

# 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

## ローカル5Gを活用した院内外次世代 薬剤トレーサビリティ及び医療従事者の業務改善の実現

---

### 成果報告書概要版

令和5年3月31日

東日本電信電話株式会社

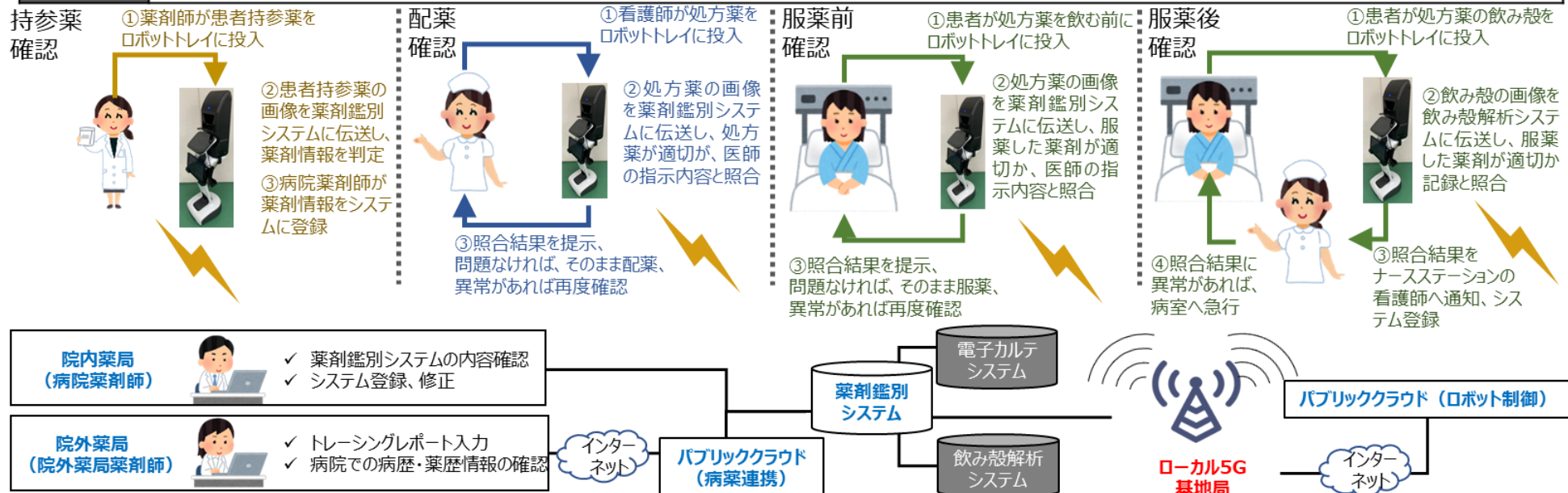
---

## 実証概要

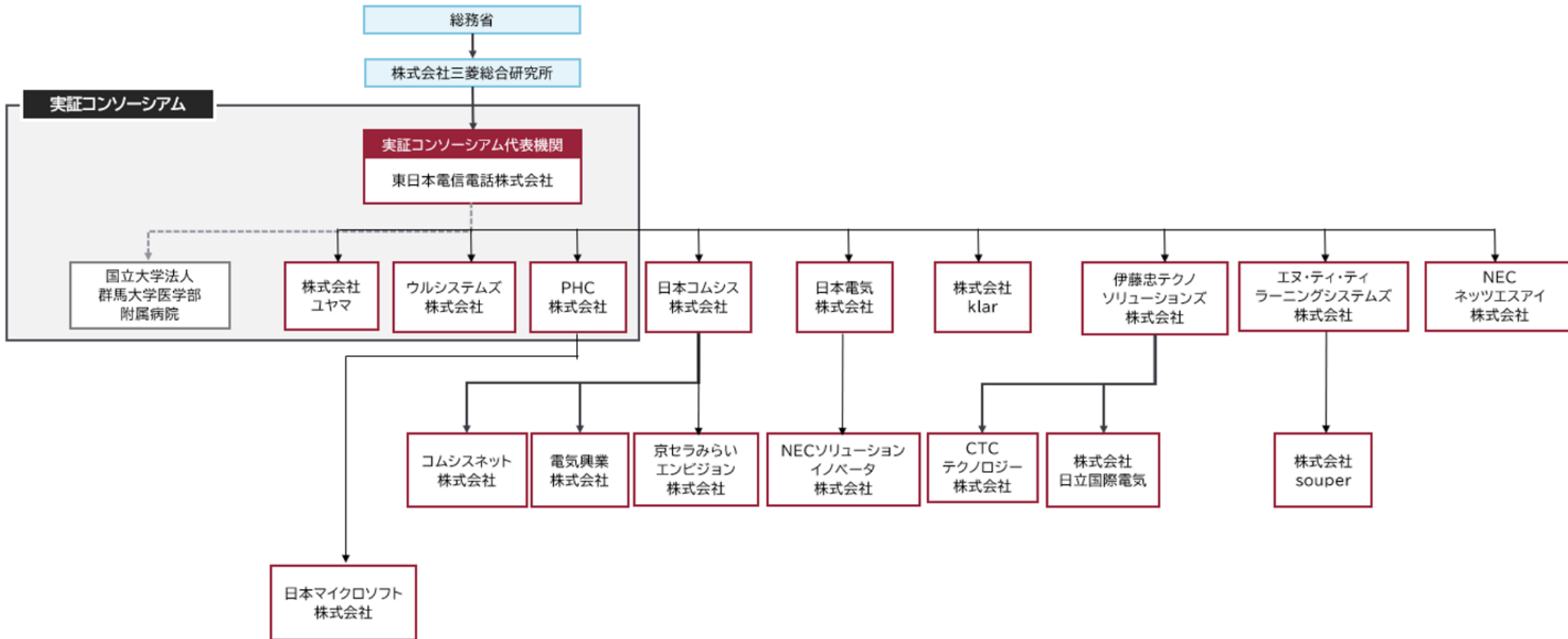
---

# 実証概要

<b>実施体制</b> <small>(下線：代表機関)</small>	東日本電信電話(株)、群馬大学、(株)ユヤマ、ウルシステムズ(株)、PHC(株)	<b>実施地域</b> 群馬県前橋市 <small>(群馬大学医学部附属病院)</small>
<b>実証概要</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>医療の高度化や複雑化に伴い、医療インシデントのリスク増大が喫緊の課題。また、人手不足を解消するためのタスクシフト/稼働削減の課題も存在。</li> <li>ローカル5G×ロボット/AI技術により、インシデントの約4割を占める薬剤関連の持参薬・配薬・服薬確認の確実な業務遂行を支援する仕組みを実証。</li> <li>院内外一気通貫の「次世代薬剤トレーサビリティ」の仕組みにより、医療従事者の業務効率化および患者への安心安全な医療サービス提供を実現。</li> </ul>	
<b>主な成果</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットの指示に対して患者が問題なく行動を行うことができた。これにより、<b>ロボットの服薬確認は実現場で運用可能</b>ということが証明できた。</li> <li><b>飲み殻確認精度を0.951</b>まで高めることができた。当初想定は0.81であったが、画像AIだけでなく、OCRを組み込むことにより高い精度を実現可能にした。</li> <li>持参薬確認業務にて、<b>労務負担を50%削減可能</b>との現場評価を得ることができた。画像の後確認により心理的安心感も得ることが可能との評価も得た。</li> </ul>	
<b>技術実証</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数種類の遮蔽物が存在する病院における建物侵入損に着目した電波伝搬モデルの精緻化や、病院内の不感地帯改善を目的に分散アンテナシステム(DAS)を活用したエリア構築を実施。</li> <li>周波数：4.8-4.9GHz帯(100MHz) 構成：SA方式 利用環境：屋内</li> </ul>	
<b>主な成果</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>病院の建物侵入損R=58.2dB</b>が得られた。また建物侵入損Rの適用については、本実証で分析した遮蔽物透過損をふまえた値の検討が望ましい。</li> <li>DAS導入前後で本実証環境における<b>不感地帯面積が68.4%から15.8%に改善</b>しており、DASの有効性を確認した。柔軟なエリアカバー化が求められる場合や不感地帯エリアが分散する環境に有効である。屋内環境でのDAS活用は、遮蔽物影響を考慮した設計シミュレーションに留意が必要。</li> </ul>	
<b>今後の展開</b>	実装に向け医療従事者の業務が増えないよう一層の検討が必要。障害発生時の運用方法も検討を行う。 <b>令和5年度以降NTT東日本が主体となり課題整理を実施、システムは実証病院で引き続き運用</b> 、発生している要望等の対応を行い、ヒアリングを重ね、拡販力のある仕組みへ成長させて市場への展開を検討。	



