

VHF/UHF帯電波有効利用作業班
自営通信システムグループ

ヒアリング附属資料

平成19年2月9日

■ヒアリング附属資料一覧

提案No.	資料名等
1	VHF/UHF帯電波有効利用作業班 自営通信システム（公共業務用ブロードバンド無線システム）附属資料
2	（無）
3	附属資料 (03)提案 防犯・防災・災害・観測用映像伝送システム
4	附属資料：提案04
5	ヒアリングプレゼンテーション作業班課題報告書
6	附属資料：提案6「ルーラル地域向けブロードバンド無線アクセスシステム」
7	（無）
8	（無）
9	自営通信システム(9)提案：センサーネットワーク
10	（無）
11	（無）
12	附属資料 <自営通信システム> (12)提案：周波数共用型の高信頼性ブロードバンド・ワイヤレス・システム
13	自営通信システム (13)提案：業務用無線統合プラットフォームと業務用無線に適した網運営を導入したシステム
14	（無）
15	（無）
(16)	（無）

VHF/UHF帯 電波有効利用作業班
自営通信システム(公共業務用ブロードバンド無線システム)
付属資料

2007年 2月 1日

- 我が国は、地震・津波等の大規模災害に加え、台風や豪雨・豪雪など 世界的にも有数の災害多発地域としての特性を有する。また、近年は、テロや国際紛争の危機への迅速・適切な対応を含め、安心・安全な社会の実現に対する国民的意識が急速に高まっている。
- 災害発生時には、状況に応じ、災害対策機関（警察、消防、防災、水防・輸送等のライフライン所管機関）を中心に、被災状況の把握、住民向け情報提供、避難・誘導、復旧・支援等の対応を迅速かつ効率的に行うことが重要。そのための通信手段として、陸海空・山間地を問わず利用可能なシステムが必要であり、これらの機関が使用する公共用無線システムは不可欠なインフラとしてその役割が極めて重要となっている。また、携帯電話は災害時等での通信輻輳の課題があり、公共用途での専用の周波数・システムの確保が必要不可欠である。
- 災害時において必要とされる情報は、音声のみならず、詳細な被災状況、救難・応急活動の状況、避難所の状況等多岐に渡っている。その一方で、災害対策機関の多くは、音声系主体の狭帯域の無線システムを中心としており、映像を災害対策本部に伝送できるシステムを有している機関であっても、使用している周波数の特性から地上を移動しながらの映像伝送や現場の部隊に映像を送信することはできない。また高速のデータ通信に対応した通信手段を有していない。

- このため、災害関係機関等のユーザーからは、被災地と災害対策本部や関係機関間での迅速かつ機動的な災害情報を伝達・共有するため、移動体向けの動画伝送やIPネットワークとの親和性が高いアプリケーション等、IPをベースとしたブロードバンド無線システムの早期導入の実現に向けた強い要望が出されている。

＜「安心安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」報告（案）・・・総務省開催（H18.2～）等＞

- 当該システムに必要とされる具体的な性能要件としては、以下のとおりであり、実現には、新たな周波数帯域の確保が必要となる。

- (1) 音声・データ・画像情報等のリアルタイム伝送
- (2) 災害・緊急事態発生時等に輻輳の影響を受けない非常通信路の確保、通信の即時・確実な接続性、高信頼性
- (3) 都市部のみならず、ルーラル／山間部／離島等の広域エリアへのサービス、固定地点・移動体間のシームレスなサービスの提供
- (4) グループ通信／一斉同報通信等の公共自営通信に必要な各種通信サービスの提供

● 以上の様なシステムの性能要件が求められているが、各ユーザー毎に個別にシステム構築されている現行の公共用無線システムの帯域での周波数再編等では、ブロードバンドシステムの実現は不可能であり、新たな帯域の割当が不可欠なものである。

(1) 既存の公共無線システムは、音声中心のナローシステムであり、ブロードバンドサービスには全く対応していない。

(2) 移動体による高速伝送手段の利用ニーズは、前述のとおり以前から数多くあったが、狭帯域で離散した既存の周波数割当ベースでは、これに対応できるシステム構築は実現できなかった。

(3) 既存システムの割当周波数帯域内でのチャンネル再編やシステムの高度化では、広帯域なチャンネル確保はできず、近年の高度な情報通信技術をもってしても、ブロードバンドサービスは実現できない。

(4) 周波数は、必ずしもアナログテレビ放送周波数帯（170-222MHz）でなくともよいが、公共ブロードバンドシステムに効率的なチャンネル割当を行えるような、まとまった帯域は本周波数帯を除いて他にない。

1. 帯域の共同利用によりスペクトラムを効率よく使う方法を検討する。
共同利用スキームには、主な方策として2通りの考え方がある。

(1) インフラ共同管理方式 ⇒ 複数の機関が共同でインフラ構築・運用を行う。

(2) 置局協定方式 ⇒ 各機関が個別にインフラ構築・運用を行う。

但し、各機関間の干渉を抑制するために予め各機関が置局協定を結び、極力同一場所に基地局を建設する。

(インフラ・運用投資に重複がありコスト的には不利)

2. 公共業務のトラフィックは時間的・空間的に均一ではないので、次の様な有効利用策を検討する。

<トラフィック量>

密

疎

<空間的>

小中ゾーン化

大ゾーン化

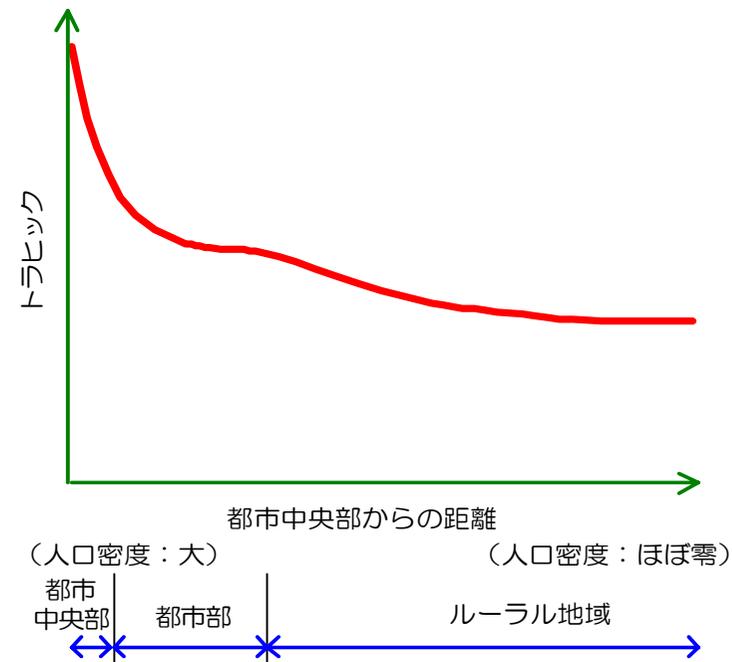
<時間的>

通信統制

他用途への一時割当

● 公共業務用ブロードバンド無線システムで想定される通トラフィックの分類

		空間的（地域的）		
		都市中心部	都市部	ルーラル地域
時間的	緊急時	非常に高い	高い	高い
	通常時	高い	通常	低い



- 今回、都市部での官公庁・自治体関連のパブリックセーフティ用途の通信トラフィック(通常時、緊急時)を基に、必要周波数を試算した。

- 個別にシステム構築した場合に比べ、共同利用した場合には、ある程度のトラフィック分散が生ずることを計算に織り込むことで、非常時で20～30%の所要周波数帯域幅の抑制が見込まれる。
(ITU-R M.1390で、非常時トラフィック集中度0.5として計算)
- 現在、以下のような所要周波数帯域幅が必要と見込まれている。今後の画像／データ圧縮技術やトラフィック制御技術の進歩、優先通信・統制制御、さらには、置局密度のUPを踏まえても、VHF-H帯域の52MHz幅が全て必要と考える。

