国立研究開発法人
情報通信研究機構

無線化の問題を解決して製造現場のデジタル化を促進

～SRF無線プラットフォームの社会展開～

2021年10月28日

国立研究開発法人 情報通信研究機構

目次

1. 背景
2. フレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）
3. SRF無線プラットフォーム
4. 認証試験プログラム
5. 5GとSRF無線プラットフォームVer.2

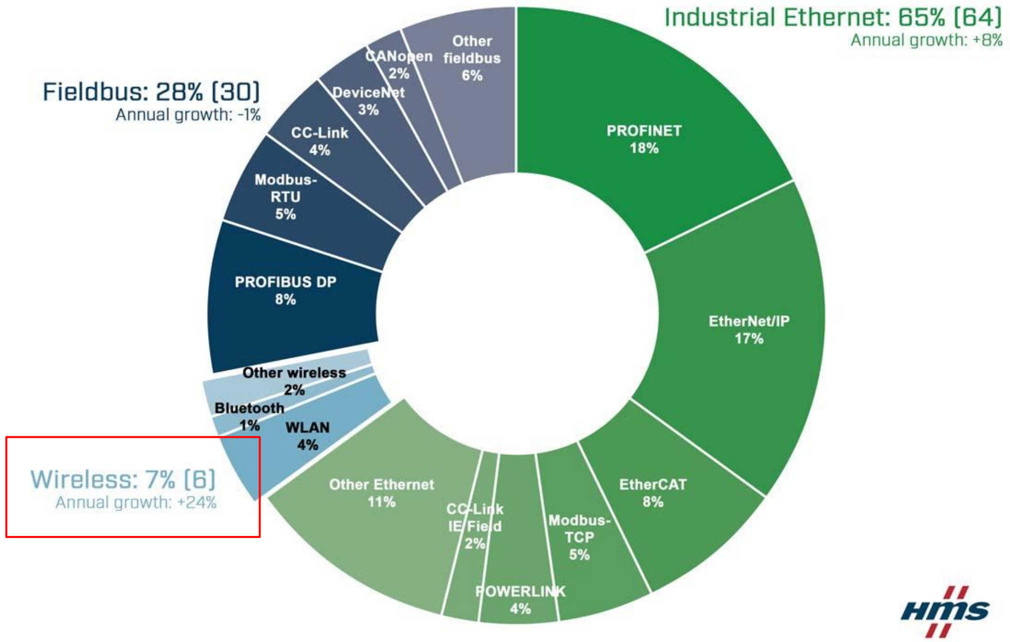
産業用ネットワーク市場動向

産業用ネットワーク市場

- コロナ禍でも2021年は6%成長の見込み

ワイヤレスネットワーク

- 少ない配線で柔軟に組み込むことができるワイヤレス接続機器の需要の高まり
- 成長率24%で急速拡大を継続
- ワイヤレスの市場シェアは7%にアップ

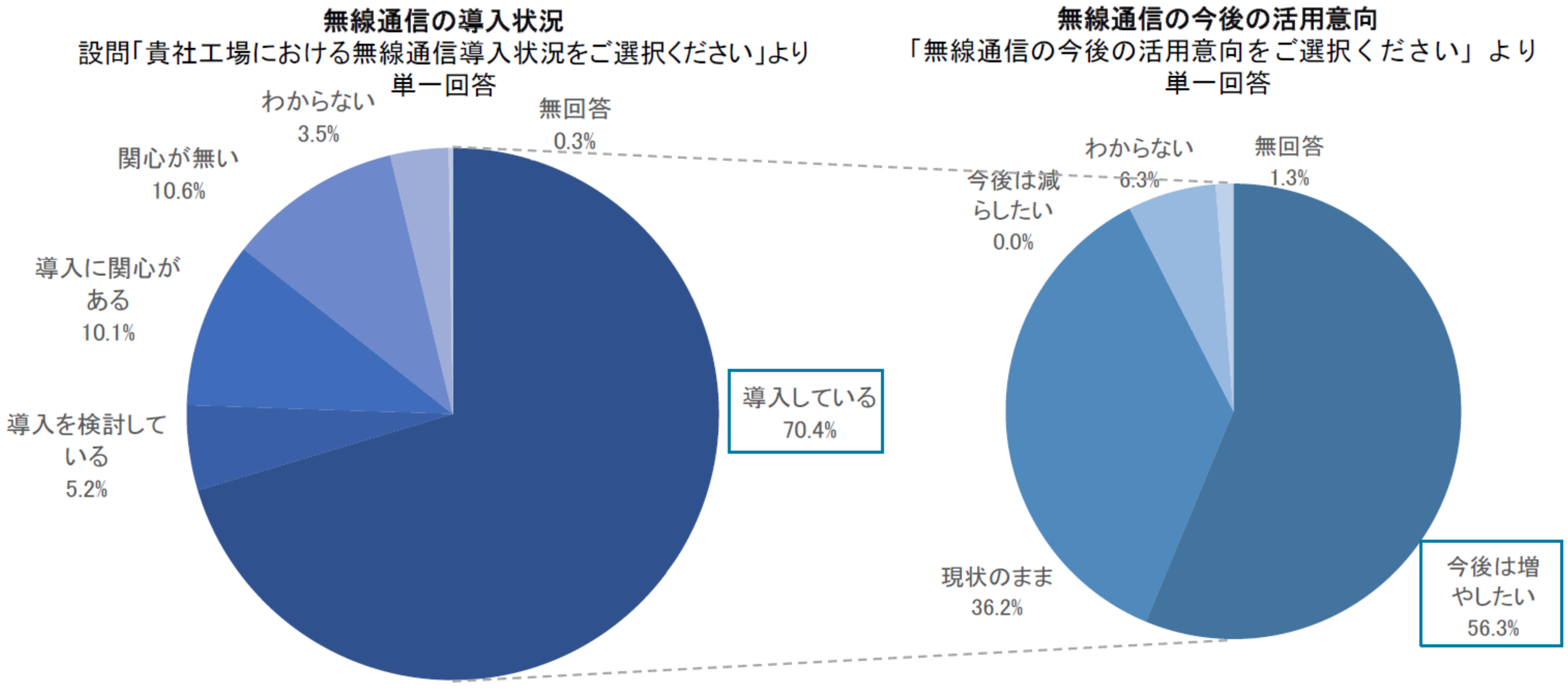


【引用】HMS, 産業用ネットワーク市場シェア動向 2021
https://www.hms-networks.com/ja/news-and-insights/news-from-hms/2021/03/31/continued-growth-for-industrial-networks-despite-pandemic

