

センシングとネットワークの融合

早稲田大学 川西哲也

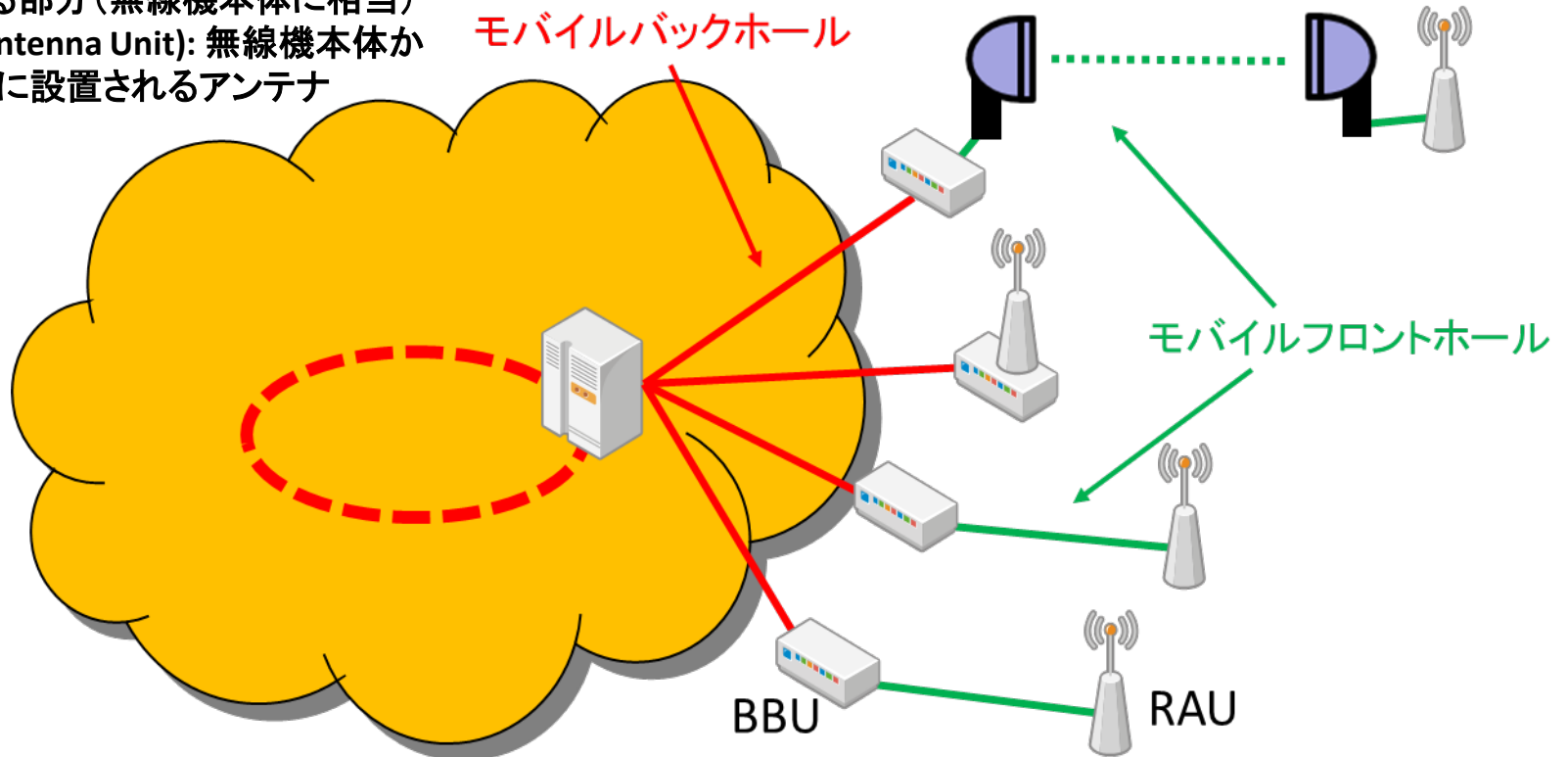
2017年10月13日

電波政策2020 懇談会 サービスワーキンググループ
ワイヤレスビジネスタスクフォース資料を改編

光ネットワークでシームレスにつながる多数のアンテナ

BBU(Base Band Unit): 無線信号をデジタル信号に変換する部分(無線機本体に相当)

