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

（専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の実現）

成果報告書

令和 3 年 3 月 25 日

株式会社 NTT フィールドテクノ
（コンソーシアム：長崎県・国立大学法人長崎大学病院・長崎県五島中央病院・
社会福祉法人なごみ会・医療法人井上内科小児科医院）

目次

1. 全体概要 1

1.1 背景・目的 1

1.1.1 背景 1

1.1.2 目的 1

1.2 実施事項及び実証目標 1

1.2.1 実施事項の概要 1

1.2.2 実証目標の概要 2

1.3 実施体制 2

1.4 実証のスケジュール 4

1.5 免許申請の概要 7

1.5.1 実験免許局の概要 7

1.5.2 申請内容（長崎病院企業団） 7

1.5.3 申請内容（社会福祉法人なごみ会） 12

2. 実証地域 17

2.1 実証地域の概要 17

2.1.1 地域の概要 17

2.2 実証環境 18

2.3 地域課題等 19

3. 実証環境 22

3.1 ネットワーク構成 22

3.1.1 ネットワーク・システム構成図 22

3.1.2 基地局配置図 24

3.1.3 機能一覧 30

3.1.4 インターフェース一覧 35

3.1.5 基地局・端末・各種装置等の諸元・仕様 38

3.1.6 構築スケジュール 46

3.2 システム機能・性能・要件 47

3.2.1 伝送帯域や遅延等の通信性能 47

3.3 実証環境の運用 49

3.3.1 実施参加者への研修内容 49

3.3.2 ヘルプデスク体制 52

3.3.3 障害管理 53

4. 課題解決システムの実証 55

4.1 前提条件（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供） 55

4.2 実証目標（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供） 55

4.3 脳神経内科 56

4.3.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 56
4.3.2 検証結果 70
4.3.3 考察 101
4.4 消化器内科 102
4.4.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 102
4.4.2 検証結果 103
4.4.3 考察 109
4.5 皮膚科 110
4.5.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 110
4.5.2 課題解決システムに関する効果検証 113
4.5.3 検証結果 123
4.5.4 考察 127
4.6 外科（模擬手術） 128
4.6.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 128
4.6.2 検証結果 131
4.6.3 考察 141
4.7 外科（模擬救急） 143
4.7.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 143
4.7.2 検証結果 148
4.7.3 考察 151
4.8 高齢者施設 152
4.8.1 前提条件（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート） 152
4.8.2 実証目標（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート） 152
4.8.3 課題解決システムに関する検証及び評価・分析 152
4.8.4 課題解決システムに関する効果検証 157
4.8.5 検証結果 174
4.8.6 インタビュー調査結果 192
4.8.7 症例記録票集計結果 198
4.8.8 考察 200
4.9 課題解決システムに関する機能検証 204
4.9.1 検証概要 204
4.9.2 品質、安定性及び低遅延伝送等の検証 204
4.9.3 可用性 211
4.9.4 セキュリティ 216
4.10 課題解決システムに関する運用検証 221
4.10.1 検証概要 221
4.11 課題解決システム実証で得られた今後の課題 242
5. ローカル５Ｇの性能評価の技術実証 244
5.1 前提条件 244
5.1.1 対象とするユースケース 245
5.1.2 実証環境 246

5.1.3 基本的な諸元 253
5.2 実証目標 256
5.2.1 技術的課題 256
5.2.2 実証目標 257
5.2.3 実施事項 258
5.3 ユースケースに基づくローカル５Ｇの性能評価等 260
5.3.1 ユースケースに基づく性能要件 260
5.3.2 評価・検証項目 261
5.3.3 評価・検証方法 262
5.3.4 類似の調査 265
5.3.5 性能評価結果 265
5.3.6 技術的課題の解決方策 296
5.4 ローカル５Ｇのエリア構築やシステム構成の検証等 298
5.4.1 評価・検証項目 298
5.4.2 評価・検証方法 298
5.4.3 検証結果 300
5.4.4 技術的課題の解決方策 325
5.5 その他ローカル５Ｇに関する技術実証 330
5.5.1 評価・検証項目 330
5.5.2 評価・検証方法 331
5.5.3 検証結果 333
5.5.4 技術的課題の解決方策 365
5.6 まとめ 367
6. 実装及び横展開に関する検討 368
6.1 前提条件 368
6.2 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定 370
6.2.1 実証終了後の継続モデル 370
6.2.2 事業モデル 371
6.2.3 実装計画 374
6.3 横展開に資する普及モデルに関する検討 375
6.3.1 普及モデル 375
6.3.2 推進体制 379
6.3.3 横展開計画 380
6.4 共同利用型プラットフォームに関する検討 382
6.4.1 共同利用型プラットフォームに具備する機能 382
6.4.2 今後に向けた課題 383
6.5 まとめ 384
7. まとめ 385

1. 全体概要

1.1 背景・目的

1.1.1 背景

長崎県には 8 つの医療圏があり、うち 4 つが離島の医療圏という特徴を持つ。離島医療圏では公的医療機関が中心となって、かかりつけ機能から急性期まで、幅広い医療をカバーしているが、地域では医師不足が極めて深刻であり、長崎大学病院と長崎県が連携して、地域ごと、診療科ごとに不足する医師を確保するため、育成や派遣等を計画的に行っている。他県と比較して医師の地域偏在が著しく、本土の専門医による効率的な離島医療支援体制の構築が急務である。特に、五島列島にある長崎県五島中央病院は、すでに ICT[1]（Information and Communication Technology）を活用して遠隔医療の試みを行っているが、高画質画像や動画の伝送では、Wi-Fi[2]や LTE[3]（Long Term Evolution）の伝送速度等がボトルネックになっているほか、配線など物理的な支障がある。

1.1.2 目的

ローカル５Ｇの導入により、離島医療圏が抱える医師不足や地理的要因による高度専門医療へのアクセスのしづらさ、急速な高齢化による高齢者施設や在宅における診療・ケアのニーズ増への対応等の社会課題の解決を目指す。そのためのローカル５Ｇの電波伝搬特性の解明及び課題解決システムにおける具体的なアプリケーション（本土の専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供及び高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート）を想定した高速通信、多数同時接続及び低遅延に関する性能検証及び評価を目的とする。

1.2 実施事項及び実証目標

1.2.1 実施事項の概要

1.2.1.1 課題実証

（1）専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供

脳神経内科、消化器内科、皮膚科の外来診療において、スマートグラスや 4K カメラ等を用いて診療を遠隔で実施し、診断の正確性、診療の行いやすさ、医療従事者・患者の満足度等に関する実証を行う。

外科手術・救急は、模擬手術やシミュレーターを用いて遠隔支援の有効性等に関する実証を行う。

---

[1] 情報通信技術のことで IT 技術をどのように活用して人々の暮らしを豊かにしていくのかという活用方法

[2] 国際標準規格である IEEE 802.11 で承認された無線 LAN 規格のひとつ

[3] 無線を利用したスマートフォンや携帯電話用の通信規格のひとつ

（2）高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート

医師不在の高齢者施設においては、オンライン診療により嘱託医と患者の移動コストを抑えつつ、診療回数の増加、医療アクセスの向上に期待できる。看護師等がスマートグラス等を用いてリアルタイムに映像を医師側に伝送し、対面診療とオンライン診療の比較について検証を行う。

1.2.1.2 技術実証

今後の実装、他地域への展開及び技術的基準整備に向けた知見を得るために、4.8GHz帯における電波伝搬特性についての調査・検証ならびに遠隔診療を想定したローカル５Ｇの性能評価を実施する。技術実証に当たっては、以下の点に留意する。

- 国際電気通信連合（International Telecommunication Union : ITU[4]）及び 3GPP[5]（3rd Generation Partnership Project）における５Ｇの標準化に関する検討状況ならびに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におけるローカル５Ｇに関する検討状況を踏まえて検討を行う。
- 既存の無線システムに影響を与えないよう、検証を行う。
- 測定機器類、測定環境等を準備の上、検証を行う。

1.2.2 実証目標の概要

1.2.2.1 課題実証

離島医療圏の高度専門医療へのアクセス向上を目的として、ローカル５Ｇ等の無線通信システムを用いて専門医の遠隔サポートを受けた離島基幹病院の医師による専門外来・救急医療の提供を実現するとともに、医師不在の高齢者施設における診療・ケアを実現し、将来的な遠隔医療提供体制の適用可能性や課題を明らかにする。

1.2.2.2 技術実証

ローカル５Ｇの技術基準等を整備するために必要な測定内容・方法に関する知見を得る。取得したデータを基に、技術的課題とその解決策について検証するとともに、病院内や高齢者施設内における最適なローカル５Ｇのエリア設計に役立てる知見を得る。

1.3 実施体制

株式会社 NTT フィールドテクノ、長崎県、国立大学法人長崎大学病院、長崎県五島中央病院、社会福祉法人なごみ会、医療法人井上内科小児科医院の 6 組織でコンソーシアムを結成し、本事業に取り組む。政策グループは長崎県、技術グループは株式会社 NTT フィールドテクノ、医療グループは国立大学法人長崎大学病院をグループリーダーとする。図 1.3 にて今回の実証の体制を示し、表 1.3 ではコンソーシアムの各組織の主な役割を記載する。

---

[4] 国際電気通信連合憲章に基づき、無線通信と電気通信分野において各国間の標準化と規制の確立を図る基幹

[5] 第 5 世代移動通信システムの仕様の検討・作成を行う標準化プロジェクト

総務省様
政策グループ
グループリーダー
長崎県
・五島市との調整、連携
・次年度以降の自走体制の整理
・他エリアへの展開計画の検討
技術グループ
グループリーダー
NTTフィールドテクノ
・全体統括(WG運営等)
・総務省様(九州総通局様含む)との対応
・コンソーシアム全体管理
・定例会実施
・実証計画、運用ルールの作成
・映像機器等の構築及び運用
・運用ヘルプデスク
協和エクシオ
・L5G機器システムの構築及び運用
長崎電建工業
・配線作業
エイビット
・L5G機器提供
医療グループ
グループリーダー
長崎大学病院
・医療実証（計画、実施、分析、評価）
・関係施設（五島中央病院・なごみ会）との調整、連携
無線局免許人(実験試験局を取得予定)
五島中央病院
・医療実証（実施、分析、評価）
無線局免許人(実験試験局を取得予定)
なごみ会(高齢者施設)
・医療実証（実施、分析、評価）
井上内科小児科
・医療実証（実施、分析、評価）

図 1.3　実施体制

表 1.3　各企業・団体の役割

企業・団体名	役割
株式会社 NTT フィールドテクノ	実証全体統括、 技術実証グループリーダー
長崎県	政策（次年度以降の実装や横展開等） グループリーダー
国立大学法人長崎大学病院	課題実証グループリーダー
長崎県五島中央病院	課題実証グループメンバー （高度専門医療、高齢者診療・ケアサポート）
社会福祉法人　なごみ会	課題実証グループメンバー （高齢者診療・ケアサポート）
医療法人　井上内科小児科医院	課題実証グループメンバー （高齢者診療・ケアサポート）

1.4 実証のスケジュール

本請負事業を委託後、令和 2 年 10 月～12 月を実証準備期間、令和 3 年 1 月～3 月を実証期間として実証スケジュールを計画した。主なイベントについては以下のとおりである。

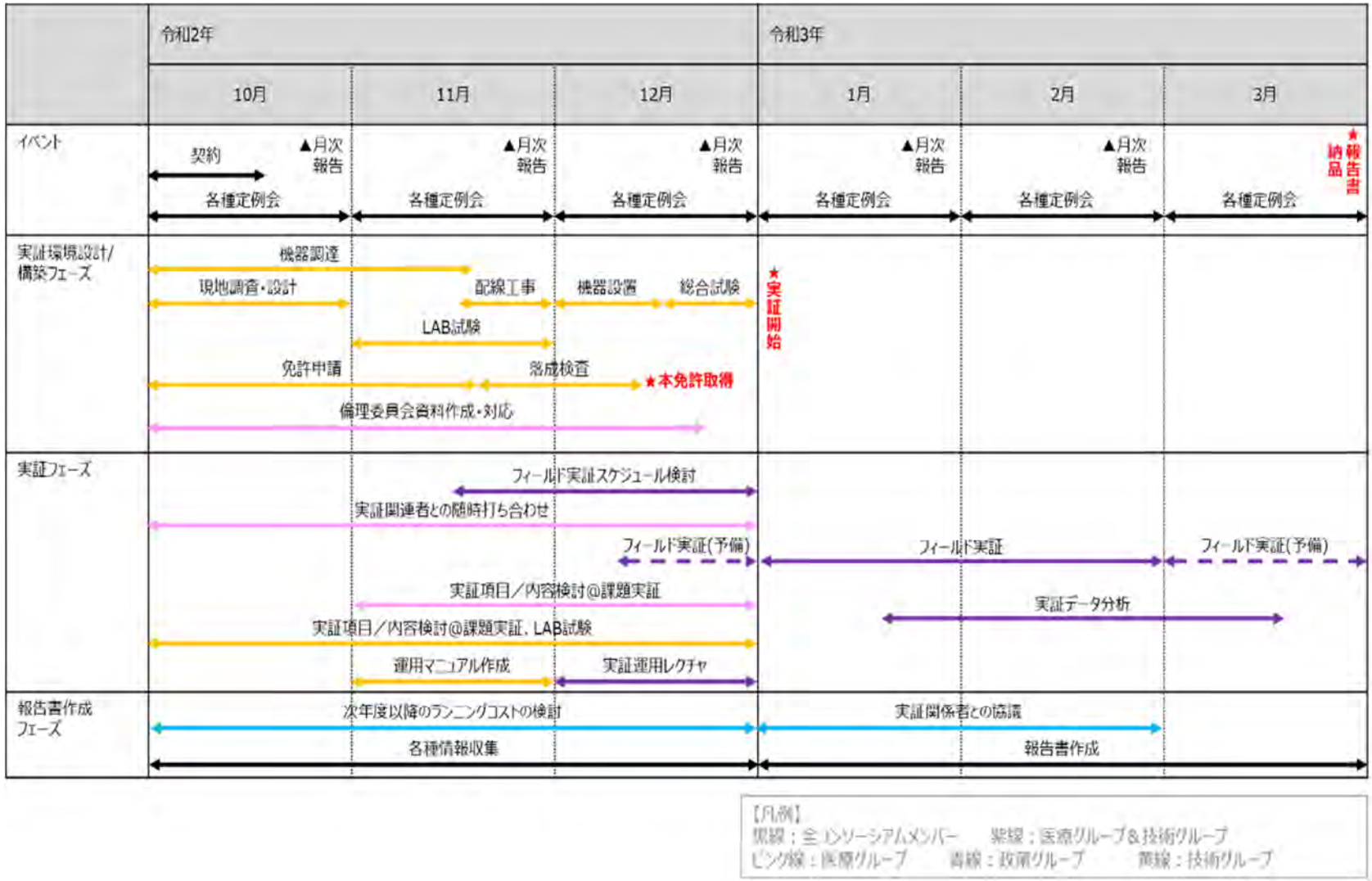


図 1.4　当初スケジュール

なお、上記スケジュールを主な項目に落とした取組概要とその計画/実績を以下に示す。

表 1.4　主となる取組概要と実施計画月

取組概要	計画	実績
ローカル５Ｇ実証局免許取得	10 月～12 月	10 月～12 月
機器調達	10 月～11 月	10 月～11 月
現場調査	10 月	10 月～11 月
基本/詳細設計	10 月	10 月～11 月
機器設定/構築	11 月～12 月	11 月～12 月
事前検証	11 月	11 月～12 月
実証詳細内容検討	10 月～12 月	10 月～12 月
倫理委員会対応	10 月～12 月	11 月～12 月
フィールド実証	1 月～2 月	1 月～3 月
報告書作成	1 月～3 月	1 月～3 月

1.5 免許申請の概要

1.5.1 実験免許局の概要

本実験では 4.8GHz 帯の５Ｇ無線装置を使用し、通信の安定性、遅延時間、伝搬距離など電波伝搬を測定し医療分野における実用性を検証する。また、本実験で使用する無線装置は株式会社エイビットが開発した機器である。なお、本実証フィールドの土地、建物の所有者である長崎県病院企業団、及び社会福祉法人なごみ会を免許人として、以下のスケジュールにて免許申請を実施した。

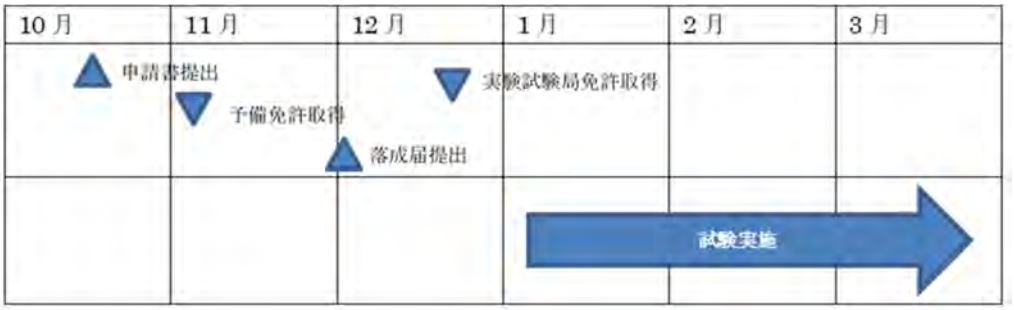


図 1.5.1　免許申請スケジュール

1.5.2 申請内容（長崎病院企業団）

1.5.2.1 システム構成図

申請時のシステム構成図を以下に示す。

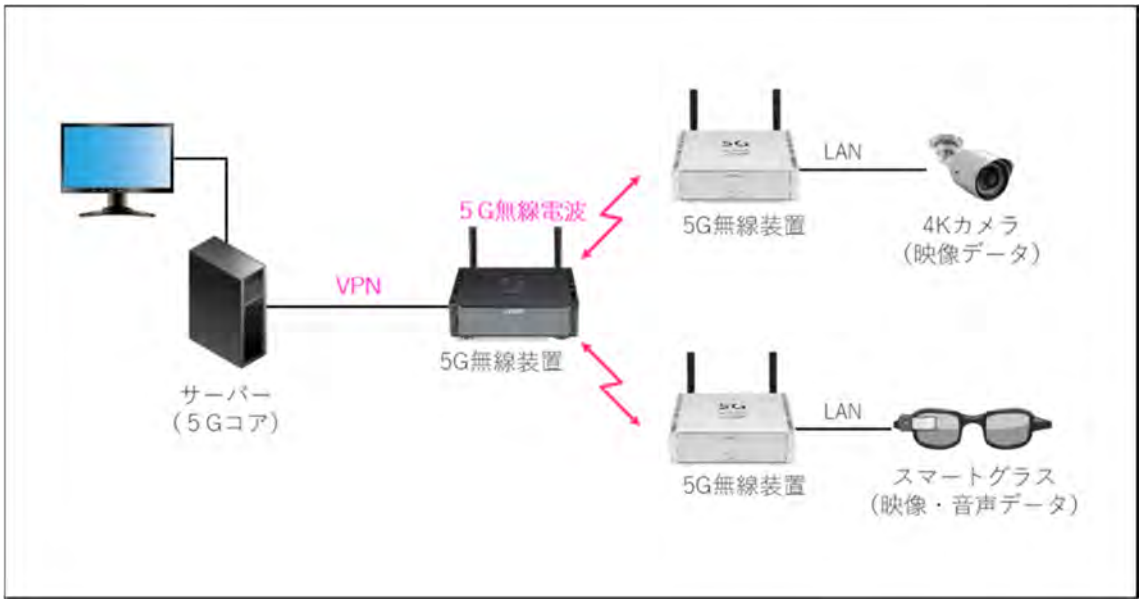


図 1.5.2.1　システム構成図（長崎病院企業団）

1.5.2.2 系統図

申請時の系統図を以下に示す。

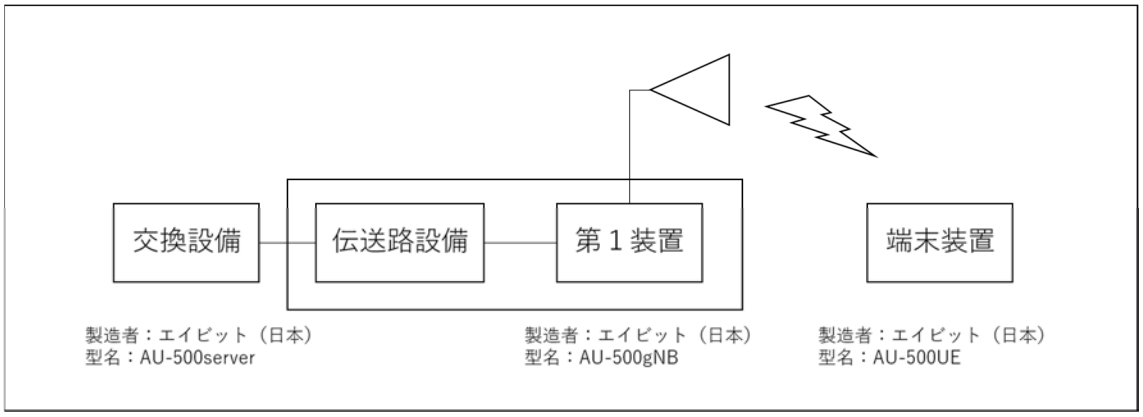


図 1.5.2.2　系統図（長崎病院企業団）

1.5.2.3 無線装置諸元

申請時の無線機器諸元表を以下に示す。

表 1.5.2.3　無線装置諸元表（長崎病院企業団）

項目	諸元
(1)　実験周波数	中心周波数 4,800 MHz　1 波
(2)　帯域幅	100MHz
(3)　電波の型式	100M X7W
(4)　変調方式	OFDM
(5)　最大送信出力	60mW
(6)　受信感度	-65dBm
(7)　アンテナ型式	送受信アンテナ　M
(8)　アンテナタイプ	ダイポールアンテナ　DP、アンテナ 1 本
(9)　アンテナ指向	アンテナ 1：無指向（標準アンテナ） アンテナ 2：無指向（オプション） アンテナ 3：偏波 VH（オプション） アンテナ 4：偏波 VH（オプション）
(10)　アンテナ利得	アンテナ 1：2dBi（標準アンテナ） アンテナ 2：1.6dBi（オプション） アンテナ 3：3.5dBi（オプション） アンテナ 4：9dBi（オプション）
(11)　実効輻射電力	アンテナ 1：20dBm（標準アンテナ） アンテナ 2：16.6 dBm（オプション） アンテナ 3：18.5dBm（オプション） アンテナ 4：25.23dBm（オプション）
(12)　実効輻射角度	アンテナ 1：水平 360°　（標準アンテナ） アンテナ 2：水平 360°　（オプション） アンテナ 3：水平 100°　（オプション） アンテナ 4：水平 38°　（オプション）

（13） 実験試験局数	7 台
（14） 識別信号	ごとうちゅうおうびょういんじっけん 1~7
（15） TDD[6]方式	非同期
（16） ケーブルロス	アンテナ 1（標準アンテナ）使用時：0dB アンテナ 2（オプション）使用時：3.00dB アンテナ 3（オプション）使用時：3.00dB アンテナ 4（オプション）使用時：1.77dB
（17） 常置場所	長崎県五島市吉久木町 205 番地
（18） 機器メーカー	エイビット
（19） 免許期間	免許交付から令和 3 年 5 月 31 日まで

1.5.2.4 アンテナ

本実験では施設内外での様々な環境における電波伝搬を測定し、最適な基地局配置、アンテナ仕様を確認するため、異なる指向性を持った複数のアンテナを用いて実験を行う。通常運用時はアンテナ 1 のみを使用する。

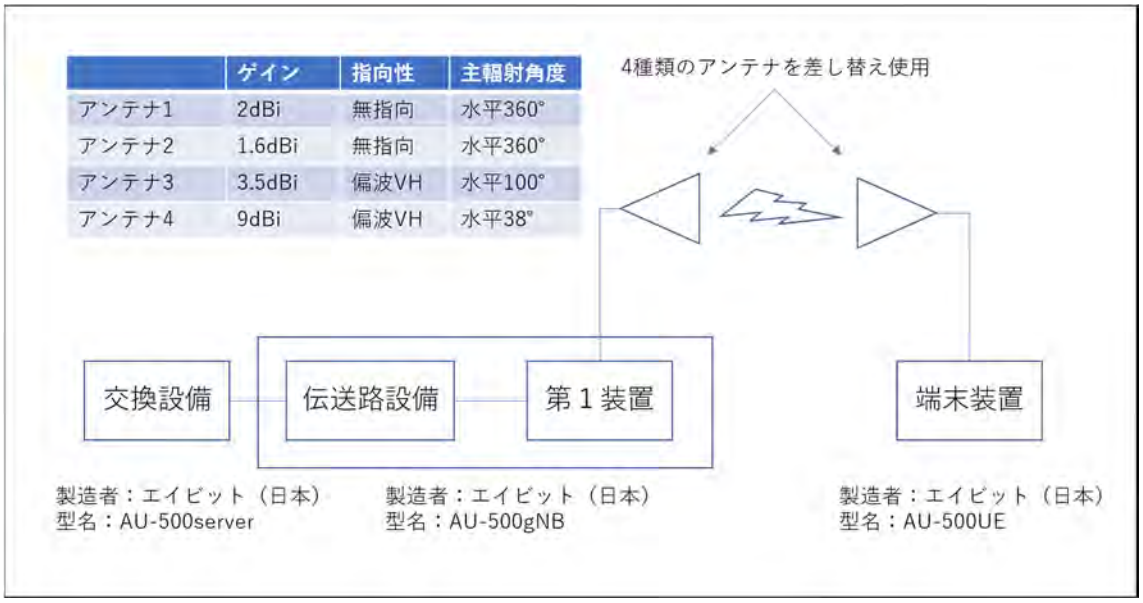


図 1.5.2.4　アンテナ交換イメージ図（長崎病院企業団）

1.5.2.5 移動範囲

本免許申請は、全て移動局免許として申請する。その移動範囲を以下に示す。

- 長崎県五島市吉久木町 205 番地　五島中央病院
- 長崎県五島市木場町 493 番地 1 号　社会福祉法人なごみ会かけはし木場
- 東京都八王子市南町 3 番 10 号　株式会社エイビット
- 東京都渋谷区 3 丁目 29 番 20 号　株式会社協和エクシオ

[6] Time Division Duplex の略で、時間軸圧縮を行い送信・受信を時間ごとに切り替えて、二重通信を同一周波数帯域で可能にする電気通信技術

1.5.2.6 申請送信電力

表 1.5.2.6　送信電力（長崎病院企業団）

項目	送信電力
（1）　屋内実験	60mW
（2）　屋外実験	60mW

（1）回線設計（屋内）

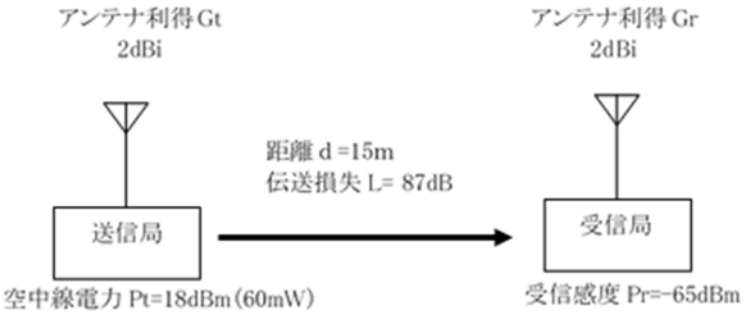
本実験ではビル内の伝送を行うため最大の伝送距離 d は約 15m を想定している。この場合の屋内伝搬損失は距離の 3.5 乗に反比例して電力が減衰するものとして次式より計算する。

L = （4πf / c）2 d3.5
L[dB] = 20log（4π/c）　+ 20log（ f ）+ 35log（ d ）
ここで、c[m/s]は光速、f は周波数で f＝4.8×109 [Hz]とする。

上記式より d=15m の屋内伝搬損失 L=87dB となる。

本装置の受信感度 Pr=-65dBm、受信局アンテナ利得 Gr=2dBi、送信局アンテナ利得 Gt=2dBi、とすると、所要アンテナ電力 Pt［dBm］は、以下の値となる。このため、今回の実験において最大アンテナ電力は 60mW を希望する。

Pt = Pr + L－Gr－Gt = 18dBm（約 60mW）



建物外への漏れ電力は、最も漏れ電力が大きくなる条件、壁面として窓ガラスを想定し、移動局設置位置を建物壁面に設置した場合、18dBm-1dB＝17dBm となる。

（2）回線設計（屋外）

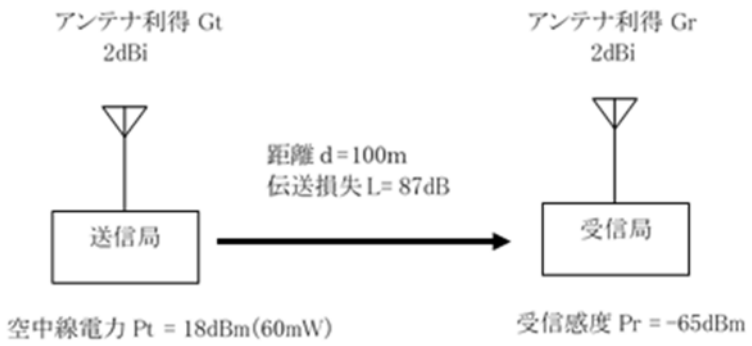
屋内実験で必要となる最大アンテナ電力 60mW（18dBm）で屋外送信を行った場合の伝搬距離を計算する。この場合の屋外伝搬は自由空間伝搬として距離の 2 乗に反比例して電力が減衰するものとして次式より計算する。

L = （4πf / c）2 d2
L[dB] = 20log（4π/c） + 20log（ f ） + 20log（ d ）
ここで、c[m/s]は光速、f は周波数で f= 4.8×109 [Hz]とする。

伝搬損失 L = 87dB から屋外の伝搬距離 d を上式から計算すると次のとおりとなる。

L = Pt – Pr + Gt + Gr = 87 [dB]
log（d） = L/20 – 20log（4π/c） – 20log（ f ） ＝2.0
d = 100 [m]

敷地内の最大距離は約 100mであるので屋外実験として十分な伝搬距離が確保できる。したがって、屋外実験の場合の最大アンテナ電力は屋内と同じ 60mW（18dBm）を希望する。



敷地外への漏れ電力は、最も漏れ電力が大きくなる条件、移動局設置位置を敷地境界に設置した場合、18dBm となる。

1.5.2.7 干渉調整結果

表 1.5.2.7　干渉調整結果（長崎病院企業団）

干渉調整事業者	調整完了日
（1）　NTT ドコモ	令和 2 年 3 月 3 日

（1）包括的条件

屋外で電波発射する場合は周辺 20m以内にドコモの携帯の基地局がないことを目視で確認すること。

1.5.3　申請内容（社会福祉法人なごみ会）

1.5.3.1 システム構成図

申請時のシステム構成図を以下に示す。

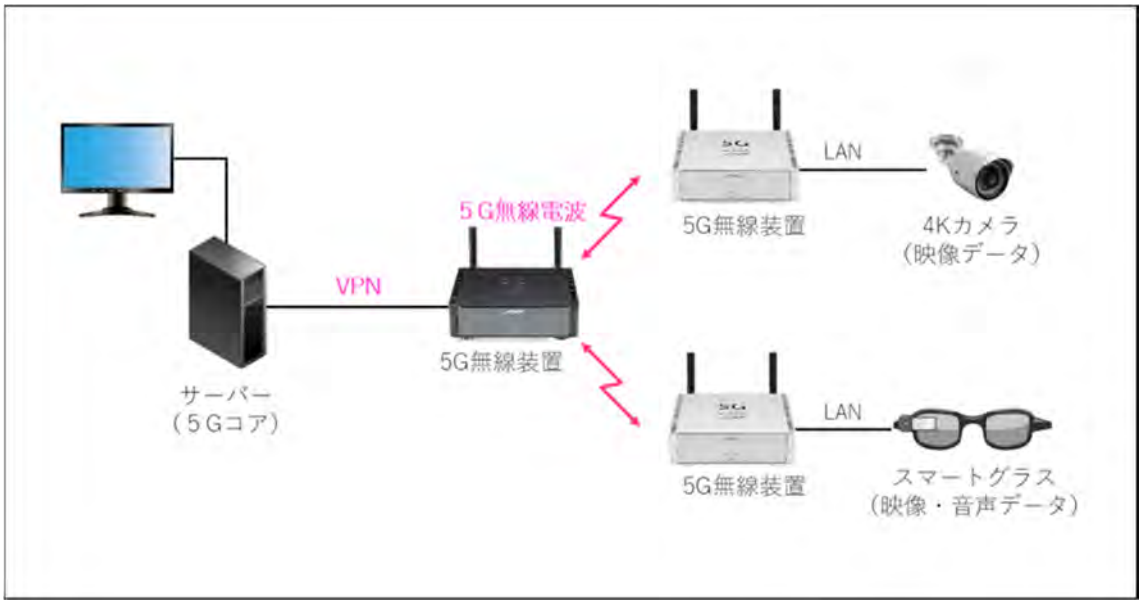


図 1.5.3.1　システム構成図（社会福祉法人なごみ会）

1.5.3.2 系統図

申請時の系統図を以下に示す。

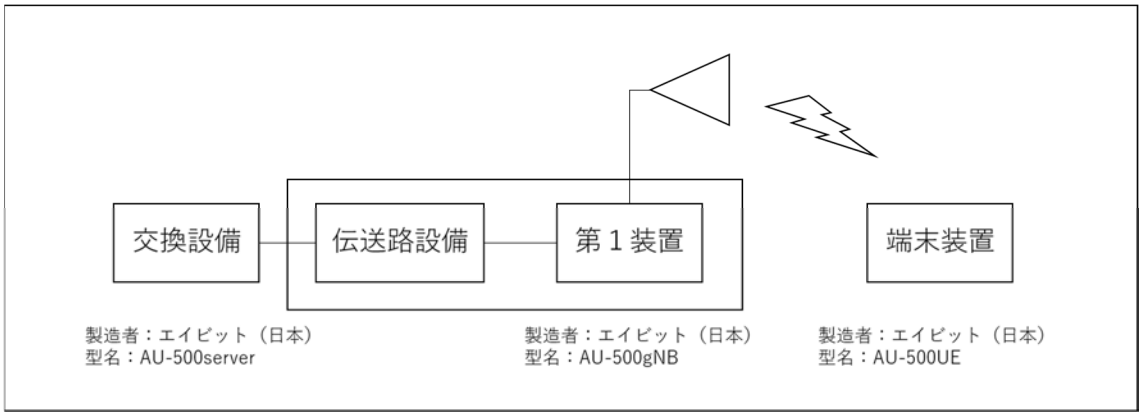


図 1.5.3.2　系統図（社会福祉法人なごみ会）

1.5.3.3 無線装置諸元

申請時の無線機器諸元表を以下に示す。

表 1.5.3.3　無線機器諸元表（社会福祉法人なごみ会）

項目	諸元
(1)　実験周波数	中心周波数 4,800 MHz　1 波
(2)　帯域幅	100MHz
(3)　電波の型式	100M X7W
(4)　変調方式	OFDM
(5)　最大送信出力	60mW
(6)　受信感度	-65dBm
(7)　アンテナ型式	送受信アンテナ　M
(8)　アンテナタイプ	ダイポールアンテナ　DP、アンテナ 1 本
(9)　アンテナ指向	アンテナ 1：無指向（標準アンテナ） アンテナ 2：無指向（オプション） アンテナ 3：偏波 VH（オプション） アンテナ 4：偏波 VH（オプション）
(10)　アンテナ利得	アンテナ 1：2dBi（標準アンテナ） アンテナ 2：1.6dBi（オプション） アンテナ 3：3.5dBi（オプション） アンテナ 4：9dBi（オプション）
(11)　実効輻射電力	アンテナ 1：20dBm（標準アンテナ） アンテナ 2：16.6 dBm（オプション） アンテナ 3：18.5dBm（オプション） アンテナ 4：25.23dBm（オプション）
(12)　実効輻射角度	アンテナ 1：水平 360°　（標準アンテナ） アンテナ 2：水平 360°　（オプション） アンテナ 3：水平 100°　（オプション） アンテナ 4：水平 38°　（オプション）
(13)　実験試験局数	2 台
(14)　識別信号	なごみじっけん 1~2
(15)　TDD 方式	非同期
(16)　ケーブルロス	アンテナ 1（標準アンテナ）使用時：0dB アンテナ 2（オプション）使用時：3.00dB アンテナ 3（オプション）使用時：3.00dB アンテナ 4（オプション）使用時：1.77dB
(17)　常置場所	長崎県五島市木場町 493 番地 1 号
(18)　機器メーカー	エイビット
(19)　免許期間	免許交付から令和 3 年 5 月 31 日まで

1.5.3.4 アンテナ

本実験では施設内外での様々な環境における電波伝搬を測定し、最適な基地局配置、アンテナ仕様を確認するため、異なる指向性を持った複数のアンテナを用いて実験を行う。通常運用時はアンテナ 1 のみを使用する。

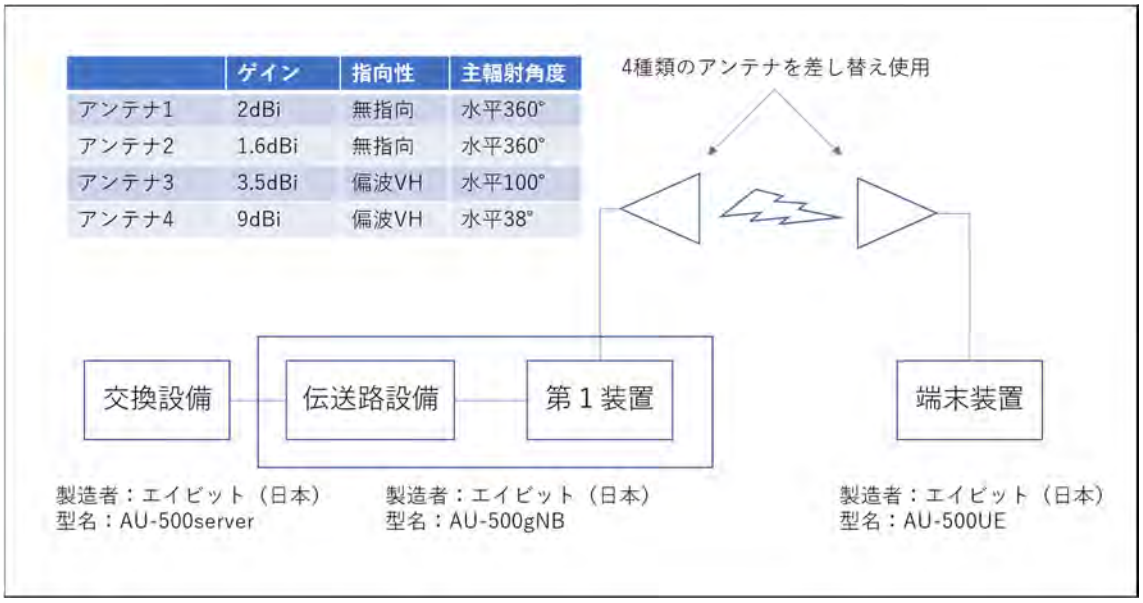


図 1.5.3.4　アンテナ交換イメージ図（社会福祉法人なごみ会）

1.5.3.5 移動範囲

本免許申請は、全て移動局免許として申請する。その移動範囲を以下に示す。

- 長崎県五島市木場町 493 番地 1 号　社会福祉法人なごみ会　かけはし木場
- 東京都八王子市南町 3 番地 10 号　株式会社エイビット
- 東京都渋谷区渋谷 3 丁目 29 番 20 号　株式会社協和エクシオ

1.5.3.6 申請送信電力

表 1.5.3.6　送信電力（社会福祉法人なごみ会）

項目	送信電力
（1）　屋内実験	60mW
（2）　屋外実験	60mW

（1）回線設計（屋内）

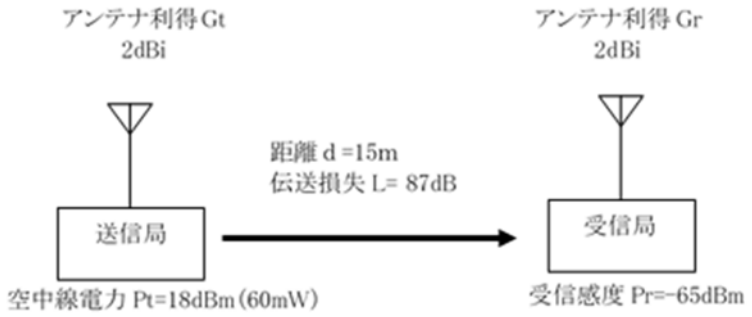
本実験ではビル内の伝送を行うため最大の伝送距離 d は約 15m を想定している。この場合の屋内伝搬損失は距離の 3.5 乗に反比例して電力が減衰するものとして次式より計算する。

L = （4πf / c）2 d3.5
L[dB] = 20log（4π/c） + 20log（ f ）+ 35log（ d ）
ここで、c[m/s]は光速、f は周波数で f＝4.8×109 [Hz]とする。

上記式より d=15m の屋内伝搬損失 L=87dB となる。

本装置の受信感度 Pr=-65dBm、受信局アンテナ利得 Gr=2dBi、送信局アンテナ利得 Gt=2dBi、とすると、所要アンテナ電力 Pt［dBm］は、以下の値となる。このため、今回の実験において最大アンテナ電力は 60mW を希望する。

Pt = Pr + L－Gr－Gt = 18dBm（約 60mW）



建物外への漏れ電力は、最も漏れ電力が大きくなる条件、壁面として窓ガラスを想定し、移動局設置位置を建物壁面に設置した場合、18dBm-1dB＝17dBm となる。

（2）回線設計（屋外）

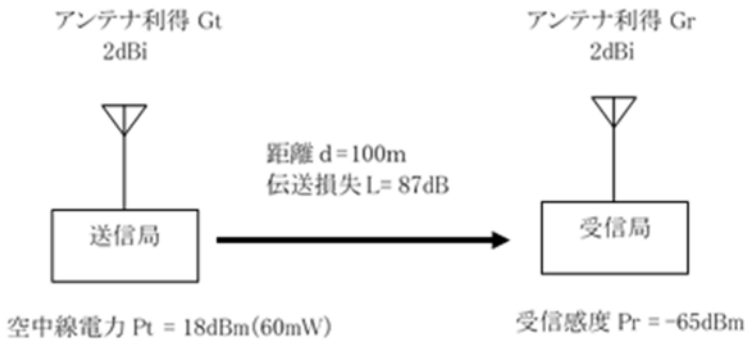
屋内実験で必要となる最大アンテナ電力 60mW （18dBm）で屋外送信を行った場合の伝搬距離を計算する。この場合の屋外伝搬は自由空間伝搬として距離の 2 乗に反比例して電力が減衰するものとして次式より計算する。

L = （4πf / c）2 d2
L[dB] = 20log（4π/c） + 20log（ f ） + 20log（ d ）
ここで、c[m/s]は光速、f は周波数で f= 4.8×109 [Hz]とする。

伝搬損失 L = 87dB から屋外の伝搬距離 d を上式から計算すると次のとおりとなる。

L = Pt – Pr + Gt + Gr = 87 [dB]
log（d） = L/20 – 20log（4π/c） – 20log（ f ） ＝2.0
d = 100 [m]

敷地内の最大距離は約 100mであるので屋外実験として十分な伝搬距離が確保できる。したがって、屋外実験の場合の最大アンテナ電力は屋内と同じ 60mW（18dBm）を希望する。



敷地外への漏れ電力は、最も漏れ電力が大きくなる条件、移動局設置位置を敷地境界に設置した場合、18dBm となる。

1.5.3.7 干渉調整結果

表 1.5.3.7 干渉調整結果（社会福祉法人なごみ会）

干渉調整事業者	調整完了日
（1） NTT ドコモ	令和 2 年 3 月 3 日

（1）包括的条件

屋外で電波発射する場合は周辺 20m以内にドコモの携帯の基地局がないことを目視で確認すること。

2. 実証地域

2.1 実証地域の概要

2.1.1 地域の概要

長崎県は海岸線が長い県であり、離島が多く本土においても半島など公共交通が不便な地域が多い。また、医療機関の医師不足が共通の課題となっている。特に離島においては、公的医療機関が基幹的病院として救急医療等を提供し、長崎大学病院や三次救急医療機関との連携により地域の医療を支えている。

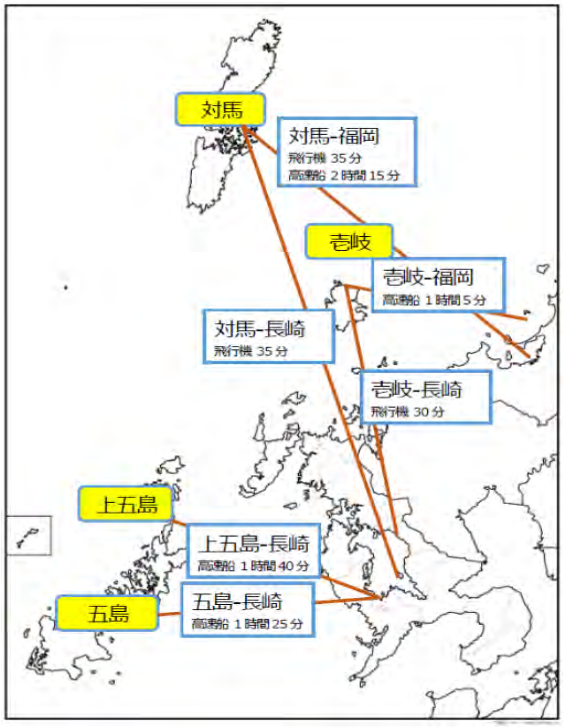


図 2.1.1-1 離島医療圏からの移動時間

本県には 8 つの医療圏があるが、そのうち 4 つが離島の医療圏となっている。五島、上五島は長崎県に隣接しているが、壱岐、対馬は福岡県が距離的に近く、医療に関する繋がりも強い。

このうち、五島医療圏では、平成 16 年から長崎県と五島市が共同で長崎大学に寄付講座として「離島・へき地医療学講座」を設け、長崎大学は五島中央病院に「離島医療研究所」を設置し、長崎大学の医学部生等に対する離島医療の教育と診療を行っている。さらに、長崎大学としても様々な診療科の常勤医師の派遣や診療応援を離島の病院・診療所で行なっている。

図 2.1.1-2 実証地域における医療機関の俯瞰図

2.2 実証環境

離島医療圏では 、人口減少が急速に進んでおり、少子高齢化、患者ニーズの変化等により、患者数の減少が続くなど、病院経営を取り巻く環境は厳しいものとなっている。今後の中・長期的な地域住民のニーズを踏まえると、必要となる急性期機能の維持や、適正かつ効率的な医療機器ならびに施設の整備・運営が必要であると考えられる。

そのような状況の中、長崎県では、病院を経営する特別地方公共団体（一部事務組合）として平成 21 年 4 月 1 日に発足した「長崎県病院企業団」の病院が医療を支えており、その構成団体は、長崎県のほか、6 市 1 町となっている。平成 29 年 4 月現在、離島の医療圏では 6 病院 3 附属診療所を運営している。

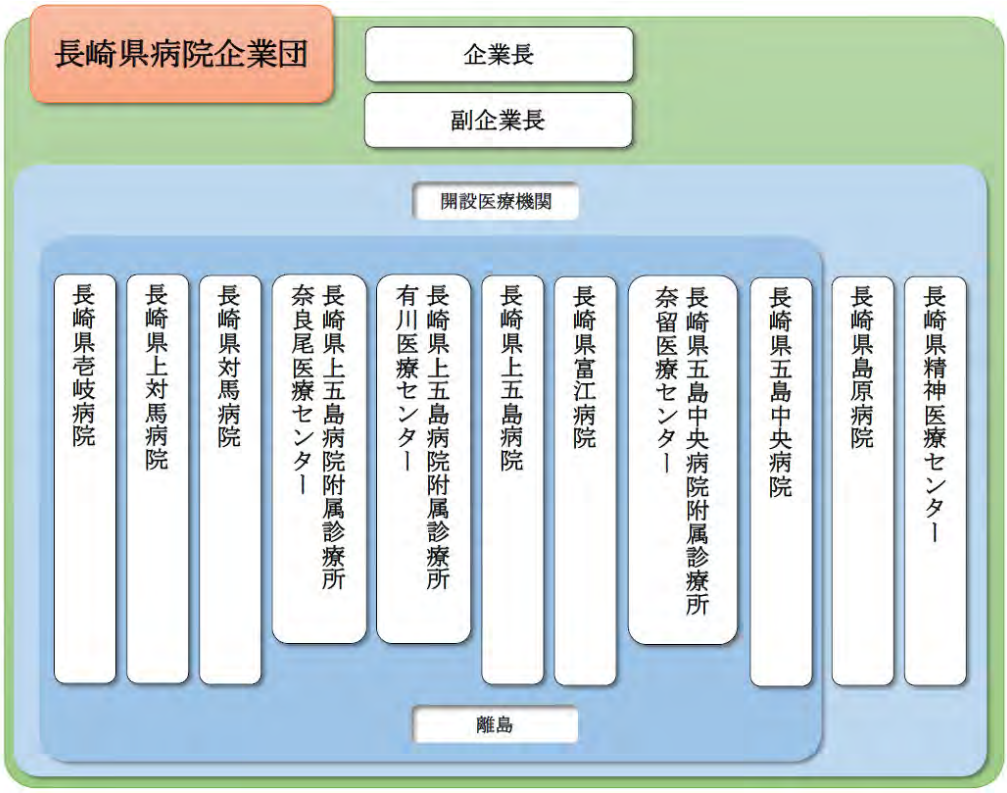


図 2.2 長崎県病院企業団構成図

本実証は五島医療圏の「五島中央病院」、「井上内科小児科医院」ならびに高齢者施設である「かけはし木場」を対象施設とした。なお、対象施設の選定理由については、本県で最も人口規模の大きい離島医療圏であること、また、中核となる五島中央病院と専門医療を提供する長崎大学病院の間で遠隔医療を行った実績があること、大学病院の医師が配置されている「離島医療研究所」が設置されており、同研究所のイニシアチブのもと、地域の高齢者施設、診療所との協働関係構築が容易であったことから、選定に至った。以下に各施設の概要を示す。

① 五島中央病院
所在地：五島市吉久木町 205 番地
診療科：内科、総合診療科、精神科、小児科、外科、整形外科、産婦人科、放射線科、泌尿器科、耳鼻咽喉科、眼科、皮膚科、脳神経内科　等
病床数：304 床（一般 180 床、結核 10 床、地域包括ケア病棟 50 床、精神 60 床、感染症 4 床）
その他：へき地医療拠点病院、地域災害拠点病院、二次救急輪番制病院、基幹型臨床研修病院、協力型臨床研修協力病院（長崎大学、佐世保市総合医療センター）人間ドック実施、人工透析実施、未熟児室あり、五島地域リハビリテーション広域支援センター

② 井上内科小児科医院
所在地：五島市武家屋敷 1 丁目 2 番 13 号
診療科：内科、小児科

③ かけはし木場（社会福祉法人なごみ会）
所在地：五島市木場町 493 番地 1
事業種別：事業種別　第二種社会福祉事業（訪問介護、老人短期入所）、公益事業（サービス付き高齢者向け住宅）

また本県は、全国に先駆けて構築した、医療情報ネットワーク「あじさいネット」により、全県下の主要な医療機関で電子カルテの共有が可能となっている。「あじさいネット」は、病病連携や病診連携の極めて有効なツールとして、年々利用者数が増加している。
近年では、在宅医療においてモバイル端末を活用し、多職種による情報共有や、専用回線を利用して、ドクターヘリを利用する判断材料となる画像を離島から本土に送信するなど、その活用範囲が広がっている。

2.3 地域課題等

長崎県内には 8 つの医療圏があるが、うち 4 つが離島の医療圏となっている。離島では医師、特に専門医が不足しており、高度及び急性期の医療不足が顕著である。
また、本土と比較して住民の高齢化が急速に進んでおり、公共交通機関も少ないため、かかりつけ医師への受診が困難である。
特に医師の偏在解消は本県の大きな課題であり、表 2.3-1 のとおり、都市部の長崎・県央医療圏は多数地域であるが、離島は総じて少なくなっている。また、各診療科別の医師数をみても、離島にはまったく配置されていない地域が多数みられる。

表 2.3-1 診療科別・地域別の医師数（長崎県医療計画）

診療科	人口10万対								診療科	人口10万対							
	長崎	佐世保県北	県央	県南	五島	上五島	壱岐	対馬		長崎	佐世保県北	県央	県南	五島	上五島	壱岐	対馬
総 数	389.4	229.2	306.0	181.3	191.9	131.8	159.3	158.1									
内 科	68.9	47.2	59.9	45.5	73.0	72.7	63.0	77.4	肛門外科	0.8	0.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
呼吸器内科	13.5	6.2	8.6	7.5	2.7	0.0	0.0	0.0	脳神経外科	7.0	7.8	5.6	3.7	2.7	0.0	0.0	0.0
循環器内科	15.7	9.0	10.5	7.5	5.4	0.0	11.1	0.0	整形外科	29.2	17.1	19.9	17.9	16.2	13.6	18.5	19.4
消化器内科(胃腸内科)	20.9	13.0	16.1	10.4	10.8	0.0	7.4	0.0	形成外科	5.3	1.9	3.4	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
腎臓内科	7.6	4.7	4.1	3.0	2.7	0.0	3.7	0.0	美容外科	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
神経内科	5.5	1.9	6.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	眼科	15.2	8.4	9.4	6.0	5.4	9.1	11.1	6.5
糖尿病内科(代謝内科)	5.9	2.5	4.1	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	耳鼻いんこう科	10.6	7.1	7.9	2.2	5.4	0.0	3.7	3.2
血液内科	4.4	1.9	2.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	小児外科	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
皮膚科	12.3	5.9	9.0	4.5	2.7	0.0	3.7	0.0	産婦人科	12.5	8.4	11.2	6.7	8.1	0.0	3.7	9.7
アレルギー科	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	産科	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0
リウマチ科	3.8	2.5	2.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	婦人科	2.7	0.9	0.7	4.5	0.0	0.0	3.7	0.0
感染症内科	3.8	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	リハビリテーション科	2.5	1.6	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
小児科	17.8	11.2	24.0	5.2	8.1	4.5	11.1	9.7	放射線科	9.3	6.2	6.7	3.0	5.4	0.0	0.0	3.2
精神科	21.1	10.9	18.7	11.2	8.1	0.0	7.4	9.7	麻酔科	10.1	6.2	7.9	4.5	0.0	0.0	3.7	3.2
心療内科	0.6	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	病理診断科	3.0	0.9	0.4	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
外 科	24.5	17.7	21.7	20.1	27.0	22.7	7.4	16.1	臨床検査科	1.5	0.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
呼吸器外科	2.5	0.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	救急科	2.5	1.6	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
心臓血管外科	4.0	2.2	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	臨床研修医	16.9	6.5	21.0	0.7	2.7	4.5	0.0	0.0
乳腺外科	2.7	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	全 科	0.4	0.9	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
気管食道外科	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	その他	4.9	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
消化器外科(胃腸外科)	7.6	4.7	1.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	不 詳	1.5	0.0	1.5	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0
泌尿器科	9.5	5.9	5.2	6.0	2.7	0.0	0.0	0.0									

※出典：厚生労働省「平成２８年医師・歯科医師・薬剤師調査」

このため離島の住民は、現状本土の医療機関に専門的な医療を受けるため、船舶や飛行機で移動している。表 2.3-2 のとおり、長崎医療圏の患者 6,458 人の内訳において、自らの医療圏で入院している患者は 5,993 人で、92.8%であるが、これに対して、五島医療圏は、443 人中 322 人で 72.69%にとどまっており長崎医療圏への入院患者流出が見られている。その他、上五島、壱岐、対馬の離島においても、同様に流出率は大きくなっている。

表 2.3-2　病院の療養病床及び一般病床の推計入院患者数（長崎県医療計画）

	人数（人）	医療機関所在地									
		合計	長崎	佐世保県北	県央	県南	五島	上五島	壱岐	対馬	県外
患者住所地医療圏	長崎	6,458	5,993	189	171	10	2	-	-	-	93
	佐世保県北	3,833	32	3,466	132	-	-	-	-	-	203
	県央	2,748	158	63	2,361	47	-	-	-	-	119
	県南	1,856	70	-	409	1,345	-	-	-	-	32
	五島	443	83	6	16	-	322	-	-	-	16
	上五島	236	48	16	8	-	2	143	-	-	19
	壱岐	486	2	-	12	-	-	-	353	-	119
	対馬	368	-	-	-	-	-	-	-	254	114
	割合(%)	医療機関所在地									
			長崎	佐世保県北	県央	県南	五島	上五島	壱岐	対馬	県外
患者住所地医療圏	長崎		92.80	2.93	2.65	0.15	0.03	-	-	-	1.44
	佐世保県北		0.83	90.43	3.44	-	-	-	-	-	5.30
	県央		5.75	2.29	85.89	1.71	-	-	-	-	4.36
	県南		3.77		22.04	72.47	-	-	-	-	1.78
	五島		18.74	1.35	3.61	-	72.69	-	-	-	3.61
	上五島		20.34	6.78	3.39	-	0.85	60.59	-	-	8.05
	壱岐		0.41		2.47	-	-	-	72.63	-	24.49
	対馬		-	-	-	-	-	-	-	69.02	30.98

※出典：厚生労働省「患者調査」

また、表 2.3-3 のとおり、五島、上五島、壱岐、対馬の離島医療圏は総じて本土より自己完結率が低い傾向がみられる。日常的な外来医療においても、本土と離島の格差が大きいことが分かる。

表 2.3-3　平成 27 年度の診療報酬（外来初診料）の状況（単位：%）（長崎県医療計画）

	割合(%)	医療機関所在地									
		合計（件数）	長崎	佐世保県北	県央	県南	五島	上五島	壱岐	対馬	県外
患者住所地医療圏	長崎	376,531	95.86	1.96	1.30	0.11	0.03	0.02	-	0.01	0.72
	佐世保県北	200,299	0.79	93.02	1.23	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	4.86
	県央	171,373	3.86	2.09	90.88	1.00	0.01	0.01	-	-	2.15
	県南	122,589	2.09	0.12	14.29	81.92	0.01	-	-	0.01	1.56
	五島	25,877	6.69	0.16	0.82	0.09	90.18	0.04	-	-	2.00
	上五島	10,982	16.45	13.70	1.77	0.28	1.86	60.34	-	-	5.60
	壱岐	17,656	0.40	0.23	0.45	0.06	-	-	87.49	-	11.37
	対馬	18,572	0.93	0.40	0.76	0.20	-	-	0.07	78.84	18.79

要因としては、専門医の不在など、医療機能の格差があげられる。医療人材の確保に加え、ICT を活用して、こうした格差をいかに埋めていくかが課題としてあげられる。

3. 実証環境

3.1 ネットワーク構成

3.1.1 ネットワーク・システム構成図

本実証のネットワーク・システム構成図を以下のとおり示す。

各施設間をフレッツ・VPN プライオ[7]を用いた IP-VPN[8]で接続する。また、4K カメラの映像データをエンコーダ/デコーダを通じて IP 化することで、遠隔地への送受信を可能としている。スマートグラスについてはクラウド上の遠隔支援システムを経由することで映像/音声データの送受信を可能としている。なお、詳細構成は「別紙 1　構成図」にて示す。

■システム構成図（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供）

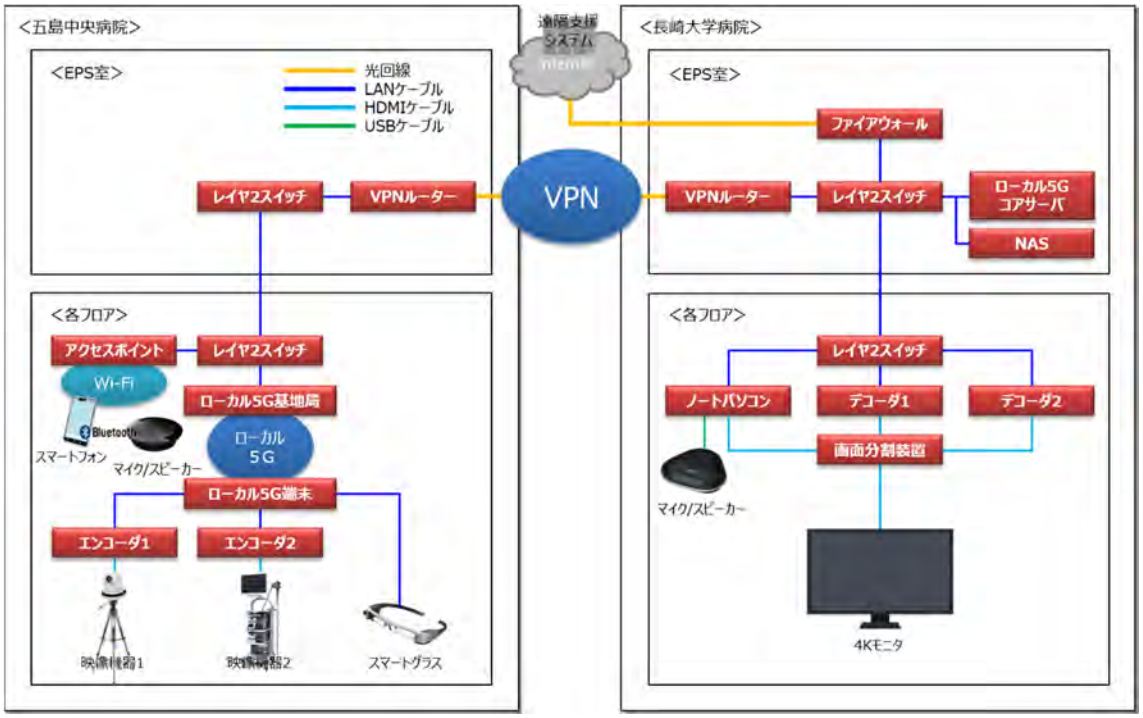


図 3.1.1-1　システム構成図（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供）

---

[7] NTT 西日本が提供している IP-VPN サービス

[8] Virtual Private Network の略で、仮想的な通信トンネルを構成したプライベートネットワークのこと。IP-VPN は、通信事業者等が提供する閉域網を使ってプライベートネットワークを構築する。

■システム構成図（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート①）

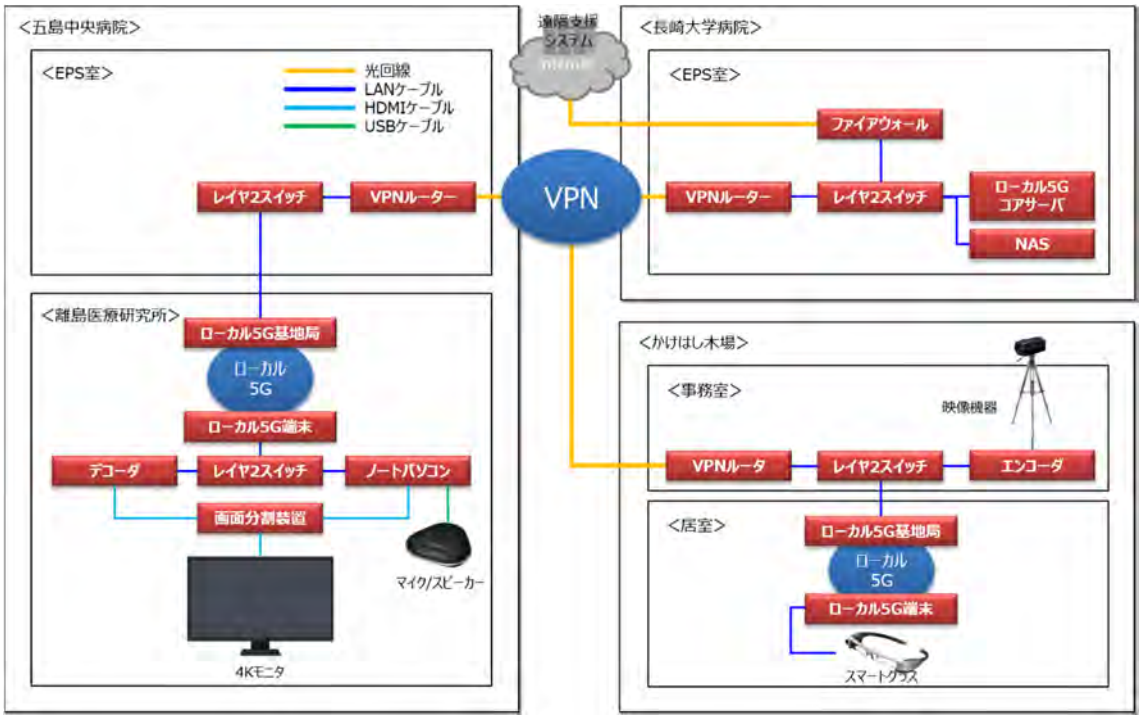


図 3.1.1-2　システム構成図（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート①）

■システム構成図（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート②）

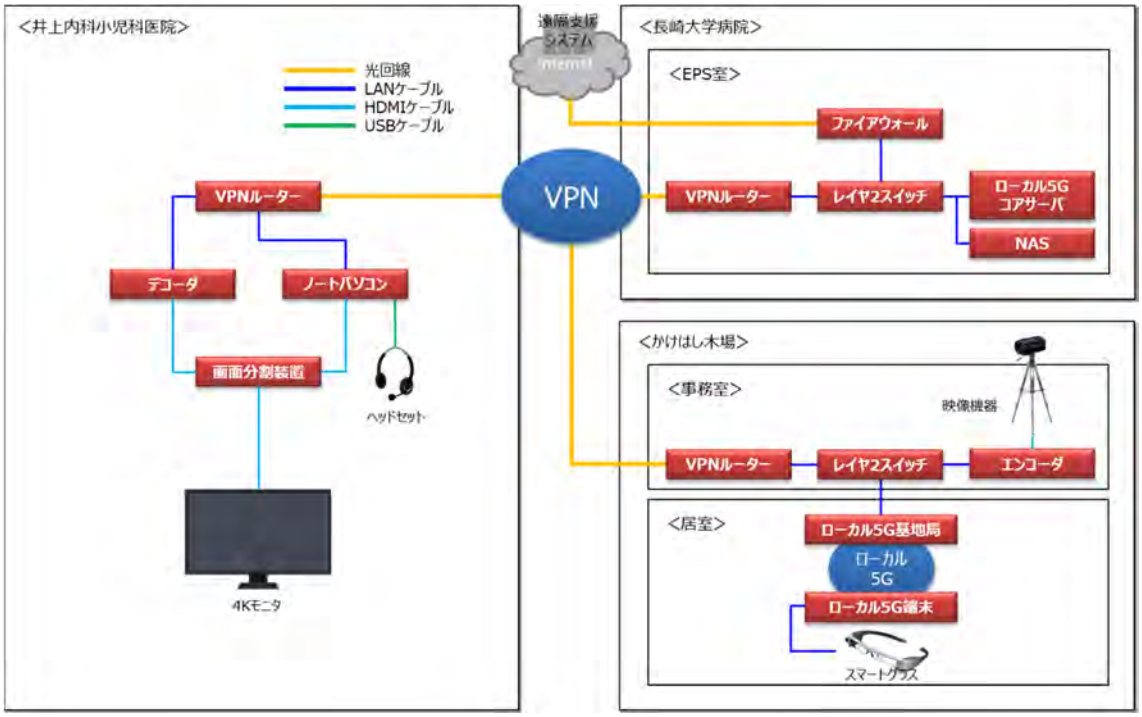
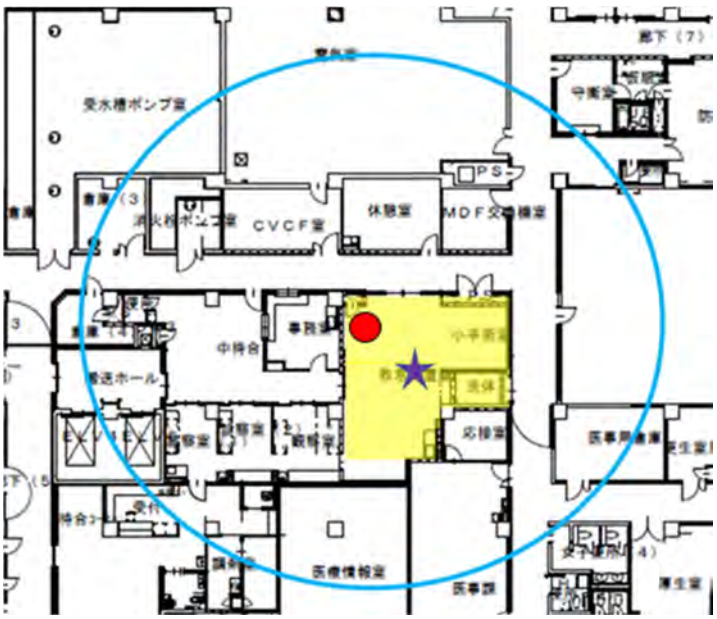


図 3.1.1-3　システム構成図（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート②）

3.1.2　基地局配置図

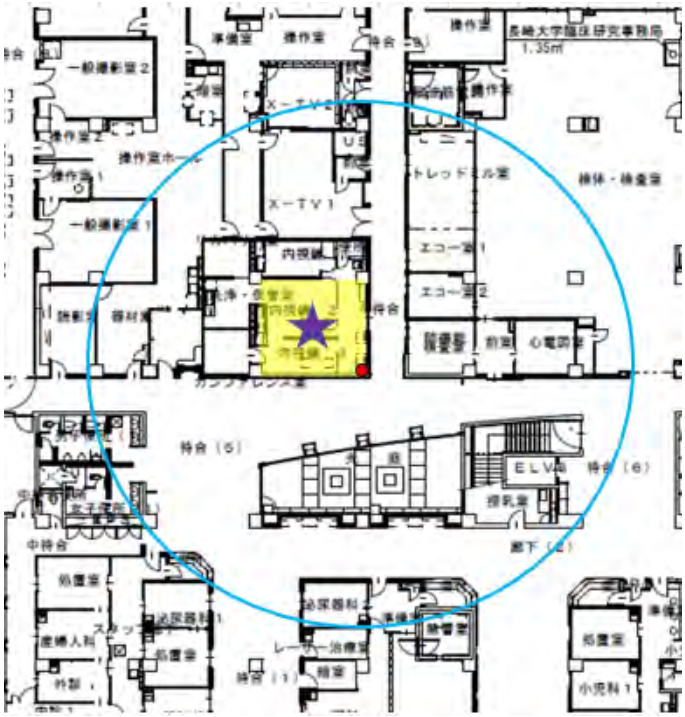
本実証では、ローカル５Ｇの基地局と端末を可搬型ラックに搭載し、移動しながら測定する。下図に示すとおり、１台の基地局を移動させながら１ヶ所ずつ測定を行う。
※各部屋１ヶ所ずつ測定するため、基地局を複数同時設置することはない。

五島中央病院にて 12 ヶ所（救急処置室：1 ヶ所、内視鏡室：1 ヶ所、脳神経内科室（内科）：2 ヶ所、脳神経内科室（処置室）：2 ヶ所、皮膚科：1 ヶ所、モニタ室：1 ヶ所、手術室：4 ヶ所）を、高齢者ケア施設（かけはし木場）では 6 ヶ所（ショートステイ（2 人部屋）：3 ヶ所、ショートステイ（1 人部屋）：3 ヶ所）の計 18 ヶ所にて測定する。



（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-1　基地局配置図（救急処置室）

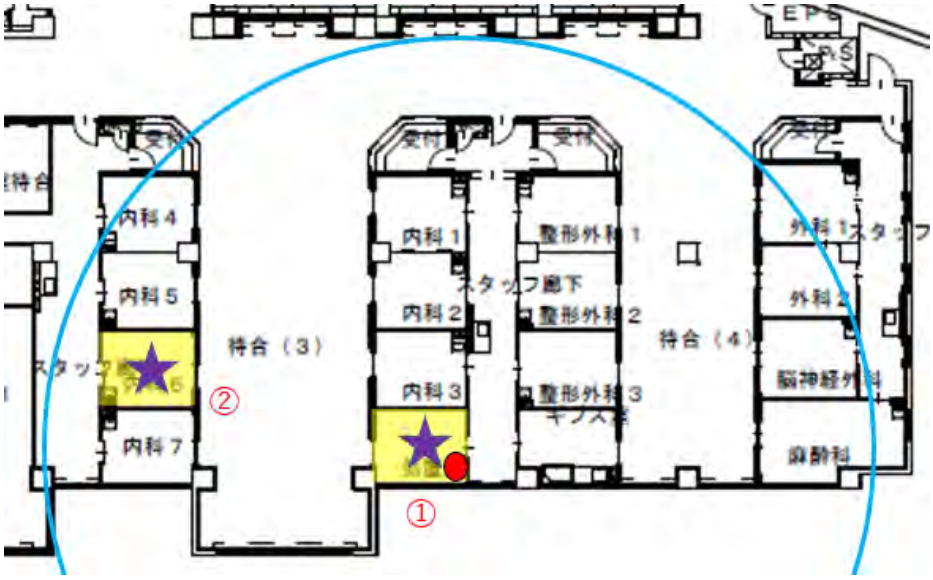


（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-2　基地局配置図（内視鏡室）

（凡例）●：基地局　/　①★：見通し内測定地点　/　②★：見通し外測定地点
/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-3　基地局配置図（脳神経内科（内科室））



（凡例）●：基地局　/　①★：見通し内測定地点　/　②★：見通し外測定地点
/　○：推定エリア半径（15m）

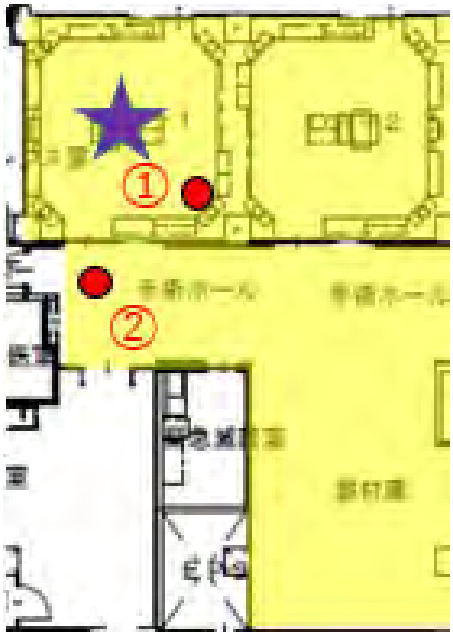
図 3.1.2-4　基地局配置図（脳神経内科（処置室））

（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-5　基地局配置図（脳神経内科（処置室））

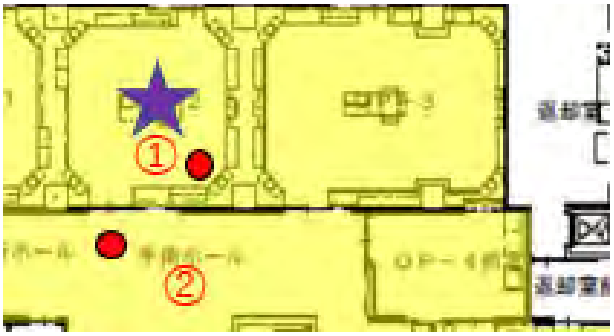
（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-6　基地局配置図（モニタ室）



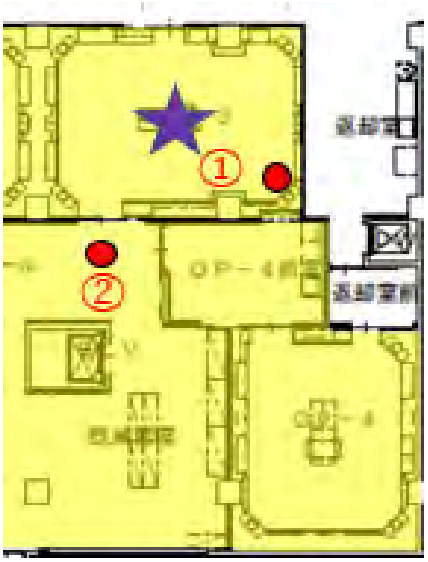
（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点

図 3.1.2-7　基地局配置図（外科（手術室 1））



（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点

図 3.1.2-8　基地局配置図（外科（手術室 2））



（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点

図 3.1.2-9　基地局配置図（外科（手術室 3））

（凡例）●：基地局　/　★：見通し内測定地点

図 3.1.2-10　基地局配置図（外科（手術室 4））

（凡例）●：基地局　/　①★：見通し内測定地点　/　②★：見通し外測定地点
/　③★：見通し外測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-11　基地局配置図（ショートステイ（2 人部屋））

（凡例）●：基地局　/　①★：見通し内測定地点　/　②★：見通し外測定地点
/　③★：見通し外測定地点　/　○：推定エリア半径（15m）

図 3.1.2-12　基地局配置図（ショートステイ（2 人部屋））

3.1.3 機能一覧

本実証ではスマートグラスや 4K カメラをはじめとした映像装置などを使用して実証を行う。機器選定にあたっては以下の 5 点に留意し実証で利用する機器を選定した。

① 将来の展開・カントリーリスクや機器設置の柔軟性等を考慮し、ローカル５Ｇ伝送機器に関しては国内メーカーである株式会社エイビット社製品を選定
② 今回の実証では、病院内の複数診療科で実証を行うため、ローカル５Ｇの基地局、端末ともに、一部機器を可搬可能とし、経済性・効率性を考慮した設計
③ 映像関係などの周辺機器については一般市販機器を採用し、汎用性や経済性を重視
④ 医療従事者が操作する機器に関しては、「すでに使用実績があるもの」、「医療機器との接続実績があるもの」を選定し、実証を進めていく医療従事者の負担を軽減するよう効率性を重視し選定
⑤ 今後の汎用性、拡張性を考慮し、ローカル５Ｇ伝送部分とその他機器との接続については、一般的なインターフェースが使用できる機器を選定

なお、本実証で利用する機器類を以下に示す。

表 3.1.3-1 基地局等ローカル５Ｇ無線通信システム

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
ローカル５Ｇ 基地局	ローカル５Ｇ 基地局	３台 （予備機含む）	可搬型	・五島中央病院 ・かけはし木場
ローカル５Ｇ 端末	ローカル５Ｇ 基地局電波 受信装置	６台 （予備機含む）	可搬型	・五島中央病院 ・かけはし木場
ローカル５Ｇ コアサーバ	ローカル５Ｇ 接続用認証装置	１台	固定	・長崎大学病院

表 3.1.3-2 ネットワーク機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
バックボーン回線	各拠点間光回線	4 式	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・かけはし木場 ・井上内科小児科医院
	IP-VPN サービス（フレッツ・VPN プライオ）	4 拠点	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・かけはし木場 ・井上内科小児科医院
	インターネット回線		固定	・長崎大学病院
	プロバイダ	1 式	固定	・長崎大学病院
VPN ルーター	各拠点ルーター	4 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・かけはし木場 ・井上内科小児科医院
ファイアウォール	インターネット接続用ファイアウォール	1 台	固定	・長崎大学病院
レイヤー2スイッチ	各拠点メインスイッチ/フロアスイッチ/PoE スイッチ	12 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・かけはし木場
無線アクセスポイント	通信環境比較、スマートフォン接続用（無線 LAN 規格：11a/b/g/n/ac）	3 台	固定	・五島中央病院

表 3.1.3-3 スマートグラス関連機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
スマートグラス	医師、看護師目線の映像配信	2 台※	可搬型	・五島中央病院 ・かけはし木場
LAN-USB 変換ケーブル	スマートグラス⇔ローカル 5 G 端末接続ケーブル	2 本※	可搬型	・五島中央病院 ・かけはし木場
スマートグラス用ヘッドセット	スマートグラスを介した音声通話	2 台※	可搬型	・五島中央病院 ・かけはし木場
映像配信システム	スマートグラス映像配信用システム	1 式	固定	・クラウド基盤
ノートパソコン	映像配信システム接続用パソコン	5 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院

※五島中央病院は 1 台を 3 ヶ所（外科（模擬救急）・脳神経内科・皮膚科）で兼用

表 3.1.3-4 4K カメラ映像配信関連機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
4K カメラ（部屋俯瞰用）	医師/患者の導線や動きを確認するカメラ	3 台	固定	・五島中央病院
フル HD カメラ（部屋俯瞰用）	医師/患者の導線や動きを確認するカメラ	1 台	固定	・五島中央病院
4K カメラ（患部接写用）	患者の皮膚等の状況を確認するカメラ	2 台	可搬	・五島中央病院 ・かけはし木場
エンコーダ	映像⇔IP の変換装置	2 台※	固定	・五島中央病院 ・かけはし木場
デコーダ	映像⇔IP の変換装置	7 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院
外付け HDD	エンコーダへの映像保存用メディア	2 台※	固定	・五島中央病院 ・かけはし木場

※5 ヶ所（脳神経内科・消化器内科・皮膚科・外科（模擬手術）・外科（模擬救急））で兼用

表 3.1.3-5 4K 内視鏡映像配信関連機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
4K 内視鏡システム	4K 対応の内視鏡システム	1 台※	可搬型	・五島中央病院
エンコーダ	映像⇔IP の変換装置	1 台※	固定	・五島中央病院
デコーダ	映像⇔IP の変換装置	2 台	固定	・長崎大学病院
外付け HDD	エンコーダへの映像保存用メディア	1 台※	固定	・五島中央病院
SDI⇔HDMI 映像変換モジュール	SDI 端子と HDMI 端子の変換装置	1 台	固定	・五島中央病院
HDMI⇔HDMI 映像変換モジュール	フレームレート変更装置（60fps→30fps）	1 台	固定	・五島中央病院

※1 台を 2 ヶ所（消化器内科・外科（模擬手術））で兼用し、エンコーダならびに外付け HDD は 4K カメラ映像配信関連機器のものを兼用

表 3.1.3-6 ダーモスコープ映像配信関連機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
ダーモスコープ[9]	皮膚詳細観察用特殊ルーペ	1 台	可搬型	・五島中央病院
エンコーダ※	映像⇔IP の変換装置	1 台	固定	・五島中央病院
デコーダ	映像⇔IP の変換装置	1 台	固定	・長崎大学病院
外付け HDD※	エンコーダへの映像保存用メディア	1 台	固定	・五島中央病院

※4K カメラ映像配信関連機器のものを兼用

表 3.1.3-7 モニタ関連機器

[9] 皮膚の色調や性状を細かに観察できる画像診療機器

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
4K モニタ	4K 映像表示 モニタ	6 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院
画面分割装置	4K モニタに複数の 映像ソースを出力	6 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院
テレビ会議システムライセンス	ノートパソコン/スマートフォン用ライセンス	1 式	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院
ノートパソコン	テレビ会議 システム端末	2 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院 ・井上内科小児科医院
スマートフォン	テレビ会議 システム端末	1 台 ※1	可搬型	・五島中央病院
スマートフォン	テレビ会議 システム端末	1 台	可搬型	・長崎大学病院
Bluetooth ヘッドセット	テレビ会議 システム端末	1 台 ※2	可搬型	・五島中央病院
USB マイク・スピーカー	テレビ会議 システム端末	6 台	固定	・長崎大学病院 ・五島中央病院
Bluetooth マイク・スピーカー	テレビ会議 システム端末	2 台	可搬型	・長崎大学病院 ・五島中央病院

※1　1 台を 3 ヶ所（消化器内科・外科（模擬手術）・外科（模擬救急））で兼用
※2　1 台を 2 ヶ所（消化器内科・外科（模擬手術））で兼用

表 3.1.3-8 その他

物品名	役割	数量	設置形態	設置場所
NAS[10] （RAID1:48TB）	映像保存用ハードディスク	1 台	固定	・長崎大学病院

[10] Network Attached Storage の略で、ネットワークを介してファイルの共有やバックアップ、保存までが可能なハードディスクのこと

3.1.4　インターフェース一覧

今回の実証で利用した機器のインターフェース情報を以下のとおり示す。

表 3.1.4 機器インターフェース一覧

機器	有線インターフェース
ローカル５Ｇコアサーバ	LAN1×2（ 10/100/1000BASE-T ）
ローカル５Ｇ基地局	LAN1×1（ 10/100/1000BASE-T ）
ローカル５Ｇ端末	LAN1×1（ 10/100/1000BASE-T ）
メディアコンバーター	LAN1×1（10/100/1000BASE-T） 光ポート×1（1000BASE-X）
VPN ルーター	LAN1×8（10/100/1000BASE-T） LAN2×1（10/100/1000BASE-T） LAN3×1（10/100/1000BASE-T） ISDN×1（終端抵抗 ON/OFF 可能） USB （A）×1 コンソール×1（RJ-45）
ファイアウォール	LAN×14（10/100/1000BASE-T） 管理×1（10/100/1000BASE-T） HA×2（10/100/1000BASE-T） DMZ×1（10/100/1000BASE-T） WAN×2（10/100/1000BASE-T） SFP 共有×2（ 10/100/1000BASE-T） USB（Type-A）×1 シリアル管理コンソール×1
16 ポートスイッチ	LAN×16（10/100/1000BASE-T） SFP×2 USB（A）×1
10 ポートスイッチ（PoE）	LAN×10（10/100/1000BASE-T、PoE-OUT） SPF×2
8 ポートスイッチ	LAN×8（10/100/1000BASE-T）
16 ポートスイッチ	LAN×16（10/100/1000BASE-T）
24 ポートスイッチ	LAN×24（10/100/1000BASE-T）
無線アクセスポイント①	LAN×1（10/100/1000BASE-T） USB（Type-A） ×1 コンソール×1（RJ-45）
無線アクセスポイント②	LAN×4（10/100/1000BASE-T） WAN×1（10/100/1000BASE-T）
USB マイク・スピーカー	USB（Type-A）×1 EXT（IN）×1 EXT（OUT）×1
スマートフォン	USB（Type-C）×1
スマートフォン用 Bluetooth マイク・スピーカー	USB（Type-A）×1

スマートフォン用 Bluetooth ヘッドセット	USB（microB）×1
エンコーダ/デコーダ	LAN×1 USB×1 RS-232×1 入力/HDMI×1、Line×1、センサー×2 出力/HDMI×1、Line×1、アラーム×2
スマートグラス本体	USB（microB）×1 3.5mm ステレオミニジャック×1
LAN-USB 変換 ケーブル	USB（Type-A）×1 LAN×1
USB 変換アダプタ （A メス-MicroB オス）	USB（Type-A メス）×1 USB（MicroB オス）×1
モバイルバッテリー	入力/DC ジャック×1、USB Type-C ポート×1 出力/AC 出力×1、USB TypeC ポート×1、 USB Type-A ポート×3
4K モニタ（43 型）	映像入力/HDMI1（4K 60Hz、HDCP 2.2）×1、HDMI2 ×1、 HDMI3×1、アナログ RGB×1、DisplayPort×1 音声入力/3.5mm ステレオミニジャック×1
HDMI 画面分割切替器 （4K 対応）	入力/HDMI×4 出力/HDMI×1、ミニ D-sub（HD）×1 音声出力/3.5mm ステレオミニジャック×1
映像変換モジュール 60fps→30fps	SDI ビデオ入力/ BNC ×1（IN A）- 10-bit SD、HD、フル HD、3G HD （Level A および B）、6G/12G Ultra HD で自動切替 BNC ×1（IN B）- 10-bit SD、HD、フル HD、3G HD （Level A および B）、6G/12G Ultra HD で自動切替 SDI ビデオ入力ループ/ BNC ×1（IN A ループ）- リクロック 10-bit SD、HD、 フル HD、3G HD、6G および 12G Ultra HD 自動切替 BNC ×1（IN B ループ）- リクロック 10-bit SD、 HD、フル HD、3G HD、6G および 12G Ultra HD 自動 切替 SDI ビデオ出力/ BNC ×1（OUT A）- 10-bit SD、HD、フル HD、3G HD （Level A および B）、6G/12G Ultra HD で自動切替 BNC ×1（OUT B）- 10-bit SD、HD、フル HD、3G HD （Level A および B）、6G/12G Ultra HD で自動切替 クアッド SDI ビデオ出力 BNC ×4（チャンネル A、B、C、D） - 10-bit 3G-SDI クアッドリンクあるいはクアッド HD HDMI ビデオ入力×1

	HDMI ビデオ出力×1 コンピューターインターフェース/ USB（Type-A）×1、LAN×1（ 10/100/1000BASE-T ）
4K カメラ （部屋俯瞰用）	LAN×1（10/100/1000BASE-T） USB（miniB）×1 RS-232C×1 RS-422×1（RJ45） 映像入力/HDMI×1 音声入力/3.5mm ステレオミニジャック×1 映像出力/HD-SDI OUT×1
フル HD カメラ （部屋俯瞰用）	LAN×1（10/100/1000BASE-T） USB（miniB）×1 RS-232C×1 RS-422×1（RJ45） 映像入力/HDMI×1 音声入力/3.5mm ステレオミニジャック×1
4K カメラ （患部接写用）	音声入力/3.5mm ステレオミニジャック×1 映像出力/マイクロ HDMI×1 音声出力/3.5mm ステレオミニジャック×1 USB（microAB）×1
ダーモスコープ	USB（Type-C）×1 映像出力/マイクロ HDMI×1
NAS （RAID1：48TB）	LAN×1（10GBASE-T） LAN×2（10/100/1000BASE-T） USB（Type-A）×3
外付け HDD	USB（Type-C）×1
ノートパソコン （CPU:Core i5、 RAM:16GB、 SSD:256GB、Win10）	LAN×1（10/100/1000BASE-T） USB（Type-A）×3 HDMI×1 音声入出力/3.5mm ステレオミニジャック×1

3.1.5　基地局・端末・各種装置等の諸元・仕様

本実証で選定したローカル５Ｇの基地局・端末ならびに各映像装置等の諸元・仕様は以下のとおりである。

■ローカル５Ｇ基地局

表 3.1.5-1 ローカル５Ｇ基地局

項目	仕様	備考
無線システム/ 中心周波数/帯域幅	5GNR/4.8GHz/100MHz	
最大伝送スループット （1 基地局あたり）	140Mbps	上り下り合計 140Mbps、UL[11]/DL[12] 比率変更可能
遅延時間	10msec 以下	
同時最大接続端末数	100	
端末認証	SIM による認証	独自 SIM 採用
通信距離	15m	
送信電力	+18dBm（60mW）	
3GPP バージョン	Release15	
電源	AC100-240V,75W	
寸法（W×H×D）	174×70×180（mm）	突起物を除く
重量	1.5kg	
動作保証温度	0～40℃	

[11] アップリンク：UpLink の略。端末から基地局に向けて送信される電波（通信経路）

[12] ダウンリンク：DownLink の略。基地局から端末に向けて送信される電波（通信経路）

■ローカル５Ｇ端末

表 3.1.5-2 ローカル５Ｇ端末

項目	仕様	備考
無線システム/ 中心周波数/帯域幅	5GNR/4.8GHz/100MHz	
最大伝送スループット （1 基地局あたり）	DL:64.54Mbps UL:73.76Mbps	上り下り合計 70Mbps、 UL/DL 比率変更可能
遅延時間	10msec 以下	
ハンドオーバ /CA/MIMO	非対応	
端末認証	SIM による認証	独自 SIM 採用
通信距離	15m	
送信電力	+18dBm（60mW）	
3GPP バージョン	Release15	
電源	AC100-240V,75W	
寸法（W×H×D）	174×70×180（mm）	突起物及び電源を除く
重量	1.5kg	
動作保証温度	0～40℃	
付属品	アンテナ、AC アダプタ	

■ローカル５Ｇコアサーバ

表 3.1.5-3 ローカル５Ｇコアサーバ

項目	仕様	備考
CPU	Xeon×6Core 3.4Ghz	
ソフトウェア	エイビット社製ローカル５Ｇ管理ソフトウェア	
OS	Windows Server 2019	
電源	AC100-240V,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	ギガビットイーサネット×2	
Memory	16GB	
動作保証温度	10～35℃	

■スマートグラス

表 3.1.5-4 スマートグラス

項目	仕様	
型番	BT-350	
表示性能	解像度	HD：横 1280×縦 720 ドット
	画角	約 23 度（対角）
	仮想画面サイズ	80 型相当（仮想試聴距離 5m 時）
		320 型相当（仮想視聴距離 20m 時）
	色数	24 ビットカラー（約 1677 万色）
音声・動画再生	対応動画形式	MP4 （ MPEG4/H.264+AAC ）、MPEG2（H.264+AAC）、VP8
	対応音声形式	WAV、MP3、AAC
接続端子	microUSB	
	4 極ミニジャック（CTIA 規格マイク付イヤフォン対応）	
その他機能	カメラ	500 万画素
電源仕様	バッテリー	リチウムポリマー2950mAh
	駆動時間	約 6 時間（25℃下でのビデオ再生のみ時）
		約 2 時間（25℃下での遠隔映像・音声共有時）
外形寸法	ヘッドセット部	189mm×193mm×30mm
	コントローラー部	116mm×56mm×23mm
質量	ヘッドセット部	119g（シェード、ケーブル除く）
	コントローラー部	129g

出所）EPSON 公式 Web サイト
https://www.epson.jp/products/moverio/bt350/spec.htm
令和 2 年 12 月 13 日取得　※一部抜粋

■4K カメラ（部屋俯瞰用）

表 3.1.5-5 4K カメラ（部屋俯瞰用）

項目		仕様
型番		AW-UE70W
カメラ部	撮影素子	1/2.3 型 MOS
	レンズ	光学 20 倍ズーム F1.8～F3.6 （f=4.08 mm～81.6 mm　35 mm 換算：29.5 mm ～ 612.0 mm）
	フォーカス距離	ズーム全域：1.5 m　Wide 端：10 cm
	出力フォーマット	2160/29.97p（HDMI のみ）、2160/25p（HDMI のみ）、1080/59.94p、1080/29.97p、1080/59.94i、1080/29.97PsF、720/59.94p、1080/50p、1080/25p、1080/50i、1080/25PsF、720/50p
回転台部	パン動作範囲	±175°
	チルト動作範囲	－30°～＋90°
出力		HDMI、3G/HD-SDI OUT
入出力		LAN、RS-232C、RS-422、USB、SD カード
ネットワーク部	画像解像度	JPEG 1920×1080、1280×720、640×360、320×180： 59.94 Hz（30fps/15fps/5fps）： 50 Hz（25fps/12.5fps/5fps）
		H.264 3840×2160、1920×1080、1280×720、640×360、320×180： 59.94 Hz（60fps/30fps/15fps/5fps）： 50 Hz（50fps/25fps/12.5fps/5fps）
寸法		（W）160×（H）186×（D）179 mm
質量		約 1.5 kg

出所）Panasonic 公式 Web サイト
https://panasonic.biz/cns/sav/products/aw-ue70/index.html
令和 2 年 12 月 13 日取得　※一部抜粋

■フル HD カメラ（部屋俯瞰用）

表 3.1.5-6 フル HD カメラ（部屋俯瞰用）

項目		仕様
型番		AW-HE70HW9
カメラ部	撮影素子	1/2.3 型 MOS
	レンズ	光学 30 倍ズーム F1.6～F4.7 （f=4.3 mm～129 mm　35 mm 換算：31.6 mm～962.0 mm）
	フォーカス距離	ズーム全域：1.2 m　Wide 端：10 cm
	出力フォーマット	1080/59.94p、1080/29.97p、1080/59.94i、1080/29.97PsF、HD 720/59.94p、1080/50p、1080/25p、1080/50i、1080/25PsF、720/50p
回転台部	パン動作範囲	±175°
	チルト動作範囲	－30°～＋90°
出力		HDMI、HD SDI OUT
入出力		LAN、RS-232C、RS-422、USB、SD カード
ネットワーク部	画像解像度	JPEG VGA（640 × 360）、 QVGA（320 × 180）：最大 30 fps 1920 × 1080、1280 × 720、640 × 360、320 × 180：最大 30fps
		H.264 1920 × 1080、1280 × 720、640 × 360、320 × 180：最大 60fps
寸法		（W）160×（H）186×（D）166 mm
質量		約 1.5 kg

出所）Panasonic 公式 Web サイト
https://panasonic.biz/cns/sav/products/aw-he70/
令和 2 年 12 月 13 日取得　※一部抜粋

■4K カメラ（患部接写用）

表 3.1.5-7 4K カメラ（患部接写用）

項目		仕様
型番		HC-WX2M/WZX2M
撮像素子		1/2.5 型 MOS 固体撮像素子
有効画素数	動画時	4K:829 万（16:9）/FHD:617 万（16:9）（傾き補正:切またはノーマル時）
有効画素数	静止画時	829 万（16:9）/ 622 万（4:3）
ズーム		iA ズーム :32 倍【4K】 48 倍【FHD】/ 光学ズーム:24 倍 / EX 光学ズーム:最大 60 倍（30 万画素時）/ デジタルズーム:70 倍・250 倍
動画	記録画素数	2160/30p:3840×2160/30p、2160/24p:3840×2160/24p、1080/60p:1920×1080/60p、PH/HA/HG/HE:1920×1080/60i、MP4:1920×1080/60p、1920×1080/24p 、1280×720/30p
	転送レート	1080/60p:最大 28Mbps/VBR、PH:最大 24Mbps/VBR、HA:平均 17Mbps/VBR、HG:平均 13Mbps/VBR、HE:平均 5Mbps/VBR、
		2160/30p（72M）：最大 72Mbps/VBR、2160/24p（72M）：最大 72Mbps/VBR、1080/60p（50M）：最大 50Mbps/VBR、1080/60p（28M）：最大 28Mbps/VBR、1080/24p（50M）：最大 50Mbps/VBR、720/30p：平均 9Mbps/VBR
システム	インターフェース	HDMI 端子出力、ヘッドホン出力、外部マイク入力、USB 端子
	外形寸法（突起部含む）	（W）68×（H）77×（D）158mm（同梱バッテリーパック装着時）
	本体質量	約 438g
	使用時質量	約 523g（同梱バッテリーパック使用時）

出所）Panasonic 公式 Web サイト
https://panasonic.jp/dvc/products/wx2m_vx2m/spec_wx2m.html
令和 2 年 12 月 13 日取得 ※一部抜粋

■上部消化管汎用ビデオスコープ

表 3.1.5-8 4K 内視鏡カメラ①

項目		仕様
光学系	視野角（最大対角）	140°
	視野方向	0°　（直視）
	観察深度	3～100mm

■5LED やタッチパネル採用のプロセッサー・光源一体型内視鏡システム

表 3.1.5-8 4K 内視鏡カメラ②

項目		仕様
大きさ	外形寸法（W×H×D）	370×198×488mm（標準寸法）、 398×218×580mm（最大寸法）
	質量	19.4kg
観察	デジタル信号入出力	12G-SDI（SMPTE ST 2082）、3G-SDI（SMPTE424M）、HD-SDI（SMPTE292M）、SD-SDI（SMPTE259M）を選択可能
	アスペクト比	16:9/4:3 選択可能（SDTV を除く）
記録	記録フォーマット	標準画質：TIFF、低画質：JPEG

■4K 対応、新 A.I.M.E.を搭載した高解像度の内視鏡用モニタ

表 3.1.5-8 4K 内視鏡カメラ③

項目		仕様
表示	画面サイズ/LCD	31.5 型/IPS 液晶
	解像度/アスペクト比	3840×2160 ピクセル/16:9
	視野角	178°　（上下・左右）
入力端子/出力端子	4K	入力：12G-SDI 端子×2、Display Port 端子×1、HDMI 端子×1 出力：12G-SDI 端子×2
	フル HD	入力：3G-SDI 端子×1、DVI-D 端子×1 出力：3G-SDI 端子×1
	CLONEOUT/AUX IN	12G-SDI 端子×1/端子選択可能
その他	外形寸法	（W）753.9×（H）476.3×（D）79.2mm
	質量	11.8kg

■ダーモスコープ

表 3.1.5-9 ダーモスコープ

項目		仕様
型番		Derma9500S-G
レンズ	レンズ	RICOH レンズ 9 群 11 枚（非球面レンズ 5 枚使用）
	焦点距離	5～25mm
ズーム	光学ズーム	5 倍
	デジタルズーム倍率	約 8.1 倍
フォーカス	AF 方式	9 点マルチ/スポット/自動追尾
	撮影距離範囲	標準：0.5m～∞ （ズーム全域）
有効画素数		約 2000 万画素
撮像素子		1/2.3 型 CMOS
記録画素数	動画	4K、1920、1280
外部インターフェース		USB3.0（Type-C）、HDMI タイプ D
外形・寸法		（W）118.2×（H）65.5×（D）33.1mm（操作部材、突起部を除く）
質量（重さ）		約 246g（電池、SD メモリーカード含む）、約 219g（本体のみ）

出所）リコーイメージング公式 Web サイト
http://www.ricoh-imaging.co.jp/japan/products/wg-6/spec/index.html
令和 2 年 12 月 13 日取得 ※一部抜粋

■エンコーダ/デコーダ

表 3.1.5-10 エンコーダ/デコーダ

項目		仕様
型番		TCS-8500
圧縮方式		H.264、H.265、MJPEG
タイプ		エンコーダ / デコーダ
解像度	入力	320 × 240 ～ 3840 × 2160
最大フレームレート		60fps @3840×2160
ビデオ	入力	HDMI × 1（Type A）
	出力	HDMI × 1（Type A）
	データレート	32kbps～16Mbps（H.264/H.265 使用時）
ネットワーク		イーサネット 10/100/1000BASE-T（RJ-45）×1
寸法		（W）134×（H）33×（D）125mm（突起部含まず）
重量		459.4g（本体のみ）

出所）ハイテクインター公式 Web サイト
https://hytec.co.jp/products/video1/tcs-8500.html#p2
令和 2 年 12 月 13 日取得 ※一部抜粋

■4K モニタ

表 3.1.5-11 4K モニタ

項目		仕様
型番		LCD-M4K432XDB
液晶パネル	パネルタイプ	TFT42.5 型ワイド/ ADS
	最大表示解像度	3840×2160
	画素ピッチ（mm×mm）	0.2451（H）×0.2451（V）
	表示面積（mm×mm）	941.184（H）×529.416（V）
	最大表示色	10 億 7374 万色（DisplayPort、HDMI）※10bit 入力時
		1677 万色（アナログ RGB）
	視野角度	上下：178°　左右：178°
消費電力	最大時	102W
	通常使用時（オンモード）	45.8W
	年間消費電力量	141.68kWh
	待機時	0.3W
サイズ	スタンドなし	（W）970×（H）563×（D）90mm
質量	スタンドなし	約 8.7kg

出所）アイ・オー・データ公式 Web サイト
https://www.iodata.jp/product/lcd/4k/lcd-m4k432xdb/
令和 2 年 12 月 13 日取得　※一部抜粋

3.1.6　構築スケジュール

本実証における構築スケジュールは以下のとおりである。令和 2 年 10 月から現場調査を実施し、令和 2 年 11 月から配線工事を実施、令和 2 年 12 月上旬の回線開通後に、各施設の機器設置などを実施した。令和 3 年 1 月からの実証開始に向け、令和 2 年 10 月～12 月の 3 カ月で構築を完了している。

表 3.1.6-1 令和 2 年 10 月構築スケジュール

日付	実施内容
10 月 22 日～23 日	現場調査実施（かけはし木場・井上内科小児科医院）

表 3.1.6-2 令和 2 年 11 月構築スケジュール

日付	実施内容
11 月 6 日	現場調査実施（長崎大学病院）
11 月 16 日	現場調査実施（五島中央病院）
11 月 17 日～18 日	配線工事実施（長崎大学病院）
11 月 20 日	再現場調査実施（かけはし木場・井上内科小児科医院）
11 月 26 日～29 日	配線工事実施（かけはし木場・五島中央病院）

表 3.1.6-3 令和 2 年 12 月構築スケジュール

日付	実施内容
12 月 3 日～4 日	回線開通工事実施（五島中央病院）
12 月 10 日～11 日	回線開通工事実施 （長崎大学病院・かけはし木場）
12 月 14 日	回線開通工事実施（井上内科小児科医院）
12 月 21 日～25 日	機器設置工事実施（全施設）
11 月 26 日～29 日	配線工事（かけはし木場・五島中央病院）

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

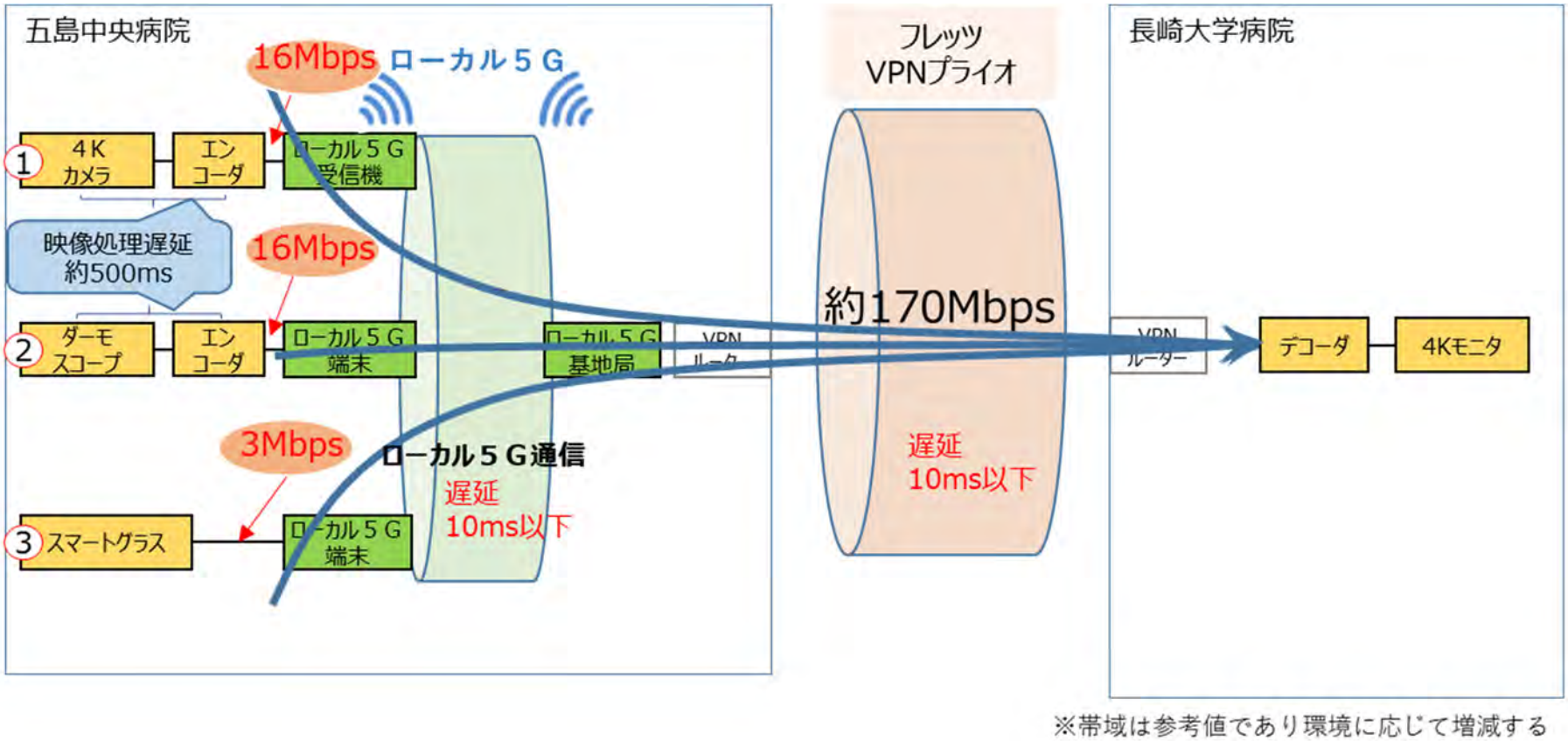
3.2.1.1 伝送帯域

本実証では各診療科で送信する映像ソースが異なるが、最大に帯域を利用するシーンは 4K カメラ、ダーモスコープ、スマートグラスの 3 映像ソースを同時利用する場合（図 3.2.1.1 の①＋②＋③）となり、この際に利用する帯域は 35Mbps となる。

表 3.2.1.1 最大に帯域を利用する映像ソースの組み合わせ

機器	データレート	解像度
4K カメラ （部屋俯瞰用）	エンコーダにより 16Mbps に圧縮 ※ビットレート：50Mbps（メーカー公表値：LAN インターフェース利用時）	4K（3,840×2,160）30fps
4K カメラ （患部接写用）	エンコーダにより 16Mbps に圧縮 ※ビットレート：72Mbps（メーカー公表値）	4K（3,840×2,160）30fps
フル HD カメラ （部屋俯瞰用）	エンコーダにより 16Mbps に圧縮 ※ビットレート：24Mbps（メーカー公表値：LAN インターフェース利用時）	フル HD（1,920×1,080）60pfs
ダーモスコープ	エンコーダにより 16Mbps に圧縮	4K（3,840×2,160）30fps
4K 内視鏡 システム	エンコーダにより 16Mbps に圧縮	4K（3,840×2,160）30fps/60fps
スマートグラス	3Mbps	フル HD（1,920×1,080）30pfs

今回利用するフレッツ VPN プライオの伝送帯域理論値は約 170Mbps、無線区間のローカル 5 G 機器は最大伝送スループット 70Mbps のため、最大値の映像も理論上は問題なく伝送できると考えられる。



※帯域は参考値であり環境に応じて増減する

図 3.2.1.1　今回の構成における伝送帯域の理論値

3.2.1.2 遅延

本実証では遠隔から伝送される 4K 映像等による診察/観察がメインのユースケースとなる。事前に 500ms、1000ms、2000msec、3000msec の遅延が発生する動画を医療従事者に確認いただいた。映像は音声による指示に基づき手を動かす動画であり、診察するにあたり、音声指示とその反応までの遅延時間がどの程度であれば診療に耐えうるかという観点で確認した。秒単位の遅延は正確な診察支援ができないが、500msec であれば診察には耐えうると考えられるという評価を頂いたため、前提条件として遅延目標を全体で 500msec 以下とした。

理論値では図 3.2.1.1 のとおり、有線・ローカル 5 G 無線区間は遅延 10msec 以下、エンコーダ/デコーダ間の遅延は映像用コンバーター等の処理遅延含め 470msec であることから、全体の遅延として 500msec 以下を実現できると考えられる。

本実証を通じて診察に許容可能な遅延や解像度等を導き出すため、エンコーダ/デコーダの Buffer[13]/解像度/フレームレート、ローカル 5 G の UL と DL の比率を変更し、許容範囲の閾値を実証内で見出す。

3.3 実証環境の運用

3.3.1 実施参加者への研修内容

3.3.1.1 事前キックオフにおけるデモ

令和 2 年 12 月 17 日に実証で診察を行う五島中央病院の医療従事者、ならびに診察を遠隔でモニタリングする長崎大学病院の医療従事者の約 30 人程度に、実証で使用する機器の説明ならびにデモを、実際の環境に即した環境で実施した。

ほぼ全ての診療科で共通して使用する、スマートグラスや 4K カメラ機器の特徴や操作方法について実機体験も交えたデモを行った。

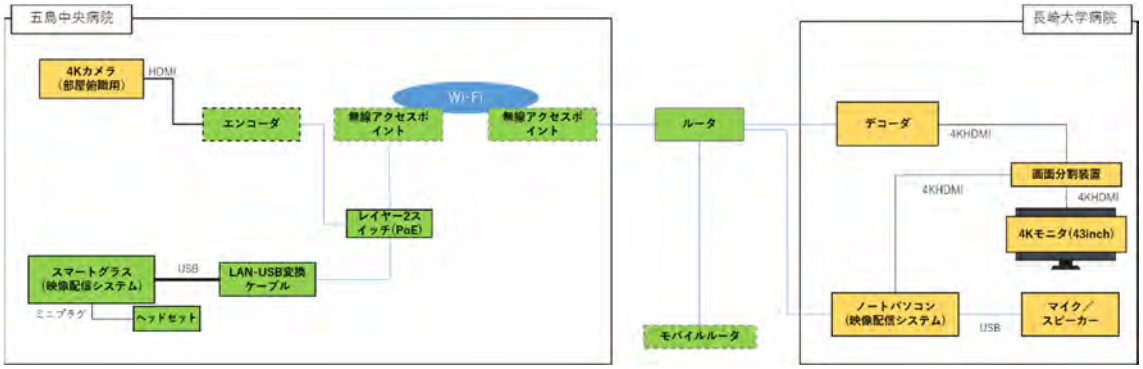


図 3.3.1.1 事前キックオフにおけるデモ環境

[13] データ送受信の際に、処理速度や転送速度の差、タイミングのズレなどを補うためにデータを一時的に蓄えておく記憶領域

3.3.1.2 実フィールドにおける機器操作説明会

令和 3 年 1 月 5 日～1 月 8 日で、各診療科に設置した実際の環境を利用し、実証に携わっていただく医療従事者に機器の操作説明を行った。実施スケジュールは以下のとおりである。本説明会と同時に、今回使用する各デバイスの映像品質や、実機による機器操作についても確認をいただいた。

表 3.3.1.2 機器操作説明会スケジュール

日付	実施内容
1 月 5 日	かけはし木場、五島中央病院へ機器説明実施
1 月 6 日	皮膚科へ機器説明実施
	外科（模擬救急）へ機器説明実施
1 月 7 日	脳神経内科へ機器説明実施
	外科（模擬手術）へ機器説明実施
	かけはし木場、井上内科小児科医院へ機器説明実施
1 月 8 日	消化器内科へ機器説明実施

3.3.1.3 マニュアル等の整備

二度の操作研修を行い、さらに実運用に備えて各診療科向けにマニュアル作成を行い、実証関係者に配布した。マニュアルについては各診療科の実証イメージに加え、それぞれの機器の説明、トラブルの際のサポートデスク等を記載している。

五島中央病院_消化器内科様用
機器運用マニュアル

Ver.1.1

図 3.3.1.3-1　機器運用マニュアル抜粋①

2．ローカル 5G の基地局について

1. 基地局ラックにある電源タップをコンセントに、LAN ケーブルを部屋にあるモジュラージャックに挿してください。
2. 基地局背面のスイッチを「ON」にしてください。
   ※前面のランプが「白点灯」になるまでお待ちください。
3. 使用後は基地局背面のスイッチを「OFF」にし、電源タップと LAN ケーブルを抜いてください。

4

図 3.3.1.3-2　機器運用マニュアル抜粋②

3.3.2　ヘルプデスク体制

実証開始後のヘルプデスク体制について以下のとおり示す。

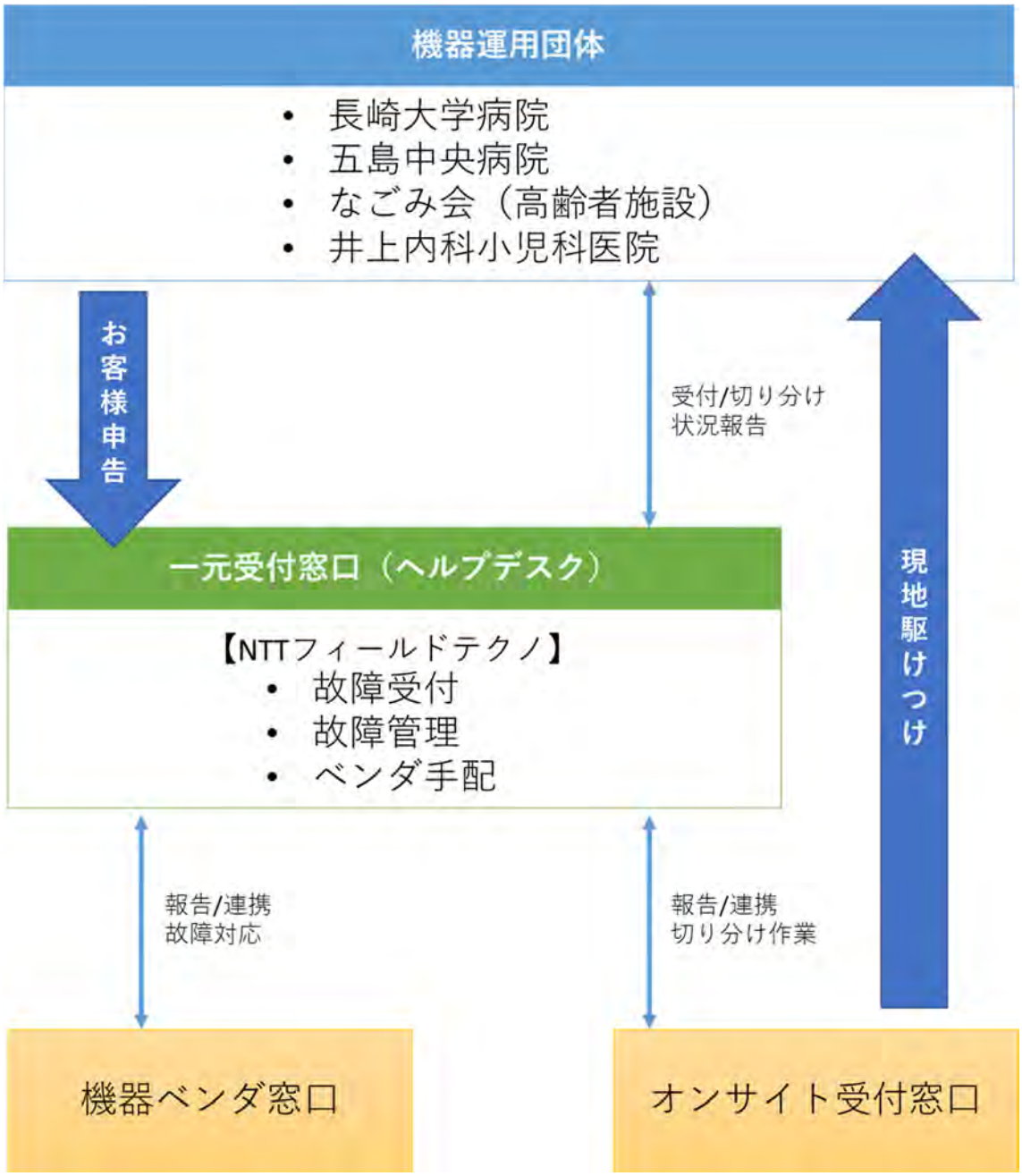


図 3.3.2　ヘルプデスクの体制

3.3.3　障害管理

本実証開始後に発生した、障害事案については表 3.3.3 のとおりである。基本的にヘルプデスクで受付後、現地対応スタッフと連携し対応を実施した。即時対応できた事案から 1 週間程度解決に要した事案などもあるが、全ての事象について対応済となっている。

