

2010年以降の電波利用について

独立行政法人 情報通信研究機構
新世代ワイヤレス研究センター

電波利用の新パラダイム

- 周波数資源のより効率的な利用技術
 - より多様な電波利用を可能とするための一層の周波数資源有効活用
- 安全・安心を支える通信技術
 - 人々の生活シーン、行動において危険な状況を察知し、回避するための電波利用
- 環境保全・効率化を支える通信技術
 - 温室効果ガス、有害物質等の監視、抑制を支援するための電波利用

コグニティブ無線ネットワーク

ITS通信システムの多様な利活用

無線BAN

多様なセンサーネットワーク

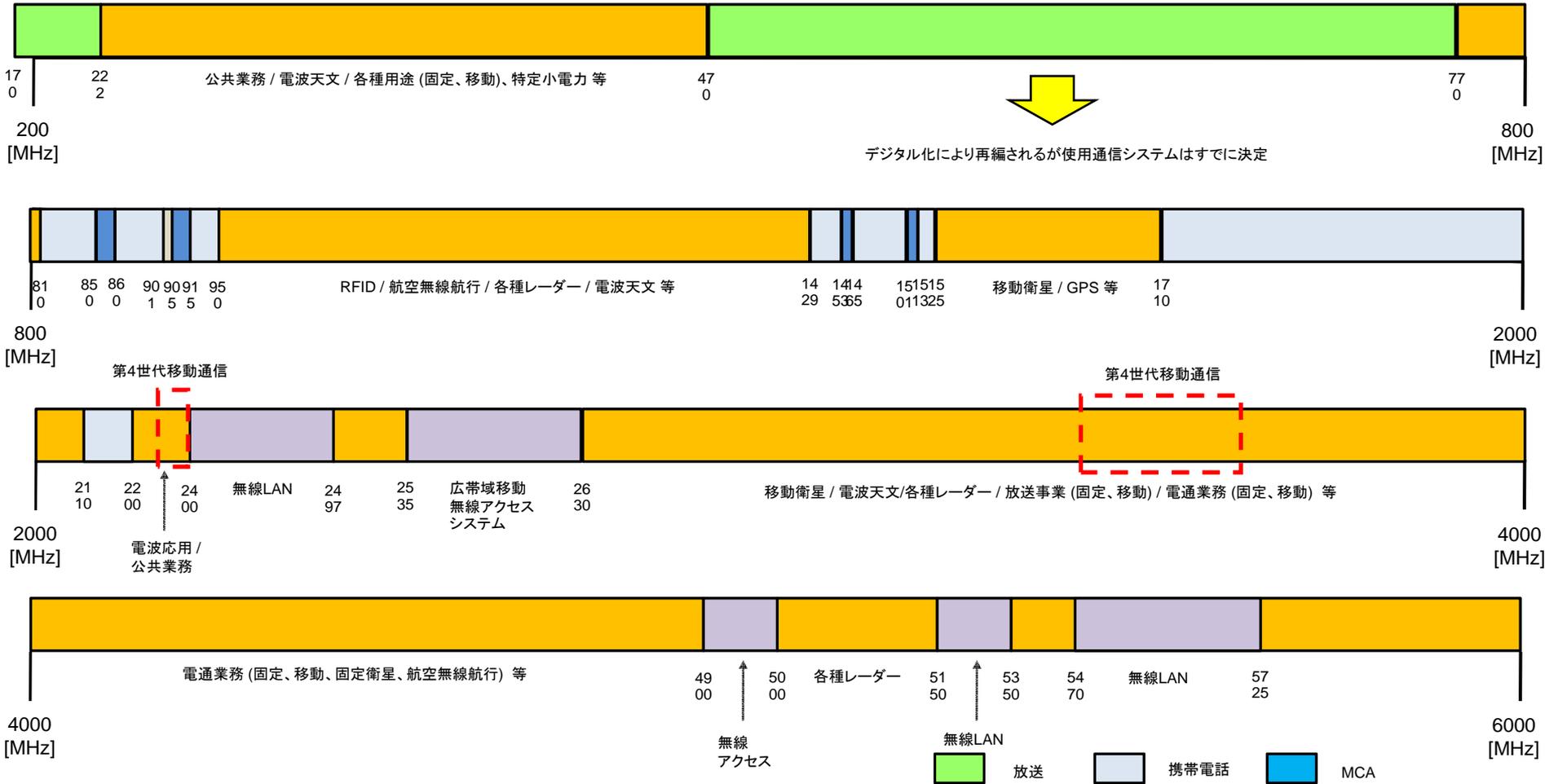
衛星ネットワークの利活用

2010年代に利用が想定される無線システム例

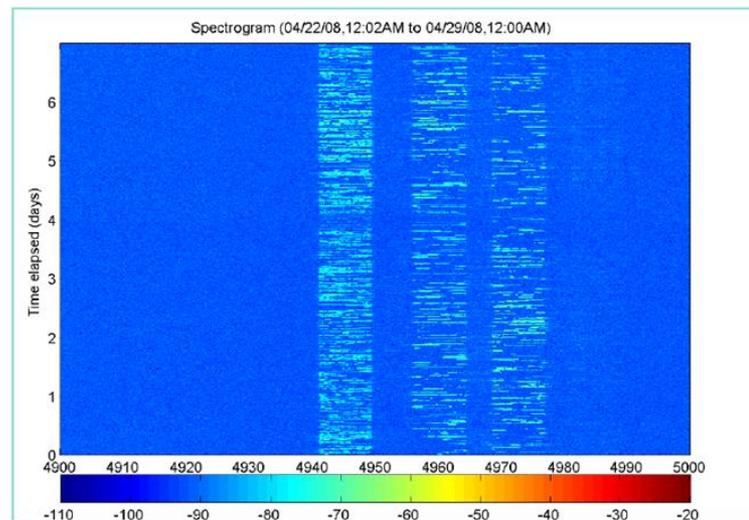
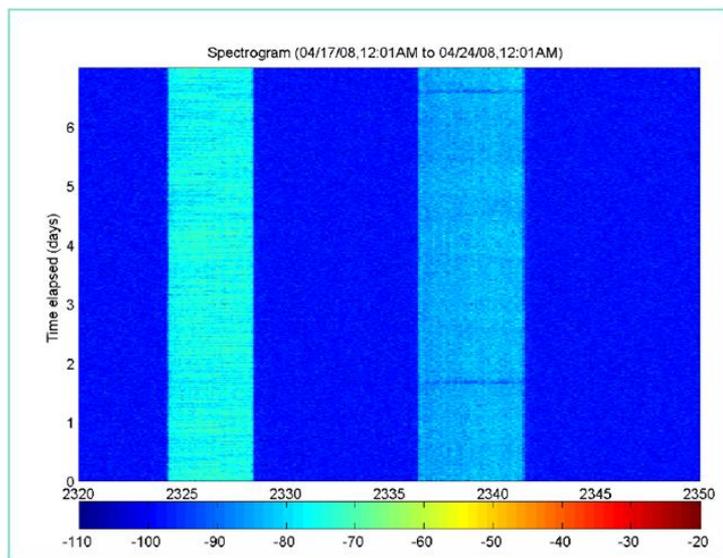
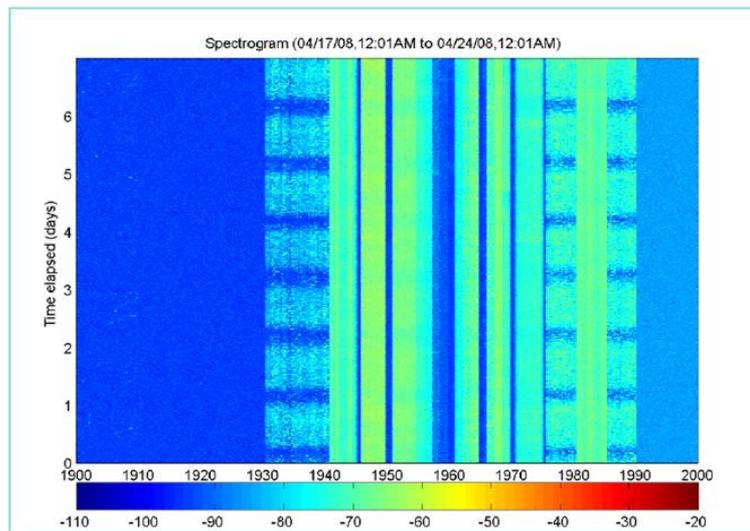
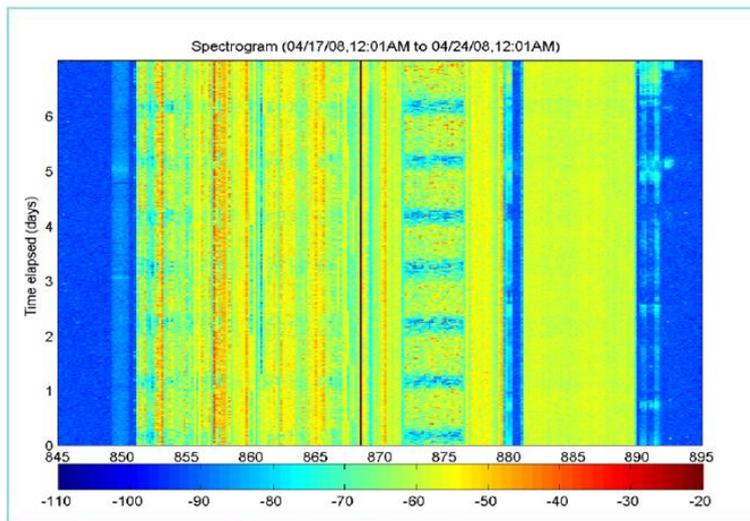
- コグニティブ無線ネットワーク
 - 同種/異種無線ネットワークの未活用帯域の有効活用による周波数資源の利用効率向上技術
- ITS無線通信システム
 - 700MHz帯利用車車間通信/衝突防止システム、海上ITS等
- 医療支援ICTシステム
 - 医療/健康維持へのBANの適用
- 衛星・地上統合携帯通信システム
 - 相互補完及び非常時の通信確保
- 衛星・アドホック統合センサーネットワーク
 - 局所的な環境センシング等の広域展開