RAU(Remote Antenna Unit): 無線機本体から離れたところに設置されるアンテナ



モバイルバックホール: 無線機本体同士をつなぐネットワーク

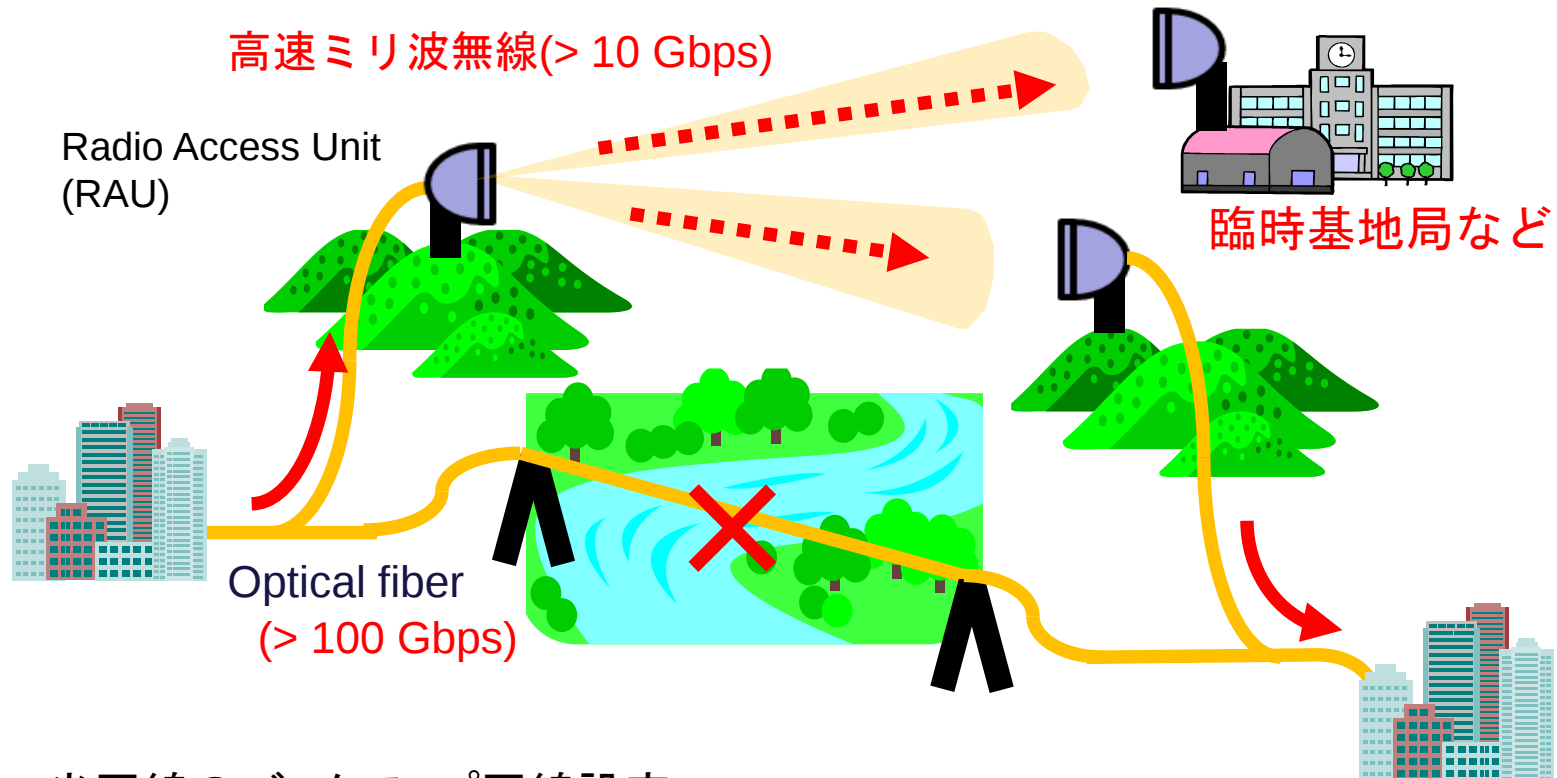
→ デジタル情報ネットワーク

モバイルフロントホール: 無線機本体とアンテナ部分をつなぐネットワーク

