

5G 等の医療分野におけるユースケース（案）

【改訂版】

令和3年6月



総務省情報流通行政局
情報流通振興課
情報流通高度化推進室

目次

第1章	本書の背景・目的	2
第2章	5G・4K8K 技術的特徴の整理及び技術的特徴を踏まえた医療応用について	3
第1節	5Gの技術的特徴を踏まえた医療応用について	3
1.	5Gの技術的特徴と利用シーン	3
2.	5Gの導入展開を踏まえた医療応用について	6
3.	ローカル5Gの活用について	9
第2節	4K8Kの技術的特徴を踏まえた医療応用について	14
1.	4K8Kの技術的特徴①（多画素化）	14
2.	4K8Kの技術的特徴②（広色域化・多階調表現）	14
3.	4K8Kの技術的特徴③（輝度表現の向上）	15
4.	4K8Kの技術的特徴④（高フレームレート）	15
第3章	医療分野におけるユースケース（案）	16
第1節	ユースケース（案）の整理の前提	16
1.	医用画像の種類ごとのデータ量と5G・8Kの活用可能性	16
2.	リアルタイム共有の必要性	18
3.	医療シーンと場所	19
4.	院内におけるローカル5Gの活用可能性	21
第2節	5G/ローカル5G・4K8Kの活用可能性が高いユースケース（案）	29
1.	5G/ローカル5G・4K8Kの活用可能性が高いユースケース（案）の全体像	29
2.	具体的なユースケース（案）	31
第3節	具体的なユースケース（案）のまとめ	69

第1章 本書の背景・目的

遠隔医療については、医療の質の向上、患者の利便性の向上、離島やへき地などにおける医療の地域差の是正等、地域医療の充実の観点から重要と位置付けられており、近年では、遠隔病理診断（術中迅速病理診断）・遠隔画像診断等に対する診療報酬上の評価がされる等、普及に向けた取組が進められている。

総務省においても、平成 23 年 3 月に、遠隔医療の導入を検討する自治体・医療機関等を対象とした「遠隔医療モデル参考書」を公表するなど、遠隔医療の普及に関する取組を進めるとともに、近年では、モバイル端末や 4K8K といった通信・放送技術を活用した遠隔医療に関する実証を行ってきた。

一方、遠隔医療等の更なる普及のためには、新たな通信・放送技術の活用を進めていくことも重要であり、2020 年春から商用開始がされた 5G や技術進歩が著しい 4K8K といった映像技術を用いた遠隔医療の活用可能性を検討し、普及に寄与することが期待されている。

このため総務省では、令和元年度に、「医師対医師の遠隔医療の普及促進に係る調査研究」事業を実施し、その中で、5G・4K8K の遠隔医療等の医療分野への活用を検討課題の一つに取り上げ、主に技術的な観点から、国内外の 5G や 4K8K を活用した既存のユースケースの調査や想定される課題の整理等を行い、効果的かつ実現性の高いユースケース（案）を示すこととした。加えて、ユースケース（案）を示すに当たっては、5G や 4K8K といった新たな通信・放送技術が、今後、遠隔医療のみならず医療全般に大きな影響を与えるとの認識の下、遠隔医療のユースケースのみに限定せず、医療シーン全般でのユースケースを検討した。

また、検討に当たっては、上記調査研究のために設置した医師や都道府県の医療関係担当者等からなる検討委員会の下に、5G・4K8K の遠隔医療等への活用について専門的に検討を行うため、放射線科、病理科、外科等の専門医、工学系の学識経験者、通信事業関係者、映像や医療機器等の事業関係者からなるワーキンググループを設置するとともに、医療分野の専門領域は多岐にわたることから、当該ワーキンググループでの議論のほか、各専門領域の医療関係者等にも適宜ヒアリングを行った。

更に、令和 2 年度に、「5G 時代における遠隔医療等の在り方に関する調査研究」事業を実施し、令和元年 12 月に制度化されたローカル 5G の医療分野への活用について期待されるユースケースの調査や想定される課題の整理等を行った。

また、検討に当たっては、令和元年度と同様に、各専門分野の有識者で構成されるワーキンググループを設置し、医療機関における移動通信システムの利用状況や医療現場における ICT 利用の現状について調査したうえで、当該ワーキンググループにて 5G/ローカル 5G を活用した解決策と実現に向けた課題とその解決策等を議論し、ローカル 5G 等の効果的な活用ユースケース（案）を取りまとめ、本書に追加した。

本書は現時点での関係者の知見をもとに、5G/ローカル 5G・4K8K を遠隔医療等医療分野で活用するに当たっての技術的特徴と、想定されるユースケース（案）を整理したものであり、今後更に必要に応じて改訂がなされるべきものである。なお、個々の具体的なユースケース（案）では、今後の実証や取組等の実施にも資するための「留意点」も示した。

特に、新たな技術は、技術的な観点からだけでなく、社会的な観点も含めて、実証等により実際に利用・活用をしてみ、その知見が確定するものである。

このため、本書で示したユースケース（案）以外のケースも含め、今後、各地域でさまざまなケースについて実証や具体的な取組がなされることが期待される。

第2章 5G・4K8K 技術的特徴の整理及び技術的特徴を踏まえた医療応用について

第1節 5G の技術的特徴を踏まえた医療応用について

1. 5G の技術的特徴と利用シーン

一般的に 5G では、「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の 3 つの特徴が挙げられており、医療分野においてもこのような特徴を活かした応用が期待される。

表 2-1 5G の主な特徴

	特徴	期待されている利用シーン
超高速・大容量	最高下り伝送速度は 毎秒 20 ギガビット (4G の 20 倍)	これまでリアルタイムでスムーズに再生できなかった大容量の映像等（例えば、8K 映像や高精細 VR コンテンツなど）がスムーズに再生できるようになる
超低遅延	最短 1 ミリ秒の無線 区間伝送遅延（4G の 10 分の 1）	通信によるタイムラグがほぼなくなり、ロボットや自動車等の信頼性の高い遠隔制御が可能になる
多数同時接続	100 万台/平方キロメ ートルの接続端末数 (4G の 10 倍)	工場内の多数ある機器の制御や、家電やセンサー制御など、身の回りのあらゆる機器がネットに接続される IoT 時代の通信インフラとして期待されている

※上記は理論値で比較しており、実効速度での比較ではないことに留意

以下では、まず、この 3 つの特徴ごとに、その技術的要求条件、期待される利用シーン及び医療分野への応用可能性について概観する。

（1）5G の技術的特徴①（超高速・大容量）

1) 超高速・大容量の技術的要求条件及び期待される利用シーン

- 4G では下り最高伝送速度が 1Gbps 程度であるが、5G では 20Gbps の下り最高伝送速度が要求条件となっている。また、上りの最高伝送速度については、4G では 500Mbps 程度であるのに対し、5G では 10Gbps が要求条件となっている。したがって、理論上、上り、下りともに速度は 4G の 20 倍向上することとなっている。
- 4G や 3G では 3.6GHz 以下の周波数帯が使われていたが、5G では 3.7GHz 帯/4.5GHz 帯（Sub6 帯と呼ばれている）や 28GHz 帯（ミリ波帯と呼ばれている）と、これまでよりも高い周波数の電波が利用される。周波数が高いほど帯域幅を広くすることができるため、より高速・大容量の伝送が可能となる（20Gbps の要求条件もミリ波帯を活用することで将来的に実現されると想定）。一方、周波数が高い電波の特性として、

障害物に影響されやすい、電波の回り込みができない、伝搬距離が短くなるなどの特性がある。ミリ波帯は Sub 6 帯に比べると、障害物がない見通しのよいエリアや建物内においてより多く活用されることが想定されている。

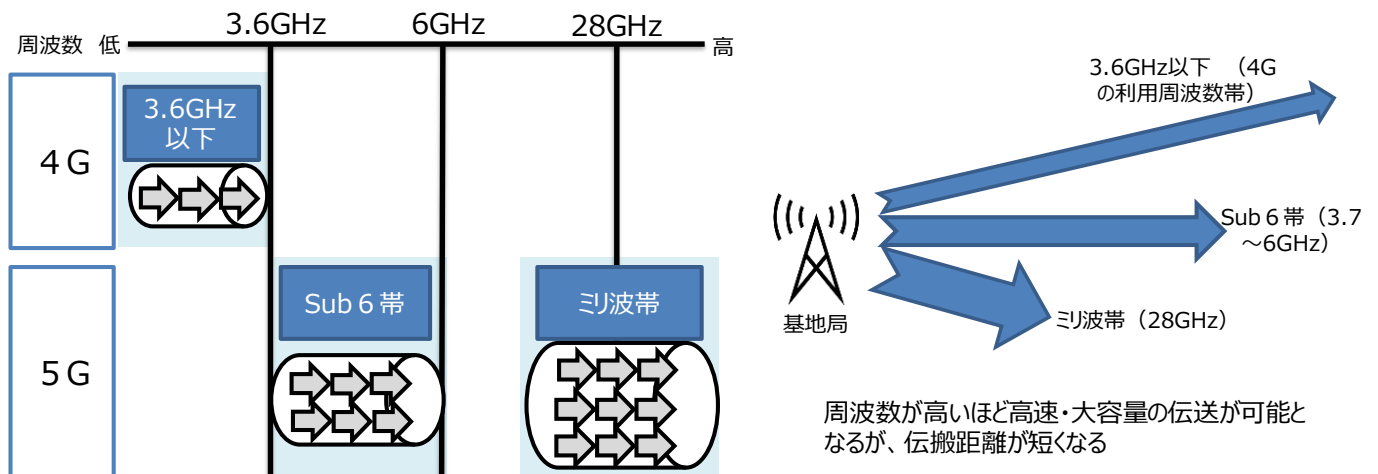


図 2-1 周波数の違いによる電波伝搬距離と通信量のイメージ

○ ストリーミング再生を含むダウンロード方式による映像伝送の場合は、通信回線の伝送帯域に合わせて、情報圧縮、もしくは、解像度を落としてビットレートを下げたり、フレームレートを落としたりすることで映像を伝送することが行われる。一方、リアルタイムでの映像伝送の場合、情報圧縮を行うと圧縮・解凍処理に時間がかかってしまい、一般的に圧縮率を上げるごとに処理時間がかかるため 4K8K などの大容量の映像を伝送しようとすると、逐次のスムーズな再生が困難なケースがある。しかしながら、5G による広帯域での伝送が実現すれば、これまでより圧縮率を下げることで処理時間が短縮され、処理遅延が少なくなり、リアルタイムでの映像伝送が可能になると期待できる。

○ また、現在の 4G の要求条件は下り 1Gbps、上りは 500Mbps である一方、5G においては、モバイル端末からのデータアップロード（特に映像分野）の需要が増えていくことが予想されるところ、上りの最高伝送速度において 4G の 20 倍の要求条件（10Gbps）が定められており、今後の需要増に耐えうる実効速度の飛躍的な向上が見込まれている。

2) 超高速・大容量の技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

○ 医療機関外（院外）の有線の接続が想定されない場所では、5G を活用することにより、例えば遠隔コンサルテーション実施の際、支援側の専門医が外出先（例えば学会等出張している場合）にいる場合でも、4G 環境では困難であった医用画像等のデータも円滑に受け取ることができ、一定の診断や助言を行うことができるようになる可能性がある。ただし、支援側の専門医がプライバシーに配慮しつつ落ち着いて診断や助言等を行うことができる場所を確保できるか、また必要な通信の安定性等について、さらに検証する必要がある。

○ 一方、自宅においては有線での接続も想定できるため、光回線などの高速なインターネット回線を利用することで、例えば遠隔コンサルテーションを実施する際に 4G 環境では困難であった医用画像等のデータを受け取る場合、5G と光回線の双方が選択肢となり得ると考えられる。なお、自宅においても、支援側の専門医がプライ

バシーに配慮しつつ落ち着いて診断や助言等を行うことができる環境を確保することは重要である。また、5Gを活用することにより、有線による帯域の確保されたセキュアなネットワークを設置するより安価で広帯域な回線を利用できる場合がある一方、携帯電話事業者のネットワーク区間以外において必要な情報セキュリティの確保を行うことが課題となる点なども踏まえ、5Gの応用可能性をさらに検証する必要がある。（参考：自宅のパソコンやタブレット型端末等からインターネットに接続している世帯のうち、光回線（FTTH回線）を利用している世帯の割合は、54.5%となっている（令和元年通信利用動向調査））

- また、上り実効速度が飛躍的に向上することを踏まえると、上り回線（つまりデータ送信者）に5Gを利用することで、依頼側においても円滑にデータを送信することができ、支援側に即時に高精細な映像の共有が可能となる。例えば、依頼側で高精細映像やいくつかの映像データを合わせて一括送信する利用シーンなどが考えられる。
- なお、ミリ波帯を活用する際には、電波の届きやすさ（障害物の少なさ）が考慮された利用環境（移動中よりは、固定的あるいは半固定的な利用）での活用が有効と考えられる。
- いずれにしても、5Gを活用することによって、大容量のデータを円滑に送受信することが可能になるが、5G活用の有効性をより詳細に評価するためには、医療現場において診療支援をするために共有する医用画像の種類及び必要なデータ量等について、さらに検証する必要がある。

（2）5Gの技術的特徴②（超低遅延）

1）超低遅延の技術的要求条件及び期待される利用シーン

- 4Gの無線区間伝送遅延が10ミリ秒以下であるのに対して、5Gでは1ミリ秒以下となり、4Gの10分の1内に抑えられた伝送遅延が実現される。無線通信による遅延がほぼなくなるため、信頼性の高い制御が求められるロボットや各種機械などの遠隔制御等への活用が期待されている。この際、無線通信部分以外の遅延（中継用有線回線遅延、各ノード装置処理遅延など）を、同時に十分低く抑えられるかが課題である。

2）超低遅延の技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- 5Gの活用とともに、前述した無線通信部分以外の遅延も低く抑えられ、総合的な通信回線の遅延が所定の条件を満たす場合、技術的には遠隔ロボット手術（執刀医を支援する形態）等が可能となることも想定されるが、必要な通信の安定性や信頼性が有線に無線を組み合わせた構成と比べて優位なのか、多様な通信環境のうち要件を満たす環境が実際にどの程度あるのか等について検証を行う必要がある。
- また、遅延については、通信回線だけでなく、医療機器等で取得した映像を伝送・表示する際の遅延も影響すると考えられ、総合的にどの程度の遅延が許容されるのかを検証していく必要がある。
- いずれにしても、遠隔手術については、厚生労働省の「オンライン診療の適切な実施に関する指針（令和元年7月改定）」において、今後の取り扱いが定められている。具体的には、適用対象については、「高度な技術を要するなど遠隔地にいる医師でないと実施が困難な手術等を必要とし、かつ、患者の体力面などから当該医師の下への搬送・移動等が難しい患者を対象に行うこと」とされ、「具体的な対象疾患や患者の状態などの詳

細な適用対象は、今後は、各学会などが別途ガイドラインなどを作成して実施すること」とされている。また、提供体制については、「情報通信機器について、手術等を実施するに当たり重大な遅延等が生じない通信環境を整え、事前に通信環境の確認を行うこと」とされるとともに、「仮に一時的に情報通信機器に不具合があった場合においても、患者の側にいる主治医等の医師により手術の安全な継続が可能な体制を組むこと」とされており、具体的な提供体制等については、「今後は、各学会などが別途ガイドラインなどを作成して実施すること」とされている。このため、今後、どのような通信環境が適切かも含め、必要な検証が行われ、各学会において所要のガイドラインなどが作成されることが期待される。

(3) 5G の技術的特徴② (多数同時接続)

1) 多数同時接続の技術的要求条件及び期待される利用シーン

- 5G では 4G の 10 倍にあたる最大 100 万台/k m²の多数同時接続が要求条件となっている。これは将来的な IoT デバイスの増加を考慮して策定された要求条件である。
- 現行のモバイル通信システムでは、通常、一つの基地局配下において複数の端末で有限の通信リソースを共有することとなるため、各端末に割り当てられるリソースは同時接続数が増加すると相対的に低くなる（いわゆるベストエフォート型の通信システム）。したがって、IoT デバイスなどの一端末あたりのデータ容量が比較的小さい機器であれば、より多くの接続数（基地局収容数）を実現可能となる。

2) 多数同時接続の技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- 医師対医師の遠隔医療では 1 対 1 でのやり取りがメインとなる（遠隔カンファレンスは多数の参加者が想定されるが、多くても 2 桁 3 桁程度と思われる）ため、5G の多数同時接続の特徴を積極的に活かしたユースケースを現時点で想定することは難しい。
- 今後、医療機関等で使用される医療機器や IoT デバイスの数が増加し、データ量の小さい通信が頻繁に行われると、5G における多数同時接続を活かしたケースとしての可能性が出てくると考えられる。
- さらに、個人のバイタルデータを取得するモニタリング機器等が爆発的に普及し、取得した数値や波形データを頻繁に送信し続ける必要が出てきた場合には、5G における多数同時接続を活かしたケースとしての可能性が出てくると考えられる。

2. 5G の導入展開を踏まえた医療応用について

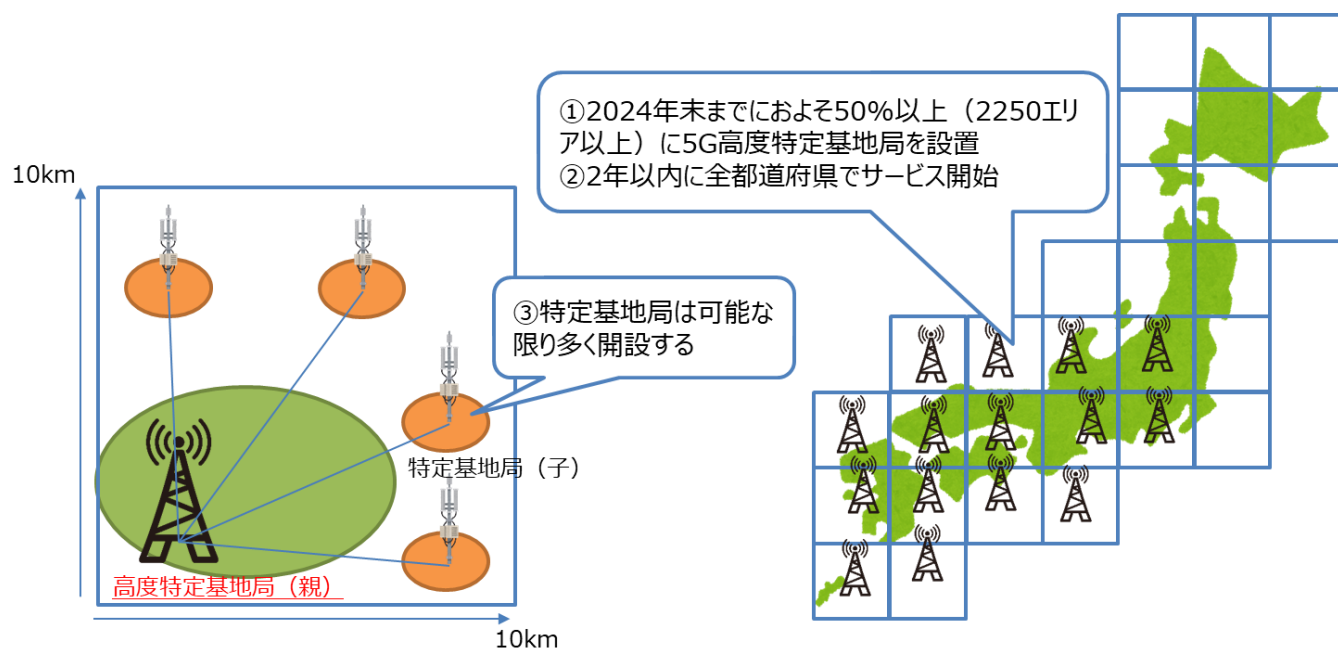
次に、5G の普及展開の動向及びそれを踏まえた医療分野への応用可能性について概観する。

(1) 面的に見た 5G の展開と医療分野への応用

1) 面的に見た 5G の展開

- 携帯電話事業者の 5G 特定基地局の開設計画の認定においては、「日本全国を 10 km 四方のエリアに区切り、2024 年末までに約 4500 エリアのうち、半数以上のエリアで 5G 高度特定基地局（親局）を整備する」、「全国で特定基地局（子局）を可能な限り多く開設する」ということが審査の条件となっている。

- 5G 基地局は、主に 5G 高度特定基地局と特定基地局の 2 種類の基地局が設置されるが、5G 高度特定基地局は、親局としての役割をもち、全国約 4500 エリア（10km 四方ごと）のうち半数以上のエリアで設置される、エリア内の基盤となる基地局である。一方、特定基地局は、子局としての役割をもち、ニーズに応じて追加設置可能な基地局で、親局と光ファイバで接続される基地局である。例えば、へき地など遠隔地まで 5G サービスを展開するためには、サービス利用現場までの緻密な基地局整備や基地局まで光ファイバを敷設する等の基盤整備が必要となる。
- 光ファイバ回線未整備地域（日本においては 2019 年 3 月末で整備率 98.3%（世帯カバー率））における高速な通信アクセスを整備・展開する際、光ファイバを敷設する代わりに 5G を代替アクセス手段として利用する（光ファイバと 5G を組み合わせてアクセスネットワークを構築する）という考え方が挙げられる。



出典：総務省資料「第 5 世代移動通信システム（5G）の今と将来展望」をもとに作成

図 2-2 5G 普及展開の計画

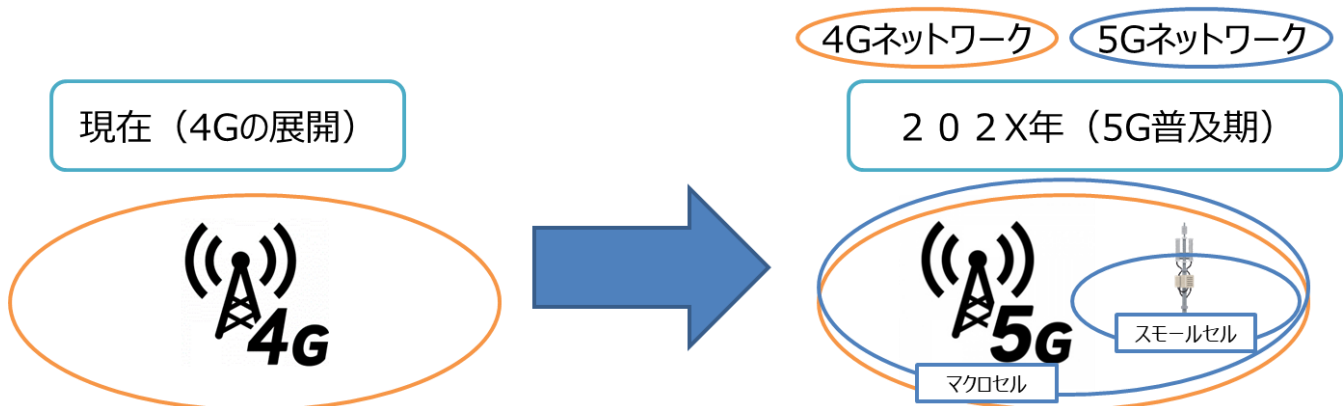
2) 面的に見た 5G の展開を踏まえた医療分野への応用

- 光ファイバが整備されていない地域にある診療所へのアクセスネットワークを 5G で代替することが考えられる。これにより、光ファイバの敷設工事に要する時間を省略でき、タイムリーかつ柔軟なサービスエリアによるアクセス手段の導入が可能である。
- なお、医療分野の情報を扱う観点で、利用用途により安定性や安全面を考慮して、有線もしくは無線 5G を選択するか十分検討のうえ、導入する必要がある。

(2) 時間軸で見た 5G の展開及び医療分野への応用

1) 時間軸で見た 5G の展開

- 携帯電話事業者の 5G 特定基地局の開設計画の認定においては、「周波数の割当て後、2 年以内に全都道府県でサービスを開始する」ということが審査の条件となっている。5G の導入初期では、既存の 4G 基地局と連携を行う 5G 基地局（NSA（ノンスタンドアローン）構成）の整備が行われる予定となっている。



出典：総務省 新世代モバイル通信システム委員会（第 10 回）

「情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告 概要（案）」をもとに作成

図 2-3 5G 普及展開のイメージ

- なお、基地局整備の計画については、当初予定から前倒しで進めていくことが各携帯電話事業者から発表されており、2024 年度末までの基地局設置スケジュールが前倒しとなる見込みとなっている。
- 各携帯電話事業者にて、5G 商用サービスが提供され始めており、NTT ドコモは、全国 150 か所、500 局にて 5G 商用サービスを 2020 年 3 月 25 日から開始した。なお、NTT ドコモは、5G 専用周波数帯を使ったエリアのみで 2022 年 3 月末時点で人口カバー率約 55%、2023 年 3 月末時点で約 70%を実現する計画を発表している¹。（2021 年 6 月末までに 5G 基地局を 1 万局、2022 年 3 月末までに 2 万局を設置する計画）ソフトバンクは 5G の商用サービスを、2020 年 3 月 27 日から開始²、KDDI は、全国 15 都道府県の一部エリアにて 5G サービスを 3 月 26 日から開始している³。楽天モバイルも 9 月 30 日から 5G 商用サービスを開始した⁴。4G 向けの周波数帯も活用して 5G の面展開を進める KDDI とソフトバンクは、共に 2021 年 3 月末までに 5G 基地局を 1 万局、2022 年 3 月末までに 5 万局を設置するとしている。

