

新たな無線技術動向調査の結果について

東京大学先端科学技術研究センター教授
森川 博之

目次

1. 周波数有効利用技術の現状
2. 国内の研究開発動向
3. 海外の研究開発動向
4. コグニティブ無線技術・ソフトウェア無線技術の標準化動向
5. 米国における制度化動向(『国家ブロードバンド計画』含む)
6. 欧州における制度化動向
7. その他諸外国における制度化動向
8. 新たな電波の有効利用技術への期待
(参考)ブロードバンドワイヤレスフォーラム

1. 周波数有効利用技術の現状

主な周波数有効利用技術

- 伝送効率及び収容効率の向上を可能とする技術
(既存の周波数帯内において伝送効率の改善や狭帯域化を図ることにより周波数帯を有効利用するための技術。)
- 高周波数帯の有効利用技術
(現在、利用技術が確立されていない3GHz以上の高い周波数帯を有効利用するための技術。)
- **混信・妨害を軽減または解消する技術**
(混信・妨害を軽減または解消することにより周波数を共用して有効に利用するための技術。)

周波数共用技術

同じ周波数を時間、空間、符号で共用する方法(TDMA、MIMO、CDMA等)や超広帯域の周波数を低電力で共用する方法(UWB等)があるが、**コグニティブ無線技術/ソフトウェア無線技術**を利用した新しい共用の考え方が国際的に注目されている。

コグニティブ無線技術

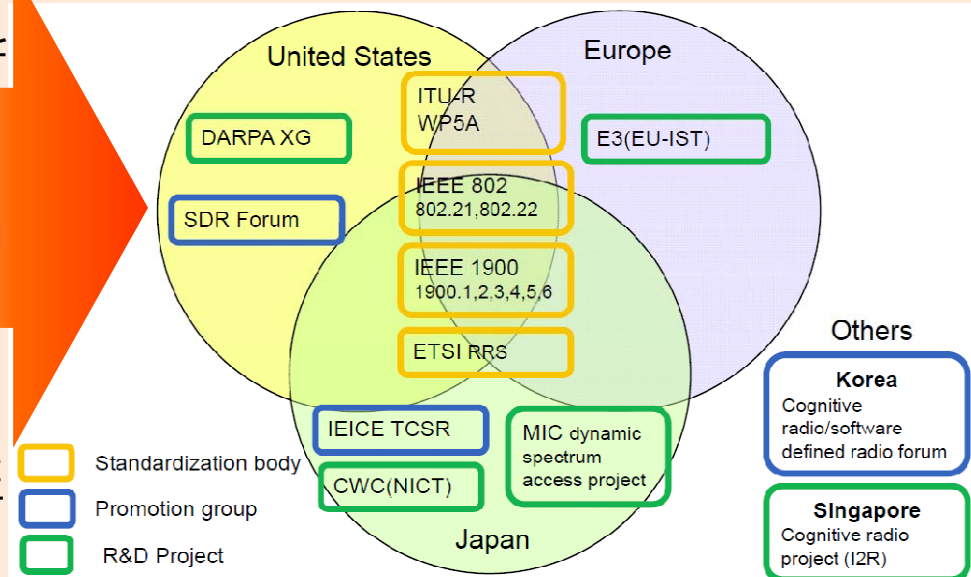
周囲の電波利用環境を適切に把握し、最適な周波数帯、無線チャンネル帯域、変調方式、アクセス方式等を柔軟に選択すること等により、電波利用環境に適応する技術。

- ◆ 一つのシステムにおいて複数の周波数やネットワークを効率的に利用することが可能。
- ◆ 複数のシステムで干渉を避けながら同一の周波数を共用することが可能。

ソフトウェア無線技術

コグニティブ無線技術を実現するうえで核となる無線技術。無線通信システムをデジタル化して、ソフトウェアにより、無線通信システムを書き換え、各種の通信方式や周波数に対応させることが可能。
実用化例: 米国防衛用無線機器、携帯電話基地局、端末設備