# 実施体制



---

## 実証環境

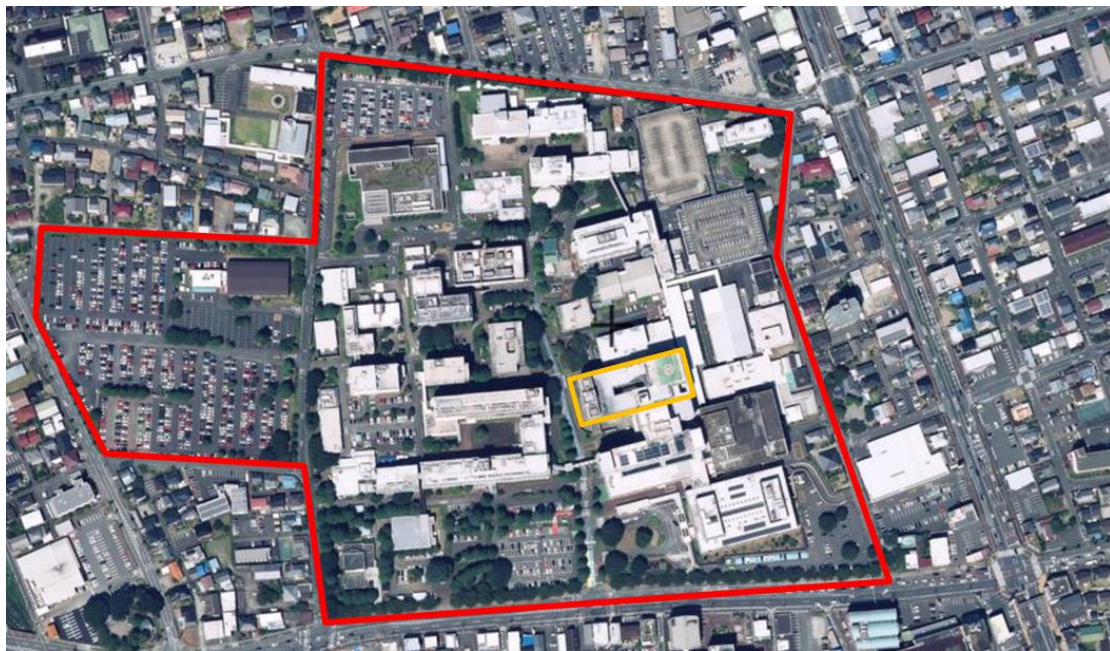
---



# 実施環境

- 本実証は、群馬大学医学部附属病院の北病棟2Fを実証フィールドとした。

▼群馬大学医学附属病院 自己土地範囲



□ : 自己土地範囲内    □ : 実証フィールド

▼群馬大学医学附属病院 外観



▼北病棟2F 外観

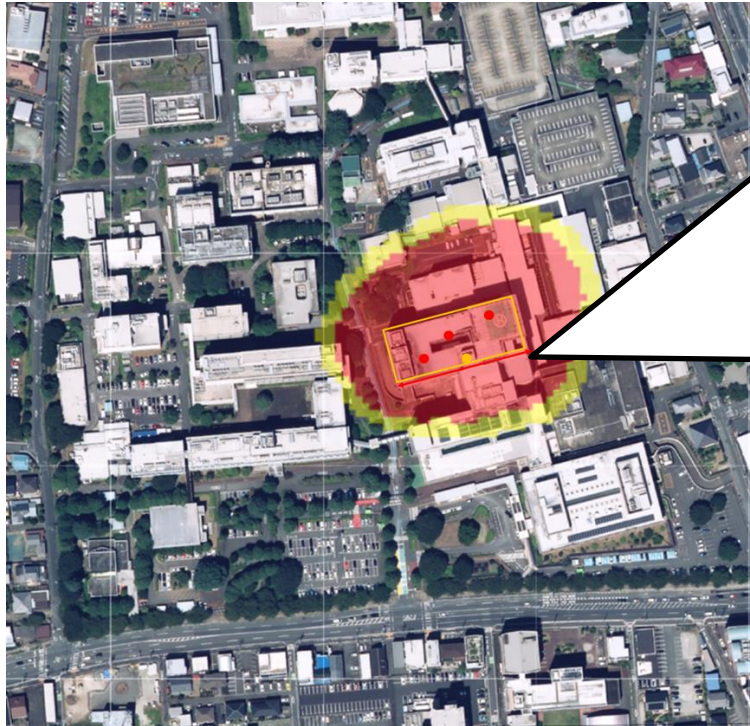




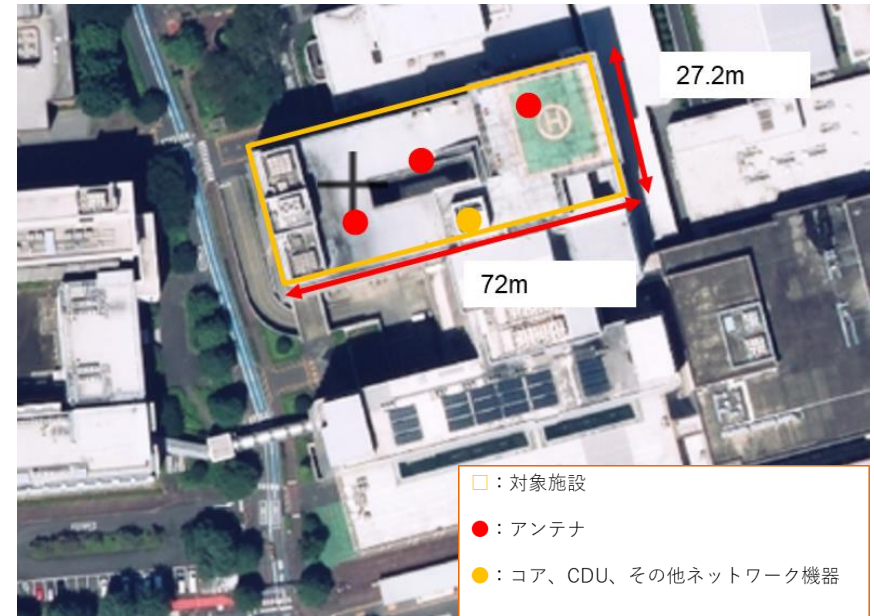
# 実施環境

- 北病棟2Fのうち、課題実証側の所要性能を求められるエリアを業務区域を設定した
- サービスエリアをカバーするように Sub6(4.8-4.9GHz) + 無指向性アンテナを活用した環境を構築した

