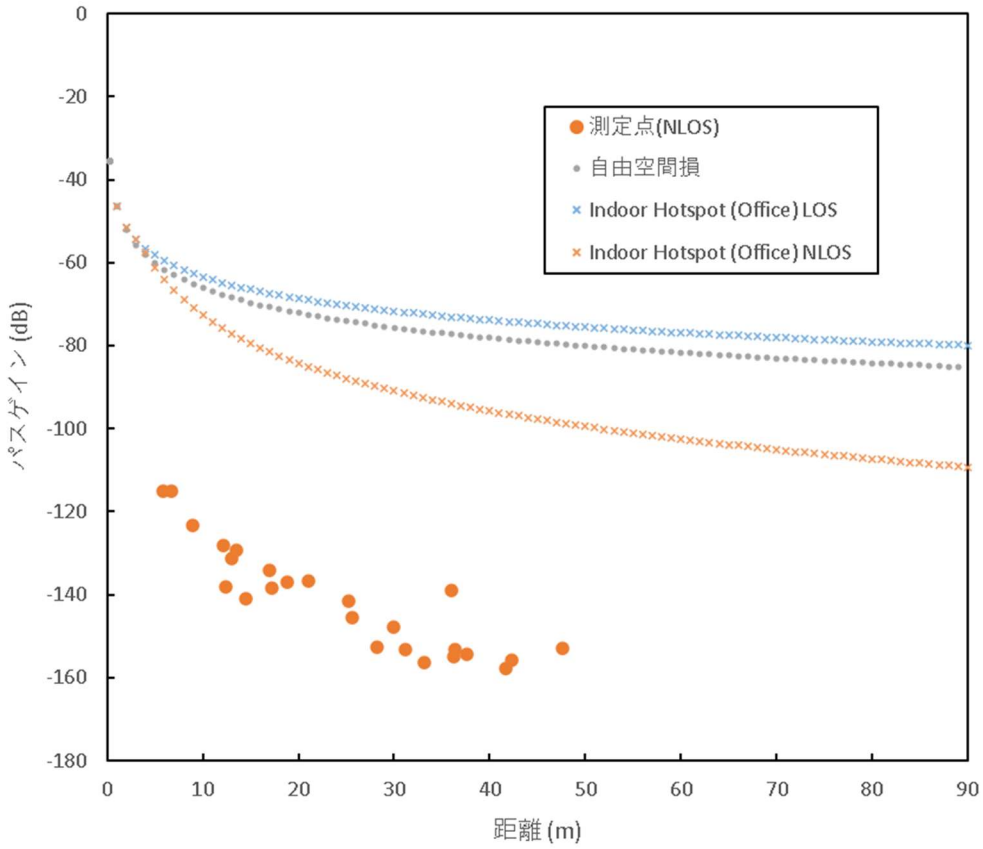


図 3.3.1.(5).3)-3(e) 基地局からの伝搬ロスの距離特性 (2F-DAS5)

4) 実測値を用いた建物侵入損失の算出

R 値の精緻化のもう 1 つのアプローチとして、建物内/外で実測した下り受信電力値から建物侵入損失を算出する。なお、建物侵入損失とは、厳密には、建物近傍路上における受信レベルと建物中央部における受信レベルとの差を意味するが、今回はエリア設計上建物内の診察室や CT 室など複雑な壁面構造を対象としているため、基地局アンテナから直線上となる建物壁の内外の電界強度差分を建物侵入損として検証する (図 3.3.1.(5).4)-1)。

R＝建物壁外参照点の電界強度 － 建物壁内部測定点の電界強度

また、純粋な壁面損失を算出するため、基地局から建物外参照点と建物内部測定点間の距離に応じた自由空間損失(FSPL)の差分を減算し補正するものとする。

なお、今回の実証環境のみに有効な結論ではなく、他の環境でも有効な汎用的/一般的な成果を得るため、壁面の材質や、それに伴う面積率などを記録し、汎用的に利用可能な R 値の精緻化を実施する。

FIGURE 17

Location of reference and measurement antennas for building entry loss measurement

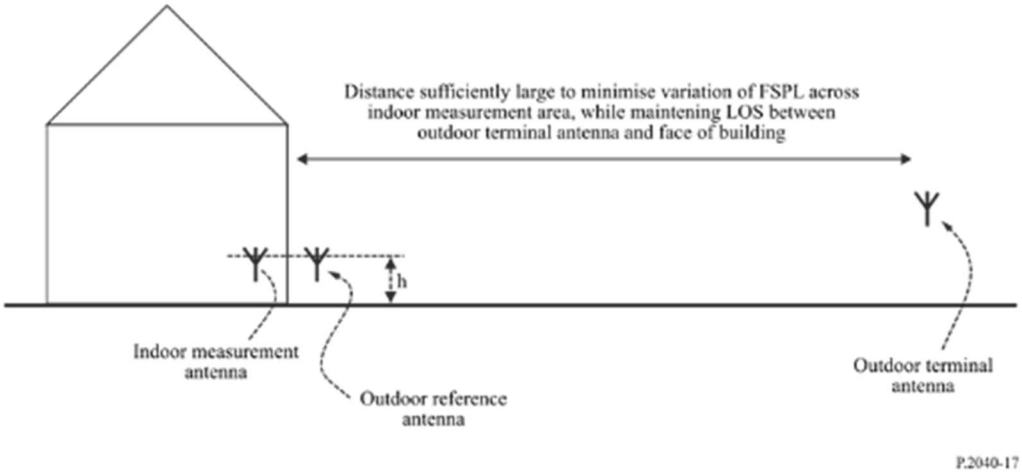


図 3.3.1.(5).4)-1 実測値からの R 値算出手法(図 3.3.1.(4)-1 再掲)

図 3.3.1.(5).4)-2、及び表 3.3.1.(5).4)-1 に、実証環境における壁面損失算出対象の測定地点及び算出結果を示す。図中の黒矢印で結ばれる屋内測定点と屋外参照点において、壁面損失の導出を行う事とする。なお、屋内測定点と屋外参照点の比較においては前述した手法により自由空間損失を補正しているが、その他損失は周辺環境要因にて異なり、建物外壁から遠方の屋外参照点はその他損失の影響が支配的になる。そのため、自由空間損失以外が含まれると判断した屋外参照点は精緻化対象から外している。

また、R 値は壁面の材質・構造ごとに異なるため、本実証環境ではCT室などの放射線室や内視鏡室など複雑な壁面構造となることから、それぞれの壁面ごとに精緻化を行う事とする。

図 3.3.1.(5).4)-2(a) 壁面 1(放射線遮へい壁)　精緻化測定地点：DAS1

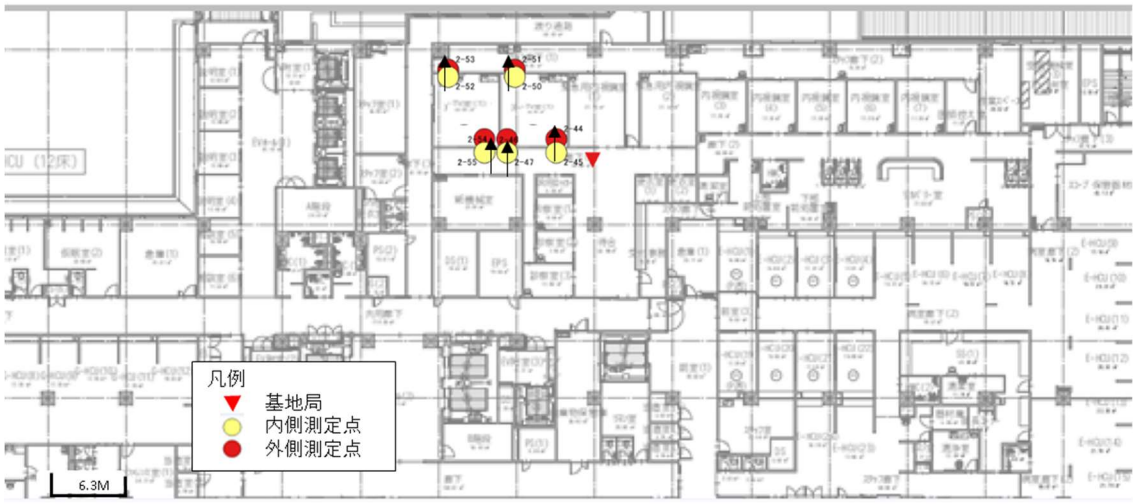


図 3.3.1.(5).4)-2(b) 壁面 1(放射線遮へい壁)　精緻化測定地点：DAS3

表 3.3.1.(5).4)-1(a) 壁面 1(放射線遮へい壁)　精緻化結果：DAS1・3

測定 DAS	比較対象		実測平均値 SS-RSRP(dBm)		自由空間損失差分(dB)	電界強度差分(dB)	R 値(dB)
	内側 ID	外側 ID	内側測定点	外側測定点			
DAS1	1-55	1-1	-82.74	-110.06	3.52	27.31	23.8
	1-57	1-2	-84.71	-114.88	1.41	30.17	28.76
	1-63	1-3	-93.37	-118.61	1.01	25.24	24.23
	1-12	1-13	-85.77	-103.56	2.78	17.79	15.01
	1-12	1-14	-85.77	-109.36	8.81	23.59	14.79
	1-14	1-15	-109.36	-129.79	2.04	20.43	18.39
	1-11	1-28	-81.15	-107.16	4.58	26	21.42
	1-53	1-54	-79.65	-107.52	1.47	27.87	26.4
	1-55	1-56	-82.74	-109.36	1.1	26.62	25.52
	1-57	1-58	-84.71	-109.4	1.14	24.69	23.55
	1-63	1-64	-93.37	-122.36	0.2	28.99	28.79
	1-65	1-66	-94.94	-102.43	0.08	7.48	7.41
	1-73	1-74	-127.59	-110.5	0.04	17.09	17.05
DAS3	2-55	2-40	-96.34	-119.73	1.82	23.39	21.57
	2-45	2-44	-84.69	-104.2	0.66	19.5	18.85
	2-47	2-46	-88.15	-110.71	0.15	22.56	22.42
	2-50	2-51	-111.02	-106.83	0.32	4.19	3.87
	2-52	2-53	-121.71	-110.34	0.14	11.36	11.23
	2-55	2-54	-96.34	-119.86	0.09	23.52	23.43

図 3.3.1.(5).4)-3(b)　壁面 2 参照点の状況：DAS1・3

図 3.3.1.(5).4)-2(c) 壁面 2(放射線遮へいガラス)　精緻化測定地点：DAS1

図 3.3.1.(5).4)-2(d) 壁面 2(放射線遮へいガラス)　精緻化測定地点：DAS3

表 3.3.1.(5).4)-1(c) 壁面 2(放射線遮へいガラス)　精緻化結果：DAS1・3

測定 DAS	比較対象		実測平均値 SS-RSRP(dBm)		自由空間損失差分(dB)	電界強度差分(dB)	R 値(dB)
	内側 ID	外側 ID	内側測定点	外側測定点			
DAS1	1-59	1-60	-78.1	-83.46	0.32	5.36	5.04
	1-61	1-62	-79.72	-87.45	0.58	7.72	7.14
	1-67	1-68	-100.44	-104.72	0.11	4.28	4.17
	1-69	1-70	-99.91	-102.55	0.14	2.64	2.5
	1-71	1-72	-114.04	-112.23	0.03	1.81	1.78
	1-14	1-15	-109.36	-129.79	2.04	20.43	18.39
DAS2	2-48	2-49	-109.04	-111.06	0.4	2.02	1.62

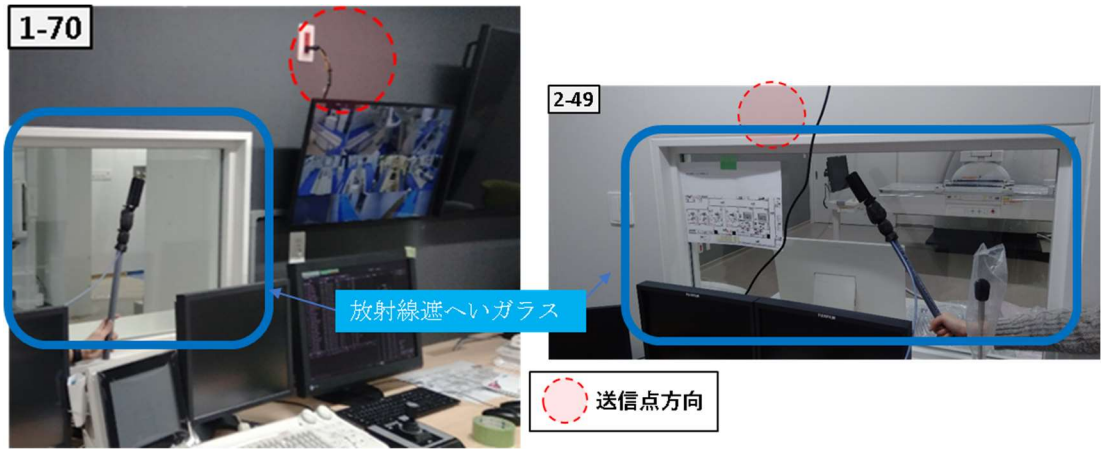


図 3.3.1.(5).4)-3(b)　壁面 2 参照点の状況：DAS1・3

図 3.3.1.(5).4)-2(e) 壁面 3(室外壁面構造)　精緻化測定地点：DAS2

表 3.3.1.(5).4)-1(d) 壁面 3(室外壁面構造)　精緻化結果：DAS2

測定 DAS	比較対象		実測平均値 SS-RSRP(dBm)		自由空間損失差分(dB)	電界強度差分(dB)	R 値(dB)
	内側 ID	外側 ID	内側測定点	外側測定点			
DAS2	1-31	O-1	-92.03	-106.97	2.82	14.94	12.12
	1-79	O-2	-106.26	-115.71	1.75	9.44	7.69
	1-75	1-76	-91.22	-112.35	0.81	21.13	20.32
	1-77	1-78	-103.4	-116.56	0.63	13.16	12.53
	1-79	1-80	-106.26	-122.61	0.51	16.35	15.84
	1-81	1-82	-106.24	-112.42	0.7	6.18	5.48
	1-83	1-84	-101.77	-108.36	0.57	6.59	6.02

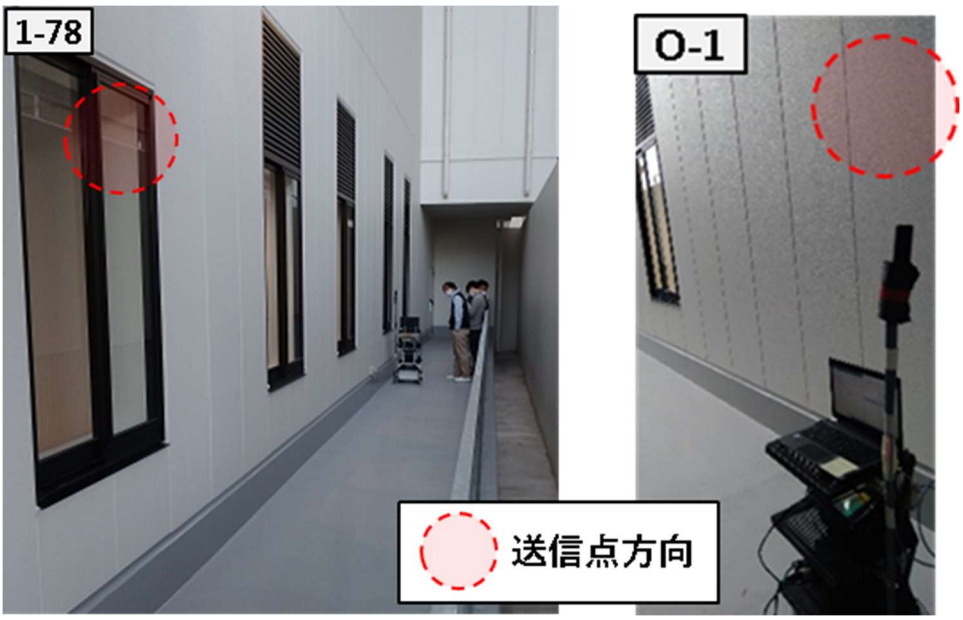


図 3.3.1.(5).4)-3(c)　壁面 3 参照点の状況：DAS2

図 3.3.1.(5).4)-2(f) 壁面 4(室内壁面構造)　精緻化測定地点：DAS2

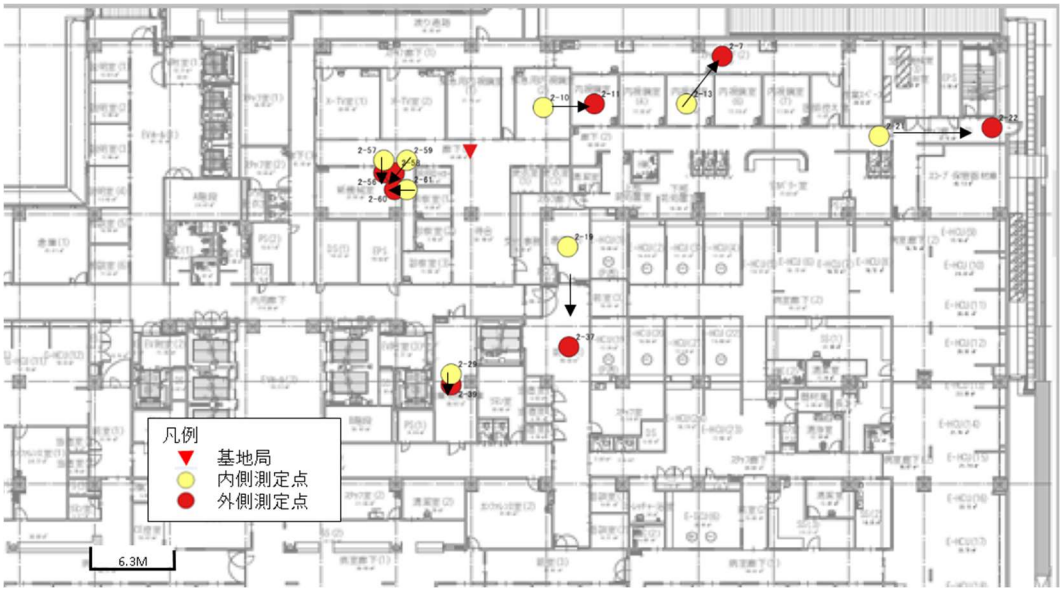


図 3.3.1.(5).4)-2(g) 壁面 4(室内壁面構造)　精緻化測定地点：DAS3

図 3.3.1.(5).4)-2(h) 壁面 4(室内壁面構造)　精緻化測定地点：DAS4

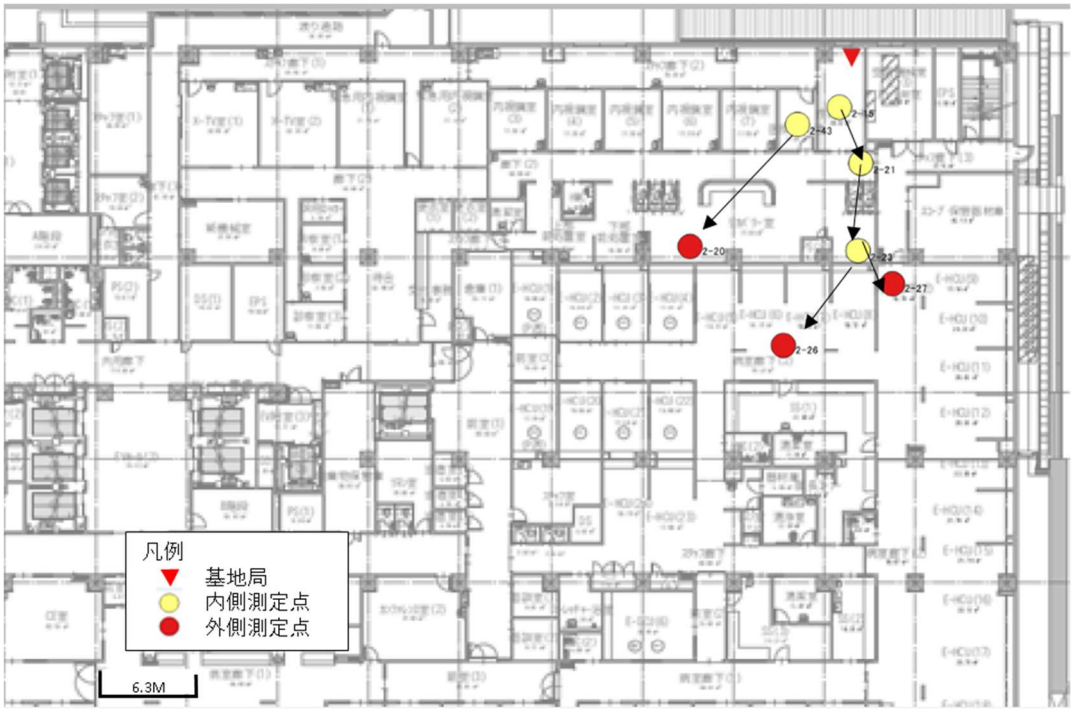


図 3.3.1.(5).4)-2(i) 壁面 4(室内壁面構造)　精緻化測定地点：DAS5

表 3.3.1.(5).4)-1(e) 壁面 4(室内壁面構造)　精緻化結果：DAS2・3・4・5

測定 DAS	比較対象		実測平均値 SS-RSRP(dBm)		自由空間損失差分(dB)	電界強度差分(dB)	R 値(dB)
	内側 ID	外側 ID	内側測定点	外側測定点			
DAS2	1-19	1-5	-88.16	-97.28	1.46	9.12	7.66
	1-30	1-31	-84.76	-92.03	6.3	7.26	0.97
	1-35	1-34	-88.84	-98.88	3.43	10.04	6.61

測定 DAS	比較対象		実測平均値 SS-RSRP(dBm)		自由空間損失差分(dB)	電界強度差分(dB)	R 値(dB)
	内側 ID	外側 ID	内側測定点	外側測定点			
	1-8	1-43	-112.69	-129.62	1.39	16.93	15.54
	1-50	1-51	-108.32	-115.84	1.91	7.52	5.61
	1-87	1-88	-94.64	-102.41	0.48	7.77	7.29
	1-89	1-90	-104.65	-105.35	0.47	0.7	0.23
	1-91	1-92	-98.03	-114.38	0.33	16.35	16.02
DAS3	2-13	2-7	-105.08	-116.41	1.58	11.32	9.75
	2-10	2-11	-89.43	-97.19	3.97	7.76	3.79
	2-21	2-22	-103.52	-123.91	2.12	20.39	18.28
	2-19	2-37	-106.98	-100.07	3.51	6.91	3.4
	2-29	2-39	-101.71	-108.92	0.4	7.21	6.81
	2-57	2-56	-89.97	-88.69	0.14	1.28	1.14
	2-59	2-58	-87.86	-95.37	1.66	7.5	5.85
	2-59	2-60	-87.86	-98.3	2.09	10.43	8.34
DAS4	2-5	2-4	-123.95	-128.33	1.4	4.38	2.98
	2-11	2-10	-85.01	-89.94	5.15	4.93	-0.22
	2-12	2-11	-81.79	-85.01	8.2	3.21	-4.99
	2-12	2-13	-81.79	-79.84	4.64	1.95	-2.69
	2-42	2-14	-91.32	-89.73	3.83	1.6	-2.23
	2-43	2-15	-100.42	-102.71	1.53	2.29	0.76
	2-21	2-22	-101.04	-121.31	3.38	20.28	16.9
	2-25	2-29	-122.43	-126.39	2.48	3.96	1.47
	2-19	2-37	-107.76	-125.71	3.48	17.95	14.47
	2-13	2-42	-79.84	-91.32	6.49	11.48	5
	2-14	2-43	-89.73	-100.42	2.38	10.69	8.31
DAS5	2-43	2-20	-87.52	-106.77	9.26	19.25	9.99
	2-15	2-21	-79.86	-87.64	6.25	7.78	1.53
	2-21	2-23	-87.64	-100.62	5.22	12.98	7.77
	2-23	2-26	-100.62	-109.52	3.8	8.9	5.1
	2-23	2-27	-100.62	-113.5	1.56	12.88	11.32

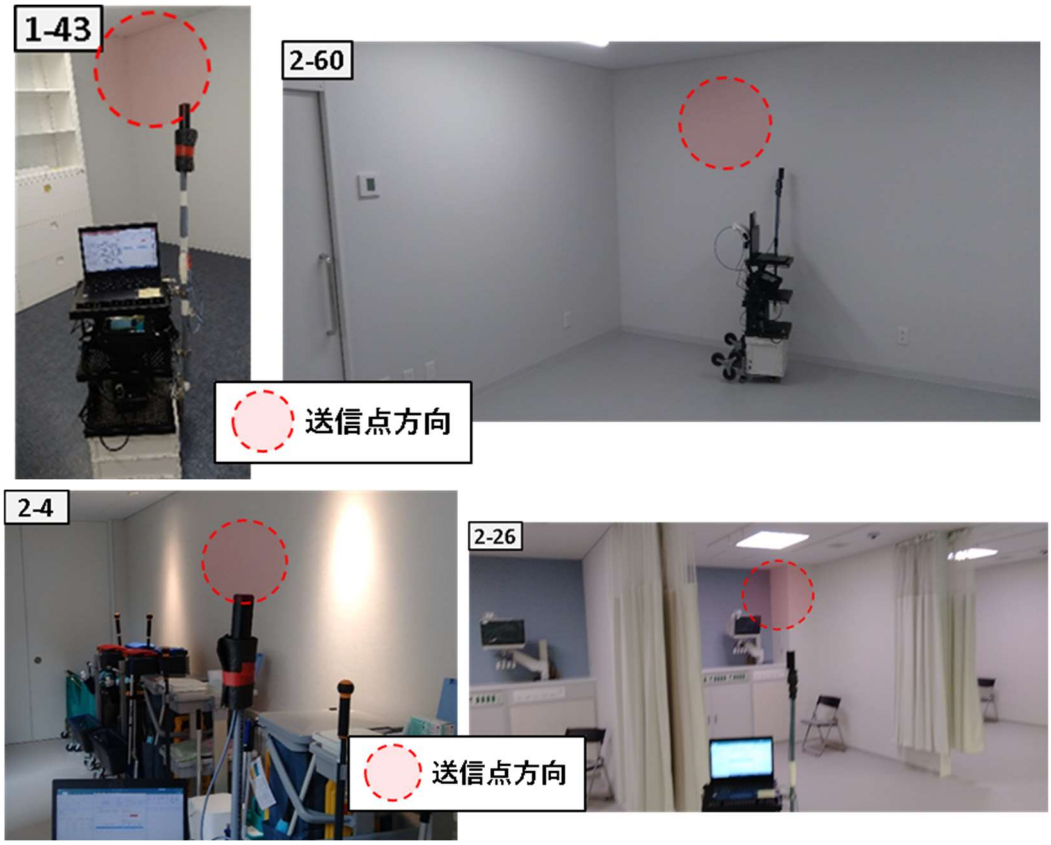


図 3.3.1.(5).4)-3(d)　壁面 4 参照点の状況：DAS2・3・4・5

表 3.3.1.(5).4)-2 に表 3.3.1.(5).4)-1 にて算出した R の精緻化値と対象壁面の材質/厚さ/面積率を示す。なお、精緻化値については壁面ごとに算出した R 値の平均を記載している。

結果から、以下の事がわかる。

・壁面 1 においては、CT 検査機などの X 線(放射線)により医療検査を行う放射線室で使用される鉛を壁面に組み込んだ放射線遮へい壁構造で構成されており、精緻化値として 18.94dB となる。

・壁面 2 においては、放射線室内を外部から確認できるガラス窓が設置されている。このガラス窓がある壁面は、鉛を組み込んだ放射線遮へいガラス構造と鉛を壁面に組み込んだ放射線遮へい壁構造で構成されており、放射線遮へいガラス構造の精緻化値として、4.06dB となる。

・壁面 3 においては、窓などの開口部が多い建物外壁面構造で構成されており、精緻化値として 11.4dB となる。

・壁面 4 においては、2 枚の石膏ボードに挟まれた軽量鉄骨で組まれた支柱下地構造で構成されており、精緻化値は 6.02dB となる(図 3.3.1.(5).4)-5)。

なお、DAS4 での 2-11/2-10、2-12/2-11, 2-12/2-13, 2-42/2-14, 2-43/2-15 の測定点間については、算出した R 値が-4.99～0.76dB となっている。これは、本実証実験では DAS は天井裏に設置されており、この測定点については、DAS 直下の内視鏡室の左右に連続した部屋を測定している事から、直接波以外にも DAS が設置してある二重天井の屋根裏空間からの回り込みの影響もあり、測定点間から算出した R 値が小さくなった可能性があると考えられる(図 3.3.1.(5).4)-3)。

表 3.3.1.(5).4)-2　4.7GHz 帯における実証環境 R 値

周波数	建物	材質	厚さ	面積率	仮説値 R(dB)	精緻化値 R(dB)
4.7GHz	代表値					16.2
	壁面 1 放射線遮へい壁面構造	なまり複合板下地、および、石膏ボード	160mm ・なまり複合板下地含む空間：100mm ・石膏ボード:30mm×2	100%	16.2	18.94
	壁面 2 放射線遮へいガラス構造	なまり複合板下地、および、石膏ボード	160mm ・なまり複合板下地含む空間：100mm ・石膏ボード:30mm×2	80%	16.2	4.06
		放射線遮へい用ガラス	16mm	20%		
	壁面 3 窓などの開口部が多い室外壁面構造	コンクリート	200mm	70%	16.2	11.43
		ガラス	20mm	30%		
	壁面 4 診療室、廊下を隔てる室内壁面構造	軽量鉄骨下地、および、石膏ボード	150mm ・軽量鉄骨板下地含む空間：90mm ・石膏ボード:30mm×2	100%	16.2	6.02

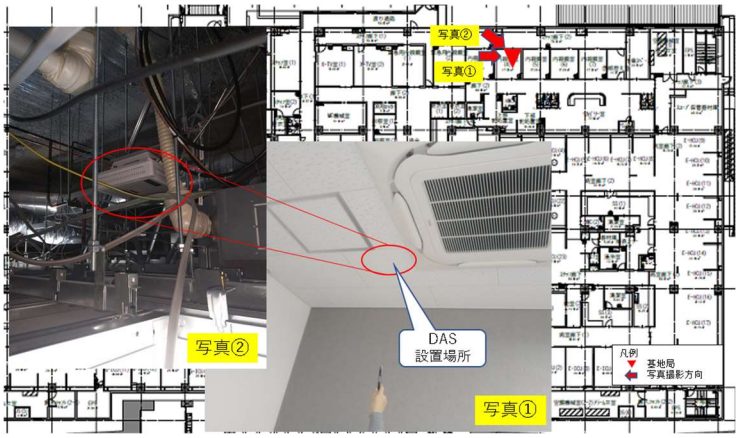


図 3.3.1.(5).4)-4(a)　天井空間からの影響：DAS4 設置状況(再掲)

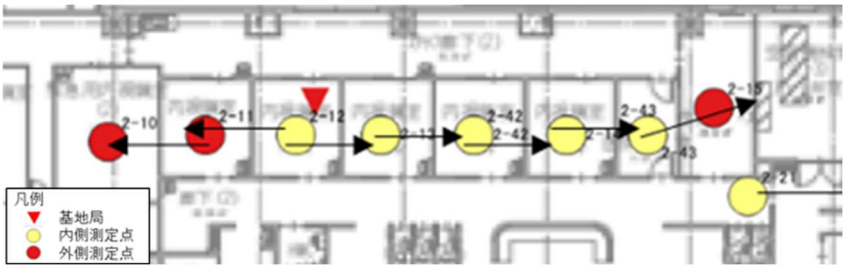


図 3.3.1.(5).4)-4(b) 天井空間からの影響：測定点情報

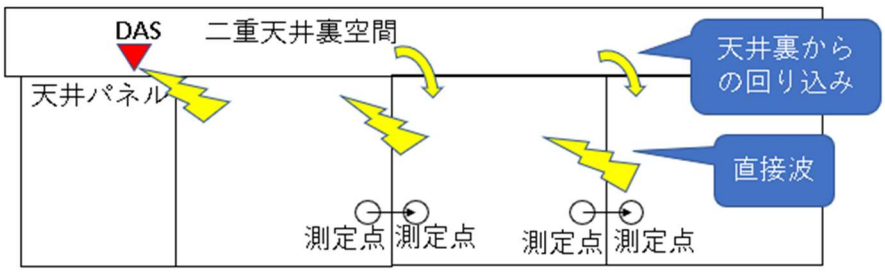


図 3.3.1.(5).4)-4(c) 天井空間からの影響

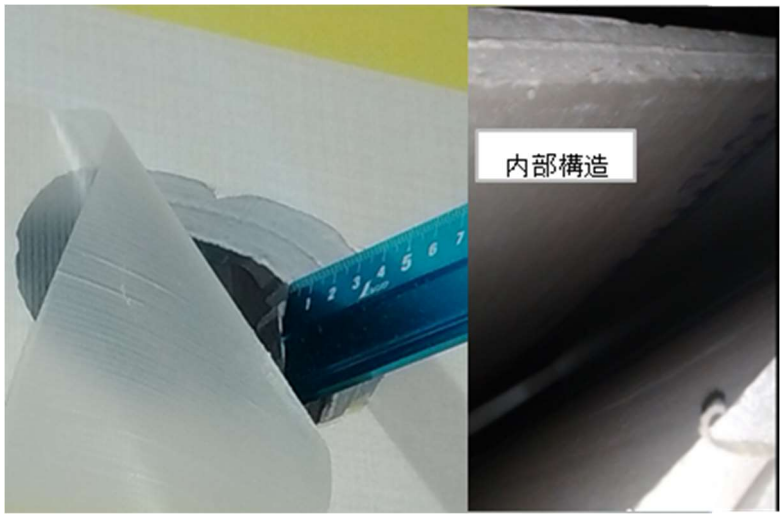


図 3.3.1.(5).4)-5 室内壁面構造

5) 精緻化パラメータの妥当性評価

3.3.1.(5)章 4)にて精緻化を行った対象パラメータ“R”を用いて、再度カバーエリア及び調整対象区域図を作成し、仮説値および実測値から推定されるエリア図との比較を行うことでその妥当性を評価する。

まず、表 3.3.1.(5).4)-2(c)で精緻化した新病棟 外壁の精緻化値 R のみを用いて、エリア算出法によるカバーエリア及び調整対象区域図について評価を行う。

図 3.3.1.(5).5)-1 に精緻化後のパラメータを用いて算出したカバーエリア及び調整対象区域図を示す。図中破線は 3.3.1.2 章で示す仮説値 R（16.2dB）におけるエリア図であり、実線は表 3.3.1.(5).4)-2(c)に示す外壁の精緻化値 R を考慮したエリア図である。

結果から、Traditional における期待値 50%(=16.2dB) として設定した仮説値 R(16.2dB)よりも新病棟外壁の精緻化値 R(11.43dB)の方が小さい値となったため、エリア算出法におけるカバーエリア及び調整対象区域は、仮説値 R(16.2dB)よりも新病棟外壁の精緻化値 R(11.43dB)

の方が広いことがわかる。

図 3.3.1.(5).5)-1 (a) 仮説値エリア図と精緻化エリア図との比較:1F-DAS1

図 3.3.1.(5).5)-1 (b) 仮説値エリア図と精緻化エリア図との比較:1F-DAS2

図 3.3.1.(5).5)-1 (c) 仮説値エリア図と精緻化エリア図との比較:2F-DAS3

図 3.3.1.(5).5)-1 (d)仮説値エリア図と精緻化エリア図との比較:2F-DAS4

次に、表 3.3.1.(5).4)-2 で精緻化した複数の壁面素材を用いて、新病棟内の実際の壁面素材、壁枚数を考慮し合算した R を方位ごとに算出し、エリア算出法におけるカバーエリア及び調整対象区域と実測値から推定されるエリア図との比較を行うことでその妥当性を評価する。

参考に代表として、放射線室内に基地局を設置した DAS1、および DAS2 について、各 DAS から前後左右の 4 方向に対して建物外壁までの壁枚数および壁面素材を図面上から確認した結果を図 3.3.1.(5).5)-2 及び表 3.3.1.(5).5)-1 に示す。

壁枚数を考慮して計算した表 3.3.1.(5).5)-1 について、最悪値となる R 値(R が一番小さくなった値(DAS1 : R=49.38、DAS2 : R=24.13))をもとに、エリア算出法におけるカバーエリア及び調整対象区域と実測値から推定されるエリア図を図 3.3.1.(5).5)-3 に示す。

結果から以下のことがわかる。

・DAS1 については、図 3.3.1.(5).5)-2(a)から四方を放射線遮へい壁、または放射線遮へいガラスで囲まれているため、さらに外壁までの内壁数を含めた算出では最悪値でも R=49.38 と仮説値よりも大きくなる(表 3.3.1.(5).5)-1 (a))。この R=49.38 を用いたエリア算出法におけるカバーエリア及び調整対象区域は、実測定値から推測されるエリア図よりも小さな結果となった(図 3.3.1.(5).5)-3(a))。

・DAS2 については、図 3.3.1.(5).5)-2(b)から内壁及び外壁数から算出した結果は最悪値でも R=24.13 と仮説値より大きくなった(表 3.3.1.(5).5)-1 (a))。この R=24.13 を用いたエリア算出法におけるカバーエリア及び調整対象区域は、実測定値から推測されるエリア図よりも大きな結果となった(図 3.3.1.(5).5)-3(b))。

DAS2 の壁枚数を考慮した R=24.13 においては、エリア算出法によるエリア図は実測定よりも大きい。しかし、DAS1 の壁枚数を考慮した R=49.38 においては、エリア算出法のエリア図は実測定よりも小さくなった。ただし、エリア算出法および実測定共に建物外への電波漏洩は無い事から、他者土地への電波漏洩低減が見込まれ、エリア算出法による調整対象区域の低減を行う事も可能と考えられる。しかし、仮に同建物内において別事象者がローカル 5G を運用する場合は、漏れ出し考慮について留意が必要である。

本実証環境のような複雑な壁面構造を有した施設内においては、基地局置局場所から外壁までの内壁枚数を合算した R 値のみでは、純粋な内壁枚数のみだけではなく、今回の実証環境のような特殊な壁面（放射線遮へい壁）が存在する場合、壁面材質の更なる考慮をすることが望ましいと考えられる。

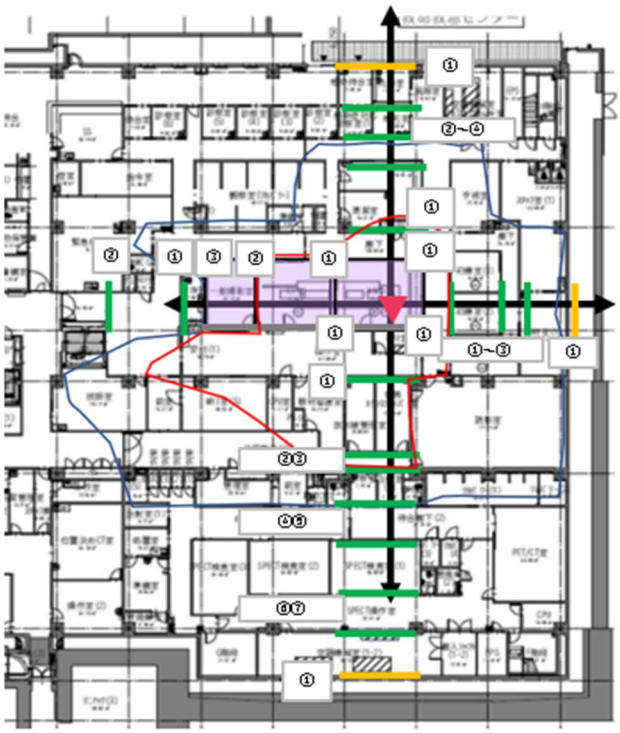


図 3.3.1.(5).5)-2(a) 置局場所から外壁までの壁数測定図(1F-DAS1)

表 3.3.1.(5).5)-1 (a) 置局場所から外壁までの壁数測定結果(1F-DAS1)

DAS1 からの確認方向	なまり壁 (R=18.9)	鉛ガラス (R=4.06)	外壁 (R=11.43)	内壁 (R=6.35)	合計値 (R 合算 dB)
上側	1	0	1	4	55.73
右側	1	0	1	3	49.38
下側	0	1	1	7	59.94
左側	3	0	0	2	69.4

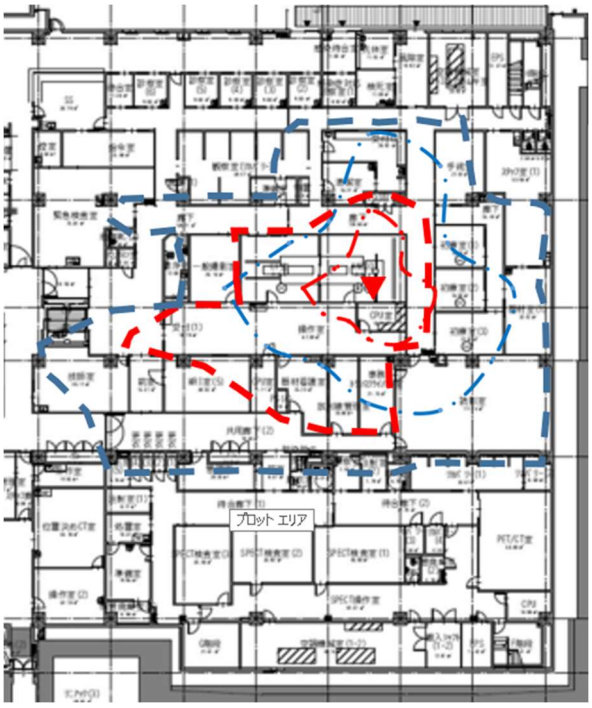


図 3.3.1.(5).5)-3(a) 壁面数を考慮した精緻化エリア図と
実測値推定エリア図との比較:DAS1 (1F-DAS1 室内のみ)

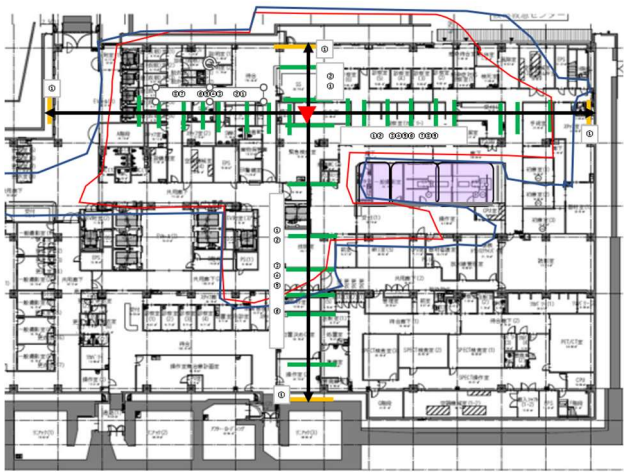


図 3.3.1.(5).5)-2 (b) 置局場所から外壁までの壁数測定図(1F-DAS2)

表 3.3.1.(5).5)-1 (b) 置局場所から外壁までの壁数測定結果(1F-DAS2)

DAS2 からの確認方向	なまり壁 (R=18.9)	鉛ガラス (R=4.06)	外壁 (R=11.43)	内壁 (R=6.35)	合計値 (R 合算 dB)
上側	0	0	1	2	24.13
右側	0	0	1	9	68.58
下側	0	0	1	7	55.88
左側	0	0	1	8	62.23

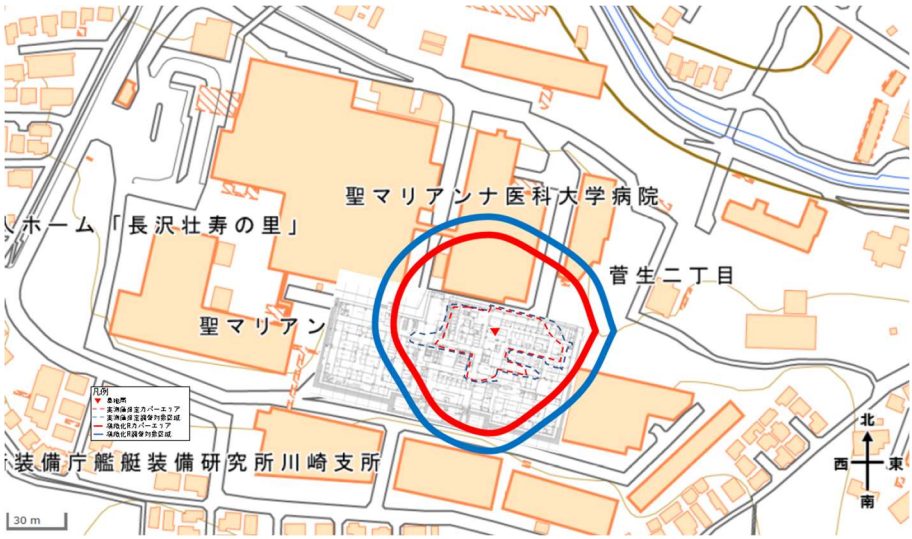


図 3.3.1.(5).5)-3(b) 壁面数を考慮した精緻化エリア図と
実測値推定エリア図との比較 (1F-DAS2 屋外含む)

6) DAS の運用におけるエリア設計の考察

実証環境では DAS を用いてエリア構築を実施しているが、複数の DAS を用いたエリア設計におけるエリア算出式への導出にむけた考察を行う。

測定点において、DAS 単位で運用した場合の受信電力と複数 DAS を運用した場合の受信電力について、考察を実施する。

各 DAS での測定結果は 3.3. 1. (5).2)項の表 3.3. 1. (5).2)-2、表 3.3. 1. (5).2)-3 にて示している。複数 DAS での測定結果について下り受信電力取りまとめを表 3.3. 1. (5).6)-1、測定された受信電力の中央値、σ、上位 10%値、下位 10%値を取り纏めた結果を 3.3. 1. (5).6)-2 に示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。

表 3.3. 1. (5).6)-1(a) 下り受信電力の取りまとめ結果: 1F-DAS1/DAS2

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	-106.3	-8.5	17.1	NLOS
1-2	-107.9	-8.5	15.8	NLOS
1-3	-105.1	-8.2	17.7	NLOS
1-4	-104.6	-8.3	18.3	NLOS
1-5	-99	-8.8	21.1	NLOS
1-6	-103.2	-10	19	NLOS
1-7	-104	-8.2	18.3	NLOS
1-8	-105.5	-8.9	17.4	NLOS
1-9	-96.5	-8.5	20.8	NLOS
1-10	-105.1	-8.9	17.7	NLOS
1-11	-82	-8.7	22.5	NLOS
1-12	-84.3	-8.4	22.8	NLOS
1-13	-103.3	-8.7	18.3	NLOS
1-14	-109.9	-8.8	13.3	NLOS
1-15	-128.1	-15.5	-3.5	NLOS
1-16	-99.6	-8.5	21.2	NLOS
1-17	-99.5	-10	21.1	NLOS
1-18	-93.1	-9.1	21.8	NLOS
1-19	-89.1	-9.4	22.2	NLOS
1-20	-88.8	-8.5	22.9	NLOS
1-21	-122	-11.7	2.6	NLOS
1-22	-127.9	-15.3	-3.3	NLOS
1-23	-110.4	-10	13.6	NLOS

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-24	-101	-8.5	20.4	NLOS
1-25	-112.7	-9.9	11.7	NLOS
1-26	-111.1	-10.1	13.1	NLOS
1-27	-107.3	-9.5	16.2	NLOS
1-28	-109.2	-8.7	14.9	NLOS
1-29	-78.8	-9.1	22.5	NLOS
1-30	-82.3	-8.6	22.4	NLOS
1-31	-96.6	-7.9	22	NLOS
1-32	-112.5	-8.5	12	NLOS
1-33	-104.1	-9.3	18.6	NLOS
1-34	-101.5	-8.3	20.1	NLOS
1-35	-87.2	-9.5	22.7	NLOS
1-36	-100	-10.3	20.6	NLOS
1-37	-111	-10.6	13.2	NLOS
1-38				NLOS
1-39	-132.3	-18.9	-7.2	NLOS
1-40	-120.2	-10.5	4.5	NLOS
1-41	-115.6	-9.9	8.8	NLOS
1-42	-116.6	-10.4	6.1	NLOS
1-43	-105.8	-8.7	17.2	NLOS
1-44	-112.5	-8.5	11.8	NLOS
1-45	-133.3	-19.8	-7.8	NLOS
1-46	-118.1	-10.4	6.3	NLOS
1-47	-122	-11.6	2.7	NLOS
1-48				NLOS
1-49	-94.9	-9.3	22.1	NLOS
1-50	-100.9	-7.8	20.7	NLOS
1-51	-115.5	-9.2	9	NLOS
1-52	-97.2	-8.5	21.7	NLOS
O-1	-100.4	-8	20.6	NLOS
O-2	-118.1	-11.3	6.8	NLOS
O-3	-117.9	-10.6	6.8	NLOS

表 3.3. 1. (5).6)-2(a)実測受信電力の中央値、標準偏差、
上位 10%値、下位 10%値一覧: 1F-DAS1/DAS2

測定点 ID	実測値(dBm)			
	中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-1	-106.3	1.6	-104.1	-109.5
1-2	-107.9	3.5	-104.9	-116.3
1-3	-105.1	4.8	-100.6	-115.1
1-4	-104.6	3.3	-99.8	-110.9
1-5	-99.0	4.4	-93.0	-106.4
1-6	-103.2	2.2	-99.8	-107.6
1-7	-104.0	4.4	-98.9	-113.5
1-8	-105.5	3.9	-98.7	-112.3
1-9	-96.5	4.7	-92.5	-107.2
1-10	-105.1	2.3	-101.1	-109.0
1-11	-82.0	3.6	-76.7	-89.0
1-12	-84.3	5.5	-75.3	-91.1
1-13	-103.3	2.8	-100.7	-109.4
1-14	-109.9	2.0	-106.8	-113.7
1-15	-128.1	3.5	-122.7	-134.9
1-16	-99.6	1.4	-97.8	-102.6
1-17	-99.5	1.8	-95.8	-102.2
1-18	-93.1	4.0	-87.5	-100.8
1-19	-89.1	2.8	-84.9	-94.5
1-20	-88.8	3.5	-84.5	-96.0
1-21	-122.0	3.7	-117.9	-130.2
1-22	-127.9	3.8	-121.7	-134.8
1-23	-110.4	3.8	-106.6	-119.3
1-24	-101.0	1.7	-97.8	-103.8
1-25	-112.7	2.8	-108.0	-118.1
1-26	-111.1	3.0	-107.3	-117.6
1-27	-107.3	3.1	-101.7	-112.6
1-28	-109.2	2.5	-104.9	-113.6
1-29	-78.8	3.1	-74.7	-85.3
1-30	-82.3	0.8	-81.3	-84.4
1-31	-96.6	1.6	-94.7	-100.0
1-32	-112.5	3.7	-106.5	-118.5

測定点 ID	実測値(dBm)			
	中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
1-33	-104.1	1.0	-102.7	-106.2
1-34	-101.5	3.0	-97.3	-107.4
1-35	-87.2	2.0	-84.5	-91.0
1-36	-100.0	2.0	-96.6	-103.5
1-37	-111.0	3.1	-105.3	-116.5
1-38				
1-39	-132.3	2.7	-128.0	-137.2
1-40	-120.2	1.4	-118.2	-122.9
1-41	-115.6	0.7	-114.2	-116.7
1-42	-116.6	3.3	-110.0	-121.7
1-43	-105.8	3.9	-102.0	-114.9
1-44	-112.5	3.5	-107.8	-119.7
1-45	-133.3	3.0	-129.1	-139.3
1-46	-118.1	2.2	-115.1	-122.5
1-47	-122.0	2.4	-118.8	-127.0
1-48				
1-49	-94.9	2.2	-91.5	-99.3
1-50	-100.9	1.6	-99.6	-104.9
1-51	-115.5	2.7	-111.6	-120.7
1-52	-97.2	4.4	-93.8	-108.2
O-1	-100.4	2.5	-97.8	-106.1
O-2	-118.1	3.7	-112.2	-123.5
O-3	-117.9	2.4	-113.2	-122.5

表 3.3. 1. (5).6)-1(b) 下り受信電力の取りまとめ結果: 2F-DAS3/DAS4/DAS5

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	-122	-11.9	2.6	NLOS
2-2	-130.7	-17.4	-6.1	NLOS
2-3	-113.3	-9.7	11.3	NLOS
2-4	-109.2	-8.8	14.9	NLOS
2-5	-107.8	-9.2	15.4	NLOS
2-6	-99	-9	20.3	NLOS
2-7	-94.45	-8.9	21.3	NLOS
2-8	-110.9	-9.7	13.3	NLOS
2-9	-87.2	-8.8	22.9	NLOS
2-10	-94.6	-9.35	21.8	NLOS
2-11	-83.3	-8.8	23.3	NLOS
2-12	-77.1	-8.5	22.9	NLOS
2-13	-81.6	-8.9	22.9	NLOS
2-14	-97.3	-9	20.4	NLOS
2-15	-84.3	-9.1	22	LOS
2-16	-94.5	-8.2	22.1	NLOS
2-17	-98.3	-9.3	20.7	NLOS
2-18	-92.1	-9.3	21.8	NLOS
2-19	-104.5	-8.8	18.4	NLOS
2-20	-97.5	-8.4	21.2	NLOS
2-21	-82.1	-8.6	22.4	NLOS
2-22	-100.8	-8.45	20	NLOS
2-23	-105.7	-9	17.4	NLOS
2-24	-118.9	-10.4	5.8	NLOS
2-25	-94.7	-9.1	21.6	NLOS
2-26	-114.2	-10.7	10.2	NLOS
2-27	-114	-10	10.4	NLOS
2-28	-122	-11.3	2.7	NLOS
2-29	-105.9	-8.6	17.3	NLOS
2-30	-133.4	-19.7	-7.9	NLOS
2-31	-114.1	-9	10.3	NLOS
2-32	-123.8	-12.5	0.9	NLOS
2-33	-122.2	-11.3	2.3	NLOS

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-34	-111.6	-8.1	12.5	NLOS
2-35	-125.3	-12.9	-0.5	NLOS
2-36	-81.5	-9	21.7	NLOS
2-37	-108.7	-8.1	14.9	NLOS
2-38	-108.2	-8	15.6	NLOS
2-39	-109.7	-8.8	14.1	NLOS
2-40	-123	-12.3	1.9	NLOS
2-41	-117.8	-10.7	6.9	NLOS
2-42	-92.1	-8	21.9	NLOS
2-43	-95.1	-8.6	21.5	NLOS

表 3.3. 1. (5).6)-2(b)実測受信電力の中央値、標準偏差、
上位 10%値、下位 10%値一覧: 2F-DAS3/DAS4/DAS5

測定点 ID	実測値(dBm)			
	中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-1	-122.0	4.0	-116.2	-129.9
2-2	-130.7	3.0	-126.7	-136.9
2-3	-113.3	2.7	-109.7	-118.8
2-4	-109.2	1.4	-107.0	-111.9
2-5	-107.8	2.6	-103.4	-112.9
2-6	-99.0	3.4	-93.8	-105.3
2-7	-94.5	5.8	-87.2	-104.6
2-8	-110.9	2.6	-107.2	-116.1
2-9	-87.2	3.2	-83.4	-94.7
2-10	-94.6	4.4	-86.8	-101.0
2-11	-83.3	0.4	-82.6	-84.0
2-12	-77.1	1.3	-76.3	-80.6
2-13	-81.6	0.7	-80.5	-83.1
2-14	-97.3	3.7	-92.6	-105.0
2-15	-84.3	6.1	-72.2	-88.3
2-16	-94.5	2.5	-91.3	-99.5
2-17	-98.3	4.0	-92.6	-106.1
2-18	-92.1	3.6	-88.6	-100.4
2-19	-104.5	2.5	-101.0	-109.6
2-20	-97.5	5.0	-93.6	-108.3
2-21	-82.1	8.4	-79.8	-101.2
2-22	-100.8	4.4	-97.9	-111.2
2-23	-105.7	4.0	-100.6	-113.9
2-24	-118.9	3.4	-114.9	-125.9
2-25	-94.7	4.4	-88.3	-103.3
2-26	-114.2	3.1	-109.0	-119.6
2-27	-114.0	4.6	-106.9	-122.3
2-28	-122.0	3.1	-117.1	-127.5
2-29	-105.9	4.9	-96.8	-114.4
2-30	-133.4	3.6	-128.4	-140.7
2-31	-114.1	2.9	-110.4	-119.8
2-32	-123.8	3.4	-118.3	-129.6

測定点 ID	実測値(dBm)			
	中央値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
2-33	-122.2	3.8	-118.0	-129.9
2-34	-111.6	3.6	-106.3	-119.9
2-35	-125.3	2.5	-121.3	-129.7
2-36	-81.5	4.1	-76.3	-89.8
2-37	-108.7	2.7	-102.9	-113.1
2-38	-108.2	3.1	-103.5	-113.7
2-39	-109.7	3.5	-105.6	-117.1
2-40	-123.0	3.4	-118.4	-129.8
2-41	-117.8	3.2	-113.4	-124.1
2-42	-92.1	2.7	-87.5	-98.8
2-43	-95.1	3.0	-91.2	-101.5

各階に DAS1 台設置時、及び複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時について、受信電力の比較を行った。

1 階、及び 2 階の測定点について、複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時の受信レベルと、DAS1 台毎に運用した時の受信電力とその受信電力の和を計算した結果について表 3.3. 1. (5).6)-3 に示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。また、DAS 複数台時と各 DAS 受信電力の和を計算した値の散布図を図 3.3.1.(5).6)-1 に示す。

結果から以下の事がわかる。

複数台設置時の受信電力と各 DAS の受信電力の和を計算した総和受信電力について、図 3.3.1.(5).6)-1(a)、図 3.3.1.(5).6)-1(b)からおおむね同等の受信電力であると考えられる。この結果から、エリア算出法におけるエリア算出式の考え方として複数の DAS を設置する場合は、DAS 毎にエリア図の算出検討を行い、複数の DAS のカバーエリア端、および調整区域端が重複するエリアについて確認を行う。この重複エリアに対して調整区域外も含めて各 DAS からの受信電力の和の計算をおこない、カバーエリア端、および調整エリア端を再度算出する事で、複数の DAS 置局時におけるエリア算出法によるカバーエリア、調整対象エリアの作成が有効なのではと考えられる。

表 3.3.1.(5).6)-3(a) DAS 運用差分における測定点受信電力比較
(1F-DAS1/DAS2)

測定点 ID	中央値(dBm)			
	DAS1/2 同時運用	総和 (①+②)	DAS1 受信結果(①)	DAS2 受信結果(②)
1-1	-106.3	-108.8	-110.1	-114.9
1-2	-107.9	-106.0	-115.2	-106.6
1-3	-105.1	-105.0	-118.5	-105.2
1-4	-104.6	-106.6	-118.5	-106.9
1-5	-99.0	-99.9	-129.2	-99.9
1-6	-103.2	-105.2	-120.4	-105.3
1-7	-104.0	-105.3	-105.6	-116.8
1-8	-105.5	-105.4	-106.3	-112.8
1-9	-96.5	-99.9	-100	-122.9
1-10	-105.1	-106.9	-107	-128.6
1-11	-82.0	-80.4	-80.4	
1-12	-84.3	-85.7	-85.7	
1-13	-103.3	-103.3	-103.3	-132.15
1-14	-109.9	-109.1	-109.1	
1-15	-128.1	-125.6	-129.3	-128.1
1-16	-99.6	-106.5	-129.7	-106.5
1-17	-99.5	-100.2	-130.4	-100.2
1-18	-93.1	-95.9	-129	-95.9
1-19	-89.1	-89.2		-89.2
1-20	-88.8	-92.1		-92.1
1-21	-122.0	-118.7	-118.7	
1-22	-127.9	-124.0	-125.1	-130.6
1-23	-110.4	-109.5		-109.5
1-24	-101.0	-91.4		-91.4
1-25	-112.7	-110.4	-123.7	-110.6
1-26	-111.1	-110.0	-125.7	-110.1
1-27	-107.3	-104.9	-125.7	-104.9
1-28	-109.2	-106.2	-106.3	-124.5
1-29	-78.8	-78.1		-78.1
1-30	-82.3	-86.8		-86.8
1-31	-96.6	-93.5		-93.5

測定点 ID	中央値(dBm)			
	DAS1/2 同時運用	総和 (①+②)	DAS1 受信結果(①)	DAS2 受信結果(②)
1-32	-112.5	-118.0		-118
1-33	-104.1	-102.8		-102.8
1-34	-101.5	-99.6		-99.6
1-35	-87.2	-89.1		-89.1
1-36	-100.0	-100.7	-134.2	-100.7
1-37	-111.0	-108.4	-124.1	-108.5
1-38				
1-39	-132.3	-131.1		-131.1
1-40	-120.2	-123.6	-123.6	
1-41	-115.6			
1-42	-116.6	-122.2	-122.2	
1-43	-105.8	-112.2	-112.3	-130.7
1-44	-112.5	-110.4	-131.8	-110.4
1-45	-133.3	-131.9		-131.9
1-46	-118.1	-116.8		-116.8
1-47	-122.0	-121.0		-121
1-48				
1-49	-94.9	-102.9		-102.9
1-50	-100.9	-108.3		-108.3
1-51	-115.5	-116.7		-116.7
1-52	-97.2	-104.9	-130.2	-104.9
O-1	-100.4	-107.9		-107.9
O-2	-118.1	-119.9		-119.9
O-3	-117.9			

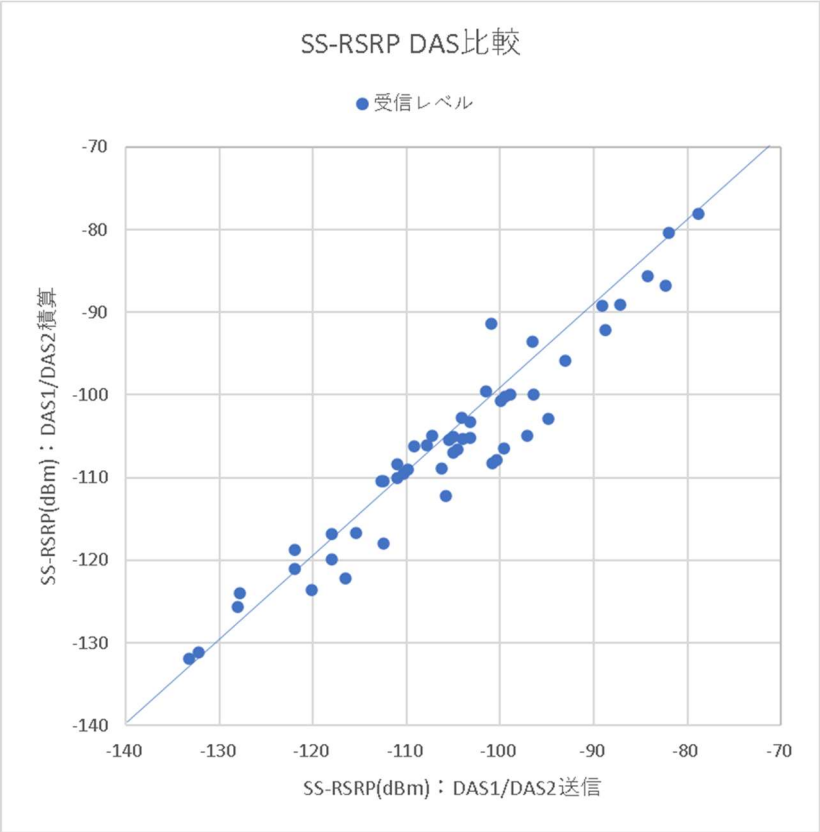


図 3.3.1.(5).6)-1(a) DAS 運用差分における測定点受信電力分散図
(1F-DAS1/DAS2)

表 3.3.1.(5).6)-3(b) DAS 運用差分における測定点受信電力比較
(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

測定点 ID	中央値(dBm)				
	DAS3/4/5 同時運用	総和 (③＋④+⑤)	DAS3 受信結果(③)	DAS4 受信結果(④)	DAS5 受信結果(⑤)
2-1	-122.0	-119.6	-119.57		
2-2	-130.7	-121.7	-121.67		
2-3	-113.3	-113.0	-113.07	-133.4	
2-4	-109.2	-113.1	-113.27	-128.6	
2-5	-107.8	-104.4	-104.47	-125.8	-131.3
2-6	-99.0	-97.6	-97.87	-110.3	-127.6
2-7	-94.4	-98.3	-116.27	-100.5	-102.4
2-8	-110.9	-106.3	-106.27		
2-9	-87.2	-86.3	-86.37	-105.7	-126.3
2-10	-94.6	-85.9	-89.27	-88.6	-121.9
2-11	-83.3	-85.4	-96.57	-85.8	-114.5

測定点 ID	中央値(dBm)				
	DAS3/4/5 同時運用	総和 (③＋④+⑤)	DAS3 受信結果(③)	DAS4 受信結果(④)	DAS5 受信結果(⑤)
2-12	-77.1	-82.3	-103.97	-82.3	-109.8
2-13	-81.6	-80.6	-107.97	-80.6	-111.3
2-14	-97.3	-90.0	-121.37	-91.2	-96.1
2-15	-84.3	-80.7	-126.57	-103.2	-80.7
2-16	-94.5	-97.8	-97.87	-122.2	-125.8
2-17	-98.3	-98.0	-98.07	-120	
2-18	-92.1	-84.2	-84.17	-111.8	-127
2-19	-104.5	-104.8	-107.77	-107.9	-125.5
2-20	-97.5	-102.4	-110.37	-105.3	-107.4
2-21	-82.1	-88.1	-103.67	-101.2	-88.5
2-22	-100.8	-111.0	-126.07	-122.3	-111.5
2-23	-105.7	-101.5	-122.97	-108	-102.6
2-24	-118.9	-115.0	-114.97		
2-25	-94.7	-93.5	-93.47	-123.5	
2-26	-114.2	-108.7	-127.07	-116.2	-109.6
2-27	-114.0	-112.9	-129.37	-120.5	-113.8
2-28	-122.0	-126.1	-126.07		
2-29	-105.9	-101.8	-101.77	-128.15	
2-30	-133.4				
2-31	-114.1	-120.6	-120.57		
2-32	-123.8	-120.6	-122.77	-126.7	-128.9
2-33	-122.2	-124.4		-130.4	-125.6
2-34	-111.6	-108.1	-108.07		
2-35	-125.3	-129.4		-134.15	-131.1
2-36	-81.5	-77.6	-77.57	-102.3	-112.1
2-37	-108.7	-103.1	-103.17	-126.3	
2-38	-108.2	-107.6	-115.07	-109	-118.3
2-39	-109.7	-112.5	-112.47		
2-40	-123.0	-120.5	-120.47		
2-41	-117.8	-112.6	-112.77	-127.7	
2-42	-92.1	-90.6	-111.77	-90.8	-104.4
2-43	-95.1	-87.6	-121.17	-100.1	-87.9

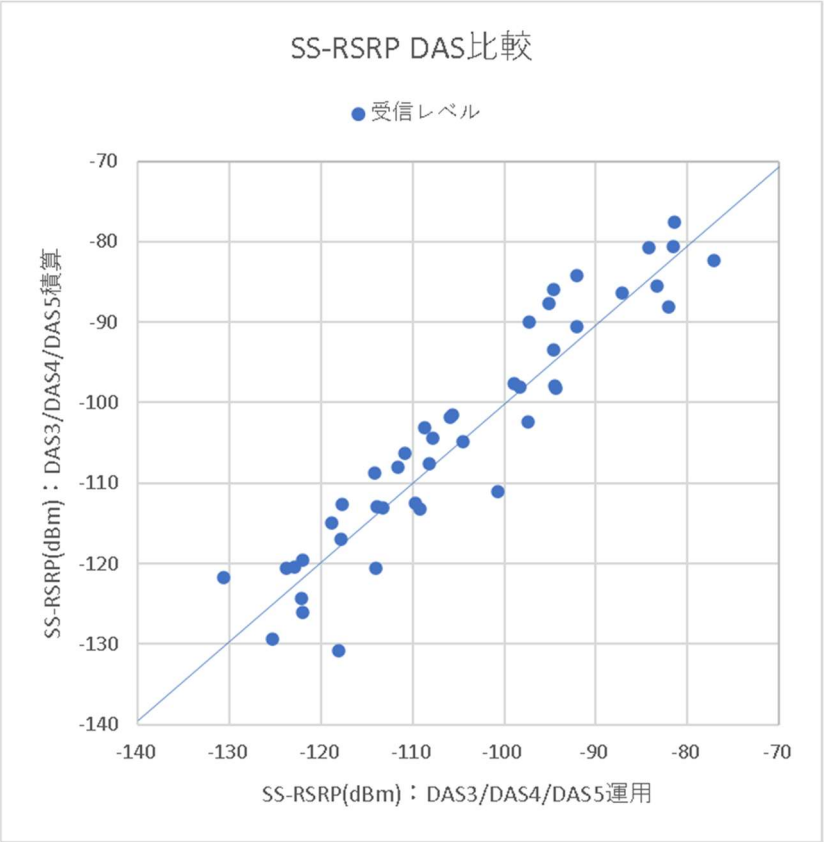


図 3.3.1.(5).6)-1(b) DAS 運用差分における測定点受信電力分散図
(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

3) 技術的課題の解決方策

今回の実証では、建物内に置局された基地局から外壁までの内壁数を算出した R 値について精緻化を実施した。外壁のみの R 値と比べて、漏れ出しを軽減するとともに、実測値よりも仮説値の方が狭い場合でも、実際のエリアは屋内にとどまるといった形で、他者土地への電波漏洩の軽減につながる知見が得られた。

複数の DAS を運用した際の受信電力は、1 台毎の受信電力の和を取った値と、概ね相関が取れる事を確認した。

このことから、1 つの屋内環境において複数の DAS を用いる場合は、DAS 毎に電波免許申請基準の算出式の計算を行った後に、受信電力の総和を取る事が有効と考えられる。なお総和をとった結果、単局では干渉調整区域外となったエリアも、干渉調整区域に入る可能性がある事に留意が必要である。

3.3.2　エリア構築の柔軟性向上

（1） 実証の目的・目標

1） 背景となる技術的課題と実証目的

まず、本実証環境は 3.1 章、及び 3.3.1 章でも述べたが、医療分野における大規模病院内での利用環境としてターゲットエリアである救急救命センター、E-ICU 等のエリア化が必要であり、救急救命センター、E-ICU 等は図 3.3.2.(1)-1 のように周囲を鉄筋コンクリート造の建物内にあり、また救急救命センター、E-ICU 等の内部は診察室や待合室、CT 室や内視鏡室などを有する複雑な壁面構造であり、課題実証のユースケースを踏まえ、特定の場所をエリア化する必要がある。

一方、屋内をエリア化するための方法はいくつかあり、新たにローカル５G 基地局装置を新設することが一般的に有効だが、現時点では普及率の影響に伴い装置価格等が高額であることからコストが増大する傾向にある。

そこで、設備、設置コストの低減と課題実証を行う場所を確実にエリア化したいというニーズに対応するため DAS を設置し、壁面等による遮蔽影響を考慮した置局を行うこととした。

また、複数のフロアを跨ぐ置局を行う際のもう一つの手段としてリピーターを用いることが有効である。これは、DAS からの伝搬を利活用し他の課題実証場所でエリア化したい場合、ローカル５G 基地局を設置するより安価な方法による柔軟なエリア化が可能となるため、本実証環境で置局を行った。

今回の課題実証では“ローカル５G 広域連携、遠隔支援による効率化・高度化、院内 MaaS における効率化、安全性向上”を目的としており、図 3.3.2.(1)-1 に示す新病院棟の救急救命センター、E-ICU 等のターゲットエリアをカバーするため DAS 5 局、および東館 3 階フロアのエリアを拡大するためリピーター1 局が課題実証のターゲットエリアとなる。技術実証においても、同じ DAS、リピーター局を用いることで、実証環境におけるエリア構築の柔軟化に資する検討を網羅的かつ効率的に実施することが出来る。

本実証を通して、複雑な壁面構造を有する環境、および不感地帯となる環境についてエリアをカバーする方法の解決方策として、DAS、およびリピーターを活用するエリア設計の柔軟化について示すことを目標とした。

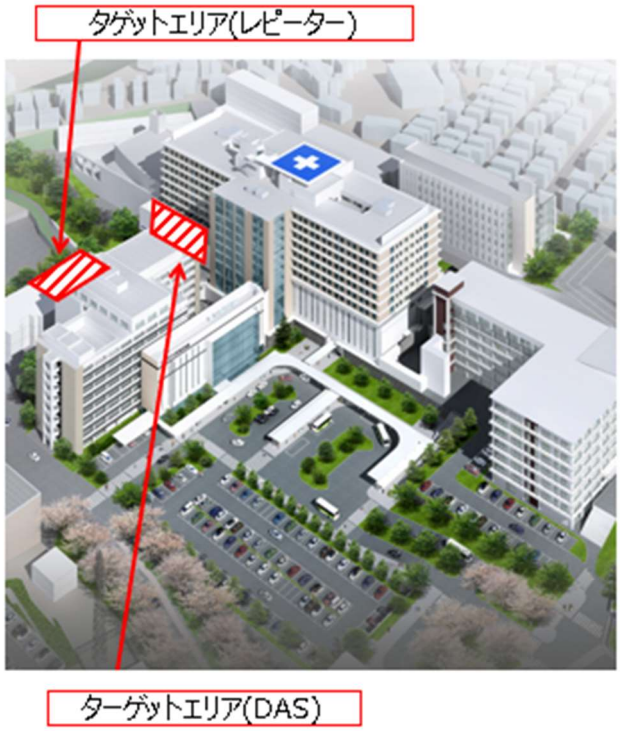


図 3.3.2.(1)-1(a)　ターゲットエリアである病院棟外観(図 3.3.2(a))

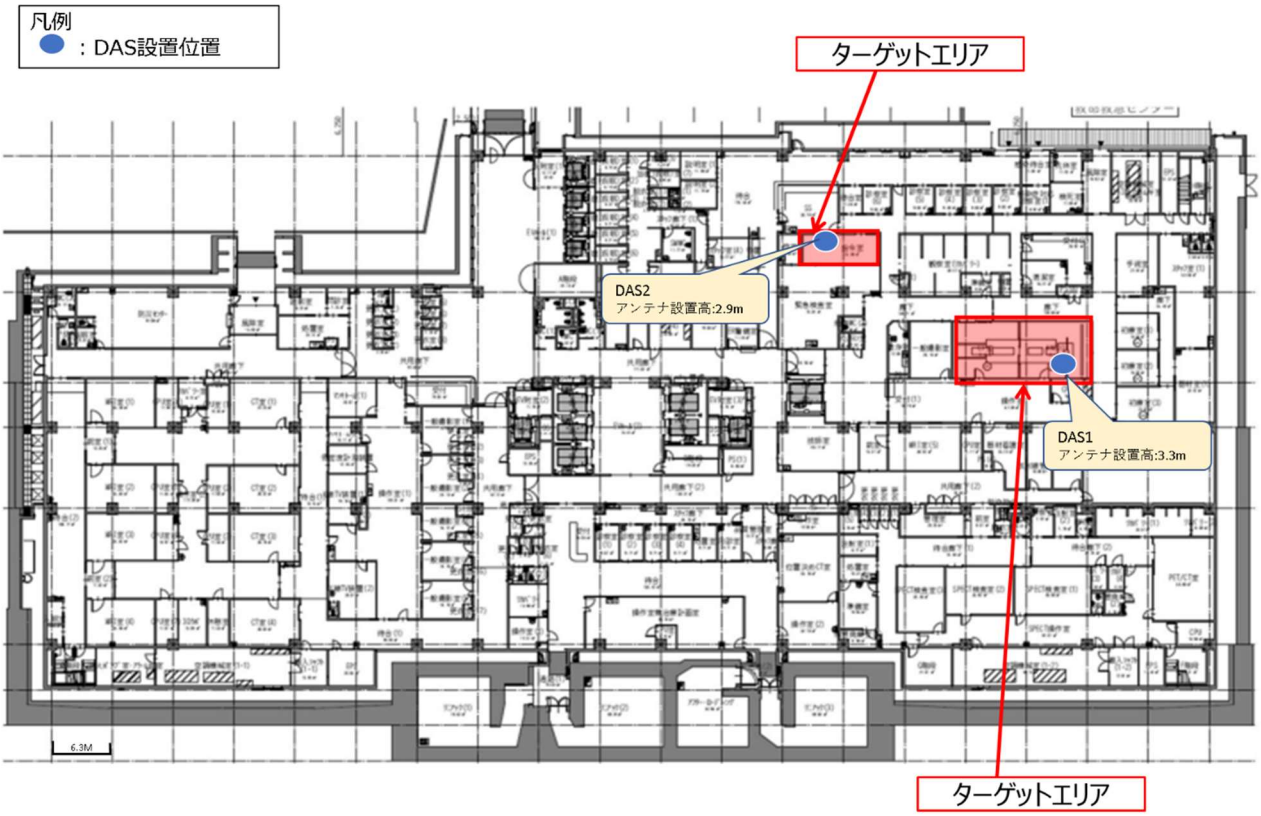


図 3.3.2.(1)-1(b)　ターゲットエリアと DAS 設置場所(新病院棟 1F) 再掲

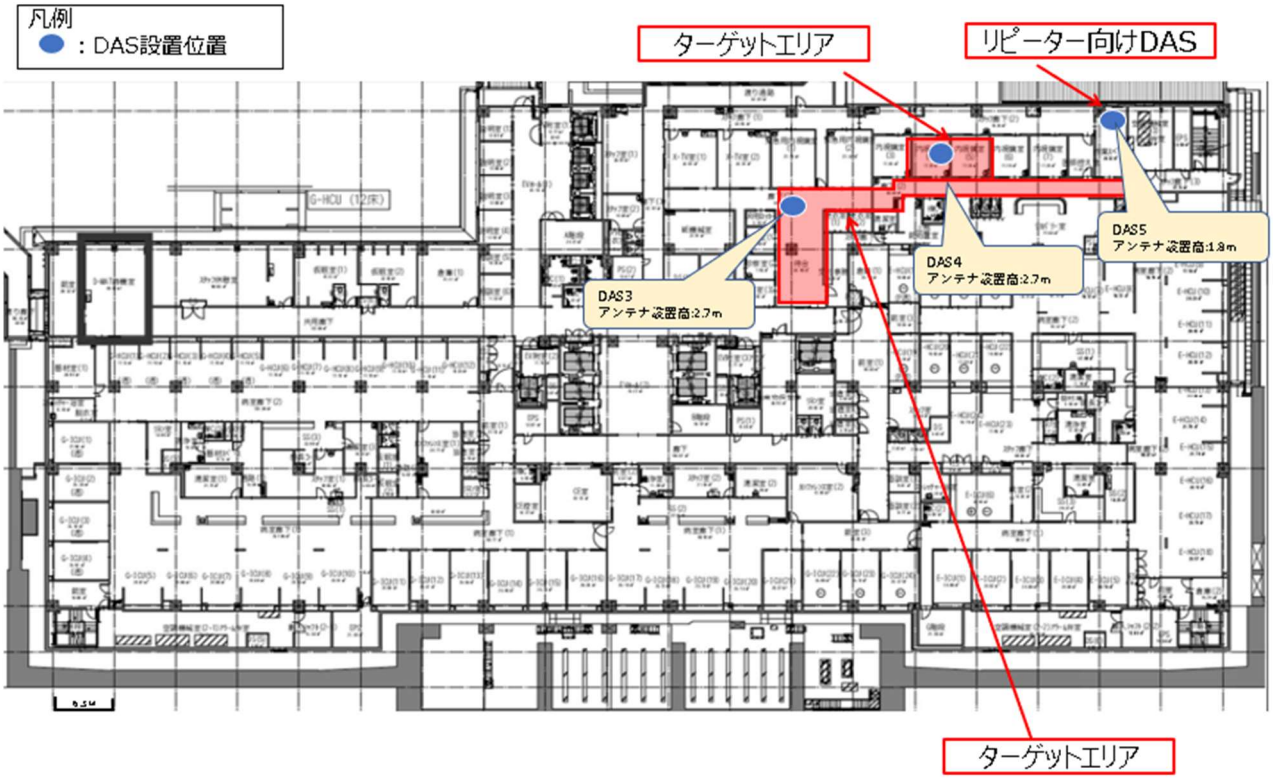


図 3.3.2.(1)-1(c)　ターゲットエリアと DAS 設置場所(新病院棟 2F) 再掲

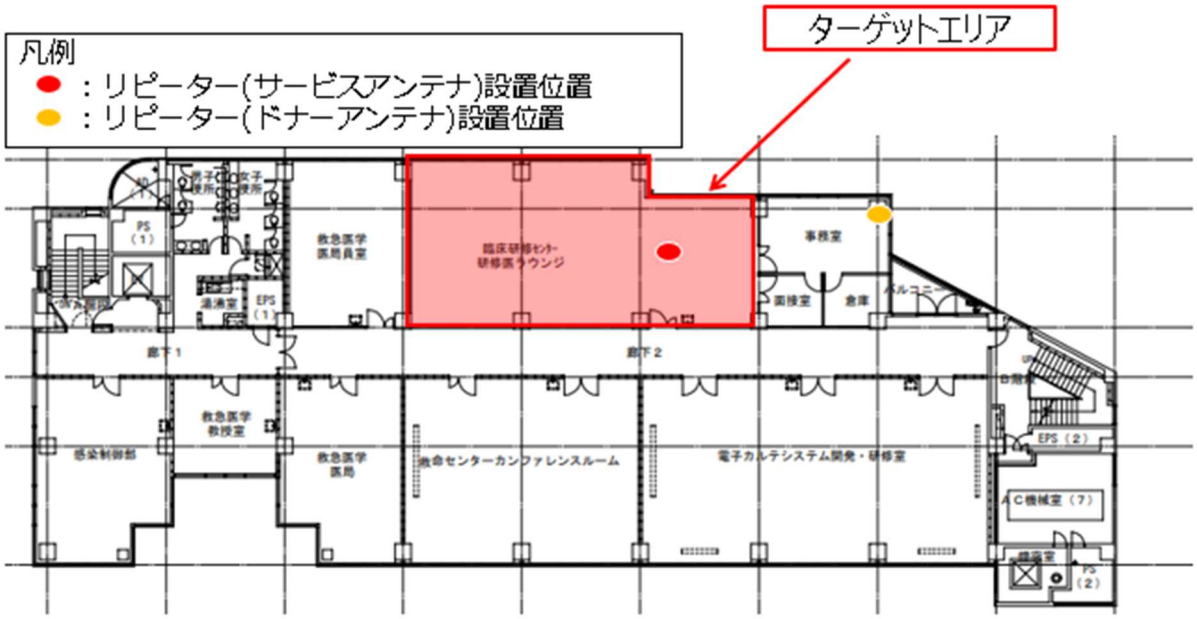


図 3.3.2.(1)-1(d)　ターゲットエリアであるリピーター設置場所

2） 実証目標

本実証においては、DAS による確実なエリア化、およびリピーターによる弱電界エリアの解決を目標とする。

DAS については、ターゲットエリアである新病院棟１F「CT 室」での診断状況を「指令室」で複数の医師が即座に画像による診断を行う必要がある。また新病院棟 2F では患者が内視鏡室に向かう状況を観察し、内視鏡室での診察状況と合わせ新病院棟 1F 指令室で監視する必要があることから、このエリアを課題実証のターゲットエリアとし、技術実証においても設置した DAS のエリア形成の検証およびサービス提供品質の評価を行う。

また、新病院棟をターゲットエリアとした CT 室や E-ICU 等の情報を東館 3 階にある「医局」等においても複数の医者が画像確認を行うためこのエリアを課題実証のターゲットエリアとするが、DAS を置局する新病院棟と離れていることから弱電界になるため、その解決方法とし、リピーターによるエリアを構築し、技術実証においても設置したエリア形成の検証およびサービス提供品質の評価を行う。

表 3.3.2.(1)-1 に課題実証で要求される所要性能を示す。

表 3.3.2.(1)-1　課題実証での所要性能

実証エリア	項目	下り(DL)	上り(UL)
新病院棟 1F オペレーションルーム	通信速度	50Mbps	－
	利用条件	PC 等 3 台で計 50Mbps	－
新病院棟 1F HERS–	通信速度	20Mbps	20～60Mbps
	利用条件	PC 等 1 台で計 20Mbps	カメラ等 4 台で 20～60Mbps
新病院棟 2F 通路	通信速度	－	10Mbps
	利用条件	－	カメラ等 2 台で 10Mbps
新病院棟 2F 内視鏡室	通信速度	45Mbps	45Mbps
	利用条件	PC 等 2 台で計 45Mbps	カメラ等 5 台で 45Mbps
東館 3F 医局	通信速度	15Mbps	－
	利用条件	PC 等 1 台で計 15Mbps	－

3） 過年度技術実証からの発展性・新規性

令和 3 年度「No.14　ローカル５G と AI 技術を用いた鉄道駅における車両監視の高度化」においてローカル５G 用 DAS を用いた実証を行っている。前述の実証実験報告書によれば DAS を用いた理由が「鉄道駅ホームにおいて、車両監視に必要な横に広いエリアの確保」を目的としており、今回のユースケースである「特定の場所において確実なエリア化を実現する」という目的においては、DAS の利用方法として新規性があるものと考える。

また、令和 2 年度「No.19　中核病院における 5G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現」の 5.6 章(まとめ)においては「DAS システムを採用し、すべての基地局を同期するか、もしくは中心周波数の離隔をとったスモールセルによるクラスタリングの手法をとることで、干渉影響の軽減が見込める。」との報告であり、本実証環境である「中核病院」と類似していることを踏まえると、この考察に沿った実証環境であることが言える。

またリピーターについては、総務省令和 2 年度、総務省令和 3 年度実証実験の各報告書によれば、エリア構築の実績は無く、本案件の提案で新規性があるものと考える。

(2) 実証仮説

本実証の目標はDASによる確実なエリア化､及びリピーターによる弱電界のエリア化である。

DAS、及びレピーターによる効果を確認するため、電波伝搬シミュレーションにより DAS、及びレピーターのカバーエリア及び調整対象区域を作図しエリアの結果について確認する。

その結果からDAS､及びレピーターにおける伝搬の影響について電界強度、スループット等を用い評価を行うことで実証目標が達成されるか確認を行う。

DAS については、DAS による確実なエリア化の有効性を確認するため、DAS 導入前としては新病院棟 1F・2F の各階で DAS が 1 台のみ置局している環境とし、複数の DAS 導入後を改善後環境として確認を行う。

・DAS 導入前　新病院棟 1F : DAS1　・2F : DAS3 のみ運用

・DAS 導入後　新病院棟 1F : DAS1/DAS2 ・2F : DAS3/DAS4/DAS5 運用

同じく、レピーターについては、東館 3 階についてレピーター導入前後での確認を行う。

(1) 実証環境におけるエリア算出法による改善エリアの評価

電波法関係審査基準（平成 13(2001)年総務省訓令第 67 号）が規定する、エリア算出法に基づく DAS、及びレピーターのカバーエリア、及び調整対象区域図から、DAS、及びレピーターにおいて構築するエリアにおいて評価した(図 3.3.2.(2)-1)。

図 3.3.2.(2)-1 (a) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS1)(出典:地理院地図)

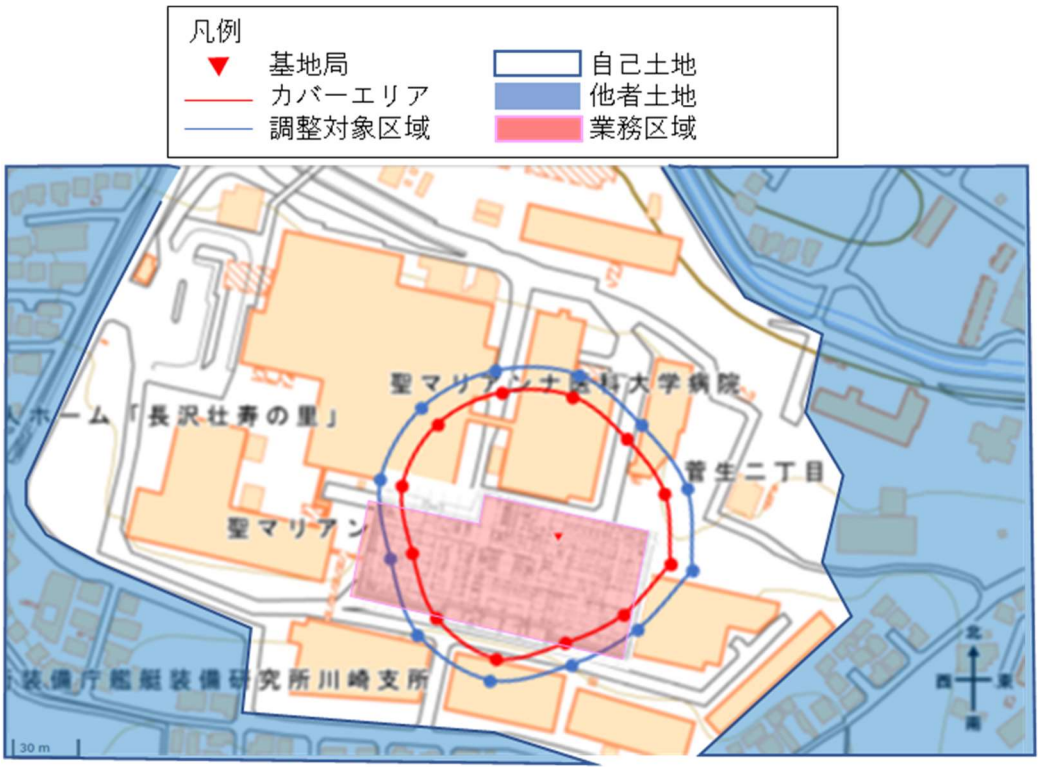


図 3.3.2.(2)-1 (b) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS2)(出典:地理院地図)

図 3.3.2.(2)-1 (c) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS3)(出典:地理院地図)

図 3.3.2.(2)-1 (d) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS4)(出典:地理院地図)

図 3.3.2.(2)-1 (e) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS5)(出典:地理院地図)

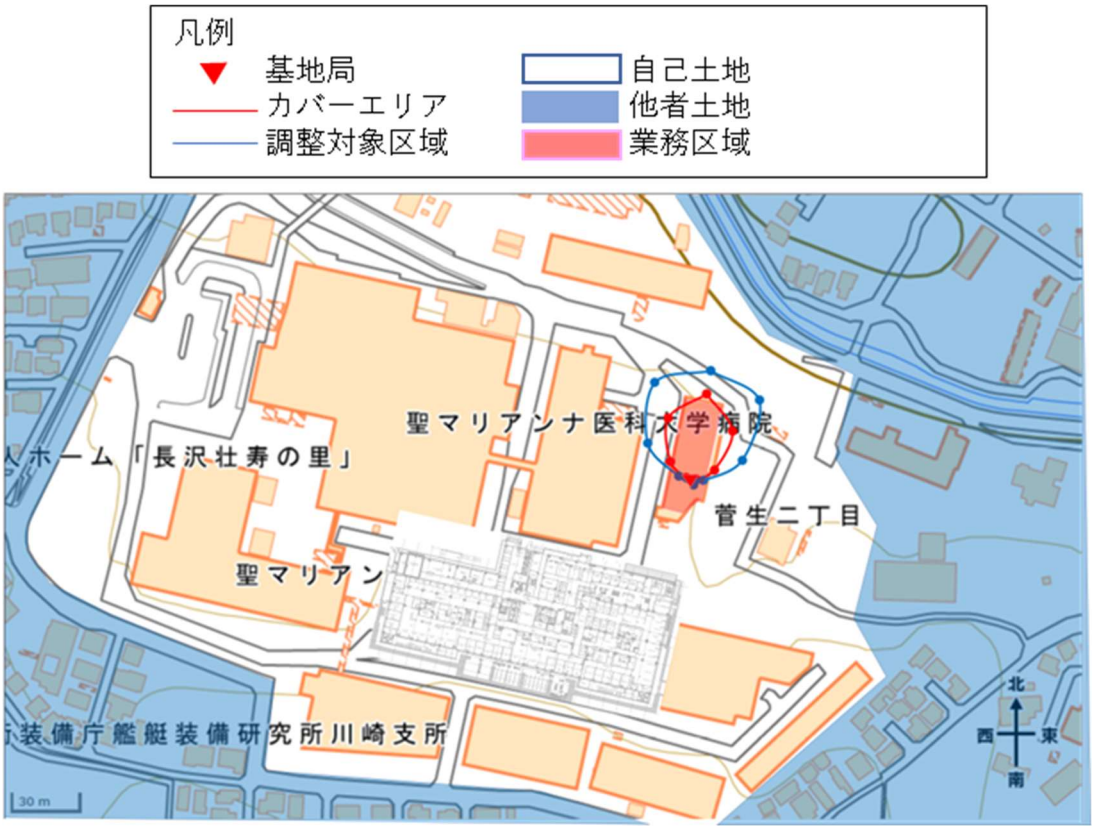


図 3.3.2.(2)-1 (f) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(リピーター)(出典:地理院地図)

(2) DAS、レピーター単独局設置でのレイトレースシミュレーションによる評価

建物内の壁面等の遮蔽影響を考慮しDAS及び、レピーターの伝搬状況、およびDAS及び、レピーターを設置した状況における「レイトレースシミュレーション」によるカバレッジを評価する。

電波伝搬のシミュレーションについては、レイトレース法により建物や地形などを考慮した、株式会社構造計画研究所の「ワイヤレスインサイト」を用いて実施した。屋内の構造についてはフロア図面をインポートし、実際のフロアと同じ寸法になるように設計行い、壁のマテリアルはコンクリートに設定、窓についてはガラスを設定、それぞれ DAS、リピーターを配置しシミュレーションをした（図 3.3.2.(2)-2）。

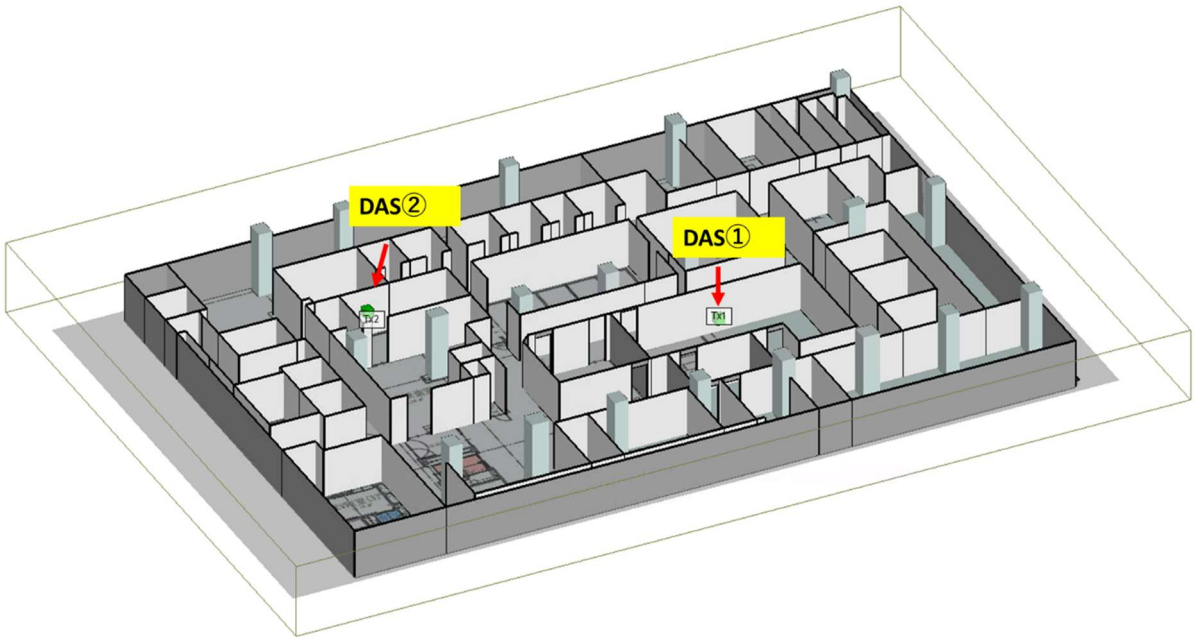


図 3.3.2.(2)-2（a）　DAS シミュレーションモデル新病院棟 1F

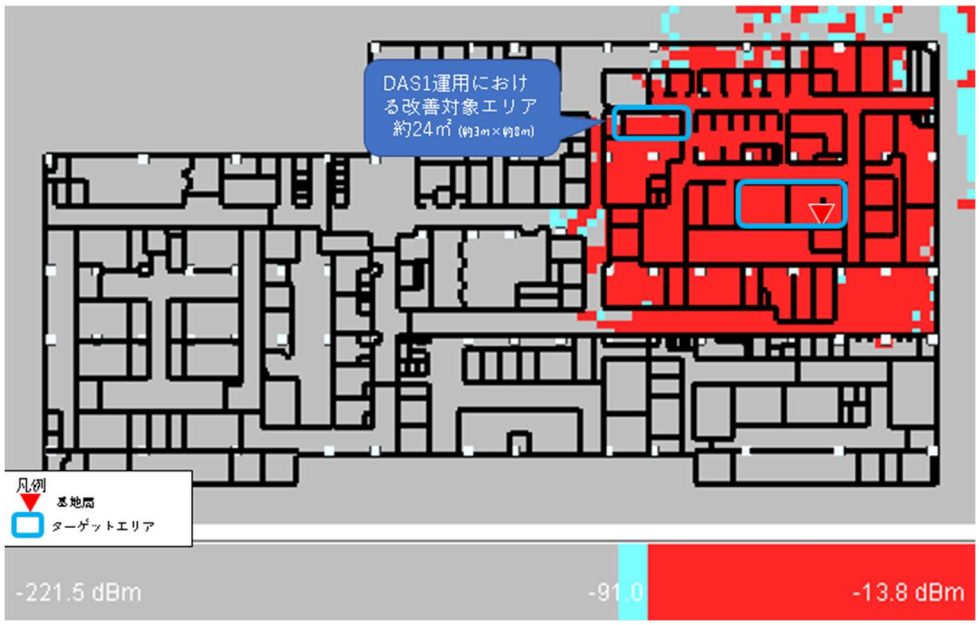


図 3.3.2.(2)-2（b）　DAS シミュレーション新病院棟 1F(DAS1)

図 3.3.2.(2)-2 (c)　DAS シミュレーション新病院棟 1F(DAS2)

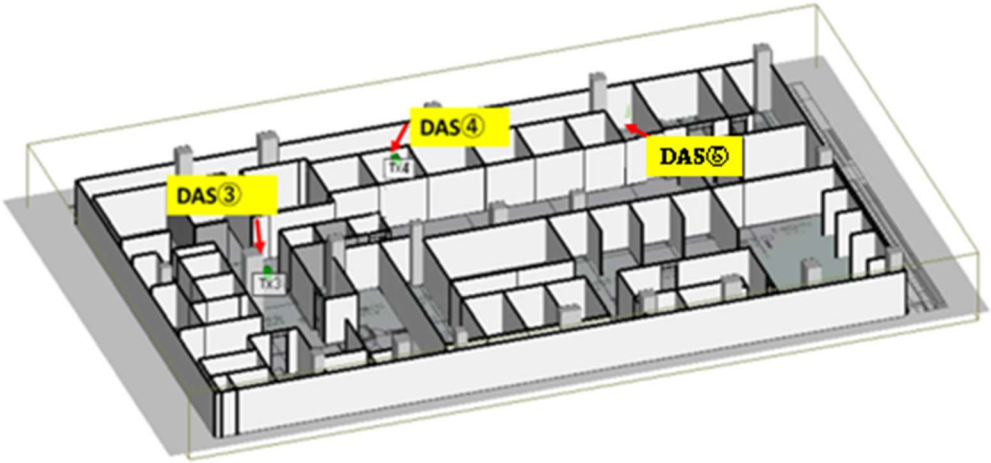


図 3.3.2.(2)-2(d)　DAS シミュレーションモデル新病院棟 2F

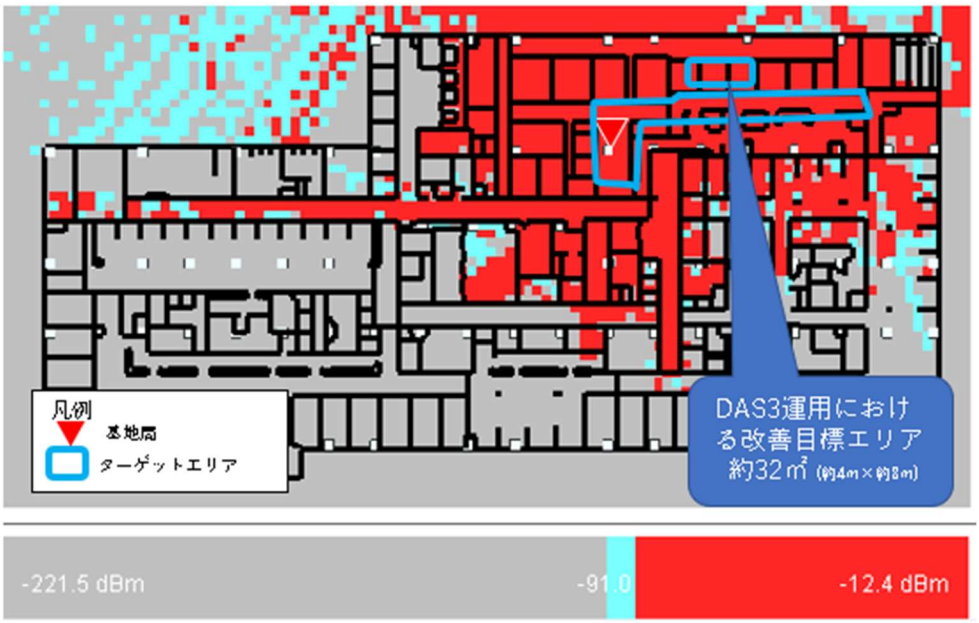


図 3.3.2.(2)-2 (e)　DAS シミュレーション新病院棟 2F(DAS3)

図 3.3.2.(2)-2 (f)　DAS シミュレーション新病院棟 2F(DAS4)

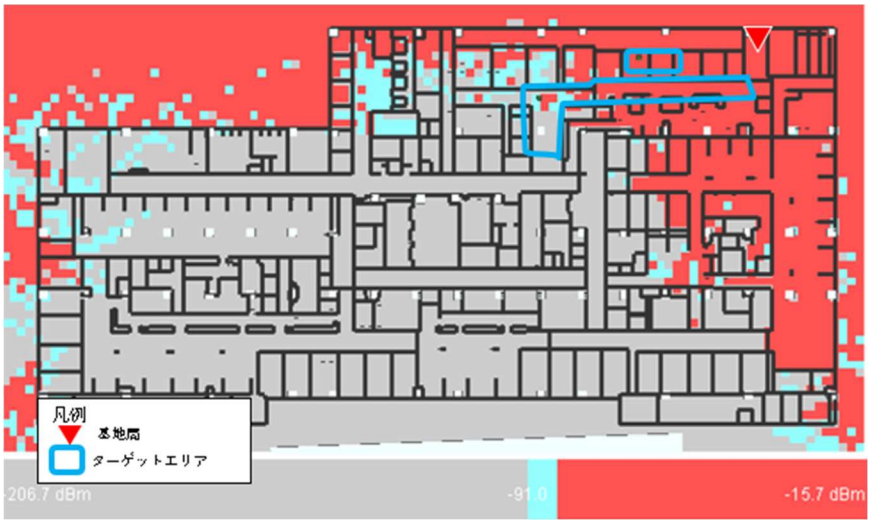


図 3.3.2.(2)-2 (g)　DAS シミュレーション新病院棟 2F(DAS5)

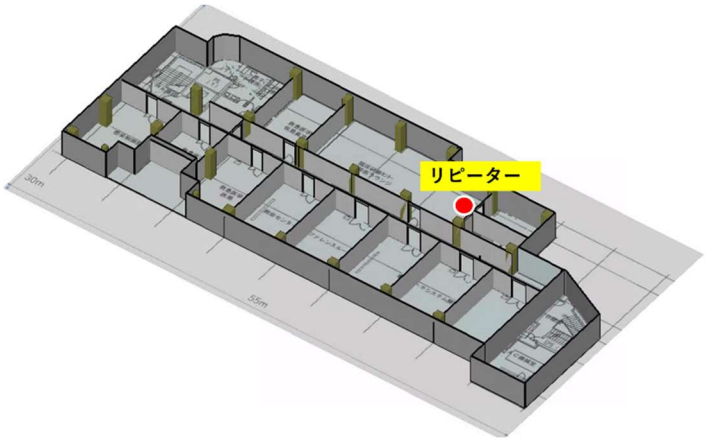


図 3.3.2.(2)-2 (h)　リピーターシミュレーションモデル東館 3F

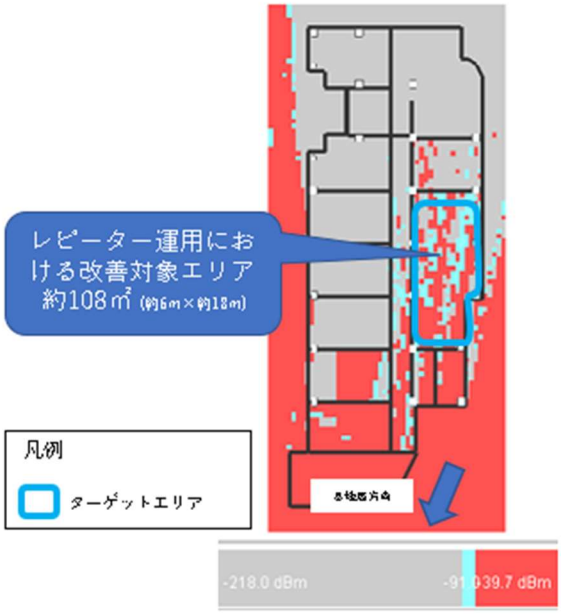


図 3.3.2.(2)-2 (i)　リピーターシミュレーション東館 3F：(リピーター非稼働)

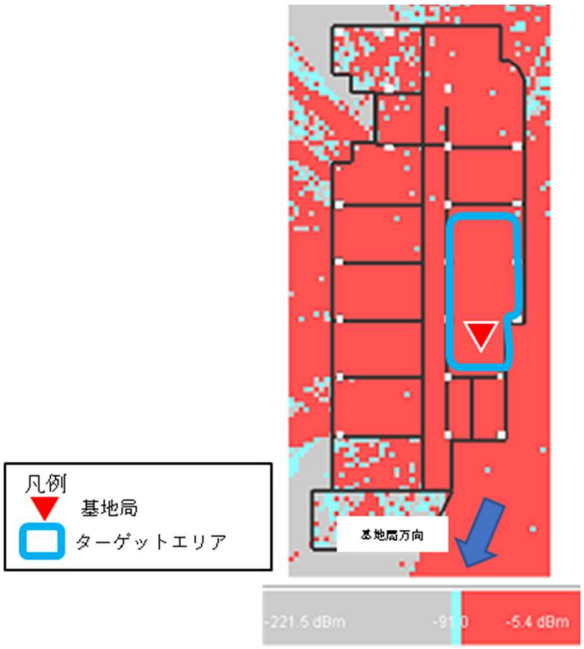


図 3.3.2.(2)-2（j） リピーターシミュレーション東館 3F：(リピーター稼働)

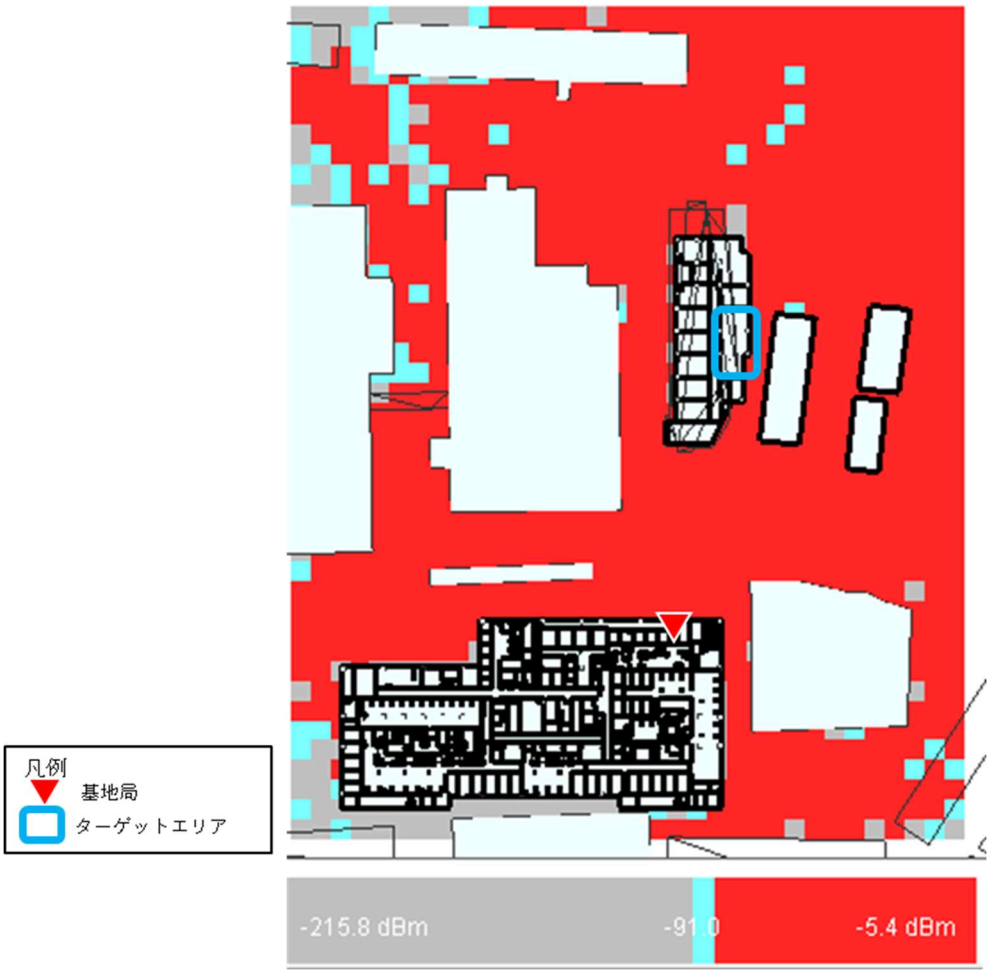


図 3.3.2.(2)-2（k） リピーターシミュレーション東館：(リピーター非稼働 屋外)