【 所要周波数帯域幅試算値 (MHz) 】

警察	消防・救急	防災・道路・水防	個別合計	共同利用時
31.25	18.75	25	75	55

以下の様なシステム基本要件案を基に、VHF帯で導入・実現するための十分な技術的検証（電波伝搬データ等の取得試験等）を実施し、最適なシステムパラメータや仕様を決定する予定

<通信方式・アクセス方式>

- 各基地局の通信エリアは大ゾーンを前提
- OFDM系の通信方式を検討
- マルチチャネルアクセス方式を採用し、複数ユーザーでの共同利用を可能とする。
- 無線区間はPHY/MAC層内での（機関毎に固有の）暗号化により、傍受・誤配信等を防止する。
- IPネットワークとの接続はVPN等を利用し、相互分離でセキュリティを確保する。

<周波数リソース配分の考え方>

- 非常（高トラフィック）時は、ユーザー毎の保証帯域範囲内でのチャンネル割当を行い、通常（低トラフィック）時は、帯域規制を緩和

- 公共用無線システムは、災害対策、消防・救急、治安維持、ライフライン管理等をはじめ安全・安心な社会を実現するために不可欠な社会インフラとして極めて重要な役割を果たしている。
- 公共ブロードバンドシステムが導入されれば、音声主体の通信しかできなかった従来の無線システムに比べて次の様なメリットが考えられ、迅速・的確な災害対応、効果的な復旧・支援活動の実施に飛躍的な効果を生み、安全・安心な社会の実現に大きく寄与できることが期待される。

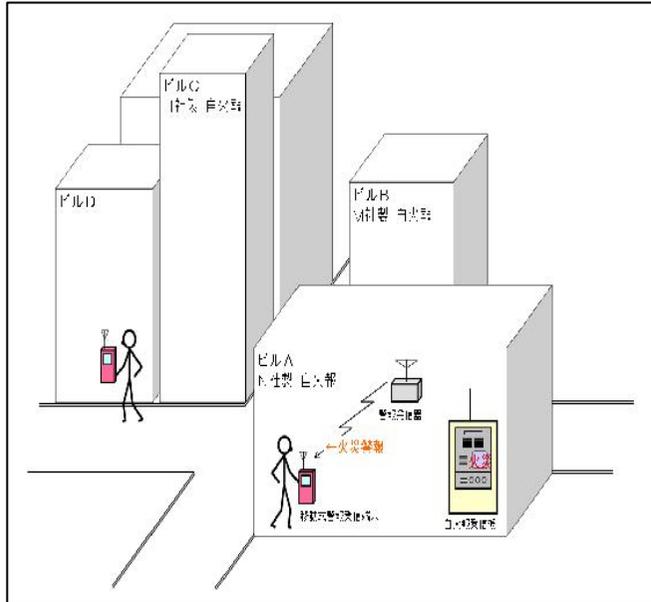
<導入効果・メリット>

- (1) 映像による災害の発生・被害状況の詳細な把握、関係機関での情報のリアルタイムでの共有が可能。
- (2) 当該情報に基づき、災害関係機関相互の連携・応援による的確な復旧・救援体制が確立。迅速で効率的な対応が可能となる。
- (3) これにより、被災による犠牲者、負傷者数の低減、被災家屋等や生活インフラの早期復旧が可能となり、被害の最小化と早期復旧による経済的効果の創出が期待される。

- 日本国内においてVHF-H帯域での公共業務用ブロードバンド無線システムが実現されれば、この周波数帯域で地上デジタルTV放送の導入計画等がない国（アジアでは中国、台湾、シンガポール等）や同帯域に近接する周波数帯で移動業務への割当を行っている国（多数存在）等に対し同様システムの導入提案を推進することにより、これら諸国におけるパブリックセーフティに関し国際貢献を果たすことができる。

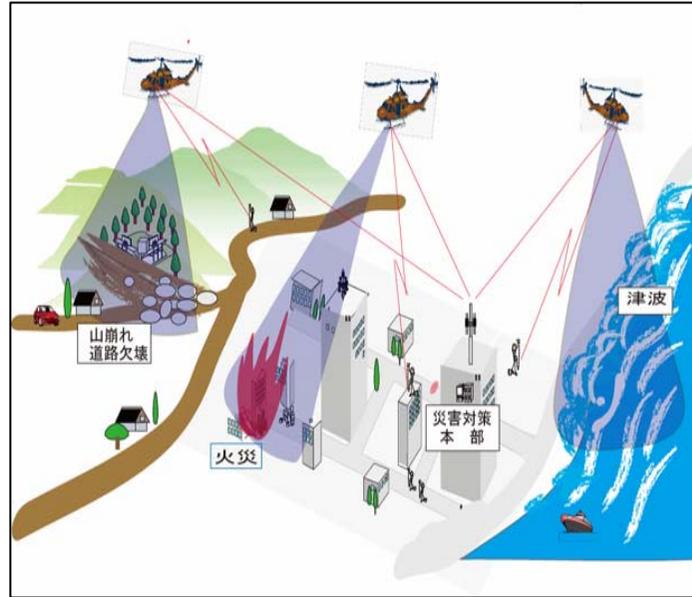
(1) 利用イメージ図

防犯・防災映像伝送システムイメージ



火災発生時、火災現場の状況を、消防関係者、防災関係者へ伝送する。

無人移動体映像伝送システムイメージ



災害発生時には、遠隔操縦により災害状況等の画像データを対策本部又は防災関係者に伝送し、必要に応じ水や食物等ライフライン物資運送運送等の支援を行う。また、日常的には、気象、火山、海流等の監視・観測及び空撮等に利用する。

