



周波数有効利用に向けた 研究開発と実証実験

平成22年6月9日

九州工業大学
理事・副学長
尾家 祐二



- ◆ 現在、世界中で使用されている無線機器は30億台超
 - 無線機器の密度は、10～100台／km²
 - 大半は携帯電話とモバイル・コンピュータ
- ◆ 無線機器およびアプリケーションの指数関数的成長
 - 2025年までに、約1,000億台（1,000～10,000台／km²）に増加すると予測
 - 特に、6 GHz以下の無線通信に好適な周波数帯域の確保が極めて困難

NSF Workshop on Cognitive Radio Networks, March 2009, Virginia, USA



➤ 2～3桁の需要増に対応できる無線能力を実現する、“Quantum Leap”を伴う技術革新、新制度が必要



無線周波数資源を動的に再利用 ⇒ より多くの無線利用者に周波数提供

◆ 時間的・空間的に使用されていない周波数帯を活用

- 必要な時に必要な分(帯域)だけを臨機応変に再利用
- 固定的な無線周波数割当よりも実効的利用効率が向上

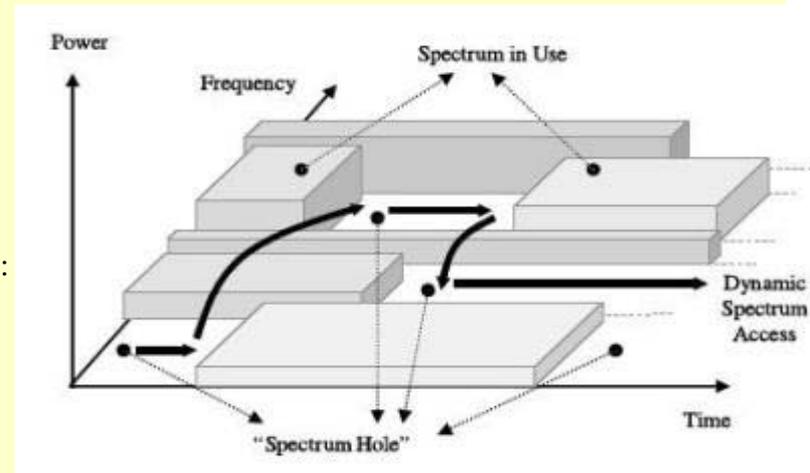
✓ 任意の用途や無線通信方式
に対応できる技術

出典

I. F. Akyildiz, W. Y. Lee, M. C. Vuran, and S. Mohanty. Next generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: a survey. Elsevier Computer Networks, 50(5):2127-2750, Aug. 2006.

◆ 本技術の効果的活用シーン

- 常時接続の必要性がない場合
- 必要とする通信帯域が状況・時間・空間によって大きく変化する場合
- 多種多様かつ大量のトラフィックが混在する場合
- 緊急時等における重要な通信を優先して確保する場合



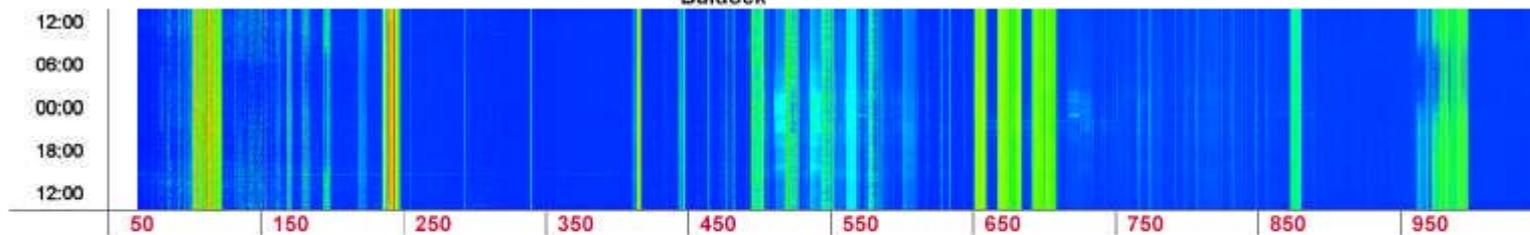
「ホワイトスペース」: 英国の例



(ロンドンの北約53kmにある人口1万人弱の小規模都市)

