



FLEXIBLE FACTORY PARTNER ALLIANCE

SRF無線プラットフォーム 技術仕様 Ver1.0の概要

2019年10月31日

副会長・技術委員会委員長 佐藤 慎一

Flexible Factory Partner Alliance

09/24/2019

2019年09月24日
フレキシブルファクトリパートナーアライアンス
国立研究開発法人情報通信研究機構

製造現場に混在する多様な無線通信を安定化する 通信規格の技術仕様策定を完了

～製造現場の様々な情報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の安定化を図るために必要な通信規格の技術仕様策定を完了しました。本技術仕様は、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ています。本プラットフォームを適用することにより安定した無線通信を利用することが可能となり、製造現場の様々な情報の可視化と統合管理を容易に実現することができます。

本技術仕様では、SRF無線プラットフォームの機能、インターフェースを規定し、製造現場に混在している多様な世代、規格、メーカーの無線システムが共存及び協調できる仕組みを実現しています。

技術仕様書の構成

章	概要
1.OVERVIEW	<ul style="list-style-type: none">• 本技術仕様書の範囲と目的を示している。
2.NORMATIVE REFERENCES	<ul style="list-style-type: none">• 必須である関連文書を示している。
3.DEFINITIONS	<ul style="list-style-type: none">• 重要な用語を定義している。
4.ABBREVIATIONS AND ACRONYMS	<ul style="list-style-type: none">• 略語を定義している。
5.SRF WIRELESS PLATFORM ARCHITECTURE	<ul style="list-style-type: none">• SRF無線プラットフォームのアーキテクチャ概要、要件及び特徴を示している。
6.FUNCTIONAL DESCRIPTION	<ul style="list-style-type: none">• SRF無線プラットフォームに必要な機能の入出力情報及び要件を定義している。• ただし、それぞれの機能の実現方法は定義していない。
7.INTERFACES	<ul style="list-style-type: none">• SRF無線プラットフォームの機能ブロック間のインタフェース要件を定義している。• SRF無線プラットフォームの機能ブロック間のインタフェースポイント、メッセージ及びパラメータを定義している。
8.SEQUENCE DIAGRAMS	<ul style="list-style-type: none">• SRF無線プラットフォームを動作させるための代表的なシーケンスダイアグラムを示している。
9.DATA STRUCTURE FOR U-PLANE	<ul style="list-style-type: none">• SRF無線プラットフォームを動作させるためのU-Planeのデータ構成を示している。
Annex	<ul style="list-style-type: none">• 補助情報を示している。

■ 目的

- 製造現場で混在している多様な無線システムの協調制御を実現するプラットフォームと、本プラットフォームで必要な情報やプロトコルを規定すること

■ 範囲

- 本プラットフォームのアーキテクチャ、機能、機能ブロック間のインタフェース、メッセージ、代表的なシーケンスダイアグラム、データフレームを規定
- システムを動作させるためのアルゴリズムは対象外

SRF無線プラットフォームの動作イメージ

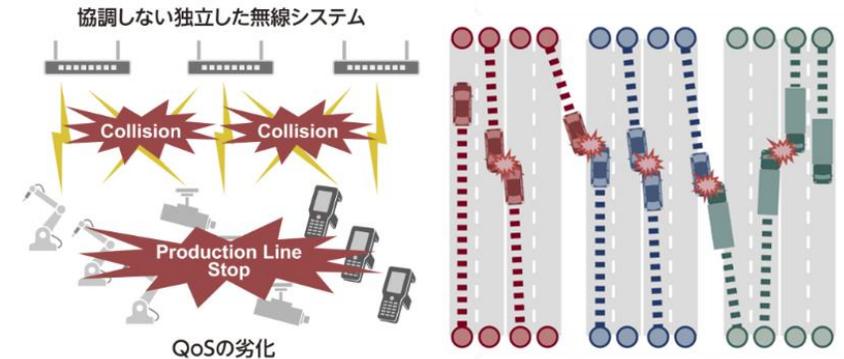
■ 既存の無線システム

- さまざまなアプリケーションが、免許不要周波数帯の無線規格を用いて独立に運用
- 無線区間で電波干渉発生
- アプリケーションの要求通信品質や優先度は考慮されず、送信電力が小さい無線システムやロバスト性が低い無線システムが不安定に

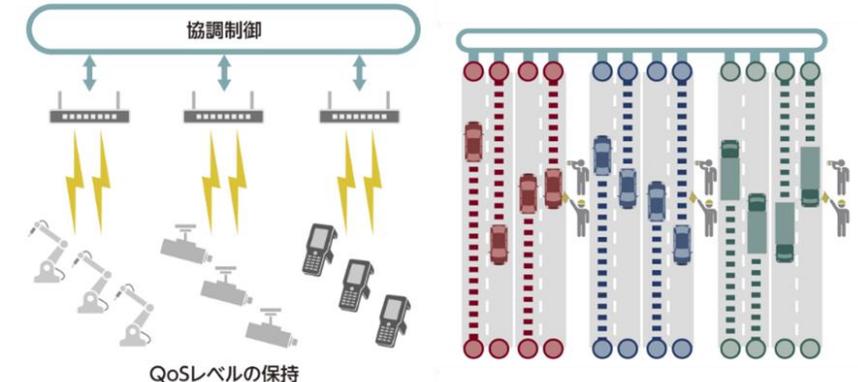
■ SRF無線プラットフォーム

- アプリケーションの要求通信品質に従い、アプリケーション間で無線リソース（周波数、時間、空間）を協調
- アプリケーションの要求通信品質を満たしつつ、異種のシステムを収容