表 3.3.3　障害管理表

項番	問い合わせ元		問い合わせ内容	対応内容
1	五島中央病院	離島医療研究所	スマートグラスの録画データはどこに保存されるか。	「C:¥omoto¥recbox」と回答
2	かけはし木場	—	遠隔支援システムのアイコンが消えた	ホームボタンを押していただき解決
3	五島中央病院	脳神経内科	スマートグラスの音声が小さい	Android 側の音量操作にて解決
4	五島中央病院	外科（模擬手術）	4K カメラ（部屋俯瞰用）の映像が映らない	エンコーダの再起動で解決
5	五島中央病院	脳神経内科	スマートグラスのバッテリーの減りが早い	充電ケーブルを接続した状態で運用していただく
6	五島中央病院	外科（模擬救急）	音声用スピーカーがハウリングする	Web 会議と遠隔支援システムを同時に起動していることが原因。遠隔支援システムの音声をミュートで解決
7	五島中央病院	離島医療研究所	遠隔支援システムにログインできない	ID/パスワードに間違いがないことを確認。時間経過で解決。ベンダに確認したところ二重ログイン状態であった
8	かけはし木場	—	先生の音声を高齢者に聞かせたい	Bluetooth のスピーカー/マイクを設置設定し解決
9	五島中央病院	脳神経内科	録画データに音声が入っていない	4K カメラ（部屋俯瞰用）の設定変更とピンマイク接続で解決
10	五島中央病院	外科（模擬救急）	スマートグラスがフリーズする	長時間利用に伴う温度上昇が原因と考えられる。大学病院様保有のスマートグラスとの併用で実施
11	井上内科小児科医院	—	音声が小さい	ノートパソコンのサウンドデバイスを YAMAHA のスピーカー/マイクに固定し解決

12	五島中央病院	外科 （模擬手術）	4K 内視鏡の映像が映らない	コンバーターとの相性が原因と考える。エンコーダへ直結し解決
13	五島中央病院	皮膚科	4K カメラ（患部接写用）の映像が映らない	エンコーダの再起動で解決
14	五島中央病院	皮膚科	4K カメラ（患部接写用）の映像が映らない	4K カメラ（患部接写用）の録画ボタンを押すと映像データの送信が止まることが判明した。運用時に録画ボタンを押さないよう対応いただく
15	五島中央病院	皮膚科	ダーモスコープの映像が相手にどのように映っているかわからない	ノートパソコンでエンコーダの Live 映像を確認しながら対応いただく

なお、本実証において、事前に障害箇所となりうる箇所と障害時の対処方針についてまとめたものについては「4.9.3 可用性」に示す。

4. 課題解決システムの実証

4.1 前提条件（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供）

長崎大学病院を中心に、離島基幹病院など課題を有する関係者にて実証を行い、同様の課題を抱える他の地域や医療施設等における汎用性・拡張性にも配慮して実証を行った。なお、実証前には病院において倫理審査委員会を実施した。また実証時にはシステム不具合に備え、診療が継続できる体制を整えて実証を実施した。

厚生労働省の「オンライン診療指針[14]」を遵守し、総務省の「遠隔医療モデル参考書[15]」を参考にした。ほか、本研究はヘルシンキ宣言[16]、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に基づいて実施した。

4.2 実証目標（専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供）

離島医療圏の高度専門医療へのアクセス向上を目的として、ローカル５Ｇ等の無線通信システムを用いて専門医の遠隔支援を受けた離島基幹病院の医師による専門外来の提供、模擬手術・模擬救急で遠隔サポートを実現するとともに、将来的な遠隔医療提供体制の適用可能性や課題を明らかにする。

---

[14] 平成 30 年 3 月（令和元年 7 月一部改訂）厚生労働省が策定した、情報通信機器を用いた診療を行うに当たっての必要なルール

[15] 総務省が実施した「オンライン診療の普及促進に向けたモデル構築にかかる調査研究」（平成 30 年度・令和元年度）の調査結果から、主に実施に当たっての具体的な手順やシステムの構成等の観点で参考となる情報を抽出して取りまとめたもの

[16] 正式名称は「WMA ヘルシンキ宣言 - ヒトを対象とする医学研究の倫理諸原則」。世界医師会（World Medical Association：WMA）によって作成された人体実験に関する一連の倫理的原則

4.3 脳神経内科

4.3.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.3.1.1 実施概要

五島中央病院へ通院中の患者で緊急性がない患者を対象とし、まず五島中央病院の一般内科医が、スマートグラスおよび 4K カメラ（部屋俯瞰用）を用いて、長崎大学病院の脳神経内科の遠隔支援を受けながら、その診察所見の評価や診断を行った。その後、別の脳神経内科専門医が直接対面し評価および診断を行った。これらの結果を比較して、本システムによる遠隔支援での評価・診断の正確性や診療の容易性について検証を行った。

スマートグラスは五島中央病院で患者を直接観察する医師が装着し、4K カメラ（部屋俯瞰用）は五島中央病院の診察室に設置した。それらの映像を同時に長崎大学病院へ送信し、長崎大学病院の専門医は 4K モニタでそれらを確認しながら診察支援を実施した。なお、五島中央病院と長崎大学病院の医師同士はマイク/スピーカー等の音声機器を介してコミュニケーションをとった。

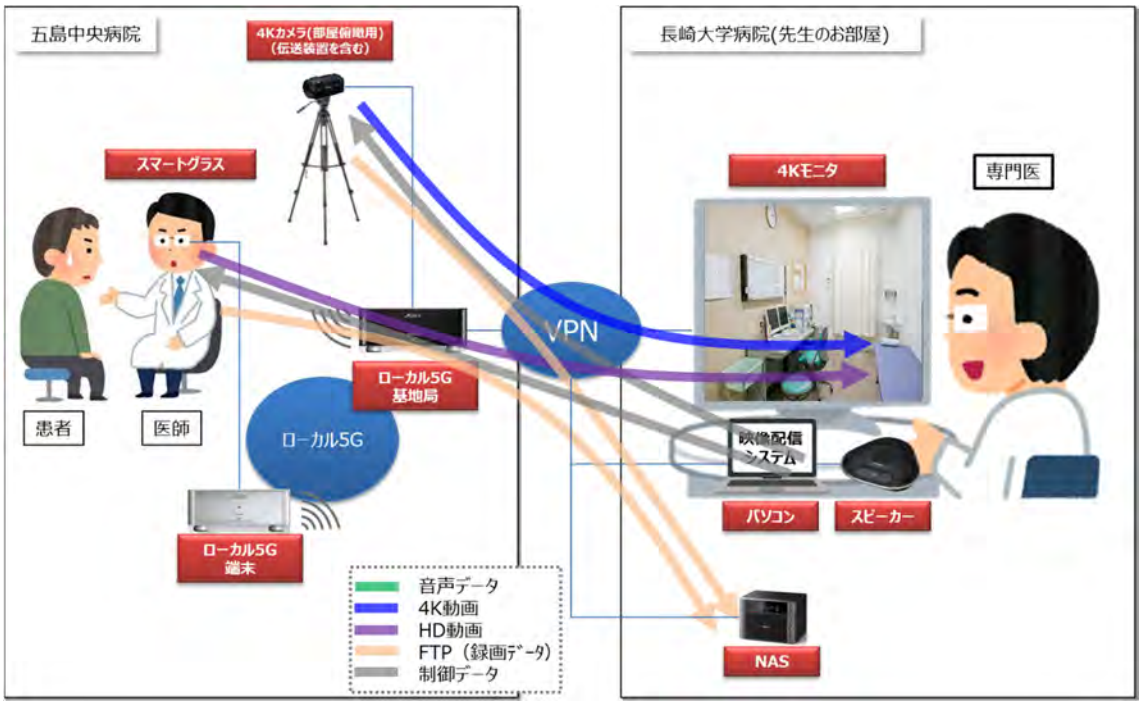


図 4.3.1.1　脳神経内科実施概要図

4.3.1.2 評価・分析項目

① 診断（遠隔支援側）の正確性
② 映像の状態（画像の鮮明度、画像の乱れ、画像の遅延）
③ 患者・医師満足度

再診は神経診察所見の正確性、新患はそれに加えて問診も行い診断の正確性を評価した。遠隔支援での診療および評価が行いやすいよう、現地の一般内科医および遠隔支援する専門医は、評価および診断に必要な問診および診察項目を記載した遠隔支援シート（図4.3.1.3-1～9）をあらかじめ準備し、診療を行った。

4.3.1.3 評価・分析方法

① 診断の正確性については、遠隔支援による所見と、専門医の直接診察による所見の一致率により評価する。
② 映像の状態は各々実用度5段階評価（1. 大変悪い、2. 良くない、3. 普通、4. 良い、5. 大変良い）
※大変悪い：全く実用できない、良くない：実用に難あり、普通：どちらともいえない、良い：概ね実用できる、大変良い：実用性に優れている

③ 患者・医師満足度：患者・医師アンケート用紙によって評価

患者氏名(ID)

開始時間　椅子に患者が座って、現地医師が自己紹介して診察開始を宣言する。	月	日	時	分

1 見当識：　大変失礼かと存じますが、まずは確認をさせてください。

1)名前　自分の名前と年齢を教えてください。				歳
2)日付　本日の日付は、何年何月何日何曜日ですか？	年	月	日	曜日
3)場所　今いる場所(建物)はどこになりますか？				

2 病歴聴取：　有難うございました。それでは、簡単にこれまでのお話を聞かせてください。

1)主訴　今一番、大変で困っておられる症状は何でしょうか？	
2)現病歴　・その症状はいつからありましたか？ ・現在までどのような経過でしたか？ ・ほかに症状はありませんでしたか？	
3)既往歴　・現在、どこか他の病院に通院されていますか？	
4)アレルギー歴　・薬で皮疹や息苦しさ等副作用が出たことがありますか？	
5)職業歴　・お仕事はされていますか？	
6)生活歴　・現在、どなたとお住まいですか？ ・お酒は日頃、どのくらいのまれますか？ ・タバコは吸われますか？	

図 4.3.1.3-1　遠隔支援シート（問診用 1）

7)家族歴 ・ご兄弟は何人兄弟ですか？子供さんはいらっしゃいますか？ ・ご両親はご健在ですか？ ・みなさま手足のまひやしびれ等、脳や精神の病気持っている人がいますか？	

3 専門医からのサポート内容：

問診終了時間　問診が終了した時間、次に診察に移る。	時	分

図 4.3.1.3-2　遠隔支援シート（問診用 2）

患者氏名(ID)

診察開始時間　実際の診察開始時間	時	分				
診察方法	診察所見 （基本的にスマートグラスの欄に記載するが、少しでも4K俯瞰カメラによる判断が必要な場合は4K俯瞰カメラの欄に記載する）			遠隔支援の評価 （可能な限り現地医師のスキルによる影響を除いて判断する）		
	スマートグラス	4K俯瞰カメラ	音声(問診)	画像の鮮明度	動画のスムーズさ	（総合的）判断のしやすさ
1)上半身の外観・姿勢・不随意運動　座位で以下のポイントを観察する。 ①首下がり、項部後屈、腰曲がり、体幹の傾き、斜頸の有無 ②手足の振戦、ジスキネジアなど不随意運動の有無	有・無(異常所見)	要・不要		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
2)嗅覚・視力・聴覚　①食事の匂いや味がわかりますか？ ②くさい臭いや香水の香りはわかりますか？ ③視力は問題ありませんか？ ④耳の聞こえは如何ですか？			有・無			
3)視野　両眼視の対座法で視野をおおまかに確認する。	有・無	要・不要		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
4)眼瞼下垂と眼位　眼瞼下垂の有無と眼球の位置を確認する。	有・無	要・不要				
5)瞳孔　瞳孔の大きさ、左右差を確認する。	右(　　)mm / 左(　　)mm	要・不要		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
6)対光反射　直接対光反射を確認する。	右(速・鈍・消失) / 左(速・鈍・消失)	要・不要				
7)眼球運動　4方向(上下左右)で ①可動域制限、②衝撃性の有無を確認する。	有・無	要・不要		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
8)眼垂　4方向で眼垂の有無を確認する。	有・無	要・不要				
9)表情筋の筋力　①眉をあげる、②目をぎゅっと閉じる、 ③イーッと歯を見せる、④頬を膨らませる、 ⑤鼻唇溝の左右差を確認する。	有・無	要・不要		1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5
10)顔面の感覚　(左右の額頬顎を触って)感覚に違いはありますか？			有・無			
11)言語　しゃべりにくくないですか？			有・無			

図 4.3.1.3-3　遠隔支援シート（専門医用 1）

12)嚥下　ムセタリして、飲み込みにくいことがありますか？			有・無			
13)舌の動き　口を開けて ①舌の萎縮と繊維束生収縮の有無を確認する。 ②挺舌及び左右への舌運動の状態を確認する。	有・無	要・不要		1 -2 -3 - 4 - 5	1 -2 -3 - 4 - 5	1 -2 -3 - 4 - 5
14)咽頭の動き　(息を吐かせた後)アーッと言わせて軟口蓋の挙上を確認	有・無	要・不要		1 -2 -3 - 4 - 5	1 -2 -3 - 4 - 5	1 -2 -3 - 4 - 5
15)頸部の筋力　以下の方法で頭部や顔の動きを診て筋力を判定する。 ①前額部に手を添えて力を加え、その力に逆らうように頭部を前屈させる。 ②後頭部に手を添えて力を加え、その力に逆らうように頭部を後屈させる。 ③右の頬に手を添えて力を加え、その力に逆らうように顔を右に向かせる。 ④左の頬に手を添えて力を加え、その力に逆らうように顔を左に向かせる。	有・無	要・不要		1 -2 - 3 - 4 - 5	1 -2 - 3 - 4 - 5	1 -2 - 3 - 4 - 5
16)上肢の外観・可動域　①両手の萎縮・変形の有無を見る。 ・筋力　②Barre徴候をチェックする。 以下の方法で関節可動域(拘縮含む)・大まかな筋力を評価する。 ③両手を挙げてバンザイさせる。④両肘関節の伸展・屈曲を 繰り返させる。⑤両手関節の伸展・屈曲を繰り返させる。 ⑥両手の開閉(グーパー)を繰り返させる。	有・無	要・不要		1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5
17)上肢の振戦　①膝の上に手を置いて安静時振戦の有無を確認する。 ②両上肢を肩の高さまで挙上、手背を上にして肘をしっかりと伸展させた状態で姿勢時振戦の有無を確認する。 ③手関節をしっかりと背屈させてアステリキシスの有無を確認する。	有・無	要・不要				
18)上肢の運動　①片手ずつで回内・回外、指タップ、両手の開閉(グーパー)を繰り返させて、左右差、動作緩慢・運動拙劣の有無を確認する。 ②鼻指鼻試験で運動失調、企図・動作時振戦の有無を確認する。 ③キツネの手、続いて鳩の手を模倣させて構成障害の有無を確認する。	有・無	要・不要				
19)上肢の筋トーヌス　手関節を他動的に大きく回して筋固縮(筋強剛)や ゲーゲンハルテンの有無を確認する (手技・判断が難しいので参考所見する)。			有・無			

図 4.3.1.3-4　遠隔支援シート（専門医用 2）

20)起立　座位から起立してもらう。 ①腕を組んで立ち上がる様子を観察する。 ②つま先と踵をつけてふらつくかどうか？を確認する。 ③閉眼してRomberg徴候の有無を確認する。 ④Pullテスト(背部より後方へ引っ張る。1歩までOK。)	有・無	要・不要		1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5
21)歩行　診察内を歩行させる。 ①通常歩行(Uターンで繰り返す)ですくみ足の有無、 歩容(姿勢、腕の振り、歩幅、パターン等)の状態を確認する。 ②軸足歩行の可不可を確認する。	有・無	要・不要				
22)臥位・下肢外観　①ベッドに仰向けになってもらうときの様子をみて 筋力低下や動作緩慢がないかどうかを確認する。 ②下肢の筋萎縮・不随意運動、内反尖足、凹足の有無を確認する。	有・無	要・不要		1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5
23)下肢可動域・筋力　以下の方法で関節可動域・大まかな筋力を確認する。 ①太髄を腹部につけるように最大挙上させる。 ②膝関節を最大限に伸展・屈曲させる。 ③足関節の背屈・底屈させる。 続いて、以下の試験を行う。 ④Mingazzini試験⑤膝踵試験	有・無	要・不要				
24)腱反射・病的反射　四肢の腱反射の状態、病的反射(Babinski徴候とChaddock徴候) の有無を確認する。	有・無	要・不要				
25)下肢の筋トーヌス　膝関節や足関節を他動的に動かして ①筋トーヌスの亢進(痙縮、筋強剛、ゲーゲンハルテン) ②折りたたみナイフ現象 ③足クローヌス現象の有無を診る (手技・判断が難しいので参考所見する)。	有・無	要・不要	有・無			
26)感覚　全身の感覚：四肢体幹を使って感覚を問う。			有・無			
27)追加	有・無	要・不要	有・無	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5	1 - 2 - 3 - 4 - 5
診察終了時間　再び椅子に座ってもらって、現地医師が診察終了を宣言する。	時	分				

図 4.3.1.3-5　遠隔支援シート（専門医用 2）

診察開始時間	椅子に患者が座って、現地医師が自己紹介して診察開始を宣言する。	時　　分
診察方法		**診察所見**（有/無は異常所見）
1）上半身の外観・姿勢・不随意運動	座位で以下のポイントを観察する。 ①首下がり、項部後屈、腰曲がり、体幹の傾き、斜頸の有無 ②手足の振戦、ジスキネジアなど不随意運動の有無	有 ・ 無
2）嗅覚・視力・聴覚	①食事の匂いや味がわかりますか？ ②くさい臭いや香水の香りはわかりますか？ ③視力は問題ありませんか？ ④耳の聞こえは如何ですか？	有 ・ 無
3）視野	両眼視の対座法で視野をおおまかに確認する。	有 ・ 無
4）眼瞼下垂と眼位	眼瞼下垂の有無と眼球の位置を確認する。	有 ・ 無
5）瞳孔	瞳孔の大きさ、左右差を確認する。	右（　　）mm / 左（　　）mm
6）対光反射	直接対光反射を確認する。	右（速 ・ 鈍 ・ 消失）/ 左（速 ・ 鈍 ・ 消失）
7）眼球運動	4方向（左右上下）で ①可動域制限、②衝動性の有無を確認する。	有 ・ 無
8）眼振	4方向で眼振の有無を確認する。	有 ・ 無
9）表情筋の筋力	①眉をあげる、②目をぎゅっと閉じる、 ③イーッと歯を見せる、④頬を膨らませる、 ⑤鼻唇溝の左右差を確認する。	有 ・ 無

図 4.3.1.3-6　遠隔支援シート（現地用 1）

10）顔面の感覚	（左右の額頬顎を触って）感覚に違いはありますか？	有 ・ 無
11）言語	しゃべりにくくないですか？	有 ・ 無
12）嚥下	ムセたりして、飲み込みにくいことがありますか？	有 ・ 無
13）舌の動き	口を開けて ①舌の萎縮と線維束性収縮の有無を確認する。 ②挺舌および左右への舌運動の状態を確認する。	有 ・ 無
14）咽頭の動き	（息を吐かせた後）アーと言わせて軟口蓋の挙上を確認する。	有 ・ 無
15）頸部の筋力	以下の方法で頭部や顔の動きを診て筋力を判定する。 ①前額部に手を添えて力を加え、その力に逆らうように頭部を前屈させる。②後頭部に手を添えて力を加え、その力に逆らうように頭部を後屈させる。③右の頬に手を添えて力を加え、その力に逆らうように顔を右に向かせる。左の頬に手を添えて力を加え、その力に逆らうように顔を左に向かせる。	有 ・ 無
16）上肢の外観・可動域・筋力	①両手の萎縮・変形の有無を見る。 ②Barre徴候のチェックする。 以下の方法で関節可動域（拘縮含む）・大まかな筋力を評価する。 ③両手を挙げてバンザイさせる。 ④両肘関節の伸展・屈曲を繰り返させる。 ⑤両手関節の伸展・屈曲を繰り返させる。 ⑥両手の開閉（グーパー）を繰り返させる。	有 ・ 無
17）上肢の振戦	①膝の上に手を置いて安静時振戦の有無を確認する。 ②両上肢を肩の高さまで挙上、手背を上にして肘をしっかりと伸展させた状態で姿勢時振戦の有無を確認する。 ③手関節をしっかりと背屈させてアステリキシスの有無を確認する。	有 ・ 無

図 4.3.1.3-7　遠隔支援シート（現地用 2）

18）上肢の運動	①片手ずつで回内・回外、指タップ、両手の開閉（グーパー）を繰り返させて、左右差、動作緩慢・運動拙劣の有無を確認する。 ②鼻指鼻試験で運動失調、企図・動作時振戦の有無を確認する。 ③キツネの手、続いて鳩の手を模倣させて構成障害の有無を確認する。	有 ・ 無
19）上肢の筋トーヌス	手関節を他動的に大きく回して筋固縮（筋強剛）やゲーゲンハルテンの有無を確認する（手技・判断が難しいので参考所見する）。	有 ・ 無
20）起立	座位から起立してもらう。 ①腕を組んで立ち上がる様子を観察する。 ②つま先と踵をつけてふらつくかどうか？を確認する。 ③閉眼してRomberg徴候の有無を確認する。 ④Pullテスト（背部より後方へ引っ張る。１歩までOK。）	有 ・ 無
21）歩行	診察内を歩行させる。 ①通常歩行（Uターンで繰り返す）ですくみ足の有無、歩容（姿勢、腕の振り、歩幅、パターン等）の状態を確認する。 ②継足歩行の可不可を確認する。	有 ・ 無
22）臥位・下肢外観	①ベッドに仰向けになってもらうときの様子をみて筋力低下や動作緩慢がないかどうかを確認する。 ②下肢の筋萎縮、不随意運動、内反尖足、凹足の有無を確認する。	有 ・ 無
23）下肢可動域・筋力	以下の方法で関節可動域・大まかな筋力を確認する。 ①太腿を腹部につけるように最大挙上させる。 ②膝関節を最大限に伸展・屈曲させる。 ③足関節の背屈・底屈させる。 続いて、以下の試験を行う。 ④Mingazzini試験 ⑤膝踵試験	有 ・ 無

図 4.3.1.3-8　遠隔支援シート（現地用 3）

24）腱反射･病的反射	四肢の腱反射の状態、病的反射（Babinski徴候とChaddock徴候）の有無を確認する。	有 ・ 無
25）下肢の筋トーヌス	膝関節や足関節を他動的に動かして ①筋トーヌスの亢進（痙縮、筋強剛、ゲーゲンハルテン） ②折りたたみナイフ現象 ③足クローヌス現象 の有無を診る（手技･判断が難しいので参考所見する）。	有 ・ 無
26）感覚	全身の感覚：四肢体幹を触って感覚を問う。	有 ・ 無
27）追加		有 ・ 無
診察終了時間	再び椅子に座ってもらって、現地医師が診察終了を宣言する。	時　　分

図 4.3.1.3-9　遠隔支援シート（現地用 4）

患者様アンケート

ローカル5Gを利用した専門医の遠隔サポートによる離島等の診療所の医師の専門外来等の実施

この度はご協力いただき誠にありがとうございました。
よろしければ下記アンケートにもご協力ください。

■患者様について

性別	□ 男性　□ 女性
年齢	□ ２０代　□ ３０代　□ ４０代　□ ５０代　□ ６０歳以上
ご住所の郵便番号	
家族構成	□ 独居　□ 同居家族あり（構成：□ 65歳以上　□ 妊婦　□ 6歳未満　□ 左記以外　） ※家族構成は複数回答可

■受診状況について

何らかの治療を受けていますか	□ 受けていない　□ 完治した　□ 悪いところはあるが受けていない □ 現在治療中　□ その他（　　）
かかりつけ医はいますか	□ はい　□ いいえ
かかりつけ医への移動手段	□ 徒歩　□ 車　□ バス　□ その他（　　）※複数回答可
かかりつけ医への移動時間	□ 0～10分　□ 10分以上30分未満　□ 30分以上1時間未満 □ 1時間以上3時間未満　□ 3時間以上
総合病院への移動手段	□ 徒歩　□ 車　□ バス　□ その他（　　）※複数回答可
総合病院への移動時間	□ 0～10分　□ 10分以上30分未満　□ 30分以上1時間未満 □ 1時間以上3時間未満　□ 3時間以上
通院について困っていること	□ ない　□ 病院まで時間がかかる　□ 交通手段に乏しい　□ 移動費用が高い □ 通院をサポートしてくれる家族等がいない　□ 育児や介護で通院できない □ 専門的医療を受けられない　□ その他（　　）
今回の形式での診療の印象	5 良 ― 4 ― 3 普 ― 2 ― 1 悪
今回の診療の総合的な満足度	□ 大変満足　□ 満足　□ 普通　□ 不満　□ 大変不満

その他、ご意見・ご要望・ご感想などお聞かせください

ご協力ありがとうございました。

図 4.3.1.3-10　患者アンケート

医師アンケート

ローカル5Gを利用した専門医の遠隔サポートによる離島等の基幹病院の医師の専門外来等の開発

この度はご協力いただき誠にありがとうございました。
よろしければ下記アンケートにもご協力ください。

■あなたについて

性別	□ 男性　□ 女性
年齢	□ 20代　□ 30代　□ 40代　□ 50代　□ 60代　□ 70歳以上
所属医療機関	□ 長崎大学病院　□ 五島中央病院
所属科	□ 脳神経内科　□ 皮膚科　□ 消化器内科　□ 左記以外【　　】

■検証について

他のシステムでオンライン診療を行っていますか	□ はい　□ いいえ
どのような疾患がオンライン診療に適していますか	自由に記載してください
本システムにおける診療の問題点	□ 通信トラブル　□ 画質　□ 通信遅延　□ フレーム数　□ コミュニケーション □ ソフトウェアの扱い　□ 準備に要する時間　□ 診療に要する時間　□ マンパワー
本システムにおける診療の有用性	□ 専門医の指導を受けられる学習効果　□ 専門医の意見が聞ける安心感 □ 患者紹介のしやすさ　□ その他【　　】
画質について、遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか	□ 通信に問題はなく、通常通り診療が行える □ 通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □ 通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □ 通信に問題があり、診療の質が低下する □ 通信に問題があり、診療が行えない
音質について、遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか	□ 通信に問題はなく、通常通り診療が行える □ 通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □ 通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □ 通信に問題があり、診療の質が低下する □ 通信に問題があり、診療が行えない
通信機器の使いやすさ	5 良　4　3 普　2　1 悪
全体的な診療の印象	5 良　4　3 普　2　1 悪
今回の診療の総合的な満足度	□ 大変満足　□ 満足　□ 普通　□ 不満　□ 大変不満

その他、ご意見・ご要望・ご感想などお聞かせください

ご協力ありがとうございました。

図 4.3.1.3-11　医師アンケート

4.3.1.4 既存の手法との比較

従来のモニタのみを介して遠隔診療を行う D to P（Doctor to Patient）形式の診療では、どうしても視診ができる部分が限られ、口腔内などの診察が困難であり、嚥下困難を呈する神経疾患などの評価が難しい。また、医療スタッフが直接患者に接さないため、難聴など指示が伝わりにくい患者等に適さないという欠点があり、高齢の患者が多い神経疾患において特に問題となる。また患者側からもモニタに向かって話すのみでは医師に自分の状態が正確に伝わっているか不安であるなどの不満も生じていた。

これらの問題を解決するため、長崎大学病院脳神経内科では以前 Wi-Fi 通信によるスマートグラスを用いた D to D to P（Doctor to Doctor to Patient）形式の遠隔支援を試みた。現地の医師がスマートグラスを装着して診療を行い、長崎大学病院の専門医が支援することにより、患者の不満を解消しコミュニケーションがスムーズに行え、また医師が視線を動かすことによりスマートグラスの映像も動くことから、より丁寧な診察ができた。しかしながらスマートグラスの映像は画角に制限があり、通常の診察における医師患者間の距離では患者の全体像を映像に捉えることはできず、特に起立や歩行の状態を見るのには適さなかった。

以上を踏まえ、スマートグラスと 4K カメラ（部屋俯瞰用）を併用することにより、上記の問題が解決できるのではないかと考えた。ローカル５Ｇでは多数の同時接続を行っても回線が混雑することなく高いセキュリティレベルで通信が行えることから、今回はスマートグラスと 4K カメラ（部屋俯瞰用）1 台の 2 つで実証を行ったが、結果を踏まえさらなるデバイスの増設や、同時に複数の遠隔支援が行えるなどへの進展も考えられる。

4.3.1.5 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）

診療がスムーズにいくよう前述の遠隔支援シートを用いたが、神経疾患が専門外の医師を介するため、どうしても専門医の通常の診療時間よりは時間がかかってしまう。

診療の内容自体は通常の診療と変わりないため、特定の事故が生じる可能性が高まるとは考えられない。

4.3.2 検証結果

4.3.2.1 新患症例

（1）新患症例①：59 歳女性

【主　訴】
左上下肢の脱力感

【現病歴】
3 年ほど前から階段を上る際に左下肢の違和感を自覚していた。2 年ほど前に大声の寝言を指摘されている。昨年 1 月頃から、左上下肢に正座の後のようなじんじんする異常感覚と脱力感を自覚し、左足が震えてガクガクするような感覚を覚えるようになった。令和 2 年 11 月下旬に整形外科で精査するも異常なく、徐々に症状が悪化してきたため本日受診となった。頑固な便秘あり。

【遠隔支援による診察所見】
➢　上半身の外観・姿勢

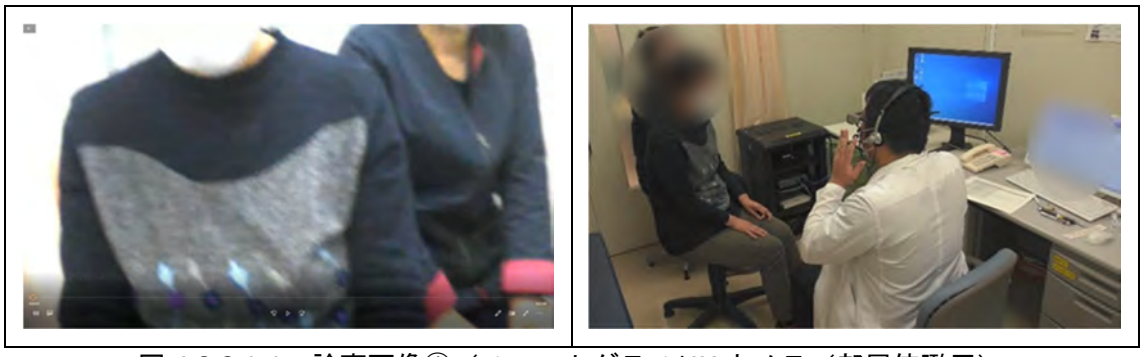


図 4.3.2.1-1　診察画像①（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

姿勢異常や不随意運動はなかった。スマートグラスでは視野角が狭く上半身全体が画面内に収まらず、全体像を把握することが困難であった。現地内科医は前傾姿勢が病的であるかどうか判断に迷ったが、遠隔支援専門医が 4K カメラ（部屋俯瞰用）で確認したところ首下がりや腰曲がりなどの異常姿勢といえるものではないと判断した。

➢　視野
対面診察（現地内科医判断）上、視野欠損は明らかでなかった。スマートグラスでは視野角が狭く、指標となる医師の手が視野角に収まらないため、患者の反応が正常かどうかの判断が困難であった。

➢　瞳孔
対面診察（現地内科医判断）上は瞳孔に異常は見られなかった。スマートグラスでは画面が暗く、瞳孔の境界や変化が不鮮明であった。

➢　咽頭の動き

対面診察（現地内科医判断）上は咽頭の動きに異常は見られなかった。スマートグラスでは画面が暗く、瞳孔の境界や変化が不鮮明であった。4K カメラでは口腔内の奥（咽頭）の観察はできなかった。

➢　上肢の外観・可動域・筋力

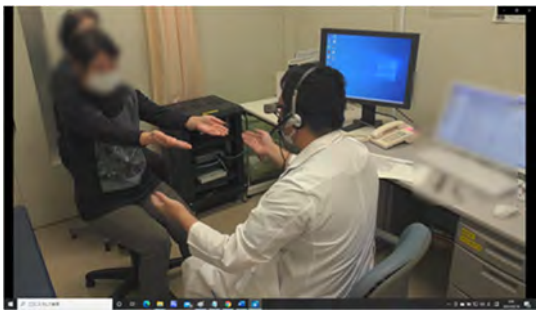


図 4.3.2.1-2　診察画像②（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

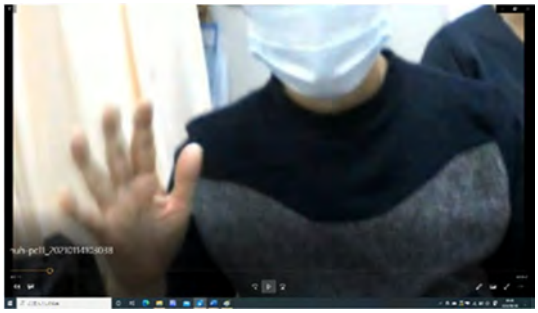
Barre 試験[17]時、左上肢の下垂が見られた。万歳運動や肘関節・手関節の屈曲伸展には異常は見られなかった。スマートグラスでは、万歳時の手先など、全体を捉えることができていなかった。

➢　上肢の振戦

振戦は安静時・姿勢時ともになかった。

➢　上肢の運動

（右手の回内・回外試験[18]）



[17] 脳梗塞、脳出血、その他の錐体路障害を来す疾患を調べる目的で行われる試験。手のひらを上にして両腕を前方に肩の高さまで水平に上げ、さらに目を閉じ両腕をそのままの位置に保ってもらい兆候を確認する。

[18] 手を前に出してできるだけ早く内向き、外向きの一連の運動をさせてその規則性、早さをみる。障害側で遅く、不規則になります。主に小脳半球の機能をみる検査

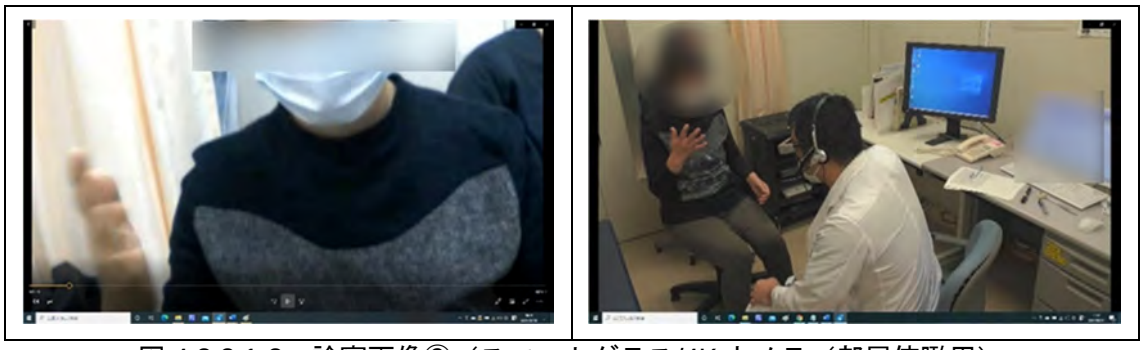


図 4.3.2.1-3　診察画像③（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

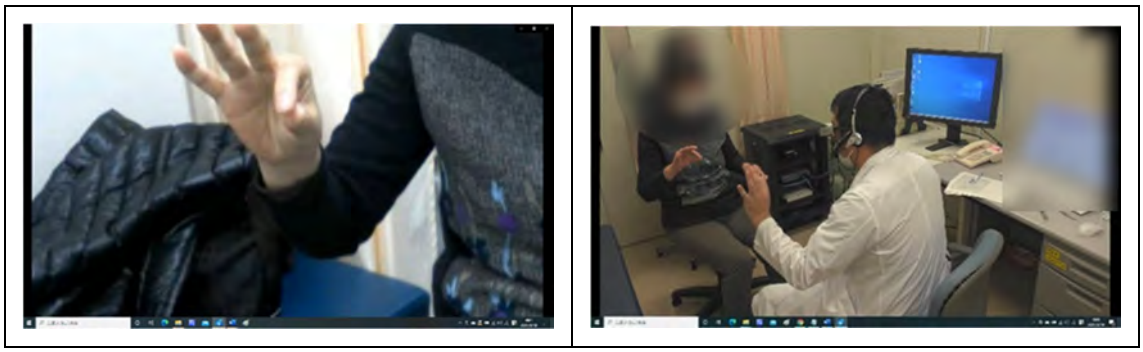
右手の回内・回外運動は問題なかった。

（左手の回内・回外試験）

図 4.3.2.1-4　診察画像④（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

左手の回内・回外運動は明らかに右と比較して動きが悪かった。

（右手の指タップ試験[19]）



[19] 親指と人差し指を素早く叩き合わせ、指と指が合うか観察する検査

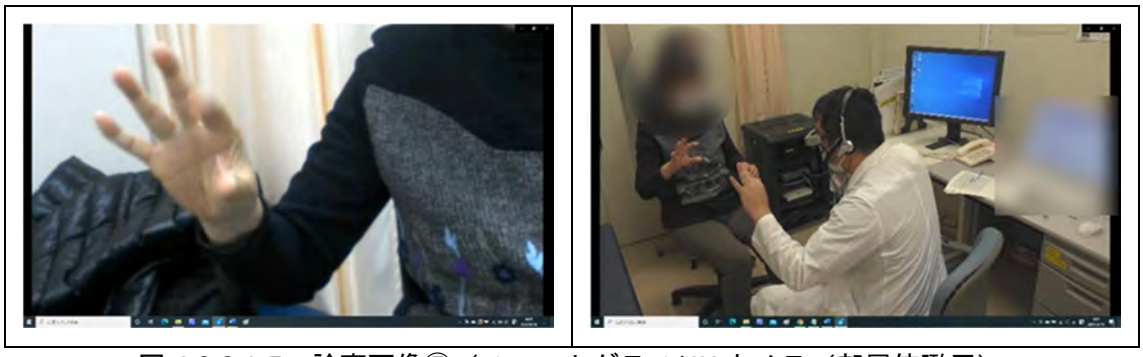


図 4.3.2.1-5　診察画像⑤（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

（左手の指タップ試験）

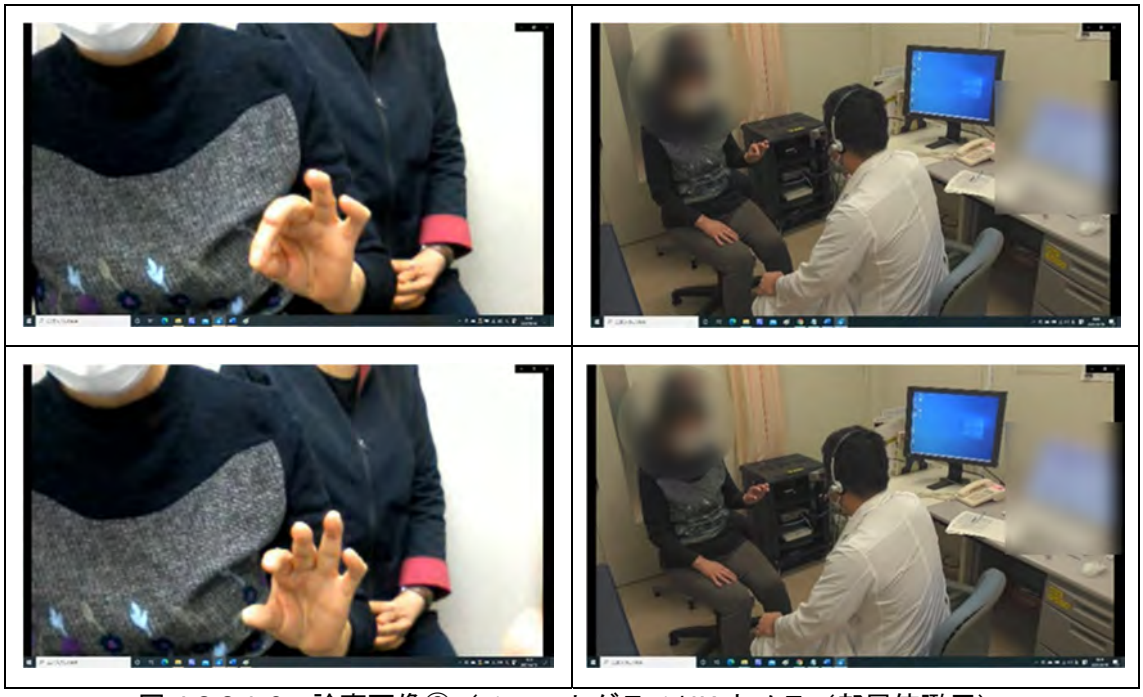


図 4.3.2.1-6　診察画像⑥（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

右手の方が左手と比較して大きく早く指を動かすことができる。

（鼻指鼻試験[20]）

図 4.3.2.1-7　診察画像⑦（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

鼻指鼻試験では異常は見られなかった。

➢　上肢の筋トーヌス[21]

触診であるため映像による判断はできない。対面診察（現地内科医判断）は左上下肢優位に軽度の固縮があると判定した。

➢　起立

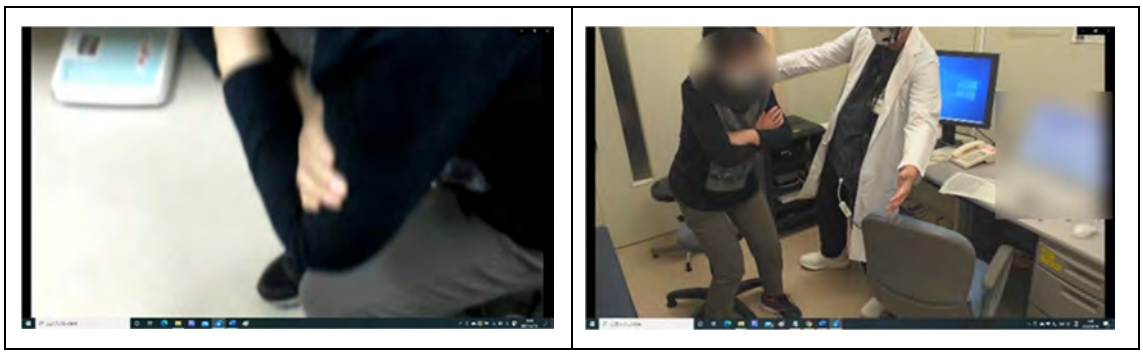


図 4.3.2.1-8　診察画像⑧（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

腕を組んだ状態での立ち上がりには問題はなかった。起立時には転倒の恐れがあるため医師が近くで見守る必要があり、スマートグラスでは全体像を画角に収めることが困難であった。

[20] 患者の鼻と医師の指との往復運動が円滑にできるかなど運動失調の有無を観察する検査

[21] 筋肉や血管の持続的な活動や緊張の程度

（Pull test[22]）

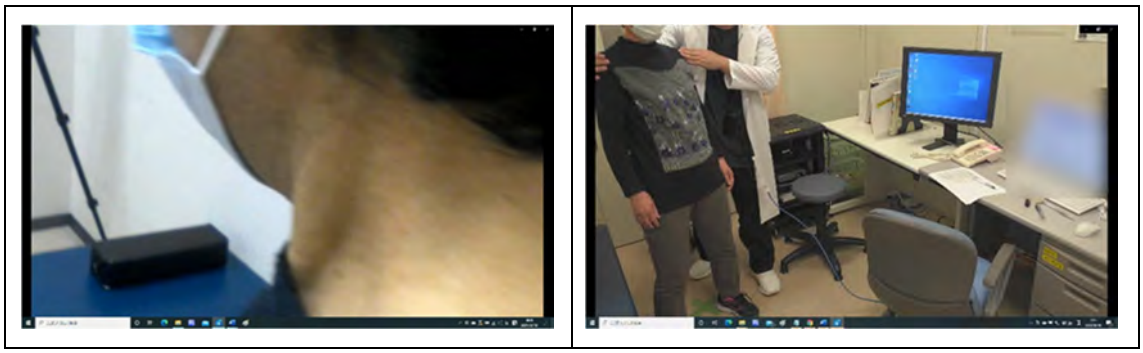


図 4.3.2.1-9　診察画像⑨（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

Pull test ではほとんど足を出さず医師に向かって倒れ込んだ。医師が傍で患者を支える必要があるため、スマートグラスでは全体像を画角に収めることが困難であった。

➢　歩行

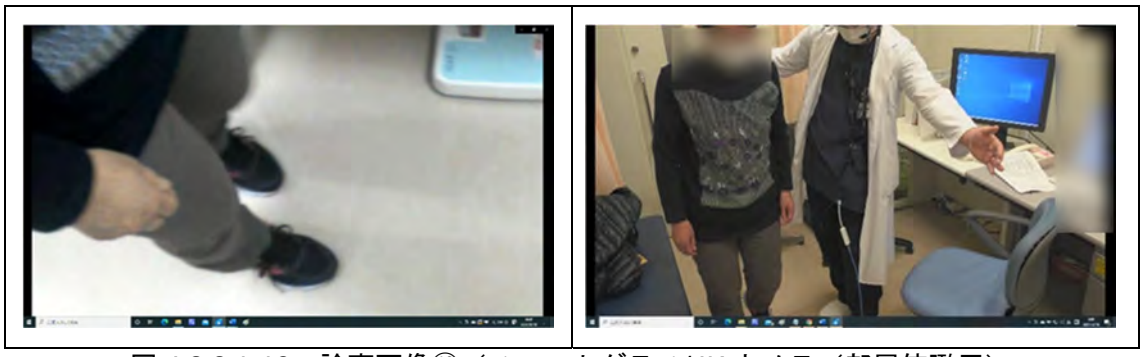


図 4.3.2.1-10　診察画像⑩（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

歩幅が狭く、腕振りが少ない歩行であった。スマートグラスではどうしても歩行全体を観察することができず、歩行時の腕振りについてはわかりづらかった。

➢　下肢可動域・筋力（Mingazzini 試験[23]）

図 4.3.3.1-11　診察画像⑪（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

---

22 姿勢反射障害の有無を見るため検査方法のこと。検者は被検者の後方に位置し、被検者の両肩を後方に引き、その際の姿勢反応を確認する。

23 脳梗塞、脳出血、その他の錐体路障害を来す疾患を調べる目的で行われる試験

下肢の可動域や膝関節・足関節の動きに問題はなかったが、Mingazzini 試験時中に左下肢が少し下がった。動揺しながら挙上を保てており、完全に下垂することはなかった。

【補足：頭部 MRI】

4K カメラ（部屋俯瞰用）で頭部を磁気共鳴画像法（Magnetic Resonance Imaging：MRI[24]）で撮影した画像を確認した。4K カメラ越しでも鮮明に左上下肢麻痺を呈しうる脳梗塞などの病変はないことを確認できた。

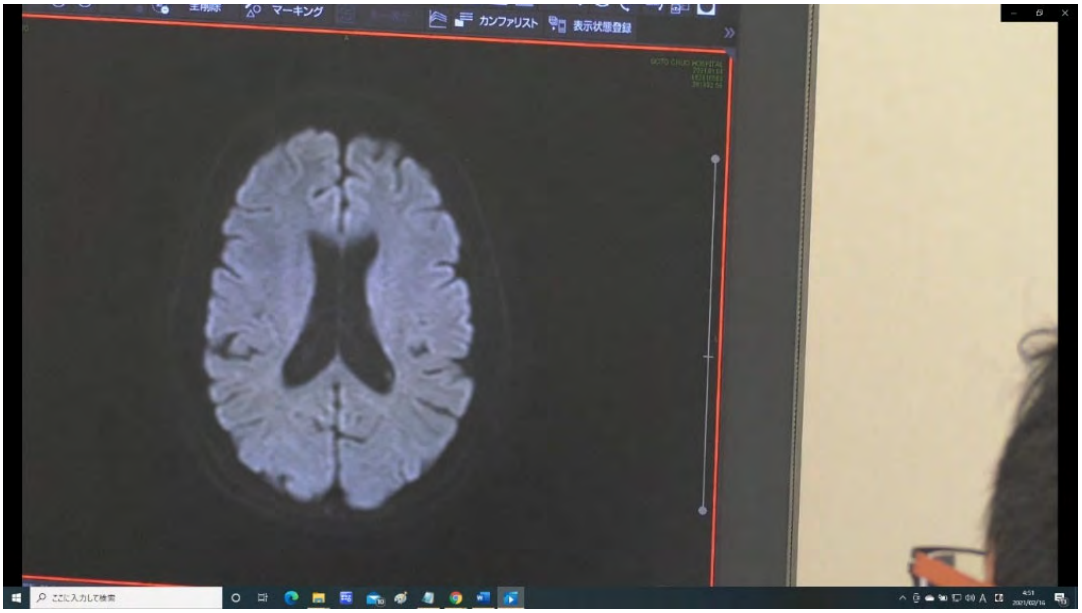


図 4.3.2.1-12　診察画像⑫（頭部 MRI 画像）

【現地内科医および遠隔専門医の診断】

左上下肢優位の動作緩慢や筋強剛、姿勢保持障害が認められ、病歴にてレム睡眠行動異常や便秘のような自律神経症状があったため、パーキンソン病[25]を疑った。左上下肢の不全片麻痺も考えられたが、頭部 MRI 画像では脳梗塞など器質性変化は否定された。

【直接診察した専門医の診断】

全身的な軽度の動作緩慢と姿勢保持障害が認められた。上下肢の筋トーヌスに関しては、筋強剛はあきらかでなく gegenhalten[26]の所見で左右差は明らかではなかった（左右差に関しては再現性がなかった）。パーキンソン病よりは Lewy 小体病[27]を疑った。今後、MIBG 心筋シンチグラフィ[28]などの精査が必要と考えられた。

---

24 核磁気共鳴（英: nuclear magnetic resonance、NMR）現象を利用して生体内の内部の情報を画像にする方法

25 手の震え・動作や歩行の困難など、運動障害を示す、進行性の神経変性疾患

26 あたかも検査者の受動運動にさからうかのごとく筋が緊張してしまう現象

27 レビー小体という変性した細胞が、脳の大脳皮質や脳幹部に生じ、その影響で脳神経細胞が破壊され生じる認知症のこと。

28 メタヨードベンジルグアニジン（metaiodobenzylguanidine：MIBG）という物質を注射して心臓の交感神経の働きを検査する。

（2）新患症例②：77 歳男性

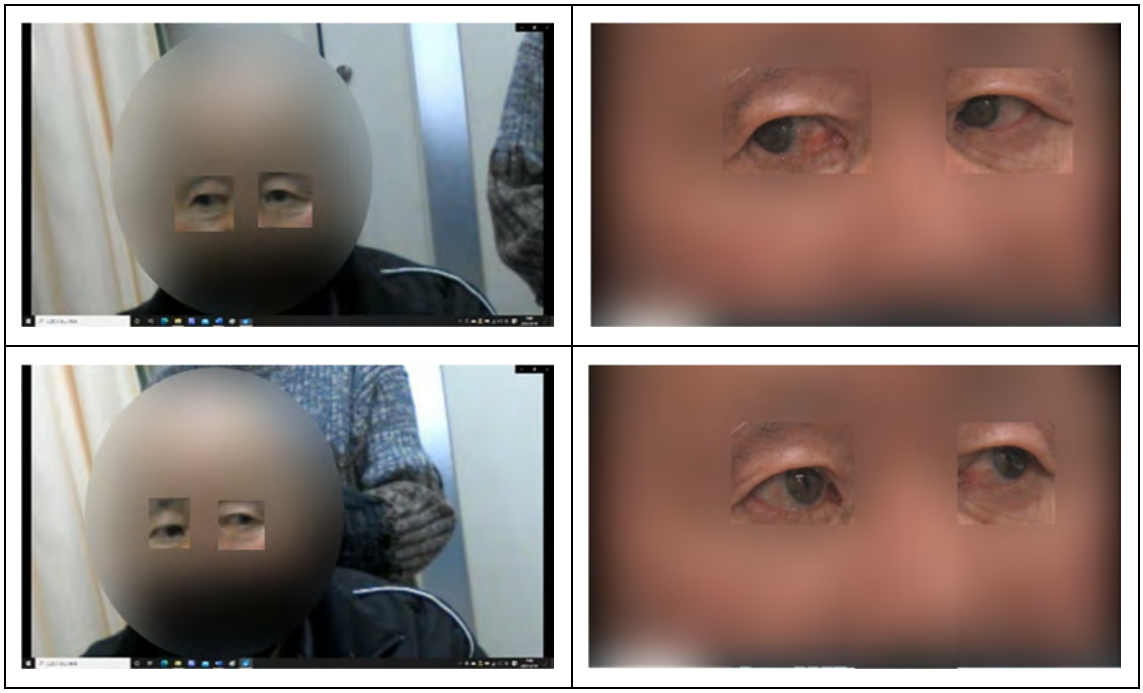
【主　訴】
左上下肢の脱力感

【現病歴】
5 年前から腰痛あり歩行障害が出現した。2 年前、腰部脊柱管狭窄症[29]と診断され手術を行った。1 年前から話しづらさを自覚してきたため本日受診となった。歩行には介助が必要であった。便秘なし。排尿障害なし。

【遠隔支援による診察所見】
➢　会話
患者の音声から失調性言語であることが分かった。

➢　瞳孔
対面診察上は瞳孔に異常は見られなかった。スマートグラスでは画面が暗く、瞳孔の境界や変化が不鮮明であった。

➢　眼球運動



[29] 腰椎の脊柱管が狭くなり、内部にある神経が圧迫されて、下肢に痛みやしびれが出る状態の総称

図 4.3.2.1-13　診察画像⑬（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

眼球運動に運動制限はなかったが、衝動性が目立った。4K カメラ（部屋俯瞰用）のズームで瞳孔まで鮮明に観察することが可能であった。

➢　舌の動き

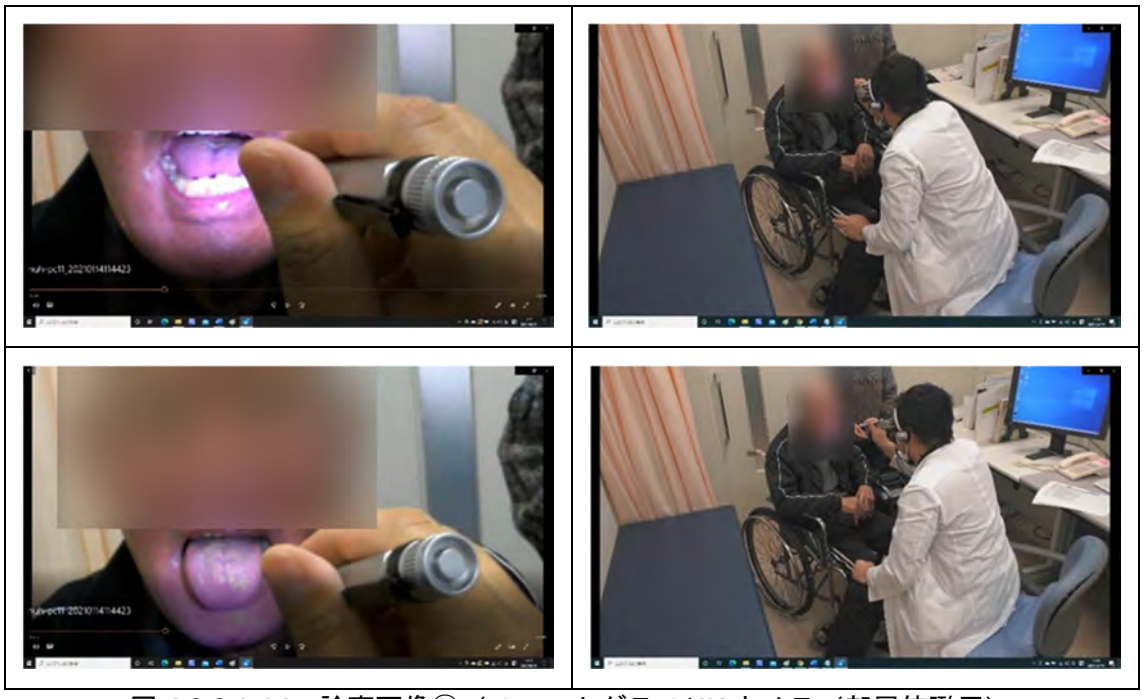


図 4.3.2.1-14　診察画像⑭（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

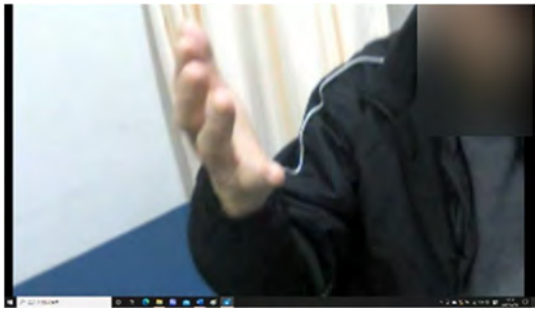
舌の動きに問題なく萎縮もなかった。

➢　咽頭の動き

図 4.3.2.1-15　診察画像⑮（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

咽頭の動きに問題はなかった。4K カメラでは口内の観察はできなかった。

➢　上肢の運動
（回内・回外試験）



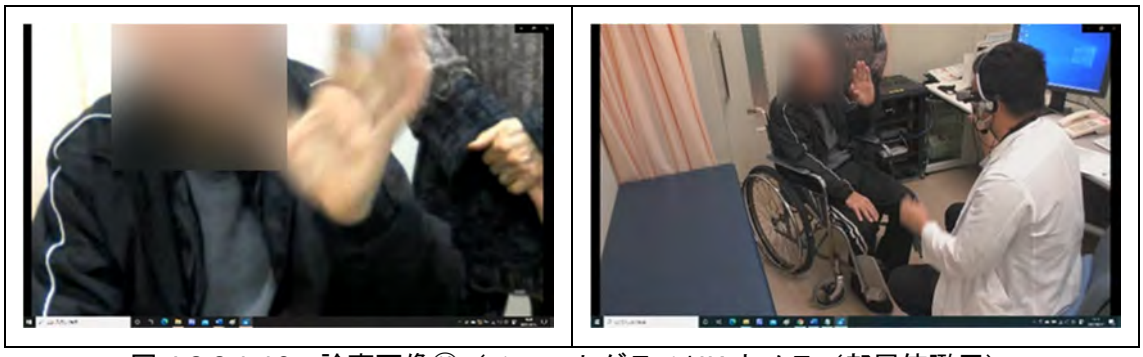


図 4.3.2.1-16　診察画像⑯（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

左手は右手より動きがやや鈍かった。

（鼻指鼻試験）

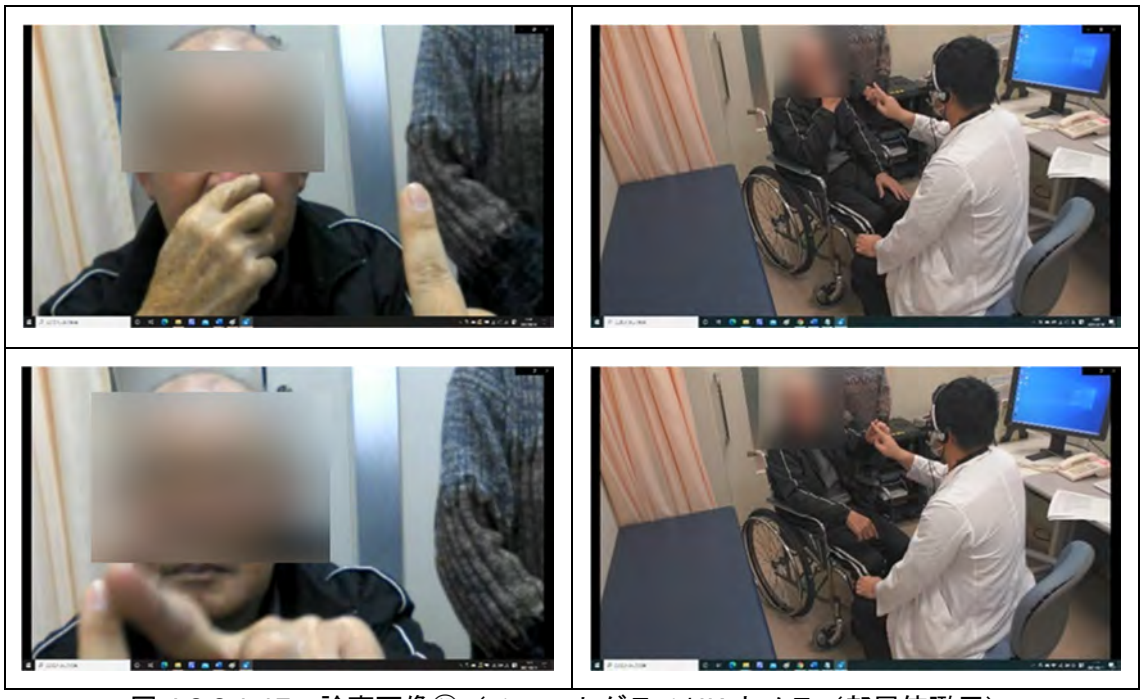


図 4.3.2.1-17　診察画像⑰（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

鼻指鼻試験では両側で拙劣であった。

➢　起立

図 4.3.2.1-18　診察画像⑱（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

起立はつかまり立ちは可能であったが、つま先立ちや踵立ちは不能であった。

➢　歩行

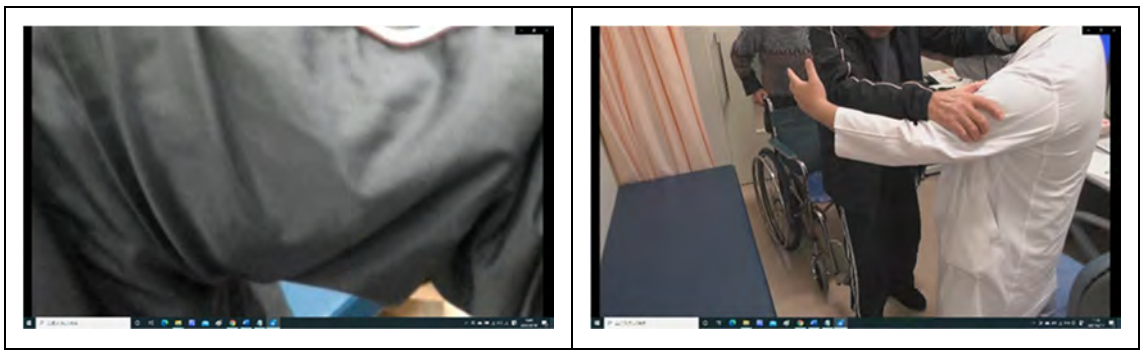


図 4.3.2.1-19　診察画像⑲（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

介助歩行でしか歩行できず。歩隔は広かった。

➢　臥位・下肢外観

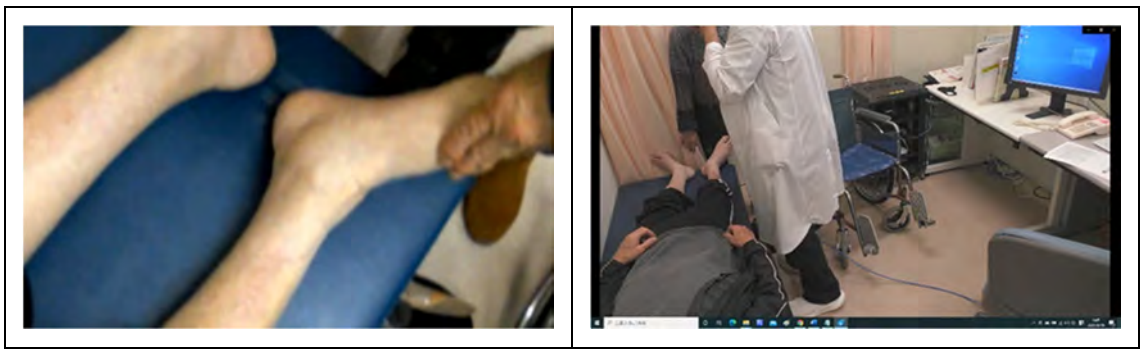


図 4.3.2.1-20　診察画像⑳（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

右下腿に筋萎縮と右アキレス腱反射の低下が認められた。

➢　下肢可動域・筋力
（踵膝試験）

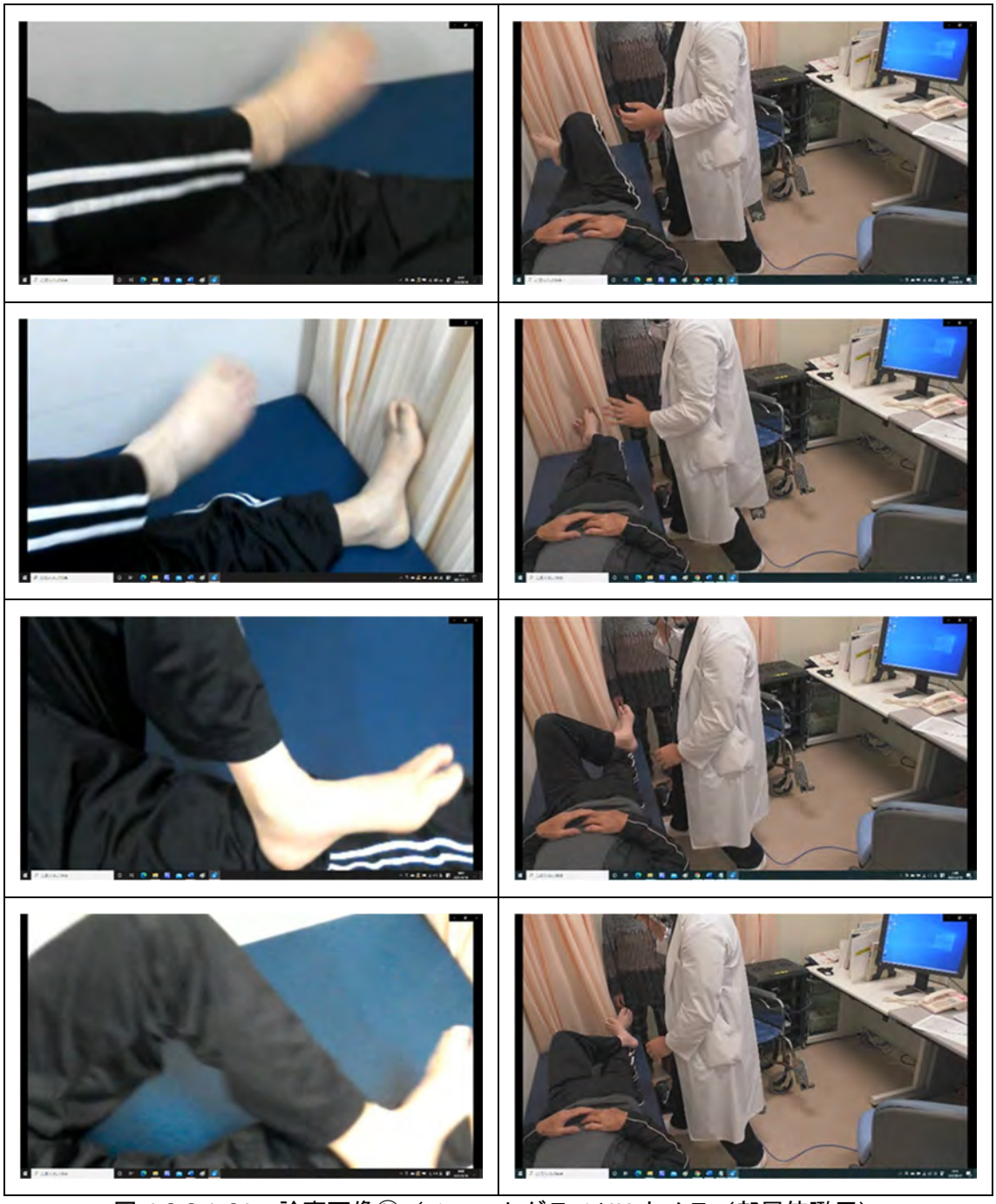


図 4.3.2.1-21　診察画像㉑（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

両下肢（右優位）での失調が明らかであった。

【現地内科医および遠隔専門医の診断】
右上下肢優位の運動失調および体幹失調、失調性言語を認め、脊髄小脳変性症[30]が疑われた。右下腿の筋萎縮と右アキレス腱反射の低下が見られたが、腰部脊柱管狭窄症の神経根症状と考えた。

【直接診察した専門医の診断】
神経診察所見は上記と全く同じで、脊髄小脳変性症に腰部脊柱管狭窄症を合併していると考えた。

[30] 小脳に起こる原因不明の神経障害で、歩く時にふらつく、手がうまく使えない、ろれつが回らないなど、さまざまな動きが円滑にできなくなってしまう等の運動失調がみられる。

（3）新患症例③：44 歳女性

【主　訴】
一過性の呂律困難

【現病歴】
10 日前、夕食後にソファーに座った際、倦怠感とめまいを生じ、横になったところ、呂律が回らないことに気づいた。頭 MRI で脳梗塞が疑われたため本日受診となった。

【遠隔支援による診察所見】
➢　表情筋

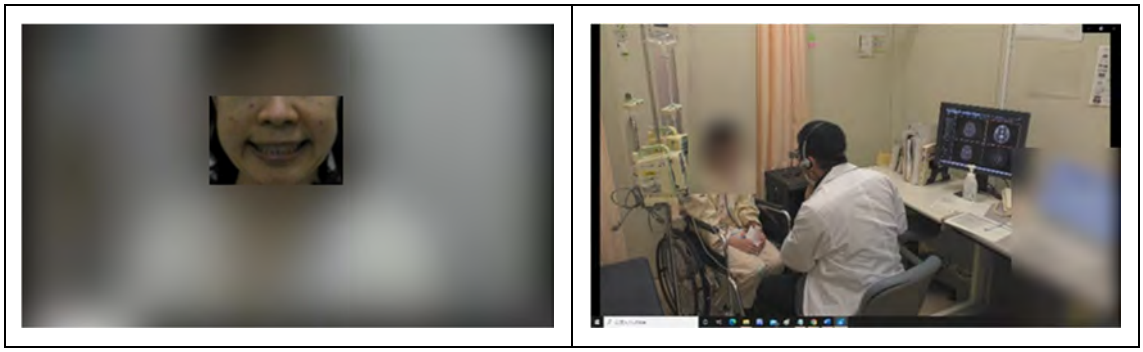


図 4.3.2.1-22　診察画像㉒（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

顔面麻痺はなかった。

➢　顔面感覚

図 4.3.2.1-23　診察画像㉓（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

顔面の感覚異常はなかった。

➢　舌

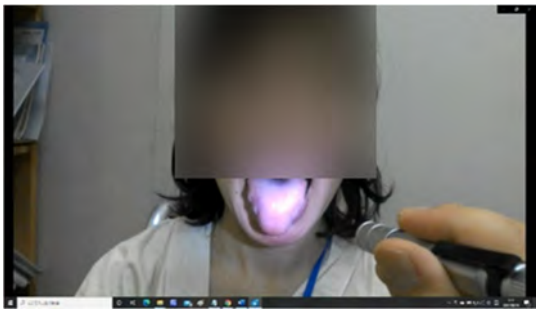


図 4.3.2.1-24　診察画像㉔（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

舌の動きに異常はなかった。

➢　上肢の外観・可動域・筋力

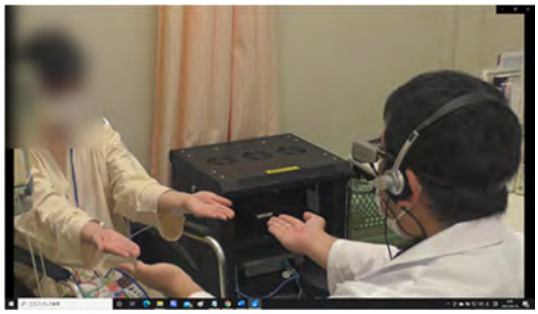
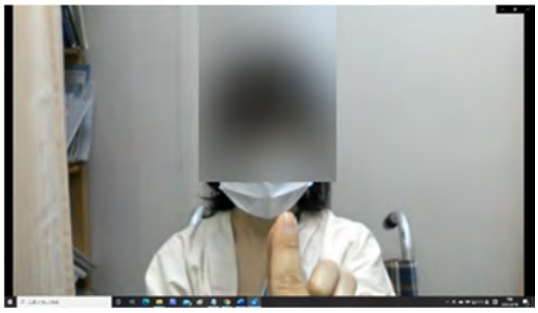


図 4.3.2.1-25　診察画像㉕（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

Barre 徴候は陰性だった。

➢　上肢の運動
（鼻指鼻試験）



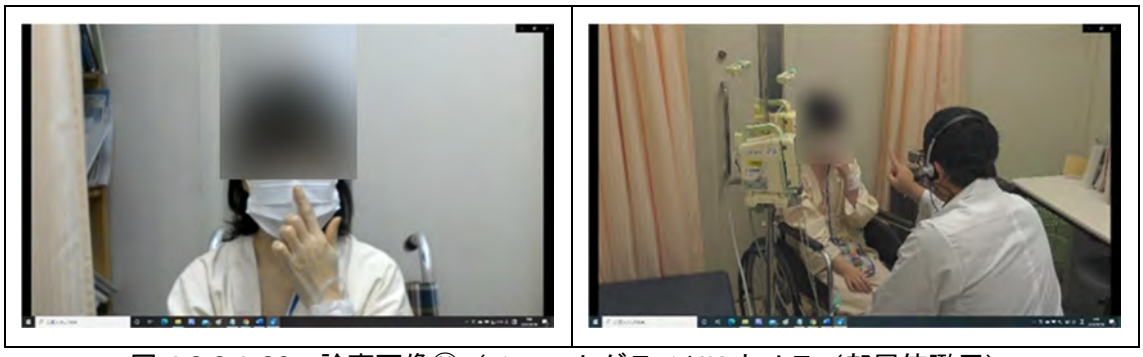


図 4.3.2.1-26　診察画像㉖（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

上肢の運動にも特に異常は見られなかった。

➢　起立（Romberg 試験[31]）

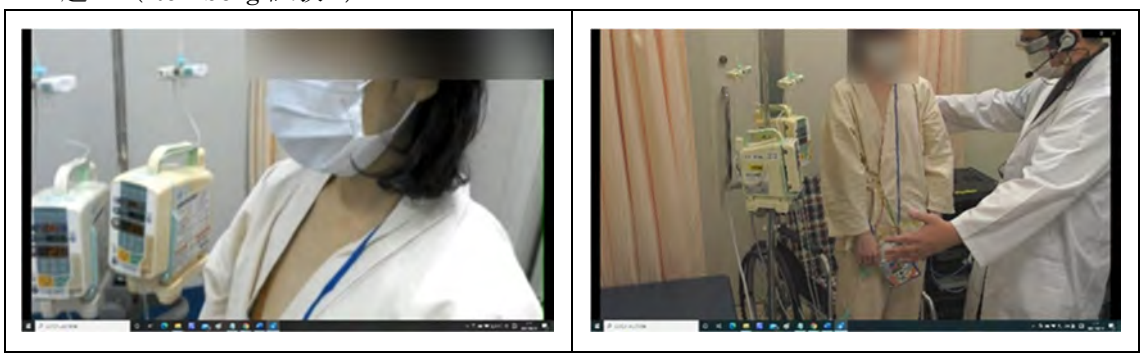


図 4.3.2.1-27　診察画像㉗（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

立ち上がりや立位保持、Romberg 試験に問題はなかった。

➢　歩行

図 4.3.2.1-28　診察画像㉘（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

通常歩行や継ぎ足歩行に異常はなかった。

[31] 脊髄後索の障害の有無を評価するための神経学的試験で、位置覚（さらに振動覚も含めた固有覚）の基本的な検査

➢　下肢可動域・筋力
（踵膝試験）

図 4.3.2.1-29　診察画像㉙（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

下肢に異常はなかった。

➢　感覚
皮膚の触診で感覚障害はなかった。

【補足：頭部 MRI】
4K カメラ（部屋俯瞰用）で頭部 MRI 画像を確認した。4K カメラ越しの頭部 MRI で左視床梗塞を十分確認できた。

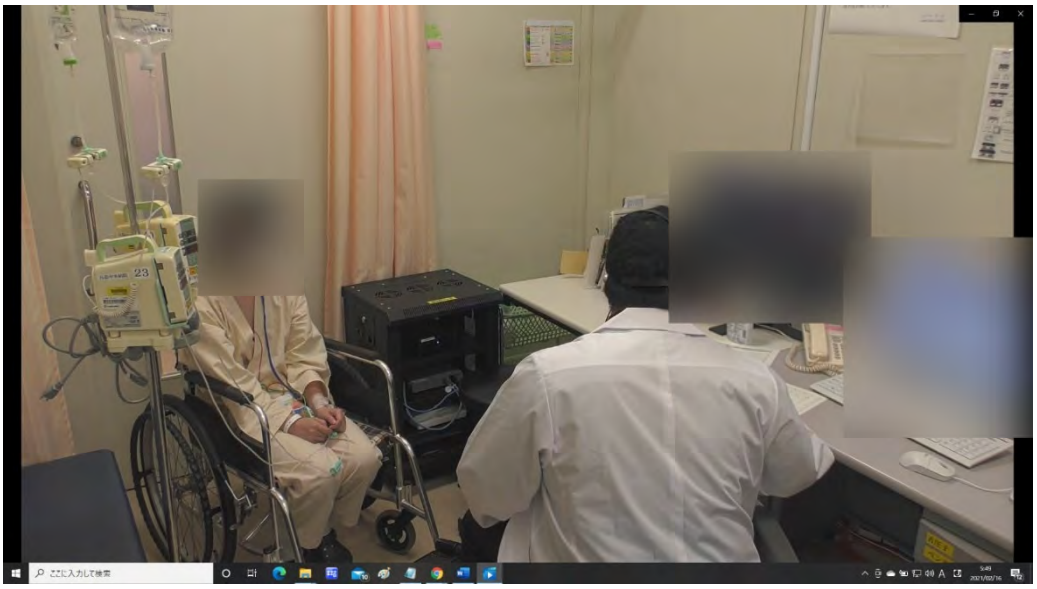


図 4.3.2.1-30　診察画像㉚（頭部 MRI 画像）

【現地内科医および遠隔専門医の診断】
診察時に異常は明らかではなかった。脳梗塞の急性期を過ぎ、症状は一過性で改善したものと考えられた。遠隔専門医にも画面越しに頭部 MRI 画像で左視床梗塞を確認できた。

【直接診察した専門医の診断】
神経診察所見には異常が認められず、臨床的には一過性脳虚血発作と考えられた。

（4）新患症例④：75 歳男性

【主　訴】
歩行障害

【現病歴】
9 年前から歩行が不安定となり、転倒するようになった。5 年前からさらに歩行障害が進行し、構音障害[32]も出現した。4 年前から杖歩行となり、長崎市内の総合病院を受診し、失調と頭部 MRI 検査の所見から脊髄小脳変性症と診断された。翌月から近医へ通院するようになり、タルチレリン[33]を内服したが無効であり中断。無治療で経過観察されていたが、構音障害がさらに増悪し本日受診となった。

【遠隔支援による診察所見】
➢　眼球運動

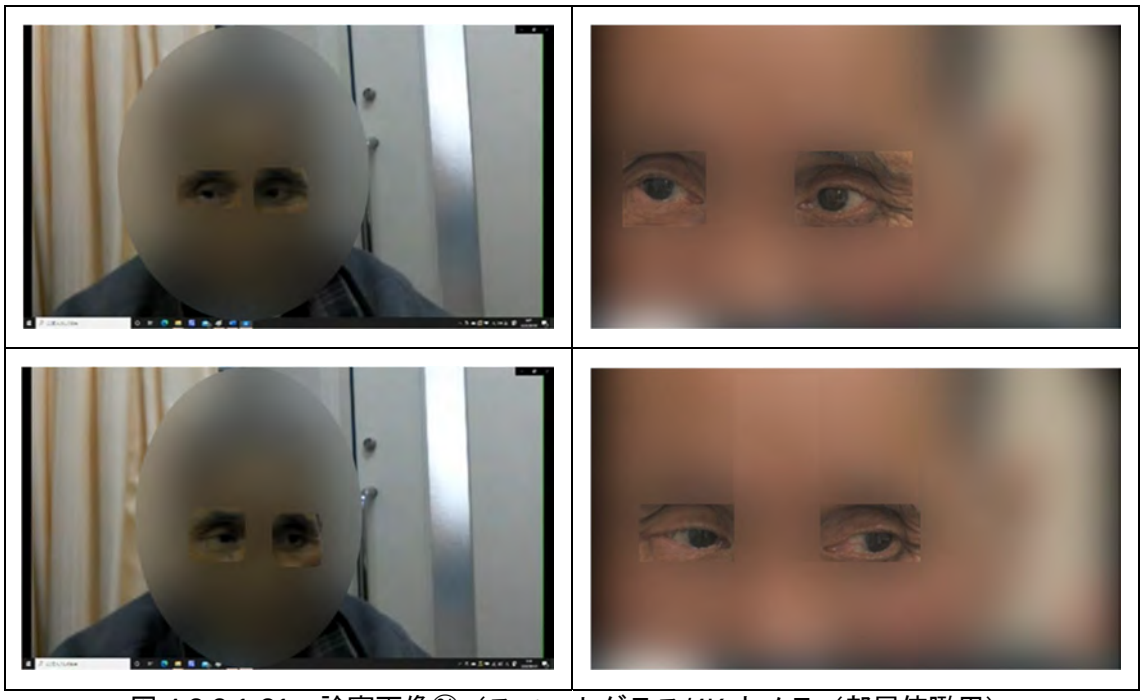


図 4.3.2.1-31　診察画像㉛（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

眼球運動の衝動性は著明であった。運動制限はなかった。

[32] 正しく発音が出来ない状態
[33] 髄小脳変性症における運動失調を改善する薬。歩行や体の動きをよくし、病状の悪化を遅らせる効果がある。

➢　上肢の運動

図 4.3.2.1-32　診察画像㉜（スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

回内・回外試験では両側で拙劣で、特に左で運動分解が著明であった。

（鼻指鼻試験）

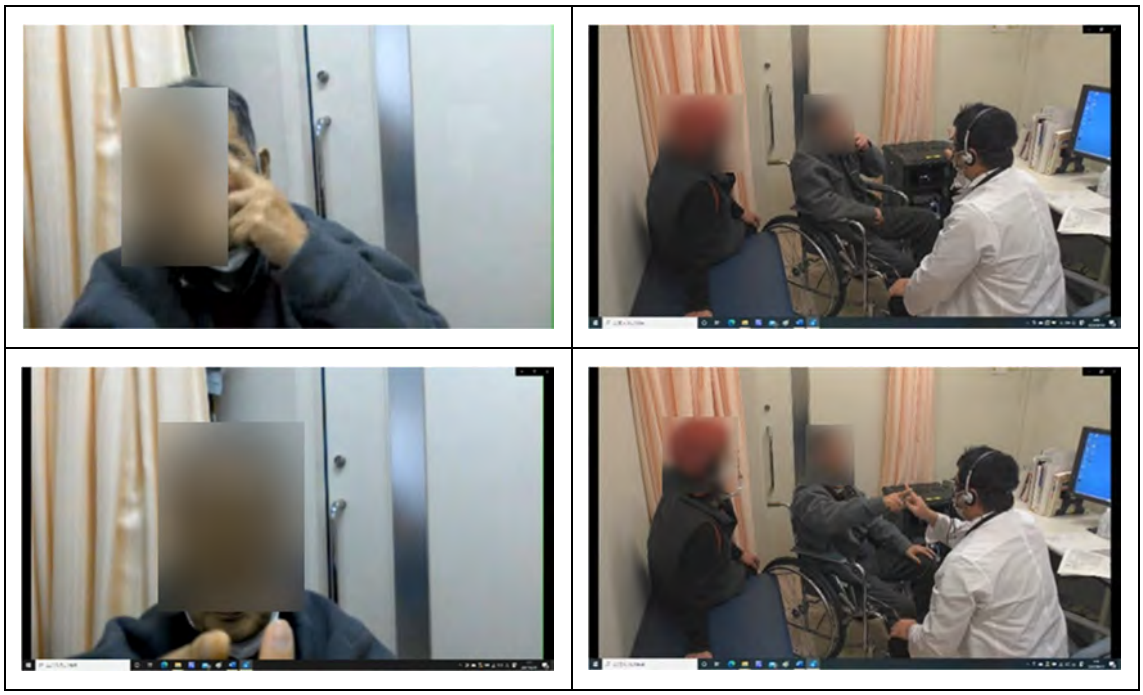


図 4.3.2.1-33　診察画像㉝スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

両側ともに拙劣で、特に左がより拙劣であった。本症例での実施時には現地内科医の手がスマートグラスの画角からほぼ外れてしまっており、本項目の診察時には現地内科医は専門医に所見が見えているか特に注意する必要がある。

➢　起立

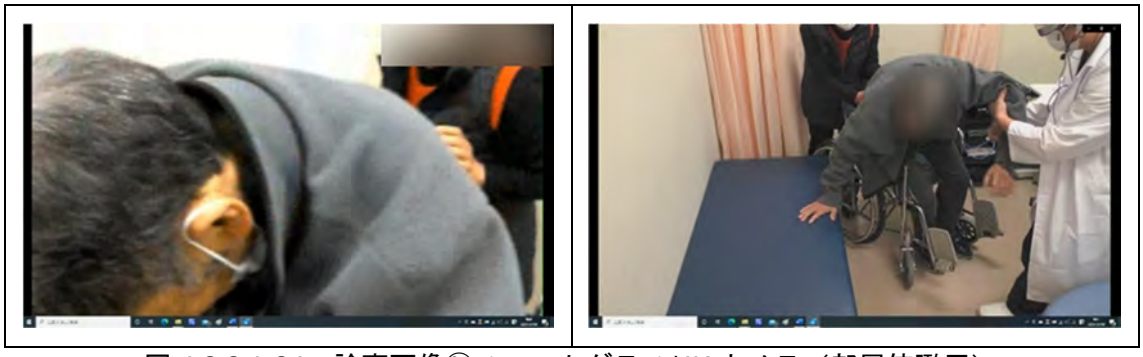


図 4.3.2.1-34　診察画像㉞スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

起立は支えなければ保持も不能であり、つま先立ちや踵立ちは不能であった。

➢　歩行

歩行は不能であった。

➢　下肢可動域・筋力

図 4.3.2.1-35　診察画像㉟スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

踵膝試験では両下肢の失調が明らかであった。4K カメラで問題なく評価できたものの、スマートグラスでは画角から足が外れてしまっており、現地の内科医は専門医から所見が見えているか注意する必要がある。

【現地内科医および遠隔専門医の診断】
四肢および体幹の失調が明らかであり、多系統萎縮症としては病歴が長く、脊髄小脳変性症が考えられた。

【直接診察した専門医の診断】
四肢および体幹の失調が明らかである。長い病歴と併せ脊髄小脳変性症と考えた。

（5）新患症例⑤：24 歳女性

【主訴】
両手の振戦

【現病歴】
高校生の頃から細かい動作中に手指が震えることに気づいていた。昨年東京の某病院に就職し、同院脳神経内科を受診し本態性振戦と診断された。アロチノロール内服[34]で症状は軽減するが、仕事中はさらにクロナゼパム[35]を追加で内服していた。
本年、五島へ転居するにあたり本日受診となった。

【遠隔支援による診察所見】
➢ 上半身の外観・姿勢・不随意運動

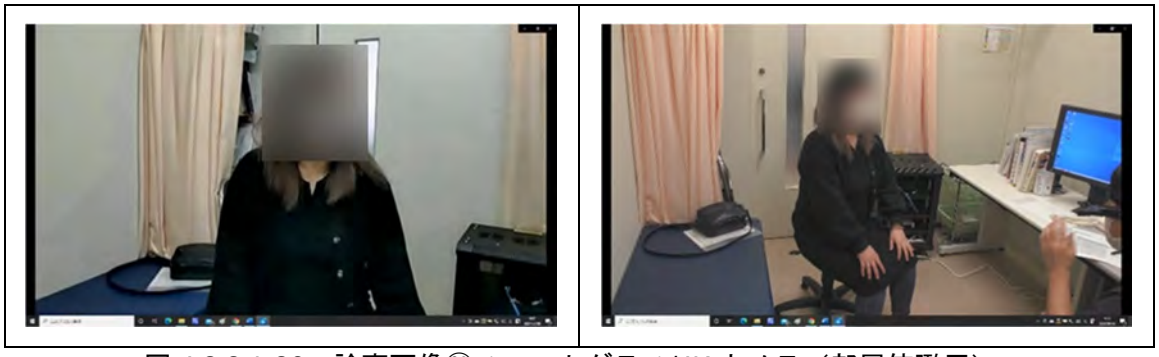


図 4.3.2.1-36　診察画像㊱スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

ストレートネックであった。

➢ 上肢の振戦

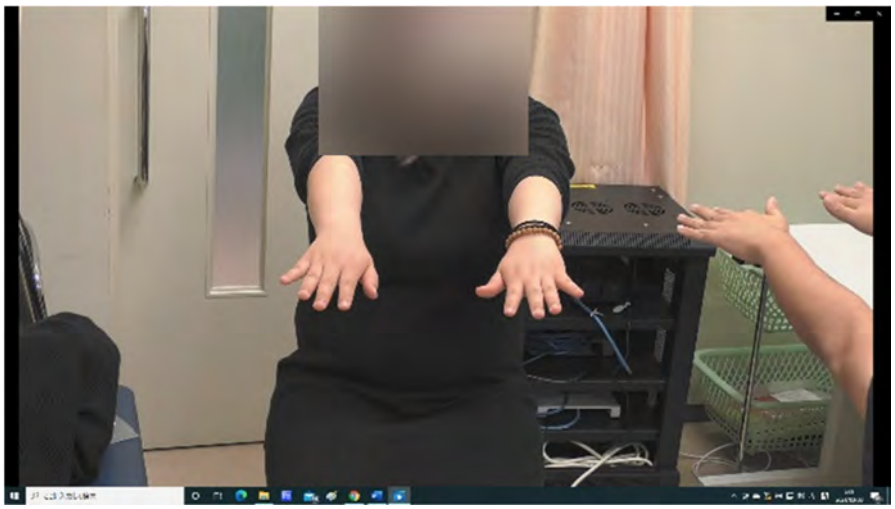


図 4.3.2.1-37　診察画像㊲スマートグラス/4K カメラ（部屋俯瞰用）

---

34 血圧を下げる薬。高血圧症のほか、狭心症や不整脈の治療に用いられる他、手のふるえを抑える効果もある。
35 てんかん発作を予防する薬。そのほか、精神・神経系の病気にも応用される。

専門医の直接診察では右優位にわずかな姿勢時振戦を認めた。遠隔診療では、振戦は指摘されなかった。4Kカメラ(部屋俯瞰用)に向けて改めて手を伸ばす姿勢をとってもらい、ズームインして観察されたが、振戦は指摘されなかった。スマートグラスが熱を持ち、画像がコマ送りとなったためしっかりとした姿勢をとったきれいな画像が撮像できず、振戦の評価ができなかった。

【現地内科医および遠隔専門医の診断】
診察時に異常は明らかではなかった。スマートグラスおよび4Kカメラ（部屋俯瞰用）で振戦は確認できなかった。スマートグラスは途中で充電が切れてしまい、最後までは使用できなかった。内服は継続されており、アロチノロールが有効である可能性が考えられ、本態性振戦が最も考えられた。

【直接診察した専門医の診断】
右上肢にわずかな姿勢時振戦を認めた。振戦は僅かで、日常生活には問題ない程度であった。アロチノロールが有効であるものと考えられる。仕事中のストレスも振戦の程度に関係している可能性はある。本態性振戦と診断した。

4.3.2.2 再診症例

（1）再診症例①：62 歳男性　脊髄小脳変性症

鼻指鼻試験では左でわずかに拙劣で、継足歩行は可能であったがやや拙劣であった。踵膝試験では両側で拙劣で、左が特に拙劣であった。

（2）再診症例②：76 歳男性　パーキンソン病

首下がりおよび腰曲がりがあり、ジスキネジア[36]が常時みられた。パーキンソン病を指摘される以前から嗅覚低下があった。回内・回外試験、指タップ試験および鼻指鼻試験では左優位の動作緩慢が明らかで、四肢に左優位の筋強剛がみられた。Pull test では後方・前方ともに突進現象がみられ、歩行はすくみがあり、小刻みであった。

（3）再診症例③：68 歳男性　パーキンソン病

ジスキネジアあり。安静時振戦や動作緩慢は診察時はなかった。筋強剛も明らかでなかった。四肢の腱反射を確かめる際、スマートグラスおよび 4K カメラからは判断困難であった。専門医の直接診察では正常と判断された。

（4）再診症例④：70 歳男性　パーキンソン病

左上肢にやや強い安静時振戦がみられた。嗅覚低下を自覚していた。回内・回外試験、指タップ試験および鼻指鼻試験で左に強い動作緩慢がみられた。

（5）再診症例⑤：71 歳男性　陳旧性脳梗塞

右上肢で軽度の安静時振戦がみられた。Barre 試験では遠隔診療では正常と判断したが、専門医の直接診察では右手で小指が離れた（第 5 指徴候）と指摘していた。

---

[36] 自分では止めらない・または止めてもすぐに出現するおかしな動きをまとめた呼び名。他の人から見ると、自分で勝手に動いているのか、止められないで困っているのか分からないような動き

（6）再診症例⑥：56 歳女性　脊髄小脳変性症

眼球運動は軽度に衝動性がみられ、注視方向性眼振も軽度認めたが、これはスマートグラスを通しての観察時には指摘できなかった。一通り診察を終え、4K カメラの方に顔を向けてもらって改めて評価した際に衝動性眼球運動と眼振を指摘できた。

回内・回外試験、指タップ試験および鼻指鼻試験はいずれも両側で拙劣で、特に左で拙劣であった。つかまって立ち上がることはできたものの、つま先立ちや踵立ちは不能で、Romberg 試験では開眼で立位保持が不能で評価できず、同様に Pull test も評価不能であった。通常歩行は杖歩行で歩隔が広く、継足歩行はできなかった。外反母趾あり。踵膝試験[37]は両側で軽度拙劣であった。

（7）再診症例⑦：72 歳女性　脊髄小脳変性症

眼球運動は衝動性が著明で、注視方向性眼振および上下方向の眼振がみられた。回内・回外試験、指タップ試験：左および鼻指鼻試験では左で明らかに拙劣で、右はわずかに拙劣であった。

立ち上がりは手すりにつかまって可能であったが、つま先立ちや踵立ちはできず、Romberg 試験では開眼の時点でふらついており、Pull test では後方突進あり支えがなければ倒れる状態であった。歩行は歩隔が広く、継足歩行はできなかった。踵膝試験は両側で拙劣で、特に左側で明らかに拙劣であった。

（8）再診症例⑧：61 歳男性　パーキンソン病

手関節・肘関節の屈曲伸展・回内・回外試験・指タップ試験・鼻指鼻試験で左優位の動作緩慢がみられた。四肢の筋トーヌスの亢進は遠隔診療ではなしと判断されたが、専門医の直接診察では左の上下肢に軽微だが筋強剛があると評価された。

（9）再診症例⑨：66 歳男性　パーキンソン病

手関節・肘関節の屈曲伸展・回内・回外試験・指タップ試験・鼻指鼻試験で左優位の動作緩慢がみられた。左上肢に軽度の筋強剛があり、すくみ足がみられた。

---

[37] 仰臥位で膝に置いた踵を脛骨に沿って下方に足関節、足背に達したら再び膝に戻す運動を繰り返し行いその正確さを検査する。

4.3.2.3 所見の一致

今回の実証における、遠隔診療と専門医の直接診察との所見の一致率を表に示す。

表 4.3.2.3　身体診察における評価項目

大項目	小項目	専門医の直接診察との一致率
1) 上半身の外観・姿勢・不随意運動	・首下がり ・項部後屈 ・腰曲がり ・体幹の傾き ・斜頸 ・振戦 ・ジスキネジア[38]等他の不随意運動	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
2) 嗅覚・視覚・聴覚	・匂い、味 ・視力 ・聞こえ方	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
3) 視野		14/14 (100%)
4) 眼瞼下垂と眼位	・眼瞼下垂 ・眼位	14/14 (100%) 14/14 (100%)
5) 瞳孔		14/14 (100%)
6) 対光反射		14/14 (100%)
7) 眼球運動		14/14 (100%)
8) 眼振		14/14 (100%)
9) 表情筋	・眉を上げる ・目をぎゅっと閉じる ・イーッと歯を見せる ・頬を膨らませる ・鼻唇溝の左右差	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
10) 顔面感覚		14/14 (100%)
11) 言語		14/14 (100%)
12) 嚥下		14/14 (100%)
13) 舌の動き		14/14 (100%)
14) 咽頭の動き		14/14 (100%)
15) 頸部の筋力	・前屈 ・後屈 ・右への回旋 ・左への回旋	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
16) 上肢の外観・可動域・筋力	・両手の萎縮・変形 ・Barre 徴候 ・バンザイ ・肘関節の屈曲伸展 ・手関節の屈曲伸展 ・手の開閉	14/14 (100%) 13/14 (93%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)

[38] 自分では止めらない・または止めてもすぐ に出現するおかしな動きの総称

17）上肢の振戦	・安静時振戦 ・姿勢時振戦 ・アステリキシス[39]	13/14 (93%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
18）上肢の運動	・回内・回外試験 ・指タップ試験 ・鼻指鼻試験 ・構成障害（狐の手・鳩の手）	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
19）上肢の筋トーヌス		12/14 (86%)
20）起立	・立ち上がり ・つま先立ち・踵立ち ・Romberg 試験 ・Pull test	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
21）歩行	・通常歩行 ・継足歩行	14/14 (100%) 14/14 (100%)
22）臥位・下肢外観	・動作緩慢 ・下肢の筋萎縮・不随意運動・変形	14/14 (100%) 14/14 (100%)
23）下肢の可動域・筋力	・股関節屈曲 ・膝関節屈曲伸展 ・足関節屈曲伸展 ・Mingazzini 試験 ・踵膝試験	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
24）腱反射・病的反射	・四肢の腱反射[40] ・Babinski 徴候[41] ・Chaddock 徴候[42]	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
25）下肢の筋トーヌス	・筋トーヌスの亢進 ・折りたたみナイフ現象[43] ・足クローヌス現象[44]	14/14 (100%) 14/14 (100%) 14/14 (100%)
26）感覚		14/14 (100%)

39 腕を伸ばしたり手を広げたりした際に、粗くゆっくりとした不規則なふるえが起こる。

40 太い骨格筋につながる腱を筋が弛緩した状態で軽く伸ばしハンマーで叩くと、一瞬遅れて筋が不随意に収縮する反射

41 脊髄を反射弓とする脊髄反射のひとつで、足裏の外側を踵から足指先にむけて針のようなものでゆっくりと強くこすり上げると、足の親指が足の甲の方にゆっくり曲がる。

42 脊髄を反射弓とする脊髄反射のひとつで、足の甲の外踝（くるぶし）の下を外側から内側へこすると、親指の背屈が誘発される。

43 四肢の関節を他動的に動かそうとすると強い抵抗が見られるが、その後抵抗が急激に弱くなる現象

44 筋肉や腱を不意に伸張した時に生じる、規則的かつ律動的に筋収縮を反復する運動

今回の検証では、スマートグラスと 4K カメラ（部屋俯瞰用）を併用することにより、筋トーヌスを除くほとんどの神経診察所見について大きな問題もなく評価できた。

眼球運動の衝動性および注視方向性眼振について、スマートグラス画像の解像度では軽度の症状をはっきり指摘できない場合があった。今回の症例では、患者に 4K カメラ（部屋俯瞰用）の方向を向いてもらって、両目をズームインして観察すると検出できた。

腱反射はスマートグラスおよび 4K カメラ（部屋俯瞰用）の映像からは判断が困難な場面があった。通信を用いて手技を説明することはできるものの、実際に手首を柔らかく使えているか、叩く部位は適切かなどはカメラ越しには判断が難しいことが明らかとなった。

筋トーヌスの評価には触診が必要であり、遠隔支援では 4K カメラ（部屋俯瞰用）を見ながら現地の医師に方法を指示することしかできず、実際のトーヌスの評価は現地の医師によるため、遠隔支援の寄与が小さく、専門医の直接診察と評価が分かれる場合があった。特に軽い筋強剛の評価は難しい。しかしながら所見が大きく食い違うことは少なく、今回の検証では診断に大きな問題は生じなかった。

4.3.2.4 患者アンケート結果と診断の整合性

【新規外来患者（新患）5 人】

表 4.3.2.4-1　身体診察における評価項目

	新患①	新患②	新患③	新患④	新患⑤
性別	女性	男性	女性	男性	女性
年齢	59	77	44	75	24
総合病院への移動手段	車	車	車	車	車
総合病院への移動時間	10～30 分	10～30 分	0～10 分	30～60 分	0～10 分
今回の印象	普通	最良	最良	最良	良
総合満足度	満足	満足	満足	満足	満足
遠隔（暫定）診断	パーキンソン病	脊髄小脳変性症	左視床梗塞	脊髄小脳変性症	本態性振戦
直接（暫定）診断	Lewy 小体型認知症	脊髄小脳変性症	左視床梗塞	脊髄小脳変性症	本態性振戦
診察所要時間	35 分	29 分	58 分	35 分	62 分

【再診患者 9 人】

表 4.3.2.4-2　身体診察における評価項目

	再診①	再診②	再診③	再診④	再診⑤
性別	男性	男性	男性	男性	男性
年齢	62	76	68	70	71
総合病院への移動手段	車	車	タクシー	車	車
総合病院への移動時間	10～30 分	10～30 分	0～10 分	10～30 分	10～30 分
今回の印象	最良	最良	最良	最良	最良
総合満足度	満足	大変満足	満足	大変満足	大変満足
診断	脊髄小脳変性症	パーキンソン病	パーキンソン病	パーキンソン病	陳旧性脳梗塞
診察所要時間	33 分	40 分	29 分	27 分	35 分

	再診⑥	再診⑦	再診⑧	再診⑨
性別	女性	女性	男性	男性
年齢	56	72	61	66
総合病院への移動手段	タクシー	車	車	車
総合病院への移動時間	10～30 分	10～30 分	0～10 分	30 分以上 1 時間未満
今回の印象	最良	最良	最良	普通
総合満足度	満足	大変満足	満足	普通
診断	脊髄小脳変性症	脊髄小脳変性症	パーキンソン病	パーキンソン病
診察所要時間	27 分	22 分	32 分	24 分

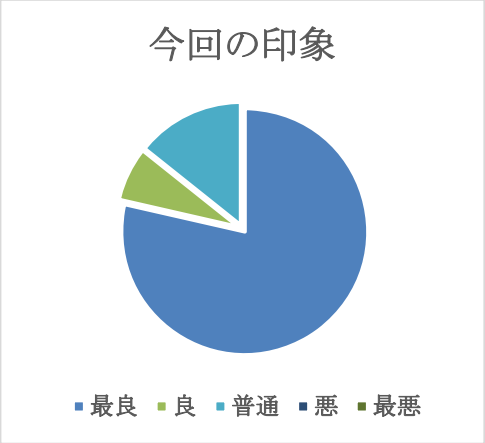


図 4.3.2.4-1

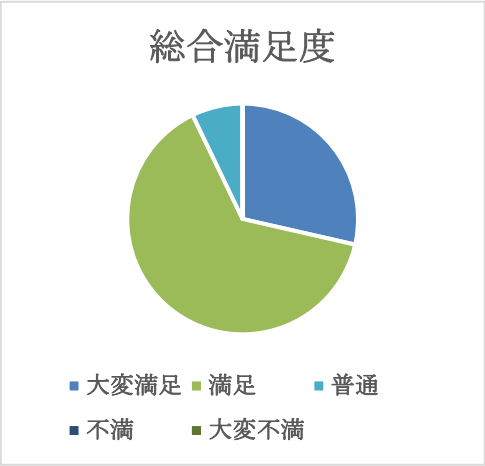


図 4.3.2.4-2

4.3.2.5 医師アンケート結果

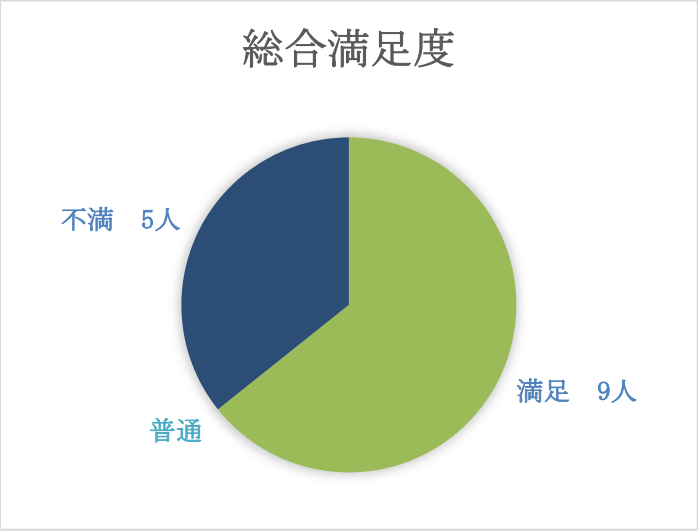


図 4.3.2.4-3

本システムにおける遠隔診療の有用性について聴取した。結果として専門医の指導による現地医の学習効果や、専門医への相談をしながら診療ができる安心感が挙げられた。患者からも今回の試みに対する満足度は高く、医師患者関係の良化にも貢献する可能性が指摘された。

一方で必ずしも今回の検証が常にスムーズに行われたわけではなく、以下のとおり、いくつかの課題も挙げられた。通信機器の設置などの準備に手間と時間がかかること、通信機器の設置のために部屋のスペースをとってしまうこと、そのために点滴台を利用している患者の診察などではスペースが狭くなり、主にスマートグラスを通した観察のための医師患者間の十分な距離をとれないことが挙げられた。

スマートグラスの問題として、バッテリーの稼働時間が短いことが挙げられ（1 時間 30 分程度）、後の患者ではスマートグラスを充電しながら診療する必要があり、コードが邪魔になったり、スマートグラスの重さと合わせ耳が痛くなったり、より疲労を自覚するという意見があった。充電しながらスマートグラスを用いると、機器が熱くなり通信の質が低下する（スマートグラスを通した画像がコマ送りのようになってしまう）ことがあった。また、スマートグラスが何かにぶつかったりすると容易に接続が切れてしまうといった指摘もあった。

ソフトの扱いの問題として、スマートグラスから聞こえる専門医の声の音量が小さく、原因（スマートグラスの OS の音量が小さく設定されていた）に気づくのに時間がかかってしまい、診療開始が遅れたことがあった。ソフトウェアの扱いについてマニュアルを作成されていたが、OS の扱いなど全ての問題に対するトラブルシューティングを記載することが困難であり、さらなる普及のための課題が明らかとなった。

4K カメラ（部屋俯瞰用）についてはスマートグラスによる観察よりも解像度が高く、拡大すると瞳孔の様子などもスマートグラスより明瞭であり、ズームアウトすると患者の全体の様子が観察できるというように、スマートグラスの弱点を補うために非常に有用であった。また頭部 MRI 画像などの画像検査についても、電子カルテを 4K カメラ（部屋俯瞰用）に写して十分に判断できるレベルで通信でき、画像を別のシステムで送信する必要が

なく診療が行えた。一方で問題点は少なく、口腔内の観察ができないなどの弱点はあるものの、このような点をスマートグラスによる観察で補うことによって、遠隔診療をよりスムーズなものにできた。

遠隔専門診療そのものに言及した意見として、専門外分野の診察のため慣れておらず時間がかかってしまうことなどが挙げられた。これに関連して、診察に時間がかかってしまうことで遠隔専門医に申し訳ない気持ちになったというコメントがあり、このような心理的ストレスが遠隔専門診療に対するハードルにならないような配慮の必要性が判明した。

4.3.3 考察

今回のローカル５Ｇを介したデバイスにおいて、4K カメラ（部屋俯瞰用）（±175°パン、－30°～90°チルト、20x ズーム）に関しては映像の解像度、通信速度、操作性において問題なかった。専門医の 4K モニタには鮮明で遅延が感じられず臨場感のある映像が映し出された。しかしながら、口腔内の観察は難しく、また医師の左斜め後ろに 1 台だけ設置する形であったため、現地医師の体で患者が見えなくなることがあった（これは反対側にもう一台設置するとによって改善されるものと考える）。一方で、スマートグラスはローカル５Ｇを介しても装着している現地の医師の頭部の動きや、患者の身体の動きの速さによっては映像がぶれ、見難い場面があった。スマートグラスを Moverio BT-350（CPU：Atom™ x5 1.44GHz Quad Core、カメラ：500 万画素）から Vuzix M4000（CPU：8 Core 2.52GHz Qualcomm XR1、カメラ：1280 万画素）に変更した場合も、静止の状態は綺麗であったが映像のぶれに変化はなかった。スマートグラスではインストールされたソフトウエアで映像の圧縮・転送を行っているために、そのソフトウエアの処理能力の影響を大きく受けると考える。しかし、スマートグラスは患者の眼球運動や口腔内など医師の目前の狭い視野を観察することに関しては有効であった。その他の映像に関しては 4K カメラ（部屋俯瞰用）だけで概ね十分であった。スマートグラスはハンズフリーなコミュニケーションツールとしては有効であったが、デバイス自体の接続方法やバッテリー残量の減少スピードが速いなど解決すべき問題があった。

今回の実証実験はローカル５Ｇの有用性に関してはデバイスや映像関連機器の性能によるところが大きかった。安全で安定した通信状態で多接続のデバイスを使用する場合にその本来の性能を発揮すると考えられたが、今回の実証実験で使用したデバイスはスマートグラスと 4K カメラ（部屋俯瞰用）、それぞれ 1 台ずつだったため、Wi-Fi 接続との違いを見出すことはできなかったのではないかと考える。今後、4K カメラ（部屋俯瞰用）を増設し、スマートグラス自体の性能を改善させることによってローカル５Ｇを介した遠隔専門医療支援は完成型になると考える。

4.4 消化器内科

4.4.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.4.1.1 実施概要

4K 内視鏡と部屋全体を見渡すフル HD カメラ（部屋俯瞰用）を用いて、高精細映像のリアルタイム送信が遅延なく可能か実証を行った。

4K 内視鏡ならびにフル HD カメラ（部屋俯瞰用）は五島中央病院の処置室に設置した。それらの映像を同時に長崎大学病院へ送信し、長崎大学病院の専門医は 4K モニタでそれらを確認しながら診察支援を実施した。なお、五島中央病院と長崎大学病院の医師同士はマイク／スピーカー等の音声機器を介してコミュニケーションをとった。

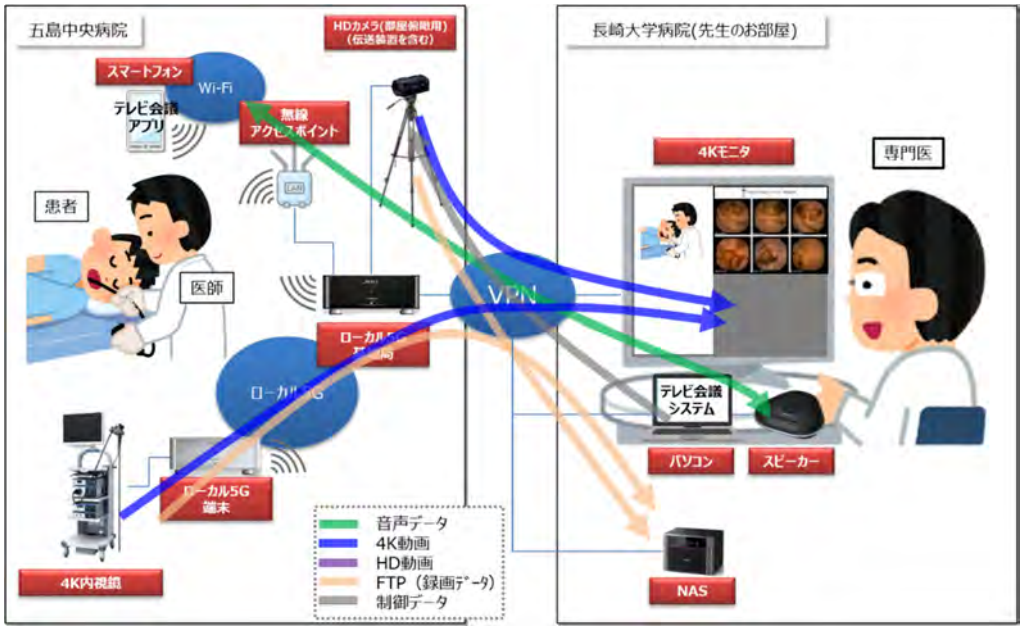


図 4.4.1.1　消化器内科実施概要図

4.4.1.2 評価・分析項目

① 内視鏡検査所見：

- 拾い上げ診断（病変の有無など）
- 質的診断（腫瘍・非腫瘍など）
- 深達度診断（癌であった場合）

② 画像・映像の状態：

- 画像の鮮明度
- 画像の乱れ
- 画像の遅延

4.4.1.3 評価・分析方法

① 映像の状態は各々実用度 5 段階評価
1. 大変悪い、2. 良くない、3. 普通、4. 良い、5. 大変良い
※大変悪い：全く実用できない、良くない：実用に難あり、普通：どちらともいえない、良い：概ね実用できる、大変良い：実用性に優れている

② 患者・医師満足度：患者・医師アンケート用紙によって評価

4.4.2 検証結果

表 4.4.2 検証結果（消化器内科）

	年齢・性別	診断名	映像の状態	患者満足度	医師満足度（大学病院側）	医師満足度（五島中央病院側）
1 症例目	85 歳・女性	胃潰瘍瘢痕	5	4	5	4
2 症例目	52 歳・男性	食道表在癌	5	5	5	5
3 症例目	74 歳・男性	萎縮性胃炎ヘリコバクターピロリ感染疑い	5	4	5	4
4 症例目	63 歳・女性	慢性胃炎ヘリコバクターピロリ除菌後	5	4	5	4

（1）症例①：85 歳女性

検査目的：胃潰瘍ヘリコバクターピロリ除菌後フォローアップ及び GERD 症状[45]精査目的
診断名:
胃潰瘍瘢痕ヘリコバクター除菌後
萎縮性胃炎
逆流性食道炎グレード M
食道裂孔ヘルニア[46]

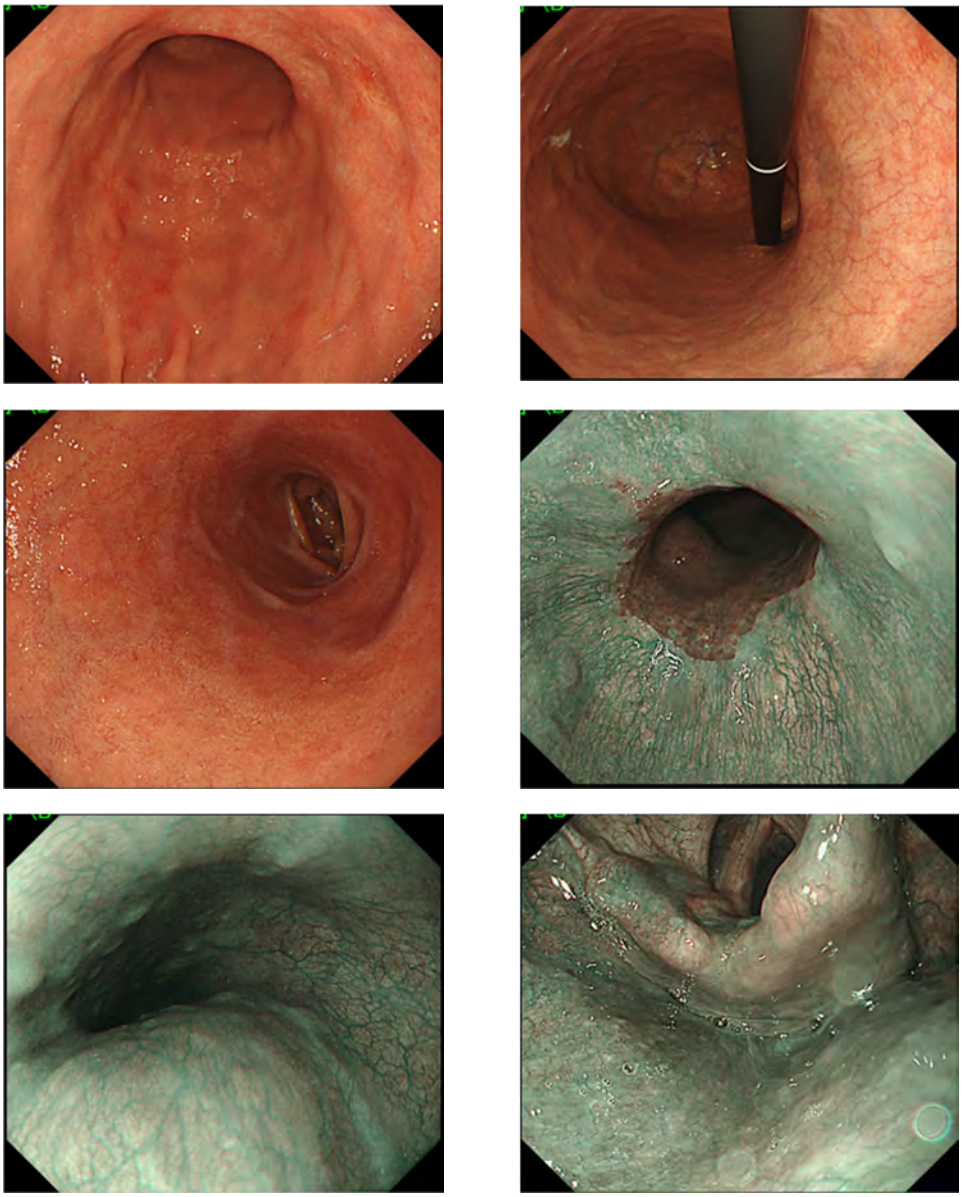
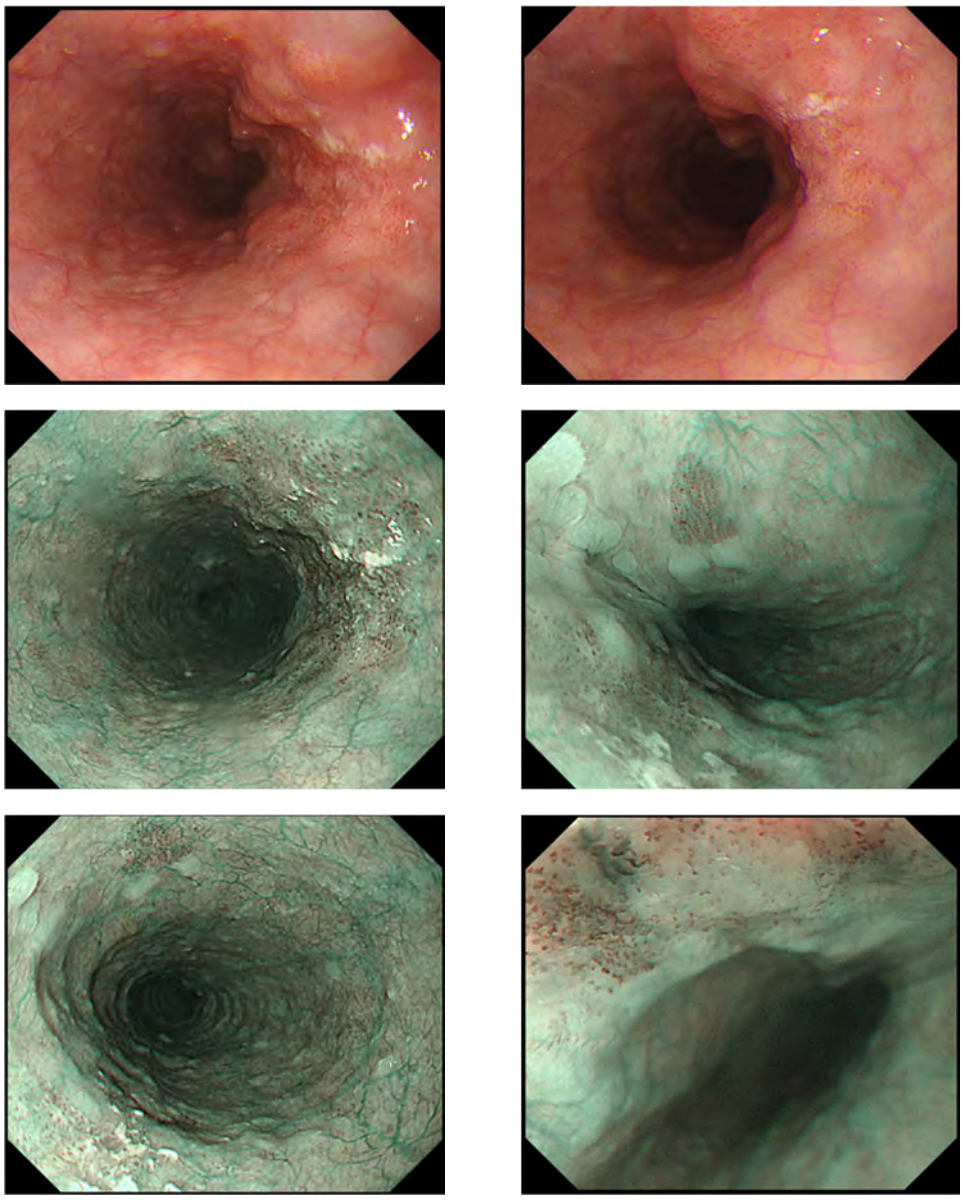