製造現場におけるワイヤレス化の期待

全国の製造業を対象としたアンケート調査（総務省, 2020年）

- 70.4%の企業が工場内で無線通信を導入
- そのうち56.3%が無線通信の利用を「今後は増やしたい」と回答

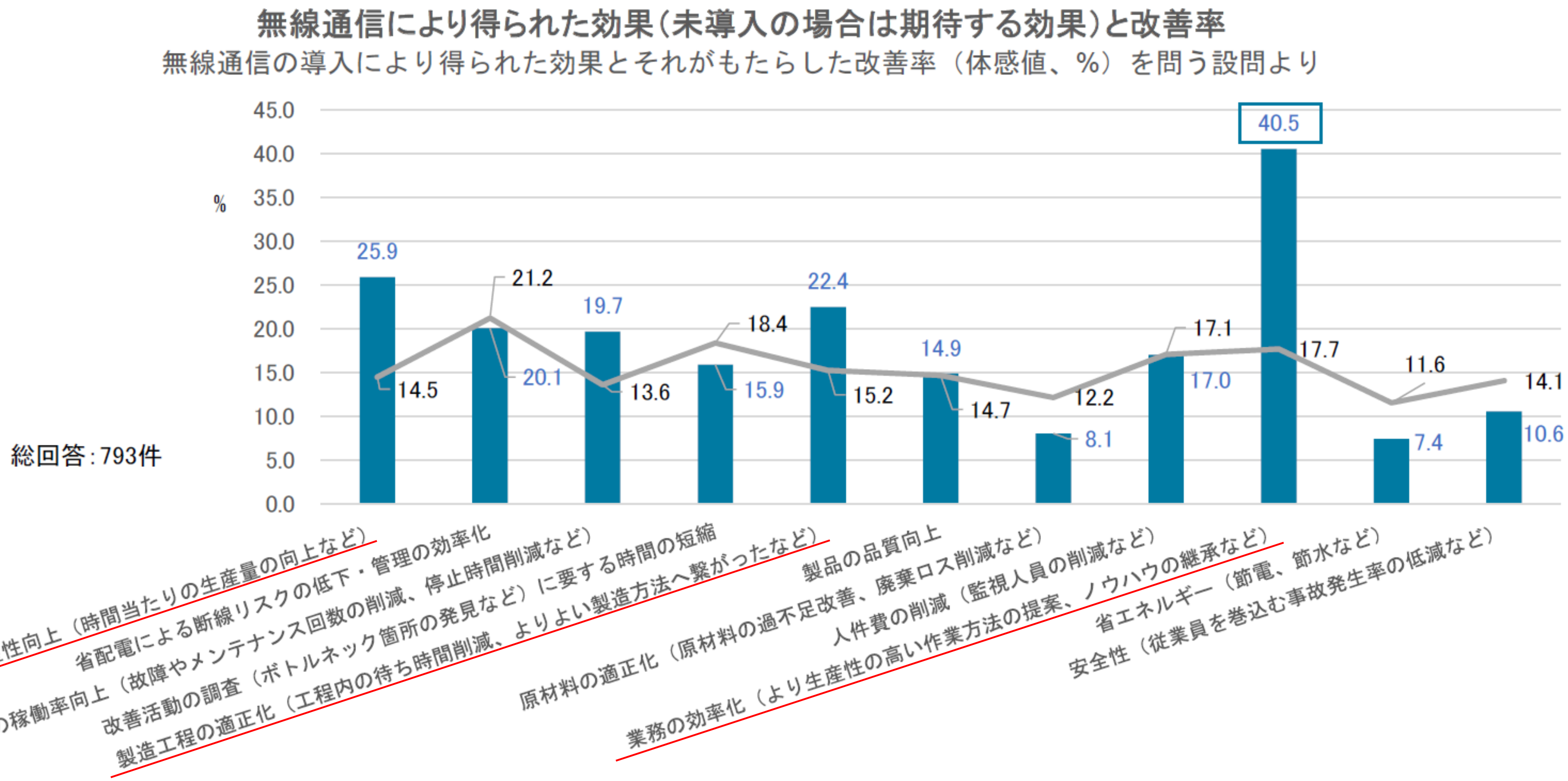


【引用】総務省, 製造現場におけるローカル5G等の導入ガイドライン
https://www.soumu.go.jp/main_content/000760634.pdf

製造現場におけるワイヤレス化の期待

■ 全国の製造業を対象としたアンケート調査（総務省, 2020年）

- 多くの企業が無線導入による業務効率の改善を実感



【引用】総務省, 製造現場におけるローカル5G等の導入ガイドライン
https://www.soumu.go.jp/main_content/000760634.pdf

NICT

製造現場におけるワイヤレス化の課題

■ 令和2年情報通信白書：ワイヤレス工場の推進

- **工場内の無線通信の不安定性の課題**

  「工場などの製造現場では、消費者の多様なニーズに応えるための生産ラインの柔軟な変更を可能とする工場内通信のワイヤレス化や、無線センサを活用した産業機械の故障予知など、無線の利活用が期待されている。一方で、*工場内においては様々な無線システムが混在することや産業機械から電波雑音が発生することにより、無線通信が不安定化することが課題となっている。*こうした課題に対応するため、総務省では、工場など狭空間における無線通信を最適制御する技術の研究開発・国際標準化、成果の国際展開を見据えた日独間の国際連携、無線使用に関するリテラシーの向上のための人材育成等を実施している。」

【引用】総務省, 令和2年情報通信白書
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd267260.html

NICT

製造現場におけるワイヤレス化の課題

■ 工場における無線環境の特徴

ダイナミックな 無線環境の変化	• レイアウト変更や新規ラインの導入等で数カ月～数年オーダーで無線環境が変化するため、固定的な無線システムの運用に限界がある。
多様な無線環境	• 工場は業種、工場の規模、電波遮蔽物の有無、立地条件による外来波の到来、または設備起因のノイズの有無により、無線環境の状態が異なる。
異種システムの混在	• 工場ではシステムごとに個別最適化された個々の設備や、個々の工程ごとに段階的に異種の無線システムが導入されることが一般的であり、システム全体の最適化が行われにくい。 • グローバルで使いやすい2.4GHz帯から混雑する傾向がある。

【引用】総務省, 製造現場におけるローカル5G等の導入ガイドライン
https://www.soumu.go.jp/main_content/000760634.pdf

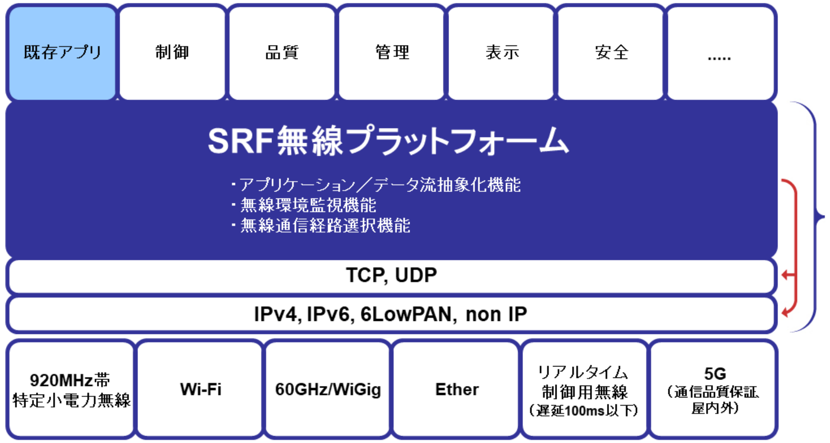
SRF無線プラットフォームの提案

■ SRF無線プラットフォームの提案

- NICTは、複数の無線システムが混在する環境下で安定した無線通信を実現する協調制御技術を提案

■ フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(Flexible Factory Partner Alliance :FFPA)の結成

- FFPAにおいてSRF無線プラットフォームの規格策定を開始



NICTが提案したソフトウェアスタック (2017)

- 機能とインターフェースを規格化
- 既存規格の利用と協調、既存のMAC/PHYを変更しない

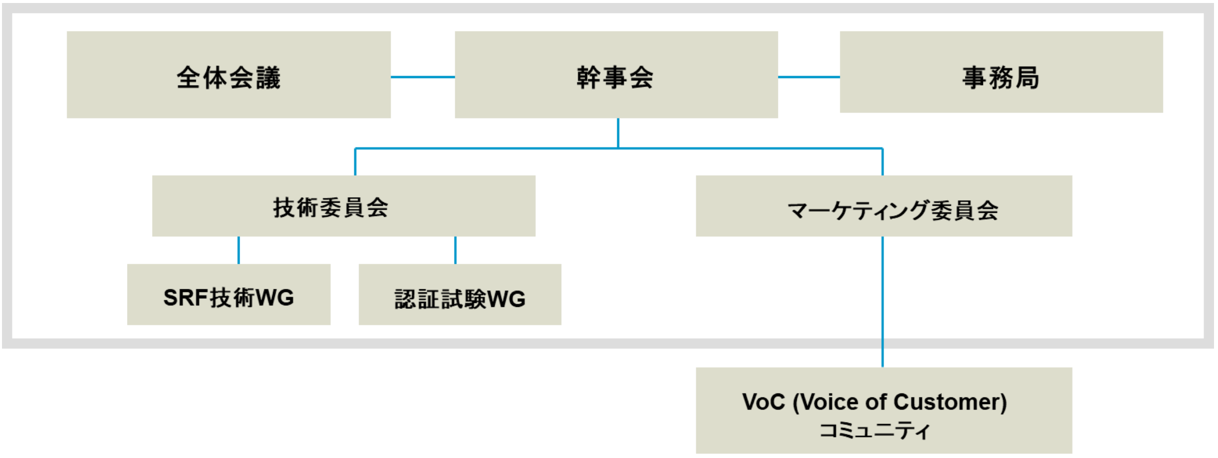
FFPAの活動スコープ

SRF (Smart Resource Flow) :
マルチレイヤシステム分析を用い、製造に関わる資源(人、設備、機器、材料、エネルギー、通信など)がスムーズに流れるよう管理するシステム工学戦略