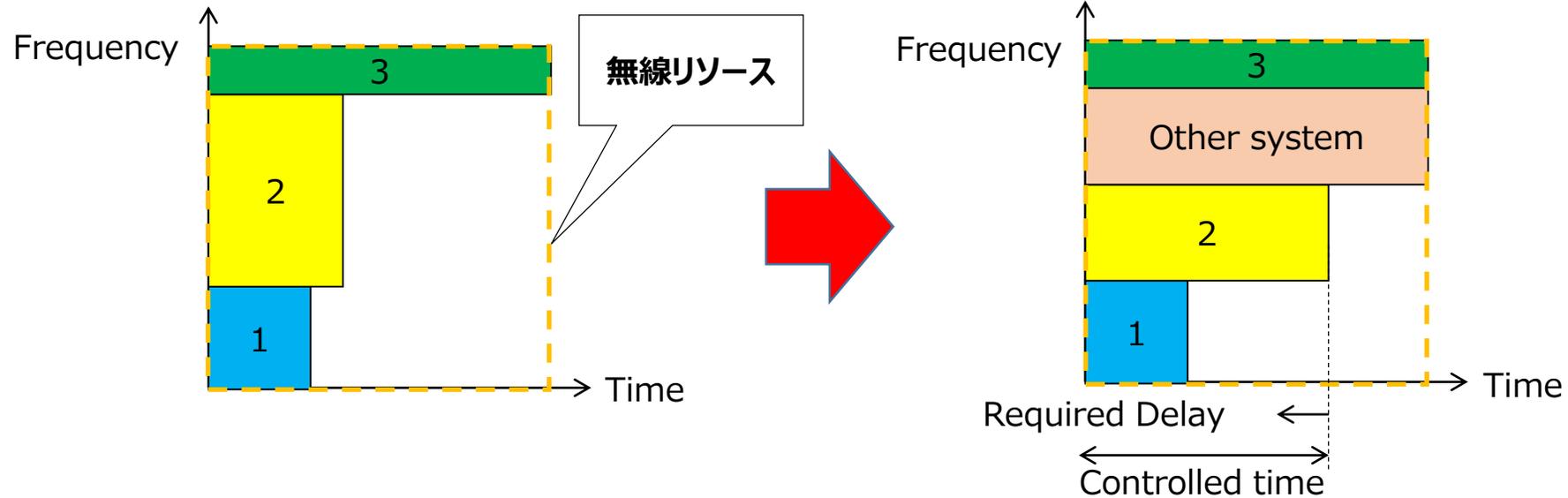
現在



SRF無線プラットフォーム



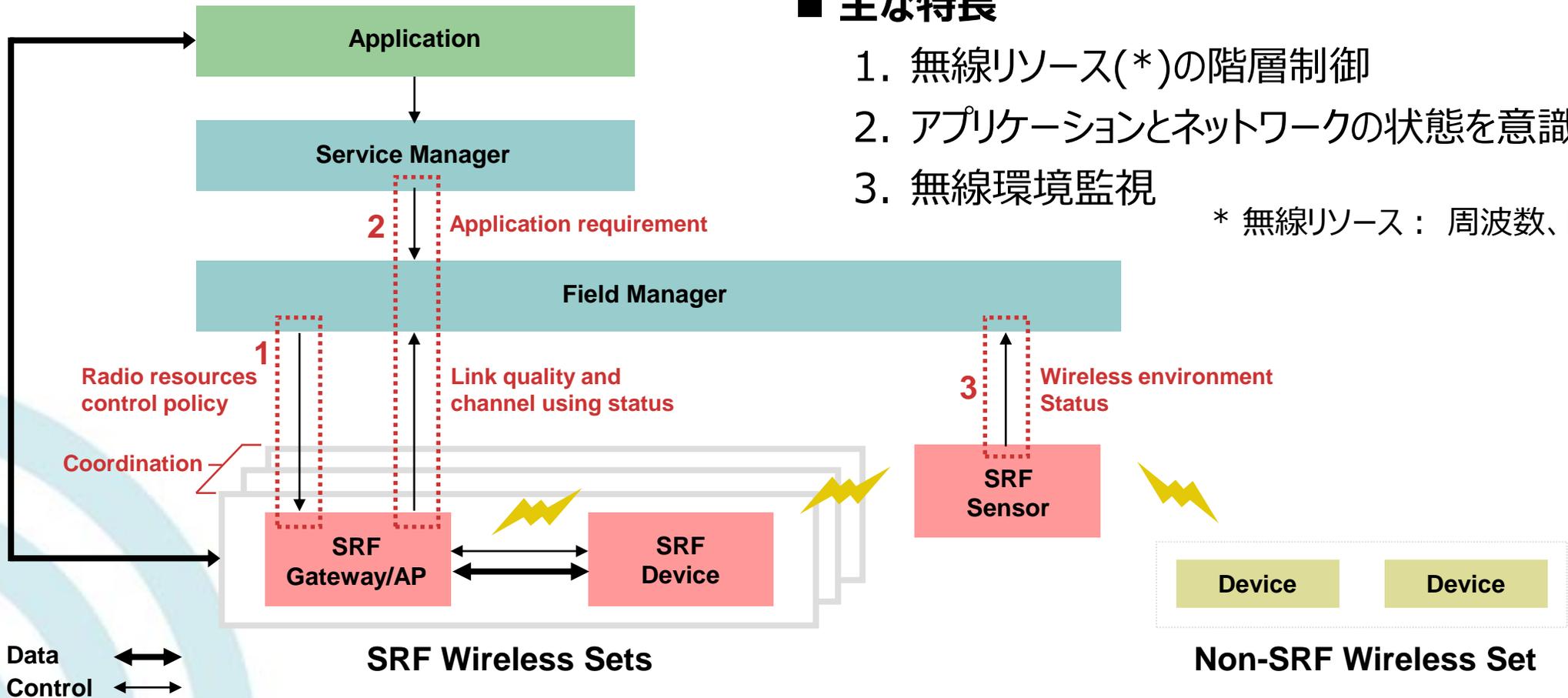
無線リソース協調制御の動作の一例



- 3つの異なるタイプの無線アプリケーション共存
- 互いに干渉しないように、かつ、要求通信品質を満足するように無線リソース（周波数・時間）を割当

- 他の無線システムが発生
- 要求通信品質（要求遅延時間）を満足する範囲で無線リソースを再割当

SRF無線プラットフォームの特徴



■ 主な特長

1. 無線リソース(*)の階層制御
2. アプリケーションとネットワークの状態を意識した管理
3. 無線環境監視

* 無線リソース： 周波数、時間、空間

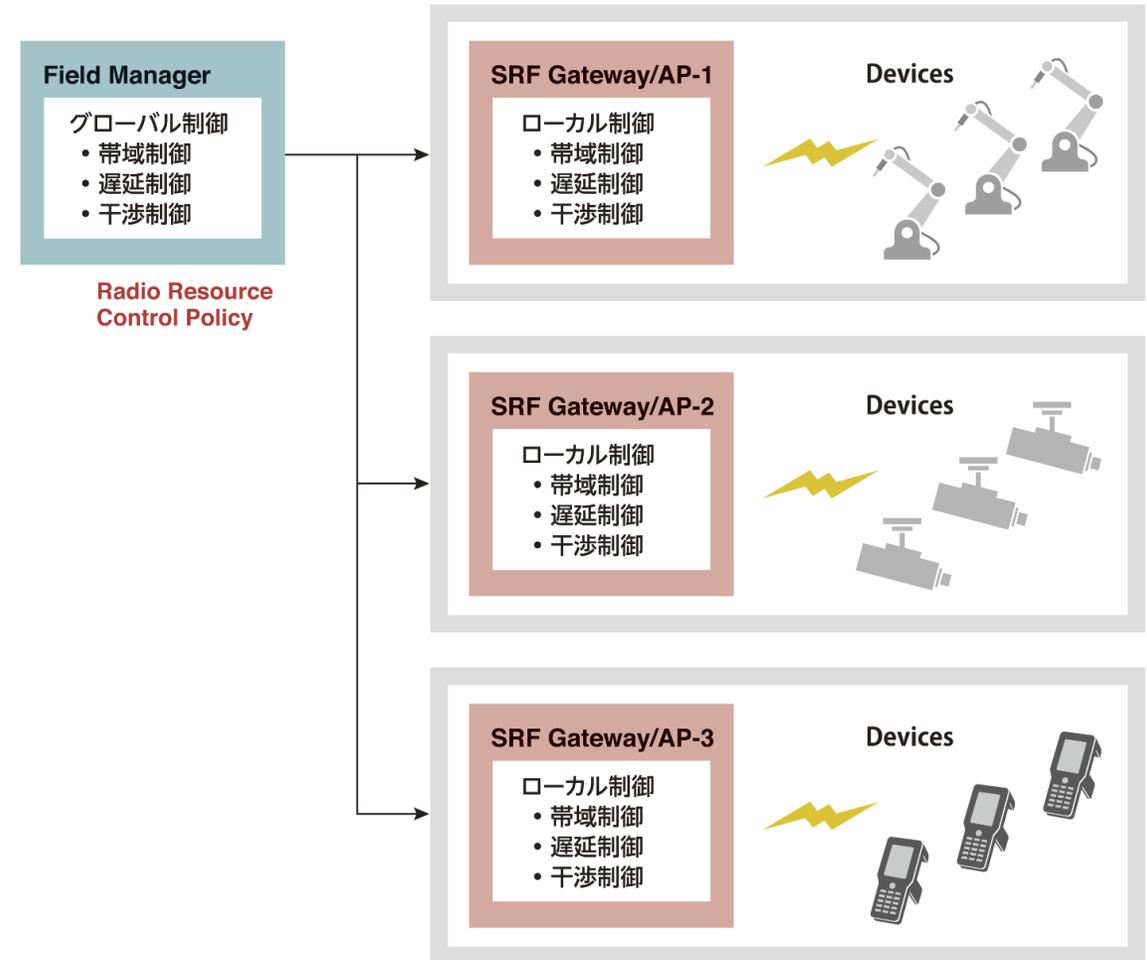
無線リソースの動的階層制御

■ グローバル制御（複数システム）

- 各アプリケーションの要求品質を満たすように、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
- 各無線システムに対して制御ポリシーを与えることにより無線リソースを配分