図 4.4.2-1　症例 1 の内視鏡画像（五島中央病院側）

[45] 胃食道逆流症（Gastro Esophageal Reflux Disease：GERD）とは、胃内容物が食道に逆流することにより様々な症状を訴える疾患の総称
[46] 食道裂孔から胃が飛び出し、横隔膜の上部にいってしまう症状

（2）症例②：52 歳男性

検査目的：アルコール性肝硬変に対する食道静脈瘤内視鏡治療後のフォーアップ及び食道表在癌疑いの精査目的
診断名：食道表在癌×3、食道静脈瘤[47]EVL[48]後



[47] 主に肝硬変が原因となって起こる門脈圧亢進症により、本来食道静脈へ流れるはずのない血液が、食道静脈へ流れ込み、静脈が拡張することでできる瘤のこと
[48] 内視鏡を通して緊急時（出血時）あるいは予防的に静脈瘤を治療する方法

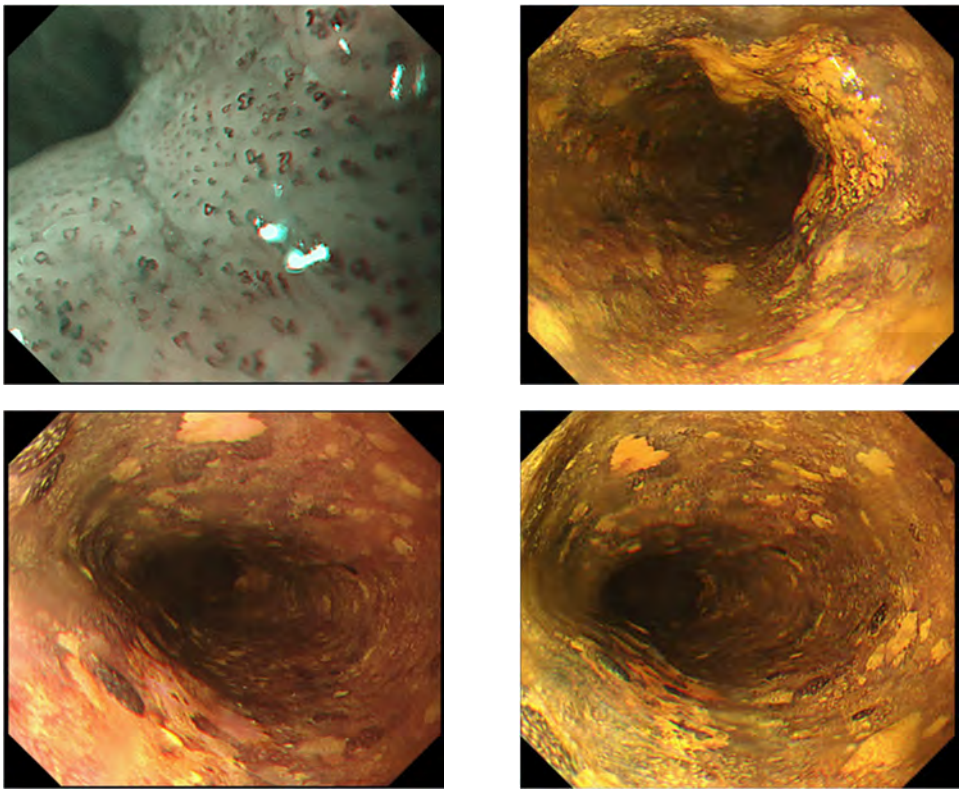


図 4.4.2-2　症例 2 の内視鏡画像（五島中央病院側）

図 4.4.2-3　症例 2 の 4K カメラ俯瞰用画像（長崎病院側）

（3）症例③：74 歳男性

検査目的：慢性胃炎フォーアップ目的
診断名：萎縮性胃炎ヘリコバクターピロリ感染疑い
バレット食道(SSBE)[49]

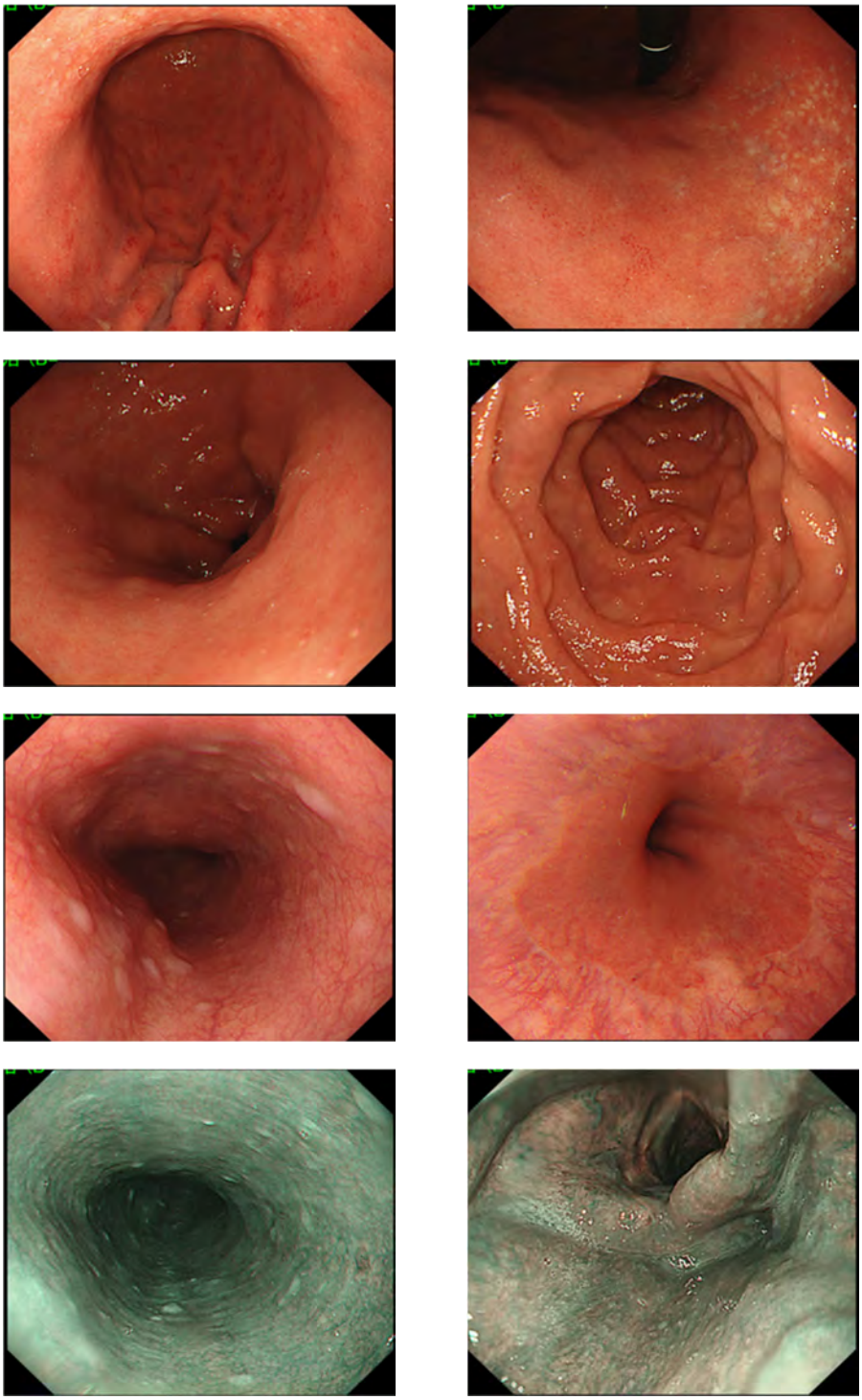


図 4.4.2-4　症例 3 の内視鏡画像（五島中央病院側）

[49] 食道下部の粘膜が、胃から連続して同じ円柱上皮に置き換えられている状態

（4）症例④：63 歳女性

検査目的：慢性胃炎ヘリコバクターピロリ除菌後のフォーアップ目的
診断名：萎縮性胃炎ヘリコバクターピロリ除菌後
十二指腸粘膜下腫瘍[50](ブルンネル腺過形成疑い)

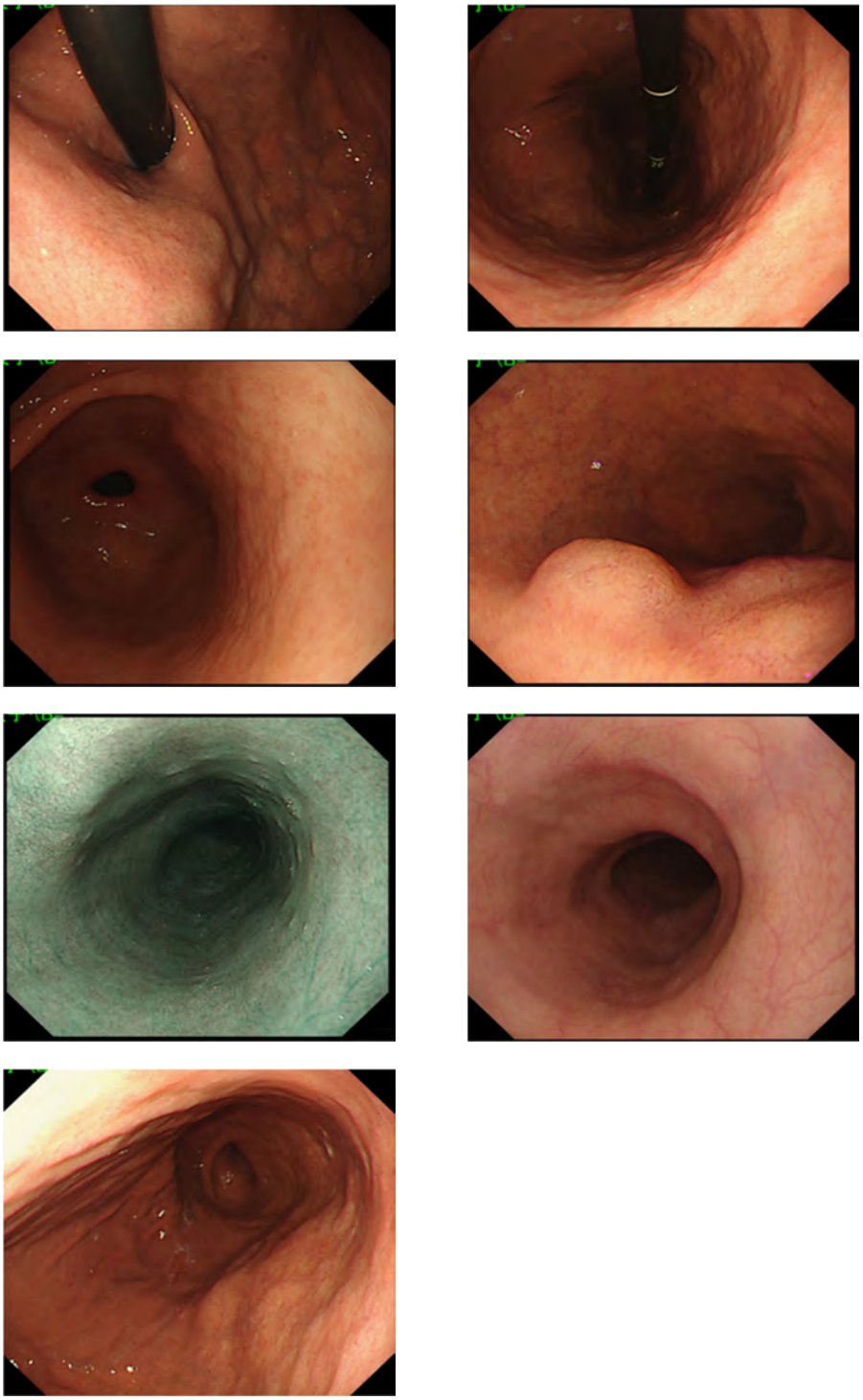


図 4.4.2-5　症例 4 の内視鏡画像（五島中央病院側）

[50] 十二指腸の粘膜よりも深い消化管壁内に存在する腫瘍のこと

4.4.3 考察

（1）長崎大学病院側

今回の実証実験では 4K 内視鏡映像等が、遠隔地で遅延なく確認でき、上記の 4 件の内視鏡診療が可能であった。

長崎大学病院側より 4K カメラ（俯瞰カメラ）を遠隔操作することで、検査中の患者の体動や血圧や酸素飽和度などの生体モニタや、医療スタッフの動きをしっかり把握することができた。また、内視鏡検査時の患者に対する適切なセデーション[51]深度などの安全管理にも非常に役に立った。

2 例目であるが、五島中央病院で検査前に 1 つの食道表在癌疑いの病変は事前に把握されていたが、大学病院側の指導医とリアルタイムの内視鏡映像を共有することで、検査中にその他、2 つの新たな食道表在癌が検出でき、内視鏡非専門医の診断補助が可能であった。

なお、システムに関しては大きさの問題はあるものの、機器の接続や設定を含めて、数分程度で可能で、通信トラブルも起こらず、負担も少なかった。

（2）五島中央病院側

現状では五島中央病院側の消化器内科の医師は内視鏡非専門医がほとんどであり、内視鏡診療のクオリティーコントロールが難しい状態となっている。

今回の実証実験により、映像、音声ともにほぼ遅延なく長崎大学病院側とリアルタイムに共有することで、長崎大学病院の消化器内視鏡指導医から直接指示を受けながら内視鏡診療の精度管理が可能であった。

システムに関してはローカル５Ｇ機器自体が大きく、さらに設置・接続には 20～30 分程度の時間を要し、他の内視鏡数を制限する必要があった。

そのため、この遠隔内視鏡診療をさらに一般化するには、システムの小型化及び接続工程の簡略化などが必要だと考える。

---

[51] 鎮静剤を投与して意識水準を下げる医療行為

4.5 皮膚科

4.5.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.5.1.1 実施概要

スマートグラス、4K カメラ（患部接写用）、ダーモスコープを用いて、皮膚科医による専門的診療を遠隔で実施し、診断精度、医療従事者・患者の負担軽減について実証を行った。

スマートグラスは五島中央病院で患者を直接観察する医師が装着し、4K カメラ（患部接写用）、ダーモスコープで患者の疾患部を観察した。それらの映像を同時に長崎大学病院へ送信し、長崎大学病院の専門医は 4K モニタでそれらを確認しながら診察支援を実施した。なお、五島中央病院と長崎大学病院の医師同士はマイク/スピーカー等の音声機器を介してコミュニケーションをとった。

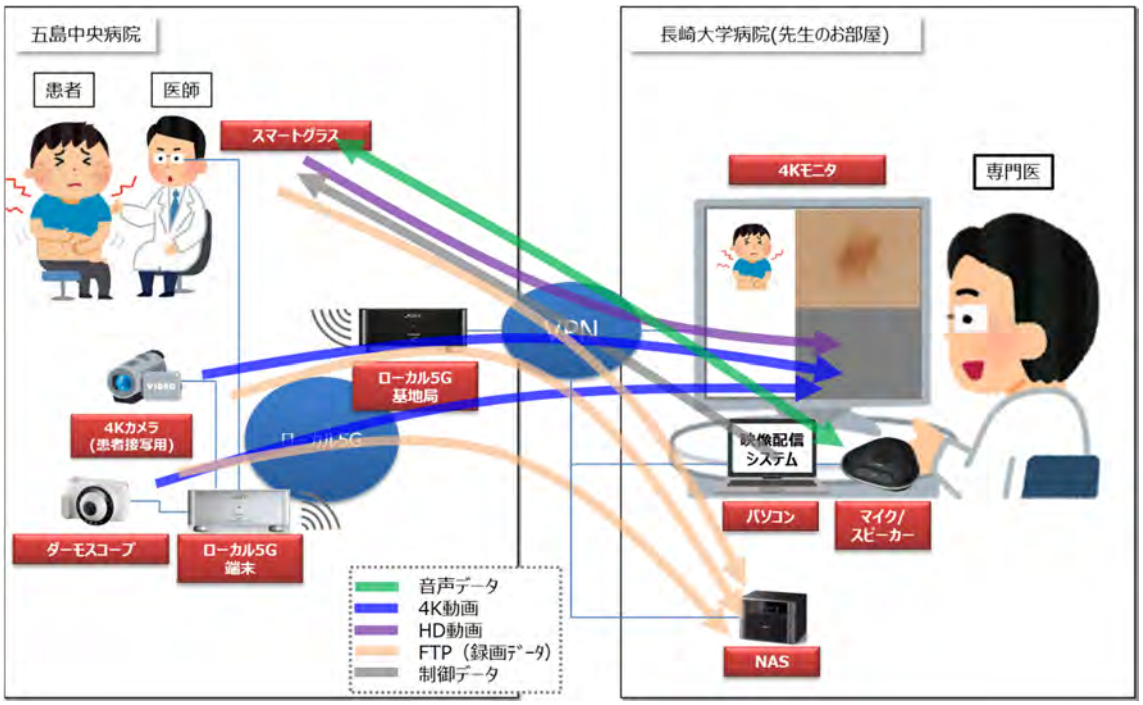


図 4.5.1.1　皮膚科実施概要図

4.5.1.2 評価・分析項目

① 炎症性皮膚疾患の場合：医師の診断と医師による皮疹重症度評価として IGA[52]（Investigator's Global Assessment）、アトピー性皮膚炎の場合、湿疹面積・重症度指数（Eczema Area and Severity Index：EASI[53]）、乾癬の場合 PASI[54]（Psoriasis Area and Severity Index）をスコアリングする。
② 腫瘍性病変の場合：医師の実地診察とダーモスコピー像[55]による鑑別疾患
③ 診察後に患者報告アウトカム[56]（Patient Reported Outcome：PRO）を自主記入で評価し、評価にはかゆみの視覚的評価スケール[57]（Visual Analog Scale：VAS）を使用した。アトピー性皮膚炎の場合 ADCT[58]（Atopic Dermatitis Control Tool）と POEM[59]（Patient-Oriented Eczema Measure）、蕁麻疹の場合 UCT[60]（Urticaria Control Test）、UAS7[61]（7Days-Urticaria Activity Score）を使用した。

＜遠隔支援側検証として＞
① 炎症性皮膚疾患の場合：ローカル５Ｇ回線を介したリアルタイム 4K 映像から皮疹重症度評価として IGA、アトピー性皮膚炎の場合 EASI、乾癬の場合 PASI をスコアリングする。
② 腫瘍性病変の場合：ダーモスコピー像による鑑別疾患
③ 患者の PRO を確認し、①のスコアリングを再考、比較する。

---

52 アトピー性皮膚炎の全身症状を重症度点数で判定する包括的重症度評価
53 世界的に頻用されているアトピー性皮膚炎評価指標の１つで、体全体の他覚的なアトピー性皮膚炎重症度を表す。
54 体の各部位における皮膚症状の重症度と面積を評価してスコア化する評価基準
55 ほくろなどの病変部に超音波検査用のジェルを塗布し、ダーモスコープ 外部リンク という特殊な拡大鏡を皮膚面に当て、皮膚に分布するメラニンという色素や毛細血管の状態を調べる検査
56 生活・健康状態・治療について，面接もしくは自記式質問票により，患者または被験者から直接得られる情報
57 患者の主観的な痛みの評価スケールで「かゆみなし」と「考えられる中で最悪のかゆみ」を両端とする直線上で自分の痛みがどのあたりかを患者さん自身で示す。
58 アトピー性皮膚炎の制御の様々な側面を評価する。
59 患者自身によるアトピー性皮膚炎の症状の評価指標の１つで、自己評価指標として世界的に推奨されている。
60 蕁麻疹の症状が、治療でどの程度コントロールできているのかを確認するためのツール
61 慢性蕁麻疹の疾患活動性の評価に用いられ、蕁麻疹の数とかゆみの各スコアの合計値を 7 日間合計した数値で評価を行う。

4.5.1.3 評価・分析方法

最終診断結果を実地・遠隔間を比較し評価する。

医師満足度：5 段階評価
5．非常に良い　4．良い　3．どちらでもない　2．悪い　1．非常に悪い

現場検証として
診察所見（画像情報）：判定内容
① 画像の診断確定への貢献度
5．非常に役立った 4．役立った 3．どちらでもない 2．役立たない 1．全く役立たない

② ダーモスコープ画像の診断への貢献度
5．非常に役立った 4．役立った 3．どちらでもない 2．役立たない 1．全く役立たない

③ リアルタイム画像の診断へのメリット
5．非常に役立った 4．役立った 3．どちらでもない 2．役立たない 1．全く役立たない

④ 支援のスムーズさ
5．非常に良好 4．良好 3．支障はない 2．不良 1．非常に不良

4.5.1.4 既存の手法との比較

我々は過去に島嶼地域における皮膚科診療を 8K による静止画像をもとにした遠隔診療の検証研究を行い、少なくとも 4K 以上の画質精度があれば診療に有益な情報になることを実証している。今回の取り組みではローカル５Ｇを介することで①診療とリアルタイムに、②静止画のみならず動画まで、③医療従事者間での会話による情報交換が可能で、④4K 映像、スマートグラス、ダーモスコープの情報を得られることが特異である。

4.5.2 課題解決システムに関する効果検証

（1）検証項目と方法

1）検証実験協力者リクルート

下図のような手順で協力者のリクルートをおこなった。

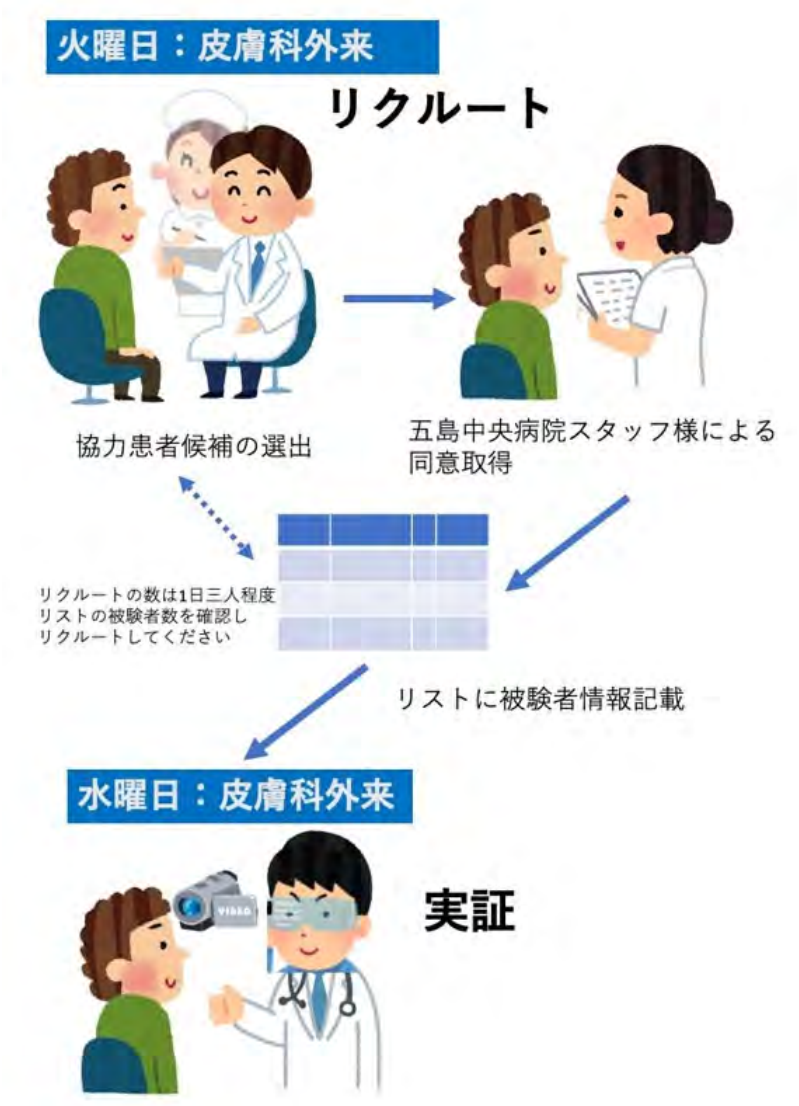


図 4.5.2-1　検証実験協力者リクルート方法

2）五島中央病院側での評価シート

以下の評価シートを作成した。

湿疹・皮膚炎被験者 （五島中央病院 医師用）

診察日 2021/ / 通し番号

ID イニシャル 年齢 性別 男性・女性

罹病期間

皮膚病変IGA(Investigator's Global Assessment)スコア

スコア	
0＝消失	皮膚炎症の兆候なし
1＝ほぼ消失	かろうじて確認できる紅斑又はごく軽度の病変の隆起（丘疹形成／浸潤）
2＝軽症	目で検知可能、薄いピンク色の紅斑、及びごく軽度の隆起（丘疹形成／浸潤）
3＝中等症	くすんだ赤色、明らかに識別可能な紅斑、明らかに認識できる隆起（丘疹形成／浸潤）、ただし広範囲でない
4＝重症	深紅／暗赤色の紅斑、著明かる広範な隆起（丘疹形成／浸潤）

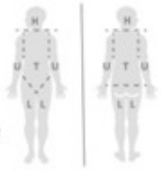
EASI(Eczema Area and Severity Index)スコア算出手順

1.身体部位を選択します。

4箇所の身体部位をそれぞれ評価します。

●頭頸部 ●上肢

●体幹（陰部を含む） ●下肢（臀部を含む）



H=頭頸部 T=体幹
U=上肢 L=下肢

2.選択した身体部位における湿疹面積を評価します。

各身体部位において湿疹が占める割合は最大100%です。右の表を用い、各身体部位において湿疹が占める割合を0から6の範囲で評価します。厳密な測定の必要はありません。

湿疹面積 %	0	1-9%	10-29%	30-49%	50-69%	70-89%	90-100%
部位スコア	0	1	2	3	4	5	6

3.選択した身体部位における徴候4つの重症度をそれぞれ評価します。

各徴候の重症度を0から3の範囲で評価します。中間の値（1.5と2.5）は使用可能ですが0.5は用いません。もし何らかの徴候があれば最低スコアは1です。

●紅斑 ●浮腫/丘疹 ●掻破痕 ●苔癬化

重症度評価の参考として、表紙裏面に各評価に関する写真図を提示しています。

なし	軽度	中等度	重度
0	1	2	3

4.評価した値を表に記録します。EASI最終スコアは0-72の範囲になります。

身体部位	紅斑	浮腫/丘疹	掻破痕	苔癬化	部位スコア	乗数	スコア
頭頸部	(+	+	+	)	×	× 0.1	
体幹	(+	+	+	)	×	× 0.3	
上肢	(+	+	+	)	×	× 0.2	
下肢	(+	+	+	)	×	× 0.4	
EASI最終スコア（4部位のスコア合計）							＿＿＿ (0-72)

図 4.5.2-2 湿疹・皮膚炎被験者評価シート（医師）

乾癬被験者 （五島中央病院　医師用）

診察日 2021/　/　　通し番号

ID　　イニシャル　　年齢　　性別 男性・女性

罹病期間

皮膚病変IGA(Investigator's Global Assessment)スコア

スコア	
0＝消失	皮膚炎症の形跡なし
1＝ほぼ消失	かろうじて確認できる紅斑又はごく軽度の病変の隆起（丘疹形成／浸潤）
2＝軽症	目で検知可能、薄いピンク色の紅斑、及びごく軽度の隆起（丘疹形成／浸潤）
3＝中等症	くすんだ赤色、明らかに識別可能な紅斑、明らかに認識できる隆起（丘疹形成／浸潤）、ただし広範囲でない
4＝重症	深紅／暗赤色の紅斑、著明かる広範な隆起（丘疹形成／浸潤）

PASIスコア

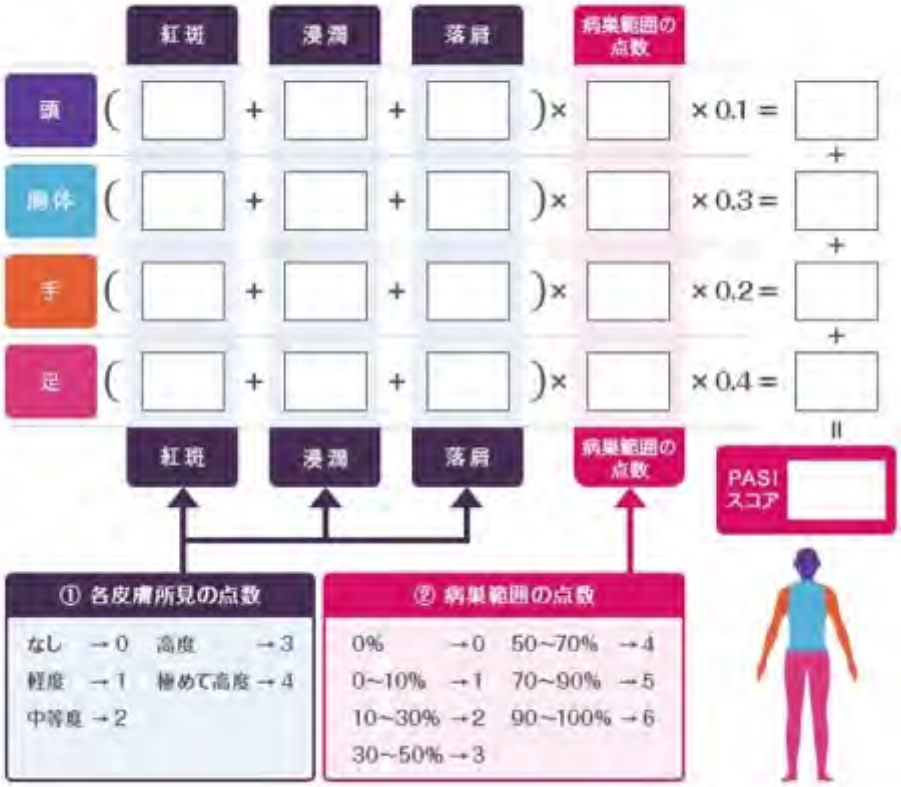


図 4.5.2-3　乾癬被験者評価シート（医師）

湿疹・皮膚炎被験者（五島中央病院　協力者様用）

今日の痒みの程度として適当な数字に○をつけてください

痒みなし　　想像できる最も強い痒み

0　1　2　3　4　5　6　7　8　9　10

該当するものを１つ丸で囲ってください。

質問	選択肢（○で囲ってください）
1.この1週間で、湿疹のために皮膚の痒みがあった日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
2.この1週間で、湿疹のために夜の睡眠が妨げられた日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
3.この1週間で、湿疹のために皮膚から出血した日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
4.この1週間で、湿疹のために皮膚がジクジク（透明な液体がにじみ出る）した日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
5.この1週間で、湿疹のために皮膚にひび割れができた日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
6.この1週間で、湿疹のために皮膚がボロボロと剥がれ落ちた日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日
7.この1週間で、湿疹のために皮膚が乾燥またはザラザラしていると感じた日は何日ありましたか？	0.なし（0日）1.1～2日　2.3～4日　3.5～6日　4.毎日

アトピー性皮膚炎のコントロール状態に関する調査票（ADCT）

アトピー性皮膚炎のコントロール状態について、以下の質問にお答えください。

1. この１週間、アトピー性皮膚炎の症状はどの程度でしたか（例えば、かゆみ、乾燥、発疹）。
   ○なし　○軽い　○中くらい　○ひどい　○かなりひどい

2. この１週間、アトピー性皮膚炎のために激しいかゆみが起こったことは何日ありましたか。
   ○全くなかった　○1～2日　○3～4日　○5～6日　○毎日

3. この１週間、アトピー性皮膚炎にどの程度悩まされましたか。
   ○全くなかった　○少し　○ある程度　○とても　○極めて

4. この１週間、アトピー性皮膚炎のためになかなか寝付けなかったり、途中で目が覚めたりすることが何晩ありましたか。
   ○全くなかった　○1～2晩　○3～4晩　○5～6晩　○毎晩

5. この１週間、アトピー性皮膚炎がどの程度日常の活動に影響しましたか。
   ○全くなかった　○少し　○ある程度　○とても　○極めて

6. この１週間、アトピー性皮膚炎がどの程度気分や感情に影響しましたか。
   ○全くなかった　○少し　○ある程度　○とても　○極めて

図 4.5.2-4　湿疹・皮膚炎被験者評価シート（協力者）

3）大学病院用評価表

以下のような評価表を作成した。

湿疹・皮膚炎被験者 （長崎大学病院　医師用）

診察日 2021/　/　　診察医 ＿＿＿＿＿＿＿＿

皮膚病変IGA(Investigator's Global Assessment)スコア

スコア		
□	0＝消失	皮膚炎症の兆候なし
□	1＝ほぼ消失	かろうじて確認できる紅斑又はごく軽度の病変の隆起（丘疹形成／浸潤）
□	2＝軽症	目で検知可能、薄いピンク色の紅斑、及びごく軽度の隆起（丘疹形成／浸潤）
□	3＝中等症	くすんだ赤色、明らかに識別可能な紅斑、明らかに認識できる隆起（丘疹形成／浸潤）、ただし広範囲でない
□	4＝重症	深紅／暗赤色の紅斑、著明かる広範な隆起（丘疹形成／浸潤）

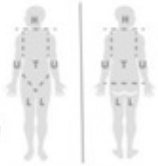
EASI(Eczema Area and Severity Index)スコア算出手順

1.身体部位を選択します。

4箇所の身体部位をそれぞれ評価します。

●頭頸部　●上肢

●体幹（陰部を含む）　●下肢（臀部を含む）



H=頭頸部 T=体幹
U=上肢 L=下肢

2.選択した身体部位における湿疹面積を評価します。

各身体部位において湿疹が占める割合は最大100%です。右の表を用い、各身体部位において湿疹が占める割合を0から6の範囲で評価します。厳密な測定の必要はありません。

湿疹面積 %	0	1-9%	10-29%	30-49%	50-69%	70-89%	90-100%
部位スコア	0	1	2	3	4	5	6

3.選択した身体部位における徴候4つの重症度をそれぞれ評価します。

各徴候の重症度を0から3の範囲で評価します。中間の値（1.5と2.5）は使用可能ですが0.5は用いません。もし何らかの徴候があれば最低スコアは1です。

●紅斑　●浮腫/丘疹　●掻破痕　●苔癬化

重症度評価の参考として、表紙裏面に各評価に関する写真図を提示しています。

なし	軽度	中等度	重度
0	1	2	3

4.評価した値を表に記録します。EASI最終スコアは0-72の範囲になります。

身体部位	紅斑	浮腫/丘疹	掻破痕	苔癬化	部位スコア	乗数	スコア
頭頸部	(　+	+	+	)	×	× 0.1	
体幹	(　+	+	+	)	×	× 0.3	
上肢	(　+	+	+	)	×	× 0.2	
下肢	(　+	+	+	)	×	× 0.4	
EASI最終スコア（4部位のスコア合計）							＿＿＿ (0-72)

図 4.5.2-5　湿疹・皮膚炎被験者評価シート（医師）

乾癬被験者 （長崎大学病院　医師用）

診察日 2021/　/　　診察医 _____

皮膚病変IGA(Investigator's Global Assessment)スコア

スコア	
□ 0＝消失	皮膚炎症の形跡なし
□ 1＝ほぼ消失	かろうじて確認できる紅斑又はごく軽度の病変の隆起（丘疹形成／浸潤）
□ 2＝軽症	目で検知可能、薄いピンク色の紅斑、及びごく軽度の隆起（丘疹形成／浸潤）
□ 3＝中等症	くすんだ赤色、明らかに識別可能な紅斑、明らかに認識できる隆起（丘疹形成／浸潤）、ただし広範囲でない
□ 4＝重症	深紅／暗赤色の紅斑、著明かる広範な隆起（丘疹形成／浸潤）

PASIスコア

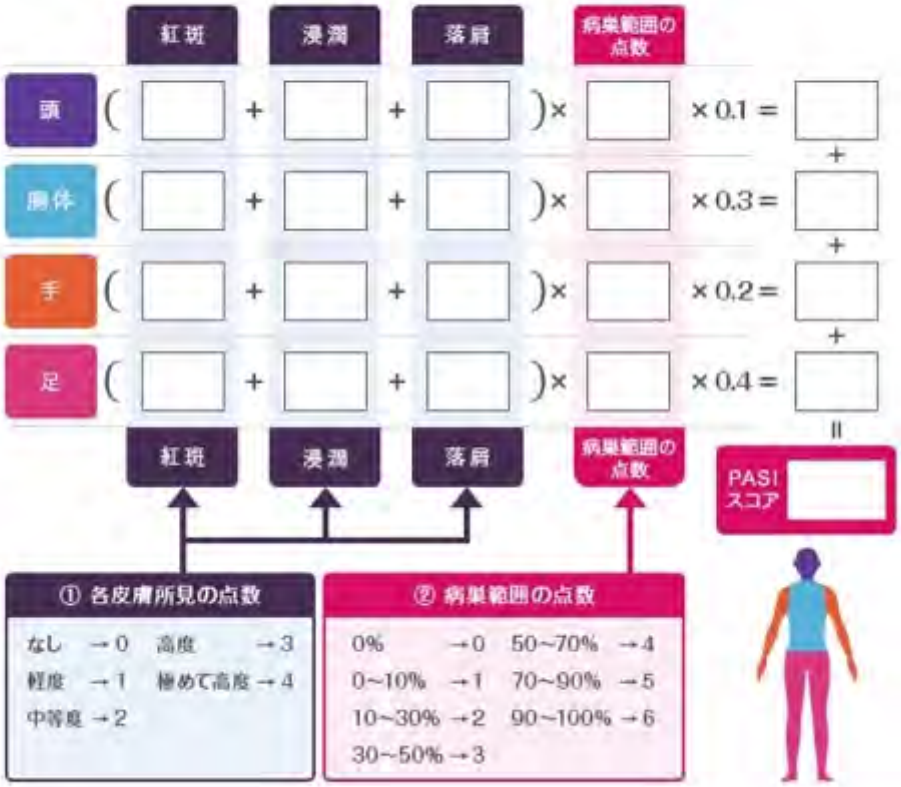


図 4.5.2-6　乾癬被験者評価シート（医師）

医師アンケート

この度はご協力いただき誠にありがとうございました。
よろしければ下記アンケートにもご協力ください。

■あなたについて

性別	□ 男性　□ 女性
年齢	□ ２０代　□ ３０代　□ ４０代　□ ５０代　□ ６０代　□ ７０歳以上
所属医療機関	□ 長崎大学病院　□ 五島中央病院
所属科	□ 脳神経内科　□ 皮膚科　□ 消化器内科　□ 左記以外（　　）

■検証について

他のシステムでオンライン診療を行っていますか	□ はい　□ いいえ
どのような疾患がオンライン診療に適していますか	自由に記載してください
本システムにおける診療の問題点	□ 通信トラブル　□ 画質　□ 通信遅延　□ フレーム数　□ コミュニケーション □ ソフトウェアの扱い　□ 準備に要する時間　□ 診療に要する時間　□ マンパワー
本システムにおける診療の有用性	□ 専門医の指導を受けられる学習効果　□ 専門医の意見が聞ける安心感 □ 患者紹介のしやすさ　□ その他（　　）
画質や遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか	□ 通信に問題はなく、通常通り診療が行える □ 通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □ 通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □ 通信に問題があり、診療の質が低下する □ 通信に問題があり、診療が行えない
今回の形式での診療の印象	良　　普　　悪
今回の診療の総合的な満足度	□ 大変満足　□ 満足　□ 普通　□ 不満　□ 大変不満

その他、ご意見・ご要望・ご感想などお聞かせください

図 4.5.2-7　検証に関するアンケート

（2）検証研究の準備と確認

令和 3 年 1 月 6 日水曜日、五島中央病院皮膚科外来と大学病院皮膚科医局に設置された機材を用いたシミュレーションを行った。
下図：五島中央病院で診療にあたる皮膚科医師。スマートグラスを装着している。画面の映像は 4K カメラで得られたもの。）

図 4.5.2-8　4K カメラの映像①

図 4.5.2-9　4K カメラの映像②

次にダーモスコープの動作確認を行った。五島中央病院側の皮膚科専門医は本機の操作に習熟しているため、五島中央病院の看護師に長崎大学病院から音声で操作指導を行いながらリアルタイムで母斑の観察を行った。（下図 2 枚はその概要）

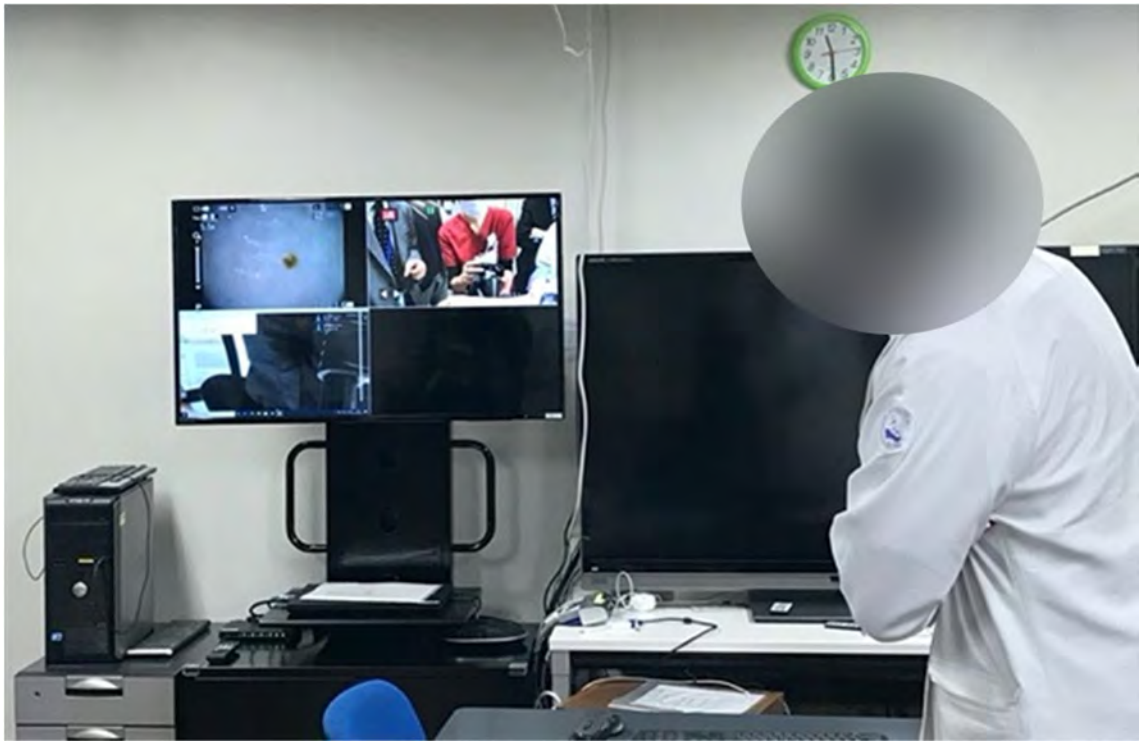


図 4.5.2-10　4K モニタ①（長崎大学病院側）

図 4.5.2-11　4K モニタ②（長崎大学病院側）

大学病院医師の口頭による指示で、母斑を的確に捉え、診断に有用な映像を得るとともに、その画像を写真記録として残すことに成功した。（下図 2 枚、上は弱拡、下は強拡）

図 4.5.2-12　ダーモスコープの映像①（長崎大学病院側）

下図のダーモスコピー強拡像は典型的な良性母斑の症状であることを診断するのに十分な情報を提供していた。

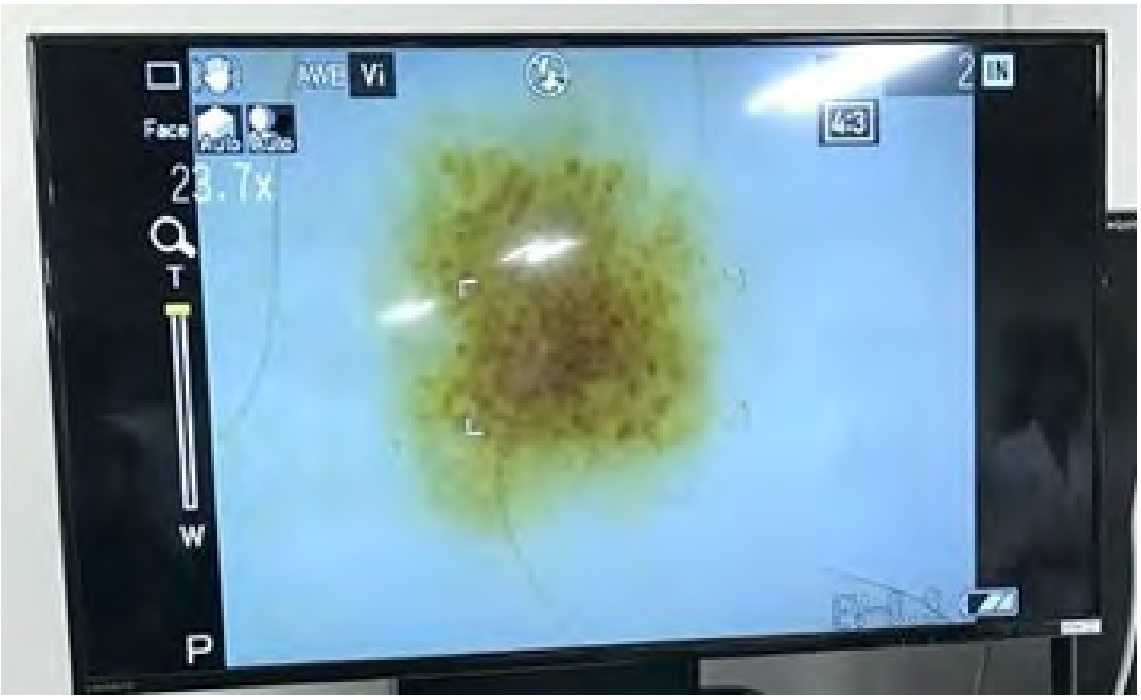


図 4.5.2-13　ダーモスコープの映像②（長崎大学病院側）

以上でシミュレーションは終了し、実用に耐えうるとの見解に至った。

4.5.3 検証結果

令和 3 年 2 月 3 日に同意の得られた協力者 2 名の評価を行った。当日の長崎大学病院皮膚科医局での状況は以下の図のとおりである。2 例とも慢性皮膚炎の症例で、症例②はアトピー性皮膚炎である。IGA と EASI の評価結果は次の通り。

表 4.5.3-1　症例①の PRO

症例 1	五島中央病院医師	大学病院医師 A	大学病院医師 B	大学病院医師 C
IGA	3	3	3	2
EASI	5.7	13.2	7.7	2.8
画質や遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか？		通信に問題はなく通常通り診療が行える	通信に問題はなく通常通り診療が行える	通信に問題はなく通常通り診療が行える
今回の形式での診療の印象		良～普通	良～普通	良～普通
今回の形式での総合的な満足度		満足	満足	大変満足
コメント		影になる部分の症状が色素沈着？紅斑？		

※今回の形式での診療の印象　満足。痒み VAS：5 点　ADCT：9 点

表 4.5.3-2　症例②の PRO

症例 2	五島中央病院医師	大学病院医師 A	大学病院医師 B	大学病院医師 C
IGA	3	2	2	2
EASI	5.2	8.1	5.2	2.2
画質や遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか？		通信に問題はなく通常通り診療が行える	通信に問題はなく通常通り診療が行える	通信に問題はなく通常通り診療が行える
今回の形式での診療の印象		良～普通	良	良～普通
今回の形式での総合的な満足度		満足	満足	満足
コメント		影になる部分が色素沈着か紅斑かの判断が難しい。無影灯が必要では。		頭皮の観察が難しい。皮膚が影になると判断しづらい。

※今回の形式での診療の印象　普通。痒み VAS：4 点　ADCT：7 点

図 4.5.3-1　長崎大学病院側の設備

協力者の下腿の皮疹の観察の様子を示す。（下図 2 つ）。下図上方は 4K カメラ（患部接写用）で撮影したもの、下方は同時に診察医の装着しているスマートグラスでリアルタイムに得られた映像である。双方を比較すると、4K カメラ（患部接写用）の映像では比較的境界明瞭な紅斑の局面と、その表面の落屑、また皮膚表面の乾燥した性状や細かな皺までが視認可能である。一方、スマートグラスの映像は皮疹を視認することができず、また皮膚表面の性状を確認することができなかった。しかし、スマートグラスを介した両施設の医師間のやりとりは非常に良好であった。特に診察する部位を決定する際や、触診の工夫等に対する指示を行うのに有効であった。

図 4.5.3-2　患部映像①（4K カメラ（患部接写用））

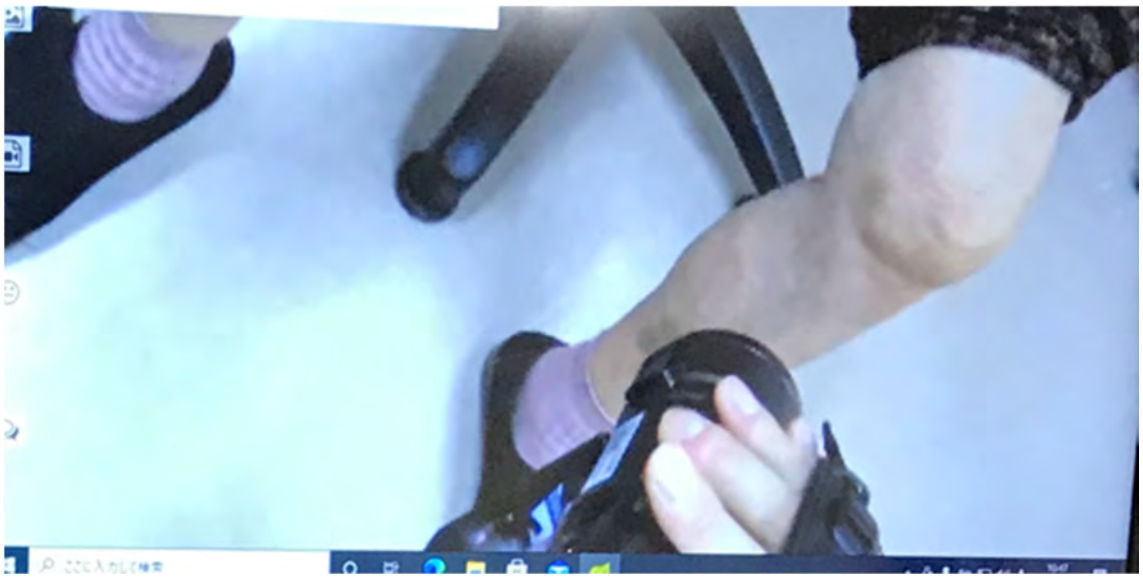


図 4.5.3-3　患部映像②（スマートグラス）

次にスマートグラスを介した医師間のコミュニケーションによって皮膚科的診療において重要な触診の指示を行い、その状態を観察することで皮疹の性状を把握できるかについて実証をおこなった。4K カメラ（患部接写用）の映像から手背には手首から末梢に浮腫、紅斑、一部苔癬化[62]を思わせる皮疹を確認できた。皮膚の浸潤の強さを確認するために、長崎大学病院皮膚科医局の皮膚科専門医から、五島中央病院皮膚科専門医に対して手背～手首にかけての皮疹を摘んでみるよう指示。疼痛を伴わない程度につまんだ。その動画を確認したところ、皮膚は軽度の浸潤を伴う紅斑であることが確認され、その見解は双方の医師間で相違なかった。

図 4.5.3-4　患部映像③（4K カメラ（患部接写用））

図 4.5.3-5　患部映像④（4K カメラ（患部接写用））

[62] 皮膚の状態をあらわす皮膚科用語で、皮膚が象のように固くゴワゴワになる状態

以上の検証結果の進捗から、皮膚科領域の遠隔診療では少なくとも 4K のイメージが有用であることがわかった、また、4K カメラ（患部接写用）はスマートグラスを介した情報交換コマンドにより的確に病変部から診断に必要な情報収集を引き出せることがわかった。今後は炎症疾患や皮膚腫瘍にも視野を広げ、協力者のリクルートを継続してく予定である。

4.5.4 考察

4K カメラ（患部接写用）で撮像された映像は診断に必要な情報を提供としており、診察に関わった 4 名の皮膚科専門医全員が今回の診療の総合的満足度を「満足」と答えた。リアルタイムで実地医師と遠隔医師が相互にコミュニケーションをとり、触診の結果を言葉の表現に加え映像で確認できることで炎症の強さを予測することができた。

一方で課題も明白となった。4K 映像によって撮像された皮膚表面の影は色調変化なのか、影なのか、わからないことがあったため、無影灯があればより丁寧な観察が可能になると考える。

皮膚科診療は病変を肉眼で視認できるとともに直接触診できるという特異性をもつ。この特徴はオンラインの診療に適している。炎症の長期化した皮膚病変、炎症の深度の深い病変では皮膚が硬化し、それぞれ皮膚を摘むことによる触診上の所見が判別に有用である。ローカル５Ｇを用いることで遅延なく高画質の動画を確認できるため、画像に加え触診の結果を視認できることでより精度の高い診断や評価を可能にするだろう。

診断確定に病理所見が有用であることはいうまでもない。現在、「切らない生検：光生検」と呼ばれる、組織の自家蛍光を応用した特殊なカメラによる非侵襲的な病理診断が試みられつつある。ローカル５Ｇの大容量、高速通信技術はこれら光生検による病理所見の転送に有効であると考える。

4.6 外科（模擬手術）

4.6.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.6.1.1 実施概要

（1）目的

外科手術領域でのローカル５Ｇシステムの活用法について、遠隔手術支援としての可能性を検討するため、ドライラボ（トレーニング用模擬臓器）を用いた模擬手術にて検証を行うことを目的とした。

（2）方法

模擬臓器を用いて、臓器の見え方、遅延の有無、遠隔地からの指示およびその効果、コミュニケーションの質について検証を行った。4K カメラ（部屋俯瞰用）および 4K/フル HD 内視鏡は五島中央病院の手術室に設置した。それらの映像を同時に長崎大学病院へ送信し、長崎大学病院の専門医は 4K モニタでそれらを確認しながら診察支援を実施した。なお、五島中央病院と長崎大学病院の医師同士はマイク/スピーカー等の音声機器を介してコミュニケーションをとった。

1）模擬臓器

① 模擬体躯として、既存の胸部および腹部鏡視下手術練習用模型を用いた。
② 臓器では、ブタ臓器（気道/食道/胃）およびドライラボ用模擬胆嚢および肺を用いた。

2）手術方法

① 腹腔鏡下胆のう摘出術
② 胸腔鏡下肺葉摘出術
③ ブタ摘出臓器による胃壁、気管の縫合

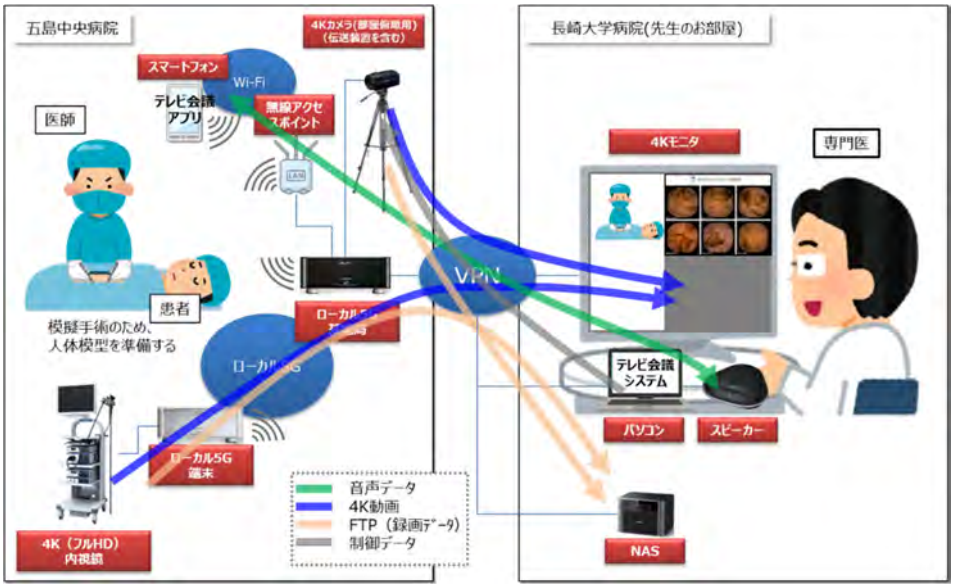


図 4.6.1.1　外科（模擬手術）実施概要図

4.6.1.2 評価・分析項目

① 接続の容易さ：接続に要する労力の評価を医師の満足度で評価
② 画像の鮮明度：ブタ臓器における筋繊維、筋膜など手術に必要な解剖が認識可能かどうか、模擬臓器による解剖の確認が可能かどうかの評価
③ 画像の乱れ：手術室という特殊な環境での評価、周囲の人の動きにおける評価
④ 手術支援の実現性、有用性の評価：音声および画像による手術支援のスムーズさを評価するとともに音声の明瞭さ、遅延の程度、解剖の認識、手術器具の状況の把握を行った。また、手術経験のない研修医および若手外科医による手術を遠隔で指示を行い、手術を完遂できるかどうかの評価を行った。

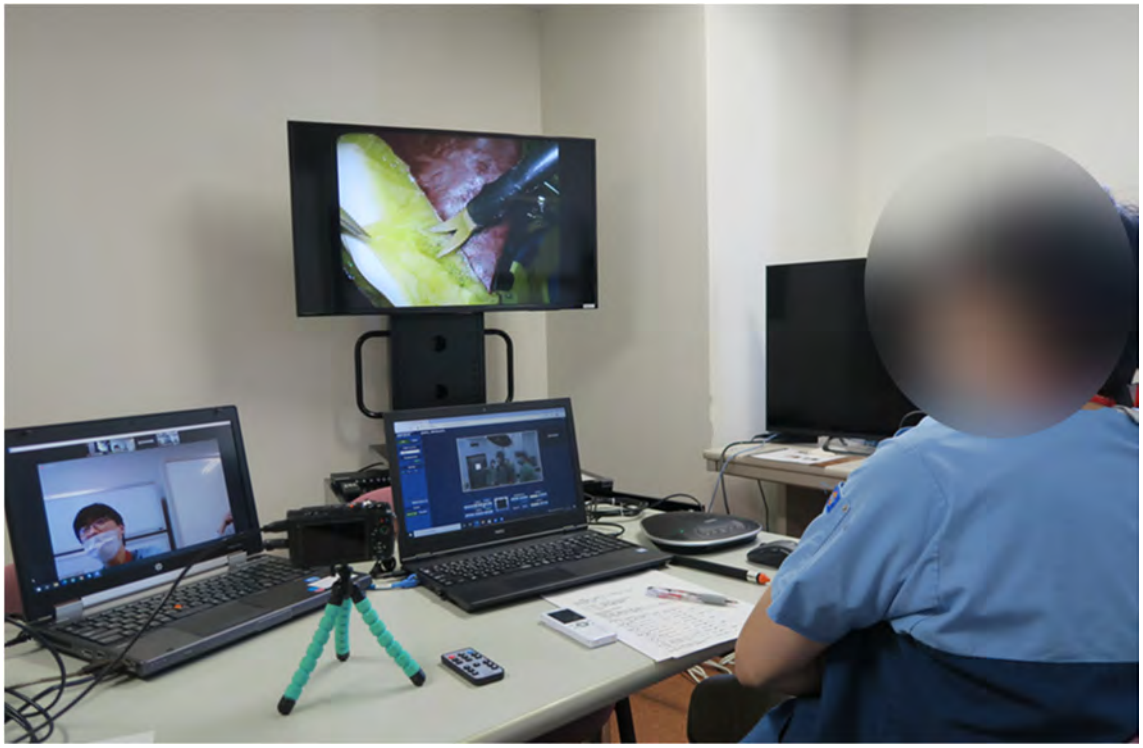


図 4.6.1.2-1　外科（模擬手術）実施システム：遠隔支援側

図 4.6.1.2-2　外科（手術）実施システム：実証実験側

4.6.1.3 評価・分析方法

① 遠隔支援側検証として

各々実用度 5 段階評価

a.　画像の鮮明度

b.　画像の乱れ

a.　画像の遅延

b.　支援のスムーズさ

c.　施行医との意思疎通のやりやすさ

d.　医師満足度

e.　最終診断

② 現場検証として

各々実用度 5 段階評価

a.　遠隔支援側との意思疎通のやりやすさ

b.　医師満足度

c.　最終診断

4.6.2 検証結果

（1）接続の容易さ

① 検証実験側（長崎大学病院）

4K モニタを装着した検証システムは、移動型であり、本体コンセントおよび LAN ケーブルの接続のみで使用可能であった。したがって、医師側の接続に対する満足度は非常に高かった。

② 実証実験側（五島中央病院）

内視鏡システムとの接続、4K カメラ（俯瞰用）、相互通信用パソコンを接続する必要があり、少し慣れを要した。しかし、実臨床における使用では、十分に対応可能であると評価した。

（2）画像の鮮明度

① ブタ臓器における筋繊維、筋膜の認識は十分に可能であり、手術支援における遠隔支援側における支障はないと評価した。
② 模擬臓器の解剖の認識についても、十分に可能であり、手術支援における遠隔支援側における支障はないと評価した。

図 4.6.2-1　豚食道、胃、気管支組織外観

図 4.6.2-2　胃の粘膜層、漿膜[63]筋層の差異

[63] 中皮である腹膜、胸膜、心膜などの内面や内臓器官の表面をおおう薄い半透明の膜

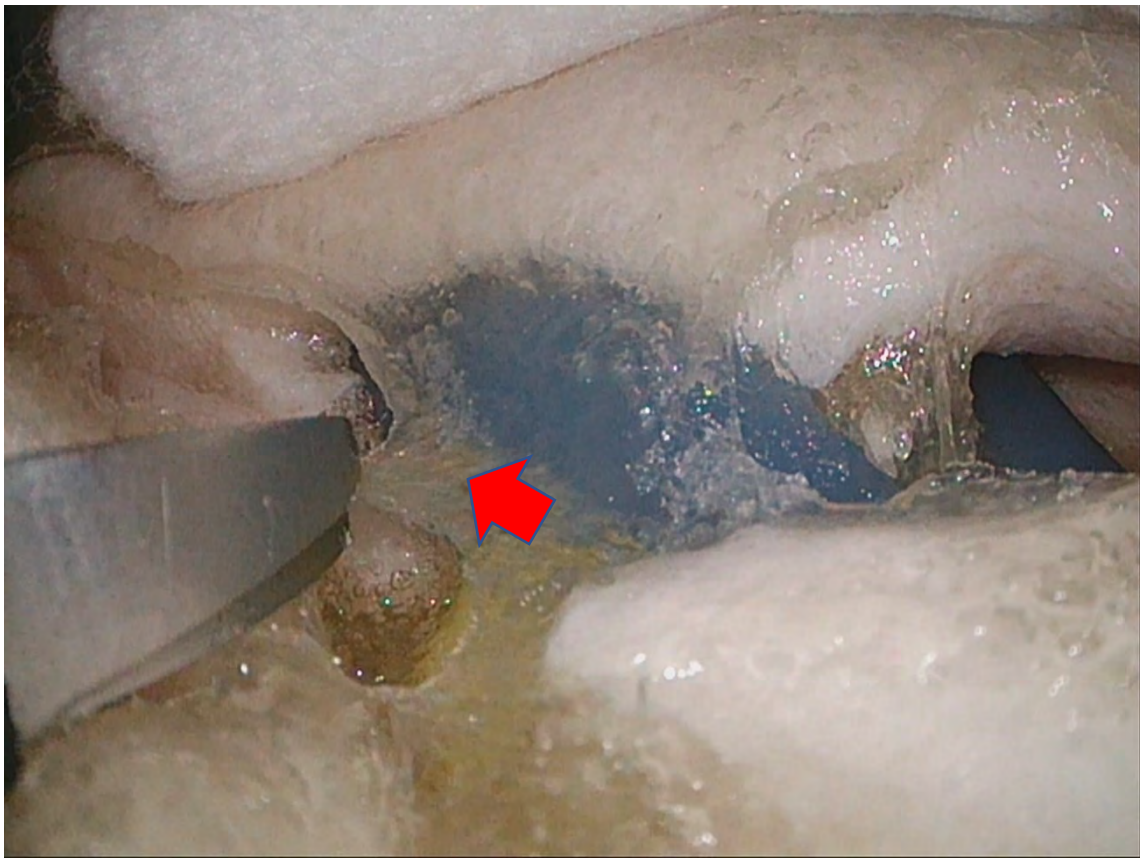


図 4.6.2-3　模擬肺血管周囲の膜構造（矢印）

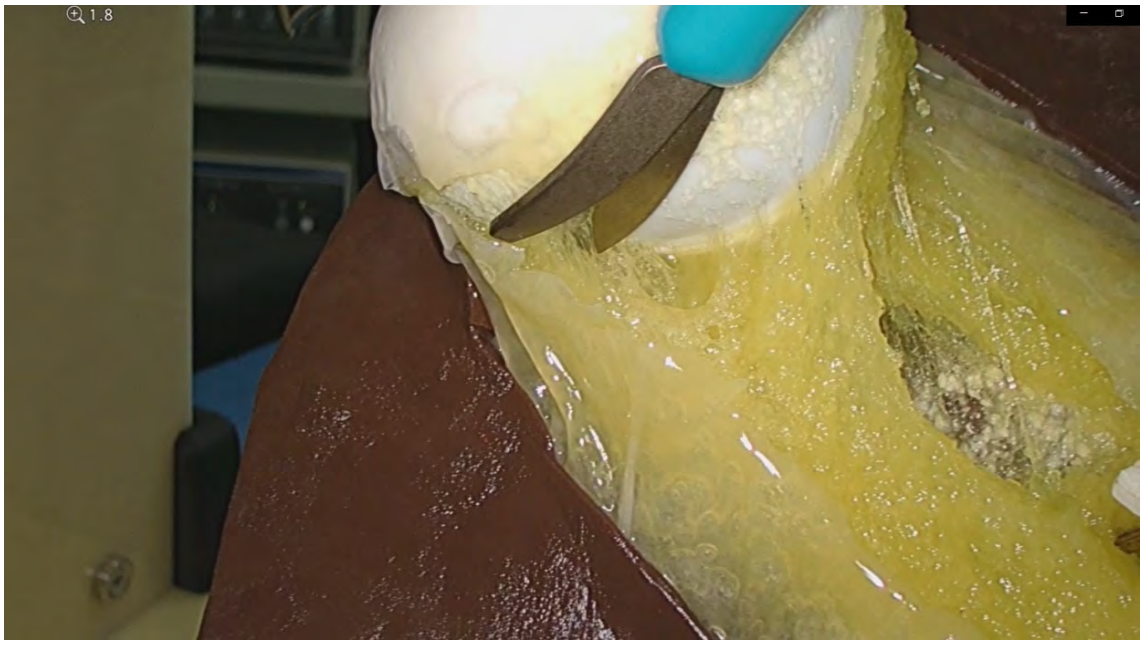


図 4.6.2-4　模擬胆嚢と周囲脂肪組織の境目確認（4K カメラ）

（3）画像の乱れ

手術室という特殊な環境下での評価、周囲の人の動きにおける評価を実施したが、画像の乱れは見られなかった。ただし、数回のみ、動画の停止、音声の途絶がみられた。原因は、実証実験側（五島中央病院）において、ローカル５Ｇ基地局と端末の間に人の往来がある場合であった。したがって、ローカル５Ｇにおいて基地局と端末間には障害がないことが必要となる。

（4）手術支援の実現性、有用性の評価

音声および画像による手術支援の実現性、有用性を評価した。

1）遠隔指導システム

通信機器の操作性、通信の遅延などの遠隔指導への影響度について検証した。通信機器の操作性は簡便であり、遠隔でカメラを操作するなどローカル５Ｇの利便性を享受できた。また、音声も明瞭であり、遅延も１秒未満と十分に手術指導に耐えうるものであった。

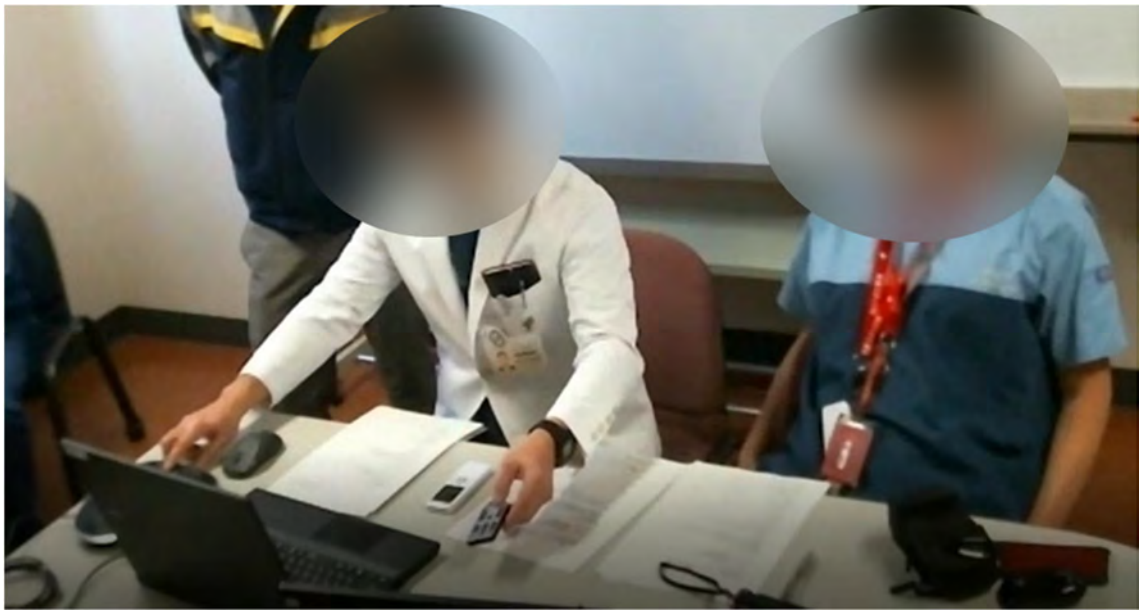


図 4.6.2-5　遠隔指導医による手元のパソコンでのカメラ位置変更

図 4.6.2-6　モニタ映像（遠隔支援側）
（奥の 4K モニタで術野を見ながら手元のパソコンでカメラ位置の調整を行う）

2）模擬臓器（肺）を用いた胸腔鏡下手術による検証

遠隔手術指導を念頭に置いた模擬手術を施行した。肺葉切除未経験の消化器外科医を術者とし、遠隔指導に沿って手術を遂行した。指導医の顔が確認できないこと以外は、順調であり、肺葉切除術を完遂することができた。途中、映像は明瞭であり、解剖がはっきりと遠隔地より認識ができたため、詳細なところまで的確に指導することが可能であった。その指導にしたがって、適切な手術を施行することが可能であり、外科医としての経験があれば、専門分野が違う手術においても適切に手術ができるくらい、手術のトレーニング、指導環境として有用であることが証明できた。

図 4.6.2-7　胸部操作術野外観

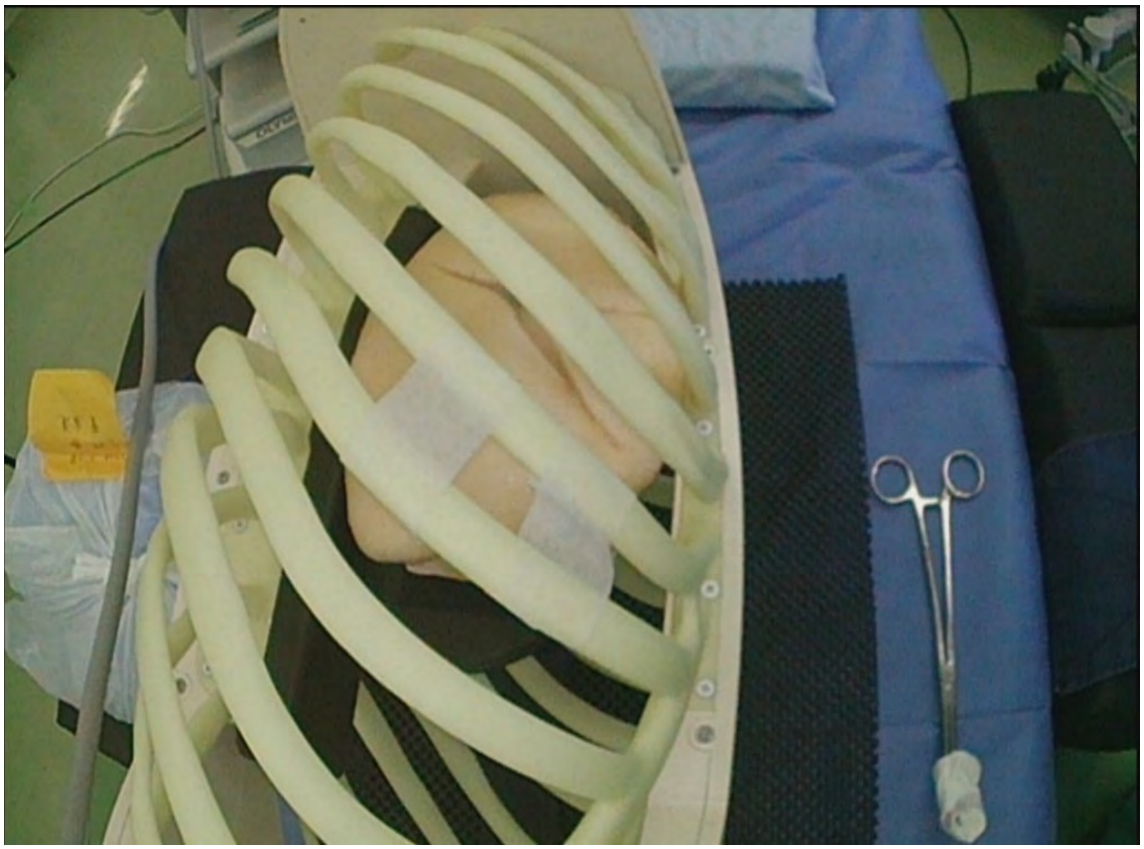


図 4.6.2-8　胸部操作用模擬臓器外観
（模擬胸腔モデルの肋骨の間から器具を挿入し操作を行う）

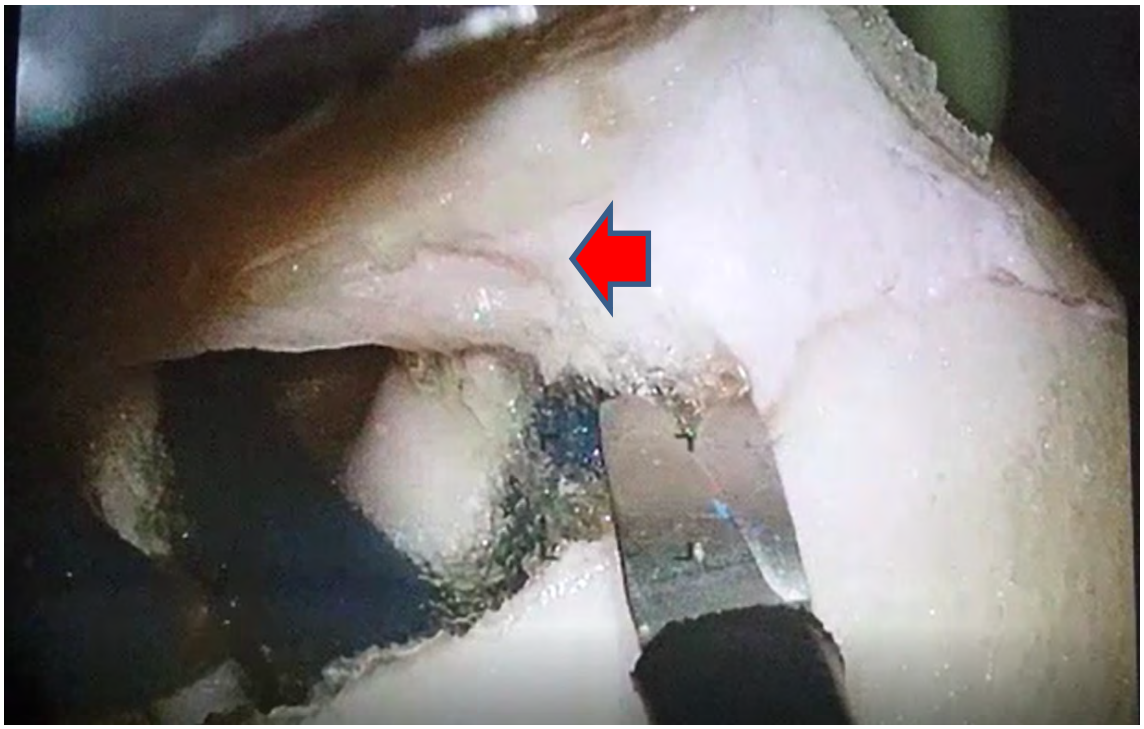


図 4.6.2-9　模擬肺実質損傷部確認（矢印）

3）模擬臓器（胆嚢）を用いた腹腔鏡下手術による検証（フル HD 内視鏡）

遠隔手術指導を念頭に置いた模擬手術を施行した。胆嚢切除術未経験の研修医を術者とし、指導に沿って手術を遂行できるかを検討した。模擬手術は順調に推移し、胆嚢切除術を完遂することができた。途中の映像は明瞭であり、解剖がはっきりと遠隔地より認識ができたため、詳細なところまで的確に指導することが可能であった。指導にしたがって、適切な手術を施行することが可能であり、外科医としての経験があれば、専門分野が違う手術においても適切に手術ができるくらい、手術のトレーニング、指導環境として有用であることが証明できた。

4）模擬臓器（胆嚢）を用いた腹腔鏡下手術による検証（4K 内視鏡）

遠隔手術指導を念頭に置いた模擬手術を施行した。胆嚢切除術未経験の研修医を術者とし、指導に沿って手術を遂行できるかを検討した。模擬手術は順調に推移し、胆嚢切除術を完遂することができた。フル HD 内視鏡と比較し、さらに鮮明画像であり、解剖がより詳細まで遠隔地より認識が可能であった。また、フル HD 内視鏡と比較しても、遅延や画像飛びもなく、映像を快適に確認することができた。高精細な画像は、メリットしかなく、ローカル５Ｇシステムにより 4K 映像まで快適に使用できたことは、今後の遠隔手術支援システムの可能性を示唆していると考える。

図 4.6.2-10　腹部操作術野外観
（模擬腹腔に設置されたポート孔から操作を行う）

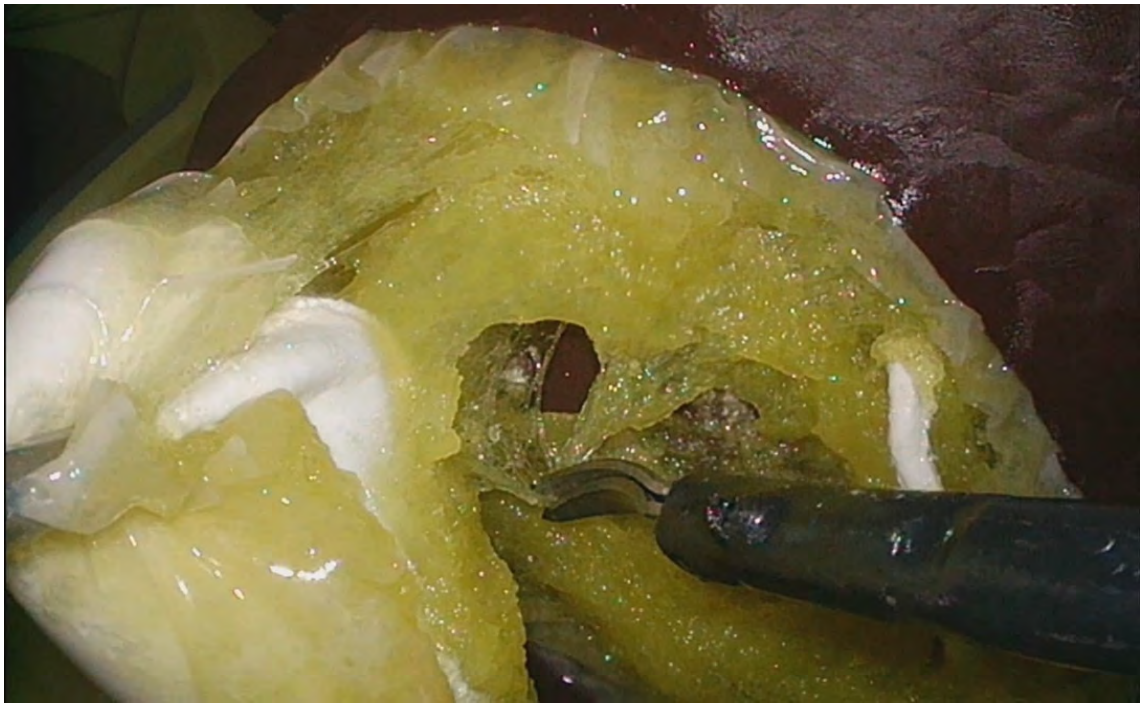


図 4.6.2-11　模擬胆嚢と周囲脂肪組織の境目確認（フル HD 内視鏡）

5）ブタ（胃食道、気管）を用いた 4K カメラによる検証

室内に設置した 4K カメラ（部屋俯瞰用）を用いて開胸開腹手術を想定し、術野から少し離れた場所からの観察で組織の認識が可能かどうか実証した。

a）胃食道

胃切除術を想定し、豚の胃前壁に切開をおいて、通常の手術と同様に粘膜層、漿膜筋層に分けた縫合の指導が可能かどうか、また糸の結紮の状態の把握が可能かどうかを検証した。結果として、手術で最も重要な臓器の創は明瞭であり、明確に認識可能であった。また、縫合糸の状態（きれいな結紮と緩んでいる結紮）も明確に認識が可能であった。つまり、遠隔手術指導において、手術に重要な点が、十分にカバーできるという点において、ローカル５Ｇシステムは有効であることが示された。

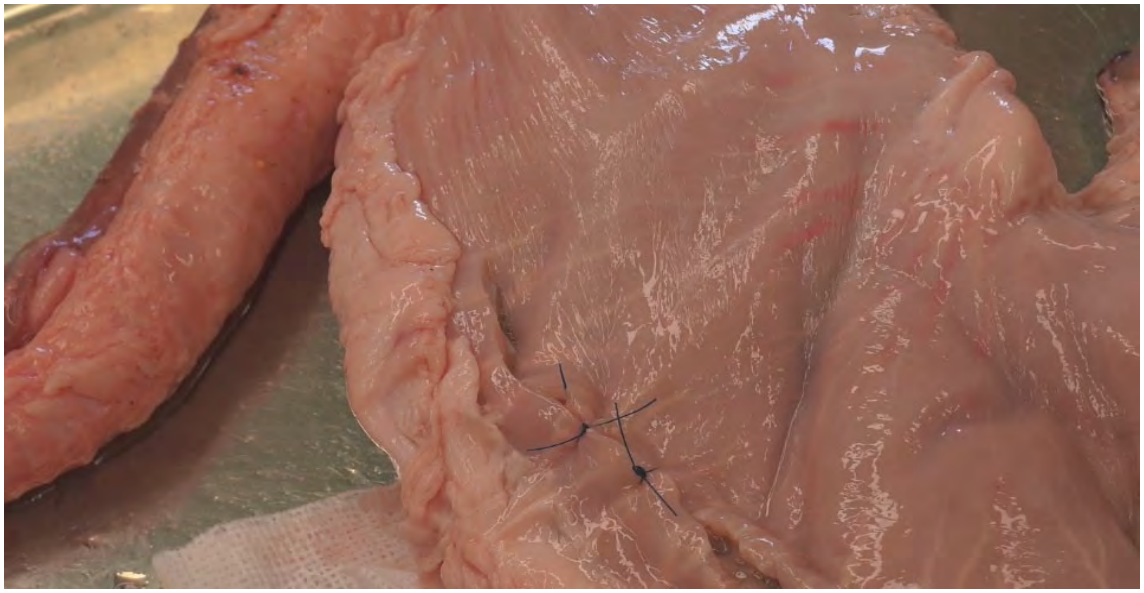


図 4.6.2-12　胃縫合の際の結紮糸のゆるみ

b）気管

気管切除を想定し、気管を切離し、通常の手術と同様に気管軟骨を避けて、上下の気管軟骨間靭帯に運針を行う際の指導が可能かどうかを検証した。

上記の胃食道と同様に、気管の創、軟骨、平滑筋の認識、結紮糸の評価も十分に可能であった。遠隔手術指導において、手術に重要な点が認識可能であるという点で、ローカル５Ｇシステムは有効であることが示された。

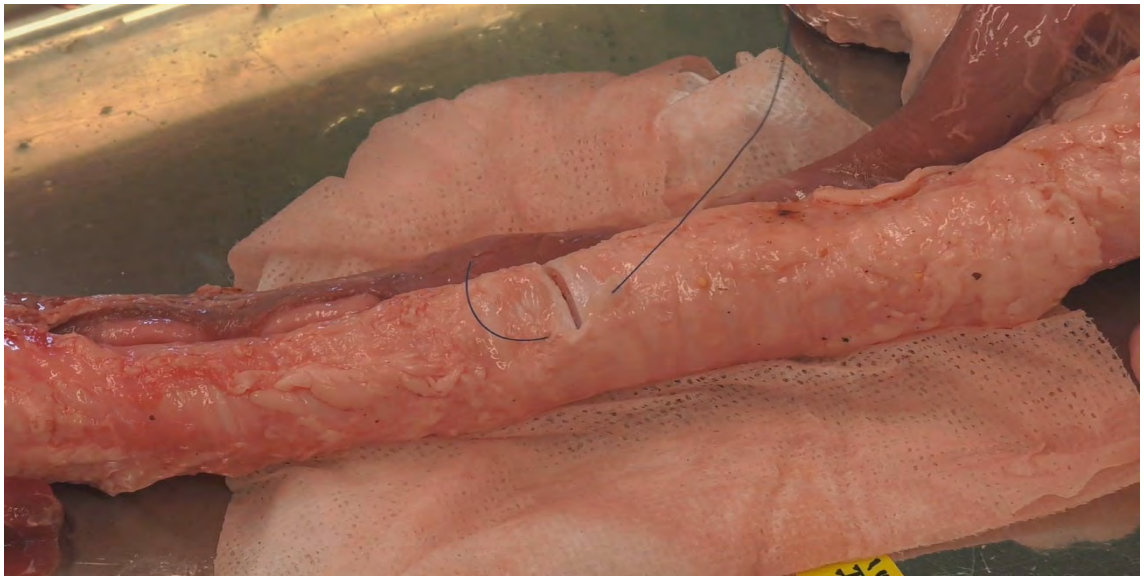


図 4.6.2-13　気管の縫合も軟骨を避けての運針を確認できる

（5）総合評価

1）遠隔支援側検証として

（評価ポイント）

- 組織の認識：膜構造まで確認できるか
- 手技の認識：器具先端の把持組織が遅延なく認識できるか
- 正確性の確認：サポート医側の指示が遅延なく実行できるか

（評価項目）

各々実用度 5 段階評価で評価

1. 悪い：全く実用できない
2. 良くない：実用に難あり
3. 普通：どちらともいえない
4. 良い：概ね実用できる
5. 大変良い：実用性に優れている

表 4.6.2-1　関係医師平均点（長崎大学病院：4 名）

項目	検討内容	関係者平均点
a	画像の鮮明度	4.5
b	画像の乱れ	4.25
c	画像の遅延	4
d	支援のスムーズさ	4
e	施行医との意思疎通のやりやすさ	3.25
f	医師満足度	4.75
g	最終診断	4

2）現場検証として（5 段階評価）

表 4.6.2-2　関係医師平均点（五島中央病院：5 名）

項目	検討内容	関係者平均点
a	遠隔支援側との意思疎通のやりやすさ	4.2
b	医師満足度	4.4
c	最終診断	4

4.6.3　考察

（1）手術画像

模擬臓器を用いた手術にはフル HD 内視鏡およびオリンパス社の 4K 内視鏡を使用した。

フル HD 内視鏡においては、血管周囲の膜構造や操作による肺や血管の損傷が疑われる部位の認識も含め、実際の手術で同様のカメラを使用した際と同等の術野の視認が遠隔指導側からも可能であった。

4K 内視鏡はフル HD 内視鏡では確認できなかった膜構造の奥に存在する血管等の索状構造物[64]や組織の境目も、より詳細に認識が可能であり、フル HD 内視鏡と比較してより精細な遠隔指導が可能であった。また、この際、転送情報量の増加に伴う画像転送スピードの遅延は感じなかった。

開胸開腹手術を想定した術野から少し離れた位置からの撮影には 4K カメラ（部屋俯瞰用）を使用した。4K カメラ（部屋俯瞰用）は遠隔指導医が手元でカメラのズームや方向の変更が可能であり、離れた位置からの撮影でも、詳細な膜構造まで十分に確認可能であった。

（2）手術手技

術者はともに同様の術式は未経験であったが、指示に従い問題なく操作を遂行することができた。指示を受けてから操作にかかるまでの時間差も実際に一緒に手術をしている際と比べ特に遜色なく、違和感はなかった。また術野と同時に 2 画面で操作中の術者を撮影することにより、術野だけでは確認困難な腕の開きや、道具の挿入角度等も併せて指導が可能であった。

[64] 太さが 2～3mm のやや太い構造物

（3）臓器画像

4K内視鏡を用いた開胸開腹を想定した手術では、実際の胃の粘膜層と漿膜筋層や気管軟骨と軟骨間靭帯の色調、質感の違いもはっきり確認でき、縫合指導の際の層の間違いや縫合のゆるみも指摘可能であった。

（4）総評

軽度の遅延があったこと以外は、映像の画質、会話の伝達には問題がなく、ローカル５Ｇを用いた遠隔手術指導は十分に可能と考える。

（5）今後に向けて

1）接続の不安定さ

外来等と比較し、壁が厚い特殊な環境である手術室において、時折電波環境が不安定になり、現場検証側の映像が停止やコマ送りの様になるといった現象をしばしば認め、手術で危険な個所を操作する場合やトラブルが生じた際などの指導を考えると、将来的な実際の運用にあたっては、手術室の環境に合わせた不安定にならない電波環境の設定が必要になると考える。

2）医師画像の双方向化

現場側からは遠隔指導側の顔が確認できず、どうしても現場に同席している上級医に意見を求めたくなる。今回は急遽、個人所有のパソコンを用いて Web 会議システムを介し遠隔指導側の顔が見える環境を整えたが、Web 会議システムでは映像に数秒の時間差が生じてしまう。指導を受ける側の感情として遠隔指導医側の表情等もリアルタイムで確認できるモニタの設置も必要であると考えるた。

3）マイクの改善

現場側はスピーカーとの距離の問題で、ある程度大きな声で話す必要があり、部屋置きのスピーカーに加え、術者のヘッドセット等収音における工夫も必要である。

4）アノテーションの追加

内視鏡モニタを見ながらの指導において、言葉だけで適切な場所や操作のベクトルを伝えるには限界がある。モニタ上にアノテーション機能を付加する必要があると考えられるが、現場での内視鏡機材は数社にまたがっており、横断的にどの製品を使用してもアノテーション機能を付加できるような装置の開発が望まれる。

5）内視鏡以外のカメラ配置

床置きの三脚を使用し部屋置きの 4K カメラ（部屋俯瞰用）を用いた場合、画像解像度等に問題がない場合でも、術者の頭や体に遮られ術野が見えなくなることが推測される。実際の手術を行う際と同様に天井の無影灯周囲にカメラを設置できるような工夫が必要である。

6）指導者側でのカメラ操作

胸腔鏡や腹腔鏡などの内視鏡カメラ操作が検証側でできるようであれば、鏡視下手術時にカメラ操作者として手術に参加できると考える。

4.7 外科（模擬救急）

4.7.1 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.7.1.1 実施概要

（1）目的

救急外来対応におけるローカル５Ｇシステムの活用法について、遠隔外来支援の可能性を検討するためにシミュレーターを用いて模擬患者を設定し、救急対応の遠隔支援に対する検証を行うことを目的とした。

（2）方法

実際の患者で対応を検討することは難しいため、シミュレーター(レサシアン シミュレーター PLUS Laerdal 社製)を用いた。稀に遭遇する重症外傷を設定した 4 つのシナリオを通じて初療から高次搬送までの流れを検証した。

五島中央病院で患者を直接観察する医師がスマートグラスを装着し、併せて医師や看護師の動きを把握するため 4K カメラ（部屋俯瞰用）を設置した。それらの映像を同時に長崎大学病院の専門医へ送信し、4K モニタで確認しながら診察支援を実施した。なお、五島中央病院と長崎大学病院の医師同士はマイク/スピーカー等の音声機器を介してコミュニケーションをとった。

最初に、今回の検証に参加する全てのスタッフ（医師 2 名、看護師 10 名）に対してシミュレーターとシナリオの進め方について説明を行った。

同時に長崎大学病院で遠隔支援を行う医師 4 名に対し、スマートグラスからの映像や音声が滞りなく届いていることと、コミュニケーションのとり方について確認した。

次に医師 1 名、看護師が 2 名のチームをつくり、異なる 4 つのシナリオを遠隔サポートあり、なしでそれぞれ 2 シナリオを実施し、次に医師を交代し同様の方法で検証した。全ての医師、看護師は事前にシナリオは知らされておらず、また途中でシナリオ内容が漏れることが無いように配慮した。

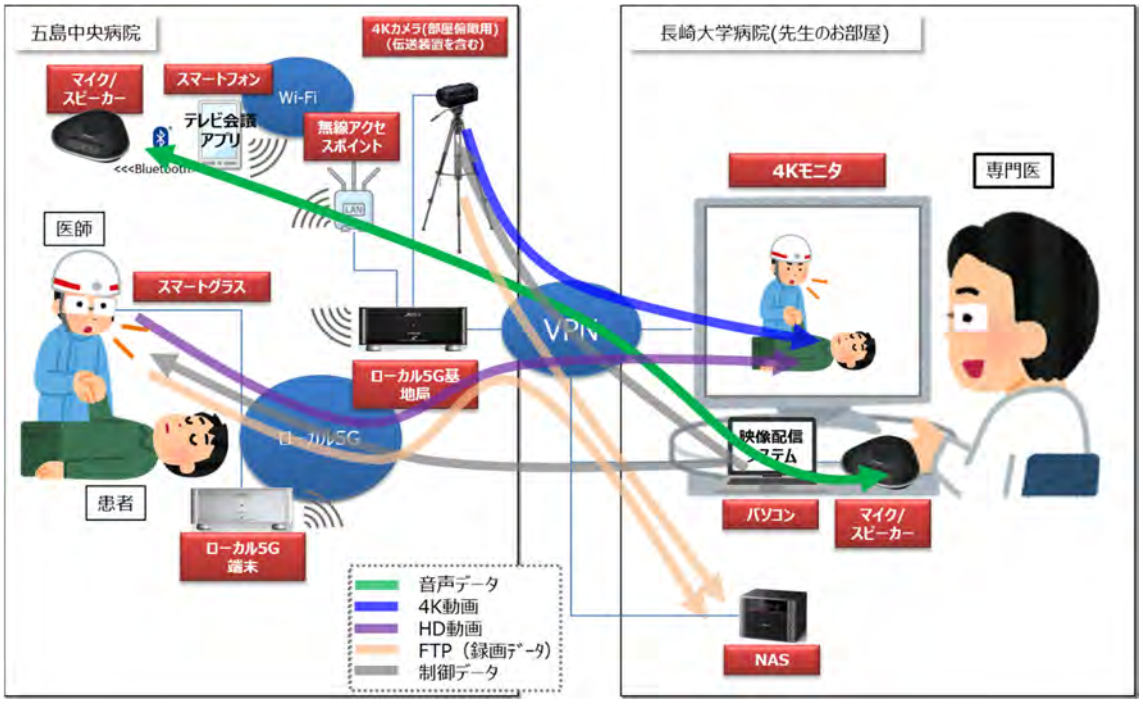


図 4.7.1.1-1　外科（模擬救急）実施概要図

図 4.7.1.1-2　実施の模様（五島中央病院）

五島中央病院救急外来：左側がシナリオのファシリテーター。中央がスマートグラスを装着した医師と看護師 2 名、右側に全体像を写した 4K カメラ（部屋俯瞰用）を設置した。

図 4.7.1.1-3　実施の模様（長崎大学病院）

送られてきた 4K カメラ（部屋俯瞰用）の画像が上段の 4K モニタに、スマートグラスの映像が下段ノートパソコンに映し出されている。

4.7.1.2 評価・分析項目

遠隔支援側検証として視野の確認、手技の認識、正確性の確認を評価するため、画像の鮮明度、画像の乱れ、画像の遅延、支援のスムーズさ、施工医との意思疎通のやりやすさ、医師満足度、最終診断を 5 段階で評価した。

現場側検証としては同様に遠隔支援側との意思疎通のやりやすさ、満足度、遠隔診療支援が安心に繋がったか、最終診断を 5 段階で評価した。

4.7.1.3 評価・分析方法

（1）遠隔支援側検証として

（評価ポイント）

- 視野の認識：全体と患者を詳細に観察できたか
- 手技の認識：診察や所見を正確に行えたか
- 正確性の確認：サポート医側の指示が遅延なく伝言できるか

（評価項目）

各々実用度 5 段階評価

a. 画像の鮮明度

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

b. 画像の乱れ

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

c. 画像の遅延

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

d. 支援のスムーズさ

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

e. 施行医との意思疎通のやりやすさ

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

f. 医師満足度

1. 非常に不満、2. やや不満、3. どちらとも言えない、4. やや満足、5. 非常に満足

g. 最終診断

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

(2) 現場検証として

(評価項目)

各々実用度 5 段階評価

a.　遠隔支援側との意思疎通のやりやすさ

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

b.　医師・看護師満足度

1. 非常に不満、2. やや不満、3. どちらとも言えない、4. やや満足、5. 非常に満足

c.　遠隔診療は安心につながったか

1. 悪い：全く繋がらない、2. 良くない：余りつながらない、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：多少つながる、5. 大変良い：とても繋がる

d.　最終診断

1. 悪い：全く実用できない、2. 良くない：実用に難あり、3. 普通：どちらともいえない、4. 良い：概ね実用できる、5. 大変良い：実用性に優れている

4.7.2　検証結果

（1）遠隔支援側検証（医師 4 名）

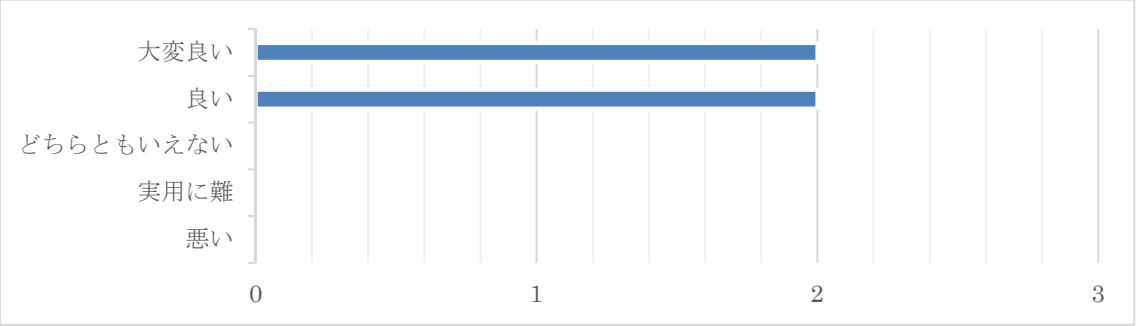


図 4.7.2-1　画像鮮明度

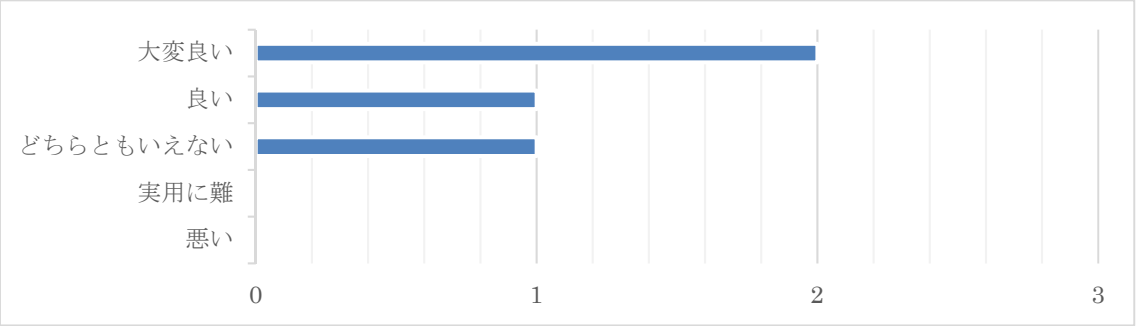


図 4.7.2-2　画像の乱れ

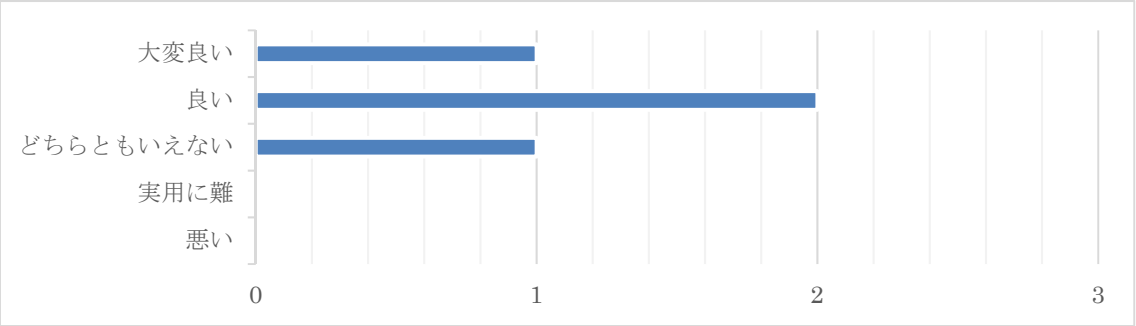


図 4.7.2-3　画像の遅延

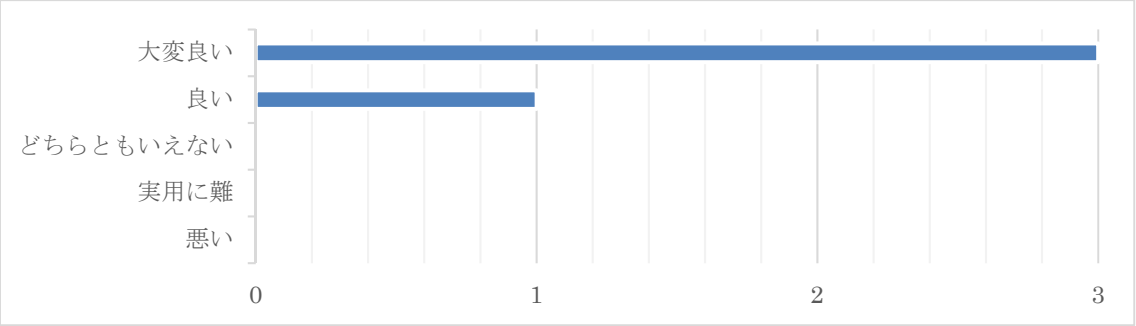


図 4.7.2-4　支援のスムーズさ

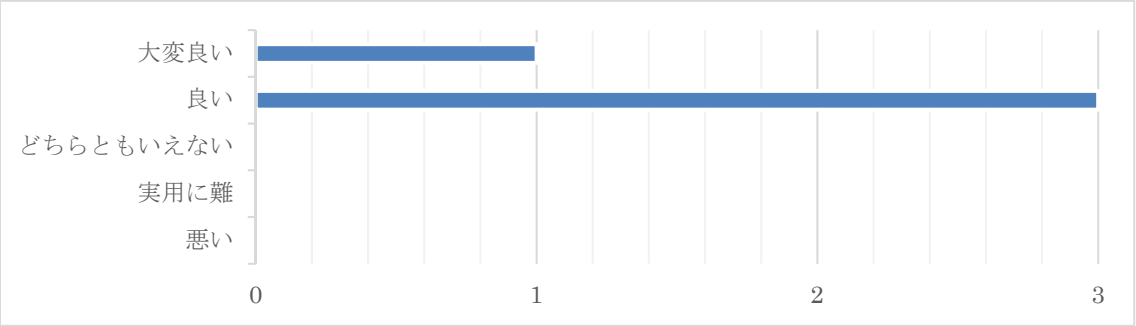


図 4.7.2-5　施行医との意思疎通のやりやすさ

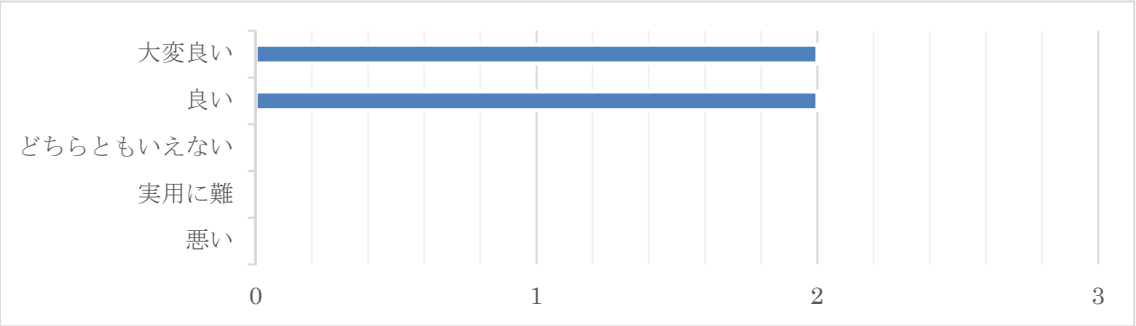


図 4.7.2-6　医師満足度

最終診断
支援者側からの評価は概ね良好であった。

（2）現場側検証（医師 2 名、看護師 8 名）

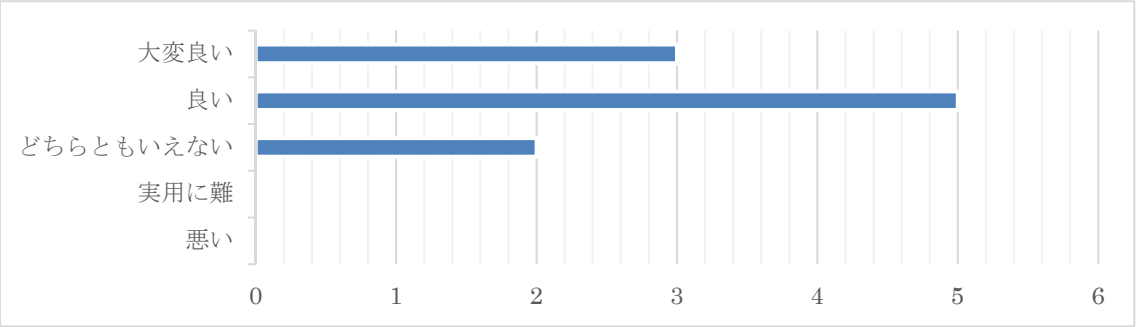


図 4.7.2-7　意思疎通のやり易さ

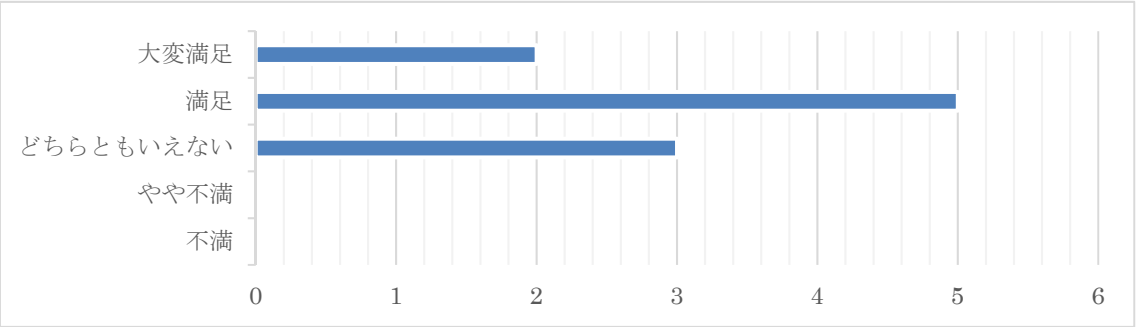


図 4.7.2-8　医師・看護師満足度

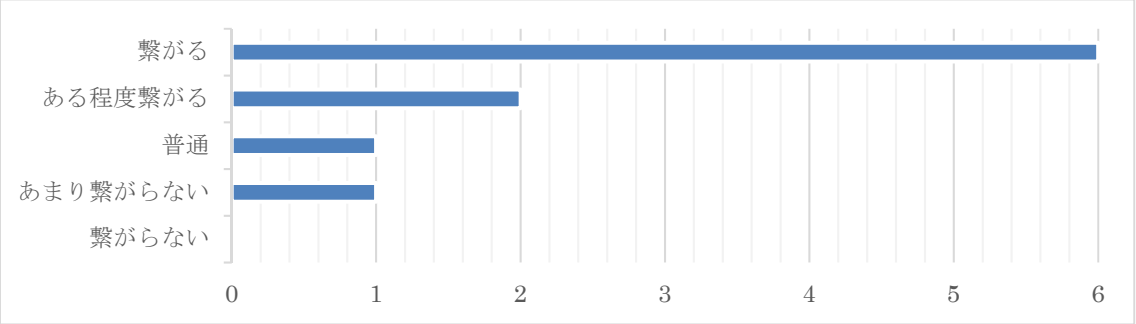


図 4.7.2-9　安心に繋がったか

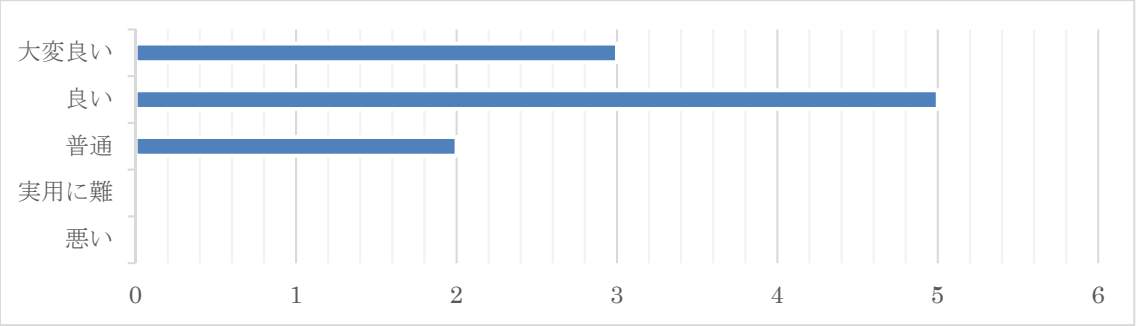


図 4.7.2-10　最終診断

（3）最終診断

多くの医療スタッフが簡便に意思疎通でき、ある程度満足できるシステムであった。また稀な外傷で 2 次救急病院では治療できないような症例が搬送された場合においても、本システムは安心に繋がり、満足できるシステムであった。

4.7.3 考察

遠隔支援医師の指示に従って患者の詳細を目視するとその部位が大学病院の医師でも確認でき、更なるアドバイスへと繋がった。さらに 4K カメラ（部屋俯瞰用）を大学病院にあるコントローラーで動かすことにより患者の表情や状態だけでなく、バイタルサインを示したモニタや電子カルテの文字や画像までもが鮮明に 4K モニタに映し出されて、あたかもその場にいるような視野を得ることが可能となった。

音声の乱れや軽度の遅延があったこと以外は動画の質、コミュニケーションに問題なく円滑に行え、ローカル 5 G を用いた救急外来における遠隔診療サポートは十分に実用に耐え得ると考える。また、支援者側ならびに現場側の医療従事者からは概ね良好な反応が得られ、本システムは実臨床にも問題なく使用できるという回答を得た。

ただし今回は 4K カメラ（部屋俯瞰用）を三脚で固定しており、ケーブル類などが実際の診療の際には妨げとなる可能性があるため天井や壁に固定して定点カメラにする等の工夫が必要と考える。

救急領域における将来の展望としては、五島中央病院のスタッフから指摘された 4K カメラ（部屋俯瞰用）のコード類を収納し、定点カメラとして救急外来の天井や壁に設置できれば日常臨床からの応用は十分に可能となる。

離島医療を担っているのは比較的経験の浅い若手医師が多く、また自分の専門外の患者が救急搬送されるとどう対応して良いか判断がつかない。そのため、患者のみならず医師にも精神的負担を強いてきたが、本システムが本格稼働し常時接続が可能となれば気軽に大学病院に勤務する専門医のコンサルが可能となり、診断から搬送の指示までがあたかも遠隔指導医がその場にいるような臨場感を持って診断・治療を進めることが可能となる。

このように本システムは医療従事者には精神的なバックアップとなり、ストレスの多い救急対応の負担軽減につながると同時に、患者サイドから見ても診断、治療そして転送判断の迅速化が期待でき、離島診療における強力なサポートを大学病院の専門医が現地に赴くことなく実現できる。

さらには医師不足に困っている全国各地のへき地の病院へ展開し、全国ネットワークを構築することで医師の偏在問題まで解決できる手段になり得る可能性を秘めている。多くの医師にとって救急担当はストレスで、専門外の疾患に対応するのはさらにその負担を増すことになる。その負担が医師数を大幅に増やすことなく実現できる可能性を本システムは秘めている。

4.8 高齢者施設

4.8.1 前提条件（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート）

長崎大学医歯薬学総合研究科を中心に、離島での遠隔診療・ケアサポートを実践する関係者により、同様の課題を抱える他地域・医療介護施設等における汎用性・拡張性を考慮しながら実証した。実証に先立ち、長崎大学医歯薬学総合研究科倫理審査委員会による承認を受け、研究概要を大学病院医療情報ネットワーク（University Hospital Medical Information Network : UMIN）に登録した。また、実証時にはシステム不具合が生じた場合でも速やかに対応できる体制を整え、診療やケアに不備が生じぬよう配慮した。なお、本研究はヘルシンキ宣言、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に基づき実施する。さらに、厚生労働省の「オンライン診療指針」を遵守し、総務省の「遠隔医療モデル参考書」を参考として実施した。

4.8.2 実証目標（高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート）

① 離島にある介護老人福祉施設入所者・サービス付き高齢者向け住宅入居者にローカル５Ｇを用いたオンライン診療を試験的に導入し、その有効性を検討すること
② オンライン診療が、対象者に与える影響や満足度について検討すること

4.8.3 課題解決システムに関する検証及び評価・分析

4.8.3.1 実施概要

（1）研究フィールド概要

研究協力機関である「かけはし木場」には、「サービス付き高齢者向け住宅」と「介護老人福祉施設」の 2 種類が併設されている。前者は主として ADL[65]（Activities of Daily Living）自立～要介護 2 までの方が入居中で、ご家族の介助で「長崎県五島中央病院」に通院されている方を対象として「オンライン診療」で支援する。後者には、より介護度の高い方が入所中で、従来より嘱託医が施設に出向く往診・訪問診療が行われている。本事業はこれを「オンライン診療」でサポートする。

[65]日常生活を送るために最低限必要な日動作で「起居動作・移乗・移動・食事・更衣・排泄・入浴・整容」動作のこと。高齢者や障害者の方の身体能力や日常生活レベルを図るための重要な指標となる。

1）フェーズⅠ【介入前調査】

■ オンライン診療導入前の状況に関する調査

- 症例記録票による情報収集
- 介護記録・診療録の閲覧
- 事前アンケートの実施（家族・施設職員）

2）フェーズⅡ【介入準備】

■ ローカル５Ｇを用いたオンライン診療システムの構築・設置

- かけはし木場：スマートグラス、4K カメラ、映像・音声のローカル５Ｇ伝送設備
- 井上内科小児科医院・五島中央病院：4K モニタパソコンなどのモニタリング設備