無人移動体アドホック伝送システムイメージ



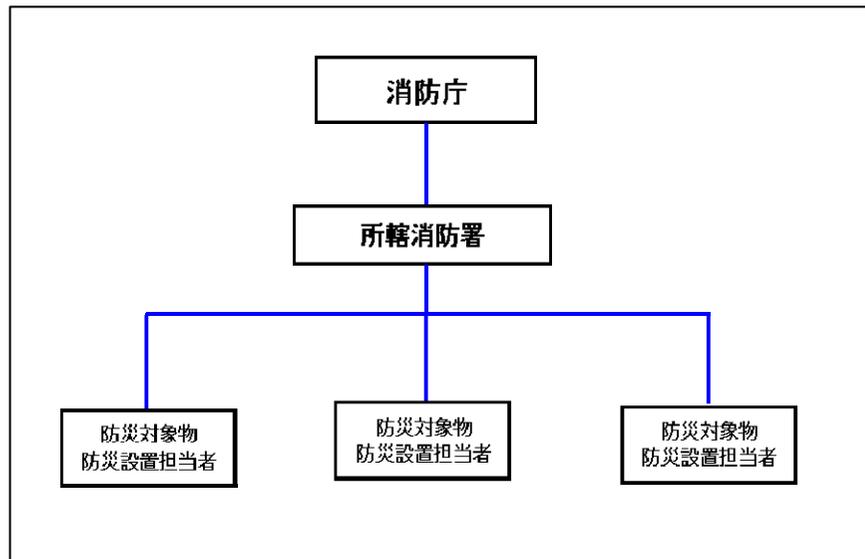
複数のUAV(ヘリや飛行機タイプの無人航空機)を遠隔無線操縦又は自立航法にて滞空させ、上空にて取得した監視情報(画像、救難信号等)を蓄積または複数UAVをアドホックマルチホップ伝送システムにて災害対策本部等に伝送する

(2) 有効利用の度合い(伝送効率)

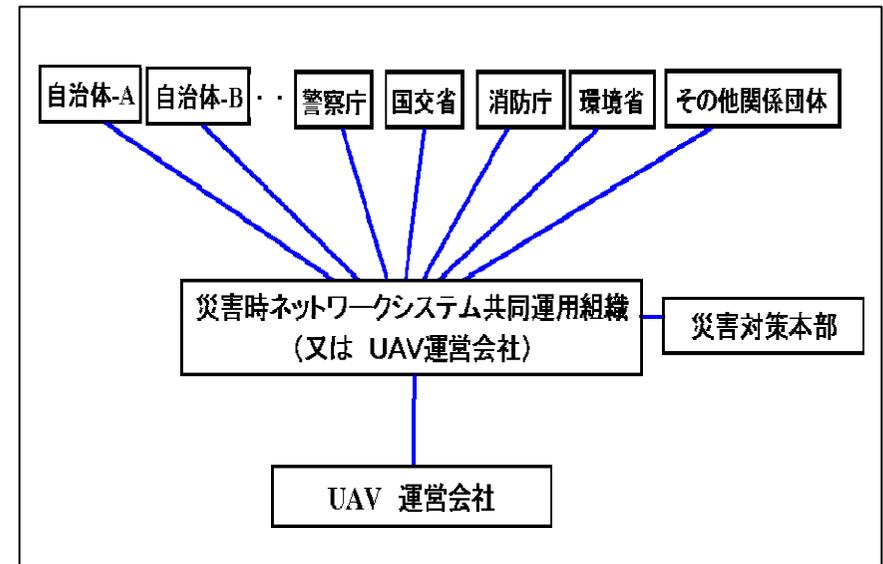
- ・地上と上空システム間で多数の無線局を時間的、空間的、周波数的に分け共同管理利用することで、限られた周波数の効利用を図る
- ・防犯用では15万局、防火用では37万局、災害・観測用では1000局程度を想定
- ・当初導入はUHF6MHz、伝送効率0.64~4.1bps/Hz程度を想定

(3) 運営イメージ

防犯・防災映像伝送システム運営イメージ



無人移動体映像伝送／アドホック伝送システム運営イメージ



(4) 社会的経済的な効果

①防犯・防災映像伝送システム

国民の生命と財産を守るという消防の使命である。本システムを活用し火災の延焼拡大を阻止、人命と財産の確保を行うことは公益性、安心安全な国民生活を提供する社会的効果が大きい。また火災報知機セットメーカー、防犯機器製造メーカーなどの防犯、防災関連設備需要が高まる。

②無人移動体映像伝送システム

将来無人航空機を用いた通信システムとして本格的に導入されれば業務効率化のツールとして各種産業への利用拡大が期待され、経費面や迅速かつ効果的な産業活動が保証されるなど、その経済効果は大きい。また、災害発生時に復興支援の一システムとして貢献する事で被災地域の経済産業ダメージ軽減、早期復興に寄与できる。さらにアドホックマルチホップ無線通信等の新規技術開発による国際競争力の向上に寄与可能である。

附属資料： 提案04

名称	防災監視・災害予測・防犯・地域振興・スポーツ振興・ホビーのための多用途情報伝達およびデータ収集またはテレコントロールシステム
提案元名称 (中間報告書より)	端端5:地域振興およびスポーツ振興のための多用途情報伝達無線システム 端端6:防災・災害予測及び防犯用データ無線システム 端端7:防災監視、災害時及びホビー用テレコントロールシステム
社会生活(公共福祉、安全・安心)への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・生活に密着した各種情報を地域社会で共有する、いわば「市民同報無線」は地域社会の活性化・再生の一助となり、災害や犯罪を減少させ子どもたちや高齢者、要介護者の安全・安心を確保することで公共の福祉に貢献する。 ・スポーツ分野では海や山での遭難に対応することで生命の安全を確保し、イベントではパーソナル動体管理技術のため、スポーツの安全・安心・福祉に寄与する。 ・局地的災害が多発する中で、地域住民自らの意志により気象状況を把握することで災害を未然に防ぎ、人的被害の軽減が可能となり、社会への貢献度は極めて大きい。また、子どもたちの安全を守るシステムでもあり社会の安全に大きく貢献する。 ・無人移動体制御システムは災害緊急時は機動性を活用して初期情報を収集し、状況判断、広報活動が可能。これにより機敏に初期防災体制を組むことが可能となり結果として住民の不安を取り除くことにもつながる。
社会へのインパクト	<ul style="list-style-type: none"> ・地域社会内での連絡がスムーズとなることで地域の活性化の一助となり、福祉や災害防止にも役立ち、また社会問題になっている子供の安全安心を守るシステム提供で社会へのインパクトは非常に大きい。 ・各種スポーツ愛好者の利便性を向上させ、安全を確保することができ、またイベント開催時には観客やテレビ中継視聴者へのインパクトが大きく、スポーツ振興に寄与する。 ・住民の自らの判断による早期避難を可能とし、減災に大きく貢献し、社会的に重要なシステムである。 ・現在市販されている防犯ベルはその周辺のみにはしか非常を知らせることができないため、離れた場所にも知らせることができる無線によるシステムは社会的におおきく必要とされている。
経済産業活動の活性化	<ul style="list-style-type: none"> ・「市民同報無線」は全国5000万世帯での利用が見込まれる。 ・各種スポーツ用としては身体、器具に装着する装備、ネットワーク機器、表示器、パソコン等の開発・活用により、大きな市場が期待できる。 ・無人移動体制御システム:安全安心なシステム導入は、メカ、販売店等の活性化と経済効果は大きい。 防災監視:警報機メカのみならず、工事期間の短縮化、低コストにより販売業や建設業に対し恩恵ある。
地域の活性化	<ul style="list-style-type: none"> ・福祉分野や地域自治会放送・学校放送に活用することで高齢化が進む地域社会の再生、活性化に役立つ。 ・適正な設備の維持管理、地域教育、教育訓練を通して地域の意識が向上する。
日本の競争力向上	<ul style="list-style-type: none"> ・スポーツ分野において車両動体管理は世界中にあるが、パーソナル動体管理は殆どない ・無人移動体制御システム:機体と組み合わせるシステム構成すれば十分な競争力が生まれる 防災監視:火災報知器の分野では競争力が向上する。
公共性	<ul style="list-style-type: none"> ・市民同報無線は自治体や自治会・町内会、学校、福祉分野の無線の使用であり、公共の福祉におおいに貢献し、子どもたちや一人暮らしのお年寄りにも安全・安心をもたらす、災害発生時に人的被害を減少させることに寄与する。また市町村防災行政無線やMCA無線システムとの接続を可能とすることにより国民全世帯への情報伝達をもれなく行うための個別受信機の普及が促進される。 ・各種スポーツ実施時における事故防止により人的損害を最小限にすることから非常に公共性が高い。 ・防災監視により災害を未然に防ぎ、子どもたちの安全を確保することで公共の福祉におおいに貢献する。 ・無人移動体制御システムでは災害発生時など早い時期での情報収集と広報活動が可能となる。

