

令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証

# 高精細映像伝送による院内ICU等の遠隔モニタリング及び救急医療連携の高度化に関する実証

## 成果報告書概要版

令和5年3月

株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

徳島ローカル5G医療コンソーシアム

---

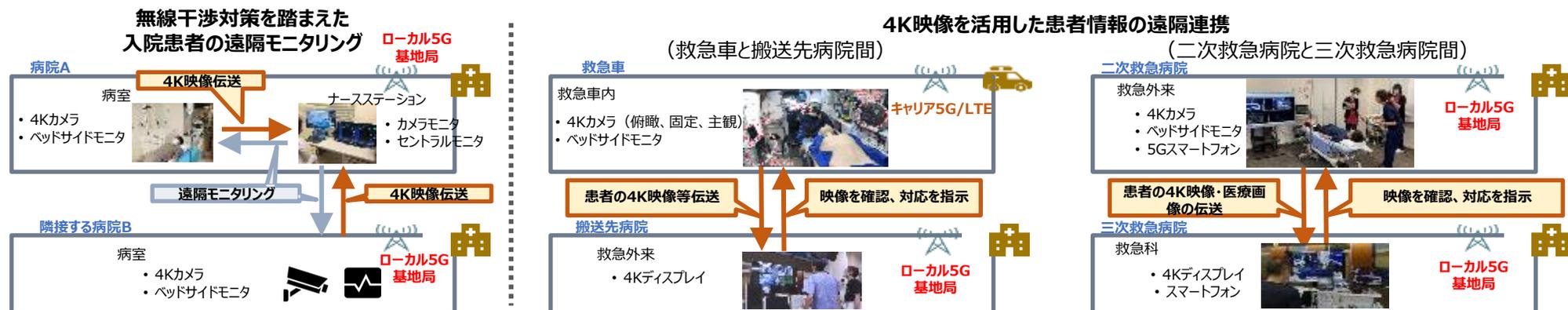
## 実証概要

---

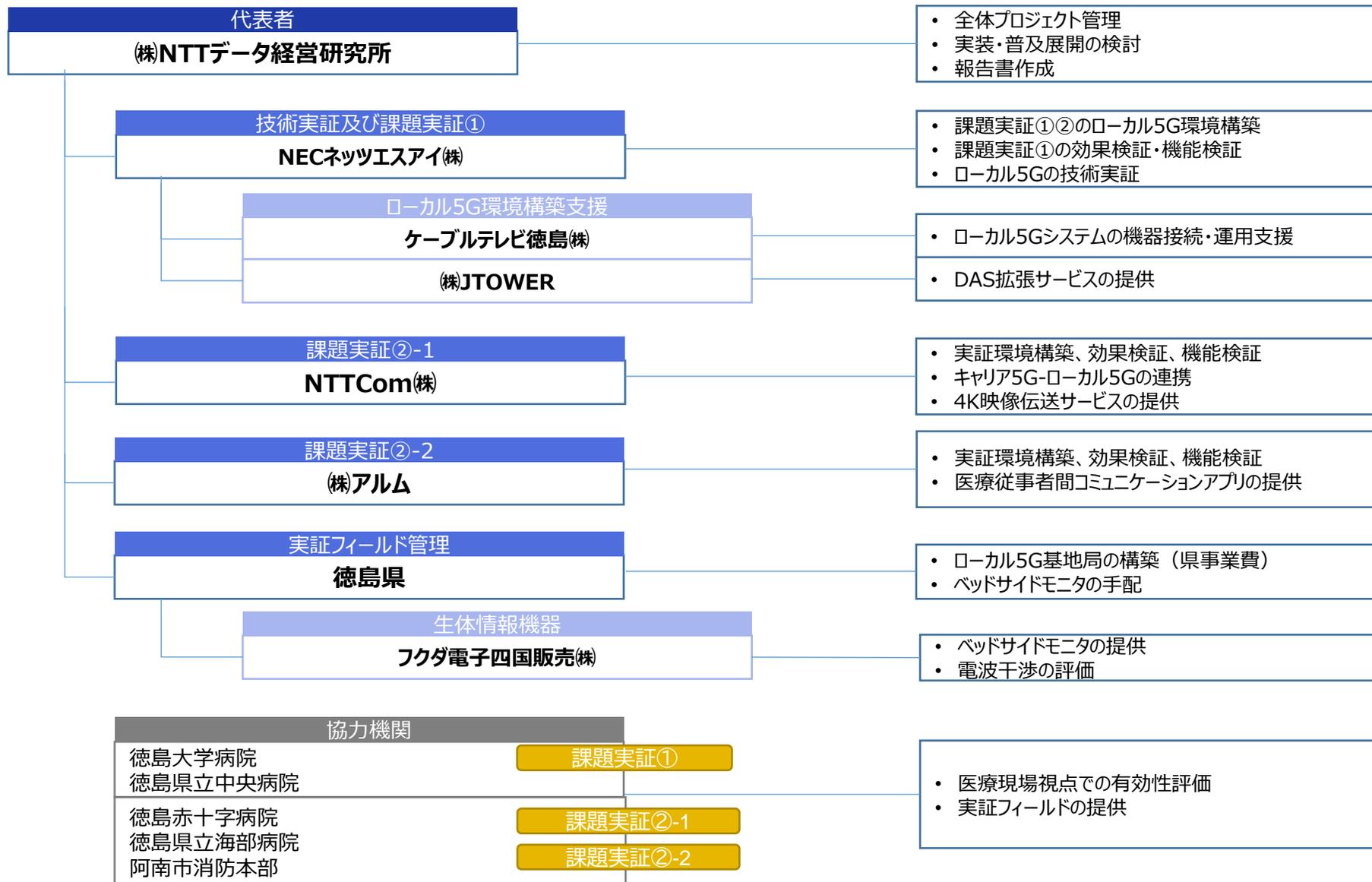
# 実証概要

<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	(株)エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所、NECネットエスアイ(株)、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)、(株)アルム、徳島県ケーブルテレビ徳島(株)、フクダ電子四国販売(株)、徳島大学病院、徳島県立中央病院、徳島赤十字病院、徳島県立海部病院	<b>実施地域</b> 徳島県徳島市、阿南市、小松島市、牟岐町 (徳島県立中央病院、徳島大学病院、徳島赤十字病院、徳島県立海部病院)
<b>実証概要</b>	近年、医療現場においては、医療機関で使用される無線通信機器間の電波干渉のリスクや、救急医療体制の逼迫、特に三次救急の医療機関に対する救急搬送の集中という課題が存在。 ➢ 病院にローカル5G環境を構築し、模擬環境下での無線干渉対策を踏まえた入院患者の遠隔モニタリング、救急車と搬送先病院間及び二次救急※病院と三次救急※病院間での4K映像を活用した患者情報の遠隔連携の実証を実施。 ➢ 高度な遠隔医療支援を通じ、都市部と専門医の不足する地域との間の医療連携の強化を実現。	
<b>主な成果</b>	➢ ローカル5Gによる遠隔モニタリングでは、従来のWi-Fiと比較して、 <b>無線通信機器間の干渉がなく、安定した映像品質で通信可能</b> であることを確認。 ➢ 走行中の救急車と搬送先病院間、二次救急病院と三次救急病院間ともに、医療従事者が <b>映像品質と遅延に違和感なく映像伝送可能</b> であることを確認。 ➢ 救急患者に対する <b>的確な処置</b> 、医師のサポートによる救急隊の <b>心理的負担軽減</b> 、受入れ病院での <b>処置開始時間の短縮に効果</b> があることを確認。	
<b>技術実証</b>	➢ 単一の無線機ではカバーできない病院内における不感地帯解消を目的とした分散アンテナシステムによるエリア構築や、同期局と準同期局が隣接した環境での干渉影響評価・干渉軽減手法の検討を実施。 ➢ 周波数：4.7-4.9GHz帯 (この間の100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋内	
<b>主な成果</b>	➢ 屋内カバレッジ設計の柔軟性向上手法として、光DASによる分散アンテナシステムは複数基地局を設置する方法を用いた場合と比較して、 <b>無線設計の容易性や伝送性能において優位</b> であることを確認。複雑形状の実証エリア全域でDL380Mbps (目標値330Mbps) 以上、UL55Mbps以上を実現。 ➢ 同期局と準同期局が同一周波数で隣接した環境では、 <b>準同期側の移動機の最大送信電力を抑制することで干渉を軽減</b> することを確認。	
<b>今後の展開</b>	本実証成果の実装に向けては、県下の消防および救命救急センターでのソリューション運用方法について検討が必要。令和5年度は関係者間でのソリューション運用方法を規定し、 <b>令和6年度以降、実証フィールドの消防本部および医療機関へ実装</b> し、順次、県内の他の消防本部や基幹病院への展開を検討。	