現在の周波数割当状況 (200MHz-6GHz)

移動通信に適したVHF、UHF帯から6GHz以下の周波数においては、そのほとんどが無線通信システムに割り当てられており、今後標準化されるであろうブロードバンド移動通信に対して十分帯域が確保できない→何らかの対策を行う必要性があり



周波数の使用状況例



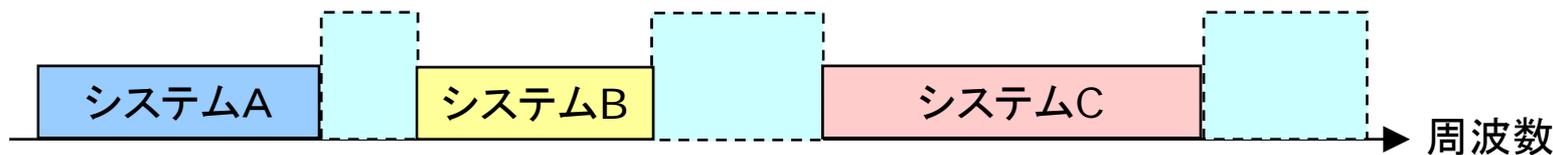
R. B. Bacchus et. Al. "Long-term, wide-band spectral monitoring in support of dynamic spectrum access networks at the IT Spectrum Observatory," IEEE Dyspan 2008, Oct. 2008.

周波数の効率的利用

現状の周波数に利用状況例

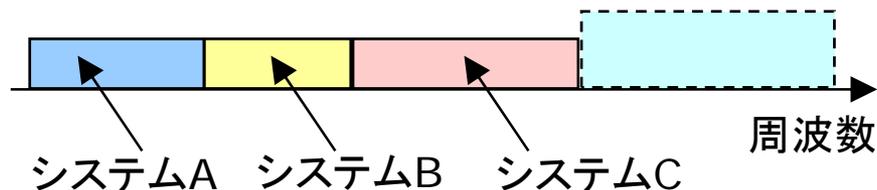
各通信システムに割り当てられている周波数と未割り当てもしくは未使用のため空いている周波数が存在

未割り当てもしくは未使用のため空いている周波数



新しい通信システムに対して周波数を割り当てたい

従来方式



周波数を再編して新しい空き周波数を使って必要な通信を実現

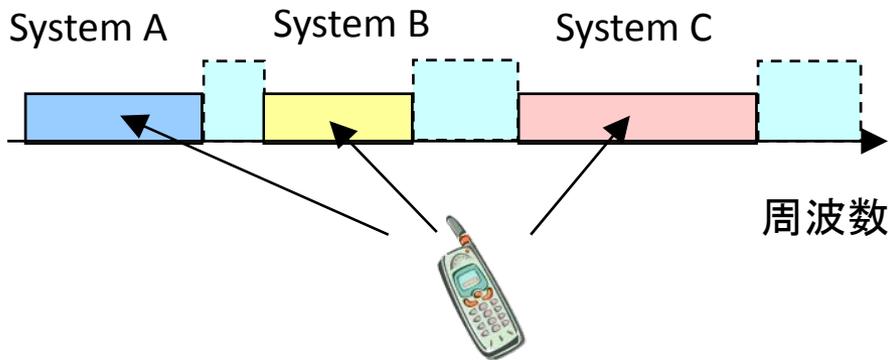
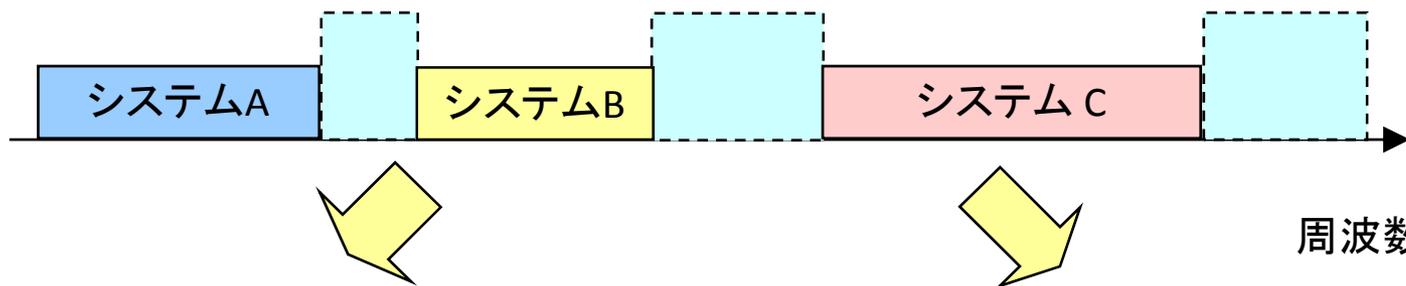
問題点 周波数移行が難しい

コグニティブ無線技術：より効率的な周波数利用

無線機が周囲の電波環境を認識し、その状況に応じて、他のシステムに干渉を与えることなく、周波数帯域、タイムスロット等の無線リソースを適宜利用することにより、利用者が所望の通信容量を所望の通信品質で周波数の有効利用をはかりつつ伝送を行う無線通信技術

