

地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた
開発実証に係る医療分野におけるローカル5G等の技術的
条件等に関する調査検討の請負
(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)

成果報告書

令和3年3月30日

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

目次

1. 全体概要	1
1.1 背景・目的	1
1.1.1 Society5.0 で実現する社会	1
1.1.2 地域での 5G 利活用推進に向けた貴省の取り組み	1
1.1.3 滋賀県の医療提供体制の状況	2
1.1.4 実証目的	3
1.2 実施事項及び実証目標	4
1.3 実施体制	6
1.3.1 実施体制（コンソーシアム）	6
1.3.2 実施体制（滋賀県の協議会・医療関係者）	6
1.4 実証のスケジュール	9
1.5 免許申請の概要	9
1.5.1 実験試験局の概要	9
1.5.2 対象周波数帯	9
1.5.3 免許期間	10
1.5.4 システム構成（申請時のシステム構成）	10
1.5.5 実験試験局及び端末諸元	11
1.5.6 系統図	12
1.5.7 申請した送信電力	13
1.5.8 干渉調整結果	13
2. 実証地域	14
2.1 実証地域の概要	14
2.1.1 実証地域	14
2.1.2 実証地域の中核病院	14
2.2 実証環境	15
2.3 地域課題等	16
3. 実証環境	18
3.1 ネットワーク構成	18
3.1.1 ネットワーク・システム構成（全体像）	18
3.1.2 ローカル 5G ネットワーク構成	19
3.1.3 ①手術センター内映像伝送システム	20
3.1.4 ②病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム	21
3.1.5 ③大腸内視鏡 AI 解析システム	22
3.1.6 ④キャリア 5G ネットワーク	23
3.1.7 基地局配置	24
3.2 システム機能・性能・要件	28
3.2.1 伝送帯域や遅延等の通信性能	28

3.2.2	各機器の機能・性能	28
3.2.3	サイバーセキュリティ対策（外部のネットワークへの接続やデータ伝送を伴う場合）	28
3.3	実証環境の運用	29
3.3.1	実証参加者への研修内容	29
3.3.2	ヘルプデスク体制	30
3.3.3	障害管理	32
4.	課題解決システムの実証	33
4.1	前提条件	33
4.2	実証目標	36
4.3	課題解決システムに関する検証及び評価・分析	38
4.3.1	課題解決システムの概要	38
4.3.2	アー1：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診療や遠隔技術指導	39
4.3.3	アー2：AI画像診断による医療現場の働き方改革	71
4.3.4	アー3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続	94
4.3.5	アー4：キャリア5Gでの検証	148
4.4	まとめ	164
4.4.1	課題実証サマリ	164
4.4.2	評価結果サマリ	165
5.	ローカル5Gの性能評価の技術実証	166
5.1	前提条件	166
5.1.1	技術実証の対象とするユースケース	166
5.1.2	ユースケースに基づく性能要件の基本的な考え方（詳細は以降の各項目で記載）	166
5.1.3	実証環境	166
5.1.4	ネットワーク・システム構成	166
5.1.5	設置環境（アンテナ高、装置の設置場所等）	169
5.1.6	計測等の評価・試験環境構成	170
5.1.7	基本的な機器の諸元	171
5.1.8	使用周波数帯	172
5.1.9	屋内外環境	173
5.1.10	同期・非同期運用、DU比	174
5.2	技術的課題	175
5.2.1	技術実証の背景となる技術的な課題	175
5.2.2	課題に対するアプローチ、検証仮説等	175
5.2.3	技術基準の見直し等に資する新たな知見	175
5.2.4	ア～ウの実施事項	176
5.3	ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等	178
5.3.1	アー1 医療施設環境下における到達電力等の変化の評価	178
5.3.2	アー2 病棟間の電波干渉及び屋外漏洩の考察	195

5.4 ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等	211
5.4.1 イー1 エリア設計シミュレーション（レイトレース法）と実際の電波伝搬	211
5.4.2 イー2 TDD非同期方式におけるUL/DL比率を変更した際のUL/DL通信速度の 評価	226
5.5 その他ローカル5Gに関する技術実証	235
5.5.1 ウー1 構内に設置する2基地局間のセル間干渉の特性検証	235
5.6 まとめ	263
6. 実装及び横展開に関する検討	264
6.1 前提条件	264
6.1.1 実装・横展開に係る基本的な考え方	264
6.2 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定	266
6.2.1 実証終了後の継続利用検証	266
6.3 横展開に資する普及モデルに関する検討	281
6.3.1 普及モデル	281
6.3.2 推進対応方策	293
6.3.3 横展開計画	295
6.4 共同利用型プラットフォームに関する検討	301
6.4.1 本事業の課題解決システムを他の地域等で実装するために5Gソリューション提 供センター（仮称）が具備すべき機能	301
6.4.2 本事業の課題解決システムについて5Gソリューション提供センター（仮称）を 通じた横展開のあり方	308
6.4.3 課題解決システムが公開するAPI仕様ないしはPFとのインターフェース仕様	309
6.5 まとめ	316
6.5.1 継続コストと必要資金の確保	316
6.5.2 実証課題への取り組み	316
6.5.3 その他、明確にした継続に必要な機能	316
6.5.4 共同利用型プラットフォーム	317
7. 会合等の開催	318
8. まとめ	321
9. 参考資料	323

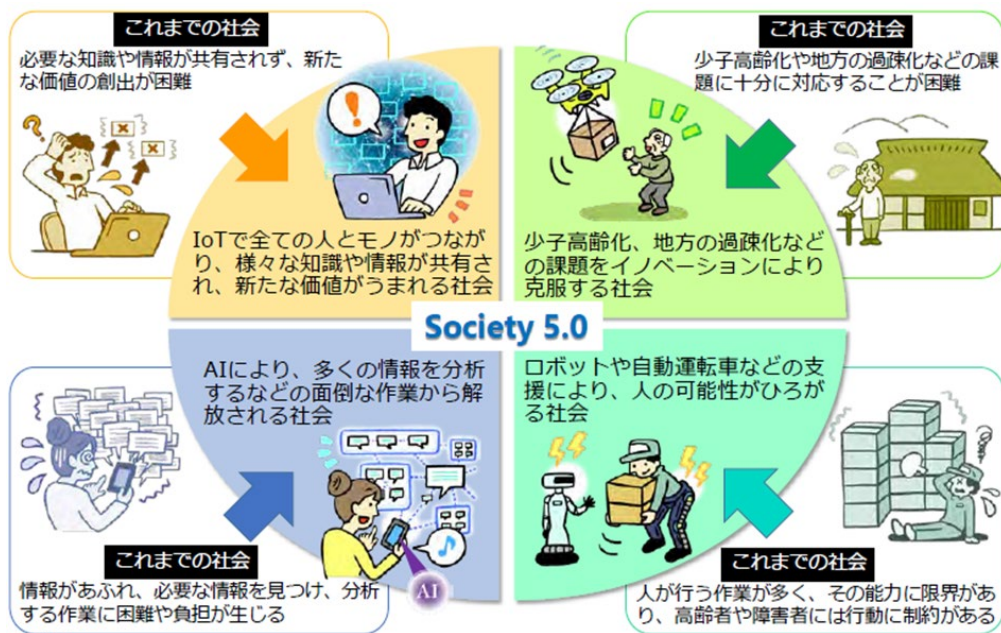
1. 全体概要

1.1 背景・目的

1.1.1 Society5.0 で実現する社会

これまでの情報社会（Society 4.0）では知識や情報が共有されず、分野横断的な連携が不十分という問題があった。人が行う能力には限界があるため、あふれる情報から必要な情報を見つけて分析する作業が負担であり、年齢や障害等による労働や行動範囲に制約があった。また、少子高齢化や地方の過疎化等の課題に対して様々な制約があり、十分に対応することが困難だった。

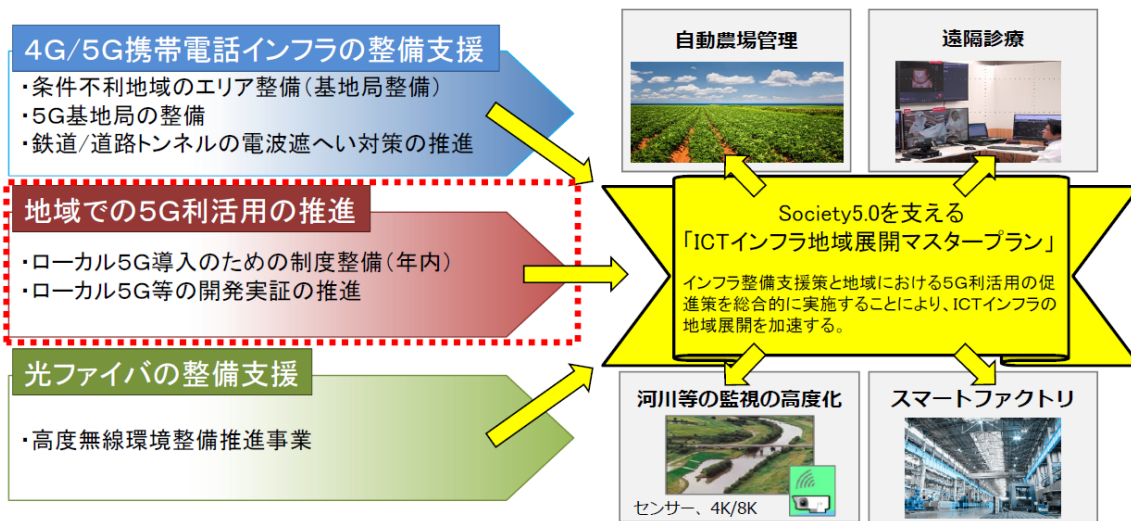
Society5.0 で実現する社会は、IoT（Internet of Things）で全ての人とものがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことで、これら課題や困難を克服する。また、人口知能（AI）により、必要な情報が必要な時に提供されるようになり、ロボットや自動走行車などの技術で、少子高齢化、地方の過疎化、貧富の格差などの課題が克服される。社会の変革を通じて、これまでの閉塞感を打破し、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重しあえる社会、一人一人が快適で活躍できる社会となる。



出所：内閣府ホームページ「Society 5.0 で実現する社会」をもとに弊法人で作成
図表 1-1 Society5.0 で実現する社会

1.1.2 地域での5G利活用推進に向けた貴省の取り組み

令和元年6月、5GをはじめとするICTインフラ整備支援策と5G利活用促進策を一体的かつ効果的に活用し、ICTインフラをできる限り早期に日本全国に展開するために「ICTインフラ地域展開マスタープラン」を策定された。本マスタープランを実行することにより、特に地方のICTインフラの整備を加速し、都市と地方の情報格差のない「Society5.0時代の地方」の実現が期待されている。



出所：総務省資料「ICTインフラ地域展開マスタープラン（令和元年6月）」をもとに弊法人で作成
図表 1-2 地域での5G利活用推進に向けた貴省の取り組み（1/2）

「ICTインフラ地域展開マスタープラン」では、ローカル5Gによるエリア展開の加速に関するロードマップが示されており、令和2年度からはローカル5G等の開発実証を実施するとともに、これらの実証により得られた知見を横展開し、全国各地におけるローカル5G等の利活用を加速することにより、地方のインフラ整備を促進し、都市部と地方の格差の是正を図るものとされている。

第2章 今後のICTインフラの整備方針と具体的な推進方策

2-2 5Gなど高度化サービスの普及展開の推進

(3) ローカル5Gによるエリア展開の促進

携帯電話事業者による全国エリア整備の促進に加え、多様な主体が自ら免許を取得して、地域のニーズに応じて限られたエリアで独自の5Gシステムを構築できるローカル5Gの制度化を一部の周波数帯について2019年中に行うほか、順次、そのほかの周波数帯にも拡大することとする。

また、2020年度からは、ローカル5G等の開発実証を実施するとともに、これらの実証により得られた知見を横展開し、全国各地におけるローカル5G等の利活用を加速することにより、地方のインフラ整備を促進し、都市部と地方の格差の是正を図る。

	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
ローカル5Gによるエリア展開の加速	ローカル5G等の利活用の促進					
	ローカル5G等の開発実証の推進					
	ローカル5Gの制度化	ローカル5G周波数の拡大	開発実証の結果を踏まえ、ローカル5Gの利用ルール等を順次整備			

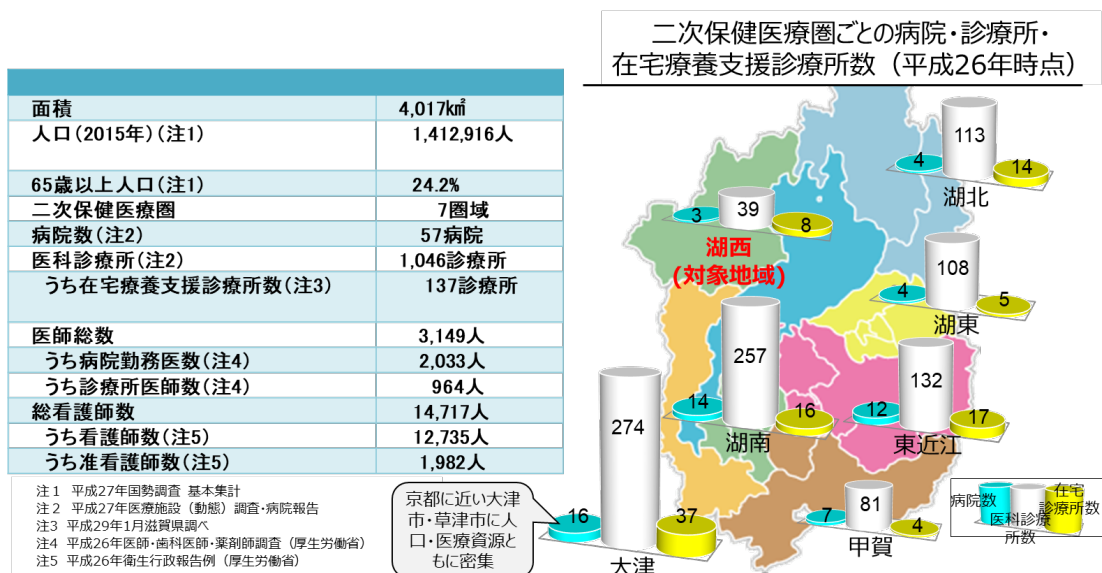
出所：総務省資料「ICTインフラ地域展開マスタープラン（令和元年6月）」をもとに弊法人で作成
図表 1-3 地域での5G利活用推進に向けた貴省の取り組み（2/2）

1.1.3 滋賀県の医療提供体制の状況

滋賀県の西部・北部・南東部では医療資源が少なく、他の保健医療圏への依存度が高い。しかしながら、地域住民の移動等の負担を考慮すると、今後は特定の医療機能を除いて地域

で完結できる医療体制を目指していくことが必要である。

一方、大津市や草津市・守山市を中心とした南部（大津圏域・湖南圏域）は医療資源が充実し、他の地域から患者受入を行っているが、高度急性期医療等の県全域を対象とした医療を提供しているため、今後とも必要な支援機能を維持するためには、他の地域からの受入は高度急性期・急性期の紹介等による必要な患者受け入れにとどめるなどの対応が必要となっている。



出所：平成27年国勢調査 基本集計、医療施設（動態）調査・病院報告等をもとに弊法人で作成

図表 1-4 滋賀県の医療提供体制の状況

湖西圏域はJR及び主要幹線が京都につながっており、大津医療圏ないし京阪地区に人口流出が大きく、またそれに伴い高齢化が他の医療圏より高くなっている。

病院・医科診療所数は中核病院が1病院、回復期・中小病院が2病院、医科診療所が約40診療所であり、一般及び療養病床数は411床という医療供給体制となる。また、滋賀県で最も人口密度が低く専門医が少ない中、開業医が総合診療を担い、中核病院の専門医が限りあるリソースの中で、地域医療を支えている。

そうした中、中核病院における患者集中・医療従事者疲弊、その後の医療従事者の離職による医療資源の不足、これに大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時など突発的な事象が追い打ちをかけ医療崩壊というシナリオが叫ばれている。

1.1.4 実証目的

湖西圏域の中核病院である高島市民病院は、地域の住民の方々から信頼される医療の提供を目指し、近代医療機器の導入を図りながら、小児医療、老人医療、救急医療及び在宅医療を含め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。

本実証においては、高島市民病院の医療業務の効率化及び病院機能の向上が中核病院の負担軽減につながるかどうかの検証が必要であり、以下の課題整理を行った上で、ローカル

5Gシステムを用いて課題解決に向けた4つの実証に取り組んでいく。

【課題整理】

- 専門医が少ないため入院患者の頻回の呼び出しや患者の様子を確認時において、頻繁に医局・外来等から病棟へ移動することがある。病棟210床だが建物の構造上、医局・外来等から病棟への移動時間に時間を要するが、現状は電話が来れば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、業務の改善が求められている（実証1）
- 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、術中相談時の手術センターへの移動の有無など業務効率化が求められている（実証1）
- 内視鏡検査は週に50症例程度を非常勤医師含めて2名の医師で担っており、かつ病院医師は外来・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ている（実証2）
- 大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時には、湖西圏域の災害医療を提供する上で中心的な役割を担っているため、医療受入体制の確保が求められている（実証3）
- 入院患者の様子を確認時において、外出先の院外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電話で確認し、必要に応じて病棟に駆け付けることもあるため、業務の改善が求められている（実証4）

実証1	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診療や遠隔技術指導
実証2	AI画像診断による医療現場の働き方改革
実証3	大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続
実証4	キャリア5Gでの検証

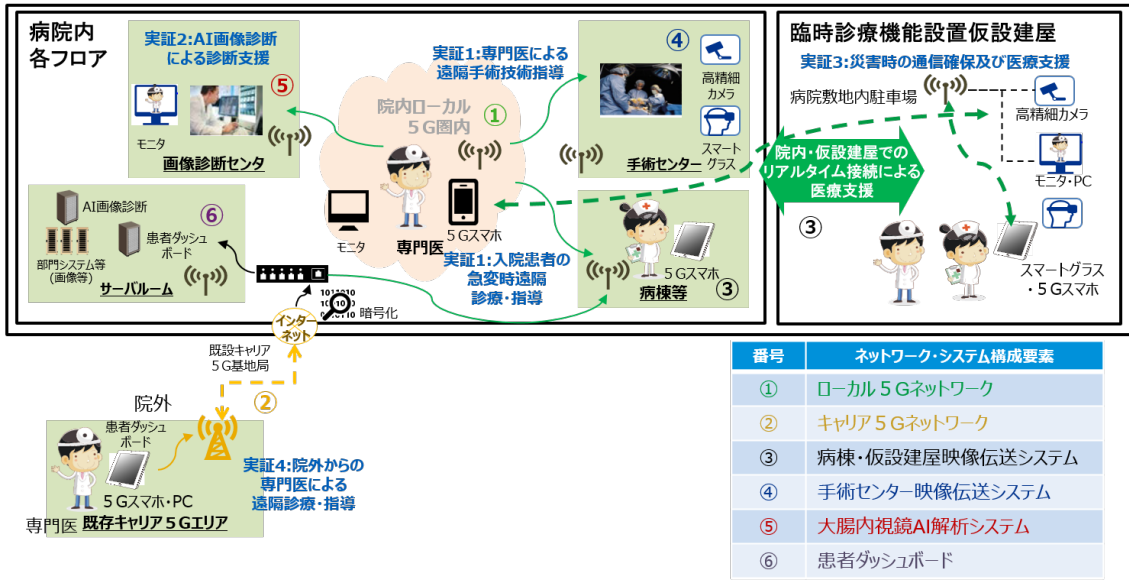
図表 1-5 課題解決に向けた4つの実証

1.2 実施事項及び実証目標

将来的に医療施設内で様々なローカル5Gソリューションが敷設され、院内全域をカバーエリアとする設計が求められる。医療施設内に各種ローカル5Gソリューションを敷設し、技術的な課題及び、医療施設内の課題の解決や働き方改革に資することを検証、評価を行う。

本実証では高島市民病院において、医療業務の効率化及び病院機能の向上を目的として、4Kカメラやスマートフォンカメラを活用して中核病院内・院外の他の場所にいる専門医が、手術センターにおける術中相談や、病棟での入院患者の様子確認等において遠隔診療・遠隔技術指導を行った。また、内視鏡検査においてAI画像診断により検査時間の短縮や病変見落とし防止等の医療現場の働き方改革を行った。更に院外の臨時診療機能設置仮設建屋において現場のトリアージ等の支援に関する実証、評価を行った。

高島市民病院

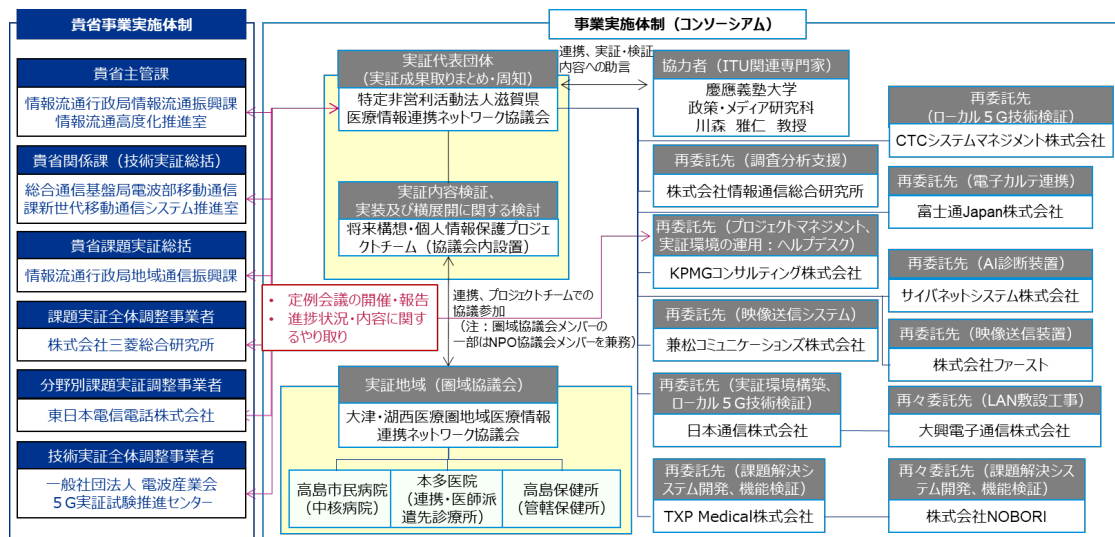


図表 1-6 実証概要イメージ図

1.3 実施体制

1.3.1 実施体制（コンソーシアム）

実証代表団体である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内に本実証に関わるプロジェクトチーム（コンソーシアムでの協議の場）を設置、協力者として ITU ラポータを務める慶應義塾大学の川森教授、実証地域として高島市民病院（中核病院）を中心とした湖西医療圏の医療機関、再委託先として KPMG コンサルティング株式会社、兼松コミュニケーションズ株式会社、株式会社情報通信総合研究所、富士通 Japan 株式会社、日本通信株式会社（同社より更に大興電子通信株式会社へ再々委託）、サイバネットシステム株式会社、株式会社ファースト、TXP Medical 株式会社（同社より更に株式会社 NOBORI へ再々委託）、CTC システムマネジメント株式会社で実施した。

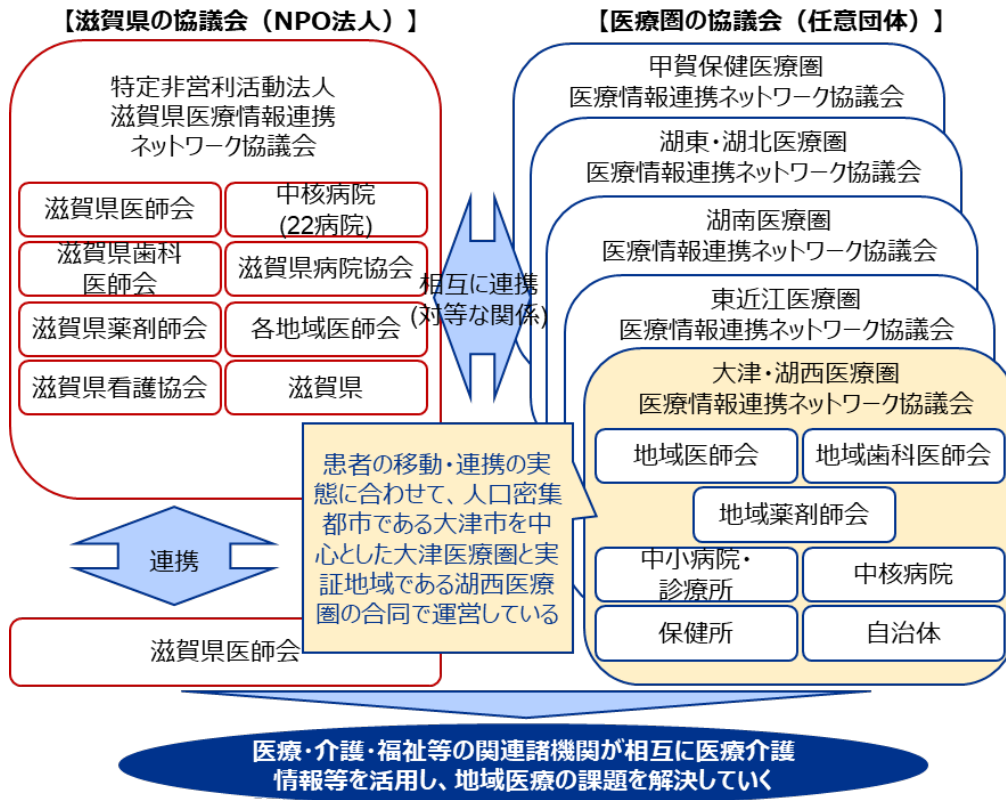


図表 1-7 実施体制（コンソーシアム）

1.3.2 実施体制（滋賀県の協議会・医療関係者）

滋賀県の全県での医療介護上の課題を ICT で解決するための医療介護情報連携ネットワークシステム「びわ湖あさがおネット」を運用する当法人の他に、各医療圏での「びわ湖あさがおネット」を活用した医療介護上の課題解決を図り草の根で利用勧奨を推進する圏域協議会（任意団体）が運用されており、双方に連携をしながら滋賀県の地域医療介護の課題解決を図る運用体制となっている。

本実証では、この圏域協議会のうち、「大津・湖西医療圏医療情報連携ネットワーク協議会」の湖西医療圏内にある高島市民病院を中心に実証を行った。また、職能団体や各医療圏の中核病院医師・所属者に、湖西医療圏の実証協力施設関係者を加えた以下のオール滋賀医療関係者で本実証に臨んだ。



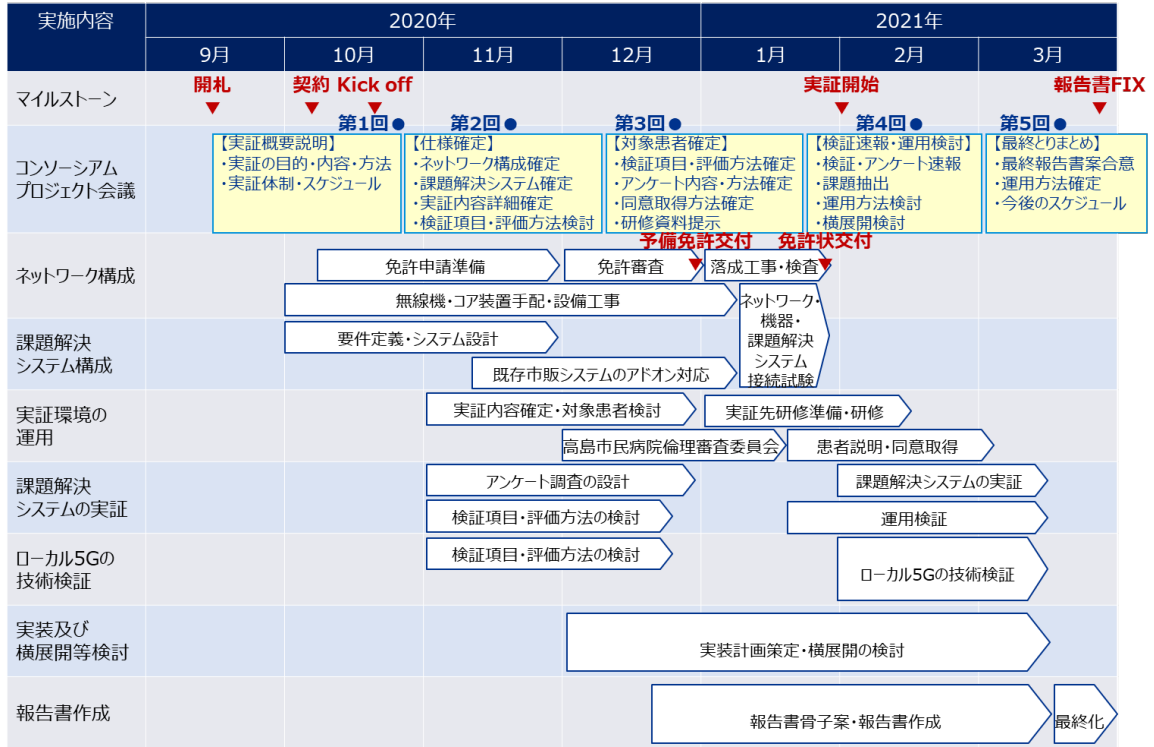
図表 1-8 実施体制（滋賀県の協議会）

氏名	所属	職名	位置付け
本多 朋仁	一般社団法人 滋賀県医師会	理事	県内の診療所が参画する団体。本実証の統括責任者。また実証協力施設責任者（本多医院）
楠井 隆	日本赤十字社 長浜赤十字病院	院長	湖北圏域中核病院
永田 啓	国立大学法人 滋賀医科大学	名誉教授	大津圏域大学病院。湖西医療圏に隣接する大津医療圏・人口密集都市の基幹病院。本実証の実施責任者
岡村 晃司	一般社団法人 滋賀県医師会	事務局主任	県内の診療所が参画する団体事務局
村杉 紀明	一般社団法人 滋賀県薬剤師会	常務理事	県内の薬剤師が所属する団体
橋本 智広	日本赤十字社 大津赤十字病院	医療情報課 課長	大津圏域中核病院。湖西医療圏に隣接する大津医療圏・人口密集都市の中核病院の技術者
西澤 嘉四郎	近江八幡市立総合医療センター	副院長	東近江圏域中核病院
小林 映	市立長浜病院	顧問	湖北圏域中核病院
芦原 貴司	国立大学法人 滋賀医科大学	教授	大津圏域大学病院。湖西医療圏に隣接する大津医療圏・人口密集都市の基幹病院
水田 嘉彦	滋賀医科大学医学部附属病院	医療情報係 主査	大津圏域大学病院。湖西医療圏に隣接する大津医療圏・人口密集都市の基幹病院
笹山 衣理	滋賀県健康医療福祉部健康寿命推進課健康しが企画室	室長	県の医療福祉政策実施主体
高屋 大樹	滋賀県健康医療福祉部健康寿命推進課健康しが企画室	副主幹	県の医療福祉政策実施主体
前田 昌彦	一般社団法人 滋賀県高島市医師会	会長	湖西圏域の診療所が参画する団体
鈴木 聡	高島市民病院	病院長	湖西圏域中核病院。本実証協力施設責任者
渡邊 温土	高島市民病院	地域医療連携室主任	湖西圏域中核病院。本実証協力施設担当者
安福 将之	滋賀県高島市	課長	湖西圏域の健康福祉政策実施主体。本実証協力関係者（高島市民病院での災害時対応実証時に協力）
川島 治彦	滋賀県高島保健所	副参事	湖西圏域の医療福祉政策実施主体。本実証協力関係者（高島市民病院での災害時対応実証時に協力）

図表 1-9 実施体制（滋賀県の医療関係者）

1.4 実証のスケジュール

実証スケジュールでは、令和2年10月中旬よりキックオフを開始し、12月末までに予備免許交付、課題解決システムやローカル5Gの技術検証の検証項目・評価方法等を確定した。令和3年1月より接続試験を行い、1月末までに本免許交付、2月より実証を開始し3月末までに報告書の作成を完了した。



図表 1-10 実証スケジュール

1.5 免許申請の概要

1.5.1 実験試験局の概要

本無線局は、「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係る医療分野におけるローカル5G等の技術的条件等に関する調査検討の請負」として、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向けた実証を実施するため、電波法第6条の規定に従い申請した。

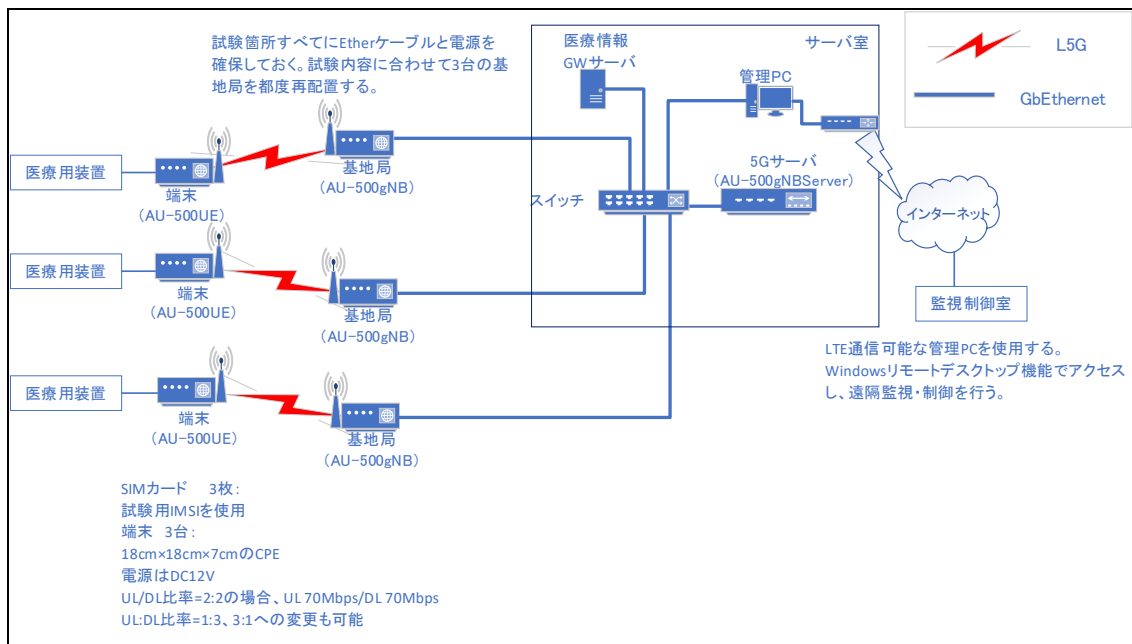
1.5.2 対象周波数帯

100MX7W 4,800MHz

1.5.3 免許期間

令和3年1月25日から令和3年5月31日まで

1.5.4 システム構成（申請時のシステム構成）



図表 1-11 システム構成

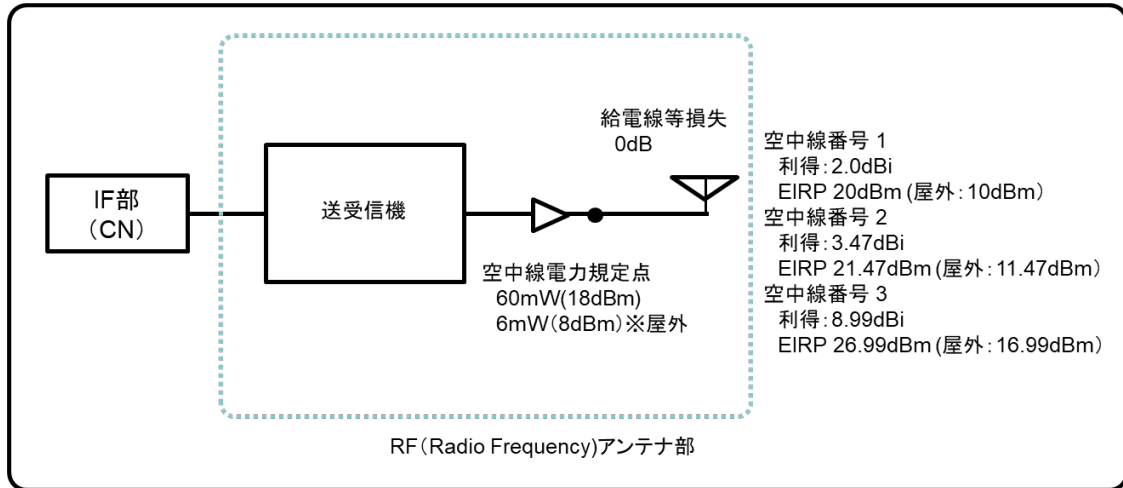
1.5.5 実験試験局及び端末諸元

No.	項目	基地局	端末
(1) 無線局諸元等	局数	3	3
	中心周波数	4.8GHz	同左
	占有周波数帯幅	100MHz	同左
	電波形式	100MX7W	同左
	変調方式	OFDM	同左
	識別信号	びわこあさがおねっとローカル5G じっけんたかしましみんびょういんきち 1~3	びわこあさがおねっとローカル5G じっけんたかしましみんびょういんいどう 1~3
	常置場所	北緯 35度29分23秒 東経 136度01分14秒	同左
	移動範囲	高島市民病院敷地内	同左
	アンテナの利得	A) 2dBi B) 3.47dBi C) 8.99dBi	2dBi
	アンテナの指向性	A) 無指向 B) 100° C) 38°	無指向
	アンテナの本数	1	2
	ケーブルロス	0	0
	TDD方式の同期方法 (同期・非同期・準同期)	非同期	同左
	空間損失(屋内)	87.23dB	同左
建物浸透損、逆位相相殺等調整値	8.00dB	同左	
(2) 機器メーカー名	株式会社エイビット	同左	

図表 1-12 無線諸元

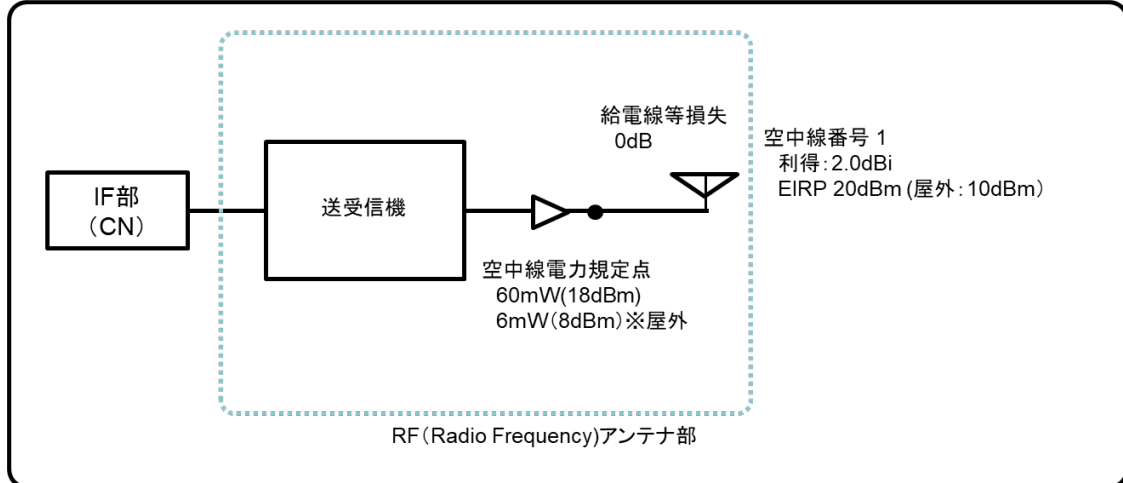
1.5.6 系統図

識別信号：びわこあさがおねっとローカル5G じっけんたかしましみんびょういんきち 1～3（本無線局は、空中線番号1～3を切り替えて使用する）



図表 1-13 基地局系統図

識別信号：びわこあさがおねっとローカル5G じっけんたかしましみんびょういんいどう 1～3



図表 1-14 移動局系統図

1.5.7 申請した送信電力

空中線電力の送信電力値を以下とした。

項目	概要
基地局（院内）相当 送信電力	60mW
基地局（仮設テント）相当 送信電力	6mW
移動局（院内）相当 送信電力	60mW
移動局（仮設テント）相当 送信電力	6mW

図表 1-15 アンテナ電力の送信電力値

また、その根拠となる回線設計を以下に示す。

番号	項目	単位	基地局（院内）（値）			基地局（仮設テント）（値）			端末（院内）（値）	端末（仮設テント）（値）
A	周波数	GHz	4.8			4.8			4.8	4.8
B	所要セル半径	M	15.00			15.00			15.00	15.00
C	電波伝搬損失	dB	95.23			69.59			95.23	69.59
D	所要受信電力	dBm	-75.0			-75.0			-75.0	-75.0
E	空中線利得（送信側）	dBi	2.00	3.47	8.99	2.00	3.47	8.99	2.00	2.00
F	給電線損失（送信側）	dB	0			0			0	0
G	空中線利得（受信側）	dBi	2.00	3.47	8.99	2.00	3.47	8.99	2.00	2.00
H	給電線損失（受信側）	dB	0			0			0	0
I	所要送信電力	dBm	18	18	18	8	8	8	18	8
J	マージン	dB	2	3	9	17	19	24	2	17
K	実効輻射電力	dB	20	21.47	26.99	10	11.47	16.99	20	10

図表 1-16 アンテナ電力の根拠

※所要セル半径は使用する各エリアのおおよその広さに基づく。所要受信電力はメーカーに確認した。基地局から弱電界エリア端までの距離は約 16m となる。

1.5.8 干渉調整結果

対象事業者	調整完了日
NTT ドコモ	令和 2 年 11 月 27 日
日本電気（NEC）	令和 2 年 11 月 26 日

図表 1-17 干渉調整

2. 実証地域

2.1 実証地域の概要

2.1.1 実証地域

滋賀県内にある湖西圏域は、湖の西側に位置し、圏域人口が 50,025 人、圏域面積 693.05 km²と、7つの医療圏の中でも 3 番目に大きい面積となっているもの、滋賀県で最も人口密度が低く専門医が少ないため、人口密集都市の中核病院との連携が必須であり、医療供給側の課題が他の圏域に比べて大きい。

特徴	概要
地理的特徴	<ul style="list-style-type: none"> 湖西圏域は湖の西側に位置し、圏域人口が 50,025 人、圏域面積 693.05 km²と、7つの医療圏の中でも 3 番目に大きい面積となっているもの、戸建て住居が湖近隣の平野部を中心に点在、高い建物が少ない状況にある。そのため、電波が飛ばしやすい、遮蔽物が少ない地形となっている。
医療供給側の課題が他の医療圏に比べて大きい（人口密集都市の中核病院との連携が必須）	<ul style="list-style-type: none"> JR 及び主要幹線が京都につながっており、大津医療圏ないし京阪地区に人口流出が大きく、またそれに伴い高齢化が他の医療圏より高く、医療資源も少ない状況にある。 中核医療機関 1 つ、回復期・中小病院 2 つ、約診療所 40、一般及び療養病床数が 411 という医療供給体制。開業医も高齢化が進んでいる。 上記状況のため、大津・湖南医療圏などの医療資源が集中している先との連携、及び滋賀医科大学・京都大学からの医療従事者派遣が必須の状態。そのため、大学からの派遣が難しい状況となると、地域医療としては維持が困難な状況になる。

図表 2-1 湖西圏域の特徴

2.1.2 実証地域の中核病院

高島市民病院は湖西圏域にある唯一の中核病院であり、地域の住民の方々から信頼される医療の提供を目指し、近代医療機器の導入を図りながら、小児医療、老人医療、救急医療及び在宅医療を含め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。

実証協力先	施設特徴
高島市民病院	<ul style="list-style-type: none"> 湖西圏域の中核病院で、許可病床数 210 床（うち、一般病棟（病棟）206 床、感染病床 4 床）、夜間・休日を問わず 365 日 24 時間救急医療体制を維持 標榜診療科は、内科、総合診療科（院内標榜）、透析科（血液浄化センター）、循環器科、精神科・神経科、小児科、外科、整形外科、脳神経外科、皮膚科、泌尿器科、産婦人科、眼科、耳鼻いんこう科、歯科・歯科口腔外科、放射線科、リハビリテーション科、麻酔科、心臓血管外科 特殊外来として、消化器外来、神経内科外来、呼吸器外来、糖尿病外来、甲状腺外来、不整脈外来、脊椎外来、乳腺外来、ヘルニア・肛門外来、小児外科外来、小児神経外来、小児心臓外来、腹腔鏡外来、コンタクト外来、インプラント外来、口腔難治性疾患外来、補聴器外来、緩和ケア外来を実施

図表 2-2 高島市民病院の施設特徴

病院名	高島市民病院
病院事業管理者	高山 博史
病院長	鈴木 聡
所在地	滋賀県高島市勝野 1667 番地

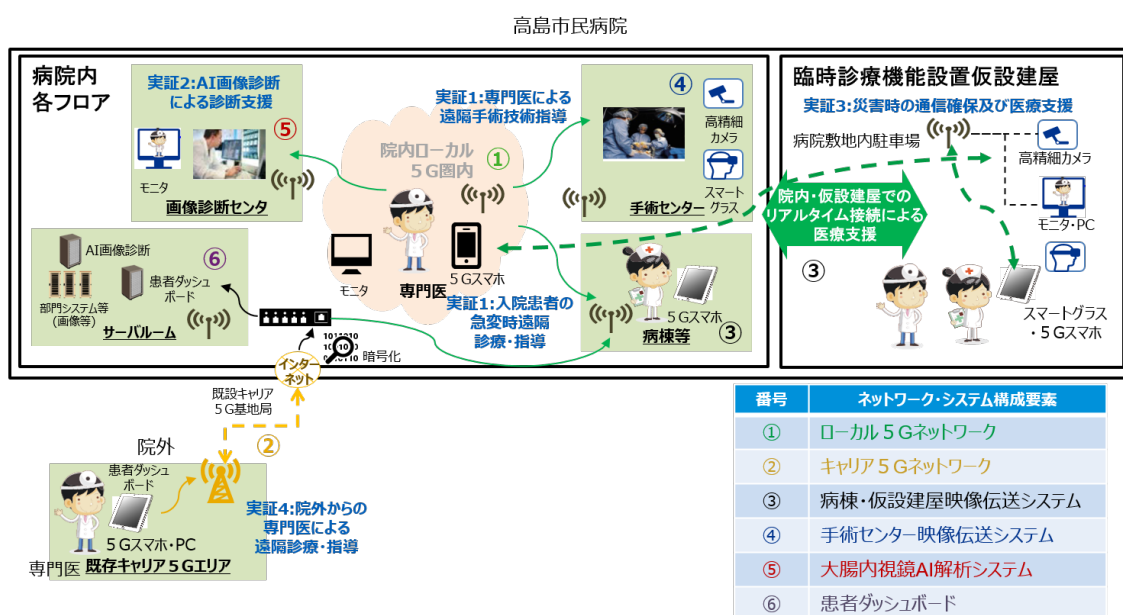


出所：Google Maps をもとに弊法人で作成

図表 2-3 高島市民病院の所在地

2.2 実証環境

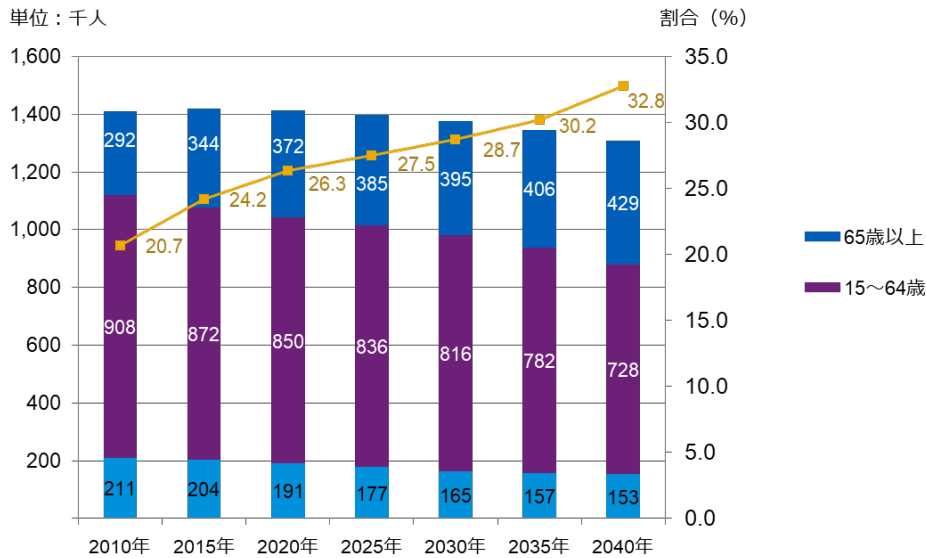
本実証では、ローカル 5G ネットワークを構築し既設のキャリア 5G ネットワークを活用して、病棟・仮設建屋映像伝送システム、手術センター映像伝送システム、大腸内視鏡 AI 解析システム、患者ダッシュボードの 4 つの課題解決システムを構築した。



図表 2-4 課題解決システム構成

2.3 地域課題等

滋賀県全体では人口が約 141 万人、高齢化率（65 歳以上人口）は 24.2%であり、全国平均（26.0%）と比較して、人口の高齢化は緩やかに進行している。しかしながら、西部及び北部、南東部は高い傾向にあり、高齢化が著しく進んでいる。一方、南部及び東部は現状では低い傾向にあるが、今後確実に高齢化が進む地域であり、県下において地域間格差がある。このため、人口の高齢化にともなう医療需要は、地域によって大きく異なる。

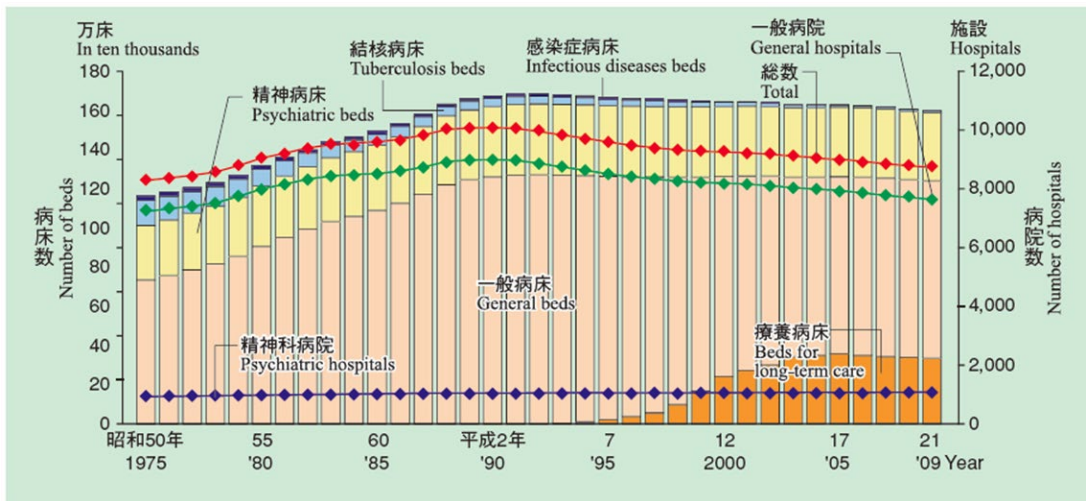


出所：国立社会保障・人口問題研究所 日本の地域別将来推計人口（平成 25 年 3 月推計）を基に弊法人で作成

図表 2-5 滋賀県における高齢化の将来推計

次に、病院病床数は横ばいからやや減少傾向である。また、患者が集中している圏域でも今後は十分に患者を受け入れられない可能性がある。

そのため、滋賀県の医療機関等の機能分化と有機的連携を実現し、県下の医療機関等がその機能を最大限に発揮することによって、病床数の拡大等が無くても、病院完結型から地域完結型への移行による地域医療の促進や、在宅療養支援等の充実、県全域及び地域（二次保健医療圏）における医療機関の役割分担と診療連携等より、今後増大する医療需要に対応できるようにしていくことが必要となる。



注：1) 昭和50～58年は各年12月末、昭和59年以降は10月1日現在である。
 2) 平成8年4月1日より「らい予防法の廃止に関する法律」の施行に伴い、ハンセン療養所は一般病院に含まれる。
 3) 「一般病床」は、昭和50年～平成4年は「その他の病床」であり、平成5年～平成12年は「その他の病床」のうち「療養型病床群」を除いたものであり、平成13・14年は「一般病床」及び「経過的旧その他の病床」（経過的旧療養型病床群を除く。）である。
 4) 「療養病床」は、平成12年までは「療養型病床群」であり、平成13・14年は「療養病床」及び「経過的旧療養型病床群」である。

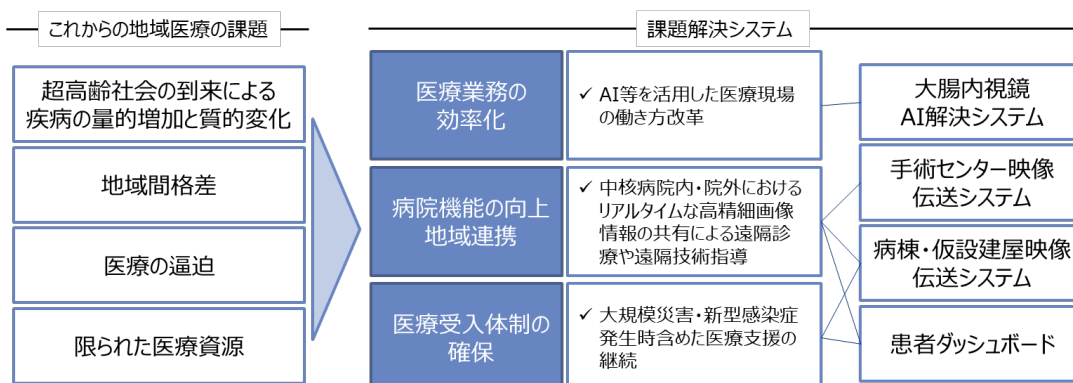
出所：厚生労働省 平成22年度我が国の保健統計

図表 2-6 滋賀県における病院病床数の推移

湖西圏域は、JR及び主要幹線が京都につながっており、大津医療圏ないし京阪地区に人口流出が大きく、またそれに伴い高齢化が他の医療圏より高く、医療資源も少ない状況にある。そのため、大津・湖南医療圏などの医療資源が集中している先との連携、及び滋賀医科大学・京都大学からの医療従事者派遣が必須の状態となる。

高島市民病院においても、産婦人科、泌尿器科、及び皮膚科などは滋賀医科大学・京都大学等からの医療従事者派遣や非常勤医師が担っている。そのため、大学からの派遣が難しい状況となると、地域医療としては維持が困難な状況になる。

これらの地域医療の課題において、医療業務の効率化や病院機能の向上・地域連携、更には医療受入体制の確保が必要である。



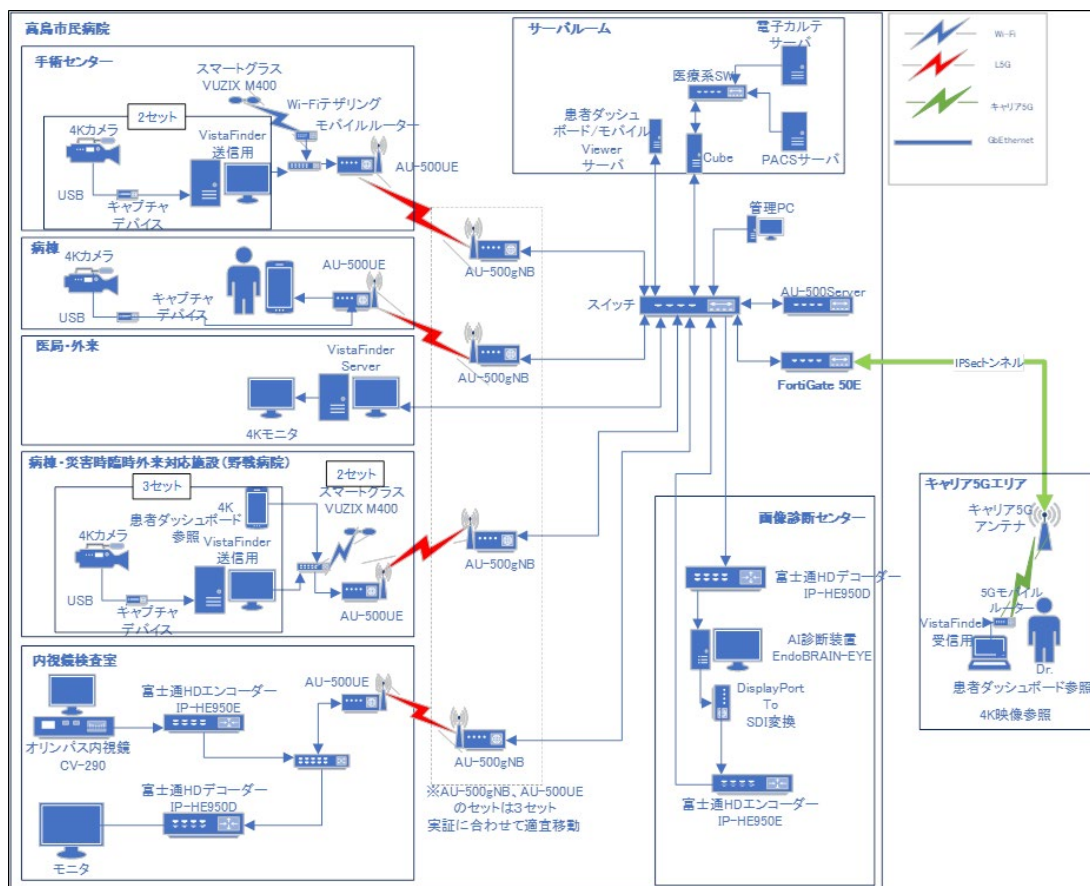
図表 2-7 地域医療の課題を踏まえた本実証の課題解決システムとの関係性

3. 実証環境

3.1 ネットワーク構成

3.1.1 ネットワーク・システム構成（全体像）

本実証にて構築を行ったネットワーク全体は、以下「図表 3-1 ネットワーク全体構成」となる。

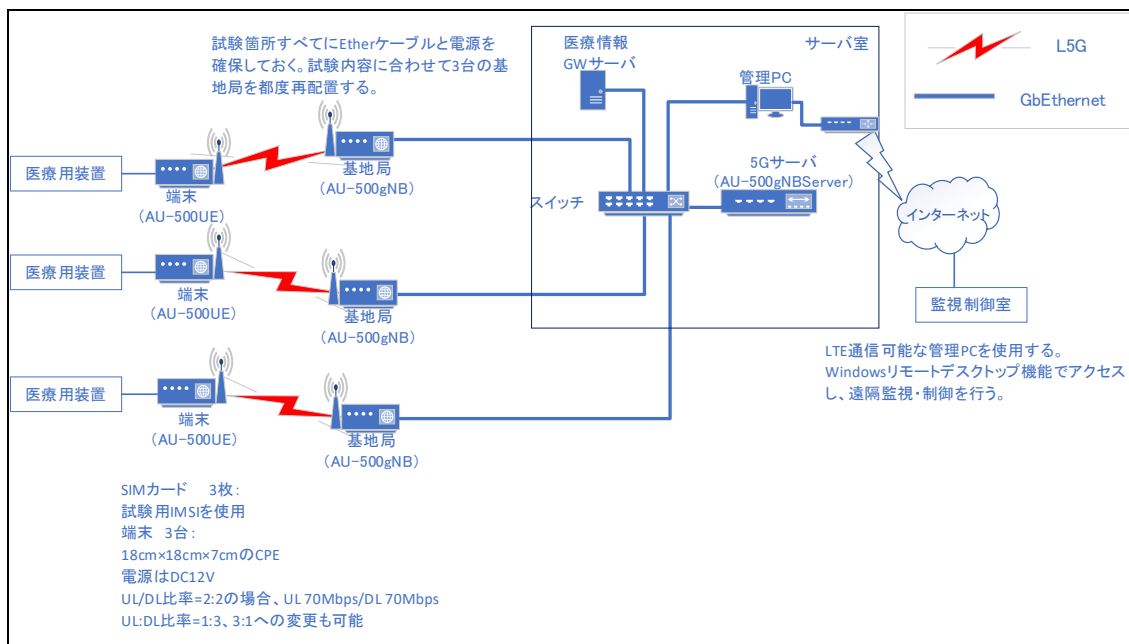


図表 3-1 ネットワーク全体構成

後述する課題実証、技術実証に合わせて、基地局、5G 対応端末 3 セットは適宜移動して使用した。

3.1.2 ローカル5G ネットワーク構成

本実証にて構築を行ったローカル5G ネットワークは、以下「図表 3-2 ローカル5G ネットワーク構成」となる。



図表 3-2 ローカル5G ネットワーク構成

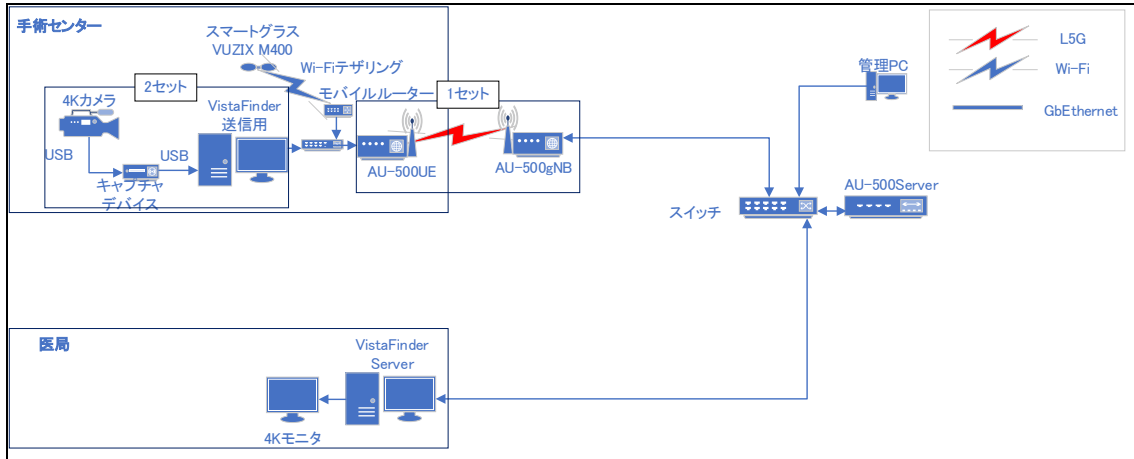
使用機器は以下となる。

No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	5G コア	ABit	AU-500-Server	1
2	5G 基地局	ABit	AU-500gNB	3
3	5G 対応端末	ABit	AU-500UE	3
4	スイッチ	NETGEAR	JGS524E-200AJS	1
5	管理 PC	Lenovo	ThinkCentreX1 10HU-000CJP	1

図表 3-3 ローカル5G ネットワーク使用機器一覧

3.1.3 ①手術センター内映像伝送システム

本実証で利用した手術センター内映像伝送システムは、以下「図表 3-4 手術センター内映像伝送システム構成」となる。



図表 3-4 手術センター内映像伝送システム構成

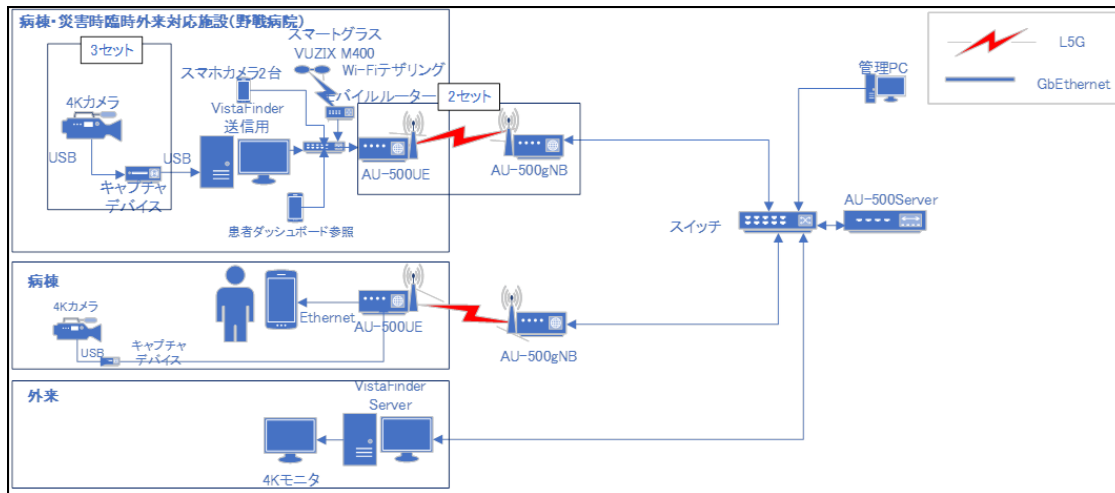
使用機器は以下となる。

No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	4K カメラ	Panasonic	HC-VX992M	2
2	スマートグラス	VUZIX	VUZIX M400	1
3	4K モニタ (医局)	Dell	U2720Q	1
4	Vista Finder 送信用 PC	Dell	LATITUDE 5310	2
5	Vista Finder Server (医局)	Dell	LATITUDE 5310	1
6	5G 基地局	ABit	AU-500gNB	1
7	5G 対応端末	ABit	AU-500UE	1
8	キャプチャデバイス	日本デジタル・プロセ シング・システムズ	USB Capture HDMI 4K Plus	2

図表 3-5 手術センター内映像伝送システム使用機器一覧

3.1.4 ②病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム

本実証で利用した病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システムは、以下「図表 3-6 病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム構成」となる。



図表 3-6 病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム構成

使用機器は以下となる。

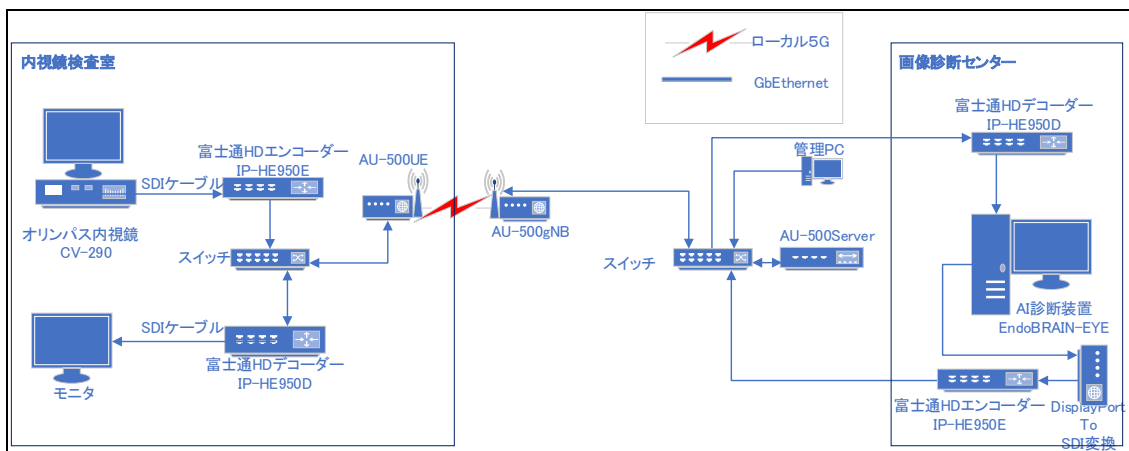
No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	4K カメラ	Panasonic	HC-VX992M	3
2	スマホカメラ (モバイル端末)	Apple	iPhone12 (A2402)	2
3	タブレット	Apple	iPad Pro (A2229)	2
4	スマートグラス	VUZIX	VUZIX M400	1
5	4K モニタ (外来)	Dell	U2720Q	2
6	Vista Finder 送信用 PC	Dell	LATITUDE 5310	3
7	Vista Finder Server (外来)	Dell	LATITUDE 5310	2
8	5G 基地局	ABit	AU-500gNB	3
9	5G 対応端末	ABit	AU-500UE	3
10	キャプチャデバイス	日本デジタル・プロセシング・システムズ	USB Capture HDMI 4K Plus ROI-DP	3
11	患者ダッシュボード*1	TXP Medical	Next Stage ER	1
12	PACS Viewer	NOBORI	NOBORI-CUBE	1

図表 3-7 病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム使用機器一覧

*1 患者ダッシュボード:TXP Medical 社の製品。電子カルテと連動し、患者の基本情報取得を行い患者ダッシュボード上で主訴、処置の状況など入力可能なシステム。救急、災害時などに使用する

3.1.5 ③大腸内視鏡 AI 解析システム

本実証で利用した大腸内視鏡 AI 解析システムは、以下「図 3-8 大腸内視鏡 AI 解析システム構成」となる。



図表 3-8 大腸内視鏡 AI 解析システム構成

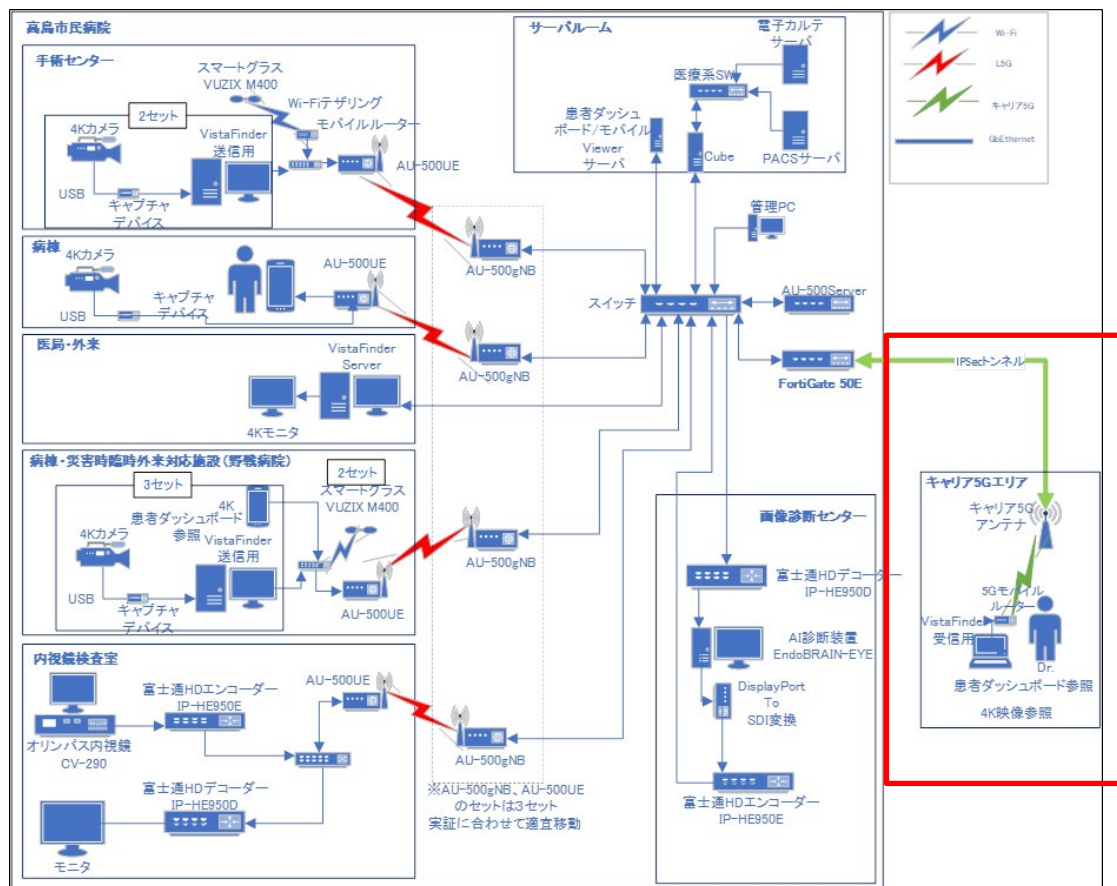
使用機器は以下となる。

No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	内視鏡 (既存)	オリンパス	CV-290	1
2	HD エンコーダー	富士通	IP-HE950E	2
3	HD デコーダー	富士通	IP-HE950D	2
4	AI 診断装置	サイバネットシステム	EndoBRAIN-EYE	1
5	モニタ	ADTECHNO	SG1850S	1
6	SDI 変換器	AJA	ROI-DP	1
7	5G 基地局	ABit	AU-500gNB	1
8	5G 対応端末	ABit	AU-500UE	1

図表 3-9 大腸内視鏡 AI 解析システム使用機器一覧

3.1.6 ④キャリア5G ネットワーク

本実証で利用したキャリア5Gのシステム構成は、以下「図表 3-10 キャリア5G ネットワーク構成」となる。



図表 3-10 キャリア5G ネットワーク構成

使用機器は以下となる。

No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	4K カメラ	Panasonic	HC-VX992M	1
2	スマホカメラ（モバイル端末）	Apple	iPhone12（A2402）	1
3	モバイルルーター※1	au	Speed Wi-Fi 5G X01	1
4	Vista Finder 送信用 PC※2	Dell	LATITUDE 5310	1
5	モバイル PC※2	Dell	LATITUDE 5310	1
6	患者ダッシュボード※3	TXPMedical	Next Stage ER	1
7	PACS Viewer	NOBORI	NOBORI-CUBE	1
8	セキュリティプライアンス※ 4*2	FORTINET	FortiGate 50E	1

図表 3-11 キャリア5G ネットワーク使用機器一覧

※1 モバイルルーターはグローバル IP 付与サービス追加。n257（N261）のミリ波に対応。

※2 セキュリティプライアンス：ルーター、ファイアウォールなどインターネット接続に使用する機器

※²Vista finder 送信用 PC からモバイル PC への通信は KCipher-2 (ISO/IEC 18033-4、電子政府推奨暗号) にて暗号化

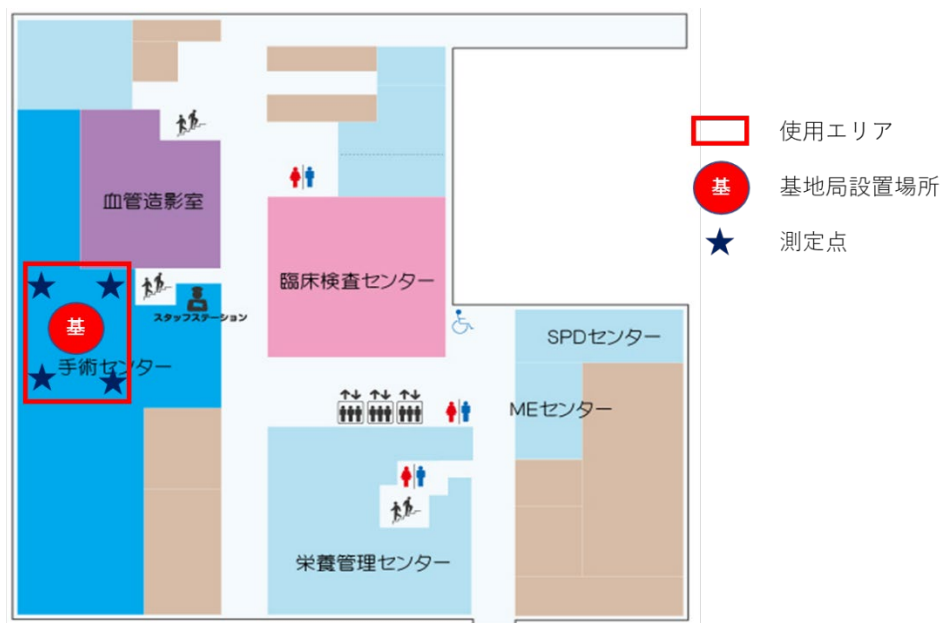
※³ 患者ダッシュボードサーバとモバイル PC への通信は TLS1.2 による暗号化通信

※⁴ 院内ネットワークと院外端末は IPsec による暗号化通信

3.1.7 基地局配置

基地局の配置場所は実証ごとに異なり、3 セットの 5G 基地局、5G 対応端末を適宜配置して使用した。

手術センター映像伝送システム



図表 3-12 アー1 (1) ①実証場所 (本棟 2F)

病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム



図表 3-13 アー1 (1) ②実証場所 (本棟 3F、仮設建屋)

大腸内視鏡 AI 解析システム



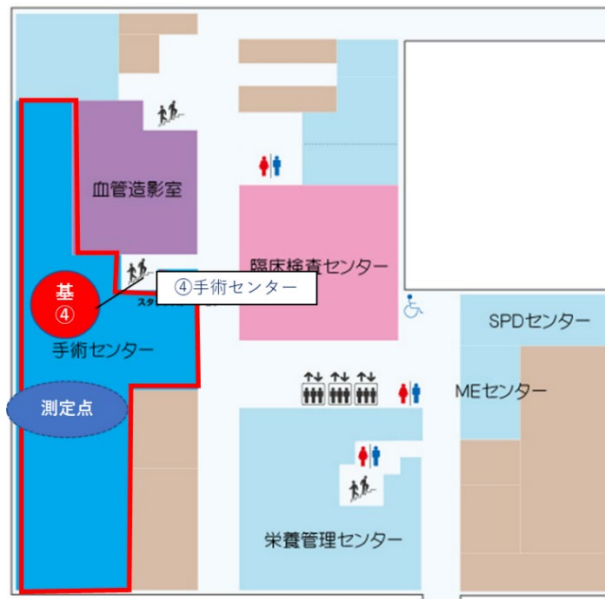
図表 3-14 アー1 (1) ③実証場所 (本棟 1F)

院内の遮蔽物による影響評価（本棟 1F）



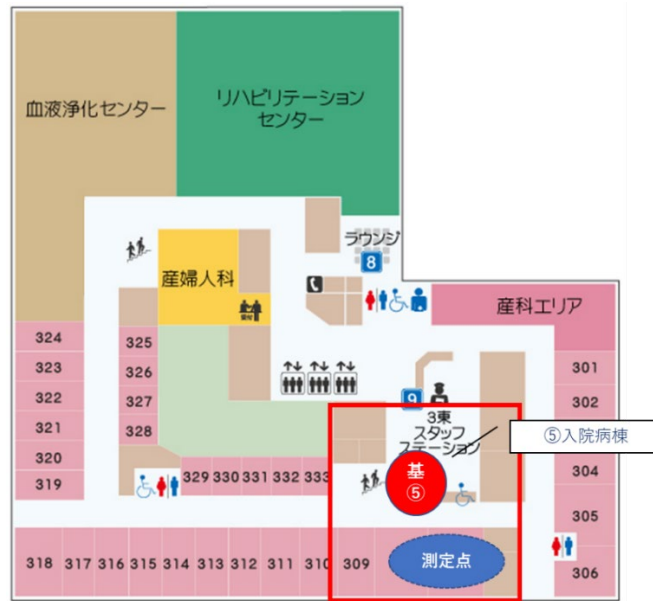
図表 3-15 アー1 (2) 本棟 1F 図面

院内の遮蔽物による影響評価（本棟 2F）



図表 3-16 アー1 (2) 本棟 2F 図面

院内の遮蔽物による影響評価（本棟 3F）



図表 3-17 アー1 (2) 本棟 3F 図面

3.2 システム機能・性能・要件

3.2.1 伝送帯域や遅延等の通信性能

システム個別の要求スペックは下記の通り。

種別	使用機器	遅延 (ms)	ビットレート (Mbps) 上り	ビットレート (Mbps) 下り
通信装置	5G 基地局	10	68	68
	5G 端末	--	32	32
	内視鏡 AI 画像診断 (FHD) ^{*3}	400	4	4
映像機器	4K カメラ映像	60	68	68
	内視鏡 AI 画像診断 (FHD)	400	4	4
システム	患者ダッシュボード	900	--	--
キャリア 5G	4K カメラ映像	100	68	68

図表 3-18 システム個別の要求スペック

3.2.2 各機器の機能・性能

各機器の種別ごとのデータ種類及びデータ通信量

種別	使用機器	データ種類	データ通信量
通信装置	5G 基地局	--	
	5G 端末	--	
	内視鏡 AI 画像診断 (FHD)	映像	～10Mbps
映像機器	4K カメラ映像	映像	～100Mbps
	内視鏡 AI 画像診断 (FHD)	映像	～10Mbps
システム	患者ダッシュボード	テキスト	～10Mbps
キャリア 5G	4K カメラ映像	映像	～100Mbps

図表 3-19 各機器のデータ種類及びデータ通信量

3.2.3 サイバーセキュリティ対策（外部のネットワークへの接続やデータ伝送を伴う場合）

「4.課題解決システムの実証 アー4：キャリア 5G での検証」で実施したネットワーク構成において、インターネット回線上に IPsec による VPN トンネルを構築し、患者ダッシュボードの通信は TLS1.2 で暗号化し、Vista finder 送信用 PC からモバイル PC への通信は KCipher-2 (ISO/IEC 18033-4、電子政府推奨暗号) にて暗号化を行った。

³ フルハイビジョンの略：画面や映像を構成する画素数を表す用語で、1920×1080 ピクセルのこと

3.3 実証環境の運用

3.3.1 実証参加者への研修内容

3.3.1.1 研修目的

- ① ローカル5G実証背景・内容を理解していただく
- ② ローカル5G実証シーンの機材及びシステム操作を理解していただく
- ③ 操作教育資料以外に不明点等を事前に確認していただく

3.3.1.2 研修の検証対象

- ア-1：①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診療や遠隔技術指導
②病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断
- ア-2：AI画像診断による医療現場の働き方改革
- ア-3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続
- ア-4：キャリア5Gでの検証

3.3.1.3 研修期間

令和3年1月25日から2月24日

3.3.1.4 研修内容

本ローカル5Gの実証では操作マニュアルに沿って以下の内容説明を行った。

- ①実証事業についてのご説明
- ②シナリオのご説明
- ③検証場所
- ④使用機器
- ⑤事前準備の流れ
- ⑥実証詳細の操作流れ

3.3.1.5 研修詳細

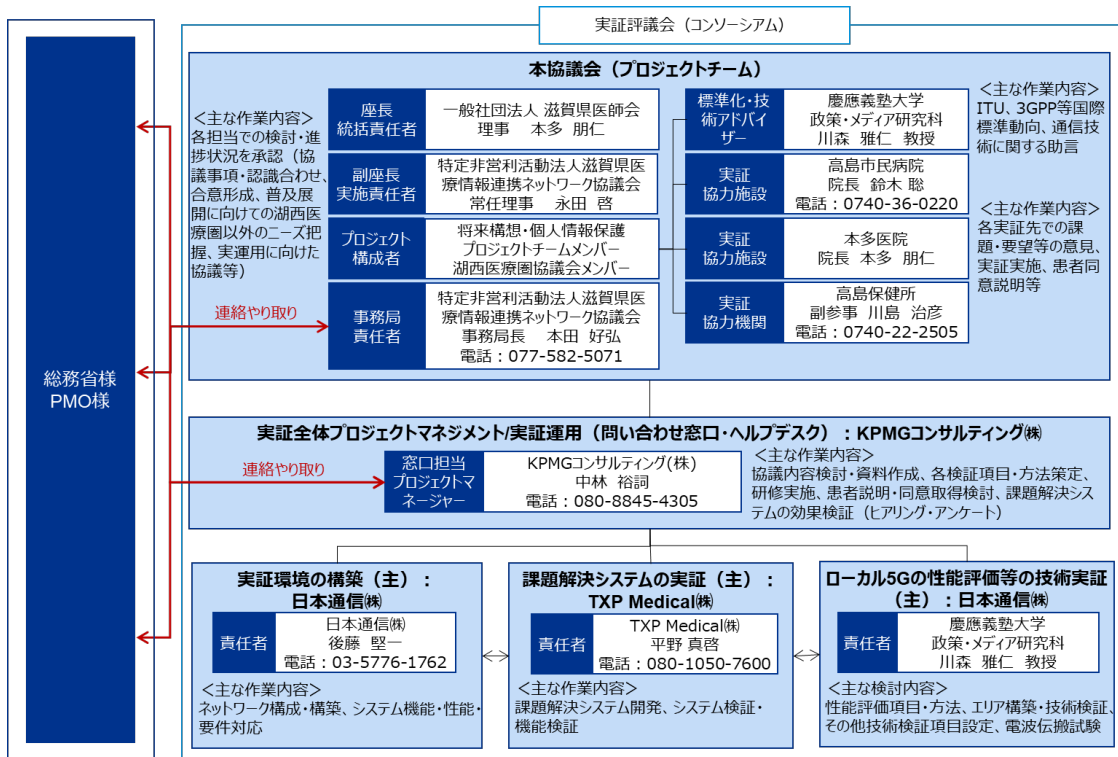
研修日程	研修内容	参加者	説明資料
1月27日	遠隔診療や遠隔技術指導	医師：3名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_手術.docx 医療 19_中核（滋賀）研修資料_病棟.docx
1月28日	遠隔診療	看護師：10名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_病棟.docx
1月29日	手術遠隔技術指導	看護師：10名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_手術.docx
2月5日	大規模災害	医師：1名程度 看護師：2名程度 病院職員：2名程度 保健師：2名程度 自治体職員：3名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_大規模災害.docx
2月19日	AI画像診断	医師：2名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_AI画像診断.docx
2月24日	キャリア5G	医師：1名程度	医療 19_中核（滋賀）研修資料_キャリア5G.docx

図表 3-20 研修詳細

3.3.2 ヘルプデスク体制

実証開始前に、実証参加者等に対するシステム利用に関する説明会を行い、実証の目的・内容を十分理解してもらった上で機器操作の習熟を図ることで、トラブルの事前防止を図る。また、実証期間中は技術グループをヘルプデスクとして設置し、実証参加者等からの問合せ等に対応した。

ヘルプデスク体制は下記の図表の通り。



図表 3-21 ヘルプデスク体制

3.3.3 障害管理

不具合が発生した場合に備えた緊急連絡体制を整備し、原因等を迅速に特定し対処した。(計 44 件)

今回の課題解決システムを使用してのトラブルかつ解決した事例としては、4K 映像伝送システムの音声トラブルが挙げられる。

4K 映像伝送システムの送受信端末それぞれに接続したマイクスピーカーで相手側へ話しかけると、音声断続的になり異常なノイズが乗る現象が発生したが、調査の結果マイクとスピーカーが一体となっている機器が原因であることが判明し、設定変更 (AGC オフ) により改善できた。

昨今、多用途での利用頻度が高まっているマイクスピーカーを使用してのトラブルは想定外であったが、事前に回避できるノウハウを蓄積できたのは収穫であった。

また、院内では医療機器や医療器具の設置が多く、実証機器を常時設置するための空きスペースを確保するのが困難であった。

そのため可搬型のラックを調達することとしたが、当初準備したものが大きく業務に支障をきたすということで小さなワゴンラックを調達し直したことにより、実証機器をすべてワゴン内に収納でき、かつ取り回しもよいのでスムーズに日毎の設置撤収が可能となり、円滑に実証を進めることができた。

次に、本実証は病院での医療・診療行ため中に行ったため、実証に不具合が発生した場合、医療・診療行ために支障があってはならない。各ユースケースにて不具合が発生した場合、以下のバックアップ (対策) を実施することにより医療・診療行ために支障がないよう実施した。

対象システム	想定される不具合	バックアップ (対策)
病棟・仮設建屋映像伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応
手術センター映像伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応
大腸内視鏡 AI 解析システム	映像不通、AI 診断不可	既存の内視鏡映像にて診断
患者ダッシュボード	情報参照不可	電子カルテ端末、既存の PHS、電話にて参照

図表 3-22 実証不具合時のバックアップ

4. 課題解決システムの実証

4.1 前提条件

本実証における実証内容については、滋賀県医師会及び高島市民病院医療従事者にヒアリングを実施した上で、実証内容を確定した。

また、本実証内容及び対象患者選定に当たっては、高島市民病院の判断により倫理審査委員会で審査を実施した。

日付	概要
10月15日	湖西圏域の地域課題・解決方法ヒアリング済（滋賀県医師会・理事）
10月15日	湖西圏域の地域課題・解決方法、高島市民病院の医療提供体制ヒアリング済（高島市民病院・院長）
10月21日	実証内容ヒアリング済（高島市民病院・医師2名）
10月21日	実証内容ヒアリング済（高島市民病院・看護部長）
11月6日	実証内容アンケート実施済（高島市民病院・医師4名）
11月19日	実証ヒアリング済（高島市民病院・医師1名）

図表 4-1 関係者へのヒアリング状況

上記ヒアリングを通じて、湖西圏域の地域課題・解決方法や高島市民病院の医療提供体制を基に、実証内容の具体化のため下記の患者パターンを抽出した。

実証	患者パターン	概要
ア-1) 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診療や遠隔技術指導	パターン A	大腸がんの術中に尿管への腫瘍の癒着がある場合、泌尿器科の医師に処置の手法など判断を仰ぐ上で、炎症など癒着の状況を把握するために高解像度（4K 相当）を使用し、泌尿器科の医師が手術センターに駆けつけるべきか否かの判断を行うことで、結果として駆けつける場合でも移動、入室準備の間に患部に対して事前準備が可能となる。
	パターン B	子宮がんや子宮筋腫等の術中に腸の癒着がある場合、外科の医師に処置の手法など判断を仰ぐ上で、癒着部位、血管の状態などを把握するために高解像度（4K 相当）を使用し、外科の医師が手術センターに駆けつけるべきか否かの判断を行うことで、結果として駆けつける場合でも移動、入室準備の間に患部に対して事前準備が可能となる。
	パターン C	胃がん、大腸がん、胆のうがん、膵臓がんなど開腹手術において、細かな血管や神経、臓器の境界をより正確に把握することが重要であり、高解像度（4K 相当）を使用する。同時に、動きを観察するのでフレームレート（30fps 相当）も重要となる。 医師は外来時に手術の様子を確認しながら、執刀医に必要に応じて転移への影響確認や切除方法の技術指導を行うことが可能となる。
	パターン D	術後の患者が腹腔ドレーンを留置した場合、腹腔ドレーンの排液の色は、術後の経過と共に淡血性→淡々血性→淡黄色→淡々黄色と変化するが、異常時には排液量や排液の色が突然変化するため、色を評価する上で高解像度（4K 相当）を使用した。
	パターン E	患者の顔色や状態などを把握した上で診察することが重要であり、色を評価する上で高解像度（4K 相当）を使用した。
	パターン F	胆石性急性胆のう炎・脳出血後遺症など神経症状がある患者に対して、開放型病床※の施設・設備を利用する中でかかりつけ医と病院医師が治療方針等について話し合い共同診療にあたる上で、オンライン診療を実施する体制が整っていない中においてもローカル 5G の通信網を利用して診察を実施することができる。
	パターン G	患者に神経症状がある場合、脳中枢病変の有無、部位、重症度を推し量るために目の診察（目の向き、瞳孔の大きさ、光を当てた時の反応）が重要となる。瞳孔（2.5-4mm）の対光反射等を評価するために高解像度（4K 相当）を使用した。同時に、動きを観察するのでフレームレート（30fps 相当）も重要となる。
ア-2) AI 画像診断による医療現場の働き方改革	パターン H	大腸内視鏡検査において、医師は内視鏡操作と病変の発見を同時に行っている。AI によるリアルタイム病変発見機能を併用することにより、病変の見落としを防止しつつ、より内視鏡操作に集中でき、短時間かつ、より正確な検査を想定した。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した。
ア-3) 大規模災害・原子力災	パターン I	災害時の外来患者に対して、災害時臨時外来対応施設（野戦病院）などを活用する場合等において、院内への患者受け入れ調整やトリアージ等を院内の医師と実施する際、患者の顔色、発汗の様子、外傷の状態、呼

害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続		吸の様子などを高解像度（4K相当）で共有する。顔色や発汗の様子など高精細の映像を利用することにより、短時間かつより正確な判断につながるかどうかを評価した。
	パターン J	原子力災害発生時の外来患者に対して、被ばくの恐れのある患者の状態を院内の医師と高解像度（4K相当）で共有する。特に放射線防護服着用での皮膚除染対応は頻繁に人員の配置換えすることが容易ではなく、専門医が除染を担当しない場合も多い。そのような中で専門医が現場への対応指示を適切かつ迅速に行い、被ばく医療対応を実施できるかを評価した。
	パターン K	新型感染症発生時（新型コロナウイルス含む）の外来患者に対して、患者の状態を院内の医師と高解像度（4K相当）で共有する。患者の状態、機器のモニタ映像とともに医師が対応指示を迅速に行い、医師、看護師等の人員配置を柔軟に行った。事等により、業務改善が可能かを評価した。
ア-4) キャリア 5G での検証	パターン L	医師が医療施設敷地外に居るシチュエーションにおいて、院内ローカル 5G 網とキャリア 5G 網を接続し、患者情報を患者ダッシュボードで、かつ、患者の状態を高解像度（4K相当）で院外の医師と共有する。院外の医師側の端末と接続する検証を実施することで、ローカル 5G 及びキャリア 5G 間の連携に関する課題を考察した。