※ 二次救急は入院や手術を必要とする患者に対する救急医療のこと。三次救急は二次救急では対応できない重篤患者や特殊疾病患者に対する救急医療のこと。



# 実施体制



---

## 実証環境

---

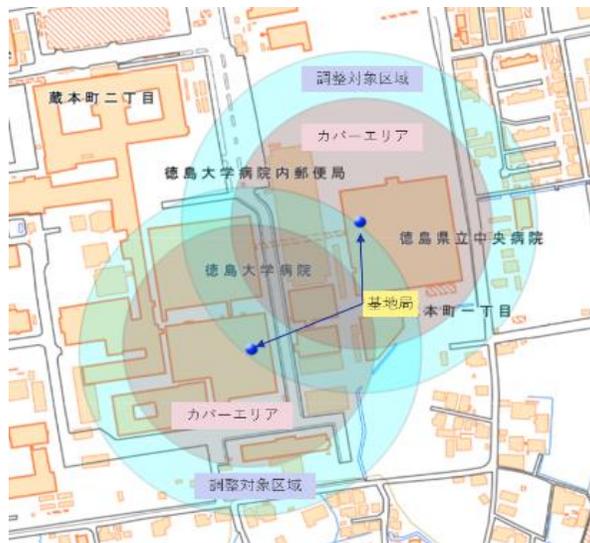
# 対象周波数

- 課題実証①: 無線干渉対策を踏まえた入院患者の遠隔モニタリング
  - 病院内に設置された既存のローカル5G設備を活用して電波放射を行うため既存設備で指定を受けている4.8～4.9GHzで実証を行った。
  - 加えて、エリア拡張の手段として異なる周波数のセルを組み合わせる手法を検証するため、4.7～4.8GHzも使用した。
- 課題実証②-1: 4K映像を活用した患者情報の遠隔連携(救急車と搬送先病院間)
  - 移動中の救急車両内でデータ伝送するため、屋外の通信エリアが必要となる。屋外エリアについてはローカル5G設備構築を行わず、NTTドコモの基地局(Sub6帯: 3.7GHz及び4.5GHz帯)を活用して検証を実施した。
  - 屋内エリアについては、徳島赤十字病院内に設置された既存のローカル5G設備を活用して電波放射を行うため既存設備で指定を受けている4.8～4.9GHzで実証を行った。
- 課題実証②-2: 4K映像を活用した患者情報の遠隔連携(二次救急病院と三次救急病院間)
  - 徳島県立海部病院及び徳島赤十字病院内に設置された既存のローカル5G設備を活用して電波放射を行うため、既存設備で指定を受けている4.8～4.9GHzで実証を行った。

# 実施環境

## 課題実証①

- ❑ 徳島県立中央病院と徳島大学病院のそれぞれ隣接する2つの病院で実施



徳島県立中央病院と徳島大学病院の  
カバーエリアと調整対象区域

- ✓ 徳島県立中央病院には既設のローカル5G設備が設置
- ✓ 徳島県立中央病院のローカル5G設備から光DAS(分散アンテナシステム)により徳島大学病院にエリアを拡張

## 課題実証②-1

- ❑ 救急車両が阿南市消防本部から搬送先である徳島赤十字病院へ走行するシナリオにて実施



救急車走行エリアと屋外  
キャリア5Gエリア



徳島赤十字病院の  
カバーエリアと調整対象区域

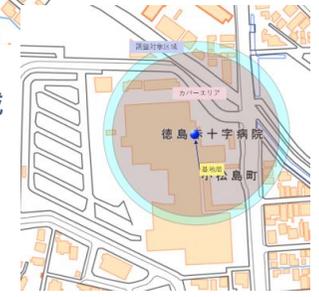
- ✓ 救急車両はNTTドコモの屋外5G基地局が整備された5Gエリア内(一部LTEエリア)を走行
- ✓ 徳島赤十字病院の救急外来エリアにローカル5G設備を設置

## 課題実証②-2

- ❑ 二次救急病院として徳島県立海部病院、三次救急病院として徳島赤十字病院にて実施



徳島県立海部病院の  
カバーエリアと調整対象区域



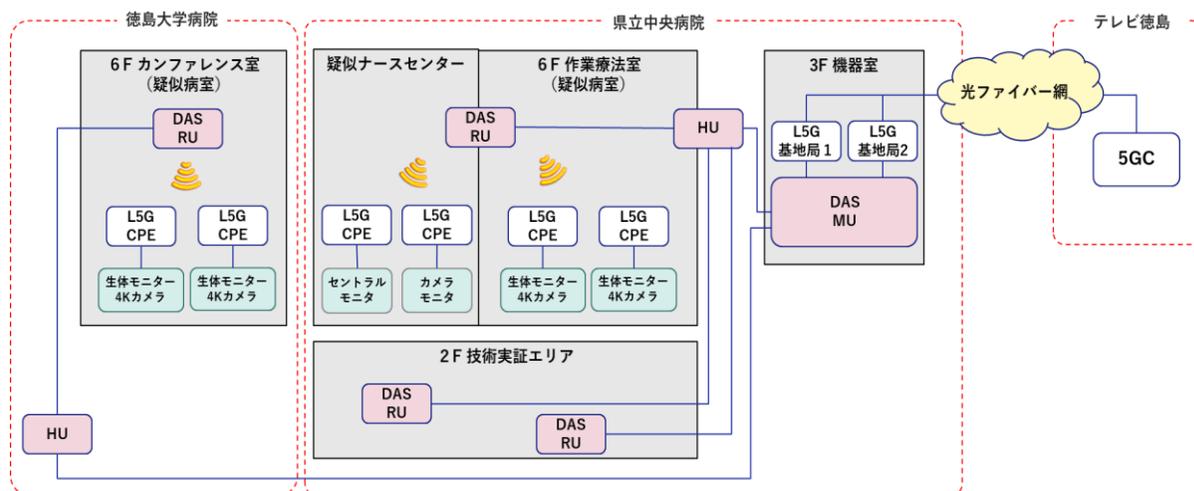
徳島赤十字病院の  
カバーエリアと調整対象区域

- ✓ 徳島県立海部病院の会議室エリアに既設のローカル5G設備が設置
- ✓ 徳島赤十字病院は課題実証②-1と同上

# ネットワーク・システム構成：課題実証①

- 徳島県立中央病院と徳島大学病院の各模擬病室のDAS-RUから、徳島県立中央病院のローカル5G基地局を経由して、同病院の模擬ナースステーションへ接続

## ネットワーク・システム構成



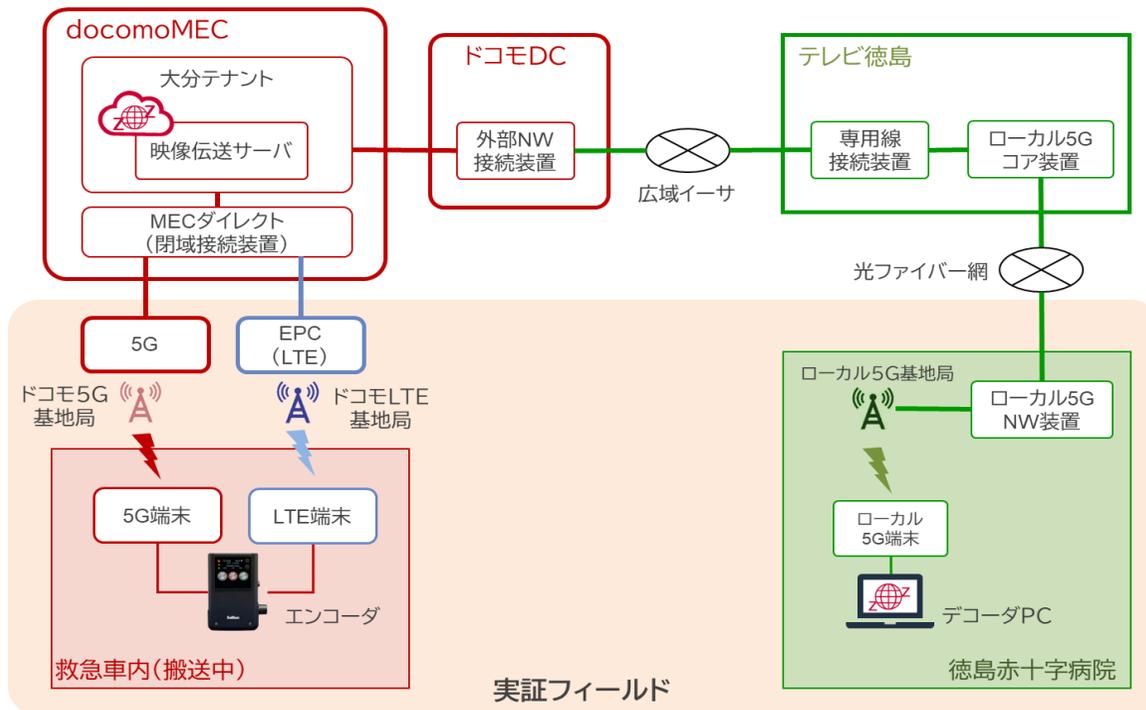
## 徳島県立中央病院に設置したローカル5Gシステムの技術的諸元

分離型基地局 NEC製	
対応周波数帯	4.8GHz-4.9GHz
最大出力	33.6dBm(2300mW) x 2Tx
空中線利得	光DAS(4.5dBi)に接続
占有帯域幅	100MHz
MIMOレイヤ数	ダウンリンク 2x2 MIMO アップリンク SISO
変調方式	最大256QAM
最大スループット	同期(理論値) ダウンリンク660Mbps(256QAM) アップリンク 65Mbps(64QAM)
ネットワーク接続方式	10Gbps LAN
時刻同期方式	PTP同期方式
電源	AC100V