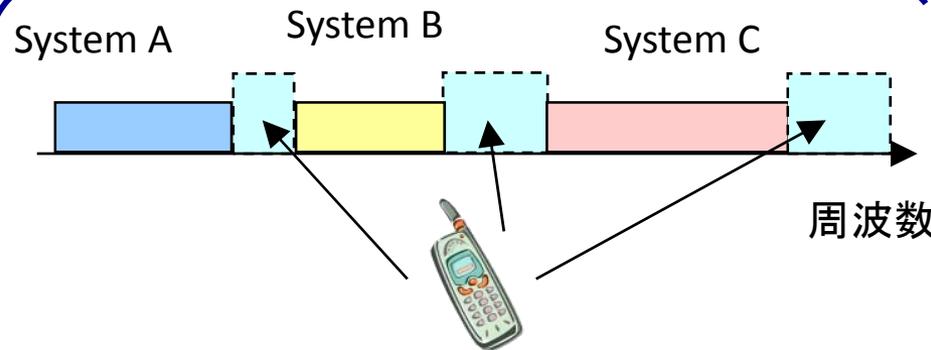
現状の周波数に利用状況例

未割り当てもしくは未使用のため空いている周波数



(a) マルチモード無線アクセスシステム

無線機が既存の通信システムを認識し、その結果に基づき利用者の必要とする帯域幅を既存システムで確保し、通信を行う



(b) 周波数共用型無線アクセスシステム
(ダイナミック・スペクトラム・アクセス)

無線機が空き周波数、時間帯を認識し、その空き周波数/時間を使って、必要な帯域を確保し通信を行う

マルチモード無線アクセスネットワーク

各無線機におけるスペクトラムセンシングの結果の情報をネットワーク側において集中的にもしくは分散的に配置されたサーバーに集約させ、この集約したデータを整理、学習を取り入れることにより整理し、利用者が別の場所へ移動した場合においても、自身のスペクトラムセンシング結果だけでなく、このサーバーから統計的なデータとして与えられる利用可能な周波数帯域、タイムスロット等の無線リソースの情報を利用して、使用する周波数、帯域、タイムスロットを決定

2. 端末からの電波の利用状況を集約し、そのデータを整理、学習をとりいれることで整理

ネットワークオペレータ1

ネットワークオペレータ2

ネットワークオペレータ3

ネットワーク側サーバー

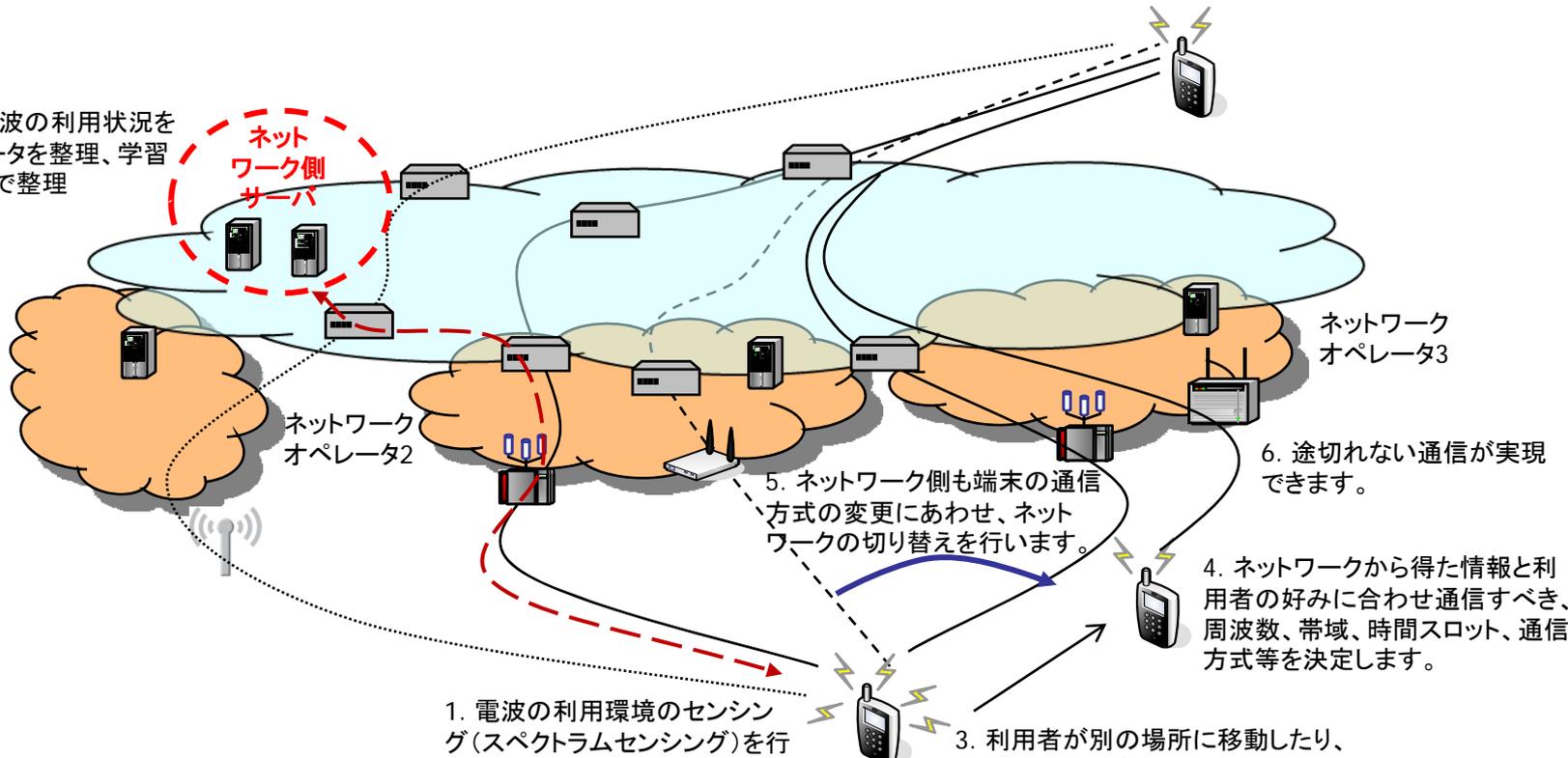
1. 電波の利用環境のセンシング(スペクトラムセンシング)を行い、ネットワーク上のサーバーに送ります

5. ネットワーク側も端末の通信方式の変更にあわせ、ネットワークの切り替えを行います。

3. 利用者が別の場所へ移動したり、電波の状況が変わった場合は、ネットワーク上のサーバーに接続し、利用可能な周波数、帯域、タイムスロット、通信方式等の情報得ます。