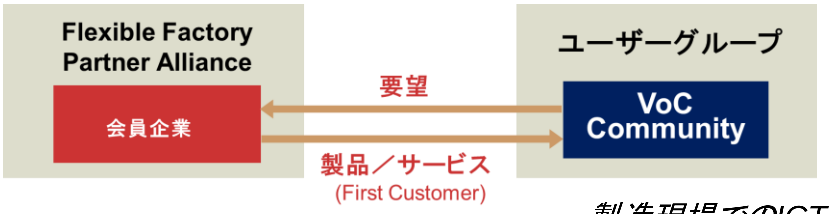
フレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）

- **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）
  - サンリツオートメイション
  - 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



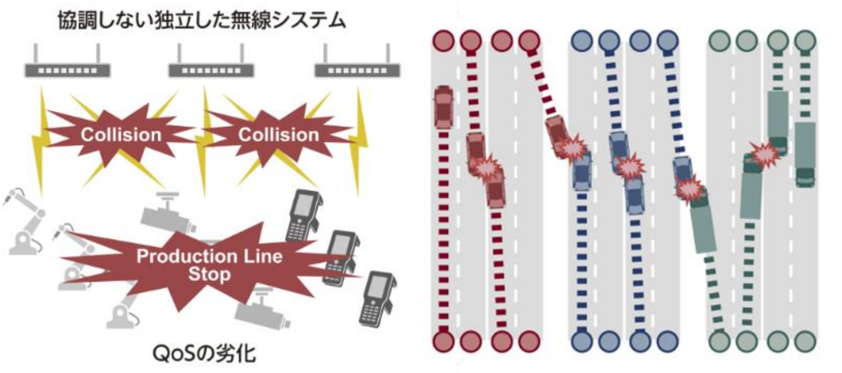
- 製造現場でのICT利活用を推進するユーザ会
- 36社が登録（2021/10時点）

ワイヤレス化の課題と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

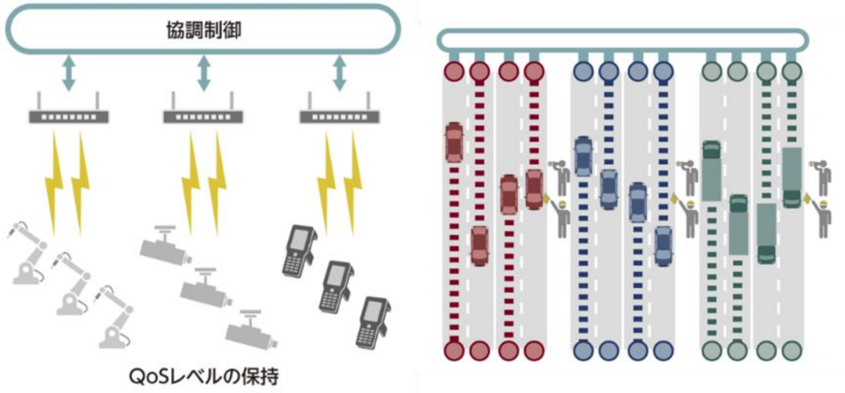
現在



■ SRF無線プラットフォーム

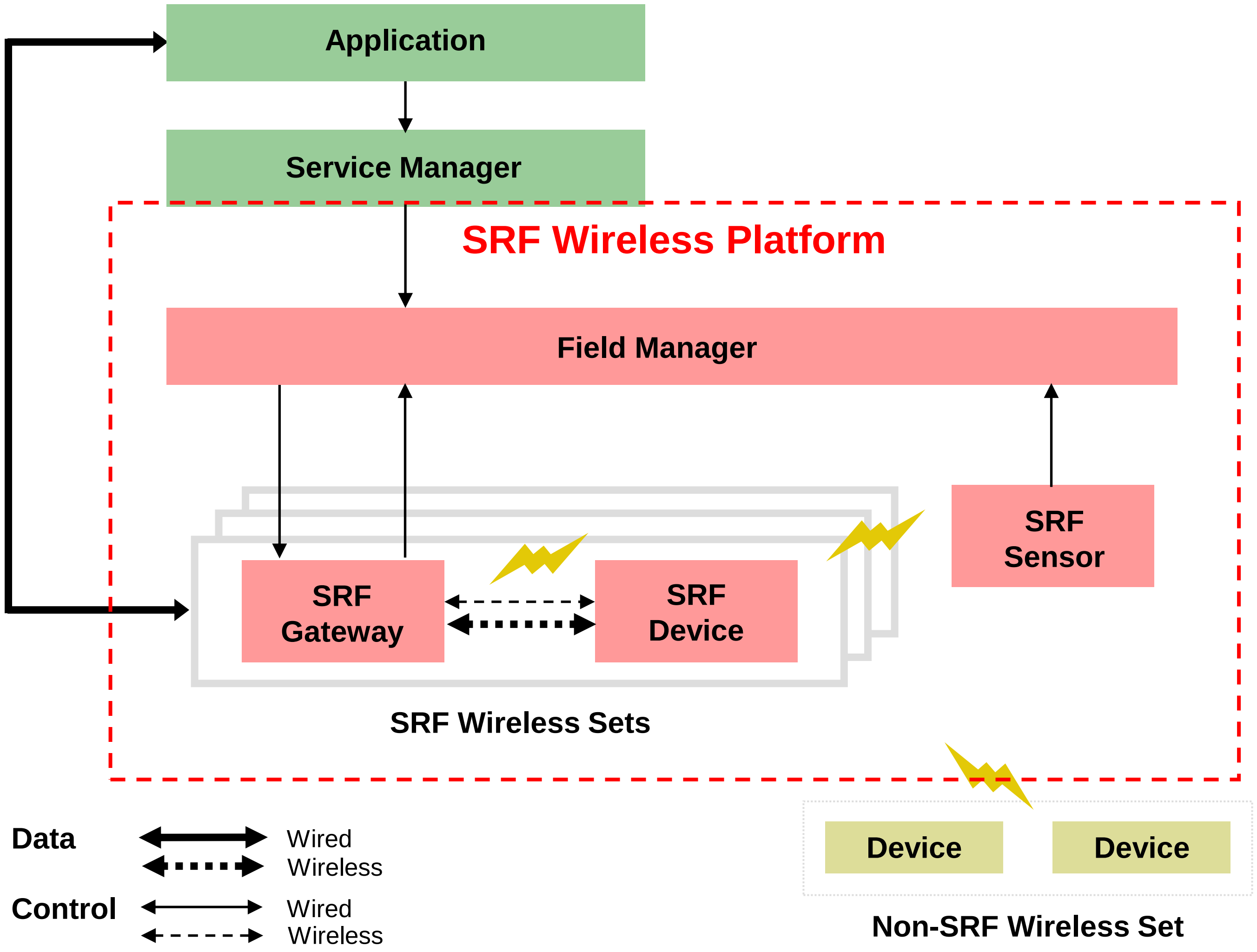
- 複数の無線システムを安定して収容、トラブルが大幅に減少
  - 無線リソースの協調制御、要求通信品質満足
- 専門家でなくても無線の管理・運用が可能
  - 無線システムパラメータの自動調整
  - 無線状態の可視化
- 無線の運用コストを大幅に削減