図表 4-2 患者パターンの抽出

また、各実証内容に対して「医学的知見による有用性」、「業務オペレーションの効率性」及び「心理的負担の軽減」の3つの評価項目を確定し、想定される効果に対して下記の検証項目を測定することとした。

実証概要	検証項目		
	医学的知見による有用性に関する評価項目	業務オペレーションの効率性に関する評価項目	心理的負担の軽減に関する評価項目
ア-1) リアルタイム高精細画像情報の共有による遠隔診療や遠隔技術指導	<ul style="list-style-type: none"> 解像度とフレームレート (fps) は、いずれも遠隔診療・技術指導に有用であったか 遠隔医療で対面と同等の診断ができたか 	<ul style="list-style-type: none"> 手術室、病棟-医局、外来間の移動時間が削減できるか 手術・診療時間は短縮できるか 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔診療がストレスなくできるか
ア-2) AI画像診断による医療現場の働き方改革	<ul style="list-style-type: none"> 内視鏡映像と比較してAI診断装置による解析結果時間が受容できるか (有線、ローカル5G) 	<ul style="list-style-type: none"> 検査時間は短縮できるか 病変見落としや、操作と診断の同時並行の緩和等によるストレス軽減につながったか 	<ul style="list-style-type: none"> 検査がストレスなくできるか
ア-3) 大規模災害・原子力災害・新型感染症発生時 (新型コロナウイルス含む) の医療支援の継続	<ul style="list-style-type: none"> 解像度とフレームレート (fps) は、いずれも院内災害対策本部からのトリアージ支援や疑い症例判断等に有用であったか 	<ul style="list-style-type: none"> 人員配置の最適化や、状況把握ができるか 自治体への報告が効率化できるか 災害対策本部から野戦病院までの移動時間が削減できるか 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔診療がストレスなくできるか
ア-4) キャリア5Gでの検証	<ul style="list-style-type: none"> 院外で使用する際に対象患者の情報は過不足なく表示されたか 医療情報を外部にて参照する際に、特に配慮が必要となる事象はあったか 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外から病院までの移動時間が削減できたか 勤務時間は短縮できるか 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔診療がストレスなくできるか

図表 4-3 実証時の検証項目

4.2 実証目標

滋賀県高島市にある高島市民病院（中核病院）において、医療業務の効率化及び病院機能の向上を目的として、課題解決システムを用いて手術センターの執刀医が院内の医局にいる医師に対して術中相談や技術指導を受けた。また、病棟にいる入院患者の急変時等において遠隔診療を実現した。更に、院外の臨時診療機能設置仮設建屋（野戦病院）において大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続を実現した。その他、ローカル5Gとキャリア5Gを組み合わせた実証として、院外（キャリア5G圏内）から院内患者の状況の映像や患者ダッシュボードなどを参照し、遠隔診療を実現した。これにより実証項目毎に、下記の実証目標を医療従事者へのヒアリング等を通じて設定した。

実証概要	実証項目	実証内容	実証目標
ア) 課題解決システムに関する検証及び評価・分析	アー1) 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診療や遠隔技術指導	アー1-①) 手術センターでローカル5Gを用いた4Kカメラやスマートグラスを活用して、オンラインから執刀医が院内の医局にいる医師に対して術中相談や技術指導を受けた。	遠隔診療・技術指導が有用であり、かつ、手術時間や医師の移動時間短縮等による業務改善が図られることを目標とした。
		アー1-②) 病棟で看護師がローカル5Gを用いた4Kカメラやスマートフォンを活用して、外来にいる医師に相談し、医師は患者の容態を把握した上で、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・助言を行った。	遠隔診療が有用であり、かつ、医師の移動時間短縮等による業務改善が図られることを目標とした。
	アー2) AI画像診断による医療現場の働き方改革	ローカル5Gを用いた大腸内視鏡映像からAI画像診断を行った。	病変見落としの防止や検査精度向上、及び検査時間の短縮による医師の勤務時間短縮等の働き方改革に資することを目標とした。
	アー3) 大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続	ローカル5Gを用いた大規模災害・原子力災害・新型感染症発生時に、野戦病院に設置された4Kカメラやスマートフォンカメラ・スマートグラスを使用して、災害や感染症状況を院内災害対策本部に中継した。院内災害対策本部にいる医師は中継された映像をもとにトリアージや救護（もしくはスクリーニングや除染、疑い症例判断等）を支援した。	院内災害対策本部からの医師の処置指導や状況把握、人員配置の最適化、更には自治体職員の自治体への報告業務が効率化することを目標とした。
アー4) キャリア5Gでの検証	ローカル5Gとキャリア5Gを組み合わせた実証として、病棟で看護師がローカル5Gを用いた4Kカメラやスマートフォンを活用して、院外（キャリア5G圏内）にいる医師に映像を共有した。医師は映像や患者ダッシュボードを参照し、院外から遠隔診療を行った。	迅速な対応や判断が可能となり、医師やの対応時間短縮による勤務時間短縮や病院への移動時間短縮等の働き方改革に資することを目標とした。	

図表 4-4 実証時の目標

4.3 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.3.1 課題解決システムの概要

本実証は、将来的に医療施設内で様々なローカル5Gソリューションが敷設され、院内全域をカバーエリアとする設計が求められるなか、医療施設内に各種ローカル5Gソリューションを敷設し、技術的な課題及び、医療施設内の課題の解決や働き方改革に資することの検証、評価を行った。

本実証では、滋賀県高島市にある高島市民病院（中核病院）において、医療業務の効率化及び病院機能の向上を目的として、4Kカメラやスマートフォンカメラを活用して院内の他の場所にいる専門医が、手術センターにおける術中相談や、病棟での入院患者の急変時等において遠隔診療・遠隔技術指導を行った。院外の臨時診療機能設置仮設建屋において、トリアージ等を行った。更に、キャリア5Gに関する遠隔診療の実証を行った。

また、各実証の関係者に対してアンケート及びヒアリングによる調査を行った。

4.3.1.1 調査期間

令和3年2月配布、2月26日期限として回収

4.3.1.2 調査項目

- ア-1：①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診療や遠隔技術指導
②病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断
- ア-2：AI画像診断による医療現場の働き方改革
- ア-3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続
- ア-4：キャリア5Gでの検証

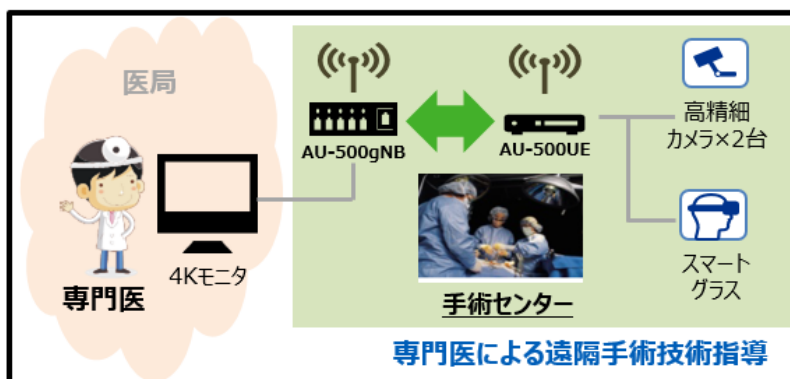
4.3.1.3 調査結果の見方

- 集計は、小数点以下第2位を四捨五入した。したがって、数値の合計が100.0%にならない場合がある。
- 回答の比率（%）は、その質問の回答者数（n値またはLn値）を基数として算出している。したがって、複数回答の設問はすべての比率を合計すると100.0%を超える場合がある。
- 本文や図表中の選択肢表記は、語句を短縮・簡略化している場合がある。
- 本文中で、比率の比較をする際には、ポイント（小数点以下第2位を四捨五入し、小数点第1位で示しています。）と表記している。
- 付問のある設問において、親設問には回答していないが、付問には回答している回答者については、親設問では「該当不明」とし、付問では有効回答として扱っている。※ただし、該当不明が多い場合に限る。

4.3.2 アー1：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診療や遠隔技術指導

4.3.2.1 手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導

手術においては、低侵襲手術* 4の発達に伴い手術器具の小型化、手技（X線透視像等）の高度化がなされている。本実証では、手術センターでローカル5G環境を用いて、執刀医が4Kカメラやスマートグラスを活用した映像を院内の他の場所にいる医師へ転送することにより、オンラインで術中相談や技術指導を受けた。



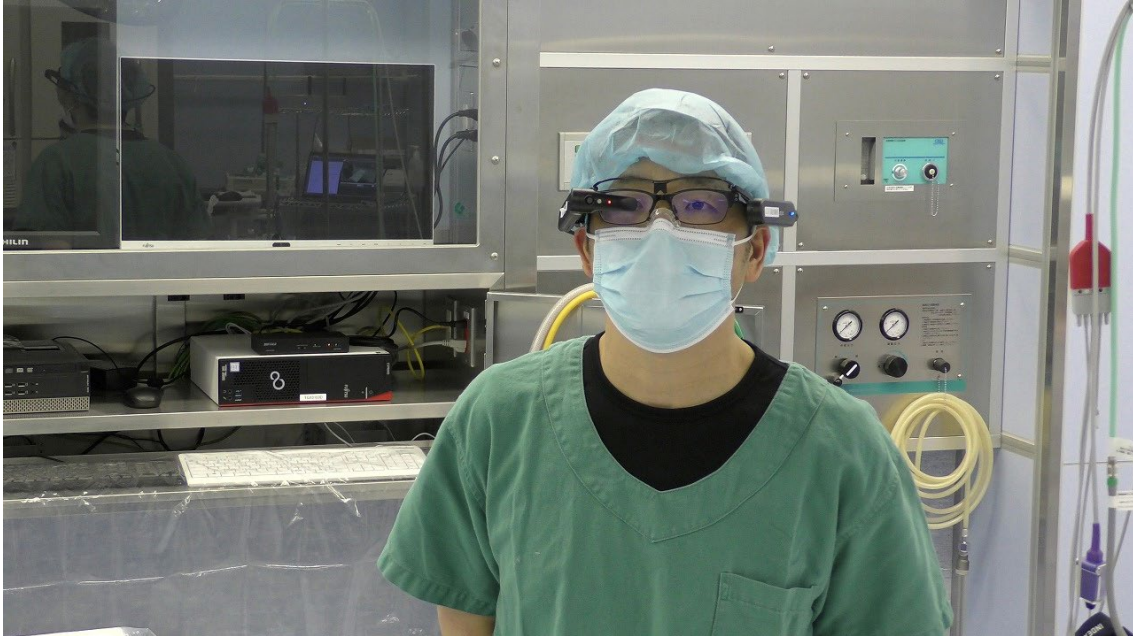
図表 4-5 手術時の対応イメージ図

患者パターン	概要	職種	患者人数
パターン A	人工肛門造設加算（直腸切除・切断）（症例:直腸がん）の術中に尿管への腫瘍への癒着がある場合、泌尿器科の医師に処置の手法など判断を仰ぐ上で、炎症など癒着の状況を把握するために高解像度（4K相当）の映像を使用した。 これにより泌尿器科の医師が手術センターに駆けつけるべきか否かの判断を行う事が可能となり、結果として駆けつける場合でも映像越しに執刀医に適切な指示を与えることができた。	外科 泌尿器科	1
パターン B	ヘルニア開腹手術（症例:鼠径（そけい）/臍（へそ）ヘルニア）においては、細かな血管や神経、臓器の境界をより正確に把握することが必要であるため、高解像度（4K相当）の映像と30fps相当のフレームレートが重要であった。これにより熟練医師は医局から手術の様子を確認しながら、執刀医へ必要に応じて転移の確認や切除方法の技術指導を行った。	外科	1
パターン C	腹腔鏡下胃切除（症例:胃がん）や腹腔鏡下右半結腸切除（症例:上行結腸がん）において、細かな血管や神経、臓器の境界をより正確に把握することが重要であるため、高解像度（4K相当）の映像と30fps相当のフレームレートが重要	外科	2

* 4 低侵襲手術：患者への体の負担の少ない手術。内視鏡手術など

であった。これにより熟練医師は医局から手術の様子を確認しながら、執刀医に必要な応じて転移の確認や切除方法の技術指導を行った。

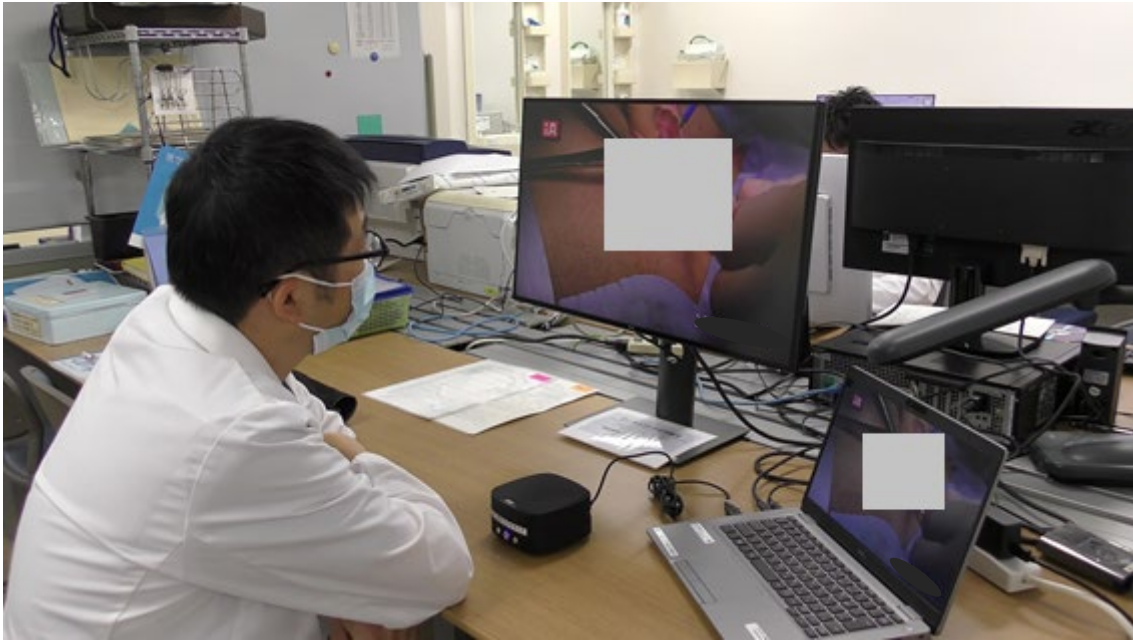
図表 4-6 手術時の実証概要



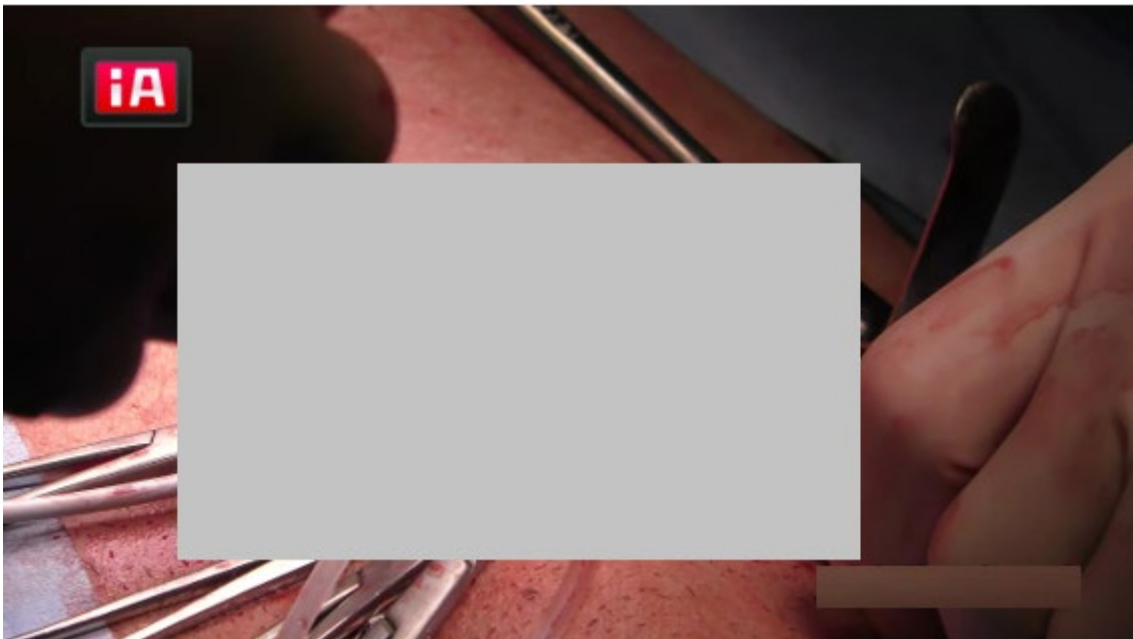
図表 4-7 スマートグラスの装着



図表 4-8 手術センター内の状況



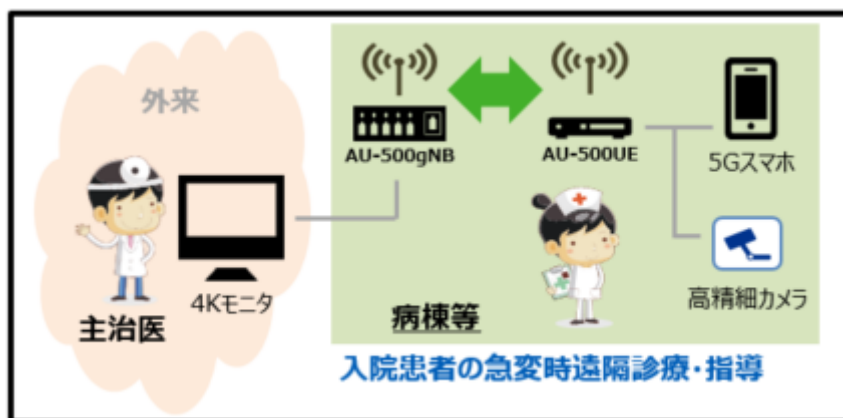
図表 4-9 医局からの遠隔指導
※術中のセンシティブな画像のため一部非公開とする。



図表 4-10 手術センターからの 4K 映像
※術中のセンシティブな画像のため一部非公開とする。

4.3.2.2 病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断

病棟からの医師への頻回の呼び出しや、患者の様子を確認時において、看護師がスマートフォンを活用し、映像を院内の他の場所にいる専門医に転送することにより専門医は患者の容態を把握した上で、病棟へ早急に駆けつけるべきか否かを判断し、病棟の看護師へ必要な処置や治療に対する指示・助言を行った。



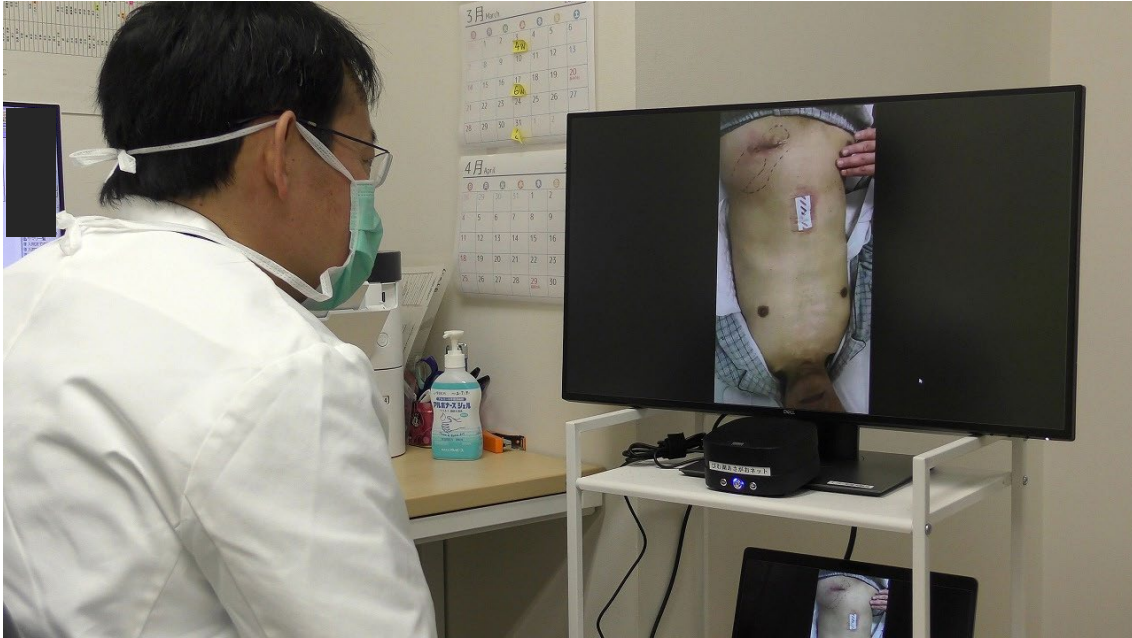
図表 4-11 病棟時の対応イメージ図

患者パターン	概要	職種	人数
パターン D	術後の患者が腹腔ドレーンを留置した場合、腹腔ドレーンの排液の色は術後の経過と共に淡血性→ 淡々血性→ 淡黄色→ 淡々黄色と変化するが、異常時には排液量や排液の色が突然変化するので、その色の変化を逃さず捉えるため高解像度（4K 相当）の映像を使用した。	外科	4
パターン E	術後の患者の顔色や状態などを把握した上で、傷口の様子や血の色と同様に、ウロバック（蓄尿袋）の色などを診察することが重要であり、その色を評価するために高解像度（4K 相当）の映像を使用した。	外科	4 （上記 同一）
パターン F	胆石性急性胆のう炎・脳出血後遺症など神経症状がある患者に対して、開放型病床 ⁵ の施設・設備を利用する中でかかりつけ医と病院医師が治療方針等について話し合い共同診療にあたる上で、オンライン診療を実施する体制が整っていない中においてもローカル 5G の通信網を利用して診察を実施した。	内科	1
パターン G	患者に神経症状がある場合、脳中枢病変の有無、部位、重症度を推し量るために目の診察（目の向き、瞳孔の大きさ、光を当てた時の反応）が必要であり、特に瞳孔（2.5-4mm）の	脳神経外科	模擬 患者 1

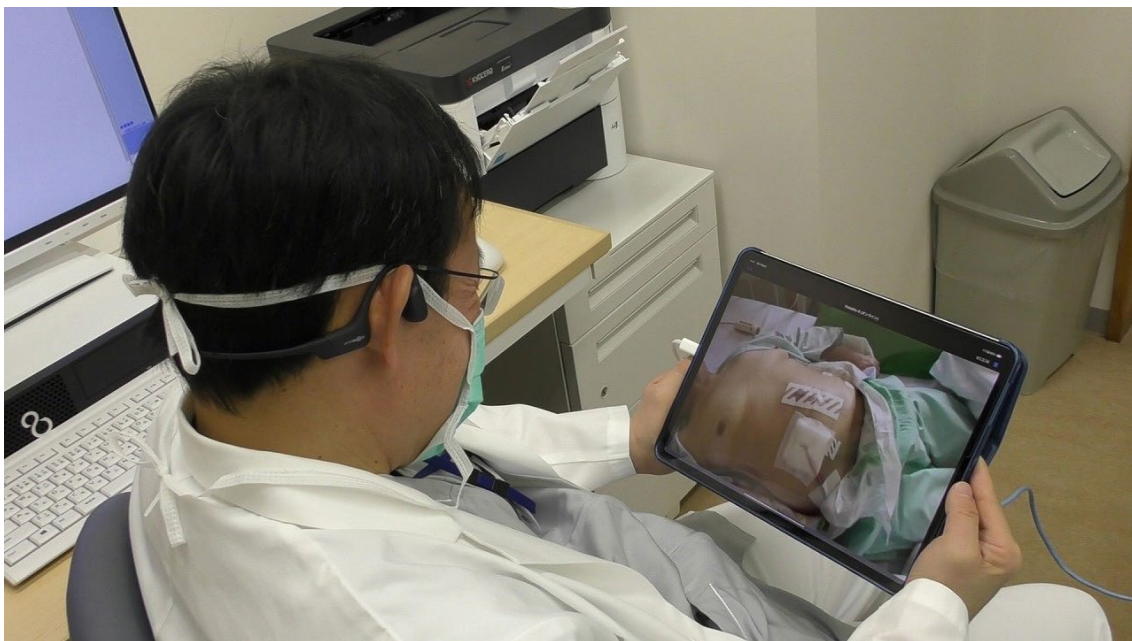
⁵ 病院の施設・設備が病院の存在する地域のすべての医師に開放利用される病院のことであり、かかりつけ医と病院医師が連携し入院患者に安心して継続した医療を受けていただくために、かかりつけ医と病院医師が話し合い共同で診療にあたることで、入院中の患者の状態把握と退院後の継続した診療が可能となる

対光反射等を評価するために高解像度（4K相当）の映像と30fps相当のフレームレートを使用した。		
--	--	--

図表 4-12 病棟時の実証概要



図表 4-13 外来からのリモート診断



図表 4-14 外来からのリモート診断 2

4.3.2.3 評価・分析

下記のユースケース毎に品質測定を行い、比較評価を行った。

通信時の使用機器

ユースケース	通信方向	手術センター	医局・外来	病棟
手術センター内映像伝送	上り	4K カメラ ×2 スマートグラス ×1	--	--
	下り	--	4K モニタ ×2	--
病棟・臨時診療機能設置 仮設建屋映像伝送	上り	--	--	4K カメラ ×1 スマートフォン ×1
	下り	--	4K モニタ ×2	--

図表 4-15 検証パターン毎使用機器

システム個別の要求スペック

種別	使用機器	遅延 (ms)	ビットレート (Mbps) 上り	ビットレート (Mbps) 下り
通信装置	5G 基地局	10	68	68
	5G 端末	--	32	32
	Wi-Fi	10	68	68
システム	4K カメラ	60	68	68

図表 4-16 システム個別要求スペック

映像機器の要求スペック

種別	使用機器	通信機能	解像度	フレームレート (fps)
映像機器	スマートグラス	Wi-Fi	FHD	30
	4K カメラ	ether	4KorFHD	30

図表 4-17 映像機器要求スペック

エンドツーエンドでの要求スペック

使用システム	遅延 (ms)	解像度	フレームレ ート (fps)	ビットレート (Mbps) 上 り
病棟・仮設建屋映像伝送システム	100	4K orFHD	30	4
手術センター映像伝送システム	100	4K orFHD	30	32
患者ダッシュボード	1000	--	--	1

図表 4-18 エンドツーエンドでの要求スペック

評価対象	評価項目	評価詳細	評価方法	備考
技術評価	IP パケットキャプチャのモニタリング(映像/音声ビットレート)	診断に耐えうる必要ビットレートは、映像を目視しカクツキが発生した際のビットレートを記録し、カクツキが発生しない必要ビットレートを評価した。	Wireshark*6を使用したパケットキャプチャを実施し、上り、下りのビットレートを測定した。端末位置を固定の条件で測定を行った。トラヒックのモニタリングを実施、ビットレートに関しては最大値、平均値を計測した。遅延時間に関しては、送信側及び受信側のエンドツーエンドとローカル5G内の機器構成部分での計測を行うことにより、ボトルネックがどこにあるかを評価した。	要求スペックに関しては「図表 4-18 エンドツーエンドでの要求スペック」を参照した。
	画像診断（診断に耐えうる必要ビットレートの評価）			
体感評価	医学的知見による有用性に関する評価項目	映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート (fps) は、いずれも遠隔診療、技術指導に有用であったか。	5段階評価によるアンケートを実施した。※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加する医師及び看護師延べ 39 名程度に対して行った。	
		映像を見ながら通話した際の映像と音声の遅延がなかったか。		
		本システムの無い時と比較し、患者への対応、負担、治療等への良い影響があったか。		
	業務オペレーションの効率性に関する評価	移動時間の短縮が見られたか。		
		手術、診療時間の短縮が見られたか。		
		医療従事者の勤務時間の短縮が見られたか。		

図表 4-19 技術評価及び体感評価

4.3.2.4 既存の手法との比較

高島市民病院には同等の既存の手法となるシステムは存在せず、これまでは PHS による内線呼び出しで状況を説明していた。

*6 Wireshark: ネットワーク・アナライザ・ソフトウェア。ネットワーク上に流れるパケット情報をモニタリング、記録する機能を有する

4.3.2.5 予想される事故などの整理、解決策（安全確保等の観点から）

想定される事故、不具合は下記映像、音声不通であり、既存の PHS、院内内線にて対応を行った。

対象システム	想定される不具合	バックアップ（対策）
病棟・仮設建屋映像伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応
手術センター映像伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応

図表 4-20 予想される事故などの整理、解決策

4.3.2.6 課題解決システムに関する機能検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、メリット・デメリットの整理と医学的観点を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

機能検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) 機能適合性 (Functional Suitability)
- (2) 互換性 (Compatibility)
- (3) 機密性 (Security)
- (4) 信頼性 (Reliability)
- (5) 使用性 (Usability)
- (6) 効率性 (Performance Efficiency)
- (7) 移植性 (Portability)

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
手術センター映像伝送システム	②

図表 4-21 対象システム

検証項目	検証方法		対象システム	
			①	②
(1) 機能適合性 (Functional Suitability)	完全性	要求仕様に記述されている機能内容が欠落なく実装されているか実装仕様リストを作成し検証した。 →パッケージ仕様のため N/A とした。	N/A	N/A
	正確性	送信側のデータの総件数と受信側のデータ総件数を検証した。 →映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	N/A
(2) 互換性 (Compatibility)	相互運用性	連携する電子カルテ、大腸内視鏡との互換性を検証した。正しく標準形式 (HL7、DICOM など) 形式として保存され、ビューアにより参照できることを確認した。 →映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A	N/A
(3) 機密性 (Security)	脆弱性	ネットワーク接続、サーバのデータの情報漏洩における脅威についてリスト化し、現在のネットワークセキュリティ、使用する電子署名や認証方法を元に脆弱性を検証した。 →院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	N/A
		医療従事者にヒアリングした。医療機関の実業務のセキュリティポリシーとユーザーID 発行からデータアクセスまでの実業務のセキュリティポリシーをリスト化し、セキュリティポリシーチェックリストで脆弱性を検証した。 →院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	N/A
(4) 信頼性 (Reliability)	成熟性	ユースケースに対応することで検出された不具合数・不具合対応数の件数を検証した。	不具合件数：4件 不具合対応件数：2件	不具合件数：5件 不具合対応件数：5件
	可用性	システム利用時間からサービス稼働率・サービス時間を検証した。	サービス稼働率： 55.0%	サービス稼働率： 87.3%

	回復性	障害影響範囲・平均復旧時間を検証した。	障害影響範囲：音声途切れる。 スマートグラスフリーズ 平均復旧時間：15分	障害影響範囲：音声途切れる 平均復旧時間：46分
(5) 使用性 (Usability)	適切視認性	利用できる機能に対して利用者がマニュアルを参照することなく視覚的に迷いなく利用できるかどうかをアンケートで検証した。	○	○
	習得性	マニュアルを参照し操作学習しはじめてから、マニュアルを参照せずに効率的に操作できるようになるまでの時間をアンケートで検証した。	○	○
	操作性	実際に目的の情報を参照できるまでの操作数を検証した。	○	○
	ユーザーエラー保護	システムを利用した際にミス操作の状況をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○
	UI、UX	利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分をアンケートで検証した。	○	○
	アクセシビリティ	利用者の職種・性別・年齢層別に画面操作の理解度をアンケートで検証した。	○	○
(6) 効率性 (Performance Efficiency)	時間効率性	利用者が作業を開始してから目的を達成するまでの時間を計測し、導入前と比較して効率性をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○
(7) 移植性 (Portability)	環境適応性	特定の OS（オペレーティングシステム）にかかわらず稼働することを検証した。	Windows10 iOS14 で稼働を確認	Windows10 iOS14 で稼働を確認

図表 4-22 対象となるシステム、評価・検証方法

上記の (5)、(6) は後述するアンケートにて取得を行った。

4.3.2.7 手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導

① アンケート調査結果

ア. 調査対象

執刀医、指導医（医局）、看護師（手術センター）

イ. 調査方法

執刀医、指導医、看護師にアンケートを配布・回収

ウ. 配布・回収状況

配布数：22 回収数：22

エ. 体感評価

症例等の実証内容毎に医学的知見から有用性を評価した。医学的に必要なスペックを評価するため FHD30fps、4K 30fps のスペックで検証した。各スペックにおいて前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価した。

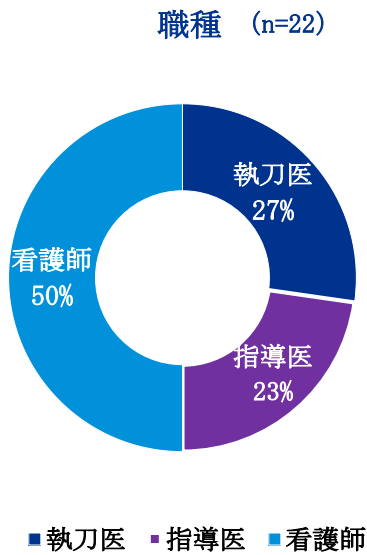
- ▶ 医学的知見による有用性に関する評価項目
 - ・映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート（fps）は、いずれも遠隔診療・技術指導に有用であったか
 - ・映像を見ながら通話した際の映像と音声の遅延がなかったか
- ▶ 業務オペレーションの効率性による評価
 - ・移動時間の短縮が見られたか
 - ・手術の短縮が見られたか

上記に関して、5段階評価によるアンケートを実施した。

※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とする。アンケートは実証に参加した医師及び看護師延べ 22 名に対して行った。

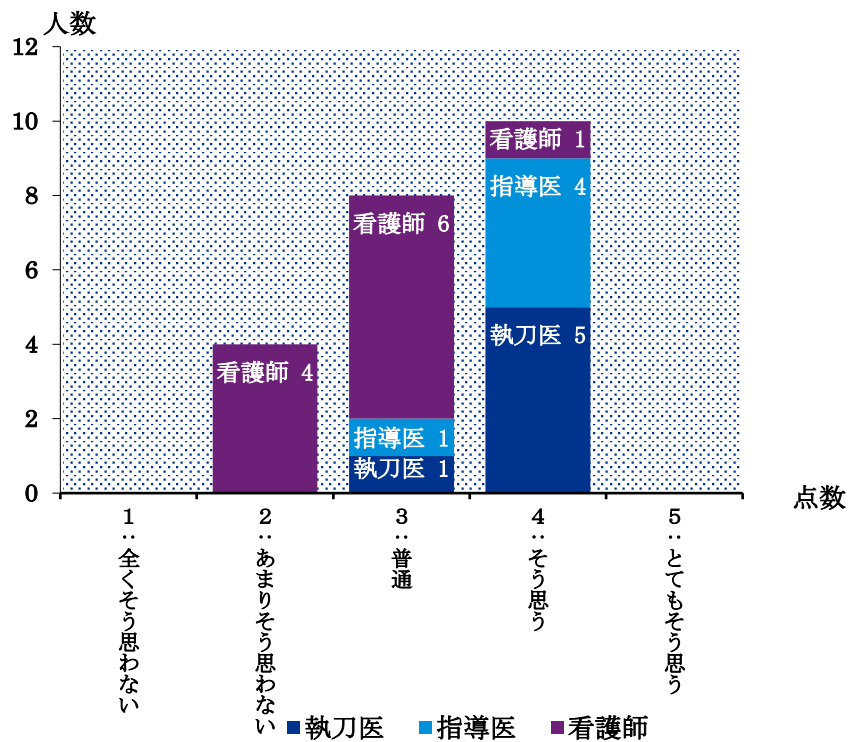
オ. アンケート結果

職種は、「執刀医」が 27%、「指導医」が 23%、「看護師」が 50%となっている。



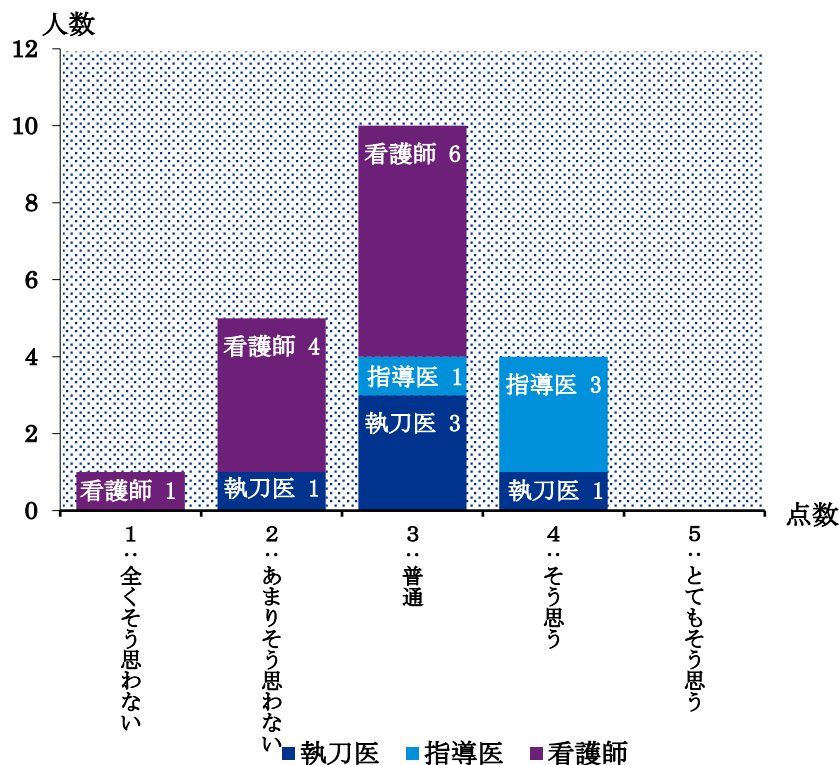
図表 4-23 職種

問 1：映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート (fps) は、いずれも遠隔診療・技術指導に有用であったか



図表 4-24 問 1

問 2：遠隔医療で対面と同等の診断ができたか



図表 4-25 問 2

問 3：システムを利用した際にどのような操作ミスがあったか

執刀医：音声の不具合があり、医局からの音声が聞こえなかった。

指導医：手術センター内のスマートメディアの映像が途切れてしまった。

看護師：医局から話されたようであるが、手術センターには全く聞こえていなかった。

問 4：利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか

執刀医：スマートグラスで見ている画像をモニタで共有できるとよい。または、デバイスの軽量化である。

指導医：スマートグラスの着用者が意識せずに手補正等で画面を見やすくする必要はある。

看護師：術野が真上からとれなく音声が小さい。また、音声はノートパソコンではなく中に入るカメラの近くから聞こえた方がよい。

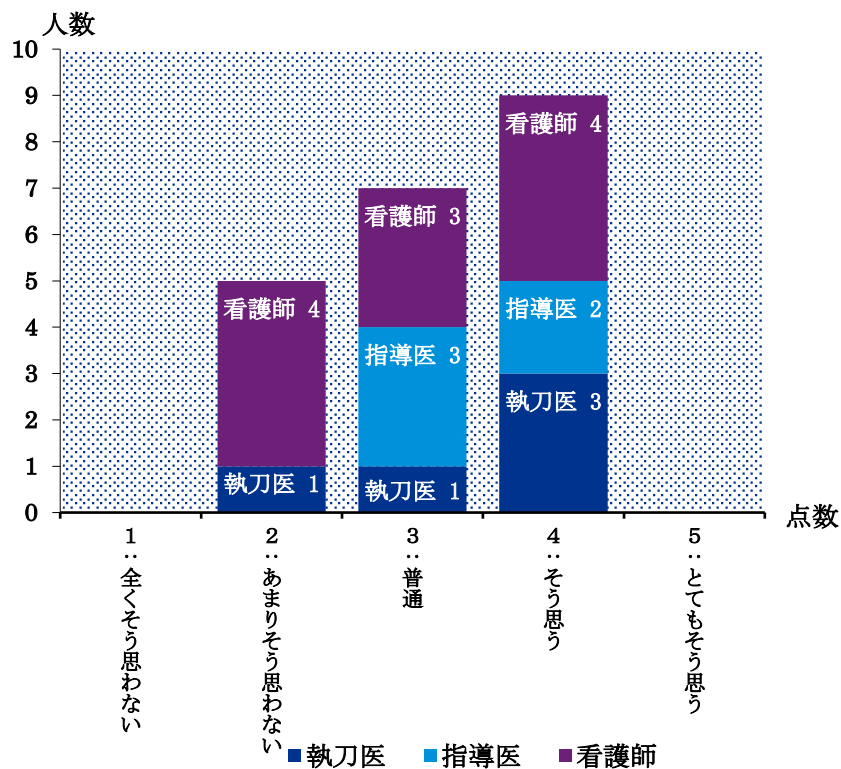
問 5：継続的に利用するうえでの追加機能等の要望はあるか

執刀医：スマートグラスで見ている画像をモニタで確認できるとよい。

指導医：ネットワーク切断時の回復（再接続）と必要機材を多く使えるように低価格である。

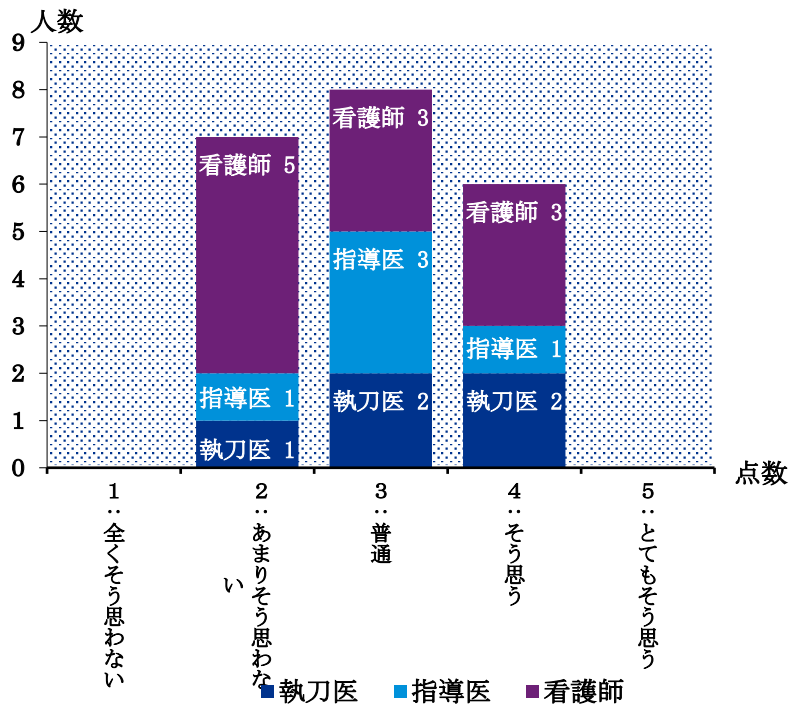
看護師：コードレス、または部屋全体に聞える声の音量がほしい。

問 6 : デバイスの操作は精神的な負担なく実施できたか



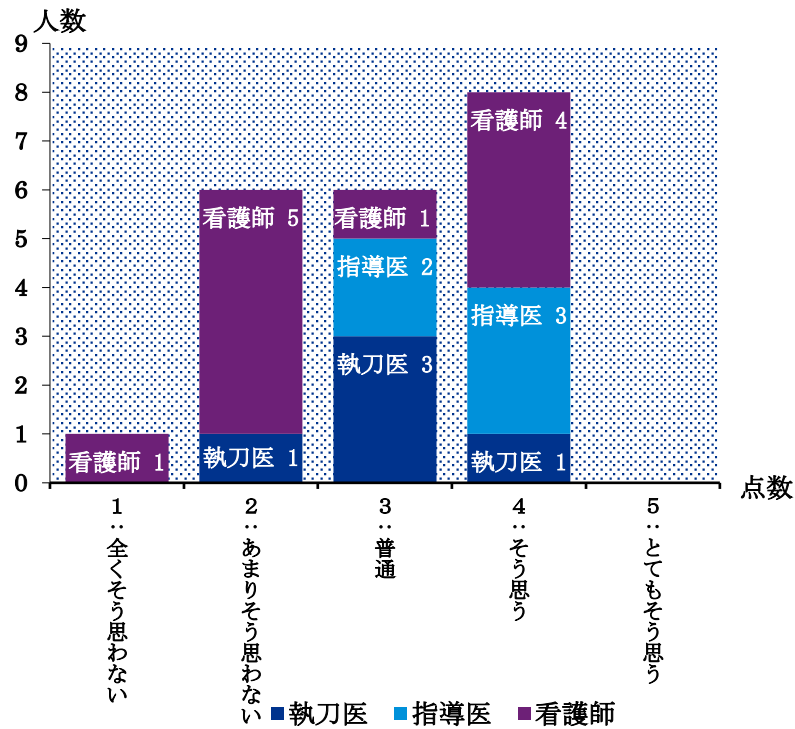
図表 4-26 問 6

問 7 : 遠隔診断はストレスなく使用できたか



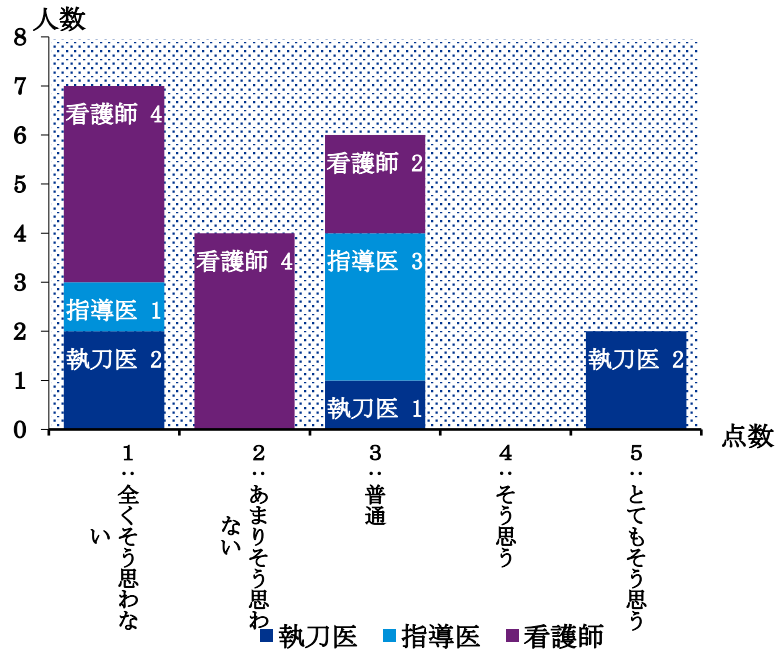
図表 4-27 問 7

問 8 : 実際に診断・指示の補助となる働きができたか



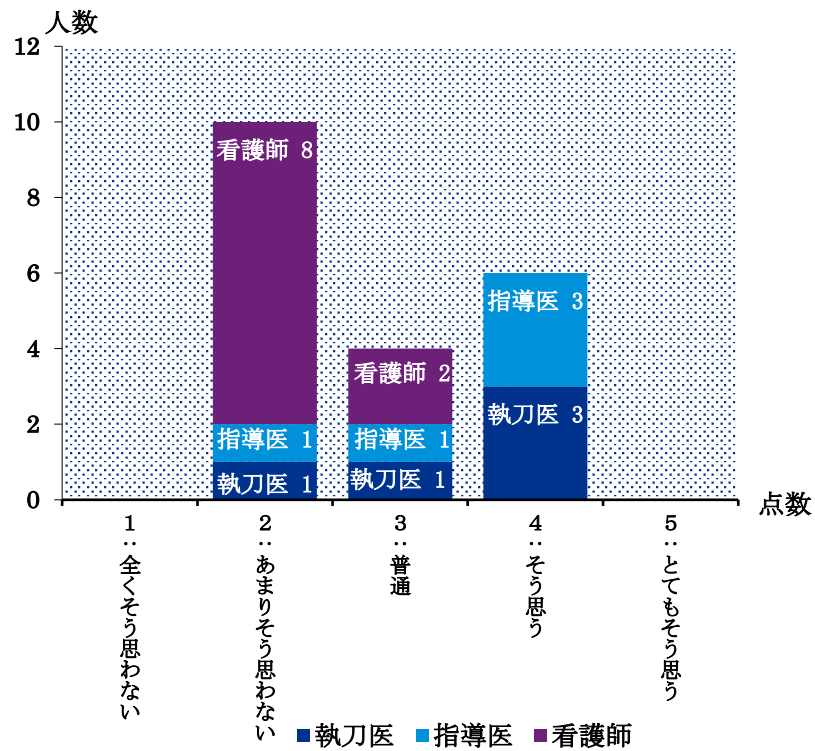
図表 4-28 問 8

問 9 : 利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか



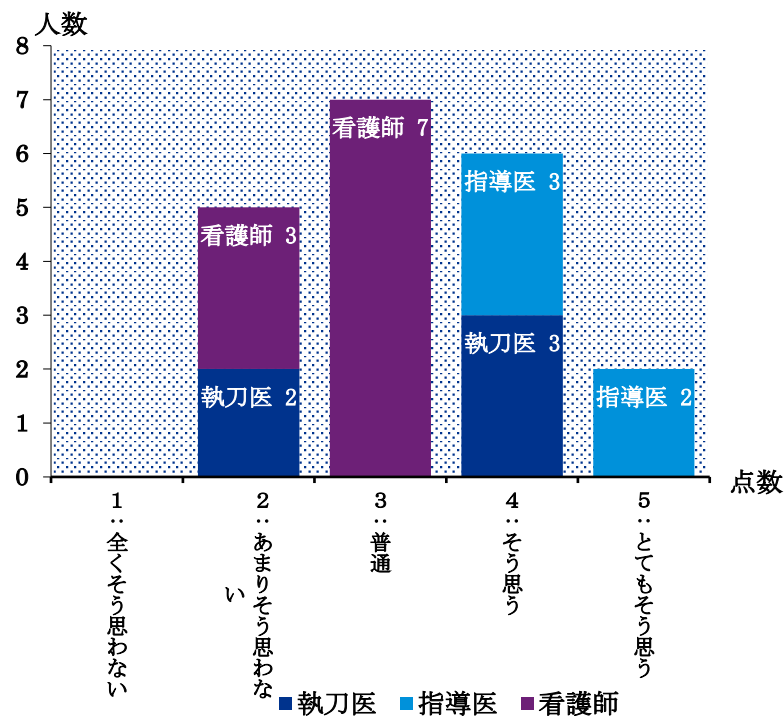
図表 4-29 問 9

問 10：目的の情報を容易に参照できる使いやすさであったか



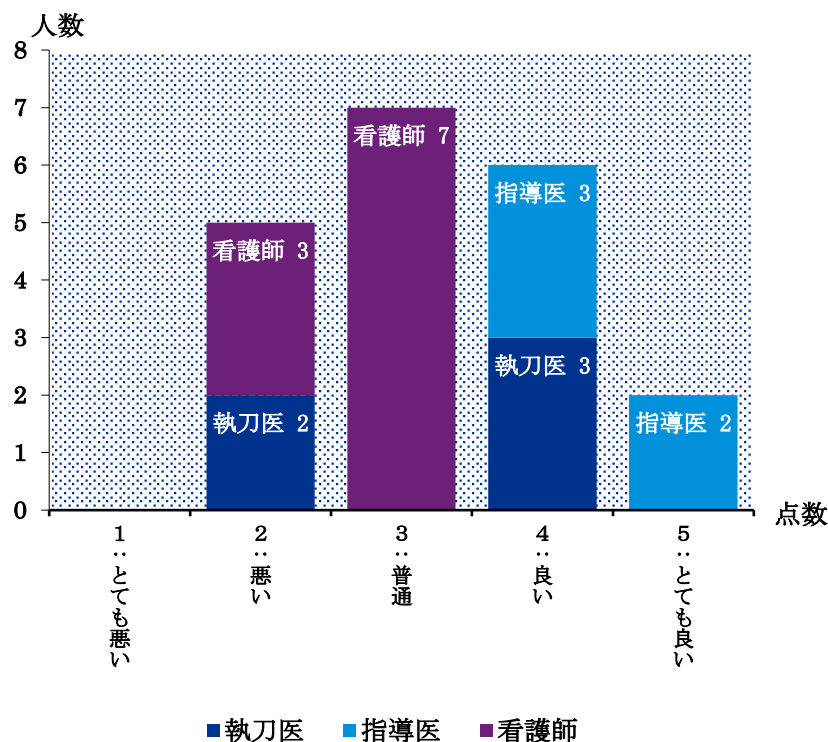
図表 4-30 問 10

問 11：画面表示は業務に耐えうる状態であったか



図表 4-31 問 11

問 12：全体的な安定性はどうであったか



図表 4-32 問 12

問 13：手術、診療時間の短縮はどの程度であったか（約何分）

- 執刀医：5分～10分である。
- 指導医：15分～30分である。
- 看護師：変わらなかった。

問 14：医局－手術センター間等の移動時間の削減はどの程度であったか（約何分）

- 執刀医：15分である。
- 指導医：10分である。
- 看護師：変わらなかった。

問 15：使用方法について習得するまでの時間はどの程度であったか（約何時間）

- 執刀医：5分～1時間である。
- 指導医：5分～30分である。
- 看護師：5分～10分である。

問 16：医学的の有用性があったか

- 執刀医：有用性があり、特に遠隔診療の重要な手段になる。術野はどうしても狭く限られた人しか見ることができないので、映像により他の人にも見やすくなることは有用だと考える。
- 指導医：視覚情報は大切で有用である。
- 看護師：現状あるとはいえない。

問 17：医学的な観点で他のシーンまたは他の症状で有用性が考えられるか

執刀医：手術指導という観点から普遍的に有用である。またはコロナ診療に有用である。

看護師：現段階では難しい。

問 18：その他（医学的見解のご意見）

指導医：機材の消毒等のやりやすさを重視した方がよい。

所感：忌憚のないご意見をお願いいたします

執刀医：4K カメラの映像が手術センター内でも確認できるとなお良い。または、映像を手術センターで共有できるモニタがあればよい。

ただし、当院のように医師人数が少ない中では結局手術センターの場所に集まるように思う。他病院とも繋がるようになればさらによいと思う。

看護師：医者が少ない病院では各科 1 人しか常勤がいないと医者不足と医師の負担が大きいのと思うので、取り組みは医師の負担を減らす。

それに、医局からの指示など入ることでの効率化は良い。

要望：機能に関してやより効果的に使うには

執刀医：術者の防げにならないことが前提だが、もう少しカメラの台数が多いと見やすくなるように思う。例えば、天井から吊るすなどである。

指導医：接続の安定性が望ましい。

看護師：コードレスになるとよりよい。

検証事項	検証項目	評価	考察
効果検証	効果	医学的知見による有用性	3.1/5 執刀医は 3.83/5、指導医は 3.8/5、看護師は 2.73/5 の評価 (問 1) 執刀医は 3/5、指導医は 3.75/5、看護師は 2.45/5 の評価 (問 2)
		業務オペレーションの効率化	定量評価 執刀医は 5 分～10 分、指導医は 15 分～30 分、看護師は 変わらなかったとの評価 (問 13)
		心理的負担の軽減	3.1/5 執刀医は 3.4/5、指導医は 3.4/5、看護師は 3/5 の評価 (問 6) 執刀医は 3.2/5、指導医は 3/5、看護師は 2.82/5 の評価 (問 7)
機能検証	使用性	適切視認性	3.3/5 執刀医は 3.2/5、指導医は 4.4/5、看護師は 2.7/5 の評価 (問 11)
		習得性	定量評価 執刀医は 5 分～1 時間、指導医は 15 分～30 分、看護師は 5 分～10 分の評価 (問 15)
		操作性	3.5/5 執刀医は 3/5、指導医は 3.6/5、看護師は 2.73/5 の評価 (問 8)
		ユーザエラー保護	3.1/5 執刀医は 3.4/5、指導医は 3.8/5、看護師は 2.5/5 の評価 (問 12)
		UI、UX	3.7/5 執刀医は 3/5、指導医は 3.25/5、看護師は 4.2/5 の評価 (問 9)
		アクセシビリティ	2.8/5 執刀医は 3.4/5、指導医は 3.4/5、看護師は 2.2/5 の評価 (問 10)
運用検証	運用コスト	2.0/5 サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5 G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生する。	

図表 4-33 アンケート集計

4.3.2.8 病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断

① アンケート調査結果

ア. 調査対象

医師（外来）、看護師（病棟）

イ. 調査方法

医師、看護師にアンケートを配布・回収

ウ. 配布・回収状況

配布数：17 回収数：17

エ. 体感評価

症例等の実証内容毎に医学的知見から有用性を評価した。医学的に必要なスペックを評価するため FHD30fps、4K 30fps のスペックで検証した。各スペックにおいて前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価した。

- ▶ 医学的知見による有用性に関する評価項目
 - ・映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート（fps）は、いずれも遠隔診療・技術指導に有用であったか
 - ・映像を見ながら通話した際の映像と音声の遅延がなかったか

- ▶ 業務オペレーションの効率性による評価

- ・移動時間の短縮が見られたか

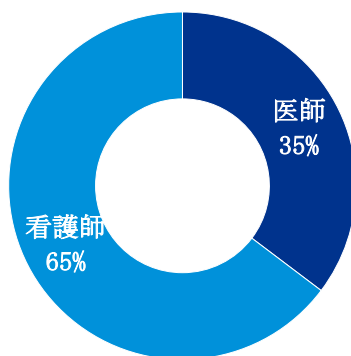
上記に関して、5段階評価によるアンケートを実施した。

※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とする。アンケートは実証に参加した医師及び看護師延べ17名に対して行った。

オ. アンケート結果

職種は、「医師」が 35%、「看護師」が 65%となっている。

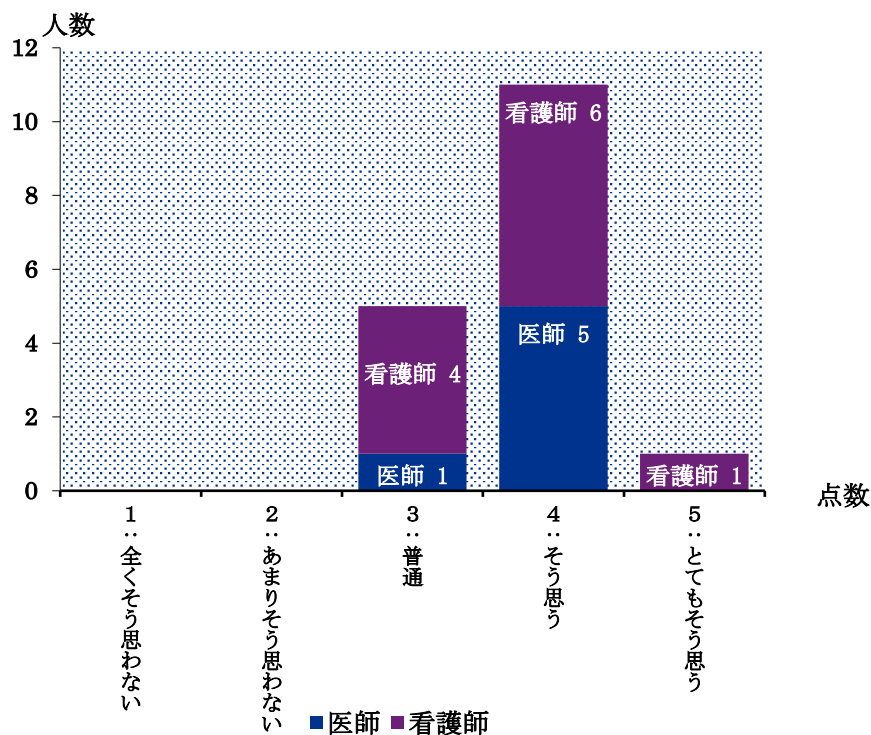
職種 (n=17)



■ 医師 ■ 看護師

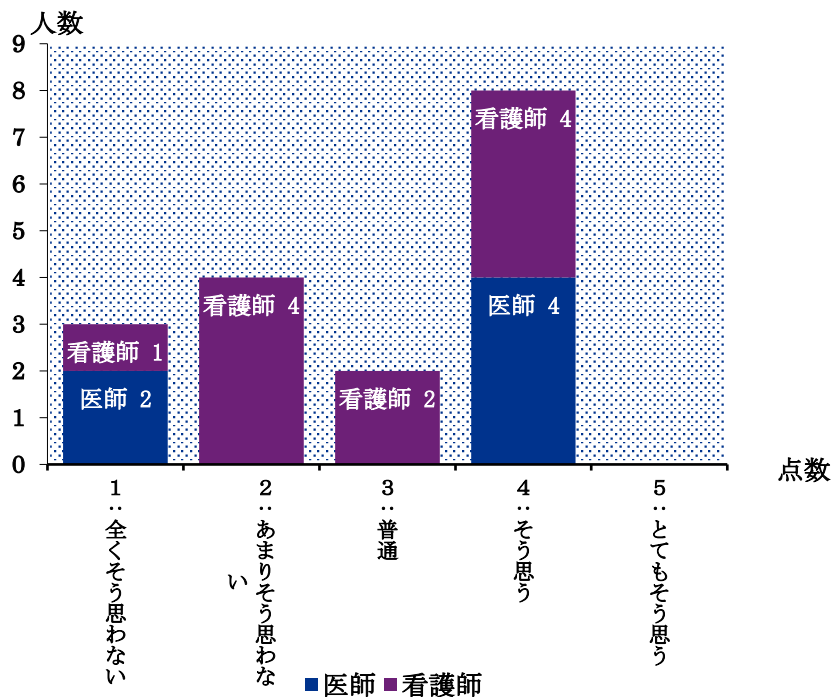
図表 4-34 職種

問1：映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート（fps）は、いずれも遠隔診療・技術指導に有用であったか



図表 4-35 問 1

問2：遠隔医療で対面と同等の診断ができたか



図表 4-36 問 2

問3：システムを利用した際にどのようなミス操作があったか

医師：画面の上下が逆になった。また、患者さんに音声が届いていなかったこともあった。

看護師：コード類が絡んで患者の元に届かなかった。

問4：利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか

医師：医師と患者両方の映像がないと対面医療に近付かないため、双方向の映像のカスタマイズが必要である。

また、時々接続が遅くなったこともあり改善の必要性がある。

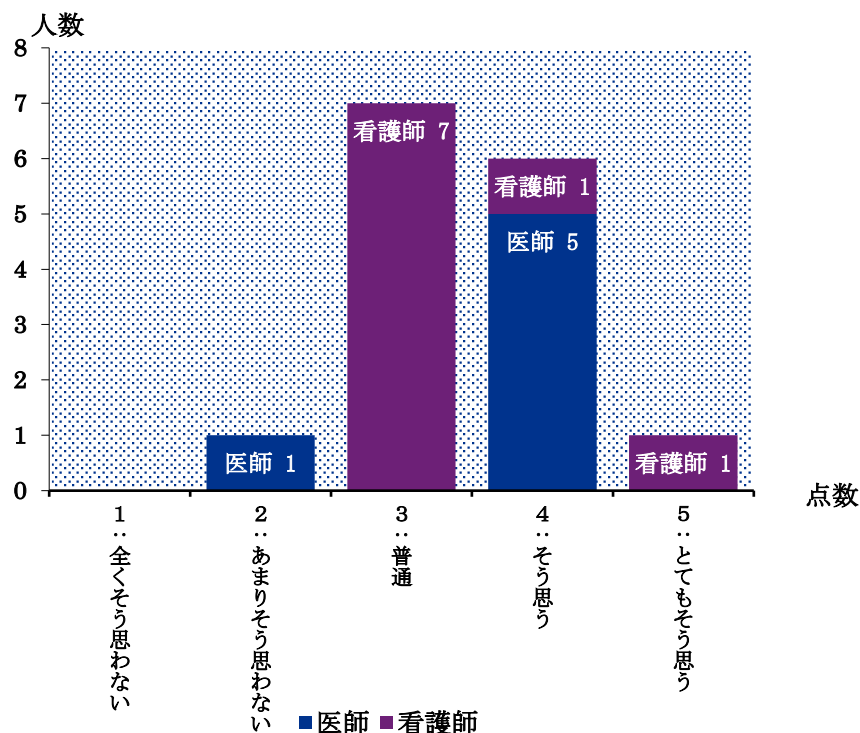
看護師：時々、音声が届き取りにくいまたは音がわれることあった。また、音声がずれてお互い聞こえるためずれが少ないほうが良い。

問5：継続的に利用するうえでの追加機能等の要望はあるか

医師：5G 中継地点から各端末デバイスへワイヤレスであるべき。医師の顔も見えるように双方向の画面表示してほしい。

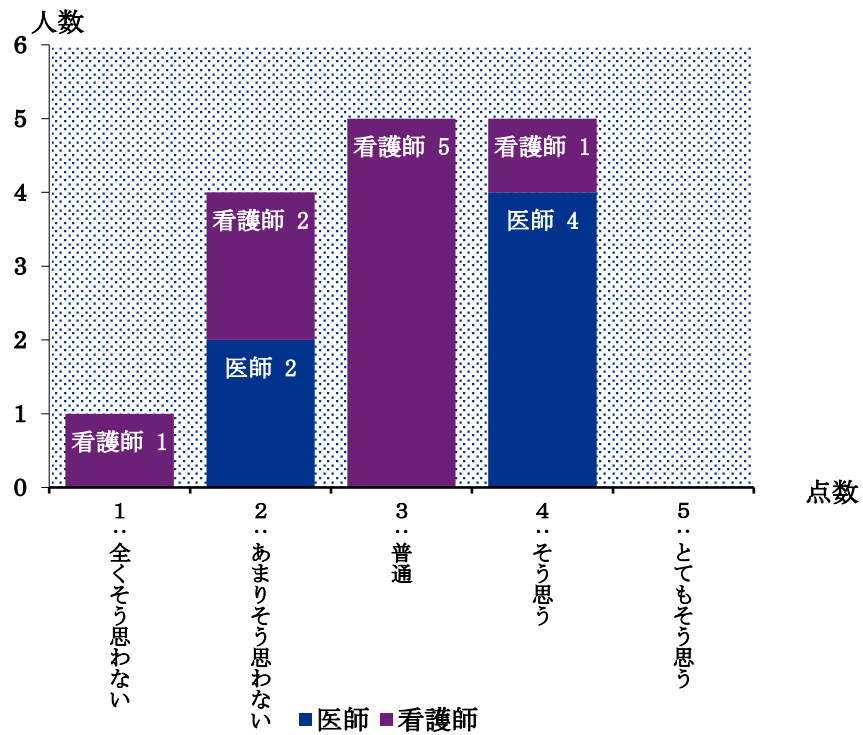
看護師：医師側の映像がスマートフォンに映ると患者との会話がスムーズになると思った。

問6：デバイスの操作は精神的な負担なく実施できたか



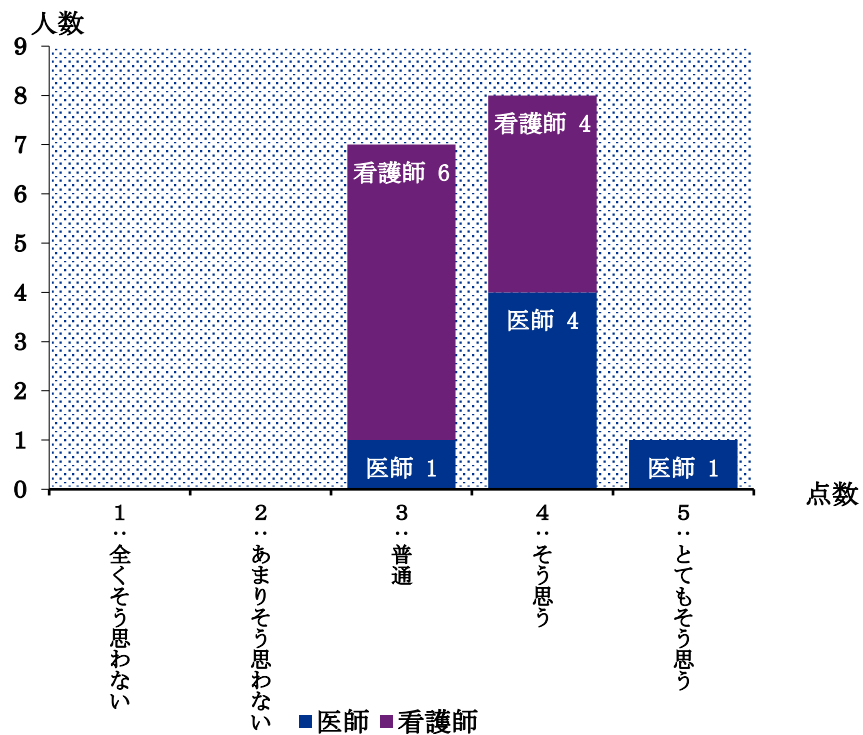
図表 4-37 問6

問 7 : 遠隔診断はストレスなく使用できたか



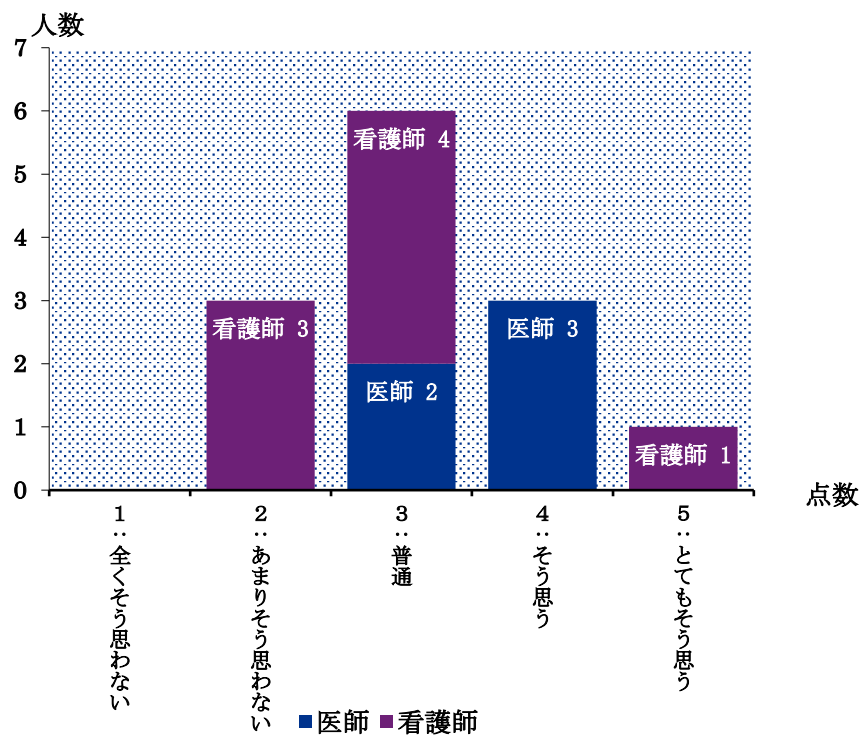
図表 4-38 問 7

問 8 : 実際に診断・指示の補助となる働きができたか



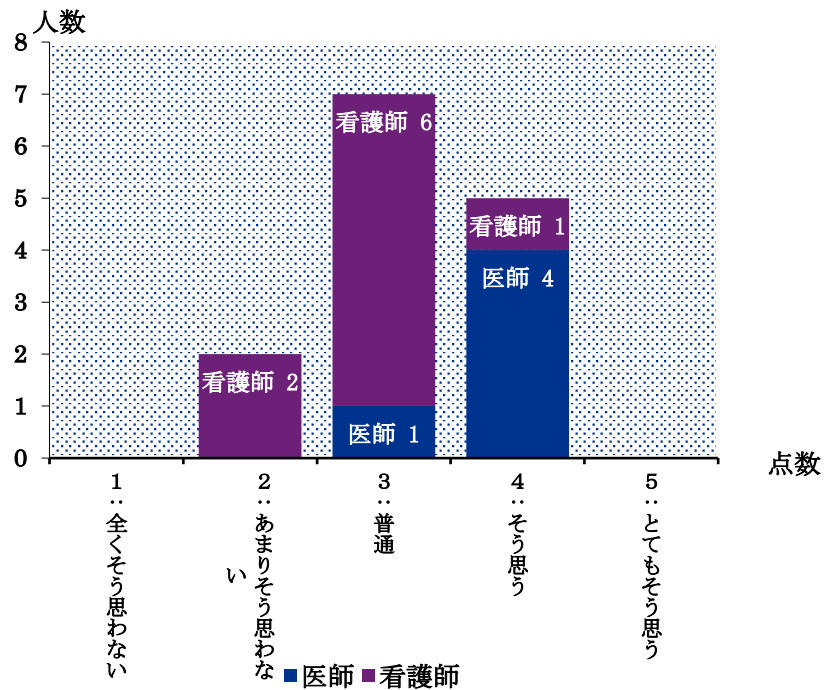
図表 4-39 問 8

問9：利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか



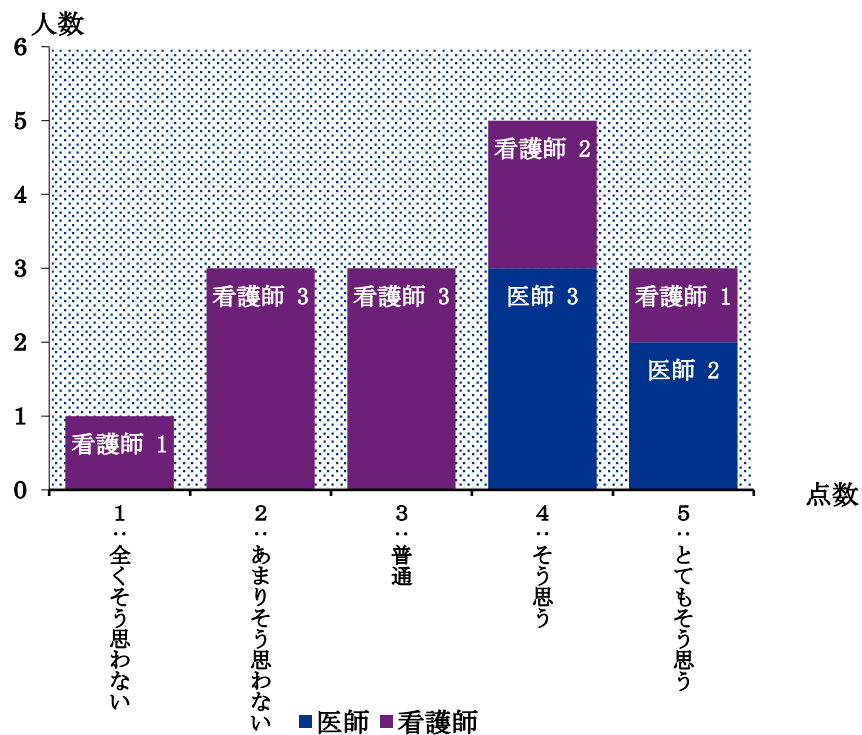
図表 4-40 問9

問10：目的の情報を容易に参照できる使いやすさであったか



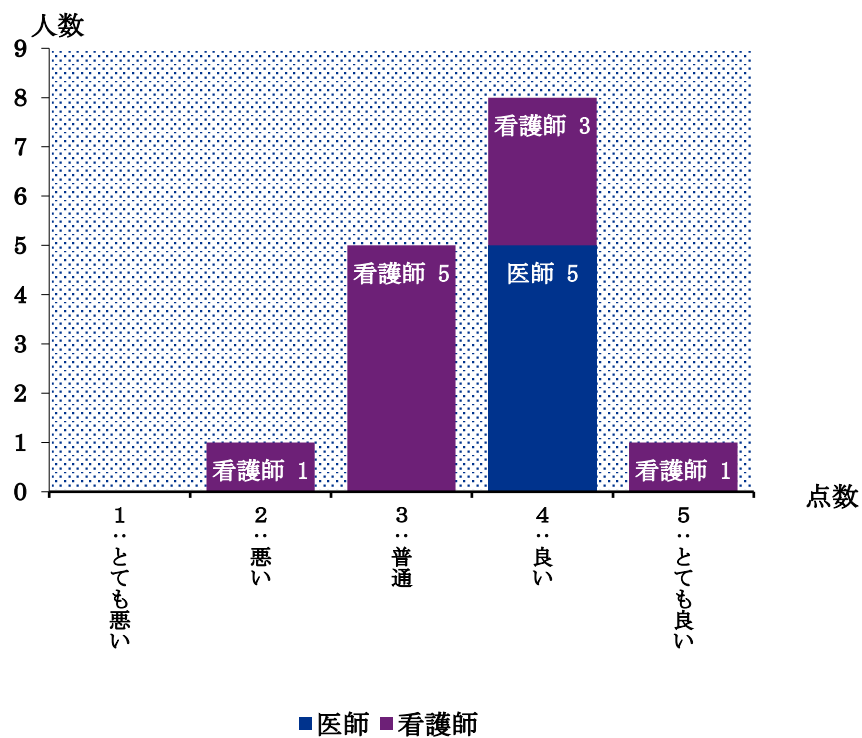
図表 4-41 問10

問 11：画面表示は業務に耐えうる状態であったか



図表 4-42 問 11

問 12：全体的な安定性はどうであったか



図表 4-43 問 12

問 13：外来一病棟間等の移動時間の削減ほどの程度であったか（約何分）

医 師：1分～20分である。

看護師：1分～5分である。

問 14：使用方法について習得するまでの時間はどの程度であったか（約何時間）

医 師：1分～30分である。

看護師：1分～2時間である。

問 15：医学的の有用性があったか

医 師：医学的な有用性があった。一方、現段階では電話診断と大差がないとの意見もあった。

看護師：患者の状態が鮮明に分かり、有用と思われる。一方、外来と病棟間では有用性は感じられない（当院の病床数程度では）との意見もあった。

問 16：他のシーンとして医学的な観点で症例の有用性があるか

医 師：担当医が初診時の所見画像の確認や感染病棟のオンライン面会、院外の主治医との病状確認などに有用性がある。

看護師：専門医、専門医療機関との連携に有用性を感じる。

問 17：その他（医学的見解のご意見）

医 師：よりモバイル性が高くなれば有用と思われる。また、医師の顔が患者側から見えていないと声だけ届いても、こちらは良いが患者側は不安との声もあった。

看護師：急変時の対応はすぐにいけそう。一方、院内での使用に限定すると機材の設置に時間がかかるため緊急時には使用できないとの声もあった。また、スタッフ複数名（2名以上）でないと使用が難しい。特に夜間の使用が難しい。

所感：忌憚のないご意見をお願いいたします

医 師：院内ネットワーク構築により地点間の必要な移動がなくなる。一方、病棟内への立ち入りが困難な現状でオンラインの通信はコミュニケーションとして有用だと思うが、患者側の立場ではまだ中途半端な箇所があり、双方の満足を得るにはより対面診察に近づける必要がある。

看護師：画面が綺麗で見えやすく医師の遠隔診断はとても良いと思った。ただし、寝たきりでコミュニケーション障害の人に直接会わなくても画像はきれいでも有用と思われるが、双方向で映像を確認できるなどの工夫が必要と思われる。

要望：機能に関して

医 師：遅延の改善、スピーカーの調整が必要である。

将来的には院外へあるいは送受信への発展を目指すべきである。

看護師：電子カルテシステムとの連動やスマートフォンは良いがコードレスでないと実際は使用しづらい。

検証事項	検証項目	評価	考察
効果検証	効果	医学的知見による有用性	3.3/5 パターン D : 医師は 4/5、看護師は 3/5 の評価 (問 1) 医師は 4/5、看護師は 4/5 の評価 (問 2) パターン E : 医師は 4/5、看護師は 3.71/5 の評価 (問 1) 医師は 4/5、看護師は 2.71/5 の評価 (問 2) パターン F : 医師は 4/5、看護師は 3.5/5 の評価 (問 1) 医師は 1/5、看護師は 2/5 の評価 (問 2) パターン G : 医師は 3/5 (問 1) 医師は 1/5 (問 2)
		業務オペレーションの効率化	定量評価 医師は 1 分～20 分程度、看護師は 1 分～5 分との評価 (問 13)
		心理的負担の軽減	3.2/5 医師は 3.67/5、看護師は 3.33/5 の評価 (問 6) 医師は 3.33/5、看護師は 2.67/5 の評価 (問 7)
機能検証	使用性	適切視認性	3.4/5 医師は 4.4/5、看護師は 2.9/5 の評価 (問 11)
		習得性	定量評価 医師は 1 分～30 分、看護師は 1 分～2 時間との評価 (問 14)
		操作性	3.6/5 医師は 4/5、看護師は 3.4/5 の評価 (問 8)
		ユーザエラー保護	3.6/5 医師は 4/5、看護師は 3.4/5 の評価 (問 12)
		UI、UX	3.2/5 医師は 3.6/5、看護師は 2.88/5 の評価 (問 9)
		アクセシビリティ	3.2/5 医師は 3.8/5、看護師は 2.89/5 の評価 (問 10)
運用検証	運用コスト	費用対効果	2.0/5 サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。 運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生する。

図表 4-44 アンケート集計

4.3.2.9 課題解決システムに関する運用検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、他地域・他の医療施設への普及を踏まえた検証を行った。

ア. 検証項目

運用検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) サービスデスク
- (2) 障害管理
- (3) 情報セキュリティ管理
- (4) 運用コスト

イ. 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り。

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
手術センター映像伝送システム	②

図表 4-45 対象システム

検証項目	検証方法		対象システム	
			①	②
(1) サービスデスク	体制	院内の情報システム課内にヘルプデスクを設置し、人員体制とインシデント数とを比較し現行体制の人員で継続できるか評価した。	○	○
(2) 障害管理	インシデント管理	インシデント管理表を作成し、障害傾向を分析し、原因分類を評価した。	課題管理表にて対応	
	障害復旧対応（インシデント対応）	障害受付から障害復旧までの対応時間を測定し、サービスレベルを評価した。	課題管理表にて対応	
(3) 情報セキュリティ管理	アプリケーション	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた医療機関等における情報セキュリティマネジメントの適正を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認	
	インフラ	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた安全管理に関わるシステム及びサービスの適合性を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認	
(4) 運用コスト	費用対効果	運用コストを算出し、医療従事者が感じる効果及び費用感と、実現可能な運用コストを比較し、ビジネスモデルのインプット情報として整理した。病院職員のヒアリング調査とシステム運用費用見積りを行った。	6. 実装及び横展開に関する検討にて後述	

図表 4-46 対象となるシステム、評価・検証方法

4.3.2.10 アー１：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診療や遠隔技術指導に関する考察（今後の課題等）

アンケート、ヒアリング、チェックリストによる確認を踏まえ以下の通り結果を取りまとめた。

① 評価結果サマリ

遠隔診療・技術指導について、特に医師からは医学的知見による有用性があるとの評価をいただいた。臓器細胞の色調や影、凹凸感などが高解像度（4K）で鮮明に確認できるため、特に空間的距離を把握する上で有用であった。一方、FHDでは光の加減によって白くぼやけてしまった。また、執刀医は指導医が医局、手術センターへの移動及び入室のための準備（消毒、着替え等）の待ち時間を含む最大30分程度/件の手術時間短縮、指導医は医局から手術センターへの15分程度/件の移動時間短縮による業務改善が図られた。一方、看護師は手術センター映像伝送システムを設置するためには2名で30分から1時間程度の準備作業を要するため、業務負担を強いられるとの厳しい評価をいただいた。

機能及び使用性について、今後の要望として例えば、コードレスであること、4Kカメラ映像が手術センター内でも見えること、通信や機材の安定性の強化などに対する意見をいただいた。

なお、運用コストについては、手術センター映像伝送システム単体でのコスト負担となると割高感を感じるため、ローカル5Gの効果をもとに病院全体の視点で費用検討する必要があることがわかった。

次に遠隔診療について、特に、術後の診察において医師からは医学的知見による有用性があるとの評価をいただいた。術後の患者の腹腔ドレーンの排液の色や、血の色、ウロバック（蓄尿袋）の色の評価には高解像度（4K）が有用であった。一方、神経症状の患者に対して例えば、瞳孔不同を観察する場合、光のペンライトの当て方が専門医でないと確認しづらいなど、遠隔診療で対面と同等の診断ができたかというパターンによって有用性の評価がわかれた。

心理的負担の軽減については医師と看護師で評価が分かれた。医師は最大20分程度/件の移動時間短縮による業務改善が図られることがわかった。一方、看護師は準備作業を要するため、手術時と同様に業務負担を強いられるとの厳しい評価をいただいた。

機能及び使用性について、今後の要望として例えば、コードレスであること、医師の映像もスマートフォンに映ると患者との会話がスムーズになるなどの意見があった。

なお、運用コストについては手術センター映像伝送システムと同様に割高であるため、将来的には、院外の専門医、専門医療機関との連携や電子カルテとの連動等に期待する意見が多くあった。

情報セキュリティ管理については、厚生労働省ガイドライン5.1版チェックリストにて確認を行い、ガイドライン上のセキュリティを担保していることを確認できた。（別紙：厚生労働省ガイドライン5.1版チェックリストに確認結果を記載）

② 評価項目

評価項目			
区分	大分類	評価	
		①	②
効果	医学的知見による有用性	3.1/5	3.3/5
	業務オペレーションの効率化	3.0/5	3.0/5
	心理的負担の軽減	3.1/5	3.2/5
機能	機能適合性	N/A	N/A
	互換性	N/A	N/A
	機密性	N/A	N/A
	信頼性	2.0/5	3.0/5
	使用性	3.2/5	3.4/5
	効率性	3.4/5	3.4/5
	移植性	5.0/5	5.0/5
運用	サービスデスク	4.0/5	4.0/5
	障害管理	4.0/5	4.0/5
	情報セキュリティ管理	3.0/5	3.0/5
	運用コスト	2.0/5	2.0/5
総評		3.3/5	3.4/5

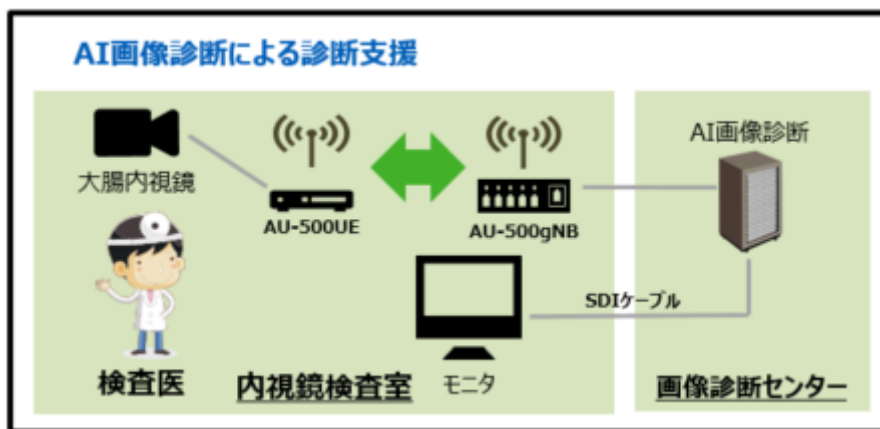
図表 4-47 評価項目

4.3.3 アー 2 : AI 画像診断による医療現場の働き方改革

4.3.3.1 課題解決システムの概要（全体・構成要素別）

① 画像診断時の対応：大容量かつ低遅延通信を利用した AI 内視鏡画像診断

大腸内視鏡検査において AI 診断装置を使用することにより、検査時間の短縮が可能かどうかを評価した。検査を行った際に、病変の有無の確認と内視鏡の操作を同時に行うが、病変の有無を AI 診断で補完することにより、医師は内視鏡の操作に集中でき、より正確かつ検査時間の短縮が図れるかを確認した。



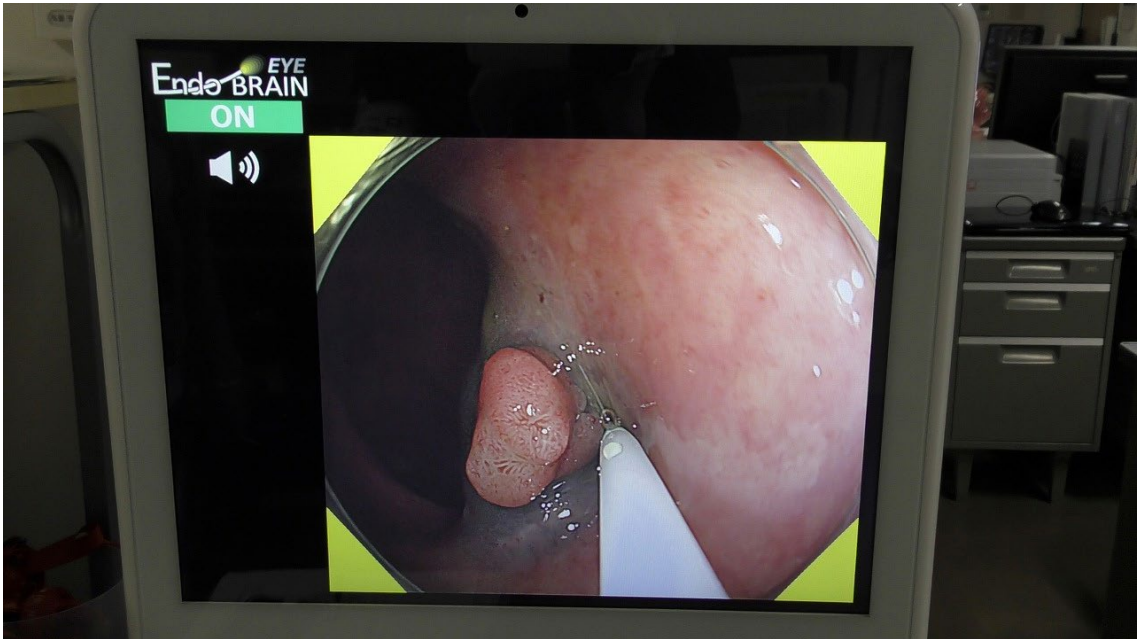
図表 4-48 画像診断時の対応イメージ図

患者パターン	概要	職種	患者人数
パターン H	大腸内視鏡検査において、医師は内視鏡操作と病変の発見を同時に行っている。AI によるリアルタイム病変検出機能を併用することにより、病変の見落としを防止しつつ、より内視鏡操作に集中でき、短時間でより正確な検査を大容量かつ低遅延の環境で実施した。	内科	12

図表 4-49 画像診断時の実証概要



図表 4-50 AI 内視鏡の検査風景



図表 4-51 エンドブレイン EYE の解析画面

4.3.3.2 評価・分析項目

通信時の使用機器

ユースケース	通信方向	内視鏡センター
大腸内視鏡 AI 解析	上り	富士通 HD エンコーダー
	下り	富士通 HD デコーダー

図表 4-52 検証パターン毎使用機器

システム個別の要求スペック

種別	使用機器	遅延 (ms)	ビットレート (Mbps) 上り	ビットレート (Mbps) 下り
通信装置	5G 基地局	10	68	68
	5G 端末	--	32	32
	内視鏡 AI 画像診断 (FHD)	400	4	4

図表 4-53 システム個別要求スペック

映像機器の要求スペック

使用機器	通信機能	解像度	フレームレート (fps)
内視鏡映像エンコーダー、デコーダー	ether	FHD	30

図表 4-54 映像機器要求スペック

エンドツーエンドでの要求スペック

使用システム	遅延 (ms)	解像度	フレームレート (fps)	ビットレート (Mbps) 上り
大腸内視鏡 AI 解析システム	500	FHD	30	4

図表 4-55 エンドツーエンドでの要求スペック

評価対象	評価項目	評価詳細	評価方法	備考
技術評価	遅延時間測定（エンコーダー＋デコーダーを介して表示される映像の遅延）	診断に耐えうる必要ビットレートは、映像を目視しカクツキが発生した際のビットレートを記録し、カクツキが発生しない必要ビットレートを評価した。	⇒トラヒックのモニタリングを実施、ビットレートに関しては最大値、平均値を計測した。 ⇒両モニタを撮影した映像のコマ送り比較での遅延実測値。遅延時間に関しては、送信側及び受信側のエンドツーエンドとローカル5G内の機器構成部分での計測を行うことにより、ボトルネックがどこにあるかを評価した。	要求スペックに関しては「図表4-55 エンドツーエンドでの要求スペック」を参照した。
	画像診断（診断に耐えうる必要ビットレートの評価）			
体感評価	医学的知見による有用性に関する評価項目	内視鏡映像と比較してAI診断装置による解析結果の遅延が受容できるか。（有線、ローカル5G）	5段階評価によるアンケートを実施した。※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加した医師・看護師延べ6名程度に対して行った。	
		本システムの無い時と比較し、患者への対応、負担、治療等への良い影響があったか。		
	業務オペレーションの効率性による評価	検査、診療時間の短縮が見られたか。 病変見落としや、操作と診断の同時並行の緩和等によるストレス軽減につながったか。 医療従事者の勤務時間の短縮が見られたか。		