# ネットワーク・システム構成：課題実証②-1

- 搬送中救急車より、ドコモ5G及びLTEを経由して、受け入れ先病院のローカル5G基地局へ接続

## ネットワーク・システム構成



## 徳島赤十字病院に設置したローカル5Gシステムの技術的諸元

一体型基地局 NECマグナスコミュニケーションズ製	
対応周波数帯	4.8GHz-4.9GHz
最大出力	33.6dBm(2300mW) x 2Tx
空中線利得	光DAS(4.5dBi)に接続
占有帯域幅	100MHz
MIMOレイヤ数	ダウンリンク 2x2 MIMO アップリンク SISO
変調方式	最大256QAM
最大スループット	同期(理論値) ダウンリンク660Mbps(256QAM) アップリンク 65Mbps(64QAM)
ネットワーク接続方式	10Gbps LAN
時刻同期方式	PTP同期方式
電源	AC100V

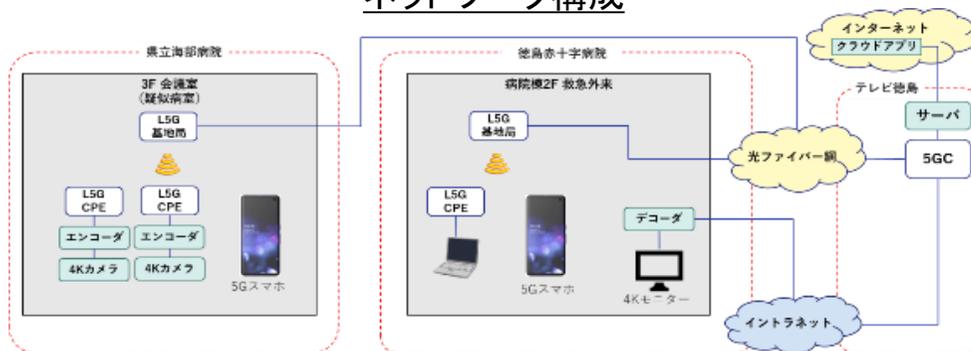
## ドコモ5G基地局の装置諸元

ドコモ5G基地局	
通信方式	キャリア5G(ドコモ)※LTEをアンカーバンドとしたノンスタンドアロン(NSA)方式
無線局数	屋外エリアの複数の基地局
周波数帯	3.7GHz帯及び4.5GHz帯
帯域幅	100MHz(3.7GHz/4.5GHz)
キャリア間隔	30kHz(4.5GHz)
変調方式	DL(QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM) UL(QPSK, 16QAM, 64QAM)
同時接続数	1500UE/セル(無線局)
装置ベンダ	NEC及び富士通

# ネットワーク・システム構成：課題実証②-2

- 徳島県立海部病院(二次救急病院)のローカル5G基地局から、ケーブルテレビ徳島の5Gコアを経由して、徳島赤十字病のローカル5G基地局へ接続

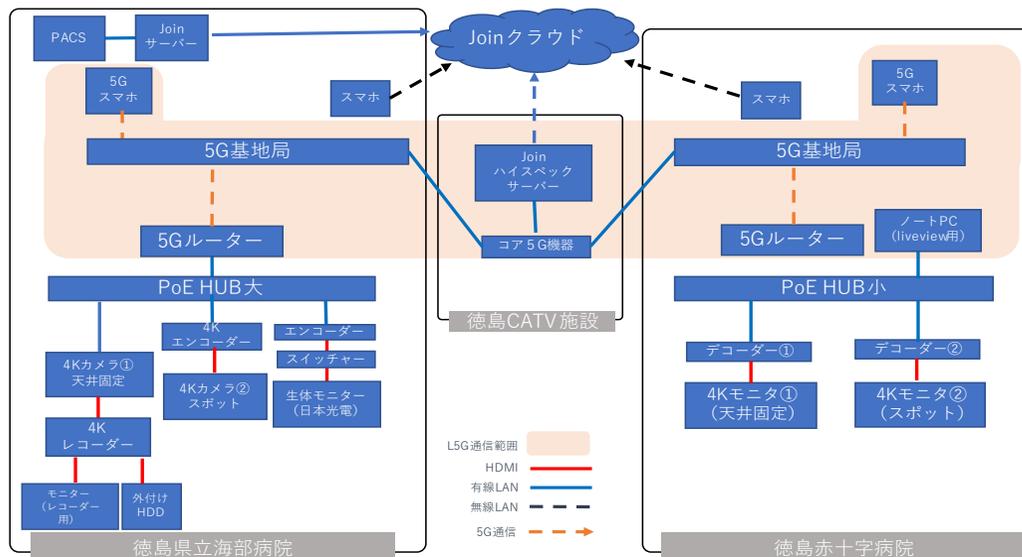
## ネットワーク構成



徳島県立海部病院に設置した  
ローカル5Gシステムの技術的諸元

課題実証①と同じ基地局を設置

## システム構成



徳島赤十字病院に設置した  
ローカル5Gシステムの技術的諸元

課題実証②-1と同じ基地局を使用

---

## ローカル5Gの電波伝搬特性等に関する技術的検討(技術実証)

---

# 技術実証テーマⅡ\_エリア構築の柔軟化 (1/2)

柔軟化の対象：■不感地対策 ■他者土地への電波漏洩軽減

解決方策 ■反射板 ■中継器 ■DAS ■LCX ■その他

エリア構築の課題  
技術的課題

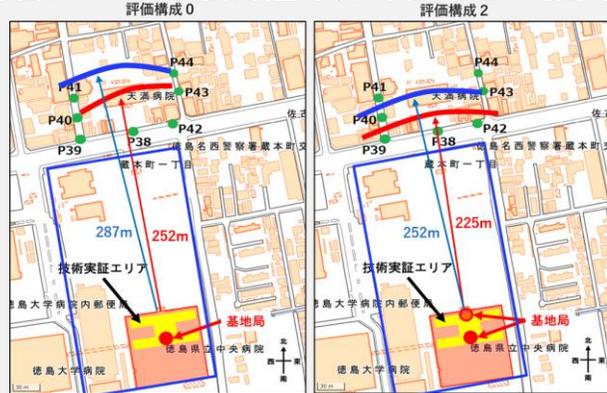
複雑な形状のフロアにおいて、壁などの障害物による遮蔽・減衰により不感地帯が生じる

上記課題の  
解決方策

課題解決前：複数の基地局を配置することで不感地帯を解消できるが、隣接基地局との干渉が発生し伝送性能(スループット)が劣化する。  
課題解決後：光DASにより単一セルを複数無線機で拡張することで、干渉の発生を回避することができた。

## 業務区域、カバーエリア、調整対象区域、自己土地、他者土地

〔業務区域図、カバーエリア図、調整対象区域図、自己土地図、他者土地図〕



単独基地局配置  
(27dBm)

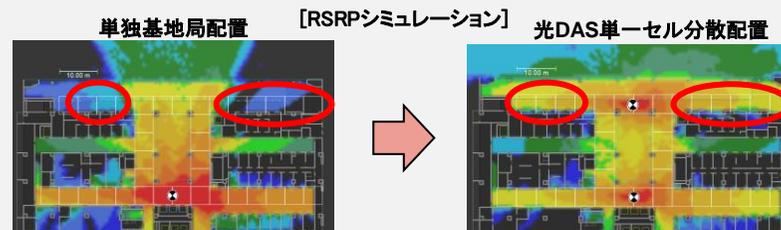
カバーエリア境界:  
(RSRP換算: -84.6dBm  
-119.7dBm)  
干渉調整対象区域境界:  
(RSRP換算: -91.0dBm  
-126.1dBm)

光DAS単一セル分散配置  
(18dBm x 2)

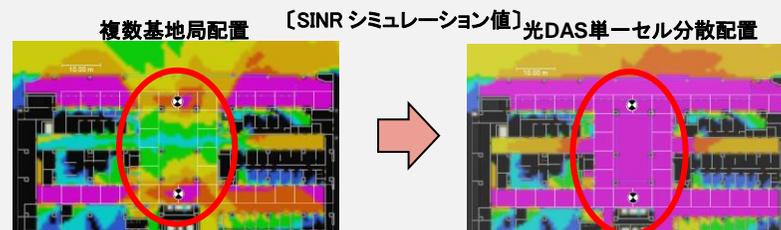
屋内設置のため外部への漏洩は少ないと考えていたが、建物北面が全面普通ガラスのためこの方向のみカバレッジが当初想定よりも拡大し、カバーエリアが一部他者土地にかかる状況であるが、光DASにすることで送信電力が最適化でき業務区域を十分にカバーしつつ他者土地への漏洩を軽減できた。

## エリア構築のシミュレーション

ツールとしてiBwaveを使用しレイトレース法によるシミュレーションを実施



光DASによる不感エリアの解消が期待できる



無線が重なるエリアでSINRが悪化⇒光DASにより大幅な改善の機体

評価：〔実用性、優れる点、留意点等〕

光DASの活用により複数の無線機を配置しても無線機相互間の干渉を考慮することなく無線カバレッジ設計が実施できることが確認でき、かつ良好なSINRが得られるため、複数基地局配置による手法と比較してスループット性能も大きく改善することを期待できる。