SRF無線プラットフォーム



SRF無線プラットフォームのアーキテクチャ

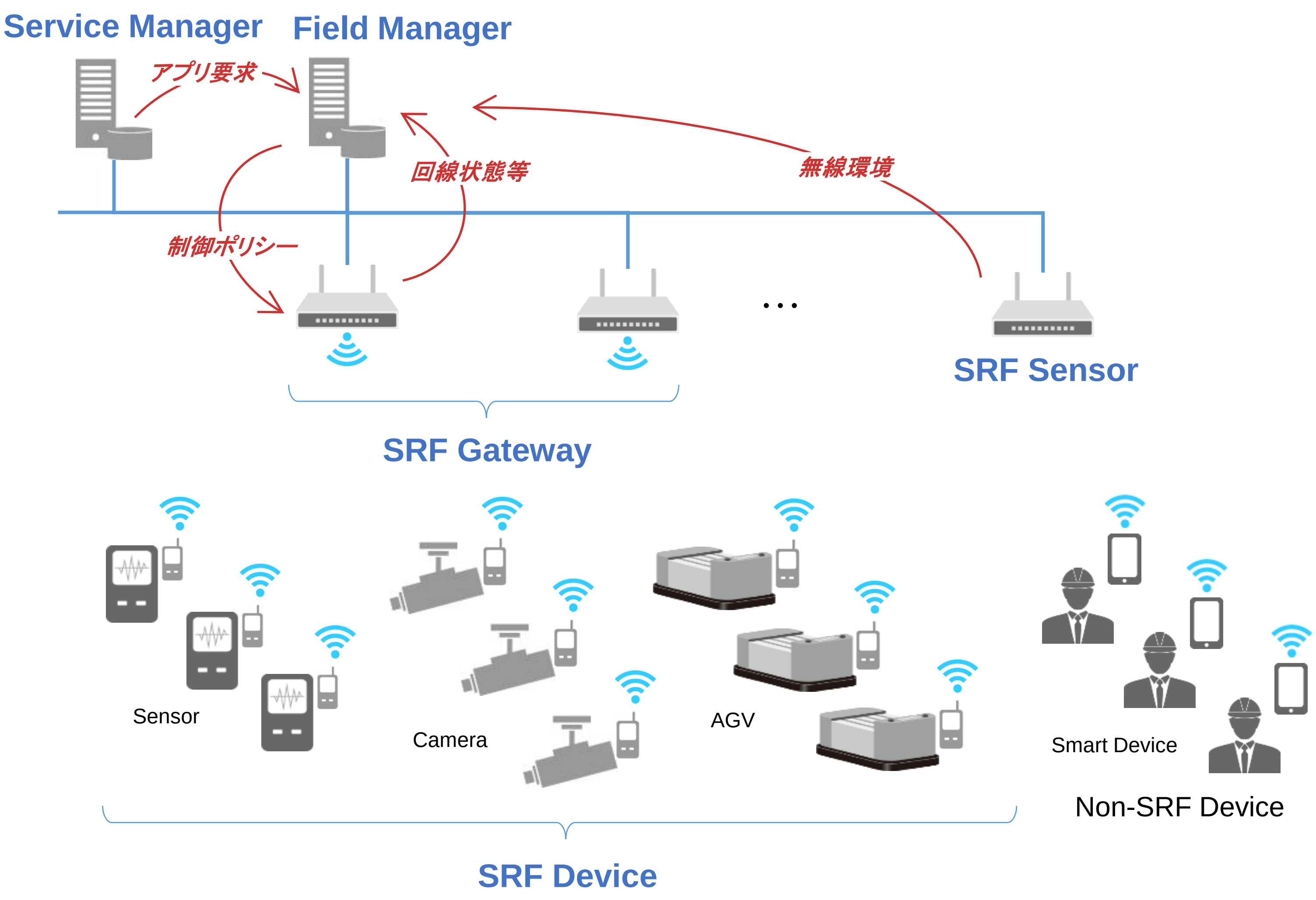
- ***Field Manager***
  - ***アプリケーションの要求通信品質と回線状態・無線環境を考慮した、複数無線システム間の無線リソース協調制御***
- ***SRF Gateway/Device***
  - ***Gateway/Device間無線通信（通常機能）***
  - ***Field Managerの指示に基づく無線リソース制御***
  - ***回線状態等の測定・通知***
- ***SRF Sensor***
  - ***無線環境の測定・通知***



無線リソース協調制御のシステムイメージ

■ 無線リソース協調制御

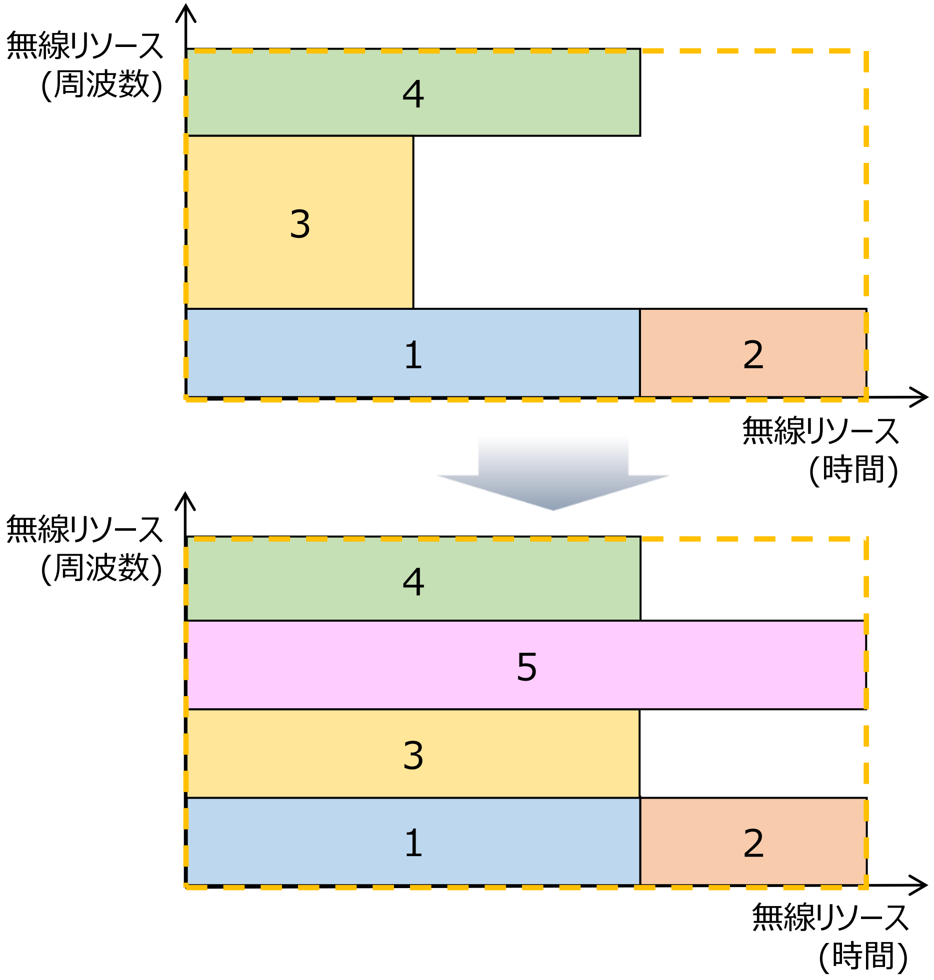
- *Field Manager (グローバル制御)*
  - 要求通信品質を満たし、かつ電波干渉が発生しないように、複数アプリケーション間で無線リソースを協調
  - 各無線システムに制御ポリシーを与えることにより無線リソースを配分
- *SRF Gateway/Device (ローカル制御)*
  - 無線環境が局所的に急激に変化することに適応
  - 制御ポリシーの範囲内での、単システムでの自律的な制御



無線リソース協調制御機能と動作例

■ 無線リソース協調制御

- Field Manager (グローバル制御)
  - 干渉協調制御
  - 帯域/遅延協調制御
- SRF Gateway/Device (ローカル制御)
  - 干渉制御
    - 周波数制御
    - タイミング制御
    - 空間制御
  - 帯域/遅延制御
    - 複数無線回線制御
    - フロー制御
    - 再送制御
    - レート制御



- 無線アプリケーションが互いに干渉しないように、かつ要求帯域を確保するように、無線リソースを割当

- 新たな無線アプリケーションが発生
- 無線アプリケーションが互いに干渉しないように、かつ要求帯域を確保するように、無線リソースを再割当

無線リソース協調制御の動作の一例(概念図)

SRF無線プラットフォーム技術仕様書の一般公開を開始

FLEXIBLE FACTORY PARTNER ALLIANCE

SRF無線プラットフォーム技術仕様書Ver.1.1を一般公開、無料でダウンロードが可能です。

https://www.ffp-a.org/news/jp-index.html#20211014

10/14/2021

2021年10月14日
フレキシブルファクトリパートナーアライアンス

製造現場向け無線機器のための通信規格の技術仕様を一般公開

～マルチベンダーの機器をつなぎ、ネットワークの可視化と統合管理を実現～

フレキシブルファクトリパートナーアライアンス（FFPA）*1 は、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化し、ネットワークの可視化と統合管理を図るために必要な通信規格の技術仕様を一般公開しました。