3）フェーズⅢ【介入実施～介入後】

■ オンライン診療の導入

■ 導入後の状況に関する調査

- 症例記録票による情報収集
- 介護記録・診療録の閲覧
- 事後アンケートの実施（家族・施設職員・利用者）
- 事後インタビューの実施（医師）

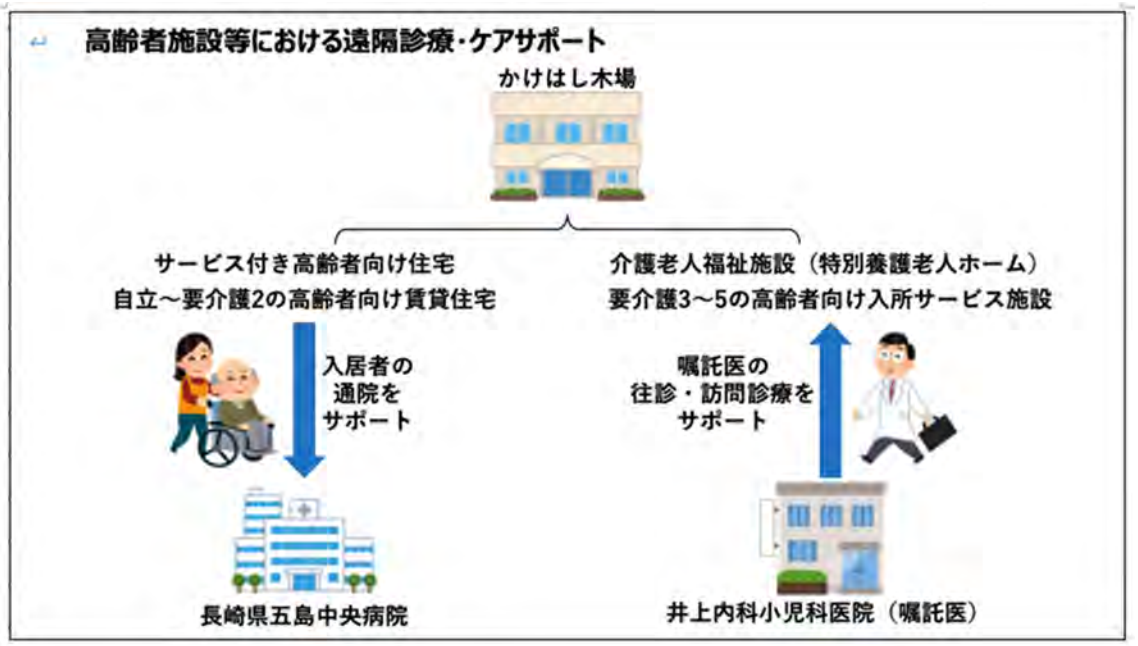


図 4.8.3.1-1　実施イメージ①

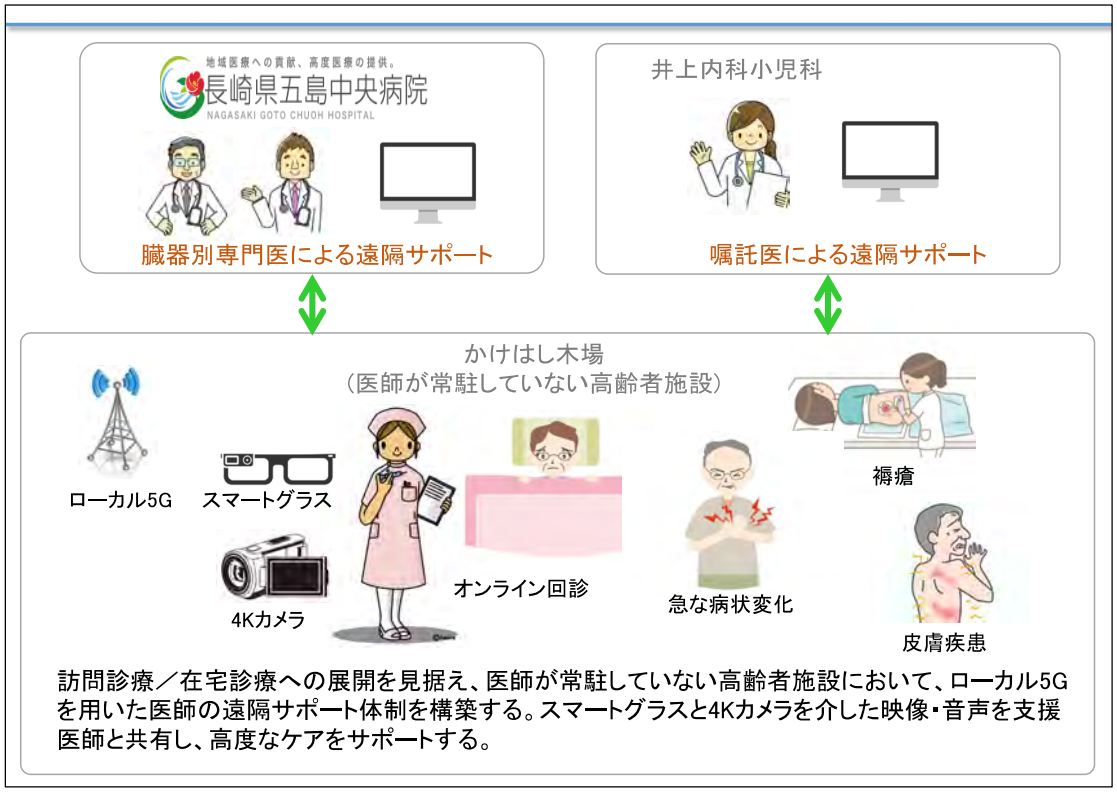


図 4.8.3.1-2　実施イメージ②

4.8.3.2 評価・分析項目

評価・分析項目および各データソースは下表の通りである。

表 4.8.3.2　評価・分析項目および各データソース

カテゴリー		調査項目	質問紙	面接	症例記録票	介護記録	診療録
			利用者・家族・職員	医師	利用者	利用者	利用者
基本情報		対象者の基本属性（年齢、性別等）	○	○	－	－	－
		疾患等に関する基本情報（病名、ADL等）	－	－	－	○	○
有効性	診療	診察所見や診断の正確性	－	○	－	－	－
		診療までにかかる時間	○	－	○	－	－
		診療実施回数・頻度	○	－	○	－	－
		急変時、医師への連絡に要する時間	－	－	○	－	－
		対面診療との比較における評価	○	○	－	－	－
	機器・回線	準備のしやすさ	○	○	－	－	－
		操作のしやすさ	○	○	－	－	－
		機器装着の軽さ・快適さ	○	－	－	－	－
		画像の明るさ・鮮明さ	○	○	－	－	－
		音声の明瞭度（受信・発信）	○	○	－	－	－
		伝送のスムーズさ（遅れ・コマ落ち等）	○	○	－	－	－
		コミュニケーションのしやすさ	○	○	－	－	－
		トラブルの有無	－	－	○	－	－
影響・満足度等		満足度（利用者）	○	－	－	－	－
		満足度（家族）	○	－	－	－	－
		満足度（医師）	－	○	－	－	－
		満足度（職員）	○	－	－	－	－
		職員の業務負担感	○	－	－	－	－
		期待する効果	○	○	－	－	－
		継続した運用希望の有無	○	○	－	－	－

4.8.3.3 評価・分析方法

（1）量的データ

1）基本属性

対象者の基本的属性・疾患等の基本情報の分布を統計学的に解析する。

2）主要評価項目

主要評価項目を「オンライン診療の有効性」とする。

【有効性】

―医療アクセスに要する時間・頻度（連続変数）の介入前後比較

a. 診療までに要する時間
b. 診療実績回数
c. 診療の頻度
d. 急変時に医師への連絡に要する時間

―家族・施設職員の通院付き添いに対する負担感（順序変数）の介入前後比較

a. 時間的負担
b. 精神的負担

各変数につき、オンライン診療実施「前」と「後」の、同集団のデータを比較する。サンプル数が多くないためノンパラメトリック[66]であることを想定し、さらに対応のある 2 群検定であるため、ウィルコクソンの符号順位検定[67]による解析を予定する。

3）副次評価項目

副次評価項目として、以下の項目を記述統計により検討する。

- 使用機器の操作性
- 画像・映像の明るさ・鮮明さ
- 音声の明瞭度
- ローカル５Ｇによる伝送のスムーズさ（遅れ・コマ落ちの有無）
- 利用者・家族・施設職員・医師のオンライン診療に対する満足度
- オンライン診療と対面診療に対する希望等

---

66 統計学において、少数のパラメータ（母数: 母集団を規定する量）で表現されるモデルや確率分布を使用する物をパラメトリックな手法と呼ぶが、そうで無い手法

67 対応している標本に対して 2 つの母集団の分布に差があるかを検定する手法

（2）質的データ

医師へのインタビュー（半構造化面接[68]）により得られた質的データは逐語録化し、テーマ解析により分析する。

4.8.3.4 既存の手法との比較

「対面診療」（既存手法）と「オンライン診療」との比較は、介入前後の評価項目の比較検討、および、事後アンケート・インタビューによる対象者の意見等を情報収集して行う。

4.8.3.5 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）

本実証で取り入れる「ローカル５Ｇを用いたオンライン診療」は、通常診療で実施されている遠隔連携診療の枠内であり、侵襲を伴わないため、事故などについては想定していない。その他リスクとして「個人情報漏洩」が想定されるが、VPN を用いたセキュアな通信回線を確立し、個人情報漏洩防止のための万全の対策を徹底した上で実施する。

4.8.4 課題解決システムに関する効果検証

4.8.4.1 検証項目

【基本情報】
- 対象者の基本属性（年齢、性別等）
- 疾患等に関する基本情報（病名、ADL 等）

【有効性】
（診療の有効性）
- 診察所見や診断の正確性
- 診療までにかかる時間
- 診療実施回数・頻度
- 急変時、医師への連絡に要する時間
- 対面診療との比較における評価

（機器・回線の有効性）
- 準備のしやすさ
- 操作のしやすさ
- 機器装着の軽さ・快適さ
- 画像の明るさ・鮮明さ
- 音声の明瞭度（受信・発信）
- 伝送のスムーズさ（遅れ・コマ落ち等）
- コミュニケーションのしやすさ
- トラブルの有無

[68] 一定の質問に従って面接を進め、被面接者の状況や回答に応じて面接者が何らかの反応を示したり，質問の表現，順序，内容などを状況に応じて変えることのできる面接法

【影響・満足度等】

- 満足度（利用者）
- 満足度（家族）
- 満足度（医師）
- 満足度（職員）
- 職員の業務負担感
- 期待する効果
- 継続した運用希望の有無、等

4.8.4.2 検証方法

（1）実施の流れ

1）フェーズⅠ【介入前調査】

■オンライン診療導入前の状況に関する調査

- 症例記録票による情報収集
- 介護記録・診療録の閲覧
- 事前アンケートの実施（家族・施設職員）

2）フェーズⅡ【介入準備】

■ローカル５Ｇを用いたオンライン診療システムの構築・設置

- かけはし木場：スマートグラス・4K カメラ（患部接写用）・映像・音声の伝送設備
- 井上内科小児科医院・五島中央病院：ディスプレイ・パソコン等モニタリング設備

3）フェーズⅢ【介入実施～介入後】

■オンライン診療の導入

a）導入後の状況に関する調査

- 症例記録票による情報収集
- 介護記録・診療録の閲覧
- 事後アンケートの実施（家族・施設職員・利用者）
- 事後インタビューの実施（医師）

b）調査対象と調査方法

- 利用者（アンケート調査）
- 家族（アンケート調査）
- かけはし木場職員（アンケート調査）
- 医師（インタビュー調査）

c.【実施スケジュール】

表 4.8.4.2　実施スケジュール

種別	対象	実施者	2020	2021			2022											
			12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
オンライン診療	利用者	研究協力機関（五島中央病院・井上内科小児科医院・かけはし木場）		オンライン診療実施														
質問票調査	利用者	研究分担者/協力者			事後アンケートのみ													
	家族	研究分担者/協力者	事前アンケート		事後アンケート													
	職員	研究分担者/協力者	事前アンケート		事後アンケート													
インタビュー調査	医師	研究分担者/協力者			事後インタビューのみ													
症例記録票調査	利用者	研究協力機関（かけはし木場）	事前記録		事後記録													
介護記録調査	利用者	研究分担者/協力者	不定期（必要に応じた情報収集）															
診療録調査	利用者	研究分担者/協力者	不定期（必要に応じた情報収集）															
データ入力/解析		研究分担者/協力者																
報告書作成/提出		研究代表者/分担者/協力者																
学会等発表準備/ 発表		研究代表者/分担者/協力者																
論文執筆/投稿/出版		研究代表者/分担者																

d.【実施資料】

1）利用者用アンケート

アンケート（利用者様用）
ID:xxxxxxxxx

ローカル５Ｇ事業アンケート【利用者様用】

回答日　　年　　月　　日

1　あなたの性別を教えて下さい。（どちらかに〇を付けて下さい）

① 男性

② 女性

2　あなたのご年齢を教えて下さい。（数字を直接ご記入下さい）

（　　歳）

3　今回、特別なメガネなどを使ったオンライン診療を受けた時、医師に自分の症状をうまく言えましたか？

（1 つに〇を付けて下さい）

① 全く言えなかった

② あまり言えなかった

③ どちらともいえない

④ まあまあ言えた

⑤ とてもよく言えた

⑥ その他（　　）

4　オンライン診療で、医師に自分の言いたいことが伝わったと思いますか？（どれか１つに〇を付けて下さい）

① 全く伝わらなかった

② あまり伝わらなかった

③ どちらともいえない

④ まあまあ伝わった

⑤ とてもよく伝わった

⑥ その他（　　）

5　特別なメガネなどで診療を受けた時の気持ちを教えてください。

（どれか１つに〇を付けて下さい）

① 全くいやではなかった

② いやではなかった

③ どちらとも言えない

④ 少しいやだった

⑤ とてもいやだった

⑥ その他（　　）

6　今回のオンライン診療で医師が言った内容は、看護職員や介護職員、またはご家族の説明で、理解できましたか？

（どれか１つに〇を付けて下さい）

① 全く理解できなかった

② 理解できなかった

③ どちらともいえない

④ まぁまぁ理解できた

⑤ とてもよく理解できた

⑥ その他（　　）

7 今回のようなオンライン診療を、また受けたいと思いますか。

（1 つだけ選んで〇をつけてください）

① 全然受けたくない

② あまり受けたくない

③ どちらともいえない

④ やや受けたい

⑤ ぜひ受けたい

⑥ その他（　　）

8 対面での診療とメガネなどを使ったオンライン診療を比べた感想をお答えください（1 つだけ選んで〇をつけてください）

① 対面での診療のほうがよい

② 対面での診療とオンライン診療とはあまり変わらない

③ オンライン診療のほうがよい

④ わからない

⑤ その他（　　）

9 今回のオンライン診療の満足度を教えてください。(1つ選んで〇)

① とても不満である

② 不満である

③ どちらともいえない

④ 満足である

⑤ とても満足である

⑥ その他（　　）

10 何かお気づきの点やご意見・ご感想があれば、教えてください。

アンケートは以上です。ご協力いただきありがとうございました。

図 4.8.4.2-1　利用者アンケート

2)ご家族アンケート

【ご家族：介入実施「前」アンケート】

アンケート（ご家族用・実施後）
ID:xxxxxxxxx

ローカル５Ｇアンケート【ご家族用】実施後

回答日　　年　　月　　日

1　あなたの性別を教えて下さい。（どちらかに〇を付けて下さい）
　① 男性
　② 女性

2　あなたのご年齢を教えて下さい。（数字を直接ご記入下さい）
　（　　歳）

3　利用者様とあなたの続柄を教えて下さい。（直接ご記入下さい）
　（　　）

4 今回のオンライン診療で、あなたご自身は、スマートグラス（利用者様の診療で用いる特別なメガネ）等をつける（使う）機会がありましたか？
　① 使わなかった
　② 使った
　③ その他（　　）

5 ４でスマートグラス等を「①使わなかった」を選んだ方に伺います。
（それ以外の方は、この質問をとばして次の６へ進んでください。）

あなたがスマートグラス等を使わなかった理由を教えてください
（例：急に都合があわなくなり、予定日の付き添いができなかった、など）

※4 でスマートグラス等を「①使わなかった」を選ばれた方は、今回のアンケートはここで終了です。ご協力ありがとうございました。

6　医療機関受診に付き添いをされる頻度を教えて下さい。処方だけの場合も含みます。
（どれか１つに〇を付けて下さい）
　① ３ヶ月に１回程度
　② ２ヶ月に１回程度
　③ 月に１回程度
　④ 月に２回程度
　⑤ 月に３回以上
　⑥ その他（　　）

7　医療機関受診に付き添われる時、あなた（ご家族）ご自身は、１回につきどれくらい時間がかかりますか？あなたが自宅を出てから、付き添いが終わり帰宅するまでにかかる時間をお答えください。（途中で買い物など、別の用事が入る場合は、その時間を抜いてお答えください）
（どれか１つに〇）
　① 30 分未満
　② 30 分以上～1 時間未満
　③ 1 時間以上～2 時間未満
　④ 2 時間以上～3 時間未満
　⑤ 3 時間以上～4 時間未満
　⑥ 4 時間以上～
　⑦ その他（　　）

8　この１ヶ月間で、医療機関受診の付き添いは、あなたにとって、時間的にどれくらい負担でしたか？一番近いものを１つ選び〇を付けて下さい。
　① 全く負担ではなかった
　② あまり負担ではなかった
　③ どちらでもない
　④ やや負担だった
　⑤ 大変負担だった
　⑥ 今月は付き添いをしなかった
　⑦ その他（　　）

9　この１ヶ月間で、医療機関受診の付き添いは、あなたにとって気持ちの上でどれくらい負担でしたかか？一番近いものを１つ選び〇を付けて下さい。
　① 全く負担ではなかった
　② あまり負担ではなかった
　③ どちらでもない
　④ やや負担だった
　⑤ 大変負担だった
　⑥ 今月は付き添いをしなかった
　⑦ その他（　　）

図 4.8.4.2-2　ご家族アンケート①

3)ご家族アンケート

【ご家族：介入実施「後」アンケート】

アンケート（ご家族用・実施後）

ID:xxxxxxxxx

ローカル５Ｇアンケート【ご家族用】実施後

回答日　　年　　月　　日

1　あなたの性別を教えて下さい。（どちらかに○を付けて下さい）

① 男性
② 女性

2　あなたのご年齢を教えて下さい。（数字を直接ご記入下さい）

（　　歳）

3　利用者様とあなたの続柄を教えて下さい。（直接ご記入下さい）

（　　）

4 今回のオンライン診療で、あなたご自身は、スマートグラス（利用者様の診療で用いる特別なメガネ）等をつける（使う）機会がありましたか？

① 使わなかった
② 使った
③ その他（　　）

5 ４でスマートグラス等を「①使わなかった」を選んだ方に伺います。
（それ以外の方は、この質問をとばして次の６へ進んでください。）

あなたがスマートグラス等を使わなかった理由を教えてください
（例：急に都合があわなくなり、予定日の付き添いができなかった、など）

※4 でスマートグラス等を「①使わなかった」を選ばれた方は、今回のアンケートはここで終了です。ご協力ありがとうございました。

6　医療機関受診に付き添いをされる頻度を教えて下さい。処方だけの場合も含みます。
（どれか１つに○を付けて下さい）

① 3ヶ月に1回程度
② 2ヶ月に1回程度
③ 月に1回程度
④ 月に2回程度
⑤ 月に3回以上
⑥ その他（　　）

7　医療機関受診に付き添われる時、あなた（ご家族）ご自身は、1回につきどれくらい時間がかかりますか？あなたが自宅を出てから、付き添いが終わり帰宅するまでにかかる時間をお答えください。（途中で買い物など、別の用事が入る場合は、その時間を抜いてお答えください）
（どれか１つに○）

① 30分未満
② 30分以上～1時間未満
③ 1時間以上～2時間未満
④ 2時間以上～3時間未満
⑤ 3時間以上～4時間未満
⑥ 4時間以上～
⑦ その他（　　）

8　この１ヶ月間で、医療機関受診の付き添いは、あなたにとって、時間的にどれくらい負担でしたか？一番近いものを１つ選び○を付けて下さい。

① 全く負担ではなかった
② あまり負担ではなかった
③ どちらでもない
④ やや負担だった
⑤ 大変負担だった
⑥ 今月は付き添いをしなかった
⑦ その他（　　）

9　この１ヶ月間で、医療機関受診の付き添いは、あなたにとって気持ちの上でどれくらい負担でしたかか？一番近いものを１つ選び○を付けて下さい。

① 全く負担ではなかった
② あまり負担ではなかった
③ どちらでもない
④ やや負担だった
⑤ 大変負担だった
⑥ 今月は付き添いをしなかった
⑦ その他（　　）

****
これ以降の質問（10～19）は、「実際にオンライン診療用のメガネを使った方のみ」お答えください。それ以外の方は、とばして質問 22 へお進みください。
****

10 今回、スマートグラス等を使うための「準備」は大変でしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても大変だった
② 大変だった
③ どちらでもない
④ 大変ではなかった
⑤ 全然大変ではなかった
⑥ その他（　　）

11 スマートグラス等の「操作」（使い方）は簡単でしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても難しかった
② 難しかった
③ どちらでもない
④ 簡単だった
⑤ とても簡単だった
⑥ その他（　　）

12 スマートグラスをかけた時、軽さはどうでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても重たかった
② 重たかった
③ どちらでもない
④ 軽かった
⑤ とても軽かった
⑥ その他（　　）

13 スマートグラスをかけた時、耳が痛くなりませんでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても耳が痛かった
② 耳が痛かった
③ どちらでもない
④ 耳は痛くなかった
⑤ 全く耳は痛くなかった
⑥ その他（　　）

14 スマートグラスをかけた時、視界の明るさはどうでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても暗かった
② 暗かった
③ どちらでもない
④ 明るかった
⑤ とても明るかった
⑥ その他（　　）

15 スマートグラスをかけた時、利用者さんの様子ははっきりみえましたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① 全然はっきり見えなかった
② はっきり見えなかった
③ どちらでもない
④ はっきり見えた
⑤ とてもはっきり見えた
⑥ その他（　　）

16 イヤホンを通して医師の声はよく聞こえましたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① 全く聞こえなかった
② 聞き取りづらかった
③ どちらでもない
④ 聞き取れた
⑤ 大変よく聞き取れた
⑥ その他（　　）

17 マイクを通して、気になることを医師にきちんと伝えることができましたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① 全く伝えられなかった
② 伝えられなかった
③ どちらでもない
④ 伝えられた
⑤ とてもよく伝えられた
⑥ その他（　　）

18 マイクを通して医師に伝えたことが、医師に十分理解されましたか？
一番近いものを 1 つ選び、〇を付けて下さい。

① 全然理解されなかった
② 理解されなかった
③ どちらでもない
④ 理解された
⑤ とてもよく理解された
⑥ その他（　　）

19 スマートグラス等を使ったオンライン診療の最中、医師との音声のやりとりは、時間的（タイミング的）な遅れやずれはありませんでしたか？一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。

① 全てタイミングがずれていた
② 少しタイミングにずれがあった
③ どちらでもない
④ タイミングのずれはほとんどなかった
⑤ 全くタイミングのずれはなかった
⑥ その他（　　）

20 スマートグラス等を使ったオンライン診療の際、医師との通信が途切れることはなかったですか？次一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。

① 全体的に通信が途切れていた
② 時々通信が途切れることがあった
③ どちらでもない
④ 通信が途切れることはほとんどなかった
⑤ 通信が途切れることは全くなかった
⑥ その他（　　）

21　今後、このようなオンラインの診察があるとしたら、またご家族に受診をさせたいですか？
下から 1 つ選び〇をつけてください。

① オンラインの診察は絶対に受診させたくない
② オンラインの診察はあまり受診させたくない
③ どちらともいえない　　質問 21.3 へ進む
④ オンラインの診察を受診させたい
⑤ ぜひオンラインの診察を受診させたい　　質問 21.2 へ進む

21.1 前の質問（20）で①か②に〇をつけた方におたずねします。
あなたが、オンライン診療を受診させたくない理由について、次の質問にお答えください。
（一番近い数字を 1 つ選び〇）

		全くそう思わない	そう思わない	どちらともいえない	ややそう思う	とてもそう思う
1	メガネを準備するのが面倒だったから	1	2	3	4	5
2	メガネの操作が面倒だったから	1	2	3	4	5
3	メガネをかけるのが不快だったから	1	2	3	4	5
4	オンラインは個人情報がもれないか心配だから	1	2	3	4	5
5	通信が途切れたりすることがあったから	1	2	3	4	5
6	対面の時よりも医師にうまく相談できなかったから	1	2	3	4	5
7	対面の時よりも医師に自分の言ったことが理解してもらえなかったから	1	2	3	4	5
8	処方箋や薬の受け取りが大変だったから	1	2	3	4	5
9	支払い方法が面倒になったから	1	2	3	4	5
10	その他（　　）					

21.2 前の質問（20）で④か⑤に○をつけた方におたずねします。
あなたがオンライン診療を受診させたい理由について、次の質問にお答えください。
（一番近い数字を１つ選び○）

		全くそう思わない	そう思わない	どちらともいえない	ややそう思う	とてもそう思う
1	気軽に受診ができるから	1	2	3	4	5
2	直接病院に付き添うより、回数を多くみてもらえそうだから	1	2	3	4	5
3	受診や付き添いにかかる時間が節約できるから	1	2	3	4	5
4	受診や付き添いにかかる経済的な負担が減るから	1	2	3	4	5
5	対面の時よりも医師に相談をしやすいから	1	2	3	4	5
6	対面の時よりも医師が言っていることがわかりやすいから	1	2	3	4	5
7	その他（　　）					

21.3 前の質問（20）で③に○をつけた方におたずねします。あなたがオンライン診療を受診させたいかどうかわからない理由を下記に直接書き込んでください。

22 オンライン診療へのご家族としての満足度を教えてください。
（1つだけ選んで○）

① とても不満である
② 不満である
③ どちらともいえない
④ 満足である
⑤ とても満足である
⑥ その他（　　）

23 対面での診療とオンライン診療とを比べたときの、ご家族としてのご意見を教えてください。
（1つだけ選んで○をつけてください）

① 対面での診療のほうがよい
② 対面での診療とオンラインでの診療とはあまり変わらない
③ オンライン診療のほうがよい
④ わからない
⑤ その他（　　）

24 オンライン診療について、何かご意見・ご感想があれば教えてください。

アンケートは以上です。ご協力いただきありがとうございました。

図 4.8.4.2-3　ご家族アンケート②

4）かけはし木場職員
【介入実施「前」アンケート】

アンケート（施設職員様用・実施前）
ID:xxxxxxxxx

ローカル５Ｇアンケート【スタッフ用】（実施前）

回答日　　年　　月　　日

1　あなたの性別を教えて下さい。（どちらかに○を付けて下さい）
　① 男性
　② 女性

2　あなたのご年齢を教えて下さい。（数字を直接ご記入下さい）
　（　　歳）

3　あなたの職種を教えて下さい。（どれか１つに○を付けて下さい）
　① 看護職員
　② 介護職員
　③ その他（　　）

4　次にあげる業務に対し、ご自身にもっとも当てはまる数字を、右の選択肢から選んで下さい。（1 行ずつどれか 1 つの数字に○を付けて下さい。）また、これ以外に何か困難な業務があれば、「10 その他」に直接ご記入ください。

		全く困難ではない	あまり困難ではない	どちらともいえない	やや困難である	とても困難である	担当しない
1	急変時の連絡	1	2	3	4	5	6
2	夜間の入所者対応	1	2	3	4	5	6
3	処置	1	2	3	4	5	6
4	体調管理（バイタルチェック含む）	1	2	3	4	5	6
5	服薬管理	1	2	3	4	5	6
6	服薬介助	1	2	3	4	5	6
7	食事介助	1	2	3	4	5	6
8	入浴介助	1	2	3	4	5	6
9	生活介助（オムツ交換など）	1	2	3	4	5	6
10	病院受診介助（付き添いなど含む）	1	2	3	4	5	6
11	レクリエーション	1	2	3	4	5	6
12	運動機能訓練	1	2	3	4	5	6
13	家族対応	1	2	3	4	5	6
14	その他（　　）						

5 あなたが業務の中で、利用者様の医療機関受診に付き添って外出する回数は、1ヶ月に平均何回ですか？（だいたいでけっこうです）
下の（　）の中に直接数字をご記入ください。
　　1ヶ月に（　　）回

****
※5 の答えが「0 回」の方（受診付き添い業務を担当されない方）は、
　　次頁の 6～8 の質問を飛ばして、このまま９へ進んでください
※それ以外の方は、このまま次の質問 6 へ進んでください。
****

6　業務で利用者様の医療機関受診に付き添う際は、1 回につきどれくらい時間がかかりますか？あなたが職場を出てから帰所するまでにかかるだいたいの平均時間をお答えください。（途中で別の用事が入る場合はその時間を抜き、どれか 1 つに〇をつけてください）

① 30 分未満
② 30 分以上～1 時間未満
③ 1 時間以上～2 時間未満
④ 2 時間以上～3 時間未満
⑤ 3 時間以上～4 時間未満
⑥ 4 時間以上～
⑦ その他（　　）

7　医療機関受診の付添は、業務全体を考えた時、あなたにとって時間的にどれくらい負担ですか？一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。

① 全く負担ではない
② あまり負担ではない
③ どちらでもない
④ やや負担である
⑤ 大変負担である
⑥ その他（　　）

8　医療機関受診の付添は、あなたにとって精神的にどのくらい負担ですか？一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。

① 全く負担ではない
② あまり負担ではない
③ どちらでもない
④ やや負担である
⑤ 大変負担である
⑥ その他（　　）

9　スマートグラス等を用いたオンライン診療で「期待できる」と考える効果を教えてください。（一番近い数字を 1 つ選び〇をつけてください。また、これ以外に何か期待できることがあれば、「10 その他」に直接ご記入ください。）

		全く期待していない	期待していない	どちらともいえない	やや期待している	大変期待している
1	業務時間を効率的に使える	1	2	3	4	5
2	医師と相談しやすくなる	1	2	3	4	5
3	ご家族もスマートグラスを用いる機会があり、診療内容を共有しやすくなる	1	2	3	4	5
4	計画的受診が可能になる	1	2	3	4	5
5	従来よりこまめな受診が可能になる	1	2	3	4	5
6	オンラインでつながることで、緊急時の相談がスムーズになる	1	2	3	4	5
7	処方や処置について、必要な指示を受けやすい	1	2	3	4	5
8	職場での多職種連携がしやすい	1	2	3	4	5
10	その他（　　）					

10 対面での診療とスマートグラス等を用いたオンライン診療とを比べ、現時点での率直なご意見をお答えください。オンライン診療は実際にはご経験がなくても、現在のイメージでお答えいただければ結構です。一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。

① 対面での診療のほうがよいと思う
② 対面での診療とオンラインによる診察とは、あまり変わらないと思う
③ オンラインによる診療のほうがよいと思う
④ わからない
⑤ その他（　　）

11 現在、オンライン診療に対して持っていらっしゃる印象やご意見など、もし何かありましたら、小さなことでも結構ですのでお知らせください。

アンケートは以上です。ご協力いただきありがとうございました。

図 4.8.4.2-4　かけはし木場職員アンケート①

5）かけはし木場職員
【介入実施「後」アンケート】

アンケート（施設職員様用・実施後）
ID:xxxxxxxxx

ローカル５Ｇアンケート【スタッフ用】（実施後）

回答日　　年　　月　　日

****
※前回のアンケートと同じ質問が含まれています。現在のあなたの状態について、ご面倒ですが同じ質問にも、再度お答えください。
****

1　あなたの性別を教えて下さい。（どちらかに○を付けて下さい）
　① 男性
　② 女性

2　あなたのご年齢を教えて下さい。（数字を直接ご記入下さい）
　（　　歳）

3　あなたの職種を教えて下さい。（どれか１つに○を付けて下さい）
　① 看護職員
　② 介護職員
　③ その他（　　）

4 今回のオンライン診療で、あなた自身は実際に、スマートグラス（利用者様の診療で用いる特別なメガネ）等をつける（使う）機会がありましたか？

　① 使わなかった
　② 使った
　③ その他（　　）

5　次にあげる業務に対し、ご自身にもっとも当てはまる数字を、右の選択肢から選んで下さい。
（1 行ずつどれか１つの数字に○を付けて下さい。）
またこれ以外に何か困難な業務があれば、「10 その他」に直接ご記入ください。

		全く困難ではない	あまり困難ではない	どちらともいえない	やや困難である	とても困難である	担当しない
1	急変時の連絡	1	2	3	4	5	6
2	夜間の入所者対応	1	2	3	4	5	6
3	処置	1	2	3	4	5	6
4	体調管理（バイタルチェック含む）	1	2	3	4	5	6
5	服薬管理	1	2	3	4	5	6
6	服薬介助	1	2	3	4	5	6
7	食事介助	1	2	3	4	5	6
8	入浴介助	1	2	3	4	5	6
9	生活介助（オムツ交換など）	1	2	3	4	5	6
10	病院受診介助（付き添いなど含む）	1	2	3	4	5	6
11	レクリエーション	1	2	3	4	5	6
12	運動機能訓練	1	2	3	4	5	6
13	家族対応	1	2	3	4	5	6
14	その他（　　）						

6　あなたが業務の中で、利用者様の医療機関受診に付き添って外出する回数は、オンライン診療開始以降の１ヶ月間で、約何回でしたか？（だいたいでけっこうです）
下の（　　）の中に直接数字をご記入ください。付き添いをしない方は０回とご記入ください。
　１ヶ月に（　　）回

7　業務で利用者様の医療機関受診に付き添う際は１回につきどれくらい時間がかかりますか？
あなたが職場を出てから帰所するまでにかかるだいたいの平均時間をお答えください。（途中で別の用事が入る場合はその時間を抜き、どれか１つに○をつけてください）
付き添いをしない方は、飛ばして質問 10 へ進んでください。

　① 30 分未満
　② 30 分以上～1 時間未満
　③ 1 時間以上～2 時間未満
　④ 2 時間以上～3 時間未満
　⑤ 3 時間以上～4 時間未満
　⑥ 4 時間以上～
　⑦ その他（　　）

8　医療機関受診の付添は、業務全体を考えた時、あなたにとって時間的にどれくらい負担ですか？一番近いものを 1 つ選び○を付けて下さい。付き添いをしない方は、飛ばして質問 10 へ進んでください。

① 全く負担ではない
② あまり負担ではない
③ どちらでもない
④ やや負担である
⑤ 大変負担である
⑥ その他（　　）

9　医療機関受診の付添は、あなたにとって精神的にどのくらい負担ですか？
一番近いものを 1 つ選び○を付けて下さい。付き添いをしない方は、飛ばして質問 10 へ進んでください。

① 全く負担ではない
② あまり負担ではない
③ どちらでもない
④ やや負担である
⑤ 大変負担である
⑥ その他（　　）

****
これ以降の質問（10～22）は、実際にスマートグラス等を使った方のみお答えください。
それ以外の方は、とばして質問 21 へお進みください。
****

10 今回、スマートグラス等を使うための「準備」はあなたにとって大変でしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても大変だった
② 大変だった
③ どちらでもない
④ 大変ではなかった
⑤ 全然大変ではなかった
⑥ その他（　　）

11 スマートグラス等の「操作」（使い方）はあなたにとって簡単でしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても難しかった
② 難しかった
③ どちらでもない
④ 簡単だった
⑤ とても簡単だった
⑥ その他（　　）

12 スマートグラスをかけた時、軽さはどうでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても重たかった
② 重たかった
③ どちらでもない
④ 軽かった
⑤ とても軽かった
⑥ その他（　　）

13 スマートグラスをかけた時、耳が痛くなりませんでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても耳が痛かった
② 耳が痛かった
③ どちらでもない
④ 耳は痛くなかった
⑤ 全く耳は痛くなかった
⑥ その他（　　）

14 スマートグラスをかけた時、視界の明るさはどうでしたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① とても暗かった
② 暗かった
③ どちらでもない
④ 明るかった
⑤ とても明るかった
⑥ その他（　　）

15 スマートグラスをかけた時、利用者さんの様子ははっきりみえましたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① 全然はっきり見えなかった
② はっきり見えなかった
③ どちらでもない
④ はっきり見えた
⑤ とてもはっきり見えた
⑥ その他（　　）

16 イヤホンを通して医師の声はよく聞こえましたか？
一番近いものを 1 つ選び、○を付けて下さい。

① 全く聞こえなかった
② 聞き取りづらかった
③ どちらでもない
④ 聞き取れた

⑤ 大変よく聞き取れた
⑥ その他（　　）

17 マイクを通して、気になることを医師にきちんと伝えることができましたか？
一番近いものを 1 つ選び、〇を付けて下さい。
① 全く伝えられなかった
② 伝えられなかった
③ どちらでもない
④ 伝えられた
⑤ とてもよく伝えられた
⑥ その他（　　）

18 マイクを通して伝えたことが、医師に十分理解されましたか？
一番近いものを 1 つ選び、〇を付けて下さい。
① 全然理解されなかった
② 理解されなかった
③ どちらでもない
④ 理解された
⑤ とてもよく理解された
⑥ その他（　　）

19 スマートグラス等を使ったオンライン診療の最中、医師との音声のやりとりは、時間的（タイミング的）な遅れやずれはありませんでしたか？一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。
① 全てタイミングがずれていた
② 少しタイミングにずれがあった
③ どちらでもない
④ タイミングのずれはほとんどなかった
⑤ 全くタイミングのずれはなかった
⑥ その他（　　）

20 スマートグラス等を使ったオンライン診療の際、医師との通信が途切れることはなかったですか？次一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。
① 全体的に通信が途切れていた
② 時々通信が途切れることがあった
③ どちらでもない
④ 通信が途切れることはほとんどなかった
⑤ 通信が途切れることは全くなかった
⑥ その他（　　）

21 スマートグラス等を用いたオンライン診療に関する今後の期待について教えてください。
一番近い数字を 1 つ選び〇をつけてください。またここにないが、期待できることがあれば、「10 その他」に直接ご記入ください。

		全く期待できない	期待できない	どちらともいえない	やや期待できる	大変期待できる
1	業務時間を効率的に使える	1	2	3	4	5
2	医師と相談しやすくなる	1	2	3	4	5
3	ご家族もスマートグラスを用いる機会があり、診療内容を共有しやすくなる	1	2	3	4	5
4	計画的受診が可能になる	1	2	3	4	5
5	従来よりこまめな受診が可能になる	1	2	3	4	5
6	オンラインでつながることで、緊急時の相談がスムーズになる	1	2	3	4	5
7	処方や処置について、必要な指示を受けやすい	1	2	3	4	5
8	職場での多職種連携がしやすい	1	2	3	4	5
10	その他（　　）					

22 今回、スマートグラス等を実際に使用された方におたずねします。
（それ以外の方は、この質問をとばして質問 23 へ）
スマートグラス等を用いたオンライン診療に対する実務者としての率直な満足度をお答えください。一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。
① とても不満足だった
② 不満足だった
③ どちらともいえない
④ 満足だった
⑤ とても満足だった
⑥ その他（　　）

23 対面での診療とスマートグラス等を用いたオンライン診療とを比べ、現在のご意見をお答えください。一番近いものを 1 つ選び〇を付けて下さい。（体験していない方もご回答ください）
① 対面での診療のほうがよいと思う
② 対面での診療とオンラインによる診察とは、あまり変わらないと思う
③ オンラインによる診療のほうがよいと思う
④ わからない
⑤ その他（　　）

24 今回のローカル 5G によるオンライン診療について、その他気づかれたことやご意見、ご感想などありましたら、どんな小さなことでもけっこうです、ぜひお聞かせください。

アンケートは以上です。ご協力いただきありがとうございました。

図 4.8.4.2-5　かけはし木場職員アンケート②

6）医師

【医師：インタビューシート】

インタビューシート

ローカル 5G インタビューシート（対象者：医師）

半構造化面接　Ver.2

0.フェイスシート質問	
1)年齢、2)性別、3)専門とする診療科、4)臨床年数	
1.診察の正確性と質的向上に関する質問	
A 全身状態	
1	患者さんの全身状態の観察は可能でしたか？
2	全身状態の観察で、対面診療と違った点があれば教えてください（良い点、悪い点）
3	モニタ越しの全身観察は、診断根拠として耐えうるものでしたか？
B バイタルサイン	
4	バイタルサインの把握は可能でしたか？（呼吸数・SpO2・血圧・体温・意識レベル）
5	モニタ越しのバイタルサイン把握は、診断根拠として耐えうるものでしたか？
C 症状	
6	患者さんがいま最も問題と感じていること（症状等）を聞き出すことは可能でしたか？
7	症状を伝えられたのは、ご本人、それともスマートグラス装着者からでしたか？
8	症状の聞き取りで、対面診療と違った点があれば教えてください（良い点、悪い点）
9	モニタ越しの症状の聞き取りは、診断根拠として耐えうるものでしたか？
D 異常部位等の観察・把握（浮腫、発赤、腫脹、痛み、かゆみ、その他）	
10	患者さんに異常がみられる部位についての観察は可能でしたか？
11	異常部位の観察・把握で対面診療と違う点があれば教えてください（良い点、悪い点）
12	モニタ越しの異常部位の観察・把握は、診断根拠として耐えうるものでしたか？
E コミュニケーション	
13	患者さん・スマートグラス装着者と円滑で十分な意思疎通がはかれましたか？
14	コミュニケーションで対面診療と違った点があれば教えてください。(良い点、悪い点)
15	スマートグラス装着者との意思疎通は、診断根拠として耐えうるものでしたか？
2. ローカル 5G の性能に関する質問	
F 準備・操作	
16	ローカル 5G による画像・音声を受発信するための準備は大変でしたか？
17	ローカル 5G による画像・音声を受発信するための操作は大変でしたか？
G 画像	
18	ローカル 5G で受信した画像の明るさはいかがでしたか？
19	ローカル 5G で受信した画像は鮮明にみえましたか？
20	ローカル 5G で受信した画像はスムーズにみえましたか？（コマ落ちの有無）

前ページから続く	
H 音声	
21	ローカル 5G で受信したイヤホン越しの音声は鮮明に聞こえましたか？
22	マイクを通しスマートグラス装着者に伝えた音声は相手によく聞こえていましたか？
I 体感としての通信速度	
23	ローカル 5G でのやりとりに、時間的な遅れやずれはありましたか？
24	時間的な遅れやずれがあった場合、音声、画像のいずれでしたか？
3. 満足度に関する質問	
25	対面診療でできることが、オンラインのためできなかったことがありましたか？
26	オンラインだからこそできたこと、オンラインの方がよい点があれば教えてください
27	全体を通して、今回のオンライン診療に対する満足度を教えて下さい
28	今後、機会があれば、またこのやり方で診療をしたいと思いますか？
29	ローカル 5G を用いたオンライン診療に対する改善点があれば教えて下さい
4. スマートグラスと 4K カメラの比較	
30	スマートグラスと 4K カメラを比較して、画像の明るさはいかがでしたか？
31	スマートグラスと 4K カメラを比較して、画像の鮮明さはいかがでしたか？
32	スマートグラスと 4K カメラを比較して、画像のスムーズさはいかがでしたか？
33	スマートグラスと 4K カメラを診療で使いわけるとしたら、どのようにされますか？
34	スマートグラスと 4K カメラを比較して、その他何か気づいたことがありました？
5. その他	
35	全体を通して、その他になにかお気づきの点があれば教えてください。

図 4.8.4.2-6　医師インタビューシート

7） 症例記録票

症例記録票

症例記録票

日付：202　　年　　月　　日（　　曜）

No.　　（整理番号：カルテと連動しない）　無記名　　歳、男・女

1. 外来通院

（五島中央病院・井上内科小児科医院）（どちらかを〇で囲む）

出発：　　時　　分、帰着：　　時　　分

付き添い・介助者　：1.ご家族　2.看護職員　3.介護職員　4.その他（　　）

2. オンライン外来

（五島中央病院・井上内科小児科医院）（どちらかを〇で囲む）

開始：　　時　　分、終了：　　時　　分

スマートグラス等使用者：1.ご家族　2.看護職員　3.介護職員　4.その他（　　）

3. 緊急電話連絡（井上内科小児科医院）

開始：　　時　　分、終了：　　時　　分

電話連絡者　：1.ご家族　2.看護職員　3.介護職員　4.その他（　　）

4. 緊急オンライン診療（井上内科小児科医院）

開始：　　時　　分、終了：　　時　　分

スマートグラス等使用者：1.ご家族　2.看護職員　3.介護職員　4.その他（　　）

ご本人・ご家族の訴えまたは職員が発見した異常：

医師の対応等：

電話・オンライン診療後　1.医師の電話･オンラインを通じた指示のみで対応が済んだ。
2.医師がかけはしに来て診療した。
3.医療機関受診を指示された。

スマートグラス等の機器トラブル：（どちらかを〇で囲む）

0.無　　1.有（　　）

図 4.8.4.2-7　症例記録票

4.8.5　検証結果

4.8.5.1 オンライン診療の実際の様子

令和 3 年 1 月 7 日～2 月 24 日の期間、オンライン診療を実施した。

（1）五島中央病院とかけはし木場にてオンライン診療

長崎県五島中央病院内に設置した 4K モニタで、各科の医師がかけはし木場利用者（患者）のオンライン診療を実施した。診療実施に際しては、かけはし木場の職員（看護師等）がスマートグラスを装着し、当該スマートグラスから送信される映像を医師がモニタで観察した。

1）内科

本症例の利用者（患者）は、通常 2 ヶ月に 1 回、ご家族（娘）が介助し受診される。認知症でありご本人との意思の疎通は困難だったが、看護師が間に入る事により診療を実施した。スマートグラスを装着している看護師に医師が指示を出すことで、全身所見（浮腫・反応状態等）を得る事が出来た。画像は粗いが全身状態の観察は可能なレベルであり、認知症の通常診療が可能であった。

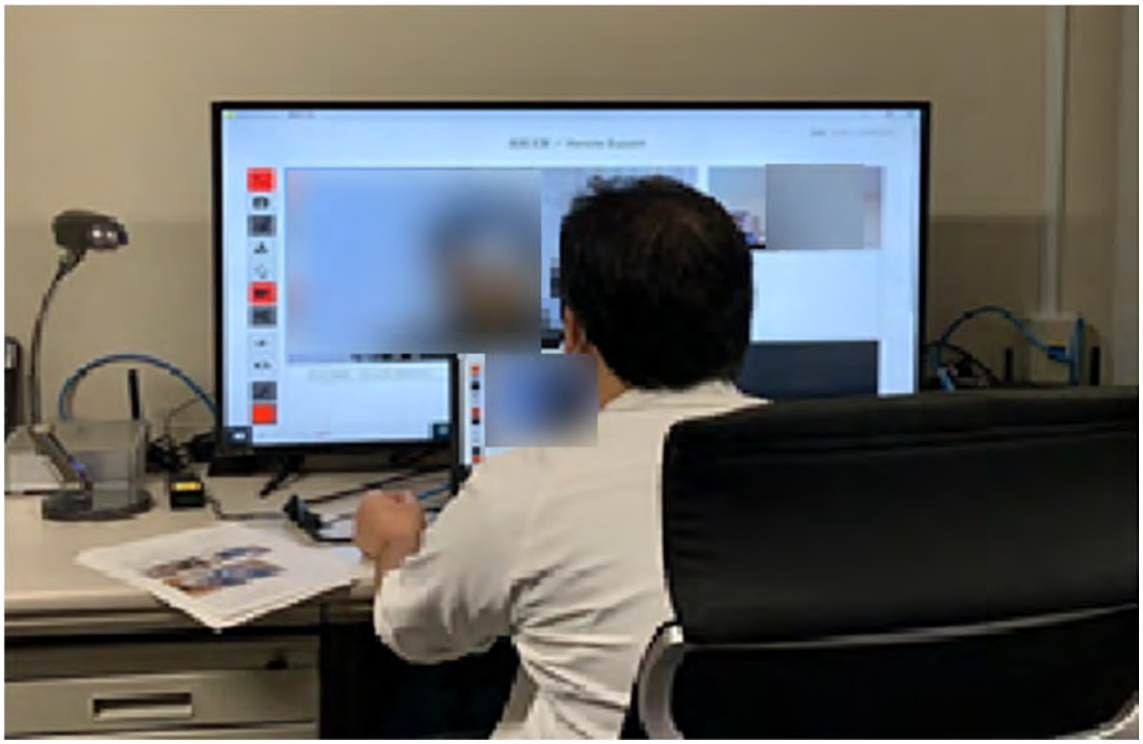


図 4.8.5.1-1　内科医によるオンライン診療

2）皮膚科

本症例の利用者（患者）は、皮疹に対し軟膏塗布にて治療中である。経過も良好であり、今回フォローアップ目的でオンライン診療を実施した。症状も問題なく、軟膏治療継続となった。疾患や症状の状態にもよるが、今回の症例については十分に皮膚科診療が可能であった。

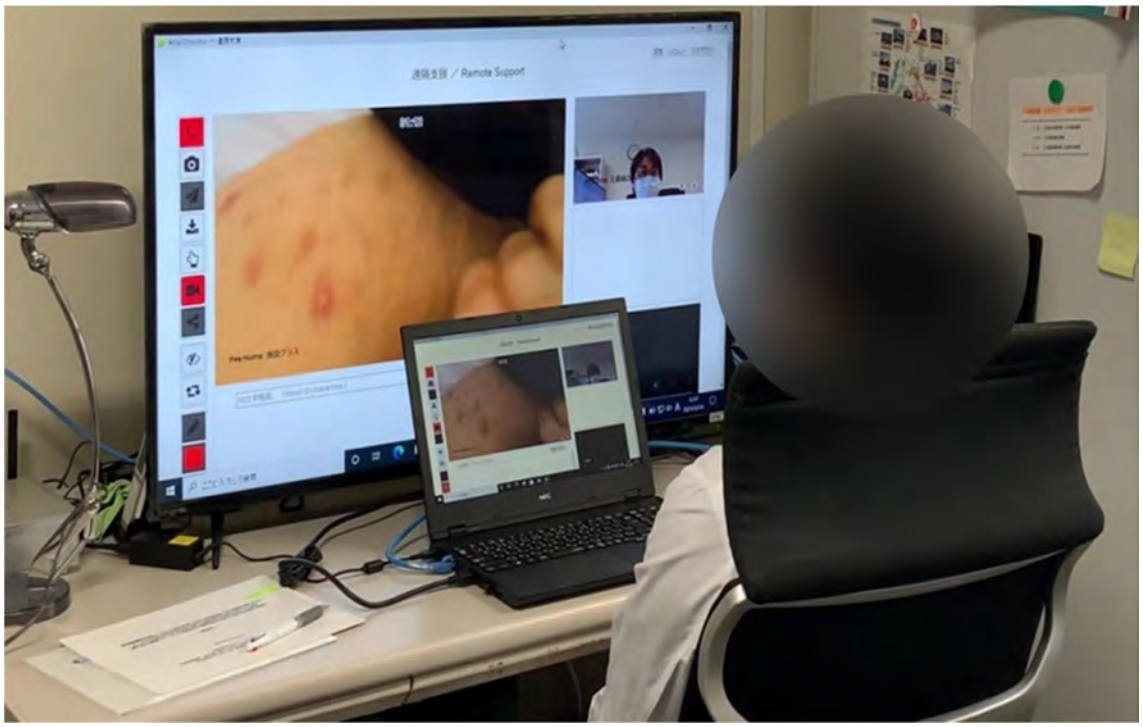


図 4.8.5.1-2　皮膚科医によるオンライン診療

（2）井上内科小児科とかけはし木場にてオンライン回診・外来

井上内科小児科医院の嘱託医は、通常は月に 1 回、施設（かけはし木場）を訪問して回診を行っている。今回は実証調査のため、入所者の部屋をかけはし木場の看護師が巡り、スマートグラスによる画像を共有しながら診療（オンライン回診）を行った。オンライン回診では、かけはし木場（施設）の利用者（患者）は、あらかじめ施設内の医務室に移動して受診した。診療介助者（看護師）からスマートグラス（画面右）と 4K カメラ（画面左）の映像が並行して提供され、医師が全身状態の観察等を行った。

また、オンライン回診以外にも、通常、かけはし木場から井上内科小児科医院外来に通院されている利用者（患者）について、これに代わるものとして個別のオンライン診療を実施した。

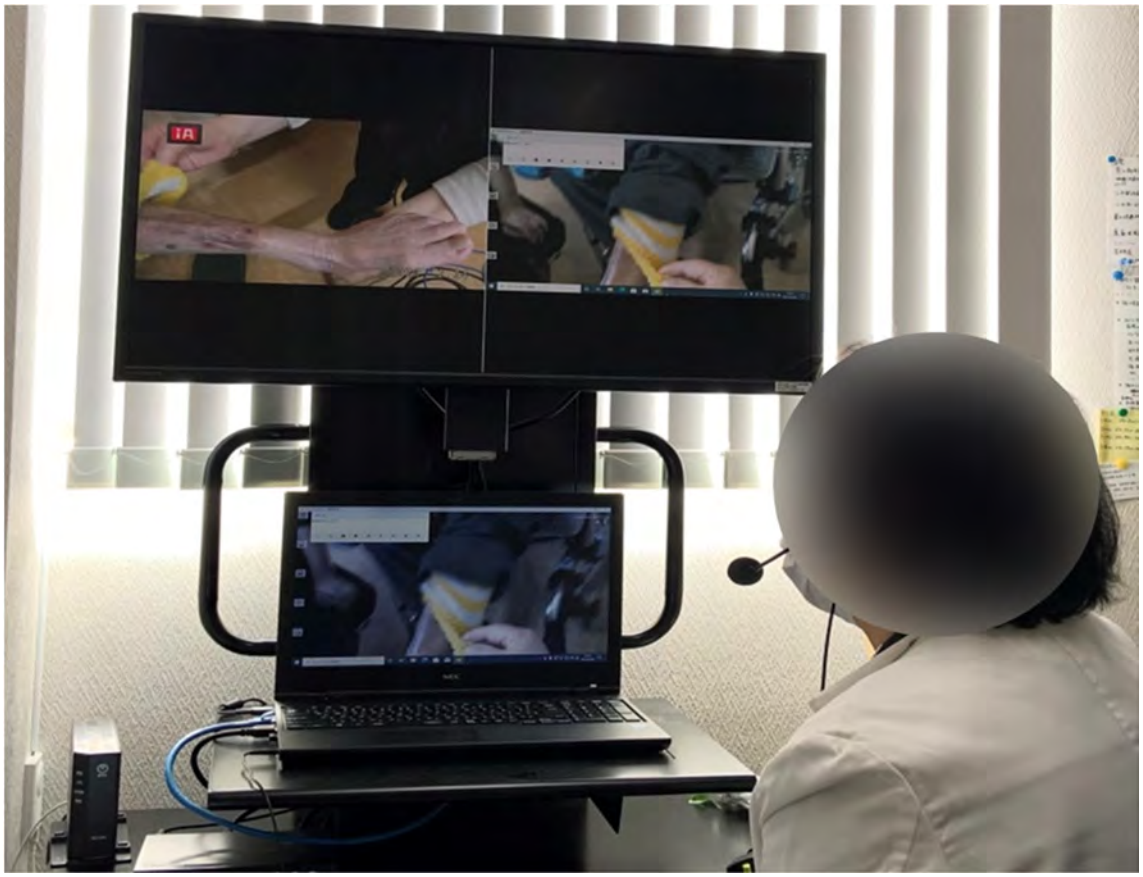


図 4.8.5.1-3　井上内科小児科医院によるオンライン回診

図 4.8.5.1-4　かけはし木場側の様子

4.8.5.2 アンケート調査結果

（1）基本属性

令和 2 年 12 月 11 日～令和 3 年 2 月 17 日の期間、施設職員・利用者・利用者家族を対象にアンケートを実施した。各対象者の基本的属性を表 4.8.5.2-1 に示す。

表 4.8.5.2-1　基本属性（全対象者）

Table1．基本属性（全対象者）

		施設職員		利用者		利用者家族	
		(n=24)		(n=8)		(n=9)	
項目		N	%	N	%	N	%
性別							
	男性	4	16.7	3	37.5	3	33.3
	女性	20	83.3	5	62.5	6	66.7
年齢							
	30代	4	16.7	0	0.0	0	0.0
	40代	3	12.5	0	0.0	0	0.0
	50代	9	37.5	0	0.0	3	33.3
	60代	7	29.2	0	0.0	4	44.4
	70代	0	0.0	0	0.0	1	11.1
	80代	0	0.0	4	50.0	0	0.0
	90代	0	0.0	4	50.0	0	0.0
	欠損値	1	4.2	0	0.0	1	11.1
職種							
	看護職員	3	12.5	―	―	―	―
	介護職員	20	83.3	―	―	―	―
	その他	1	4.2	―	―	―	―

（2）主要評価項目

主要評価項目として、以下項目をアンケート調査により検討した。

==========

1）家族・施設職員の受診付添いに対する負担感：介入*前後比較**

　a）施設職員（表 4.8.5.2-2）

　b）利用者・家族（表 4.8.5.2-3）

2）日常業務に関する施設職員の負担感: 介入前後比較（表 4.8.5.2-4～表 4.8.5.2-5）

==========

* 介入：オンライン診療

**介入前後比較は、施設職員に対して実施。

1）家族・施設職員の受診付添いに対する負担感

高齢者福祉施設利用者の受診付添いに対する施設職員および家族の負担について、オンライン診療前後の比較を実施した。

a）施設職員（表 4.8.5.2-2）

オンライン診療開始前と後を比較し、施設職員が受診付添いを行う「回数」や「所要時間」についてはほとんど変化がみられなかった。その一方で、受診付添いに伴う「時間的負担」と「精神的負担」については、統計学的な有意を示してはいないものの、オンライン診療実施「前」より「後」のほうが、やや負担感が強まる傾向がみられた。これは診療前の機器準備に時間がかかることや、画面越しで医師から何を聞かれるのかがわからないなど、オンラインがもたらす精神的ストレスに起因する可能性もあり、詳細について今後の調査が必要である。

表 4.8.5.2-1　受診付添いの負担（施設職員）

「非公開情報を含むため表を削除」

b）利用者家族（表 4.8.5.2-3）

利用者家族に対しては、オンライン診療開始「前」と「後」の 2 回にわたり、アンケート調査を行う予定であった。しかし期間中の新型コロナウィルス感染流行のため、家族に対するオンライン診療開始「後」の調査自体が不可となった。したがって以下表 4.8.5.2-2 は、開始「前」の調査結果である。対象となった家族の多くは、利用者の通院付添いのため月 1～2 回という高い頻度で受診付き添いをしていた。さらに、毎月の付き添いに対する時間的、精神的負担を感じており、家族の付添い負担に関する実態が浮き彫りにされる結果となった。

表 4.8.5.2-3　受診付添いの負担（利用者家族）

Table 2-2. 受診付添いの負担（利用者家族）

		N (n=9)	%
付添いの頻度			
	3ヶ月に1回程度	1	11.1
	2ヶ月に1回程度	0	0.0
	月に1回程度	4	44.4
	月に2回程度	3	33.3
	月に3回以上	0	0.0
	その他	1	11.1
付き添いにかかる時間			
	30分未満	0	0.0
	30分以上～1時間未満	0	0.0
	1時間以上～2時間未満	2	22.2
	2時間以上～3時間未満	3	33.3
	3時間以上～4時間未満	2	22.2
	4時間以上～	2	22.2
付添いの時間的な負担			
	全く負担ではない	1	11.1
	あまり負担ではない	1	11.1
	どちらでもない	1	11.1
	やや負担である	5	55.6
	大変負担である	1	11.1
付添いの精神的な負担			
	全く負担ではない	1	11.1
	あまり負担ではない	2	22.2
	どちらでもない	2	22.2
	やや負担である	2	22.2
	大変負担である	2	22.2

2）日常業務に関する施設職員の負担（表 4.8.5.2-4～表 4.8.5.2-5）

日常業務に関する施設職員の負担について、オンライン診療前後の比較を実施した。統計学的有意差は示されていないものの、「急変時の連絡」および「処置」の困難さについて、オンライン診療介入後にいずれも改善傾向がみられた。

表 4.8.5.2-4　高齢者福祉施設職員の日常業務に関する負担感①

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.5.2-5　高齢者福祉施設職員の日常業務に関する負担感②

「非公開情報を含むため表を削除」

（3）副次評価項目

副次評価項目として、以下項目をアンケート調査により検討した。

==========

1）使用機器の操作性（表 4.8.5.2-6～表 4.8.5.2-8）
2）オンライン診療に対する期待（表 4.8.5.2-9～表 4.8.5.2-10）
3）オンライン診療と対面診療の比較
　-施設職員（表 4.8.5.2-11）
　-利用者・家族（表 4.8.5.2-12）
4）オンライン診療に対する満足度（表 4.8.5.2-13）
5）オンライン受診の実感（表 4.8.5.2-14）

==========

1）使用機器の操作性（表 4.8.5.2-6～表 4.8.5.2-8）

操作性に関する調査結果では、データ送信側である施設職員（スマートグラス着用者）において、準備が大変で操作が難しかったという声があがっていた。また機器の装着に関し、装着時の「重さ」には問題がないものの、「耳が痛い」という意見があげられた。データ送信側からは、機器による視野の「明るさ」「明瞭さ」に対する問題は指摘されていないが、音声の「聞きとりやすさ」については、意見がわかれており、個人差によるところが大きい可能性が示唆された。「コミュニケーションのとりやすさ」については問題がないとの結果が示された。一方で、オンライン診療の通信状況について、一部で「タイミングのずれ」、とりわけ「ローカル５Ｇ通信の途切れ・断絶」の発生が指摘されており、このことが診療の質に影響を与える可能性についての懸念が示された。

表 4.8.5.2-6　使用機器の操作性（施設職員）①

Table 4. 使用機器の操作性（施設職員）

		N	%
準備			
(n=4)	とても大変だった	0	0.0
	大変だった	2	50.0
	どちらでもない	0	0.0
	大変ではなかった	0	0.0
	全然大変ではなかった	0	0.0
	その他	2	50.0
操作			
(n=3)	とても難しかった	0	0.0
	難しかった	1	33.3
	どちらでもない	2	66.7
	簡単だった	0	0.0
	とても簡単だった	0	0.0
	その他	0	0.0
重さ			
(n=3)	とても重たかった	0	0.0
	重たかった	0	0.0
	どちらでもない	3	100.0
	軽かった	0	0.0
	とても軽かった	0	0.0
	その他	0	0.0
耳の痛さ			
(n=3)	とても耳が痛かった	0	0.0
	耳が痛かった	2	66.7
	どちらでもない	0	0.0
	痛くなかった	1	33.3
	全く痛くなかった	0	0.0
	その他	0	0.0

表 4.8.5.2-7　使用機器の操作性（施設職員）②

Table 4. 使用機器の操作性（施設職員）

		N	%
視界の明るさ			
(n=3)	とても暗かった	0	0.0
	暗かった	0	0.0
	どちらでもない	2	66.7
	明るかった	1	33.3
	とても明るかった	0	0.0
	その他	0	0.0
視界の明瞭さ			
(n=3)	全然はっきり見えなかった	0	0.0
	はっきり見えなかった	0	0.0
	どちらでもない	0	0.0
	はっきり見えた	3	100.0
	とてもはっきり見えた	0	0.0
	その他	0	0.0
音の聞き取りやすさ			
(n=3)	全く聞こえなかった	0	0.0
	聞き取りづらかった	1	33.3
	どちらでもない	1	33.3
	聞き取れた	0	0.0
	大変よく聞き取れた	1	33.3
	その他	0	0.0
音の伝えやすさ			
(n=3)	全く伝えられなかった	0	0.0
	伝えられなかった	0	0.0
	どちらでもない	0	0.0
	伝えられた	1	33.3
	とてもよく伝えられた	2	66.7
	その他	0	0.0

表 4.8.5.2-8　使用機器の操作性（施設職員）③

Table 4. 使用機器の操作性（施設職員）

		N	%
医師に理解されたか			
(n=3)	全然理解されなかった	0	0.0
	理解されなかった	0	0.0
	どちらでもない	0	0.0
	理解された	1	33.3
	とてもよく理解された	2	66.7
	その他	0	0.0
タイミングのずれ			
(n=3)	全てタイミングがずれていた	0	0.0
	少しタイミングにずれがあった	1	33.3
	どちらでもない	0	0.0
	タイミングのずれはほとんどなかった	2	66.7
	全くタイミングのずれはなかった	0	0.0
	その他	0	0.0
通信の途切れ			
(n=3)	全体的に通信が途切れていた	0	0.0
	時々通信が途切れることがあった	2	66.7
	どちらでもない	0	0.0
	通信が途切れることはほとんどなかった	1	33.3
	通信が途切れることは全くなかった	0	0.0
	その他	0	0.0

2）オンライン診療に対する期待（表 4.8.5.2-9～表 4.8.5.2-10）

オンライン診療で期待される項目に関し、介入前と介入後の 2 回にわたり調査を実施した。施設職員における「オンライン診療」への期待は、介入前は「やや期待している」「大変期待している」という声が全体的に多く、この取り組みに対する期待・関心の大きさが明らかとなった。これに対し、介入後は「どちらともいえない」という方向へ移行する傾向がみられ、実際に体験をすることにより、具体的な課題がみえたことが示唆される結果となった。

項目別にみるとオンライン診療による「多職種連携のしやすさ」について、介入前後に有意な変化がみられた。介入後のほうが「どちらともいえない」「期待できない」という方向性へ移行する傾向が示された。これは、オンライン診療に実際に携わる職種が限定され、一部職員にのみ、取り組みに対する負荷がかかったことが一因として想定される。

表 4.8.5.2-9　オンライン診療への期待（施設職員）①

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.5.2-10　オンライン診療への期待（施設職員）②

「非公開情報を含むため表を削除」

3）オンライン診療と対面診療の比較

- 施設職員（表 4.8.5.2-11）
- 利用者・家族（表 4.8.5.2-12）

オンライン診療と対面診療を比較し、施設職員・利用者、利用者家族に調査を実施した。施設職員においては、介入前と介入後で、回答に有意な変化がみられた。具体的には、対面診療、オンライン診療を支持する回答者のパーセンテージがいずれも介入前と比べ、介入後に上昇、実施「前」の時点で「わからない」回答していた群が、開始後にいずれかの 2 方向へ移動した結果を示した。

表 4.8.5.2-11　対面診療とオンライン診療（施設職員）

Table 6. 対面診療とオンライン診療（施設職員）

		介入前		介入後		*p*- value*
		N	%	N	%	
対面診療とオンライン診療						
介入前（n=22）	対面診療がいい	6	27.3	7	53.9	**0.02**
介入後（n=13）	あまり変わらない	3	13.6	2	15.4	
	オンライン診療がいい	2	9.1	3	23.1	
	わからない	6	27.3	1	7.7	
	その他	5	22.7	0	0.0	

*Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test

利用者、家族においても、オンライン診療、対面診療、いずれかを支持する回答者にわかれる結果であった。とりわけ、利用者のオンライン診療の受け取り方は多様であることが示された。すなわち、利用者における本結果は、オンライン診療介入後のものであるにもかかわらず、「わからない」と回答された方が一定の割合で存在しており、利用者の認識については、個別性に依拠する部分も大きいことが示唆される結果となった。

表 4.8.5.2-12　対面診療とオンライン診療（利用者・利用者家族）

Table 7. 対面診療とオンライン診療（利用者・利用者家族）

	利用者*（n=8）		利用者家族**（n=9）	
	N	%	N	%
対面診療とオンライン診療				
対面診療がいい	3	37.5	4	44.4
あまり変わらない	0	0.0	1	11.1
オンライン診療がいい	3	37.5	3	33.3
わからない	2	25.0	1	11.1
その他	0	0.0	0	0.0

*介入後，**介入前（新型コロナウィルス感染流行のため、家族の介入後調査不可）

4）オンライン診療に対する満足度（表 4.8.5.2-13）

今回のオンライン診療に対する満足度は施設職員・利用者ともに「満足だった」と答えた回答者が最も多かった。

表 4.8.5.2-13　オンライン診療に対する満足度（施設職員・利用者）

Table 8. オンライン診療に対する満足度（施設職員・利用者）

		施設職員（n=4）		利用者（n=8)	
		N	%	N	%
オンライン診療の満足度					
	とても不満足だった	0	0.0	0	0.0
	不満足だった	0	0.0	0	0.0
	どちらでもない	1	25.0	3	37.5
	満足だった	2	50.0	5	62.5
	とても満足だった	0	0.0	0	0.0
	その他	1	25.0	0	0.0

5）オンライン受診の実感（表 4.8.5.2-14）

実際にオンライン診療を受診した利用者の実感を調査した。全体的傾向としてオンライン診療への受け入れは良好で、とくに「次にまた受診したいか」の設問に対しては、約半数が「ぜひ受けたい」と回答した。

表 4.8.5.2-14　オンライン受診の実感（利用者）

Table 9. オンライン受診の実感（利用者）

		Total (n=8)	
		N	%
自分の症状について			
	全く言えなかった	0	0.0
	あまり言えなかった	2	25.0
	どちらともいえない	2	25.0
	まあまあ言えた	3	37.5
	とてもよく言えた	1	12.5
	その他		
医師に言いたいことを			
	全く伝えらなかった	0	0.0
	あまり伝わらなかった	2	25.0
	どちらともいえない	1	12.5
	まあまあ伝わった	2	25.0
	とてもよく伝わった	3	37.5
	その他		
診療を受けた時の気持ち			
	全くいやではなかった	1	12.5
	いやではなかった	3	37.5
	どちらとも言えない	3	37.5
	少しいやだった	1	12.5
	とてもいやだった	0	0.0
	その他	0	0.0
医師の説明に対する理解			
	全く理解できなかった	0	0.0
	理解できなかった	2	25.0
	どちらともいえない	1	12.5
	まぁまぁ理解できた	3	37.5
	とてもよく理解できた	2	25.0
	その他	0	0.0
また受診したいかどうか			
	全然受けたくない	0	0.0
	あまり受けたくない	1	12.5
	どちらともいえない	2	25.0
	やや受けたい	1	12.5
	ぜひ受けたい	4	50.0
	その他	0	0.0

4.8.6 インタビュー調査結果

令和 3 年 1 月 20 日～2 月 24 日の期間、インタビュー調査を実施した。

(1) 基本属性

対象者は全員医師で、個別インタビューを 7 回実施した。参加者の 85%が男性、平均年齢は 43.7 歳（標準偏差 14.4）であった。対象者の専門科は全て異なる科であり、臨床年数の平均は 15.1 年（標準偏差：11.2）であった。

表 4.8.6-1　基本属性

No	年齢	性別	専門科	臨床年数
1	37	男性	循環器内科	11年
2	30	男性	整形外科	4年
3	52	男性	血液内科	28年
4	29	男性	呼吸器内科	5年
5	59	男性	精神科	33年
6	35	男性	皮膚科	10年
7	64	女性	内科	15年

(2) 解析結果

得られた面接データを、オンライン診療に対する「満足度」、「診療上の利点」、「診療上の課題」、「診療上の評価」、「技術的評価」、「全体的な課題」、「今後への提案」の 7 つの観点に基づき分析を行い、21 のカテゴリー【オンライン診療の満足度】【オンライン診療全体の利点】【オンライン診療全体の課題】【バイタルサイン等】【医師のストレス】【電話再診との比較】【コミュニケーション】【診療に伴うデバイス等の検討】【診療介助者の現状と課題】【診断根拠としての検討】【音声のクオリティ】【音声の遅延】【画像の鮮明さ(スマートグラス)】【画像の粗さ(スマートグラス)】【画像の明るさ(スマートグラス)】【回線速度】【色調補正(スマートグラス)】【操作性】【システム全体の課題】【システム改善への提案】【オンライン診療運用への提案】と、68 のコードを抽出した。

表 4.8.6-2　医師へのインタビュー解析結果①

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.6-3　医師へのインタビュー解析結果②

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.6-4　医師へのインタビュー解析結果③

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.6-5　医師へのインタビュー解析結果④

「非公開情報を含むため表を削除」

表 4.8.6-6　医師へのインタビュー解析結果⑤

「非公開情報を含むため表を削除」

4.8.7 症例記録票集計結果

フェーズ I からフェーズ III の実証期間全体、令和 2 年 12 月 14 日から令和 3 年 2 月 10 日までに 40 例が登録された。患者の属性は男性 5 人(12.5%)、女性 35 人(87.5%)。年齢は範囲が 80～97 歳、中央値が 91 歳であった（2 例で年齢データ欠損）。入所形態はショートステイ 36 人(90.0%)、サービス付き高齢者向け住宅 4 人(10.0%)であった。

（1）フェーズ I【介入前調査】

1）急変時の連絡

入所者の容態が変化し、施設職員がかかりつけ医に緊急で電話連絡した回数は 4 回であった。すべて令和 2 年 12 月 26 日から 28 日までの 3 日間に、同一の入所者(94 歳女性)について行われた。2 回目と 3 回目にかかりつけ医が往診した。4 回目は呼吸停止の報告であり、かかりつけ医は死亡確認のため往診した。

2）外来通院

入所者がかかりつけ医に通院した回数は 10 回、うち井上内科小児科医院 7 回(70.0%)、長崎県五島中央病院 3 回(30.0%)であった。井上内科小児科医院通院の所要時間は、範囲が 30～200 分、中央値が 30 分であった。長崎県五島中央病院通院の所要時間は、範囲が 90～510 分、中央値が 120 分であった。なお、長崎県五島中央病院で 510 分要した例では、外来で輸血が施行された。

3）診療介助者

通院介助者は、井上内科小児科医院については看護職員 5 回、介護職員 2 回。長崎県五島中央病院についてはご家族が 2 回、看護職員が 1 回であった。

（2）フェーズ III【介入後調査】

1）急変時の連絡

実証調査期間中に入所者が急変された例はなかった。

2）オンライン診療

入所者に対しオンライン診療が行われた回数は 26 回、うち井上内科小児科医院 17 回(65.4%)、長崎県五島中央病院 9 回(34.6%)であった。長崎県五島中央病院のオンライン診療はすべて外来通院に替えて施行された。井上内科小児科医院オンライン診療の所要時間は、範囲が 10～20 分、中央値が 10 分であった。長崎県五島中央病院オンライン診療の所要時間も、範囲が 10～20 分、中央値が 10 分であった。（ただし井上内科小児科医院と長崎県五島中央病院の 1 例ずつで時間データ欠損）

3）オンライン診療介助者

オンライン診療介助者は、井上内科小児科医院については看護職員 16 回、介護職員 1 回で、長崎県五島中央病院については看護職員 8 回、介護職員 1 回であった。診療介助者がスマートグラスをかけ、医師とのコミュニケーションをはかった。井上内科小児科医院・長崎県五島中央病院とも、オンライン診療の所要時間は通院の所要時間よりはるかに短い結果を示した。

表 4.8.7　所要時間

	井上内科小児科医院				長崎県五島中央病院			
	最短	中央	最長	回数	最短	中央	最長	回数
外来通院	30	30	200	(n=7)	90	120	510	(n=3)
オンライン診療	10	10	20	(n=17)	10	10	20	(n=9)

4）移動にかかるコスト

かけはし木場から井上内科小児科医院への移動にかかる時間的・金銭的コストは、タクシーであれば 4 分・600 円（片道）である。長崎県五島中央病院へは同様に 6 分・870 円（片道）である。オンライン診療の施行により、患者はこれらのコストを負担せずに済み、また、数値では表されないが移動にかかる身体的コストも省くことができた。

さらに、通院の所要時間には診察や会計までの待ち時間が含まれている。一方、オンライン診療の所要時間は、正味の診察時間のみである。これらの要因により、通院とオンライン診療とで所要時間に大きな差が生じた。

なお、長崎県五島中央病院でのオンライン診療施行の際に、予定の時間に通信が確立できず、医師・患者が待たされたことが 3 回あり、その待ち時間は 7～29 分間であった。また、診察中に通信が切断したことが 1 回あり、再確立されるまでの待ち時間は 8 分間であった。これら機器の不調による待ち時間は、オンライン診療の所要時間には算入されていない。

かけはし職員が症例記録票に記入した異常の中では、「患者には医師の姿や声が見聞きできないため、状況が理解できない」旨の記載が 2 回あった（認知症により理解できない 4 回を除く）。逆に、オンライン診療であることをしっかり理解されている旨の記載は 7 回あった。実証調査期間中の令和 3 年 2 月 4 日、患者側にもスピーカーマイクが設置され、患者が医師の声を直接聞けるように変更された。その後、患者の理解は改善した。

4.8.8 考察

本実証では、かけはし木場を対象フィールドとして、アンケート調査（施設職員・利用者・家族）、インタビュー調査（医師）、症例記録票への記述調査を実施した。

（1）満足度（オンライン診療）

施設職員・利用者のオンライン診療に対する全体的な満足度は高く、「満足だった」と答えた回答者が最も多かった（施設職員 50.0%、利用者 62.5%）。さらに「次にまた受診したいか」の設問に対し約半数の利用者が「ぜひ受けたい」と回答したことから、実際にオンライン診療を経験した利用者において、オンライン診療への受け入れが全体的に良好であった傾向が示された。一方、医師におけるオンライン診療に対する満足度には、比較的大きな個人差が認められた。「10 点満点で何点ぐらいか」という質問に対しては、7 点と答えた回答者が多かったものの、全体としては 3 点～9 点という幅広い範囲で分布しており、各医師の診療・技術的な視点による評価の違いが、満足度に影響していることが示唆された。

（2）診療上の利点（オンライン診療）

上記の利点に対し、診療上の課題としてとらえられた点は、「検査ができないこと」「聴診ができないこと」「触診ができないこと」「温度・体温が伝わらないこと」「臭いがわからないこと」「ピンポイントで診たい場合には難しいこと」「入室時の様子がわからないこと」「問診のタイムロス」などであった。オンラインというシステムの特徴により、医師の五感を用いた情報の大部分が得られないことが、現状では最も大きな診療上の課題であることが浮き彫りとなる結果が示された。さらに、診療の一部として日常的に発生する検査（例：血液検査等）にも、現システムでの対応は難しいことが、今後の課題として残されている。

（3）診療上の評価（オンライン診療）

本実証で導入したオンライン診療について医師が診療行為としての評価を行なった結果を、「バイタルサイン」「電話再診との比較」「コミュニケーション」「診療に伴うデバイス等の検討」「診療介助者の現状と課題」「診断根拠としての検討」「医師のストレス」という視点に基づいて考察する。

「バイタルサイン」については事前聴取を原則とし、日頃から利用者（患者）をみている診療介助者からの現状報告によって、オンライン診療で十分聴取が可能との評価が得られた。「電話再診との比較」では、従来であれば音声だけのやり取りとなるところが、音声に視覚情報が加わるオンライン診療の有用性を指摘する声が多かった。一方で、手軽さとしてはまだ電話再診がまさっている、という意見も一部では聞かれ、これは現行のオンラインシステムの準備、操作などの利便性の課題と関連していると考えられる。

「コミュニケーション」に関しては、意思の疎通目的としては良好であることが示されたが、同時に課題も示された。最も大きな課題は、医師と利用者（患者）の間での“直接対話”ができないことであった。このことで、医師側では「もどかしさ」が指摘され、利用者（患者）からは「誰と話しているのかわからない」という声があがっていた。医師の「音声」に関しては、検証途中で専用スピーカーを設置することにより、改善された。しかし医師

の「画像」は利用者（患者）サイドに提供されないまま実証を終了することとなったため、今後さらなる改善が望まれる。

「診療に伴うデバイス等の検討」では、本実証で用いたスマートグラスに対する複数の意見が提唱された。本来、ウェアラブルで診療介助者の動作を妨げないという利点から、メガネ型のデバイスが採用されたが、本実証ではそのメリットを上回るデメリットが指摘された。第一に視点のブレ、ゆれである。ウェアラブルであるが故に、診療介助者の動きと共に、せっかくの画像が定まらず、ブレ、ゆれがあることで、医師側にとってモニタリングしづらい状況が頻出した。第二にフレームワークの難しさである。スマートグラスのカメラはメガネの側面に装着されていることから、医師がモニタ上で見ている映像と、介助者が見ている視点にズレが生じる。このことから、医師がピンポイントで見たい場合、画像のフレームがずれるという現象が頻回に起こり、本デバイス操作の難しさが明らかとなった。これらを踏まえ、使用デバイスとしては、現状であれば 4K カメラがまさっているという意見が多かった。また画質においてもスマートグラスと 4K カメラに大きな開きがあることも、4K カメラ支持の根拠となった。

「診療介助者の現状と課題」として、第一に、本実証におけるオンライン診療システムには、診療介助者の“熟練”や“慣れ”を要する部分が非常に大きかった点があげられる。このことは前述の「デバイス等の検討」でも触れた通りであるが、スマートグラス使用上の課題がそれを装着する診療介助者の熟練度・スキルに負うところが大きく、この点において両者が連動していると考えられる。実際の現場で診療介助者となりうる対象者（例：看護師、介護士等）の中には、こうしたデバイス自体に慣れていない方が多く含まれることが想定されるため、運用の前には、基本的なトレーニングが必要であることが示唆された。第二に、診療介助のスキルとして、通常の対面診療以上に、診療介助者は、医師と利用者（患者）の間を“つなぐ”役割の重要性が増幅され、情報を正確に伝える技術、相手の訴えを引き出す・聴き出すスキルが、より一層要求される点が明らかとなった。

「診断根拠としての検討」においては、スマートグラス画像の有用性が焦点となった。医師の評価として、今回の「画像」は診療の参考とする目的では十分機能するレベルではあるものの、診断根拠として用いることは不十分であるという意見があげられた。特に、何らかの処方へつながる根拠とするには十分でないとする意見も聞かれた。その一方で、状態が安定している利用者（患者）や、対面診療のフォローアップ、受診の可否判断のスクリーニングとしては非常に有効であることが指摘された。

「医師のストレス」として指摘されたのは、本実証におけるオンライン診療を実践した医師の実感として、少人数であれば問題ないが、1 日に 20-30 人の患者に使用するには、今のままのシステムだと負担が大きく、ストレスとなりうるという点であった。

（4）技術的評価（ローカル５Ｇ・使用機器）

医師・施設職員それぞれの視点から、本実証で用いられたローカル５Ｇ回線・使用機器の技術的側面に対する評価を得た。

「準備・操作性」の評価については、医師と施設職員ではっきりとした相違がみられた。医師においては「本システム利用の準備・操作は簡単である」という意見の一致に対し、施設職員からは「準備が大変で操作が難しかった」という意見があがっている。ここから、本システムの運用において、準備・操作においては、診療を担当する医師よりも、医師と利用者（患者）をつなぐ診療介助者（施設職員）が行う準備・操作が多く、より負荷がかかることが示されている。特に施設職員は、部屋移動の際には、スマートグラスなどのカメラ機器だけでなく、ローカル５Ｇ回線関連のポータブル機器も自ら運搬せねばならず、技術的にも慣れない中での難しさが明らかになったと考えられる。

「画像」について施設職員からは「明るかった」「はっきりみえた」という声が挙がり特段の指摘がなかったのに対し、主に診療を行う医師からは、スマートグラスの画像に関し、その粗さを指摘する声が多く挙がった。これに対し、4Kカメラ画像に関しては大変鮮明であるとの意見が多く寄せられ、デバイス間の格差が明らかとなった。「音声」については、会話・コミュニケーションという意味においては、医師・施設職員ともに問題がないという評価で一致していた。「通信の途切れ・遅延」について、医師・施設職員ともに指摘が多く、実証調査のオンライン診療中に双方の通信がつながらないケースが散見された。これは診療の質を担保する上で障害となると同時に、医師・利用者（患者）・診療介助者全員の負担増につながるものであり、今後の課題として非常に重要な点であると考えられる。

（5）全体的課題

医師が指摘したシステム全体に対する課題としては、「カルテ画面との併用ができないこと」「システムが大がかりであること」「デバイスに関する問題点」などがあがった。特に、上記の技術的評価でもあげられた「通信の途切れ・遅延」については、ローカル５Ｇの回線自体の問題なのか、それを媒介するデバイスの性能の問題なのか、という視点が課題としてあがり、まずはその原因をきりわけ、今後精査・検証する必要があることが示された。また検証段階とはいえシステムが大がかりであり、このままの状態では一般に普及するのは難しく、タブレット端末のレベルで運用できるようなコンパクト化がのぞまれる。

施設職員によるシステム全体に対する課題としては、今回のシステム構成で準備・操作が難しいこと、職員（オンライン診療介助者）にかかる負荷が高いことが挙げられる。調査結果から、受診付添いに対する負担感、特に精神的負担感は、オンライン診療“介入前”より“介入後”に増加傾向にあり、職員（オンライン診療介助者）にかかる負荷が大きかったことが示されている。今後、現場での一般的な普及を考えるためには、より現場が取り組みやすいシステム構成・デバイスの改良が求められることが示唆された。

（6）今後への提案

今後の展開につながる提案としては、「聴診」をオンラインで可能にするシステム等の開発や、電子カルテとの連携などがあがった。今回の実証は、地域の在宅医療への展開を見据えたものであったが、ローカル５Ｇの運用における現場負担が大きいことが明らかになり、将来キャリア５Ｇが発展した場合には、キャリア５Ｇ条件下でのオンライン診療や地域保健への活用を模索していく必要があると考えられる。

4.9 課題解決システムに関する機能検証

4.9.1 検証概要

4K 映像等の伝送における映像・音声の品質、安定性及び低遅延伝送について医学的観点から見た機能の評価を行う。また、課題解決システム全体としての可用性とセキュリティ要件を明確化と、その実現方法について考察する。それぞれの要素について、以下のとおり検証を実施する。

① 品質、安定性及び低遅延伝送等：映像伝送・音声伝送・遅延について、映像伝送機器等のパラメータを変更し、各診療科の診察に耐えうるか医療的観点から見た機能評価を実施する。
② 可用性：障害発生時、及び代替手段等利用時の業務影響度を評価・検証する。
③ セキュリティ：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」を参考に、安全対策に関する対処策を検証する。

4.9.2 品質、安定性及び低遅延伝送等の検証

4.9.2.1 エンコーダ/デコーダの機能一覧と機能説明

映像品質伝送に主に関わるエンコーダ/デコーダ機器の設定項目は以下のとおりである。

（1）エンコーダ

■Video & Audio → Video

表 4.9.2.1-1　エンコーダ/デコーダ設定メニュー①

設定項目	パラメータ	備考
Input Format	複数あり	-
Video Input Auto Detect	ON	-
	OFF	

■Video & Audio → Video → Primary タブ

表 4.9.2.1-2　エンコーダ/デコーダ設定メニュー②

設定項目	パラメータ	備考
Algorithm	H.264	H.265 は H.264 より圧縮率 2 倍だが圧縮時間増
	H.265	
Resolution	Max:3840×2160	Scalling にチェックありの場合は自動調整
Framerate	Max:60	1 秒あたりのコマ数
Preference	VBR（可変ビットレート）	動き、音声のあるなしに合わせ高画質・低容量に動画をエンコード
	CBR（固定ビットレート）	
	Hybrid	VBR と CBR の混合
Quality	品質を指定（全 8 種）	Preference で VBR 時に選択

Bitrate	ビットレートを入力	Preference で CBR または Hybrid を選択した際に入力
I-Frame Interval	0-255	I-Frame の送信間隔を入力 しおりを挟むようなもので早送りした際の動画の飛び具合を調整 画質には影響しないので H.264 なら 60 あたりが一般的 NAS の容量に余裕があるならなるべく小さい数値が望ましい
H.264 Profile	High Profile	Algorithm で H.264 選択時のみ左記より選択
	Main Profile	
	Baseline Profile	
ROI Enable	On	On にすると指定した領域以外のフレームレートを下げることが可能（1/1,1/2,1/4,1/8）
	Off	

（2）デコーダ

■Video & Audio → Output

表 4.9.2.1-3　エンコーダ/デコーダ設定メニュー③

設定項目	パラメータ	備考
HDMI Output Format	複数あり	-
Buffering	0～1000ms	映像の再生開始前などに、どれだけ映像データをパソコンの中に溜め込んでおくか幅を調整するもので、値を増やすと再生開始までに遅延が発生する恐れがあるが、映像コンテンツの途切れを減らすことが可能

4.9.2.2 検証方法

機器のパラメータを変更し、各診療科で診療に耐えうる設定値を明確にするため、設定パターンを複数作成し、設定内容は被験者（医療従事者）に伏せたまま設定パターンを変更し、その都度ヒアリングを行う。

（1）エンコーダ

表 4.9.2.2-1　テストパターン（エンコーダ）

設定項目	パラメータ
Algorithm	H.264
Resolution	Scalling にチェック
Framerate	30,60
Preference	CBR
Quality	-
Bitrate	16000kbps
I-Frame Interval	30
H.264 Profile	-
ROI Enable	Off

（2）デコーダ

表 4.9.2.2-2　テストパターン（デコーダ）

設定項目	パラメータ
HDMI Output Format	4K,フル HD
Buffering	0,100,1000ms

特に映像品質に関わる設定項目を以下に示す。また、パラメータの変更により次の内容を確認する。

1）Framerate

動画において、1 秒間あたりに処理させるフレームすなわち「コマ」の数（静止画像数）。60→30 へ変更することにより動きの滑らかさが診療に与える影響を確認する。

2）HDMI Output Format

出力解像度を 4K（3,840×2,160）→フル HD（1,920×1,080）へ変更することにより、画質の粗さが診療に与える影響を確認する。

3）Buffering

映像の再生開始前にパケットの到達遅れ等を調整するために一時的に保存する容量を設定する。この値を増やすことにより映像遅延が発生するため、実際の動きと表示される映像の遅延が診療に与える影響を確認する。

4.9.2.3 ローカル５Ｇと Wi-Fi の比較、及びローカル５Ｇ機器の UL/DL 値の変更検証

各診療科で表 4.9.2.2-1～2 で最も良いとされるパターンにて、ローカル５Ｇと Wi-Fi を切り替えた場合及びローカル５Ｇ機器の UL/DL パラメータ値を 3 つのパターンで（70M/70M、35M/105M、105M/35M）切り替えた場合の診療に与える影響をヒアリングし、医療従事者に評価いただく。

表 4.9.2.3　ローカル５Ｇ機器のメンテナンス画面上の設定値と内部パラメータの関係

項目	64QAM（MCS25）		
中心周波数	4,800MHz		
帯域幅	100MHz		
SCS	30kHz		
PUSCH シンボル長	14		
TDD 周期	5msec		
Cell ID	0		
N_RNTI	1		
RB 数	132（50MHz）		
RB start	0,141		
MCS	25		
Modulation	64QAM		
Coding Rate	0.803		
比率（UL:DL）	1:1（70M/70M）	1:3（35M/105M）	3:1（105M/35M）
メンテナンス画面上の設定	PDSCH7/20slot PUSCH8/20slot	PDSCH3/20slot PUSCH12/20slot	PDSCH11/20slot PUSCH4/20slot
モード	標準	UL 優先	DL 優先
UD configuration	3D1S4U1S 4D1S4U1S	1D1S6U1S 2D1S6U1S	5D1S2U1S 6D1S2U1S
	70M/70M	35M/105M	105M/35M

4.9.2.4 検証結果

（1）パラメータ変更による診療への影響

1）パターン１

各メーカーの推奨かつ事前検証で安定した映像送信が可能なパラメータで検証を行った。

表 4.9.2.4-1　パラメータ①

設定項目	パラメータ
UL/DL	105M/35M
Framerate	30
OutPut Format	4K
Buffering	100ms

専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供、高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポートともに、「診断に十分耐えうる」という評価をいただいた。

また診察中（映像配信中）、五島中央病院の録画映像を、長崎大学病院にある NAS にアップロードしても、診察行為に影響はなかった。

各診療科から出た主な意見は以下のとおりである。

① 対光反射もしっかり確認できる
② 繊維までしっかり確認できる
③ 手を叩くと遅延があることはわかるが、指示して動く様子を見ると遅延はあまり感じず十分コミュニケーションとれる
④ 音声も映像も乱れなく感じる

2）パターン 2

一番遅延が発生するパラメータで検証を行った。

表 4.9.2.4-2　パラメータ②

設定項目	パラメータ
UL/DL	105M/35M
Framerate	30
OutPut Format	4K
Buffering	1000ms

本パラメータにおいても、パターン①と同様に、両課題実証において「診断に十分耐えうる」という評価をいただいた。個人差としてパターン①と比較した場合に「全く遅延を感じない」と「少し遅延を感じる」に意見はわかれたものの、総じて診療には影響ないという意見であった。

3）パターン 3

一番画質が粗くなるパラメータで検証を行った。

表 4.9.2.4-3　パラメータ③

設定項目	パラメータ
UL/DL	105M/35M
Framerate	30
OutPut Format	フル HD
Buffering	100ms

本パラメータにおいても、パターン①②と同様に、両課題実証において「診断に十分耐えうる」という評価をいただいた。4K カメラ等については、全く違和感がなかったものの、今回用意したデバイスで一番画質の粗いスマートグラスについては、少し映像が粗くなった印象を受けた方もいた。

4）パターン４

パラメータ上、ローカル５Ｇのアップロード帯域を一番絞り、一番映像配信が厳しくなるパラメータで検証を行った。

表 4.9.2.4-4　パラメータ④

設定項目	パラメータ
UL/DL	35M/105M
Framerate	30
OutPut Format	4K
Buffering	100ms

本パラメータについては、診察（映像配信）のみであれば、パターン①～③同様に「診断に十分耐えうる」という評価をいただいたが、診察中（映像配信中）、五島中央病院の録画映像を、長崎大学病院にある NAS にアップロードすると、UL が 35Mbps を超えるため、診察画像のコマ落ちや、完全に映像配信が停止する場面が散見され、診察を行える状況ではなかった。

（2）ローカル５Ｇと Wi-Fi の比較

通信速度や遅延等について Wi-Fi との比較を行った。Wi-Fi は今回の周波数帯に近い、5GHz 帯（IEEE 802.11a/n/ac）を用いて比較を行った。

表 4.9.2.4-5　ローカル５Ｇと Wi-Fi の比較

項目	ローカル５Ｇの測定値	Wi-Fi の測定値
通信速度	実測最大値 105Mbps 専用周波数帯を利用しているため、測定環境による変動無し	実測最大値 290Mbps 測定環境により変化し、実測最低値 179Mbps 他の Wi-Fi 機器等の影響を受ける
105M のデータ送信（映像遅延）	最大通信状態でも映像遅延は発生しない （フィールド実証に影響無し）	ローカル５Ｇと同等のデータ量を流しても映像遅延は発生しない （フィールド実証に影響無し）
105M のデータ送信（データ遅延）	無負荷時 5～8msec 105M 送信時 75～90msec	無負荷時 3～6msec 105M 送信時 6～20msec
伝送映像の遅延	システム全体で 400msec 程度	システム全体で 400msec 程度
Wi-Fi 電波の干渉	他の Wi-Fi 電波との干渉なし	ローカル５Ｇ電波との干渉なし 近接 Wi-Fi 電波の影響を受け、最大伝送スループットは変化するがフィールド実証に影響無し

上記の結果より、最大通信速度や遅延はデータ上、Wi-Fi の方が有利に見えるが、今回の実証環境下はローカル５Ｇでも、実診察に影響を与えずに診察ができた。

4.9.2.5 考察

今回の機能検証で得た知見は以下のとおりである。

① 画質においては、30fps と Full HD の組み合わせでも診療可能という結果であり、目的に応じた最適な画質のデバイスを利用することで費用削減効果が望める。

② 映像伝送遅延においては、今回前提とした全体遅延が 500msec 程度であれば診療には問題ないと考えられる。

③ ローカル５Ｇを利用した遠隔診療においては、高精細な映像を複数送る必要があるため、ローカル５ＧではUL帯域の広さを重視することが望ましい。

④ ローカル５Ｇを利用すれば、既設の Wi-Fi 環境に囚われない柔軟な設計が可能である。

これら知見の詳細については以下に記載する。

①フレームレート（60fps と 30fps）と出力解像度（4K と Full HD）の違いについては 30fps と Full HD の組み合わせでも診療可能という結果となった。しかし、同じフレームレートと出力解像度に設定しても、元のデバイスの解像度によって見え方が体感として異なったため、元のデバイスの解像度を事前に医療従事者に確認しておくことが望ましい。また、医師同士の指示などはフル HD 画質でも十分に行えるため、目的に応じたデバイスを選択することで費用削減効果が望める。

またスマートグラスだけでは解像度が低く画角も狭いため、別途 4K カメラ等による診察室全体の撮影、患者の全身の様子を撮影できる機材を併用する必要がある。

②Buffer は 1000ms に設定すると 2 秒ほど遅延があり、医師が体感として遅延を感じるシーンもあるため、全体として今回前提とした全体遅延 500ms 程度であれば、診療には問題ないと考えられる。

③UL／DL の帯域比較では UL 帯域の広さを重視すると良好な結果となった。遠隔診療では高精細映像を同時に複数送信する必要があるので、今後の運用や展開を見据え、UL 帯域を重視する方が望ましいと考える。また、帯域が制限されるようなシーンにおいては、録画データを NAS に送るタイミングを診療(映像配信)後に行うなど帯域を有効に使うことで、診療に耐えうると考える。

④Wi-Fi については、他の Wi-Fi 電波の影響を受け、最大通信速度が変化する。医療現場は Wi-Fi に限らず多くの無線機器があるため、Wi-Fi で運用する場合は、最大通信速度の変化を考慮し設計を行う必要があるが、ローカル５Ｇの場合は最大伝送スループットまでは安定した通信が可能である。今回の実証フィールドでは、他の Wi-Fi 等無線機器の影響を大きく受けなかったため、Wi-Fi でも問題はなかったが、複数のチャネルを利用しているような Wi-Fi 環境に対し、さらに Wi-Fi を用いて新たなシステム（ネットワーク）を追加する場合、既存のシステムとの干渉等を考慮する必要がある。例えばチャネルを多数利用している場合だと、既存の Wi-Fi 設計のチャネル見直し(チャネルを空ける、高速化のため束ねているチャネルを解消する等)が必要であるが、ローカル５Ｇを利用すればそのような干渉を意識せずに柔軟な設計を実施することが可能である。また、実際に長崎大学病院では、すでにかなりの数の SSID があり、チャネルを消費しているため、Wi-Fi 通信の負荷がかかっている場所で Wi-Fi を用いて映像配信を行うと動画がコマ落ちする等の現象が見られた。Wi-Fi を利用する場合は現状をしっかり確認する必要がある。

4.9.3 可用性

4.9.3.1 障害発生ポイント

本実証の構成において障害が発生する可能性があるポイントを以下に示す。

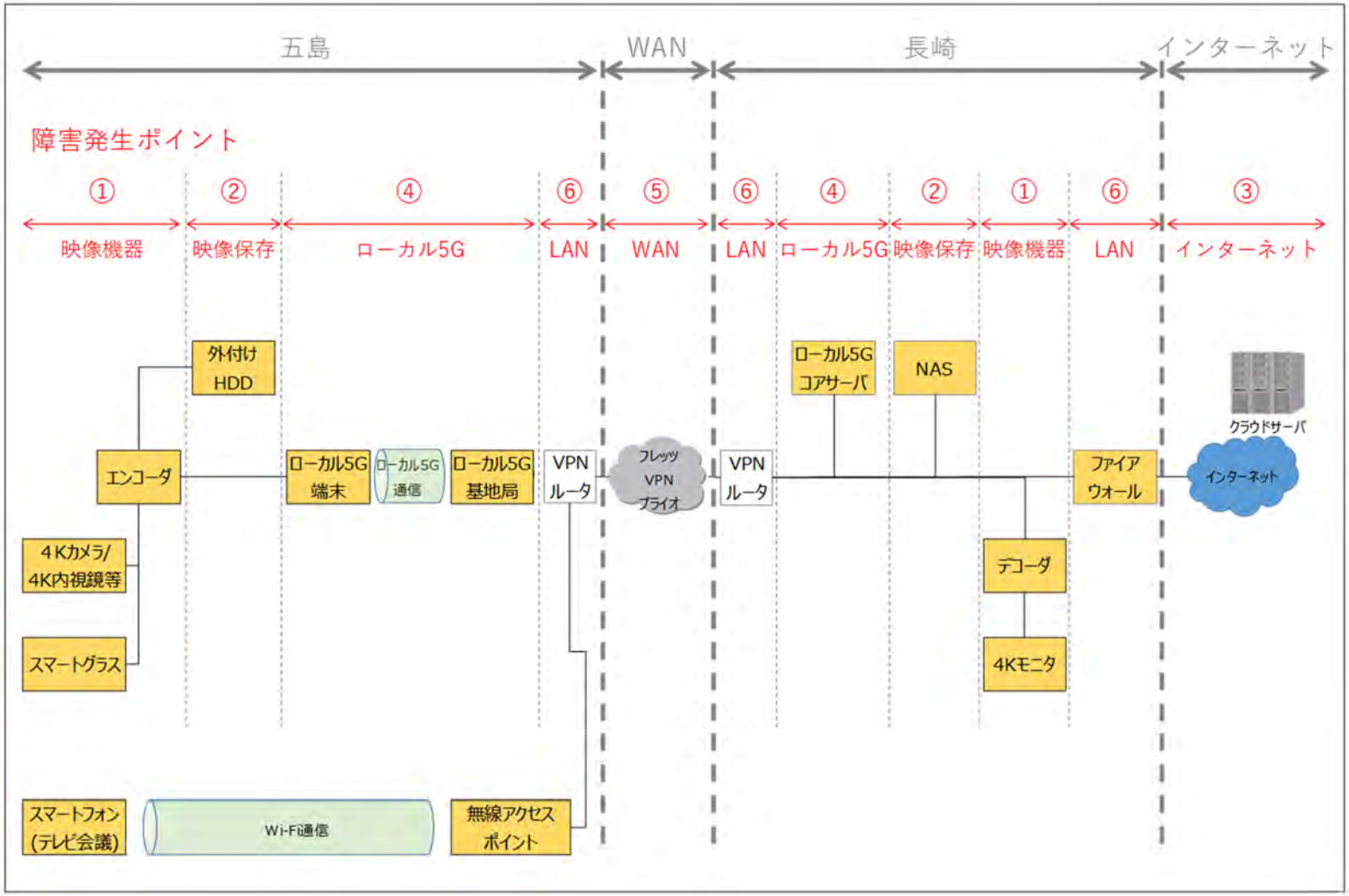


図 4.9.3.1　障害発生ポイント

4.9.3.2 検証構成

可用性については「3.1.1　ネットワーク・システム構成図」の実証環境において、故意に LAN ケーブルを抜去する等により障害を発生させ検証を行った。

4.9.3.3 代替手順及び検証手順

各ポイントにおける検証項目ならびに代替手順は以下のとおりとし、意図的に障害を発生させ、対応に関して検証を実施する。

表 4.9.3.3　可用性の検証項目

項番	障害発生ポイント	検証項目	想定される代替手順	検証手順
1	映像機器	映像機器故障（カメラ・エンコーダ・デコーダ・モニタ等）	可能な代替通信デバイスを用いての診察継続。	想定以外のデバイスを用いた診察の継続についてヒアリング。
2	映像保存	外付け HDD 故障	なし。(※ただし予備 HDD がある場合は差し替えにて対応可)	エンコーダから外付け HDD を取外す。
3		NAS 故障	NAS 復旧後に録画ファイルのリカバリを行う。	NAS をネットワークから切り離す。
4	インターネット	インターネットまたはクラウド停止	4K カメラ等、別のデバイスを用いて診断を継続する。	インターネット向けケーブルの取外しを行う
5	ローカル５Ｇ	ローカル５Ｇ機器故障（基地局・端末）または電波環境悪化	VPN ルーターとエンコーダ間の接続を、ローカル５Ｇから Wi-Fi に手動で切替え映像伝送を試みる。	ローカル５Ｇ機器の電源を落とす。
6		ローカル５Ｇコアサーバ故障	なし。（※製品仕様としてローカル５Ｇ機器の初回接続時のみコアサーバに接続する）	ローカル５Ｇコアサーバの認証サービスを停止する。停止から復旧後にサービス影響がないか確認。
7	WAN	WAN 回線停止または WAN 用ルータ機器故障	WAN 用ルーターに緊急措置的にモバイルルータを接続し、LTE を用いてインターネット接続回線を確保する。インターネット経由の WEB 会議等の映像により縮退運用でコミュニケーション継続を確認する。	4K 映像伝送ができない場合の診察の継続についてヒアリング。

8	LAN	施設内ネットワーク機器故障	予備機等との機器交換。	影響、対応結果が想定できるため、今回の実証では検証しない。

4.9.3.4 検証結果

各ポイントで障害が発生した場合の業務影響ならび代替手順の有効性について、結果を以下に示す。

表 4.9.3.4　可用性の検証項目

項番	障害発生ポイント	検証項目	業務影響	結果/考察
1	映像機器	映像機器故障（カメラ・エンコーダ・デコーダ・モニタ等）	映像伝送不可	・低解像度カメラは高解像度カメラを代用することが可能なシーンもあるが逆は診察上厳しい ・エンコーダ/デコーダは設定を入れたスタンバイ機が必要 ・モニタは他の 4K モニタがあれば繋ぎ変えることで救済
2	映像保存	外付け HDD 故障	映像への影響はなし。録画はできない	録画ができないことは、診察行為そのものには影響がないため問題なし
3		NAS 故障	映像伝送中の NAS 故障は業務影響なし	外付け HDD から NAS への FTP[69]画像ファイル転送は、NAS 復旧後に正常に転送
4	インターネット	インターネットまたはクラウド停止	スマートグラスおよび Web 会議の音声が接続断となる。他の映像伝送への影響はなし	映像は他のハンディカメラなどで大半は代用可能。ただし音声をスマートグラスに頼っている場合は指示ができなくなるので携帯等の音声通話によるバックアップが必要

[69] ファイル転送プロトコル（File Transfer Protocol）の略で、ファイルをネットワーク上のある場所から別の場所に移動するための手順・仕組み

5	ローカル５Ｇ	ローカル５Ｇ機器故障（基地局・端末）または電波環境悪化	映像伝送不良	今回環境では Wi-Fi を代替手段として利用しても映像伝送等の問題はなかった。
6		ローカル５Ｇコアサーバ故障	業務影響なし	①接続中の通信は、サービス停止後も継続通信可 ②サービス停止中も、通信の切断と再接続は可
7	WAN	WAN 回線停止または WAN 用ルーター機器故障	映像伝送不可。	インターネット経由の WEB 会議を利用した場合でも、高解像度カメラ利用と 4K 映像に対応したアプリケーションを選択することで代替できる可能性はある。

4.9.3.5 考察

映像機器障害等の映像伝送不良については、「障害機器以上の性能を持つ代替機器を代用することで診察を継続することが可能である」との所感が得られた。

ローカル５Ｇ機器故障による Wi-Fi 代替についても、電波干渉等の条件が整えば利用可能であることが確認できた。本検証環境において Wi-Fi 利用は他の Wi-Fi 電波の影響を受け最大通信速度が変化する事象が確認できていたため、代替で Wi-Fi を利用する際については環境によって注意が必要である。

WAN 回線が使えなくなった場合はインターネット経由の WEB 会議による代替措置となるが、「4K に対応した WEB 会議アプリケーションを使用することで代替手段として活用できる可能性はある、ただし疾患部位によっては撮影方法が、診察内容によっては映像遅延が課題になる可能性がある」との所感を得られた。

以上から、本実証環境においては想定した障害発生ポイントにおいて可用性が確保できると判断した。ただし遠隔サポート拠点間の接続が途切れた場合においてはインターネットを経由した WEB 会議のみが使える状態になるなど機能が著しく縮退するため、拠点間接続の機器および回線の二重化、また将来的にはキャリア５Ｇとの接続を可能にしバックアップ回線として用いる等の冗長化が必要と考える。

4.9.4 セキュリティ

4.9.4.1 検証構成

セキュリティ環境について「3.1.1　ネットワーク・システム構成図」の実証環境において、セキュリティの検証を実施する。

4.9.4.2 リスクポイント

厚生労働省による「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」との対応は、「別紙 2　ガイドラインとの対応」に示す。

「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」で求められている「6.2　医療機関等における情報セキュリティマネジメントシステム（ISMS）の実践」の各項目については、その結果を「別紙 3　情報資産一覧」「別紙 4　リスク分析」「別紙 5　セキュリティ対策結果」に示す。

なおリスク値の算出方法については「ISMS ユーザーズガイド　-JIS Q 27001:2006（ISO/IEC b27001:2005）対応-」を参考にし、想定されたリスクについて対策を行った。

4.9.4.3 対策

今回の実証構成においてセキュリティ対策を要するポイントは下表のとおりである。

表 4.9.4.3　セキュリティ対策

項番	資産区分	対象機器	対策
1	保管媒体	NAS	EPS[70]に設置し EPS は施錠する。EPS の鍵は貸出管理する。
2			アクセスする際に ID/パスワードで認証する。十分に複雑なパスワードを使用する。
3			アクセスログを取得する。
4			NTP[71]で時刻同期する。
5			FTP とファイル共有以外の不要なサービスを停止する。
6		外付け HDD	業務時間帯は許可された者以外立ち入ることができない場所に設置、業務時間帯以外は施錠された場所に保管する。
7			使用後に映像が残ったままにならないよう設定する。
8		映像配信システムクラウド	アクセスする際に ID/パスワードで認証する。十分に複雑なパスワードを使用する。
9			使用後に映像が残ったままにならないよう設定する。

[70] Electric Pipe Space の略で、電気や通信といった電気設備の配線を通すスペース
[71]ネットワーク経由で時刻合わせをする時に使われるプロトコル

10		パソコン	業務時間帯は許可された者以外立ち入ることができない場所に設置、業務時間帯以外は施錠された場所に保管する。病院外には持ち出さない。
11			ログインする際に ID/パスワードで認証する。十分に複雑なパスワードを使用する。
12			一定時間操作がない場合は、パスワード付きスクリーンセーバーを起動するかログオフさせる。
13			NTP で時刻同期する。
14			アンチウィルスソフトを入れ、リアルタイム及び定期的なスキャンを行う。
15			不要なサービスを停止する。パーソナルファイアウォールで制御する。
16			OS やアプリケーションのアップデートを適切に行う。
17		スマートフォン	スマートフォン利用時（テレビ会議利用時）は使用者が携帯する。利用しない時は施錠された場所に保管する。
18			ロック解除にはパスワードを使用する。
19			一定時間操作がない場合はロックさせる。
20	通信機器	ネットワーク/IoT 機器	十分に複雑なパスワードを使用する。
21			不要なサービスを停止する。
22			NTP で時刻同期する。
23			利用停止した IoT[72]機器は速やかに電源を落としネットワークから切り離す。
24	通信経路	ローカル５Ｇ通信	敷地外に電波が飛ばないようにする。
25			基地局に接続できる端末を規制する。
26		Wi-Fi 通信	無線 LAN の SSID はステルスモード[73]を利用する。接続パスワードは十分に複雑な文字列を使用する。
27			接続できる端末は MAC アドレスにより制限する。
28			強固な暗号化方式（WPA2/AES）を採用する。
29			十分に複雑なセキュリティキーを使用する。
30			無線 LAN の電波が使用区域外に強い電波を発しないよう調整する。
31		VPN 通信	IPsec[74]で暗号化し、強固な暗号化方式を採用する。
32		外部通信	インターネットへの通信について許可した対象 URL のみ接続可能にする
33			外部からの通信を遮断する

[72] あらゆる「モノ」をインターネットに接続し相互に情報交換をする仕組み

[73] アクセスポイントが自動的に検出されないよう、SSID を隠す機能

[74] Security Architecture for Internet Protocol の略で暗号技術を使って IP パケットの完全性や機密性を実現する仕組み

4.9.4.4 検証結果

今回の実証構成のセキュリティ対策について、下表のとおり確認した。

表 4.9.4.4　セキュリティ対策

項番	対象機器	対策名	確認結果
1	NAS	物理保管	病院の機器保管ルール、設置場所である EPS の施錠および EPS の鍵の貸出管理簿を現地で確認した。
2		アクセス時認証	NAS アクセス時の認証実装、およびパスワードが英数文字を含む内容であることを現地で確認した。
3		アクセスログ	NAS のアクセスログ取得状況を現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　NAS アクセスログ設定」
4		NTP 設定	NAS の NTP 設定と時刻同期状況を現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　NAS NTP 設定」
5		不要サービス停止	NAS での起動サービスを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　NAS 起動サービス証跡」
6	外付け HDD	物理保管	許可された者しか立ち入ることができない場所に設置されており、保管庫も施錠されていることを現地で確認した。
7		映像保存設定	必要のない端末には映像が残らないように設定していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　エンコーダ設定」
8	映像配信システム	アクセス時認証	システムアクセス時の認証の実装と、パスワードが英数文字を含む内容であることを現地で確認した。
9		映像保存設定	クラウドに映像は残らないという仕様通りの動作であることを現地で確認した。
10	ノートパソコン	物理保管	許可された者しか立ち入ることができない場所に設置されており、保管庫も施錠されていることを現地で確認した。
11		アクセス時認証	パソコンログイン時の認証の実装と、パスワードが英数文字を含む内容であることを現地で確認した。
12		無操作時設定	一定時間操作がない場合の対策を、スクリーンセーバーで対応していることをを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　スクリーンセーバー設定」

13		NTP 設定	パソコンの NTP 設定と時刻同期状況を現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　パソコン NTP 設定」
14		ウィルス対策	Windows Defender でリアルタイム及び定期的なスキャンが稼働していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　ウィルスチェック」
15		不要サービス停止	不要なサービスが停止しており、Windows Defender でアクセス制御していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　パソコン起動サービス」
16		定期アップデート	WindowsUpdate が設定されており、動作していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　パソコンアップデート」
17	スマートフォン	物理保管	利用時は使用者が携帯し、利用しない時は施錠された場所に保管していることを現地で確認した。
18		アクセス時認証	パスワードロックを設定していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　スマートフォンパスワード設定」。
19		無操作時設定	一定時間操作がない時はロックするように設定していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　スマートフォンロック設定」
20	ネットワーク /IoT 機器	アクセス時認証	アクセス時の認証の実装と、パスワードが英数文字を含む内容であることを現地で確認した。
21		不要サービス停止	ファイアウォールでの起動サービスを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　ファイアウォールサービス」
22		NTP 設定	ファイアウォールの NTP 設定と時刻同期状況を現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　ファイアウォール NTP 設定」
23		IoT	今回 IoT 機器は利用しないため対象外。
24	ローカル５Ｇ通信	電波範囲	実証環境境界付近での電波状況を確認し、一部、本実証環境の境界外で電波が測定されたがローカル５５Ｇ通信は SIM による認証も実施されていることからリスク受容とした。
25		接続時認証	基地局と端末がペアになっており、他とは通信できない仕様となっていることを現地で確認した。

26	Wi-Fi　通信	無線設定	Wi-Fi はステルスモードを利用し、パスワードは複雑化されていることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　Wi-Fi 設定」
27		MAC フィルタ	Wi-Fi は MAC アドレスでの接続制御されていることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　Wi-Fi MAC 制御」
28		Wi-Fi 認証方式	Wi-Fi は強固な暗号化方式（WPA2/AES）を採用していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　Wi-Fi 設定」
29		無線設定	セキュリティキーは英数文字を含む内容で設定していることを現地で確認した。
30		電波範囲	電波は十分減衰していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　Wi-Fi 電波測定」
31	VPN 通信	暗号化方式	VPN 通信について強固な暗号化方式を採用していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　IPsec 設定」
32	外部通信	Web アクセス制限（Out-bound）	インターネットへの通信について許可した対象 URL のみ接続可能になっていることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　ファイアウォール許可設定」
33		インターネット制限（In-bound）	インターネットとの通信について、外部からのアクセスは遮断していることを現地で確認した。「別紙 6 セキュリティ対策証跡　ファイアウォール許可設定」

4.9.4.5 考察

本実証環境は医療機関内の他システムから物理的に独立したシステムであり、今後も物理的または論理的に他医療システムとは分離されることがセキュリティ上望ましい。

今後、電子カルテシステムネットワーク等との連携がどうしても必要な場合は、ネットワーク接続点にファイアウォールを設置し必要最低限の通信のみを許可する等の考慮が必要である。

また調査期間後は各医療機関のセキュリティマネジメントシステムの管理対象として運用する必要がある。その際、本実証環境で行った「表 4.9.4.4　セキュリティ対策」の対策のうち「項番 1、6、10、17 の物理保管」「項番 2、8、11、18、20 のアクセス時認証」「項番 12、19 の無操作時設定」「項番 14 のウィルス対策」「項番 32 の Web アクセス制限（Out-bound）」「項番 16 の定期アップデート」については各医療機関の対策に準じた対処が、それ以外はローカル 5 G機器システムの独自要求事項として対策を継続することが望ましい。

4.10 課題解決システムに関する運用検証

4.10.1　検証概要

他地域・他医療施設への展開を鑑み、本構成を基にした専門医側、診療側の運用フローの各項目に対して診療準備・診療行為などのスムーズさや、通信機器に精通していない方でも容易に操作できるか等の検証を行う。

4.10.1.1 のフローは脳神経内科を例にしているが、基本的に各診療科のフローにおいて異なる部分は使用する映像装置のみで他は共通的なものである。

4.10.1.1 運用フロー

各診療科における運用フローの例として、脳神経内科の運用フローを以下のとおり示す。

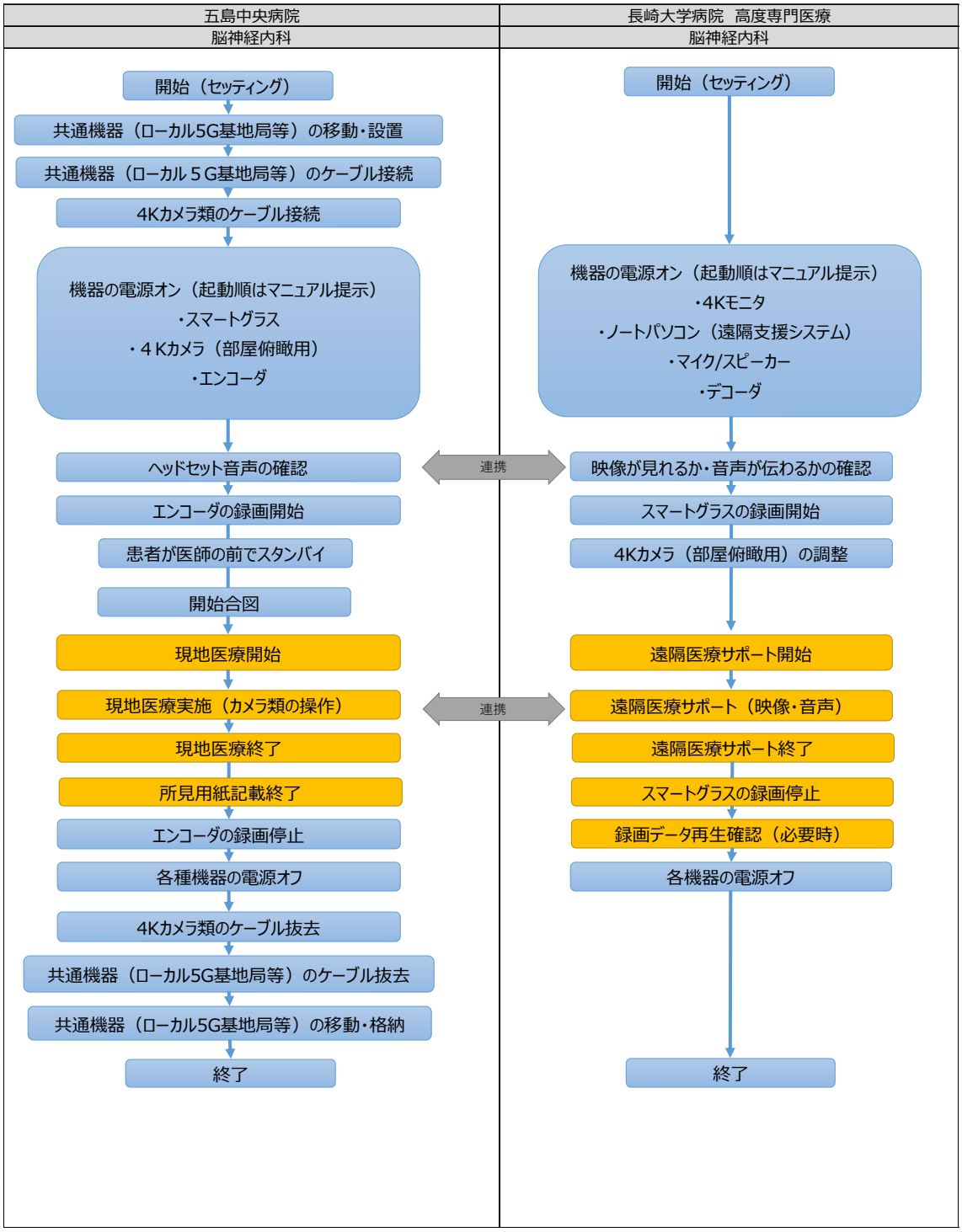


図 4.10.1.1　脳神経内科運用フロー

4.10.1.2 検証項目

機器設置による医療行為への影響、システム利用に際して不明瞭時の解決性、操作の容易性、不具合時の対応の明確性などについて検証する。

検証項目については下表のとおりである。

（1）検証項目（診察側）

表 4.10.1.2-1　診療側への検証項目

項番	検証項目	検証方法
1	本システムの運搬性・保管に関しての確認	・検証後のヒアリングにより確認 （院内運搬・保管に問題はなかったか等）
2	本システムの設置による配線（LAN ケーブル・映像ケーブル・電源ケーブル等）の医療行為への影響確認	・検証後のヒアリングにより確認 （医療行為に影響なかったか等）
3	本システムの設置に医療環境・行為への影響確認	・検証後のヒアリングにより確認 （医療環境・行為に影響なかった等）
4	本システム利用準備の負担具合の確認	・検証後のヒアリングにより確認 （マニュアルによる実施可否、準備時間の計測・変異等）
5	本システムの利用に際しての不明時の解決性の確認	・検証後のヒアリングにより確認 （ヘルプデスクによる対応で問題解決出来たか等） ・ヘルプデスクにて問い合わせ記録・対応内容を記録し分析する。
6	本システムの現場利用者による操作性の確認	・検証後のヒアリングにより確認 （初回利用説明・マニュアル参照により操作できたか等）
7	本システムの音声指示の品質確認	・検証後のヒアリングにより確認 （指示通りに操作・回答できたか、作業と指示にズレがないか等）
8	本システムの利用終了後の機器格納に関しての確認	・検証後のヒアリングにより確認 （マニュアルによる実施可否、格納時間の計測・変化等）