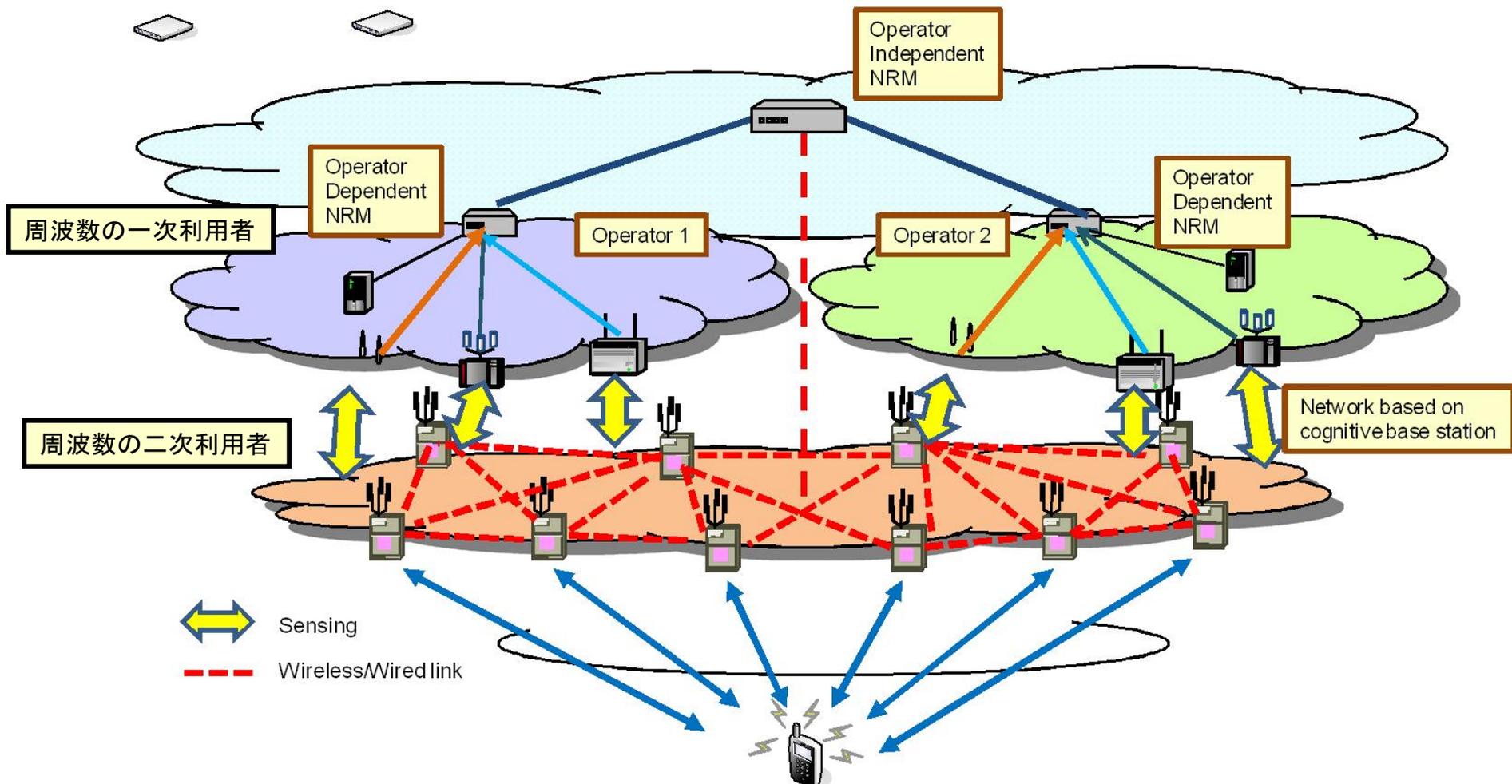
4. ネットワークから得た情報と利用者の好みに合わせ通信すべき、周波数、帯域、時間スロット、通信方式等を決定します。

6. 途切れない通信が実現できます。



ダイナミックスペクトラムアクセスネットワーク

周波数の一次利用者の使用していない周波数/時間をセンシングにより見つけ出し、その周波数/時間を用いて通信を行う周波数共用型無線アクセスシステムを利用したダイナミックスペクトラムアクセスネットワーク

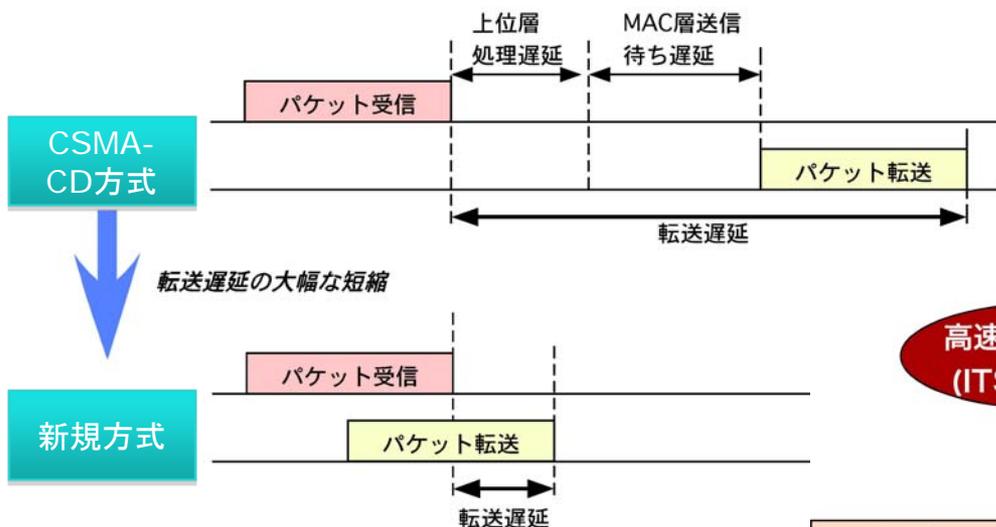


課題

- システム間協調のためのメカニズムの導入
 - IEEE, ITU-Rでの標準化に期待
 - 多様な無線通信システムへの適用が可能な技術開発

- 実用化のための社会的条件整備
 - 通信事業者間の協調的導入
 - 制度的な条件整備

車車間通信のための超低遅延アドホック無線通信方式



高速モビリティ (ITS型アプリ)

広域マルチホップ (ゲーム型アプリ)

+位置/移動情報連携
+周波数開拓/確保

+ホップレンジ拡大
+アプリケーション連携同期

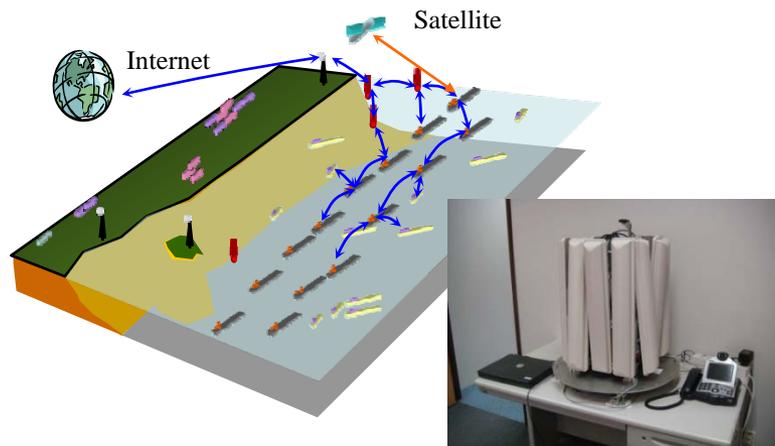


◆ 事故防止のためには、超低遅延で確実に通信できる通信方式が必要

安全のためのITS通信システムの開発と活用

□海上高度交通システム用ワイヤレス通信ネットワーク

船舶間、陸船舶間をメッシュ状無線で接続し、海上でも切れないブロードバンドメッシュ通信ネットワーク



海上高度交通システム用ワイヤレス通信ネットワーク

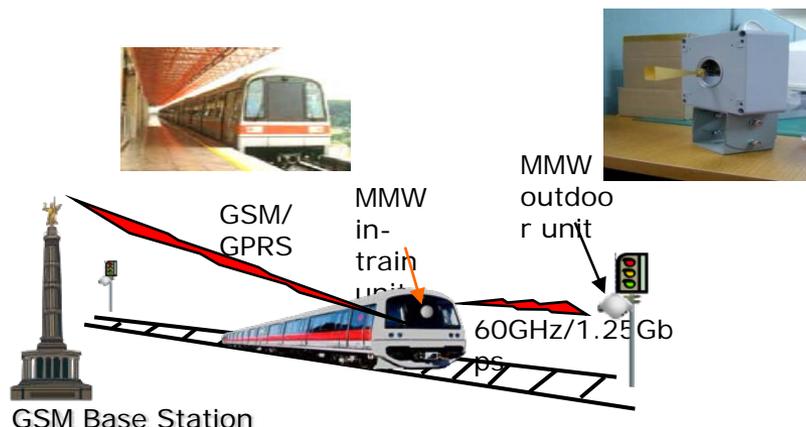
□鉄道高度交通システム用ワイヤレス通信ネットワーク

高速で移動する鉄道内の乗客に対して、インターネットサービスを提供するための線路側ネットワークと鉄道との間のブロードバンドワイヤレスネットワーク

- 400MHz漏洩同軸利用システム
- 60GHz帯光無線融合システム

□陸上高度交通システム用ワイヤレス通信ネットワーク

アナログテレビサービス終了後のUHF帯(700MHz帯)において約100MHzの帯域を用いて衝突防止等を実現する車車間通信システム



GSM Base Station

鉄道高度交通システム用ワイヤレス通信ネットワークの概要

課題

- 衝突防止等のアプリケーション要求
 - 超低遅延で確実な通信方式の技術開発
 - 見通し外の車両位置検知技術開発(700MHz帯利用)
 - 道路交通のみでなく船舶等に応用可能なITS通信システムの開発
- 事故防止等のアプリケーションを実現するためには、多システムの干渉等を避けるため、専用の周波数帯が必要
 - 700MHz帯車車間通信システム、ミリ波レーダ以外は、既存のISMバンドでの技術開発が主流
 - 無線LAN等、多のシステムとの干渉が避けられない