国際的に研究開発・標準化活動が活発化



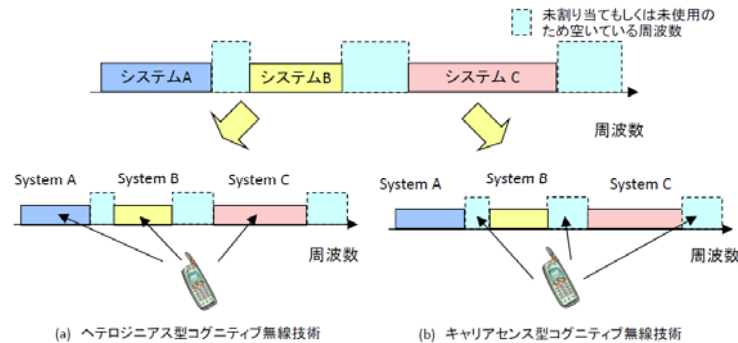
2. 国内の研究開発動向

2

現在の研究開発

コグニティブ無線技術 (NICT、NTTドコモ、KDDI、ソフトバンク等)

- ヘテロジニアス型コグニティブ無線技術
無線通信システムが既存の無線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周波数帯域幅を既存の無線通信システムから確保して通信を行う。
- キャリアセンス型コグニティブ無線技術
無線通信システムが空き周波数、時間帯を認識し、その空き周波数、時間帯を使って必要な周波数帯域を確保し、通信を行う。White Space Approachと呼ばれる方法。



ソフトウェア無線技術 (NICT)

- コグニティブ無線技術の基礎として開発
- ソフトウェア無線技術の応用事例として開発
高度道路交通通信用のソフトウェア無線機の開発
(PHS、ETC、GPSを統合した無線機など複数のモードを同時に運用可能。)
衛星搭載用ソフトウェア無線機の開発
(10~15年の耐用年数である衛星をソフトウェアによって通信技術の進歩に対応可能。)

今後の技術課題

- ホワइटスペースの利用の高度化を実現するための新たな無線技術の研究開発
ひっ迫した周波数帯における地域的・時間的・空間的な周波数のさらなる高度な利用を実現するための無線技術の研究開発が必要。

IEEEにおける標準化活動に反映

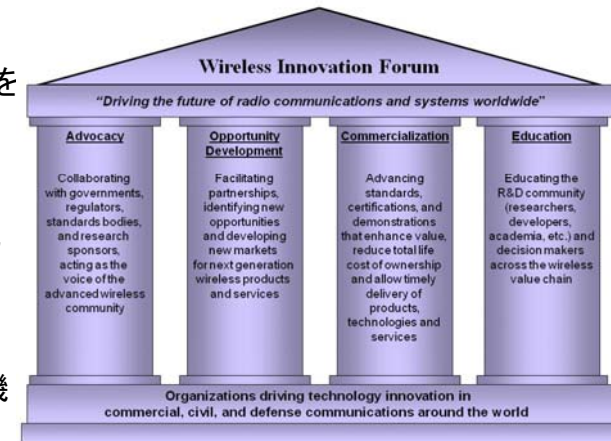
- 研究結果をIEEE1900.4の標準に反映
- IEEE802.19で現在作成中の標準規格全般にわたり、研究結果を提案

標準化活動に貢献

3. 海外の研究開発動向

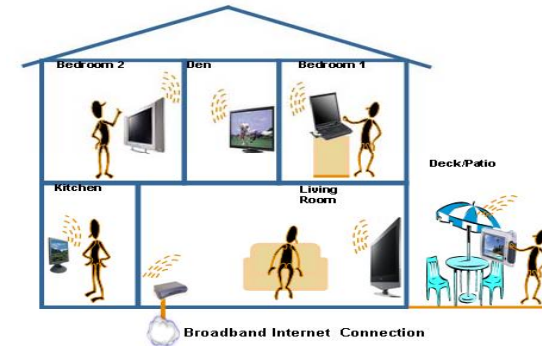
SDRフォーラムにおける研究開発

- 1996年に設立した米国の非営利公益法人。
- ソフトウェア無線技術、コグニティブ無線技術等の次世代無線通信技術を推進することを旨とする母体。
- 構成員は、欧米・アジアのメーカー、無線通信サービスプロバイダー、ネットワークオペレーターなど102者(2007年末時点)。
- これまでに、ソフトウェア無線技術の標準仕様(5件)、ソフトウェア無線技術の市場や規制についての調査レポート(16件)、FCCや他の標準化団体等への意見・勧告文書(22件)を発表。
- 2009年12月、ソフトウェア無線技術が初期の市場投入期から市場拡大期に入ったと判断し、Wireless Innovation Forumに改名。新しい活動方針を①普及支援運動、②市場機会拡大、③商業化、④教育の4本柱に変更。



