

第2章 求められる高度医療情報伝送システム

2.1 救急医療現場における情報通信ニーズ

救急医療における情報通信の現在の装備・運用の状況及びそれを踏まえたニーズについて、医療機関及び消防（救急）機関の双方に対してアンケート及びヒアリング調査を実施した。

その結果、携帯電話により病院と救急隊との直接の通信が容易になった近年においては、相当に円滑な情報の疎通が可能となっている一方、将来に向けてさらなる高度化への期待が明らかになった。

2.1.1 医療機関が求める医療情報に関するアンケート

（１）概要

現在、救急搬送中において、医師と救急隊員との間では、現場到着時及び搬送中の傷病者容態について、主に音声通話により情報のやりとりをしている。このような中で、業務のより円滑な実施のために期待される、新たに伝送可能とすべき医療情報（傷病者情報）への期待について調査を行った。

調査方法としては、まず、医療機関（医師側）が求める医療情報（傷病者情報）にはどのようなものがあるのかについて北陸３県における医療機関（主に病院）に対してアンケート調査を実施して、情報通信に関する具体的なニーズを把握した。

（２）アンケート調査の基礎情報

アンケート調査は、以下の要領で実施した。

実施日
平成17年7月下旬～8月上旬

アンケート回答数は表2-1のとおりである。

表2-1 アンケート回答数

送 付 先		発送数	項目	合計
医療機関	石川	79	回収数	32
			回収率	41%
	富山	61	回収数	33
			回収率	54%
	福井	75	回収数	39
			回収率	52%
総 数		215	回収数	104
			回収率	48%

救急医療区分ごとのアンケート回答数は、表2-2のとおりである。

表2-2 救急医療区分別アンケート回答数

	初期	2次	3次	区分なし	合計
富山県	18	11	3	1	33
石川県	13	15	3	1	32
福井県	31	7	1	0	39
合計	62	33	7	2	104

(3) アンケート結果

救急搬送中の救急隊員から病院に到着するまでの間に、医療機関が求める医療情報（傷病者情報）に関する現状及び要望の概要は、以下のとおりである。

医療機関が救急隊員から受け取っている医療情報（傷病者情報）

- ・現在、医療機関が救急隊員から受け取っている情報を図2-1、2-2に示す。
- ・上位から「傷病者の症状・外傷部位等の所見（87件、割合83.6%）」、「傷病者情報（年齢・性別等）（83件、同79.8%）」、「受入可否等の搬送連絡（79件、同75.9%）」となっており、通信手段はそのいずれもが音声通話によっている。
- ・また、104件中78件（割合75.0%）の医療機関において、バイタルサインデータ（血圧、血中酸素飽和度、心電図、体温等の一つ又は複数）を受け取っていることが明らかになった。この場合の通信手段は多くが音声通話によっているが、心電図に限っては過半数強がデータ通信により伝送している。

音声通話による情報通信の課題

- ・現在の情報の通信方法に関する課題を図2-3に示す。
- ・搬送中の救急隊員との連絡に関して、「不都合を感じたことがある（52件、割合50.0%）」、「不都合を感じている（4件、同3.8%）」と、何らかの不都合を感じている割合は53.8%となっている。
- ・何らかの不都合を感じていると回答した56の医療機関の中で、特に不都合を感じた点については、上位から「傷病者の容態を正確に把握することが困難（41件、同73.2%）」、「聞き間違いがある（25件、同44.6%）」、「繰り返し聞き直し等がある（25件、同44.6%）」となっている。また、「救急搬送中の容態変化の迅速な把握が困難（13件、同23.2%）」という意見もある。

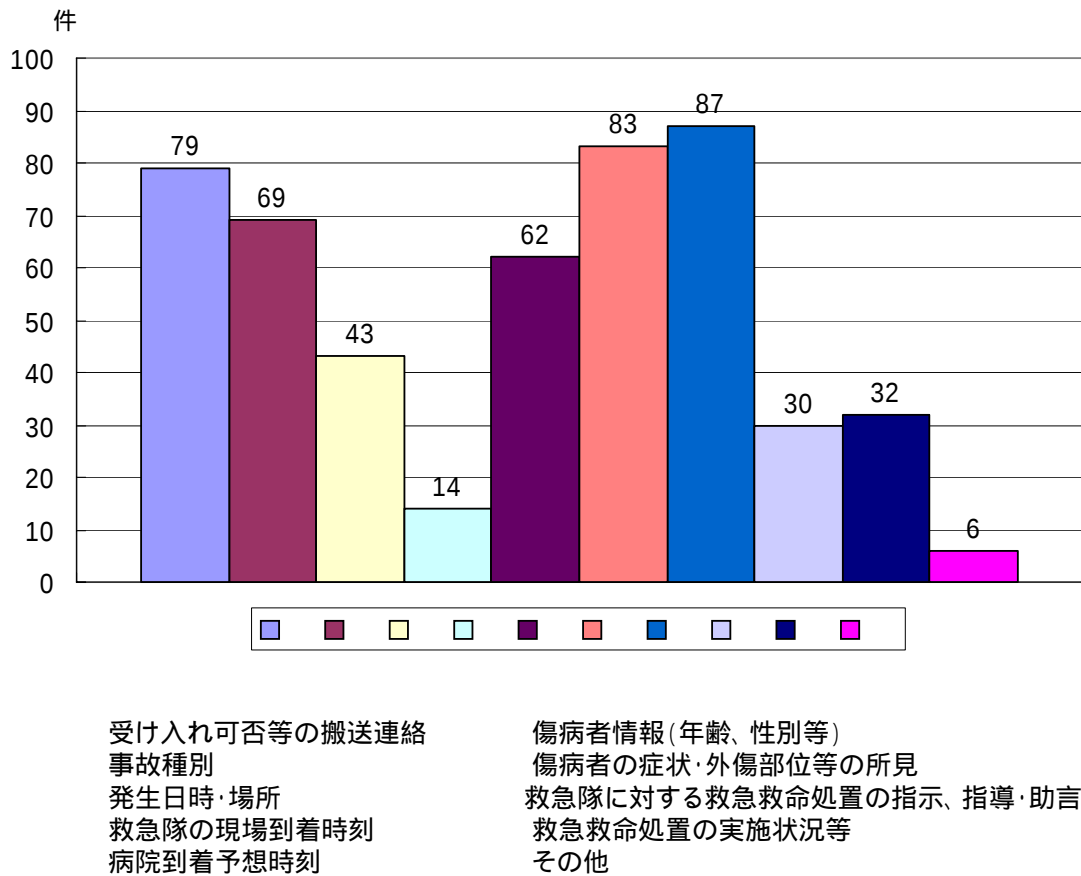
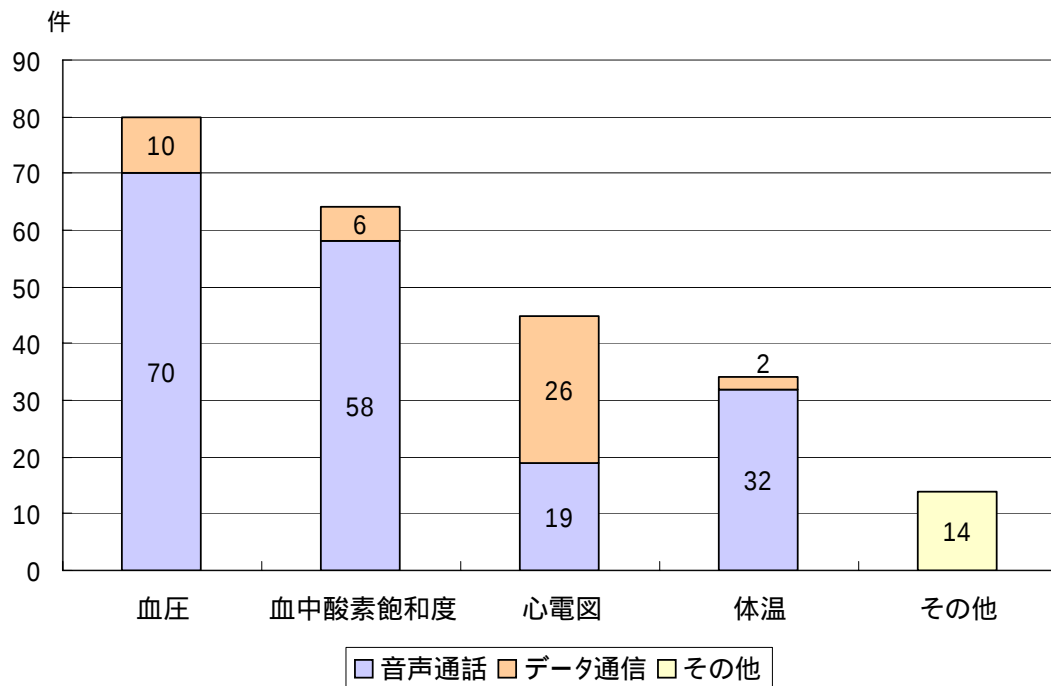


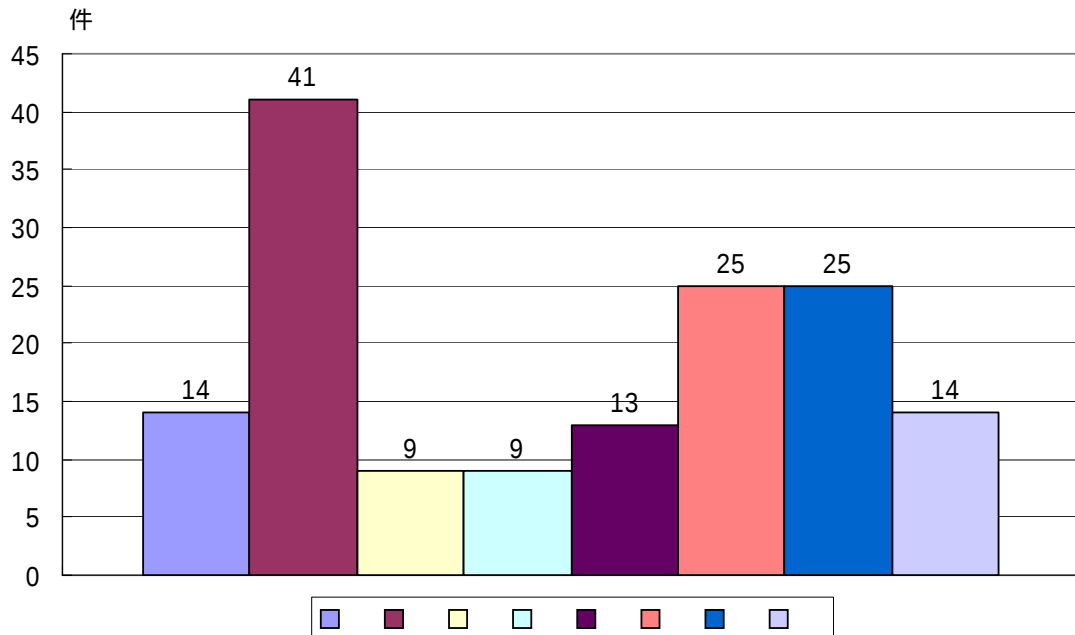
図2-1 救急隊員から受け取っている医療情報

- ・受け取っているバイタルサインデータの品質については、「満足している（37件、割合35.5%）」とする一方で、「概ね満足しているが、適切な受け入れ判断や準備を行うには不十分（36件、同34.6%）」、「概ね満足しているが、救急隊員への適切な指示、指導・助言を行うためには不十分（13件、同12.5%）」となっており、音声通話や現状のデータ通信でも一定の効果があるものの、将来の改善への期待も読み取ることができる。