¹ NTT ドコモ 5G HP より (https://www.nttdocomo.co.jp/special_contents/5g/syunsoku5g/)

² ソフトバンク株式会社 プレスリリース「SoftBank 5G」の商用サービスを 3 月 27 日に開始（2020 年 3 月 5 日）(https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200305_05/)

³ KDDI 株式会社 ニュースリリース「"UNLIMITED WORLD au 5G"始動。第 5 世代移動通信サービス「au 5G」、3 月 26 日から開始」（2020 年 3 月 23 日）(<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2020/03/23/4326.html>)

⁴ 楽天モバイル HP より (<https://network.mobile.rakuten.co.jp/area/5g/>)

2) 時間軸で見た 5G の展開を踏まえた医療分野への応用

【5G の初期導入期】

- 初期導入期は、利用可能エリアが限定されるが、既存の 4G 基地局と連携を行う 5G 基地局（NSA（ノンスタンドアローン）構成）の整備が行われる予定である。このため、例えば、救急車で搬送中の患者の各種データをリアルタイムで伝送するユースケースの場合には、5G エリアでは映像のビットレートを高くして伝送し、5G エリアを外れて 4G エリアに入る際、スムーズな 5G 通信から 4G 通信の切替えを行った上で、4G エリアでは映像のビットレートを下げて伝送を継続することで、通信が途切れることのない連続的な患者データの伝送が実現可能である。

【5G の普及期（202X 年）】

- 5G 普及期では、5G だけで構築した基地局（SA（スタンドアローン）構成）の整備が行われ、ミリ波帯に対応した 5G 基地局も増えることから、5G の「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の 3 つの特徴それぞれに対応した多様な医療等サービスの提供が可能となると想定される。

3. ローカル 5G の活用について

（1）ローカル 5G について

- ローカル 5G とは、地域企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に構築できる 5G システムである。プライベートな独自ネットワークであるため、接続端末を限定することができ、セキュリティを確保したネットワークの構築が可能となったり（Wi-Fi 環境と比較して SIM カード単位でのアクセス制御が可能となる）、利用用途に応じて必要となる性能を柔軟に設定したりすることが可能となる。
- 通信事業者の基地局設置が進まない地域や屋内でも基地局を設置し、5G の利点を活用することが可能となるため、工場やスタジアム、病院といった限られた空間であれば、5G だけで構築する SA（スタンドアローン）のネットワークの整備が容易であり、5G の「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の 3 つの特徴それぞれに対応したサービスが提供されることが想定される。
- また、他者の土地上での利用も可能であるが、他者土地利用は固定して通信を行うことが前提となり、移動しての通信は実施不可となる。
- ローカル 5G は 2019 年 12 月に 28.2G～28.3GHz の周波数にて制度化され免許申請の受け付けが開始された。また、総務省では、ローカル 5G で使用する周波数に関し、28.2～28.3GHz に加え、4.6～4.9GHz 及び 28.3～29.1GHz を拡張する等を改正する関係省令及び告示を、2020 年 12 月 18 日に発令し、同日から免許申請の受け付けを開始している。2021 年 1 月時点で 43 企業・自治体がローカル 5G の免許を申請している⁵。
- 令和 2 年度には、総務省にてローカル 5G 等を活用した地域課題解決を実現するため、「地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」事業が実施され、ローカル 5G 利用環境下を想定したユースケース検

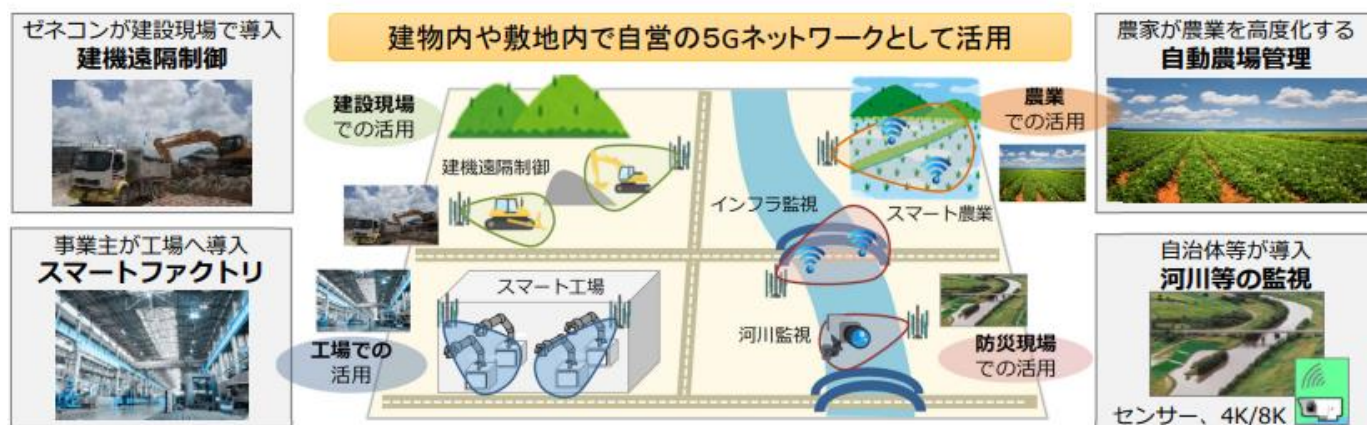
⁵ 日経クロステック／日経 NETWORK 「ローカル 5G 免許申請数が早くも 43 企業・自治体に、商用サービスも充実へ」（2021.02.12）

討やローカル5Gの電波伝搬等に関する技術的検討が19プロジェクト実施された。そのうち医療分野において、3地域にて実証が実施された⁶。

- ローカル5Gは、地域や産業の個別のニーズに応じて**地域の企業や自治体等の様々な主体が、自らの建物内や敷地内でスポット的に柔軟に構築**できる5Gシステム。

<他のシステムと比較した特徴>

- 携帯事業者の5Gサービスと異なり、
 - 携帯事業者によるエリア展開が遅れる地域において5Gシステムを**先行して構築**可能。
 - 使用用途に応じて**必要となる性能を柔軟に設定**することが可能。
 - **他の場所の通信障害や災害などの影響を受けにくい。**
- Wi-Fiと比較して、**無線局免許に基づく安定的な利用が可能。**



出典：総務省「ローカル 5G の概要」より抜粋

図 2-4 ローカル 5G の概要

（２）ローカル 5G の技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

ローカル 5G は、5G の「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の 3 つの特徴に加え、プライベートネットワークの構築かつ柔軟なカスタマイズが可能であり、また、現在利用されている共有周波数とは異なる周波数帯を利用するため、電波干渉の可能性が低く、通信品質が安定する等のメリットがあり、セキュリティの確保や高品質なネットワークが求められる医療等分野での活用が期待されている。

⁶ 総務省「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」における実証内容の決定」（令和 2 年 10 月 16 日）

表 2-2 ローカル 5G の特徴から見た活用可能性

ローカル 5G の特徴		医療等分野における活用可能性
プライベートネットワークの構築/柔軟なカスタマイズ性	- ローカル 5G はもともと携帯電話で使われることを想定した通信規格であるため、広範囲の通信がカバー可能 - 独立したネットワークなので、外部要因による通信トラブルの影響を受けにくい - 山間部などへき地など、キャリア 5G がサポートされない場所において、5G 通信環境を自前で構築できる - ネットワークの管理者や運営者が、利用用途や場所によって柔軟な設計が可能（通信エリアやサーバ設置場所の自由度の拡張）	- 映像系など大容量の伝送を必要とする専用ネットワークとして構築が可能 - グループ間や医療施設間において仮想的な院内ネットワークの構築が可能 - 上りと下りリンクの比率を通信規格に沿って選択でき、用途に合わせた通信環境を実現 - 病院内のネットワーク構築時に、有線でのネットワークに加えて、ローカル 5G で院内のネットワークを構築することにより、より冗長性を確保したネットワーク構築が可能
免許周波数帯の利用	免許周波数帯を用いるため通信品質が安定	医療機器や現在利用されている Wi-Fi とは異なる周波数を利用しているため、電波干渉の可能性が低い（より信頼性の高いネットワークを構築可能）
セキュリティの強化	- SIM 単位での認証が可能 - ミリ波利用の場合、遠くに電波が届きにくいミリ波の特性ゆえ、敷地・建物外に電波が漏洩しにくい（情報漏洩のリスクを低減）	2 要素認証等セキュリティ対策が必要な医療機関において有効 - 必要なエリアのみ電波を届けることが可能（待合室など患者エリアとの分離など）

自営無線ネットワークの規格は、「ローカル 5G」「プライベート LTE」「Wi-Fi6」などがあり、周波数帯以外にも最大スループットやカバーエリア、無線局免許の必要性など、それぞれ特徴がある。

表 2-3 ローカル5G、プライベートLTE、Wi-Fi6 の比較 (参考)

規格種別	ローカル 5G		プライベートLTE		Wi-Fi 6
	(ミリ波)	(sub6)	(AXGP)	(sXGP)	(802.11ax)
周波数帯	28GHz 帯 (28.2-29.1GHz)	4.5GHz 帯 (4.6-4.9GHz)	2.5GHz 帯	1.9GHz 帯	2.4/5GHz 帯
最大スループット (目安) down/up ※条件により大きく異なる。5G については NTT ドコモのキャリア 5G の値を引用	10Gbps/ 480Mbps	3.4Gbps/ 182Mbps	100Mbps/ 10Mbps	8Mbps / 1Mbps	9.6Gbps
無線区間遅延 (目安) ※条件により大きく異なる。	超低遅延 (数 msec 程度)	超低遅延 (数 msec 程度)	低遅延 (10msec 程度)	ある程度遅延 (40msec 程度)	超低遅延 (数 msec 程度)
同時接続端末数	基地局 (アクセスポイント) の 理論値同時接続端末 (密度) は 100 万台/km ²		基地局 (アクセスポイント) の 理論値同時接続端末 (密度) は 10 万台/km ² 程度 ※製品で見ると小型基地局 16 ~64 台程度		(家庭用) Wi-Fi ルータ: 10 台程度まで (業務用) Wi-Fi アクセスポイント: 100 台程度まで
カバーエリア	100m 程度 固定および半 固定	300m 程度	2km 程度	500m 程度	ルータ: 10m 程度 アクセスポイント: 50 ~100m
無線局免許	要	要	要	不要	不要
SIM カード	要	要	要	要	不要
干渉リスク	極小	小	小 (地域 BWA が使用 されていない場所の み使用可)	小	大
導入障壁	ローカル 5G 構築のノウハウが蓄積 されていないため導入の障壁は高い		既出の技術を活用するため比較的導入の障壁は低い		導入の障壁は低い

なお、総務省の「第5世代移動通信システム（5G）の携帯電話端末等からの電波の植込み型心臓ペースメーカ等への影響の調査」⁷（平成31年度）にて模擬システムを活用した5Gの3.7GHz帯、4.5GHz帯、28GHz帯の周波数について、ペースメーカ等への影響について調査し、影響がなかったことが報告されている。

⁷ 総務省「電波の植込み型医療機器及び在宅医療機器等への影響に関する調査」（令和2年3月）<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/e/le/medical/h31.pdf>

第2節 4K8K の技術的特徴を踏まえた医療応用について

一般的に 4K8K の特徴は「多画素化」の他に「広色域化」、「多階調表現」、「輝度表現の向上」、「高フレームレート」であり、このような特徴を活かした医療応用が期待される。上記 5 点に着目し、4K8K の特徴を活用した医療分野における応用の可能性について整理する。

1. 4K8K の技術的特徴①（多画素化）

（1）技術的な要求事項

- 4K8K では画素数が 2K（FHD の場合で 207 万画素）に比べて 4K が 4 倍（820 万画素）、8K が 16 倍（3300 万画素）の画素数を有している。画素数が増えたことによって、高精細な映像や画像を確認することが可能となる。解像度があがることにより、以下の表現が可能になる。
 - ・実物と近い再現が可能
 - ・拡大ズームに耐えられる
 - ・大画面で確認できる

（2）技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- 医療の現場において、患部や病変部を細部にわたって確認するような場合、拡大し患部を確認できるようになり、大画面で表示できるため 4K8K の利用は有効と考えられる。8K 内視鏡の評価として、内視鏡先端を患部から放して配置しても、電子ズームにより細部の確認が可能となるため、従来の 2K 内視鏡と比べて術野が広く確保でき鉗子やメスと内視鏡との干渉が生じにくく、また、電気メス使用時には油煙によるレンズ汚れを受けにくいなどのメリットも報告されている。このような点を踏まえると、特に映像により治療を行う内視鏡カメラや診断支援をする手術映像などへの利用が期待される。
- また、動画ではないが、画像で診断や診断支援をする病理画像や皮膚疾患画像等への応用も、利用シーンは限定されるが、応用が期待される分野である。

2. 4K8K の技術的特徴②（広色域化・多階調表現）

（1）技術的な要求事項

【広色域化（人間の知覚可能な色再現）】

- 2K に比べて、表現可能な色の範囲が 4K8K の規格において拡大されている。採用されている規格によれば、ほぼ自然界の色がそのまま表現できるような広い色域を持つ。

【階調表現（自然な色グラデーションの再現）】

- 2K における階調表現が 8bit(256 段階)だったのに対し、4K8K では 10bit（1024 段階）もしくは 12bit（4096 段階）の階調表現が可能となり、より自然なグラデーションの再現が可能となる。

(2) 技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- より自然な色の再現が 4K8K では可能となっており、4K8K はより実物に近い再現性を有しているといえる。正常な組織と病変組織の違いを見分けなければならない場合等においては、実物を見る時と差異なく確認できる必要があるため、4K8K の活用が有効であると考えられる。
- また、皮膚のように一般的に色の再現が難しい場合においても有効と考えられる。

3. 4K8K の技術的特徴③（輝度表現の向上）

(1) 技術的な要求事項

【輝度表現の向上（明暗さの大きい映像の再現性の向上）】

- 輝度においては、2K と比べて、4K8K では HDR（ハイダイナミックレンジ）技術が普及し、一つの映像に明るい部分と暗い部分がそれぞれの明るさにあわせて階調を表現することが可能となると思われる。
- 光を当てた部分のみが見えてしまい、暗い部分が見えなかったり、逆に暗い部分を表示しようとすると、明るい部分が白飛びして見えなかったりすることがあるが、HDR 技術ではそういった明暗さの大きい映像においてもそれぞれの部分を鮮明に再現することが可能となる。

(2) 技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- 光量を均一的にすることが難しい場合や、一部分のみに光源をあてて治療を行わなければならないケースがある場合においては有効であると考えられる。

4. 4K8K の技術的特徴④（高フレームレート）

(1) 技術的な要求事項

【1 秒間あたりのフレーム数の向上（速い動きの再現の向上）】

- 2K では 1 秒間あたりのフレーム数が、30 フレーム/秒であったのに対し、4K8K では最大 120 フレーム/秒まで撮影・表示できるようになる。これにより動きの速い映像やスローモーション再生においても、ぼやけず滑らかに表現することが可能となる。

(2) 技術的特徴を踏まえた医療分野への応用の可能性

- 特に術中の執刀医の速い手の動きを詳細に撮影する際には、高フレームレートで撮影する必要があると考えられる。また、皮膚疾患など動きが必要ない場合は、フレームレートを落として伝送し、伝送量を軽くすることも考えられる。

第3章 医療分野におけるユースケース（案）

第1節 ユースケース（案）の整理の前提

医療分野において 5G を活用したユースケースとして考えられるのは、現時点では、主に、データ量が多い映像及び画像を共有する場合と想定される。また、情報を即時に確認する必要がない場合は、5G の活用の必要性は低いと、リアルタイムで情報を共有する必要があるケース、また、有線ネットワークが活用できないケースが想定される。

ユースケース（案）を整理するにあたり、まず、その前提として、医用画像の種類ごとに、①取り扱う情報のデータ量から見た 5G・8K の活用可能性、②取得した大容量の情報をリアルタイムに共有する医療シーンから見た 5G の活用可能性、及び診療支援を依頼する側の医師がいる場所について、5G の活用可能性がある医療シーンを整理する。また最後に、建物内や敷地内で自営ネットワークとして利用されるローカル 5G の医療分野における活用シーンは主に病院内と想定されることから、院内における無線通信の現状と院内においてローカル 5G が活用されるシーンについて整理する。

1. 医用画像の種類ごとのデータ量と 5G・8K の活用可能性

- 現在、医療シーンで利用されている主な医用画像について、単に取り扱うデータ容量から、5G の活用が期待できる医用画像を以下に整理した。取り扱うデータ容量から、5G の活用が期待できる医用画像は、血管造影（アンギオ）、エコー、顕微鏡（病理、手術）、内視鏡映像、手術室での映像等が挙げられる。
- また、8K の活用が期待できる動画かつ多色であるものとしては、顕微鏡、内視鏡、手術室の映像、皮膚などの患部映像等が挙げられる。また、手術における病理検査の際、検体の病変部切り出しの確認に 8K 映像が有効との意見も挙げた。

（※）本書は、5G のほか、4K8K という高精細映像・画像の遠隔医療等への活用についてとりまとめるものであるが、ここでは、4K8K については、便宜上、8K をとりあげて活用可能性を検討した。

表 3-1 医用画像のデータ容量と特徴など

診療科	医用画像の種類	動画	多色	データ量 (画像1枚 当たり)	備考	5G 活用の可能性	8K 活用の 可能性
放射線科	DR (デジタル・ラジオグラフィ：放射線画像)			2.0MB 1 検査で数枚	(注 1)		
	CT (コンピュータ断層撮影装置)			0.5MB 1 検査で250 枚	撮影部位や撮影回数によって数 GB になることもある	(○) ダウンロード対応可能	
	MRI (磁気共鳴診断装置)			0.5MB 1 検査で150 枚	撮影部位や撮影回数によって数 GB になることもある	(○) ダウンロード対応可能	
	血管造影 (アンギオ)	○		2.0MB	録画は通常 10～20 秒程度 (1 秒 30 フレーム)	○ リアルタイムでの診断支援でなければダウンロードで対応可能	
病理科	顕微鏡	○	●	6.0MB	ハイビジョンカメラを想定。 顕微鏡につけるカメラのスペックによってデータ量は異なる	○	○
	バーチャルスライド		●	1～2GB	(注 2)	(○) ダウンロード対応可能	バーチャルスライドは静止画扱い
検査室など	超音波画像 (エコー)	○		0.3～2MB	録画は通常 10～20 秒程度 (1 秒 30 フレーム)	○ リアルタイムでの診断支援でなければダウンロードで対応可能	
	内視鏡 (軟性)	○	●	6.0MB	ハイビジョンカメラを想定。 内視鏡の先端のカメラのスペックによってデータ量は異なる	○	○
手術室など	内視鏡 (硬性)	○	●	6.0MB	ハイビジョンカメラを想定。 内視鏡につけるカメラのスペックによってデータ量は異なる	○	○
	顕微鏡	○	●	6.0MB	ハイビジョンカメラを想定。 顕微鏡につけるカメラのスペックによってデータ量は異なる	○	○
	手術室術野カメラ	○	●	6.0MB	ハイビジョンカメラを想定。 記録用として保存する場合は高圧縮している	○	○
皮膚科	皮膚科用カメラ		●	2～15MB	通常は一般のデジタルカメラに接写レンズ装着で撮影 (動画の活用が期待できるのは遠隔診療の場合)		○ 8K 映像から静止画切り出しも可能

(注1) 現在、既に4G環境において、モバイルアプリにより、例えば以下の画像を共有し、治療方針を共有することが可能になっているが、放射線画像診断においては、画像情報を忠実に再現するシステムが必要とされており、診断用の液晶モニターの性能や画像の取扱い等についてガイドライン（デジタル画像の取り扱いに関するガイドライン 2.0 版）上で、規定されていることに留意すること。

・エコー ・放射線（レントゲン、CT） ・MRI 画像 ・心電図

なお、一般的に、遠隔画像診断の場合は、病院に有線があり、ダウンロードして対応しているので、移動通信システムの活用は必須ではないが、今後、移動通信システムにおいて4Gでどれくらい対応できるか、5Gでどこまで対応できるかは、その活用用途も含めて、別途検討が必要と考えられる。

(注2) 現在、バーチャルスライドを活用した遠隔病理診断には以下の課題がある。

課題①：通常の病理診断にバーチャルスライドスキャナーによるデジタル画像を使用する場合には薬事承認C-2の機器が必要だが、現在は1社の1製品のみが対象である。

課題②：初期インフラ整備に一千万円を超える費用が必要であるが、診療報酬上の支援がなく、遠隔病理診断は普及していない。

課題③：バーチャルスライドスキャナーに搭載されているカメラの解像度が2K程度に達していないことから、病理画像によっては、診断に十分な画質が担保できないケースがある。

2. リアルタイム共有の必要性

- 5Gの活用が見込まれるシーンとしては、取得した大容量の情報を伝送する必要があり、かつリアルタイムに共有する必要がある場合と考えられる。そのほとんどが患者に対し即時に診断、処置等への支援が必要な場合であると考えられる。（遠隔診断支援で患者が依頼側の医師と同席している場合（DtoDtoP 又はD to P with D）、手術支援、救急時の診断支援、病理診断の術中迅速診断等）

表 3-2 リアルタイム共有の必要性

画像・映像種類		医療シーン		
		診断支援(DtoDtoP 又はDt o P with D)	手術支援	救急搬送時における 診断支援
画像	CT	△ (※ 3)	△	○ (※ 1)
	MRI	△ (※ 3)	△	○ (※ 1)
	病理画像	△	○ (術中迅速診断)	○ (※ 1)
映像	エコー	○ (患者側で検査する場合)	○	○
	内視鏡映像	○ (患者側で検査する場合)	○	—
	患部映像	○	○	○
その他	心電図 (※ 2)	○	○	○
	バイタル (※ 2)	○	○	○

○⇒必要 △⇒事前にダウンロードでも可

※ 1 伝送速度が速いほうが良いという観点

※ 2 数値データのため、画像や映像ほどデータ量は多くない。ただし、心電図のモニターの画面を映像として伝送する場合も考えられる。

※ 3 大量の画像を複数のモニターで参照する場合も考えられる。

3. 医療シーンと場所

- 診断支援を依頼する側の医師がいる場所をもとに利用が見込まれる場所を整理した結果、特に患者宅・診療所や救急車・ドクターカーにおいては情報共有を行う際に 5G 等の移動通信システムの活用が見込まれると想定される。また、診療所において光回線が不通の場合も同様である。
- さらに、第 2 章第 1 節 1 (1) 2)で述べたとおり、依頼を受ける側の専門医が病院外にいる場合においても、モバイル通信システムの活用が見込まれる可能性がある。
- このような医療シーンと場所においてモバイル通信システムを活用する場合、4K8K などデータ量の多い映像や画像について 5G の活用が期待されることはもちろんのこと、その他の比較的データ量の少ない映像や画像についても、5G の普及に応じて 5G 環境により幅広く情報共有がなされることが期待される。

表 3-3 医療シーンと場所における整理

依頼側/支援側	場所	医療シーン			5G 活用可能性
		診断支援 (DtoDtoP 又は D to P with D)	手術 支援	救急搬送時に おける診断支援	
依頼側 (データを取得し、 伝送する側)	患者宅・移動診療車等	○			○
	一般診療所	○			○ ※光回線不通の 場合
	地域の病院	○	○	○	※有線が使用可 能な環境にある
	地域の中核病院 (大学病院等)	○			※有線が使用可 能な環境にある
	救急車・ドクターカー・災 害現場等 (注)	○		○ ※救急救命士 の場合もある	○
支援側 (データを受信す る側)	病院外にいる専門医	○	○	○	○

○⇒該当あり 空白⇒該当なし

(注) 救急医療対応については、このほかドクターヘリがあるが、ドクターヘリにおいて現在導入されている通信システム（飛行中にも使用可能な医療業務用無線）は、150MHz 帯の VHF 電波を用いて音声情報のみを伝送するシステムであり、そのデジタル化及び高度化の検討が進められている。しかしながら、同一の VHF 電波を用いるシステムでは、伝送帯域の大幅な拡大は難しく、大容量の診断映像をリアルタイムに伝送することは難しい。ここで、ドクターヘリにおいて、携帯電話システムを医療業務用無線の代わりに使用することは、まず上空利用については現行制度下では認められていない（移動端末の無線局免許の種別が陸上移動局とされており、移動範囲として上空は含まれていない）。一方、通常のドクターヘリ運用においては、救急車との連携を前提とし、いわゆるランデブーポイントにおいて地上に着陸した状態で、救急車からドクターヘリへ患者（負傷者）の乗せ換えを行うが、その際、携帯電話システムを使用する（地上利用する）ことは可能であり、現行の 4G を用いて必要な情報を伝送している事例がある。このような上空利用における医療業務用無線と地上利用における携帯電話システムを併用するドクターヘリの運用形態においては、今後、地上利用において携帯電話システムとして 5G を利用することで救急救命センター又は受け入れ先病院へのより高精細な診断画像等の情報伝送・共有が可能となり、救命率の向上が期待される。

4. 院内におけるローカル 5G の活用可能性

○ 建物内や敷地内で自営ネットワークとして利用されるローカル 5G の医療分野における活用シーンは主に病院内と想定される。病院内においても、5G の「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の 3 つの特徴それぞれに対応した医療等サービスが提供可能となるため、高精細画像や AI を活用した診断支援、医療従事者間の携帯端末等を活用した情報連携などの取組を総合的に講じ、働き方改革や省力化などに寄与することができないか検討していくことが必要である。