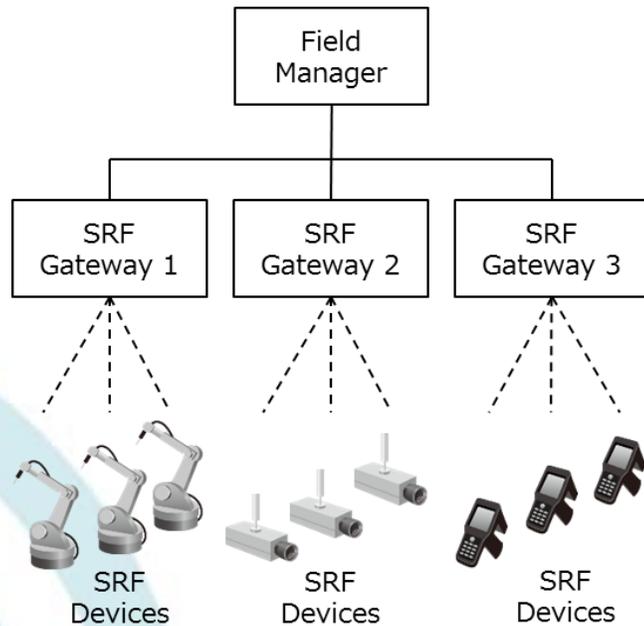
■ ローカル制御（単システム）

- 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



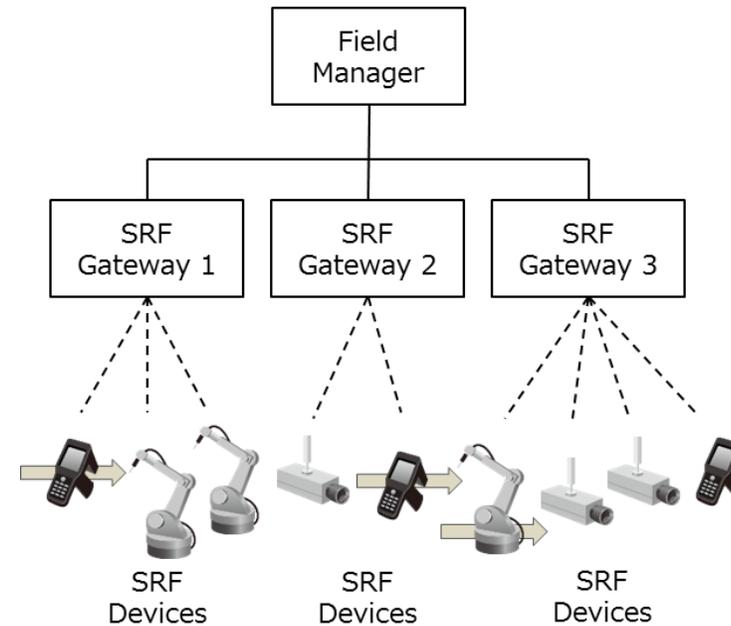
■ Plain network scenario