血圧: 計80件 (音声データ:70 データ通信:10)
 血中酸素飽和度: 計64件 (音声データ:58 データ通信:6)
 心電図: 計45件 (音声データ:19 データ通信:26)
 体温: 計34件 (音声データ:32 データ通信:2)
 その他: 計14件

図2-2 救急隊員から受け取っている通信手段別バイタルデータ



事故現場の状況を的確に把握することが困難
 傷病者の容態を正確に把握することが困難
 救急隊に対する救急救命処置の指示、指導・助言を的確に行うが困難
 救急隊による救急救命処置の実施状況の正確な把握が困難
 救急搬送中の容態変化の迅速な把握が困難
 聞き間違いがある
 繰り返し聞き直したり、聞き返されたりすることがある
 その他

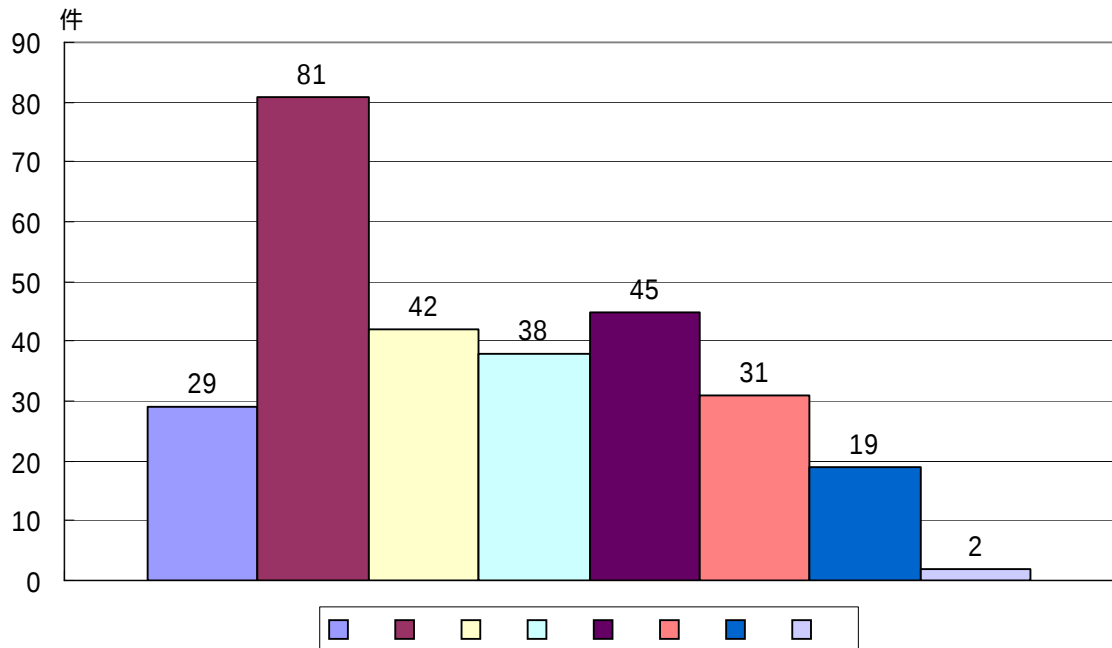
図2-3 音声通話で特に不都合を感じた点

画像伝送のニーズ

- ・図2-4は、画像伝送に対するニーズ（用途）の状況である。
- ・搬送中の救急車から医療機関への傷病者の画像伝送についての有用性について、医療機関での受け入れ準備、救急隊員への指示、指導・助言にといった業務への有用性に関して、「有用と考える（41件、割合39.4%）」、「傷病の種類・程度によっては有用と考えられる（49件、同47.1%）」であり、104件中90件（割合86.5%）の医療機関が画像伝送の有用性を認め、画像伝送システムの導入に期待を寄せている。
- ・また、どのような点で有用性があるとしているかについては、「傷病者の容態をより正確に把握できる（81件、同77.8%）」としており、医療機関側では、現状以上に傷病者の容態を正確に把握したいニーズがあることが伺える。次に「搬送中の容態変化がより迅速に把握できる（45件、同43.2%）」、「救急隊員への救急救命処置の指示、指導・助言がよりの確に行える（42件、同40.3%）」となっているが、「伝送されてくる画像の品質がどの程度担保されるのかによるところが大きい」としている。
- ・一方で、搬送時間が10分以内が多いとする市内においては、画像伝送の必要性はないと考えているとの意見もある。

メディカルコントロール体制の充実・向上のために必要なその他のバイタルデータ等

- ・医療機関104件中71件（割合68.2%）が現在のバイタルデータ項目でよいとしている。これに対し、19件（同18.2%）が呼気二酸化炭素濃度を上げて、他に必要なデータがあるとしている。



事故現場の状況がよりの確に把握できる
 傷病者の容態をより正確に把握できる
 救急隊の救急救命処置の指示、指導・助言がよりの確に行える
 救急隊の救急救命処置の実施状況がより正確に把握できる
 救急搬送中の容態変化がより迅速に把握できる
 聞き間違いが減る
 繰り返し聞き直したり、聞き返されたりすることが減る
 その他

図2-4 画像伝送のニーズの有用性

2.1.2 消防機関が求める支援情報に関するアンケート

(1) 概要

通常、救急医療の現場で伝達される情報の最も重要なものは、救急隊から医療機関に向けて伝達される、患者収容時及び搬送中の患者容態についての情報である。救急医療情報伝送の高度化に関しても、この方向は変わらず、情報はもっぱら医療機関側において利用されるものであるが、救急救命体制の重要な役割を担い、医師等と直接に通信をする立場として認識を確認し、参考とするため、消防（救急）機関に対しても医療機関と同等の項目による調査を実施した。

これに当たり、情報の種類等に関する事項については、本来「説明を行い状況を伝達し、指示・助言を受ける」消防機関の担当者の立場でありつつも、情報を受信する医師の立場想定して回答するようお願いをしている。

(2) アンケート調査の基礎情報

アンケート調査は、以下の要領で実施した。

実施日：平成17年7月下旬～8月上旬

アンケート回答数は表2-3のとおりである。
(北陸3県では全消防機関から回答を頂戴した。)

表2-3 アンケート回答数

送 付 先		発送数	項目	合計
消防機関	石川	10	回収数	10
			回収率	100%
	富山	20	回収数	20
			回収率	100%
	福井	11	回収数	11
			回収率	100%
総 数		41	回収数	41
			回収率	100%

(3) アンケート結果

消防機関が求める支援情報（傷病者情報）に関して、現状及び要望は次のとおりである。

救急隊員から医療機関へ送っている医療情報（傷病者情報）

- ・現在、救急隊から医療機関に送っている情報は、図2-5のとおりである。
- ・上位から「救急救命処置の指示、指導・助言の要請（41件、割合100%）」、「傷病者の症状・外傷部位等の所見（40件、同97.5%）」、「傷病者情報（年齢・性別等）（40件、97.5%）」となっており、通信手段は音声通話によっている。その他、80%以上において、受け入れ可否等の搬送連絡、事故種別、救急救命処置の実施状況等も報告している。

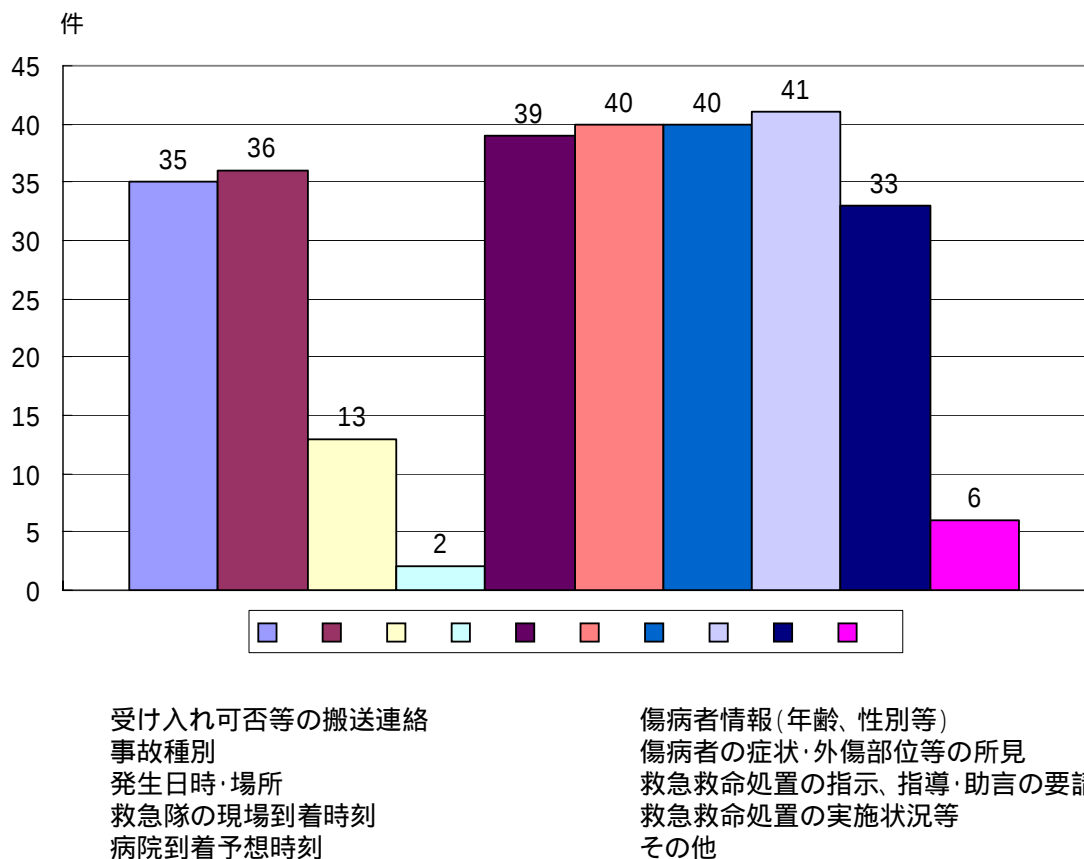
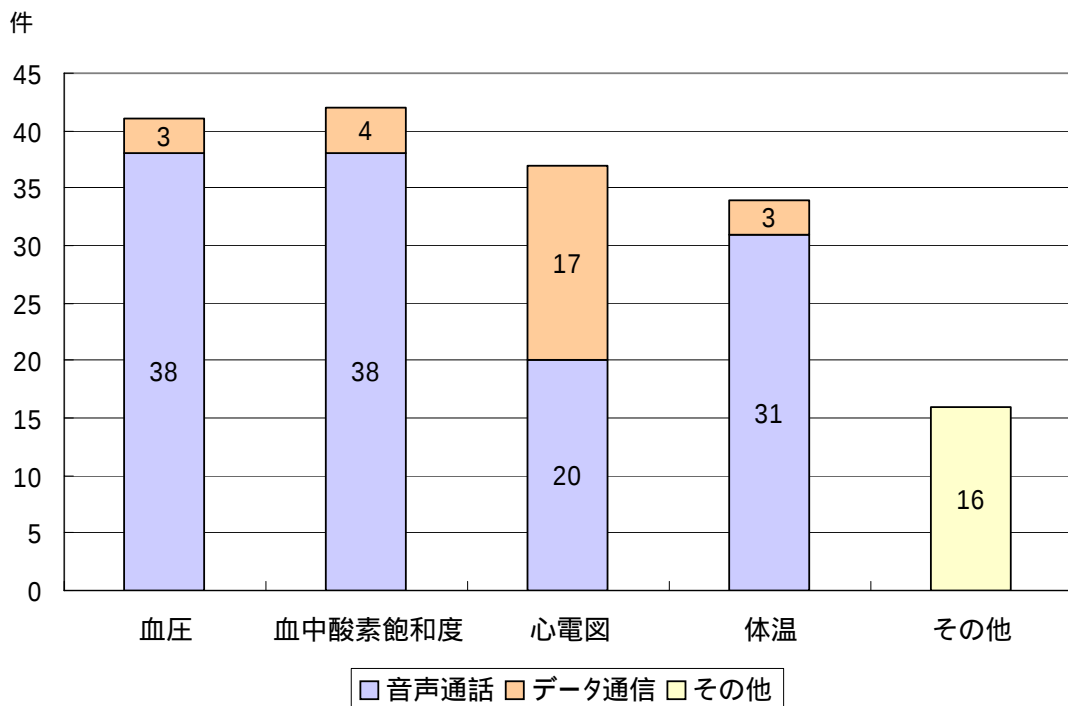