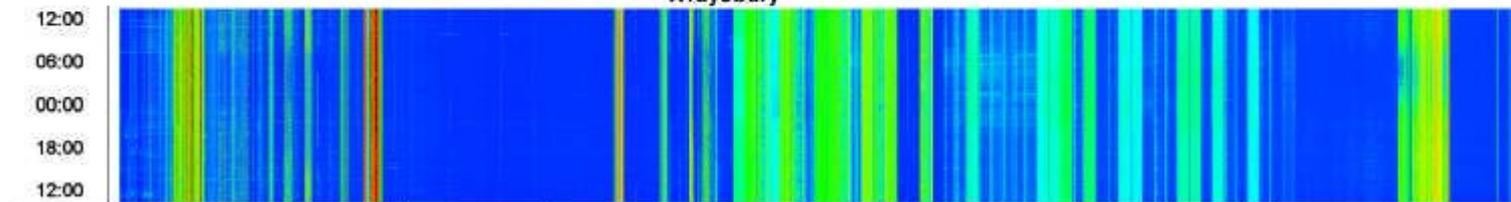
Overview: 50 MHz to 1000 MHz

Baldock

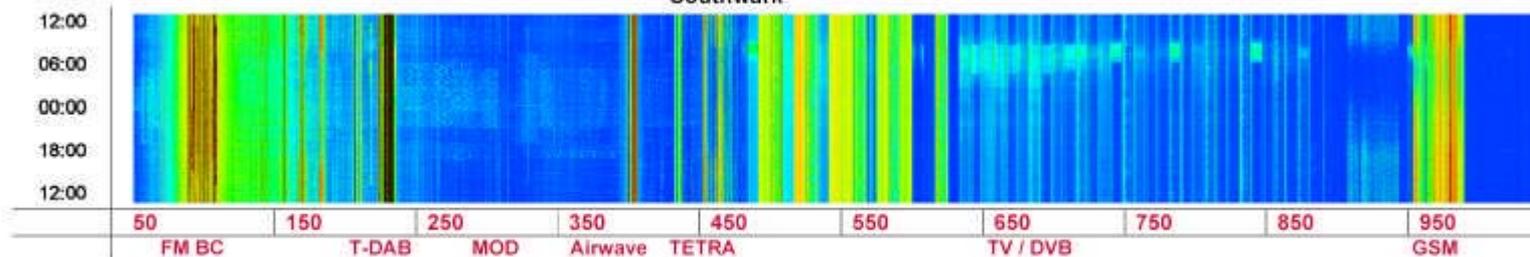


(ヒースロー空港の近郊)

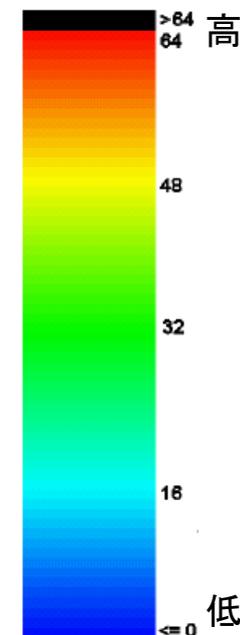
Wraysbury



Southwark (ロンドン市街の中心地)



電波の使用状況



出典: Ofcom, "Cognitive Radio Technology", 2007年2月

(http://www.ofcom.org.uk/research/technology/research/emer_tech/cograd/cograd_main.pdf)