- アプリケーション毎にGatewayを配置

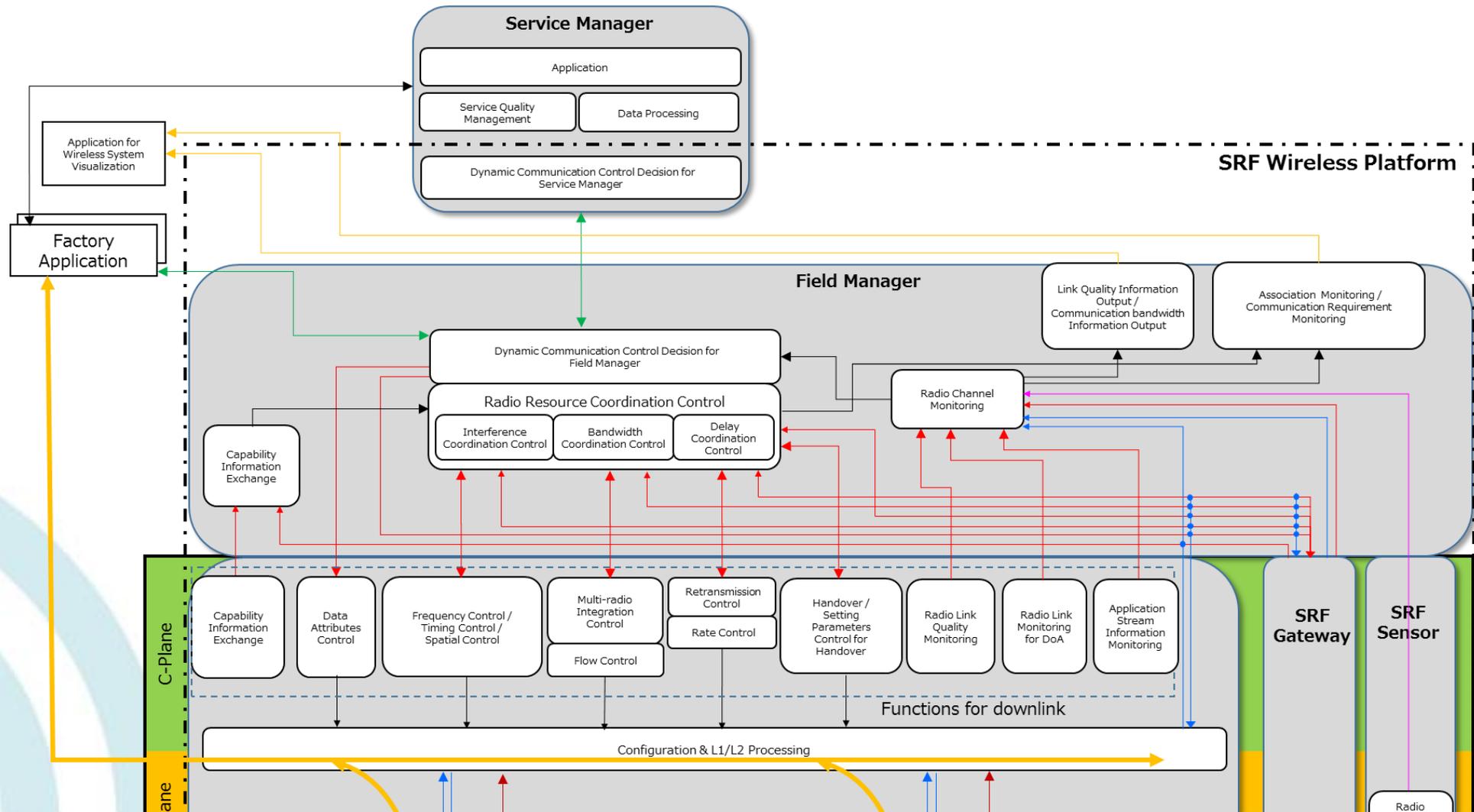


■ Flexible network scenario

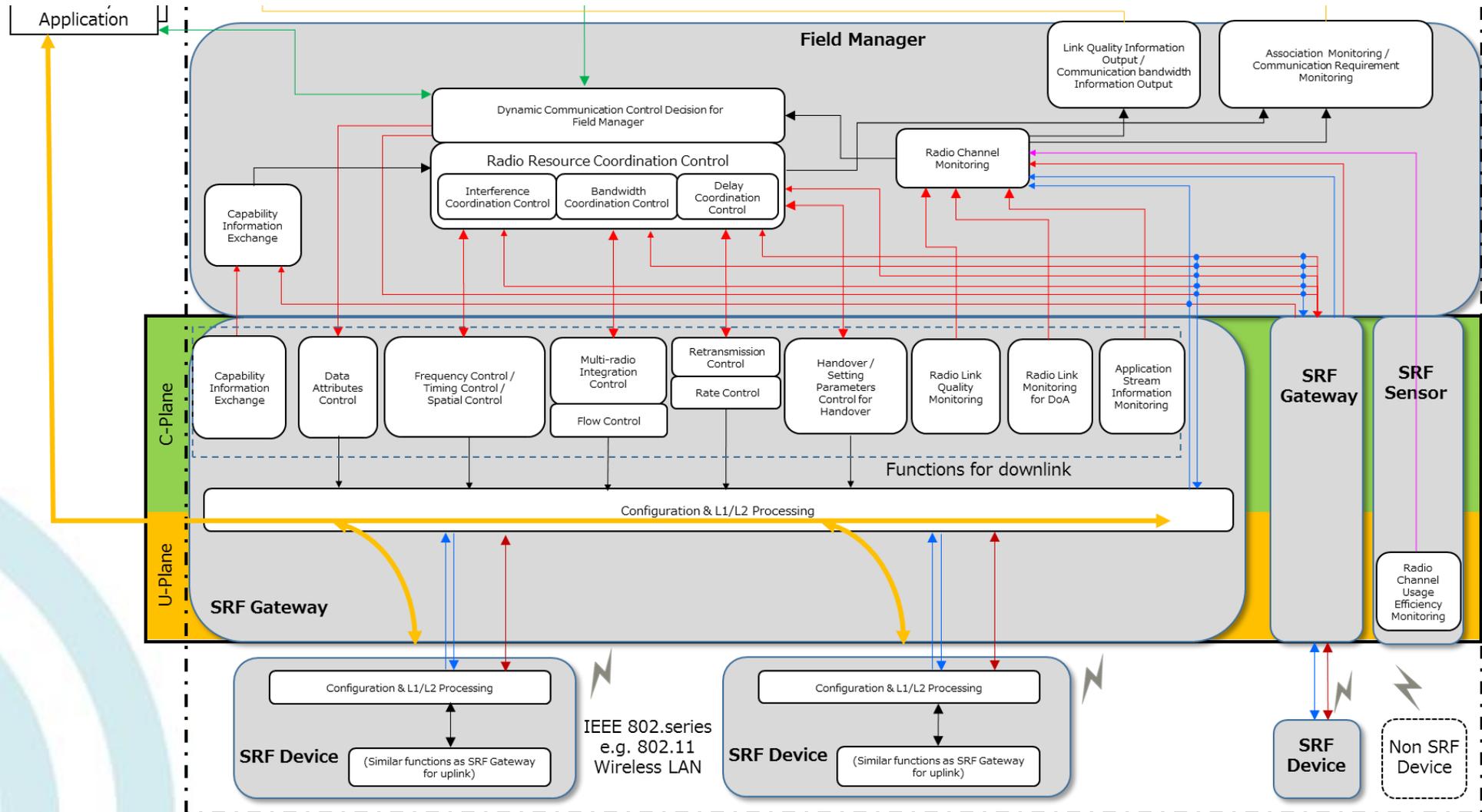
- 複数のGatewayにまたがってアプリケーションが動作
- 各Gatewayは複数のアプリケーションを同時に管理