ICT活用によるユビキタス医療

ますます深刻化する少子高齢化社会

要介護者数の増加、医療費の増大、労働人口減少、看護人員不足、保険・介護コスト上昇

医療補助

医療水準の向上
負担軽減

疾病予防支援

疾病抑制によるコスト削減

看護負担軽減

看護人員不足の緩和

医薬品管理

医療過誤の防止

リハビリテーション支援

適切なサポート・ハンディキャップ補助

介護サポート

介護コスト削減
安心な暮らし

先端無線ICTによる ユビキタス医療

医療の効率化・経費削減
地域格差是正・過誤解消

医療機関



診断支援
医療サービス

家庭



ボディエリ
アネット
ワーク

ユビキタス医療 サービス

サービス事業者



BANと既存インフラ
を結ぶネットワーク

パブリックスペース



オフィス



医療支援ICTの活用例



手術室内での無線伝送実験

利用シーン1. 手術室(手術用機器の制御および術部映像伝送)



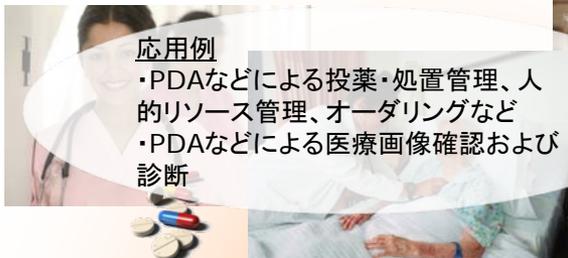
応用例

- ・複数の手術用機器の制御および術部映像の無線伝送

期待される導入効果

- ・医療の質向上
 - X線映像や超音波映像などをリアルタイムモニタリングしながらの遠隔手術を実現
- ・医療の安全性・信頼性向上
 - 実施行為の自動チェック

利用シーン2. 院内全体(高速無線LAN)

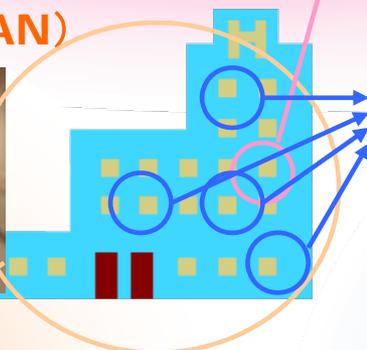


応用例

- ・PDAなどによる投薬・処置管理、人的リソース管理、オーダリングなど
- ・PDAなどによる医療画像確認および診断

期待される導入効果

- ・業務負担の軽減・効率化
 - 医療従事者および患者状態所在などの自動把握、業務フローの改善
- ・医療の安全性・信頼性向上
 - 投薬管理、取り違い自動チェック、機器の安全管理



利用シーン3. 院内(体内・体外間)

検査室、病室、ICU



応用例

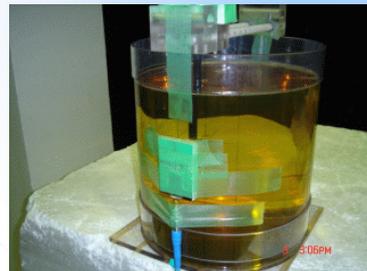
- ・(2-2) X線映像読み取り部を無線化することによるリアルタイム映像伝送
- ・(3+4) カプセル内視鏡映像を体表装着端末を中継した医療機器への内視鏡映像伝送

期待される導入効果

- ・業務負担の軽減・効率化
 - 業務フローの改善(待ち時間短縮など)
- ・患者中心の医療サービス
 - 患者負担の軽減(低侵襲撮影、検査時間・待ち時間の短縮)



病院内無線伝送実証実験



小型信号発生器(右)を用いた液体ファントムによる伝搬特性の測定

BAN: ボディエリアネットワーク

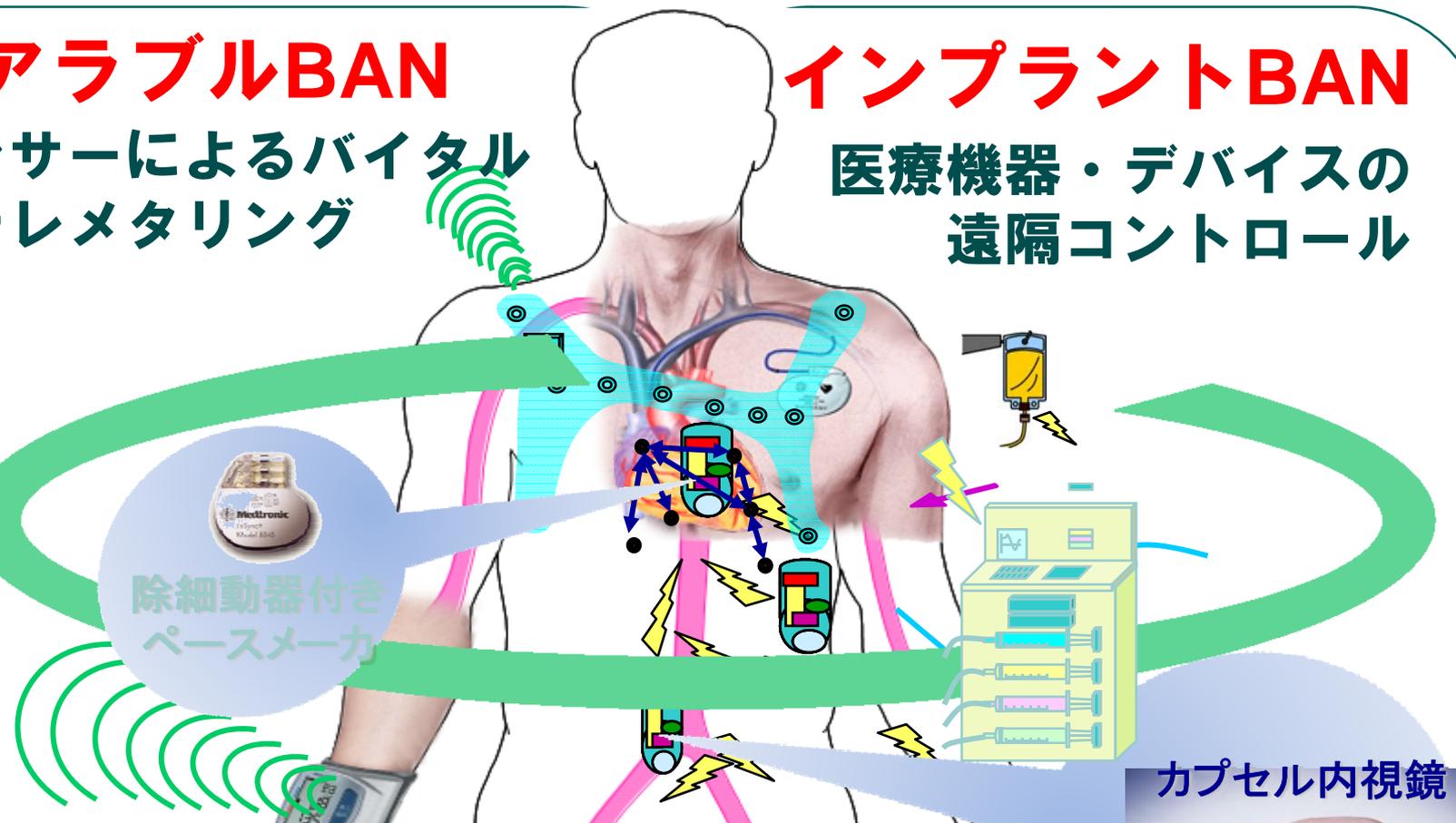
ウェアラブルBAN

生体センサーによるバイタル情報のテレメタリング

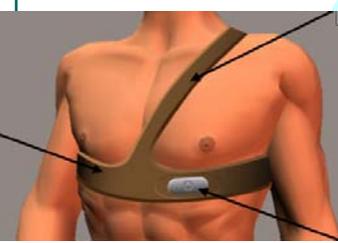
- 脳波
- 心電図
- 血圧
- 心拍数
- 酸素飽和度
- 血糖値
- 体温
- 脈波
- 医用映像など