(3) DAS 複数局でのレイトレースシミュレーションによる評価

新病棟内のシミュレーションについては、1 階には基地局 2 台、2 階には基地局 2 台を設置することでワイヤレスインサイトにおけるシミュレーションを実施した。

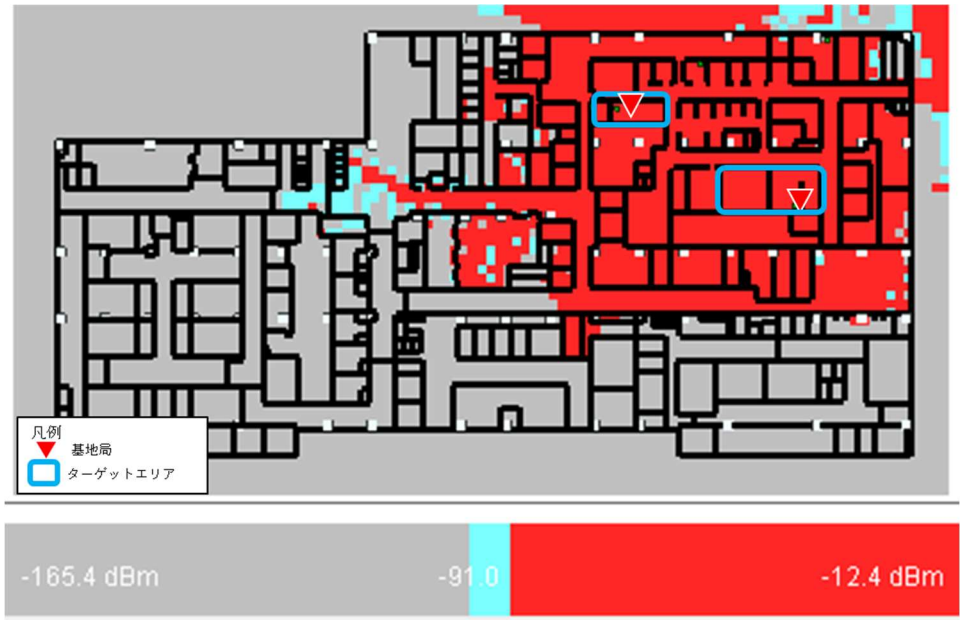


図 3.3.2.(2)-3 (d)　DAS シミュレーション新病院棟 1F(DAS1・2)

図 3.3.2.(2)-3 (h)　DAS シミュレーション新病院棟 2F(DAS3・4・5)

(4)エリア算出法によるエリア図の作成

シミュレーション結果を基づき、1 階における DAS1 置局時、および DAS1・DAS2 置局時、2 階における DAS3 置局時、および DAS3・DAS4 置局時のエリア算出法におけるカバーエリアおよび調整対象区域図を作成する

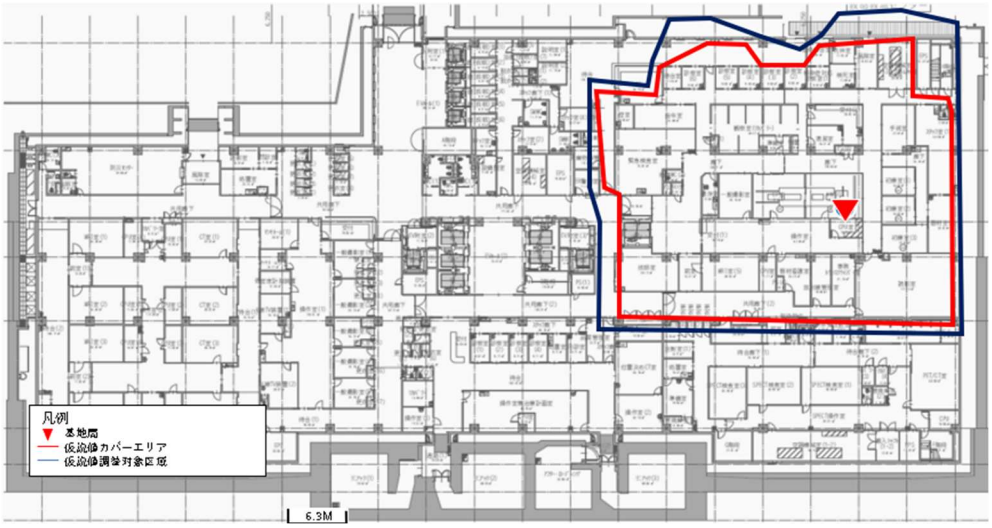


図 3.3.2.(2)-4(a) 仮説エリア図(1F-DAS1)

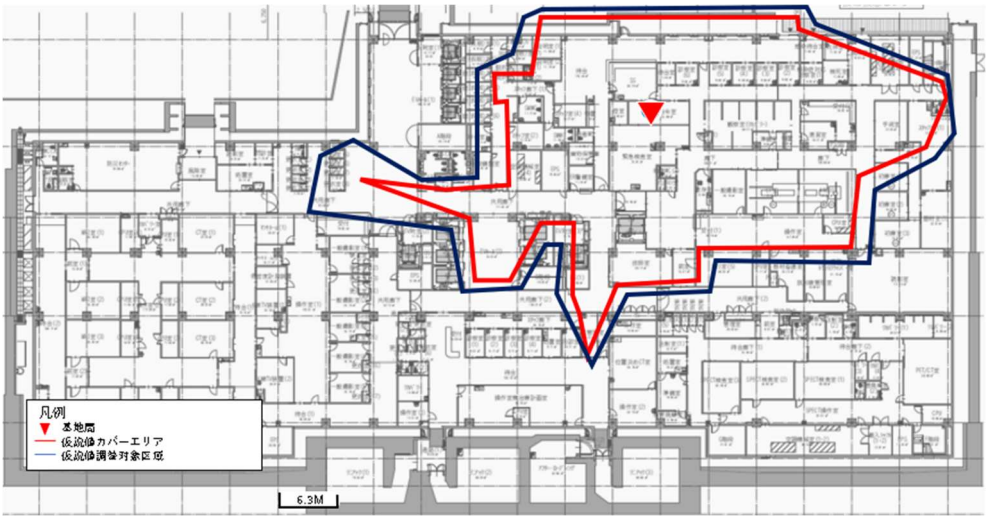


図 3.3.2.(2)-4(b) 仮説エリア図(1F-DAS2)

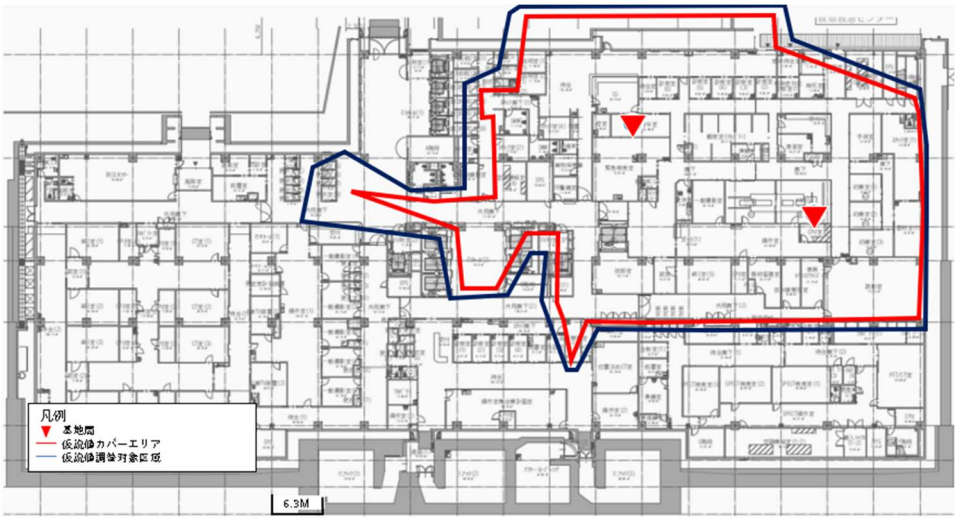


図 3.3.2.(2)-4(c) 仮説エリア図(1F-DAS1・DAS2)

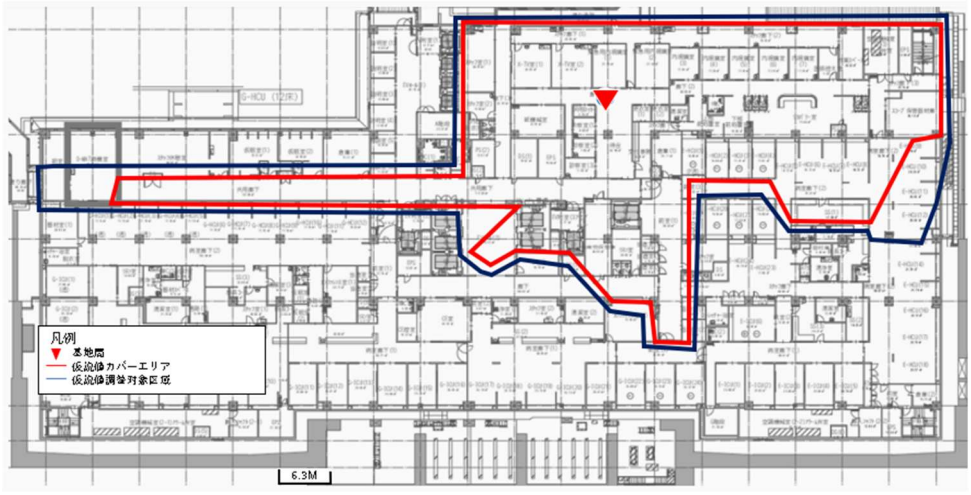


図 3.3.2.(2)-4(d) 仮説エリア図(2F-DAS3)

図 3.3.2.(2)-4(e) 仮説エリア図(2F-DAS4)

図 3.3.2.(2)-4(f) 仮説エリア図(2F-DAS5)

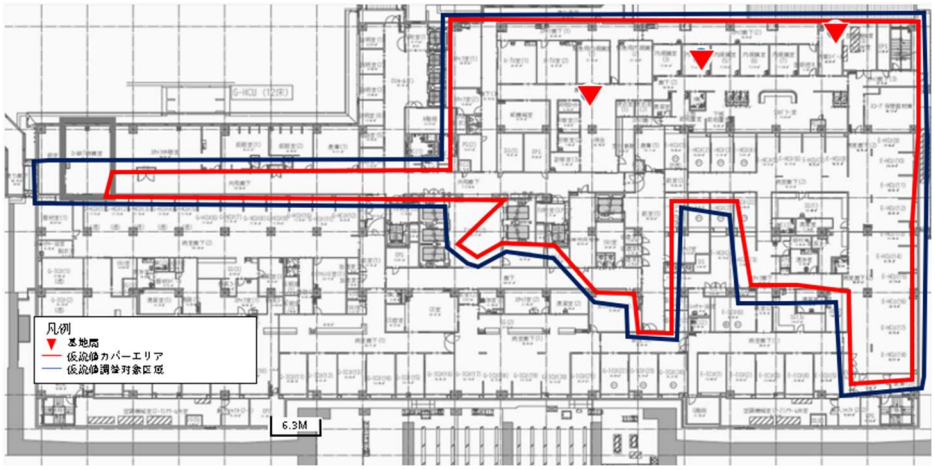


図 3.3.2.(2)-4(g) 仮説エリア図(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

(3) 評価・検証項目

実証環境における DAS、及びリピーターを用いたローカル５G の性能評価として、エリア形成の検証と、ユーザへのサービス提供品質の評価を行う。

まず、DAS によるユーザへのサービス提供品質の観点としてエリア形成を行う区域内において表 3.3.2.(3)-1 に示すエリア形成の検証、サービス提供品質の調査を実施した。また、サービス提供品質の調査については、表 3.3.2.(3)-2 に示す課題実証側での所要性能を達成できているか合わせて評価を行う。

同じく、リピーターによるユーザへのサービス提供品質の観点として、サービスアンテナにてエリア形成を行う区域内において表 3.3.2.(3)-1 に示すエリア形成の検証、サービス提供品質の調査を実施した。サービス提供品質の調査については、表 3.3.2.(3)-2 に示す課題実証側での所要性能を達成できているか合わせて評価を行う。

これらの評価・検証を通じて、DAS、及びリピーターを用いたローカル５G エリア設計・構築に関する技術的課題を整理するとともに、それら課題の解決方策等についても考察を行うことで、DAS、及びリピーターの活用によるローカル５G 基地局の増設を不要とするエリア構築手法を考察した。

表 3.3.2.(3)-1　DAS、及びリピーターによるエリア構築の柔軟化における
評価項目と測定項目との関係

評価・検証項目	評価項目の概要	主な測定項目
エリア形成の検証	DAS、及びリピーター設置後のエリア算出法に基づく、カバーエリア及び調整対象区域のエリア端において実測する下り受信電力値とエリア端閾値の比較。	下り受信電力 (SS-RSRP) (SS-RSRQ)
	DAS、及びリピーター設置後の干渉による通信品質の劣化状況の確認。	通信品質 (SS-SINR)
サービス提供品質の評価	DAS、及びリピーターのカバーエリア端における、伝送スループットと遅延時間が、課題実証で要求される基準を満たしているか評価。 ただし、今回の課題実証においては目標となる遅延時間は設定されないが、実証環境の参考値として遅延時間の測定を行う。 なお、遅延時間の測定区間は、 【測定器 - UE】～【5G Core - 測定器】 とする。	伝送スループット 遅延時間

表 3.3.2.(3)-2　課題実証での所要性能(表 3.3.2.(1)-1 再掲)

実証エリア	項目	下り(DL)	上り(UL)
新病院棟 1F オペレーションルーム	通信速度	50Mbps	－
	利用条件	PC 等 3 台で計 50Mbps	－
新病院棟 1F HERS–	通信速度	20Mbps	20～60Mbps
	利用条件	PC 等 1 台で計 20Mbps	カメラ等 4 台で 20～60Mbps
新病院棟 2F 通路	通信速度	－	10Mbps
	利用条件	－	カメラ等 2 台で 10Mbps
新病院棟 2F 内視鏡室	通信速度	45Mbps	45Mbps
	利用条件	PC 等 2 台で計 45Mbps	カメラ等 5 台で 45Mbps
東館 3F 医局	通信速度	15Mbps	－
	利用条件	PC 等 1 台で計 15Mbps	－

① 測定項目(エリア形成の検証)

一般的に 5GNR のエリア指標として用いられている SS-RSRP (Synchronization Signal-Reference Signal Received Power)、SS-RSRQ (Synchronization Signal-Reference Signal Received Quality)、及び SS-SINR(Synchronization Signal-Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)について実測する。

SS-RSRP は、1 リソースエレメント当たりの SSS (Secondary Synchronization Signal)の受信電力であり、基地局からの電波の受信レベルを評価する基本的なパラメータである。SS-RSRQ は、受信品質を評価するパラメータであり、近隣基地局の干渉が増大すれば RSRQ が小さくなる。

RSSI は全体帯域の電力であり、SS-RSRP の下り受信電力の測定帯域である 30kHz から 100MHz に変換した値となる。

SS-SINR も RSRQ 同様に受信品質を評価するパラメータであり、RSRQ は分母に RSSI、つまり全体帯域の電力を用いるが、SINR では RS と同じリソースブロックの帯域内に存在する干渉電力を分母とする。干渉電力は、同じ帯域内の隣接セルからの信号に加えて雑音成分や、CP(Cyclic Prefix)時間を超えて遅延したマルチパスとなり、その干渉電力が増大すれば SINR が小さくなる。

② 測定項目(サービス提供品質の評価)

ユーザへのサービス提供品質の評価として、カバーエリア内、カバーエリア端における伝送スループット、遅延時間（参考値）について、下り受信電力値との関係性で評価し、表 3.3.2.(3)-2 にて示している課題実証側での所要性能を達成できているか評価する。

③ 測定方法(エリア形成の検証)

測定については、公募要領の規定に従いエリア算出法に基づき置局する DAS 及びリピーターの算出法エリア図(図 3.3.2.(2)-3）のカバーエリア内において受信電力を測定する。

また、エリア図が病院建屋外のエリアについても、カバーエリア端、調整対象区域端について受信電力を測定する。

④ 測定方法(サービス提供品質の評価)

伝送スループットについては、アップリンク（以下、UL）/ダウンリンク（以下、DL）を、端末側に接続した測定器と基地局側コアネットワークに接続した測定器との区間において測定する。遅延時間（参考値）についても同じ区間において実測する。なお、測定地点は③で測定するポイントと同様とする。また、③で実施した測定点において不感地帯、または弱電界となった場合も測定を実施する。

(4) 評価・検証方法

1)測定機器

各種データの測定機器は 3.2.2 項に記載のものを使用した。

2)DAS、レピーター諸元

本実証で使用する DAS、及びレピーターについて、図 3.3.2. (4)-1 に DAS、図 3.3.2(4)-2 にリピーターの外観を、表 3.3.2(4)-1 に DAS 及び基地局諸元、表 3.3.2(4)-2 リピーターの諸元を示す。

また、DAS、及びレピーターについての設置場所について、図 3.3.2(4)-3 に DAS、図 3.3.2 (4)-4 にレピーターについて示す。

図 3.3.2. (4)-1　DAS 本体外観

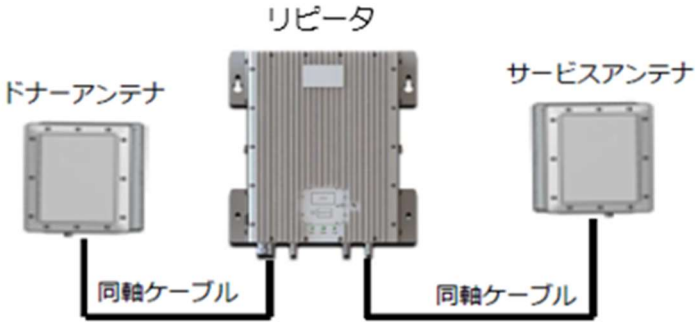


図 3.3.2(4)-2　リピーター本体、アンテナ外観

表 3.3.2(4)-1(a)　DAS に関する諸元等一覧

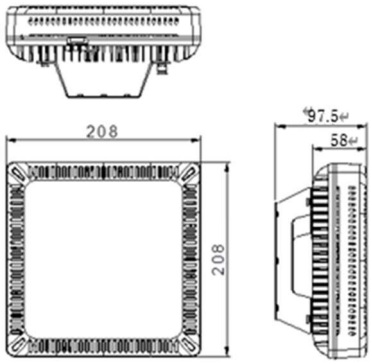
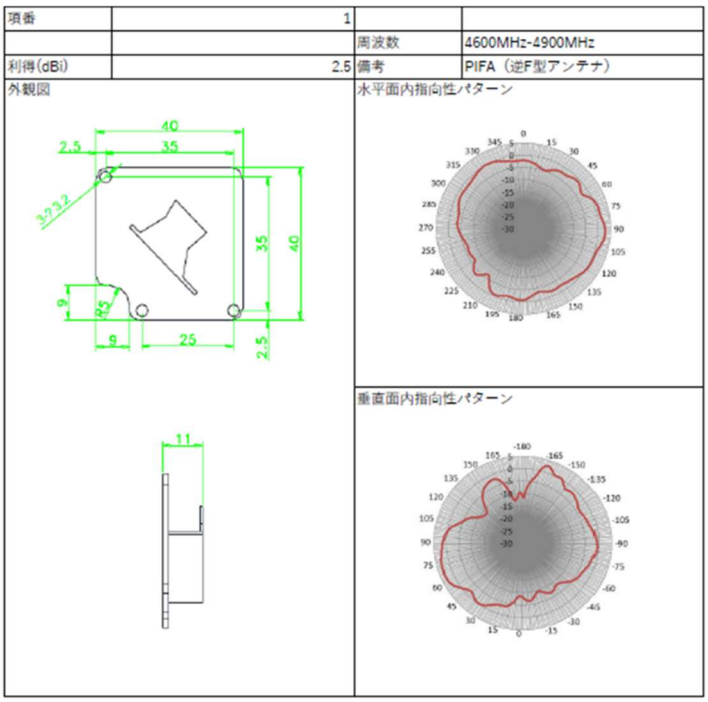
項目	対象装置	各種諸元詳細
諸元	DAS	メーカー：富士通 装置名：PW3.3.1-pRadio 種別：屋内用アンテナ装置(略称：pRadio) 周波数：5GNR 4.8GHz～4.9GHz サイズ：W208 D208 H58(単位：㎜) 電源：DC-48V(集線装置より給電)
		機器寸法図 
		アンテナパターン 

表 3.3.2(4)-1(b)　ローカル５G 基地局システム諸元①　(表 2.3.1.1-1 再掲)

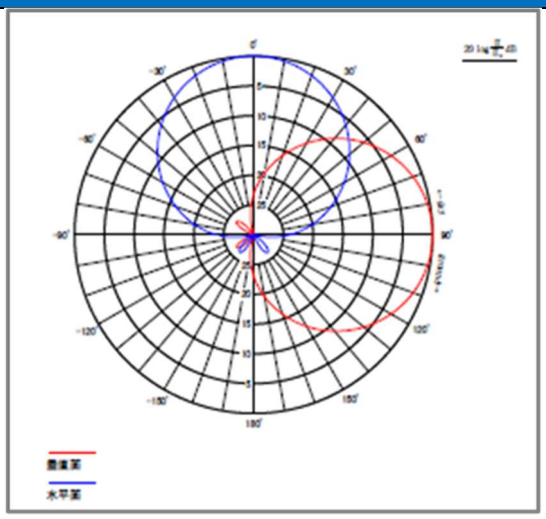
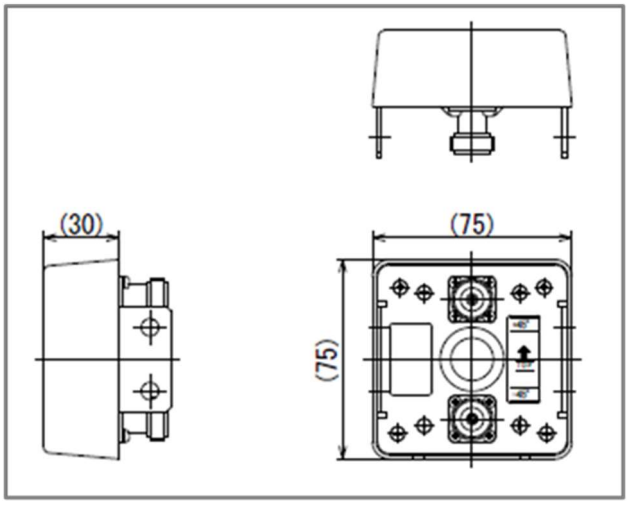
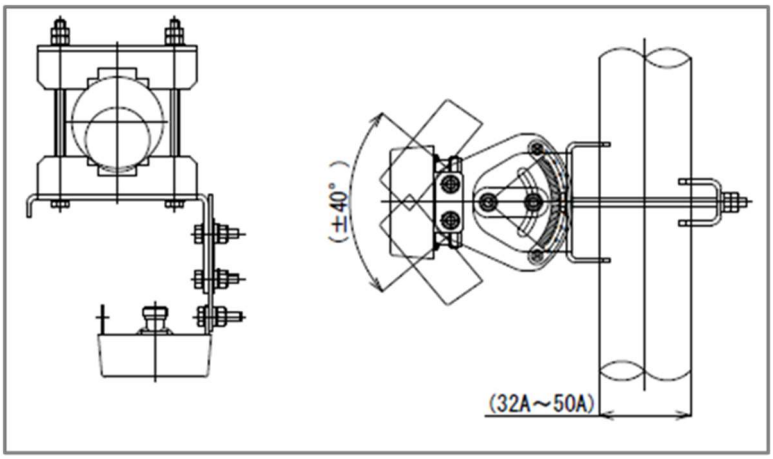
製造ベンダ	富士通株式会社
周波数	4.8GHz～4.9GHz
帯域幅	100MHz
通信方式	TDD（同期）
DL:UL　比率	DL ： UL ： S = 7 ： 2 ： 1
送受信系統数	4 送信　4 受信
ユーザ数	1 セル当たり 64UE を目標とする
MIMO	UL　2Layer　DL 4Layer
変調方式	QPSK/16QAM/64QAM/256QAM
セルスループット（規格値）	DL：1.7Gbps　UL：　0.2Gbps
同期方式	GPS
フロントホールインターフェース	O-RAN Split Option7.2x

表 3.3.2(4)-1(c)　ローカル５G 基地局システム諸元②

サブキャリア間隔	30kHz
RB 数	273

表 3.3.2(4)-2 リピーターに関する諸元等一覧

項目	対象装置	各種諸元詳細
諸元	本体	メーカー：電気興業 種別：リピーター本体 周波数：5GNR 4.8GHz～4.9GHz 帯域幅：100MHz 装置内利得：40dB～60dB 装置内遅延：約 300nsec 送信出力：＋10dBm/100MHz/アンテナ端子 ドナーアンテナ端子入力電力：-50dBm～30dBm サービスアンテナ端子入力電力：-25dBm サイズ：W292 D345 H157(単位：㎜) 重量：約 18kg 電源電圧：AC100V±10%(50W 以下)
	ドナーアンテナ サービスアンテナ	メーカー：電気興業 装置名：X65-3545FTD 種別：リピーター用ドナーアンテナ 周波数：5GNR 4.4GHz～4.9GHz サイズ：W75 D75 H30(単位：㎜)

項目	対象装置	各種諸元詳細
		  

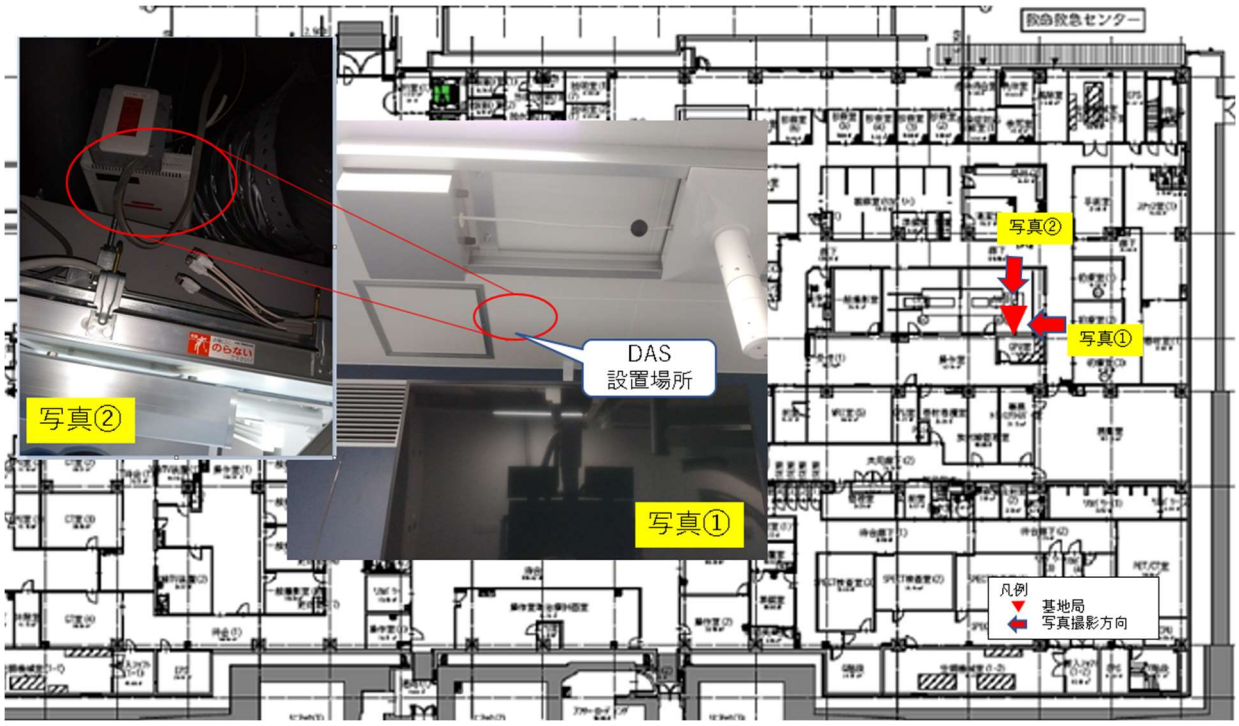


図 3.3.2(4)-3(a)　DAS 設置場所設置状況：1F-DAS1

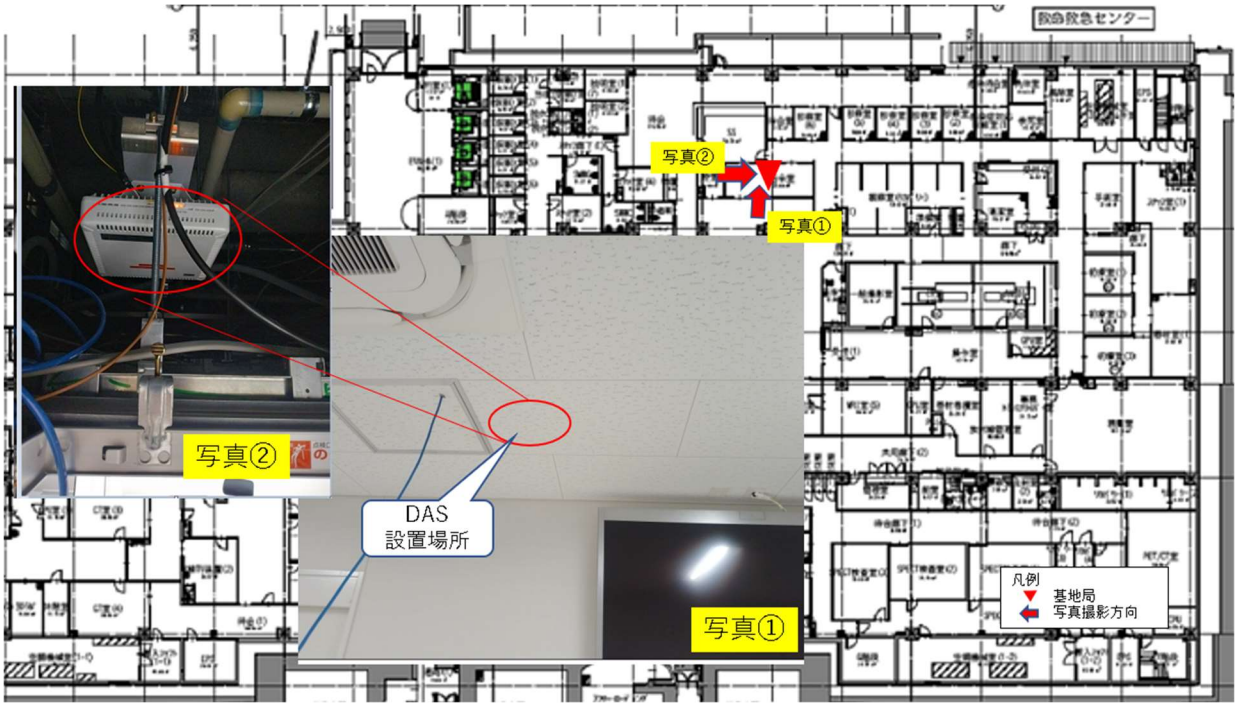


図 3.3.2(4)-3(b)　DAS 設置場所設置状況：1F-DAS2

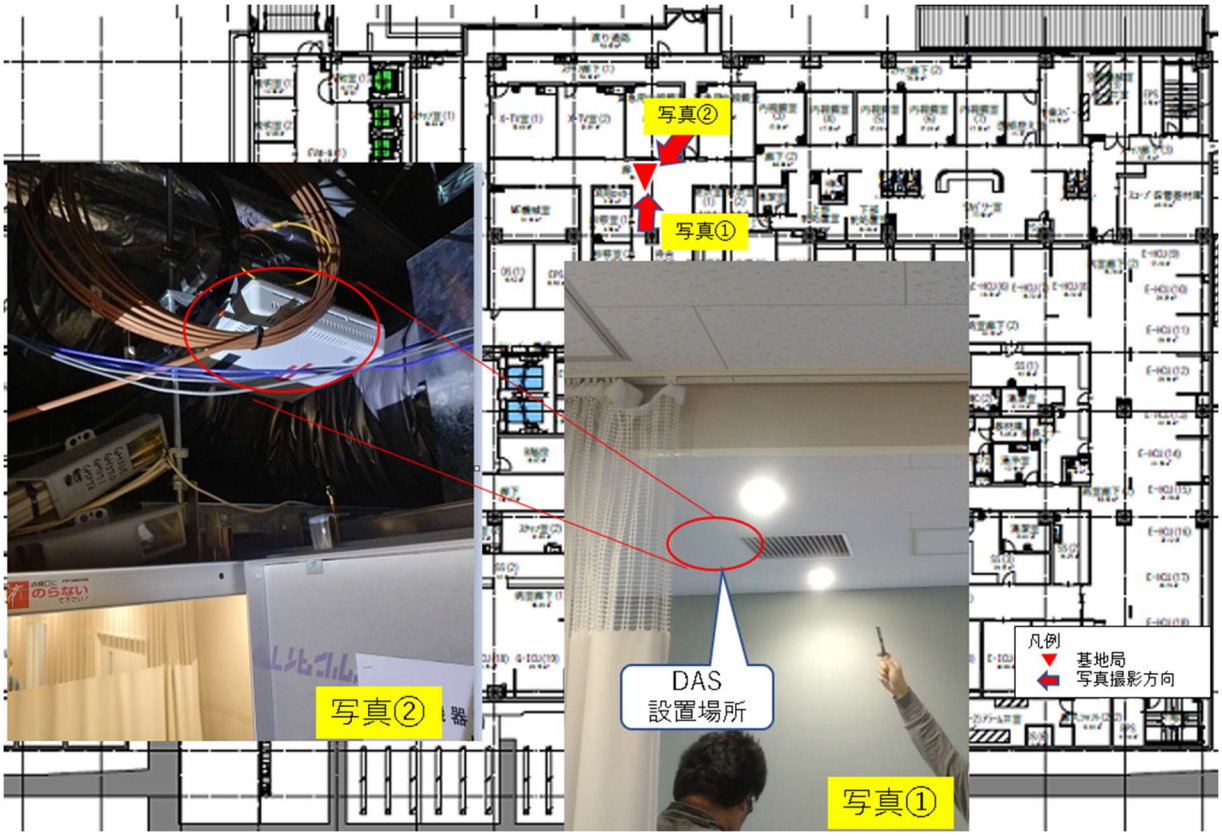


図 3.3.2(4)-3(c)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS3

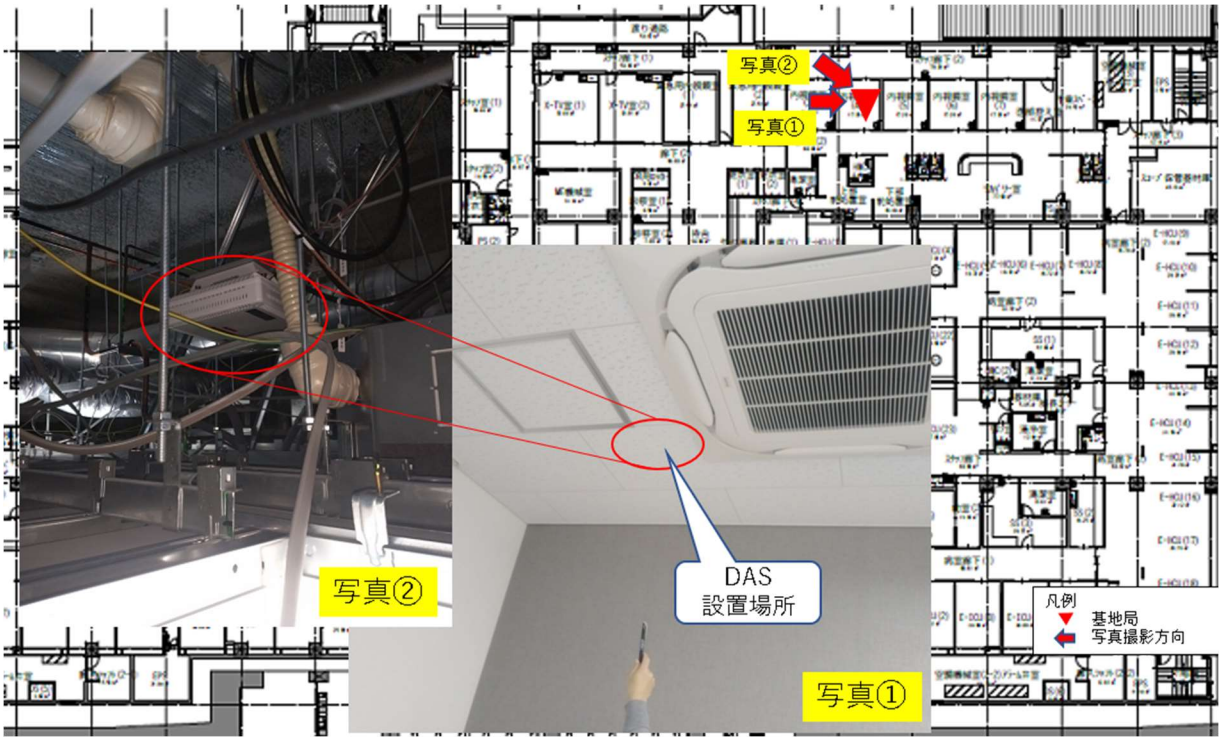


図 3.3.2(4)-3(d)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS4

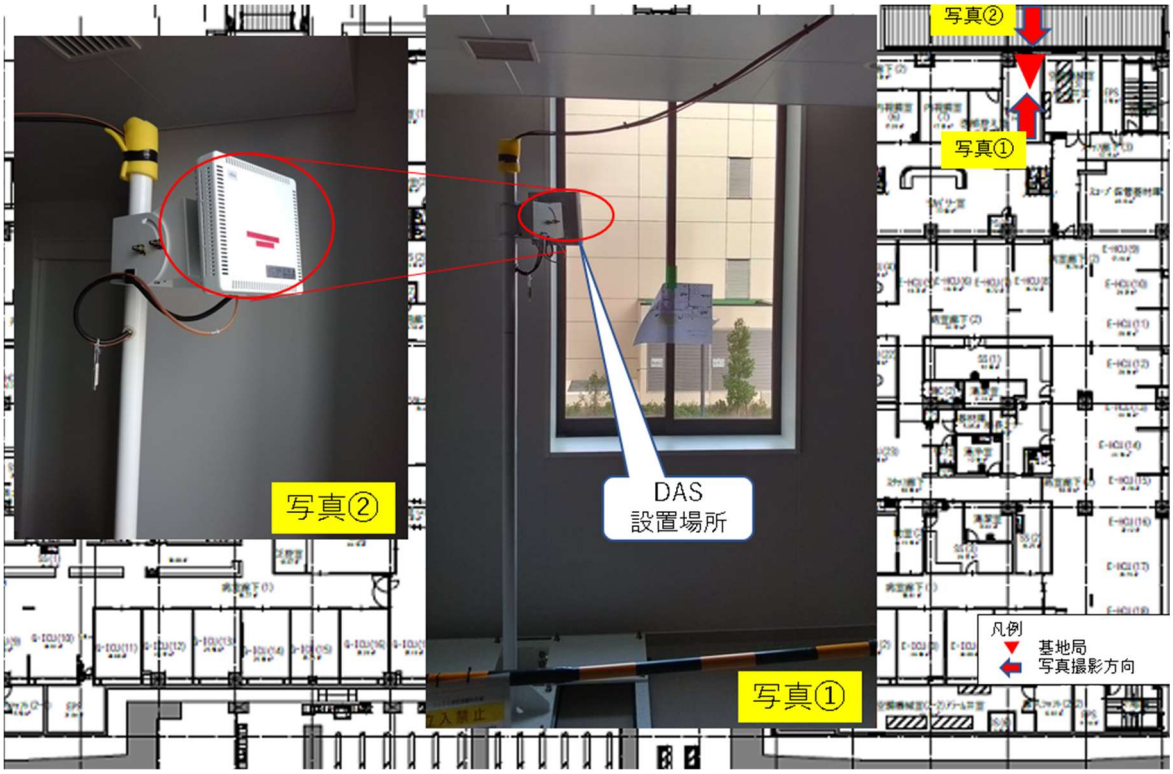


図 3.3.2(4)-3(e)　DAS 設置場所設置状況：2F-DAS5

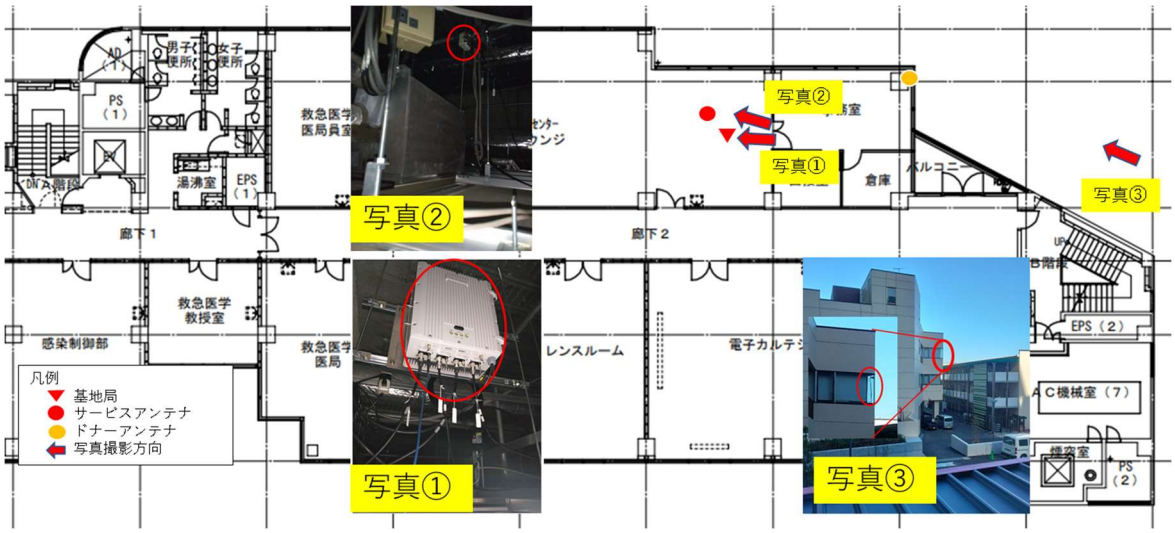


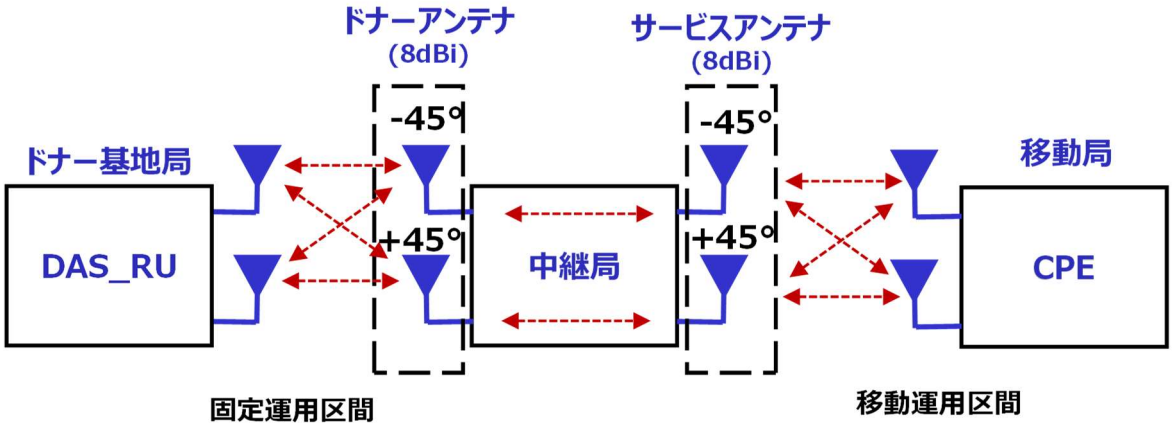
図 3.3.2(4)-4(a)　リピーター設置風景設置状況

本実験で使用するレピーター(中継装置)の送受信構成は、基地局対向側、移動局対向側ともに、２T2R である。

よって、基地局～移動局間で 2x2MIMO の通信が可能となる。レピーター(中継装置)においては、ドナー基地局/移動局からの電波(2-Input)を出来る限り、分離受信して再送信(2-Output)する必要がある。

本実験では、±45°の偏波アンテナを使用し、分離受信/再送信を実現する構成とした。

本実験における電波経路ブロック図を以下に示す。



上図の通り、ドナー基地局の電波を偏波アンテナで受けて増幅後、再び偏波アンテナで再輻射する構成である。

中継局の設置・運用では、基地局～移動局間の電波経路が２つの区間に分けられる。

1) ドナー基地局～中継局・ドナーアンテナ 間

2) 中継局・サービスアンテナ～移動局 間

後者は、一般の基地局～移動局間と同じであり、移動局がサービスアンテナ周辺を移動して電波を送受信・通信を行う“移動通信”である。一方の 1)は通常、ドナーアンテナが固定設置され、ドナー基地局～中継局・ドナーアンテナの通信は“固定通信”となる。また、基地局～レピーター傘下の移動局の“電波”は常にドナー基地局～中継局・ドナーアンテナ間の電波経路を通過する。このため、ドナー基地局～中継局・ドナーアンテナ間の電波経路の品質が全体の通信品質に影響を及ぼすことになる。

従って、中継局の構築―ドナーアンテナは、対ドナー基地局の電波経路が良好な位置の設置する必要があり、運用開始にあたって十分な確認が必要となる。

以下に、ドナー基地局、及びドナーアンテナの設置環境、レピーターのドナー入力端の RSRP の測定結果を示す。

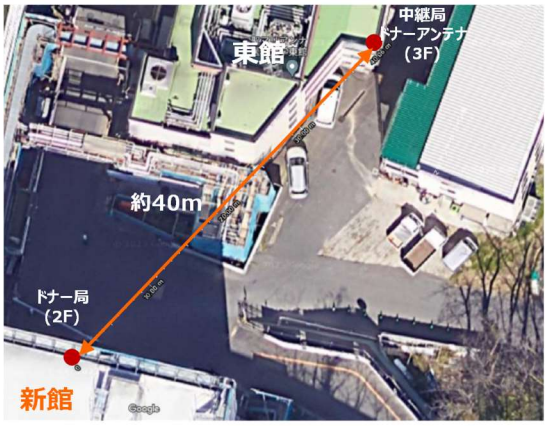


図 3.3.2(4)-4(b)　ドナー基地局及びドナーアンテナの設置環境

新館 2F に設置したドナー基地局(TP:+67.0m)と東館 3F に設置したドナーアンテナ(TP:+71.9m)で双方とも窓ガラス越しの送受信を環境で、途中に際立った障害物の無い、直線距離:約 40mの見通し環境である。

ドナー基地側の窓ガラスは、建築直後の建物であることから、電波遮蔽性能を有する UV ガラスと推察する。

図 3.3.2(4)-4(c) ドナー基地局及びドナーアンテナの設置状況

なお、ドナー基地局は、本来は天井などに水平設置する基地局を垂直設置する形態で設置、実験を行った。

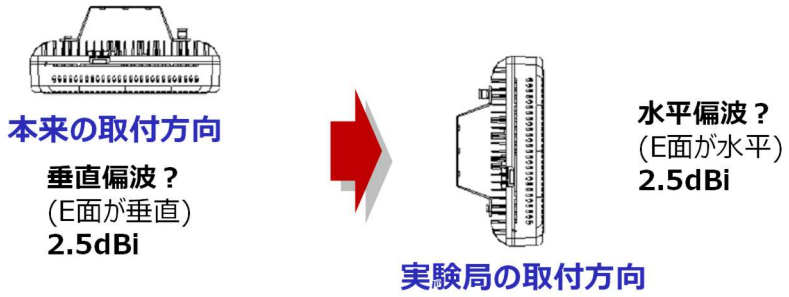


図 3.3.2(4)-4(d)　ドナー基地局の設置方法

ドナー基地局内に実装されているアンテナの位置は不明であるが、本来は水平設置であること、PIFA(逆 F 型アンテナ)を使用していることから、本実験での偏波面は”水平偏波“であると推察する。

次に、レピーターの設置環境を示す。

東館 3F の窓ガラス越しの設置である。鉄線入りの窓ガラスであり、事前測定より、遮蔽(侵入)損失は約 8dB との情報を得ている。

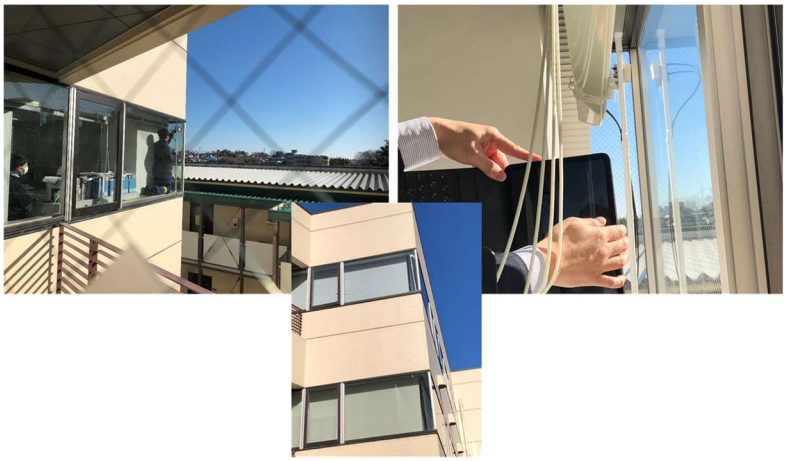


図 3.3.2(4)-4(e)　レピーターの設置環境

3)測定地点の考え方

a. DAS を設置する新病院棟内においては、複数の DAS を置局している事から、DAS 単位でカバーエリア及び調整対象区域の確認を行った。この結果をもとに、各エリアは置局点に対し全方位で作図する必要があるため、置局点を中心にとして 30° 方位ごとに方位を区切りメッシュ状となるようにエリア内において測定ポイントを抽出し、その場所の近似にある測定可能な診察室や待合室等の場所を選び測定を実施した。

なお、各フロアに複数の DAS を置局している事から、複数の DAS による合成電力の確認も行うため、フロアにおける測定点は 30° 方位ごとメッシュ状となっていない箇所もある事に留意頂きたい。

b. レピーターが設置される東館 3 階においては、フロア内をメッシュ状に区切ったエリア内において測定ポイントを抽出し、その場所の近似にある測定可能な研修医室や会議室等の場所を選び測定を実施した。

c. また屋外に拡がるカバーエリア端、調整対象区域端についても測定を実施する。

※なお、図各測定地点においては障害物等により測定困難な地点については、測定地点をずらす等で調整。

4)測定項目(エリア形成の検証)

一般的に 5GNR のエリア指標として用いられている SS-RSRP (Synchronization Signal-Reference Signal Received Power) 及び SS-RSRQ (Synchronization Signal-Reference Signal Received Quality)について実測した。

SS-RSRP は、1 リソースエレメント当たりの SSS (Secondary Synchronization Signal) の受信電力であり、基地局からの電波の受信レベルを評価する基本的なパラメータである。SS-RSRQ は、受信品質を評価するパラメータであり、近隣基地局の干渉が増大すれば RSRQ が小さくなる。

RSSI は全体帯域の電力であり、SS-RSRP の下り受信電力の測定帯域である 30kHz から 100MHz に変換した値となる。

SS-SINR も RSRQ 同様に受信品質を評価するパラメータであり、RSRQ は分母に RSSI、つまり全体帯域の電力を用いるが、SINR では RS と同じリソースブロックの帯域内に存在する干渉電力を分母とする。干渉電力は、同じ帯域内の隣接セルからの信号に加えて雑音成分や、CP(Cyclic Prefix)時間を超えて遅延したマルチパスとなり、その干渉電力が増大すれば SINR が小さくなる。

5)測定項目(サービス提供品質の評価)

伝送スループット（アップリンク（以下、UL）/ダウンリンク（以下、DL））、及び遅延時間について計測した。

6)測定手法

各種データは、上記の考え方に基づき選定した測定地点に測定員が赴き、表 3.2.2-1 に示す測定機器、及び表 3.3.2.(3)-1 に示す測定値を用いて実測する。

また、実証環境における電波伝搬環境をより詳細に分析するため、各測定地点においては測定員の目視により見通し環境もしくは見通し外環境であるかを併せて記録する。

ただし、建物の構造や障害物の存在等により立ち入りが難しい場所については測定地点をずらすなどで対応する。

SS-RSRP 及び SS-SINR は、エリアテスタを用いて、1000 サンプル／地点のログ取得を実施した。

なお、受信電力の測定においては、定在波の影響を避けるため、1 つの測定点において、10λ（λは波長）の範囲で測定位置を動かしながら測定を実施した。

サービス提供品質の評価も同様に、伝送スループットの測定のため各測定地点にて測定員が表 3.2.2-1 に示す測定器を用いて実施した。遅延時間についても、各測定地点において同じ機器を用いて測定を実施した。

伝送スループットや遅延時間の測定については、端末側に接続した測定器と基地局側コアネットワークに接続した測定器との区間における End To End で測定を実施した。

測定においては、測定点間の移動を効率的に実施するため、図 3.2.2-5 に示すような測定補助用の治具を作成し測定を実施した。

DAS について、新病院棟 1F・2F 合わせて計 337 点で受信電力の測定を行った(図 3.3.2.(4)-5)。

レピーターについて、屋外、及び東館 3 階について計 47 点で受信電力の測定を行った(図 3.3.2.(4)-6)。

測定模様を図 3.3.2.(4)-7 に示す。

図 3.3.2.(4)-5(a)　DAS 測定点　新病院棟 1F-DAS1

図 3.3.2.(4)-5(b)　DAS 測定点　新病院棟 1F-DAS 2F

図 3.3.2.(4)-5(c)　DAS 測定点　新病院棟 2F-DAS3

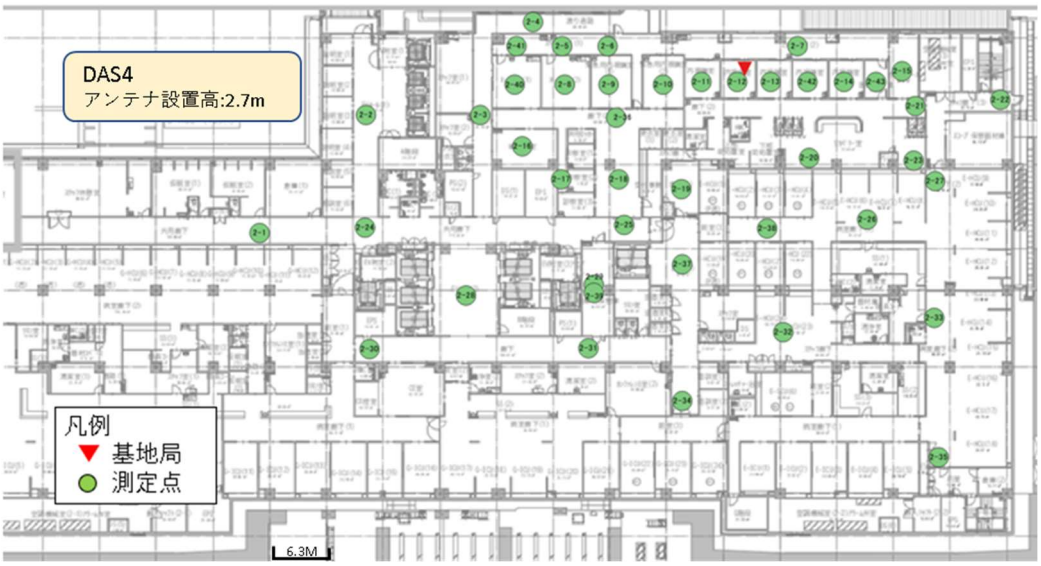


図 3.3.2.(4)-5(d)　DAS 測定点　新病院棟 2F-DAS4

図 3.3.2.(4)-5(e)　DAS 測定点　新病院棟２F-DAS5

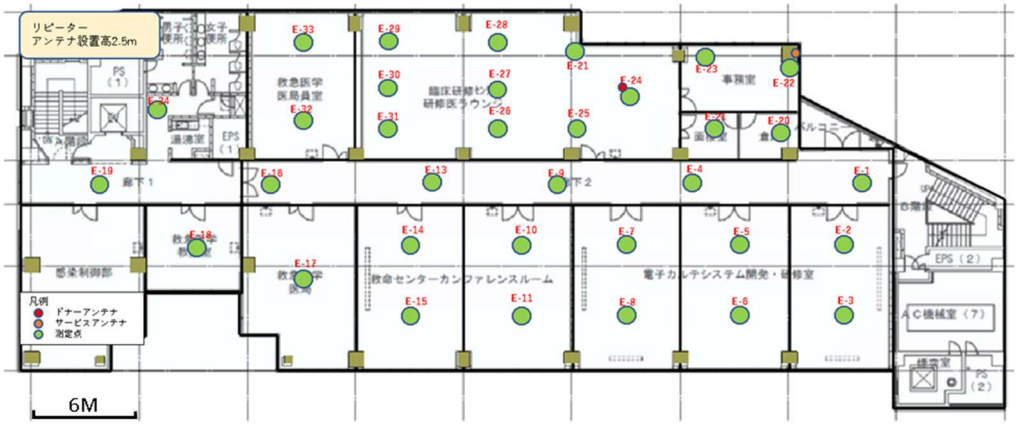


図 3.3.2.(4)-6(a)　　リピーター測定点　東館 3F

図 3.3.2.(4)-6(b)　リピーター測定点　屋外

図 3.3.2.(4)-7　測定模様

7)評価・検証方法

本測定におけるローカル５G 電波伝搬特性等の評価・検証方法について以下に示す。

Ⅰ.実証環境におけるエリア形成の検証

エリア形成の検証としては、エリア算出法に基づく DAS、及びリピーターのカバーエリア及び調整対象区域のエリア端閾値を基準に、実証環境において実測した下り受信電力値及びそこから導く伝搬ロス特性により行う。

具体的には、DAS 単位、及びレピーターでの実証環境におけるカバーエリア及び調整対象区域をエリア算出法により作図する（エリア算出法によるエリア図）。その後、それぞれのエリア端における実際の下り受信電力値とエリア端閾値との比較を行なう。下り受信電力値とエリア端閾値が異なっている場合は、カバーエリア及び調整対象区域のエリア端閾値が実測される地点と基地局との距離の確認を行うことにより実測値による推定エリア図を作成する。最後に、エリア算出法によるエリア図と実測値による推定エリア図の差分を評価する。

加えて、各測定地点において実測した下り受信電力値と測定地点～基地局間距離から算出した伝搬ロス特性を、携帯電話システムの設計等に用いられている電波伝搬モデルと比較することで、実証環境における 4.7GHz 帯（4.8~4.9GHz）の電波伝搬特性の評価を行う。

本実証に用いる基地局装置の下り受信レベル（SS-RSRP）の測定帯域は 30kHz であるため、上述したエリア端閾値を 100MHz から、30kHz へ帯域換算した以下の値を用いている。

カバーエリア端レベル（SS-RSRP 帯域換算）　：-119.8dBm
調整区域端レベル（SS-RSRP 帯域換算）　　：-126.2dBm

また、複数の DAS 環境において、エリア算出法によるエリア図と、実測値からの推定エリア図におけるエリア形成についても評価を行う。

Ⅱ.実証環境におけるユーザへのサービス提供品質の評価

ユーザへのサービス提供品質の評価として、DAS 単位、及びレピーターでのカバーエリア端における伝送スループット、遅延時間（参考値）について、下り受信電力値との関係性で評価し、表 3.3.2.(4)-5 にて示している課題実証側での所要性能を達成できているか評価する。

また、複数の DAS 環境での伝送スループット、遅延時間（参考値）についても評価を行う。

表 3.3.2.(4)-5　課題実証での所要性能(表 3.3.2.(1)-1 再掲)

実証エリア	項目	下り(DL)	上り(UL)
新病院棟 1F オペレーションルーム	通信速度	50Mbps	－
	利用条件	PC 等 3 台で計 50Mbps	－
新病院棟 1F HERS–	通信速度	20Mbps	20～60Mbps
	利用条件	PC 等 1 台で計 20Mbps	カメラ等 4 台で 20～60Mbps
新病院棟 2F 通路	通信速度	－	10Mbps
	利用条件	－	カメラ等 2 台で 10Mbps
新病院棟 2F 内視鏡室	通信速度	45Mbps	45Mbps
	利用条件	PC 等 2 台で計 45Mbps	カメラ等 5 台で 45Mbps
東館 3F 医局	通信速度	15Mbps	－
	利用条件	PC 等 1 台で計 15Mbps	－

(5) 実証結果及び考察

1) DASにおける実証結果及び考察

a) 仮説エリア図と実測値から推定されるエリア図の比較

DASを設置する際のエリア設計手法をモデル化するため、シミュレーションにて算出したDAS設置時のカバーエリアおよび調整対象区域図と、各DAS設置後の実測値から推測されるカバーエリアおよび調整対象区域について比較を行い、その差分の要因を考察した。

図 3.3.2.(5).1).a-1に各DASにおけるエリア形成状況を示す。図 3.3.2.(5).1).a-1に記載の赤点は4.6-4.9GHz帯におけるローカル5G審査基準で定められている“カバーエリア端レベル（100MHz幅の場合:-84.6dBm)”を前提に実測値から評価した想定カバーエリア端である。一方、青点は、同様に審査基準で定められている“調整 域端レベル（100MHz 幅の場合：-91.0dBm）”を前提に実測値から評価した調整区域端である。

本実証に用いる基地局装置の下り受信レベル（SS-RSRP）の測定帯域は 30kHz であるため、上述したエリア端閾値を 100MHz から、30kHz へ帯域換算した以下の値を用いている。

カバーエリア端レベル（SS-RSRP 帯域換算）：-119.8dBm
調整区域端レベル（SS-RSRP 帯域換算）　：-126.2dBm

3.3.2.(2)章で作成した仮説に基づくエリア図との比較を行う為、実測値に基づくカバーエリア及び調整対象区域図を作成し、仮説値から算出したエリア図と実測値から推定したエリア図の比較を行い、仮説値の妥当性を評価する。

結果からは、以下のことがわかる。

【DAS1】

図 3.3.2.(5).1).a-1(a)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-1(b) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域よりも、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が狭くなる結果を確認した。これは、DAS1 が CT 検査機などの X 線(放射線)により医療検査を行う放射線室内に置局されている。放射線室内は外部への放射線を遮断する鉛を組み込んだ放射線遮へい壁構造により構築されており、通常の内壁とは異なる電波減衰により、シミュレーションの結果よりもエリアが縮小したと考えられる。

【DAS2】

図 3.3.2.(5).1).a-1(c)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-1(d) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が同等である事を確認した。

【DAS3】

図 3.3.2.(5).1).a-1(e)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-1(f) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が同等である事を確認した。

【DAS4】

図 3.3.2.(5).1).a-1(g)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-1(h) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が同等である事を確認した。

【DAS5】

図 3.3.2.(5).1).a-1(i)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-1(j) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が同等である事を確認した

図 3.3.2.(5).1).a-1(a) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(1F-DAS1)

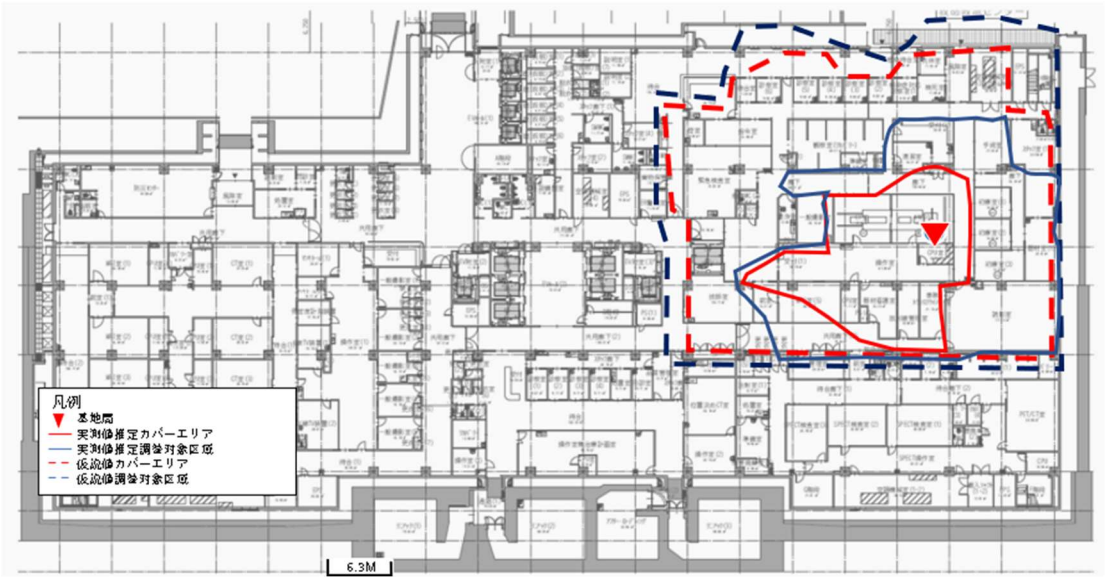


図 3.3.2.(5).1).a-1(b) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(1F-DAS1)

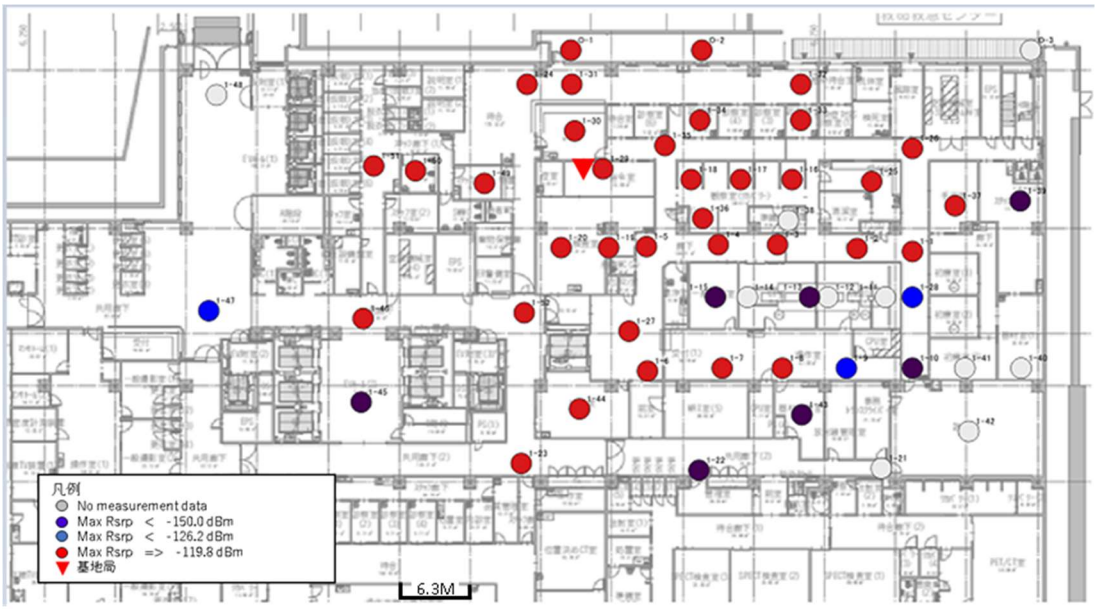


図 3.3.2.(5).1).a-1(c) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(1F-DAS2)

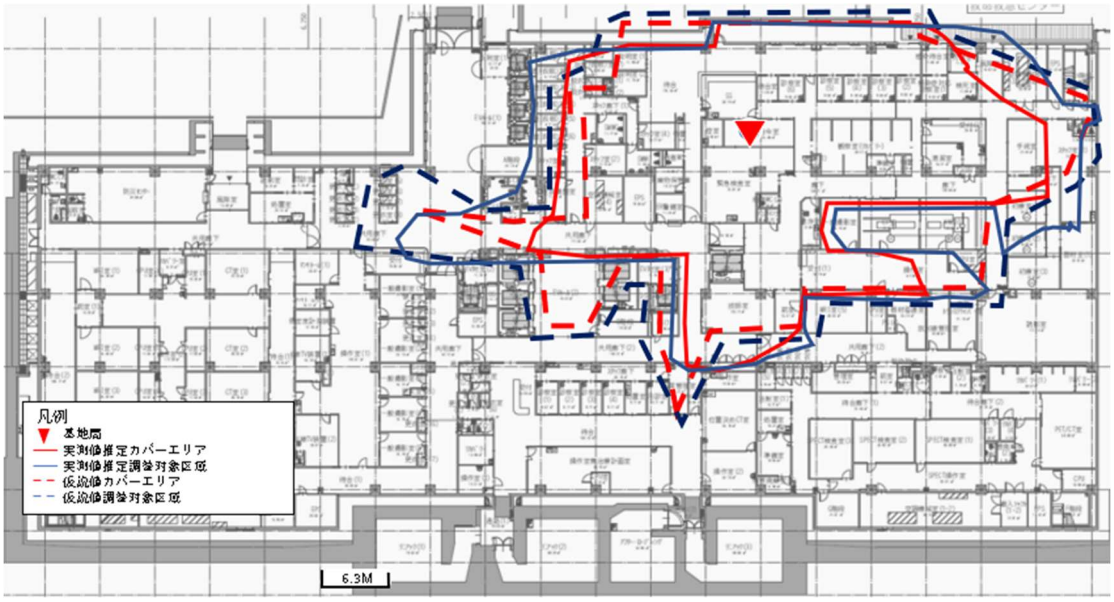


図 3.3.2.(5).1).a-1(d) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(1F-DAS2)

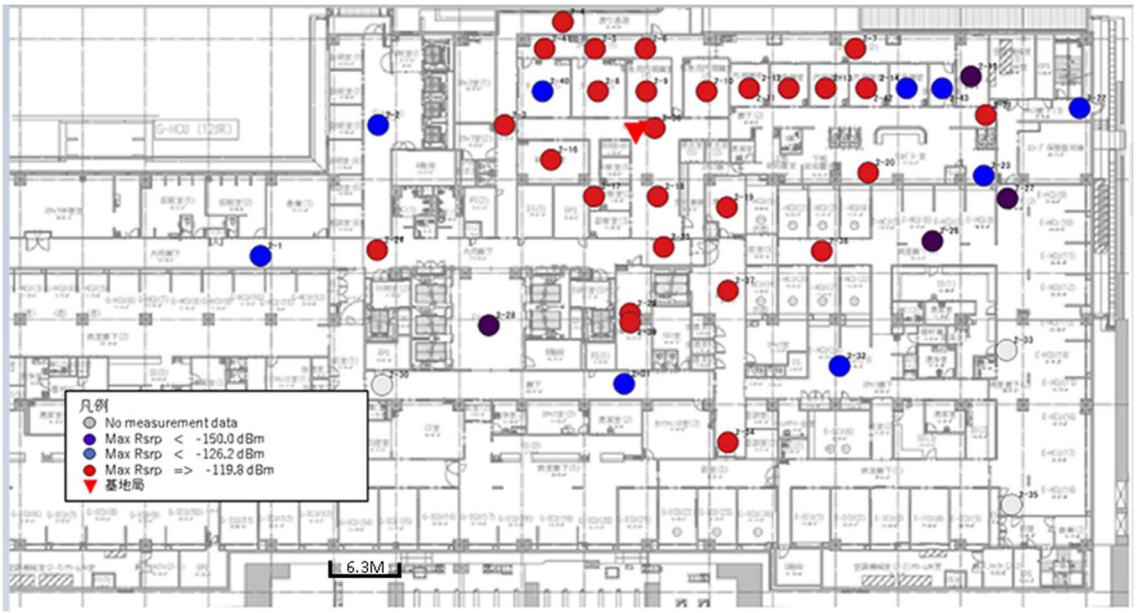


図 3.3.2.(5).1).a-1(e) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(2F-DAS3)

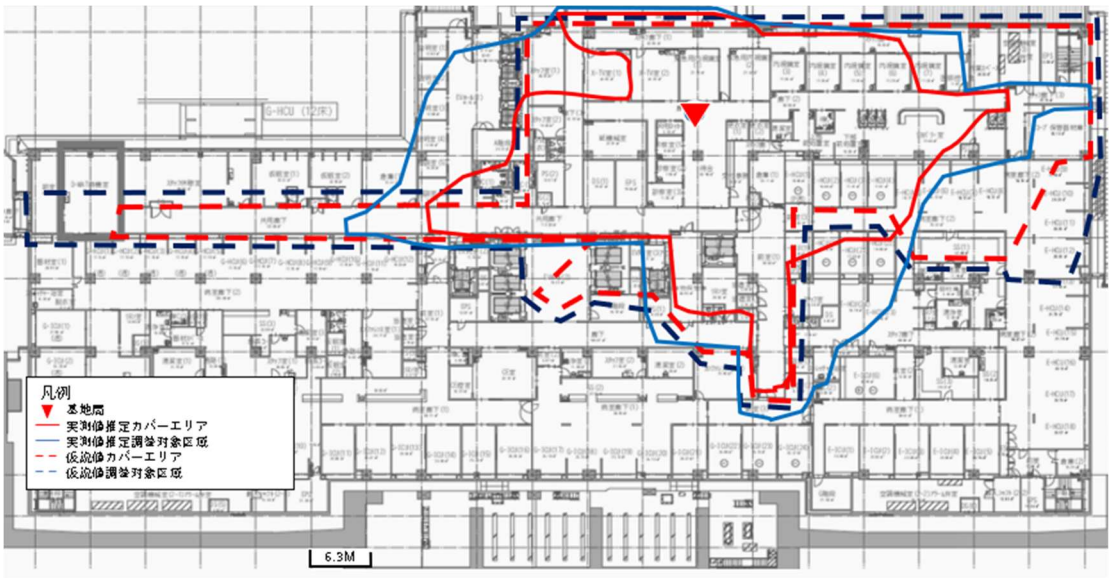


図 3.3.2.(5).1).a-1(f) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(2F-DAS3)

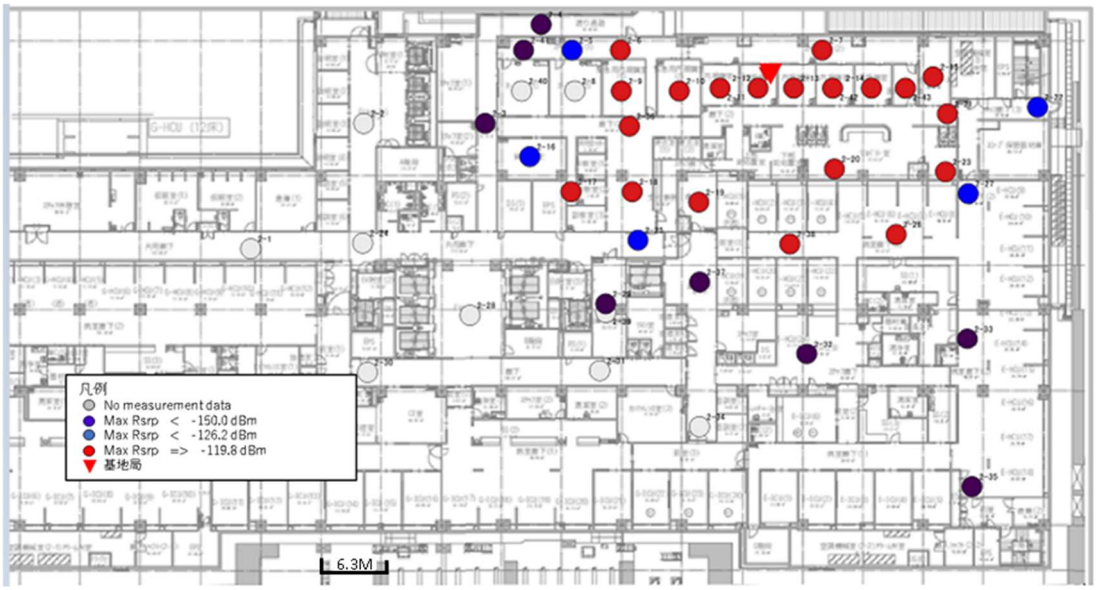


図 3.3.2.(5).1).a-1(g) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(2F-DAS4)

図 3.3.2.(5).1).a-1(h) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(2F-DAS4)

図 3.3.2.(5).1).a-1(i) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(2F-DAS5)

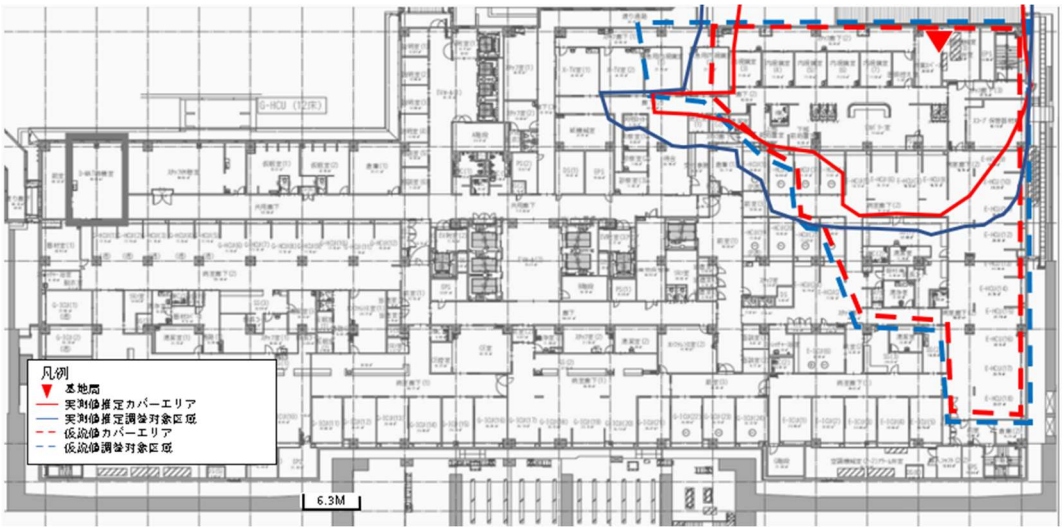


図 3.3.2.(5).1).a-1(j) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(2F-DAS5)

つぎに、各階に複数の DAS を構築したシミュレーションの評価として、1 階に DAS1・DAS2、及び 2 階に DAS3・4・5 を設置したシミュレーションのカバーエリアおよび調整対象区域図と、各 DAS を運用している状態で取得した実測値から推定されるカバーエリアおよび調整対象区域図について比較を行い、その差分の要因を考察した。

図 3.3.2.(5).1).a-2 に複数 DAS におけるエリア形成状況を示す。図 3.3.2.(5).1).a-2 に記載の赤点及び青点は、図 3.3.2.(5).1).a-2 と同様にローカル 5G 審査基準で定められている値を前提に実測値から評価した値である

結果からは、以下のことがわかる。

【DAS1・DAS2】

図 3.3.2.(5).1).a-2(a)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-2(b) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図は同等である事を確認した。

なお、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図について、エリア内に不感地帯となるエリアが確認できた。この測定点は、DAS1 が置局されている放射線室とは放射線遮へい壁で区切られた別の放射線室となる事から、DAS1 及び DAS2 ともに放射線遮へい壁による減衰で不感地帯となったと推測される。

【DAS3・DAS4・DAS5】

図 3.3.2.(5).1).a-2(c)で示したカバーエリア及び調整対象区域の実測定値に基づき、図 3.3.2.(5).1).a-2(d) に実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図と、シミュレーションで得られた仮説値カバーエリア及び調整対象区域を作成し比較を行った。

シミュレーションによる仮説値カバーエリア及び調整対象区域図と、実測値による推定カバーエリア及び調整対象区域図が同等である事を確認した。

図 3.3.2.(5).1).a-2(a) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域(1F-DAS1・DAS2)

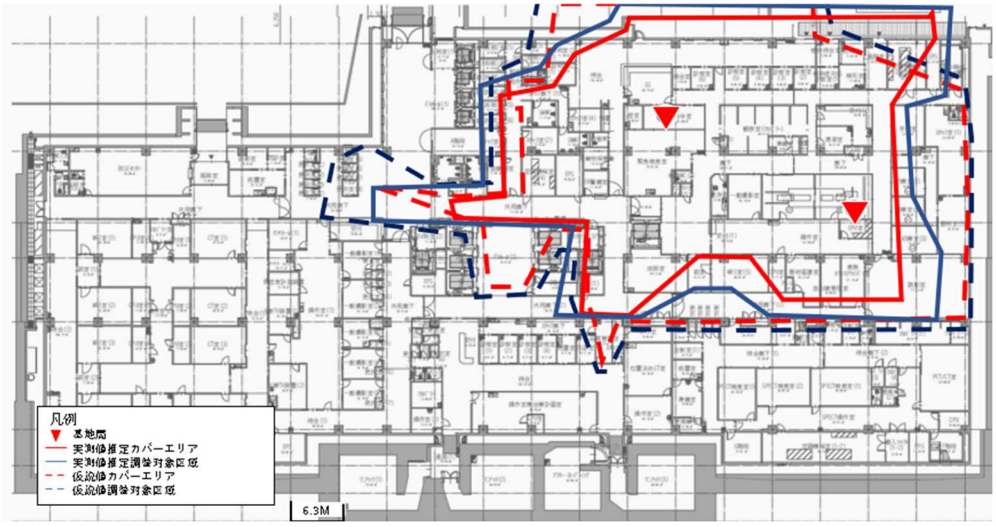


図 3.3.2.(5).1).a-2(b) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較(1F-DAS1・DAS2)

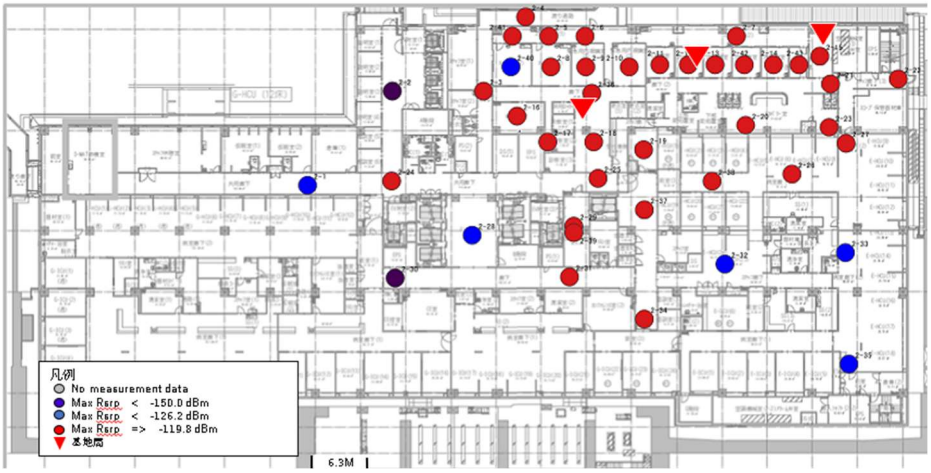


図 3.3.2.(5).1).a-2(c) 実測による各測定点のカバーエリア、調整対象区域
(2F-DAS3、DAS 4、DAS5)

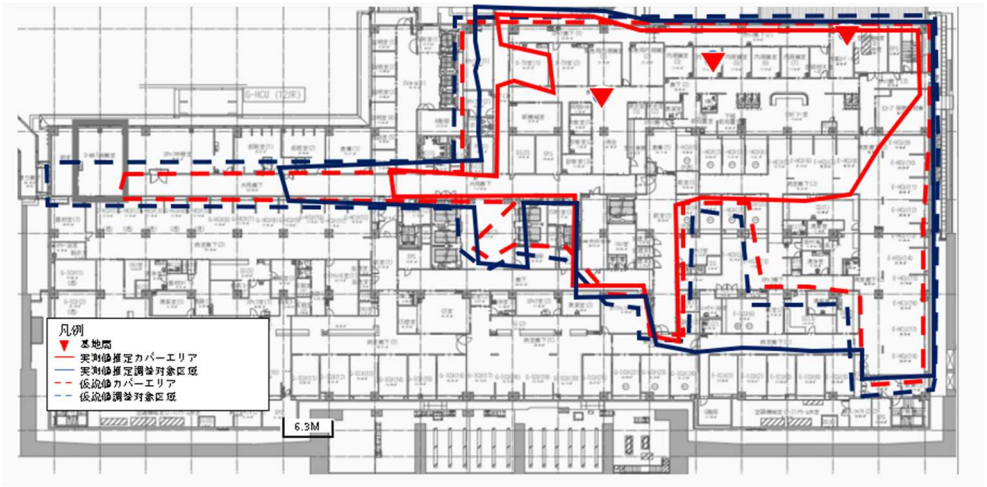


図 3.3.2.(5).1).a-2(d) 仮説値エリア図と実測値推定エリア図との比較
(2F-DAS3、DAS 4、DAS 5)

DAS 設置比較として、各階に DAS1 台設置(1 階：DAS1、2 階：DAS3)時と DAS 複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時について、エリア算出法によるカバーエリア、調整対象区域と DAS1 台、複数台の実測値推定エリアの比較を図 3.3.2.(5).1).a-3 に、DAS1 台、複数台のカバーエリア端、調整対象区域端の測定距離の比較を表 3.3.2.(5).1).a-1 に示す。

図 3.3.2.(5).1).a-3(a) エリア算出法及び実測によるカバーエリア、調整対象区域の比較
(1F-DAS1 および 1F-DAS1/DAS2)(出典:国土地理院)

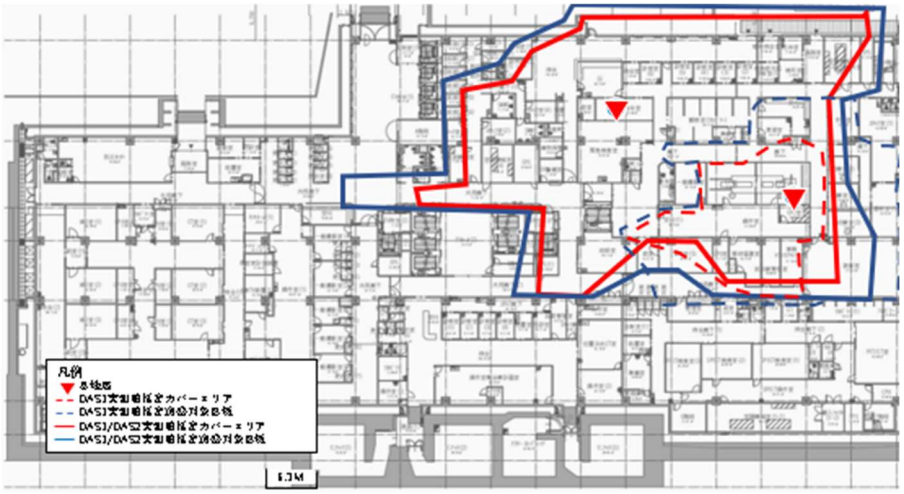


図 3.3.2.(5).1).a-3(b) 実測によるカバーエリア、調整対象区域の比較
(1F-DAS1 および 1F-DAS1/DAS2)

表 3.3.2.(5).1).a-3(a) カバーエリア、調整対象区域端の距離の変化

方位角*	カバーエリアの閾値を実測した距離(m)		調整対象区域の閾値を実測した距離(m)	
	DAS1	DAS1/DAS2	DAS1	DAS1/DAS2
0°	5	17.3	9.5	17.3
45°	6.5	11.5	11.5	11.5
90°	4.9	10.2	15.1	15.1
135°	6.1	12.8	12.8	12.8
180°	11	9.2	11	11
225°	20.5	33.4	20.5	33.4
270°	11	46.4	11	60.7
315°	5.5	35.2	14.5	35.2

*フロア図の上方向を 0° とし、DAS1 からの距離を記載

図 3.3.2.(5).1).a-3(c) エリア算出法及び実測によるカバーエリア、調整対象区域の比較
(2F-DAS3 および 2F-DAS3/DAS4/DAS5) (出典:国土地理院)

図 3.3.2.(5).1).a-3(d)実測によるカバーエリア、調整対象区域の比較
(2F-DAS3 および 2F-DAS3/DAS4/DAS5)

表 3.3.2.(5).1).a-3(b) カバーエリア、調整対象区域端の距離の変化

方位角*	カバーエリアの閾値を実測した距離(m)		調整対象区域の閾値を実測した距離(m)	
	DAS3	DAS3/DAS4/DAS5	DAS3	DAS3/DAS4/DAS5
0°	6.4	6.4	6.4	6.4
45°	21.2	21.2	21.2	21.2
90°	32.8	41.9	41.9	41.9
135°	19.6	29.1	26.5	29.1
180°	15.4	20.3	20.3	20.3
225°	27.7	27.7	38.5	38.5
270°	13.7	13.7	25.9	13.7
315°	11.6	11.6	11.6	11.6

*フロア図の上方向を 0° とし、DAS3 からの距離を記載

b) DAS 設置における電波伝搬特性の分析

実証環境における下り受信電力及び受信品質の測定地点は、3.2.2.(4).4)章にて示しており、各フロアの DAS 毎に測定地点で測定を実施した。

各 DAS における実測結果のヒートマップを図 3.3.2.(5).1).b-1 にそれぞれ示す。また、エリア形成の評価項目の他、各測定点の見通し(LOS)、見通し外(NLOS)、DAS との 3D 距離を付加した下り受信電力取り纏め結果として、表 3.3.2.(5).1).b-1 にそれぞれ示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。

図 3.3.2.(5).1).b-1(a) SS-RSRP 測定結果(DAS1)

図 3.3.2.(5).1).b-1(b) SS-RSRQ 測定結果(DAS1)

図 3.3.2.(5).1).b-1(c) SS-SINR 測定結果(DAS1)

表 3.3.2.(5).1).b-1(a) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(DAS1)

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	6.58	-110.1	-9.9	12.5	NLOS
1-2	5.06	-114.9	-11.1	7.7	NLOS
1-3	9.6	-118.6	-11.4	4.4	NLOS
1-4	14.5	-119.4	-11.6	4.2	NLOS
1-5	20.81	-129.7	-17.9	-6.5	NLOS
1-6	20.54	-120.1	-12.9	2.3	NLOS
1-7	13.79	-106.3	-10.7	15.6	NLOS
1-8	8.63	-106.6	-11.6	14.8	NLOS
1-9	4.46	-101.0	-9.9	18.7	NLOS
1-10	6.1	-107.4	-10.4	14.7	NLOS
1-11	2.94	-81.2	-10.2	21.2	NLOS
1-12	4	-85.8	-10.7	20.9	NLOS
1-13	5.51	-103.6	-10.3	16.9	NLOS
1-14	11.03	-109.4	-10.4	12.7	NLOS
1-15	13.95	-129.8	-18.1	-6.6	NLOS
1-16	11.78	-129.4	-18.2	-6.9	NLOS
1-17	15	-130.7	-18.7	-7.4	NLOS
1-18	18.74	-130.1	-17.6	-6.3	NLOS
1-19	24.21				NLOS
1-20	28.53				NLOS
1-21	11.04	-119.8	-13.25	3.7	NLOS
1-22	18.89	-125.2	-14.9	-2	NLOS
1-23	33.48				NLOS
1-24	35.24				NLOS
1-25	9.59	-124.0	-14.3	-0.7	NLOS
1-26	12.68	-125.9	-15.3	-2.7	NLOS
1-27	21.89	-126.1	-15.1	-2.9	NLOS
1-28	4.99	-107.2	-10.9	15.3	NLOS
1-29	26.37				NLOS
1-30	29.84				NLOS
1-31	31.63				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-32	17.36				NLOS
1-33	15.02				NLOS
1-34	20.56				NLOS
1-35	22.05				NLOS
1-36	16.52	-134.4	-22.4	-10.3	NLOS
1-37	11.55	-124.6	-14.5	-1.1	NLOS
1-38	9.85				NLOS
1-39	16.64				NLOS
1-40	15.13	-124.8	-14.1	-0.8	NLOS
1-41	10.21				NLOS
1-42	12.81	-121.7	-13.8	0.7	NLOS
1-43	9.26	-112.3	-11.8	9.8	NLOS
1-44	27.24	-132.0	-20	-8.6	NLOS
1-45	47.04				NLOS
1-46	46.46				NLOS
1-47	60.75				NLOS
1-48	62				NLOS
1-49	36.43				NLOS
1-50	42.83				NLOS
1-51	46.66				NLOS
1-52	31.55	-130.5	-18.8	-7.2	NLOS
0-1	33				NLOS
0-2	24.01				NLOS
0-3	24.27				NLOS

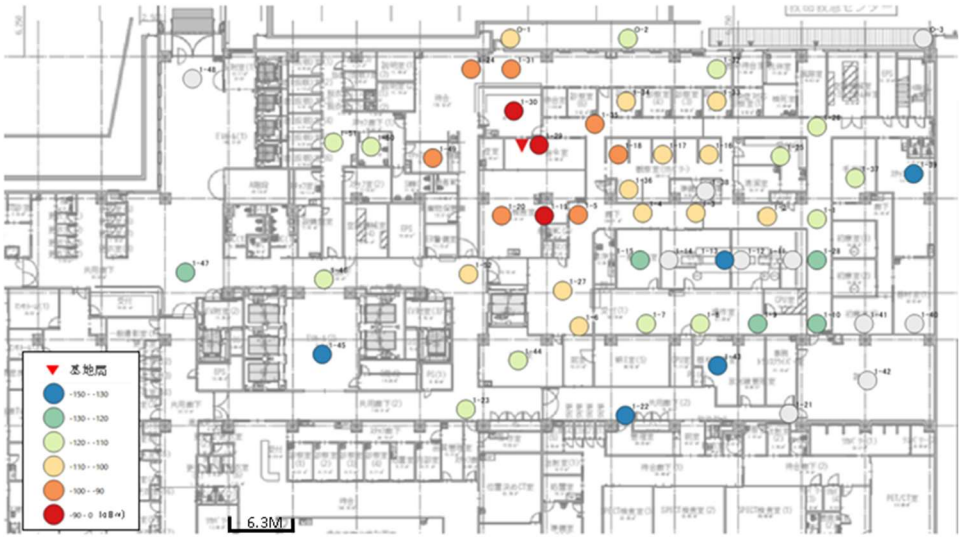


図 3.3.2.(5).1).b-1(e) SS-RSRP 測定結果(DAS2)

図 3.3.2.(5).1).b-1(f) SS-RSRQ 測定結果(DAS2)

図 3.3.2.(5).1).b-1(g) SS-SINR 測定結果(DAS2)

表 3.3.2.(5).1).b-1(b) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(DAS2)

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	30.52	-113.4	-11.2	7.8	NLOS
1-2	25.68	-106.5	-10.2	15.3	NLOS
1-3	18.86	-105.6	-9.8	16.2	NLOS
1-4	14.13	-105.9	-11.7	14.8	NLOS
1-5	9.41	-97.3	-11.2	18.8	NLOS
1-6	20.3	-103.4	-11	16	NLOS
1-7	22.86	-115.8	-11.6	5.7	NLOS
1-8	26.18	-112.7	-10.5	9.6	NLOS
1-9	30.37	-121.5	-13.8	-0.3	NLOS
1-10	35.15	-128.1	-17.4	-5.9	NLOS
1-11	29.71				NLOS
1-12	25.14				NLOS
1-13	23.72	-131.8	-21.1	-9.5	NLOS
1-14	19.19				NLOS
1-15	17.1	-127.4	-16.9	-5.2	NLOS
1-16	18.74	-105.4	-10	15.3	NLOS
1-17	14.16	-99.2	-10.1	18.8	NLOS
1-18	9.77	-90.9	-10.6	20.2	NLOS
1-19	7.96	-88.2	-11.1	20.8	NLOS
1-20	7.9	-91.3	-10.6	20.8	NLOS
1-21	39.29				NLOS
1-22	30.82	-129.9	-19.5	-7.6	NLOS
1-23	28.93	-109.0	-10.5	12.7	NLOS
1-24	9.8	-91.9	-10.4	20.9	NLOS
1-25	25.86	-110.9	-10.2	11.7	NLOS
1-26	29.55	-108.7	-10.9	12.3	NLOS
1-27	16.16	-103.5	-10.7	16.3	NLOS
1-28	31.94	-123.6	-14.4	-1.6	NLOS
1-29	2.22	-77.6	-10.4	21.7	NLOS
1-30	4.1	-84.8	-10.7	21.3	NLOS
1-31	8.46	-92.0	-10.9	20.6	NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-32	21.18	-116.9	-13.4	4.7	NLOS
1-33	20.08	-103.2	-10.5	17.7	NLOS
1-34	11.55	-98.9	-10.1	19.2	NLOS
1-35	7.78	-88.8	-10.6	21.3	NLOS
1-36	11.74	-100.0	-11	18.6	NLOS
1-37	33.48	-108.4	-11.2	13.6	NLOS
1-38	19.01				NLOS
1-39	39.24	-130.6	-19.3	-7.9	NLOS
1-40	43.64				NLOS
1-41	39.17				NLOS
1-42	42.77				NLOS
1-43	30.71	-129.6	-19.5	-7.8	NLOS
1-44	23.14	-109.4	-10.6	12.1	NLOS
1-45	30.04	-131.0	-20.5	-8.7	NLOS
1-46	24.47	-115.3	-11.4	5.8	NLOS
1-47	36.26	-120.8	-12.9	1.8	NLOS
1-48	33.7				NLOS
1-49	9.1	-96.7	-11.2	17.3	NLOS
1-50	15.13	-108.3	-10.5	13.7	NLOS
1-51	18.86	-115.8	-11.7	6	NLOS
1-52	14.86	-103.8	-11.6	16.2	NLOS
0-1	11.7	-107.0	-11	14.4	NLOS
0-2	15.73	-115.7	-13.6	3.2	NLOS
0-3	41.71				NLOS

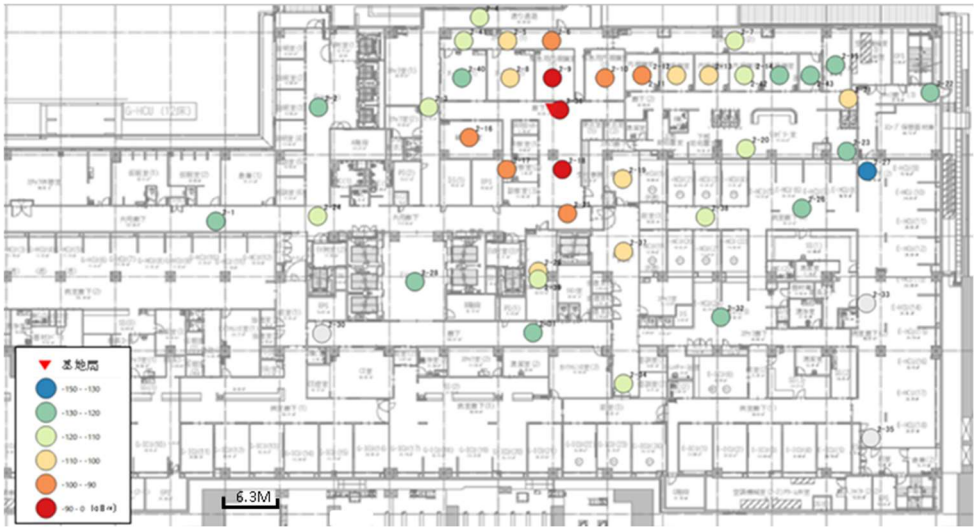


図 3.3.2.(5).1).b-1(h) SS-RSRP 測定結果(DAS3)

図 3.3.2.(5).1).b-1(i)SS-RSRQ 測定結果(DAS3)

図 3.3.2.(5).1).b-1(j) SS-SINR 測定結果(DAS3)

表 3.3.2.(5).1).b-1(c) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(DAS3)

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	38.59	-118.7	-12.7	3.2	NLOS
2-2	25.9	-121.8	-13	1	NLOS
2-3	13.7	-109.2	-10.8	9.8	NLOS
2-4	11.68	-112.1	-11.3	9.3	NLOS
2-5	8.07	-104.4	-10.3	16.4	NLOS
2-6	6.4	-97.4	-10.6	19.7	NLOS
2-7	21.24	-116.4	-10.8	6.3	NLOS
2-8	5.6	-105.5	-10.5	15.3	NLOS
2-9	3.16	-85.5	-10.1	21	NLOS
2-10	6.67	-89.4	-10.2	21.4	NLOS
2-11	10.54	-97.2	-10.3	20.1	NLOS
2-12	14.21	-104.5	-10.3	16.6	NLOS
2-13	17.71	-105.1	-10.9	14.5	NLOS
2-14	25.44	-120.5	-13.1	1.5	NLOS
2-15	31.71	-126.0	-15.8	-3.65	NLOS
2-16	9.57	-97.2	-10.3	19.6	NLOS
2-17	7.44	-97.1	-10.5	19.7	NLOS
2-18	5.63	-84.2	-10.1	20.7	NLOS
2-19	10.09	-107.0	-10.8	14	NLOS
2-20	21.81	-109.9	-10.6	12.3	NLOS
2-21	32.9	-103.5	-11.9	16.9	NLOS
2-22	41.98	-123.9	-15.5	-3.2	NLOS
2-23	32.9	-121.1	-13.6	0.1	NLOS
2-24	27.71	-114.5	-11.4	7.6	NLOS
2-25	9.6	-92.5	-10.2	20.7	NLOS
2-26	29.12	-125.8	-16.5	-4.3	NLOS
2-27	35.41	-128.8	-18.1	-6.9	NLOS
2-28	21.77	-125.0	-15.5	-3.3	NLOS
2-29	14.74	-101.7	-10	18	NLOS
2-30	32.58				NLOS
2-31	20.32	-119.2	-12.8	2.2	NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-32	26.54	-122.0	-13.6	-0.1	NLOS
2-33	39.03				NLOS
2-34	26.06	-108.5	-10.1	13.8	NLOS
2-35	46.2				NLOS
2-36	1.48	-77.6	-10.2	21.7	NLOS
2-37	15.12	-100.1	-10.3	17.6	NLOS
2-38	19.61	-113.7	-11	7.5	NLOS
2-39	15.44	-108.9	-12.4	10.1	NLOS
2-40	10.46	-119.7	-12.9	2.3	NLOS
2-41	11.69	-112.5	-11	9.8	NLOS
2-42	21.57	-111.5	14.57	1.86	NLOS
2-43	28.84	-121.1	8.58	5.98	NLOS

図 3.3.2.(5).1).b-1(k) SS-RSRP 測定結果(DAS4)

図 3.3.2.(5).1).b-1(l) SS-RSRQ 測定結果(DAS4)

図 3.3.2.(5).1).b-1(m) SS-SINR 測定結果(DAS4)

表 3.3.2.(5).1).b-1(d) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(DAS4)

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	55.9				NLOS
2-2	41.9				NLOS
2-3	29.46	-132.7	-21.7	-9.7	NLOS
2-4	23.78	-128.3	-17.3	-5.9	NLOS
2-5	20.24	-123.9	-15.5	-2.9	NLOS
2-6	15.29	-109.9	-10.7	12.1	NLOS
2-7	6.36	-96.9	-10.7	18.8	NLOS
2-8	19.87				NLOS
2-9	15.1	-105.3	-10.2	15.7	NLOS
2-10	9.2	-89.9	-10.2	20.3	NLOS
2-11	5.08	-85.0	-10.2	21.3	NLOS
2-12	1.98	-81.8	-10.6	21.6	NLOS
2-13	3.37	-79.8	-10.5	21	NLOS
2-14	11.05	-89.7	-10.5	21.1	NLOS
2-15	17.33	-102.7	-9.8	17.5	NLOS
2-16	25.72	-121.0	-13	0.7	NLOS
2-17	23.16	-118.0	-11.8	2.8	NLOS
2-18	17.92	-111.4	-11.2	10.7	NLOS
2-19	14.21	-107.8	-10.4	13.8	NLOS
2-20	11.61	-105.0	-11.4	15.9	NLOS
2-21	19.17	-101.0	-10.2	18.2	NLOS
2-22	28.28	-121.3	-13.5	0.6	NLOS
2-23	20.84	-107.2	-12.1	13.8	NLOS
2-24	44.79				NLOS
2-25	20.81	-122.4	-14	-0.8	NLOS
2-26	20.52	-116.0	-11.5	6.4	NLOS
2-27	23.9	-120.7	-12.6	2.2	NLOS
2-28	38.46				NLOS
2-29	27.69	-126.4	-16.7	-5.5	NLOS
2-30	50.27				NLOS
2-31	33.42				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-32	27.36	-126.4	-15.85	-4	NLOS
2-33	32.96	-129.1	-18.8	-7.4	NLOS
2-34	34.76				NLOS
2-35	45.19	-133.4	-22.3	-10.15	NLOS
2-36	15.03	-102.3	-10.7	17.8	NLOS
2-37	21.21	-125.7	-15.7	-3.6	NLOS
2-38	16.59	-108.9	-10.6	12.7	NLOS
2-39	28.35				NLOS
2-40	25.35				NLOS
2-41	25.21	-127.0	-16.8	-5	NLOS
2-42	7.11	-91.3	22.72	20.9	NLOS
2-43	14.53	-100.4	20.71	18.1	NLOS

図 3.3.2.(5).1).b-1(n) SS-RSRP 測定結果(DAS5)

図 3.3.2.(5).1).b-1(o) SS-RSRQ 測定結果(DAS5)

図 3.3.2.(5).1).b-1(p) SS-SINR 測定結果(DAS5)

表 3.3.2.(5).1).b-1(e) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(DAS5)

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	80.25				NLOS
2-2	65.55				NLOS
2-3	51.97				NLOS
2-4	45.15				NLOS
2-5	41.64	-130.2	-19.9	-8.3	NLOS
2-6	36.18	-127.5	-16.4	-4.9	NLOS
2-7	13.46	-101.8	-9.9	17.9	NLOS
2-8	41.55				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-9	36.35	-125.6	-15.6	-3.5	NLOS
2-10	29.88	-120.2	-13.8	1.1	NLOS
2-11	25.29	-114.0	-10.5	8.3	NLOS
2-12	21.09	-109.2	-10.6	12.5	NLOS
2-13	17.17	-111.0	-11.6	11	NLOS
2-14	8.92	-95.8	-10.6	20.2	NLOS
2-15	3.24	-79.9	-10.3	21.3	LOS
2-16	47.61	-125.4	-15.2	-2.9	NLOS
2-17	44.04				NLOS
2-18	37.56	-126.8	-15.8	-4.1	NLOS
2-19	31.21	-125.8	-15.4	-2.7	NLOS
2-20	16.91	-106.8	-10.9	14.6	NLOS
2-21	6.66	-87.6	-10.4	21.2	NLOS
2-22	12.39	-110.5	-11.7	10.9	NLOS
2-23	12.15	-100.6	-10.6	18	NLOS
2-24	67.91				NLOS
2-25	38.95				NLOS
2-26	18.8	-109.5	-10.9	12.6	NLOS
2-27	14.53	-113.5	-11.1	8.9	NLOS
2-28	59.06				NLOS
2-29	45.18				NLOS
2-30	71.82				NLOS
2-31	49.48				NLOS
2-32	33.15	-128.8	-17.6	-6.3	NLOS
2-33	28.19	-125.1	-15.5	-2.6	NLOS
2-34	45.5				NLOS
2-35	42.28	-128.3	-19.4	-8	NLOS
2-36	36.02	-111.5	-10.1	10.6	NLOS
2-37	35.41				NLOS
2-38	25.55	-118.1	-12.3	4.3	NLOS
2-39	45.63				NLOS
2-40	47.52				NLOS

測定点 ID	基地局からの 3D 距離(m)	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-41	47.1				NLOS
2-42	12.96	-103.9	-10.6	16.4	NLOS
2-43	5.82	-87.5	-10.8	20.8	NLOS

図 3.3.2.(5).1).b-1(q) SS-SINR 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

図 3.3.2.(5).1).b-1(r) SS-SINR 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

図 3.3.2.(5).1).b-1(s) SS-SINR 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

表 3.3.2.(5).1).b-1(f) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-1	-106.3	-8.5	17.1	NLOS
1-2	-107.9	-8.5	15.8	NLOS
1-3	-105.1	-8.2	17.7	NLOS
1-4	-104.6	-8.3	18.3	NLOS
1-5	-99	-8.8	21.1	NLOS
1-6	-103.2	-10	19	NLOS
1-7	-104	-8.2	18.3	NLOS
1-8	-105.5	-8.9	17.4	NLOS
1-9	-96.5	-8.5	20.8	NLOS
1-10	-105.1	-8.9	17.7	NLOS
1-11	-82	-8.7	22.5	NLOS
1-12	-84.3	-8.4	22.8	NLOS
1-13	-103.3	-8.7	18.3	NLOS
1-14	-109.9	-8.8	13.3	NLOS
1-15	-128.1	-15.5	-3.5	NLOS
1-16	-99.6	-8.5	21.2	NLOS
1-17	-99.5	-10	21.1	NLOS
1-18	-93.1	-9.1	21.8	NLOS
1-19	-89.1	-9.4	22.2	NLOS
1-20	-88.8	-8.5	22.9	NLOS
1-21	-122	-11.7	2.6	NLOS
1-22	-127.9	-15.3	-3.3	NLOS
1-23	-110.4	-10	13.6	NLOS
1-24	-101	-8.5	20.4	NLOS
1-25	-112.7	-9.9	11.7	NLOS
1-26	-111.1	-10.1	13.1	NLOS
1-27	-107.3	-9.5	16.2	NLOS
1-28	-109.2	-8.7	14.9	NLOS
1-29	-78.8	-9.1	22.5	NLOS
1-30	-82.3	-8.6	22.4	NLOS
1-31	-96.6	-7.9	22	NLOS
1-32	-112.5	-8.5	12	NLOS
1-33	-104.1	-9.3	18.6	NLOS

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
1-34	-101.5	-8.3	20.1	NLOS
1-35	-87.2	-9.5	22.7	NLOS
1-36	-100	-10.3	20.6	NLOS
1-37	-111	-10.6	13.2	NLOS
1-38				NLOS
1-39	-132.3	-18.9	-7.2	NLOS
1-40	-120.2	-10.5	4.5	NLOS
1-41	-115.6	-9.9	8.8	NLOS
1-42	-116.6	-10.4	6.1	NLOS
1-43	-105.8	-8.7	17.2	NLOS
1-44	-112.5	-8.5	11.8	NLOS
1-45	-133.3	-19.8	-7.8	NLOS
1-46	-118.1	-10.4	6.3	NLOS
1-47	-122	-11.6	2.7	NLOS
1-48				NLOS
1-49	-94.9	-9.3	22.1	NLOS
1-50	-100.9	-7.8	20.7	NLOS
1-51	-115.5	-9.2	9	NLOS
1-52	-97.2	-8.5	21.7	NLOS
0-1	-100.4	-8	20.6	NLOS
0-2	-118.1	-11.3	6.8	NLOS
0-3	-117.9	-10.6	6.8	NLOS