図2-5 医療機関へ送っている医療情報

- ・ 図2-6は、医療機関へ送っている通信手段別バイタルデータである。
- ・ バイタルサインデータ（血圧、血中酸素飽和度、心電図、体温等の一つ又は複数）は、「必ず送っている（23件、割合56.0%）」、「送ることがある（16件、同39.0%）」であり、41件中39件（割合95%）がバイタルサインデータのほとんどを音声通話にて連絡している。
- ・ 心電図については、37件のうち17件（割合45.9%）はデータ通信手段にて送信している。
- ・ なお、平成15年3月の制度改正により、救急救命士が、医師の指示を受けなくても除細動処置（いわゆる電気ショック）を行えることになったため、救急車から心電図を送る必要がある事態が大幅に減少したと言われるが、現在でも従来どおり送信するようにしているとする回答も少なくない。

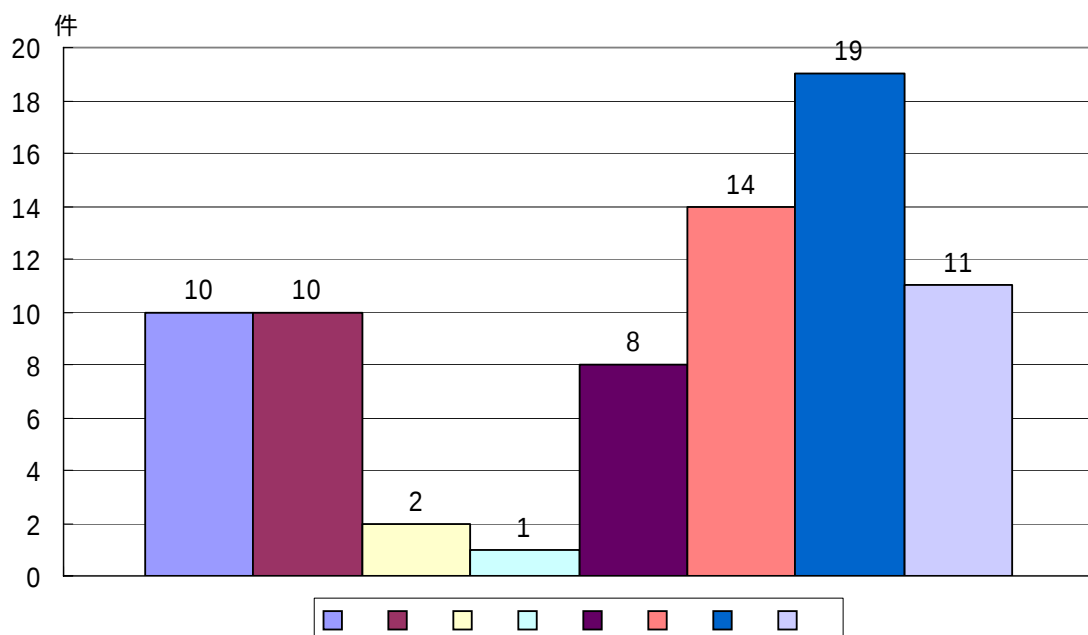


血圧： 計41件（音声データ：38 データ通信：3）
 血中酸素飽和度： 計42件（音声データ：38 データ通信：4）
 心電図： 計37件（音声データ：20 データ通信：17）
 体温： 計34件（音声データ：31 データ通信：3）
 その他： 計16件

図2-6 医療機関へ送っている通信手段別バイタルデータ

音声通話による情報通信の課題

- ・ 現在、現在の音声通話を主とした通信の課題は、図2-7のとおりである。
- ・ 救急隊から搬送中の医療機関への連絡は、携帯電話による音声通話及び低速のデータ通信にて行っており、搬送中の医療機関との連絡に関して、「不都合を感じたことがある（31件、割合75.6%）」となっている。
- ・ 不都合を感じたことがあると回答した31の消防機関の中で、特に不都合を感じた点については、上位から「繰り返し聞き直し等がある（19件、割合61.2%）」、「聞き間違いがある（14件、45.1%）」となっている。一方、「傷病者の容態を正確に伝えることが困難」としているのは8件（割合24.3%）であり、救急隊員から医師に対しては、比較的、円滑に伝達できていると考えているものと推測される。
- ・ 中山間地域の救急隊員の意見では、山間部など電波状況が悪い地域では通信が困難であったり、救急車の警報音などにより会話が聞きづらいなどで困っているとの意見もある。

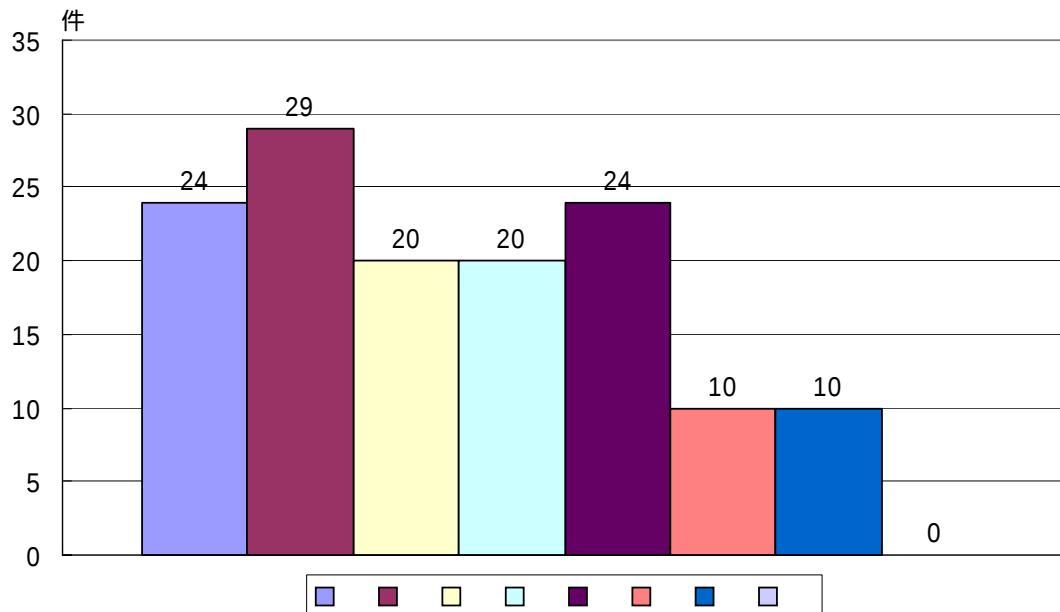


事故現場の状況を的確に伝えることが困難
 傷病者の容態を正確に伝えることが困難
 救急救命処置の指示、指導・助言を的確に要請することが困難
 救急救命処置の実施状況を正確に伝えることが困難
 救急搬送中の容態変化を迅速に伝えることが困難
 聞き間違いがある
 繰り返し聞き直したり、聞き返されたりすることがある
 その他

図2-7 音声通話で特に不都合を感じた点

画像伝送のニーズ

- ・図2-8は、画像伝送に関するニーズの状況である。
- ・搬送中の救急車から医療機関への傷病者の画像伝送についての有用性について、医療機関での受け入れ準備、救急隊員への指示、指導・助言に利用することを想定し、「有用と考える（11件、割合26.8%）」、「傷病の種類・程度によっては有用と考えられる（29件、同70.7%）」とあり、41件中40件（割合97.5%）が画像伝送の有用性を認めているものと考えられる。
- ・なかでも、どのような点で有用性があるとしているかについては、「傷病者の容態をより正確に伝えられる（29件、割合70.7%）」としており、また、「搬送中の容態変化がより迅速に伝えられる（24件、同58.5%）」となっている。消防機関においては現在の通信についての不都合が医療機関に比べて大きくは捉えられてはいない一方で、より正確に伝えられるだろうとの期待感を持っていることが伺える。また、消防機関側では、「事故現場の状況をよりの確に伝えられる（24件、同58.5%）」との意見も多く、この点で画像伝送への期待もあることが伺える。
- ・上記のほか、「救急隊員への救急救命処置の指示、指導・助言がよりの確に要請できる（20件、同48.7%）」、「救急救命処置の実施状況をより正確に伝えられる（20件、同48.7%）」となっているが、画像品質がどの程度担保されるのかや、救急車内を常に観察されることで消防隊員が違和感を感じるのではないかなどの意見もあった。
- ・消防機関においても、搬送時間が10分以内が多いとする市内においては、画像伝送処理をしている間に医療機関に到着してしまうため、必要ないのではないかと考えているとの意見もある。



事故現場の状況をよりの確に伝えられる
 傷病者の容態をより正確に伝えられる
 救急救命処置の指示、指導・助言をよりの確に要請できる
 救急救命処置の実施状況をより正確に伝えられる
 救急搬送中の傷病者の容態変化をより迅速に伝えられる
 聞き間違いが減る
 繰り返し聞き直したり、聞き返されたりすることが減る
 その他

図2-8 画像伝送のニーズの有用性

メディカルコントロール体制の充実・向上のために必要なその他のバイタルデータ等

- ・ 41件中35件（割合85.3％）の消防（救急）機関が、現在のデータでよいとしているが、これに加え、4件（同9.7％）が経過時間の自動伝送等付加的なデータの充実を提案している。

2.1.3 アンケートまとめ

救急医療に関する情報通信の現状と主なニーズについては、以下のとおりである。

- 現在、携帯電話により、主に音声の会話によって、救急隊から医療機関に対して傷病者の年齢・性別、症状の概要等の基本的な情報が伝達され、医療機関における受入れ可否等の判断のほか、医師からの一定の指示・助言が行われ、有効に運用されている。
- 一方、医療機関においては、特に傷病者の容態の現状とその変化をより正確に把握したいとの要望があり、正確さを求めるが故に、救急隊を含めて双方が音声での聞き直し等のもどかしさや伝達の不都合を感じている。
- 上記により、医療機関・救急隊の双方とも画像伝送に対する期待が大きい。特に、患者の容態とその変化を十分に把握できる品質の動画像が求められ、もってより効果的な医師からの指示・助言や二次・三次病院のいずれかといった搬送先病院の適切な選択につながることも期待されている。（性能・品質については2.2項において報告する）
- なお、血圧・心電図等のバイタルデータについては、担当機関によって期待度が異なっている。特に、医師の助言や救急救命士等の資格がなくとも心除細動処置が行える自動体外式除細動装置が救急車に標準的に装備されるようになって以降、心電図の伝送の必要性が大幅に低くなったとの見解もあった。そのため、バイタルデータは概ね音声のみで伝達でき、心電計もビープ音のみを伝送することで患者容態の変化の把握に有効との意見もあったが、他方で引き続きできるだけ正確な心電図情報の伝達を求める声もあった。