ノード構成 (1/2)



ノード構成 (2/2)



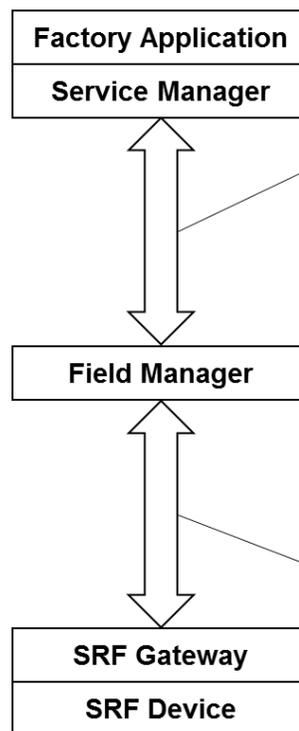
無線リソース協調制御に関するインタフェースパラメータ

■ サービスマネージャ⇒フィールドマネージャ

- 製造現場で使用されているアプリケーションを特定するID
- アプリケーションの要求通信品質

■ フィールドマネージャ⇒SRFゲートウェイデバイス

- 要求通信品質が同程度のアプリケーションの分類を表すSRF Service Type
- SRF Service Type毎のData Attributes
 - 要求通信品質を表すパラメータ
 - 精細なローカル制御で使用
- SRF Service Type毎のRadio Resource Control Policy
 - グローバル制御による無線リソースの配分を表すパラメータ



$M \geq N$
 M: number of Application QoS Profile ID
 N: number of SRF Service Type

SRF System Control Indicator

Application QoS Profile ID	Communication requirement of application streams
1	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位
2	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位
....
M	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位

Data Attributes

SRF Service Type	Component of Data Attributes
1	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位, DSCP
2	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位, DSCP
....
N	要求帯域, 許容遅延, 許容パケットロス, 優先順位, DSCP

Radio Resource Control Policy

SRF Service Type	Component of Radio Resource Control Policy
1	チャネル優先度情報, バス優先度情報, TDMA送信タイミング情報, コンテンションウィンドウ情報, etc.
2	チャネル優先度情報, バス優先度情報, TDMA送信タイミング情報, コンテンションウィンドウ情報, etc.
....
N	チャネル優先度情報, バス優先度情報, TDMA送信タイミング情報, コンテンションウィンドウ情報, etc.

無線リソース協調制御に関する機能

グローバル制御 (Field Manager)

Radio Resource Coordination Control

- Interference Coordination Control
- Bandwidth / Delay Coordination Control

ローカル制御 (SRF Gateway/SRF Device)

Interference Control

- **Frequency Control**
 - Manual Channel Setting
 - Auto Channel Control
 - Dynamic Channel Selection
 - Path Control
 - Licensed Band Selection
- **Timing Control**
 - Scheduling
 - Time Synchronization
 - Contention Window Control
- **Spatial Control**
 - Antenna Directivity Control
 - Sectorization Control
 - Power Control

Bandwidth / Delay Control

- **Multi-radio Integration Control**
 - Channel Aggregation Control
 - Channel Mirroring Control
 - Channel Combining Control
 - Path Aggregation Control
 - Path Mirroring Control
 - Path Combining Control
- **Flow Control**
 - Adaptive Flow Control
 - Ingress Rate Control
 - Adaptive Packet Aggregation
- **Retransmission Control**
- **Rate Control**

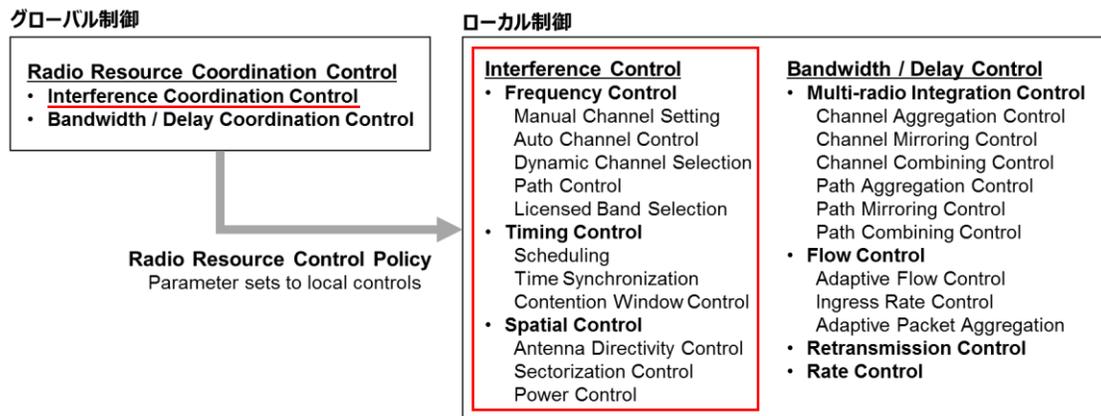
Radio Resource Control Policy
Parameter sets to local controls