FFPAは、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）の提案によるSRF無線プラットフォーム*2 をシステムの基本構成として採用し、通信規格の技術仕様や適合性試験仕様を策定してきました。このほど、製造現場での無線利用に対する期待の高まりを受け、より多くの製品に対してSRF無線プラットフォームの適用を検討していただくため、技術仕様Ver. 1.1を一般公開することにしました。本技術仕様に準拠した製品が普及することにより、製造現場に混在している多様な規格、世代、ベンダーの無線システムが共存及び協調でき、可視化や統合管理が可能となる仕組みが実現されます。

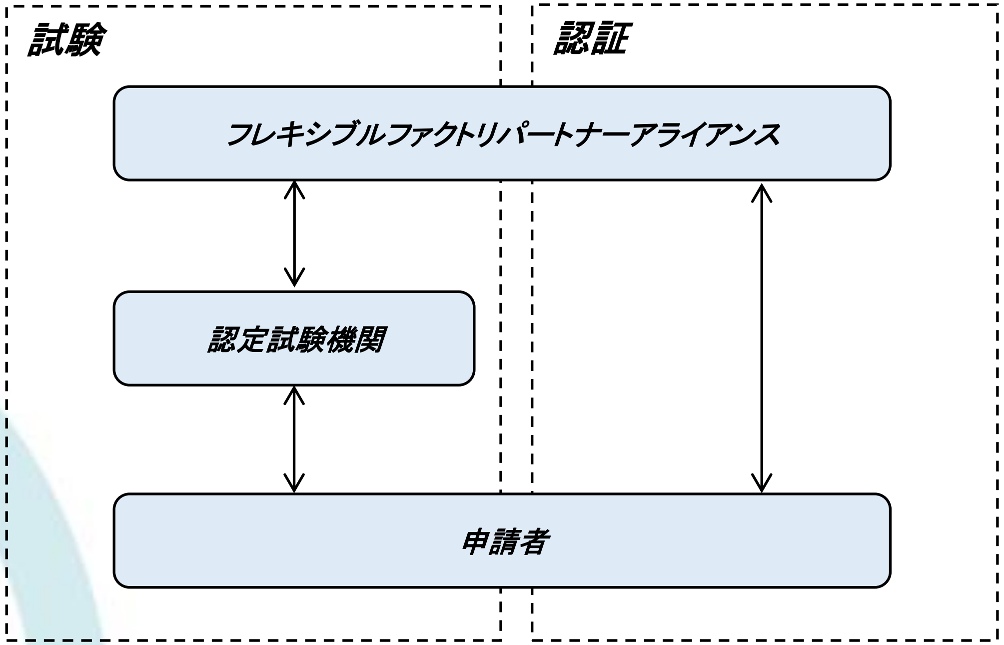
本技術仕様では、無線機器に実装する設定、ポリシー制御、監視を行う機能の定義と、アプリケーション・プログラミング・インタフェースの一種であるREST APIを用いたメッセージが規定されています。FFPAは、本技術仕様に準拠する製品に対して実施する認証プログラムを2021年中に開始する予定です。

FFPAでは現在、5G（第5世代移動通信システム）との連携や、有線と無線を統合したネットワークトポロジーの実現のために機能を拡張した技術仕様Ver. 2.0の策定を進めています。今後も継続して、SRF無線プラットフォームを普及させていくことにより、製造現場の無線化を推進します。

認証試験プログラム開始

■ 2021年中にSRF無線プラットフォームの認証試験プログラムを開始予定

- 認証試験によりSRF無線プラットフォーム規格の適合を審査
- 規格適合が認められた製品を認証登録し、FFPA Webサイトで公開予定



SMART RESOURCE FLOW

日本国 商標登録 6394581

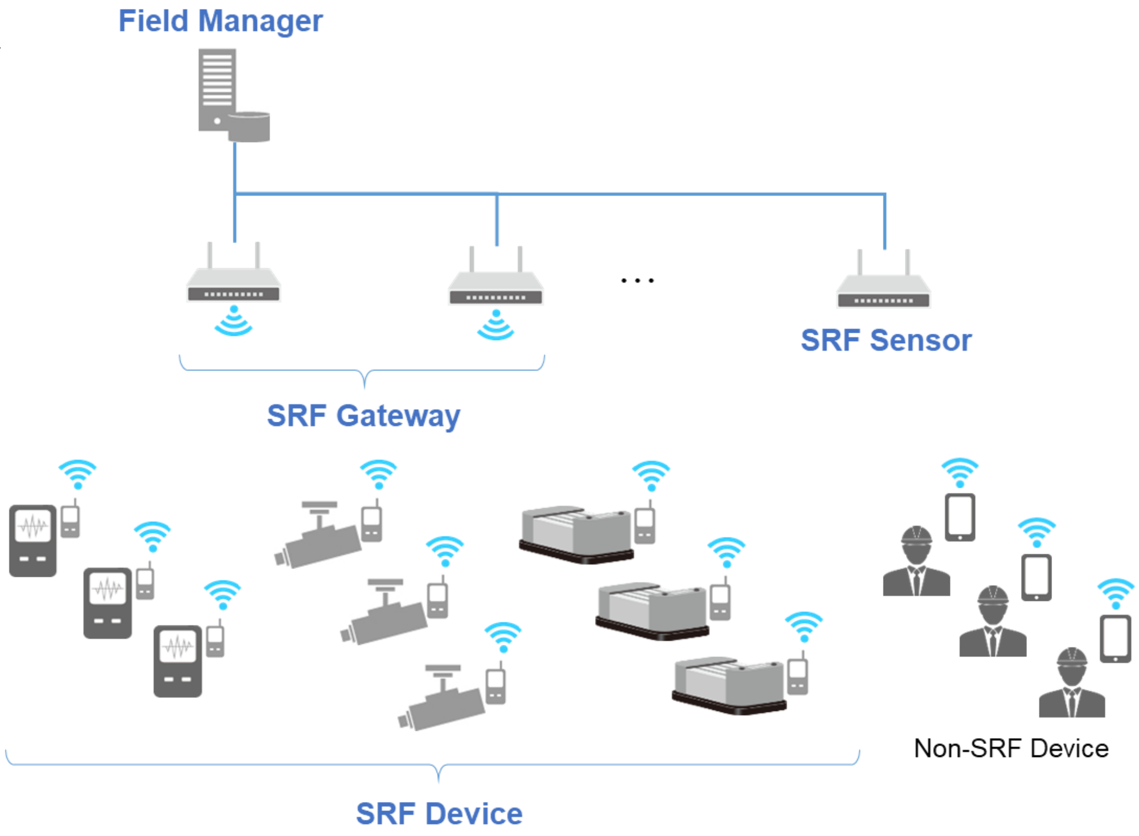
認証対象製品

■ 製品カテゴリー

- さまざまな利用形態を想定し各種カテゴリーを用意

		ハードウェア製品		ソフトウェア製品	
機器の無線機形態		無線機内蔵	無線機外付け	無線機内蔵	無線機外付け
製品種別	Field Manager		○(※)		○(※)
	SRF Gateway	○	○	○	○
	SRF Device	○	○	○	○
	SRF Sensor	○	○	○	○