図表 4-56 技術評価及び体感評価

4.3.3.3 既存の手法との比較

上記ローカル 5G 環境及び他の通信方法（有線 LAN）との速度比較を行った。

4.3.3.4 予想される事故などの整理、解決策（安全確保等の観点から）

想定される事故、不具合は下記映像、AI 診断不可であり、既存の内視鏡映像にて診断を実施する対応を行った。

対象システム	想定される不具合	バックアップ（対策）
大腸内視鏡 AI 解析システム	映像不通、AI 診断不可	既存の内視鏡映像にて診断

図表 4-57 予想される事故などの整理、解決策

4.3.3.5 課題解決システムに関する機能検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、メリット・デメリットの整理と医学的観点を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

機能検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) 機能適合性（Functional Suitability）
- (2) 互換性（Compatibility）
- (3) 機密性（Security）
- (4) 信頼性（Reliability）
- (5) 使用性（Usability）
- (6) 効率性（Performance Efficiency）
- (7) 移植性（Portability）

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り

対象システム	番号
大腸内視鏡 AI 解析システム	③

図表 4-58 対象システム

検証項目		検証方法	対象システム
			③
(1) 機能適合性 (Functional Suitability)	完全性	要求仕様に記述されている機能内容が欠落なく実装されているか実装仕様リストを作成し検証した。→パッケージ仕様のため N/A とした。	N/A
	正確性	送信側のデータの総件数と受信側のデータ総件数を検証した。→映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A
(2) 互換性 (Compatibility)	相互運用性	連携する電子カルテ、大腸内視鏡との互換性を検証した。正しく標準形式 (HL7、DICOM など) 形式として保存され、ビューアにより参照できることを確認した。→映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A
			N/A
(3) 機密性 (Security)	脆弱性	ネットワーク接続、サーバのデータの情報漏洩における脅威についてリスト化し、現在のネットワークセキュリティ、使用する電子署名や認証方法を元に脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A
		医療従事者にヒアリングした。医療機関の実業務のセキュリティポリシーとユーザーID 発行からデータアクセスまでの実業務のセキュリティポリシーをリスト化し、セキュリティポリシーチェックリストで脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A
(4) 信頼性 (Reliability)	成熟性	ユースケースに対応することで検出された不具合数・不具合対応数の件数を検証した。	不具合件数： 2件 不具合対応件数：2件
	可用性	システム利用時間からサービス稼働率・サービス時間を検証した。	サービス稼働率：100%
	回復性	障害影響範囲・平均復旧時間を検証した。	障害影響範囲：音声途切れる 平均復旧時間：-
(5) 使用性 (Usability)	適切視認性	利用できる機能に対して利用者がマニュアルを参照することなく視覚的に迷いなく利用できるかどうかをアンケートで検証した。	○

	習得性	マニュアルを参照し操作学習しはじめてから、マニュアルを参照せずに効率的に操作できるようになるまでの時間をアンケートで検証した。	○
	操作性	実際に目的の情報を参照できるまでの操作数を検証した。	○
	ユーザエラー保護	システムを利用した際にミス操作の状況をヒアリング、アンケートで検証した。	○
	UI、UX	利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分をアンケートで検証した。	○
	アクセシビリティ	利用者の職種・性別・年齢層別に画面操作の理解度をアンケートで検証した。	○
(6) 効率性 (Performance Efficiency)	時間効率性	利用者が作業を開始してから目的を達成するまでの時間を計測し、導入前と比較して効率性をヒアリング、アンケートで検証した。	○
(7) 移植性 (Portability)	環境適応性	特定の OS（オペレーティングシステム）にかかわらず稼働することを検証した。	N/A

図表 4-59 対象となるシステム、評価・検証方法

上記の (5)、(6) は後述するアンケートにて取得を行った。

④ アンケート調査結果

ア. 調査対象

医師、看護師

イ. 調査方法

医師、看護師にアンケートを配布・回収

ウ. 配布・回収状況

配布数：6 回収数：6

エ. 体感評価

症例等の実証内容毎に医学的知見から有用性を評価した。医学的に必要なスペックを評価するため FHD30fps のスペックで検証した。各スペックにおいて前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価した。

(※内視鏡映像は 4K 非対応医学的知見による有用性に関しての評価項目)

- ▶ 医学的知見による有用性に関しての評価項目
 - ・内視鏡映像と比較して AI 診断装置による解析結果の遅延が受容できるか (有線、ローカル 5 G)
- ▶ 業務オペレーションの効率性による評価
 - ・検査、診療時間の短縮が見られたか
 - ・病変見落としや、操作と診断の同時並行の緩和等によるストレス軽減につながったか

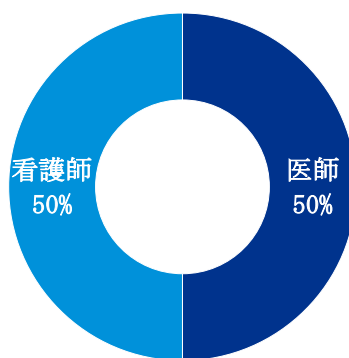
上記に関して、5 段階評価によるアンケートを実施した。

※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加した医師及び看護師延べ 6 名に対して行った。

オ. アンケート結果

職種は、「医師」が 50%、「看護師」が 50%となっている。

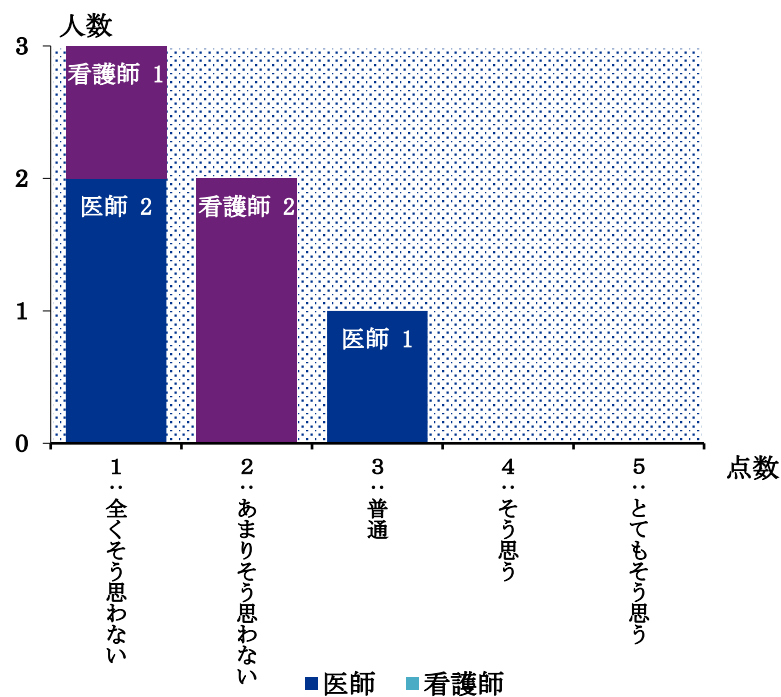
職種 (n=6)



■ 医師 ■ 看護師

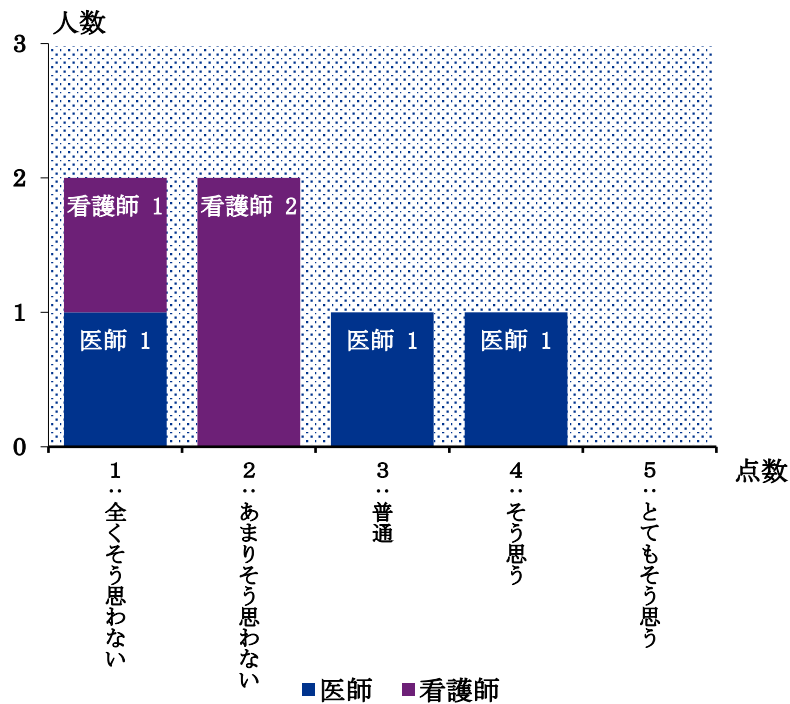
図表 4-60 職種

問 1：内視鏡映像と比較して、ローカル 5G で接続した AI 診断装置による解析結果の遅延は受容できるか



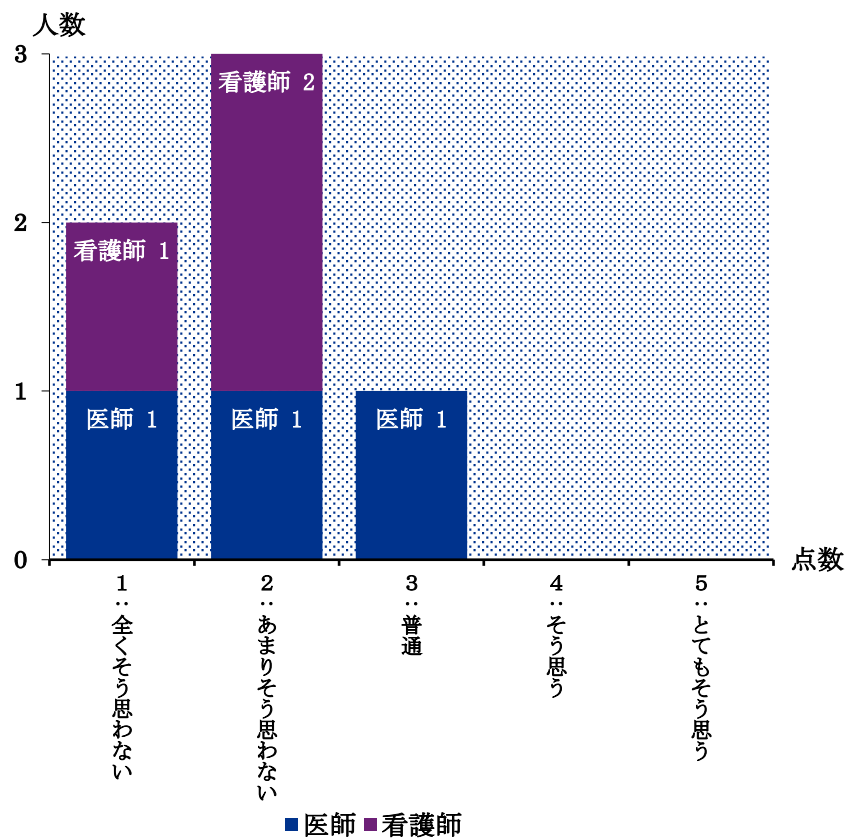
図表 4-61 問 1

問 2：内視鏡映像と比較して、有線で接続した AI 診断装置による解析結果の遅延は受容できるか



図表 4-62 問 2

問 3 : 内視鏡映像と比較して AI 診断装置による解析は有用であったか



図表 4-63 問 3

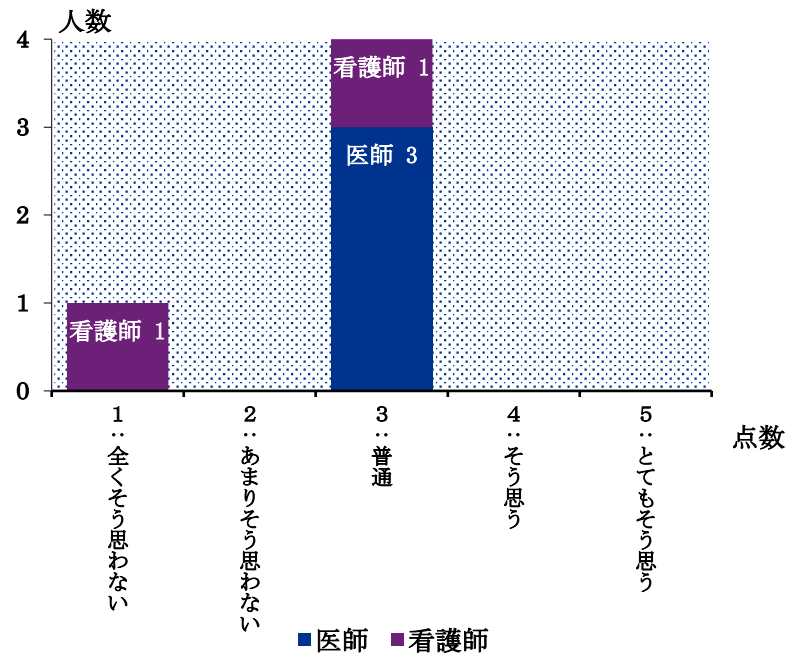
問 4 : システムを利用した際にどのような操作ミスがあったか

医 師 : 特にミス操作がなかった。

問 5 : 利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか

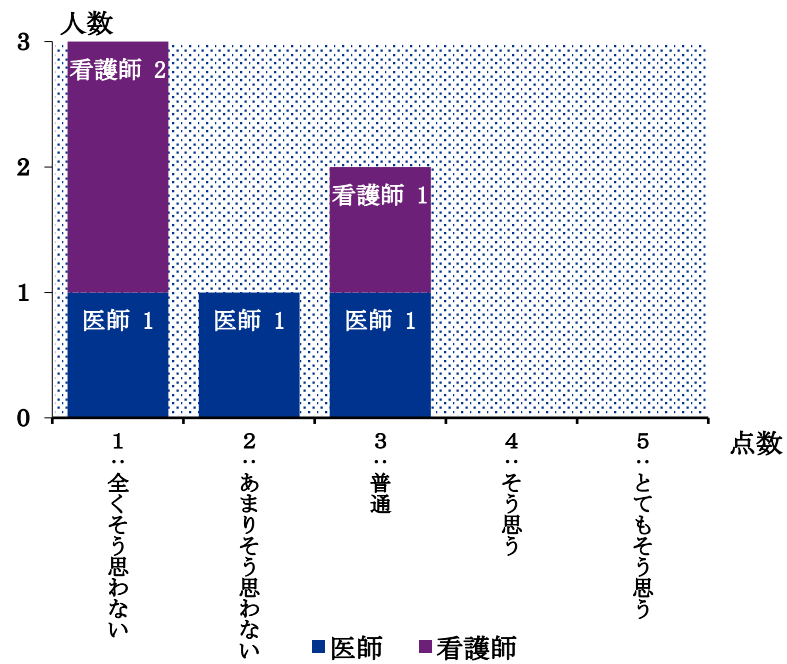
医 師 : 時差 (映像の遅延) の改善が必要である。

問 6 : デバイスの操作は精神的な負担なく実施できたか



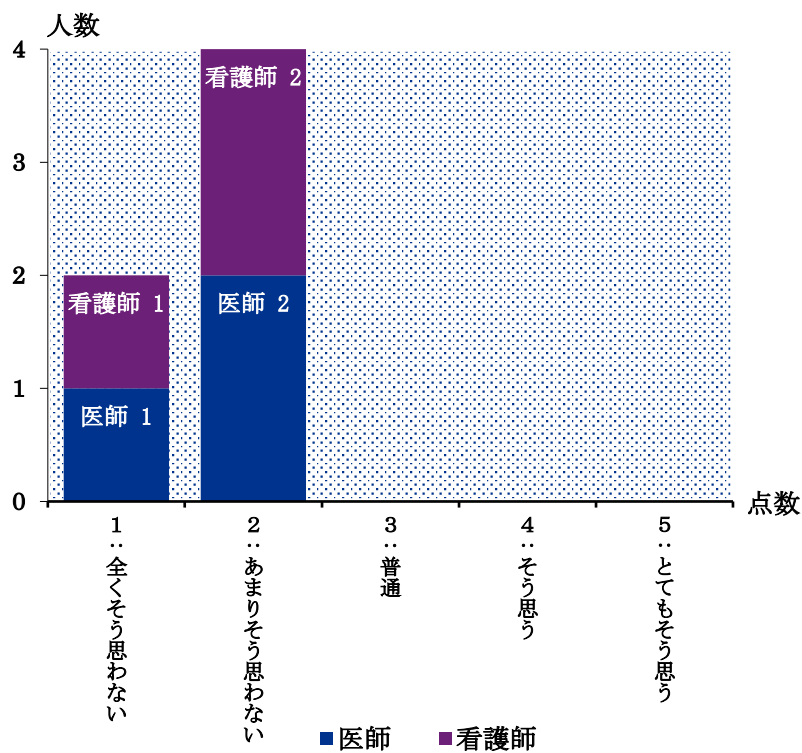
図表 4-64 問 6

問 7 : 遠隔診断はストレスなく使用できたか



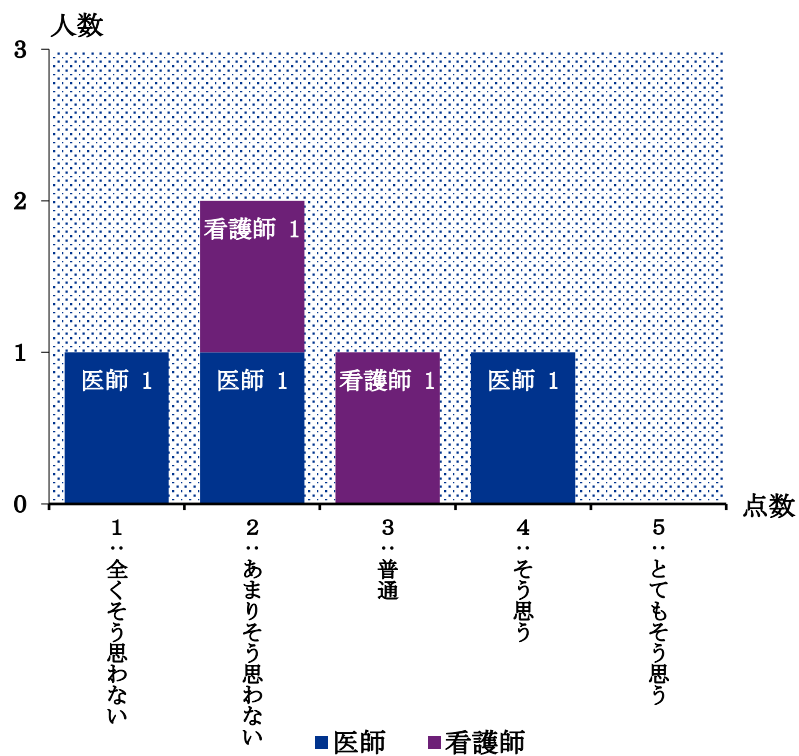
図表 4-65 問 7

問 8 : 実際に診断・指示の補助となる働きができたか



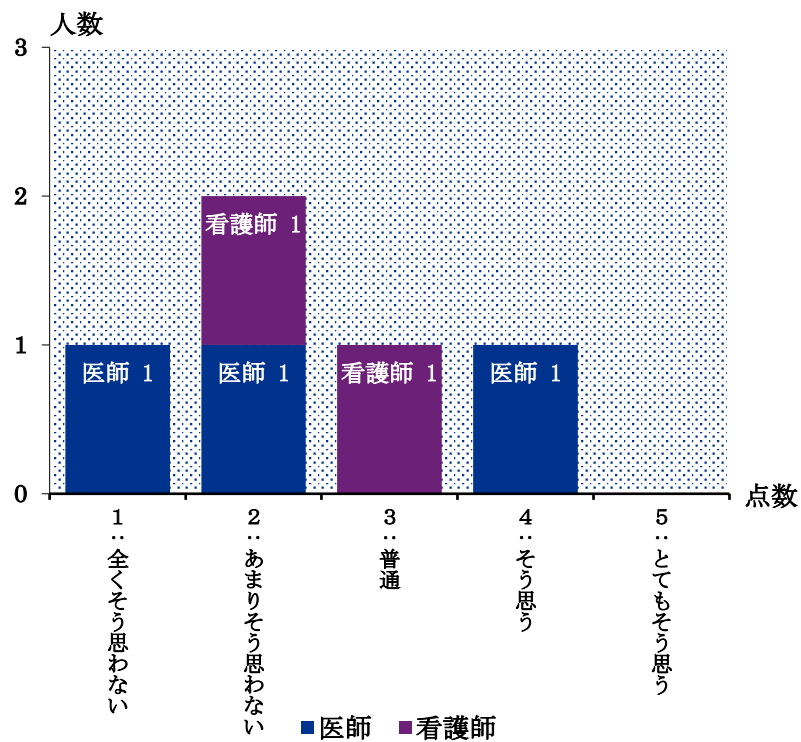
図表 4-66 問 8

問 9 : 病変見落とし低減に繋がるシステムは医師育成に効果があると思うか



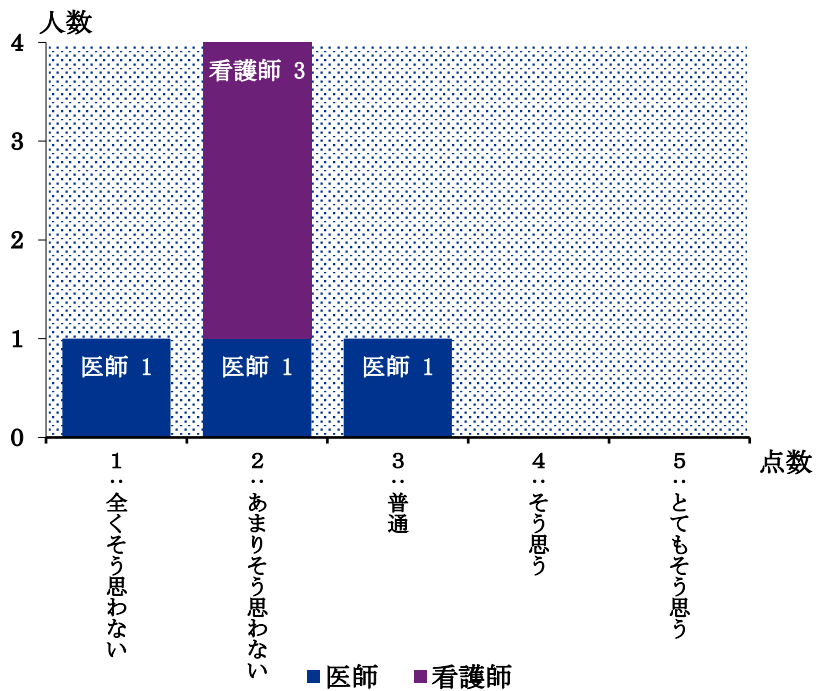
図表 4-67 問 9

問 10：利用できる機能に対してマニュアルを参照することなく視覚的にも迷うことなく利用できたか



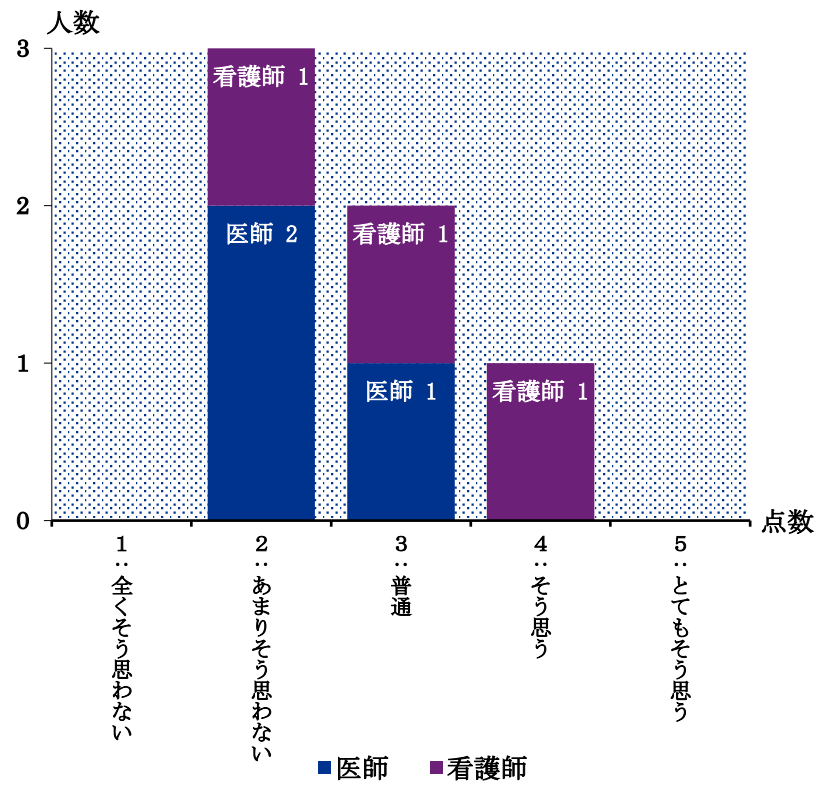
図表 4-68 問 10

問 11：目的の情報を容易に参照できる使いやすさであったか



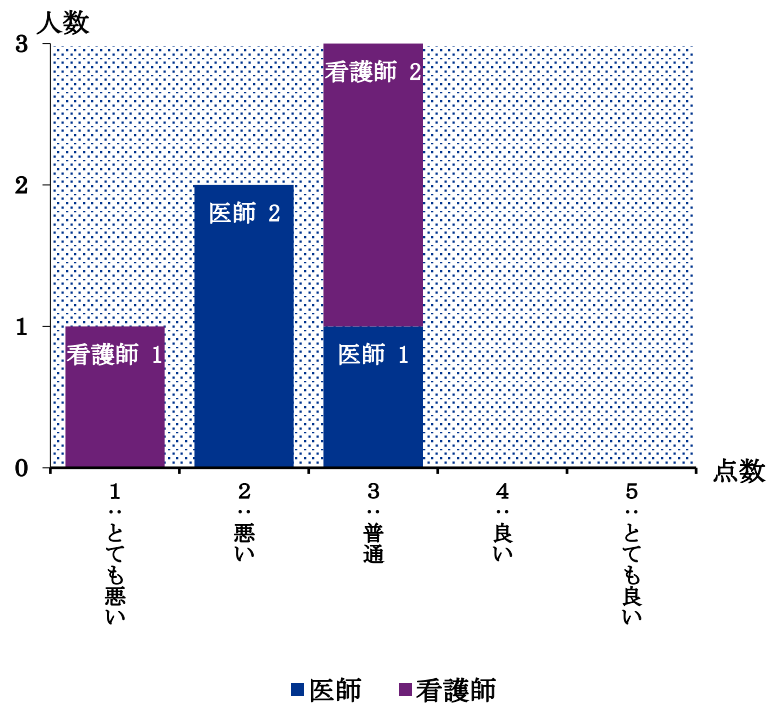
図表 4-69 問 11

問 12：画面表示は業務に耐えうる状態であったか



図表 4-70 問 12

問 13：全体的な安定性はどうかであったか



図表 4-71 問 13

問 14：検査、診療時間の短縮はどの程度であったか（約何分）

医 師：特に検査時間が変わらなかった。

問 15：使用方法について習得するまでの時間はどの程度であったか（約何時間）

医 師：短時間で取得ができた。

問 16：医学的に有用性があったか

医 師：判断がつかなかった。

問 17：医学的な観点で他のシーンまたは他の症例で有用性が考えられるか

医 師：医学的な観点で他のシーンまたは他の症例で有用性が考えられる。一方、特に考えられない声もあった。

【所感】忌憚のないご意見をお願いいたします

医 師：今回の時差（遅延）が生じた状態では 5G の価値が使えなかったと思われる。

看護師：音の反応が良すぎるため、何度も鳴るのがどうかと思う。

【要望】機能に関してやより効果的に使うには等

医 師：診断精度・感度の遅延は 0.1sec までの短縮が必要である。

看護師：時差（遅延）が困る、改善して欲しい。

検証事項	検証項目	評価	考察
効果検証	効果	医学的知見による有用性	1.9/5 医師は 1.7/5、看護師は 1.7/5 の評価（問 1） 医師は 2.7/5、看護師は 1.7/5 の評価（問 2）
		業務オペレーションの効率化	定量評価 医師は特に検査時間が変わらなかったとの評価（問 14）
		心理的負担の軽減	2.2/5 医師は 3.0/5、看護師は 2.0/5 の評価（問 6） 医師は 2.0/5、看護師は 1.7/5 の評価（問 7）
機能検証	使用性	適切視認性	2.0/5 医師は 2.0/5、看護師は 2.0/5 の評価（問 11）
		習得性	定量評価 医師は短時間で取得ができたとの評価（問 15）
		操作性	1.7/5 医師は 1.7/5、看護師は 1.7/5 の評価（問 8）
		ユーザエラー保護	2.7/5 医師は 2.3/5、看護師は 3.0/5 の評価（問 12）
		UI、UX	2.4/5 医師は 2.3/5、看護師は 2.5/5 の評価（問 9）
		アクセシビリティ	2.4/5 医師は 2.33/5、看護師は 2.5/5 の評価（問 10）
運用検証	運用コスト	費用対効果 2.0/5 サービスデスクについては、2名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送におけるエンコーダー、デコーダーの保守サポート費用、AI 解析システムの購入及び保守サポート費用等が発生する。	

図表 4-72 アンケート集計

4.3.3.6 課題解決システムに関する運用検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、他地域・他の医療施設への普及を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

運用検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) サービスデスク
- (2) 障害管理
- (3) 情報セキュリティ管理
- (4) 運用コスト

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り。

対象システム	番号
大腸内視鏡 AI 解析システム	③

図表 4-73 対象システム

検証項目		検証方法	対象システム
			③
(1) サービスデスク	体制	院内の情報システム課内にヘルプデスクを設置し、人員体制とインシデント数とを比較し現行体制の人員で継続できるか評価した。	○
(2) 障害管理	インシデント管理	インシデント管理表を作成し、障害傾向を分析し、原因分類を評価した。	課題管理表にて対応
	障害復旧対応（インシデント対応）	障害受付から障害復旧までの対応時間を測定し、サービスレベルを評価した。	課題管理表にて対応
(3) 情報セキュリティ管理	アプリケーション	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた医療機関等における情報セキュリティマネジメントの適正を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認
	インフラ	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた安全管理に関わるシステム及びサービスの適合性を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認
(4) 運用コスト	費用対効果	運用コストを算出し、医療従事者が感じる効果及び費用感と、実現可能な運用コストを比較し、ビジネスモデルのインプット情報として整理する。病院職員のヒアリング調査とシステム運用費用見積りを行った。	6. 実装及び横展開に関する検討にて後述

図表 4-74 対象となるシステム、評価・検証方法

4.3.3.7 アー 2 : AI 画像診断による医療現場の働き方改革に関する考察（今後の課題等）

アンケート、ヒアリング、チェックリストによる確認を踏まえ以下の通り結果を取りまとめた。

① 評価結果サマリ

大腸内視鏡 AI 解析システムを使用した際、内視鏡センター内に設置したモニタ（大腸内視鏡 AI 解析システムからの戻り映像）に約 1 秒（920ms）の遅延が確認された。

有線 LAN 接続に切り替えて検証を行ったが、遅延はローカルと同等であった。ネットワークの種別は遅延の原因ではないことが判明したため、続けてエンコーダー、デコーダーを片方向だけ接続して計測を行った。その結果、遅延が約半分となり遅延の原因はエンコーダー、デコーダーにあることが判明した。

検証の結果、使用しているエンコーダー、デコーダーを往復 4 台分通過することで遅延が発生していた。医師からは非常に厳しい評価で上記遅延が改善されなければ使用に耐えられないとのことであった。現在のシステム構成では、この遅延時間が不具合でなく機器仕様範囲内の数値であるため、医学的知見から目標値とした遅延時間の KPI（500ms）に対応するには、実質遅延時間を 1/2 以下に削減する必要がある。そのため、エンコーダーとデコーダーの使用を上り（下り）のみとし、遅延時間の改善を図ったが、医師からは更なる遅延時間の短縮（500ms→100ms）を期待された。

システム ビットレ ート	符号化制 御モード	接続	エンドブレ イン EYE (往路)	接続	分配モニタ (復路)	エンドツ ー エンド
8MB	ウルトラ 低遅延	E-L5G-D	400~500ms	E-L5G-D	400~500ms	約 1,000ms
8MB	標準	E-L5G-D	900~1000ms	E-L5G-D	400~500ms	約 1,500ms
4MB	ウルトラ 低遅延	E-L5G-D	400~500ms	E-L5G-D	400~500ms	約 1,000ms
—	—	SDI	100~400ms	—	—	100~400ms

図表 4-75 内視鏡モニタからの遅延時間測定

※システムビットレート、符号化制御モードはエンコーダー設定項目。

※「接続」列の構成は以下の通り

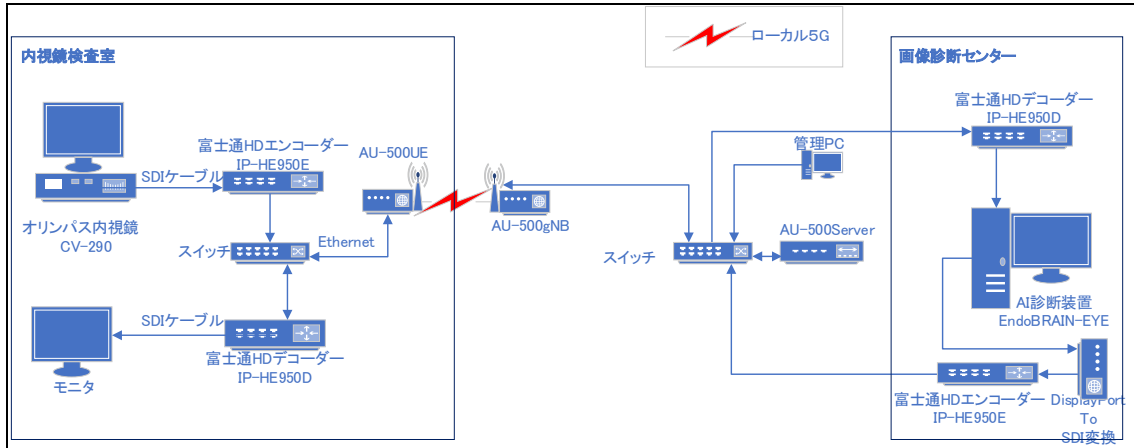
E-L5G-D：内視鏡→エンコーダー→ローカル 5 G→デコーダー→エンドブレイン EYE

SDI：内視鏡→SDI ケーブル→エンドブレイン EYE

KPI に近い遅延時間に対応させるためには実質遅延時間を 1/2 以下に削減する必要があるため、エンコーダーとデコーダーの使用を上り（下り）のみとし、遅延時間の改善を図った。

【現構成】

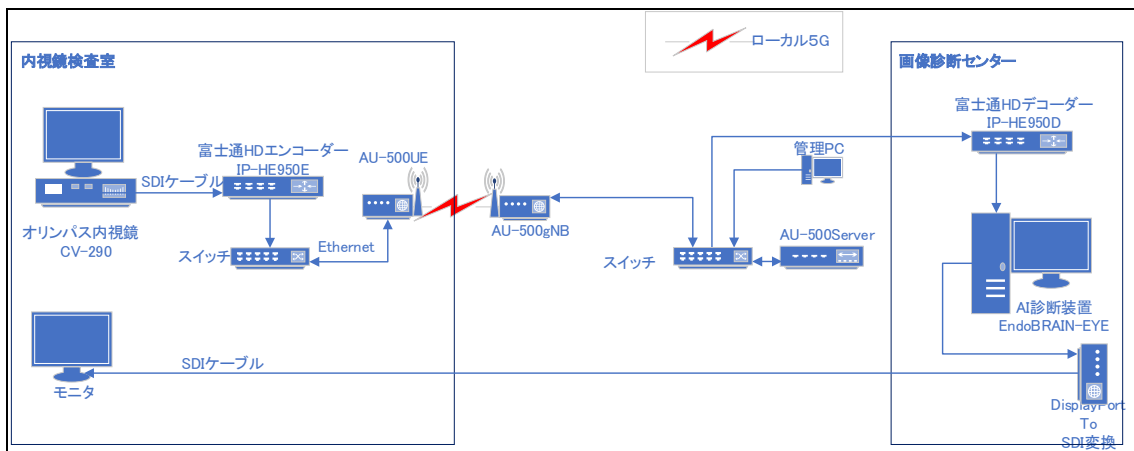
内視鏡 → エンコーダー → ローカル5G → デコーダー → エンドブレイン EYE
 ↓
 モニタ ← デコーダー ← ローカル5G ← エンコーダー ← SDI 分配器



図表 4-76 システム接続構成変更前

【変更後】

内視鏡 → エンコーダー → ローカル5G → デコーダー → エンドブレイン EYE
 ↓
 モニタ ← (SDI ケーブルで接続) ← SDI 分配器



図表 4-77 システム接続構成変更後

※モニタと SDI 分配器間、もしくは内視鏡とエンドブレイン間を直接 SDI ケーブルで接続

システム構成上、片道のみ通信経路であっても自動解析結果をモニタ表示することは可能である。

下り（上り）のみ SDI ケーブルを接続することによりエンコーダー、デコーダーは各 1 台となりこれでエンドツーエンドの遅延時間は約 500ms となるため、当初の KPI と同等の値となった。

将来的には、更なる低遅延のエンコーダ・デコーダの導入や、大腸内視鏡 AI 解析システ

ム（エンドブレイン EYE）が改良され、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することでレスポンスの改善を期待したい。

また本実証では使用しなかったが、超拡大版内視鏡 AI 解析システム（エンドブレイン）のシャッター押下信号がネットワーク経由で送信可能となれば、医師がシャッター押下で判定結果を待つという工程が入るため、ネットワーク越しの遅延が発生しても許容出来る環境も期待できる。

なお、情報セキュリティ管理については、厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認を行い、ガイドライン上のセキュリティを担保していることを確認できた。（別紙：厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストに確認結果を記載）

② 評価項目

区分	評価項目	
	大分類	評価
		③
効果	医学的知見による有用性	1.9/5
	業務オペレーションの効率化	1.0/5
	心理的負担の軽減	2.2/5
機能	機能適合性	N/A
	互換性	N/A
	機密性	N/A
	信頼性	4.0/5
	使用性	2.2/5
	効率性	3.0/5
	移植性	3.0/5
運用	サービスデスク	2.0/5
	障害管理	3.0/5
	情報セキュリティ管理	3.0/5
	運用コスト	2.0/5
総評		2.5

図表 4-78 アンケート集計

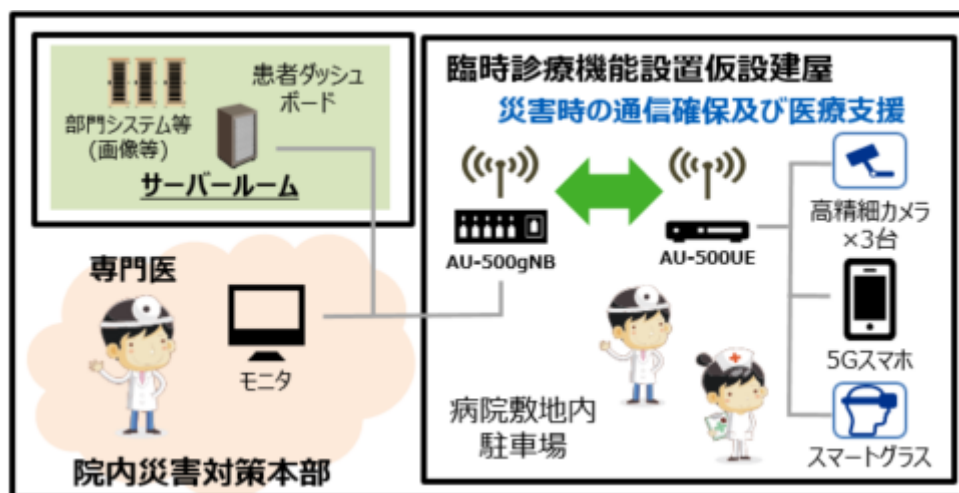
4.3.4 アー3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続

4.3.4.1 課題解決システムの概要（全体・構成要素別）

高精細映像やスマートフォンカメラを活用した災害時臨時外来対応施設（野戦病院）でのBCP*7及び原子力災害発生・新型感染症時（新型コロナウイルス含む）の対策

野戦病院に設置された4Kカメラや、スマートフォンカメラを使用して野戦病院に外来、搬送された負傷者、患者の状況を院内災害対策本部に中継した。院内災害対策本部にいる医師や、（災害発生時を想定し本実証では院内で対応する：実際の災害発生時には外部にて対応する）自治体職員へ映像を共有した。医師は中継された映像をもとにトリアージ支援や疑い症例判断等を支援した。災害時の受け入れ態勢拡充への貢献や円滑かつ迅速な災害医療の提供に資する効果を得られるか検証した。

自治体職員はリアルタイムで映像を確認し、さらに上位の自治体への報告オペレーションの効率化や報告事項の取得の効率化、指定感染症発症患者の即時把握と追跡、措置、経過観察等、保健業務に資する効率化が図れるかを検証した。

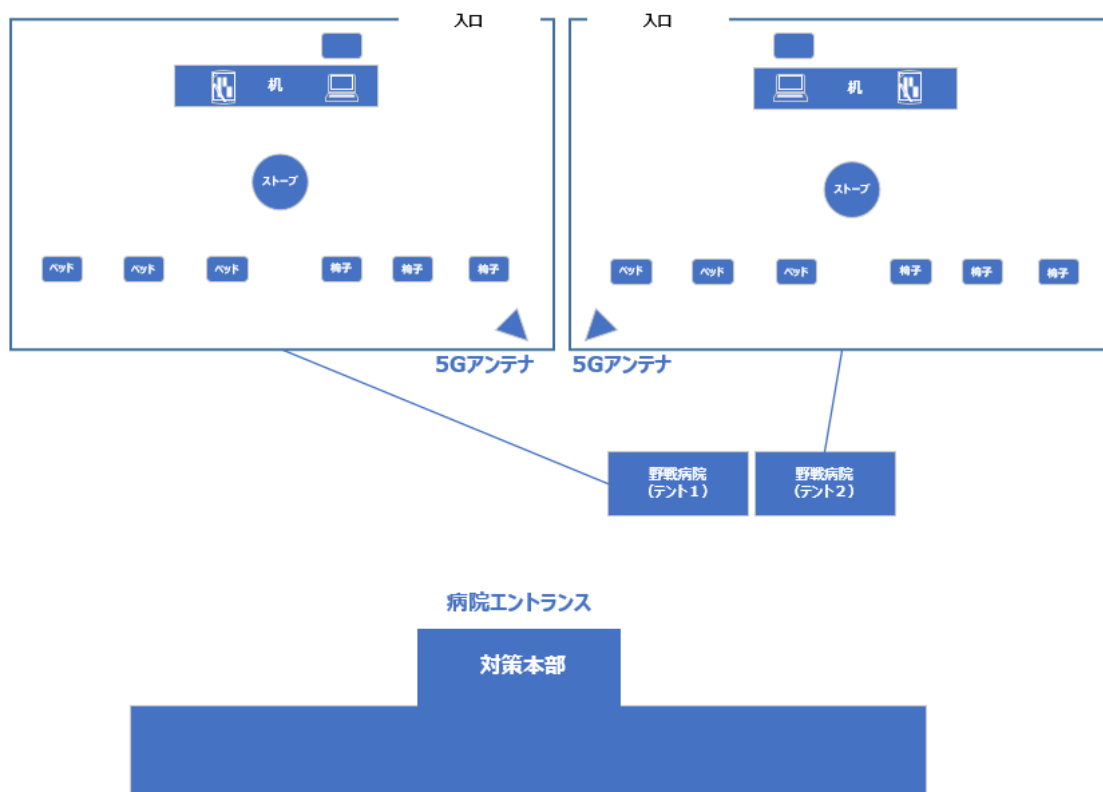


図表 4-79 大規模災害・原子力災害発生・新型感染症時の対策イメージ図

*7 事業継続計のことで、通常業務の遂行が困難になる事態が発生した際に事業の継続や復旧を速やかに遂行するために策定される計画

患者パターン	概要	職種	患者人数
パターン I	大規模災害時の外来患者に対して、災害時臨時外来対応施設（野戦病院）などを活用する場合等において、トリアージや院内への患者受け入れ調整等を院内の医師と連携する際、外傷の状態、患者の顔色や発汗、呼吸の具合などを確認するために高解像度（4K 相当）の映像を使用した。顔色や発汗の様子などを高精細の映像で確認することにより、短時間かつより正確な判断に繋がるかどうかを評価した。	救急外来	模擬患者 10 名程度
パターン J	原子力災害の外来患者に対して、被ばくの恐れのある患者の状態を院内の医師と連携するため高解像度（4K 相当）の映像を使用した。特に放射線防護服着用での皮膚除染対応は頻繁に人員の配置換えすることが容易ではなく、専門医が除染を担当しない場合も多い中で、現場への対応指示を適切かつ迅速に行い、被ばく医療対応を実施できるかを評価した。	救急外来	模擬患者 5 名程度
パターン K	新型感染症発生時（新型コロナウイルス含む）の外来患者に対して、患者の状態を院内の医師と連携するために高解像度（4K 相当）の映像を使用した。 患者の状態をモニターで確認しつつ医師が迅速に指示を出し、医師や看護師等の人員配置を柔軟に行う事により、業務改善が可能かを評価した。	救急外来	模擬患者 10 名程度

図表 4-80 大規模災害・原子力災害発生・新型感染症時の実証概要



図表 4-81 野戦病院の設置状況

病院エントランス内に対策本部を設置し、駐車場に野戦病院としてテント 2 張り設置し実証を行った。

テント内には、椅子とベッドに見立てた椅子を配置し、模擬患者をトリアージ、問診する際に座っていただき対応を行った。

以下のシナリオに沿って実証を行った。

大規模災害発生時

日時 令和3年2月5日 14:00～17:00

対象	シナリオ I (映像なし) 40分
患者	意識不明：患者 1, 2, 3 重傷者：患者 4, 5, 6, 7 軽傷者：患者 8, 9, 10

図表 4-82 シナリオ状況

No/テント	地域避難所・テント A
1	患者がランダムに順次テントに搬送される
2	保健師 A・B がトリアージし、トリアージタグに記入する <ul style="list-style-type: none"> ・意識不明→トリアージ区分（赤）→医療救護所へ移動 ・重傷者（意識あり）→トリアージ区分（黄）→医療救護所へ移動 ・軽傷者→トリアージ区分（緑）→帰宅
3	保健師 B がホワイトボードに患者の状態を記載する （緑：3名、黄：4名、赤：3名）
No/テント	地域避難所・テント B
4	患者が順次テントに搬送される
5	看護師 A・B が患者の症状を PHS にて医師 A・B に伝達する
6	看護師 A・B が医師 A・B の指示の基、処置する <ul style="list-style-type: none"> ・意識不明：トリアージ区分（赤）→処置→入院病棟へ移動 ・重傷者（意識あり）：トリアージ区分（黄）→処置→ベッド/椅子へ移動
7	看護師 A がホワイトボードに患者の状態を記載する （重傷者（意識あり）：黄→処置：4名、意識不明：赤→入院：3名）
8	保健師 B がホワイトボードの情報を紙で本部に伝達する
9	本部の事務局がホワイトボードに患者の状態を記載する （重傷者（意識あり）：黄→処置：4名、意識不明：赤→入院：3名）
10	本部の事務局がホワイトボードの情報を市役所や保健所へ報告する

図表 4-83 シナリオ詳細

日時 令和3年2月5日 14:00~17:00

対象	シナリオ I (映像あり) 40分
患者	意識不明：患者 1, 2, 3 重傷者：患者 4, 5, 6, 7 軽傷者：患者 8, 9, 10

図表 4-84 シナリオ状況

No/テント	地域避難所・テント A
1	患者がランダムに順次テントに搬送される
2	保健師 A・B が患者の様子をスマートフォンにて医師 A・B に伝達する
3	保健師 A・B が医師 A・B の指示の基、トリアージシトリアージタグに記入する <ul style="list-style-type: none"> ・意識不明→トリアージ区分 (赤) →医療救護所へ移動 ・重傷者 (意識あり) →トリアージ区分 (黄) →医療救護所へ移動 ・軽傷者→トリアージ区分 (緑) →帰宅
4	保健師 B がホワイトボードに患者の状態を記載する (緑：3名、黄：4名、赤：3名)
5	本部の事務局が 4K カメラ映像から地域避難所の様子を把握する
No/テント	地域避難所・テント B
6	患者が順次テントに搬送される
7	看護師 A・B が患者の症状をスマートフォンにて医師 A・B に伝達する
8	看護師 A・B が医師 A・B の指示の基、処置する <ul style="list-style-type: none"> ・意識不明：トリアージ区分 (赤) →処置→入院病棟へ移動 ・重傷者 (意識あり)：トリアージ区分 (黄) →処置→ベッド/椅子へ移動
9	看護師 B が患者ダッシュボードに新規登録する (重傷者 (意識あり)：黄→処置：4名、意識不明：赤→入院：3名)
10	本部の事務局が 4K カメラ映像から医療救護所の様子を把握する
11	本部の事務局が患者ダッシュボードの情報を市役所や保健所へ報告する

図表 4-85 シナリオ詳細

原子力災害発生時

日時 令和3年2月12日 14:00~17:00

対象	シナリオ J (映像あり) 40分
患者	汚染箇所なし：患者 1, 2 汚染箇所あり：患者 3, 4, 5

図表 4-86 シナリオ状況

No/テント	サーベイ・テント A
1	患者がランダムに順次テントに搬送される
2	模擬患者をサーベイメーターで検査し汚染箇所をサーチする。汚染箇所を記録。 汚染箇所なし・・・終了。避難用バスへ 汚染箇所あり・・・除染訓練へ
No/テント	除染テント・テント B
3	サーベイ・テント A より患者移送
4	汚染部位を確認後、除染。
5	除染箇所の記録。
6	他に汚染箇所がないか確認する。
7	他に汚染箇所がなければ除染終了。「避難用バス」を案内して終了。

図表 4-87 シナリオ詳細

新型感染症発生時

日時 令和3年2月5日 14:00~17:00

対象	シナリオ K (映像あり) 40分
患者	37.5℃以上・濃厚接触あり：患者 1, 2, 3 37.5℃以上・濃厚接触なし：患者 4, 5, 6, 7 37.0℃以上 37.5℃未満・濃厚接触なし：患者 8, 9, 10

図表 4-88 シナリオ状況

No/テント	発熱外来・テント A
1	患者がランダムに順次テントに搬送される
2	看護師 A が患者に問診する 37.5℃以上・濃厚接触あり→隔離病棟へ移動 37.5℃以上・濃厚接触なし→隔離病棟へ移動 37.0℃以上 37.5℃未満→帰宅
3	本部の事務局が 4K カメラ映像から発熱外来の様子を把握する
No/テント	隔離病棟・テント B
4	患者が順次テントに搬送される
5	看護師 B が患者のバイタル (SPO2) を計測する
6	看護師 B が患者ダッシュボードから患者を検索しバイタル (SPO2) を入力する
7	看護師 B が患者の症状をスマートフォンにて医師 A・B に伝達する
8	看護師 B が医師 A・B の指示の基、処置する 37.5℃以上・濃厚接触あり→処置→隔離入院 (ベッドと書いた椅子へ座らせる) 37.5℃以上・濃厚接触なし→処置→帰宅
9	本部の事務局が 4K カメラ映像から隔離病棟の様子を把握する
10	本部の事務局が患者ダッシュボードの情報を市役所や保健所へ報告する

図表 4-89 シナリオ詳細



図表 4-90 野戦病院（大規模災害－救護所）の状況



図表 4-91 野戦病院（大規模災害－救護所）の状況



図表 4-92 野戦病院（大規模災害－災害対策本部）モニタ表示



図表 4-93 野戦病院（大規模災害－災害対策本部）の状況



図表 4-94 野戦病院（原子力災害－サーベイ）の状況



図表 4-95 野戦病院（原子力災害－除染エリア）の状況



図表 4-96 野戦病院（原子力災害－除染エリア）の状況



図表 4-97 野戦病院（原子力災害－災害対策本部）のモニタ



図表 4-98 野戦病院（感染症－発熱外来）の間診状況



図表 4-99 野戦病院（感染症－災害対策本部）の間診状況

4.3.4.2 評価・分析

通信時の使用機器

ユースケース	通信方向	医局・外来	病棟・野戦病院
病棟・臨時診療機能 設置仮設建屋映像伝 送	上り		4K カメラ ×3 スマートフォン×2
	下り	4K モニタ ×2	

図表 4-100 検証パターン毎使用機器

システム個別の要求スペック

種別	使用機器	遅延 (ms)	ビットレート (Mbps) 上り	ビットレート (Mbps) 下り
通信装置	5G 基地局	10	68	68
	5G 端末	--	32	32
システム	4K 映像システム	60	68	68
	患者ダッシュボード	900	--	--

図表 4-101 システム個別要求スペック

映像機器の要求スペック

種別	使用機器	通信機能	解像度	フレームレート (fps)
映像機器	スマートフォン	ether	4KorHD	30
	4K カメラ	ether	4KorHD	30

図表 4-102 映像機器要求スペック

エンドツーエンドでの要求スペック

使用システム	遅延 (ms)	解像度	フレームレ ート (fps)	ビットレート (Mbps) 上り
病棟・仮設建屋映像伝送システム	100	4K orFHD	30	4
患者ダッシュボード	1000	--	--	1

図表 4-103 エンドツーエンドでの要求スペック

評価対象	評価項目	評価詳細	評価方法	備考
技術評価	IP パケットキャプチャのモニタリング(映像/音声ビットレート)	診断に耐えうる必要ビットレートは、映像を目視しカクツキが発生した際のビットレートを記録し、カクツキが発生しない必要ビットレートを評価した。	⇒Wireshark を使用したパケットキャプチャを実施し、上り、下りのビットレートを測定した。端末位置を固定の条件で測定を行った。トラヒックのモニタリングを実施、ビットレートに関しては最大値、平均値を計測した。遅延時間に関しては、送信側及び受信側のエンドツーエンドとローカル5G内の機器構成部分での計測を行うことにより、ボトルネックがどこにあるかを評価した。	要求スペックに関しては「図表 4-103 エンドツーエンドでの要求スペック」を参照した。
	画像診断（診断に耐えうる必要ビットレートの評価）			
体感評価	医学的知見による有用性に関する評価項目	映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート (fps) は、いずれも院内災害対策本部からのトリアージ支援や疑い症例判断等に有用であったか。	5段階評価によるアンケートを実施した。※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加した医師及び看護師、放射線技師、病院職員、自治体職員含め延べ 24 名程度に対して行った。	
		本システムの無い時と比較し、患者への対応、負担、治療等への良い影響があったか。		
	業務オペレーションの効率性に関する評価	人員の配置、采配に関して効果が見られたか。		
		移動時間の短縮が見られたか。		
	医療従事者の勤務時間の短縮が見られたか。			

図表 4-104 技術評価及び体感評価

4.3.4.3 既存の手法との比較

高島市民病院には同等の既存の手法となるシステムは存在せず、これまでは PHS による内線呼び出しで状況を説明していた。

4.3.4.4 予想される事故などの整理、解決策（安全確保等の観点から）

想定される事故、不具合は下記情報参照不可であり、電子カルテ端末、既存の PHS、電話にて参照対応を行った。

対象システム	想定される不具合	バックアップ (対策)
病棟・仮設建屋映像 伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応
患者ダッシュボード	情報参照不可	電子カルテ端末、既存の PHS、電話にて参照

図表 4-105 予想される事故などの整理、解決策

4.3.4.5 課題解決システムに関する機能検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、メリット・デメリットの整理と医学的観点を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

機能検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) 機能適合性 (Functional Suitability)
- (2) 互換性 (Compatibility)
- (3) 機密性 (Security)
- (4) 信頼性 (Reliability)
- (5) 使用性 (Usability)
- (6) 効率性 (Performance Efficiency)
- (7) 移植性 (Portability)

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
患者ダッシュボード	④

図表 4-106 対象システム

検証項目	検証方法		対象システム	
			①	④
(1) 機能適合性 (Functional Suitability)	完全性	要求仕様に記述されている機能内容が欠落なく実装されているか実装仕様リストを作成し検証した。→パッケージ仕様のため N/A とした。	N/A	N/A
	正確性	送信側のデータの総件数と受信側のデータ総件数を検証した。→パッケージ仕様のため N/A とした。	N/A	○
(2) 互換性 (Compatibility)	相互運用性	連携する電子カルテ、大腸内視鏡との互換性を検証した。正しく標準形式 (HL7、DICOM など) 形式として保存され、ビューアにより参照できることを確認した。→映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A	○
(3) 機密性 (Security)	脆弱性	ネットワーク接続、サーバのデータの情報漏洩における脅威についてリスト化し、現在のネットワークセキュリティ、使用する電子署名や認証方法を元に脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	○
		医療従事者にヒアリングした。医療機関の実業務のセキュリティポリシーとユーザーID 発行からデータアクセスまでの実業務のセキュリティポリシーをリスト化し、セキュリティポリシーチェックリストで脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	○
(4) 信頼性 (Reliability)	成熟性	ユースケースに対応することで検出された不具合数・不具合対応数の件数を検証した。	不具合件数：1件 不具合対応件数：件	不具合件数：0件 不具合対応件数：件
	可用性	システム利用時間からサービス稼働率・サービス時間を検証した。	サービス稼働率：100%	サービス稼働率：100%
	回復性	障害影響範囲・平均復旧時間を検証した。	障害影響範囲：音声の遅延	障害影響範囲：なし

			平均復旧時間：－	平均復旧時間：－
(5) 使用性 (Usability)	適切視認性	利用できる機能に対して利用者がマニュアルを参照することなく視覚的に迷いなく利用できるかどうかをアンケートで検証した。	○	○
	習得性	マニュアルを参照し操作学習しはじめてから、マニュアルを参照せずに効率的に操作できるようになるまでの時間をアンケートで検証した。	○	○
	操作性	実際に目的の情報を参照できるまでの操作数を検証した。	○	○
	ユーザエラー保護	システムを利用した際にミス操作の状況をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○
	UI、UX	利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分をアンケートで検証した。	○	○
	アクセシビリティ	利用者の職種・性別・年齢層別に画面操作の理解度をアンケートで検証した。	○	○
(6) 効率性 (Performance Efficiency)	時間効率性	利用者が作業を開始してから目的を達成するまでの時間を計測し、導入前と比較して効率性をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○
(7) 移植性 (Portability)	環境適応性	特定の OS（オペレーティングシステム）にかかわらず稼働することを検証した。	Windows10 iOS14 で稼働を確認	Windows10 iOS14 で稼働を確認

図表 4-107 対象となるシステム、評価・検証方法

上記の (5)、(6) は後述するアンケートにて取得を行った。

※下記アンケート調査結果はシナリオ 3 つ分を記載

④ アンケート調査結果

ア. 調査対象

医師、看護師、放射線技師、保健師、病院職員、自治体職員

イ. 調査方法

医師、看護師、放射線技師、保健師、病院職員、自治体職員にアンケートを配布・回収

ウ. 配布・回収状況

配布数：24 回収数：24

大規模災害、原子力災害、新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時

エ. 体感評価

症例等の実証内容毎に医学的知見から有用性を評価した。医学的に必要なスペックを評価するため HD30fps、4K30fps のスペックで検証した。各スペックにおいて前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価した。

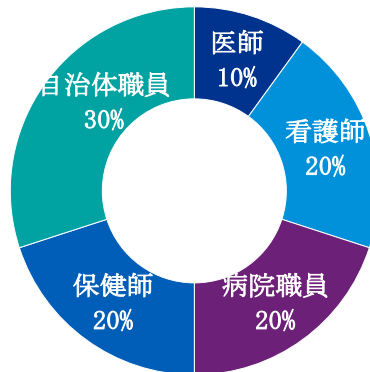
- ▶ 医学的知見による有用性に関する評価項目
 - ・映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート（fps）は、いずれも院内災害対策本部からのトリアージ支援や疑い症例判断等に有用であったか
 - ▶ 業務オペレーションの効率性による評価
 - ・人員の配置、采配に関して効果が見られたか
 - ・移動時間の短縮が見られたか
- 上記に関して、5段階評価によるアンケートを実施した。
※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加した医師、看護師、放射線技師、病院職員、及び自治体職員延べ 24 名に対して行った。

オ. アンケート結果

（大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続）

大規模災害発生時の職種は、「医師」が 10%、「看護師」が 20%、「病院職員」が 20%、「保健師」が 20%、「自治体職員」が 30%となっている。

職種 (n=10)

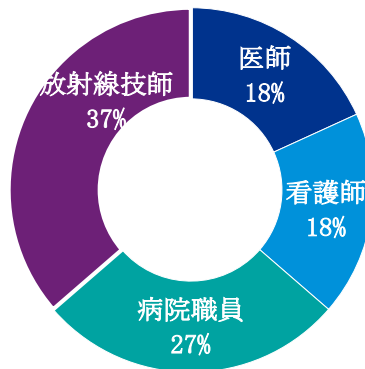


■ 医師 ■ 看護師 ■ 病院職員 ■ 保健師 ■ 自治体職員

図表 4-108 職種 (大規模災害時)

原子力災害発生時の職種は、「医師」が 18%、「看護師」が 18%、「病院職員」が 27%、「放射線技師」が 37%となっている。

職種 (n=6)

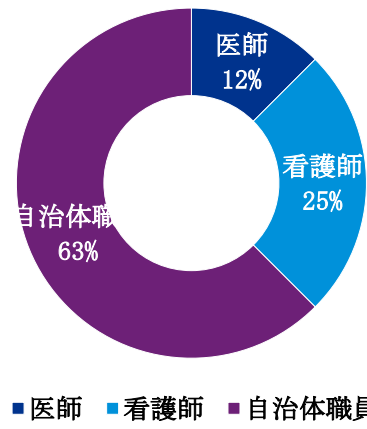


■ 医師 ■ 看護師 ■ 病院職員 ■ 放射線技師

図表 4-109 職種 (原子力災害時)

新型コロナウイルス発生時の職種は、「医師」が 12%、「看護師」が 25%、「自治体職員」が 63%となっている。

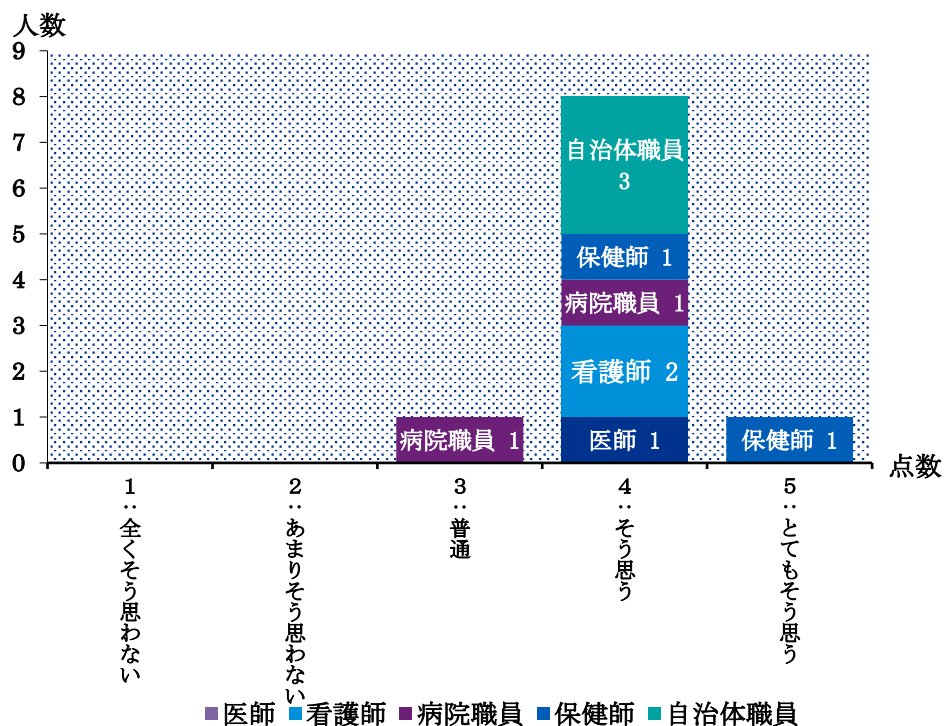
職種 (n=8)



図表 4-110 職種 (新型コロナウイルス発生時)

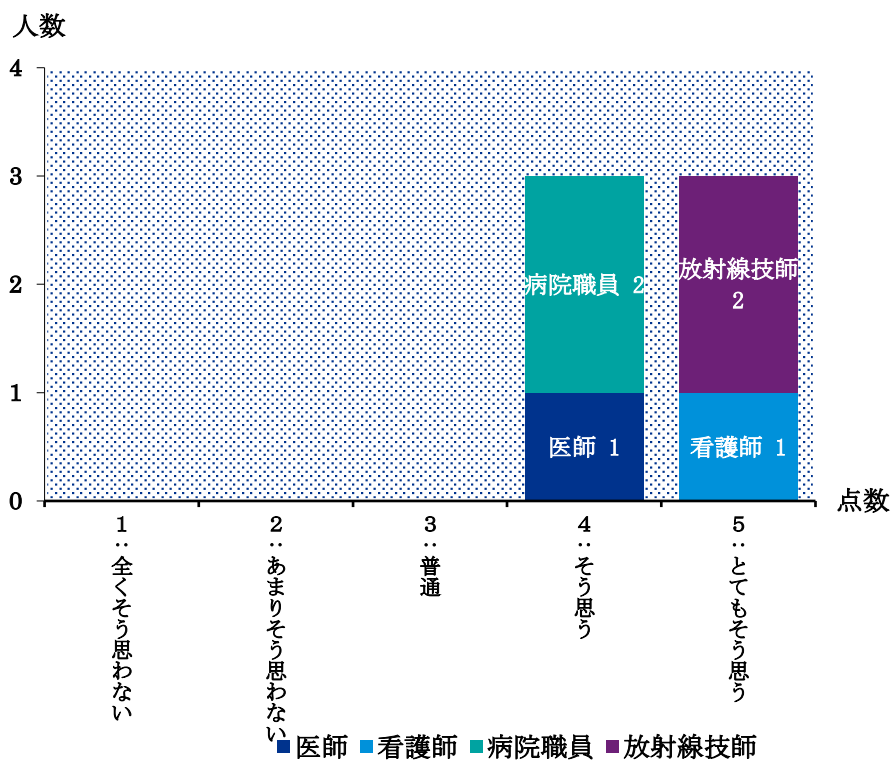
問1：映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート（fps）は、いずれも遠隔療・技術指導に有用であったか

大規模災害発生時の場合：



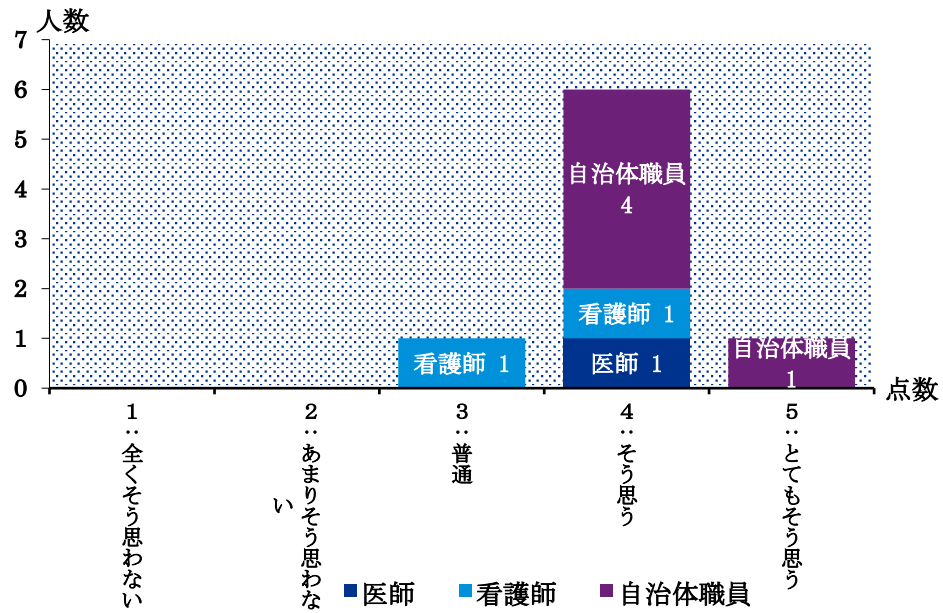
図表 4-111 問1（大規模災害時）

原子力災害発生時の場合：



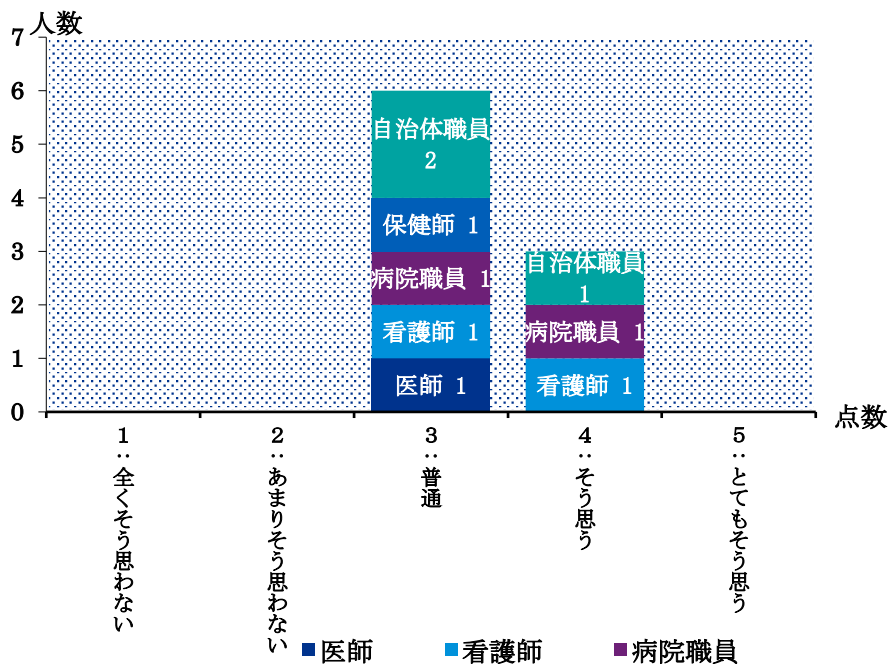
図表 4-112 問1（原子力災害時）

新型コロナウイルス発生時の場合：



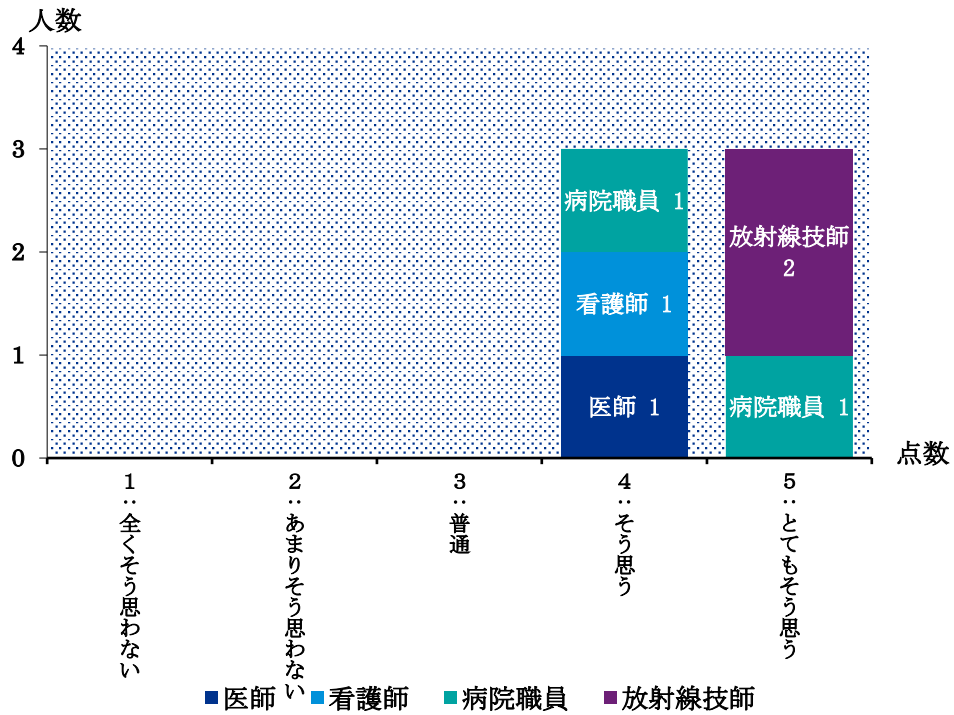
図表 4-113 問 1（新型コロナウイルス発生時）

問 2：業務に負担なく実施できたか
大規模災害発生時の場合：



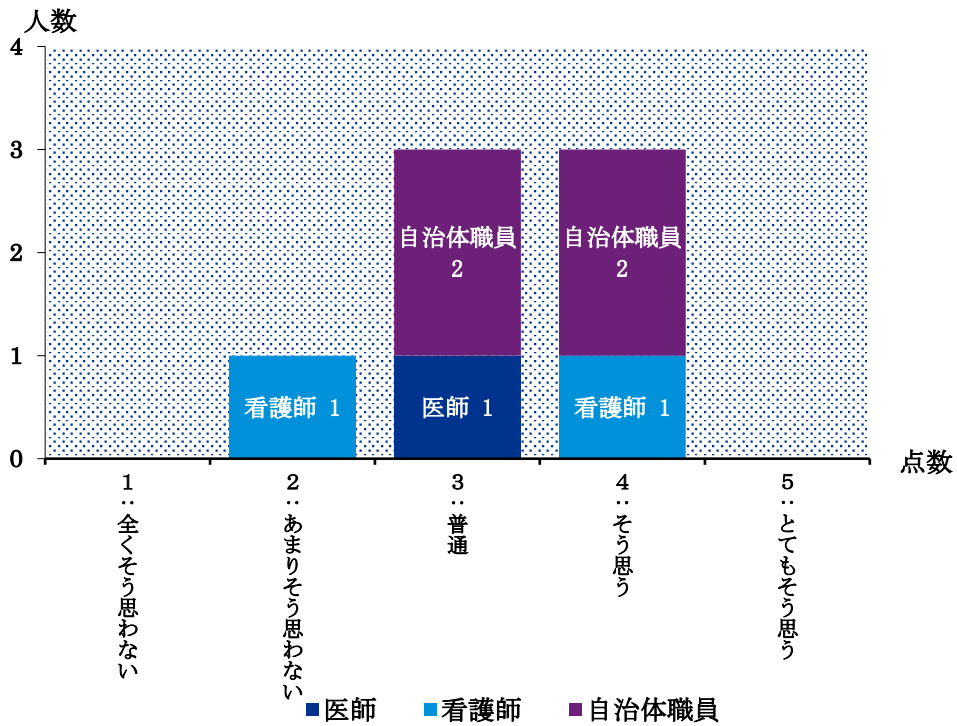
図表 4-114 問 2（大規模災害時）

原子力災害発生時の場合：



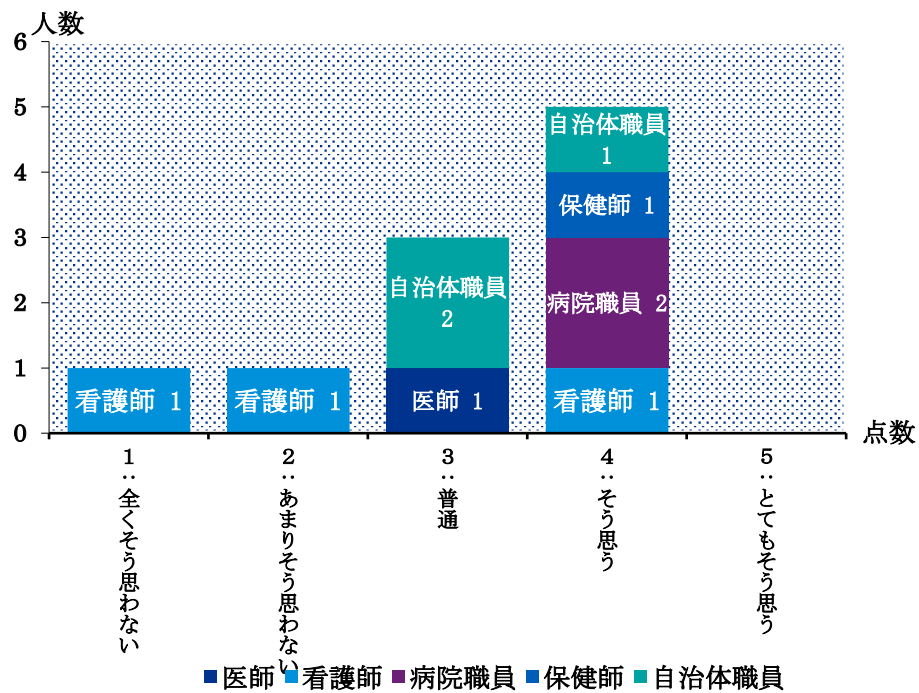
図表 4-115 問 2 (原子力災害時)

新型感染症発生時の場合：



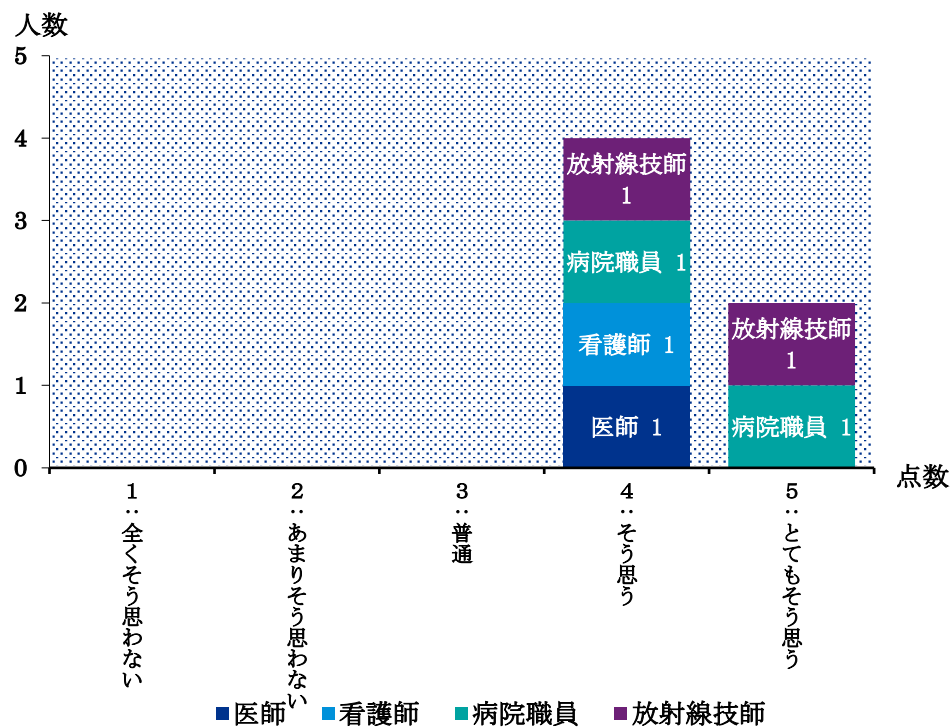
図表 4-116 問 2 (新型感染症発生時)

問3：救護所、保健所、発熱外来、サーベイ・除染エリア、対策本部側でも問題なく診療が実施可能であったか
大規模災害発生時の場合：



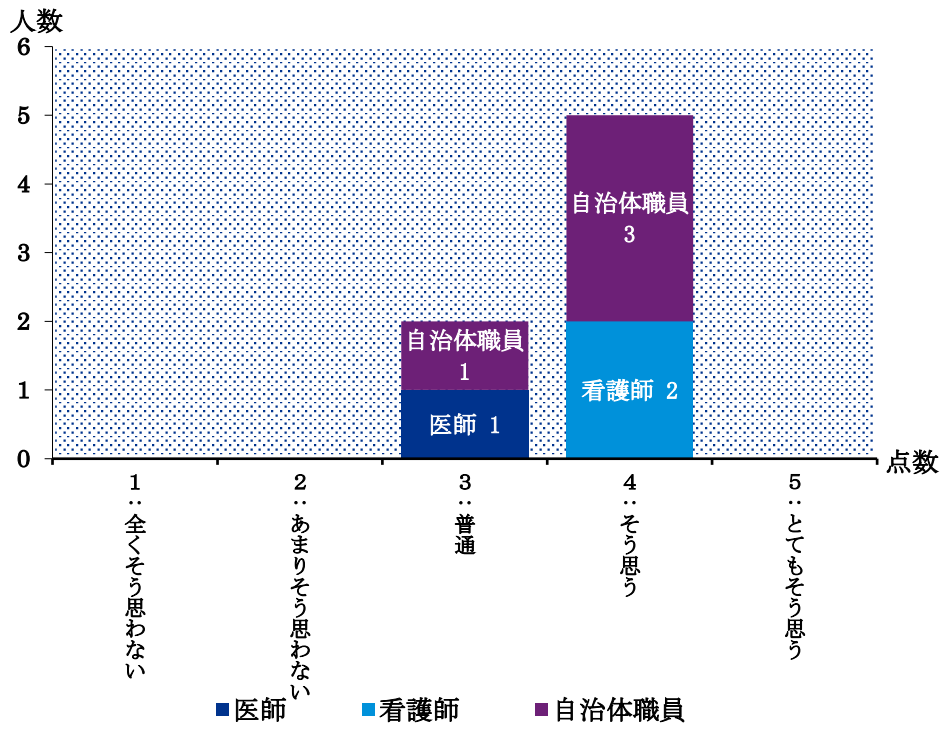
図表 4-117 問3 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



図表 4-118 問3 (原子力災害時)

新型コロナウイルス発生時の場合：



図表 4-119 問 3 (新型コロナウイルス発生時)

問 4：システムを利用した際にどのようなミス操作があったか

大規模災害発生時の場合：

看護 師：ミスはなかったが、音声聞き取りにくかった。

保健 師：システム操作がスムーズにできる。ただ、ある程度訓練が必要であると思う。また、機械トラブル時の対応は誰ができるのかも気になる。

自治体職員：ハウリングがあった。

原子力災害発生時の場合：

未回答

新型感染症発生時場合：

看護 師：音声に問題があった。

自治体職員：ハウリングがあった。

問 5：利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか

大規模災害発生時の場合：

看護 師：音声聞き取りにくいいため、指示受けのミスが発生しそう。

保健 師：ノイズの処理と遅延の部分にカスタマイズが必要である。

自治体職員：画面上に双方向の映像、少し音声の改良のカスタマイズが必要である。また 4K の割に画質があまり良くない印象だった。

原子力災害発生時の場合：

看護 師：画像はきれいだった。一方、音声聞き取りにくいので音声部分のカスタマイズの必要がある。

新型感染症発生時の場合：

看護 師：音声聞き取りにくいいため、音声改善のカスタマイズが必要である。

自治体職員：ノイズの処理のカスタマイズが必要である。そのため、音声は改良が必要である。

問 6：継続的に利用するうえでの追加機能等の要望はあるか

大規模災害発生時の場合：

看護 師：音声がもう少し聞き取りやすくなればよい。

病院 職員：音声入力、バッテリー改善・画像の縦向きへの対応が必要である。

保健 師：双方向へのビデオ通話誰が話しているかが不明である。

自治体職員：Zoom のような複数人の対話が必要である。

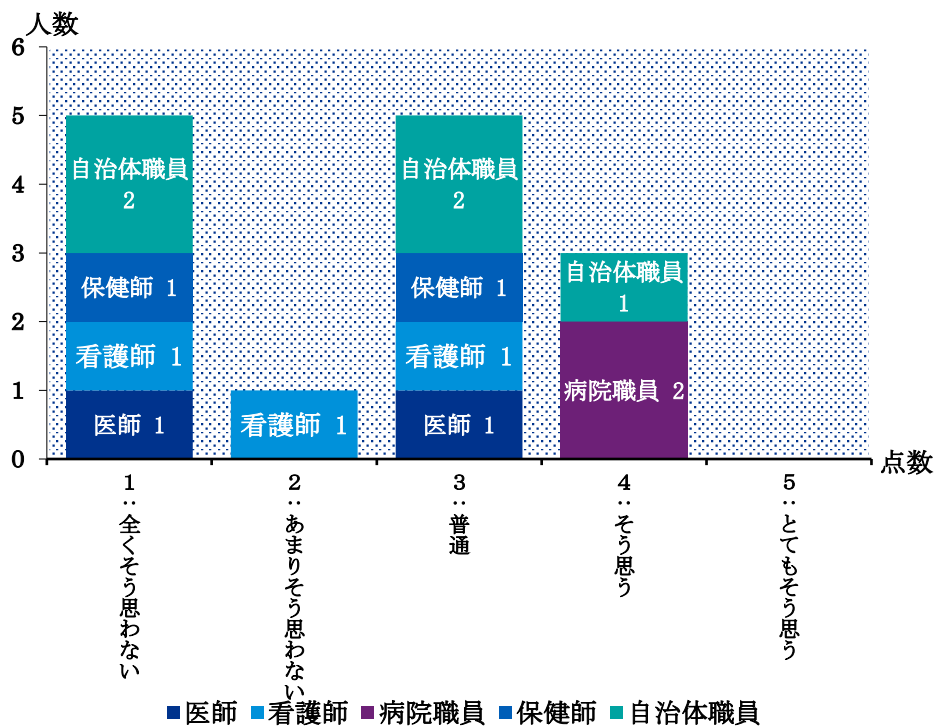
原子力災害発生時の場合：

放射線技師：音声を文字変換でメモとして残す。

新型感染症発生時の場合：

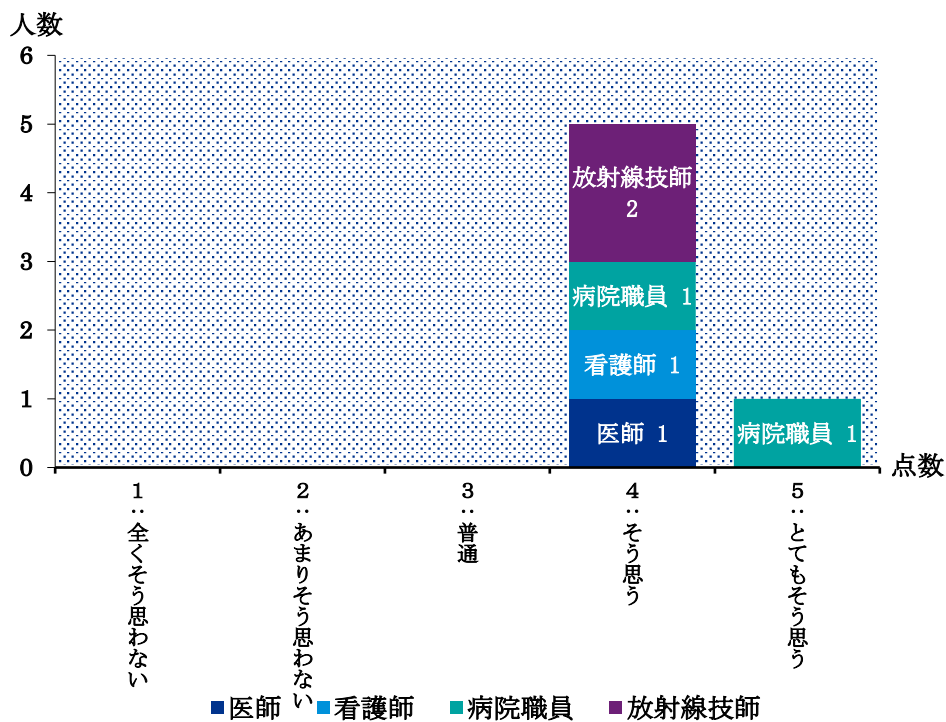
看護 師：患者と医師の双方向で映像の確認ができる。

問 7：デバイスの操作は精神的な負担なく実施できたか
大規模災害発生時の場合：



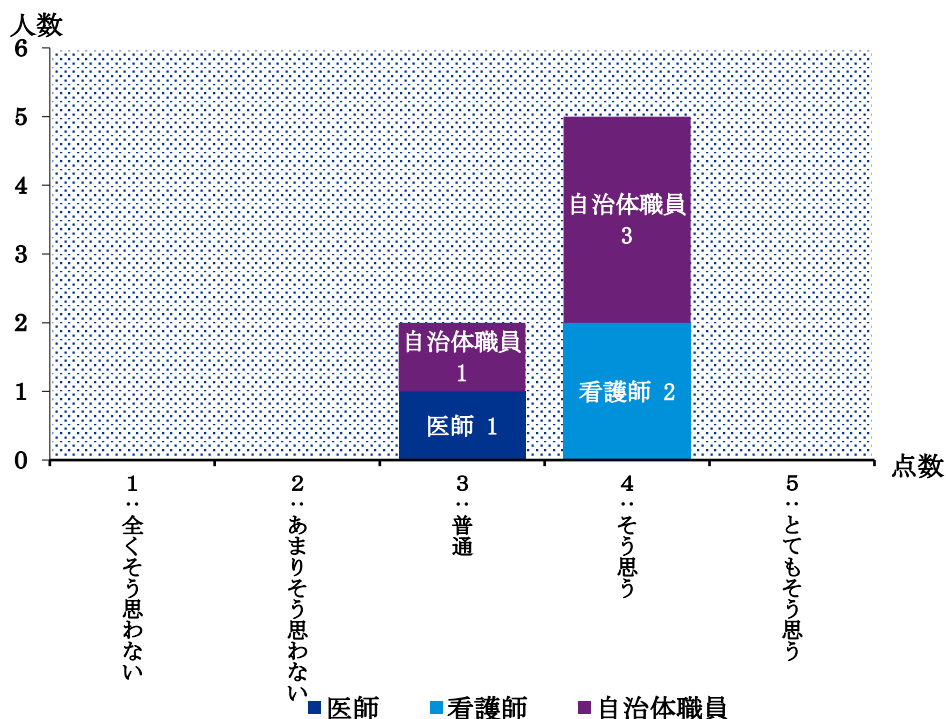
図表 4-120 問 7 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