→ 無線波形転送ネットワーク

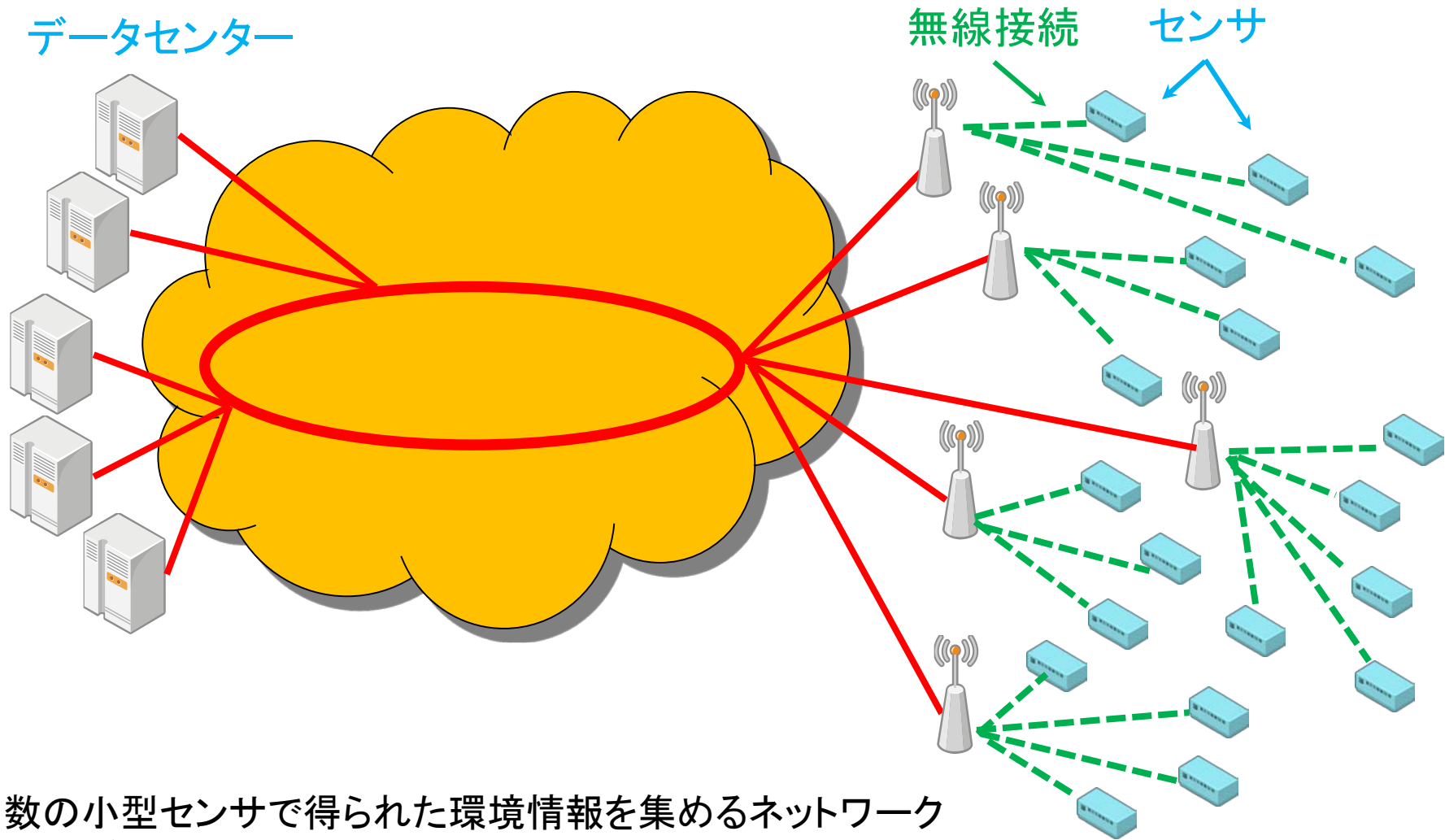
有無線両用通信システム

臨時設営性の高い高速通信システムを実現



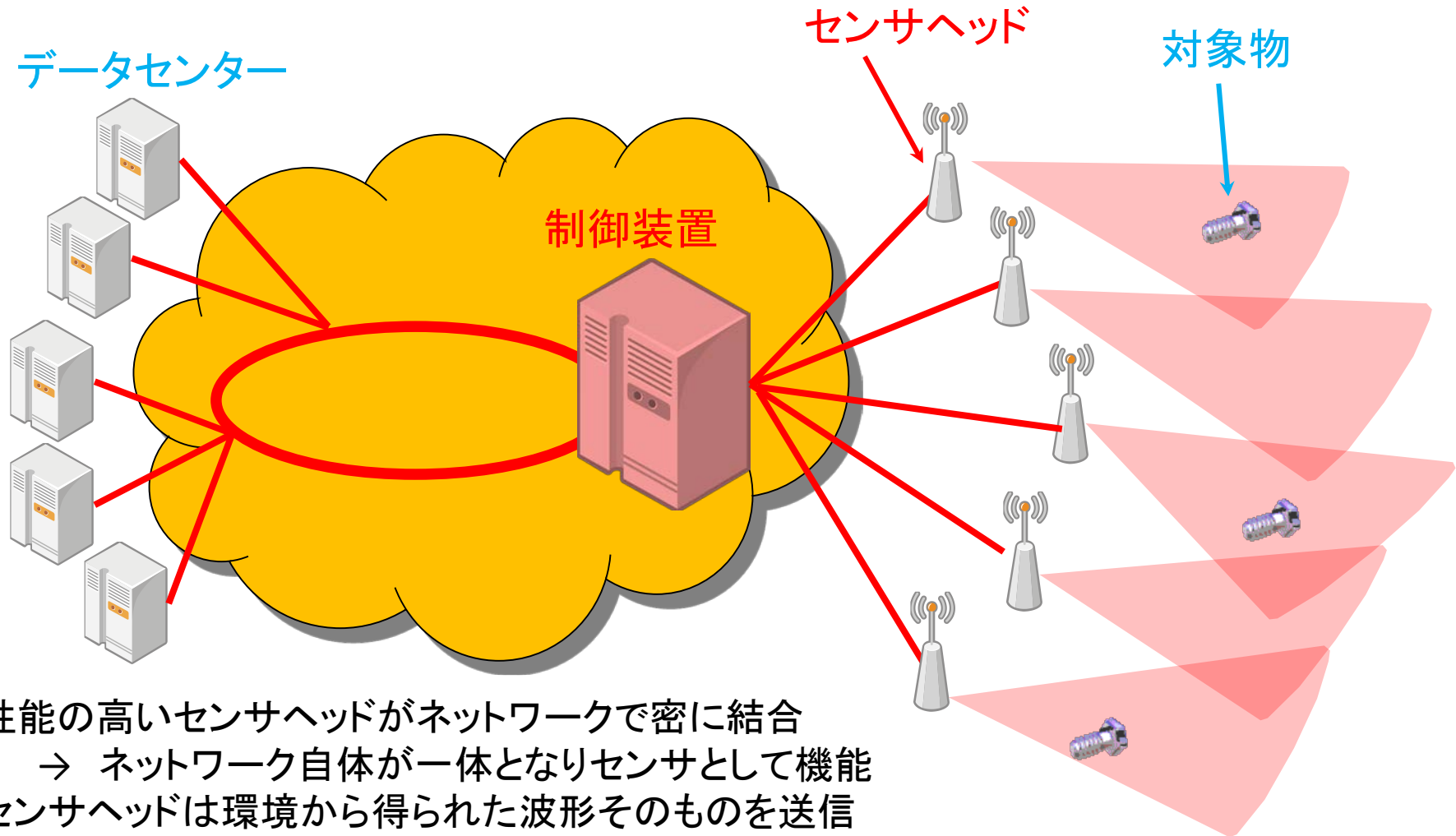
- 光回線のバックアップ回線設定
- 災害やイベント開催時の臨時回線設営
- 山間部などでのラストワンマイル