## 【エリアカバレッジ】



▼北病棟2F 拡大図



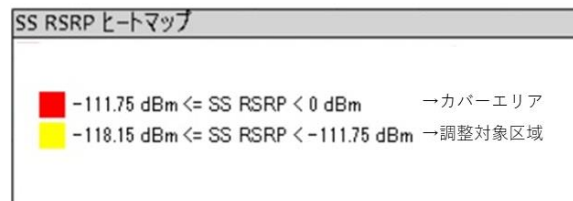
▼北病棟2F 内観



▼北病棟2F 業務区域

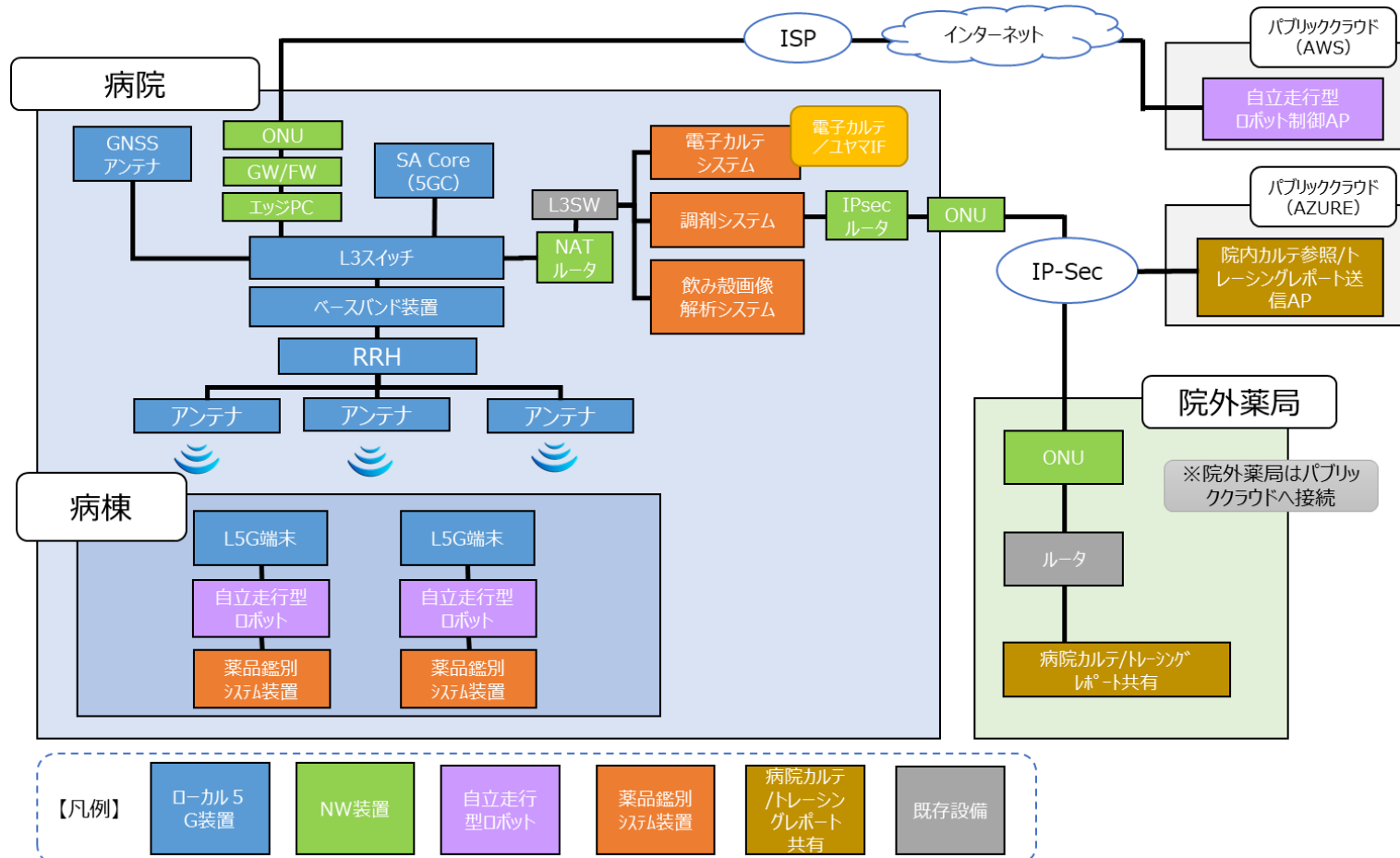


## 【電界強度】



# ネットワーク・システム構成

- 本実証のローカル5Gシステムは群馬大学医学部附属病院 北病棟2Fに設置した
- アンテナはサービスエリアをカバーできる箇所に設置し、コアネットワークを構成する装置群は北病棟2Fに配置するラックへ設置した
- ローカル5Gシステムと既存ネットワークは、北病棟2Fに設置したNATルータで接続した。患者のデータを扱うサーバ類は既存ネットワークから接続できるような構成とした





# システム機能・性能・要件について

- 課題解決システムとしてローカル5Gに求める性能は以下の通り
  - ・ ULスループット：120Mbps（内訳：巡回ロボット 60Mbps×2台）
  - ・ 伝送遅延：50msec（UE～NATルータ区間）

## ■ 基地局無線部特性

項目	基地局相当装置	移動局相当装置
製造ベンダ	NOKIA	京セラ
無線局数	1	2
設置場所	屋内	-
同期/準同期	同期	-
UL:DL比率	2:7 ※フレームフォーマット準拠	-
周波数帯	4.8-4.9GHz(帯域幅：100MHz)	4.8-4.9GHz
通信方式	SA	-
空中線	4T4R	2T4R
占有帯域幅	99.72MHz	100MHz
中心周波数	4849.98MHz	4550.01～4849.98MHz
変調方式	OFDMA(256QAM (DL), 64QAM (UL))	(CP-OFDM)QPSK,16QAM,64QAM (DFT-s-OFDM)Pi/2_BPSK,QPSK,16QAM,64QAM
動作温度	-40℃ ～ 55℃	5℃～+35℃
アンテナ指向性	指向性なし	無指向性（オムニ）
アンテナ利得	4.7dBi	TX0/RX0アンテナ:+0.4dBi TX1/RX1アンテナ:+0.1dBi RX2アンテナ:-3.1dBi RX3アンテナ:-1.5dBi
備考	・分散アンテナシステム ・分散アンテナを3基利用	-

## ■ ローカル5Gシステム機器一覧

No.	物品	メーカー	型番	数量
1	5Gコア設備	NOKIA	MXIE DL110 Edge	1
2	ファイアーウォール	FORTINET	FortiGate 60F	1
3	5G基地局	NOKIA	NDAC Airscale Micro RRH	1
4	5G BBU (ベースバンドユニット)	NOKIA	Multi RAT Indoor BBU	1
5	Sub6屋内無指向性アンテナ	CommScope, Inc	CMAx-OMF9-43-UWI53	3
6	スイッチ	Juniper	EX4600-40F Switch	1
7	GPSアンテナ	NOKIA	FAWW	1
8	ローカル5G端末	京セラ	K5G-C-100A	2

## ■ その他要件

- ローカル5G機器は3GPP準拠のものを選定し、将来への拡張性を考慮した設計とする
- サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策を講じる

---

## 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 I \_電波伝搬モデルの精緻化 (1/2)

精緻化の対象：建物侵入損R（4.6 - 4.9 GHz帯）

技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エリア算出法における建物侵入損Rのみでは、病棟のように<b>遮蔽物の多い環境や複雑な構造の場合、実際の電波伝搬と異なる可能性がある</b></li> <li>・電波法関係審査基準で定められているエリア算出法では、同一敷地に複数送信点が隣接するモデルにおける詳細な算出法が整備されていない</li> </ul>
実証目的	建物侵入損Rの精緻化や隣接送信点における受信電力の算出法を検討することで、 <b>病棟環境における電波伝搬モデルの精緻化を図る</b>
実証目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本実証環境である病棟環境において、<b>4.8GHz帯における建物侵入損Rの精緻化を行う</b></li> <li>・病棟フロア内に複数存在する各遮蔽物について、遮蔽物透過損の検証を行い、建物内における電波伝搬影響を考察する</li> <li>・複数送信点隣接時における受信電力の算出法を提言する（本実証では分散アンテナシステムを採用）</li> </ul>

## 実証環境

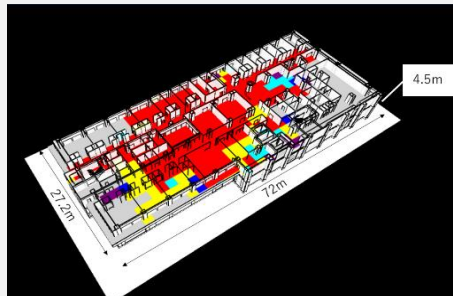


## 実証仮説

### ▼レイトレースシミュレーション結果



### ▼実証フロアの3Dモデリング



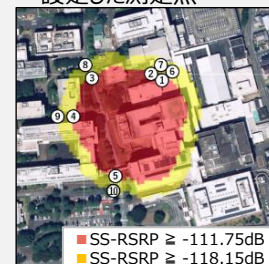
- ・ RANPLAN社のRanplan Professionalを利用してレイトレースシミュレーションを実施
- ・ レイトレースシミュレーション結果から**仮説R値 (R = 11.6)**を導出
- ・ 複数アンテナが隣接する場合の受信電力は、各アンテナから受信する電力の総和で計算

## 実証方法（評価指標、評価・検証方法）

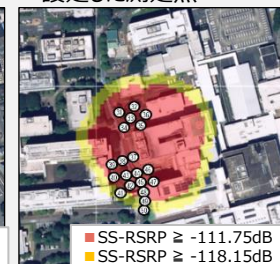
### ■ 建物侵入損Rの精緻化

- ・ エリア算出法より得たカバーエリア端及び調整対象区域端にて、受信電力を測定
- ・ 歩行測定結果より受信電力が確認できた箇所測定
- ・ 測定結果より伝搬損失カーブを作成し、精緻化R値を算出