「ホワイトスペース」:トヨタIT開発センター及び Worcester Polytechnic Instituteによる米国での実測例



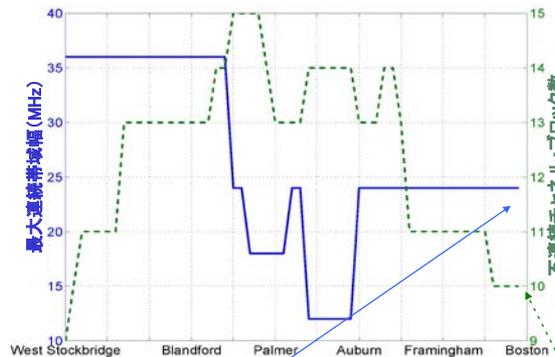
- ◆ 米国マサチューセッツ州の主要幹線道路(I-90)で利用可能なTVホワイトスペースを測定(150マイルの範囲にわたる55カ所の各箇所)
- ◆ 指定範囲内における二次利用可能なチャンネル数やその帯域幅を把握
- ◆ チャンネルを使用する上での制約を把握
- ◆ 都市部と農村部における利用可能な周波数帯の違いを把握



マサチューセッツ州内のI-90で、約2マイルおきに55カ所を選定

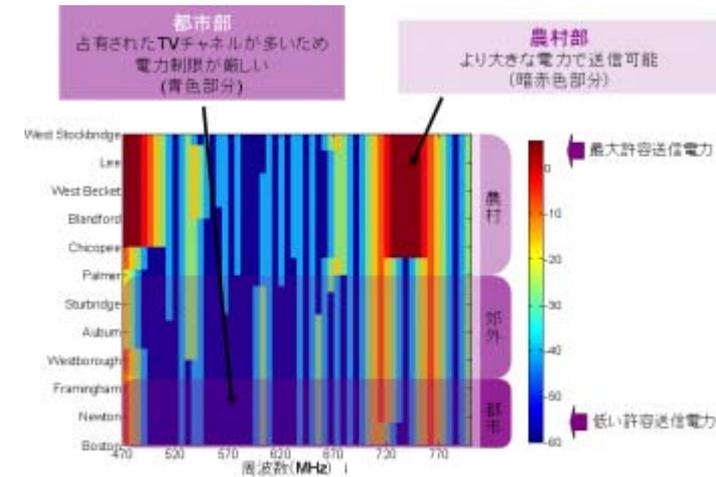


測定装置



ボストンで利用可能な最大連続帯域幅は24 MHz

ボストンで利用可能な不連続周波数帯ブロックの数は10個



二次利用における電力制限

コグニティブ無線技術に特有の課題



◆ 多種多様な無線周波数を切り替えて共用する



一次・二次利用等のための精密な優先度・競合制御が必要

◆ 従来の無線通信システムとは異なり、通信の途中で電波の到達範囲及び伝送レートが変化する