センサネットワーク (WSN: Wireless Sensor Network)



- ・多数の小型センサで得られた環境情報を集めるネットワーク
- ・少量のデータを散発的に生成する小型のセンサを想定
- ・センサは数値化された測定結果を送信
- ・小型のセンサを無線で接続することを想定

ネットワークによるセンサ (SoF: Sensor over fiber)



- ・性能の高いセンサヘッドがネットワークで密に結合
→ ネットワーク自体が一体となりセンサとして機能
- ・センサヘッドは環境から得られた波形そのものを送信
- ・対象物にはセンサを直結しないが、センサヘッドからの電波などで遠隔測定

センサヘッドで得られる波形をネットワークで共有、協調的処理

→ 低コストで高機能なセンシングを実現 (センサ信号処理のクラウド化、波形の効率的転送)

WSNとSoF

SoFは多数のセンサが密に連携するネットワークを構成する
→ 広義のセンサネットワークの一つ

科学技術・インフラ用途

WSN

SoF

ファイバネットワーク
上に仮想的な高機能
センサを実現

測定波形を
転送

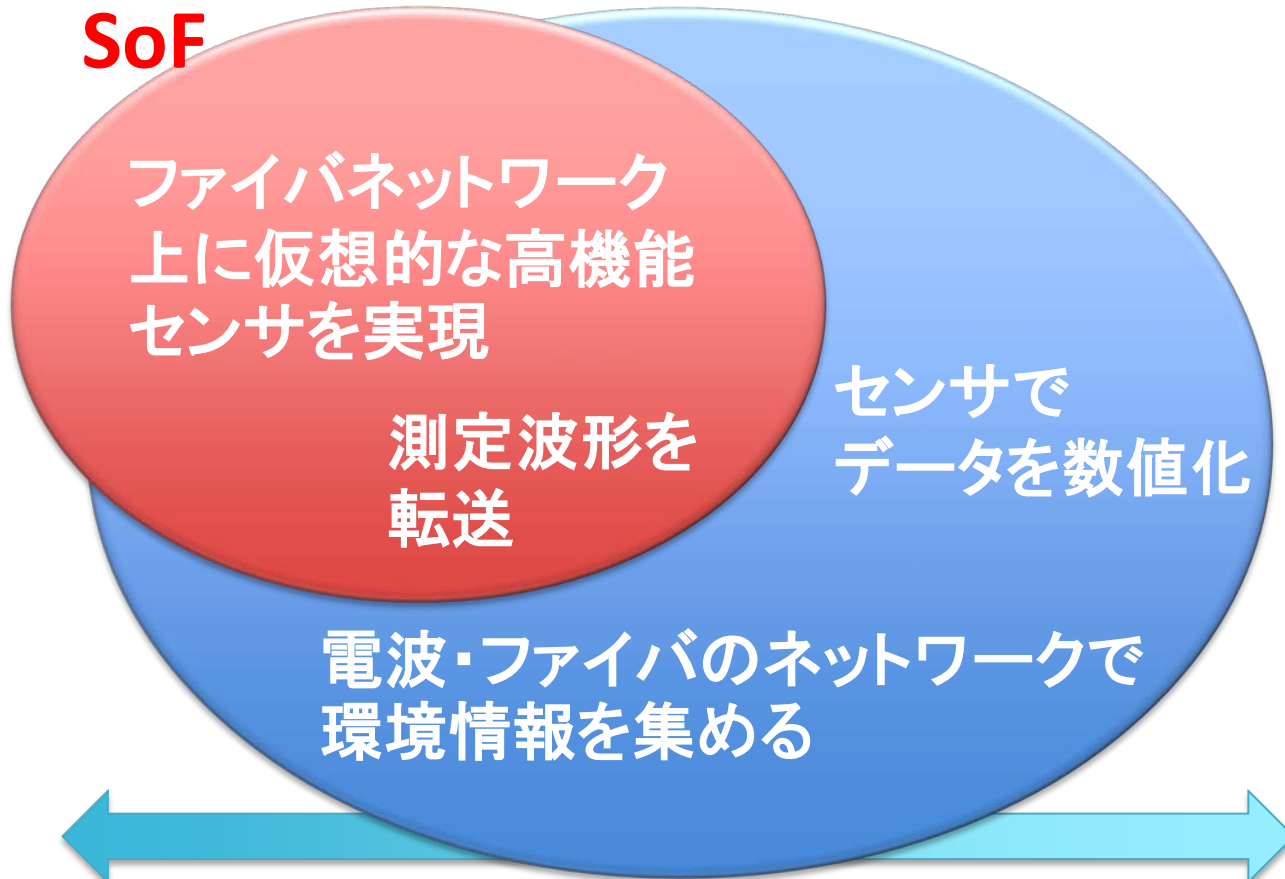
センサで
データを数値化

電波・ファイバのネットワークで
環境情報を集める

一般用途

高機能

単機能

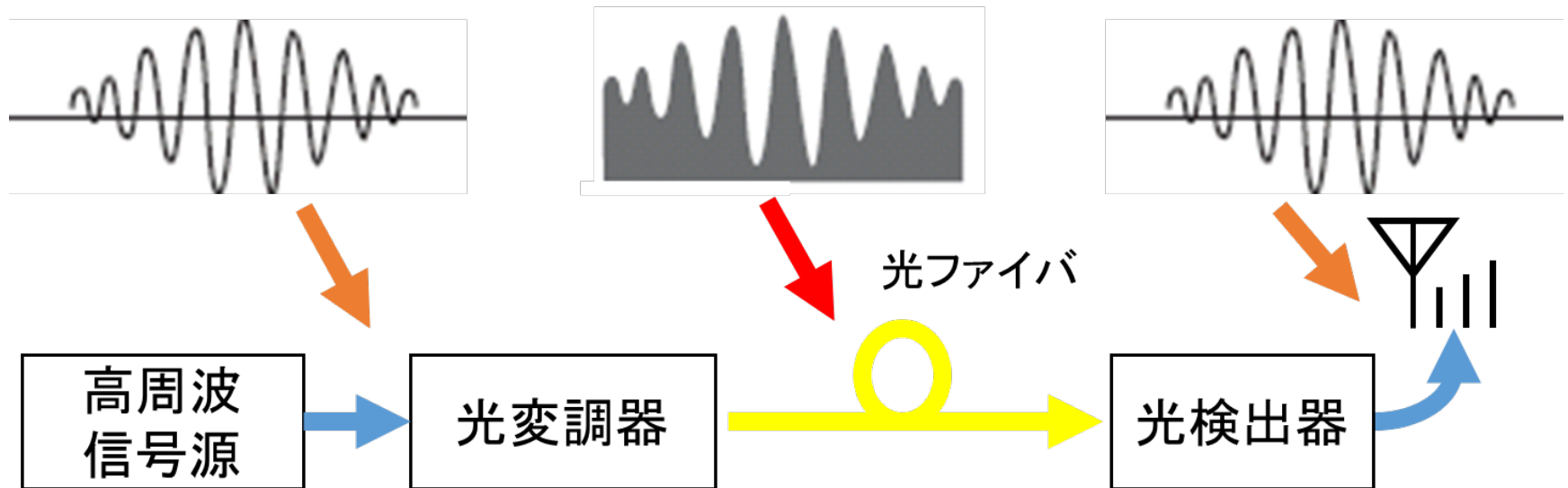


SoFを実現する波形を転送する技術 —ファイバ無線—

光ファイバで無線信号波形を送る技術

銅線では高い周波数の信号は損失が大きく、信号配信・伝送が困難
低コスト化が進む光ファイバ技術を活用

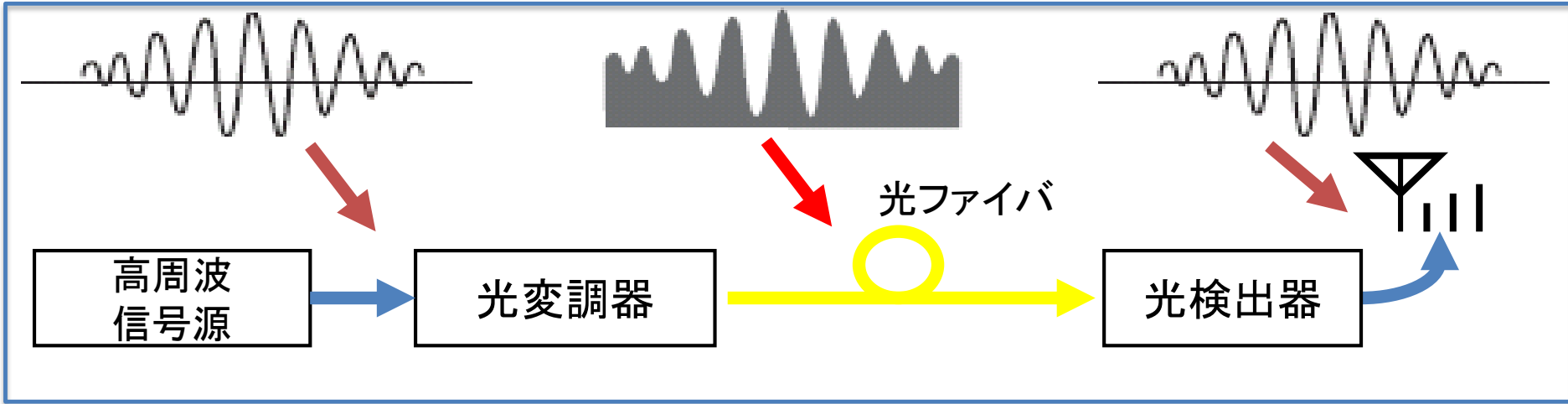
高周波信号波形で
強度変調された光



無線機本体とアンテナを離れた場所に設置することが容易に
多数のアンテナで無線機本体の機能を共有することができる(無線機機能のクラウド化)