インプラントBAN

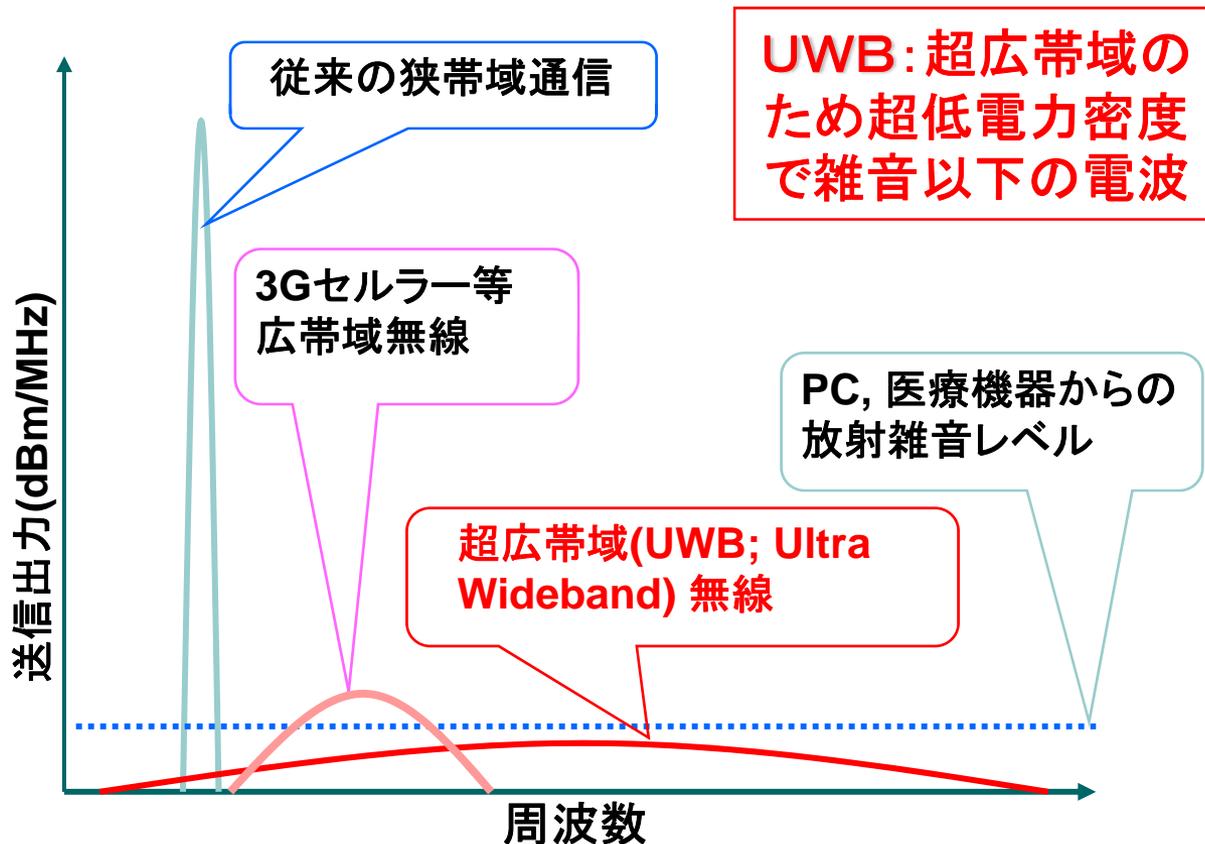
医療機器・デバイスの遠隔コントロール



新概念
バイタルセンサ, 電子カルテ, 医療用
ロボットなどのネット化で高機能化



UWB技術の医療ICTへの活用



体内や周辺で使う電波の問題を、**UWB技術**により解決

課題

- 要求条件に応じた周波数利用、通信方式開発
 - ISMバンド等の既存システム方式利用では応用に限界
 - 高精細画像利用のため、より広帯域な伝送手段の要求

- WLAN等との干渉、妨害等の回避が不可欠
 - 周辺機器との干渉低減等

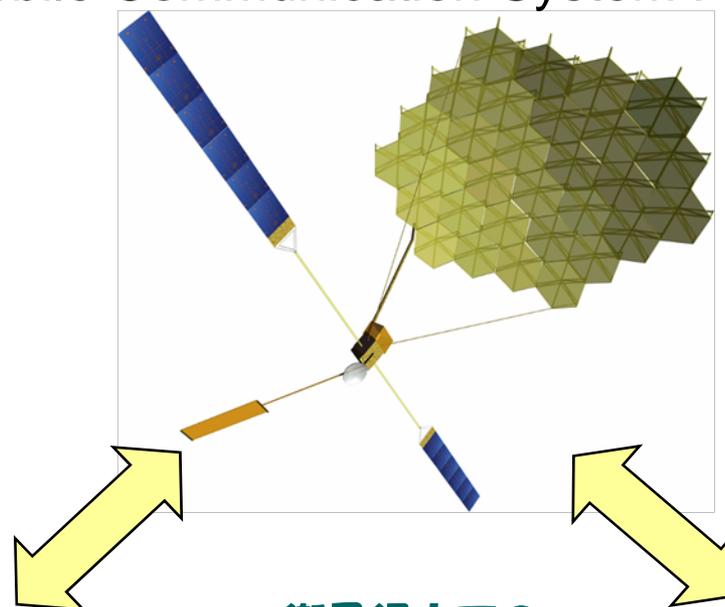
- 人体への影響に関する詳細な研究
 - 確実な安全性の追求

衛星・地上周波数共用携帯通信システム

(Satellite/Terrestrial Integrated mobile Communication System : STICS)