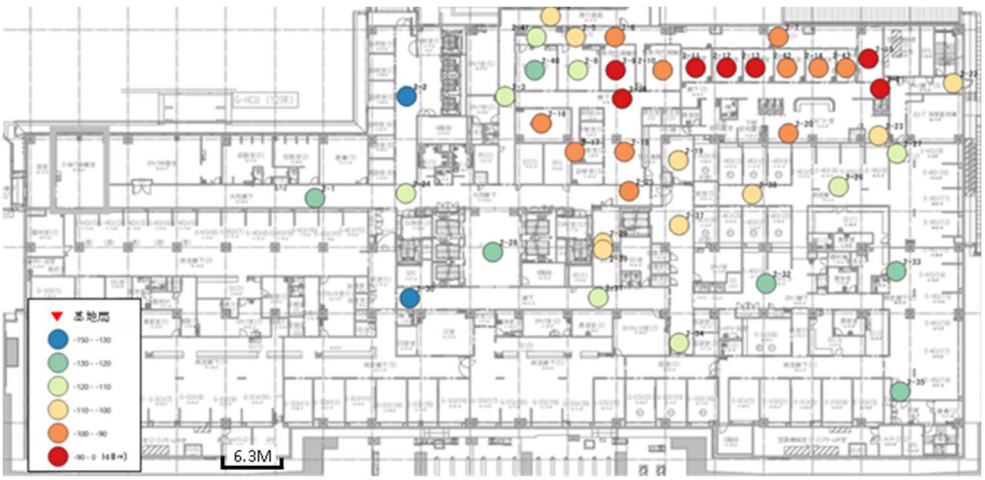


図 3.3.2.(5).1).b-1(t) SS-SINR 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

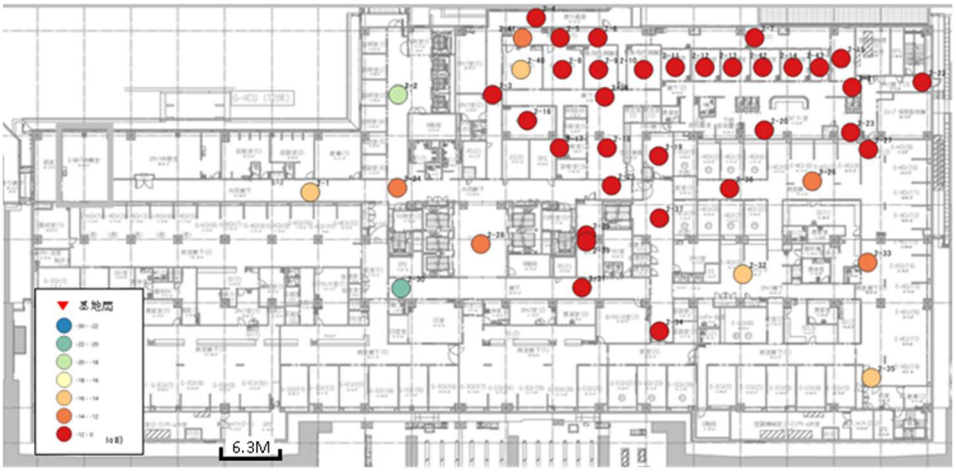


図 3.3.2.(5).1).b-1(u) SS-SINR 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

図 3.3.2.(5).1).b-1(v) SS-SINR 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

表 3.3.2.(5).1).b-1(g) SS-RSRP、RSRQ、SINR 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-1	-122	-11.9	2.6	NLOS
2-2	-130.7	-17.4	-6.1	NLOS
2-3	-113.3	-9.7	11.3	NLOS
2-4	-109.2	-8.8	14.9	NLOS
2-5	-107.8	-9.2	15.4	NLOS
2-6	-99	-9	20.3	NLOS
2-7	-94.45	-8.9	21.3	NLOS
2-8	-110.9	-9.7	13.3	NLOS
2-9	-87.2	-8.8	22.9	NLOS
2-10	-94.6	-9.35	21.8	NLOS
2-11	-83.3	-8.8	23.3	NLOS

測定点 ID	SS-RSRP (dBm)	SS-RSRQ (dB)	SS-SINR (dB)	LOS/NLOS
2-12	-77.1	-8.5	22.9	NLOS
2-13	-81.6	-8.9	22.9	NLOS
2-14	-97.3	-9	20.4	NLOS
2-15	-84.3	-9.1	22	LOS
2-16	-94.5	-8.2	22.1	NLOS
2-17	-98.3	-9.3	20.7	NLOS
2-18	-92.1	-9.3	21.8	NLOS
2-19	-104.5	-8.8	18.4	NLOS
2-20	-97.5	-8.4	21.2	NLOS
2-21	-82.1	-8.6	22.4	NLOS
2-22	-100.8	-8.45	20	NLOS
2-23	-105.7	-9	17.4	NLOS
2-24	-118.9	-10.4	5.8	NLOS
2-25	-94.7	-9.1	21.6	NLOS
2-26	-114.2	-10.7	10.2	NLOS
2-27	-114	-10	10.4	NLOS
2-28	-122	-11.3	2.7	NLOS
2-29	-105.9	-8.6	17.3	NLOS
2-30	-133.4	-19.7	-7.9	NLOS
2-31	-114.1	-9	10.3	NLOS
2-32	-123.8	-12.5	0.9	NLOS
2-33	-122.2	-11.3	2.3	NLOS
2-34	-111.6	-8.1	12.5	NLOS
2-35	-125.3	-12.9	-0.5	NLOS
2-36	-81.5	-9	21.7	NLOS
2-37	-108.7	-8.1	14.9	NLOS
2-38	-108.2	-8	15.6	NLOS
2-39	-109.7	-8.8	14.1	NLOS
2-40	-123	-12.3	1.9	NLOS
2-41	-117.8	-10.7	6.9	NLOS
2-42	-92.1	-8	21.9	NLOS
2-43	-95.1	-8.6	21.5	NLOS

リンクバジェットの計算として、実測値と壁面素材、枚数を考慮した損失値および自由空間損と

の比較を行う。なお、壁面素材の損失値は、3.3.1.(5)章にて精緻化した壁面素材ごとの精緻化 R を用いた(表 3.3.1.(5).4)-2)。

代表として、1F-DAS2 について、基地局から壁 1 枚、壁 2 枚、壁 3 枚となる測定点を図 3.3.2.(5).1).b-2 に示す。基地局からの 3D 距離、受信電力、算出式による受信電力、算出式に用いる壁面素材及び枚数を考慮した R を表 3.3.2.(5).1).b-2 に示し、受信電力と算出式による受信電力の散布図を図 3.3.2.(5).1).b-3 に示す。

結果から以下の事がわかる。

図 3.3.2.(5).1).b-3(a)、図 3.3.2.(5).1).b-3(b)、図 3.3.2.(5).1).b-3(c)から壁面数 1 枚、2 枚、3 枚共に概ね計算値の傾向と近しい結果が得られている。一方、受信電力は 10dB 程度悪くなる傾向がみられており、これは、アンテナ近傍の測定点であり、基地局のアンテナが天井裏にある事から、図 3.3.2.(5).1).b-4 のように天井で回り込むなどによるマルチパスの影響があると考えられる。

図 3.3.2.(5).1).b-2(a)　測定地点（壁枚数 1 枚）

表 3.3.2.(5).1).b-2(a) 実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失との比較(壁枚数 1 枚)

測定 ID	基地局からの距離 [m]	受信電力 [dBm]	算出式による受信電力 (dBm)	壁面考慮 R[dB]	なまり壁 (R=18.9)	なまりガラス (R=4.06)	外壁 (R=11.43)	内壁 (R=6.35)
1-19	7.9	-89.9	-78.36	6.35	0	0	0	1
1-20	7.9	-92.1	-78.30	6.35	0	0	0	1
1-30	4.1	-86.8	-72.19	6.35	0	0	0	1
1-35	7.8	-89.1	-78.16	6.35	0	0	0	1

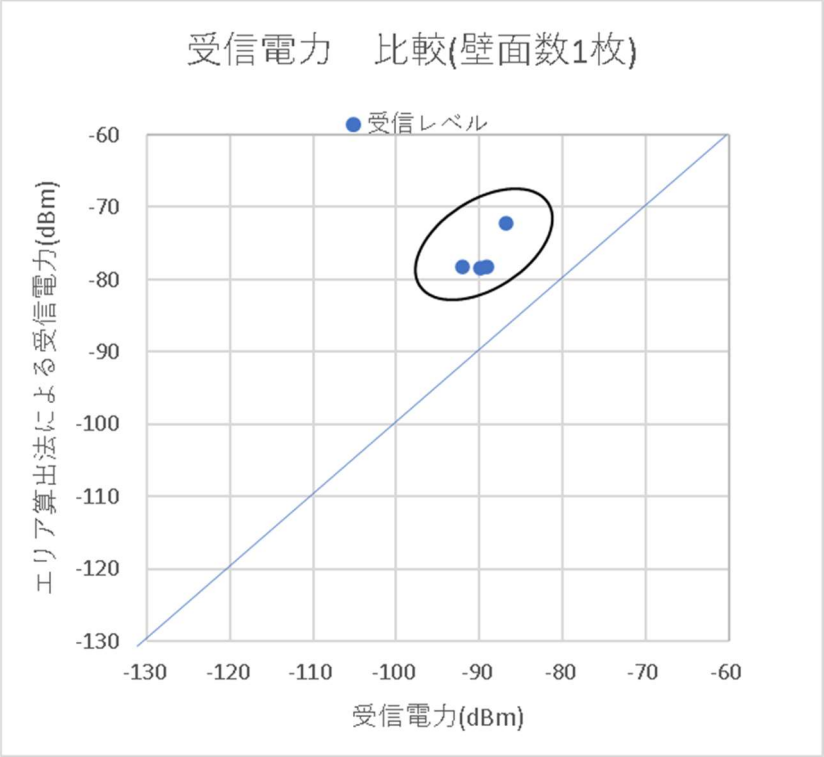


図 3.3.2.(5).1).b-3(a)　実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失比較散布図(壁枚数 1 枚)

図 3.3.2.(5).1).b-2(b)　測定地点（壁枚数 2 枚）

表 3.3.2.(5).1).b-2(b) 実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失との比較(壁枚数 2 枚)

測定地点 ID	基地局からの距離[m]	受信電力[dBm]	算出式による受信電力(dBm)	壁面数 R[dB]	なまり壁 (R=18.9)	なまりガラス (R=4.06)	外壁 (R=11.43)	内壁 (R=6.35)
1-4	14.1	-106.9	-89.79	12.70	0	0	0	2
1-5	9.4	-99.9	-86.21	12.70	0	0	0	2
1-17	14.2	-100.2	-89.81	12.70	0	0	0	2
1-27	16.2	-104.9	-90.97	12.70	0	0	0	2
1-31	8.5	-93.5	-85.26	12.70	0	0	0	2
1-34	11.6	-99.6	-88.02	12.70	0	0	0	2

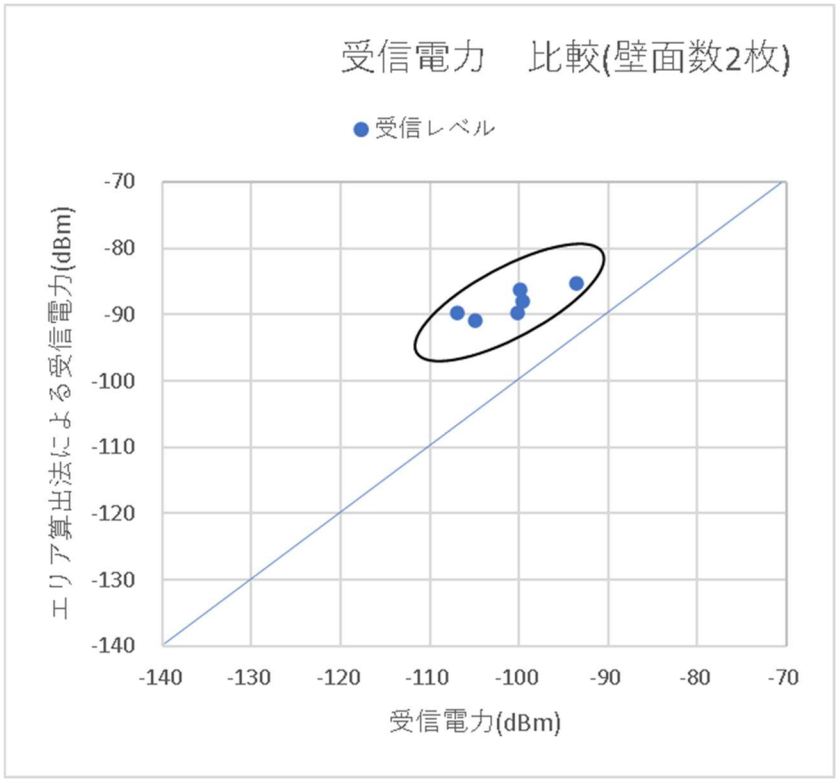


図 3.3.2.(5).1).b-3(b)　実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失比較散布図(壁枚数 2 枚)

図 3.3.2.(5).1).b-2(c)　測定地点（壁枚数 3 枚）

表 3.3.2.(5).1).b-2(c) 実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失との比較(壁枚数 3 枚)

測定地点 ID	基地局からの距離 [m]	受信電力 [dBm]	算出式による受信電力 (dBm)	壁面数 R[dB]	なまり壁 (R=18.9)	なまりガラス (R=4.06)	外壁 (R=11.43)	内壁 (R=6.35)
1-3	18.9	-105.2	-98.67	19.05	0	0	0	3
1-15	17.1	-128.1	-110.37	31.60	1	0	0	2
1-16	18.7	-106.5	-98.62	19.05	0	0	0	3
1-33	20.1	-102.8	-99.22	19.05	0	0	0	3
1-49	9.1	-102.9	-92.26	19.05	0	0	0	3
0-1	11.7	-107.9	-99.57	24.13	0	0	1	2

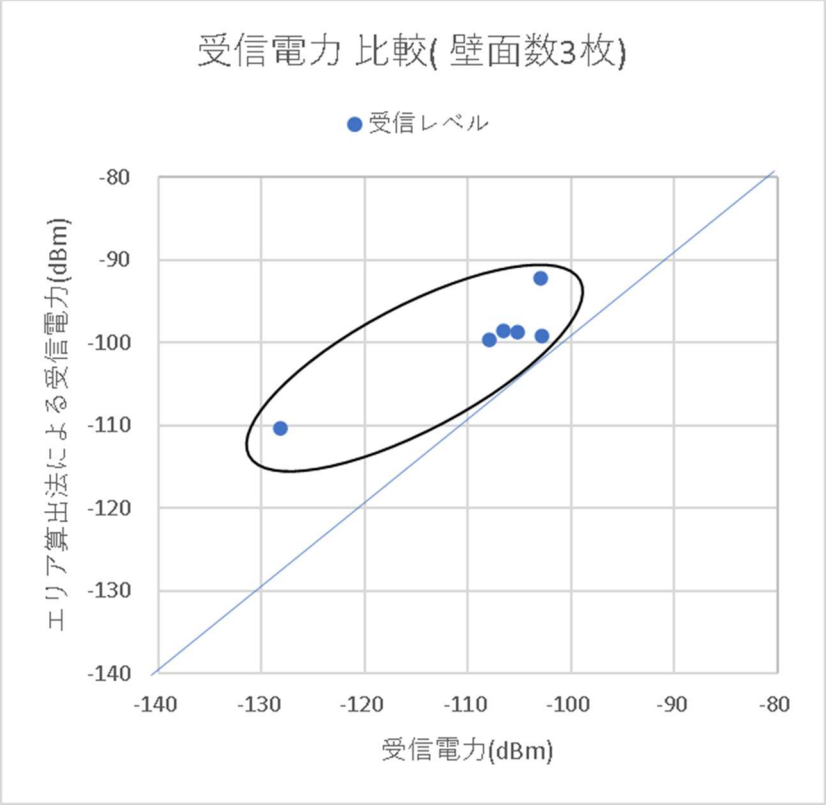


図 3.3.2.(5).1).b-3(c)　実測結果と自由空間損失及び壁面数考慮損失比較散布図(壁枚数 3 枚)

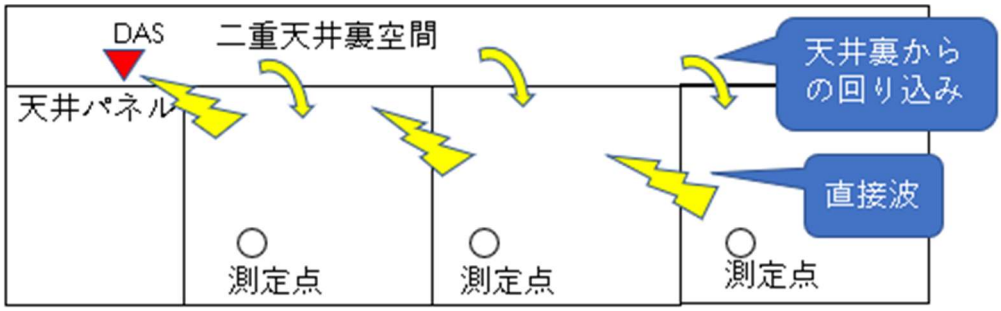


図 3.3.2.(5).1).b-4

DAS 設置比較として、各階に DAS1 台設置(1 階：DAS1、2 階：DAS3)時と DAS 複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時について、DAS 設置状況による受信電力の実測値に関する情報を表 3.3.2.(5).1).b-3、及び図 3.3.2.(5).1).b-5 に示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。また、図 3.3.2.(5).1).b-5 について、DAS1 台設置に受信電力が測定不可であった測定点については、図中の最左軸に示す。

結果から以下の事がわかる。

【1 階_DAS1・DAS2】

図 3.3.2.(5).1).b-5(a)から DAS 設置状況による測定点について、DAS1 送信時より DAS1/DAS2 送信時はおおむね同等以上に電界が強まる傾向になると見受けられる(図中①)。

また、DAS1 が設置されている放射線室内は、外部への放射線を遮断する鉛を組み込んだ放射線遮へい壁構造により構築されているため、エリアの広がりが小さい。このため、DAS1 送信のみでは電界無しの測定箇所が、DAS1/DAS2 送信により受信電力を測定出来ている測定点を確認できた(図中②)。

【2 階_DAS3・DAS4・DAS5】

図3.3.2.(5).1).b-5(b)からDAS設置状況による測定点について、DAS3送信時よりDAS3/DAS4/DAS5送信時はおおむね同等以上に電界が強まる傾向になると見受けられる(図中③)。

また、DAS3 送信のみでは電界無しの測定箇所が、DAS3/DAS4/DAS5 送信により受信電力を測定出来ている測定点を確認できた(図中④)。

表 3.3.2.(5).1).b-3(a) 受信電力差分(1F-DAS1/DAS2)

測定点 ID	受信電力 (DAS1 のみ)(dBm)	受信電力 (DAS1・DAS2)(dBm)
1-1	-110.07	-106.27
1-2	-115.17	-107.87
1-3	-118.47	-105.07
1-4	-118.47	-104.57
1-5	-129.17	-98.97
1-6	-120.37	-103.17
1-7	-105.57	-103.97
1-8	-106.27	-105.47
1-9	-99.97	-96.47
1-10	-106.97	-105.07
1-11	-80.37	-81.97
1-12	-85.67	-84.27
1-13	-103.27	-103.27
1-14	-109.07	-109.87
1-15	-129.27	-128.07
1-16	-129.67	-99.57
1-17	-130.37	-99.47
1-18	-128.97	-93.07
1-19		-89.07
1-20		-88.77
1-21	-118.67	-121.97

測定点 ID	受信電力 (DAS1 のみ) (dBm)	受信電力 (DAS1・DAS2) (dBm)
1-22	-125.07	-127.87
1-23		-110.37
1-24		-100.97
1-25	-123.67	-112.67
1-26	-125.67	-111.07
1-27	-125.67	-107.27
1-28	-106.27	-109.17
1-29		-78.77
1-30		-82.27
1-31		-96.57
1-32		-112.47
1-33		-104.07
1-34		-101.47
1-35		-87.17
1-36	-134.17	-99.97
1-37	-124.07	-110.97
1-38		
1-39		-132.27
1-40	-123.57	-120.17
1-41		-115.57
1-42	-122.17	-116.57
1-43	-112.27	-105.77
1-44	-131.77	-112.47
1-45		-133.27
1-46		-118.07
1-47		-121.97
1-48		
1-49		-94.87
1-50		-100.87
1-51		-115.47
1-52	-130.17	-97.17
0-1		-100.37
0-2		-118.07
0-3		-117.87

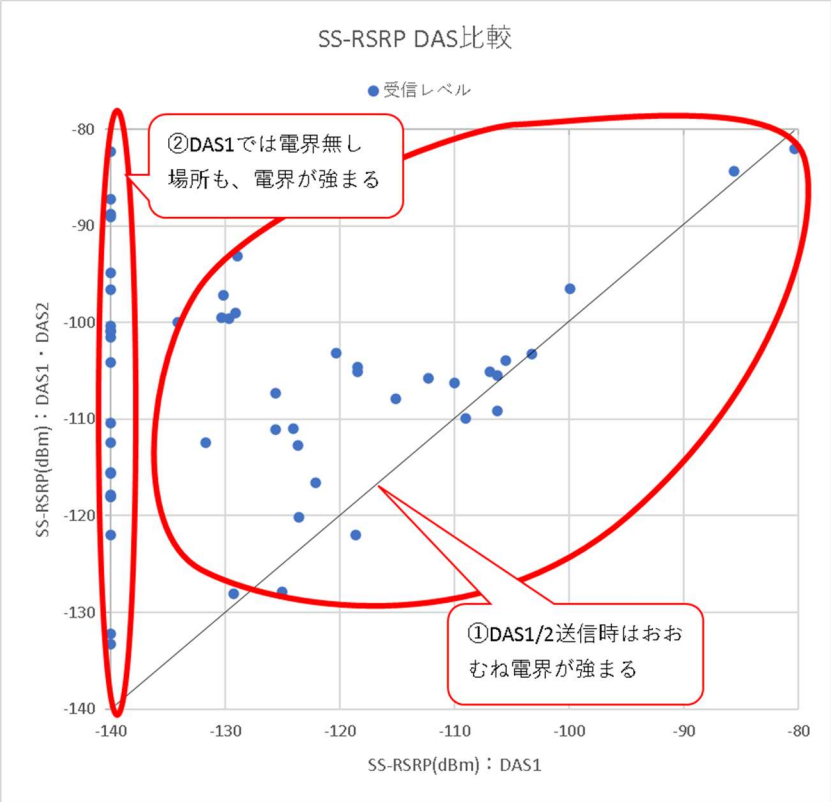


図 3.3.2.(5).1).b-5(a) 受信電力差分(1F-DAS1/DAS2)

表 3.3.2.(5).1).b-3(b) 受信電力差分(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

測定点 ID	受信電力 (DAS3 のみ) (dBm)	受信電力 (DAS3・DAS4・DAS5) (dBm)
2-1	-119.57	-121.97
2-2	-121.67	-130.67
2-3	-113.07	-113.27
2-4	-113.27	-109.17
2-5	-104.47	-107.77
2-6	-97.87	-98.97
2-7	-116.27	-94.42
2-8	-106.27	-110.87
2-9	-86.37	-87.17
2-10	-89.27	-94.57
2-11	-96.57	-83.27
2-12	-103.97	-77.07
2-13	-107.97	-81.57
2-14	-121.37	-97.27

測定点 ID	受信電力 (DAS3 のみ) (dBm)	受信電力 (DAS3・DAS4・DAS5) (dBm)
2-15	-126.57	-84.27
2-16	-97.87	-94.47
2-17	-98.07	-98.27
2-18	-84.17	-92.07
2-19	-107.77	-104.47
2-20	-110.37	-97.47
2-21	-103.67	-82.07
2-22	-126.07	-100.77
2-23	-122.97	-105.67
2-24	-114.97	-118.87
2-25	-93.47	-94.67
2-26	-127.07	-114.17
2-27	-129.37	-113.97
2-28	-126.07	-121.97
2-29	-101.77	-105.87
2-30		-133.37
2-31	-120.57	-114.07
2-32	-122.77	-123.77
2-33		-122.17
2-34	-108.07	-111.57
2-35		-125.27
2-36	-77.57	-81.47
2-37	-103.17	-108.67
2-38	-115.07	-108.17
2-39	-112.47	-109.67
2-40	-120.47	-122.97
2-41	-112.77	-117.77
2-42	-113.5	-92.07
2-43	-122.9	-95.07

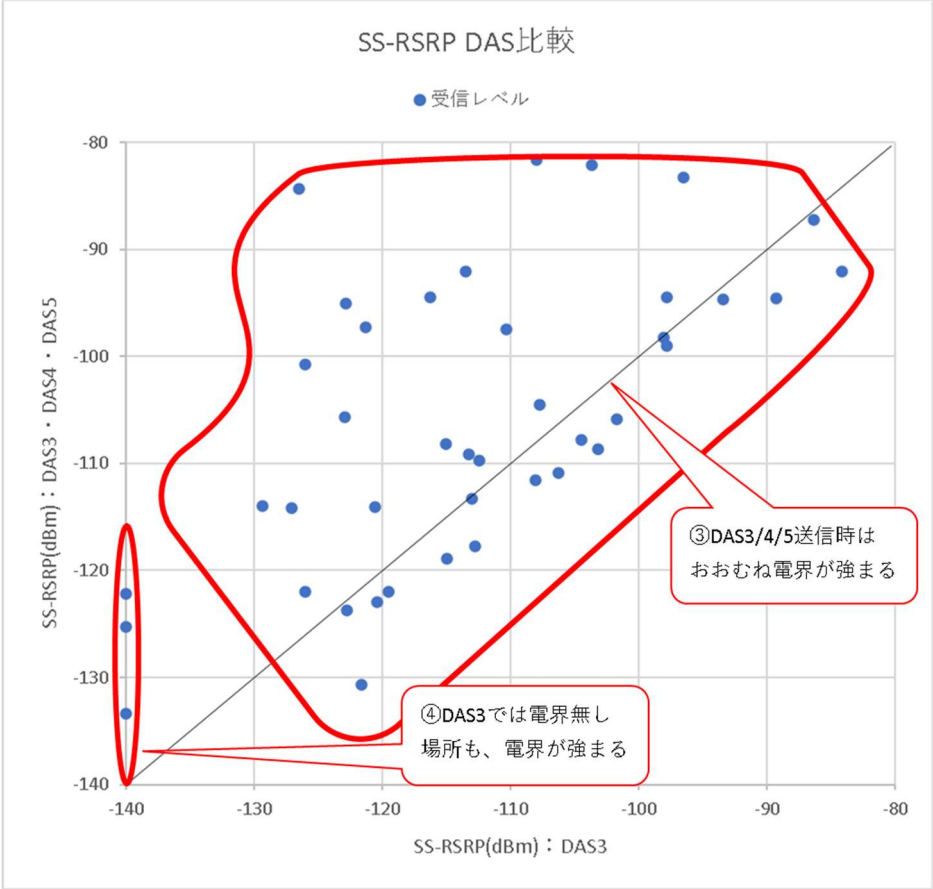


図 3.3.2.(5).1).b-5(b) 受信電力差分(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

c) 実証環境におけるローカル５Ｇサービス提供品質

DAS 設置時におけるカバーエリア調整対象区域において測定した伝送スループット、ラウンドトリップタイムの測定結果から、DAS 設置及びユーザへのサービス提供品質の観点での評価を行う。

図 3.3.2.(5).1).c-1、表 3.3.2.(5).1).c-1 は、の新病院棟ターゲットエリア内において実測した伝送スループット(DL/UL)とラウンドトリップタイム(RTT)を地図上に記載したものである。

なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。

図 3.3.2.(5).1).c-1(a) 伝送スループット (UL) 測定結果(DAS1)

図 3.3.2.(5).1).c-1(b) 伝送スループット (DL) 測定結果(DAS1)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (c)RTT 測定結果(DAS1)

表 3.3.2.(5).1).c-1(a) 伝送スループット、RTT 測定結果(DAS1)

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-1	-110.67	12.34	71.18	20.11	28.86
1-2	-115.32	7.79	106.32	21.53	24.19
1-3	-119.97	4.28	47.63	12.13	29.80
1-4	-120.52	3.46			
1-5	-129.92	-6.37			
1-6	-119.57	2.57	18.48	2.50	22.48
1-7	-106.93	15.09	135.38	54.01	20.84
1-8	-107.11	14.41	243.37	69.75	21.38
1-9	-101.13	17.92	308.23	117.08	20.87
1-10	-107.57	14.01	200.30	66.33	21.20
1-11	-81.90	21.14	732.63	178.23	20.53
1-12	-86.72	20.85	745.13	181.00	20.33
1-13	-104.21	16.38	237.90	101.92	21.22
1-14	-110.45	12.46	126.50	61.08	21.46
1-15	-130.17	-6.59			
1-16	-129.33	-6.08			
1-17	-131.89	-7.47			
1-18	-130.63	-6.65			
1-19					
1-20					
1-21	-118.55	2.68	59.52	41.37	21.84
1-22	-126.01	-2.28			
1-23					
1-24					
1-25	-125.00	-1.02			
1-26	-126.53	-2.89	20.66	5.73	27.44
1-27	-126.40	-3.15			
1-28	-106.78	14.17	225.20	85.01	20.27
1-29					
1-30					
1-31					
1-32					
1-33					

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-34					
1-35					
1-36	-135.05	-9.95			
1-37	-124.92	-1.63			
1-38					
1-39					
1-40	-125.24	-1.85			
1-41					
1-42	-122.20	1.08	36.49	10.47	28.11
1-43	-112.65	9.76	148.70	65.73	20.65
1-44	-132.85	-8.48			
1-45					
1-46					
1-47					
1-48					
1-49					
1-50					
1-51					
1-52	-131.41	-7.25			
0-1					
0-2					
0-3					

図 3.3.2.(5).1).c-1 (d)伝送スループット (UL) 測定結果(DAS2)

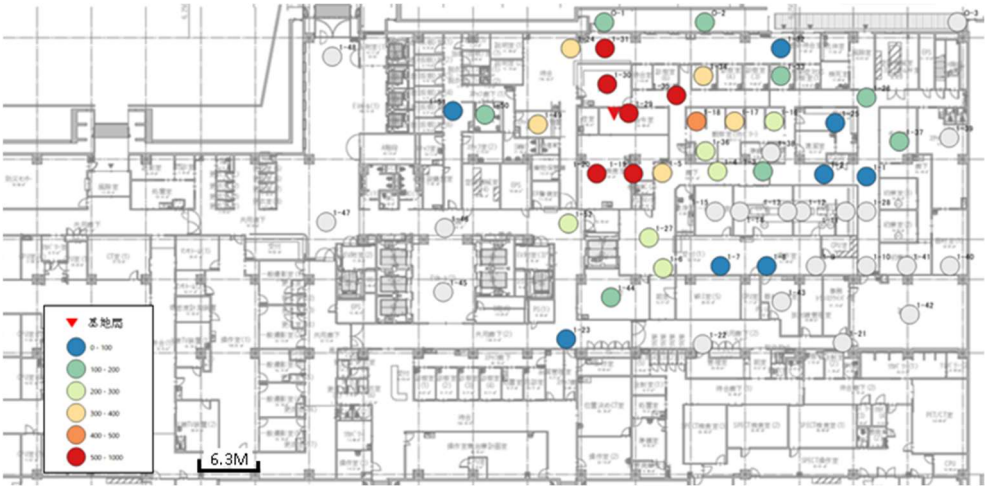


図 3.3.2.(5).1).c-1(e) 伝送スループット (DL) 測定結果(DAS2)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (f)RTT 測定結果(DAS2)

表 3.3.2.(5).1).c-1(b) 伝送スループット、RTT 測定結果(DAS2)

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-1	-115.13	7.78	52.08	17.19	19.36
1-2	-108.20	15.17	69.39	48.38	21.58
1-3	-107.28	15.17	124.47	62.02	20.74
1-4	-107.65	14.46	239.03	81.98	21.19
1-5	-99.01	18.55	381.10	127.27	21.32
1-6	-105.15	15.52	208.23	67.91	20.87
1-7	-117.48	5.50	80.50	54.18	25.34
1-8	-114.42	9.31	32.66	14.60	21.85
1-9	-123.19	-1.03			
1-10	-129.83	-6.25			
1-11					
1-12					
1-13	-133.51	-9.59			
1-14					
1-15	-129.09	-5.33			
1-16	-107.15	14.63	217.20	72.62	20.57
1-17	-100.95	18.48	308.03	117.77	25.82
1-18	-92.62	19.63	465.77	129.60	21.34
1-19	-89.89	20.76	536.67	154.77	21.03
1-20	-93.01	20.54	565.00	146.33	21.21
1-21					
1-22	-131.63	-7.64			
1-23	-110.74	12.03	73.66	43.62	21.53
1-24	-93.65	20.84	360.03	130.17	35.11
1-25	-112.66	10.33	71.04	19.13	23.45
1-26	-110.46	11.80	101.23	54.13	21.22
1-27	-105.26	15.65	232.70	77.31	21.18
1-28	-125.38	-2.11			
1-29	-79.35	21.68	877.87	165.96	26.29
1-30	-86.49	21.27	727.00	132.50	21.25
1-31	-93.76	20.21	536.77	144.40	20.65
1-32	-118.66	4.79	84.76	50.12	32.33
1-33	-104.91	16.10	142.47	63.38	21.04

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-34	-100.61	18.93	346.23	112.33	21.49
1-35	-90.57	21.21	555.80	152.07	25.30
1-36	-101.76	18.48	298.67	90.89	22.35
1-37	-110.11	12.20	189.30	63.72	20.34
1-38					
1-39	-132.29	-7.96			
1-40					
1-41					
1-42					
1-43	-131.35	-7.63			
1-44	-111.09	12.18	100.38	52.95	21.23
1-45	-132.71	-8.46			
1-46	-117.00	4.87			
1-47	-122.55	0.60			
1-48					
1-49	-98.40	17.41	358.37	109.72	21.54
1-50	-110.05	12.98	107.96	46.76	20.95
1-51	-117.57	5.91	52.90	11.01	19.90
1-52	-105.56	15.64	262.50	88.04	21.77
0-1	-108.70	14.36	124.30	63.79	21.50
0-2	-117.44	4.04	109.76	64.15	20.44
0-3					

図 3.3.2.(5).1).c-1 (g)伝送スループット (UL) 測定結果(DAS3)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (h)伝送スループット (DL) 測定結果(DAS3)

図 3.3.2.(5).1).c-1(i) RTT 測定結果(DAS3)

表 3.3.2.(5).1).c-1(c) 伝送スループット、RTT 測定結果(DAS3)

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-1	-120.45	2.89			
2-2	-123.55	0.29			
2-3	-110.96	10.15	147.38	53.04	21.20
2-4	-113.84	8.43	93.90	25.81	21.26
2-5	-106.13	15.78	158.10	64.96	20.85
2-6	-99.17	19.45	344.93	113.97	21.05
2-7	-118.14	5.76	20.49	2.72	20.57
2-8	-107.23	14.81	175.80	66.70	21.00

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-9	-87.21	20.85	701.67	183.53	20.32
2-10	-91.16	21.39	388.87	133.60	21.15
2-11	-98.92	19.24	257.47	84.55	20.67
2-12	-106.22	14.91	168.30	62.68	20.64
2-13	-106.81	14.22	92.38	21.64	22.36
2-14	-122.18	1.24	30.51	5.78	23.61
2-15	-127.73	-3.91			
2-16	-98.89	19.20	339.23	116.07	21.42
2-17	-98.82	19.06	339.50	123.50	21.29
2-18	-85.98	20.59	617.67	164.40	20.97
2-19	-108.71	13.68	173.90	63.05	21.67
2-20	-111.60	11.69	52.61	10.66	32.58
2-21	-105.25	16.86	151.97	23.69	21.26
2-22	-125.64	-3.06			
2-23	-122.82	-0.01	24.52	4.76	23.14
2-24	-116.21	7.32			
2-25	-94.19	20.59	363.60	123.17	24.61
2-26	-127.53	-4.21			
2-27	-130.56	-6.75			
2-28	-126.74	-3.64			
2-29	-103.44	16.86	147.30	61.48	20.72
2-30					
2-31	-120.94	2.29			24.41
2-32	-123.69	-0.68			
2-33					
2-34					21.16
2-35					
2-36	-79.30	21.68	833.00	179.80	20.33
2-37	-101.80	17.61	177.93	58.33	21.11
2-38	-115.43	7.38	28.35		24.57
2-39	-110.65	10.53	147.57	60.38	21.17
2-40	-121.46	2.41	61.07	48.93	21.31
2-41	-114.24	9.65	45.75	16.48	23.24
2-42	-112.75	10.88	76.84	47.26	21.08

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-43	-120.00	0.85	27.36	8.01	27.64

図 3.3.2.(5).1).c-1(j) 伝送スループット (UL) 測定結果(DAS4)

図 3.3.2.(5).1).c-1(k) 伝送スループット (DL) 測定結果(DAS)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (1)RTT 測定結果(DAS4)

表 3.3.2.(5).1).c-1 (d)伝送スループット、RTT 測定結果(DAS4)

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-1					
2-2					
2-3	-134.40	-9.61			
2-4	-130.06	-6.07			
2-5	-125.68	-2.94			
2-6	-111.63	11.88	77.53	39.93	21.26
2-7	-98.66	18.45	442.13	137.37	20.41
2-8					
2-9	-107.06	15.34	214.90	66.21	21.26
2-10	-91.67	19.10	364.57	123.97	22.82
2-11	-86.74	21.18	579.07	179.00	20.79
2-12	-83.52	21.54	801.17	162.97	21.49
2-13	-81.57	20.47	728.67	181.80	20.63
2-14	-91.46	20.98	331.33	121.53	21.78
2-15	-104.44	17.38	144.37	56.89	21.30
2-16	-122.76	-0.17	27.64	12.98	23.70
2-17	-119.71	2.57	19.68	9.04	26.60
2-18	-113.12	10.61	88.26	49.56	21.64
2-19	-109.49	13.75	89.86	55.15	24.92
2-20	-106.69	15.72	227.17	67.84	21.76
2-21	-102.77	17.94	148.07	66.18	20.53
2-22	-123.04	0.38			21.97
2-23	-108.89	13.60	141.05	60.04	21.43
2-24					
2-25	-124.16	-1.04			
2-26	-117.69	6.21	53.26	19.30	21.97
2-27	-122.38	1.56			
2-28					
2-29	-128.12	-5.09			
2-30					
2-31					
2-32	-128.10	-4.67			
2-33	-130.86	-7.08			

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-34					
2-35	-135.10	-9.92			
2-36	-103.99	17.52	179.30	67.03	20.60
2-37	-127.44	-4.01			
2-38	-110.68	12.34	51.60	19.45	21.68
2-39					
2-40					
2-41	-128.73	-5.36			
2-42	-91.88	20.72	556.37	174.97	20.47
2-43	-101.24	17.80	265.87	86.43	20.99

図 3.3.2.(5).1).c-1 (m)伝送スループット (UL) 測定結果(DAS5)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (n)伝送スループット (DL) 測定結果(DAS5)

図 3.3.2.(5).1).c-1(o) RTT 測定結果(DAS5)

表 3.3.2.(5).1).c-1(e) 伝送スループット、RTT 測定結果(DAS5)

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-1					
2-2					
2-3					
2-4					
2-5	-131.96	-7.97			
2-6	-129.22	-5.34			
2-7	-103.52	17.56	175.60	66.18	21.35
2-8					
2-9	-127.37	-3.53			
2-10	-121.97	0.92	25.13	3.82	22.96
2-11	-115.73	7.95	48.50	15.36	21.55
2-12	-110.91	12.23	110.26	60.77	21.01
2-13	-112.76	10.48	160.57	67.51	20.59
2-14	-97.55	20.11	327.20	121.20	20.27
2-15	-81.59	21.27	728.37	184.00	19.91
2-16	-127.11	-2.99			
2-17					
2-18	-128.51	-5.15			
2-19	-127.51	-3.81			
2-20	-108.50	14.26	212.97	65.53	21.27
2-21	-89.37	21.07	541.27	143.07	21.31
2-22	-112.23	10.61	220.80	75.12	19.83

測定点 ID	SS-RSRP[dBm]	SS-SINR[dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-23	-102.35	17.32	234.33	107.94	21.81
2-24					
2-25					
2-26	-111.25	12.58	120.37	57.15	21.10
2-27	-115.23	8.16	78.98	46.70	19.97
2-28					
2-29					
2-30					
2-31					
2-32	-130.50	-6.60			
2-33	-126.82	-2.75			
2-34					
2-35	-130.00	-6.96			
2-36	-113.23	10.56	37.91	12.82	28.69
2-37					
2-38	-119.82	3.55	32.53	10.34	23.43
2-39					
2-40					
2-41					
2-42	-105.66	15.51	235.73	66.91	20.95
2-43	-89.25	20.72	616.93	154.23	20.54

図 3.3.2.(5).1).c-1 (p)伝送スループット (UL) 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (q)伝送スループット (DL) 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

図 3.3.2.(5).1).c-1(r) RTT 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

表 3.3.2.(5).1).c-1 (f)伝送スループット、RTT 測定結果(1F-DAS1/DAS2)

測定点 ID	SS-RSRP [dBm]	SS-SINR [dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-1	-106.30	17.10	117.00	36.60	19.70
1-2	-107.90	15.80	122.50	16.30	19.80
1-3	-105.10	17.70	151.50	14.10	25.25
1-4	-104.60	18.30	252.50	63.50	19.70
1-5	-99.00	21.10	346.50	65.55	19.70
1-6	-103.20	19.00	218.00	55.25	19.65
1-7	-104.00	18.30	157.50	37.40	19.60
1-8	-105.50	17.40	223.00	50.85	19.80
1-9	-96.50	20.80	352.50	80.15	19.80

測定点 ID	SS-RSRP [dBm]	SS-SINR [dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-10	-105.10	17.70	203.50	49.45	19.70
1-11	-82.00	22.50	729.00	182.00	19.70
1-12	-84.30	22.80	748.50	164.00	20.05
1-13	-103.30	18.30	253.50	63.55	19.70
1-14	-109.90	13.30	109.50	13.15	25.05
1-15	-128.10	-3.50	13.35	0.86	22.20
1-16	-99.60	21.20	217.00	54.80	19.80
1-17	-99.50	21.10	276.00	62.90	19.80
1-18	-93.10	21.80	552.00	126.50	19.80
1-19	-89.10	22.20	604.50	124.00	19.70
1-20	-88.80	22.90	555.00	127.50	19.80
1-21	-122.00	2.60			
1-22	-127.90	-3.30			
1-23	-110.40	13.60	98.75	9.25	30.35
1-24	-101.00	20.40	338.00	67.15	19.70
1-25	-112.70	11.70	105.00	6.46	22.05
1-26	-111.10	13.10	137.00	16.85	24.50
1-27	-107.30	16.20	225.50	53.00	19.70
1-28	-109.20	14.90	217.00	56.20	19.80
1-29	-78.80	22.50	864.00	184.00	19.80
1-30	-82.30	22.40	749.00	149.00	19.90
1-31	-96.60	22.00	546.00	110.00	19.90
1-32	-112.50	12.00	101.00	8.37	22.70
1-33	-104.10	18.60	146.50	15.05	20.40
1-34	-101.50	20.10	351.00	70.00	19.70
1-35	-87.20	22.70	632.00	130.00	19.75
1-36	-100.00	20.60	343.00	70.05	19.70
1-37	-111.00	13.20	199.50	21.70	20.15
1-38					
1-39	-132.30	-7.20			
1-40	-120.20	4.50			
1-41	-115.60	8.80	49.55	2.79	20.85
1-42	-116.60	6.10	49.30	5.46	18.00
1-43	-105.80	17.20	142.00	19.00	24.80

測定点 ID	SS-RSRP [dBm]	SS-SINR [dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-44	-112.50	11.80	114.00	15.70	19.40
1-45	-133.30	-7.80			
1-46	-118.10	6.30	31.50	2.76	19.80
1-47	-122.00	2.70			
1-48					
1-49	-94.90	22.10	367.50	69.25	19.80
1-50	-100.90	20.70	151.50	19.10	19.60
1-51	-115.50	9.00	76.30	4.94	19.65
1-52	-97.20	21.70	284.50	65.05	19.80
0-1	-100.40	20.60	109.00	10.10	22.70
0-2	-118.10	6.80	66.50	3.04	19.75
0-3	-117.90	6.80			

図 3.3.2.(5).1).c-1 (s)伝送スループット (UL) 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

図 3.3.2.(5).1).c-1 (t)伝送スループット (DL) 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

図 3.3.2.(5).1).c-1(u) RTT 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

表 3.3.2.(5).1).c-1 (g)伝送スループット、RTT 測定結果(2F-DAS3/DAS4/DAS5)

測定点 ID	SS-RSRP [dBm]	SS-SINR [dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-1	-122.00	2.60			
2-2	-130.70	-6.10			
2-3	-113.30	11.30	138.00	17.90	20.85
2-4	-109.20	14.90	56.00	3.49	28.55
2-5	-107.80	15.40	172.00	53.15	19.80
2-6	-99.00	20.30	344.50	74.85	19.85
2-7	-94.45	21.30	532.50	118.50	20.10
2-8	-110.90	13.30	129.00	11.65	19.20
2-9	-87.20	22.90	675.00	160.00	19.90
2-10	-94.60	21.80	473.00	86.40	19.70
2-11	-83.30	23.30	583.50	125.00	19.80
2-12	-77.10	22.90	740.00	150.50	19.80
2-13	-81.60	22.90	740.50	184.00	19.80
2-14	-97.30	20.40	431.50	93.95	19.80
2-15	-84.30	22.00	658.50	146.50	19.80
2-16	-94.50	22.10	365.50	101.00	19.90
2-17	-98.30	20.70	371.50	69.90	19.80
2-18	-92.10	21.80	515.00	106.50	19.80
2-19	-104.50	18.40	213.00	53.75	20.00
2-20	-97.50	21.20	273.00	59.70	19.80
2-21	-82.10	22.40	383.50	129.00	19.90
2-22	-100.80	20.00	218.00	53.35	19.75

測定点 ID	SS-RSRP [dBm]	SS-SINR [dB]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-23	-105.70	17.40	255.00	57.15	19.75
2-24	-118.90	5.80			
2-25	-94.70	21.60	355.00	72.95	19.80
2-26	-114.20	10.20	127.00	16.20	35.80
2-27	-114.00	10.40	50.40	2.38	19.75
2-28	-122.00	2.70			
2-29	-105.90	17.30			
2-30	-133.40	-7.90			
2-31	-114.10	10.30			
2-32	-123.80	0.90			
2-33	-122.20	2.30			
2-34	-111.60	12.50	49.30	2.79	27.45
2-35	-125.30	-0.50			
2-36	-81.50	21.70	831.50	159.00	19.80
2-37	-108.70	14.90	171.00	17.50	29.10
2-38	-108.20	15.60	113.50	11.10	31.40
2-39	-109.70	14.10	127.00	45.70	24.10
2-40	-123.00	1.90	35.00	1.79	20.55
2-41	-117.80	6.90	46.95	3.19	29.35
2-42	-92.10	21.90	547.00	113.50	19.90
2-43	-95.10	21.50	349.50	101.50	19.70

DAS 設置比較として、各階に 1 台設置(1 階：DAS1、2 階：DAS3)時、及び複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時について、DAS 設置状況による伝送スループット/遅延時間の実測値に関する情報を表 3.3.2.(5).1)-2、及び図 3.3.2.(5).1)-2 に示す。なお、表中の／については、測定しつつもデータが収集できなかった測定点となる。また、図 3.3.2.(5).1)-2 について、DAS1 台設置で伝送スループット/遅延時間が通信不可であった測定点については、図中の最左軸に示す。

結果から以下の事がわかる。

【1 階_DAS1･DAS2】

DL スループット、RTT については、DAS1 のみ設置時と比較し DAS1/DAS2 設置時はおおむね同等以上の DL スループット、RTT となる事が図から確認できる(図 3.3.2.(5).1).c-2(a)中の①、3.3.2.(5).1).c-2(c)中の⑤)。

また、DAS1 送信のみでは通信不可の測定箇所が、DAS1/DAS2 送信により通信可能となる測定箇

所を確認できた(図 3.3.2.(5).1).c-2(a)中の②、3.3.2.(5).1).c-2(c)中の⑥)。

UL スループットについては、DAS1 のみ設置時と比較し DAS1/DAS2 設置時は UL スループットがおおむね同等以下となる事を図から確認した(図 3.3.2.(5).1).c-2(b)中の③)。これは、DAS1 台の運用から複数台の DAS 運用にしたことで、今回は評価をするための上り信号品質は測定が出来ておらず推測となるが、複雑な壁面構造の環境等により上り信号のマルチパスを複数の DAS が受信する事により CP(Cyclic Prefix)を超える信号が増えるなどによって上り干渉等が変化するなどにより、上りスループットが下がったのではないかと考えられる。

また、DAS1 送信のみでは通信不可の測定箇所が、DAS1/DAS2 送信により通信可能となる測定箇所を確認できた(図 3.3.2.(5).1).c-2(b)中の④)。

【2 階_DAS3･DAS4･DAS5】

1 階と同様に DL スループット、RTT については、DAS3 のみ設置時と比較し DAS3/DAS4/DAS5 設置時はおおむね同等以上の DL スループット、RTT となる事が図から確認できる(図 3.3.2.(5).1).c-2(d)中の①、3.3.2.(5).1).c-2(f)中の⑤)。

また、DAS3/DAS4/DAS5 送信により通信可能となる測定箇所を確認できた(図 3.3.2.(5).1).c-2(d)中の②、3.3.2.(5).1).c-2(f)中の⑥)。

UL スループットについても 1 階と同様に、DAS3/DAS4/DAS5 設置時は UL スループットがおおむね同等以下となる事を図から確認した(図 3.3.2.(5).1).c-2(e)中の③)。これは、【1 階_DAS1/DAS2】でも述べたが、推測であるが複数 DAS を接続した事により基地局で測定している上り干渉等が変化するなどにより、上りスループットが下がったのではないかと考えられる。

また、DAS3/DAS4/DAS5 送信により通信可能となる測定箇所を確認できた(図 3.3.2.(5).1).c-2(e)中の④)。

表 3.3.2.(5).1).c-2(a) 伝送性能差分
(1F-DAS1/DAS2、TCP-DL/UL、RTT)

測定 ID	受信電力 (DAS1 のみ)(dBm)			受信電力 (DAS1・DAS2)(dBm)		
	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-1	71.2	20.1	28.9	117.0	36.6	19.7
1-2	106.3	21.5	24.2	122.5	16.3	19.8
1-3	47.6	12.1	29.8	151.5	14.1	25.3
1-4				252.5	63.5	19.7
1-5				346.5	65.6	19.7
1-6	18.5	2.5	22.5	218.0	55.3	19.7
1-7	135.4	54.0	20.8	157.5	37.4	19.6

測定 ID	受信電力 (DAS1 のみ) (dBm)			受信電力 (DAS1・DAS2) (dBm)		
	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-8	243.4	69.8	21.4	223.0	50.9	19.8
1-9	308.2	117.1	20.9	352.5	80.2	19.8
1-10	200.3	66.3	21.2	203.5	49.5	19.7
1-11	732.6	178.2	20.5	729.0	182.0	19.7
1-12	745.1	181.0	20.3	748.5	164.0	20.1
1-13	237.9	101.9	21.2	253.5	63.6	19.7
1-14	126.5	61.1	21.5	109.5	13.2	25.1
1-15				13.4	0.9	22.2
1-16				217.0	54.8	19.8
1-17				276.0	62.9	19.8
1-18				552.0	126.5	19.8
1-19				604.5	124.0	19.7
1-20				555.0	127.5	19.8
1-21	59.5	41.4	21.8			
1-22						
1-23				98.8	9.3	30.4
1-24				338.0	67.2	19.7
1-25				105.0	6.5	22.1
1-26	20.7	5.7	27.4	137.0	16.9	24.5
1-27				225.5	53.0	19.7
1-28	225.2	85.0	20.3	217.0	56.2	19.8
1-29				864.0	184.0	19.8
1-30				749.0	149.0	19.9
1-31				546.0	110.0	19.9
1-32				101.0	8.4	22.7
1-33				146.5	15.1	20.4
1-34				351.0	70.0	19.7
1-35				632.0	130.0	19.8
1-36				343.0	70.1	19.7
1-37				199.5	21.7	20.2
1-38						
1-39						

測定ID	受信電力(DAS1 のみ)(dBm)			受信電力(DAS1・DAS2)(dBm)		
	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
1-40						
1-41				49.6	2.8	20.9
1-42	36.5	10.5	26.0	49.3	5.5	18.0
1-43	148.7	65.7	19.6	142.0	19.0	24.8
1-44				114.0	15.7	19.4
1-45						
1-46				31.5	2.8	19.8
1-47						
1-48						
1-49				367.5	69.3	19.8
1-50				151.5	19.1	19.6
1-51				76.3	4.9	19.7
1-52				284.5	65.1	19.8
0-1				109.0	10.1	22.7
0-2				66.5	3.0	19.8
0-3						

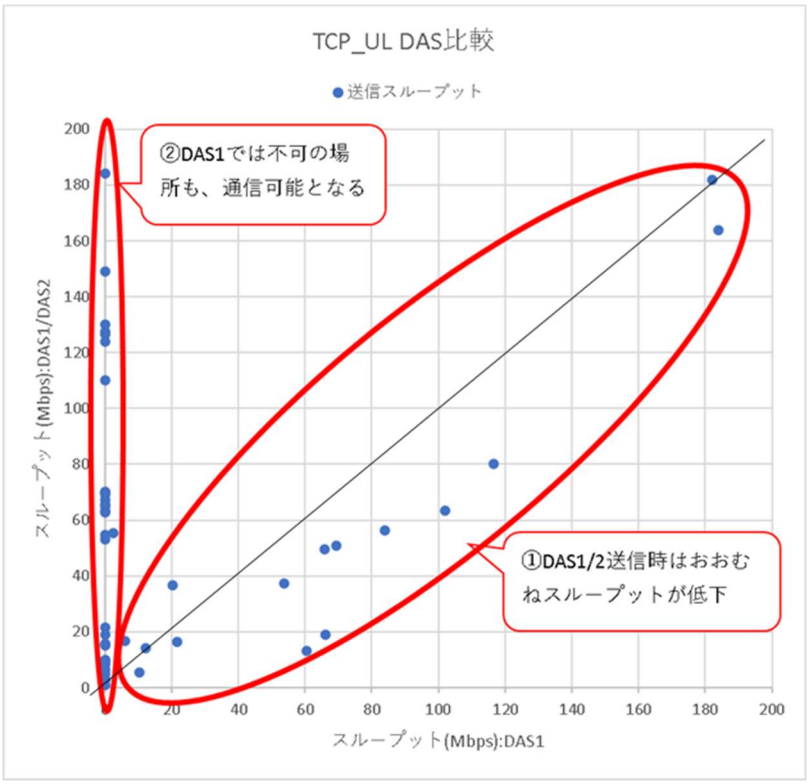


図 3.3.2.(5).1).c-2(a) 伝送性能差分(1F-DAS1/DAS2、TCP-DL)

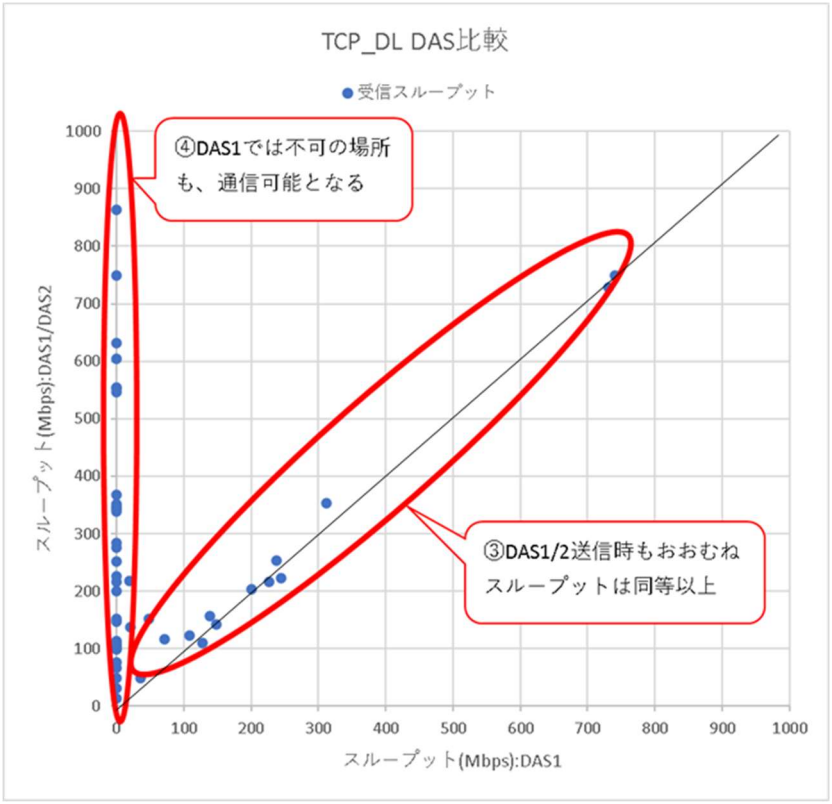


図 3.3.2.(5).1).c-2(b) 伝送性能差分(1F-DAS1/DAS2、TCP-UL)

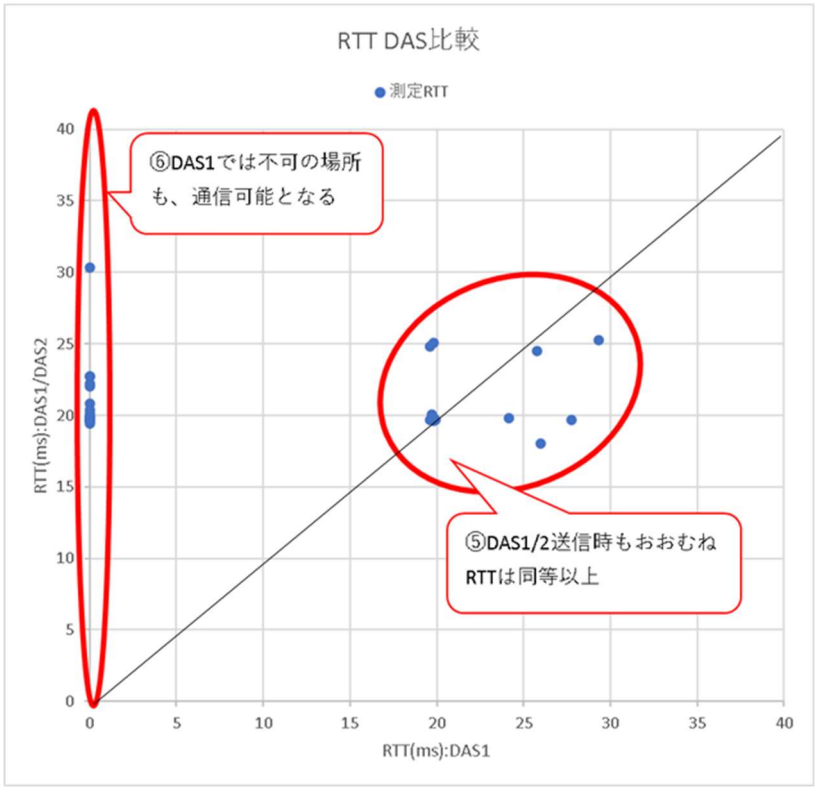


図 3.3.2.(5).1).c-2(c) 伝送性能差分(1F-DAS1/DAS2、RTT)

表 3.3.2.(5).1).c-2(b) 伝送性能差分
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL/UL、RTT)

測定ID	受信電力(DAS3 のみ)(dBm)			受信電力(DAS3・DAS4・DAS5)(dBm)		
	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-1						
2-2						
2-3	147.4	53.0	21.2	138.0	17.9	20.9
2-4	93.9	25.8	21.3	56.0	3.5	28.6
2-5	158.1	65.0	20.8	172.0	53.2	19.8
2-6	344.9	114.0	21.1	344.5	74.9	19.9
2-7	20.5	2.7	20.6	532.5	118.5	20.1
2-8	175.8	66.7	21.0	129.0	11.7	19.2
2-9	701.7	183.5	20.3	675.0	160.0	19.9
2-10	388.9	133.6	21.2	473.0	86.4	19.7
2-11	257.5	84.6	20.7	583.5	125.0	19.8
2-12	168.3	62.7	20.6	740.0	150.5	19.8

測定ID	受信電力(DAS3 のみ)(dBm)			受信電力(DAS3・DAS4・DAS5)(dBm)		
	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]	伝送 T-put [Mbps]TCP DL/UL		遅延時間 [ms]
2-13	92.4	21.6	22.4	740.5	184.0	19.8
2-14	30.5	5.8	23.6	431.5	94.0	19.8
2-15				658.5	146.5	19.8
2-16	339.2	116.1	21.4	365.5	101.0	19.9
2-17	339.5	123.5	21.3	371.5	69.9	19.8
2-18	617.7	164.4	21.0	515.0	106.5	19.8
2-19	173.9	63.1	21.7	213.0	53.8	20.0
2-20	52.6	10.7	32.6	273.0	59.7	19.8
2-21	152.0	23.7	21.3	383.5		19.9
2-22				218.0	53.4	19.8
2-23	24.5	4.8	23.1	255.0	57.2	19.8
2-24						
2-25	363.6	123.2	24.6	355.0	73.0	19.8
2-26				127.0	16.2	35.8
2-27				50.4	2.4	19.8
2-28						
2-29	147.3	61.5	20.7			
2-30						
2-31			24.4			
2-32						
2-33						
2-34			21.2	49.3	2.8	27.5
2-35						
2-36	833.0	179.8	20.3	831.5	159.0	19.8
2-37	177.9	58.3	21.1	171.0	17.5	29.1
2-38	28.4		24.6	113.5	11.1	31.4
2-39	147.6	60.4	21.2	127.0	45.7	24.1
2-40	61.1	48.9	21.3	35.0	1.8	20.6
2-41	45.7	16.5	23.2	47.0	3.2	29.4
2-42	76.8	47.3	21.1	547.0	113.5	19.9
2-43	27.4	8.0	27.6	349.5	101.5	19.7

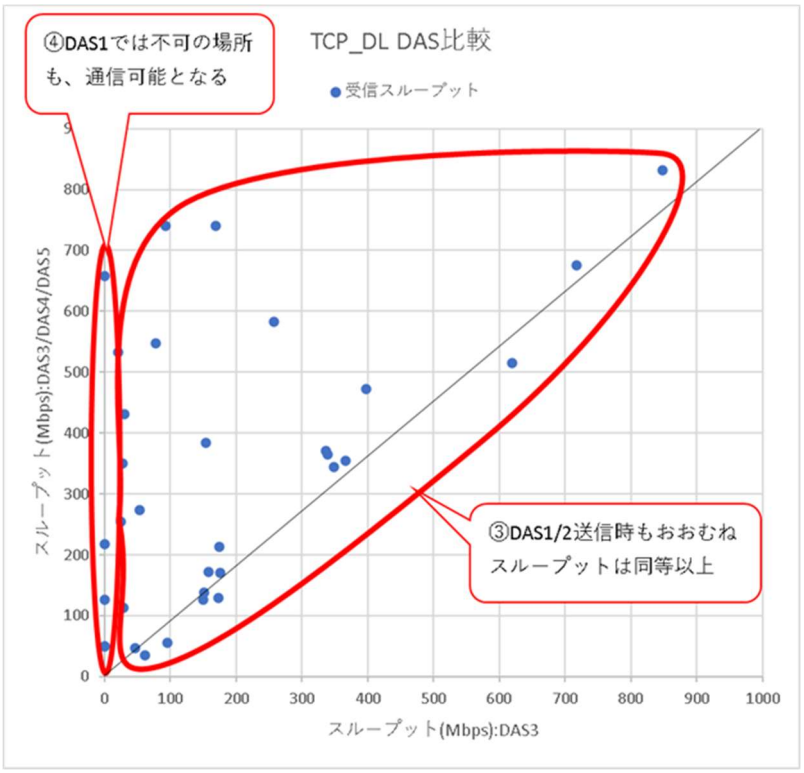


図 3.3.2.(5).1).c-2(d) 伝送性能差分(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL)

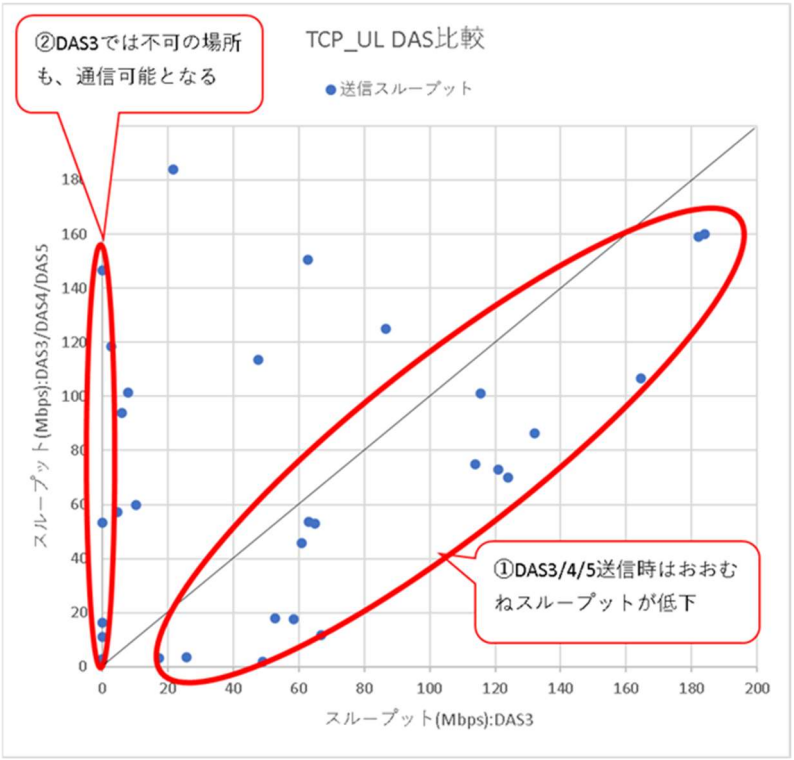


図 3.3.2.(5).1).c-2(e) 伝送性能差分(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-UL)

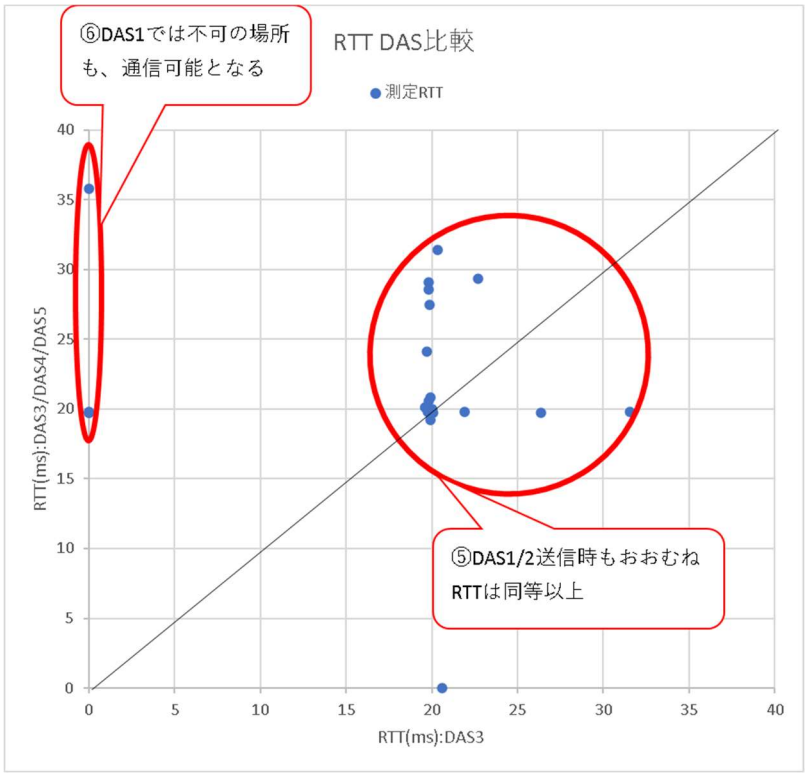


図 3.3.2.(5).1).c-2(f) 伝送性能差分(2F-DAS3/DAS4/DAS5、RTT)

次に、DAS 複数台設置(1 階：DAS1/DAS2、2 階：DAS3/DAS4/DAS5)時について、受信電力/伝送スループット、信号対干渉電力雑音比/伝送スループットの散布図を図 3.3.2.(5).1).c-3 示す。

結果、以下のことがわかる。

【1F_DAS1/2】

TCP-DL について、受信電力/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(a))、信号対干渉電力雑音比(SINR)/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(c))から、DAS 複数設置後は共におおむねスループットが向上したことがわかる。

しかし、TCP-UL については、受信電力/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(b))、信号対干渉電力雑音比/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(d))から、DAS 複数設置後は共にスループットがおおむね低下していることがわかる。これは、伝送性能差分(図 3.3.2.(5).1)-2(b))で述べたとおり、推測であるが複数 DAS を接続した事により基地局で測定している上り干渉等が変化するなどにより、複数 DAS 設置前後で同じ下り受信電力、受信 SINR でも上りスループットが低下しているのではないかと考えられる。

【2F_DAS1/DAS2/DAS3】

1F_DAS1/2 と同様に TCP-DL については、受信電力/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(e))、信号対干渉電力雑音比(SINR)/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(g))から、DAS 複数設置後は共におおむねスループットが向上したことがわかる。

同じく、TCP-UL については、受信電力/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(f))、信号対干渉電力雑音比/伝送スループット(図 3.3.2.(5).1).c-3(h))から、DAS 複数設置後は共にスループットがおおむね低下していることがわかる。これは、前述でも述べたとおり推測ではあるが複数 DAS を接続した事により基地局で測定している上り干渉等が変化するなどにより、複数 DAS 設置前後で同じ下り受信電力、受信 SINR でも上りスループットが低下しているのではないかと考えられる。

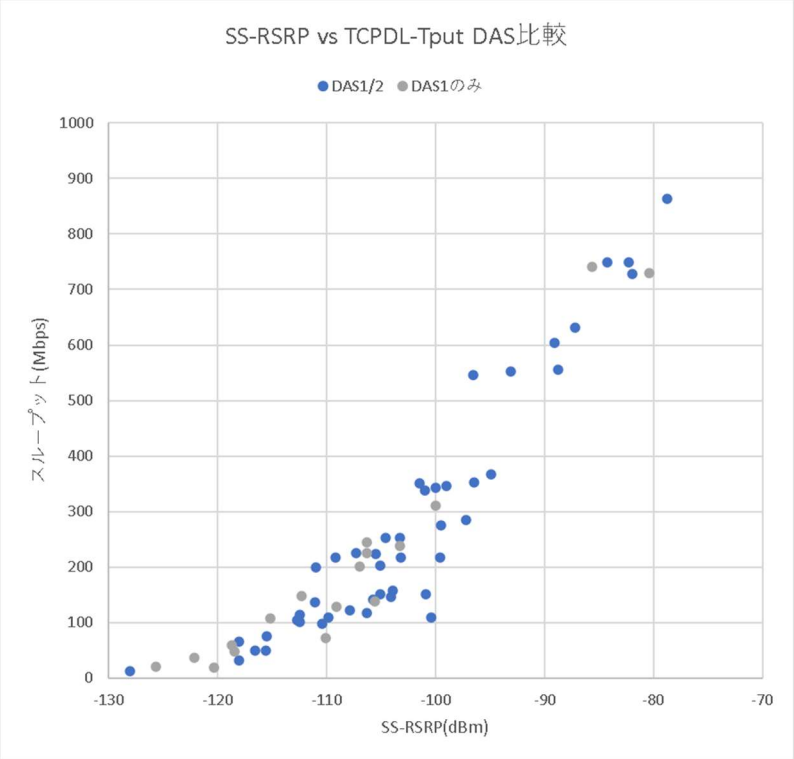


図 3.3.2.(5).1).c-3(a) 受信電力/伝送スループットの取りまとめ
(1F-DAS1/2、TCP-DL)

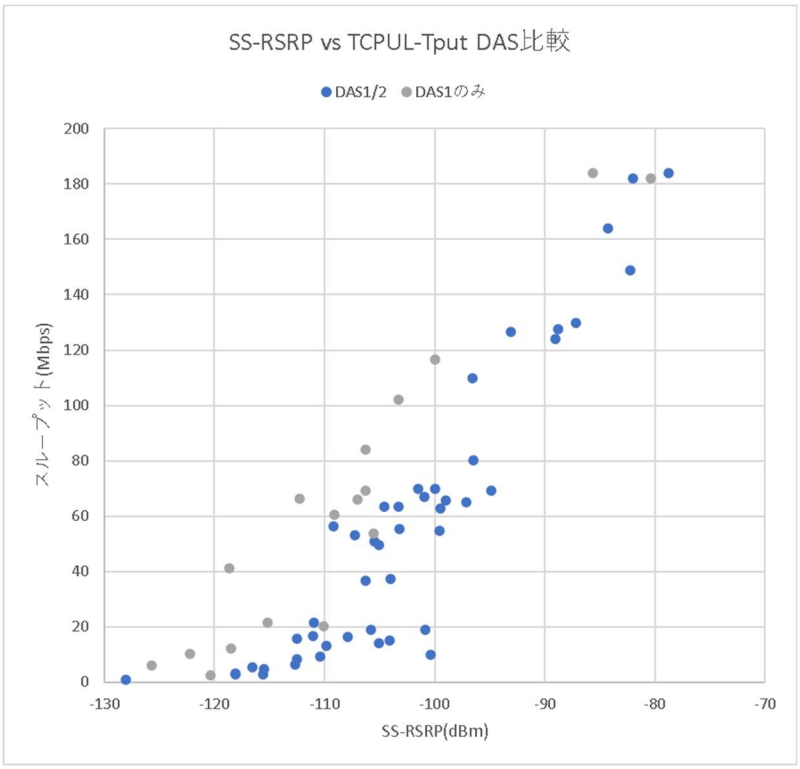


図 3.3.2.(5).1).c-3(b) 受信電力/伝送スループットの取りまとめ
(1F-DAS1/2、TCP-UL)

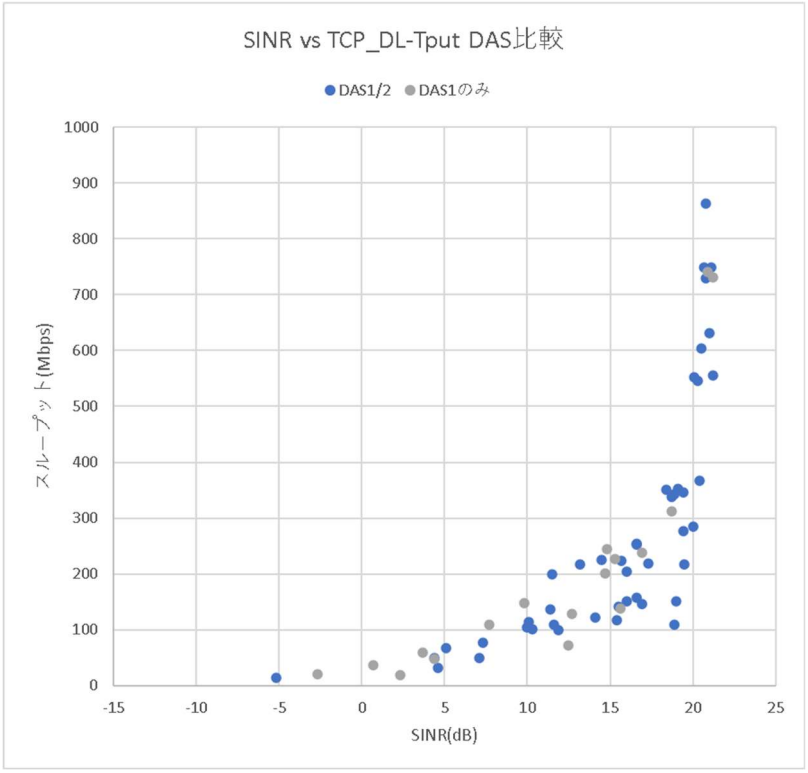


図 3.3.2.(5).1).c-3(c) 信号対干渉電力雑音比/伝送スループットの取りまとめ
(1F-DAS1/2、TCP-DL)

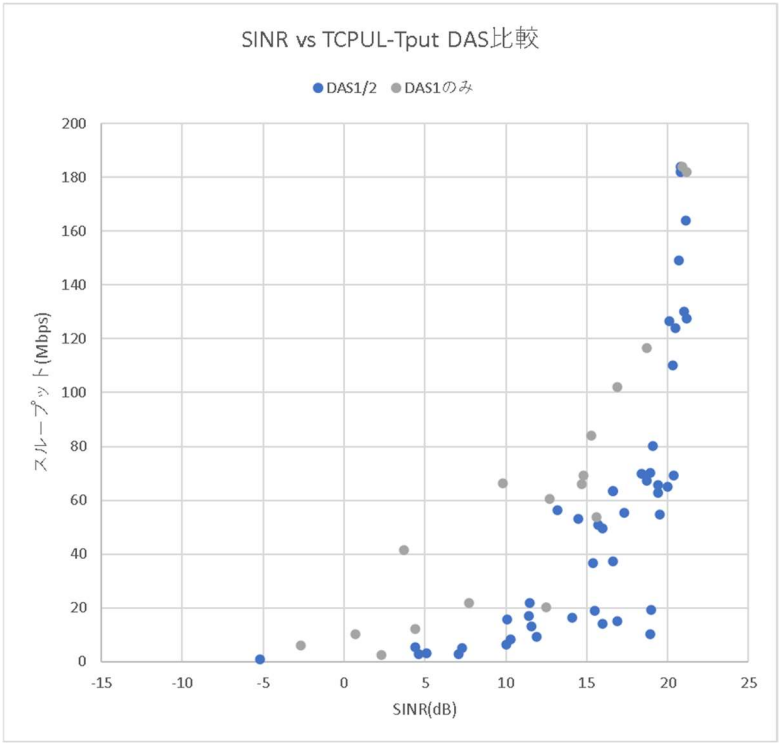


図 3.3.2.(5).1).c-3(d) 信号対干渉電力雑音比/伝送スループットの取りまとめ
(1F-DAS1/2、TCP-UL)

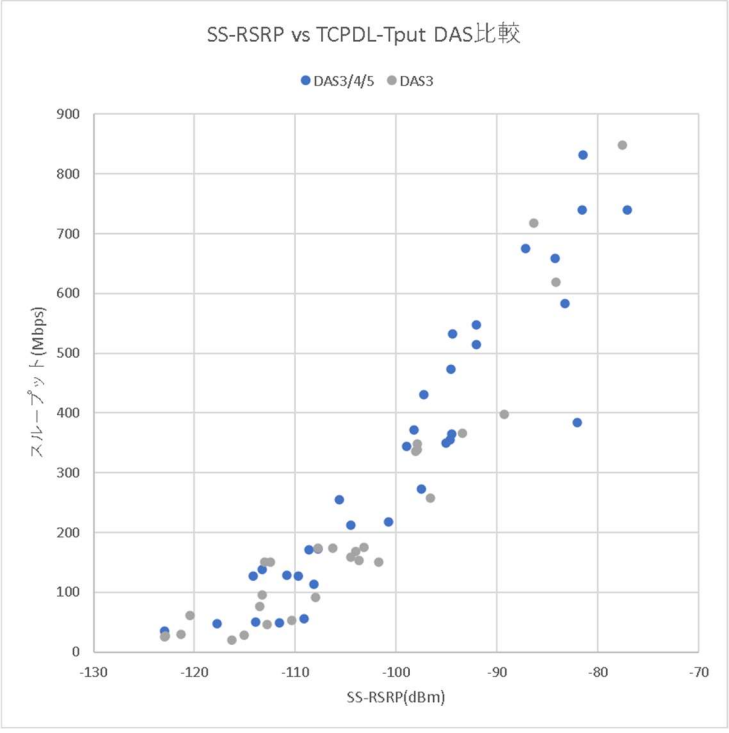


図 3.3.2.(5).1).c-3(e) 受信電力/伝送スループットの取りまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL)

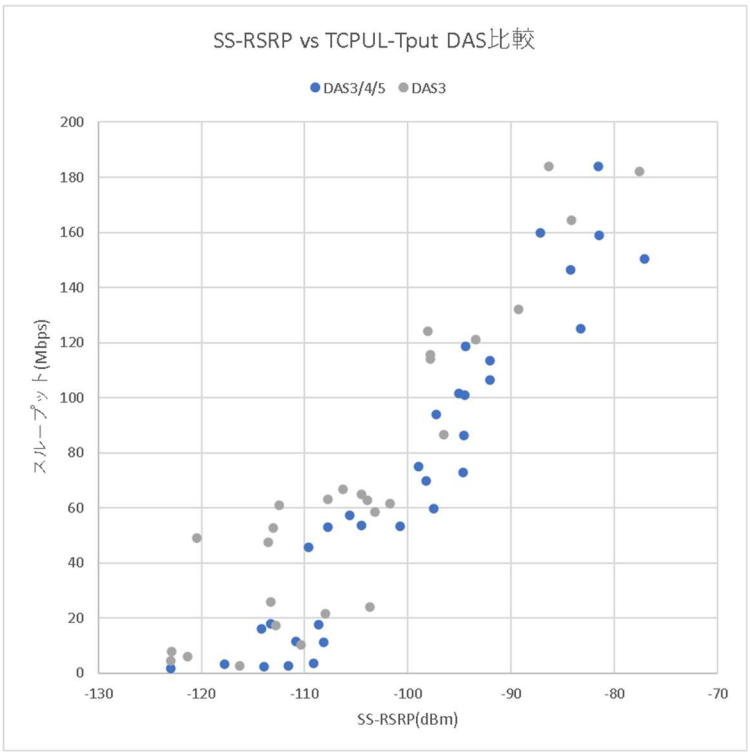


図 3.3.2.(5).1).c-3(f) 受信電力/伝送スループットの取りまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-UL)

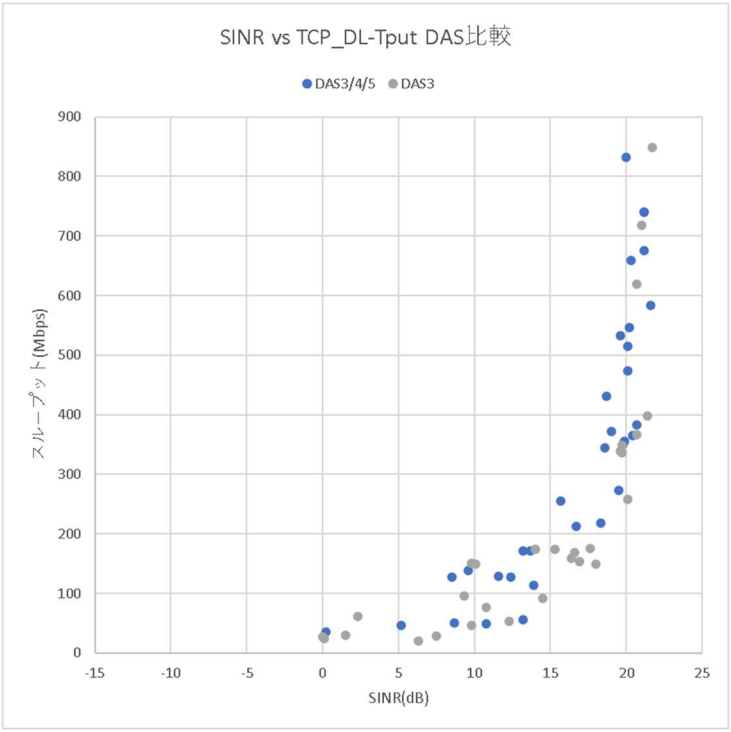


図 3.3.2.(5).1).c-3(g) 信号対干渉電力雑音比/伝送スループットの取りまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL)

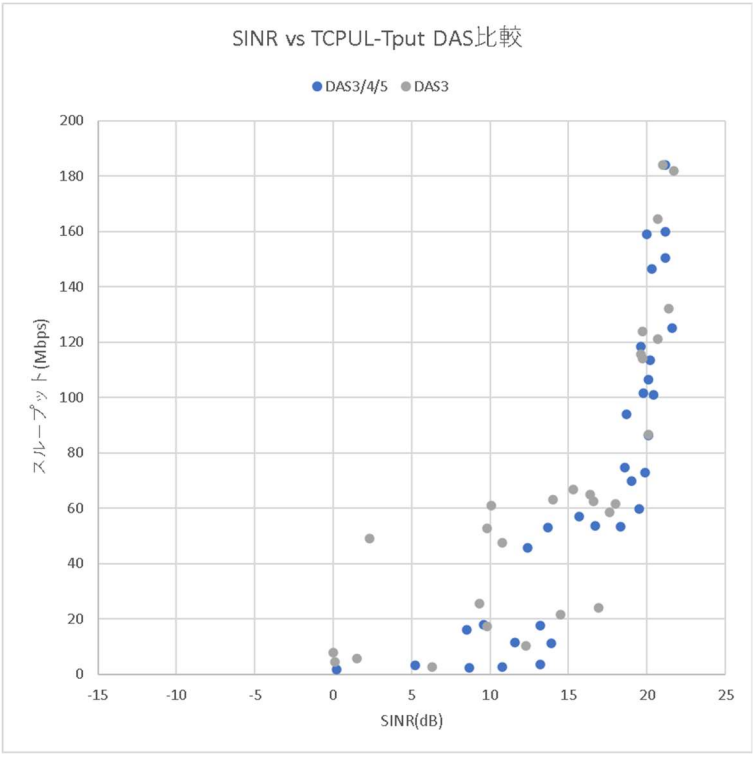


図 3.3.2.(5).1).c-3(h) 信号対干渉電力雑音比/伝送スループットの取りまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-UL)

表 3.3.2.(5).1).c-3 に示す課題実証での所要性能について、DAS 設置におけるスループット実測値、および下り受信電力値との関係性から評価を行う。

ターゲットエリアにおけるスループット実測値を図 3.3.2.(5).1).c-4 に、受信電力/伝送スループットの散布図を図 3.3.2.(5).1).c-5 に示す。

結果から以下の事がわかる。

・ターゲットエリアについて各階に 1 台設置(1 階：DAS1、2 階：DAS3)時では、各階 2 か所あるターゲットエリアがエリア外となるため所要品質を満たせない （図 3.3.2.(5).1).c-4(a)、図 3.3.2.(5).1).c-4(c))。

・ターゲットエリアについて複数台設置(1 階:DAS1/DAS2、2 階:DAS3/DAS4/DAS5)時においては、ターゲットエリアで所要品質のスループットを満たしている(図 3.3.2.(5).1).c-4(b)、図 3.3.2.(5).1).c-4(d))。

・受信電力/伝送スループットの散布図から、下りスループット所要性能(1 階:50Mbps/20Mbps、2 階:45Mbps)はおおむねカバーエリア端で所要性能を満たせている傾向が確認できるため、十分な電界となるカバーエリア内であれば、所要性能を達する事が可能と考えらえる(図 3.3.2.(5).1).c-5(a)、図 3.3.2.(5).1).c-5(c))。

・受信電力/伝送スループットの散布図から、上りスループット所要性能(1 階:60Mbps、2 階:10Mbps/45Mbps)については、カバーエリア端では十分に所要性能を満たせていない傾向であるため、ターゲットエリアで十分な電界となるように考慮したエリア設計が必要になると考えられる

(図 3.3.2.(5).1).c-5(b)、図 3.3.2.(5).1).c-5(d))。

表 3.3.2.(5).1).c-3　課題実証での所要性能(表 3.3.2.(1)-1 から新病棟部のみ再掲)

実証エリア	項目	下り(DL)	上り(UL)
新病院棟 1F オペレーションルーム	通信速度	50Mbps	―
	利用条件	PC 等 3 台で計 50Mbps	―
新病院棟 1F HERS―	通信速度	20Mbps	20～60Mbps
	利用条件	PC 等 1 台で計 20Mbps	カメラ等 4 台で 20～60Mbps
新病院棟 2F 通路	通信速度	―	10Mbps
	利用条件	―	カメラ等 2 台で 10Mbps
新病院棟 2F 内視鏡室	通信速度	45Mbps	45Mbps
	利用条件	PC 等 2 台で計 45Mbps	カメラ等 5 台で 45Mbps

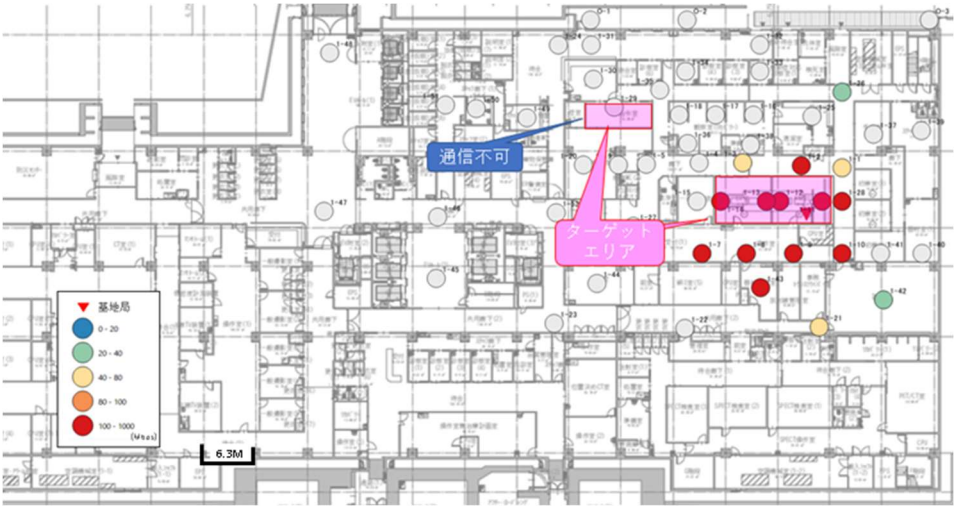


図 3.3.2.(5).1).c-4(a) 伝送スループット測定結果
(1F-DAS1、TCP-DL)

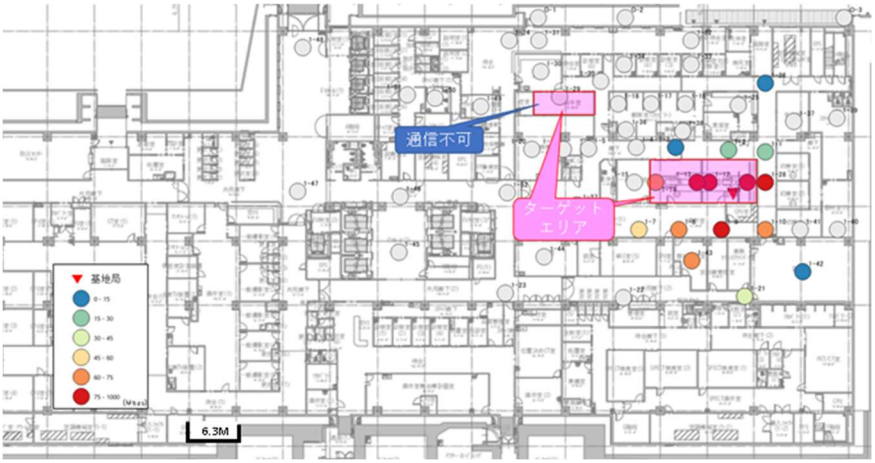


図 3.3.2.(5).1).c-4(b) 伝送スループット測定結果
(1F-DAS1、TCP-UL)

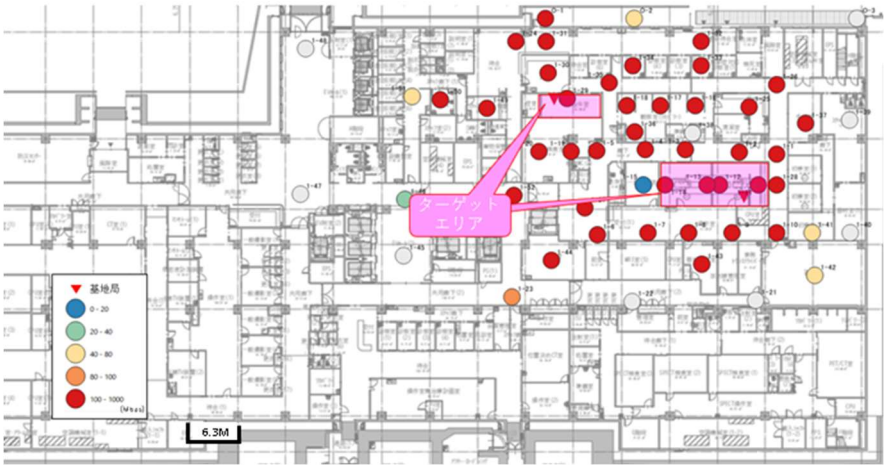


図 3.3.2.(5).1).c-4(c) 伝送スループット測定結果
(1F-DAS1/DAS2、TCP-DL)

図 3.3.2.(5).1).c-4(d) 伝送スループット測定結果
(1F-DAS1/DAS2、TCP-UL)

図 3.3.2.(5).1).c-4(e) 伝送スループット測定結果
(2F-DAS3、TCP-DL)

図 3.3.2.(5).1).c-4(f) 伝送スループット測定結果
(2F-DAS3、TCP-UL)

図 3.3.2.(5).1).c-4(g) 伝送スループット測定結果
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL)

図 3.3.2.(5).1).c-4(h) 伝送スループット測定結果
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-UL)

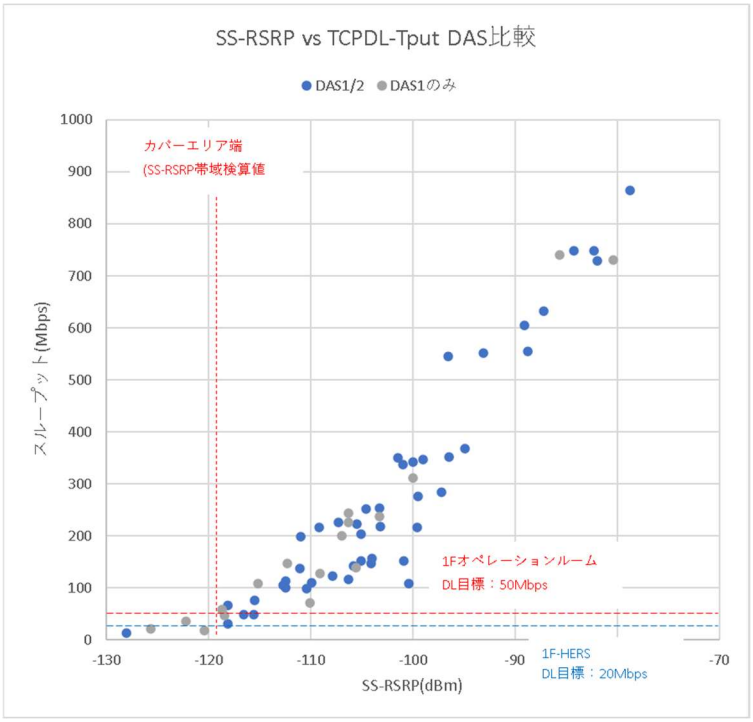


図 3.3.2.(5).1).c-5(a) 受信電力/伝送スループットまとめ
(1F-DAS1/DAS2、TCP-DL)

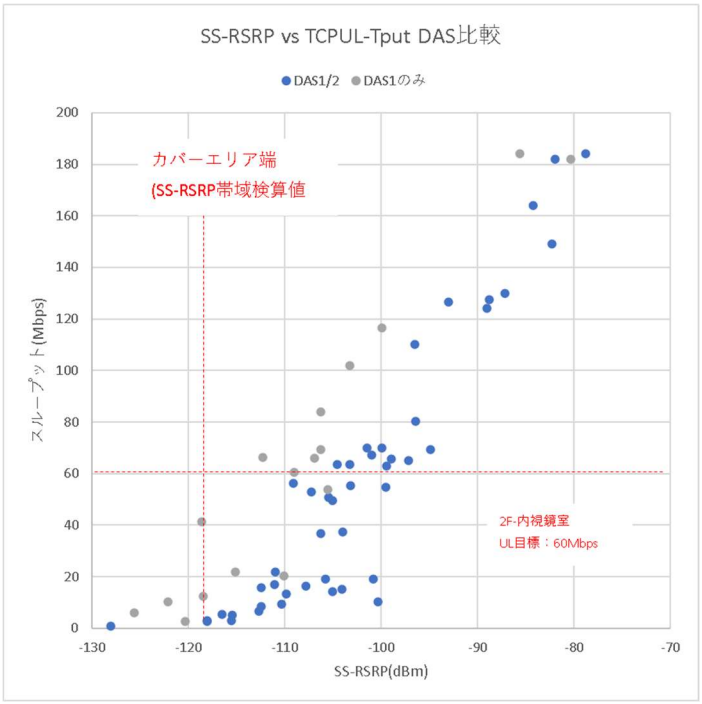


図 3.3.2.(5).1).c-5(b) 受信電力/伝送スループットまとめ
(1F-DAS1/DAS2、TCP-UL)

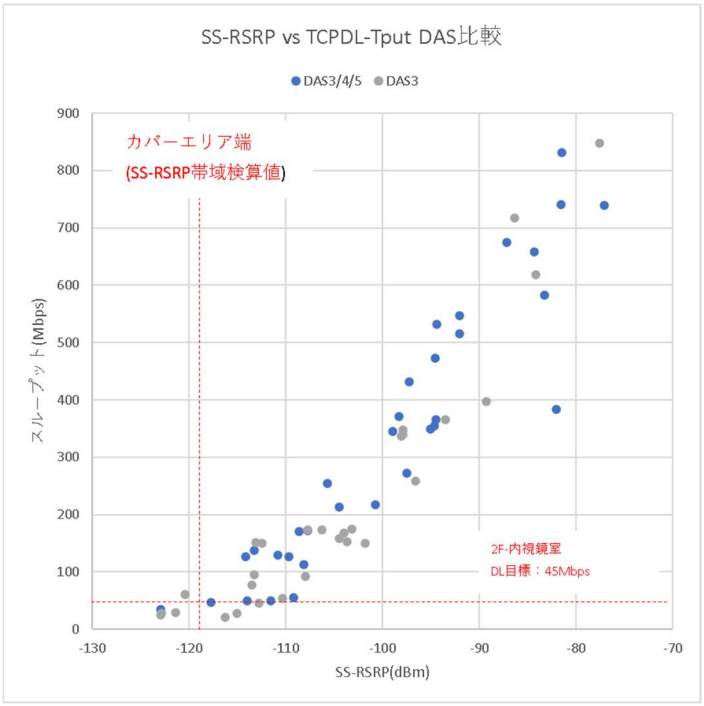


図 3.3.2.(5).1).c-5(c) 受信電力/伝送スループットまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-DL)

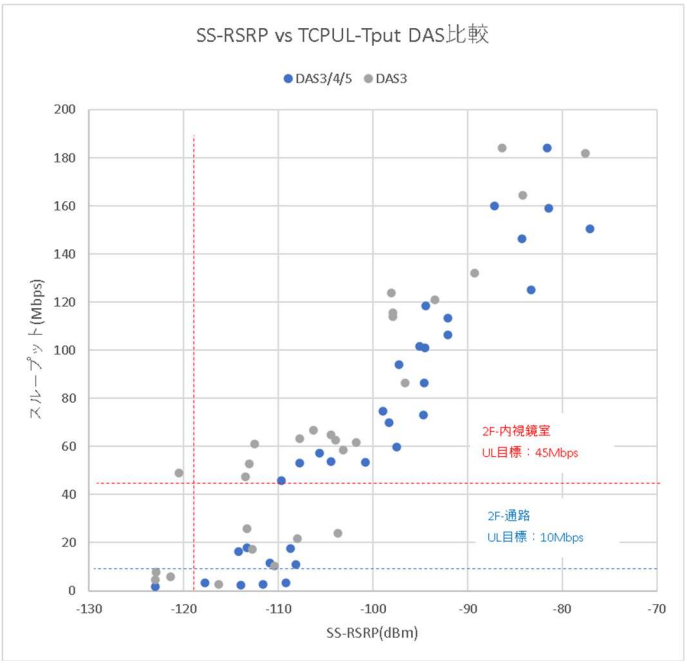


図 3.3.2.(5).1).c-5(d) 受信電力/伝送スループットまとめ
(2F-DAS3/DAS4/DAS5、TCP-UL)

d) 他のエリア改善策との経済性比較

エリアの柔軟性に対して、DAS を用いて評価を行った。

今回の実証で得られた知見は、下記であると考える。

・図 3.3.2.(5).1).d-1 (図 3.3.2.(5).1).c-4(f)再掲)の様に、ソリューションで想定した場所をカバーするために、1 局では厳しい所を複数の DAS を用いて改善された。
・図 3.3.2.(5).1).d-12(図 3.3.2.(5).1).b-1(a)再掲)の様に、放射線遮へい壁など特殊な壁構造を有する場合、外から中への電波伝搬損失が大きい。このため、内部でソリューションを行う場合、そちらに置局を行う事が、確実性が高いと考える。

上記のことから、今回の様な複数の診察・検査を行う部屋があるような構造の場合、それらの壁により伝搬損失が増える事で、エリア形成が抑えられてしまう場合が多い。
その上で、実現したいソリューションが診察・検査を行う部屋のみならず、病院内の導線となる通路をエリアカバーする事は、基地局 1 局では困難であると考えられる。
しかしながら同一の建物である事から、光ケーブルの様な有線配線は、比較的容易であると考えると、DAS の設置によって、上記ソリューションを実現する事がコストを踏まえ優位性が高いと考えられる。
なお、DAS 設置の場合は、基地局と DAS でリソースが同じなため、特定の場所で多くのリソースが必要な場合、他の場所では、リソース不足が発生する可能性がある事に留意が必要である。
表 3.3.2.(5).1).d-1、表 3.3.2.(5).1).d-2 にエリア改善策について設置の容易性およびコストの観点から比較した結果を示す。

図 3.3.2.(5).1).d-1　単局でのソリューション測定結果状況
(図 3.3.2.(5).1).c-4(f) 伝送スループット測定結果
(2F-DAS3、TCP-UL)　再掲)

図 3.3.2.(5).1).d-2　特殊な壁構造内に設置された電界測定結果
(図 3.3.2.(5).1).b-1(a)SS-RSRP 測定結果(DAS1)　再掲)

表 3.3.2.(5).1).d-1　設置の容易性におけるエリア改善策比較結果

評価項目	電波反射板（反射板材質：アルミ　）	中継器	分散アンテナシステム(DAS) ActiveDAS	漏洩同軸ケーブル(LCX)
設置位置（アクセス容易、面積）	◎	△	△	○
付帯設備（電源・バッテリー等）の必要性	不要	要(基地局相当)	要(基地局相当)	無し
消費電力	無	有	有	無
伝送路の必要性	不要	要(基地局相当)	要(基地局相当)	要
施工の容易性	◎	△	△	○
導入リードタイム	◎	△	△	○
移設の容易性	◎	×	×	×
カバレッジの距離	線形で狭い	基地局相当	基地局相当	LCX(ケーブル)周囲で基地局から離れるほどエリアは小さくなる
カバレッジの角度	線形で狭い	基地局相当	基地局相当	LCX(ケーブル)周囲で基地局から離れるほどエリアは小さくなる
基地局との位置関係	基地局が LOS となる設置が望ましい	基地局からの電界があるところ	基地局～DAS 間の有線ケーブル長による	基地局に接続が必要
数量拡張性	○	○	○	○
位置合わせ	△	○	◎	○

評価項目	電波反射板（反射板材質：アルミ　）	中継器	分散アンテナシステム(DAS) ActiveDAS	漏洩同軸ケーブル(LCX)
設置場所の選定	△	△	○	△
総合評価	不可(エリア限定)	可	良	可
採用した解決方策の設備が有効となる条件や使い方	同一敷地内において、電波環境が必要となる特定の場所において確実なエリア化を実現するための手段として有効である。一方、一つの基地局リソースを複数のDAS で共有することから、同時接続時の所要性能等の設計が必要とされる			

表 3.3.2.(5).1).d-2　設置のコストにおけるエリア改善対策比較結果

評価項目	電波反射板（反射板材質：アルミ　）	中継器	分散アンテナシステム(DAS) ActiveDAS	漏洩同軸ケーブル(LCX)
設備費用(機器費除く)	◎	△	△	◎
作業費用	◎	△	△	◎
運用・保守費用	不要	要	要	不要
総合評価	可	可	良	可
採用した解決方策の設備が有効となる条件や使い方	複数の基地局を設置することと比較しコストの低減を図ることができる。			

e) DAS を利用したエリア設計手法の手順の提案（DAS によるエリア構築のモデル化）

実証仮説にて実施する DAS を利用したエリア設計の具体的な手順について下記のイメージで取り纏め、DAS を利用した「電波抑制」と「エリア確保」の優位性について考察を行い、この手法が利活用できる条件や使い方について考察を行った。

●実証環境における不感地帯、電波漏洩等のエリア確認

実証環境における DAS 設置時において、電波伝搬シミュレーションおよび電波伝搬測定を実施し不感地帯、電波漏洩等のエリア確認を実施した。

本実証においては、以下の手順で実証環境における不感地帯、電波漏洩等の確認を行った

・DAS を配置し、エリア算出法の「仮説値」によるカバーエリア、調整対象区域図のエリア図を DAS ごとに作成(図 3.3.2.(5).1).e-1(a)、図 3.3.2.(5).1).e-1(b))

・現地調査を踏まえた内部壁面構造や見通し等の確認。

・建物シミュレーション用のモデル作成(図 3.3.2.(5).1).e-1(c))。

・作成したシミュレーションモデルを基に、改善エリアとなる領域を作図し DAS ごとに基地局から発射された電波の受信電力を確認(図 3.3.2.(5).1).e-1(d)、図 3.3.2.(5).1).e-1(e))

・実際の DAS を設置し基地局からの電波発射後、測定器を用いて周辺の電界調査を実施。

図 3.3.2.(5).1).e-1(a) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS1)
(出典:地理院地図)(図 3.3.2.(2)-1 (a)再掲)

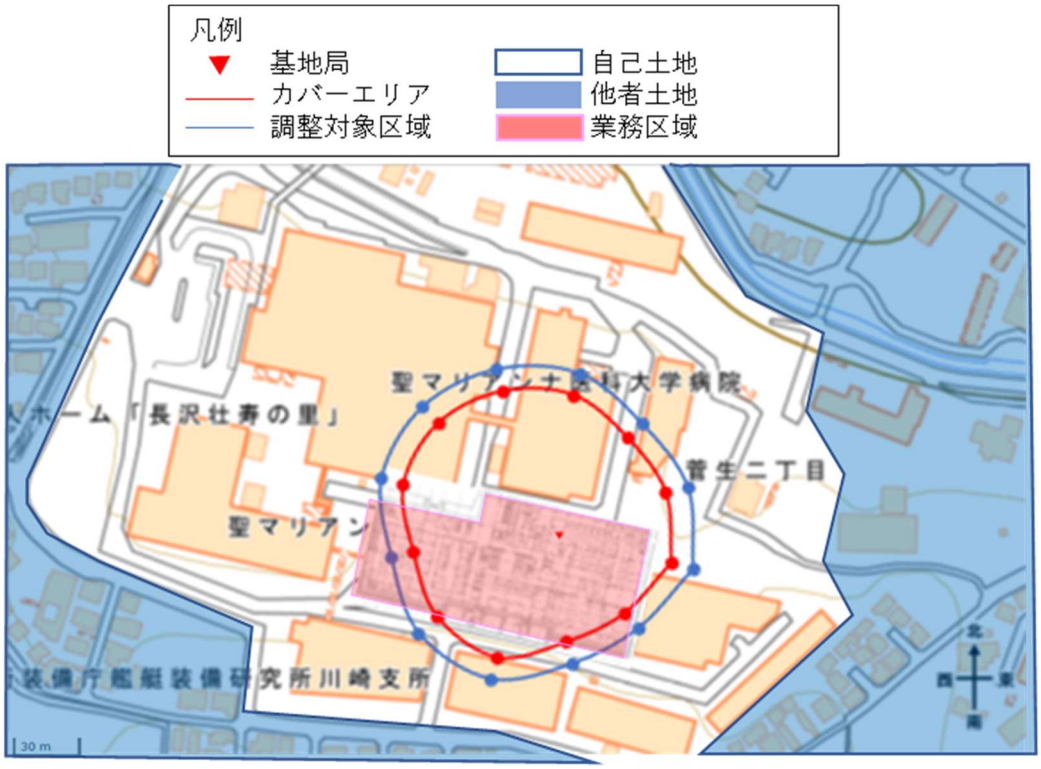


図 3.3.2.(5).1).e-1(b) 算出法におけるカバーエリア、調整対象区域(DAS2)
(出典:地理院地図)(図 3.3.2.(2)-1 (b)再掲)

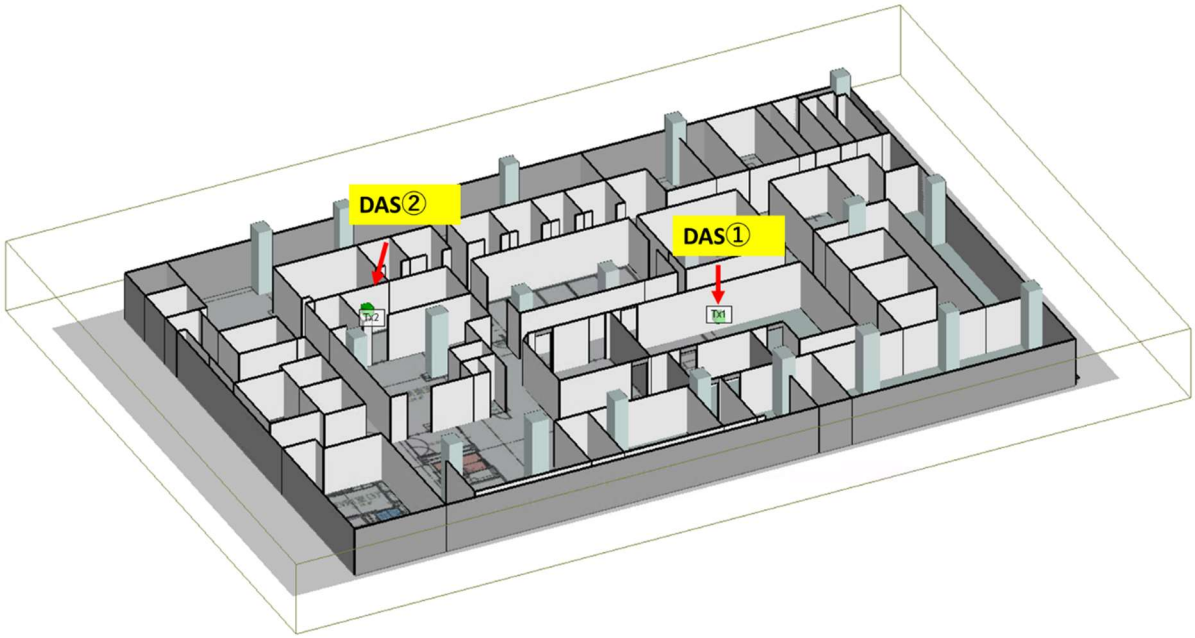


図 3.3.2.(5).1).e-1(c) DAS シミュレーションモデル新病院棟 1F
(図 3.3.2.(2)-2 (a)再掲)

