



Flexible Society Project

製造・物流・医療・インフラのDXを支える無線技術

2024/10/16

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)

ワイヤレスシステム研究室 研究マネージャー/Flexible Factory Partner Alliance 副会長
板谷 聡子



**FLEXIBLE
SOCIETY
PROJECT**



**FLEXIBLE
FACTORY
PROJECT**

Today's talk

- 自己紹介
 - NICTについて
 - Flexible Society Project
- 産業用5Gへの期待
- 取り組みの最新動向
 - Smart Resource Flow (SRF)無線プラットフォームとその標準化
- 現場で使われる技術へ

本研究開発の一部は総務省SCOPE（国際標準獲得型）
JPJ000595の委託を受けたものである

自己紹介



板谷 聡子(いたや さとこ)

国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)
ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究センター
ワイヤレスシステム研究室 研究マネージャー

2002年 奈良女子大学・大学院博士後期課程修了(理学博士)。
同年、国際電気通信基礎技術研究所(ATR)研究員、アドホック無線通信の研究に従事。

同

2008年 NEC中央研究所、主任。Big-Data分析の研究に従事。

2014年 NICTにて、製造システムにおける無線の利活用に関する研究開発を開始、2015年に稼働中の工場を対象とした多種無線通信実験プロジェクトであるFlexible Factory Projectを立ち上げ、2020年より、Flexible Society Projectに活動を拡大、現在23社が活動に参加。

2017年、異種無線協調制御技術であるSmart Resource Flow (SRF)無線プラットフォームの標準化のため、Flexible Factory Partner Allianceを設立、副会長。

電子情報通信学会、情報処理学会、IEEE各会員

IEC/SC65C/WG17国内委員会構成員, グローバルエキスパート

国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) は、情報通信分野を専門とする我が国唯一の公的研究機関です

Flexible Factory Project (FFPJ) : 2024年で9年目を迎えました！

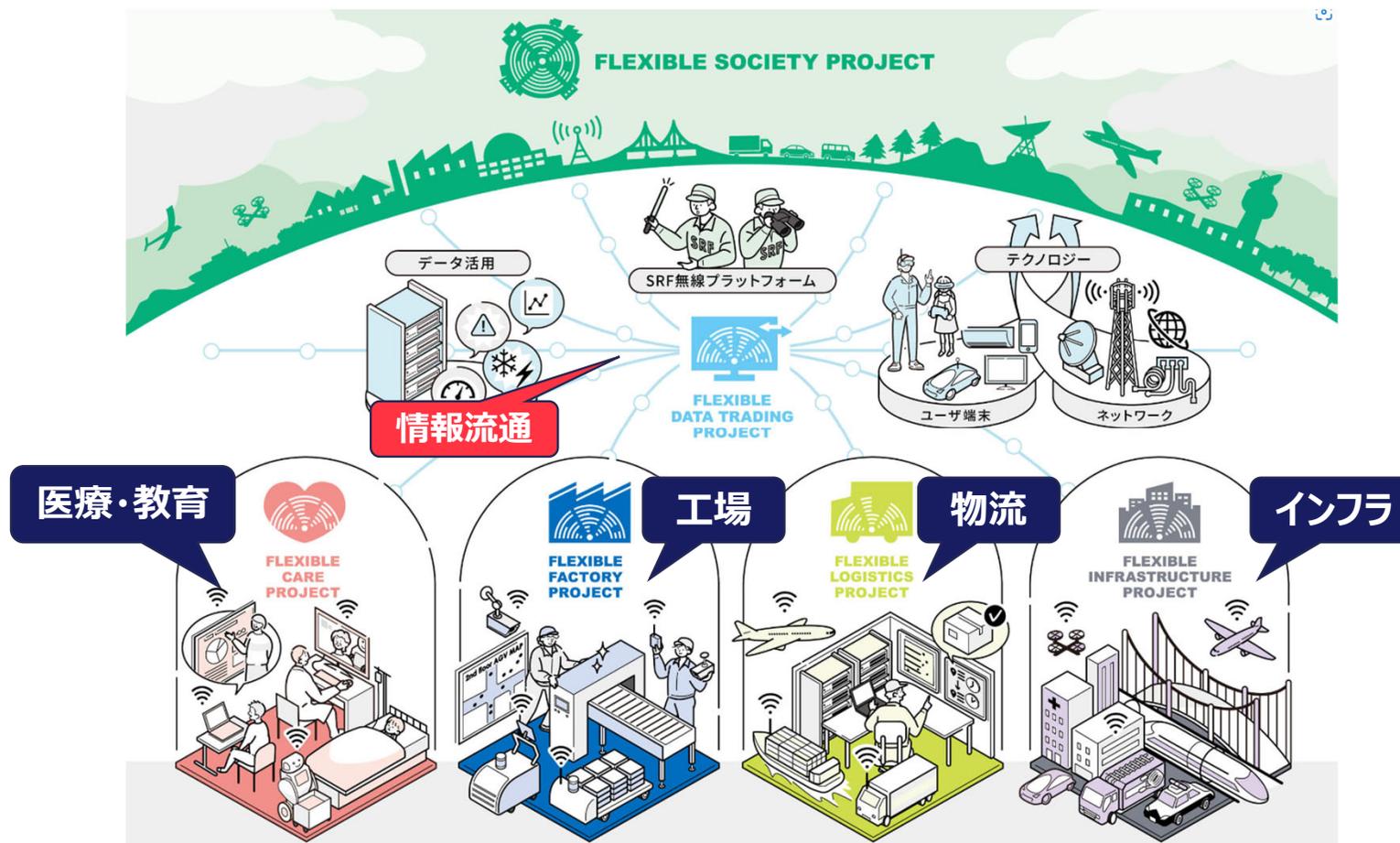
- 現場の課題に取り組む
 - 稼働中の工場での無線環境評価、無線通信性能評価
 - 製造現場に必要な無線通信要件を明確化
- 共同実験で企業の垣根を越える(2015年～)
 - 参加メンバー(23社) :
NICT、オムロン、NEC、富士通、ATR、モバイルテクノ、サンリツオートメーション、村田機械、パナソニック コネクト、IIJ、構造計画研究所、サイレックス・テクノロジー、トヨタテクニカルディベロップメント、NTTコミュニケーションズ、PwCコンサルティング、竹中工務店、京セラ、AK Radio Design、フクダ電子、マイクロウェーブ ファクトリー、アンリツ、積水化学工業、NTT東日本
 - 協力工場 :
リコーインダストリー様、トヨタ東日本様を含む20工場以上