ファイバ無線システムのフェリー輸送でのアナロジー

情報を運ぶための電波波形ごとと光で運ぶ → 光＝電波の変換部が簡単に

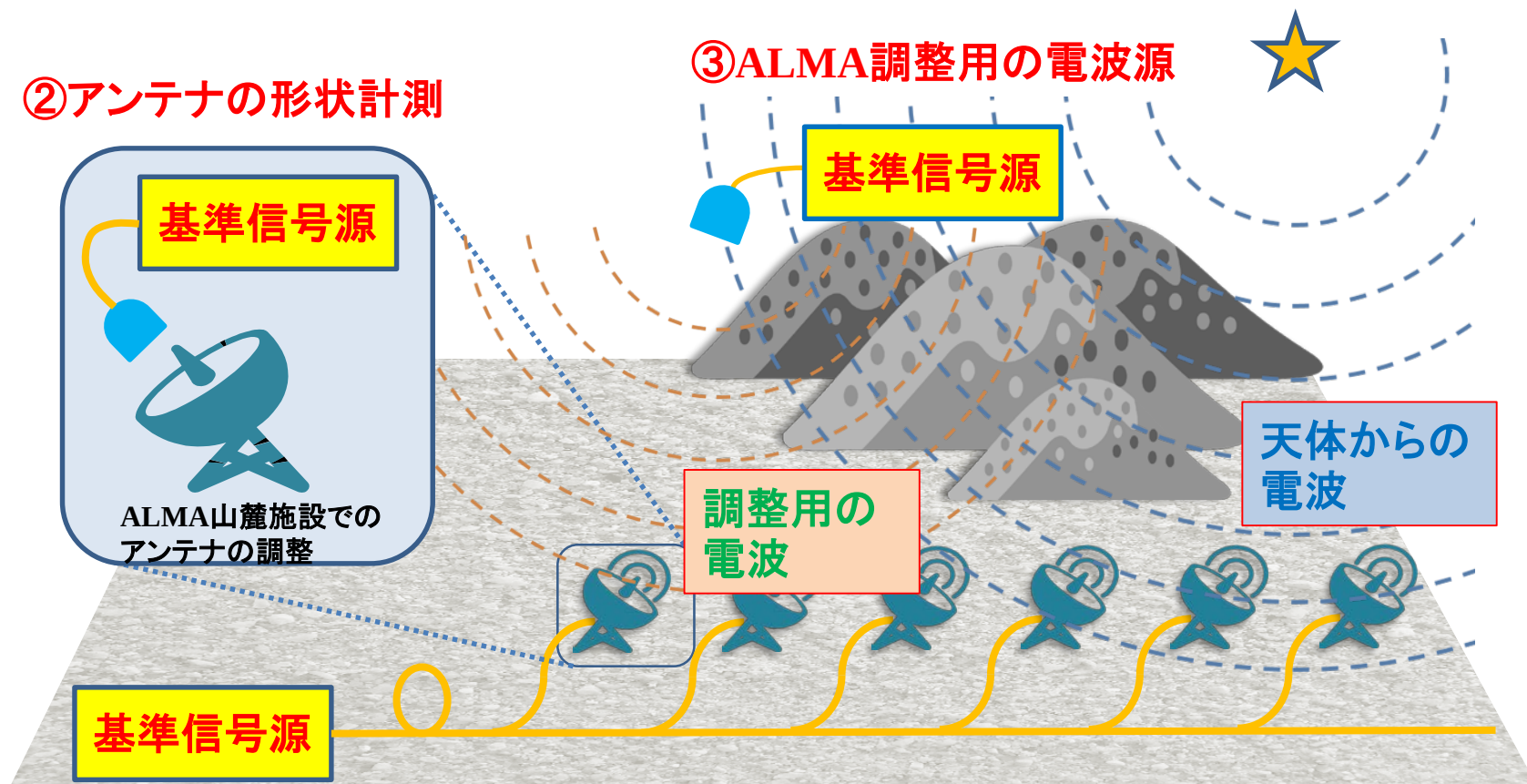


荷物をトラックごととフェリーに乗せて運ぶ → 港での作業(荷役)が簡単に



ファイバ無線: 伝送手段(伝送メディア)を変換を簡単にする技術

電波天文向けミリ波帯ファイバ無線技術 ALMAでの基準光源の役割



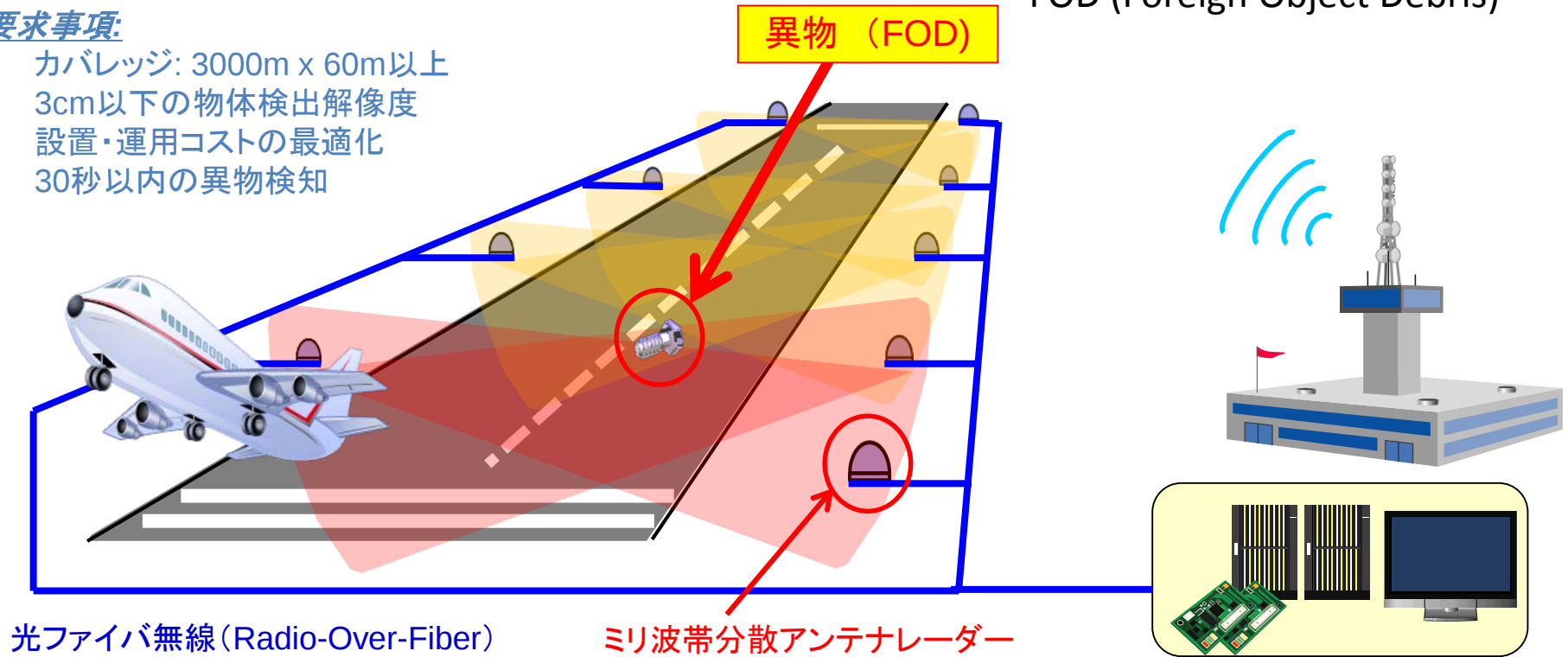
①ALMAのアンテナを連動させるための基準光源

90GHz帯リニアセルによる高精度イメージングの研究開発