適用も可能である。

- ・ 緊急報道やスポーツ等の番組制作現場、ヘリコプターやロードレース中継車等の移動体から、リアルタイムで映像および音声を放送局や素材受信点に伝送するために使用する。
- ・ 特にロードレース中継では、現在、移動中継車2台、バイクカメラ2台からの同時伝送を行い臨場感のあるきめ細かな中継放送を実施しているが、800MHz帯の4チャンネル(36MHz幅)ではハイビジョン映像を2素材しか伝送できず、UHF帯に新たな周波数を確保して、視聴者ニーズに充分に応えたい。
- ・ また、緊急報道は時間と場所を選ばず発生するため、NHKおよび民放が同一現場で同時伝送を実施するには、ハイビジョン伝送が可能な6チャンネル以上の周波数帯が必要である。本システムと既存の800MHz帯を併用することで必要なチャンネル数を確保でき、本システムだけでなく800MHz帯の利用も一層、活発になることが期待できる。
- ・ なお、移動用映像FPUについては、今後、総務省の電波資源利用拡大のための委託研究により周波数利用効率の改善が図られることになる。本システムはこの委託研究で開発された技術も利用して、より有効な周波数利用を進める予定であり、ハイビジョン伝送環境の改善が可能となる。

○音声素材伝送装置

- ・ 技術規格としては、ISDB-T_{SB}方式や既存のラジオマイク技術の拡張を提案しており、いずれも既に実現されている技術を活用する事から実現は可能である。
- ・ 用途としては、プロ野球やゴルフ中継等の放送現場でサラウンド制作した素材の伝送や緊急報道現場からの音声伝送に使用する。デジタル伝送方式により高品質、多チャンネルの音声素材のリアルタイム伝送を実現する。

○送り返し音声伝送装置

- ・ 技術規格としては、既存のラジオマイク技術の拡張を提案しており、既に実現されている技術を活用する事から実現は可能である。
- ・ 用途としては、劇場や舞台、コンサートホール、緊急報道、番組制作現場等において出演者や演奏者に音声を送り返すために使用する。

○事業運営について

- ・ 映像FPU装置、音声素材伝送装置、送り返し音声伝送装置とも、各システムユーザー(放送事業者や音声制作事業者など)は、いずれも多数の無線局の運用実績を持ち、継続的に安定した事業運営を行っている。

課題3 社会・経済的な効果（公共性の観点、国民生活への波及効果、市場規模、国際競争力強化の観点等）

- ・映像FPU装置、音声素材伝送装置、送り返し音声伝送装置は、緊急報道や番組制作の現場で使用されるシステムであり、放送や上演を通じて正確な情報を迅速かつ直接伝達できることにより国民の生命財産の保護、安心・安全の確保や、劇場・舞台等での利用を通して日本の豊かな文化醸成などに貢献できる。いずれも公共性が極めて高く、国民が享受する利益も極めて大きい。
- ・特に放送は国民生活に最も密着したメディアであり、本システムの実現により良質なコンテンツの安定した提供が確保される事は、国民生活に極めて多くの良好な波及効果をもたらす。
- ・いずれのシステムも既存技術を応用して新規設計で無線装置を開発するため、様々な製造メーカーが参入可能であり、市場規模も広範であることから、市場の活性化・拡大が期待できる。
- ・装置の開発、製造には複数メーカーの参入が可能のため、販売に伴う競争により、装置の低廉化や技術力の向上、販売戦略の高度化等が図られ、放送業務に使用可能な高い性能・品質も確保される事から、国際市場においても十分な競争力の発揮が期待できる。

以上

附属資料：

提案6

「ルーラル地域向けブロードバンド無線アクセスシステム」

提案6「ルーラル地域向けBWA」

(1) 電波の有効利用の度合い

- 最低必要周波数幅は6MHzです(VHF-H). 算出根拠は次のページに示します.
- ルーラル向けであることから、「日本全国どこでも、常に当該周波数が必要になるのではない」と考えます. 周波数有効利用を図るため、他のブロードバンドサービスが提供されないルーラル・リモート地域に限定して割り当てられる、または優先的に利用できるようにするもので、なおかつ非常時には優先制御により他業務の優先を可能とします. トラヒック増に対しては他システムとの周波数共用により周波数有効利用を図ります.
- 想定しているシステムの周波数利用効率率は平均 3-6 bit/s/Hz です. 孤立セルを想定しています.