2.1.4 ヒアリング調査

アンケート調査により、救急医療現場における情報通信に対する要望が浮かび上がったが、情報通信システムが備えるべき要件を整理するためには、各要望について、必要の度合い、求める品質水準、情報の利用方法等、詳細な内容を把握する必要があるので、北陸地域の医療機関及び消防機関から代表的な機関を選定し、面接によるヒアリング調査を行った。

(1) 実施時期

平成17年12月上旬～中旬

(2) 対象

地域や病院の規模等により、要望や意識に差が生じる可能性を考慮し、都市部、都市近郊、中山間地域の各地域から表2-4のとおり対象機関を選定した。

表2-4 ヒアリング先一覧

	福井県	石川県		富山県
	医療機関	医療機関	消防機関	医療機関
都市部	L病院(3次)	X大学病院(3次)	A消防本部	M病院(3次)
都市近郊		Y市民病院(2次)	B消防本部	
中山間地域		Z総合病院(3次)	C消防本部	

(3) 結果

ヒアリングの結果、情報伝送システムに期待される主な要件は次のようなものである。

- 患者の容態とその変化を把握するためには、呼吸に伴う胸部の動き等を確認できる解像度と動きのなめらかさを備えた動画が伝送できること。
- 音声、バイタルデータ等は、必要性について意見が分かれるが、これらを含む多様な伝送を想定する必要があること。
- 災害等に十分な信頼性と通信可能エリアを持ちつつ、システムの構築コストが十分に低いこと。
- 医療機関と救急隊双方にとって操作が容易であること。

2.2 高度医療情報伝送システムの要件

前項までのニーズ調査をもとに高度医療情報伝送システムの要件を整理すると次のとおりである。

2.2.1 伝送する医療情報の種類と要求される品質

(1) 画像情報

画像情報の品質等については、ヒアリングに加えて3.4項に示す画像品質試験を行っている。この中では、救急業務用の情報通信として画像の伝送がほとんど行われていない現状を踏まえると、静止画のみの伝送でも相当な意義があるとの意見もあったが、動画において特に呼吸状況が把握できる品質の画像は将来にわたって極めて有意義であるということが明らかとなった。各種技術条件を見出す前提となるこれらの要求品質は、表2-5のとおりである。

必要となる画像の種類(動画・静止画)は、傷病者の症状等に応じて異なるため、撮影範囲(カメラの方向)や大きさ(ズーム)とともに、医師等の操作により医療機関において遠隔操作で切り替えられることが望ましい。

なお、画像の品質等については、前頁の他に、将来、救急救命士による実施が認められる医療行為の範囲の拡大を想定し、リアルタイムで医師の指示に従って行う処置状況の動画像を伝送する場合には、より高品質の動画像(640×480画素以上で10フレーム/秒以上であって遅延が0.2秒程度以下のもの)が期待されるとの意見があった。

(なお、これについては、現状では具体的な時期や利用頻度が明確でなく、遅延特性も満足すること、1組の通信で使用する伝送容量極めて大きくなることを想定すると、将来的な課題として考慮することが適当と考えられる。)

(2) バイタルデータ

2.1で述べたように、バイタルデータの数値・データ伝送としての伝送必要性については意見の別れるが、次のようなバイタルデータは今後とも想定する必要があると考えられる。一方、これの必要とする伝送容量についてはいずれも先の動画像の伝送容量に比べて、十分小さな規模のものとみられている。

- ・ 血圧
- ・ 血中酸素飽和度
- ・ 心電図(心電波形のほか、心電計ビープ音にて代替可能との意見もある)
- ・ 体温その他

表2-5 前提となる要求品質

画像種別	要求品質	用途及び品質の目安
動画像	○ 解像度 320×240画素程度以上 ○ フレームレート 10フレーム/秒以上 (アプリケーション層伝送速度: 約300kbps) ○ 伝送遅延 0.3秒程度以下が望ましい。 (ただし、リアルタイムでの作業指示 を想定しないことが理解されれば、 さらに大きな遅延も許容できる。)	・呼吸に伴う胸部の動きを確認できること。 ・体の各所の動きから意識レベルを確認し得ること。
	○ 用途等 ・医療機関における重篤度・特定の症状の判断による準備(専門医への連絡・特定の医療機器等の具体的準備のほか、医療関係者の心構えを整える上でも有効) ・医療機関側での受入れ可否と搬送先病院の変更判断の迅速化	
静止画像	○ 解像度 640×480画素程度以上 ○ フレームレート 4フレーム/秒程度 (より少ない状況も容認可) * アプリケーション層伝送速度: 約300kbpsまで	・外傷部位の状況が確認できること。 ・表情、顔色の状況が確認できること。
	○ 用途等 ・医療機関における重篤度の判断及び医師の指示による処置の助言 (比較的簡便なもの)	

(3) 音声情報

音声伝送は、必須項目であるが、伝送全体に一定の遅延があることを想定した場合、音声の利用法については次のような2つの考え方がある。

救急車から病院側に向けた方向にのみ、動画像と同期して伝送する場合

一定の遅延がある場合でも音声伝送にはある程度の意義がある。ただし、以下の点で注意が必要である。

- ・ 画像と同様の発想で救急車内の全般的な音声を収集する場合には救急車の発する警報音（ピーポー音）により、必ずしも車内の会話や説明が明瞭でない
- ・ 次の 1 に示すような救急隊と医療機関との間での会話を遅延のない別の回線で実施する場合には、かえって混乱する可能性がある
- ・ 音声伝送を行うことによって伝送容量の一部が占有され、画像伝送の品質が必要水準より低下するとしたならば、画質の確保を優先すべきと考えられている

救急隊と病院とで会話を行う場合

現在、主に携帯電話で行われているこのような会話は必須項目であるが、より円滑な音声通話を図るためには、伝送遅延を最小限に抑えることが大変重要である。一方、汎用のIP技術での無線伝送では相当の遅延が生じるため、音声については別の回線を利用することも考えられる。

上記の状況から、音声、特に会話についてはあえて携帯電話を使用することとし、画像伝送に重畳して伝送する場合には心電計ピープ音等の限定的な利用が望ましいとの意見があり、これが現実的な方法と考えられる。なお、携帯電話で遅延の少ない会話を行う場合は、画像とのタイミングが異なることに注意が必要である。

2.2.2 通信可能エリアの設定について

情報伝送（通信可能）エリアについては、当該消防（救急機関）の業務の範囲等を単位としてその全てにおいて通信が可能であることが望ましい。一方、コスト等の問題からその一部のみを通信可能エリアとすることを想定する必要がある、特に画像の伝送を前提に1件の救急搬送を行う場合の情報伝送すべき時間帯の重要度を考えた場合、以下のような意見の傾向にあった。

- 収容及び最初の救急処置の終了後又は処置中に実施するファーストコール（救急隊から搬送先候補の医療機関への最初の通報）に合わせた時期に画像を送ることができることが望ましい。

（この時間帯に画像を伝送することは、医療機関における受入れ準備ばかりでなく、処置に関する指導・助言の上でも最も意義が大きい。）
- 上記が困難とした場合でも、ファーストコールに付随する情報として収容から10分間程度の間に画像伝送を開始できると有意義である。
- さらに上記が困難な場合でも、数分程度以上のまとまった動画伝送が可能であれば医療機関において患者の容態を把握することができる等、画像伝送の意義は小さくない。一方、病院近く（例えば到着まで5分以内）では利用必要性が小さいと考えられる。
- 収容場所は広く分布するものの、救急車の走行経路には特定の幹線道路等一定の傾向があるため、これを考慮して通信可能エリアを設定することは有効である。

2.2.3 操作性について

医師にとっては、状況に応じて画像の大きさ・撮影方向等を自由に選定したい希望がある。一方、機器の操作により救急隊員の救命作業に支障をきたすことは避ける必要があることから、救急隊員の操作は電源投入程度の操作に限り、医師が簡便な操作でカメラを制御できる方法等が求められる。

このためにも、コストも低く、医療機関からの遠隔操作の機能も充実した、汎用のIPカメラの応用が可能なことが期待される。

2.3 マルチホップ無線システムを利用した高度医療情報伝送システム

前項までに検討された条件により必要な情報を伝達する手段としては、将来の改良も想定すると表2-6に示すものをはじめ、多様な伝送システムが候補となる。

2.2.1に示したように、例えば、携帯電話等の公衆無線システムはコストを相当に低減できる可能性がある。

一方、救急業務用の用途からは災害時の輻輳の影響を最小限にとどめる必要があり、自営系のシステムとして構築することが望ましい。このため、動画像を中心とした多様な情報が伝送できることに加え、災害等に十分な信頼性を持ちつつ、1局当たりのサービスエリアが広く、置局の自由度も大きな「VHFマルチホップ無線システム」の技術を利用して構築することを前提に、求められる技術的条件を明らかにする。

表2-6 想定し得るシステムの候補

項目	VHFマルチホップ無線	携帯電話	無線LAN
伝送速度	数百kbps～1Mbps程度	最大384kbps	数十Mbps以上
使用周波数帯	VHF帯 (150～300MHz程度)	2GHz帯(高速のもの)	2.4GHz帯、5GHz帯
通信エリア	1基地局から半径数km (複数の基地局・中継局 設置可能)	連続したゾーンとして 全国でサービス(人口 の少ない地域を除く)	1基地局から半径100m 程度(複数の基地局・中 継局を設置可能)
通信の輻輳	救急を含め公共用に限定 する場合災害時にも輻輳 が少ない	災害時等、輻輳発生 の可能性が高い	エリアが小さいこともあ り、輻輳は少ない(今後 は不透明)
ネットワークの 柔軟性	小型マルチホップ中継局 により臨時設置も容易	災害時臨時局も可能 であるが大型で柔軟 性に乏しい	小規模局で設置が容易

2.3.1 マルチホップ無線システムの概要

(1) マルチホップ無線システムの特徴

「VHFマルチホップ無線システム」は、将来の自営系の無線システムとしての利用を想定して独立行政法人情報通信研究機構が中心となって研究を行っているものである。同システムは、IP技術を用いたデジタル通信システムであり、多様な情報の伝送を行う能力を持つとともに、大容量の伝送を必要とするシステムにも適用可能な技術的柔軟性を備えている。

さらに、VHF帯を前提にひとつの無線区間で数km距離の伝達も見込まれており、基地局を用いた中継通信機能に加え、基地局を介さずに移動局同士でも中継通信・経路選択制御を実現する移動局間マルチホップ通信機能を併せ持つ通信形態の実現が可能で、柔軟なネットワーク構成にも対応できる。また、直接通信では通信不可能な状況においても、中継端末を介して通信リンクを確立することができるため、全体としてシステムの通信スループットを向上させる効果があり、応用範囲も広い。同システムは既に一定の能力を前提に試作が行われており、試験システムとして第3章に示す実証実験を実施した。

(2) マルチホップ無線システム試作装置の動作原理

現在までに製作されているマルチホップ無線システム試作装置について紹介する。同システムの通信方式は、汎用の無線LAN規格である、ARIB STD-T71 / IEEE802.11aに準拠しており、1/50にクロックダウンすることにより、VHF帯での狭帯域型OFDM変調を実現している。