要求事項:

- カバレッジ: 3000m x 60m以上
- 3cm以下の物体検出解像度
- 設置・運用コストの最適化
- 30秒以内の異物検知

FOD (Foreign Object Debris)



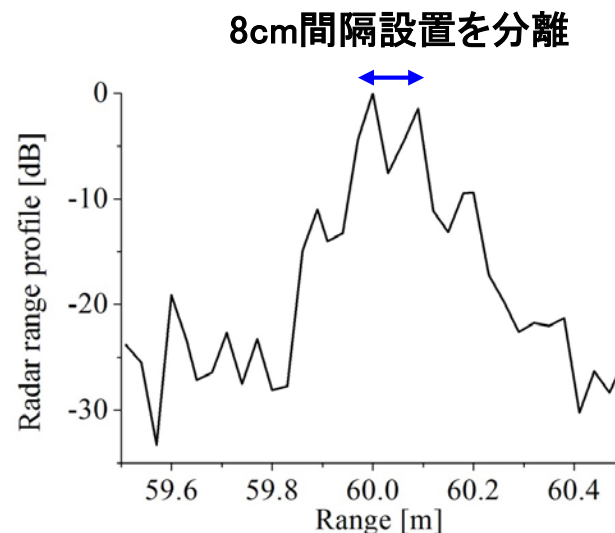
多数のリモートヘッドによる90GHz帯FM-CWレーダー
=> 低出力・低コストな半導体増幅器の開発・利用
FM信号の光ファイバ無線技術による直接伝送
=> 高精度なRF信号源・信号処理を中央局に集中化
滑走路・線路向け統合システムの開発

共同屋外実証実験(タイ・チュラロンコン大学)