（2）検証項目（モニタリング側）

表 4.10.1.2-2　モニタリング側への検証項目

項番	検証項目	検証方法
1	本システムの設置による医療環境・行為への影響確認	・検証後のヒアリングにより確認 （医療環境・行為に影響無かったか等）
2	本システムの利用に際しての不明時の解決性の確認	・検証後のヒアリングにより確認 （ヘルプデスクによる対応で問題解決出来たか等） ・ヘルプデスクにて問い合わせ記録・対応内容を記録し分析する。
3	本システムの専門医による操作性の確認	・検証後のヒアリングにより確認 （初期利用説明・マニュアル参照により操作出来たか等）
4	本システムの音声指示の品質確認	・検証後のヒアリングにより確認 （指示行為に問題なかったか、映像とのずれは問題なかったか等）
5	本システムの映像の解像度の品質確認	・検証後のヒアリングにより確認 （映像の解像度は診療に足るものっであったか等
6	本システムの録画データの解像度の品質確認	・検証後のヒアリングにより確認 （録画データの解像度は診療に足るものであったか等）

4.10.1.3 検証方法

実際に機器を操作する医療従事者へのアンケートを中心に、問い合わせ履歴の推移、操作に要する時間の推移などについて評価・検証を行う。

それぞれの診療科ごとの運用フローをもとに、想定するタイムスケジュールを作成し、予定と実績を比較する。初回とそれ以降の問い合わせ等の回数と対応時間を比較し、定着度合いを分析する。

各科の診察側とモニタリング側にアンケートを採り、運用面の課題を抽出する。アンケート内容は以下の通りである。

医師アンケート

この度はご協力ありがとうございました。
よろしければ下記アンケートにもご協力ください。

■検証について

本システム設置にあたり医療運搬・保管に影響はありましたか	□はい　□いいえ
具体的にどのような影響がありましたか	自由に記載してください
本システム設置にあたり医療環境・行為に影響はありましたか	□はい　□いいえ
具体的にどのような影響がありましたか	自由に記載してください
本システムの利用時に不明点はありましたか	□はい　□いいえ
具体的にどのような影響がありましたか	自由に記載してください
不明点についてはどのように解決できましたか	□マニュアル　□ヘルプデスク　□その他（　　）
不明点についてヘルプデスクによる対応で解決できましたか	□はい　□いいえ
操作説明・マニュアルにて十分な操作はできましたか	□機器セッティング　□機器電源 ON・OFF □機器取り外し □ウェアラブルカメラ　□内視鏡カメラ □HD カメラ　□ダーモスコープ　□TV 会議システム □マイクスピーカー　□ヘッドセット

初回時と最終時においてえマニュアルやヘルプデスクを活用する回数はどの程度軽減されましたか	・マニュアル参照回数　初回（　）回 最終回（　）回 ・ヘルプデスク活用回数　初回（　）回　（　）分 最終回（　）回　（　）分
本システムにおける診療の問題点	□通信トラブル □画質　□映像遅延 □フレーム数 □コミュニケーション　□ソフトウェアの操作方法
直接診療との比較における問題点	□準備に要する時間　□診療に要する時間 □マンパワー
画質や遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか	□通信に問題はなく、通常通り診療が行える □通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □通信に問題があり、診療の質が低下する □通信に問題があり、診療が行えない
音声や遅延も通信状況は診療に問題ありませんか	□通信に問題はなく、通常通り診療が行える □通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □通信に問題があり、診療の質が低下する □通信に問題があり、診療が行えない
本システムにて録画した映像の音声や品質に問題ありませんか	□録画した映像の音声や品質に問題はなく、通常通り診療が行える □録画した映像の音声や品質に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □録画した映像の音声や品質に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □録画した映像の音声や品質に問題があり、診療の質が低下する □録画した映像の音声や品質に問題があり、診療が行えない
今回の形式での診療の印象	良　　普　　悪
今回の診療の総合的な満足度	□大変満足　□満足　□普通　□不満　□大変不満

その他、ご意見・ご要望・ご感想等お聞かせください

ご協力ありがとうございました。

図 4.10.1.3-1　実際に診察を行う医療従事者へのアンケート

医師アンケート

この度はご協力ありがとうございました。
よろしければ下記アンケートにもご協力ください。

■検証について

本システム設置にあたり医療運搬・保管に影響はありましたか	□はい　□いいえ
具体的にどのような影響がありましたか	自由に記載してください
本システムの利用時に不明点はありましたか	□はい　□いいえ
具体的にどのような影響がありましたか	自由に記載してください
不明点についてはどのように解決できましたか	□マニュアル　□ヘルプデスク　□その他（　　）
不明点についてヘルプデスクによる対応で解決できましたか	□はい　□いいえ
操作説明・マニュアルにて十分な操作はできましたか	□機器セッティング　□機器電源 ON・OFF □機器取り外し □ウェアラブルカメラ　□内視鏡カメラ □HD カメラ　□ダーモスコープ　□TV 会議システム □マイクスピーカー　□ヘッドセット
本システムにおける診療の問題点	□通信トラブル □画質　□映像遅延 □フレーム数 □コミュニケーション　□ソフトウェアの操作方法
直接診療との比較における問題点	□準備に要する時間　□診療に要する時間 □マンパワー
画質や遅延も含め通信状況は診療に問題ありませんか	□通信に問題はなく、通常通り診療が行える □通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □通信に問題があり、診療の質が低下する □通信に問題があり、診療が行えない
音声や遅延も通信状況は診療に問題ありませんか	□通信に問題はなく、通常通り診療が行える □通信に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □通信に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □通信に問題があり、診療の質が低下する □通信に問題があり、診療が行えない
本システムにて録画した映像の音声や品質に	□録画した映像の音声や品質に問題はなく、通常通り診療が行える

問題ありませんか	□録画した映像の音声や品質に問題はあるが些細で、診療は問題なく行える □録画した映像の音声や品質に問題があり診療時間が延長するが、診療の質には影響しない □録画した映像の音声や品質に問題があり、診療の質が低下する □録画した映像の音声や品質に問題があり、診療が行えない
今回の形式での診療の印象	良　　普　　悪
今回の診療の総合的な満足度	□大変満足　□満足　□普通　□不満　□大変不満

その他、ご意見・ご要望・ご感想等お聞かせください。

ご協力ありがとうございました。

図 4.10.1.3-2　遠隔でモニタリングを行う医療従事者へのアンケート

4.10.1.4 検証結果

（1）各科の診察側アンケート結果（サンプル７件）

1）本システム設置に係る医療運搬・保管への影響

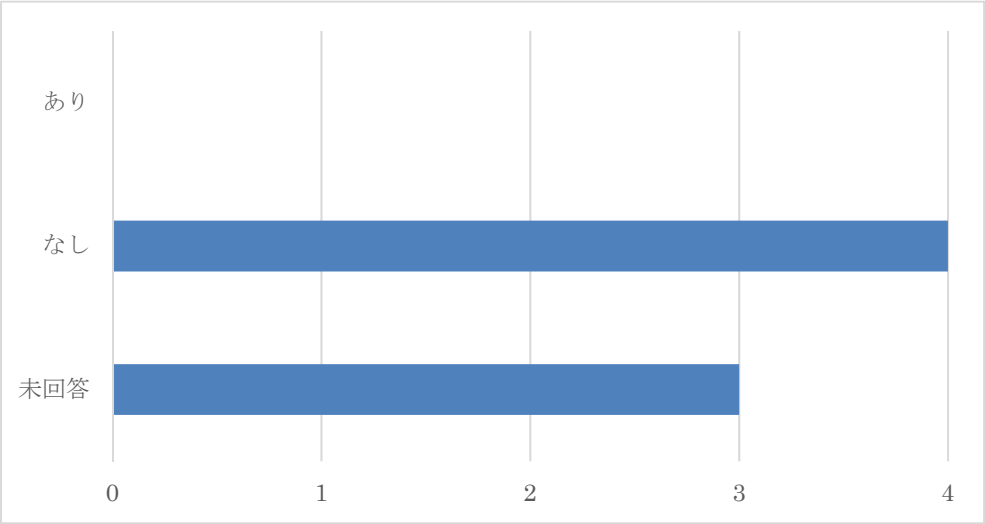


図 4.10.1.4-1　システム設置における医療運搬・保管への影響

2）本システム設置に係る医療環境・行為への影響

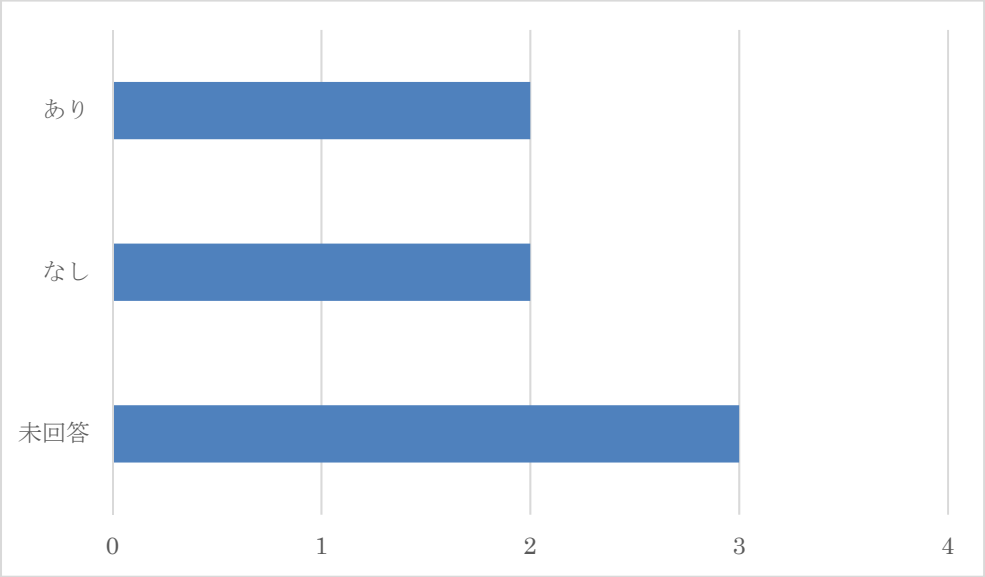


図 4.10.1.4-2　システム設置における医療環境・行為への影響

※「影響あり」と回答した具体的影響：
　診療スペースの圧迫、ケーブルによる患者通行の妨げ

3）本システム利用時の不明点

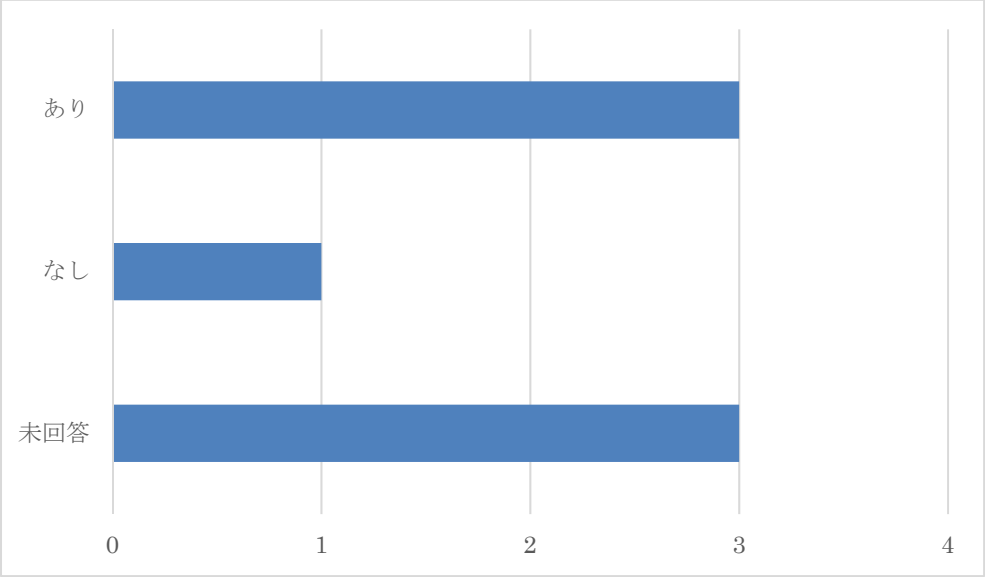


図 4.10.1.4-3　システム利用時の不明点

※「不明点あり」と回答した具体的不明点：
機器の接続不良
⇒不明点に対する解決方法：現地実証サポートスタッフによるフォロー

4）操作説明・マニュアルにて対応ができた部分（※回答者による複数回答あり）

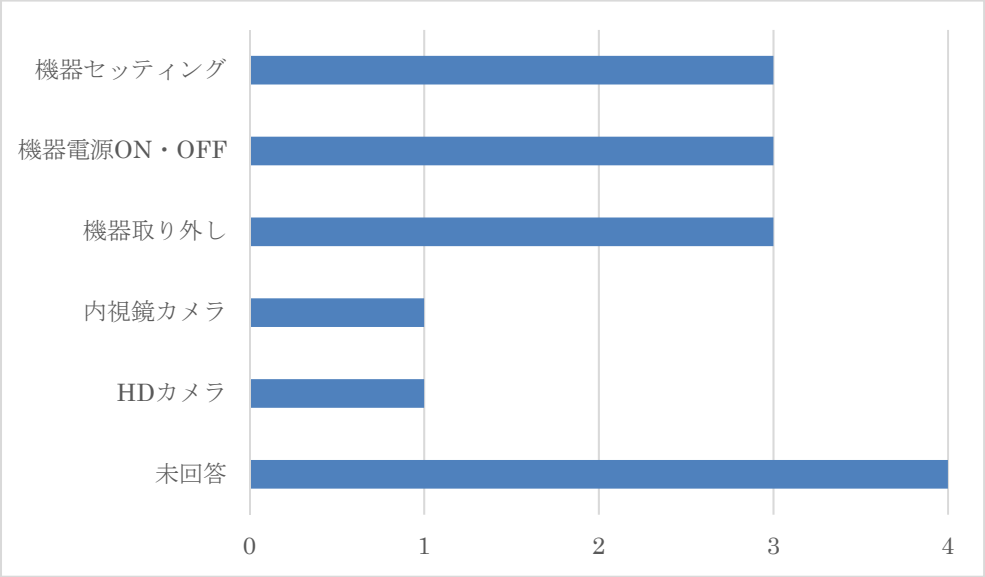


図 4.10.1.4-4　操作説明・マニュアル参照による機器操作

5）初回時と最終時のマニュアルやヘルプデスクを活用する頻度

マニュアル参照：初回 1 件　最終回 0 件

ヘルプデスク利用：0 件

未回答：6 件

6）初回時と 2 回目以降の機器の設置に係る時間

※サンプル 1 およびサンプル 2 については 2 回目までの実施

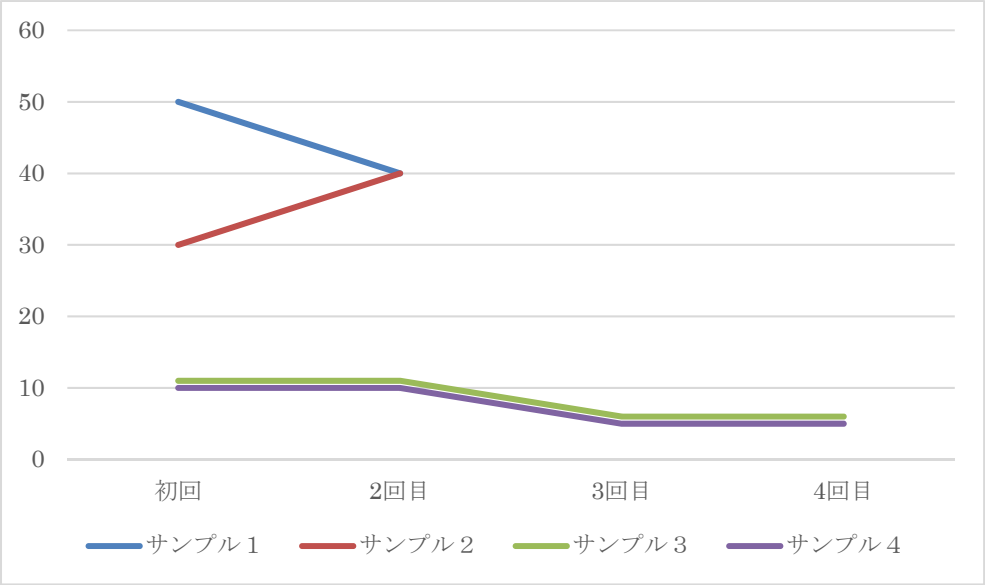


図 4.10.1.4-5　機器の設置に係る時間と回数の推移

7）初回時と 2 回目以降の機器の設置に片付けに係る時間

※サンプル 1 は未回答、サンプル 2 は 2 回目までの実施

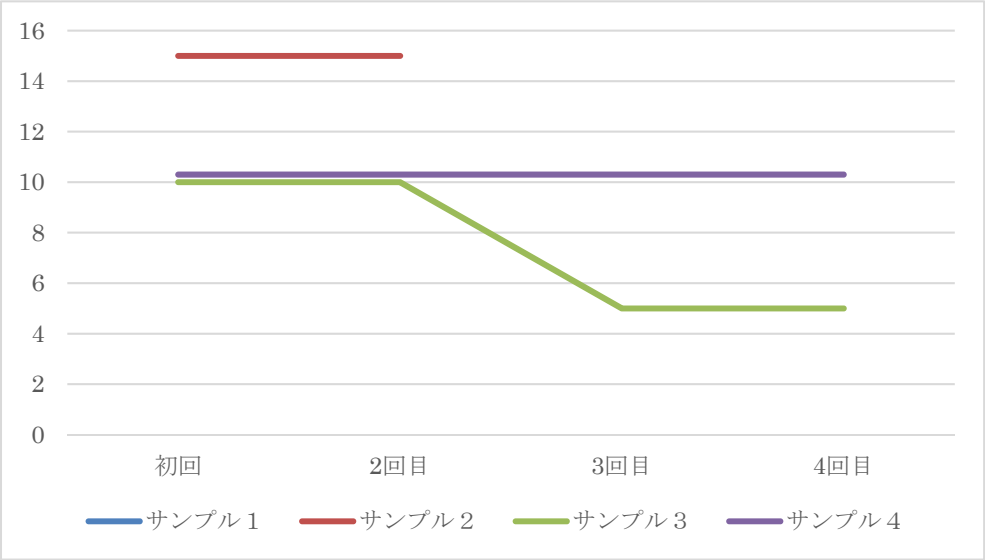


図 4.10.1.4-6　機器の片付けに係る時間と回数の推移

8）本システムにおける診療の問題点（※回答者による複数回答あり）

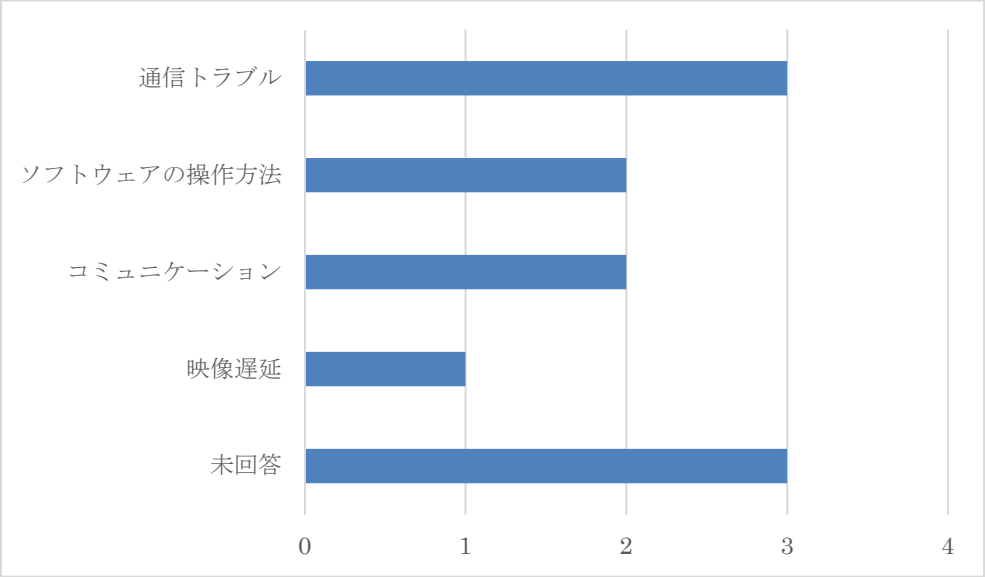


図 4.10.1.4-7　本システムにおける診療の問題点

9）直接診療との比較における問題（※回答者による複数回答あり）

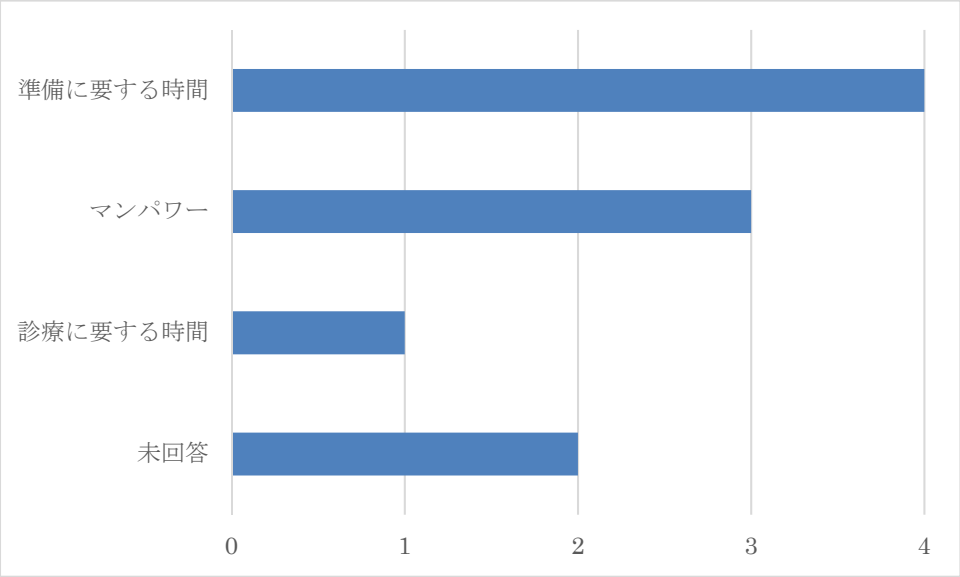


図 4.10.1.4-8　直接診療との比較における問題点

10）画質や遅延も含め診療に関する通信状況の問題

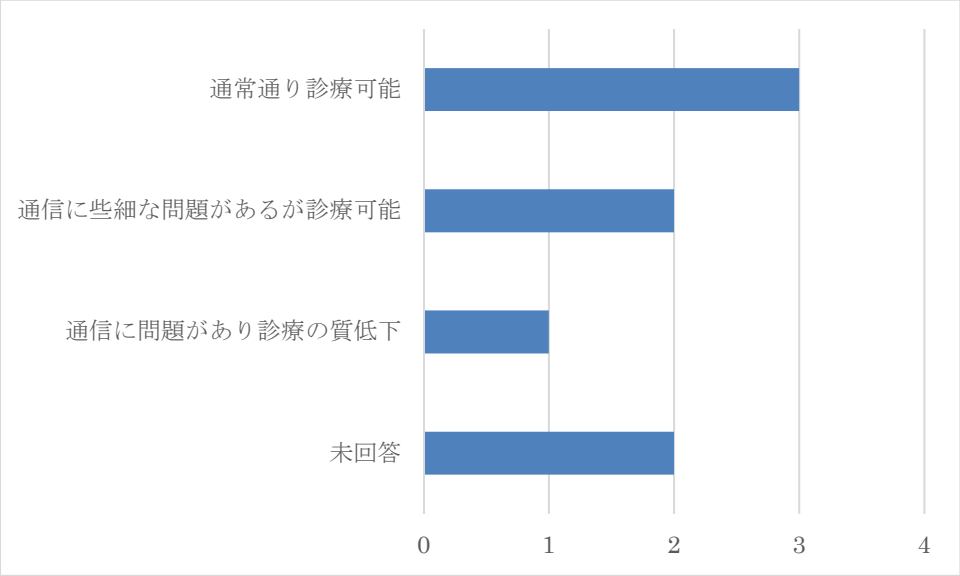


図 4.10.1.4-9　診療における通信の問題（映像品質）

11）音声や遅延も含め診療に関する通信状況の問題

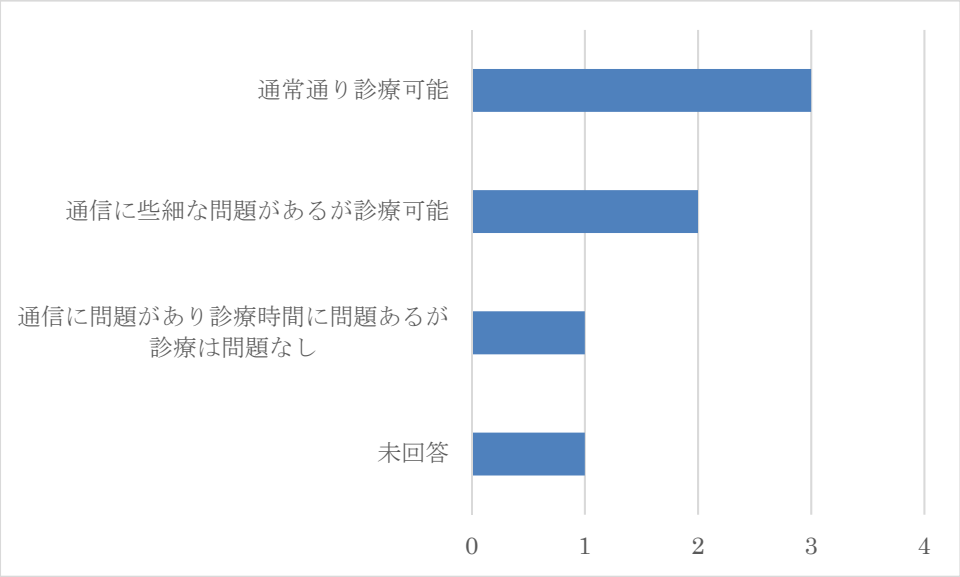


図 4.10.1.4-10　診療における通信の問題（音声品質）

12）録画した映像の音声や品質の問題

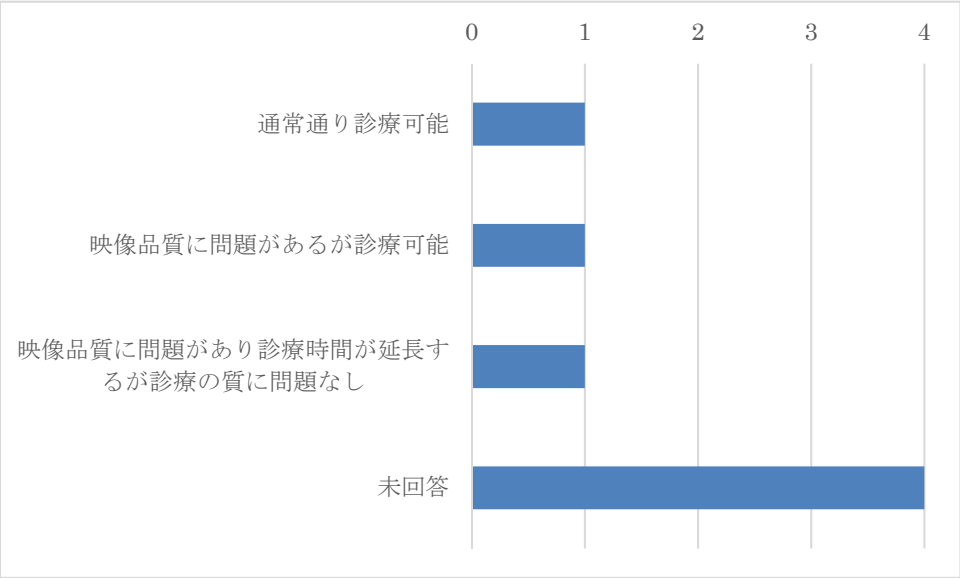


図 4.10.1.4-11　診療における通信の問題（録画品質）

13）今回の形式での診療の印象（5 段階評価）

5：1 件　4：2 件　3：2 件　2：1 件　1：0 件

（5：大変満足　4：満足　3：普通　2：不満　1：大変不満）

14）今回の診療の総合的な満足度（5 段階評価）

5：0 件　4：3 件　3：0 件　2：1 件　1：0 件

（5：大変満足　4：満足　3：普通　2：不満　1：大変不満）

15）その他アンケート回答で多かった意見

- モニタリング側の画像が確認できないためコミュニケーションが取り辛い
- 準備に要する時間が長い
- コード類が多く、転倒のリスクがある
- 居室を移動する際にスマートグラスが一度切断されるので不便
- ヘッドセットが負担
- 利用者の負担軽減となった
- 新型コロナウイルス蔓延と重なり、遠隔医療が役に立った

（2）モニタリング側アンケート結果（サンプル 12 件）

1）本システム設置に係る医療運搬・保管への影響

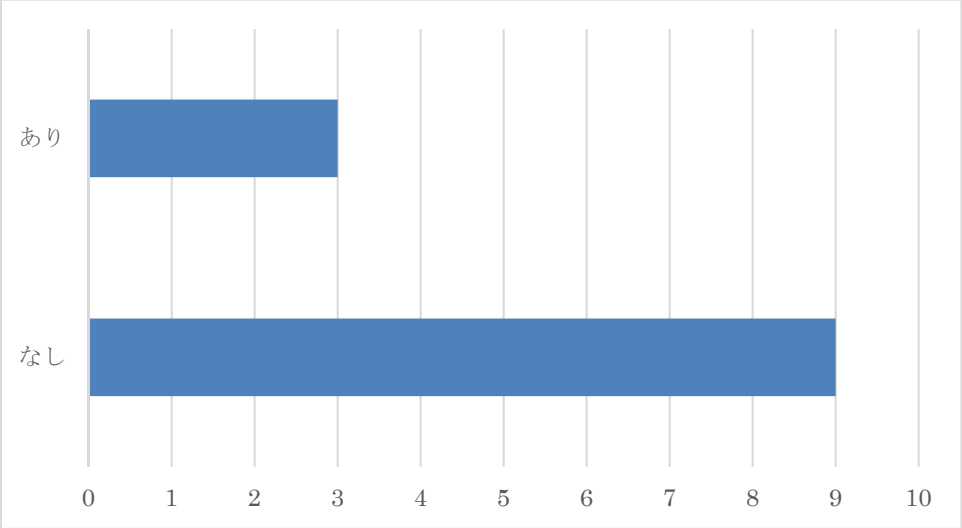


図 4.10.1.4-12　システム設置における医療運搬・保管への影響

「影響あり」と回答した具体的影響

- 診療の質向上、初療の状況が一見で把握できるようになった
- 多角的方面より意見が言える
- ローカル５Ｇ基地局・端末のファンの音が大きい（診療の影響なし）

2）本システム利用時の不明点

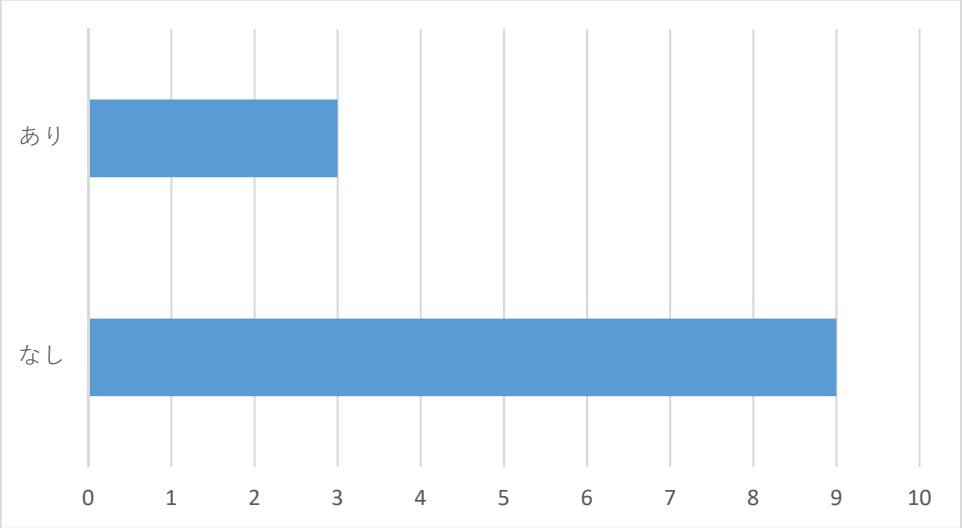


図 4.10.1.4-13　システム利用時の不明点

「不明点あり」と回答した具体的不明点

- 診療中の通信の開始・切断のタイミング
- 画面の切り替え
- どの症例が適応になるのか

3）不明点に対する解決方法（※回答者による複数回答あり）

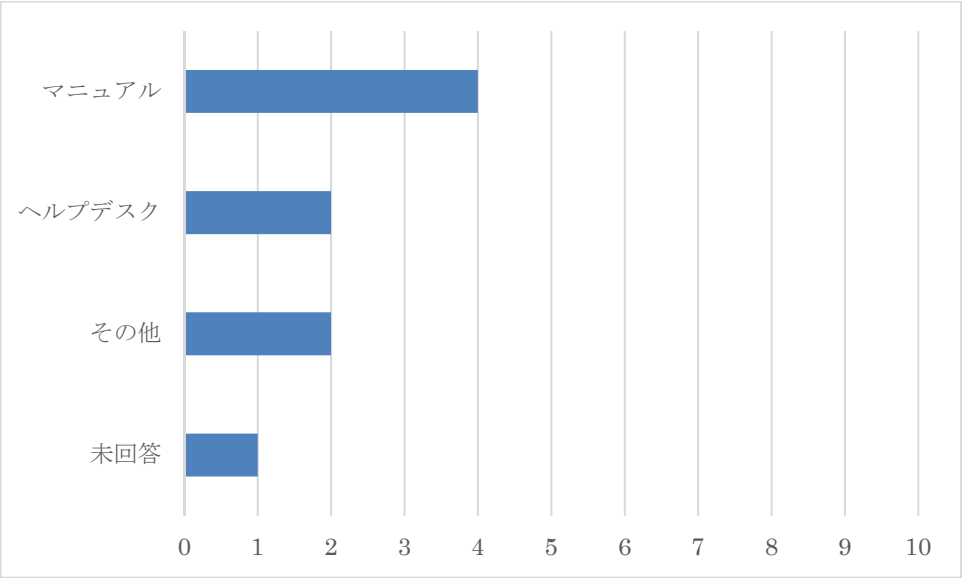


図 4.10.1.4-14　不明点に対する解決方法

※ヘルプデスクによる解決率は 100%

4）操作説明・マニュアルにて対応ができた部分（※回答者による複数回答あり）

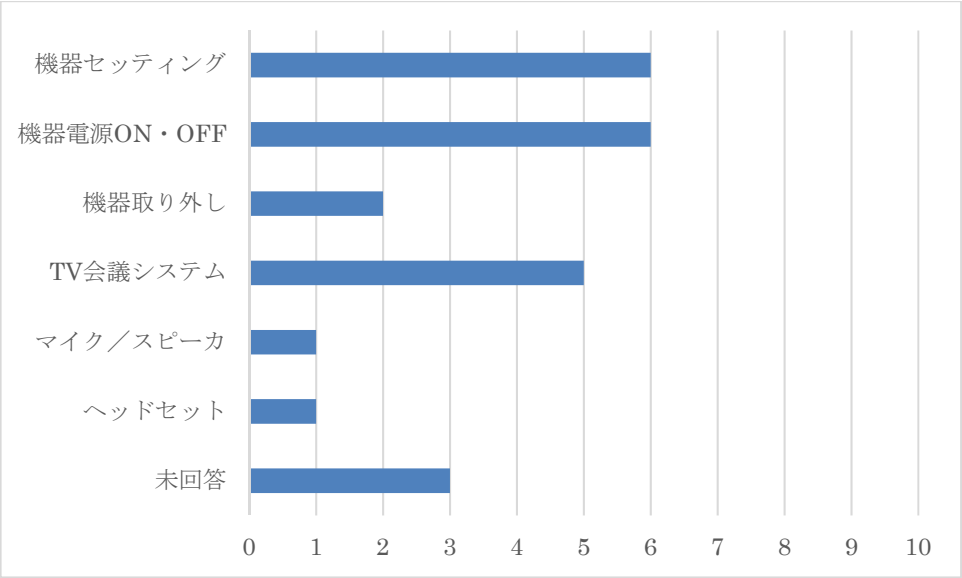


図 4.10.1.4-15　操作説明・マニュアル参照による機器操作

5）初回時と 2 回目以降の機器の設置に係る時間

※サンプル 1 は 4 回目、サンプル 2 については 2 回目までの実施

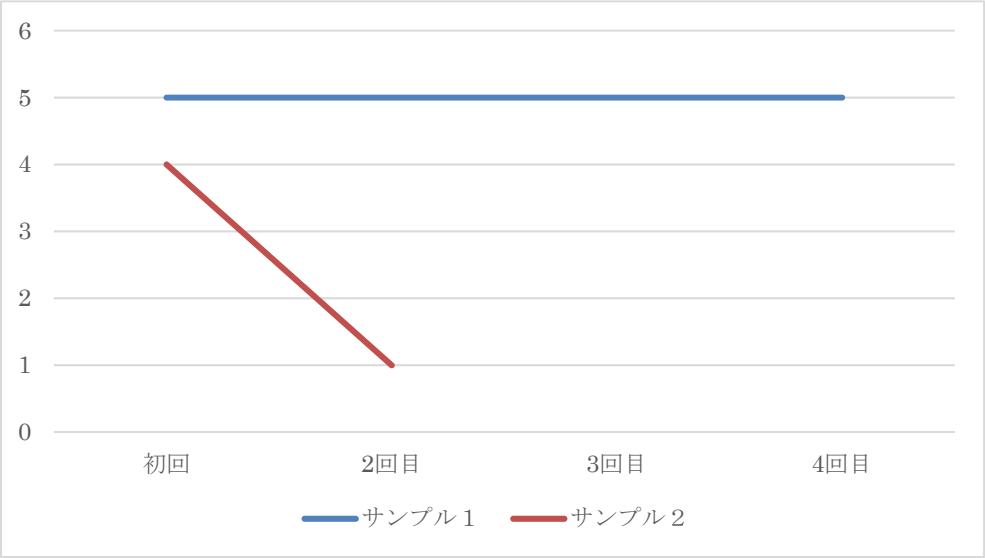


図 4.10.1.4-16　機器の設置に係る時間と回数の推移

6）初回時と 2 回目以降の機器の設置に片付けに係る時間

※サンプル 1 は 4 回目、サンプル 2 については 2 回目までの実施

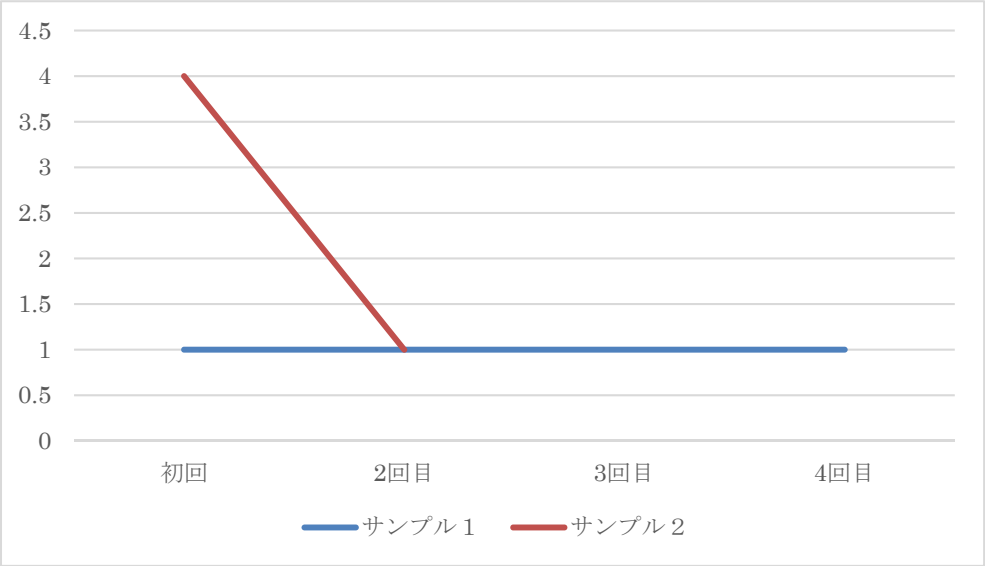


図 4.10.1.4-17　機器の片付けに係る時間と回数の推移

7）本システムにおける診療の問題点（※回答者による複数回答あり）

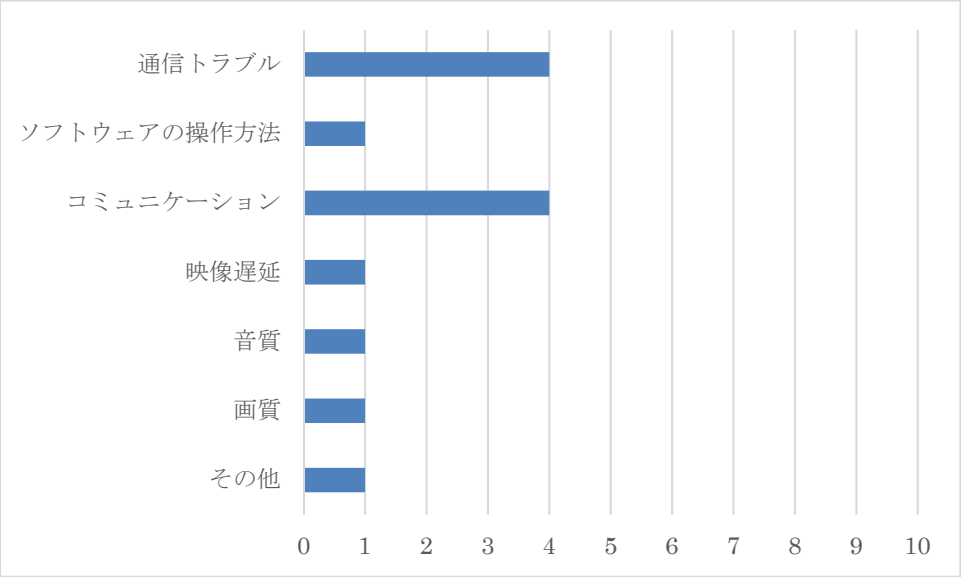


図 4.10.1.4-18　本システムにおける診療の問題点

8）直接診療との比較における問題（※回答者による複数回答あり）

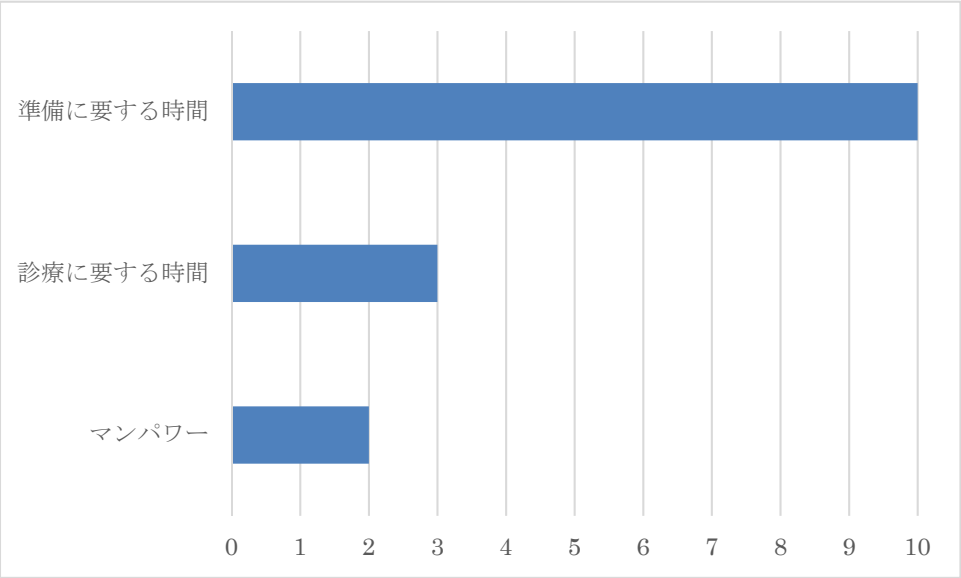


図 4.10.1.4-19　直接診療との比較における問題点

9）画質や遅延も含め診療に関する通信状況の問題（※回答者による複数回答あり）

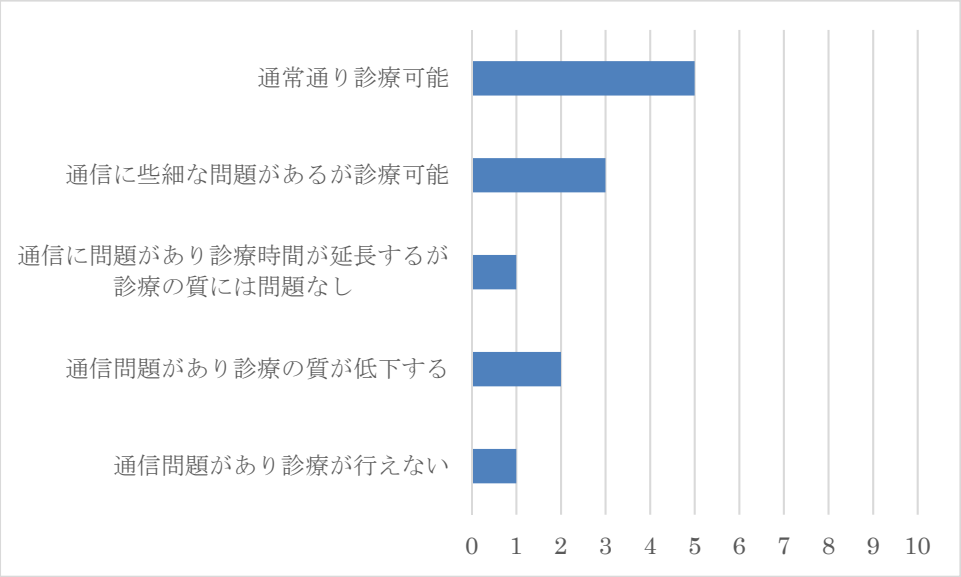


図 4.10.1.4-20　診療における通信の問題（映像品質）

10）音声や遅延も含め診療に関する通信状況の問題（※回答者による複数回答あり）

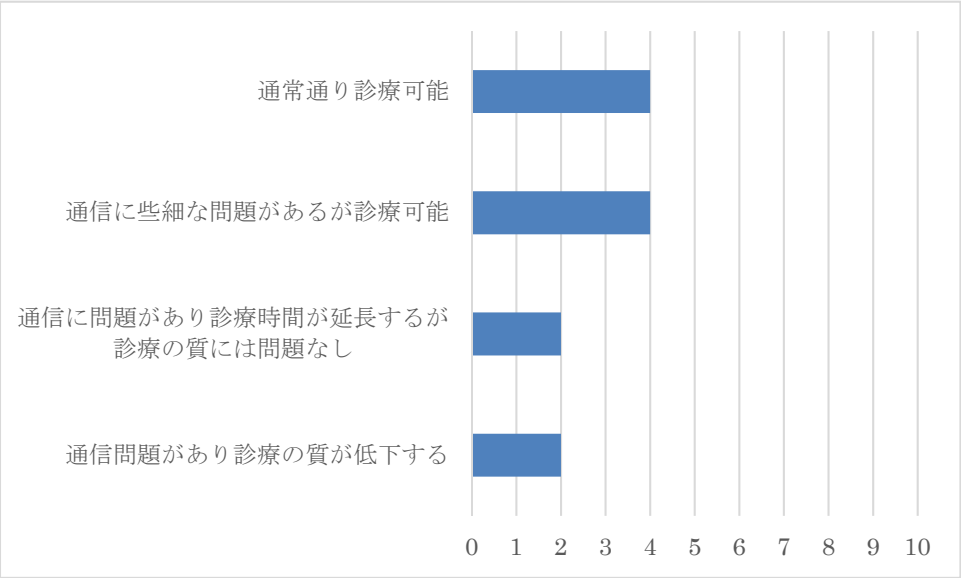


図 4.10.1.4-21　診療における通信の問題（音声品質）

11）録画した映像の音声や品質の問題（※回答者による複数回答あり）

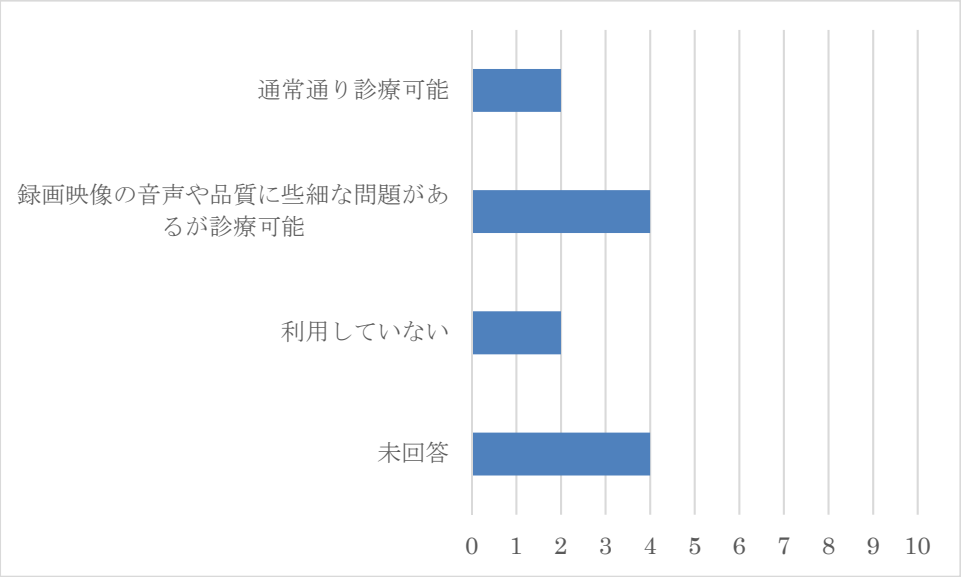


図 4.10.1.4-22　診療における通信の問題（録画）

12）今回の形式での診療の印象（5 段階評価）

5：4 件　4：6 件　3：2 件　未回答：0 件

13）今回の診療の総合的な満足度（5 段階評価）

5：1 件　4：6 件　3：4 件　未回答：1 件

14）その他アンケート回答で多かった意見

- 手術室は外来と比較して電波が不安定のため対策が必要
- スマートグラスが安定していない
- 影が出るので病変が確認しにくい。無影灯などの光が欲しい（皮膚科）

4.10.1.5 運用面に関する課題、解決策、考察

アンケートの結果、診察の質に対して大きな影響を指摘する回答は少なかったが、以下の問題点が多く挙がった。

- ローカル５Ｇシステムの準備に要する時間
- 通信トラブル
- コミュニケーション

「ローカル５Ｇシステムの準備に要する時間」に関しては、今回のように機器を可搬型とするのではなく固定型とし、準備時間を短縮することが重要であると考える。

一方で、機器の設置と片付けの時間は、初回と比較すると 2 回目以降は短縮傾向にあるため、利用者の習熟によってある程度解決するものと考えられる。

「通信トラブル」に関しては、金属材質や人の往来により、ローカル５Ｇ通信に影響を及ぼしていたことと、スマートグラスの利用方法の影響で接続が不安定であったことが挙げられる。

これらの解決策として、前者については電波干渉を受けにくい位置(人の動線も考慮する)にローカル５Ｇ基地局及び端末を固定設置する検討が必要と考える。

後者については、ローカル５Ｇに対応したスマートグラスが現時点で存在しないこと、またデバイスバッテリーが診療に対して十分な時間運用できる容量でなかったことからメーカーが推奨しない利用方法（有線での接続、充電しながらの利用等）で本実証を行ったことで発生したバッテリーの熱暴走によるスマートグラスの通信不良が要因と考えられる。

このため、今後ローカル５Ｇ対応のスマートグラスや 1 日の診察でも十分にバッテリーが保持できるスマートグラスのデバイス開発等が待たれる。

「コミュニケーション」に関しては、モニタリング側としては広い視野で診療が確認できるため指示がしやすいが、診療側にはモニタリング側の映像がないため、相手側にどのように診療側の映像が映っているのか明確になっておらず、結果としてコミュニケーションの取り辛さにつながった。

解決策としては、診療側とモニタリング側にモニタを設置することや、より多くのカメラにて多角的に状況を把握できる構成を組むことで、コミュニケーションの取り辛さの解消につながると考える。

4.11 課題解決システム実証で得られた今後の課題

各診療科における今回の実証を通じて、映像から診療支援にあたり十分な情報を得られたこと、また遅延のないコミュニケーションが実現できたことなどが結果として得られた。しかし一方で、各診療科で今後の課題として得られた知見もある。

今回の実証で得られた今後の課題を下表に示す。

表 4.11-1　脳神経内科課題

脳神経内科課題	
スマートグラス	・バッテリーの減りが早く充電しながら使用すると機器が熱くなり通信の質が落ちる
	・コードが邪魔になったり、機器自体の重さで耳が痛くなったり、疲労感がある
	・現地の医師の動きや患者の動きで映像がぶれて見づらいことがあった
	・医師患者間の距離が取れず、患者の全体が把握できない
システム全体	・通信機器の設置などに時間がかかる

表 4.11-2　消化器内科課題

消化器内科課題	
システム全体	・準備、接続に時間を要する
	・ローカル 5G 機器が大きく、システムの小型化が必要

表 4.11-3　皮膚科課題

皮膚科課題	
診療環境	・無影灯があればより丁寧な診察が可能

表 4.11-4　外科（模擬手術）課題

外科(模擬手術)課題	
内視鏡	・現場の内視鏡は数社あり、どの製品を使用してもアノテーション機能を使えるように装置の開発が必要
診療環境	・手術室は壁が分厚く、特殊な環境で時折電波障害が起きたので、環境に合わせた電波設定が必要
	・指導を受ける側も遠隔指導医の様子を見ることができるようにしたい
	・部屋置きカメラはケーブル類が邪魔になるので天井にカメラを設置できるような仕組みが必要

表 4.11-5　外科（模擬救急）課題

外科(模擬救急)課題	
診療環境	・部屋置きカメラはケーブル類が邪魔になるので天井にカメラを設置できるような仕組みが必要

表 4.11-6　高齢者施設課題

高齢者施設課題	
スマートグラス	・診療介助者(装着者)の動きと共に視点がぶれ、モニタリングしづらい場面があった
	・医師がモニタで見ている映像と介助者(装着者)が見ている視点にズレがあり、医師がピンポイントで見たい部分を見ることができないことがあった
	・診療介助者(装着者)の熟練や慣れが必要
システム全体	・準備、操作が難しく、職員の負担が大きかった
	・スマートグラスを装着する関係で、医師の様子を患者が見ることができず患者側の不安があった
診察全体	・触診などができないことで医師の五感を使った診察ができない

5. ローカル５Ｇの性能評価の技術実証

5.1 前提条件

電波環境を計測する際、今後の横展開を見据えて今回実証フィールド独自の条件等に制限されない環境での実証を実施する必要がある。

より汎用的な結果を得るために、電波の回析や減衰等による影響、UL/DL 比を可変にした場合の有効性、他の５Ｇ帯使用の近傍周辺機器との干渉が発生した際の干渉抑制に留意し実証を行う。

実証を行うにあたっては、ラボ実験にて Wi-Fi への影響を検証することで既存 Wi-Fi へ影響を与えない条件にてローカル５Ｇ機器を設置する。

① 使用した無線機は 3GPP Release15 5GNR[75]対応で、SA（Standalone）構成[76]
② NTT ドコモとの干渉調整を実施
③ 本実証を行う上で、本コンソーシアムにて準備した測定器類を下記に記載する。

- ML8780A エリアテスタ（Anritsu 製）
- ノートパソコン
- 測定用ケーブル（LAN、同軸ケーブル）
- ラボ環境

[75] 国際的な移動通信システムの標準化団体である 3GPP が定めた第 5 世代移動通信システムに関する仕様/技術

[76] システム単独で構築、サービス提供が可能な構成

5.1.1　対象とするユースケース

「1. 全体概要」に記載の、「課題ア：専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供」ならびに「課題イ：高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート」をユースケースとする。それぞれの概要を以下に示す。

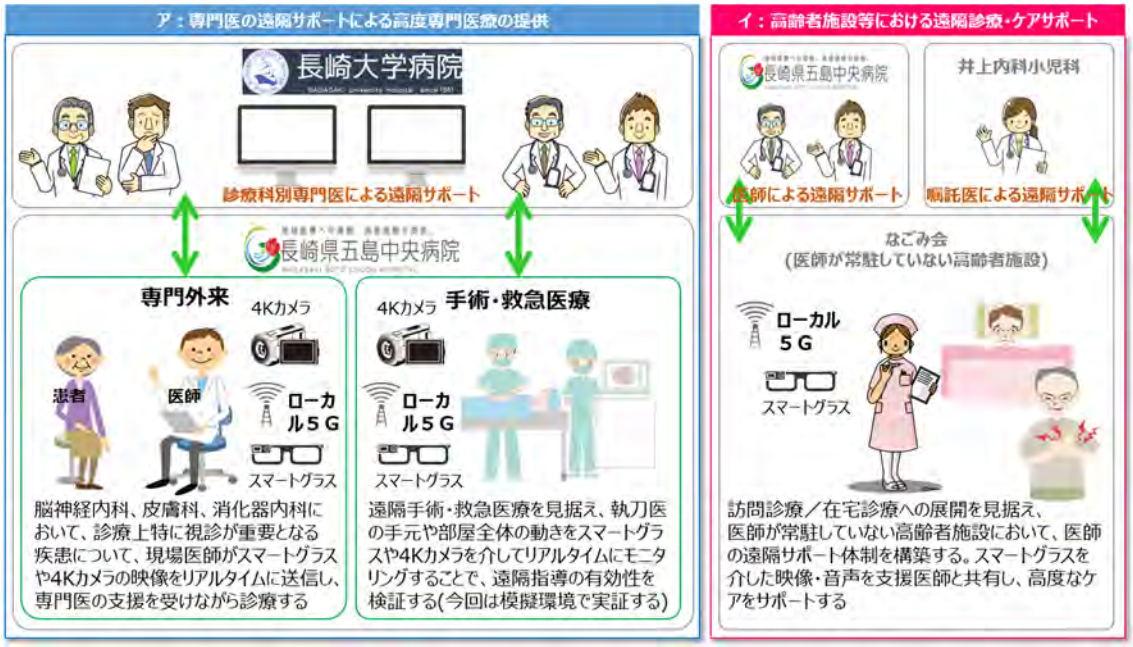


図 5.1.1　ユースケース概要

■対象診療

課題ア：脳神経内科、皮膚科、消化器内科、外科（模擬手術）、外科（模擬救急）

課題イ：高齢者施設でのケアサポート（総合診療）

■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）

医療従事者が求める要件として、以下 3 点が基本的な性能要件となる。

① 500msec 以下の遅延であること

⇒「3.2.1.2 遅延」に記載のとおり

② 4K 等の映像と音声を同時送信できること

⇒各診療科において診察に必要な機器やスペックは異なり、これらの複数映像ソースと音声を同時に送信できることが求められている。今回想定している伝送帯域の最大値は 35Mbps となる（3.2.1.1　伝送帯域参照）

③ 診療科によって、診察室/手術室/内視鏡室など環境が異なるため、どの環境でも通信が行えること

⇒今回のユースケースが複数の診療科や施設にまたがるため、環境が異なる診療部屋においても問題なくローカル５Ｇでの伝送ができることが求められている

5.1.2　実証環境

5.1.2.1 ネットワーク・システム構成

以下に各施設/診療科におけるローカル５Ｇを中心とするネットワーク・システム構成を示す。

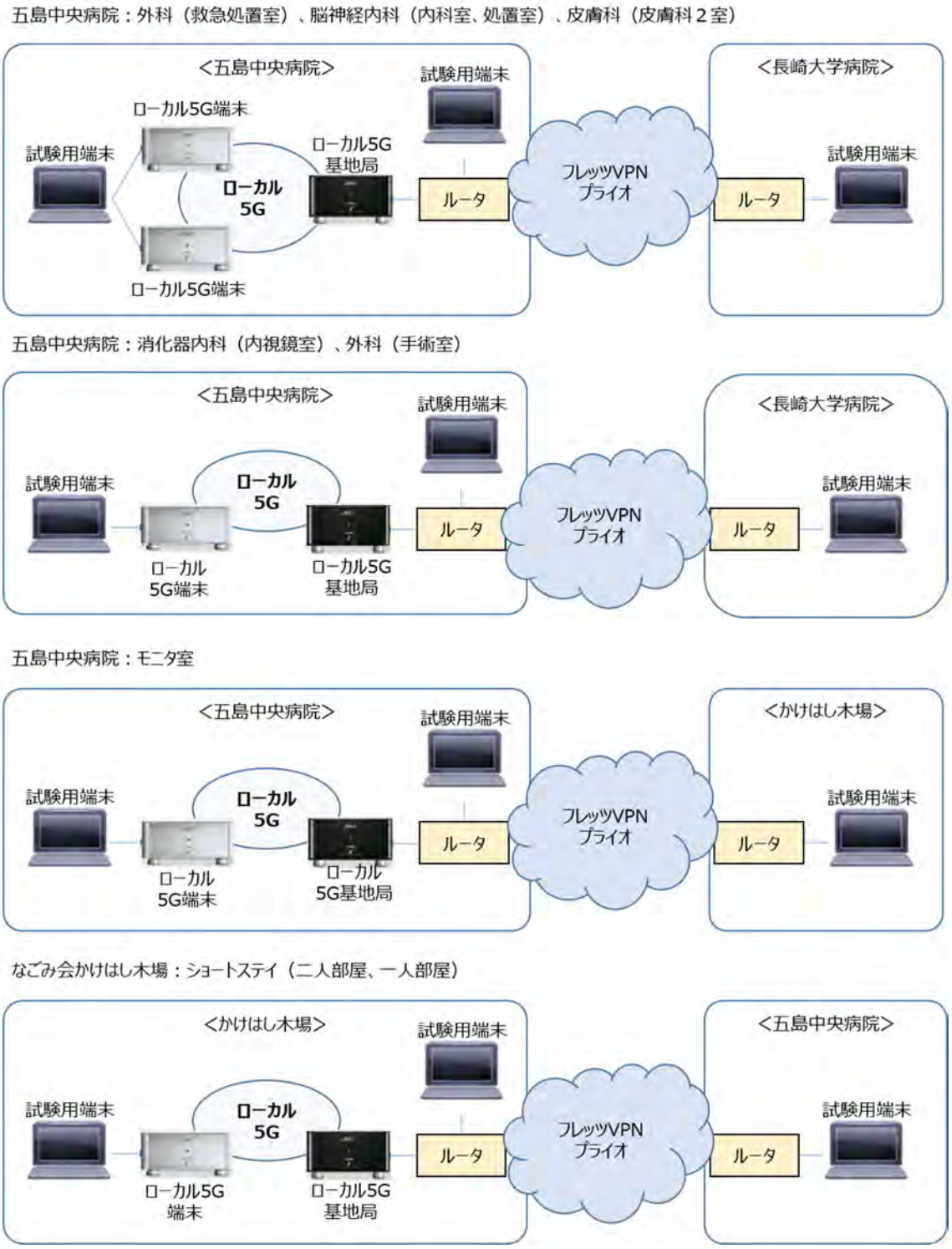


図 5.1.2.1　各施設/診療科におけるローカル５Ｇネットワーク・システム構成

5.1.2.2 設置環境（アンテナ高、装置の設置場所等）

表 5.1.2.2 にアンテナ高を、図 5.1.2.2 にアンテナ諸元を示す。

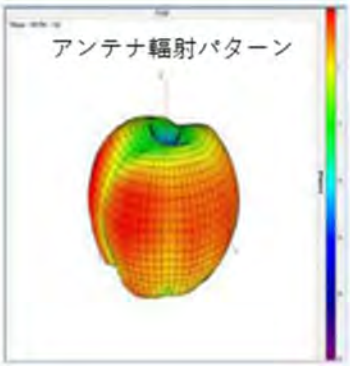
表 5.1.2.2　アンテナ高

ロケーション	ユースケース実験時		アンテナ高/アンテナ種類変更時			
	アンテナ 1（標準アンテナ）		アンテナ 1（標準アンテナ）		アンテナ 4	
	基地局	端末	基地局	端末 1	基地局	端末 1
五島中央病院	0.6m	0.6m	2m	0.6m	2m	0.6m
五島中央病院（モニタ室）	0.82m	0.82m	2m	0.82m	-	-
かけはし木場	0.4m	0.4m	2m	0.4m	2m	0.4m

＊五島中央病院の脳神経内科（処置室、内科室）、皮膚科（皮膚科２室）、外科（救急処置室）の端末 2 のアンテナ高は、0.85m とする。

アンテナ１：無指向（標準）　主要諸元

品名	ローカル５Ｇ　標準アンテナ
型番	AU-500付属
アンテナ形式	オムニ
対応周波数	4600MHz
利得	2.0dBi
偏波	垂直
半値角	360°
VSWR	2以下
インピーダンス	50Ω



アンテナ４：偏波VH（オプション）　主要諸元

品名	ローカル５Ｇ　平面アンテナ
型番	AU-903
アンテナ形式	平面
対応周波数	4700～4900MH z
利得	8dBi以上@4,800MH z
偏波	垂直
半値角	38度
VSWR	2以下@4,800MHz
インピーダンス	50Ω

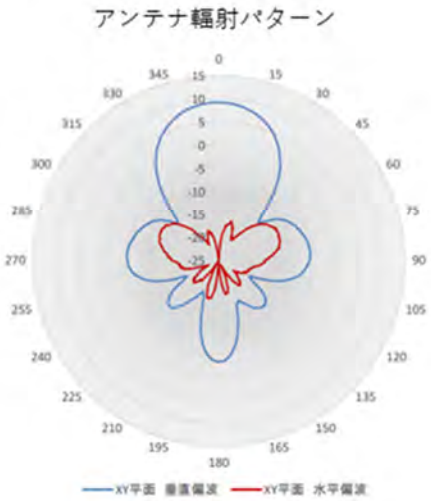


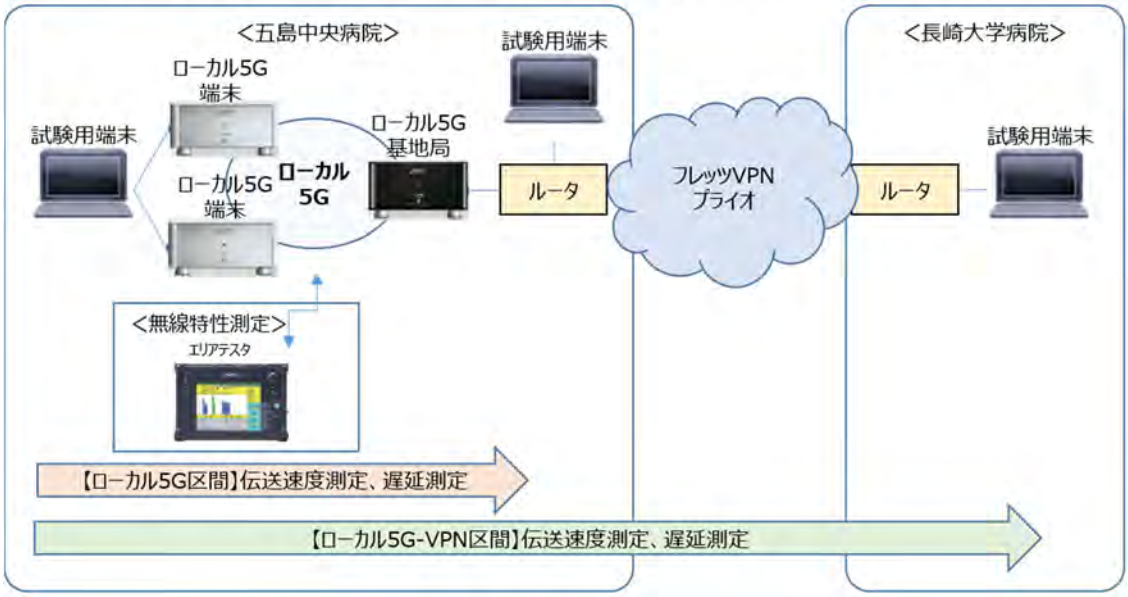
図 5.1.2.2　アンテナ情報

5.1.2.3 計測等の評価・試験環境構成

以下に各施設/診療科における試験環境の構成を示す。

（1）試験環境イメージ（五島中央病院・長崎大学病院）

五島中央病院：外科（救急処置室）、脳神経内科（内科室、処置室）、皮膚科（皮膚科２室）



五島中央病院：消化器内科（内視鏡室）、外科（手術室）

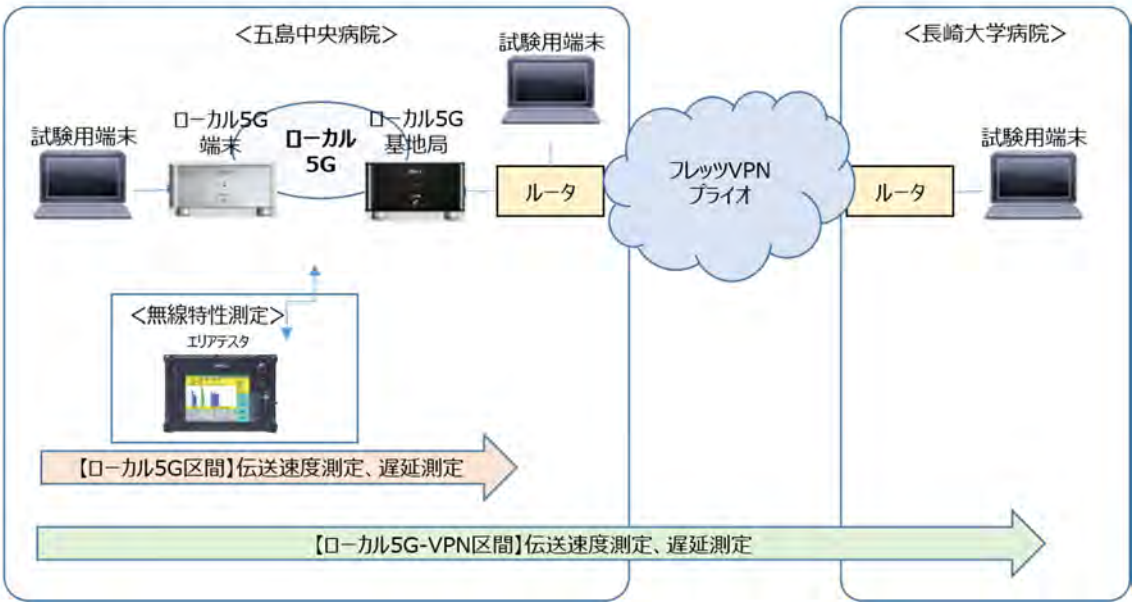


図 5.1.2.3-1　各施設/診療科における試験環境の構成①

（2）試験環境イメージ（五島中央病院・かけはし木場）

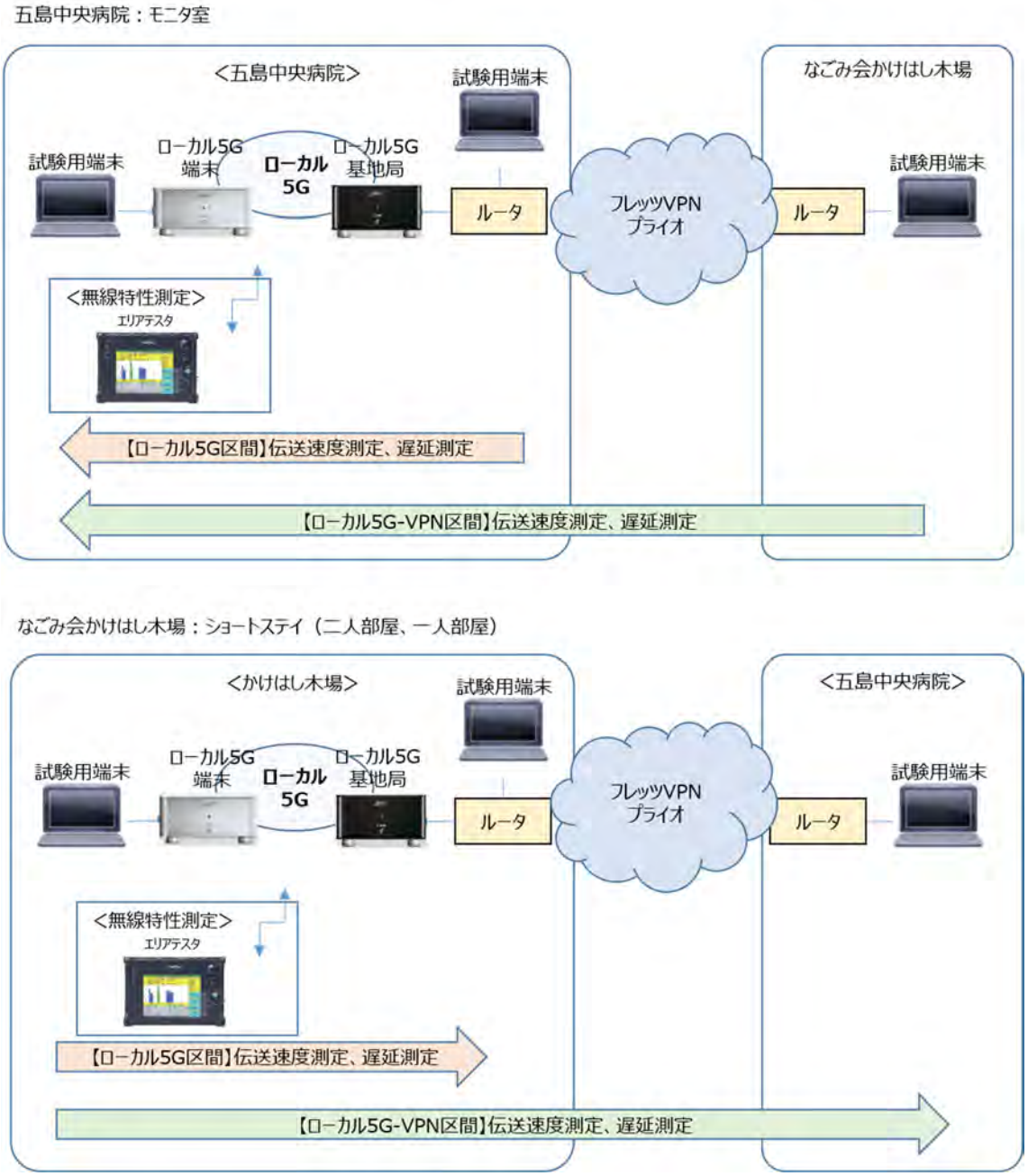


図 5.1.2.3-2　各施設/診療科における試験環境の構成②

（3）基地局設置状況（五島中央病院）

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.1.2.3-3　五島中央病院基地局設置状況

表 5.1.2.3-1　五島中央病院基地局設置状況対象表

救急処置室	内視鏡室
内科室	処置室
皮膚科 2 室	モニタ室
手術室 4	手術室 1 前室

＊左上写真→右上写真の順番で下段に向かって参照

（4）試験環境（五島中央病院）

表 5.1.2.3-2　五島中央病院試験環境

項番	診療科名	基地局設置場所	位置	材質
1	外科	救急処置室	床面	エポキシ系塗床（ノンスリップ）
			内壁	施釉無機質ケイカル板
			天井	ビニルペイント塗
2	消化器内科	内視鏡室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	エマルションペイント塗
			天井	化粧石膏ボード
3	脳神経内科	内科室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	エマルションペイント塗
			天井	化粧石膏ボード
4	脳神経内科	処置室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	エマルションペイント塗
			天井	化粧石膏ボード
5	皮膚科	皮膚科２室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	エマルションペイント塗
			天井	化粧石膏ボード
6	離島医療研究所	モニタ室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	エマルションペイント室
			天井	化粧石膏ボード
7	外科	手術室 4	床面	ビニル床シート張り
			内壁	ホーローアルミメッキ銅板
			天井	SECC アクリル
8	外科	手術室１前室	床面	ビニル床シート張り
			内壁	ビニルペイント塗
			天井	化粧石膏ボード

（5）基地局設置状況（かけはし木場）

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.1.2.3-4　かけはし木場基地局設置状況

表 5.1.2.3-3　かけはし木場基地局設置状況対象表

ショートステイ 2 人部屋	ショートステイ 1 人部屋
2 階共用部	ショートステイ 2 人部屋屋外

＊左上写真→右上写真の順番で下段に向かって参照

（6）試験環境（かけはし木場）

表 5.1.2.3-4　かけはし木場試験環境

項番	基地局設置場所	位置	材質
1	ショートステイ 2 人部屋 ショートステイ 1 人部屋	床面	コンクリート金ゴテ下地　長尺塩ビシート
		壁	内壁：PBｱ 12.5 下地クロス貼り 外壁：14 防火サイディング横貼
		窓	材質：アルミカラー（HD コート） 仕上り：FLG（フロートガラス）-5
		天井	9.5 不燃化粧 PB 貼り
2	2 階共用部	床面	長尺シート 2.0 貼り（コンクリート直押え下地）
		内壁	軽鉄下地 PBｱ 12.5 下地クロス貼り
		天井	9.5 不燃化粧 PB 貼り

5.1.3　基本的な諸元

5.1.3.1 使用周波数帯

3.1.5 基地局・端末・各種装置等の諸元・仕様に記載内容の補足項目を表 5.1.3.1 に記載する。

表 5.1.3.1 ローカル５Ｇ機器諸元（補足）

中心周波数	4,800MHz
帯域幅	100MHz
SCS	30kHz
PUSCHシンボル長	14
TDD周期	5msec
Cell ID	0
n_RNTI	1
RB数	132(50MHz)
RB start	0, 141
MCS	25
Modulation	64QAM
Coding　Rate	0.803

5.1.3.2 屋内外環境

表 5.1.3.2 ローカル５Ｇ基地局設置環境

ロケーション	屋内	屋外
五島中央病院	○	×
かけはし木場	○	○

凡例　○：有/×：無

5.1.3.3 遮蔽物・反射物の概要（静止・移動、素材等）

表 5.1.3.3 遮蔽物・反射物概要

ロケーション	遮蔽物・反射物				
		人	扉	壁	車
五島中央病院	静止	×	○	○	×
	移動	○	×	×	×
	素材	-	SUS	石膏ボード/銅板	×
かけはし木場	静止	×	○	○	×
	移動	○	×	×	○
	素材	-	木	プラスタボード	金属

凡例　○：有/×無/-記入不可

各診療科における遮蔽物・反射物の位置関係は、別紙 7 測定地点詳細プロット図を参照

5.1.3.4 端末の台数、静止・移動環境

端末は最大 2 台で静止環境にて使用した。

5.1.3.5 基地局の台数（ローカル５Ｇ間、キャリア５Ｇ間共用条件の前提等）

五島中央病院では、可搬型ラックに搭載した基地局 1 台を各診療科に設置し実証を行った。一部モニタ室のみ、移動設置ではなく机の上に常設で基地局を 1 台設置した。

かけはし木場では、基地局 1 台を可搬型ラックに搭載し、屋内及び屋外設置による実証を行った。

非同期システムのローカル５Ｇ装置を使用するにあたり、NTT ドコモとの干渉調整を実施した結果、「屋外で電波発射する場合は周辺 20m以内にドコモの携帯の基地局がないことを目視で確認する」という条件となった。目視で現地を確認した結果、ドコモの基地局はなかったため、実証を実施することとした。

5.1.3.6 同期・非同期運用

非同期運用で実証を行う。

5.1.3.7 DU 比

UL/DL 比について、表 5.1.3.7 に示す。

表 5.1.3.7　UL/DL 比

比率(DL/UL)	70M/70M	105M/35M	35M/105M
GUI上の設定	PDSCH 7/20slot PUSCH 8/20slot	PDSCH 11/20slot PUSCH 4/20slot	PDSCH 3/20slot PUSCH 12/20slot
モード	標準	DL優先	UL優先
UD configuration	3D1S4U1S 4D1S4U1S	5D1S2U1S 6D1S2U1S	1D1S6U1S 2D1S6U1S
トランスポートチャネルのデータレート(DL) Mbps	64.54	101.42	27.66
トランスポートチャネルのデータレート(UL) Mbps	73.76	36.88	110.64

5.1.3.8 システム構成

SA 構成イメージを、図 5.1.3.8 に示す。

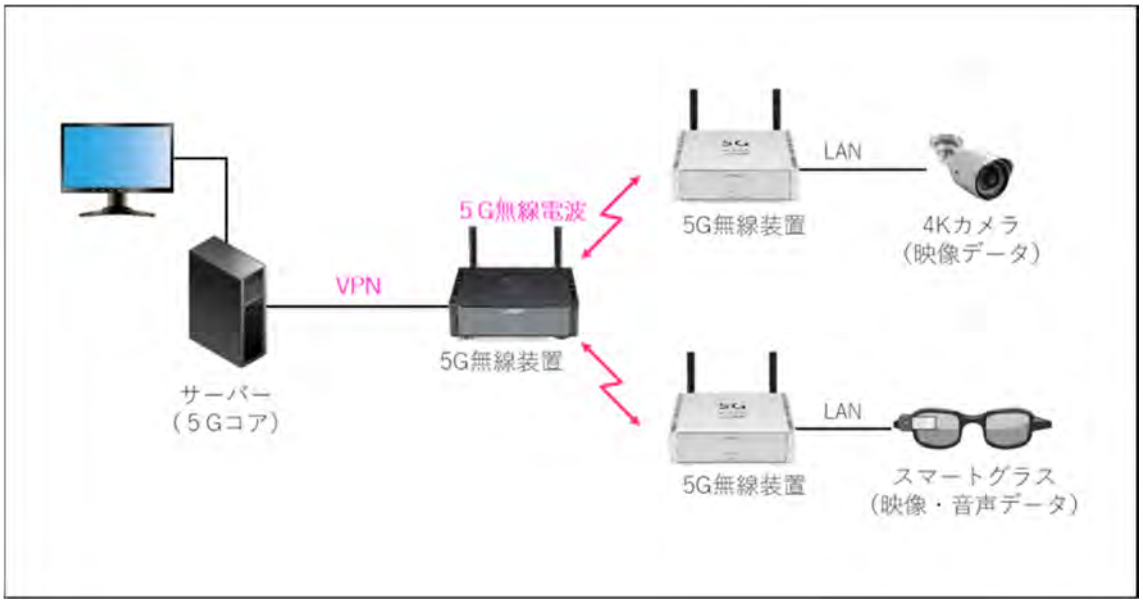


図 5.1.3.8　SA 構成イメージ

5.2 実証目標

5.2.1 技術的課題

5.2.1.1 技術実証の背景となる技術的な課題

これまでの実証実験の多くは対象とした試験環境に合わせたシステムパラメータや実験方法での実証実験が実施され、技術検討が行われてきた。今後ローカル５Ｇが普及していく中では、特定の環境に依らないより汎用的な環境、条件での検討が必要になる。そこで本実証実験では、医療機関建物内の様々な環境での 4.8GHz 帯における電波伝搬特性を解明し、さらにアプリケーションとしてはローカル５Ｇの特性を活かしたリアルタイム遠隔診療（スマートグラスや 4K カメラ等の映像伝送）における高精細映像伝送等の実現性を確認する。リアルタイム遠隔診療において医療従事者が求める基本的な性能要件は、以下のとおりである。

① 500msec 以下の遅延であること
⇒「3.2.1.2 遅延」に記載のとおり

② 4K 等の映像と音声を同時送信できること
⇒各診療科において診察に必要な機器やスペックは異なり、これらの複数映像ソースと音声を同時に送信できることが求められている。今回想定している伝送帯域の最大値は 35Mbps となる

③ 診療科によって、診察室／手術室／内視鏡室など環境が異なるため、どの環境でも通信が行えること
⇒今回のユースケースが複数の診療科や施設にまたがるため、環境が異なるそれぞれの診療部屋においても問題なくローカル５Ｇでの伝送ができることが求められている。

5.2.1.2 課題に対するアプローチ、検証仮説等

「専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供」「高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート」の 2 つのユースケースに基づき、病院内や高齢者施設内における様々な環境下（医療機器がある環境や見通しが悪い環境、診療科に特化した構造物内）でのローカル５Ｇの受信電力、伝送スループット、伝送遅延時間、UL/DL 比の可変に伴う影響等のデータを取得し、技術的課題とその解決策について検証する。また、検証結果をもとに病院内や高齢者施設内における最適なローカル５Ｇのエリア構築やシステム構成について考察を行う。

5.2.2 実証目標

5.2.2.1 技術基準の見直し等に資する新たな知見

本ユースケースの技術実証を通じて、病院内や高齢者施設内における最適なローカル５Ｇのエリア設計に役立てるエリア算出法の精緻化と、高精細映像を使ったリアルタイム遠隔診療に耐えうるパラメータ（UL/DL 比変更による準同期以外の非同期 TDD パターンのニーズ）に関する知見を得ることで、医療現場におけるローカル５Ｇのシステム構築手順を提言することを目標とする。

■エリア算出法の定義（総務省訓令第 47 号より抜粋）
dxy≦0.04km の場合
L=L0
$=32.4+20\log(f)+10\log_{10}\{(dxy^2)+(Hb-Hm)^2/10^6\}+R$

- f(MHz)：使用する周波数
- Hb(m)：基地局のアンテナ地上高
- dxy(km)：基地局と伝搬損失を算定する地点との距離
- Hm(m)：端末のアンテナ地上高
- R(dB)：基地局を屋内に設置する場合の建物進入損（16.2）

5.2.3 実施事項

5.2.3.1 ア～ウの実施事項

（1）ア：ユースケースに基づくローカル５Ｇの性能評価

本ユースケース（遠隔医療/映像伝送）では、遮蔽物（壁や棚等）の多い屋内環境において、基地局の設置場所を変更し、20 個所程度設定した測定地点において各種データを取得（受信電力、伝送スループットや伝送遅延時間等）し、ローカル５Ｇの性能評価を行う。また、電波伝搬特性に関する類似の調査結果を検証し技術的課題の整理及び具体的な解決方策について、考察を行う。

本ユースケース（遠隔医療/映像伝送）におけるローカル５Ｇの要求性能（伝送速度、遅延、遅延変動、パケットロス）については、診療科ごとに想定されるパラメータを設定し、それぞれのパラメータについて、医療従事者の評価を踏まえ実証を通じて要求性能を確認する。

（2）イ：ローカル５Ｇのエリア構築やシステム構成の検証等

五島中央病院とかけはし木場における最適なローカル５Ｇのエリア構築やシステム構成について取得した各種データを用いて検証し、技術的課題を整理するとともに、それら課題の解決方策等について考察を行う。また、ユースケースに基づき、リアルタイム遠隔診療における高精細映像伝送等を行う際、UL を重視する場合と DL を重視する場合に応じて、ローカル５ＧのUL/DL 比を 70M/70M、35M/105M、105M/35M の 3 パターンでデータを取得し、可変した場合のローカル５Ｇの技術的課題を検証し考察を行う。

（3）ウ：その他ローカル５Ｇに関する技術実証

本ユースケースでは、基地局と端末の設置環境によって、医療従事者が求める映像品質がどのような環境条件下で満足できるかを、明確にすることが求められる。そこで、本実証においては、診療科・診療部屋ごとに要求される無線通信品質を明確にする。

また、異なる環境条件下（基地局と端末の間に車両等の遮蔽物、壁面の材質の違い）での測定や、アンテナの種類と基地局側のアンテナ高を変更した場合、さらには装置出力を 10dB 減衰させたエリアの変化を測定することで、ローカル５Ｇ設置時の指針となるように検証、考察を行う。

5.2.3.2 各実施事項に必要な各種データ

各実証事項に必要となる取得データを下記に記載する。

① ア項

- 受信電力（RSSI[77]/SS－RSRP[78]）、回線品質（BLER[79]）、平均伝送スループット値
- IP レイヤのエンドツーエンドでの伝送速度、遅延、遅延変動、パケットロス値

② イ項

- 受信電力（RSSI/SS－RSRP）、回線品質（BLER）、平均伝送スループット値
- 伝送速度、遅延、遅延変動、パケットロス値

③ ウ項

- RSSI、BLER、伝送スループット、遅延値

---

[77] 無線通信を行う機器が接続先の機器から受信する電波信号の強度を測定するもののこと。

[78] 基地局からの電波の受信レベルを評価する基本的なパラメータ。基地局の設置条件と基地局からの距離や障害物などの測定環境によって決定する値のこと。

[79] Block Error Rate（ブロック誤り率）の略で、無線回線設計の際の評価基準のひとつ

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 ユースケースに基づく性能要件

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

① 伝送スループット、遅延時間等の想定される要求性能を記載

- 伝送スループット：最大 35Mbps（4K 等の映像と音声を同時送信できる）
- 遅延：500ms 以下（ローカル５Ｇ区間は 10msec）

② 電波特性の計測指標：RSSI-65dBm 以上

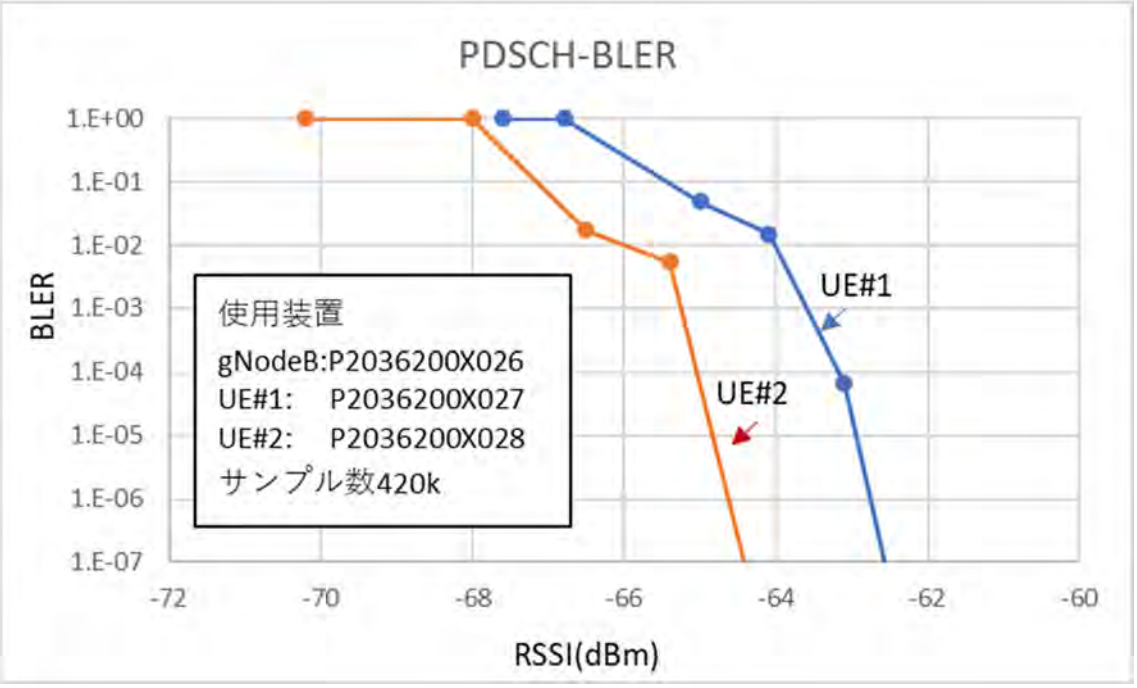


図 5.3.1.1　PDSCH[80]-BLER 参考値

上図は、ローカル５Ｇ基地局（gNodeB）と端末（UE#1、UE#2）間にアッテネータ[81]を介して同軸ケーブルで接続しブラウザにて端末側受信結果（RSSI、BLER）を確認したグラフである。測定時間は 10 分。試行回数 1 回にて実施。エラーが-63dBm より発生することから-63dBm 値以上の値を計測指標とする。

[80] DL（ダウンリンク）のパケットデータを送信するためのチャネル

[81] 信号を適切な信号レベル（振幅）に減衰させる回路素子および装置（減衰器）

5.3.2　評価・検証項目

5.3.2.1 計測指標及びその妥当性

計測指標及びその妥当性について以下に示す。

表 5.3.2.1　計測指標

受信電力		回線品質	伝送速度	遅延	
RSSI	SS-RSRP	BLER	平均伝送スループット	ローカル5G区間	VPN 区間
-63dBm 以上	-119dBm 以上	エラーフリー	上り最大 35Mbps	10ms 以下	10ms 以下

ラボ環境取得データ、エリアシミュレーション値との参考比較により妥当性を示す。

■ラボ環境（電波暗室）

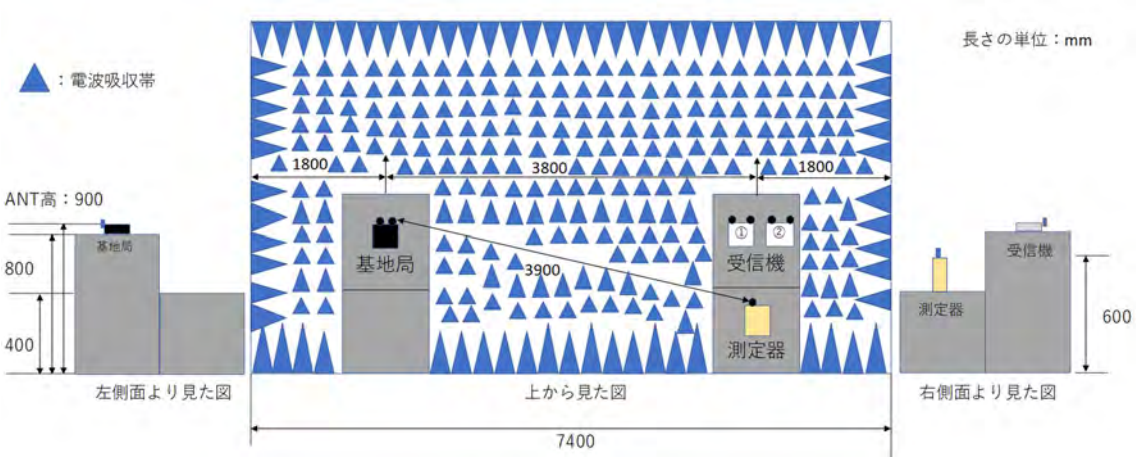


図 5.3.2.1　ラボ御環境イメージ

■エリアシミュレーション

- 計算手法：レイトレース法[82]

[82] 光線などを追跡することで、ある点において観測される像などをシミュレートする手法

5.3.3 評価・検証方法

5.3.3.1 評価・検証方法の詳細

① 遮蔽物（壁や棚等）の多い屋内環境において、基地局の設置場所や、20 箇所程度設定した測定地点において、ローカル５Ｇ装置にて取得した RSSI、BLER、平均伝送スループットよりローカル５Ｇの性能評価を行う。

② 電波伝搬損失については、技術実証前に現地調査で設定したポイントにおける影響を事前にエリアシミュレーションにて推定値を算出し、測定した RSRP の実測値と比較しながら電波伝搬損失の推定を行う。

③ 伝送速度、遅延、遅延変動、パケットロスについては、評価を先生方医療従事者の主観により行うことから、診療科ごとに暫定値を設定し、実証を通じて要求性能を評価する。

④ エリアテスタで 1 秒毎の平均 RSSI、ローカル５Ｇ装置で RSSI、BLER、平均伝送スループットを測定し、Wi-Fi（5GHz）使用時と未使用時とのデータを比較することで、要求性能を評価する。

5.3.3.2 計測の仕様（測定地点、計測頻度、単位等）

＜使用計測器＞

- ML8780A エリアテスタ、ノートパソコン、ローカル５Ｇ端末

＜測定地点＞

- ネットワーク性能：ローカル５Ｇ装置区間、VPN 区間
- 無線性能：端末設置箇所

＜測定頻度＞

- 1 秒毎の測定を 3 分間継続

＜単位＞

- 伝送スループット：Mbps
- パケットロス：ロス率（%）、ロス数（ / ）
- ジッタ：（ms）
- 遅延：（ms）
- RSSI：（dBm）
- RSRP：（dBm）

5.3.3.3 詳細の前提条件（送信電力、測定地点等）

① 基地局の送信電力値は一律 18dBm とする。
② 測定地点は、3.1.2 基地局配置図に記載。測定地点については、ユースケースを想定して選定する。
③ 5GH z 帯の無線アクセスシステムは屋内ローカル５Ｇ基地局の近傍屋外に設置なし
④ Wi-Fi（5GHz）については、最近傍する帯域は、W52（5150-5250MHz）を使用
※ローカル５Ｇ使用周波数（4.8GHz（BW100MHz））と Wi-Fi（5GHz（W52））間で 300MHz 帯域が離れているため、Wi-Fi 同時使用環境科においては、双方のシステムにて干渉影響は発生しないと考えられる。
※検証結果については、4.9.2.4 検証結果（２）ローカル５Ｇと Wi-Fi の比較を参照
⑤ 基地局の送信電力値は一律 18dB
⑥ 基地局設置場所ごとの端末数と必要な伝送スループットの一覧を表 5.3.3.3-1～表 5.3.3.3-2 に示す。

表 5.3.3.3-1　設置一覧（五島中央病院）

設置場所	装置	所要伝送スループット
外科（救急処置室）	端末#1	16Mbps
	端末#2	16Mbps
消化器内科（内視鏡室）	端末#1	16Mbps×2
脳神経内科（内科室）	端末 1	16Mbps
	端末#2	3Mbps
脳神経内科（処置室）	端末#1	16Mbps
	端末#2	3Mbps
皮膚科（皮膚科 2 室）	端末#1	16Mbps×2
	端末#2	3Mbps
モニタ室	端末#1	16Mbps＋3Mbps
外科（手術室）	端末#1	16Mbps×2

表 5.3.3.3-2　設置一覧（かけはし木場）

設置場所	装置	所要伝送スループット
ショートステイ 2 人部屋	端末#1	16Mbps＋3Mbps
ショートステイ 1 人部屋	端末#1	16Mbps＋3Mbps

ローカル５Ｇ機器の UL/DL 比について設置場所ごとの設定値を表 5.3.3.3-33～表 5.3.3.3-4 に示す。

表 5.3.3.3-3　UL/DL 比一覧（五島中央病院）

設置場所	装置	UL/DL 比
外科（救急処置室）	端末#1	105M/35M
	端末#2	105M/35M
	基地局	105M/35M
消化器内科（内視鏡室）	端末#1	105M/35M
	基地局	105M/35M
脳神経内科（内科室）	端末#1	105M/35M
	端末#2	105M/35M
	基地局	105M/35M
脳神経内科（処置室）	端末#1	105M/35M
	端末#2	105M/35M
	基地局	105M/35M
皮膚科（皮膚科２室）	端末#1	105M/35M
	端末#2	105M/35M
	基地局	105M/35M
モニタ室	端末#1	70M/70M
	基地局	70M/70M
外科（手術室）	端末#1	105M/35M
	基地局	105M/35M

表 5.3.3.3-4　UL/DL 比一覧（かけはし木場）

設置場所	装置	UL / DL 比
ショートステイ２人部屋	端末#1	105M/35M
	基地局	105M/35M
ショートステイ１人部屋	端末#1	105M/35M
	基地局	105M/35M

5.3.4 類似の調査

5.3.4.1 比較対象とする類似調査のサーベイ結果、比較の視点等

■「類似の調査結果」の想定

「屋外において平均 4-8Gbps の超高速通信を可能とする第 5 世代移動通信システムの技術条件等に関する調査検討の請負」　株式会社　NTT ドコモ

上記の一部である「2018　G1　3.1.1.2（1）富士通川崎テクノロジースクエア内ロビーの 4.68GH z 帯の性能評価結果（SINR[83]、伝送スループット）」内に記載の伝送性能評価について LOS[84]（：見通し内）における環境測定結果である、端末の伝送スループット、SINR 値の変動を比較の視点とする。また過去の報告では NLOS[85]も遮蔽版を使用して測定しているが、疑似的な環境の測定に留まっている。本実証では、実際に使用される環境下における LOS、NLOS 両環境下での伝送性能評価を実施する。

※本実証にて使用する端末においては、SINR 値がツール上測定不可のため、測定可能な RSSI 値の変動値を比較の対象とする。

5.3.5 性能評価結果

受信電力（マップ上のプロット、集計結果等）、伝送スループット（上下回線別等）、伝送遅延時間（上下回線別等）、その他計測指標について測定結果を示す。

① マップ上のプロット図については、「別紙 7　測定地点詳細プロット図」に記載する。

② 測定結果は、「別紙 8　技術実証詳細測定データ」に記載する。

③ 無線 LAN アクセスポイントの諸元と机上による干渉検討内容を下記に記載する。

---

[83] 通信品質を表す指標。受信信号から雑音及び干渉電力の和を引いた差

[84] 無線通信における送信機と受信機の間を結ぶ何によって遮らていない直線、またはそのような直線で結ばれている良好な通信状態のこと。

[85] 無線通信において送信機と受信機の間に遮蔽物があり、見通しのよくない通信環境であること。

■アクセスポイント諸元

表 5.3.5 無線 LAN アクセスポイント仕様（無線）

項目	仕様	備考
アンテナ	2.4GHz／5GHz 共用アンテナ 2 本、5GHz 用アンテナ 2 本を内蔵	
MIMO[86]方式	5GHz：MIMO,MU-MIMO[87] 2.4GHz：MIMO	MIMO：2×2,2 ストリーム MU-MIMO：最大 2 ユーザー
2.4GHz 帯無線 LAN	IEEE802.11b/g/n	最大伝送速度 400Mbit/s
5GHz 帯無線 LAN	IEEE802.11a/n/c	最大伝送速度 867Mbit/s
2.4GHz/5GHz 利用	同時利用可能	
5GHz 対応周波数帯	W52/W53/W56	
送信電力	+10dBm(10mW)	
アクセス方式	インフラストラクチャーモード リピーターモード ブリッジモード	
接続端末数	5GHz 帯（1）：最大 50 台 5GHz 帯（2）：最大 50 台 2.4GHz 帯：最大 50 台	最大合計 150 台

■机上干渉検討内容

本実証で使用したローカル５Ｇ機器のフロントエンドの帯域制限フィルタは、Wi-Fi（5GHz）の周波数帯については通過帯域となっている。RF-IC[88]内のアナログフィルタならびにベースバンドフィルタ[89]により Wi-Fi からの干渉電力を抑制し、特性劣化はないであろうと机上検討した。

また、ローカル５Ｇ機器からの送信出力については、スペクトラムマスク[90]があり、干渉には、影響がないと机上検討した。

86 Multiple Input Multiple Output の略。送受信側それぞれが複数のアンテナを用いて、同一周波数帯で同一通信を行うことで、通信を高速化させる技術

87 Multi User MIMO の略。MIMO の中でも、複数の端末にデータを送信できる技術

88 ワイヤレス機器や携帯電話で一般的に使用される専用の半導体部品（無線周波数集積回路）

89 送信したい情報を含む信号でフィルタをかけること

90 必要な帯域幅を超える周波数で過剰な放射を制限すること

5.3.5.1 五島中央病院の評価結果

各診療科を代表して、脳神経内科（処置室）、皮膚科（皮膚科 2 室）、モニタ室、外科（手術室 4）の評価結果を以下記載する。なお各部屋における基地局、端末（測定地点）設置箇所を表 5.3.5.1-1 に示す。

＊全診療科の測定結果については、「別紙 8　技術実証詳細測定データ」に掲載する。

表 5.3.5.1-1　設置場所

項番	ロケーション	基地局設置場所	端末（測定地点）設置場所
（1）-1）、2）	処置室	処置室内	処置室内
（1）-3）	処置室	処置室内	内科室内
（2）-1）、2）	皮膚科 2 室	皮膚科 2 室内	皮膚科 2 室内
（3）-1）	モニタ室	モニタ室内	モニタ室内
（4）-1）、2）	手術室 4	手術室 4 内	手術室 4 内

（1）脳神経内科（処置室）

以下に、測定結果のグラフと表を記載する。

1）基地局と端末同部屋設置時

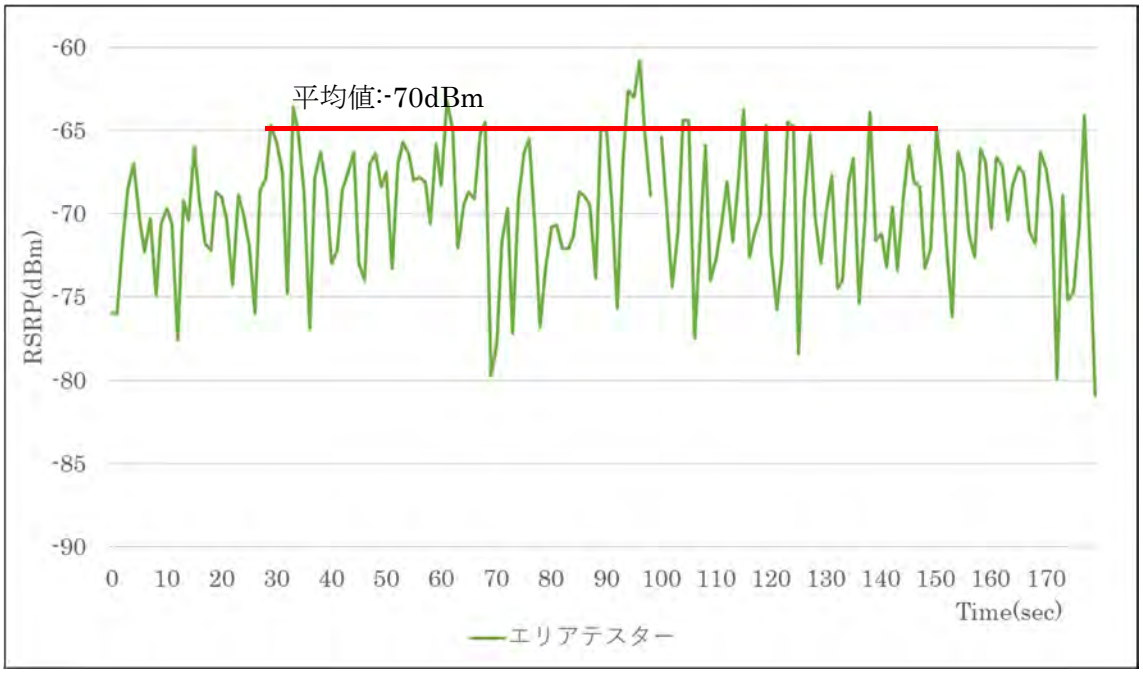


図 5.3.5.1-1　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

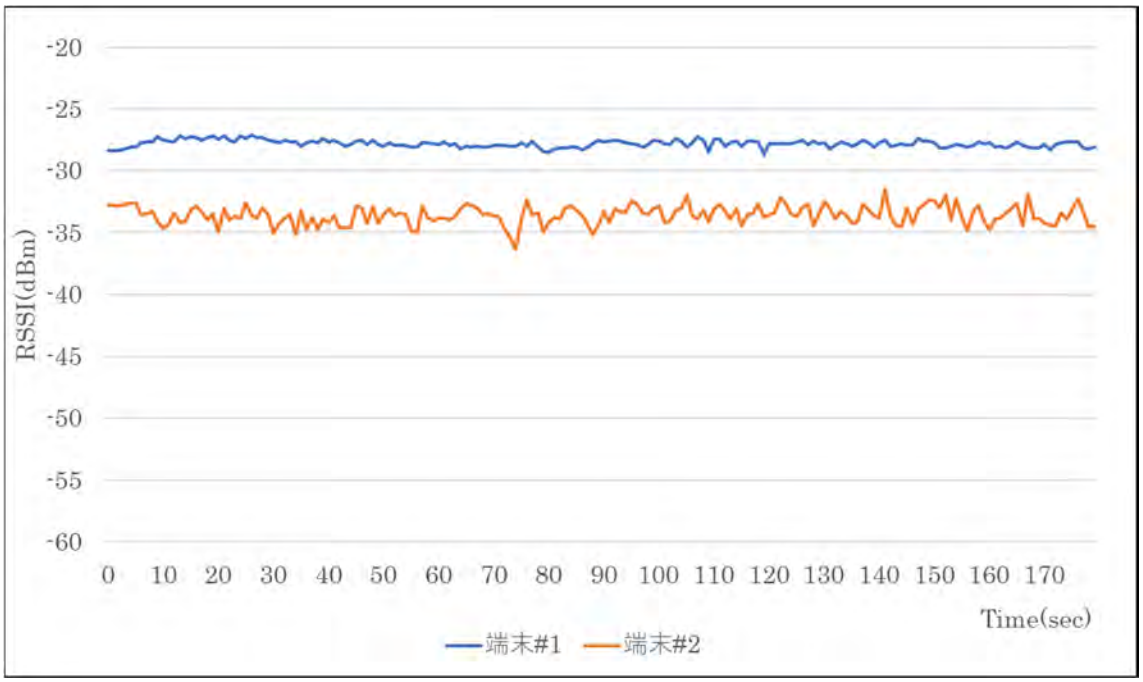


図 5.3.5.1-1　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

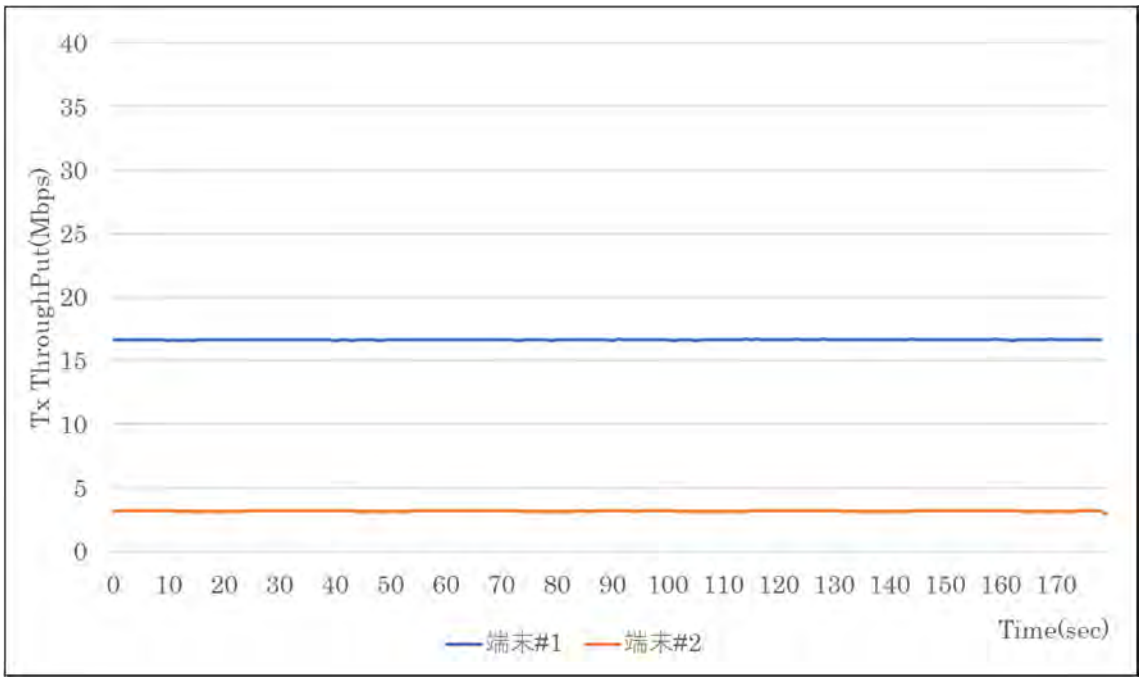


図 5.3.5.1-2　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.1-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) ※Round Time Trip[91]		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0.0033 8/244564	0	0	0.654	0.577	0.539	7.701	7.745	7.438
端末#2	3	3	3	0	0	0.0044 2/45856	0.853	0.880	0.758	7.694	7.658	7.342

表 5.3.5.1-3　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0	0.541	12.097
端末#2	3	0	0.915	11.926

91 通信相手に信号やデータを発信してから応答が返ってくるまでにかかる時間

2）Wi-Fi 同時使用時

表 5.3.5.1-4　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）※ROUND TRIP TIME
	１回目	１回目
端末#1	16	8.142
端末#2	3	7.838

端末#1 は、RSSI 値平均-27.8dBm（変動±約 1 dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ（部屋俯瞰用）の映像伝送に必要な伝送スループット 16Mbps が安定して得られている。遅延はローカル５Ｇ区間で、平均約 3.8ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 6ms で両区間において性能を満たす結果となった。

端末#2 は、RSSI 値平均-33.6dBm（変動約±2.4dBm）の無線環境下において、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 3Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.8ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 6ms で両区間において性能を満たす結果となった。以上より性能要件を満たす結果となった。

Wi-Fi 同時使用時においては、ローカル５Ｇ区間の伝送性能評価（伝送スループット、遅延値）をローカル５Ｇ機器単独使用時の結果と比較するとローカル５Ｇ機器への干渉等の影響による性能劣化はないものと考えられる。