本基地局及び移動局は、各々が自律的に網制御動作を行うことができる。マルチホップ網内において、網内に存在する基地局並びに移動局相互間の通信に関しては、OSIレイヤ2情報（注1）のみで経路制御している。同レイヤ2に位置づけられる制御メッセージの交換により、網全体の自律的な立ち上げ及び移動に伴う網構成の変更への対応を実現している。

本システムのネットワークにおける無線局（無線ノード）のプロトコルスタック(情報階層の流れ)を図2-9に示す。

無線ノードは制御用メッセージ及びホスト（無線局のうち、情報の始点と終点の局）間で送受信されるデータ共に、レイヤ2で処理を行う。このため各無線ノードはレイヤ2の制御メッセージを交換し、データ経路として使用する無線リンクの構成を行うため、接続された画像伝送装置や表示用のパソコンは経路の制御について操作を行う必要がない。

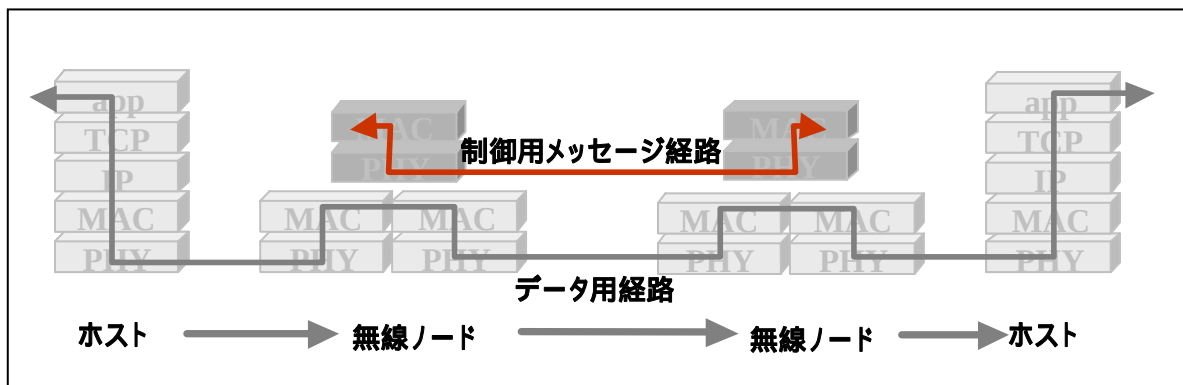


図2-9 プロトコルスタック(情報階層の流れ)

(注1)

情報通信の階層構造。レイヤ2は、本件においては、無線装置同士が網の制御を行い、接続されるコンピュータやカメラ装置等は特段の制御を行わないことを示す。(ページ下段へ)

複数の無線ノードは、起動後、自律的にツリー構造のネットワークを構築していく。その概要を図2-10に示す。無線ノードのうち、基地局装置のみが起動時にAP機能（有線ネットワーク等に接続して情報を受け渡すとともに他の局を制御する機能）を起動している。このため、制御フレームとなるビーコンを出力するのは基地局のみである。他の移動局の無線ノードは起動後、スキャン(通信先の探査)を行うことで、周りにいる無線ノードの確認を行う。このときに応答を得られるのは基地局のビーコンを受信できる無線ノードA、Bのみである。無線ノードA、Bはこの応答を受信すると、基地局への接続を行い、AP機能を起動する。これにより無線ノードA、Bもビーコンを出力し始める。さらにこれによりその他の無線ノードもスキャン時の応答を受信するようになる。

以上の動作により、無線ノードC、D、Eも接続する親ノードを決定し、接続を行う。ここで無線ノードC、Eは受信するビーコンが無線ノードBのみのため親ノードは無線ノードBに設定される。無線ノードDにおいては、無線ノードA、Bからの応答を得るため、どちらかを選択して親ノードを決める必要がある。

本システムにおいては、制御フレームの情報を用いて効率的な網構成となるように親ノードを決定する機能を有する。

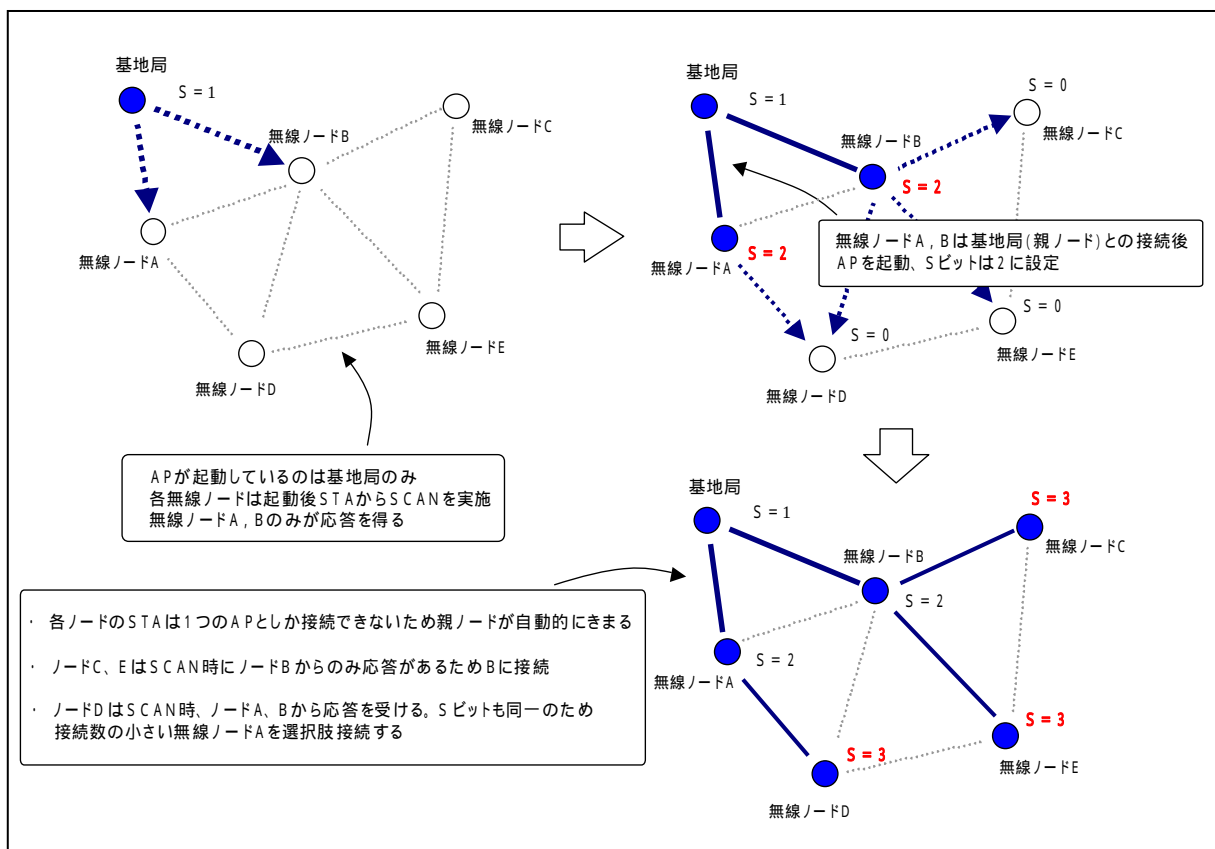


図2-10 自律的にツリー構造のネットワークを構築イメージ

自律的にマルチホップツリーを構成後、無線ノード間でのユーザデータ(目的とする情報)の転送の概要を図2-11に示す。レイヤ2のLAN型ネットワークが構成されるため、ツリー構成に従ってパケットが転送される。

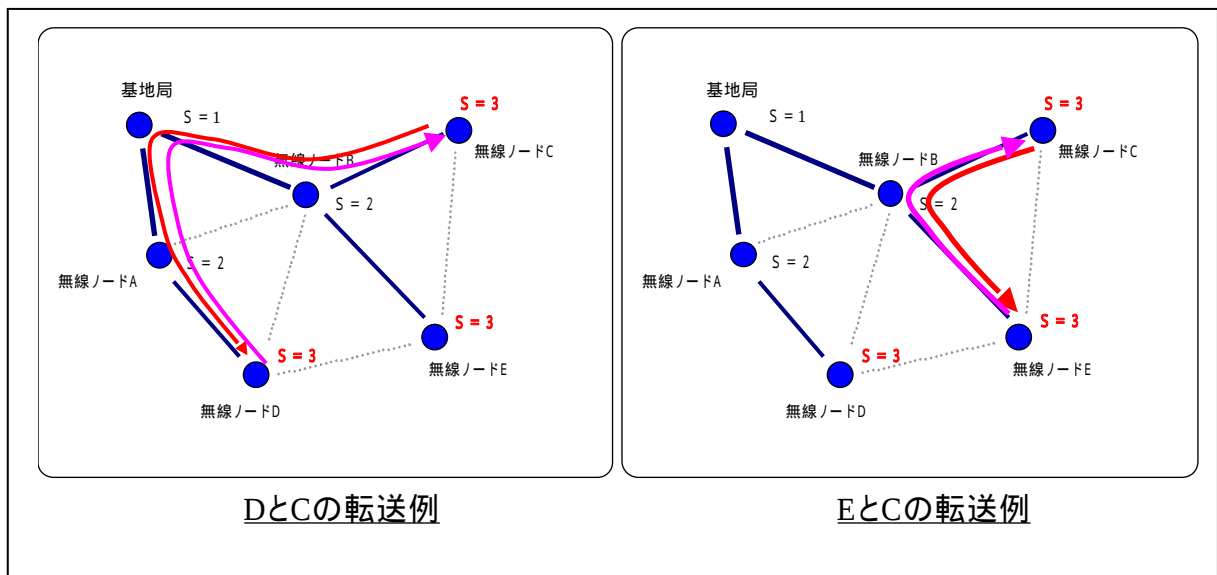


図2-11 無線ノード間でのユーザデータ転送のイメージ

2.3.2 マルチホップ無線システム試作装置の諸元

製作された同システム試作装置の主要諸元を、表2-7、2-8に示す。第3章で報告する各種技術試験のうち、無線通信を伴う試験については、本装置を使用している。

表2-7 無線部送信系主要パラメータ

項目	仕様
空中線	利得:2dBi インピーダンス:50Ω
周波数	265.55MHz
送信電力	1W
実装チャンネル数	1
通信方式	TDD (時分割複信方式)
変調方式	BPSK - OFDM QPSK - OFDM 16QAM - OFDM 64QAM - OFDM
サブキャリア数	52サブキャリア(4パイロット信号含む)
誤り訂正方式	畳込み符号化 (拘束長=7、符号化率=1/2、2/3、3/4) ビタビ複合方式 シンボル内インターリーブ
伝送速度	0.12Mbps(BPSK、符号化率=1/2) 0.18Mbps(BPSK、符号化率=3/4) 0.24Mbps(QPSK、符号化率=1/2) 0.36Mbps(QPSK、符号化率=3/4) 0.48Mbps(16QAM、符号化率=1/2) 0.72Mbps(16QAM、符号化率=3/4) 0.96Mbps(64QAM、符号化率=2/3) 1.08Mbps(64QAM、符号化率=3/4)
OFDMシンボル長	200 μs
ガード・インターバル	40 μs
占有周波数帯域幅	325kHz