COGNEAにおける研究開発

- 2008年に設立した米国の団体。
- TVホワイトスペースで使用可能な小電力・携帯型のコグニティブ無線機器を推進することを目指す母体。
- ボードメンバーは、ETRI、サムソン電子、HP、Philips、TI。
- 2009年にICT関連の標準化団体ECMAと協力して、TVホワイトスペース機器の標準を作成。右図のような家庭内ブロードバンドシステムを提案。



EUのE3プロジェクトにおける研究開発

- EU域内の雇用増加と競争力強化を目指した研究開発支援制度(FP7)の1つ(2007年~2013年)。EUが研究資金の50%まで援助。
- 複数の無線通信システムを最適に利用するシステムを実現するため、次世代無線システム(B3G)において、現在及び将来の無線通信システムとコグニティブ無線システムの拡張性の高い統合を目指す。
- 研究項目:動的に無線環境の変化に自動対応できるコグニティブ無線システムの開発
コグニティブ無線システムによるネットワーク運用と再構成効率の運用の向上を図るための研究開発 等

4. コグニティブ無線技術・ソフトウェア無線技術の標準化動向(1) 4

ITU(国際電気通信連合)

世界無線通信会議2007(WRC-07)において、**ソフトウェア無線システムとコグニティブ無線システムの導入に伴う規制事項及び関連事項について検討**することをWRC-11の議題として決定。

【現在の検討状況】

- ソフトウェア無線システムやコグニティブ無線システムの**位置づけ**に関する見解
これらは、あらゆる無線通信業務において周波数有効利用を実現する技術であるが、無線通信業務そのものではなく、これらに周波数を分配することはない。
- 今後のコグニティブ無線システムの**導入に向けた検討**
コグニティブ無線システムの利用に関する無線通信規則への反映方法について、いくつかの方法を検討中。

標準仕様について提案

ETSI(ヨーロッパ電気通信標準化協会)

- 1988年にヨーロッパ圏の電気通信における標準仕様を策定するために設立された標準化団体。ヨーロッパ各国の官公庁、電気通信事業者、メーカー、研究機関等から構成。
- **2008年にコグニティブ無線システムに関する委員会 TC RRS : Reconfigurable Radio Systemsを立ち上げ**。
 - ・ 最初の2年間は予備調査の期間として、標準が何についてどのように定めるべきか、といった、根本的な検討を行っている。
 - ・ 本委員会の活動は、ECの研究フレームワークであるFP7からサポートを受けている。

IEEE(米国電気電子学会)

- 1963年にアメリカ電気学会と無線学会が合併し組織された非営利の専門機関。本部はアメリカにあるが、会員は世界各国に及び、世界最大の学会。論文誌の発行のほか、主な活動として標準化活動を行っている。
- 現在、**IEEE SCC41でコグニティブ無線技術を用いた通信システム実現のうえで必要となる共通の要素技術に関する標準仕様の検討**が行われている。一方、FCCによるTV放送波のホワイトスペース開放決定を受け、**IEEE802の複数の会合において、FCC基準を踏まえたTVホワイトスペースにおける通信システムに関する標準仕様の検討**が進行中。
※ IEEE802における議論がFCC基準を踏まえたものとなっている理由は、IEEEは原則として既存の基準に則った議論を行うこととしているためであり、今後、他国でホワイトスペースに関する基準が策定されれば、これも踏まえた議論が行われることが予想される。