約80名の協力研究員の
ボランティア活動

Flexible Society Project (FSPJ)～2020年から活動を拡大～

安定した無線通信で社会全体を支える活動に発展

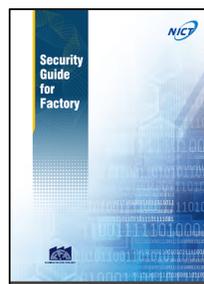


無線を安心して使って頂くために

- FFPJのメンバーで各種文書を作成し、無償公開中
<https://www2.nict.go.jp/wireless/ffpj.html>
 - “製造現場における無線ユースケースと通信要件” 2017年3月発行
 - “セキュリティ導入ガイド” 2019年3月発行
 - “製造現場における無線通信トラブル対策事例集” 2019年10月発行
 - “無線通信を用いた製造システムの導入” 2020年10月発行
 - “製造現場をガッカリさせない無線評価虎の巻” 2021年6月発行
 - “工場向けワイヤレスIoT講習会 座学講習テキスト” 2022年5月発行
 - “製造現場における無線通信トラブル対策事例集 第二弾” 2022年10月発行
 - “使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測ガイドライン” 2023年9月発行
 - “使えるデータをしっかり残す無線通信性能評価のための周辺環境計測マニュアル” 2024年発行予定



製造現場における
無線ユースケースと
通信要件



セキュリティ
導入ガイド



製造現場における
無線通信トラブル
対策事例集



無線通信を用いた
製造システムの導入



製造現場を
ガッカリさせない
無線評価虎の巻



工場向けワイヤレス
IoT講習会
座学講習テキスト

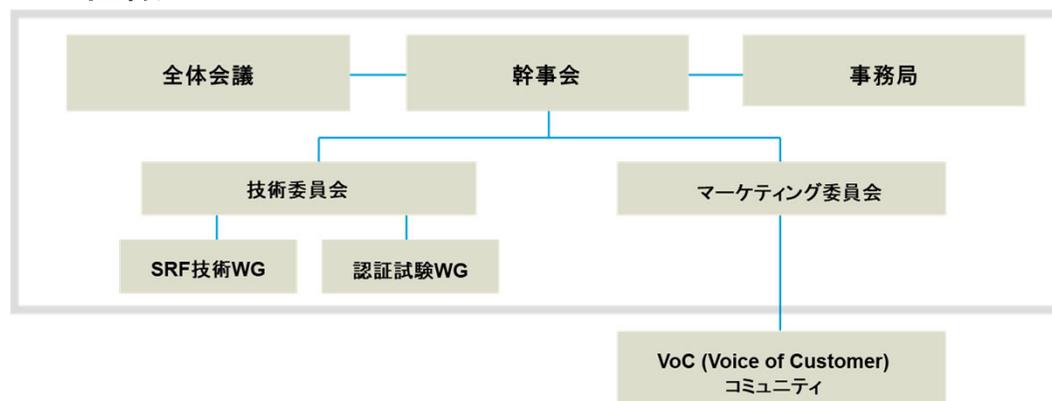
フレキシブルファクトリパートナーアライアンス (FFPA)

FFPJメンバーのうち、標準化に興味のある企業様が集まりFFPAを設立(2017年)

FFPAにおいて、製造現場の様々な用途として混在して利用される多様な無線システムを安定に共存させる
SRF (Smart Resource Flow) 無線プラットフォームの通信規格の策定とその普及活動を推進中

- 設立：2017年 7月 26日
- 会長：アンドレアス・デンゲル
(ドイツ人工知能研究センター)
- メンバ
 - オムロン
 - 国際電気通信基礎技術研究所 (ATR)
 - サンリツオートメーション
 - 情報通信研究機構 (NICT)
 - 日本電気
 - 富士通
 - 村田機械
 - シーメンス
 - テレコムエンジニアリングセンター (TELEC)
- 賛助会員
 - YRP研究開発推進協会

FFPA組織



VoC (Voice of Customer) コミュニティ



- 製造現場でのICT利活用を推進するユーザ会
- 87機関が登録 (2024年9月末時点)

A0

佐藤さん>

最新情報に修正をお願いします。

作成者, 2024-10-04T08:34:33.030

XGMFとFFPA、産業用無線通信に関する覚書を締結

10/09/2024

2024年10月09日
XGモバイル推進フォーラム
フレキシブルファクトリパートナーアライアンス

XGモバイル推進フォーラムとFFPA、産業用無線通信に関する覚書を締結

～産業用5Gのグローバルエコシステム構築を推進～

モバイルサービスの普及 / モバイルビジネスの展開を推進するXGモバイル推進フォーラム (XGMF) と工場での無線通信の普及を推進するフレキシブルファクトリパートナーアライアンス (FFPA) は、産業用無線通信、特に産業用5Gのためのグローバルエコシステムを構築することを目指して協力するため、覚書 (MoU) に署名しました。この新たなパートナーシップにより、スマート工場などでの無線通信の利活用を推進します。

■ 主な連携活動

- Beyond 5G / 6Gを産業用通信に適用するポテンシャルの分析
- ミーティングやイベントへの相互参加、共同マーケティング・プロモーション、情報や出版物の交換

SRF無線プラットフォームの期待効果

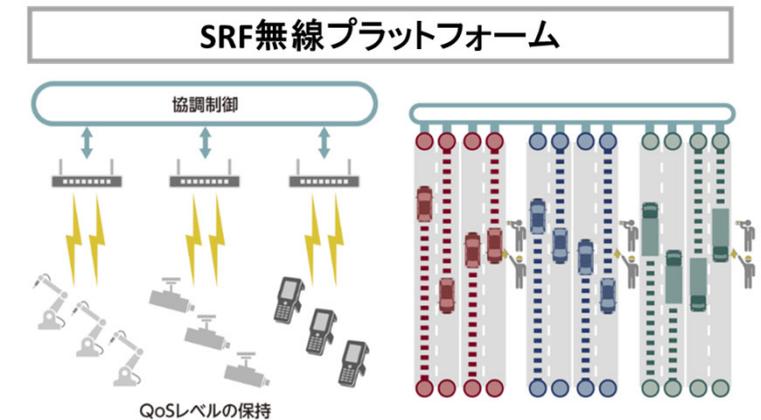
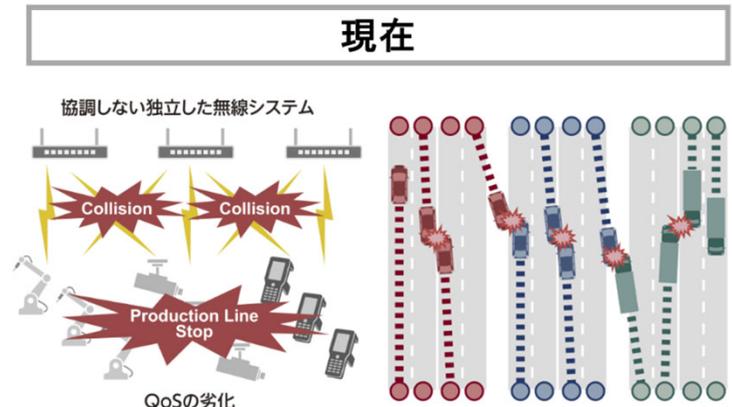
■ 既存の無線システム