地上移動通信と衛星移動通信の周波数共用基盤技術を確立することにより、各々別個に割り当てられている帯域を共用可能とする。

想定として20～30メートル級アンテナを搭載した衛星により、地上系携帯端末と同等の端末で音声通信が可能となる運用を可能とする。



衛星経由での通信



地上系携帯電話での通信

通常は補完的に使用



災害時等でも確実な通信路確保

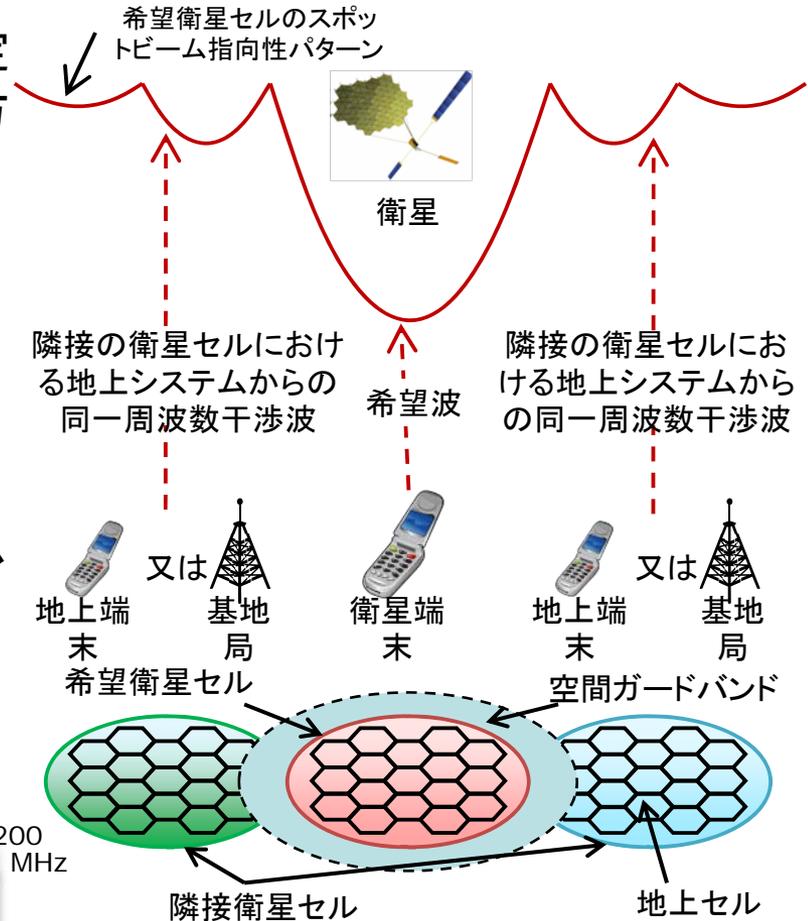
課題

(1) 地上／衛星間周波数共用化技術

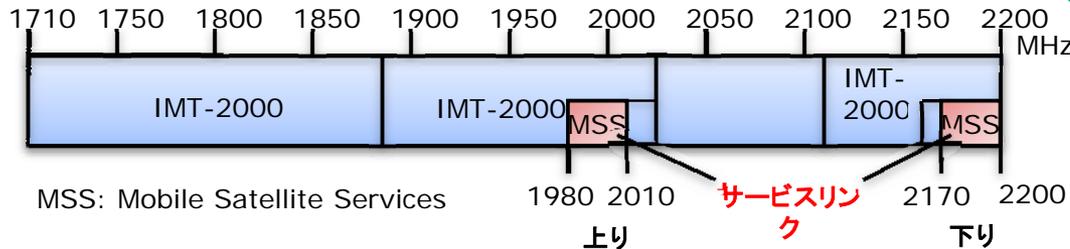
- 地上システムと衛星システムの干渉に関して、定量的評価により周波数共用方式やリソース割当方式等の協調制御技術
- 要素技術としては、周波数協調制御技術及びダイナミックネットワーク制御技術

(2) 地上／衛星間干渉回避及び周波数割当技術

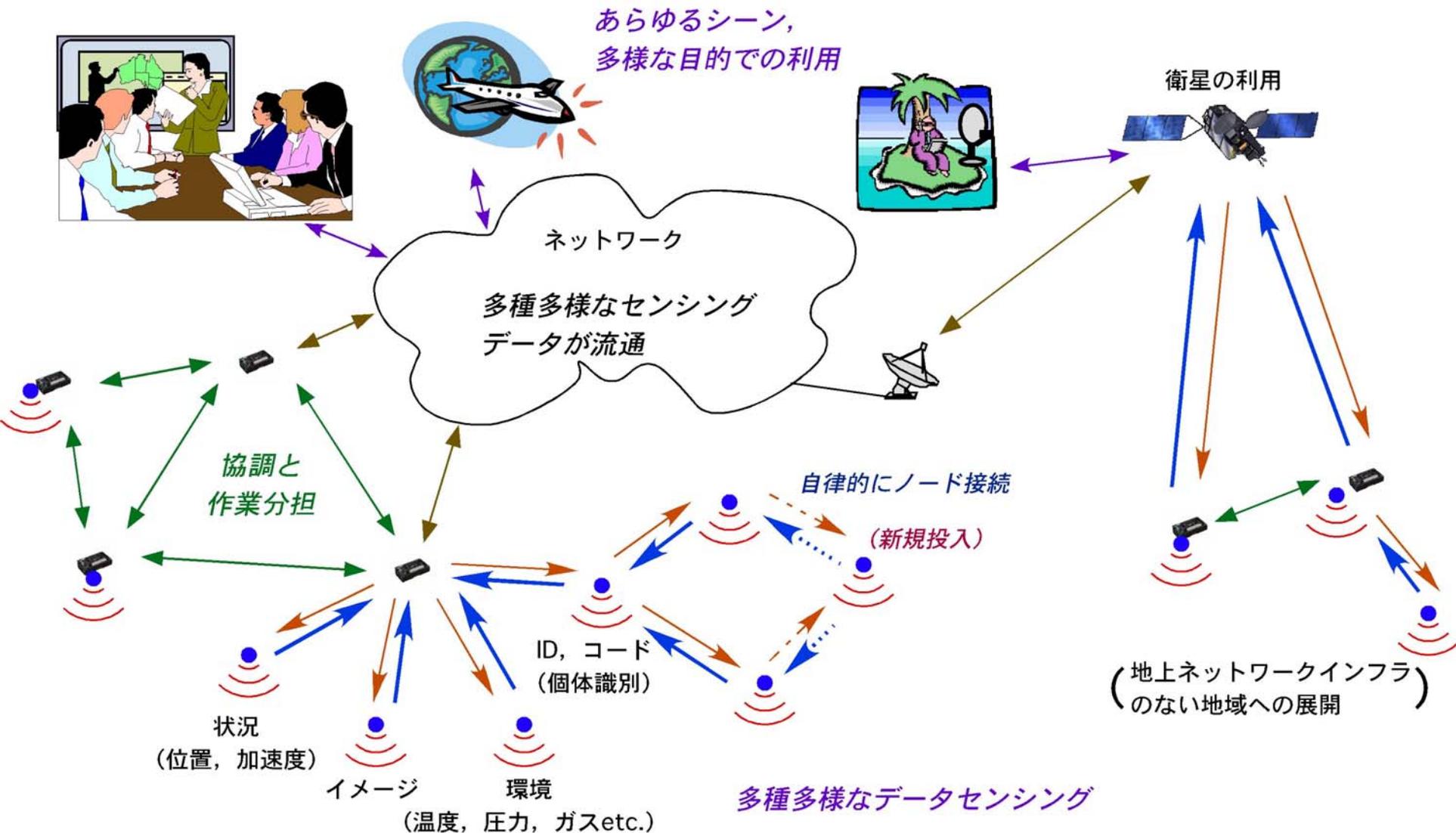
- 周波数利用効率を高めるための低サイドローブ化技術や超マルチビーム化技術、超マルチビーム形成技術、耐飽和増幅器技術及びリソース割当再構成技術等