●院内ネットワークの現状

- 基本的に病院の基幹ネットワークは有線にて構築されている。院内 LAN（有線）は、手術映像の配信など高速伝送を必要とする場合、専用のネットワークが敷設されていることがある。部門システム専用（放射線科、手術、検査など）のネットワークを物理的、論理的に切り分けるかは医療機関の方針による。
- 現在、殆どの病院で院内 Wi-Fi（院内無線 LAN）が導入されている（アンケート調査結果においては、8 割の医療機関にて Wi-Fi を導入済み）が、2.4GHz 帯は他通信との干渉の問題があるとのことから、5GHz 帯を利用する病院も増えてきた。
- また、電子カルテなど診療系ネットワークにつながる Wi-Fi、業務系ネットワークにつながる Wi-Fi、インターネットにつながる Wi-Fi（スタッフ用）、患者用 Wi-Fi（外来、病棟など）として、系統を分けて利用されている。
- ほとんどの病院において Wi-Fi の導入が進んでいるが、病院の建物の構造上、病院全域をくまなくカバーすることが難しく、また医療機器など他の無線通信の干渉を受けることがあり、接続が安定しないという問題がある。また、最近では、病棟や外来などでの看護師等によるスマートフォンやタブレット端末の利用の増加や院内外で Web 会議を開催することが多くなり、トラフィックが増大している。

<院内で Wi-Fi に接続しているデバイス等>

- 端末：スマートフォン（通話用、診療系・業務系システムに接続するため）、タブレット、ノート PC（診療系・業務系システムに接続するため）
- 可搬型医療機器：X 線撮影装置、超音波診断装置、心電図計、ベッドサイドモニタ、輸液ポンプ等、移動できる医療機器の場合、Wi-Fi 接続する機器が増えてきた。（但し、医療機器が古い Wi-Fi 規格のみの対応のため、院内無線 LAN の Wi-Fi を最新規格に対応しても、無線 LAN 全体のスループットの低下や接続性・同時接続数にも影響を与えている）
- 院内でのスマホ・タブレットの利用機会の増加、Wi-Fi 接続が可能な医療機器、福祉用具も増えてきていることから、今後益々院内において無線接続する機器、端末が多くなり、Wi-Fi への同時接続端末数の増加による接続不良が懸念されている。

・
 <特徴と現状の Wi-Fi 利用における課題等>

5 GHz 帯	2.4GHz 帯に比べて障害物に弱い - 同一の周波数帯を使用する機器が少ないため、2.4GHz よりは電波干渉が少ない 2.4GHz 帯に比べて減衰が大きいのでカバーエリア（カバレッジ）が狭い - 患者持ち込みの Wi-Fi モバイルルータ、携帯ゲーム機やスマホのデザリングとの干渉リスクあり - レーダー波の影響を受けるため、実際に利用できるチャンネルは少ない - 屋外では利用できない（条件付で 5.2GHz 帯の屋外利用が可能）
2.4 GHz 帯	5GHz 帯に比べて障害物に強い - 無線キーボード・マウス・Bluetooth などと干渉しやすい（2.4GHz 帯利用）、患者持ち込みの Wi-Fi モバイルルータ、携帯ゲーム機やスマホのデザリングとの干渉リスクあり（2.4GHz 帯は、ISM バンド^(注)であるため、他の無線機器（アマチュア無線やコードレス電話・模型飛行機やドローンの操縦機器などの特定小電力機器）や電子レンジなどの家電の電波も利用している。） - 使えるチャンネルが少ない - 屋内・屋外共に利用可能

（注）ISM バンドとは電気通信以外の「工業（Industry）」、「科学（Science）」、「医療（Medical）」に関連する用途を目的として国際的に確保された無線周波数帯である。

●院内で利用されている主な情報システムの現状

- 医療機関では電子カルテをはじめとして、各部門システムが導入されており、システムに医療機器や検査機器がつながるなど、複雑な ICT システムが導入されている。各システムはネットワークに接続されているが、各システム用にネットワークが敷設されている状況であり、統合されたネットワークが導入されている病院は一部である。
- 外来においては、対面での接触時間を減らすことができるため、Web 問診システムが注目されている。また、病棟においては、患者のバイタルデータの取得、看護師等のスタッフの位置情報取得など、特に ICU については、感染症拡大の影響により、患者のベッドサイドモニタの映像や患者の状態を遠隔でモニタリングできる映像システムへのニーズが高まっている。

表 3-4 院内で利用されている主な情報システムの種類

主な利用場所		システム名	連携機器、システムなど
全域		電子カルテ（患者情報管理、オーダリング含む）	各部門システムと連携 眼科、耳鼻科、歯科などは専用電子カルテとして分かれている
		業務用携帯端末	PHS、携帯電話、スマホ、タブレット、ノート PC、PDA などがある
外来		患者案内・呼び出しシステム	自動再来受付機、自動精算機、呼び出し端末など
		医事会計システム	
病棟		病棟看護支援システム	三点認証システム、患者認証システム、バイタル計測機器 （バーコードや IC タグを読み取り、最近ではスマホ・タブレットで読み取る場合もある）
ICU 等		ICU 患者管理システム（セントラルモニタ）	ベッドサイドモニタ（医用テレメータとして専用無線を利用、最近では Wi-Fi 接続もあり、可搬型、設置型がある）
各診療科	放射線	放射線科情報システム（RIS）・医療用画像管理システム（PACS）	各モダリティのシステム ※大型モダリティとの接続は有線
	検査	臨床検査情報システム（LIS）	各検査・分析機器
		内視鏡情報管理システム	内視鏡システム
		生理検査データ管理システム	各検査機器（心電図、血圧脈波など）※検査機器ごとにシステムが分かれている場合もある
		輸血部門システム	輸血検査装置
	病理	病理画像管理システム	病理顕微鏡システム
	その他	給食管理システム、栄養、リハビリ支援システム	
手術		手術映像管理システム	術野カメラ、内視鏡カメラ
薬剤		薬剤部門システム・調剤システム	自動薬剤払い出し機、錠剤包装機、注射薬自動払出システム、調剤ロボット
物品管理		物流管理システム（SPD システム）	材料、薬剤管理システム
管理棟		勤怠管理システム、人事・給与システム、経営支援システム、財務管理システム等	入退室管理システム

医療機関ではシステム専用の無線ネットワークが敷設されており、また多様な規格の通信技術が採用されている。

表 3-5 院内で利用されている主な無線の種類

無線規格	概要	医療機関での利用例	利用周波数
無線 LAN (Wi-Fi)	院内無線 LAN として利用	・院内 LAN 接続やインターネット接続用など	2.4GHz 帯、5GHz 帯
携帯電話	院内での携帯電話の利用は医療機器から 1m 離すことが勧告。通話不可な場所がある。 (医療機器に接触するようなケースや手術室、集中治療室等)	・職員間での院内外通話 ・スマホ・タブレットは院内無線 LAN 接続用端末として活用	700MHz～3.5 GHz
PHS	携帯電話よりも送信出力が小さいため、電磁波による人体への影響が少ない	・職員間での院内外通話	1.9GHz 帯
微弱無線設備	電波が弱く、近距離の無線通信に利用	・離床センサ ・呼吸センサ	微弱であれば周波数利用に制限はない
特定小電力無線局	微弱無線よりも雑音や混信に強く、より長い距離の通信に利用	・医用テレメータ（心電図等の生体信号の伝送） ・植込み型心臓ペースメーカ等のデータ転送 ・ナースコール ・離床センサ	400MHz 帯～440MHz 帯
Bluetooth	デジタル機器用の近距離無線通信規。通信距離は、数 m から数十 m 程度の距離	・患者のバイタルデータを計測（血圧計、体重など） スマホなど端末との接続	2.4GHz 帯
RFID	非接触の RF タグを使って情報を識別可能。通信距離は利用する電波によって 10cm ～ 10m となる	・ベッドサイドの三点認証 ・リストバンド型患者用タグ等による患者情報管理 ・薬剤や材料の物品管理 ・医療機器管理 ・職員の入退室管理（IC カード等）	LF 帯：120～130kHz、HF 帯：13.56MHz、UHF 帯：900MHz 帯、マイクロ波：2.45GHz 帯
NFC	通信距離 10cm 程度の近距離無線通信技術。非接触にて IC カードや IC チップにて相互通信可能	・患者のバイタルデータを計測（血圧計、体重など）	13.56 MHz
トランシーバ	送信機と受信機が一体になった無線機	・災害発生時の緊急用途や警備等での利用	400MHz 帯

●院内における業務用携帯端末の利用状況

- 病院において PHS は、導入・維持コストが安い、他通信による電波干渉を受けにくい、電磁波の影響が低いなどの観点から、病院での通話用の携帯端末として利用が進められていたが、公衆 PHS サービスが2021年1月31日をもって終了となった。院内で携帯端末として PHS を利用している病院は PHS に代わる通信手段の用意が必要となる現状となっている。
- 自営 PHS（院内に PHS アンテナを設置する）を構築している場合は、内線専用となるがそのまま利用が可能である。但し、PHS 用の端末や周辺機器の販売が終了することが予想されるため、近いうちに利用が困難になることが予想される。更に、利用している無線機器（PHS 基地局、PHS 端末等）の「スプリアス規格」が旧規格（2007 年 11 月 30 日以前に製造）の場合、2022 年 11 月 30 日までしか利用できなくなる。

注）旧/新スプリアス規格を確認するには無線機本体に記載してある技術基準適合番号から検索可能：総務省電波利用ホームページ 技術基準適合証明等を受けた機器の検索

<https://www.tele.soumu.go.jp/giteki/SearchServlet?pageID=js01>

- 現状は、通話用の端末（PHS・スマートフォン等）と電子カルテ系の診療システムに接続できるモバイル端末を分けて利用している医療機関が多い。医療従事者にとって音声（通話用）の通信は重要であり、必ずつながることが求められている。Wi-Fi は院内でつながりにくい場所があり着信しない場合があるという接続性の問題が挙げられている。
- 一方で、病院内において業務用携帯端末をスマートフォンとすることで、内線・外線の通話だけでなく、電子カルテとの接続、ナースコールシステムとの連携、3 点認証への利用、医用画像や手術映像の閲覧、患者モニタリングへの活用など一台の端末で可能となるため、業務改善化につながるとの報告もある。
- 使い慣れたものを使いたい、導入コストを確保できないなどの理由から、病院においては、まだ PHS の利用継続意向が根強い傾向があり、スマートフォンへの切り替えについては、管理面、コスト面で障壁があるようである。また、スマートフォンの有効性を生かした活用について理解が浸透していないのも原因のひとつと考えられる。

表 3-6 医療機関におけるスマートフォン内線化方式

	自営PHS (比較のため)	FMC サービス	IP-PBX	クラウド型PBX	sXGP	ローカル5G	プライベート5G※
利用周波数/電波干渉リスク	1.9GHz 帯/低	キャリアの4G、LETの周波数帯/中	2.4/5GHz 帯 (Wi-Fi の場合)/大	2.4/5GHz 帯 (Wi-Fi の場合)/大	1.9GHz 帯/低	28GHz 帯、4.5GHz 帯/低	28GHz 帯、3.7/4.5GHz 帯/低 (通信キャリアに割り当てられた周波数帯を利用)
無線局免許	不要	不要	不要	不要	不要	要	不要
メリット	・費用が安い	・キャリアの携帯通信網にて外線・内線利用	・内線の場合、通信コストを安くできる	・設備の導入が不要なため低コストで導入可能	・ひとつのアクセスポイントでカバーできる通信エリアが広い ・安定した通信環境の構築 ・セキュリティ高	・安定した通信環境の構築 ・セキュリティ高 ・超高速・大容量通信	・安定した通信環境の構築 ・セキュリティ高 ・超高速・大容量通信 ・運用負荷なし
デメリット	・通話でしか利用できない ・外線は利用できない	・通信キャリアを一本化する必要がある	・通信状態によって通話品質が左右される	・通信状態によって通話品質が左右される	・構築コスト高 ・将来的には5Gに移行することが想定される	・構築コスト高 ・運用負荷大	・利用料や通信料がかかる

※プライベート5Gとは、公衆5Gサービスを提供している携帯通信事業者が提供する企業・自治体ごとに個別に構築される5Gネットワークのこと。なお、プライベート5Gについては、現時点でサービス内容が未確定のため、参考情報として記載。

●医療機関におけるローカル 5 G の活用可能性と主な課題

- 医療機関においては、安定性、信頼性の高い無線ネットワークが求められているため、信頼性の高いネットワークを構築できるローカル 5 G の活用が期待できるが、費用対効果の面で懸念が残る。機器の価格の低廉化には普及させることが必要なため、普及に向けた取り組みが必要である。医師や看護師等が携帯端末から通話だけでなく電子カルテ等に接続、医用画像や手術映像を閲覧するニーズが高まっており、医療機器も無線化が今後更に進むと予測されていることから、既存の無線ネットワークでは接続端末数が増加することによる接続不良の可能性からローカル 5 G 活用が期待されている。
- 技術的な課題として、医療機関は、伝送性能への影響が高い金属性の扉やキャビネット等の遮蔽物が多く、ローカル 5 G の導入にあたっては、電波の回折、透過、反射等の影響を考慮した設計が求められることが挙げられる。
- 医療機関における PHS の代替えや医療施設の ICT 化に伴う設備の導入にあたっては、医療機関の状況等を踏まえ、院内無線 LAN として院内全域で導入するか、またはあるユースケースの専用ネットワークとして導入するか、ローカル 5 G やプライベート 5 G 等の通信システムの長所短所を考慮した上での検討が必要である。

表 3-7 医療機関における現状とローカル 5 G 導入にむけた主な課題

項目	現状	ローカル 5 G 導入に向けた主な課題
医療機関における ICT 化	- 医療機関においては、安定性、信頼性の高い無線ネットワークが求められている - 医師や看護師等が携帯端末から通話だけでなく電子カルテ等に接続、医用画像や手術映像を閲覧するニーズが高まっている - 院外からのアクセス、閲覧のニーズも高まっている（医用画像、手術映像などによる遠隔指導、遠隔診断支援） - 携帯端末の利用の拡大、医療機器等デバイスの無線化がすすむなど、接続端末数が増加することによる接続不良が懸念されている - 通話用として PHS が使われており、スマートフォン等への移行が進んでいない	- ICT インフラは病院の管理費で賄っているため、費用対効果を示さないと導入は進まない - ローカル 5 G と 5 G のスムーズなローミングの検証が必要（音声系においても重要） - 有線の基盤インフラの整備、スペック向上 - ローカル 5 G のネットワークを維持・管理できる IT 技術者の確保、育成
ローカル 5 G の導入	- 工場や流通分野で導入が進むが、実証段階 - ローカル 5 G 機器は端末も含めて検証用の位置づけで販売しているため、価格が高い	- 医療現場で利用できるバッテリー容量、堅牢性を備えた端末を開発する必要がある - 医療機関での実績がまだないため、知見・ノウハウ蓄積のための検証・実証が必要 - 特に音声系のネットワークはつながらないエリアがあってはならないため、ネットワークのエリア設計が重要

第2節 5G/ローカル 5G・4K8K の活用可能性が高いユースケース（案）

1. 5G/ローカル 5G・4K8K の活用可能性が高いユースケース（案）の全体像

第1節の整理を踏まえると、5G の活用可能性があるのは、「リアルタイムでの共有が必要となる情報」を「患者宅や診療所、救急車、院外の専門医」に共有するケースであり、また、顕微鏡映像（病理、手術等）、内視鏡映像、患部映像については 4K8K の活用可能性が高いと考えられる。

ここでは、表 3-4 のとおり、5G についてはこれらのケースをもとに 3つのパターンに分類し、それぞれのパターンにおいて想定されるユースケース（案）を整理し、4K8K については、内視鏡手術、顕微鏡手術それぞれにおける 4K8K カメラの適用という 2つのユースケース（案）及び皮膚科における遠隔診断支援のユースケース（案）を整理した。

また、医療機関において利用が想定されるローカル 5G のユースケース（案）については、5G の特徴（「超高速・大容量」、「超低遅延」(リアルタイム性)、「多数同時接続」、モビリティ性）、医療の観点におけるメリット（医療の安全性向上、業務効率化、働き方改革（情報共有・教育・研修）、医療の質向上）の大きく二つの観点から医療機関内での利用場所ごとに院内におけるユースケース（案）について整理した。

表 3-8 5G/ローカル5G・4K8K の活用可能性が高いユースケース（案）

ユースケースパターン	ユースケース（案）	実用化に向けた現在の段階
5G ユースケースパターン① （医療機関の外にいる場合で、データ量が大きく、リアルタイムにファイルの送受信が必要な場合）	1）訪問診療時の専門医による遠隔診療支援	◎
	2）移動診療車・検診車への診断支援	◎
	3）救急搬送中の情報共有による遠隔診療支援	◎
	4）手術時の遠隔術中迅速病理診断	○
	5）病院外にいる熟練専門医による遠隔診断支援及びテレワーク等	○
5G ユースケースパターン② （診療所等に光回線が届いておらず、リアルタイムにファイルの送受信ができない場合）	光回線が届いてない地域における診療所への診断支援	◎
5G ユースケースパターン③ （映像をみて遅延なく遠隔地に指示する場合 ※支援側が医療機関外にいる場合）	手術時の遠隔支援（内視鏡手術・顕微鏡手術など）	○
院内におけるローカル5Gユースケース	1）全域	○
	1)-1 院内無線LANへの活用	
	1)-2 業務用携帯端末（PHSの代替）	○
	1)-3 監視（顔認証）システム等	○
	2）外来	
	2)-1 外来待合時間を活用した効率的な診療前情報収集等	○
	3）病棟	
	3)-1 院内における遠隔診断支援・入院患者モニタリング	◎
	3)-2 配送ロボット（薬剤や配膳など）	○
	3)-3 患者のバイタルデータ収集	○
	3)-4 看護師等スタッフの位置情報取得による業務改善、安全性向上	○
	4）各診療科	
	4)-1 AI画像診断支援	◎
	4)-2 VRを活用した手術シミュレーションや研修	○
	5）手術	
	5)-1 院内での手術映像のリアルタイム配信	◎
	5)-2 スマートグラス等を活用した手術ナビゲーションシステム	○
4K8K ユースケースパターン① （映像を見て治療、診断等を行う場合）	1）内視鏡手術における4K8Kカメラの適用	◎
	2）顕微鏡手術における4K8Kカメラの適用	◎
	3）皮膚科遠隔診断における4K8K映像の適用	◎

◎⇒実証等が進められている ○⇒実証等は進められていないが有効であると考えられる

2. 具体的なユースケース（案）

以下では、1 で示したユースケースのパターンごとに、具体的なユースケース（案）を整理した。

（１）5G ユースケースパターン①（医療機関の外にいる場合で、データ量が大きく、リアルタイムにファイルの送受信が必要な場合）

1) 訪問診療時の専門医による遠隔診療支援

■想定される利用シーン

- ・ 患者宅での訪問診療においては、専門医による遠隔診療支援の仕組みがなく、患者は専門医がいる病院に時間をかけて行かなければならない。自力歩行できない患者の場合には通院するための準備などに時間がかかる。
- ・ 特に在宅で専門医の診療支援が有効と考えられる循環器内科、産婦人科、皮膚科などが想定される。
- ・ 患者宅にかかりつけ医が訪問し、疾病によってエコー映像、患部映像、心電図、バイタルの情報を専門医に情報共有し、専門医による診断支援を受ける。（患者宅での診断では、持ち運びできる医療機器（モバイルエコーなど）で検査を行う。）
- ・ 訪問診療時に専門医と繋いでリアルタイムにかかりつけ医が診断を行い、医療機器の操作指示を専門医から受けることで、必要な情報の取得漏れなどを最低限に抑えることができる。
- ・ 専門医が映像を確認することで、より詳細な検査が必要かどうかの助言を行うことができ、詳細な検査が不要だった場合は、患者が専門病院へ行かずに済む。

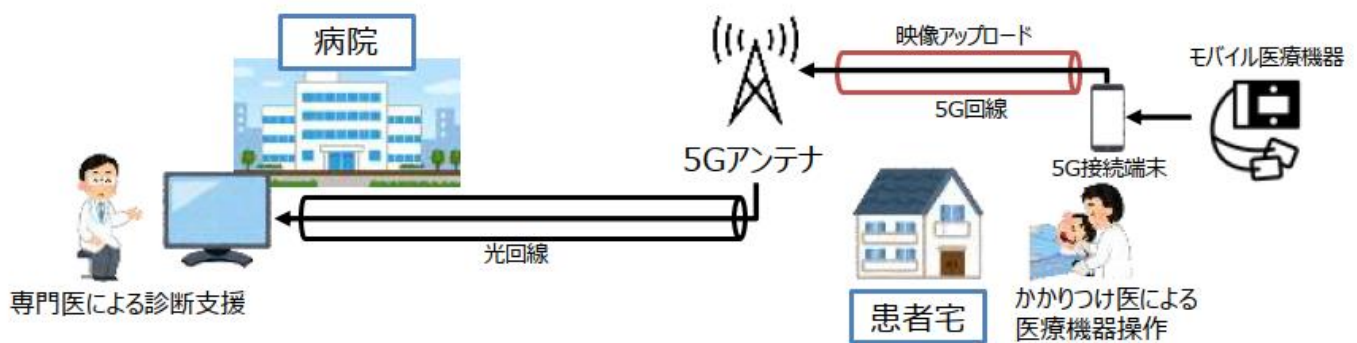


図 3-1 訪問診療時の専門医による遠隔診療支援のイメージ

■5G を活用するポイント

- ・ 有線の敷設状況によらず、患者宅で専門医による遠隔診断支援が可能となる。
- ・ エコー映像や患部映像については遠隔にいる専門医の指示によってリアルタイムに操作して撮影を行うことが可能になる。（エコー画像は少なくとも 30 フレーム/秒が必要といわれている）

■4K8K を活用するポイント

- ・ 映像共有時に 4K8K カメラによる撮影が可能となれば、より詳細に映像を確認することが可能となると考えられる。（より小さな患部映像の確認など）

■留意点

- ・ 現在のモバイル医療機器は現場での確認用に開発されており、通信機能を有していない場合や、映像の解像度が十分でない機器の場合も想定される。
- ・ 専門医が遠隔で診断支援する際に必要な情報の種類や映像の品質について検証する必要がある。

以下に、上記の類似の取組として、総務省事業として実施された「5G 総合実証試験」の患者宅における「遠隔訪問診療」の実証試験の概要を示す。

診療所医師が周辺の患者宅で訪問診療する際に遠隔地の医師が支援を行う「遠隔訪問診療」の実証試験
 実施時期/実施団体：2018年度 / NTTドコモ、和歌山県、和歌山県立医大、日高川町国保川上診療所

- 診療所医師が患者宅内（日高川町美山地区）から5Gと光回線を経由して30km離れた和歌山県立医科大学にいる循環器内科の専門医と接続。4K TV会議システムを通じて医療機器の操作や治療方針に関する助言・支援を得ながら診療を進めることができるかを実証。
- 小型の4K接写カメラやポータブル・エコーを患者宅に持参し、その映像を専門医へ同時伝送しながらリアルタイムに診断を実施。



NTTドコモWEBページ：報道発表「2018年度 総務省「5G総合実証試験」の成果について」を基に作成

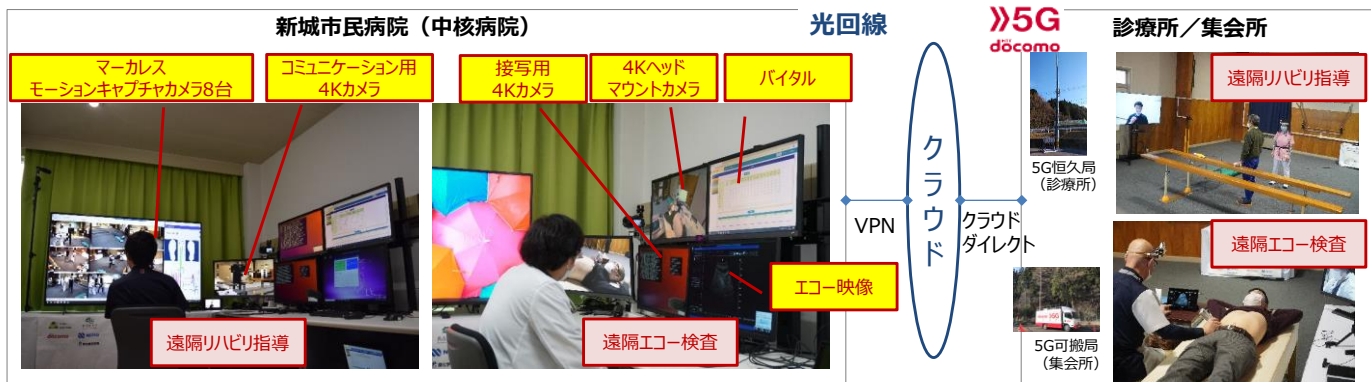
図 3-2 5G の活用事例 患者宅における「遠隔訪問診療」の実証試験

また、以下に上記ユースケース(案)の類似の取り組みとして、総務省事業として実施された令和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」の「へき地診療所における中核病院による遠隔診療・リハビリ指導等の実現」及び「専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現」の実証事業の概要を示す。