標準金属円柱

- 高さ: 1 インチ
- 直径: 1 インチ

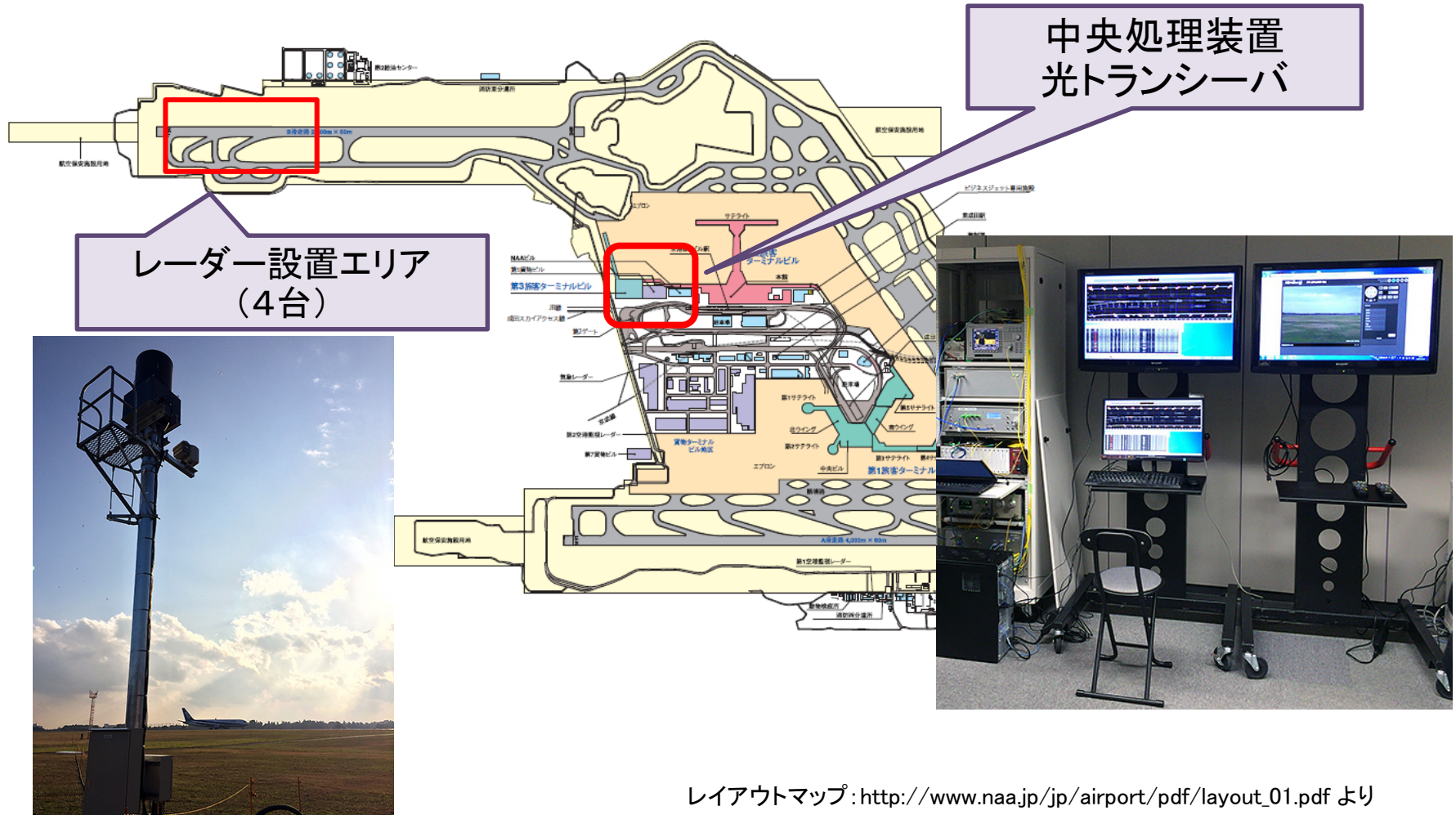
を奥行き方向へ2個設置して分解能を評価



ミリ波レーダで数センチのものを検出、識別

成田国際空港でのフィールド実験

B滑走路にてリニアセルレーダの性能実証試験実施中

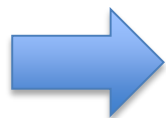


レイアウトマップ: http://www.naa.jp/jp/airport/pdf/layout_01.pdf より

成田国際空港B滑走路におけるFOD検出実験



滑走路灯よりも小さな障害物をミリ波レーダーで検出
レーダーからの距離400m以上、測定時間4秒



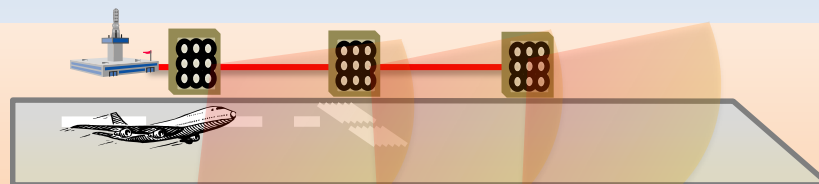
高速に広い範囲を詳細に監視することが可能

協調制御型ニアセルレーダ

90GHzミリ波帯と光ファイバー技術を活用して、複数の送受信機の同期制御・協調信号処理技術等の開発を行い、高度なビーム制御、スペクトラム制御の実現により、当該周波数帯における複数のシステム間の共用を可能とすることを目標とする。

- 同期されたミリ波信号の生成・分配
- 多数ヘッドからの効率的データ集録
- 中央一括信号処理
- 干渉検出・回避機能

同一施設内において
周波数帯域共用可能な監視を実現



同一周波数帯の共用
高度なビーム制御、複数送受信機の協調制御

管制装置

送受信部

送受信部

送受信部

干渉制御・協調

離陸する航空機

- 遠隔地にも光ファイバー送受信
- 監視範囲の拡張

SoFの目指すべき今後の研究の方向性

高度なインフラ向けから一般向けまでを共通した
アーキテクチャ、ハードウェアで提供する

科学技術・インフラ用途

WSN

SoF

さらなる高性能化

低コスト化・
普及促進

データの粗視化・量子化
(スモールデータ化)

一般用途

高機能

単機能