4. コグニティブ無線技術・ソフトウェア無線技術の標準化動向(2) 5

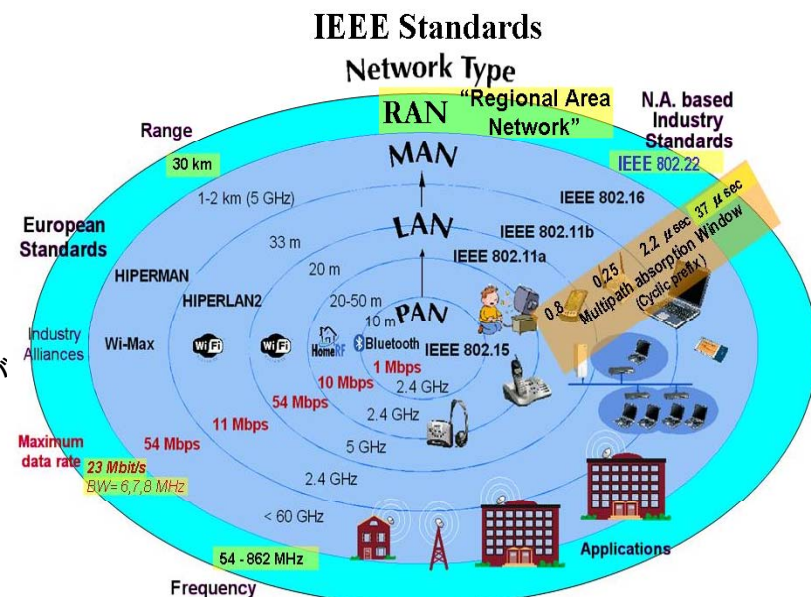
IEEE(米国電気電子学会)

IEEE SCC41

- 2005年にコグニティブ無線システムの実現のうえで必要となる共通の要素技術の標準仕様を策定することを目指している。現在は、アーキテクチャやネットワーク上で直結されている機器間の通信方式の標準化について作業中。
- NICTが議長を務めており、日本からはメーカー等の参加者も多く、議論を牽引。
- IEEE1900.1 → 2008年に用語の定義に関する標準化作業終了。
- IEEE1900.2 → 2008年に許容できる干渉量を分析するための方法に関する標準化作業終了。
- IEEE1900.3 → 標準化に至らず解散(当初は動的周波数割当てを行う無線機器の認定方法に関する標準化を目指していた。)
- IEEE1900.4 → 2009年2月にコグニティブ無線ネットワークの基本アーキテクチャに関する標準化作業終了。
2009年3月に、この標準を改正する1900.4aが設置され、ホワイトスペースにおけるコグニティブ無線ネットワークについても検討が開始。2011年頃に標準化を目指す。
- IEEE1900.5 → ネットワークと端末で交換する情報の仕様に関する標準化に向けて検討中。2010年頃に標準化を目指す。
- IEEE1900.6 → スペクトラムセンシングの仕様に関する標準化に向けて検討中。

IEEE 802

- 無線ネットワークの通信エリアの範囲に応じて作業部会が設置されており、それぞれのネットワークにおける通信技術の標準仕様について検討が行われている。
- 802.11(LAN(半径100m程度)における通信技術の標準仕様について検討。)
2010年1月に802.11.afが設置され、FCC基準を踏まえた検討が開始。2011年頃に標準化を目指す。NICTがセクレタリを務める。
- 802.22(RAN(半径10km程度)におけるホワイトスペースを利用した固定通信システムの標準仕様について検討。)
802の作業部会の中でいち早く、FCC基準を踏まえた検討が開始されたが未だ標準化に至っておらず、標準化時期は未定。
- 802.19
802の作業部会の共通事項について検討する場であり、2010年1月に802.19.1が設置され、FCC基準を踏まえたシステム間の共存方式の共通仕様等についての検討が開始。2013年頃に標準化を目指す。NICTが議長を務める。



5. 米国における制度化動向(1)

連邦通信委員会(FCC)は、2008年11月4日、テレビジョン放送用の周波数帯域のうち、未利用の周波数(いわゆるホワイトスペース)において、ブロードバンド通信用の無線機器の利用を認める命令(Order)を採択。