表2-8 無線部受信系主要パラメータ

項目	条件	仕様	備考
受信感度	PER = 10% (スタティック) 時 常温にて	- 99dBm以下 (0.12Mbps) - 98dBm以下 (0.18Mbps) - 96dBm以下 (0.24Mbps) - 94dBm以下 (0.36Mbps) - 91dBm以下 (0.48Mbps) - 87dBm以下 (0.72Mbps) - 83dBm以下 (0.96Mbps) - 82dBm以下 (1.08Mbps)	
	PER = 10% (スタティック) 時 温度電源電圧変動にて	常温規格値 + 3dB 以下	
スプリアス レスポンス	PER = 10% となる 2信号 (感度 + 3dB) と妨害波比	53dB 以上	希望波FR: 感度点 + 3dB 妨害波: FR $\pm$ 800kHz 以上 の無変調波
隣接チャンネル 選択度	PER = 10% となる 2信号 (感度 + 3dB) と妨害波比	42dB 以上	希望波FR: 感度点 + 3dB 妨害波: FR $\pm$ 400kHz 妨害波の変調 (PN15段)
相互変換特性	PER = 10% となる 2信号 (感度 + 3dB) と妨害波比	53dB 以上	希望波FR: 感度点 + 3dB 妨害波: FR $\pm$ 800kHz、 $\pm$ 1600kHz の無変調波
副次発射		4nW 以下 (4000 μ W 以下)	
大入力特性	+ 110dB μ 入力時	PER = 10% 以下	

2.3.3 システム構成モデルと利活用イメージ

前項2.2「高度医療情報伝送システムの要件」の整理と「VHFマルチホップ無線」の技術を採用することを前提として、求められる高度医療情報伝送システムのモデルを示す。

なお、システム構築に当たっては相当の投資や長期的整備により規模の拡張や機能の向上が可能と考えられるところであるが、本モデルは、費用対効果が高く中・短期的に構築可能な最小限のもとなるよう想定した。

(1) モデル構成上の検討事項

モデル構成上の主な検討事項は、次のとおりである。

救急車の装備

ネットワークカメラ2台程度を救急車内の天井等に設置し、動画像伝送を行う。カメラについては救急救命士のヘッドマウントカメラ（視線カメラ）を利用することも想定する。

医療機関の装備

救急室に動画像を表示できるパソコンを設置。パソコンから救急車内のカメラの方向等を遠隔操作することが可能なものとする。

音声

音声については、IP技術により伝送する場合においては遅延が発生することを想定して、特に画像に付随する音声を除き、会話については別の回線を使用することを想定した。一般的には携帯電話を前提するが、災害時等では救急・消防無線を利用して消防本部経由で最小限のファーストコールや画像伝送開始の予告を行い、画像伝送を開始することもあり得る。ただし、音声が遅延して会話に不都合があることや通信可能な区域が限定される可能性を考えてもなお、災害にも強い救急隊・医療機関間の通信手段として本システムを使用した双方向の音声通信の意義はあるものと考えられるため、その機能の装備や関連技術の開発を否定するものではない。

基地・中継局の設置条件

画像伝送を行うタイミングとしては、ファーストコール（救急隊から搬送先候補の医療機関への最初の通報）に又はその直後を望む意見が多い。しかし、事故・急病の発生位置は限定できないためこれに因應するためには基地局又は中継局を広範に多数設置する必要がある、中・短期的には整備の効率が悪い。

このため、

- ・搬送途中において数分程度以上のまとまった動画の伝送は有効
(長時間搬送が想定される場合は、伝送のために一旦停止、あるいは伝送可能な局の近傍の立ち寄りをする価値もあるとの意見もある)
- ・病院近くの時間帯では効果が低いといった意見の状況(次頁 図2.3-)を踏まえ、郊外の幹線道路に局を設置する形態を提案する。

なお、マルチホップ中継局は、有線系のネットワークの設定が困難な場合の中継機能として有用であり、その設置も想定する。

(2) システム構成モデル

VHFマルチホップ無線技術を使用したシステム構成(置局)モデルを図2-12に示す。基地局及び中継局は、移動体に対して2 km程度の距離で高品質な伝送が可能であることを前提としており、郊外の幹線道路沿いに基地局1局、中継局(有線接続していないマルチホップ中継を行う局)1局を想定した。(立地の良い基地・中継局間は4 kmの通信が可能とする)

この場合、事故発生現場から病院までの間で、主に幹線道近傍で最大8 kmの走行の間、動画像を中心とした医療情報の伝送が可能である。

なお、1局当たりのサービスエリア直径4kmは、平均時速30kmの走行で8分間の通信が可能であり、2つの局のサービスエリアを連続して通過する場合では最大16分の通信が可能となる。(ただし、中継局エリアにおいては基地局エリアの伝送速度1/2に限られる)これにより、収容から一定時間経過後の搬送中に、病院に動画像を伝送して指導・助言を受けるといった運用が可能になる。なお、応急処置前に外傷患部の写真(静止画)を撮影可能であれば、基地局等エリア内に到達した際に伝送することも可能と考えられる。

このような無線局配置により、特に搬送時間の長い事案に対して、最小限の費用により効果的な利用が可能と考えられる。

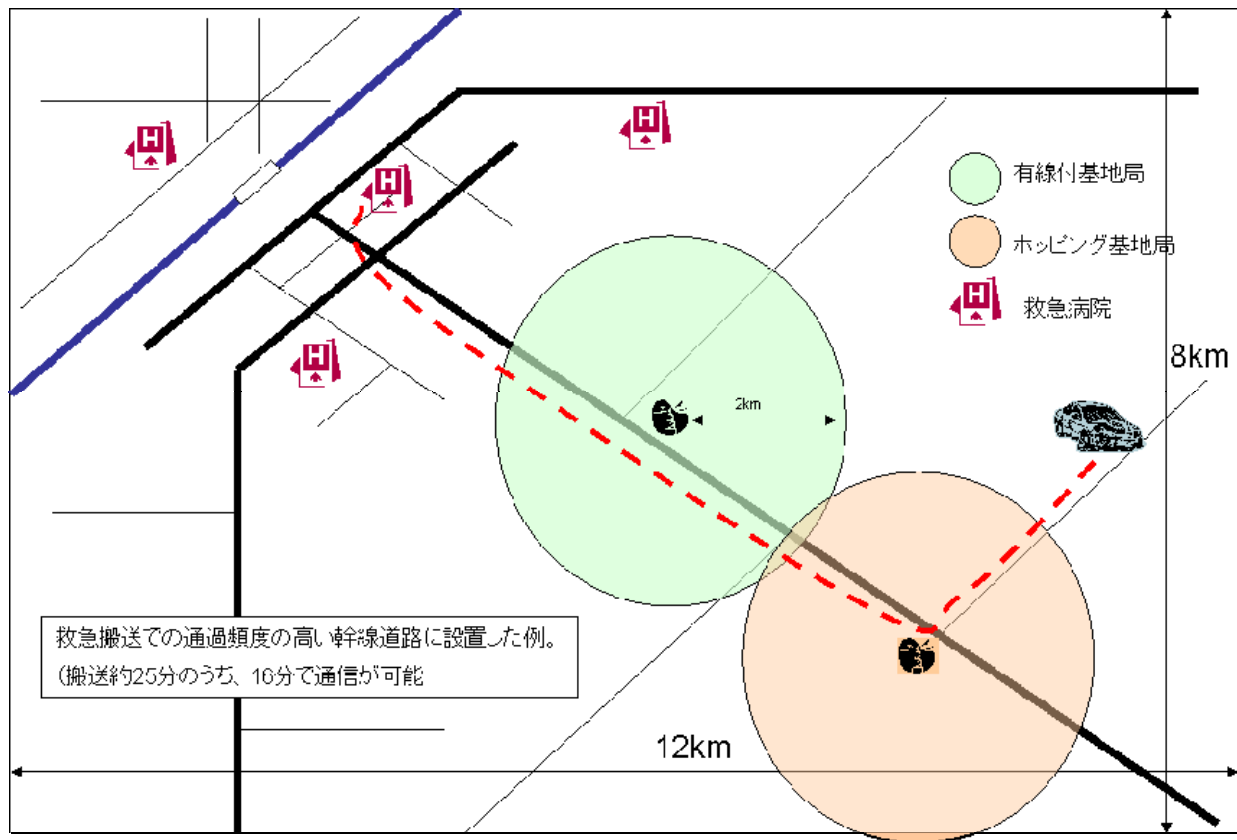


図2-12 システム構成(置局)モデル

(3) 利活用イメージ

前項のシステム構成に加えて、順次、基地局・中継局を増設することで通信可能なエリアの拡大が可能である。そのような場合の利活用イメージ例を図2-13に示す。

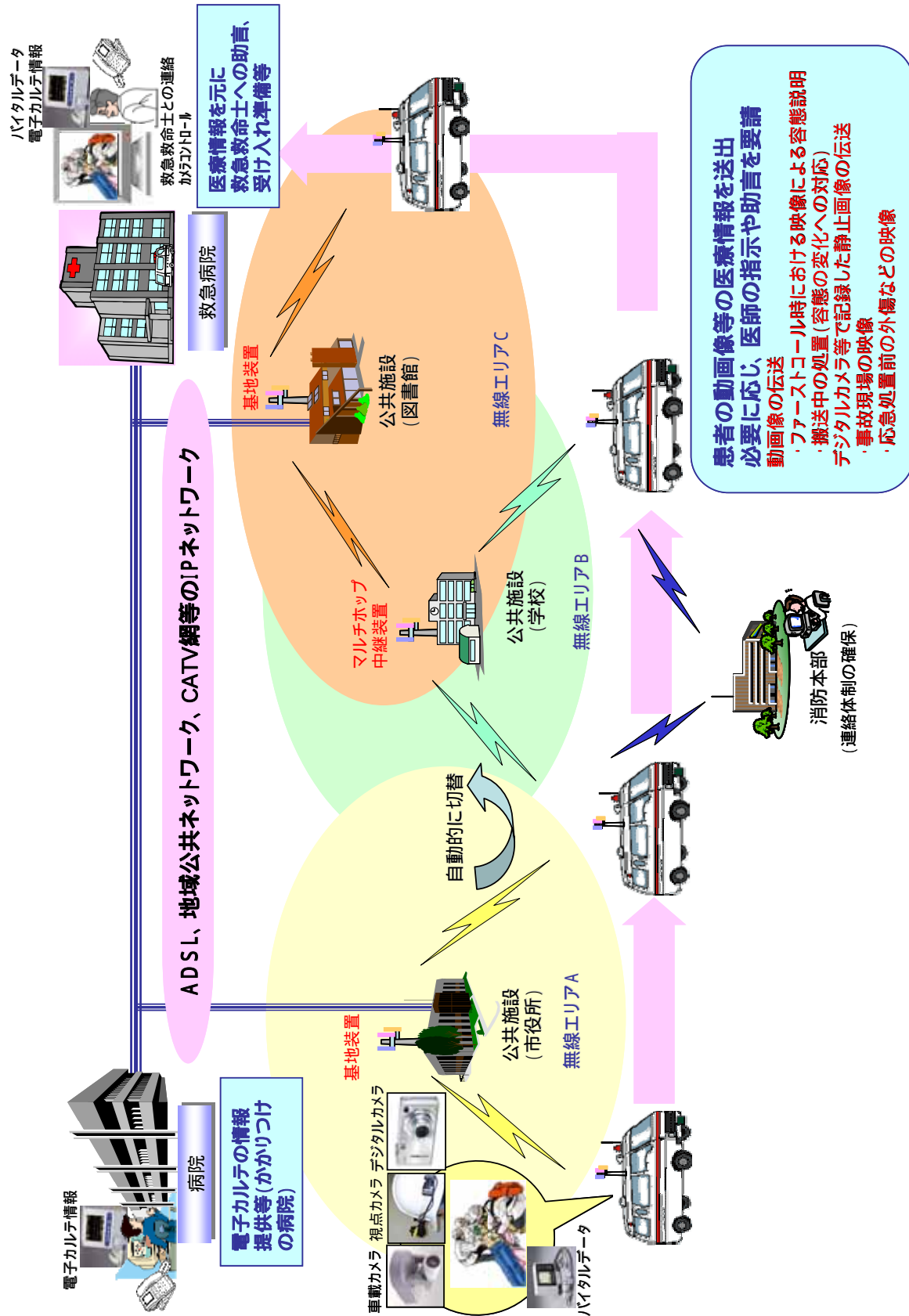


図2-13 利活用イメージ例

2.3.4 求められる技術的条件

(1) 試作システムにおけるアプリケーション層伝送速度と所要帯域幅の関係の整理

デジタル通信においては、必要な伝送容量としてその速度（ビットレート）を確保する必要がある。一方、同一のシステムでもシステムの階層構造（レイヤ）において各種の制御の信号等が付加されるために、異なる伝送速度が表現される。ここでは、無線電波上に「変調」として載せられた伝送速度に対して、IP方式によるアプリケーション層（画像伝送等の応用プログラム）で使用する伝送速度の関係を述べる。