# 技術実証テーマⅡ\_エリア構築の柔軟化 (2/2)

柔軟化の対象： ■不感地対策 ■他者土地への電波漏洩軽減

解決策 ■反射板 ■中継器 ■DAS ■LCX ■その他

## 実証結果

基地局1台でカバーする場合には、エリア形状が複雑であるため送信電力を最大の+27dBmまで増加させてもエリア端で十分なスループットが得られない部分が残った。

基地局を2台にすると送信電力を+18dBmまで下げても十分な受信電界が得られるが、干渉の発生により全体のスループットが低下した。

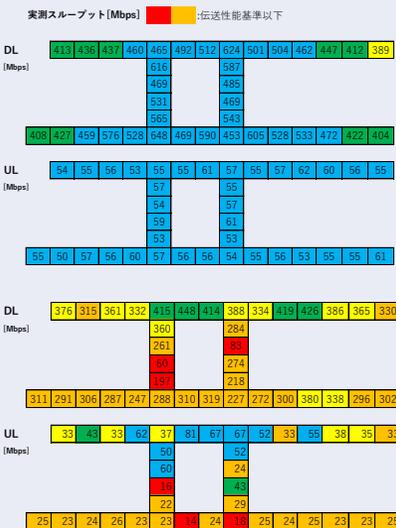
### <課題解決前>



### <課題解決後>

光DASにより単一セルで2つのDAS-RUを駆動することにより+18dBmの出力でカバレッジを確保しつつ、セル間干渉を抑制して良好なスループットを得ることができた。

光DASを使用せず+18dBmの基地局を2台配置した場合とも比較したが、基地局間の干渉によりスループットが劣化する結果となった。



## 実証の成果

- ・得られた知見
- ・課題解決への貢献
- ・シミュレーション精度向上への貢献
- ・さらなる課題の提案

光DASにより単一セルを複数の無線機に分散した場合に、無線機相互の干渉によるスループットへの影響が出ないことを、実機で確認できた。そのため光DASによる単一セル分散でのカバレッジ構築手法は、干渉の回避を考慮することなく無線機を配置することが可能であり無線カバレッジの柔軟な設計を実現する手段として有効であることが確認できた。

また、カバレッジ設計の柔軟性は、送信電力増加による強引なカバレッジ形成を回避し、送信電力を必要最小限に抑えることを可能とするため、外部への漏洩回避の側面でも有効であることを確認した。

## 写真

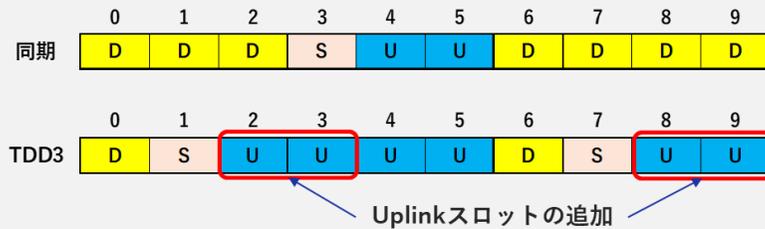


# 技術実証テーマⅢ\_準同期TDDの追加パターン開発(1/2)

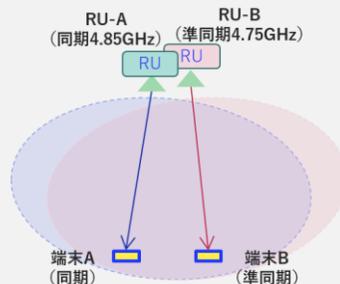
## 準同期TDD3の開発と干渉抑制手法の確立

### 隣接周波数での共用と移動機最大送信電力制限による移動機間干渉抑制

- ① TDD3準同期スロット構成を適用することで、同期システムと比較して3倍のUplinkスループットが得られることを確認した。



- ② 移動機最大送信電力の抑制による移動機間干渉の抑制効果を確認。同一周波数で同期局と共用する場合の設計における選択肢を拡大。
- ③ 屋内で適用可能な隣接する2つの周波数帯を活用して同期システムと準同期(TDD3)システムを併用する場合には相互の干渉の影響を受けず、共用可能であることを確認



## シミュレーション

### 共用条件を整理し、準同期スループットのシミュレーション手法を確立

#### 共用検討シミュレーション

- ① 本実証の実証設備(オムニアンテナを使用)における最悪値条件のシミュレーションを実施。同一周波数・隣接設置による共用は、双方が同期した状態に2.6km、一方を準同期にした場合に2.5km程度の離隔が必要となり、本実証が対象とする屋内同一空間での共用においては、いずれも現実的ではない離隔距離が必要であることを確認した。
- ② 隣接周波数・隣接(または重畳)設置においては、基地局間を12.8m以上離隔することで共用が可能となることを確認した。

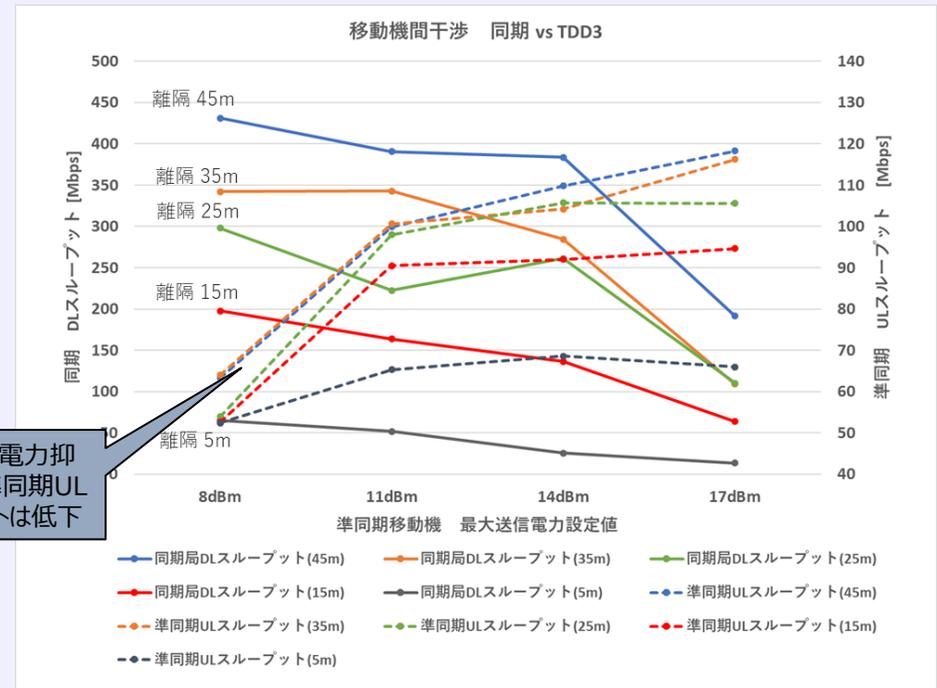
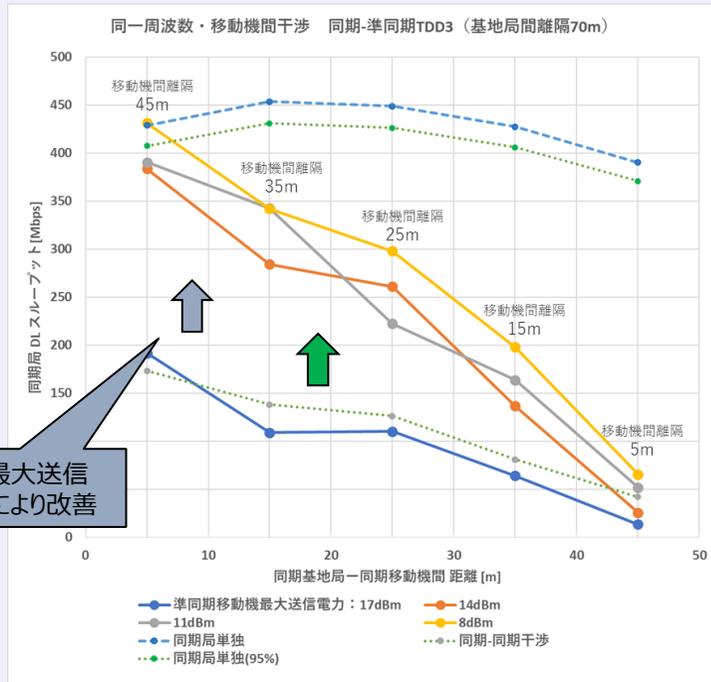
		帯域内		帯域外	
		所要改善量[dB]	所要離隔距離[m]	所要改善量[dB]	所要離隔距離[m]
同一周波数	基地局間干渉	58.4	2,504.3	-51.4	0.0
	基地局移動機間干渉	57.9	2,347.9	-59.9	0.0
	移動機基地局間干渉	58.9	2,631.3	-43.3	0.0
	移動機間干渉	58.3	2,467.0	-51.8	0.0
隣接周波数	基地局間干渉	12.6	12.8	-7.7	1.2
	基地局移動機間干渉	4.1	4.8	-13.1	0.7
	移動機基地局間干渉	6.6	6.4	-20.3	0.3
	移動機間干渉	6.0	6.0	-25.5	0.0