<注>

- ✓ これらの機能は必須機能とオプション機能に分類され、オプション機能の搭載に関しては装置/システム提供者の選択
- ✓ SRF Gateway/SRF Deviceでサポートしている機能を確認するための機能 (Capability Information Exchange) により、Field ManagerはSRF Gateway/SRF Deviceのサポート機能を把握し協調制御を実行

Radio Resource Control Policy (1/2)

干渉制御に係る制御ポリシー

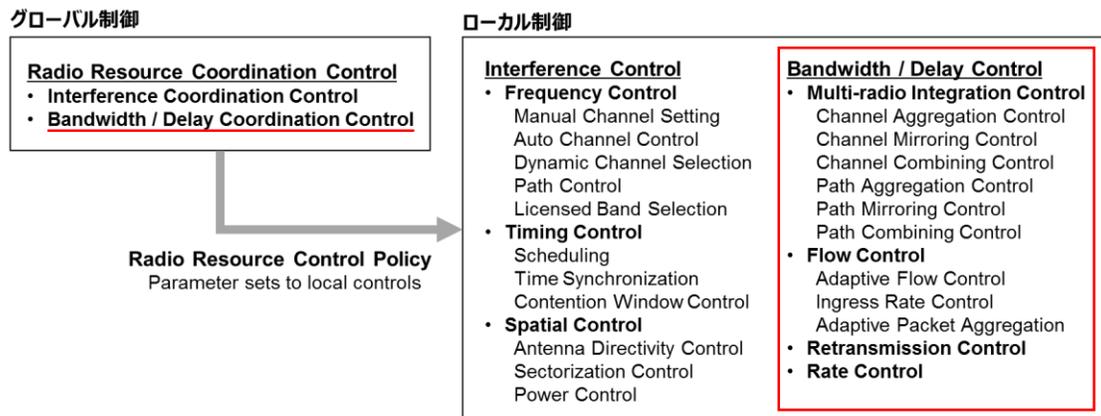


ローカル制御機能	Radio Resource Control Policy
Manual Channel Setting	• チャンネル優先度情報
Auto Channel Control	
Dynamic Channel Selection	
Path Control	• チャンネル優先度情報 • パス優先度情報 (※)
Licensed Band Selection	
Scheduling	• TDMA送信タイミング情報
Time Synchronization	
Contention Window Control	• コンテンションウィンドウ情報
Antenna Directivity Control	• アンテナビーム方向 • アンテナビーム幅
Sectorization Control	• セクター識別情報 • セクター内端末識別情報 • 送信タイミング情報
Power Control	• 送信電力情報

(※) ここで“パス”は異なる周波数バンド、異なる無線アクセステクノロジーの無線インタフェースと定義

Radio Resource Control Policy (2/2)

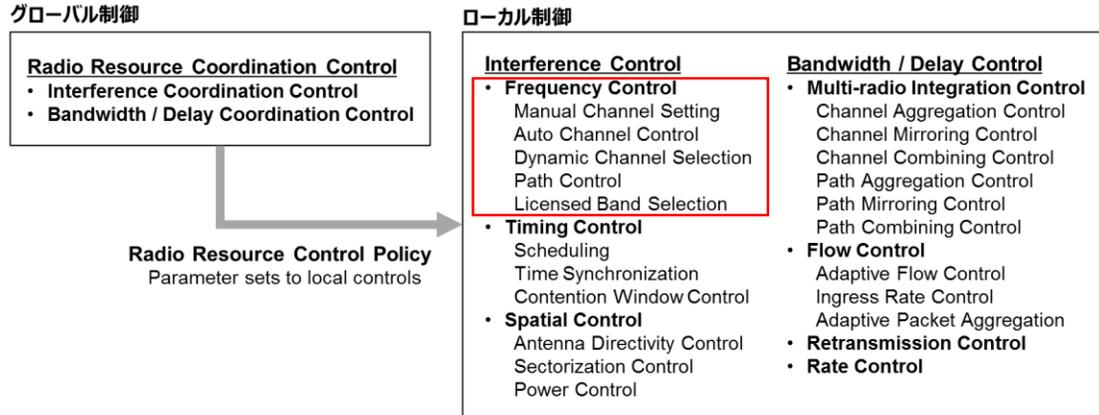
帯域/遅延制御に係る制御ポリシー



ローカル制御機能	Radio Resource Control Policy
Channel Aggregation Control	<ul style="list-style-type: none"> • チャネル優先度情報 • パス優先度情報 (※) • Mirroring制御情報 • Combining制御情報
Channel Mirroring	
Channel Combining Control	
Path Aggregation Control	
Path Mirroring Control	
Path Combining Control	<ul style="list-style-type: none"> • 送信速度上限値
Adaptive Flow Control	
Ingress Rate Control	<ul style="list-style-type: none"> • 最大再送回数
Retransmission Control	
Rate Control	<ul style="list-style-type: none"> • 伝送速度制御情報