上記より、脳神経内科（処置室）内に基地局を設置し端末を使用するローカル５Ｇの性能評価は性能要求を満たす結果となった。

3）脳神経内科（内科室）に端末設置時

以下に、測定結果のグラフと表を記載する。

基地局を基準とし基地局と端末間にて約 3.3m と約 10.2m の位置に壁と扉がある。

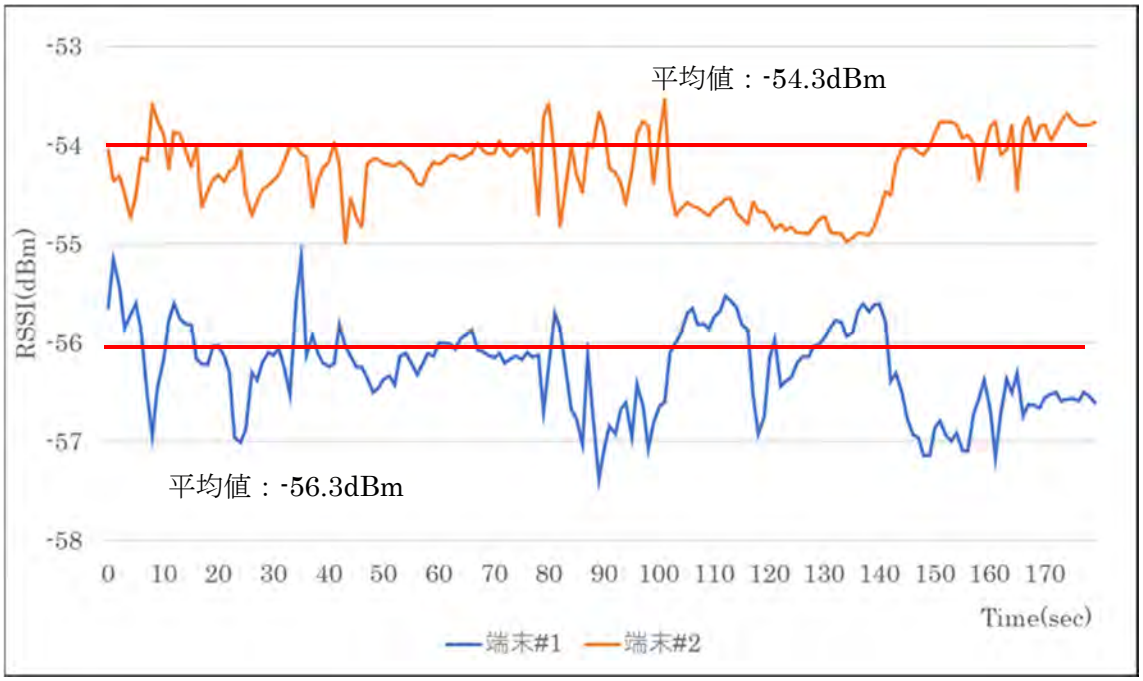


図 5.3.5.1-3　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

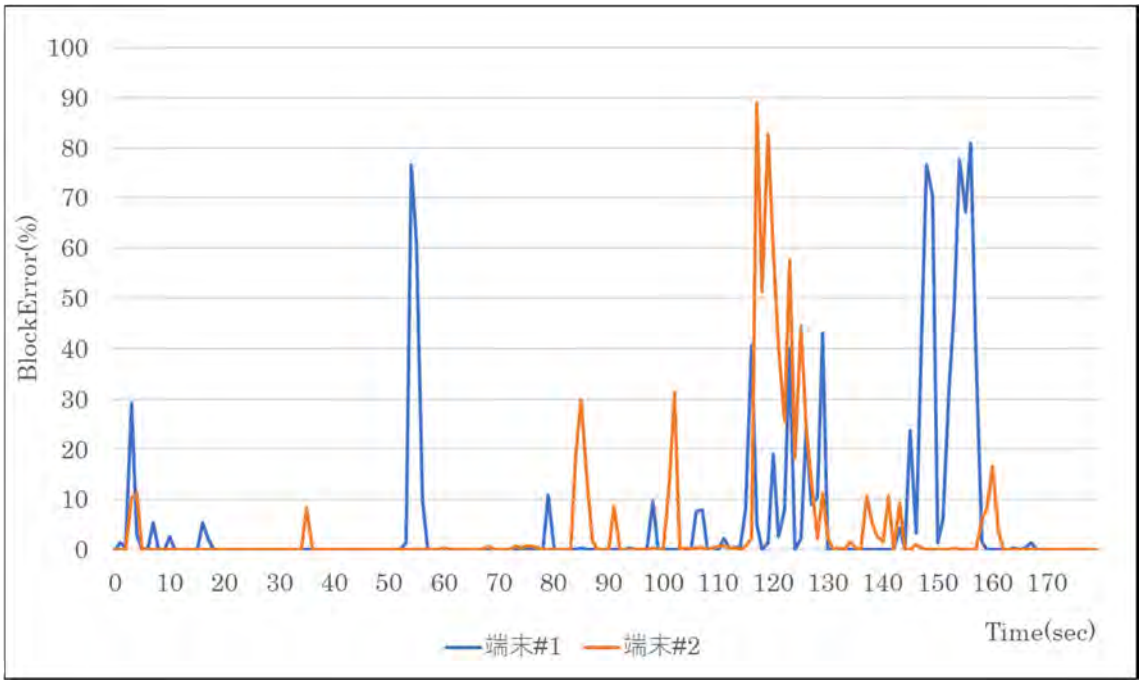


図 5.3.5.1-4　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

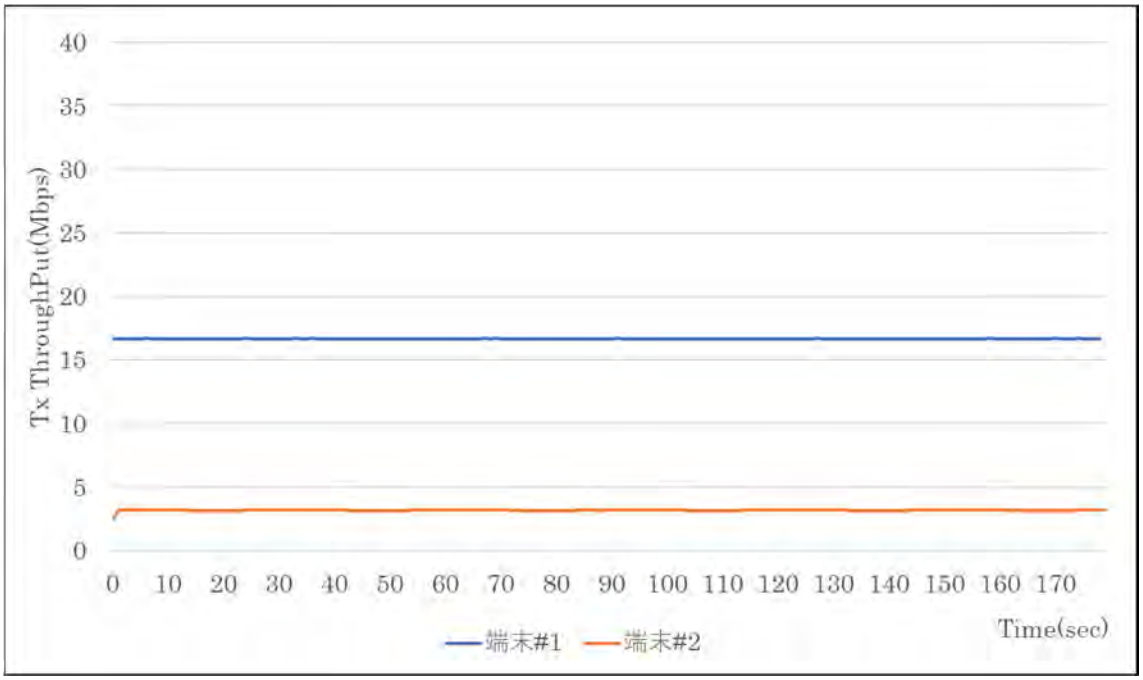


図 5.3.5.1-5　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.1-5　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	計測不可	計測不可	16	計測不可	計測不可	0.1 247/244565	計測不可	計測不可	0.436	計測不可	計測不可	7.442
端末#2	計測不可	計測不可	3	計測不可	計測不可	0	計測不可	計測不可	0.712	計測不可	計測不可	7.153

【凡例】

- 1 回目：両扉閉めた状態
- 2 回目：内科室側の扉が開いている状態（基地局から 10.2m）
- 3 回目：両扉開放

表 5.3.5.1-6　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0.0012 3/244565	0.556	11.997
端末#2	3	0	0.918	11.913

端末#1 は、RSSI 値平均-56.3dBm（変動±約 1 dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラの映像伝送に必要な伝送スループット 16Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.7ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 6ms で両区間において性能を満たす結果となった。RSSI 値が計測指標よりも約 10dBm 高いが、見通し外環境下で基地局と端末間を実験スタッフ等の人が通行し遮ったタイミングで BLER が発生した。また、BLER が最大 90%に達した際には、著しい映像劣化がみられた。

端末#2 は、RSSI 値平均-54.3dBm（変動約±1.0dBm）の無線環境下において、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 3Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.6ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 6ms で両区間において性能を満たす結果となった。RSSI 値が計測指標よりも約 10dBm 高いが、見通し外環境下で基地局と端末間を実験スタッフ等の人が通行し遮ったタイミングで BLER が発生した。また、BLER が最大 80%に達した際には、著しい映像劣化がみられた。

上記結果より脳神経内科（処置室）内に基地局設置、端末を内科室にて使用するケースにおいては、ローカル５Ｇの性能評価として性能要求を満たす結果とはならなかった。

（2）皮膚科（皮膚科２室）

以下に測定結果のグラフと表を記載する。

1）基地局と端末同部屋設置時

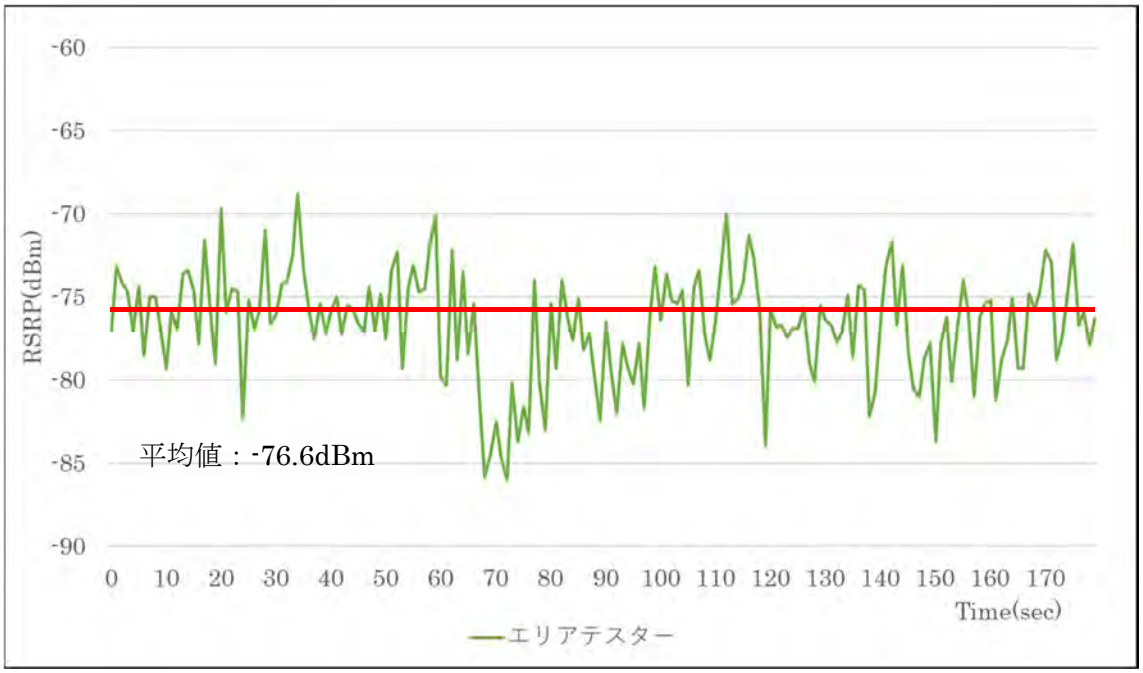


図 5.3.5.1-6　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

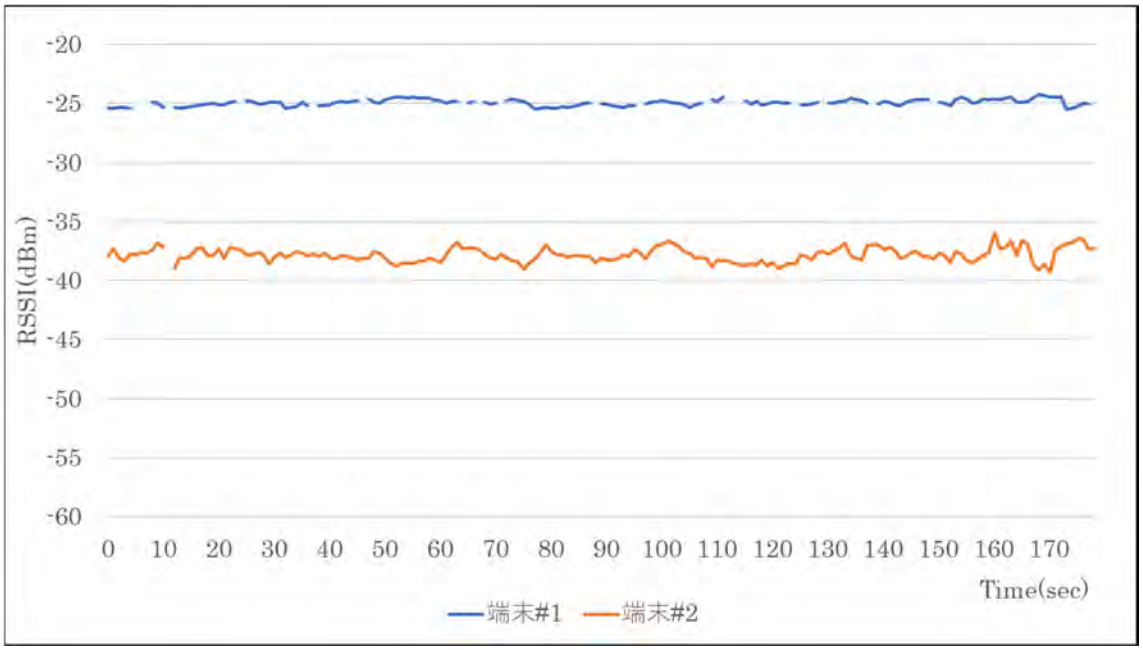


図 5.3.5.1-7　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

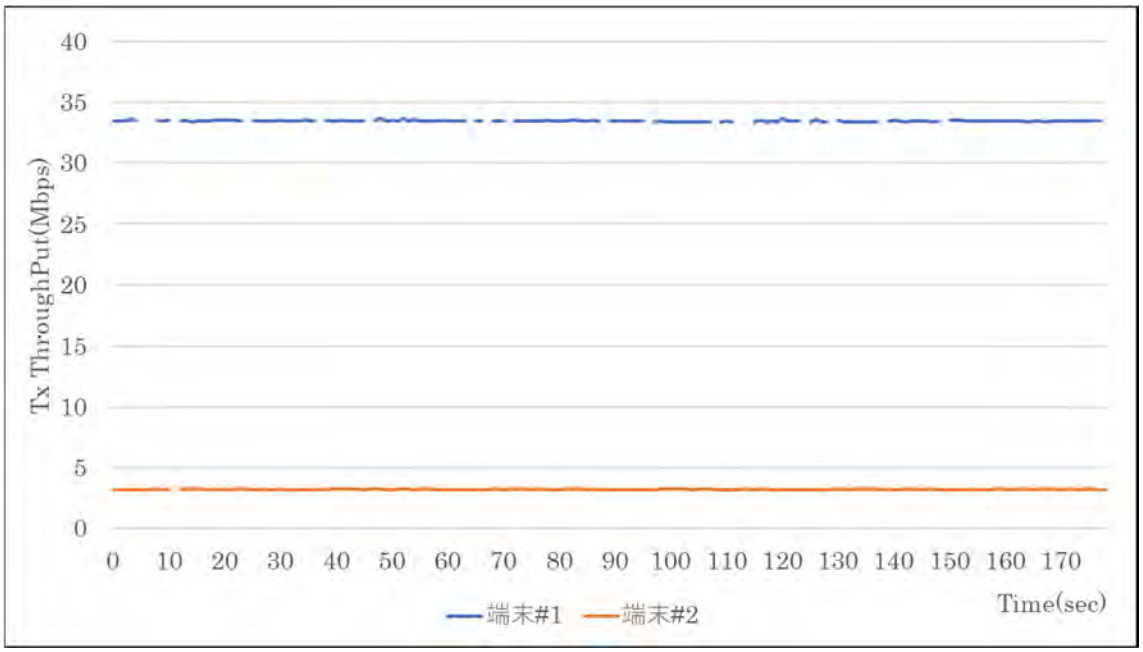


図 5.3.5.1-8　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.1-7　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) ※Round Time Trip		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0	0	0	0.608	0.527	0.523	7.455	7.405	7.385
	16	16	16	0	0	0	0.576	0.549	0.547			
端末#2	3	3	3	0.046 21/45856	0	0	0.839	0.861	0.850	7.48	7.431	7.065

表 5.3.5.1-8　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0	0.639	11.822
	16	0	0.646	
端末#2	3	0.0022 1/45856	0.899	14.544

2）Wi-Fi 同時使用時

表 5.3.5.1-9　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）Round Trip Time
	１回目	１回目
端末#1	16	9.099
	16	
端末#2	3	7.836

端末#1 は、RSSI 値平均-24.9dBm（変動±１dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ、ダーモスコープの映像伝送に必要な伝送スループット 32Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.7ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 5.9ms で両区間において性能を満たす結果となった。

端末#2 は、RSSI 値平均-37.8dBm（変動約±1.4～1.8dBm）の無線環境下において、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 3Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.6ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 7.3ms で両区間において性能を満たす結果となった。以上より性能要件を満たす結果となった。

Wi-Fi 同時使用時においては、ローカル５Ｇ区間の伝送性能評価（伝送スループット、遅延値）をローカル５Ｇ機器単独使用時の結果と比較すると、ローカル５Ｇ機器への干渉等の影響による性能劣化はないものと考えられる。

上記より皮膚科（皮膚科 2 室）内に基地局を設置し、同部屋内にて端末を使用するケースでのローカル５Ｇの性能評価は、性能要求を満たす結果となった。

（3）モニタ室

以下に測定結果のグラフと表を記載する。

1）基地局と端末同部屋設置時

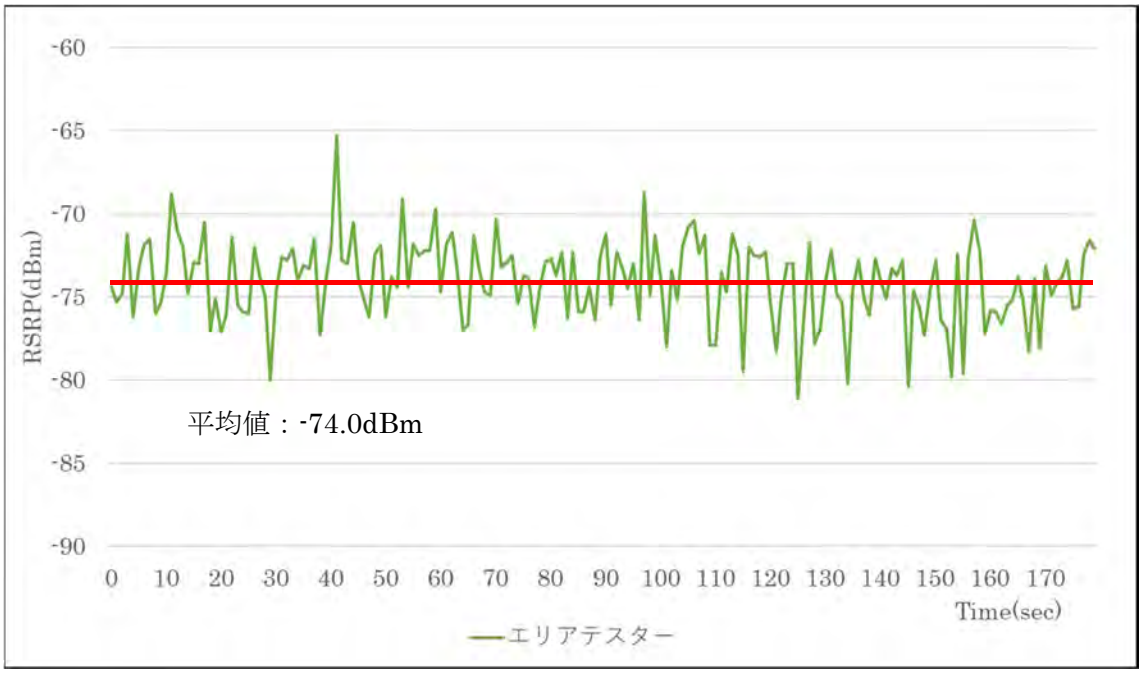


図 5.3.5.1-9　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

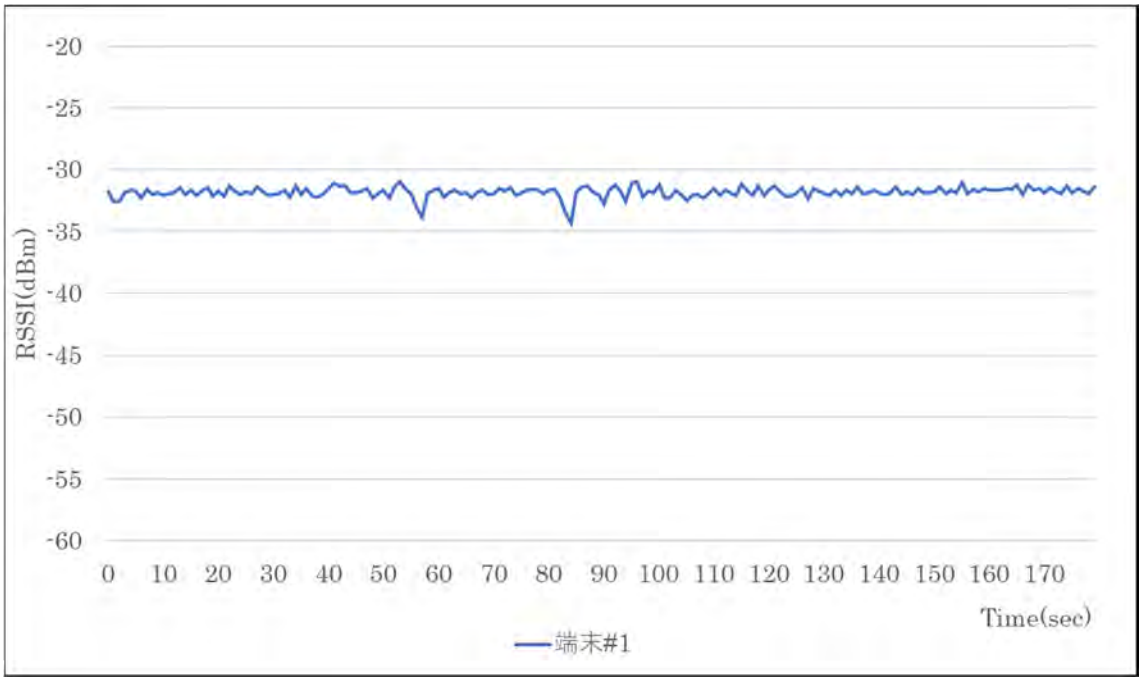


図 5.3.5.1-10　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

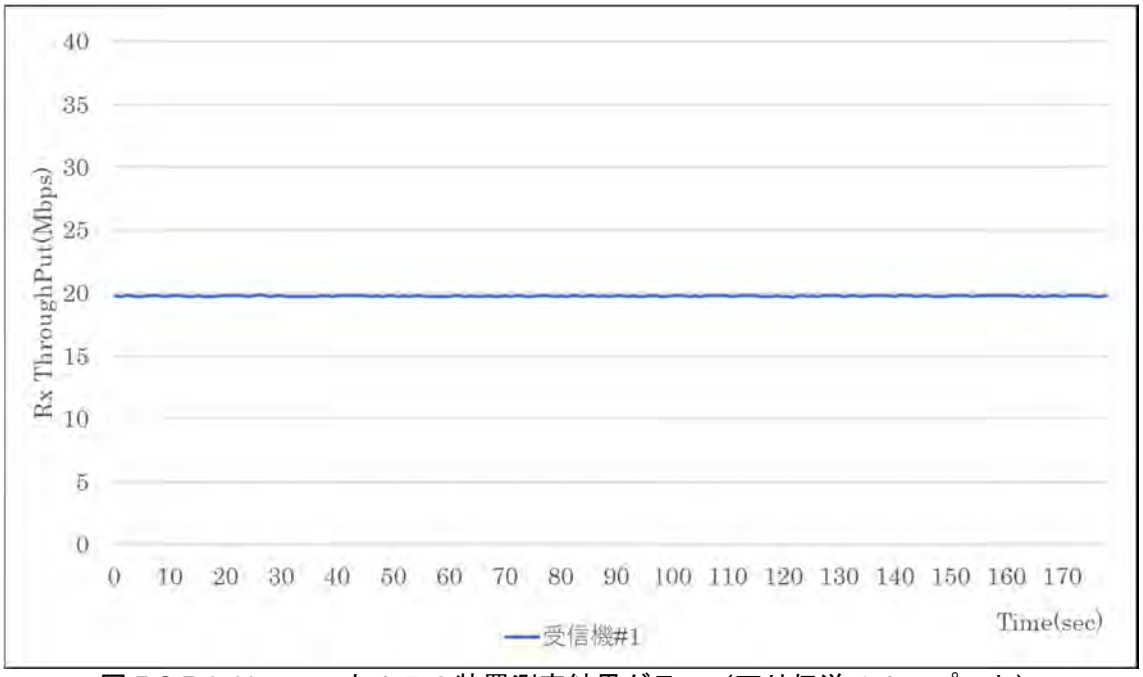


図 5.3.5.1-11　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（下り伝送スループット）

表 5.3.5.1-10　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（＊/＊）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0	0	0	0.861	0.841	0.850	6.987	6.8	6.931
	3	3	3	0	0	0	1.284	1.320	1.329			

表 5.3.5.1-11　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（＊/＊）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0	0.952	11.697
	3	0	1.319	

端末#1 は、RSSI 値平均-31.8dBm（変動＋0.8dBm、－2.5dBm 以内）の無線環境下において、4K モニタの映像伝送に必要な下り伝送スループット 16Mbps、音声伝送に必要な下り伝送スループット 3Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.5ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 6ms で両区間において性能を満たす結果となった。

RSSI 値の変動-2.5dBm は、実験スタッフや在籍の医師など人が動くことで伝搬環境が変化した影響によるものである。

以上より、モニタ室内に基地局を設置し、同部屋内にて端末を使用するケースでのローカル５Ｇの性能評価は、性能要求を満たす結果となった。

（4）外科（手術室 4）

以下に測定結果のグラフと表を記載する。

1）手術室 4　基地局と端末同部屋設置時

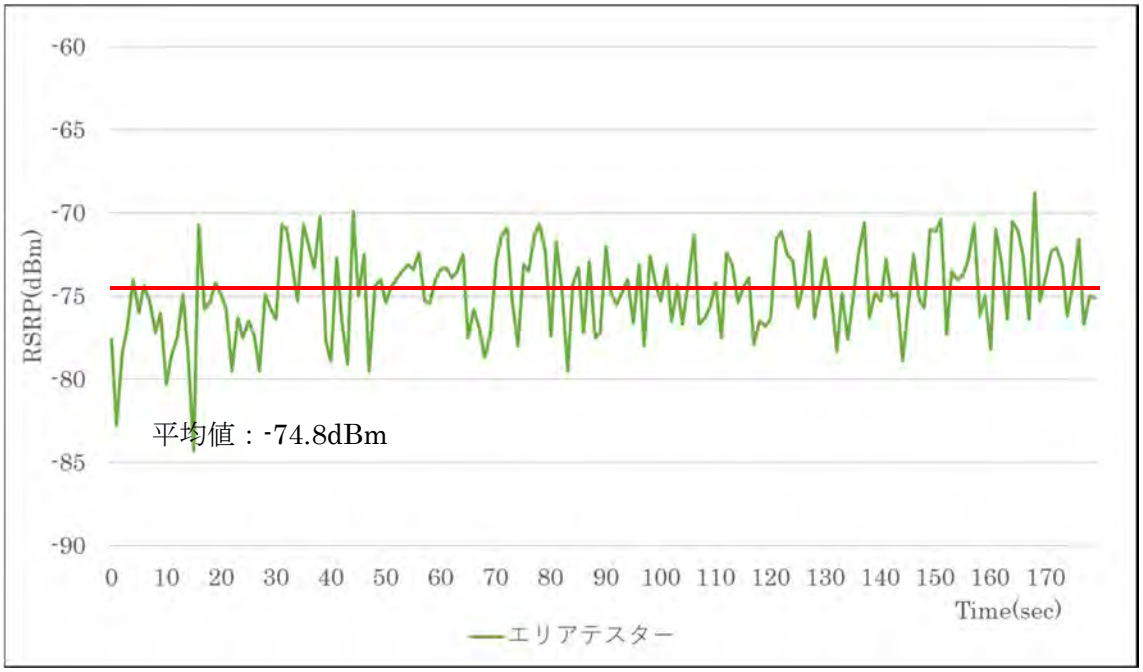


図 5.3.5.1-12　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

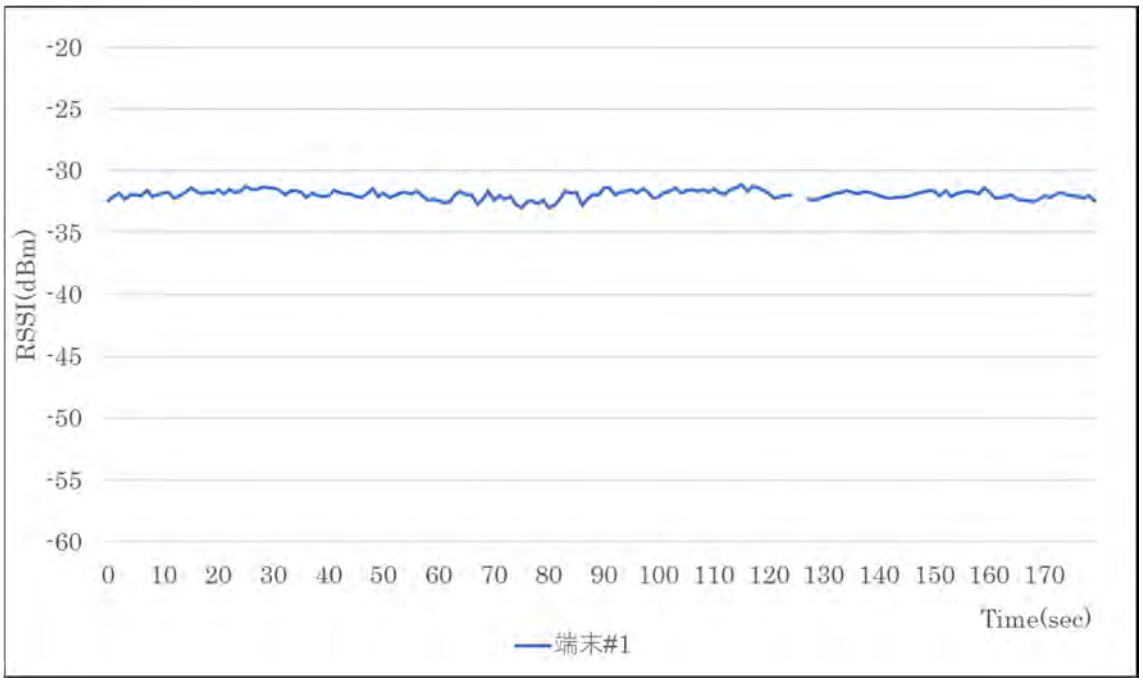


図 5.3.5.1-13　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

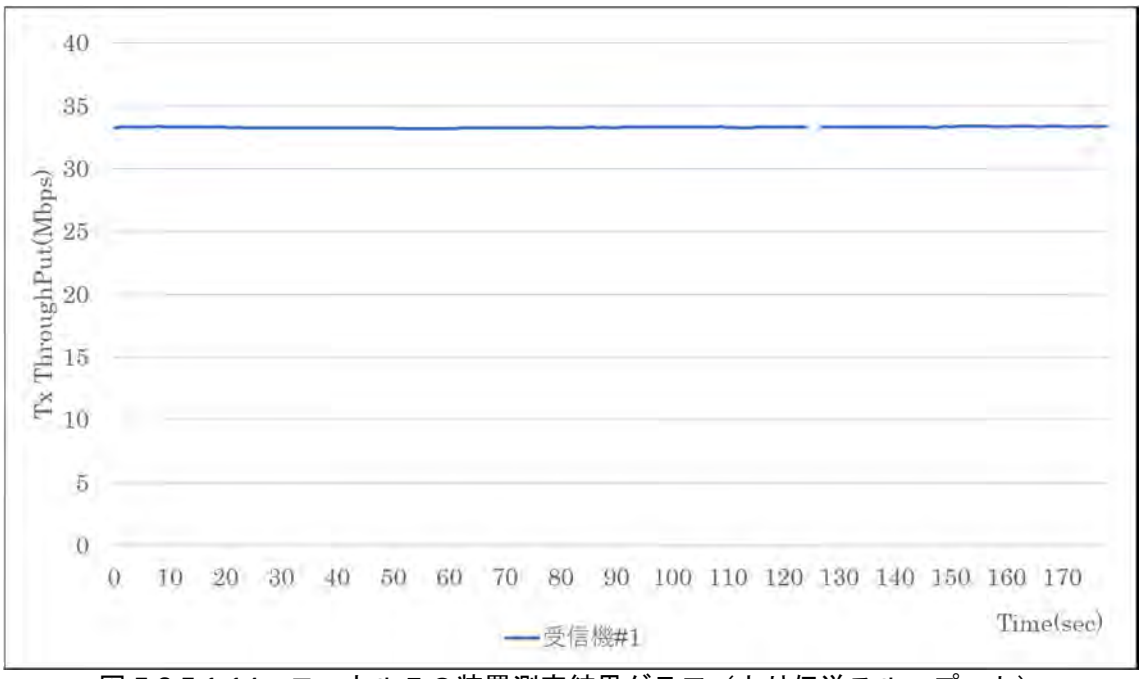


図 5.3.5.1-14　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.1-22　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0.0012 3/244565	0	0.002 5/244565	0.522	0.516	0.581	7.439	7.349	7.477
	16	16	16	0.00082 2/244564	0	0.0029 7/244564	0.602	0.558	0.589			

表 5.3.5.1-13　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0	0.594	11.891
	16	0	0.636	

2）手術室 4　Wi-Fi 同時使用時

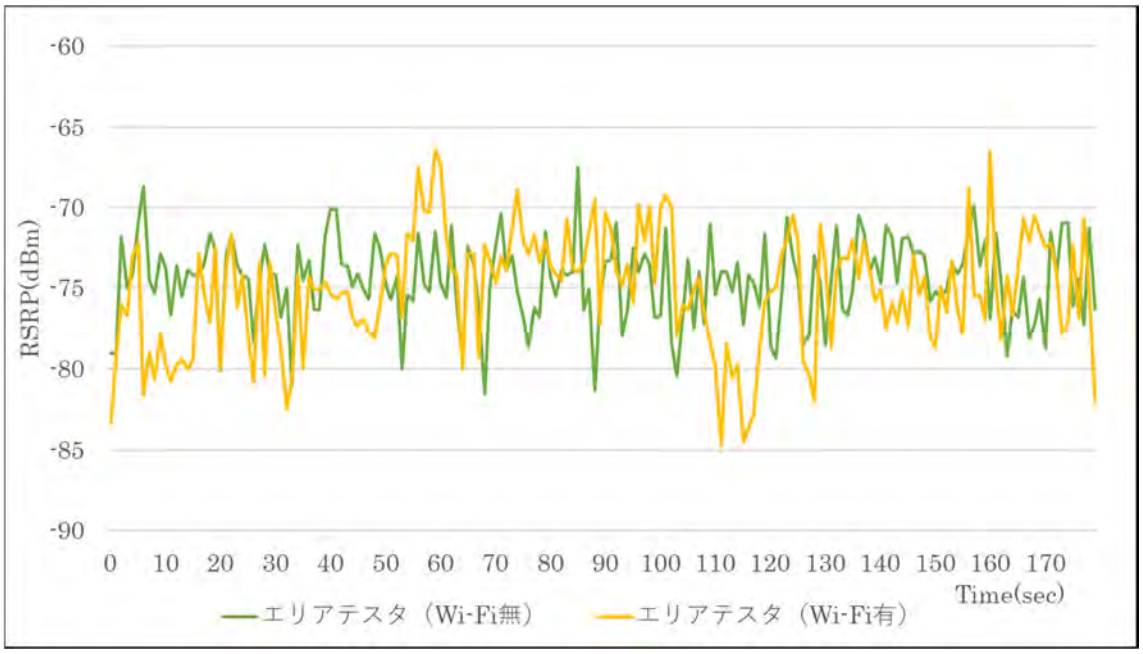


図 5.3.5.1-15　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

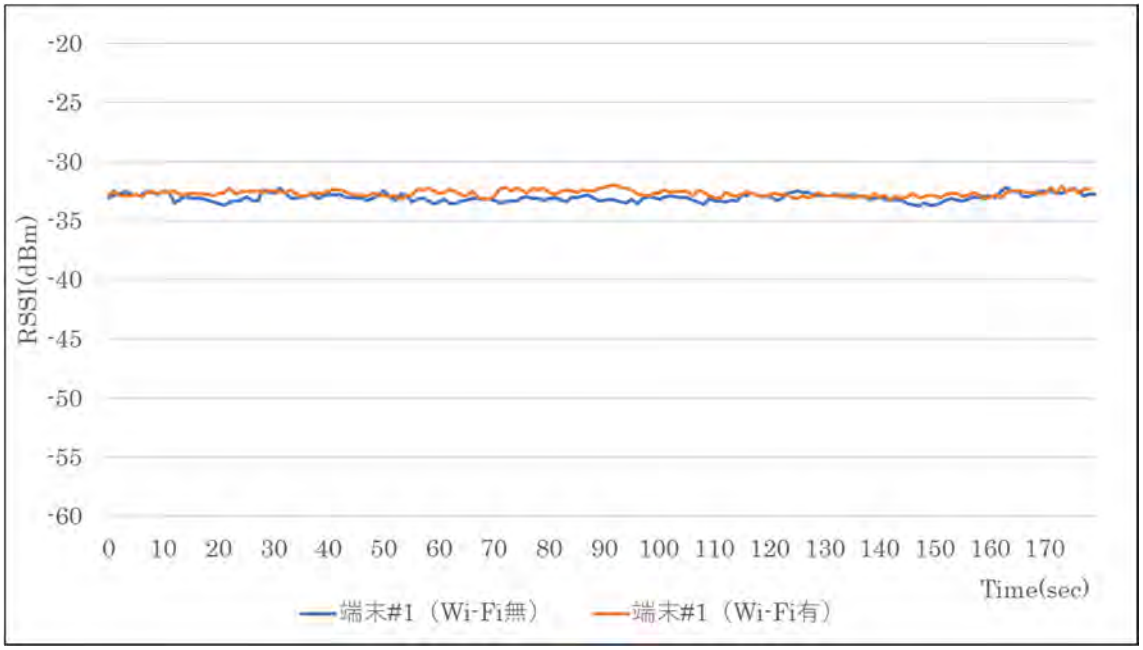


図 5.3.5.1-16　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

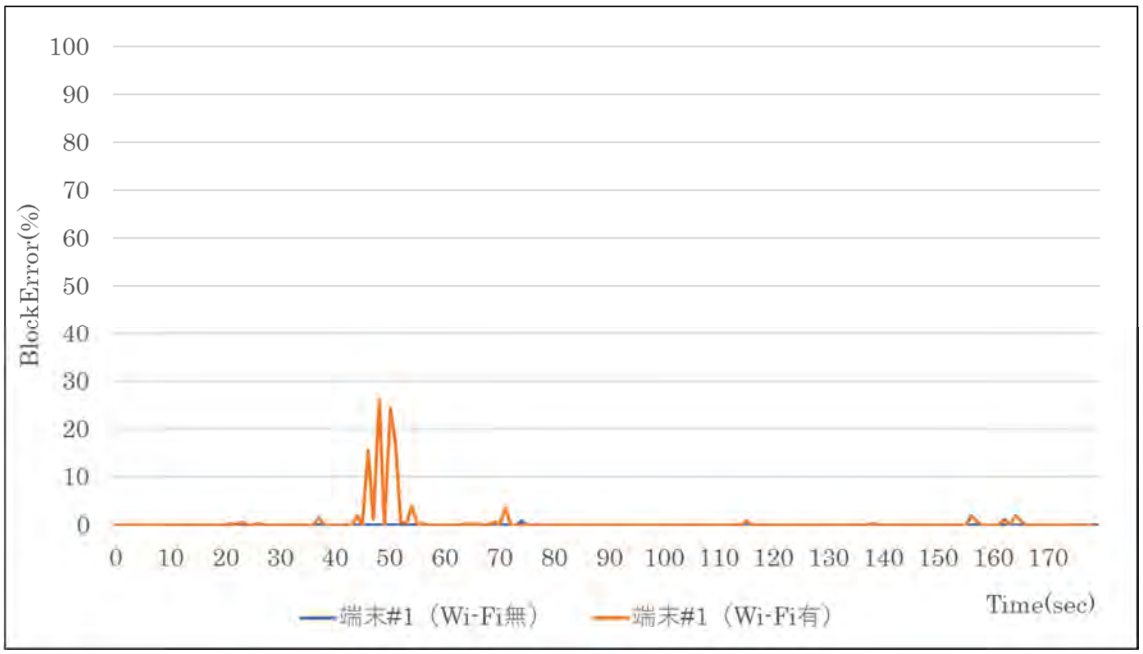


図 5.3.5.1-17　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

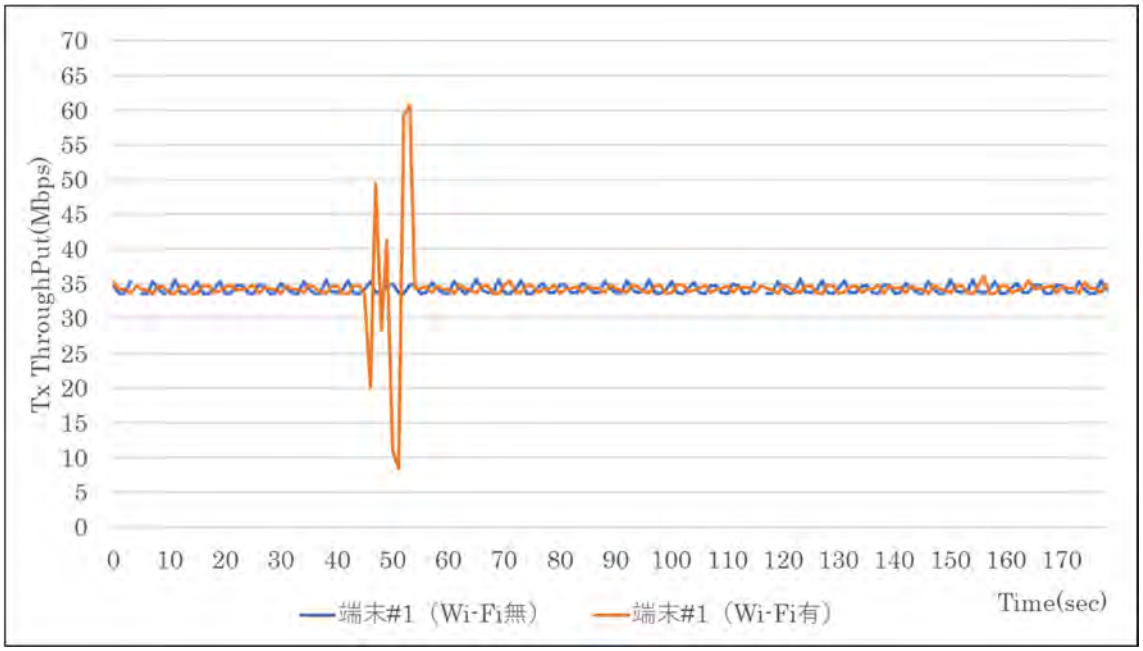


図 5.3.5.1-18　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.1-34　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	遅延 (msec) Round Trip Time
	１回目	１回目
端末#1	16	8.759
	16	

端末#1 は、RSSI 値平均-32.7dBm（変動±1dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ、ダーモスコープの映像伝送に必要な伝送スループット 32Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.7ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 5.9ms で両区間において性能を満たす結果となった。以上より性能要件を満たす結果となった。

また、Wi-Fi 同時使用時においては、ローカル５Ｇ区間の伝送性能評価（伝送スループット、遅延値）をローカル５Ｇ機器単独使用時の結果と比較すると、ローカル５Ｇ機器への干渉等の影響による性能劣化はないものと考えられる。図 5.3.5.1-18 の BLER 及び図 5.3.5.1-19 の伝送スループット値の測定結果グラフにおいて、10 秒程度のみ不安定となった状況から、Wi-Fi による影響ではなく、図 5.5.3.1-2～4 の人の動きによる遮蔽の影響グラフ及び図 5.3.5.1-20～21 の異なる部屋間（金属製壁との金属製壁以外との比較）での人の動きによる遮蔽の影響グラフにより、スタッフなど人の動きによる電波環境の変化が影響したものである。

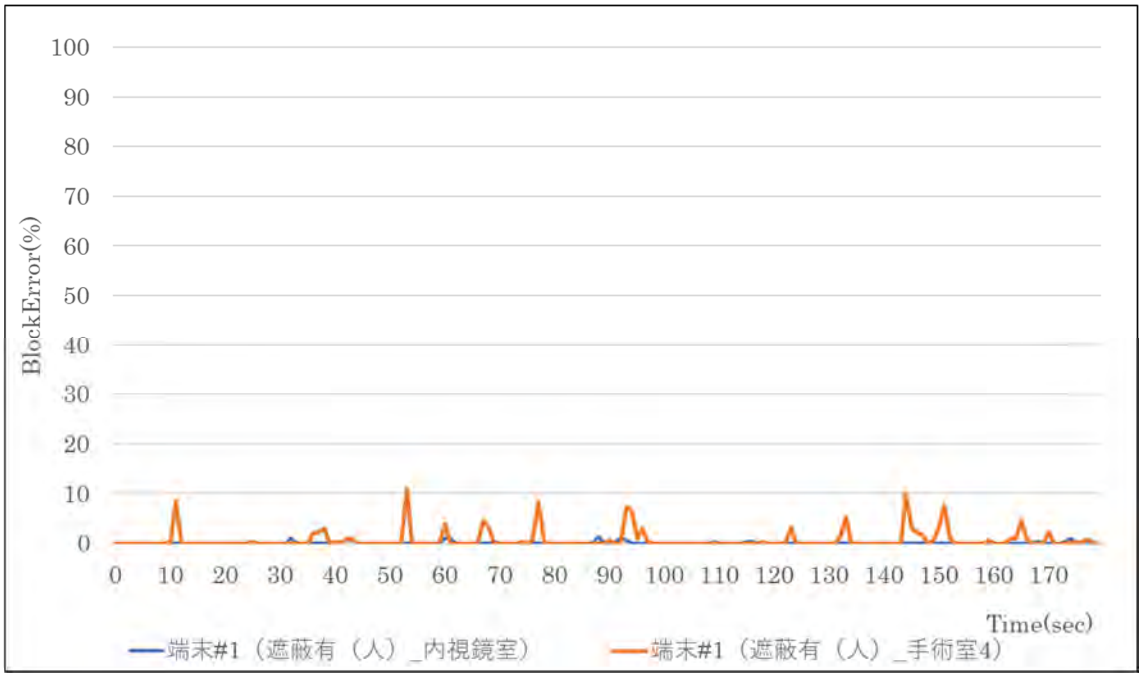


図 5.3.5.1 20　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

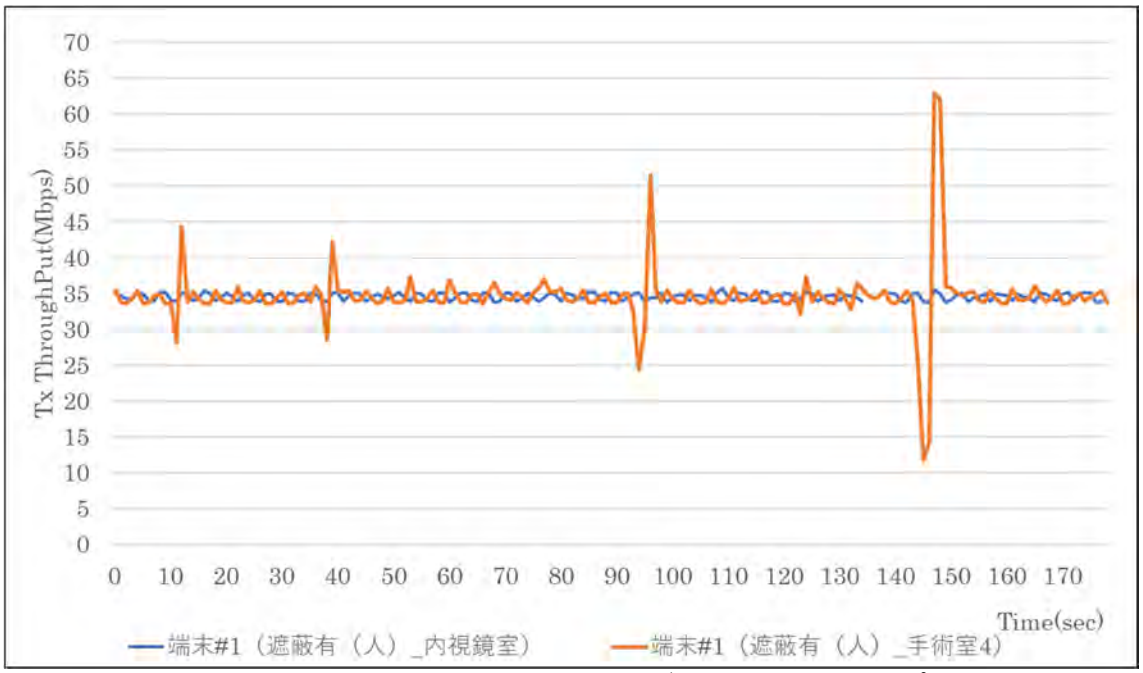


図 5.3.5.1 21 ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上りスループット）

5.3.5.2 かけはし木場の評価結果

各部屋を代表して、ショートステイ 2 人部屋の測定結果を以下記載する。また、基地局、端末（測定地点）設置箇所を表 5.3.5.2-1 に示す。

表 5.3.5.2-1　設置場所

項番	ロケーション	基地局設置場所	端末（測定地点）設置場所
（1）-1）、2）	ショートステイ 2 人部屋	ショートステイ 2 人部屋	ショートステイ 2 人部屋
（1）-3）	ショートステイ 2 人部屋	ショートステイ 2 人部屋	隣の部屋
（1）-4）	ショートステイ 2 人部屋	ショートステイ 2 人部屋	対面部屋

（1）ショートステイ 2 人部屋

以下に測定結果のグラフと表を記載する。ショートステイ 2 人部屋に基地局と端末を同部屋に設置した場合と基地局は移動させず、端末のみを隣部屋と対面部屋に設置した場合の測定結果のグラフと表を記載する。また、隣部屋に端末を設置した場合、基地局を基準として約 3.6m の位置に壁がある。対面部屋に端末を設置した場合は、基地局から約 0.5m と約 4.3m の位置に壁がある。

1）基地局と端末同部屋設置時

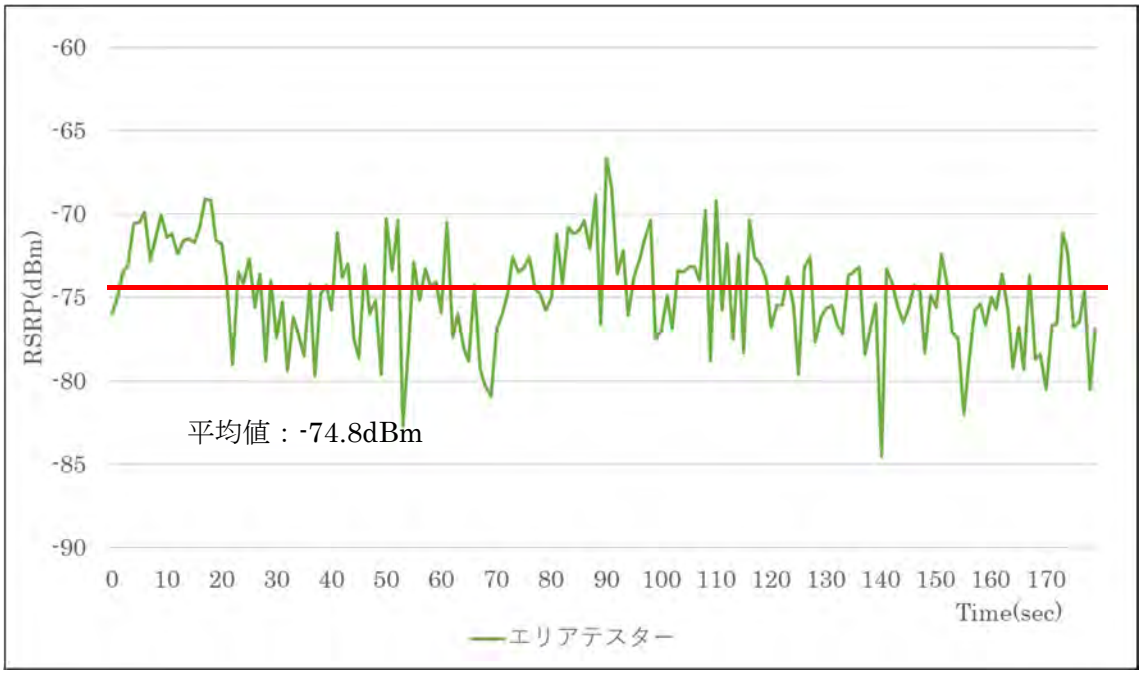


図 5.3.5.2-1　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

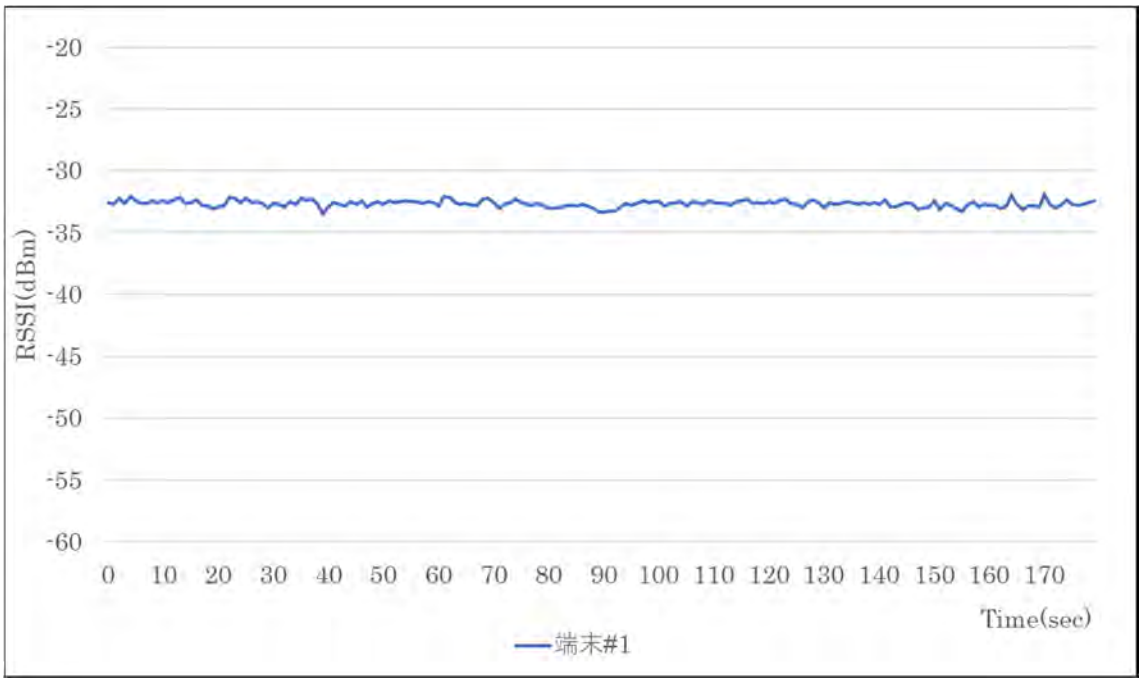


図 5.3.5.2-2　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

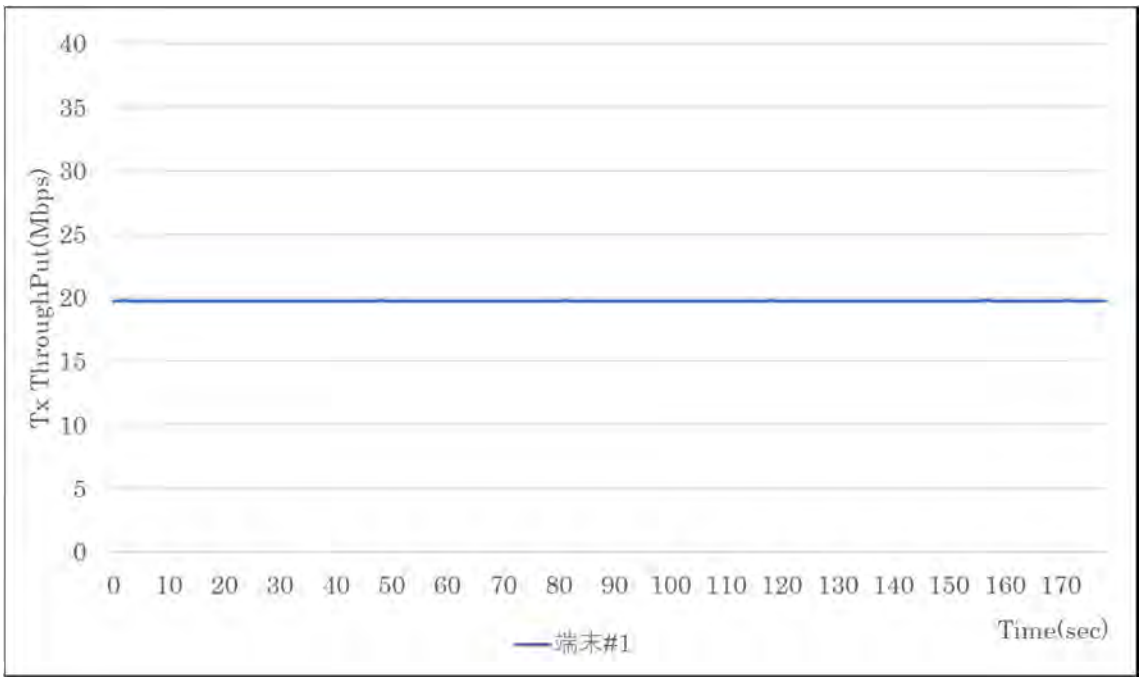


図 5.3.5.2-3　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.2-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動（msec）			遅延（msec） Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0.00082 2/244564	0.00041 1/244565	0	0.522	0.516	0.581	7.439	7.349	7.477
	3	3	3	0.0022 1/45856	0	0	0.602	0.558	0.589			

表 5.3.5.2-3　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送スループット（Mbps）	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動（msec）	遅延（msec） Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0	0.679	11.078
	3	0	0.996	

2）Wi-Fi 同時使用時

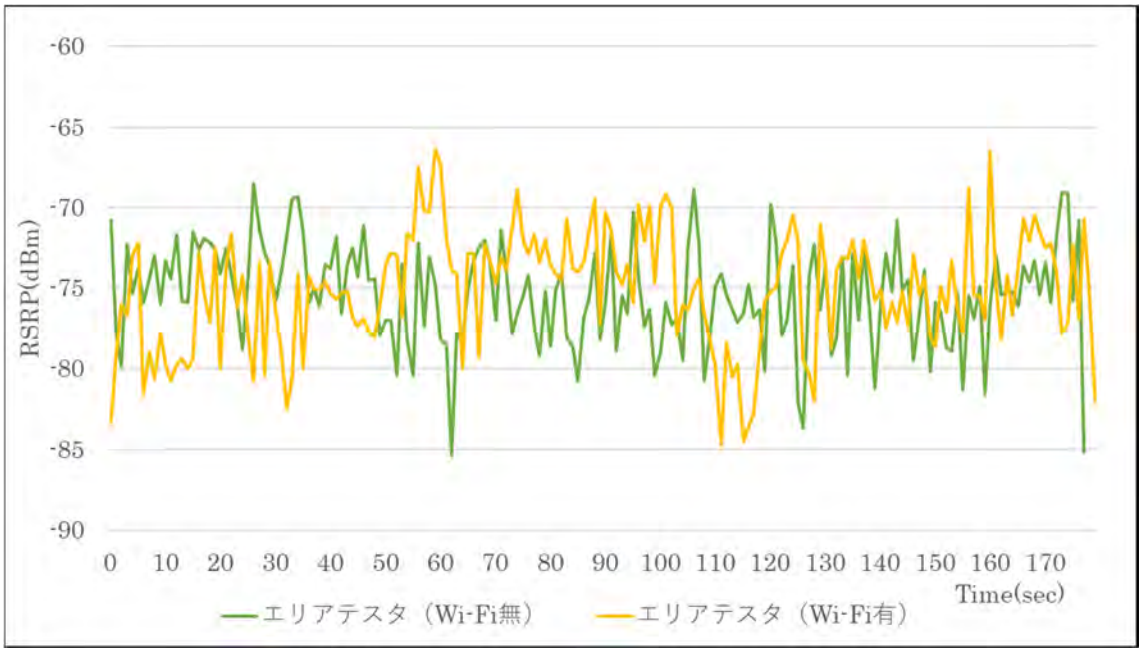


図 5.3.5.2-4　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

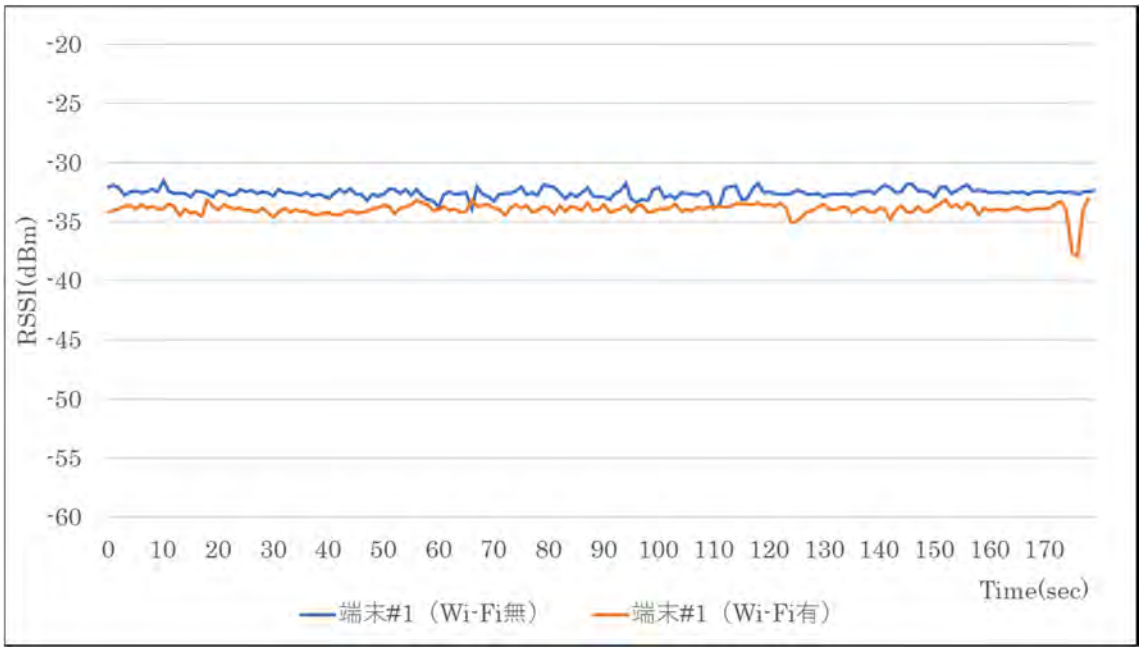


図 5.3.5.2-5　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

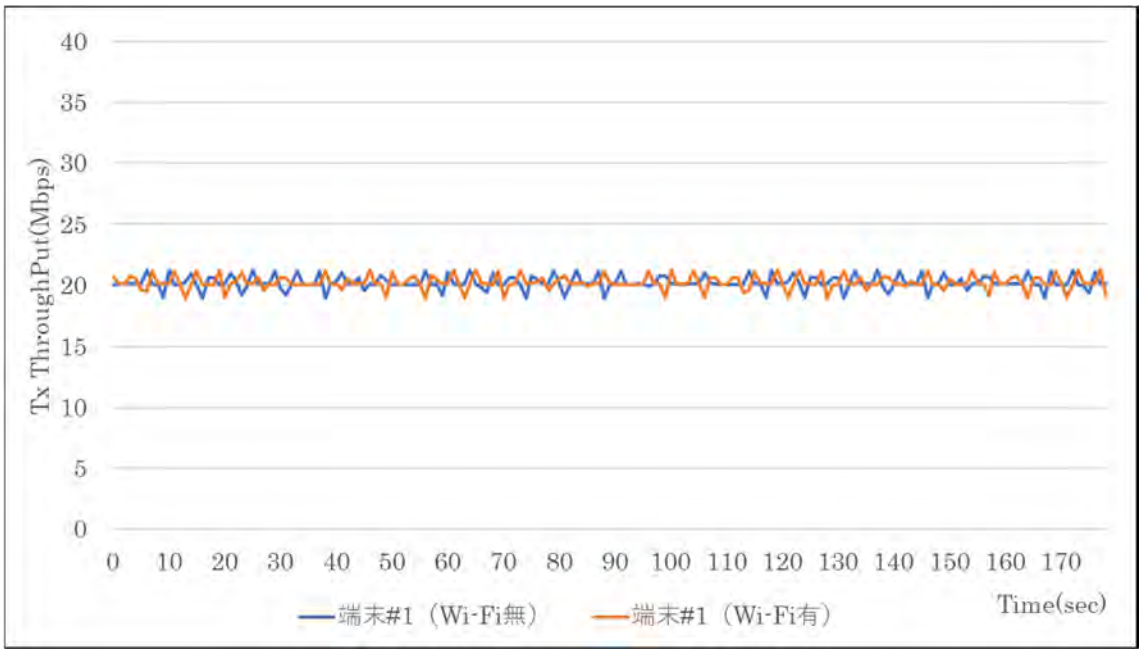


図 5.3.5.2-6　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.2-4　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）Round Trip Time
	１回目	１回目
端末#1	16	7.826
	3	

端末#1 は、RSSI 値平均-32.7dBm（変動±1dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 19Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.7ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 5.5ms で両区間において性能を満たす結果となった。以上より性能要件を満たす結果となった。

Wi-Fi 同時使用時において、ローカル５Ｇ区間の伝送性能評価（伝送スループット、遅延値）をローカル５Ｇ機器単独使用時の結果と比較すると、ローカル５Ｇ機器への干渉等の影響による性能劣化はないものと考えられる。

3）隣部屋に端末設置時

基地局を基準として約 3.6m の位置に壁による障害物がある。

図 5.3.5.2-7　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

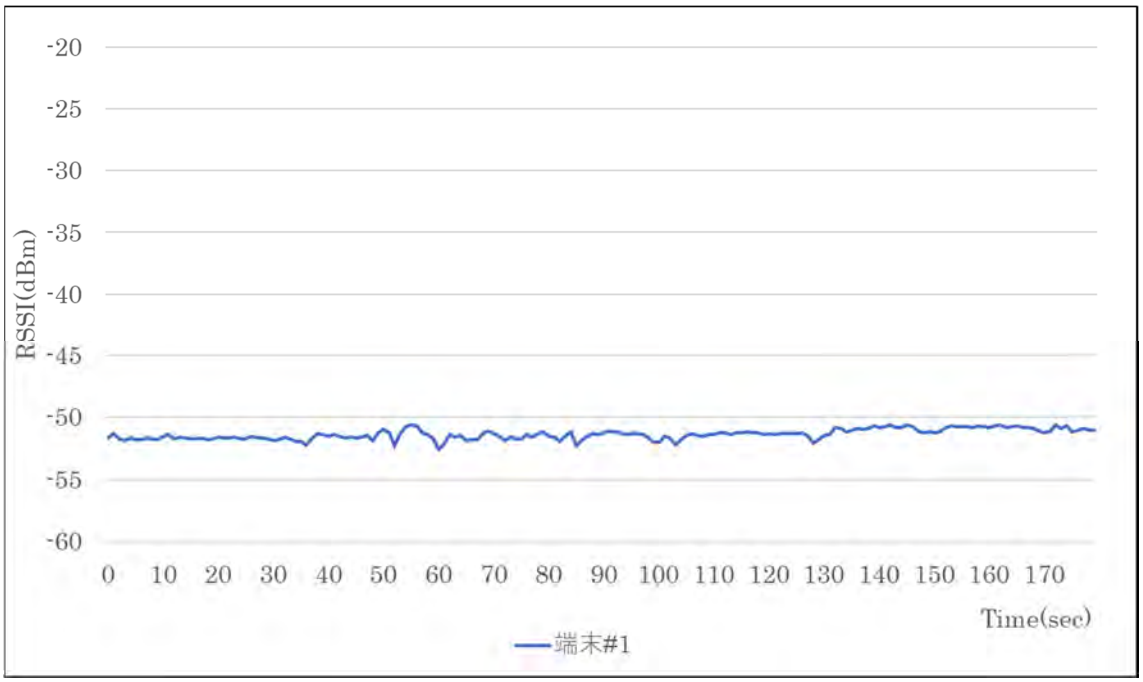


図 5.3.5.2-8　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

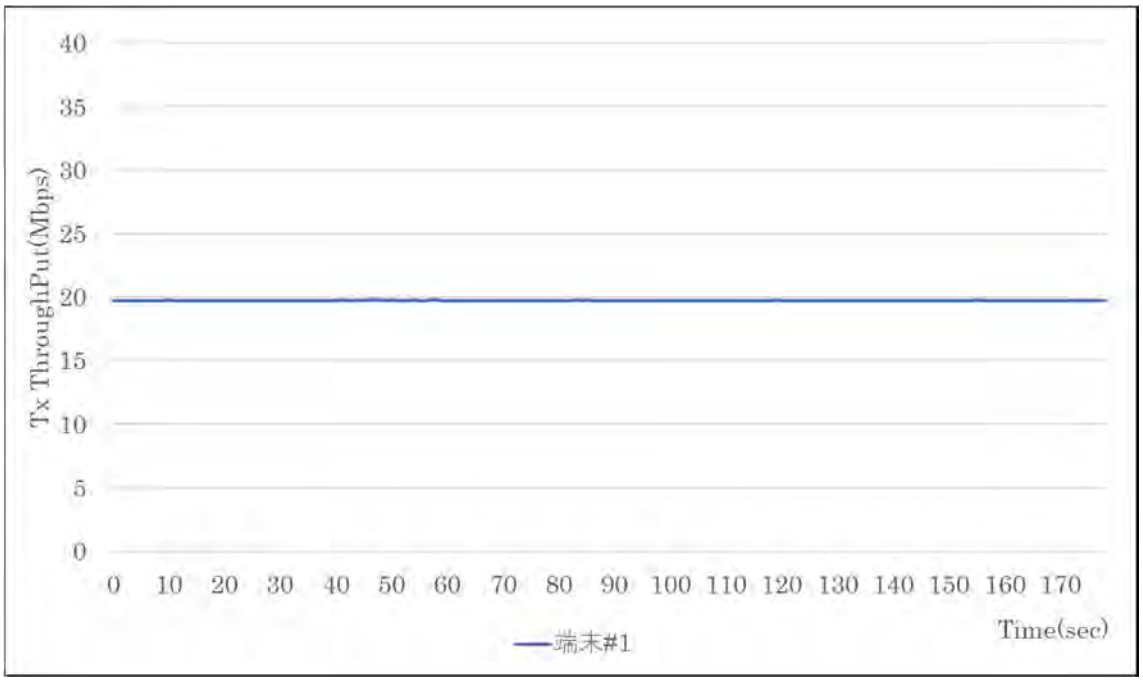


図 5.3.5.2-9　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.2-5　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（＊/＊）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0	0.00041 1/244565	0	0.519	0.517	0.509	7.094	7.072	7.001
	3	3	3	0	0	0	0.743	0.747	0.744			

表 5.3.5.2-6　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送 スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（＊/＊）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0.00041 1/244564	0.628	11.182
	3	0.0022 1/45856	0.876	

端末#1 は、RSSI 値平均-51.4dBm（変動±約 1 dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 19Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.5ms、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間で平均約 5.6ms で両区間において性能を満たす結果となった。以上より性能要件を満たす結果となった。

4）対面部屋に端末設置時

基地局を基準として約 0.5m と約 4.3mの位置に壁による障害物がある。

図 5.3.5.2-10　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

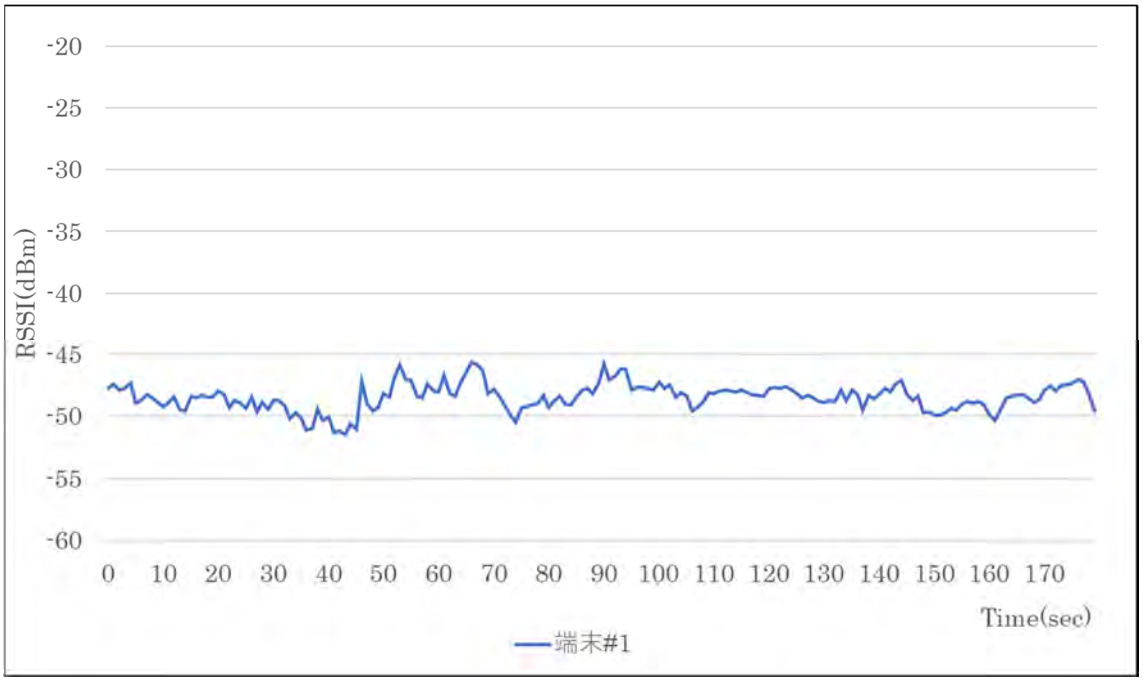


図 5.3.5.2-11　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

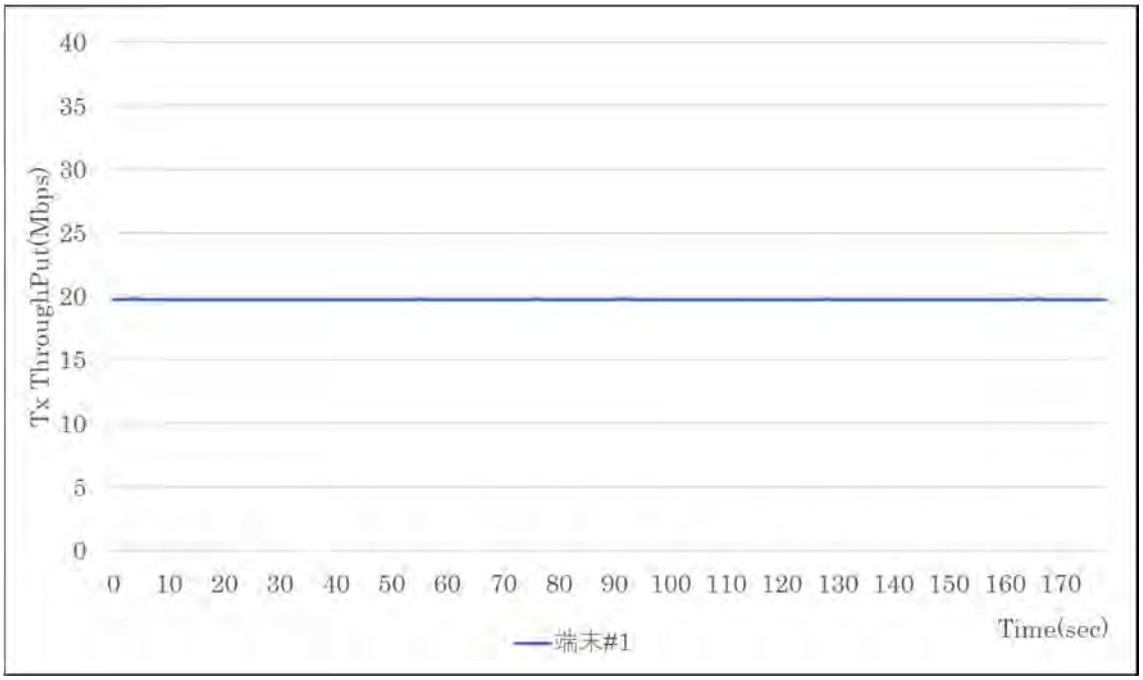


図 5.3.5.2-12　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.3.5.2-7　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)			パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）			遅延変動 (msec)			遅延 (msec) Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	0.00041 1/244565	0.025 62/244565	0.0041 10/244565	0.513	0.514	0.510	7.16	6.995	7.07
	3	3	3	0	0.048 22/45856	0	0.739	0.745	0.749			

表 5.3.5.2-8　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ⇔VPN 区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	パケットロス ロス率（%） ロス数（*/*）	遅延変動 (msec)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目	1 回目	1 回目
端末#1	16	0.01 25/244565	0.626	10.964
	3	0.0087 4/45856	1.018	

端末#1 は、RSSI 値平均-48.4dBm（変動±約 3dBm 以内）の無線環境下において、4K カメラ、スマートグラスの映像伝送に必要な伝送スループット 19Mbps が安定して得られている。遅延は、ローカル５Ｇ区間で、平均約 3.5ms、ローカル５Ｇと VPN 区間で平均約 5.5ms で両区間において性能を満たす結果となった。RSSI 値の変動±3dBm は、実験スタッフや入室者（車椅子利用）など人が動くことによる伝搬環境の変化が影響したものである。

5.3.5.3 ラボ環境取得データとの比較結果

（1）五島中央病院

表 5.3.5.3-1　脳神経内科（処置室）比較結果

ロケーション	端末	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）	RSSI（dBm）	RSRP（dBm）
処置室	端末#1	16	7.701	-27.876	-69.825
	端末#2	3	7.694	-33.560	
ラボ環境	端末#1	16	7.238	-37.166	-83.437
	端末#2	3	7.188	-40.763	
シミュレーション					-61.92

表 5.3.5.3-2　皮膚科（皮膚科２室）比較結果

ロケーション	端末	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）	RSSI（dBm）	RSRP（dBm）
皮膚科２室	端末#1	16	7.455	-24.950	-76.642
		16			
	端末#2	3	7.48	-37.828	
ラボ環境	端末#1	16	8.395	-37.171	-81.515
		16			
	端末#2	3	7.087	-41.176	
シミュレーション					-80.24

表 5.3.5.3-3　モニタ室比較結果

ロケーション	端末	伝送スループット（Mbps）	遅延（msec）	RSSI（dBm）	RSRP（dBm）
モニタ室	端末#1	16	6.987	-31.808	-74.062
		3			
ラボ環境	端末#1	16	7.531	-37.105	-81.557
		3			
シミュレーション					-75.09

表 5.3.5.3-4　外科（手術室 4）比較結果

ロケーション	装置	伝送 スループット (Mbps)		遅延 (msec)	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)
手術室 4	端末#1	16		7.439	-31.960	-74.769
		16				
ラボ環境	端末#1	16		8.178	-37.029	-82.121
		16				
シミュレーション						-65.88

（2）かけはし木場

表 5.3.5.3-5　ショートステイ 2 人部屋比較結果

ロケーション	端末	伝送 スループット (Mbps)	遅延 (msec)	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)
ショートステイ 2 人部屋	端末#1	16	7.091	-32.670	-74.829
		3			
ラボ環境	端末#1	16	7.238	-37.166	-83.437
		3			
シミュレーション					-66.72

5.3.6 技術的課題の解決方策

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

病院や高齢者施設等の様々な医療機器がある環境や複数の部屋が並ぶ環境において、電波の回析や減衰等による伝送性能への影響について評価実験を行った。

本実証結果から、基地局と端末を同じ部屋内で使用するケースにおいては、各診療科等で想定される遅延：500ms 以下（ローカル５Ｇ区間は 10ms）、伝送スループット：最大 35Mbps が得られた。これは、類似調査結果の見通し内での伝送性能の評価実験の結果と比較すると、伝送スループットが安定して得られていること、RSSI 値の変動値については実証スタッフや病院スタッフ等など人が動くことで伝搬環境の変化が影響しており、ユースケースとしての性能を満足できる結果を得られたと考える。

また本実証によって、基地局と端末を異なる部屋に設置（見通し外）した場合、病院においては BLER による品質劣化が発生、高齢者施設においては品質劣化が発生しない結果であった。これらは病院（小部屋化、金属キャビネット、金属板）と高齢者施設（木、プラスタボード）の環境条件が異なることによる電波の回析や減衰等による影響だと想定される。1 つの基地局のサポートエリア拡大を図った結果、病院では扉を閉めた状態では、電波が遮蔽され計測できない結果となった。これは、病院建物が各種電波による医療機器等への影響を防止するために、診療部屋内外からの電波を通しにくい材質（SUS 製扉、銅板壁等）で造られているためである。

以上より、医療機関の建物内にローカル５Ｇを設置する際は、今後このような現場の仕様として同一部屋内にて基地局と端末を使用することを提言する。

ローカル５Ｇと Wi-Fi を同時使用した時、Wi-Fi の電波を発射した状態で測定した時と Wi-Fi の電波を止めてローカル５Ｇ単独で測定した時のエリアテスタ SS-RSRP の値に大きな変化が見られなかったため、ローカル５Ｇは、Wi-Fi の影響を受けていないと判断した。要因としては、機器に搭載されている干渉を防止するフィルタ機能が正常に作動しているためであると考察する。

基地局と端末を同じ診療部屋内に設置し使用することで、ユースケースにおける性能要求を満たす結果となった。

5.3.6.2 技術的課題の解決方策

医療機関建物内の様々な環境において 4.8GHz 帯における電波伝搬特性を確認した。その結果、多種多様な種類の遮蔽物が無線通信に影響を及ぼし、その対策が必要であることが判明した。対策として、事前検討段階で多種多様な遮蔽物を考慮し、アンテナの設置位置、角度等について屋内シミュレーションツールを用いて配置検討を行う必要がある。また、障害物による電波不感には、シャドウイング問題[92]が発生しないよう DAS[93]（Distributed Antenna System）を活用し構築することで電波不感の解消が図られると考える。

5.3.6.3 更なる技術的課題等

DAS を活用し部屋の隅々まで電波を届かせようとした場合、多種多様な遮蔽物の影響によっては電波が透過できない場合がある。優れた屋内カバレッジを実現するためには、大量のアンテナが必要となると想定されるため、多種多様な遮蔽物による電波不感対策への DAS 活用効果的は、イニシャルコストも考慮した上で検証試験が必要になると考える。

---

[92] 数十から数百メートルの短周期での不規則な伝搬損失変動

[93] 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

5.4 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 評価・検証項目

5.4.1.1 計測指標及びその妥当性

計測指標及びその妥当性について以下に示す。

表 5.4.1.1　計測指標

受信電力		回線品質	伝送速度	遅延	
RSSI	SS-RSRP	BLER	平均伝送スループット	ローカル５Ｇ区間	VPN 区間
-63dBm 以上	-119dBm 以上	エラーフリー	上り最大 35Mbps	10ms 以下	10ms 以下

ラボ環境取得データ、エリアシミュレーション値との参考比較、エリア算出法による計算値との比較により妥当性を示す。

5.4.2 評価・検証方法

5.4.2.1 評価・検証方法の詳細

UL/DL 比を 70M/70M、35M/105M、105M/35M の 3 パターンで変動させて伝送スループット、伝送遅延のデータを取得し、UL/DL 比を変更する有効性について評価する。

基地局を各診療科に設置し、端末を推定エリア半径 15m のエリア端にて、エリアテスタで SS-RSRP、端末のローカル５Ｇメンテナンス画面にて BLER を測定した。その測定値とエリア算出法、シミュレーション値と比較し、遮蔽物（扉、机、診察台等）が基地局と端末間に存在する時の電波特性を評価する。

5.4.2.2 計測の仕様

＜使用計測＞

- ML8780A エリアテスタ：受信電力（SS-RSRP）測定
- ノートパソコン：伝送スループット測定（iperf[94]を使用）、遅延測定（Linux Ping を使用）
- ローカル５Ｇ端末：受信電力（RSSI）、回線品質（BLER）、伝送スループット測定

＜測定地点＞

- ネットワーク性能：ローカル５Ｇ装置区間、VPN 区間
- 無線性能：地図上プロット箇所

[94] ネットワーク機器間でネットワークの帯域幅を測定するツール。

＜測定頻度＞

- 1 秒毎の測定を 3 分間継続

＜単位＞

- 伝送スループット：Mbps
- 遅延：（ms）
- RSSI：（dBm）
- RSRP：（dBm）

＜測定回数＞

- 1 秒毎の測定を各測定地点にて項目ごとに連続 3 分間の 1 回測定

＜値の集計方法＞

- 平均値にて集計

5.4.3　検証結果

5.4.3.1 仕様ごとの固有のテーマ・視点等に係る項目

本ユースケースにおける最適なローカル５Ｇのエリア構築やシステム構成について取得した各種データを用いて検証し、技術的課題を整理するとともに、それら課題の解決方策等について考察を行う。また、ユースケースに基づき、リアルタイム遠隔診療における高精細映像伝送等を行う際、UL を重視する場合と DL を重視する場合に応じて、ローカル５Ｇの UL/DL 比を 70M/70M、35M/105M、105M/35M の３パターンのデータを取得し、可変した場合のローカル５Ｇの技術的課題を検証し、考察を行う。測定結果は、ラボ環境での事前取得データ、エリアシミュレーションデータ、エリア算出法による計算値と比較し妥当性を確認する。

5.4.3.2 UL/DL 比変更検証結果

UL/DL 比を変更し最大伝送スループット性能の確認を行った。代表箇所として、五島中央病院内の皮膚科（皮膚科 2 室）とかけはし木場のショートステイ 2 人部屋の検証結果を記載する。

なお、各診療科の測定地点については、「別紙 7　測定地点詳細プロット図」を参照とする。

（1）五島中央病院（皮膚科）

1）UL/DL 比　70M/70M

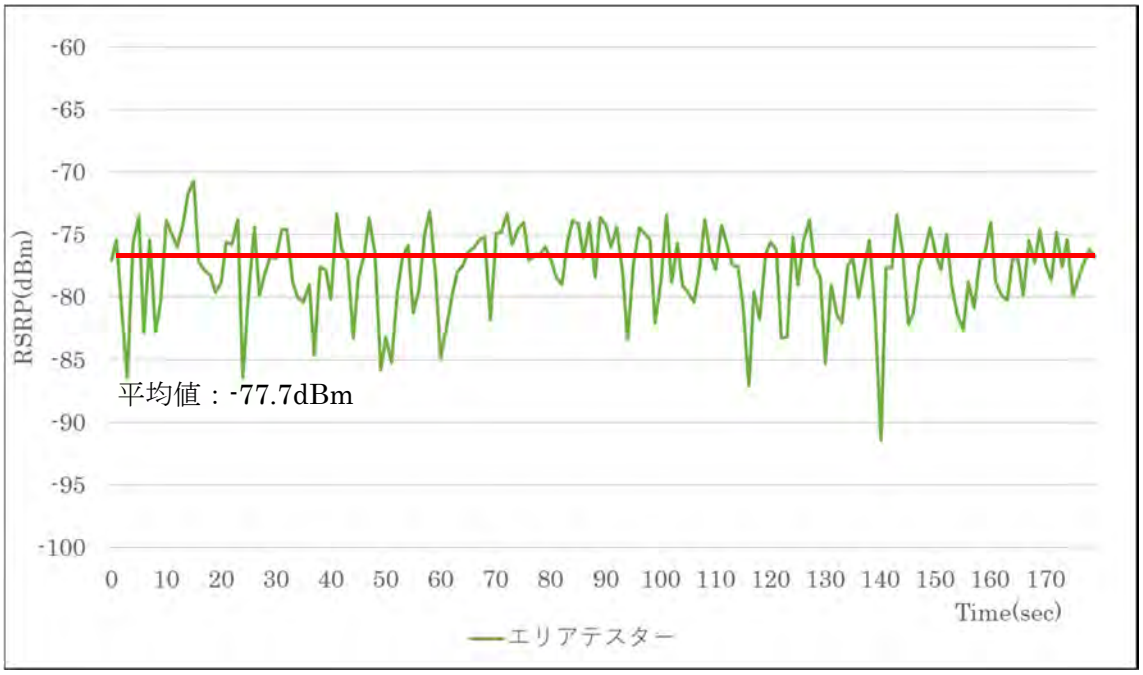


図 5.4.3.2-1　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

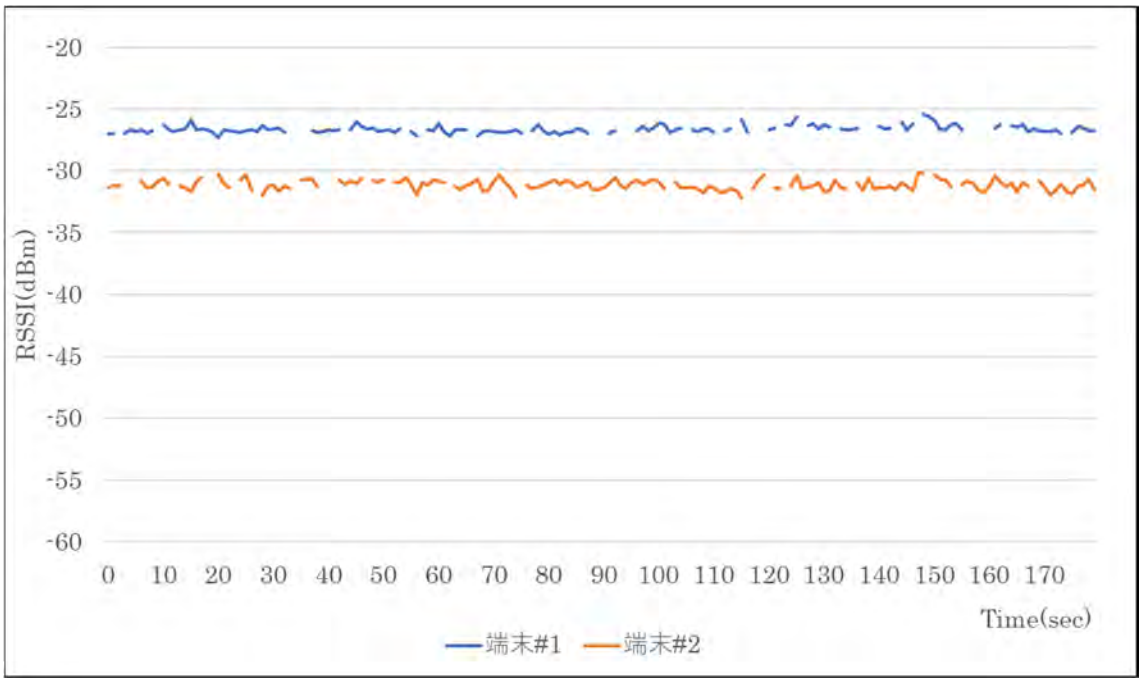


図 5.4.3.2-2　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

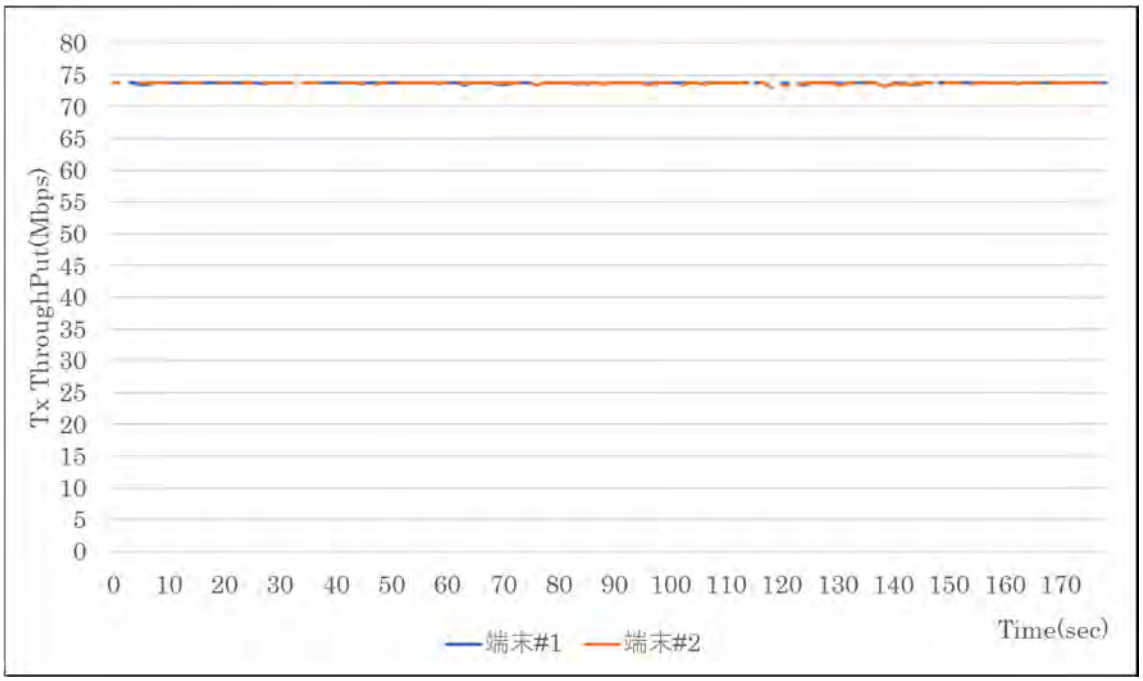


図 5.4.3.2-3　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-1　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	70.4	70.4	70.4
端末#2	70.6	70.6	70.6

2）UL/DL 比　105M/35M

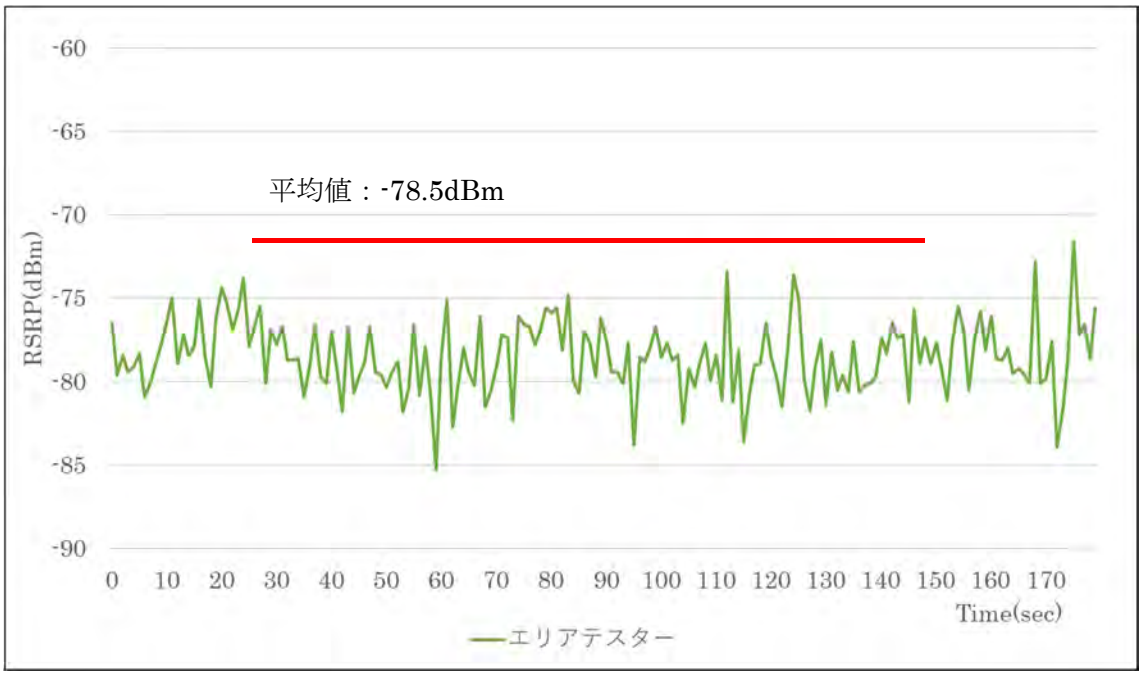


図 5.4.3.2-4　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

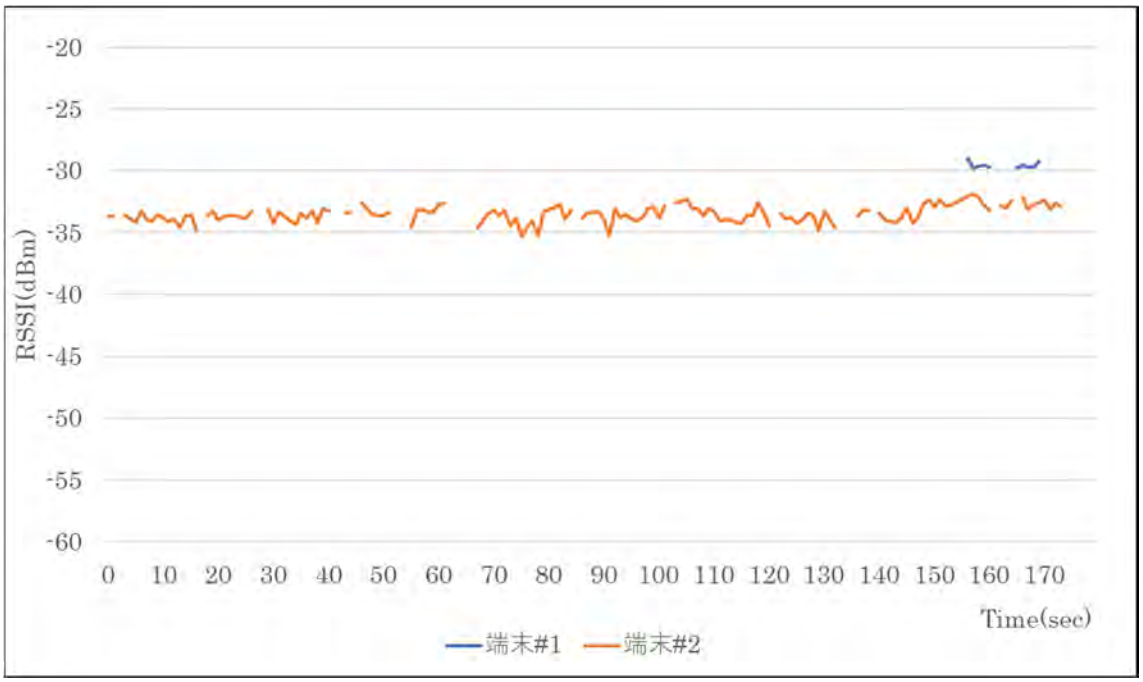


図 5.4.3.2-5　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

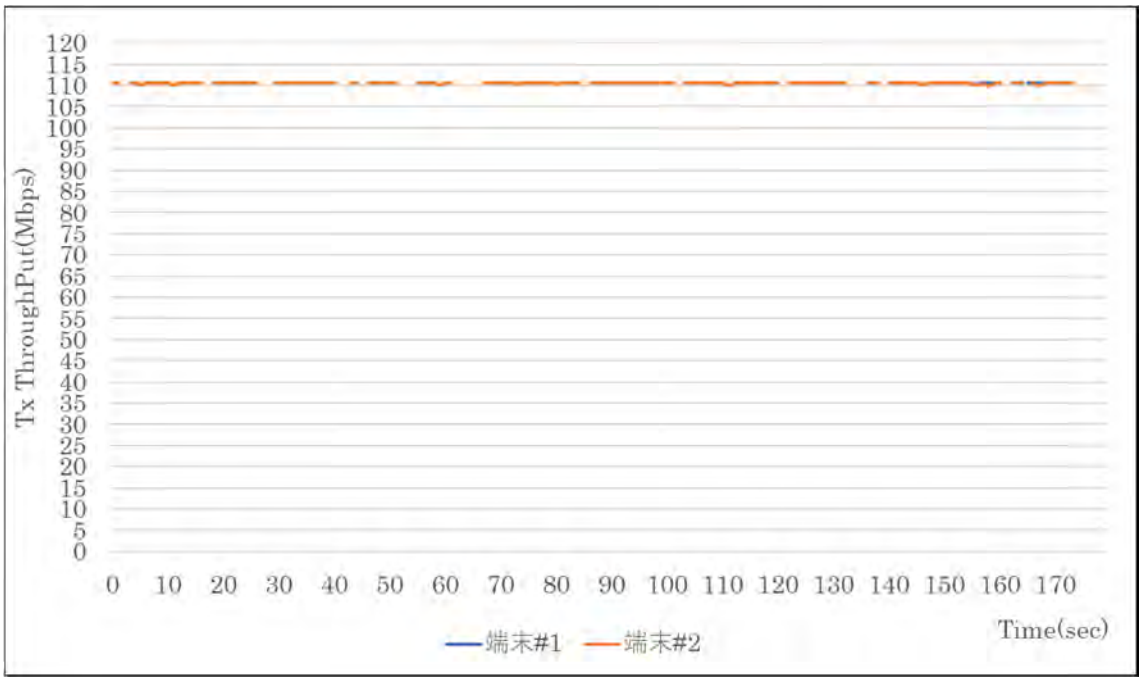


図 5.4.3.2-6　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	106	106	106
端末#2	106	106	106

3）UL/DL 比　35M/105M

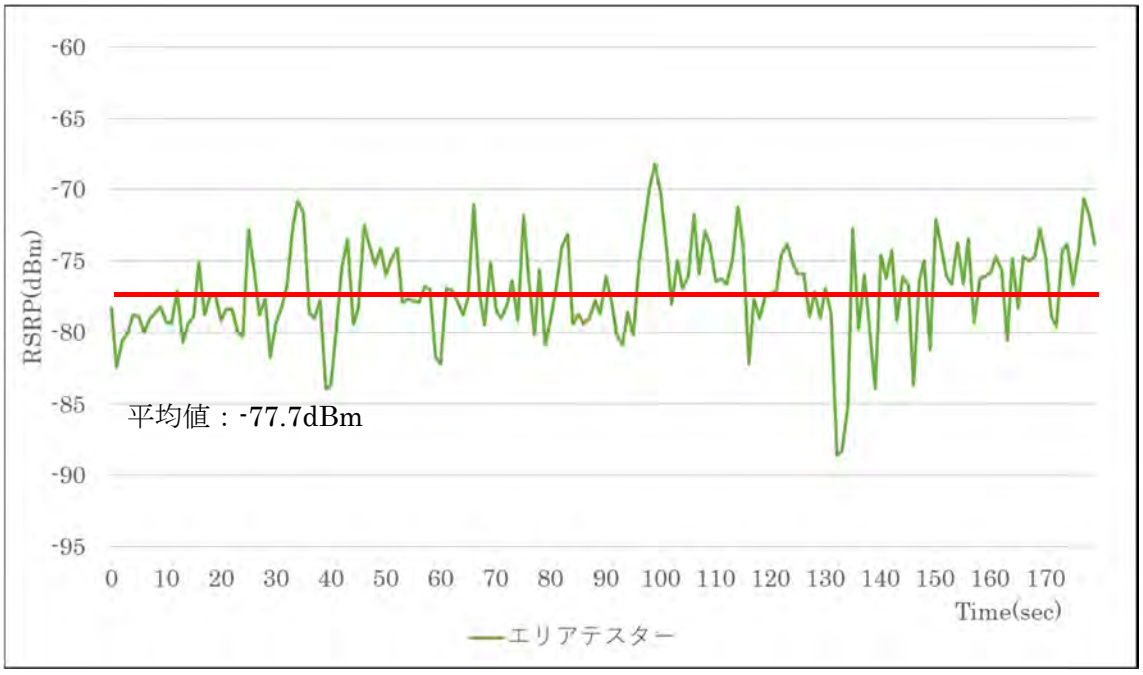


図 5.4.3.2-7　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

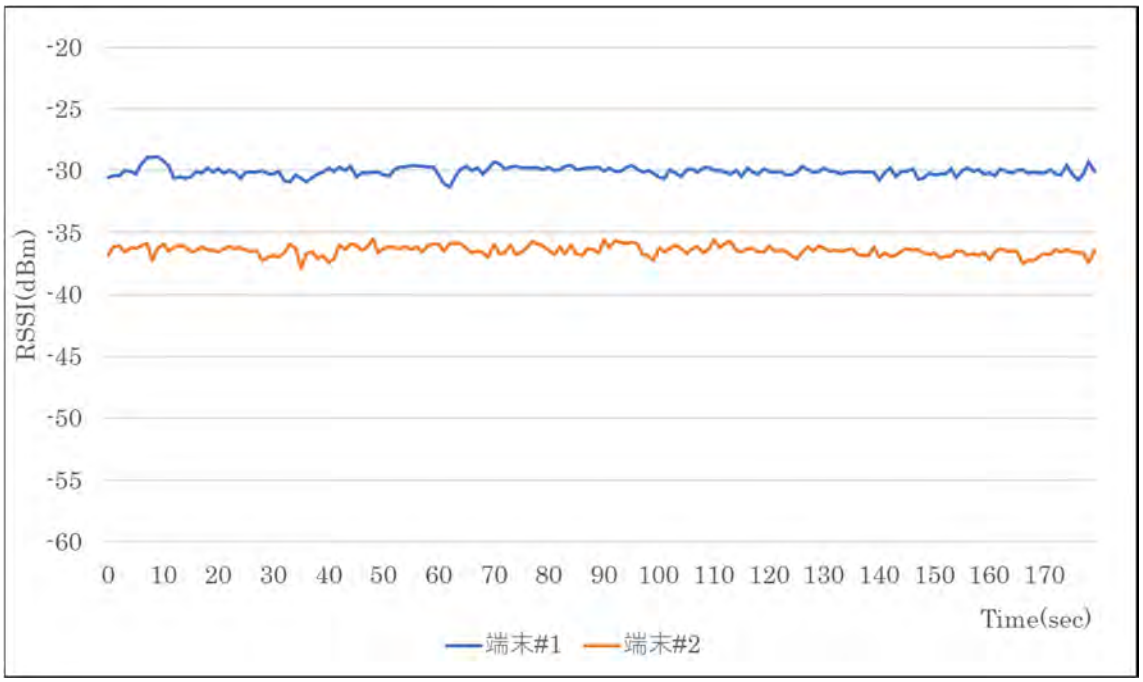


図 5.4.3.2-8　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

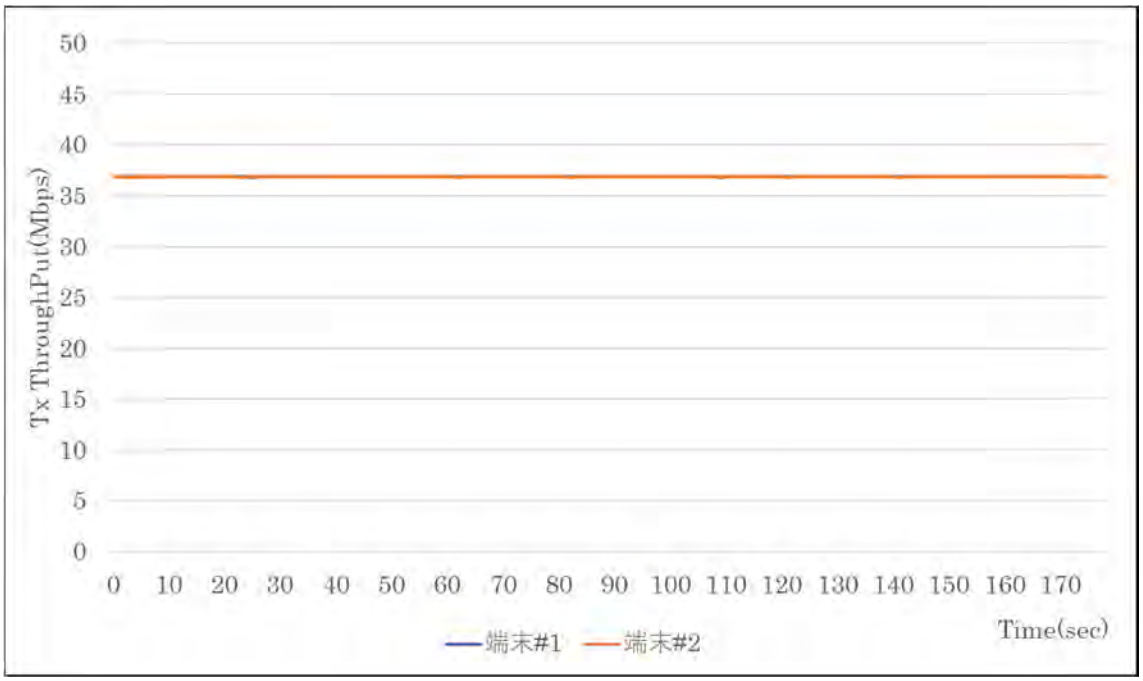


図 5.4.3.2-9　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-3　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	35.2	35.2	35.2
端末#2	35.3	35.3	35.3

（2）かけはし木場（ショートステイ 2 人部屋）

1）UL/DL 比　70M/70M

図 5.4.3.2-10　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

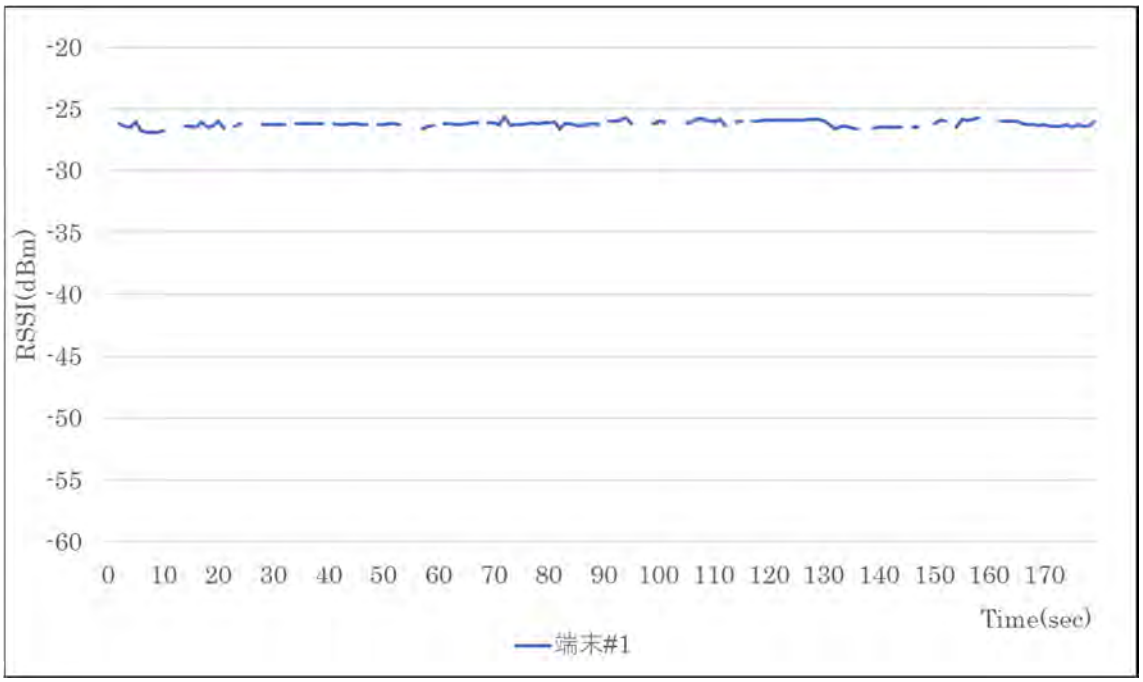


図 5.4.3.2-11　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

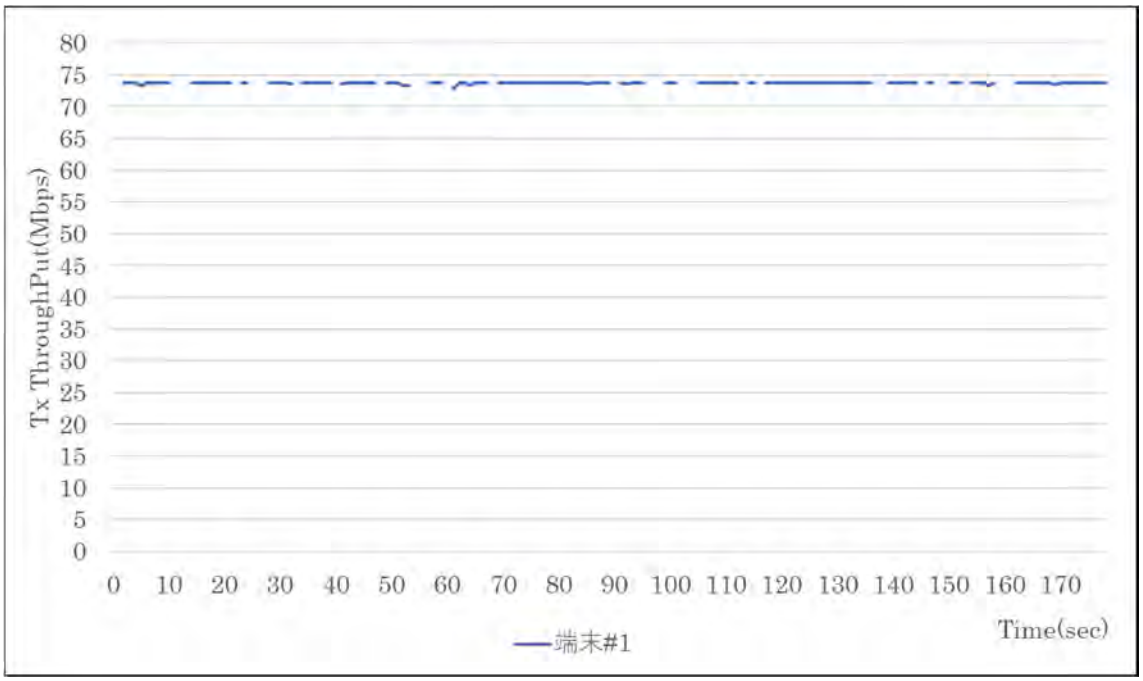


図 5.4.3.2-12　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-4　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	70.6	70.6	70.6

2）UL/DL 比　105M/35M

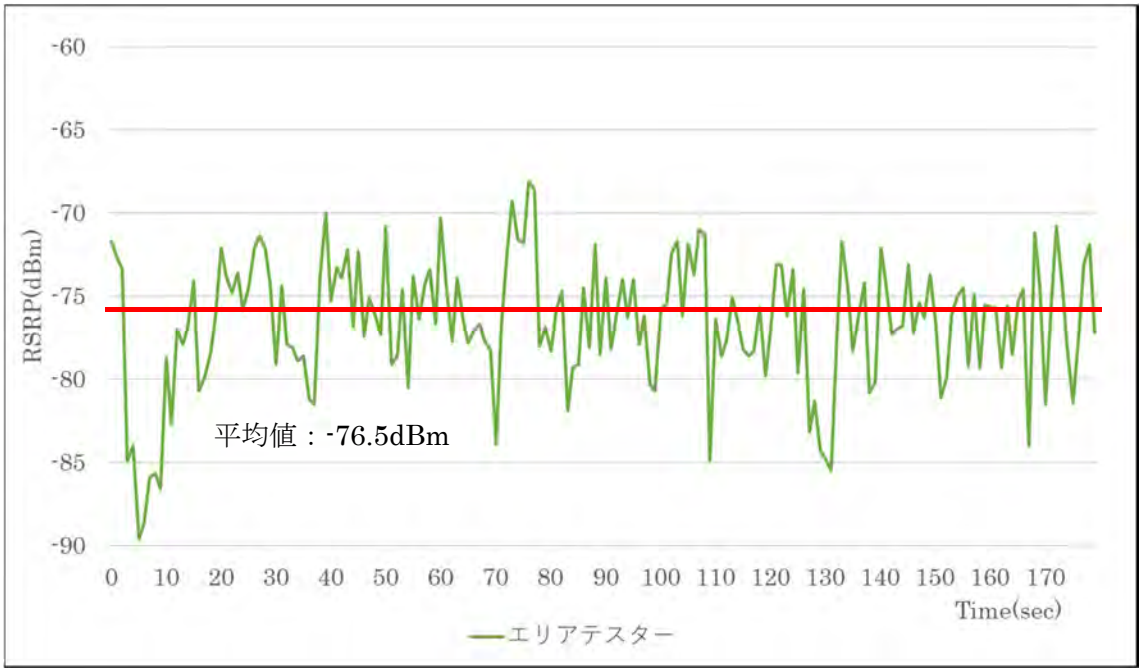


図 5.4.3.2-13　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

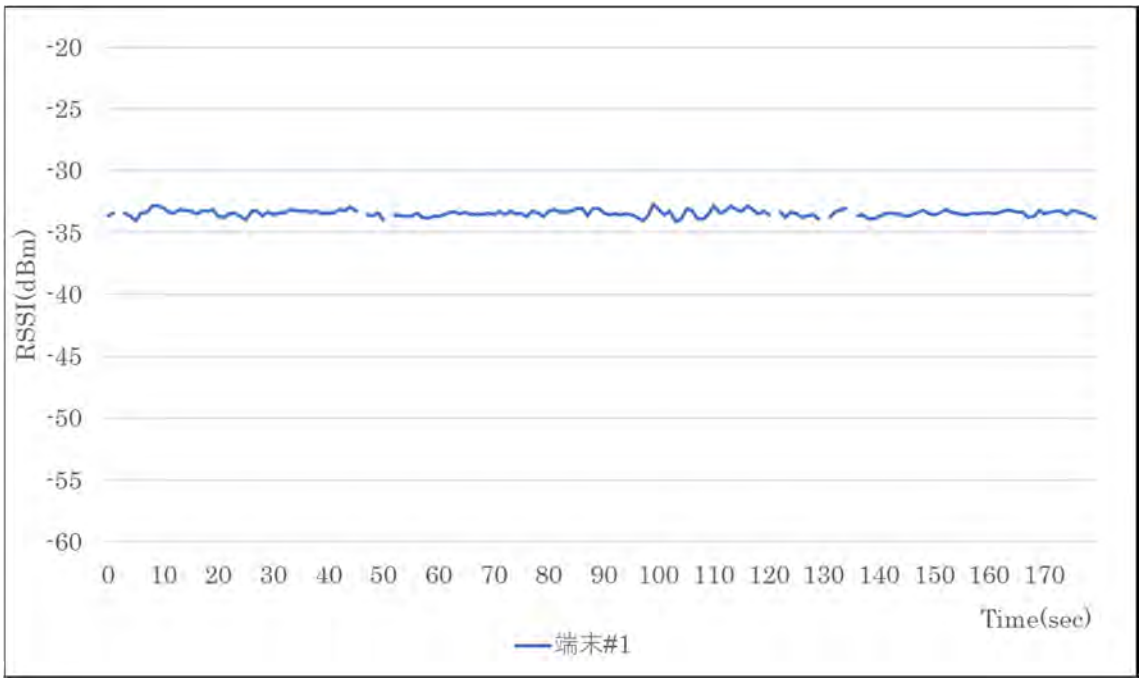


図 5.4.3.2-14　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

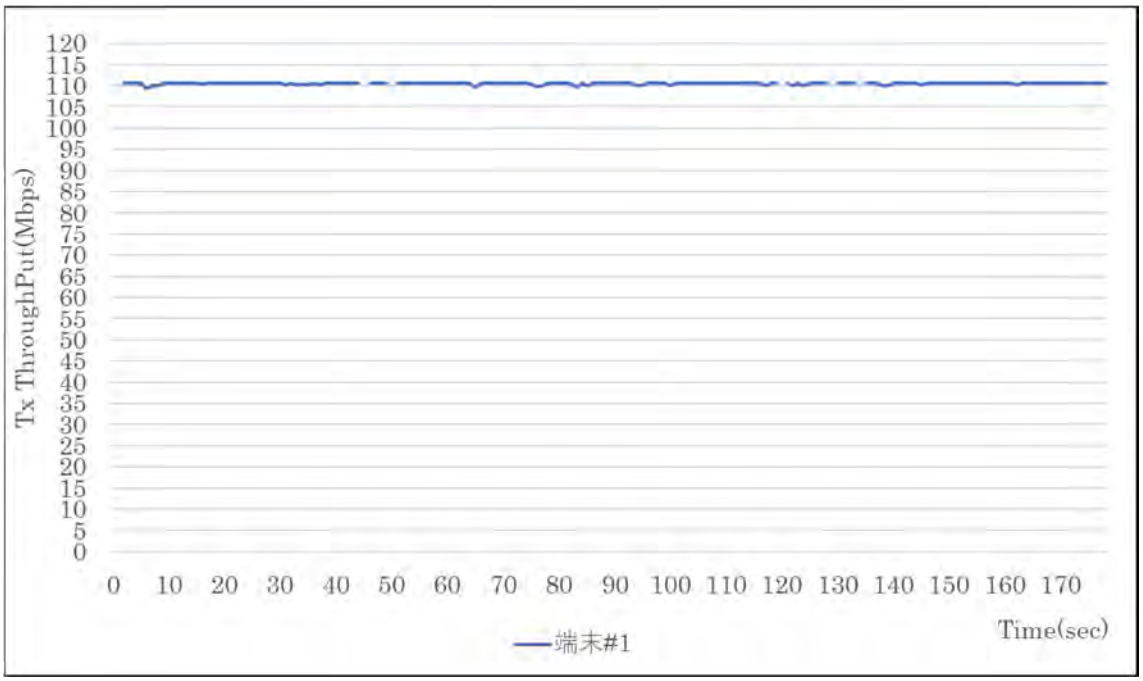


図 5.4.3.2-15　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-5　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	106	106	106