へき地診療所における中核病院による遠隔診療・リハビリ指導

実施時期/実施団体：2020年度 / NTTデータ経営研究所、NTTドコモ、ニプロ、ソシオネクスト、名古屋大学、理化学研究所、新城市、新城市民病院

- “5G”×“4K映像”を活用した、健康増進・予防医療のための遠隔診療・遠隔リハビリ指導を実証。
- リハビリ指導時には患者の様子全体と手などの局所的な動きを評価することが重要なため、遠隔診療支援システムによるバイタル測定値と3台の4Kカメラを介した映像を、診療所/集会所から中核病院のリハビリ専門職に伝送し、遠隔でのリハビリ指導を実施。
- モバイル超音波画像診断装置の映像を、中核病院の専門医へ伝送し、遠隔での腹部エコー検査および下肢エコー検査を実施。



5Gを利用したポイント

- ❑ 遠隔リハビリの際に4Kカメラ3台による高精細映像をリアルタイムに伝送（1カメラ当たり平均で、上り17Mbps、遅延0.4s）
- ❑ モバイル超音波画像診断装置のエコー画像をリアルタイムに伝送（受信側のフレームレート29fps、遅延約1s程度）

評価

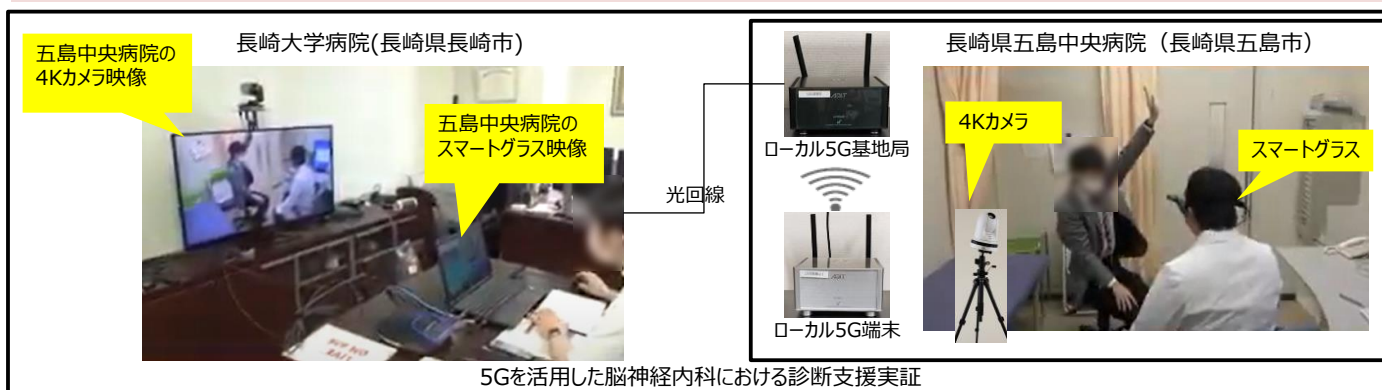
- ❑ 歩行・起立等の基本的なリハビリメニューにおいては、従来の対面でのリハビリ指導とほぼ同等の指導が可能
- ❑ アプリケーション側の5G対応やプローブ操作時のコミュニケーションにおける課題は残るものの、遠隔においてもモバイル超音波画像検査が可能

図 3-3 5G の活用事例 へき地診療所における中核病院による遠隔診療・リハビリ指導等の実現

専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現

実施時期/実施団体：2020年度 / NTTフィールドテクノ、長崎県、国立大学法人長崎大学病院、長崎県五島中央病院、社会福祉法人なごみ会、医療法人井上内科小児科医院

- 脳神経内科、皮膚科、消化器内科などの疾患において、診療上特に視診が重要となる場合、高精細な映像を活用した遠隔診断支援の実現が望まれているため、五島中央病院（離島）からローカル5Gを経由して長崎大学病院（本土）の専門医と接続し、4Kカメラやスマートグラス、内視鏡等を通じて遠隔診断支援や医療関係者への教育の実現性に関する実証を実施。
- 更に、医師が常駐していない高齢者施設からローカル5Gを経由して嘱託医や五島中央病院の医師と接続し、スマートグラスや4Kカメラを通じてオンライン診療の実現性に関する実証を実施。



ローカル 5Gを利用したポイント

- ❑ 診察に必要な4K等の映像を複数同時に送ることが可能（4K映像16Mbps、ダモスコプカメラ映像16Mbps、スマートグラス映像3Mbpsで送信）
- ❑ 診察等においては可動性が重要なため、有線などで生じる物理的配線による支障が発生しない

評価

- ❑ 遅延を感じずに鮮明な映像で離島患者の状況を確認できるため、診察支援の可能性が広がった
- ❑ 診察支援だけでなく、研修医等へのトレーニングや指導にも活用できる可能性がある

図 3-4 5G の活用事例 専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現

2) 移動診療車・検診車への診断支援

■利用シーン

- ・ 専門科による定期的な検査を必要とする場合（妊婦の定期健診等）は、本人が専門科に行って検査を受けなければならない、近くに専門医がいない場合は、時間をかけて移動しなければならない。
- ・ 妊婦定期健診や定期的な検査を必要とする方がいる地域に検査機器を搭載した移動診療車・検診車を派遣する。
- ・ 疾患や健診（検診）の内容によってエコー映像、内視鏡映像、患部映像、心電図、バイタルの情報を専門医に情報共有し、専門医によるリアルタイムによる診断支援を受ける。
- ・ エコー映像や患部映像については専門医の指示によってリアルタイムに操作して撮景を行う。

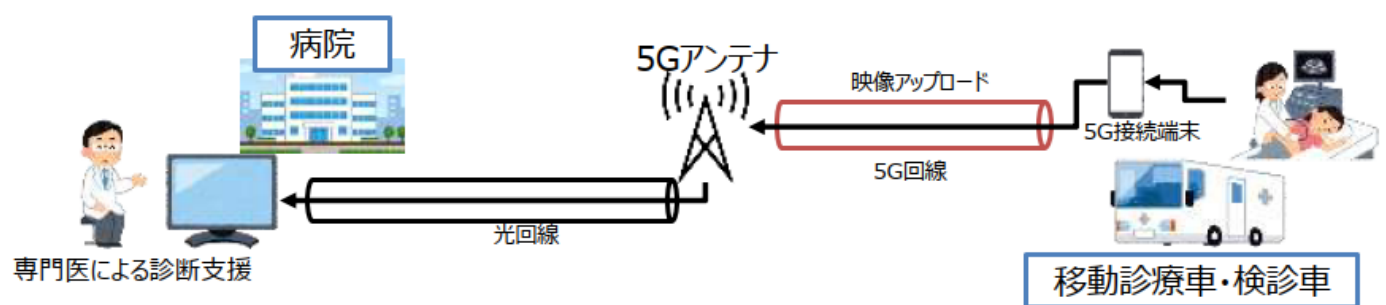


図 3-5 移動診療車・検診車への診断支援のイメージ

■5Gを活用するポイント

- ・ 有線の敷設状況によらず、データ量の多い映像や画像が、移動診療車・検診車から遠隔にいる専門医に共有できるようになり、患者宅の近くで専門医による遠隔診断支援が可能となる。
- ・ エコー映像や患部映像については遠隔にいる専門医の指示によってリアルタイムに操作して撮景を行うことが可能になるため、必要な情報の取得漏れなどを最低限に抑えることができる。（エコー画像は少なくとも 30 フレーム/秒が必要といわれている）

■4K8Kを活用するポイント

- ・ 映像共有時に 4K8K カメラによる撮景が可能となれば、患者の顔色や皮膚の状態をより詳細に映像で確認することが可能となると考えられる。

■留意点

- ・ 移動診療車・検診車を 5G エリア内に派遣しないと、送受信できるデータサイズが変わるため、データ送受信できない場合の代替手段（録画した映像を後で送る、低画質の映像を共有する等）を用意しておく必要がある。
- ・ 移動診療車・検診車に搭載することができる医療機器等との種類ごとに、継続的に実施可能な遠隔診断支援がどれくらい必要になるか、検討する必要がある。

以下に、上記の類似の取組として、次世代移動診療車による「遠隔妊婦健診」の模擬試験及び実証試験の概要を示す。

次世代移動診療車において妊婦健診の際に遠隔地の医師が支援する「遠隔妊婦健診」の模擬試験及び実証試験
 実施時期/実施団体：2018年度～2019年度 / NTTドコモ、NTT東日本関東病院、日本医療情報学会看護部会

- 移動診療車の総合診療科ドクターと病院の産婦人科ドクターがテレビ会議を介してリアルタイムにコミュニケーションしながら移動診療車に搭載された各種医療機器を用いて遠隔妊婦健診することを想定した模擬試験及び実証試験を実施。
- 移動診療車を模擬したスペースに4Dエコー、4Kカメラ、乾式臨床化学分析装置、ベッドサイドモニタ等の医療機器を、総合病院の診察室に医用画像管理システムPACS（Picture Archiving and Communication System）をそれぞれ配置し、さらに双方を接続する4Kテレビ会議システムを設置した上で、4Dエコー、4K接写カメラの各診断映像と4Kテレビ会議映像を、移動診療車と総合病院間で5Gを介して一括してリアルタイム伝送。
- 模擬試験の結果を踏まえて、実車両に4Dエコー等を搭載した環境を用いた実証試験を実施。



5Gを利用したポイント

- 5Gは、4Gに比べて鮮明なエコー検査映像とカメラ映像が専門医に伝送され、同時に4Kテレビ電話会議により同時に総合病院の専門医と相談しながら診察が可能。

評価

- 鮮明なカメラ映像により、妊婦（患者）の顔色や皮膚の状態、そして怪我の状態も一緒に確認することができ、非常に有用性が高い。
- 安心してタイムリーに助産を提供しケアができる。

NTTドコモ・WEBページ：NTT DOCOMO R&D（研究開発）5G関連動画／日医工ジャーナル：Vol.46 No.411「医療における5Gの可能性とは」を基に作成

図 3-6 5G の活用事例 次世代移動診療車による「遠隔妊婦健診」の模擬試験及び実証試験

3) 救急搬送中の情報共有による遠隔診療支援

■利用シーン

①救急車

- ・ 現在、搬送中に必要となる救急車からの情報の共有については、電話による情報共有が主流であり、リアルタイムに患者の状況を映像で共有する仕組みはあまり活用されていない。
- ・ 受入側の医師が映像等によって患者の状況を正確に把握することができれば、救急救命士等へより適切な処置の指示を行うことができる。
- ・ 搬送先の病院においては、搬送中に患者の容体を正確に把握することで、受入に必要な準備（処置室や手術室の準備、専門医へのエスカレーション等）を到着までに進めることができる。

（参考）一般的な救急車の種類と搭載されている医療用電子機器

- 国内の救急車（緊急走行が可能な緊急自動車）には、2 B（ツーベッド）型救急車、高規格救急車、マイクロバスをベースとした大型救急車などがある。
- 一般的な救急車に搭載されている医療用電子機器には、生体情報モニタ（患者監視装置）、心電図モニターなどがある。
- その他、気管挿管のために使用するビデオ喉鏡や 12 誘導心電図伝送システムを導入し、救急隊が撮影した画像や心電図のデータを、事前に搬送先の病院へ伝送するものもある。

②ドクターカー

- ・ 救急科の医師と看護師が同乗し現場に向かう専用の自動車としてドクターカーがあり、消防局が保有しているものと病院が独自に保有しているものがある。
- ・ 受入側の医師が映像等によって患者の状況を正確に把握することで、同乗している医師等に適切な処置の指示を行うことができる。
- ・ 搬送先の病院においては、搬送中に患者の容体を正確に把握することで、受入に必要な準備（処置室や手術室の準備、専門医へのエスカレーション等）を到着までに進めることができる。

（参考）一般的なドクターカーの種類と搭載されている医療用電子機器

- 国内のドクターカー（緊急走行が可能な緊急自動車）には、患者（負傷者）の搬送を行う救急車型（高規格救急車やマイクロバスをベースにしたもの）と主に医師の搬送を行う乗用車型があり、救急車型には、循環器専用ドクターカー（モービル CCU）、新生児搬送用ドクターカー、DMAT カー（災害時医療支援車）などの特定用途に対応するものがある。
- 一般的な救急車型ドクターカーが搭載する医療機器には、生体情報モニタ（患者監視装置）、ポータブルエコー、吸引機、人工呼吸器、心電図モニター、除細動器などがあり、さらに、情報・通信機器として、ノート型パソコン、タブレット、衛星電話などを搭載する。

- 循環器専用ドクターカー（モバイル CCU）では、カテーテル治療を可能とするため、人工呼吸器、心電図モニター、除細動器、大動脈バルーンパンピング（IABP）や経皮的心肺補助循環装置（PCPS）などを搭載する。
- 新生児搬送用ドクターカーでは、胎児エコー、人工呼吸器、胎児ドップラ、心電図モニター、除細動器などを搭載する。
- DMAT カー（災害時医療支援車）では、医療機器に加えて、医療スタッフ・医療チームが、災害現場に滞在して活動するために必要な情報通信機器、野営資器材などを搭載する。

■5G を活用するポイント

- ・救急車及びドクターカーに搭載した医療機器から出力されるデータ量の多い複数の各種診断映像等を円滑に伝送することが可能になる。

■4K8K を活用するポイント

- ・診断映像として 4K8K カメラにより撮影された映像の伝送が可能となれば、患者の顔色や皮膚の状態をより詳細に映像で確認することが可能になると考えられる。

■留意点

- ・5G エリア外等を移動する場合に確保できるデータ伝送速度によって、共有できる映像の選択や低画質での情報共有等の対応が必要となる。救急車又はドクターカーを派遣する先及び移動中の道路等が 5G エリア内ではなく 4G のみが利用できるエリアの場合は、送受信できる単位時間あたりのデータサイズが減少する（すなわち通信回線速度が低下する）ため、そのような状況を考慮した場合の代替手段（リアルタイムには低画質の映像を共有しつつ、高画質の映像すなわち大容量データは、ダウンロード形式で時間をかけて共有する等）を用意しておく必要がある。ダウンロード形式による大容量データの共有については、救急車又はドクターカーが 4G エリアから 5G エリア内に入ったタイミングでダウンロードを行うことで、短時間で効率良く共有することが可能である。
- ・救急車及びドクターカーからの診断映像等の情報の伝送データ量がどの程度必要となるか、検証する必要がある。

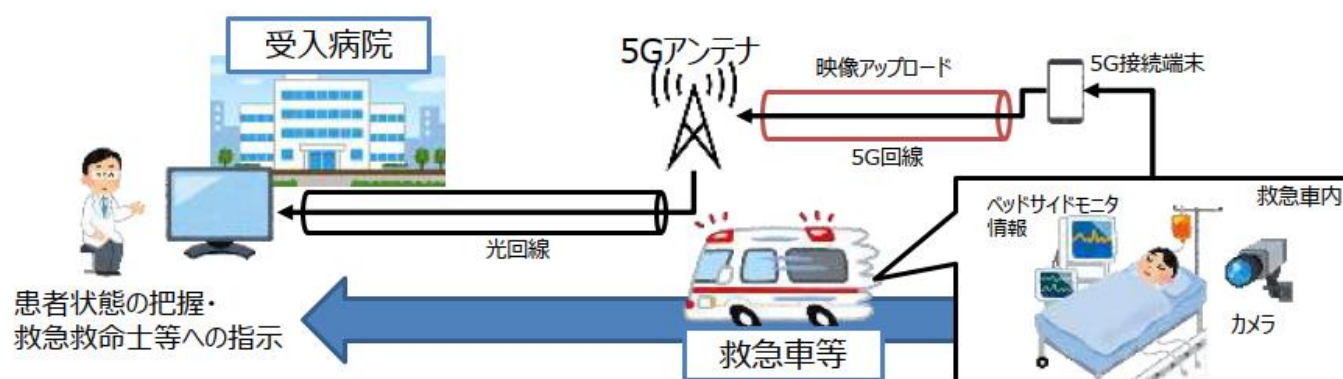


図 3-7 救急搬送中の情報共有による遠隔診療支援のイメージ

以下に、上記の類似の取組として、総務省事業として実施された「5G 総合実証試験」の「救急搬送高度化ソリューションに関する実証試験」の概要を示す。

複数拠点間で患者情報を共有して搬送中の診断・処置を遠隔支援する救急搬送高度化ソリューションに関する実証試験

実施時期/実施団体： 2018年度～2019年度 / NTTドコモ、前橋市、前橋赤十字病院、前橋市消防局、TOPIC、前橋工科大学 他

- 一刻を争う急患搬送の現場において、適切かつ早期の処置を行えるようにするため、「救急車」、「ドクターカー」および「高度救命救急センター」の3者間を5Gで接続し患者の容態の情報などを高精細映像で共有（2018年度試験）。
- 救急車とドクターカーに28GHz帯実験用5G移動局、前橋市役所12階に28GHz帯実験用5G基地局を設置。
- ドッキングポイントで患者をドクターカーに寄せ替えた後、ドクターカーに搭載されたエコーや12誘導心電図、俯瞰・接写カメラ等の映像をバックアップした4K映像を、5Gを介してドクターカー、高度救命救急センター間で共有し、両拠点の医師間で所見の確認を行い、受入診療科を決定。



5Gを利用したポイント

- 救急車からの5G上り回線による映像通信（カメラ映像及びベッドサイドモニタのバックアップ映像の伝送）
- ドクターカーと病院間における5G上下回線による患者容態情報のリアルタイム共有（エコー、12誘導心電図およびカメラ映像等）

評価

- 音声コミュニケーションに頼った従来の救急搬送時の推測とは異なり、実際に医療機関で患者を手当するのと同じ状況を再現できている。
- 救急車の中の状況を克明に外部へ発信できるようになることは意義が大きい。

NTTドコモ・WEBページ：報道発表「2018年度 総務省「5G総合実証試験」の成果について」を基に作成

図 3-8 5G の活用事例 救急搬送高度化ソリューションに関する実証試験

また以下に、上記のユースケース(案)の類似の取組として、東京女子医科大学と NTT ドコモ等にて実施された「商用 5G を活用した遠隔手術支援システム、及び移動型スマート治療室「Mobile SCOT[®]」への適用実証実験」の概要を示す。

商用5Gを活用した遠隔手術支援システム、及び移動型スマート治療室「Mobile SCOT®」への適用実証実験

実施時期/実施団体：2020年度 / 東京女子医科大学、NTTドコモ、OPEX PARK、オリンパス、日立製作所、はこだて未来大学

- 各種医療機器・設備のIoT化を実現したスマート治療室「SCOT」において、東京女子医科大学のSCOTと、専門医がいる「戦略デスク」の2拠点間を「ドコモオープンベータネットワーククラウド」（dOIC）を利用し商用5G回線を介して接続
- SCOTで脳外科手術を行う執刀医の手元映像や、4K外視鏡の高精細映像などの大容量のデータを、「戦略デスク」へリアルタイム低遅延で伝送。遠隔の専門医が手術の状況を俯瞰的に確認でき、手術時の指導や意思決定支援を的確に行える

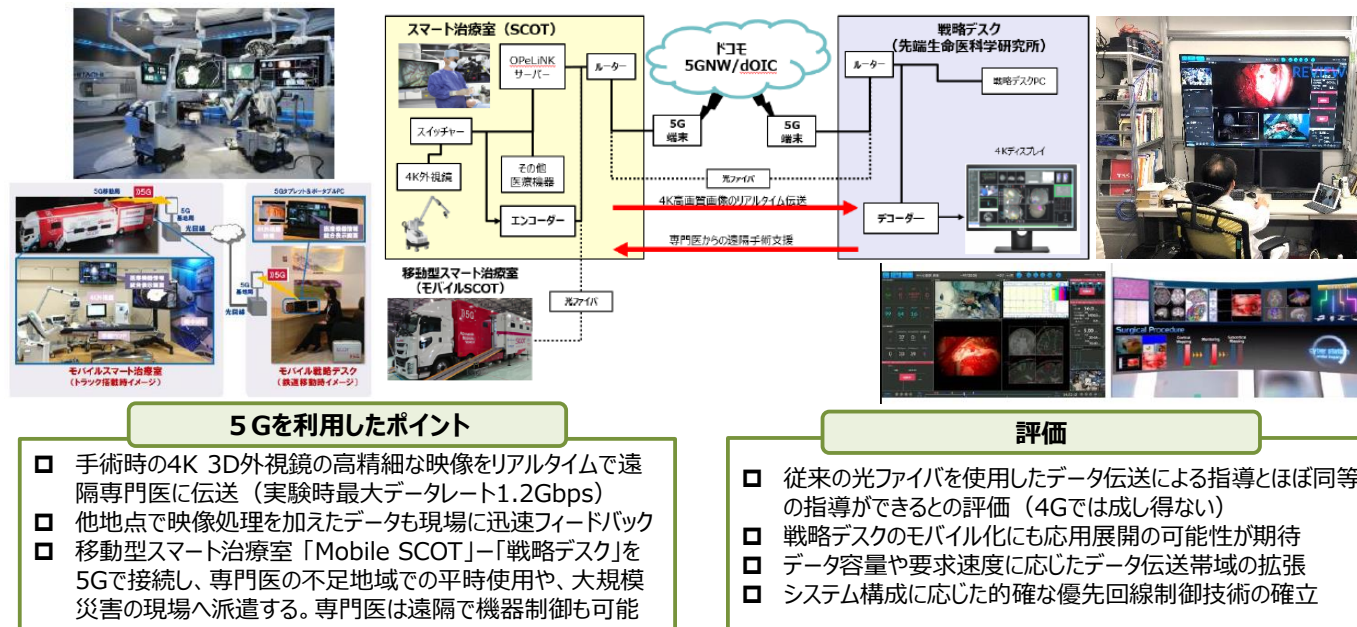


図 3-9 商用 5G を活用した遠隔手術支援システム、及び移動型スマート治療室「Mobile SCOT®」への適用実証実験

4) 手術時の遠隔術中迅速病理診断

■利用シーン

- 手術時の術中迅速診断においては、手術中に細胞組織を取得し、病理診断を行うために病理医が手術中の短い時間（5～20分程度）で迅速診断しなければならない。緊急手術時は院外にいる病理医も病院に向かわなければならない。緊急手術等で病理医が不在の中、実施された手術において、院外に病理医に映像を共有することで術中迅速診断を行う。
- また、病理医がいる場合でも希少例のような判断が難しい症例では、その専門の病理医に映像を共有し、コンサルテーションを依頼する。
- 顕微鏡操作を遠隔操作で実施するか、顕微鏡の操作を技師等のスタッフに指示しながら、観察する。

■5Gを活用するポイント

- WSI（バーチャルスライド）などデータ量が多いファイルも高速で伝送することができるため、緊急で手術が行われた場合で病理医が病院内にいても、院外において遠隔で術中迅速病理診断を行うことができる。（注：医行為としての病理診断は保険医療機関で実施することになっているが、緊急の場合は抵触しないと考えられる。なお、術中迅速病理診断では、後日、スライドガラス標本を直接顕微鏡下で観察し、再度診断を行う必要がある。）
- 病理医が遠隔術中迅速診断を院内で行っている際に、難しい症例については院外のその分野を専門とする複数の病理医（専門家）にコンサルテーションを、また院外で行っている場合には院内の上級病理医や院外の複数の専門家に迅速にコンサルテーションを依頼することができる。

■4K8Kを活用するポイント

- 遠隔術中迅速病理診断で、顕微鏡のデジタル映像にて確認を行う場合は、顕微鏡の映像をより高精細に撮影できる4K8Kカメラが有効と考えられる。
- 既存のデジタル画像では診断が難しいとされている血液疾患や悪性リンパ腫なども確認できる可能性がある。
- 病理医不在の医療機関や衛生検査所で検体からスライドガラス標本を作製するための検体からの切り出しの際、遠隔にいる病理医が病変部分を見分けるのに、高精細な映像が有効と考えられる。

■留意点

- 第2章第1節1(1)2で述べた点も含め、緊急時、院外で診断するニーズがどれほどあるのか検証する必要がある。
- 病理映像の診断にはそれなりの大きさのディスプレイが必要となるため、院外で診断する際のディスプレイのスペックの検証をする必要がある。（一般社団法人日本病理学会・デジタルパソロジー研究会・デジタルパソロジー技術基準検討会刊行「病理診断のためのデジタルパソロジーシステム技術基準 第3版」参照のこと）

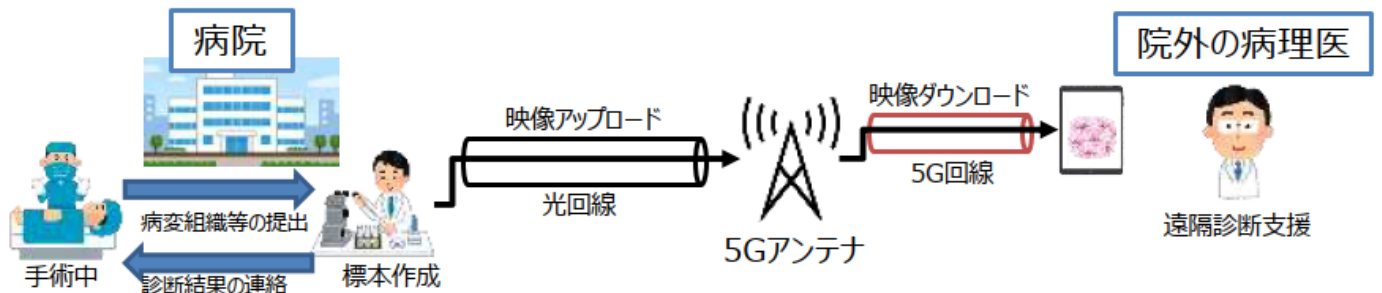


図 3-10 手術時の遠隔術中迅速病理診断のイメージ

以下に、上記の類似の取組として、総務省事業として実施された「8K 技術を活用した遠隔病理診断モデルの実証」の概要を示す。

8K技術を活用した遠隔病理診断モデルの実証

実施時期/実施団体： 2016年度 / 東京大学医学部附属病院、虎ノ門病院、株式会社NTTデータ経営研究所、一般財団法人NHKエンジニアリングシステム、NTTコミュニケーションズ株式会社