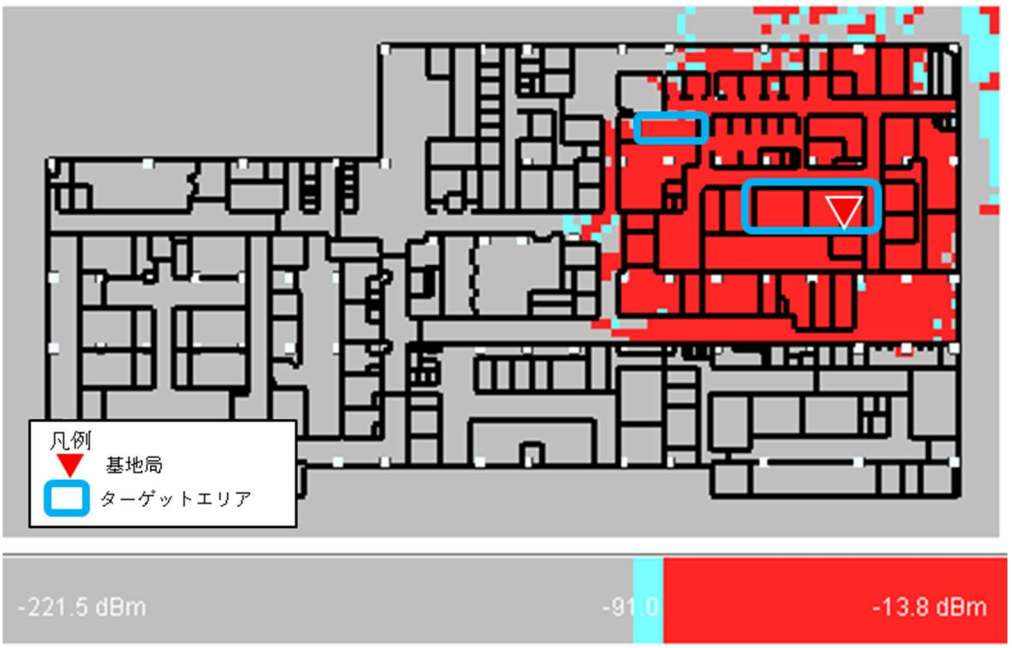


図 3.3.2.(5).1).e-1(d)　DAS シミュレーション新病院棟 1F(DAS1)
(図 3.3.2.(2)-2 (b) 再掲)

図 3.3.2.(5).1).e-1(e)　DAS シミュレーション新病院棟 1F(DAS2)
(図 3.3.2.(2)-2 (c)再掲)

2)　リピーター

エリアの柔軟性に対して、中継局を用いて評価を行った。
今回の実証で得られた知見は、下記であると考える。

・RSRP の実測結果と SINR の実測結果から、隣接する建物へ向けたエリア形成を図る場合、

伝搬損失が大きいため基地局一局ではカバーすることは難しく、基本的にそれぞれの建物内に置局を行うことが必要であると考える。

上記のことから、今回の様な複数の建物にまたがってエリア形成をする必要がある場合、建物間の距離に応じた伝搬損失が増えることでエリア形成をする障害となる場合が多い。

さらに、実現したいソリューションが高精細映像の伝送といった高いスループットが求められるものである場合、より基地局一局で複数の建物内をエリアカバーすることは困難であると考えられる。

他方、建物間の距離が大きく離れておらず遮蔽物が無い場合、建物間の無線通信が比較的容易であることを考えると、中継局の設置によって上記ソリューションを実現することが複数の基地局をそれぞれの建物に設置する場合と比べ、コスト面の優位性が高いと考えられる。なお、中継局設置の場合は、1 つの基地局で複数の建物をカバーしているため、特定の場所で多くのリソースが必要な場合、他の場所では、リソース不足が発生する可能性がある事に留意が必要である。以下に今回の実測結果を示す。

最初にリピーターのドナー入力の RSRP、及びに SINR の測定結果について示す。

	中継器での入射波の受信電力(RSRP)　実測値［dBm］				
	中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
DONOR 1	*-113.5*	*-113.5*	*0.3*	*-113.1*	*-113.8*
DONOR 2	*-108.4*	*-108.4*	*0.2*	*-108.2*	*-108.6*

※ DONOR1:　-45°偏波受信、 DONOR2:　+45°偏波受信

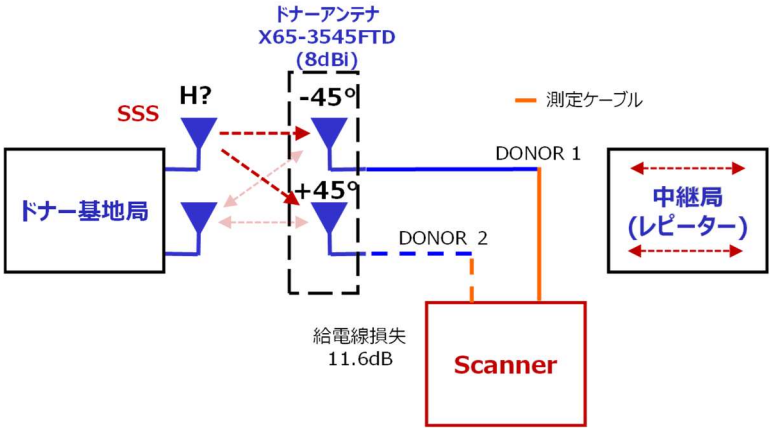
※　測定日：　2022 年 12 月 22 日

	中継器での入射波の SINR　実測値［dB］				
	中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
DONOR 1	*10.3*	*10.4*	*0.8*	*11.5*	*9.3*
DONOR 2	*14.9*	*15.0*	*0.8*	*16.0*	*14.0*

※ DONOR1:　-45°偏波受信、 DONOR2:　+45°偏波受信

※　測定日：　2022 年 12 月 22 日

測定系は以下の通りである。なお、上表は測定ケーブルのケーブルロスを補正した値である。



カバーエリア端レベル(RSRP 帯域換算):-119.8dBm に近い RSRP 実測値であり、弱電界であると言える。

上記の測定結果の時間遷移を示す。

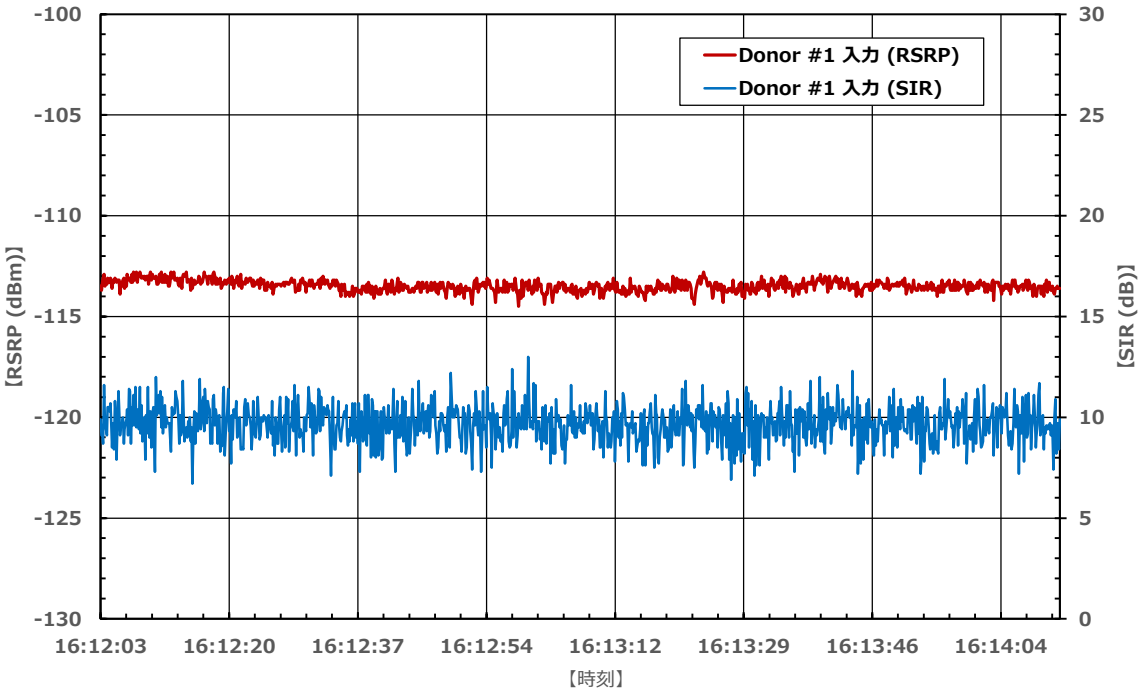


図 Donor 1 RSRP, SINR（測定日： 2022 年 12 月 22 日）

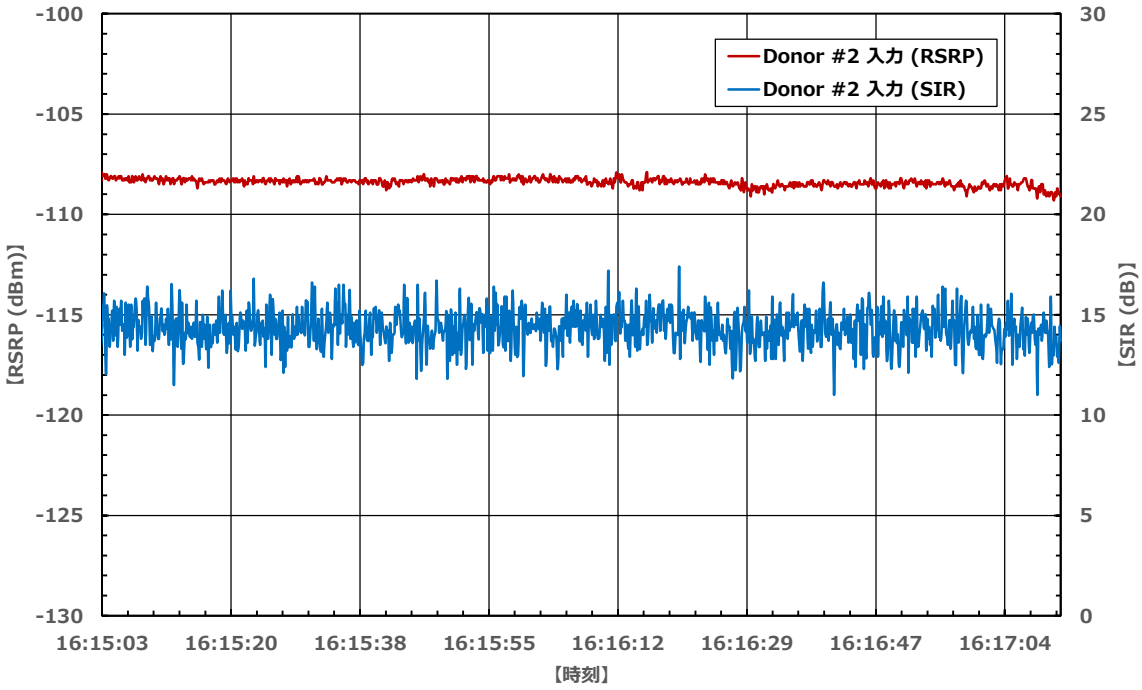


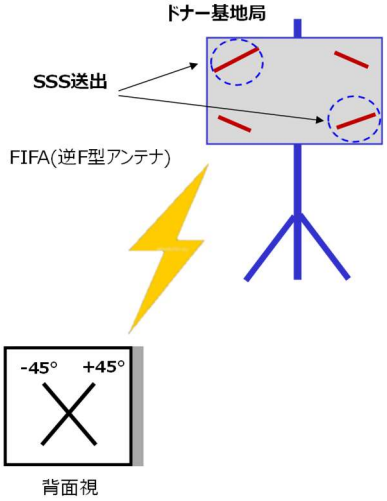
図 Donor 2 RSRP, SINR（測定日： 2022 年 12 月 22 日）

上図より両ポート共に、変動幅(2σ＝0.4～0.6dB)が小さなドナー波(入射波)を受信していることから、ドナー基地局～ドナーアンテナ間はほぼ見通し環境であることが裏付けられる。“固定通信”に適した安定した電波環境であると言える。

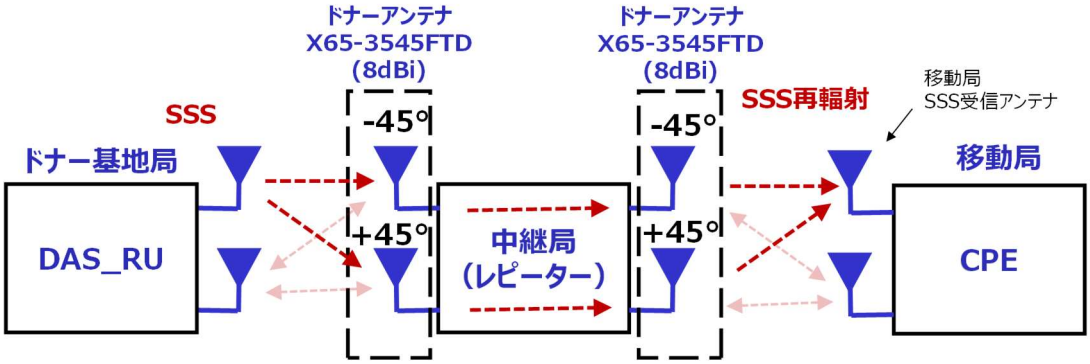
しかしながら、ドナー基地局の特定アンテナから送出される SSS(Secondary Synchronization Signal)をレピーターは、DONOR Port1、DONOR Port2 の両端子で約５dB の差をもって受信している結果となっている。これは、ドナーアンテナの±45°偏波の双方で SSS を受信していることであり、ドナー基地局の送信偏波面とドナーアンテナの受信偏波面が一致していない(ずれている)ことを意味する。交差偏波電力比で示せば、約 5dB と低い値であり、偏波間の干渉が大きく、MIMO 通信に影響を与える可能性がある。また、増幅後 SERVICE Port １，２より SSS を再輻射することになり、SERVICE ポート出力の増加を招くことになる。

参考

ドナー基地局の偏波面は、ドナーアンテナの+45° 偏波面の方が強く受信出来ていることより、水平より 15° 程度傾いていたと推定する。（下図参照）



レピーター増幅後の再輻射について、以下に模式図を示す。



移動局(CPE)がSSS(SS-Block)を特定のアンテナで受信するとした仮定した場合の図である。

基地局が移動局出力の制御(UL パワーコントロール)を行っている場合、基地局～移動局間の伝搬損失(PL)を測定した RSRP によりに推定する必要がある。移動局の仕様に依るところがあるが、正しく PL の推定を行うためには、移動局は特定のアンテナで RSRP を受信する必要があると考える。

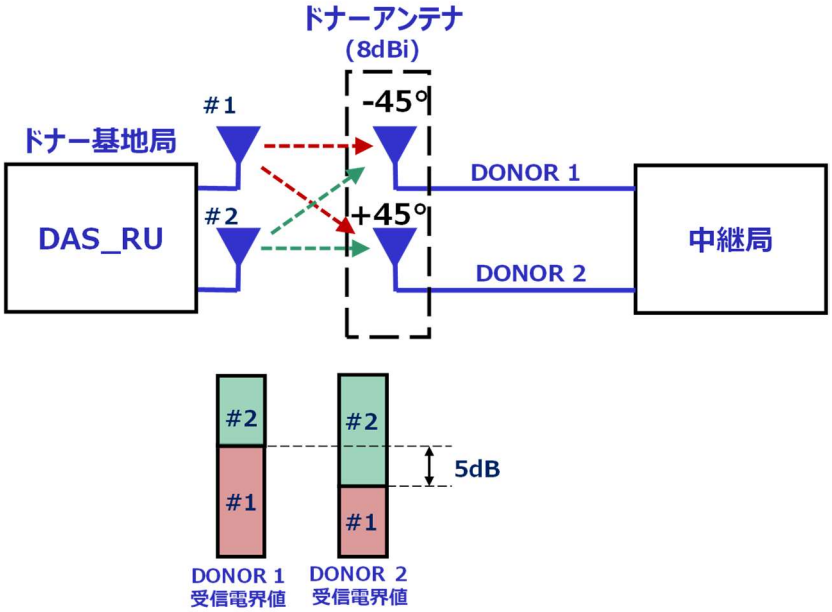
また、使用した Anritsu 製エリアテスタは単一アンテナでエリア電界測定を行っており、上の模式図の通りとなる。

模式図で示す通り、移動局(エリアテスタ)は、出力ポート１，２より再輻射された SSS 電力を電力和として受信することになる。

中継局(レピーター)の DONOR 入力電界値について考える。

DONOR Port1、DONOR Port2 の RSRP 測定値差で約５dB であった。

この測定結果は、下図の様に、ドナー基地局の#1 系、#2 系出力の５dB の差を持った電力和を DONOR Port1、DONOR Port2 は受信することになる。



ドナー基地局の#1 系、#2 系出力共に最大出力時の DONOR Port1、DONOR Port2 の受信電界値を求める。

ドナー基地局の出力仕様が、

- ✓ 最大出力：22dBm/100MHz（注： 2 ポート合算）
- ✓ SSS（SS-Block)出力：-13.15dBm/30kHz（注： 2 ポート合算）

で、レベル差が 35.15dB であることから、

測定結果より、上記のドナー基地局の#1 系最大出力時の DONOR Port1、DONOR Port2 の受信最大電界値は

① Donor1：-78.35dBm/100MHz

② Donor2：-73.25dBm/100MHz

となる。

ドナー基地局の 2 系出力～ドナーアンテナの伝搬ロス、ドナーアンテナの交差電力比が同じと仮定すれば、ドナー基地局の#1 系、及び#2 がともに最大出力時の DONOR Port1、DONOR Port2 の最大受信電力値は、上記の①と②の電力和となり、

- ✓ -72.08dBm/100MHz

となる。

次に、中継局(レピーター)の設定利得値について検証する。

中継局の仕様によれば、SERVICE Port１，及び２の最大出力値は

✓ +10dBm/100MHz

である。

この SERVICE Port１、及び２の最大出力値と求めた DONOR Port1、及び２の最大受信電力値の差が最大許容利得値となり、

✓ +10dBm/100MHz - (-72.08dBm/100MHz) = 82.08dB

となる。

しかしながら、この値は中継局の利得設定範囲:40～60dB を超えている。そのため、本実証試験では、「60dB」を設定利得値とした。

期待する SSS 再輻射値は、

① Donor1: -133.5dBm + 60dB = -53.5dBm

② Donor2: -108.4dBm + 60dB = -48.4dBm

である。

なお、伝搬ロスの対称性を確保するために、DONOR Port1～SERVICE Port１間と DONOR Port２～SERVICE Port２間の DL(移動局対向出力)、及び UL(基地局対向出力)の利得設定値は同じ値とした。

続いて、SERVICE PORT1、SERVICE PORT2 の SSS 再輻射値の実測結果を示す。

	中継器での出射波の送信電力　実測値［dBm］				
	中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
SERVICE 1	*-52.1*	*-52.0*	*0.3*	*-51.6*	*-52.4*
SERVICE 2	*-47.4*	*-47.4*	*0.1*	*-47.2*	*-47.5*

※ SERVICE 1: -45° 偏波受信、 SERVICE 2: +45° 偏波受信

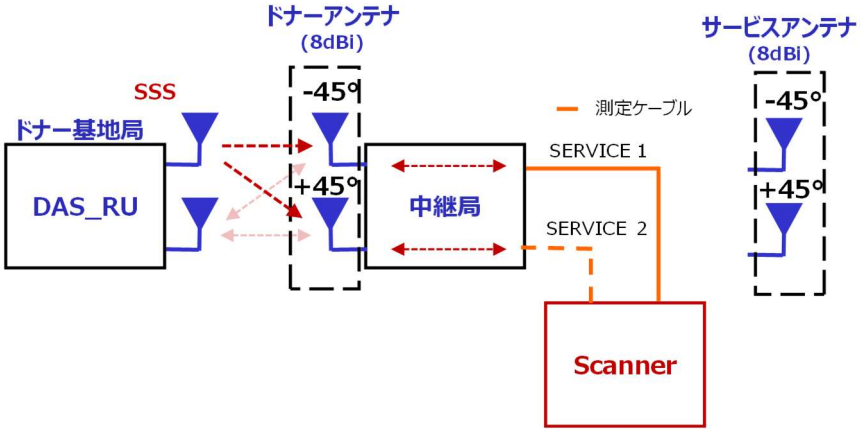
※ 測定日： 2022 年 12 月 22 日

	中継器での出射波の SINR　実測値［dB］				
	中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
SERVICE 1	*7.7*	*7.7*	*1.0*	*8.9*	*6.5*
SERVICE 2	*12.6*	*12.5*	*1.0*	*13.8*	*11.3*

※ SERVICE 1: -45° 偏波受信、 SERVICE 2: +45° 偏波受信

※ 測定日： 2022 年 12 月 22 日

測定系は以下の通りである。なお、上表は測定ケーブルのケーブルロスを補正した値である。



測定結果の時間遷移は以下に通りである。

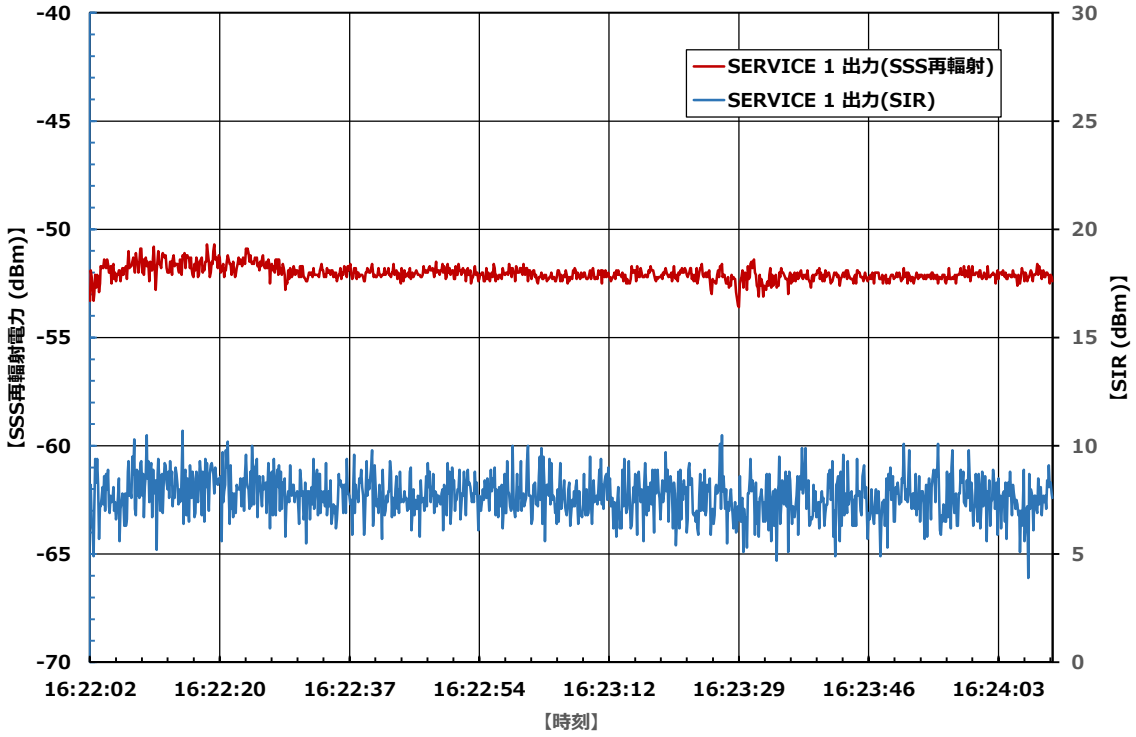


図 SERVICE 1 SSS 再輻射電力，SINR（測定日： 2022 年 12 月 22 日）

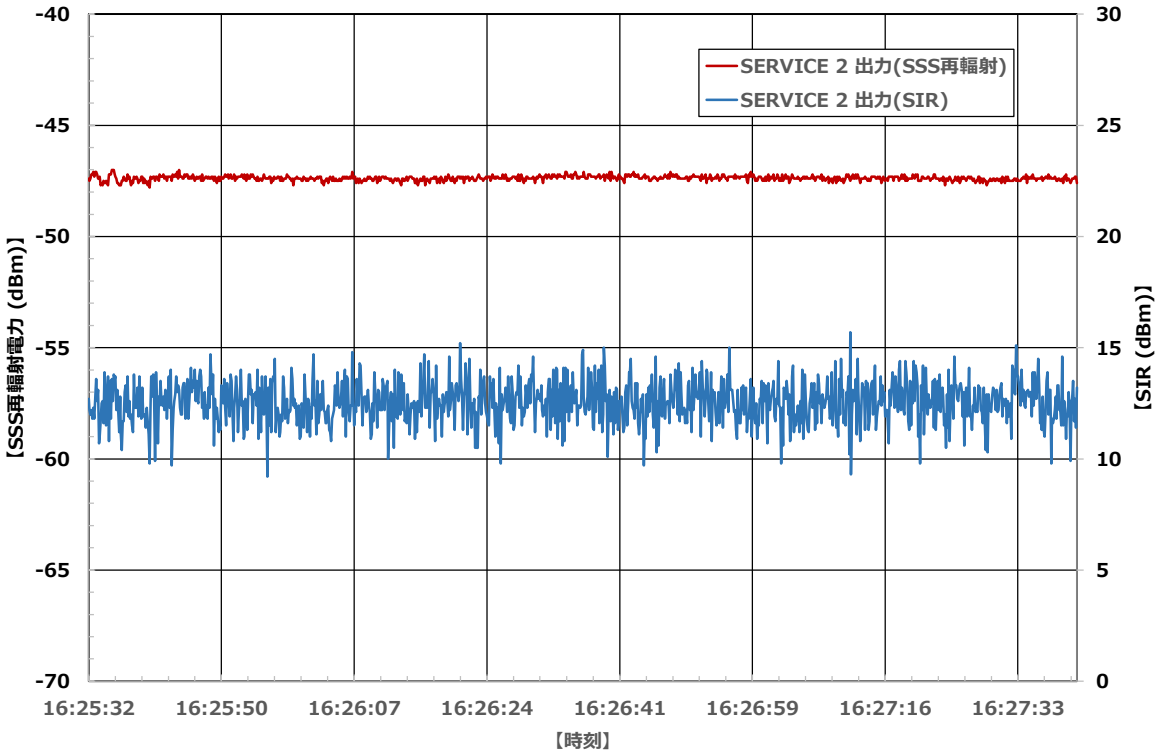


図　SERVICE 2 SSS 再輻射電力, SINR（測定日： 2022 年 12 月 22 日）

上図より両ポート共に、小さな変動幅(2σ＝0.2～0.6dB)の電力を再輻射していることが分かる。

前述の RSRP 実測値(中継器での入射波の受信電力 実測値)と SSS 再輻射実測値(中継器での出射波の送信電力　実測値)の差分から、中継局(レピーター)の実利得値は以下の通りである。

	中継器の実利得値［dB］	
	中央値	平均値
DONOR 1 ～ SERVICE 1 間	*61.4*	*61.5*
DONOR 2 ～ SERVICE 2 間	*61.0*	*61.0*

中継局(レピーター)の利得設定値:60dB より、1～1.5dB 大きい値となっているが、中継局(レピーター)の規格値が 60d±1.76dB であること、本実証実験における最大許容利得値が 82.08dB であることから、問題は無いと判断する。

ここまでの纏めとして、実測値をベースとしたリンクバジェットを以下に示す。

表　ドナー基地局～中継局(レピーター) DONOR 1　リンクバジェット

DL (ドナー基地局～DONOR１ RSRP)				
項目		値	計算式	備考
中心周波数 (MHz)	a	4850.4		SSS周波数
占有周波数帯域幅(MHz)		100		
基地局側				
空中線電力 (dBm/100MHz)	b	-13.15		指定値、2ポート合算値
送信アンテナ利得 (dBi)	c	2.5		指定値
送信給電線損失 (dB)	d	0.0		
送信アンテナ指向減衰 (dB)	e	0.0	e=f+g	
垂直方向減衰 (dB)	f	0.0		
水平方向減衰 (dB)	g	0.0		
EIRP (dBm)	h	-10.65	h=b+c+d+e	
送信アンテナ高 (m)	i	67.0		TP
基地局～RFリピータ間 伝送路				
鉄線ガラス等ロス (dB)	j	-8.0		事前測定値
RFリピーター				
基地局対向側				
受信アンテナ高 (m)	k	71.9		TP
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間水平距離(m)	l	40.0		
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間直線距離(m)	m	40.3		
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間伝搬損失(dB)	PL1	78.26	直線距離	自由空間伝搬損失　C=3E+8
受信アンテナ利得 (dBi)	n	8.0		ドナーアンテナ(X65-3545FTD)
受信給電線損失 (dB)	o	-11.6		5D-WFLEX 20m
受信アンテナ指向減衰 (dB)	P	0.0	p=q+r	
垂直方向減衰 (dB)	q	0.0		
水平方向減衰 (dB)	r	0.0		
RFリピータ_基地局対向器 受信レベル (dBm)_設計値	s1	-100.51	s1=h+j-PL1+n+o+p	
RFリピータ_基地局対向器 受信レベル (dBm)_実測値	s2	-113.50		実測値中央値
実測値ー設計値 差分 (追加ロス)	dl_d	-12.99	dl_d = s2-s1	ドナー局側窓ガラスロス、偏波面ロスなど
RFリピータ_ゲイン設定_設定値	t1	60		
RFリピータ_ゲイン設定_実測値	t2	61.4		
陸上移動局対向側				
空中線電力 (dBm/30Hz/T)_設計値	u1	-40.5	u1=s1+t1	計算値
空中線電力 (dBm/30kHz/T)_実測値	u2	-52.1	u2=s2+t2	
送信アンテナ利得 (dBi)	v	8.0		サービスアンテナ(X65-3545FTD)
受信給電線損失 (dB)	w	-1.74		5D-WFLEX 3m
送信アンテナ指向減衰 (dB)	x	0.0	x=y+z	
垂直方向減衰 (dB)	y	0.0		
水平方向減衰 (dB)	z	0.0		
EIRP (dBm)_設計値	A1	-34.3	A1=u1+v+w+x	
EIRP (dBm)_実測値ベース	A2	-45.8	A2=u2+v+w+x	

表　ドナー基地局～中継局（レピーター）DONOR 2　リンクバジェット

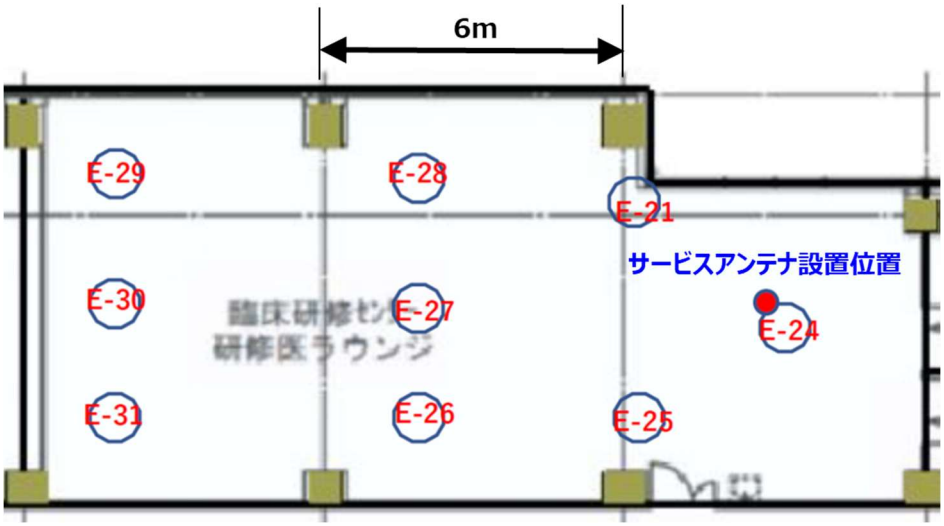
DL (ドナー基地局～DONOR2 RSRP)				
項目		値	計算式	備考
中心周波数 (MHz)	a	4850.4		SSS周波数
占有周波数帯域幅(MHz)		100		
基地局側				
空中線電力 (dBm/100MHz)	b	-13.15		指定値、2ポート合算値
送信アンテナ利得 (dBi)	c	2.5		指定値
送信給電線損失 (dB)	d	0.0		
送信アンテナ指向減衰 (dB)	e	0.0	e=f+g	
垂直方向減衰 (dB)	f	0.0		
水平方向減衰 (dB)	g	0.0		
EIRP (dBm)	h	-10.65	h=b+c+d+e	
送信アンテナ高 (m)	i	67.0		TP
基地局～RFリピータ間 伝送路				
鉄線ガラス等ロス（dB)	j	-8.0		事前測定値
RFリピーター				
基地局対向側				
受信アンテナ高 (m)	k	71.9		TP
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間水平距離(m)	l	40.0		
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間直線距離(m)	m	40.3		
送信アンテナ～RFリピータ_受信アンテナ間伝搬損失(dB)	PL1	78.26	直線距離	自由空間伝搬損失　C=3E+8
受信アンテナ利得 (dBi)	n	8.0		ドナーアンテナ(X65-3545FTD)
受信給電線損失 (dB)	o	-11.6		5D-WFLEX 20m
受信アンテナ指向減衰 (dB)	P	0.0	p=q+r	
垂直方向減衰 (dB)	q	0.0		
水平方向減衰 (dB)	r	0.0		
RFリピータ_基地局対向器 受信レベル （dBm)_設計値	s1	-100.51	s1=h+j-PL1+n+o+p	
RFリピータ_基地局対向器 受信レベル （dBm)_実測値	s2	-108.40		実測値中央値
実測値ー設計値　差分 (追加ロス)	dl_d	-7.89	dl_d = s2-s1	ドナー局側窓ガラスロス、偏波面ロスなど
RFリピータ_ゲイン設定_設定値	t1	60		
RFリピータ_ゲイン設定_実測値	t2	61.0		
陸上移動局対向側				
空中線電力 (dBm/30Hz/T)_設計値	u1	-40.5	u1=s1+t1	計算値
空中線電力 (dBm/30kHz/T)_実測値	u2	-47.4	u2=s2+t2	
送信アンテナ利得 (dBi)	v	8.0		サービスアンテナ(X65-3545FTD)
受信給電線損失 (dB)	w	-1.74		5D-WFLEX 3m
送信アンテナ指向減衰 (dB)	x	0.0	x=y+z	
垂直方向減衰 (dB)	y	0.0		
水平方向減衰 (dB)	z	0.0		
EIRP (dBm)_設計値	A1	-34.3	A1=u1+v+w+x	
EIRP (dBm)_実測値ベース	A2	-41.1	A2=u2+v+w+x	

ドナー基地局～中継局（レピーター）DONOR 1 間で-12.99dB、ドナー基地局～中継局（レピーター）DONOR 2 間で-7.89dB の設計値と実測値の差が生じている。この差は偏波面の違いによるアンテナ利得の差分、交差電力比、

及びドナー局側の窓ガラスの遮蔽損失その他に相当する。

ドナー局側の窓ガラスの遮蔽損失分は、概算で約 6.5dB と推定する。

中継局(レピーター)稼働後にスループットの改善が現れた、東館 3F の研修医ラウンジの中継局設置前後の電界値、スループットを以下に示す。再輻射出力が小さいこともあり、中継局設置後においても研修医ラウンジ以外の場所は通信不可―スループット計測不能であった。



研修医ラウンジ内 測定ポイント

RSRP 実測結果

測定点 ID	中継器あり、なし (0=なし、1=あり)	端末（測定器）の受信電力（RSRP） 実測値［dBm］				
		中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
E-21	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-106.8	-108.6	5.6	-102.8	-116.1
E-24	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-111.95	-112.46	4.75	-106.70	-119.09
E-25	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-106.90	-110.50	7.72	-102.60	-121.00
E-26	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-108.70	-108.51	2.47	-105.57	-111.10
E-27	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-104.70	-105.44	2.97	-103.00	-108.20
E-28	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-114.30	-114.04	5.35	-106.90	-121.00
E-29	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-122.8	-123.4	3.6	-119.6	-128.4
E-30	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-125.5	-126.2	3.4	-122.5	-130.9
E-31	0	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し	電界無し
	1	-121.0	-120.8	5.7	-114.2	-128.3

SINR 実測結果

測定点 ID	中継器あり、なし (0=なし、1=あり)	端末（測定器）の SINR　実測値 [dB]				
		中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
E-21	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*8.00*	*6.62*	*4.51*	*11.20*	*0.40*
E-24	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*2.80*	*2.16*	*4.41*	*7.40*	*-4.00*
E-25	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*7.50*	*4.92*	*6.15*	*11.10*	*-4.34*
E-26	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*7.00*	*6.80*	*2.48*	*9.30*	*4.37*
E-27	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*9.40*	*8.81*	*2.70*	*11.10*	*6.20*
E-28	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*2.90*	*2.59*	*4.76*	*8.50*	*-3.80*
E-29	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*-5.1*	*-5.5*	*3.2*	*-1.6*	*-9.8*
E-30	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*-7.7*	*-7.8*	*2.5*	*-4.4*	*-11.2*
E-31	0	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*	*電界無し*
	1	*-3.5*	*-3.1*	*5.1*	*3.1*	*-10.0*

DL スループット　実測結果

測定点 ID	中継器あり、なし (0=なし、1=あり)	DL 伝送スループット　実測値 [Mbps]				
		中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
E-21	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*55.15*	*53.81*	*8.93*	*63.60*	*44.05*
E-24	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*75.95*	*76.10*	*9.35*	*85.98*	*63.13*
E-25	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*53.80*	*54.04*	*6.82*	*63.10*	*45.67*
E-26	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*38.80*	*39.07*	*5.51*	*46.51*	*33.20*
E-27	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*60.35*	*59.14*	*5.24*	*65.01*	*51.48*
E-28	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*39.40*	*39.67*	*6.30*	*48.02*	*32.74*
E-29	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
E-30	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
E-31	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*

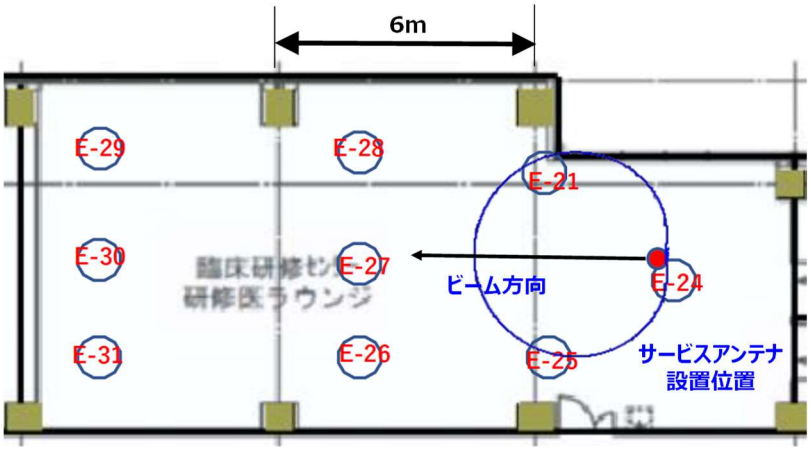
測定点 ID	中継器あり、なし (0=なし、1=あり)	UL 伝送スループット　実測値［Mbps］				
		中央値	平均値	標準偏差	上位 10%値	下位 10%値
E-21	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*2.97*	*2.95*	*0.25*	*3.00*	*2.93*
E-24	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*5.98*	*5.90*	*1.42*	*7.62*	*4.05*
E-25	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*2.79*	*2.90*	*0.76*	*3.32*	*2.17*
E-26	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*2.71*	*2.74*	*0.37*	*3.11*	*2.31*
E-27	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*9.24*	*9.49*	*2.58*	*12.94*	*5.94*
E-28	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*2.36*	*2.28*	*0.54*	*2.77*	*1.75*
E-29	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
E-30	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
E-31	0	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*
	1	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*	*通信不可*

サービスアンテナの設置環境―設置位置、指向方向を以下に示す。

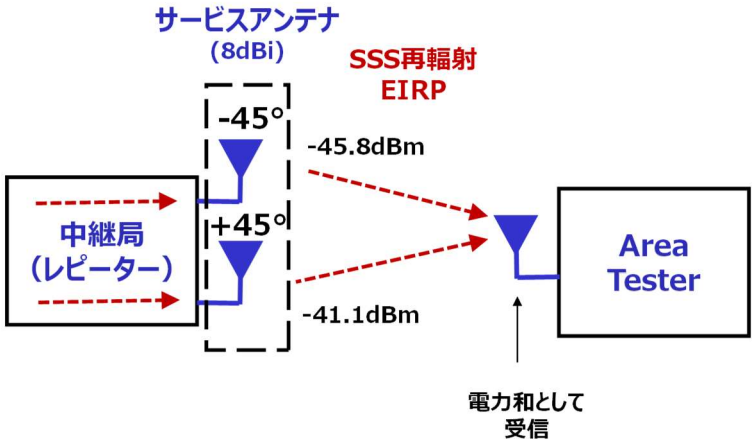
施工の制約上、天井裏に設置されており、各測定ポイントとは天井を通して通信を行う環境にある。

設置高は床面から 2.85m で、垂直面のメインビーム指向は床面に対し平行となっている。

水平面のメインビームの指向方向は以下の通りで、研修医ラウンジの入り口付近より、ラウンジ全体を狙う指向となっている。



また、下図に示す様に、移動局(エリアテスタ)は、同じ変調を持つ２つの信号を合成して受信することになる。



2 信号の合成であるが、２信号のサービスアンテナ～移動局(エリアテスタ)の伝送遅延時間差(位相差)により合成された電力レベルに差が生じる。2 信号の送出レベルに 4.7dB の差がある場合、2 信号の電力和レベルに比べて、互いの位相が同相で受信された場合は 2.7dB レベルが大きくなり、逆相で受信された場合は 8.8dB レベルが小さくなる。

本実験の 4.8GHz_ローカル 5G システムの場合、使用する周波数の波長が約 6 cm であること等から、各測定点の伝送遅延時間差(位相差)を特定するのは極めて困難である。

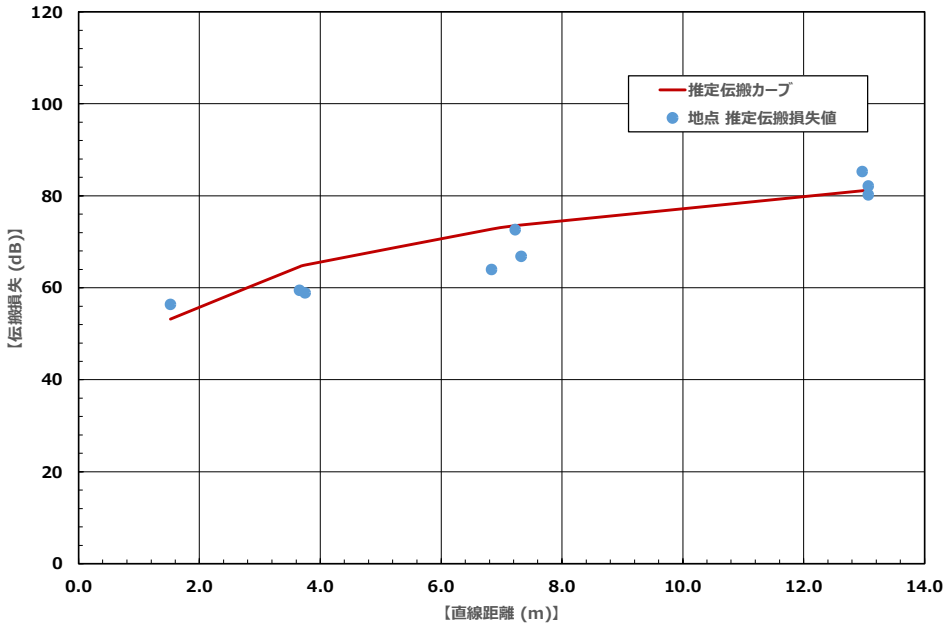
そこで、位相差の平均値の受信レベルとなる、2 信号の電力和レベルを使用して以下の分析を進めることにする。-45°偏波 EIRP:-45.8dBm と+45 偏波 EIRP:-41.1dBm の電力和である-39.9dBm を仮想 EIRP とし、アンテナの水平/面指向性減衰等を考慮し、実測 RSRP 値から求めた研修医ラウンジ内の直線距離と伝搬ロスの散布図を示す。

同時に、オフィスなどの電波伝搬環境に関する Recommendation で ITU-R P.1238 をもとに、研修医ラウンジ内の伝搬式推定を行った。

ITU-R P.1238 の定義式は以下の通りである。

$$L_{total} = 20 \log_{10} f + N \log_{10} d + L_f(n) - 28 \quad \text{dB}$$

N: distance power loss coefficient
f: frequency (MHz)
d: separation distance (m) between the base station and portable terminal (where $d > 1$ m)
L_f: floor penetration loss factor (dB)
n: number of floors between base station and portable terminal ($n \geq 1$).



サンプル数が少なく、ばらつきが多いが、

- ✓ N = 30
- ✓ Lf = 3

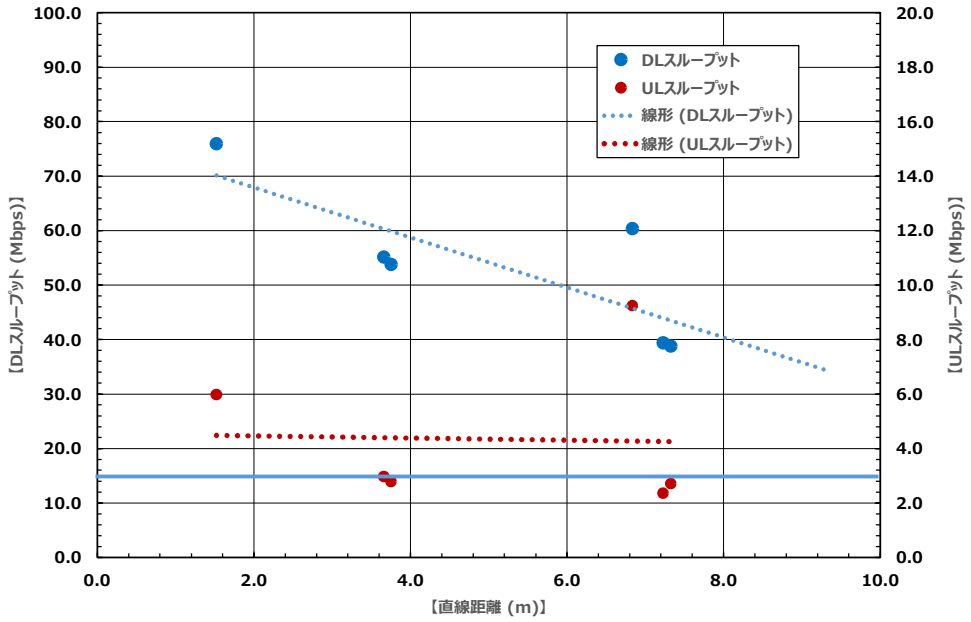
と推定する。

N=30 は、ITU-R P.1238 によれば、「集合住宅」環境である。

改善ターゲットエリアである研修医ラウンジは什器類が多く配置され、また研修医等の出入りや動きが多い環境である。

Lf = 2(dB)は、ITU-R P.1238 では、“floor penetration loss factor”であるが、研修医ラウンジのサービスアンテナの設置状況から、天井板の遮蔽損失値、その他と類推する。

サービスアンテナ～各測定ポイント間の直線距離に対する DL/UL スループットの散布図を示す。



DL スループットに関して、スループットが計測できた直線距離: 約８ｍ以下の測定点において、所要改善目標である 15Mbps を超えている。また、サービスアンテナからの直線距離に従い、DL スループットが低下していることが読み取れ、１次変調:QPSK による通信と推察する。また、ばらつきは、受信電界値の変動に伴うビットエラーレート(BER)の増減によるものと推察する。

なお、約 13ｍの地点の測定点(E-29、30、31)はスループット計測不可であった。因みに、これらの測定点の SINR は-3.5～-7.5dB である。改善目標(15Mbps)をクリアするためには、計測可能な測定点の SINR と比較して 10dB 程度の改善 ― サービスアンテナの EIRP の約 10dB の増加が必要である。

UL スループットについては、電界値の変動に伴うビットエラーレート(BER)の増減によるばらつきが見られるものの、直線距離に依らず、ほぼ一定の計測値を得ている。

また、UL スループット計測中、中継局(レピーター)において、ALC(Auto Level Control)機能発動による約 10dB 程度の利得値の低下が観測された。

以上について考察する。

移動局は自ら計測・計算した伝搬損失(PL)を元に、基地局から報知される UL Power Control パラメータを元に、通信に際して送信電力を決定する。主に、移動局の電池の消耗を防ぐため、PL が小さい基地局に近い位置では送信出力を小さく、PL が大きい基地局に遠い位置では送信出力を大きくする制御が施されている。PL は、基地局から報知される“ss-PBCH-Block Power”(SSS の出力)をもとに、下記の計算式により算出される。

PL: Path Loss (dB) = ss-PBCH-Block Power - “SS-RSRP”

ドナー基地局の“ss-PBCH-Block Power”報知値を”-13”と仮定すると、

Point	実測 RSRP(dBm)	PL 計算値 (dB)
E-21A	-106.8	93.8
E-24	-111.95	98.95
E-25	-106.9	93.9
E-26	-108.7	95.7
E-27	-104.7	91.7
E-28	-114.3	101.3

を得る。

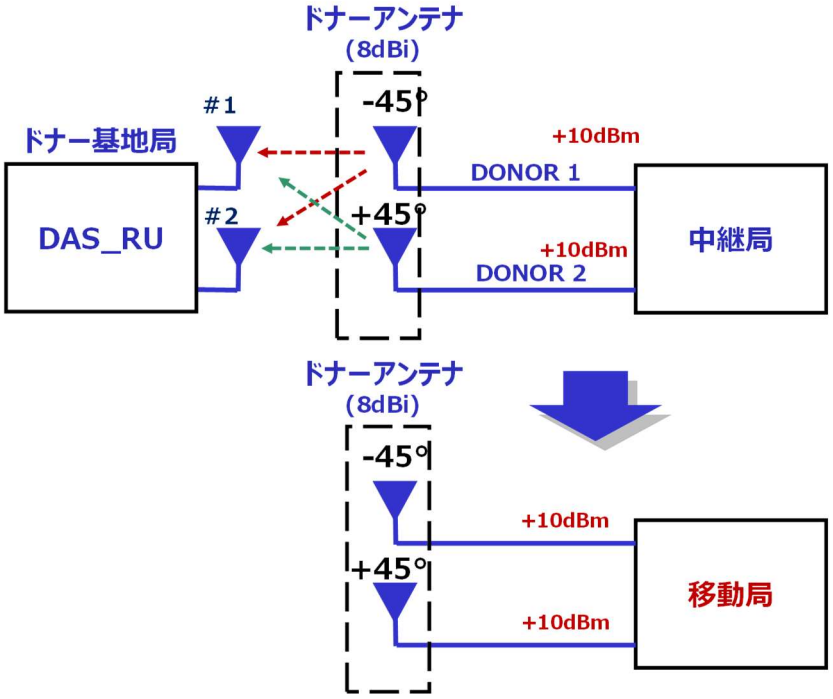
ドナー基地局の UL Power Control 仕様が不明なところがあるが、一般のローカル 5G システムにおいて上記の PL 計算値は大きな値であり、移動局はドナー局から遠方に位置することになる。移動局の送信出力値を最大値である+23dBm(2x2 MIMO 時 +20dBm/アンテナ)と仮定すると、以下の計算値を得る。

Point	SERVICE 1/2 入力計算値 (dBm)	実測利得値	DONOR 1/2 出力計算値 (dBm)	ALC 調整利得 計算値(dB)
E-21A	-41.2	61.0	19.8	9
E-24	-38.1	61.0	22.9	12
E-25	-40.6	61.0	20.4	10
E-26	-48.6	61.0	12.4	2
E-27	-45.7	61.0	15.3	5
E-28	-54.4	61.0	6.6	ー

中継局(レピーター)のポート当たり DONOR 最大出力値:10dBm に対する、SEVICE 最大入力値:-51dBm(10ー61)を超えている測定地点があり、ALC が作働して DONOR 最大出力値:10dBm 以下に抑えるべく利得値を下げることが分かる。現場で観測した利得 10dB 程度の低

下が裏付けられる。

ALC が発動すると、UL_DONOR 出力が 10dBm に抑え込められる。これは、下図に示す様に、送信出力:10dBm/アンテナの移動局にドナーアンテナを取り付けて中継局(レピーター)の設置位置で通信を行うことと同じである。



ドナー基地局の SSS 送信出力を-13.15dBm、中継局(レピーター)のドナーポートにおける RSRP 実測値が

-108.4dBm(@ DONOR2)であったことから、アンテナの利得や給電線損失を含む伝送損失は、

95.25dB(= -13.15 – (-108.4))となる。

これから、移動機出力:+10dBm 時のドナー基地局における受信電力値:-85.25dBm/100MHz を得る。

ドナー基地局の NF や復調性能が不明であるが、符号率が小さい 1 次変調:QPSK での受信となり、実測値通りとなると推測する。

本実験において、改善目標(DL スループット:15Mbps)を改善ターゲットとした研修医ラウンジ全体で達成することが出来なかった。理由は、中継局(レピーター)の(SSS)再輻射電力が 10dB 程度足らず、研修医ラウンジ全体を所要電界値でカバーすることが出来なかったことに依る。

対策としては、

1) 中継局(レピーター)のドナー入力電界値を 10dB 程度向上させる。

方策としては、

- ✓ ドナーアンテナ設置位置の変更(窓の外に設置する　など)
- ✓ ドナー局アンテナと中継局ドナーアンテナの偏波面を合わせる。
- ✓ 中継局ドナーアンテナをアンテナ利得を大きなアンテナに変更する。

が上げられる。

本実験に使用した中継装置では実現できないが、弱電界下の使用を条件に、

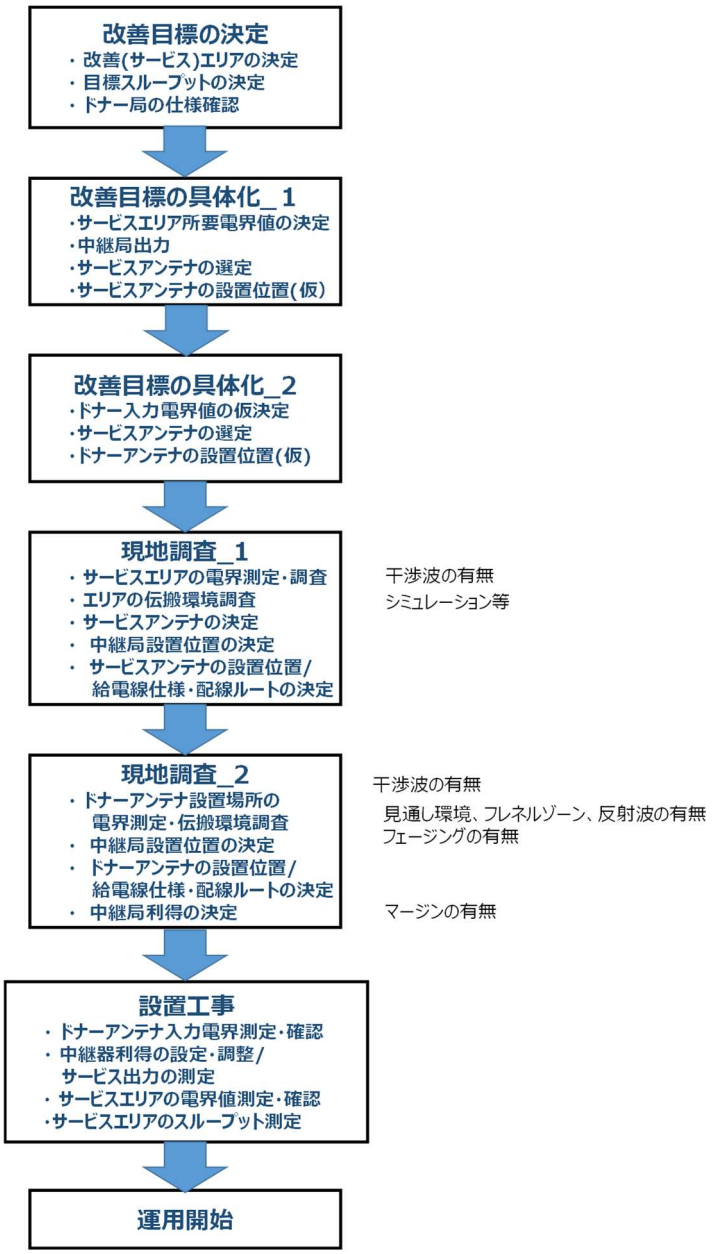
2) 設定利得値の大きな中継装置の使用

を上げる。

付記事項として、UL スループットについては、ドナー基地局の UL Power Control 仕様に依るところがあるが、上記の DL スループットの対策を施すことにより、改善が図れると考える。中継局の出力を大きくする方策も考えられるが、これは今後法制度化する中継局の技術基準に依る。

以下に今回の実証実験のまとめとして、必要事項を記した中継局の設計・設置フロー（中継器によるエリア構築のモデル化）を示す。

なお、必要に応じて、上位工程へフィードバックするものとする。



中継局(レピーター)は不感地対策に適した商材であるが、フローに示す様に、改善目標を定めて、所要電界値等を具体化した上で、設計・設置を行うことが肝要である。

中継局(レピーター)は、自ら“呼”制御機能を有すものでなく、外部の“呼”制御機能を物理レイヤーで“中継”するものであり、システム性能は“呼”制御機能を有する基地局・基地局制御装置に依存する。

外部に依存するシステム性能を最大限引き出すのは、中継装置（レピーター)自体の仕様・性能ではなく置局設計に依る部分が大きい。

特に、5G 通信は、大容量通信(高スループット)を要求される。中継装置(レピーター)を使った

大容量通信の実現は、置局設計の良し悪しに依存する部分が大きい。

パッシブ対策	電波反射板
	パッシブ DAS（基地局出力を同軸ケーブル/分配器で分配）
アクティブ対策	フェムト型基地局(小出力)
	中継装置(レピーター)
	アクティブ DAS
	漏洩ケーブル

対策エリアの大きさ順に、対策手段(装置)を並べたものである。本実証で使用した中継器（出力 10dBm/T)の場合については、中規模(設置環境やアンテナ利得等により異なるがおおむね 30 ㎡～350 ㎡程度）の不感地の対策に適している。

3.3.3 準同期 TDD の追加パターンの開発

このテーマには取り組まなかった

4. ローカル 5G 活用モデルに関する検討（課題実証）

4.1 実証概要

本実証実験では、聖マリならびに多摩病院や消防におけるローカル５Ｇ をインフラとした広域連携による救急・災害医療体制の強化、ならびに、遠隔診療や院内 MaaS を活用した映像共有ソリューションによる医師・看護師（医療スタッフ）の医師の働き方改革の実践で検討した。

これら医療分野における新技術・ソリューションの適用可能性を把握するため、表 4.1.1-1 の通り聖マリの医療スタッフが検討当初から参画し、延べ 50 回の協議を重ねてきた。

また、図 6.2.3-1 にも記載のとおり、本実証は、川崎市及び聖マリ間でローカル５Ｇ を活用した実証に関わる協定を 6 月 21 日に締結し、本年度も課題解決型ローカル５Ｇ 等の実現に向けた開発実証を協働している。

表 4. 1-1 聖マリ体制表

所属			
理事会	救急医学	消化器・一般外科	消化器内科
麻酔科	脳神経内科	病理学	循環器内科
リハビリテーション医学	看護部・救命救急センター	薬剤部	放射線医学
多摩病院　脳神経外科	多摩病院　救急医学	デジタルヘルス共創センター	クリニカルエンジニアリング部

4.1.1 背景となる課題

超高齢化社会の到来や医師不足等による医療のひっ迫という喫緊の社会課題があり、医療分野においては、医師の働き方改革によるタスクシフトの実現、また今般の新型コロナウイルスをはじめとするパンデミック感染症ないしは自然災害に対応する高度な救急医療体制構築は、各大都市病院において地域課題になっている。

そのような社会課題の背景の中、多くの医療機関は、救急患者を含め、医療スタッフの強い使命感に基づいた、いわば人海戦術での献身的な対応によって、診察・診療・治療が滞りなく行われている。しかし、病院を取り巻く環境は変化を続けており、令和６（2024）年４月に適用を迎える医師の時間外労働規制（いわゆる医師の働き方改革）などを踏まえ、大都市病院をはじめ医療機関は抜本的な対応が不可欠な状況である。特に、時間外労働が年 960 時間を超えている医師がいる医療機関は時間外労働削減に向けて、その取組を明確化しなくてはならない。ただ、それに伴い、医師の時間外勤務の改善効果が、看護師等の負担で補うような形になってはならず、医師と看護師がそれぞれ負担軽減される体制にする必要がある。現状、看護師の各種業務は患者の付添や行動の見守り等、負担増加の傾向にあり、双方にとって働き方改革に取組む必要がある。

また、救急医療現場では、旧来の電話よる１対１の会話のため、搬送先の選定が遅延し、現場滞在時間の長期化する問題点がある。本実証の川崎市においては、全国平均に比べて、救急車は早く現場に到着できているものの、現着から搬送開始まで時間が長く掛かっており、現場滞在時間の長期化が課題となっており、今後の救急搬送件数が増加する前に、救命救急医療体制の強靭化は喫緊の課題となっている。

本コンソーシアムは、総務省令和３年度開発実証では、重傷者が「救急搬送された後」からの処置を、ローカル５Ｇの特性を活かし、画面共有での情報共有へ切り替えを行い、医療業務の効率化・高度化を実証し、その知見を本コンソーシアムで得ることができた。

総務省令和４年度開発実証では、重傷者が「救急搬送される前」からの処置を、ローカル５Ｇの特性を活かし、「救急車、二次救急、三次救急の広域連携で情報共有に拡張した」救命救急医療の実証を行う。加えて、医師不足・医師の働き方改革・看護業務の負担増加といった大きな社会課題に対して、次の１）～３）をテーマに実証開発を検証した。

ここで得た更なる知見は、その縮小版、応用版も含め、広く医療現場に活用できるよう、本実証実験中に抽出された課題をもとに実装モデルを考案し、関連施設や実臨床の現場での社会実装に向けた考案を目標とした。

１）ローカル５Ｇ広域連携
２）遠隔診療による業務効率化と高度化
３）院内 MaaS における効率化、安全性向上

図 4.1.1-1 に本課題実証に関するイシューツリーを示す。

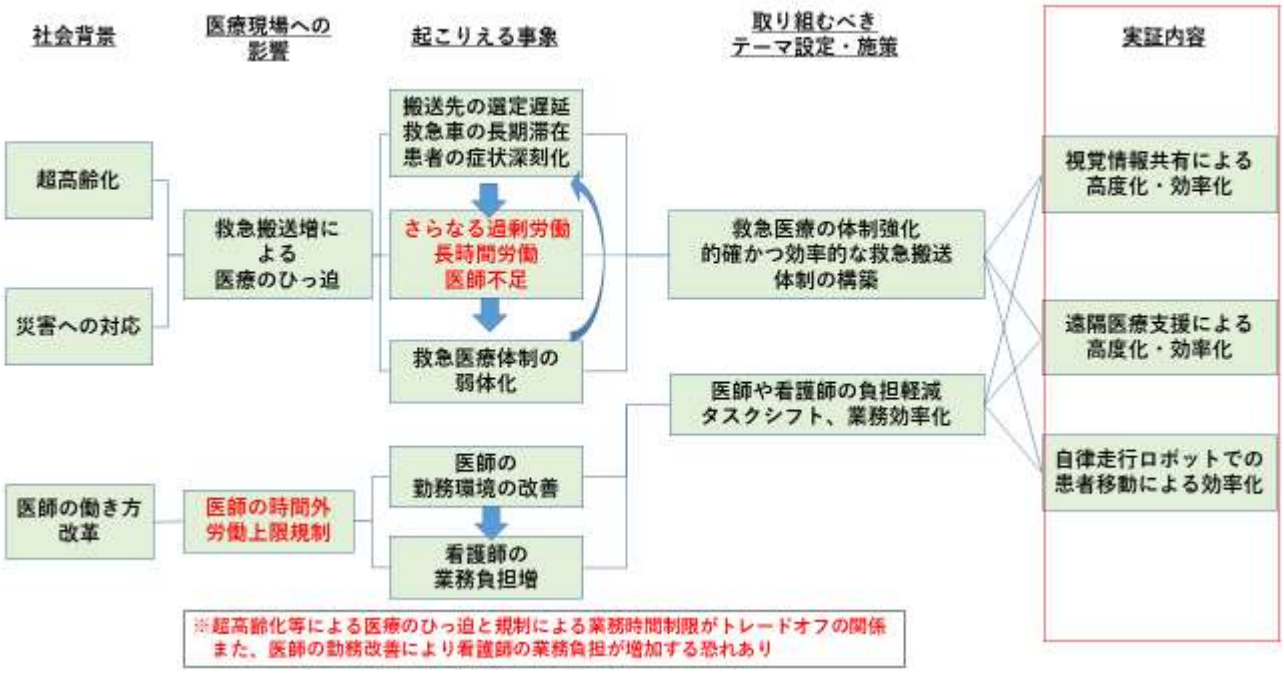


図 4.1.1-1：本課題実証に関するイシューツリー

また、それぞれ１）～３）の現状・課題について記載する。

4.1.1.1　ローカル５Ｇ広域連携

地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

【現状・課題】

救急隊員にとって大きな課題は傷病者の搬送先選定であり、プレホスピタルにおける診療結果から救急病院へ応需依頼を行うが、情報共有の方法が旧来の電話よる１対１の会話であるため、搬送先の選定が遅延し、現場滞在時間が長期化する問題点がある。救急隊としては現場滞在中の急変リスクに配慮しながら、収容先の病院を探さなければならないが、現在は救急隊員の持つ携帯電話端末と、救急病院スタッフが対応する固定・携帯電話による会話によって情報共有が行われているため、傷病者に係る同じ内容のプレゼンテーションを、病院毎に繰り返す必要がある。刻々と状況が変化する病院前救護の中で、初回診療時の情報を繰り返すために情報は劣化し、現場滞在時間は長期化する。一方、高齢化社会における傷病者は複数の問題点を抱えているため、救急病院は自院の専門性から外れる可能性のある傷病者を受け入れることに消極的となる傾向にある。全ての傷病者に急変のリスクがあるため、専門医不在の二次救急病院は、リスク回避のために救急隊からの要請を断らざるを得ない。二次救急の視点に立てば、より高度な医療を必要と判断された症例について、迅速に専門医が勤務する三次救急病院へ転送できるシステムが不在であることも、救急車応需を避ける原因となっている。

4.1.1.2　遠隔診療による業務効率化と高度化

内視鏡医と麻酔科医の統合管理による業務効率化とタスクシフト

【現状・課題】

救急科だけでなく麻酔科の人手不足も恒常化しており、2019 年の日本病院会実施のアンケートでは第１位であった。また、消化器内科（同第６位）が関わる検査件数も、高齢者の増加を背景に年々増加しており、需要に対する医師の確保が難しい状況が続いている。麻酔科医がいなければ手術を行うことが困難となるため複数の外科系診療科の診療に影響が出ることとなるため、聖マリでは、他科の若手医師を動員して麻酔科診療の継続を何とか続けている。また、内視鏡医（消化器内科医）においても、今後の高齢化の加速に伴い患者数がこのまま増加すれば、医師の数が追いついていない実態に陥る可能性が出てくる。いわゆる需給バランスの崩壊が引き起こされる危機に直面している。なお、麻酔科医不足については、2022 年５月 13 日発表の日本麻酔科学会の山蔭道明理事長の声明においても、麻酔科医不足が深刻な問題であること、解決策として特定行為修了看護師へのタスクシフトに向けた研修を推進していくことが述べられている[11]。

このような背景から安全性を損なわずに効率的に麻酔科業務や内視鏡検査を運営していく工夫が必要があり、その一環として今後、若手医師や診療看護師や検査技師等とタスクシフト、シェアしていくことも検討していくことが求められ、映像共有によるソリューションの開発は必須である。当コンソーシアムでは、映像共有による救急診療の効率化、高度化は確認できており、今年度は院内の他の場面での横展開として、麻酔科診療と内視鏡センターへと拡大する。

[11] https://anesth.or.jp/files/pdf/suggestion20220513_1.pdf

4.1.1.3　院内 MaaS における効率化、安全性向上

自律走行ロボットでの患者移動による効率化

【現状・課題】

看護業務のうち、検査やリハビリテーション室等における院内患者移送業務は、その数が多く、他の看護業務を圧迫する要因となっており、効率化が求められているところである。例えば九州大学病院では、多職種間でのタスクシフトの一環として「患者移送支援センター（仮）」の設立に向けた取り組みを行っており、また、熊本大学では患者移送支援室を設立して、看護業務の効率化を実践しており[12]、患者移送に関わる負担が看護業務の中で大きな課題となっていることがわかる[13]。 聖マリにおいては、30 に分かれている病棟において、病室と検査室・リハビリ室間の往復移動は、1 病棟当たり多い時で 1 日 50 件あり、全体で最大 1,500 件となる。看護師がその時間を他の業務（タスクシフトを受ける等）に充てられることになる。これまで移送により突然中断されていた可能性のある業務が継続できることにもなり、業務効率化、精神的負担軽減に寄与すると思われる。また、移送のタイミングにおける「看護師の空き待ち（移送の人手が空くのを待つ）」がなくなり、そうなれば、移動したいタイミングで検査室に行ける、あるいは検査室から帰れるようになるため、検査室自体の待ち、あるいは患者さんの待ちもなくなる。検査室の待ち時間が無くなることは検査室自体（部屋と人）の効率的な運用にも寄与する。

[12] http://nuh-forum.umin.jp/paper/kyushu_kumamoto/017.pdf

[13] https://www.n.chiba-u.jp/center/static/pdf/report/a6def35a076cd04f16ae16f11e5c65b8.pdf

4.1.2　本実証におけるローカル 5G 活用モデル

（1）　ローカル 5G を用いたソリューション

①地域医療連携における視覚情報共有による高度化・効率化、②遠隔医療支援による高度化・効率化、③自律走行ロボットでの患者移動による効率化、の各ローカル 5G を用いたソリューションに関する概要をテーマ毎に記す。

①　地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

ローカル５Ｇ 他、複数種ネットワークを跨いだ複数高精細映像のリアルタイム共有ツールを用いて、病院前からの搬送の効率化も含めた複数病院間連携による、遠隔救急診療・救急搬送の効率化を目指す。具体的には、救急車、二次救急(多摩病院)、三次救急(聖マリ)間の客観的かつ確実性の高い情報共有を通じて、救急での上り搬送(二次救急→三次救急)・下り搬送(三次救急→二次救急)・搬送先選定での判断の質向上・迅速化において効果的なソリューションの実装を目指すべく実証を行う。

実証では、ウェアラブルカメラ、360 度カメラ、高精細カメラを用いた視野映像と俯瞰映像をリアルタイムに統合的に確認可能なシステムを用いて、医師の視覚情報及び現場俯瞰での客観的な情報共有を図る。

救急患者の多くは、救急車内での応急処置受け入れ判断・診療・医療行為、二次救急・三次救急における診療・医療行為及び上り下り搬送まで病院内外での連続したオペレーションが発生するため、病院内ローカル５Ｇ と病院外の公衆網を繋いだ構成において効率化が図られるか検証を行う。

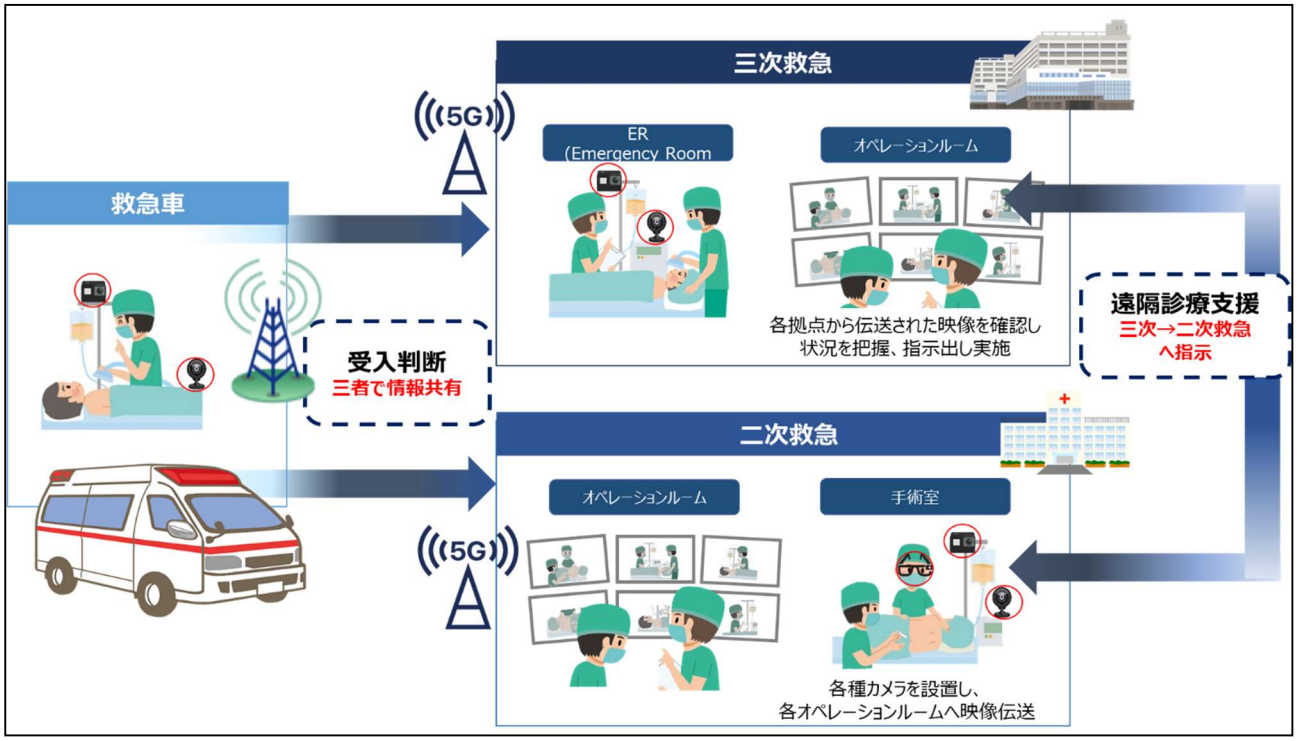


図 4.1.2(1)-1　「地域医療連携における映像共有による高度化・効率化」の概念図

②遠隔医療支援による高度化・効率化

同様のオペレーションが同時に複数箇所で発生する内視鏡検査、麻酔管理にかかる稼働を高精細映像のリアルタイム共有ツールと医療機器などとの連携により効率化する。

〈内視鏡科〉

各内視鏡室内に付けられた高精細カメラ、360 度カメラを活用し、オペレーションルームから複数内視鏡室の患者の容態映像と内視鏡のメーカーに依らず内視鏡カメラの映像を統合的に確認、診療ができることにより医師の稼働効率化が実現されるとともに、内視鏡カメラ操作者と診断のオペレーションを分けることができ、医師のタスクシフト実現を目指すことができる。

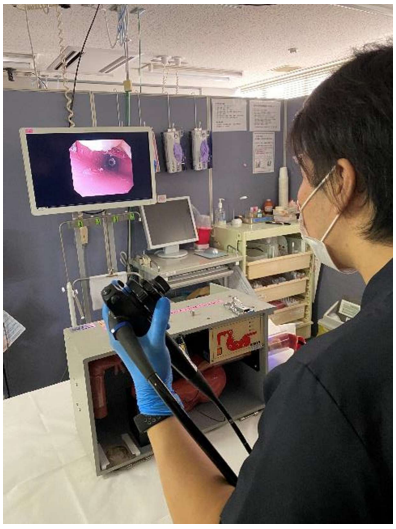


図 4.1.2(1)-2　内視鏡カメラを使った模擬装置での内視鏡検査の様子

〈麻酔科〉

各手術室内に付けられた高精細カメラ、360 度カメラ、医師がつけるウェアラブルカメラを活用することで、挿管手技の遠隔支援、手術の遠隔支援を実現し、医師の稼働効率化、医療の質向上を目指す。挿管手技の遠隔支援では、医師がつけるウェアラブルカメラを介して、喉頭鏡の映像と頭周辺の様子を確認し、挿管手技の支援を手術室に行かず遠隔で行うことが可能な仕組みとする。他にも現状ある病棟からの挿管困難症例発生時の駆け付けにおいても当該仕組みの活用により、稼働の効率化が図られるソリューションとする。

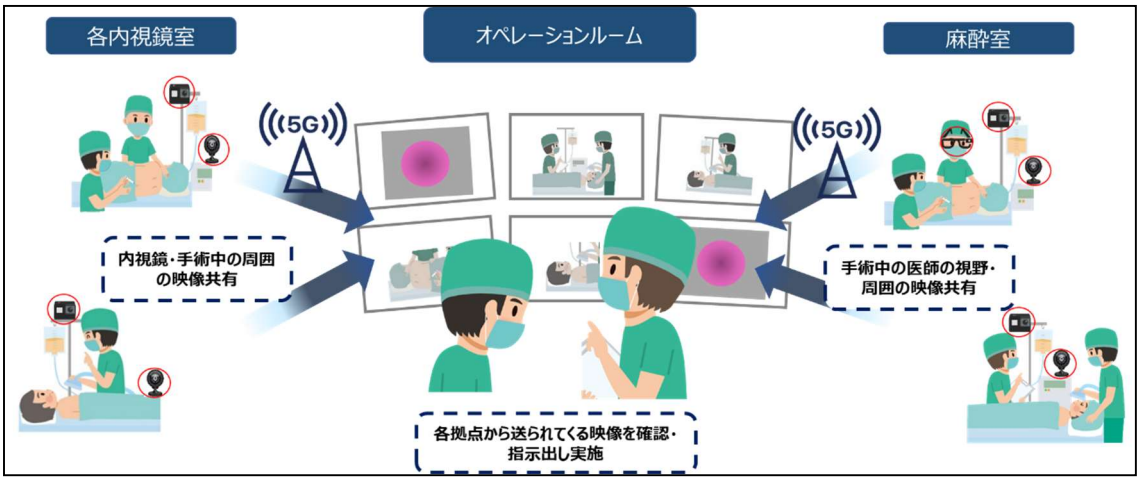


図 4.1.2(1)-3　「遠隔医療支援による高度化・効率化」の概念図

③自律走行ロボットでの患者移動による効率化

病室と検査室・リハビリ室間の患者の移動において利用を想定する自律走行ロボットに高精細カメラ、360 度カメラを装着する。これによりリアルタイムに遠隔監視可能な仕組みを構築でき、医療安全を担保した上で従来、患者の移動サポートにかかっていた医療スタッフの稼働を削減できる。実装時には、患者自身でのモビリティ利用予約、移動中患者の病院内での位置情報の管理など院内での MaaS 活用促進を通した医療従事者の稼働効率化と患者のホスピタリティ向上を目指す。

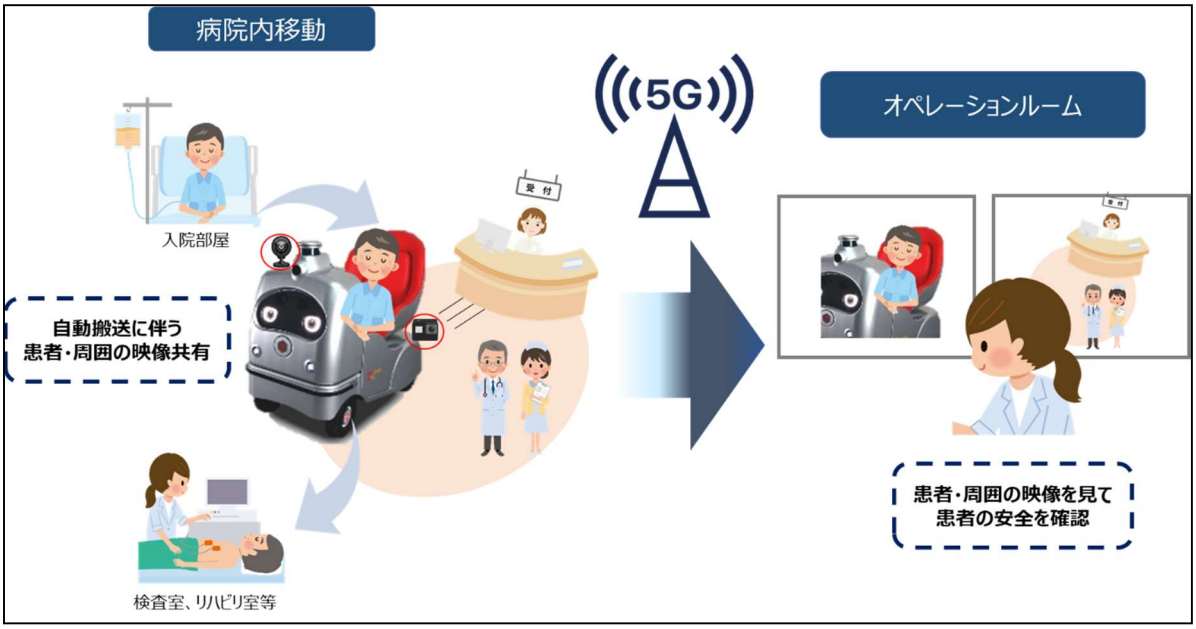


図 4.1.2(1)-4　「映像共有を活用した院内モビリティにおける医療安全の担保」の概念図

(2)　ローカル 5G 活用モデル（当初仮説）

ローカル５G 活用モデルとして実装を目指す際の対象となるシステム、想定するターゲット、ソリューションの提供・利用方法、運用に係る体制・事業スキーム、導入効果、横展開の在り方について項目毎記す。

対象となるシステム

・(病院特化型)映像共有ソリューション
・(患者用)自律走行ロボット
・既存システムに依存しない遠隔 CT 画像共有（総務省令和３年度開発実証の継続）

想定するターゲット

〈(病院特化型)映像共有ソリューション〉

将来的には、全国の救命救急センターをターゲットとする。救命救急センターでは、診療科横断的なオペレーションが発生し、他診療科への効果的なプロモーション、展開が見込める。救命救急センターでの実装を足掛かりに麻酔科、内視鏡科など他診療科での活用に幅を広げる。初年度に聖マリでの実装を行う。2年目に地域連携でのローカル5G活用モデルの確立を目指した協議調整を行い、3年目以降は、神奈川県内、全国へと段階を追って展開を目指す。

表 4.1.2(2)-1　(病院特化型)映像共有ソリューションの想定するターゲット

	年度	**ローカル5G×病院特化型映像ソリューション**	病院数
1年目	R5	聖マリアンナ医科大学救急救命センターへの実装	1
2年目	R6	実装に向けた協議調整	2
3年目	R7	神奈川県内救急救命センターへの展開(21病院)	21
4年目	R8	全国救命救急センター(266箇所)うち2割への展開(53病院)	53
5年目	R9	全国救命救急センター(266箇所)うち5割への展開(133病院)	80

※5年目目標133病院のうち53病院は4年目で導入するため、残りの80病院となる。

〈(患者用)自律走行ロボット〉

患者移動にかかる稼働負担が特に大きいのは病院敷地が広い病院の為、400床以上の大病院への展開を目指す。初年度に聖マリでの実装を行う。また2年目に系列病院での実装を目指し、3年目以降は神奈川県下、全国大病院への展開を目指す。

表 4.1.2(2)-2　(患者用)自律走行ロボットの想定するターゲット

	年度	**ローカル5G×患者用自律走行型ロボット**	病院数
1年目	R5	聖マリアンナ医科大学での実装を行う。	1
2年目	R6	系列病院への展開。 神奈川県内病院へのテスト導入・実装に向けた協議調整	2
3年目	R7	神奈川県内400床以上病院(32病院)うち2割へ展開(6病院)	6
4年目	R8	全国800床以上病院(約80病院)うち2割へ展開(16病院)	16
5年目	R9	全国800床以上病院(約80病院)うち5割へ展開(40病院)	24

※5年目目標40病院のうち16病院は4年目で導入するため、残りの24病院となる。

〈既存システムに依存しない遠隔CT画像共有〉

現在利用しているCT機器のメーカーに関わらず、遠隔への画像共有が可能であり、CTを利用する全国病院への展開が見込める。「(病院特化型)映像共有ソリューション」のターゲットとして設定した救命救急センターはCTを利用した診療オペレーションが多く発生しターゲットが重なるため、想定するターゲットは同様とする。

ソリューションの提供・利用方法

〈ネットワークソリューション〉

ユーザの病院規模、導入診療科の数、セキュリティポリシーなどに合わせて適切なローカル5G構成とサービスの提案を行う。

NTTグループでは、ローカル5Gコア設備と合わせて、免許取得、保守サービスなどをワン

パッケージとして、共用のサービスの提供を始めている。5GC などの通信の制御をつかさどる部分をデータセンターに設置し、共用設備とすることにより、従来価格に比べコストを抑えることができる 5G サービスを提供している。

また、今回の実証のように病院など、高機密性及び、災害時における可用性を重視した NW への高い品質要求がある際は、MNO など災害対策設備を所有した事業者によるサービス提供、または、ローカル５Ｇなどのコア設備をユーザ自身で調達するべきであり、相談を受けたトランスコスモス及び NTT コムが適切な構成をユーザに提案・展開を実施する。

〈(病院特化型)映像共有ソリューション・患者用)自律走行ロボット〉

映像送信装置、受信機、ロボットなどハードと映像処理システムなどのソフトをパッケージとして、トランスコスモス及び NTT コムがワンストップで提供することを目指す。

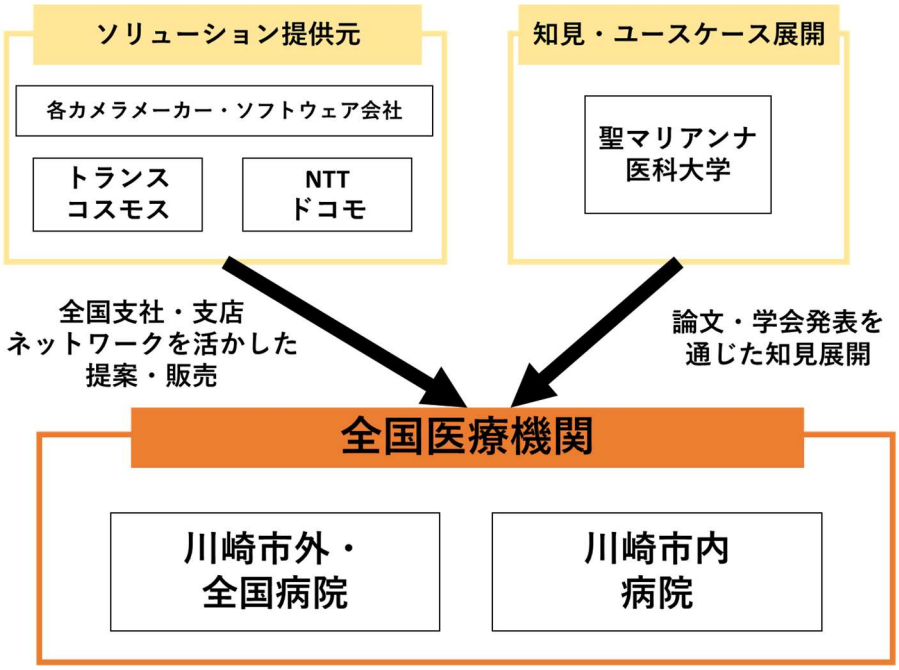


図 4.1.2(2)-1　ソリューションの提供方法

運用に係る体制・事業スキーム

医療機関がローカル５Ｇ活用モデルを導入したい時、ワンストップでシステムを提供できる体制の構築を目指す。各医療機関がローカル５Ｇ活用モデルシステム導入を検討した時、トランスコスモス及び NTT グループはそれぞれ医療機関に合ったシステム構成を提案し、契約～導入・運用・保守までワンストップで提供する。

またトランスコスモスが持つ BPO ノウハウを活かし、ローカル５Ｇ免許取得の代行申請、24 時間 365 日でのローカル５Ｇ活用モデルに関するユーザサポートデスクの設置などで安心感をもってユーザがローカル５Ｇ活用モデルの導入を行えることを目指す。ユースケースの展開においては、NTT グループがもつ全国 47 都道府県の支社・支店・営業所のセールスネットワークを活かし展開を行う。

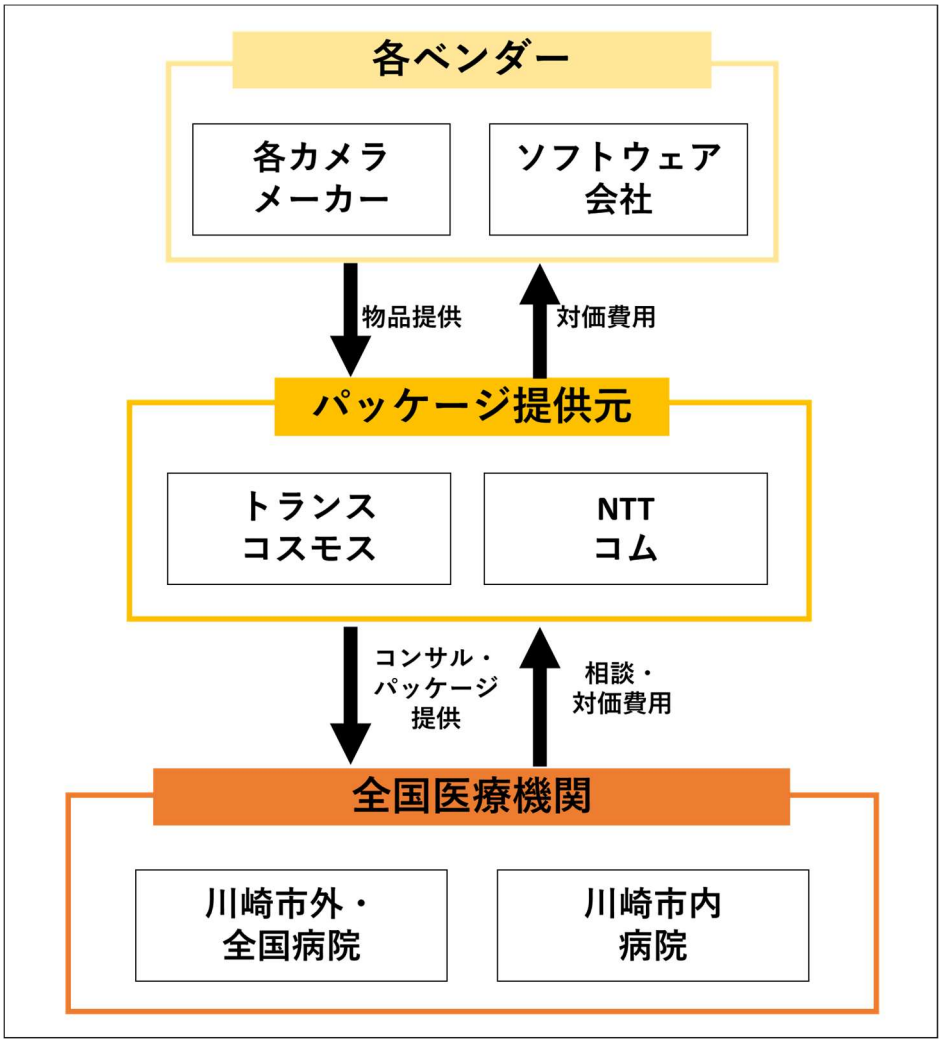


図 4.1.2(2)-2　提供時のビジネスモデル

導入効果

この病院特化型ローカル５Ｇパッケージソリューションを導入することで、リアルタイムに確実性の高い情報共有を場所によらず行うことが、連携する医療機器のメーカーによらずベンダーフリーな構成が可能となり、実装性が高まり普及・導入が促進されることで医療従事者の働き方改革、タスクシフトの推進が見込まれる。

ウェアラブルカメラによる主観的映像共有から、診療に当たる医師・救急隊員の手技だけでなく患部の様子も共有可能となる。俯瞰的映像共有により、バイタルモニターや主訴や受傷機転、対応に当たるスタッフが誰であるかも確認できる。俯瞰映像は、遠隔にいるスタッフ各個人が自身の手元で画面の拡大率や角度を調整可能で、見たいところを見たい大きさで見ること、またモビリティへ搭載する際には病院内周囲の様子が可能である。一方、現場からは、誰が現在の外来の様子を見ているかを大画面モニターで知ることができ、ルーム機能を使用した音声共有システムによって、病院内外から広く助言を得ることができる。遠隔にいる医師は、現場にいなくても患者の様子がわかり、必要なタイミングで現場へ出向ける。現場滞在時間の減少、現場参集医師数の削減、場合によっては現場の情報を共有できる各科の医師、医療スタッフの増加が見込める。現場のスタッフは、上級医や複数科にまたがる専門家に意見を聞くことができ、ひいては、実体験に基づく学習機会となる。また、その様子は皆現場と遠隔にいる複数のスタッフ同士で共有できる。また、映像共有による医療安全を担保した院内モビリティの普及により患者の移動サポートにかかっていた医療スタッフの稼働を効率化できる。

横展開の在り方

図 4.1.2(2)-3 のように過年度実証における課題に対する改善を行い、常に医療に合ったソリューションにブラッシュアップを行っていく。

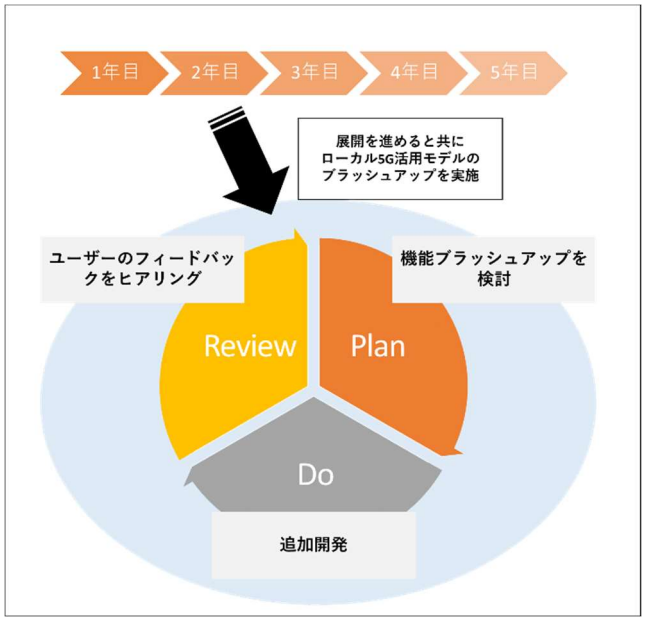


図 4.1.2(2)-3　PDR 法を用いた今後 5 年の改善イメージ

テーマ 1、2 で利用する映像ソリューションは、既に商用化されている映像ソリューションをベースに R3 年度実証において、病院現場医療従事者からあげられた表 4.1.2(2)-3 に記載の過去課題の解決を目指し、カスタマイズを行っている。今後 5 年間の実装・横展開においてもユーザフィードバックを元に毎年度検証を行い、機能改善などの追加開発を通じてローカル５G 活用モデルのブラッシュアップを行う。

表 4.1.2(2)-3 映像システムにおける過去課題と本実証で取り組む解決方法・新規性

ジャンル	令和３年度実証での課題	本実証で新たに取り組む解決方法・新規性
通信インフラ	L5G×公衆網での利用	L5G×公衆網で利用した際にもセキュリティの高いシステム構成
ハード	映像システム機器の数が多い。ケーブルが多い	ハード・ソフト統合でのソリューション採用による、構成機器の減少、小型化の実現
	長時間運用による熱暴走により、RAT 落ちする	熱暴走の対策が施された端末の利用により、映像のカクツキが減少、長時間の利用が見込める
セキュリティ	誰でも入れる仕組みであったため、セキュリティ上の懸念があった	入室時に認証が必要なため、機密性が高まっている
起動性	映像機器の立ち上げに時間がかかる。立ち上げ操作に習熟が必要	映像機器構成のシンプル化による準備・起動の速度向上、習熟時間の短縮化
映像	受信側からズーム・見たい角度の調整ができない	受信側からズーム・角度調整が可能
	途中駆け付け医師がどのような経過で治療が行われているか分からない	クラウドを活用し、過去映像を確認可能
	グループを複数作ることができない	相互に映像を閲覧するグループを複数作ることができる
	指示出し時に言葉では表現しきれない内容があった	アノテーション機能の追加により、映像内で場所を示した指示出しを行うことができる
音声	音声コミュニケーションを取るには、映像システムとは別にシステムの立ち上げが必要	映像システム単独でも音声コミュニケーションが可能なシステムの採用
	通話中当事者以外の音声を聞くことができない	集音マイクの連携により現場音声を拾うことができる
	音声と映像でソリューションが異なるため、音声と映像でずれが生じる	映像システムに音声システムを統合し、音声と映像でずれが生じない

(3) ローカル 5G の必然性・必要性

３つの理由から、病院におけるローカル５Ｇの導入・活用意義がある。

１つ目は、災害時の BCP（業務継続計画）対策としての理由である。災害時における重症・重体患者の対応等の役割を担う災害拠点病院へは、NTT コム属するドコモグループが基地局（エリア）構築を５年ほど前から行ってきた。公衆網だが病院内に独立した系を構築することで、受入れ患者の通信を確保するため周辺エリアの輻輳等に影響されないエリア構築を目的としていた。一方、病院のオペレーションに活用することを考慮すると上記の災害拠点病院施策エリアでは公衆トラフィックの影響を受けるため不十分である。公衆網から独立した専用通信網としてローカル５Ｇ を構築することで、災害時にも継続運用可能な強靭なオペレーション構築が可能であると仮説を持っている。聖マリも災害拠点病院の指定病院として、診療機能を維持できる BCP 策定が成されている。

２つ目は、病院で取り扱う個人情報の機密性の担保の必要がある。今後社会実装を展望した際には、公衆網とは分離された病院独自のプライベートネットワークの構築が必要不可欠となる。

３つ目は、柔軟な５Ｇエリア構築である。多くの病院が重厚な壁、扉でできており場所によってはキャリア５Ｇを活用したソリューション利用が困難である。そこでローカル５Ｇ で病院毎の特性に応じたエリア設計を実現し、例えば本実証においては反射板を利用した構築を行うなど今後のローカル５Ｇ展開に資する実証を行いたい。なお各テーマごとのローカル５Ｇ活用意義は以下の通りである。

①地域医療連携における映像共有による高度化・効率化
②遠隔医療支援による高度化・効率化

今回提案するローカル５Ｇ 活用モデルにおける(病院特化型)映像共有ソリューションを導入すると、オペレーションルームや内視鏡室、手術室など病院内特定のエリアで大容量の通信が発生する。この提案するモデルを効果的に運用していくためには、システムの安定稼働のためのネットワークの安定性が重要であり、ローカル５Ｇ 活用意義が高い。病院特有の課題として、日中帯に多くの外来患者を受け入れることに起因する時間帯によるネットワークの混雑がある。日中帯の外来患者の受入れにより、電子カルテ、PACS などの医療システムのデータやり取りが増え、院内 Wi-Fi のトラフィックが増加、速度低下が起こっている。また患者が持ち込む携帯電話などの使用により、キャリア通信網においても同様のことが起こりうる。公衆網と切り離されたローカル５Ｇ を活用することで、高精細な映像を安定的にリアルタイムに診療科を跨いだ院内での映像共有が実現される。また、ローカル５Ｇ はインターネット網に出ない閉域のネットワークを実現できることに加え、SIM 認証が無ければネットワークを利用できないというセキュリティの高さにより、患者の映像を共有するというプライバシーへの高度な配慮が必要という病院における特殊性の克服においてもローカル５Ｇ の活用意義が高い。また、事件や災害など突発的な多数傷病者受け入れや、感染症対応でやむを得ず診療する部屋を変更しなくてはならない場合に、可搬性の高いソリューション利用が求められる。そのため、ローカル５Ｇ活用意義が高い。

① 自律走行ロボットでの患者移動による効率化

今回提案するローカル５Ｇ 活用モデルにおける自律走行ロボットでの患者移動による効率化を実現するためには、患者移動にかかる医療安全を担保するためのリアルタイムな映像伝送を実現するネットワークの安定性とそれらソリューションの可搬性、また外来患者が多く立ち入るエリアで活用するため映像伝送を行う際のセキュリティの高さが重要である。ネットワークの安定性における病院特有の事情は①②テーマで記載した理由と同様であるが、本テーマにおいては外来患者が多く立ち入るエリアでの運用となることから、映像伝送を行ったときにそれら患者の顔が映りこむことを想定した時のセキュリティの高さがより重要となる。この点はローカル５Ｇ により、インターネット網に出ない閉域のネットワークを実現できることに加え、SIM 認証が無ければネットワークを利用できないというセキュリティの高さを実現することができ活用意義が高いと言える。

4.1.3　実証内容の新規性・妥当性

（1） 実証内容の新規性

〈ユースケース・ソリューション〉

①救急の広域連携における活用

病院・救急車との連携において、従来 PHS など 1 対 1 の音声コミュニケーションによる主観的かつ他のスタッフと共有できない情報伝達であったものを、複数高精細カメラを活用したリアルタイムな映像共有と同時に多人数で会話が可能なルーム機能の実現により、客観性の高い情報共有とリアルタイムでの判断共有の実現を目指す。また、ローカル５G とキャリア網の 5G・LTE などとの連携下で動くシステムにより、二次救急・三次救急病院と救急車といった異なる通信網間でのリアルタイムな映像と音声の共有を実現し、搬送先選定、上り・下り搬送などの判断におけるコミュニケーションを効率化する。

（方法）

救急車、二次救急・三次救急病院の ER に高精細カメラ、360 度カメラを設置し、患者様子と周囲にいる医師、用意されている医療機器など周囲の状況と医師手技などの視覚映像をスタッフがリアルタイムに共有し、それぞれの専門分野の視点から指示と提案を行い、コマンダーの意思決定に従うシナリオの実現を検証する。

（ニーズ）

救急隊が患者の搬送先を選定する際に現状は受け入れ可能な病院にあたるまで一件一件連絡をしていく必要があり、時には 20 数病院から受け入れを断られる場合もある。また受け入れ調整連絡は、救急隊が主観により言語化したものであり、病院医師・スタッフが観察評価したい内容と乖離することが珍しくないため、迅速な収容判断の弊害となる問題がある。これらにより病院への到着が遅れた場合、患者の生命にかかわる可能性がある。

また、患者の病態は刻々と変化するため、搬送先の病院で思いがけない問題点を生じることがあり、新しい問題点が診療中の病院で対応できない内容であれば、より高度な医療機関への転送が必要となる。転送調整を行う医療スタッフは診療から外れることになり、患者が転送先の病院へ到着するまでの時間は治療の遅れにつながる問題がある。これら課題を解決し、患者搬送にかかる時間の短縮、医療従事者の稼働を削減するためにリアルタイムに客観的な情報共有を行うことができるシステムが必要でありニーズは高い。

②自律走行ロボットとの連携

従来、医療安全上の懸念から難しかった病院内での患者移動にかかる医療スタッフの無人化の実現を L5G を用いたリアルタイム映像伝送システムを活用し目指す。

（方法）

患者の移動に利用する自律走行ロボットに高精細カメラ、360 度カメラを装着し、それぞれ患者の様子と周囲の状況を遠隔にいるスタッフがリアルタイムに確認し、患者の容態変化、注意すべき周囲の変化に気づくことのできる仕組みを構築する。

（ニーズ）

病室と検査室・リハビリ室間移動が病院全体で 1 日あたり最大 1,500 件発生しており、移動をサポートする看護部門の負担は大きく、ニーズは高い。(1 病棟あたり最大 50 件/日×30 病棟)

② 複数内視鏡室の統合診療実現による診療オペレーション効率化

従来、複数内視鏡室(聖マリにおいては 9 部屋)それぞれに医師が入り、診療を行っていたが、これを統合的に確認、診療できる仕組みの実現を通じた内視鏡医の稼働効率化を L5G を用いたリアルタイム映像伝送システムを利用し目指す。

(方法)

高精細カメラ、360 度カメラを活用し、オペレーションルームから複数内視鏡室の内視鏡カメラ映像、患者の容態映像を統合的に確認、診療ができることにより、医師の稼働効率化とタスクシフト実現を目指す。

(ニーズ)

高齢患者の増加に伴い、内視鏡検査数は増加傾向にある。一方、消化器内科医は、2019 年の日本病院会の調査でも不足しているとして、麻酔科医、救急医、などと並んで、第 6 位であり、安全性を損なわずに効率的に内視鏡業務を回す工夫が必要である。その一環として今後、若手医師や診療看護師や検査技師等とタスクシフト、シェアしていくことも検討していくことが求められ、映像共有によるソリューションの開発は必須である。

④麻酔科医オペレーションの効率化

各手術室内に付けられた高精細カメラ、360 度カメラ、医師がつけるウェアラブルカメラを活用し、挿管手技の遠隔監視・指導支援、手術時の全身管理診療の遠隔監視・指導支援を実現し、医師の稼働効率化、医療の質向上を目指す。

(方法)

挿管手技の遠隔支援では、医師がつけるウェアラブルカメラを介して、喉頭鏡の映像と頭周辺の様子を確認し、挿管手技の支援を手術室に行かず遠隔で行うことが可能な仕組みの確立を目指す。手術中の全身管理においても、各種モニター類や手術室全体（麻酔科診療担当非専門医、若手医師、手術担当医師の動き、手術の様子、看護師等）の様子を遠隔から観察し、他の手術室での遠隔管理と平行しての適切なタイミングでの介入が可能となる。映像共有下であり、現場へ足を運ばずとも指示が可能であり、また、現場へ出向くべきかどうかの判断も適切となり、適正な効率化が可能となる。

(ニーズ)

麻酔科医は、2019 年の日本病院会の調査でも 42%の病院が不足していると回答している。2022 年 5 月には日本麻酔科学会の理事長からも質を損なわない効率化の必要性を求める声明が出されており、その一環として、特定行為研修を修了した看護師とのタスクシフト、シェアについても明記されている。映像共有によるソリューションの開発は必須である。　ただし、今回の実証においては、未だ、タスクシフト・シェアを前提としたものではなく、あくまでも上級医師が各手術室を巡回せずに若手医師、非専門家医の監視・指導を行う形をイメージしている。

(2) 過年度実証事業との関連性

過年度事業との類似点及び差異点を下記にまとめる。

〈類似点〉

・高齢化社会の到来による医療のひっ迫や医師不足等の地域社会課題が同じであるため「地域連携」「医療受入体制強化」「医療業務の効率化」といった課題解決の目的が類似し、遠隔診療といった内容も類似する。

〈差異点〉

当該案件で抽出された課題の解消を通じた横展開、実装性の向上、ローカル５Ｇ活用モデルの確立を本年度取り組む。抽出された過去課題とそれに対応した本年度取り組む新規性を下記表4.1.4(2)-1にまとめる。

また、ローカル５Ｇを病院において展開していくときに、医療機器への影響という病院の特殊性を鑑みた配慮が必要となる。この医療機器への影響調査を通じて、ローカル５Ｇが医療機器に与える影響を調査・推察する。

本年度の実証を通じて得た課題を来年度以降の実装、横展開においてブラッシュアップ解決することを目指す。また実装後もPDRサイクル(Plan・Do・Review)でローカル５Ｇ活用モデルのブラッシュアップを継続的に実施する。

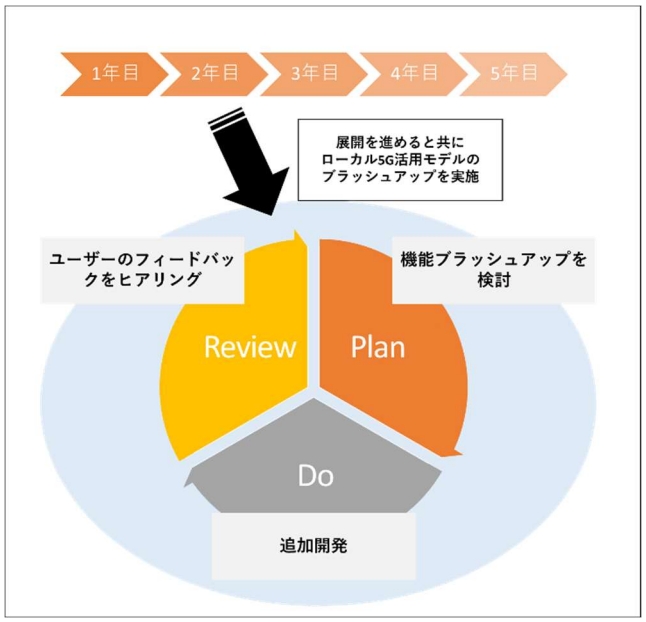


図 4.1.3(2)-1　PDR法を用いた今後5年の改善イメージ

表 4.1.3(2)-1 映像システムにおける過去課題と本実証で取り組む解決方法・新規性

ジャンル	令和３年度実証での課題	本実証で新たに取り組む解決方法・新規性
通信インフラ	L5G×公衆網での利用	L5G×公衆網で利用した際にもセキュリティの高いシステム構成
ハード	映像システム機器の数が多い。ケーブルが多い	ハード・ソフト統合でのソリューション採用による、構成機器の減少、小型化の実現
	長時間運用による熱暴走により、RAT 落ちする	熱暴走の対策が施された端末の利用により、映像のカクツキが減少、長時間の利用が見込める
セキュリティ	誰でも入れる仕組みであったため、セキュリティ上の懸念があった	入室時に認証が必要なため、機密性が高まっている
起動性	映像機器の立ち上げに時間がかかる。立ち上げ操作に習熟が必要	映像機器構成のシンプル化による準備・起動の速度向上、習熟時間の短縮化
映像	受信側からズーム・見たい角度の調整ができない	受信側からズーム・角度調整が可能
	途中駆け付け医師がどのような経過で治療が行われているか分からない	クラウドを活用し、過去映像を確認可能
	グループを複数作ることができない	相互に映像を閲覧するグループを複数作ることができる
	指示出し時に言葉では表現しきれない内容があった	アノテーション機能の追加により、映像内で場所を示した指示出しを行うことができる
音声	音声コミュニケーションを取るには、映像システムとは別にシステムの立ち上げが必要	映像システム単独でも音声コミュニケーションが可能なシステムの採用
	通話中当事者以外の音声を聞くことができない	集音マイクの連携により現場音声を拾うことができる
	音声と映像でソリューションが異なるため、音声と映像でずれが生じる	映像システムに音声システムを統合し、音声と映像でずれが生じない