(1) 電波の有効利用の度合い

最低必要周波数幅

- ・ 「ルーラルエリアにおけるブロードバンド加入者数」を**60万～100万加入**と推定します。ルーラル地域の対象となるエリア数は全国2000箇所程度と推定され、**各エリアは平均300～500加入／地域**となります。
- ・ 最小限度の帯域として6MHzを想定した場合、3bit/s/Hzとすると18Mbit/s、さらにSDMで2多重を仮定すると36Mbit/sとなります。ここで、1加入あたりの**平均伝送レートを100kbit/s**とすると、**180～360加入**を収容可能となります。
- ・ 6MHzは、このトラヒックを収容するために最低限必要な周波数帯域であり、さらにトラヒックが増加した場合は、他の利用可能な周波数を共用することにより、あふれたトラヒックを収容します。

(2) 実現可能性(運営イメージ等)

無線ブロードバンド整備のための取組(事業モデル)

1 民間事業者の誘致(支援)

- 地域公共ネットワークの光ファイバ網の開放(空き芯線の提供)。
- ADSLの競争力の落ちる市の周辺部で地元企業がニッチ的にサービス(市が支援)。

2 公設民営方式(自設の地域公共ネットワークを活用、AP設置場所に公共施設を活用)

- 長沼町、岩見沢市、南相馬市等国内に多数の先進事例。
- 民間がサービスしない周辺部等不採算地区に関し、自治体が回線、設備を整備し、IRU契約により民間に貸し付け(地域公共ネットワークの空き芯線を含む)、運営を委託。
- IRU契約による運営の委託は、中心部をサービスする民間(大手有線系)と同じ場合と地元の企業の場合がある。

3 公設公営方式(自設の地域公共ネットワークを活用、AP設置場所に公共施設を活用)

- 恵那市(自ら電気通信事業者であるため、公設公営に分類した)。
- 卸電気通信役務契約により民間に運営を委託(アウトソーシング)。

4 特定事業者への公共施設の独占的使用権の付与

- 米国のフィラデルフィア、サンフランシスコ、台湾の台北等。
- 市がコンペで選定した民間事業者に施設の構築、運営を委託。メッシュ型WiFi網整備に不可欠な街灯等のアクセスポイント設置場所の独占的使用権を付与。

齊藤一雅(基幹通信課長), デジタル・ディバイド対策全国シンポジウム資料, 2006-7
http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/pdf/060720_7_03.pdf
提案6「ルーラル地域向けBWA」

(3) 社会・経済的な効果

公共性の観点

- ・ ユニバーサルサービスという観点から、デジタルデバイド解消の目的で、ルーラル地域向けにブロードバンド通信を経済的に提供するための新たな周波数帯域を確保する必要があります。
- ・ インフラとして光回線の得られない地域に対して、早期に（光回線の敷設を長期間待つことなく）ブロードバンド通信を提供するためには、ブロードバンド無線アクセスシステムが必要となります。
- ・ 人口密度の低いルーラル地域においては、人口カバー率の視点に立ってエリア展開される携帯電話系のサービスが安定的に提供されることは困難であり、広域をカバーしやすいVHF帯を利用したブロードバンド無線アクセスシステムが必要と考えます。

(3) 社会・経済的な効果

需要予測, 国民生活への波及効果, 市場規模

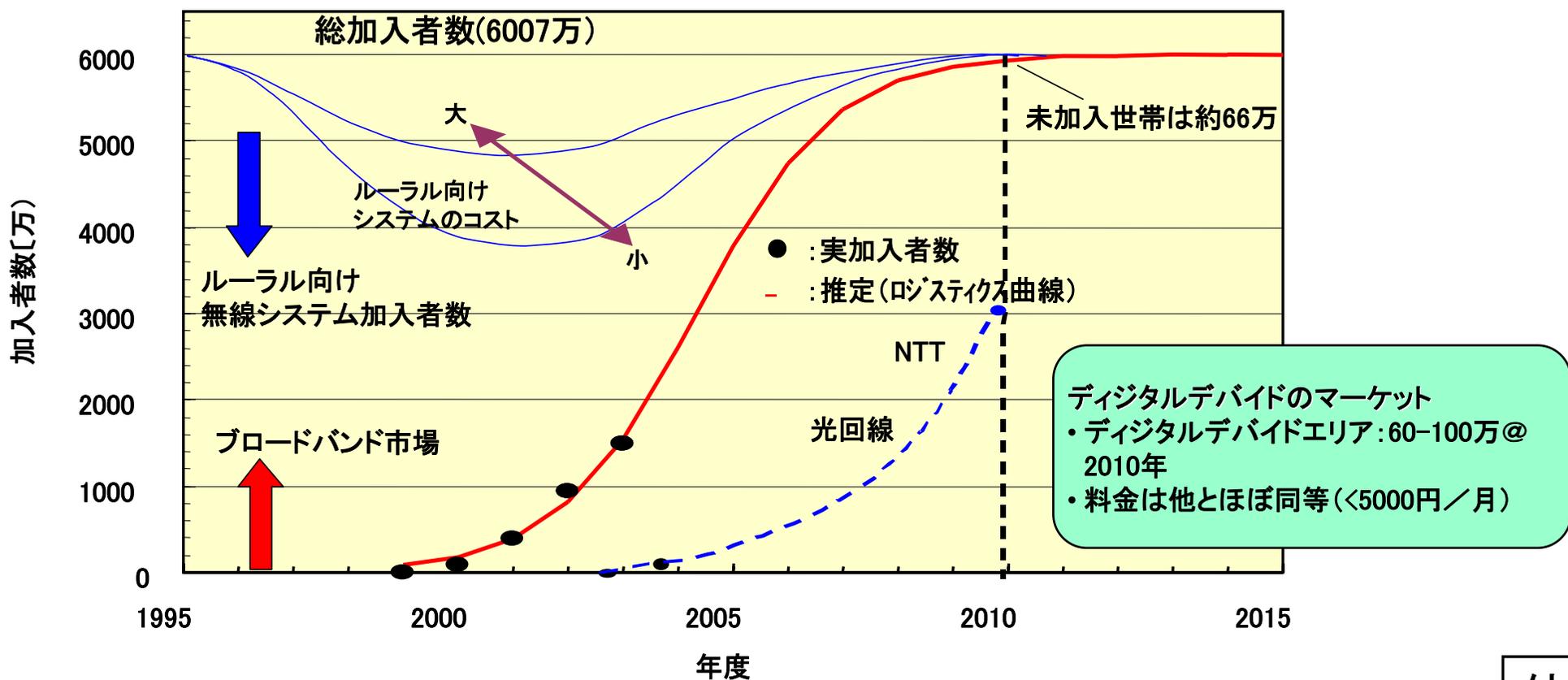
- ・ 次世代ブロードバンド戦略2010においては, ブロードバンド・ゼロ市町村を2008年度までに, ブロードバンド・ゼロ地域を2010年度までに解消するとうたっています.
- ・ しかしながら, 2010年時点で60万世帯程度がブロードバンド接続のない「デジタル・ディバイド」世帯となると予測します.
 - 2通りの異なる需要予測の結果がよく一致しています(次ページ以降).
- ・ これらの地域は, 平成23年度までの時限である「電気通信基盤充実臨時措置法に係る支援措置(企業向け)」による低利融資を受けても事業採算の見込みがないと想定されるため, 「地域情報通信基盤整備推進交付金制度(自治体向け)」の対象となることが予想されます. したがって, 本システムを導入する主体は地方自治体(主に市町村)および第3セクタと予想されます.