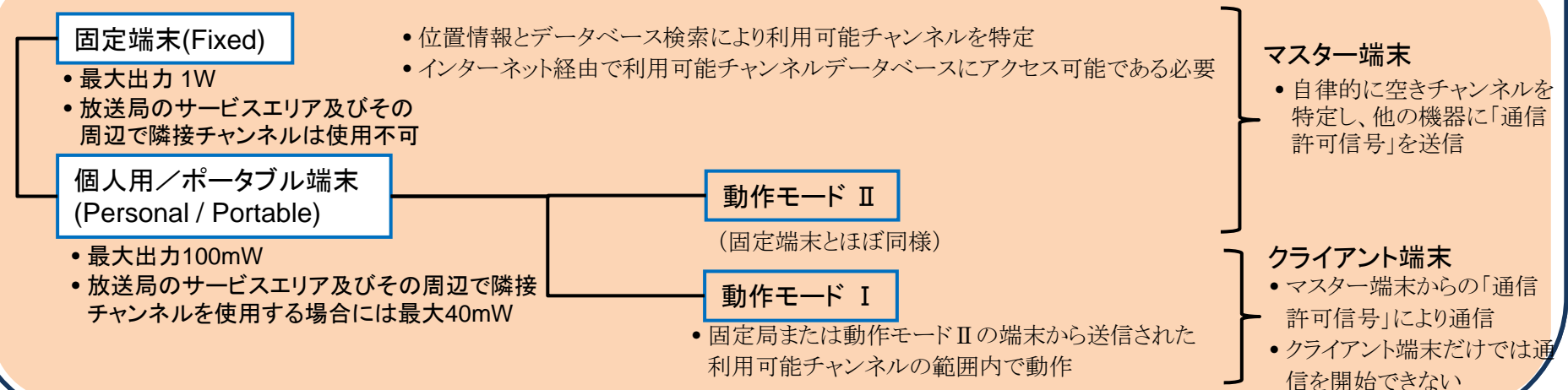
1. 経緯

- ホワイトスペースのブロードバンド通信への開放について、グーグル、マイクロソフト、モトローラ、デル等IT系大手企業は、FCCにルール化を要望。これを受け、FCCの中立的な監督の下、混信回避技術の有効性検証実験を繰り返し実施。
- これに大使、テレビ業界、ワイヤレスマイク利用者等は、混信妨害のおそれを指摘してホワイトスペース利用に反対。推進派及び反対派の激しいロビー活動を経て、2008年、FCCが命令を採択。

2. 命令の概要

- ホワイトスペースにおいて、**二次的な利用(テレビジョン放送に優先権あり)を条件**として、**免許不要**により、個人向け・商業向けのブロードバンド通信を行う無線機器の利用を認める。
- 無線機器は、①**位置の把握機能**、②**インターネットを通じたデータベースのアクセス機能**及び③**キャリアセンス機能**を具備しなければならない。(キャリアセンス機能のみを具備する無線機器も認められるが、より厳格に審査する。)
- 無線機器は、上記機能について、**FCCIによる機器認証**を受けなければならない。認証に際して、室内試験及び実地試験を一般公開で行い、試験結果はパブリック・コメントにかける。
- FCCは、ホワイトスペースを利用する無線機器について、厳格な市場監視を行う。違反機器については回収命令等の監督を行う。

【ホワイトスペース機器の区分】



5. 米国における制度化動向(2)

3. 最近の動向

フィールド実験の実施

FCCは、ホワイトスペース利用に関する技術検証の一環として、試験免許を付与。

【事例①】Claudville, Virginia州(人口約900人、山間の森林地帯の村。2009年7月に初めて高速インターネットサービスが開通。)

- ベンチャー企業Spectrum Bridgeと財団Telecommunications Development Fund(TDF)が試験的なサービスを実施。
- TDFが設置したコンピューターラボからホワイトスペースを利用したブロードバンド通信により、学校、カフェに設置したWiFi等に接続。
- 帯域幅2MHz、伝送速度最大2Mbps、平均速度700kbps~1Mbps。
- 2009年10月から18ヶ月間の提供予定。

【事例②】Wilmington City, New Hanover County, North Carolina州(人口約10万人、地方の中核都市。)