#### 伝送性能シミュレーション

- ① スループットの推定にあたり無線環境条件からのMCS推定が課題であったが、実験室での実測データの測定値からMCSを推定し3GPPに基づきスループットを計算する手法を採用した。
- ② 準同期システムと同期システムとの併用時のスループット推定においては、従来の基地局と移動機間の干渉だけではなく、準同期システムの併用により発生する基地局間・移動機間干渉もシミュレーションして、同期スロット・非同期スロット別にスループットを推定し、準同期各パターンの理論スループットを算出する手法を確認した。

# 技術実証テーマⅢ\_準同期TDDの追加パターン開発(2/2)

## 実機実証結果からの考察



- ✓ 同一周波数での干渉によるスループット劣化は想定通り
- ✓ サイトエンジニアリング（移動局送信電力抑制）の効果も予想通りであるが、基地局間離隔70mで移動機送信電力を8dBまで抑制しても同期局から5mの位置まで近づかなければ移動機間干渉の影響を解消できないため影響解消のためにはより大きな離隔が必要（仮設通り）。
- ✓ 同期局から15m位置での同期局DLスループットはシミュレーション値より30%以上高い値を測定した。（差分については要検証）
- ✓ 今回の実証で同一周波数で同期/準同期を併設する場合であっても相互の干渉による劣化を許容できる関係であれば、屋内の近距離でも移動局送信電力抑制により同期局DLと準同期局ULのバランスをとることでそれぞれのユースケースに応じた設計が可能であることが確認できた。

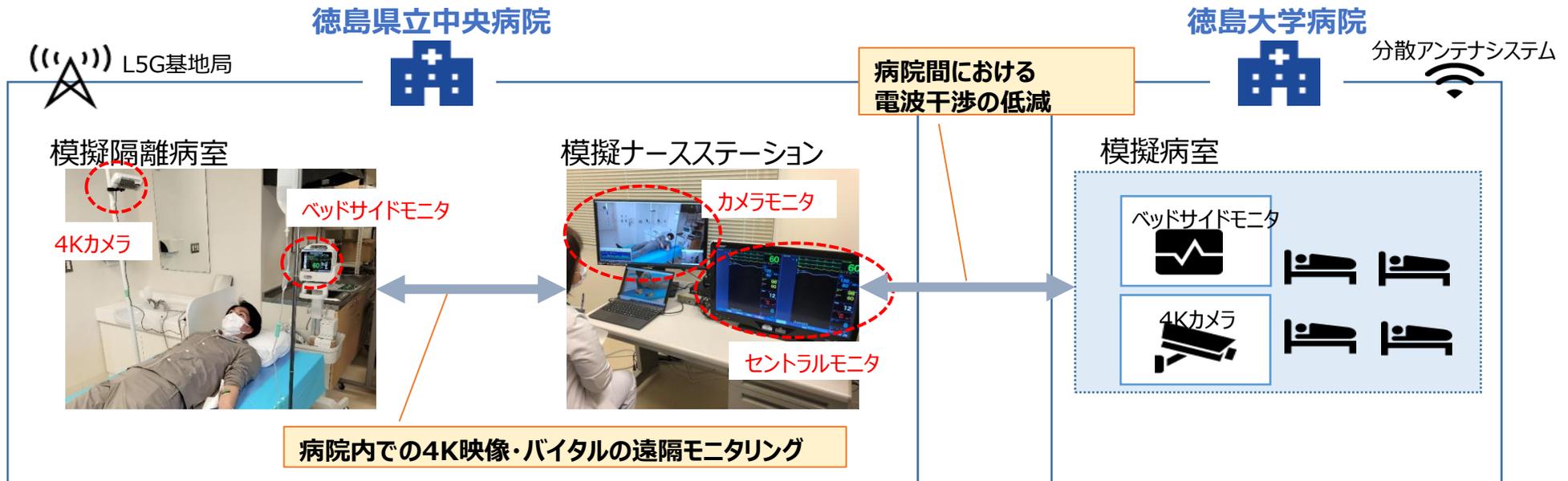
---

## ローカル5G活用モデルに関する検討(課題実証)

---

# 課題実証① 実証概要

- 隔離病棟入院患者を対象に、4K映像及びベッドサイドモニタの伝送による遠隔モニタリングを行った。
- 大規模病院が隣接していることから、医用テレメータのチャンネル重複のリスクがあり、ローカル5Gによる通信によって混信を回避した。



## 想定シナリオ

- コロナウィルス感染症病棟の入院患者の容態を、院内のナースステーションから遠隔でモニタリングする

## 実証目標

- 患者容態把握等の一部の業務を代替できる映像品質であること
- 隔離病棟に係る業務負担軽減に資すること
- 実証を通じてソリューション実装時における運用課題が抽出されること

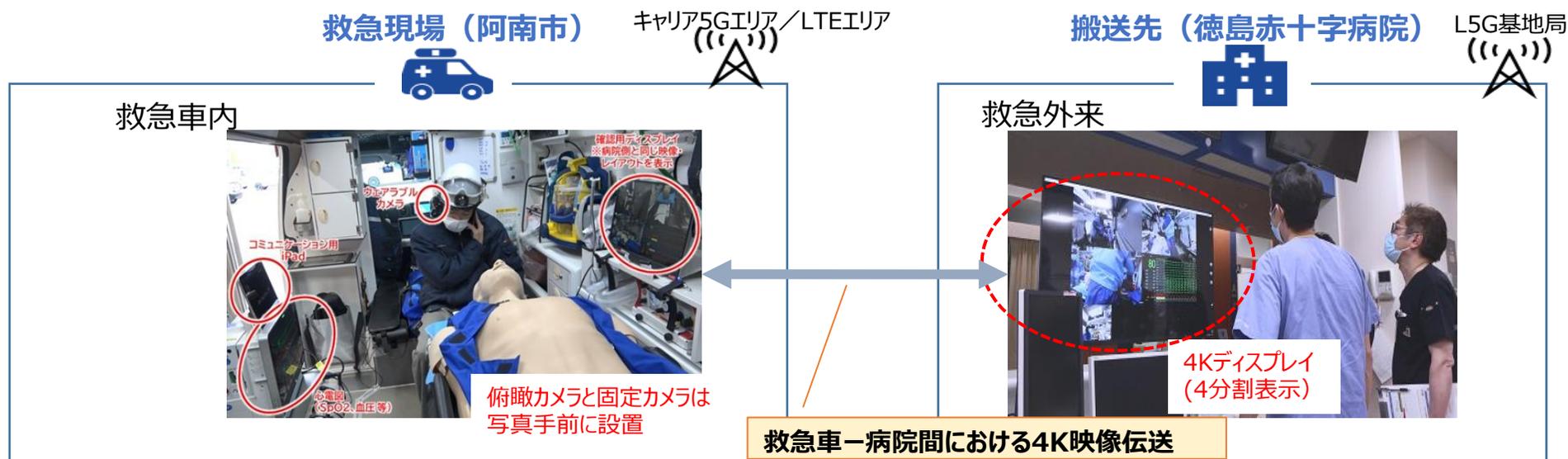
# 課題実証① 検証結果

## 検証結果サマリ

評価・検証項目		目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策
機能	<ol style="list-style-type: none"> <li>4K映像品質の目視確認、スループット等の伝送性能の確認</li> <li>Wi-Fi接続時に対してローカル5G接続時に干渉が生じないことを検証</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>標準の同期方式で4K映像を伝送できること</li> <li>他施設のローカル5Gとの干渉がないこと</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>両病院に設置した4Kカメラ映像をULスループット12Mbps x 3本、遅延時間34msecで伝送</li> <li>Wi-Fiでは干渉による映像品質低下が見られたが、ローカル5Gでの品質低下は見られなかった</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ローカル5GによるULスループットは56Mbpsが確保されており、4Kカメラ3台からの映像の同時伝送においても品質に問題なく伝送できた。</li> <li>ローカル5Gにおいては隣接する病院に設置した基地局からの漏れは受信限界以下でスキャナーでは検出できず、干渉の影響も見られなかった。</li> </ol>
運用	<ol style="list-style-type: none"> <li>カメラの性能・配置に関する要件を医療従事者へのアンケート・ヒアリングにより抽出</li> <li>隔離病棟担当の現状業務に対する負担軽減効果を医療従事者へのアンケート・ヒアリングにより抽出</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>運用に求められる機能要件を抽出すること</li> <li>電波管理に係る負担軽減に資すること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>受信側でズームやパンの機能、録画機能が必要であることがわかった</li> <li>医用テレメータのチャンネル設定・管理、電波障害等での原因究明といった業務を削減できるとの評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>△</li> <li>○</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>感染病棟や重症者病棟では、看護師による機材等の目視確認のための入退出を1時間に複数回行っており、遠隔から確認ができればこれらの業務負担が軽減される</li> <li>ネットワークの専門家が常動していない病院では、左記の業務負担軽減に加え、ベンダーへの保守コスト低減にもつながる</li> </ol>
効果	<ol style="list-style-type: none"> <li>映像品質・画角等について、実証に参加する医師・看護師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> <li>隔離病棟への立ち入り回数の削減効果について、実証に参加する看護師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>映像品質がモニタリングに有効であること</li> <li>医療従事者の負担軽減に資すること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>医療機械の動作確認、呼吸状態の確認、ドレーン廃液・輸液ポンプの常態か確認に有効との意見</li> <li>感染症病棟の場合、病棟立ち入り回数を3分の1程度に減少できるとの意見</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>病棟内の看護師と医局の医師とが患者映像を介してコミュニケーションする場面や、手術室内の映像を遠隔の医師が可搬型デバイスでチェックするといった場面にもニーズがあった。患者対看護師以外での応用ケースについても対応した機能改善が必要</li> <li>隔離病棟以外にも、一般病棟の夜間見回りに応用できると更なる業務負担軽減につながる</li> </ol>