- 無線が不安定で不具合が生じる
 - 時々切れてしまう、繋がらない場所がある
 - 画像が乱れる、データが遅れる
- 無線の専門家が不在で管理ができない
- 増える無線の運用コストが無視できない



■ SRF無線プラットフォーム

- 複数の無線システムを安定して収容、トラブルが大幅に減少
 - 無線リソース協調制御によりアプリケーションの要求品質を保持
- 専門家でなくても無線の管理・運用が可能
 - 無線システムパラメータの自動調整
 - 無線状態の測定・可視化
- 無線の運用コストを大幅に削減



SRF無線プラットフォームの構成

Field Manager、SRF Gateway/Device、SRF Sensorの連携動作により、複数の無線システムが混在している無線環境において安定した無線通信を実現

• Field Manager (グローバル制御)

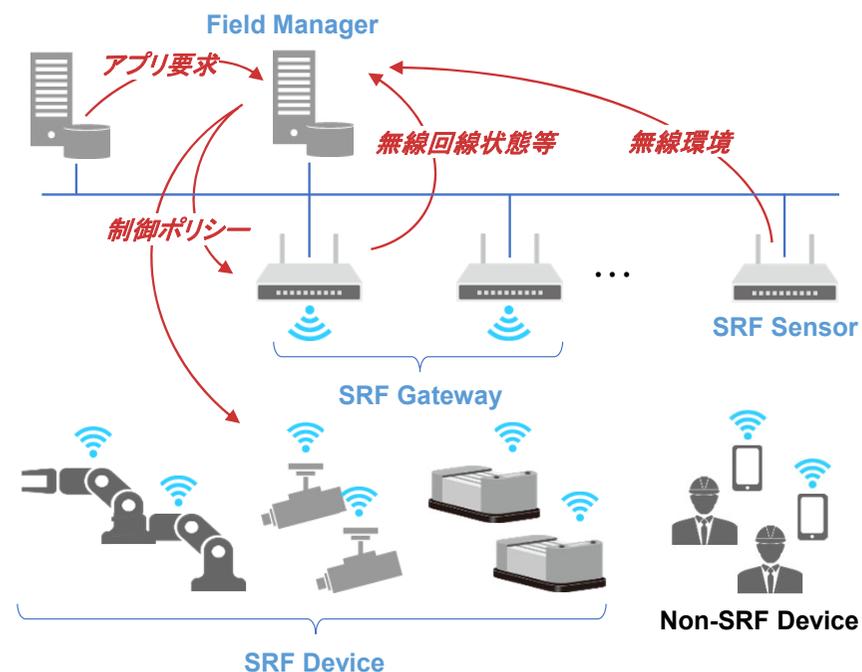
- アプリケーションの要求品質を満たし電波干渉を回避するよう無線リソースを協調
- 制御ポリシーにより各無線システムに無線リソースを配分

• SRF Gateway/Device (ローカル制御)