・虎の門病院（依頼側病院を想定）に8K遠隔操作顕微鏡を設置して、東京大学病院（診断支援側）の病理医が遠隔で操作し、伝送された8K映像を8Kモニターで観察することで、病理標本の診断を実施。

4K8Kを利用したポイント	評価
□ 従来のデジタル画像では確認できないあるいは診断が不確実とされた症例（結核菌、悪性リンパ腫、血液疾患、ピロリ菌など）についても、8Kでは十分に診断が可能。	□ 同標本を使い、直接の顕微鏡での診断と8K遠隔病理診断での診断結果の比較を行ったところ、8K映像による診断精度は、目視診断と同程度と推定された。（診断一致率99%以上）

総務省「8K技術を活用した遠隔医療モデルに関する実証」報告書をもとに作成

図 3-11 8K の活用事例 8K 技術を活用した遠隔病理診断モデルの実証

5) 病院外にいる熟練専門医による遠隔診断支援及びテレワーク等

■利用シーン

- ・ 病院の医師のみでは対応が困難な疾患の診療時、患者の容体急変や急患等の緊急時において、院外にいる熟練専門医の診断支援や助言を得ることができる。熟練専門医は、共有された診断映像や他の情報をもとに患者の状態を把握し、必要な処置、治療に対する指示や助言を行う。
- ・ 病院の医師が診療を行う際に必要となる放射線画像診断、病理画像診断を専門医に依頼する場合に、ICT等を活用した自宅等からの遠隔診断が可能となる。（例えば、育児中の医師などが自宅等で遠隔で診断することができるようになる）

■5Gを活用するポイント

- ・ データ量の多い複数の各種診断映像等を円滑に伝送することが可能になるため、病院外の熟練専門医が、患者の状況をどこにいても把握することが可能となり、正確な診断・治療の支援を行える場所と機会を増やすことが可能となる。
- ・ 5Gを活用することにより、帯域の確保されたセキュアなネットワークを自宅等に設営するより安価で広帯域な回線を利用できる場合があり、5Gでの病院と熟練専門医の自宅等との間で接続することが可能となる。一方で、携帯電話事業者のネットワーク区間以外において必要な情報セキュリティの確保を行うことが課題である。

■4K8Kを活用するポイント

- ・ 病理画像の場合、従来のデジタル画像では診断が難しいとされている血液疾患や悪性リンパ腫なども、画像の解像度等が向上することにより診断できる可能性がある。

■留意点

- ・ 第2章第1節1(1)2)で述べた点も含め、通常又は緊急の診療時において、院外の熟練専門医に指示や助言を求めるニーズがどの程度あるのかを検証する必要がある。
- ・ 熟練専門医等が5Gエリア外にいる場合、送受信できる単位時間あたりのデータサイズが減少する（すなわち回線速度が低下する）ため、共有する診断映像を限定することや低画質での情報共有を行う等、通信回線速度に応じたベストエフォートでの対応が必要となる。

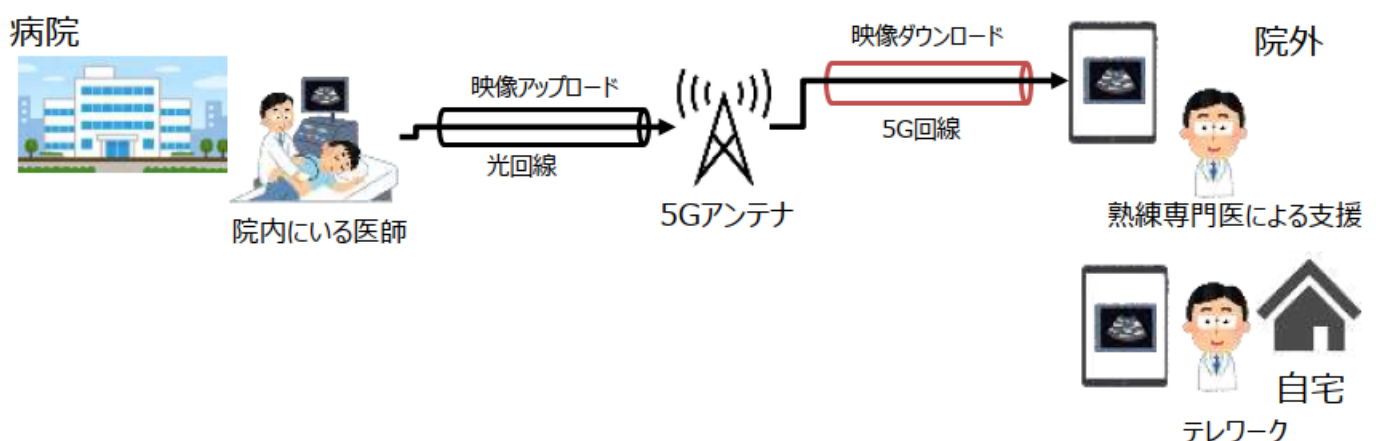


図 3-12 病院外にいる熟練専門医による遠隔診断支援及びテレワーク等のイメージ

(2) 5G ユースケースパターン②（診療所に光回線が届いておらず、リアルタイムにファイルの送受信ができない場合）

【光回線が届いてない地域における診療所への遠隔診療支援】

■利用シーン

- ・ 従来、光回線が届いてない地域の診療所において遠隔診療を行う場合は、相対的に低速な通信回線を利用することになるため、情報共有される診断映像等の画質が低く、それらを用いた診療支援は難しかったが、5G の超高速通信回線を光回線と組み合わせて活用することで、より高精細なエコー映像や患部のカメラ映像、心電図、バイタル等の情報を専門医にリアルタイムかつ同時に共有し、患者の状態を正確に把握しながら的確な診療支援を行うことが可能となる。
- ・ 診療所側の医師（かかりつけ医）が患者の診断時に、診断用の各種医療機器の操作指示をリアルタイムに専門医から受けることで、必要な診断情報の取得漏れなどを最低限に抑えることができる。
- ・ 遠隔地にいる専門医が通信回線越しに診断映像を確認することで、より詳細な検査が必要かどうかの判断と助言を行うことができ、詳細な検査が不要であった場合は、患者が専門医のいる病院まで行かずに済む。
- ・ 遠隔診療と同一のしくみを活用し、若手医師に対して各種医療機器の操作を遠隔地の専門医が指導する遠隔教育を行うことも可能である。これにより、どちらかの医師が移動する時間を省略でき、業務負担の低減につながる事が期待される。

■5G を活用するポイント

- ・ 光回線が届いていない地域の診療所においても、データ量の多い診断映像等が伝送可能となるため、診療所においてタイムリーに専門医の遠隔診断支援が可能になる。
- ・ 一方、診療所をカバーする5G基地局までの光回線の敷設が必須要件であることに注意しなければならない。
- ・ また、安定性や信頼性、経済性という観点から、有線と比較し、使い分けや併用を考えるべきである。

■4K8K を活用するポイント

- ・ 診断映像として4K8Kカメラにより撮影された映像の伝送が可能となれば、患者の表情や色調、皮膚の状態をより詳細に映像で確認することが可能になると考えられる。

■留意点

- ・ 今後、対象となる地域が全国にどの程度あるのかを調査し、システムの有効性を検証する必要がある。

（参考）

- 固定系超高速ブロードバンドの基盤が整備されている自治体においても、中心部から離れた地域（山間部等）では未整備となっているケースがある。
- 海底光ファイバが敷設されていない離島等では、携帯電話（LTE）が整備されても、中継回線がボトルネックになり、超高速ブロードバンドが利用できないケースがある。

出典：2020 年代に向けた条件不利地域における基盤の整備・維持の在り方 資料より抜粋

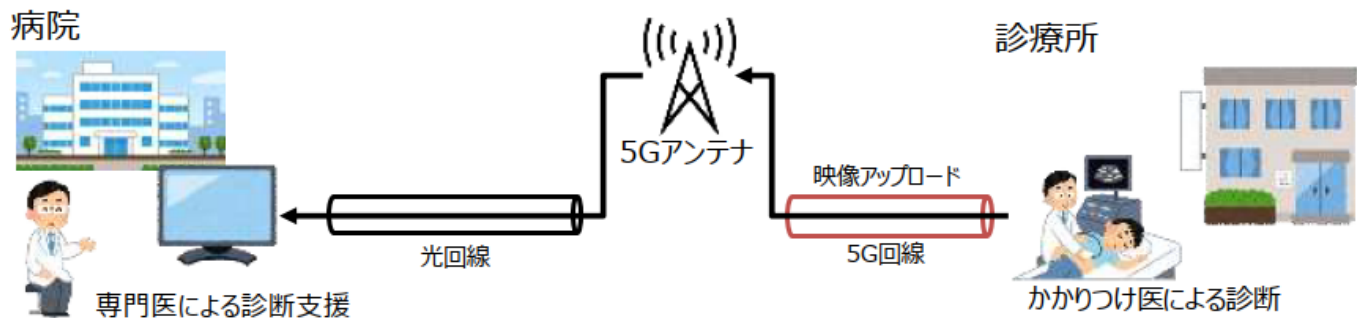


図 3-13 光回線が届いてない地域における診療所への遠隔診療支援のイメージ

以下に、遠隔にいる専門医が診療支援する取組として、総務省事業として実施された「5G 総合実証試験」の「地域における「遠隔診療」「遠隔教育」の実証試験」の概要を示す。

山間部診療所における診療及び医師トレーニングを遠隔地の専門医が支援する「遠隔診療」及び「遠隔教育」の実証試験
 実施時期/実施団体：2017年度～2018年度 / NTTドコモ、和歌山県、和歌山県立医大、日高川町国保川上診療所

- 和歌山県内の山間部にある診療所（日高川町美山地区）と30km離れた県立医科大学（和歌山市）との間を5Gと光回線を経由して接続し、医大附属病院の循環器内科、整形外科、皮膚科の各科の専門医がリアルタイムに診療支援する実証試験を実施。（2017年度試験）
- 診療所医師が、4K TV会議システムを通じて医療機器の操作や治療方針に関する助言・支援を得ながら診療を進めることができるかを実証。
- 4K接写カメラ、俯瞰カメラ、エコー、MRI映像等の複数の映像を専門医へ同時伝送しながらリアルタイムに診断を実施。
- 同一のしくみを用いて、診療所の若手医師に対する内視鏡操作の遠隔教育についても実証。（2018年度試験）



5Gを利用したポイント	評価
□ 光回線が行き届いていない地域にある診療所を5G接続することで、高精細映像を見ながら専門医による遠隔診療支援が可能。 □ TV会議映像と複数の高精細診断映像を5Gを介して同時に伝送可能なシステムを構築し、同じシステムが異なる診療科における遠隔診療、遠隔教育に使用可能。	□ 明瞭な映像や医療機器の情報により、遠隔地からでも症状の判断がしやすい。 □ 遠隔地にいるのにも関わらず、臨場感があり間近で診ている感覚を持てる。 □ 若手医師の教育・指導のために遠距離移動しなくて済む。

NTTドコモ・WEBページ：報道発表「2017年度（及び2018年度）総務省「5G総合実証試験」の成果について」を基に作成

図 3-14 5G の活用事例 地域における「遠隔診療」「遠隔教育」の実証試験

(3) 5G ユースケースパターン③（映像をみて遅延なく遠隔地に指示する場合 ※支援側が医療機関外の場合）

【手術時の遠隔支援（内視鏡手術・顕微鏡手術など）】

■利用シーン

- 現状の手術では、手術支援（執刀医へのアドバイス等）を行う医師も同じ手術室に立ち会って、手術の状況を直接確認しながら支援している。支援する医師が手術室外の別の場所にいる場合、支援側の映像は執刀医が見ているものと同様の映像を担保する必要があるため、内視鏡・顕微鏡の映像を 4K8K などの高精細の映像とし、熟練医が院外の遠隔地にいる場合は、それらの映像を超高速・低遅延通信が可能な 5G を介して伝送し、ノート型パソコンやタブレット等を用いてリアルタイムに映像を確認しながら遠隔手術支援を行う。

■5G を活用するポイント

- 熟練医が院外にいて、執刀医の隣で立ち会うことの難しい状況においても、遠隔から手術の指導・支援等をタイムリーに行うことができ、適切なタイミングでの手術を増やすことが可能となる。

■4K8K を活用するポイント

- 手術室における各種手術映像を遠隔地においても詳細に観察することが可能となる。特に 8K を用いた高精細な映像は、患部の状態を立体的に把握することに役立つ。

■留意点

- 第 2 章第 1 節 1 (1) 2) で述べた点も含め、遠隔地から手術を指導したり、支援するニーズがどの程度あるのか、また支援側の医師が院外にいるケースがどの程度あるのか等を調査し、必要性やシステムの有効性を検証する必要がある。
- また、院外で手術支援をする場合、ノート型パソコンやタブレット等で、手術支援に十分な量の画像や情報が得られるか、画像品質や操作性は十分かなど、システムの利用面での検討も必要になる。

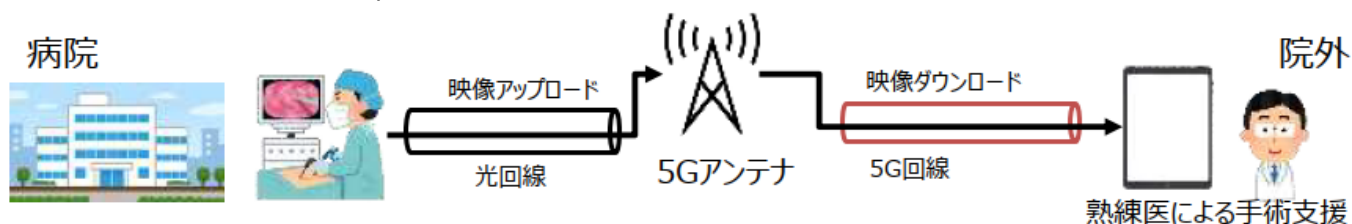


図 3-15 手術時の遠隔支援（内視鏡手術・顕微鏡手術など）のイメージ

（４）院内におけるローカル 5G ユースケース

5Gの特徴（「超高速・大容量」、「超低遅延」（リアルタイム性）、「多数同時接続」、モビリティ性）、医療の観点におけるメリット（医療の安全性向上、業務効率化、働き方改革（情報共有・教育・研修）、医療の質向上）の大きく二つの観点から医療機関内での利用場所ごとに院内におけるユースケース案について整理を実施した。

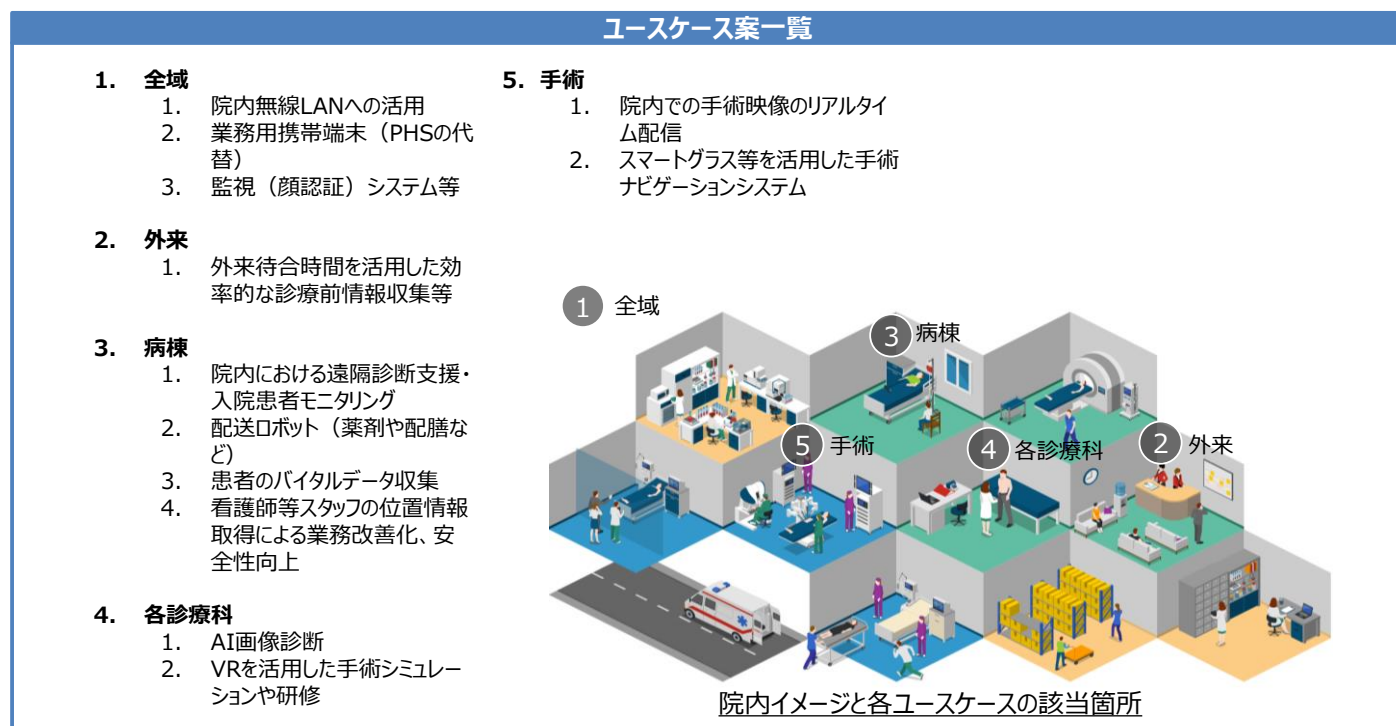


図 3-16 院内におけるローカル 5G ユースケース(案)一覧

1) 全域

1)-1 院内無線 LAN への活用

■利用シーン

- 院内無線 LAN では、扱う情報ごとに診療系、業務系、音声系、インターネット系などのネットワークを敷設し、運用管理に大きな負荷がかかっていた。「超高速・大容量」、「超低遅延」、「多数同時接続」の特徴をもつローカル 5G で無線 LAN インフラを構築することで、セキュリティポリシーに応じた無線ネットワークが構築可能となる。
- 現在、医療機関において、Wi-Fi で接続する端末（スマホ、タブレット、ノート PC、可搬型医療機器等）が増えてきており、接続端末数が増加することによる接続不良や、Wi-Fi では利用する周波数の問題から、他の通信機器による電波の干渉などによる接続不良がおこる場合があり課題となっている。
- 感染症拡大により、院内においてもオンラインにて会議や症例カンファレンスを実施することが多くなり、トラフィックが増大している。また、症例カンファレンスなどにおいては、高精細な画像・映像を共有して実施されるニーズがある。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 免許を受けた周波数を使用するため、Wi-Fi に比べ他の無線設備からの干渉が少ないことから安定した通信が可能となり、スループットが安定する。Wi-Fi の場合には、電波干渉が問題となるため漏洩同軸ケーブルやシングルチャネル方式などでないと問題解決できないが、ローカル 5G ならこのような問題は発生しない。

医療の安全性向上

- ローカル 5 G は Wi-Fi と比較して、カバーエリアが広いため、ひとつのアクセスポイントからの通信エリアを広く設計できる可能性があり、電波の届かない場所を減らすことができる。

- 無線化によって医療機器を含めた設備の配置自由度の向上や配置最適化が図れる 医療の安全性向上 業務効率化
- ローカル 5 G を用いて院内多数の無線ネットワークを一元化することができれば、管理のしやすさや運用コスト面でメリットがある 業務効率化
- 大容量のデータを取り扱う部門（放射線、病理、検査等）の無線ネットワークとして活用。特に CT や MRI などの医用画像は高精細化が進んでいるため有用（ネットワークスライシングの活用などが想定） 超高速・大容量

■留意点

- 医療現場ではいつでもつながることが一番重要であるため、ローカル 5 G の安定性や信頼性について実環境において検証・実証が必要となる。医療機関は、伝送性能への影響が高い金属性の扉やキャビネット等の遮蔽物が多く、ローカル 5 G の導入にあたっては、電波の回折、透過、反射等の影響を考慮したエリア設計が求められる。
- 院内においてローカル 5 G のネットワークを維持・管理できる IT 技術者の確保や育成が必要になる。
- 費用対効果がまだ見えないため、ローカル 5 G を活用することのメリットのエビデンスを示すことが必要である。

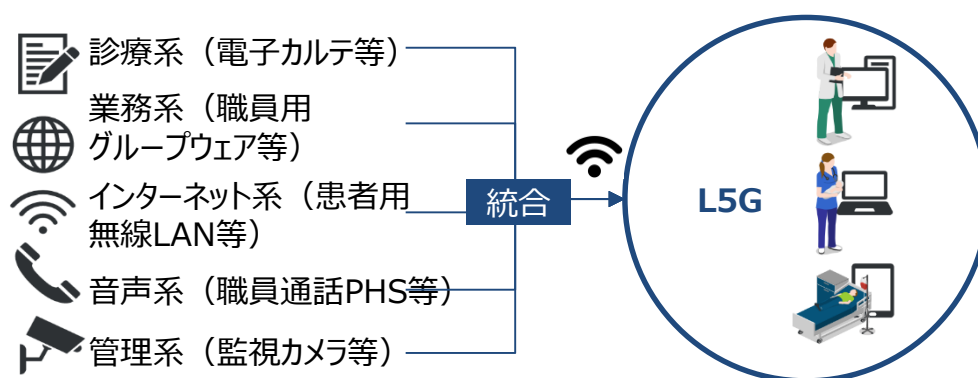


図 3-17 病院内における無線ネットワークの統合のイメージ

1)-2 業務用携帯端末（PHS の代替）

■利用シーン

- 現在、7 割以上の病院で院内通話用として PHS を利用しているが、公衆サービスの終了や旧規格の機器・端末の利用ができなくなるため、PHS が利用できなくなる。
- スマートフォンでの VoIP 化においても Wi-Fi 接続では、電波干渉による接続不良等が起こることがあり、また、院内の場所によっては Wi-Fi がつながらない場合も多く、着信できないという接続性の問題がある。
- 会話用の音声系の無線ネットワークと診療系無線ネットワークで分けている場合、コストや運用管理に負荷がかかっている（また、スマートデバイス化の障壁になっている）。
- 通話用の無線ネットワークは院内全域で安定した通信環境にて接続可能とすることが望ましく、その通信網としてローカル 5 G を活用することが期待できる。

■ローカル 5G を活用するポイント

- PHS 等の通話用の無線ネットワークをローカル 5 G のネットワーク上に集約することで、管理のしやすさや運用コスト面でメリットがある **業務効率化**
- ローカル 5 G を用いて各ソリューションにある端末をスマートフォンに一元化することができれば、通話機能と電子カルテ参照などの院内 LAN 経由のシステムへのアクセス用端末が 1 台で集約されるため、利便性向上が期待（現状では、電子カルテなどの診療系システムへ接続する端末と会話用の端末を同じデバイスで集約している病院と、システムへの接続用と会話用の端末を別に行っている病院など、病院の方針によって異なっているため、端末を集約することへのコスト面、運用面でのメリットを提示する必要がある） **業務効率化** **働き方改革**
- スマートデバイスの活用により、音声通話・データ通信だけでなく TV 電話としても活用でき、感染症での接触時間の軽減に繋がる **医療の安全性向上**

■留意点

- 医療現場ではいつでもつながることが一番重要であるため、ローカル 5 G の安定性や信頼性について実環境において検証・実証が必要となる。医療機関は、伝送性能への影響が高い金属性の扉やキャビネット等の遮蔽物が多く、ローカル 5 G の導入にあたっては、電波の回折、透過、反射等の影響を考慮したエリア設計が求められる。
- 院内においてローカル 5 G のネットワークを維持・管理できる IT 技術者の確保や育成が必要になる。
- 敷地外でも通話可能とするためには、ローカル 5 G/キャリア 5 G・4 G 等とのローミングが必要なため、技術的な検証が必要である。
- ローカル 5 G 対応端末が医療現場で活用できるバッテリー容量（ワンシフトのバッテリー持ち時間程度）や堅牢性が必要となる。
- 端末をスマートフォン等に変更することによる費用対効果の検証が必要である。