周波数共用化技術

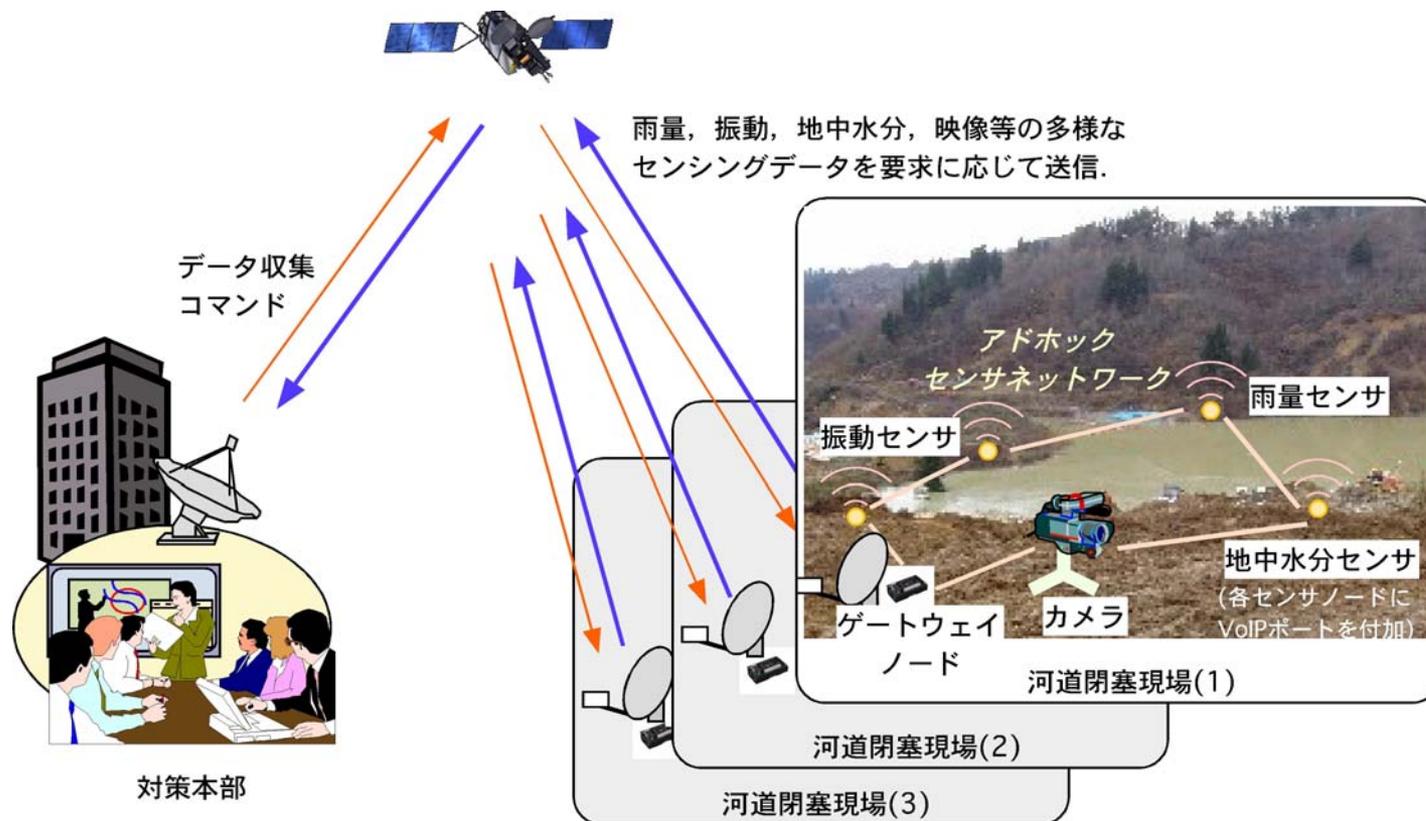


衛星とアドホックセンサーネットワークの統合



衛星・センサ統合ネットワーク活用例1

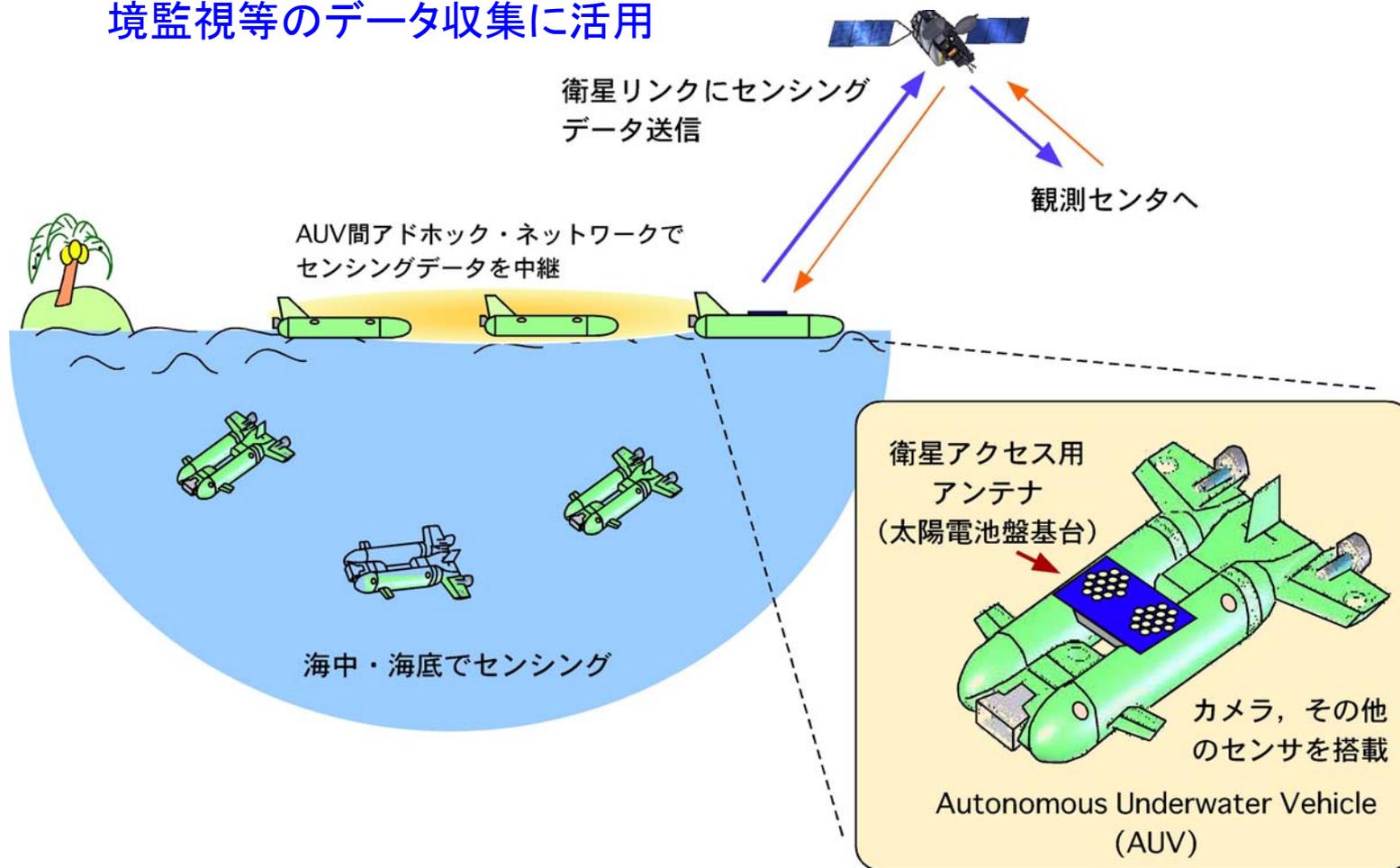
- ◆ 災害発生時に、被災地にアドホックセンサーネットワークを展開
- ◆ センサーネットワークが収集するデータを衛星経由でデータ収集し、救助、復旧の計画実行に貢献



新潟県中越地震のように河道閉塞現場が複数個所で起こった場合、衛星の利用は極めて有効

衛星・センサ統合ネットワーク活用例2

- ◆ 環境モニタのためにアドホックセンサーネットワークを展開
- ◆ センサーネットワークが収集するデータを衛星経由でデータ収集し、環境監視等のデータ収集に活用



課題

- 地上展開するセンサーネットワークの技術開発
 - データ種別、センシング頻度等に応じた使用周波数、帯域幅の確保
 - 通信要求を満たす確実な通信方式等の開発
- 衛星ネットワークと地上系センサーネットワークの統合技術
 - 多種多様なデータセンシングの要求条件を満たす統合システム用プロトコル開発
 - 多地点からの高効率衛星アクセス技術開発(無人アクセスノード)

まとめ

- 多様化・複雑化するシステムの健全な運用を可能とするため、一層の周波数資源有効活用技術が重要となる
 - コグニティブ無線技術等の開発と導入
- 安全・安心を支えるための電波利用がますます重要となる
 - 専用周波数の確保等による確実な通信環境の実現が重要
 - アドホックネットワーク等の利活用技術開発が必要
- 環境保全やエネルギー消費の効率化等に貢献する電波利用技術開発がますます重要となる
 - 多様なデータを広域にわたり収集可能なセンサーネットワーク等の技術開発が必要