- Field Managerからの制御ポリシーに従い自律的に無線リソースを制御
- 無線回線状態等を測定しField Managerへ通知

• SRF Sensor

- Field Managerの管理下でない無線機器を検知・監視する無線環境センサ



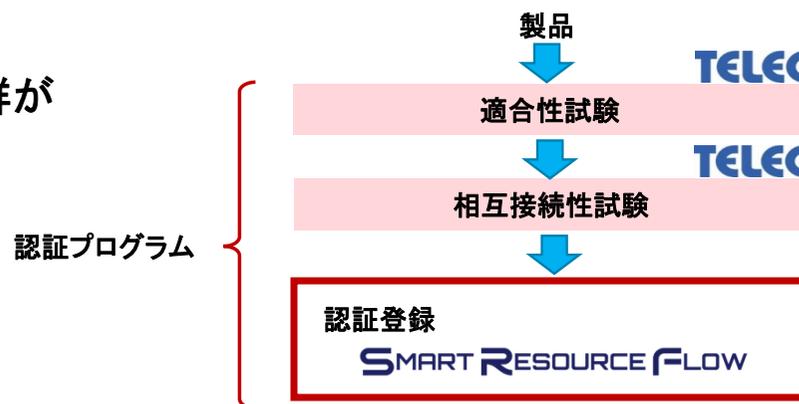
SRF無線プラットフォームVer.1認証プログラム

■ SRF無線プラットフォームVer.1の認証プログラムを実施中

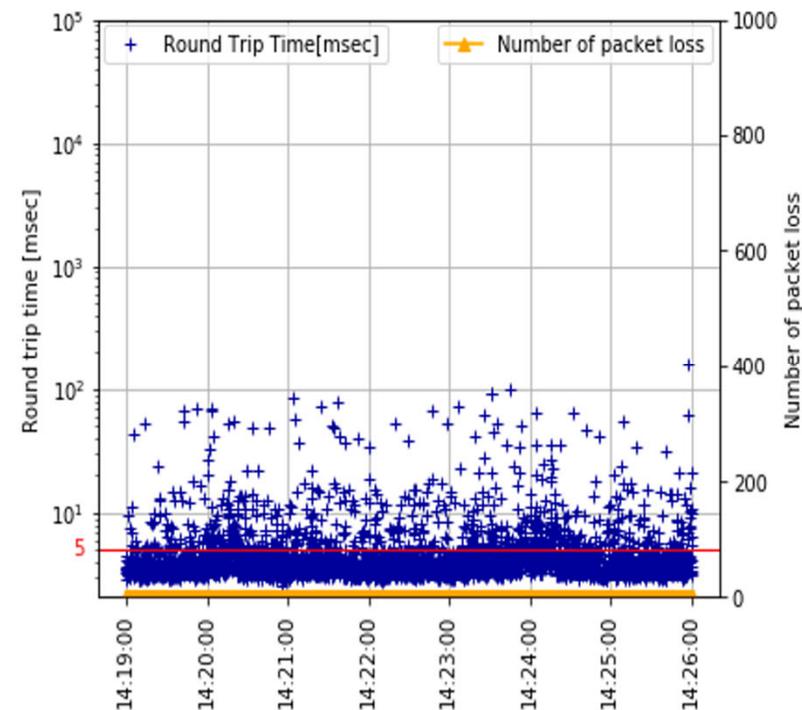
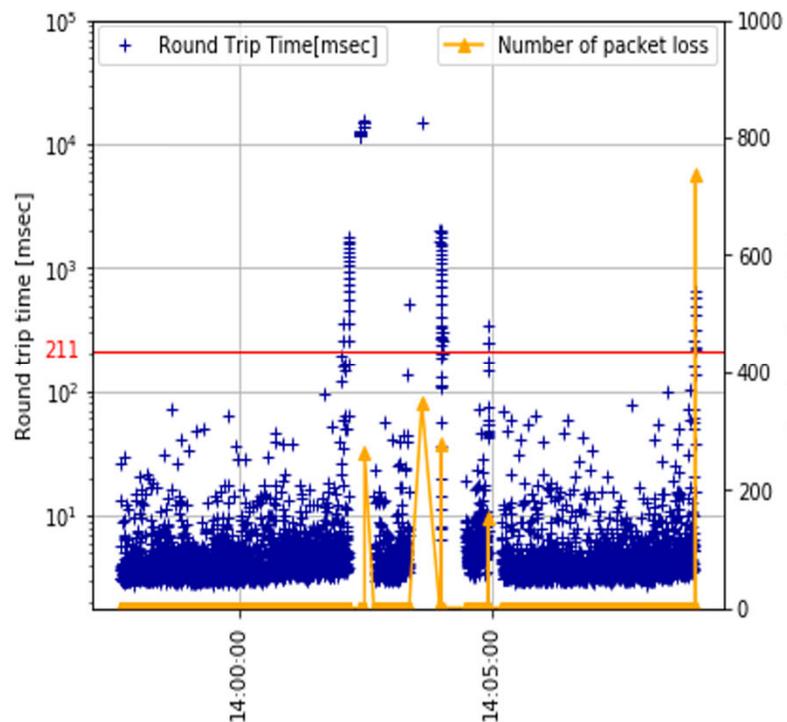
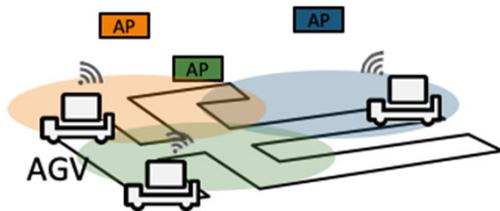
- SRF無線プラットフォーム規格への適合性、相互接続性を審査
 - 適合性試験： 技術仕様Ver.1に準拠していることを確認する試験
 - 相互接続性試験： 参照機器との相互接続を確認する試験
- 規格適合した製品を認証登録、Webサイトで公開、ロゴを付与
- 認証対象製品は、Field Manager, SRF Gateway, SRF Device, SRF Sensor
- さまざまな利用形態を想定し、ハードウェア製品/ソフトウェア製品等の各種カテゴリを用意

■ トピックス

- SRF無線プラットフォームの通信規格に準拠する製品群が4種15製品に拡大(2024年5月公表)



基地局と移動体の通信の安定化



- 実工場の部品搬送工程で、無線通信の遅延やパケットロス数を評価
- 遠いAPの除外と、電波の変動に応じた通信切替制御により、無線通信を安定化

IECにおけるSRF無線プラットフォームの国際標準化

■ IEC SC65C/WG17 : Industrial networks (無線ネットワーク) / Wireless coexistence (無線共存)

- テーマ：製造現場で複数の無線ネットワークが共用できる仕組みを提供
- 対象規格：IEC 62657
 - Part 1: 無線通信要求仕様と周波数検討
 - Part 2: 共存管理
 - Part 3: 自動共存管理の形式記述及び用例
 - Part 4: 無線アプリケーションの中央調整型共存管理
- NICTから3名の研究員が参加