## 課題実証②-1 実証概要

- 救急車走行中に、患者容態の4K映像及び12誘導心電図画面の伝送を遠隔の搬送先病院に伝送した。
- 救急車走行中はキャリア5Gエリア及びLTEエリアを走行するため、docomoMECを経由する閉域網により、搬送先病院のローカル5G基地局と接続した。



### 想定シナリオ

- 高エネルギー外傷、心不全、脳卒中の3症例の救急患者に対して、搬送先救急医が救急隊員に対して、遠隔から救急搬送中の特定医療行為等の指示を行う。

### 実証目標

- メディカルコントロールの質向上と、搬送後の処置開始までの時間短縮に資すること
- 実証を通じてソリューション実装時における運用課題が抽出されること

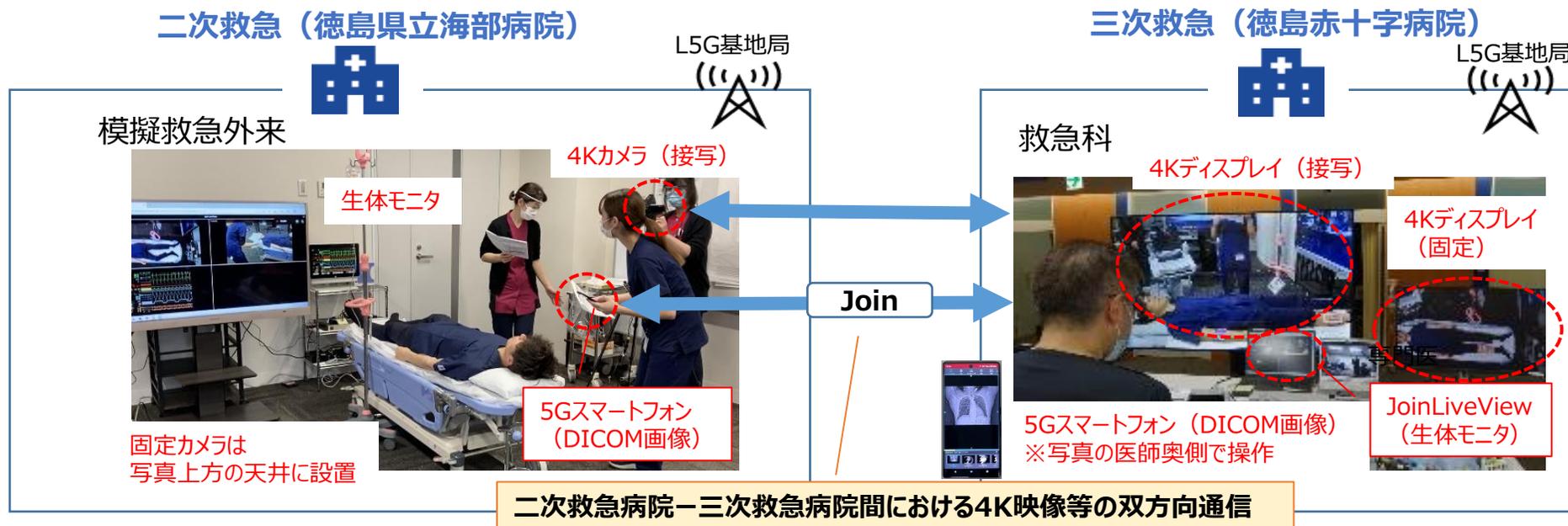
# 課題実証②-1 検証結果

## 検証結果サマリ

評価・検証項目		目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策
機能	<ol style="list-style-type: none"> <li>キャリア5Gとローカル5G間のスループット特性の評価</li> <li>5GとLTEの切り替えにおける4K映像品質の評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>救急車走行中の5Gネットワーク品質が医療従事者の視点で許容範囲内であること</li> <li>同上</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>EtoEでのスループットは9.4Mbps/sec、遅延時間0.09sであり、目標値を達成</li> <li>5G/LTEのバルク通信では、走行ルート全体を通してほぼ劣化は見られず、安定していた</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4K映像の精細さは、医療従事者の92%が「非常に良い」、8%が「やや良い」と回答し、遅延時間についても85%が違和感なしとの回答であり、バルク通信により安定した映像伝送を実現した</li> <li>同上</li> </ol>
運用	<ol style="list-style-type: none"> <li>ソリューション導入時に削減されるオペレーションと追加されるオペレーションについて、医療従事者へのアンケート・ヒアリングにより抽出</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>救急搬送での運用時に最適なオペレーション及び機器配備・構成を明らかにすること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>数台の救急車が1つの病院へ同時に搬送されるケースでの機能要件を抽出した。また、救急車という特殊環境内への実装における運用上の課題を明らかにした</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>△</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ノイズとなるサイレン音のキャンセリングと同時に、患者との音声コミュニケーションが可能な音声機材の配置や切り替えといった対応が必要。また、症例や状況によって、病院側から指定した映像ソースを拡大するといった柔軟な画面設計に改善が必要。</li> </ol>
効果	<ol style="list-style-type: none"> <li>搬送開始から処置開始までに短縮される業務プロセスを、実証に参加する医師・看護師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> <li>特定医療行為の補助としての有効性を、実証に参加する救急隊員へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>処置開始までの業務プロセスの短縮に資すること</li> <li>患者容態の把握、特定医療行為の補助に資すること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>救急隊員と医師との間での引継ぎに係る業務がなくなることで、処置開始までの時間短縮につながる</li> <li>医師と救急隊員間での重症度に関する認識ギャップが埋まる、また、映像を通じて医師の指示が得られることで救急隊員が安心して特定医療行為等が実施できる</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>△</li> <li>△</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>今後、消防と病院のそれぞれにおけるソリューションの運用プロセスを合議する必要</li> <li>システム操作に関する救急隊員の負担を最小化するUI構成や機器選定・配置への改良が必要</li> </ol>

## 課題実証②-2 実証概要

- 二次救急病院の救急外来から、ローカル5Gにより患者容態の4K映像及び生体情報を、遠隔の三次救急病院の救急外来に伝送した。
- DICOM画像及び生体情報については、医療関係者間コミュニケーションアプリ「Join」により共有した。



### 想定シナリオ

- 二次救急に搬送された高エネルギー外傷と急性脳梗塞の2症例の救急患者に対して、三次救急の救急医及び専門医が二次救急医師に対して、遠隔からコンサルテーションを行う。

### 実証目標

- 映像等の共有により、二次救急と三次救急間での処置と転院搬送判断の質向上に資すること
- 実証を通じてソリューション実装時における運用課題が抽出されること

# 課題実証②-2 検証結果

## 検証結果サマリ

評価・検証項目		目標	検証結果	目標達成状況	考察及び対応策
機能	<ol style="list-style-type: none"> <li>フレームレート30fps以上における映像の解像度・滑らかさの評価</li> <li>EtoE遅延時間の評価</li> <li>伝送されるバイタルとDICOM画像の品質評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>施設間の映像コミュニケーションにおいて、30fps以上のフレームレートで、医療従事者の視点で映像品質が許容範囲内であること</li> <li>遅延が許容範囲内であること</li> <li>バイタルとDICOM画像が正しく伝送されていること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>フレームレート30fpsの場合に、解像度・滑らかさともに許容範囲内</li> <li>4K映像のEtoEの遅延時間はおよそ1秒未満であり許容範囲内</li> <li>L5Gを経由して、JoinのスマホアプリにてバイタルやDICOM画像の情報が欠損なく共有されていることを確認</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>○</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>通信機器の接続数が4チャンネル以上となる場合は、本実証では未検証のため、画質や遅延時間が許容範囲内であるか追加の検証が必要</li> <li>同上</li> <li>特に無し</li> </ol>
運用	<ol style="list-style-type: none"> <li>ソリューション導入時の運用フロー（各業務のタイミングやコミュニケーション手段）や体制について、医療従事者へのアンケート・ヒアリングにより抽出</li> <li>カメラの性能・配置に関する要件を医療従事者へのアンケート・ヒアリングにより抽出</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>施設間での運用のフローチャートが立案されていること</li> <li>カメラの性能・配置要件が整理されていること</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>あらたに視覚的情報が加わる場合の転送判断や治療指示のフローを立案</li> <li>4Kカメラ2台（天井カメラ、ハンディカメラ）を用いたが、台数や設置位置は適切であった</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>△</li> <li>△</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3次救急病院側の支援体制を定める必要があり、円滑な運用のためにフローチャートなどを両病院で合意しておく必要がある</li> <li>3次救急病院側でのズーム・パンの機能、自宅や外出先など場面に合わせて使用デバイスを変えること、に対応する必要がある</li> </ol>
効果	<ol style="list-style-type: none"> <li>映像品質について、医師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> <li>コンサルテーションに必要な情報（映像・音声、患者情報）が共有されているか、医師・看護師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> <li>転院搬送の判断に必要な情報が共有されているか、医師・看護師へのアンケート・ヒアリングにより評価</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>伝送された映像品質が、救急医療での遠隔コンサルテーションに有効であること</li> <li>必要不可欠な情報が共有できていること</li> <li>同上</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2症例のいずれも4K映像によるコンサルテーションが可能</li> <li>4K映像・バイタル・DICOM画像の共有によってコンサルテーションに必要な情報が取得可能</li> <li>4K映像・バイタル・DICOM画像の共有によって転院搬送の判断に必要な情報が取得可能</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>○</li> <li>○</li> <li>△</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>遠隔でのコンサルテーションや治療指示を受けることで、二次救急医師の医療従事者の心理的負担を軽減する効果がある</li> <li>同上</li> <li>二次救急の病床状況等によって転院搬送の意思決定を行う場合があり、本ソリューションでは対応困難な事案も多く存在する</li> </ol>