4.1.4　実証目標

本実証実験では、医療分野の中で特に負担の大きい人口増加を伴う大都市部における「救急医療体制の強靭化」ならびに医師不足・長時間労働・医療タスクシフトに対する「医師の働き方改革」といった我が国が抱える社会課題の解決方策として、高精細映像伝送やリアルタイム遠隔医療ソリューションを構築した。

2024 年 4 月の医師時間外労働の上限見直しに向けた医療タスクシフト、川崎市等の大都市が抱える搬送先選定～医師引き渡しまでの時間削減という喫緊の課題に対応し得るものとするため、実証テーマごとに設定する目的、目標値を表 4.1.5-1 に示す。これを目標として各ユースケースにおけるローカル５G モデル導入による効果を検証した。

表 4.1.4-1 実証テーマごとの目標

実証テーマ	項目	内容
地域医療連携における視覚情報共有による高度化・効率化	目的	搬送/転送先(初療・上り・下り)選定に係る時間の削減による救急搬送効率化
	目標値	搬送先選定に係る時間を9.18% 以上削減する　※1
	検証項目例	患者側情報を正確に伝える・把握するのにかかった時間の削減効果　等
遠隔医療支援による高度化・効率化	目的	同時発生オペレーション(内視鏡検査・麻酔)の効率化による医師の働き方改革
	目標値	同時発生オペレーション(内視鏡検査・麻酔)に係る医師拘束時間を48.4% 以上削減する　※2
	検証項目例	内視鏡室/手術室間移動に係る時間、1診療に係る拘束時間の削減効果　等
自律走行ロボットでの患者移動による効率化	目的	遠隔映像共有によるロボティクスにおける看護師等の負担軽減
	目標値	看護師、スタッフによる車いす等を用いた患者移動に係る稼働時間を48.4% 以上削減する　※2
	検証項目例	ロボティクスにおける遠隔映像共有による安全性の確認、 車いす等を用いた患者移動に係る稼働時間の削減効果　等

※1 搬送先選定～医師引渡しまでの時間が全国平均約 39.5 分に対して、川崎市の平均約 43 分であり、増加幅である 9.18%削減を最低条件として目標値として設定した

※2　2024 年 4 月の医師の働き方改革に伴い、時間外労働上限 C 水準 1860 時間に対して、A 水準 960 時間の削減効果 48.4%を目標値として設定した

本検証内容の有効性の担保、および実装・横展開計画を確実なものとするため、まずは令和 5 年度に実装を予定している聖マリの医療スタッフの実証参画を行った。具体的には、医師・看護師・スタッフ等による現場課題の抽出・ユースケース検討・実証シナリオの作成等により、実際のオペレーションを想定した場面設定を行った。また、救急医療において連携が必要な複数病院(聖マリ、川崎市立多摩病院)、及び消防局(川崎市)と連携し、実環境での実証を行うことで、実装と横展開を行った際の場面を設定した。それをもとにアンケート等の手法を用いた定量的・定性的なデータ集計・分析を行い、ソリューションの有効性の評価や過年度実証で抽出された課題解決の確認と、更なる課題抽出を進めていく。有効性の検証に関する詳細事項は、

「4.3.1（3）効果検証」の項目にて記述する。

本実証実験で構築する映像伝送システムは、高品質な映像を複数、同時に受配信できる点が最大の特徴である。このため、多岐に亘る診療科・部門での活用や複数拠点間での利用など、医療現場における様々な場面で想起できる用途への対応が必要となる。医療現場での有効なソリューションとするための機能面での要件として、「10 台のカメラで撮影したフレームレート＝30fps/台のストリーミング映像を 6 台の端末から同時に閲覧できること」を本実証の機能面での目標値として設定した。機能検証に関する詳細事項は、「4.3.1（1）機能検証」の項目にて記述を行う。

また、上述した本ローカル５Ｇ活用モデルを医療現場で浸透させるためのマニュアル策定等についても、テーマごとに想定する運用フローを整理し、実際に実証参画する医師・看護師・スタッフ等へのアンケート等の手法を用いたデータ収集・分析により、現場への実装のための最適な運用の検討を進める。運用面での具体的な検証内容は、「4.3.1（2）運用検証」の項目で示す。

4.2 実証環境

① 地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

図 4.2-1 中、①が病院構外（もしくは構内）の路上、②④が聖マリ内、③が川崎市立多摩病院内を想定している。各場所は①ドクターカー・救急車、②CT 検査などの検査と手術などの治療が同時に行える HERS(Hybrid Emergency Room System）、③多摩病院の救急処置室(ER)兼オペレーションルーム、④聖マリのオペレーションルームと設定し、実証を行う。①のドクターカー・救急車及び②の HERS では、(救急の場合では、救急搬送中の車内)ベッドに横たわる患者の周囲に 360 度カメラと高精細カメラを配備する。360 度カメラは周囲の様子を確認する用途として、高精細カメラは定点でバイタルモニター、患者情報を記したホワイトボード等を映す用途として利用する。また、患者の治療に当たる医師、スタッフがつけたウェアラブルカメラを介して治療の手技映像を共有する。ウェアラブルカメラは、画像の安定性の向上を目指すため、カメラの広角撮影映像と状態(姿勢)を独自のアルゴリズムで分析演算処理し、複雑で大きな映像揺れを適応的に高精度に検出・補正し、安定した歪みのない映像を電子的に実現する高精度映像揺れ補正技術をもったカメラを用いる。これらのカメラとウェアラブルカメラで共有した映像は、③多摩病院のオペレーションルーム兼処置室、④聖マリのオペレーションルームにいる医師、スタッフがモニターや手元タブレットなどで確認したい視野に合わせて閲覧対象となるカメラを切り替えて映像をリアルタイムに確認し、音声共有システムを活用し音声でのやり取りも可能とする。

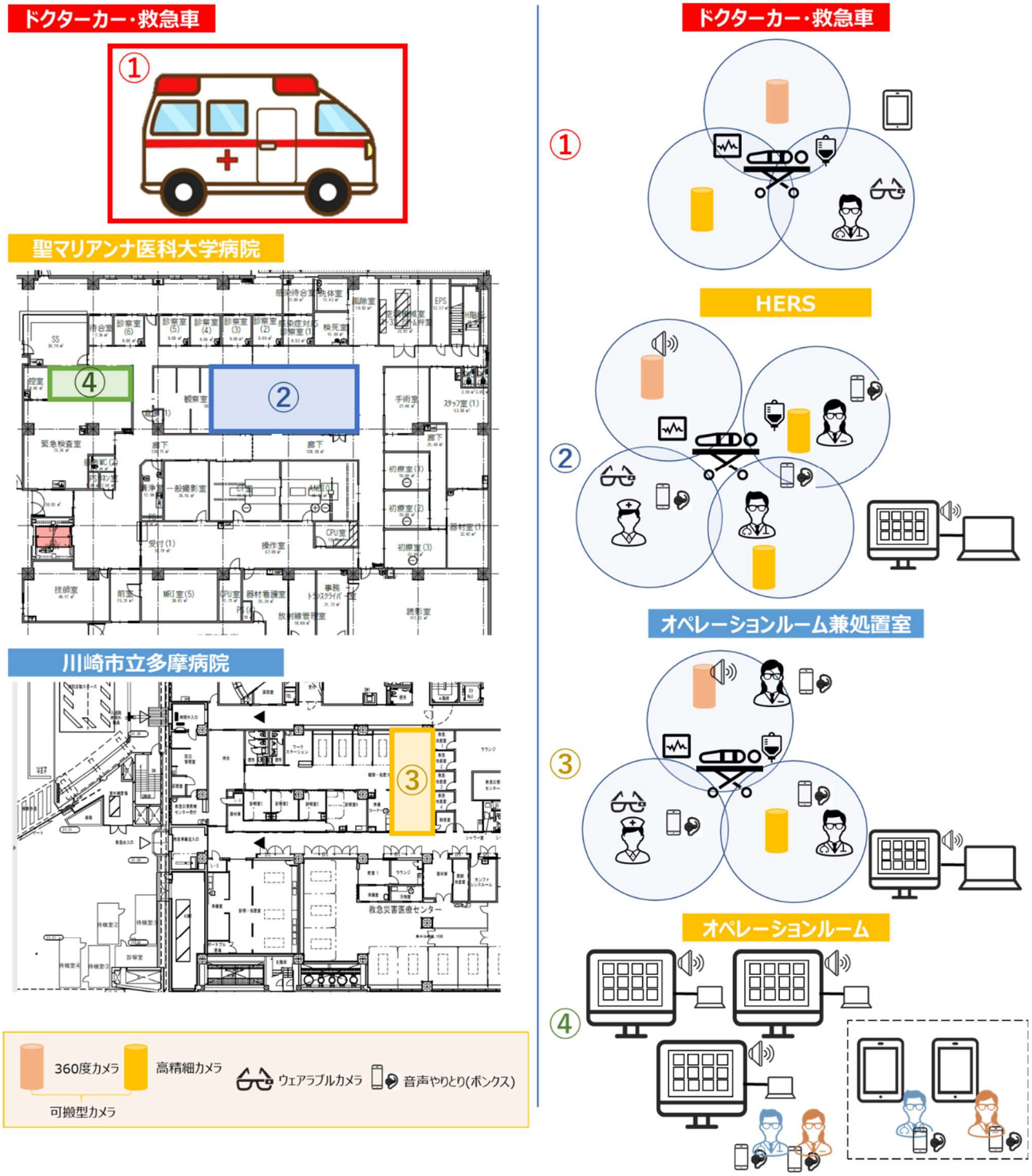


図 4.2-1 エリア毎の場面設定並びにシステム概要図

実証における場面設定

下記３つの救急救命にある場面（a～c）を想定し、実証を行う。

a：救急隊員による外傷患者の病院前救護と診療録を複数の病院で同時に共有する。出場した救急隊員が装着するウェアラブルカメラから得られる視覚情報と、高解像度カメラによる救急車内の様子が現場と病院間でリアルタイムに共有され、会話情報の同時共有によって、患者に関わる経過、既往歴、人定などが複数の病院で同時認識され、応需の判断を即座に行うことができる。応需の可否を判断するために必要な情報を、病院側の視点で得ることができる。

ｂ：二次救急病院（多摩病院）の救急外来における若手医師による外傷患者の診療を三次救急病院の専門医が支援する救急病院の数に比して救急専門医は十分ではなく、若手医師や他の専門領域医師が初療を担当する救急病院は珍しくない。外傷患者が搬送されてきた際、その診察場面を、三次救急病院の救急専門医が遠隔より映像として確認し、音声共有システムを使用することで、助言・支援を行うことができる。想定外に重症であった場合にも、視覚・音声情報の遠隔共有を用いて、即座に三次救急病院へ情報共有を行い、転送までの時間短縮と、専門医の助言のもとで質の高い診療継続が可能である。

ｃ：重症化しつつある患者を救急車で転送する途上においても専門医による遠隔支援下に質の高い診療を継続する二次救急から三次救急への搬送途上における急変のリスクは高く、一方で搬送に同乗する医師は若手が選定されることが多い。三次救急医師が遠隔支援することで、搬送途上の安全を担保することができる。転送先である三次救急では、遠隔で得られる情報から受入れ体制を整えることが可能である。

いずれの場面においても、ウェアラブルカメラによる主観的映像共有から、診療に当たる医師・救急隊員の手技だけでなく患部の様子も共有可能となる。俯瞰的映像共有により、バイタルモニターや主訴や受傷機転、対応に当たるスタッフが誰であるかも確認できる。俯瞰映像は、遠隔にいるスタッフ各個人が自身の手元で画面の拡大率や角度を調整可能で、見たいところを見たい大きさで見ることが可能である。一方、現場からは、誰が現在の外来の様子を見ているかを大画面モニターで知ることができ、ルーム機能を使用した音声共有システムによって、病院内外から広く助言を得ることができる。遠隔にいる医師は、現場にいなくても患者の様子がわかり、必要なタイミングで現場へ出向ける。

これにより現場滞在時間の減少、現場参集医師数の削減、場合によっては現場の情報を共有できる各科の医師、医療スタッフの増加が見込める。現場のスタッフは、上級医や複数科にまたがる専門家に意見を聞くことができ、ひいては、実体験に基づく学習機会となる。また、その様子は皆現場と遠隔にいる複数のスタッフ同士で共有できる。

②遠隔医療支援による高度化・効率化

〈麻酔科〉

図 4.2-2 中、①が上級医がいるオペレーションルーム、②が若手医師・臨床看護師など多職種が研修や治療方針等ディスカッションを行う医局、③が手術室、④が多摩病院内手術室と設定し、実証を行う。

③④では、治療を受ける患者周囲に 360 度カメラと高精細カメラを配備する。360 度カメラは周囲の様子、患者の全体の様子を確認する用途。高精細カメラは定点で患者の状態やバイタルモニターを映す用途として利用する。また、患者の治療に当たる医師、スタッフがつけたウェアラブルカメラを介して治療の手技映像を共有する。これらのカメラで共有した映像は、①のオペレーションルームのモニターにて上級医師が監督し、必要に応じて、遅滞なく指示を与えることや必要であれば現場に赴いて介入することもできる。

この映像共有システムの映像は、オペレーションルーム以外の部屋例えば、医局にいる医師、多職種スタッフがモニターや手元のタブレットでリアルタイムに確認することも可能である。それ故、手術現場にいずともリアルタイムに確実性の高い情報共有を受けられることにより、関連多職種の人間が現場の進行具合を共有できる。さらに遠隔地にいるスタッフとも治療方針の議論が行えたり、学生や若手医師の研修などをも可能とするシステムとしても利用価値が高いことが見込まれる。

ローカル５Ｇを活かした高精細映像共有ツールを複数組み合わせた本システム構成によって、従来難しかった任意の複数角度からの高精細な映像確認を可能とすることができる。これにより、確実性の高い遠隔サポート・指示を行えることなどで、安全な効率化と高度化を図ることができ、スタッフの精神的肉体的負担の軽減を目指す。

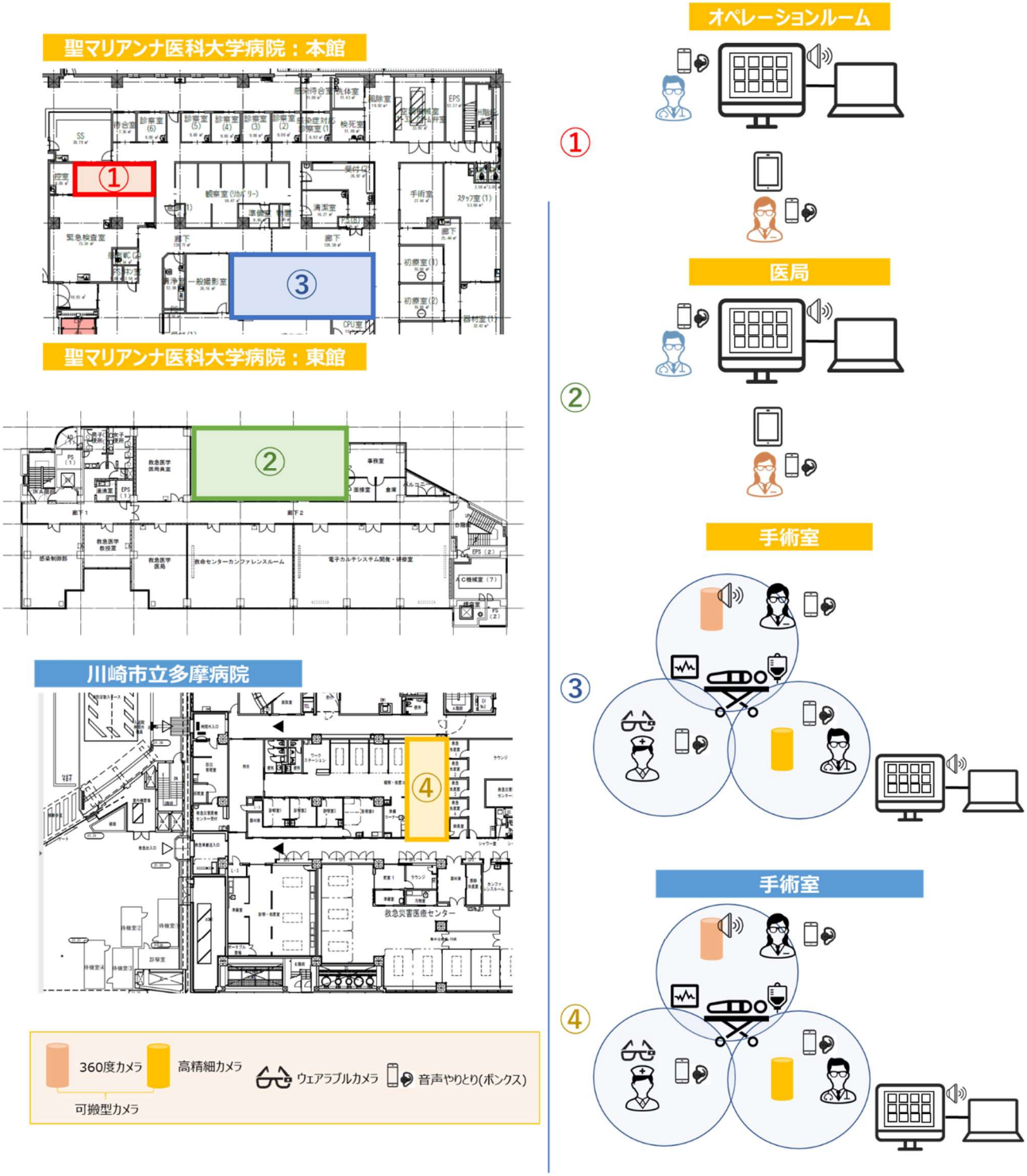


図 4.2-2 エリア毎の場面設定並びにシステム概要図

実証における場面設定

若手医師に手術患者の管理を担当させると想定する。オペレーションルームからは上級医が「手術室」の手技、全身管理を観察する。手術前の麻酔導入のための気管挿管手技から、手術中の全身管理、手術そのものの様子や部屋の中のスタッフの動き等、様々な状況を遠隔から監視、指導を行うが、最後は抜管の様子も観察することとする。挿管抜管手技の難易度や、患者の容態悪化、を適切に早期に評価できるか、介入のタイミングが遅れないかなど、従来の方法との違いを意識しながら検証する。

〈内視鏡〉

図 4.2-3 中、①が内視鏡医がいるオペレーションルーム、②③がそれぞれ患者が内視鏡カメラによる検査を受ける内視鏡室と設定し、実証を行う。

②③では、検査を受ける患者周囲に 360 度カメラと高精細カメラを配備する。360 度カメラは検査の進捗など室内様子、患者全身の様子を確認する用途。高精細カメラは定点で患者の状態やバイタルモニターを映す用途として利用する。ウェアラブルカメラで挿管手技を共有する。また、内視鏡カメラ映像の伝送を行い、①のオペレーションルームにいる内視鏡医師が他カメラ映像と同じモニター内で内視鏡映像を確認することを可能とする。

ローカル５Ｇを活かして、集中したエリア内での複数大容量映像のリアルタイムな伝送をセキュリティ高く実現する。これにより、内視鏡科診療オペレーションの統合管理を可能とし、医師が対応していた多くの業務(準備、内視鏡挿入手技、器具の洗浄など)を医師以外の医療従事者に任せることができるようになり、医師のタスクシフト、稼働効率化が実現される。

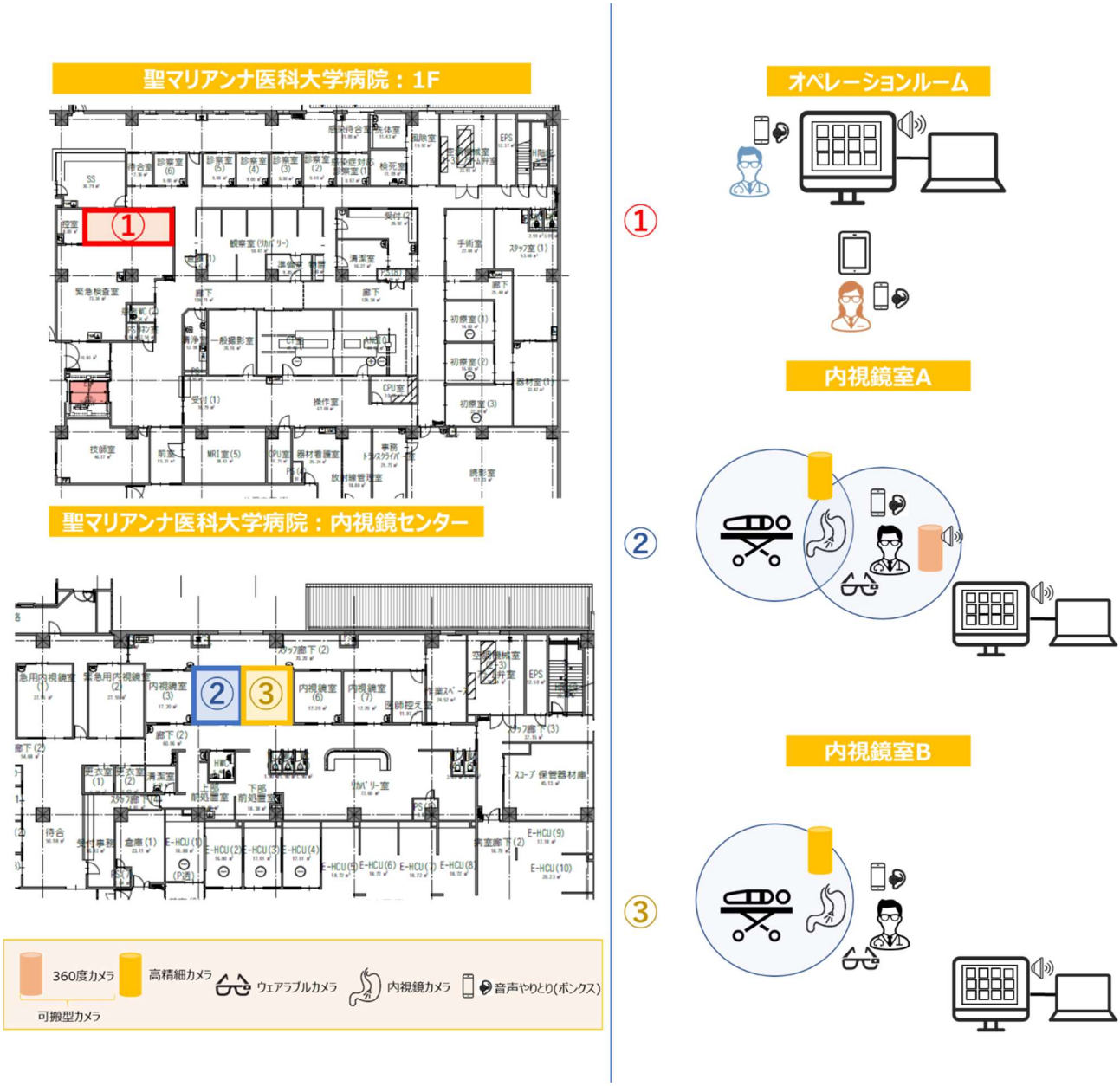


図 4.2-3 エリア毎の場面設定並びにシステム概要図

実証における場面設定

2 つの内視鏡室において 2 患者に対する内視鏡手技が行われようとしているところから検証は始まる。概ね同時に検査が行われていく様子をオペレーションルームから観察するが、実際にはそれぞれの手技の開始タイミング、終了タイミングは異なる。検査時には、準備から始まり、内視鏡挿入手技、画像内容の判断、追加手技の必要性の判断、検査が安全に行われているかの判断、終了の可否の判断など、看護師や技師、上級医などそれぞれ立場の異なるスタッフが検査全体を通して関わるべきタイミングは異なる。専門性の高い上級医が適切なタイミングで効率的に関与し、適正な判断が行えるか、これが 2 つの部屋に対して行えるか、を検証し、効率的に、安全に複数検査のオペレーションが回るためのソリューションを構築できるようにする。

③自律走行ロボットでの患者移動による効率化

図 4.2-4 中、①が病棟から検査室まで患者が移動する際の経路、②が遠隔から移動中患者を見守る看護師、スタッフがいるオペレーションルームと設定し、実証を行う。

①では自律走行可能なロボットに高精細カメラと 360 度カメラを配備し、それぞれロボットに乗る患者の状態と周囲状況を遠隔に映像伝送する。②のオペレーションルームでは、看護師若しくはスタッフが移動中自律走行ロボットに乗る患者状態をリアルタイムに確認することができる。

医療安全の担保の為、ロボットにカメラを搭載することが必須であることから、カメラは可搬性が必要である。また、患者移動の無人化は、遠隔監視システムの安定的な稼働が担保され、初めて実現されることから、高精細な映像伝送を途切れず行うことができるネットワークが重要であり、これら特殊性を鑑みるとローカル５Ｇが有用である。このシステムの実現により、患者移動にかかるオペレーションの統合管理を可能とし、看護師のタスクシフト、稼働効率化の実現を目指す。

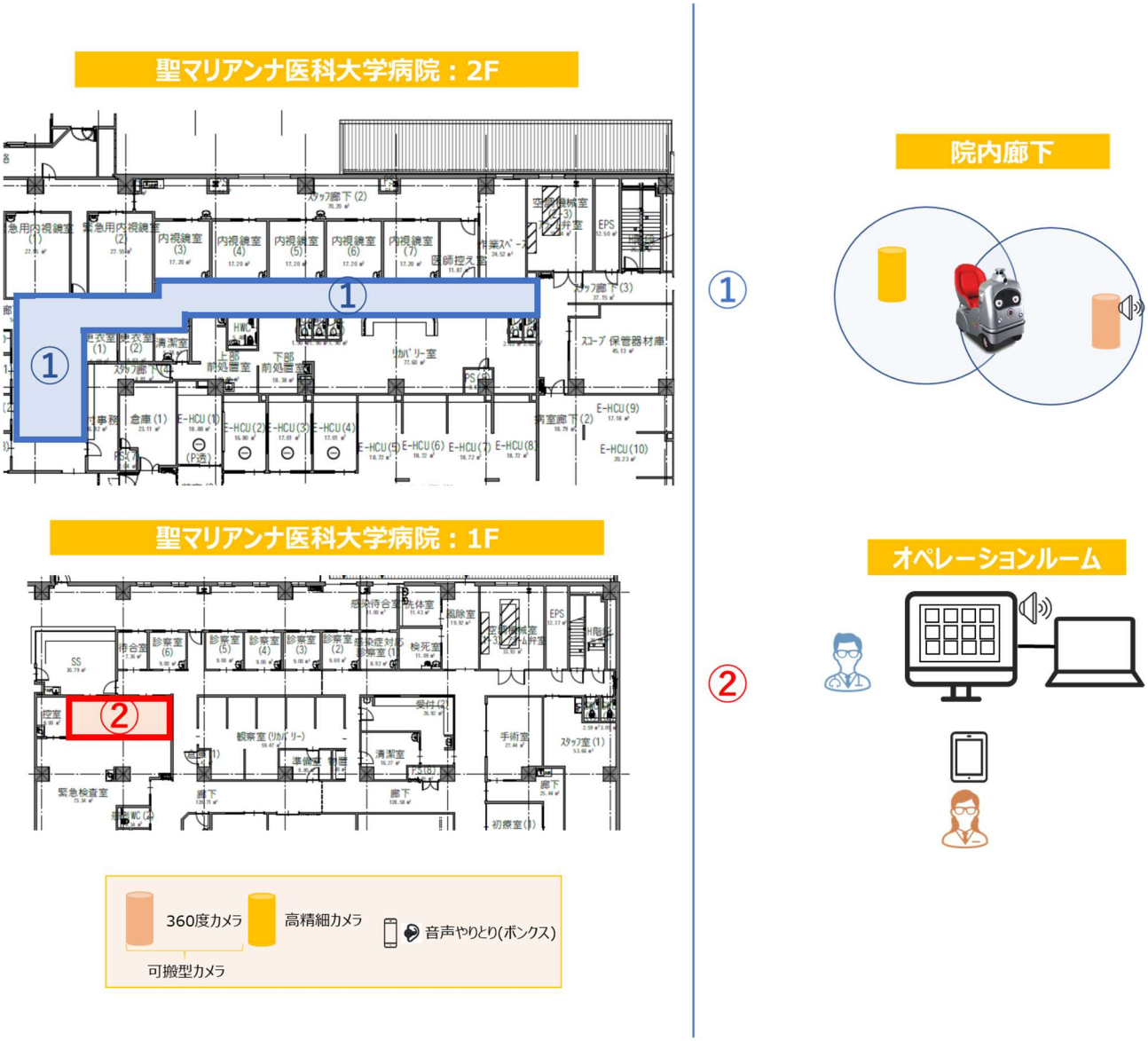


図 4. 2-4 エリア毎の場面設定並びにシステム概要図

実証における場面設定

病棟からレントゲンの検査に行き、再び病棟に戻ってくるシーンを想定する。容態の急変する可能性が低い患者を対象とする。設定区域内の「検査室」から呼ばれた患者は、行き先（検査室）を目的地として設定された自立走行搬送ロボットに乗り、「検査室」まで移動する。患者の様子と現在地、周囲の様子はオペレーションルームから監視、必要であれば、患者や周囲、スタッフへの声掛けを行い、適正に対処する。検査終了後は、再び病棟へ戻る。患者の様子、周辺の様子、現在地の確認等、遠隔でも適切に監視し、必要な時には対処できるか、安全に効率的な患者搬送を行えるかどうか検証する。

4.3 実施事項

上記の 4.2 実証環境にて様々な項目において評価、検証を行い、そこで得た知見は、広く医療機関内外の医療現場、病院やこれを取り巻く施設との連携にも活用可能と考える。ここでは、本実証実験中に抽出された課題をもとに実装モデルを考案し、着実かつ早期の実装を目指すうえで検証する項目を記述する。

4.3.1 ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する検証

（1） 機能検証

本実証で構築する映像共有ソリューションを以下テーマ 1)～3)で活用するにあたり、各テーマごとで機能検証を行った。

1) 地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

2) 遠隔医療支援による高度化・効率化

3) 自律走行ロボットでの患者移動による効率化

なお、実証目標に関しては「10 台のカメラで撮影したフレームレート＝30fps/台のストリーミング映像を 6 台の端末から同時に閲覧できること」を設定していたが、横展開する上で展開のしやすさや診療科単位での提供を見据え、各テーマに応じて、最適なカメラ台数での検証を行った。また閲覧端末台数に関しては、よりニーズに応じやすく柔軟な構成を組めるよう、ストリーミング数を指標とした。具体的には下記検証項目に定めた表 4.3.1.(1)-1 にあるパラメータを目標値と定めている。新たに設定した目標値に対し、各テーマ検証を行った。

1） 検証項目

テーマ 1)～3)で活用する映像共有ソリューションの機能(映像送信機能・映像中継機能・映像閲覧機能・相互通話機能)において、表 4.3.1.(1)-1 に示すシステムのパラメータを以下のように調整しながら、通信スループットやフレームレート等の項目を測定することで、2.4.1.4.2 項で記載した性能・通信要件を評価した。

表 4.3.1.(1)-1　映像共有ソリューションにおける検証項目

No	対象テーマ	検証項目	パラメータ	測定項目
1	テーマ 1)	映像伝送性能評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 10 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 15 〈測定時間〉 60 分	上り通信スループット 下り通信スループット End2End 映像遅延 表示映像解像度 表示映像フレームレート 映像受信サーバーのリソース利用状況 映像表示端末のリソース利用状況 録画映像の解像度 録画映像のフレームレート
2		機能性・操作性評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 10 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 15	機能の正常性確認 機能の操作性確認 操作レスポンス性能確認
3	テーマ 2) 内視鏡共有	映像伝送性能評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 3 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 6 〈測定時間〉 20 分	上り通信スループット 下り通信スループット End2End 映像遅延 表示映像解像度 表示映像フレームレート 映像受信サーバーのリソース利用状況 映像表示端末のリソース利用状況 録画映像の解像度 録画映像のフレームレート
4		機能性・操作性評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 3 台 〈同時閲覧ストリーム数〉	機能の正常性確認 機器の操作性確認 操作レスポンス性能

No	対象テーマ	検証項目	パラメータ	測定項目
			6	
5	テーマ 2) 麻酔映像 共有	映像伝送性能 評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 3 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 6 〈測定時間〉 60 分	上り通信スループット 下り通信スループット End2End 映像遅延 表示映像解像度 表示映像フレームレート 映像受信サーバーのリソース利用状況 映像表示端末のリソース利用状況 録画映像の解像度 録画映像のフレームレート
6		機能性・操作性 評価	〈解像度〉 FullHD 相当、4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 3 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 6	機能の正常性確認 機器の操作性確認 操作レスポンス性能
7	テーマ 3)	映像伝送性能 評価	〈解像度〉 4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉 2 台 〈同時閲覧ストリーム数〉 2 〈測定時間〉 20 分	上り通信スループット 下り通信スループット End2End 映像遅延 表示映像解像度 表示映像フレームレート 映像受信サーバーのリソース利用状況 映像表示端末のリソース利用状況
8		機能性・操作性 評価	〈解像度〉 4K 相当 〈送信最大ビットレート〉 4Mbps 〈同時接続カメラ台数〉	機能の正常性確認 機器の操作性確認 操作レスポンス性能

No	対象テーマ	検証項目	パラメータ	測定項目
			2 台 <同時閲覧ストリーム数> 2	
9	テーマ 1)～3)共通		送信フレームレート：30fps 相当 動画コーデック：H265	

2) 検証方法

① 映像伝送性能評価

映像共有ソリューションを用いて、映像の送信～映像の閲覧までの一連の機能を連続動作させながら、表 4.3.1.(1)-1 に記載の測定項目を定期的に記録し、安定した映像伝送に必要な性能を有しているかを評価した。映像伝送の安定性は受信映像のフレームレートの安定性で評価した。

測定においてはテーマごとに異なる利用条件を考慮し、同時接続カメラ台数や同時閲覧ストリーム数等をパラメータとして複数パターン実施し、有効な運用条件を評価する。測定項目は映像共有システムのログ機能と映像受信装置及び映像コンテンツ閲覧用端末の OS の機能を用いて取得した。

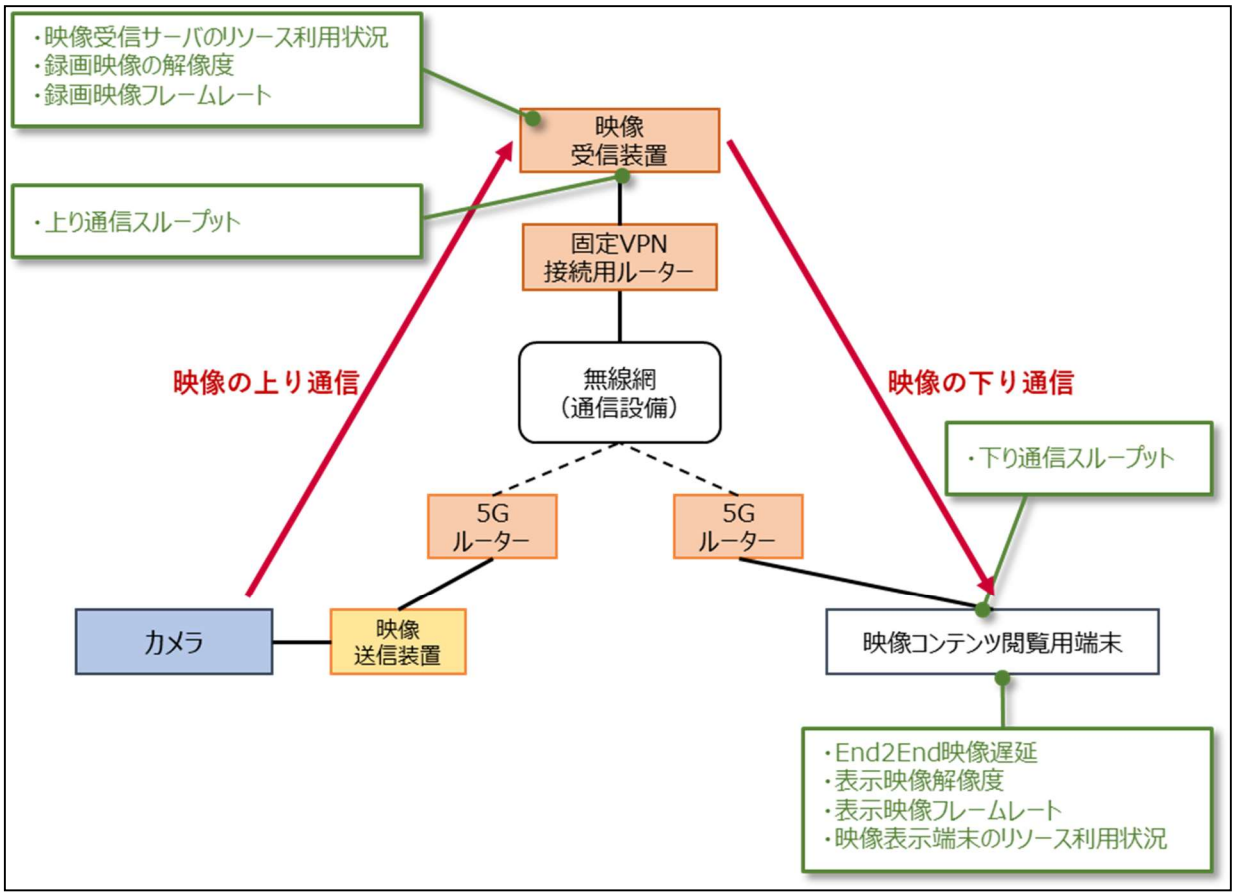


図 4.3.1.(1)-1　映像共有ソリューションの測定項目

② 機能性・操作性評価

映像コンテンツ閲覧用端末で利用する映像閲覧用ソフトウェアにおいて、機能の正常性・操作性や、操作のレスポンス性能を確認・評価する。機能の正常性は 2.4.1.4.2 に記載のシステム機能要件および、ソフトウェアのマニュアルに記載されている基本機能について確認した。

3)　検証結果及び考察

映像伝送性能評価

テーマ 1)～3）において、映像伝送性能評価に関して、映像受信装置・映像コンテンツ閲覧用端末それぞれから実測値を測定し、設定値のチューニングや適切なリソース配分等実施した上で適正な実測値の算出を行った。

テーマ 1)「地域医療連携における映像共有による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

テーマ 1 では各環境に以下のカメラを配備し、各拠点間で一定時間映像伝送を行うことで、下記条件のもと、フレームレートの評価を実施した。また必要に応じ、ビットレート、EndToEnd 遅延の情報も分析に使用した。検証結果を図 4.3.1.(1)-2 に示す。

【実施環境】

■聖マリアンナ医科大学病院（聖マリ）

通信環境：ローカル 5G

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラ・PTZ カメラ・ウェアラブルカメラを各 1 台ずつ

受信用 PC：2 台（1 台は有線接続、もう 1 台は 5G ルーターから無線で通信接続）

■川崎市立多摩病院

通信環境：キャリア 5G

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラを各 1 台ずつ

受信用 PC：1 台（5G ルーターから無線で通信接続）

■聖マリアンナ医大ドクターカー

通信環境：LTE

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラ・ウェアラブルカメラを各 1 台ずつ

【前提条件】

- システム側であらかじめ 300ms の遅延を設けている。このバッファ時間を設けることで、受信回線が不安定な場合でも遅延と引き換えに動画の安定性が計ることができる。
- 解像度は FullHD 相当、4K 相当とする。
- 送信最大ビットレート　4Mbps とする。

  ただしウェアラブルカメラに関しては仕様上、送信最大ビットレート 2Mbps とする。
- 測定時間　60 分とする。

【検証結果】

上り／下り	通信経路	カメラ		フレームレート（fps）				ビットレート（kbps）				EndToEnd遅延（ms）
		種類	解像度（幅×高さ）	設定値	平均	90%ile（下位10%）	95%ile（下位5%）	設定値	平均	90%ile（下位10%）	95%ile（下位5%）	平均
上り	ローカル5G	4Kカメラ	—	30.00	29.97	29.00	29.00	4000.00	3992.87	3933.78	3901.08	—
		360度カメラ	—	30.00	30.00	29.00	29.00	4000.00	3511.12	2883.60	2705.36	—
		PTZカメラ	—	30.00	30.00	30.00	29.00	4000.00	3996.05	3843.12	3784.17	—
	キャリア5G	4Kカメラ	—	30.00	29.97	29.00	29.00	4000.00	3625.86	2340.93	2177.16	—
		360度カメラ	—	30.00	30.00	29.00	28.00	4000.00	1305.06	335.15	203.80	—
	LTE	4Kカメラ	—	30.00	29.54	28.00	27.00	4000.00	2103.45	257.30	106.77	—
		360度カメラ	—	30.00	29.98	29.00	28.00	4000.00	378.71	124.83	96.78	—
下り	ローカル5G	4Kカメラ	3840×2160	30.00	28.05	26.00	25.00	4000.00	3986.55	3853.00	3816.85	327.80
		360度カメラ	3840×2160	30.00	23.69	19.00	18.00	4000.00	3493.43	2901.00	2698.80	315.66
		PTZカメラ	1920×1080	30.00	28.16	26.00	25.00	4000.00	3991.22	3816.00	3750.60	315.62
		ウェアラブルカメラ	1920×1080	30.00	29.12	28.00	27.00	2000.00	1919.25	1831.00	1801.00	—
	キャリア5G	4Kカメラ	3840×2160	30.00	27.06	25.00	24.00	4000.00	3621.37	2351.00	2162.20	334.02
		360度カメラ	3840×2160	30.00	24.09	18.00	17.00	4000.00	1296.07	320.00	218.00	331.17
	有線-LTE	4Kカメラ	3840×2160	30.00	26.09	19.00	17.00	4000.00	2089.06	150.90	59.00	413.46
		360度カメラ	3840×2160	30.00	29.05	27.00	25.00	4000.00	369.98	101.40	74.00	356.57
		ウェアラブルカメラ	1920×1080	30.00	27.98	24.00	22.00	2000.00	629.02	84.00	79.00	—
	有線-ローカル5G	4Kカメラ	3840×2160	30.00	27.59	25.00	25.00	4000.00	3993.63	3853.00	3816.00	315.62
		360度カメラ	3840×2160	30.00	23.74	18.00	18.00	4000.00	3495.21	2649.00	2388.00	315.66
		PTZカメラ	1920×1080	30.00	27.56	25.00	25.00	4000.00	3991.38	3817.90	3741.00	346.36
		ウェアラブルカメラ	1920×1080	30.00	29.15	28.00	27.00	2000.00	1918.77	1833.00	1807.95	—
	有線-キャリア5G	4Kカメラ	3840×2160	30.00	26.79	24.00	24.00	4000.00	3620.67	2347.00	2158.95	335.85
		360度カメラ	3840×2160	30.00	24.40	19.00	17.00	4000.00	1292.93	331.00	212.95	317.27

PC	CPU使用率		メモリ使用率	
	平均	90%ile（上位10%）	平均	90%ile（上位10%）
ローカル5G	6.57	9.82	31.39	32.92
キャリア5G	4.48	5.91	23.76	25.07
有線-LTE	4.36	5.75	27.14	28.51
有線-ローカル5G	5.19	6.72	29.82	31.55
有線-キャリア5G	4.49	5.89	24.90	26.29
サーバ(Windows)	3.65	5.90	58.45	58.54
サーバ(Ubuntu)	22.57	45.30	14.17	14.80

図 4.3.1.(1)-2　テーマ１の測定結果

※ウェアラブルの上りに関してはデータ取得する方法がないため、下りのデータのみ計測した

各種データに関して 90%ile 、95%ile を用いて評価を行った結果、当初目標の達成が確認できた。

【CPU 使用率・メモリ使用率】

90%ile(上位 10%)：　「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 90%になる値（上位 10%)」を算出している。

95%ile(上位 5%)：　「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 95%になる値（上位 5%)」を算出している。

【フレームレート・ビットレート】

90%ile(下位 10%)：　「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 90%になる値（下位 10%)」を算出している。

95%ile(下位 5%)：　「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 95%になる値（下位 5%)」を算出している。

【考察】

〈フレームレート〉

・ 平均値、90%ile の値から、映像は安定して伝送できていた。

・ 上り（送信側）と下り（受信側）の値を比較すると、下りの方が低くなる傾向が確認できるが、複数ストリームの描画処理を下りのみで行う仕様に因る傾向であるため、問題ないと考える。

・ 通信経路で比較すると、ローカル 5G、キャリア 5G、有線の値に大差がないことが確認できた。このことから、本実証環境においては、有線と遜色ない映像伝送がローカル 5G、キャリア 5G でも実現できていたと考えられる。

・ 360 度カメラの下りは、通信経路（ローカル 5G、キャリア 5G、有線）に因らず、低い傾向にある。これは 360 度カメラの映像が、球面映像のまま映像送信装置(Zao-X)から映像処理ソフトウェア(ZaoCloudView)へ伝送され、ZaoCloudView 内で部分的な平面画像に加工されるためである。
従って、4K カメラ等と比較して低い値になっていることは、問題ないと考える。

〈ビットレート〉

・ ローカル 5G とキャリア 5G の通信経路による差は、4K カメラの場合、平均値で約 10%、90%ile 値で約 40%、360 度カメラの場合、平均値で約 60%、90%ile で約 90%であることを確認した。これは、ソフトウェア側で帯域や遅延などをみて、安定した映像配信ができるようにデータ量を制御しているからである。このため、高精細な映像が求められる運用形態においては、ローカル 5G 環境の方が安定して運用できる可能性が高い。

〈EndToEnd 遅延〉

・ 平均で約 300ms の遅延が生じたが、予めシステム側に設定した遅延時間（300ms）に因るものである。このため、問題ないと考える。

テーマ 2)「遠隔医療支援による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

テーマ 2 では聖マリにて麻酔科室・内視鏡室に見立てた環境にて、それぞれの医師による手技やオペレーションの様子を、下記台数にて配備したカメラで、一定時間映像伝送を行うことで、下記条件のもと、フレームレートの評価を実施した。また必要に応じ、ビットレート、EndToEnd 遅延の情報も分析に使用した。検証結果を図 4.3.1.(1)-3 に示す。

【実施環境】

聖マリアンナ医科大学病院（聖マリ）

通信環境：ローカル 5G

＜麻酔科＞

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラ・ウェアラブルカメラを各 1 台ずつ

受信用 PC：2 台（1 台は有線接続、もう 1 台は 5G ルーターから無線で通信接続）

〈内視鏡〉

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラ・内視鏡カメラを各 1 台ずつ

受信用 PC：2 台（1 台は有線接続、もう 1 台は 5G ルーターから無線で通信接続）

【前提条件】

- システム側であらかじめ 300ms の遅延を設けている。このバッファ時間を設けることで、受信回線が不安定な場合でも遅延と引き換えに動画の安定性が計ることができる。
- 解像度は FullHD 相当、4K 相当とする。
- 送信最大ビットレート　4Mbps とする。

  ただしウェアラブルカメラに関しては仕様上、送信最大ビットレート 2Mbps とする。
- 内視鏡に関しては測定時間 20 分と、麻酔科に関しては測定時間 60 分とする。
- テーマ 1 の結果より、動きの少ない映像でかつ既存の設定で安定していたため、内視鏡に関しては下記を変更することで画質・遅延にどれくらい影響がでるか比較した。

  （ア） 4K では遅延設定を変更(300ms→150ms に変更)

  （イ） 360 度ではビットレートの設定を変更(4Mbps→8Mbps に変更)

【検証結果】

〈麻酔科〉

上り／下り	通信経路	カメラ		フレームレート（fps）				ビットレート（kbps）				EndToEnd遅延(ms)
		種類	解像度(幅×高さ)	設定値	平均	90%ile(下位10%)	95%ile(下位5%)	設定値	平均	90%ile(下位10%)	95%ile(下位5%)	平均
上り	ローカル5G	4Kカメラ	—	30.00	29.96	29.00	29.00	4000.00	3715.53	2677.96	2433.85	—
		360度カメラ	—	30.00	30.00	29.00	29.00	4000.00	3595.54	2922.66	2738.54	—
下り	ローカル5G	4Kカメラ	3840x2160	30.00	28.76	27.00	26.00	4000.00	3712.39	2676.70	2442.00	344.70
		360度カメラ	3840x2160	30.00	22.09	18.00	17.00	4000.00	3582.53	2488.90	2313.85	326.70
		ウェアラブルカメラ	1920×1080	30.00	29.15	28.00	27.00	2000.00	1918.00	1404.00	1207.25	—
	有線	4Kカメラ	3840×2160	30.00	28.47	26.00	26.00	4000.00	3712.24	2670.00	2436.85	322.45
		360度カメラ	3840×2160	30.00	21.81	18.00	17.00	4000.00	3584.73	2929.80	2791.95	314.77
		ウェアラブルカメラ	1920×1080	30.00	29.18	28.00	27.00	2000.00	1918.95	1412.50	1206.75	—

PC	CPU使用率		メモリ使用率	
	平均	90%ile(上位10%)	平均	90%ile(上位10%)
ローカル5G	6.12	11.56	24.36	26.05
有線-ローカル5G	4.95	6.36	23.21	24.37
サーバ(Windows)	2.49	4.54	62.33	62.37
サーバ(Ubuntu)	9.35	20.60	21.30	21.40

図 4.3.1.(1)-3　テーマ 2 麻酔科の測定結果

※ウェアラブルの上りに関してはデータ取得する方法がないため、下りのデータのみ計測した

〈内視鏡〉

上り／下り	通信経路	カメラ		フレームレート（fps）				ビットレート（kbps）				EndToEnd遅延(ms)
		種類	解像度(幅×高さ)	設定値	平均	90%ile(下位10%)	95%ile(下位5%)	設定値	平均	90%ile(下位10%)	95%ile(下位5%)	平均
上り	ローカル5G	4Kカメラ	—	30.00	29.97	29.00	29.00	4000.00	3930.20	3892.08	3815.02	—
		360度カメラ	—	30.00	30.00	29.00	28.00	8000.00	7864.40	7109.37	6854.76	—
		内視鏡	—	30.00	29.97	29.00	29.00	4000.00	3857.39	3527.53	3356.80	—
下り	ローカル5G	4Kカメラ	3840x2160	30.00	28.46	27.00	26.00	4000.00	3933.22	3831.90	3749.90	177.50
		360度カメラ	3840x2160	30.00	17.02	14.00	13.00	8000.00	7654.37	6913.00	6605.85	331.41
		内視鏡	3840x2160	30.00	27.50	25.00	25.00	4000.00	3854.26	3495.90	3315.95	371.98
	有線	4Kカメラ	3840×2160	30.00	26.59	24.00	23.00	4000.00	3931.42	3832.00	3746.00	165.16
		360度カメラ	3840×2160	30.00	18.27	15.00	14.00	8000.00	7682.65	7049.20	6798.40	318.29
		内視鏡	3840×2160	30.00	26.62	24.00	23.95	4000.00	3855.13	3486.60	3295.85	316.28

PC	CPU使用率		メモリ使用率	
	平均	90%ile(上位10%)	平均	90%ile(上位10%)
ローカル5G	9.87	12.44	27.05	27.46
有線-ローカル5G	5.38	6.87	28.10	28.82
サーバ(Windows)	2.77	4.83	62.84	62.84
サーバ(Ubuntu)	10.66	22.09	21.54	21.70

図 4.3.1.(1)-4　テーマ 2 内視鏡の測定結果

各種データに関して 90%ile を用いて評価を行った結果、当初目標の達成が確認できた。

【CPU 使用率・メモリ使用率】

90%ile(上位 10%)：　「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 90%になる値（上位 10%）」を算出している。

95%ile(上位 5%)：　「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 95%になる値（上位 5%）」を算出している。

【フレームレート・ビットレート】

90%ile(下位 10%)： 「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 90%になる値（下位 10%)」を算出している。

95%ile(下位 5%)： 「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 95%になる値（下位 5%)」を算出している。

【考察】

■麻酔科

〈フレームレート〉

・ テーマ１と同様に平均値、90%ile の値から、映像は安定して伝送できていた。

・ 上り（送信側）と下り（受信側）の値を比較すると、下りの方が低くなる傾向が確認できるが、複数ストリームの描画処理を下りのみで行う仕様に因る傾向であるため、問題ないと考える。

・ 通信経路で比較すると、ローカル 5G、有線の値に大差がないことが確認できた。このことから、本実証環境においては、有線と遜色ない映像伝送がローカル 5G でも実現できていたと考えられる。

・ 360 度カメラの下りは、通信経路（ローカル 5G、有線）に因らず、低い傾向にある。これは 360 度カメラの映像が、球面映像のまま映像送信装置(Zao-X)から映像処理ソフトウェア(ZaoCloudView)へ伝送され、ZaoCloudView 内で部分的な平面画像に加工されるためである。従って、4K カメラ等と比較して低い値になっていることは、問題ないと考える。

〈ビットレート〉

・ 設定値に近い平均値が確認できていることから、映像伝送は安定していたと考える。

・ 内視鏡と比較すると、平均値と 90%ile/95%ile の差が大きい傾向が確認できるが、麻酔科を想定した利用シーンに比較的変化の小さいシナリオが多く含まれていたことに因る傾向であるため、問題ないと考える。

〈EndToEnd 遅延〉

・ 平均で約 300ms の遅延が生じたが、予めシステム側に設定した遅延時間（300ms）に因るものである。このため、問題ないと考える。

■内視鏡

〈フレームレートについて〉

・ テーマ１と同様に平均値、90%ile の値から、映像は安定して伝送できていた。

・ 上り（送信側）と下り（受信側）の値を比較すると、下りの方が低くなる傾向が確認できるが、複数ストリームの描画処理を下りのみで行う仕様に因る傾向であるため、問題ないと考える。

・ 通信経路で比較すると、ローカル 5G、有線の値に大差がないことが確認できた。このことから、本実証環境においては、有線と遜色ない映像伝送がローカル 5G でも実現できていたと考えられる。

・ 360 度カメラの下りは、通信経路（ローカル 5G、有線）に因らず、低い傾向にある。これは 360 度カメラの映像が、球面映像のまま映像送信装置(Zao-X)から映像処理ソフトウェア(ZaoCloudView)へ伝送され、ZaoCloudView 内で部分的な平面画像に加工されるためである。従って、4K カメラ等と比較して低い値になっていることは、問題ないと考える。

〈ビットレートについて〉

・ 4K カメラおよび内視鏡カメラは上下ともに安定しており、L5G による安定した映像伝送ができている。

・ ビットレートの値を変更した 360 度カメラに関しては、高いビットレートを維持している一方、下りフレームレートの著しい低下がみられる。これはビットレートを上げたことにより、映像の情報量が増加し、ZaoCloudView 内での平面加工処理の負荷が高まったためである。今回は、映像にあまり差が見られないが、実装時の運用ではビットレートを要件に合わせ調整する必要がある。

〈EndToEnd 遅延〉

・ 360 度カメラ、内視鏡に関しては、平均で約 300ms の遅延が生じたが、予めシステム側に設定した遅延時間（300ms）に因るものである。このため、問題ないと考える。

・ 遅延設定を変更した 4K カメラに関しても、平均で約 150ms の遅延が生じており、あらかじめシステム側で設定した遅延時間(150ms)に因るものである。また、300ms で遅延設定したテーマ 1 の 4K カメラのビットレート・フレームレートとも大差ない値であることから、遅延時間を短くしても影響がないことが分かる。

テーマ 3)「自律走行ロボットでの患者移動による効率化」の検証における結果及び分析・考察

テーマ 3 では自立走行ロボットに以下のカメラを配備し、ロボットが走行する中で一定時間映像伝送を行うことで、下記条件のもと、フレームレートの評価を実施した。また必要に応じ、ビットレート、EndToEnd 遅延の情報も分析に使用した。検証結果を図 4.3.1.(1)-5　に示す。

【実施環境】

聖マリアンナ医科大学病院（聖マリ）

通信環境：ローカル 5G

配信用カメラ：4K カメラ・360 度カメラを 1 台ずつ

受信用 PC：1 台

【前提条件】

- システム側であらかじめ 300ms の遅延を設けている。このバッファ時間を設けることで、受信回線が不安定な場合でも遅延と引き換えに動画の安定性が計ることができる。
- 解像度は FullHD 相当、4K 相当とする。
- 送信最大ビットレート　4Mbps とする。
- 測定時間　20 分とする。

【検証結果】

上り／下り	通信経路	カメラ		フレームレート（fps）				ビットレート（kbps）				EndToEnd遅延（ms）
		種類	解像度（幅×高さ）	設定値	平均	90%ile（下位10%）	95%ile（下位5%）	設定値	平均	90%ile（下位10%）	95%ile（下位5%）	平均
上り	ローカル5G	4Kカメラ	—	30.00	29.97	29.00	29.00	4000.00	3922.97	3779.04	3735.49	—
		360度カメラ	—	30.00	30.00	29.00	28.00	4000.00	3705.93	2910.80	2571.70	—
下り	有線	4Kカメラ	3840x2160	30.00	28.08	26.00	25.00	4000.00	3920.09	3750.00	3689.95	314.92
		360度カメラ	3840x2160	30.00	21.42	18.00	17.00	4000.00	3685.48	3009.90	2832.60	314.60

PC	CPU使用率		メモリ使用率	
	平均	90%ile（上位10%）	平均	90%ile（上位10%）
有線-ローカル5G	11.86	13.66	27.10	27.51
サーバ(Windows)	2.15	4.25	62.17	62.18
サーバ(Ubuntu)	6.83	13.60	20.07	20.20

図 4.3.1.(1)-5　テーマ 3 の測定結果

各種データに関して 90%ile を用いて評価を行った結果、当初目標の達成が確認できた。

【CPU 使用率・メモリ使用率】

90%ile(上位 10%)：「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 90%になる値（上位 10%)」を算出している。

95%ile(上位 5%)：「悪い値（数値が低い方）からカウントして、全体の 95%になる値（上位 5%)」を算出している。

【フレームレート・ビットレート】

90%ile(下位 10%)：「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 90%になる値（下位 10%)」を算出している。

95%ile(下位 5%)：「良い値（数値が高い方）からカウントして、全体の 95%になる値（下位 5%)」を算出している。

【考察】

〈フレームレートについて〉

- ロボットにカメラを設置し、移動しながらの映像伝送ではあったが、テーマ１と同様に平均値、90%ile の値から、映像は安定して伝送できていた。
- 上り（送信側）と下り（受信側）の値を比較すると、下りの方が低くなる傾向が確認できるが、複数ストリームの描画処理を下りのみで行う仕様に因る傾向であるため、問題ないと考える。
- 通信経路で比較すると、ローカル 5G、有線の値に大差がないことが確認できた。このことから、本実証環境においては、有線と遜色ない映像伝送がローカル 5G でも実現できていたと考えられる。
- 360 度カメラの下りは、通信経路（ローカル 5G、有線）に因らず、低い傾向にある。これは 360 度カメラの映像が、球面映像のまま映像送信装置(Zao-X)から映像処理ソフトウェア(ZaoCloudView)へ伝送され、ZaoCloudView 内で部分的な平面画像に加工されるためである。従って、4K カメラ等と比較して低い値になっていることは、問題ないと考える。

〈ビットレートについて〉

- 4K カメラおよび 360 度カメラは上下ともに安定しており、L5G による安定した映像伝送ができている。

〈EndToEnd 遅延〉

- 4K カメラ、360 度カメラに関しては、平均で約 300ms の遅延が生じたが、予めシステム側に設定した遅延時間（300ms）に因るものである。このため、問題ないと考える。

機能性・操作性評価

今回利用した映像伝送システムの機能の正常性確認、機能の操作性確認、操作レスポンス性能確認を下記にて行った結果を図 4.3.1.(1)-6 に記す。

項	大項目	確認項目	観点	確認内容	確認方法	結果
1	画面遷移	標準ビュー	機能性	標準ビューが表示されることを確認する	○一般権限以上を持つアカウントでログインする	○
2			操作性	ログインがスムーズにできる	○入力欄、ボタンがわかりやすい位置にあるか、入力内容が把握しやすいか	○
3			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ログインボタン押下から標準ビューの表示完了までの時間を計測する	○
4		ライブ映像ページ	機能性	ライブ映像ページが表示されることを確認する	※前項を継続して行う ○ライブ映像ボタンを押す	○
5			操作性	ライブ映像ページがスムーズに表示できる	○ライブ映像ボタンがわかりやすい位置にあるか	○
6			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ライブ映像ボタン押下からライブ映像ページ表示完了までの時間を計測する	○
7		蓄積映像ページ	機能性	蓄積映像ページが表示されることを確認する	※前項を継続して行う ○蓄積映像ボタンを押す	○
8			操作性	蓄積映像ページがスムーズに表示できる	○蓄積映像ボタンがわかりやすい位置にあるか	○
9			レスポンス	1秒以内に表示されること	○蓄積映像ボタン押下から蓄積映像ページ表示完了までの時間を計測する	○
10		簡易ビュー	機能性	簡易ビューが表示されることを確認する	○簡易権限を持つアカウントでログインする	○
11			操作性	ログインがスムーズにできる	○入力欄、ボタンがわかりやすい位置にあるか、入力内容が把握しやすいか	○
12			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ログインボタン押下から簡易ビューの表示完了までの時間を計測する	○
13		ライブ映像ページ（簡易）	機能性	ライブ映像ページが表示されることを確認する	※前項を継続して行う ○グループ等の選択をする ○ライブ映像ボタンを押す	○
14			操作性	ライブ映像ページがスムーズに表示できる	○ボタン類がわかりやすい位置にあるか、選択項目がわかりやすいか	○
15			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ライブ映像ボタン押下からライブ映像ページ表示完了までの時間を計測する	○
16		ログ管理ページ	機能性	ログ管理ページが表示されることを確認する	○管理者権限を持つアカウントでログインする ○ログ管理ボタンを押下する	○
17			操作性	ログ管理ページがスムーズに表示できる	○ログ管理ボタンがわかりやすい位置にあるか	○
18			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ログ管理ボタン入力からログ管理ページ表示完了までの時間を計測する	○
19		外部カメラ管理ページ	機能性	外部カメラ管理ページが表示されることを確認する	※前項を継続して行う ○外部カメラ管理ボタンを押下する	○
20			操作性	外部カメラ管理ページがスムーズに表示できる	○外部カメラ管理ボタンがわかりやすい位置にあるか	○
21			レスポンス	1秒以内に表示されること	○外部カメラ管理ボタン押下から外部カメラ管理ページ表示完了までの時間を計測する	○
22		ユーザ管理ページ	機能性	ユーザ管理ページが表示できることを確認する	※前項を継続して行う ○ユーザ管理ボタンを押す	○
23			操作性	ユーザ管理ページがスムーズに表示できること	○ユーザ管理ボタンがわかりやすい位置にあるか	○
24			レスポンス	1秒以内に表示されること	○ユーザ管理ボタン押下からユーザ管理ページ表示完了までの時間を計測する	○
25	配信機能	配信ができること	機能性	映像の配信が開始されることを確認する	○Zao-Xにカメラ、通信端末を接続する ○Zao-X(HERS-4K)での配信を開始する	○
26			操作性	配信がスムーズに行えること	○配信までの操作がわかりやすいか	○
27			レスポンス	ライブ映像の配信開始が極端に遅くないこと	○配信ボタン押下からライブ開始されるまでの時間を計測する	○
28		配信がみれること（標準ビュー）	機能性	配信がされることを確認する	※前項を継続して行う ○一般以上の権限でログインを行う ○ライブ映像ページに遷移する ○ルームをデフォルトからHERSに移動する	○
29			操作性	配信がスムーズに見れること	○ライブ閲覧までの操作がわかりやすいか	○
30			レスポンス	ライブ映像の配信開始が極端に遅くないこと	○ルーム移動からライブ映像表示までの時間を計測する	○
31		配信がみれること（簡易ビュー）	機能性	配信がされることを確認する	※前項を継続して行う ○簡易権限でログインを行う ○ライブ映像ページに遷移する	○
32			操作性	配信がスムーズに見れること	○ライブ閲覧までの操作がわかりやすいか	○
33			レスポンス	ライブ映像の配信開始が極端に遅くないこと	○ライブ映像ボタン押下後からライブ映像表示までの時間を計測する	○
34	ダッシュボード	リソース量確認	機能性	ダッシュボードのリソース量が複数台で変わらないこ	○受信機器２台でそれぞれ一般以上の権限でログインする ○ダッシュボードで表示されるリソース量が２台で変わらないことを確認する	○
35			操作性	リソース量の確認が直感的に行えるか	○ダッシュボード内のリソース確認が直感的に行えるか	○
36			レスポンス	１秒以内にリソース量が閲覧できること	○受信機器のうちどちらかでログインからリソース量表示までの時間を計測する	○

37	ライブ配信	映像表示 (4K*2、2K*2)	機能性	４台(4Kx2、2Kx2)の映像配信が表示できること	○4Kカメラ2台、2Kカメラ2台の計4台で配信を開始する ○一般以上の権限でログインを行う ○ライブ映像ページに遷移する	○
38			操作性	仕様書通りの映像配置となるか	○映像4画面が同時に表示できることを確認する	○
39			レスポンス	ライブ映像の配信開始が極端に遅くないこと	○ライブ映像ボタン押下から4画面の映像表示にかかる時間を計測する	○
40		映像表示 (4K*1、2K*3)	機能性	４台(4Kx1、2Kx3)の映像配信が表示できること	○4Kカメラ1台、2Kカメラ3台の計4台で配信を開始する ○管理者権限でログインを行う ○ライブ映像ページに遷移する	○
41			操作性	仕様書通りの映像配置となるか	○映像4画面が同時に表示できることを確認する	○
42			レスポンス	ライブ映像の配信開始が極端に遅くないこと	○ライブ映像ボタン押下から4画面の映像表示にかかる時間を計測する	○
43		拡大表示	機能性	映像の拡大表示ができるか確認する	※前項を継続して行う ○4Kの映像のうち、拡大表示ボタンを押下する	○
44			操作性	拡大表示がスムーズにできるか	○拡大表示ボタンの位置がわかりやすいか	○
45			レスポンス	1秒以内に拡大表示が可能か	○拡大表示ボタン押下から拡大表示までにかかる時間を計測する	○
46		拡大表示の解除	機能性	映像の拡大表示の解除できるか確認する	※前項を継続して行う ○拡大表示中の4Kの映像の縮小表示ボタンを押下する	○
47			操作性	拡大表示の解除がスムーズにできるか	○縮小ボタンの位置がわかりやすいか	○
48			レスポンス	1秒以内に通常表示が可能か	○縮小表示ボタン押下から通常表示までにかかる時間を計測する	○
49		デジタルズーム (通常表示)	機能性	映像のデジタルズームが可能か確認する	※前項を継続して行う ○表示中4画面のうちの4Kの映像のデジタルズームを行う	○
50			操作性	デジタルズームがスムーズにできるか	○操作方法は直感的か	○
51			レスポンス	即時のズームが可能か	○デジタルズーム操作とともに映像がズームされることを確認する	○
52		デジタルズーム (拡大表示)	機能性	映像のデジタルズームが可能か確認する	※前項を継続して行う ○表示中の4画面のうち4K映像を拡大表示する ○拡大表示中の4Kの映像のデジタルズームを行う	○
53			操作性	デジタルズームがスムーズにできるか	○操作方法は直感的か	○
54			レスポンス	即時のズームが可能か	○デジタルズーム操作とともに映像がズームされることを確認する	○
55		巻き戻し再生	機能性	巻き戻し再生が可能か確認する	※前項を継続して行う ○表示中の4画面のうち4K映像の巻き戻しボタンを押下する	○
56			操作性	巻き戻し再生がスムーズにできるか	○巻き戻し再生が直感的に行えるか	○
57			レスポンス	1秒以内に巻き戻し再生が可能か	○巻き戻しボタン押下から巻き戻し再生が始まるまでの時間を計測する	○
58		解像度表示	機能性	解像度表示を確認する	※前項を継続して行う ○通常のライブ映像表示にもどる ○4映像の解像度がそれぞれあっているか確認する	○
59			操作性	解像度の確認がスムーズに行えるか	○解像度の表記がわかりやすい位置にあるか	○
60			レスポンス	ー	ー	ー
61		ビットレート表示	機能性	ビットレート表示を確認する	※前項を継続して行う ○4映像のビットレートが設定値と同値であることを確認する	○
62			操作性	ビットレートの確認がスムーズに行えるか	○ビットレートの表記がわかりやすい位置にあるか	○
63			レスポンス	ー	ー	ー
64		カメラ側音声	機能性	カメラ側で音声が聞き取れること	※前項を継続して行う ○受信機側で発声する ○カメラ側で音声が流れてくることを確認する	○
65			操作性	ー	ー	ー
66			レスポンス	音声が1秒以内に届くこと	○配信と受信を近い場所で行い、発声から聞こえるまでの時間を計測する	○
67		受信機側音声	機能性	受信機側で音声が聞き取れること	※前項を継続して行う ○カメラ側で発声する ○カメラ側で音声が流れてくることを確認する	○
68			操作性	ー	ー	ー
69			レスポンス	音声が1秒以内に届くこと	○配信と受信を近い場所で行い、発声から聞こえるまでの時間を計測する	○
		受信機側ミュート	機能性	受信機側のミュート機能が機能すること	※前項を継続して行う ○カメラ側で発声する ○受信機側で該当の映像の音声ミュートを行う ○受信機側に音声が流れてこないことを確認する	○
			操作性	ミュート機能がスムーズに使用できること	○ミュートボタンがわかりやすい位置にあるか	○
			レスポンス	ミュートボタン押下後即時で機能するか	○ミュートボタンを押したタイミングで音声が止まることを確認する	○
73		カメラ側ミュート	機能性	カメラ側のミュート機能が機能すること ※スピーカの機能を利用できるか	※前項を継続して行う ○受信機側のミュートを解除する ○カメラ側でスピーカの音声ミュートを行う ○カメラ側で発生する ○受信機側に音声が流れてこないことを確認する	○
74			操作性	ミュート機能がスムーズに使用できること	○ミュートボタンがわかりやすい位置にあるか	○
75			レスポンス	ミュートボタン押下後即時で機能するか	○ミュートボタンを押したタイミングで音声が止まることを確認する	○
76		PTZカメラ コントローラー	機能性	PTZカメラコントローラーの機能が利用可能か	○PTZカメラの配信を行う(Zao-Xでの配信) ○受信機側は一般以上の権限でログインし、ライブ映像画面へ遷移する ○PTZカメラの配信が行われていることと以下の操作が可能か確認する ・カメラレンズの向きを上下左右に動かせること ・プリセットポジションにカメラを移動できること ・映像のズームイン/ズームアウトができること	○
77			操作性	直感的な操作が可能か	○PTZカメラコントロールは直感的に操作可能か	○
78			レスポンス	操作と同時に機能することを確認する	○PTZカメラコントロール操作と同時にカメラの操作が始まることを確認する	○

79	蓄積映像	蓄積映像の表示	機能性	蓄積映像が一覧に表示されること	○ログインする ○蓄積映像ボタンを押す	○
80			操作性	蓄積映像ページから目的のものが見つけやすいこと	○蓄積映像ページのみやすさは問題ないか	○
81			レスポンス	1秒以内に蓄積映像一覧が表示されること	○蓄積映像ボタンを押下から蓄積映像一覧が表示されるまでの時間を計測する	○
82		蓄積映像の再生	機能性	蓄積映像が再生できること	※前項を継続して行う ○先ほどまで配信していた蓄積映像を再生する	○
83			操作性	蓄積映像の再生がスムーズにできること	○再生方法がわかりやすいか	○
84			レスポンス	1秒以内に蓄積映像の再生ができること	○蓄積映像の再生開始操作から再生開始までの時間を計測する	○
85		蓄積映像の保存	機能性	蓄積映像のDLができること	※前項を継続して行う ○蓄積映像の再生を停止する ○蓄積映像のDLを行う	○
86			操作性	蓄積映像のDLがスムーズにできること	○DL方法がわかりやすいか	○
87			レスポンス	ー	ー	ー
88		蓄積映像の確認	機能性	蓄積映像が保存されること フレームレート・解像度が配信と同値であること	※前項を継続して行う ○蓄積映像が指定箇所に保存されていることを確認する ○蓄積映像のプロパティからフレームレート、解像度が配信内容と一致することを確認する	○
89			操作性	ー	ー	ー
90			レスポンス	ー	ー	ー
91	ログ	ログファイルの取得	機能性	ログファイルが取得できること	※前項を継続して行う ○受信機でログファイル管理画面に遷移する ○試験期間を選択し、ログファイルをDLする	○
92			操作性	ログファイルの取得がスムーズにできるか	○機関の入力がしやすいか、UIがわかりやすいか	○
93			レスポンス	ー	ー	○
94		ログファイルの確認	機能性	ログファイルがDLされていること ログファイル取得内容にある内容が記載されていること	※前項を継続して行う ○受信機の指定した位置にログファイルがDLされていることを確認する ○ログファイル取得内容にある内容が記載されていることを確認する	○
95			操作性	ー	ー	ー
96			レスポンス	ー	ー	ー
97	ユーザ管理	ユーザ作成	機能性	ユーザ作成ができること	○管理者権限を持つアカウントでログインする ○ユーザ管理画面に遷移する ○ユーザ作成を行い、検証用に一般権限のユーザを作成する	○
98			操作性	ユーザ作成操作がスムーズにできるか	○ユーザ作成に必要な入力項目はわかりやすいか	○
99			レスポンス	ー	ー	ー
100		ユーザ削除	機能性	ユーザ削除ができること	※前項を継続して行う ○作成したユーザを削除する	○
101			操作性	ユーザ削除操作がスムーズにできるか	○ユーザ削除に必要な入力項目はわかりやすいか	○
102			レスポンス	ー	ー	ー
103	グループ	グループ作成	機能性	グループ作成が可能であること	※前項を継続して行う ○グループ管理ページを開く ○新規でグループを2つ作成し、検証用の一般権限ユーザを所属させる (ここで作成したグループにのみ所属する) 4Kカメラを片方のグループにのみ所属させる	ー
104			操作性	グループ作成がスムーズにできること	○グループ作成に必要な項目がわかりやすいか	ー
105			レスポンス	ー	ー	ー
106		ルーム切り替え	機能性	ルームの切り替えが可能であること	○4K・360・PTZ・FCNTカメラ(HERS)の配信を開始する ○ログインする ○ライブ映像画面に遷移する ○デフォルトルームから存在するHERSへルーム切り替えを行う	○
107			操作性	ルーム切り替えがスムーズにできること	○ルーム切り替え操作はわかりやすいか	○
108			レスポンス	1秒以内にルーム切り替わること 映像の配信開始が極端に遅くないこと	○ルームボタン押下から4Kカメラの映像が再生されるまでの時間を計測する	○
109	外部カメラ管理	ビットレート変更	機能性	ビットレートの変更ができること	○管理者権限でログインし、外部カメラ管理ページを開く ○4Kカメラの配信を開始する ○受信機でタスクマネージャを開き使用帯域を確認できるようにする ○外部カメラ管理ページから配信中カメラのビットレートを変更する ○タスクマネージャの使用帯域が変わることを確認する	○
110			操作性	ビットレートの変更がスムーズにできること	○ビットレートの変更が直感的に行えるか	○
111			レスポンス	ー	ー	ー

図 4.3.1.(1)-6　機能性表・操作性評価・レスポンス評価の一覧

■機能性評価

映像の配信の観点においては、本実証で求められている機能要件（提案書の 2.4.1.4.2 に記載のシステム機能要件）を満たしている。また Zao Cloud View の機能においては、ソフトウェアのマニュアルに記載されている基本機能が問題なく動作することを確認した。

■操作性評価

利用者が直観的に利用できる GUI の配置になっている。有識者でなくても理解、習得、利用するまで比較的スムーズに行える仕様となっている。

■レスポンス評価

ページの切り替え動作などの GUI 操作については、レスポンス性能について問題はなかった。カメラの映像配信開始時間については、再生開始までに数秒かかるものがあったが、いずれも映像配信時に一時的に発生するものであり、体感的にも遅いと感じるほどではない。

(2) 運用検証

機能検証と同様に、本実証で構築する映像共有ソリューションを以下テーマ 1)～3)で活用するにあたり、各テーマごとで運用検証を行った。なお、本ソリューションをローカル５G 活用モデルとして医療現場に浸透させるために、マニュアル策定等について作成を検討し、テーマごとに想定する運用フローを整理して実用可能性を評価した。

1) 地域医療連携における映像共有による高度化・効率化
2) 遠隔医療支援による高度化・効率化
3) 自律走行ロボットでの患者移動による効率化

テーマ１における運用フローは、画像コンサルテーションも含めて、二次・三次救命救急センターの医師、診療看護師等を、映像共有の中心となる指令センターにオペレータとして配置ならびに指令を発して救急車の救命救急士との連携を図った。具体的には、状況把握や各現場の視覚情報発信者との連絡、システムエラー発生時の外部との調整も行った。保守に関してはシステム提供社がトラブル発生時の対処などと想定した。

テーマ２における運用フローは、画像（映像）コンサルテーションについては、画像診断センター管轄（オペレーションルーム）の運用とし、それぞれ内視鏡室や手術室にいる内視鏡医や麻酔科医に対して指令を発した。これら診断センター側が診断並びにシステムトラブル発生時の問い合わせ窓口となり、システム提供社はトラブル発生時の対処などと想定した。

テーマ３における運用フローは、自律走行ロボットではあるが、オペレーションルームに在席する担当者が監視する運用とし、ロボットの移動に伴う障害が生じないよう運用したが、システムトラブル発生時には、システム提供者がトラブル発生時の対処に当たることを想定した。

1) 検証項目

テーマ 1)～3)で活用する映像共有システムの運用において、策定した運用フローに基づき検証を行い、システムの正確性・操作性・安定性といった観点で評価・検証した。

1）　地域医療連携における映像共有による高度化･効率化

シナリオ①　搬送前の情報共有における運用フロー

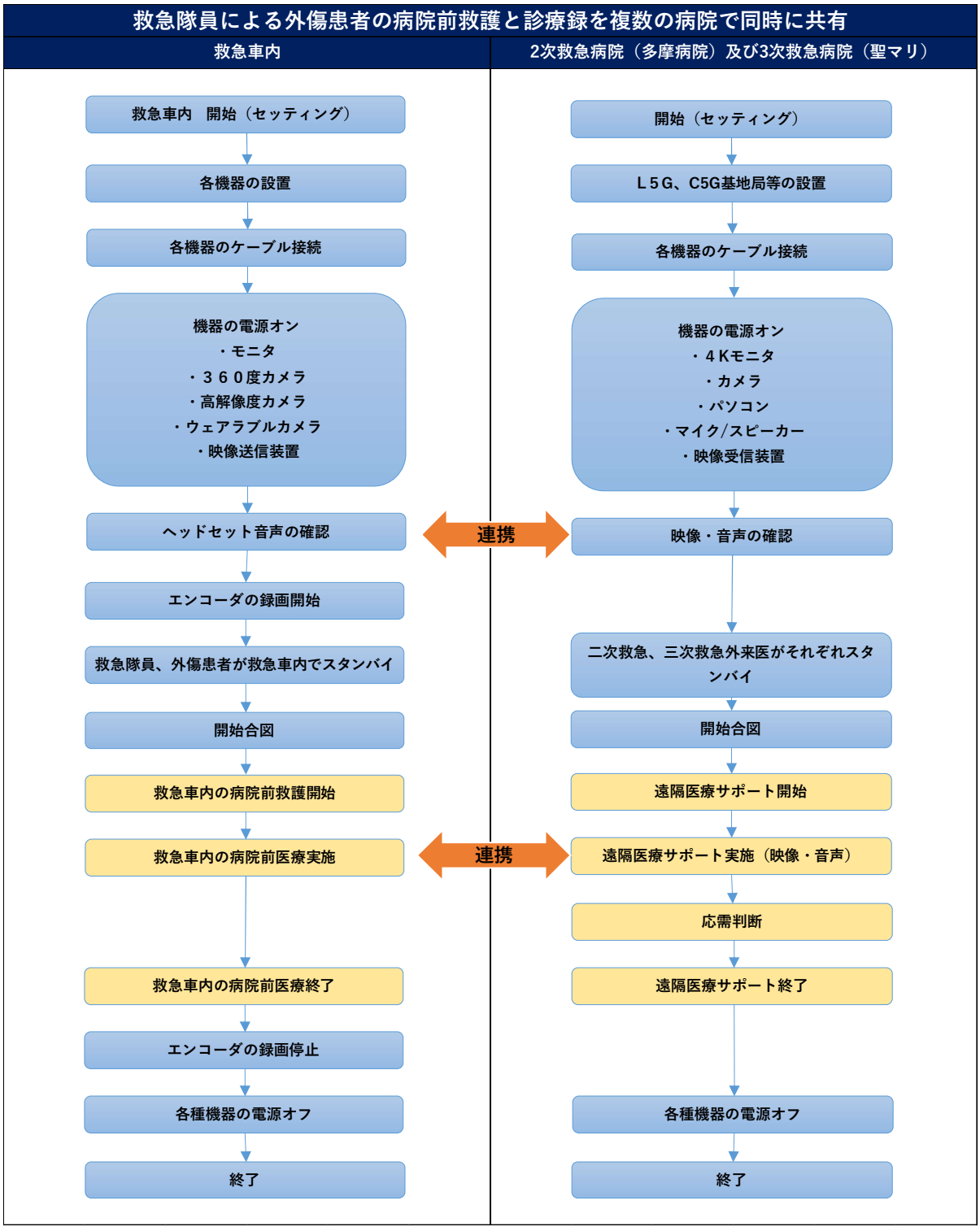


図 4.3.1.(2)-1：救急隊員と複数病院間で同時に情報共有する運用フロー

1）　地域医療連携における映像共有による高度化･効率化

シナリオ②　二次救急病院を三次救急病院が支援

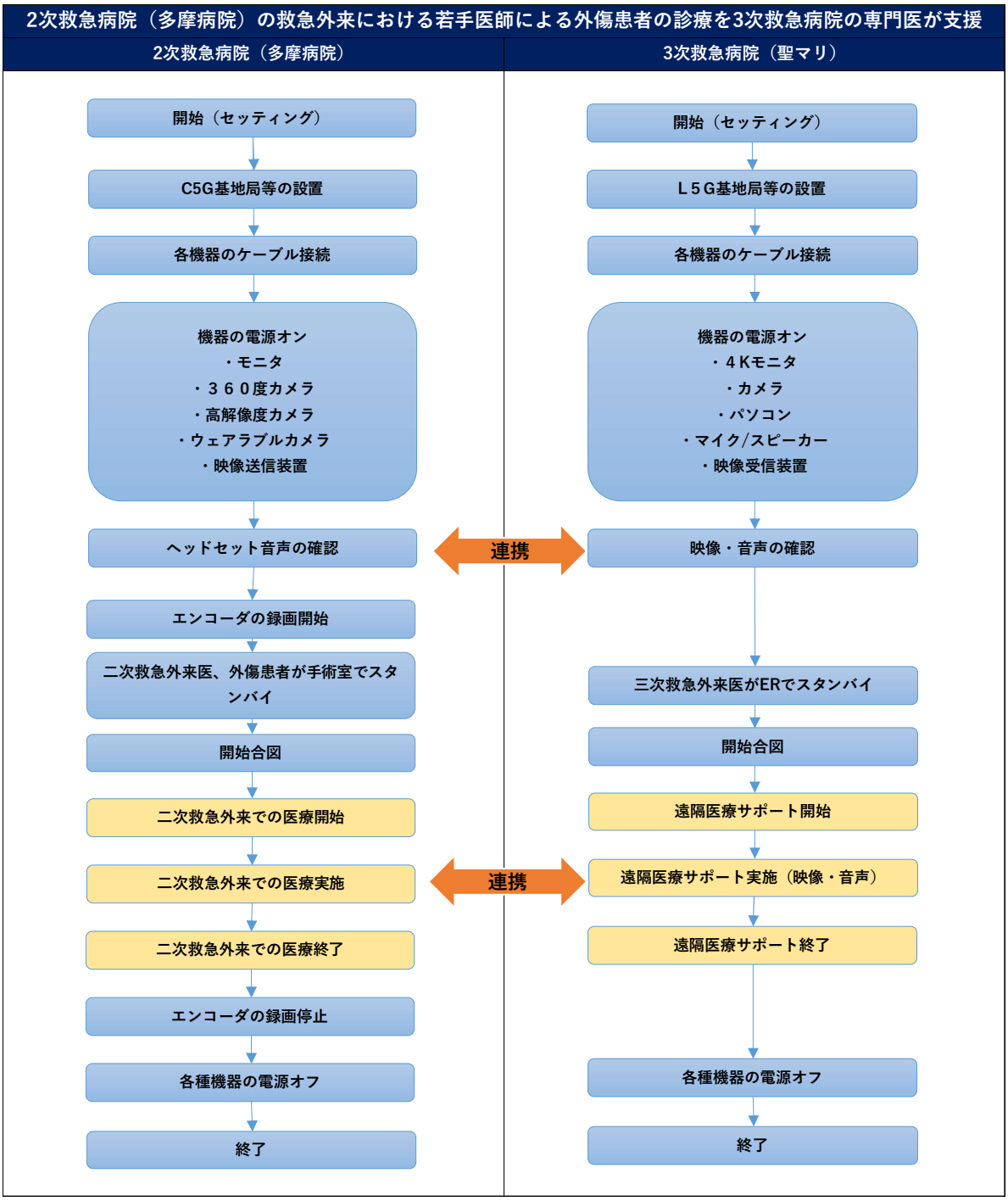


図 4.3.1.(2)-2：二次救急に搬送された患者を遠隔でモニタリングする運用フロー

1）　地域医療連携における映像共有による高度化･効率化

シナリオ③　二次救急病院を三次救急病院が支援

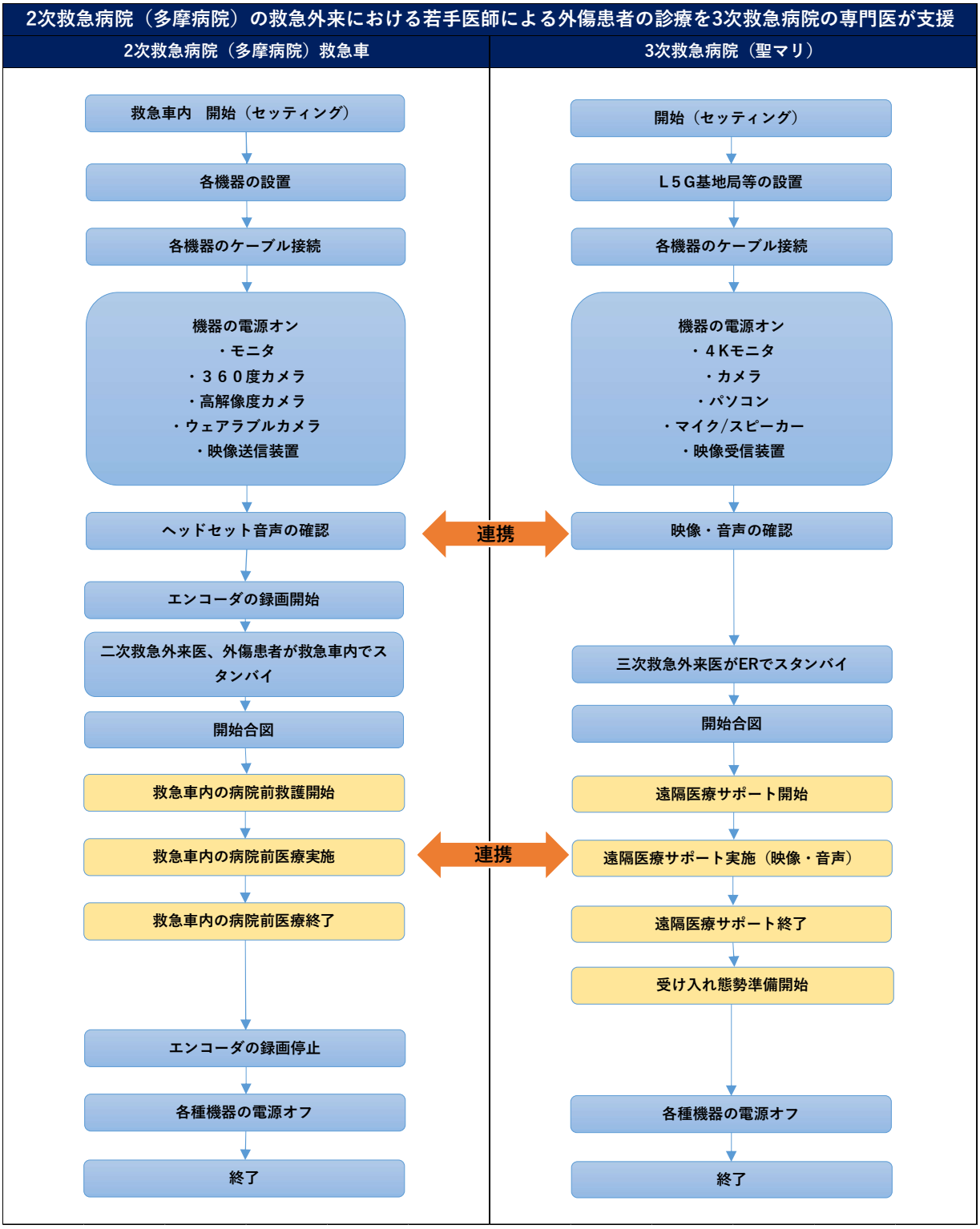


図 4.3.1.(2)-3：二次救急から三次救急に搬送される（上り搬送）の運用フロー

2)　遠隔医療支援による高度化･効率化

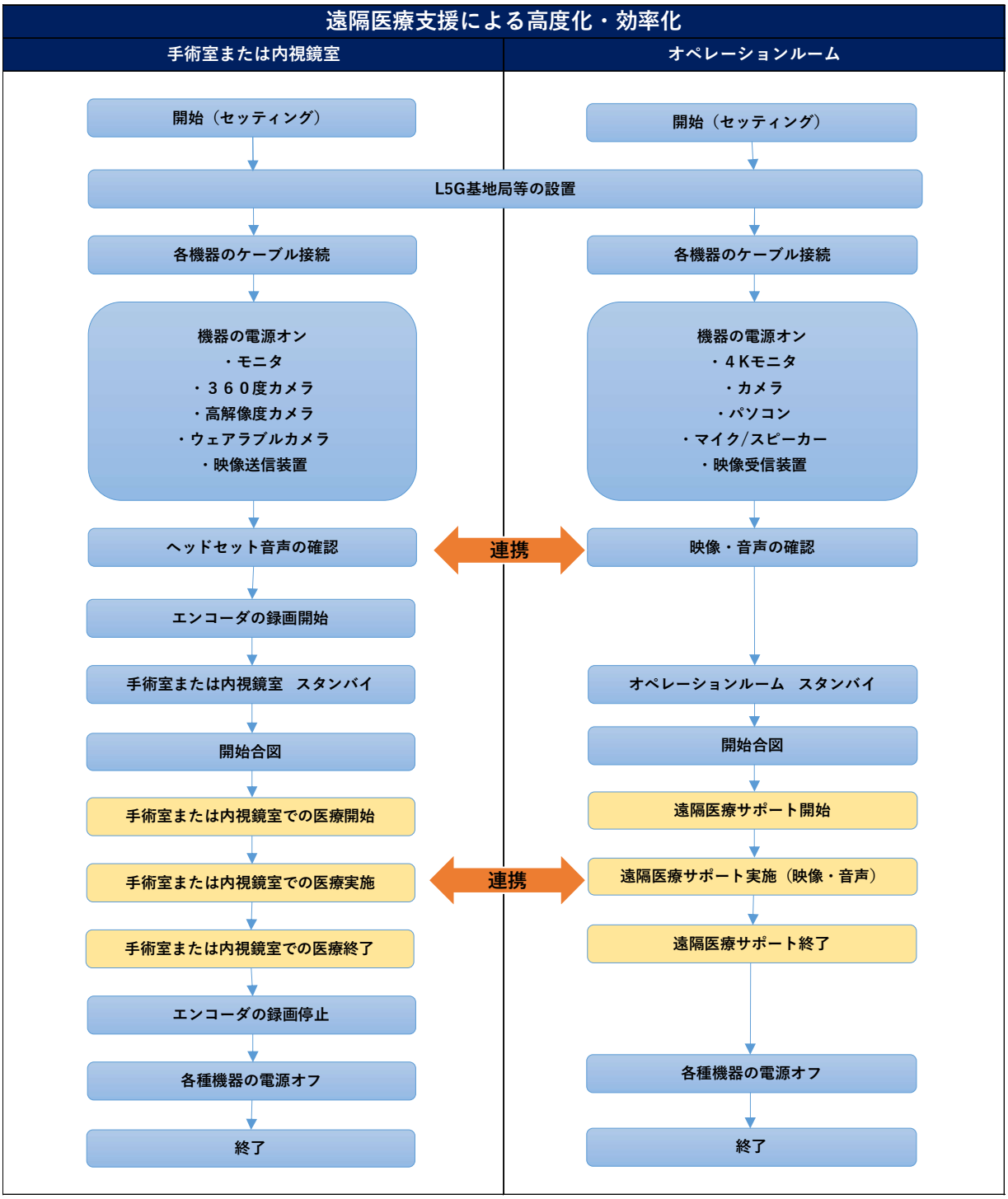


図 4.3.1.(2)-4：手術室または内視鏡室とオペレーションルームの遠隔診療の運用フロー

3)　自律走行ロボットでの患者移動による効率化

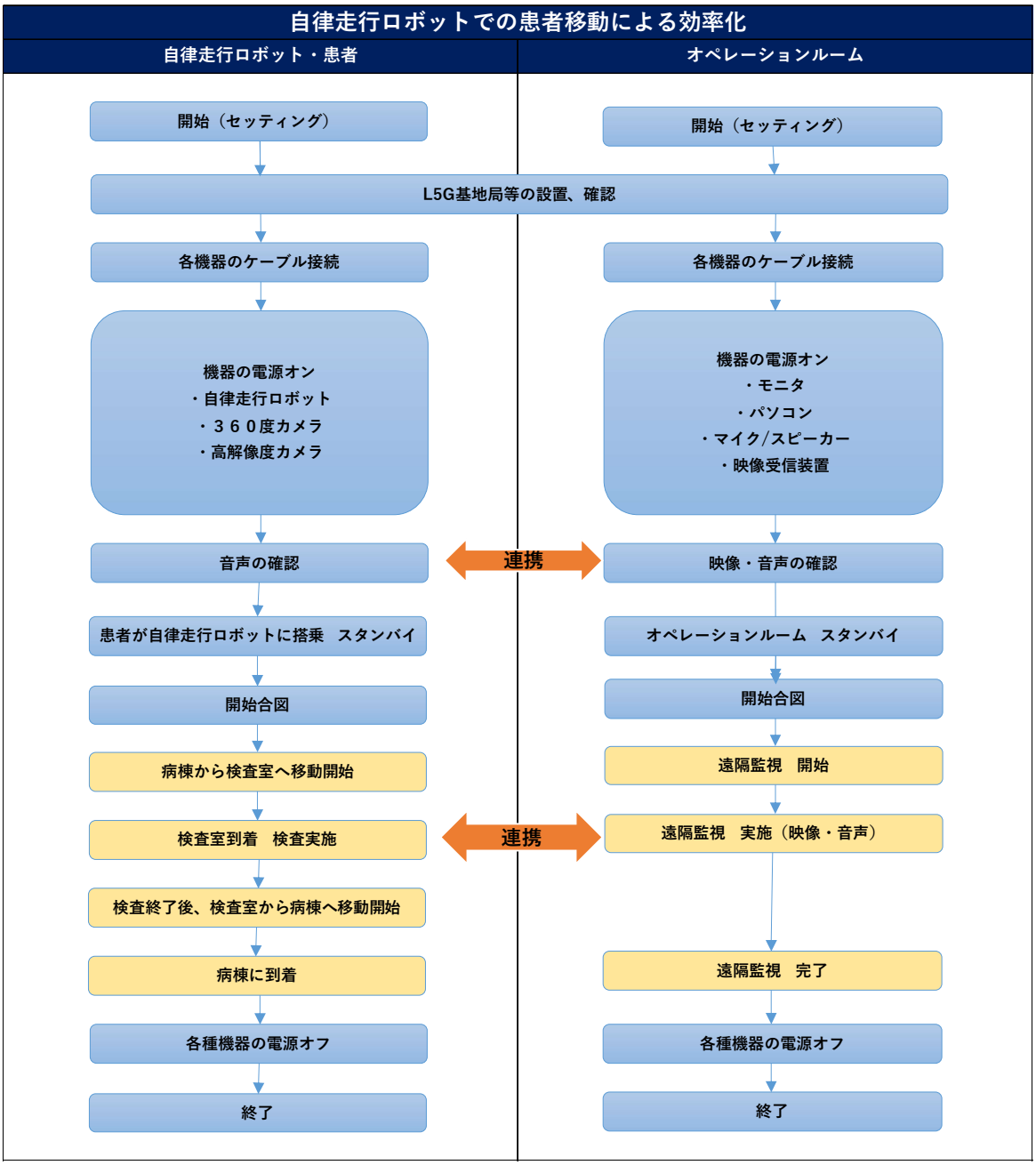


図 4.3.1.(2)-5：自律走行ロボットでの患者移動による効率化

2） 検証方法

実際に機器を操作する医療従事者へのアンケートを中心に診察側とモニタリング側に分かれて評価することで、運用面の課題を抽出した。アンケート内容は以下の通りである。

1） 指令センタースタッフ、視覚情報発信側スタッフ、視覚情報閲覧側スタッフ等に対するアンケート調査を行う。
2） 1）に基づき、実証実験参加メンバーで検討会を開催、運用面での課題と解決策を整理する。
3） 1）、2）を踏まえ、運用面での効率化、運用フローの見直しを視野に入れ、実装という観点での検討を行う。

表 4.3.1.(2)-1：運用面の検査項目と検証方法（診察側）

項番	検証項目	検証方法	実証テーマ		
			①	②	③
1	機器の運搬・保管に関しての確認	・検証後のアンケートにより確認 （院内運搬・保管に問題はなかったか等）	○	○	○
2	機器の設置による配線（ＬＡＮケーブル・映像ケーブル・電源ケーブル等）の医療行為への影響確認	・検証後のアンケートにより確認 （医療行為に影響なかったか等）	○	○	○
3	機器の設置による医療環境・行為への影響確認	・検証後のアンケートにより確認 （医療環境・行為に影響はなかったか等）	○	○	○
4	機器準備の負担具合の確認	・検証後のアンケートにより確認 （マニュアルによる実施可否、準備時間の計測・変化等）	○	○	○
5	機器利用時の負担具合の確認	・検証後のアンケートにより確認 （心理的・身体的負担軽減が見込めるか等）	○	○	○
6	機器利用時の操作性の確認	・検証後のアンケートにより確認 （初回利用説明・マニュアル参照により操作できたか等）	○	○	○
7	機器の映像の解像度の品質確認	・検証後のアンケートにより確認 （映像の解像度は診察に足るものであったか等）	○	○	―
8	機器の安定した稼働確認 （トラブルの有無）	・検証後のアンケートにより確認 （運用にトラブルが（指示のズレ等）ないか等）	○	○	―
9	運用フローに関しての確認	・検証後のアンケートにより確認 （マニュアルによる実施可否、変更点等）	○	○	○

表 4.3.1.(2)-2：運用面の検査項目と検証方法（モニタリング側）

項番	検証項目	検証方法	実証テーマ		
			①	②	③
1	機器準備の負担具合の確認	・検証後のアンケートにより確認 （マニュアルによる実施可否、準備時間の計測・変化等）	○	○	○
2	機器利用時の負担具合の確認	・検証後のアンケートにより確認 （心理的・身体的負担軽減が見込めるか等）	○	○	○
3	機器利用時の操作性の確認	・検証後のアンケートにより確認 （初期利用説明・マニュアル参照により操作できたか等）	○	○	○
4	機器の映像の解像度の品質確認	・検証後のアンケートにより確認 （映像の解像度は診察に足るものであったか等）	○	○	○
5	機器の安定した稼働確認 （トラブルの有無）	・検証後のアンケートにより確認 （途中で運用にトラブルがなかったか。映像のズレはないか等）	○	○	―
6	運用フローに関しての確認	・検証後のアンケートにより確認 （マニュアルによる実施可否、変更点等）	○	○	○

なお、アンケートによる定性的（度合い）な評価を確認するだけではなく、今後機能向上のために、足りない点、改善した方が良い点までヒアリングなどで追加確認した。
（例：負担が大きいかだけを確認するのではなく、負担を感じる点は何か、どうすれば負担が小さくできるか　といった点。）

3)　検証結果及び考察

テーマ 1)～3）において、課題実証に参加した医師、看護師等に対し、それぞれからアンケート調査を行い、結果をもとに考察を行った。

アンケートにおける調査についての情報（実施日時、対象者（回答者の属性、人数））はそれぞれのテーマ毎に記載した。

また、下記の項目のとおり、初めに運用における懸念点をアンケートにて調査し、更に該当する懸念のうち懸念されるべき 3 つを選び出し、最後に最も懸念される運用面の課題を、診察（現場）側ないしモニタリング側で調査した。これにより、幅広に意見を徴収しつつ、各論としてどの運用項目が懸念されるかを絞り込むことで、運用面の取り組むべき課題の優先度を把握した。

	成果報告書の質問	アンケートの選択肢
1	機器の運搬・保管に関しての確認	機器の保管・管理
2	機器の設置による配線（ＬＡＮケー	機器の準備
3	機器の設置による医療環境・行為へ	機器使用に当たっての医療行為への悪影響
4	機器準備の負担具合の確認	機器不具合発生時の対応
5	機器利用時の負担具合の確認	機器のメンテナンス
6	機器利用時の操作性の確認	機器の性能そのもの（映像品質）
7	機器の映像の解像度の品質確認	機器の操作性（使いやすさ）
8	機器の安定した稼働確認	誰もが使用しやすいようにする
9	運用フローに関しての確認	懸念事項なし（自由意見もここに記載）

※運用フローに関しての確認は、自由意見として確認したい事項を聞き出すこととした。

表 4.3.1.(2)-3：アンケートの選択肢と質問事項の対比

テーマ 1)「地域医療連携における映像共有による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

＜アンケート情報＞

対象期間　：　2023 年 1 月 20 日～2023 年 2 月 10 日

属性と人数：　医師 2 人、救急救命士 2 人、救急隊 2 人、事務 1 人

【結果】

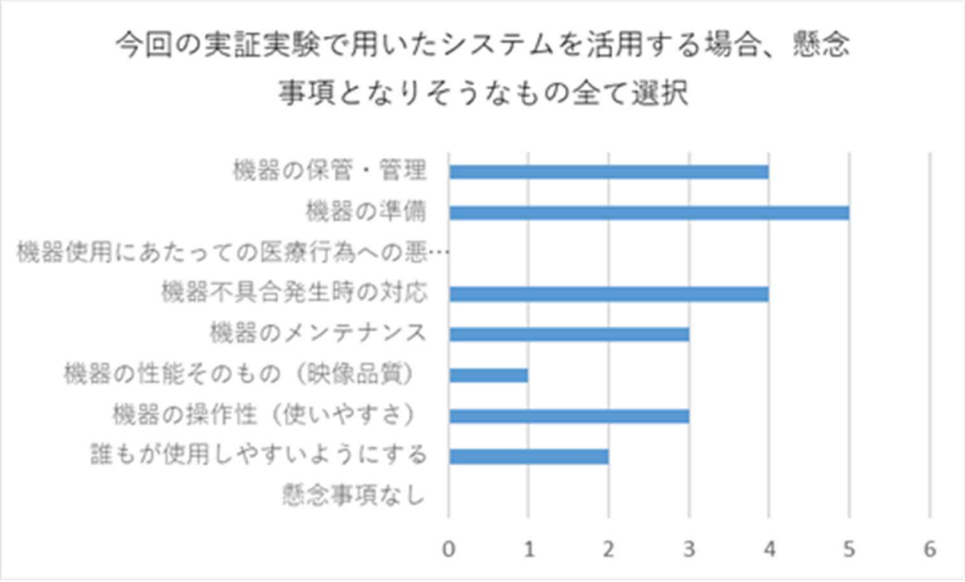


図 4.3.1.(2)-6：テーマ 1 における運用面の懸念事項

そのうち、懸念される最大３つを絞り込む

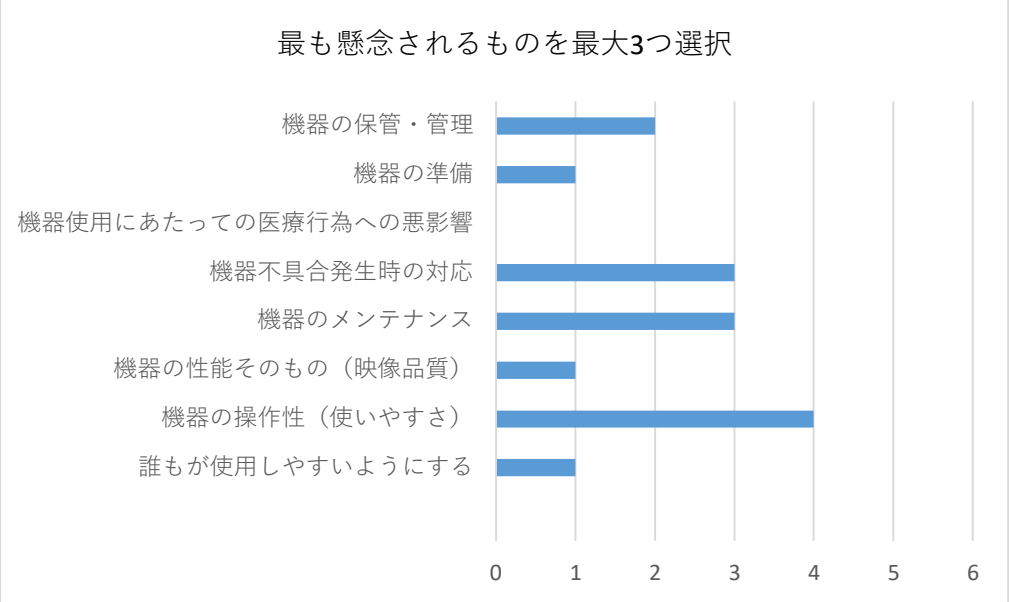


図 4.3.1.(2)-7：テーマ１における運用面の懸念される懸念事項（最大３つで選択）

最も懸念されるべき点を現場側とモニタリングで調査

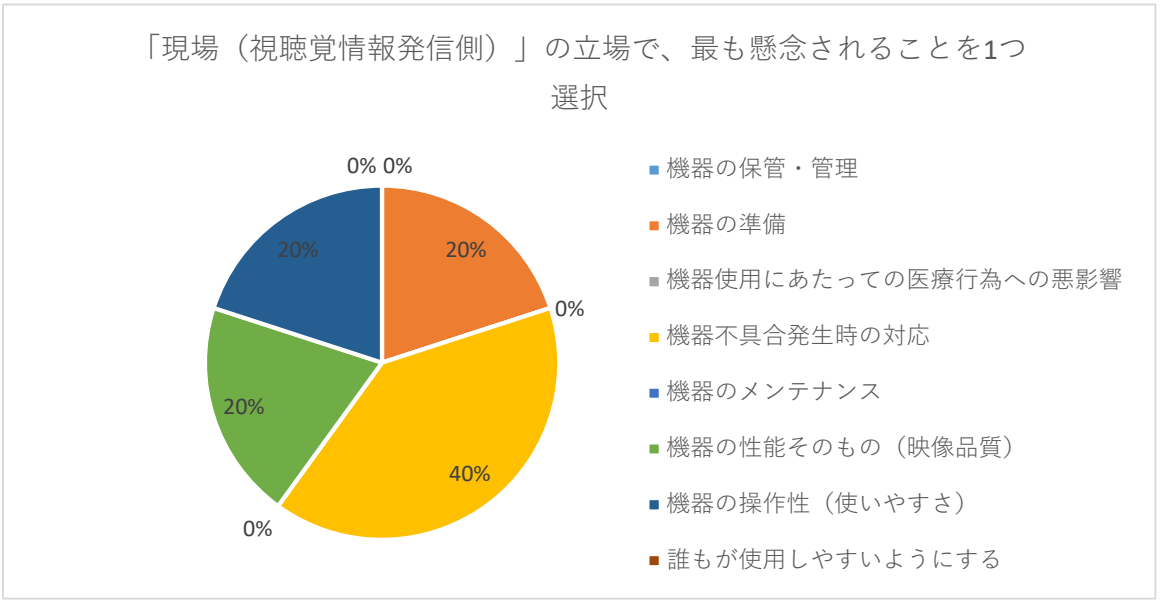


図 4.3.1.(2)-8：テーマ１における運用面で現場が最も懸念する事項
現場側（映像共有を行い、指示を受ける側）

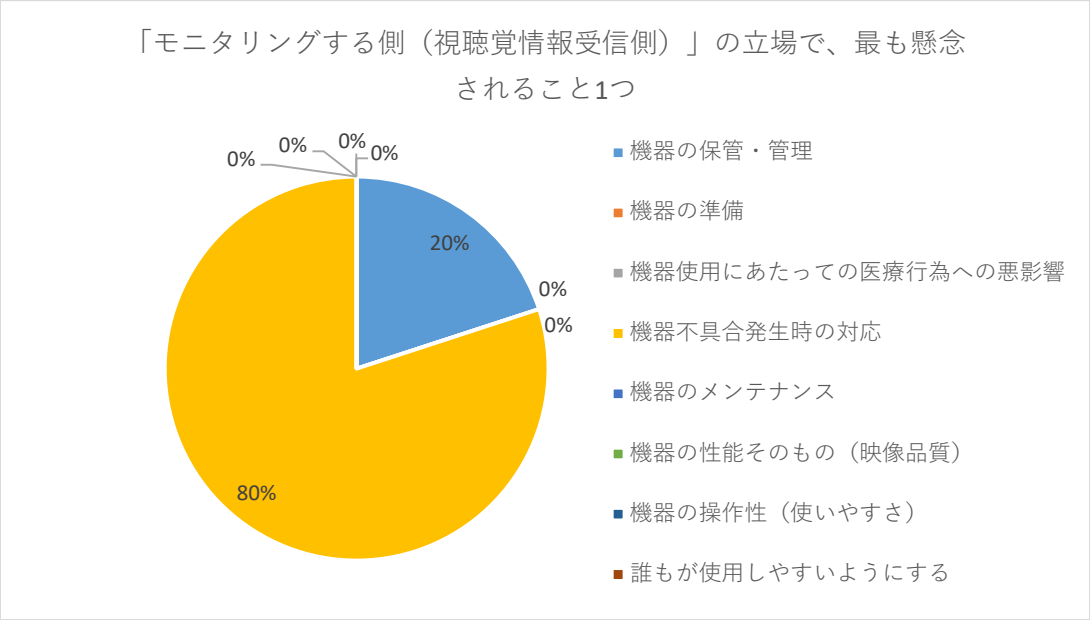


図 4.3.1.(2)-9：テーマ１における運用面で現場が最も懸念する事項
モニタリング側（映像共有を行い、指示をする側）

また、自由意見として以下の課題が挙げられた。

表 4.3.1.(2)-4：自由意見

自由意見
さらに安定した電波状況が必要。 視覚情報提供側・受信側の両者がお互いを把握して配信する必要がある（受信側にどう見えているのかを理解して提供する必要性など）。
導入できる範囲が広いほど有用だが、消防と地域の病院にはそれぞれ異なるニーズがあるため、汎用性の高い製品化が求められる。