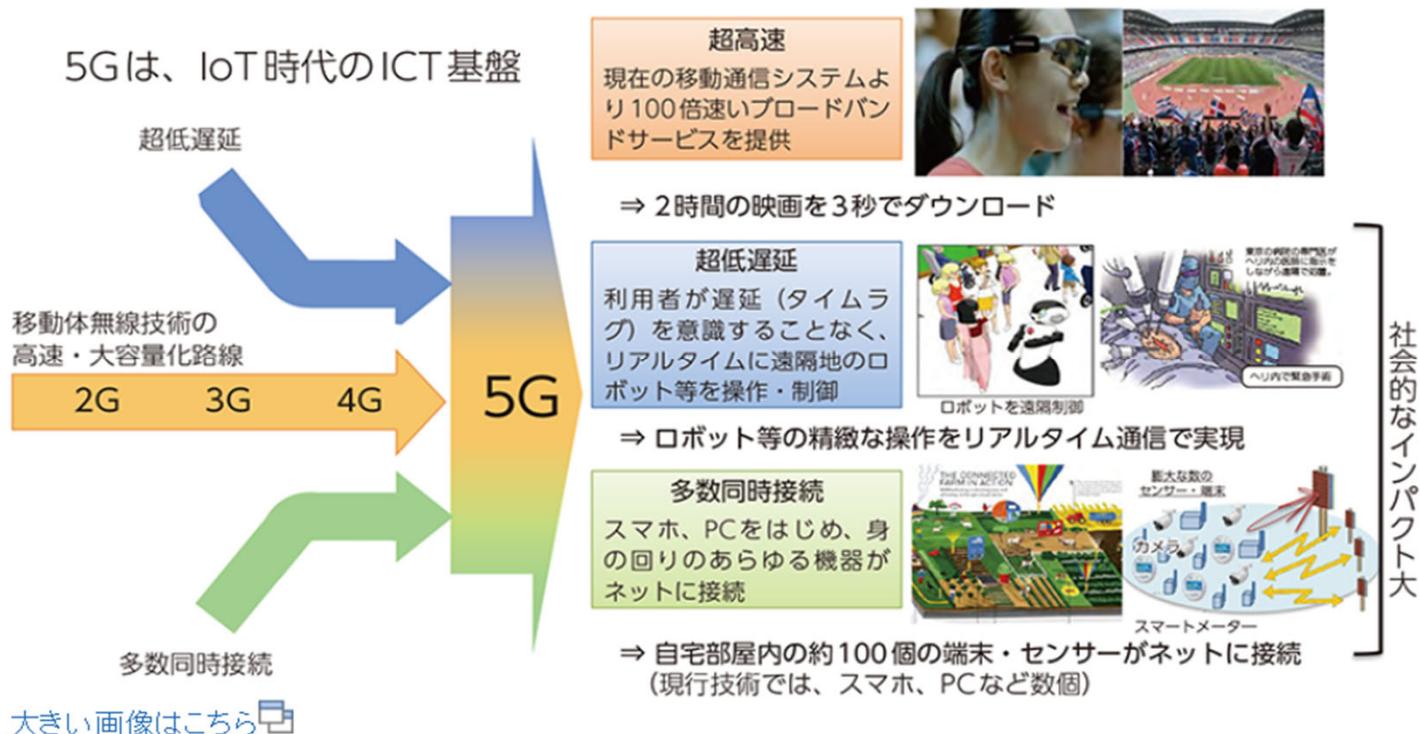
■ NICTの狙い

- SRF無線プラットフォームのField Managerと同様の機能であるCentral Coordination Point機能が規定されているIEC 62657 part 4へのインプット
- 本文の修正とANNEXの追記により、Central Coordination Point機能の具体的な記述として、SRF無線プラットフォームとその効果に関連する記述の追加
- 計画通り、2025年策定完了の見込み

【参考文献】 IEC/TC65国内委員会, 国際標準化活動報告IEC/SC65C/WG16,WG17工業用無線ネットワーク, JEMIMA 会報.Vol.55 No.3/2018
<https://www.jemima.or.jp/about/file/2018年7月号.pdf>

運用開始までの期待が高かった

図表3-3-4-2 5Gの特徴



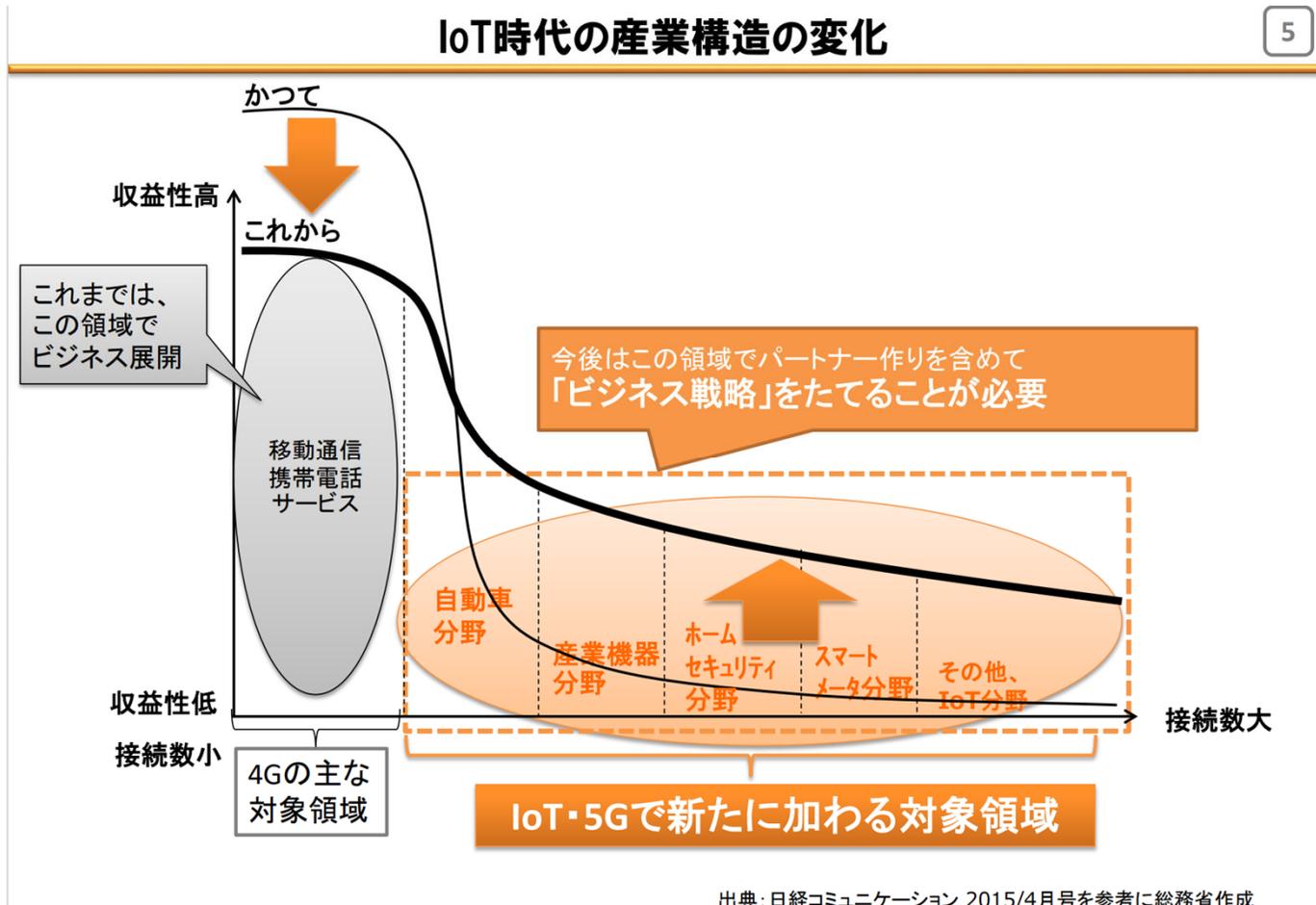
(出典) 平成29年 総務省情報通信審議会新世代モバイル通信システム委員会報告

5Gの特徴が**トレードオフ**であることはあまり知られないまま、期待が高まってしまった。

産業用途への適用への期待が高まった

IoT時代の産業構造の変化

5



出典：日経コミュニケーション 2015/4月号を参考に総務省作成

https://www.soumu.go.jp/main_content/000739007.pdf

5G/L5Gのユースケース

- Flexible Factory Projectで、文献調査、工場ヒアリングで抽出した無線用途(162種)を分析
(無線通信を用いた製造システムの導入 <https://www2.nict.go.jp/wireless/ffpj-deploy.html>)
- 遅延に制約のあるアプリ(137種)のうち82%(112種)が100msまでの遅延を満たしていればよい
- 遅延10msの無線通信を実現することで、95%(130種)のアプリを無線化することができるようになる