（※）無線機は不要



SRF無線プラットフォームの構成の一例（イメージ図）

認証試験仕様

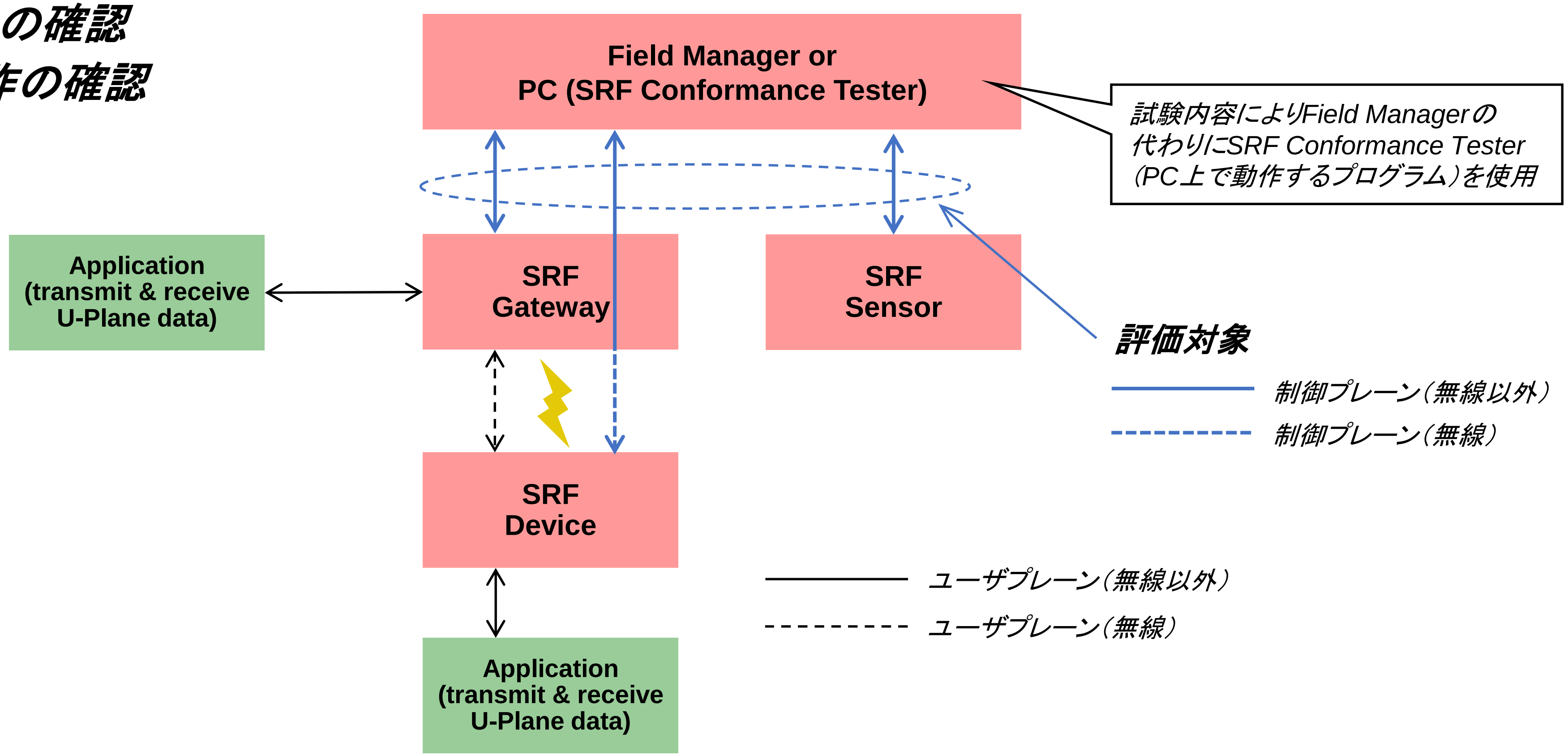
- **適合性試験:** SRF無線プラットフォーム技術仕様に準拠していることを確認する試験
- **相互接続性試験:** リファレンスデバイスとの相互接続を確認する試験

分類	記載項目
適合性試験仕様	試験系の構成
	SRF無線プラットフォームの各機能と試験項目との対応関係
	全試験項目に共通の各種設定
	各試験項目に対する試験の手順、メッセージフォーマット
	各試験項目に対する試験の合格判定基準
相互接続性試験仕様	Field Managerに必要な試験用機能
	試験系の構成
	各試験項目に対する試験の手順、メッセージフォーマット
	各試験項目に対する試験の合格判定基準

認証試験の概要

■ 技術仕様書で定義された制御プレーン情報の評価

- シーケンスの確認
- データフォーマットの確認
- 機能実行後の動作の確認



製造現場における5Gの活用

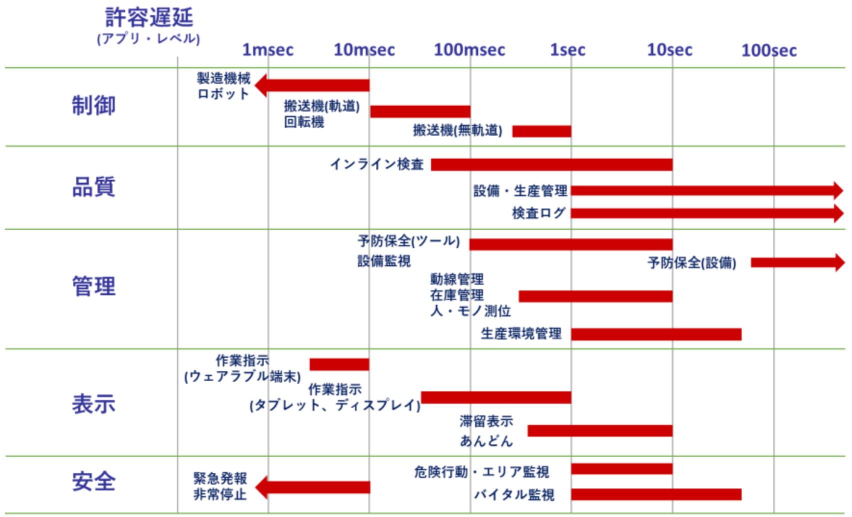
FLEXIBLE FACTORY PARTNER ALLIANCE

- **5Gによる無線通信の進化がもたらす未来の工場**
  ～ニューノーマル時代における製造現場のデジタル化とAI, IoTへの期待～
  - 無線のユースケースと現在用いられている無線方式の解説
  - 5G実証の具体的な取り組みの例
  - 5G導入のシナリオ
  - 製造現場のデジタル化等の工場の将来像

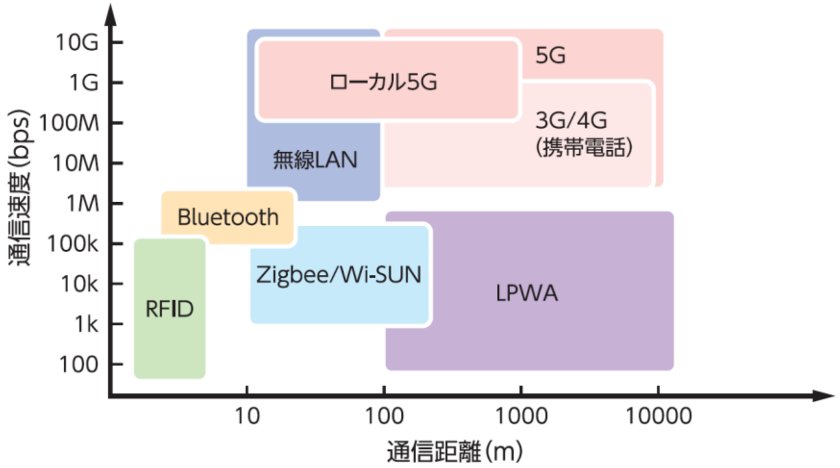
https://ffp-a.org/document/files/FFPA-PP_J.pdf

FFPAが想定する5G導入シナリオ

- ■ ***製造現場では多様なユースケースが混在***
  - *ユースケースに応じて要求通信品質は様々*
    - *5Gの超低遅延が必要となるユースケース*
    - *100msec以上の遅延も許容するものも多数*
  - *製造設備付随システムは10年以上オーダで運用*