#### ▼エリア端より設定した測定点



#### ▼歩行測定結果より設定した測定点



### ■ 遮蔽物透過損の検証

- ・ 病棟フロア内の各遮蔽物について、遮蔽物前後での受信電力を測定
- ・ 遮蔽物前後での受信電力実測値の差異より各遮蔽物における遮蔽物透過損を算出

#### ▼病棟フロア内の各遮蔽物前後の測定点



### ■ 複数送信点隣接時の受信電力算出法提言

- ・ 病棟フロア内の測定点で各アンテナの1基運用時の受信電力を測定し、その電力の総和を3基運用時の受信電力と比較することで仮説を検証

### ■ 病棟環境におけるマルチパス

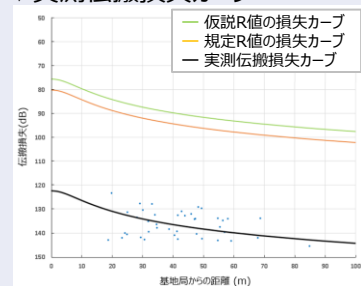
- ・ 指向性アンテナで方位角360°の到来電波を確認、マルチパス波が強い測定点を選定
- ・ マルチパスの到来方向から特に影響の多い反射物を特定し、発生要因を分析

# 技術実証テーマ I \_電波伝搬モデルの精緻化 (2/2)

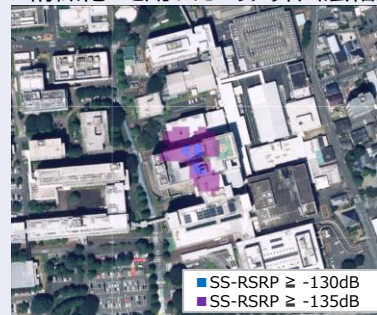
## 精緻化の対象：建物侵入損R (4.6 - 4.9 GHz帯)

### ■ 建物侵入損Rの精緻化

#### ▼ 実測伝搬損失カーブ



#### ▼ 精緻化Rを用いたエリア算出法結果



屋外測定から作成した実測伝搬損失カーブより**精緻化R値58.2**を導出

項目	規定R	仮説R	精緻化R
エリア算出法 補正值 (R)	16.2	11.6	58.2
各R値を用いたエリア算出値と実測値との平均差分 (dB)	37.1	41.7	4.8

- ・ 精緻化R値 (R=58.2) と仮説R値 (R=11.6) との差異は、階跨ぎの天井・床スラブ等のデッキプレートやバルコニーの手すり壁における透過損によって、電波が大きく減衰された影響と分析  
⇒ レイトレースシミュレーションでは環境情報を精緻に設定することが重要

### ■ レイトレースシミュレーションの有用性評価

仮説R値の事前レイトレースシミュレーションの実測値との平均差分は14.36dB  
病棟の外壁や、バルコニー外縁の塀における伝搬損失を調整し、再レイトレースシミュレーションを実施した結果、**実測値との平均差分は3.34dB**まで改善

### ■ 遮蔽物透過損の検証

各遮蔽物の透過損失を確認。病棟内の**遮蔽物による透過損失は、2.7dB~29dB**であることを実測値から確認

#### ▼ 各遮蔽物前後の受信電力実測値より算出した遮蔽物透過損 (dB)

窓 (ガラス)	2.7	円柱 (木材)	7.9
開閉式扉 (ガラス)	2.8	スライド式扉 (鋼)	8.1
自動ドア (ガラス)	3.6	屋内壁 (鋼材)	16.2
屋内壁 (石膏)	5.8	床面 (デッキプレート)	29.0

### ■ 複数送信点隣接時の受信電力算出法

各アンテナの**1基運用時の受信電力の総和**と、**3基運用時の受信電力実測値の差は0.5~6.2dB**となっており、これらの値は近似していることを確認

#### ▼ 総和値と実測値の比較



### ■ 病棟環境におけるマルチパス

みなし直接波に対して**最大+11.8dBのマルチパス波**を確認。全ポイントでマルチパスの発生方向には金属製の防火扉や鉄扉が存在しており、それらが要因であると分析

実証結果

実証の成果

### ■ 得られた知見

- ・ 本実証環境 (病棟環境) における**建物侵入損R値として、R = 58.2**を導出  
高層階や外壁から離れた室内にアンテナを設置する場合は遮蔽物による伝搬損失が生じるため、**アンテナ設置位置に応じたR値を設定しエリア設計**することが望ましい
- ・ 病棟環境内における計8種類の遮蔽物前後にて受信電力を測定し、**遮蔽物透過損は2.7dB~29dB**であることを実測値より明らかにした
- ・ 病棟の外壁やバルコニー外縁の伝搬損失を調整することで、**レイトレースシミュレーションと実測値との平均差分は3.34dBまで改善**  
類似環境でレイトレースシミュレーション実施時は、屋内のモデリングだけでなく、屋外に面するバルコニー等の構造・損失を精緻に再現しモデリングすることが重要
- ・ DASのように複数の送信点が隣接する場合の受信電力については、**各送信点からの受信電力の総和と近似**することを実証

### ■ さらなる課題の提案

- ・ レイトレースシミュレーションの有用性を評価できた一方で普及にはコスト・取り扱う技術面の課題がある。専門組織によるシミュレーション代行やツール提供、それに準じた干渉影響の判断手法の明示化等、普及に向けた支援体制の充足が望まれる
- ・ 精緻な建物侵入損の算出には、本実証環境の遮蔽物以外の素材も想定されるため、様々な素材における遮蔽物透過損を明らかにすることが必要



# 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

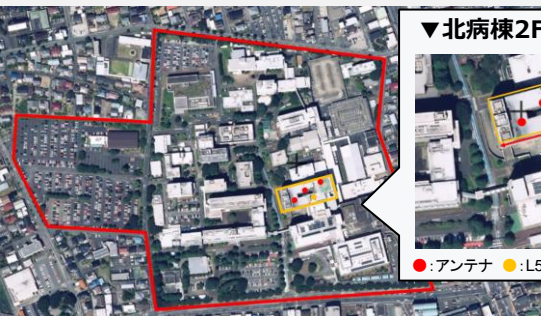
- 複数の壁面や柱等の遮蔽物が多い病棟環境では**アンテナ1基での柔軟なカバーエリア化が困難**であり、不感地帯の解消が課題である
- 不感地帯解消のため基地局を増設することは導入コストの視点からハードルが高く、**安価な改善策を検討する必要**がある

## 上記課題の 解決方策

- 分散アンテナシステム(DAS)**により不感地帯の受信電力を改善し、課題解決システムの所要性能（ULスループット60Mbps）を達成する
- 導入効果については、**DAS設置時の有効性・注意点・エリア設計手法**について取り纏める
- 課題解決前： アンテナ1基運用時は遮蔽物等の影響によりフロア全体をカバーできず、業務区域に対して**不感地帯が40%発生と予測**
- 課題解決後： アンテナ3基運用時は業務区域を満遍なくカバーすることが可能で、**全ての不感地帯を解消できる見込み**

## 業務区域、カバーエリア、調整対象区域、自己土地、他者土地

### ▼自己土地範囲



### ▼カバーエリア・調整対象区域



### ▼北病棟2F 業務区域図と遮蔽物

業務区域  
 自己土地  
 テレフォンルーム  
 閉扉一ガラス  
 窓(外壁)  
 スライド式扉  
 屋内扉  
 自動ドア  
 円柱

## エリア構築のシミュレーション

RANPLAN社のRanplan Professionalを用いてシミュレーションを実施。建物構造や壁面、壁、ドアの材質素材（材質、厚さ）などの環境特性は環境パラメータとして設定

### ▼アンテナ1基運用時 (シミュレーション)

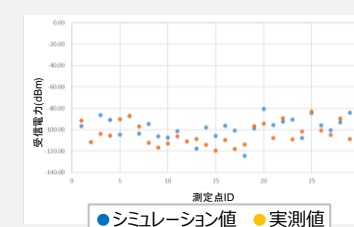


### ▼アンテナ3基運用時 (シミュレーション)



- : SS RSRP ≥ -111.75dBm
- : SS RSRP ≥ -118.15dBm
- : SS RSRP ≥ -125dBm
- : SS RSRP ≥ -130dBm
- : SS RSRP ≥ -135dBm
- : サービスエリア
- ①: アンテナ設置位置