- 電波の到達範囲は、送信電力及び符号化方式が同じであれば、低い周波数では広くなり、高い周波数では狭くなる



ネットワークのトポロジの変化を引き起こす

- より低い周波数に切り替えた場合、類似した周波数特性を持つ帯域幅が狭くなるため、広い帯域幅を確保、活用しづらくなり、伝送レートが変化する



通信品質の変化を引き起こす

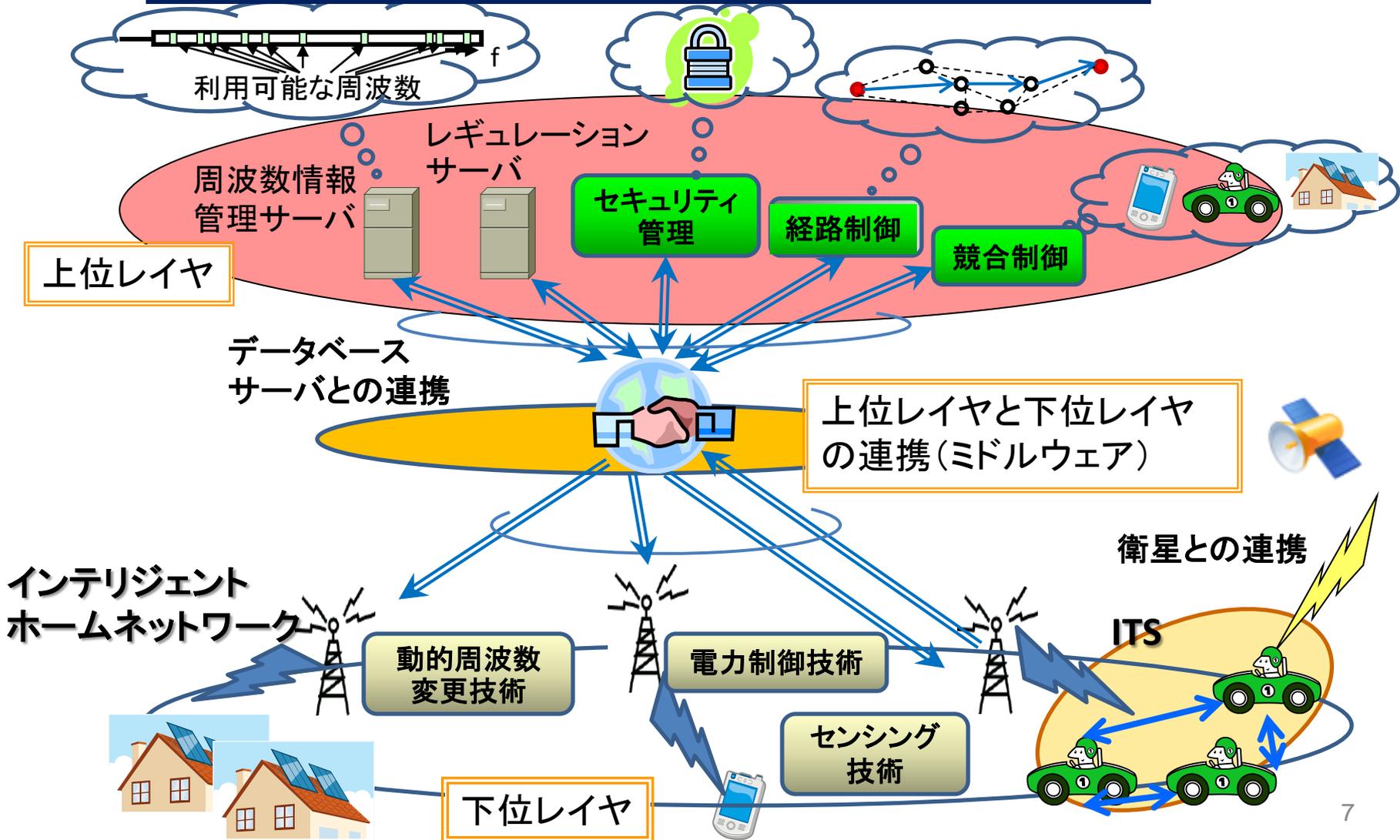


下位レイヤ(物理層、MAC層)に関する物理的条件に加えて、上位レイヤ、ミドルウェアについても技術的条件を検討する必要がある。

コグニティブ無線技術によるシステム構成イメージ



技術的に解決すべき課題は、依然として多い。





ホワイトスペース等の周波数帯へのコグニティブ無線技術の導入
並びにそのための研究開発及び実証実験の実施が重要と考える。

◆ 周波数共用型コグニティブ無線技術による無線通信システム

- リアルタイムで周波数利用状況を把握した上で周波数を共用
- 上位レイヤ(周辺の周波数使用状況の把握、使用すべき周波数の決定、通信経路の制御等)と下位レイヤ(実際の電波の送受信)との連携運用