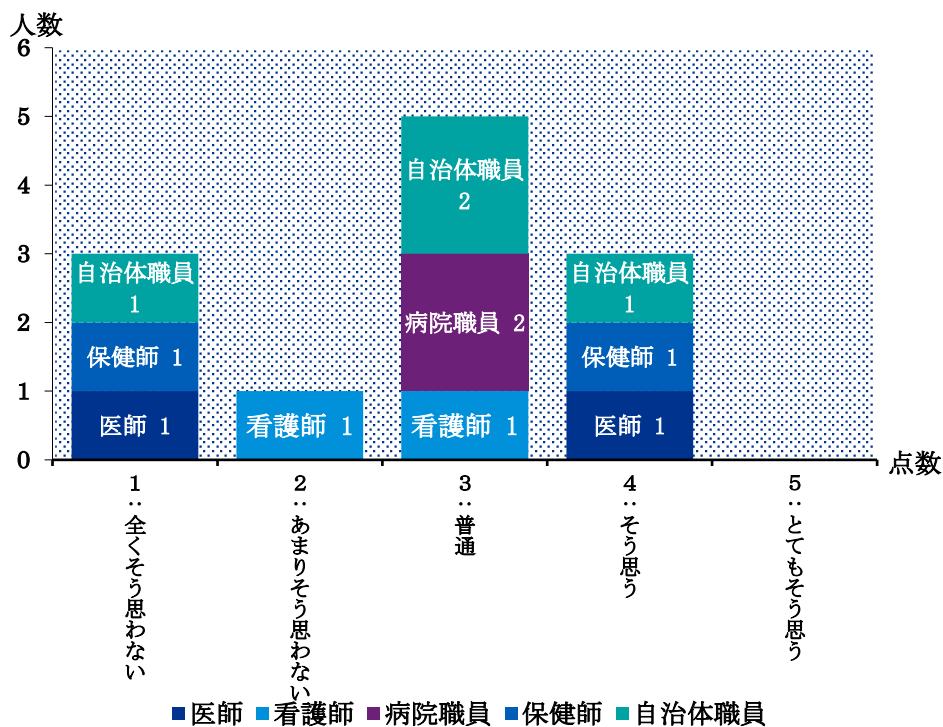
図表 4-121 問 7 (原子力災害時)

新型コロナウイルス発生時の場合：



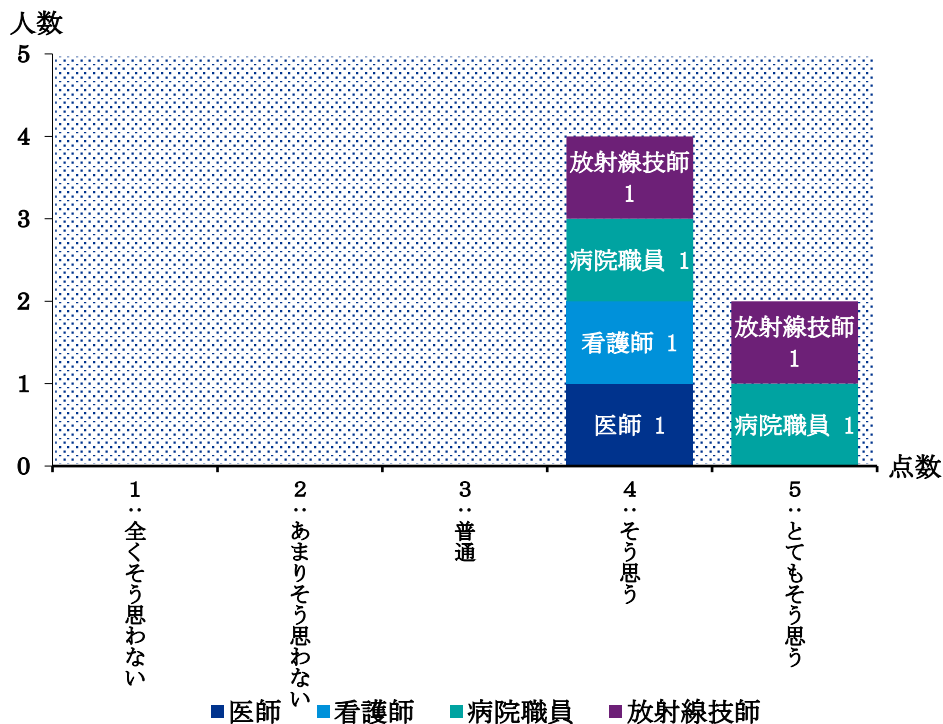
図表 4-122 問 7 (新型コロナウイルス発生時)

問 8：遠隔診断はストレスなく使用できたか
大規模災害発生時の場合：



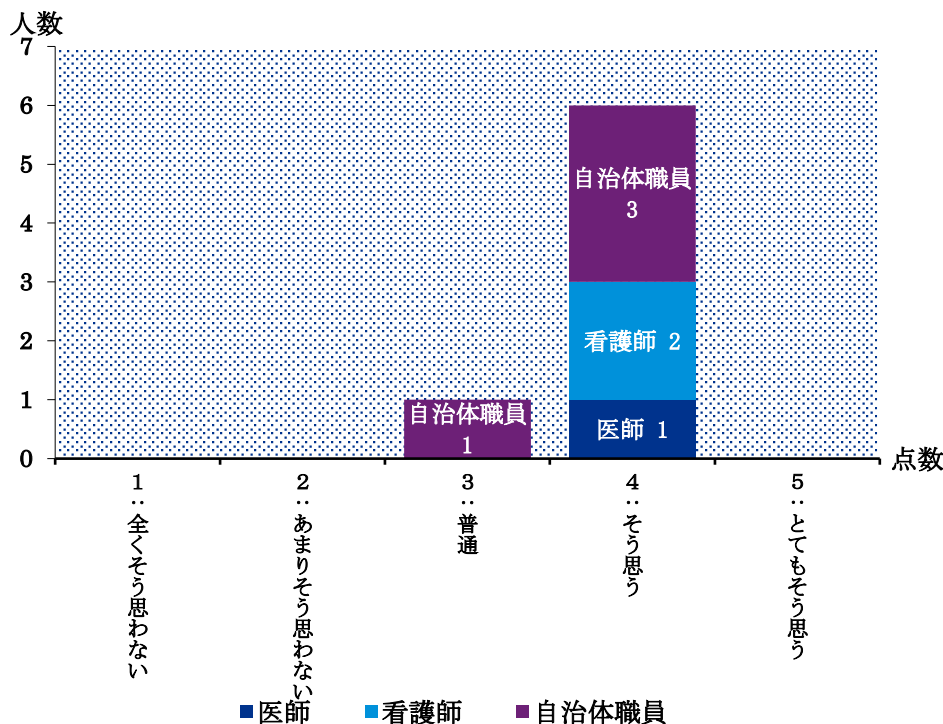
図表 4-123 問 8 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



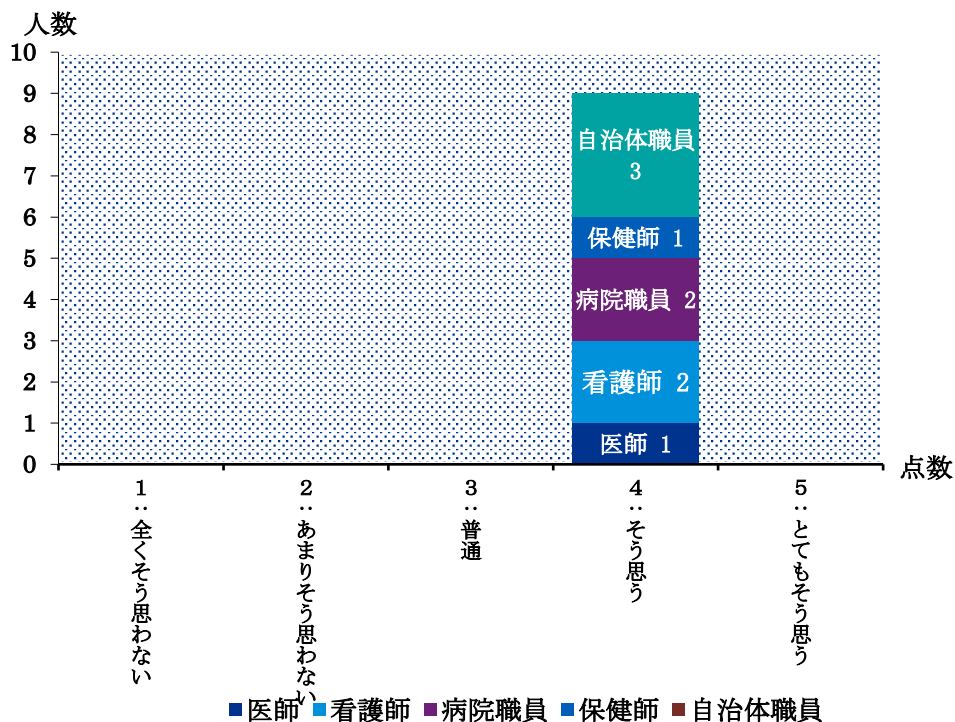
図表 4-124 問 8 (原子力災害時)

新型感染症発生時の場合：



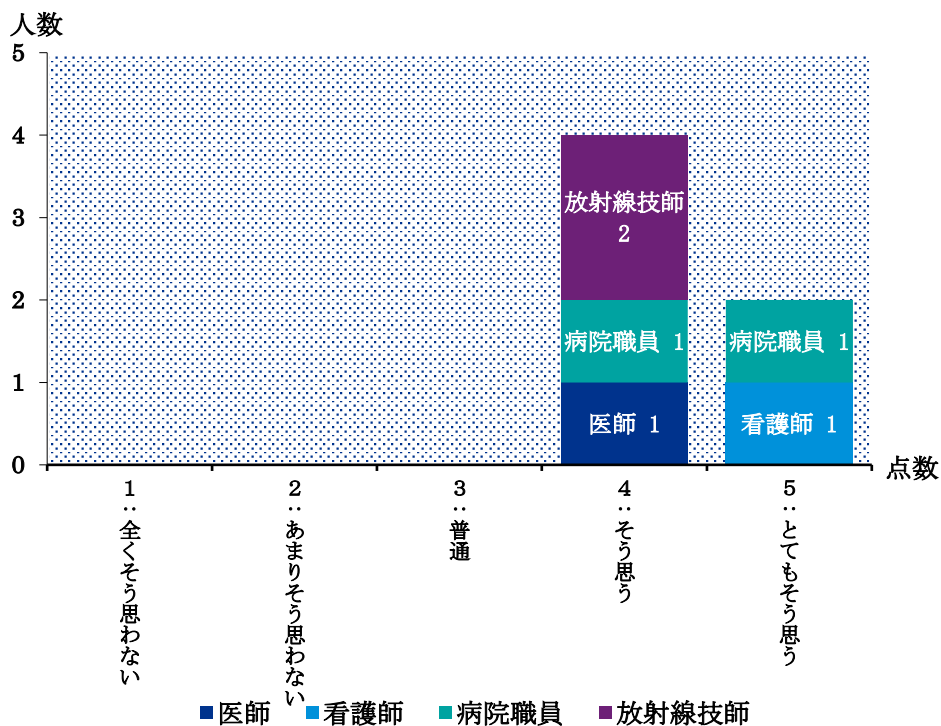
図表 4-125 問 8 (新型感染症発生時)

問 9：実際に診断・指示の補助となる働きができたか
大規模災害発生時の場合：



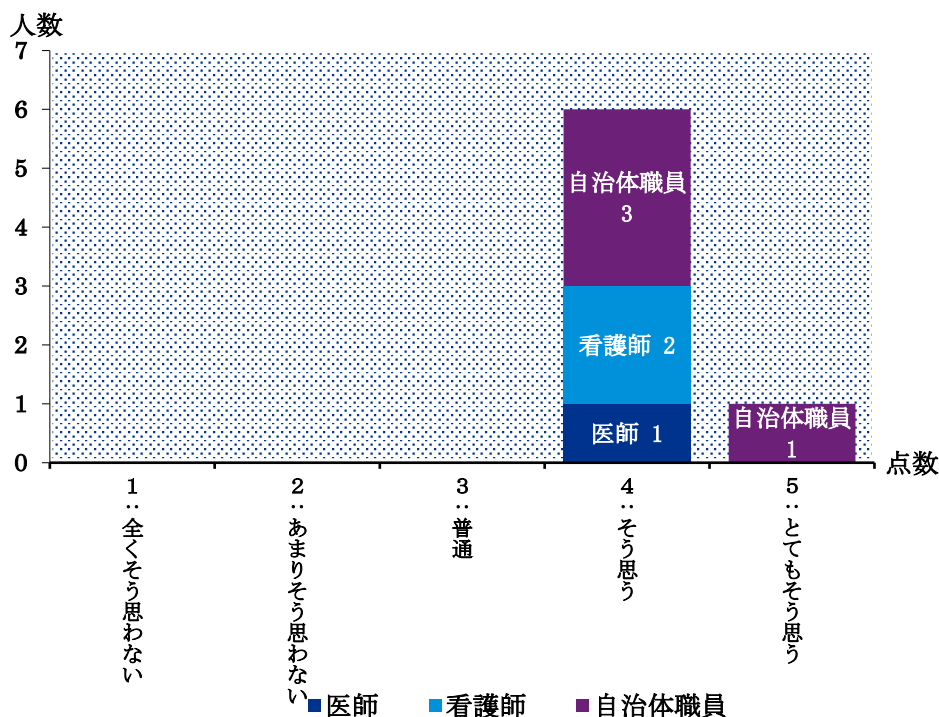
図表 4-126 問 9 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



図表 4-127 問 9 (原子力災害時)

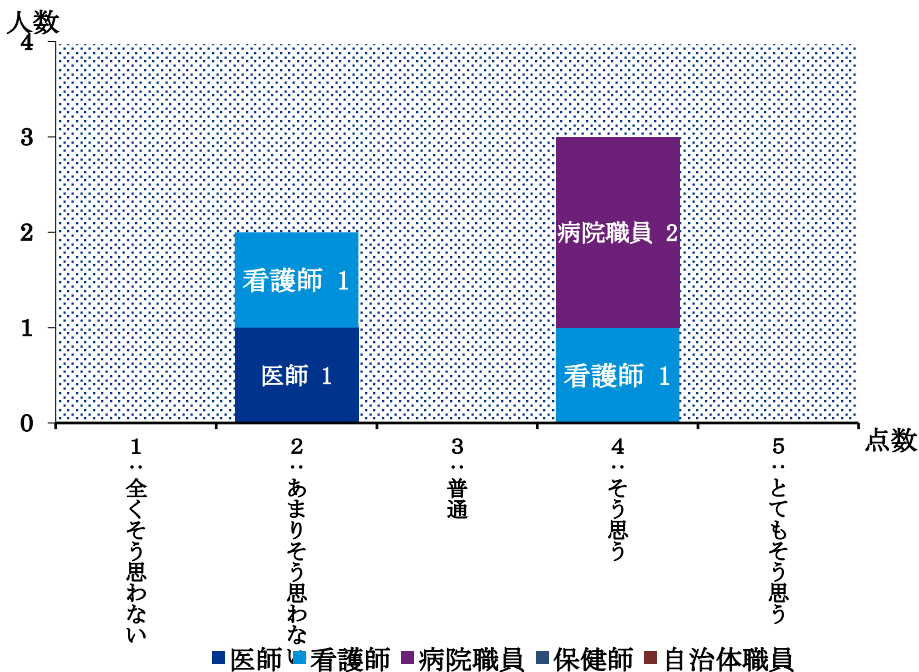
新型コロナウイルス発生時の場合：



図表 4-128 問 9 (新型コロナウイルス発生時)

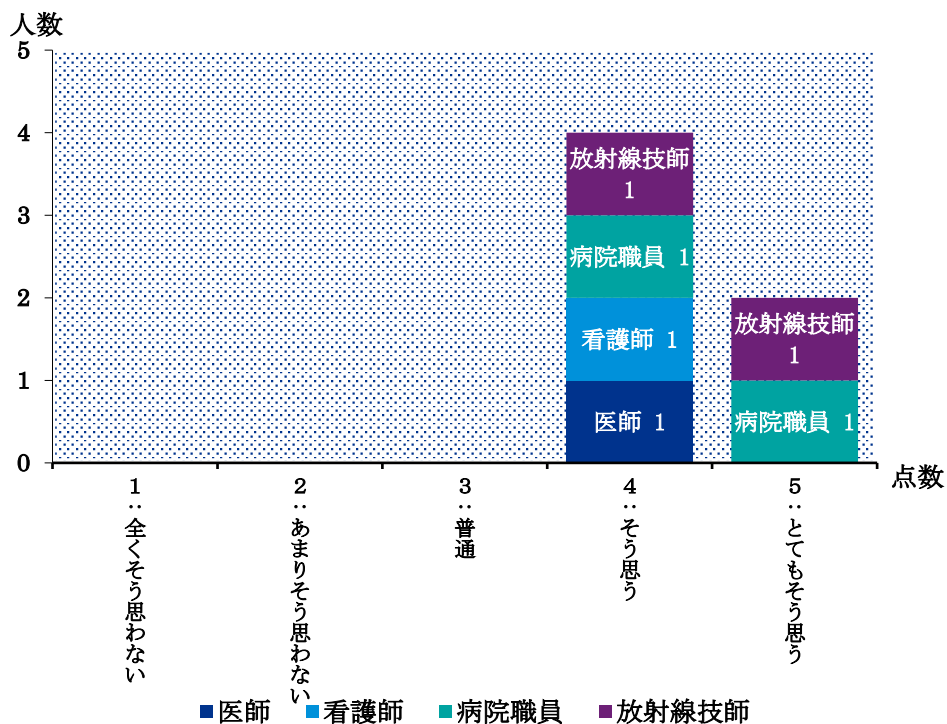
問 10：病変、汚染見落とし低減に繋がるシステムは医師・看護師、放射線技師の育成に効果があると思うか

大規模災害発生時の場合：



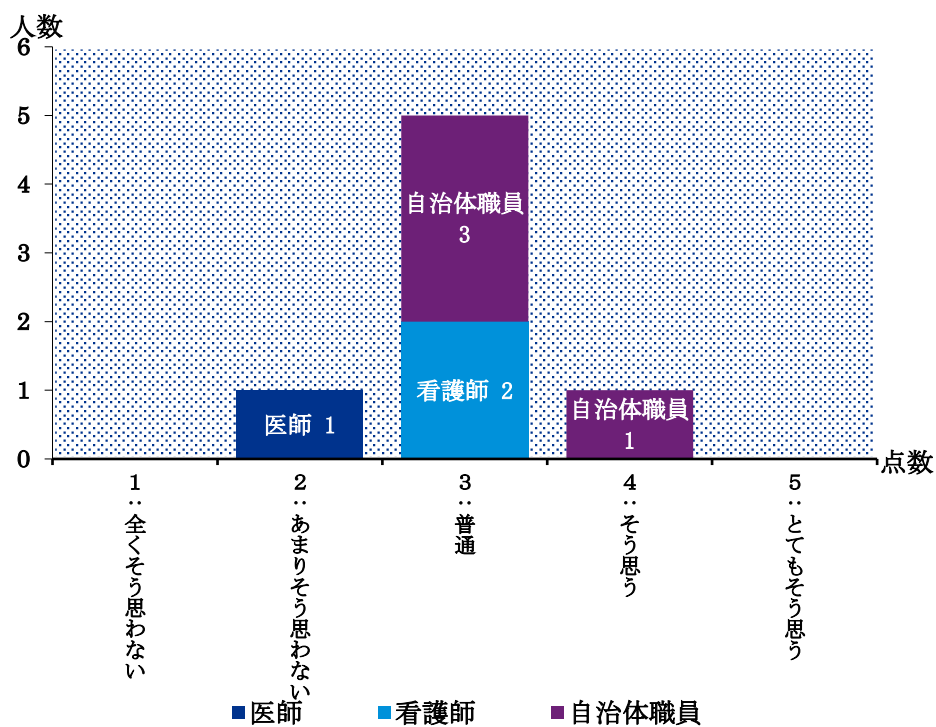
図表 4-129 問 10 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



図表 4-130 問 10 (原子力災害時)

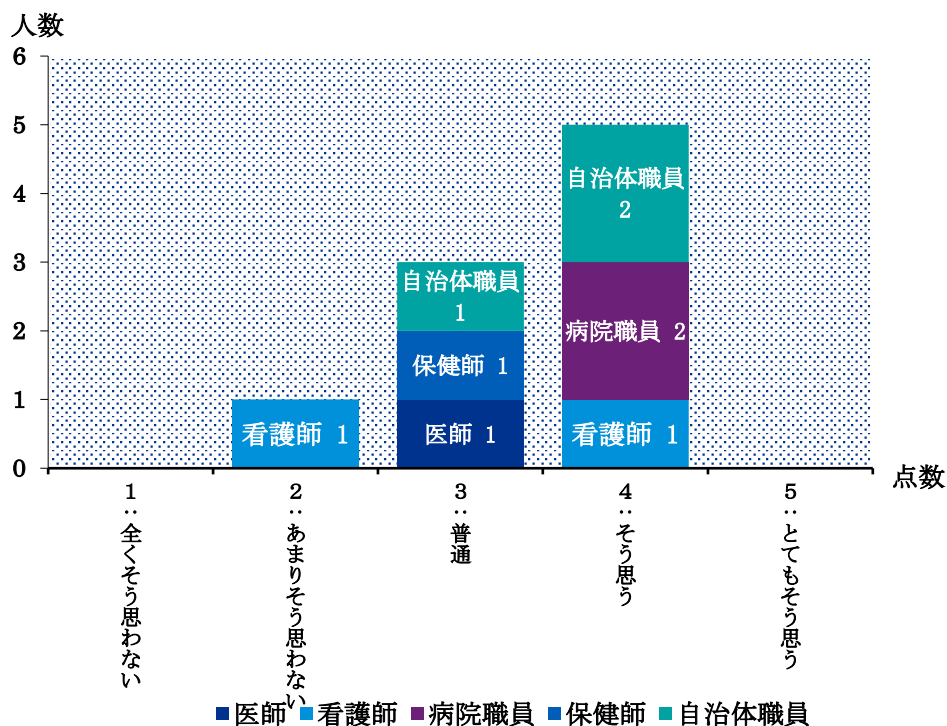
新型感染症発生時の場合：



図表 4-131 問 10 (新型感染症発生時)

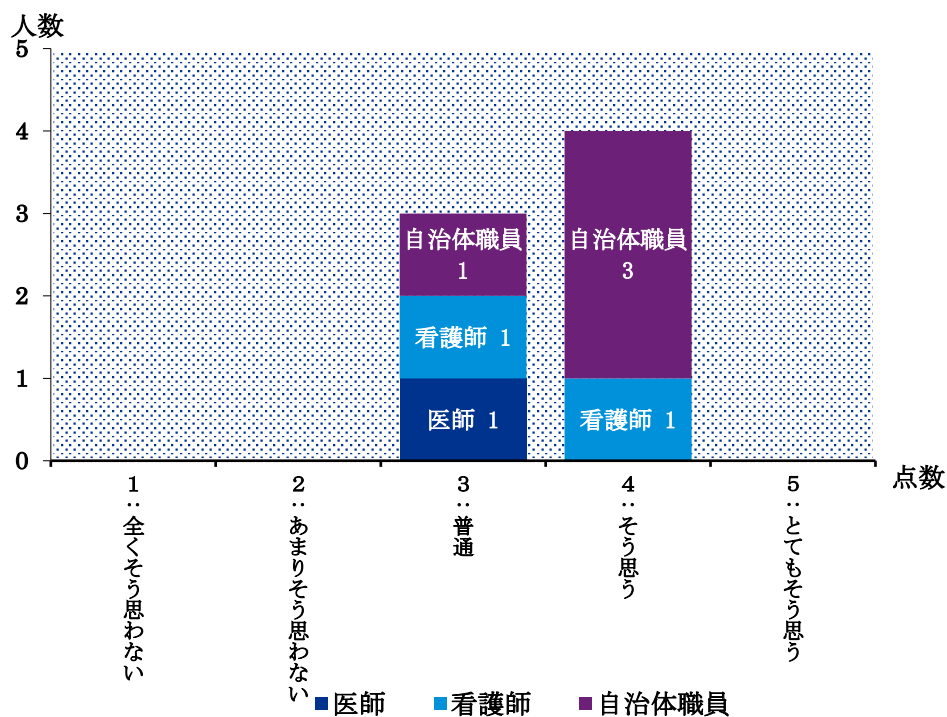
問 11：利用できる機能に対してマニュアルを参照することなく視覚的にも迷うことなく利用できたか

大規模災害発生時の場合：



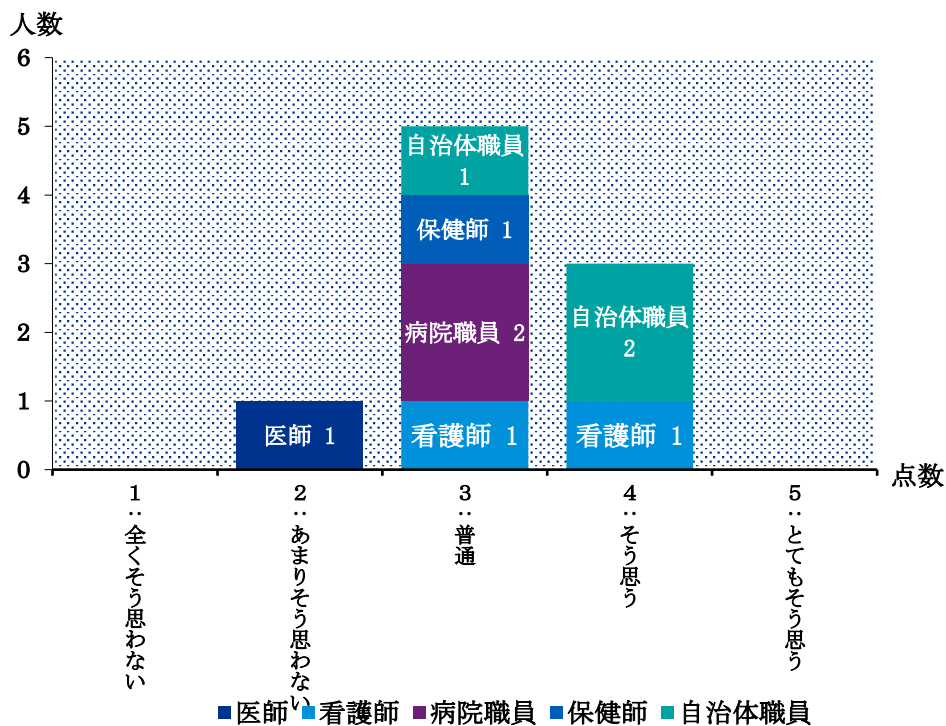
図表 4-132 問 11 (大規模災害時)

新型コロナウイルス発生時の場合：



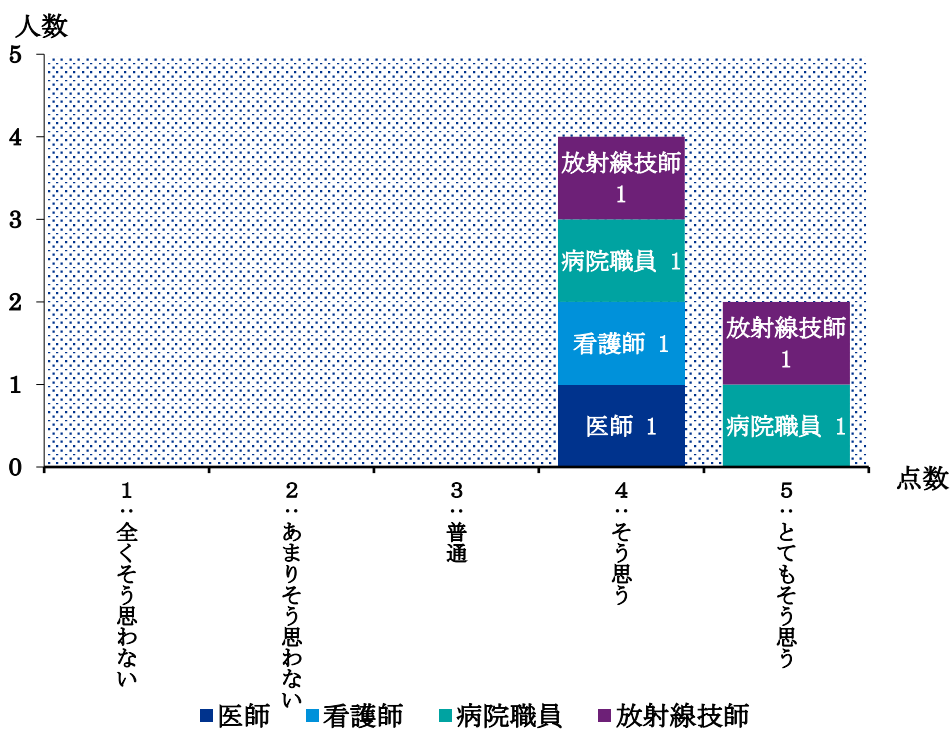
図表 4-133 問 11 (新型コロナウイルス発生時)

問 12：目的の情報を容易に参照できる使いやすさであったか
大規模災害発生時の場合：



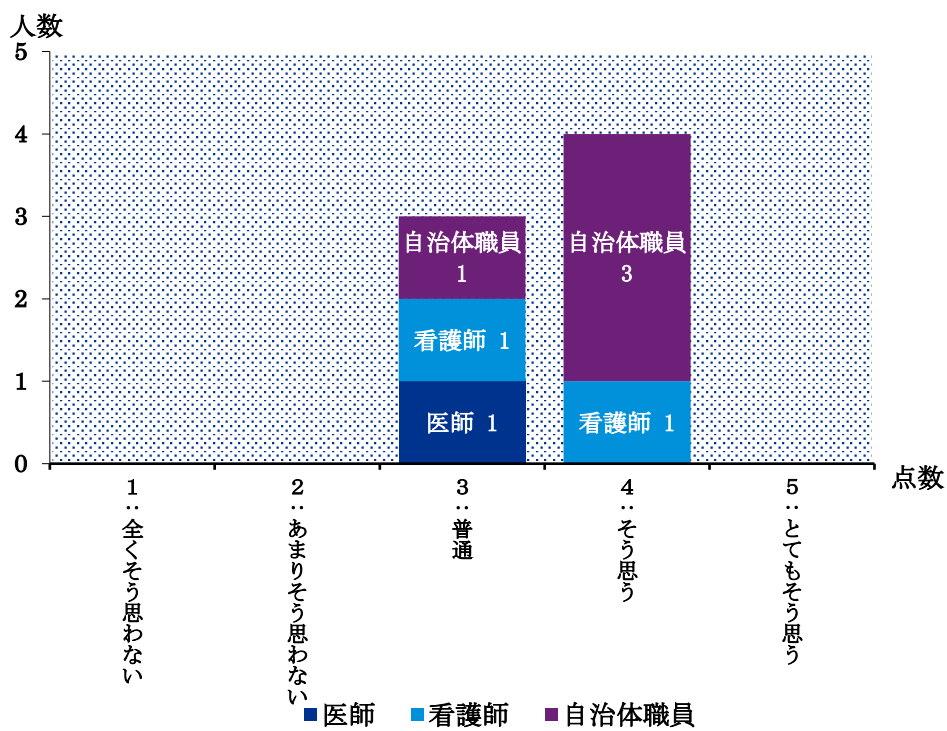
図表 4-134 問 12 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



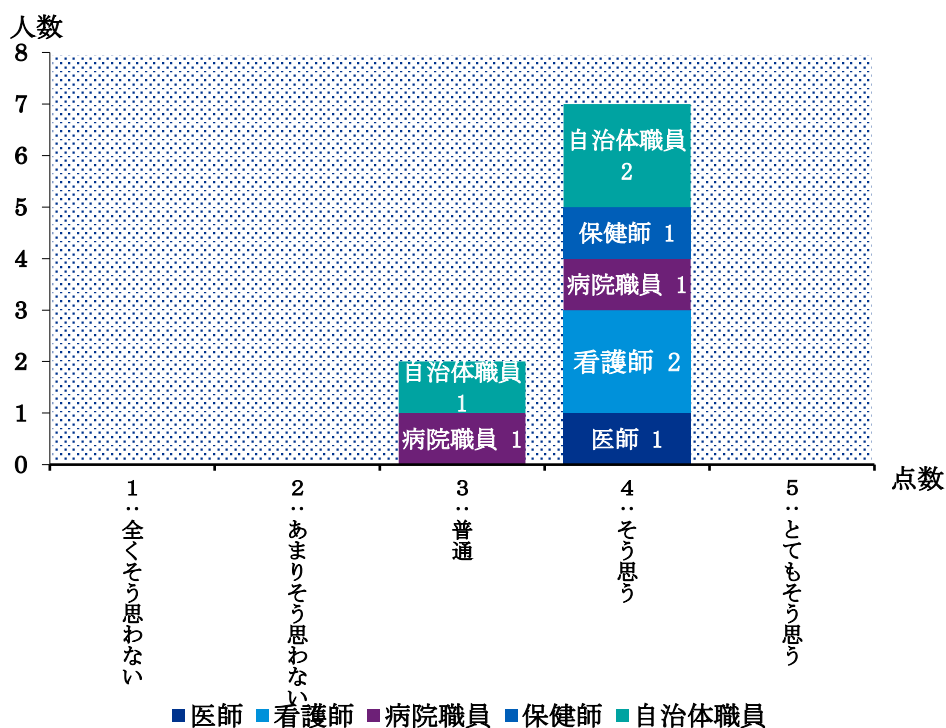
図表 4-135 問 11 (原子力災害時)

新型コロナウイルス発生時の場合：



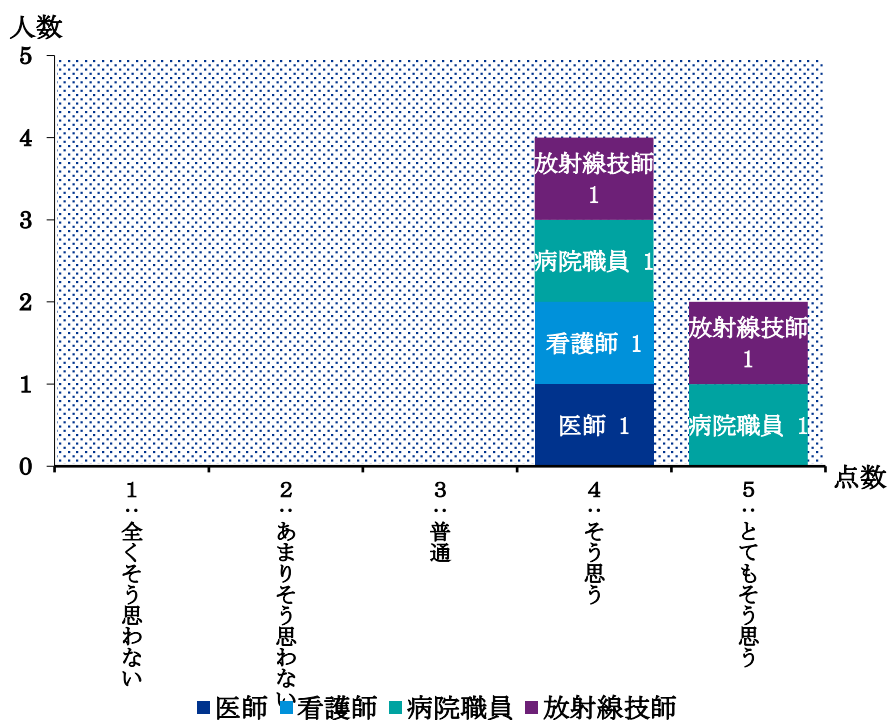
図表 4-136 問 12（新型コロナウイルス発生時）

問 13：画面表示は業務に耐えうる状態であったか
大規模災害発生時の場合：



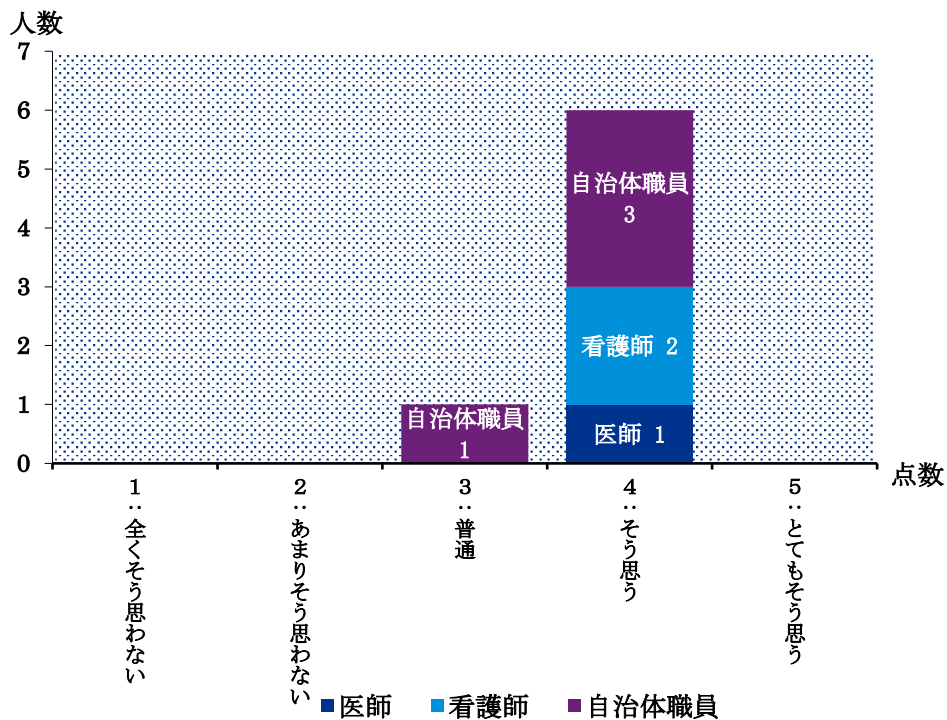
図表 4-137 問 13 (大規模災害時)

原子力災害発生時の場合：



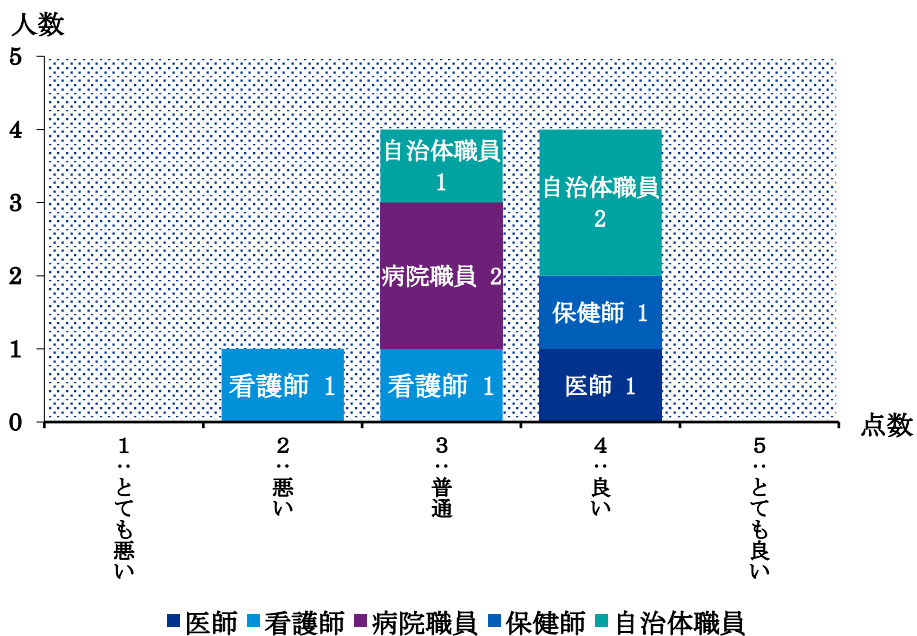
図表 4-138 問 12 (原子力災害時)

新型コロナウイルス発生時の場合：



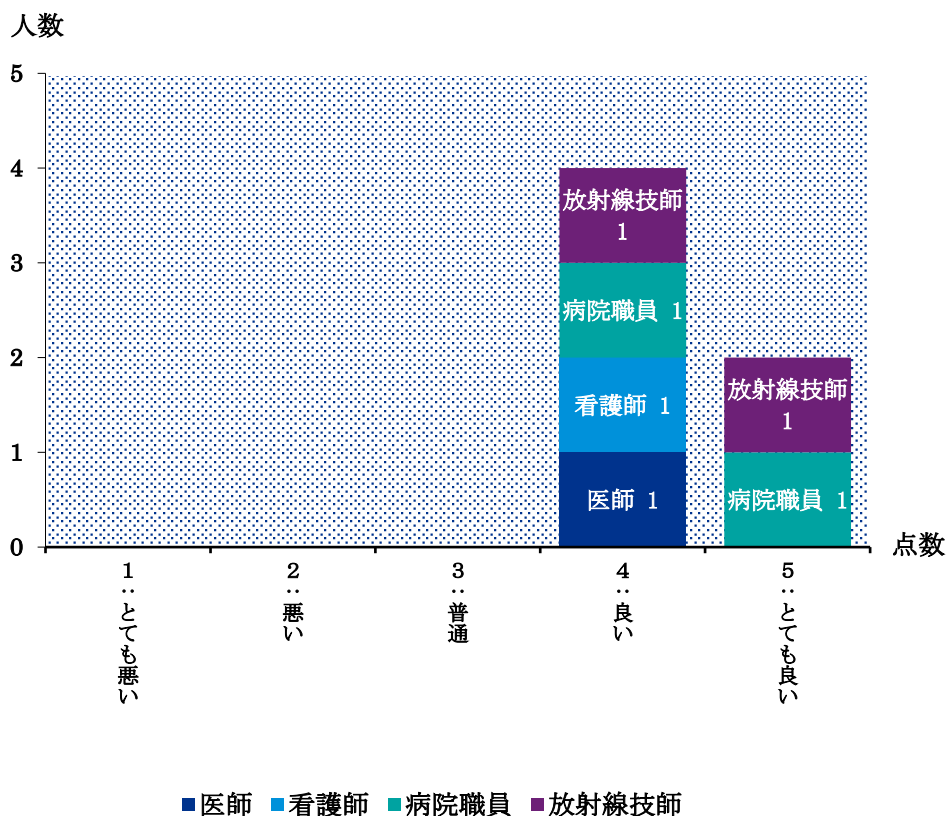
図表 4-139 問 13（新型コロナウイルス発生時）

問 14：全体的な安定性はどうか
大規模災害発生時の場合：



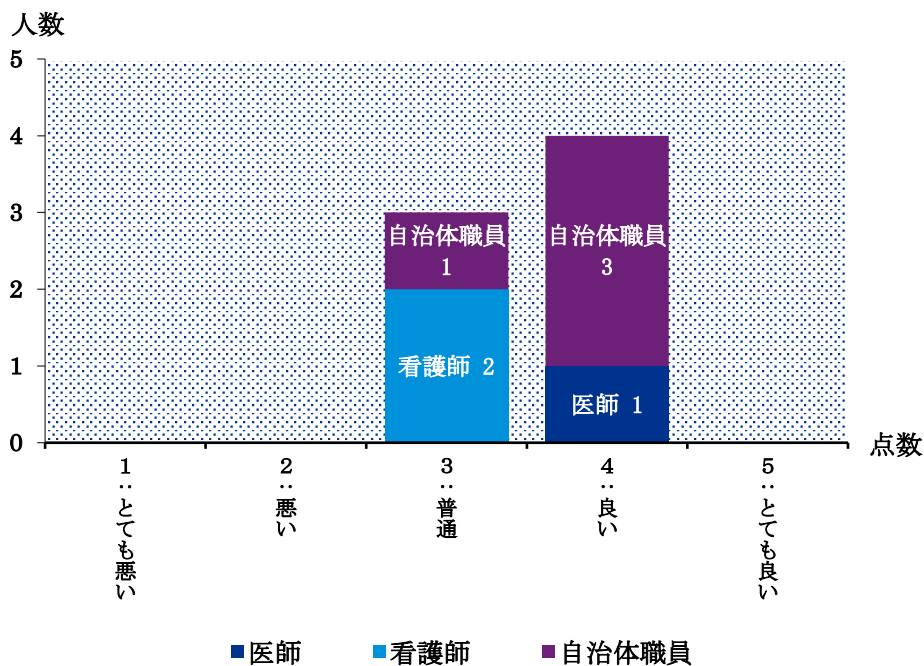
図表 4-140 問 14（大規模災害時）

原子力災害発生時の場合：



図表 4-141 問 13 (原子力災害時)

新型感染症発生時の場合：



図表 4-142 問 14 (新型感染症発生時)

問 15：映像伝送による移動時間の短縮はどの程度であったか（約何分）

大規模災害発生時の場合：

自治会職員：10～15分程度である。

原子力災害発生時の場合：（※問 14）

放射線技師：5分以上、リアルタイムで映像転送ができると思った。

病院 職員：5分である。

新型コロナウイルス発生時の場合：

未回答

問 16：使用方法について習得するまでの時間はどの程度であったか（約何時間）

大規模災害発生時の場合：

看護師：30分である。

病院 職員：30分である。

原子力災害発生時の場合：（※問 15）

看護師：5分である。

放射線技師：15分程度である。

病院 職員：2分程度。現場スタッフで実験語にスマホ画面とレンズをみせて貰ったが、メガネの上からかけられる仕様ですぐに使えると思った。横のボタンの使用方法のみ聞くだけで使えそう。スマホ画面はつなぎっぱなしで最小の操作はしていないが、何となくですが即日使えそうだった。

新型コロナウイルス発生時の場合：

自治体職員：10分～15分である。

問 17：医学的の有用性があったか

大規模災害発生時の場合：

医師：トリアージは短時間に行うものでその結果を他者が言わないのがルール。外部からトリアージに介入する必要はない。

病院 職員：有用である。

原子力災害発生時の場合：（※問 16）

看護師：放射線汚染区域内での作業で情報伝達に有用であった。

放射線技師：有用であった。

病院 職員：有用である。特に災害だと限られた人員しか現地に行けないため、医師の指示が欲しい時でも端末を通して医学的見解を得られたり、トリアージ区分を変えるときに役に立つと思った。

新型コロナウイルス発生時の場合：

看護師：現在、電話での問診のため、映像で実際の状態が分かる。

自治体職員：視覚情報、応答が可能な部分が有効である。

問 18：他のシーンとして医学的な観点で症例の有用性があるか

大規模災害発生時の場合：

医師：個別傷病者を見るのではなく、救護所全体を見る手段としてまたは搬出する順番決定などを現場スタッフに相談して、決めていく手段として使えると思う。

看護師：各トリアージエリアなどの情報を本部が把握しやすい。

原子力災害発生時の場合：（※問 17）

放射線技師：指導や診断の遠隔化ができる。例えば、乳腺撮影画像の画素数が大きいため、他施設での映像を見る。

病院 職員：地震、火災などの大規模災害訓練では、最初に傷病者のトリアージを行うが、実際の災害では判断に迷い、間違ったゾーンに案内されて処置が遅れて可能性もあると思う。その時にカメラ越しでも医師、看護師に相談出来れば、より早く正確な処置ができると思う。

新型コロナウイルス発生時の場合：

看護師：現在、電話での問診のため映像で実際の状態が分かるので有用性がある。

自治体職員：有用性がある。特に視覚情報、応答可能の部分に有効である。

問 19：その他（医学的見解のご意見）

原子力災害発生時の場合：（※問 18）

医師：リアルタイムで会話ができる点は良いがエコーが邪魔だった。

放射線技師：災害時の人が立ち入りできない場所へのドローンなどでのアプローチに役に立つと思われる。

新型コロナウイルス発生時の場合：

自治体職員：患者に直接に接することなし問診できるのは感染防止の観点から非常に有効である。

所感：忌憚のないご意見をお願いいたします

大規模災害発生時の場合：

看護師：本部にタイムリーな情報を提供はできるが、映像を撮る人員は必要。記録は書面で残すことが必要なためプラス人員がいる。ダッシュボードは有効だが入力追いつかない。

保健師：カメラは相手も映る方が安心できる。声の反響部分も解消できるとよい。

自治体職員：映像の遅れ等はなく、有用性を感じた。ただし、ノイズは気になった。

新型コロナウイルス発生時の場合：

看護師：映像は感染予防の観点から良いと思うが、映像で撮影する人は接触時間が長くなり感染の危険がある。(固定しても、全員に対応できるとは限らない)。

自治体職員：映像を見ながらやりとりできるのは有効で良かった。現場に見にいなくても判断がつくメリットもあると感じた。ただこのシステムで全てはまかなえないので、他の機器を併用しながら将来的に活用できるとよいと思った。また、Wi-Fi より広い範囲であると思われるので、病院周辺などは有であると考えます。

原子力災害発生時の場合：

看護師：技術の習得と訓練を重ねることで有事に備えていくことが大切と思った。

病院職員：1時間程で終わり、業務に支障がなくて良かった。先に進行を決めて頂いたので分かりやすかった。

要望：機能に関して

大規模災害発生時の場合：

保健師：情報の正確な把握のため、今後活用ができると期待できるが、病院と市をつないだ時、情報のやりとりの範囲、活用目的を明確にしておくことが必要と感じた。

自治体職員：市での情報は病院での人員体制など広い情報もあればよい。また、ゴープロの活用もあればよい。

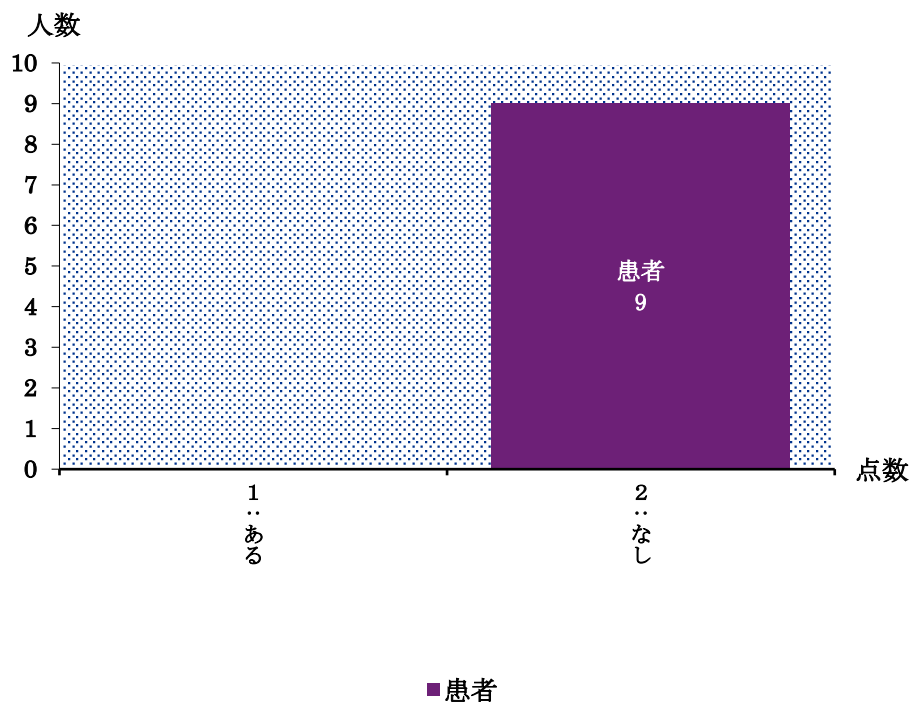
原子力災害発生時の場合：

病院職員：スマートフォンとカメラの方向から動画を撮るのは良いと思うが、実際に大規模災害が起きたら両手が使えカメラ付きメガネが有用だと思う。スピーカーマイク（電話するときを使うもの）もあれば便利だと思った。

患者に対するアンケート調査

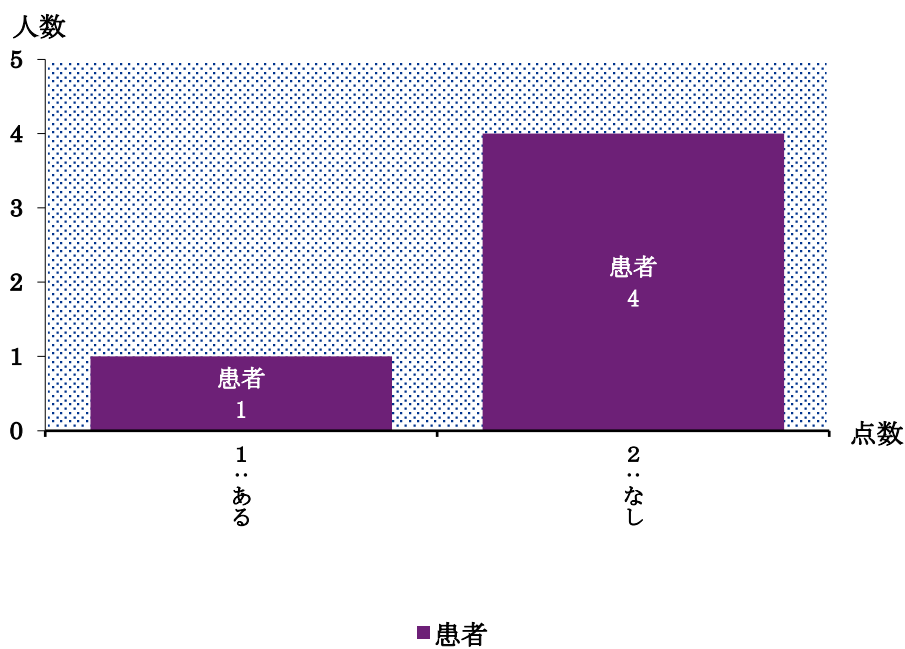
問 1：これまでに大規模災害発生時、原子力発生時、新型感染症発生時の訓練に参加したことはありますか

大規模災害発生時・新型感染症発生時の場合：



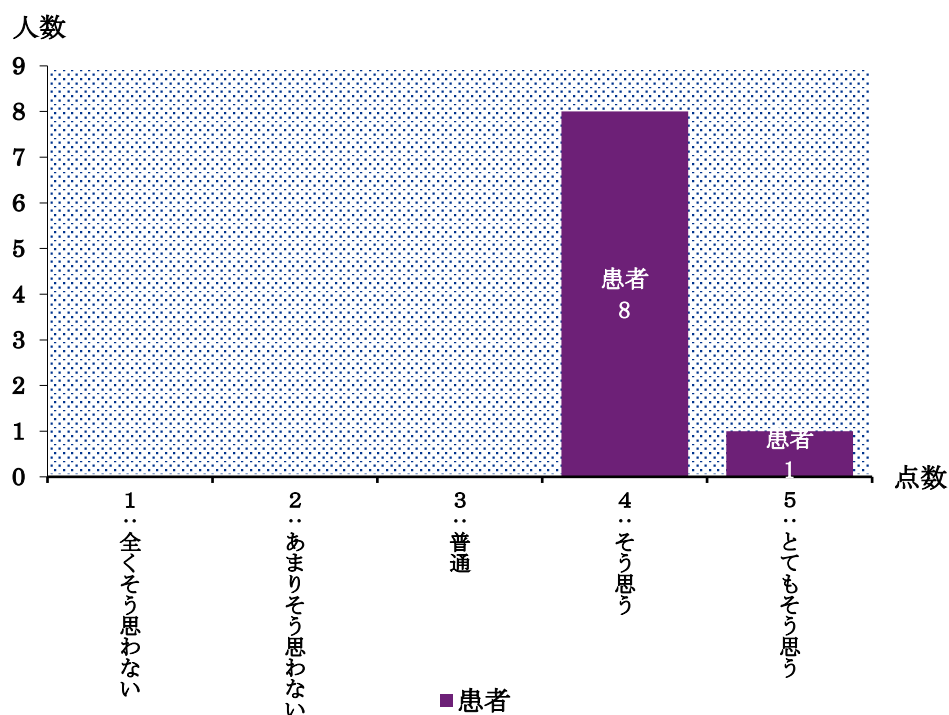
図表 4-143 問 1 (患者)

原子力災害発生時の場合：



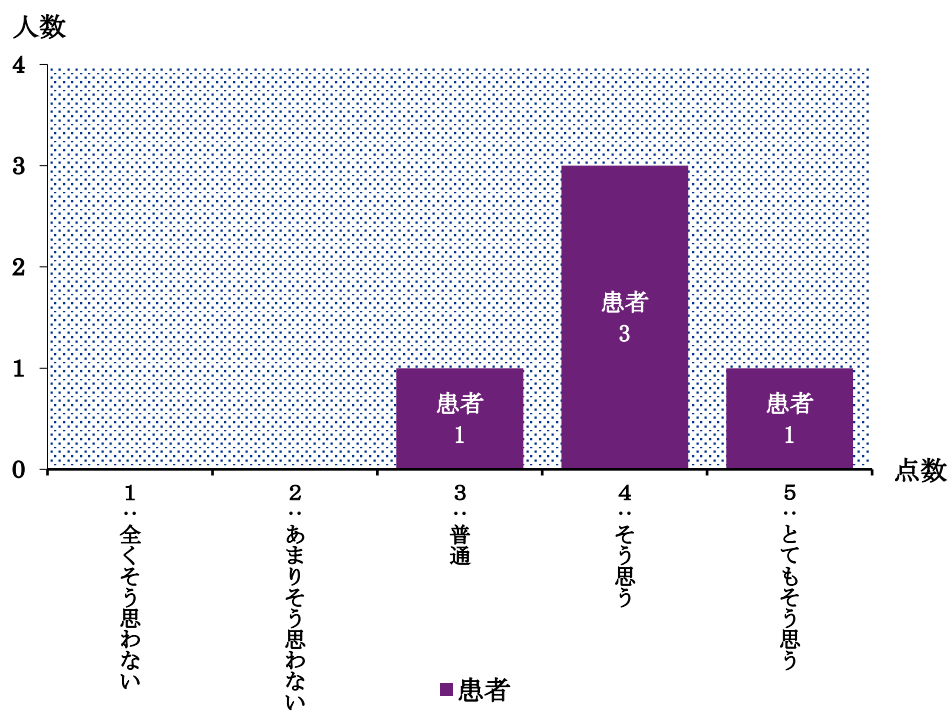
図表 4-144 問 1 (患者)

問2：訓練用のシナリオの内容は訓練に役立ちましたか
 大規模災害発生時・新型感染症発生時の場合：



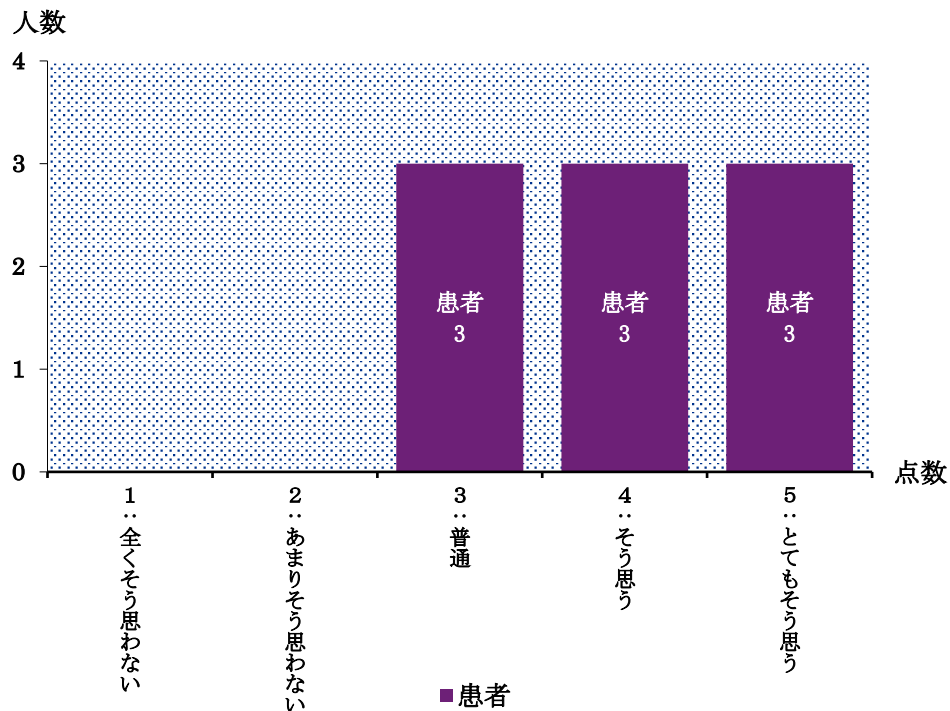
図表 4-145 問2 (患者)

原子力災害発生時の場合：



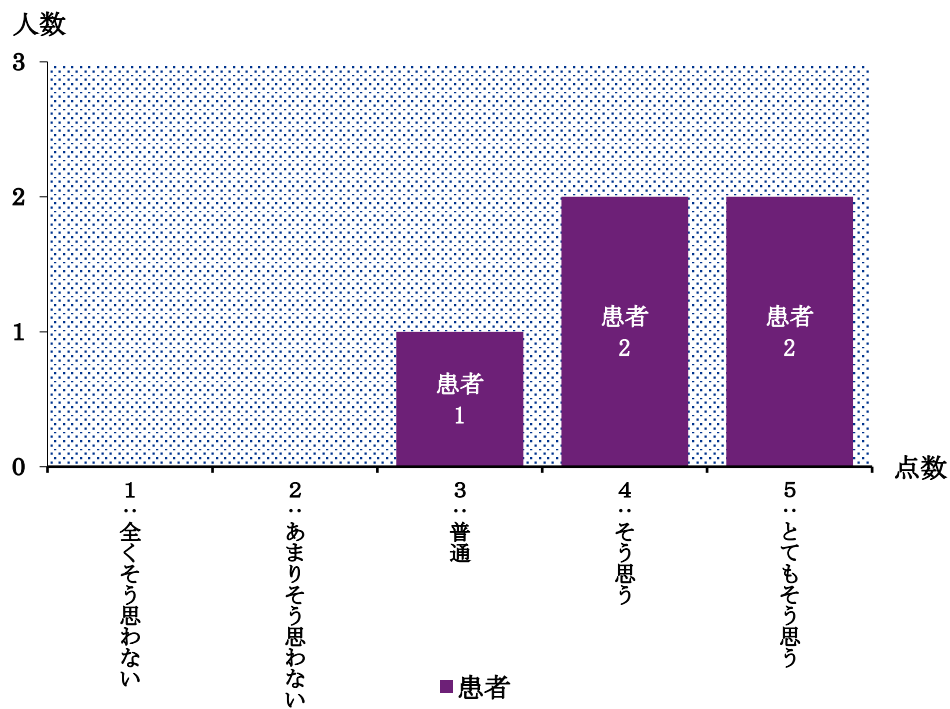
図表 4-146 問2 (患者)

問3：自分への訓練説明時の情報提供は十分でしたか
大規模災害発生時・新型コロナウイルス発生時の場合：



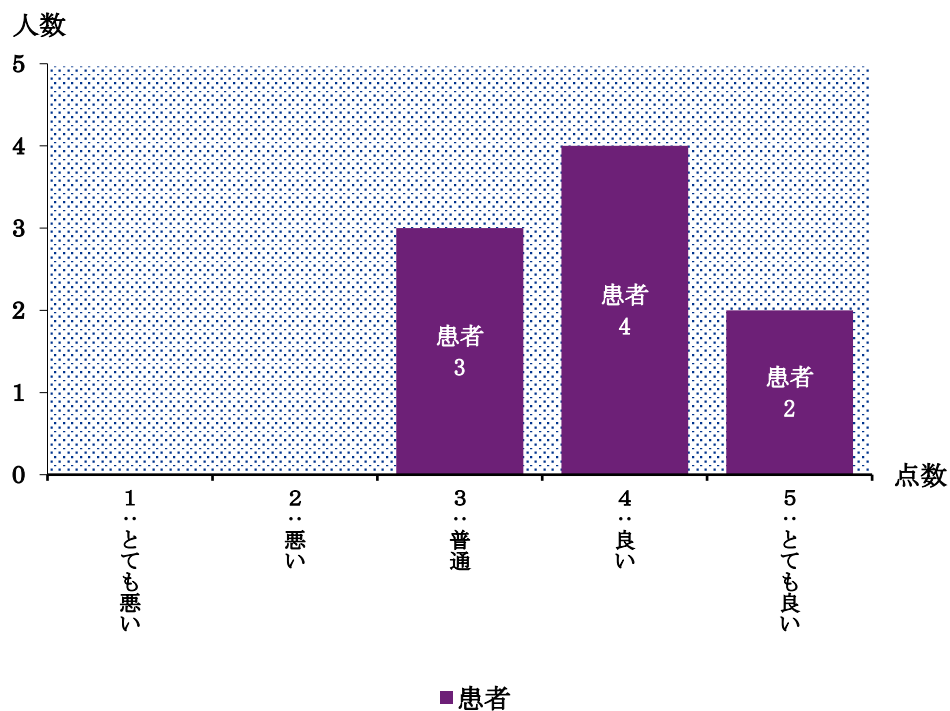
図表 4-147 問2 (患者)

原子力災害発生時の場合：



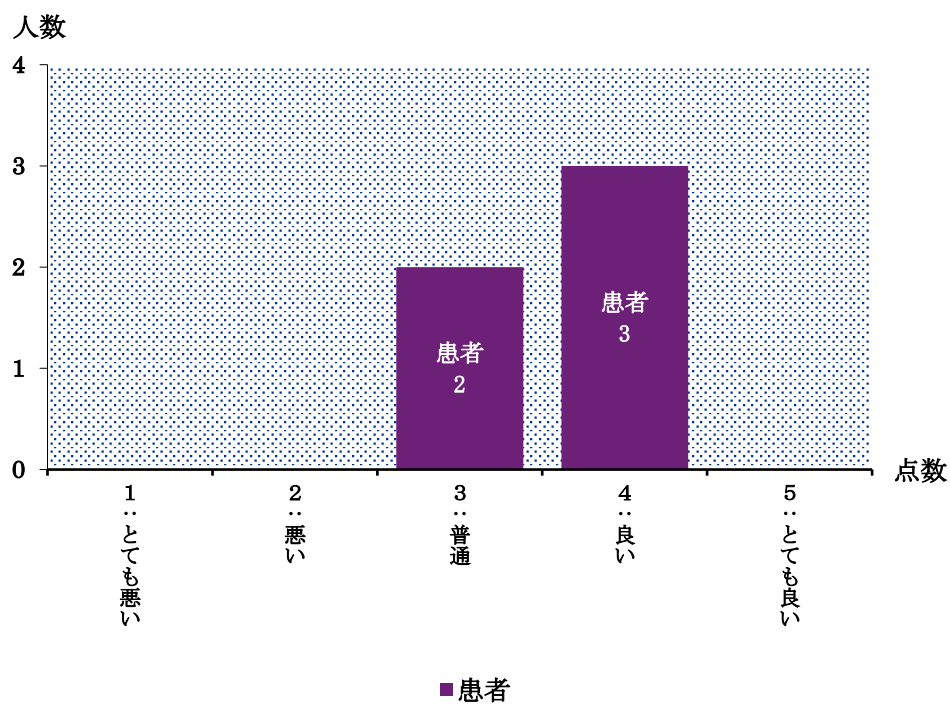
図表 4-148 問3 (患者)

問4：あなたの参加したセクションの連帯や情報伝達はいかがでしたか
大規模災害発生時・新型コロナウイルス発生時の場合：



図表 4-149 問4 (患者)

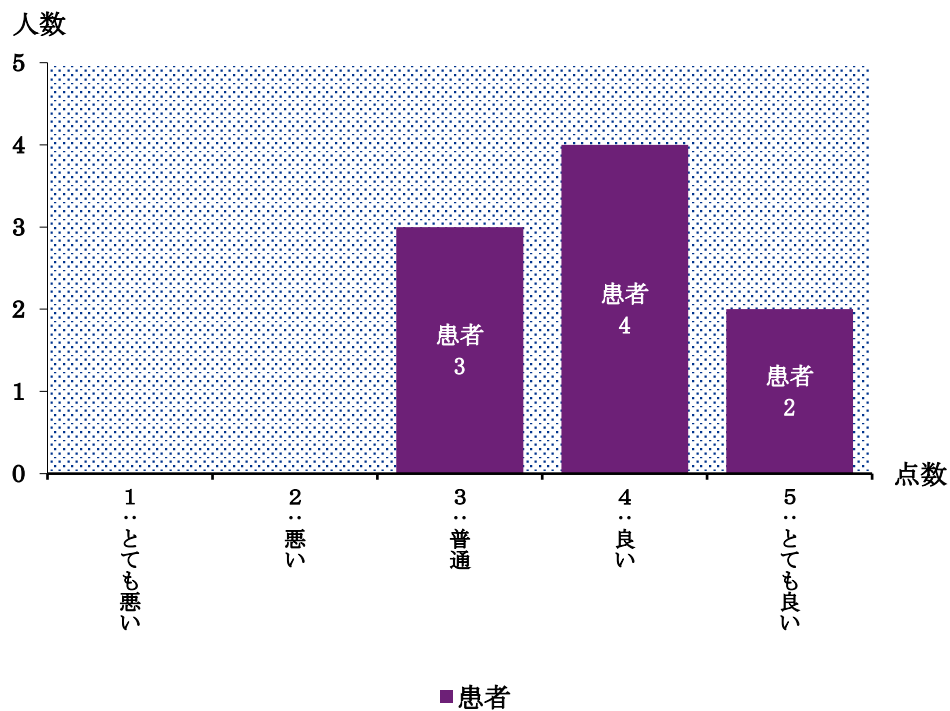
原子力災害発生時の場合：



図表 4-150 問4 (患者)

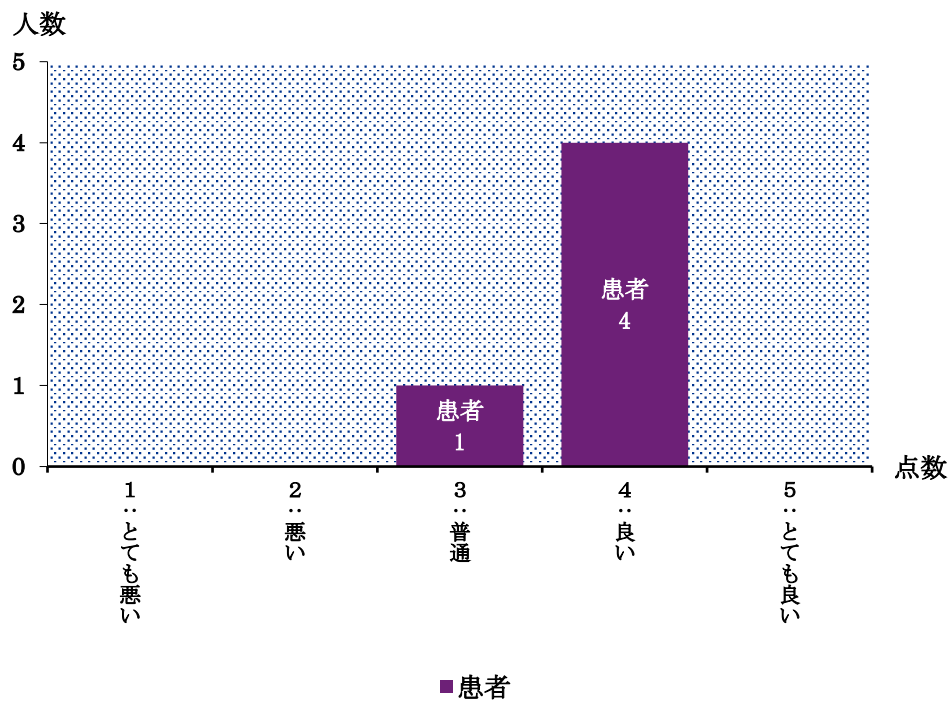
問5：あなたの参加した大規模災害、新型感染症、原子力防災の訓練時における指揮体制
はいかがでしたか

大規模災害発生時・新型感染症発生時の場合：



図表 4-151 問5 (患者)

原子力災害発生時の場合：



図表 4-152 問5 (患者)

問6：災害対策について、あなたが最も重要だと思うものを教えてください

大規模災害発生時・新型コロナウイルス発生時の場合：

- ・リーダー等による明確な指示、スピード感である。
- ・「想定外」をいかに減らすか、平時からの心構えである。
- ・他部門との連携（報告・連絡・相談）である。
- ・判断力、身の安全、事前準備である。
- ・指揮本部と現場の意思疎通がスムーズに取れることである。

原子力災害時の場合：

- ・リーダー等による明確な指示、スピード感である。
- ・「想定外」をいかに減らすか、平時からの心構えである。
- ・事前の訓練と慌てないようにすることである。
- ・日常から危機管理に対する意識を持つことである。
- ・自分の身を守ることが大切だと思う。家の安全対策や災害時の身の安全の守り方などを考えておくことである。

所感：忌憚のないご意見をお願いいたします

大規模災害発生時・新型コロナウイルス発生時の場合：

- ・患者として参加したので災害本部等、全体の動きは把握できないが、全般的に良かったと思う。
- ・映像転送ある／なしで訓練にかかる時間が大幅に異なった。災害本部が視覚的に情報のあり／なしが情報伝達へ判断に与える影響は大きいと感じた。
- ・映像を使った方が患者の流れはスムーズに感じた。
- ・急患が来られた時のあわただしさがなく、たんたんと進んだ。
- ・ストレッチャーや車いす・ベッドを準備しある程度は患者重症度に合わせた処理があればもっとよかった。
- ・実証検証の流れについては問題なくスムーズに行われていたと感じた。
- ・最初の実証の際には、看護師の方と患者とのやり取りを全て紙に記入してやっておられたため、実際の災害の際には実証の時よりも時間がかかると思うと、混乱は必至だと感じた。
- ・ローカル5Gを用いての実証では、スマートフォンにて実際に医師に患者の状態を見てもらえたり、問診をしてもらえたりと、診察してもらっている安心感があった。
- ・PC入力者の担当割りがなく、入力が間に合っていない。ここの記録は重要だと思う。
- ・ローカル5Gを使った動画音声共有は本部側の声のとぎれとぎれで聞き取りにくく、PHSでの音声のやり取りのほうがスムーズではないかと感じた。
- ・最初紙と音声のパターン（現在の対処方法）で患者の症状確認・院内（災対本部）連携を行っていましたが、全て手書きで把握しなければならず、また間違いが有ってはいけなないので看護師2人体制で二重チェックを行う必要がある点は、訓練とはいえ大変な作業と感じた。また、患者が大量に押し寄せた場合は、これでは回らないし、患者の待機時間が増えていく一方だと感じた。これがローカル5Gにより、現場では映像＋音声入力等により手書きが無くなり、かつリアルタイムで院内や災対本部と情報連携できるようになれば、大変役に立つだろうと感じた。

要望：機能に関してやより効果的に使うには等

大規模災害発生時・新型感染症発生時の場合：

- ・電波に左右される関係か、医師の問診の声が途切れて聞こえなかった事があったので、その辺りがスムーズになるとより実用性があると感じた。
- ・若干映像や音声途切れる感じ（かくつき、音のとぎれ）があったため、もう少しスムーズにやりとりできればよいと思った。その場に医師がいなくても映像を通して医師の姿がみられるため患者として安心感があった。
- ・システムの不具合により患者状況の中継にスマートフォンを使っていましたが、これではスマートフォンをもって中継する人が別途必要となってしまう、余計に人がとられる状況となってしまうので、やはりスマートグラスにより処置・対応している人がそのまま中継できる、かつ高精細動画・音声双方ともクリアに双方向で伝達できる状況にならないと、業務効率や人員の効率配置にはつながらないと感じた。両手をフリー（患者の処置等に専念できる）にしてリアルタイムの状況が伝達できる機能の実現は災害時対応としては必須と考えられる。
- ・スマートフォンにて患者状態を撮影している人と、状態を聞く人、それぞれおられたが、人員がスマートフォンを持つだけの人に割かれるのは、災害時には現実的ではないと感じた。
- ・医師との通話時に音声途切れ途切れでしたので、もう少し鮮明に聞こえるようにして欲しい。

4.3.4.6 課題解決システムに関する運用検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、他地域・他の医療施設への普及を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

運用検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) サービスデスク
- (2) 障害管理
- (3) 情報セキュリティ管理
- (4) 運用コスト

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り。

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
患者ダッシュボード	④

図表 4-153 対象システム

実証項目	検証方法		対象システム	
			①	
(1) サービスデスク	体制	院内の情報システム課内にヘルプデスクを設置し、人員体制とインシデント数とを比較し現行体制の人員で継続できるか評価した。	○	○
(2) 障害管理	インシデント管理	インシデント管理表を作成し、障害傾向を分析し、原因分類を評価した。	課題管理表にて対応	
	障害復旧対応（インシデント対応）	障害受付から障害復旧までの対応時間を測定し、サービスレベルを評価した。	課題管理表にて対応	
(3) 情報セキュリティ管理	アプリケーション	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた医療機関等における情報セキュリティマネジメントの適正を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認	
	インフラ	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた安全管理に関わるシステム及びサービスの適合性を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認	
(4) 運用コスト	費用対効果	運用コストを算出し、医療従事者が感じる効果及び費用感と、実現可能な運用コストを比較し、ビジネスモデルのインプット情報として整理する。病院職員のヒアリング調査とシステム運用費用見積りを行った。	6. 実装及び横展開に関する検討にて後述	

図表 4-154 対象となるシステム、評価・検証方法

4.3.4.7 アー3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続に関する考察（今後の課題等）

アンケート、ヒアリング、チェックリストによる確認を踏まえ以下の通り結果を取りまとめた。

① 評価結果サマリ

大規模災害、原子力災害及び新型感染症発生時の3つのパターンに応じて実証を行った。現在は電話での確認作業となるため視覚による効果は有用であった。

特に、原子力災害では住民の表面汚染用サーベイメーターを用いたスクリーニングや除染エリアにて除染を実施する野戦病院との出入りは困難なため、高精細カメラ（4K）やウェアラブルカメラ（スマートフォン・スマートグラス）を同時接続し、災害対策本部によるリアルタイムな映像確認や被ばく感染予防の観点から有用であった。

また、新型感染症は発熱外来と隔離病棟となる野戦病院への出入りは困難なため、原子力災害と同様に、災害対策本部によるリアルタイムな映像確認と感染予防の観点から有用であった。

一方、大規模災害におけるトリアージは短時間で行う必要があり判断は現場に委ね、災害対策本部はトリアージエリアや救護所全体を把握し、搬出する順番決定など現場スタッフとの相談支援として有用であった。

なお運用コストは、災害のためにコスト負担するというよりは、既存のシステムを災害時に活用できることが望ましく、特に病棟時のシステムと併用して活用できることがわかった。

情報セキュリティ管理については、厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認を行い、ガイドライン上のセキュリティを担保していることを確認できた。（別紙：厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストに確認結果を記載）

② 評価項目

大規模災害発生時の場合：

検証事項	検証項目	評価	考察	
効果検証	医学的知見による有用性	3.6/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、病院職員 4.0/5、保健師 4.5/5、自治体職員 4.0/5 の評価（問 1） 医師は 3.0/5、看護師 3.5/5、病院職員 3.0/5、保健師 3.3/5、自治体職員 3.3/5 の評価（問 2） 医師は 3.0/5、看護師 3.0/5、病院職員 4.0/5、保健師 3.3/5、自治体職員 3.3/5 の評価（問 3）	
	業務オペレーションの効率化	定量評価	5 分もしくは 15 分程度の改善はみられるとの評価（問 15）	
	心理的負担の軽減	3.2/5	医師は 3.0/5、看護師 2.5/5、病院職員 3.0/5、保健師 3.3/5、自治体職員 3.3/5 の評価（問 7） 医師は 4.0/5、看護師 2.5/5、病院職員 4.0/5、保健師 3.3/5、自治体職員 3.3/5 の評価（問 8）	
機能検証	使用性	適切視認性	3.8/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、病院職員 4.0/5、保健師 3.7/5、自治体職員 3.7/5 の評価（問 13）
		習得性	定量評価	30 分程度（問 16）
		操作性	4.0/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、自治体職員 4.3/5 の評価（問 9）
		ユーザエラー保護	3.3/5	医師は 4.0/5、看護師 2.5/5、病院職員 4.0/5、保健師 3.7/5、自治体職員 3.7/5 の評価（問 14）
		UI、UX	3.0/5	医師は 3.0/5、看護師 3.5/5、自治体職員 3.8/5 の評価（問 11）
		アクセシビリティ	3.2/5	医師は 2.0/5、看護師 4.0/5、自治体職員 3.8/5 の評価（問 12）
運用検証	運用コスト	費用対効果	2.0/5	サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生するため、災害のためにコスト負担するというよりは、既存のシステムを災害時で活用できることが望ましく、他実証の病棟時と合わせた病棟・仮設建屋映像伝送システムとして検討した。
総評		3.3/5		

図表 4-155 アンケート結果集計（大規模災害時）

原子力災害発生時の場合：

検証事項		検証項目	評価	考察
効果検証	効果	医学的知見による有用性	4.4/5	医師は 4.0/5、看護師 5.0/5、放射線技師 5/5、病院職員 4.0/5 の評価（問 1）
				医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 5.0/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 2）
				医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.5/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 3）
		業務オペレーションの効率化	定量評価	5 分以上の評価（問 14）
		心理的負担の軽減	4.3/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.0/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 7）
	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.5/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 8）			
機能検証	使用性	適切視認性	4.3/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.5/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 12）
		習得性	定量評価	2 分～30 分程度（問 15）
		操作性	4.3/5	医師は 4.0/5、看護師 5.0/5、放射線技師 4.0/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 9）
		ユーザエラー保護	4.3/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.5/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 13）
		UI、UX	4.3/5	
		アクセシビリティ	4.3/5	医師は 4.0/5、看護師 4.0/5、放射線技師 4.5/5、病院職員 4.5/5 の評価（問 11）
運用検証	運用コスト	費用対効果	2.0/5	サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生するため、災害のためにコスト負担するというよりは、既存のシステムを災害時で活用できることが望ましく、他実証の病棟時と合わせた病棟・仮設建屋映像伝送システムとして検討した。
総評			4.0/5	

図表 4-156 アンケート結果集計（原子力災害時）

新型コロナウイルス発生時の場合：

検証事項		検証項目	評価	考察
効果検証	効果	医学的知見による有用性	3.8/5	医師は 4/5、看護師 3.5/5、自治体職員 4.2/5 の評価（問 1） 医師は 3/5、看護師 3/5、自治体職員 3/5 の評価（問 2） 医師は 3/5、看護師 4/5、自治体職員 3.75/5 の評価（問 3）
		業務オペレーションの効率化	定量評価	
		心理的負担の軽減	3.8/5	医師は 3/5、看護師 4/5、自治体職員 3.75/5 の評価（問 7） 医師は 4/5、看護師 4/5、自治体職員 3.75/5 の評価（問 8）
機能検証	使用性	適切視認性	3.8/5	医師は 4/5、看護師 4/5、自治体職員 3.75/5 の評価（問 13）
		習得性	定量評価	10 分もしくは 15 分程度の改善はみられるとの評価（問 15）
		操作性	4.0/5	医師は 4/5、看護師 4/5、病院職員 4/5、保健師 4/5、自治体職員 4/5 の評価（問 9）
		ユーザエラー保護	3.3/5	医師は 4/5、看護師 2.5/5、病院職員 4/5、保健師 3.67/5、自治体職員 3.67/5 の評価（問 14）
		UI、UX	3.0/5	医師は 3/5、看護師 3/5、病院職員 3/5、保健師 3.67/5、自治体職員 3.67/5 の評価（問 11）
		アクセシビリティ	3.2/5	医師は 2/5、看護師 3.5/5、病院職員 3/5、保健師 3.67/5、自治体職員 3.67/5 の評価（問 12）
運用検証	運用コスト	費用対効果	2.0/5	サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生するため、災害のためにコスト負担するというよりは、既存のシステムを災害時で活用できることが望ましく、他実証の病棟時と合わせた病棟・仮設建屋映像伝送システムとして検討した。
総評			3.4/5	

図表 4-157 アンケート結果集計（新型コロナウイルス発生時）

総合評価：

区分	評価項目	
	大分類	評価
		④
効果	医学的知見による有用性	3.9/5
	業務オペレーションの効率化	3.8/5
	心理的負担の軽減	4.0/5
機能	機能適合性	N/A
	互換性	N/A
	機密性	N/A
	信頼性	5.0/5
	使用性	3.7/5
	効率性	3.4/5
	移植性	5.0/5
運用	サービスデスク	2.0/5
	障害管理	3.0/5
	情報セキュリティ管理	3.0/5
	運用コスト	2.0/5
総評		3.5

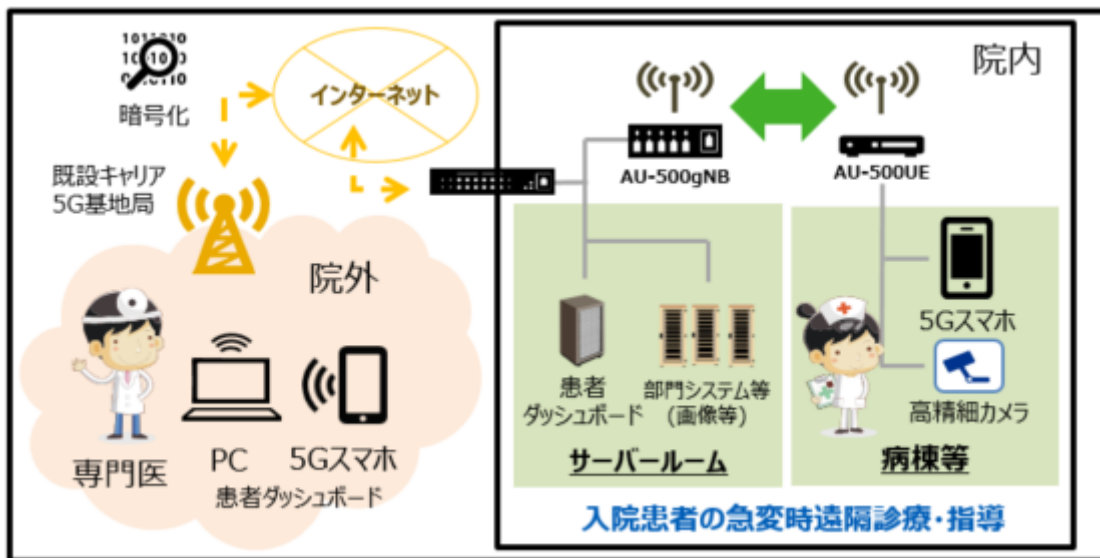
図表 4-158 アンケート結果集計（総合評価）

4.3.5 アー4：キャリア5Gでの検証

4.3.5.1 課題解決システムの概要（全体・構成要素別）

① キャリア5Gを使用した院内医療情報の共有

キャリア5G圏内から院内に設置されたローカル5G経由で電子カルテ、PACS*⁸から患者情報（基本情報、投薬、既往歴、検査結果等）を患者ダッシュボードシステム上で確認及び、病棟・仮設建屋映像伝送システムにより4K映像の配信確認を行った。



図表 4-159 キャリア5Gを使用した院内医療情報の共有のイメージ図

患者パターン	概要	職種	患者人数
パターン L	医師が院外キャリア5G圏内から院内のローカル5G網へ接続し、患者情報の閲覧と併せて患者の状態を確認するため高解像度（4K相当）の映像を使用した。院外の医師が高解像度の映像を共有し診察が可能となることで、移動時間の短縮やローカル5G及びキャリア5G間の連携に関する課題を考察した。	形成外科	模擬患者 1名

図表 4-160 キャリア5Gを使用した院内医療情報の共有時の実証概要

*⁸ PACS:医療用画像管理システム。CT、MRI、レントゲン画像等医療用の画像等を管理し、他システムから要求があった場合管理している画像等を転送するシステム



図表 4-161 キャリア 5G を利用した院外からの診察



図表 4-162 キャリア 5G を利用した院外からの患者情報の閲覧

4.3.5.2 評価・分析

通信時の使用機器

ユースケース	通信方向	病棟・野戦病院	キャリア5Gエリア内
キャリア5G	上り	4Kカメラ×1 スマートフォン×1	
	下り		モバイルルーター モバイルPC

図表 4-163 検証パターン毎使用機器

システム個別の要求スペック

使用システム	遅延 (ms)	ビットレート (Mbps) 上り	ビットレート (Mbps) 下り
病棟・仮設建屋映像伝送システム	100	68	68
患者ダッシュボード	900	--	--

図表 4-164 システム個別要求スペック

エンドツーエンドでの要求スペック

使用システム	遅延 (ms)	解像度	フレームレ ート (fps)	ビットレート (Mbps) 上り
病棟・仮設建屋映像伝送システム	100	4K orFHD	30	4
患者ダッシュボード	1000	--	--	1

図表 4-165 エンドツーエンドでの要求スペック

評価対象	評価項目	評価詳細	評価方法	備考
技術評価	転送時の遅延時間をエンドツーエンドで計測した。	診断に耐えうる必要ビットレートは、映像を目視しカクツキが発生した際のビットレートを記録し、カクツキが発生しない必要ビットレートを評価した。	遅延時間、ビットレートに関しては、送信側及び受信側のエンドツーエンドでの計測を行った。※この場合のエンドツーエンドはローカル5Gシステムからキャリア5Gでの受信端末間の測定を行った。	要求スペックに関しては「図表4-165 エンドツーエンドでの要求スペック」を参照した。
	画像診断（診断に耐えうる必要ビットレートの評価）			
体感評価	医学的知見による有用性に関する評価項目	本システムの無い時と比較し、患者への対応、負担、治療等への良い影響があったか。	5段階評価によるアンケートを実施した。※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とした。アンケートは実証に参加した医師1名に行った。	院外で院内に設置されている電子カルテ、PACSの情報を参照する際に、院外ならではの制限、機能に関して確認を行った。また、手術センター、病棟からの4K映像を送信し確認を行った。前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価を行った。
		表示される内容は院外で使用する際に過不足が無かったか。 ※実証した場合に追加で確認したい情報があったか。		
		医療情報を外部にて参照する際に、特に配慮が必要となる事象はあったか。		
	業務オペレーションの効率性による評価	人員の配置、采配に関して効果が見られたか。		
		移動時間の短縮が見られたか。		
		医療従事者の勤務時間の短縮が見られたか。		

図表 4-166 技術評価及び体感評価

4.3.5.3 既存の手法との比較

遅延時間、ビットレートに関して 4G 回線との比較を行った。

4.3.5.4 予想される事故などの整理、解決策（安全確保等の観点から）

想定される事故、不具合は下記映像、音声不通及び、情報参照不可であり、電子カルテ端末、既存の PHS、電話にて参照対応を行った。

対象システム	想定される不具合	バックアップ（対策）
病棟・仮設建屋映像伝送システム	映像、音声不通	既存の PHS、院内内線にて対応
患者ダッシュボード	情報参照不可	電子カルテ端末、既存の PHS、電話にて参照

図表 4-167 予想される事故などの整理、解決策

4.3.5.5 課題解決システムに関する効果検証

① 実施概要

本実証に関する効果検証は、医療従事者の働き方に関する環境面の改善と遠隔地からの症例診断に利用できるかを目的に行った。

効果検証にあたって以下項目の検証を行った。

- 遠隔診療における医療従事者の心理的負担の軽減による効果
- 画像診断の可否
- 遠隔診療による移動時間削減による効果

② 検証項目

(ア) 遠隔診療における医療従事者の心理的負担の軽減による効果

⇒モバイル端末を使用した遠隔診断が現場においてストレスなく使用できるか、また実際に診断・指示の補助となる働きができているかを評価した。

(イ) 遠隔診療による移動時間削減による効果

⇒病棟での患者の状態等を外来等で確認することにより、外来－病棟間等の移動時間が削減できたかを定量的に評価した。

③ 検証方法

・ユーザー体感品質（QoE：Quality of Experience）による評価

⇒ヒアリングにより評価した。

・ユーザーへの使用感に関するアンケート評価

⇒画面表示は業務に耐えうる状態か、途切れることはあるか、遅延を感じるか、安定性はどうか等を 5 段階程度の回答によるアンケート調査を実施す

る。

1. トラフィックモニタリング（伝送速度、遅延）
2. パケットキャプチャ

エンドツーエンドでの計測とローカル 5 G 内の機器構成部分での計測を行った。

4.3.5.6 課題解決システムに関する機能検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、メリット・デメリットの整理と医学的観点を踏まえた検証を行った。

② 検証項目

機能検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) 機能適合性 (Functional Suitability)
- (2) 互換性 (Compatibility)
- (3) 機密性 (Security)
- (4) 信頼性 (Reliability)
- (5) 使用性 (Usability)
- (6) 効率性 (Performance Efficiency)
- (7) 移植性 (Portability)

③ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
患者ダッシュボード	④
キャリア 5 G	⑤

図表 4-168 対象となるシステム

検証項目	検証方法		対象システム		
			①	④	⑤
(1) 機能適合性 (Functional Suitability)	完全性	要求仕様に記述されている機能内容が欠落なく実装されているか実装仕様リストを作成し検証した。→パッケージ仕様のため N/A とした。	N/A	N/A	N/A
	正確性	送信側のデータの総件数と受信側のデータ総件数を検証した。→映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A	○	N/A
(2) 互換性 (Compatibility)	相互運用性	連携する電子カルテ、大腸内視鏡との互換性を検証した。正しく標準形式 (HL7、DICOM など) 形式として保存され、ビューアにより参照できることを確認した。→映像伝送システムのため連携はなく N/A とした。	N/A	N/A	N/A
(3) 機密性 (Security)	脆弱性	ネットワーク接続、サーバのデータの情報漏洩における脅威についてリスト化し、現在のネットワークセキュリティ、使用する電子署名や認証方法を元に脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	○	○
		医療従事者にヒアリングした。医療機関の実業務のセキュリティポリシーとユーザーID 発行からデータアクセスまでの実業務のセキュリティポリシーをリスト化し、セキュリティポリシーチェックリストで脆弱性を検証した。→院内映像伝送システムのため N/A とした。	N/A	○	N/A
(4) 信頼性 (Reliability)	成熟性	ユースケースに対応することで検出された不具合数・不具合対応数の件数を検証した。	不具合件数：1件 不具合対応件数：1件	不具合件数：0件 不具合対応件数：0件	不具合件数：0件 不具合対応件数：0件

	可用性	システム利用時間からサービス稼働率・サービス時間を検証した。	サービス稼働率：100%	サービス稼働率：100%	サービス稼働率：100%
	回復性	障害影響範囲・平均復旧時間を検証した。	障害影響範囲：－	障害影響範囲：－	障害影響範囲：－
(5) 使用性 (Usability)	適切視認性	利用できる機能に対して利用者がマニュアルを参照することなく視覚的に迷いなく利用できるかどうかをアンケートで検証した。	○	○	○
	習得性	マニュアルを参照し操作学習しはじめてから、マニュアルを参照せずに効率的に操作できるようになるまでの時間をアンケートで検証した。	○	○	○
	操作性	実際に目的の情報を参照できるまでの操作数を検証した。	○	○	○
	ユーザエラー保護	システムを利用した際にミス操作の状況をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○	○
	UI、UX	利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分をアンケートで検証した。	○	○	○
	アクセシビリティ	利用者の職種・性別・年齢層別に画面操作の理解度をアンケートで検証した。	○	○	○
	(6) 効率性 (Performance Efficiency)	時間効率性	利用者が作業を開始してから目的を達成するまでの時間を計測し、導入前と比較して効率性をヒアリング、アンケートで検証した。	○	○
(7) 移植性 (Portability)	環境適応性	特定の OS (オペレーティングシステム) にかかわらず稼働することを検証した。	Windows 10、iOS14 で稼働を確認	Windows 10、iOS14 で稼働を確認	Windows 10、iOS14 で稼働を確認

図表 4-169 対象となるシステム、評価・検証方法

上記の (5)、(6) は後述するアンケートにて取得を行った。

④ アンケート調査結果

ア. 調査対象

医師

イ. 調査方法

医師にアンケートを配布・回収

ウ. 配布・回収状況

配布数：1 回収数：1

エ. 体感評価

院外で院内に設置されている電子カルテ、PACSの情報を参照する際に、院外ならではの制限、機能に関して確認した。また、手術、病棟からの4K映像を送信し確認した。前述の技術評価の実施とともに、下記項目に関して評価した。

- 医学的知見による有用性に関する評価項目
 - ・表示される内容は院外で使用する際に過不足が無かったか
 - ・医療情報を外部にて参照する際に、特に配慮が必要となる事象はあったか
 - 業務オペレーションの効率性による評価
 - ・人員の配置、采配に関して効果が見られたか
 - ・移動時間の短縮が見られたか
- 上記に関して、5段階評価によるアンケートを実施した。
※時間、回数に関する項目は数値による回答項目とする。アンケートは実証に参加した医師1名に対して行った。

オ. アンケート結果

1. 調査対象者の属性について
(キャリア5Gを使用した院内医療情報の共有)

職種：医師

問1：院外で使用する際に対象患者の情報は過不足なく表示されたか

回答結果：4

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問2：医療情報を外部にて参照する際に、特に配慮が必要となる事象はなかったか

回答結果：4

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 3：映像を受信した際に表示される解像度とフレームレート (fps) は院外からの診断・指示に有用であったか

回答結果：2

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 4：システムを利用した際にどのようなミス操作があったか

回答コメント：用意された電子カルテの使い方に慣れておらず手間取った。
音声の接続ができず携帯電話を利用することになった。

問 5：利用できる機能、高精細映像等の伝送における映像・音声の品質等に対して、カスタマイズが必要な部分はあるか

回答コメント：4K カメラのズームや角度の微調整などで院外側から遠隔操作ができる
とより精緻な診察ができる可能性がある。

問 6：継続的に利用するうえでの追加機能等の要望はあるか

回答コメント：ダーモスコピー*⁹等、4K カメラに付属のデバイスを装着することができ
れば、より臨床に応用が可能となり有用と思われる。

問 7：デバイスの操作は精神的な負担なく実施できたか

回答結果：3

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 8：遠隔診断はストレスなく使用できたか

回答結果：4

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 9：実際に診断・指示の補助となる働きができたか

回答結果：5

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 10：利用できる機能に対してマニュアルを参照することなく視覚的にも迷うことなく
利用できたか

回答結果：2

*⁹ ダーモスコピー：ダーモスコプという皮膚拡大鏡を使用した肉眼では評価が難しい皮膚や爪に見られるほくろ、しみ、いぼやできものなどを検査する（＝ダーモスコピー検査）

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 11：目的の情報を容易に参照できる使いやすさであったか

回答結果：4

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 12：画面表示は業務に耐えうる状態であったか

回答結果：5

凡例：5:とてもそう思う 4:そう思う 3:普通 2:あまりそう思わない 1:全くそう思わない

問 13：全体的な安定性はどうかであったか

回答結果：5

凡例：5:とても良い 4:良い 3:普通 2:悪い 1:とても悪い

問 14：院外での情報閲覧による移動時間の短縮はどの程度であったか（約何分）

回答コメント：約 90 分である。

※回答した医師は週 2 回高島市から大阪市まで移動して診察を行っているため

問 15：使用方法について習得するまでの時間はどの程度であったか（約何時間）

回答コメント：約 10 分である。

問 16：医学的の有用性があったか

回答コメント：精細な映像で創の状態が観察でき非常に有用であったと思われる。

問 17：医学的な観点で他のシーンまたは他の症例で有用性が考えられるか

回答コメント：今回の実証ではリアルタイム性の利点についてわかりにくい面もあったため、超音波検査や血管造影などリアルタイムかつ途切れのない映像が重要な検査では、キャリア 5G+4K の有用性が際立つと思われる。

問 18：その他（医学的見解のご意見）

回答コメント：形成外科の分野では褥瘡などの難治性潰瘍を扱うことも多く創面を遠くから精細に観察できる 5G の技術は有益と思われる。

また、マイクロサージャリー*10を用いた遊離組織皮弁では移植した組織の色調や血流の状態が重要であるため、遠隔から観察、あるいは AI による評価を組み合わせることで、異常を早期に発見できいち早く組織を救済することが可能になるとと思われる。

*10 マイクロサージャリー：手術用顕微鏡及び特殊な手術器械を用いて細い血管や神経に対しての操作（剥離や縫合）を行う手術手技

所感：忌憚のないご意見をお願いいたします

回答コメント：今回は模擬患者であったにもかかわらず、その場で工夫して頂いて、実際の挫創や色素性母斑を観察することができ、キャリア 5G の精緻かつ途切れのない映像を実感することができた。

要望：機能に関してやより効果的に使うには等

回答コメント：もし次回の遠隔実証があるなら、実際の遊離組織皮弁による再建術や、超音波検査の映像等でより臨床に即したキャリア 5G の映像診察を体験できたらと思う。

検証事項	検証項目	評価	考察	
効果検証	効果	医学的知見による有用性	4.0/5 4.0/5 2.0/5	医師は 4.0/5 の評価 (問 1) 医師は 4.0/5 の評価 (問 2) 医師は 2.0/5 の評価 (問 3)
		業務オペレーションの効率化	定量評価	約 90 分 (問 14)
		心理的負担の軽減	3.0/5 4.0/5	医師の評価 (問 7) 医師の評価 (問 8)
	機能検証	使用性	適切視認性	5.0/5
習得性			定量評価	約 10 分 (問 15)
操作性			5.0/5	医師の評価 (問 9)
ユーザエラー保護			5.0/5	医師の評価 (問 13)
UI、UX			2.0/5	医師の評価 (問 10)
アクセシビリティ			4.0/5	医師の評価 (問 11)
運用検証	運用コスト	費用対効果	3.0/5	サービスデスクについては、2 名常駐にてヘルプデスクを運用した。運用コストについては、ローカル 5G 基地局の保守費用や映像伝送における VistaFinder の保守サポート費用等が発生する
総評			3.7/5	

図表 4-170 アンケート集計

4.3.5.7 課題解決システムに関する運用検証

① 実施概要

課題解決システムを構成する要素ごとに、以下の検証内容・項目にて、他地域・他の医療施設への普及を踏まえた検証を行った。

② 運用作業一覧とその説明

機能検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) 機能適合性 (Functional Suitability)
- (2) 互換性 (Compatibility)
- (3) 機密性 (Security)
- (4) 信頼性 (Reliability)
- (5) 使用性 (Usability)
- (6) 効率性 (Performance Efficiency)
- (7) 移植性 (Portability)

③ 検証項目

運用検証にあたって以下項目の検証を行った。

- (1) サービスデスク
- (2) 障害管理
- (3) 情報セキュリティ管理
- (4) 運用コスト

④ 検証方法

対象となるシステム、評価・検証方法は以下の通り。

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
患者ダッシュボード	④
キャリア 5G	⑤

図表 4-171 対象となるシステム

検証項目	検証方法		対象システム		
			①	④	⑤
(1) サービスデスク	体制	院内の情報システム課内にヘルプデスクを設置し、人員体制とインシデント数とを比較し現行体制の人員で継続できるか評価した。	○	○	○
(2) 障害管理	インシデント管理	インシデント管理表を作成し、障害傾向を分析し、原因分類を評価した。	課題管理表にて対応		
	障害復旧対応（インシデント対応）	障害受付から障害復旧までの対応時間を測定し、サービスレベルを評価した。	課題管理表にて対応		
(3) 情報セキュリティ管理	アプリケーション	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた医療機関等における情報セキュリティマネジメントの適正を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認		
	インフラ	厚生労働省「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」に基づいた安全管理に関わるシステム及びサービスの適合性を検証した。	厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認		
(4) 運用コスト	費用対効果	運用コストを算出し、医療従事者が感じる効果及び費用感と、実現可能な運用コストを比較し、ビジネスモデルのインプット情報として整理した。病院職員のヒアリング調査とシステム運用費用見積りを行った。	6. 実装及び横展開に関する検討にて後述		

図表 4-172 対象となるシステム、評価・検証方法

4.3.5.8 アー４：キャリア５Gでの検証に関する考察（今後の課題等）

アンケート、ヒアリング、チェックリストによる確認を踏まえ以下の通り結果を取りまとめた。

① 評価結果サマリ

遠隔診療について医学的知見による有用性があるとの評価をいただいた。例えば、形成外科では褥瘡などの難治性潰瘍を扱うことも多く創（きず）面を高解像度（4K）で遠隔から精細に観察できるのは有用であった。

また、超音波検査や血管造影などリアルタイムかつフレームレート（30ftp）が重要となる検査において有用であるとの意見をいただいた。

その他、遊離組織皮弁の移植等の観察では、組織の色調や血流の状態が重要なため、高解像度（4K）やフレームレート（30ftp）が有用であるとの意見をいただいた。

次に、院外から患者の状態や患者情報を閲覧できることで、移動時間短縮による業務改善が図られた。（※回答した医師は週２回高島市から大阪市まで移動して診察を行っているため、移動時間 90 分の短縮を見込めるとの回答をいただいた）

情報セキュリティ管理については、暗号化等の通信を実装し、厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストにて確認を行い、ガイドライン上のセキュリティを担保していることを確認できた。（別紙：厚生労働省ガイドライン 5.1 版チェックリストに確認結果を記載）

② 評価項目

評価項目		
区分	大分類	評価
		⑤
効果	医学的知見による有用性	4.0/5
	業務オペレーションの効率化	5.0/5
	心理的負担の軽減	3.5/5
機能	機能適合性	N/A
	互換性	N/A
	機密性	N/A
	信頼性	5.0/5
	使用性	4.2/5
	効率性	5.0/5
	移植性	5.0/5
運用	サービスデスク	3.0/5
	障害管理	3.0/5
	情報セキュリティ管理	3.0/5
	運用コスト	3.0/5
総評		4.0

図表 4-173 アンケート集計

4.4 まとめ

4.4.1 課題実証サマリ

対象となる課題実証は以下の通り。

対象課題実証	番号
ア-1：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診療や遠隔技術指導 ①手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導	①
ア-1：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診療や遠隔技術指導 ②病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断	②
ア-2：AI 画像診断による医療現場の働き方改革	③
ア-3：大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続に関する考察	④
ア-4：キャリア5Gでの検証	⑤

図表 4-174 課題実証一覧

区分	大分類	評価項目				
		評価（5点満点）				
		①	②	③	④	⑤
効果	医学的知見による有用性	3.1	3.3	1.9	3.9	4.0
	業務オペレーションの効率化	3.0	3.0	1.0	3.8	5.0
	心理的負担の軽減	3.1	3.2	2.2	4.0	3.5
機能	機能適合性	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	互換性	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	機密性	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	信頼性	2.0	3.0	4.0	5.0	5.0
	使用性	3.2	3.4	2.2	3.7	4.2
	効率性	3.4	3.4	3.0	3.4	5.0
	移植性	5.0	5.0	3.0	5.0	5.0
運用	サービスデスク	4.0	4.0	2.0	2.0	3.0
	障害管理	4.0	4.0	3.0	3.0	3.0
	情報セキュリティ管理	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	運用コスト	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
総評		3.3	3.4	2.5	3.5	4.0

図表 4-175 評価結果サマリ

4.4.2 評価結果サマリ

高島市民病院において、医療業務の効率化及び病院機能の向上を目的として、実証項目（ア-1～ア-4）毎に実証目標を設定した。実証の結果、医療従事者からのヒアリング及びアンケートより、ア-1) リアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔診療や遠隔技術指導・手術時の対応では、手術センター内での指導とほぼ同等の指導が可能であった。また、手術時間の短縮（最大30分程度/件）や医局から手術センターまでの移動時間の短縮（15分程度/件）による業務改善が図れた。

次に、ア-1) リアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔診療や遠隔技術指導・病棟時の対応では、病棟内での診療とほぼ同等の指導が可能であった。また、外来から病棟までの移動時間の短縮（最大20分程度/件）による業務改善が図れた。

ア-2) AI画像診断による医療現場の働き方改革では、想定以上の遅延が発生したため、コーデック性能に留意する必要がある。

ア-3) 大規模災害・原子力災害・新型コロナウイルス（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続では、視覚による状況把握が可能であり、感染予防の観点からも有用であった。また、自治体への報告業務において効率化が図れた。

ア-4) キャリア5Gでの実証では、病棟内での診療とほぼ同等の指導が可能であった。また、外出先から病棟までの移動時間の短縮による業務改善が図れた。

そのため、以下の3実証（ア-2を除く）にて有用となった。

なお、共通的な課題としてシステムを設置するための作業時間に時間を要する、システム単体でのコスト負担となると割高感を感じるため、ローカル5Gの効果を病院全体の視点で費用検討する必要がある。

【凡例】○：有用、△：改善要望

実証概要		実証目標	評価結果	
			評価	コメント
ア-1) 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診療や遠隔技術指導	手術時	遠隔診療・技術指導が有用 業務効率化	○	<ul style="list-style-type: none"> 手術室内での指導とほぼ同等の指導が可能 手術時間短縮（最大30分程度/件） 医局から手術センターまでの移動時間短縮（15分程度/件）
	病棟時	遠隔診療が有用 業務効率化	○	<ul style="list-style-type: none"> 病棟内での診療とほぼ同等の指導が可能 外来から病棟までの移動時間短縮（最大20分程度/件）
ア-2) AI画像診断による医療現場の働き方改革		検査精度向上 業務効率化	△	<ul style="list-style-type: none"> コーデック性能に留意
ア-3) 大規模災害・原子力災害・新型コロナウイルス発生時(新型コロナウイルス含む)の医療支援の継続		状況把握・人員配置最適化 業務効率化	○	<ul style="list-style-type: none"> 視覚による状況把握が可能 感染予防の観点からも有用 自治体への報告業務効率化
ア-4) キャリア5Gでの検証		遠隔診療が有用 業務効率化	○	<ul style="list-style-type: none"> 病棟内での診療とほぼ同等の指導が可能 外出先から病棟までの移動時間短縮
共通的な課題				
<ul style="list-style-type: none"> システムを設置するための作業時間に時間を要する（2名で約30分～1時間程度） システム単体でのコスト負担となると割高感を感じるため、ローカル5Gの効果を病院全体の視点で費用検討する必要がある 				

図表 4-176 評価結果まとめ

5. ローカル5Gの性能評価の技術実証

5.1 前提条件

5.1.1 技術実証の対象とするユースケース

ア-1) リアルタイムな高精細画像情報の共有による遠隔診療や技術指導

①手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導

②病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断

ア-2) AI 画像診断による医療現場の働き方改革

画像診断時の対応：大容量通信を利用したAI内視鏡画像診断

ア-3) 大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続高精細映像やスマートフォンカメラを活用した災害時臨外來対応施設（野戦病院）でのBCPもしくは原子力災害対策、感染症対策

5.1.2 ユースケースに基づく性能要件の基本的な考え方（詳細は以降の各項目で記載）

ローカル5Gシステム環境下において、サブ6GHz帯の電波伝搬特性並びに医療分野での利用を想定したローカル5Gシステム性能を実証し評価した。

当実証は、課題解決システムの実活用の他、医療システム機器への影響に留意して実施した。

5.1.3 実証環境

実証地域以外の地域での利用においても有益な成果を得るため、各ユースケースにて使用する課題実証システムの詳細や実証環境における材質等について詳しく考察した。

本実証で使用する4K映像は、一映像あたりは20Mbpsの帯域を使用するため、端末一台あたり3映像流すことで最大に近い伝送スループットを流すことができる、今後ほかの実証において8K以上の映像を流す場合や端末のスペックが変わる場合においても、当実証と占有帯域率やその他数値をそろえることで参考データと使用できると考えられる。

建屋の材質については、基地局のカバーエリアにおけるエリアシミュレーションとの比較と、個別の遮蔽物試験の両方を測定することで、各地の医療施設において幅広く参考とできるデータを取得した。

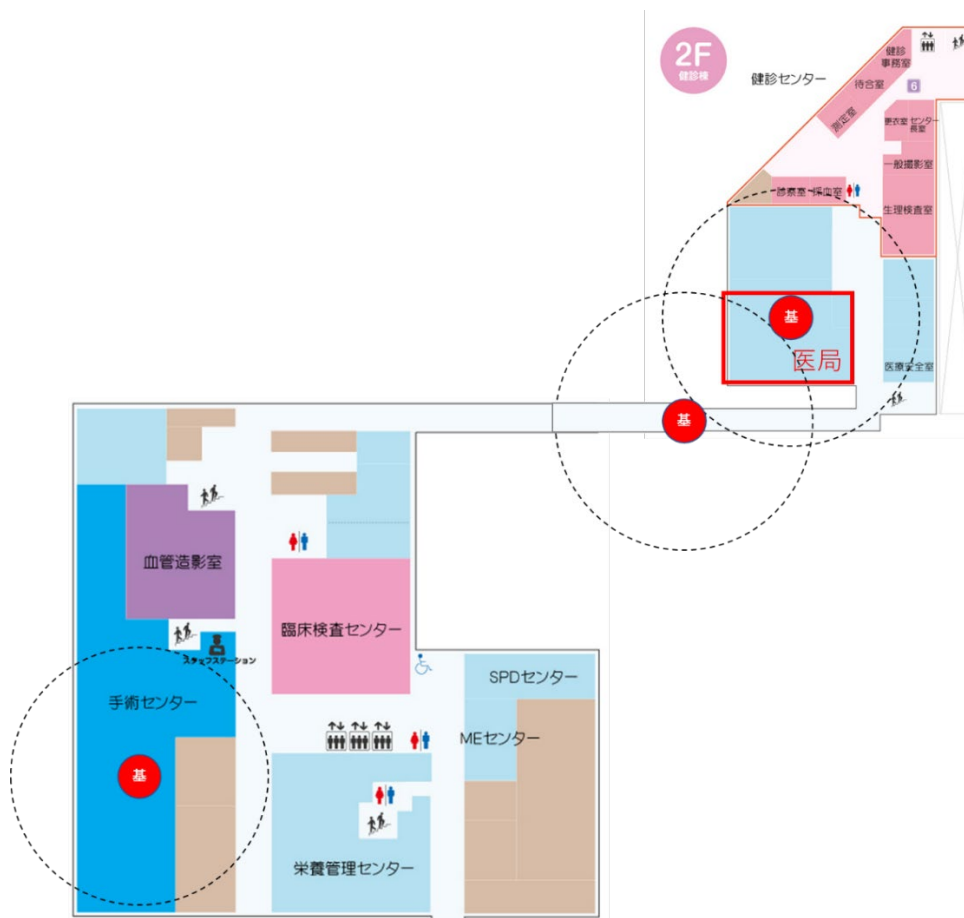
5.1.4 ネットワーク・システム構成

本件では院内の必要なエリアにのみスポットでローカル5Gの電波にてカバーした。基地局、端末を3台ずつ使用し、測定箇所に応じて移動して試験を行った。

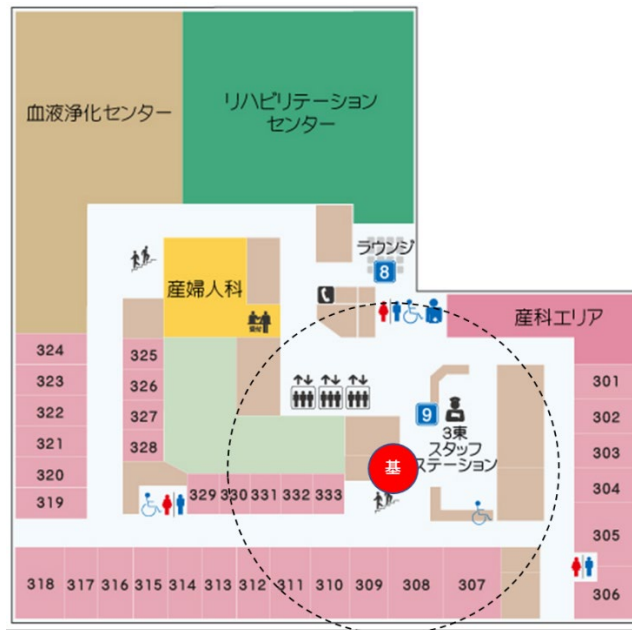
基地局のカバーエリアは半径15mにて算出した。



図表 5-1 1F カバーエリア

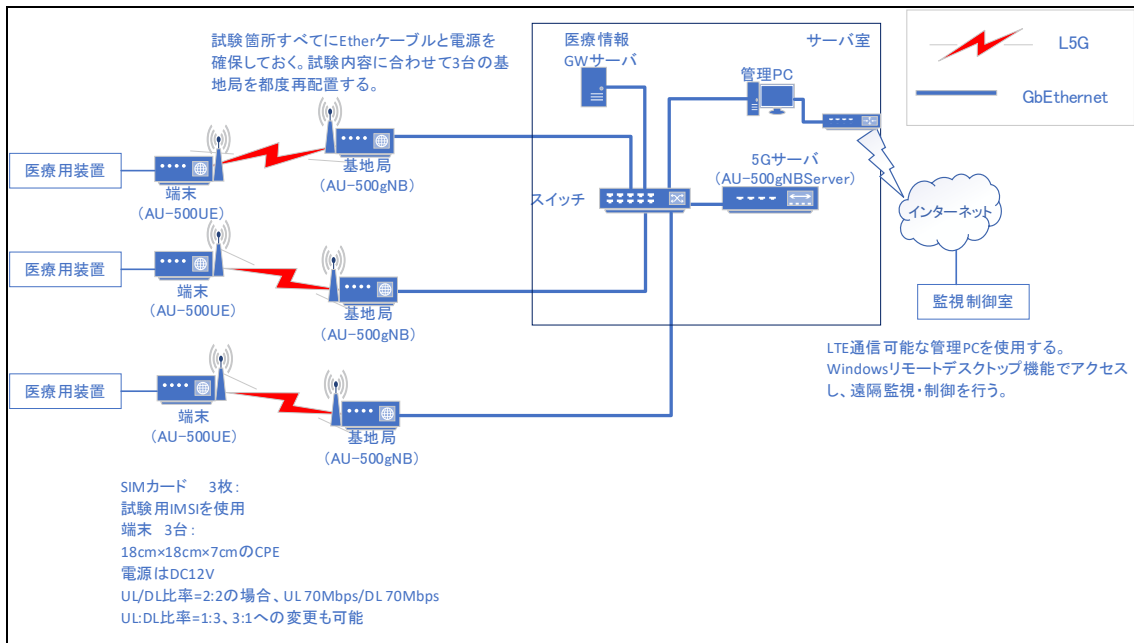


図表 5-2 2F カバーエリア



図表 5-3 3F カバーエリア

5G システムのレイヤー2 レベルの接続図は下記の通り。使用箇所に予めイーサネットを配線し試験に応じて基地局を接続した。基地局は 1.5kg 以下であるため容易に可搬できる。認証に必要な AU500 サーバはサーバ室内のラックにて常時起動しておき、院内に予め配線したイーサネットを使用していつでもアクセスできるようにした。



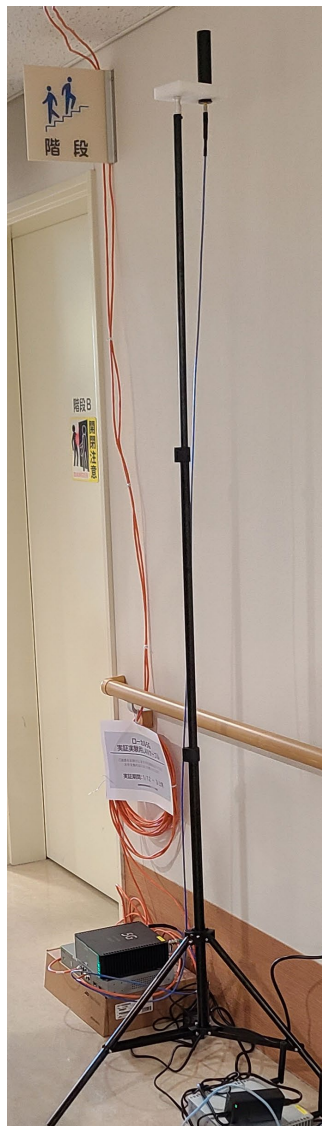
図表 5-4 ローカル 5G ネットワーク構成図

5.1.5 設置環境（アンテナ高、装置の設置場所等）

AU500 サーバ： 認証に用いられ、基地局を通して端末が認証された際にはログを記録し、接続されたことを確認できる。

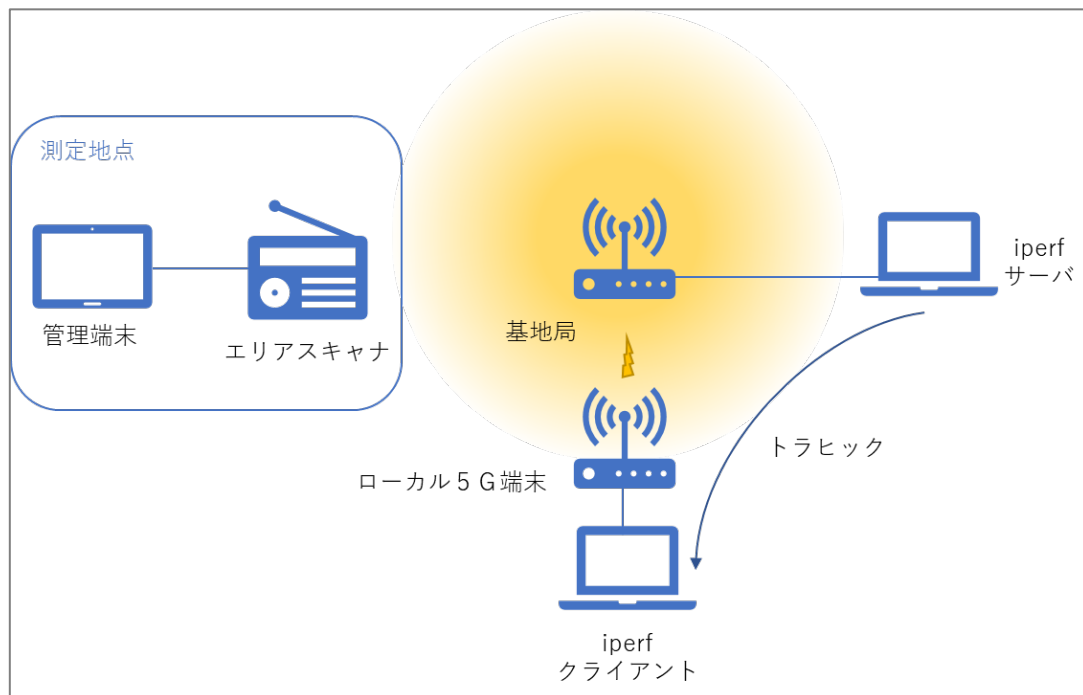
AU-500gNB 基地局（写真左下）： 最大伝送スループット 140Mbps, 最大送信電力 60mW。「RSSI」,「block error rate」,「PDSCH」,「PUSCH」を 1 秒毎に記録し、最大 1 時間分のログを保存し csv 出力できる。三脚及びアンテナケーブルを使用してアンテナを 2m 地点に設置した。アンテナは主に無指向性のオムニアンテナ（写真上）を使用し、試験に応じて指向性の異なる 2 つの平面アンテナを使用した。端末の認証及び課題実証システムとの接続のため、予め院内に配線しておいたイーサネットケーブルにて接続し使用した。

課題解決システムへの接続が必要ない場合は、初回の認証後はイーサネットケーブルから取り外して使用することができた。その場合は電源を付けたまま測定地点へ移動し、基地局及び端末にそれぞれ iperf サーバ、iperf クライアントを接続して無線通信を行った。



図表 5-5 基地局設置写真


5.1.6 計測等の評価・試験環境構成



図表 5-6 電界強度測定等測定時の構成

電界強度測定時は基地局から端末の方向へ iperf にてトラヒックを発生させ、基地局が十分に電力を出力するようにした。端末は基地局から適度に離れた位置に設置しておき、試験に応じて RSRP, SINR, RSSI をエリアスキャナ (Rohde & Schwarz 製 TSMA6) にて測定した。

5.1.7 基本的な機器の諸元


品名 (型名)	AU-500-Server	備考
外観		5G CORE
CPU	Xeon×6Core 3.4GHz	Windows Server 2019
電源	AC 入力	100-240V,240W
寸法 (W×H×D)	434×44×424 (mm)	19inch 1U ラックマウント型
重量	7.9Kg	
イーサネット net	Gb イーサネット net×2	
Memory	16GB	
動作保証温度	10℃～35℃	
5GCore ソフトウェア	5G の簡易プロトコル実装	SIM の認証等
AU-500 設定ソフトウェア	独自実装	SIM 登録等を行うためのアプリケーション

図表 5-7 Abit AU-500 システム (5GCore 管理サーバ) 諸元




品名 (型名)	AU-500gNB	備考
外観		5G SDR
対象アプリケーション	eMBB	
無線システム/中心周波数/帯域幅	5G NR/4.8GHz/100Mhz	
最大伝送スループット (基地局)	140Mbps	
同時最大接続端末数	100	AU-500UE のみ接続可、AU-500UE の伝送スループットを落とした際の接続数
端末認証	SIM による認証	独自 SIM 認証
送信電力	+18dBm (60mW) , +8dBm (6mW) , -2dBm (0.6mW)	
3GPP バージョン	Release15	
電源	AC アダプタ	100-240V,240W
装置寸法	174×70×180 (mm)	突起物を除く
重量	1.5Kg 以下	
動作保証温度	0～40℃	

附属品	アンテナ、ACアダプタ、イーサネット net ケーブル	
-----	-----------------------------	--

図表 5-8 AU-500gNB (5G 基地局) 諸元

品名 (型名)	AU-500UE	備考
外観		
対象アプリケーション	eMBB	
無線システム/中心周波数/帯域幅	5G NR/4.8GHz/100Mhz	
最大伝送スループット (基地局)	70Mbps	
端末認証	SIM による認証	独自 SIM 認証
送信電力	+18dBm (60mW)	
3GPP バージョン	Release15	
電源	AC アダプタ	100-240V,240W
装置寸法	174×70×180 (mm)	突起物を除く
重量	1.5Kg 以下	
動作保証温度	0~40℃	
附属品	アンテナ、AC アダプタ	

図表 5-9 AU-500UE (5G 端末) 諸元

品名 (型名)	AU-901	AU-902	AU-903
外観			
種別	オムニアンテナ	1 素子平面アンテナ	4 素子平面アンテナ
利得	1.6 dBi 以上	3 dBi 以上	8 dBi 以上
半値角	-	100°	40°
インピーダンス	50Ω	50Ω	50Ω

図表 5-10 アンテナ諸元

5.1.8 使用周波数帯

4.8GHz

5.1.9 屋内外環境

5.1.9.1 遮蔽物・反射物の概要（静止・移動、素材等）

場所	素材	場所	素材
扉	金属	床面	コンクリート
内壁	石膏ボード	外壁	コンクリート

図表 5-11 遮蔽物

場所	素材	場所	素材
扉	金属	壁面	コンクリート
内壁	石膏ボード	外壁	コンクリート
棚	金属	診察台	ビニル
无影灯	金属		

図表 5-12 反射物

5.1.9.2 基地局及び端末の台数、静止・移動環境

No.	機器名	メーカー	型番	数量
1	5G コア	ABit	AU-500-Server	1
2	5G 基地局	ABit	AU-500gNB	3
3	5G 対応端末	ABit	AU-500UE	3
4	スイッチ	NETGEAR	JGS524E-200AJS	1
5	管理 PC	Lenovo	ThinkCentreX1 10HU-000CJP	1

図表 5-13 ローカル 5G ネットワーク使用機器一覧



図表 5-14 ラック写真

ローカル5G 端末は写真の金属ラックの最上段に搭載された装置であり、容易に移動できる。必要となる100V電源は延長電源ケーブルもしくは小型バッテリーを使用した。

当ローカル5Gシステムでは100MHzの帯域を2つのチャンネルに分けて使用した。基地局は3台とも2つのチャンネルを使用でき、端末は2台がCH1、1台がCH2にて通信した。

基地局に2台の端末を接続する場合は#201と#211の端末、もしくは#211と#221の端末にて使用した。

	基地局		端末
	#202, #212, #222	#201, #221	#211
CH1	○	○	×
CH2	○	×	○

図表 5-14 チャンネル状況

5.1.10 同期・非同期運用、DU比

本件で使用したローカル5GシステムはTDD非同期であり、基地局間の同期もなし。TDDパターンにおけるUL（アップリンク）及びDL（ダウンリンク）のシンボル数については以下の通り。

同期方式	試験内 呼称	上りシン ボル数	下りシン ボル数	上り伝送 スループ ット	下り伝送 スループ ット
非同期（上り重視）	3:1	12	3	110 Mbps	27 Mbps
非同期（上下半々）	2:2	8	7	73 Mbps	64 Mbps
非同期（下り重視）	1:3	4	11	36 Mbps	101 Mbps
[参考]同期	-	4	14	-	-
[参考]準同期	-	8	8	-	-

図表 5-15 ローカル5GシステムDU比

※本検証では、「TDD同期方式」及び「TDD準同期方式」の検証は行わない。

※当システムにおけるシンボル1つあたりの伝送スループットは計算上約9.2Mbpsである。

5.2 技術的課題

5.2.1 技術実証の背景となる技術的な課題

4.7GHz 帯を使用したローカル 5G では、より低い周波数帯を使用する LTE やその他無線に比べ電波伝搬距離が短い。これは自由空間における減衰が大きい（フリスの伝達公式）という理由以外に、遮蔽物による透過性が低く、回折も小さいことが原因として挙げられる。

加えて、医療機関では特殊な内装構造等により、汎用的な電波伝搬特性との性能差が不明瞭であるため、エリア設計等の技術的知見が必要だと考えられる。

病院では中大規模な院内でローカル 5G システムを使用する場合、複数のスモールセルを組み合わせてカバーエリアを構築することが望ましいと考えられるが、これらスモールセル間による干渉影響等が及ばないようにシステムを構築する必要がある。加えて、様々な医療システムと連携したモバイルネットワークを活用することが期待されるため、UL/DL それぞれの所要通信量について、各システムの指標化や UL/DL 比率の検討が課題として挙げられる。

5.2.2 課題に対するアプローチ、検証仮説等

当実証においては、複数の診療エリアを持つ中核病院において電波伝搬を測定した。

4.7GHz 帯の透過性を評価するため、院内の様々なエリアに属する部屋にて扉による遮蔽試験を行った。病室や外来の診察室では比較的電波が透過しやすい扉の材質となっていることが予想される。一方で手術センターやエレベーターでは金属でできた見た目にも分厚い扉にて遮蔽されているため遮蔽の影響が非常に大きいことが予想された。

患者通路から診察室に入ると、その奥にさらにスタッフ通路がある。また、処置室、検査室、洗浄室など 2 重、3 重に部屋がある場合もあり、通常のオフィスに比べ多くの壁に覆われているため電波の減衰が大きいことが予想された。

セル間伝搬干渉影響に関して、非同期の基地局同士の干渉影響を測定し、類似した環境での同期された基地局との干渉影響と比較した。非同期の基地局同士では送信と受信のタイミングがそろっていないため、同期された基地局に比べ干渉の影響が大きいと予想された。

実証に用いる ABiT 製 AU-500 シリーズの 5G システムでは MIMO に対応しておらず、伝送スループットは上り 70Mbps・下り 70Mbps となる。院内の様々なエリアで伝送スループットを測定し、基地局からの距離と伝送スループットの評価することに加え、UL/DL の比率を変更することで、得られる伝送スループットの評価、課題解決システム毎に適切な UL/DL 比率について検証を実施した。

5.2.3 技術基準の見直し等に資する新たな知見

今回テーマとして掲げている『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』を目標に据え、課題解決システムの技術的評価及び院内におけるサブ 6GHz 帯の電波伝搬性能（電波伝搬減衰、干渉影響等）を明らかにすることで、今回実証したロケーション以外の環境下においても有益な結果を提示した。この知見が電波法関係審査基

準で定められている『カバーエリア及び調整対象区域の算出法』やその他の技術基準の改訂に向けた知見となることを期待する。

加えて、既存医療システムとの連携や新たな利活用シーンに関して、ローカル5Gシステム環境下での動作評価、必要となるローカル5Gシステムのスペックについて分析・評価することで、次世代の医療ネットワークシステム導入の一助となることを狙いとした。

具体的には、電波伝搬特性を実測定し、受信電力が異なる地点において影響差分を検証すること、また、TDDフレームの性能差による影響を明示できることで、アプリケーションの要件ならびに無線システムの必要性能を明らかにした。

5.2.4 ア～ウの実施事項

各セクションにおける実証目標は下記の通り。

5.2.4.1 ア ユースケースに基づくローカル5G性能評価等

ア-1 医療施設環境下における到達電力等の変化の評価

今回実証した3つの課題解決システムにおいて、高島市民病院での利用を想定したロケーション下において、ローカル5Gネットワークを使用した技術的検証及び評価考察を実施した。

課題解決システム及び医療施設特有におけるサブ6GHz帯の電波伝搬特性上の減衰値を明らかにすることで、将来的に様々な医療施設においてローカル5Gエリア設計の参考及び指標値を導き出すことを目標とした。

ア-2 病棟間の電波干渉及び屋外漏洩の考察

医療施設内では、将来的に用途に応じて様々なアプリケーションが使用されることが推測される。これらの各アプリケーションが、同施設内及び敷地内等の近傍エリア間で電波干渉を及ぼすことが危惧されるため、本実証においても電波干渉影響と屋外漏洩電力に関して測定及び評価考察することで、システム設計の一助となることを目指した。

5.2.4.2 イ ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

イ-1 エリア設計シミュレーション（レイトレース法）と実際の電波伝搬

院内に敷設したローカル5Gネットワークにおいて、カバーエリアを成形するうえで、医療施設における本システムの課題を明らかにした。

専用ソフトウェア（レイトレース法）及び電波法関係審査基準にて規定される予定のカバーエリア及び調整対象区域の算出式に対し、本実験環境を用いた実測値と比較することで、シミュレーション手法と机上算出式の最適解を導くことに寄与することを目標とした。

既存の無線システムへの影響を最小限とするため、基地局からの送信電力は必要となるエリアをスポットでカバーできる程度とした。

イ-2 TDD非同期方式におけるUL/DL比率を変更した際のUL/DL通信速度の評価

アプリケーション毎にUL/DL伝送速度等の要求仕様が異なるため、各課題解決シ

システムにおいて UL/DL 比率を変更し、実利用への影響を評価した。あえて期待される設計値とは異なる TDD パターンをそれぞれ試験することで、課題解決システム毎に許容できる伝送速度及び遅延を明らかにし、本システムの課題や解決策検討に役立てた。

5.2.4.3 ウ その他ローカル 5G に関する技術実証

ウー1 構内に設置する 2 基地局間のセル間干渉の特性検証

将来的には、本課題解決システム以外にも、院内全域をカバーエリアとする用途（院内 PHS、タブレット等）が見込まれる。加えて一定以上の広さを持つ医療施設の場合は、当該敷地内に複数の基地局を配置しセルを分けてシステムが構築されると推定できる。

この構成における課題として、基地局セル間干渉影響が挙げられるため、当該実証ではセル間干渉影響の測定を実施し、許容できる干渉量を評価及び考察することで今後の医療機関におけるシステム構築手法の一助となることを目標とした。

5.3 ユースケースに基づくローカル5Gの性能評価等

5.3.1 アー1 医療施設環境下における到達電力等の変化の評価

5.3.1.1 対象とするユースケースの主要な計測指標毎の性能要件及び論拠の詳細

① 課題解決システムの品質検証

各課題解決システムにおける無線区間が影響するパラメータ（到達電力、伝送速度、遅延）を測定することで、当該システム毎に技術性能を考察評価した。

なお、複数の医療エリアで利用を想定しているシステムに関しては、エリア毎の遮蔽や外壁素材等の特性差が見込まれることから、利用する全エリアにおいてそれぞれ測定検証を実施することとした。

② 院内の遮蔽物による影響評価

医療施設特有の開閉式ドア（手術センター、X線室等）において、サブ6GHz帯の電波伝搬における減衰特性を確認した。

5.3.1.2 評価・検証項目

① 計測指標及びその妥当性

ア. 課題解決システムの品質検証

課題解決システム環境下において、到達電力（RSRP）及び伝送速度（PDSCH/PUSCH）、遅延時間（エンドツーエンドの区間）を、複数の測定地点において評価した。本実証は端末の静止時・移動時についての特性も比較した。

iperfを使用して最大伝送速度を測定することで、実際の院内環境における5Gシステムの性能を評価することができた。遅延時間については課題解決システムによるトラヒックと同時にPing計測することで、実環境における影響を考慮した遅延評価することができた。iperfを使用した際の到達電力とこれらの結果を比較することにより、今後の実利用にて到達電力から品質を予想することができた。

イ. 院内の遮蔽物による影響評価

下記の診療施設エリアにおいて、遮蔽物（ドア）が閉じている状態（NLOS）と遮蔽物（ドア）が開いている状態（LOS）において、それぞれの到達電力（RSRP）を確認し、各遮蔽物の減衰量を算出した。

院内での遮蔽物や人体による影響は、主に到達電力に顕れることが予想された。

5.3.1.3 アー 1 医療施設環境下における到達電力等の変化の評価

① 課題解決システムの品質検証

各課題解決システムにおける無線区間が影響するパラメータ（到達電力、伝送速度、遅延）を測定することで、当該システム毎に技術性能を考察評価した。

なお、複数の医療エリアで利用を想定しているシステムに関しては、エリア毎の遮蔽や外壁素材等の特性差が見込まれることから、利用する全エリアにおいてそれぞれ測定検証を実施した。

当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病 1F~3F、野戦病院（院外）
試験パターン	以下システムにおける到達電力の測定 ①手術センター映像伝送システム 実施場所：手術センター（2F） ②病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム 実施場所：入院病棟（3F）、野戦病院（院外） ③大腸内視鏡 AI 解析システム 実施場所：内視鏡センター ・基地局は高さ 2m、移動局は高さ 1.5m に配置し計測 ・測定地点では端末及び到達電力専用測定器の 2 種で計測 ※測定地点は別図の通り ※高さは床面（院外は地表面）からの高さ
無線機諸元	CF：4.80GHz BW：100MHz 送信電力：屋内 60mW、屋外 6mW
測定項目	到達電力（RSRP, dBm）、伝送速度（PDSCH/PUSCH, bps）、遅延時間（エンドツーエンド, ms） 測定時間：5 分/1 回 計測頻度：毎秒 測定値：平均値
測定ツール	端末ステータスログ、到達電力等の専用測定器（R&S TSMA6）、iperf トラヒック内容①②4K 映像伝送システム、③内視鏡システム
評価項目	各医療施設における到達電力 到達電力と伝送速度の性能対比

図表 5-16 アー 1 (1) 当該試験におけるシステム設計及び条件

※全実証（技術実証ア、イ、ウ共通）において使用する無線機（基地、移動）は全て可搬タイプのものであり、各検証場所への移動・設置を実施のうえ検証した。移動及び設置に要する時間は、1,2 時間程度だった。

② 手術センター映像伝送システム

項目	設定値
システム名称	①手術センター映像伝送システム
伝送方式	4K or FHD、30fps
システム要求仕様	伝送速度 上り：68Mbps (4K 32Mbps ×2 + FHD 4Mbps) 下り：要件なし 遅延時間 0.1sec
ローカル5Gネットワーク設計仕様	伝送速度 上り：70Mbps 下り：70Mbps (TDD DL/UL 比率 1:1) 遅延時間 0.01sec
端末台数	1台
使用端末	送信側：4Kカメラ、スマートグラス 受信側：4Kモニター、モバイル端末

図表 5-17 アー1 (1) ①システム設計概念

③ 病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム

項目	設定値
システム名称	②病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム
伝送方式	4K or FHD、30fps
システム要求仕様	伝送速度 上り：68Mbps (4K 32Mbps ×2 + FHD 4Mbps) 下り：要件なし 遅延時間 0.1sec
ローカル5Gネットワーク設計仕様	伝送速度 上り：70Mbps 下り：70Mbps (TDD DL/UL 比率 1:1) 遅延時間 0.01sec
端末台数	1台
使用端末	送信側：4Kカメラ、スマートフォン 受信側：4Kモニター、モバイル端末

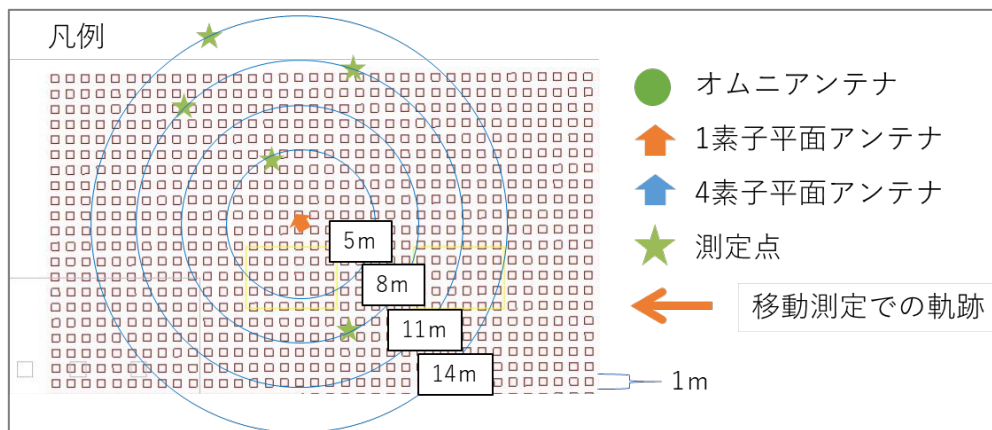
図表 5-18 アー1 (1) ②システム設計概念

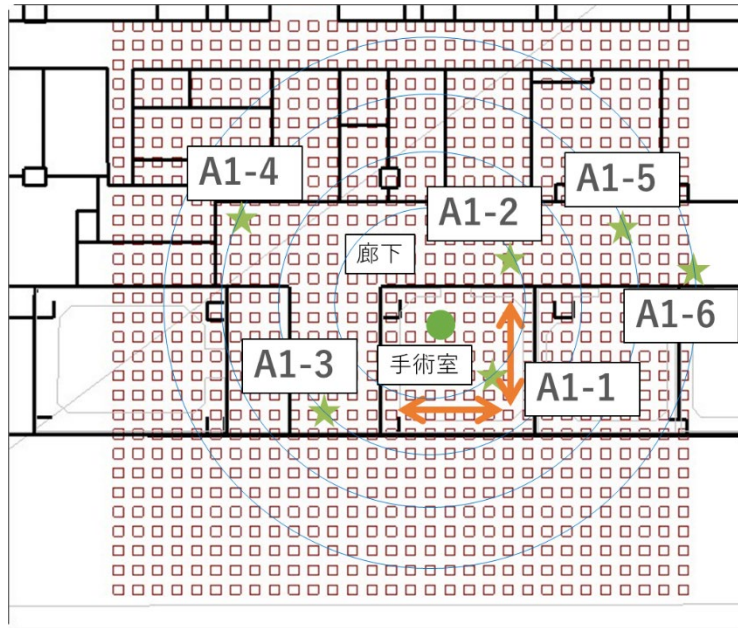
④ 大腸内視鏡 AI 解析システム

項目	設定値
システム名称	③大腸内視鏡 AI 解析システム
伝送方式	FHD、30fps
システム要求仕様	伝送速度 上り：12Mbps (FHD ×1) 下り：要件なし 遅延時間 0.5sec
ローカル 5G ネットワーク設計仕様	伝送速度 上り：70Mbps 下り：70Mbps (TDD DL/UL 比率 1:1) 遅延時間 0.01sec
端末台数	1 台
使用端末	送信側：大腸内視鏡 受信側：FHD モニタ

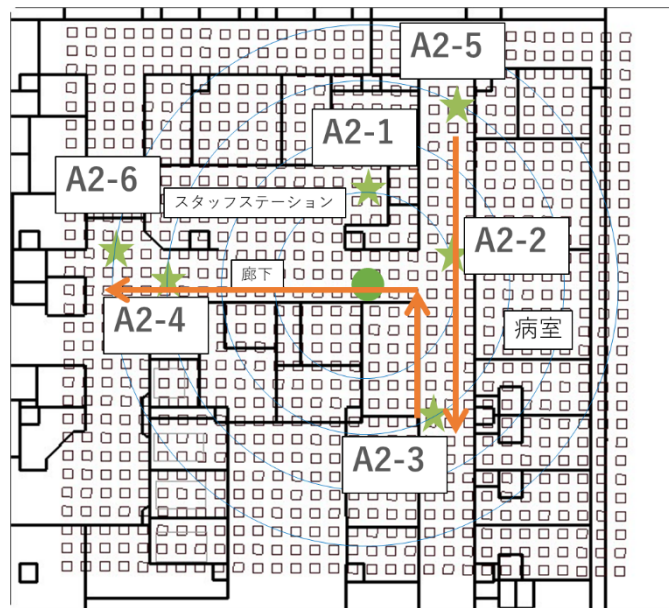
図表 5-19 アー1 (1) ③システム設計概念

測定地点

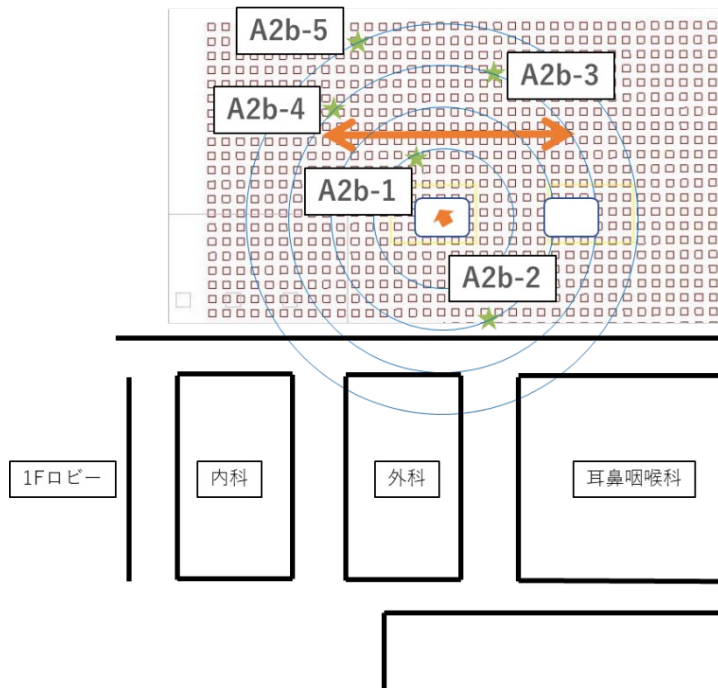




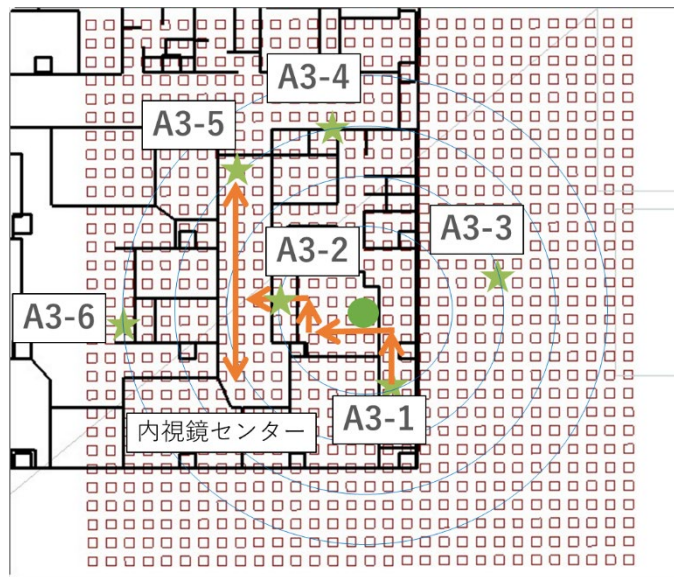
図表 5-20 アー1 (1) ①実証場所



図表 5-21 アー1 (1) -② 病棟 実証場所



図表 5-22 アー1 (1) -② 屋外 実証場所



図表 5-23 アー1 (1) ③実証場所

(2) 院内の遮蔽物による影響評価

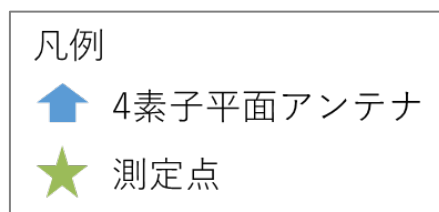
医療施設特有の開閉式ドア（手術センター、X線室等）において、サブ6GHz帯の電波伝搬における減衰特性を確認した。

当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

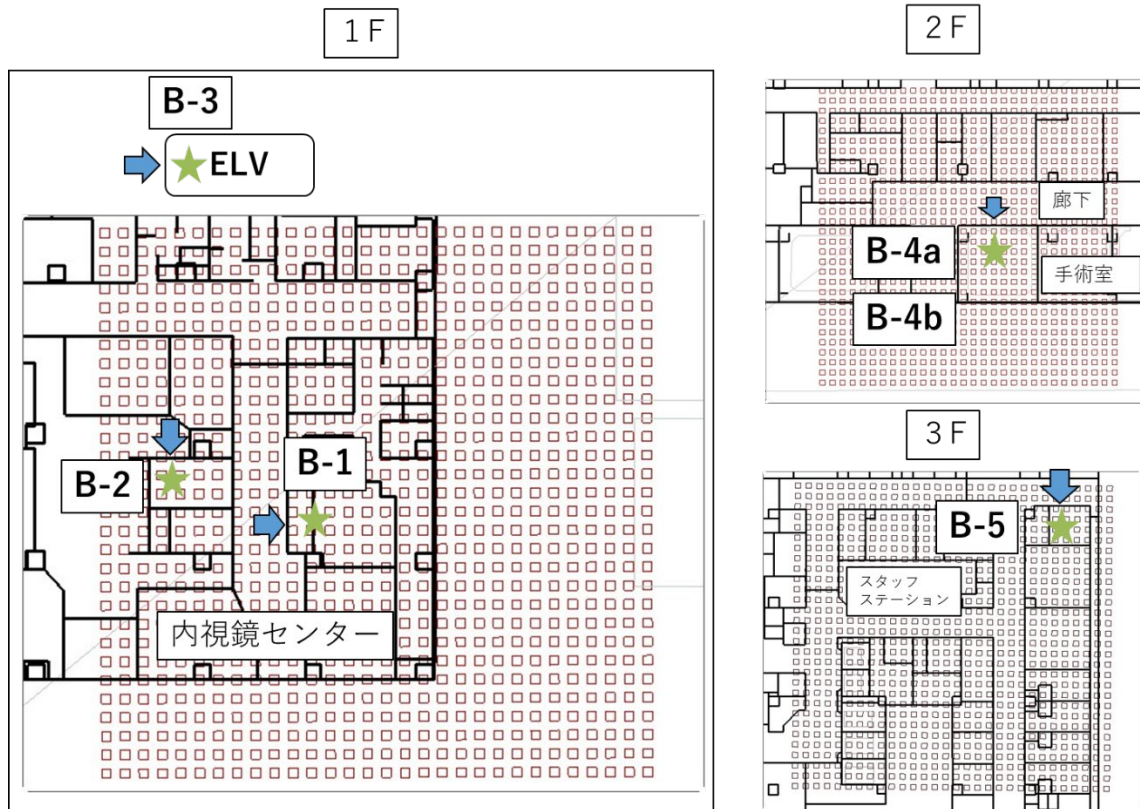
想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病 1F~3F 及び院外野戦病院
試験パターン	以下ポイントにおける到達電力の測定 基① 内視鏡センター（1F） 基② X線撮影室（1F） 基③ エレベーター（1F） 基④ 手術センター（2F） 基⑤ 入院病棟（3F） ・基地局は高さ2m、移動局は高さ1.5mに配置し計測した ※高さは床面（院外は地表面）からの高さ
無線機諸元	CF：4.80GHz BW：100MHz 送信電力：60mW
測定項目	RSRP（dBm） 測定時間：5分/1回 計測頻度：毎秒 測定値：平均値
測定ツール	到達電力等の専用測定器（R&S TSMA6） トラヒック内容①②内視鏡システム、③④⑤4K映像伝送システム
評価項目	距離及び遮蔽物に伴う受信電力の減衰特性

図表 5-24 アー1 (2) 当該試験におけるシステム設計及び条件

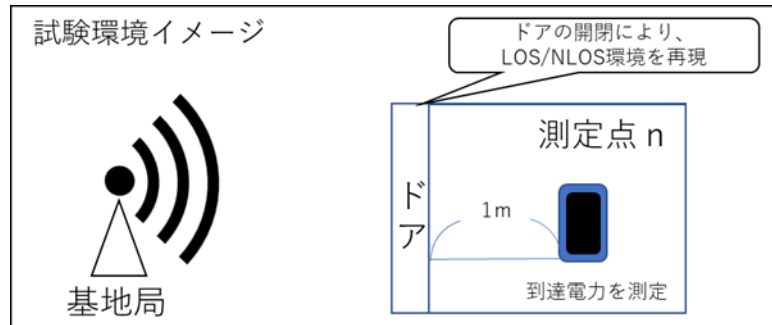
測定地点



手術センターではドアの小窓越し（B-4a）及びドアの小窓を避けたとき（B-4b）にて測定した。



図表 5-25 アー1 (2) 1F 図面



図表 5-26 アー1 (2) 試験環境イメージ

①～⑤の箇所において、ドアを開いた状態及び閉じた状態において、専用測定器を使用し到達電力を測定し、当該遮蔽ドアにおける減衰量を測定した。

⑤ 詳細の前提条件（送信電力、測定地点等）

(1) 課題解決システムの品質検証

課題解決システム毎に、基地局—端末—課題解決システムを接続し、実利用を想定したローカル5G ネットワークを構築した。実際に使用するトラフィックを流した状況下において、伝送速度（PDSCH/PUSCH）と遅延時間（エンドツーエンドの区間）を測定した。

並行し到達電力（RSRP）を測定することで、到達電力と伝送速度の関連性を明らか

にした。これらの測定は静止時・移動時においてそれぞれ検証した。

なお、課題解決システムの複数の使用シーンを想定し、考えられる端末配置について複数の地点において実証することで、到達電力と伝送速度のサンプル数を増やし評価した。

(2) 院内の遮蔽物による影響評価

エリアにおける各遮蔽物（ドア）を開閉し、専用測定器を用いて到達電力を測定することで、当該遮蔽物の減衰量を明らかにした。

なお、可能な限り、無人空間における検証と有人（一般的な医療施設内の人の往来）空間を模擬し、それぞれの結果を比較した。

無人空間は純粋な減衰量の評価指標とし、有人空間は医療施設内における平均減衰量の指標とした。

本結果及び技術実証イー1の結果を用いて、医療機関における標準的な伝搬減衰量の指標値を導くことを目標とした。

⑥ 類似の調査

3GPP ITU TR38.901 において、各材質における周波数 4.8GHz での減衰量は下記の通り。

材質	減衰(dB)
複層ガラス	2.96
赤外反射ガラス	24.44
コンクリート	24.20
木材	5.43

図表 5-27 3GPP TR38.901 に基づく各材質における減衰量

⑦ 結果

(1) 課題解決システムの品質検証

検証場所	測定地点 No	離隔距離	遮蔽	RSRP	PUSCH	PDSCH	遅延時間
手術センター	A1-1	5	LOS	-76.4	68.4	61.2	8.0
手術センター	A1-2	5	金属 部屋仕切り壁 1枚	-104.0	-	-	-
手術センター	A1-3	8	金属 部屋仕切り壁 1枚	-123.3	-	-	-
手術センター	A1-4	11	金属 部屋仕切り壁 1枚	-123.5	-	-	-
手術センター	A1-5	11	金属 部屋仕切り壁 1枚	-119.8	-	-	-
手術センター	A1-6	14	金属 部屋仕切り壁 1枚	-119.7	-	-	-
手術センター	A1-move	-	-	-81.5	47.1	52.1	8.0
入院病棟	A2-1	5	曲がり角	-97.5	14.8	25.5	7.0
入院病棟	A2-2	5	LOS	-81.4	69.9	61.2	7.0
入院病棟	A2-3	8	曲がり角	-98.8	68.3	61.1	7.0
入院病棟	A2-4	11	LOS	-90.8	69.1	61.2	7.0
入院病棟	A2-5	11	曲がり角	-102.6	66.9	60.8	7.0
入院病棟	A2-6	14	LOS	-89.1	64.5	60.0	9.0
入院病棟	A2-move	-	-	-89.7	49.4	50.9	8.0
野戦病院(屋外)	A2b-1	5	テント幕 1枚	-94.3	69.1	61.0	8.0
野戦病院(屋外)	A2b-2	8	テント幕 1枚	-110.0	16.3	53.1	8.0
野戦病院(屋外)	A2b-3	11	テント幕 1枚	-104.1	69.5	60.5	9.0
野戦病院(屋外)	A2b-4	11	テント幕 1枚	-104.2	69.7	60.9	8.0
野戦病院(屋外)	A2b-5	14	テント幕 1枚	-106.2	69.1	61.0	9.0
野戦病院(屋外)	A2b-move	-	-	-102.3	60.6	58.2	9.0
内視鏡センター	A3-1	5	曲がり角	-91.3	67.2	61.1	7.0
内視鏡センター	A3-2	5	LOS	-79.8	69.3	61.2	7.0
内視鏡センター	A3-3	8	窓ガラス 1枚	-92.2	69.9	61.2	7.0
内視鏡センター	A3-4	11	金属 扉 1枚	-99.9	-	-	-
内視鏡センター	A3-5	11	金属 扉 1枚	-107.5	-	-	-
内視鏡センター	A3-6	14	金属 扉 2枚	-108.2	-	-	-
内視鏡センター	A3-move	-	-	-89.2	52.5	45.9	7.0

図表 5-28 測定結果

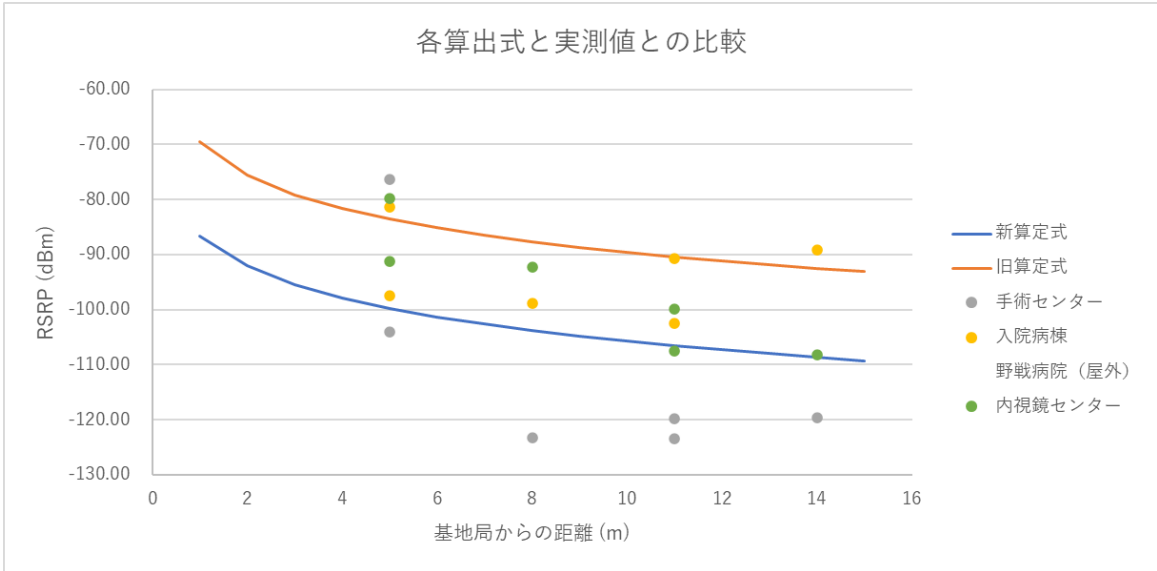
※ハイフン (-) は測定不能を示す。

検証場所	測定地点 No	離隔距離 (m)	RSRP (dBm)	新算出式値 (※1) (dBm)	新算出式差分 (dB)	旧算出式値 (※2) (dBm)	旧算出式差分 (dB)
手術センター	A1-1	5	-76.4	-99.78	23.38	-83.58	7.18
入院病棟	A2-2	5	-81.4	-99.78	18.41	-83.58	2.21
入院病棟	A2-4	11	-90.8	-106.59	15.79	-90.43	-0.37
入院病棟	A2-6	14	-89.1	-108.68	19.58	-92.52	3.42
内視鏡センター	A3-2	5	-79.8	-99.78	20.00	-83.58	3.80

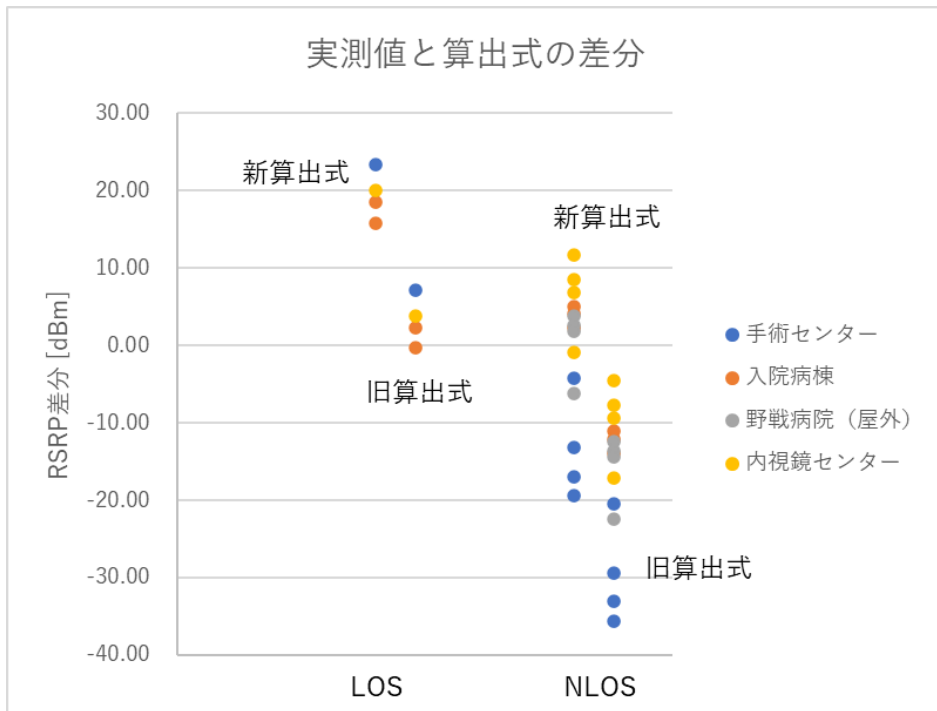
図表 5-29 遮蔽物無し時の RSRP と各机上計算式との比較

検証場所	測定地点 No	離隔距離	RSRP (dBm)	新算出式値 (※1) (dBm)	新算出式差分 (dB)	旧算出式値 (※2) (dBm)	旧算出式差分 (dB)
手術センター	A1-2	5	-104.0	-99.78	-4.22	-83.58	-20.42
手術センター	A1-3	8	-123.3	-103.83	-19.47	-87.66	-35.64
手術センター	A1-4	11	-123.5	-106.59	-16.91	-90.43	-33.07
手術センター	A1-5	11	-119.8	-106.59	-13.21	-90.43	-29.37
手術センター	A1-6	14	-119.7	-108.68	-11.02	-92.52	-27.18
入院病棟	A2-1	5	-97.5	-99.78	2.28	-83.58	-13.92
入院病棟	A2-3	8	-98.8	-103.83	5.04	-87.66	-11.13
入院病棟	A2-5	11	-102.6	-106.59	4.02	-90.43	-12.14
野戦病院 (屋外)	A2b-1	5	-94.3	-98.12	3.78	-81.92	-12.42
野戦病院 (屋外)	A2b-2	8	-110.0	-103.83	-6.20	-87.66	-22.37
野戦病院 (屋外)	A2b-3	11	-104.1	-106.59	2.53	-90.43	-13.64
野戦病院 (屋外)	A2b-4	11	-104.2	-105.96	1.75	-89.79	-14.41
野戦病院 (屋外)	A2b-5	14	-106.2	-108.68	2.46	-92.52	-13.70
内視鏡センター	A3-1	5	-91.3	-99.78	8.50	-83.58	-7.70
内視鏡センター	A3-3	8	-92.2	-103.83	11.59	-87.66	-4.58
内視鏡センター	A3-4	11	-99.9	-106.59	6.74	-90.43	-9.42
内視鏡センター	A3-5	11	-107.5	-106.59	-0.94	-90.43	-17.10
内視鏡センター	A3-6	14	-108.2	-108.68	0.49	-92.52	-15.67

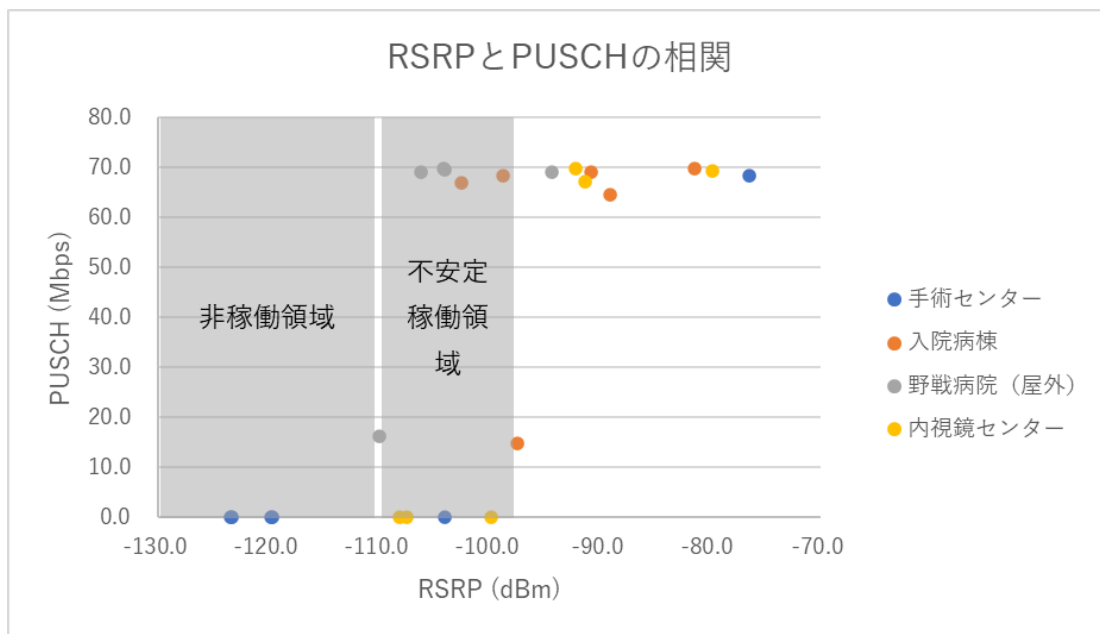
図表 5-30 遮蔽物有り時の RSRP と各机上計算式との比較



図表 5-31 新旧算定式値と実測値との比較



図表 5-32 実測値と新旧算定値との差分



図表 5-33 RSRP 対 PUSCH 比較グラフ

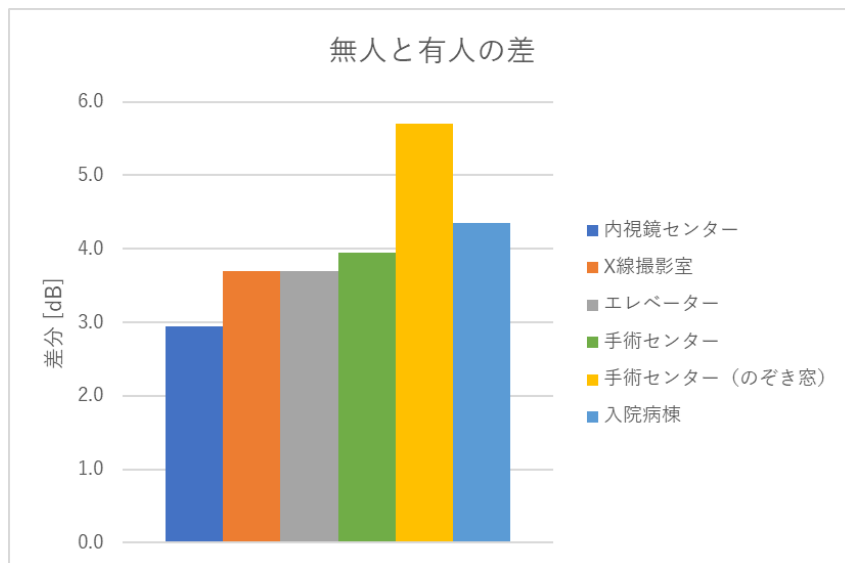
(2) 院内の遮蔽物による影響評価

検証場所	厚さ	遮蔽素材	Open 時 RSRP (LOS) (dBm)		Close 時 RSRP (NLOS) (dBm)	
			無人	有人	無人	有人
内視鏡センター	33mm	軽量鋼製ハンガー戸	-76.3	-79.3	-107.5	-106.4
X線撮影室	41mm	ステンレス 1.6mm 鉛 t2.0 当量	-72.0	-79.3	-99.1	-99.2
エレベーター	135mm	カゴ 化粧鋼板 乗場 化粧鋼板	-69.8	-71.4	-114.0	-119.8
手術センター	40mm	ステンレス 鉛 2.0mm	-66.8	-70.5	-102.2	-106.4
手術センター (のぞき窓)		のぞき窓	-67.7	-74.2	-86.2	-91.1
入院病棟	33mm	軽量鋼製ハンガー戸 (30cm のステンレス巾木)	-62.8	-68.8	-86.8	-89.5

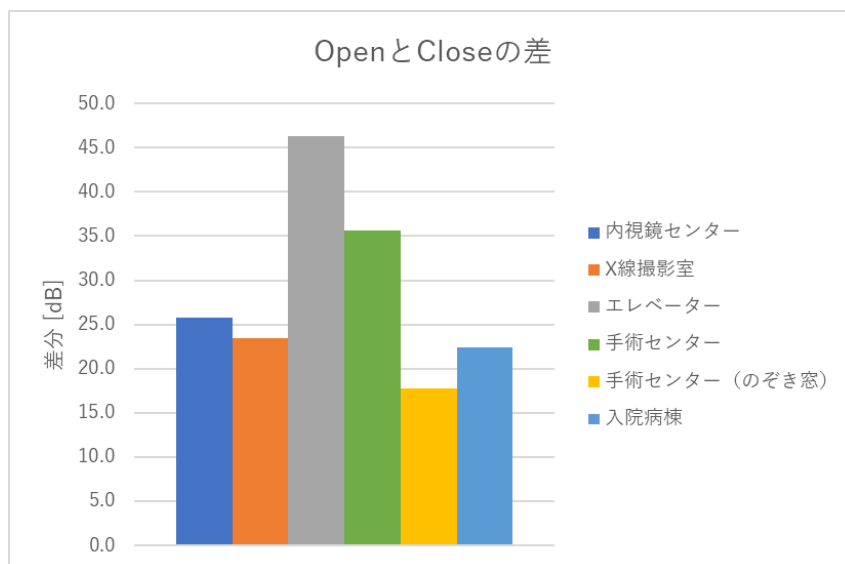
図表 5-34 開閉式ドア RSRP 測定結果表

検証場所	厚さ	遮蔽素材	有人、無人での 差分 (dB)	Open, Close での 差分 (dB)
内視鏡センター	33mm	軽量鋼製ハンガー戸	3.0	31.2
X線撮影室	41mm	ステンレス 1.6mm 鉛 t2.0 当量	7.3	27.1
エレベーター	135mm	カゴ 化粧鋼板 乗場 化粧鋼板	1.6	44.2
手術センター	40mm	ステンレス 鉛 2.0mm	4.0	35.7
手術センター (のぞき窓)		のぞき窓	6.5	18.5
入院病棟	33mm	軽量鋼製ハンガー戸 (30cm のステンレス巾木)	6.0	24.0

図表 5-35 開閉式ドア 差分表



図表 5-36 有人、無人での差分



図表 5-37 Open, Close での差分

5.3.1.4 考察

ア-1 (1)

院内環境の場合、各診察室/検査室/待合エリア等が多岐にわたり、一般的なビル内構造と比べると仕切り遮蔽物が比較的多いため、NLOS 環境下では減衰差分が生じたと考えられる。一方で LOS 環境では各面からの反射波等により、今回測定された減衰差分が生じたと考えられる。

なお、院内構成上、環境状況によって差分が生まれることは推測されるが、今後ローカル 5G (サブ 6GHz 帯) を同様の病院等のロケーションで構築する場合、LOS 環境の伝搬損失には下記式を参照することが望ましいと考えられる。

算出式	
遮蔽物無し時	旧算出式
遮蔽物有り時	新算出式（拡張秦式）

図表 5-38 近似される算出式

遮蔽物無し時において机上計算値と比較したところ旧算出式がより近い値であった。遮蔽物有り時においては手術センターにおいては実測値の方が 10dB 以上の低い値となったが、それ以外のケースにおいては新算出式（拡張秦式）が近い値であった。加えて院内⇒院外におけるカバーエリアは、本実証ア-2 の考察より約 3~40dB を加えて計算することが妥当であった。

しかしながら、遮蔽物量によって適正な R 値が変わるため、遮蔽物数等の細かな計算に対応したエリア設計シミュレーションソフト等の活用が望ましいと思われる。

また、4.8-4.9GHz 帯での EIRP 上限値は 48dBm/MHz 以下であるため、本検証に使用した無線機 (-0.2dBm/MHz) よりも EIRP 値が大きい製品が今後展開されると考えられる。カバーエリアが広域となった場合、離隔距離が広がるにつれて、本検証結果の適合性は乖離することが想定されるため、今後は別途広いエリアを想定した検証が期待される。

各地点における課題解決システムの動作については、下記のア-1 及びイ-2 の結果に記載の通り。これらの結果より、各課題解決システムを使用するにあたり、RSRP-90 dB 以上が必要であることが明らかとなった。

ア-1 (2)

院内環境において想定される遮蔽素材による減衰値を実証した。各遮蔽素材に関する考察は下記の通り。

①内視鏡センター 軽量鋼製ハンガー戸

減衰値は約 30dB であった。当該遮蔽が使用されるエリアでは、見通し環境に基地局を設置することが望ましいと考えられる。

②X 線撮影室 ステンレスドア

減衰値は約 20dB であった。院内環境では、主に検査室（X 線撮影室、CT 検査、MR 検査等）で使用される遮蔽であり、当該エリアでは室外から医療従事者が観察するための窓（鉛シート付）が設置されているため、ドア以外からの電波の侵入があると考えられる。当該エリアではガラスによる損失 3dB を考慮したエリア設計を行うことが望ましいと考えられる。

③エレベーター 金属ドア (2重)

減衰値は約 45dB であった。エレベーターの中ではローカル 5G システムへの接続は困難であることが判明した。

④手術センター 金属ドア

減衰値は約 30dB であった。ただし、ドアに小さなのぞき窓がついており、そこからの電波の侵入があると考えられる。当該遮蔽が使用されるエリアでは、見通し環境に基地局を設置することが望ましいと考えられる。

⑤入院病棟 軽量鋼製ハンガー戸

①同様、減衰値は約 30dB であった。当該遮蔽が使用されるエリアでは見通し環境に基地局を設置することが望ましいと考えられる。

これらの結果をふまえ、以下の見解で基地局のカバーエリアを設計することが望ましいことが判明した。

- ・ X 線撮影室等の金属ドア自体は電波減衰値が大きいものの、窓が設置されている部屋であれば基地局のカバーエリアは比較的広い範囲で形成できると考えられる。

- ・ 手術センター内での利用に関してはのぞき窓からの電波の侵入があるものの、用途の重要性を鑑みると当該エリア専用の基地局が必要であると考えられる。

5.3.1.5 技術的課題の解決方策

院内のほとんどのエリアで見られる軽量鋼製ハンガー戸は、診察室や病室など多くの部屋で使用され、減衰値も比較的大きい。そのため 1 台の基地局で複数のエリアをカバーするためには 30dB 程度の計算補正が必要になると考えられる。一方で、後述する DAS システム*11を使用し各エリア内に基地局を設置することで、基地局一台当たりの送信電力を抑えることで院外への漏洩を最小限にとどめることが期待できる。

また、本検証結果に加えて、ウー1 における隣接セル間の干渉影響の検証結果をふまえ総合的な評価を実施しており、当該結果については「図表 5-93 屋内結果 ポイントごとの RSRP」に記載した。

5.3.1.6 更なる技術的課題等

当試験では、課題解決システムを使用する必要最小限のエリアをスポットでカバーし評価を行った。この場合基地局から端末までの到達経路は限られてくるが、送信電力を大きくして広範なエリアをカバーする場合には、院内の複雑な構造により複数の経路からの電波の到達があると考えられる。例えば、患者通路では最も経路が広く遮蔽も少ないが、医療スタッフ用の通路や扉のない処置室を経由した電波の影響も小さくない。今後院内全体をカバーするようなエリア設計を行う場合には、このような伝搬経路に留意することで、効率的に基地局を配備することができると想定される。

*11 基地局から届く電波を光ケーブルによって分配することで通信できるエリアを拡張するシステム

5.3.2 アー２ 病棟間の電波干渉及び屋外漏洩の考察

5.3.2.1 ユースケースに基づく性能要件

① 対象とするユースケースの主要な計測指標毎の性能要件及び論拠の詳細

ア. 病棟間の電波干渉

院内の各病棟に複数の基地局が設置されることを想定し、これら病棟間でのローカル5G電波が双方のエリアカバレッジに及ぼす干渉影響を評価した。

イ. 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉

院内の各病棟に複数の基地局が設置されることを想定し、上下フロア間及び病棟－院外間でのローカル5G電波が双方のエリアカバレッジに及ぼす干渉影響を評価した。

5.3.2.2 評価・検証項目

① 計測指標及びその妥当性

ア. 病棟間の電波干渉

本棟及び健診棟においてローカル5Gシステムを動作させ、干渉影響の有無を確認した。取得ステータスは到達電力(RSRP)及び信号対雑音比(SN比)を、専用測定器を用いて測定した。

基地局間の干渉影響を、信号対雑音比(SN比)を使用して評価した。その際の被干渉側の到達電力が十分であることを測定した。

イ. 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉

課題実証シナリオにおける、病棟・診察エリアを跨ぐ3つのパターンにおいて、課題解決システムを動作させ、干渉影響の有無を確認した。取得ステータスは到達電力(RSRP)及び信号対雑音比(SN比)を、専用測定器を用いて測定した。

基地局間の干渉影響を、信号対雑音比(SN比)を使用して評価した。その際の被干渉側の到達電力が十分であることを測定した。

ウ. 屋外への電波漏洩

同一緯度経度となる院内地点において、外壁を通じて院外(地表高1.5m)に漏洩する電力(RSRP)を測定した。

また、近傍窓ガラスにおいて、開閉時それぞれの漏洩電力も測定した。

屋内に基地局を設置した場合に屋外に漏洩する電力(RSRP)を測定することにより、ローカル5Gエリアが隣接した場合の影響を予測できる。人が活動する建屋であるこ

とから窓の開閉及び壁面からの漏洩を測定した。

② 計測の仕様（測定地点、計測頻度、単位等）

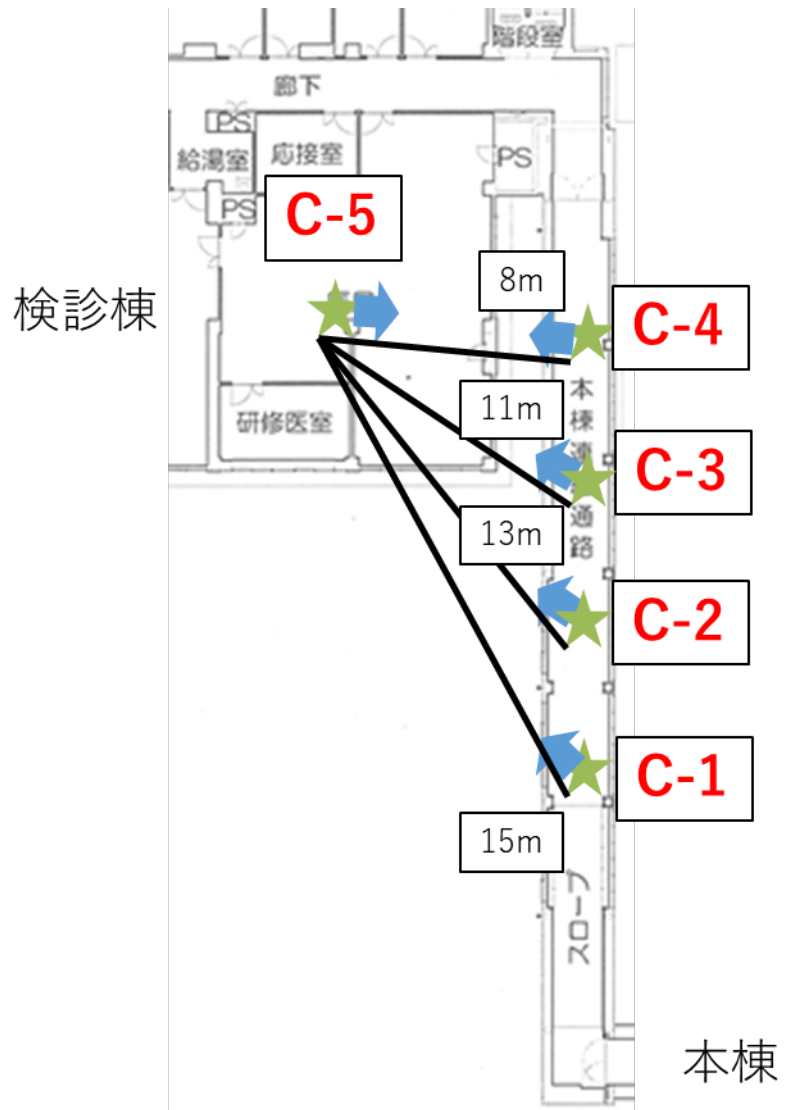
ア. 病棟間の電波干渉

院内の各病棟に複数の基地局が設置されることを想定し、これら病棟間でのローカル 5G 電波が双方のエリアカバレッジに及ぼす干渉影響を評価した。

当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病 2F、健診棟
試験パターン	それぞれ異なる病棟に設置された 2 システム間の干渉影響を測定 iperf (本棟 2F 北西) iperf (健診棟医局) ・ 基地局は高さ 2m、移動局は高さ 1.5m に配置 ※高さは床面 (院外は地表面) からの高さ ※2 つの基地局が双方向で与被干渉の試験を実施 ※与干渉側はトラフィック量がワーストケースとなるよう iperf を使用
無線機諸元	CF : 4.80GHz BW : 100MHz 送信電力 : 検診棟 60mW、本棟 6mW
測定項目	到達電力 (RSRP, dBm)、信号対干渉雑音比 (SI 比, dB)、伝送速度 (PDSCH/PUSCH, bps)、遅延時間 (エンドツーエンド, ms) 測定時間 : 5 分/3 回 計測頻度 : 毎秒 測定値 : 平均値
測定ツール	端末ステータスログ、到達電力等の専用測定器 (R&S TSMA6) トラフィック内容 : iperf
評価項目	SI 比 課題解決システムへの影響

図表 5-39 アー2 (1) システム設計及び条件



図表 5-40 アー2 (1) 図面

イ. 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉

院内の各病棟に複数の基地局が設置されることを想定し、上下フロア間及び病棟－院外間でのローカル5G電波が双方のエリアカバレッジに及ぼす干渉影響を評価した。

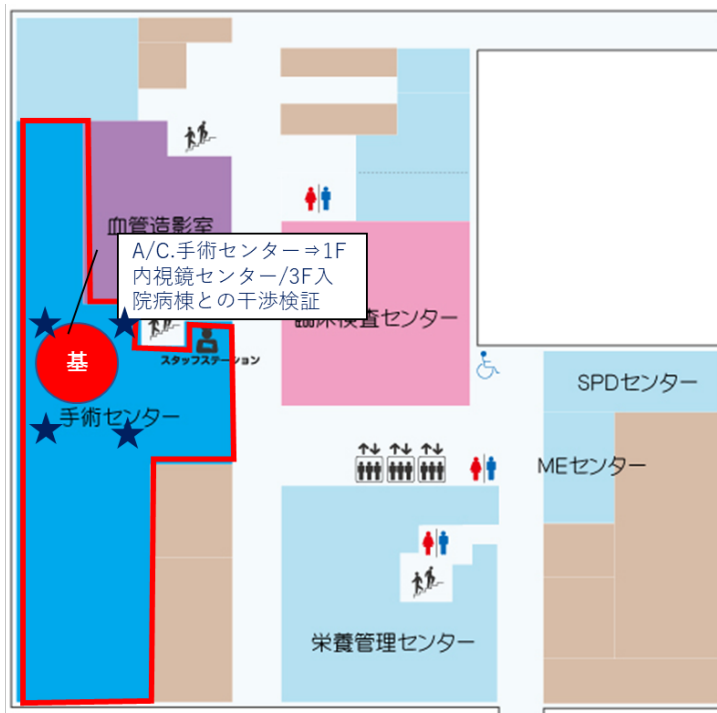
当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病 1F~3F、院外
試験パターン	<p>2システム間の干渉影響を以下3つの組み合わせで測定</p> <p>A 大腸内視鏡 AI 解析システム (1F 内視鏡センター) 手術センター映像伝送システム (2F 手術センター)</p> <p>B 病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム (1F 外科及び院外野戦病院間)</p> <p>C 手術センター映像伝送システム (2F 手術センター) 病棟・院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム (3F 入院病棟)</p> <p>・基地局は高さ 2m、移動局は高さ 1.5m に配置 ※高さは床面 (院外は地表面) からの高さ ※2つの基地局が双方向で与被干渉の試験を実施 ※与干渉側はトラヒック量がワーストケースとなるよう iperf を使用</p>
無線機諸元	<p>CF : 4.80GHz BW : 100MHz 送信電力 : 屋内 60mW、屋外 6mW</p>
測定項目	<p>到達電力 (RSRP, dBm)、信号対雑音比 (SN 比, dB)、伝送速度 (PDSCH/PUSCH, bps)、遅延時間 (エンドツーエンド, ms)</p> <p>測定時間 : 5分/3回 計測頻度 : 毎秒 測定値 : 平均値</p>
測定ツール	<p>端末ステータスログ、到達電力等の専用測定器 (R&S TSMA6)、iperf トラヒック内容 A: 4K 映像伝送システム+内視鏡システム B,C: 4K 映像伝送システム</p>
評価項目	<p>SI 比 課題解決システムへの影響</p>