### ▼シミュレーション値と実測値比較 (アンテナ3基)



- アンテナ3基運用時におけるシミュレーション値と実測値の比較を実施（30ポイント）
- 上記差分が±6dB以内のポイントは14か所（46.7%）
- 差分が大きいポイントの特徴として、遮蔽物が多い場所で乖離が発生
- Traditional勧告ITU-R P.2109を参考にしたシミュレーションと、実態の遮蔽損との差分が乖離要因と考察

### 評価：〔実用性、優れる点、留意点等〕

- エリア算出法では確認できなかった不感地帯がレイトレースシミュレーションでは確認できた
- レイトレースシミュレーション結果から不感地帯発生箇所の予測が立てられる
- 実測値と乖離が生じるポイントは遮蔽物影響が大きいため、レイトレースシミュレーション時は環境情報を精緻に設定することで、実測値との差分を低減することが重要である

# 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

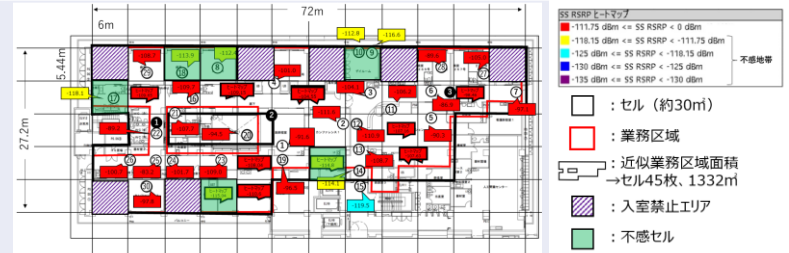
解決方策 ■反射板 ■中継器 ☑DAS ■LCX ■その他

## 課題解決前：アンテナ1基運用時



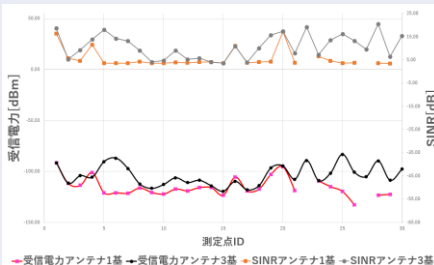
入室禁止エリアを除く近似業務区域面積 (1124.8㎡) に対する  
不感地帯 (不感セル) 面積：769.6㎡ (68.4%)

## 課題解決後：アンテナ3基運用時



入室禁止エリアを除く近似業務区域面積 (1124.8㎡) に対する  
不感地帯 (不感セル) 面積：177.6㎡ (15.8%)

### ▼各ポイントの受信電力とSINR比較 (1基と3基)



### ▼各ポイントのULスループット比較 (1基と3基)



- DAS導入により**不感地帯面積が68.4%から15.8%に改善**したことを確認
  - ・ 屋内構造物による遮蔽減衰影響が想定より大きく、不感地帯面積0%までの改善には至らなかった
- DAS導入による受信電力、SINR (信号雑音比) 及びULスループットの改善を確認
  - ・ **受信電力+7.0dB**の改善効果が得られた
  - ・ 電力が劣化したポイントも存在したが、アンテナ分散のための分配器損失 (4.8dB) の影響で、3基運用時に基地局の送信出力が低下したことが要因と考察
  - ・ **SINR+3.0dB、ULスループット+24.9Mbps**の改善効果が得られた (アンテナ1基時と3基時の差分を各ポイントで算出し、各差分の中央値を算出)

### ■ 得られた知見

- ・ 遮蔽物の影響で病棟環境に生じる不感地帯の解消法として、**DASを用いたカバーエリアの改善が有効**であることを確認

### ■ 課題解決への貢献

- ・ アンテナ1基では不感地帯が68.4%発生したエリアに対し、DAS導入で15.8%まで解消した結果より、本環境でのDASの有効性を確認
- ・ なお、DAS導入による**受信電力改善値の中央値は7.0dB**、**ULスループット改善値は24.9Mbps**であった
- ・ 不感地帯改善に向けて基地局を1基増設する場合と比較すると、**DASアンテナ採用時は導入費用が約10%まで削減可能**

### ■ シミュレーション精度向上への貢献

- ・ エリア算出法では確認できなかった不感地帯がレイトレースシミュレーションでは確認できた
- ・ 詳細なレイアウトや構造物を考慮することで、不感地帯発生箇所を予測できる**レイトレースシミュレーションの有用性を確認**
- ・ 屋内×DASの設計について、遮蔽物影響をふまえた不感地帯把握、エリア設計、アンテナ設置場所検討等のモデル化手法を示した

### ■ さらなる課題提案

- ・ 安価なPassive DAS方式では、給電線損失で生じる電力減衰やアンテナごとの送信電力設定が行えないことが課題である。アンテナごとに周辺環境を考慮したより柔軟なエリア設計を実施するためには**アンプ導入が有効**と考えられ、これらの実証や評価検証が望まれる
- ・ 各アンテナに無線機が搭載されるActive DASについても、実装に向けた評価及び検証が期待される

写真



病院内DASアンテナ

---

## ローカル5G活用モデルに関する検討(課題実証)

---

# 実証概要

本実証ではローカル5Gの大容量通信・安定性の特徴を活かし、AI・薬剤自動認識装置を搭載した自立走行型コミュニケーションロボットを活用した薬剤識別業務支援によるタスクシフト・医療インシデントの削減の実現に向け、以下の実証を実施。

## ●実証1：患者持参薬の確認

患者持参薬を、薬剤認識システムのカメラで撮影し、薬剤の形状や刻印を自動認識するとともに、薬剤名や数量をリアルタイムに判別する。

## ●実証2:処方薬の配薬

医師の処方オーダー情報を薬剤認識システムと連携させ、配薬予定の薬剤を薬剤認識システムのカメラで撮影し、薬剤の形状や刻印、数量を自動認識することで、配薬予定の薬剤や数量に誤りがないかをリアルタイムに判別し、電子カルテの薬剤ステータスを配薬済みに変更する。

## ●実証3：服薬前確認

自立走行型コミュニケーションロボットが病棟を巡回しながら、ロボットに搭載した薬剤認識システムのカメラで服薬前の患者管理の薬剤を撮影し、患者が飲む予定の薬に誤りがないか、リアルタイムに判定する。

## ●実証4：服薬後確認（飲み殻確認）

自立走行型コミュニケーションロボットが病棟を巡回しながら、ロボットに搭載した薬剤認識システムのカメラで服薬後の患者管理の薬剤の飲み殻を撮影し、患者が飲む予定の薬で誤りがないか、患者がしっかりと服薬できたかを系統的に管理し、薬剤ステータスを服薬済みに変更する。

## ●実証5：病院・院外薬局間での情報連携

病院・院外薬局間において必要な患者情報（病歴、薬歴等）の共有を電子的に実施するとともに、トレーシングレポート（患者から聞き取った情報：アドヒアランス、残薬の状況、複数病院の受診及び服薬歴、健康食品の服用等について、担当医師へフィードバックするレポート）の作成・共有を電子的に行う。