【考察】

運用課題のうち、最も懸念される項目としては、モニタリング側は 80%（4/5 人）が機器不具合発生時の対応、20%（1/5 人）が機器の保管・管理と判断しているものの、現場側は、40%（2/5 人）が機器不具合発生時の対応としているが、映像品質や使いやすさ、機器の準備と続いている。

また、モニタリングする側、また現場側において、機器不具合発生時の対応は最もインパクトとなる懸念事項となっている。映像が止まる等の不具合が発生した際の対応については細かな運用を検討する必要がある。たとえ映像が共有できないトラブルがあっても救急搬送時の処置を止めるわけいはいかず、不具合発生時のガイドラインを検討する必要がある。また、モニタリングする側においては、機器の保管・管理、現場側においては、機器不具合発生時の対応が最もインパクトとなる懸念事項ではあるものの、次に機器の準備、性能（映像の品質）、操作性と意見がばらつきをもっている。救急隊員の視覚情報がどのようにモニタリングする側（三次救急側）に見えているか（見せるのがいいか）、そういった観点からカメラの準備をはじめ操作性や映像品質が効率的な運用には重要となると考える。加えてモニタリングする側においては、どのように現場に指示を出せば的確な処置につながるかという点で現場とのコミュニケーションを促進させるかが重要となると考える。

一方で、機器使用にあたっての医療行為への悪影響については課題と感じるとの意見は挙がらなかった。このことは、本実証の映像共有ソリューションが現状の医療現場で使える可能性を示していると考える。

テーマ 2)「遠隔医療支援による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

＜アンケート情報＞
対象期間　：　2023 年 1 月 21 日～2023 年 2 月 10 日
属性と人数：　医師 8 人、看護師 1 人、技師 1 人

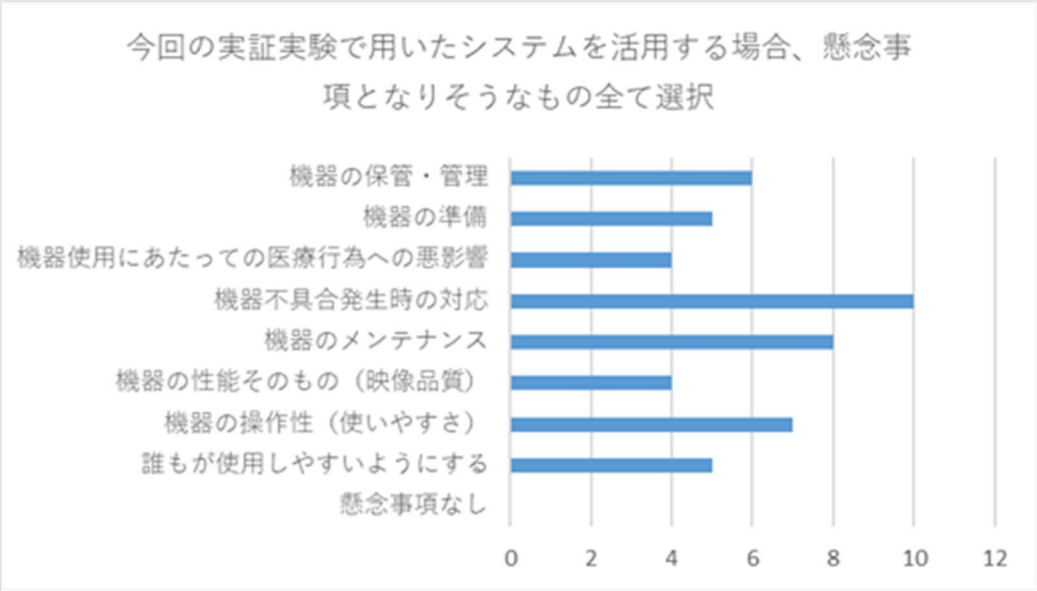


図 4.3.1.(2)-10：テーマ 2 における運用面の懸念事項

そのうち、懸念される 3 つを絞り込む

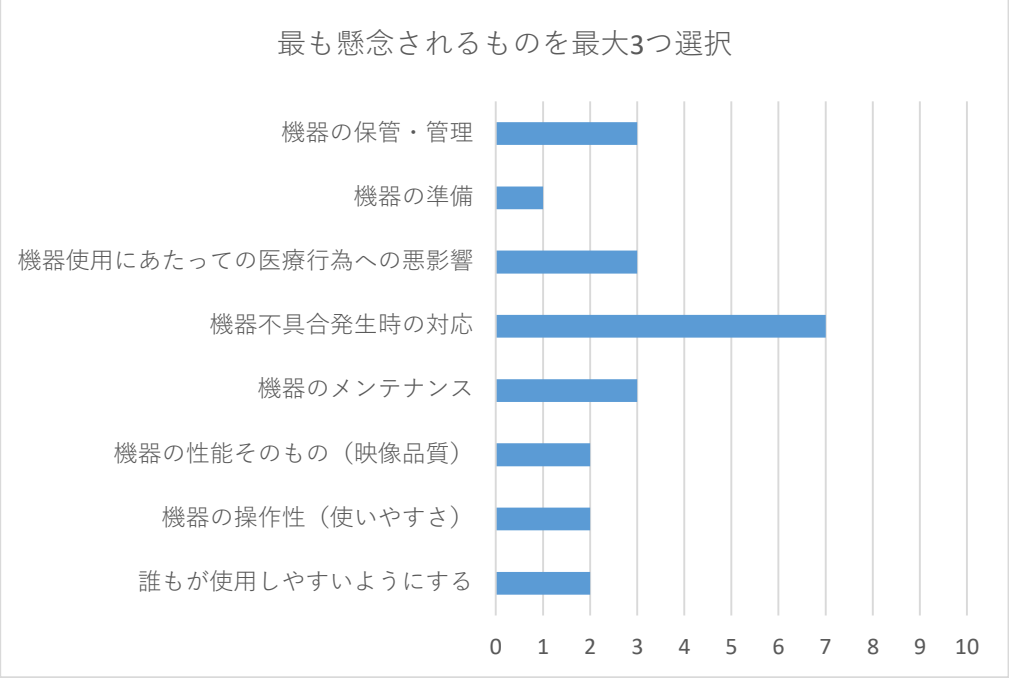


図 4.3.1.(2)-11：テーマ 2 における運用面の懸念される懸念事項（最大 3 つで選択）

最も懸念されるべき点を現場側とモニタリングで調査

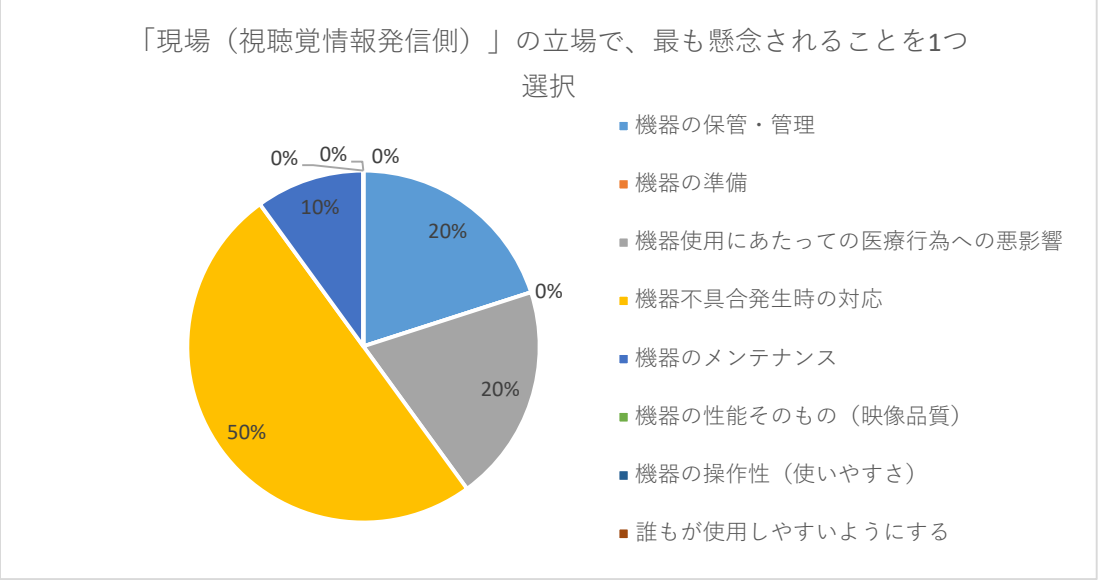


図 4.3.1.(2)-12：テーマ 2 における運用面で現場が最も懸念する事項
現場側（映像共有を行い、指示を受ける側）

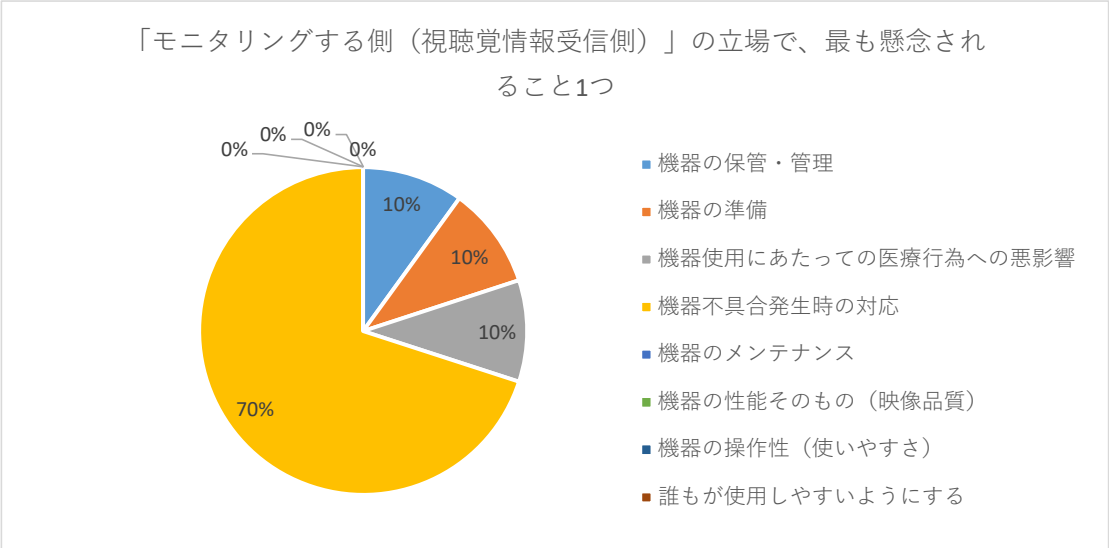


図 4.3.1.(2)-13：テーマ 2 における運用面で現場が最も懸念する事項
モニタリング側（映像共有を行い、指示をする側）

また、自由意見として以下の課題が挙げられた。

表 4.3.1.(2)-5：自由意見

自由意見
上級医の直接指導、手代わりの必要な状況の時に対応できない。
何の目的で行うか、何の情報を見るかなどのマニュアルやフローが必要。また、機材の置き場所などの工夫が必要。
とても有用だと思う。
懸念事項の所、適当な選択肢がなかったので「医療行為への悪影響」を選びましたが、実際の診療の場面よりも多い人数の者が見る場合もあることから、動画をに映る患者の姿への配慮、例えばできるだけ肌が見えないようにする、などの使い方指針はあるほうがよいと思う。
発信者側が困った際に対応が遅くなる可能性
場合によるが、現場での直接の監視・指導という点から見れば劣ることや危険なケースがあるとは思う。
いかに安定して情報を送受信できるかが課題
うまくいっていること前提で行われている。カメラなどの伝達がうまくいかなかった場合の対応

【考察】

運用課題のうち、最も懸念される項目としては、診察側と現場側で 70%（7/10 人）と 50%（5/10 人）が機器不具合発生時の対応。現場側では機器の保管・管理が 20%（2/10 人）、機器使用にあたっての医療行為への悪影響 20%（2/10 人）と判断している。

モニタリングする側、また現場側において、機器不具合発生時の対応は最もインパクトとなる懸念事項となっており、遠隔診療をしながら、映像が止まる等の不具合が発生した際の対応について細かな運用を検討する必要がある。もし、手術や手技の細かな指示を挙げている場合は、

中断するわけにはいかず、不具合発生時の対応のガイドラインを検討する必要があると考える。

例えば、映像が止まった際に、医師が駆けつけるのか、PHS 等の回線でやりとりするのか

また、上級が手代わりする必要が出た際など、遠隔指導における対応マニュアルは必要となる。

次に機器の保管・管理や機器使用にあたっての医療行為への悪影響が懸念事項で多く挙がっているが、本実証のように、麻酔科や内視鏡科のような単科ではなく、もっと多くの複数診療科で活用するとなるとカメラをどこに保管・管理するか、現場での医療行為で困ったときに対応がおそくなり医療行為への悪影響が起こる懸念など、細かな対策を決めないといけなくなってくる。

一方で、機器の準備や機器の性能そのもの、使いやすさについては少数の意見しかなく、本ソリューションで用いたカメラ（4K における高精細な映像）について課題となる点は運用面では少ないと考える。

テーマ 3)「自律走行ロボットでの患者移動による効率化」の検証における結果及び分析・考察

＜アンケート情報＞

対象期間　：　2023 年 1 月 21 日～2023 年 2 月 10 日

属性と人数：　看護師 8 人、技師 8 人

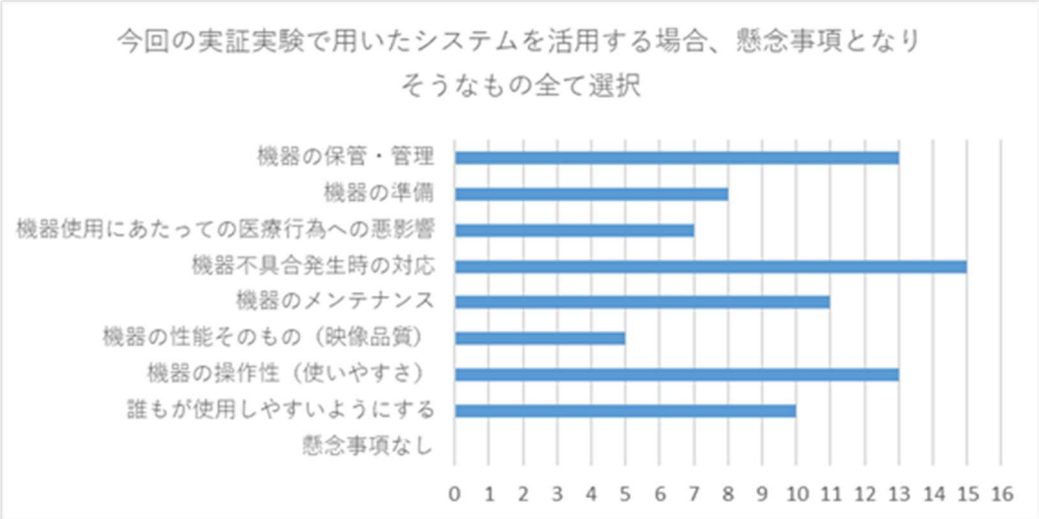


図 4. 3. 1. (2)-14：テーマ 3 における運用面の懸念事項

そのうち、懸念される 3 つを絞り込む

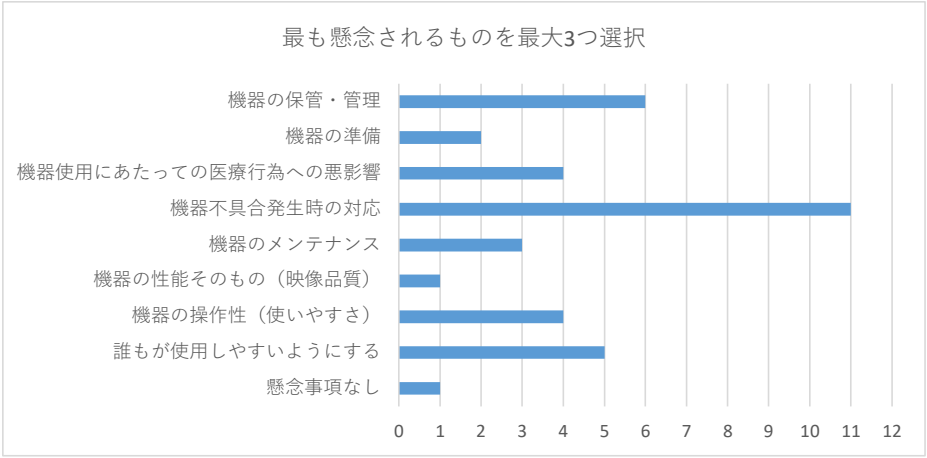


図 4. 3. 1. (2)-15：テーマ 3 における運用面の懸念される懸念事項（最大 3 つで選択）

最も懸念されるべき点を現場側とモニタリングで調査

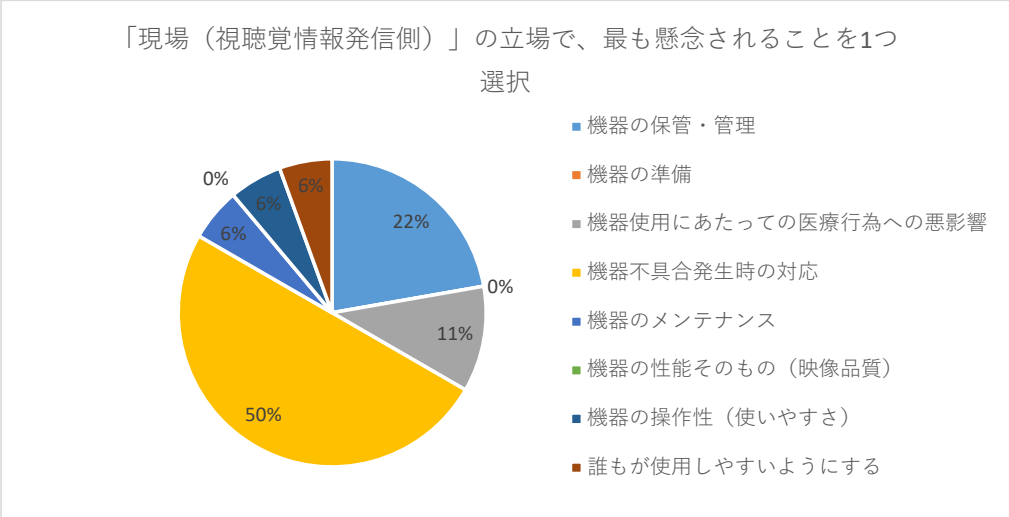


図 4.3.1.(2)-16：テーマ 3 における運用面で現場が最も懸念する事項
現場側（映像共有を行い、指示を受ける側）

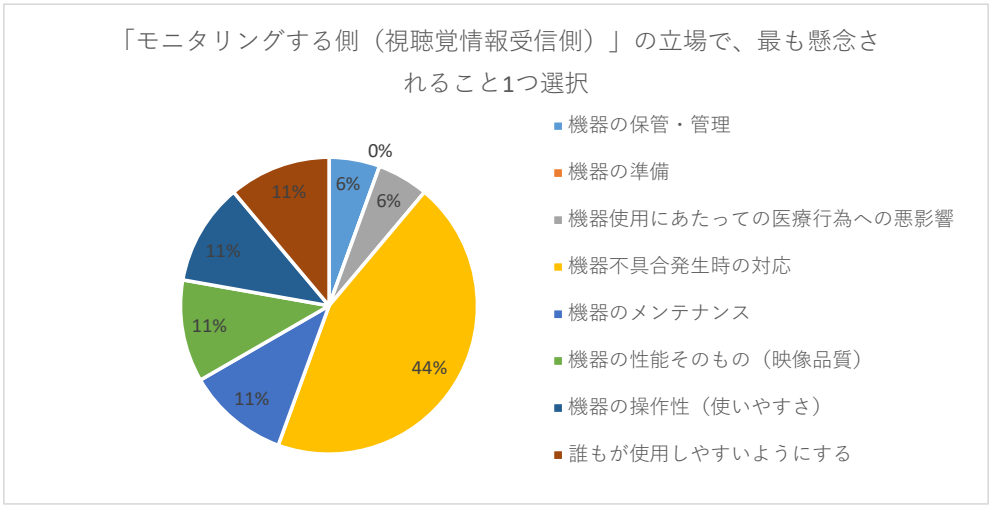


図 4.3.1.(2)-17：テーマ 3 における運用面で現場が最も懸念する事項
モニタリング側（映像共有を行い、指示をする側）

また、自由意見として以下の課題が挙げられた。

表 4.3.1.(2)-6：自由意見

自由意見
衝突などの安全面
エレベーターの操作、遠隔操作の有無、稼働先での不具合の対応
不具合の迅速な対処、搬送可能な患者の基準
患者の容態が悪化した時にすぐスタッフが駆けつけられるのか
人手不足時の搬送者の代行的役割など限定的な使い方であれば有用かもしれないが、搬送する患者の状態もかなり限定される他、エレベーター移動の場合など考慮する事項が多すぎて実際の運用は難しいように思う。
・抑制が必要な患者さんの搬送 ・検査室の前まで自走式で来ても、その検査室の前から部屋の中まで歩くことが困難な患者さんの搬送 ・搬送途中に具合が悪くなったとき（カメラでずっと見てるのは現実的に困難） ・そもそも一人でこの自走式に乗っていられるような人が、この搬送が必要なのか ・廊下にベッドや車椅子が止まっているときに、安全にその横を通り抜けることがてきるのか ・充電忘れで途中で止まったときやエラーが出たとき、どうやって知らせてくれるのか
患者さんが他の患者さんに見られて恥ずかしいなどの心的ストレスがありそうということ
充電をし忘れた場合の対応
安全に利用できる患者の状態状況の判断
廊下で患者・車いす・ベッド等とのすれ違いはどうするのか、自走式患者搬送システムのエレベーターに他の患者さんたちが何人乗れるのか（現状補助者は縦列駐車のようにEVに入り搬送時間の工夫をしているので）映像を見守る役割を誰が行うかなどが気になる。
費用対効果の検証
モニタリングする医療スタッフの教育
患者の転落防止
患者選定。理解力の不確かな患者は利用できないなど。安全性。
使用対象基準⇒軽症など。
基本的には、利益しか無いような気がする。あるとすれば、コストベネフィット次第かと思う。

【考察】

運用課題のうち、最も懸念される項目としては、診察側と現場側で 44%（8/18 人）と 50%（9/18 人）が機器不具合発生時の対応、次に 6%（1/18 人）と 22%（4/18 人）で機器の保管・管理、さらに 6%（1/18 人）と 11%（2/18 人）で機器使用にあたっての医療行為への悪影響と判断している。

モニタリングする側、また現場側において、機器不具合発生時の対応は最もインパクトとなる懸念事項となっており、通常の業務をしながら、映像が止まる、ロボットが止まる等の不具合が発生した際の対応について細かな運用を検討する必要がある。

例えば、映像が止まった際に看護師が駆けつけるのか、エレベーター等で止まった時なども含まれると推察できる。

また、次に機器の保管・管理や機器使用にあたっての医療行為への悪影響、機器のメンテナンスが懸念事項で多く挙がっているが、ロボットの管理や配置場所、充電管理、他にも、どういった患者を本ソリューションにて活用するかなど、細かな運用を決めないといけなく、加えて患者のプライバシーに配慮した対応も求められると推察する。テーマ１とテーマ２の映像共有ソリューションと違い、本テーマにおいては具体の課題点が多く挙がり、医療行為への悪影響等につながらないよう、準備～管理まで一連の運用フローを検討する必要があると推察できる。

一方で、機器の性能そのものについては課題として挙げた意見は少数の意見しかなく、ロボットに抜本的な改良が必要というわけではなく、患者搬送におけるガイドライン等のレギュレーションを決めていくことが優先度として高いと推察できる。

（3） 効果検証

機能検証、運用検証と同様に、本実証で構築する映像共有ソリューションを以下テーマ 1)～3)で活用するにあたり、各テーマで効果検証を行った。

1) 地域医療連携における映像共有による高度化･効率化
2) 遠隔医療支援による高度化･効率化
3) 自律走行ロボットでの患者移動による効率化

本実証における課題実証の目標値は 4.1.5 実証目標で述べたとおり、表 4.3.1.(3)-1 に示す。また、各テーマの目標値の算出根拠については、下記のとおり定量値を定めている（再掲）。

表 4.3.1.(3)-1 本実証テーマ別の目的・目標・検証項目（課題実証）　（再掲）

実証テーマ	項目	内容
地域医療連携における視覚情報共有による高度化･効率化	目的	搬送/転送先(初療･上り･下り)選定に係る時間の削減による救急搬送効率化
	目標値	搬送先選定に係る時間を9.18%以上削減する　※1
	検証項目例	患者側情報を正確に伝える･把握するのにかかった時間の削減効果　等
遠隔医療支援による高度化･効率化	目的	同時発生オペレーション(内視鏡検査･麻酔)の効率化による医師の働き方改革
	目標値	同時発生オペレーション(内視鏡検査･麻酔)に係る医師拘束時間を48.4%以上削減する　※2
	検証項目例	内視鏡室/手術室間移動に係る時間、1診療に係る拘束時間の削減効果　等
自律走行ロボットでの患者移動による効率化	目的	遠隔映像共有によるロボティクスにおける看護師等の負担軽減
	目標値	看護師、スタッフによる車いす等を用いた患者移動に係る稼働時間を48.4%以上削減する　※2
	検証項目例	ロボティクスにおける遠隔映像共有による安全性の確認、 車いす等を用いた患者移動に係る稼働時間の削減効果　等

テーマ１：搬送先選定～医師引渡しまでの時間が全国平均約 39.5 分に対して、川崎市平均 43 分であり、差分である 9.18%（3.5 分）の効率化を最低条件の目標値として設定した。

テーマ２、３：医師の働き方改革に伴い、時間外労働上限 C 水準 1860 時間に対して、A 水準 960 時間の削減効果 48.4%を目標値として設定した。

また、効果検証の実施にあたり、導入・維持費用及び裨益効果の検証を行うとともに、削減効果の見込まれる延べ時間数などを検証し、費用対効果を導出する定量的な分析を行った。各テーマにおける実証実験・アンケートへの参加者は、救命センター業務に関わる救急科等医師、看護師、麻酔科医師、内視鏡医師を中心に選定。アンケートを含めた参加者数については、数名から数十名を想定。アンケートについては、通常 1 回、実証実験参加者については、実証前後での調査も検討した。すべて個人を同定できない形での無記名での実施とし、結果については、今回の実証実験結果における公開のみを前提とする。なお、効果検証にあたっては、ローカル５G を活用した各ソリューションの導入効果、費用対効果の観点から、定量的な算出を前提に検討を行うものとする。

1） 検証項目

1）地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

搬送/転送先選定(初療・上り・下り)に係る時間の削減による救命救急搬送効率化の効果を検証した。

定量的な検証としては、救命救急士、各科医師、看護師（医療スタッフ）にて、模擬患者を用いた実証を行い、搬送先選定において、表 4.3.1.(3)-2 のとおり、より短時間でより少ない関与時間で、どの程度（何分）効率化できるかを検証した。目標数値としては、上記の通り、9.18%以上の搬送効率化を達成目標とした。

定性的な検証としては、ソリューションの使用感、効果、期待感につき、表 4.3.1.(3)-3 に示す項目を調査した。また、ソリューション導入による映像共有の早さ、正確さ、負担軽減、をこれまでの経験を基準として比較評価した（表 4.3.1.(3)-4)。

特に、現状のプレホスピタルにおける１対１での情報共有を、映像共有システムに置き換えたときに、より適切な救急搬送がどの程度可能となり、上り・下り搬送における救急搬送がどの程度効率化されるのかについても考察を行った。

表 4.3.1.(3)-2　搬送効率化の目標課題の評価・検証項目

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
場面設定 a（搬送前選定～救急搬送）	分	分	分
場面設定 b（上り搬送：遠隔支援）	分	分	分
場面設定 c（下り搬送：遠隔支援）	分	分	分
定量的評価検証における課題			

表 4.3.1.(3)-3　地域医療連携における映像共有に対する意見調査項目

評価項目	回答
映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（救急搬送時の使用に適しているか)	
診療効率化への寄与（業務時間また待機時間短縮に資するか)	
心理的・肉体的負担軽減への寄与	
当該システムの課題	
映像共有ソリューションへの期待	
映像共有ソリューションに期待すること：診療の質の向上、業務効率化、負担軽減等	

表 4.3.1.(3)-4 映像共有ソリューション下での広域連携による評価項目

評価項目
患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減)
映像共有ソリューションは救急搬送を改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか ・映像共有ソリューション下での救急搬送の課題

2）遠隔医療支援による高度化・効率化

同時発生オペレーションの効率化による医師の働き方にどの程度寄与するのか、内視鏡医、麻酔科医のそれぞれで検証した。

定量的な検証としては、表 4.3.1.(3)-5 のとおり、内視鏡室または手術室間の移動にかかる時間、１つの診療にかかる拘束時間を算出し、同時発生するオペレーションと比較して削減効果 48.4%を目標数値として効果検証を行った。

定性的な検証としては、内視鏡室や手術室とオペレーションルームの間で、患者の状態、治療方針・治療優先順位等、時間差なく、正確に共有でき、オペレーションの回転率向上に資するかを検証する。また、遠隔で複数の患者を同時に対応できるか検証することで、タスクシフトとして看護師や診療看護師(NP)等へ移管できるかという点でも検証した。

これらは、内視鏡医や麻酔科医、看護師（医療スタッフ）にて調査した。情報共有の早さ、正確さ、負担軽減、をこれまでの経験を基準として比較評価する（表 4.3.1.(3)-6)。また、指示を出す側、出される側でそれぞれ担当者に分けて、遠隔診療ソリューションの使用感、効果について表 4.3.1.(3)-7 に示す項目の調査を行った。

表 4.3.1.(3)-5 内視鏡医・麻酔科医の目標課題の評価・検証項目

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
内視鏡医室移動にかかる時間（内視鏡医）	分	分	分
１診療にかかる拘束時間（内視鏡医）	分	分	分
定量的評価検証における課題（内視鏡医）			
手術室間移動にかかる時間（麻酔科医）	分	分	分
１診療にかかる拘束時間（麻酔科医）	分	分	分
定量的評価検証における課題（麻酔科医）			

表 4.3.1.(3)-6 遠隔医療支援による映像共有に対する意見調査項目

評価項目	回答
映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（オペレーション向上に適しているか)	
業務効率化への寄与(若手や非資格者の起用:タスク・シフティングに資するか)	
心理的負担軽減への寄与	
当該システムの課題	
映像共有ソリューションへの期待	
映像共有ソリューションに期待すること（医療の質の向上、業務効率化、負担軽減等)	
映像共有ソリューションによる副次的効果	
実装に向けた課題	

表 4.3.1.(3)-7 遠隔医療支援による映像共有による評価項目

評価項目
患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）
遠隔診療医療は手術等のオペレーションを改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか ・遠隔診療医療における課題

3）自律走行ロボットでの患者移動による効率化

遠隔映像共有によるロボティクスにおける看護師の業務効率化の効果を検証した。

定量的な検証としては、表 4.3.1.(3)-8 のとおり、患者が片道、車いすは往復のシーンにおいて、通常の準備開始から業務完了までの時間とロボットを活用して行う完了した時間を比較計測し、より短時間でより少ない関与時間で成果が出せるか否かを調査した。削減効果 48.4%を目標数値として効果検証を行った。なお、実際に医療スタッフが移動に係る時間も記録して検証を行った。

定性的な検証としては、自律走行型ロボットの導入により、看護師の移動時間における肉体的・精神的負担が減ることを表 4.3.1.(3)-9、表 4.3.1.(3)-10 のとおり検証した。また、ロボットの自動判定等のリアルタイム性などの性能とともに、安定性・信頼性・有用性についても評価・検証した。

表 4.3.1.(3)-8 自律走行ロボットでの患者移動の目標課題の評価・検証

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
患者が片道移動	分	分	分
車いすの往復移動	分	分	分
定量的評価検証における課題			

表 4.3.1.(3)-9 看護師を対象とした自律走行ロボット及びこれを用いた診療に対する意見調査項目

評価項目	回答
自律走行ロボットの使用感、効果	
自律走行ロボットシステムの妥当性・有用性（搬送上の使用に適しているか）	
業務効率化への寄与（タスク・シフティングに資するか）	
肉体的負担軽減への寄与	
心理的負担軽減への寄与	
当該システムの課題	
自律走行ロボットへの期待	
自律走行ロボットに期待すること：業務効率化、負担軽減等	
自律走行ロボットによる副次的効果	
実装に向けた課題	

表 4.3.1.(3)-10 自律走行ロボットによる評価項目

評価項目
ロボティクスとの情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）
自律走行ロボットは患者移動のオペレーションを改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか ・自律走行ロボット導入における課題

2） 検証方法

上記 1）～3）の場面設定における評価項目につき、以下の如く評価、検証した。できるだけ定量的に計測できるものは計測し、定性的内容はスコア化するなどして、ソリューション導入による変化を傾向的に把握できることを目指す。また、今後の機能向上のために、足りない点、改善した方が良い点までヒアリングなどで追加確認する等を行い、例えば、負担を感じる点は何か、どうすれば負担が小さくできるかといった点で取りまとめた。

1）地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

定量的な評価においては、表 4.3.1.(3)-2 に挙げた項目につき、典型的な重症多発外傷症例における救急搬送を想定して従来型(1 対 1)と視覚共有型(本実証)を比較した。通常の救急搬送のデータについては、実際の救急搬送記録の時間経過記録からのデータを算出、収集した。視覚共有型については、映像共有ソリューションを用いた救急搬送を行い、データを算出、収集した。これにより、削減効果を定量的に算出し、効果検証を行った。表 4.3.1.(3)-11 に示す。

定性的な評価においては、この模擬患者における視覚共有型救急搬送を表 4.3.1.(3)-3,4 に挙げた項目につきアンケート調査を行った。アンケート調査では、各項目をスコア化した回答とともに、具体的なコメントも得る。表 4.3.1.(3)-12、表 4.3.1.(3)-13,14 にアンケートの内容を提示した。

表 4.3.1.(3)-11　地域医療連携における搬送効率化の検証と回答結果（イメージ）

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
場面設定 a（搬送前選定～救急搬送）	分	分	分
場面設定 b（上り搬送：遠隔支援）	分	分	分
場面設定 c（下り搬送：遠隔支援）	分	分	分
定量的評価検証における課題	自由記述	自由記述	自由記述

表 4.3.1.(3)-12 地域医療連携における映像共有に対するアンケート調査項目と回答方式

評価項目	回答方式
映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（救急搬送時の使用に適しているか）	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
診療効率化への寄与 ・業務時間短縮に資するか ・待機時間短縮に資するか	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）

心理的・肉体的負担軽減への寄与	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
当該ソリューションの課題	具体的意見をコメントとして記載
映像共有への期待	
映像共有に期待すること	医療の質の向上、業務効率化、負担軽減等から選択（複数可、不選択可） このうち最も期待するものを一つ選択

表 4.3.1.(3)-13 映像共有ソリューション下での広域連携によるアンケート調査

アンケート調査	回答方式	回答方式
評価項目	三次救急 or 二次救急→消防車	三次救急→救急
患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）	5 段階（1:悪い、3:変わらない、5:良い）	5 段階（1:悪い、3:変わらない、5:良い）

表 4.3.1.(3)-14 映像共有ソリューション下での広域連携によるアンケート調査 2

救命救急スタッフを対象としたアンケート調査	回答方式
映像共有は救急搬送効率化を改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか	5 段階 （1:全く同意できない、3:わからない、5:全く同意する）
映像共有下での広域連携の課題	具体的意見をコメントとして記載

2）遠隔医療支援による高度化・効率化

定量的な評価においては、表 4.3.1.(3)-5 に挙げた項目につき、移動時間に係る時間また 1 診療にかかる拘束時間を実際の検証結果（時間）を比較して削減効果の検証を行った。表 4.3.1.(3)-15 に示す。

定性的な評価においては、表 4.3.1.(3)-6,7 に挙げた評価項目につき、アンケート調査を行った。医師や看護師を対象として、実際の現場と比較して遠隔診療によってオペレーションの回転率が向上するか比較するとともに、タスクシフトに関して、医療スタッフに求められる経験年数やスキル等について実際に指導しながら移行できるか比較する形で検証を行った。表 4.3.1.(3)-16、表 4.3.1.(3)-17、4.3.1.(3)-18 に示す。

表 4.3.1.(3)-15 内視鏡医・麻酔科医の目標課題の評価・検証と回答結果（イメージ）

	想定時間 （実データ）	実証結果	差分
内視鏡医室移動にかかる時間（内視鏡医）	分	分	分
1 診療にかかる拘束時間（内視鏡医）	分	分	分
定量的評価検証における課題（内視鏡医）	自由記述	自由記述	自由記述
手術室間移動にかかる時間（麻酔科医）	分	分	分
1 診療にかかる拘束時間（麻酔科医）	分	分	分
定量的評価検証における課題（麻酔科医）	自由記述	自由記述	自由記述

表 4.3.1.(3)-16 遠隔診療における搬送関連スタッフを対象とした意見調査項目

評価項目	回答方式
映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（オペレーション向上に適しているか）	5 段階 （1:悪い、3:どちらともいえない、5:良い）
業務効率化への寄与（タスク・シフティングに資するか） ・診療担当者数の削減は可能か ・診療担当者の経験年数の低下は可能か ・診療担当者の非資格保持者への移行は可能か	5 段階 （1:全く可能と思わない、3:わからない、5:全く可能と思う）
心理的負担軽減への寄与	5 段階 （1:悪い、3:変わらない、5:良い）
当該ソリューションの課題	具体的意見をコメントで記載
遠隔診療時の映像共有への期待	
映像共有ソリューションがないことによる問題の経験	ある、ない
映像共有ソリューションに期待すること	医療の質の向上、業務効率化、負担軽減等から選択（複数可、不選択可） このうち最も期待するものを一つ選択
映像共有ソリューションによる副次的効果	スタッフの有効活用、時間の有効活用等から選択（複数可、不選択可）
実装に向けた課題	具体的意見をコメントで記載

表 4.3.1.(3)-17 映像共有ソリューション下での遠隔診療によるアンケート調査

アンケート調査	回答方式	回答方式
評価項目	内視鏡医	麻酔科医
患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）	5 段階 （1:悪い、3:変わらない、5:良い）	5 段階 （1:悪い、3:変わらない、5:良い）

表 4.3.1.(3)-18 映像共有ソリューション下での遠隔診療におけるアンケート調査 2

評価項目	回答方式
映像共有は遠隔診療を改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか	5 段階 （1:全く同意できない、3:わからない、5:全く同意する）
映像共有下での遠隔診療の課題	具体的意見をコメントとして記載

3）自律走行ロボットでの患者移動による効率化

定量的な評価においては、表 4.3.1.(3)-8 に挙げた項目につき、準備から作業完了までのプロセスにおいて、自律走行型ロボットの導入した場合と、通常の現場で業務した場合の稼働にかかる時間を比較して、削減効果の効果検証を行った。表 4.3.1.(3)-19 に示す。

定性的な評価においては、肉体体負担軽減や心理的負担軽減等の評価を行うとともに、機器設置による医療行為への影響、システム利用に際して不明瞭時の解決性、操作の容易性、不具合時の対応の明確性など、総合的に看護師の負担軽減につながっているか効果を検証した。（表 4.3.1.(3)-20、表 4.3.1.(3)-21、表 4.3.1.(3)-22）。

表 4.3.1.(3)-19 自律走行ロボットでの患者移動の目標課題の評価・検証

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
患者が片道移動	分	分	分
車いすの往復移動	分	分	分
定量的評価検証における課題			

表 4.3.1.(3)-20 看護師を対象とした自律走行ロボット及びこれを用いた診療に対する意見調査項目

評価項目	対象
自律走行ロボットの使用感、効果	
自律走行ロボットシステムの妥当性・有用性（搬送上の使用に適しているか）	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
業務効率化への寄与（タスク・シフティングに資するか）	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
肉体的負担軽減への寄与	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
心理的負担軽減への寄与	5 段階 （1:悪い、3:どちらでもない、5:良い）
当該システムの課題	具体的意見をコメントとして記載
自律走行ロボットへの期待	
自律走行ロボットに期待すること	業務効率化、負担軽減等から選択（複数可、不選択可） このうち最も期待するものを一つ選択
自律走行ロボットによる副次的効果	スタッフの有効活用、時間の有効活用等から選択（複数可、不選択可）
実装に向けた課題	具体的意見をコメントで記載

表 4.3.1.(3)-21 映像共有ソリューション下での自律走行ロボットによるアンケート調査

アンケート調査	回答方式
評価項目	看護師
ロボティクスとの情報共有（早さ/安定性/信頼性）	5 段階 （1:悪い、3:変わらない、5:良い）

表 4.3.1.(3)-22 自律走行ロボットにおけるアンケート調査

評価項目	回答方式
自律走行ロボットは患者移動業務を改善させるか ・より迅速なマネージメントを可能とするか ・より適切なマネージメントを可能とするか ・より少ない人員での診察を可能とするか	5 段階 （1:全く同意できない、3:わからない、5:全く同意する）
視覚情報共有下での自律走行ロボットの課題	具体的意見をコメントとして記載

3） 検証結果及び考察

テーマ 1)「地域医療連携における映像共有による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

本テーマにおいては、搬送先選定～医師引渡しまでの時間の効率化を目標として行い、救急隊-三次病院と三次救急病院-二次救急病院の広域連携において評価を行った。場面設定 c の下り搬送においては、上り搬送と同じく、転院調整の行為は同じ流れとして、評価対象を転院調整と踏襲するかたちとした。実データとの比較については、可能な限り実環境と近いと想定できる状況で検証するため、患者の状態を映像共有で本ソリューションを確認し、患者の診療情報共有はクラウド上にある共有の診療記録を活用（連携）したことで、を活用（連携）したことで、今後の実装に近い実環境で検証を行うことができた。

表 4.3.1.(3)-23 地域医療連携における搬送効率化の検証と回答結果

	想定時間（実データ）	実証結果	差分
場面設定 a（搬送前選定～救急搬送：搬送先病院選定）	平均 21 分	8 分 30 秒	12 分 30 秒
場面設定 b（転院調整：遠隔支援）	平均 36 分	10 分 30 分	25 分
定量的評価検証における課題	場面設定 b において、転院受入決定担当者（担当科、担当医師）と連絡がとれない等の不確定要素の時間が含まれている	場面設定 b において、転院受入決定担当者が（担当科、担当医師）そのまま指示を出す想定で実証を行っている	

・場面設定 a（搬送前選定～救急搬送）

本場面において、映像・診療記録共有共有ソリューションを用いることで効率化できる場面は、救急隊が搬送先病院選定を電話で行っている場面であり、そこを本ソリューション導入によりどの程度効率化できるかを実証結果と比較した。

想定時間（実データ）については、2021 年 6 月～2022 年 6 月の 1 年間に、聖マリへ搬送された救急疾患において、現場到着から搬送開始まで、5762 件を対象に平均 21 分（最短 8 分、最長 23 分）となっている。

実証では、広域連携（救急車・二次救急・三次救急）により一度に複数の搬送候補施設で、・映像・診療記録情報をできたことで、転院調整は診療開始から搬送先決定まで 8 分 30 秒で行えた。よって、実際の救急隊による搬送先選定においても、同様の映像・診療記録の手段が応用可能であり、その差分の 12 分 30 秒が今回の実証において削減できた効果であると考える。従って、目標としている 3.5 分の削減は達成したと考える。

・場面設定 b および c（上り・下り搬送）

本場面において、映像・診療記録の共有ソリューションを用いることで効率化できる場面は、三次救急にいる指導医が転院を指示する場面であり、どの程度効率化できるか実証結果と比較した。

想定時間（実データ）については、1 年間のうち 970 症例の転院調整データであり、転院調整の対象は 149 か所となる（転院調整先は川崎北部だけでなく、神奈川県、東京都、千葉県など広範囲での調整が必要であった）。このうち、電話を 1370 回かけており、転院先の決定まで最多で 32 か所の病院へ電話をかけることがあり、転院調整の開始を決定してから、転院先が決定するまで、平均 36 分。最短では 5 分で決定したものの、最長では 300 分かかった症例もあった。

実証結果については、広域連携（救急車・二次救急・三次救急）により複数の搬送候補施設で、映像・診療記録の情報を共有できたことで、病院間の転院調整が診療開始の時間も含めて転院決定まで約 10 分 30 秒の時間で転院先（転院調整から決定までは約 3 分：最速）が決定できた。よって、転院調整においても、同様の映像・診療情報の共有手段が応用可能であり、その差分の約 25 分が今回の実証において削減できる効果であると考える。転院搬送の場合は、転院受入決定担当者（担当科、担当医師）と連絡がとれない、救急搬送車両の到着確認等の、現場の状況によって状況が変わる不確定な要素があるものの、一定の削減効果があると考える。

また、本ソリューションで他に期待できる点として、300 分を超える搬送困難事例がなくなり、不要な転院搬送が減る（本来転院搬送しなくていい軽傷な患者が搬送されない）ことである。電話の代わりに、この映像・診療記録情報の共有ソリューションによって複数の医療機関が一度に患者の情報を共有できるようになることで、何度も電話することもなくなり、かつ、患者の状態が経過観察できることで、情報の陳腐化がなくなり、三次救急における高度な医療が効果的に医療提供できるようになる。

【考察】

本実証を終えて、搬送先選定において 12 分 30 秒の削減効果が期待でき、3.5 分削減目標はクリアできていると考える。さらに、転院選定においても、約 25 分程度の時間短縮の削減効果が見込まれる。特に、搬送困難事例の減少や適切な転院選定を行えるソリューションとして潜在的な期待効果が大きい結果を得ることができた。

また、本ソリューションの広域連携（救急車・二次救急・三次救急）により複数の搬送候補施設で一度に情報共有（複数回の電話をかけなくてよくなる）できたことで、上記以外の他の潜在的な削減効果として以下の２点が考えられる。

①　救急隊⇒３次救急への連絡回数の削減（平均現場滞在時間の削減効果）

本ソリューションの導入によって､救急現場からの１度目の連絡で搬送先が決まることで、現状の複数回の電話で搬送先が決定されることはなくなり、その分の救急隊の現場滞在時間も短くなると考える。

それについて、重症例を応需できる病院が少なく現場滞在時間が長くなる傾向にあるが、三次次救急に限定したデータを参考に現場滞在時間の削減効果について結果をまとめた。参考としたデータは、令和 4 年に 3 回以内ので電話で搬送先が決定した 2653 件を対象に、三次救急で病院への連絡回数の平均現場滞在時間を算出し、1 回も断られ無し（最初の電話で行き先決定）は 1 回、2 回目で決まれば 2 回、3 回目で決まれば 3 回として、下記の通り、平均滞在時間を算出した。

1 回　18:53 分　2,283 件
2 回　26:50 分　　279 件
3 回　34:19 分　　91 件

1 回目の電話で行き先の病院が決まること（あるべき姿）とすると、平均現場滞在時間は 18 分 53 秒（≒19 分）となり、病院選定に困らなかった時の､「普通の現場活動時間」となる。また、1 回搬送を断られることで、2 回 27 分-1 回 19 分＝8 分が無駄になり、2 回断られると、34 分-27 分＝7 分がさらに無駄になる。つまり、電話を 1 回かけなおすごとに約 7 分から 8 分の時間が失われるといえる。病院選定を初回で完結できる本ソリューションでは、上記を参考にすると、279 件×8 分＝2232 分/年間、91 件×（8＋7）＝1365 分/年間、合計で 2232 分+1365 分＝3597 分/年間の現場滞在時間を削減できると見込める。

② 転院決定から出発するまでに時間

実際の医療現場では、場面設定 b（転院先の決定）後に救急車で搬送するが、患者が病院を出発するまでには、場面設定 b で用いたデータでは、平均 71 分、中央値 46 分が経過しており、その中で「紹介状作成、画像情報 CD-R 作成、移動手段の調整等」にかかる時間が負荷となっている。場面設定 b の時間も合計すると、転院決定から病院出発には平均 104 分、中央値 85 分、最長では 315 分が経過しており、この間は医療機関の ER に患者が滞在しており、言い換えれば、患者が搬送されないので、ER で次の症例の患者を応需できなくなっている。

本実証において、患者の診療記録と画像情報が共有されることによって、電話をかける手間が削減され、経過記録を紹介状へ転記し、画像情報を CD-R へ落とし込む時間も含めて短縮され、早く転院搬送することができる。これにより、ER の稼働率も上がり、救命救急全体の稼働率向上に非常に大きな期待があると考える。

以上のことから、電話でのやりとりが主となる現場においては、映像共有ソリューショ

ンに置き換わり、一度で搬送先選定や転院調整ができるようになることで、2 回や 3 回と電話での調整がなくなり搬送困難事例や不要な転院搬送が減少する。また転院調整における紹介状等の作成作業も削減され、更に救急現場での滞在時間削減にも貢献できる可能性があるため、救急搬送における病院選定から医療機関における救急医療の提供までの一連の行為において削減効果があり、その影響範囲はとても大きくなる見込みの結果となった。

また、テーマ 1）において、課題実証に参加した医師、看護師等に対し、それぞれからアンケート調査を行い、結果をもとに考察を行った。

アンケートにおける調査についての情報（実施日時、対象者（回答者の属性、人数））はそれぞれのテーマ毎に記載した。

＜アンケート情報＞

対象期間　：　2023 年 1 月 21 日～2023 年 2 月 10 日

属性と人数：　医師 2 人、救急救命士 2 人、救急隊 2 人、事務 1 人

【結果】

項目別：

映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（救急搬送時の使用に適しているか）	

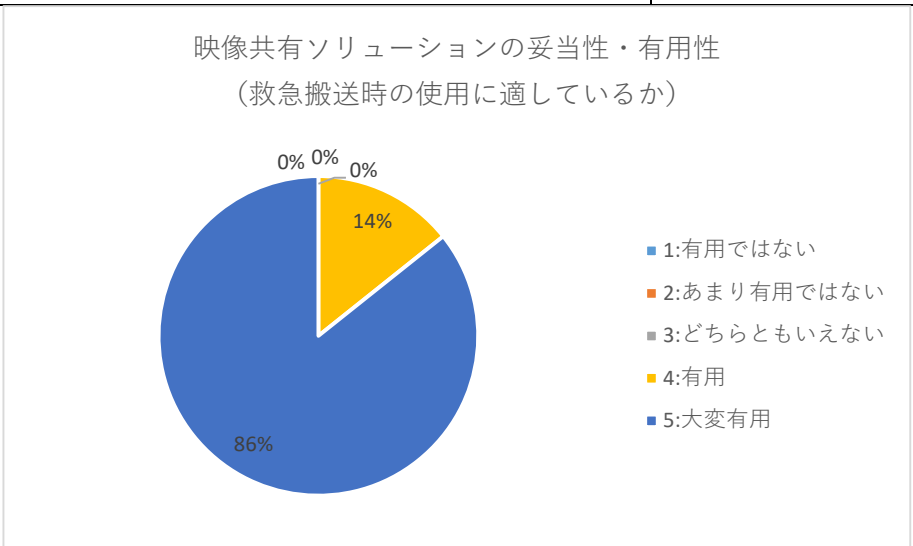


図 4.3.1.(3)-1：映像共有ソリューションの妥当性・有用性

映像共有ソリューションの使用感、効果	
診療効率化への寄与（業務時間また待機時間短縮に資するか）	

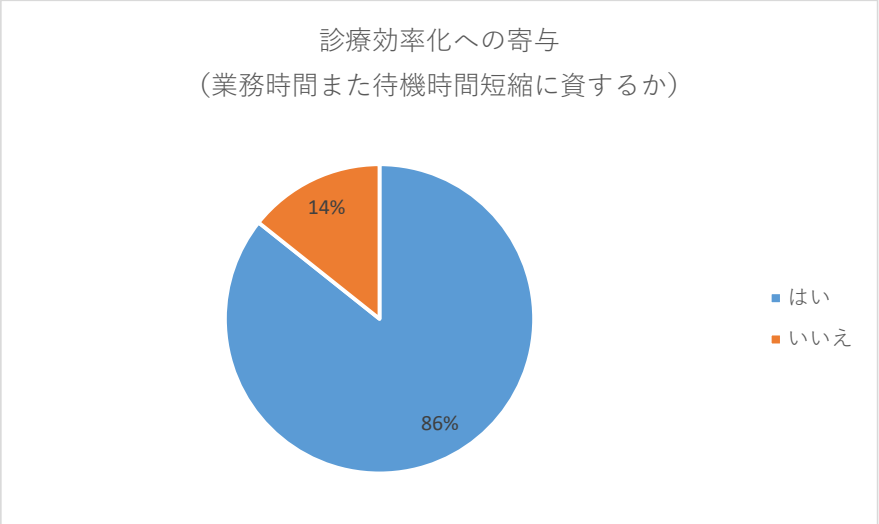


図 4.3.1.(3)-2：診療効率化への寄与

映像共有ソリューションの使用感、効果	
心理的・肉体的負担軽減への寄与	

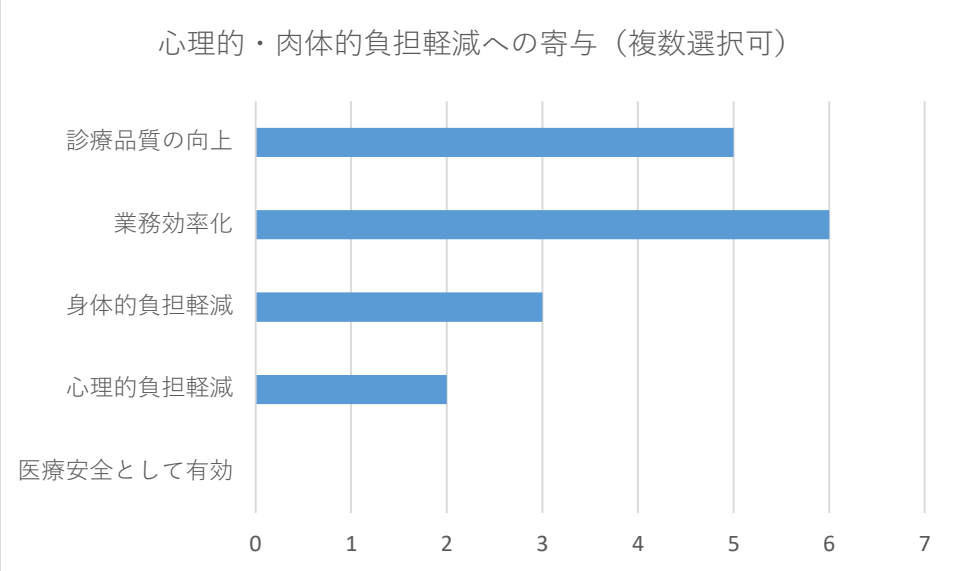


図 4.3.1.(3)-3：心理的・肉体的負担軽減への寄与

映像共有ソリューションへの期待	
映像共有ソリューションに期待すること：診療の質の向上、業務効率化、負担軽減等	

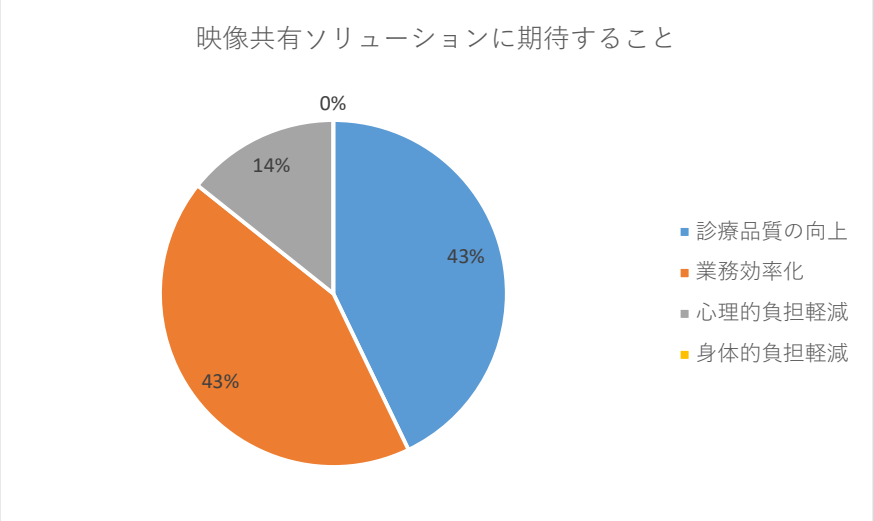


図 4.3.1.(3)-4：映像共有ソリューションに期待すること

項目別：

評価項目
【病院】患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）

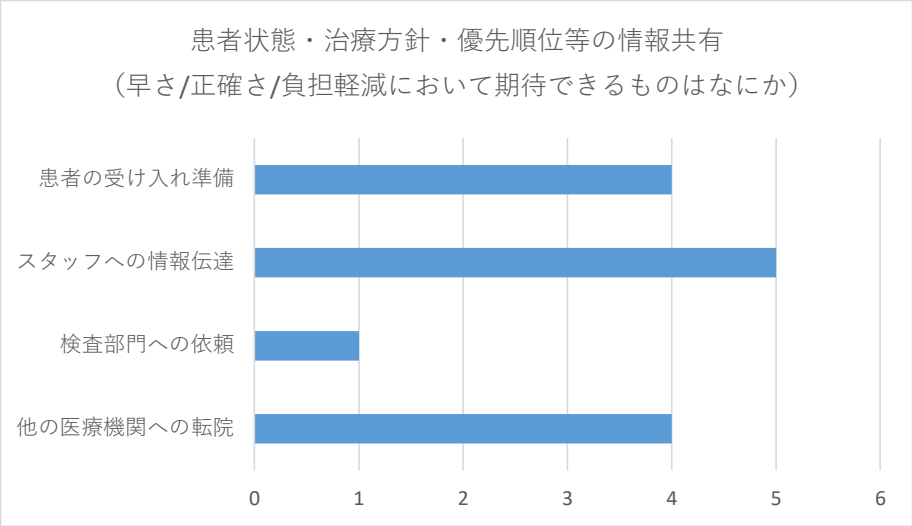


図 4.3.1.(3)-5：患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有

評価項目
【救急隊】患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）

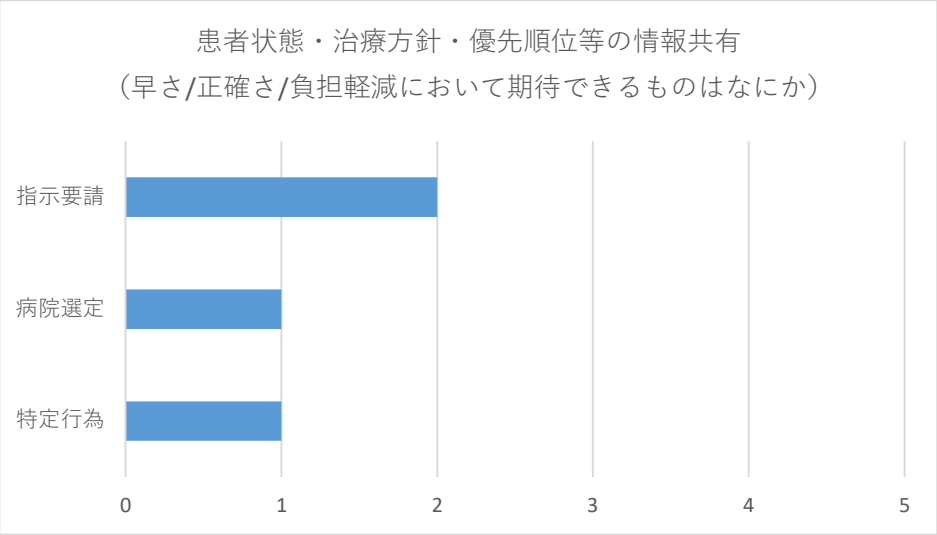


図 4.3.1.(3)-6：患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有

評価項目
映像共有ソリューションは救急搬送を改善させるか

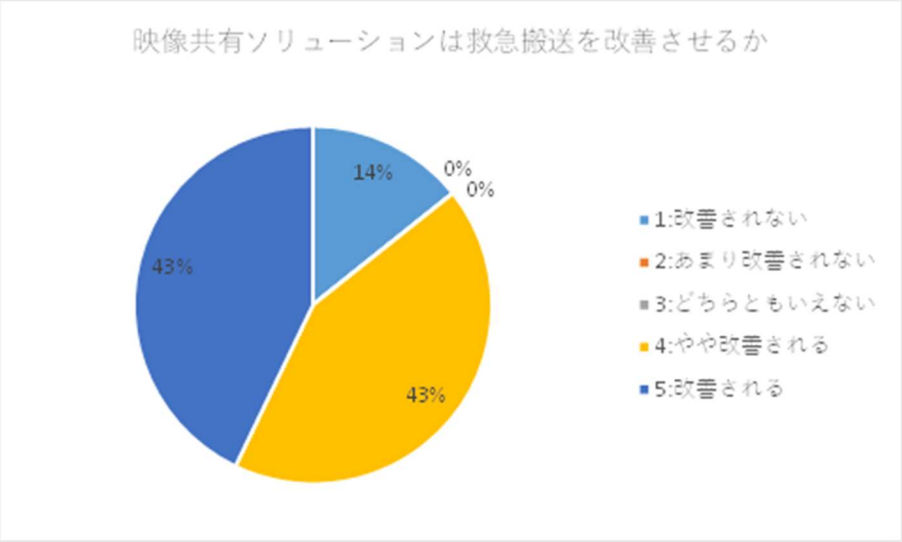


図 4.3.1.(3)-7：映像共有ソリューションは救急搬送を改善させるか

評価項目
映像共有ソリューション下での救急搬送の課題 ないし、当該システムの課題

表 4.3.1.(3)-24　自由意見

映像共有下での広域連携の課題
ネットワーク問題や機器不具合問題
各病院、各部署で機器の使用についての共有
人員の確保
さらに安定した電波状況が必要。
視覚情報提供側・受信側の両者がお互いを把握して配信する必要がある（受信側にどう見えているのかを理解して提供する必要性など）。
情報共有ツールが耳に負担がかかる構造であり、重量など機器の性能の改善が望まれる。 導入できる範囲が広いほど有用だが、消防と地域の病院にはそれぞれ異なるニーズがあるため、汎用性の高い製品化が求められると思う。
カメラで撮影する個人情報の扱いを整理することが課題
見える化された分の検証と効果がどれくらいあるのかがまさに課題だと思う。 見える事での心理的効果はあるかと想像できるが、診察にそれぐらいの費用対効果があるかかと思う。

【考察】

効果検証のうち、本実証の妥当性や有用性については、100%であり、診療効率化への寄与（業務時間また待機時間短縮に資するか）については、86%であり、本ソリューションの効果として、業務効率化や診療品質の向上、心理的・心理的負担軽減とつづいており、期待する項目も同じ傾向のため、救急現場でのニーズを捉えているソリューションと考える。また、妥当性や有用性に関しては、有用ではないという反対の意見が上がらなかった。これについては、映像共有ソリューションが救命救急の現場において、高い評価を得た結果となっている。

映像共有ソリューション下での広域連携による救急搬送（情報共有）においては、患者の受け入れ準備、スタッフへの情報伝達、 他の医療機関への転院について、早さ/正確さ/負担軽減の面で効果があるとし、他に検査部門への依頼といった救急搬送後の連携においても効果があるとして、救急隊も指示要請や病院選定で効果があるとし、プレホスピタル全体の医療業務において様々な効果があると推察できる。

また、本ソリューションが救急搬送を改善させるとする意見は、86%が改善するとし、改善されないという反対意見が挙がらなかった。

いくつかシステムについての課題があがったものの、ソリューションを使用する上で、途切れない電波環境の構築や不具合対応、カメラに映りこむ個人情報の問題、またカメラ装着側とモニタリングする側の連携等、運用に関する意見が多く、これらはガイドラインなどで対応しつつ、本ソリューションの映像を共有する効果としては、その妥当性・有用性ないし救急搬送の現場を改善するものとして高い期待が持てる結果となった。

テーマ 2)「遠隔医療支援による高度化・効率化」の検証における結果及び分析・考察

本テーマにおいては、同時発生オペレーションの効率化による医師の働き方改革を目標として行い、内視鏡医、麻酔科医のそれぞれで移動時間に係る時間また１診療にかかる拘束時間を実証結果（時間）と比較して削減効果の検証を行った。移動に係る時間については、内視鏡医は、検査開始の連絡を受けて検査室へ向かい終了後医局へ戻ってくると想定し、麻酔科医は、手術室付近の待機所で麻酔導入開始の連絡を受けてから手術室へ向かい手術終了後待機室まで戻ってくる想定として評価を行った。

表 4.3.1.(3)-25 内視鏡医・麻酔科医の目標課題の評価・検証と回答結果

	想定時間 （実データ）	実証結果	差分
内視鏡医室移動にかかる時間（内視鏡医）	10 分 （片道 5 分）	0 分	10 分
１診療にかかる拘束時間：(内視鏡医) 括弧内は移動を含めた差分	35 分 （45 分）	11 分	24 分 （34 分）
定量的評価検証における課題（内視鏡医）	検査内容や患者状態により、実際の拘束時間はさまざまであり、待ち時間等含め、あらゆるパターンで検証できているわけではない。今回は、比較的頻度の高い処置の加わった検査を想定した。いずれにせよ最短の拘束時間となるので、長引く検査ほど削減効果は大きい。	医局で仕事をしている際に呼ばれ、検査室へ移動、医局での元の仕事に戻れるまでの時間を拘束時間としている。実際には病棟業務など、複数のパターンがあり得るが、いずれにせよ、移動は最短時間となる。検査用の格好への着替えや手指洗浄消毒等の時間は含んでいない。	拘束時間の差分は、他の非診療業務も含めた様々な業務に充てられるが、実際の生産性向上の度合いは、想定する業務により､違ってくる。＊１ ある業務の中断後の再開時の生産性の回復には時間では測りきれない要素が含まれている。＊２
手術室間移動にかかる時間（麻酔科医）	4 分	0 分	4 分

	想定時間 （実データ）	実証結果	差分
	（片道 2 分）		
1 診療にかかる拘束時間：（麻酔科医）	130 分 （134 分）	40 分	90 分 （94 分）
定量的評価検証における課題（麻酔科医）	手術内容や患者の状態により、実際の拘束時間はさまざまであり、待ち時間等含め、あらゆるパターンで検証できているわけではない：今回は麻酔導入時に若手では対応困難な軽度のトラブルのある症例で検証。導入 30 分、手術時間 90 分、終了業務 10 分、とした。どのようなパターンにせよ、最短の拘束時間となるので、長引く手術ほど削減効果は大きい。	手術室近辺に待機していることから移動時間は少ないものの、本ソリューション導入により医局にいながら他の業務をすることが可能となる。手術室近辺にいる場合、既に着替えている為、着替え等の時間は含む必要はない。	拘束時間の差分は、他の非診療業務も含めた様々な業務に充てられるが、実際の生産性向上の度合いは、想定する業務により、違ってくる。＊1 ある業務の中断後の再開時の生産性の回復には時間では測りきれない要素が含まれている。＊2

【考察】

映像共有ソリューションの導入により、拘束時間における削減率は、検査準備・麻酔導入時間から含めると、内視鏡医で 75.6%（34/45 分）、麻酔科医で 70.1%（94/134 分）であった。削減目標においては約 48.4%に対して目標達成できる水準である。手術については、長引く手術であれば、より拘束時間が短くなることが予想できる。

内視鏡医にせよ、麻酔医にせよ、現場を離れることで、他の検査室・手術室への同時関与が可能となるだけでなく、遠隔会議を含めた院内事務的作業や、大学病院の場合には、講義資料作成などの教育業務、論文作成や学会発表準備などの研究業務もあり得る。当然のことながら、複数の診療場面（複数の検査室、手術室、病棟、外来、など）に関与できることは、同時に複数の部屋で行われている診療を進めることにつながり、複数の場所での、部屋やスタッフの効率的活用につながる。

また、呼び出しにより移動（往復）を伴い、作業が一度中断することによる生産性の低下は、集中力を要する業務であれば顕著であり、再び元の集中力で作業に取り組むことができるようになるには、一定の時間がかかる。複数回呼びだされることがあれば、現場での待ち時間による時間消費だけでなく、中断による作業効率低下も相まって、生産性は著しく下がる。しかし、遠隔での呼び出しによる対応であれば、移動はなく、必要なタイミングで必要な時間のみの関与で済むため、待ち時間もなく、関与時間が最短となり、生産性の低下も最小で済むこととなる。そのため、上級医にとっても、集中しやすい環境が構築できるため、自身の働き方改革に資するソリューションとしての期待は大きいと考えられる。

また、テーマ 2）において、課題実証に参加した医師、看護師等に対し、それぞれからアンケート調査を行い、結果をもとに考察を行った。

アンケートにおける調査についての情報（実施日時、対象者（回答者の属性、人数））はそれぞれのテーマ毎に記載した。

＜アンケート情報＞

対象期間　：　2023 年 1 月 21 日～2023 年 2 月 10 日

属性と人数：　医師 8 人、看護師 1 人、技師 1 人

【結果】

項目別：

映像共有ソリューションの使用感、効果	
映像共有ソリューションの妥当性・有用性（オペレーション向上に適しているか）	

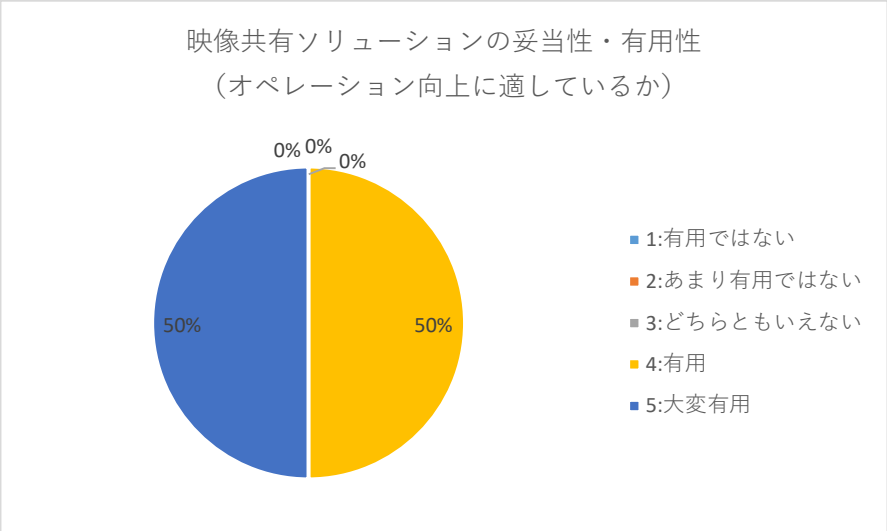


図 4.3.1.(3)-8：映像共有ソリューションの妥当性・有用性

映像共有ソリューションの使用感、効果	
診療効率化への寄与（業務時間また待機時間短縮に資するか）	

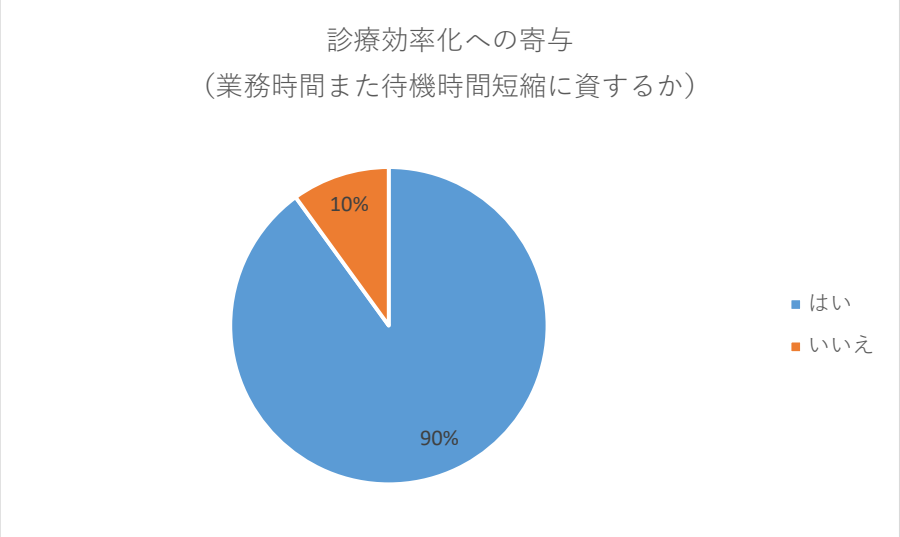


図 4.3.1.(3)-9：診療効率化への寄与

映像共有ソリューションの使用感、効果	
心理的・肉体的負担軽減への寄与	

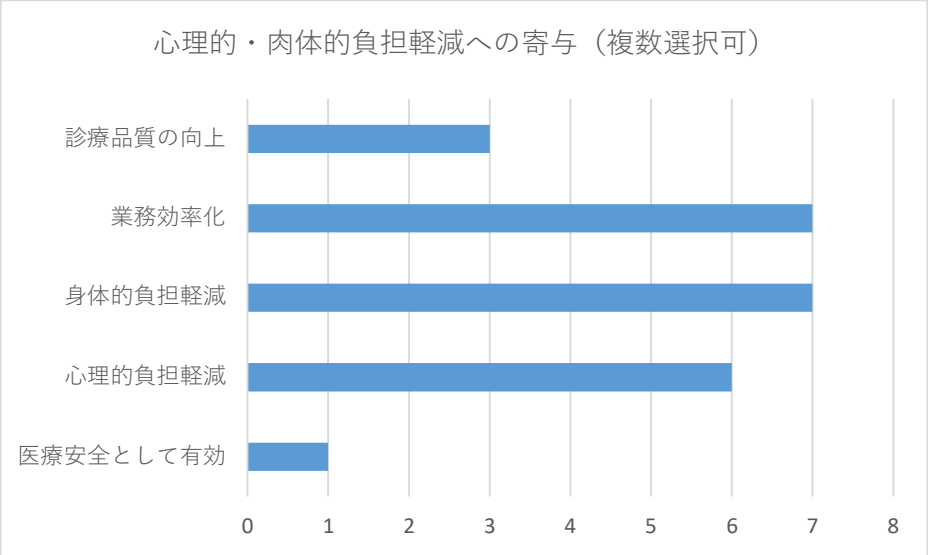


図 4.3.1.(3)-10：心理的・肉体的負担軽減への寄与

映像共有ソリューションへの期待	
映像共有ソリューションに期待すること：診療の質の向上、業務効率化、負担軽減等	

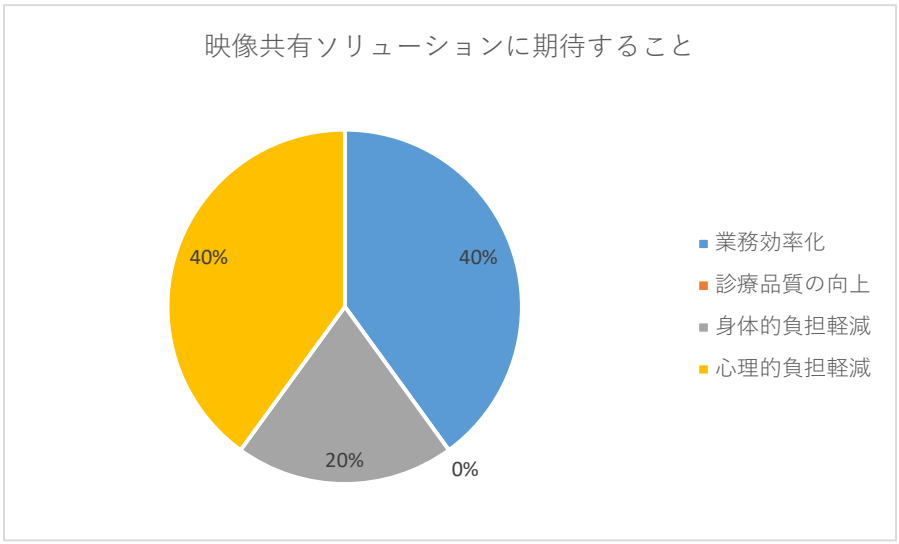


図 4.3.1.(3)-11：映像共有ソリューションに期待すること

映像共有ソリューションへの期待
映像共有ソリューションによる副次的効果：スタッフの有効活用、時間の有効活用等

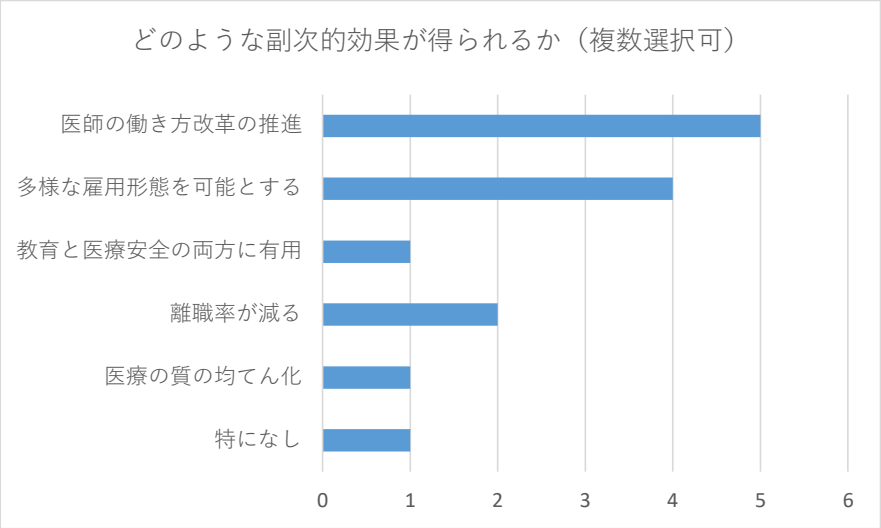


図 4.3.1.(3)-12：映像共有ソリューションによる副次的効果

項目別：

評価項目
患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）

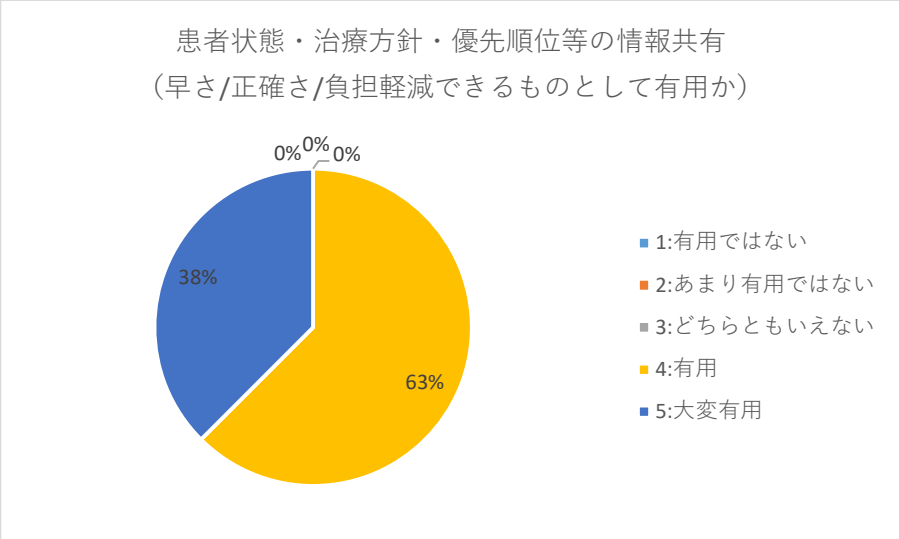


図 4.3.1.(3)-13：患者状態・治療方針・優先順位等の情報共有

評価項目
遠隔診療医療は手術等のオペレーションを改善させるか

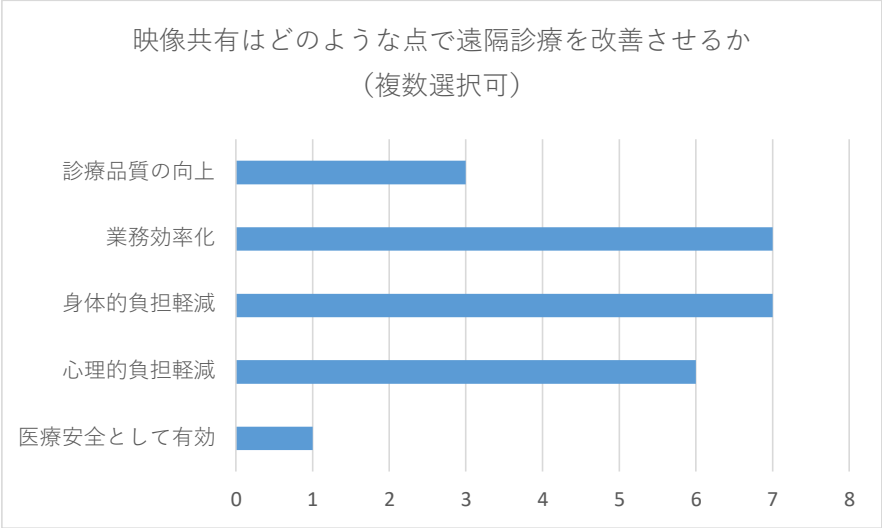


図 4.3.1.(3)-14：遠隔診療医療は手術等のオペレーションを改善させるか

評価項目
遠隔診療医療における課題　ないし、当該システムの課題

自由意見
上級医の直接指導、手代わりの必要な状況の時に対応できない。
何の目的で行うか、何の情報を見るかなどのマニュアルやフローが必要。また、機材の置き場所などの工夫が必要。
とても有用だと思う。
懸念事項の所、適当な選択肢がなかったので「医療行為への悪影響」を選びましたが、実際の診療の場面よりも多い人数の者が見る場合もあることから、動画をに映る患者の姿への配慮、例えばできるだけ肌が見えないようにする、などの使い方指針はあるほうがよいと思う。
発信者側が困った際に対応が遅くなる可能性
場合によるが、現場での直接の監視・指導という点から見れば劣ることや危険なケースがあるとは思う。
いかに安定して情報を送受信できるかが課題
うまくいっていること前提で行われている。カメラなどの伝達がうまくいかなかった場合の対応

表 4.3.1.(3)-26：自由意見

【考察】

効果検証のうち、本実証の妥当性や有用性については、100%であり、診療効率化への寄与（業務時間また待機時間短縮に資するか）については、90%であり、本ソリューションの効果として、業務効率化、身体的負担軽減、診療品質の向上とつづいており、期待する項目も同じ傾向のため、診療現場でのニーズを捉えているソリューションと考える。

副次的効果として、医師の働き方改革の推進、多様な雇用形態を可能とするが主な意見として挙がっており、他に教育と医療安全に有用として離職率が減るといった意見も上がった。上級医が現場に対してリモートによって関わることで、医療業務の業務効率化だけでなく、本人の働き方改革や若手医師への指導含めた教育といった副次的に様々な効果があるとし、40%（映像共有ソリューションに期待することより）の方から効率化 できるという回答が得ており、期待感が高いと考えられる。

また、妥当性や有用性に関しては、有用ではないという反対の意見が上がらなかった。これについては、映像共有ソリューションが内視鏡や麻酔（手術）の現場において、高い評価を得た結果となっている。

映像共有ソリューション下での遠隔診療における情報共有においては、有用と評価されており（否定的な意見は出ず)、身体的・心理的負担軽減や業務効率化で改善するとして、遠隔診療を用いた麻酔科医や内視鏡医の業務において様々な効果があると推察できる。

また、いくつかシステムについての課題があがったものの、ソリューションを使用する上で、上級医の対応やマニュアルフローの取り決め、機材の置き場など運用に関する意見が多く、本ソリューションの映像を共有する効果としては、その妥当性・有用性ないし遠隔診療における現場を改善するものとして高い期待が持てる結果となった。

テーマ 3)「自律走行ロボットでの患者移動による効率化」の検証における結果及び分析・考察

本テーマにおいては、自律走行ロボットでの患者移動に係る移動時間（労働時間）の効率化を目標として行った。まずは検査等で院内搬送の必要な患者のいる病棟において患者移動とロボット移動でどの程度差異が出るのか評価を行い、次に、一日搬送総数のうち、車いすもしくは付添歩行症例を中心に自律走行ロボットによる搬送が可能と考えられる搬送数を割り出し、自律走行型ロボットの導入した場合と、通常の現場で業務した場合の稼働にかかる時間を比較して、削減効果の効果検証を行った。搬送に係る時間をそれぞれ検討し、削減目安時間を算出して検証した。

表 4.3.1.(3)-27 にあるように、1 往復における移動において、どの程度の差分があるかを評価した。評価にあたっては、新棟の同じフロアの移動とし、それぞれの時間を計測した。

表 4.3.1.(3)-27 自律走行ロボットでの患者移動の目標課題の評価・検証

	想定時間 (実データ)	実証結果	差分
患者が片道移動	1 分 12 秒	－	－
車いすの片道移動	1 分 27 秒	－	－
ロボットの片道移動	－	1 分 35 秒	－
定量的評価検証における課題	患者の個人差による移動時間差を考慮していない	移動ルートに障害物などがない	

上記結果から、患者や車いすの移動とロボット移動では、フロア移動について大きな差分がないとわかった。次に、その結果から、搬送移動時間がおおよそ同じだと仮定した場合、患者の移動がロボットの移動に置き換わったとすると、現在の業務において、どの程度の時間削減ができるかを検討した。このとき、実証シナリオで検証した結果から、いくつかの搬送種別（ベッド移動、独歩移動、車いす移動、付添歩行移動）のうち、車いす移動と付添歩行移動（ただし、85 歳以上やナース付要付添事例は除く）であれば、ロボット移動に置き換わる可能性がある定義し、その件数を算出した。

表 4.3.1.(3)-25 に現在の業務において、患者搬送がどの程度行われており、そのうち本実証実証を踏まえて、自律走行ロボットに置き換えて効率化できる時間の見込みを算出した結果を示す。調査は、聖マリの各部署の各日の患者出棟一覧に記載された内容から、搬送数、搬送方法を算出した。

表 4.3.1.(3)-28 自律走行ロボットでの患者移動の目標課題の評価・検証

	搬送数/日	搬送時間/件	延べ移動時間
選定 8 病棟における患者搬送（８病棟分の入院患者数 274 名）　１）	167	－	－
ロボット代用候補搬送（8 病棟）　２）	74	－	－
ロボット代用不可搬送（8 病棟）　３）	50	－	－
削減候補件数の割合　２）/ １）　（%）	44.4%	－	－
新病棟（一般病棟 818 床）換算　全搬送	501	約 10 分	5,010 分
新病棟におけるロボット代用候補搬送	220	約 10 分	2,200 分
定量的評価検証における課題	28 病棟から選定した代表的な８病棟での数がベースとなっている：ただし、全体と近似すると推定。	エレベーターの待ち時間がロボットの場合違うか検証していない：同じ時間として計算。移動距離、速度から推定して移動そのものにかかる時間は同等と計算。	実際の臨床場面における様々な不確定な待ち時間を含んでいない：ソリューションを入れた場合入れない場合両方で違ったパターンが存在し得る。

1）令和 4 年 11 月 7 日～11 日の平日 5 日間の、検査等で院内搬送の必要な患者のいる病棟 8 病棟（全 28 病棟の中から乳腺・呼吸器外科、呼吸器内科、耳鼻科、泌尿器外科、整形外科、リウマチ膠原病アレルギー内科、代謝内科・腎内、循環器内科、心臓血管外科を選定）の一日平均搬送総数

2）上記 1）のうち、車いすもしくは付添歩行症例を中心に自律走行ロボットによる搬送が可能と考えられる搬送数（搬送種別：ベッド移動、独歩移動、車いす移動、付添歩行移動のうち、車いすと付添歩行を対象とした）

3）手術室への搬送（付添が必要）、認知症やせん妄患者などは、ロボット搬送に向かないとして、これらを上記 2）より差し引いた数

4）旧棟での試算(を新病棟の一般病棟病床数（818 床）で換算したもの

まず、延べ搬送件数は 8 病棟（5 日間）で計 836 件（167 件/日）であった。そのうち、車いすや付添歩行は 461 件であり、85 歳以上や看護師要付添件数が 90 件であったため、差し引いた 371 件（74 件/日）がロボットに置き換えられる可能性がある。そのため、74 件/日が 167 件/日に対して約 44%であることから、看護師等の患者移動に係る業務効率化としては、全体の約 44%が削減できる効果として推定できる。

次に、この結果を新棟の一般病棟(約 24 病棟)に置き換えると、検証した 8 病棟の約 3 倍の病棟数になるため、2,508 件（501 件/日）の搬送が行われると仮定する。そのうち、ロボット搬送が可能と予測される件数は、延べ搬送件数に占める 44%と推定すると、一般病棟(約 24 病棟)では 1103 件（220 件/日）となる。

表 4.3.1.(3)-25 にあるように、約 1 分 35 秒程度で新棟フロア移動ができたことから、そこにエレベーターの昇降移動（約 3 分）を追加すると、片道約 4 分 30 秒～5 分でフロア移動含めた患者搬送ができ、1 回あたり往復約 10 分の患者搬送業務をロボットが行うことになる。

この結果から、1 日あたり 220 件のロボット搬送に患者搬送が置き換わるとすると、約 2,200 分の削減効果があると推定できる。

【考察】

自律走行ロボット搬送の導入により、搬送業務の約 44%が削減可能と考えられる。新病棟換算では、一日で 2,200 分の搬送労働時間削減となる。看護師をはじめとする医療従事者の労働人数で計算すると、一人当たりの一日の労働時間は 7 時間で計算すると（8 時間勤務のうちの 1 時間休憩)、新病棟の一般病棟では、ロボット導入で、一日辺り、5～6 人の人員削減となる。

削減目標においては約 48.4%に対して約 44%ではあったものの、搬送できる患者事例を増やすことで、その割合を増やす可能性がある。

また、1 診療科あたりの看護師の日勤帯はおよそ 8～12 人が配置されているため、2200 分/24 病棟で換算すると、1 診療科あたり約 90 分で 1 人あたり約 1 件（約 10 分）の搬送件数の削減が見込める。搬送による看護業務の中断が 1 件でもなくなることは、途切れなく看護業務に集中できるため、副次的効果として医療の質の向上も期待できる。

今後、ロボット搬送の運用方法を、さらに細かな実場面での活用事例で検討し、運用台数の見直し等も含めて議論する必要があると考えている。

また、テーマ 3）において、課題実証に参加した医師、看護師等に対し、それぞれからアンケート調査を行い、結果をもとに考察を行った。

アンケートにおける調査についての情報（実施日時、対象者（回答者の属性、人数））はそれぞれのテーマ毎に記載した。

＜アンケート情報＞

対象期間　：　2023 年 1 月 21 日～2023 年 2 月 10 日

属性と人数：　看護師 8 人、技師 8 人

【結果】

項目別：

自律走行ロボットの使用感、効果	
自律走行ロボットシステムの妥当性・有用性（搬送上の使用に適しているか）	

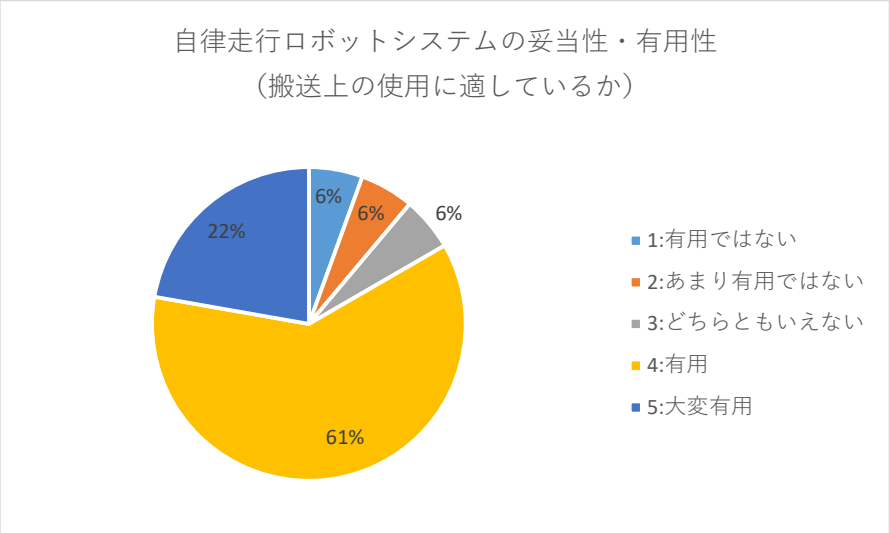


図 4.3.1.(3)-15：自律走行ロボットシステムの妥当性・有用性

自律走行ロボットの使用感、効果	
業務効率化への寄与（タスク・シフティングに資するか）	

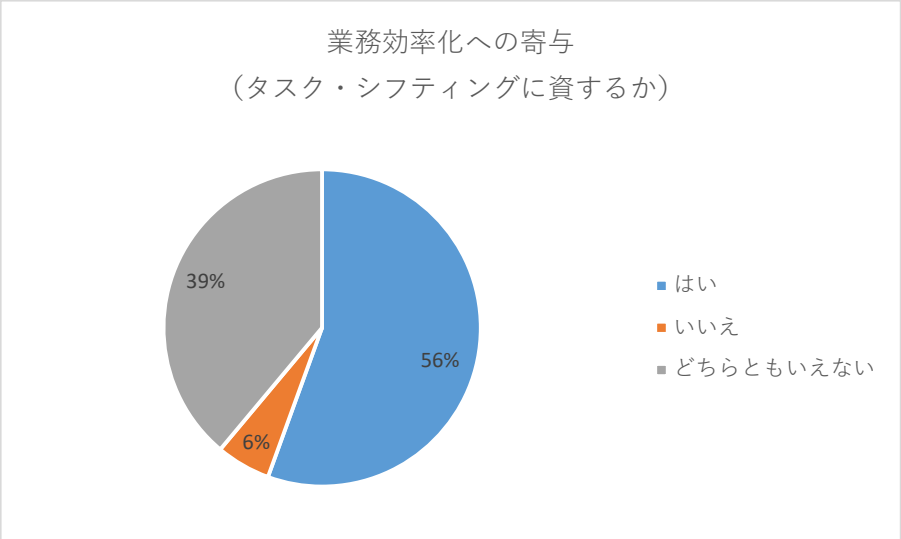


図 4.3.1.(3)-16：業務効率化への寄与

自律走行ロボットの使用感、効果	
心理的・肉体的負担軽減への寄与	

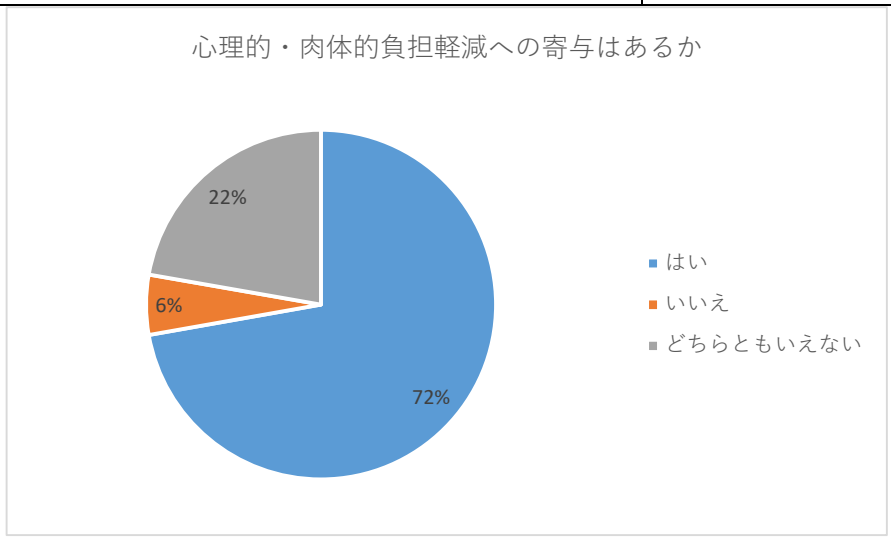


図 4.3.1.(3)-17：心理的・肉体的負担軽減への寄与

自律走行ロボットへの期待	
自律走行ロボットに期待すること：業務効率化、負担軽減等	

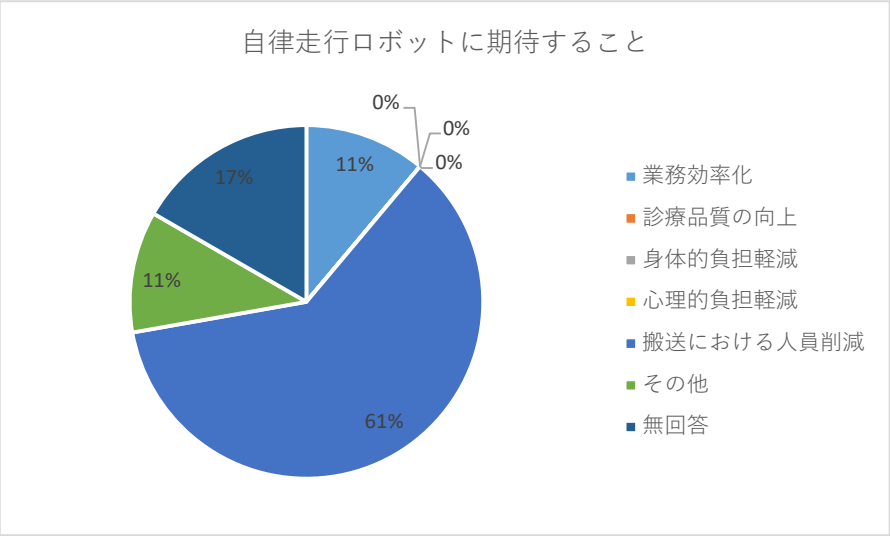


図 4.3.1.(3)-18：自律走行ロボットに期待すること

自律走行ロボットへの期待	
自律走行ロボットによる副次的効果	

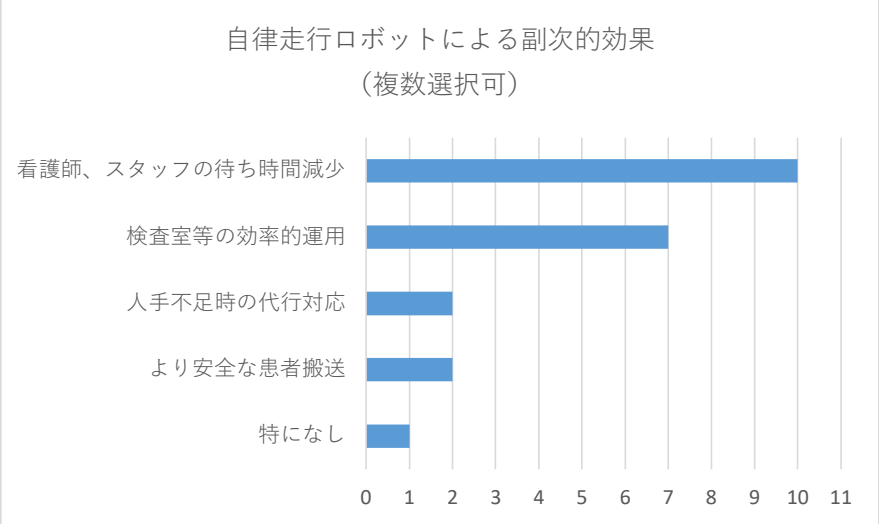


図 4.3.1.(3)-19：自律走行ロボットによる副次的効果

項目別：

評価項目
ロボティクスとの情報共有（早さ/正確さ/負担軽減）

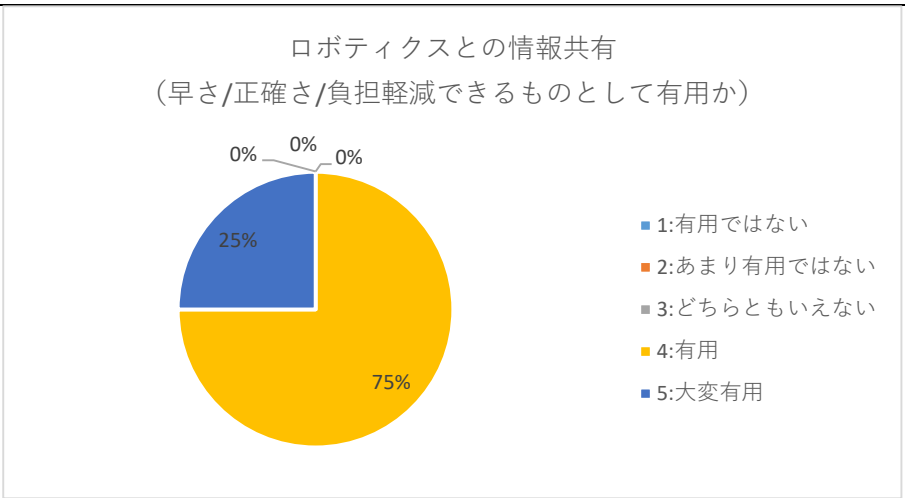


図 4.3.1.(3)-20：ロボティクスとの情報共有

評価項目
自律走行ロボットは患者移動のオペレーションを改善させるか

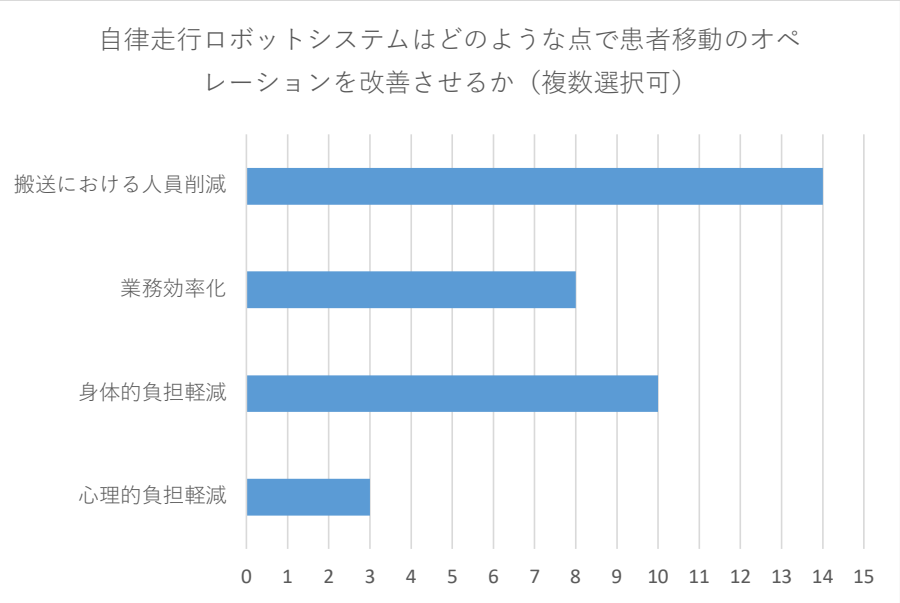


図 4.3.1.(3)-21：自律走行ロボットは患者移動のオペレーションを改善させるか

評価項目
・当該システムの課題 ・実装に向けた課題 ・視覚情報共有下での自律走行ロボットの課題

表 4.3.1.(3)-29　自由意見

当該システムの課題
搬送中のシステム不具合に対する対応
搬送中の不具合
衝突などの安全面
エレベーターの操作、遠隔操作の有無、稼働先での不具合の対応
不具合の迅速な対処、搬送可能な患者の基準
患者の容態が悪化した時にすぐスタッフが駆けつけられるのか
人手不足時の搬送者の代行的役割など限定的な使い方であれば有用かもしれないが、搬送する患者の状態もかなり限定される他、エレベーター移動の場合など考慮する事項が多すぎて実際の運用は難しいように思う。
・抑制が必要な患者さんの搬送 ・検査室の前まで自走式で来ても、その検査室の前から部屋の中まで歩くことが困難な患者さんの搬送 ・搬送途中に具合が悪くなったとき（カメラでずっと見てるのは現実的に困難） ・そもそも一人でこの自走式に乗っていられるような人が、この搬送が必要なのか ・廊下にベッドや車椅子が止まっているときに、安全にその横を通り抜けることができるのか ・充電忘れで途中で止まったときやエラーが出たとき、どうやって知らせてくれるのか
充電をし忘れた場合の対応
安全に利用できる患者の状態状況の判断
廊下で患者・車いす・ベッド等とのすれ違いはどうするのか、自走式患者搬送システムのエレベーターに他の患者さんたちが何人乗れるのか（現状補助者は縦列駐車のようにEVに入り搬送時間の工夫をしているので）映像を見守る役割を誰が行うかなどが気になる
費用対効果の検証
モニタリングする医療スタッフの教育
患者の転落防止
患者選定。理解力の不確かな患者は利用できないなど。安全性。
使用対象基準⇒軽症など。
基本的には、利益しか無いような気がする。あるとすれば、コストベネフィット次第かと思う。

【考察】

効果検証のうち、本実証の妥当性や有用性については、100%であり、業務効率化への寄与（タスク・シフティングに資するか）については、56%であり、本ソリューションの効果として、心理的・身体的負担軽減は、72%であると回答しており、多くの意見が本ソリューションを用いた業務効率化に対して負担軽減できるとの意見があった。

また、本ソリューションに期待することとして、搬送における人員削減、身体的負担軽減、業務効率化とつづいており、患者搬送をロボットに業務を置き換えることを期待している結果となった。

副次的効果として、看護師、スタッフの待ち時間や検査室等の効果的運用が主な意見として

挙がっており、患者搬送だけでなく、その前後の準備における待ち時間などが削減されることで病院全体の業務効率化につながるという期待感の高い回答を得ており、期待感が高いと考えられる。

映像共有ソリューション下でのロボティクスにおける情報共有においては、有用と評価されており（否定的な意見は出ず）、搬送における人員削減、身体的負担軽減や業務効率化で改善するとして、自律走行ロボットを用いることで看護師の業務において様々な効果があると推察できる。

また、本ソリューションにおいては、主に搬送中の不具合対応や搬送する患者の基準、また安全面（エレベーター移動含む）について多くの意見があった。本ソリューションにより人員削減等の医療現場の改善について、ロボットを活用する有用性なソリューションとして高い期待が持てる結果となったものの、実際の運用においては、例えばガイドラインの作成など、基準を定めてから運用していく必要がある。

（4） ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する総評

本実証におけるローカル活用モデルの有効性等については、機能検証、運用検証、効果検証を通じて成果を上げることができた。各論については、各検証項目で述べたとおりだが、

機能面においては、ローカル 5G 環境下で、フレームレート 27fps/台以上、EndToEnd 遅延 1,000ms 未満の目標を平均値で達成できており、安定した映像伝送が行えることを確認した。4K および 360 度カメラによる映像配信において、ローカル 5G、キャリア 5G によるフレームレートに大きな差はなかったが、高精細な映像が求められる運用形態においては、キャリア 5G 環境よりもビットレートがより安定して送れるローカル 5G 環境の方が適していると考えられる。

運用面においては、アンケート調査を行ったが、テーマ１）～３）までのすべてにおいて、機器不具合発生時の対応についての懸念事項が最も多く挙げられた。遠隔で映像を共有しながら診療支援している最中に、映像が止まるといった不具合対応等は、運用面における優先的対応（解決）事項となる。運用におけるガイドラインの策定をはじめ、遠隔診療時であれば、現場にかけつけるのか等の細かな運用をする必要がある。また、一方で、機器使用にあたっての医療行為への悪影響や機器の準備・機器の性能そのものに関して運用面に関して課題となる意見は少なく、映像共有ソリューションやロボットソリューションに抜本的な改善が必要ということではなく、これらソリューションの活用が有効であると考えられる。

効果面においては、時間短縮という観点で、テーマ１）では、映像共有ソリューション導入により、搬送先選定において 9.18%削減目標はクリアできていると考え、さらに、転院選定における時間短縮の削減効果も見込まれる。また、搬送困難事例の減少や適切な転院選定を行えるソリューションとして潜在的な期待効果が大きい結果を得ることができた。テーマ２）では、映像共有ソリューション導入により、医師の拘束時間削減において削減目標 48.4%はクリアできていると考え、長引く手術であれば、より効果が高くなる可能性がある。現場に行かなくてもよくなることで院内事務所作業等の同時に複数業務ができること、さらに、遠隔対応により関与時間が最短となり、上級医の効率的な働き方に寄与するソリューションとして潜在的な期待効果が大きい結果を得ることができた。テーマ３）では、自律走行ロボット搬送導入により、搬送業務の約 44%が削減可能と考えられ、削減目標 48.4%におおよそクリアできる結果となったが、今後搬送できる患者事例を増やすことで目標は達成できる見込みである。新病棟換算では、ロボット導入で、一日辺り、5～6 人の人員削減となり、1 人あたり約 1 件（約 10 分）の搬送件数の削減が見込める。搬送による看護業務の中断が 1 件でもなくなることは、途切れなく看護業務に集中できるため、副次的効果として医療の質の向上も期待できる。

また、アンケート調査においては、テーマ１）～３）までのすべてにおいて、映像共有ソリューションや自律走行ロボットに対して、妥当性や有用性が認められた結果となり、診療効率化への寄与するとしてこれらのソリューションの評価も高く、医療現場のニーズを捉えたソリューションと考える。副次的な効果として、医師の働き方改革の推進、多様な雇用形態を可能とする、他に教育と医療安全に有用として離職率が減る、看護師、スタッフの待ち時間や検査室等の効果的運用の意見も挙がっており、病院全体の業務効率化につながるという期待感の高い結果となった。本ソリューションを活用すれば、現場に行かなくても（同行しなくても）対応できるメリットは上記の通り働き方改革に資する取組として期待感が大きいといえる。

これらの機能面、運用面、効果面の結果を踏まえると、安定した通信の環境で現場を俯瞰的か

つ主観的に把握できるよう、360°カメラとウェアラブルカメラ、高解像度固定カメラを用いたことにより、例えば救急隊員や若手医師の目線での動き、かつ、全体俯瞰してバイタルチェックを確認できるよう工夫したことで、運用面や効果面において評価が高くなったと考えられる。今後、現場とモニタリング側でどう映像が共有されるか把握しつつ、ズームインアウト機能や巻き戻し機能等を駆使しつつ、現場の使い方の熟度を上げることで、より効果が高まっていくと考える。また、モニタリング共有するカメラの台数が多くても、映像の確認が煩雑になってしまうため、現場に即した的確なカメラ台数も効果を上げるには大事な要素となる。一方、運用面では不具合発生時の対応など、現場で導入するには、ガイドラインやマニュアルといった運用フローをはじめ安全面や制度面で検討する必要がある。しかし、機器の使いやすさ等は課題として挙がっていない点からして、有効性が高いからこそ、実現場に置き換えた際の具体的な課題が挙がったと捉えている。