需要予測(a) ロジスティクス曲線

- ・ 想定市場を国内電話加入者(6007万*)とすると、現在のブロードバンド加入者増加率より推定して、2010年前半には国内全世帯数の99%以上がブロードバンドインターネット接続に加入。
- ・ 未加入となるのは、市場原理からサービス提供が困難な地域の世帯。(例: 過疎地)

*“H16年3月期NTT決算短信”より

ブロードバンドサービス加入者とルーラル向け無線システムの加入者数予測



需要予測(b) マクロ分析

- 現状： 人口規模が5000人以下の地域では、未提供の割合が高い
- 将来： 経済性の点から小規模局は未提供地域として残る可能性が高い

●表9 市町村人口規模別の地域内デジタルデバイド

	100%	80—100%未満	50—80%未満	0—50%未満	未提供
5,000人以下	45.4%	4.3%	6.8%	15.4%	28.1%
5,001—7,000人	58.4%	13.9%	15.6%	9.1%	2.8%
7,001—10,000人以下	64.5%	15.8%	12.5%	6.3%	0.9%
10,001人—30,000人	66.8%	21.4%	10.6%	0.9%	0.3%
30,001人—50,000人	68.7%	29.5%	3.6%	0	0
50,001人—100,000人	75.1%	24.0%	0.01%	0	0
100,000人超	76.3%	23.7%	0	0	0

(出典) 総務省 (2005-b) より作成

●表10 市町村人口規模別のFTTHのカバー率

	5,000人以下	7,000人以下	1万人以下	3万人以下	5万人以下	10万人以下	10万超
未提供団体数	656	331	361	640	113	33	0
未提供率	97.0%	94.0%	83.8%	70.8%	40.1%	14.2%	0.0%

(出典) 総務省 (2005-b) より作成

<http://www.mediacom.keio.ac.jp/publication/pdf2006/kiyou56/kojin/shukunami-tatushirou.pdf>

提案6「ルーラル地域向けBWA」

ADSLの提供局からみた予測

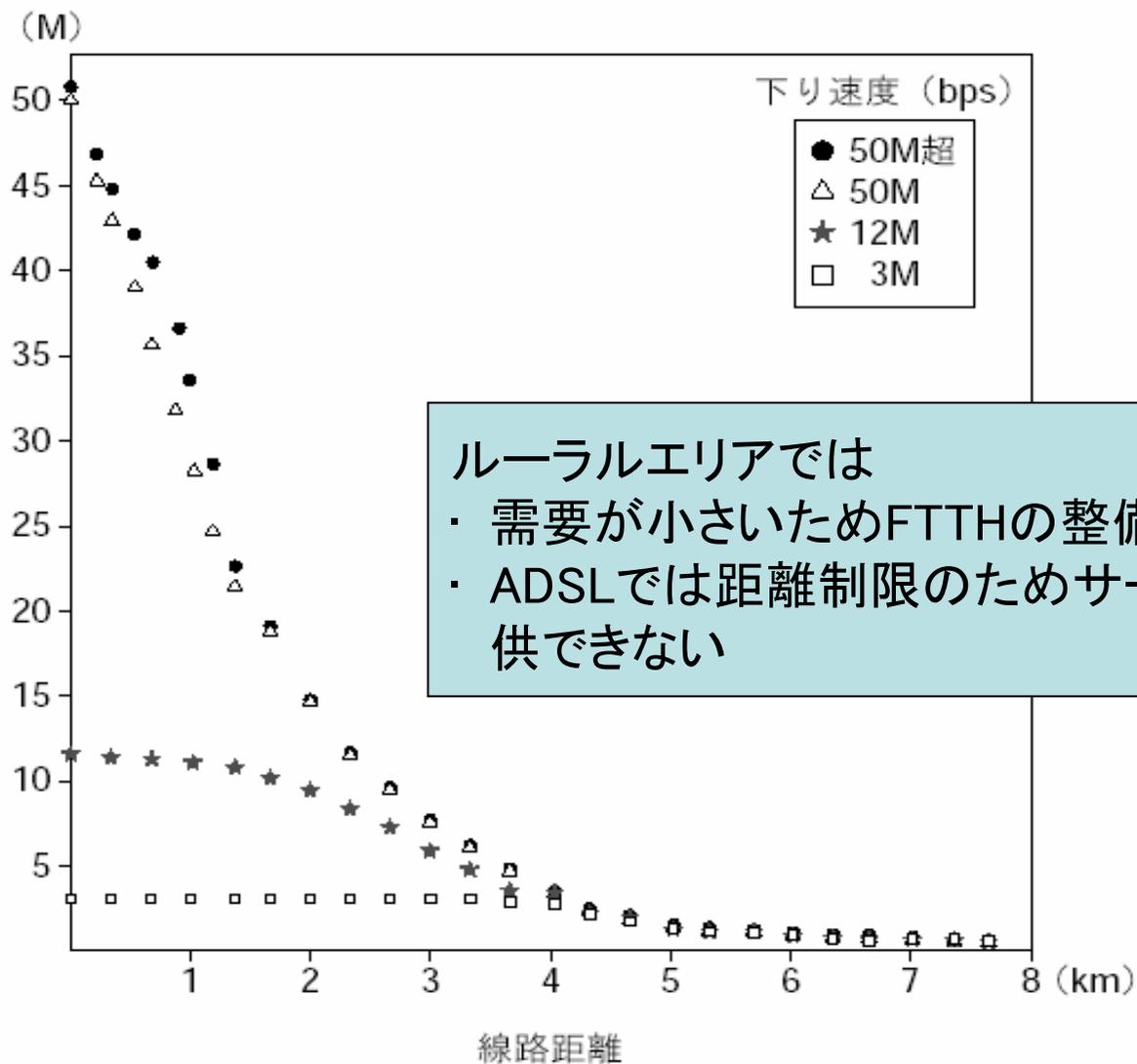
- ・回線数が500以上の一般局ではブロードバンド化が進む
- ・500未満の一般局、RT局は未提供地域として残る可能性が高い
- ・これらの局では、ADSLに代わる経済的な無線ブロードバンドが必要

●表11 ADSLの提供局・未提供局

		1,000以上	500—1,000未満	500未満	計
一般局	提供局数	4,466	118	13	4,597
	未提供局数	139	144	47	330
	未提供局の回線数(千)	179	85	9	273
RT局	提供局数	69	92	49	210
	未提供局数	195	823	1,004	2,022
	未提供局の回線数(千)	193	436	227	856
合計	未提供局数	334	580	1,051	2,352
	未提供局の回線数	372	521	236	1,129

(出典) 総務省 (2005-b) より作成

図3 収容局からの距離によるADSL速度の減衰



(出所) NTTコミュニケーションホームページ
http://www.ntt.com/bizit/service/internet/adsl/condition_set.html

ADSL提供局の未提供の割合から、2010年におけるブロードバンド未提供回線数＝ルーラル向けブロードバンド無線の需要を推定

2005:112.9万世帯

	1000以上	500-1000	500未満
一般局	3.0 %	55.0 %	78.3 %
RT局	73.9 %	89.9 %	95.3 %

2010年における未提供局の割合(予測)