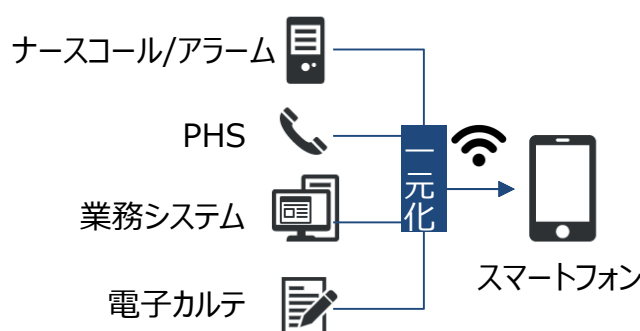


図 3-18 業務用携帯端末のスマートデバイス化のイメージ

1)-3 監視（顔認証）システム等

■利用シーン

- 現在病院は、監視カメラや警備員は配置されているが、厳密に人の出入りが管理されていない、不審者でも侵入が容易である。監視カメラの映像をリアルタイムに AI で分析し、患者の顔認識による入院患者の出入りの確認や不審行動者を抽出し、警備員等にアラームを送るなどの技術が注目されている。
- モニタリングカメラ等にて発熱患者を抽出できれば、感染患者の早期発見、隔離が可能となるため、そのような技術の導入ニーズが存在する。
- また、院内では、スタッフの入退室管理をしている場所が限定的であり、勤怠管理システムと連動した勤怠管理ができていない（現在はスタッフの自己申告で勤怠管理をしているのが主流である）。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 顔認証や不審者検知については、高解像度の映像を分析することによって精度が向上するため、高精細カメラと超高速・大容量なネットワークが必要となる **超高速・大容量**
- 監視カメラ用の有線ネットワークを配線するより、ローカル 5 G で無線化することにより設置コストを抑えられる可能性があり、また設置の自由度も向上 **業務効率化**
- スマートフォンなどの携帯端末からスタッフが監視カメラの状況を逐次確認することが可能となり、入院患者の出入りを把握することが可能となる **医療の安全性向上**
- スタッフの携帯端末がローカル 5 G のエリアに入った時点を記録し、勤怠管理システムと連動することで、確実な勤怠管理を可能とする **働き方改革**

■留意点

- 既存の監視カメラ用のネットワークと比較して、ローカル 5 G の活用メリットを出せるか検討が必要である。（専用のネットワークとしての導入メリットは低いですが、統合ネットワークとしてのローカル 5 G ネットワーク上に集約すればコスト、管理の面でメリットがある）



図 3-19 監視（顔認証）システム等での利用のイメージ

2) 外来

2)-1 外来待合時間を活用した効率的な診療前情報収集等

■利用シーン

- コロナ禍において、発熱外来では、患者との接触時間をなるべく少なく診察することが重要であり、事前に患者の問診を行うことができる Web 問診や AI 問診の導入が進められている（更に問診情報を電子カルテに転記可能な場合、業務効率化につながる）。
- 医療機関で患者案内ディスプレイや呼び出しシステムは患者の待ち時間対策と混雑解消を目的に導入が進められているが、呼び出し端末の導入には別の専用ネットワークを導入することが多く、コスト面、運用面での障壁がある。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 問診情報（テキストデータの場合、1 MB 程度）だけでなく、患者の顔色や様子を高精細な映像で遠隔から診察できれば、更に対面での診察時間を減らすことができる（専用カメラではなく、AI 問診の入力に利用しているタブレット付属のカメラから患者の顔色や様子を撮影し、遠隔で予診するケースもあり得る）

超高速・大容量

医療の安全性向上

- 無線で接続することにより、患者はどこでも Web・AI 問診・遠隔診療を受けることができるようになり、柔軟に別室等を準備することができる **業務効率化**
- 患者案内ディスプレイの無線化による柔軟な設置が可能（追加で有線のための配線工事をする必要がなくなる）
- 患者呼び出し端末についてもスマホやタブレットを活用して安価に提供できるようになる

■留意点

- 遠隔での診察にどの程度の解像度（映像品質）が必要か検討・検証する必要がある（最低画質で 2 K 映像 2Mbps～、4 K 映像 10Mbps～、8 K 映像 40Mbps～ 程度 ※圧縮率によって異なる）。

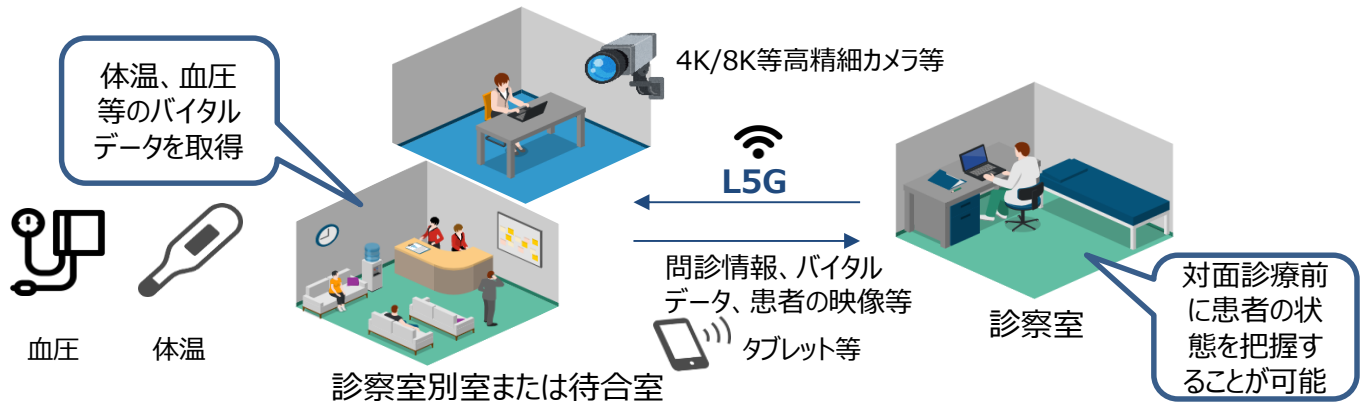


図 3-20 外来待合時間を活用した効率的な診療前情報収集等のイメージ

3) 病棟

3)-1 院内における遠隔診断支援・入院患者モニタリング

■利用シーン

- 現状、医師は病棟から患者の急変等の連絡を受けた場合、原則症状の有無にかかわらず病棟に駆け付けているため、移動時間に時間を要している。
- コロナ禍において、ICU や感染病室への出入りごとに医療従事者は防護服を着用しなければならず、コストと手間がかかっている状態である。専門医が感染エリアにはいることなく、遠隔で診断および診断支援するニーズが高まっている。
- 通信機能を有していないベッドサイドモニタが導入されている場合、通信機能を追加するとコストがかかるためベッドサイドモニタ画面をカメラで撮影して伝送する方法がとられている。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 院内にいる医師に看護師が患者の急変状況をリアルタイムに高精細映像にて伝達が可能になる。病棟へ早急に駆けつけるべきか否かを判断し、必要な処置や治療に対する指示・助言を行うことができる（特に、患者の様子を把握する高精細映像やベッドサイドモニタの映像の両方を集中管理するケースは帯域が必要となる）

超高速・大容量

働き方改革

医療の質向上

- スマートフォンなどの携帯端末にて医師が場所にとらわれずに患者の状況を逐次確認することが可能になる

働き方改革

- 専門医等の医療従事者の感染病室への出入りが少なくなり、院内における感染リスクの低減及び業務効率化に寄与 **医療の安全性向上** **業務効率化**

- ICU や病室において有線で設置するとケーブル等の滅菌が必要になるが、無線接続であれば、その手間が省ける **業務効率化**

■留意点

- ・ 遠隔での診察にどの程度の解像度（映像品質）が必要か検討・検証する必要がある（最低画質で 2 K 映像 2Mbps～、4 K 映像 10Mbps～、8 K 映像 40Mbps～程度※圧縮率によって異なる）。
- ・ 特に高精細な映像が必要なシーンがあるか検証が必要である。
- ・ 医師の不要な駆け付けの減少や遠隔での指示だしの有効性について効果検証が必要である。

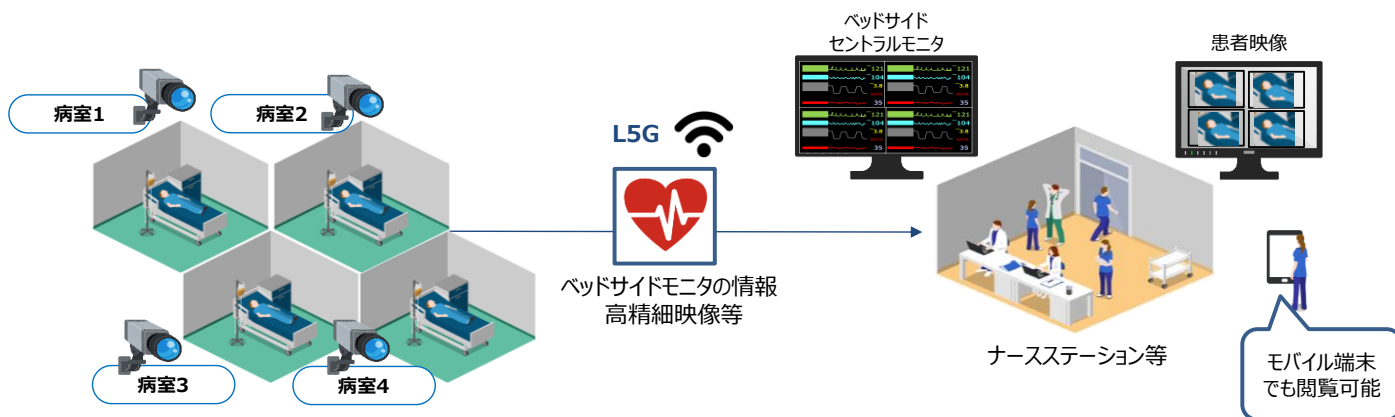
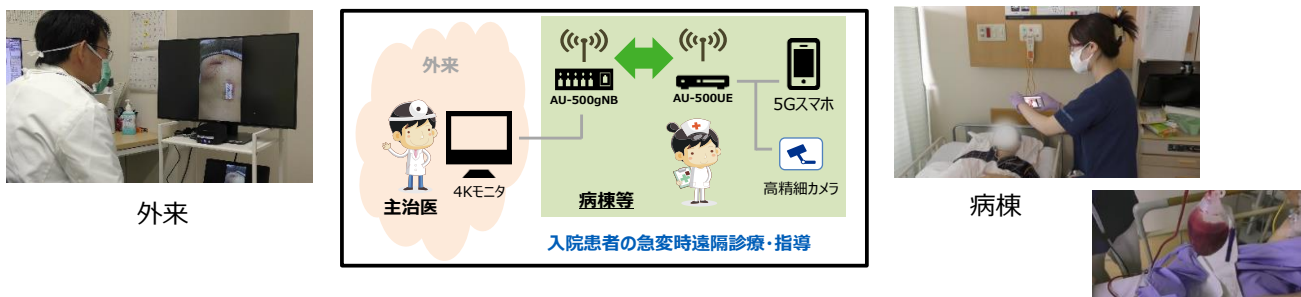


図 3-21 院内における入院患者モニタリングのイメージ

以下に、院内における遠隔診断支援の類似的取組として、総務省事業として実施された令和2年度「地域課題解決型ローカル 5 G 等の実現に向けた開発実証」の「中核病院における 5 G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現」における実証事業の概要を示す。

中核病院における 5 G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現—中核病院内・院外におけるリアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔技術指導
実施時期/実施団体：2020.10～2021.2/特定非営利活動法人滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会、他

- 湖西圏域の高島市民病院は、地域の中核病院として幅広い役割を担って医療活動を行っているが、医療業務の効率化や病院機能の向上・地域連携、更には医療受け入れ態勢の確保が必要な状況である。
- 頻回の呼び出しや患者の様子を確認時において、外来中の担当医に連絡することがある。現状は電話が来れば原則症状を確認し、必要に応じて病棟に駆け付けけることもあるため、業務効率化が求められる。
- 病院内の病棟と外来にローカル 5 G 基地局を設置し、病棟にいる看護師が 4K カメラやスマートフォンを活用し患者の様子を伝送することで、外来にいる医師がリアルタイムに患者の容態を把握することが可能になり、必要な処置や治療に対する指示・助言等を行なえる院内遠隔診療を実証した。



ローカル 5 G を利用したポイント

- 遠隔にて診察をするために高精細な病棟映像の共有が重要な症例（術後の腹腔ドレーン、ウロバック(尿管袋)、傷口の様子等）の病棟について 4 K カメラとスマートフォンで撮影した映像をリアルタイム配信（20Mbps/台×2台、遅延 240ms 程度で送受信）

評価

- ・ 病棟内での診察とほぼ同等の診察ができるとの評価
- ・ 業務オペレーションの効率化では、10分程度/件の移動時間短縮による業務改善が図られた
- ・ 今後の要望として、病棟に配置する 4 K カメラ機材について、コードレス化の必要性が挙げられた

図 3-22 ローカル 5 G 事例 リアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔技術指導

3)-2 配送ロボット（薬剤や配膳など）

■利用シーン

- 病室の患者に薬や必要な物資、給食の配膳等をロボットが搬送することで、人手不足解消や感染病室への搬送に役立つため、配送ロボットの導入が注目されている。
- 最近ではコロナ感染拡大の影響により、可能な限り非接触であることが望まれており、病室等への搬送ロボットのニーズが高まっている。また、機能を拡張することで、搬送だけでなく、ロボットによる検温や安全監視等にも活用が期待されている。
- 病棟における搬送ロボットだけでなく、バックヤードで薬剤・検体・器材等を搬送しているロボットや倉庫内作業で搬送する（かご台車などの牽引）ロボットの導入も検討されている。
- 搬送ロボットを自走させるためには、移動エリア全域で切れない無線ネットワークの構築が望まれており、カメラ、センサ、エッジ AI 処理技術の進展により、自走搬送ロボットの応用範囲が拡大している。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 病院のように人がたくさんいるエリアを自走するロボットは安全性の確保が非常に重要なため、リアルタイムに周辺の状況、環境を高度に分析する必要がある（自走ロボットには、搭載カメラ・センサ等によるエッジ側のリアルタイム分析機能とネットワークからの遠隔制御やネットワークからの情報収集機能が必要）。そのため、超高速・大容量な・低遅延の無線ネットワークの構築が必要であり、ローカル 5G の活用が期待できる **超高速・大容量**

低遅延

業務効率化

- ハンドオーバー（交信する基地局の切り替え）がスムーズに行われなければ通信が途切れ、ロボットの制御に影響を与えてしまう（Wi-Fi は移動しながらの使用が考慮されていない）ため、ローカル 5G の活用が期待される

■留意点

- ロボットのスムーズな動きを実現するには無線 AP のハンドオーバーが少ないことが望まれるため、ローカル 5G ネットワークにおけるハンドオーバーの精度について検証・実証が必要である。

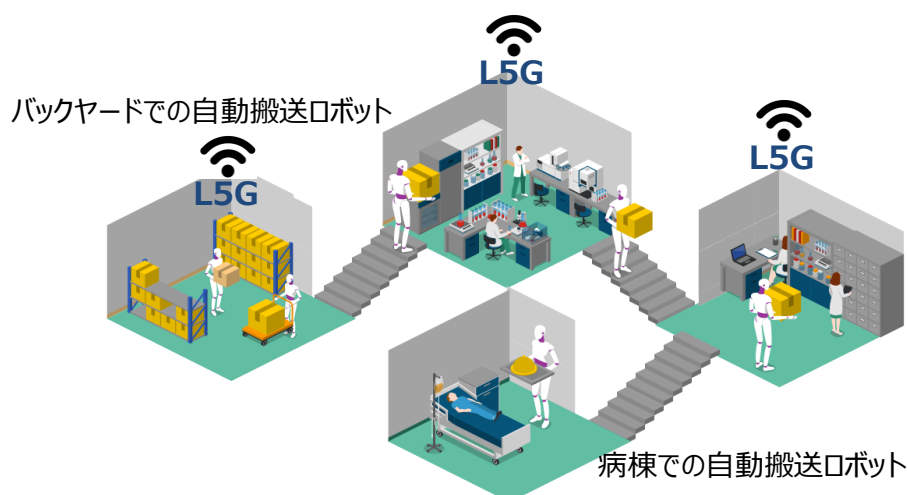


図 3-23 院内における自動搬送ロボットのイメージ

3)-3 患者のバイタルデータ収集

■利用シーン

- ・ ベッドサイドにおいて、Bluetooth、NFC やバーコードリーダーで読み取り、端末経由で管理している様々なバイタル計測機器が利用されているが、今後更に増えていくことが想定されている。但し、バイタルデータを取得するセンサーが増えることにより、計測データの電子カルテへの転記や機器管理の手間がふえるため、看護師の業務負担が増えることが懸念されている。
- ・ 先進的な取り組みとして、患者に装着したセンサーで皮膚温度や心拍数などを計測することで、患者の不穏行動の予兆を察知する AI などがある。将来的にはベッドサイドからの情報収集（データ量）が更に増えることが予想される
- ・ また、薬剤管理についても、バーコード（アンプルなど）管理と RFID 管理等が混在している現状ではあるが、今後さらに無線通信を活用してリアルタイムに在庫管理、追跡管理するニーズが高まると予想される。

■ローカル 5G を活用するポイント

- ・ 患者（ベッド）毎にバイタルセンサーとセンサーからの情報を受信する端末（データゲートウェイ端末やスマートフォンやタブレット等）が設置されることを想定すると、接続端末が膨大になる。ローカル 5G であれば、接続端末数が増えても安定した通信が可能であり、通信の不具合が減少する **多数同時接続**
- ・ バイタルセンサーからの自動計測や常時計測を実現することにより、看護師の業務負担を軽減することが可能（データの取り違えや入力間違い、入力忘れを招くリスクの低減にも寄与）

業務効率化

医療の安全性向上

■留意点

- ・ データゲートウェイ端末やスマートフォン・タブレット等を介したデータ転送と、直接計測機器からデータ転送する場合が考えられるため、今後のデバイスの開発動向の確認や効果的な運用方法を検証する必要がある。

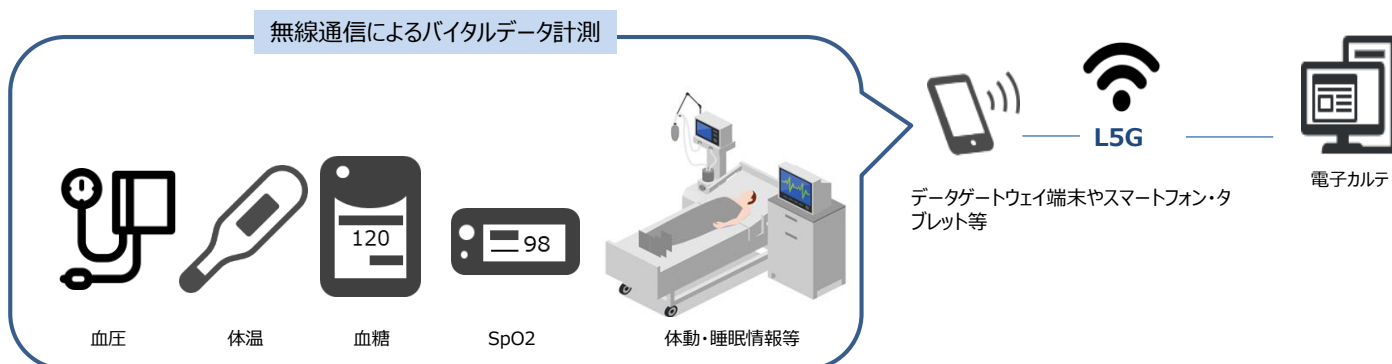


図 3-24 患者のバイタルデータ収集のイメージ

4)-1 看護師等スタッフの位置情報取得による業務改善化、安全性向上

■利用シーン

- ・ 看護師の動きをトラッキングすることは、ワークフローや業務の習慣の改善に役立つといわれ、赤外線、RFID やビーコン等を活用して屋内のスタッフの位置情報を取得できるシステムが注目されている。
- ・ 病棟においては、スタッフの居場所が分かり、処置の妨げにならないタイミングで連絡が可能となったり、最も要求が多い患者の位置を特定できる。また人員の配置が効率的かどうかを見いだすことも可能であり、業務効率の向

上と医療事故の未然防止を両立するほか、蓄積されたデータと付帯情報を併せて分析することで、新たな業務改善の提案にも活用可能となる。

- スタッフの勤怠管理や医療スタッフの感染防止対策と手指衛生支援にも活用が期待されている。
- 屋内位置計測の専用の無線ネットワークインフラ、専用デバイスを導入しなければならず、コスト、運用面での障壁になっている。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 現在、病院内での位置情報は数cm～数m程度の精度で利用されている。既存のインフラを活用する場合、Wi-Fi のアクセスポイントからの屋内位置計測では数～数十メートルの誤差が生じるが、5G ではサブメートル以内（1m以内）での誤差で位置情報を取得できる技術を国際標準化団体が推進中。院内無線 LAN にローカル 5G を活用することで、スタッフが携帯する端末から精度の高い位置情報を取得することが可能

業務効率化

- スタッフの位置情報を取得するには、ひとり一台の携帯端末を配布する必要があるため、接続される端末台数が多くなり、また位置情報活用のためのサーバやナースコール連携のための多数同時接続と安定通信が求められる

多数同時接続

■留意点

- 様々な既存の位置情報取得技と 5G インフラの融合による革新的な技術開発が期待される。

注）屋外では「GPS」（全地球測位システム）による位置測位が主流であるが、屋内や地下街などの GPS 電波が届かない場所でも現在位置を測位するための屋内位置測位技術が複数開発されている。主な技術として、低消費電力の近距離無線技術「Bluetooth Low Energy」（BLE）を利用した位置特定技術であるビーコン（1～数メートルの誤差）、特定エリアやスポット的に利用されることが多い R FID（数cm～数m）、Wi-Fi 測位、IMES（屋内 GPS）やカメラ画像からの位置情報推定などがある。

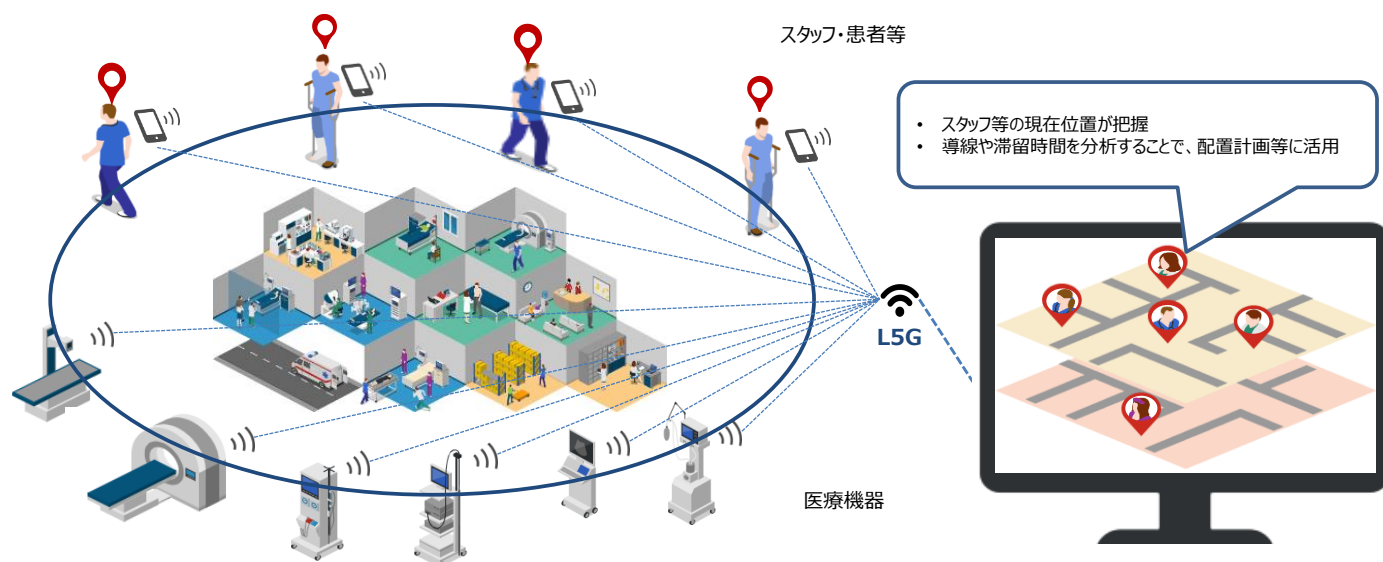


図 3-25 看護師等スタッフの位置情報取得による業務改善化、安全性向上のイメージ

4) 各診療科

4)-1 AI 画像診断支援

■利用シーン

- ・ 医師の診断精度が向上や業務効率化を目的に医用画像診断支援 AI の開発・導入がすすめられている（放射線画像、内視鏡映像、病理画像、脳波や心電図など波形データ等）。
- ・ 医用画像は近年高解像化される傾向にあり、医療画像の AI 分析のためのデータ伝送には、超高速・大容量なネットワークが必要となることが想定される。現在は医用画像を取得する医療機器は有線で接続されていることが多いが、今後医療機器の無線化も進むことを鑑みると、超高速・大容量な無線ネットワークの構築が必要となってくると予想される。

■ローカル 5G を活用するポイント

- ・ 特にデータ量が多い内視鏡映像のリアルタイム AI 診断支援においては、ローカル 5G の活用が期待できる。検査中の内視鏡映像からリアルタイムに AI が病変部を判別し、例えば切除する必要のある腫瘍性ポリープと切除する必要がない腫瘍ではないポリープについて AI が即時に判別することで、医師が的確に判断することが可能となる **超高速・大容量** **医療の質向上**
- ・ ポリープ切除部分のアノテーション等手術支援にも応用可能 **医療の質向上**
- ・ 内視鏡検査システムなど医療機器が無線化されることにより、有線 LAN ジャックが設置されてない場所や、検査室をまたいだ柔軟な移動が可能になり、機器リソースの配置の最適化が可能になる **業務効率化**