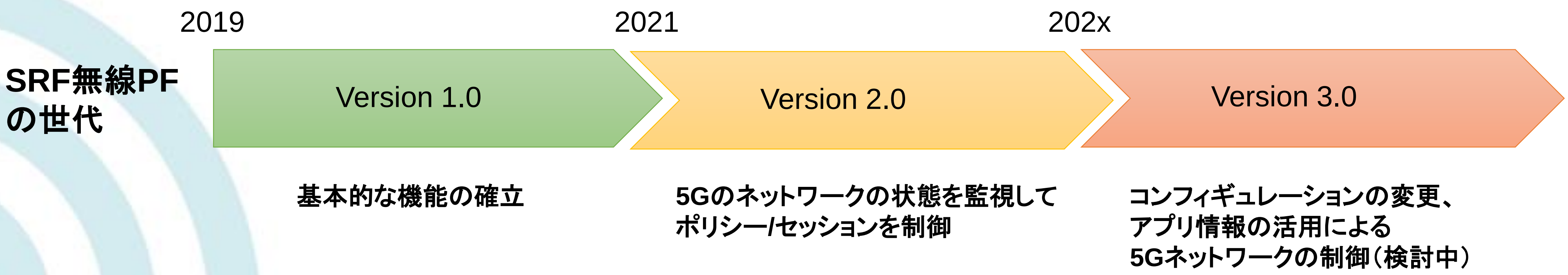


- ■ ***5Gと免許不要周波数帯の無線技術は互いに補いながら同時に発展***
  - *ユースケースの要件に応じて無線技術を使い分け*
    - *性能要件: 通信速度、許容遅延、端末消費電力、･･･*
    - *コスト要件: 導入コスト、運用コスト、･･･*



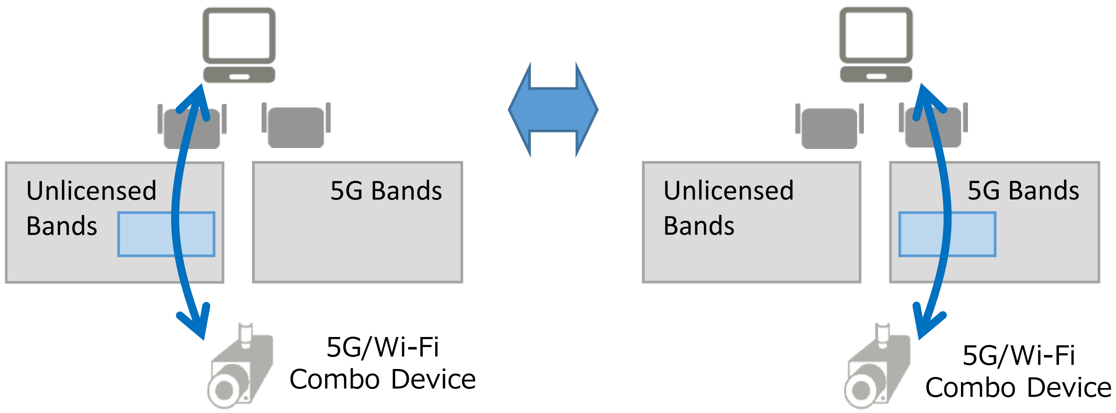
5GをSRF無線プラットフォームVer.2へ収容

- ***2021年中にSRF無線プラットフォームVer.2の規定策定完了予定***
- ***製造現場の無線化を更に進展させるために5Gを収容する機能を追加***
  - ***5Gと免許不要周波数帯の無線技術の協調***
  - ***限られた無線周波数資源の更なる有効利用と無線の更なる高信頼化***
- ***ネットワークトポロジーを拡張***
  - ***無線カバレッジの容易な拡大***
  - ***有線と無線が混在するネットワークへの対応***