# 課題実証① 実装性

- ソリューションの利用ニーズが高いと想定される自治体及び病院を抽出し、ローカル5G活用モデルの実装可能性を評価した。

## 都道府県別の潜在ニーズの評価

### 仮説

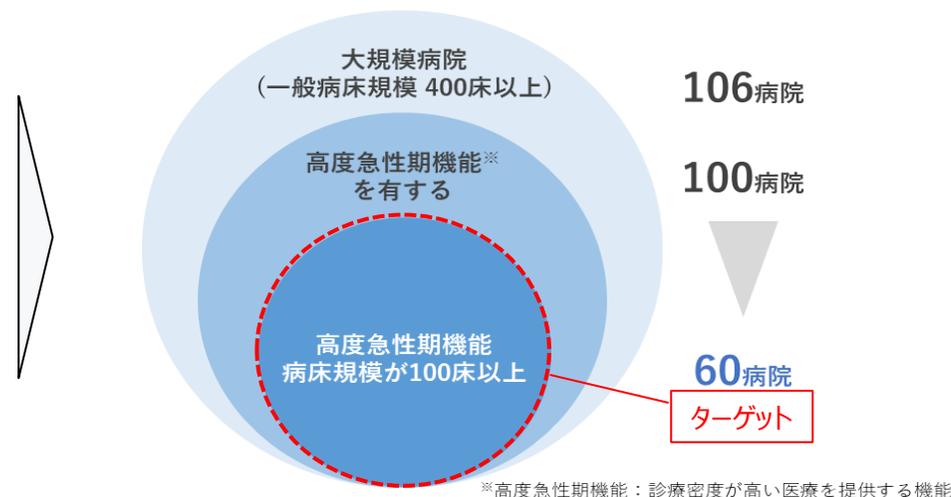
人口当たりの隔離病床数が多く、かつコロナ禍における病床逼迫が危機的であった都道府県で、特にニーズが高い

都道府県	隔離病床の割合 人口10万人当たり	感染症病床の利用率
茨城	104.0	189.3
群馬	94.1	183
東京	70.0	295.9
石川	72.8	214.6
福井	86.7	225.9
福岡	131.0	189.5
沖縄	156.5	295.2
全国平均	67.7	156.7

## 7都道府県におけるターゲット病院の絞り込み

### 仮説

病主規模が大きく、隔離病棟の見回り等に多大な工数を要すると想定される病院で、なおかつ重症度が高く人員を多く要する高度急性期病棟をもつ病院でニーズが高い



### 実装可能性

- ターゲットの属する自治体では、遠隔診療を中心に医療DXへの関心があり、一部では予算投入を検討中
- 一方で、DXに“ローカル5G”を活用するイメージをもっている自治体は未だ少ない

## 課題実証② 実装性

- 二次救急病院の救急外来から、ローカル5Gにより患者容態の4K映像及び生体情報を、遠隔の三次救急病院の救急外来に伝送した。

### 都道府県別の潜在ニーズの評価

#### 仮説

人口当たりの三次救急への搬送件数と転院搬送件数が多く、なおかつ搬送時間が長い都道府県で特にニーズが高い

都道府県	① 人口に対して3次救急の搬送件数が多い (1万人当たり)	② 人口に対して転院搬送が多い (1万人当たり)	③ 平均搬送時間(入電から医師引渡し)が長い	潜在ニーズ
宮城	126.4人	21.6人	43.0分	高
茨城	109.1人	16.3人	44.1分	高
千葉	77.5人	14.5人	46.5分	高
新潟	117.6人	20.1人	44.8分	高
山口	111.2人	22.4人	41.1分	高
高知	215.8人	36.0人	42.1分	高
宮崎	75.4人	18.5人	41.3分	高
全国平均	75.0人	11.0人	40.6分	—

### 7都道府県におけるニーズの深掘り

#### 仮説

ローカル5G予算を含む総務費の予算規模が大きく、なおかつデジタル・DX関連の施策に注力する都道府県で特にニーズが高い

都道府県	総務費の予算規模 (R3年度) ※	デジタル推進に積極的に 予算導入しているか	ローカル5G活用モデルの 導入可能性
千葉	950億円	「千葉県ICT活用戦略」を策定し、予算の主要事業にデジタル技術の効果的な活用を掲げている。	○：導入可能性あり
徳島	699億円	DX関連に82億円を計上し、「デジタル徳島推進プラン」を策定し、力を入れる。	R4年度 実証
宮城	496億円	政策財政運営の基本方針でDXを推進の記載がある。力を入れ始めている。	△：検討の余地あり
茨城	469億円	「DXイノベーション推進プロジェクト」を始動し、デジタル技術の活用による地域課題の解決を進める。	
山口	357億円	「施策重点化方針」の4つの視点の1つにデジタルがある。5G環境での遠隔医療のモデル事業を実施。	
宮崎	317億円	「重点施策」にデジタル変革の記載あり。他自治体と比較すると、多くの予算をつけてはいない。	×：デジタル化への予算規模を鑑みて導入困難
新潟	277億円	デジタル改革の実行方針を策定し、産業、暮らし、行政のDXを推進。	
高知	144億円	デジタル化に30億円の予算措置を講じ、「高知県デジタル化推進計画」を策定し、在宅医療補助金を確保。	

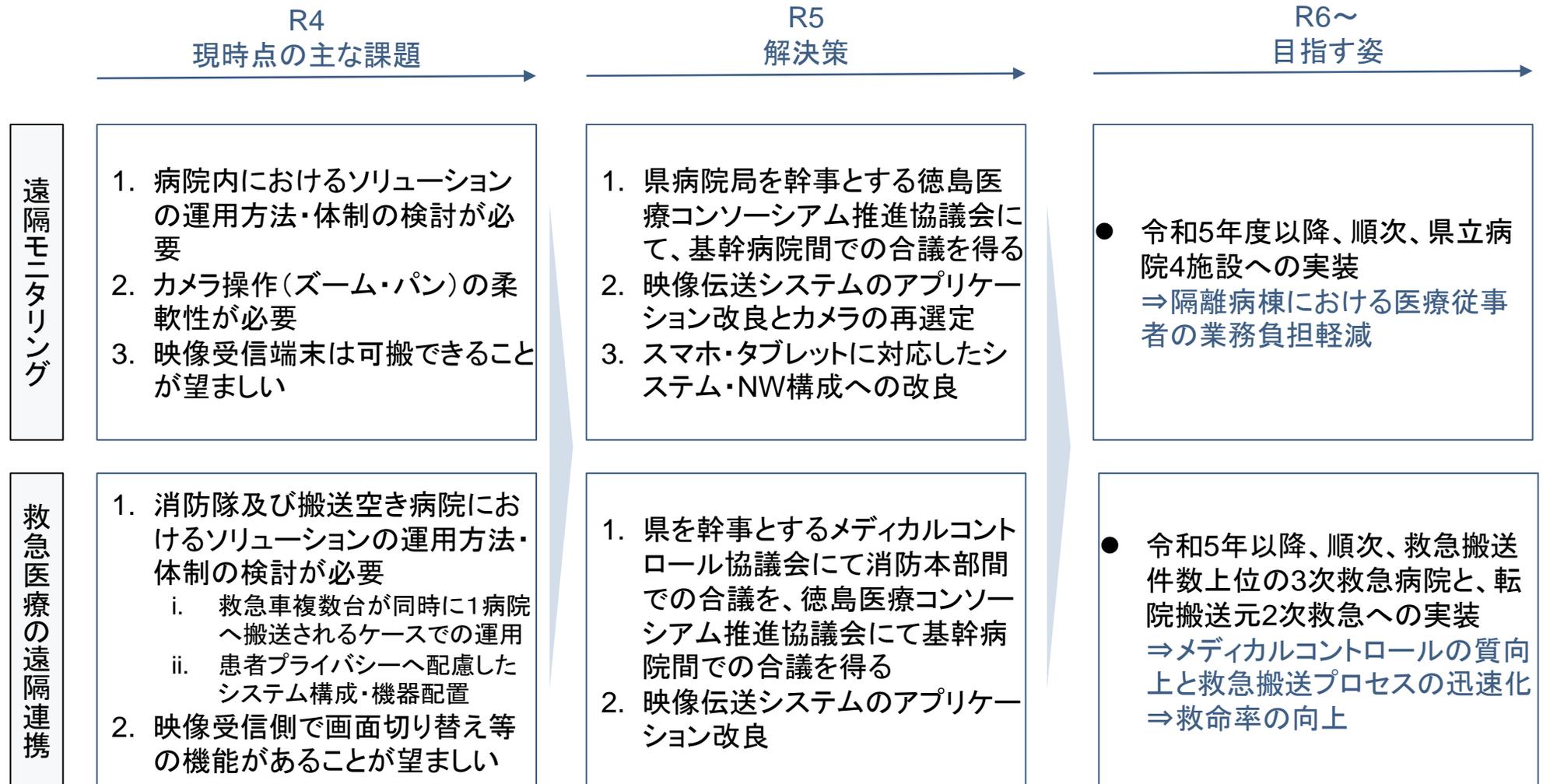
※各自治体に於いてローカル5Gの予算規模は公表されておらず、徳島県では「総務費」にローカル5G予算項目を含むため、各自治体の総務費の予算規模を比較検討した。