■留意点

- ・ 実際にどの程度の帯域が必要となるのか検討・実証が必要である（内視鏡映像は約 30Mbps～200Mbps 程度※圧縮率によって異なる）。

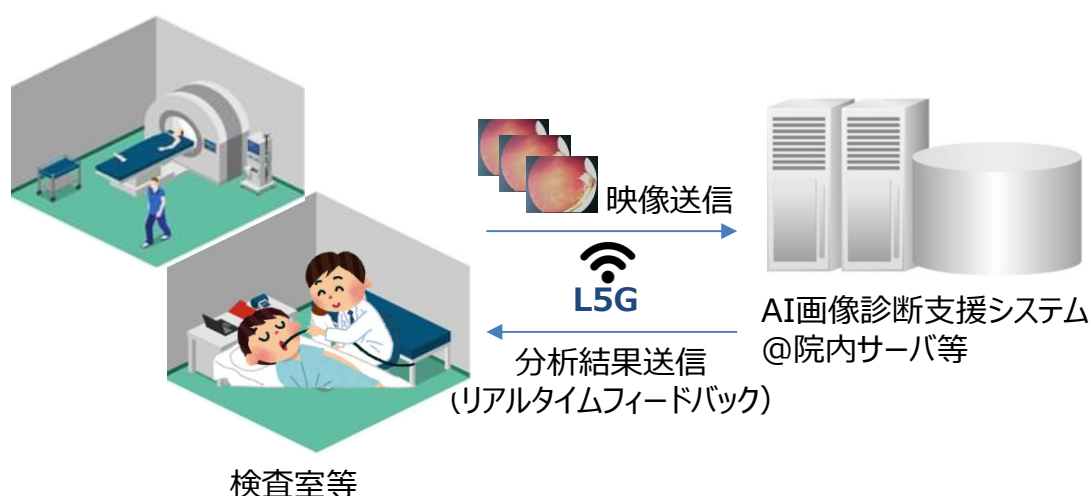


図 3-26 AI 画像診断支援のイメージ

以下に、院内における AI 画像診断支援の取組として、総務省事業として実施された令和 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」の「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」における実証事業の概要を示す。

中核病院における 5 Gと先端技術を融合した遠隔診療等の実現—AI画像診断による医療現場の働き方改革

実施時期/実施団体：2020.10～2021. 2 / 特定非営利活動法人滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会、他

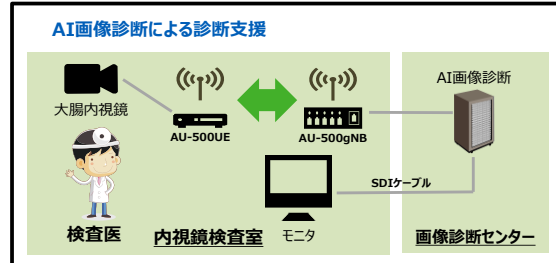
- 湖西圏域の高島市民病院は、地域の中核病院として幅広い役割を担って医療活動を行っているが、医療業務の効率化や病院機能の向上・地域連携、更には医療受け入れ態勢の確保が必要な状況である。
- 内視鏡検査は週に50症例程度を内科医2名で担っており、かつ医師は外来・救急外来も兼務しているため、業務負担の軽減と検査の効率化が求められる。
- AIによるリアルタイム診断には、大容量かつ低遅延の映像を転送するため、病院内の内視鏡検査室にローカル 5 G基地局を設置。AI診断装置を活用して内視鏡検査映像からのAIによるリアルタイムな病変発見により、内科医の病変の見落としの防止や、検査時間の短縮を支援するAI画像診断を実証した。



内視鏡検査室



(病変なし)



ローカル 5 Gを利用したポイント

- 大腸内視鏡検査についてAI画像診断装置を使用した診断映像をリアルタイム配信（8Mbps、遅延500msで送受信）

評価

- ・ エンコーダー・デコーダーの遅延が解消されれば、病変の見落としがある程度防げるため有用との評価
- ・ 今後の要望として、映像からリアルタイムで癌かどうかの確率まで判定する機能を有して欲しい、エンコーダー・デコーダーの遅延時間のレスポンス改善が挙げた

図 3-27 ローカル 5 G の事例 AI 画像診断による医療現場の働き方改革

4)-2 VR 等を活用した手術シミュレーションや研修

■利用シーン

- ・ ヘッドマウントディスプレイ（HMD）やスマートグラスを活用した VR/AR による手術シミュレーションや遠隔による研修が注目され始めているが、VR/AR は取り扱うデータ量が大きいと、既存のネットワークでは遅延が起きる場合がある。
- ・ 特に、コロナ禍においては、集合しての研修が実施しにくいこともあり、仮想空間でデータを共有しながら、多数の人が参加できる VR/AR を活用した研修・トレーニングに注目が集まっている。

■ローカル 5G を活用するポイント

- ・ VR/AR は 360 度の視界に合わせたコンテンツを用意する必要があり、高いグラフィック処理能力と超高速・大容量のデータ伝送が可能な通信環境の整備が重要となるため、ローカル 5 G の活用が期待できる（VR コンテンツはデータ量が大きいことが多く、リアルタイムで画像を生成（レンダリング）するには、超高速・大容量、低遅延（操作がリアルタイムに反映される）な通信が必要になる（グラフィックの処理速度はパソコンやサーバに搭載されている CPU や GPU の性能でも影響される））
- ・ 多数が同じ仮想空間に入ることができるので、複数の研修医に対して、一人の熟練医による指導が可能

働き方改革

- ・ HMD やスマートグラスは無線で接続するほうが、操作性が良いため、ローカル 5 G の活用が期待できる

■留意点

- 実際にどの程度の帯域・低遅延が必要となるのか検討・実証が必要である。（VR 映像の場合、2 K3D モデルで 20Mbps、360°4K で 50Mbps 程度必要。※コンテンツによる また、VR の場合には、没入感を高めるために、非常に高いフレームレートの映像が遅滞なく表示されることが求められる）

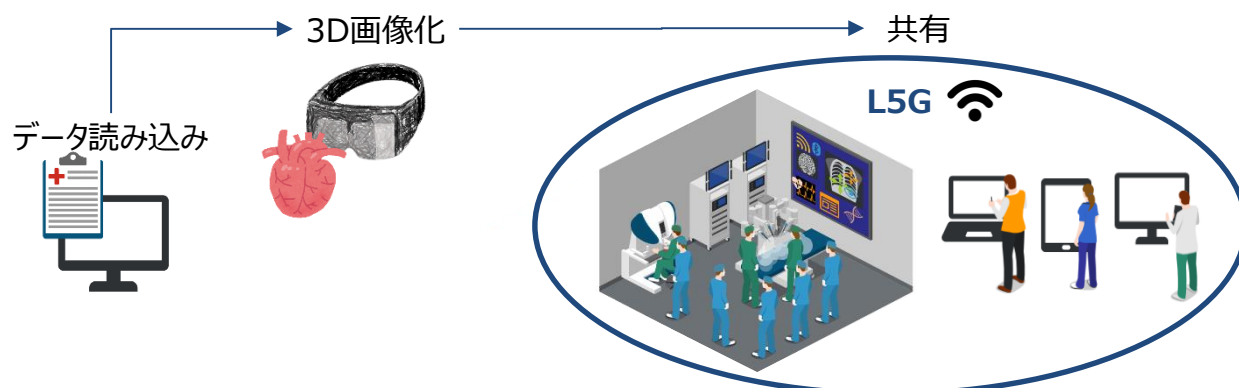


図 3-28 VR 等を活用した手術シミュレーションや研修のイメージ

5) 手術

5)-1 院内での手術映像のリアルタイム配信

■利用シーン

- 院内においても、若手医師の手術技術の向上を目的として、遠隔手術支援のニーズが高まっているが、熟練医が術中指導するため手術室の映像が閲覧できる手術センターに移動しなければならないなど業務に負荷がかかっている。
- 現在、手術室内の映像ネットワークは映像専用ケーブルで構築され、手術室や手術センター内での閲覧にとどまっていたが、手術室内の映像を手術室外（例えば、医局など）でスマートフォンやタブレット等のモバイル端末で閲覧し、スタッフが手術室内の状況を確認しつつ、次の準備をスムーズに実施したいというニーズが高まっている。

■ローカル 5G を活用するポイント

- 熟練医による手術時における遠隔指導を、場所に捕らわれず院内の別の場所からスマートフォンやタブレット等のモバイル端末経由で、リアルタイムかつ高精細映像の共有にて実施することが可能になる

超高速・大容量 働き方改革

- 熟練医、執刀医がリアルタイムにて双方向で高精細な画面上への描き込み（アノテーション機能）をし、質の高い遠隔手術支援を可能にする 超高速・大容量 低遅延 医療の質向上
- 関係するスタッフがタブレット等からリアルタイムで閲覧し、手術の状況を確認しながら、搬送準備や手術に必要な器械、器材の準備を行うことが可能となる 業務効率化
- また手術室内に配置される医療機器についても、設置のための配線混雑化防止や医療機器配置の最適化のため、一部無線化が進んでおり、ローカル 5G を活用することによりデータ転送容量の制限が緩和され、さらに無線化を促進することが可能となる 超高速・大容量

- 最近では、手術ロボットの操作を執刀医と熟練医（指導・支援のため）で実施することもあるため、手術室の広さの制限から、熟練医は手術室外からログインする必要があり、将来的に無線通信で手術ロボットを操作可能となった際には、低遅延で操作できることが必須となるため、ローカル 5 G の活用が期待できる **低遅延**

■留意点

- 実際にどの程度の帯域が必要となるのか検討・実証が必要である。（現在、術野カメラ映像の配信映像は 2 K で 4 ～ 6 Mbps 程度まで圧縮。また術場カメラ、術野カメラ、内視鏡映像、エコー映像、バイタルデータなど多数のデータを統合して配信する必要があり、さらに超高速・大容量のネットワークが必要となる）

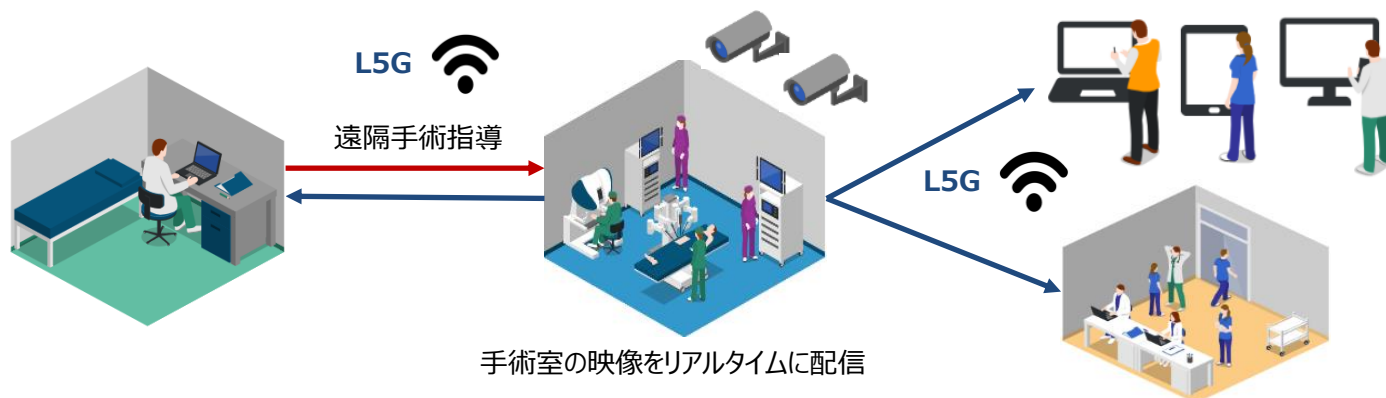
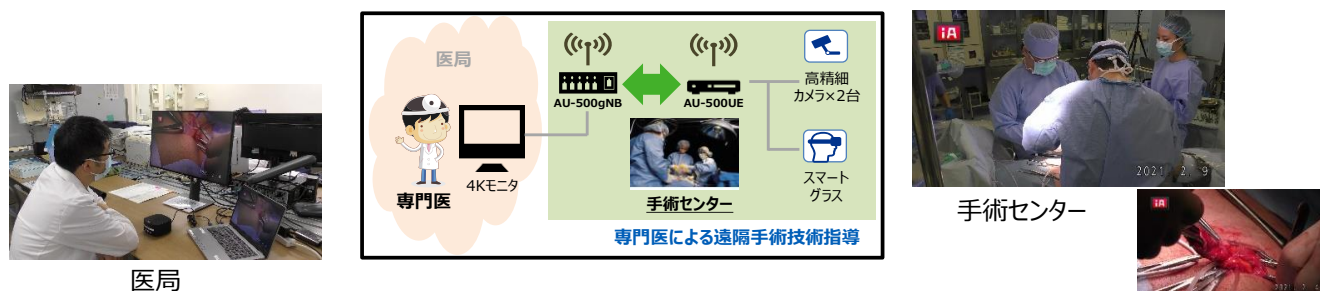


図 3-29 院内での手術映像のリアルタイム配信のイメージ

以下に、院内における遠隔手術指導の取組として、総務省事業として実施された令和 2 年度「地域課題解決型ローカル 5 G 等の実現に向けた開発実証」の「中核病院における 5 G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現」における実証事業の概要を示す。

中核病院における 5 G と先端技術を融合した遠隔診療等の実現—中核病院内・院外におけるリアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔技術指導
実施時期/実施団体：2020.10～2021. 2 / 特定非営利活動法人滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会、他

- 湖西圏域の高島市民病院は、地域の中核病院として幅広い役割を担って医療活動を行っているが、医療業務の効率化や病院機能の向上・地域連携、更には医療受け入れ態勢の確保が必要な状況である。
- 外科手術の場合、外科医 3 名で年間約 200 件程度の手術を行っており、その内 3 割が開腹手術であり複雑な手術が対象となる。少ない人数で手術を回しているため、今後は若手医師の手術技術の向上や、術中相談の際の専門医の手術センターへの移動の削減など業務効率化が求められる。
- 病院内の手術センターと医局にローカル 5 G 基地局を設置し、4 K カメラやスマートグラスを活用して、リアルタイムにて執刀医が院内の医局にいる熟練の専門医から術中相談や技術指導を受ける院内遠隔手術指導を実証した。



ローカル 5 G を利用したポイント

- 遠隔にて指導をするために高精細な手術映像の共有が重要な症例（直腸がん、鼠径ヘルニア、胃がん等）の手術について 4 K カメラやスマートグラスで撮影した映像をリアルタイム配信（20 Mbps/台×3 台、遅延 240 ms 程度で送受信）

評価

- 手術室内での指導とほぼ同等の指導ができるとの評価
- 業務オペレーションの効率化では、15 分程度/件の移動時間短縮による業務改善が図られた
- 今後の要望として、手術室内に配置する 4 K カメラ機材について、小型化、コードレス化の必要性が挙げられた

図 3-30 ローカル 5 G 事例 リアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔技術指導

5)-2 スマートグラス等を活用した手術ナビゲーションシステム

■利用シーン

- 術者の作業状況の把握・判断を支援するために手術ナビゲーションシステムが開発されてきたが、その多くは手術室に置かれたモニター画面上に表示される術前（又は術中）の画像と患者を見比べて病変部の位置や姿勢を予測する装置として運用されている（主に脳神経外科、整形外科、耳鼻咽喉科等の分野）。
- 最近では、AR を用いた手術ナビゲーションシステムも開発されており、術者がスマートグラス経由で患者の体表面や患者を映す画像の上にリアルタイムで患者の解剖学的情報を重ね合わせてみることができる技術が注目されている。

■ローカル 5G を活用するポイント

- ローカル 5G の活用により、映像の遅延等なくスマートグラス等を通じて、手術操作などによって生じる臓器変形などにリアルタイムに対応し、正確にナビゲーション情報を提示することが可能
- スマートグラス等を活用することにより、ハンズフリーでかつ顔を動かすことなく画面を見ながら作業をおこなえるため、医師の負担を軽減すると共に、オペの効率化が図れる **超高速・大容量** **低遅延** **医療の質向上** **業務効率化**
- スマートグラスの無線化により、手術室内での術者の動きを制限することなく、また混雑した手術室内の配線回しの作業を省力化可能 **医療の安全性向上**

■留意点

- 実際にどの程度の帯域が必要となるのか、遅延許容はどの程度なのか検討・実証が必要である。（VR 映像の場合、2 K3D モデルで 20Mbps、360°4K で 50Mbps 程度必要。※コンテンツによる 例として医療 VR データは 500MB 程度のファイルサイズとなる）
- スマートグラス等の装着感の向上などの検討が必要である。（デザイン改良や軽量化など）

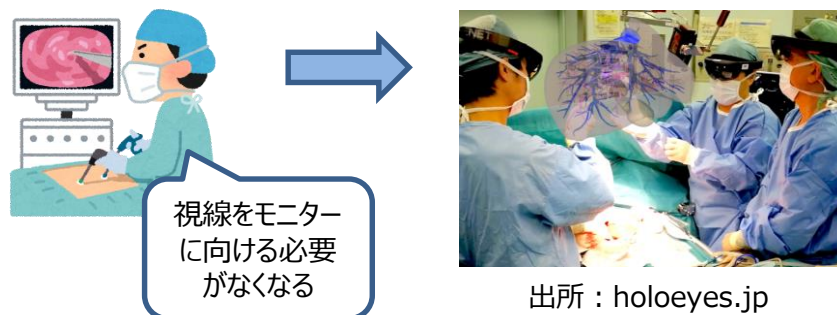


図 3-31 スマートグラス等を活用した手術ナビゲーションシステムのイメージ

6) ローカル 5G のユースケース(案)について

上記の院内におけるローカル 5G のユースケース(案)は、医療機関で利用される医療 ICT システムの将来的な展望を含めて整理しているため、ローカル 5G の導入の実現性も含めて各ユースケース案の導入に向けた時間軸を整理した。調査会社による市場規模予測のレポートによると、ローカル 5G を活用したソリューションは 2023 年から本格的に導入が開始されると予測されている。医療分野においても 2023 年を目途に本格導入が開始されると想定している。

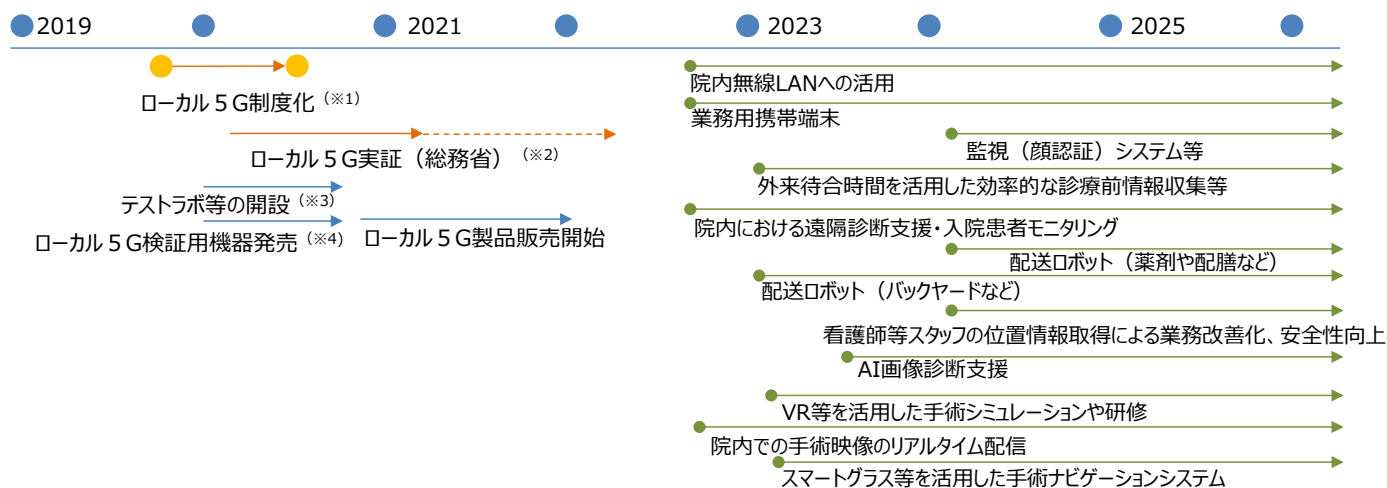


図 3-32 ローカル 5G を活用したユースケース案の導入の時間軸（仮説）

※1：ローカル 5G 導入に関するガイドライン案に係る意見募集の結果及び策定したガイドラインの公表 ローカル 5G 等導入のための制度整備（令和元年 12 月 17 日総務省報道発表）

https://www.soumu.go.jp/menu_news/snews/01kiban14_02000001_00002.html

※2：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」における実証内容の決定（令和 2 年 10 月 16 日総務省報道発表）

https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu06_02000280.html

※3：ローカル 5G オープンラボ（令和 2 年 2 月開設 NTT 東日本・東京大学）<https://business.ntt-east.co.jp/service/local5g-openlab/>

ハイブリッドの 5G オープンラボ（令和 2 年 10 月開設 コニカミルタ・KDDI・NEC）<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2020/10/28/4744.html>

5G X LAB OSAKA（令和 2 年 10 月開設 ソフトバンク・大阪市・AIDOR 共同体・iRooBO）https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2020/20200930_01/

※4：エイビット、ローカル 5G 検証機「AU-500 シリーズ」を 5 月から提供開始 <https://www.abit.co.jp/2020/05/au500/>

富士通コネクテッドテクノロジーズ株式会社 ローカル 5G 対応スマートデバイスを開発 <https://www.fujitsu.com/jp/group/fcnt/about/resources/news/20201016.html>

加えて、各ユースケースによって、無線ネットワークに要求される性能は異なってくると考えられることから、縦軸を高信頼性、横軸を超高速・大容量、超低遅延とし、各ユースケースに要求度合を仮説としてマッピングした。右上がローカル 5G の活用が期待されるユースケースと考えられるが、院内無線 LAN（はすべての無線ネットワークの基盤となるため最も高い位置にいることは当然として、その他、院内における遠隔診断支援・入院患者モニタリング、院内での手術映像のリアルタイム配信、スマートグラス等を活用した手術ナビゲーションシステムなどが期待度の高いユースケースという結果になった。