# 実証環境

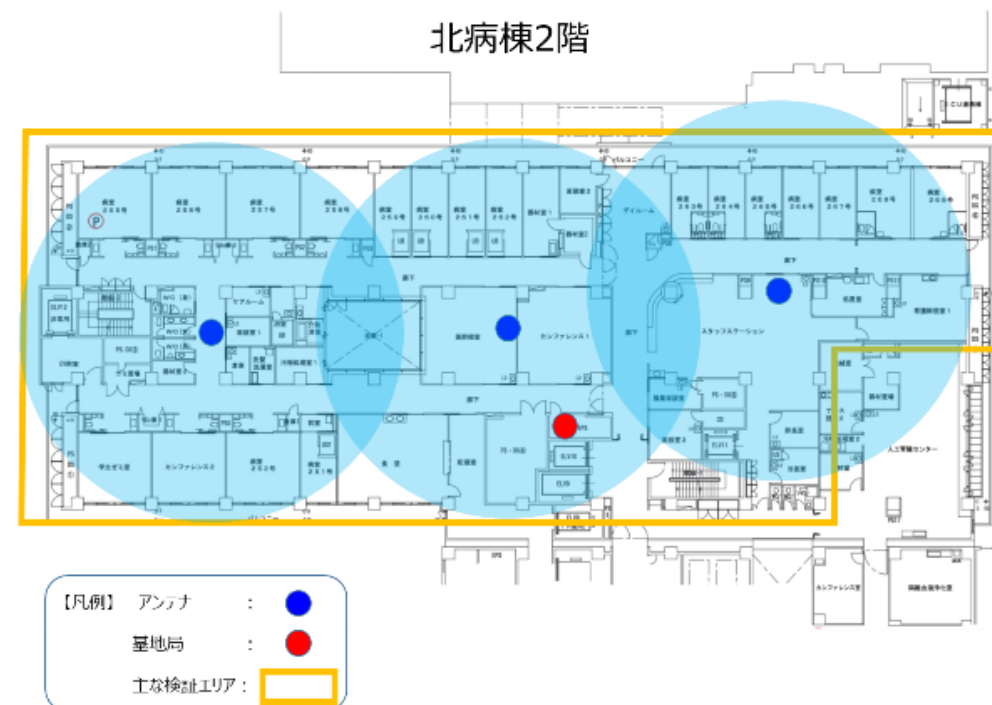
本実証は群馬大学医学部附属病院内の北病棟2Fにおいて「巡回ロボット／薬剤自動認識装置システム」「服薬トレーシングレポートシステム」の実証を行った。

また、「服薬トレーシングレポートシステム」で連携する院外薬局として、同愛会薬局を実証フィールドとした。

群馬大学医学部附属病院北病棟及び院外薬局



群馬大学医学部附属病院北病棟2F



# 実証内容：検証結果

## 検証結果サマリ

ソリューション名	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	
次世代薬剤トレーサビリティ	機能	1. ロボット巡回性能 2. ロボットコミュニケーション 3. 薬剤名特定性能 4. 飲み殻解析性能 5. 飲み殻追加学習性能	1. 全患者 2. 人の介入なし 3. 1つの薬剤に対して、3秒以内に5つの候補 4. 10秒以内 5. 職員にて可能であること	1. 1人 2. 人の介入なし 3. 1つの薬剤に対して、3秒以内に5つの候補が出せた。 4. 約3秒 5. 可能	1. △ 2. ○ 3. ○ 4. ○ 5. ○	1. 消毒の問題があり、1度の指示事に消毒のためホームに戻ることにした。薬剤トレーを各患者ごとに配布するなど、対策も可能。 2. スタッフの介入なしで患者は操作可能であった。 3. 目標通りの結果 4. GPUの使用により、目標を大幅に上回った。 5. 職員にて対応可能な学習方法を作成できた。
	運用	1. 操作性 2. UI 3. 学習方法 4. 調和	1. 改善要望なし 2. 改善要望なし 3. 改善要望なし 4. 調和がとれること	1. 一部あり 2. 一部あり 3. なし 4. 多々あり	1. ○ 2. ○ 3. ○ 4. △	1. 一部意見はあったが、大部分は問題なし。 2. 一部意見はあったが、大部分は問題なし。 3. 問題なし 4. 5つの業務を対象に行ったが、1つの既存業務において調和がとれていなかった。（配薬）
	効果	1. 労務負担の軽減 2. 心理的負担の軽減	1. 労務負担を軽減できること 2. 心理的負担を軽減できること	1. 軽減できた 2. 軽減できた	1. ○ 2. ○	1. 一部軽減できていない部分があったが、トータルとして労務負担の軽減ができた。特に薬剤師業務に対しては大きく軽減ができた。 2. システムによる知的支援だけでなく、撮影画像を後確認できることによる心理的負担軽減もできるとの評価を頂く。

# 有効性に関する総評

群馬大学医学部附属病院での各実証結果をもとに関係者から得たアンケート結果の総合評価は以下の通り。

	持参薬確認	配薬確認	服薬前確認	服薬後（飲み殻）確認
総合評価	3点（5点満点）	1点（5点満点）	3点（5点満点）	3点（5点満点）
良い点	<ul style="list-style-type: none"> <li>手入力が減ること。</li> <li>間違いが減ること。</li> <li>作業時間が減ること。</li> <li>一包化薬剤の判別ができること。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精度が上がれば、一包化の中身が判別しやすいこと。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬の飲み間違いは減るかもしれない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>飲み間違いの早期発見ができる。</li> </ul>
悪い点	<ul style="list-style-type: none"> <li>一包化薬剤の判別で、一包ずつしか判別できないこと</li> <li>ベルトコンベアのように連続で確認できると良い。</li> <li>同じ一包でも、薬局が変わって後発薬になっていたり、休止となっており、薬が入っていないかたりするため。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>単純に業務が増えていること。</li> <li>薬剤の中身の確認は、薬剤部で行っているため現在看護部で行っていない。 ※薬剤部から届いた薬剤の中身は正しい前提としている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶対にマシンはトラブルが起きる。女性看護師はマシントラブルに対応ができない。</li> <li>業務、手間が増える可能性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶対にマシンはトラブルが起きる点を考えると、現状比較し、手間が増えると考えられること。</li> </ul>
改善を要望する点	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザーインターフェイス</li> <li>もっと入力の手間を減らせるUIにできるのではないか。</li> <li>用法や、日数などタブで簡単に選択できるなど。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配薬確認はWチェックが基本となるが、そのシングルチェックをロボットが行うことができること。</li> <li>薬剤の中身の確認というより、配薬ケースに入れたものが、入れるべきものと合っているかを手間なく確認してくれるものを求める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬剤判別の精度。</li> <li>薬剤を入れるトレイのディスプレイ化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飲み殻トレイがCDやDVDプレーヤーの投入口から出る、皿のような形で出てくると良い。</li> </ul>
期待する点	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬の刻印を読んで機械学習すること。</li> <li>例）よくこの薬剤結果が出たときに、●●と修正されているなどを学習し、手直しをサジェストしてくれる機能。 ※実装済み機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電子カルテなどとのシステム連携により、どこまで手間を減らせることができるか。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>完全に自律してロボットが全て行ってくれること。そうすればインシデント減少に役立つかもしれない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精度、薬剤の種類 ※本実証では11種の薬剤の飲み殻を学習。</li> </ul>
その他			<ul style="list-style-type: none"> <li>実用化を考えるとあれば、とにかく看護師の手間を無くすようにしてほしい。</li> <li>録画機能の追加「飲み間違い」もインシデントとしてあるが、「飲みこぼし」もかなり多いと感じている。録画機能があれば後でそれを確認できて良い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットが病室に行き、患者が飲んだ薬を選んで画面タッチさせるという考え方もある。</li> <li>※現在は薬剤シートの画像AI解析水薬、塗布薬などは対象外</li> </ul>

# 有効性に関する総評

群馬大学医学部附属病院での各実証結果をもとに関係者から得たアンケート結果の総合評価は以下の通り。

	院内カルテ参照/トレーシングレポート送信
総合評価	<b>5点（5点満点）</b>
良い点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 労務負担も心理的負担も大きく軽減できること。</li> <li>・ トレーシングレポートがデータ化されること。紙運用はその場での活用はしやすいが、二次活用しづらい。</li> </ul>
悪い点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ なし。</li> </ul>
改善を要望する点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 疑義照会の簡易版的な機能が欲しい。</li> <li>・ すぐでなくてもよいので、伝えるだけ伝えておいて次回の診療時に反映してほしいことがある。疑義照会で連絡しても医師がそれを電話で受けるときに、診察室にいないことも多く、電子カルテが目の前にないことも多い。そのためには反映されていないことが多いため。</li> </ul>
期待する点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 情報提供する病院側のメリットも大きくなること。</li> <li>・ 病院と薬局の双方でメリットがあることで順調に進むと考える。</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今回の仕組みはインシデント対策ではなく、元々インシデントが発生しているわけではないが、お薬手帳を持ってきても貼り忘れがあったりするため、非常に有用である。</li> <li>・ また透析中の患者が、透析をしていることを伝えていなかったりする場合がある。透析患者への禁忌薬を未然に防ぐなどといった点でも有用である。</li> <li>・ 他の多くの院外薬局でも需要のあるものである。</li> </ul>



# ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証

## ●ターゲット

・想定される地域：全国

・想定される市場：急性期病院

・想定されるユーザ：電子カルテシステム等を運用中である病院

電子カルテシステム等の普及状況の推移

電子カルテシステム	一般病院 (※1)	病床規模別			一般診療所 (※2)
		400床以上	200～399床	200床未満	
平成 20年	14.2 % (1,092/7,714)	38.8 % (279/720)	22.7 % (313/1,380)	8.9 % (500/5,614)	14.7 % (14,602/99,083)
平成 23年 (※3)	21.9 % (1,620/7,410)	57.3 % (401/700)	33.4 % (440/1,317)	14.4 % (779/5,393)	21.2 % (20,797/98,004)
平成26年	34.2 % (2,542/7,426)	77.5 % (550/710)	50.9 % (682/1,340)	24.4 % (1,310/5,376)	35.0 % (35,178/100,461)
平成 29年	46.7 % (3,432/7,353)	85.4 % (603/706)	64.9 % (864/1,332)	37.0 % (1,965/5,315)	41.6 % (42,167/101,471)
<b>令和 2年</b>	<b>57.2 %</b> (4,109/7,179)	<b>91.2 %</b> (609/668)	<b>74.8 %</b> (928/1,241)	<b>48.8 %</b> (2,572/5,270)	<b>49.9 %</b> (51,199/102,612)

厚生労働省ホームページより引用 <https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000938782.pdf>

## ●根拠

- 本ローカル5G活用モデルである次世代薬剤トレーサビリティは、全国の病院の課題にフォーカスしたソリューションであり、特定の地域で突出して需要が高いものではない。
- 運用スキーム・ビジネスモデルの検討により、次世代薬剤トレーサビリティは、急性期病院が最大のターゲットになるという結果に至る。薬剤が多い慢性期病院、糖尿病患者が多い眼科病院、多忙を極める急性期病院など、様々な要件があるが、コストも含めた総合的需要は中規模以上の急性期病院であると考えている。
- 本システムは電子カルテシステムを運用していることが前提となっているが、全国の病院での普及率は5割～6割程度である。しかし中規模で75%、大規模病院では90%の電子カルテ普及率となる。電子カルテが導入されていない病院では、利用目的が少ないため病棟ではLAN配線もしっかりとは行われていないことが多い。また本システムは薬剤業務の支援システムであるが、ローカル5Gを前提としているため、病院側でもある程度ネットワークインフラに知見があること望ましいと考える。
- こういった背景より、初期でターゲットにするべき市場は急性期病院市場であるという結論に至った。

# ローカル5G活用モデルの実装性に関する検証

## ●ターゲット規模

令和2年の調査報告より現在約60%の病院で電子カルテシステム等の普及が進んでおり、その中でも実証病院と規模が同じである、400床以上の病院では90%以上の病院で電子カルテシステム等の導入が行われている。

以上のことより、200床以上の約1900病院が次世代薬剤トレーサビリティのターゲット規模となる。

400床以上	700病院	電子カルテ導入済み多数 ※ソリューションターゲット	導入率90%
200～399床未満	1200病院		導入率75%
200床未満	5300病院	電子カルテ未導入多数	導入率50%

## ●次世代薬剤トレーサビリティのSWOT分析

次世代薬剤トレーサビリティの最大の強みは「機会の増大」であり、今後ますます増大していくことが予想される。また医療現場で求められるものが「強み」となっており期待値も高い。費用対効果が分かりづらいという「弱み」に対して、対費用という観点ではなく、これを新しいスタンダードとする啓蒙活動により、本モデルの実装性は高めていけると考える。

次世代薬剤トレーサビリティ SWOT分析	
強み	弱み
<ul style="list-style-type: none"> <li>・インシデント削減の可能性 (労務負担軽減) (心理的負担軽減)</li> <li>・既存システムとの親和性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・L5G機器の購入費用と運用費用</li> <li>・費用対効果が分かりづらい (導入により、コストがいくら削減するという類のものではないこと)</li> </ul>
機会	脅威
<ul style="list-style-type: none"> <li>・人手不足</li> <li>・医療標準規格HL7 FHIRの普及が始まる</li> <li>・後発薬の増大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・患者の高齢化 (ロボット操作への不安)</li> <li>・患者主体の服薬確認アプリなどの台頭 (現時点スマホアプリ操作は、ロボットより高齢者には難易度が高い)</li> </ul>

# ローカル5G活用モデルの実装に係る課題の抽出及び解決策の検討

課題である運用コストを選択可能なプランに整理。解決策の軸は、バックアップインフラにローカル5G以外のものを準備すること。レスポンスは低下するが、バックアップにローカル5G以外を選択することで運用費用を抑えることが可能。

## 実証病院での整理

**¥ 68,000,000/年**  
 予備機購入  
 (先出しセンドバック)  
 オンサイト保守有り

故障時の部品確保のため、予備機購入のプラン  
 ※予備機納期約4.5カ月

**¥ 50,000,000/年**  
 予備機無し  
 (後出しセンドバック)  
 オンサイト保守有り

故障時は数カ月復旧に時間がかかるプラン

**¥ 34,500,000/年**  
 サブスクと障害監視のみ  
 オンサイト保守無し

機器利用のサブスク費用と、24時間/365日の障害監視費用のプラン  
 ※障害時は停波する仕組みだが、無線局運用規則上24時間/365日の監視できる体制が必要

**¥ 15,000,000/年**  
 サブスク費用のみ  
 オンサイト保守無し

L5G利用のサブスク費のみのプラン  
 24時間365日の監視は、病院様前提。  
 ※NOKIAポータルサイトで確認可能。

# ローカル5G活用モデルの実装・普及展開

① **実装・普及展開シナリオ**（目指すべき姿、現時点の課題（ミッシングピース）、将来像の実現に向けたシナリオ）

## ● 目指すべき姿

病院医療スタッフのタスクシフト・医療インシデントの削減の実現を目指し、ローカル5Gの大容量通信・安定性の特徴を活かしたAI・薬剤自動認識装置搭載自立走行型コミュニケーションロボットの活用による薬剤識別業務支援の実現

- ・ローカル5G×ロボット/AI技術により、インシデントの約4割を占める薬剤関連の持参薬・配薬・服薬確認の確実な業務遂行を支援
- ・院内外一気通貫の「次世代薬剤トレーサビリティ」の仕組みにより、**医療従事者の業務効率化**及び患者への**安心安全な医療サービス提供**を実現。

## ● 現時点の課題（ミッシングピース）

- ① 薬剤確認業務における情報確認環境の不足
- ② 薬剤確認業務におけるリアルタイム並びに場所を問わない確認能力の不足
- ③ 薬剤確認業務におけるマンパワーの不足
- ④ 既存の薬剤確認業務支援ソリューションにおける費用対効果の不足