#### 実装可能性

- ターゲットの自治体では、いずれも医療のDX推進や中山間地域やへき地病院等への遠隔診療へ予算を投じている
- 一方で、“ローカル5G”の活用や医療分野での応用についてイメージがない。また、免許取得等の手続きにハードルを感じている

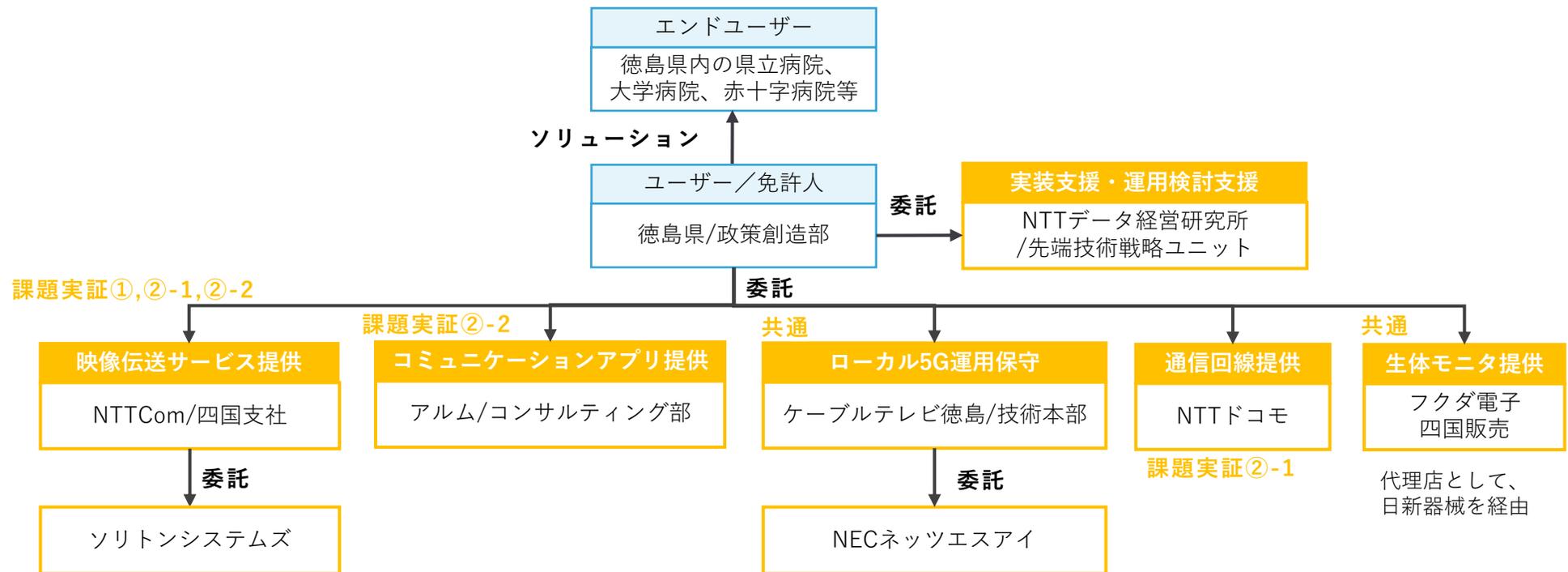
# 実装・普及展開シナリオ

- 実装に向けて、令和5年度に関係組織間でソリューションの運用方法について協議のうえ、令和6年度から順次、県内基幹病院及び消防本部への実装を進める。



# 実装における実施体制

- エンドユーザーである基幹病院や消防本部への実装主体は徳島県が担い、県事業費及び国補助金を活用しながら、各ソリューションの提供事業者やローカル5G構築・運用事業者等への委託を行う。



## 実装計画・支出計画

(単位：千円)

		令和4年度 (2022)	令和5年度 (2023)	令和6年度 (2024)	令和7年度 (2025)	令和8年度 (2026)	令和9年度 (2027)
実装計画	遠隔モニタリングシステム	開発実証	課題対応	コンソ内実装	他の県内県立病院への横展開		
	救急車-病院間の遠隔映像伝送システム	開発実証	課題対応	コンソ内実装	他の県内県立病院及び管轄消防隊への横展開		
	2次救急-3次救急間の遠隔映像伝送システム	開発実証	運用体制構築	コンソ内実装	他の県内県立病院での環境構築		
	ローカル5Gシステム	開発実証	実装				
収支計画 (千円)	(1)ユーザから得る対価※1	—	32,400	90,800	56,200	59,200	73,000
	(2)補助金・交付金※2	—	—	—	—	—	—
	(3)収入((1)+(2))	—	32,400	90,800	56,200	59,200	73,000
	(4)ネットワーク設置費	—	21,000	10,000	0	0	0
	(5)ネットワーク運用費	—	8,400	12,000	13,200	13,200	13,200
	(6)ソリューション導入費※3	—	0	51,900	26,300	26,300	34,100
	(7)ソリューション運用費※4	—	3,000	16,900	16,700	19,700	25,700
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))	—	32,400	90,800	56,200	59,200	73,000
	(9)収支((3)-(8))※5	—	0	0	0	0	0
収入、支出の算定根拠	※1: ユーザは徳島県であり、県がネットワーク及びソリューションのコスト(支出)を負担するものとして記載する。なお、令和5年度については、県負担のもとでローカル5Gシステムを継続利用する。 ※2: 国補助金を活用する想定であるが、未確定のため“0”と記載 ※3: 映像伝送システム及びコミュニケーションアプリの施設当たりの導入費をもとに試算 ※4: 映像伝送システム及びコミュニケーションアプリの施設当たりの年間運用費をもとに試算						

---

## まとめ

---

# まとめ

## ● 技術実証

### ● テーマII: エリア構築の柔軟性向上

- 光DASにより単一セルを複数の無線機に分散した場合には干渉が発生しない
- 光DASによる単一セル分散手法は、無線カバレッジの柔軟な設計を実現する手段として有効
- カバレッジ設計の柔軟性は、送信電力増加による強引なカバレッジ形成を回避し、外部漏洩を抑制 本実証環境においては送信電力を+27dBm(基地局1台)から+21dBm(DAS-RU2台)まで6dB低減することができた

### ● テーマIII: 準同期TDDの追加パターンの開発

- 隣接周波数での準同期の共用はTDD3パターン(ULスループットは最大210Mbps程度まで増加)でも同期システムに影響を与えない運用が可能
- 屋内同一空間、同一周波数での準同期共用は非現実的であるが、同一免許人による併用には移動機最大送信電力の最小+8dBm程度までの制限(準同期セル半径は20m程度に縮小)は同期局への移動機間干渉抑制に有効

## ● 課題実証

### ● 課題実証①: 無線干渉対策を踏まえた入院患者の遠隔モニタリング

- ローカル5Gを活用した4K映像・バイタルの伝送により、隔離病棟患者に対する医療従事者の業務負担が軽減される可能性がある

### ● 課題実証②: 4K映像を活用した救急患者情報の遠隔連携

- 救急車内の搬送患者や二次救急病院への搬送患者の情報を、ローカル5G及びキャリア5Gを介して、4K映像・バイタルを伝送することにより、救急車走行中や専門医不在の二次救急病院での処置の適正化、搬送から処置開始までの時間短縮につながる可能性がある

## ● 実装・普及展開

- 本ソリューションは、商用のアプリや映像伝送システムを活用した汎用性の高いモデルであるものの、ローカル5Gに係るネットワーク費用及びソリューションの導入維持費用を負担可能な自治体や病院は限定的である
- 今後、自治体での費用対効果については中長期での検証が必要である