- ベンチャー企業Spectrum BridgeがWilmington市にある無線通信システム会社のTV Band Service LLCと協力して試験的なサービスを実施。
- 市内3箇所にホワイトスペースの基地局を設置し、光ファイバーに接続して、公園内の公衆WiFiアクセスのネットワーク、大通りの交通監視ビデオモニターのネットワーク、水質などの環境監視モニターのネットワーク等に利用。
- 将来的には、公立学校のWiFiアクセス、自宅療養中の患者をモニターする遠隔医療に利用される計画。
- 2010年2月から18ヶ月間の提供予定。

データベース管理者の募集の実施

FCCは、2009年11月、データベース管理者を公募する公示を実施。

【データベース管理者の条件】

- FCCのデータベースからデータを取得・蓄積し、少なくとも1週間に一度はFCCのデータベースと照合すること。
- 固定局の放送局など混信からの保護の対象となる既存の無線局を登録していること。
- 5年間はサービス提供し、データベースの誤りについて申し出があった場合には、適切な対応をとること。 など

【募集にあたりデータベース管理希望者が示すべき内容】

- データベースを5年間運用するためのビジネスプランや手数料徴収プロセス
- データベースの機能(データの保管方法、利用可能チャンネルの決定方法など)
- データベースの運営体制 など

今後、FCCにおいて具体的な技術基準の策定やデータベースの構築を含む作業が必要。

※ 2010年3月にFCCが議会に提出した「国家ブロードバンド計画」においても、TVホワイトスペースに係る手続について早急に結論を得るべき、とされている。

5. 米国における制度化動向(3)

連邦通信委員会(FCC)は、2009年3月16日、法律に基づき、『**国家ブロードバンド計画 Connecting America : National Broadband Plan**』を議会に提出。

本計画第5章において、ワイヤレス・ブロードバンドは今後10年間にわたって米国のイノベーションにとって重要な土台になるとして、米国周波数政策は、ワイヤレス・サービスの提供する新たな手法に対応できるよう改革が必要としている。計画における主な勧告は以下のとおり。

1. モバイル・ブロードバンド向けに新たな周波数を確保

- 世界一のモバイル・ブロードバンド・ネットワークの構築を目指し、**今後10年で500MHz幅をモバイル・ブロードバンド向けに新たに確保。**
- うち300MHz幅については、今後5年以内で新たに確保。
(300MHz幅の内訳:放送TV帯120MHz幅、移動衛星周波数帯90MHz幅など)

2. 周波数割当てに関する一層の透明性の確保

- オンライン上で周波数帯域や免許の状況を確認できる「Spectrum Dashboard」を創設。
- 周波数の利用状況について測定する手法を作成。
- 周波数割当てに関する3年ごとの評価を含む戦略的周波数計画を継続。

3. 周波数再分配に向けたインセンティブの更なる付与

- インセンティブ・オークションを導入(既存免許人が周波数割当てに係る権利を返上し、当該周波数帯域のオークション収益の一部を受け取るスキーム)。
- 周波数移行に係る財政的支援や周波数使用料賦課の整備。

4. 周波数利用の柔軟性の拡大

- 周波数共用の拡大を可能とするための規則改正。
- 今後10年以内に全国規模の周波数帯について免許不要での利用向けに開放。
- TVホワイトスペースに係る手続の早期決定。
- 周波数アクセスを向上させるための研究開発を強化。

5. その他(計画第5章以外)

- 「モビリティ基金」を創設し、モバイル・インフラの構築支援(支援は1回限り)。
- 700MHz帯公共安全ブロードバンド・ネットワークを構築。

6. 欧州における制度化動向

欧州

2008年6月、CEPT(欧州郵便・電気通信主管庁会議)では、EC(欧州委員会)の要請を受け、TVホワイトスペース利用に関する技術レポートを公表している。

【レポート概要】

- ホワイトスペースにおけるアプリケーションやサービス利用は、一次利用のサービスに対して非干渉/非保護の原則(他の無線局へ干渉を与えず、かつ、他の無線局から保護されないこと)の中で、かつ、限られた地域/時間であれば可能である。
- コグニティブ無線による周波数共用は、いまだ十分に実証されたものではなく、有効性を判断する段階ではない。周波数の共用、とりわけ、放送、PMSE(Program Making and Special Events)等との共用については慎重に検討する必要がある。
- 欧州の環境におけるコグニティブ無線機器の使用を判断するには時期尚早である。
- 現時点におけるCEPTの考えは、いかなるホワイトスペースアプリケーションでも、非干渉/非保護の原則の中で使われるべきという点である。
- ホワイトスペースにおけるコグニティブ無線機器を利用可能とするために、このフレームワークの中でさらなる検討が必要となる。