3）UL/DL 比　35M/105M

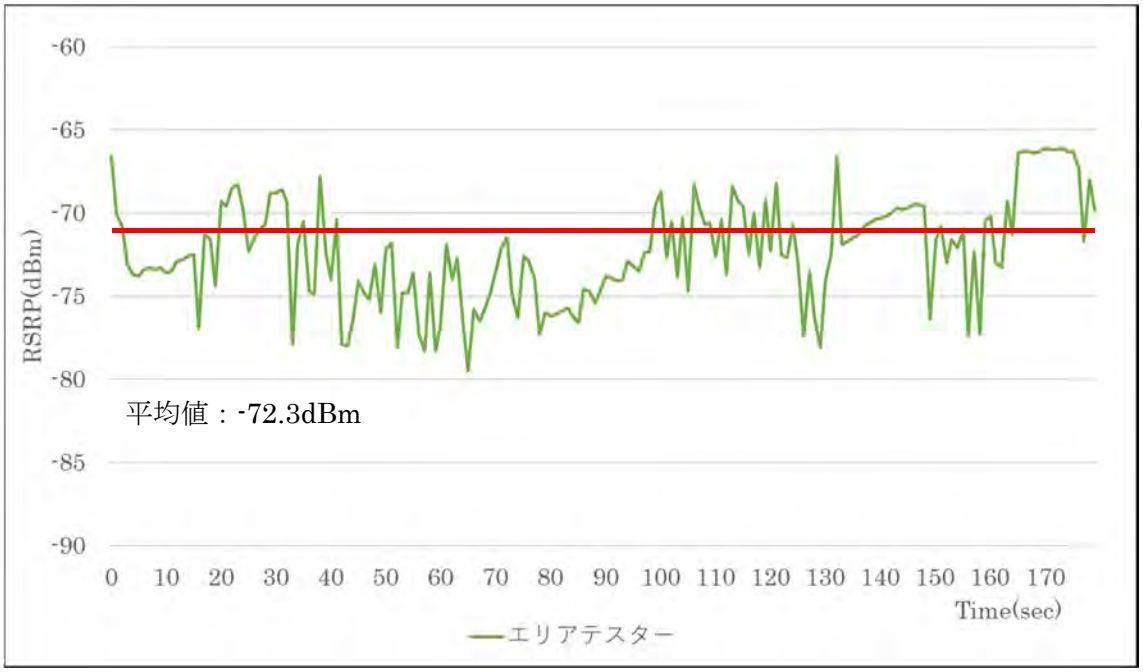


図 5.4.3.2-16　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

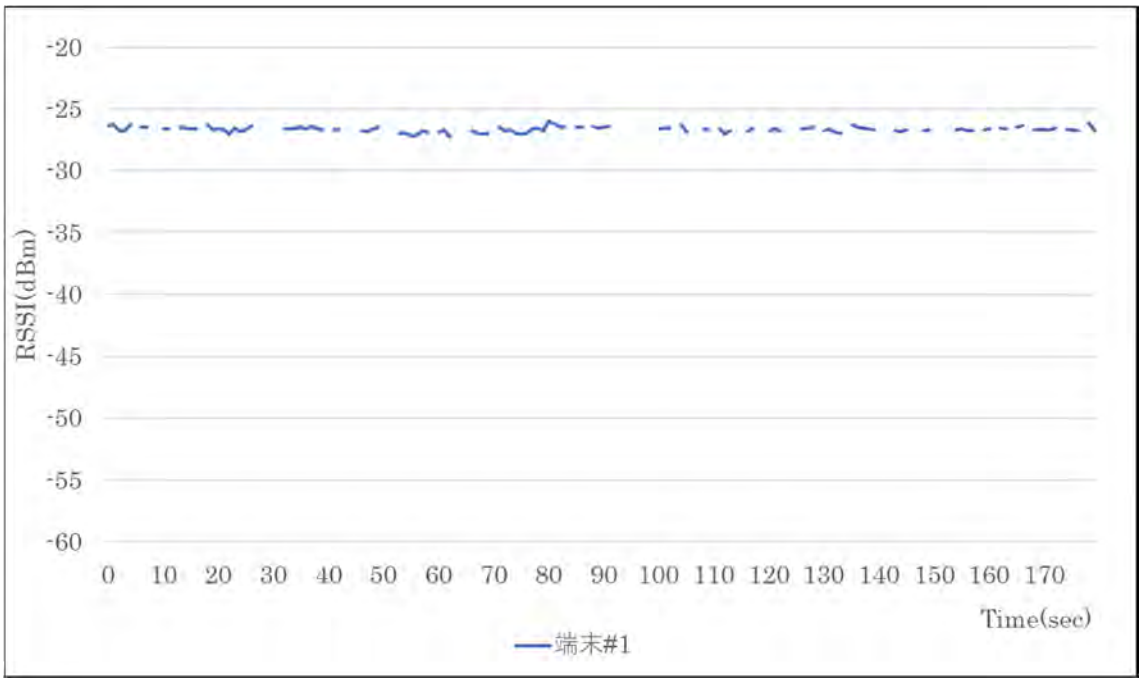


図 5.4.3.2-17　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

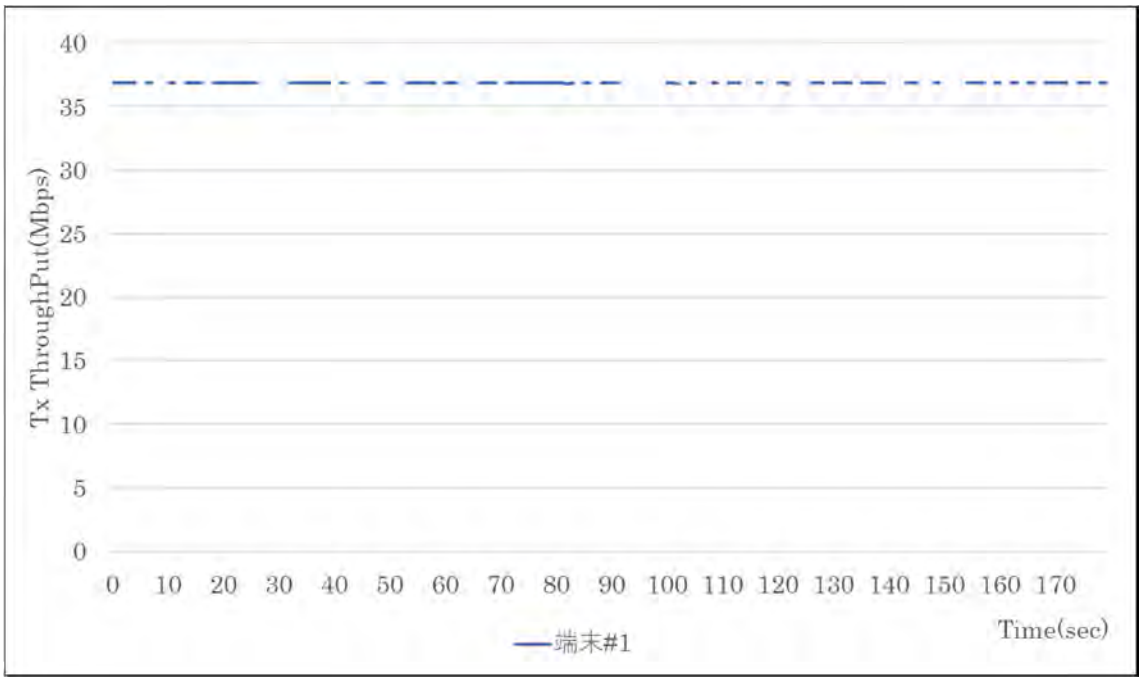


図 5.4.3.2-18　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.4.3.2-6　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）		
	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	35.3	35.3	35.3

5.4.3.3 エリア構築検証結果

以下にエリア構築検証時のプロット図、検証結果を記載する。なお、遮蔽物の材質については、「別紙 9_エリア構築検証における遮蔽物の材質一覧」に記載する。

※1　距離：基地局から測定地点までの距離
※2　遮蔽物：基地局から測定地点までの壁と扉、窓ガラスの枚数
※3　変換値：エリアテスタで取得した SS-RSRP をエリア算出法により算出された受信電力に変換した値
計算式：受信電力 Pr=（SS-RSRP）+35.23

（1）五島中央病院

1）救急処置室

図 5.4.3.3-1　救急処置室測定地点プロット図
【凡例】●：基地局設置箇所　/★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-1　救急処置室測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	5.8	2	-89.92	-74.63	-49.40	-54.69	0.01
②	14.4	3	-103.23	-130.37	-57.21	-68	0.35
③	17.7	3	-108.29	-91.00	-59	-73.06	99.57
④	8.0	2	-101.6	-81.08	-52.14	-66.37	1.75
⑤	13.1	4	-97.88	-103.93	-56.39	-62.65	3.46
⑥	16.1	5	測定不可	-117.54	-58.17	-	99.6
⑦	12.3	3	-105.8	-92.80	-55.85	-70.57	11.42
⑧	14.9	3	測定不可	-103.25	-57.50	-	99.37
⑨	9.6	1	-97.55	-77.38	-53.71	-62.32	5.46

救急処置室においては、基地局からの距離が近く、遮蔽物（壁や扉）が少ない測定地点がSS-RSRPの値が良好という結果が得られた。エリア算出法の計算では、建物内に基地局、測定地点があるので、建物侵入損は0dBmで計算したが、最低でも5dBm程度の乖離があった。理由としては、基地局と測定地点の間に壁等があり、また、救急処置室には、金属性の手術台や金属製の棚があり、それにより反射が発生し、エリア算出法との乖離が発生したと考えられる。シミュレーションにおいても同様の理由だと考える。

SS-RSRPの指標として-119dBm以上と設定しているが、-100dBm以下になるとBLERが高くなり十分な通信ができていないことが分かる。ただ、測定地点④、⑤のようにエリアテスタのSS-RSRPが良い値である時にBLERが高いという結果も出ている。

救急処置室においては、基地局からの距離が近く、遮蔽物（壁や扉）が少ない測定地点がSS-RSRPの値が良好という結果が得られた。エリア算出法の計算では、建物内に基地局、測定地点があるため、建物侵入損は0dBmで計算したが、最低でも5dBm程度の乖離があった。理由としては、基地局と測定地点の間に壁等があるため、電波が減衰したと考える。また、室内には、金属性の手術台や金属製の棚もあり、それにより反射が発生し、エリア算出法との乖離が発生したと考えられる。シミュレーションにおいても同様の理由だと考える。SS-RSRP の指標として-119dBm 以上と設定しているが、-100dBm 以下になるとBLER が高くなり十分な通信ができていないことが分かる。また、測定地点④、⑤のようにエリアテスタの SS-RSRP が良い値の測定地点の方が、BLER が高いという結果も出ている。考えられる要因としては、①測定地点が病院出口付近であったため、病院職員の帰宅時間と重なり人の影響を受け BLER が発生した。②上記で算出している値は、測定を 3 分間実施した時の平均の値である 0。両測定地点においては、電波が不安定だったため、SS-RSRP、BLER ともに変動が見られたことによる誤差だと考察する。

2）内視鏡室

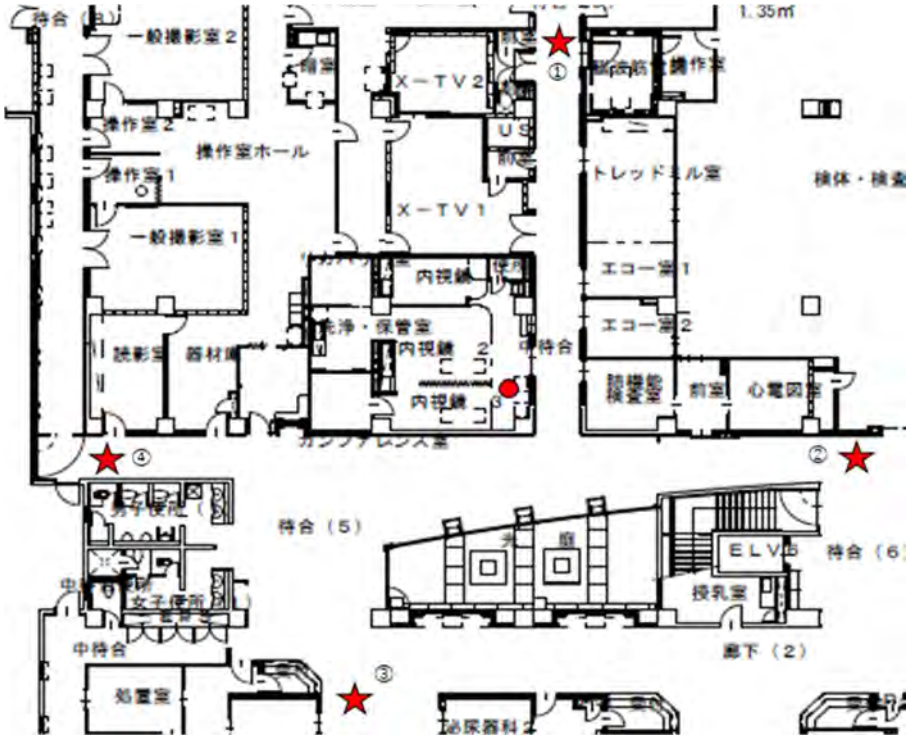


図 5.4.3.3-2　内視鏡室測定地点プロット図

【凡例】● ：基地局設置箇所　/★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-2　内視鏡室測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	16.8	2	-101.57	-79.32	-58.54	-66.34	35.57
②	15.5	3	-124.2	-85.86	-57.85	-88.97	100
③	14.5	3	-109.5	-89.77	-57.27	-74.27	99.87
④	18.0	2	-114.75	-	-59.14	-79.52	100

内視鏡室においては、机上で推定されるエリア半径の 15m 付近で測定を行った。まず、エリアテスタとシミュレーション値、エリア算出法との比較だが、シミュレーション値には、壁・扉等の材質等は、加味して算出されているが、内視鏡室にある内視鏡カメラや金属のベッド等の医療機器は、計算に含まれていないため、値に乖離がある結果となった。エリア算出法に関しては、壁・扉、医療機器等の遮蔽物を加味していないため、測定結果と乖離があるという結果となった。

3）内科 6 室

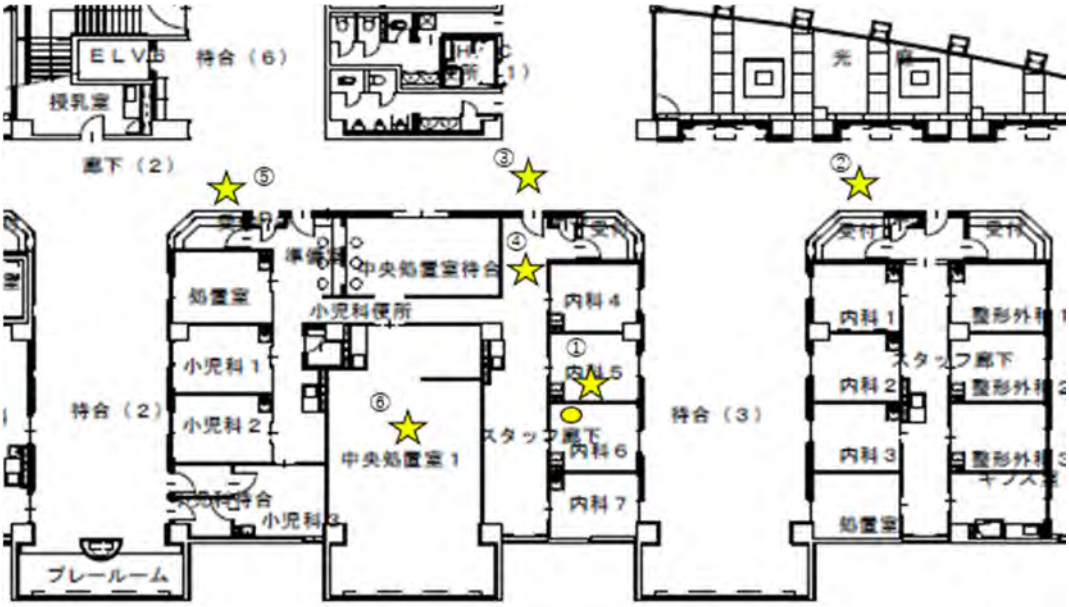


図 5.4.3.3-3　内科 6 室測定地点プロット図

【凡例】●：基地局設置箇所　/ ★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-3　内科 6 室測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	2.5	1	-87.1	-71.96	-42.51	-51.87	9.26
②	15.0	2	-102.25	-81.88	-57.56	-67.02	40.7
③	9.4	4	-104.36	-102.22	-53.53	-69.13	25.76
④	7.2	2	-89.98	-91.11	-51.24	-54.75	13.94
⑤	16.3	6	-116.83	-130.28	-58.28	-81.6	100
⑥	6.5	2	-98.20	-71.24	-50.37	-62.97	38.33

基地局を設置した箇所から扉を挟んでいない測定地点④と扉を挟んでいる測定地点③で測定を行った。エリアテスタ SS-RSRP では、約 15dBm の差が扉の有無で発生し、BLER は約 12%高くなる結果となった。測定地点①においては、スタッフ廊下側の扉は、カーテンで仕切られているだけのため、待合室側の扉は金属製だが、回り込みや反射によって、あまり他の測定地点よりも SS-RSRP が落ちなかったと考える。

また、このエリアにおいても指標である SS-RSRP が-100 以上程度では、BLER が高くなるため、十分な通信ができていないことがわかる。

4）処置室

図 5.4.3.3-4　処置室測定地点プロット図

【凡例】●：基地局設置箇所　★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-4　処置室測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	5.7	2	-90.02	-66.67	-49.25	-54.79	0.46
②	15.6	5	-110.9	-115.82	-57.90	-75.67	100
③	13.8	6	-101.33	-97.29	-56.84	-66.1	4.29
④	17.0	2	-105.06	-88.63	-58.65	-69.83	37.48
⑤	11.1	1	-101.67	-87.78	-54.96	-66.44	7.51
⑥	3.5	1	-89.31	-68.81	-45.18	-54.08	0.17

測定地点①・⑥において、エリアテスタによる測定値に差はないが、シミュレーションとエリア算出法の結果は、差がみられた。理由としては、処置室とギプス室の間には扉や壁は無く、カーテンで仕切られていた。そのため、測定地点①は基地局と測定地点の直線上にある遮蔽物はカーテンのみだったのに対して、測定地点⑥においては、基地局と測定地点の直線上には、壁があるので、測定距離が測定地点⑥が測定地点①より近傍にあるが、エリアテスタによる測定の値に差がない結果となった。

また、上記の結果から、カーテンと壁（化粧石膏ボード）では、遮蔽損が高いのは、壁（化粧石膏ボード）という結果を得た。

5）皮膚科

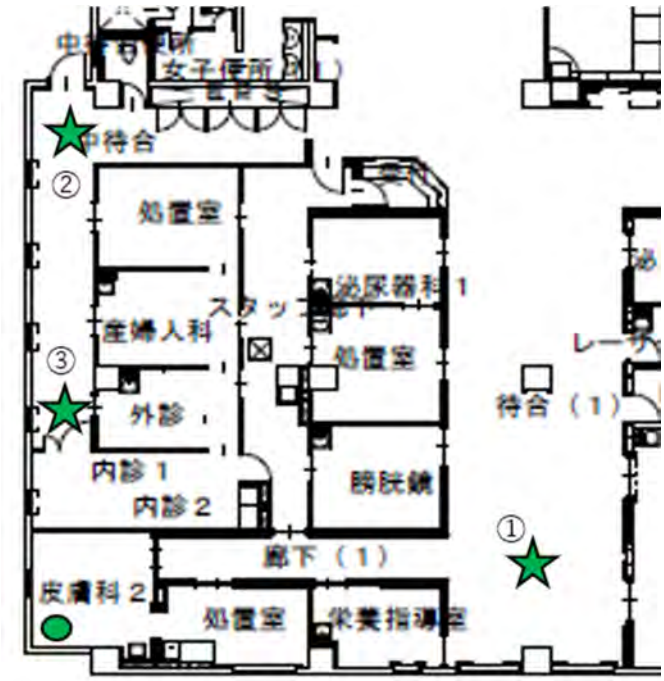


図 5.4.3.3-5　皮膚科測定地点プロット図

【凡例】● ：基地局設置箇所　★ ：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-5　皮膚科測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	13.9	2	-99.97	-81.12	-56.90	-64.74	7.93
②	15.2	2	測定不可	-97.19	-57.68	-	100
③	6.6	2	-103.67	-74.76	-50.50	-68.44	99.72

測定地点①においては、基地局から直線的なところにあり、大きく遮蔽する物がなかったため、他の測定地点よりは、良い値となった。測定地点②は、壁を無視した直線距離は測定地点①とあまり変わらないが、遮蔽する扉・壁が 2 枚あり、待合室を通って回り込む電波も距離があるため、届かず測定ができなかったと考える。測定地点③は、遮蔽する扉・壁があるが、扉近くでの測定だったため、電波が届いたが、BLER が約 100%のため、十分な通信はできていない。

6）モニタ室

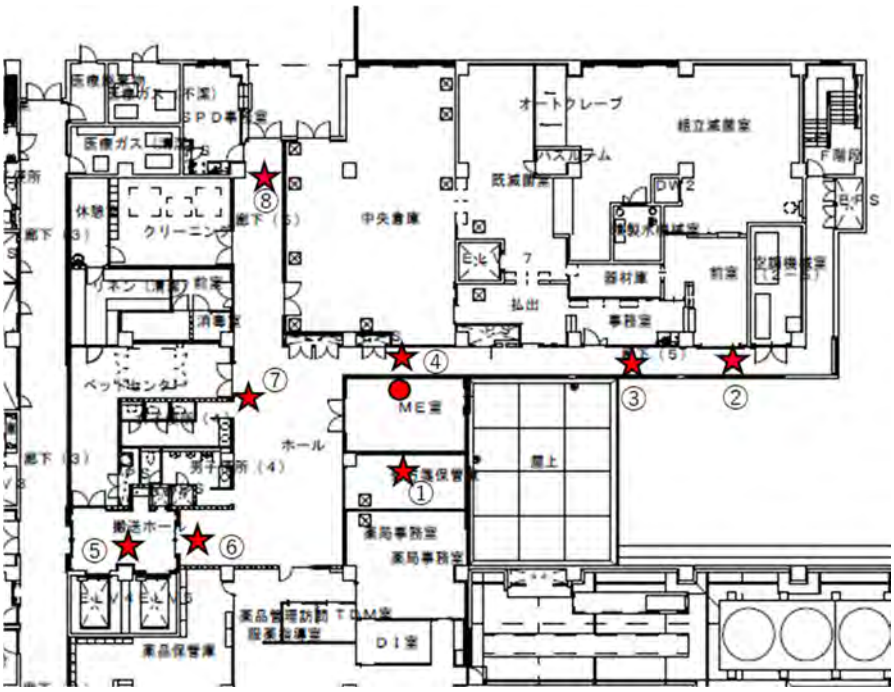


図 5.4.3.3-6　モニタ室測定地点プロット図

【凡例】● ：基地局設置箇所　/★ ：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-6　モニタ室測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	4.3	1	-89.33	-79.07	-46.80	-54.1	2.26
②	18.5	2	-104.03	-	-59.37	-68.8	20.99
③	12.5	2	-96.29	-	-55.98	-61.06	0.13
④	1.5	1	-69.71	-68.80	-38.36	-34.48	0
⑤	13.7	2	-106.32	-98.58	-56.77	-71.09	91.87
⑥	16.6	1	-95.04	-82.03	-58.43	-59.81	0.94
⑦	8.1	0	-88.18	-77.96	-52.23	-52.95	0.19
⑧	13.8	3	-103.64	-118.32	-56.83	-68.41	11.40

モニタ室においては、測定地点①④で比較すると距離は 3m ほどしか変わらず遮蔽物も 1 枚という条件だが、SS-RSRP の値が 20dBm も差がある。この要因としては、基地局が設置されている部屋の扉が開放状態だったが、測定地点①がある部屋は、扉も閉まっている状態で回り込んでくる電波も少なかったからと考える。逆に、測定地点④においては、測定地点が廊下であり、遮蔽物を貫通してくる電波とは別に、反射・回析した電波も強く受信したことで、受信電力に大きな差がでたと考える。

7）手術室

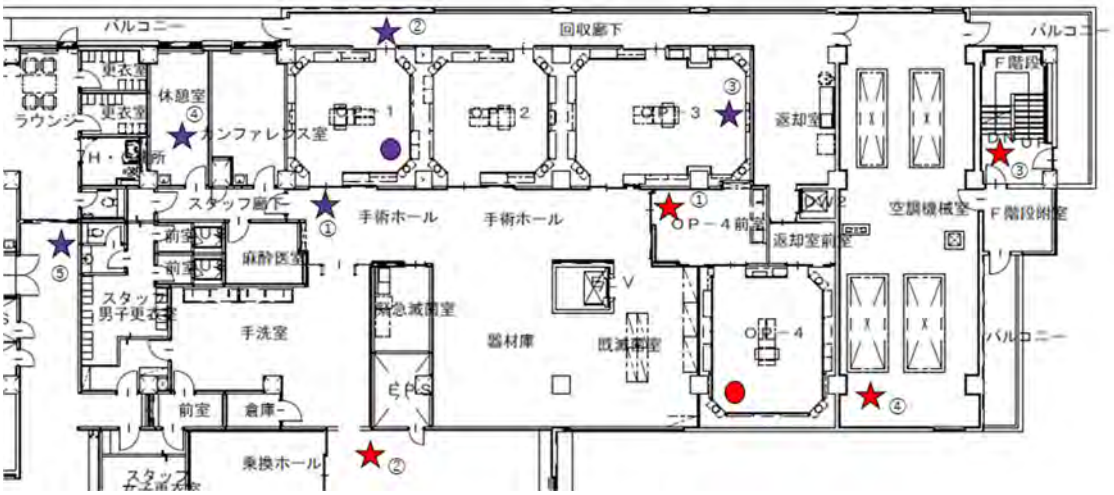


図 5.4.3.3-7　手術室測定地点プロット図

【凡例】●/●：基地局設置箇所　★/★：見通し外測定地点

①地図上のプロットが紫色の測定地点

表 5.4.3.3-7　手術室測定結果①

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①扉有	3.7	1	-97.88	-250.0	-45.64	-62.65	22.39
①扉無	3.7	1	-80.53	-250.0	-45.64	-45.3	0.36
②	5.5	1	-100.14	-250.0	-48.95	-64.91	35.08
③	14.9	2	-103.5	-250.0	-57.50	-68.27	100
④	9.5	2	-105.2	-250.0	-53.62	-69.97	90.96
⑤	14.8	6	-133.50	-250.0	-57.45	-98.27	測定不可

②地図上のプロットが赤色の測定地点

表 5.4.3.3-8　手術室測定結果②

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	8.7	1	-97.66	-250.0	-52.86	-62.43	14.03
②	16.2	3	-138.09	-250.0	-58.23	-102.86	測定不可
③	15.4	2	測定不可	-250.0	-57.79	-	測定不可
④	5.9	1	-116.1	-250.0	-49.54	-80.87	100

手術室 OP-1 において、表 5.4.3.3-7　手術室測定結果①にある測定地点①の扉の有無について比較を行う。シミュレーション値は、OP 室にある扉に窓ガラスが付いていないという設定で、算出している。しかし、現地での扉には、窓ガラスはついており、そこを透過してくる電波があるため、エリアテスタで電波を測定できたと推測する。エリア算出法においても他の部屋同様に、遮蔽損等が加味されていないため、近似値とはなっていない。

測定地点において、扉の有無の違いのみで他の条件は、同じに設定し、測定した。その結果、SS-RSRP の値が扉なしの時に比べ、扉ありの時は、約 17dBm 減衰した。

（2）かけはし木場

1）ショートステイ 2 人部屋

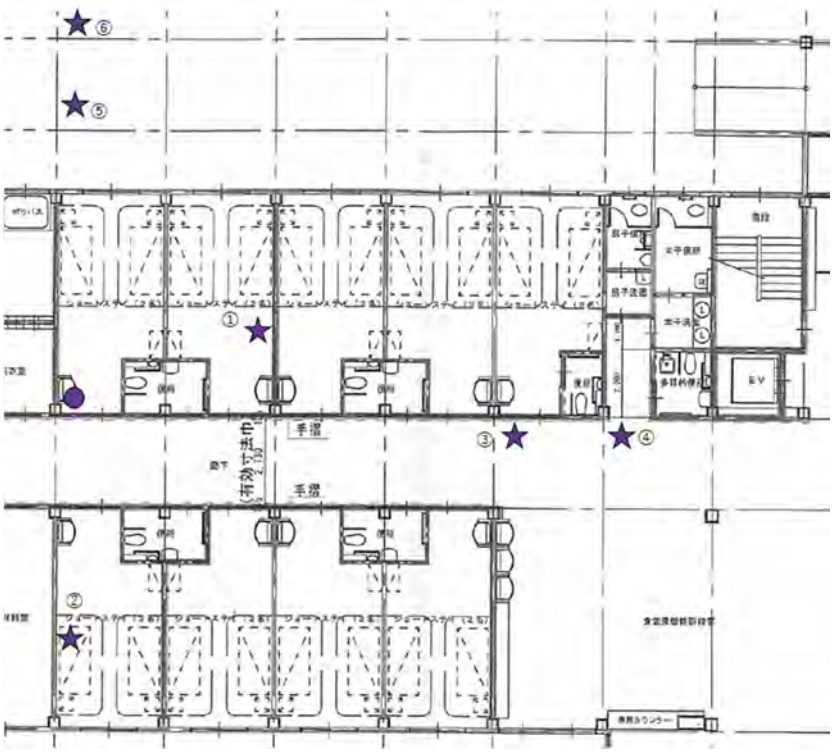


図 5.4.3.3-8　ショートステイ 2 人部屋測定地点プロット図
【凡例】●：基地局設置箇所　/★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-9　ショートステイ 2 人部屋測定結果

測定地点	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	7.28	3	-86.87	-88.67	-51.36	-51.64	0
②	7.82	2	-77.97	-76.83	-51.97	-42.74	0.01
③	14.42	3	-93.66	-89.35	-57.23	-58.43	0.29
④	18.01	5	-95.40	-97.41	-59.15	-60.17	6.06
⑤	14.28	1	-98.27	-75.15	-57.14	-63.04	0.02
⑥	23.78	1	-103.02	-80.77	-61.56	-67.79	6.69

測定地点①②において、測定距離の差はないが SS-RSRP が 10dBm の差があるという結果となった。理由としては、測定地点②に対して測定地点①は、遮蔽物も多く、間にトイレもあることから、SS-RSRP の値が低くなったと考える。また、屋内から屋外への電波伝搬で、測定値とシミュレーションの値とでは、大きく異なる結果となった。測定値とエリア算出法においては、遮蔽物が窓ガラスしかなく、他の測定地点よりも近似値となった。このことから、木やコンクリート、金属の材質に比べ、窓ガラスは、電波を透過しやすいという結果が得られた。

2）ショートステイ 1 人部屋

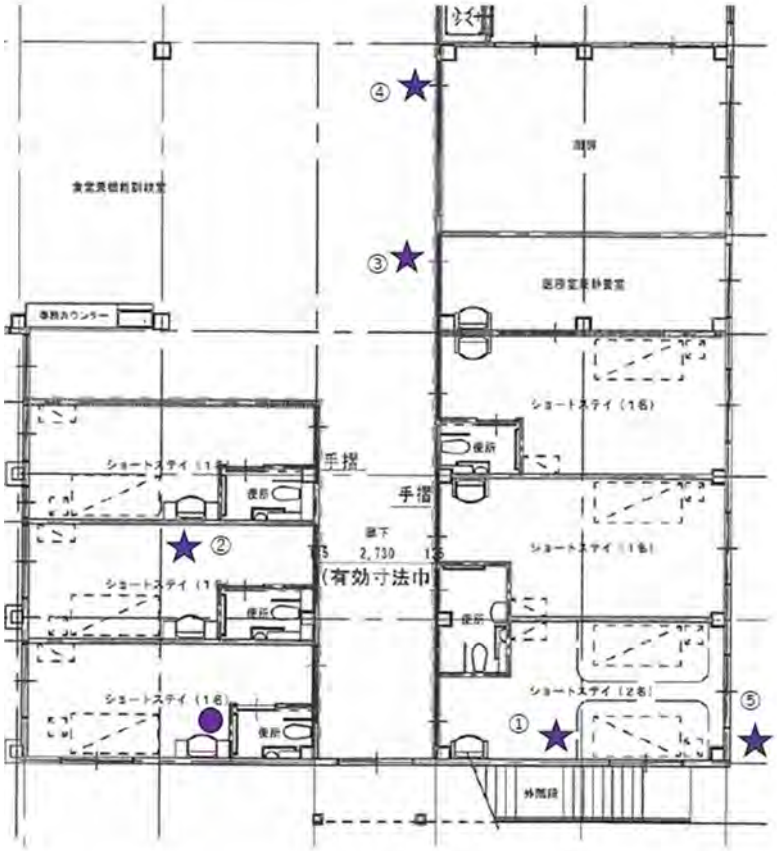


図 5.4.3.3-9　ショートステイ 1 人部屋測定地点プロット図
【凡例】●：基地局設置箇所　/★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-10　ショートステイ 1 人部屋測定結果

測定箇所	距離 (m)	遮蔽物 (枚)	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP (dBm)	RSRP (dBm)	受信電力 Pr (dBm)	変換値	BLER (%)
①	8.93	3	-77.97	-78.09	-53.10	-42.74	0.01
②	5.89	1	-86.87	-72.22	-49.57	-51.64	0
③	13.94	5	-99.96	-85.03	-56.94	-64.73	9.71
④	17.35	5	-101.53	-126.07	-58.83	-66.3	11.53
⑤	13.15	4	-98.75	-	-56.43	-63.52	1.00

測定地点②において遮蔽物があるが、BLER も発生することなく、安定した通信ができていることが確認できる。このような結果になった要因として 2 点考えられる。1 点目は、基地局と端末の間を遮蔽している壁が木製であり、電波を透過したため、2 点目は、基地局から端末を見て左側が窓ガラスであり、ガラスは透過率が高いため、回析し伝搬したのだと考えた。

3）2 階共用部

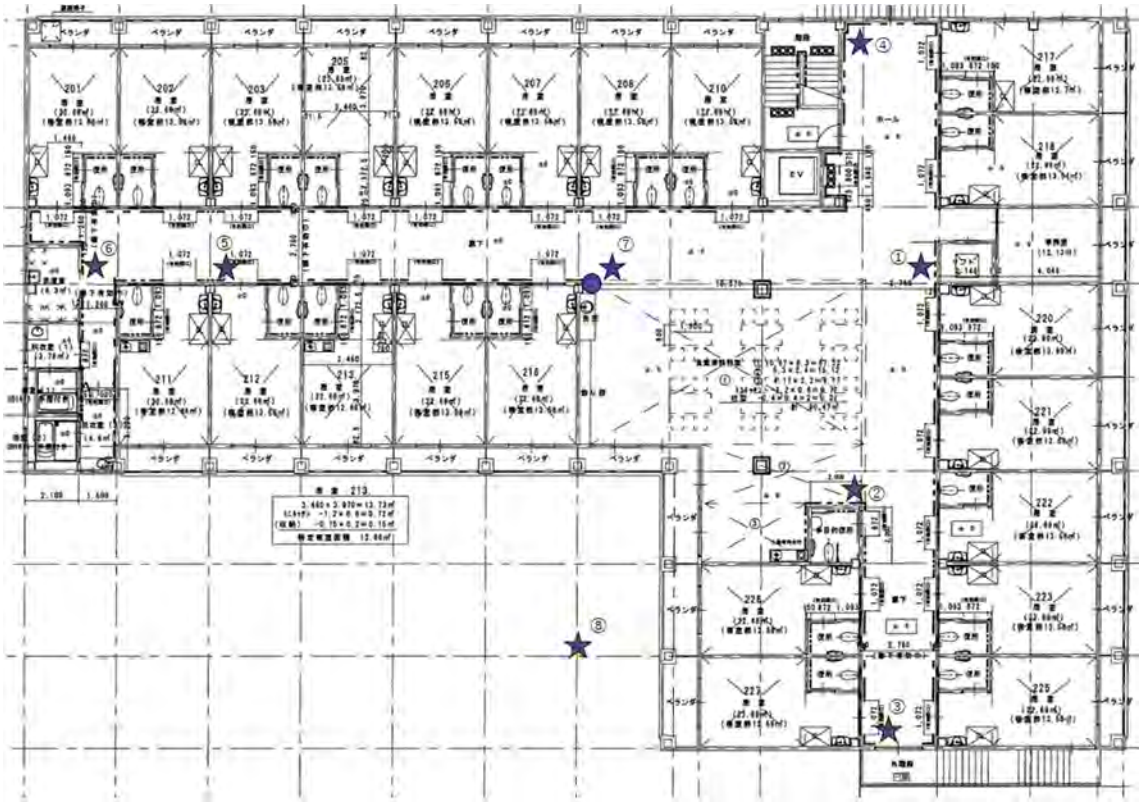


図 5.4.3.3-10　2 階共用部測定地点プロット図

【凡例】●：基地局設置箇所　/★：見通し外測定地点

表 5.4.3.3-11　2 階共用部測定結果

測定箇所	距離（m）	遮蔽物（枚）	エリアテスタ	シミュレーション	エリア算出法		端末
			RSRP（dBm）	RSRP（dBm）	受信電力 Pr（dBm）	変換値	BLER（%）
①	14	0	-80.3	-76.36	-56.97	-45.07	0
②	13.2	0	-88.04	-85.43	-56.46	-52.81	0
③	21.25	4	-103.45	-106.83	-60.58	-68.22	3.02
④	14.79	4	-94.78	-98.54	-57.45	-59.55	1.28
⑤	14.4	2	-90.96	-79.15	-57.22	-55.73	0.07
⑥	19.26	4	-89.0	-86.25	-59.73	-53.77	0.05
⑦*1	3.35	1	-118.65	-97.81	-44.94	-83.42	100
⑧*2	28.8	1	-107.52	-87.62	-63.22	-72.29	99.97

※1.　基地局の直下である 1 階にて測定（床貫通の測定）

※2.　1 階の屋外にて測定

測定地点⑦についてだが、こちらは 2 階に基地局、端末を基地局の直下の 1 階に設置した時のデータになる。結果はエリアテスタ SS-RSRP が-118dBm、BLER が 100%となった。基地局と端末の直線上には、床、天井材があり、また、建物の骨組みである鉄骨も遮蔽物となり、このような結果になったと考える。

測定地点⑧は、基地局を 2 階の屋内に設置、端末を 1 階の屋外に設置した。直線上には、測定地点⑦同様に床、天井、鉄骨部材があるため、測定地点⑦と同様の結果となった。測定地点①～⑧にてわかるように遮蔽物が少なく、開けた場所（廊下）などは、BLER も低く安定した通信が行われていることが分かった。また、距離が遠い場所でも、遮蔽物がなければ、電波が良い状態なので、電波は、特に遮蔽物の影響を受けやすいという知見を得た。

5.4.4 技術的課題の解決方策

5.4.4.1 検証結果を踏まえた考察（仕様ごとの固有のテーマ・視点への対応等）

本装置で変更できる比率は、105M/35M、70M/70M、35M/105M である。検証結果より、ユースケースでの環境下においては、UL に重点を置いており、UL/DL 比を変更した 105M/35M が 3 パターンの中で、最も遅延が少ないことが確認できた。その結果を下記に示す。

表 5.4.4.1-1　診療科ごとの各 UL/DL 比に対する遅延

測定地点		伝送 スループット比率	遅延	
場所		UL/DL 比	ローカル５Ｇ区間	VPN 区間
五島中央病院	皮膚科	70M/70M	4.85ms	8.48ms
		105M/35M	4.53ms	6.80ms
		35M/105M	11.61ms	16.51ms
	手術室	70M/70M	5.16ms	7.29ms
		105M/35M	4.29ms	6.69ms
		35M/105M	14.17ms	17.69ms
かけはし木場	2 人部屋	70M/70M	4.20ms	6.48ms
		105M/35M	3.99ms	5.97ms
		35M/105M	7.74ms	9.97ms

また、ラボ実験の環境で実施した時は、2 台のエンコーダで映像を送りながら、iperf で負荷をかける試験を行うなかで、70M/70M の場合、映像データに iperf で 40M の付加を加えると、おおよそ飽和状態となり、この時の、遅延が最大 74ms。105M/35M の場合だと、70M 越えで飽和状態となり、その時の遅延が最大 38ms だった。

このことから、伝送スループットにゆとりを持たせることで、より遅延を抑えることが可能であることが分かった。性能要求に応じて UL/DL 比を変更させて、遅延を抑えることがリアルタイム性の向上に繋がると考える。

フレームフォーマットが制度上決まっている、準同期よりも、UL/DL 比率が変更可能な非同期 TDD パターンの方が遠隔医療分野では、ニーズ（使用用途）があると考察する。なお、今回の実証実験においては、ホットスポット的な使い方を想定しているため、非同期のデメリットであるセル間干渉[95]については、考慮していない。

エリア構築検証において受信電力（SS-RSRP、RSSI）と BLER の関係を各建物、フロアごとに示したグラフを下記に示す。

[95] 隣り合うセル間で同一周波数で干渉すること

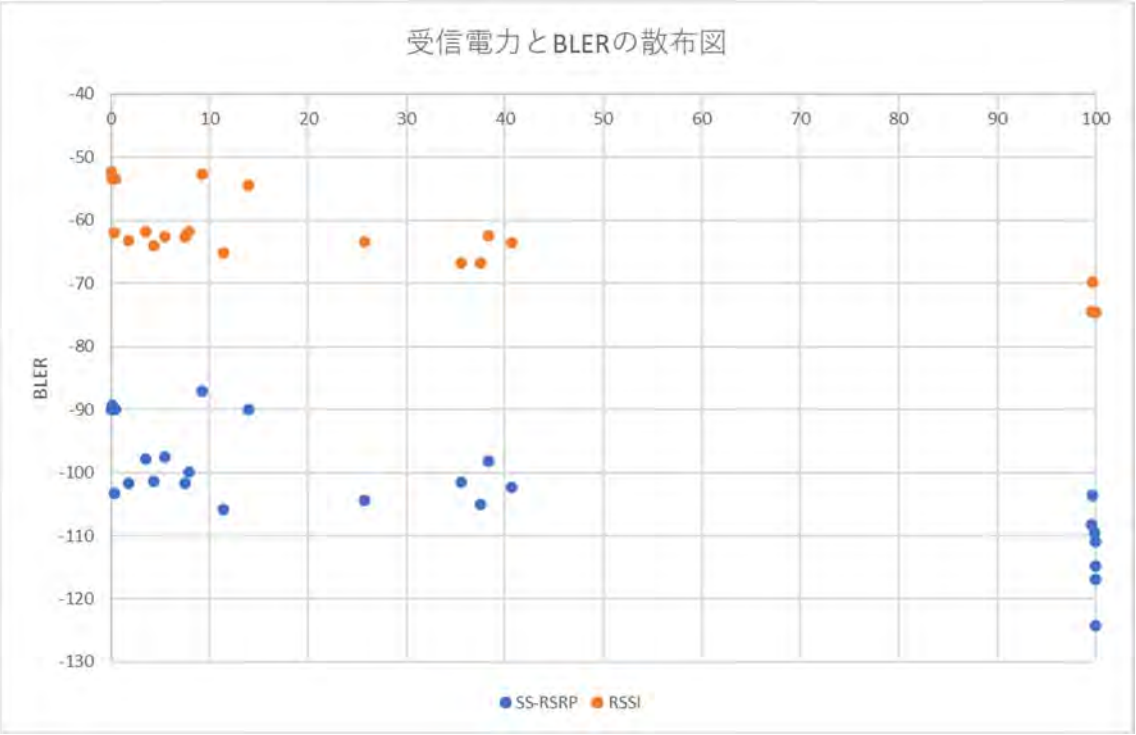


図 5.4.4.11-1　五島中央病院 1 階　受信電力と BLER の関係

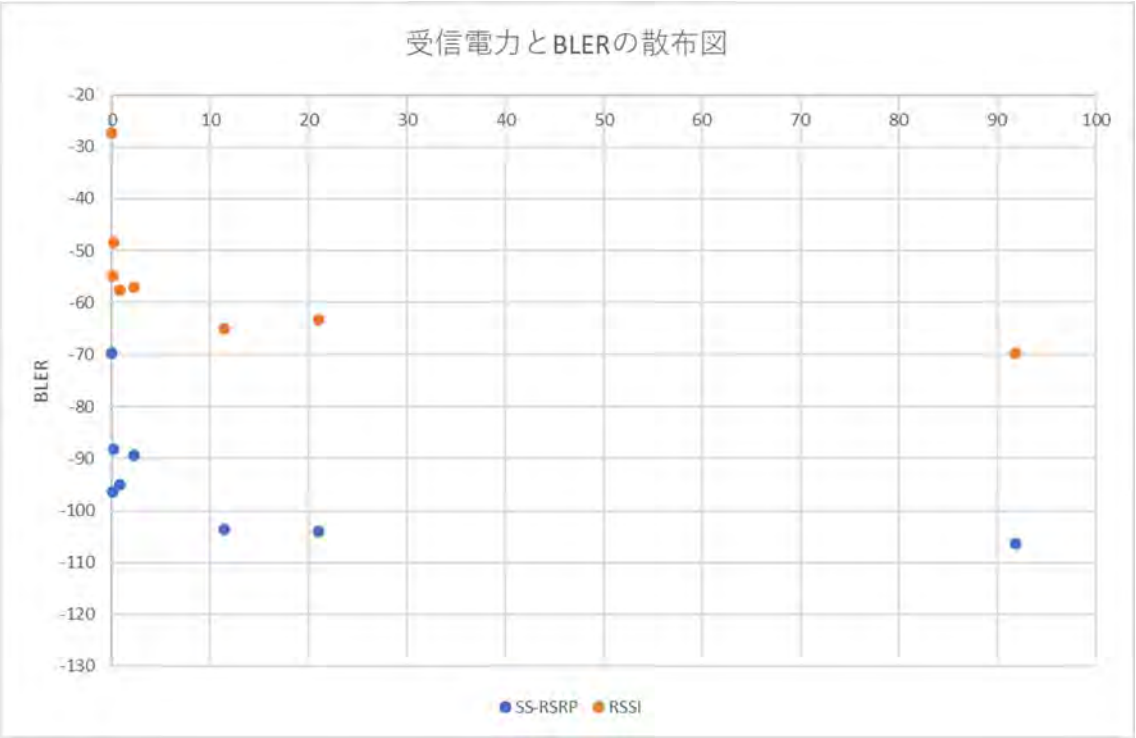


図 5.4.4.1-2　五島中央病院 2 階　受信電力と BLER の関係

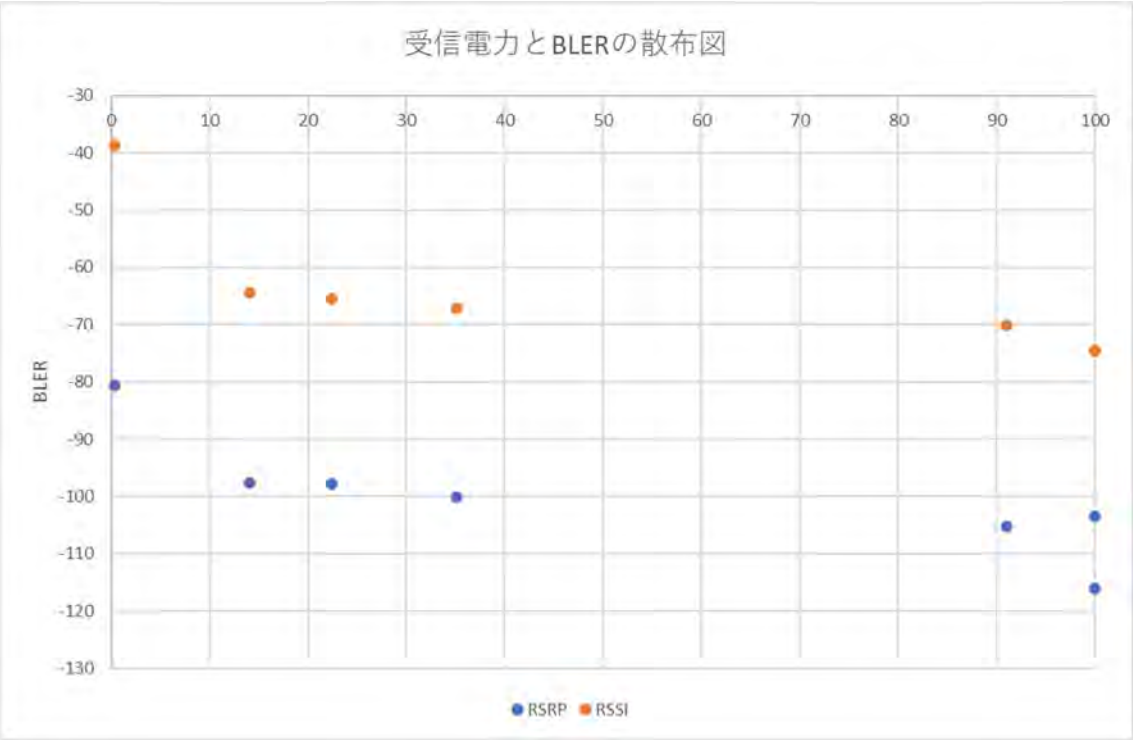


図 5.4.4.1-3　五島中央病院 3 階　受信電力と BLER の関係

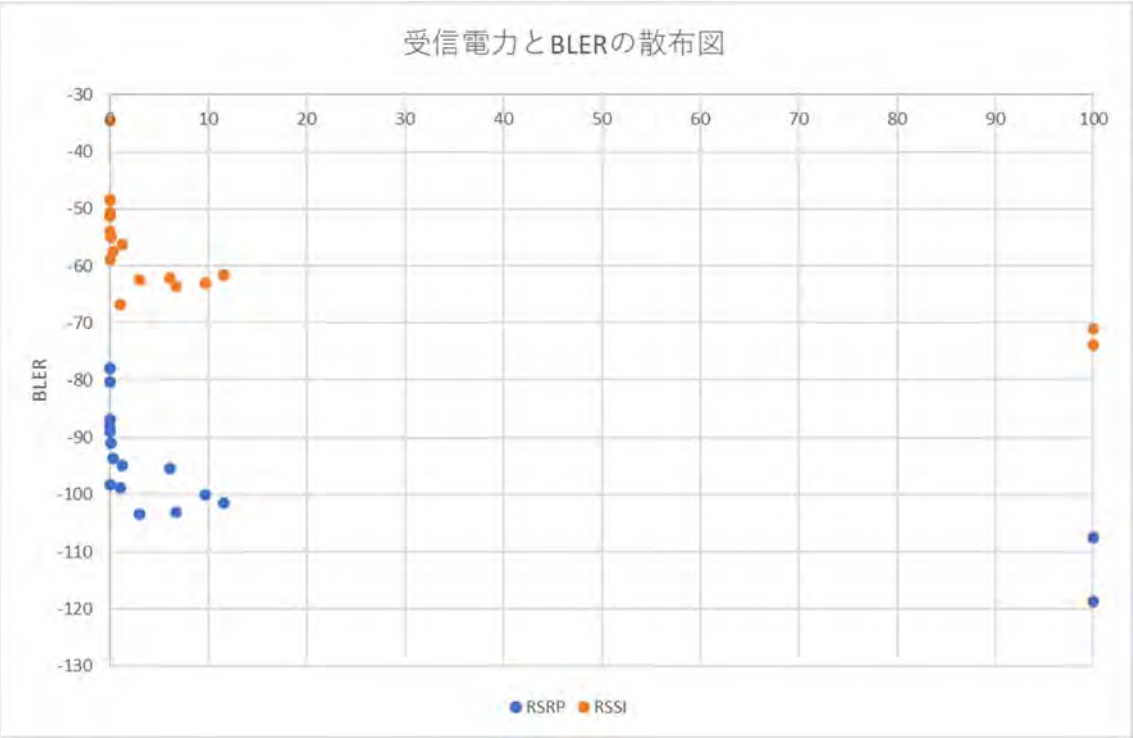


図 5.4.4.1-4　かけはし木場　受信電力と BLER の関係

医療分野においては、映像の乱れや遅延があると診察に大きな影響を及ぼす科もあるため、BLER は 0%が理想である。よってエリア構築において医療機関や高齢者施設における指標となる受信電力は、SS-RSRP が-85dBm、RSSI が-50dBm と考察する。

また、エリア構築検証において、特に値が顕著に出ている箇所について考察をする。

図 5.4.3.3-7　手術室測定地点プロット図の紫色の測定地点①において扉の有無で測定地点の実測値とエリア算出法との乖離が大きく出ている。

扉の有無で、エリア算出法と実測値の差が約 17dBm あり、扉なしの場合は、エリア算出法による値と実測値の乖離は約 0.26dBm だったのに対し、扉ありの場合は、乖離が約 17dBm あり、大きく減衰したことが確認できた。また、BLER も約 0%と約 22%と差があり、電波伝搬において基地局と端末の間に遮蔽物や金属製の物、医療機器等があると受信電力が大きく減衰しており、安定した通信が行いにくい状態になっている。医療環境下において、医療従事者が求める要求を満たすには、基地局と端末の間に遮蔽物や金属製の物、医療機器等が存在しないことが理想と考える。

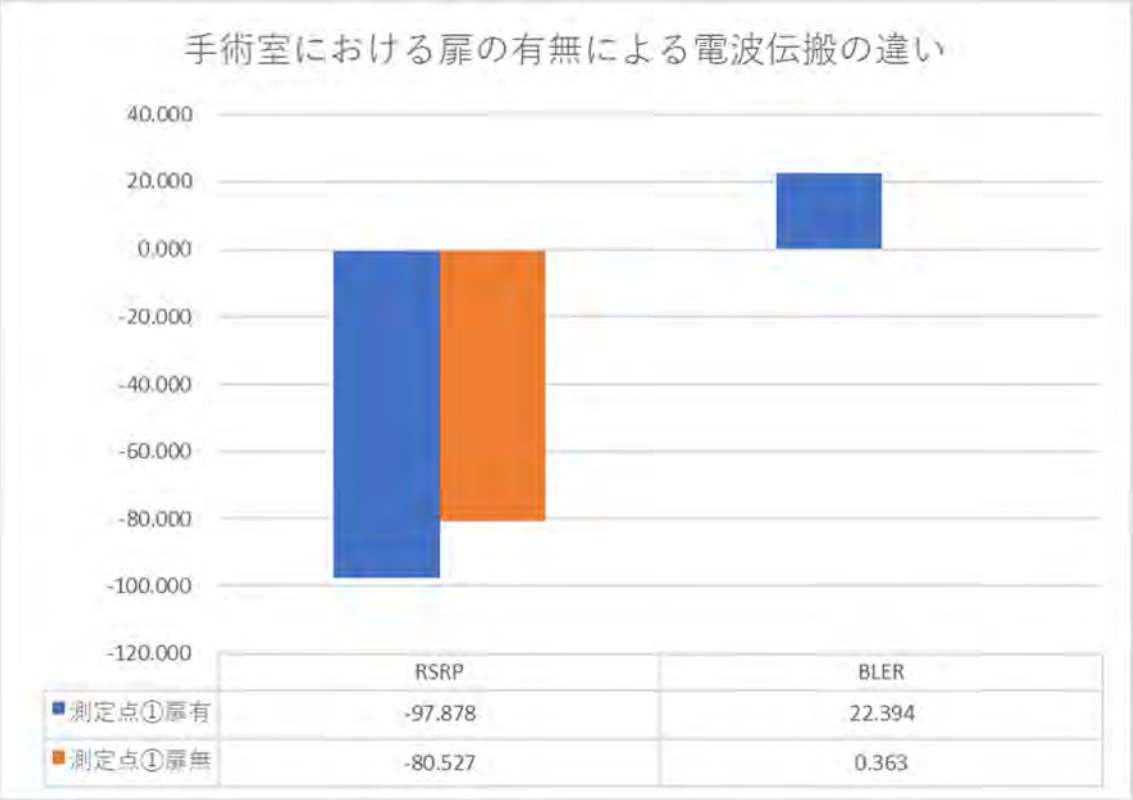


図 5.4.4.1-5　手術室 OP-1 における扉の有無による SS-RSRP と伝送スループットの比較

エリア算出法による値と実測値の値をより近似値にするためには、遮蔽損もエリア算出法による計算時に加味するとより精度高いものになると考える。現在、建物侵入損で材質が不明な場合は、16.2dBm を使用するという指標があるように、基地局と端末の間にある遮蔽物の材質や枚数により遮蔽損の指標を定める必要があると考察する。

5.4.4.2 技術的課題の解決方策

医療分野においては、UL/DL 比を可変させることができる非同期システムの方が準同期システムよりも汎用性があると考え、非同期システムを採用した。本実証では、カバーエリアが拡大してきているキャリア５Ｇとの共存運用の検証を行っていないため、共存運用のメリット・デメリットを判断することはできないが、遠隔医療においては、遅延を可能な限り小さくすることが必要である。外部影響を受けやすいキャリア５Ｇでは、ローカル５Ｇより遅延が大きくなり遠隔医療に支障をきたす場面がでてくることも推測されるため、遠隔医療においてはローカル５Ｇ単独での運用を推奨する。また、同期システムと共存が必要な場合は、非同期システムが同期システムに影響を与えないよう、自動で出力を調整する送信出力制御機能等を活用することで解決が図れると考える。

5.4.4.1 で、「医療環境下において、医療従事者が求める要求を満たすには、基地局と端末の間に遮蔽物や金属製の物、医療機器等が存在しないことが理想と考える。」と述べたが、本実証のユースケースではラックの中に基地局と端末を搭載していたため、基地局と端末の高さが同じで間に遮蔽物が存在しやすい環境であった。解決方策としては、基地局と端末の間に遮蔽物がない環境を作りやすい、アンテナを天井に設置する形態が望ましいと考察する。またエリア構築においても、今回取得した場所では、常に人がいる環境での測定だったので、今後も同じような実験を行い多くのサンプルを集める事で、より正確な指標を作成することが必要である。

5.4.4.3 更なる技術的課題等

今回の実証実験においては、病院、高齢者施設共に遠隔地に片方向で映像を伝送する UL の伝送スループットを重視とするユースケースであった。今後、電子カルテやレントゲン写真等のデータ受信等も同時に行えるよう、DL も考慮した上でのシステム構築が必要になると考える。また、五島中央病院のような総合病院においては、ショッピングモール等の不感知対策で使用されている DAS(Distributed Antenna System)を活用することで、遮蔽物が多く存在する部屋や手術室のような銅板に囲まれた部屋で、より安定した通信を行うことが可能になると推測されるため、DAS を使用したシステムを活用したエリア構築の検証を行う必要がある。

5.5 その他ローカル５Ｇに関する技術実証

5.5.1 評価・検証項目

5.5.1.1 計測指標及びその妥当性

計測指標及びその妥当性について以下に示す。

表 5.5.1.1　計測指標

受信電力		回線品質	伝送速度	遅延	
RSSI	SS-RSRP	BLER	平均伝送スループット	ローカル５G 区間	VPN 区間
-63dBm 以上	-119dBm 以上	エラーフリー	上り最大 35Mbps	10ms 以下	10ms 以下

使用する映像機器ごとに要求される無線通信品質を明確にするために技術実証（5.4.3.2 項）の代表測定地点での主観評価、RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定する。また、基地局と端末間を人や車両等で通過し、通過中とその前後、アンテナの種類（オムニアンテナと平面アンテナ）と基地局側のアンテナ高を変更（オムニアンテナと平面アンテナ）し（変更アンテナ高は、床面より 2m の位置）、指向性の有無、アンテナ高の必要性等の異なる環境条件下での RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定し検証・評価を行う。また、装置の出力を 10dB ダウンさせることでエリアの変化を検証する。

① 主観評価の対象は、映像品質で評価基準は、医療従事者の判断による。映像伝送（通信）の伝送スループット、遅延時間等を変えて、医療従事者が映像を評価する。

② 他のローカル５Ｇ機器等近傍周波数使用機器との干渉が発生し干渉を抑制する必要が生じた場合、基地局の出力の可変が可能な 10dB ダウン時においてユースケースとして使用可能かの確認をする。

※平面アンテナのアンテナパターン情報は、「5.1.2.2　設備環境」参照

5.5.2 評価・検証方法

5.5.2.1 評価・検証方法の詳細

技術実証（5.4 項）で測定した測定地点において医療従事者が使用する映像機器ごとに端末を移動させ、ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面にて RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定する。

下記①～③の異なる条件下にて検証する。

① 遮蔽物（人、車両）

基地局を屋外、端末を屋内に設置し、基地局と端末の間を車で通過し、通過中とその前後のデータを測定する。

② アンテナの種類と高さの変更

基地局のアンテナを標準オムニアンテナから平面アンテナに変更し、ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面にて RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定する。当該ローカル５Ｇ基地局以外の既設 Wi-Fi や他のローカル５Ｇ機器との干渉が起きた場合やオムニアンテナでは通信が届かないような場合、指向性アンテナを使うことによる効果を考察する。

また、平面アンテナの高さをラックの上部に取付けた際とアンテナ高 2m にした場合において、ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面にて RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定し比較する。

③ 装置の出力を変化させる

基 地局にてローカル５Ｇ機器メンテナンス画面から装置の出力を 10dB ダウンさせエリアの変化具合を検証する。

検証方法は、基地局の出力が最大の時、推定エリア半径 15m なので、その区間をエリアテスタにて測定する。

5.5.2.2 計測の仕様

計測の仕様を以下に示す。
＜測定地点＞

- 5.1.2 実証環境と同様

＜測定回数＞

- 受信電力（RSSI/SS-RSRP）、回線品質（BLER）、伝送スループット：1 回
- IP レイヤのエンドツーエンドでの伝送速度、遅延、遅延変動、
- パケットロス測定：4 回（ローカル５Ｇ区間 3 回、ローカル５Ｇ⇔VPN 区間 1 回）

＜測定時間＞

- 3 分

＜集計方法＞

- 受信電力（RSSI/SS-RSRP）、回線品質（BLER）、伝送スループット：結果データをグラフ化
- 伝送速度、遅延、遅延変動：平均値
- パケットロス：パーセンテージ

＜測定器＞

- 受信電力（RSSI）、回線品質（BLER）、伝送スループット：ローカル５Ｇ機器のモニタ機能
- 受信電力（SS-RSRP）：ML8780A
- 伝送速度、遅延変動、パケットロス測定：iperf（OS：Ubuntu 20.04 LTS）
- 遅延：Linux Ping（OS は Ubuntu 20.04 LTS）

① 車両や人が通過中もデータを測定する。
ユースケースとして、通過中は瞬断が許容出来るか実証内で検証する。

② 標準オムニアンテナから平面アンテナに変更する評価の目的は、他のローカル５Ｇ機器等近傍周波数使用機器との干渉が発生した場合や、オムニアンテナでは通信がしづらいユースケースが発生した場合に、基地局側のアンテナを指向性アンテナに変更することで改善を図ることである。

③ 基地局に標準オムニアンテナを装着する場合も高さの変更を行う。
（※端末側の高さは変更しない）

5.5.3　検証結果

5.5.3.1 基地局と端末の間に遮蔽物（人、車両）がある場合の影響

（1）五島中央病院（手術室 4）

1）人の遮蔽による影響

室内において、基地局と端末間を人の通過前、中、後、完全遮蔽と 3 分間連続にて計測を実施した。以下に計測結果を示す。

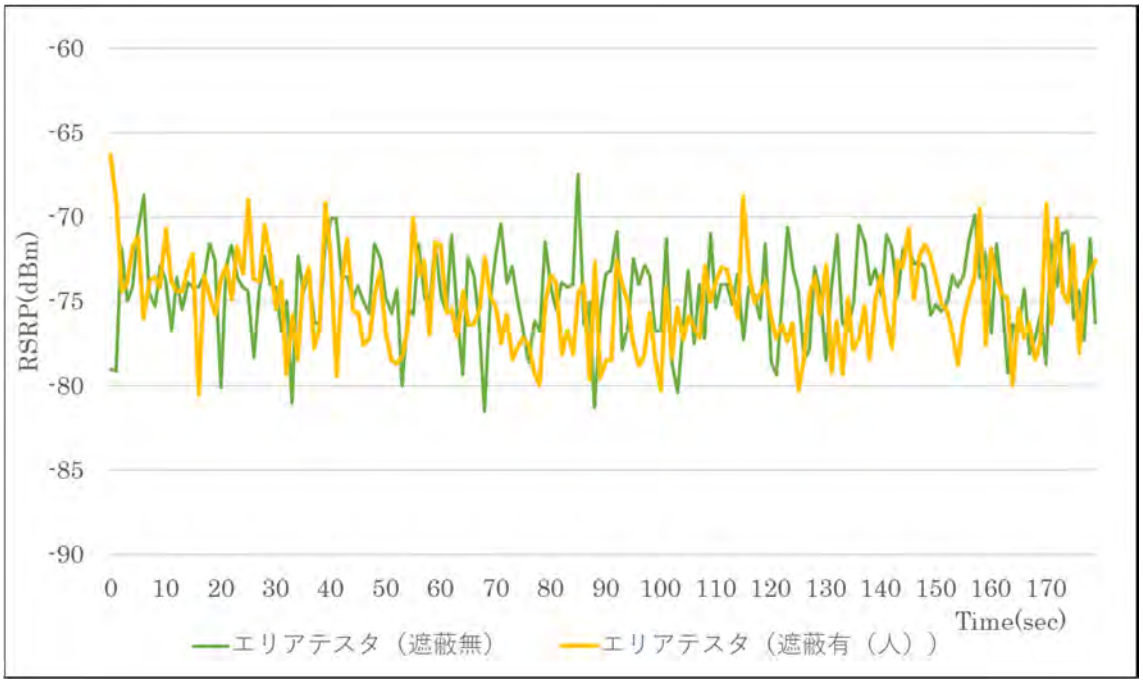


図 5.5.3.1-1　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

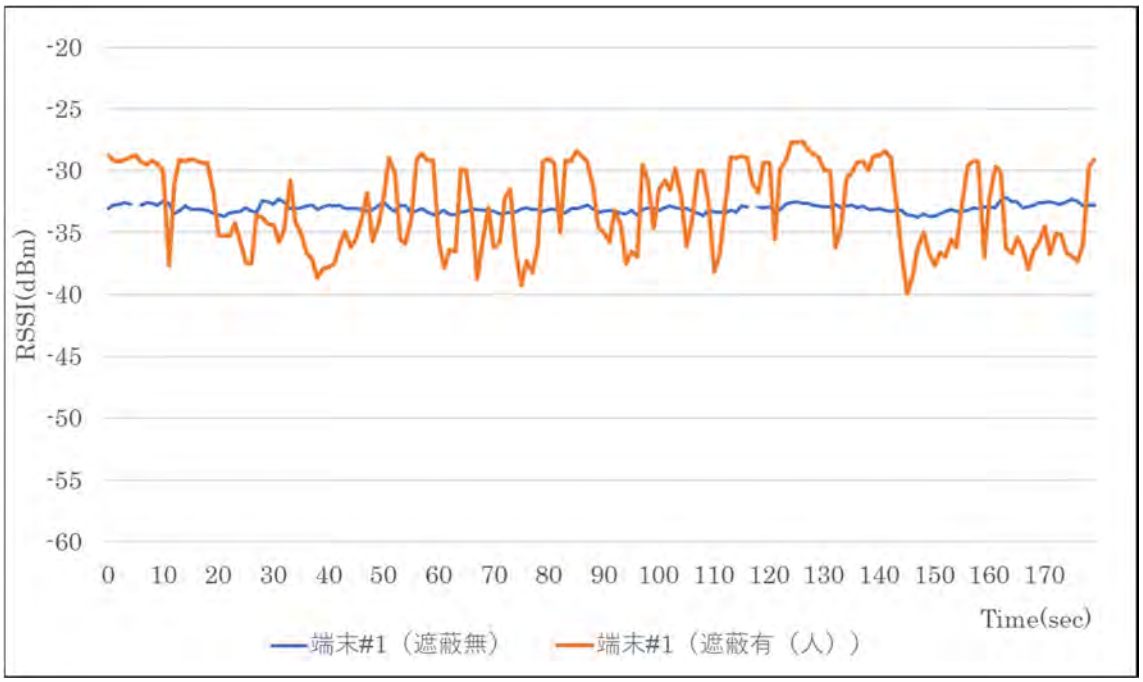


図 5.5.3.1-2　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

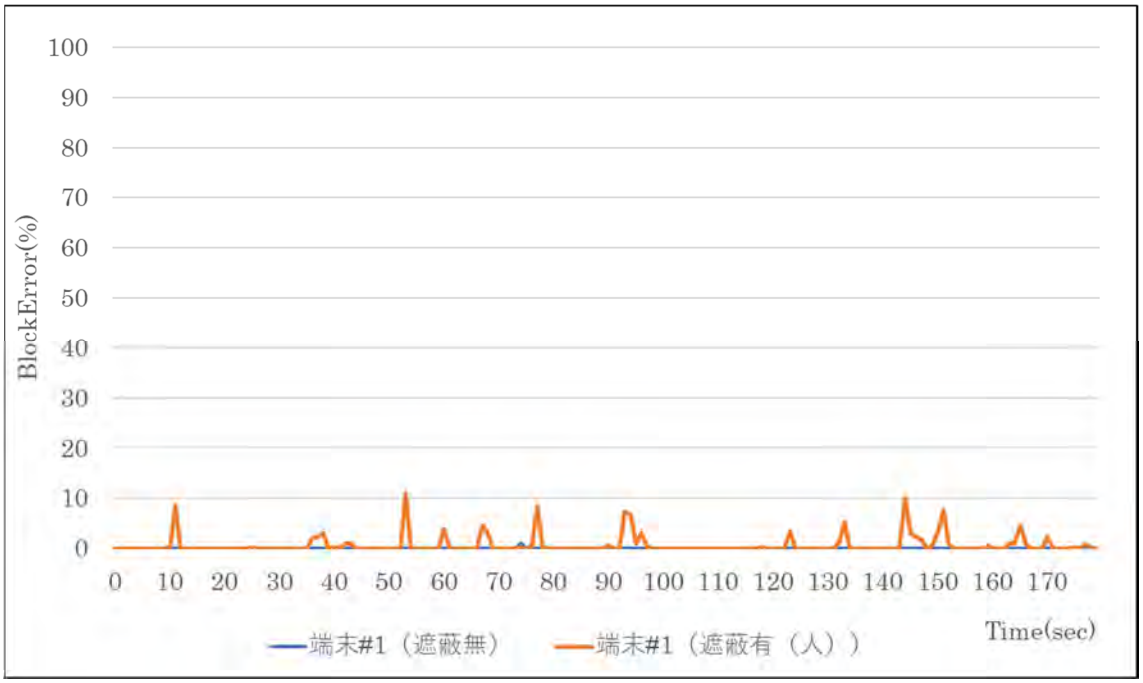


図 5.5.3.1-3　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（BLER）

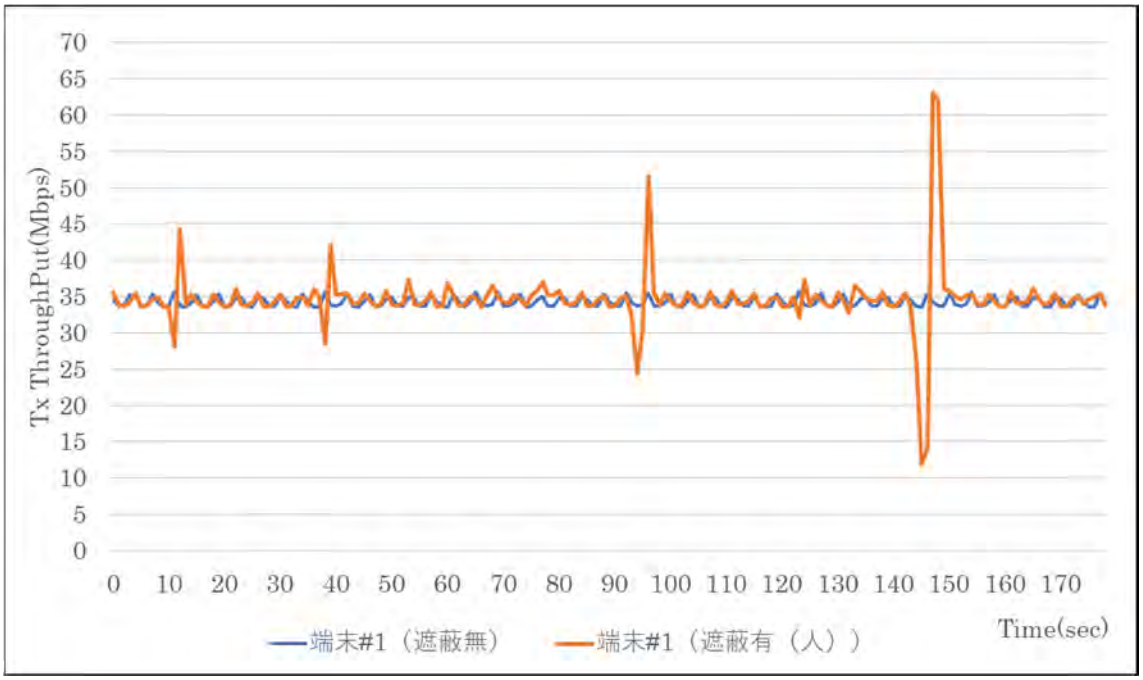


図 5.5.3.1-4　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.1-1　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	遅延 (msec) Round Trip Time
	１回目	１回目
端末#1	16	8.899
	16	

RSSI 値は人による遮蔽がない場合と比較すると、アルミメッキ銅板に囲まれた室内にて人が動くことにより最大±4dBm 幅で伝搬環境の変化がある。伝搬環境の変動でエラーが発生し、アップリンクの伝送スループットに瞬間的に影響を与えている。

（2）かけはし木場（ショートステイ２人部屋）

1）人の遮蔽による影響

室内において、基地局と端末間を人の通過前、中、後、完全遮蔽と３分間連続にて計測を実施した。以下に計測結果を示す。

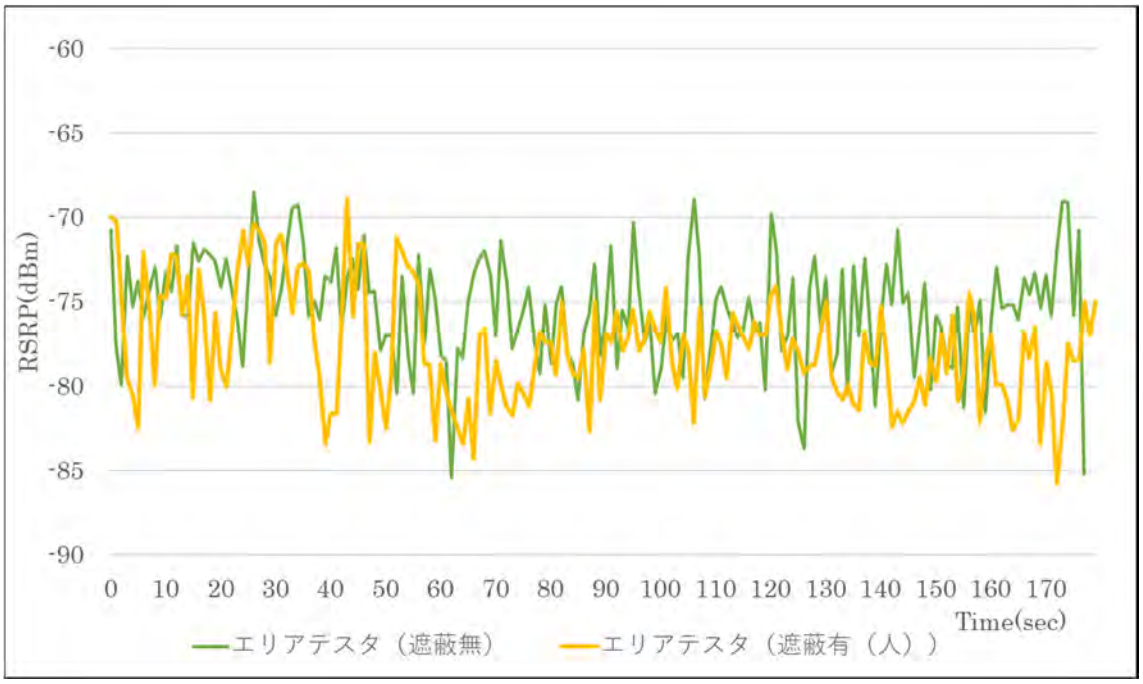


図 5.5.3.1-5　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

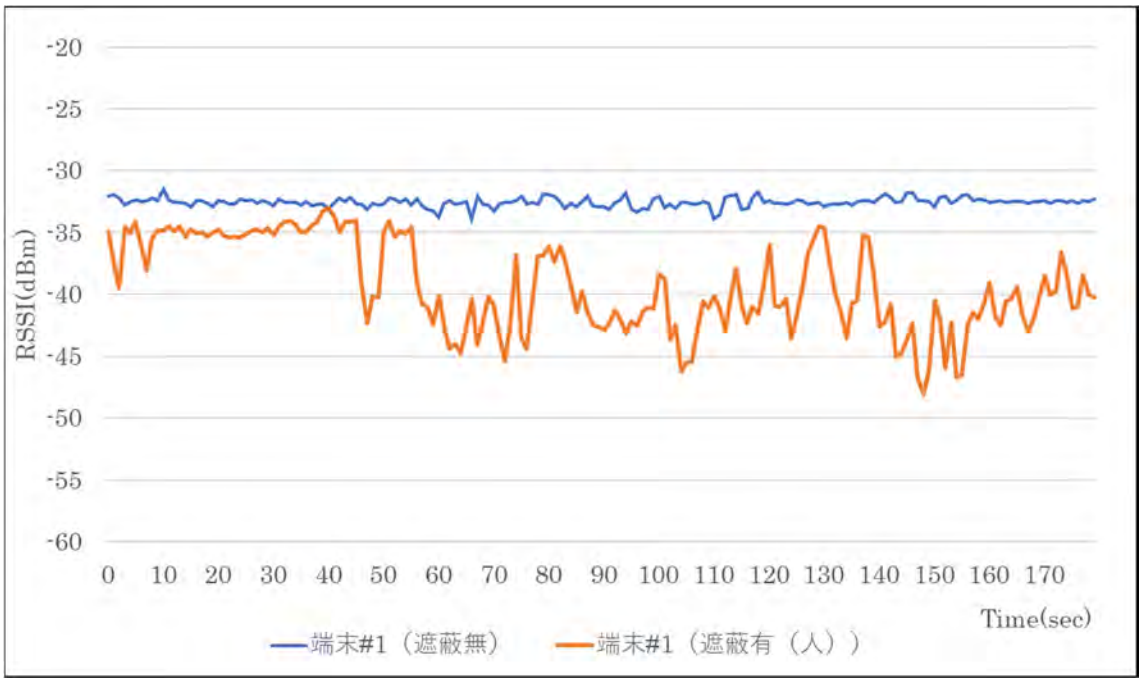


図 5.5.3.1-6　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

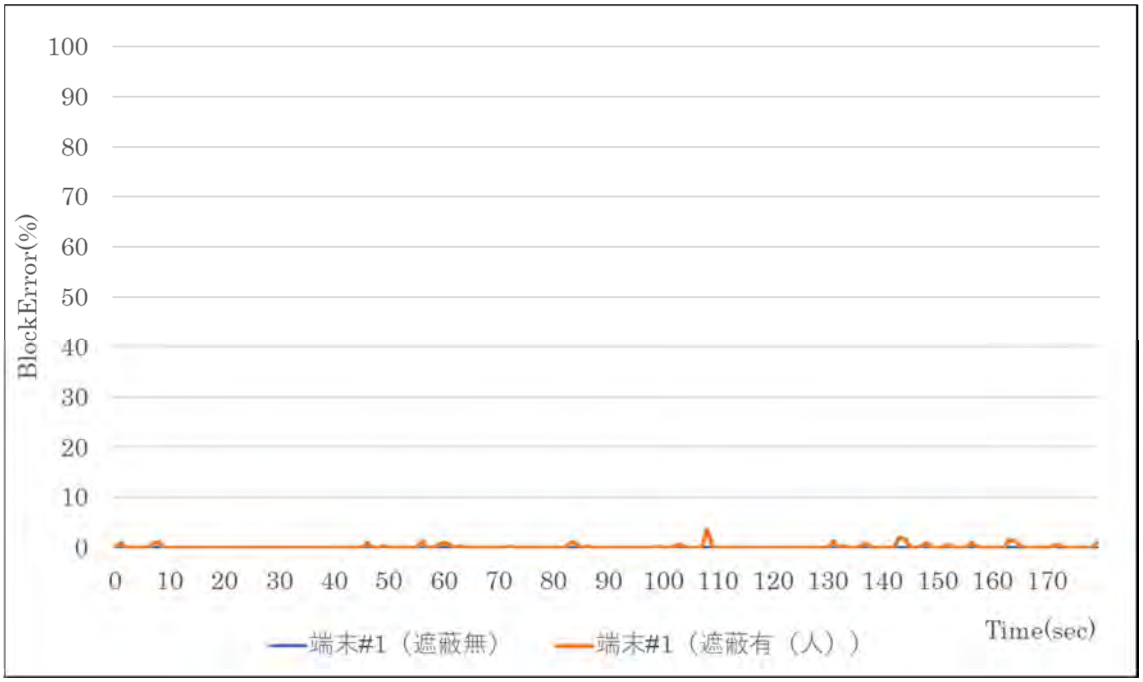


図 5.5.3.1-7　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（BLER）

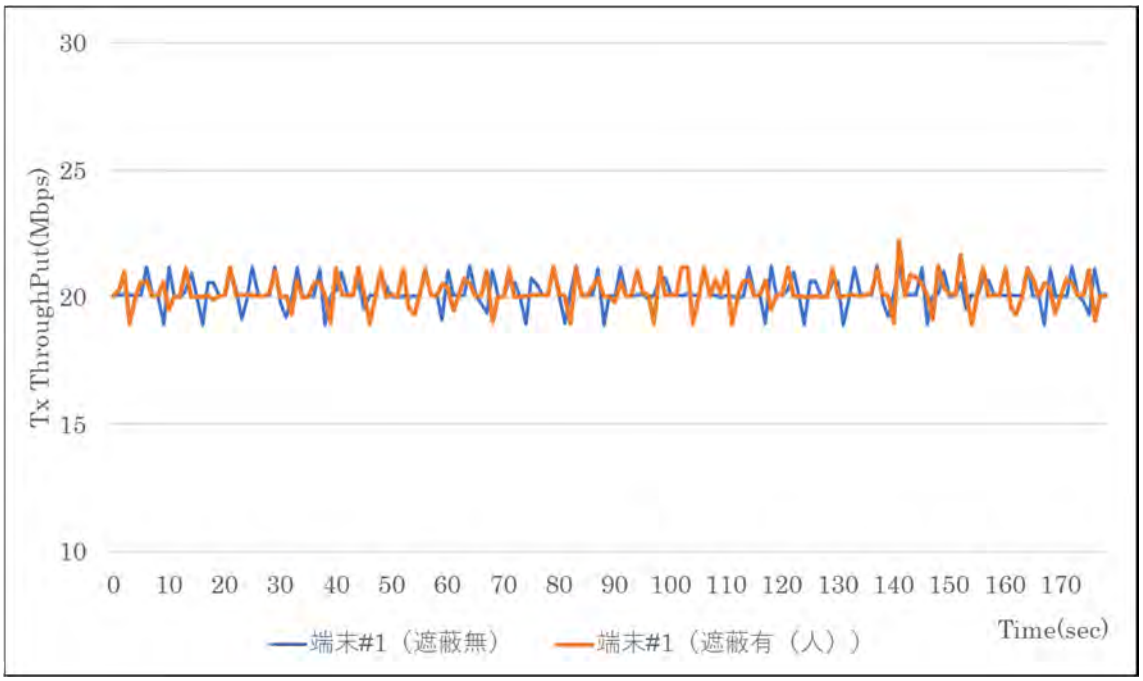


図 5.5.3.1-8　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.1-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	7.82	7.97	7.878
	3	3	3			

RSSI 値は人による遮蔽がない場合と比較すると、最大 15dBm の伝搬環境の変化がある。実証時に、人のみでなく、車椅子に乗った入居者による遮蔽もあったことから人以外の物による伝搬環境への影響があったと考える。伝送性能は、伝搬環境の変動によるエラーが多発することもなく、人による遮蔽による影響を受けることなく上り伝送スループット 20Mbps 付近で安定した通信が出来ている。

2）車の遮蔽による影響

屋外に設置した基地局と室内に設置した端末間を車にて通過前、通過中、通過後と連続で 3 分間計測をおこなった。計測結果を下記に示す。

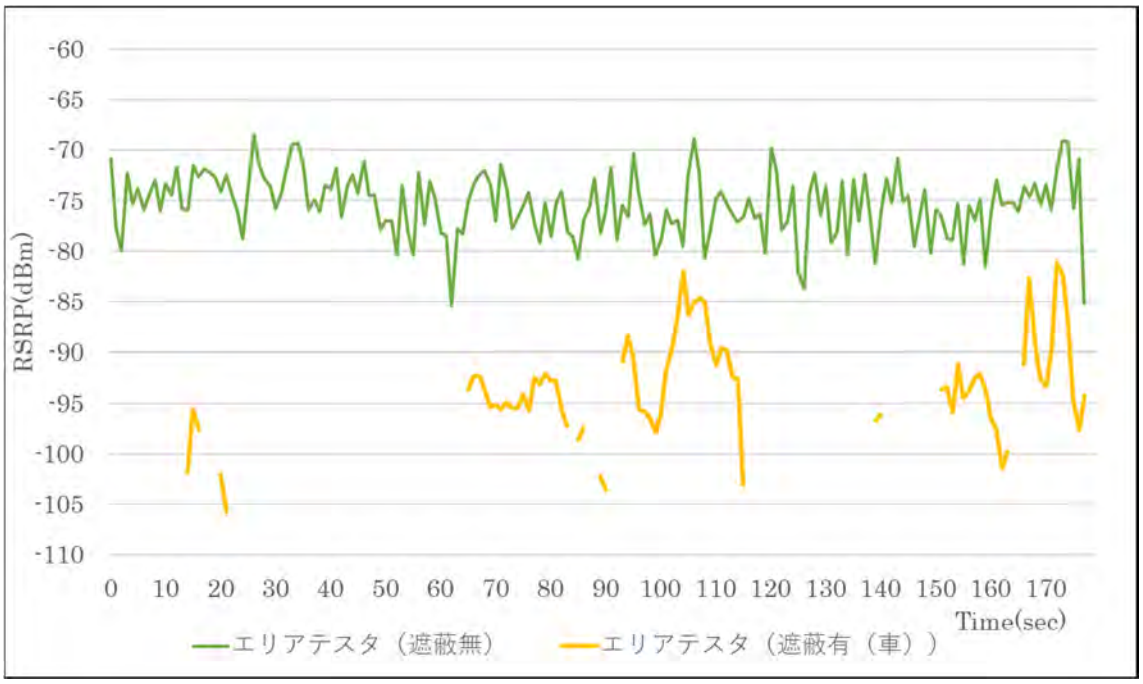


図 5.5.3.1-9　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

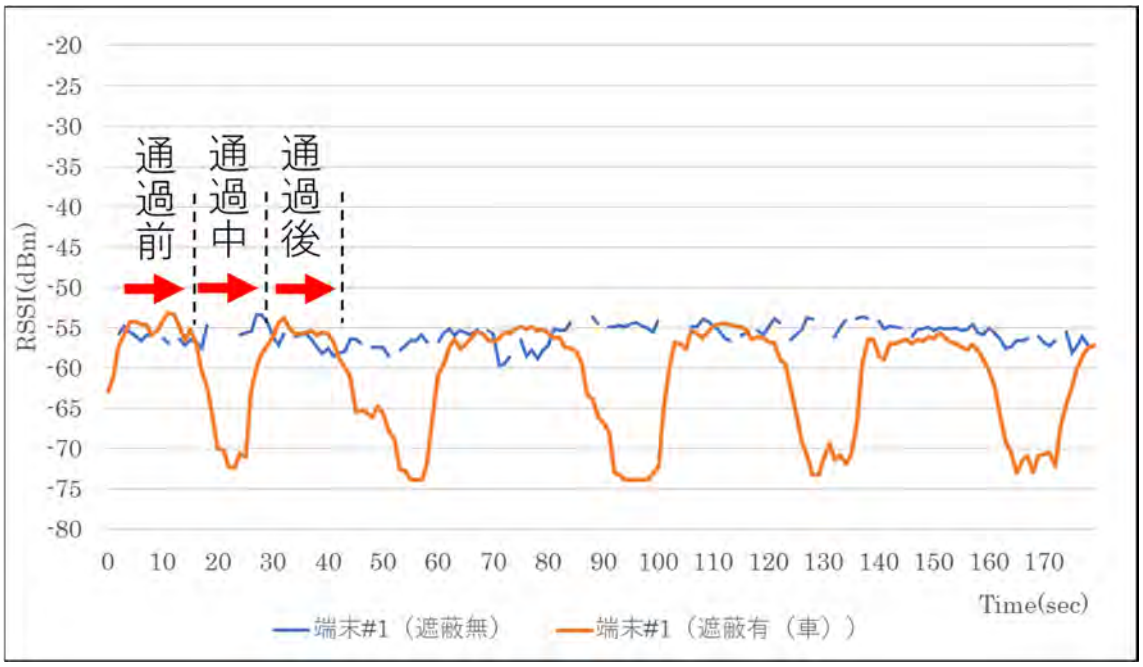


図 5.5.3.1-10　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

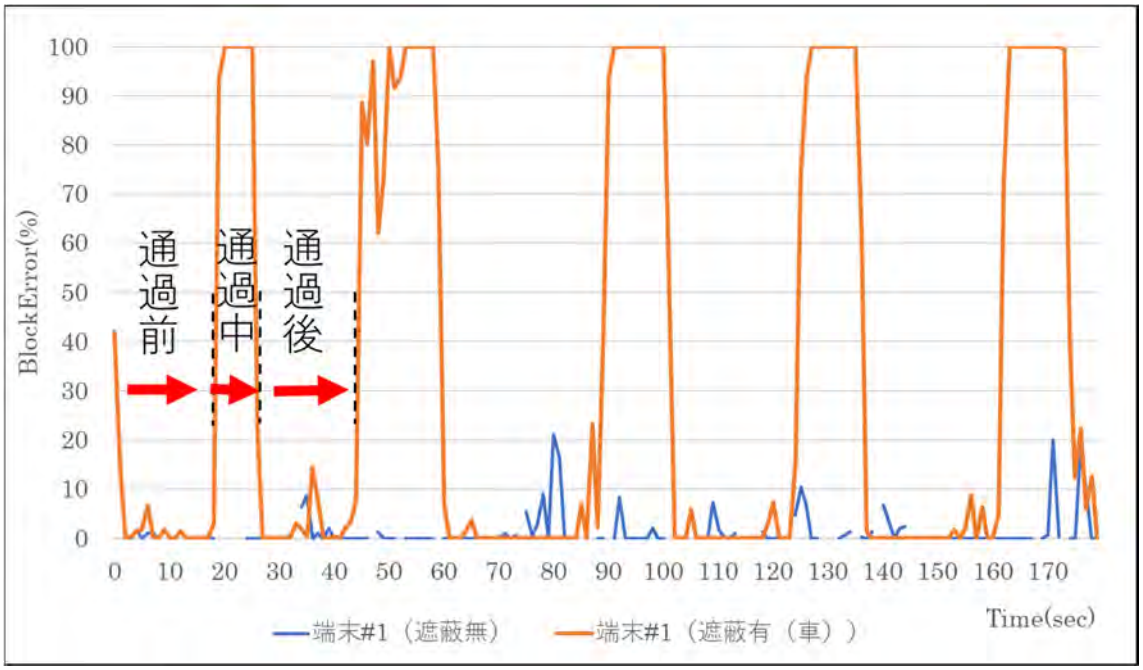


図 5.5.3.1-11　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（BLER）

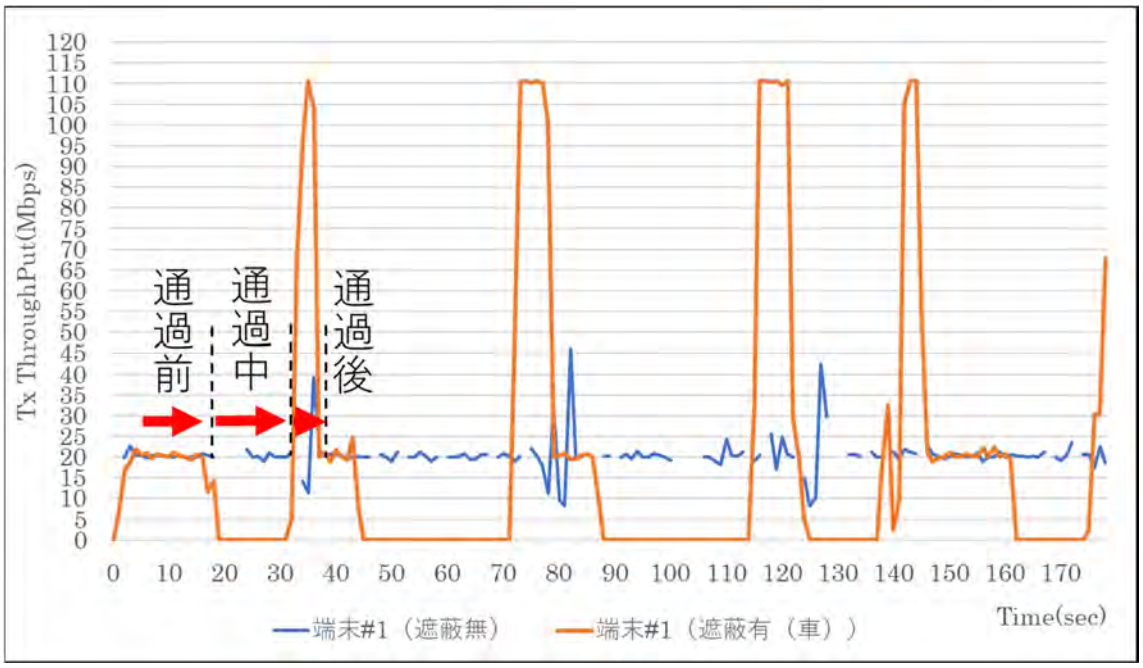


図 5.5.3.1-12　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.1-3　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	14.8	16	25.201	9.665	19.826
	2.63	2.8	3			

天候が小雨の中、屋外に設置した基地局と屋内端末間を車が通過前、通過中、通過後の伝搬環境の変化について測定を行った。RSSI 値については、通過中で 15dBm の伝搬環境の変化があり、BLER が 100%、上り伝送スループット 0Mbps で回線断となった。通過後には復旧することから、基地局を屋外に設置し、屋内にて使用するケースにおいては、車の通行による回線断を考慮した上での映像伝送が必須となる。

5.5.3.2 アンテナの種類と高さの変更による影響

（1）五島中央病院（手術室 4）

1）基地局高 2m 位置

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.2-1　基地局高 2m 位置

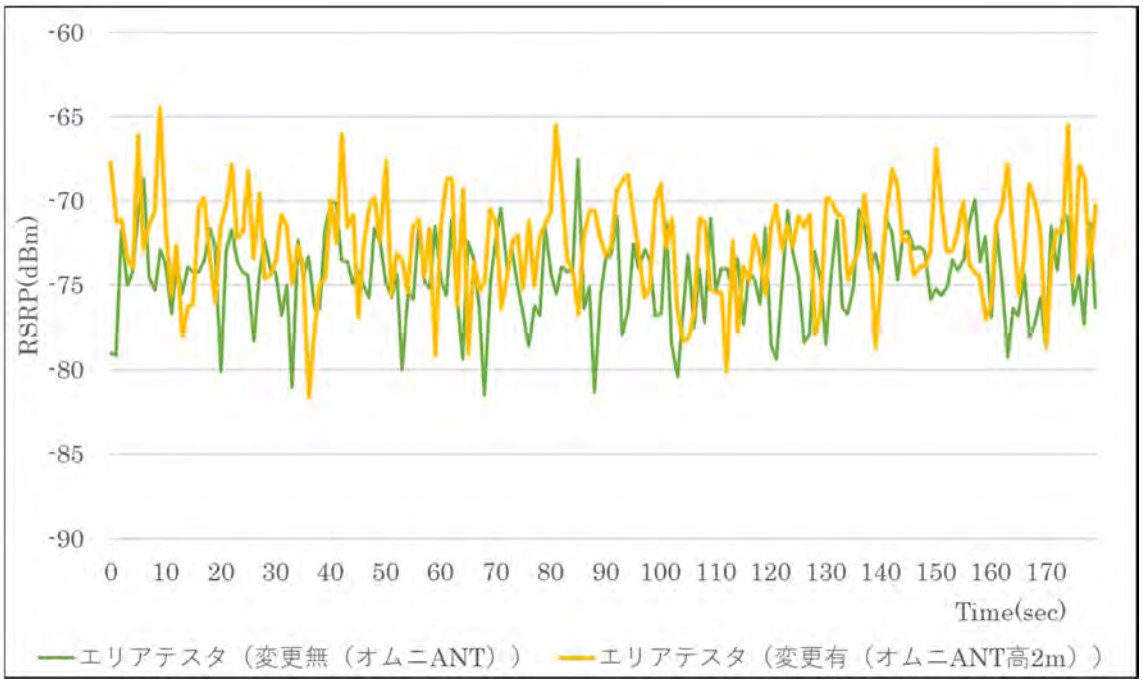


図 5.5.3.2-2　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

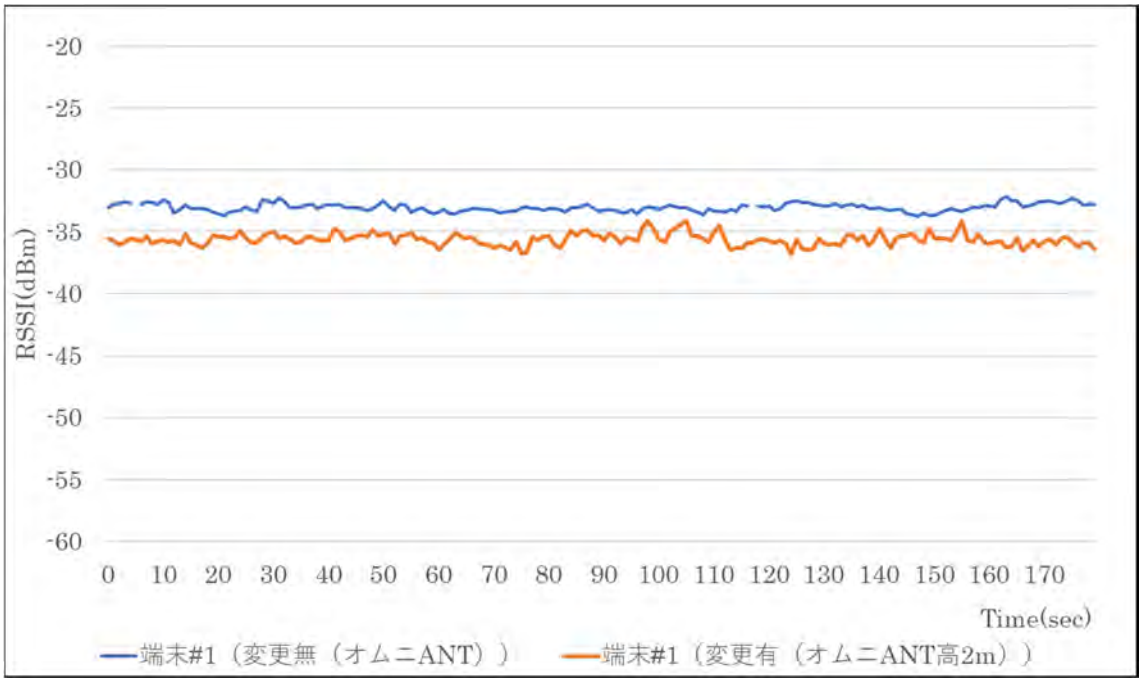


図 5.5.3.2-3　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（RSSI）

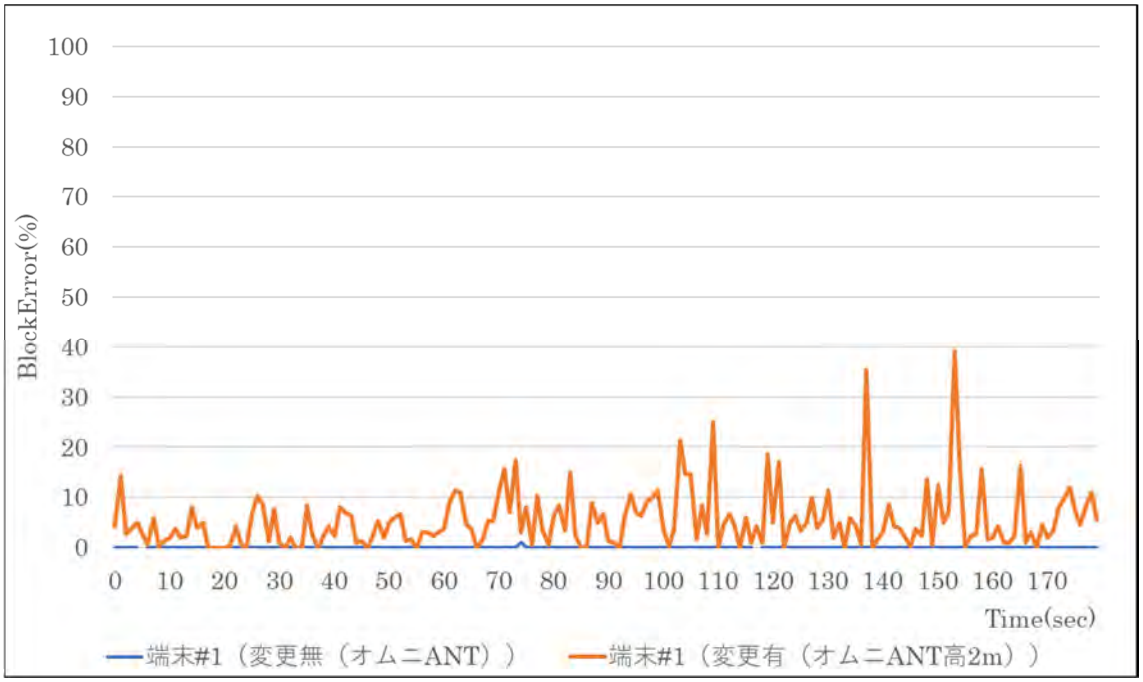


図 5.5.3.2-4　ローカル５Ｇ端末測定結果グラフ（BLER）

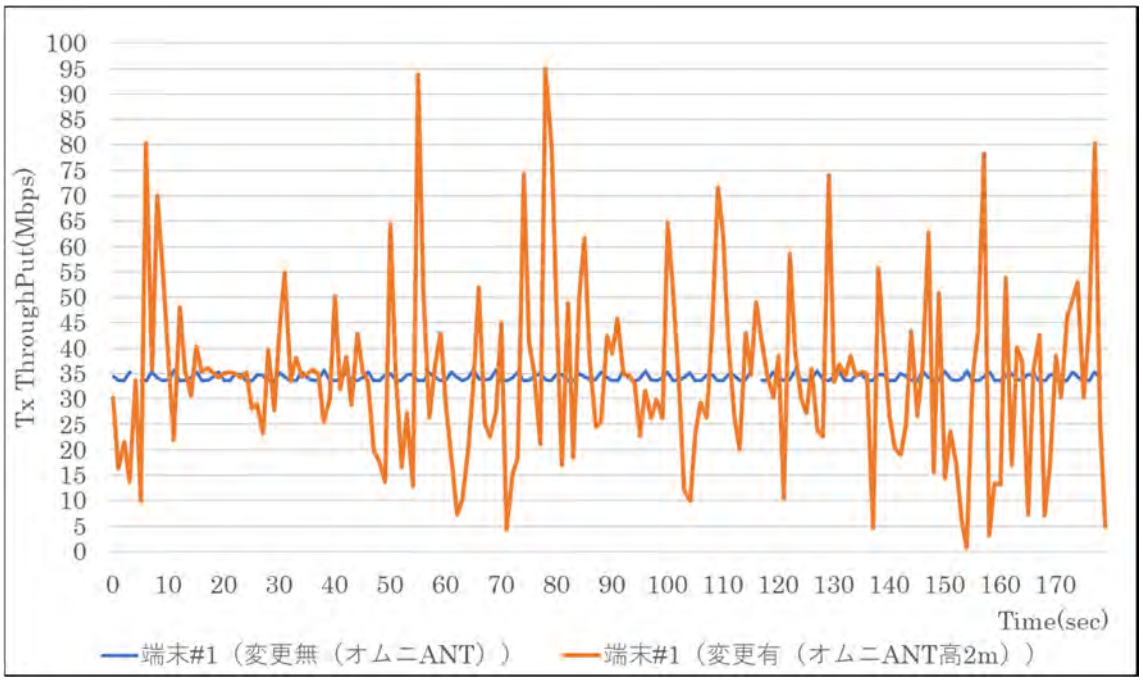


図 5.5.3.2-5　ローカル５Ｇ装置端末結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-1　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目
端末#1	15.9	8.131
	15.3	

RSRP の測定結果において、アンテナ高が高くなることにより、受信電力値は改善されるが、ローカル５Ｇ機器においては、RSSI 値が 3dBm 程度の低下がみられた。またこの受信電力の低下に伴い、エラーが最大 40%発生し、上り伝送スループットが不安定になった。これらのことから、銅板に囲まれた手術室内においては、基地局高を高くすることによる有益な成果を得ることは出来なかった。

2）平面アンテナ使用時

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.2-6　平面アンテナ使用時

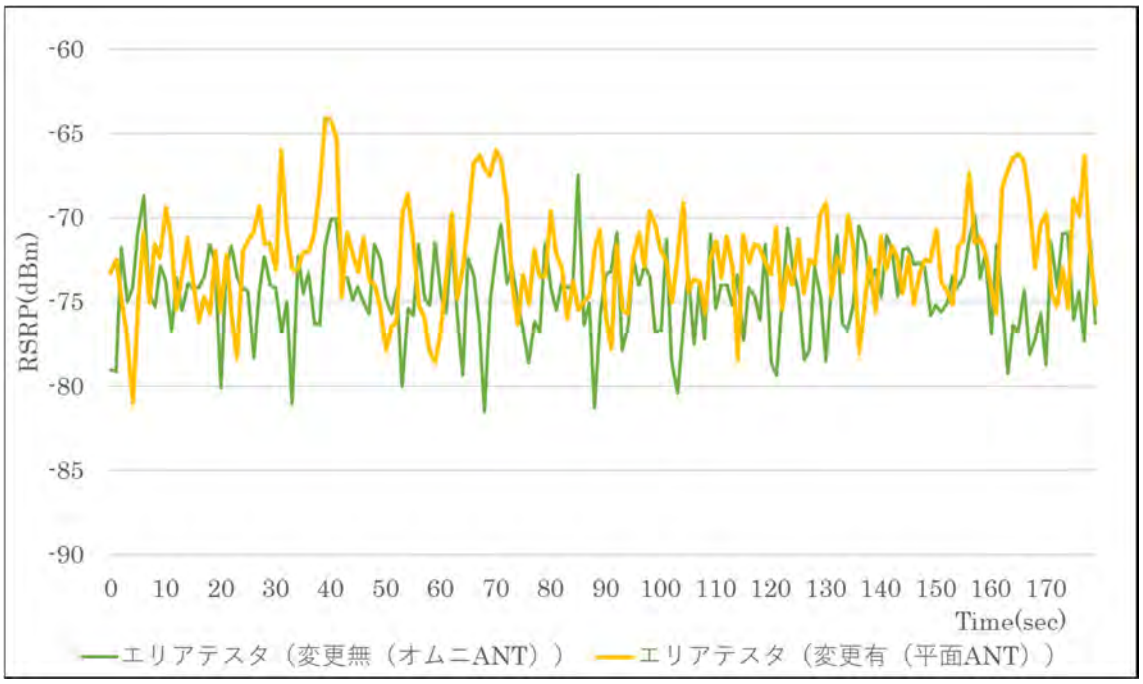


図 5.5.3.2-7　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

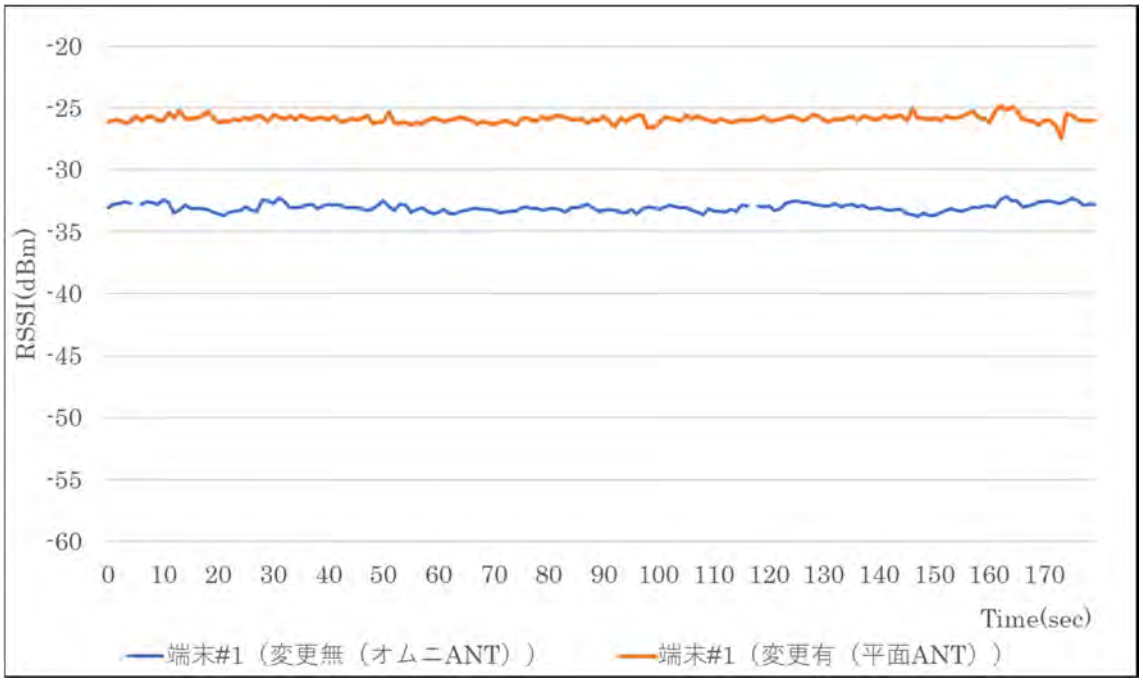


図 5.5.3.2-8　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

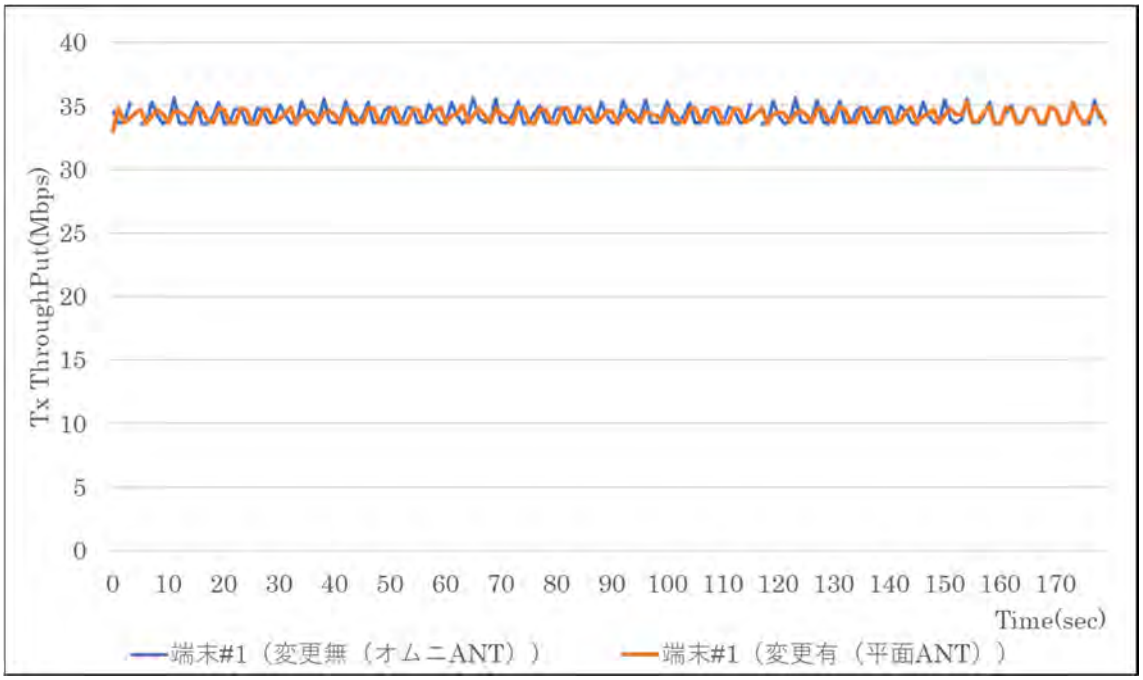


図 5.5.3.2-9　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目
端末#1	16	8.916
	16	

RSRP の測定結果において、平面アンテナを使用することにより、受信電力値が改善され、ローカル５Ｇ機器における、RSSI 値も 6dBm 程度の改善がみられた。上り伝送スループットも安定して伝送が出来ている。これらのことから、銅板に囲まれた手術室内においては、平面アンテナを使用することで、伝搬環境の改善を図れる結果となった。