本システムでは、表2-9のような各段階で信号の処理が行われており、それぞれに効率または信号の伝送容量の減少を見込む必要がある。

また、特に同表中の ～ の項目に当たる各処理段階における容量の導出の例を表2-10に示す。

表2-9 信号の付加等による伝送容量の効率の低下

通信処理の段階	効率の変化等
一次変調 (いわゆる基本的な変調方式)	電波の強度等に応じてBPSK、QPSK等を選択するが、本検討では、一定の電波強度が確保される前提で大きな伝送効率を持つ64QAM方式を中心に検討する
二次変調 (1次変調の工夫によるスペクトルの利用方法等)	本システムで利用するOFDM方式では、例えば実際に使用される搬送波数(パイロットキャリアは使えない等)やガードインターバルなどが損失となる
誤り訂正等 (信号の誤りを訂正するための付加信号や、インターリーブなど)	特に誤り訂正は複数の処理段階で別々に設定されることもあり、これらのために付加する冗長的な信号により伝送容量が減少する
MAC部分 (無線通信を行う際の回線の設定)	双方向通信のための待ち時間、必要固定情報等を付加するため、伝送容量が減少する
IP伝送 (インターネットプロトコルのための付加信号等)	情報をまとめたパケット構成を行い、付加信号を付し、余りビットのカラ情報補填を行うため、伝送容量が減少する。この損失はパケット長の選択によって大きく異なる
アドホック通信 (マルチホップ無線の機能を実現する、自律通信網の構成機能)	通信補助情報が付加されるほか、1チャンネルのマルチホップ中継では一組のパケット中継が終了するまで次の通信を行わないため、ホップ段数ごとに1/2、1/3と低下する。 (さらに隠れ端末や回線の接続状態による変動も加わる)

表2-10 VHFマルチホップシステムの伝送速度導出の例

前提等（数字は表Aの該当項）		導出伝送速度
1、2	基本的な要素による最大伝送速度(伝送容量) チャンネル間隔400kHz FFT点数(OFDMサブキャリア数)64 サブキャリアシンボルレート 6.25Kシンボル/s (サブキャリア帯域幅 6.25kHz) 64QAMによる符号化効率 6倍	2400kbps
	電波帯域の制限により使用可能なサブキャリア数 64 → 53	1987kbps
	サブキャリア ガードインターバル 6.25k→5kシンボル/s	1590kbps
	情報伝送に利用可能なサブキャリア数 53 → 48	1440kbps
3	畳み込み符号化(誤り耐力向上。符号化率3/4)	1080kbps

このような伝送容量の変化の中で、影響が大きく、かつ、設定の自由度の大きな要素にIP伝送方式におけるパケット長の選択がある。

パケットは、インターネット通信を行うに当たっての基本単位であり、マルチホップ無線においては、パケット長は可変長（64Byte～1500Byte）にて伝送を行うことを想定している。この場合において、それぞれのパケット毎に固定的な付加情報であるヘッダー情報が付加されるため、一般に長いパケット長で伝送を行うほど付加情報の比率が下がり伝送レート（伝送可能容量、伝送効率）が大きくなる。

一方、汎用の無線LANシステムは、電波の強度に応じた変調方式の切り替え等を行うため、無線電波の伝送レートで約10倍の差があり、本試作装置でも0.12Mbps～1.08Mbpsの差が設けられている。加えて、同試作システムでは、一般の無線LANに比べて無線電波上での伝送速度が概ね1/50になっていることから、この1パケットを伝送する所要時間の違いがさらに大きな課題となる。

伝送品質の変化に応じて変調方式を切り替えていく無線LANの特徴を生かして無線伝送を行うこととし、電波の強度等の不安定なことを前提にした場合、パケットの先頭で同期処理を行う無線LANの通信方式の特性上、パケット伝送時間が長くなると短時間の電波強度の低下等によりパケット全体が無駄になり不利となる。このため、同試作システムにおいては、比較的短い300Byteパケットサイズに固定設定している。（300Byteのパケットを送信した場合、実測値にて、BPSK時 30ms 64QAM時 4ms）

300Byteの場合の片方向伝送の設計値、アプリケーション層ビットレート（双方向通信分も考慮）の概略値を表2-11に示す。

表2-11 300Byteの場合の片方向伝送の設計値、アプリ層ビットレートの概略値

伝送モード (無線電波の伝送速度)	片方向連続伝送レート	アプリ層伝送レート
64QAM (最高1.08Mbps)	250kbps	150kbps
16QAM	200kbps	120kbps
QPSK	160kbps	96kbps
BPSK (0.12Mbps)	80kbps	48kbps

同試作システムの占有帯域幅 325kHzにおける性能)

(2) 所要動画品質を確保するための周波数帯域幅

所要品質として、次の条件を前提とする。

- 所要動画品質を320×240 10フレーム/秒と想定した場合、必要な伝送レートは画像の動き等により200kbps～300kbps。このため必要伝送レート（アプリケーション層）を300kbpsと置く。
- 2 hop（中継）にて上記伝送帯域を確保する。
（1Hopとは、＜P-P＞接続が＜P-P-P＞となった場合とする。なお、救急医療用に限っては、有線接続することのできる局が少なくないと考えられ、多段の中継の要望は不透明であるが、できる限り広い応用可能性を持たせるために、中継可能段数に余裕を持たせる必要がある。）

パケット長の設定

現在の試作システムに「変調方式に応じた最適なパケットサイズ」を選択できる機能を設けることにより、最大効率のパケット長を選択することが可能となる。その代表値として一定の電波強度が確保されることを前提に1400Byteのパケット伝送を行った場合、占有帯域幅を変更せずに、表2-12の能力を確保し得ると見込まれる。

表2-12 1400Byteパケット伝送時の伝送レート

伝送モード (無線電波の伝送速度)	片方向連続伝送レート	アプリ層伝送レート
64QAM (最高1.08Mbps)	500kbps	300kbps

2中継（3無線区間）におけるアプリケーション層伝送レート300kbpsの確保

2中継においても上記アプリケーション層伝送レートを確保するために最大伝送レートを表2-13と置く。

表2-13 最大伝送レート

伝送モード (無線電波の伝送速度)	片方向連続伝送レート	アプリ層伝送レート
64QAM (3.24Mbps)	1.56Mbps	900kbps

所要周波数帯域幅案

周波数占有帯域幅は伝送レートと比例の関係にあるため、上記アプリケーション層伝送レートを確保するためには、帯域幅 975kHz程度 ($325\text{kHz} \times 3$) を確保する必要がある。これは、チャンネル間隔 1.25MHzに相当し、一般の無線LANの1/16の間隔となる。この結果、2中継を行った場合でもアプリケーション層で300kbps程度が確保できるほか、より少ない中継数においてはより高品質画像の伝送を、また、1の基地局エリア内においては移動中の品質の低下の影響を少なく抑えることも期待される。表2-14に、既に試作された装置と今回の提案装置の比較を示す。

表2-14 試作装置と提案装置との能力比較一覧

	項目	試作済みの 試験装置	試験装置 (パケット長変更)	提案の装 置仕様	備考
1	実装チャンネル数	1			
2	サブキャリア数	52			
3	サブキャリア変調方式	BPSK、QPSK、16QAM、64QAM			
4	占有周波数帯幅 (kHz)	325	325	975	$325 \times 3 = 975$
5	チャンネル間隔 (MHz)	0.4	0.4	1.25	
6	伝送速度 (Mbps) (802.11aとの比)	1.08 (1/50)	1.08 (1/50)	3.375 (1/16)	64QAM時
7	片方向連続伝送レート	250			同上
8	アプリケーション層 伝送速度 (kbps)	150	300	900	同上
9	パケット長 (Byte) パケット伝送時間 (mS)	300 2.2	1400 10.4	1400 3.3	伝送速度を1/50から1/16に高速化するため、パケット長が約4.7倍になっても伝送時間は1.5倍にとどまる。

(3) 送信電力

一の無線局から送信される送信電力として定めるべき値は、利用する地形や基地局の設置条件等により必ずしも均一ではないことを考慮しつつも、一定の運用のモデルを設定して必要十分な値を算出する必要がある。

特に救急用高度医療情報伝送システムにおいては、少ない基地局でシステムを構築する必要がありその整備も段階的に行う必要があると考えられるため、1局ないし2局程度の少ない基地局のもとでも走行中の救急車から患者の状況が最小限把握できる通信時間を確保できることが望ましい。

2.3.3(2) 図2-12で示したシステム構成(置局)モデル(1基地局に対し伝送可能距離2km)については、基地局1局当たり最大8分程度の通信を行うことができるとするものであるが、第3章に掲載した各試験の結果から、同試験で使用した試作装置(送信電力1W)ではこのような運用は困難とみられ、実際にはさらに大きな電力が必要と考えられる。一方、大きな送信電力を使用すると広い範囲で周波数を占有することにもなり、電波の有効利用を図り通信の集中等に対応する上でことから、これを考慮しつつ、今後、さらに検討を行なう必要がある。

2.3.5 ネットワークセキュリティ要件

救急業務用高度医療情報伝送システムでは搬送患者のプライバシー情報である画像情報等の情報を伝送するため、ネットワークのセキュリティの確保は重要である。

このような場合に、適用されるべきネットワークセキュリティ対策については以下のとおりである。なお、本システムが扱う緊急性の高い搬送患者情報の伝送においては、ここで述べるセキュリティ対策に加えて災害時も含むネットワークの安定した運用の確保や異常が発生した場合の運用上の対策も重要である。

(1) 救急業務用高度医療情報伝送システムの構築要素機能

セキュリティを検討する前提となるシステムの運用モデルを考える場合の構成要素は、次のとおりである。

関係者

- ・搬送患者
- ・患者を搬送する救命救急士を始めとする救急隊員
- ・患者を収容する医療機関の医師 等

伝送情報

搬送患者の画像、医師等からの指示、救急隊員等からの依頼に関する音声情報、その他バイタルデータ等

伝送手段

無線・有線の複合ネットワークで救急車から搬送先の病院へ伝送

経済性

搬送患者の状況・容態を認識し得る動画像を含めた画像伝送を経済的に実現する、高コストの専用線よりも、インターネット回線の利用（地域公共ネットワークを含む）

セキュリティ対策

セキュリティの高い個人情報を扱える、情報を厳密に保護可能となるネットワーク

(2) 医療情報ネットワークの現状とガイドライン

近年、医療分野でのネットワーク活用も急速に進展し、遠隔医療やオンラインレセプト請求、電子カルテの地域での共有化等でインターネットを利用した医療情報ネットワークの構築に向けての動きも出ている。しかし、医療情報は患者の究極の個人情報であり、インターネットで情報を伝送する場合はセキュリティが十分に担保されている必要がある。政府でも「IT新改革戦略（― ITによる日本の改革―）」にて、医療情報の利活用に対するセキュアネットワーク基盤づくりが医療情報の利活用の促進策として取り上げられている。