(※) ここで“パス”は異なる周波数バンド、異なる無線アクセステクノロジーの無線インタフェースと定義

Frequency Control

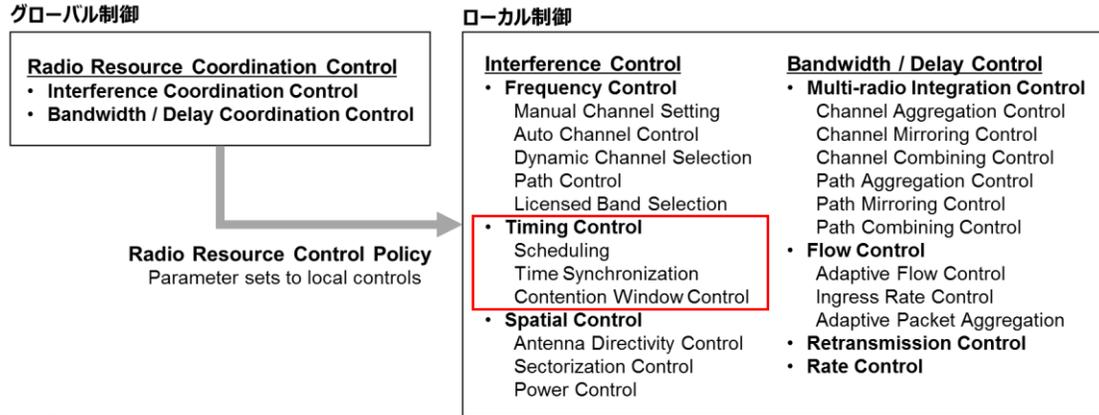


- 通信するチャンネルやパス (※) の設定・変更を行う機能

(※) チャンネル：周波数バンド内を分割した無線インタフェース

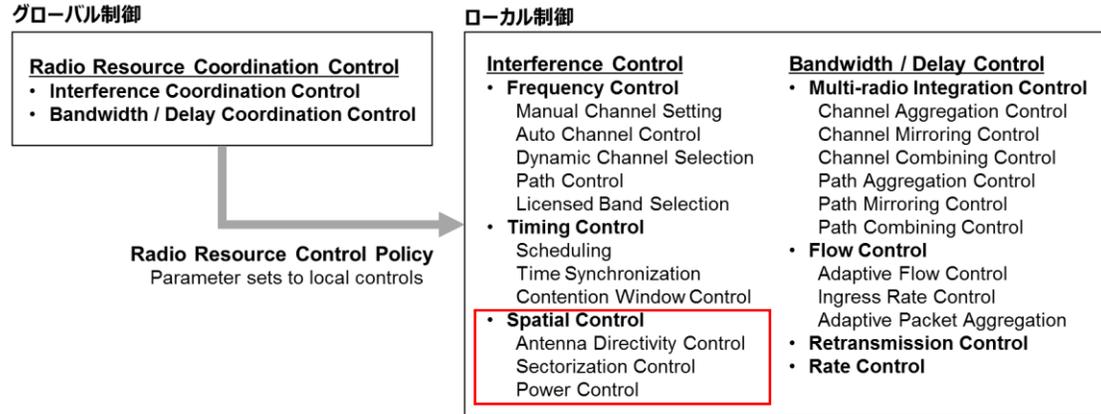
パス：異なる周波数バンド、異なる無線アクセステクノロジーの無線インタフェース

Timing Control



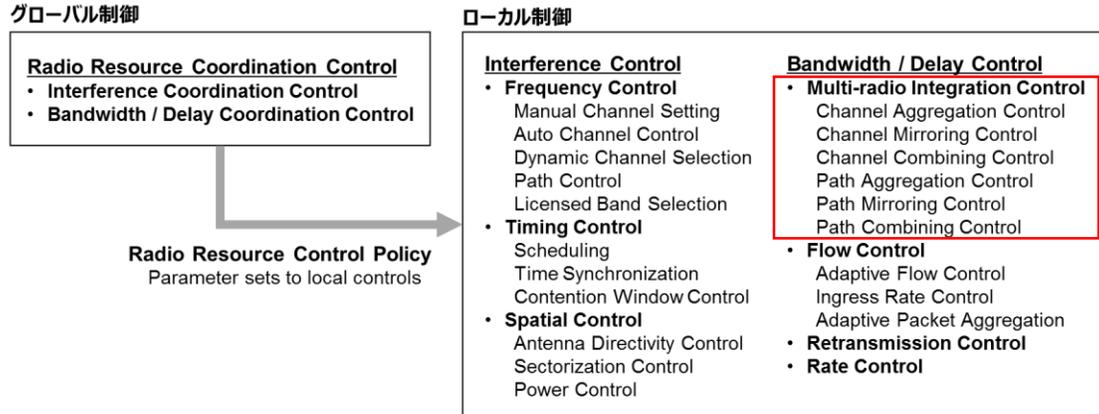
- TDMA機能を保有している場合、通信するタイムスロットの設定・変更を行う機能
- 時刻同期を行う機能
- CSMAにおけるコンテンションウィンドウに関するパラメータを変更する機能

Spatial Control



- アンテナ指向性を調整する機能
- 空間的にグルーピング（セクタライゼーション）した端末との送信タイミングを調整する機能
- 送信電力を調整する機能

Multi-radio Integration Control



- 複数のチャンネルやパス (※) を使用して通信する機能
- Aggregation : 帯域の拡大
- Mirroring/Combining : 冗長性の付加

(※) チャンネル : 周波数バンド内を分割した無線インタフェース

パス : 異なる周波数バンド、異なる無線アクセステクノロジーの無線インタフェース

Flow Control

グローバル制御

- Radio Resource Coordination Control**
- Interference Coordination Control
- Bandwidth / Delay Coordination Control

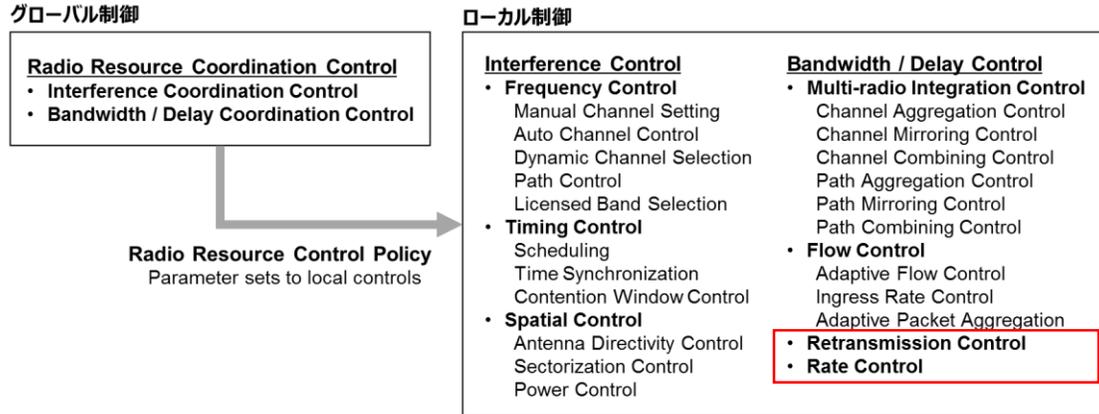
Radio Resource Control Policy
Parameter sets to local controls

ローカル制御

- Interference Control**
- **Frequency Control**
 - Manual Channel Setting
 - Auto Channel Control
 - Dynamic Channel Selection
 - Path Control
 - Licensed Band Selection
- **Timing Control**
 - Scheduling
 - Time Synchronization
 - Contention Window Control
- **Spatial Control**
 - Antenna Directivity Control
 - Sectorization Control
 - Power Control
- Bandwidth / Delay Control**
- **Multi-radio Integration Control**
 - Channel Aggregation Control
 - Channel Mirroring Control
 - Channel Combining Control
 - Path Aggregation Control
 - Path Mirroring Control
 - Path Combining Control
- **Flow Control**
 - Adaptive Flow Control
 - Ingress Rate Control
 - Adaptive Packet Aggregation
- **Retransmission Control**
- **Rate Control**