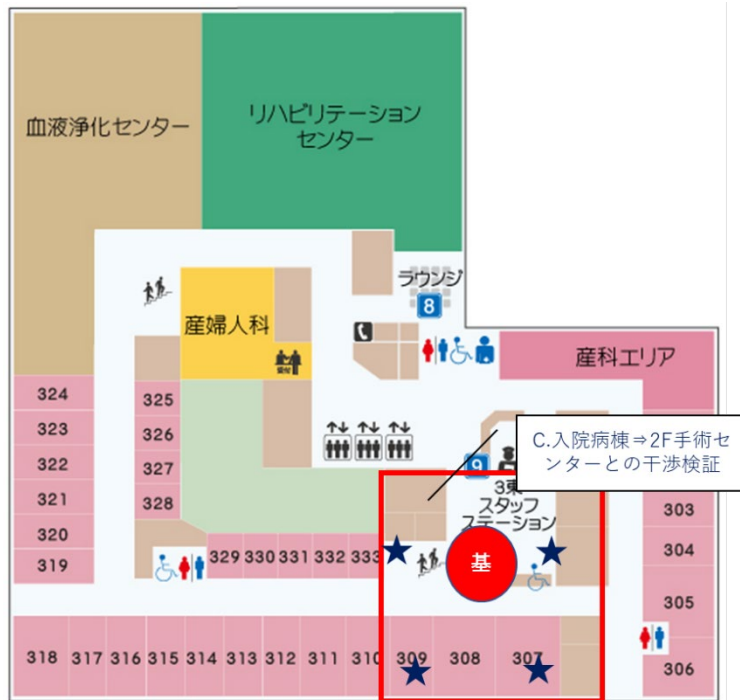
図表 5-41 アー2 (2) システム設計及び条件



図表 5-42 アー2 (2) 1F 図面



図表 5-43 アー2 (2) 2F 図面



図表 5-44 アー2 (3) 3F 図面

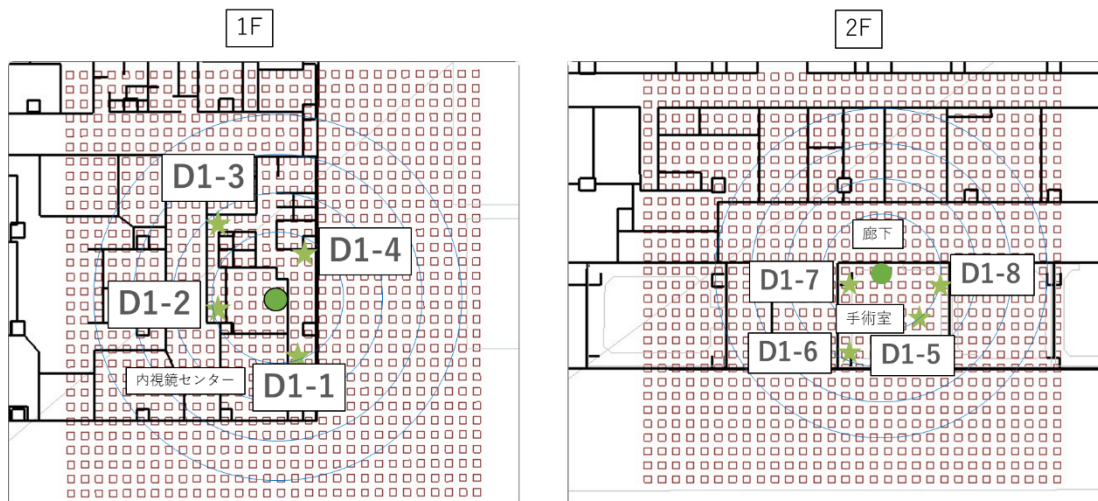
下図の測定地点詳細については下記の通り。

1つのマスは1mを示す。

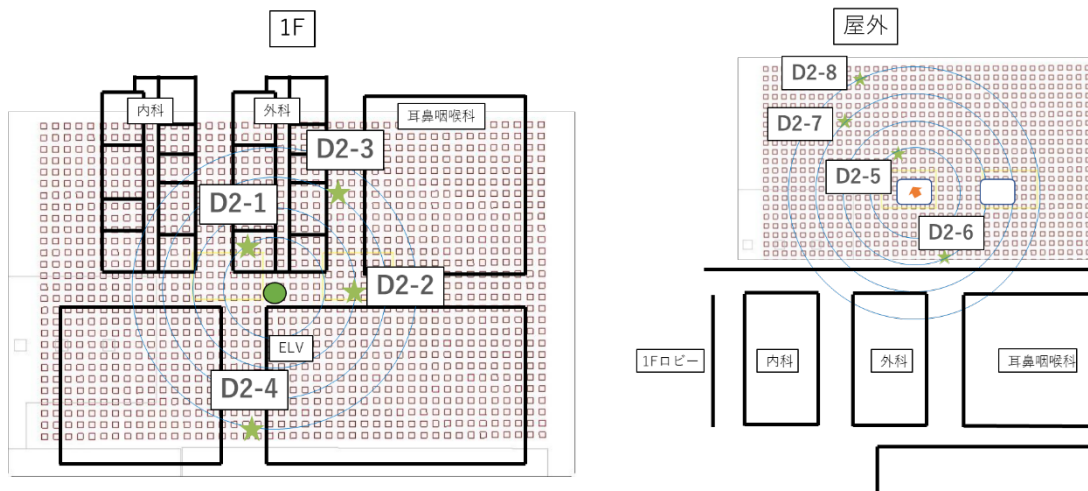
同心円は内側から5m,8m,11m,14mの距離を示す。

同心円の中心のマークはオムニアンテナを示す。橙色の矢印は1素子平面アンテナ及びその方向を示す。

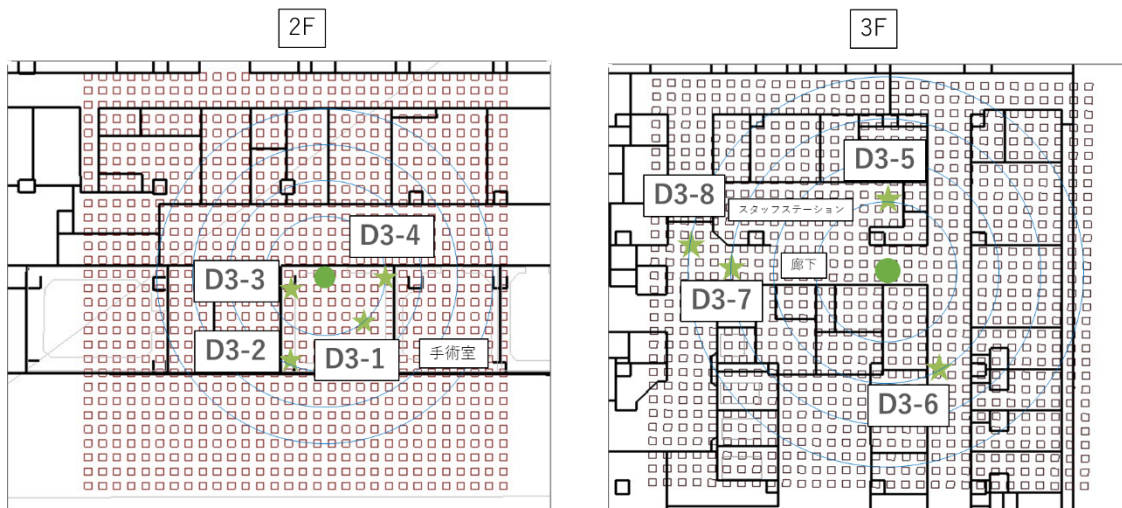
星マークは測定地点を示す。



図表 5-45 アー2 (2) -① 1F 大腸内視鏡-2F 手術センターの干渉



図表 5-46 アー2 (2) -② 1F 皮膚科-1F 屋外の干渉



図表 5-47 アー2 (2) -③ 2F 手術センター-3F 病棟の干渉

ウ. 屋外への電波漏洩

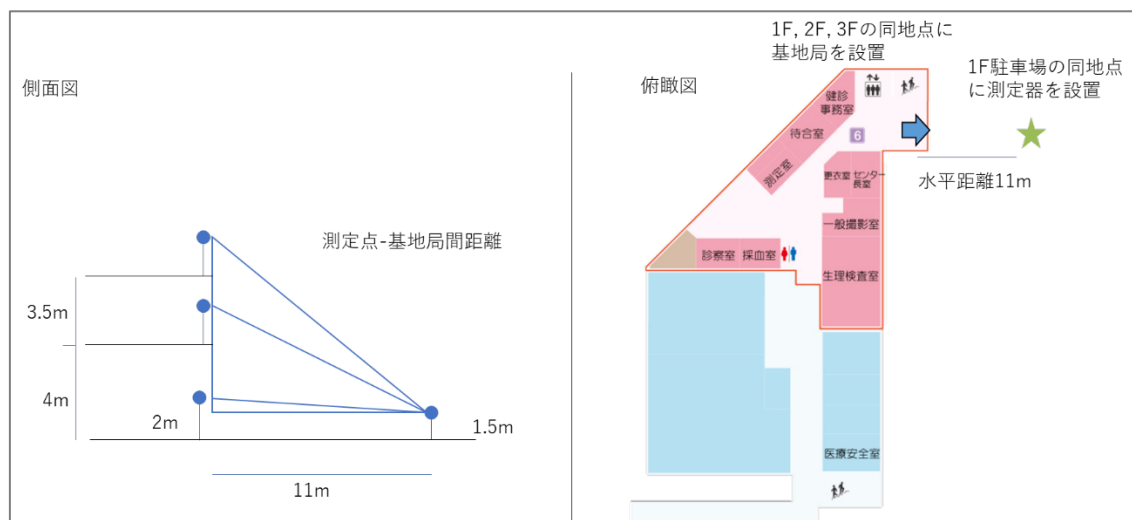
院内に設置したローカル5Gシステムが、院外に漏洩する電波を測定し、屋内→屋外における減衰量を測定した。

本測定においては、外壁（コンクリート）、窓（開閉2パターン）について検証した。

当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病 1F~3F、院外
試験パターン	以下3ポイントにおける院外への漏洩電力の測定 基① 精神科 (1F) 基② 栄養管理センター (2F) 基③ 入院病棟 (3F) 基地局は高さ2m、移動局は高さ1.5mに配置し計測した ※高さは床面（院外は地表面）からの高さ
無線機諸元	CF：4.80GHz BW：100MHz 送信電力：60mW
測定項目	到達電力（RSRP, dBm） 測定時間：5分/1回 計測頻度：毎秒 測定値：平均値
測定ツール	到達電力等の専用測定器（R&S TSMA6） トラフィック内容 iperf
評価項目	院外への漏洩電力 外壁、窓（開閉時）の減衰量

図表 5-48 アー2 (3) システム設計及び条件



図表 5-49 アー2 (3) 図面

5.3.2.3 詳細の前提条件（送信電力、測定地点等）

① 病棟間の電波干渉

病棟間の干渉影響の有無を確認し、到達電力（RSRP）及び信号対干渉雑音比（SI 比）を取得することで、非同期の院内ローカル 5G システムの電波干渉に関する指標と具体的課題を明らかにした。

② 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉

A～Cの 3 シナリオにおいて、上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉の有無を確認し、到達電力（RSRP）及び信号対干渉雑音比（SI 比）を取得することで、非同期の院内ローカル 5G システムの電波干渉に関する指標と具体的課題を明らかにした。

なお、課題解決システムの複数の使用シーンを想定し、考えられる端末配置について複数の地点において実証することで、干渉影響のサンプル数を増やし評価した。

③ 屋外への電波漏洩

同一緯度経度となる院内地点において、1F/2F/3F の高さが異なる 3 点それぞれの院外へ漏洩する電力を測定し評価した。

また、外壁透過（NLOS）と窓ガラスの開閉時（LOS）においてそれぞれ測定することで、外壁及び窓ガラスの透過損失値を明らかにした。

本検証結果は、「イー1 エリア設計シミュレーション（レイトレース法）と実際の電波伝搬」における検証結果とを総合的に評価することで、院内エリア設計指標及び院外への漏洩電力の指標を導くことを目標とした。

④ 類似の調査

ア－1 と同様、3GPP ITU TR38.901 を参考とした。

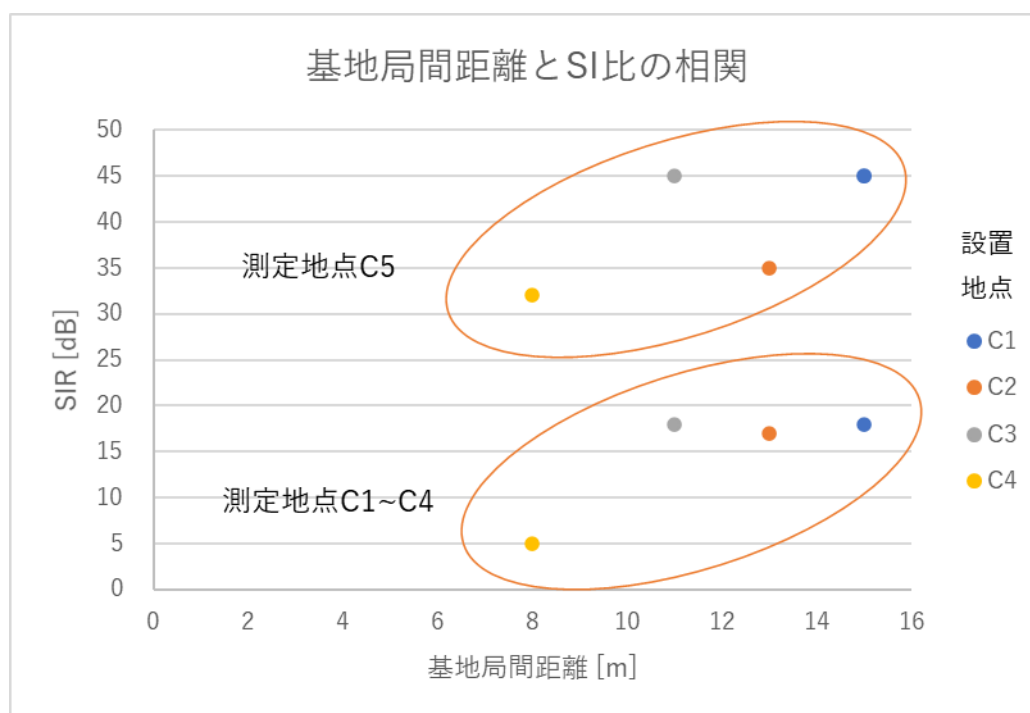
⑤ 性能評価結果

ア. 病棟間の電波干渉

ケース	基地局間の距離 (m)	測定地点	本棟渡り廊下側基地局 RSRP (dB)	C5 基地局 RSRP (dB)	SIR (dB)	信号雑音比 (dB)	PUS CH	PDS CH	遅延時間	欠損率 %
C1	15	C1	-94.3	-113.6	18	45	69.9	60.1	8	0
		C-5	-131.3	-88.5	45	54	-	-	-	-
C2	13	C2	-96.1	-122.3	17	38	49.1	60.7	8	4
		C-5	-141.4	-87.1	35	43	-	-	-	-
C3	11	C3	-96.2	-114.5	18	38	69.1	59.8	8	0
		C-5	-137.1	-87.9	45	54	-	-	-	-
C4	8	C4	-95.8	-100.7	5	38	0.014	19.9	8	28
		C-5	-129.9	-87.3	32	43	-	-	-	-

※ 「- (ハイフン)」は測定なしを示す。

図表 5-50 病棟の電波干渉測定結果



図表 5-51 基地局間距離と SI 比の相関

イ. 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉

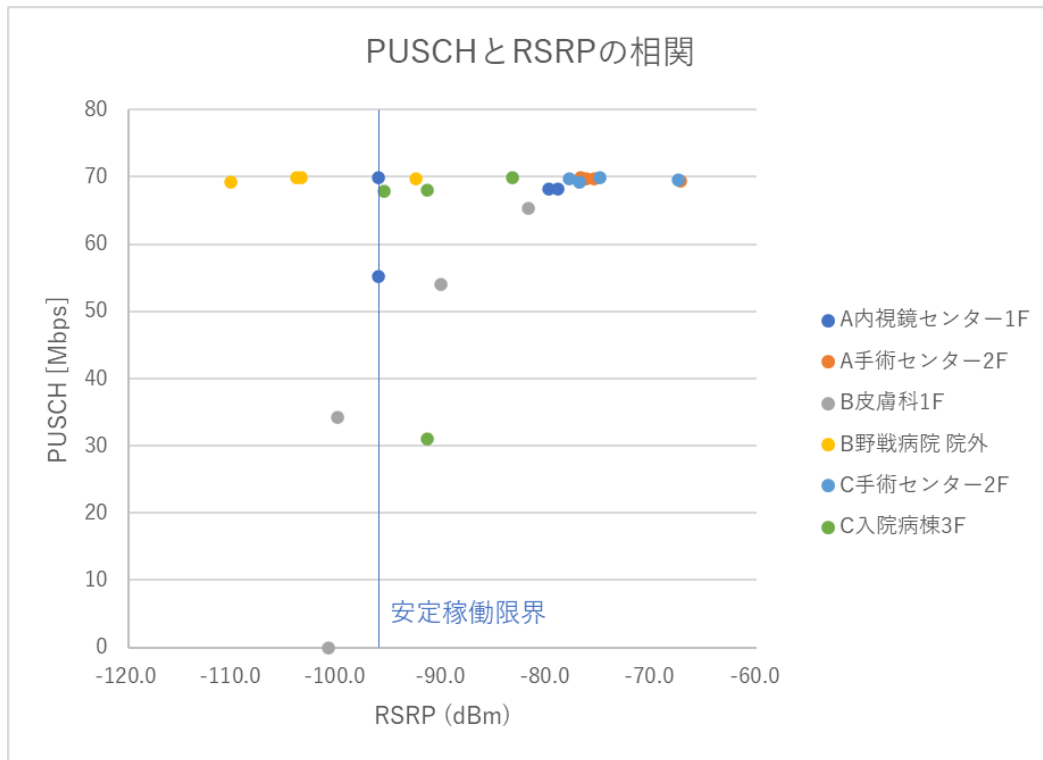
被干渉システム設置 フロア	与干渉システム設置 フロア	測定地 点 No	測定地点 - 被干渉 局間距離 (m)	測定地点 - 与干渉 局間距離 (m)	被干渉局 RSRP (dBm)
A 内視鏡センター1F	手術センター2F	D1-1	4.4	19.6	-96.1
A 内視鏡センター1F	手術センター2F	D1-2	4.5	13.6	-79.8
A 内視鏡センター1F	手術センター2F	D1-3	7.9	14.7	-96.1
A 内視鏡センター1F	手術センター2F	D1-4	3.8	19.4	-79.0
A 手術センター2F	内視鏡センター1F	D1-5	0.6	18.2	-76.3
A 手術センター2F	内視鏡センター1F	D1-6	4.7	13.4	-75.5
A 手術センター2F	内視鏡センター1F	D1-7	6.0	19.1	-67.2
A 手術センター2F	内視鏡センター1F	D1-8	7.6	14.7	-76.9
B 皮膚科 1F	野戦病院 院外	D2-1	5.0	30.2	-90.2
B 皮膚科 1F	野戦病院 院外	D2-2	8.0	34.4	-81.8
B 皮膚科 1F	野戦病院 院外	D2-3	11.0	24.4	-100.9
B 皮膚科 1F	野戦病院 院外	D2-4	14.0	48.8	-100.0
B 野戦病院 院外	皮膚科 1F	D2-5	5.0	38.1	-92.6
B 野戦病院 院外	皮膚科 1F	D2-6	8.0	26.7	-110.2
B 野戦病院 院外	皮膚科 1F	D2-7	11.0	39.0	-103.5
B 野戦病院 院外	皮膚科 1F	D2-8	14.0	48.6	-103.9
C 手術センター2F	入院病棟 3F	D3-1	0.6	32.7	-77.9
C 手術センター2F	入院病棟 3F	D3-2	4.7	31.9	-75.0
C 手術センター2F	入院病棟 3F	D3-3	6.0	38.0	-67.4
C 手術センター2F	入院病棟 3F	D3-4	7.6	37.3	-76.9
C 入院病棟 3F	手術センター2F	D3-5	5.0	37.7	-91.5
C 入院病棟 3F	手術センター2F	D3-6	8.0	25.6	-91.5
C 入院病棟 3F	手術センター2F	D3-7	11.0	38.3	-83.4
C 入院病棟 3F	手術センター2F	D3-8	14.0	41.6	-95.6

図表 5-52 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉 測定条件

被干渉システム設置フロア	測定地点 No	SI 比 (dB)	SN 比 (dB)	PUSCH (Mbps)	PDSCH (Mbps)	遅延時間 (ms)
A 内視鏡センター1F	D1-1	37	36	55.2	61.2	7
A 内視鏡センター1F	D1-2	49	47	68.2	61.2	6
A 内視鏡センター1F	D1-3	36	35	69.9	61.2	6
A 内視鏡センター1F	D1-4	45	39	68.2	61.2	6
A 手術センター2F	D1-5	50	40	69.8	61.2	9
A 手術センター2F	D1-6	51	37	69.7	61.2	8
A 手術センター2F	D1-7	59	36	69.4	61.2	7
A 手術センター2F	D1-8	51	41	69.9	61.2	7
B 皮膚科 1F	D2-1	30	39	54	49.6	9
B 皮膚科 1F	D2-2	27	34	65.3	61.2	10
B 皮膚科 1F	D2-3	9	32	-	-	9
B 皮膚科 1F	D2-4	24	28	34.2	-	8
B 野戦病院 院外	D2-5	40	47	69.8	61.2	9
B 野戦病院 院外	D2-6	37	46	69.2	61.1	-
B 野戦病院 院外	D2-7	41	48	69.9	61.2	9
B 野戦病院 院外	D2-8	40	50	69.9	61.2	9
C 手術センター2F	D3-1	47	42	69.8	61.1	8
C 手術センター2F	D3-2	51	37	69.9	61.2	9
C 手術センター2F	D3-3	58	40	69.6	61.2	8
C 手術センター2F	D3-4	54	43	69.3	60.7	9
C 入院病棟 3F	D3-5	39	39	31	20	10
C 入院病棟 3F	D3-6	37	35	68.1	60.8	9
C 入院病棟 3F	D3-7	43	38	69.9	61.2	10
C 入院病棟 3F	D3-8	44	39	67.8	56	8

図表 5-53 上下フロア間及び病棟－院外間の電波干渉 測定結果

※ハイフンは測定不可を示す。

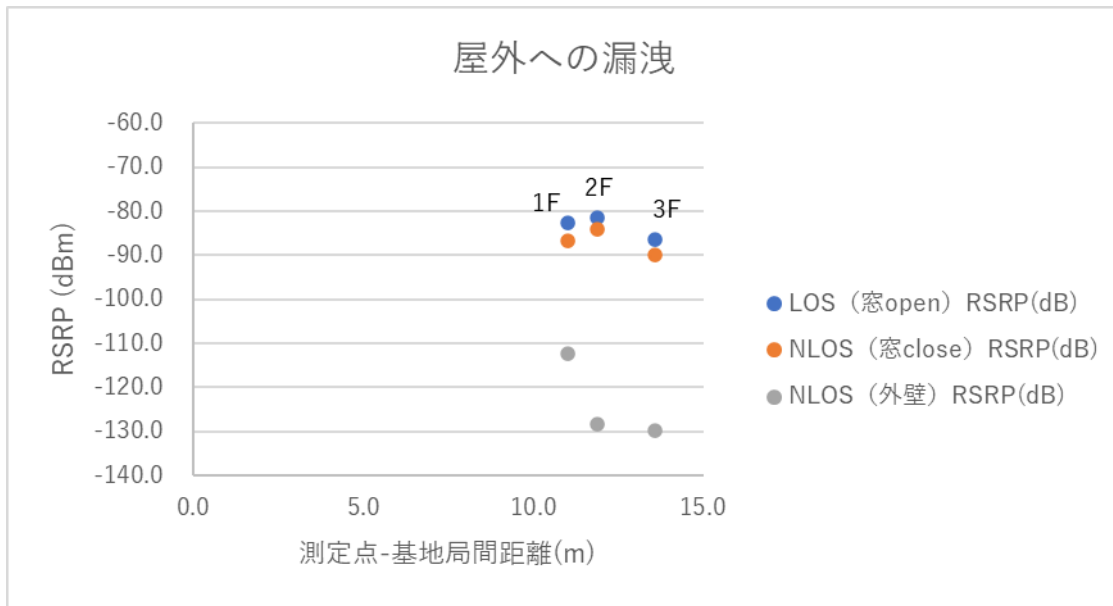


図表 5-54 PUSCH と RSRP の相関

ウ. 屋外への電波漏洩

与干渉システム設置フロア	測定地点-基地局間距離 (m)	LOS (窓 open) RSRP (dB)	NLOS (窓 close) RSRP (dB)	NLOS (外壁) RSRP (dB)
1F	11.0	-82.7	-86.7	-112.3
2F	11.9	-81.5	-84.1	-128.4
3F	13.6	-86.5	-90.0	-129.7

図表 5-55 屋外への電波漏洩測定結果



図表 5-56 各条件における屋外への電波漏洩

5.3.2.4 考察

① 病棟間の電波干渉

本実証システムでは、病棟間を跨いで基地局を敷設する場合、基地局と別セルの測定地点との離隔距離は以下の条件となることが明らかになった。

被干渉地点の RSRP 与干渉基地局との所要距離-96dBm 約 11m

以上より、隣接する病棟でそれぞれ当該システムを構築する場合、隣接病棟に近いエリアの受信品質 (RSRP) が-96dBm である場合は、両病棟間に敷設する基地局について、11m 以上の離隔をとった設計が必要であることが分かった。この場合の SI 比は 20dB 以上であることが推奨される。

② 上下フロア間及び病棟-院外間の電波干渉

本実証システムでは、院内のフロア間を跨いでそれぞれ基地局を設置しカバーエリアを構築しても、干渉影響は生じないことが判明した。後述の通り、院内のフロア間 (天井-床面) は、コンクリートとなっており、その影響で電波が透過しにくいと推定される。

院内-院外間の検証において、院外野戦病院の基地局アンテナを通常のエリア設計の通り指向性アンテナを院外に向けた場合には、表中では iperf が測定できないポイントが見られるが、これは被干渉局のもともとの到達電力が安定稼働限界を下回っているため通信が不安定になっているものであり、課題解決システムである 4K 映像伝送システムは問題なく稼働することもあった。また、皮膚科 1F 及び入院病棟 3F では安定稼働限界以上の RSRP でも PUSCH が十分に出ない場合があったが、これらのエリアでは人の往来が頻繁にあり、

それによる伝送スループットの一時的な落ち込み見られたためこれが影響していると考えられる。これらを考慮すると、当試験において干渉影響は確認されないと結論付けられる。

一方であえてエリア設計とは異なるオムニアンテナを院外野戦病院に設置した場合は干渉影響により通信不可となるポイントが見られ、通信限界点は基地局間の離隔距離 39m であった。これは 1F 皮膚科と院外野戦病院の間に大きく設けられた窓に関係することが考えられる。詳細についてはウー1にて考察した。



図表 5-57 1F 皮膚科と院外野戦病院の間の窓

本検証では、基地局は非同期方式を採用し検証しているため、同期方式を採用する場合にはより干渉影響は小さくなることが推定されるため、院内-院外間の干渉に関しても、基地局間の距離等も考慮し設計することで、十分に許容可能となることが予測される。今後は、同期通信による所要距離が重要になると想定される。

(TDD 同期方式による干渉低減の理論は、総務省情報通信審議会 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 (第 17 回) により証明されている)

③ 屋外への電波漏洩

窓ガラスによる想定減衰値：3.3dB

外壁による想定減衰値：40dB

本実証は病院環境における屋外への電波漏洩について検証を実施した。(窓ガラス及び

外壁ともに特殊な素材等は使われていない)

本検証において、各階からの電波漏洩の比較検証を実施した。基地局の設置高の変化において、LOS 環境の電波伝搬損失値を実測した。加えて、窓ガラス及び外壁による想定減衰値を算出した。

屋外への電波漏洩において、窓ガラスによる減衰は約 3.3dB であり類似事例との差は比較的小さい。一方でコンクリート外壁による減衰は約 40dB であり類似事例との差が 15dB 以上見られ、病院では地震等の災害に耐える強固な躯体となっていると考えられる。

5.3.2.5 技術的課題の解決方策

各エリア間の電波干渉において、窓ガラスに比べコンクリート躯体の損失が極めて大きい。コンクリート躯体は外壁、床・天井等で用いられており、これらを利用してエリア設計を行うことで電波漏洩を 40dB 程度防ぐことができると考えられる。

5.3.2.6 更なる技術的課題等

病棟間の電波干渉において、当試験では堅牢な建物の壁材による遮蔽の影響が大きかったため渡り廊下という環境を利用し距離を小さくし、さらに被干渉局側のみの電力を小さくすることで干渉が発生する状況を作り出した。これにより干渉が発生する SI 比の評価は可能となったが、両側の基地局が同等の送信電力であった場合の干渉影響についてはさらなる調査が求められる。

また、③屋外への電波漏洩において窓や外壁による遮蔽評価を局地的なスポットとして行い、それぞれの材質における減衰量を明らかにすることができた。一方で院内全体をカバーエリアとした場合の電波漏洩については今後も調査が必要となると考えられる。

5.4 ローカル5Gのエリア構築やシステム構成の検証等

5.4.1 イー1 エリア設計シミュレーション（レイトレース法）と実際の電波伝搬

院内に敷設したローカル5Gネットワークにおいて、カバーエリアを成形するうえで、エリア設計シミュレーション結果をベースとし、実際の電波伝搬実測評価を行うことで、医療施設における本システムの課題を明らかにした。

エリア設計シミュレーションは、専用ソフトウェア（レイトレース法）及び電波法関係審査基準にて規定される予定のカバーエリア及び調整対象区域の算出式に対し、本実験環境を用いた実測値と比較することで、シミュレーション手法と机上算出式の最適解を導くことに寄与することを目標とした。

※電波法関係審査基準で規定されているカバーエリア及び調整対象区域の算出式は、令和2年10月14日付「総務省様報道資料 電波法関係審査基準（平成13年総務省訓令第67号）の一部を改正する訓令案.pdf」を使用した。

5.4.1.1 評価・検証項目

① 計測指標及びその妥当性

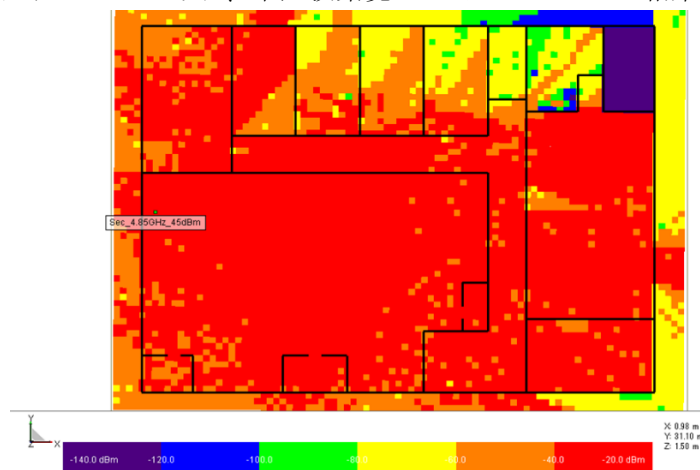
- ・ エリア設計シミュレーションとの比較（RSRP）
 - － エリア設計シミュレーションと実測による到達電力の差分比較
 - － 複数のポイントにて、5分間の連続測定における最小値/最大値/平均値を実測し、エリア設計シミュレーション結果との差分比較
- ・ 電波法関係審査基準式との比較（RSRP）
 - － 距離及び見通し内外の各受信点において到達電力を実測し、電波法関係審査基準算出式による結果と差分比較

当該試験におけるシミュレーション設定値は下図表の通り。

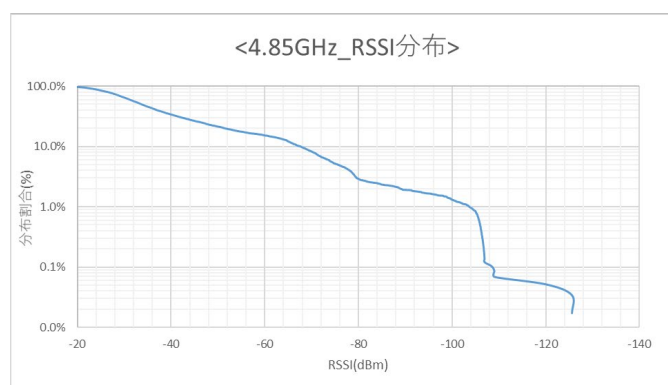
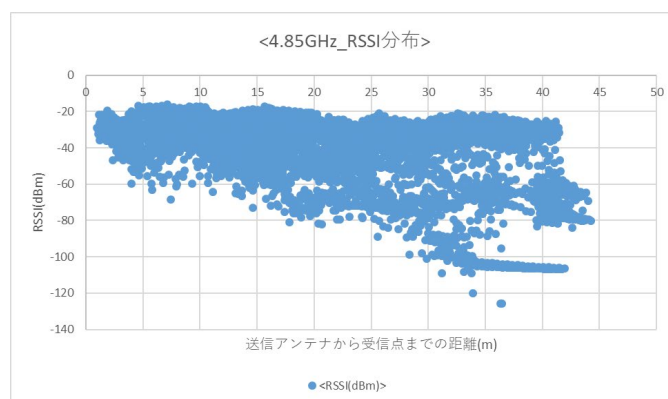
項目	設定内容
中心周波数	4.8GHz
占有周波数帯幅	100MHz
送信電力	屋内：17.78dBm (60mW) 屋外：7.78dBm (6mW)
アンテナ利得	■送信（基地局） オムニアンテナ：1.9dBi 平面アンテナ A：3.8dBi 平面アンテナ B：9.2dBi ■受信（移動局） 1.9dBi
アンテナ指向性	■送信（基地局） ダイポール 無指向 平面 A 指向性 平面 B 指向性 ■受信（移動局） 無指向
アンテナ高	■送信（基地局） 2m ■受信（移動局） 1.5m
受信点間隔	1m×1m

図表 5-58 イー1 シミュレーション設定値

参考) シミュレーション結果ヒートマップ及び RSSI 分布グラフ
 ※本図面はサンプルであり、本試験環境のシミュレーション結果とは異なる



図表 5-59 イー1 シミュレーション結果ヒートマップ



図表 5-60 イー1 RSSI 分布グラフ

5.4.1.2 評価・検証方法

① 評価・検証方法の詳細

ア. エリア設計シミュレーション

実証において、以下シミュレーションツールを用いて、エリア設計シミュレーションを実施した。

シミュレーションソフト： REMCOM 社 “Wireless InSite”を使用

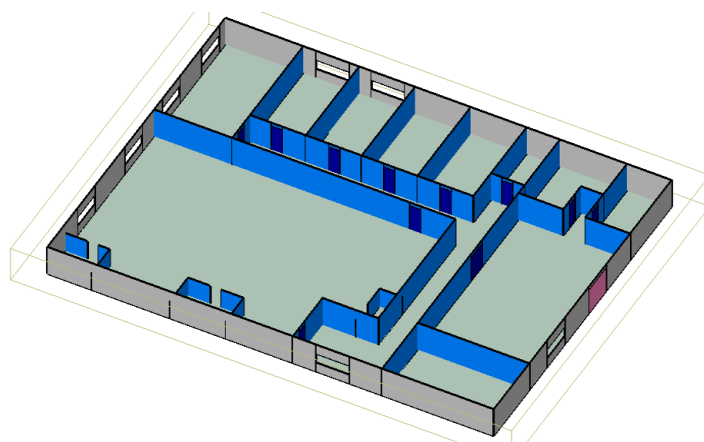
シミュレーション手法： レイトレース法 (Ray-Launching)

シミュレーションを実施するうえでの環境モデリングについては、以下項目を用いてより実環境に近いモデルを再現した。

- ・実証試験を行う建屋の建築図面情報 (平面図/立面図)
- ・建屋内の建築資材の材質情報、及びサイズ (縦×横×厚み)

参考) エリアシミュレーションモデル

※本図面はサンプルであり本試験環境のモデリングとは異なる



図表 5-61 イー1 エリアシミュレーションモデルイメージ

イ. 電波法関係審査基準式によるカバーエリア及び調整対象区域

電波法関係審査基準で定められているカバーエリア及び調整対象区域の算出法（令和2年12月18日総務省訓令第47号）について、当該算出法における机上計算を本実証環境のもと実施し、実際の到達電力を実測することで、その差分について考察評価を実施し、医療施設環境下において当該算出法に対する補正值等の検討を実施した。

ウ. 到達電力の実測

エリア設計シミュレーション及び電波法関係審査基準による算出式との比較のため、課題解決システムで利用されるエリア毎に、到達電力を測定した。当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病院 1F~3F、野戦病院
試験パターン	以下 4 箇所において、各 4 点の定点測定結果と、シミュレーションによる到達電力比較 ①内視鏡センター (1F) ②手術センター (2F) ③入院病棟 (3F) ④野戦病院 (院外)
無線機諸元	CF : 4.80GHz BW : 100MHz 送信電力 : 屋内 60mW、屋外 6mW
測定項目	SS-RSRP (dBm)、RSSI (dB) 測定時間 : 5 分/1 回 計測頻度 : 毎秒 測定値 : 最大値/最小値/平均値
測定ツール	エリア設計シミュレーションツール、 トラヒック内容 ①内視鏡システム、②③④4K 映像伝送システム エリアスキャナ (R&S TSMA6)
評価項目	シミュレーション、電波法関係審査基準算出式、受信電力実測値の比較分析

図表 5-62 イー1 システム設計及び条件

次頁図の測定地点詳細については下記の通り。

1 つのマスは 1m を示す。

同心円は内側から 5m,8m,11m,14m の距離を示す。

同心円の中心のマーカはアンテナを示す。矢印は指向性アンテナを使用した場合の方向を示し、橙色矢印は 1 素子平面アンテナを、青色矢印は 4 素子平面アンテナを示す。

星マーカは測定地点を示す。

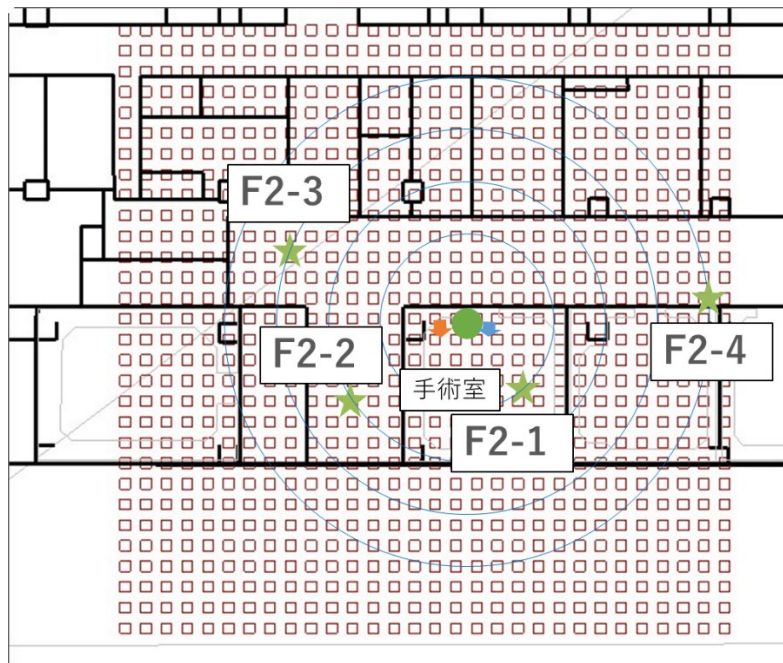
大腸内視鏡 AI 解析システム 測定場所

1F



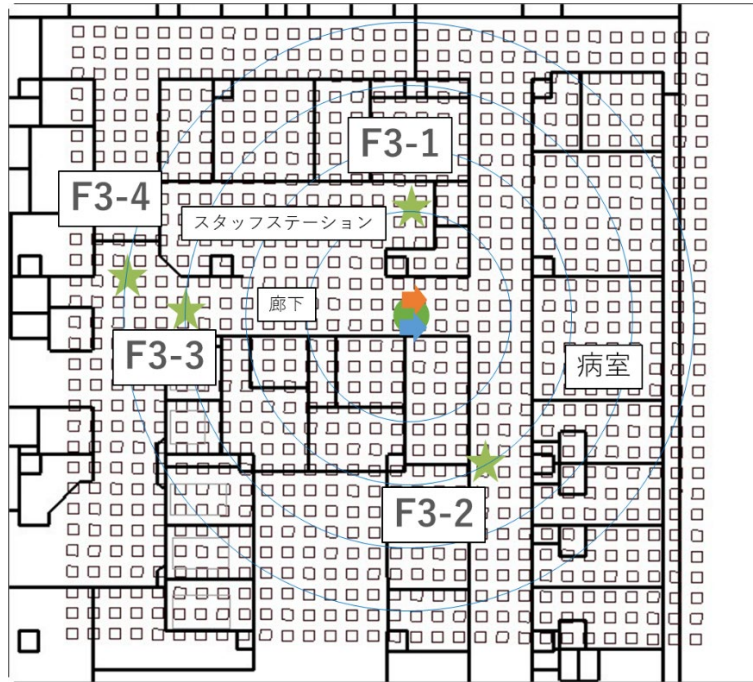
図表 5-63 イー1 ①測定場所

手術センター映像伝送システム 測定場所



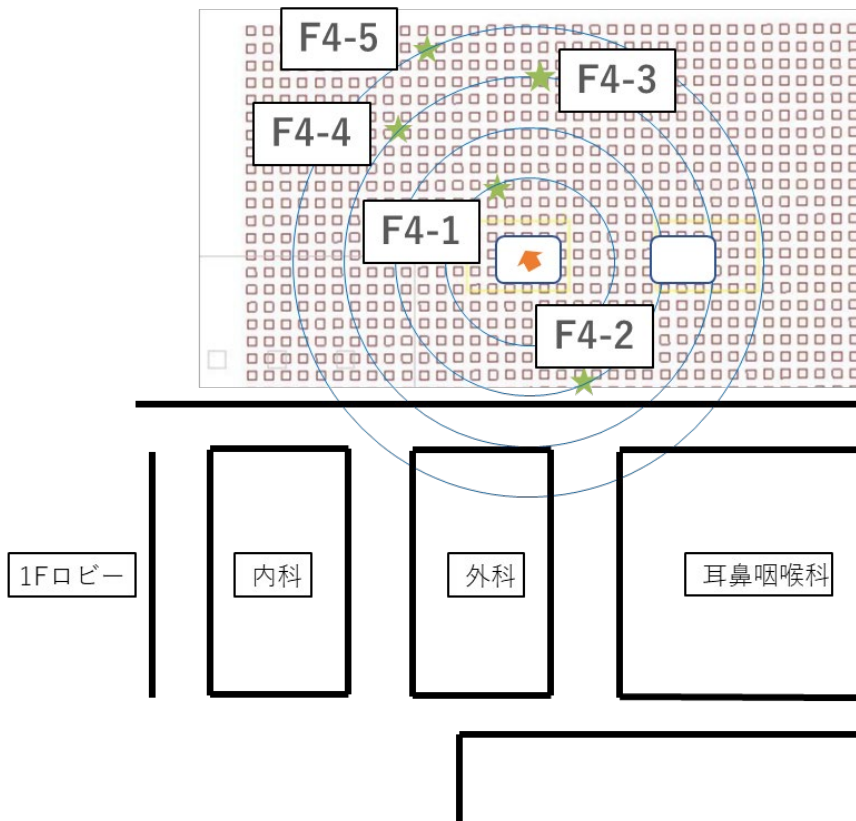
図表 5-64 イー1 ②測定場所

病棟映像伝送システム 測定場所



図表 5-65 イー1 ③測定場所

院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム 測定場所



図表 5-66 イー1 ④測定場所

5.4.1.3 検証結果

仕様毎固有のテーマ・視点等に係る項目

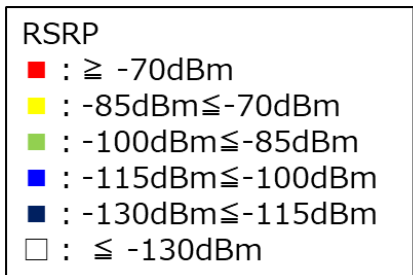
本件でのエリアカバーについては、基地局 1 台あたり理論上の半径 15m のスポットにて外来、手術センター、内視鏡センター、病棟のスタッフステーションの 4 つのエリアをカバーした。それぞれのスポットにおける電波伝搬を個別に評価した。基地局間のセル間干渉に関する試験は「5.5 その他ローカル 5G に関する技術実証」にて別途評価した。

エリア	地点	基地局からの距離	RSRP (dB)			RSSI (dB)		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均
①内視鏡センター	F1-1	5	-95.9	-98.5	-97.3	-56.4	-58.1	-57.3
①内視鏡センター	F1-2	8	-100.0	-105.1	-102.8	-66.5	-69.3	-68.0
①内視鏡センター	F1-3	11	-100.9	-106.0	-102.7	-65.9	-70.2	-67.3
①内視鏡センター	F1-4	14	-104.5	-106.9	-105.8	-68.5	-72.4	-70.8
②手術センター	F2-1	5	-66.5	-87.3	-77.8	-38.1	-49.9	-45.6
②手術センター	F2-2	8	-103.4	-122.9	-115.2	-69.2	-87.2	-79.5
②手術センター	F2-3	11	-113.5	-130.5	-123.8	-83.3	-94.7	-90.1
②手術センター	F2-4	14	-113.7	-132.6	-125.8	-77.0	-95.3	-86.7
③入院病棟	F3-1	5	-94.6	-109.3	-100.8	-59.1	-72.2	-65.4
③入院病棟	F3-2	8	-91.3	-99.2	-95.4	-48.7	-65.2	-57.4
③入院病棟	F3-3	11	-80.9	-96.2	-89.9	-43.0	-62.3	-52.6
③入院病棟	F3-4	14	-84.4	-96.6	-91.4	-37.0	-60.0	-49.6
④野戦病院	F4-1	5	-90.0	-96.9	-92.4	-62.8	-69.2	-64.7
④野戦病院	F4-2	8	-104.0	-115.3	-107.9	-73.7	-80.9	-77.2
④野戦病院	F4-3	11	-102.6	-107.8	-105.6	-75.0	-80.6	-78.2
④野戦病院	F4-4	14	-99.8	-108.0	-103.1	-72.5	-76.7	-74.2
④野戦病院	F4-5	5	-103.9	-109.5	-106.3	-72.9	-79.8	-76.3

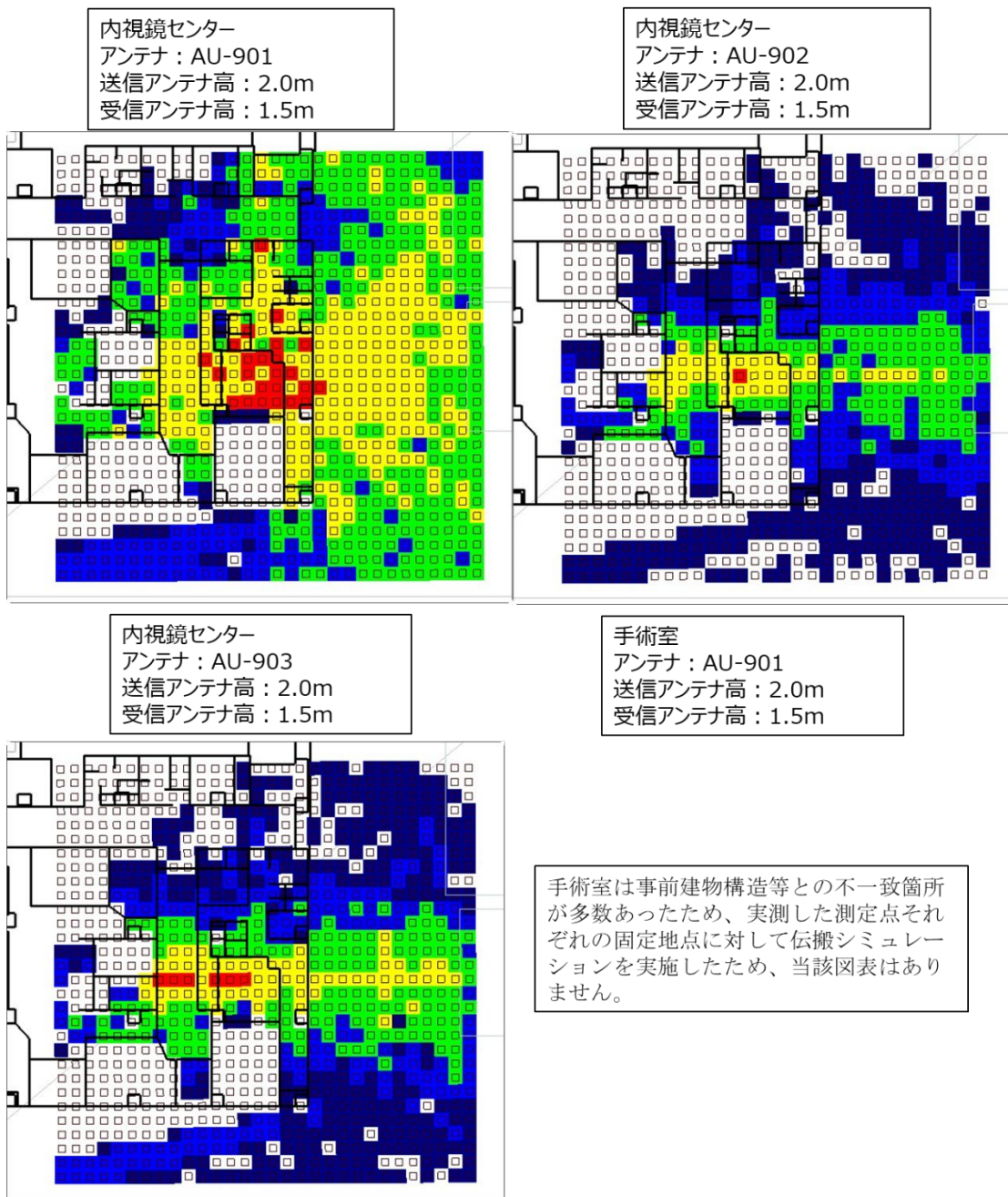
図表 5-67 電波伝搬測定結果

エリア	地点	基地局からの距離	RSRP (dB)		RSRP 差分 (dB)	
			シミュレーション	新算出式	シミュレーション	新算出式
①内視鏡センター	F1-1	5	-91.7	-102.4	-5.6	5.1
①内視鏡センター	F1-2	8	-99.7	-106.0	-3.1	3.3
①内視鏡センター	F1-3	11	-104.6	-108.3	1.9	5.6
①内視鏡センター	F1-4	14	-107.2	-102.6	1.4	-3.2
②手術センター	F2-1	5	-83.4	-101.6	5.6	23.8
②手術センター	F2-2	8	-136.5	-105.0	21.3	-11.9
②手術センター	F2-3	11	-148.8	-109.9	25.0	-14.5
②手術センター	F2-4	14	-129.8	-110.2	4.0	-14.0
③入院病棟	F3-1	5	-95.8	-101.3	-5.1	0.5
③入院病棟	F3-2	8	-95.7	-105.0	0.3	9.7
③入院病棟	F3-3	11	-96.3	-108.3	6.5	18.4
③入院病棟	F3-4	14	-95.4	-112.1	4.0	20.7
④野戦病院	F4-1	5	-87.8	-93.4	-4.6	0.9
④野戦病院	F4-2	8	-103.6	-105.5	-4.3	-2.4
④野戦病院	F4-3	11	-108.8	-105.9	3.3	0.3
④野戦病院	F4-4	14	-97.9	-101.6	-5.2	-1.5
④野戦病院	F4-5	5	-98.2	-102.3	-8.1	-4.1

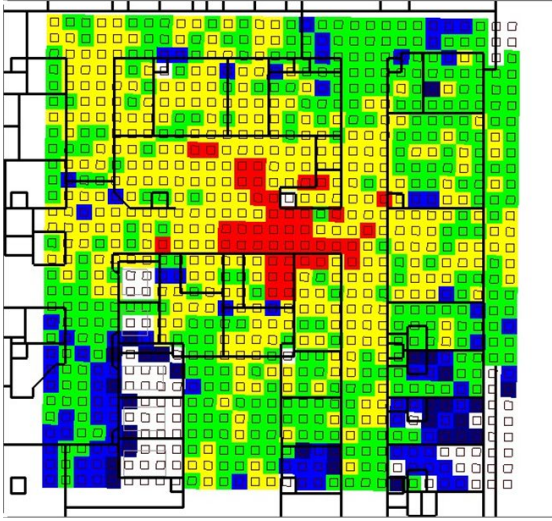
図表 5-68 電波伝搬測定結果



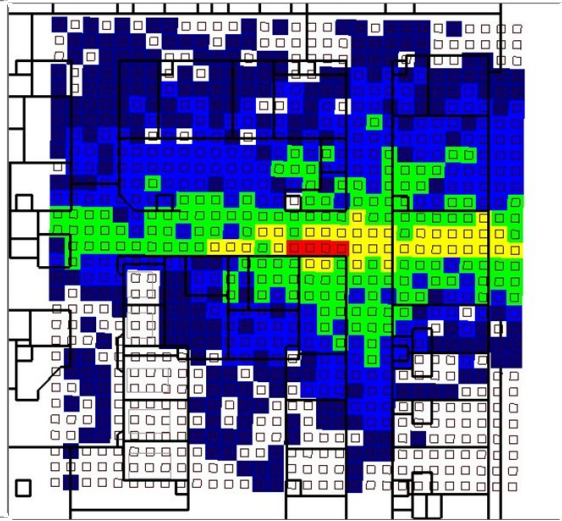
● ... 基地局



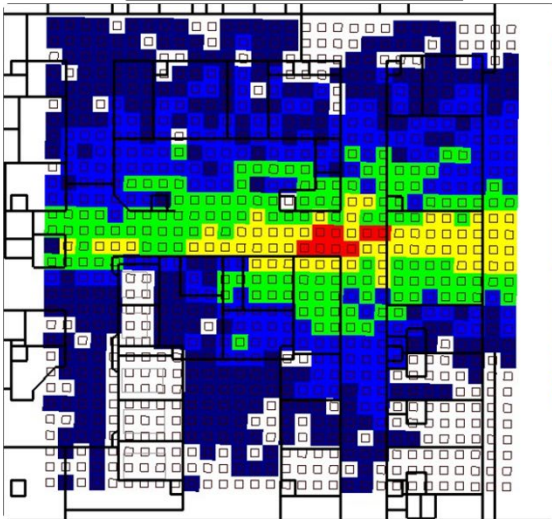
入院病棟
アンテナ：AU-901
送信アンテナ高：2.0m
受信アンテナ高：1.5m



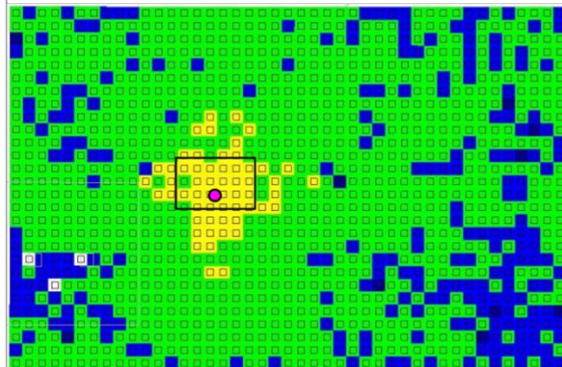
入院病棟
アンテナ：AU-902
送信アンテナ高：2.0m
受信アンテナ高：1.5m

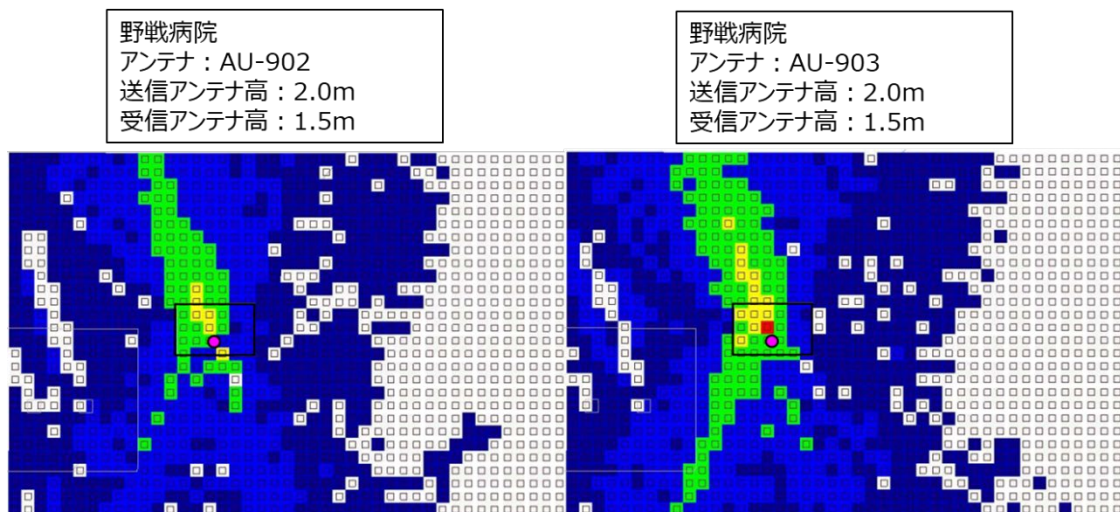


入院病棟
アンテナ：AU-903
送信アンテナ高：2.0m
受信アンテナ高：1.5m

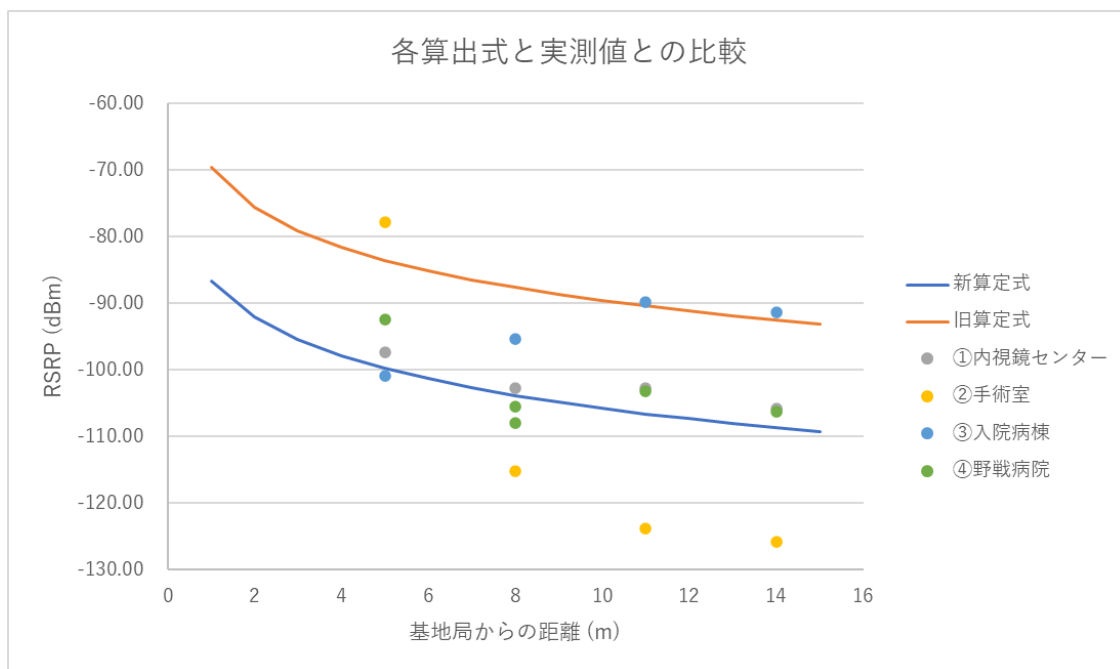


野戦病院
アンテナ：AU-901
送信アンテナ高：2.0m
受信アンテナ高：1.5m

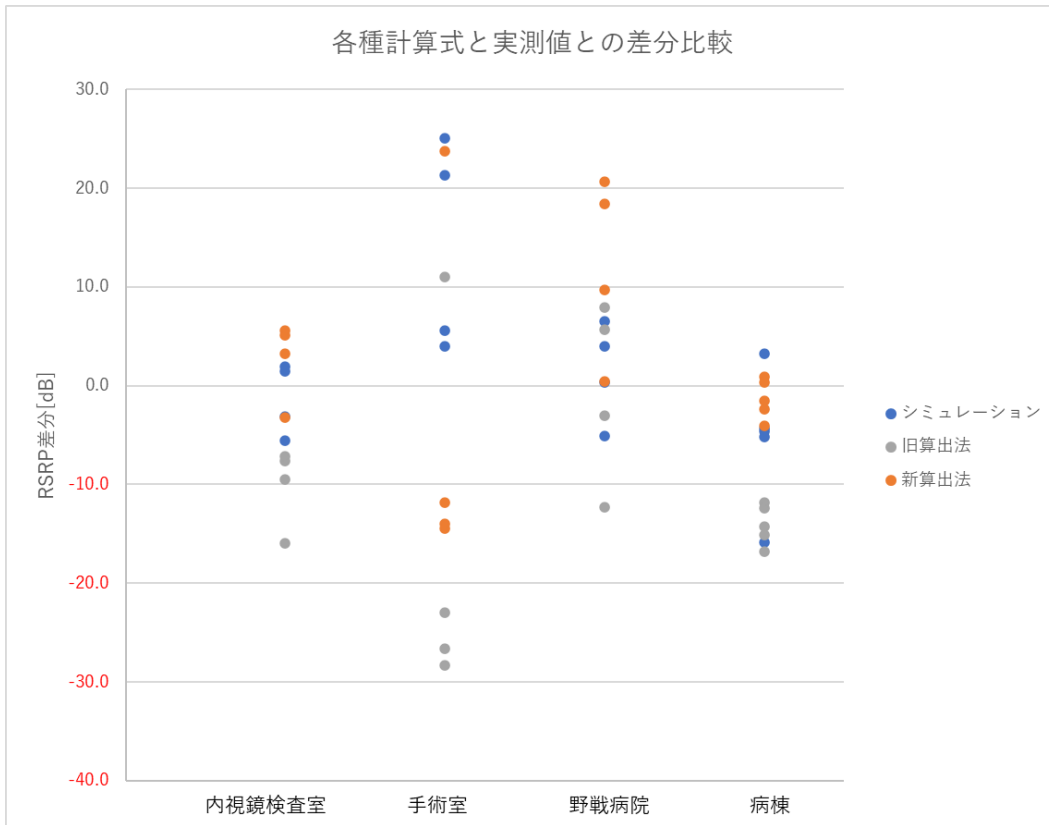




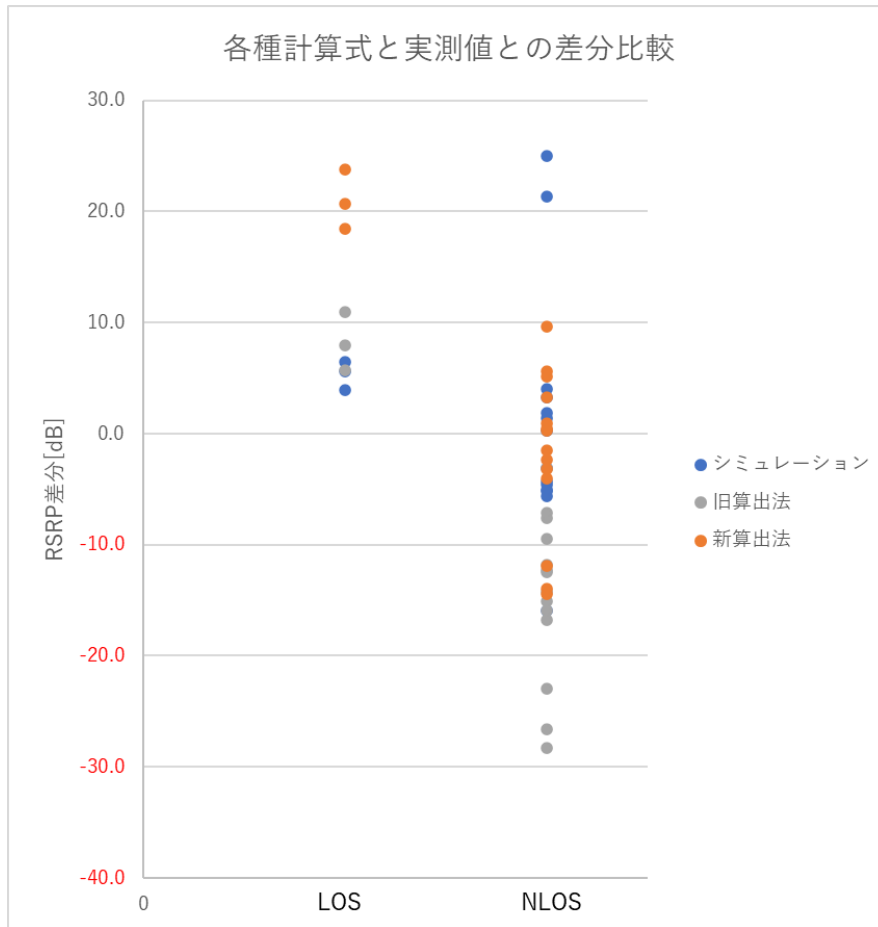
図表 5-69 シミュレーション結果



図表 5-70 各種計算値と実測値との距離ごとのプロット図



図表 5-71 各種計算値と実測値との差分比較 (エリア別)



図表 5-72 各種計算値と実測値との差分比較 (LOS、NLOS)

5.4.1.4 考察

本実証は病院内外それぞれの基地局の到達電力について測定を実施した。

総務省の新算出式と実測値の平均との比較差分を考察したところ、院内で一般的となる NLOS 環境では約-1.9 dB の乖離が確認された。また、実測値の最小値及び最大値を含めると乖離は-6~12dBm の範囲であった。

実証アの考察のとおり、通常的な建屋とは構造が異なることに起因すると思われるが、病院環境における建物侵入損の補正值として 18.1 dB が妥当と思われる。

加えて、シミュレーションツールとの比較検証を実施した。差分値は手術センターを除き-8~7dB となっており、比較的精度の高い結果であることが分かった。手術センターにおいては金属製のドアに設けられたのぞき窓など設計図から読み取ることが難しい細かな構造の影響により、実測値との差が比較的大きくなっていることが考えられる。

屋内 (特に病院等の特殊な建屋) においては一般的に、シミュレーションツールによるモデリングによって、エリア設計の品質を高めることができると評価できる。

5.4.1.5 更なる技術的課題等

当試験では基地局 1 基あたり半径約 15m のエリアをスポット的にカバーしたに留まった。当試験と同様に干渉影響を抑えるために利用エリアを限定したユースケースも少なくないと想定される一方、送信電力を大きくすることでより広範囲をカバーしたエリア設計のニーズも考えられる。約 50m 四方である当建物全体を当試験と同じ半径約 15m のスポットでカバーするためには単純計算で 1 フロア当たり 9 基程度の基地局が必要となる。このような状況下での移動時の利用では基地局のハンドオーバーが頻繁に発生するため、通信品質に留意する必要があるが出てくる。またコストの問題も発生する。送信電力を大きくすることで基地局の数を減らし、これらの問題に対処することができるため、送信電力をより大きくした場合のエリア設計についての検討が今後も重要であると考えられる。

5.4.2 イー2 TDD 非同期方式における UL/DL 比率を変更した際の UL/DL 通信速度の評価

各課題解決システムにおいて、「TDD 非同期方式」での UL/DL 比率の設定値を変えることで、それぞれの伝送スループットを確認し、課題解決システム視点での利点及び推奨比率を確認した。

※本検証では、「TDD 同期方式」及び「TDD 準同期方式」の検証は行わない。

5.4.2.1 評価・検証項目

① 計測指標及びその妥当性

試験パターン毎の UL 及び DL の伝送スループット (PDSCH、PUSCH) 及び遅延時間を測定した。

測定地点 4 点の静止時と、測定地点間の移動時 (80m/分) における伝送スループットの差分を測定した。

課題解決システム毎に理想的な TDD 比率を検証した。

※要求仕様に対して設計仕様はどのくらい余長を持たせるべきか等

課題解決システムを用いることで、実用時の伝送スループットを模することができた。さらに iperf を用いて病院内での最大伝送スループットを測定することで、今後のより通信負荷の高いシステムへの対応を予測することができた。

5.4.2.2 評価・検証方法

① 評価・検証方法の詳細

当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	屋内及び屋外
試験パターン	基地局からの見通し環境 (離隔距離 5m) において、TDD 非同期方式を以下のパターンに変更 ① 1:3 UL35Mbps、DL105Mbps ② 2:2 UL70Mbps、DL70Mbps ③ 3:1 UL105Mbps、DL35Mbps ※上記パターンは「UL:DL」表記
無線機諸元	CF: 4.85GHz BW: 100MHz 送信電力: 屋内 60mW、屋外 6mW
測定項目	伝送スループット (bps)
測定ツール	端末ステータスログ トラヒック内容: iperf 内視鏡センター: 内視鏡システム 手術センター・仮設建屋: 4K 映像伝送システム
評価項目	上り及び下りの伝送スループットの変化

図表 5-73 イー2 システム設計及び条件

課題解決システム毎の要求仕様（伝送速度）は、「図表 5-2、5-4、5-6」の通り。

下図の測定地点詳細については下記の通り。

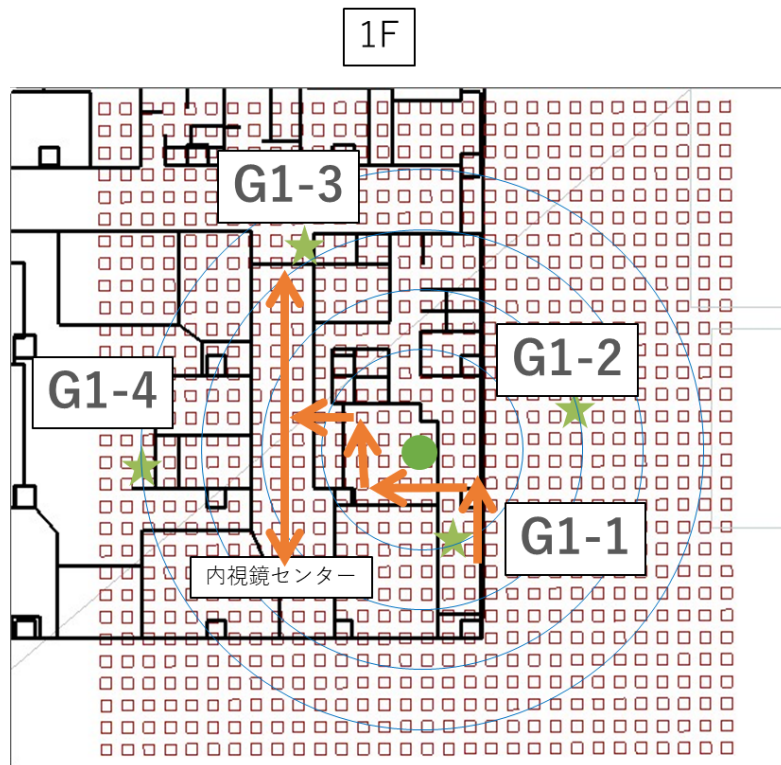
1つのマスは 1m を示す。

同心円は内側から 5m,8m,11m,14m の距離を示す。

同心円の中心のマーカはアンテナを示す。

星マーカは測定地点を示す。

① 大腸内視鏡 AI 解析システム 測定場所



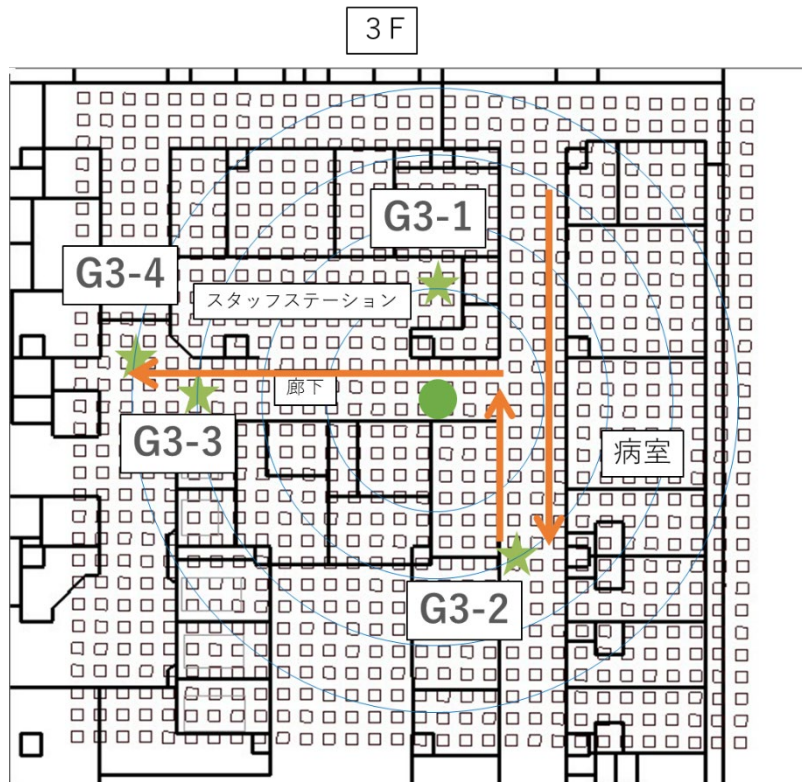
図表 5-74 イー2 ①測定場所

② 手術センター映像伝送システム 測定場所



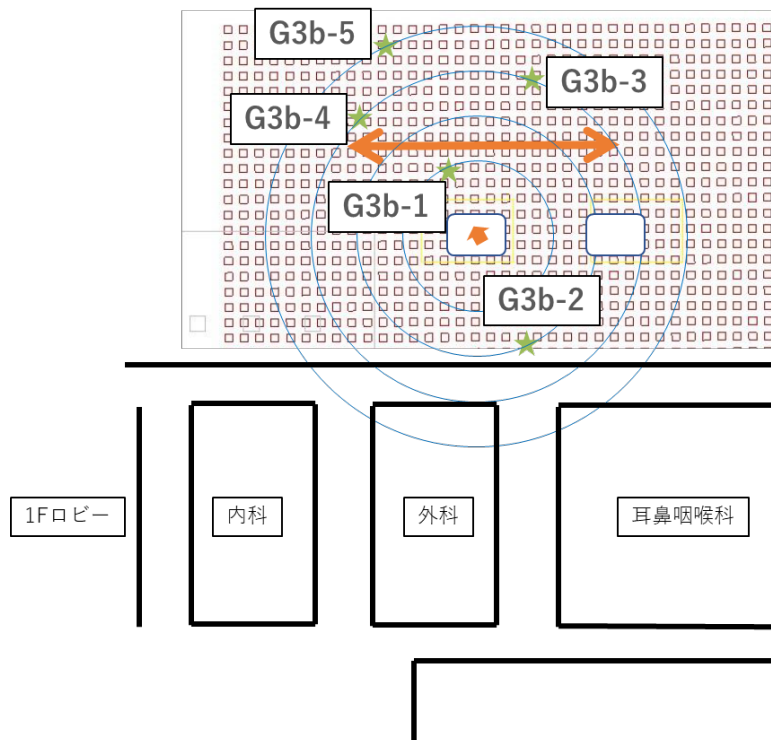
図表 5-75 イー2 ②測定場所

病棟映像伝送システム 測定場所



図表 5-76 イー2 ③測定場所

院外臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システム 測定場所



図表 5-77 イー2 ③測定場所

② 計測の仕様

試験パターン毎の UL 及び DL の伝送スループットを測定し、TDD 非同期方式となる UL/DL 比率へ変更することによる影響を確認した。また、本課題解決システムに関して、最適な TDD 比率を明らかにするとともに、システム毎に要求仕様に対して理想的な設計仕様値を考察した。

5.4.2.3 検証結果

大腸内視鏡 AI 解析システム (オムニアンテナ)

比率	測定地点	測定地点- 基地局間 距離 (m)	遮蔽環境	iperf PUSCH (Mbps)	iperf PDSCH (Mbps)	課題システム PUSCH (Mbps)	課題システム PDSCH (Mbps)
1 : 3	G1-1	5	LOS	33.9	90.4	10.5	10.5
1 : 3	G1-2	8	NLOS	35.0	94.7	10.5	10.5
1 : 3	G1-3	11	NLOS	-	-	-	-
1 : 3	G1-4	14	NLOS	-	-	-	-
1 : 3	G1-move	-	NLOS	26.9	65.0	10.0	10.4
2 : 2	G1-1	5	LOS	67.2	61.1	10.5	10.5
2 : 2	G1-2	8	NLOS	69.9	61.2	10.5	10.5
2 : 2	G1-3	11	NLOS	-	-	-	-
2 : 2	G1-4	14	NLOS	-	-	-	-
2 : 2	G1-move	-	NLOS	52.5	45.9	10.2	10.5
3 : 1	G1-1	5	LOS	96.1	25.2	10.5	10.5
3 : 1	G1-2	8	NLOS	104.0	26.2	10.5	10.5
3 : 1	G1-3	11	NLOS	-	-	-	-
3 : 1	G1-4	14	NLOS	-	-	-	-

図表 5-78 伝送スループット測定結果 (内視鏡)

手術センター映像伝送システム (オムニアンテナ)

比率	測定地点	測定地点- 基地局間 距離 (m)	遮蔽環境	iperf PUSCH (Mbps)	iperf PDSCH (Mbps)	課題システム PUSCH (Mbps)	課題システム PDSCH (Mbps)
1 : 3	G2-1	5	LOS	35.0	94.8	21.3	0.0
1 : 3	G2-2	8	NLOS	-	-	-	-
1 : 3	G2-3	11	NLOS	-	-	-	-
1 : 3	G2-4	14	NLOS	-	-	-	-
1 : 3	G2-move	-	LOS	28.5	71.6	21.4	0.0
2 : 2	G2-1	5	LOS	68.4	61.2	21.3	0.1
2 : 2	G2-2	8	NLOS	-	-	-	-
2 : 2	G2-3	11	NLOS	-	-	-	-
2 : 2	G2-4	14	NLOS	-	-	-	-
2 : 2	G2-move	-	LOS	47.1	52.1	21.5	0.0
3 : 1	G2-1	5	LOS	104.0	26.2	21.8	0.0
3 : 1	G2-2	8	NLOS	-	-	-	-
3 : 1	G2-3	11	NLOS	-	-	-	-
3 : 1	G2-4	14	NLOS	-	-	-	-

図表 5-79 伝送スループット測定結果 (手術センター)

入院病棟映像伝送システム（オムニアンテナ）

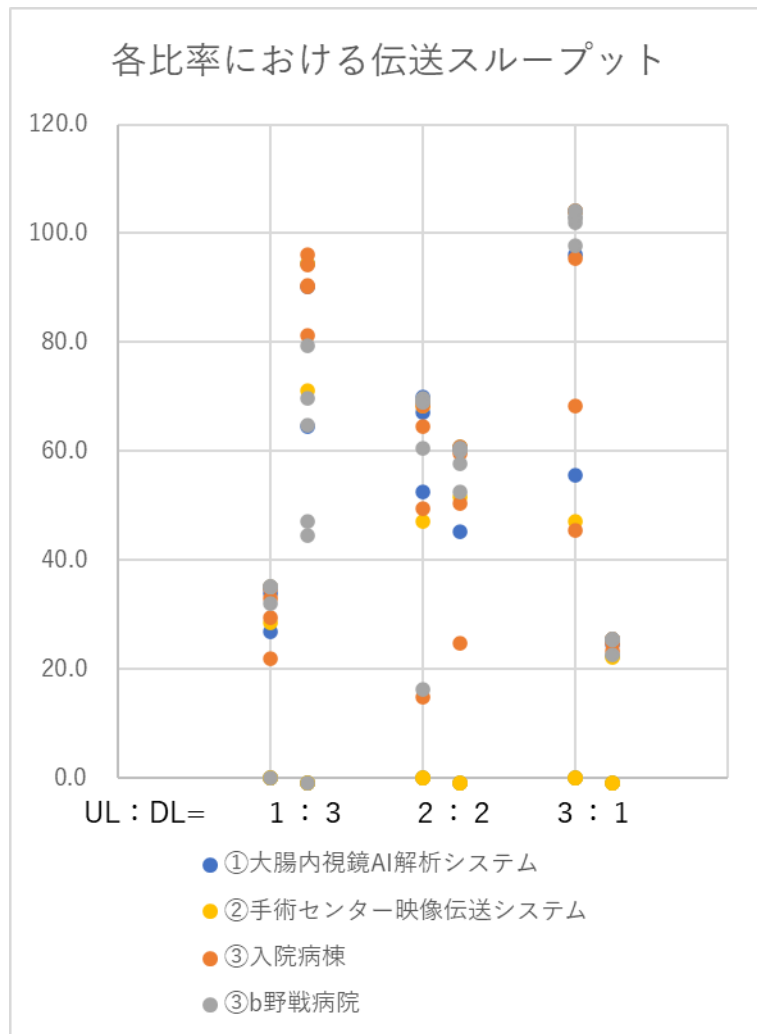
比率	測定地点	測定地点- 基地局間 距離 (m)	遮蔽環境	iperf PUSCH (Mbps)	iperf PDSCH (Mbps)	課題システム PUSCH (Mbps)	課題システム PDSCH (Mbps)
1 : 3	G3-1	5	NLOS	33.1	96.4	14.8	0.1
1 : 3	G3-2	8	NLOS	29.5	90.5	19.0	0.1
1 : 3	G3-3	11	LOS	34.9	94.4	21.0	0.1
1 : 3	G3-4	14	LOS	34.9	90.8	21.1	0.0
1 : 3	G3-move	-	NLOS	22.0	81.5	21.4	0.0
2 : 2	G3-1	5	NLOS	14.8	25.5	20.9	0.1
2 : 2	G3-2	8	NLOS	68.3	61.1	21.4	0.1
2 : 2	G3-3	11	LOS	69.1	61.2	21.2	0.1
2 : 2	G3-4	14	LOS	64.5	60.0	21.5	0.1
2 : 2	G3-move	-	NLOS	49.4	50.9	21.2	0.1
3 : 1	G3-1	5	NLOS	104.0	26.2	21.3	0.1
3 : 1	G3-2	8	NLOS	95.3	24.1	18.5	0.1
3 : 1	G3-3	11	LOS	104.0	26.2	20.7	0.0
3 : 1	G3-4	14	LOS	68.4	26.2	21.0	0.0

図表 5-80 伝送スループット測定結果（入院病棟）

野戦病院映像伝送システム（1 素子平面アンテナ）

比率	測定地点	測定地点- 基地局間 距離 (m)	遮蔽環境	iperf PUSCH (Mbps)	iperf PDSCH (Mbps)	課題システム PUSCH (Mbps)	課題システム PDSCH (Mbps)
1 : 3	G3b-1	5	LOS	35.0	79.8	21.7	0.1
1 : 3	G3b-2	8	LOS	-	-	21.5	0.1
1 : 3	G3b-3	11	LOS	35.0	65.3	21.4	0.1
1 : 3	G3b-4	11	LOS	35.0	45.2	21.2	0.1
1 : 3	G3b-5	14	LOS	35.0	47.8	21.2	0.1
1 : 3	G3b-move	-	LOS	32.1	70.1	21.1	0.1
2 : 2	A2b-1	5	LOS	69.1	61.0	20.8	0.1
2 : 2	A2b-2	8	LOS	16.3	53.1	14.4	0.1
2 : 2	A2b-3	11	LOS	69.5	60.5	21.5	0.1
2 : 2	A2b-4	11	LOS	69.7	60.9	21.0	0.1
2 : 2	A2b-5	14	LOS	69.1	61.0	21.9	0.1
2 : 2	A2b-move	-	LOS	60.6	58.2	21.5	0.1
3 : 1	G3b-1	5	LOS	104.0	26.2	21.9	0.1
3 : 1	G3b-2	8	LOS	103.0	26.2	20.9	0.1
3 : 1	G3b-3	11	LOS	102.0	26.2	20.8	0.1
3 : 1	G3b-4	11	LOS	103.0	26.2	21.7	0.1
3 : 1	G3b-5	14	LOS	104.0	26.2	20.9	0.1

図表 5-81 伝送スループット測定結果（野戦病院）



図表 5-82 UL/DL 比別の PUSCH、PDSCH

各利用想定シーンにおいて、UL/DL 比率を変更し実際の通信速度を測定した。本結果より、UL/DL 比率に応じた通信速度を確認できた。課題解決システムの1つである映像伝送システムを 4K 30fps で流す場合のビットレートは約 20 Mbps であったが、これを同時に 3 本流して 60 Mbps の帯域を使用した場合もローカル 5G システムは問題なく動作した。一方で映像伝送システムでは 3 本の映像を 1 台のパソコンで受信した場合には処理速度の乱れがやや見られ、システム全体のボトルネックはそちらにあるように思われた。

今後の利用シーンでは、使用するアプリケーションや接続想定端末数を考慮し、本結果を参照し UL/DL 比率を決定することで、最良のシステム設計とすることが可能となる。例えば、最大で 4K カメラ 3 台 (20Mbps × 3 台)、FHD スマートグラス 1 台 (4Mbps) を UL で使用して現地の状況を映像で伝え、遠隔地にいる医師のアドバイスを FHD 4Mbps にて DL にて通信するような使い方が考えられる。

※現状の法制度で原則となっている完全同期 (1:3 相当)、準同期 (1:1 相当) の性能に等しい結果。

大腸内視鏡 AI 解析システム及び手術センター映像伝送システム等にて伝送スループットが 0 となっているポイントは到達電力が不足している地点である。

入院病棟では人の往来が頻繁にあるため、伝送スループットが 2 Mbps 程度となる場合が

あった。

野戦病院ではオムニアンテナではなく指向性アンテナを用いたため、測定地点により十分な到達電力が得られず伝送スループットが低下している。指向性アンテナを使用した理由は、建物と反対方向に指向することで院内への干渉影響を小さくするためである。

◆仕様毎固有のテーマ・視点等に係る項目

本件で使用したローカル5GシステムはTDD非同期であり、同期や準同期とは異なるUL/DL比にて試験を行った。本件のTDDパターンにおけるUL及びDLのシンボル数については以下の通り。

同期方式	上り	下り
非同期（上り重視）	12	3
非同期（上下半々）	8	7
非同期（下り重視）	4	11
[参考]同期	4	14
[参考]準同期	8	8

図表 5-83 TDD パターン毎のシンボル数

※本検証では、「TDD 同期方式」及び「TDD 準同期方式」の検証は行わない。

5.4.2.4 技術的課題の解決策

今回使用した課題解決システムの構成では、ULとDLの比率が1対1のローカル5Gシステムにて必要な伝送スループットをカバーすることができた。

一方で、ローカル5G対応端末を多くの医療従事者が多様なシステムにて利用するケースにおいては、エリアごとに必要となるUL:DL比が異なるケースが考えられる。手術センター、内視鏡センターなどは4K映像のアップが多くなるためUL優先の比率が適しており、診察室等ではその確認を行うためDL優先の比率が適していると考えられる。

エリア構築の際には基地局のカバーエリアに応じたUL:DL比の設定を行うことで、電波帯域を有効利用することが期待できる。

5.4.2.5 更なる技術的課題等

今回使用した基地局はTDDのUL/DLパターンを非同期の上り重視、上下半々、下り重視の3パターンに変更することが可能であり、今回使用した課題実証システムにおいては半々のUL/DL比率で十分な通信速度を達成できた。当実証においては高精細映像を送信する側にローカル5Gシステムを使用するケースが多く、上りトラヒックに注目して実験を進めた。今後はよりUL比率に重きを置いた新たな準同期パターンのニーズが生まれることが考えられる。

5.5 その他ローカル5Gに関する技術実証

5.5.1 ウー1 構内に設置する2基地局間のセル間干渉の特性検証

複数の基地局が一定間隔で設置された屋内施設において、TDD 非同期の基地局間のカバーエリアが重複することによる干渉影響（セル間干渉影響）について、電力パラメータ、方位角及び仰角を変更し、RSRP と信号電力対干渉雑音電力（SIR）の相関性と課題解決システムの動作環境を検証した。セル間干渉影響の特性及び限界値や、最適なカバレッジ構築を行ううえでの推奨値を検討した。

5.5.1.1 計測指標及びその妥当性

- ・測定地点における、基地局パラメータ変更による、到達電力の変更前後の RSRP 及び SIR を測定し、セル間干渉影響を評価した。
- ・限界 SIR 及び推奨 SIR 値を評価した。

① 計測の仕様（測定地点、計測頻度、単位等）

屋外及び、マルチパスの影響を考慮した屋内の異なる2環境にて実施した。

3つの試験パターンにおいて、受信電力測定器を使用し測定地点への到達電力を確認し、試験パターンに沿った到達電力になるようにパラメータを調整したのちに、連続した5分間の定点測定にて、SIRの平均値を取得した。

基地局からの電波状況を以下、各測定地点で3パターンの測定地点における電波干渉の影響を評価することで、基地局の電波チューニングの推奨値を検討した。

また、課題解決システムのデータを医療関係者がモバイル端末で閲覧するうえで、実際に干渉影響を及ぼす限界 SIR 値を測定し、セル間干渉影響における推奨 SIR 値を導いた。

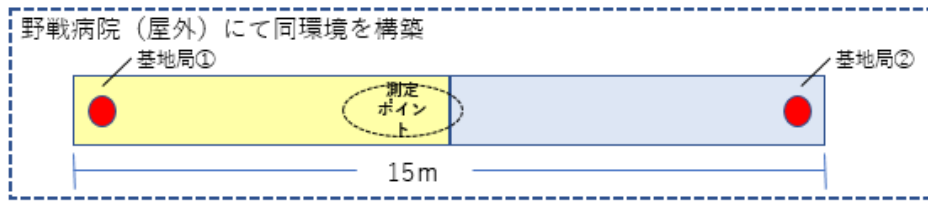
当該試験におけるシステム設計及び条件は下図表の通り。

想定条件	内容及び確認項目
実施場所	高島市民病院 1F
試験パターン	測定地点における電波干渉を計測 ※2 基地局において与干渉側となる基地局は iperf によるピークトラフィックを設定
無線機諸元	CF : 4.8GHz BW : 100MHz 基地局アンテナ利得 : 8.99dB (指向性) 送信電力 : 各項目参照
測定項目	SIR、伝送速度、遅延時間 測定時間 : 5分/1回 測定頻度 : 毎秒 測定値 : 平均値
測定ツール	端末、エリアスキャナ (R&S TSMA6) トラフィック内容: iperf
変更パラメータ	電波発射強度 (無線機出力調整) 電波発射角度 (水平方向)
評価項目	カバレッジ間の受信電力変化により電波干渉量