また、厚生労働省においても個人情報保護の立場から「医療情報ネットワーク基盤検討会」が平成15年6月から開催され、平成17年3月に「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン（以下、「ガイドライン」という）」を策定し、医療情報をネットワークで伝達する場合のセキュリティ基準を明らかにしている。

その中で、医療情報に対するセキュリティの確保策として、医療施設におけるセキュリティ対策（ファイアウォール設置など）はもとより、ネットワーク上の解決すべき課題（情報伝達経路のセキュリティ確保、情報の真正性保証等）への対応等、医療分野におけるセキュアネットワーク基盤構築に対しての技術要件が示されている。

(3) 医療情報システムの安全管理に関するガイドライン

「ガイドライン」では、安全性の追及のため「ネットワークを利用した診療録等の個人情報を電気通信回線で伝送する間の個人情報の保護」の項を設け、以下のような実施すべき対策を示している。

- 秘匿性の確保のための適切な暗号化を行うこと
秘匿性確保のために電気通信回線上は適切な暗号化を行い転送すること
- 通信の起点・終点識別のための認証を行うこと
医療機関間の起点・終点の正当性を識別するために相互に認証を行うこと
- 上記の解決手段として、認証付きのVPN、SSL / TLS等の技術を利用すること

(補足)

・VPNとは

Virtual Private Networkの略で、公衆回線をまるで専用回線であるかのように利用できるサービスのこと。

・SSL/TLSとは

Secure Socket Layer/Transport Layer Securityの略で、インターネット上で情報を暗号化して送受信するプロトコルのこと。プライバシーに関わる情報などを安全に送受信することができる。

(4) 救急業務用高度医療情報伝送システムのネットワークセキュリティの必要条件

本システムにおいても、「ガイドライン」に示される要件を満足することが求められる。一方、「ガイドライン」にはセキュリティに関して一定の要件が示されているものの、ネットワークそのものの品質保証レベルについては言及されていないことに留意する必要がある。

また、起点から終点までにおける通信の品質とセキュリティの品質のレベルの詳細（ビジネスネットワークと同程度でよいのか、リアルタイム性などへの要求程度等）については今後さらに検証が必要であるが、ここでは具体的適用の例を示す。

救急業務用高度医療情報伝送システムは、無線と有線（IPネットワーク）の複合したネットワーク網であり、このような網のネットワークとセキュリティ要件と技術動向を図2-1に示す。

「ガイドライン」が求めている各要件に対応する具体例として、特に導入の容易な手法を上げると以下のとおりとなる。

- 秘匿性の確保のための適切な暗号化を行うこと

暗号化については、まず、比較的簡便に利用できるコンピュータのソフトで対応可能な「SSL（Secure Socket Layer）方式」があげられる。しかし、一部で判断操作が必要であり、救急隊員の負荷になることが予想される

このため、有線区間においては、相手端末において予め設定されており、操作者の手間がかからず端末間で相互認証し鍵交換が出来る「VPN（Virtual Private Network）方式」が有効と思われる。最近ではVPNがルータと同一筐体になり、相手先の認証も可能になっている。

総務省でも平成16年度から平成18年度までの3年間で予定し、図2-15の様な安全かつ簡易に任意のルータ間でVPNの開設を可能にする「オンデマンドVPN技術の研究開発を行っている。

また、無線区間でも各種の方式が提案されているが、TKIP等をサポートした暗号化基準であるIEEE802.11i基準に準拠した方式が適当であると考えられる。

- 通信の起点・終点識別のための認証を行うこと

通信の起点・終点識別の認証に対しては、まず、「機器の認証」については、無線網では「WPA（Wi-Fi Protected Access）方式」での対応が、また、有線網では「RADIUS（Remote Authentication Dial In User Service）」の認証機能が上げられる。

さらに、医師、救命救急士以外のアクセスを拒否する「利用者の認証」も検討する必要があるが、特に救急車側では救急隊員の操作を最小限とする必要があり、「ガイドライン」で提示されている医療分野の「PKI（Public Key Infrastructure）」の利用の考え方も踏まえつつ検討する必要があると考えられる。

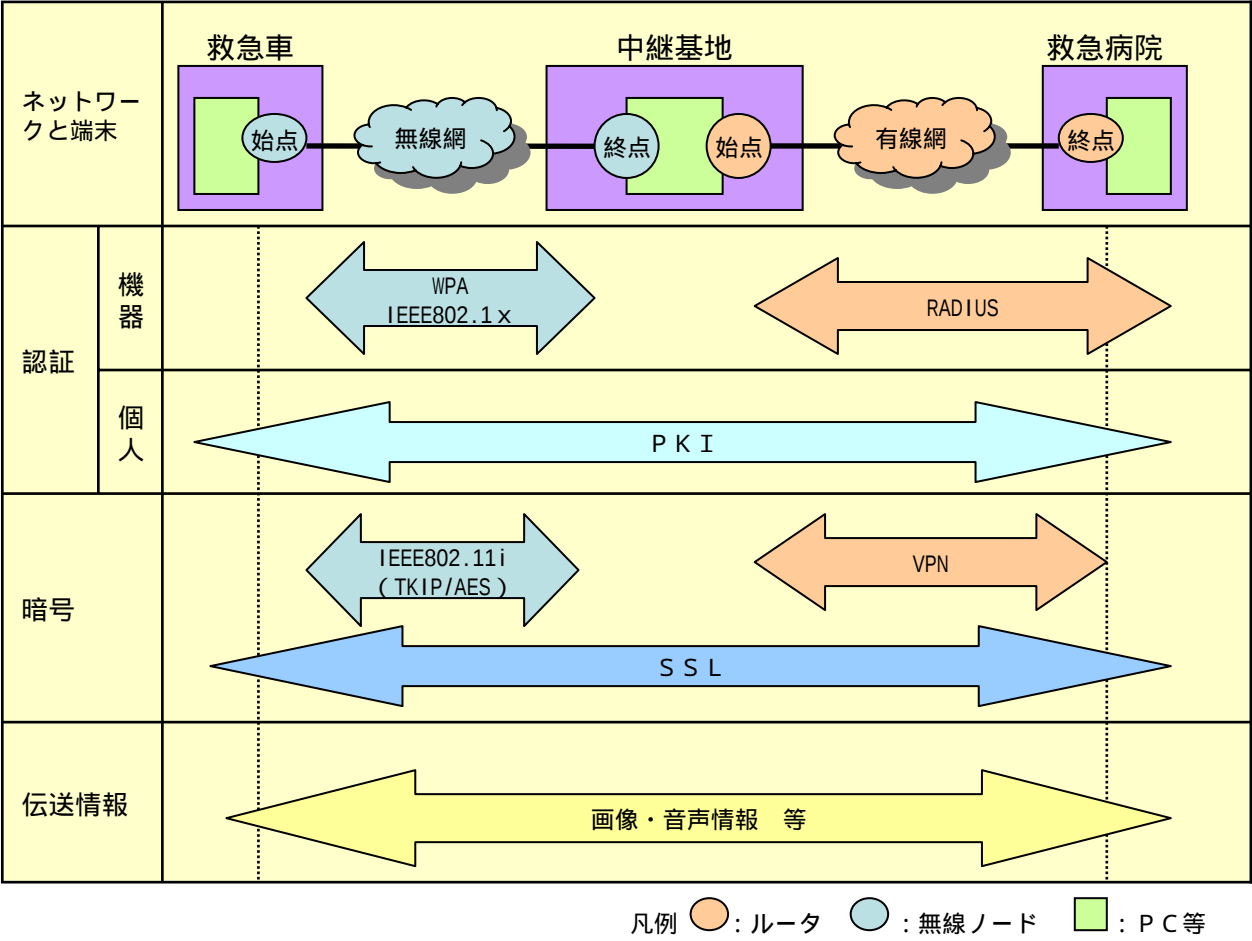


図2-14 ネットワークとセキュリティ構築要件と技術

デメリット要素
システムの設定が複雑



インターネット上で、**要求**に応じて任意のルータ間で**安全**かつ**簡易**にVPNの**開設**を制御できる、オンデマンドVPN通信を実現する。

オンデマンドVPNの仕組み

1. 端末からVPN管理サーバへの**接続要求**． **要求**
ex. 接続元 = A病院 ○○医師 → 接続先 = B病院 テレパソロジーシステム
2. **接続ポリシー**による接続可否判定． **安全**
ex. 接続元情報，接続先情報，時間などの条件で接続の可否を判定
3. VPN開設に必要な**設定情報**を自動生成しVPNルータに配布． **簡易**
ex. 鍵情報，暗号化方式等の設定情報
4. VPNコネクションの**開設**． **開設**

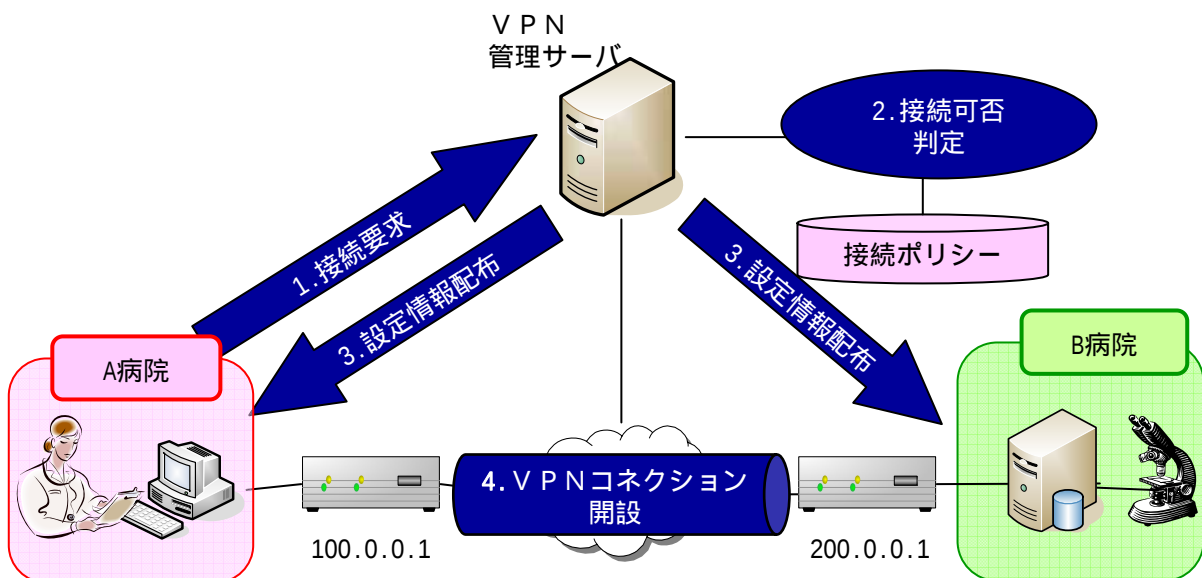


図2-15 オンデマンドVPNシステムについて