これらの検証から高精細な映像を複数の人員で共有する、また遠隔からモニタリングするということは、医療現場においては、医療の高度化と効率化を同時に達成できるという点で、有効性があると考える。特に、聖マリのような救命救急をもつ医療機関は、救急搬送される患者だけでなく、多くの手術をこなし、多くの専門性の高い医師がすべての手術に配置する（関わる）のが理想といえる。ただ、実際の医療の提供体制には差があり、それを一定にするための効率的な手法として、本実証で活用した「遠隔で指導・モニタリングする（遠隔診療）」ということは必要だと考える。また、遠隔診療を導入することで、現場の医師（特に若手医師）の負担を減らし、医師や看護師の安心も担保できることになり、医療提供体制をより高みに上げるためにも必要であると考える。

4.3.2　ローカル 5G 活用モデルの実装性に関する検証

聖マリや多摩病院において本開発実証で用いたソリューションをベースに改善を図り、本事業の終了後も今回提案を行うローカル５Ｇ を用いたソリューションを継続的に活用、あるいは他の医療機関や他分野での課題解決等を図っていくためのローカル５Ｇ 活用モデルとしての実装性に関する検証を行った。

（1） 経済性・市場性の検証

医療分野においては、ローカル５Ｇ をはじめとする先端技術を活用したソリューション導入は、医療の高度化及び効率化には寄与するものの、診療報酬点数が健康保険法（大正 11 年法律第 70 号）等によって定められているため、それによって医療機関の収入増加にはつながりにくいという構造的な課題がある。同様のことが、総務省令和２年度・令和３年度開発実証でも経済性について言及されており、診療報酬を財源とし、繰入金に頼る医療機関もある厳しい状況では、国や自治体からの補助金等の利活用がローカル５Ｇ の持続的な運用につながる可能性があると述べている。また、官民双方での費用負担の軽減による運用も考える必要があるとも述べられている。

そこで本実証では、自治体とのコンソーシアムを構成している利点を活かし、病院、自治体それぞれにおいて経済性・市場性に対する意見を聴取し、　導入及び持続的な利用による費用対効果や横展開の可能性について検討した。

具体的には病院側としては、実証フィールドである聖マリ病院をはじめ、二次救急や三次救急（400床～1000床規模）の医療機関に対する調査を実施した。自治体としては、神奈川県及び県内政令市等に対する調査を実施した。

本実証における導入ニーズやコストだけでなく、先端技術を活用したベンダーフリーな観点も考慮し検証を行う。また、導入ニーズが低い場合等、追加で質問をする等、確認・検証を行った。

1）　検証項目

病院・自治体おいて、経済性・市場性において意見を聴取し、費用面また導入面における評価・検証を行った。

主な項目は以下の４つとした。

・導入コスト：病院側、自治体側へ試算結果を提示して支出の可能性について検証する。
・継続コスト：同様に、２年目以降の病院側、自治体側へ試算結果を提示して支出の可能性について検証する。
・導入可能性：神奈川県の地域医療介護総合確保基金の活用可能性の検証
・導入ニーズ：本システムを導入して改善に取り組んでみたいか（医療機関のみ）
・その他の課題：その他、費用面で、本実証のシステムを利用するにあたり、思い当たる課題を検証する。

2） 検証方法

評価方法はアンケート調査とした。各自治体・各病院側の管理部門へ試算結果（※）を提示し、主にコストを中心に継続利用の可能性について議論した。

1）病院側に対するアンケート調査を行う。
2）自治体側に対するアンケート調査を行う。

（※）アンケート調査を行うにあたっては、
・ローカル５Ｇ活用モデルの実装計画で算出した今後５カ年の導入・継続コスト
・4.3.1　ローカル５Ｇ活用モデルの有効性等に関する検証（3）効果検証により算出した稼働時間短縮・削減による費用対効果(例:病院が業務効率化したことにより捻出できる金額等)
をそれぞれ提示し、本実証の費用対効果を加味した上で導入の可能性について検証を行った。

表 4.3.2.(1)-1：経済性・市場性検証方法

項目		検証方法	実証テーマ		
			①	②	③
病院・自治体共通	導入コスト	・試算結果を提示して支出の可能性を5段階で評価（1:可能性あり、3:どちらとも言えない、5:可能性なし） ・評価理由をコメントとして記載			
病院・自治体共通	継続コスト	・２年目以降の試算結果を提示して支出の可能性を5段階で評価（1:可能性あり、3:どちらとも言えない、5:可能性なし） ・評価理由をコメントとして記載			
(病院のみ)	導入ニーズ	・本システムを導入して改善に取り組んでみたい意向があるか5段階で評価（1:取り組んでみたい、3:どちらとも言えない、5:取り組んでみたくない）			
(自治体のみ)	導入可能性	・予算確保の面で導入の可能性を5段階で評価（1:可能性あり、3:どちらとも言えない、5:可能性なし） ・導入のための財源として神奈川県の地域医療介護総合確保基金の活用意向があるか5段階で評価（1:活用する、3:どちらとも言えない、5:活用しない）			
病院・自治体共通	その他課題	その他、費用面で、本実証のシステムを利用するにあたり、思い当たる課題をコメントとして記載			

3)　検証結果及び考察

本実証において、病院側ないしは、自治体側にアンケート調査を行った結果を示す。

1）病院側に対するアンケート調査結果

アンケートについては、関東（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）の他、静岡、和歌山、岡山と全国の救命救急センターがある病院について調査を行った。アンケート結果については、計 13 名となっている。

表 4.3.2.(1)-2：導入・保守想定費用

■ローカル5G環境構築費
・約3,500万円
※アンテナ６台（救急外来、手術室、内視鏡室のうち、２か所にローカル５G電波網を配置した場合）
■ソリューション導入費
・約1,400万円　（視聴覚情報共有）
※映像受配信サーバー×1セット、送信機・カメラ × ８セット、受信機・端末 × ３セット
・約3,200万円　（自律走行ロボット）
※自律走行ロボット × ３台、ロボット用カメラ × ３セット
■上記保守運用費（年間）
・約300万円（視聴覚情報共有）
※通信費、保守費用
・約100万円（自律走行ロボット）
※通信費、保守費用
・約750万円（L5G）
※保守費用

※上記費用は参考金額です。

上記より、導入費用は8,100万円、保守費用は１年で1,150万円となります。

＜導入コスト＞

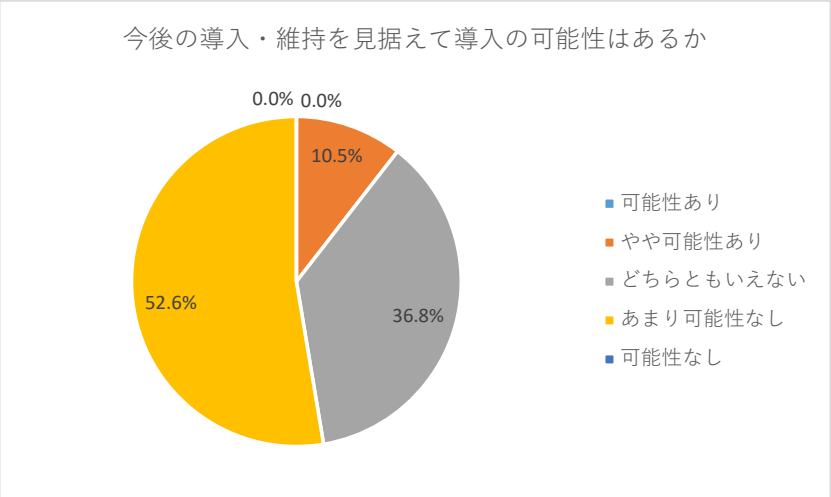


図 4.3.2.(1)-1：導入コスト支出の可能性

＜継続コスト＞

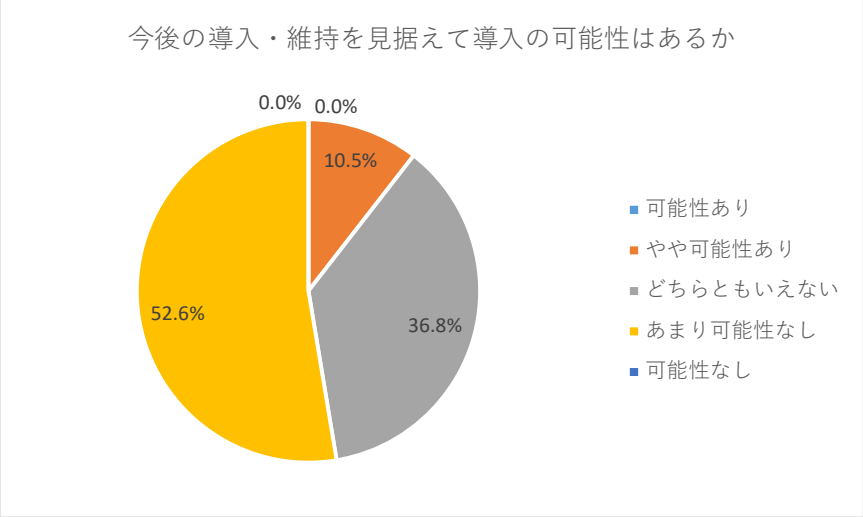


図 4.3.2.(1)-2：継続コスト支出の可能性

追加の質問事項として、導入・保守の金額についてその現実性についてアンケートを行った。

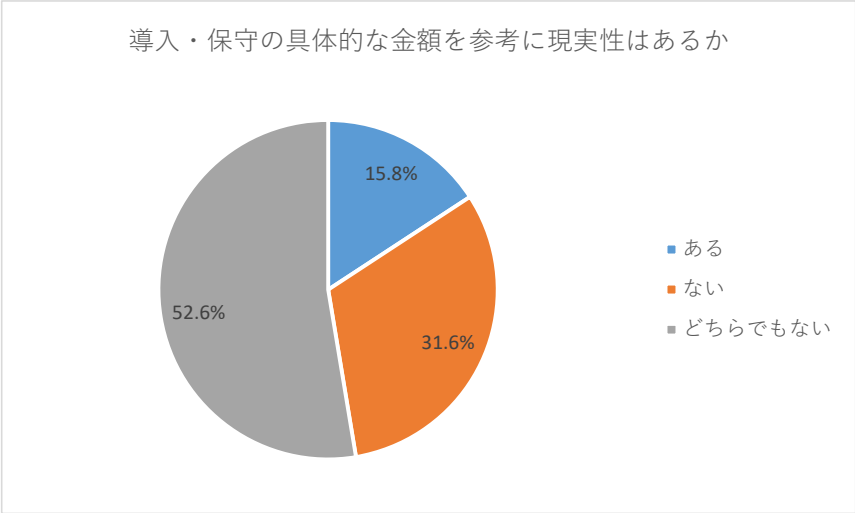


図 4.3.2.(1)-3：金額に現実性はあるか

＜導入ニーズ＞

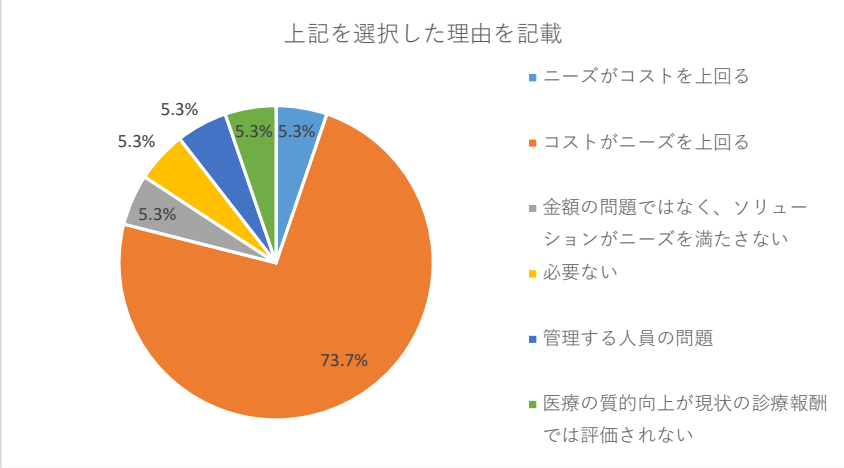


図 4.3.2.(1)-4：金額に現実性はあるかの回答をした理由

加えて、今回のシステムを導入する適正な支出について、導入と保守の金額に関して、妥当性

を評価した。

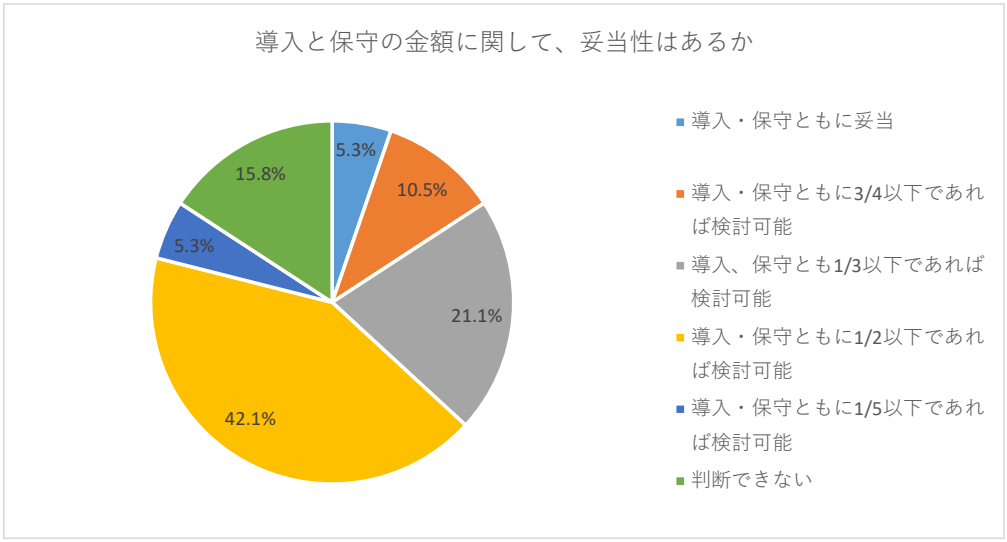


図 4.3.2.(1)-5：金額の妥当性

＜その他課題＞

表 4.3.2.(1)-3：自由意見

自由意見
自律走行ロボットに比較的費用がかかりすぎる気がする。
費用に対して効果をどう評価するかが課題になる
費用が高い
遠隔でつなぐことで保険点数がつくようになれば良いと思う。
病院の現場やニーズに応じて、グレードを変えて、費用負担が異なるようにすれば、それぞれの病院で導入するイメージが沸くと思う
経費の捻出は難しい

また、医療機関における課題についてアンケートを行った。

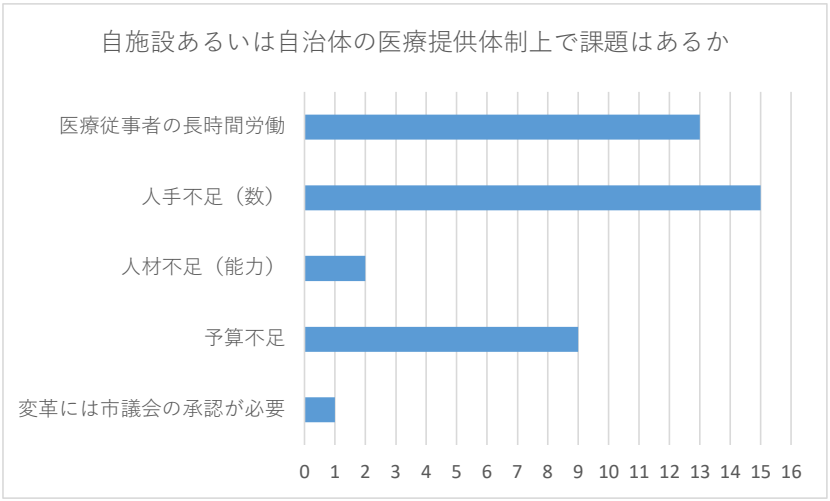


図 4.3.2.(1)-6：医療提供体制上の課題

＜考察＞

導入・保守において、52.6%の方が可能性なしと評価しており、可能性ありは10.5%、どちらともいえないが36.8%であった。また、そのうち、約3割が現実性がなく、ばらつきはあるものの、約半数が 1/2 以下であれば適正な価格だという結果を得た。自由意見として、費用が高く、経費の捻出が難しいという意見をはじめ、遠隔診療における保険点数付与、また、病院や現場のニーズに合わせた費用負担が異なるといったコスト課題への対応コメントも得られた。

最後に病院における課題感を調査したところ、医師の不足、医療従事者の長時間労働、人材不足（専門医不足）、予算不足と様々な意見があった。本実証における映像共有やロボット導入は、これら他の三次救急の医療現場の課題解決に寄与するソリューションとしてニーズはあると推察できる。ただ、本実証結果から経費を1/2にすることが望ましいという意見があり、コスト低減が市場拡大の重要な課題となることがわかった。

コスト低減については、現場のニーズに合わせて、カメラやロボットのソリューションとしてのバリエーションを増やす、提供形式（レンタル）等による費用負担軽減など、さまざまな提供形態を準備することが必要と考える。また、医師不足や長時間労働と各医療機関で抱える課題感は同じ傾向であり、本ソリューションが単科や単部署だけが使えるようなソリューションではなく、より多くの部署が同時にベネフィットを得られるよう提案していくべきだと考える。院内で部署横断的にソリューションに関する議論ができるようにし、複数部署からの提案として稟議を上げる等の工夫で導入を図ることも考えられる。単純なコスト低減だけでなく、ローカル 5G ソリューションの効率的導入と活用方法について様々な実績作り（連携を図り）、システムを共有しながら横展開していくことが１つの有効策と考える。

２）自治体側に対するアンケート調査結果

アンケートについては、後述する 5.2 実証視察会の実施に記載のとおり、2022 年 12 月 26 日に実証視察会を行っており、参加した自治体関係者（神奈川県、横浜市、相模原市等の保健・福祉・医療を担当する方々）について調査を行った。アンケート結果については、計 11 名となっている。

＜導入コスト＞

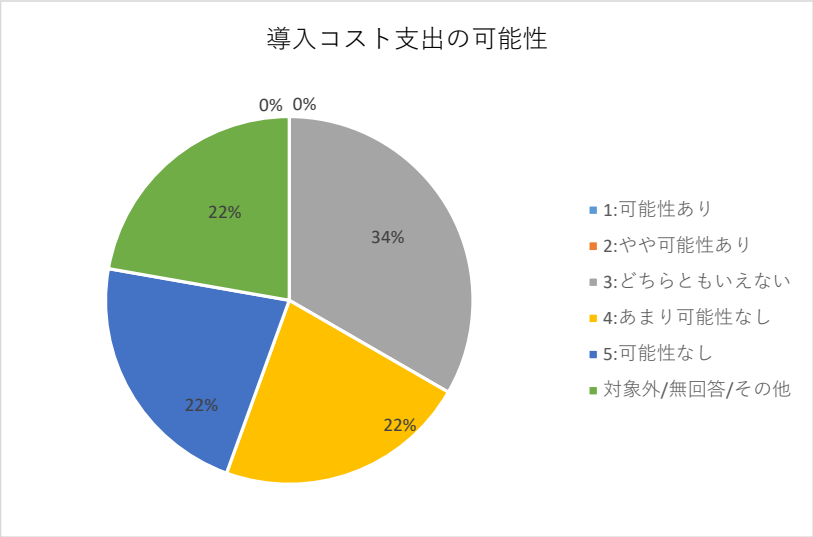


図 4.3.2.(1)-7：導入コスト支出の可能性

＜継続コスト＞

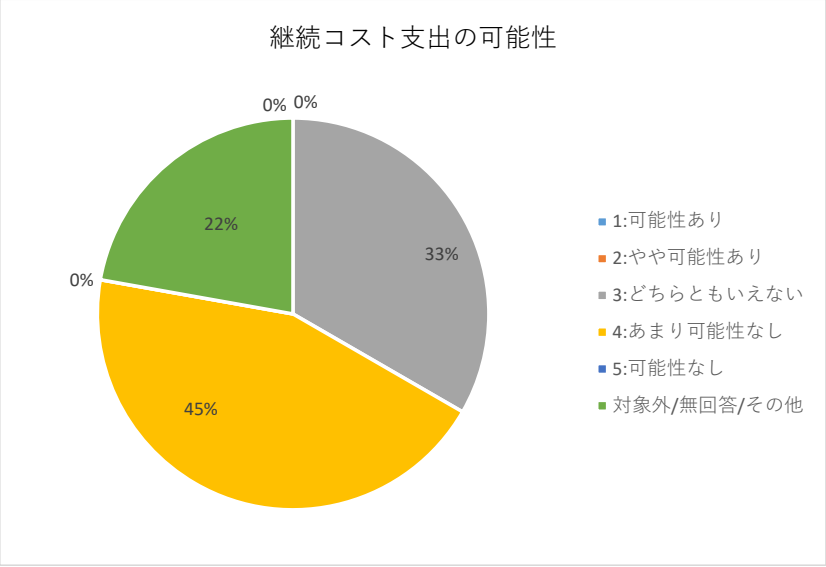


図 4.3.2.(1)-8：継続コスト支出の可能性

また、今後の本ソリューションの横展開（全国的な普及展開）を検討する上で、コスト面に関しての自由意見として以下の回答があった。

表 4.3.2.(1)-4：自由意見

自由意見
協力なリーダーシップのもとであれば可能性はゼロではないと思うが、やはり予算面で導入は困難と思われる。
導入目的などによって、費用対効果を検討する必要があります。一時利用としてのレンタルなどがあれば、活用方法が広がるのではないか。
導入の効果は認められるが、導入の主体が医療機関と考えられるため、救急医療の高度化、又は医師の働き方改革に資するものとして国から（厚労省or消防庁）の支援が妥当と考える。
導入・保守費用ともに高く、導入するには相当の必要性を示さないと導入は難しい。
単独市町村として財源確保の観点からは導入の費用及び保守費用について高額と感じる。
相当の設備ということは理解するが導入費用が高い。保守費用は導入による増収が見込める医療機関の規模であれば妥当と思う。

＜導入可能性＞

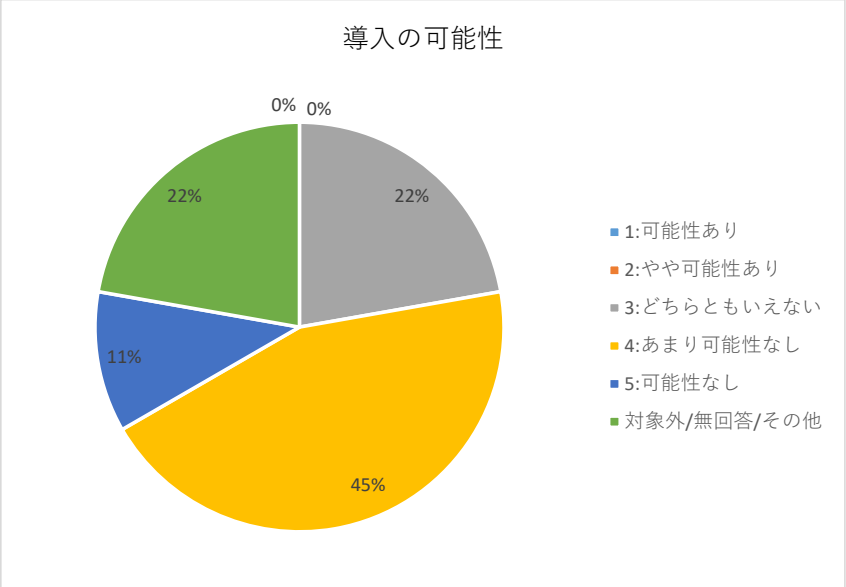


図 4.3.2.(1)-9：導入の可能性

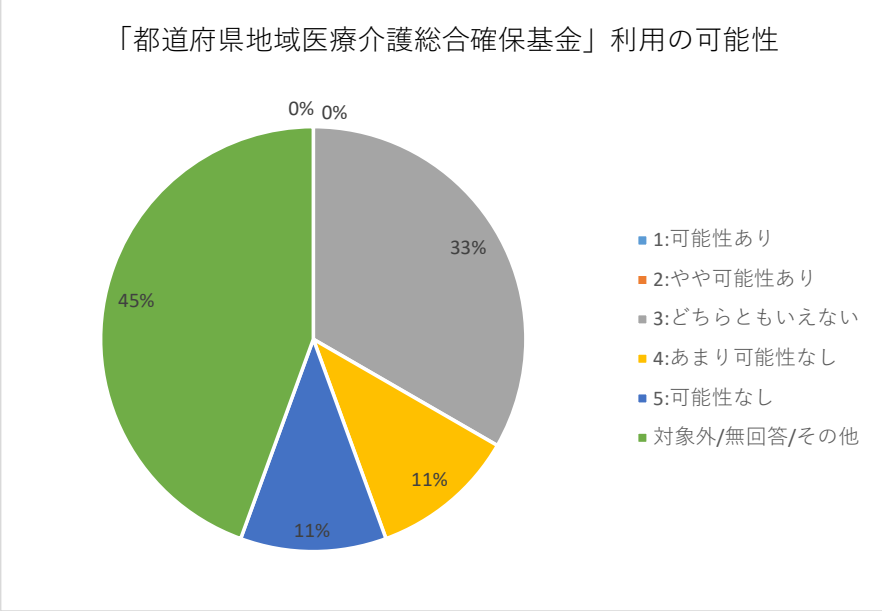


図 4.3.2.(1)-10：補助金利用の可能性

追加にて財源確保のための国の制度としてどのようなものが活用の可能性があるか回答を求めたが、具体的な意見を聴取することはできなかった。

＜その他課題：自由意見＞

表 4.3.2.(1)-5：自由意見

その他課題の自由意見
救命隊と医療機関との救急応需情報共有のためのシステムを導入しており、連携・連動する形でローカル5Gの活用ができれば、すなわち既存システムのバージョンアップということだと、予算面の確保の可能性はでてくる。
小規模の医療機関向けのシステム（例えばモニター数や設備数が少なく、コストも抑えられる等）があり費用面を抑えることがあれば、導入できる可能性はある。

また、本実証のソリューションの視察会を通じて感じた感想や課題感、そして期待感等について、追加でアンケート調査を行った。その結果を以下に示す。

■実証実験を視察して感じた感想ならびに実証で感じた課題感

表 4.3.2.(1)-6：感想ならびに課題感

実証実験を視察して感じた感想ならびに実証で感じた課題感
想像していたより規模が大きく圧倒された。導入先病院のソフト・ハード面での協力や資金的な部分での支えあいがないと本市では実現困難と率直に感じた。
５Gの鮮明な映像をもとに、指導医が救急隊や二次救急病院の医師に助言できることは有効と思う。一方で、医療事故等が発生した際の責任範囲等も整理しておく必要があると感じた。
全体の状況を把握するのには、とてもいいツールだと思った。一方で、５Gの電波が入るエリアが市内全域ではないため、早々に何かに活用していくというよりは、今後の5Gエリア拡大状況と合わせた検討が必要。
救急隊としては救急車内で傷病者（患者）の状況を共有できるため、急変時などに伝達することなく医師から直接指示や助言がもらえるのはたいへん有効だと感じる。また、搬送先医療機関でも到着までに事前準備ができるなど迅速な対応につながるのではと感じた。
システムの活用方法が具体的に見学できたのでわかりやすかった。
令和6年からの医師の働き方改革が迫る中、一つの解決策として有用と感じました。運用面については、多少の課題があるものの、上級医をフォローする職員の存在など、解決の道筋はあり、大いに期待したいと思う。
ローカル５Ｇの活用で医療を受ける側、提供する側双方にメリットがあると感じた。導入コスト、ランニングコストがかかるが、費用対効果（医療従事者削減等）で賄える可能性があるのではないか。
地域の各医療機関に導入されれば、専門医不在でも患者の受入れを可能にできる可能性を感じた。5Gの映像の鮮明さに正確な情報が得られること。現場にいる医師の安心にもつながっていると思う。同様に近隣の医療機関や施設などと同様にカメラがはいれば、早期診断、早期対応、転送準備にも活用できると思う。今後の僻地医療にも活躍が期待できる。
昨年度実証に比べて画質がかなりよくなっており、実用性が増したと感じた。災害時やマスギャザリング（マラソン大会やオリンピックなど）、災害医療時の全体把握に有効かと感じた。ただ、常時備えておく必要性はないため、レンタルなどで一時利用ができると使い勝手があると感じた。

■その課題解決のためにローカル５Ｇの利活用への有効性

表 4.3.2.(1)-7：課題解決のためにローカル５Ｇの利活用への有効性

その課題解決のためにローカル５Ｇの利活用への有効性
救急のIT化を進めるうえで、ローカル5Gは大変有用と思われるが、実現に向けてはいくつかの壁（コスト面）があると思う。
挿管チューブの挿入状況の確認や、輸液の漏れの確認など細かな状況把握というよりかは、全体の状況把握に有効と感じた。
大変有効な手段であると思うが、本自治体では救急隊数、医療機関数も多いため、全体に同じシステムを導入するのは厳しく、一部に設置すると公平性の観点で問題になると感じた。
通常の通信方法との違いは、比較できるものがないため分からなかった。
映像については、想像以上に鮮明で、ローカル5Gの利活用について有効と感じた。
医療従事者の負担軽減には繋がるが、コストとのバランスがカギになると思う。
実際の状態や患部等が、受け入れ先の医療機関では何も情報がない現状を考えると、4Kカメラの解像度で状態等を確認できることはかなり有効だと思う。今後の医師不足のみならず、スタッフの人員不足に迅速にかつ正確な情報提供に活用されることだと思う。

■医療提供体制上の課題

表 4.3.2.(1)-8：医療提供体制上の課題

医療提供体制上の課題
新型コロナウィルス感染拡大に伴う救急搬送の増加とその受入先医療機関の逼迫や、医師の働き方改革に伴う医療提供体制の見直し（特に夜間帯）が現在の課題。
高齢者人口増加による医療需要の増加と生産年齢人口減少による担い手の不足
高齢者の救急需要増が課題と感じている。重症度は高いけれど、緊急度は低い案件が増えており、その対応が必要と感じている。
医師の働き方改革、医療人材の不足、病床の不足
中山間地域に市所管の診療所が点在しており、医師をはじめ従事者の確保や患者の通院に課題がある。

■医療提供体制の課題に対して、ローカル 5G の活用への可能性（No4）
また、活用の可能性がある場合、どのような利用（期待）を検討できるか

表 4.3.2.(1)-9：医療提供体制の課題に対して、ローカル 5G の活用への可能性

医療提供体制の課題に対して、ローカル5Gの活用への可能性
ローカル5Gの活用により、医療機関の負担減は見込めると思われるが、導入先病院のソフト・ハード面での協力や資金的な部分での支えあいがないと実現は非常に困難だと感じる。
集団救急事故が発生する可能性があるイベント（マスギャザリング）の時や、災害時に活用の可能性があるのではないかと考える。
ローカル５Gまで必要かは検討していないが、ICT機器を搭載した車両を導入し、看護師を載せた車両が患者宅へ訪問し、診療所の医師がオンラインで診療するシステムに利用が可能ではないかと考える。
急性期の病院や救急車両や自院にも設置されれば、患者様の受入れ幅を広げられる可能性があると感じた。 入院患者数だけでなく、専門医や認定看護師のご意見をいただき治療や処置の質の向上につながっていくと思う。

＜考察＞

導入・継続コストとしては 44%で導入の可能性なし、と判断しており、現状のコストでは導入できる可能性が低いという結果になっている。高額と感じるからこそ予算を確保する上で、効果をしっかりと示すことの必要性を示唆する意見があった。ただ、一方で、一時利用としてのレンタル、単独市町村として財源確保の観点からは導入の費用負担が厳しい（自治体連携による費用負担）、国による補助金活用などのコスト負担に関する意見もあったが、具体的な国の制度（補助金等）の活用に向けての意見は挙がらなかった。

導入に関しては、一部の医療機関に本システムを設置（導入）すると公平性の観点で問題になるという意見もあるものの、既存システムとの連携・連動する形で本ソリューションが活用される（既存システムのバージョンアップ）、小規模の医療機関向けのシステム（導入するシステム規模小さく）にすることで、予算面での確保への可能性示唆する意見があった。病院規模や病院間連携が既存のシステム環境に合わせたパッケージ化されたソリューションであれば導入しやすいという見解を得た。今後の運用については、医療事故等が発生した際の責任範囲等も整理しておく必要（ルールメイキング）があり、運用面での配慮も必要だと考える。

また、実証実験を視察して感じた感想の意見からは、映像共有による本ソリューションの活用の有効性やその可能性については実感しており、期待感の高い結果が得られた。高齢者人口増加、担い手不足さらには救急搬送に増加による医療ひっ迫等は各地域で同じ課題を抱えており、これら課題に対して、集団救急事故が発生する可能性があるイベント（マスギャザリング）での活用、災害時の活用の可能性、そして診療所の医師がオンラインで診療するシステムに利用が可能ではないかといったユースケースへの意見もあり、これらの意見を参考にしつつ、今後の本ソリューションの発展を検討していく。

(2) 運用スキーム・ビジネスモデルの検討

運用スキーム・ビジネスモデルとしては、医療機関が主体となり、より発展的な広域連携や遠隔診療の普及・整備を推進できる運用スキームを考えている。まずは理想像として、医療機関がローカル５Ｇの免許申請をはじめ、システム運用の保守まで行うことだが、医療のひっ迫を抱えている中で、医療機関が単独で導入から保守までを行えるのか検証する必要がある。

よって、現実的には、図 4.3.2.(2)-1 のように、ICT 企業が入り、ローカル５Ｇの免許申請、使用するソリューションの契約～導入・運用・保守（ベンダーとの調整）の支援をする運用スキームだと考え、それがコスト的にも（※）ビジネスモデルとして成立つか検討をした。

本実証では、継続利用・発展的運用をしていくという観点で、運用体制の構築、実施内容の拡充、システム・機器の管理、その他安全面等について、必要項目を洗い出し、それが運用に展開できるか検証をした。

（※コストについては、（１）経済性・市場性の項目に踏襲させる）

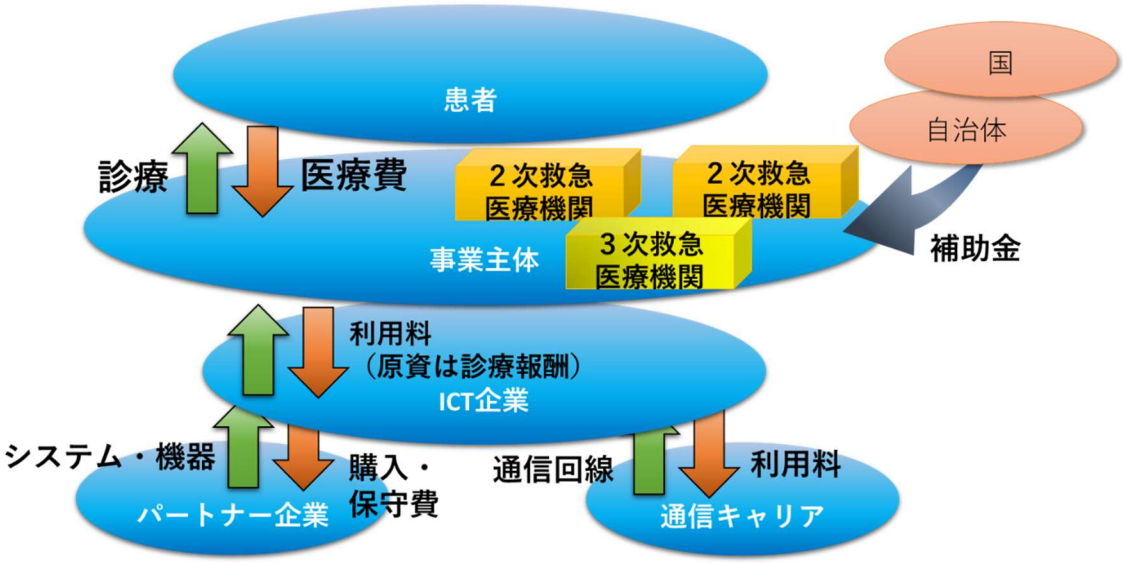


図 4.3.2.(2)-1：運用モデル・ビジネスモデルのイメージ

1） 検証項目

病院において、運用スキーム・ビジネスモデルにおいて意見を聴取し、運用における評価・検証を行った。

主な項目は以下の３つとする。

・運用体制の構築：実証から引継、運用できるか検証した。特に、技術的・管理的要員で人材が必要になるか、その体制が構築できるか検証した。また、免許申請から運用をアウトソーシングまたは外部リソースを活用することも考えられるため、その点についても検証した。

・実施内容の拡充：追加検証のニーズがあった場合、もしくは想定と異なった結果が得られた場合、必要に応じて検証を自分たちで行えるか検証した。つまり、医療機関側が主体となり、より発展的な実証が行えるか検証した。

・システム・機器の管理：実証後の購入品やレンタル機器・システムについては、聖マリ・多摩病院に移管する。そうした場合、機器・環境・システム利用含めてサービス提供事業者と病院間での利用に関する契約が必要となる。これらの契約形態と責任範囲を明確に設定できるかを評価した。

・その他の課題：　免許、技術面、運用面、安全面をはじめレンタル機器など、本実証のシステムを継続するにあたり、思い当たる課題を検証した。

2） 検証方法

評価方法はアンケート形式をとり、運用体制の構築、実施内容の拡充、システム・機器の管理について、それぞれのソリューションでアンケート調査を行った。アンケート対象者は、実証する聖マリを中心に、他の医療機関に向けても検証を行った。また、アンケートにおいては度合いを確認するだけではなく、今後の運用向上のために、足りない点、改善した方が良い点までヒアリングなどで追加確認した。

表 4.3.2.(2)-1：運用モデル・ビジネスモデルの検証方法・項目

項目		検証方法	実証テーマ		
			①	②	③
病院側	運用体制の構築	各項目を5段階評価でアンケートを実施する。 ・実証から引継、運用できるか。 ・技術的・管理的要員の確保、体制が構築できるか。 ・運用をアウトソーシングまたは外部リソースを活用する必要があるか			
	実装内容の拡充	各項目を5段階評価でアンケートを実施する。 ・追加検証のニーズがあった場合、もしくは想定と異なった結果が得られた場合、必要に応じて検証を自分たちで行えるか。 ・医療機関が主体となって、より発展的な実証を行うことは可能か。			
	システム・機器の管理	各項目を5段階評価でアンケートを実施する。 ・実証後に聖マリ、多摩病院へ移管する購入品やレンタル機器・システムについて、引き続き管理することが出来るか。 ・サービス提供事業者と病院間での利用に関する契約の契約形態と責任範囲を明確に設定できるか。			
	その他課題	免許、技術面、運用面、安全面をはじめレンタル機器など、本実証のシステムを継続して運用する場合、思い当たる課題は何か。 コメントとして記載。			

3)　検証結果及び考察

アンケートについては、聖マリの他、関東（東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県）の他、静岡、和歌山、岡山と全国の救命救急センターがある病院について調査を行った。アンケート結果については、計 13 名となっている。

＜運用体制の構築＞

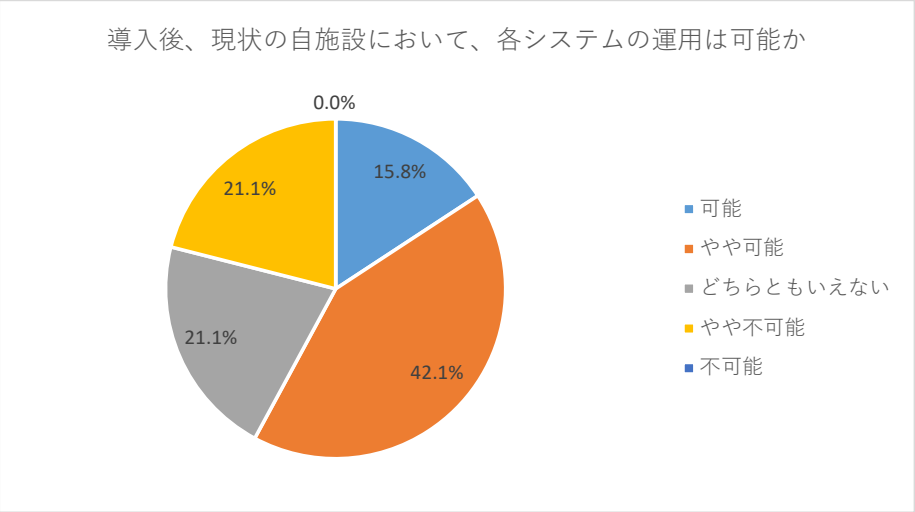


図 4.3.2.(2)-2：自施設での各システムの運用の可能性

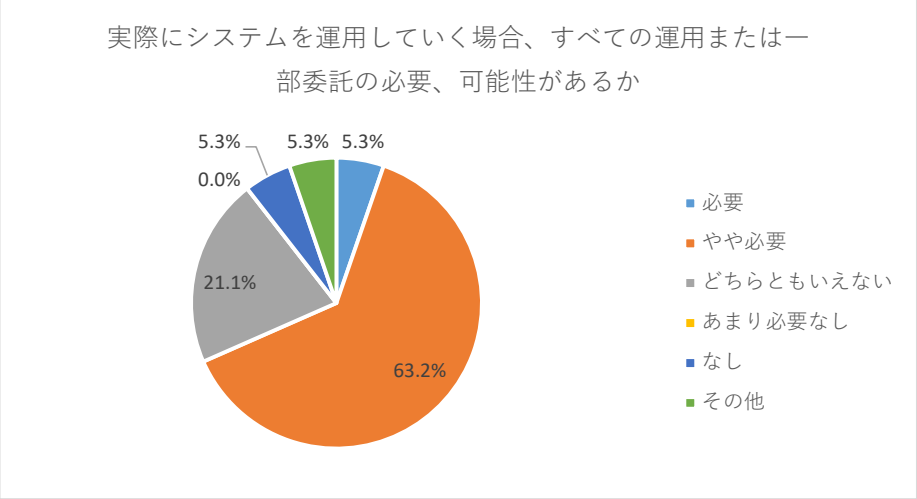


図 4.3.2.(2)-3：委託の可能性

＜実施内容の拡充＞

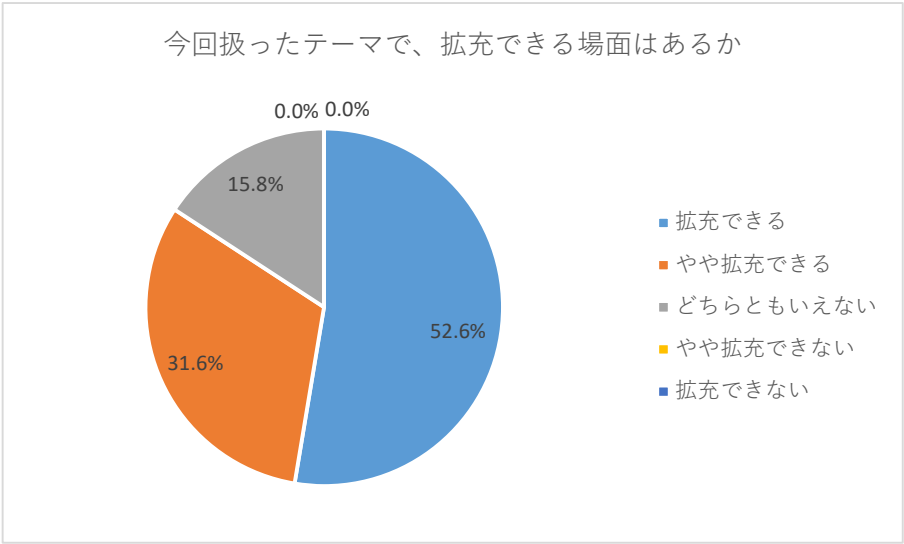


図 4.3.2.(2)-4：拡充できる場面

更に、医療機関が主体となって、発展的に取り組めそうなテーマについて調査した。

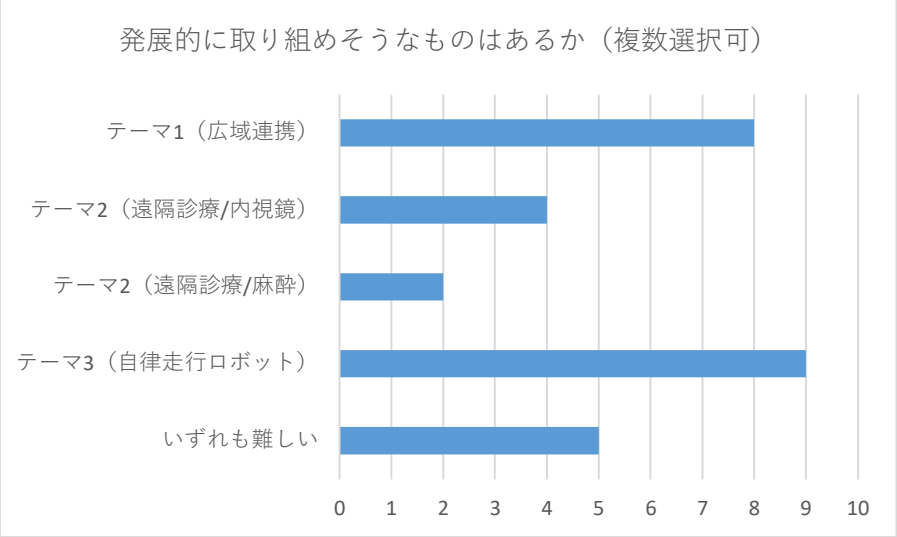


図 4.3.2.(2)-5：発展的に取り組めそうなこと

＜システム・機器の管理＞

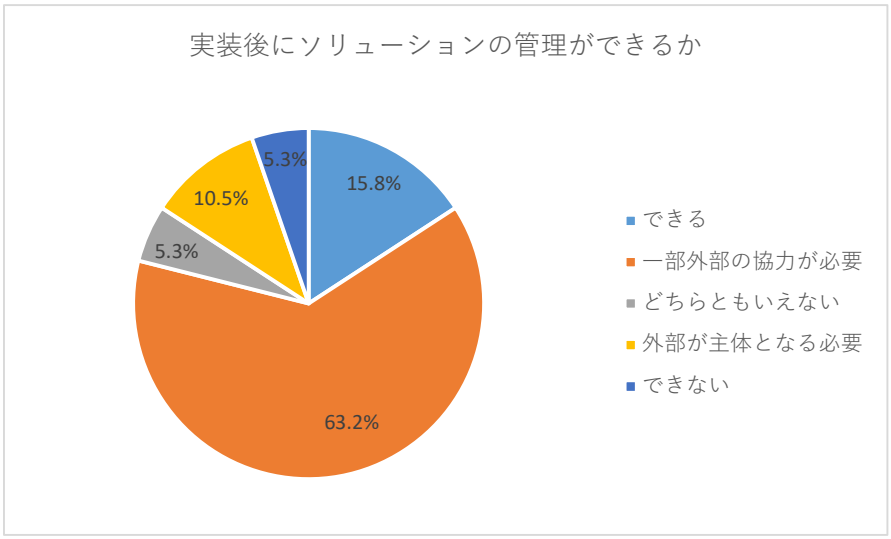


図 4.3.2.(2)-6：ソリューション管理

＜その他の課題＞

（本実証のシステムを継続して運用すると考えた場合、思い当たる課題について）

表 4.3.2.(2)-2：自由意見

自由意見
自律走行ロボットは、当院はセキュリティシステムがやや強固で、部署や病棟間の移動に専用のセキュリティカードをかざさないと通行できない場所が多く、カードフリーなルートを選択しようとするとかえって搬送に時間がかかる。搬送ルート設定がやや煩雑だったり、セキュリティゲートの通過方法を別途再構築する必要がある施設があるかもしれない。
人員の確保
自律走行ロボットについて、対象となる患者が限られると考える。モニタリングあるいは何か生じたときの対処者がない状態で移動できる患者であれば、独歩で移動できるように思うが、ふらつくような患者であればシートベルトなど必要に思う。
地域全体で導入した方が有効にシステムを活用できると思うが、高額では導入は難しい。より安価に導入できるようになることを期待する。
医療スタッフが入れ替わること、また映像画像の管理をどう次に活用していくか。
実装したとしても、その利点と欠点を理解し、判断する人員の確保が必要
運用を効率的・実効性を持たせるためのノウハウと費用
導入初期の医療安全の担保が必須だと思う。遠隔地のサポートには有効に思うが、院内で運用するのが妥当がどうかは検証が必要（遠隔支援がなくても現場がまわっているため）
免許申請は病院関係者が自力で申請することは困難だと思う。事前調査など、対応すべき項目が多く、システム部門でも対応できない可能性が高い。 そのため、免許申請は外部委託することを検討する。
安全面まで考えると、それ相応の使い込みをしないと判断できない。
購入でもレンタルでも費用が発生するとなると、現状のオペレーション以上の効果を求める。トライアルとして使う分には使用してみたいと思う。
医療現場では、医療従事者が既に使用しているソリューションとの調整が必要。新しいシステムが入り、オペレーションに支障がでないようにする必要がある。
院内内部に導入を補助する人材が必要。
各診療科では、それぞれシステムが入っているため、兼ね合いが難しい

＜考察＞

運用体制において、15.8%の方が可能、42.1%の方がやや可能、21.1%の方がやや不可能、21.1%の方がどちらともいえない、と評価しており、全体として運用体制について意見が分かれた結果になった。そのうち、運用において、全てまたは一部を外部委託したいと回答した方が約 6 割であり、半数以上が外部委託での運用体制を希望しており、外部委託や外部リソースを有効活用しながらの運用体制が望ましいと考える。また、実施内容の拡充については、52.6%の方が拡充する場面があるとし、31.6%の方が少し拡充する場面があり、全体の約 8 割で拡充できると考えている。医療機関が主体的に取り組めるテーマとしては、テーマ１（回答数 8）とテーマ３（回答数 9）が多く、テーマ２（内視鏡医と麻酔科医の遠隔診療）と続き、映像共有ソリューションを救命救急から取り入れていくことが望ましい。システム・機器管理については、15.8%の方が可能、63.2%の方がやや可能となっており、運用管理も一部外部または外部リソースの活用を検討していくとなっている。

これらの結果から、単独で導入したあと運用から管理まで行うことは可能とも判断できるが、技術面また運用面で拡充するまたは改良する場面があったすると、医療関係者だけで結果を取り纏めながら問題点を洗い出すにはハードルが高く、さらに現場のシステム・機器管理なども取り決めていくためには、システムの管理部門との調整を行う必要があるため、統合的な運用をまとめる役目を担えるような人材として外部委託もうまく取り込みながら発展的な運用を目指すのが良いと考える。

また、自由意見にもあるように、人員の確保を大きな課題としている中で、自律走行ロボットでは病院のセキュリティの問題や搬送する患者の対応をはじめ、蓄積されるノウハウをどう共有して院内の運用体制を構築するかを考えると、医療現場へのソリューション導入だけでなく、導入後の運用体制全体を見直せる BPR（ビジネスプロセス・リエンジニアリング）の観点で、全体最適を図ることも運用スキームとして重要であると考える。

免許申請については、限定的なヒアリング調査になるが、いわゆるシステム部門だけでは事前調査等、申請において専門性の高い知識や情報が必要になるため、医療機関単独での申請は難しく、アウトソーシングすることが望ましいと考えられる。

(3) ローカル 5G 活用モデルの構築

ローカル５G 活用モデルの構築として、①地域医療連携における視覚情報共有による高度化・効率化、②遠隔医療支援による高度化・効率化、③自律走行ロボットでの患者移動による効率化、のテーマで各ローカル 5G を用いたソリューションにて実証を行った。

そのうえで、機能(映像送信機能・映像中継機能・映像閲覧機能・相互通話機能)や運用（状況把握や各現場との連携)、効果（正確かつ短時間での情報共有、拘束時間の短縮による効率化）等について実証結果から現場での有用性が確認できたことから、今後の持続的に導入・利用を目指す際の対象となるシステムは以下の通りである。

・(病院特化型)映像共有ソリューション

・(患者用)自律走行ロボット

なお、実証テーマ１（地域医療連携における映像共有による高度化・効率化）と実証テーマ 2(遠隔医療支援による高度化・効率化)の要素を統合したものが（病院特化型）映像共有ソリューションであり、証テーマ３（自律走行ロボットでの患者移動による効率化）が(患者用)自律走行ロボットとなる。

また、上記システムの内容は下記に記す「１）ローカル５G 活用モデルの全体像」の「b.対象となるシステム」に記載する。加えて、「c.ビジネスモデル」で記載するが、自治体・病院側が準備しなければいけないリソース（人材等）は必要なく、機器一式の提供・保守・運用もすべてサービス提供者が行うことを前提にしている。

1） ローカル 5G 活用モデルの全体像

ローカル５Ｇ活用モデルの全体像を、以下の a,b,c の各項目に沿って示す。

a. ターゲット

聖マリを基準とした医療機関のニーズは、地域医療連携や遠隔診療支援といった医療の高度化と効率化を同時に達成することを可能とするシステムであり、ローカル５Ｇ活用モデルとして、医師の働き方改革や医療のひっ迫といった課題解決に寄与することを期待している。本実証の映像を共有するソリューション（自律走行ロボット含む）はそのニーズに応えられるとして、以下の通りターゲットを設定する。

なお、大規模病院にローカル５Ｇを構築し、その病院を起点として地域の医療機関との連携を図る形での活用モデルを検討しており、まずは主となる大規模病院に導入することを目的にターゲットを選定している。

想定するターゲット

一次救急から三次救急まで多彩な重症度の病態に対応する救命救急センターを持ち、看護師とコメディカルを含め 130 人（聖マリを基準とした目安）以上のスタッフ、各科との連携により 24 時間体制で救急患者を受入れている病院とする。

対象となる一定以上の規模で救急診療を提供している病院は、全国の 3 次急病院約 250 病院として見込んでいる。

救命救急センターは、診療科を跨ぐ横断的なオペレーションが発生するため、他診療科との連携を通じてソリューションの活用の幅が拡がり、病院間横展開を検討できることになり、病院内の様々な部署での導入が望まれる。また、映像共有の活用の運用を考えると、遠隔診療支援等は救命救急センターに限ったことではなく、その用途は、中小規模の病院との連携することも考えられる。本実証でいえば麻酔科や内視鏡科など他診療科での活用に幅を広げることができており、二次救急の中小規模の病院における遠隔診療、また在宅医療や介護分野にも十分拡げられると考えている。ただ、いずれにしても、これら地域医療機関との連携を考えると、まずは大規模な病院、とりわけ救命救急センターをターゲットにすることが望ましいと考える。

〈(病院特化型)映像共有ソリューション〉

将来的には、全国の救命救急センターをターゲットとする。救命救急センターでは、診療科横断的なオペレーションが発生し、他診療科への効果的なプロモーション、展開が見込める。救命救急センターでの実装を足掛かりに麻酔科、内視鏡科など他診療科での活用に幅を広げる。初年度に聖マリでの実装を行う。2 年目に地域連携でのローカル５Ｇ活用モデルの確立を目指した協議調整を行い、3 年目以降は、神奈川県内、全国へと段階を追って展開を目指す。

表 4.3.2.(3)-1　(病院特化型)映像共有ソリューションの想定するターゲット

	年度	**ローカル5G×病院特化型映像ソリューション**	病院数
1年目	R5	聖マリアンナ医科大学救急救命センターへの実装	1
2年目	R6	実装に向けた協議調整	2
3年目	R7	神奈川県内救急救命センターへの展開(21病院)	21
4年目	R8	全国救命救急センター(266箇所)うち2割への展開(53病院)	53
5年目	R9	全国救命救急センター(266箇所)うち5割への展開(133病院)	80

※5 年目目標 133 病院のうち 53 病院は 4 年目で導入するため、残りの 80 病院となる。

〈(患者用)自律走行ロボット〉

患者移動にかかる稼働負担が特に大きいのは病院敷地が広い病院の為、400 床以上の大病院への展開を目指す。初年度に聖マリでの実装を行う。また 2 年目に系列病院での実装を目指し、3 年目以降は神奈川県下、全国大病院への展開を目指す。

表 4.3.2.(3)-2　(患者用)自律走行ロボットの想定するターゲット

	年度	**ローカル5G×患者用自律走行型ロボット**	病院数
1年目	R5	聖マリアンナ医科大学での実装を行う。	1
2年目	R6	系列病院への展開。 神奈川県内病院へのテスト導入・実装に向けた協議調整	2
3年目	R7	神奈川県内400床以上病院(32病院)うち2割へ展開(6病院)	6
4年目	R8	全国800床以上病院(約80病院)うち2割へ展開(16病院)	16
5年目	R9	全国800床以上病院(約80病院)うち5割へ展開(40病院)	24

※5 年目目標 40 病院のうち 16 病院は 4 年目で導入するため、残りの 24 病院となる。

なお、R9 年度の全国の大病院の 5 割へ展開をターゲットとし、前年の R8 年度は全国の 2 割へ展開できるよう段階的な横展開を目指す。また、R5～R7 年度にて行う予定の聖マリ等へのテスト導入や実装を通して得られる知見を元に検討を行い、機能改善が必要となった場合、ソリューションの追加開発を行うこととする。

b. 対象となるシステム

対象となるシステム構成の全体像を図 4.3.2-1 に示す。

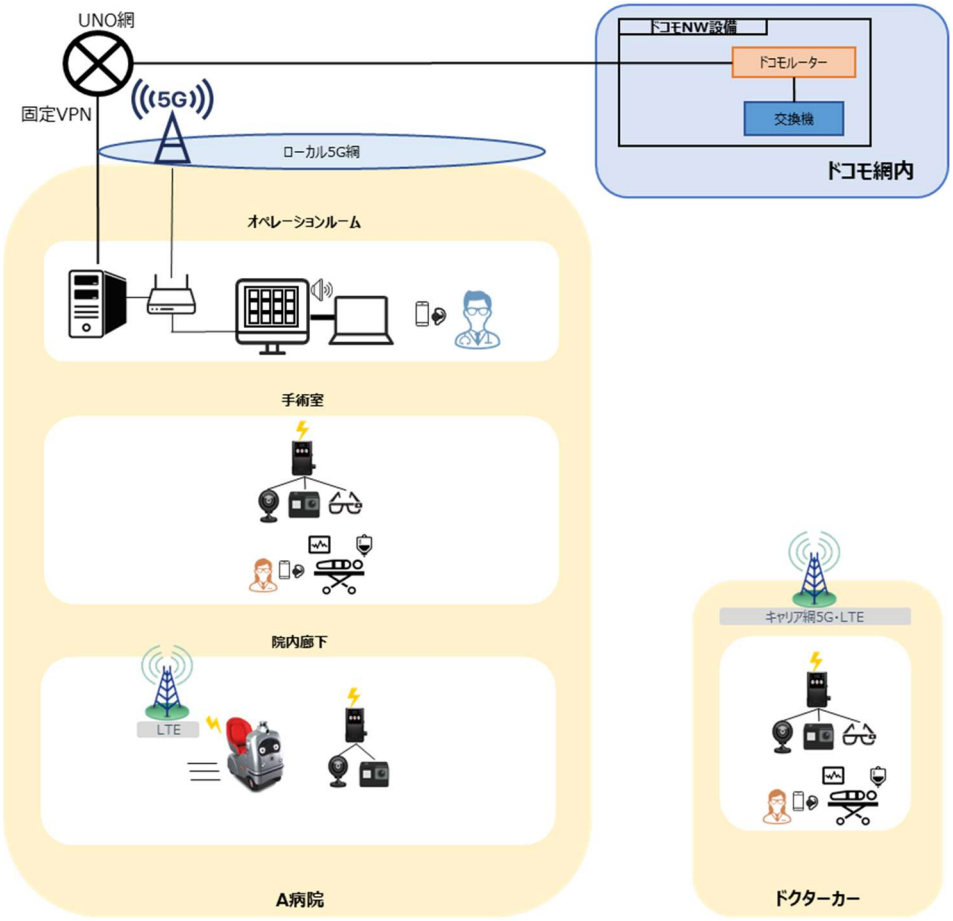


図 4.3.2.(3)-1　対象となるシステム構成の全体像

対象となるシステムで利用する機材構成の詳細は図 4.3.2.(3)-2 に示す。

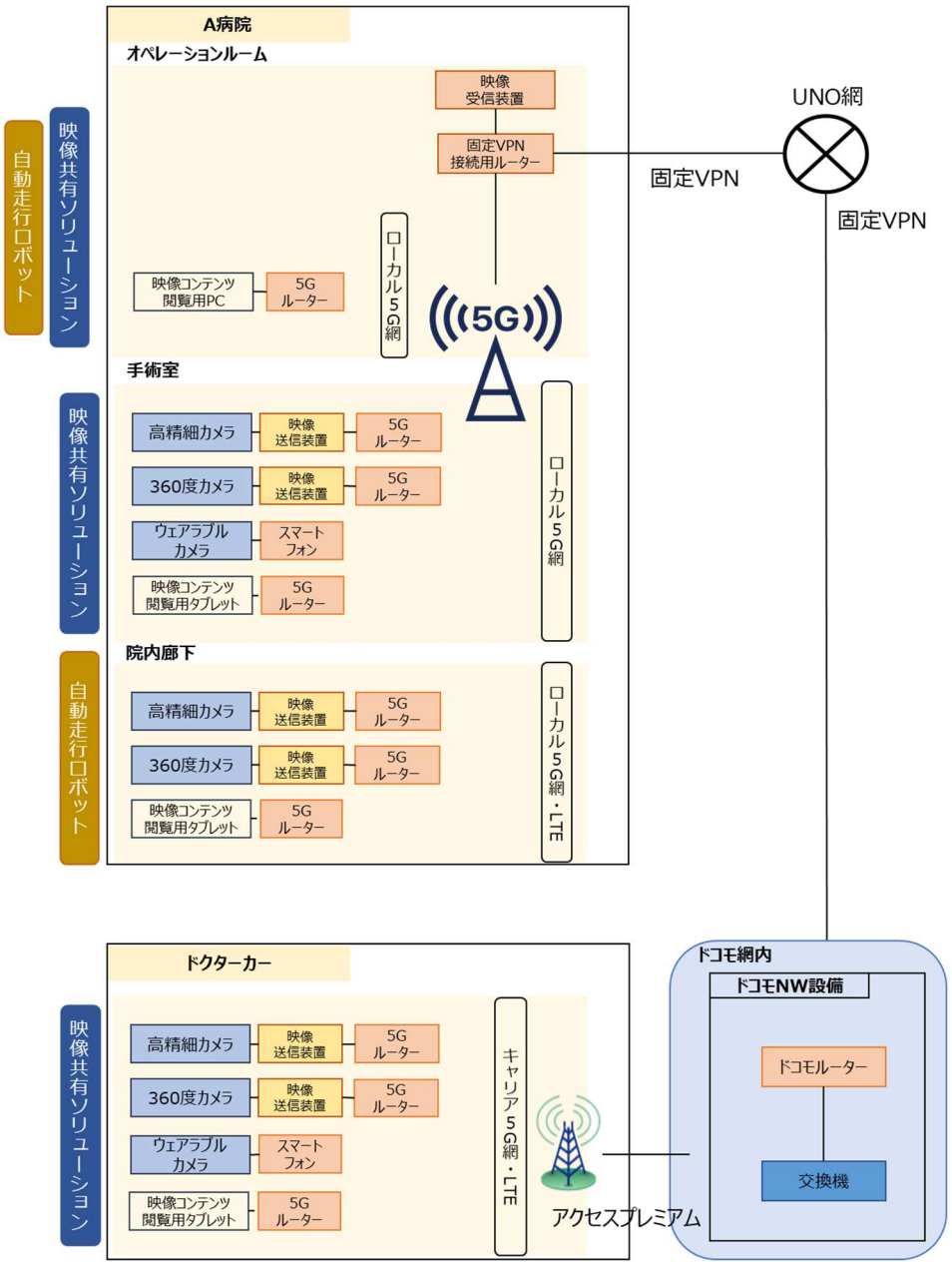


図 4. 3. 2. (3)-2　対象となるシステムで利用する機材構成

図 4.3.2.(3)-1 の対象となるシステム構成の全体像で示した通り、ローカル５G、キャリア 5G、キャリア LTE を用いて、院内に設置する映像受信装置（映像処理ソフトウェア内蔵）で、360 度カメラ、高精細カメラ、ウェアラブルカメラ、及び内視鏡カメラの映像を処理し、病院のオペレーションルーム、手術室等のモニターや医師が携帯する通信端末で、リアルタイムに視聴することができるシステム(映像共有ソリューション)を構築する。

システム構築に必要な機器等

システムを構成するにあたり、必要な機器名、それらの役割を表 4.3.2.(3)-3 に示す。

表 4.3.2.(3)-3 映像共有ソリューションにおける機器等名、それらの役割

No.	機器	役割
1	360 度カメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、処置を受けている患者周囲の 360 度動画を撮影する。
2	高精細カメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、処置を受けている患者周囲の高精細映像を撮影する。 ・CT 画像および喉頭鏡映像を高精細に撮影する。
3	ウェアラブルカメラ	・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で、医療従事者の術野を含む視野の動画を撮影する。
4	映像送信装置	・No.1～4 のカメラ映像を適切な映像フォーマットにエンコードし、No.6 の映像受信装置に伝送する。
5	映像受信装置 (映像処理ソフトウェア内蔵)	・処理した映像を適切な映像フォーマットにデコードし、各ルーターに伝送する。
6	映像処理ソフトウェア	・No.5 の映像送信装置から配信するNo.1～4 のカメラ映像を一画面に複数表示できるように処理する。
7	5G ルーター	・ローカル５G、又はキャリア 5G を利用した、広帯域なアップロード通信、ダウンロード通信を行う。
8	固定 VPN 接続用ルーター	・ローカル５G ネットワーク、キャリア 5G ネットワーク、及びキャリア LTE ネットワークの通信を中継する。
9	映像コンテンツ閲覧用 PC・タブレット	・ローカル５G、キャリア 5G、又はキャリア LTE を利用し、No.6 の映像受信装置で生成した映像コンテンツを表示する。
10	ローカル５G 無線局	・ローカル５G 周波数帯の内、Sub6 と呼ばれる 4.8～4.9GHz の帯域幅 100MHz で電波発射する。
11	キャリア 5G 無線局	・NTT ドコモが提供する「高速・大容量」を特徴とした、3.7GHz、4.5GHz、28GHz の周波数帯で電波発射する
12	患者用自立走行型ロボット	・本院内で使用する一人乗りのパーソナルモビリティ。4 輪で指定した目的地まで歩行速で自立走行する。

機器等の仕様

表 4.3.2-1 に示した映像共有ソリューションの構築に必要となる機器等の仕様は、以下のとおりである。

① 360 度カメラ

・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、360 度映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。

・HDMI、又は USB でのリアルタイム出力が可能であること。

② 高精細カメラ

・本院の HERS、別院、救急車の各拠点で処置を受けている患者周囲の動画データとして、高精細映像（4K：3840*2160、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。

・HDMI、又は USB でのリアルタイム出力が可能であること。

③ ウェアラブルカメラ

・医療従事者の術野を含む視野の動画データとして、高精細映像（FullHD:1920*1080、30 フレーム相当）の撮影が可能であること。

・USB でのリアルタイム出力が可能であること。

④ 映像送信装置

・①②のカメラで撮影した映像をリアルタイムで HDMI、又は USB 経由で受信が可能であること。

・適切な映像フォーマットへリアルタイムに近しい高速度でのコーデック変換可能な GPU を具備すること。

・映像受信装置へ伝送可能なこと。

⑤ 映像受信装置（映像処理ソフトウェア内蔵）

・④の映像送信装置、及び③のカメラから受信した映像の処理が可能であること。

・コンテンツ閲覧用端末からの要求に対して、映像処理ソフトウェアで生成した映像コンテンツの配信が可能であること。

・映像コンテンツは、3 拠点以上に配信が可能であること。

⑥ 映像処理ソフトウェア

・①～③のカメラから受信した複数の映像を一覧にして表示する映像コンテンツの生成が可能であること。

⑦ 5G ルーター

・ローカル5G、又はキャリア 5G の利用が可能であること。

・1 台当たりの通信速度（アップロード）＝最大 15Mbps の性能を有していること。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、映像コンテンツ閲覧用端末と接続が可能であること。

・高速かつ広帯域なダウンロード通信が可能であること。

・患者用自立走行型ロボットの自立走行に必要な送受信通信が可能であること。

⑧ 固定 VPN 接続用ルーター

・100BASE-TX/1000BASE-T に対応した IF ポートを 4 ポート以上具備すること。

（ローカル5G ネットワーク、固定 VPN、映像受信装置、及び作業用 PC の計 4 接続が必要なため。）

・ポート全体の最大スループットとして、1Gbps 以上の性能を具備すること。

・ポートミラーリング機能を具備すること。

・QoS 機能として、帯域制御機能を具備すること。

⑨ 映像コンテンツ閲覧用端末

・⑤に接続して、映像コンテンツの配信要求が可能であること。

・映像コンテンツの表示が可能な UI を具備すること。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能であること。

⑩ ローカル5G 無線局

・ローカル5G 周波数帯域で電波発射が可能であること。

⑪ キャリア 5G 無線局

・NTT ドコモが提供する 3.7GHz、4.5GHz、28GHz の周波数帯で電波発射が可能であること。

・電波干渉の検討を行うため、⑩に近しい周波数帯域で電波発射が可能な無線装置であること。

⑫ 患者用自立走行型ロボット

・1 名が着座で乗車可能な四輪型のモビリティであること。

・指定した目的地まで、歩行速での自立走行が可能であること。

・LAN、USB、又は Wi-Fi で、5G ルーターと接続が可能であること。

機能要件

映像共有ソリューションにおける各システム機能の機能性能・通信要件を以下に示す。

① 映像送信機能

・以下の映像品質で映像を送信できること

-Full HD、4K の解像度

-フレームレート 30fps 相当

-映像遅延が 1 秒以内(無線区間を除く)

・映像伝送のビットレートを調整・制御できること

・1 時間程度の連続利用ができること

・同時に最大 10 台の映像送信機能を動作させることができること

② 映像中継機能

・最大 10 台のカメラの映像を同時に中継・配信できること

・最大 4 か所にカメラ映像をそれぞれ配信できること

・最大 10 台のカメラの映像を録画・保存できること

・録画した映像を映像閲覧機能で再生できること

・ライブ映像の中継と、録画映像の再生が同時にできること

③ 映像閲覧機能

・以下の映像品質で映像を表示できること

-Full HD、4K の解像度

-フレームレート 30fps 相当

-映像遅延が 1 秒以内(無線区間を除く)

・同一拠点で同時に最大 10 台のカメラのライブ映像が表示できること

・映像の拡大・縮小、カメラの視点移動(視点操作可能な機能を有するカメラに限る)ができること

・映像の表示サイズ、同時表示数(レイアウト)を複数パターンで変更できること

・ライブ表示中の映像の巻き戻し再生、または録画映像の再生ができること

非機能要件

非機能要件は、各診療科で想定するオペレーションに基づき定義した機能要件とは異なり、(病院特化型)映像共有ソリューションの導入を検討いただく各病院の環境や設備、規模や予算に応じて適当にする必要がある。

このため、本実証実験では、想定するターゲットへの円滑な横展開を見据え、各病院の要件に柔軟な対応が期待できるソリューションであることを非機能要件に定めることとした。

本書に記す「非機能要件」とは、システム基盤の発注者要求を見える化するために IPA(情報処理推進機構)が定めた非機能要求グレードに基づく要求項目(下表の通り)とする。

表 4.3.2.(3)-4　非機能要件一覧

非機能要求の大項目	説明	要求の例	実現方法の例
可用性	システムサービスを継続的に利用可能とするための要求	・稼働率 ・復旧水準 ・業務の継続性	・機器の冗長化 ・復旧・回復方法及び体制の確立
性能・拡張性	システムの性能、および将来のシステム拡張に関する要求	・利用状況に応じた見積 ・時間帯によるレスポンスタイム	・医療システムとの連携 ・院内 NW 構成への組み込み
運用・保守性	システムの運用と保守のサービスに関する要求	・運用監視 ・サポート体制 ・内部統制対応	・遠隔監視の実現 ・問題発生時の切り分け、体制の確立
移行性	現行システム資産の移行に関する要求	・新システムへの移行期間、移行方法	・移行体制の確立 ・外部システムへの影響含めた移行検証
セキュリティ	情報システムの安全性の確保に関する要求	・利用制限 ・不正アクセスの防止	・アクセス制限 ・データ暗号化 ・閉域 NW 利用 ・不正の追跡、検知
システム環境・エコロジー	システムの設置環境やエコロジーに関する要求	・耐震/免震 ・システム特性 ・医療における制約	・医療機器の規格や電気設備にあった機器の選別

業務・処理フロー等

救急搬送前の情報共有における運用フロー

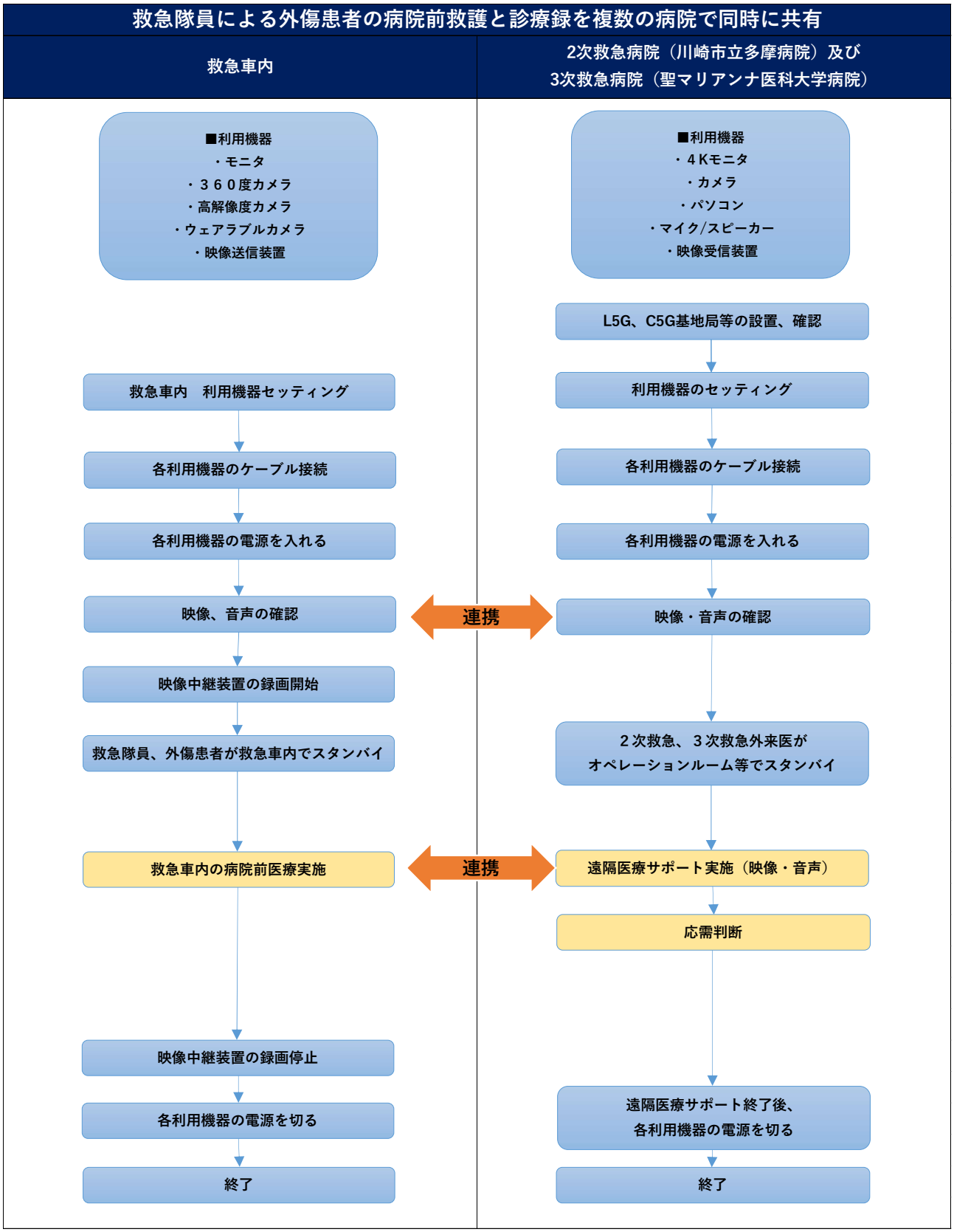


図 4.3.2.(3)-3：救急隊員と複数病院間で同時に情報共有する運用フロー

二次救急病院を三次救急病院が支援

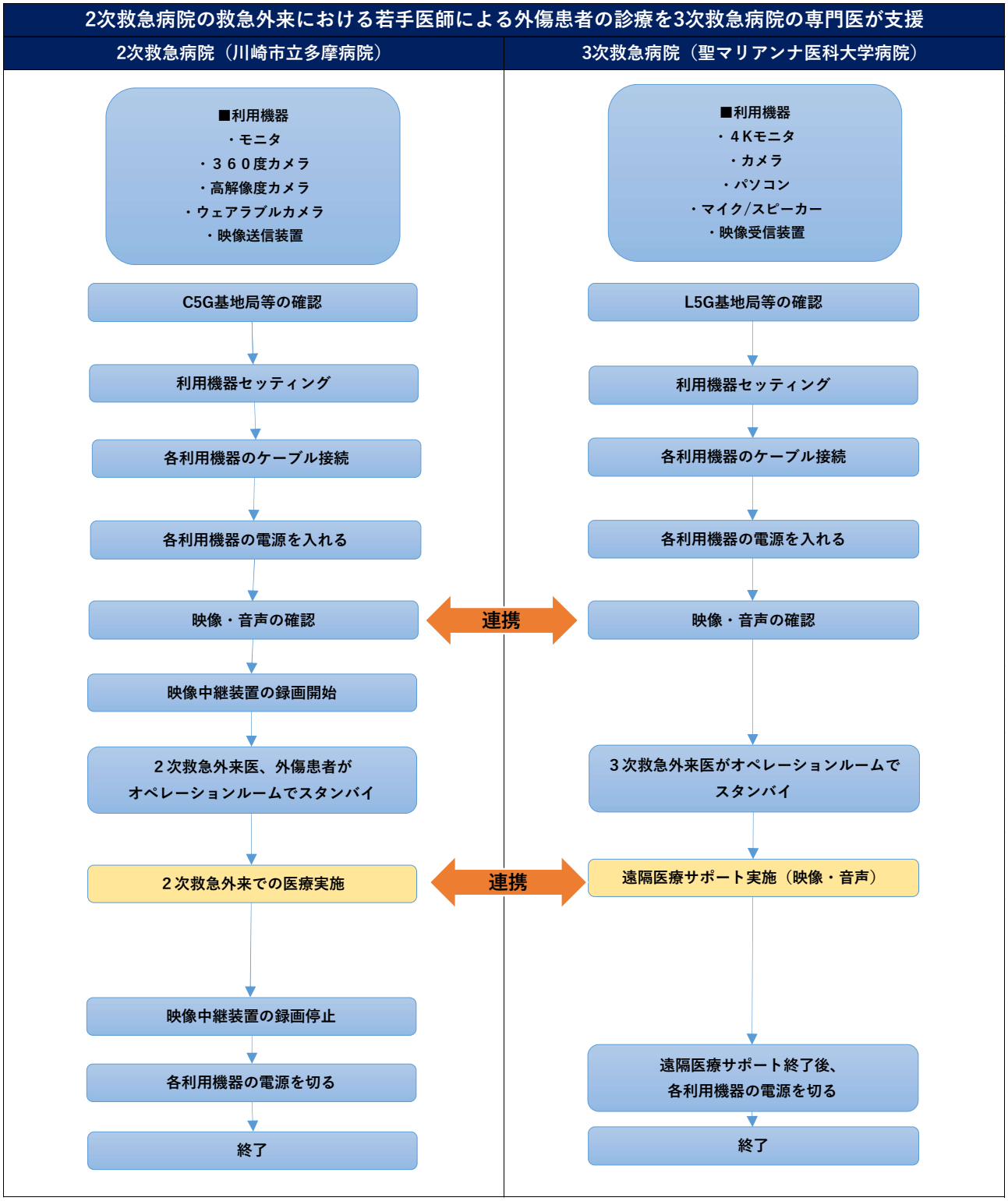


図 4.3.2.(3)-4：二次救急に搬送された患者を遠隔でモニタリングする運用フロー

二次救急病院を三次救急病院が支援

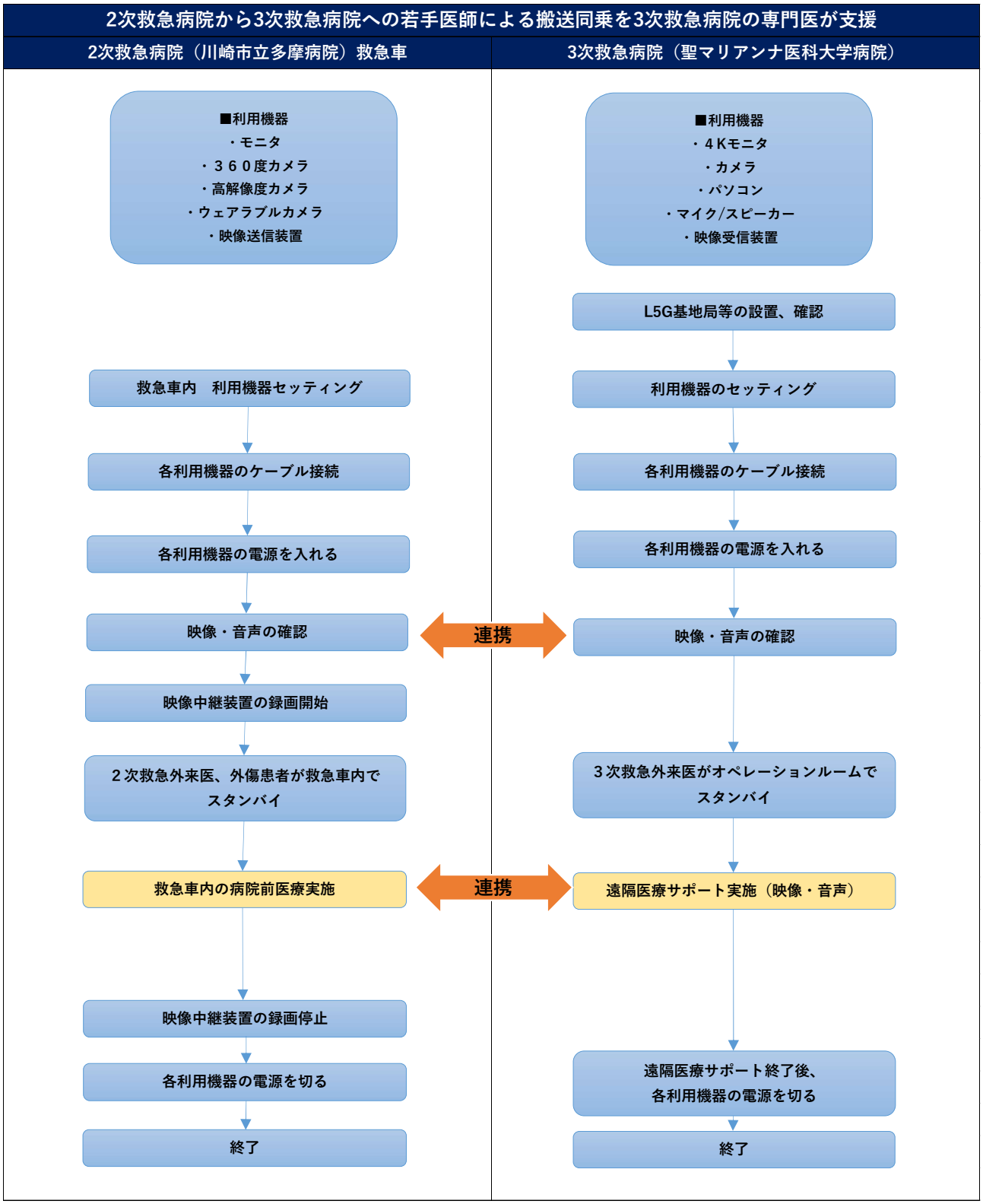


図 4.3.2.(3)-5：二次救急から三次救急に搬送される（上り搬送）の運用フロー

遠隔医療支援による高度化･効率化

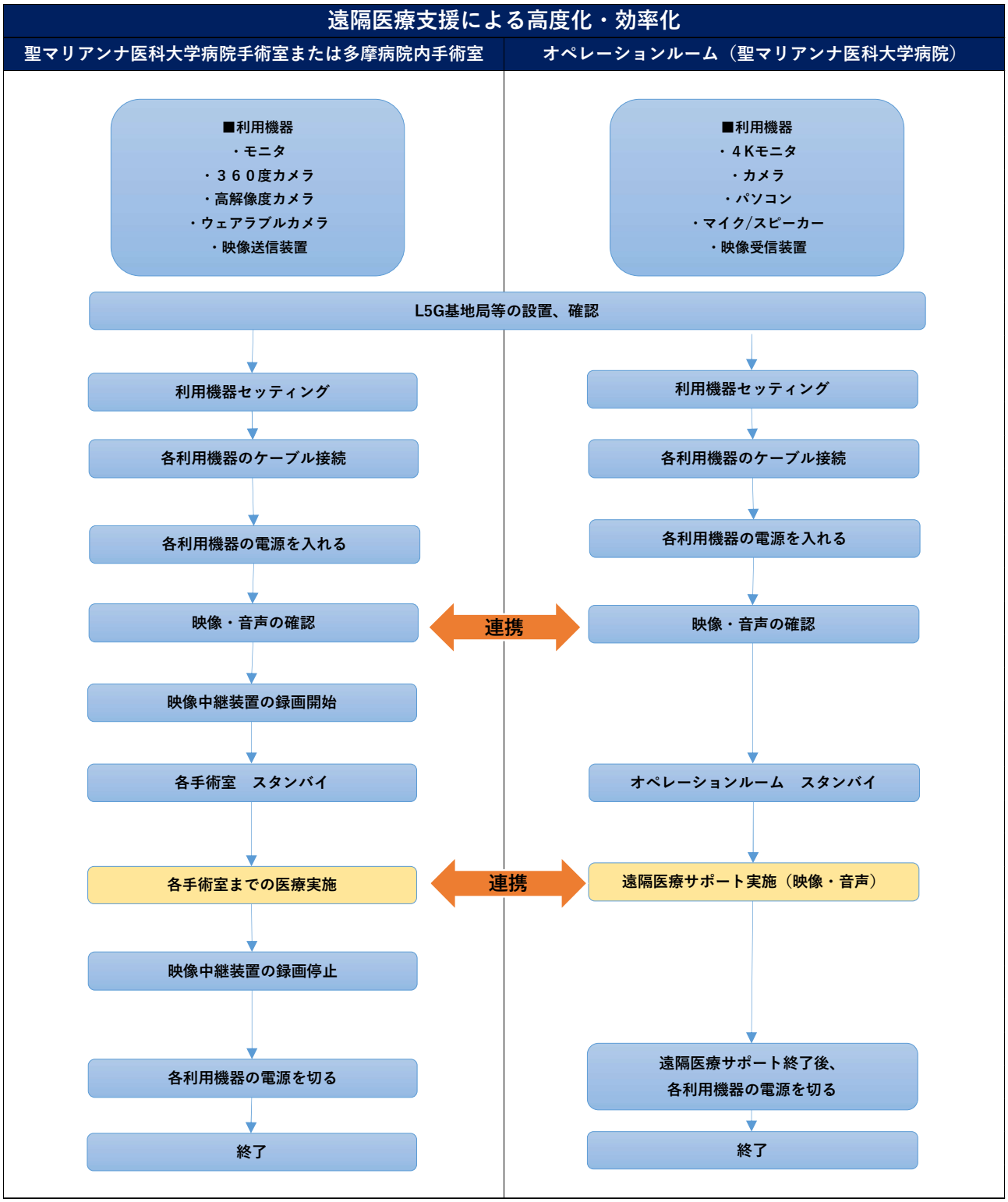


図 4.3.2.(3)-6：手術室または内視鏡室とオペレーションルームの遠隔診療の運用フロー

自律走行ロボットでの患者移動による効率化

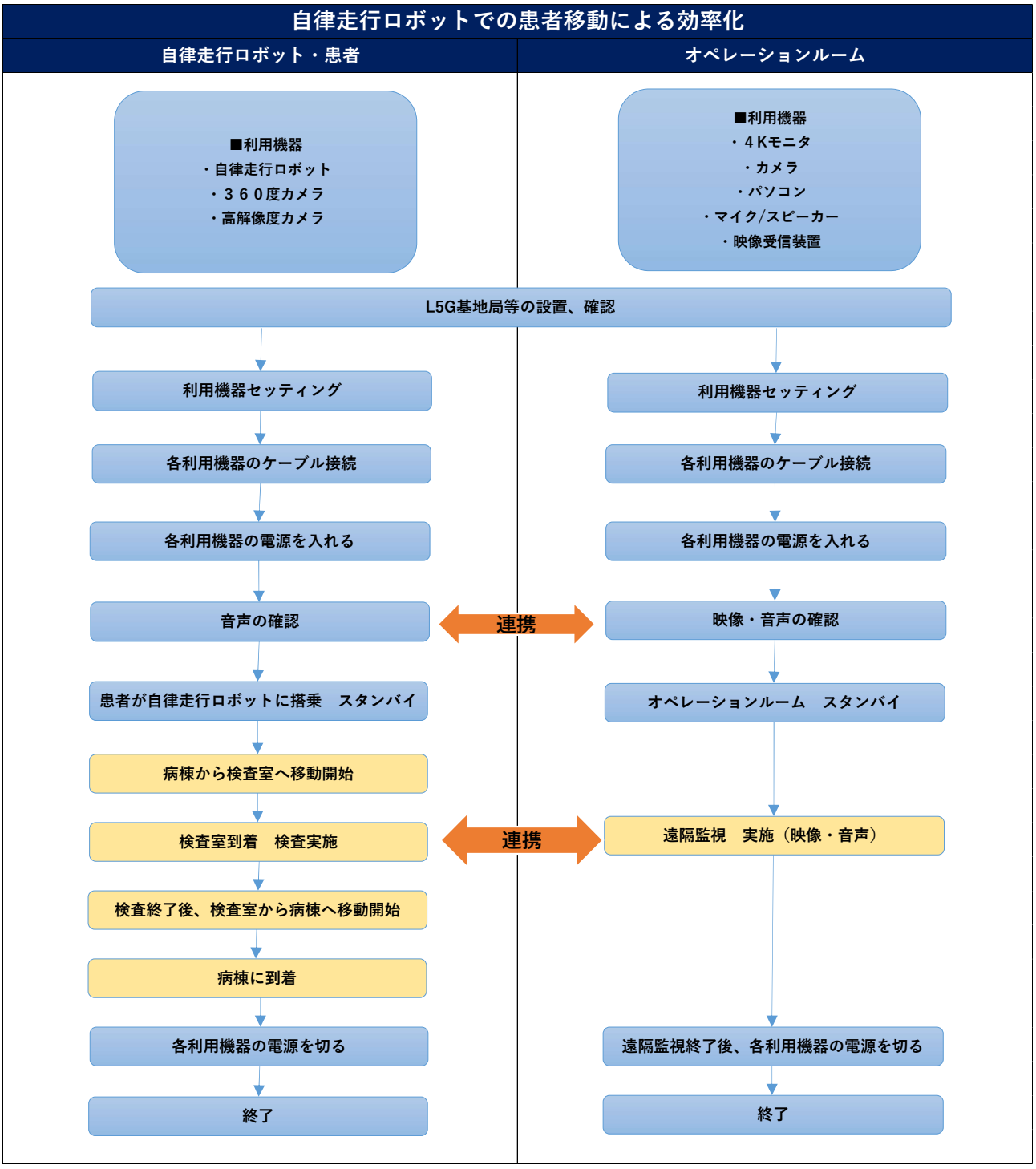


図 4.3.2.(3)-7：自律走行ロボットでの患者移動による効率化

c. ビジネスモデル

本実証開発は、各社のノウハウ、技術の組み合わせにより構成されるものであり、今後のビジネスモデルにあたっては、医療機関がローカル５Ｇ活用モデルを導入したい時、ワンストップでシステム（ソリューション）を提供できる体制の構築を目指す。

各医療機関がローカル５Ｇ活用モデルシステム導入を検討した時、トランスコスモス及びNTTグループはそれぞれ医療機関に合ったシステム構成を提案し、契約～導入・運用・保守までワンストップで提供する。

契約～導入においては、本実証の各ソリューション：＜(病院特化型)映像共有ソリューション、(患者用)自律走行ロボット＞は、映像送信装置、受信機、ロボットなどハードと映像処理システムなどのソフトをパッケージとしてワンストップで提供することを目指す。ソリューションの提供・利用方法については、ユーザの病院規模、導入診療科の数、セキュリティポリシーなどに合わせて適切なローカル５Ｇ構成とサービスの提案を行う。

運用・保守においては、トランスコスモスが持つBPOノウハウを活かし、ローカル５Ｇ免許取得の代行申請、24時間365日でのローカル５Ｇ活用モデルに関するユーザサポートデスクの設置などで安心感をもってユーザがローカル５Ｇ活用モデルの導入を行えることを目指す。ユースケースの展開においては、NTTグループがもつ全国47都道府県の支社・支店・営業所のセールスネットワークを活かし展開を行う。

また、今回の実証のように病院など、高機密性及び、災害時における可用性を重視したNW　への高い品質要求がある際は、MNOなど災害対策設備を所有した事業者によるサービス提供、または、ローカル５Ｇ　などのコア設備をユーザ自身で調達するべきであり、相談を受けたトランスコスモス及びNTTコムが適切な構成をユーザに提案・展開を実施する。

フェーズ	役割	分担
契約	問い合わせ対応(営業)	トランスコスモス、NTTコム
導入	ソリューション選定	NTTコム
	導入補助・BPR	トランスコスモス
運用保守	ヘルプデスク	トランスコスモス
	ソリューション選定保守	NTTコム

図 4.3.2.(3)-8：提供内容の役割分担

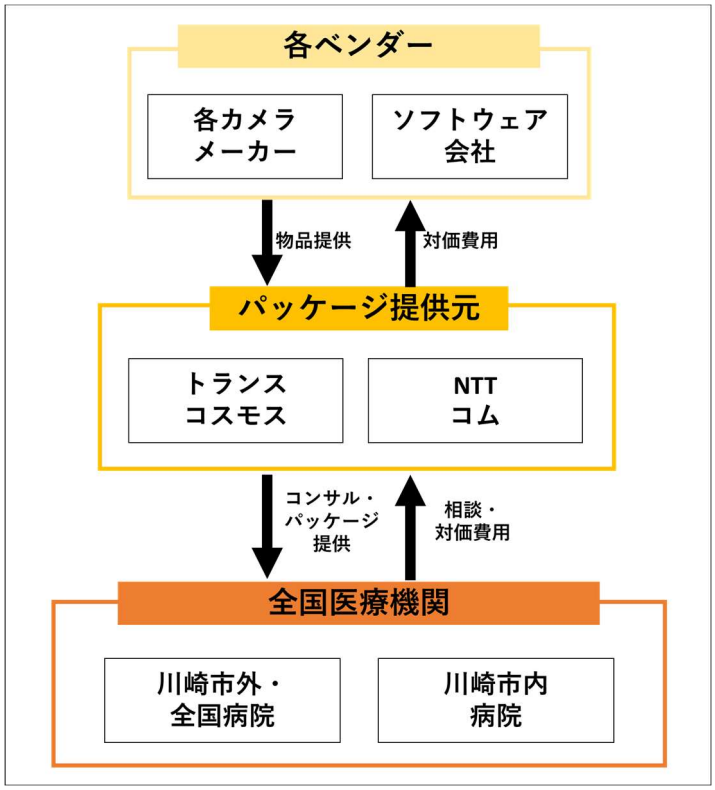


図 4.3.2.(3)-9： 提供時のビジネスモデル

2） 体制・役割分担

4.3.2(3)1)での記載内容と重複するが、病院内にローカル５Ｇ網を構築する若しくはローカル５Ｇ網が構築されている病院を対象とするため、一次救急から三次救急まで多彩な重症度の病態に対応する救命救急センターを持ち、看護師とコメディカルを含め 130 人（聖マリを基準とした目安）以上のスタッフ、各科との連携により 24 時間体制で救急患者を受入れている病院を対象としている。また、救命救急センターでは、診療科横断的なオペレーションが発生するため、他診療科への効果的な展開、麻酔科や内視鏡科など他診療科での活用に幅を広げることができる。さらに、映像共有の活用の運用を考えると、必ずしも救急センターに限らず、中小規模の病院や在宅医療や介護分野との連携など、十分に活用を拡げられると考えている。

そのことを踏まえ、実証実施後の免許人や体制・役割分担の在り方を以下に示す。

実証実施後の免許人やその他役割分担の在り方

本実証開発は、各社のノウハウ、技術の組み合わせにより構成されるものであり、今後、横展開にあたっては、特に、ユーザニーズやコスト等を踏まえた経済性、運用・管理等に係る仕組みや方法、機器の所有権や関係者間の契約の在り方、費用分担も含めた関係者間の役割分担等の体制、ビジネスモデル等、多面的な検討を継続的に行いながら導入を進める必要がある。

そのことを踏まえ、今後の推進体制として、本コンソーシアムのトランスコスモスはローカル５Ｇを活用したパッケージ導入機関における業務効率化や運用の見直し、NTT コムはローカル５Ｇ 等インフラ整備・ソリューション等の技術支援、聖マリは、医療の高度化等の知見及び実証フィールドの提供を担う。トランスコスモス・NTT コムが全国支社・支店のネットワークを活かし、販路を見出す。

なお、免許人はローカル５Ｇはトランスコスモスが代理申請、キャリア５Ｇは NTT コムが免許人となることを想定している。

＜トランスコスモス＞

ローカル５Ｇの実装ないし新しいソリューションの導入にあたっては、類似システムや既存システムとのすみ分けやオペレーションの見直しが必要になる。そのため、各現場のニーズを視覚ヒアリング等により事前に良く把握し、導入から安定した運用になるよう伴走型支援を行うことが重要となる。ただ、導入には、多額の費用が必要であると同時に、オペレーション見直しへの協力、導入・運用に際して ICT 部門等から DX 人材の提供、導入後の保守管理等の引き取りといった目に見えにくいコストや業務も多くなることが想定される。これら各医療機関の特有の課題を解決するために、ローカル５Ｇ免許申請をはじめとする医事業務をアウトソーシングすることも検討材料の１つである。トランスコスモスは主にアウトソーシングサービスプロバイダーとして、デジタル技術を活用したサービスモデルへの以下の取り組みによって、社会の DX 推進に貢献していることが評価され、経済産業省・東京証券取引所が選出する「DX 注目企業 2022」に選定されており、これら業務効率化を含めた課題解決に自社の強みを活かし貢献できる。

＜NTT コム＞

基地局（エリア）構築をはじめローカル５Ｇにおけるインフラを整備する。また、ローカル５Ｇ活用モデルの導入に至っては、現場のニーズに合わせて仕様を検討して、テスト運用・改善を行わないと、真に実装するためには何が必要なのかが見極められないと考える。そのため、Wi-Fi 等の既存システムを活用するなど、仮実装で有用性・利便性を示しながら段階的に進めることも重要となる。そうすることで、試用するツールの最適化が行われ、標準的なパッケージへと進展し、結果的に安価なシステムの開発、コスト圧縮、横展開へとつながっていくからである。当社には、このような技術面での導入支援ならびに開発支援を通じて、横展開を図っていく。

＜聖マリ＞

ローカル５Ｇ実装現場として、具体的な取り組みを、できることから着実に進めていく。本実証実験のような模擬実証から臨床現場、実際の医療現場での実証という必要なステップを踏んでいく。その中で、国、自治体、企業等から更なる支援があることで、その取り組みは推進されるはずである。そのため、実臨床の現場から得られた医学的見地による検証を重ね、当該取り組みを学会や論文において公表し、各関連学会とも連携するなど、積極的に活動することで、先進医療として診療報酬改定の評価を受けるよう努め、その後の医療業界での実装につなげていく。

3） 導入効果

聖マリを基準とした三次救急の医療機関（ユーザとなる医療機関）における顧客提供価値とは、医療の高度化ないしは効率化を提供することであり、本実証で用いた〈(病院特化型)映像共有ソリューション・(患者用)自律走行ロボット〉は、地域医療連携や遠隔診療支援ないし自律走行ロボットにおいて、医療ひっ迫を解決する医療の高度化、医師の働き方改革を解決する医療の効率化を同時に達成することができる点で、これら課題解決に資する導入効果及び有効性を見出すことができる。

特に、映像共有ソリューションを用いることで、地域医療連携においては、一度で搬送先選定や転院調整ができるようになり、搬送困難事例や不要な転院搬送が減少し、救急隊の滞在時間削減に貢献する。救急搬送における病院選定から医療機関における救急医療の提供までの一連の行為において削減効果がある。遠隔診療支援では、同時複数のオペレーション（例：手術や手技）を行えることでの効率化や上級医が若手医師に指導を行えることでの技術伝承による人材定着に繋がる効果が期待できる。また、自律走行ロボットを活用することで、看護師に負担がかかっている数十件の患者移動（待ち）時間の削減が行える。

ソリューションの機能としても、ズームアウト機能・アノテーション機能を利用することで、言葉で説明するのに時間を要していた部分を、視覚的に表現することで言葉で伝えるよりより正確にかつ短時間で意思を表現することができることから、会話時間の軽減また、現場の意識齟齬の軽減に繋がると考えられる。また、巻き戻し機能を利用することで、これまで現場に途中から入ってこられたスタッフがホワイトボードに書かれた患者の時系列情報(クロノロ)のみを確認し現場にあたっていたところを、映像で患者の容態・これまでの処置状況を確認できることから、より迅速でかつ適切なオペレーションが可能になると考えられる。

さらに、導入効果を上げるためにも、これらソリューションの導入～保守までをワンストップでサービス提供し、本ソリューションが単科や単部署だけが使えるようなソリューションではなく、より多くの部署が同時にベネフィットを得られるよう、既存の運用を見直し、業務全体を改善されることで診療報酬増加、人件費の削減、ないしは人材定着による離職防止など、収支改善を図ることができる。

（4） 実装性を高める手法の検討及び実行

ローカル５Ｇ活用モデルの実装性を高める上で、特に、診療報酬を財源とし最小の人員で稼働している医療機関において、コスト面と運用面での課題は重くのしかかる。

そのため、本開発実証で活用したシステムの汎用性を高めてコストを抑えること。ツールの最適化や標準パッケージ化、ベンダーフリー等でシステムを導入しやすくすること。これらが実装性を高める１つの手法と考えた。

そのためには、各医療機関等における類似システム活用状況及び他の医療機関と聖マリとの各オペレーション違い等を正確に把握すること。また、それと同時に、本実証で行った取組を１つのユースケース（あるいは標準ケース）として他の医療機関が本実証ケースを取り入れよう（真似よう）と導入を検討させることが重要となる。この流れができることで、ローカル５Ｇ環境下

で様々なことが検証され、汎用性や最適化が図られることになる。

その一助となるのが、今後総務省が推進する５Ｇソリューション提供センターとの連携だと考える。聖マリの新棟にショールーム機能を持たせたローカル５Ｇ活用モデルを構築し、導入を検討するきっかけを各医療機関につくることができた。また、ソフトウェア活用方式、設計、構築等で得ら情報を５Ｇソリューション提供センターに提供することで、早期普及に向けた取組を加速させられると考える。

【５Ｇソリューション提供センターの実現に向けた連携の在り方等】

・聖マリの新棟に構築するローカル5G ソリューションを、現地でそのソリューションを見てもらえるようショールーム機能を実装する。見学者等の対応に加え、導入検討している他病院の医師に実機体験・ソリューション体験してもらえる場として、早期普及に向けた取組を行っていく。

・また、本実証でのソフトウェア活用方式、設計/設定内容、ネットワーク構成等の得られた情報について纏めた各種ドキュメント類を５ＧＳＣへ提供する。さらに、本実証に用いたソフトウェアについて、５ＧＳＣで検討されている「ソリューション提供の方式」の詳細を確認して方式可能な場合は、提供内容・ビジネスモデル等について検討を促進したい。

1） 検証項目

それぞれのシステムの実装性を高める上で、システムの「汎用性」「ツールの最適化」「標準パッケージ化」「ベンダーフリー」等を視野に、他の医療機関での実装を図る場合に必要となる機能、追加すべき機能等の検討を行った。また、医療機器として取扱う必要が出てきた場合は、平成27(2014)年 11 月に施行された改正医薬品医療機器等法（昭和 35(1960)年法律第 145 号）により、そのリスクによる製造販売規制など、必要に応じて基準への適合を確実に行う。

2） 検証方法

評価方法は討論形式をとり、有識者等と協議会を開催し、実装性を高める上で、必要となる要素を割り出し、課題を抽出した。

1） 本ソリューションと類似となるシステム利用状況を把握・調査し、有識者や聖マリや多摩病院以外の医療機関の現状を聴取した。

2） 1）に基づき、有識者や聖マリ・多摩病院以外との医療機関と検討会を開催。また、他医療機関への実装展開を見据えた検討を行った。主に、システムの「汎用性」「ツールの最適化」「標準パッケージ化」「ベンダーフリー」等を中心に議論した。

3） 1）、2）を踏まえ、より実装を図る場合に、必要となる機能、追加すべき機能、継続費用等の検討を同コンソーシアムで行った。

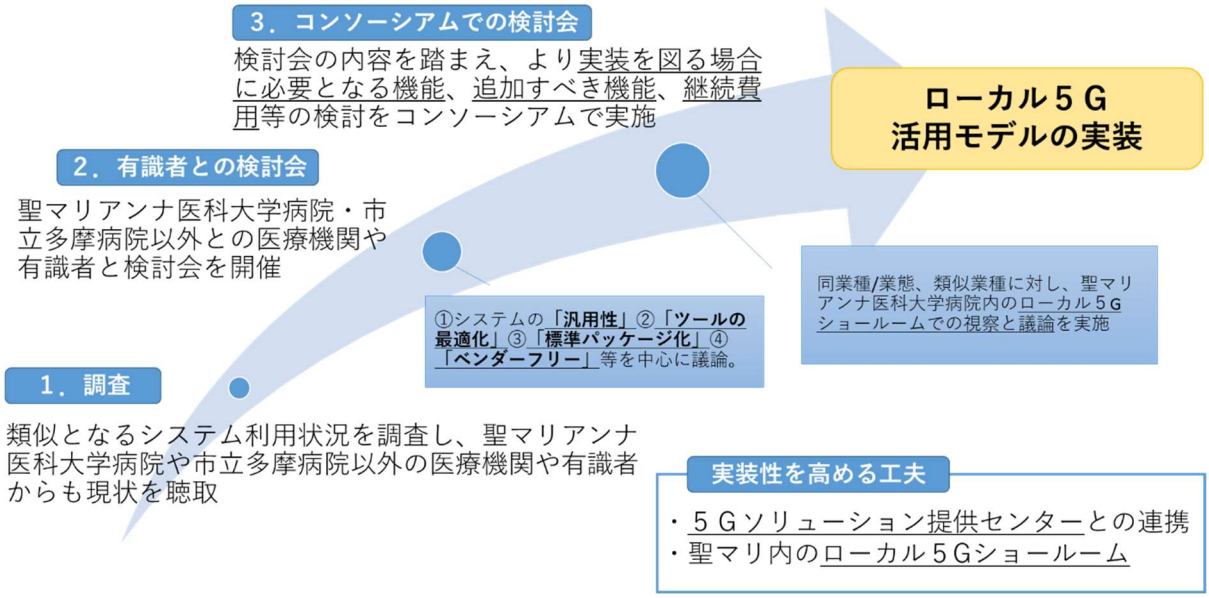


図 4.3.2.(4)-1：実装性を高めるためのステップアップのイメージ

3)　検証結果及び考察

有識者と検討した内容について、実装及び横展開の検討結果について取りまとめ、ローカル５Ｇ活用モデルの改善を図る上で、機能ブラッシュアップの追加開発の要素となるか検討・精査を行った。

なお、有識者については、国際医療福祉大成田病院救急科、国立病院機構災害医療センターにお願いし、外資系コンサルティング経験者や先駆的最新技術に知見のある医師に経営的視点と臨床的視点の双方の観点で議論を行った。以下に、検討会の内容を示す。

【結果】

会議名	第一回ローカル５Ｇを活用した救急医療・医師の働き方改革に関する検討会
日時	2023/02/01（水）　11:00~12:00
議事次第	1．開催の挨拶 2．背景・経緯のご説明（実証動画によるご説明） 3．実証概要のご説明（概要資料にて説明） 4．類似実証の状況、他医療機関のご意見 5．意見交換 6．今後の予定
ポイント 今後の展開	・３つのテーマで医師と看護師の各々働き方改革に寄与（実証概要の理解） ・映像共有やロボットは他の医療機関でも導入されている ・本実証の汎用性（必要性）や導入における課題を次回までに考える

主なご意見	・各テーマにおけるメリット ＞テーマ１： 救急搬送時間の短縮だけでなく、救急隊、受け入れ先病院での負担軽減や不適切な搬送事例の減少につながる。それが、救命救急士のより質が高く高度で安全性の高い救急処置につながる。 ＞テーマ２： 診療の専門性や安全性の向上、遠隔指導する医師の精神的負担軽減、現場スタッフ（非医師）の肉体的負担軽減。検査室や機器、手術室等の効率的活用につながると考える ＞テーマ３： 看護師の肉体的負担軽減、患者の肉体的負担軽減、検査室や機器、手術室等の効率的活用。医療スタッフの効率的な準備につながると考える。 ・運用面における課題 ＞テーマ１の公衆網との連携は、高精度の映像を安定的に飛ばせる環境が使用の前提だとし、そのうえで、低コストで電波網を構築できることが重要である。実装に向けては、ソリューションとしての完成度も高く、予算確保や実務者の同意と実施体制があれば、実装可能な範疇だと思う。 類似実証の状況 ＞搬送業務の自動化 藤田医科大学病院で、配送業務自動化の実証実験として、自律走行ロボットを用いた実証実験を行っている。 患者搬送ではないものの、スタッフがいるステーションから検査室までの走行を行っている。今後もロボットの活用においては各社から様々なソリューションが発表されていくと考える。 ＞テーマ１の具体の実証活用事例として、 重症外傷ショックの事案の搬送先選定における活用も考えられる。例えば、遠方の三次救急病院に１時間以上かけて搬送するか、または CPA（心肺停止）回避のために直近の二次救急にまずは搬送（初療を受けて必要に応じて上り搬送）とするか、現場出動の救急隊が判断に迷うときに活用できると考える。（三次救急病院へ遠方でも搬送する本部指示が通常と思われるが、CPA になるという現場隊員の見立てがある場合など、車内映像があれば、その見立てをサポートする可能性がある。）