図表 5-84 ウー1 システム設計及び条件

屋内及び屋外の試験環境は下記の通り。



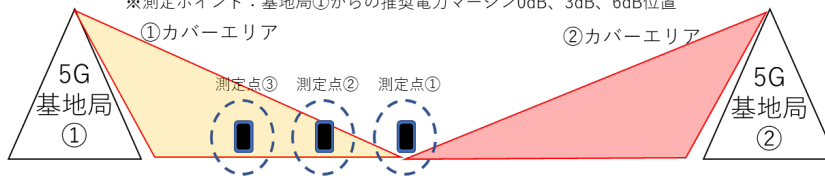


図表 5-85 ウー1 測定地点

3つの試験パターンは下記の通り設計した。

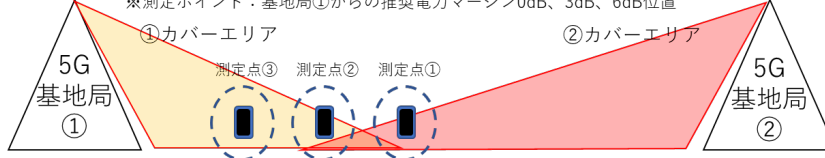
パターン1：測定点①において、基地局②からの推奨電力マージン0dB時の各測定ポイント（①～③）の干渉量※

※測定ポイント：基地局①からの推奨電力マージン0dB、3dB、6dB位置



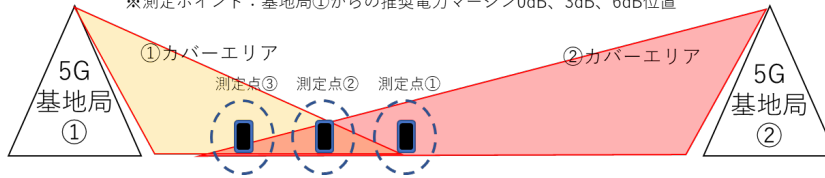
パターン2：測定点①において、基地局②からの推奨電力マージン3dB時の各測定ポイント（①～③）の干渉量※

※測定ポイント：基地局①からの推奨電力マージン0dB、3dB、6dB位置



パターン3：測定点①において、基地局②からの推奨電力マージン6dB時の各測定ポイント（①～③）の干渉量※

※測定ポイント：基地局①からの推奨電力マージン0dB、3dB、6dB位置

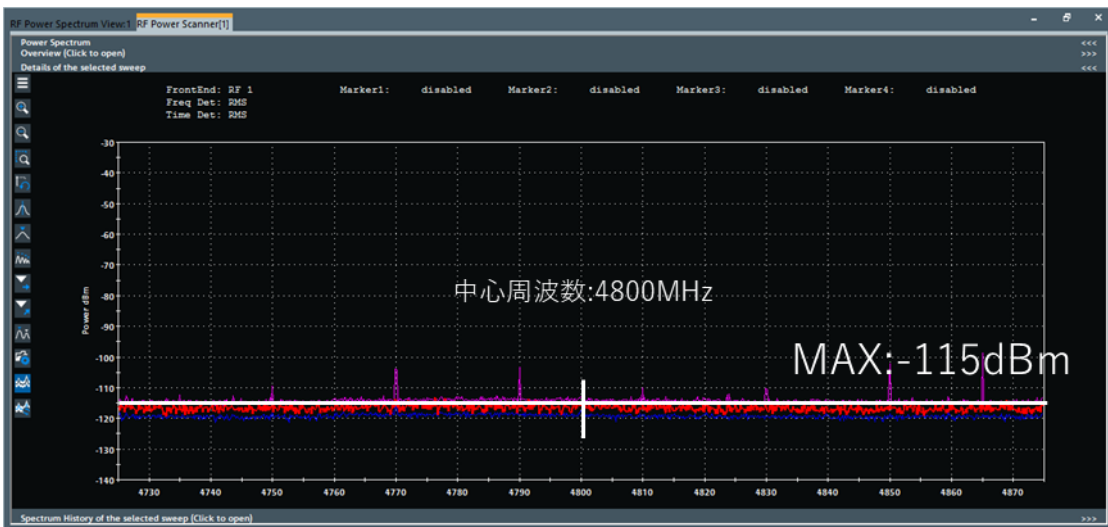


図表 5-86 ウー1 セル間干渉影響試験パターン

基地局①②の送信状態は、ユーザトラフィック DL 信号の過多状態（端末より DL リクエストが最高伝送速度を超える状態）とし、干渉影響が発生しやすい測定環境を疑似して検証した。

② 事前確認

本実証試験施設内における同一周波数帯の電波状況について確認し、外来波等の到来がないことを確認した。また、雑音レベルは測定器のシステム雑音温度以下の値であることを確認しており、他からの干渉影響がなく 2 基地局間のセル間干渉を検証できる状態にあると判断した。

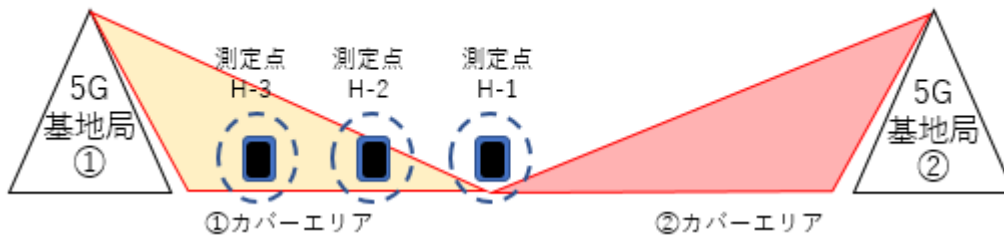


図表 5-87 ノイズフロアのスペクトラム
(SPAN:150MHz 測定時間 3 分間 システム雑音温度:-115dBm)

③ 検証結果

◆屋内 パターン 1

パターン 1：各基地局からH-1測定端末に対し電力マージン 0dB状態での干渉量



—基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-1までの距離	H-2までの距離	H-3までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	8.7m	5.1m	1.5m
基地局②	-37.23dBm	0度	0度	8.7m	12.3m	15.9m

—設計値

設計値	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	0dB	-5dB	-10dB

—実測値

実測値	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+5.1dB	+8.6dB
基地局②	0dB	-5.6dB	-9.9dB

一伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン1結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-1	接続不可	0.3dB	1dB	—	—
H-2	接続不可	10.5dB	8dB	—	—
H-3	基地局①	19.7dB	17dB	69.8Mbps/60.3Mbps	8ms

図表 5-88 屋内パターン 1 結果

考察

屋内パターン 1 の電波環境においては、測定地点 H-3 のみ通信可能であり、測定地点 H-1,2 では基地局への接続が不可となる結果であった。

SIR の測定結果より、SIR (平均) =10.5dB では干渉影響のため通信不可であり、SIR (平均) =19.7dB は干渉影響を許容できるレベルであり通信に問題ないことを確認した。

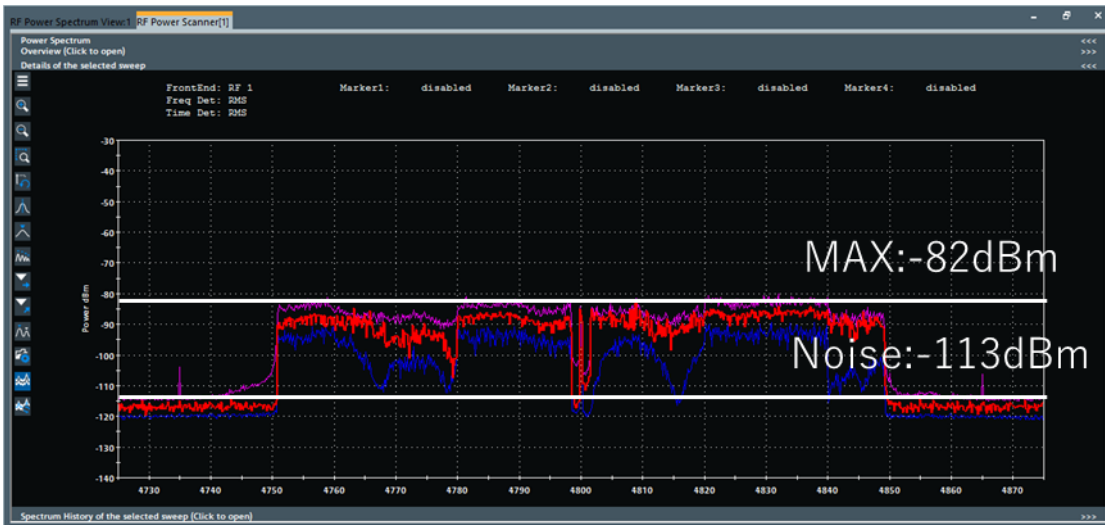
参考) SI 取得波形



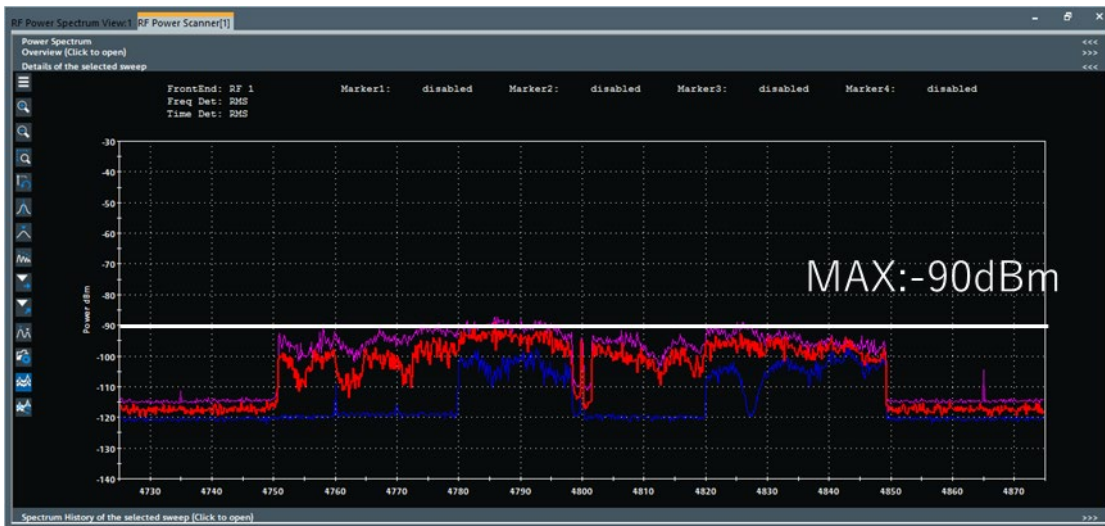
H-1 基地局①



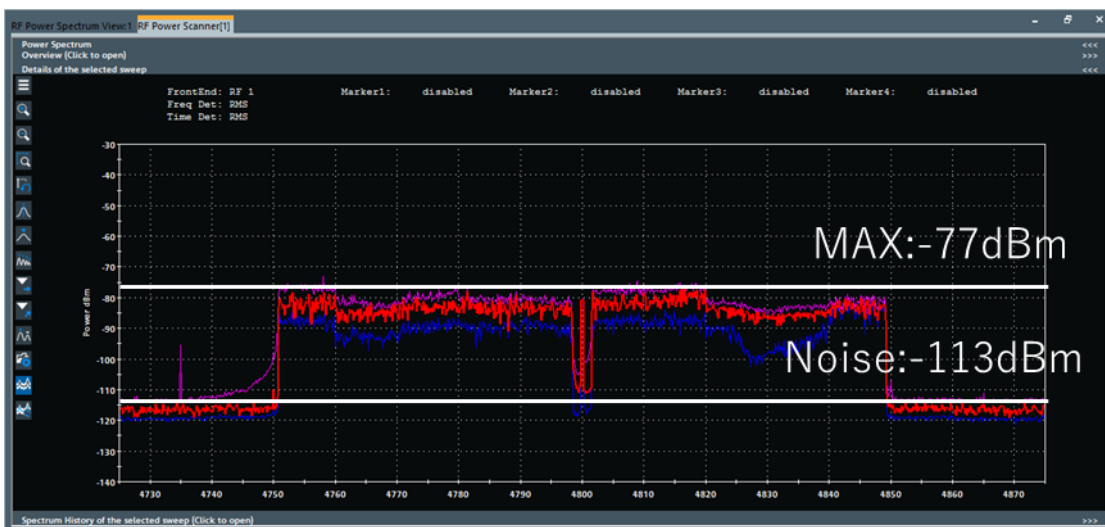
H-1 基地局②



H-2 基地局①



H-2 基地局②



H-3 基地局①

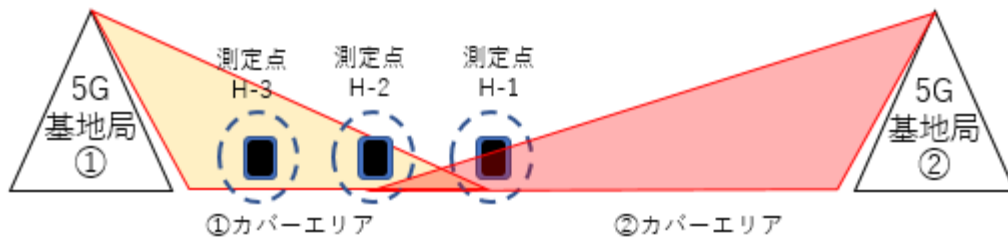


H-3 基地局②

図表 5-88 屋内パターン 1 SI 取得波形

◆屋内 パターン 2

パターン2：基地局②から測定端末に対し電力マージン約5dBに増力した状態での干渉量



ー基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-1までの距離	H-2までの距離	H-3までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	8.7m	5.1m	1.5m
基地局②	-27.23dBm	0度	70度	8.7m	12.3m	15.9m

ー設計値

設計値	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	+5dB	0dB	-5dB

ー実測値

実測値	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+5.2dB	+9.1dB
基地局②	+4.2dB	0dB	-4.4dB

一伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン2結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-1	接続不可	5.9dB	6dB	—	—
H-2	接続不可	5.5dB	3dB	—	—
H-3	接続不可	13.8dB	11dB	—	—

図表 5-89 屋内パターン 2 結果

一考察

屋内パターン 2 の試験では、測定地点 H-1~H-3 全てにおいて、基地局への接続及び通信が実現できない状況を確認した。

測定地点 H-3 において、SIR (平均) =13.8dB を確認しているが、非同期システムの場合と同 SIR 値でも干渉が発生し通信不可となることが確認された。

参考) SI 取得波形



H-1 基地局①



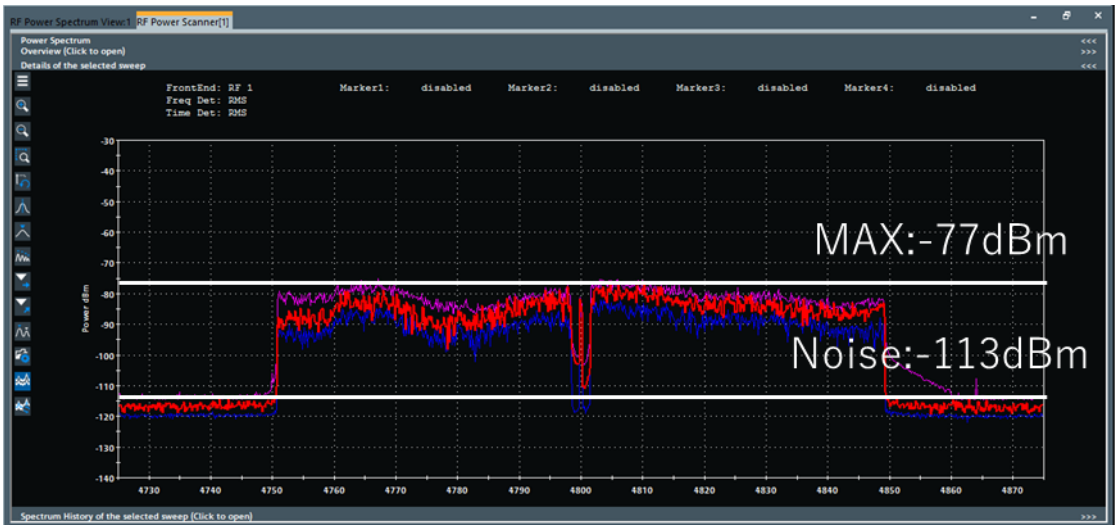
H-1 基地局②



H-2 基地局①



H-2 基地局②



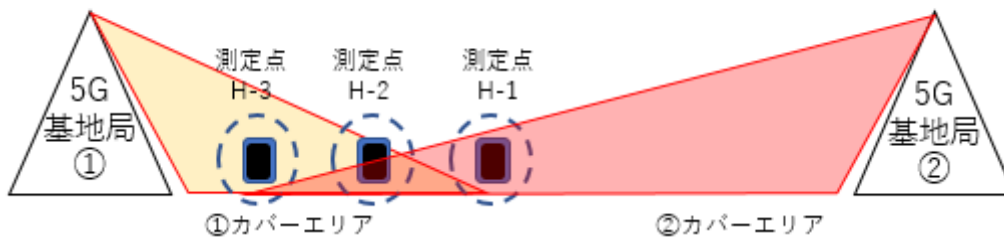
H-3 基地局①



H-3 基地局②
図表 5-90 屋内パターン 2 SI 取得波形

◆屋内 パターン 3

パターン3：基地局②から測定端末に対し電力マージン約10dBに増力した状態での干渉量



— 基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-1までの距離	H-2までの距離	H-3までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	8.7m	5.1m	1.5m
基地局②	-27.23dBm	0度	0度	8.7m	12.3m	15.9m

— 設計値

	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	+10dB	+5dB	0dB

— 実測値

実測値	測定点H-1 マージン	測定点H-2 マージン	測定点H-3 マージン
基地局①	0dB	+3.6dB	+10.0dB
基地局②	+9.9dB	+5.2dB	0dB

— 伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン3結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-1	接続不可	8.6dB	9dB	—	—
H-2	接続不可	0.2dB	2dB	—	—
H-3	接続不可	11.3dB	6dB	—	—

図表 5-91 屋内パターン 3 結果

一考察

屋内パターン 2 と同様に、測定地点 H-1~H-3 のいずれにおいても基地局への接続及び通信が実現できない状態であることを確認した。

最大 SIR（平均） = 11.3dB の状態においても、非同期システム間では干渉影響が生じることが判明した。

参考) SI 取得波形



H-1 基地局①



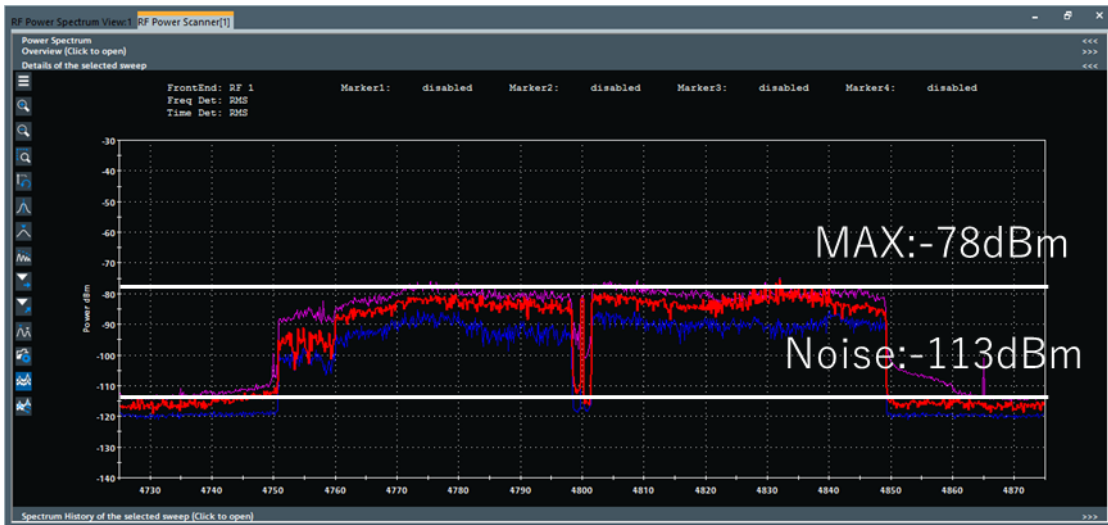
H-1 基地局②



H-2 基地局①



H-2 基地局②



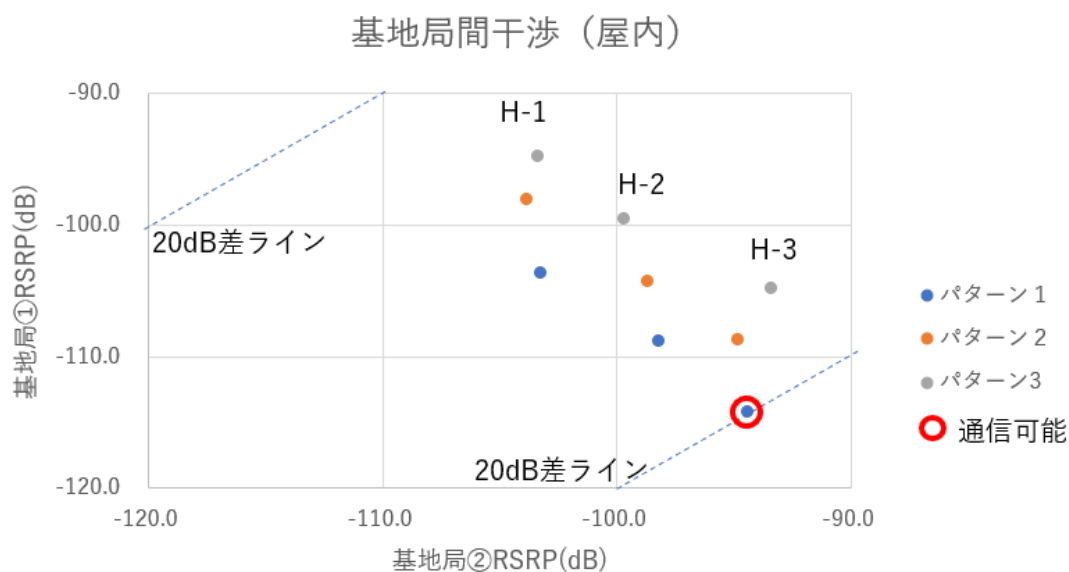
H-3 基地局①



H-3 基地局②

図表 5-92 屋内パターン 3 SI 取得波形

■まとめ 屋内試験結果



図表 5-93 屋内結果 ポイントごとの RSRP

本検証の限界 SIR 値：19.7dB

推奨 SIR 値：約 30dB

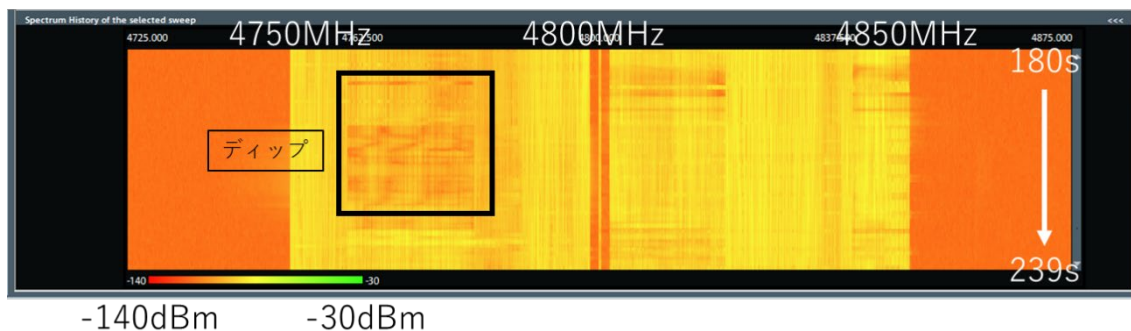
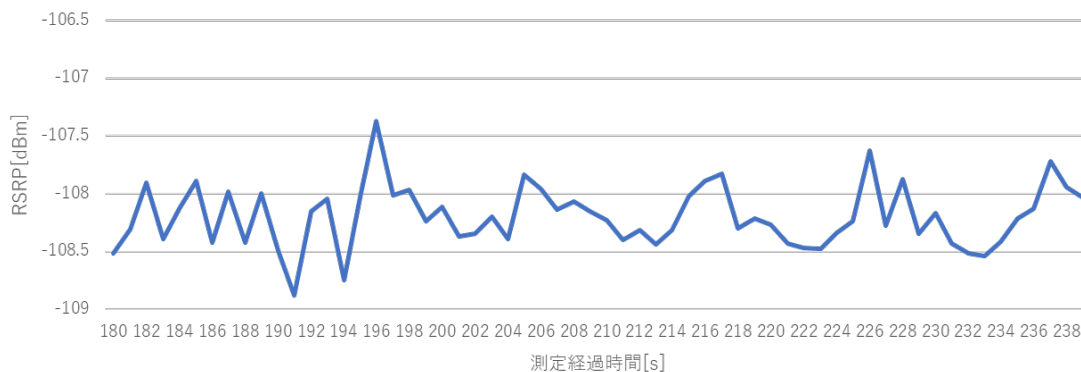
屋内において実施した 3 パターンの試験結果より、非同期システムのセル間干渉については、許容ラインとして SIR（平均）約 20dB が求められると推定される。

なお、人の往来による電波減衰影響等で約 10dB を考慮すると、推奨する SIR 値は約 30dB と考える。

本結果は、屋内に狭域なセルを複数設計するシステムについて、SIR（平均）30dB を考慮すると、施設内の大半のエリアをカバーすることは困難であるため、非同期システムは現実

的には設計が難しいことが明らかとなった。

干渉影響は非同期システムに起因すること以外に、測定中に波形のディップ現象を視認で度々確認しているため、回折波や反射波等のマルチパスによる干渉も影響していると推察する。図表 5-51 にあるように、-110dBm から-115dBm（濃いオレンジ色）に落ち込む時間が見られ、ディップ現象と推察される。



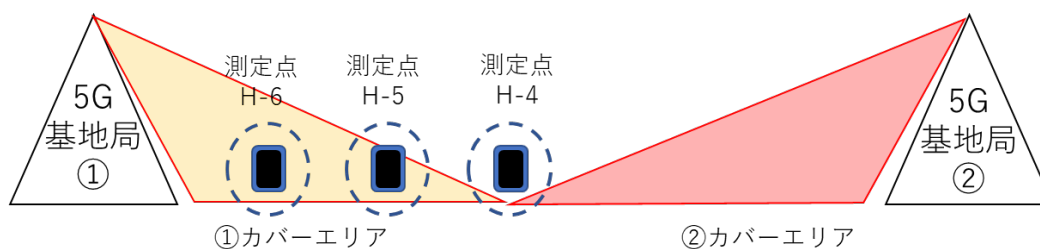
図表 5-94 屋内におけるディップ

濃いオレンジ：-110~-115dBm

薄いオレンジ：-94~-97dBm

◆屋外 パターン 1

パターン 1：各基地局からH-4測定端末に対し電力マージン 0dB状態での干渉量



一 基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-4までの距離	H-5までの距離	H-6までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	14m	9.5m	5m
基地局②	-37.23dBm	0度	40度	3m	7.5m	12m

一 設計値

設計値	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	0dB	-5dB	-10dB

－実測値

実測値	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+5.9dB	+9.3dB
基地局②	0dB	-2.2dB	-4.9dB

－伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン1結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-4	接続不可	2.6dB	2dB	—	—
H-5	基地局①	10.8dB	7dB	69.9Mbps/36.2Mbps	7ms
H-6	基地局①	16.8dB	12dB	69.9Mbps/61.2Mbps	7ms

図表 5-95 屋外パターン1 結果

－考察

屋外環境では、SIR（平均）＝10.8dB において基地局への接続が可能であることが確認できた。しかし、PDSCH の値が劣化しているため、十分に性能を発揮できない電波環境と評価できる。SIR（平均）＝16.8dB においては、問題なく通信可能であることを確認した。

参考) SI 取得波形



H-4 基地局①



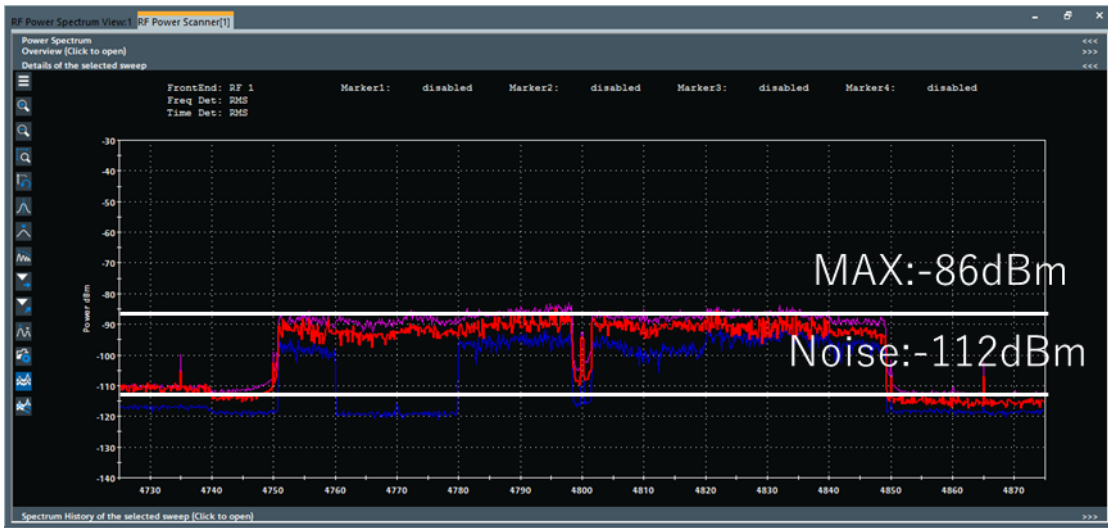
H-4 基地局②



H-5 基地局①



H-5 基地局②



H-6 基地局①

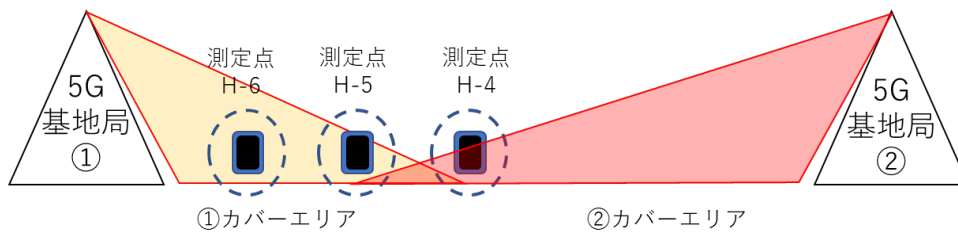


H-6 基地局②

図表 5-96 屋外パターン 1 SI 取得波形

◆屋外 パターン 2

パターン2：基地局②から測定端末に対し電力マージン約5dBに増力した状態での干渉量



—基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-4までの距離	H-5までの距離	H-6までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	14m	9.5m	5m
基地局②	-27.23dBm	0度	50度	3m	7.5m	12m

－設計値

設計値	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	+5dB	0dB	-5dB

－実測値

実測値	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+3.9dB	+7.6dB
基地局②	+5.1dB	0dB	-5.8dB

－伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン2結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-4	接続不可	3.3dB	1dB	－	－
H-5	接続不可	5.6dB	5dB	－	－
H-6	接続不可	15.2dB	9dB	－	8ms

図表 5-97 屋外パターン 2 結果

－考察

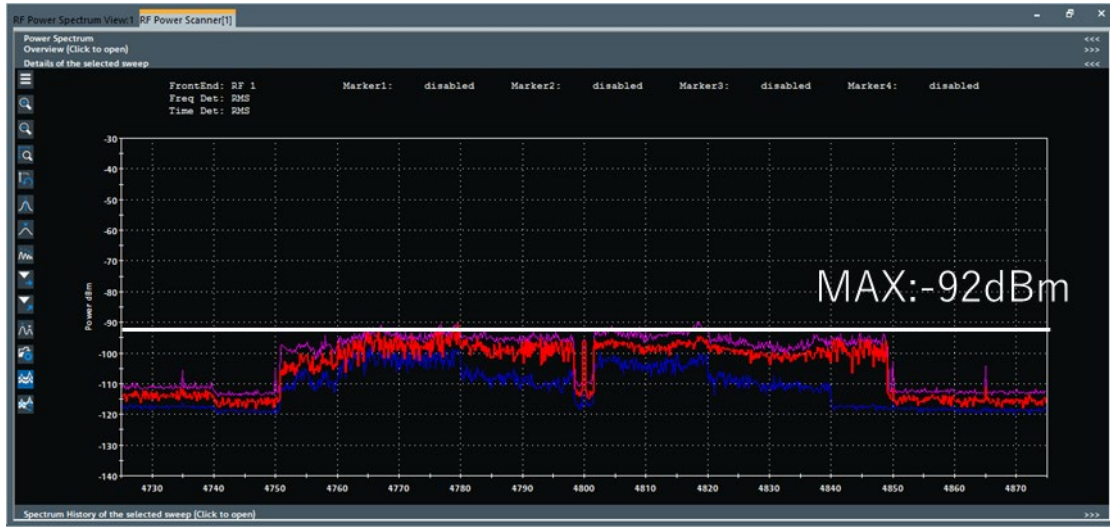
屋外パターン 2 では、測定地点 H-6 のみ通信接続が確認された。

しかし、Ping (echo コマンド) による低レートパケット通信のみ 3 割程度の送受を確認できたが、iperf による疑似負荷パケットを送信した際、PUSCH/PDSCH の測定が不可であり、SIR (平均) 15.2dB では課題解決システムが使用する通信に耐えられない状態であると判断した。

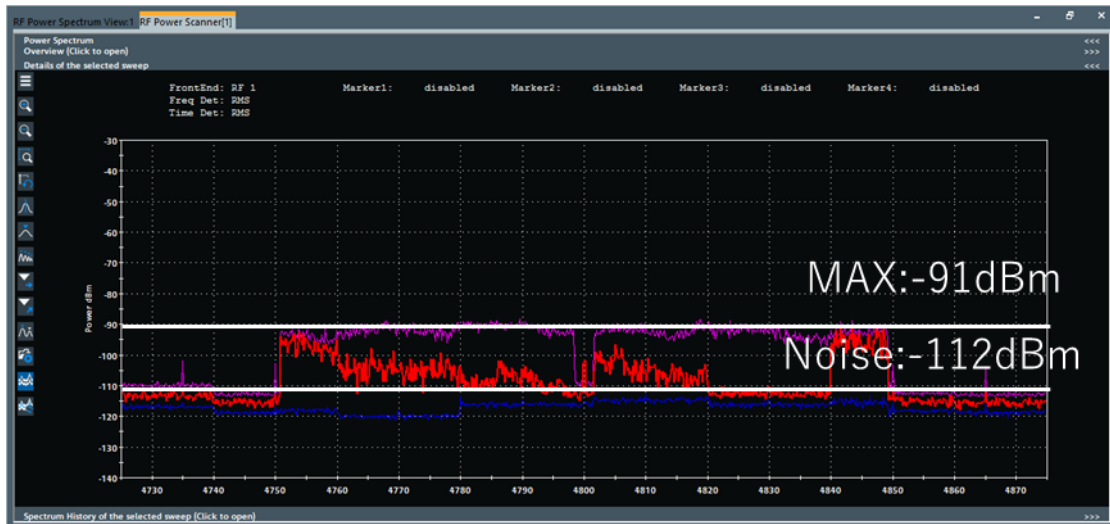
一方で屋外パターン 1 及びパターン 3 の検証では SIR (RSRP 平均差分値) 10dB 程度で通信可能であることが確認できているため、データ測定時において、基地局、端末及び使用した PC の再起動、測定地点の微調整を行ったが iperf による通信は見られなかった。追加でブロックエラーレートの解析を実施したが、原因究明には至っていない。

その他の要素としては、TDD 非同期タイミングの干渉影響等が推察される。

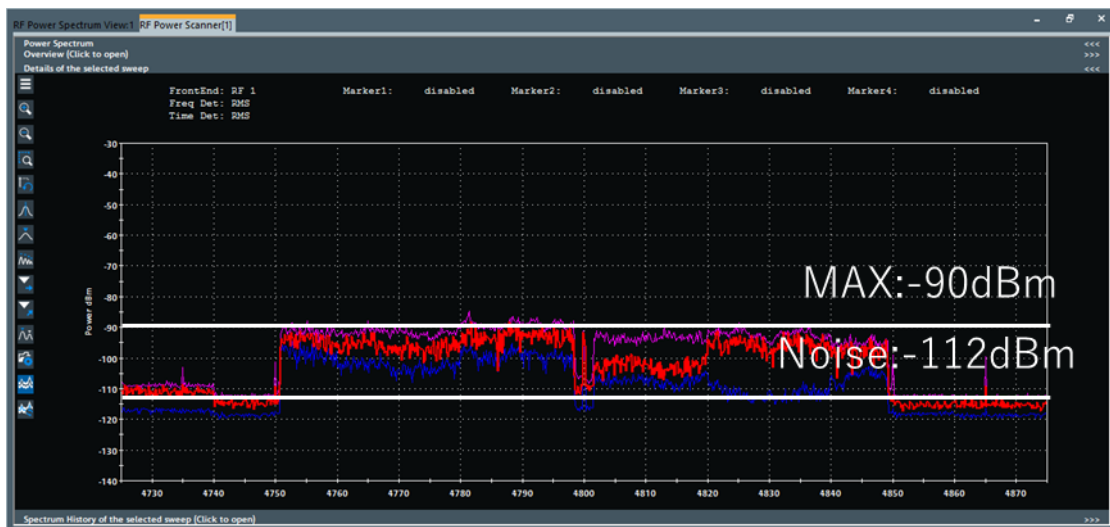
参考) SI 取得波形



H-4 基地局①



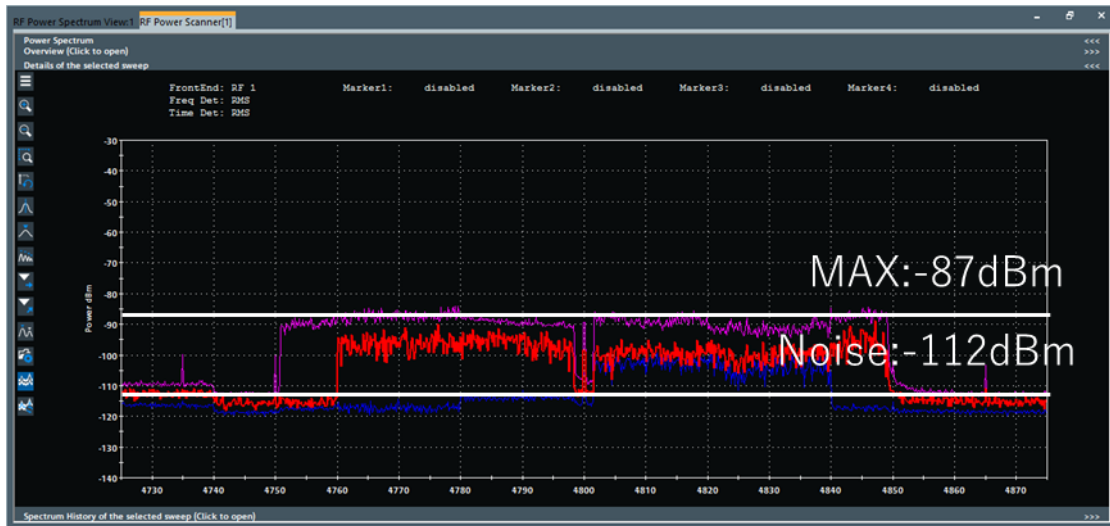
H-4 基地局②



H-5 基地局①



H-5 基地局②



H-6 基地局①

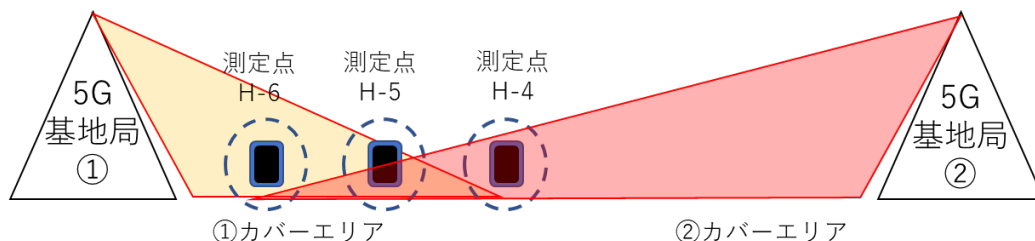


H-6 基地局②

図表 5-98 屋外パターン 2 SI 取得波形

◆屋外 パターン 3

パターン3：基地局②から測定端末に対し電力マージン約10dBに増力した状態での干渉量



ー基地局 送信電力

	送信電力	方位角	仰角	H-4までの距離	H-5までの距離	H-6までの距離
基地局①	-37.23dBm	0度	0度	14m	9.5m	5m
基地局②	-27.23dBm	0度	40度	3m	7.5m	12m

ー設計値

	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+5dB	+10dB
基地局②	+10dB	+5dB	0dB

ー実測値

実測値	測定点H-4 マージン	測定点H-5 マージン	測定点H-6 マージン
基地局①	0dB	+5.1dB	+8.7dB
基地局②	+10.1dB	+4.5dB	0dB

ー伝送速度及び遅延時間 測定結果

パターン3結果	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)	PUSCH/PDSCH	遅延時間
H-4	基地局②	9.3dB	8dB	69.7Mbps/60.8Mbps	8ms
H-5	接続不可	1.3dB	1dB	—	—
H-6	接続不可	9.3dB	9dB	—	—

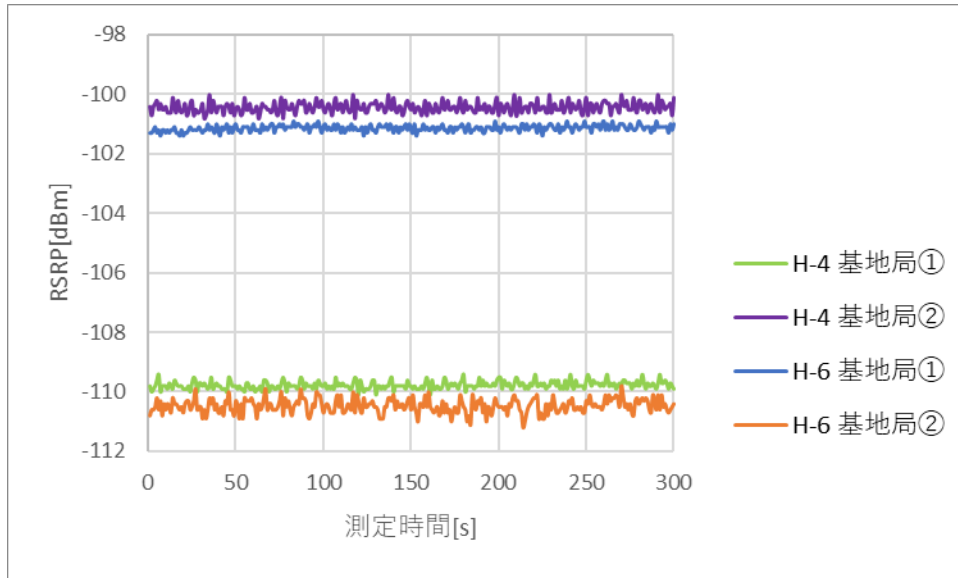
図表 5-99 屋外パターン 3 結果

ー考察

屋外パターン 3 では、測定地点 H-4 のみ通信可能な状態であった。

SIR 測定値では、H-4 及び H-6 は同値であったが、H-6 では通信不可のため、同 SIR 値は通信不安定領域であると考えられる。

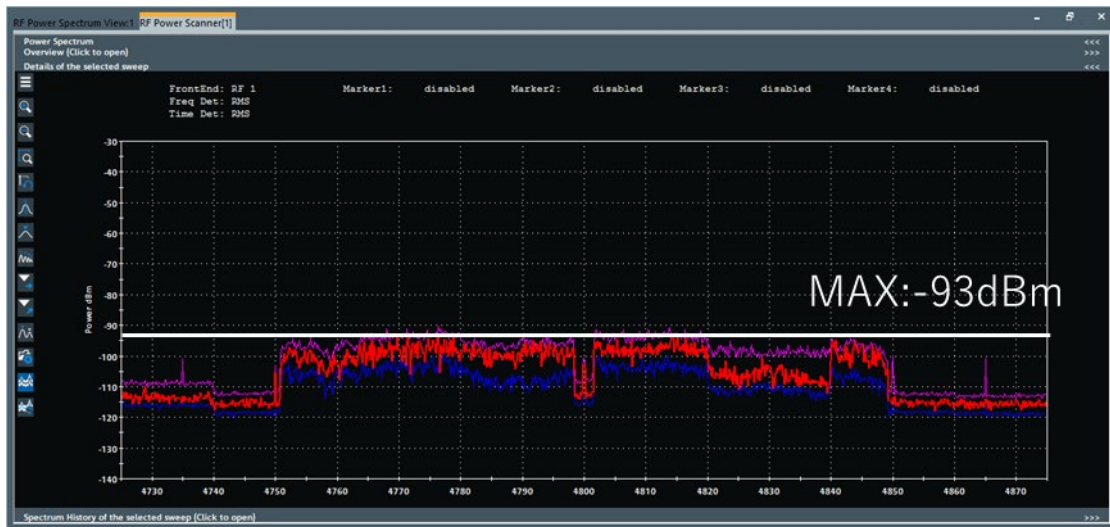
それぞれの RSRP 値の偏移を示したのが以下のグラフとなる。



図表 5-100 各測定地点における RSRP

H-4 及び H-6 の測定結果は、SIR 値としては同一であるが、H-6 側は干渉源基地局のレベル変動が大きいこと、希望波基地局のレベルは限界 RSRP 値近辺であることから通信が不安定であり結果に影響していると推察できる。

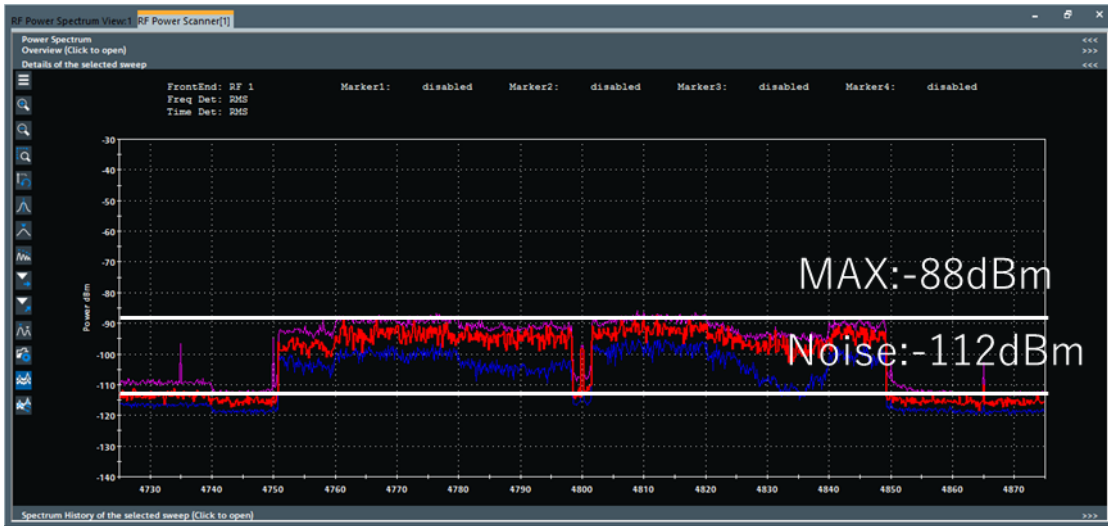
参考) SI 取得波形



H-4 基地局①



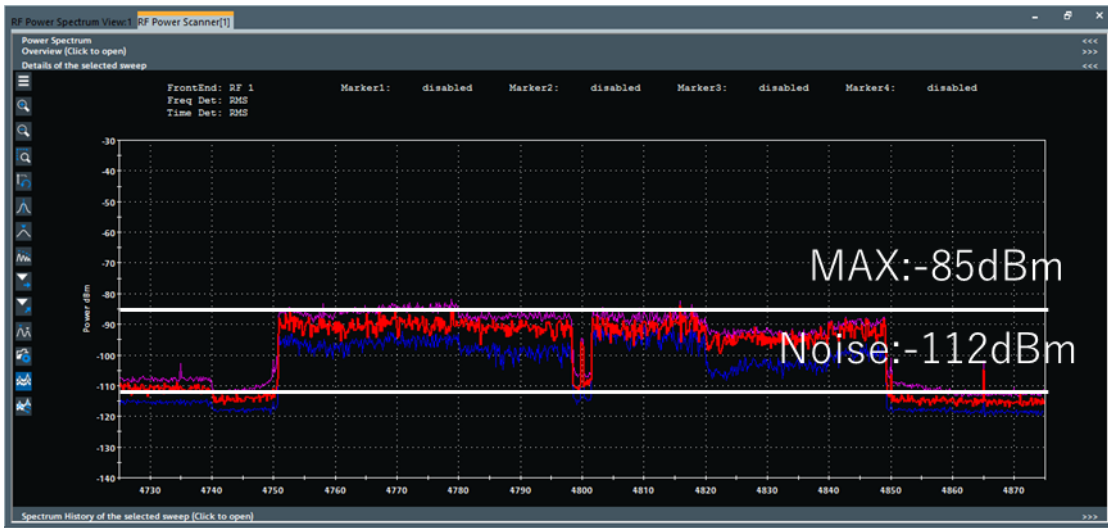
H-4 基地局②



H-5 基地局①



H-5 基地局②



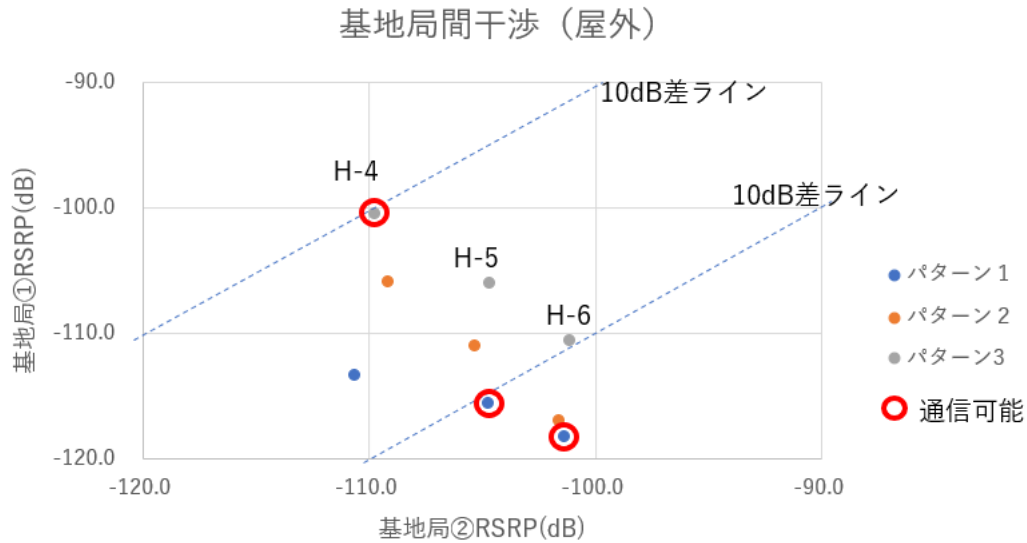
H-6 基地局①



H-6 基地局②

図表 5-101 屋外パターン 3 SI 取得波形

■屋外試験考察



図表 5-102 屋外結果 ポイントごとの RSRP

屋内環境と比べて、測定中の目視確認では波形のディップが少なかったため、マルチパスによる影響が少ない屋外環境では限界 SIR 値は約 10dB 低減できたと推定する。

しかし、限界 SIR 値近辺では通信不安定となる状況も確認しているため、推奨 SIR 値は約 20dB となることを考察した。

屋内環境の推奨 SIR 値（約 30dB）と比べると 10dB 低減可能となるが、屋外環境は比較的には LOS 環境となりやすいため、推奨 SIR 値（約 20dB）のエリアを設計することも、施設環境によっては非常に困難と言える。

ただし、『技術実証ア-2 (3)』による屋内から屋外への電波漏洩の評価結果を参照すると、外壁 (NLOS) による減衰値は約 30dB~50dB が見込まれるため、屋内⇄屋外のシステム同士の SIR 設計は実現できるレベルであり、屋外に 2 セル以上を LOS 環境内で配置するケース以外であれば利用可能と考えられる。

なお、屋内⇄屋外のシステム間干渉の影響について追加で検証（※1）を実施した。当該結果により、屋内⇄屋外のシステム間で干渉を及ぼさないための基地局間の離隔距離は、推定 39m 程度であることが確認できた。

※1 追加検証) 屋内⇄屋外のシステム間干渉影響

◆屋内⇄屋外 パターン Ex

基地局設置場所の配置図



図表 5-103 パターン Ex 測定地点

ー基地局 送信電力

	送信電力	水平角	仰角	測定点までの距離
基地局①	-17.23dBm	0度	0度	30m
基地局②	-27.23dBm	0度	0度	9m

ー伝送速度及び遅延時間 測定結果

Ex結果 (窓外)	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)
Ex	基地局②	21.8dB	13dB

Ex結果 (補正值)	接続基地局	SIR (RSRP平均値差分)	SIR (波形MaxHold差分)
Ex	基地局②	15.2dB	6.4dB

図表 5-104 パターン Ex 結果

ー考察

基地局②と端末の一定距離を保ったまま双方を室内側へと近づけていったとき、測定地点である窓の外で通信でき、内部で通信不可となり干渉の影響を受けた。このときの基地局間の距離が 39m であり干渉を及ぼさない離隔距離としたが、端末が窓の外にあるときは LOS 環境、窓の中では NLOS 環境となり外壁による影響を考慮していない。

Ping (echo コマンド) によって基地局②と通信できていた端末が基地局①を起動させることで干渉が起き通信ができなくなった。また、測定地点と接する窓外では干渉が起きず、Ex

結果（窓外）が得られた。窓による減衰をア-2（3）の試験より 3.3dB として補正すると、基地局②の希望波は 3.3dB 減衰し、基地局①の干渉波が 3.3dB 増幅する。これにより Ex 結果（推定値）が得られる。限界 SIR 値は SIR 推定値（RSRP 平均値差分）の表より 15.2dB と分かる。なお、人の往来による電波減衰影響等で約 10dB を考慮すると、推奨する SIR 値は約 25dB と考える。

以上の技術実証ウにおける検証結果より得られた知見は以下の通りである。

- ・推奨 SIR 値は屋内 30dB、屋外 20dB 程度
（採用した無線機の特性により推奨 SIR 値以下でも通信可能な場合あり）
- ・医療施設内に狭域セルを複数配置する場合、TDD 非同期通信は適しない
- ・屋外に 2 以上の非同期セルを配置する場合は物理遮蔽による NLOS 環境構築を推奨
- ・屋内⇄屋外のシステム間干渉はサイトエンジニアリングにより抑制可能

④ 類似調査の結果及び性能評価結果を踏まえた考察（仕様毎固有のテーマ・視点への対応等）

本テーマの類似調査に関する情報は公開されていない。

本実証と同様に、以下の他社請負案件では医療関係の実証が行われているため、これらの結果を総合的にふまえて考察したいと考える。

⑤ 技術的課題の解決方策

2 つ以上の非同期システムの基地局を院内に配置する場合は、SIR 約 30dB を推奨値として設計するため、医療施設の特異な遮蔽減衰効果を参照し設計することとした。

加えて、本実証で用意した指向性アンテナとオムニアンテナを、カバーエリアごとに使い分けて採用することで、個別に詳細設計をすることで解決する。

しかし、端末間の干渉影響については本実証で検証していないため、同特性について推奨のエリアの設計後に独自で確認のうえ、特性を明らかにしたうえで利用展開する方針を検討している。

⑥ 更なる技術的課題等

本実証では非同期システムによる干渉影響について評価し、前項の解決方策を実施することで課題解決システムを利用していくが、今後、医療施設でのユースケースとしてニーズの高い『院内 PHS の代替』等にも対応していくうえでは、医療施設の遮蔽減衰の特性を考慮し狭域エリアによる細分化が必要であるため、非同期システムにおける干渉影響特性により、院内全域のエリアカバーが非現実的となってしまう。

これらをふまえると、医療施設におけるローカル 5G システムを継続的に利用するうえでは DAS システム等の活用が理想的と考えられる。この活用法については、今後実証等を通じて下記の技術的課題を検討することが望ましいと考えられる。

◆推定される技術的課題等

- DAS システム活用における懸念事項
(RRH から各アンテナへの分配による遅延、ケーブルロスによる電力減衰等)
- 端末移動時の通信影響と許容レベル
- 同期システムにおけるセル間干渉とハンドオーバー性能
- 1CC あたりの端末接続数、CA 検証

5.6 まとめ

- ・ 病院における遮蔽素材は、金属(減衰値 約 30dB)やコンクリート(減衰値 約 40dB)などの減衰の大きいものが用いられている。
- ・ 屋内から屋外への電波漏洩や病棟間の電波干渉については、コンクリートの壁面での減衰により、影響は小さいと考えられるが、設計時には注意が必要である。
- ・ 算出式としては、遮蔽物がない場合は旧算出式、遮蔽物がある場合は新算出式である拡張式が適していると考察される。
- ・ 算出式の補正值 R として、従来の 16.2 に 1.9 を加えた値 18.1 を提案する。
- ・ UL/DL 比率については 1 対 1 の準同期パターンと、より UL 比率に重きを置いた新たな準同期パターンの 2 つのニーズがあると予測される。
- ・ 干渉影響の大きい非同期システムにおいて、2 つの基地局間の干渉許容ラインとして屋内で SIR 30dB、屋外で SIR 20 dB が推奨される。一方でこれはエリア設計が困難な値であるため、同一エリアを複数の基地局でカバーする場合には同期もしくは準同期システムを用いる必要があると考えられる。
- ・ DAS システムを採用し、すべての基地局を同期するか、もしくは中心周波数の離隔をとったスモールセルによるクラスタリングの手法をとることで、干渉影響の軽減が見込める。

6. 実装及び横展開に関する検討

6.1 前提条件

6.1.1 実装・横展開に係る基本的な考え方

本実証における「地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」等、新たな通信技術を広く医療現場において利活用していくことは、中核病院の負担軽減や地域医療等の課題解決に有効であると考えられることから、本章では、高島市民病院での継続利用及び横展開をいかにスムーズに進めていくかを検討した。

高島市民病院での継続利用については、本実証における有効性及び実証結果から明らかになった課題解決策という観点から、横展開については、本実証結果だけではなく、変更の必然性、各地域や医療機関の必要性・有効性という観点も加えて検討することとした。

具体的には横展開について、本実証で得られた有効性はもとより、PHSサービスの終了による代替システムとしての導入などの変更の必然性、地域医療や医療機関における他の必要性や有効性も検討し、地域や医療機関個々の実情に合った取り組みを把握し提案することが重要である。

合わせて本実証の医療従事者アンケートやヒアリングによる評価で明らかにされた改善点、導入や維持に関する問題点などに対する解決策を提示することで、導入のハードルを下げることも横展開を進める上で大きな要素となる。

対象システム	高島市民病院 医療従事者意向	コンソーシアム 意向	評価
病棟・仮設建屋映像伝送システム	・課題解決に有用である ・医師の移動時間が短縮される	・実証目的が達成された	継続
手術センター映像伝送システム	・高解像度（4K）の使用は医学的有用性が高い	・実証目的が達成された	継続
大腸内視鏡AI解析システム	・画像の伝送遅延が大きく医学的に使用できない	・実証目的が達成されなかった	要見直し
患者ダッシュボード	・遠隔診療に有用である	・実証目的が達成された	継続

図表 6-1 実証後の横展開意向

本課題解決システムでは、現状の業務において様々な働き方の改善や必要とする時間の短縮が見込まれており、働き方改革に繋がるより多くのメリットを見出すことが可能である。

一方、本実証において確認された共通課題や導入・維持コストなどを明確化し、高島市民病院が主体としてコンソーシアムメンバーとの継続した協力のもと、実装に最適な普及モデルとして確立し、滋賀県内外の他医療圏含めた中核病院の横展開に活かしていく。



図表 6-2 実証後の横展開イメージ

6.2 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定

6.2.1 実証終了後の継続利用検証

実証を通じて構築したローカル5G等を活用した課題解決システム(以下、4つの対象システム)について、ユーザーニーズ等の検証項目を基に、実証終了後の継続利用の見通しに対する検証を行った。

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
手術センター映像伝送システム	②
大腸内視鏡AI解析システム	③
患者ダッシュボード	④

図表 6-3 課題解決システム

①②③④に対する医療従事者等の関係者に対する下表の内容についてヒアリング及びアンケートを行い、各対象システムの継続利用の有効性(ユーザーニーズ、医療課題解決効果、働き方改革への寄与、機器やネットワークの性能、安全・安心な医療への貢献など)を明らかにした。また、各対象システムを継続させるうえでの継続コスト、人的負荷の増大、技術、運用等で課題解決が必要な事項についても確認した。

検証項目		検証方法	対象システム			
			①	②	③	④
(1) 実証終了後の継続利用の見直し	ユーザーニーズ	医療従事者からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、満足度や継続利用の可否、持続させるうえでの追加ニーズを確認した。	○	○	○	○
	医療課題解決効果	医療従事者からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、当初想定していた医療課題が解決できたかどうかについて確認した。	○	○	○	○
	働き方改革への寄与	医療従事者からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、当初想定していた働き方改革の効果があったかどうかについて確認した。	○	○	○	○
	機器やネットワークの性能	医療従事者からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、業務遂行に対して、機器やネットワークは十分な性能であったかについて確認した。	○	○	○	○
	安心・安全な医療への貢献	医療従事者からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、医療課題解決だけでなく、安心・安全な医療として提供できるかを確認した。	○	○	○	○
	継続コスト	医療従事者及び事務職へ試算結果を提示し、継続コストの支出の可能性について確認した。	○	○	○	○
	人的負荷の増大	医療従事者及び事務職からのヒアリング及び実証後のアンケート調査により、医療者や事務職等における人的負荷の増大について確認した。	○	○	○	○
	その他の課題	レンタル機器、免許、技術面、運用面など、対象システムを継続するうえでの課題を洗い出した。	○	○	○	○
	継続利用可能性	上記検証項目を総合的に見て、継続利用の可能性を判断した。継続利用においての課題は、まず解決法を検討し見通しが立たない場合はその理由を記載した。	○	○	○	○

図表 6-4 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定の検証方法

上記の検証方法に基づいて実施したヒアリング及びアンケートの結果の概要は以下の通りであった。

<有効性>

アー1)：対象システム②（手術）

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診療や遠隔技術指導

～手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導～

- ・遠隔診療・技術指導は医学的に有用
- ・空間的距離を把握する上で高解像度（4K）が有用。FHDは光の加減によって白ぼけ発生
- ・数分から30分程度の手術時間短縮による業務改善
- ・10分から15分程度の移動時間短縮による業務改善

アー1)：対象システム①（病棟）

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診療や遠隔技術指導

～病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断～

- ・遠隔診療は医学的に有用
- ・色の評価には高解像度（4K）が有用
⇒術後の患者の腹腔ドレーンの排液の色、血の色、ウロバック（蓄尿袋）など
- ・数分から20分程度の移動時間短縮による業務改善

アー2)：対象システム③

AI画像診断による医療現場の働き方改革

～画像診断時の対応：大容量通信を利用したAI内視鏡画像診断～

- ・エンコーダ・デコーダ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

アー3)：対象システム①（仮設建屋）

大規模災害・原子力災害・感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続

～高精細映像やスマートフォンカメラを活用した災害時臨時外来対応施設（野戦病院）でのBCP及び原子力災害発生・感染症発生時（新型コロナウイルス含む）の対策～

- ・現状の電話での確認作業に視覚情報が加わることで高い効果（特に、原子力災害や感染症等で人の出入りが困難なケースでは有効）
- ・災害対策本部は、現場からの相談等に対して、トリアージエリアや救護所全体を把握し搬出する順番等の意思決定支援として有用

ア-4)：対象システム①④

キャリア 5G での検証 ～キャリア 5G を使用した院内医療情報の共有～

- ・遠隔診療は医学的に有用
- ・褥瘡などの難治性潰瘍の創（きず）面を高解像度（4K）で遠隔から精細に観察可
- ・超音波検査や血管造影などリアルタイムかつフレームレート（30ftp）の動きの表示が重要となる検査において有用
- ・遊離組織皮弁の移植等の観察では、組織の色調や血流の状態が重要なため、高解像度（4K）やフレームレート（30ftp）が有用
- ・院外から患者の状態や患者情報を閲覧できることで、外出先から病棟までの移動時間短縮による業務改善

6.2.1.1 継続コストと必要資金の確保（共通）

実証終了後の継続利用を 5 年間とし、かつ院内全エリアでローカル 5G を利用するためには予め追加費用の確保が必要となる。具体的には、以下の 2 つの課題が顕在化している。

- ① 実証では 3 セットのローカル 5G 基地局を適所で組み合わせ、技術実証の測定と課題解決システムの検証を並行して行っていた。そのため、3 セットのみローカル 5G 基地局であれば継続利用を検討する際に使用範囲が限定されてしまう。
- ② 大腸内視鏡 AI 解析システムは、実証の期間内（令和 3 年 3 月末まで）のレンタルとなっており、継続使用する場合は購入費用が発生する。

5 年間継続利用する場合のインフラ機材と運用・保守コストを明確にした。また、【商用免許への切り替えした場合】、【実証免許期間延長した場合】で検討した。

【商用免許への切り替えした場合】

今回の実証終了後、ローカル 5G 基地局は増設せず、商用免許への切り替えのためアップグレードを実施して基地局、端末 3 セットのまま使用する場合の費用を算出した。病棟・仮設建屋映像伝送システム、手術センター映像伝送システム、大腸内視鏡 AI 解析システム、患者ダッシュボードを継続利用する費用を下記にまとめた。

対象システム	実証時 (費用)	実証後 (追加費用)	実証後 (2年目以降)	内訳 (追加費用)
ローカル 5G	¥56,262,100	¥3,000,000/年 ¥15,000,000	¥3,000,000/年	基地局の台数：3台 保守費用： ¥1,000,000×3台 商用アップグレード費用： ¥5,000,000×3台
キャリア 5G ネットワーク	¥655,700	¥169,200/年	¥169,200/年	インターネット回線
病棟・仮設建屋 映像伝送システム	¥2,296,860	¥0	¥474,375/年	1年間サポート付き VistaFinder 保守サポート費用
手術センター映像 伝送システム	¥2,059,260	¥0	¥474,375/年	1年間サポート付き VistaFinder 保守サポート費用
大腸内視鏡 AI 解析 システム	¥7,754,000	(¥3,500,000)	¥0	大腸内視鏡 AI 解析 システム購入費用
患者ダッシュボード	¥22,310,000	¥0	¥1,800,000/年	1年間サポート付き ¥150,000×12か月
商用免許取得 (参考)	—	¥2,000,000	¥0	商用免許取得支援費用
合計 (A)	¥91,337,920	¥23,669,200	¥5,917,950	大腸内視鏡 AI 解析 システムを含む
合計 (B)	¥91,337,920	¥20,169,200	¥5,917,950	大腸内視鏡 AI 解析 システムを含まず

図表 6-5 年間継続利用時の追加費用（商用化）

運用保守、ランニング費用は初年度購入等が発生するため、合計 23,669,200 円となる。2年目以降は年間 5,917,950 円となる。

【実証免許期間延長した場合】

次に、今回の実証終了後、ローカル 5G 基地局は増設せず、実証免許期間延長を行い基地局及び端末 3 台のまま使用することとした場合の費用を算出した。病棟・仮設建屋映像伝送システム、手術センター映像伝送システム、大腸内視鏡 AI 解析システム、患者ダッシュボードを継続利用する費用を下記にまとめた。

対象システム	実証時 (費用)	実証後 (初年度)	実証後 (2年目以降)	内訳 (追加費用)
ローカル5G	¥56,262,100	¥0	¥3,000,000/年	1年間サポート付き 基地局の台数：3台 保守費用：¥1,000,000×3 台
キャリア5G ネット ワーク	¥655,700	¥169,200/年	¥169,200/年	インターネット回線
病棟・仮設建屋 映像伝送システム	¥2,296,860	¥0	¥474,375/年	1年間サポート付き VistaFinder 保守サポート費用
手術センター映像 伝送システム	¥2,059,260	¥0	¥474,375/年	1年間サポート付き VistaFinder 保守サポート費用
大腸内視鏡 AI 解 析システム	¥7,754,000	(¥3,500,000)	¥0	大腸内視鏡 AI 解析 システム購入費用
患者ダッシュボー ド	¥22,310,000	¥0	¥1,800,000/年	1年間サポート付き ¥150,000×12 か月
実証免許期間延長 費用 (参考)	—	¥450,000	¥0	実証免許期間延長支援 費用
合計 (A)	¥91,337,920	¥4,119,200	¥5,917,950	大腸内視鏡 AI 解析シス テムを含む
合計 (B)	¥91,337,920	¥619,200	¥5,917,950	大腸内視鏡 AI 解析シス テムを含まず

図表 6-6 年間継続利用時の追加費用（商用化せず）

実証後の初年度は、実証費用に含まれた運用保守、サポート費用は発生しないため、大腸内視鏡 AI 解析システムを継続させた場合、合計 4,119,200 円となる。

2年目以降は年間 5,917,950 円となる。

一方、今回の実証で使用した大腸内視鏡 AI 解析システムは、画像遅延の問題により改良等の見直しが必要であり、継続導入を断念した場合、初年度の費用は、619,200 円となり、2年目以降は年間 5,917,950 円となる。

6.2.1.2 人的負荷について

ア-1)：対象システム②（手術）

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診療
や遠隔技術指導

～手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導～

- ・手術センター映像伝送システムを設置するためには 2 名で 30 分から 1 時間程度
の準備作業が必要（看護師）

ア-1) : 対象システム① (病棟)

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診療や遠隔技術指導
～病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断～

- ・医師と患者両方の映像がないと対面医療に近づかないため、双方向の映像が欲しい

ア-2) : 対象システム③

AI 画像診断による医療現場の働き方改革
～画像診断時の対応：大容量通信を利用した AI 内視鏡画像診断～

- ・内視鏡映像の遅延は受容できない

ア-3) : 対象システム① (仮設建屋)

大規模災害・原子力災害・新型感染症 (新型コロナウイルス含む) 発生時の医療支援の継続
～高精細映像やスマートフォンカメラを活用した災害時臨時外来対応施設 (野戦病院) での BCP 及び原子力災害発生・新型感染症発生時 (新型コロナウイルス含む) の対策～

- ・野戦病院での音声 (ハウリング) の問題があった

ア-4) : 対象システム①④

キャリア 5G での検証 ～キャリア 5G を使用した院内医療情報の共有～

- ・マニュアルを参照したが操作に戸惑うことがあった

6.2.1.3 技術、運用等の課題

ア-1) : 対象システム② (手術)

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診療や遠隔技術指導
～手術時の対応：高精細映像やスマートグラスを用いた遠隔技術指導～

- ・コードレスへの要望
- ・4K カメラ映像が手術センター内でも見えるよう要望
- ・通信や機材の安定性を更に高めることへの要望
- ・運用コストについては、手術センター映像伝送システム単体でのコスト負担となると割高感になるため、ローカル 5G の効果を病院全体や地域連携含めた広義の視点で費用対効果を検討することへの期待
- ・機材の消毒等のやりやすさを重視した方が良い

ア-1) : 対象システム① (病棟)

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診療や遠隔技術指導

～病棟時の対応：病棟におけるスマートフォンを活用したリモート診断～

- ・瞳孔観察では、高解像度の4Kでも見えにくく、部屋の明るさやペンライトの当て方などに専門医の知見が必要
- ・コードレスへの要望
- ・スマートフォンに医師の映像も映るよう改善要望
- ・運用コストは手術センター映像伝送システムと同様に割高であるため、将来的には、院外の専門医、専門医療機関との連携や電子カルテとの連動等に期待

ア-2)：対象システム③

AI画像診断による医療現場の働き方改革

～画像診断時の対応：大容量通信を利用したAI内視鏡画像診断～

- ・大腸内視鏡検査におけるAI画像診断では100msec未満の遅延時間に期待

ア-3)：対象システム①（仮設建屋）

大規模災害・原子力災害・新型感染症（新型コロナウイルス含む）発生時の医療支援の継続

～高精細映像やスマートフォンカメラを活用した災害時臨時外来対応施設

（野戦病院）でのBCP及び原子力災害発生・新型感染症発生時（新型コロナウ

イ

ルス含む）の対策～

- ・音声聞き取りにくい、音が割れる等の音質改善の要望
- ・Zoomのような複数人の対話機能の要望

ア-4)：対象システム①④

キャリア5Gでの検証

～キャリア5Gを使用した院内医療情報の共有～

- ・院外から遠隔によるカメラ操作の要望

6.2.1.4 考察及び対応

本実証の課題解決システムでは、「大腸内視鏡AI解析システム」の技術的課題における改善の必要性は提示されたが、他のシステムにおいては、医学的観点から見た有用性は高いことが明らかとなった。また、大腸内視鏡AI解析システム以外の課題については、細かな改善や運用によって解決が可能であると考えられる。従って、当システムを継続する意義は大きい。なお、細かな改善や運用による課題解決の方向性については、継続ハードルを下げることも視野に入れ、以下のように対応した。

また、すべてのシステムに共通する「運用コスト」の課題については、可能な限り実証環境を継続して新たなコスト発生を抑制する。医療機関独自だけでなく、行政や民間資金等を多面的に活用するスキームを検討した。

※「6.2.1.5 事業モデル ④費用負担」参照

課題	考えられる解決策
機材設置に時間を取られる	常時設置等の検討
コードレスであること	基地局の次期バージョンアップの検討
4K カメラ映像が手術センター内でも見えること	モニタの追加
通信や機材の安定性を更に高める	ベンダー交渉、システム設計見直し
瞳孔観察における見にくさ	教育・訓練
音声品質の改善	原因の検証⇒機器変更、指向性の高いスピーカーへの変更等

図表 6-7 課題と考えられる解決策の例

6.2.1.5 事業モデル

前項の「実証終了後の継続利用検証」で示したように、今回実証の対象 4 システムでは、「大腸内視鏡 AI 解析システム」を除く 3 システムは継続が有用であるとの判断がなされた。また、今回は追加システムに対する要望はなかったため、「大腸内視鏡 AI 解析システム」を除く 3 システムを継続最優先とし、改善を視野に入れることで継続の可能性が残る「大腸内視鏡 AI 解析システム」も事業モデルとして検討に入れることとした。

実際に事業として継続していくためには、上記に示した追加システムを含む実施内容を実証から運用に転換する必要がある。転換が必要な項目として、継続的に利用するための運用体制、機器管理、費用負担等について整理した。

また、今回の実証、実証の継続を更に発展させるため、PHS のサービス終了に伴うローカル 5G への切り替えも合わせて検討することとした。PHS のサービス終了に伴うローカル 5G への切り替えの考え方については、「6.3 横展開に資する普及モデルに関する検討」で示す、横展開の考え方に準じる。

事業モデルとした 4 システム

対象システム	番号
病棟・仮設建屋映像伝送システム	①
手術センター映像伝送システム	②
大腸内視鏡 AI 解析システム	③
患者ダッシュボード	④

図表 6-8 課題解決システム

項目	策定方法	対象システム				
		①	②	③	④	
(2) 継続利用時の事業モデル	①運用体制	運用には、技術要員とマネジメント要員が必要である。 マネジメント要員は、実証から引き継ぐことで対応が可能か検討した。 課題解決システム・ローカル5Gの開発・整備やその後のシステム運用を確実に進めていくためには、院内に情報システムの運用や情報技術、第三級陸上特殊無線技士の資格を有する者など情報・無線技術に精通した技術要員を擁する必要がある。必要に応じて外部リソースを活用することも検討した。 事業を継続していく上で必要とする処置を適切に遂行できる能力があるかを評価した。	○	○	○	○
	②実施内容	実証事業の継続評価結果で、追加ニーズがあり、想定と異なった結果が得られた場合、必要に応じて実施内容を拡充する必要があるなど実証結果によって継続利用に影響が出る場合、実施内容を整理しその内容を検討した。	○	○	○	○
	③機器管理	本実証においては、無線免許申請主体が協議会であり、実証事業として環境整備及び機器設置を実施していることから、購入機器及び購入ソフトウェア部分についての所有権を高島市民病院に移管する。 レンタル機器における所有権については、システム提供事業者に帰属するため、機器・環境・システム利用総じてサービス提供事業者と病院間での利用に関する契約が必要となる。 これらの所有権や使用権に関わる契約形態と責任範囲を明確に設定できるか評価した。 また、実証におけるコンソーシアムの継続関与についても確認した。	○	○	-	○

	<p>④費用負担 実証後、継続利用する運用保守コストを算出した。 また、必要に応じて課題解決システムに対する需要・要望による必要設置数の増減や継続利用時の設置場所変更などをヒアリングや実証アンケートなどで確認し、ニーズに応じた継続利用に関する追加必要コストも算出した。</p>	○	○	-	○
--	--	---	---	---	---

図表 6-9 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定の検証方法

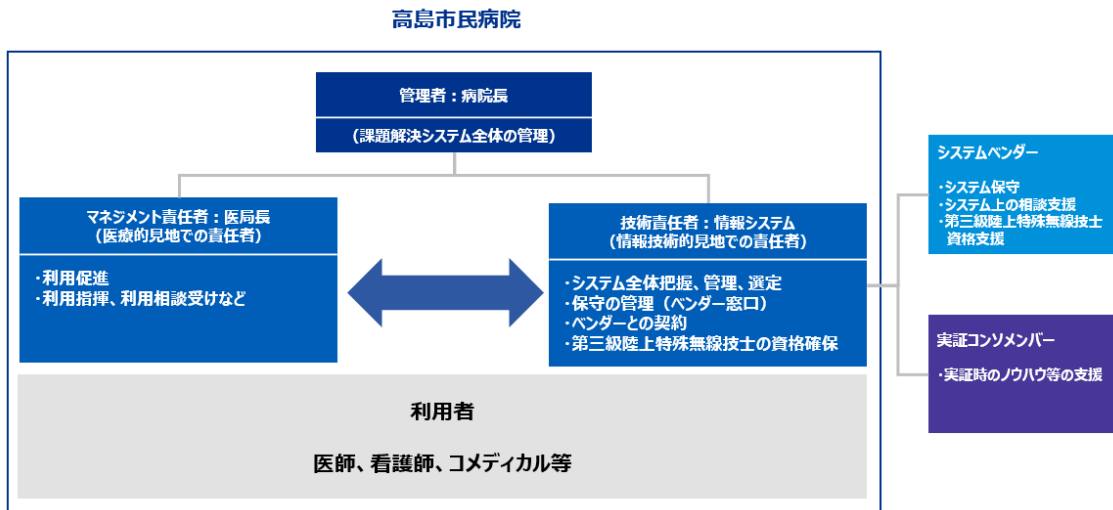
継続運用においては、「図表 6-9 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定の検証方法」の情報を基に以下の点を明確にし、事業モデルを定義した。

① 運用体制

継続運用においては、以下の体制で実施することとした。

体制構築における重要機能は以下の通りである。

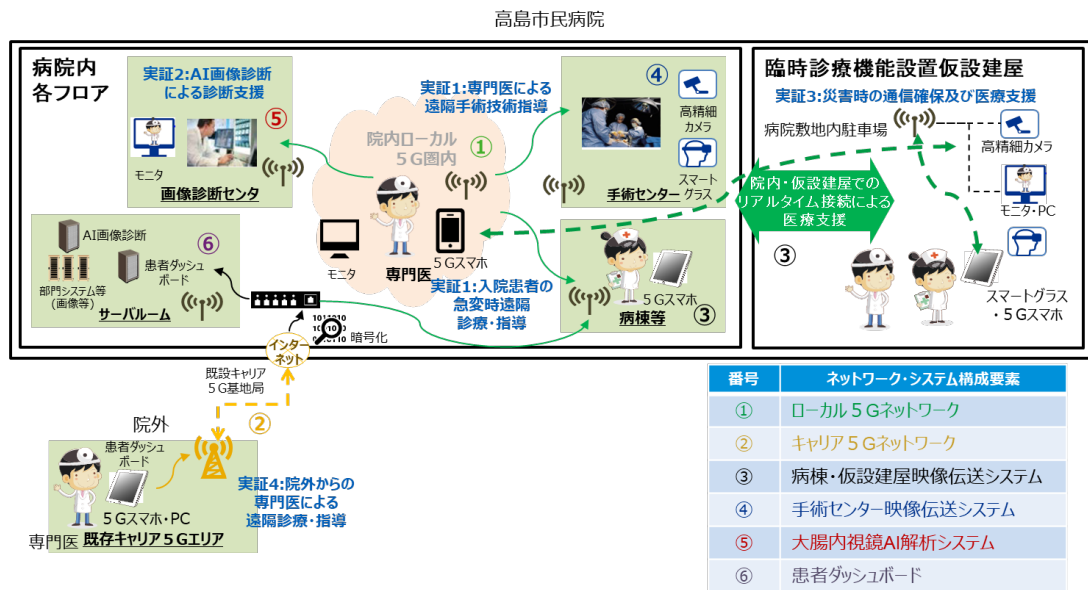
- 仕組みの利用が促進されるとともに円滑に利用されるための内部マネジメント
- 情報システム部門でのシステム全体の把握・管理
- ハードウェア、ソフトウェアの各保守の追加管理を担う部門の選定
- 第三級陸上特殊無線技士の資格を有する者の配置
- 各システムベンダーとの契約締結



図表 6-10 継続のための運用体制

② 実施内容

ヒアリング及びアンケートの結果より、実施内容の追加はなく、以下の図表全体を実施内容とした。ただし、「大腸内視鏡 AI 解析システム」については、継続利用するためには改善の必要性が高いため、費用負担については、4 システム全体と、「大腸内視鏡 AI 解析システム」を除く 3 システムについて検討した。この選定により部門や追加設備の必要性はなかった。また、加えて、PHS のサービス終了に伴うローカル 5 G への切り替えも合わせて検討した。



図表 6-11 継続における実施内容（再掲）

③ 機器管理

機器管理の機能は、「①運用体制」に反映させた。

④ 費用負担

拡張はないため、追加導入コストは発生しない。そのため、4 システム全体と、「大腸内視鏡 AI 解析システム」を除く 3 システムについて 5 年間の費用を積算した。運用管理を行う人員の費用については、既存人員の職掌内で実施することで新たな費用は発生しない。また、可能な限り、費用負担を減らすために、実証で使用したシステムを継続するという「イ. 実証免許期間延長した場合」についても試算した。

高島市民病院はその名の通り、滋賀県高島市における公的な市民病院である。そのため本実証で使用した課題解決システムを継続利用するためには、次年度の高島市としての予算確保が必要となる。更に、仕組みとして定着させていくためには、その後の保守費用等を確保する必要がある。

費用確保については、独自予算が必要となるが、既に国や市の他会計からの補助金や繰入金があり（総務省：病院事業決算状況・病院経営分析比較表参照）、別の手法とし

て、「企業版ふるさと納税」や「ソーシャル・インパクト・ボンド*12」などの可能性について継続して関係者との協議を行う。また、導入のハードルを下げるために、院内システム更新時における PHS からのローカル 5G への移行及び移行における費用負担軽減のための分散型アンテナシステム=DAS (Distributed Antenna System) 等の導入からの開始などについても合わせて検討した。

【商用免許への切り替えした場合】

負担額が大きく、継続利用は現実的に難しい。

		令和3年	令和4年	令和5年	令和6年	令和7年	備考
収入	補助金	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	継続検討
	病院負担	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	
						
						
	収入合計	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0	
支出	ローカル 5G 商用3台新規購入	¥ 15,000,000	¥0	¥0	¥0	¥0	
	ローカル 5G基地局 運用保守費用	¥ 3,000,000	¥ 3,000,000	¥ 3,000,000	¥ 3,000,000	¥ 3,000,000	
	キャリア 5Gネットワーク使用料	¥169,200	¥169,200	¥169,200	¥169,200	¥169,200	
	病棟・仮説建屋映像伝送システム 運用保守費用	¥0	¥474,375	¥474,375	¥474,375	¥474,375	1年間サポート付き
	手術センター映像伝送システム 運用保守費用	¥0	¥474,375	¥474,375	¥474,375	¥474,375	1年間サポート付き
	大腸内視鏡AI解析システム 一括購入・保守費用	¥ 3,500,000	¥0	¥0	¥0	¥0	
	患者タッチボード使用料	¥0	¥ 1,800,000	¥ 1,800,000	¥ 1,800,000	¥ 1,800,000	1年間サポート付き
	免許取得費用	¥ 2,000,000	¥0	¥0	¥0	¥0	¥0
	支出合計	¥ 23,669,200	¥ 5,917,950	¥ 5,917,950	¥ 5,917,950	¥ 5,917,950	

図表 6-12 継続の費用シミュレーション (商用化)

*12 行政が解決ノウハウをもっていない社会課題などについて、民間資金を活用して解決を目指す公民連携の取り組み

【実証免許期間延長した場合】

初年度負担が継続利用可能となると考えられるレベルまで大きく軽減された。
ただし、次年度以降については、継続的に多面的にファイナンス手段を検討した。

	令和3年	令和4年	令和5年	令和6年	令和7年	備考	
収入	補助金	¥0	¥0	¥0	¥0	継続検討	
	病院負担	¥619,200	¥0	¥0	¥0	¥0	
						
						
	収入合計	¥619,200	¥0	¥0	¥0	¥0	
支出	ローカル5G基地局 運用保守費用	¥0	¥3,000,000	¥3,000,000	¥3,000,000	¥3,000,000	1年間サポート付き
	キャリア5Gネットワーク使用料	¥169,200	¥169,200	¥169,200	¥169,200	¥169,200	
	病棟・仮設建屋映像伝送システム 運用保守費用	¥0	¥474,375	¥474,375	¥474,375	¥474,375	1年間サポート付き
	手術センター映像伝送システム 運用保守費用	¥0	¥474,375	¥474,375	¥474,375	¥474,375	1年間サポート付き
	大腸内視鏡AI解析システム 一括購入・保守費用	¥3,500,000	¥0	¥0	¥0	¥0	
	患者タッチボード使用料	¥0	¥1,800,000	¥1,800,000	¥1,800,000	¥1,800,000	1年間サポート付き
	免許取得期間延長費用	¥450,000	¥0	¥0	¥0	¥0	
	支出合計(AI解析システム含む)	¥4,119,200	¥5,917,950	¥5,917,950	¥5,917,950	¥5,917,950	
	支出合計(AI解析システム含まず)	¥619,200					
	収支	AI解析システム含む	(¥3,500,000)	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)
AI解析システム含まず		¥0	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)	(¥5,917,950)	

図表 6-13 継続の費用シミュレーション（商用化せず）

ア. 見直し時期

見直しの目的は、大きく2つを想定している。

1 点目は、稼働状態や効果及び業務実施から見えてくる課題等についての自己点検を実施し、改善点の確認やモチベーションの維持等に活用する。

2 点目は、「PHS サービスの終了に伴う代替システムとしての導入」など契約更新の把握と費用の定期的確認による確実な事業費の確保を計画的に実行することである。

見直しは、1 年間に1 回実施することとした。

イ. 運用への転換スケジュール

ニーズの変更や機器の見直し、コストの増減などを確認し、5 年間のスケジュールを策定した。

	令和3年				令和4年				令和5年				令和6年				令和7年			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
実施内容の決定	■																			
予算確保	■																			
事業化移行及び運用体制の決定	■																			
事業化へのシステム移行		■	■																	
運用開始			■																	
運用等の見直し				■			■				■				■					■

図表 6-14 運用への転換スケジュール

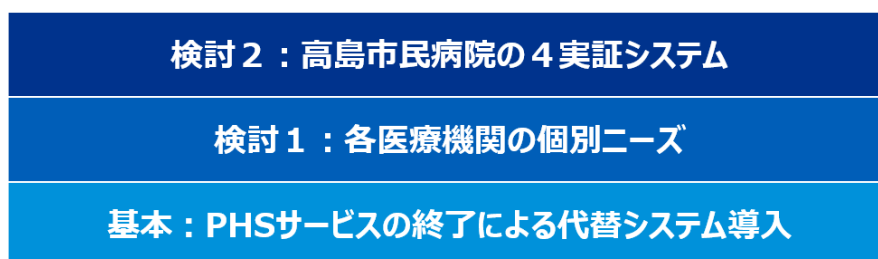
6.3 横展開に資する普及モデルに関する検討

6.3.1 普及モデル

普及モデルのもとになる基本システムは、高島市民病院における実証を通じて構築したローカル5G等を活用した課題解決システムである。

この実証で経験・確認された対象システムと導入効果、経費、体制、構築プロセス、コンソーシアムの活動等を整理し、展開を容易にするための参考とした。

ただし、実際の展開に当たっては、PHSサービスの終了による代替システムとしての導入など、医療機関にとって必然性の高い変更機会を最優先にした提案を基本とした。その上で、各医療機関個別のニーズ（検討1）、高島での実証（検討2）を追加検討することとした。



図表 6-15 普及モデル構成の考え方

6.3.1.1 普及モデルにおける展開の意義

今回の実証対象である高島市民病院は、以下の①～⑤の課題を抱えている。これらの課題を解決し、医療の質を上げるとともに、医師の働き方改革を進めるために、4つのシステムを対象として実証を実施した。今回の実証について評価を行った結果、各実証は、課題解決に寄与することが明らかになった。従って、類似した課題を持つ地域に対して展開することに大きな意義があると考えられる。

- ① 専門医が少なく、入院診療の負担が大きい。
- ② 外科医が少なく手術対応等で多忙である。
- ③ 担当医は院外でも対応が求められている。
- ④ 内視鏡検査は、外来・救急外来と兼務で実施しており、多忙である。
- ⑤ 感染症や災害医療による受入れが求められている。

また、今回の実証では5G通信を用いた。5G通信は、多くの課題解決への貢献が期待されており、その普及という意味でも展開の意義は大きい。

6.3.1.2 課題解決のためのシステム

本課題解決システムは以下の通りであり、当初目指した課題解決に対して概ね目的が達成されることが明らかになった。従って、実証で行った課題解決のためのシステムは、有効であると判断される。

対象システム	高島市民病院 医療従事者意向	コンソーシアム 意向	評価
病棟・仮設建屋映像伝送システム	・遠隔診療に有用 ・移動時間の短縮	・実証目的が達成された	継続 予定
手術センター映像伝送システム	・遠隔診療・技術指導に有用 ・手術時間の短縮 ・移動時間の短縮	・実証目的が達成された	継続 予定
大腸内視鏡 AI 解析システム	・遅延時間の短縮改善要望	・改善要望があった	要見 直し
患者ダッシュボード	・遠隔診療に有用 ・移動時間の短縮	・実証目的が達成された	継続 予定

図表 6-16 実証で行った課題解決システム（再掲）

一方、横展開においては、医療機関（高島市民病院、大津赤十字病院、滋賀医科大学医学部附属病院）へのヒアリングを基に、システム変更の必然性や個々の医療機関のニーズに立脚して推進することが効果的であると考えられるため、敢えて、高島市民病院における課題解決のためのシステムを必須とはしないこととし、導入の必然性の高い、「PHS サービスの終了に伴う代替システムとしての導入」等を優先的に提案することとした。

<優先順位 1>

基本	概要
PHS サービスの終了による代替システムとしての導入	PHS サービスは終了しており、交換機、端末が使えなくなると院内 PHS も使えなくなる。その代替として超高速・大容量、多数同時接続、超低遅延という特徴を持つ 5G を導入することにより、以下に示す、優先順位 2～その他の可能性に至る仕組みの導入が可能となり、院内業務の高度化に大きく貢献する。

<優先順位 2>

検討 1	概要
各医療機関の個別ニーズ	規模、機能、地域での役割などが異なるとニーズが変わることが推察される。ニーズをもとに展開することは受け入れ障壁を下げるうえで重要な要素となる。