## ● 将来像の実現に向けたシナリオ

R5/6年度：薬剤業務支援ユニット（MPSU）のソフトウェア、I/Fに関する実証での課題の対策方法を検討、改修しながらテスト稼働。

R7年度：改修したソフトウェア、I/Fにて**本格稼働**。別病棟にてWi-Fi6環境下で新規稼働。

R8年度：商品開発、販売戦略の開始。販売時全病棟カバーできるようアクティブDASで企画。

汎用品による構成とし、本製品のため特

別な生産体制を整えなくても販売できるよう計画し、資金ショート等のリスクは抱えない方針。

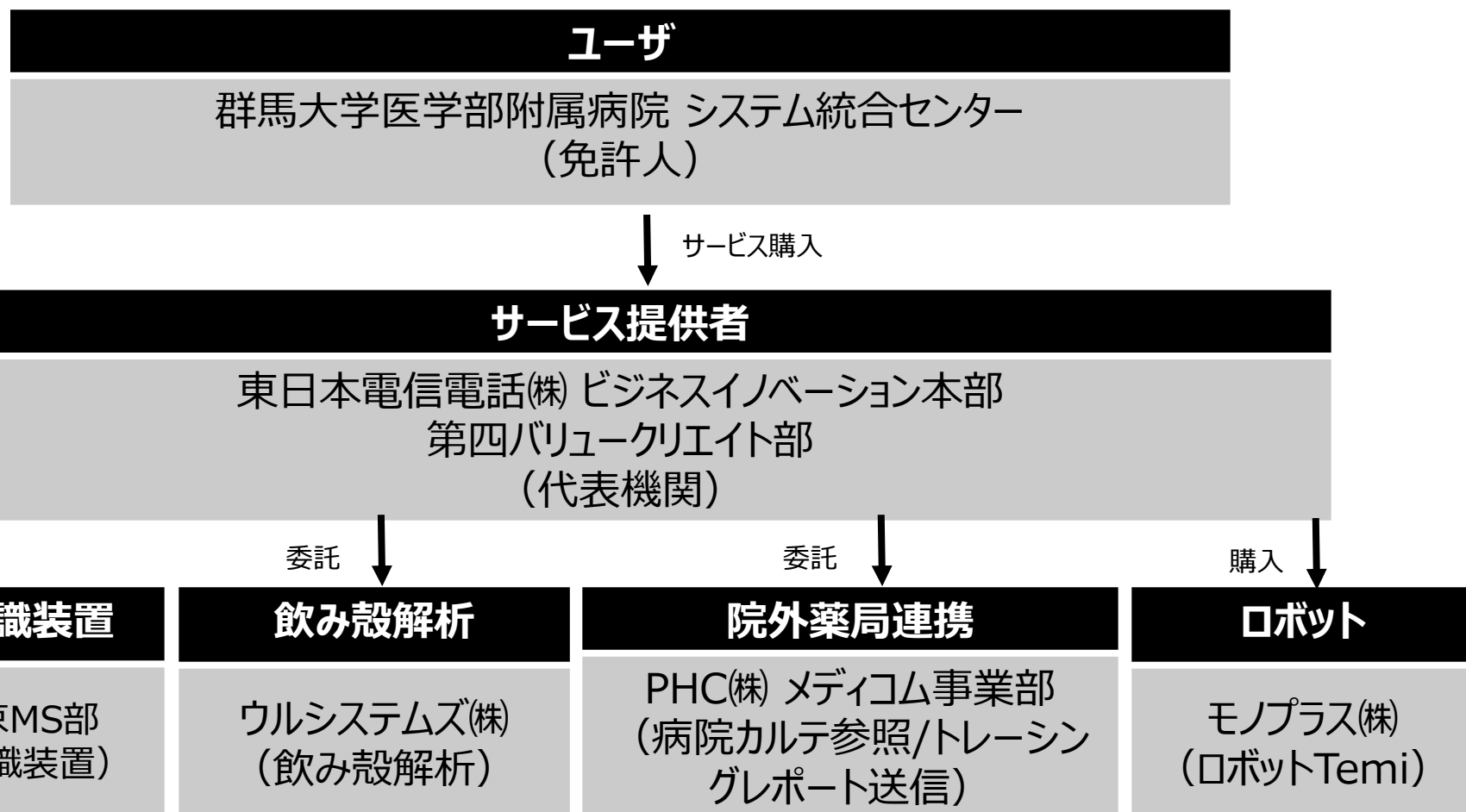
R9年度：MPSUファーストユーザ獲得。**横展開開始**。

※院内カルテ参照/トレーシングレポート送信システムは、R5年度より実装し別時間軸でビジネスモデルを検討していく。



# ローカル5G活用モデルの実装・普及展開

## ②実装計画の実施にあたっての実施体制



## ローカル5G活用モデルの実装・普及展開

## ③実装計画・支出計画

		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	薬剤業務支援ユニット(MPSU)	開発実証	実装 課題対応		他病棟の横展開		新規獲得の横展開
	院内カルテ参照/トレーシングレポート送信		実装 課題対応		他院外薬局の横展開		新規獲得の横展開
	ローカル5Gシステム		実装				
収支計画(千円)	(1)ユーザから得る対価		3,580	3,580	33,580	18,580	110,000
	(2)補助金・交付金						
	(3)収入((1)+(2))		3,580	3,580	33,580	18,580	110,000
	(4)ネットワーク設置費						10,160
	(5)ネットワーク運用費		15,000	15,000	15,000	15,000	10,476
	(6)ソリューション購入費、運用費		3,580	3,580	18,580	3,580	78,000
	(7)ソリューション開発費						
	(8)支出((4)+(5)+(6)+(7))		18,580	18,580	33,580	18,580	98,636
	(9)収支((3)-(8))		▲15,000	▲15,000	0	0	11,364
収入、支出の算定根拠	<p>・収支計画では「薬剤業務支援ユニット」「ローカル5Gシステム」をベースに記載。          ※院内カルテ参照/トレーシングレポートシステムは除外して収支計画を記載。</p> <p>・ユーザ定義          R4～R8:実証病院 R9:新規ユーザ</p>						

---

## まとめ

---

# まとめ

## 技術実証

- テーマⅠ** 建物侵入損Rの精緻化や隣接送信点における受信電力の算出法を検討することで、病棟環境における電波伝搬モデルの精緻化を図る
- 【成果】・本実証環境（病棟環境）における**建物侵入損R値として、 $R=58.2$** を導出
- ・病棟環境内における計8種類の遮蔽物前後にて受信電力を測定し、**透過損は2.8dB~29dBである**ことを実測値より確認
  - ・レイトレースシミュレーションでは病棟の外壁やバルコニー外縁の伝搬損失を調整することで**実測値との平均差分は3.34dB**まで改善
  - ・DASのように複数の送信点が隣接する場合の受信電力については、**各送信点からの受信電力の総和と近似**することを実証
- 【課題】・レイトレースシミュレーションの有用性を評価できた一方で普及にはコスト・取り扱う技術面の課題があり普及に向けた支援体制の充足が望まれる
- ・精緻な建物侵入損の算出には、本実証環境の遮蔽物以外の素材も想定されるため、様々な素材における遮蔽物透過損を明らかにすることが必要
- テーマⅡ** 分散アンテナシステム(DAS)により不感地帯の受信電力を改善し、DAS設置時の有効性・注意点・エリア設計手法について取り纏める
- 【成果】・DAS導入により**不感地帯面積が68.4%から15.8%に改善**したことを確認
- ・遮蔽物の影響で病棟環境に生じる不感地帯の解消法として、**DASを用いたカバーエリアの改善が有効**であることを確認
- 【課題】・安価なPassive DASを採用したが、給電線及び分配器損失で生じる電力減衰への解決策として、アンブ導入時の評価検証が課題
- ・各アンテナに無線機が搭載されるActive DASについても、実装に向けた評価及び検証が期待される

## 課題実証

- ＜実証目標＞  
提案する課題解決ソリューションにより、「医療スタッフの時間的、知的労働負担的な労力削減」が実際にどの程度達成されたかを確認するとともに、「**実際の医療現場の課題解決につながる**こと」、「**実際の医療現場に受け入れられるソリューションである**こと」を実証。
- ＜実証結果＞
- ①持参薬確認②配薬確認③服薬前確認④服薬後（飲み殻）確認⑤院内カルテ参照/トレーシングレポート送信の5つの業務を実証。
- **薬剤師が行う持参薬確認において、現時点で労務負担を50%削減可能との現場評価を得た。画像の後確認により心理的安心感も得ることが可能との評価も得た。また、院外薬局でも労務負担を80%削減可能との評価も得ている。**
  - 画像AIだけでなく、OCRを組み込むことにより**飲み殻確認精度を0.951まで向上**（当初想定は0.81）。
  - 実現場での服薬確認において、**ロボットの指示に対して、薬や飲み殻のセット、取り出しなど患者がスムーズに行動できることを確認。**
- ＜課題・考察＞  
薬剤インシデント抑制に繋がる有効なシステムであっても、多忙な医療従事者の業務が増加するものは受け入れられ難い。**実装横展開に向けて、システムのトラブルがあった場合にも医療従事者の業務が増加せず、労務負担と心理的負担をかけないよう一層の検討が必要。**

## 実装・普及展開

- R5/6年度：薬剤業務支援ユニット（MPSU）のソフトウェア、I/Fに関する実証での課題の対策方法を検討、改修しながらテスト稼働。
- R7年度：改修したソフトウェア、I/Fにて**本格稼働**。別病棟にてWi-Fi6環境下で新規稼働。
- R8年度：商品開発、販売戦略の開始。販売時全病棟カバーできるようアクティブDASで企画。汎用品による構成とし、本製品のため特別な生産体制を整えなくても販売できるよう計画し、資金ショート等のリスクは抱えない方針。
- R9年度：MPSUファーストユーザ獲得。**横展開開始**。
- ※院内カルテ参照/トレーシングレポート送信システムは、R5年度より実装し別時間軸でビジネスモデルを検討していく。