No	カテゴリ	目的	対象となる情報	システム要件					
				データサイズ(平均)		到達許容時間		通信頻度	
148	その他	ファームウェアアップデート	ソフトウェア(バイナリ)	10	MByte	a few	hours	once	per month
4	品質	X線検査	画像データ	1472	Byte	1	hour	tact time	
53	管理	状態基準保全	振動センサ情報など	32	Byte	each tact time		tact time	
68	管理	締め付け工具の故障、劣化検知	トルクデータ	16	KByte	each tact time		tact time	
.....(中略).....									
117	制御	コンベア制御スイッチ操作	PLC	16	Byte	100	ms	5 times	per day
119	制御	ボカよけ締付け本数	パルス	64	Byte	100	ms	once	per minute
135	安全	危険動作検知	画像	100	KByte	100	ms	10	per second
84	管理	分散型電圧制御	センサ、アクチュエータ、インバータ	less than 100	Byte	less than 100	ms		
130	制御	動画像制御による遠隔ロボット	周期的な動作制御	15 to 250	KByte	10 to 100	ms	once	every 10 ms to 100 ms
.....(中略).....									
33	管理	予防保全	機器自体の温度	a few tens	Byte	10	ms	once	per second
61	管理	設備監視	振動、加速度	a few hundreds	KByte	10	ms	realtime	
63	管理	予防保全	振動、加速度	a few hundreds	KByte	10	ms	realtime	
111	表示	ARのための双方向の動画像通信	生産工程、作業手順の確認、メンテナンスやサービス業務のための遠隔地からのサポート			less than 10	ms	once	per month
126	制御	遠隔制御パネル	組立ロボットや切削ロボット	40 to 250	Byte	4 to 8	ms	once	every 4 ms to 8 ms
83	管理	電力の自動分散切替制御のための配電盤	プラントやデータセンタ向けの電力消費量の管理と停止	less than 1500	Byte	less than 5	ms	more than once	every 1 ms to 60 seconds

100ms

10ms



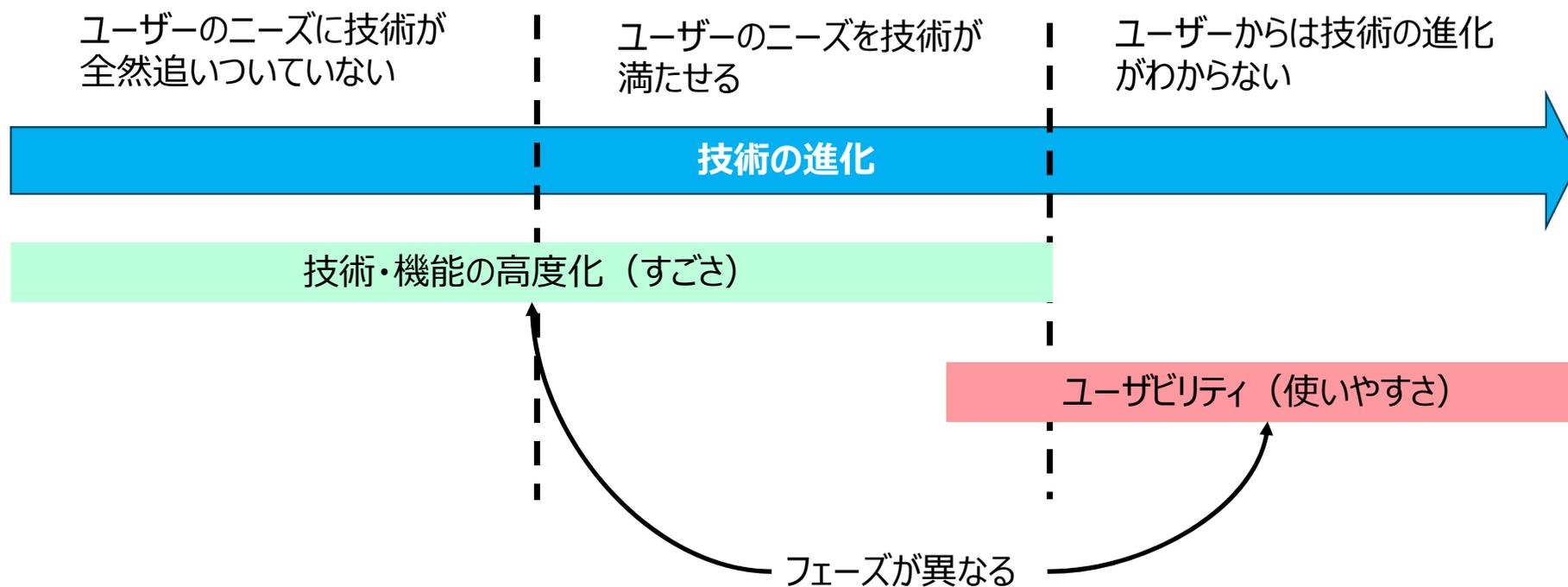
5G/L5Gは製造現場で使えるのか??

- 当初から製造現場が最も有望なユースケースだとされてきた。
- 2020年サービス開始以降
 - PoC (Proof of Concept 概念実証どまり)
 - 製造現場で普及せず
- なぜなのか？

無線通信の状況の変化

- ① 無線通信技術は成熟期にある
- ② 産業活動の一部を担っている

① 無線通信技術は成熟期にある



例えば・・・工場では

なんかうまく読み込めないんだけど、
どこが悪いんだろう???