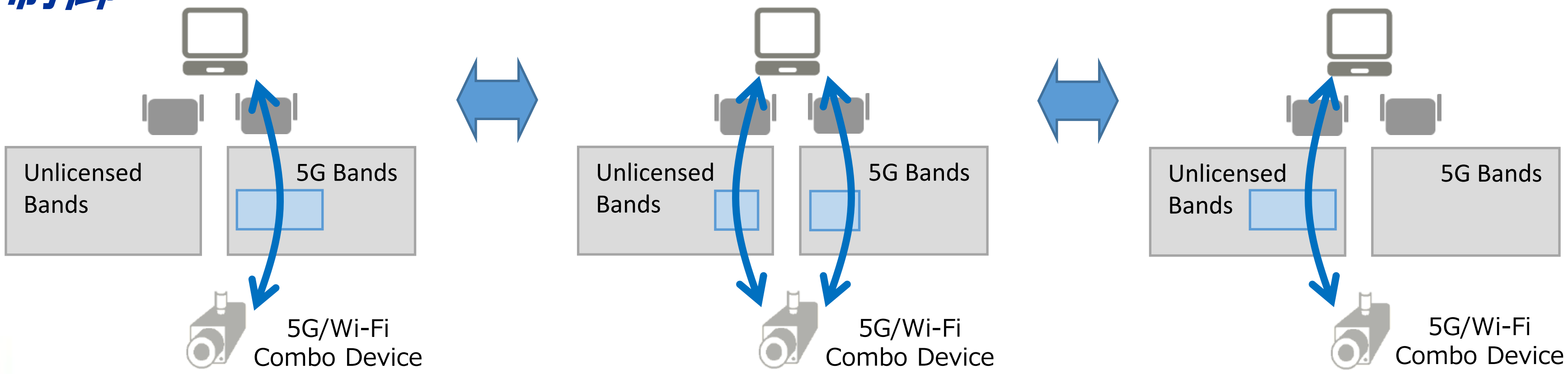
SRF無線プラットフォームVer.2の5G Control機能

■ スイッチング制御



Path switching between 5G bands and unlicensed bands

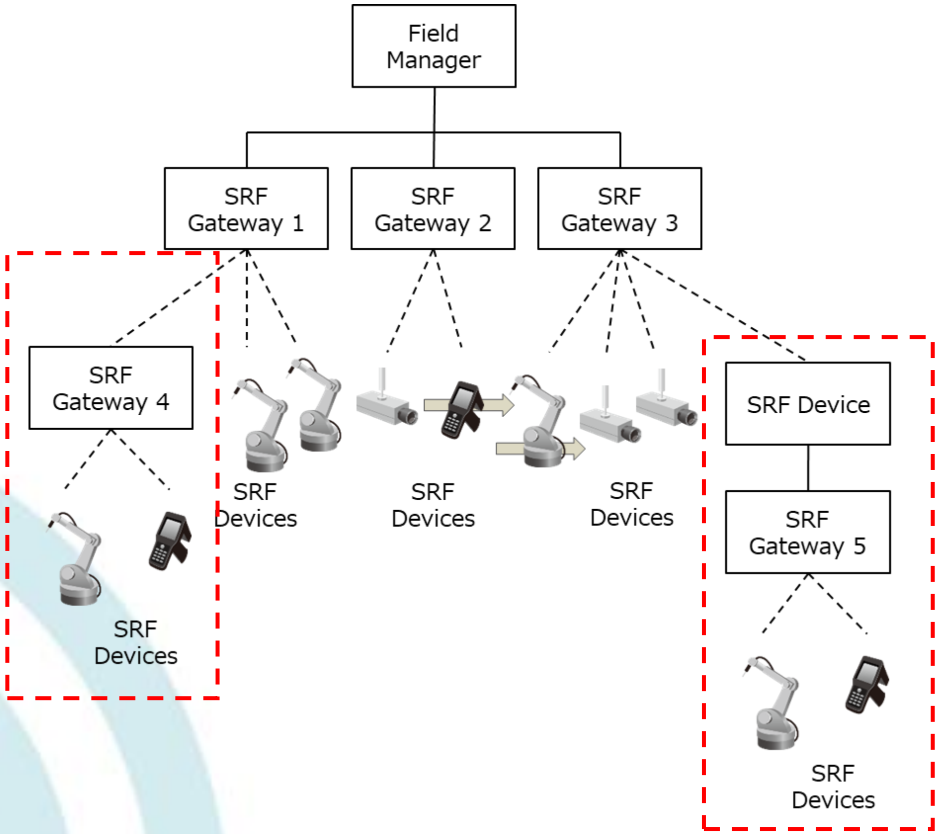
■ 複数無線統合制御



Multi-radio Integration Control between 5G bands and unlicensed bands

SRF無線プラットフォームVer.2の拡張ネットワークトポロジー

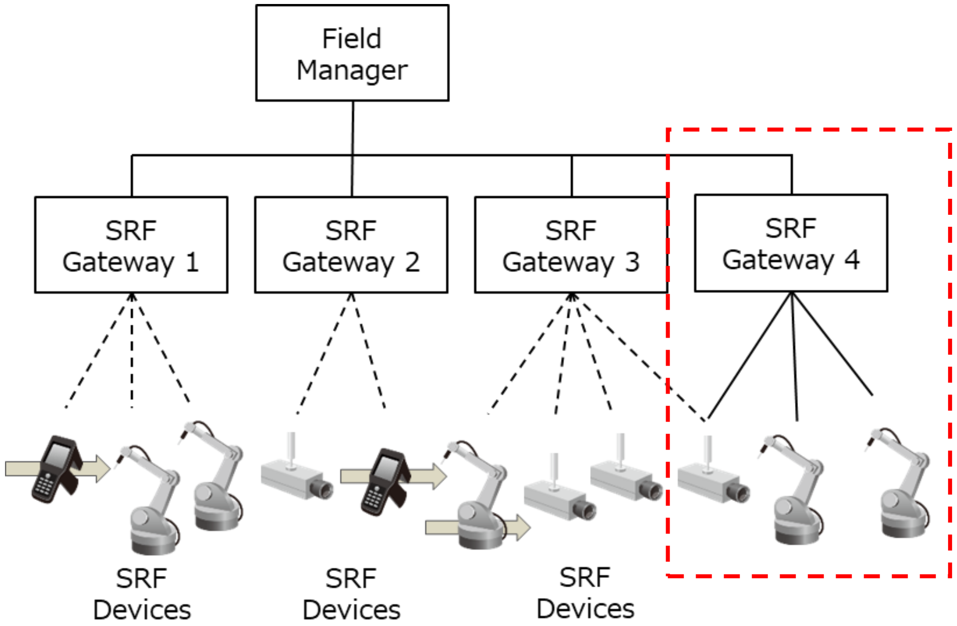
■ 無線カバレッジの容易な拡大



実線:有線
点線:無線
:移動端末

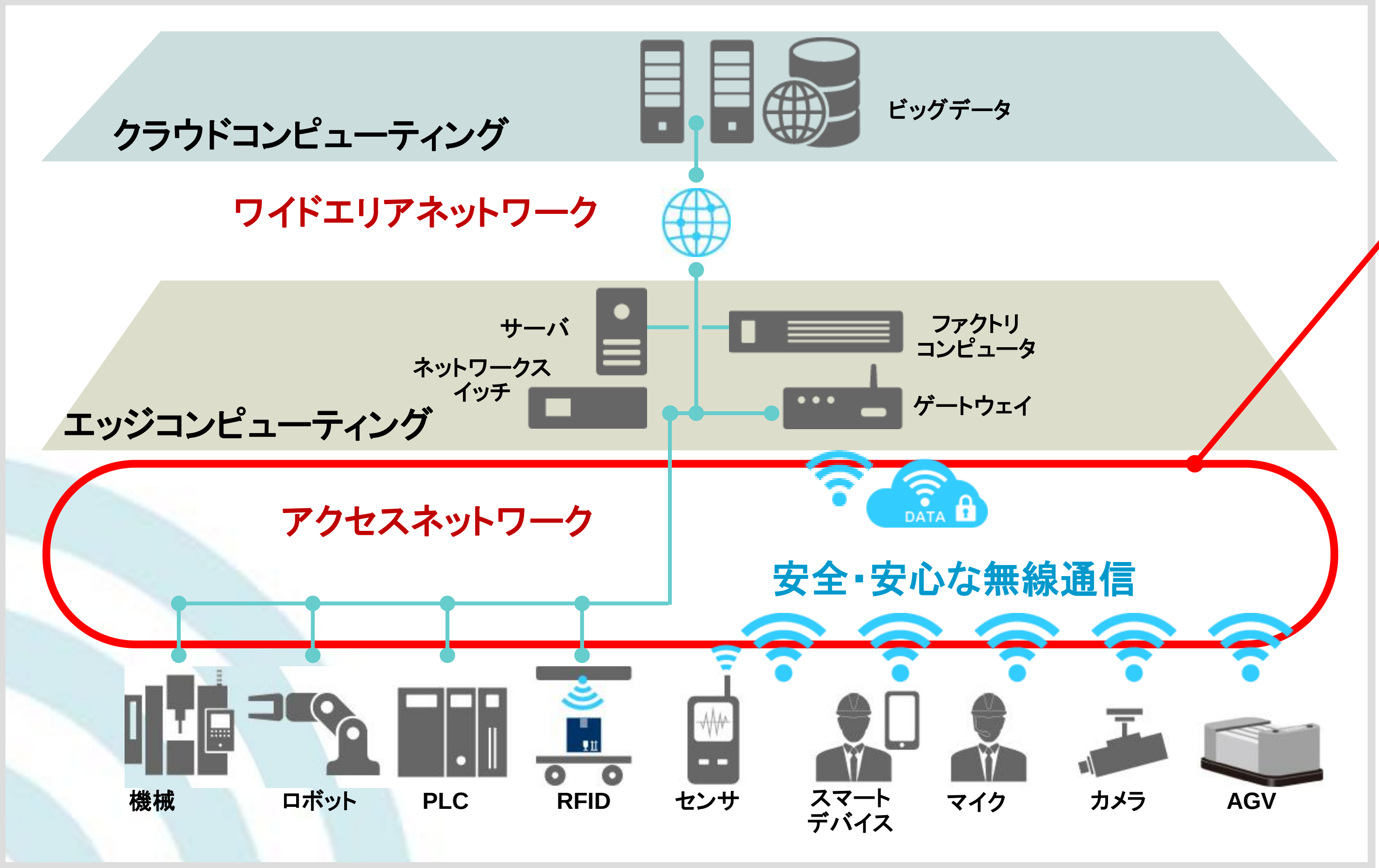
Expandable network scenario

■ 有線/無線混在ネットワークへの対応



Wired/wireless integrated network scenario

SRF無線プラットフォームのオープンインターフェース標準化



オープンインターフェース標準化

エコシステムの形成

- **安全・安心な無線通信の提供**
  - 製造現場のデジタル化の促進
- **無線市場の成長の促進**
  - システム/装置ベンダやシステムインテグレータの事業機会創出

VoCワークショップ

■ 工場のIoT化や情報利活用に関するトレンドや課題を共有

- 工場の困りごと、関心の高いテーマを設定
- 参加者の話題提供をもとにした双方向のコミュニーション

VoC ワークショップ(2020/2/4）

参加無料

第4回 FFPA VoCワークショップ参加者募集 (11/5)

～実施テーマ：「製造現場における無線の課題」～

フレキシブルファクトリパートナーアライアンス(FFPA)では、工場のIoT化や情報利活用に関するトレンドや課題を共有するワークショップを開催します。今回のテーマは、「製造現場における無線の課題」。製造現場の無線に関わる課題やリアルな困りごと、それらにどのように対応したか等を皆様で共有し、 それらの課題解決に向けてSRF無線プラットフォームに期待することをディスカッションします。お申込みの上、是非ご参加ください。

開催日時：　2021年11月5日(金) 13:30-16:30 (予定)
開催方法：　オンライン

招待講演：　国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT) 大須賀徹 様
「(仮) SRF無線プラットフォームを用いた高速・低遅延通信の研究開発」
話題提供：　村田機械、他 (募集中)
ディスカッション：製造現場における無線の課題
～SRF無線プラットフォームに期待すること～

参加費：　無料
参加資格：　VoC Community会員、FFPA会員
＊ 非会員の方は、VoC Community会員登録(無料)をお願いします。

https://www.ffp-a.org/news/jp-index.html#20210921

FFPA公開サイト

ホームページ→「FFPA」で検索
https://www.ffp-a.org/jp-index.html

ポジションペーパー

ホワイトペーパー

セキュリティガイドライン

SRF無線プラットフォーム実証実験

- SRF無線プラットフォームの実証実験を計画中、2021年度末までに実施予定
  - 無線リソース協調制御機能の効果である「複数の無線システムが混在する環境下での安定した通信」の実証
  - 通信品質の改善度合いを定量的に検証

実証実験実施場所のご提供などにご関心がある方は下記にご連絡ください

- 情報通信研究機構　戦略的プログラムオフィス
- 佐藤　慎一　sato_shinichi.n@nict.go.jp

NICT

NICT

国立研究開発法人

情報通信研究機構