英国

2007年12月、英国情報通信庁(Ofcom)は、「Digital Dividend Review」を発表し、TVホワイトスペース(Interleaved Spectrum)の利用を認める考え方を示し、免許制の下、オークションを実施。しかし、既存事業者等が落札したため、新サービスの参入には至らなかった。

続いて、2009年7月、Ofcomは、「Digital Dividend: Cognitive Access」を発表し、TVホワイトスペースにおける免許不要のコグニティブ無線機器の利用を認める考え方を発表。

しかし、TV放送用周波数の一部を通信ブロードバンド用に割り当てるという他の欧州諸国と協調することとしたため、TVホワイトスペースとして使用可能となる周波数や地域が変わってくることから、現在、改めて検討中。

【Digital Dividend: Cognitive Access 概要】

- 既存の放送局とワイヤレスマイクに有害な干渉を与えないという条件で、免許不要局を認めることが望ましい。
- 無線機器は、①周波数検知機能(spectrum-sensing)、データアクセス(geolocation)の機能を具備しなければならず、欧州の型式認証(type approval)と呼ばれる事業者自らがテストを行うプロセスを適用し、Ofcom自体はテストを行わない。
- 実用化にあたっては、欧州や海外の動向を踏まえてからとすることが望ましい。

7. その他諸外国における制度化動向

カナダ

2006年6月、カナダ産業省(Industry Canada)は、TVホワイトスペースにおけるRemote Ruralエリア向けのブロードバンドサービス(Remote Rural Broadband Service, RRBS)について、免許制の下で認めることを発表。2010年3月に制度化。

【概要】

- 免許制の下、放送用の使用を優先し、RRBSは二次的(Secondary base)に運用。
- 既存のブロードバンドインフラ(DSLやケーブル等)がないRemote Ruralエリア(人口密度が100,000人/半径50km未満のエリア)だけに導入。
- PtoMPの固定サービスに限定。
- マルチアクセスは、FDDまたはTDDにより、高出力システム(500W EIRP)でエリア半径30km程度。
- 人口の集中するところから十分に離隔をとり、既存及び将来の放送サービスに制約を与えないことを確保。
- 免許期間は1年(更新可能)。

シンガポール

2010年4月、シンガポールのICT研究開発を推進する公的機関であるiDA(info-communication Development Authority)がTVホワイトスペースにおけるサービス・トライアルを行うことを発表。7月まで実施主体を公募。

【概要】

- 既存のサービスに干渉を与えずにTVホワイトスペースが利用可能か検証するために実施。
- 試験期間は6ヶ月。(2010年7月30日に正式に発表予定。)
- 出力 100mW以下(ただし、隣接チャンネルは2.5mW以下、隣々接チャンネルは50mW以下)
- 帯域幅 8MHz単位
- 以下の5箇所の地域内で実施。
 - Kranji Carpark (Singapore/Malaysian Coast)
 - Marina South Pier (Singapore/Indonesia Coast)
 - Opposite Beauty World (Mitigation near broadcast tower)
 - Cairnhill Carpark (Dense urban environment)
 - Science Park II (In-building environment)

8. 新たな電波の有効利用技術への期待

2009年7月、新たな電波利用システムやサービスの実現によって、新産業を創出し、我が国の社会的問題の解決につなげるという観点から、その実用化や国際展開を加速化させる母体として、産官学一体の「**ブロードバンドワイヤレスフォーラム**」が設立。