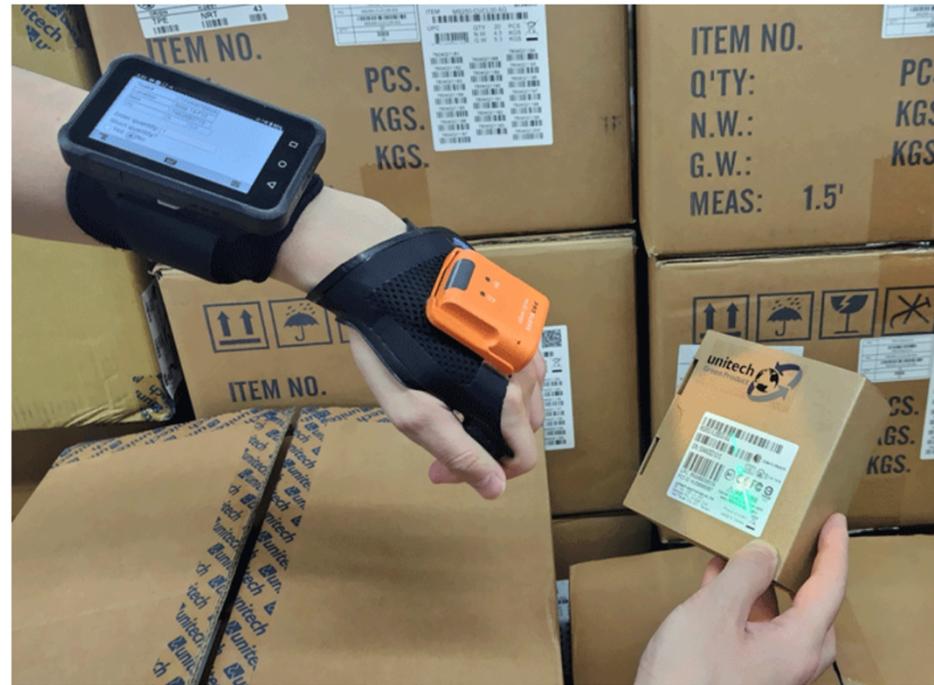
無線？

ソフト？

ハード？



<ハンズフリーでピッキング効率を向上>



作業者が端末を身に着けることで、作業視線を極力維持したまま、完全なハンズフリーの運用を実現する。また端末を置き忘れたり、探したりする時間も大幅に短縮でき、ピッキング工程全体の大幅な効率改善に貢献する。

例えば・・・医療現場では

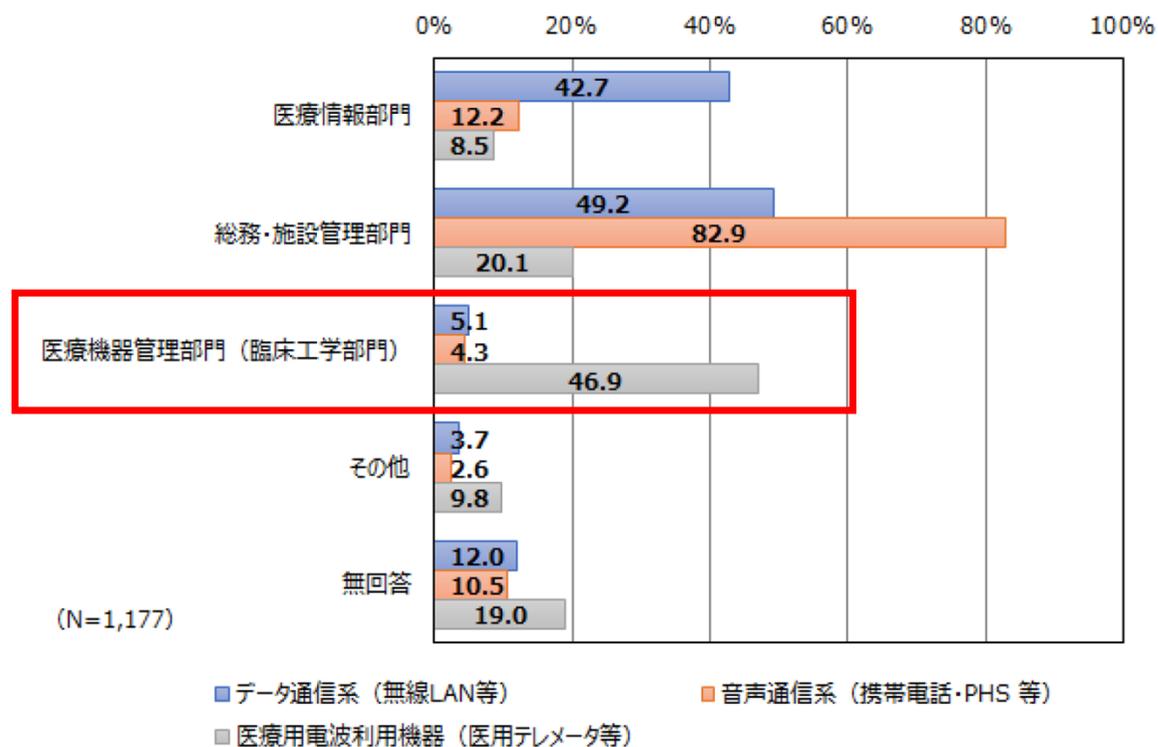
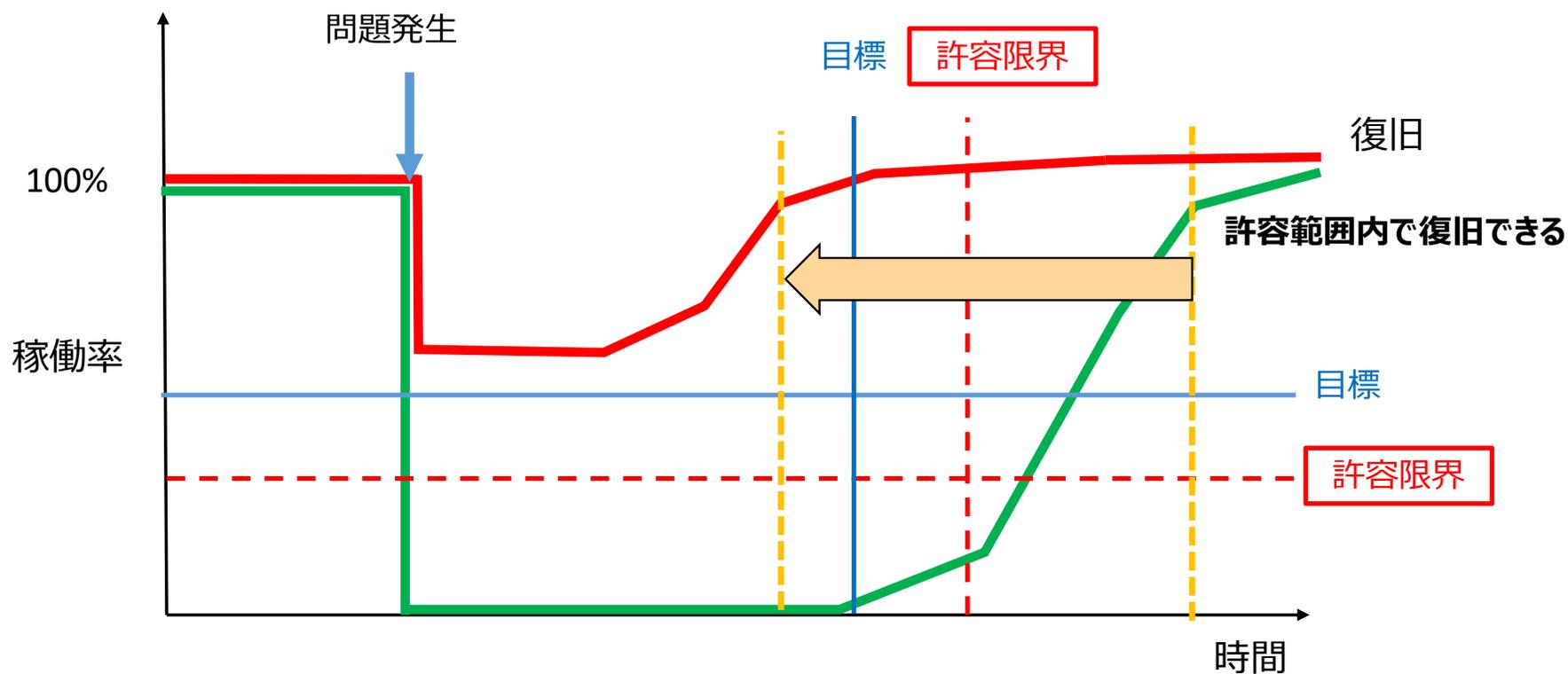