	1000以上	500-1000	500未満
一般局	1%	5%	25%
RT局	25%	50%	75%

一般局で500回線以上の局は、ほぼ整備される

RT局で1000回線以下の局は50-75%の未提供比率と予測

2010年におけるブロードバンド未提供回線数の予測結果

	1000以上	500-1000	500未満	未提供回線数(千)
一般局	59.3	7.7	2.9	69.9
RT局	65.3	242.4	178.6	486.3
小計	124.6	250.1	181.4	556.2

需要予測(b) のまとめ

ルーラルエリアの特徴

- 需要が小さいためFTTHの整備は後回し
- ADSLでは距離制限のためサービスが提供できない

ルーラル向けブロードバンド無線のマーケット

- ADSLの未提供回線数により予測できる
- 未提供エリアは回線数1000以下の小規模RT局が中心
- 未提供率を仮定して未提供回線数を予測⇒約55万
- 55万は、全世帯数の1%程度であるが、設備の設置にコストがかかるエリアが中心で、普及速度も遅いと想定されることから、比較的長期間、ブロードバンド無線が利用される

(3) 社会・経済的な効果 国際競争力強化の観点

- IEEE 802 委員会の動向
 - WG 22において、ルーラル向けブロードバンドFWA (Wireless Regional Area Network) が検討されています。これは、V/UHFテレビ放送周波数帯でコグニティブ無線技術を利用することにより、空きチャンネルでブロードバンドサービスを行うものです。米国FCCの周波数開放政策に呼応した動きですが、米国・カナダのほか、中国・韓国・シンガポールなどが積極的に標準化に貢献しています。
- 本提案システムに他システムとの共存のための優先利用制御を設ける場合(次ページ)、上記標準化活動との協調を図ることができれば、本提案方式を国際標準の一部に位置づけられることができます。

(4) その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

- 現状、他類型化システムとの周波数共用条件は見出されていません。
- ただし、トラヒック制御が可能であれば、他の広帯域通信との共用は可能と考えます。
 - ルーラルエリアでは、他の広帯域通信のトラヒックも比較的小さいと想定されるため、他の広帯域通信の一部の帯域をルーラル地域向けブロードバンド無線アクセスシステムに利用可能と考えます。
 - トラヒック増に対しては、他の広帯域通信でトラヒックが小さい場合は、当該帯域をルーラル地域向けブロードバンド無線アクセスシステムに利用可能と考えます。
- さらに、本システムに、コグニティブ無線技術を導入する事によって、他の広帯域通信の優先利用制御を行えば、周波数帯域の共用は可能と考えます。

自営通信システム(9)提案：センサーネットワーク

□ 目次

- ・センサーネットワーク提案の背景
- ・電波の有効利用の度合
- ・実現可能性(運営イメージ等)
 - ・事業主体
 - ・ネットワーク構成
 - ・技術開発
 - ・実用化に向けたロードマップ
 - ・フィールド実験
- ・社会・経済的な効果
 - ・公共性の観点
 - ・国民生活への波及効果
 - ・市場規模
 - ・早期実現アプリケーション
 - ・国際競争強化の観点

センサーネットワーク提案の背景

u-Japan政策が打ち出している方向の1つとして「ユビキタスネットワーク整備」が上げられおり、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」つながるユビキタスネットワークへの進化の必要性が示されている。そして本ユビキタスネットワーク整備の中で、モノがネットワークにつながりネットワークの一部に取り込まれていく実物系ネットワークの確立を推進している。今回の「センサーネットワーク」は、まさにこの実物系ネットワークを実現するシステムである。

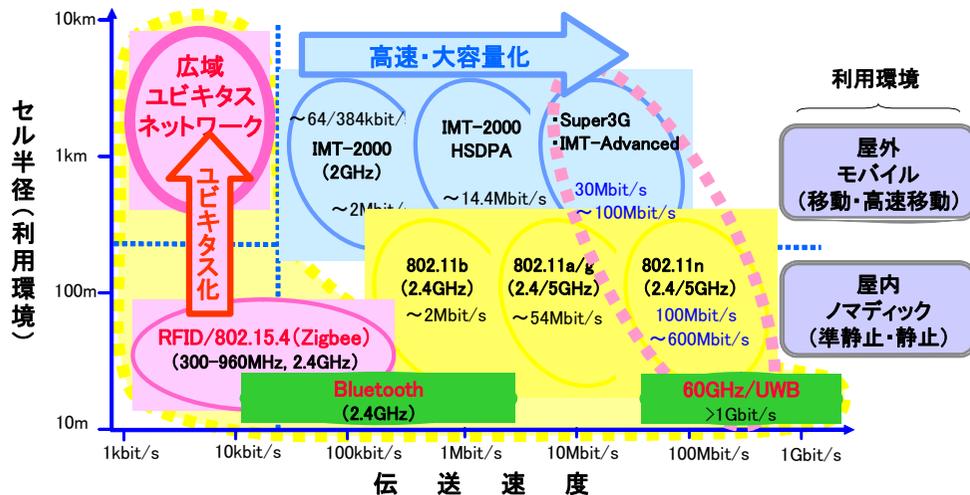
これまでは携帯電話などの端末を人が携帯することを前提としたサービスが主流であった。しかし今後は、伝送速度は低速ではあるものの、人やモノに小型のセンサー端末等が携帯する感覚ではなく、ごく当たり前に付帯されるといった形態でサービスが実現されることが望まれる。

このようなサービス形態を想定した場合、多種多様なアプリケーションサービスを安価に提供するためには、広域のサービスエリアを確保することが望まれサービス基盤ネットワークの設備コスト負担を低廉に構築することが望まれる。

この広域にわたり移動性のある低伝送速度な端末が多数分布する状況を経済的に対応できる新たなネットワークインフラストラクチャが必要である。本「センサーネットワーク」は、約5kmのワイヤレスリンクと多数の端末を収容し、低伝送速度であるが極低消費電力の端末から構成され、上記インフラストラクチャを実現するものである。

ワイヤレスブロードバンド推進研究会最終報告書(5.6.2項)でも示されている通り、本センサーネットワークは今後のユビキタス社会の進展に伴い、取り扱うデータ量が増大していくことが想定され、これら大量のデータを相互に接続していくために、システム全体として今後まとまった周波数が必要である。また、UHF帯は移動通信システムが利用されており将来的なセンサーネットワーク利用の拡大に伴う周波数需要増大に対応していくためVHF帯の周波数有効利用を視野に入れる必要もある。以上のような状況から、アプリケーション提供者が個々にネットワークを持つことなく共同利用できる汎用な電気通信サービスとして提供する形態が想定される。