会議名	第二回ローカル５G を活用した救急医療・医師の働き方改革に関する検討会
日時	2023/02/08（水） 11:00~12:00
議事次第	1. 開催の挨拶 3 システム全体の概要説明 4. ローカル５G ショールームについて意見交換 5. 実装展開を見据えた課題 6. 意見交換
ポイント 今後の展開	・映像共有というソリューションの汎用性は高いが、映像共有がない中で現場は成立しているので、導入までにはいくつか壁がある。 ・標準化、パッケージ化に向けては、ソリューションとしての完成度が高く、実運用に合わせた形で PDCA を回すような体制が必要 ・映像共有をキーワードに、研究費として、実装に向けた取組を加速させることも検討できる
主なご意見	・映像共有ソリューションの汎用性（必要性） ＞テーマ１ ・現段階で汎用的であり、あったらよいという認識であり、予算・実務者の同意と実施体制があれば、すぐに実装可能と思う。ただ、視覚（映像）情報共有システムがなくても現場が成立してしまっているため、完全導入（普及）を目指すには、まだ超えないといけない壁がいくつかあるように思う。 ・実務で使用する場面の特定 →実証を積みて場面の洗い出しをさまざまに行う必要である ・使用で得られるメリットの定量化（使用しなかった時との比較） →コストに見合う効果なのかという議論は必要。自動心臓マッサージシステム（LUCAS）や自動心肺蘇生器（CLOVER）という機器購入との比較をし、システムとして導入を推進する必要性について提示が必要 ・導入後の事務改善に活かすべく PDCA サイクルを地域の医療機関で持つこと →システムを入れたあと、ネクストステップにつなげるための体制を組織的に地域で持つことが望ましい（例えば協議会など） ＞テーマ２ ・汎用的でシステムの実装はすぐに可能だと感じ、必要性も感じる。ただ、課題としては、テーマ１と同じく、実務で使用する場面の特定、使用で得られるメリットの定量化（使用しなかった時との比較）、導入後の事務改善に活かすべく PDCA サイクルを地域の医療機関で持つことである。 ＞テーマ３ ・汎用的でシステムの実装はすぐに可能だと感じ、必要性も感じる。ただ、課題としては、機器トラブルが発生した際に誰が対処するか、また事前に誰

	が対処するかの合意形成をとっておくことが大事。 ・パッケージ化や標準化 ソリューションとして、既に実績のある機材を組み合わせており、映像の巻き戻しやズームインアウト、アノテーション機能と昨年度実証の改善もあり、UI/UX の向上含めて取組が進んでいる。今後は、このソリューションに活用できるカメラ等が増やすことで、ユーザのコストに合わせて提案できる、より充実したパッケージになる。 ・導入・運用・維持費用（コスト）の課題があるが、実装に向けて、どのような取組が有効と考えられるのか。 診療報酬を原資とする医療ではあるが、救急隊車両の設備については、総務省へのシステム導入のメリットを訴求する方法もあると考える。 映像共有するシステム（ソリューション）は院内システムの電子カルテ等のシステムと同様の扱いになることも考えられ、AMED 等の大型研究費として実証を続ける方法もあると考える。 ・ショールーム機能の活用方法 ショールームの機能はもちろん現場で受け入れることができれば、充分に重要性が伝わる。その前段として、本実証を踏まえた映像資料を有効に活用し、他の方とも情報を共有しやすく、取組の目的や内容を事前に把握できることが理解促進につながる。また、現地で受け入れる際、より実務的な運用マニュアルや事例の共有とかをご紹介できれば効果が高いと考える。

このことから、ソリューションの汎用性については高い評価を受けており、実装の現場で使えるまでブラッシュアップできていると推察できるものの、実装性を高めるためには、運用面において、視覚情報共有がなくても現場が成立している点を踏まえて、実証を積み重ね、利用シーンの洗い出しなどを行いつつ、機器トラブル時の対応を検討していく必要がある。実証の積み重ねについては、AMED 等の大型研究費など、今回の実証で得た知見を研究として取組ことも検討の１つの案となる。また、公衆網との連携は、高精度の映像を安定的に通信できる環境が使用の前提とし、ユーザのコストに合わせて構築できるソリューションを構築することが重要と考える。

（5） 電波影響のリスクマネジメント

医療機関が携帯電話等の適切な使用ルールを設定するために参照すべく、平成 26 年に電波環境協議会から「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針 」が公表された。電波影響のリスクマネジメントの一環として、今後の医療機関におけるローカル５Ｇ の使用においても本指針を参照して適切な使用ルールを策定することが必要であると考える。上記指針は、適切な使用ルールの策定のため、携帯電話等と医用電気機器との間に必要な離隔距離について包含的な目安を示している。一方で、ローカル５Ｇ の周波数帯について、個々の医用電気機器に必要となる離隔距離等の情報は、十分とは言えない。そのため、今後の医療機関におけるローカル５Ｇ の使用ルールの策定に資する情報を調査し、整理する必要があると考える。上記指針の「４．医療従事者向けの携帯電話端末使用ルールの設定」の章においては、特に手術室等について、以下のように記載されている。

『手術室など、影響のリスクの非常に大きい医用電気機器の存在するエリアにおける使用については、各医療機関において、独自に試験を行った場合はその試験結果、あるいは医用電気機器の取扱説明書からの情報等をもとに、当該エリアにおける医用電気機器へ影響を及ぼさないことを確認すること。』

本活用モデル課題実証の環境は上記の確認を実施すべきエリアであると捉え、ローカル５Ｇの利用における本件に係る医療機器への電波影響について、以下の通り検証を行った。

1） 検証項目

本活用モデル課題実証に係る医用電気機器のうち、電波影響が発生した場合に臨床への影響が大きいと想定される等の重要性が高い機器を対象として、電波影響の発生の有無、電波影響の程度、およびそれが発生しなくなる距離を明確化する。

2） 検証方法

医用電気機器の取扱説明書からの情報、あるいは外部文献調査によって得られた情報などをもとに、対象とした医用電気機器について、電波影響の発生の有無、電波影響の程度、およびそれが発生しなくなる距離を推定する。

また、対象とした医用電気機器の一部について、電波環境協議会「医療機関における携帯電話等の使用に関する報告書[14]」や総務省「電波の医療機器等への影響の調査研究」の報告書類[15]を参照した方法により、電波影響の実測調査を行う。

[14] https://www.emcc-info.net/medical emc/pubcom2/2608 2.pdf

[15] https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/ele/seitai/chis/index.htm

実測調査における無線諸元を表 4.3.2.(5)-1 に示す。信号発生器でローカル 5G 端末の発する電波を模擬する信号を生成し、高周波増幅器で所望の送信電力に調整した上で、ダイポールアンテナから発射した。電波の送信モードは、過去の各種調査で医用電気機器への電磁障害が発生しやすいことがわかっている断続送信モードを使用した。周期を 1 秒、Duty 比を 0.5 とした。断続送信モードの概念図を図 4.3.2.(5)-1 に示す。

表 4.3.2.(5)-1 医用電気機器の電波影響調査用電波の無線諸元

周波数帯	4800～4900 MHz
帯域幅	100 MHz
通信方式	NR
複信方式	TDD
DL:UL 比率	DL:UL:S=7:2:1
1 次変調	256QAM
送信電力	200 mW

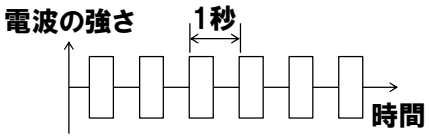


図 4.3.2.(5)-1　断続送信モードの概念図

調査対象機器の各面に対して、面全体をなでるようにアンテナを動かしながら調査を行い、電磁障害が発生するかどうかのスクリーニングを行った（以下、基本調査とする）。基本調査で電磁障害が発生した調査対象機器について、追加調査を行った。追加調査では、最も顕著な障害が発生した位置でアンテナを密着させた状態を初期位置として、調査対象機器とアンテナの間の距離を変化させて、電磁障害が消失する距離を調査した。調査手順のイメージを図 4.3.2.(5)-2 に示す。

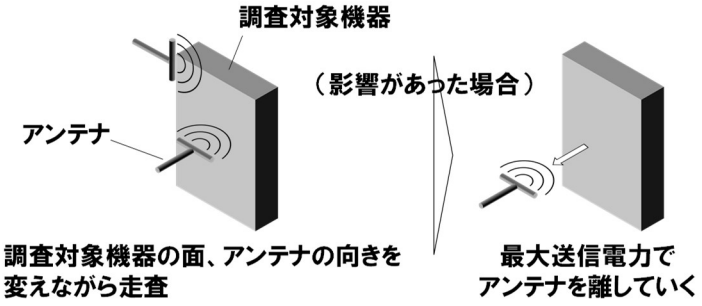


図 4.3.2.(5)-2　調査手順のイメージ

電磁障害が確認された場合、実際の診療に及ぼす影響の程度を表す指標として、総務省が2002年に公表した「電波の医用機器等への影響に関する調査研究報告書」に記載のカテゴリ分類を用いることとした。カテゴリ決定方法の抜粋を表4.3.2.(5)-2に示す。

表4.3.2.(5)-2　医用電気機器障害のカテゴリの決定方法

（電波の医用機器等への影響に関する調査研究報告書、総務省、2002年より抜粋）

機器障害の物理的状態 / 診療障害の状態	正常	可逆的	不可逆的	
			機器を操作	修理
正常	1	－	－	－
診療擾乱状態	－	2	3	4
誤診療状態	－	3	4	5
病状悪化状態	－	4	5	6
致命的状態	－	6	7	8
破局的状態	－	8	9	10

3)　検証結果及び考察

表4.3.2.(5)-3に文献調査結果を示す。IEC 60601-1-2、EN 60601-1-2、およびJIS T 0601-1-2は、版数に関わらず、周波数2.5 GHzまでのイミュニティレベルしか規定されていないため、ローカル5Gについては適用されないと判断した。また、「医療機関における携帯電話等の使用に関する指針」の公表前に製造・販売されていた医用電気機器については、本指針の内容と合致しない文言が記載されている可能性があることに注意が必要である。

表 4.3.2.(5)-3　医用電気機器の電波影響に関する文献調査結果

対象機器の一般的名称	取扱説明書記載に基づく電波影響の発生の有無、電波影響の程度、およびそれが発生しなくなる距離など	EMC 適合規格から推定した電波影響が発生しなくなる距離 上段：EMC 適合規格 下段：推定した距離
注射筒輸液ポンプ	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、できるだけ離す	IEC60601-1-2: 2007 推定不可
汎用輸液ポンプ	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、できるだけ離す	IEC60601-1-2: 2007 推定不可
汎用輸液ポンプ	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、できるだけ離す	IEC60601-1-2: 2007 推定不可
注射筒輸液ポンプ	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、できるだけ離す	IEC60601-1-2: 2007 推定不可
体外循環装置用遠心ポンプ駆動装置	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、できるだけ離す	JIS T 0601-1-2: 2012 推定不可
人工心肺用温度コントロールユニット	電波影響の発生の可能性がある、突然停止や誤作動の原因になる、近くでは使用しない	JIS T 0601-1-2: 2002 推定不可
補助循環用バルーンポンプ駆動装置	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、最低分解距離は不明	IEC60601-1-2: 2001/ EN 60601-1-2: 2001 推定不可
汎用人工呼吸器	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、維持すべき最短距離	IEC60601-1-2: 2007 推定不可
加温加湿器	電波影響の発生の可能性がある、性能が劣化する可能性がある、30cm 以上離す	IEC60601-1-2（版数未記載） 推定不可
機能検査オキシメータ	電波影響の発生の可能性が	IEC60601-1-2（版数未記

	ある、影響の程度は不明、最低分解距離は不明	載） 推定不可
テレメトリー式心電送信機	電波影響の発生の可能性がある、電波を呼吸波や脈波と誤認し誤った測定値を表示することがある、患者の周囲で電源を切る	IEC60601-1-2:2001, IEC60601-1-2 Amendment 1:2004, IEC 60601-1-2:2007 推定不可
重要パラメータ付き多項目モニタ	電波影響の発生の可能性がある、電波を脈波と誤認し誤った測定値を表示することがある、患者の周囲で電源を切る	IEC60601-1-2:1993 推定不可
侵襲式体外型心臓ペースメーカ	電波影響の発生の可能性がある、影響の程度は不明、1ｍ（ただし、医療機関内における使用については各医療機関の指示に従うこと）	IEC60601-1-2（版数未記載） 推定不可
テレメトリー式心電送信機	電波影響の発生の可能性がある、波形に雑音が混入したり誤動作を起こすことがある、電源を切る	IEC60601-1-2: 2001/ EN 60601-1-2: 2001 推定不可
解析機能付きセントラルモニタ	電波影響の発生の可能性がある、波形に雑音が混入したり誤動作を起こすことがある、電源を切る	IEC60601-1-2: 2001/ EN 60601-1-2: 2001 推定不可

表 4.3.2.(5)-4 に実測調査結果を示す。医用電気機器障害のカテゴリの決定および臨床上の許容可否の判断については、聖マリの臨床工学技士が実施した。

表 4.3.2.(5)-4　医用電気機器の電波影響に関する実測調査結果

対象機器の一般的名称	電波影響の有無および程度	電波影響がなくなる距離	臨床上許容できる電波影響か
注射筒輸液ポンプ	影響なし、カテゴリ 1	—	—
汎用輸液ポンプ	影響なし、カテゴリ 1	—	—
汎用輸液ポンプ	影響なし、カテゴリ 1	—	—
注射筒輸液ポンプ	影響なし、カテゴリ 1	—	—
体外循環装置用遠心ポンプ駆動装置	影響なし、カテゴリ 1	—	—
人工心肺用温度コントロールユニット	影響なし、カテゴリ 1	—	—
補助循環用バルーンポンプ駆動装置	影響なし、カテゴリ 1	—	—
汎用人工呼吸器	影響なし、カテゴリ 1	—	—
加温加湿器	影響なし、カテゴリ 1	—	—
機能検査オキシメータ	可逆的な波形乱れ、数値変動、カテゴリ 2	10 cm（電極）	許容可
テレメトリー式心電送信機	受信機での可逆的な波形乱れ、カテゴリ 2	44 cm（本体）	許容可
重要パラメータ付き多項目モニタ	可逆的な波形乱れ、数値変動、エラー表示、カテゴリ 2	4 cm（モニタ部）	許容可
侵襲式体外型心臓ペースメーカ	影響なし、カテゴリ 1	—	—
テレメトリー式心電送信機	受信機での可逆的な心電図波形乱れ、「テレメータ受信確認」エラー、カテゴリ 2	4 cm（本体）	許容可
解析機能付きセントラルモニタ	可逆的なノイズ音（スピーカーから）、カテゴリ 2	5 cm（本体）	許容可

センシング機能を持つ医用電気機器を中心として、最大 44 cm の距離で電磁障害が確認された。電磁障害のカテゴリはいずれも 2（障害が可逆的で、診療擾乱状態となる障害）であり、臨床上許容可能との判断となった。医療機関においてローカル５Ｇを使用する場合、本結果を参考にしつつ、適切な使用ルールの策定が必要と考えられる。

4.3.3　ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

本実証では、主に救命救急センターへのローカル５G 活用モデルとして、キャリア５Ｇとのシームレスな連携ができることを検証した。これが実装されれば、救急搬送前から搬送後の各種検査、診察、医療スタッフ間の治療方針決定、（遠隔）治療、入院まで切れ目のない円滑かつ効率的な高度医療体制の構築につながり、より発展的な活用が期待される。また、キャリア 5G 経由でクラウド基盤から基地局等経由で各病院の指令室・各医局と連携するシステムを構成し、遠隔診療における医師の負担軽減や業務効率化また自律走行型ロボットにおける看護師の負担軽減や業務効率化が図れれば、医師の働き方改革において、良質かつ適切な医療を効率的に提供する体制の確保としての１つのユースケースとなり、同様により発展的な活用が望まれる。

さらに、今後、高まり続ける医療需要の増大に対して、単一の自治体（例えば、川崎市）はもとより、複数の自治体を跨ぐ広域連携への対応などが求められたとき、本実証のようなキャリア５Ｇ等の大衆向け通信網との連携によってローカル５G の活用の幅は大きく広がることになる。

ここでは、これらローカル５G の実装に向けて、構造的な課題を明確にし、さらなる課題の抽出及び解決の方向性について、検証内容や方法についてまとめる。

（1）　ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題

今後の実装にあたって、とりわけローカル５G 活用モデルの構造的な課題については、コスト面での課題と運用面での課題の２つに切り分けられる。

まず、コスト面では、ローカル５G の導入にあたって、多額となるイニシャル及びランニングコストが懸念される。各医療機関の現状からすると、自主的に導入するのでは財政的な負担が大きく、普及展開については困難が予想される。診療報酬を財源とし、常に最小人員で昼夜を問わず稼働している状況において、労働人員の削減による収入増で費用を捻出するなど、コストカットも期待しにくいという課題がある。

次に、運用面では、遠隔診療による医師の負担軽減、自律走行型ロボットによる看護師の負担軽減、また医師から看護師、看護師から医療事務のように、タスクシフト/シェアが行われ更なる負担軽減ないしは業務効率化が期待できる。しかし、特に、医師の働き方改革において、医師の時間外勤を減らす目的で導入した運用が、これまで対応していなかった業務を看護師等が担うことになったり、看護師等の時間外勤務時間が増加するようなことにならないよう、双方にとって有効である運用にしなくてはならない。このような中で、救命救急、医師、看護師をはじめとしたそれぞれ多職種に関わる総合的な新しいソリューションの導入にあたっては、現状のオペレーションへの影響等の運用面を見直し、有機的に結びつくモデルケースとしてとりまとめることを検討する必要がある。

（2）　ローカル 5G 活用モデルの実装に係る課題に対する解決策の検討

解決策の方向性を導き出すための検討方法やプロセス等については、実際の医療場面を想定した実証実験を行った中で、更なる課題や実証中の気づき等を記録し、実証に参加した医療スタッフからのアンケート等を通じて、実際の医療現場で有効に機能させるための改善ポイントを収集し、情報収集を行った。

先に記載した 4.3.1（ローカル 5G 活用モデルの有効性等に関する効果・機能・運用面からの検証）及び 4.3.2（ローカル 5G 活用モデルの実装性に関する市場性・経済性・運用スキームからの検証）では、ローカル５Ｇの利活用により、救急搬送の高度化・効率化をはじめ、遠隔視覚情報共有による専門家・上級医の関与による医療現場における高度化・効率化、看護師の患者搬送時間の短縮を実現に有用であることが確認できた。それぞれ医療の高度化と効率化を同時に達成できるソリューションとして期待の高い結果を得た。ただ、一方で、4.3.2（1）で述べたとおり、ソリューション構築によるコスト面や運用面において課題の意見が挙がり、以下のとおり、更なる検討事項をぞれぞれ抽出し、その解決策の方向性をまとめる

【ローカル５Ｇの実装に向けた課題の抽出及び解決策】

１．方針

本実証開発などを通じ、上記のとおり、医療現場での有用性が確認され、ローカル５Ｇ導入の機運が高まることが期待される中、実装にあたっては、イニシャル及びランニングコストが懸念される。また、新しいソリューションの導入により、現状のオペレーションへの影響や新たな運用の見直し等が必要となる。このため、コスト削減ないし機能面や運用に関する安全面・制度的な課題をとりまとめることが効果的になる。

２．コスト面の課題と解決策

本実証のコスト面の課題の解決策としては、医療機関が診療報酬を財源とする理由から、医療機関側の業務効率化や稼働効率化による利益の確保、ソリューション提供価格の低廉化、そして診療報酬改定（報酬増加）を行うための取組が考えられる。

本実証の結果を踏まえると、実証テーマ１の救急搬送の効率化においては、病院搬送先の選定現場滞在時間の削減をはじめ病院(転院)搬送先選定ないしはプレホスピタルにおける指示要請、患者受入先の病院における処置準備の迅速化など、救命医療の提供における一連の行為で稼働効率化の実現が想定される。実証テーマ２の遠隔診療においては上級医の同時オペレーション（若手医師への指導含む）による業務効率化の実現が想定される。また、実証テーマ３の自律走行ロボットにおける患者自動搬送においては、看護師の患者移動や待ち時間の削減による業務効率化が想定される。今後はこれらのコスト削減効果を、様々なモデルケースで検証（対象となる手術の症例、搬送（移動）する患者の容態等）を行い、緻密な定量的効果を把握することが必要となる。ただ、新型コロナウイルス感染症感染拡大等に伴う医療ひっ迫により、常に最小人員で昼夜を問わず稼働している状況において、労働人員の削減による単純な費用捻出となることは期待しにくい面がある。そのため、聖マリのような大規模病院であれば、より多くの部署で、単科や単部署だけが使えるようなエリアではなく、より多くの部署が同時にベネフィットを得られるようなエリアを選んでローカル５Ｇ 活用のユースケースの横展開を検証し、院内で部署横断的にユースケースに関する議論ができるようにし、複数部署からの必要性を提案として稟議を上げる工夫も費用捻出（コスト面の課題）の解決の一助となると考える。

また、民間企業からの財政支援（低廉化）により、横展開可能な標準的なソリューションパッケージの開発を進め、ソリューションをパッケージ化またはベンダーフリーのシステム構成にして、単独または専門業者からの導入に比べて費用負担が軽減できることも１つの解決策につながる。

ローカル 5G 提供コストの低減に向けては、NTT コムが保全業務を実施しているグループ会社を活用することで保全業務を効率化し、提供価格の引き下げを目指している。また、ソリューションの提供コストの低減に向けては、SaaS 型でのソリューション提供の検討など行っている。

また、これらのコスト面における診療報酬の財源確保の一つとして、医学的見地からローカル 5G 活用に関する内容を、学会や論文で発表し、診療報酬改定に繋げていくことが有効だと考える。既に、2023 年 3 月の第 59 回腹部救急医学会のなかの STEMS（遠隔医療支援 stat tele emergency medical support）研究会において本取り組み発表予定である。また、こういった学会の中の研究会において、医療関係者だけでなく電波事業者や IT 企業（民間企業）も交えてローカル５G 導入のための協議会を組成し、費用分担の方法、維持管理、など医療の高度化とサービス価格の低廉化を同時並行で図っていく方法も解決策として有効であると考える。

３．運用面の課題と解決策

本実証の運用面の課題の解決策としては、医療機関が医療のひっ迫や働き方改革が差し迫っている理由から、医師や看護師のそれぞれで運用（業務改善）の効果があり、導入・運用～保守までの全体のオペレーションの条件整理、導入面における安全面や制度的な問題等を検討し、導入後の保守管理等も含めて運用面で無駄のないソリューションの導入への取組が考えられる。

本実証の結果を踏まえると、実証テーマ１の救急搬送の効率化においては、広域連携（救急車・二次救急・三次救急）により複数の搬送候補施設で一度に情報共有（複数回の電話をかけなくてよくなる）できることで、搬送先選定や転院調整、搬送困難事例の減少等で待機時間が短くなることが想定される。実証テーマ２の遠隔診療においては、高精細画像を品質劣化や遅延等を感じず、上級医が若手医師への手術や手技の遠隔指導の実現が想定される。また、実証テーマ３の自律走行ロボットにおける患者自動搬送においては、搬送による看護業務の中断がなくなることで、途切れなく看護業務に集中できるため、副次的効果として医療の質の向上も期待できる。

医師や看護師のそれぞれで業務改善の効果が想定されるが、安全面や制度的な観点での運用を考えると、導入・運用～保守までの全体のオペレーションでは特に次の点を考える必要がある。安全面では、実際の医療現場では医療従事者（関連スタッフ）が多く関わるため、オンデマンドで必要な時にいつでも閲覧可能なマニュアルの作成をする、不具合発生時のヘルプデスクを担うような管理部署（IT 人材）の設置をする、ということが、より安全面に配慮した運用を検討していく上で必要と考える。また、制度面では、医療現場でのインシデント発生時の責任問題やカメラに映りこむ個人情報の管理を決めていくことが必要と考える。加えて、機器の保管（置き場所）等についても、実際の手術や患者搬送のオペレーションに合わせて適切な場所を確保（保管）することを決める必要があると考える。安定面や制度面を考慮した適切な運用を行うためには、各現場、場面におけるニーズを、ヒアリング等により事前に良く把握した上で、運用面の課題を解決することが有効だと考える。そのため、全体オペレーションの見直しを行う中で、これを機に、直接の診察や治療に伴って必要となる医事業務の運用をアウトソーシングすることも解決策と考える。例えば、ヘルプデスクをはじめ、テーマ１・テーマ２における医師や救命救急士の事務作業補助（代行入力等）や、テーマ３における患者搬送時のモニタリング業務等はアウトソースして本来業務に集中することで、業務効率化が図れることが考えられる。もしくは、引退した看護師、家庭に戻った看護師等の再活用、あるいは AI 等の画像解析の活用なども運用の課題解決に寄与する１つの手法と考えられるが、いずれにしても、ソリューションと人材の掛合わせで運用をより改善できる。

また、今後の実装・横展開という技術的な観点からも、全体のオペレーションをいかによく把握するかは重要である。特に、本実証のテーマ1、2で利用した映像共有ソリューションは、昨年度実証で課題となったスリム化や小型化によりハード的な運用改善をし、更に複数台の高精細カメラの映像を公衆網とシームレスに連携した運用を可能とした。今後の実装に向けては、よりよい質の地域医療体制の構築を考えると、複数の二次救急医療機関が活用できる他、複数診療科でより多くのカメラが連携した状態で長時間利用できるような運用や、病院ごと求める機能に応じた機器選定を可能とするよう連携可能なカメラ・ロボットの追加選定を行う等、ソフト面とハード面の両面で医療現場の幅広いニーズに合わせられる機器・機材を統合したパッケージの提供することが有効であると考える。

4.3.4　ローカル 5G 活用モデルの実装・普及展開

（1） 実装・普及展開シナリオ

＜実装に向けての目指す姿（理想）＞

■ローカル５Ｇ活用モデルの実装時の姿や方向性

ローカル５Ｇ活用モデルにおいて、三次救急の院内にローカル５Ｇを構築し、キャリア5G経由で救急車や二次救急とクラウド基盤から基地局等経由で各病院の指令室・各医局と連携するシステムを構成する。これが実装されれば、救急搬送前から搬送後の各種検査、診察、医療スタッフ間の治療方針決定、（遠隔）治療、入院まで切れ目のない円滑かつ効率的な高度医療体制の構築につながるなど、より発展的な活用が期待される。特に、救命救急センターでは、診療科横断的なオペレーションが発生するため、他診療科への効果的な展開、麻酔科や内視鏡科など他診療科での活用に幅を広げることができる。さらに、映像共有の活用の運用を考えると、必ずしも三次救急における救急センターに限らず、二次救急の中小規模の病院における遠隔診療、また在宅医療や介護分野にも十分拡げられると考えている。

＜現状と理想のギャップ＞

■実装に係る現時点の課題（ミッシングピース）

上記のとおり、地域の医療機関が連携した確実な救急医療資源の提供や医師の働き方改革に伴う業務改善を行い、よりよい質の地域医療体制の構築が求められている。しかし、現状は超高齢化、医療のひっ迫、医師不足といった同様の社会課題を抱える医療機関や自治体は多い。

また、医療の高度化やオペレーションの改善等に関する課題を把握しているものの、課題解決につながるソリューションはどのようなものがあるのか、また、導入・運用にあたって発生する費用負担を軽減するためにはどうすればよいのかといった知見が不足しているのが各医療機関や自治体の現状である。さらに、医療機関ごとに導入されている既存システムは異なっており、全てのシステムに組み込み可能な活用モデルでの開発は困難というソリューション提供企業側の課題もある。さらに、費用面についても、医療機関は診療報酬を財源としており、各医療機関が自主的に導入するには、財政的な負担が大きいという構造的な課題がある。

その上で、今後の実装を考えたときの課題を以下に示す。

【提供費用】

・イニシャル、ランニングそれぞれにおいて、提供価格低減に向けた取り組みを検討している。例えば、映像共有ソリューションのイニシャルコスト低減に向けて、オンプレサーバー不要でオンプレ同等のパフォーマンス、セキュリティ性能を担保できる SaaS 型でのソリューション提供を検討する。またランニングにおいては、NTT コムが保全業務を実施しているグループ会社を活用することで保守対応を効率化し提供価格の引き下げの検討を行う。

【ソリューションの性能改善】

・病院の診療科ごとにカメラの台数や医療機器との接続等求める機能・スペックが異なることから、複数診療科への横断的な導入を考えると、連携可能なカメラ・ロボットのラインナップ追加検討を行い、各診療科に対応した機器選定・開発を可能とすることを目指す。

・接続機器が多いことでケーブル類が煩雑になったり、機器分の充電機材を用意する必要があることから、簡易的に機器設置・運用が行なわれるために 5G ルーター、送信機、カメラなど統合したハード開発を検討する。

【顧客に対するプロモーション】

・本実証においては、上記のとおり超高齢化、医療のひっ迫、医師不足という課題を掲げる医療機関の課題解決に寄与すべく、まずは大都市病院の医療に合わせたソリューションを構築している。今後は、需要が増していく様々な医療施設でも、このシステムの導入によって業務効率化、高度化を図れるよう、中山間などの地域医療提供における課題解決、また救命救急処置や搬送だけでなく、日ごろから健康づくりを意識するような健康・ヘルスケア領域での在宅医療や介護医療等の社会課題解決まで活用できるモデルケースを検討する。

【運用面の改善】

・本実証における臨床的な試験運用フェーズから、通常の医療提供を行う実運用フェーズへの移行を踏まえると、導入・保守といった観点からも、様々な模擬実証を重ね、医師や看護師またソリューションを使えるだけでなく、遠隔診療によってどのような指導を上級医が若手医師に出せばいいか、またロボットにおいては看護師に向けて患者への対応の研修等を行い運用方法の周知していくことが必要である。また、ソリューションとしても、機材の最適（パッケージ、小型化等）の開発を検討していく。

【ルールメイキング】

・医療機関への導入・運用において診療報酬の改定による費用面での本ソリューションが適用されることが、更なる普及展開に必要である。運用面においては、聖マリを中心に実務的な観点から、二次医療機関等との連携をはじめ地域の救急医療機関が集まる場で具体的な議論を重ねていくことを検討する。

＜現状と理想を埋める方法・計画＞

■実装に向けた道筋やステップ（現状と理想を埋める方法）

医療機関において現状の課題（主にコスト面や運用面）解決を考えると、コスト面ではローカル５Ｇ等を用いた新しいソリューションが円滑に実装されるためには、できるだけ既存システムに依存しないベンダーフリーな機器等でシステムを構築して汎用性を高くし、パッケージ化することでコストが抑えられる仕様を考えていく。同様に、ローカル５Ｇの構築費用についても、通信制御を司るシステム部分を共用設備にすることで、コストを抑えるサービスが NTT グループで始まっているため、継続的に検討していく。

また、運用面（運用・保守）については、免許申請から各ソリューションの導入にあたって、それに精通したスタッフの育成・確保も必要になってくる。そのため、4.3.2(3)1)で述べたようにワンストップでシステムを提供できる体制の構築を目指し、トランスコスモスと NTT コムにおいて BPO やシステム構築の強みを活かせるよう検討をしていく。

よって、このような課題に対応すべく、本実証で使われたシステムを、可能な限り現場のニーズに合ったシチュエーションに洗練させることで、標準的となり得る比較的安価なシステムの開発ならびにビジネス化に適したパッケージへつながるよう検証していく。

■普及展開について（現状と理想を埋める計画と方針）

普及展開については、本開発実証で用いたソリューションを他の医療機関へ実装を図るためには、各医療機関等における類似システムの活用状況及び他の医療機関と聖マリとの各オペレーションの違いについて、正確に把握する必要があると考えられる。特に、PHS に置き換わる音声・映像共有できるスマフォなどをはじめ、情報共有するコミュニケーションツールは多様化しているからである。そのため、これらの類似システムの活用状況を調査・把握し、本実証システム、特に映像共有の強みや特徴を活かした普及展開モデルを構築するべく、継続的に有識者や聖マリ以外の医療機関等の意見を聴きながら検討を行うこととする。合わせて、聖マリは横浜市西部病院も管理・運営しており、これらの病院への展開や発展形としての連携体制は、医療スタッフが共通である部署も多く、早期の導入に向けて検討を行っていく。

つぎに、川崎市内の救命救急センター関係者や川崎市消防局職員、県内他自治体の関係者等を対象とした実証視察会を実施したが、継続的に広域連携した実証内容の共有を図るとともに、実装の場面を想定した自治体や各医療機関と意見交換を行い、横展開の可能性を検証していく。合わせて、本コンソーシアムが実施する実証視察会に参加した地方自治体などへの横展開も検討する予定である。総務省令和３年度開発実証においては、実証視察会に参加した自治体からの依頼により、中山間地域における映像共有の活用による、診療所と民家を結ぶ在宅医療への応用等持続可能な医療提供体制の可能性について意見交換を行い、当該実証開発において検証した救命救急センターへの実装とは違うものの、パッケージの発展的活用について議論が進む結果となっている。

さらに、実証フィールドとなる聖マリの新棟に構築するローカル５G ソリューションは、現地でそのソリューションを見てもらえるようショールーム機能を実装する。そのため、見学者等の対応に加え、導入検討している他病院の医師に実機体験・ソリューション体験してもらえる場として、積極的に実証の成果を共有する取組を行うことができる。このことは、総務省が推進する５Ｇソリューション提供センターとの連携にもつながり、早期普及に向け取組を発展させる。

（2） 実装計画

提案時に設定した実装シナリオ及び実装計画案について、前提となるローカル５Ｇを活用した救命救急の広域連携による救急搬送の効率化、また、医師や看護師等の負担軽減・業務効率化による医師の働き方改革といった、外部環境や目指す将来像等を含む実装シナリオを設定したうえで、下記の通り、実装計画を作成する。

1） 実装計画の作成方法

本年度の実証で各ソリューションについて、実装に向けて課題実証・技術実証を行い、それぞれの成果を取りまとめた。そのうえで、来年度以降も、上記同様に、トランスコスモス/聖マリが主体となり、現場ニーズの洗い出し、検討方向性の整理を行い、NTT コムがローカル５Ｇ活用モデルの開発を継続して行う。

医療分野においては、コスト面と運用面の構造的な課題があるが、実証終了後の実装に受けて、実証環境等の継続性、実施体制、アクションプラン（検討事項）等、今後の計画や取組内容について以下に示す。

基地局等設備・機器及びその他実証環境

医療機関は財源的に診療報酬に頼る構造になっているため、新たに自主財源から捻出するには負担が大きく、コスト面において、実証環境をそのまま継続させることで、費用が抑えられるようする。そのため、基地局等設備・機器及びその他実証環境は継続利用する。

実施体制

実施体制はトランスコスモス、NTT コム、聖マリを中心に体制を継続させ、トランスコスモスはローカル５Ｇを活用したパッケージ導入機関における免許人から業務効率化や運用の見直し、NTT コムはローカル５Ｇ等インフラ整備・ソリューション等の技術支援（パッケージ化）ということで契約～導入・運用・保守までワンストップで提供。聖マリは、医療の高度化にむけた知見及び実証フィールドの提供を行う。

実証を通じて得られた知見・ノウハウ

ローカル５Ｇの実装に関しては、聖マリ新棟への導入であり、完成した現在はショールームとして見学者対応やデモ機の利用等、導入検討している他病院の医師に実機体験・ソリューション体験してもらう。また、継続して利用することで、上記のとおり、ローカル５Ｇ 活用モデルとしてパッケージ化に向けて洗練され、その知見・ノウハウは５Ｇソリューション提供センターにソフトウェア活用方式、設計/設定内容、ネットワーク構成等の各種ドキュメント類を提供する。

また、医学的見地から、実臨床の現場で得られた知見・ノウハウは、当該取り組みを学会や論文において積極的に公表し、その実績を次の 2024 年診療報酬改定（２年に１回）の諮問機関である中医協（中央社会保険医療協議会）に向けてアピールする。そのためにも、まずは、関連学会と連携して、その取組内容の周知・認知とともに学術的・実用的にも有用であることを立証させる。その後、厚生労働省へと働きかけをいていく段取りを想定している。

先進医療として診療報酬改定が認められれば、報酬が増えることになり、本実装の導入後の費用負担が少しでも軽減される。その結果、その後の医療業界での実装につながっていく。令和３年度のローカル５Ｇ活用モデルの実績は、第 58 回日本腹部救急医学会総会において発表しており、高い関心を集めたこともあり、本実証（令和４年度）のローカル５Ｇ活用モデルの実績も、3 月に第 59 回日本腹部救急医学会総会において発表を予定している。

継続のための資金計画等

今年度の事業で開発したソリューションのツールの最適（最新）化、パッケージ化などはトランスコスモスやＮＴＴコム、聖マリが自主財源で行い、事業投資を進める。このことで、聖マリが担う財政負担の軽減を図る。聖マリの自主財源については、本実証における業務効率化等で診療件数が増えることで、その財源の一部を継続のために充てることを想定している。

また、別の手法として、神奈川県が所管する地域医療介護総合確保基金の活用が考えられる。

当該基金は、地域医療構想における構想区域ごとの実情に応じた施策を講じることが可能であり、県では、地域の実情に応じた施策を検討するために、事業アイデアの募集や、地域医療構想調整会議において意見聴取を行うなど、地域課題の解決に向けた方策を検討し、基金事業としての事業化を目指すこととしている。

本実証により高い成果が認められた場合には、具体的な実装に向けて、本基金事業において事業化を図る等の取組が考えられることから、神奈川県に対し、実証内容に関する情報提供や事業化に向けた協議の支援等を行っていく。

関係者の役割分担

今後、実装を進めるにあたり、ローカル５Ｇに関わるソリューション（製品・サービス）は市場の拡大とともに日進月歩で進んでいく。

医療分野の本ソリューションでは、スマートグラスの小型・軽量化をはじめ UI/UX の向上機能が実装される。そのため、適宜、システム構成の見直しを図り、運用面についてもユーザニーズ等を定期的に確認し、最適化(パッケージ化)による練度を高めていく。それとともに、定量的な効果測定を行い、医師の働き方改革にどれほど寄与したかを分析し、横展開を図る１つのエビデンスベースとなる評価指標を作成する。

そのため、以下のような運用体制・役割分担で進める予定である。

表 4.3.4.(2).1)-1：関係者の役割分担

ステークホルダー	役割
トランスコスモス株式会社	・各現場へのヒアリングによる業務効率化（伴走型支援） ・システム運用・保守にあたるコンサルティング、DX人材の提供 ・システム導入による効果検証（オペレーションの見直し、EBPM(※)の取組） (※)EBPM：エビデンス・ベースト・ポリシー・メイキング。証拠に基づく政策立案 ローカル５G活用モデルをエビデンスに基づき、有効性を高める
NTTコミュニケーションズ株式会社	・システム構成の最適化（パッケージ化、システムベンターとの折衝・渉外業務等） ・基地局はじめインフラ整備 ・システムに関する機能検証（拡張機能等の整備）
聖マリアンナ医科大学	・継続的に実証フィールドを提供 ・内部マネジメント（理事長等をトップとしたプロジェクト体制の構築） ・医学的見地より実装結果を学会・論文で公表

マイルストン・スケジュールを明確にしたアクションプラン

医療業界における費用面・運用面の構造的な課題があるが、それら課題解決に向けて、今後のアクションプランについて、取組内容案について提示する。

【導入面】

・診療報酬改定（２年後）に向けた取組

・公的支援への準備

＜技術実証としての視点＞

【デバイス】

・SIM 内蔵 IoT 機器の普及

・デバイスの小型化

・上記実現に向けて本実証で抽出した課題、ニーズデータを元にカメラ、スマートグラスメーカーに働きかけていく。

【エリア面】

・エリア構築にかかるコストの低廉化

・コア装置の共用利用により、ローカル５G の提供価格引き下げを実現し、病院におけるローカル５G 普及を目指す。

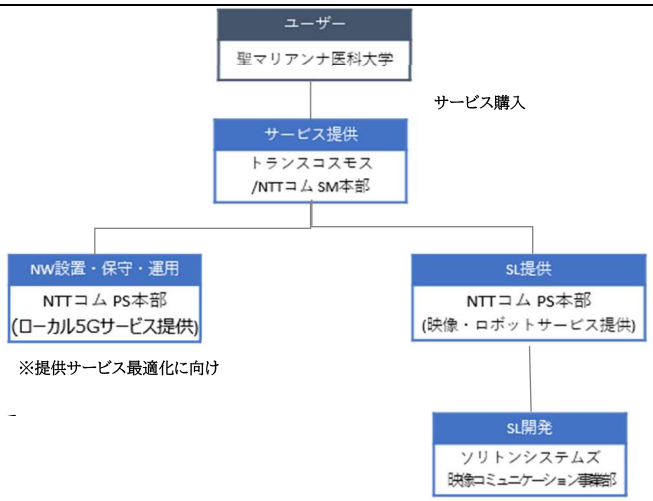
【電波面】

・ローカル５G の医療機器影響を明らかにする

2） 実装計画の要約

■実装計画要約シート

開 19 代表機関名	トランスコスモス株式会社	分野	医療・ヘルスケア
実証件名	ローカル 5G を活用した大都市病院間の広域連携による救命救急医療の強靭化と医師の働き方改革の実現		
実施体制	トランスコスモス㈱、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ㈱、聖マリアンナ医科大学		



		令和 4 年度（2022）	令和 5 年度（2023）	令和 6 年度（2024）	令和 7 年度（2025）	令和 8 年度（2026）	令和 9 年度（2027）
実装計画	広域連携ソリューション	開発実証	課題対応	聖マリへの実装 他病院へのテスト導入	神奈川県 他病院への横展開	全国 他病院への横展開	
	遠隔診療ソリューション	開発実証	課題対応	聖マリへの実装 他病院へのテスト導入	神奈川県 他病院への横展開	全国 他病院への横展開	
	院内ロボットMaaS	開発実証	課題対応	聖マリへの実装 他病院へのテスト導入	神奈川県 他病院への横展開	全国 他病院への横展開	
	ローカル5Gシステム	開発実証	実装	聖マリへの実装 他病院へのテスト導入	神奈川県 他病院への横展開	全国 他病院への横展開	
収支計画（千円）	(1 ユーザから得る対価	0	117,863	252,856	1,947,107	5,448,421	9,414,622
	(2)補助金・交付金	0	0	0	0	0	0
	(3)収入((1)+(2))	0	117,863	252,856	1,947,107	5,448,421	9,414,622
	(4)ネットワーク設置費	0	36,600	73,200	768,600	1,939,800	2,928,000
	(5)ネットワーク運用費	0	8,000	24,000	192,000	616,000	1,256,000
	(6)ソリューション購入費	0	53,619	113,513	661,989	1,984,551	3,661,518
	(7)ソリューション開発費	0	0	0	0	0	0
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	0	98,219	210,713	1,622,589	4,540,351	7,845,518
	(9)収支((3)-(8))	0	19,643	42,142	324,517	908,070	1,569,103

収入、支出の算定根拠

収入：医療機関における予算を活用しシステム導入費用に充てることを検討している。ただし、その予算の根源となる収入は、国民皆保険下における診療報酬を原資としている。

支出：費用についてはそれぞれソリューションの導入と同時にネットワークとしてローカル５Ｇ も

同時に導入することと想定しシミュレーションを行っている。 なお、本試算における前提として今回実証と同規模を想定しており、実際の導入規模、利用期間に応じて金額の変動が想定される。			
実装を確実にするための取組		どのようにして（手段、取組方法、アウトカム）	いつまでに
	提供コスト低減	・NTT コムが保全業務を実施しているグループ会社を活用することで保全業務を効率化し、提供価格の引き下げを行う ・オンプレサーバー不要でオンプレ同等のパフォーマンス・セキュリティ性能を担保できる SaaS 型でのソリューション提供の検討	2023 年度以降随時 ※社会ニーズに対応して随時対応予定
	ソリューション追加開発	・連携可能なカメラ・ロボットのラインナップ追加検討を行う。	2023 年度以降随時 ※社会ニーズに対応して随時対応予定
	顧客開拓	・トランスコスモス：事業費により、ローカル5G 活用モデルのユースケース、提供価値、ビジネスプランを訴求するため、5G（または L5G）に係るコンソーシアムやコミュニティーに参加し、各地の地域医療提供の課題を把握、解決への提案活動をする。 ・NTT コム：自社 HP、各種イベント、全国に広がる営業ネットワークを活用し、今回の実証成果を積極的に発信していく。 ・聖マリ：臨床的見地から新棟ショールームでの見学対応、また当該取り組みを学会や論文において積極的に公表する。	・2022 年にコンソやコミュニティーに参加しており、2023 年以降も継続して活動を実施 ・NTT コムのイベントは 2022 年に実施済み。2023 年も同様に継続予定 ・見学対応や論文は 2023 年度も適宜検討・実施予定（3 月に腹部救急医学会学会で発表予定）
	運用面の改善	・映像共有ソリューションでは、既存のネットワークを活用し、俯瞰的視点と主観的視点による模擬実証を重ね、実症例に近い場面で試す。様々な診療科での模擬実証を進めていく（令和 5 度） ・自律走行ロボットにおいては、搬送できる患者の基準（ガイドライン）を策定していく。また、エレベーターを経由した搬送や充電ステーションへの自律走行など、新棟の実環境に合わせた運用面の改善をする。 ・機器の小型化や医療機器への影響などのアクションプランを検討する。	・模擬実証を 2023 年度中に行いつつ、合わせて、ソリューションの標準化・パッケージ化を検討 ・医師の働き方改革（2024 年 4 月適用）に合わせた運用面での改善を図る
	ルールメイキングへの貢献	・診療報酬改定（2 年に 1 回）の諮問機関である中医協（中央社会保険医療協議会）に向けてアピールし、厚生労働省へと働きかけ ・地域の医療機関の集まる場（メディカルコントロール協議会・教育部会、WG 等設置）において、広域連携の在り方やロボットに乗せる患者の基準、議論を重ねる。	・2024 年度、2026 年度の診療報酬改定に向けて動く ・2023 年度以降も協議会や WG を活動継続し、議論実施
	計画した収入を下回った場合の対応方法（資金調達など） 本実証における高い成果が認められた場合には、診療報酬の改定や、一部での業務効率化等で診療件数が増えて収入が増えることを期待し、その自主財源で実装に向けた動きを加速する。その中で、本実証のソリューションのツール最適（最新）化、パッケージ化などは、トランスコスモスや NTT コムが開発費を担うことで、聖マリが担う財政負担の軽減を図る。		

a. 実施体制

本実証開発は、各社のノウハウ、技術の組み合わせにより構成されるものであり、今後、横展開にあたっては、特に、ユーザニーズやコスト等を踏まえた経済性、運用・管理等に係る仕組みや方法、機器の所有権や関係者間の契約の在り方、費用分担も含めた関係者間の役割分担等の体制、ビジネスモデル等、多面的な検討を継続的に行いながら導入を進める必要がある。

そのことを踏まえ、今後は、聖マリが、医療の高度化等の知見及び実装フィールドの提供者としてユーザとなり、本コンソーシアムのトランスコスモスはローカル５Ｇ を活用したパッケージ導入機関における業務効率化や運用の見直し、同じく NTT コムはローカル５Ｇ 等インフラ整備・ソリューション等の技術支援を担う。また、トランスコスモス・NTT コムの全国支社・支店のネットワークを活かし、販路を見出していく。

以下に、その体制を記載する。

■トランスコスモス株式会社
＜役割＞
・事業開発総括　公共政策本部　　：実施体制内の調整、折衝、渉外業務
・営業統括第 6 営業本部　　：営業
・BPOS 統括 BPI 総括 ITSS 本部：運用・保守等の業務効率化
・DM・EC・CC 統括 DCC 総括　：運用・保守等のヘルプデスク

■エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社
＜役割＞
・SM 本部：営業、要件整理
・PS 本部：ソリューション/ネットワークの設計・提供・保守

■株式会社ソリトンシステムズ：
・映像コミュニケーションズ事業部：ソリューション開発

■学校法人聖マリアンナ医科大学
＜役割＞
IT 戦略推進室：当部門にて免許人、無線従事者となる。
（工事契約や保守契約など当部門が締結に向けた処理を行う。）
調達部：物品の価格交渉や納品対応
施設部：アンテナなどの施設設備関連の管理

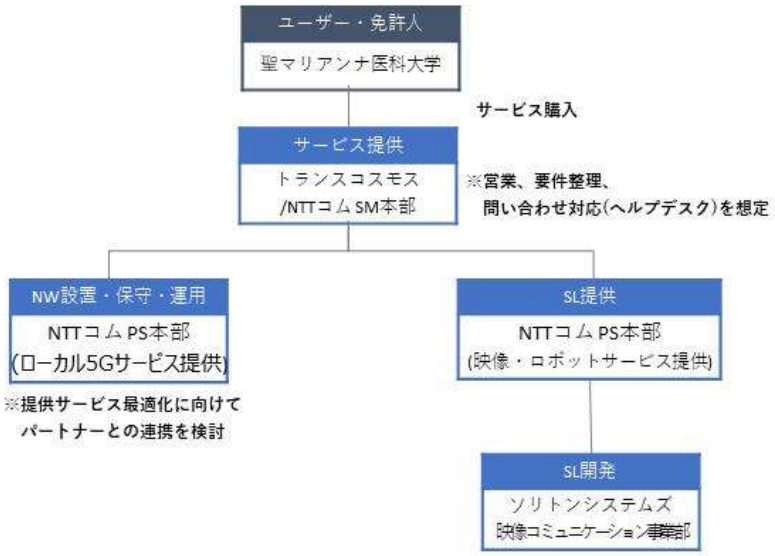


図 4.3.4.(2).2)-1　実施体制図

b. 実装計画（実施事項）

実装計画に記載した各実施事項における、詳細の実施内容（タスク分解）と今後のスケジュールを以下に示す。

【令和４年度（本年度)】

各ソリューションの課題実証・技術実証を行った。

来年度以降の社会実装に向けて、各医療機関等における類似システムの活用状況及び他の医療機関と聖マリとの各オペレーションの違いについて調査するとともに、普及展開モデルを構築するべく、有識者や聖マリ以外の医療機関等の意見聴取・検討会を実施した。

また、川崎市内の救命救急センター関係者や川崎市消防局職員、県内他自治体の関係者等を対象とした実証視察会を実施し、実装の場面を想定した自治体や各医療機関と意見交換を行い、横展開の可能性を検証した。

【令和５年度】

１）実装及び製品のパッケージ化

商用化を考えると、比較的安価なシステム開発を行わないといけない。ただ、デバイス等の技術進歩が著しいため。まずはデバイスに適したパッケージの考案が必要であり、令和４年度の実証をもとに、更に現場のニーズに合ったシステムへと洗練させる。

本実証を聖マリで実装するとともに、使用しているツールの最適（最新）化を行い、利便性を向上させ、システムの標準化・パッケージ化を行う。聖マリへの実装等を通して得られる知見を元に検討を行い、機能改善が必要となった場合、ソリューションの追加開発を行う。案として下記のような内容を想定している。

①地域医療連携における映像共有による高度化・効率化

②遠隔医療支援による高度化・効率化

a.医療機器システムとの連携

・心電図、バイタルモニターの連携

→バイタル推移を映像とともに遡って確認することができることにより、
途中参加医師がスムーズに診療に入ることができる

b.各病院が持つ電子カルテ、患者情報との連携

・病院を跨いだ患者情報の共有

・映像を用いた顔認証 AI から身元不明患者の情報を割り出せる

・映像を用いた顔認証 AI から確実性の高い患者情報の過去診療情報参照が可能

c.クロノロ機能の確立

・現状ホワイトボードに手書きで書いている患者容態の推移など経過情報を
音声入力、映像から情報自動キャッチアップなど映像ソリューションとの機能統合が図れると良い。

③自律走行ロボットでの患者移動による効率化

a.患者プライバシーへの配慮

患者を見守るために取り付けたカメラに映りこむ外来患者などの顔映像に
ぼかしを付ける、アバター化するなどプライバシーへの配慮が必要。

b.患者視点での機能ブラッシュアップ

・モビリティの予約

・病院内でのモビリティの位置情報管理

2）現場ニーズの洗い出し・方向性の検討

上記１）に記載の現場のニーズについては、聖マリとトランスコスモスが主体となり行う。

聖マリでは、総務省令和３年度開発実証で実証した映像共有等に関するソリューションを、当院で既に導入している「LiveOn」という遠隔会議・遠隔作業支援用アプリケーションを使って、Wi-Fi 環境下で救命救急や臨床現場での仮実装を開始している。既存のネットワークを活用して有用性を示し、模擬実証を重ねることで、少しずつ実症例に近い場面で試していくという、段階的な進め方を、救命救急センターが中心となって進めている。

本実証では、新たに消防・救命救急との広域連携、また麻酔科医や内視鏡医といった臨床現場での導入が検討される。

救命救急、麻酔科、内視鏡科等での臨床現場での利用を想定した場合に必要なローカル 5G 通信エリアは、今回想定エリア内で概ねカバーされている。それ以外診療科への展開においては、展開による費用対効果を確認し必要な場合にローカル 5G 通信エリアを拡大することを検討しており、全域にローカル 5G を拡大する計画としていない。

そのため、以下の協議会や WG 等を設置して具体的な実装・横展開に向けた検討を行う。

・「広域連携における更なる救急搬送による先端技術導入による高度化・効率化」
・「夜間急患センターにおける研修医・診療看護師による初期患者診察の遠隔監視、指導」
・「遠隔診療における臨床・夜間救急・教育による効率化」

（※）必要に応じて協議会・WG を新たに設置することも検討する。

これらの協議会・WG は、川崎市メディカルコントロール協議会をはじめ臨床研修センターの運営委員会、教育部会、夜間急患センター部会と地域の救急医療機関が集まる場で具体的な議論を重ねる。そこで、救命救急の広域連携による効率化によって、どの程度搬送が効率化されたのか、遠隔診療によって、どの程度オペレーションが向上したか、また自律走行ロボットの活用で看護師の業務効率化がどの程度向上したか、といった定量的な数値を長期間において経過観察を行い、その結果を取りまとめていく。

3）　診療報酬改定に向けた厚生労働省への働きかけ

本実証を通じて得た医学的知見を論文や学会等で公表していく。予定している学会、論文は以下の通り。これは、副次的に診療報酬改定につなげることも目的においている。

＜学会・論文＞

日本救急医学会（日本救急医学会雑誌）
日本臨床救急医学会（日本臨床救急医学会雑誌）
日本消化器内視鏡学会（日本消化器内視鏡学会雑誌、と Digestive Endoscopy ）
日本麻酔科学会（Journal of Anesthesia、と「麻酔」）
日本放射線医学放射線学会（日本医学放射線学会雑誌、と Japanese Journal of Radiology）
日本救急放射線研究会（Emergency Radiology）
日本看護学会
日本看護教育学学会
日本看護教育研究学会

また、導入による業務効率化等の効果を EBPM として取組を実施し、令和６年の診療報酬改定ないしは、厚生労働省での新たな補助金導入への一助となるよう取りまとめていく。

４）公的資金の活用・予算化に向けた検討

収入源確保の１つの手段として、国の補助金や神奈川県の地域医療介護総合確保基金の活用も検討していく。

【令和６年度】

本コンソ内で本格的実装並びに運用を開始する。また、年度後半にかけて、他の医療機関等へテスト導入を開始する。

免許人は聖マリの IT 戦略室が担い、トランスコスモスが代理申請として運用・保守までの体制を構築する。また、NTT コミュニケーションズがシステムやネットワークの設計を担う。

テスト導入については、聖マリは横浜市西部病院も管理・運営しており、これらの病院への展開や発展形としての連携体制は、医療スタッフが共通である部署も多く、早期の導入に向けた検討を行っていく上では親和性が高い。また、広域連携については、救命救急センターを有する二次救急医療機関への導入を検討する。候補先となる医療機関としては、ローカル５Ｇが実装されている川崎市北部の医療圏が有力となる。

導入費用(概算)については、病院特化型映像ソリューションの初期費用は約 1,500 万円、ランニング費用は約 300 万円/年、患者用自律走行型ロボットの初期費用は約 3,000 万円、ランニング費用は約 65 万円/年が必要になる。基本的には事業者（医療機関側）で費用を負担し、運用に向けた設備整備を行うことを前提に取り組む。ただ、構造的な課題として、医療機関での費用負担は大きくなるので、神奈川県の地域医療介護総合確保基金の活用、あるいは、民間企業による投資を進めることも検討する。医療機関への導入にあたっては、公的支援等や民間企業による技術実証の場として先行投資を呼び込むなど、両面での導入促進を想定している。また、診療報酬改定年度でもあるため、改訂されることで、運用コストの負担軽減が図れる可能性がある。

そのほか、令和６年度４月に医師の働き方改革が適用されるため、令和５年度で導き出す業務効率化の実績をもとに、他の医療機関へのテスト導入を図る。

(参考)算出根拠

【ローカル５Ｇ】

1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。

① コア装置(サーバー等)1 セット

② pRadio5 台

④　　機器保守

【(病院特化型) 映像共有ソリューション】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
①映像受配信用サーバー1 セット
②カメラ 8 台及び映像伝送に係る送信機 8 台
③受信映像確認拠点を 3 拠点としたときに必要な受信機 3 台
④送信機・受信機の保守費用
⑤救急車など公衆網ネットワークとの連携を想定し、
キャリアデータ利用料無制限プラン 4 回線分の公衆網通信料金及び連携ライセンス費用

【(患者用) 自律走行ロボット】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
①自律走行ロボット 3 台
②ロボット走行に係るマッピング費用
③患者確認用高精細カメラ及び映像伝送に係る送信機 6 台(ロボット 1 台あたり 2 台ずつ)
④受信映像確認拠点を 1 拠点としたときに必要な受信機 1 台
⑤送信機・受信機の保守費用
⑥自律走行ロボットの保守費用
⑦ロボット動態管理プラットフォームライセンス費用

【令和 7 年度～令和 9 年度】
令和 7 年度のサービス in・事業化を目指して開発を行う。令和 7 年度は救命救急センターを有する神奈川県の医療機関 21 か所、令和 8 年度は全国へ展開して 53 カ所（全国の医療機関の約 2 割)、令和 9 年度は 133 カ所（全国の医療機関の約 5 割）を想定している。
計画案の支出については、ローカル 5G 等を含めたシステム実装を行うために必要な環境構築やクラウド等のサービス利用に伴い発生する料金を主に想定している。また収入に関しては、これら発生する費用に加えて、人件費や間接費等のサービス提供者に係る費用を加味して、医療機関に対して請求を行うことを主に想定している。
令和 7 年度にはローカル 5G の量販化・低価格化が進み、全国的に普及していく。その過程に合わせて PR・広報活動を強化して水平展開を進めていく。主としてトランスコスモスの業務改革 BPO また NTT コムのソリューション提供の強みを掛け合わせたワンストップな提供体制で全国営業店・支店での販路開拓を見出していく。

＞ローカル 5G の構築について
なお、ローカル 5G 環境においては、令和 6 年度のテスト導入に合わせて、令和 5 年度に商用化プランを検討していく。その後、テスト導入としていくつかの病院への導入を図る。それと並行して、エリア構築にかかるコストの低廉化に向けて、コア装置の共用利用によるローカル 5G の提供価格引き下げを実現、シェアリングサービスとしての商用化を検討していく。令和 7 年度目途にローカル 5G の共用化による商用展開を目指す。

c. 収支計画

ア）収支計画

それぞれソリューションの導入と同時にネットワークとしてローカル５Ｇも同時に導入することと想定しシミュレーションを行っている。各年度での収支計画、支出計画は「表 4.3.2-1」及び「表 4.3.2-」に示した展開先ターゲット病院数に、下記条件での構成機器費用（想定概算額）を乗算し算出している。

（計算式）
各年度での収入計画：構成機器・運用費用(初期・年額)×展開先ターゲット病院数×1.2
各年度での支出計画：構成機器・運用費用(初期・年額)×展開先ターゲット病院数

＜収入＞
費用については、L5G が整備され、高度な視聴覚情報共有ができれば、医療現場における高度化、効率化は格段に進み、医療従事者の臨床的効果のみならず、患者にも大きな利益がもたらされることが、今回の実証を通して得ることができた。

よって、そのことを踏まえ収入については、医療機関において予算を獲得し、システム導入費用に充てることを検討している。ただし、その予算の根源となる収入は、国民皆保険下における診療報酬を原資としている。

＜支出＞
上記のとおり、費用についてはそれぞれソリューションの導入と同時にネットワークとしてローカル５Ｇも同時に導入することと想定しシミュレーションを行っている。 なお、本試算における前提として今回実証と同規模を想定しており、実際の導入規模、利用期間に応じて金額の変動が想定される。

【ローカル５Ｇ】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
① コア装置(サーバー等)1 セット
② pRadio5 台
③　機器保守
（単価想定）
・1 年目：36,600,000 円(上記のうち①②)
・2 年目～：8,000,000 円(上記のうち③)

【(病院特化型) 映像共有ソリューション】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
①映像受配信用サーバー1 セット
②カメラ 8 台及び映像伝送に係る送信機 8 台
③受信映像確認拠点を 3 拠点としたときに必要な受信機 3 台
④送信機・受信機の保守費用
⑤救急車など公衆網ネットワークとの連携を想定し、
キャリアデータ利用料無制限プラン 4 回線分の公衆網通信料金及び連携ライセンス費用
(単価想定)
・1 年目：15,117,260 円(上記のうち①②③)
・2 年目～：2,988,400 円(上記のうち④⑤)

【(患者用) 自律走行ロボット】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
①自律走行ロボット 3 台
②ロボット走行に係るマッピング費用
③患者確認用高精細カメラ及び映像伝送に係る送信機 6 台(ロボット 1 台あたり 2 台ずつ)
④受信映像確認拠点を 1 拠点としたときに必要な受信機 1 台
⑤送信機・受信機の保守費用
⑥自律走行ロボットの保守費用
⑦ロボット動態管理プラットフォームライセンス費用
(単価想定)
・1 年目：38,502,260 円(上記のうち①②③④)
・2 年目～：3,286,400 円(上記のうち⑤⑥⑦)

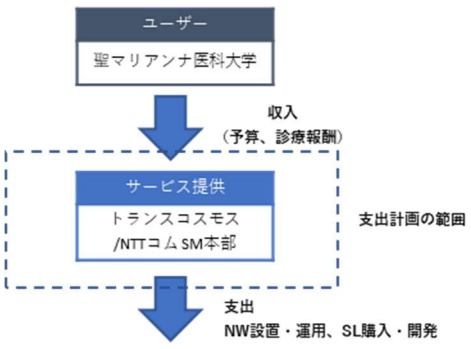


図 4.3.4.(2).2)-2 収支計画の範囲

イ) ユーザにおける必要リソース（モデルケース）

ユーザにおける必要リソースとして、以下のとおり記載する。

表 4.3.4.(2).2)-1　ユーザにおける必要リソース

項目			イニシャルコスト（初年度）	ランニングコスト（次年度以降、年間）
ローカル 5G システム			36,600 千円	8,000 千円
a.	ローカル 5G システム運用業務 *（※自社で実施する場合）*		0 千円	0 千円
b.	ローカル 5G システムに係る運用業務委託 *（※他社に委託する場合）*		36,600 千円	8,000 千円
c.	ローカル 5G システムに係る XXX の委託		0 千円	0 千円
ローカル 5G 活用モデルに係るソリューション			53,619 千円	6,274 千円
a.	（病院特化型）映像共有ソリューション		15,117 千円	2,988 千円
	①	運用に係る環境整備等に係る経費 *（※自社で負担する費用）*	0 千円	0 千円
	②	構築・保守委託費 *（※他社に委託する費用）*	15,117 千円	2,988 千円
b.	（患者用）自律走行ロボット		38,502 千円	3,286 千円
	①	運用に係る環境整備等に係る経費	0 千円	0 千円
	②	構築・保守委託費	38,502 千円	3,286 千円

◆単価構成要素

【ローカル５Ｇシステム】

1 病院での導入構成を以下と想定し、単価の算出を行っている。

① コア装置(サーバー等)1 セット

② pRadio5 台

③　機器保守

（単価想定）

・1 年目：36,600,000 円(上記のうち①②)

・2 年目～：8,000,000 円(上記のうち③)

【(病院特化型) 映像共有ソリューション】

1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。

①映像受配信用サーバー1 セット

②カメラ 8 台及び映像伝送に係る送信機 8 台

③受信映像確認拠点を 3 拠点としたときに必要な受信機 3 台

④送信機・受信機の保守費用

⑤　救急車など公衆網ネットワークとの連携を想定し、

キャリアデータ利用料無制限プラン 4 回線分の公衆網通信料金及び連携ライセンス費用

（単価想定）
・1 年目：15,117,260 円（上記のうち①②③）
・2 年目～：2,988,400 円（上記のうち④⑤）

【（患者用）自律走行ロボット】
1 病院での導入構成を以下と想定し、算出を行っている。
①自律走行ロボット 3 台
②ロボット走行に係るマッピング費用
③患者確認用高精細カメラ及び映像伝送に係る送信機 6 台（ロボット 1 台あたり 2 台ずつ）
④受信映像確認拠点を 1 拠点としたときに必要な受信機 1 台
⑤送信機・受信機の保守費用
⑥自律走行ロボットの保守費用
⑦ロボット動態管理プラットフォームライセンス費用
（単価想定）
・1 年目：38,502,260 円（上記のうち①②③④）
・2 年目～：3,286,400 円（上記のうち⑤⑥⑦）

d. 実装を確実にするための取組

本実証では、臨床的な見地からローカル５G 活用モデルとしての必要性が認められた。一方で実装への検討を進めるにあたり、コスト面と運用面でその課題と解決策を継続的に検討する必要がある。その上で、トランスコスモス/聖マリが主体となり、現場ニーズの洗い出し、検討方向性の整理を行い、NTT コムがローカル５G活用モデルの開発を継続して行っていく。リソース（人員体制）としては、トランスコスモス、聖マリ、NTT コム共に、本実証のメンバーが関わり、2024 年度の診療報酬改定、医師の働き方改革適用の外部的要因をはじめ、他医療機関へのテスト導入に向けて、ソリューションのパッケージ化や運用方針を実現するため、以下にそれぞれ記載する。

ア）提供コスト低減

実装を確実にするための取り組みのうち提供コスト低減につき、「ローカル 5G」と「（病院特化型）映像共有ソリューション」に分けて検討を行っている。現在検討している内容を以下に記す。

【ローカル 5G】
・レンタルとして安価に提供するスキームにて検証用途におけるローカル 5G 提供価格の引き下げを行う。
・NTT コムが保全業務を実施しているグループ会社を活用することで保守対応を効率化し提供価格の引き下げを行う。
・NTT コムがソリューション提供側と連携を行い、お客様の要件(必要スループットなど)に応じて機器ベンダを選定することで提供価格の引き下げを行う（必要十分な機器を提供することで低減）
・環境に応じて出力値の高い装置を用いることで無線機数を削減することで提供価格引き下げを行う（エリア設計を最適化することで低減）

【(病院特化型) 映像共有ソリューション】
・NTT コム及びソリトンシステムズの連携により、オンプレサーバー不要でオンプレ同等のパフォーマンス・セキュリティ性能を担保できる SaaS 型でのソリューション提供を検討し、イニシャルコストの低減を目指す。
・NTT コム及びソリトンシステムズにおいて連携可能なカメラ・ロボットのラインナップ追加 検討を行い、病院ごと求める機能に応じた機器選定を可能とし、イニシャルコストの低減を目指す。

イ） ソリューション追加開発

実装を確実にするための取り組みのうちソリューション追加開発につき、現在検討している内容を以下に記す。
・(病院特化型) 映像共有ソリューションにつき、横展開に向けた安定性向上に向けてより多くのカメラを連携した状態での長時間運用での試験実施、追加開発の検討を行う。
・連携可能なカメラ・ロボットのラインナップ追加検討を行い、病院ごと求める機能に応じた機器選定を可能とすることを目指す。
・簡易的に機器設置・運用が行なうために 5G ルーター、送信機、カメラなど統合したハード開発を検討する。

ウ）顧客開拓

トランスコスモス（サービス提供者）では、実施主体である公共政策本部の事業費により、ローカル５Ｇ 活用モデルのユースケース、提供価値、ビジネスプランを訴求するため、５Ｇ（またはL5G)に係るコンソーシアムやコミュニティーに参加している。コンソーシアム参加については、5G 利活用型社会デザイン推進コンソーシアム（事務局：JEITA 電子情報技術産業協会）や一般社団法人スマートシティ社会実装コンソーシアムに参加しており、ビジネスマッチングやフィールドリサーチ（2022/11/15 藤沢市、2022/12/3 横須賀市、2022/12/5 千葉市）を行い、地域ごとのリアルな課題や具体的なサービス検討をする活動を行いつつ、今後のローカル５Ｇの実装により医療の高度化や効率化だけではなく、健康・ヘルスケア領域における社会課題解決として、例えばデジタル田園都市国家構想実現へのヒントを獲得する上で活動を継続していく。
また、コミュニティーについては、Tokyo 5G+（事務局：デロイト トーマツ コンサルティング合同会社）に参加し、ネットワーク形成や新たなビジネスの創出を目指していく。2022 年 11 月にキックオフが開催され 5G の市場動向やグローバル動向を行い、2023 年 3 月（詳細日程調整中）に第 2 回目の定例会が開催予定である。今後、本実証で行った L5G と５Ｇのシームレスな連携を目指す上で、5G/Beyond5G の動向や事例のアップデートを行い、顧客創出を目指す。

NTT コム（サービス提供者）では、自社 HP、各種イベント、全国に広がる営業ネットワークを活用し、今回の実証成果を積極的に発信していく。NTT コムが主催する各種イベントにおいてローカル５Ｇ などの最新技術・最新ソリューション、それらの活用事例の紹介を行うことで、全国病院への提案の際に今回の実証成果の紹介を行い、ローカル５Ｇの活用促進を狙う。

また、聖マリ（ユーザ）では、4.3.4（1）で記載のとおり、本ソリューションを新棟ショールームでの見学対応、また当該取り組みを学会や論文において積極的に公表することで関連学会と連携し、本実証の取組内容の周知・認知させることで新たな顧客開拓の機会を図る。直近では、2023 年 3 月の第 59 回腹部救急医学会のなかの STEMS（遠隔医療支援 stat tele emergency medical support）研究会において本取り組み発表予定である。

エ）運用面の改善

聖マリでは、映像共有等に関するソリューションを Wi-Fi 環境下で救命救急や臨床現場での仮実装を開始している。今後も既存のネットワークを活用して有用性を示す。総務省令和３年度開発実証で実証した映像共有等に関するソリューションは、スマートグラスを中心としたシステムであったが、本実証では、4K カメラや 360° カメラ等、カメラを追加したソリューション構成になっており、俯瞰的視点と主観的視点による映像共有が同時にできることで、汎用性が上がっている。今後も模擬実証を重ねることで、少しずつ実症例に近い場面で試すことで運用面の改善を図る。消防・救命救急との広域連携、麻酔科医や内視鏡医の臨床現場での導入をまずは検討して進めていくが、他診療科での模擬実証が必要となる（令和５年度に行う予定）

また、消防・救急搬送における本人確認においては現状は免許証における本人確認が可能なシステムを導入しているが、これがマイナンバーカードに置き換わり、本実証の映像共有における発展形として、PHR(Personal Health Record)サービスの利活用での運用を考える必要がある。

自律走行ロボットにおいては、搬送できる患者の基準を策定する必要がある。現状の患者付添に

おける実際の運用と照らし合わせガイドラインを策定していく。はじめは、認知力が不安な方は乗せない、といった定性的な指標から、具体として症状に合わせた基準作りを進めていく。病院の構造としても、エレベーターを経由した搬送や充電ステーションへの自律走行など、実際の病院環境に合わせた実証運用による改善も継続して行う必要がある。

これらの運用の改善は、医師の働き方改革またタスクシフトへの寄与するので、それまでにとりまとめ、ローカル５G 活用ソリューション導入だけでなく、医療機関全体の業務効率化につながるような運用の改善が必要となる。

そのうえで、4.3.4（2）1）で記載のとおり、機器の小型化や医療機器への影響などのアクションプランの検討をしていく必要がある。

オ）ルールメイキングへの貢献

本実証結果及び得られた臨床的知見における結果は、学会や論文において積極的に公表し、その実績を次の 2024 年診療報酬改定（２年に１回）の諮問機関である中医協（中央社会保険医療協議会）に向けてアピールする。その後、厚生労働省へと働きかけをいていく段取りを想定している。想定している学会や研究会は以下の通り。

＜学会・論文＞（再掲）

日本救急医学会（日本救急医学会雑誌）
日本臨床救急医学会（日本臨床救急医学会雑誌）
日本消化器内視鏡学会（日本消化器内視鏡学会雑誌、と Digestive Endoscopy ）
日本麻酔科学会（Journal of Anesthesia、と「麻酔」）
日本放射線医学放射線学会（日本医学放射線学会雑誌、と Japanese Journal of Radiology）
日本救急放射線研究会（Emergency Radiology）
日本看護学会
日本看護教育学学会
日本看護教育研究学会

診療報酬改定については、救命救急から取り進める方針である。本実証の取組を通じて、より質の高い医療が提供（適切な搬送等）できるエビデンスを出す。その結果、本実証のソリューションを導入した病院に対し、救命センターでの（ポイント）加算：救急医療管理加算がでることで、診療報酬が上がり、収入を上げることができると考えている。

また、本実証における結果を、聖マリを中心に実務的なルールメイキングも行っていく。川崎市メディカルコントロール協議会をはじめ臨床研修センターの運営委員会、教育部会、夜間急患センター部会と地域の救急医療機関が集まる場で具体的な議論を重ねる。医療の高度化・効率化はもちろんのこと、自律走行ロボットの活用では、ロボットに搭乗させる患者の基準（例えば認知力が不安な方は乗せない等）を取りまとめていく。

e. 計画した収入を下回った場合の対応方法（資金調達など）

本実証における高い成果が認められた場合には、診療報酬の改定や、一部での業務効率化等で診療件数が増えて収入が増えることを期待し、その自主財源で実装に向けた動きを加速する。診療報酬改定については、臨床的効果等について、科学的検証を行って学会発表、論文投稿等の形で公表していくことで、診療報酬改定における議論において、よりよい結論が引き出されるものと考えている。診療報酬の原資は、「顧客」たる国（あるいは国民）によって捻出されるため、どのくらいのコストであれば負担を強いることができるかについては、本実証をもって議論することは容易ではないと考えてはいるものの、いずれにしても価値・効果と費用についての議論の結論は、診療報酬改定として現れることとなると考えている。

そのことを踏まえ、収入（診療報酬）が下回った場合等は、4.3.4（1）で記載したとおり、本実証のソリューションのツール最適（最新）化、パッケージ化などは、トランスコスモスやNTTコムが開発費を担うことで、聖マリが担う財政負担の軽減を図る。

5.　普及啓発活動の実施

実証コンソーシアムは、調査研究請負事業者がローカル５Ｇの普及啓発活動の観点から行う取組に協力するとともに、取組状況を実証成果報告書に記載する。

5.1　映像制作

実証コンソーシアムは、調査研究請負事業者が実証コンソーシアムの取組成果に係る動画を作成する際に、実証映像の素材提供や関係者へのインタビューの撮影等の協力を行った。また、取組成果に係る動画（３分程度）を作成して提供する。

なお、成果物として納入された動画の権利は総務省に帰属するため、実証コンソーシアムが広報活動や営業活動のために納品された動画を利用する場合は注文条件に定める通り、使用許諾契約を締結し、発信内容については、事前に総務省の承認を得るようにする。

図 5.1-1　令和４（2022）年１２月９日に行った映像制作の様子

5.2　実証視察会の実施

ローカル５Ｇ等の導入に関心のある企業や、地方公共団体、関係省庁等に対する周知啓発の一環として、実証コンソーシアムは、調査研究請負事業者の支援を得て、実証視察会を実施した。また、必要に応じて他地域等からの視察の受入れ等の対応を行った。本年度も、川崎市長をはじめ川崎市関係職員、川崎市病院関係者をはじめ、神奈川県、横浜市、相模原市等の関係者に対して実証視察会を実施した。

特に、本年度は、聖マリの新棟設立に伴い、救命救急センターとしてデモ機の利用等、ショールーム機能を持ち、見学者等の対応に加え、導入検討している他病院の医師に実機体験・ソリューション体験してもらえる場として考えており、昨年度以上に視察会を実施できる環境を整えた。

実施日	令和４（2022）年 12 月 20 日（火） 13:30～15:30　※現場での実証視察会は 14:45 まで
実施形態	現地参加（政府機関及び調査研究請負事業者、企業）
場所	〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1 聖マリアンナ医科大学病院　新入院棟
参加者	【総務省（本省及び関東総合通信局）】 【調査研究請負事業者】、【アイコム株式会社】、【SMFL レンタル株式会社】 【株式会社国際電気通信基礎技術研究所】
資料	①　現地視察及び実証視察会案内 ②　課題実証概要版資料
プログラム	1.　広域連携(テーマ１)の実証実演の視察 2.　遠隔診療(テーマ２）実証動画 3.　自律走行ロボット（テーマ３）実証動画及び実機動作視察 4.　講評（政府機関及び MRI 様のみ）

実施日	令和４（2022）年 12 月 26 日（木）13:45～14:45
実施形態	現地参加（川崎市長、神奈川県、横浜市、相模原市、マスコミ）
場所	〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1 聖マリアンナ医科大学病院　新入院棟
参加者	【神奈川県】、【横浜市】、【相模原市】、【たま日吉台病院】、【読売新聞社】、【日本経済新聞社】、【東京新聞】、【神奈川新聞社】、【時事通信社】、【TBS】
資料	③　現地視察及び実証視察会案内 ④　課題実証概要版資料
プログラム	1.　広域連携(テーマ１)の実証実演の視察 2.　遠隔診療(テーマ２）実証動画 3.　自律走行ロボット（テーマ３）の現場実演 4.　講評（質疑応答含む）

図 5.2-1　実証視察会の様子

5.3　その他普及啓発活動

トランスコスモスは、本実証開発に係る普及啓発動画を作成した（図 5.3-1）。事業終了後においても、臨床的な視点からの学会発表、シンポジウム等での講演や広報資料など、様々な場面で本動画を活用した普及啓発活動を展開していく予定である。

聖マリにおいては、普及啓発活動として、昨年度に続き、第 59 回日本腹部救急医学会総会での発表を控えており、学会発表や講演、学会誌への投稿のほか、関連業界商業誌への投稿も行い、医療業界において広く普及啓発する。

次に、NTT コムの自社 HP、各種イベント、全国に広がる営業ネットワークを活用し、今回の実証成果を積極的に発信していく。NTT コムの HP 上では従来よりローカル５G を活用した取り組み、ソリューションの導入事例を紹介してお今回の実証成果についても掲載を検討している。また、 NTT コムが主催する各種イベントにおいて ローカル５G などの最新技術・最新ソリューション、それらの活用事例の紹介を行っている。2022 年度の新技術紹介イベントでは、オンラインで 25,000 人以上の参加、リアル会場で 2,500 名以上の参加があった。イベント開催形式は従来のリアルの会場実施に加えて、コロナの感染拡大に配慮しリアル・オンラインの併用、またオンライン専用イベントの実施もしており、万人が参加しやすい工夫を行っているこうしたイベントで今回の実証成果の発表を積極的に行っていく。

さらに、NTT コム・トランスコスモスの営業ネットワークを活かして全国病院への提案の際に今回の実証成果の紹介を行い、ローカル５G の活用促進を狙う。

図 5.3-1　普及啓発動画の一場面

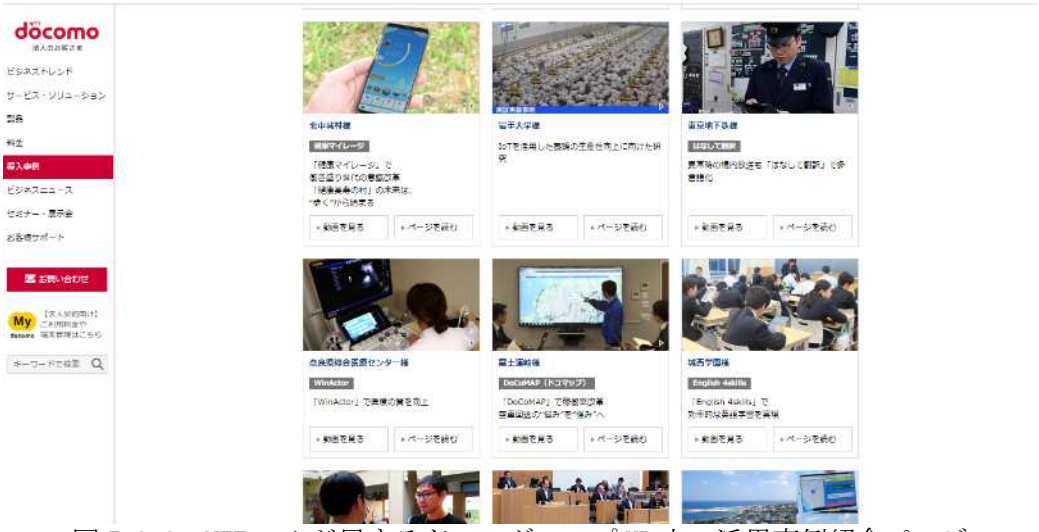


図 5.3-2　NTT コムが属するドコモグループ HP 上、活用事例紹介ページ

図 5.3-3　NTT コムが属するドコモグループが催した 5G 等を活用した新技術紹介イベント HP の一例

6. 実施体制

6.1 実施体制の全体像

本実証は、図 6.1-1 に示すように、以下のメンバーより形成される体制で実施する。

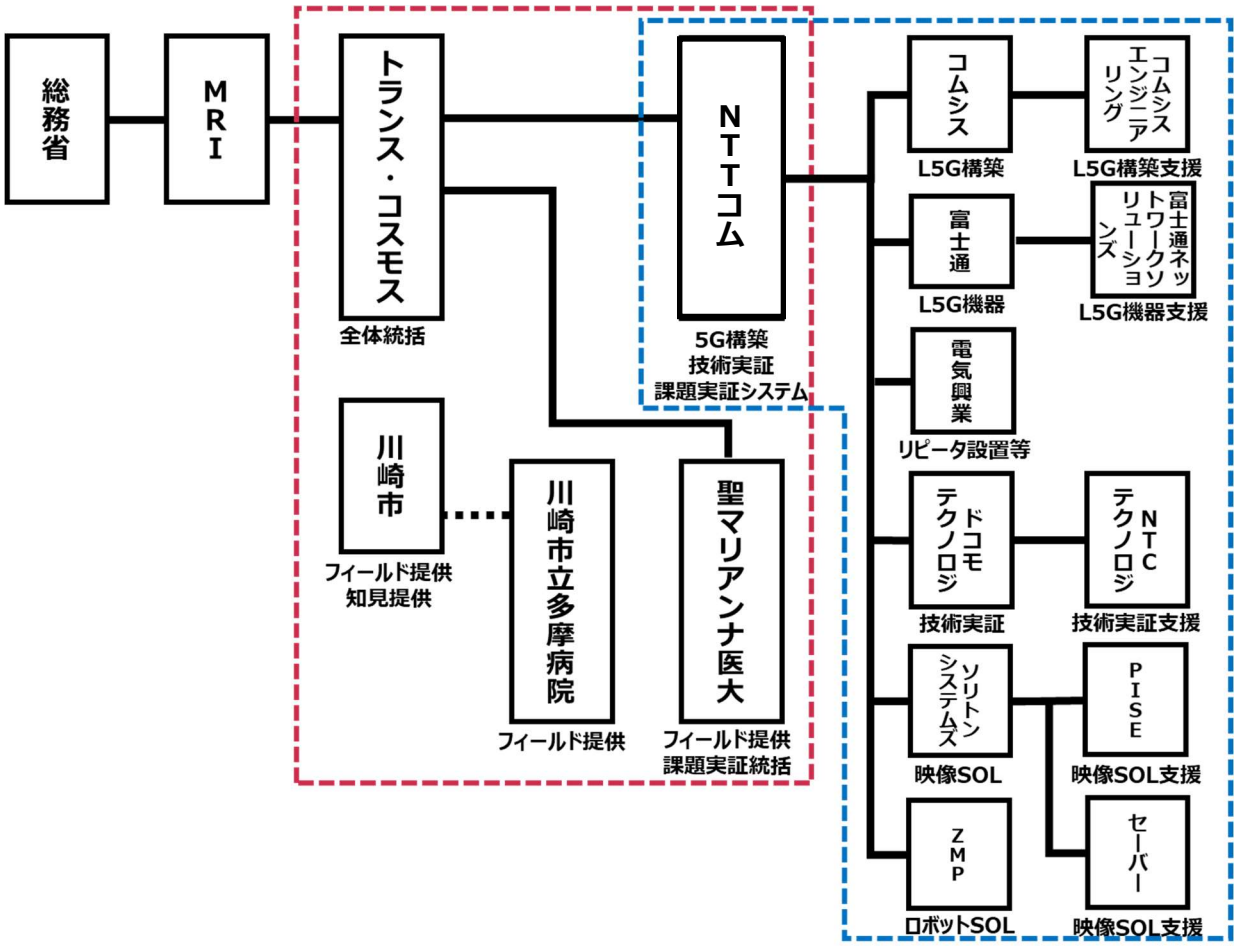


図 6. 1-1　再々委託先を含む体制図

6.2 実施体制内の役割

6.2.1 実証コンソーシアムメンバー

実証コンソーシアムメンバーの各主体並びに各構成員の役割を以下に示す。

6.2.1.1 トランスコスモス株式会社

本社住所　〒150-8530 東京都渋谷区渋谷 3-25-18

代表者名　代表取締役共同社長　石見　浩一　/　牟田　正明

本コンソーシアムの代表者。BPO サービスの国内最大手であり、複数の業種で形成されるコンソーシアムのとりまとめ及び国との連絡調整を行うことができる IT 企業。

6.2.1.2　エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

本社住所 〒100-8019　東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

代表者名 代表取締役社長 丸岡 亨

キャリア５G サービスを提供中であるとともに、ローカル５G 等の通信と映像ソリューションを統合した課題解決システムを使った実証、ローカル５G の性能評価等の実証を実施可能な通信事業者

6.2.1.3　学校法人聖マリアンナ医科大学

本社住所 〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生 2-16-1

代表者名 理事長　明石 勝也

本コンソーシアムにおいて医療分野の実証開発を担う大学病院。平成 18（2006）年 2 月から大学病院、横浜市西部病院、東横病院の三附属病院に加え、川崎市立多摩病院の運営を指定管理者として受託するなど地域になくてはならない医療の要。登戸殺傷事件における救急搬送受入や新型コロナウイルス肺炎対応など人為・自然災害に対応するべく取組んでいる。

6.2.1.4　川崎市

住　　所 〒210-8577 川崎市川崎区宮本町 1 番地

代表者名 市長　福田 紀彦

人口 150 万人を超える政令指定都市。大都市圏を支える社会インフラである保健医療提供体制の構築のため、かわさき保健医療プランを策定・推進している。

当コンソーシアムへの加入にあたっては、加入予定の４者間で書面にて下記の項目に関する規約を設定し、同意した事業者、自治体が加入するものとする。

6.2.2　再委託先及び再々委託先

本調査検討事業を実施するにあたり、再委託と各再委託先企業からの再々委託先が必要となるため以下に関連する企業名と委託の形態、理由を取りまとめる。

①再委託先

・エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社：

※本店住所：〒100-8019　東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

※代表者名：代表者名 代表取締役社長 丸岡 亨

※再委託の業務範囲：

課題解決システムの構築及び課題解決システム実証実施、技術実証におけるキャリア５Ｇシステム（基地局）環境の提供、技術実証の実施

※再委託理由及び適格性：

エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズは、キャリア５Ｇサービスの提供事業者であり、５Ｇ基地局の設計に秀でている。ローカル５Ｇ周波数4.6GHz帯の隣接帯域である4.5GHz～4.6GHz（100MHz帯域幅）の割当てを受けており、当該帯域を利用した５Ｇエリアを展開可能であることから、隣接帯域への干渉検討についても実測に基づいた机上検討が可能となる。また、ローカル５Ｇ事業者に先行した５Ｇ閉域網のクラウドサービスなど、５Ｇに係る極めて有用な技術アセットを保有しており、将来的なローカル５Ｇ事業を想定したユースケース創出に最適である。以上の理由から、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズへの業務委託（環境提供）を実施する。

・日本コムシス株式会社：

※本店住所：〒141-0022 東京都品川区東五反田2-17-1

※代表者名：代表取締役社長　加賀谷　卓

※再々委託範囲：

ローカル５Ｇ設備構築にためのコンサル・設計・施工

※再々委託理由及び適格性：

ローカル５Ｇのエリア構築などのコンサル・設計・施工の実績があり、ローカル５Ｇに特化したアンテナ設計や工事ノウハウを所有し短期間での構築対応が可能である。また、令和３年度Ｓ省実証でＳ医科大学病院のキャリア５Ｇエリア構築のコンサル設計施工の実績があるため選定に至った。

※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

・コムシスエンジニアリング株式会社：

※本店住所：〒108-0075　東京都港区港南5-4-30 コムシス品川港南ビル

※代表者名：代表取締役社長　伊藤　泉

※再々委託範囲：

ローカル５Ｇ設備構築にためのコンサル・設計・施工

※再々委託理由及び適格性：

セルラー工事やローカル５Ｇエリア構築を日本コムシス配下で実施した実績があり、施工技術・品質ともに高く評価できるため選定に至った。知見やノウハウを有していることから、効率的、効果的に業務を実施することができ、再委託する合理的理由があると考える。

※委託元：日本コムシス株式会社

・富士通株式会社：

※本店住所：〒211-0053　神奈川県川崎市中原区上小田中四丁目１番１号

※代表者名：代表取締役社長　時田 隆仁

※再々委託範囲：

ローカル５G・Sub-6 システムの環境構築

※再々委託理由及び適格性：

本技術実証に必要となる機材である分散アンテナシステムのメーカーであり、エリア構築の柔軟性ができるため選定した。分散アンテナシステム構成で、商用でのエリア構築の実績もあり、実運用のノウハウがあるため選定した。

※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

・富士通ネットワークソリューションズ株式会社：

※本店住所：〒212-0014　神奈川県川崎市幸区大宮町 1-5 JR 川崎タワー

※代表者名：代表取締役社長　志真 哲夫

※再々委託範囲：

ローカル５G システム構築における構築作業

※再々委託理由及び適格性：

富士通製のローカル５G 装置に精通した会社であり、富士通の指定会社のため選定した。

※委託元：富士通株式会社

・電気興業株式会社：

※本店住所：〒100-0005　東京都千代田区丸の内三丁目３番１号　新東京ビル７階

※代表者名：代表取締役社長　近藤　忠登史

※再々委託範囲：

リピーター装置の提供、リピーター装置に関する技術支援

※再々委託理由及び適格性：

本技術実証に必要となる機材である Sub６のリピーターメーカーであり、レンタル対応をしている唯一の会社で　あるため選定した。また、測定や装置設定等についても開発会社である同社が知見を有しており、専門的な測定においては同社の支援が必須となる。作業を効果的、効率的に進められると判断し、これらの業務も併せて委託する。

※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

・ドコモ・テクノロジ株式会社：

※本店住所：〒107-0052　東京都港区赤坂一丁目８番１号 赤坂インターシティ AIR　26 階

※代表者名：代表取締役社長　尾上　誠蔵

※再々委託範囲：

電波伝搬試験、干渉検討、試験結果取りまとめ

※再々委託理由及び適格性：

同社は、長年、置局のエリア評価業務や携帯電話システムの評価試験を行っておりシミュレーション計算範囲や取得データ有無などの評価試験で培ったデータ分析ノウハウにより、本実証における測定業務やデータ収集、机上計算などを短期間に効率的に行うことが期待できるため。

※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

・株式会社 NTC テクノロジー：

※本店住所：〒170-6028　東京都豊島区東池袋３－１－１

※代表者名：代表取締役社長　神代 真琴

※再々委託範囲：技術実証支援

※再々委託理由及び適格性：

ドコモ・テクノロジ(株)との取引実績も多く、令和２年度「地域課題解決型ローカル５G 等の実現に向けた開発実証」において４件、令和３年度「課題解決型ローカル５G 等の実現に向けた開発実証」において７件の現地測定環境設営、測定機器操作、データ収集を行い、最終報告書作成に必要なデータを取得・整理するなど、継続的に活用可能な手法・経験を豊富に有している事から今回の実証においても十分な履行能力を有する。

※委託元：ドコモ・テクノロジ株式会社

・株式会社ソリトンシステムズ：

※本店住所：〒160-0022 東京都新宿区新宿二丁目４番３号

※代表者名：代表取締役社長　鎌田　信夫

※再々委託範囲：

映像システムソリューション提供・開発・構築

※再々委託理由及び適格性：

映像伝送システム Zao を市場展開しており、システムに関する高度な技術力を持ち、またこれらを使ったシステムの構築の実績が豊富であるとともに、機材調達や実証支援も可能である。

エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズとの取引実績も多く、提案内容、技術力、価格から総合的に判断し、本件委託に適格であると判断したため。

※契約金額：記載不要

※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

・PISE 株式会社：

※本店住所：〒105-0012 東京都港区芝大門 1-3-8　 VORT 芝大門Ⅱ 6F

※代表者名：代表取締役社長　久保　公利

※再々委託範囲：PJ 管理支援

※再々委託理由及び適格性：

WebRTC の開発実績があり、かつ今回利用するシステムの仕組みにも精通しており、PJ 管理支援含め実績も豊富であることから、本件委託に適格であると判断したため。

※委託元：株式会社ソリトンシステムズ

・セーバー株式会社：

※本店住所：〒791-8021 愛媛県松山市六軒家町３番 24 号 丸五ビル 6F

※代表者名：代表取締役社長　二宮 宏

※再々委託範囲：実証に関わるソフトウェアの開発

※再々委託理由及び適格性：

WebRTC の開発実績があり、かつ今回利用するシステムの仕組みにも精通しており実績も豊富なため、

本件委託に適格であると判断したため。

※委託元：株式会社ソリトンシステムズ

・株式会社 ZMP：

※本店住所：〒112-0002　東京都文京区小石川 5－41－10　住友不動産小石川ビル

※代表者名：代表取締役社長

谷口　恵恒

※再々委託範囲：

ロボット制御・マッピング等の実証支援

※再々委託理由及び適格性：

屋外内での自律走行に関して高い技術力があり、公道含む多様なフィールドでの豊富な走行実績を有する。また自律走行に必要なロボット制御・管理システムを自社で有しており、走行実績及び技術力等を総合的に勘案し、本件委託に適格であると判断したため。

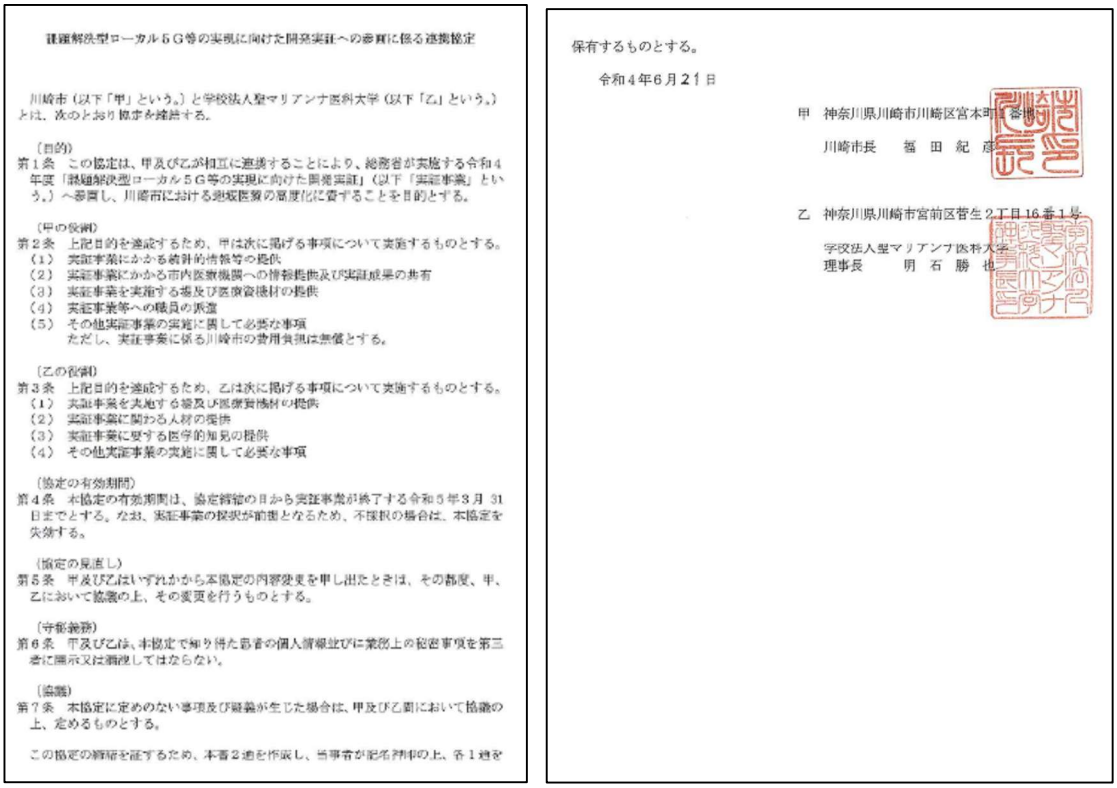
※委託元：エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

6.2.3　川崎市及び聖マリ他提案者間の連携の経緯及び体制について

（1）経緯

本提案にあたっては、総務省令和３年度開発実証は、聖マリから川崎市あてに課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証に係る連携した取り組みの提案（民間提案制度）が提出され、川崎市における検討の結果、提案を採択し、実証に向けた取組を協働して進めることとなった。川崎市はこの制度を活用し、さまざまなイノベーションを生じさせながら、地域課題の解決や豊かな市民生活を実現するためのチャレンジングな取組を推進しており、この仕組みが活用されたことで、新たな実証に参画する機会を得ることができた。

総務省令和４年度開発実証は、令和３年度から継続していることもあり、聖マリより依頼文を川崎市に提出し、川崎市にて受理され、 ローカル５G を活用した実証に関わる協定を 6 月 21 日に締結し、本年度も課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証を協働した。



課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証への参画に係る連携協定

川崎市（以下「甲」という。）と学校法人聖マリアンナ医科大学（以下「乙」という。）とは、次のとおり協定を締結する。

（目的）
第１条　この協定は、甲及び乙が相互に連携することにより、総務省が実施する令和４年度「課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証」（以下「実証事業」という。）へ参画し、川崎市における地域医療の高度化に資することを目的とする。

（甲の役割）
第２条　上記目的を達成するため、甲は次に掲げる事項について実施するものとする。
（１）　実証事業にかかる統計的情報等の提供
（２）　実証事業にかかる市内医療機関への情報提供及び実証成果の共有
（３）　実証事業を実施する場及び医療資機材の提供
（４）　実証事業等への職員の派遣
（５）　その他実証事業の実施に関して必要な事項
ただし、実証事業に係る川崎市の費用負担は無償とする。

（乙の役割）
第３条　上記目的を達成するため、乙は次に掲げる事項について実施するものとする。
（１）　実証事業を実施する場及び医療資機材の提供
（２）　実証事業に関わる人材の提供
（３）　実証事業に要する医学的知見の提供
（４）　その他実証事業の実施に関して必要な事項

（協定の有効期間）
第４条　本協定の有効期間は、協定締結の日から実証事業が終了する令和５年３月 31 日までとする。なお、実証事業の採択が前提となるため、不採択の場合は、本協定を失効する。

（協定の見直し）
第５条　甲及び乙はいずれかから本協定の内容変更を申し出たときは、その都度、甲、乙において協議の上、その変更を行うものとする。

（守秘義務）
第６条　甲及び乙は、本協定で知り得た患者の個人情報並びに業務上の秘密事項を第三者に開示又は漏洩してはならない。

（協議）
第７条　本協定に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、甲及び乙間において協議の上、定めるものとする。

この協定の締結を証するため、本書２通を作成し、当事者が記名押印の上、各１通を

保有するものとする。

令和４年６月２１日

甲　神奈川県川崎市川崎区宮本町１番地

川崎市長　福田紀彦

乙　神奈川県川崎市宮前区菅生２丁目16番１号

学校法人聖マリアンナ医科大学

理事長　明石勝也

図 6.2.3 -1　川崎市と聖マリアンナ医科大学との協定

(2) 目的

川崎市では、近年における救急医療需要の増大に対応し、救急患者の適切な医療機関での受入体制の機能強化や救命救急センターの充実強化等が求められている。そのような中でも、病院救急医療体制の強化は喫緊の課題ともいえる。

医療分野の中でも特に負担の大きい救命救急センターを対象とした実証を行うことで、川崎市における地域医療体制の強化及びICT活用による医療の質の向上に繋げることを目的としている。

本年度の実証では、聖マリの救命救急センターだけでなく、救急車を出動させ、多摩病院にもローカル5Gを構築し、消防・二次救急・三次救急の広域連携により、昨年度の実証現場をより一層現場に近い形で実証を行い、その結果をもとに、社会実装に近づけることを目的としている。

また、本年度は

① 実証の成果を市医療圏の他の救命救急センターや救急告示医療機関等に共有する

② 市内医療機関（市立多摩病院を含む）の専門スタッフが訓練に参加する場を設定する

③ 消防局救急隊が実証現場に参加し、最新のソリューションを活用した搬送を実体験する

といった役割を発揮できるものと考えている。

こうした技術が将来的に実用化されることにより、川崎市北部における救命救急の医療機関での患者の受入れ体制が効率化され、川崎市全体における傷病者の円滑な救急搬送及び受入れ体制の確保等につながる可能性があるなどの効果を期待している。

(3) 推進体制

本実証においては、オール市役所での推進体制を構築して効果的な取組を進めていく。

表 6.2.3 -1 川崎市庁内の推進体制

①総務企画局 政策調整担当

本事業の全体調整（所管部署が複数にまたがり庁内横断的な対応が必要なため）

②健康福祉局 保健医療政策部 地域医療担当

協定及び契約の締結、協議調整の場への参加、実証視察等への職員の派遣調整、統計情報等の提供、市内医療機関への情報提供及び実証成果の共有

③消防局 救急課

実証事業実施における施設（救急車両）の提供、統計情報等の提供、協議調整の場への参加、実証視察等への職員の派遣調整

④病院局 経営企画室

実証事業実施における施設（多摩病院）の提供、統計情報等の提供、協議調整の場への参加、実証視察等への職員の派遣調整（多摩病院の職員については指定管理者において対応）

7. スケジュール

本調査検討事業の実施スケジュールは以下の通りである（図 8-1 参照）

調達予定の設備・機器において、何らかの理由で調達が困難となった場合は、該当機器に対して、サプライチェーンリスク記載の機器の調達へすぐに切り替える。また調達・構築スケジュールに影響が出る場合は、現状現地での実証期間で 1 か月のバッファを含んだスケジュールとなっていることから、予定している実証スケジュールを後倒しにし、調達・構築期間にあてることとした。（本来の実証期間は、課題実証＝5 日間×2 回、技術実証＝5 日間×2 回、視察対応＝1 日×2 回の計 22 日間を想定している。）

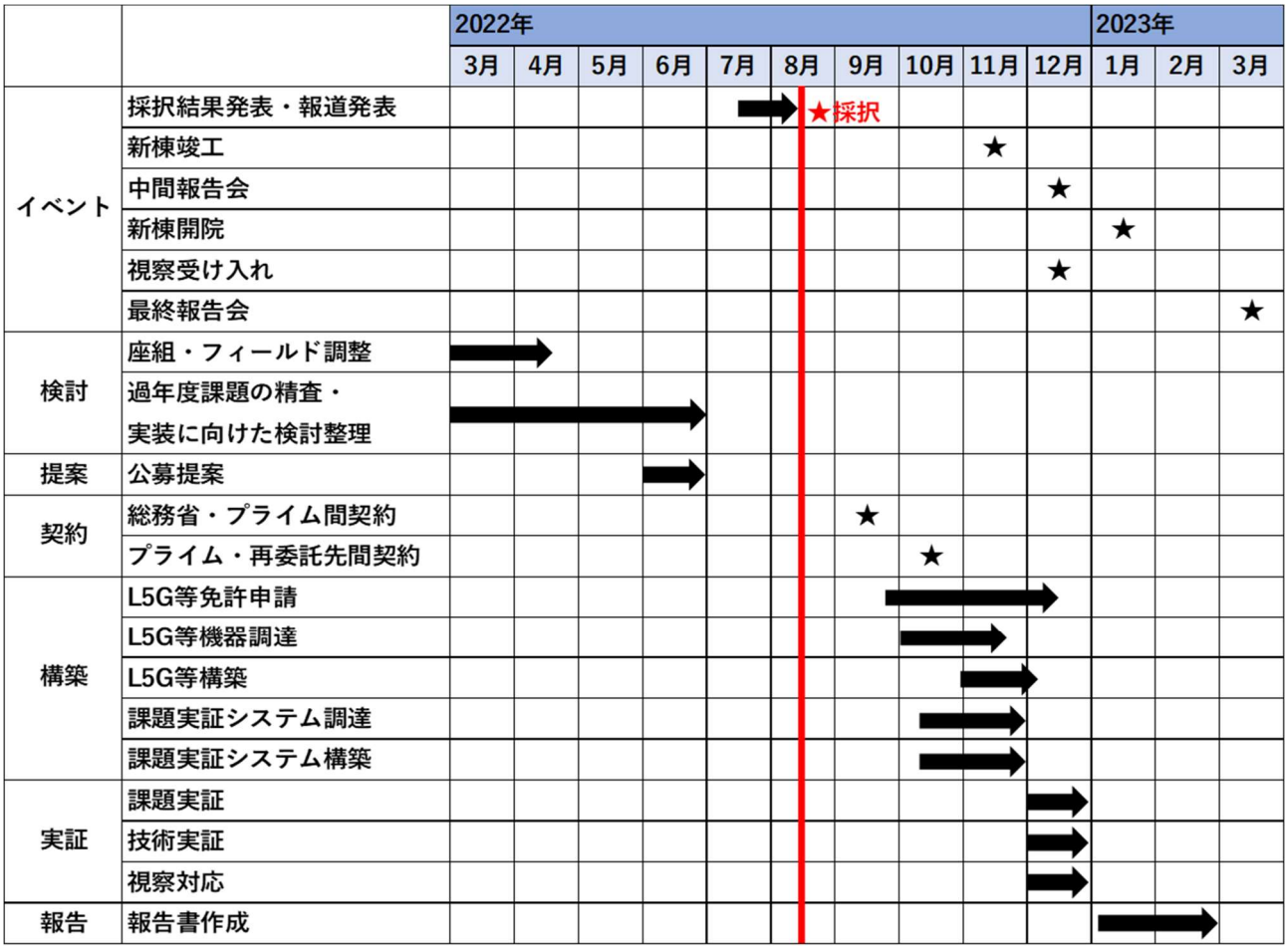


図 7-1 実施スケジュール線表

添付資料

報道発表の日付、件名、内容、掲載箇所を下記に示す。

トランスコスモス報道資料

報道資料	トランスコスモスホームページ
日付	令和４（2022）年 11 月 4 日
件名	トランスコスモス、医療現場の社会課題解決への取り組みとして総務省「令和4年度 課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」事業に採択
内容	総務省「令和 4 年度課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」事業に採択された旨掲載。
掲載箇所	https://www.trans-cosmos.co.jp/company/news/221104.html ※PR TIMES https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001455.000000183.html

各社報道資料

報道資料	各団体ホームページ
日付	令和４（2022）年 11 月 30 日
件名	聖マリアンナ医科大学病院・川崎市立多摩病院・川崎市消防局の連携によるローカル 5G などの先進技術を活用した次世代医療のユースケース創出に向けた実証実験を開始します
内容	トランスコスモス、聖マリアンナ医科大学、NTT ドコモ、川崎市で構成されるコンソーシアムが、5Gを活用した救急医療の実証実験を開始。
掲載箇所	https://www.trans-cosmos.co.jp/company/news/221130_0002.html https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2022/1130.html https://www.city.kawasaki.jp/templates/press/350/0000145690.html ※PR TIMES https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000001471.000000183.html

時事通信社

新聞名	時事通信社
日付	令和４（2022）年 12 月 26 日
件名	トランスコスモスや川崎市など、ローカル5Gで新救急医療体制の実証実験
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	https://www.jiji.com/jc/article?k=2022122600599&g=eco （時事ドットコム）

日本経済新聞

新聞名	日本経済新聞
日付	令和４（2022）年 12 月 26 日
件名	聖マリアンナ医科病院でローカル5Gの実証実験実験
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC162FJ0W2A211C2000000/

神奈川新聞

新聞名	神奈川新聞
日付	令和４（2022）年 12月 27 日
件名	診療連携強化に5Gを　川崎・聖マリアンナ医大病院で実証
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	https://www.kanaloco.jp/news/government/article-958959.html

日経クロステック

新聞名	日経クロステック
日付	令和４（2022）年 12月2727 日
件名	トランスコスモスや NTT 系など、5G を活用した次世代医療の実証実験
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/14280/

東京新聞

新聞名	東京新聞
日付	令和４（2022）年 12月 30 日
件名	広域医療にも5G活用　宮前・聖マリ医科大病院で実証実験　院外・救急搬送時の支援に【川崎版】
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	2022 年 12 月 30 日 朝刊 815 面 3 段（医学）20230105N0948 枚数(1)

日経産業新聞

新聞名	日経産業新聞
日付	令和５（2023）年１月 13 日
件名	ローカル5Gで救急搬送映像を伝送　聖マリアンナ医大病院
内容	実証視察会の様子について記載
掲載箇所	日経産業新聞［日経テレコン２１］ 2023 年 01 月 13 日 朝刊 ４面 ４段 写（企業)(医学)(芸術・芸能) 20230113N5884 枚数(1)

令和４年度　課題解決型ローカル５Ｇ等の実現に向けた開発実証【開発実証事業】

ローカル 5G を活用した大都市病院間の広域連携による救命救急医療の強靭化と医師の働き方改革の実現

2023 年 3 月

トランスコスモス株式会社