図 8 病院における電波利用機器の所管部門
(2018 年度アンケート調査結果)

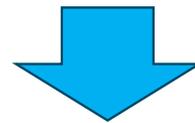
②産業に利用されるということ＝日々の安定運用と事業継続性の考慮が必要



問題の発生確率の低減と早期復旧ができる仕組みが重要

5G/L5Gの産業利用に向けての課題

- 実装されている機器のばらつき
 - メーカー共通で実装されているものが、MIMOと端末間通信・折り返し通信機能ぐらいしかない
 - 遠隔制御への利用を想定した場合に自由に変更したいパラメータのほとんどが市販機でサポートされていない
 - すでに新リリースへの対応をあきらめ始めたメーカーもいる
- ブラックボックスの組み合わせ
 - パラメータを変更した際の影響の出方が複雑



技術的な発展のみならず、
現場で管理・運用するための仕組みが必要

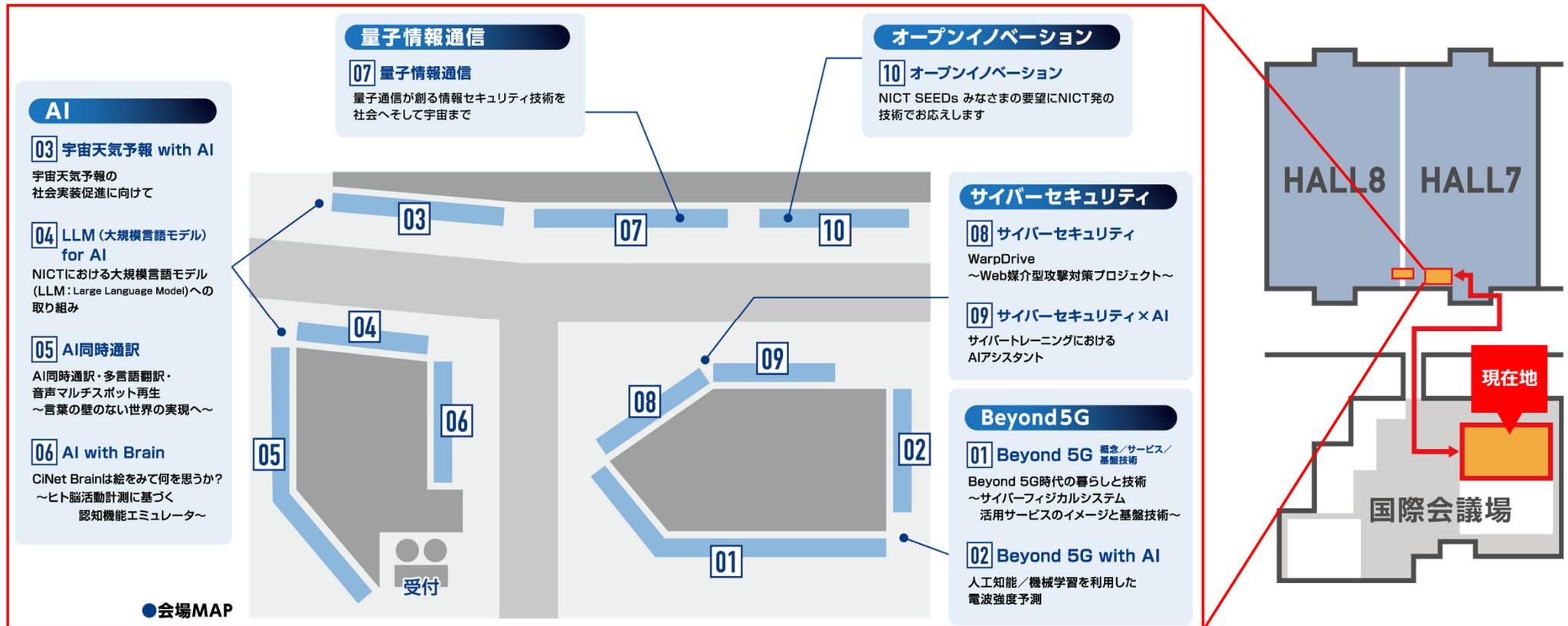
今後の展開

- Flexible Factory Project から Flexible Society Project
 - 今後も現場を大切にユーザーの皆様と一緒に活動を推進します
- Smart Resource Flow (SRF)無線プラットフォームと標準化
 - 5G/L5G、802.11ahなど産業領域で複数の無線通信方式の使い分け
- 5G/L5Gの産業利用について
 - 実装依存の部分や複数のパラメータの関係性などの可視化
 - 産業利用に必要な要件の明確化



産業領域で安心して無線通信技術が使っていただけるように、
ユースケース・技術開発・標準化を推進していきます

NICTブース 展示内容



展示番号 **10** 「NICT SEEDs みなさまの要望にNICT発の技術でお応えします」では、SRF無線プラットフォームについてもご紹介