3）平面アンテ高 2m時

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.2-10　平面アンテナ高 2m位置

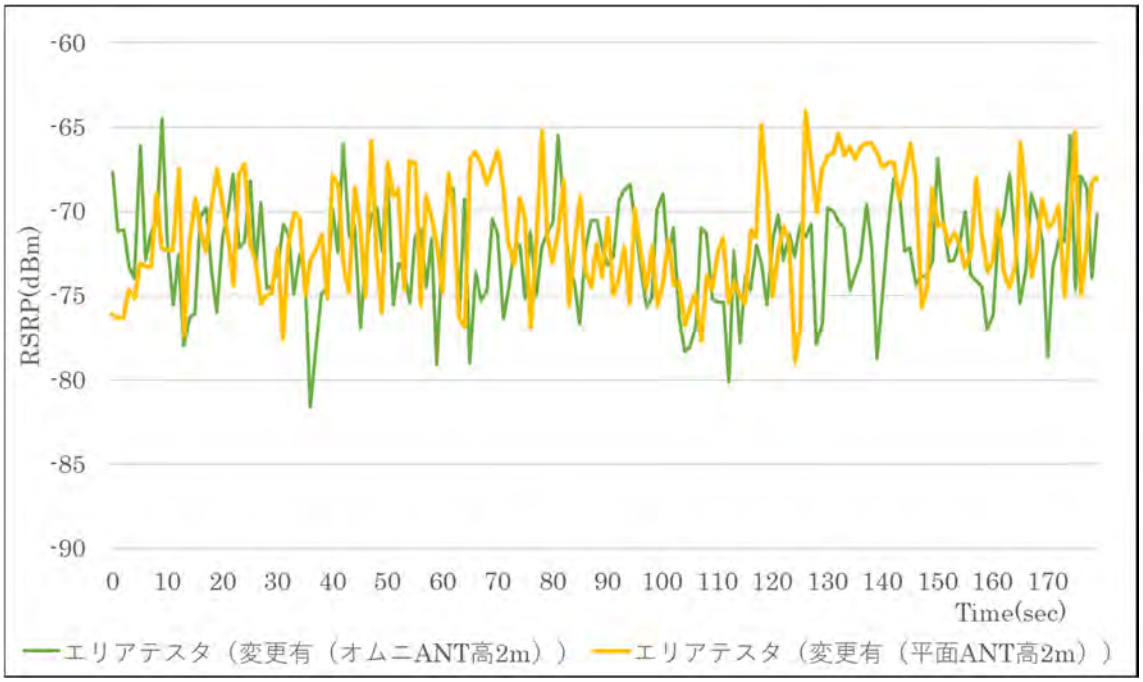


図 5.5.3.2-11　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

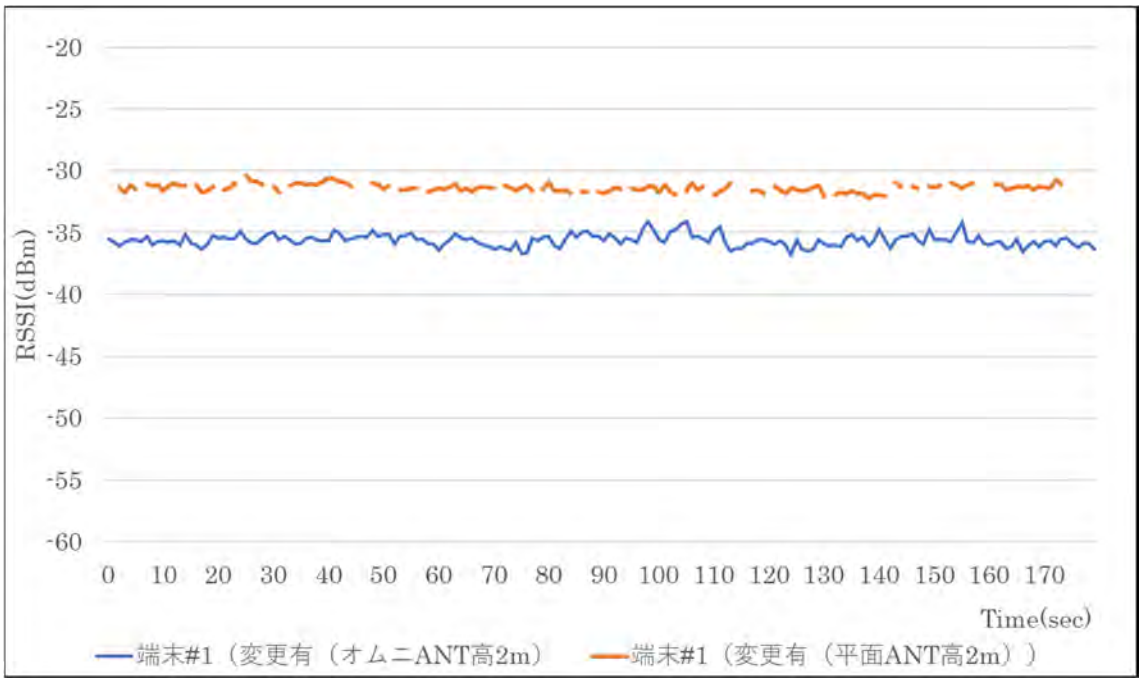


図 5.5.3.2-12　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

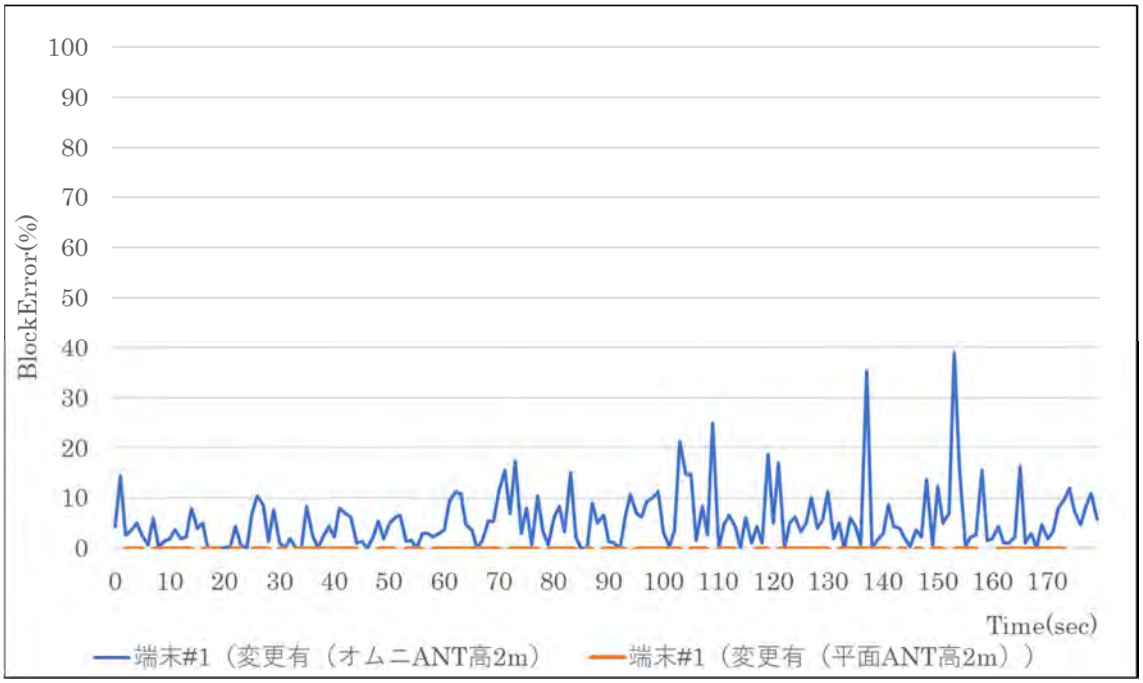


図 5.5.3.2-13　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

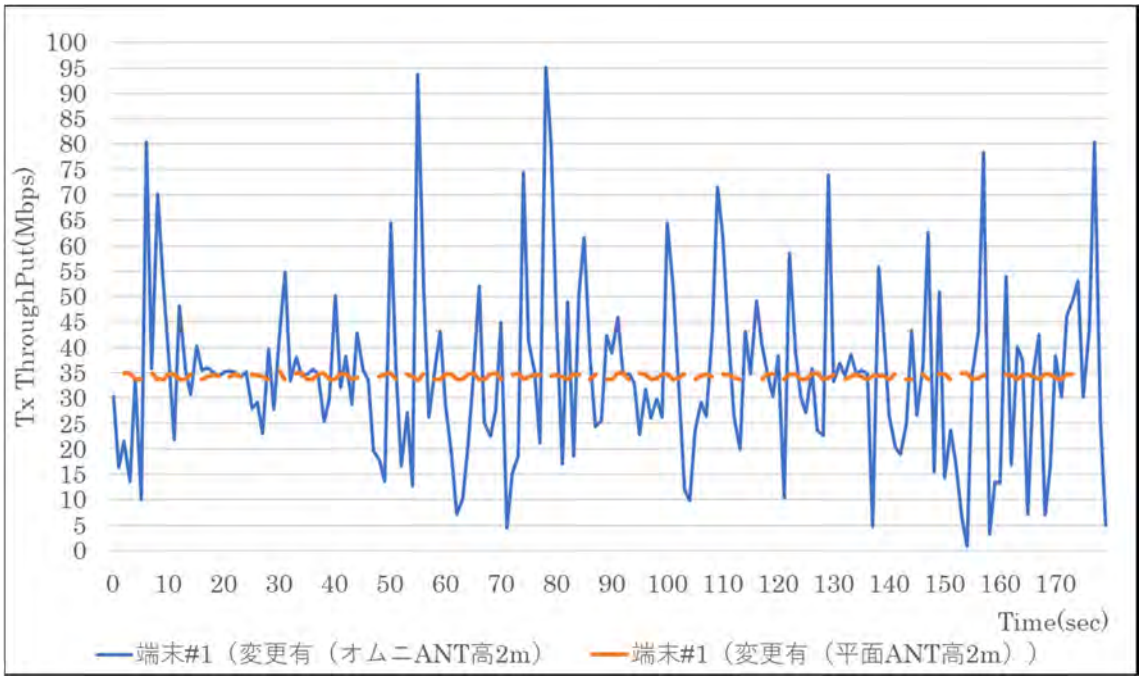


図 5.5.3.2-14　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-3　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット (Mbps)	遅延 (msec) Round Trip Time
	1 回目	1 回目
端末#1	16	8.457
	16	

SS-RSRP の測定結果では、変化は見られなかったものの、ローカル５Ｇ機器の RSSI 値では、約 3dB、BLER 値は、エラーフリー、上り伝送スループットも安定するという改善が見られた。要因としては、オムニアンテナは、無指向性のため、アンテナの周囲に電波を発射しており、周囲の銅板の壁で電波の反射が発生していたが、指向性の平面アンテナに変更することで、電波の発射方向を絞り、周囲の銅板の壁に反射する電波を軽減することができたため、測定結果に改善が見られたと考える。

（2）かけはし木場（ショートステイ 2 人部屋）

1）基地局高 2m位置

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.2-15　基地局高 2m 位置

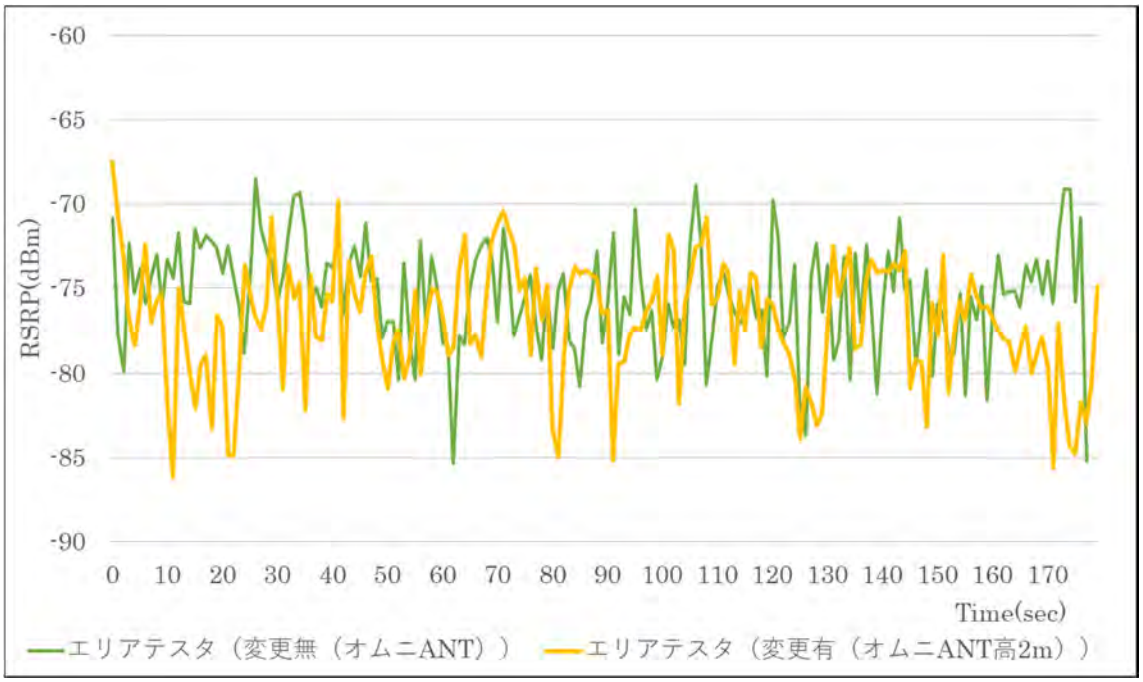


図 5.5.3.2-16　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

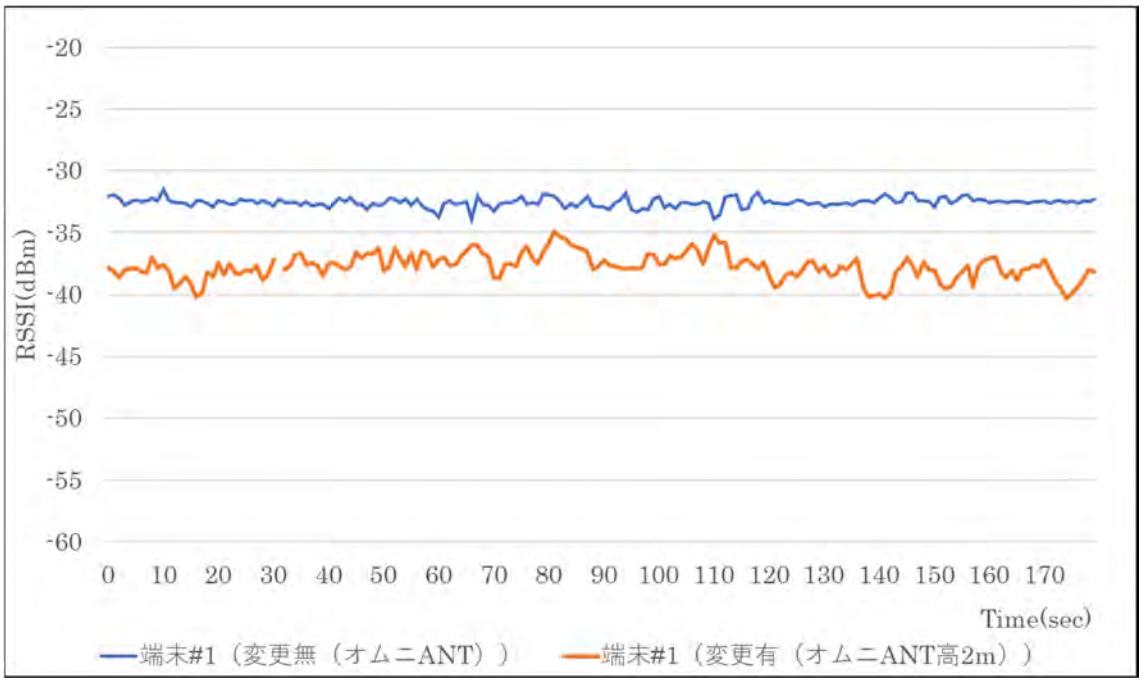


図 5.5.3.2-17　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

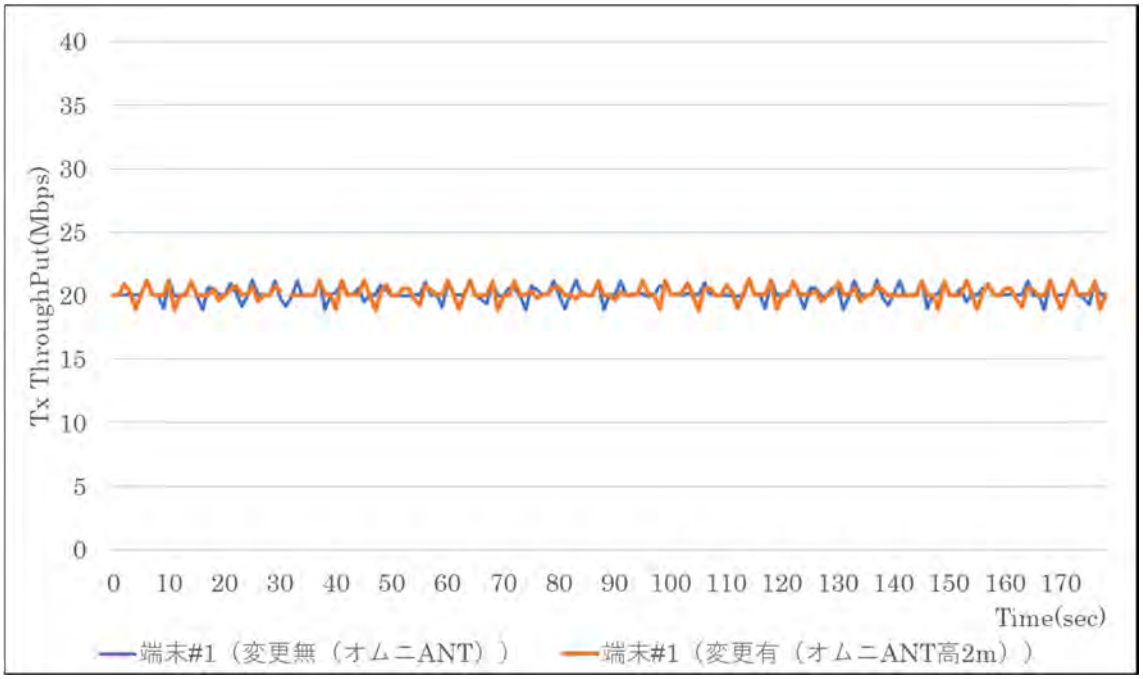


図 5.5.3.2-18　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-4　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	8.167	7.895	8.068
	3	3	3			

RSRP の測定結果において、アンテナ高が高くなることにより、受信電力値が低下し、ローカル５Ｇ機器においても、RSSI 値が最大で 7dBm 程度受信電力値が低下した。しかしながら、上り伝送スループットは安定した伝送となっている。これらのことから、壁天井がプラスタボード、扉がウッドドア、ベッドが置かれた室内においては、基地局高を高くすることによる有益な成果を得ることは出来なかった。

2）平面アンテナ使用時

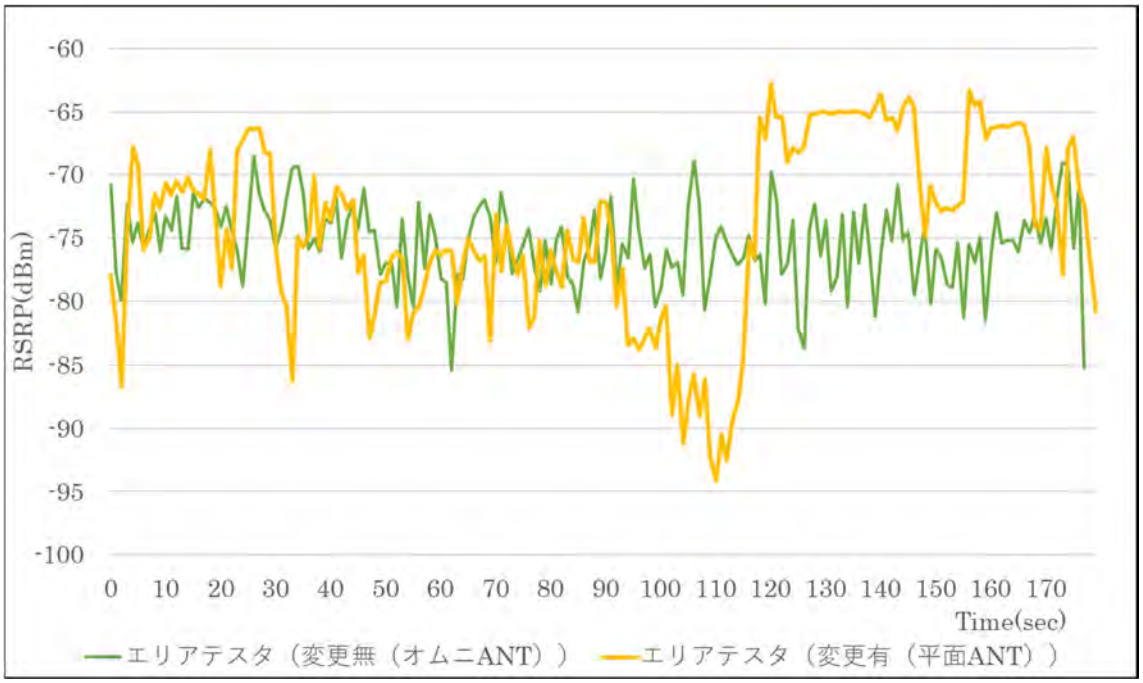


図 5.5.3.2-19　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

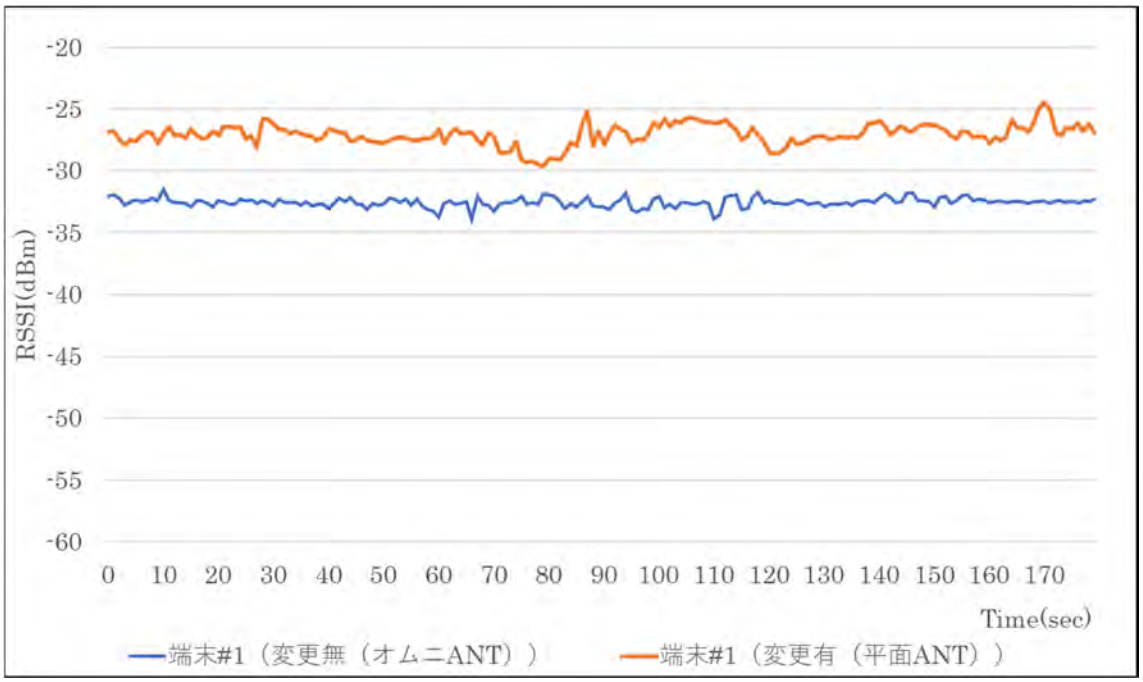


図 5.5.3.2-20　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

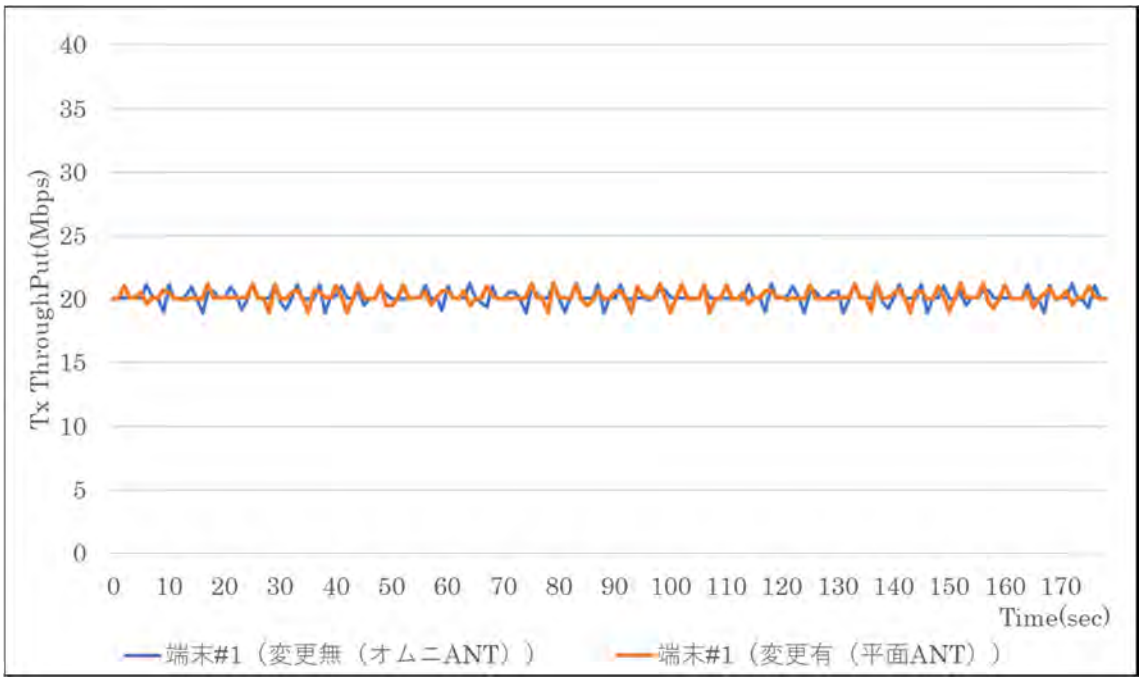


図 5.5.3.2-21　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-5　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	8.093	7.992	8.143
	3	3	3			

RSRP の測定結果において、受信電力値の変動幅が広がり、ローカル５Ｇ機器においては、RSSI 値が最大で 7dBm 程度受信電力値が改善され、上り伝送スループットも安定した伝送となっている。これらのことから、壁天井がプラスタボード、扉がウッドドア、ベッドが置かれた室内においては、平面アンテナを使用することで、伝搬環境が改善されることが確認出来た。

3）平面アンテナ 2m 位置時

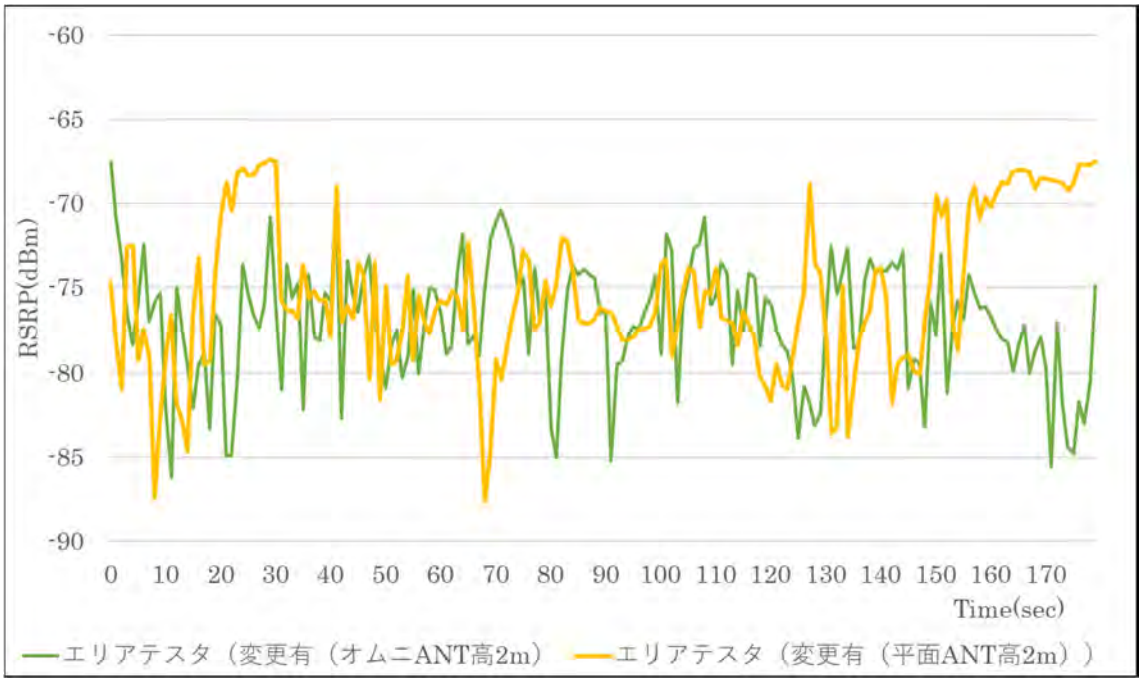


図 5.5.3.2-22　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

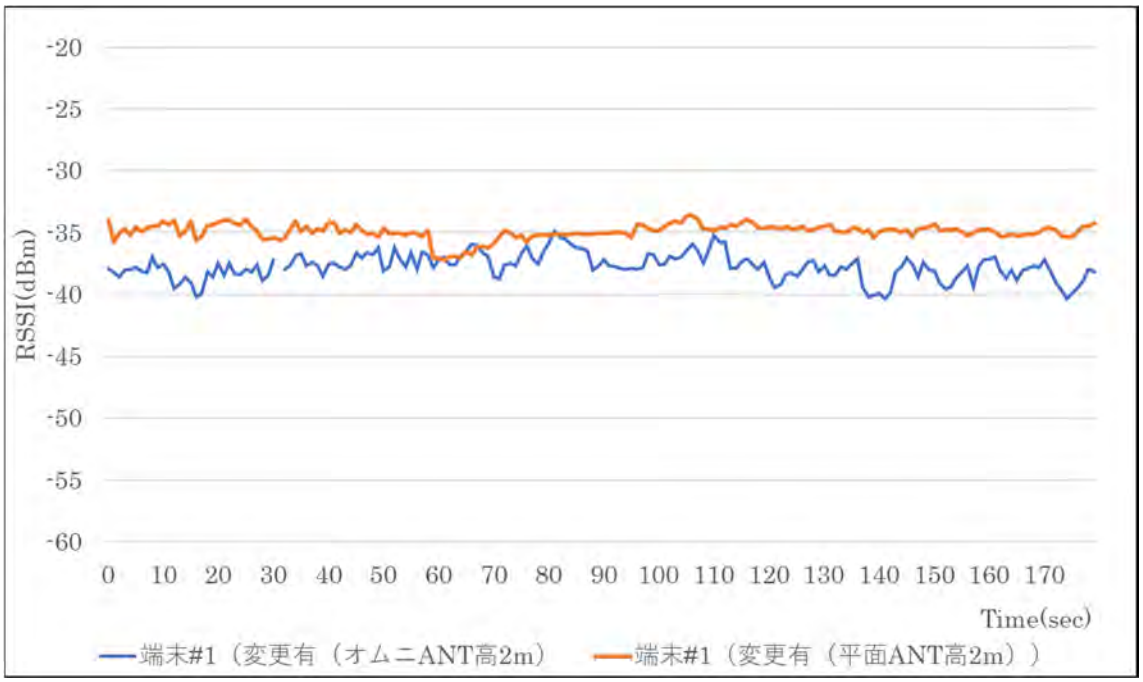


図 5.5.3.2-23　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

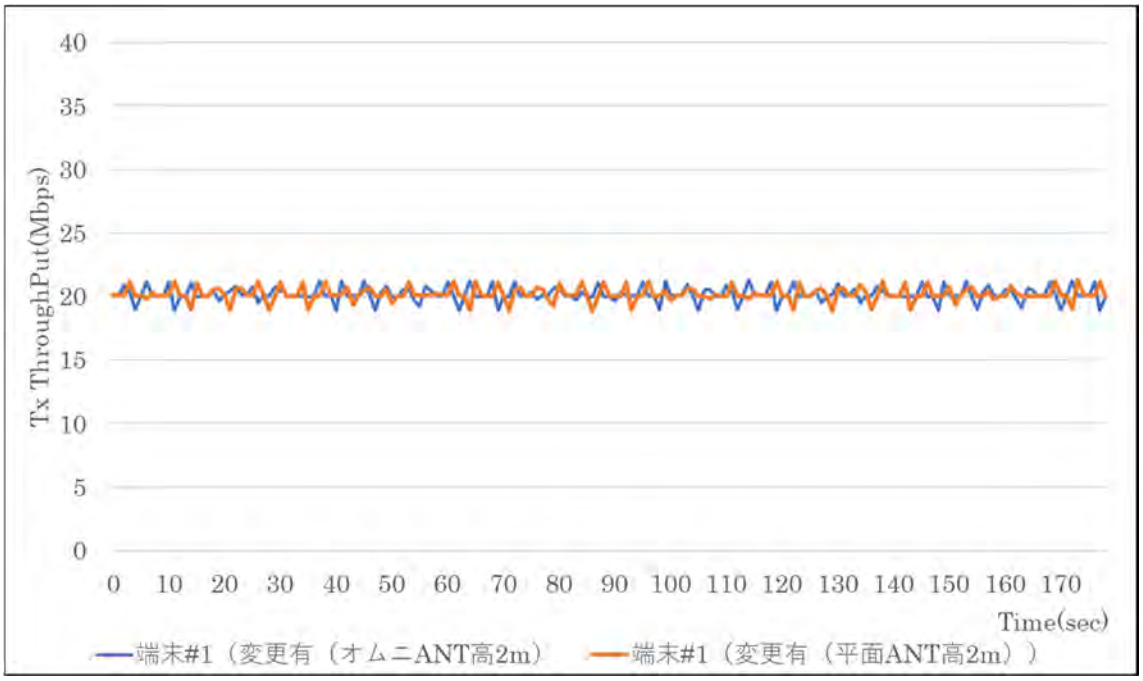


図 5.5.3.2-24　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.2-6　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	7.922	7.965	8.008
	3	3	3			

RSRP の測定結果において、受信電力値はほぼ同等ではあるが、ローカル５Ｇ機器においては、RSSI 値が最大で 3dBm 程度受信電力値が改善され、上り伝送スループットも安定した伝送となっている。これらのことから、壁天井がプラスタボード、扉がウッドドア、ベッドが置かれた室内においては、アンテナ高を高くすることで、伝搬環境が改善されることが確認出来た。

5.5.3.3 装置の出力変化による影響

（1）五島中央病院（皮膚科）

五島中央病院の皮膚科に基地局と端末をア項で測定した箇所と同じ箇所に設置し、さらに装置の出力を 18dBm から 8dBm に変更し、3 分間計測をおこなった。計測結果を下記に示す。

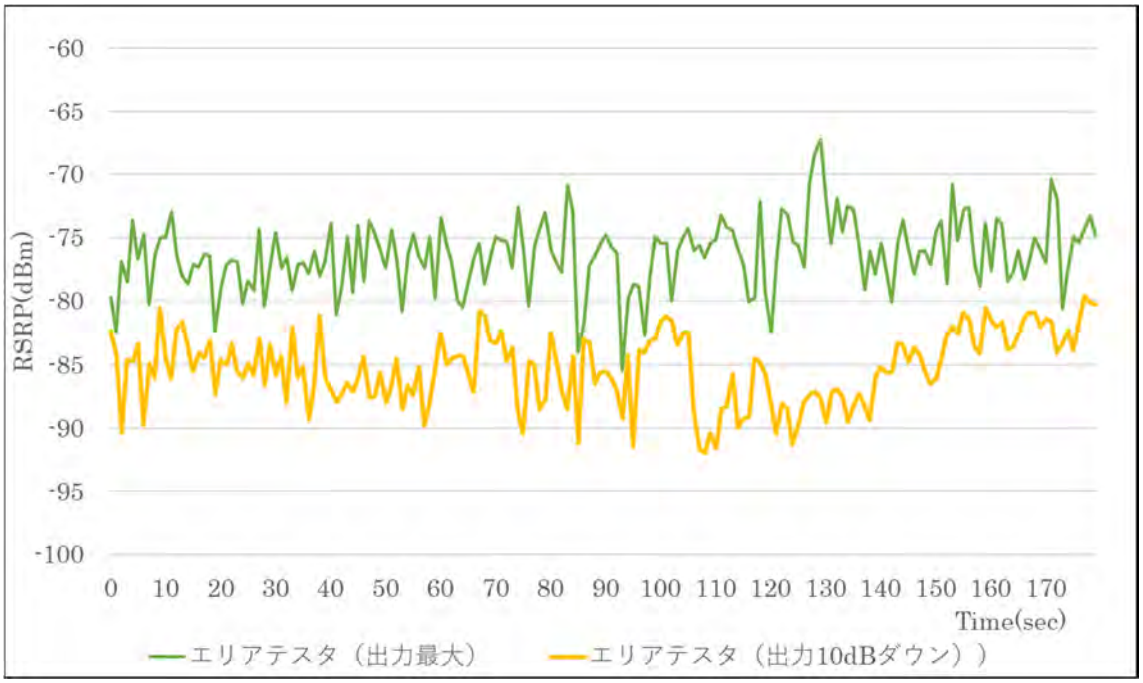


図 5.5.3.3-1　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

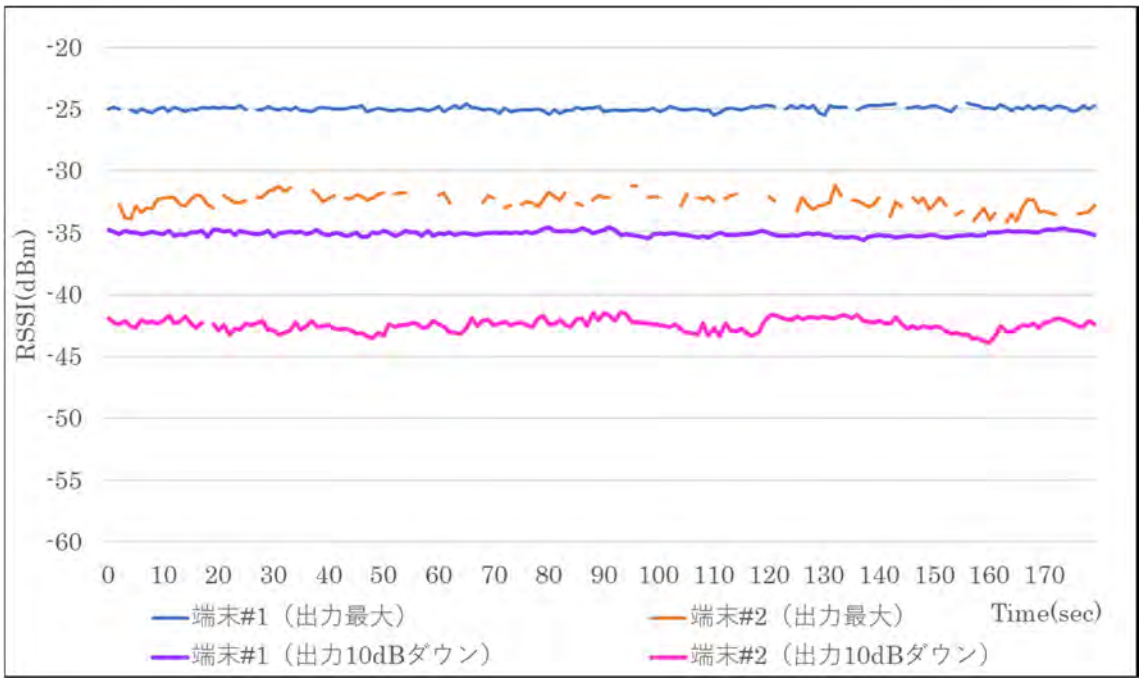


図 5.5.3.3-2　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

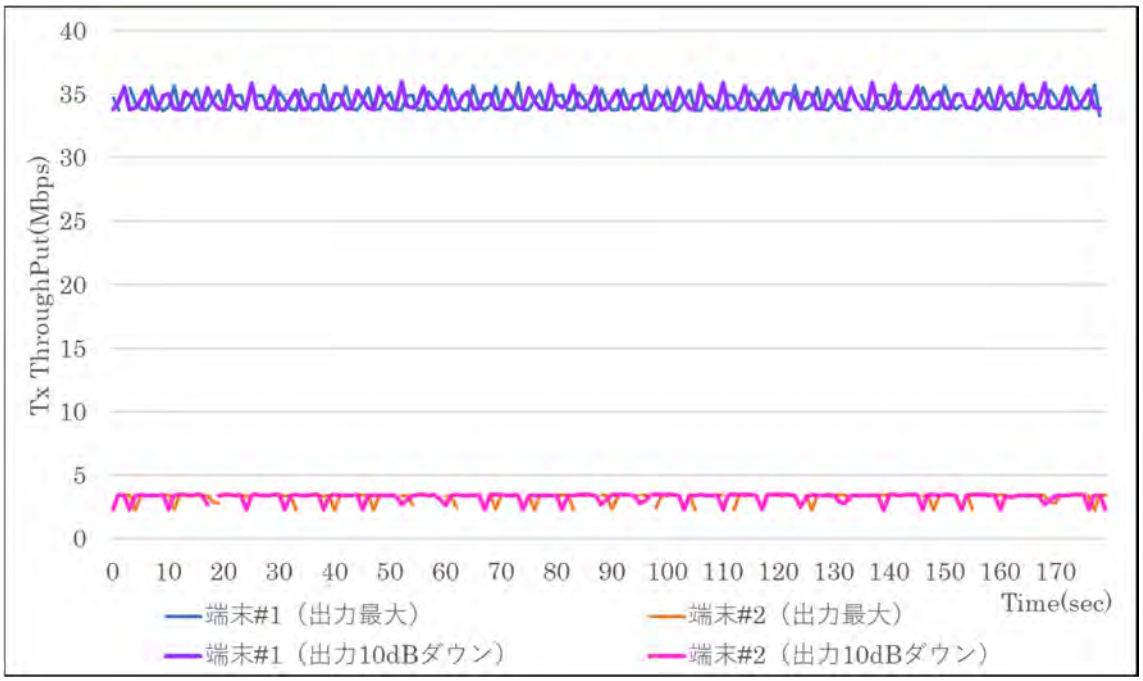


図 5.5.3.3-3　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.3-1　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	9.08	9.079	8.946
	16	16	16			
端末#2	3	3	3	7.945	7.908	7.84

メンテナンス画面の RSSI、エリアテスタの RSRP のグラフにあるように装置の出力が 10dBm ダウンしていることが分かる。また、伝送スループットも必要な分流れており、BLER も 0%であった。今後キャリア５Ｇとの干渉により、ローカル５Ｇの出力を落とす必要がある場合でも、装置の出力を変化させることで、運用することが可能という結果が得られた。

（2）かけはし木場（ショートステイ 2 人部屋）

かけはし木場のショートステイ 2 人部屋に基地局と端末をア項で測定した箇所と同じ箇所に設置し、装置の出力を 18dBm から 8dBm に変更し、3 分間計測をおこなった。計測結果を下記に示す。

図 5.5.3.3-4　エリアテスタ測定結果グラフ（RSRP）

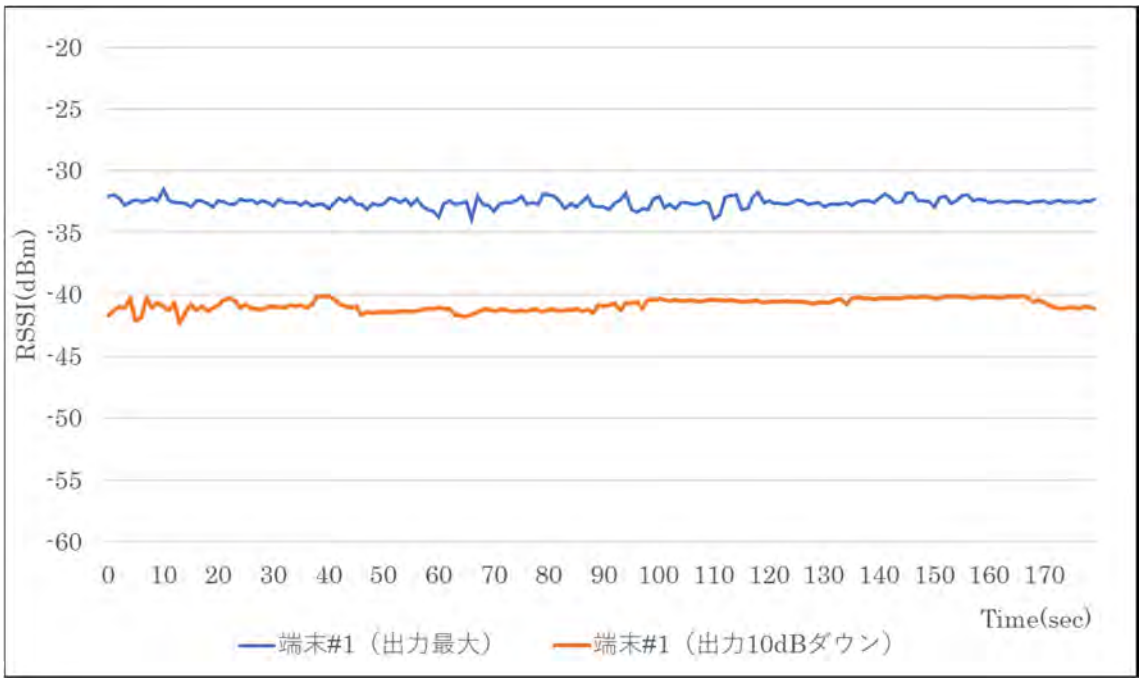


図 5.5.3.3-5　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

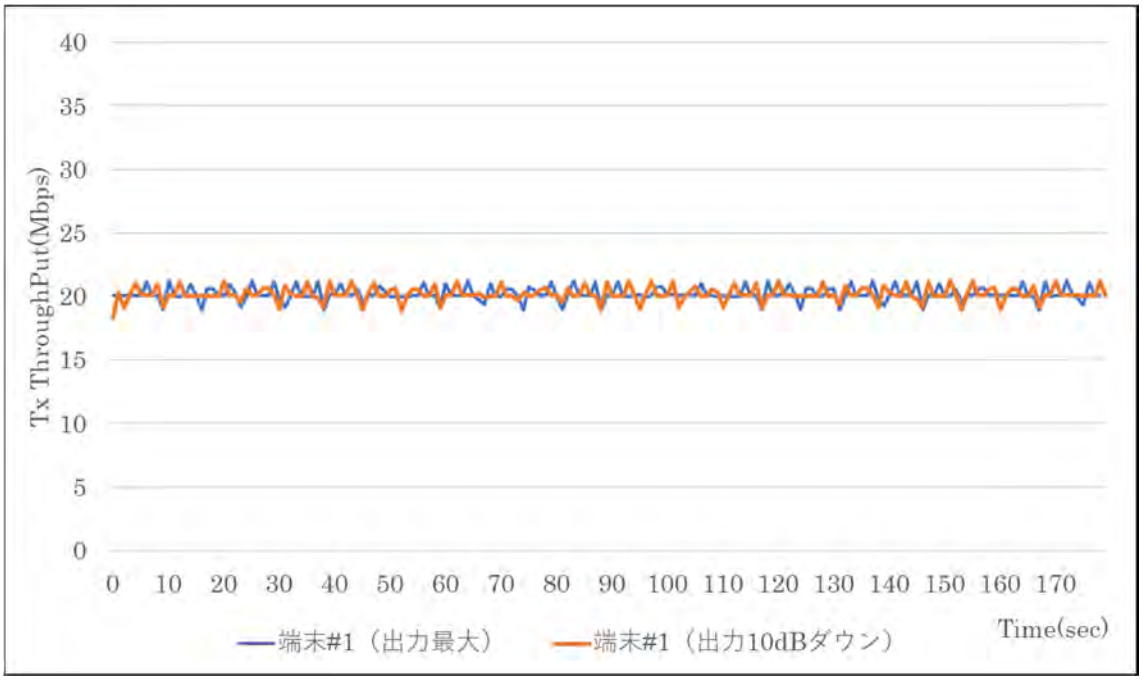


図 5.5.3.3-6　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット）

表 5.5.3.3-2　IP レイヤ測定結果（ローカル５Ｇ区間）

装置	伝送スループット（Mbps）			遅延（msec）Round Trip Time		
	1 回目	2 回目	3 回目	1 回目	2 回目	3 回目
端末#1	16	16	16	7.881	8.005	8.014
	3	3	3			

ア項と比較して、エリアテスタの RSRP の値が-90dBm を下回ることが多かったが、伝送スループットは特に変わらない結果となった。

5.5.3.4 映像品質評価

五島中央病院の手術室及びモニタ室における課題実証において、ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面にて RSSI、BLER、伝送スループット、遅延時間を測定し、医療従事者が評価する映像品質とローカル５Ｇ機器の性能について相対的に比較を行った。

なお、実証時のローカル５Ｇ機器の UL/DL 比は、手術室（105M/35M）モニタ室（70M/70M）に設定した。

（1）手術室

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.4-1　手術室実証状況

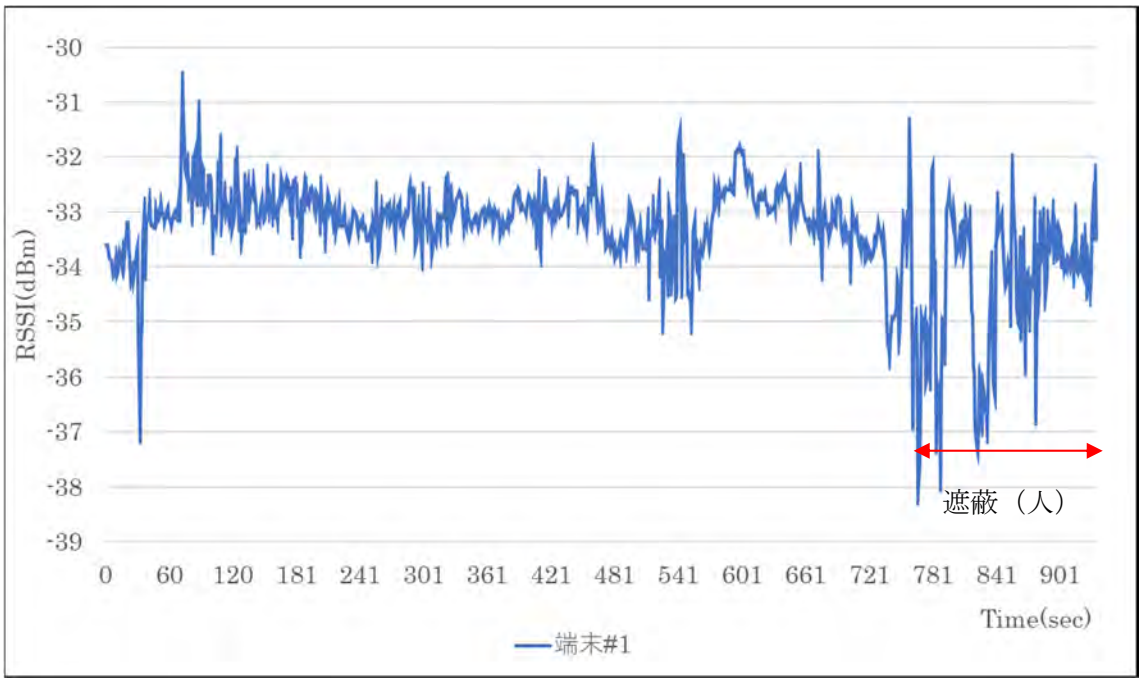


図 5.5.3.4-2　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

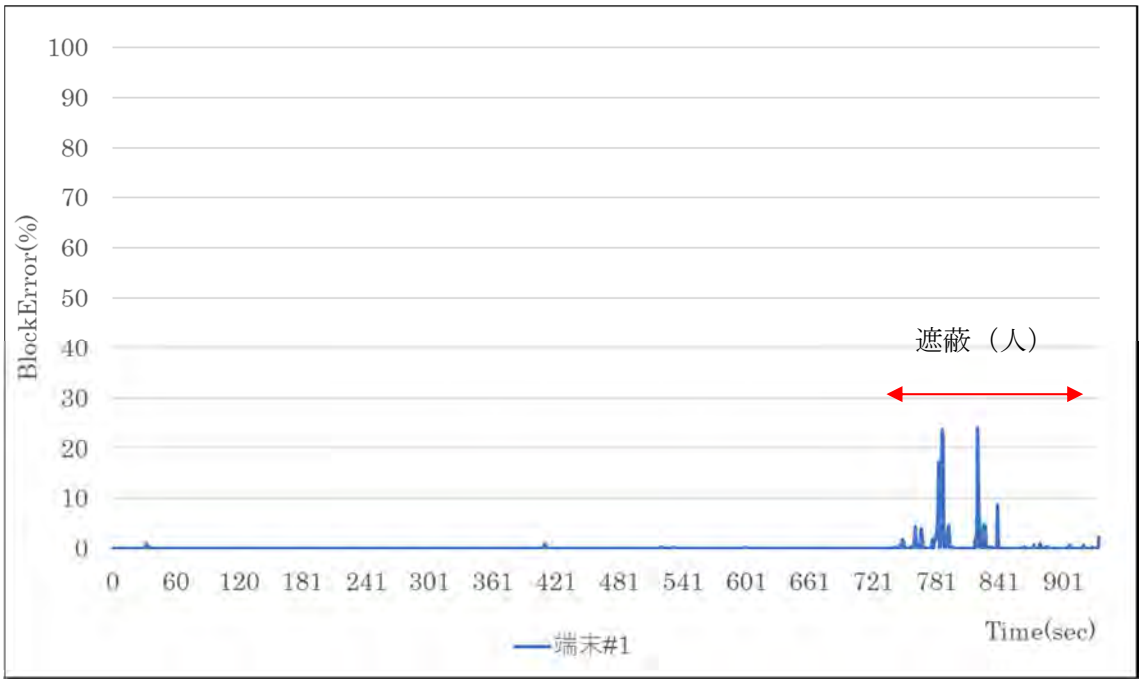


図 5.5.3.4-3　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

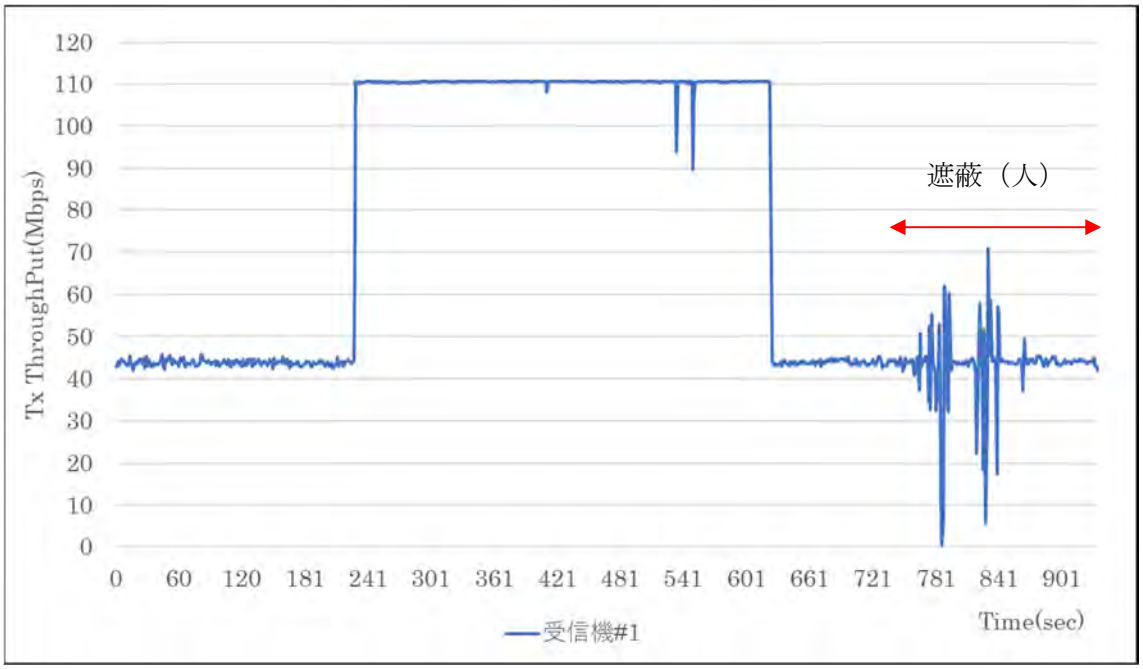


図 5.5.3.4-4　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（上り伝送スループット上り）

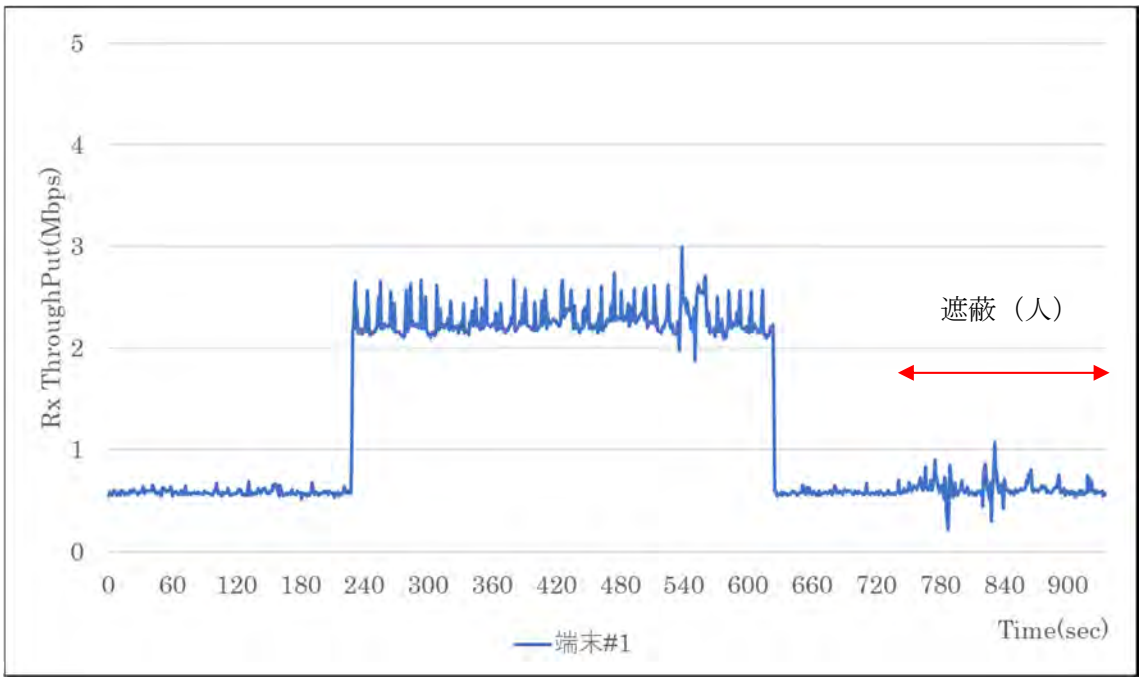


図 5.5.3.4-5　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（伝送スループット下り）

医療従事者より画像は少しコマ落ちするが、遅延もなく映像が止まったとしても１、２秒なので影響ないとのコメントをいただいた。ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面の計測結果を確認すると、基地局（送信点）が人により遮蔽された時間帯にエラーが発生し伝送スループット値が安定しないことから、この時間帯に画像の乱れや映像が止まった事象が発生したと推察される。

（2）モニタ室

「非公開情報を含むため図を削除」

図 5.5.3.4-6 モニタ室実証状況

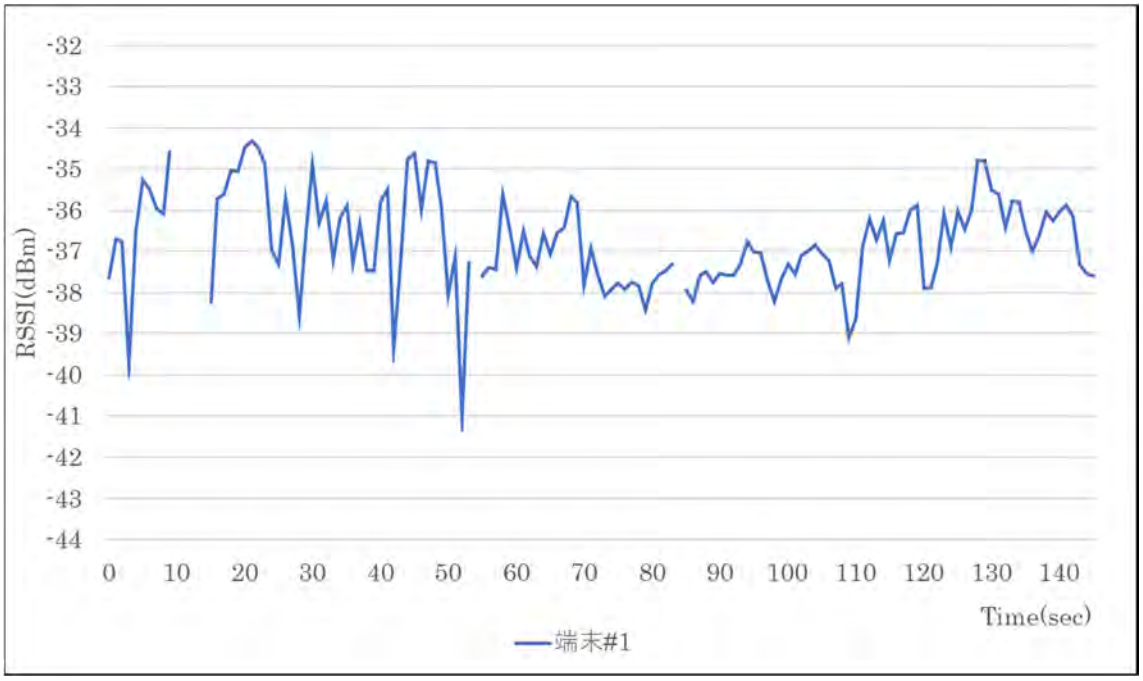


図 5.5.3.4-7　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（RSSI）

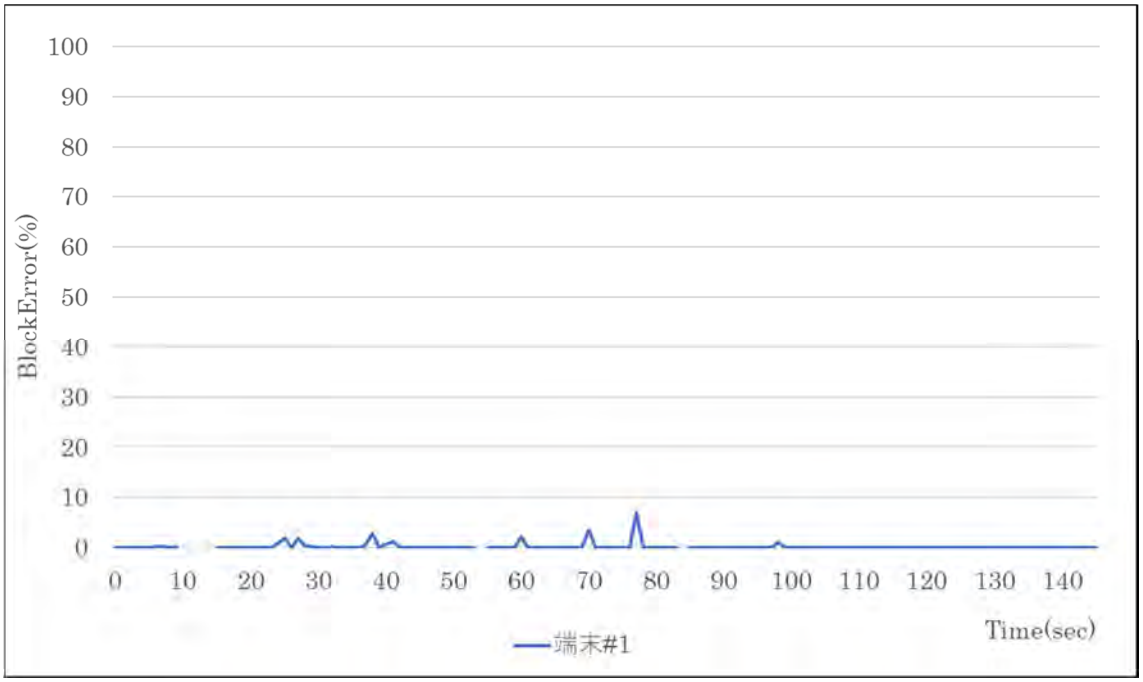


図 5.5.3.4-8　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（BLER）

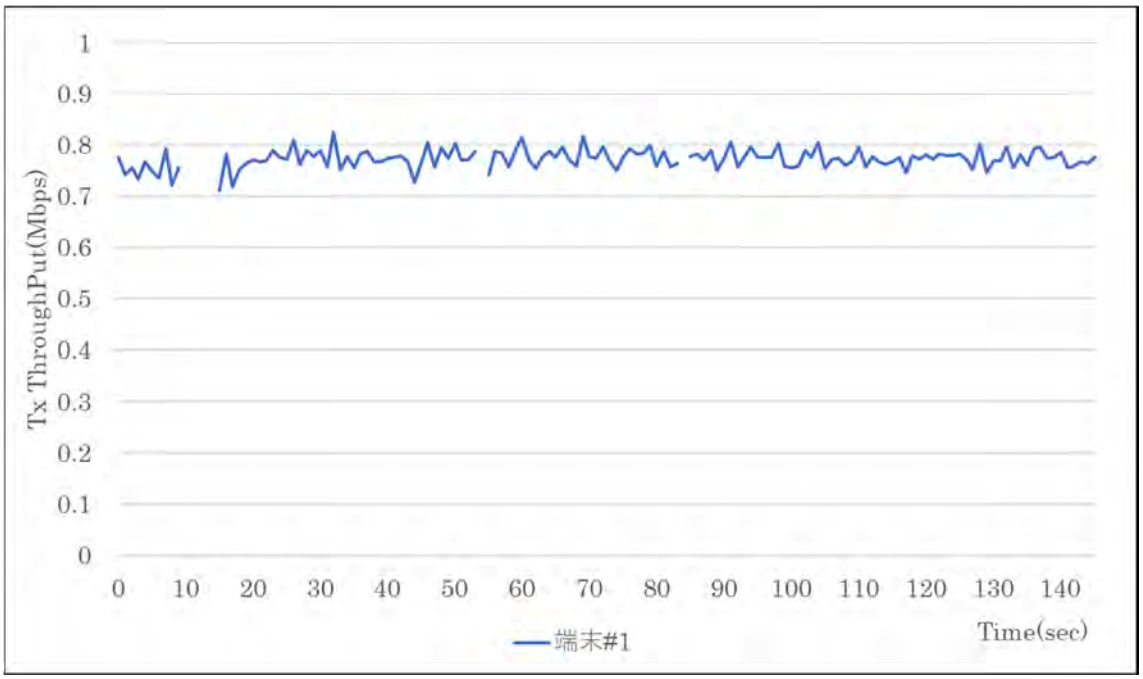


図 5.5.3.4-9　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（伝送スループット上り）

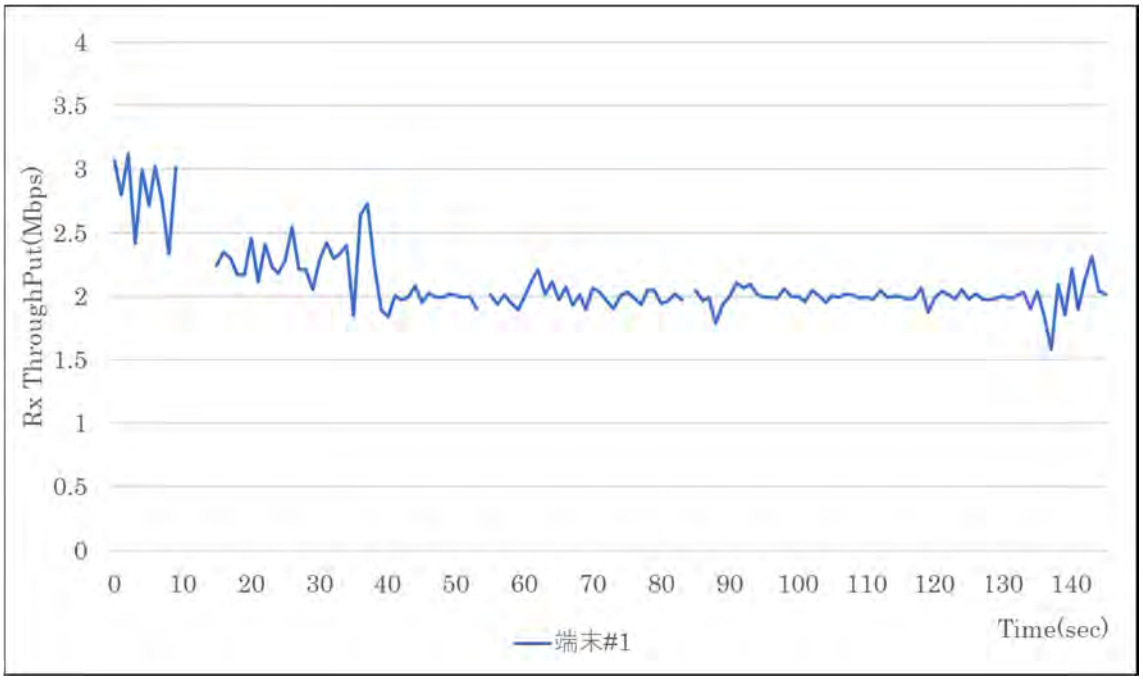


図 5.5.3.4-10　ローカル５Ｇ装置測定結果グラフ（下り伝送スループット）

医療従事者より画像がワンテンポ遅れる場面があったとコメントをいただいた。ローカル５Ｇ機器メンテナンス画面の計測結果を確認すると RSSI 値の変動が±約 2dBm あり、これは実験スタッフ等の人が動くことで伝搬環境が変化し、映像伝送に影響したものである。

5.5.4　技術的課題の解決方策

5.5.4.1 検証結果を踏まえた考察

基地局と端末の間を人が通過しても、大きな影響は見られなかった。基地局と端末の間を車が通過した時の結果から、車のような金属物が通過し始めると徐々に受信電力、BLER が減衰していき、完全に遮蔽した状態（見通し外）では、受信電力（RSSI）が 20dBm 近く落ち、BLER は 100%となり通信ができていないことが分かる。その後、車が離れていくと、徐々に受信電力、BLER は、改善していく状態となった。この結果から、基地局と端末の間に車のような金属物で遮蔽（見通し外）すると、通信ができないため、基地局を屋外に設置する時は、アンテナ高を変更して、見通しがある状態で設置するか、駐車場などの金属物が多く存在する場所は、避けて設置するようにエリア構築を行う必要があると考える。

5.5.4.2 技術的課題の解決方策

今回の実証実験の場所である、病院、高齢者施設などでは、人の往来、診察待ちの患者、金属製のベッドや車椅子、医療機器等が数多く設置されている。

このような環境下においては、見通し内で基地局と端末を設置する事が困難な場合がある。そこで、遮蔽物による影響を回避するために、電波反射板を活用して、電波を遮蔽させない環境を作る。また、本実証実験で使用した電波シミュレーションにおいては、建物の大きさ、壁、天井、床の材質等を考慮して実施しているが、各施設に設置されているベッド、棚、机等の遮蔽物も考慮したシミュレーションを行うことで、今回の技術的課題を解決していく必要がある。

また、医療を行う上で、必ず人の流動的な動きが発生する。人による動きで電波を遮蔽してしまうと、4K 映像等の高画質データにおいては影響を受けやすいことが実証実験の測定結果で分かる。人の動きによる影響を回避できるように、アンテナを天井に設置することで、人の動きによる遮蔽の影響を回避でき、4K 映像品質を保つことが可能になると考える。

5.5.4.3 更なる技術的課題等

各診療科で実証を行ったが、手術室で測定を実施している時、稀に装置のローカル５Ｇメンテナンス画面に表示されている、RSSI 値が安定しているにも関わらず、BLER が発生し通信不良となる場面があった。金属に囲まれている部屋において、マルチパスによる性能劣化なのか、マルチパスとは別の原因による性能劣化なのかより多くのサンプルデータを取得することで追及し究明していく必要があると考える。

5.6 まとめ

本技術実証のユースケースである、「専門医の遠隔サポートによる高度専門医療の提供」ならびに「高齢者施設等における遠隔診療・ケアサポート」について、環境の異なる様々な環境下で、4.8GH z 帯の電波伝搬特性の解明、ローカル５Ｇの特性を活かした、リアルタイム遠隔診療（高精細映像伝送）として、①500msec 以下の遅延であること、②4K 等の映像と音声を同時送信できること、③診療科によって、環境が異なるため、どの環境でも通信が行えることの 3 点を確認した。

500msec 以下の遅延であることについては、ローカル 5G 区間の目標は、10msec 以下であり、技証実験で想定される最大伝送スループット 35Mbps を流した状態でも遅延時間は、最大 9.0msec(Wi-Fi 同時使用も含む)であり、性能要件を満たすことができた。また、今回使用した機器は、非同期運用を採用しており、非同期運用のメリットである、UL/DL 比を変更できることを有効利用し、UL の伝送スループットを拡大し伝送領域に幅を持たせることで、遅延時間をさらに改善できることがわかった。UL の伝送スループットを重視するアプリケーションを使用する場面においては、ローカル５Ｇ機器の非同期運用方式採用が有効であると考えられる。

4K 等の映像と音声を同時送信できることについて、各診療科で基地局と端末間を完全に遮蔽しなければ同時送信出来ることが確認できた。しかしながら、医療を行っている際、人の動きによって BLER が発生し、受信電力、伝送スループットに多少の乱れが生じることがあった。影響を回避するために、アンテナの高さの変更、種類の変更を行ったが有益な結果とはならなかった。今後は、天井にアンテナ設置や電波反射板を使用して、品質改善を図る必要があると考える。

診療科によって、環境が異なるため、どの環境でも通信が行えることについては、各診療科とも基地局と端末を同一部屋に設置した時は、安定した通信を行うことができ、性能要求を満たすことが確認出来た。基地局と端末を別部屋に設置した時、五島中央病院においては、電波は届くが限りなく受信電力も弱く、伝送スループットが途切れ安定した通信ができなかった。一方、かけはし木場においては、同一部屋設置と比較すると、受信電力等に多少の低下は見られたが、他の値には、影響が見られなかった。このような差が出た要因としては、遮蔽物の違いがあげられる。五島中央病院の各診察室は、金属製等の電波を透過しにくい材質を壁や扉で使用しており、電波を透過しにくく、かけはし木場では、部屋が木造のため、電波を透過しやすかったからだと考える。今回の結果より、4.8GHz 帯の電波は、金属製の遮蔽物の影響を大きく受けるので、同一部屋内にローカル５Ｇの基地局と端末を設置し映像伝送に使用することを提言する。

独自のテーマとして、基地局と端末の間を車で通過させた際の影響を検証した。車が完全に基地局を遮蔽した場合は、BLER が 100%となり、受信電力も 15dBm ほど落ちる結果となった。以上のことからも、4.8GHz 帯は、設置環境の影響を大きく受ける周波数帯だと考える。また、車を使用した実験においても、回析して端末に届いている電波もあるが、直線的な電波であるために、車に反射し大きく受信電力を落とす結果になったのではないかと考える。直線的な電波であれば、電波反射板などを使用して遮蔽物を回避させるような設計を行うと、より安定した通信を行うことができると考える。

6. 実装及び横展開に関する検討

6.1 前提条件

離島医療圏すべてにおいて、県と市町で構成する病院企業団による病院が中核となって幅広い医療サービスを提供している背景のもと、これらの病院企業団と長崎大学病院を主体とし、長崎県ならびに民間企業がサポートする形態での事業モデルと横展開を検討する。

今回の実証結果を踏まえ別途検討する持続可能なモデルによる意見聴取を行い、当該地域で導入可能なモデルか検討する。また長崎県では令和 2 年 9 月に「ながさき Society5.0[96] 推進プラットフォーム」を発足し、県内における Society5.0 の実現あるいは、様々な地域課題の解決に向けた取組みを始めたところである。具体的には県内の企業（団体）、金融、大学、アドバイザー、市町等から幅広い分野の有識者の参画を求め、医療福祉分野を含む様々な分野の社会課題を各 WG や分科会の中で協議する予定である。今回の実証モデルについても、県内エリアへの横展開に関しては本枠組みを通じて、同様の課題を抱える離島や、へき地等の病院企業団病院へ横展開を検討する方向である。

なお、長崎県にとっては、こうした ICT の利用により、離島やへき地における専門医の不足を効率的に補うことができ、離島と本土のサービス格差を埋めるひとつの手段として、強く推進したい考えである。

こうした考え方については、長崎大学病院及び病院企業団とも共有しており、両者とも、財政措置等の専門医療提供の枠組みがしっかりと検討されれば、ICT を利用した遠隔医療による専門医療の提供を継続的な形ですべての離島やへき地で検討できる枠組みであると認識している。

さらに本県では、厚生労働省の「地域医療介護総合確保基金」等を活用して、約 10 年間、「あじさいネット」を利用した電子カルテの共有システムや在宅医療・地域包括ケアシステム対応への機能拡張、ドクターヘリと連動した遠隔画像診断システムなどを整備してきた。

「あじさいネット」は、基本機能として、大学病院や企業団病院をはじめとする基幹病院の電子カルテを、地域の診療所が閲覧し、退院後の円滑な診療提供に繋げるものである。

県の補助などにより、「あじさいネット」は、参加医療機関数について、カルテ情報を提供する病院が令和 3 年 1 月現在で 37 病院と、県内全域の中核病院がほとんど参加しており、地域の医師やその他の医療従事者など、カルテ等を閲覧する利用会員は 1,600 名を超えている。現在、会員の会費によって運用費を賄っており、これは、今回の遠隔医療の横展開にあたっても、ひとつのモデルとなるものと考えている。

地方創生交付金などを利用した機器等の環境整備を行ったうえで、機能の拡張や高齢者施設への新たな導入等について、「地域医療介護総合確保基金」の活用を期待できる。

---

[96] IoT、AI、ロボット等の先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会課題の解決を両立する新たな社会

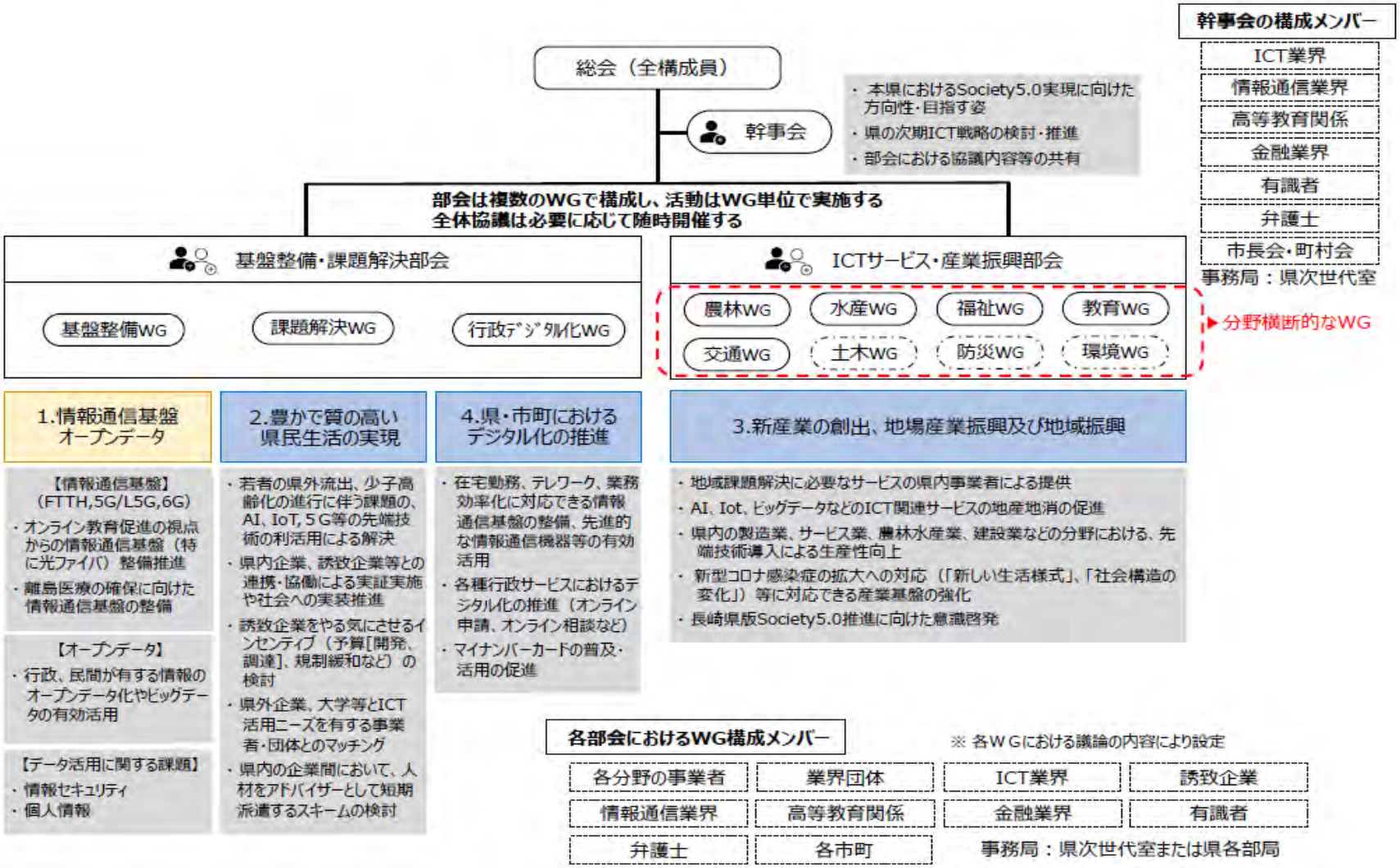


図 6.1 ながさき Society5.0 推進プラットフォーム構成図

6.2 持続可能な事業モデル等の構築・計画策定

6.2.1 実証終了後の継続モデル

6.2.1.1 対象とする地域課題

離島やへき地など、本土と比較して公共交通機関が少なく、かかりつけ医師への受診が困難な地域や、医師、特に専門医が不足しており、また住民の高齢化が急速に進んでいる地域を対象とする。まずは長崎県内でこのような課題をかかえる医療圏へ段階的に横展開し、将来的に全国展開に資する継続モデルの創出を目指す。

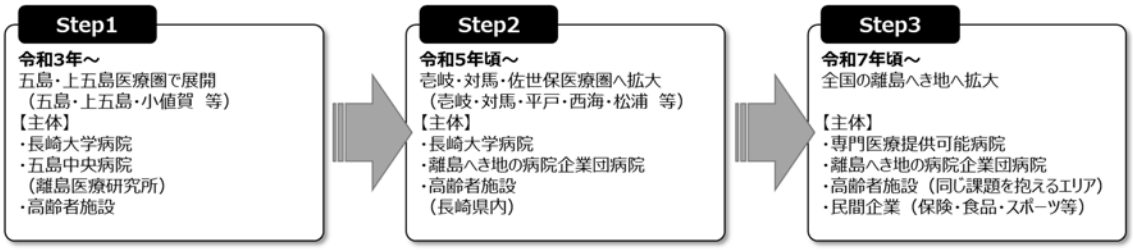


図 6.2.1.1 今後の横展開イメージ

6.2.1.2 実証終了後の継続的利用の見通し

今回の実証環境の構築費用と 5 カ月間の運用費用の概算は 111,390,440 円（消費税抜、労務費/旅費は除く）であるが、将来的な普及モデルの展開にあたっては、ローカル５Ｇ基地局をはじめとした通信機器の低廉化も課題のひとつであると考えられる。

表 6.2.1.2　実証環境構築等に関する経費（技術実証等に関わる労務費、旅費は除く）

項番	品名・内容	数量	単位	単価	金額	備考
1	ローカル5G機器	1	式	「非公開情報を含むため表を一部削除」		
2	ネットワーク／映像機器	1	式			
3	配線部材	1	式			
4	模擬オペ用具	1	式			
5	通信回線費（光・VPN・プロバイダ）	1	式			
6	配線工事	1	式			
7	設計	1	式			
8	構築	1	式			
	合計					

実証終了後は、県による地方創生交付金を活用した運用費の支援を行う。具体的には、総合的な離島の住環境向上対策の一環として、次年度においては、地方創生推進交付金によるランニングコストの確保を予定している。

今回の実証で、長崎大学病院、五島中央病院及び長崎県は、本事業が遠隔医療の質を大きく向上させること、すなわち、ローカル５Ｇや 4K カメラの利用による画質の向上、遅延の解消が期待を上回っていることを認識できた。

来年度以降、3 者が中心となって、引き続き遠隔医療の実証を行い、横展開モデルとして費用対効果の検討、他地域への導入の働きかけを行うこととする。

「非公開情報を含むため一部文章を削除」

6.2.1.3 運営体制・内容

来年度については、五島中央病院と長崎大学病院の医師が中心となり、整備した機器を活用し、遠隔診療についてサービスを継続する。具体的には両病院で課題を洗い出し、長崎県に課題をフィードバックし、更なる展開エリアの拡大に向けた課題解決に繋げていく。

また、ランニングコストは主に通信費であるが、当面は長崎県により、運用主体への補助を行い、安定的な事業運営ができるよう支援する。

現在のイメージでは、コンソーシアムを発展的に継続し、費用の取りまとめを行う主体に対して県が補助を行うことを想定している。来年度、関係団体と具体的に協議し、詳細を決定する。

実証で利用した機器については、長崎大学病院、五島中央病院に引き続き配置する。

6.2.2 事業モデル

6.2.2.1 事業内容

当面は長崎大学病院や長崎県病院企業団を事業主体として、ICT の活用による効果的なオンライン診療の普及と診療データ収集、データプラットフォームの整備を推進する。

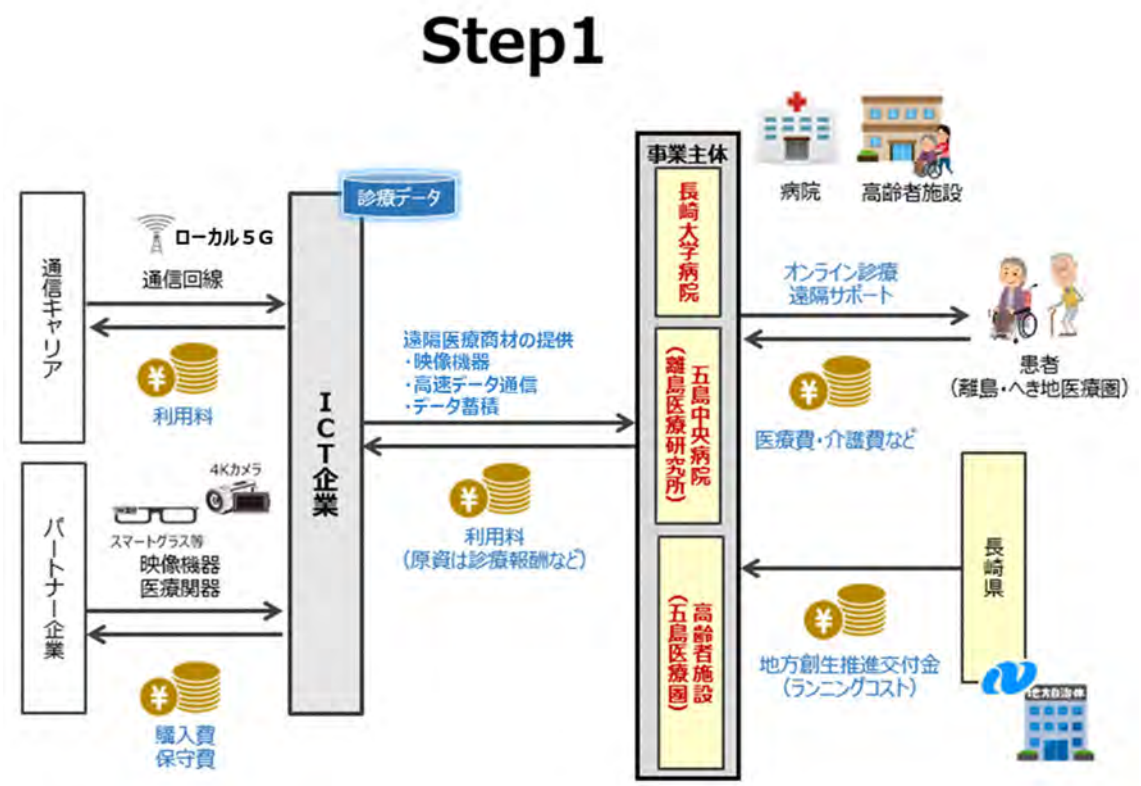


図 6.2.2.1-1　今後の展開イメージ（Step1）

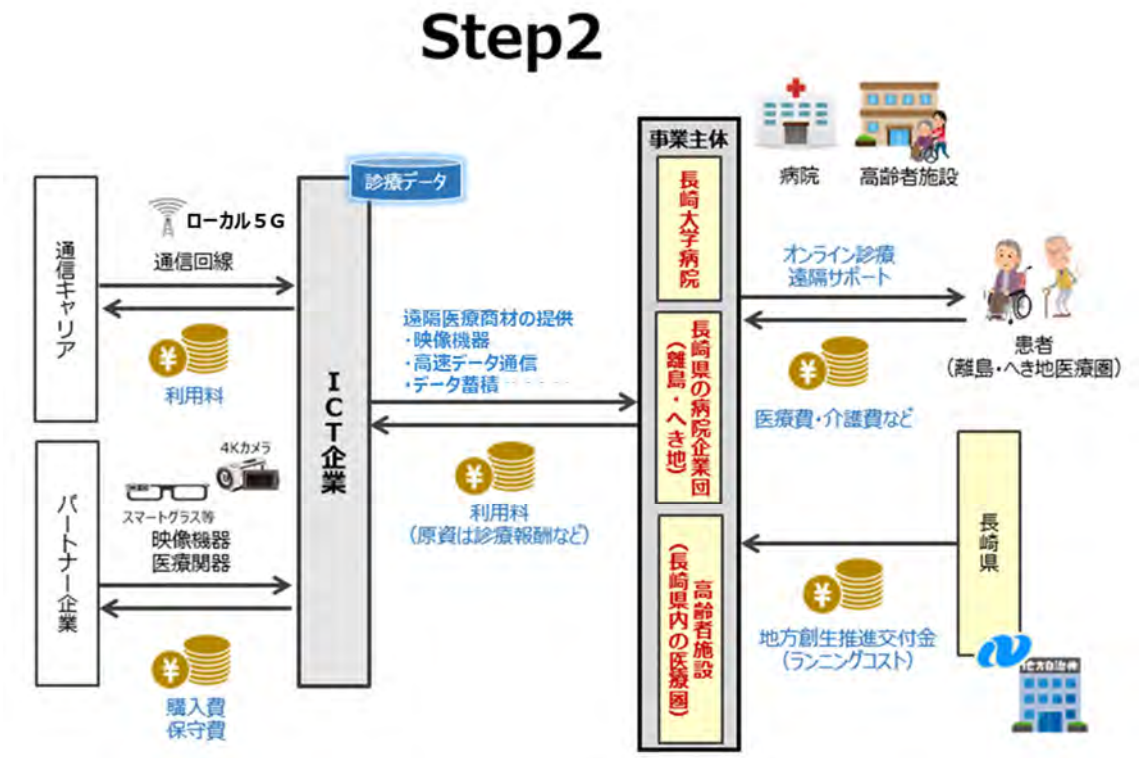


図 6.2.2.1-2　今後の展開イメージ（Step2）

6.2.2.2 対象ユーザ

専門医による診療サービスを受けることが困難な長崎県内の離島やへき地の住民を対象ユーザとして想定する。

6.2.2.3 対象ソリューションやサービス

今回実証するローカル５Ｇを活用した高度遠隔医療ソリューションについては、５Ｇ通信機器、4K 映像伝送機器、光回線等のパッケージ化によるサービス提供を検討する。映像品質や回線の帯域保証など、医療現場に応じた商品ラインナップの整備を目指す。

また、長崎大学大学院が研究を進めている MixedReality 技術[97]（3D ホログラム等を活用した複合現実）による次世代オンライン遠隔診療システムのローカル５Ｇ環境への実装も検証し、医療ソリューションとしてのサービス化を目指す。

将来的には民間企業を交え異業種連携によりデータ連携プラットフォームを整備し、DX[98]を活用した分析サービス（未病対策、自立支援、重度化防止等）の展開を目指していくこととしたい。

6.2.2.4 運営体制と役割分担

以下の役割分担を想定し、調整を進めていくこととしたい。

表 6.2.2.4　役割分担

項番	関係者	主な役割　(現時点の想定)
1	長崎県	地方財政資金による支援、他自治体への横展開推進、標準モデル化
2	長崎大学病院	高度専門医療の提供
3	五島中央病院 （離島医療研究所）	現地実証の推進、サポート
4	病院企業団病院	現地実証環境の提供、評価協力
5	高齢者施設	現地実証環境の提供、評価協力
6	地元企業	医療機器、配線部材等の調達
7	ICT関連企業	通信回線、各種ソリューション提供、技術支援、共同実証

6.2.2.5 マネタイズの方法

- 専門医による遠隔診断が運用可能な枠組みの実現
- 長崎大学病院や離島へき地の中核病院を事業主体としたモデルを想定
- 将来的には民間企業との共創による共同事業体を確立し収益機会を拡大
- 異業種交流により様々な医療データを集積しそれらを活用した新たな価値を提供

97 現実世界にデジタル世界を重ね合わせ、現実の物体と仮想のデジタル情報が輻輳する新しい世界を構築する技術

98 IT の浸透により人々の生活を良い方向に変化させるようという概念のこと。

6.2.2.6 経済性、運用・管理等に係る仕組みや方法

- ICT を用いた専門医による遠隔医療を行うことがメリットと感じられる仕組みの検討
- 離島やへき地の中核病院において、住み慣れた場所にいながら遠隔で専門医による診療が受けられることが当該病院の強みとなり、患者を引き付けることができるツールとしての有用性の認識向上
- 高齢者施設について、嘱託医が往診を遠隔で行うことがメリットと感じられる仕組みの検討
- システムを提供する ICT 企業にとって、複数の地域に提供することで、スケールメリットが生じるスキームの確立及びランニングを含めたパッケージサービスの構築

6.2.2.7 詳細の前提条件

- 6.2.2.6 に記載した、仕組みの検討が十分になされること
- 今回の実証の成果が十分であったため、そのことをしっかりと PR して、他の離島中核病院に対する導入促進の誘因となること
- 地域の医師会、高齢者施設等に対して、都道府県が設置する地域の協議体における説明を通じて、地域の理解が進むこと

6.2.3 実装計画

6.2.3.1 令和 3 年度以降の事業に係る費用計画及び展開計画

実証終了後、県による地方創生推進交付金を活用した運用費の支援を行うほか、長崎大学病院におけるより大容量のデータをやりとりする遠隔医療の実証の基盤として活用できないか検討を行っている。

また、長崎県病院企業団が中心となって、長崎大学の専門医による遠隔診療、高齢者施設における遠隔診療の継続を行うこととしている。

6.2.3.2 妥当性等について

来年度、実証実験の成果を引き続き継続して、他の離島やへき地への展開を進めるためには、長崎県と関係性深い公的団体である病院企業団が中心となることが適当と考える。

また、離島の中核病院においては、長崎大学病院の医師が中心となっていることから、長崎大学病院との連携のもと、実装を進めていくことが適当と考える。

本県では、厚生労働省の「地域医療介護総合確保基金」等を活用して、「あじさいネット」をはじめとする ICT 事業に投資をしてきた経験がある。新たな展開を検討するにあたっては、「地域医療介護総合確保基金」の活用のための検討会においても、新たな展開に妥当性があるか検証していく。

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

6.3.1.1 想定される具体的な主体及びターゲット

① 主体とモデル

- 運用主体は、離島やへき地で住民に診療を提供する医療機関
- 事業主体は民間企業（遠隔医療の事業モデルを確立できている場合）
- 事業モデルが成熟していない場、民間企業と都道府県、医療機関等で構成されるコンソーシアムを想定
- 高速通信や技術面の支援を、通信事業に詳しい民間企業がサポート
- 医療に関するプラットフォームを官民連携で整備し、将来的な医療ビジネスを検討

② ターゲット

- メインターゲットは、離島など医療資源が少ない地域における公的医療機関とその公的医療機関に医師を派遣する大学病院または公的病院等
- 離島以外では、高度医療を提供する二次救急医療機関へのアクセスが不便な地域（具体的には、車で１時間半以上かかる地域においては、医師確保困難なへき地として同じ課題を抱えている。）

こうした地域では、公的医療機関が医療を支えており、こうした地域においてもモデルとして導入可能である。

例として、長崎県の状況を示すと、本土地区においても、平戸市、西海市、松浦市の県境などが該当しており、各都道府県においても、厚生労働省が公開している本データを基にして、アクセス困難地域や中核病院の選定が可能であると考える。

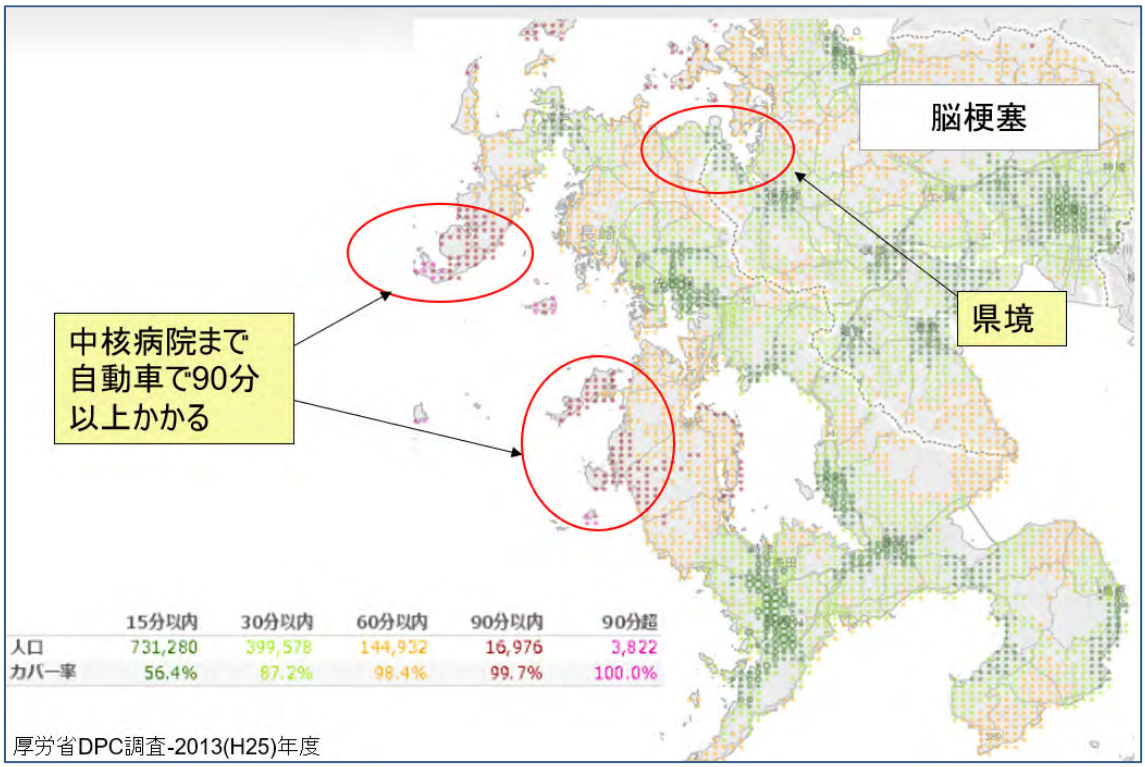


図 6.3.1.1　脳梗塞を発症した場合に対応できる中核病院への距離（自動車）

6.3.1.2 対象となるシステム

長崎県において実証した以下システムの水平展開を基本とする。

・ローカル５Ｇを活用した高度遠隔医療ソリューション

・MixedReality 技術（3D ホログラム等を活用した複合現実）による次世代オンライン遠隔診療システム

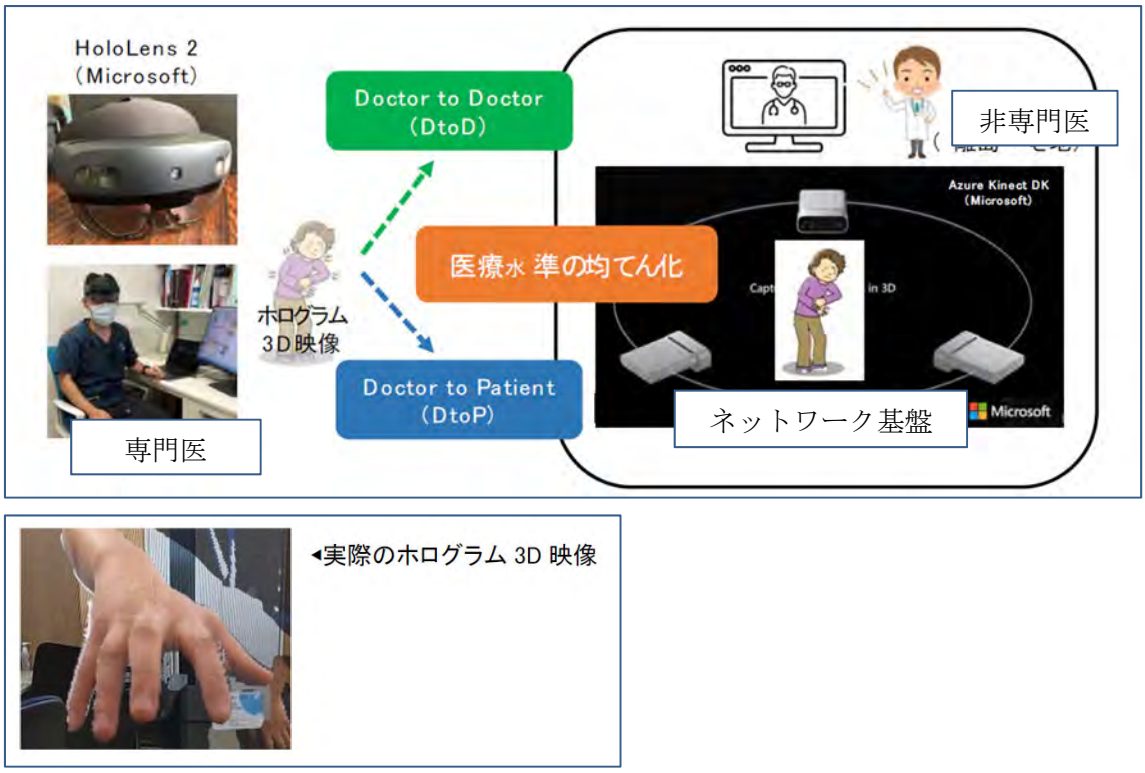


図 6.3.1.2　ホログラム画像

6.3.1.3 詳細の前提条件

- 離島などにおいて、高度医療を提供する一定規模の公的医療機関が存在すること
- 公的医療機関に医師を派遣する大学病院や公的医療機関等が存在すること
- 大学病院等において、遠隔医療を主導できる医師がいること
- 都道府県や市町村において、地域医療に関する危機感を共有できていること
- 離島など地域の医師会において、遠隔医療に関する理解があること
- 離島医療に関する費用負担の体型など制度的スキームが確立されていることが望ましい
- 遠隔医療に理解のある患者の存在

6.3.1.4 標準モデル

- 離島などで高度医療を提供する一定規模の公的医療機関での機器の整備
- ローカル５Ｇの通信容量に見合う容量の離島と本土を結ぶ通信回線の確保
- 専門医療を提供する大学病院等での機器の整備
- 専門医療を提供する大学病院等で、離島に専門医療を提供する医師の確保
- 良質なネットワークや機器を提供できる ICT 企業の確保

6.3.1.5 体制・事業スキームのモデル

異業種連携により新たな事業主体を創出し、付加価値の高い新たな医療サービスの提供を目指す。具体的には医療機関の診療データや、民間企業が所有するバイタルデータ等を幅広く集積し、DX による未病対策、自立支援、重度化防止など、地域課題やニーズに適した新たな価値の創出を目指す。また持続可能な事業モデルとなるよう、民間企業との共創により地域課題解決に向けた推進体制を整えるとともに、自走できるマネタイズの流れを整備する。

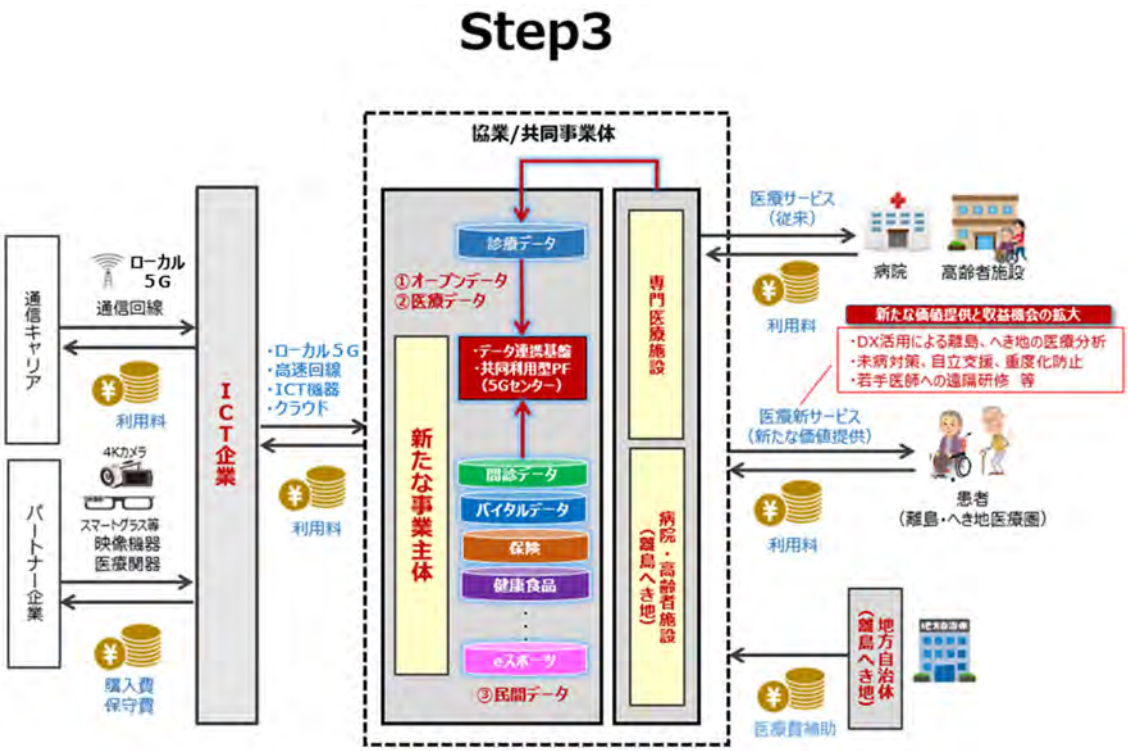


図 6.3.1.5　普及モデル（Step3）

6.3.1.6 導入効果

- 離島、へき地における専門医の配置問題解消と人件費の削減
- 離島などと本土の医療格差の解消
- 離島などの患者が本土へ受診に来るための交通費の削減
- 離島などの医師に対する安心感の提供
- 離島などの研修医に対する技術的ノウハウの伝授
- 確保困難な専門医による医療サービスの向上（本土と同等の医療サービス提供）
- ドクターヘリによる搬送リスクの低減、医療品質向上、専門医配置コスト低減等

6.3.1.7 課題と対応策

- 運用段階において、利用可能な都道府県の補助金が限定される可能性がある。また、ランニングコストに適用できる補助金であるかどうか、事前に十分確認しておく必要がある
- ローカル５Ｇに関連する機器の初期整備について、運用モデルが確立されていない場合は、公的支援が必要不可欠である。初期投資をどのように調達するか、国、都道府県の補助メニューなどを整理しておく必要がある
- 本土と離島などをつなぐ通信インフラの整備を前提とする。小規模離島では、インフラが未整備で通信速度が十分でないケースがある。今回の実証実験で得られた通信速度を参考にして、導入可能な地域を選定する必要がある

6.3.1.8 仕様・設計書等

今回の実証実験を通じて得た成果を踏まえ、医療デバイスや通信映像機器、回線等のパッケージング化を民間事業者と連携し今後検討していく事としたい。遠隔医療サービスの仕様や設計書等についても適宜整備を図り、同様の課題を抱える離島やへき地への水平展開をスムーズなものにするよう努める。

6.3.2 推進体制

6.3.2.1 仮説

- 離島などにおいて、高度医療を提供する一定規模の公的医療機関があり、遠隔医療に理解がある
- 公的医療機関に医師を派遣する大学病院や公的医療機関等があり、遠隔医療に精通する医師がいる
- 都道府県において、地域医療や ICT の導入による効率化に関する理解があり、補助金等に関するアドバイスを受けられる
- 離島など地域の医師会や、地域の患者が遠隔医療に関する理解があること
- 離島医療に関する費用負担の体型など、専門医療の受け側、提供側双方にとってメリットがある制度的スキームが確立されている

6.3.2.2 具体的な対応方策

- 医療機関や自治体、民間企業等からなる推進体制を構築し事業主体を決定する
- 各分野における成果や課題を定期的に共有し、事業継続に向け定例会等で議論する
- 離島、へき地住民への理解度醸成を目的とした勉強会を開催する

6.3.3 横展開計画

6.3.3.1 横展開の主体

- 具体的な運用主体は、離島における公的医療機関とその公的医療機関に医師を派遣する大学病院等
- 運用が軌道に乗るまでは、地域医療政策を担う都道府県の関わり、費用的負担を含めたリーダーシップが必要
- 診療所、高齢者施設等、地域の在宅医療拠点との協働にあたっては、地域医師会の理解が重要
- 高速通信や技術面の支援を民間企業がサポートするほか、医療に関するプラットフォームを官民連携で検討、整備し将来的な医療ビジネスを構築

6.3.3.2 サービスや事業展開等を通じた普及展開に向けた取り組み

民間企業が主催する ICT イベントや展示会等に実証事例として出展し、同様の課題を抱える医療機関や自治体向けに訴求を図る。また現地視察に関しても積極的な受け入れを検討する。

6.3.3.3 体制、事業スキーム

官民連携により前述の「6.3.1.5 体制・事業スキームのモデル」の確立を目指す。

6.3.3.4 事業展開のステップ、取組み

① 推進体制を構築する。
- メンバーは大学病院等の専門医及び契約等事務担当者、離島などの公的医療機関の医師及び契約等事務担当者、都道府県の公衆衛生医師、事務担当者

② 主体となる機関を決定する。

③ 事業の推進主体、機器などの調達の枠組みを決定する。
- 必要に応じてコンソーシアムを構成

④ 初期投資の資金を調達する。
- 都道府県において地域医療についての理解がある場合、都道府県補助金を検討
- 離島医療に関する費用負担等のスキームが構築され、機器等のコストが低廉し、ビジネスモデルとして成り立つ場合は、民間医療機関を含めた関係医療機関で資金を出し合う

⑤ 環境構築

- 良質なネットワークや機器を提供できる ICT 企業を確保
- 離島などで高度医療を提供する公的医療機関で必要な機器を整備
- ローカル５Ｇの通信容量に見合う離島と本土を結ぶ通信回線を確保
- 専門医療を提供する大学病院等で必要な機器を整備
- 専門医療を提供する大学病院等で、離島による専門医療を提供する医師を確保

⑥ 運用

- 容易に機器の起動、終了、操作が可能な環境を整備
- 専門医と離島で診療にあたる医師のスケジューリング調整機能を実装
- 適切にランニングコストを負担するための契約、支出事務
- 中心となる ICT 企業が機器のメンテナンス

6.3.3.5 展開にあたっての課題および対応策

① 離島で率先して導入する一定規模の公的医療機関が存在するか。

- 比較的規模が小さい離島などの医療機関における、リソース確保
- 参加する ICT 企業などから手厚い初期支援
- 地元市町の職員の参加

② 大学病院等と離島などの公的医療機関の連携ができているか。

- 日頃から離島などの地域において診療にあたっている医師による専門医療の提供
- 日頃からの公的医療機関間の医師派遣の枠組みと関係性の構築

③ 離島と本土を結ぶ通信回線が確保されているか。

④ 都道府県の理解が得られるか。

- 都道府県担当者の ICT への一定の理解
- 導入にあたっては、専門知識を必要とするなど、自治体の人材が限られるため、国などから人的支援を行う等の枠組みの構築

⑤ 離島医療に関する費用負担などの枠組みが速やかに構築されているか。

- オンライン診療に関する措置と同様、国において迅速に検討

⑥ 個人情報・医療データの利活用に関するスキームの確立ができているか。

- 将来的な医療データの利活用を見込み、その扱いについて、弁護士等を含めた確認体制の構築
- 倫理委員会等での遠隔診療時の患者の意思確認や医療データの利活用について、十分な事前協議が行われているか。

  具体的には、以下の点を倫理委員会で協議する必要がある。

  - 紙面での同意書を口頭で説明する。初診の場合は外来の直前、再診の場合は前回外来のあと（予約を取る時）に実施
  - カルテの記載については、現地の医師が行い、専門医は支援のみで直接医療行為を禁止
  - ネットワークやシステムなど関係事業者に対し、患者情報の漏洩防止対策

6.4 共同利用型プラットフォームに関する検討

6.4.1 共同利用型プラットフォームに具備する機能

共同利用型プラットフォームとして検討されている「5Gソリューション提供センター（仮称）」への実装を想定した。

6.4.1.1 本実証を踏まえた医療分野での活用案

本実証で検証したシステムを踏まえ、具備すべき機能として下表のようなものが考えられる。

表 6.4.1.1　共同利用型プラットフォームに具備すべき機能

機能	概要	備考
認証	利用者のユーザ利用権限や利用可能範囲を制御する機能	
セキュリティ	外部からのアタック脅威から防御するための機能 （認証、暗号化、不正アクセス防止、不正アクセス検知、遮断等）	・患者の個人情報を扱う観点から強固なセキュリティシステムが必要
負荷分散・冗長化	外部エッジコンピューティングと連携した負荷分散や冗長化機能	・リアルタイムコミュニケーションを要求されることから低遅延であること ・安定した4K以上高画質伝送、高負荷に耐えうる環境
アプリ管理	APIや各モジュールを制御する機能	・システムに不慣れな医療関係者が理解しやすいインターフェースが望ましい（TV会議、エンコーダー、デコーダー）
データ管理	各種データの保存、蓄積、活用を制御する機能	
アセット管理	外部のデータ連携基盤（都市OS等）との連携を管理する機能	
運用	正常稼働の確認機能、保守運用機能	

6.4.1.2 その他医療分野での活用案

病院では院内システムとして、音声(内線電話、ナースコール等)、映像(診察支援等)、データ(電子カルテ等)など用途に応じて様々なインフラにより構築されている。

これらを統合管理することでコスト削減やシステム間連携を図ることが期待できる。例として本プラットフォームを活用したソリューションを以下に提言する。

① 病院内の音声通話において、PHS システムからスマートフォン(現行は Wi-Fi 接続)システムにシフトしている。共用の音声ソリューションを本プラットフォームに搭載し、各病院はスマートフォンを準備(もしくは 5G ソリューション提供センターからの貸出提供等)すれば利用できる仕組みとし、自営 PHS の置き換えに活用できる。

② 労働人口減少や働き方改革、また昨今の新型コロナウイルスのような感染症対策において、院内でのロボット活用が考えられる。例えば、ロボットセンサの各種認識や制御の仕組みを本プラットフォームに搭載し、各病院はロボットを準備(もしくは 5G ソリューション提供センターからの貸出提供等)すれば利用できる仕組みとする。

なお、①②の両ソリューションにおいて、ローカル５Ｇ認証装置を本プラットフォームに搭載し、各病院はローカル５Ｇ基地局を準備する仕組みが採用できれば、一元的なセキュリティ担保やさらなる費用低減が期待できる。

6.4.2　今後に向けた課題

医療データの扱いは様々な法規制が関係してくるため、その利活用にあたっては、個人情報保護と研究倫理に関するそれぞれのルールに留意する必要がある。従って、本プラットフォームへの医療データ蓄積にあたっても、法的側面から課題の洗い出しと対処が必要である。

6.5 まとめ

実証実験終了後、長崎大学病院の専門医、県の担当者、事業者など関係者が集まり、実証の検証を行った。検証結果を以下に示す。

- 特に内視鏡の精細な画像について、これまでにない画質であり、すぐに医療支援のツールとして利用可能なレベルである。
- 離島で実習を積む研修医を、大学病院にいながら技術指導するための教育ツールとしても非常に有用である。
- 今回整備した機器を活用し、次年度以降も専門医による遠隔医療のツールとして継続して利用する。長崎大学の中長期目標に「遠隔診療の推進」を盛り込む。

今回の検証では、通信容量が大きい 4K 動画について、技術的にスムーズな診療が可能であるかどうかが極めて重要なポイントであった、今回、現場の第一線の医師によって、遠隔医療での実用に耐えうるという結果がでたことは大きな成果であると考えており、本格的な導入に向けた次のステップに踏み出すことができる。

人口減少、高齢化社会を迎え、医師が少ない離島などにおいて、どのように効率的に医療を提供していくか、極めて重要な課題である。遠隔医療について、地域住民が、移動などの負担なく、住み慣れた地域において医療を受けられるための課題解決の効果的な方法であることは間違いない。

本県は五島以外にも離島が多い県であり、それぞれ公的病院が中核をなしている。大学病院はもとより、地域の公的病院や医師会等と協力し、今後他の離島等においても遠隔医療を積極的に展開していくことが必要である。

これまで記載したとおり、マネタイズ、設備整備や持続的なランニングコストの課題がある。公的な支援はもとより、長期的には、財政措置などにより対応できること、またサービスを提供する事業者にとっても展開するメリットがあることなど、持続可能な仕組みを構築することについて、まだまだ課題は少なくない。

しかし、今回の実証実験は、技術的な実証に加え、ICT を活用して遠隔医療の仕組みを実証すべく、持続的かつ横展開が可能なモデルの構築を目指して、大学病院や高度な通信技術のノウハウを持つ事業者、そして県が具体的な検討を行い、前向きな報告を作成できたと考えている。遠隔医療について、これほど掘り下げて議論する機会は少なく、今回の実証は県全体にとって大きな資産になったと考えている。

7. まとめ

本コンソーシアムでは、離島医療圏が抱える医師不足や地理的要因による高度専門医療へのアクセスのしづらさ、急速な高齢化による高齢者施設や在宅における診療・ケアのニーズ増加等の社会課題を背景に今回の実証実験を行った。

高度専門医療については、視診が重要になる脳神経内科、消化器内科、皮膚科において4K映像等をリアルタイムに送信し遠隔から専門医の診療支援を行ったが、どの診療科においても映像から診療支援にあたり十分な情報を得られ、また遅延のないコミュニケーションを通じて前述した課題解決の一端を担うシステムになりうる結果を得ることができた。また将来的な遠隔手術や救急医療を見越して模擬手術・救急も実施したが、こちらについても今後実用に耐えうる可能性を見出すことができた。

一方、高齢者施設や在宅における診療・ケアサポートについては患者の移動負担の軽減等につながるメリットがあったものの、巡回という仕組みをとっているため「通信の途切れ・遅延」が高度専門医療に比べて発生頻度が高くなるという事象が発生した。これは診療の質を担保するうえで障害となり、今後の大きな課題である。

本実証にあたり、ユースケースに基づく性能要件として、事前に医療従事者へのヒアリングを実施し、「500msec 以下の遅延であること」、「4K 等の映像と音声を同時送信できること」、「診療科によって、診察室/手術室/内視鏡室など環境が異なるため、どの環境でも通信が行えること」を性能要件とした。遅延と同時送信については性能要件を満たし、課題実証においても問題なく診察等ができる環境であったが、利用環境については人の往来や金属等の電波を透過しにくい材質や壁がある環境では安定しない場面も見受けられた。

今回の実証を通じ、今後遠隔診療ならびに高齢者施設や在宅での遠隔ケアサポートを実現するうえでは、上記性能要件に加え、以下の点が必要な要素であることが知見として得られた。

① 患者の個人情報を扱う点から強固なセキュリティシステムを備えること
② リアルタイムなコミュニケーションを要求される点から遅延が小さいこと
③ 診察には 4K 以上の画質が必要であること
④ 安定した映像伝送が実現できること
⑤ 医師の診察の妨げにならないこと
⑥ システムに不慣れでも簡単に準備できる設備であること
⑦ 利用箇所が多岐にわたるため、どの部屋からも利用できること

ローカル５Ｇは、セキュリティが強固・低遅延・大容量というメリットがある。セキュリティの面では①の観点から、数ある無線ネットワークの中で、公衆網である 4G(LTE)などのキャリアサービスではなく、閉域なネットワークであることが望まれる。ローカル５Ｇは完全な閉域ネットワーク構成が可能であり、さらに接続機器が SIM 認証によって限定され誤接続や悪意を持った接続等のセキュリティ事故が無い点も有効であると考える。また②により要求される低遅延にも耐え、③④で要求される安定した複数の 4K 映像伝送に必要な大容量通信が可能であることが本実証で確認できた。

⑤については、固定して利用するカメラは有線でも問題ないが、ウェアラブル端末等、医師が持ち運びながら観察するカメラにおいてはローカル５Ｇに直接接続できるウェアラブル端末の開発や、ウェアラブル端末の LAN ポート等に接続することでローカル５Ｇ基地局と通信が可能になる端末などの開発により無線化が進むことで、医師の診察の妨げになる要素を低減できると考える。また今後ローカル５Ｇや 4K カメラ等の価格低減が進むことで、基地局を複数箇所へ固定設置することでも低減できると考える。

⑥⑦についてはローカル５Ｇ対応している映像配信機器がなかったため、有線ケーブルを用いてローカル５Ｇ受信機に接続する構成をとった。また、機器を可搬しながら利用するという形態から多数の機器を毎回接続する必要があり、アンケート結果からもわかるとおり、診療側の準備に大変な労力を要した。この問題も⑤で提言したような開発・価格低減が進むこと、またローカル５Ｇの電波到達範囲の拡大が実現すれば、利用する部屋ごとに基地局を固定設置できるため、問題が解消するものと考える。

本コンソーシアムでは今回得られた知見をもとに、今後も技術の成熟度を見極めながらより最適なシステムを検討し、同時に運営体制や事業モデルを精査していきたい。

離島医療に関する費用負担をはじめ、仕組み上の課題などもあるが、それらが解消され、しっかりと提供の枠組みが構築されれば、長崎県内で同様の課題を抱える地域への展開、さらには全国の離島へき地への拡大につながり、同様の課題を抱える地域の社会課題解決になると考える。