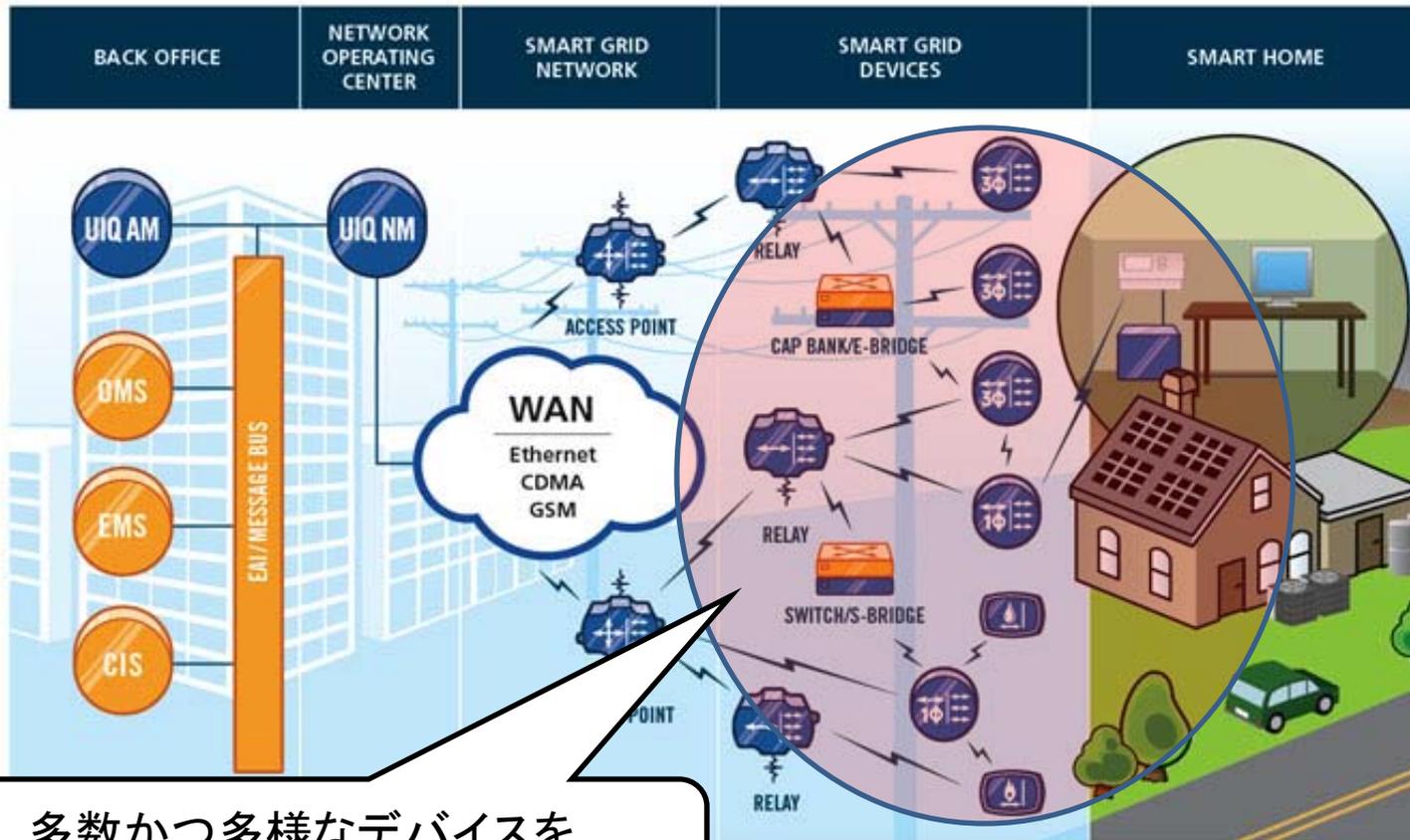
- 上位レイヤ、下位レイヤ及びその両者を連携させるミドルウェアの機能を総合的にとらえた研究開発の推進が必要
- 実証実験を通じて、研究開発の成果である上位レイヤ、下位レイヤ及びミドルウェアの機能が適正であることを確認すべき

- 不要な混信、干渉を防ぐためには、実証実験の結果を受けて、適正な技術基準、運用ルール等を明確化すべき

コグニティブ無線技術による 新たなサービスアプリケーション(1)