2010年3月、新たな電波の利用システム実現に向け、無線通信技術の動向・標準化調査や技術の整理分析を行い、推進すべき研究開発課題がとりまとめられたところ。

新たな電波利用システムによる効果	研究開発課題
<p>ブロードバンドワイヤレス分野</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ギガビットクラスを超高速携帯電話通信サービス ● HDTVを超える超高精細スーパーハイビジョン放送 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・携帯電話システムの超高速化・高度化技術(超高速化、小型化、低消費電力化技術、フェムトセル技術) ・周波数有効利用を実現する技術(コグニティブ無線技術) ・21GHz帯衛星放送によるスーパーハイビジョンシステム技術(技術降雨減衰補償技術、広帯域伝送技術) ・高耐性大容量モバイル地上放送システム技術 ・次世代移動体衛星ブロードバンドシステム技術(フレキシブルペイロード実現技術、衛星/地上共用技術) ・地球環境の常時モニタリングサービス技術 等
<p>家庭内ワイヤレス分野</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 家電機器へのワイヤレス電源供給によるコンセントフリー住宅 ● 家庭でのTVとレコーダーの間のケーブル等がワイヤレス化 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ミリ波高速無線通信技術、ミリ波とマイクロ波の協調システム技術 ・ミリ波帯集積回路技術 ・デジタル家電向け非接触電力伝送技術 ・家電向け無線電力伝送技術 等
<p>安心・安全ワイヤレス分野</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 車車間通信等により交通事故を回避 ● 災害現場等の映像情報を機動的に伝送できる公共ブロードバンドシステムを実現 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・端末間ネットワーク構築のためのマルチホップ技術、メッシュ伝送技術 ・広域化技術、多端末収容技術、小型化及び低消費電力技術 ・車車間、路車間通信技術 ・マルチモーダル車載情報システム技術 ・VHF帯公共ブロードバンド通信技術、ミリ波帯移動体通信技術 等
<p>医療・少子高齢化対策分野</p> <ul style="list-style-type: none"> ● カプセル型内視鏡により患者の身体的負担を軽減 ● 介護等における高齢者支援ロボットサービスの実現 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・インプラントBAN、ウェアラブルBANを実現する無線ネットワーク技術 ・小型・低消費電力技術 等 ・情報の構造化技術(屋内環境スペクトルセンシング技術、環境・人・荷物・環境情報構造化技術) ・スケジューリング・制御・連携技術(マルチレイヤーリソーススケジューリング、アクセスポイント技術) 等
<p>インテリジェント端末分野</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 臨場感通信によりどこでもリッチなエンターテイメントサービスを楽しむ 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・コグニティブ無線技術 ・超高速・超多元接続技術 ・超高速・低遅延通信技術 ・超臨場感情報記録技術・音響技術、画像圧縮・音声符号化技術 等

概要・背景

- 今後、新たな電波利用システムやサービスの実現により、新産業が創出され、我が国の社会的問題の解決につながると期待。
- 新たな電波利用システムやサービスの実用化・実証実験及び国際展開を加速化させる母体として「**ブロードバンドワイヤレスフォーラム**」が設立。

検討内容

- プロジェクト推進分科会
新たな電波の利用システムは下記の5つの分野に整理され、各分野の無線通信技術の動向・標準化調査、技術の整理分析、推進すべき研究開発課題、普及シナリオ、技術ロードマップなどが検討された。
 - ① ブロードバンドワイヤレス分野
 - ② 家庭内ワイヤレス分野
 - ③ 安心・安全ワイヤレス分野
 - ④ 医療・少子高齢化対応分野
 - ⑤ インテリジェント端末分野
- テストベッド運用分科会
YRPの既存及び今後整備予定のワイヤレステストベッドの運用方針等を検討
- 社会実証分科会
社会実証の方法、イベント、フォーラムの周知広報活動等を検討

体制図

ブロードバンドワイヤレスフォーラム総会

設立 : 平成21年7月

会長 : 土居 範久(中央大学) 副会長: 村上 輝康(野村総合研究所)

参加者 : 123者(電気通信事業者、メーカー、大学、研究機関等)

運営委員会

委員長: 大森 慎吾(CTIF日本研究所所長)

企画・戦略部会

部会長: 森川 博之(東京大学)

プロジェクト推進分科会

ブロードバンドワイヤレスプロジェクトAd-hoc

家庭内ワイヤレスプロジェクトAd-hoc

安心・安全ワイヤレスプロジェクトAd-hoc

医療・少子高齢化対応プロジェクトAd-hoc

インテリジェント端末プロジェクトAd-hoc

テストベッド運用分科会

社会実証分科会