- データフローの送信/受信速度を制御する機能
- パケットアグリゲーションのパラメータを制御する機能

Retransmission/Rate Control



- 再送の最大回数を調整する機能
- 伝送速度を制限する機能

Wireless Status Output

- 無線リンク情報、無線リンク品質情報、無線チャネル利用効率情報などの出力機能
- アプリケーションストリーム情報、アプリケーションストリーム品質情報などの出力機能

Event Tracing

- 通信切断が発生した原因の出力機能
- 通信要件が満たせない原因の出力機能

機能ブロック間のインタフェースを規定

- すべての機能ブロック間のメッセージとそのパラメータを定義
- メッセージはREST(Representational State Transfer) APIにより定義
- パラメータはメッセージボディでJSON(Java Script Object Notation)フォーマットを使用して定義

メッセージの例

URI: {subpath}: xxxxx/{xxxxxxx}/xxxxxxx

Method: Get

パラメータの例

Request Body (JSON format)

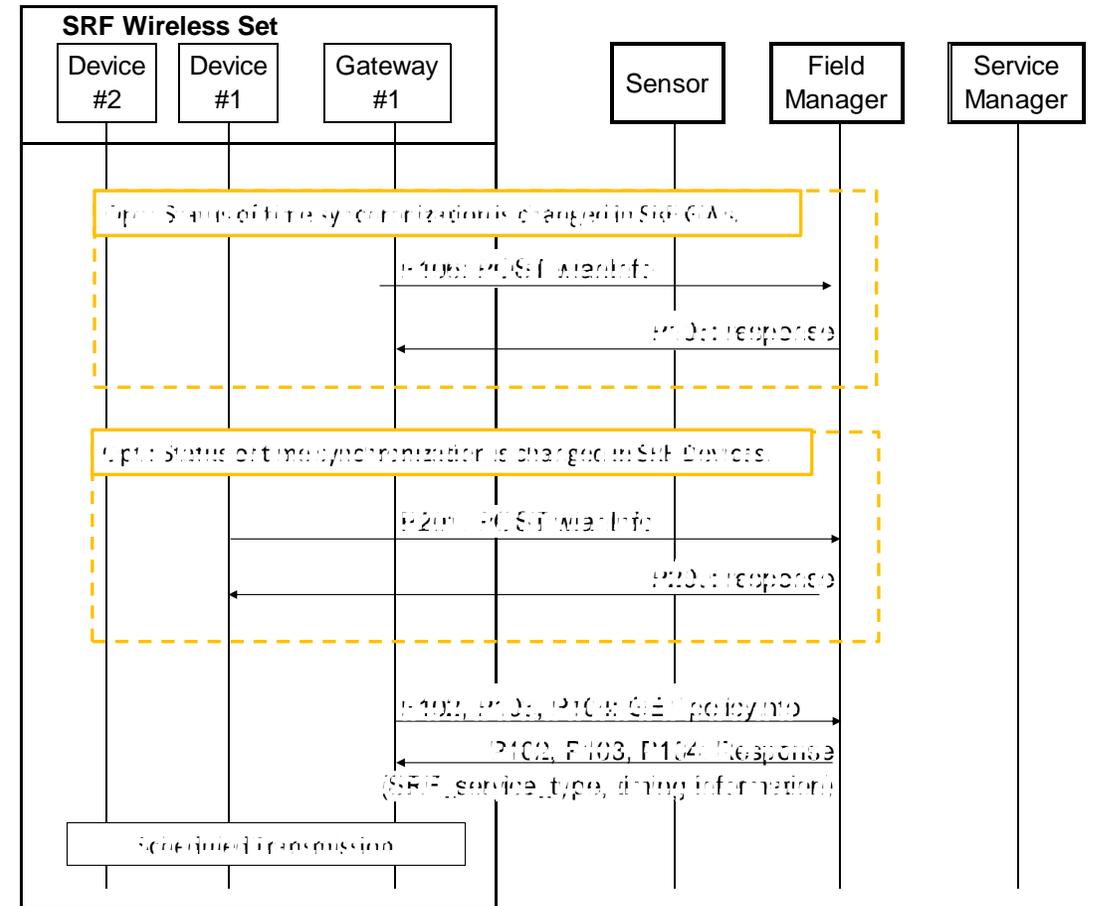
```
{  
  xxxxxx: xxxxxxxx,  
  xxxxxx: [  
    {  
      xxxxxx: {  
        xxxxxx: xxxxxx,  
        .....  
      }  
    }  
  ]  
}
```

Response Status: OK / bad request / Unauthorized / Forbidden

シーケンスダイアグラム

代表的なシーケンスダイアグラムを提供

- Basic Sequence
- Communication Requirement
- Change of Radio Condition
- Adding / Deleting Devices
- Radio Monitoring
- Radio Resource Coordination Control
- Manual Channel Setting / Auto Channel Control
- Dynamic Channel Selection
- Path Control
- License Band Selection
- Time Synchronization/Scheduling
- Sectorization / Antenna Directivity Control
- Power Control
- Redundant Channel Control / Redundant Path Control
- Rate Control
- Retransmission Control
- Flow Control
- Data Attributes Control
- Handover / Setting Parameters Control of Handover



技術仕様2.0策定開始

- 有無線統合、5G活用等を考慮した次世代技術仕様
- 2021年中旬完成目標

試験仕様策定開始

- 技術仕様1.0に対応する試験仕様
- 認証プログラムを2020年中旬に開始予定

Standardization

- Specification creation
- Proposal to international SDO
- Ecosystem formation

SDO: Standards Developing Organization

Promotion

- Public relations, events
- Relations among industry, government and academia
- VoC Community



Certification

- Test specification creation
- Relation with test labs

Interoperability testing

- Golden device authorization
- Events for interoperability testing

FFPAの活動にご参加いただける方々のご連絡をお待ちしております。

- **Promoter**メンバー
- **Adopter**メンバー (2019年12月より募集予定)
- **VoC Community**



**FLEXIBLE FACTORY
PARTNER ALLIANCE**



<https://www.ffp-a.org/>



info@ffp-a.org