例えば、スマートグリッド、インテリジェント・ホームネットワーク



多数かつ多様なデバイスを
コグニティブ無線により柔軟に接続

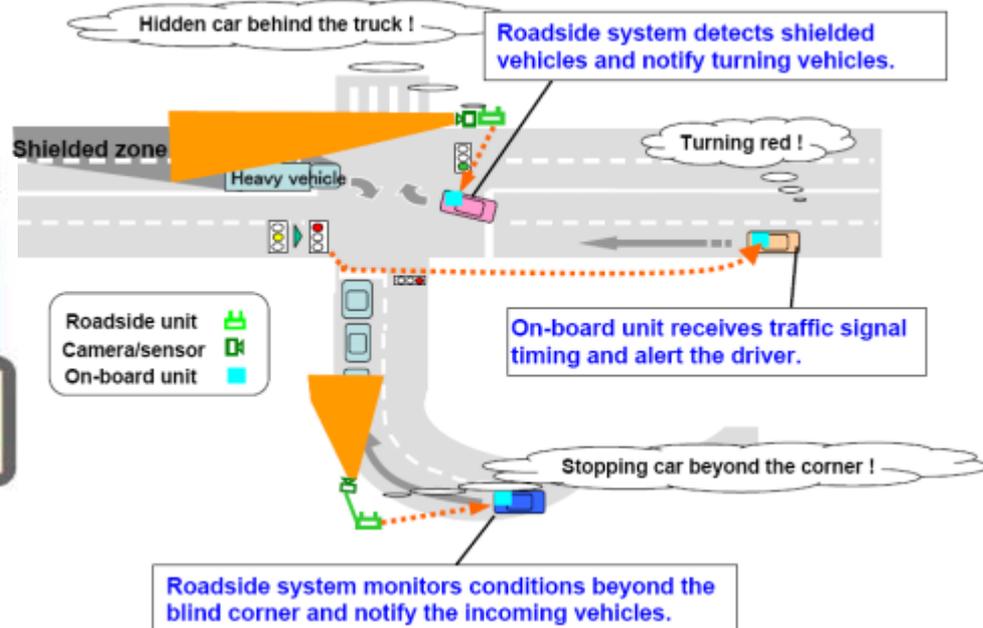
出典: earth2tech
(<http://earth2tech.files.wordpress.com/2008/04/silver-demo.jpg>)

コグニティブ無線技術による 新たなサービスアプリケーション(2)



例えば、次世代ITS

コグニティブ無線により動的に変化する路車間、車車間を柔軟に接続



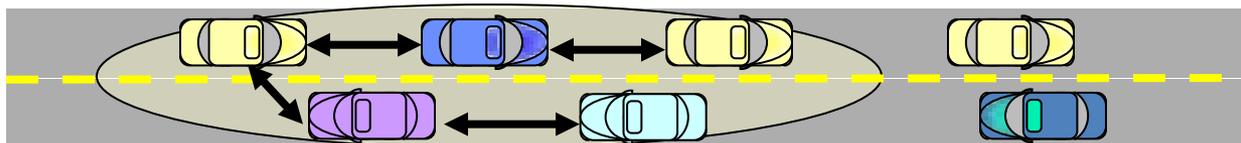
制御サーバ



制御チャネルの
自律作成

位置情報取得

走行車両相互間でのマルチホップ



海外の動向



政府により、グローバルな市場を見据えた実用化への取り組みが進められている。

➤ 米国FCC

- TVホワイトスペースの利用に関して、上位レイヤ、下位レイヤ、ミドルウェアの機能をも勘案して、関連規則を制定(2008年11月)
- 公募プロトタイプのパフォーマンス評価試験を実施(2008年10月)
- 研究開発用の周波数帯(technical “sandbox”)の提供や、周波数データベースの整備、拡張について提言(2010年3月)

➤ シンガポールIDA

- 国の研究機関(I2R: Institute of Infocomm Research)が、ホワイトスペース利用のためのプロトタイプ装置を開発し、米国での公募プロトタイプのパフォーマンス評価試験に参加(2008年10月)
- 上位レイヤ、下位レイヤ、ミドルウェアの各機能の確認を含む公募プロトタイプのパフォーマンス評価試験を計画中(詳細は2010年7月末に発表予定)



- ◆ 近い将来において、WiFiに匹敵するインパクトとなる可能性あり
- ◆ 普及のためには、ワンチップ化までをも視野に入れた研究開発が必要



- ◆ 時間的・空間的に使用されていない周波数を活用する技術の導入は必須
- ◆ 技術的に解決すべき課題は依然として多い
- ◆ 実証実験を通じて、実運用に向けた改善点やシステムの最適化を含む技術的な実現性を多様な条件の下で検証し、これにより適正な技術基準、運用ルール等を明確化することが必要
- ◆ グローバル市場での競争をも勘案する必要あり