<優先順位 3>

検討 2 (高島実証)	概要
病棟・仮設建屋映像伝送システム	病棟・仮設建屋等と離れた場所にいる医師が遠隔医療を実施
手術センター映像伝送システム	手術センターの外の専門医が手術センターを支援
大腸内視鏡 AI 解析システム	内視鏡センターの外の専門医が内視鏡センターを支援
患者ダッシュボード	患者情報を遠隔で確認

図表 6-17 横展開のための提案の優先順位

<その他の可能性>

ローカル 5G は多くの可能性、潜在性があると考えられているが、どのようなシーンで活用できるかについては、具体的に整理されたものは少ない。従って、あくまでも可能性という観点から以下のような考慮対象を持つことで、医療機関としての検討の遡上になり易くなるという前提で提示した。

PHS の代替としてローカル 5G を導入する場合も、単独で導入するのではなく、医療機関の既存システムへの組み込みや、ここで示すようなシステムとの組み合わせで医療機関としてのメリットが大きくなるように考えることが重要である。

検討時考慮	概要
院内情報共有化による業務効率化、医療の質向上	医療従事者が無線でつながったタブレット端末などで、電子カルテなどの情報を閲覧でき、入力（記録）もできる。また、ベッドサイドで指示出し、指示受けなどもできると非常に便利になる。5Gの大容量、多数同時接続といった特徴が生きる。
地域の他医療機関との連携・共同利用	地域をあたかも一つの病院のように情報を一元化すると患者利便性が非常に高くなるとともに効率的な医療提供が可能となる。
IoT 機器の導入による業務効率化	POC 機器*13から大型機器までをIoT 機器として無線接続できれば、情報のリアルタイム一元化が可能となる。また、ケーブルなどの配線を少なくすることで、機動力の向上が期待される。
AI を使った業務フロー精度向上によるリスクの軽減	病院の業務フローでは、随所で確認作業があり、業務フローが長く複雑になり易い。長く複雑な業務フローは、事故の原因にもなり易い。AI を使って、最適な業務フローを導き出す。
医療従事者の教育：経験の蓄積、医療者育成の時間短縮	医師不足が進む診療科等では、短期間で医師を育成することが必要となっている。遠隔動画などを使っていつでもどこでも医療手技などを学ぶことを可能とする。
薬剤等の適切な在庫管理	処方⇒在庫⇒発注を自動化するとともに、有効期限や使用頻度、効果・効能の代替などの情報から保有薬剤の見直しなども行う。
AI による画像診断支援	CT、MRI、超音波、病理などの画像をAI で診断することによって、専門医の不足を補うとともに負荷を軽減する。
高齢者医療の複雑性への対応	高齢者は複数の疾患や合併症を患っているケースが多い。このような場合の治療優先順位や方針などを症例データからみつけ、最適な医療提供に繋げる。
ICT を活用した感染症対策	対面での診療が難しい場合、遠隔での診療を行う。
ICT を活用した災害対策	対面での診療が難しい場合、遠隔での診療を行う。

図表 6-18 追加対象システムと概要

また、ローカル5G の特性から見た可能性については、以下のようなユースケースが考えられるため、＜その他の可能性＞と合わせて検討のたたき台になる。

*13 point of care の略でありベッドサイドなど患者の近くで実施される検査

利活用の狙い	特徴	利活用が考えられるユースケース（仮説を含む）
5G の特徴から見て可能性のある利活用	超高速・大容量	・画像等の大容量データ伝送（D1 to P with D2） D1:院内、院外、D2:院内、訪問、（救急隊）
	多数同時接続	・IoT 機器の連携/院内器医療機器のデータ連携/医療者端末での活用
	超低遅延	・遠隔手術/内視鏡のリアルタイム診断 ・心エコーや胎児エコー等のリアルタイム診断 ・血管造影のリアルタイム診断 ・AR、VR 技術と組み合わせた感染症診療 ・外傷等の問診・視診 ・手術手技のリアルタイム教育（特に顕微手術）
5G によるインフラ補完での利活用		・光回線が不通のエリアでの利活用
働き方改革という意味での利活用		・病理医、専門医等の勤務不可の低減/院内業務の効率化による医療者の業務負荷の低減など

図表 6-19 5G の特性から見た今後の利活用

6.3.1.3 対象となるユーザー（組織・機関、属性等）

課題解決システムの対象となるユーザーは以下のとおりであり、それぞれの関わりと有用性を整理した。新たに取り組む場合のユーザーの関わりにより、構築や運用における体制づくりに役に立てる。「有用性（想定を含む）」は、推進意思決定の参考として活用に役立つ。

ユーザー	関わり	有用性（想定を含む）
管理者	構築及び運営の指揮・責任	・医師の働き方改革をともなう医師不足の緩和 ・社会的要求への対応
医師	運営主体	・働き方改革をともなう医療資源の有効利用
看護師	運営主体	・働き方改革をともなう医療資源の有効利用
コメディカル	今回は関与なし	・結果報告、データ管理の効率化
事務職	情報システム管理	・多種の回線（電話、有線 LAN、無線 LAN 等）が一本化され管理の容易性向上
近隣医療機関	今回は関与なし	・患者情報の共有による適切な診療への参画
地域住民・患者	患者	・安心な受診
行政（地方自治体）	今回は関与なし	・災害時、感染症時の医療対応力の強化
企業（コンソーシアム）	構築及び運営の担当	・社会への貢献 ・販売機会の拡大

図表 6-20 対象となるユーザー（組織・機関、属性等）

6.3.1.4 実証4システムの導入効果

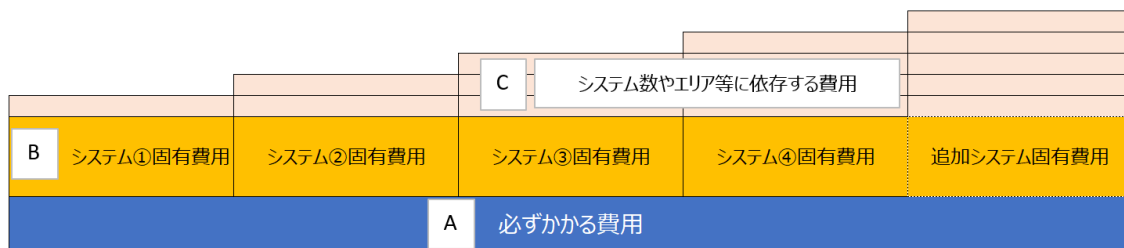
横展開においては、「6.3.3.2 横展開候補のプロファイルの整理」で提示した優先順位で取り組むことになるが、今回の実証の評価において、前項「普及モデルにおける展開の意義」で示した課題に対して、概ね効果があるという結果であった。特に、以下については高い効果であると評価された。従って、横展開においても、これらの効果については言及することが可能である。

- ・「感染症や災害医療による受入れが求められている」に対する、キャリア5Gとローカル5Gの接続による映像・音声による支援
- ・「外科医が少なく手術対応等で多忙である」に対する遠隔からの手術支援
- ・「担当医は院外でも対応が求められている」に対する患者ダッシュボード

6.3.1.5 経費の確保

横展開を図る病院や自治体等の事業主体では、経費の確保が必須である。その場合の必要な経費は、a) 構築費用、b) 維持費用を合計したものである。

費用の整理の仕方については、導入を希望するシステムの選択も視野に入れ、どのシステムを導入すればどれだけの経費が必要かの目安を試算できるように、以下のような分類で示した。



図表 6-21 構築、維持の収支の考え方

① 構築費用（イニシャルコスト）

- ・発生費用⇒機器等の購入、構築人件費等（詳細は高島市民病院の結果をもとに記載）
- 構築経費=A+B（選択）+C（Bに必要な数量）

A

- ・免許取得費用
- ・構築時の事務費用

B

- ・病棟・仮設建屋映像伝送システム購入
- ・手術センター映像伝送システム購入
- ・大腸内視鏡AI解析システム購入
- ・患者ダッシュボード購入
- ・その他のシステム

C

ローカル5G 基地局 購入
キャリア5G ネットワーク 初期費用

・費用の確保

横展開の対象と予測される医療機関の中心は公立であり、その多くは、既に補助金や他会計からの繰入を受けて運用されている。従って、更に補助金や繰入を増やすことはかなり困難と言わざるを得ない。

そのため、今後の横展開及びその後の継続運用には、サステナブルなファイナンスモデルを構築することが大変重要になる。

そのためのカギになると考えられる仕組みが、企業版ふるさと納税（ビジネス開発拠点など）やソーシャル・インパクト・ボンド（SIB）の活用である。これからの仕組みは新しい考え方であるため、継続的に情報収集するとともにスキームの活用を検討することとする。

② 維持費用（ランニングコスト）

- ・発生費用⇒機器等の保守費用、回線等使用料、運営人件費等（詳細は高島市民病院の結果をもとに記載）

維持経費=A+B（選択）+C（Bに必要な数量）

A

- ・運営事務費用

B

- ・病棟・仮設建屋映像伝送システム保守費用
- ・手術センター映像伝送システム保守費用
- ・大腸内視鏡AI解析システム保守費用
- ・患者ダッシュボード購入使用料
- ・（その他追加システムの保守費用）

C

ローカル5G 基地局 保守費用
キャリア5G ネットワーク 使用料

・費用の確保

「①構築費用（イニシャルコスト）」に準じる。

6.3.1.6 構築、維持の費用シミュレーション

前項、「6.3.1.5 経費の確保」で整理した、「発生費用」及び「費用の確保」を、費用分類及び発生タイミングを考慮してシミュレーションを行う。

ただし、実際の額については、医療機関個別の導入システムによって変わるため、「⑤経費の確保」の考え方に沿って試算する必要がある。ここでは、特に、PHS からローカル5Gへの切り替えについて、移行措置も含めて2パターンを提示した。

ローカル5Gは、将来を含めた発展性は大きいものの現時点では高額であり、PHSの必

須条件である院内網羅性の確保や外部との音声通話にも課題が残る。そのため、現時点で PHS 代替として一括で導入することは難しいと考えられる。従って、現在の PHS 使用料やその他の通信のための経費等の情報投資額と比較しつつ、将来のローカル 5G 一本化に向けた切り替えシナリオをもとに、医療機関に急激な負担にならないように段階的に進めていくことも重要である。段階的に進めるために、一括導入に加えて以下のようなシステムを検討することとした。

- ・ 基地局からの電波を光ケーブルで分配する分散型アンテナシステム=DAS (Distributed Antenna System)、指向性アンテナ、反射板等の活用によるローカル 5G 基地局数の削減による費用低減

ただし、現時点では想定できる仮説をもとに試算した。これらの方策は、6.2.3 推進対応方策で設定した展開順位の高い医療機関において、必要なシステム構成、拡張シナリオ、費用等についての実証を検討することとした。

その他、プライベート 5G*¹⁴など将来的なローカル 5G の拡張要素についても今後考慮していくこととした。

*14 「ネットワークスライシング」技術を使って、企業・自治体ごとに個別に構築される 5G ネットワーク

PHS をすべて 5G に切り替えるための必須条件と対応

- ・ 院内のどこでもつながる必要
→ ネットワークの網羅性確保
- ・ 音声通話が可能
→ PHS と 5G 端末（スマホ等）間では不可能なためすべて 5G に切り替え

PHS をすべてローカル 5G で代替する（一括導入）

条件：院内のネットワーク網羅性を確保

条件：院外との通話ができないため、ローカル 5G とキャリア 5G がローミング可能になるという前提

参考：

費用分類	費目	単価	数量	構築費	維持費(初年度)	維持費(2年目以降)	備考
A 必ずかかる費用※1	免許取得費用	¥2,000,000	1	¥2,000,000			免許申請取得支援費用
	構築時の事務費用	¥500,000	1	¥500,000			
	運営事務費用	¥2,000,000	12		¥24,000,000	¥24,000,000	
B システム固有費用※2	システム①（購入又は初期費用）	¥2,500,000	1	¥2,500,000			
	システム①（保守又は使用料）	¥474,375	1		¥474,375	¥474,375	
	システム②（購入又は初期費用）	¥2,500,000	1	¥2,500,000			
	システム②（保守又は使用料）	¥474,285	1		¥474,285	¥474,285	
	システム③（購入又は初期費用）	¥22,310,000	1	¥22,310,000			
	システム③（保守又は使用料）	¥150,000	12		¥1,800,000	¥1,800,000	
C システム数やエリア等に依存する費用	ローカル 5G 基地局 購入費用	¥10,000,000	42	¥420,000,000			
	ローカル 5G 基地局 保守費用	¥1,000,000	42		¥42,000,000	¥1,000,000	
	端末（スマホ等）購入費用	¥102,700	100	¥10,270,000			
	工事等の費用	¥6,300,000	1	¥6,300,000			
	合計			¥466,380,000	¥68,748,660	¥27,748,660	

図表 6-22 PHS をすべてローカル 5G で代替費用イメージ

※1 新たな組織の追加や免許がない場合に発生する。ただし、既存組織内での実施 や 免許がある場合は不要

※2 PHS からの切り替えに合わせて課題解決システム等を導入する場合の費用

DAS、指向性アンテナ、反射板等による中継等を活用してローカル5Gの通信エリアを拡大し、ローカル5Gの台数を削減する

条件：院内のネットワーク網羅性を確保

条件：院外との通話ができないため、ローカル5Gとキャリア5Gがローミング可能になるという前提

参考：

費用分類	費目	単価	数量	構築費	維持費(初年度)	維持費(2年目以降)	備考
A	必ずかかる費用※1	免許取得費用	¥2,000,000	1	¥2,000,000		免許申請取得支援費用
		構築時の事務費用	¥500,000	1	¥500,000		
		運営事務費用	¥2,000,000	12		¥2,000,000	¥2,000,000
B	システム固有費用※2	システム①(購入又は初期費用)	¥2,500,000	1	¥2,500,000		
		システム①(保守又は使用料)	¥474,375	1		¥474,375	¥474,375
		システム②(購入又は初期費用)	¥2,500,000	1	¥2,500,000		
		システム②(保守又は使用料)	¥474,285	1		¥474,285	¥474,285
		システム③(購入又は初期費用)	¥22,310,000	1	¥22,310,000		
		システム③(保守又は使用料)	¥150,000	12		¥1,800,000	¥1,800,000
C	システム数やエリア等に依存する費用	ローカル5G基地局購入費用	¥12,500,000	8	¥100,000,000		DASを活用
		ローカル5G基地局保守費用	¥1,000,000	8		¥8,000,000	¥8,000,000
		端末(スマホ等)購入費用	¥102,700	100	¥10,270,000		
		アンテナ購入費用※3	¥1,000,000	42	¥42,000,000		
		アンテナ保守費用	¥100,000	42		¥4,200,000	¥4,200,000
		工事等の費用	¥6,300,000	1	¥6,300,000		
合計				¥188,380,000	¥16,948,660	¥16,948,660	

図表 6-23 DAS、指向性アンテナ、反射板等による中継等の活用の代替費用イメージ

- ※1 新たな組織の追加や免許がない場合に発生する。ただし、既存組織内での実施や免許がある場合は不要
- ※2 PHSからの切り替えに合わせて課題解決システム等を導入する場合の費用
- ※3 施設の構造、端末使用場所等を考慮し最適な配置を設計 ⇒ ここでは現時点で想定される仮説で積算

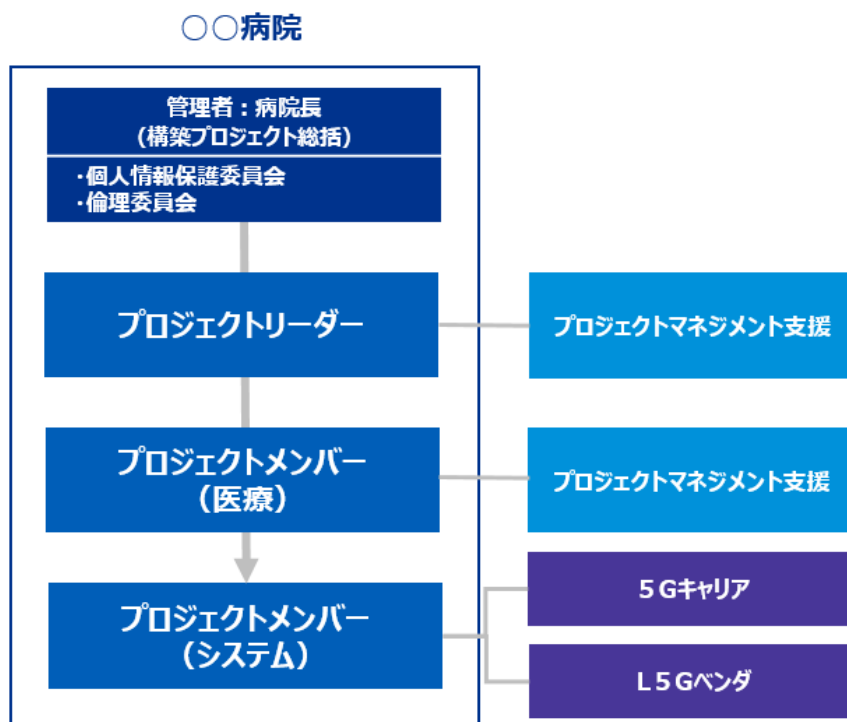
6.3.1.7 体制と役割

普及モデルにおける体制は、構築時と運用時に分けて提示した。このことにより、新規導入の検討が容易になる。第三級陸上特殊無線技士の資格やその他専門的知識が必要になるため、積極的に外部リソースの活用も考慮する。

<構築時の体制>

以下に示す組織に必要な機能を持たせて、図のようなプロジェクト体制を構築することである。また、第三級陸上特殊無線技士の資格やその他専門的知識が必要になるため、積極的に外部リソースの活用も考慮する。

- 病院長等、経営者をトップとした内部のプロジェクト体制を構築
- プロジェクト全体をマネジメントするリーダーを配置
 - ・日常業務で多忙な場合は、当該分野で実績のあるコンサルタントなどの支援を検討
 - ・ベンダー選定の相談等を行う事で業務効率化が可能
- プロジェクトは、医療的見地と情報システムの見地の専門家を中心に、医師や看護師などの想定利用者をメンバーに加える
- ベンダー等構築業者を選定し、メンバー化する
- ローカル5G導入では、第三級陸上特殊無線技士の資格が必要なことから、内部で資格者を確保するか、外部リソースを確保する



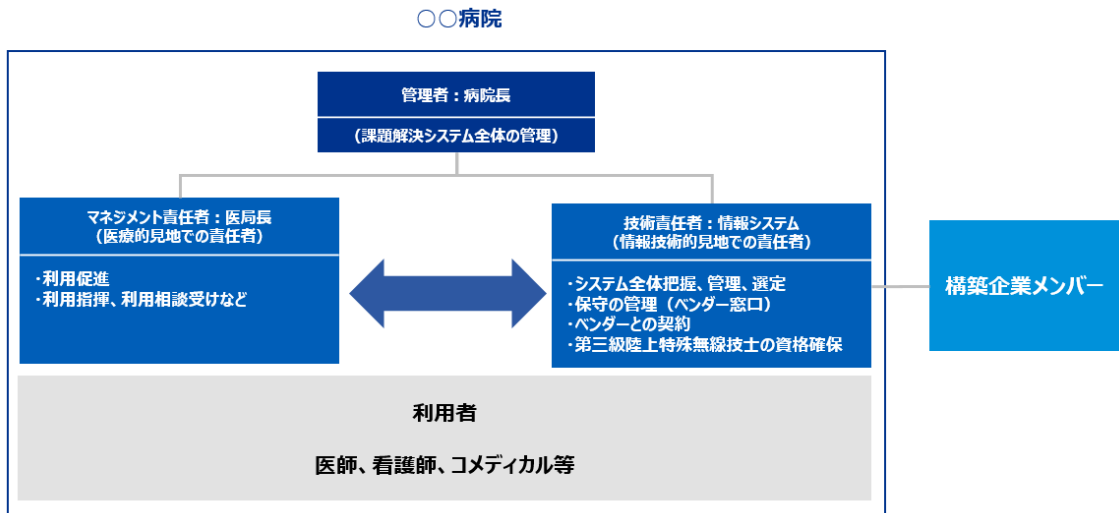
図表 6-24 構築時の体制

<運用時の体制>

以下に示す組織に必要な機能を持たせて、図のような運用体制を構築する。引き続き、第三級陸上特殊無線技士の資格やその他専門的知識等の支援が必要になるため、積極的

に外部リソースの活用も考慮する。

- 仕組みの利用が促進されるとともに円滑に利用されるための内部マネジメント
- 情報システム部門でのシステム全体の把握・管理、若しくは専門部署の新設
- ハードウェア、ソフトウェアの各保守の追加管理を担う部門の選定
- 第三級陸上特殊無線技士の資格を有する者の配置
- 各システムベンダーとの契約締結



図表 6-25 運用時の体制

6.3.1.8 構築プロセス

構築に当たっては、概ね以下のような業務の実施及びスケジュールが想定される。

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
事業構想（原案）	■ ■									
予算確保	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■								
プロジェクト組成	■ ■									
ネットワーク環境、施設のIT環境確認		■ ■								
施設二重の確認		■ ■ ■ ■								
事業構想＝要件定義（調整案）			■ ■ ■ ■							
システム構想の作成（調整案をもとに）				■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■					
ベンダー決定						■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■			
免許申請～審査～承認			■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■			
構築スケジュールの策定							■ ■ ■ ■			
システム構築								■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	
試験										■ ■
運用開始										■ ■

図表 6-26 運用時の体制

6.3.2 推進対応方策

本課題解決システムでは、現状の業務における様々な働き方の改善や、医療従事者の勤務時間の短縮が見込まれており、働き方改革に繋がるより多くのメリットを見出すことができる。

しかしながら、この課題解決システムは、高島市民病院の課題に焦点を当てており、他の医療機関への横展開としての適合性は必ずしも一致しない可能性がある。従って、横展開においては、PHS サービスの終了による代替システムとしてのローカル5Gの導入など、医療機関にとって必然性の高い変更機会を最優先にした提案を基本とすることとした。その上で、各医療機関個別のニーズ、高島での実証モデルを追加検討する。PHS サービスの終了による代替システムとしてのローカル5Gの導入は、院内にネットワークを張り巡らすことになり、他の院内システムの無線化やローカル5Gの特徴を生かしたイノベーションなどが期待される。導入タイミングとしては、現行システムの更新が考えられる。

今後の横展開を具体的に検討するにあたっては、滋賀県内の各医療圏の連携を取りまとめている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のコネクションを利用し、滋賀県内の21中核病院の横展開に活かせるよう、以下を検討した。

6.3.2.1 推進方策の検討

横展開を推進するために以下のような活動を計画した。

- a) 滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会での勉強会、研究会
- b) ターゲット機関への直接説明(PHSからの切り替え～個別ニーズ～高島実証モデル)
- c) 導入支援、運用支援
- d) 滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会のホームページでの情報提供

6.3.2.2 推進のターゲット

「6.3.3.2 横展開候補のプロファイルの整理」で示された、優先順位に従って決定した。

6.3.2.3 具体的な活動と手法

① ・訴求ポイント

横展開を進める上では、各医療機関における導入のインセンティブが必要であり、以下のような内容を訴求ポイントとして、議論することとした。

- ア. PHS サービスの終了に伴うローカル5Gへの転換
- イ. 医療機関個々のニーズ把握と解決システムの提案
- ウ. 高島実証との医療機関及び地域医療課題の類似性とその解決
- エ. 一般的に言われている医療機関及び地域医療課題解決のための利用可能性の提案
- オ. 医療関係者、患者・住民、行政等のメリット
- カ. 構築経験の公開
- キ. 実情に合ったシステムを選択可
- ク. 実証メンバーの支援

② 訴求ポイントに沿った活動内容

各訴求ポイントに対して、以下のような活動を計画した。

- ア. PHS サービス終了後のシステム変更時期と導入予定のシステム確認～ローカル5G推奨
- イ. ヒアリング等による個別医療機関のニーズ確認と解決システムの提示
- ウ. 高島実証との地域課題、医療課題の類似性データの提示、高島での課題解決の情報提示
- エ. 4実証以外に一般的に医療や医療機関の課題として考えられている事項の解決システムの提示
- オ. 「対象となるユーザー（組織、期間、属性等）」で示したメリットの提示
- カ. 実証目的、計画、システム設置、運用等の情報の提示
- キ. 実証で実施した4システムに限らず、実情に合ったシステムも対応可という情報の提示
- ク. 実証経験者が支援可能であるという情報の提示

6.3.2.4 継続活動

ローカル5Gは発展途上であり、今後、技術革新による機能の向上、価格低下、活用事例の蓄積などが起こると考えられるため、上に示した推進方策は、情報収集、情報提供という意味でも単発に終わらず継続的に実施することとした。

- ① 勉強会の定期実施
- ② ターゲット機関への継続説明やQA
- ③ 滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会のホームページでの情報提供の継続

6.3.3 横展開計画

実際の横展開は、以下のプロセスで進めることとした。

6.3.3.1 横展開候補リストアップ

滋賀県内での横展開については、まず、医療圏ごとに、その中心として機能している全21の医療機関をリストアップした。

その中で、初期のローカル5G展開の対象医療機関として、今回の実証での評価結果から、各医療圏の急性期医療の中核的な位置づけであり、災害拠点病院や感染症指定であることを重要評価軸とし、◎に示す、大津赤十字病院、社会医療法人誠光会 草津総合病院、公立甲賀病院、近江八幡市立総合医療センター、彦根市立病院、長浜赤十字病院の6医療機関6医療機関を選定した。

- －：展開済みの病院
- ◎：先行して展開予定の病院
- △：二次以降に展開予定の病院

圏域	施設名	展開 計画	対象システム			
			①	②	③	④
湖西	高島市民病院	－	○	○	○	○
大津	大津赤十字病院	◎				
	大津市民病院	△				
	独立行政法人地域医療機能推進機構 滋賀病院	△				
	琵琶湖中央病院	△				
	滋賀医科大学医学部附属病院	△				
湖南	社会医療法人誠光会 草津総合病院	◎				
	社会福祉法人恩賜財団 済生会滋賀県病院	△				
	滋賀県立総合病院	△				
	済生会守山市民病院	△				
甲賀	滋賀県立小児保健医療センター	△				
	公立甲賀病院	◎				
東近江	近江八幡市立総合医療センター	◎				
	公益財団法人近江兄弟社 ヴォーリズ記念病院	△				
	医療法人医誠会 神崎中央病院	△				
	独立行政法人国立病院機構 東近江総合医療センター	△				
湖東	彦根市立病院	◎				
	医療法人友仁会 友仁山崎病院	△				
	公益財団法人豊郷病院	△				
湖北	長浜赤十字病院	◎				
	市立長浜病院	△				
	長浜市立湖北病院	△				

図表 6-27 横展開計画

6.3.3.2 横展開候補のプロファイルの整理

選定した6医療機関について、緊急度や重要度等から展開順位を決めるために、各医療機関のプロファイルを整理し、一次スクリーニングを実施した。

一次スクリーニングでは以下のようなプロファイルを確認した。

プロファイル整理の結果は、「6.3.3.3 プロファイルの評価」、「図表 6-28 6病院のプロファイル」に示す。

<一次スクリーニング用プロファイル>

- ・診療科
- ・規模
- ・立地（地理的条件）
- ・患者数と医師数
- ・手術件数

- ・びわ湖あさがおネットとの関係
- ・院内システムの更改時期

6.3.3.3 プロファイルの評価

6 医療機関について整理したプロファイルを評価した。評価による展開順位は、システム更改時期が最も早く現在検討が進められている A 病院を 1 位とした。その他については、今回の実証で評価の高かった災害・感染の取り組み、交通利便性の低さを勘案して順位付けを行った。

これらの医療機関を初期のローカル 5G 展開の対象病院として位置づけ、順位に従ってアプローチすることとした。

残りの中核 15 病院は、先行の 6 病院で発生することが予想される様々な問題や障害が取り除かれた時点で順次展開を進めていくこととした。

※経営判断資料のため病院名を非公開とする

医療機関名	診療科	規模(床)	立地等(地理条件)	患者数(一日平均)	医師数	びわ湖あさがおネットとの関係	院内システム更改時期	順位
A 病院	総合	684	県庁所在地中心地 災害拠点病院(救命)	620.0	226	◎	令和3年後期予定	1
B 病院	総合	438	東海道本線、幹線国道が近い人口集中地区 山間部あり 感染症指定	337.5	139	◎	令和5年度予定	2
C 病院	総合	420	東海道本線、幹線国道が近い人口集中地区	640.0	110	◎	令和5年前期予定	3
D 病院	総合	492	北陸線及び幹線国道が近いが山間地区あり 災害拠点病院(救命) 感染症指定	343.0	93	◎	時期未定 (令和1年2月更新済)	4
E 病院	総合	407	東海道本線、幹線国道が近い人口集中地区 災害拠点病院(救命) 感染症指定	371.0	111	◎	時期未定 (令和3年1月更新済)	5
F 病院	総合	413	東海道本線、幹線国道が近い人口修築から離れ、山間部あり 感染症指定	318.0	71	◎	時期未定	6

図表 6-28 6 病院のプロファイル

※経営判断資料のため病院名を非公開とする。

① 実現可能性評価

一次スクリーニングで順位付けされた医療機関については、順位に従って、事業内容、想定される効果、経費と費用確保、体制等についても具体的にヒアリング又はアンケートを行い(まず2医療機関から開始)、実現の可能性を評価した。ヒアリング又はアンケートでは、推進対応方策で検討した訴求ポイントの説明、現場目線での導入の障害となっている事項等についても確認することとした。

② 横展開の取り組み順位の決定

ヒアリング又はアンケートの結果、課題が無い又は課題があっても解決の目途が立っている医療機関から、実際の導入計画に移行する。複数医療機関を並行して進めることは難しいため、取り組み順位は滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会の協力のもと、合議の上決定することとした。

③ 横展開候補への営業

課題が大きく、導入の意思決定が進まない医療機関に対しては、課題解決のための支援、具体的な進め方の説明等を継続し、最終的な落としどころを探ることとした。

④ 意思決定阻害要因と解決策の検討

ヒアリング、アンケート及び営業活動を通して得られた、意思決定の阻害要因を整理し、解決策を検討する。検討した解決策については、相手先にフィードバックするとともに、今後の横展開の営業活動における有効な手法として活用することとした。

⑤ 継続活動

一次スクリーニング内容の実施～実現可能性評価～導入の経験で特に、「課題解決策」を中心に再整理し、他の 15 医療機関への展開活動を行うこととした。

一次スクリーニングで順位付けされた医療機関については、順位に従って、事業内容、想定される効果、経費と費用確保、体制等についても具体的にヒアリング又はアンケートを行い（まず 2 医療機関から開始）、実現の可能性を評価した。ヒアリング又はアンケートでは、推進対応方策で検討した訴求ポイントの説明、現場目線での導入の障害となっている事項等についても確認することとした。

6.3.3.4 全国展開について

滋賀県内の横展開については、院内システムの更改時期における PHS からの切り替えを最優先事項として位置づけて実施することとした。滋賀県内においては、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が実証代表団体であり、院内システムの更改時期情報を得ることができた。

一方、全国展開においては、院内システムの更改時期情報を得ることは難しい。そのため、横展開計画を以下のように変更して取り組みこととした。

- ① 基本情報を、WAM（独立行政法人 福祉医療機構）、日本病院会、全国自治体病院協議会等のホームページ等から医療圏の中核病院リストアップ
- ② リストアップした中核病院について、滋賀県での横展開と同様のプロフィールを調査
- ③ 総合病院であり、災害・感染の取り組み等の公的役割が大きく、病床数や手術数に対して医師が少ないという項目での絞り込み
- ④ ダイレクトメール、eメール、電話等によって、絞り込みをかけた病院へのローカ

ル5G実証結果や導入機会等の情報提供と興味の確認

- ⑤ 興味のある病院の特定
- ⑥ 院内システム更新の時期や病院の課題認識や意思決定阻害要因等の確認と落としどころの調整
- ⑦ 実際の取り組みの開始

6.3.3.5 展開にあたっての課題及び対応策

今回の実証を通して明らかになったことは、医療機関が、ローカル5Gの利活用の有効性やユースケースについてまだ検討があまりなされていないこと、価格が高いことから導入に踏み切れない等の課題である。

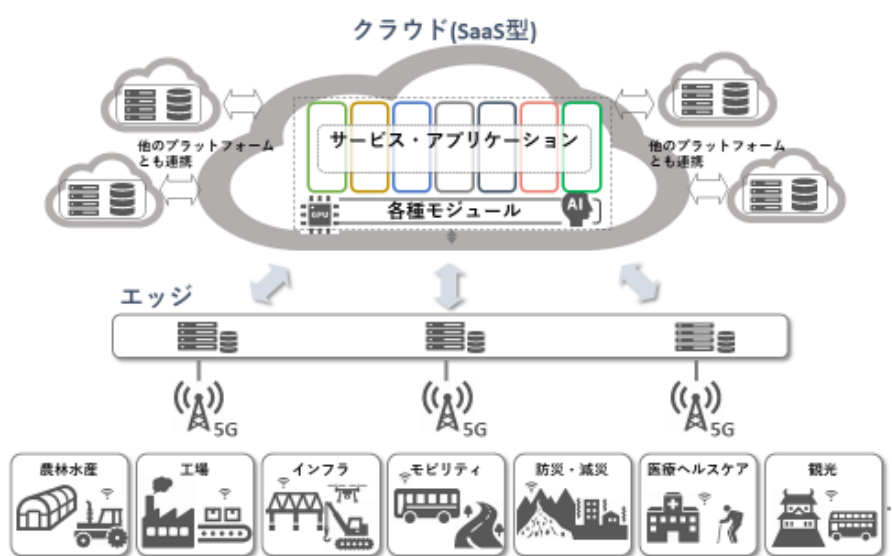
有効性やユースケースについては、今回の実証結果における効果やその他の利活用シーンの仮説をもとに、理解を進めることであり、そのために、「6.3.2 推進対応方策」を継続的に進めて確実に進めていく。

価格については、各医療機関のシステム更新に合わせて、変更の必然性の高いPHSサービス終了に伴うローカル5Gの代替導入から将来の拡張性のシナリオについて情報提供していく。更に、導入費用を抑えて、徐々に拡張整備ができるよう、まず、基地局からの電波を光ケーブルで分配する分散型アンテナシステム=DAS (Distributed Antenna System) 等の導入から始めるなども合わせて検討する。

6.4 共同利用型プラットフォームに関する検討

6.4.1 本事業の課題解決システムを他の地域等で実装するために5G ソリューション提供センター（仮称）が具備すべき機能

5G ソリューション提供センター（仮称）とは、データ利活用型スマートシティの各種機能等の様々なビジネスモデルやユースケースをソリューションモデルとして低廉かつ容易に利用できることを目的として設置される、エッジと連携したクラウド型（SaaS）の共通プラットフォームによる、イノベーションハブ機能もったプラットフォームと定義できる。



図表 6-29 5G ソリューション提供センター（仮称）の説明図

上記から、5G ソリューション提供センター（仮称）の要求条件は以下のようなものと想定される。

1. データ利活用型スマートシティの各種機能等の様々なビジネスモデルやユースケース（サービスアプリケーションと呼ぶ）に対するモデル・ソリューションを提供できること
2. エッジと連携したクラウド型（SaaS）の共通プラットフォームであること
3. サービスアプリケーションに対してモジュール化した機能を提供できること
4. 他のプラットフォームとの連携が可能であること
5. 低廉かつ容易に利用できること

このことから、5G ソリューション提供センター（仮称）は、以下の二つのプラットフォーム機能を提供する必要がある。

- 5G ソリューション共通プラットフォーム機能
- サービスアプリケーションへのソリューションを提供するための特定ビジネスモデ

6.4.1.1 5G ソリューション提供センターの提供すべき共通プラットフォーム機能

5G ソリューション提供センター（仮称）のプラットフォームがエッジと連携したクラウド型（SaaS）の共通プラットフォームであるという要求条件から、5G ソリューション共通プラットフォーム機能はハードウェアを中心としたものではなく、ソフトウェアとして提供できるものでなければならない。

つまり5G ソリューション共通プラットフォーム機能は、5G ソフトウェア無線ネットワーク（5G software-defined wireless networking；5G-SDWN）を包含することになる。



図表 6-30 OSI 参照モデルと 5G-SDWN のプロトコルとの比較

これを、コンピュータの通信で用いられる OSI 参照モデル^{*15}と対比すると、上の図のようになる。物理層には、SDR（Software-defined Radio）があり、その上のネットワーク層が SDN（Software-defined Network）になる。そのうえの層は、プレゼンテーション層とアプリケーション層であるが、この層は、一般の Web サービス等と同様に定義される。

*15 コンピュータの通信機能を階層構造に分割したモデルで、通信機能（通信プロトコル）を物理層からアプリケーション層までの7つの階層に分けて定義している

① 物理層の条件

ア. SDR (Software Defined Radio)

物理層の技術は、ハードウェアの進化に伴い、進歩が進む可能性が高い。一方で、ローカル 5G に関しては、標準化の途上であり、見極めが難しい。時代の流れと変化の速さから SDR が重要な位置を占める。

SDR とは、電子回路やハードウェアに変更を加えることなく、ソフトウェアを変更することによって、無線通信方式を切り替えることが可能な無線通信技術である。SDR を実装しているデバイスは、純粋なハードウェア実装に比べて、価格の低廉化が望める。また、他のハードウェアデバイス、小型化、軽量化が進むことが期待でき、デジタルオーディオデバイスや Wi-Fi が PC に標準搭載されるようになったのと同様、SDR もそうなることを予想できる。その意味で SDR は、ローカル 5G のみならず、Beyond 5G においても重要な位置づけを持つと思われる。

SDR の標準は確立したものがなく業界にゆだねられている。参考として、下記の ETSI 技術文書がある：

- ・ ETSI-TR-102-680 V1.1.1 *Reconfigurable Radio Systems (RRS) ; SDR Reference Architecture for Mobile Device*

② ネットワーク層～セッション層

ア. SDN と NFV

SDN (Software Defined Network) は、ネットワークの構築において、ソフトウェア技術によりネットワークの仮想化を実現し、ソフトウェア ベースのコントローラや API を使用して、ネットワーク上のトラフィックの制御と、基盤となるハードウェア インフラストラクチャとの通信を行うアプローチ。従来の「ネットワーク管理」というよりもクラウド・コンピューティングのようなソフトウェア中心のネットワーク管理の枠組みである。

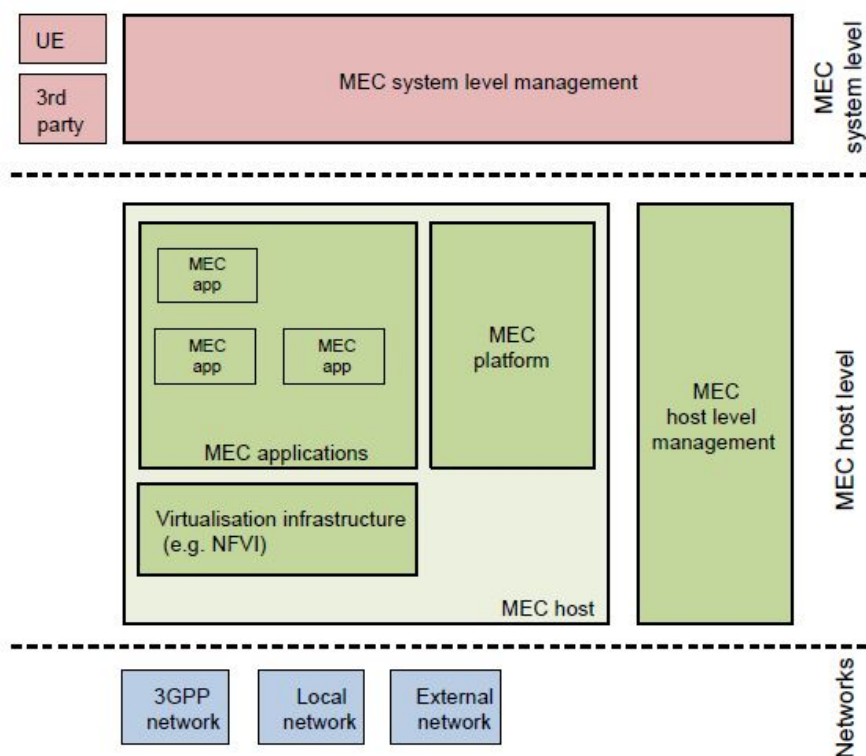
NFV (Network Functions Virtualisation) は、通信キャリアのネットワークを仮想化技術により汎用ハードウェア上で実現すること。SDN において重要な役割を果たす。

この二つの技術は、5G ソリューション提供センターの共通プラットフォームの前提となる機能だと思われる。

6.4.1.2 エッジ・コンピューティング API

MEC (Multi-Access Edge Computing)

MEC は、欧州電気通信標準化機構 (ETSI) が標準化を行っているエッジ・コンピューティング仕様である。下図にその全体枠組みの図を示す。



図表 6-31 MEC の全体枠組み

MEC 仕様は、膨大な文書からなるが、その基本となる原則は以下の文書に記述されている。

- ETSI-GS MEC 009 — *General Principles for Mobile Edge Service APIs*

これは、MEC のデータ構造、シリアライゼーション、API 等の原則を記述している文書で、その中心になるのは、RESTful MEC service API である。

RESTful サービスとは、REST アーキテクチャに従った Web サービスのことである。

REST は Representational State Transfer の略であり、以下の 4 条件を満たすものとされている。

- HTTP メソッド利用
- URL で Web サーバ上のリソース指定
- ステートレス（接続クライアント状態をサーバ側で管理不要）モバイルアクセス等に有利な分散処理を可能に
- JSON、XML のシリアライゼーションを使用

つまり MEC は REST に従い、Web サービスとしてエッジ・コンピューティングを実現することになる。MEC を採用することにより、5G-SDWN の枠組みでは、プレゼンテーション層とアプリケーション層は Web 基盤になる。ETSI-GS MEC 009 は、2019 年 1 月に改訂されたが、主な変更点は、JSON^{*16}でのシリアライゼーションなど、新しい API が追加されたことである。下に JSON によるシリアライゼーションの例を挙げる。

*16 JSON とは JavaScript Object Notation の略で、Web ページで使われるスクリプト言語 JavaScript のオブジェクト記法を用いたデータ交換フォーマットのことである

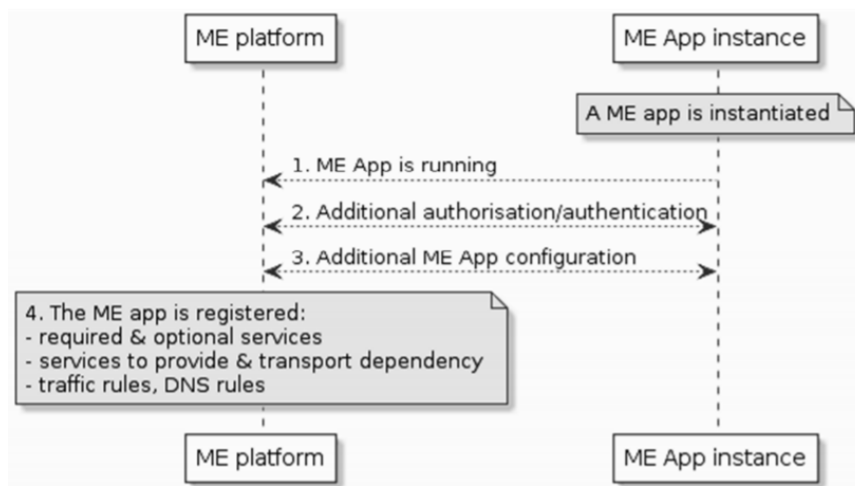

```

{
  "lastName": "Doe",
  "firstName": "John",
  "address": {
    "street": "Route des Lucioles",
    "number": 650,
    "city": "Sophia Antipolis"
  }
}

```

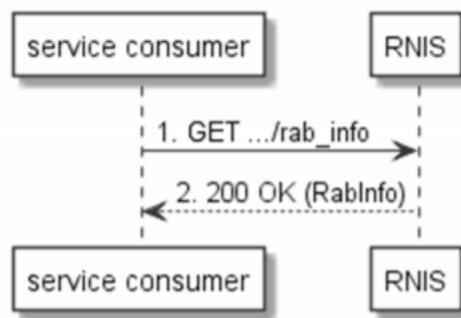
図表 6-32 JSON によるシリアライゼーションの例

MEC のエッジ・コンピューティングについて基本的で重要な標準は、ETSI-GS MEC 011 — *Mobile Edge Platform Application Enablement* である。この標準は、アプリケーションがエッジと通信する方法のプロセスについて記述しており、エッジアプリケーションとエッジ PF 間の参照ポイントのアクティビティの詳細な説明を与えるとともに、アプリケーションと PF 間で情報の流れ、通信機能に必要な情報とデータモデルを定義している。エッジに基づく SaaS はこの API を使って実装されることが予想される。下にエッジ PF 側とアプリケーション側のやり取りの例（スタートアップ）を示す。



図表 6-33 エッジと MEC アプリのスタートアップ・シーケンス

ETSI-GS MEC 012 — Radio Network Information API は、無線ネットワーク情報 API とそれがエッジでどのように機能するかを記述している。無線ネットワーク情報サービス (RNIS) は、無線ネットワーク関連の情報を ME アプリケーション及び ME-PF に提供するサービスである。この API は、無線を使ったエッジ・サービスを最適化するのに用いられる。下の例は、無線ネットワーク情報提供サービスに対して無線アクセス・ベアラーの情報を要求するシーケンスである。

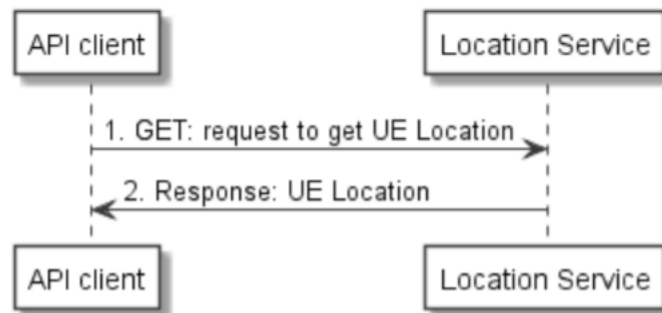


図表 6-34 ETSI-GS MEC 012 — Radio Network Information API

携帯電話にとって重要な機能は、端末の位置情報であるが、そのエッジ API もすでに定義されている。MEC の Location API は、OMA（Open Mobile Alliance）*17が定義したものを踏襲している。その仕様は、次の標準に記述されている。

・ ETSI-GS MEC 013 — Location API

下図は、ユーザーの携帯端末が位置情報サービスを要求するシーケンスを示す。



図表 6-35 MEC の Location API

6.4.1.3 5G ソリューション提供センターの提供すべき医療分野サービスアプリケーション機能

本事業の課題解決システムに対応して、5G ソリューション提供センターは以下の医療分野サービスアプリケーション機能をモジュールとして提供することが望まれる。

① 医療情報管理サービスモジュール

ア. HL7-FHIR（Fast Healthcare Interoperability Resource）

HL7（Health Level Seven）International によって作成された医療情報交換の次世代標準フレームワークで、最新の Web 技術を活用し、医療の診療記録等のデータのほか、医療関連の管理業務に関するデータ、公衆衛生に係る。データ及び研究データも含め、医療関連情報の交換を可能にするように設計されている。特徴として、RESTful アーキテクチャを採用し JSON、HTTP 等を採用又は推奨している。RESTful であることから、MEC との整合性が担保されている。この点で、5G ソリューション提供センターの提供すべき医療分

*17 2002 年に設立された携帯電話の規格策定を行う業界組織

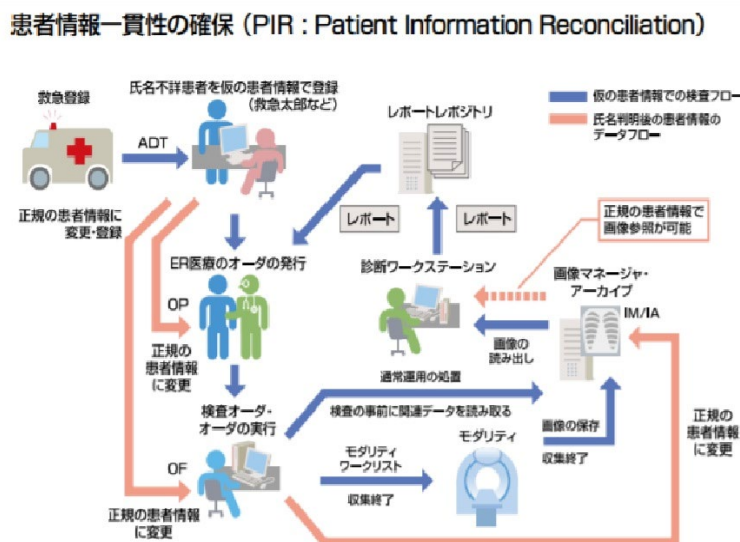
野サービスアプリケーション機能のインターフェースとして適切な仕様を備えている。すでに、国内仕様との整合性と移行についての検討が始まっており、5Gソリューション提供センターの利用を促進する面で重要な要素といえる。

イ. IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)

IHEは、医用画像情報の標準規格であるDICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) や電子カルテなど標準規格HL7 (Health Level Seven) の使用に関するガイドラインを策定することにより、医療情報システムを利用する医療機関等でのワークフローごとの具体的な運用方法の違いに起因するデータ共有の際の困難を軽減し、相互運用性を確保することを目的としている。IHEでは医療現場での一般的なワークフロー分析の結果である業務シナリオを「統合プロファイル」と呼び、その統合プロファイルに沿ったシステム連携を実現するための標準規格の使い方を示したガイドラインを「テクニカルフレームワーク」と呼ぶ。統合プロファイルの例として、Patient Information Reconciliation (PIR) は、救急等で撮影した身元不詳患者の画像に対して、事後に対象患者に受診、オーダ歴があることが判明した際に、撮影済み画像の患者情報を修正するプロファイルである。上位システムの患者情報を修正することで、下位システムの情報も全て修正が可能となる。IHEの国内標準仕様としては、以下のものがある。

・ JAHIS IHE-ITI を用いた医療情報連携基盤実装ガイド 本編 Ver.2.0

医療情報システムを利用する医療機関等での現場の運用に大きく寄与し、プラットフォームの相互運用性を高めるという意味で5Gソリューション提供センターの利用を促進する面で重要な要素といえる。下図にPIRの参考図を挙げる。



図表 6-36 患者情報一貫性の確保

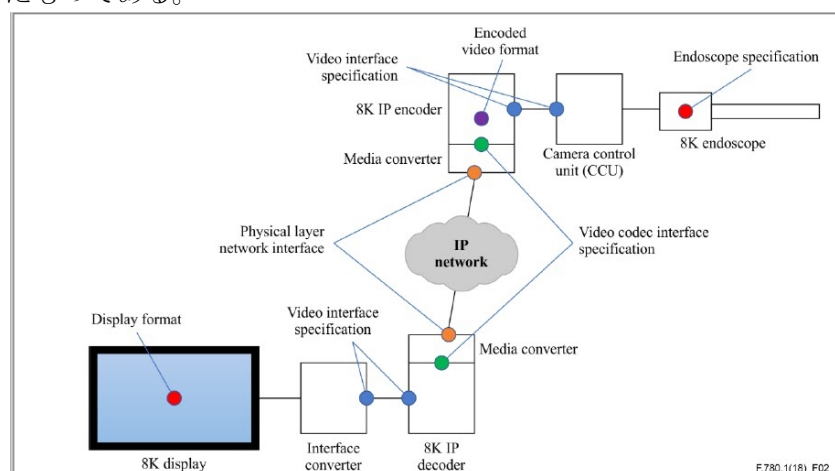
② 医療用超高精細映像サービスモジュール

4Kあるいは8Kといった超高精細映像を使った医療応用は、AI画像診断や遠隔医療のみ

ならず、共通のサービスモジュールとして提供できることが望ましい。この場合、映像コーデックはクラウド上にソフトウェアとして提供される。また超高精細カメラとの間のデータのやり取りのデータフォーマットは標準化している必要がある。これらについてのサービスモジュールは、以下の国際標準に従ったインターフェースが提供されることが望ましい。

- Recommendation ITU-T H.265, *High efficiency video coding*.
- Recommendation ITU-T F.780.1 *Framework for telemedicine systems using ultra-high definition imaging*.
- Recommendation ITU-R BT.2020, *Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange*.

下の図は、超高精細内視鏡を使った映像表示を遠隔において行う場合のインターフェースを提示したものである。



図表 6-37 遠隔診療における超高精細 (ITU-T F.780.1 より)

③ AI 画像診断サービスモジュール

AI の医療応用については、標準化は発展途上である。しかし、ITU と世界保健機構 (WHO) が共同で Focus Group on AI for Health (FG-AI4H) の活動を 2018 年より続けており、その出力文書は勧告として発表されることが期待されている。将来的には、このような標準仕様を基にサービスモジュールを定義することが望ましい。

この場合、上記の MEC のサービスアプリケーション API の記述に従い、AI 診断をクラウド上のサービスとして記述し登録する必要がある。

現在すでに、AWS (アマゾン)、AZURE (マイクロソフト)、グーグルクラウド (Google)、Watson (IBM) などがクラウドで AI の API を提供している。同様のことが、より標準化した形でも提供できるだろう。あるいは商用の API も 5G ソリューション提供センター (仮称) が提供することによって、より使用される機会を増やすことも可能になるだろう。

6.4.2 本事業の課題解決システムについて 5G ソリューション提供センター (仮称) を通じた横展開のあり方

5G ソリューション提供センター (仮称) はソフトウェア共通プラットフォームで、5G

ソリューションを SaaS として提供することにより、様々なビジネスモデルを低廉かつ容易に利用できることが期待されている。上記に述べた 5G ソリューション提供センター（仮称）の共通プラットフォーム機能と本事業の課題解決システムが提供するセンター上のサービスアプリケーションモジュールの組み合わせにより、本事業の課題解決システムのかなりの部分はソフトウェア・サービスとして提供できる。

5G ソリューション提供センター（仮称）のサービスモジュールは、SaaS として提供されるが、本事業の課題解決システム自体は、一種の CPS（Cyber Physical Systems）であり、

ハードウェア側の相互運用性と API や 5G ソリューション提供センター（仮称）の PF インターフェースとの整合性が重要になる。そのためには、5G ソリューション提供センター（仮称）から、適切なガイドラインなどにより推奨された参照ハードウェア構成などを導入することにより、低廉で容易かつ安定したサービス提供が可能となる。

5G ソリューション提供センター（仮称）は、すでに SaaS として、また RESTful アーキテクチャにより、MEC を通して Web サービスとして提供できることが前提である。ゆえに横展開の際には、特別なハードウェアを必要としないサービスに関しては、技術的には、すぐに導入可能ということになる。しかしながら医療情報を扱うという性質上、横展開を行う際には、制度上にも法的にも問題がないことを前提にしなければならない。

より具体的には、

- ・地域医療ネットワークと連携し、特別なハードウェアをそれほど必要としないもの（例えば超高精細サービス、電子カルテ、AI 画像診断等）を優先的に導入・展開する。
- ・並行して、地域医療ネットワークのユースケースやビジネスニーズに合わせて、API との整合性のとれたハードウェアを中心に CPS としての導入・展開を行う。

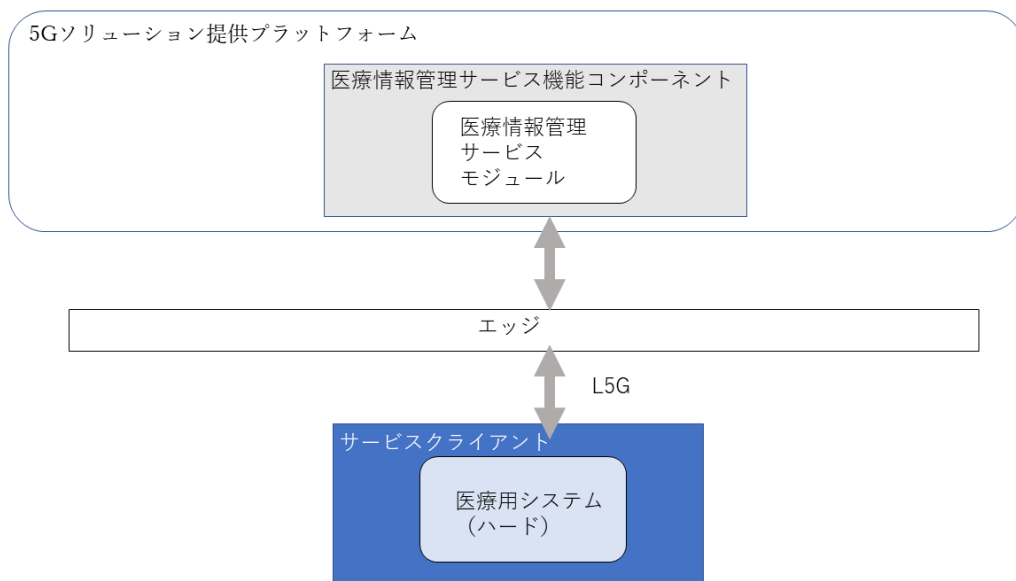
ということが考えられる。

上記を前提に、横展開計画に従い地域医療ネットワークを中心に 5G ソリューション提供センター（仮称）のプラットフォーム機能を利用した横展開を図る。

6.4.3 課題解決システムが公開する API 仕様ないしは PF とのインターフェース仕様

本事業の課題解決システムは、ユースケースに依存して複数の異なったサービス機能に対応するクライアント機能を提供している。

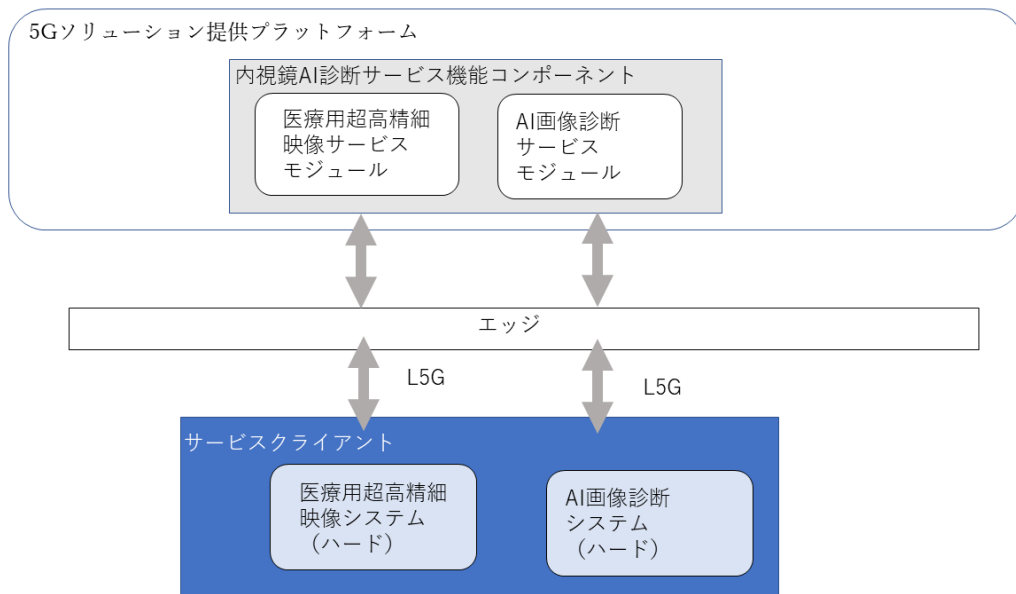
本事業の課題解決システムが提供する医療分野におけるローカル 5G ビジネスモデルソリューション向けサービスプラットフォーム機能の持つ、第一の機能は、最も一般的な医療情報管理機能である。下記に「5G ソリューション提供センター（仮称）」が提供するプラットフォーム機能（ここでは、仮に 5G ソリューション提供プラットフォームと呼ぶ）に対する、当該機能の位置づけを示す。



図表 6-38 一般的な医療情報管理サービスモジュールと対応する医療システム

本事業では、同モジュールは、オンプレミスの実装となっているが、将来的には、これが SaaS として、プラットフォームからエッジの API を通じて提供されることが想定される。遠隔医療及び EHR への接続におけるローカル 5G の共同利用型プラットフォームに必要な患者情報の API、診療所等への派遣医師や野戦病院側の現場医師の遠隔サポート、継続診療に必要な中核病院における診療情報の提供が求められる。例としては、EHR 基準である、SS-MIX 等の保険情報 API、診療情報 API 等があげられる。

第二の機能は、内視鏡 AI 診断のように、汎用的技術（超高精細映像、AI）を医療用に応用したモジュールに対応する医療サービスを提供する機能である。

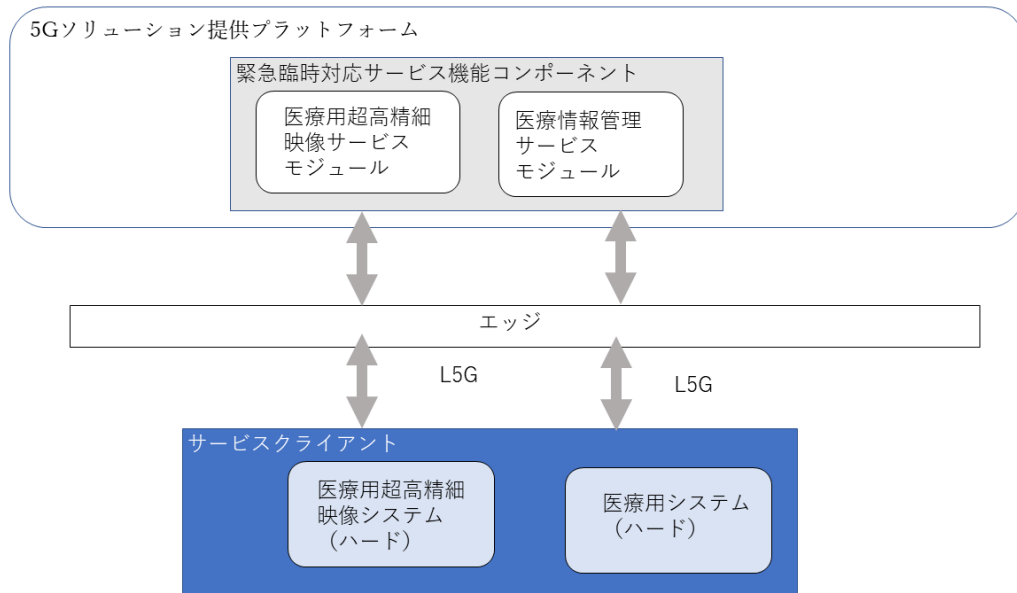


図表 6-49 内視鏡 AI 画像診断サービスモジュールに対応する医療システム

ここで、プラットフォーム側が提供するものは、超高精細映像を利用した映像処理機能であり、映像取得や表示及び内視鏡等のハードウェアはクライアント側のシステムとなる。

また、同様に AI 画像診断のためのデータを取得するハードウェア等はクライアント側が用意し、プラットフォーム側は AI 画像診断処理機能を SaaS として提供できることが求められる。本機能モジュールも、オンプレミスの実装となっているが、将来的には、これが SaaS として、プラットフォームからエッジの API を通じて提供されることが想定される。

第三の機能は、上記の二つ（一般的なサービスとより特化したサービス）の組み合わせによる、派生的サービスである。この場合、プラットフォーム側が提供するサービスモジュールは、特定のものではなく、より汎用的なモジュールの組み合わせで構成される。例えば、本事業の病棟・臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システムの場合、オンプレミス側のハードウェアは、臨時病院や野戦病院のために特別なものを用意する必要があるが、サービスを提供するプラットフォーム側のサービス機能モジュールは、汎用的な医療情報管理システムと映像を処理するモジュールである。

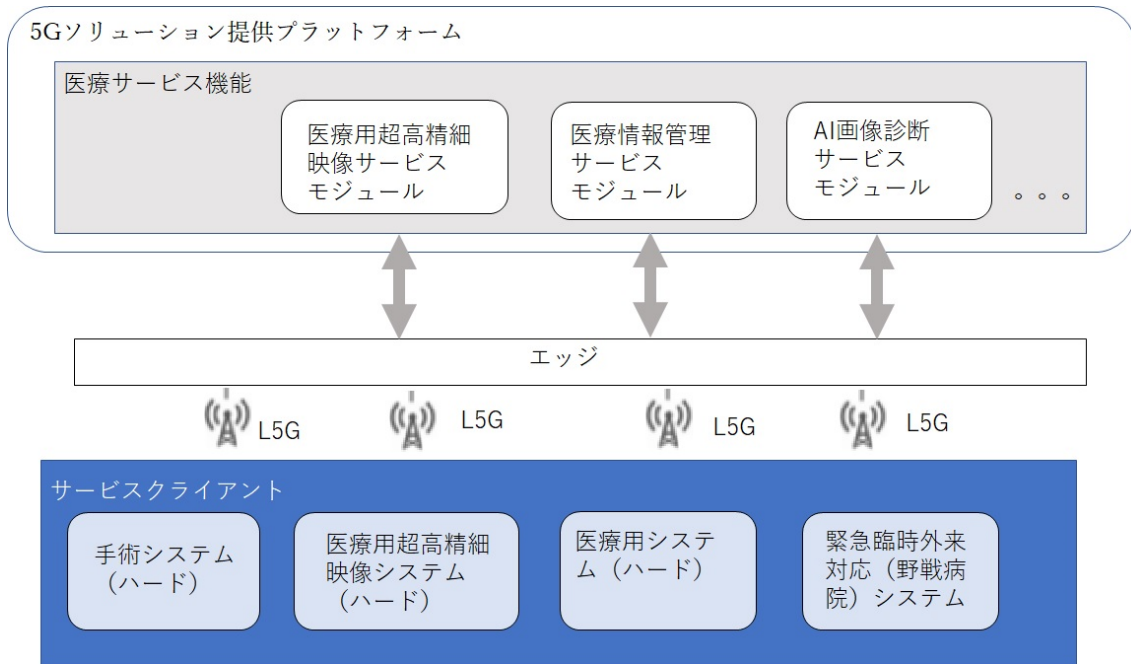


図表 6-40 臨時診療機能設置仮設建屋映像伝送システムと対応モジュール例

このように、ユースケースで定義されるサービス内容は、プラットフォーム側のサービス機能モジュールと一対一に対応するわけではなく、その必要もない。

6.4.3.1 医療分野の課題解決システムと PF とのインターフェース仕様

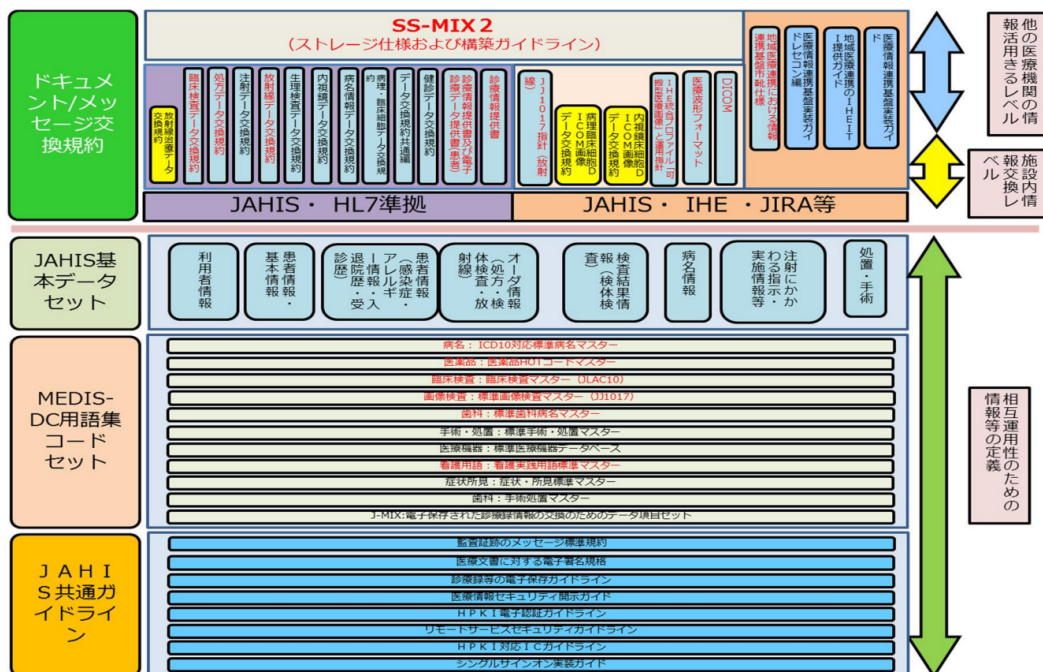
本課題解決システムは、医療分野での課題解決のためのサービスアプリケーションに対するインターフェースとして、下図に示されるサービスモジュールの API を提供する。以下のそれぞれの内容を述べる。



図表 6-41 5G ソリューション提供プラットフォーム

① 医療情報管理サービスモジュール・インターフェース

医療情報管理サービスは、JAHIS 等によって標準化されたインターフェースを提供する。



図表 6-42 JAHIS 及び SS-MIX の関連する医療情報標準の概要*18

*18 「JAHIS 及び SS-MIX の関連する医療情報標準の概要」 (2016) より引用

ア. SS-MIX (Standardized Structured Medical Information eXchange)

「厚生労働省電子的診療情報交換推進事業」において策定された、医療機関を対象とした医療情報の交換・共有のための規約である。医療機関の既存の IT インフラから各種情報を取得でき、標準的な形式の情報出力を可能にすることを特徴とする。

全医療機関を対象とした医療情報の交換・共有による医療の質向上を目的に、様々な情報を蓄積するとともに標準的な診療情報提供書が編集できる「標準化ストレージ」という概念が特徴である。またそれらは、一般にパッケージウェアとして提供される。

現在は、標準化の見直しと現状に即した実装機能の見直しを行い、SS-MIX2 としてまとめられている。標準規格としては、以下が参照される。

- ・ SS-MIX2 標準化ストレージ仕様書 Ver.1.2

② 医療用超高精細映像サービスモジュール・インターフェース

医療用超高精細映像サービスは、超高精細映像を使った内視鏡検査、AI 画像診断や遠隔医療についてのサービスを実現する。このモジュールは、様々なハードウェアシステム構成により汎用的な映像インターフェースとしても使用することが可能である。例えば、内視鏡の代わりに顕微鏡として使用したり、超高精細の遠隔医療抗議、カンファレンスなどにも使用できる。モジュールでは、以下の国際標準に従ったインターフェースが提供可能である。

- ・ Recommendation ITU-T H.265, *High efficiency video coding*.
- ・ Recommendation ITU-T F.780.1 *Framework for telemedicine systems using ultra-high definition imaging*.
- ・ Recommendation ITU-R BT.2020, *Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange*.

略号	名称	説明
API	Application Programming Interface	ある目的に特化した共有可能なプログラム機能
EHR	Electronic Health Record	電子カルテ
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resource	HL7 International によって作成された医療情報交換の次世代標準フレームワーク。
HL7	Health Level 7	医療施設間・システム間での臨床情報や医療管理情報を交換するための国際標準
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise	医療情報システムの相互接続性を推進する国際プロジェクト
JSON	JavaScript Object Notation	JavaScript のオブジェクト記法を用いたデータ交換フォーマット
MEC	Multi-Access Edge Computing	ETSI が標準化している 5G 携帯端末のエッジ・コンピューティング規格
NFV	Network Functions Virtualization	通信キャリアのネットワークを仮想化技術により汎用ハードウェア上で実現すること
OSI	The Open Systems Interconnection	通信を実現するためのプロトコル（通信規約）の分類方式
REST	Representational State Transfer	HTTP,URL,XML,JSON など Web インフラをそのまま利用して、簡易な手順で Web サービスへのアクセスを可能にする仕組み。
SDN	Software Defined Network	ネットワークの構築において、ソフトウェア ベースのコントローラまたはアプリケーション プログラミング インターフェース (API) を使用して、ネットワーク上のトラヒックの制御と、基盤となるハードウェア インフラストラクチャとの通信を行うアプローチ。
SDR	Software Defined Radio	電子回路やハードウェアに変更を加えることなく、制御するソフトウェアを変更することによって、無線通信方式を切り替えることが可能な無線通信技術
SS-MIX	Standardized Structured Medical Information eXchange	厚生労働省の事業から策定された医療機関を対象とした医療情報の交換・共有のための規約

図表 6-43 用語集

標準文書

- ・ ETSI-TR-102-680 V1.1.1 *Reconfigurable Radio Systems (RRS) ; SDR Reference Architecture for Mobile Device.*
- ・ ETSI-GS MEC 009 — *General Principles for Mobile Edge Service APIs*

- Recommendation ITU-T H.265, *High efficiency video coding*.
- Recommendation ITU-T F.780.1 *Framework for telemedicine systems using ultra-high definition imaging*.
- Recommendation ITU-R BT.2020, *Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international programme exchange*.
- SS-MIX2 標準化ストレージ仕様書 Ver.1.2
- JAHIS IHE-ITI を用いた医療情報連携基盤実装ガイド 本編 Ver.2.0

6.5 まとめ

<実装について>

- ・今回の実証で実施した課題解決システムのうち、病棟・仮説建屋映像伝送システム、手術センター映像伝送システム及び患者ダッシュボードの3システムは、良好な評価が得られたため、継続で進めることとした。大腸内視鏡AI解析システムについては、画像の遅延が大きく医学的に実証の目的を達成できなかったため、見直しの継続検討との判断とした。
- ・継続3システムについては、事業モデルとして、以下を検討し明らかにした。

6.5.1 継続コストと必要資金の確保

コストについては、可能な限り低廉に継続できるよう、可能な限り実証で使用した機器を活用することとした。その結果、初年度については継続可能な額を試算することができた。

一方、2年目以降は、保守費などで初年度の1年目の9倍強のコスト負担が見込まれる。既に行政からは、運用のための繰り入れもあることから、初年度の中で、企業版ふるさと納税やソーシャル・インパクト・ボンドなどを検討していくこととした。

6.5.2 実証課題への取り組み

機材設置に時間が取られるなどの人的負荷や通信や機器の安定性確保などの技術の問題、更に、瞳孔観察の見にくさ改善など運用や教育上の課題についても、本実証の中で発生した課題を整理し、今後のノウハウとして対応結果をフィードバックすべく研修資料等に反映し、継続的に改善を検討していくこととした。

6.5.3 その他、明確にした継続に必要な機能

運用体制、運用の見直し時期、運用への転換スケジュールを明らかにした。

<横展開について>

普及モデルとして、ローカル5GをPHSサービスの終了による代替システムとして導入を基本とし、各医療機関のニーズや高島市民病院で行った実証システムを各医療機関のニーズに合わせて提案するという方法を取った。

次に、5Gの超高速・大容量、多数同時接続及び超低遅延という特徴を生かすケースについても提案・議論することとした。

また、対象となるユーザーの有用性を整理し、推進意思決定のインセンティブ高揚として議論の遡上に乗せることとした。

導入経費については、導入を希望するシステムの選択によって試算がわかり易いよう、費用の発生形態をもとにしたシミュレーションができるようにした。ただし、現時点では高額になることは避けられないため、ローカル5Gを効率的に導入しながら最終的に網羅できるような移行措置も検討することとした。

体制は、導入時と運用時で異なることから、両面で必要な内部機能と外部連携が取れ

るような図を提示した。

構築プロセスを一般的なスケジュールとして提示した。スケジュールは、医療機関主体で実施することを視野に入れて、実証よりも長めに設定した。

滋賀県内における展開については、PHSからの切り替えを念頭に置き、院内システムの更改時期を基本とし、プロファイルで整理した医療圏の中核的位置づけや公的機能等を加味して優先順位を決定した。

優先順位に従って、実現可能性の評価、実現可能性の高い医療機関でのシステム導入の具体化を進めることとした。ただし、実現可能性の高い医療機関であっても課題が存在すると考えられることから、課題解決の方策を合わせて検討し導入の推進を図ることとした。その後、優先順位の高い医療機関での活動経験を生かして、優先順位の低い医療機関に拡張することとした。

全国展開については、院内システム更改時期の情報入手は難しいため、まず、基本情報を公開情報から入手し、滋賀県と同様のプロファイル調査を行って対象医療機関を絞り込み、ダイレクトメール、eメール、電話等による情報提供を行い活動することとした。

6.5.4 共同利用型プラットフォーム

協議会（コンソーシアム）等では有識者の意見を聴取しそのあり方を検討した。その結果、共同利用型プラットフォーム機能を容易に利用できるよう、当該プラットフォームが具備すべき以下の内容について、仕様案をとりまとめた。

機能群	<p>・5Gソリューション共通プラットフォーム機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ SDR (Software Defined Radio) ➢ SDN (Software Defined Network) とNFV (Network Functions Virtualisation) ➢ MEC (Multi-Access Edge Computing) エッジ・コンピューティングAPI
	<p>・サービスアプリケーション向けプラットフォーム機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 医療情報管理サービスモジュール (SS-MIX2, HL7-FHIR 等) ➢ 医療用超高精細映像サービスモジュール (ITU-T H.265, F.780.1, ITU-R BT2020 等) ➢ AI画像診断サービスモジュール
インターフェース (API等)	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 医療情報管理サービスイーサネット (SS-MIX2) ➢ 医療用超高精細映像サービスイーサネット (ITU-T H.265, AI画像診断サービスイーサネット)
横展開のあり方	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 地域医療ネットワークを通じた横展開 ➢ ハードウェアと連携したCPS (Cyber Physical Systems)

図表 6-44 共同利用型プラットフォームのまとめ

7. 会合等の開催

5回にわたりプロジェクトチーム（コンソーシアム）会議を開催し、実証内容の確定や検証項目・評価方法等の確定、対象患者選定等の他、実証結果や最終報告書合意等を情報共有し意見交換してきた。

会議名	第1回プロジェクトチーム（コンソーシアム）会議
日付	令和2年10月22日
テーマ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開催の挨拶 2. 会議参加者ご紹介 3. 本実証事業採択に至った背景・経緯 4. 実証概要のご説明 5. 総務省との仕様に関する調整状況、 総務省での会議体参加ご報告 6. 意見交換 7. 今後の予定
ToDos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 業務量の評価方法を検討する ✓ 音声入力機能についてシステム仕様を検討する ✓ 入力代行含む災害時オペレーションについて、システム仕様を基に検討し報告書に反映する
主な意見交換	<p>2030年や2050年を見据えると空間的・時間的人手不足、医療ハードの老朽化、医療介護対象者の増加、医療の進歩と高度化、これらにより医療従事者が燃え尽き症候群に陥ったり、追い詰められないようにするために、医師・医療従事者の働き方の自由度を増し、全ての情報をどこでもセキュアにストレスなく見ることが出来る状況をローカル5Gでは作る事ができると考えている。必要なハード・ソフト・人材を空間的に集約していくことが今後の地域医療には必要であると考えており、ローカル5Gはその道を切り開く手段となりうるのではないかと考えている。なお、実際の地域医療の現場は総務省が考えているような単純な環境になく、我々としてはうまくいかない事例も含め結果を取りまとめ、提言していきたい。</p>

会議名	第2回プロジェクトチーム（コンソーシアム）会議
日付	令和2年11月26日
テーマ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開催の挨拶 2. 進捗状況報告 3. ネットワーク構成仕様について 4. 課題解決システム仕様について 5. 実証ユースケース・対象患者について 6. 検証項目・検証方法について 7. その他変更等について 8. 意見交換
ToDos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 患者同意の方法・範囲について検討する

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 動画を用いて診療行ためを行った場合の保管業務やその方法について検討する ✓ タグなし動画データの保存方法と名寄せの方法を検討する
主な意見交換	<p>医療法上の記録の保存義務範囲については、診療に際して主治医が判断に使った情報を保存することとなっている。そのため、記録のための動画であれば保存の義務はなくても良いと思う。二次利用のための一定期間の保存となれば個人情報保護の問題も出てくるが、診療録として保存しておく必要はないと考える。最終的には破棄を前提にするのであれば、精神科における監視カメラと同じように同意を取っておくことが望ましいが、必要要件でもなく運用次第だと思う。ただし、悪用する者に対しての罰則規定は必要と考える。情報の流出対策に関しては策定しておかなければいけない。そういう観点で、あくまでも社会的実証であるし ICT を使うということから患者同意は別途必要と考える。</p>

会議名	第3回プロジェクトチーム（コンソーシアム）会議
日付	令和2年12月24日
テーマ	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開催の挨拶 2. 進捗状況報告 3. ネットワーク構成仕様について 4. 課題解決システム仕様について 5. 実証ユースケース・対象患者について 6. 検証項目・検証方法について 7. アンケート内容・方法について 8. 同意説明文書・同意書様式について 9. 今後のスケジュールについて 10. 意見交換
ToDos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 患者選定と実証症例を確定する ✓ 今回構築するローカル5G網を論理構成で内外接続（セキュリティレベル分離接続）可能かどうか、可能な場合の方法について机上検討する ✓ 実証用の個人情報保護方針・情報セキュリティポリシー・運用管理規定案をメールで共有する
主な意見交換	<p>普段使用している機器がローカル5Gに乗るのではなく別のシステムが新しく起動するので、短い期間で有用性が判断できるのか？システム操作に慣れる時間なども必要と考えており、実証期間1か月という短期間で有用であると判断が出来るのか？アンケートの内容はよく検討しないと、使うのが難しいなどのネガティブな回答ばかりになる懸念があるので留意いただきたい。</p>

会議名	第4回プロジェクトチーム（コンソーシアム）会議
日付	令和3年2月18日
テーマ	1. 開催の挨拶

	<ul style="list-style-type: none"> 2. 前回までの振り返り 3. 進捗状況報告 4. 実証状況中間報告 <ul style="list-style-type: none"> (1) 検証方法・内容・検証・実施症例・スケジュール (2) 中間検証結果（アンケート結果、技術検証測定結果） (3) 次回までに実施する検証内容 5. 報告書骨子案の掲示及び協議について 6. その他協議事項について 7. 意見交換
ToDos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 報告書概要版の報告 ✓ 課題実証アンケート及び技術実証測定データ集計・分析結果報告 ✓ 横展開に関する他の中核病院へのヒアリング
主な意見交換	<p>ローカル5Gの横展開において価格から入ると難しい。院内PHSなどのリプレースを検討する段階で将来的に併せて導入検討するなどの提案が必要である。Wi-Fi6と比べた際の優位性など比較検討できると良い。ローカルの範囲を院内だけでなく地域性を持った意味でのローカルなど広義に捉えることで普及に繋がらないか？大津赤十字病院では、近くシステムのリプレースを控えているのでヒアリングに対応させていただきたい。</p>

会議名	第5回プロジェクトチーム（コンソーシアム）会議
日付	令和3年3月11日
テーマ	<ul style="list-style-type: none"> 1. 開催の挨拶 2. 前回までの振り返り 3. 進捗状況報告 4. 実証結果報告 <ul style="list-style-type: none"> (1) 検証結果（アンケート結果） (2) 検証結果（技術検証測定結果） 5. 報告書及び報告書概要版の掲示及び協議について 6. その他協議事項について 7. 意見交換
ToDos	✓ 特になし
主な意見交換	<p>滋賀医科大学と大津赤十字病院にヒアリングした結果、特に災害実証でのニーズは高い。本実証では院内施設の遮蔽による電波損失が確認でき干渉影響が発生確認されたが、今後はDASシステム等を採用した同期設計によりカバレッジの広域化や干渉影響の軽減が可能と思われる。</p>

8. まとめ

課題実証では、高島市民病院において、医療業務の効率化及び病院機能の向上を目的として、実証項目（ア-1～ア-4）毎に実証した結果、3実証（ア-1、ア-3、ア-4）について有用であった。

【凡例】○：有用、△：改善要望

実証概要		実証目標	評価結果	
			評価	コメント
ア-1) 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診療や遠隔技術指導	手術時	遠隔診療・技術指導が有用	○	<ul style="list-style-type: none"> 手術室内での指導とほぼ同等の指導が可能 手術時間短縮（最大30分程度/件） 医局から手術センターまでの移動時間短縮（15分程度/件）
		業務効率化		
	病棟時	遠隔診療が有用	○	
		業務効率化		
ア-2) AI画像診断による医療現場の働き方改革		検査精度向上	△	<ul style="list-style-type: none"> コーデック性能に留意
		業務効率化		
ア-3) 大規模災害・原子力災害・新型感染症発生時(新型コロナウイルス含む)の医療支援の継続		状況把握・人員配置最適化	○	<ul style="list-style-type: none"> 視覚による状況把握が可能 感染予防の観点からも有用 自治体への報告業務効率化
		業務効率化		
ア-4) キャリア5Gでの検証		遠隔診療が有用	○	
		業務効率化		
共通的な課題				
<ul style="list-style-type: none"> システムを設置するための作業時間に時間を要する（2名で約30分～1時間程度） システム単体でのコスト負担となると割高感を感じるため、ローカル5Gの効果を病院全体の視点で費用検討する必要がある 				

図表 8-1 課題実証の評価・分析結果

次に、技術実証においては、医療機関における電波伝搬特性（遮蔽減衰等）を様々な環境下において検証し考察及び評価した。この検証結果と電波法関係審査基準における「カバーエリア及び調整対象区域の算出法」*19を比較評価した結果として、医療機関に適用すべき屋内補正值 R は 18.1dB が最適値であることを提言する。

医療機関は、診療エリアや検査及び処置エリア等、小規模エリアが院内に複数構成された建造施設であることが一般的のため、ローカル5Gのエリアモデリングにおいても、比較的狭域なカバーエリアを細やかに形成する手法が求められている。本実証では、狭域カバーエリアを非同期構成で複数配置し、干渉影響やシステム利用の懸念点について評価考察した。本検証結果より、非同期システムでは干渉許容の条件が極めて厳しいため院内全域をカバーレージとするエリアモデリングの手法として好ましくないこと、医療システムにおけるULのトラヒック需要が比較的高いこと等から、医療機関においては準同期構成の適用が望ましいとの結論を得た。

課題実証及び技術実証の結果をもとに、実装・横展開では課題実証の共通の課題及び医療機関のヒアリング結果を踏まえて、「PHSサービスの終了による代替システム導入」としてローカル5Gを推奨し、滋賀県の21医療機関から一次スクリーニングを実施し、医療圏の

*19 総務省訓令第47号 電波法関係審査基準の一部を改正する訓令（令和2年12月18日）

中核的位置づけや公的機能等を加味して優先順位を決定した。

全国展開については、院内システム更改時期の情報入手は難しいため、まず、基本情報を公開情報から入手し、滋賀県と同様のプロファイル調査を行って対象医療機関を絞り込み、ダイレクトメール、eメール、電話等による情報提供を行い活動することとした。

なお、ローカル5Gは、将来を含めた発展性は大きいものの現時点では高額であり、PHSの必須条件である院内網羅性の確保や外部との音声通話にも課題が残る。現在のPHS使用料やその他の通信のための経費等の情報投資額と比較しつつ、将来のローカル5G一本化に向けた切り替えシナリオをもとに、医療機関に急激な負担にならないように段階的に進めていくことが重要と考える。

■ 課題実証

対象システム	評価	持続可否
病棟・仮設建屋映像伝送システム	有用である	継続予定
手術センター映像伝送システム	有用である	継続予定
大腸内視鏡AI解析システム	改善要望	要件見直し
患者タッチボード	有用である	継続予定

共通的な課題

- システム単体でのコスト負担となると割高感を感じるため、ローカル5Gの効果を病院全体の視点で費用検討する必要がある

■ 医療機関へのヒアリング

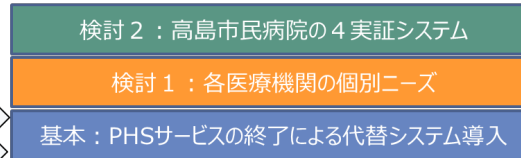
高島市民病院	【ローカル5Gの普及ポイント】 ・ PHSサービス終了の代替 ・ システム更改のタイミング ・ 災害・感染対策 など
大津赤十字病院	
滋賀医科大学 医学部附属病院	

■ 技術実証

- 電波法関係審査基準における「カバーエリア及び調整対象区域の算出法」における**屋内補正值Rは18.1dBが最適値**
- 干渉許容の条件が極めて厳しい、かつ、医療システムにおけるULのトラフィック需要が比較的高いため、**準同期構成の適用が望ましい**

■ 実装・横展開

<普及モデルの定義>
課題実証の共通の課題及び医療機関のヒアリング結果を踏まえて、「PHSサービスの終了による代替システム導入」としてローカル5Gを推奨する。



<横展開候補>
一次スクリーニングの結果、システム更改時期と今回の実証で評価の高かった災害・感染の取組み、交通便利性の低さを勘案して優先順位を決定した。

420医療機関名	立地等(地理条件)	院内システム更改時期	順位
大津赤十字	災害拠点病院(救命)	令和3年後期予定	1
彦根市立	山間部あり、感染症指定	令和5年度予定	2
草津総合	-	令和5年前期予定	3
長浜赤十字	災害拠点病院(救命)、感染症指定	時期未定 (令和1年2月更新済)	4
近江八幡市立	災害拠点病院(救命)、感染症指定	時期未定 (令和3年1月更新済)	5
公立甲賀	山間部あり、感染症指定	時期未定	6

図表 8-2 実装・横展開のまとめ

9. 参考資料

報道発表の日付、件名、内容、掲載箇所を下記に示す。

月刊テレコミュニケーション取材

雑誌名	月刊テレコミュニケーション 12月号
日付	令和2年11月25日
件名	特集 Part5 ローカル5Gのポイント 病院の窮状、導入の壁
内容	実際にローカル5Gを推進されている組織・企業様の取り組みの詳細や進捗状況、課題、今後の展望等について特集する。 具体的には、滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会はローカル5Gを使い、県内の中核病院で遠隔診療などの実証を行っており、背景には、地方医療現場の窮状がある。今回、ローカル5Gへの期待と現場のリアルな課題を取材しレポートする。
掲載箇所	P.26 ~ P.27

business network.jp

サイト名	business network.jp
日付	令和3年1月13日
件名	病院の窮状、導入の壁 ローカル5G やるなら「現場を見てほしい」
内容	滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会はローカル5Gを使い、県内の中核病院で遠隔診療などの実証を行う。背景には、地方医療現場の窮状がある。ローカル5Gへの期待と現場のリアルな課題を聞いた。
掲載箇所	https://businessnetwork.jp/Detail/tabid/65/artid/7927/Default.aspx

近畿総合通信局報道資料

報道資料	近畿総合通信局ホームページ
日付	令和3年1月25日
件名	地域で完結できる医療体制を目指して ー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にローカル5Gの実験試験局を免許ー
内容	近畿総合通信局（局長：高野 潔（こうの きよし））は、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※（理事長：越智 眞一（おち しんいち））から申請されたローカル5Gの実験試験局6局に対して、本日免許を付与した。
掲載箇所	https://www.soumu.go.jp/soutsu/kinki/01sotsu07_01001751.html

株式会社エイビットニュースリリース

報道資料	株式会社エイビットホームページ
日付	令和3年3月25日
件名	総務省「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、「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」実証への装置提供
内容	株式会社エイビット（本社：東京都八王子市、代表取締役社長：檜山 竹生）は、総務省の「地域課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」において、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を請負者とするコンソーシアムに対して、ローカル5G装置AU-500ならびにオプションアンテナAU-900を提供した。
掲載箇所	https://www.abit.co.jp/2021/03/25/

近畿総合通信局報道資料

報道資料	近畿総合通信局ホームページ
日付	令和3年4月以降
件名	近畿ローカル5G推進フォーラム ーローカル5G取り組み事例<滋賀県医療情報連携ネットワーク協議会>ー
内容	ローカル5Gを使用した各種課題解決の実証を行う実験試験局の関西における先行取り組み事例として、本事例の実験試験局の概要について資料掲載（公表）を予定。

非公開とする箇所・範囲の一覧

ページ	非公開の箇所	理由
41	図表 4-9 医局からの遠隔指導の画像の一部を加工	※術中のセンシティブな画像のため一部非公開とする。
41	図表 4-10 手術センターからの 4K 映像の画像の一部を加工	※術中のセンシティブな画像のため一部非公開とする。
297	記載の病院名を A 病院に変更	※経営判断資料のため病院名を非公開とする。
298	図表 6-28 6 病院のプロファイルに記載の病院名を A 病院～F 病院に変更	※経営判断資料のため病院名を非公開とする。