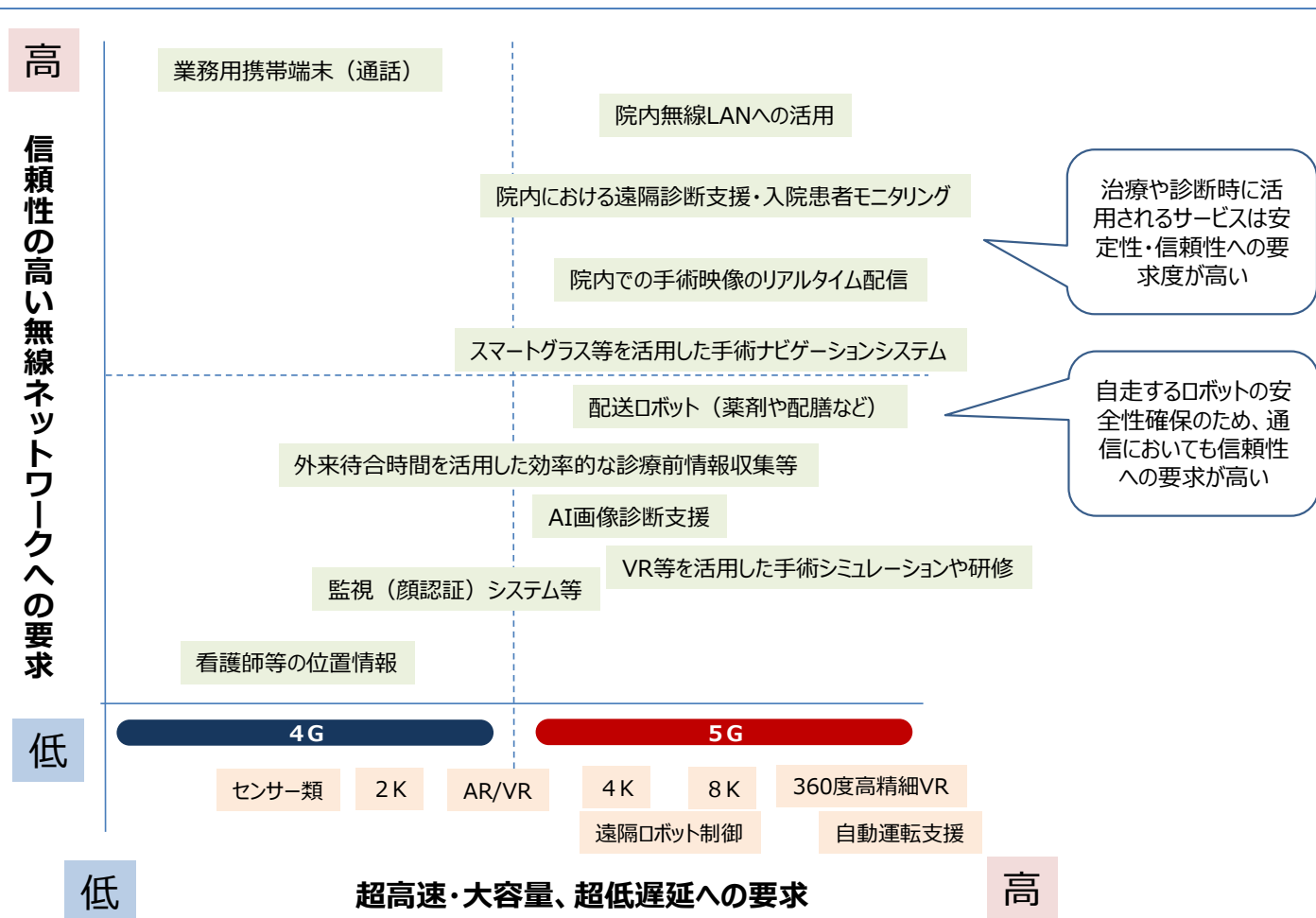


図 3-33 各ユースケースにおける無線ネットワークへの要求度合（仮説）

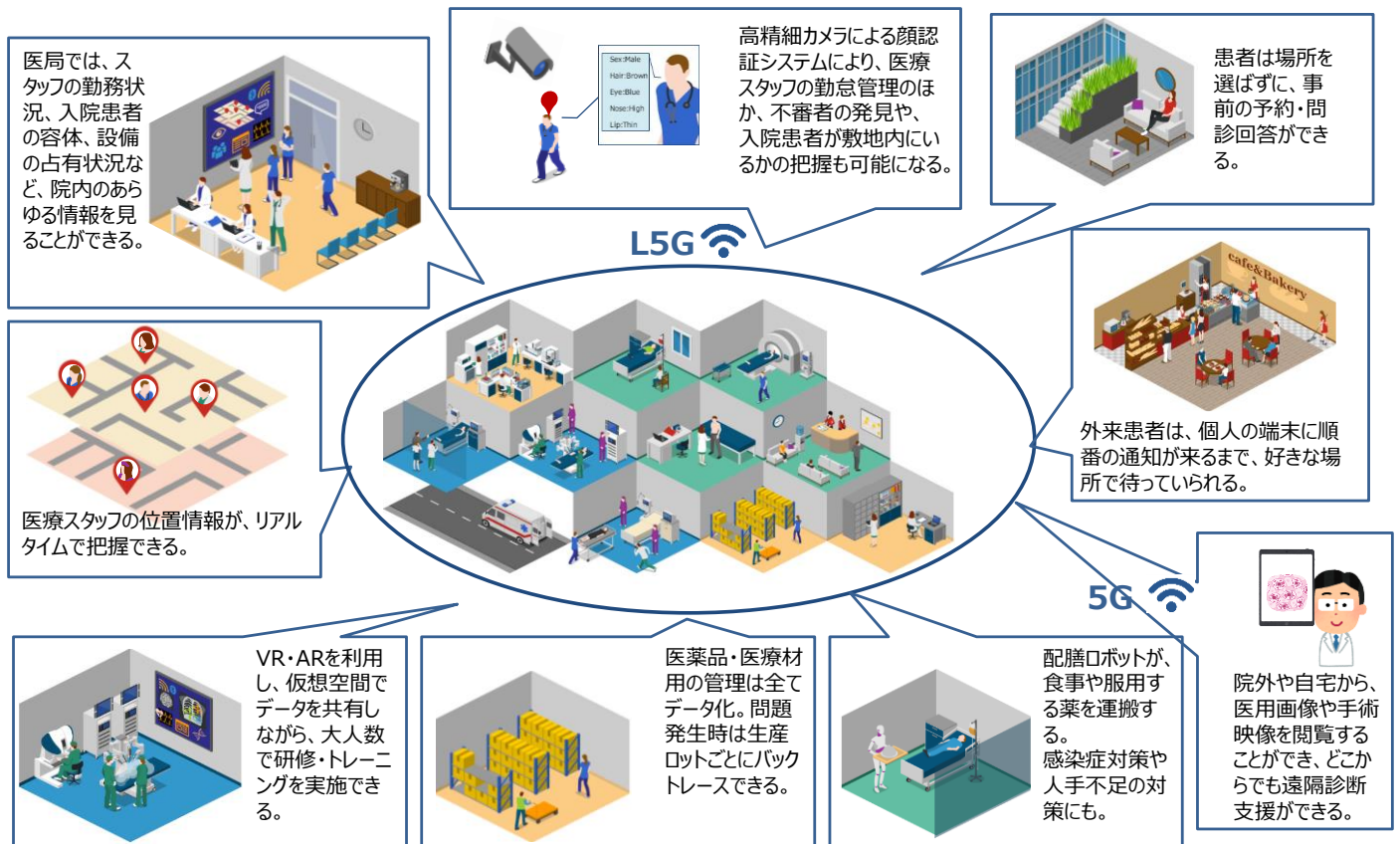


図 3-34 5G/ローカル5Gが実現する未来の病院像

（５）4K8K ユースケースパターン①（映像を見て治療等を行う場合）

1）内視鏡手術における 4K8K カメラの適用

■利用シーン

- ・ 従来では内視鏡のカメラは 2 K 相当が主流であり、視野角も狭い範囲での執刀となっていた。ズームすると、画素の粗さが際立ってしまっていた。
- ・ 内視鏡カメラを 4K8K カメラで撮影を行い、4K8K 用モニターで確認し手術を行う。

■4K8K を活用するポイント

- ・ より実物に近い映像が得られるため、映像の違和感が低減される。
- ・ ズームしても映像の粗さが目立たないため、カメラ機器を患者の体内で動かす頻度を抑えることができる。
- ・ 毛細血管などの細かい組織も確認しながら手術を行うことができ、手術中の安全性を高めることができる。
- ・ 奥行きがある部分について、映像で擬似的な立体感が得られるため、奥行きに対する距離感がつかめる。
- ・ 細部にわたって高画質な手術映像を撮影できるため、録画した映像は教育用としても有用。

■留意点

- ・ 4K8K カメラで撮影する場合、より光量が必要になり、映像内の明暗差が大きくなる場合や、光源の種類によっては色あいが変化するため、色再現性を担保することが難しい場合がある。
- ・ 周辺機器や機能（スコープホルダー、電子ズーム機能等）の開発が合わせて必要となる。
- ・ 手術室内の配置についてモニターが大画面となるため、設置スペースを手術室内で執刀医が見られる場所に配置する必要がある。（他の機器との兼ね合い）
- ・ 撮影した映像の録画や編集を行う場合には 4K8K 専用のシステムの導入が必要となる。

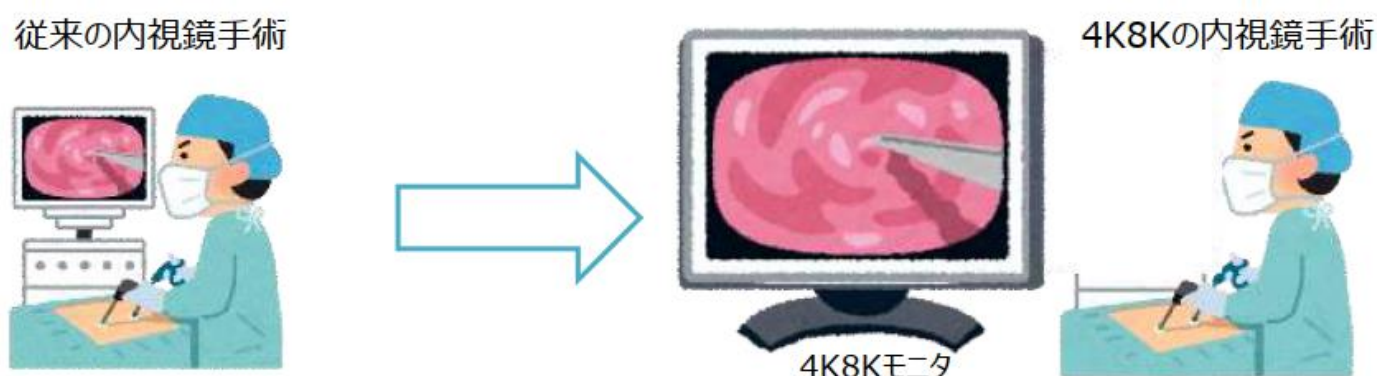


図 3-35 内視鏡手術における 4K8K カメラの適用のイメージ

以下に、上記の類似の取組として、「8K スーパーハイビジョン技術を用いた新しい内視鏡（硬性鏡）手術システムの開発」の概要を示す。

8Kスーパーハイビジョン技術を用いた新しい内視鏡（硬性鏡）手術システムの開発

実施時期/実施団体：2016年～2018年度 / 国立研究開発法人国立がん研究センター、一般財団法人NHKエンジニアリングシステム、オリンパス株式会社、株式会社NTTデータ経営研究所（AMED研究事業）

- 内視鏡カメラに8Kカメラを適用。
- 硬性鏡の光学性能の改善し、8Kカメラの更なる高感度化と小型・軽量化を実施した。
- 発熱の少ない高輝度光源を開発した。
- 硬性鏡と接続しやすい低重量の接続機器（アダプター）を開発した。

4K8Kを利用したポイント

- 肉眼では見えにくい自律神経に係る手術において精度の高い手術が可能。
- がん腫の微細構造の観察、新しい画像診断の可能性の検証。

評価

- 超高精細な8K技術を腹腔鏡手術へ応用することにより、従来の内視鏡とは比べ物にならない超臨場感が生まれ、手術が更に緻密となり、がん領域においては適正な病変、リンパ節の切除を行えることが期待。
- 8Kカメラの高解像性能を活用した術野全体と施術部位近辺の同時表示が可能なシステムの開発により広い手術空間を視認することができ、術中の顕性、不顕性臓器損傷が避けられ合併症が減少することに期待。



手術の様子

国立がん研究センタープレスリリース「8K技術の医療応用で世界初の臨床試験実施」をもとに作成

図 3-36 8K の活用事例 8K スーパーハイビジョン技術を用いた新しい内視鏡（硬性鏡）手術システムの開発

2) 顕微鏡手術における 4K8K カメラの適用

■利用シーン

- ・ 現状では、執刀医は顕微鏡の接眼レンズをのぞき込んで手術を実施するため、姿勢を固定して長時間執刀を行う場合、執刀医への負担が大きいことが課題である。
- ・ 顕微鏡手術のカメラ映像では、実物と同等の映像が担保される必要があるため、顕微鏡にカメラ搭載し 4K8K 映像で撮影を行い、顕微鏡をのぞきこまずに 4K8K 用モニターで確認し手術を行う。

■4K8K を活用するポイント

- ・ より実物に近い映像が得られるため、映像の違和感が低減される。
- ・ 毛細血管などの細かい組織も確認しながら手術を行うことができ、手術中の安全性を高めることができる。
- ・ 奥行きがある部分について、映像で擬似的な立体感が得られるため、奥行きに対する距離感がつかめる。
- ・ 細部にわたって高画質な手術映像を撮影できるため、録画した映像は教育用としても有用。

■留意点

- ・ 手術室内の配置についてモニターが大画面となるため、設置スペースを手術室内で執刀医が見られる場所に配置する必要がある。（他の機器との兼ね合い）
- ・ 撮影した映像の録画や編集を行う場合には 4K8K 専用のシステムの導入が必要となる。

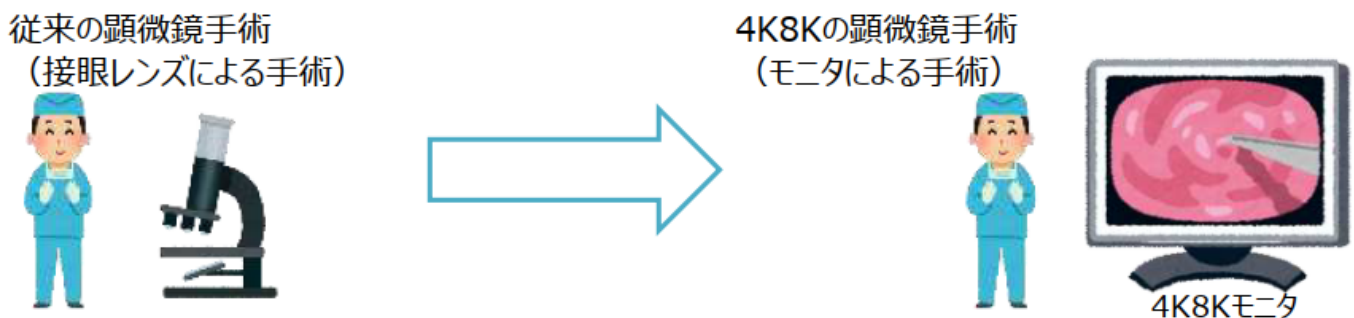


図 3-37 顕微鏡手術における 4K8K カメラの適用のイメージ

以下に、上記の類似の取組事例として、「8K 映像の眼科手術への応用」の概要を示す。

8K映像の眼科手術への応用

実施時期/実施団体：2014年～/ 眼科三宅病院、カイロス株式会社

- 名古屋市の眼科三宅病院にて、8Kを搭載した顕微鏡と8K大型のモニターの活用による、白内障や緑内障等の手術を実施。
- 8Kならではの解像度の高さや色域の広さから、モニターで手術を行う部分をより鮮明に見ることができ、複数の医師からアドバイスを受けながら手術を進められる。

4K8Kを利用したポイント

- 硝子体の細い血管や眼球の繊細な組織まで8Kによって捉えることができ、執刀医以外の複数の医師による確認が可能となる。

評価

- 硝子体の細い血管において血行が止まっているような箇所を8Kだからこそ捉えることができた。
- 繊細な組織の集まる眼球の手術で、複数の医師が鮮明な画像を見ながら手術への助言をすることで、手術のクオリティも高まることが期待できる。



手術の様子

2014.12.5 NHK NEWS WEB、眼科三宅病院HPより作成

図 3-38 8K の活用事例 8K 映像の眼科手術への応用

3) 皮膚科遠隔診断における 4K8K 映像の適用

■利用シーン

- ・ 腫瘍や感染症などの皮膚患部をデジタルカメラなどでかかりつけ医等が撮影し、遠隔にいる皮膚科の専門医が 8K 映像で観察することにより診断支援する。

■4K8K を活用するポイント

- ・ 色の再現が難しいとされる肌色についても忠実に色を再現することが可能なため、映像への違和感が低減される。
- ・ 微細な病変が観察可能となることで、悪性・良性の判断や、治療の必要性の有無が早期に可能となり、患者の精神的負担を早期に解消できる可能性がある。
- ・ 高精細な動画にて病変部を観察できるため、むくみの圧痕状態などが、遠隔の専門医に正確に伝わる。

■留意点

- ・ 足白癬、爪白癬（水虫）等の診断には、顕微鏡検査が必要であり、また皮膚疾患の診断には触診も重要であるため、遠隔で診断支援できる症例についての検証が必要である。

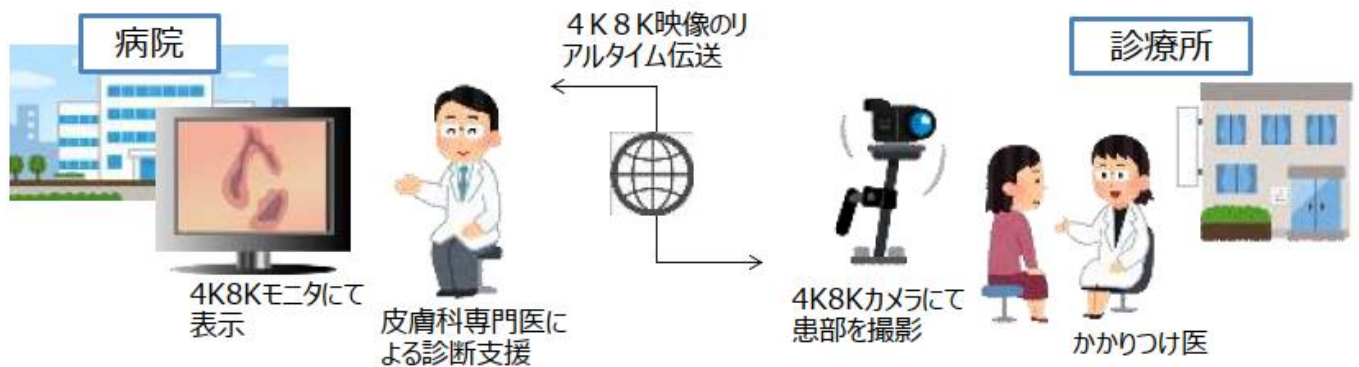


図 3-39 皮膚科遠隔診断における 4K8K 映像の適用のイメージ

以下に、上記の類似事例として、総務省事業として実施された「8K 技術を活用した皮膚科遠隔診療支援モデルの実証」の概要を示す。

8K技術を活用した皮膚科遠隔診療支援モデルの実証
実施時期/実施団体： 2016年度/長崎大学病院、長崎県上五島病院、株式会社NTTデータ経営研究所、一般財団法人NHKエンジニアリングシステム、スカパーJSAT株式会社

・依頼側病院である上五島病院に8Kカメラを設置して、リアルタイムに8K映像を伝送。支援側である長崎大学病院皮膚科医師が遠隔で上五島病院内科医師を通じて、患者とコミュニケーションをとりながら、診療を実施した。
・上五島病院での通常の皮膚疾患の患者構成を基にしつつ、8K技術のニーズが高い可能性のある（2Kによる遠隔診断支援が難しいと想定される）患者を含んで、上五島の患者71名を対象に実証した。

尋常性疣贅（いぼ） (2K映像)		尋常性疣贅（いぼ） (8K映像)		母斑細胞母斑（ほくろ） (2K映像)		母斑細胞母斑（ほくろ） (8K映像)	
4K8Kを利用したポイント				評価			
□ 皮膚疾患は視診によって得られる情報が診断上重要なウエイトを占めていることから、遠隔の場合、高品質な映像が求められる。				□ 8K映像による診断精度は、対面診断と同程度と推定された。（診断一致率95%以上） □ 8K映像は実物と変わらず、肌の質感等が完全に再現されていると評価された。			
課題							
□ 最もポピュラーの皮膚疾患の1つである皮膚真菌症（水虫など）の診断には、顕微鏡検査が必要であり、映像のみでは診断が困難である。実証試験では悪性腫瘍の症例がなく、皮膚疾患の診断には触診も重要であるため、遠隔で診断支援できる症例について検証が必要である。							

総務省「8K技術を活用した遠隔医療モデルに関する実証」報告書をもとに作成

図 3-40 8K の活用事例 8K 技術を活用した皮膚科遠隔診療支援モデルの実証

第3節 具体的なユースケース（案）のまとめ

第2節で検討した具体的な各ユースケース（案）について、5Gと4K8Kの有用性等について再度整理した。今後、各地域でさまざまなケースについて実証や具体的な取組がなされることが期待される。

（1）5G ユースケースパターン①（医療機関の外にいる場合で、データ量が大きく、リアルタイムにファイルの送受信が必要な場合）

1）訪問診療時の専門医による遠隔診療支援

<5Gの活用可能性>

- 訪問診療時は、モバイル通信を活用することが利便さ、セキュリティの面からも最も合理的であると考えられる。一方、訪問診療時に携帯する医療機器はモバイル対応の簡易なものになるため、性能がさほど高くないことが想定される。送信に5Gのスペックは必ずしも必要でない可能性がある。
- そのような場合でも、5Gが広く普及することにより、移動通信システムを活用した遠隔診療支援が5G環境により幅広くなされ、医療の質向上に寄与することが期待される。

<4K8Kの活用可能性>

- 4K8Kで撮影できると、患者の顔色や皮膚の状態（特に在宅患者の場合、褥瘡の状態など）を正確に確認できるため、有用であると考えられるが、専門医が診断支援するためにどの程度の画質が必要か、今後検証が必要である。

2）移動診療車・検診車への診断支援

<5Gの活用可能性>

- 移動診療車・検診車からの情報共有の場合、移動通信システムを活用したほうが場所を選ばず停車できるので、有用であると考えられる。また、病院で利用している医療機器と同様のスペックの機器が搭載可能である。
- 一般的には、エコー、心電図モニター、脈拍計、心拍計及びテレビ会議システムなどを搭載している。エコーは看護師や技師でも扱えるため、専門医による遠隔診断支援の適用が期待できるケースである。

<4K8Kの活用可能性>

- 4K8Kで撮影できると、患者の顔色や皮膚の状態を正確に確認できるため、有用であると考えられるが、専門医が診断支援するためにどの程度の画質が必要か、今後検証が必要である。

3）救急搬送中の情報共有による遠隔診療支援

<5Gの活用可能性>

- 救急車・ドクターカーからの映像の情報共有の場合、移動通信システムが最も合理的な通信手段と考えられる。ドクターカーには医療機器も搭載されているため、その情報を事前に搬送先の病院に連携することは有効と考えられる。

- 救急車・ドクターカーは移動するため、5G のエリア内での活用に留まらない可能性がある。5G が全面展開されるまでは 4G を活用した仕組みが必要である。

<4K8K の活用可能性>

- 4K8K で撮影できると、患者の顔色や皮膚の状態を正確に確認できるため、有用であると考えられるが、専門医が診断支援するためにどの程度の画質が必要か明確になっていないため、検証が必要である。

4) 手術時の遠隔術中迅速病理診断及び病理画像診断支援

<5G の活用可能性>

- 院外にいる医師が緊急で遠隔術中迅速病理診断をするニーズは存在するが、実際に遠隔術中迅速病理診断を行う場所やタイミングを考慮すれば、緊急時、院外で診断するニーズがどれほどあるのか検証する必要がある。

<4K8K の活用可能性>

- 病理画像に 4K8K を活用することの有効性は評価されている。

5) 病院外にいる熟練専門医による遠隔診断支援及びテレワーク等

<5G の活用可能性>

- 院外にいる医師へのコンサルテーションについては、患者の医用画像等が共有されることで、より正確な助言等を得ることができるようになるため、有用と考えられる。
- 自宅に帯域の確保されたセキュアなネットワークを設営するとコストがかかるので、その代替として 5G を活用できれば、医師のテレワークを推進する意味でも有用と考えられる。

<4K8K の活用可能性>

- 病理画像に 4K8K を活用することの有効性は評価されている。

(2) 5G ユースケースパターン②（診療所等に光回線が届いておらず、リアルタイムにファイルの送受信ができない場合）

【光回線が届いてない地域における診療所への診断支援】

<5G の活用可能性>

- 必要な通信の安定性や信頼性が有線に無線を組み合わせた構成と比べて優位なのか、多様な通信環境のうち要件を満たす環境が実際にどの程度あるのか等について検証を行う必要がある。
- 安定性や信頼性、経済性という観点から、有線と比較し、使い分けや併用を考えるべきである。

<4K8K の活用可能性>

- 4K8K で撮影できると、患者の顔色や皮膚の状態を正確に確認できるため、有用であると考えられるが、専門医が診断支援するためにどの程度の画質が必要か明確になっていないため、検証が必要である。

(3) 5G ユースケースパターン③（映像をみて遅延なく遠隔地に指示する場合 ※支援側が医療機関外にいる場合）

<5G の活用可能性>

- ニーズがどの程度あるのか、また支援側の医師が院外にいるケースがどの程度あるのかを調査し、必要性やシステムの有効性を検証する必要がある。

（４）院内におけるローカル 5 G ユースケース

1) 病院全域におけるユースケース

<ローカル 5G の活用可能性>

○ ローカル 5 G で無線 LAN インフラを構築することで、信頼性の高い、超高速・大容量な無線ネットワークの構築可能となるが、医療施設における無線ネットワークのエリア設計の方法について現場にて十分検証する必要がある。

○ 医療機関における PHS の代替えや医療施設の ICT 化に伴う設備の導入にあたっては、医療機関の規模や状況等を踏まえ、ローカル 5 G やプライベート 5 G 等の通信システムの長所短所を考慮した上での検討が必要である。

2) 外来におけるユースケース

<ローカル 5G の活用可能性>

○ 病院内における遠隔での診察にどのくらいニーズがあるのか、また遠隔での診察にどの程度の解像度（映像品質）が必要か検討・検証する必要がある。

3) 病棟におけるユースケース

<ローカル 5G の活用可能性>

○ 病院内における遠隔診断支援・患者モニタリングにどのくらいニーズがあるのか、また遠隔診断支援・患者モニタリングにどの程度の解像度（映像品質）が必要か検討・検証する必要がある。また、医師の不要な駆け付けの減少や遠隔での指示だしの有効性について効果検証が必要である。

○ 自動搬送ロボットやベッドサイドのバイタルデータの収集の活用については、技術的な検証に合わせて安全面・運用面での検証も必要になる。

4) 各診療科におけるユースケース

<ローカル 5G の活用可能性>

○ AI 画像診断支援や VR 等を活用した手術シミュレーションや研修への活用については、実際にどの程度の伝送容量、低遅延が必要となるのか検討・実証が必要である。

5) 手術におけるユースケース

<ローカル 5G の活用可能性>

○ 手術映像のリアルタイム配信やスマートグラス等を活用した手術ナビゲーションシステムへの活用については、実際にどの程度の伝送容量、低遅延が必要となるのか検討・実証が必要である。

（５）4K8K ユースケースパターン①

（映像を見て治療等を行う場合）

1) 内視鏡手術における 4K8K カメラの適用

<4K8K の活用可能性>

○ 内視鏡手術における 8K の適用の有効性は評価されている。

2) 顕微鏡手術における 4K8K カメラの適用

<4K8K の活用可能性>

- より実物に近い映像が得られるため、映像の違和感が低減される等の活用可能性が考えられる。執刀医以外のスタッフの観察用、記録用としては有用と考えられる。

3) 皮膚科遠隔診断における 4K8K 映像の適用

<4K8K の活用可能性>

- 8K 映像で皮膚疾患を遠隔で診断支援することの有効性について、一定の評価結果は得られているが、8K 映像がどのような疾患やケースにおいて有用であるか、更なる具体的な検討が必要と考えられる。