ワイヤレスブロードバンド推進研究会 最終報告書(5.6.2項)抜粋



5.6.2 その他利用シーン1~7に該当しないシステム

提案公募の結果、これまでの利用シーンに合致するシステム以外に、利用シーン1~7に該当しないシステムに関して3件の提案があった。

「広域ワイヤレスデータシステム」及び「デバイスシステム」については、RFID等のセンサーネットワークに関するシステム提案であり、個々についてはブロードバンドではないが、今後のユビキタス社会の進展に伴い、取り扱うデータ量が増大していくことが想定されることから、これら大量のデータを相互に接続していくために、システム全体としては今後まとまった周波数が必要になっていく可能性がある。

現在、これらのシステムについては、UHF帯のものを中心として開発・製品化が進んでいるところであるが、UHF帯は、移動通信システムに利用されているなど、周波数の逼迫状況が非常に高い帯域であることから、将来的なセンサーネットワーク利用の拡大に伴う周波数需要の増大に対応していくためには、今回提案のあったシステムも含め、VHF帯、ミリ波帯等の有効利用も視野に入れた技術・システムの開発を行っていくことが必要と考えられる。

また、「無線IP汎用プラットフォーム」については、無線システムにIP等による統一インターフェースを搭載することにより、細分化された無線用途に限らず柔軟な周波数共用、利用の移行を可能とするアイデアであり、今後、できるだけ汎用的な利用ができるような無線システム及びインターフェースに関する研究が進むことが期待される。

電波の有効利用の度合

■周波数利用効率: 1.3bit/s/Hz

■共同利用システムの技術的可能性として以下の2方法を想定する。

(1)同一プラットフォームとして、TDMA/ノンコンテンション方式 (PHY部/MAC部共通) で共同利用する。

(2)緊急性やユーザレベルに応じて優先制御あるいは通信時間制限を行い平常時から非常時へのシステム切替技術による共同利用をする。

■周波数利用効率の算出条件

伝送容量: 19.2kbit/s

帯域幅: $9.6\text{kHz} \times (1 + \text{ロールオフ率}(0.5)) = 14.4\text{kHz}$

変調方式: QPSK、クロック速度: 9.6kHz、ロールオフ率: 0.5

参考: その他のシステム技術条件:

希望周波数帯: 170~222MHz

希望する周波数幅: 3.15MHz

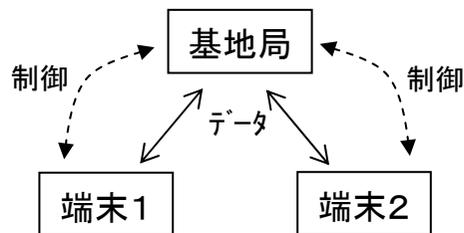
(ただし隣接システムのガードバンド、制御チャンネルについては 所要周波数幅の算定には含まれていない)

キャリアの周波数配置: 25kHz間隔

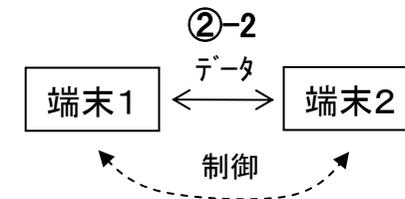
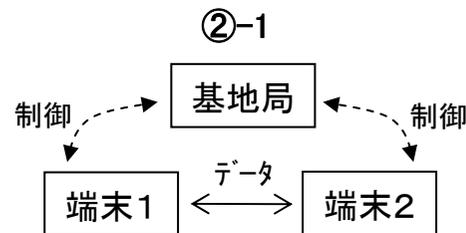
基地局セル半径: 5km程度

■共同利用システム例(上記(1))

①基地局-端末間通信



②端末間通信



実現可能性(事業主体)

■事業主体

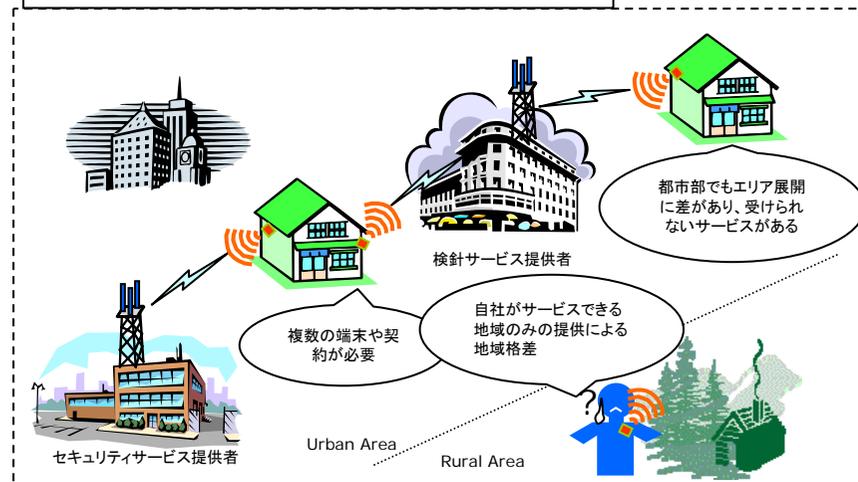
電気通信事業者を主体として事業運営することを想定。

(理由)

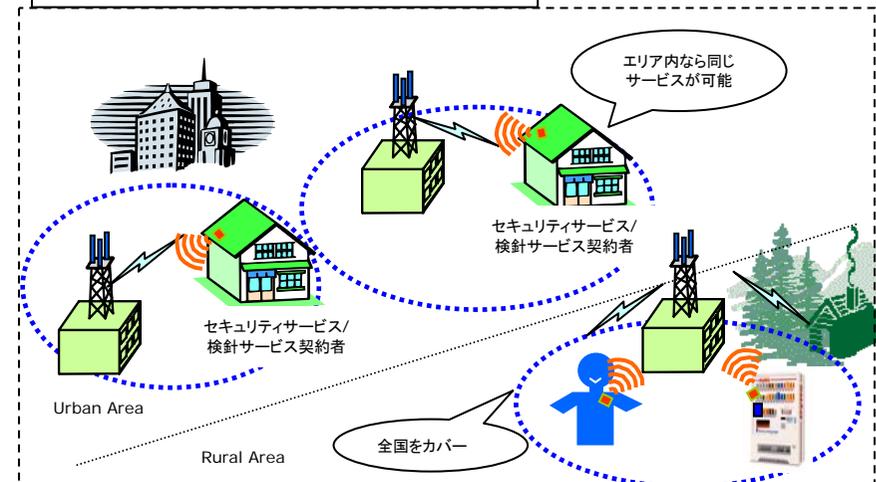
- ・周波数有効利用
- ・社会基盤の早期構築 等
- ・特定の業務に特化しない広範なアプリケーションへ対応 など

尚、自営業者毎に周波数割当を実施した場合、特定地域、特定の業務に特化したアプリケーションに偏りがちとなり、その結果社会基盤構築の格差拡大、周波数有効利用の妨げに繋がる。

免許人毎(自営業者)に免許する場合

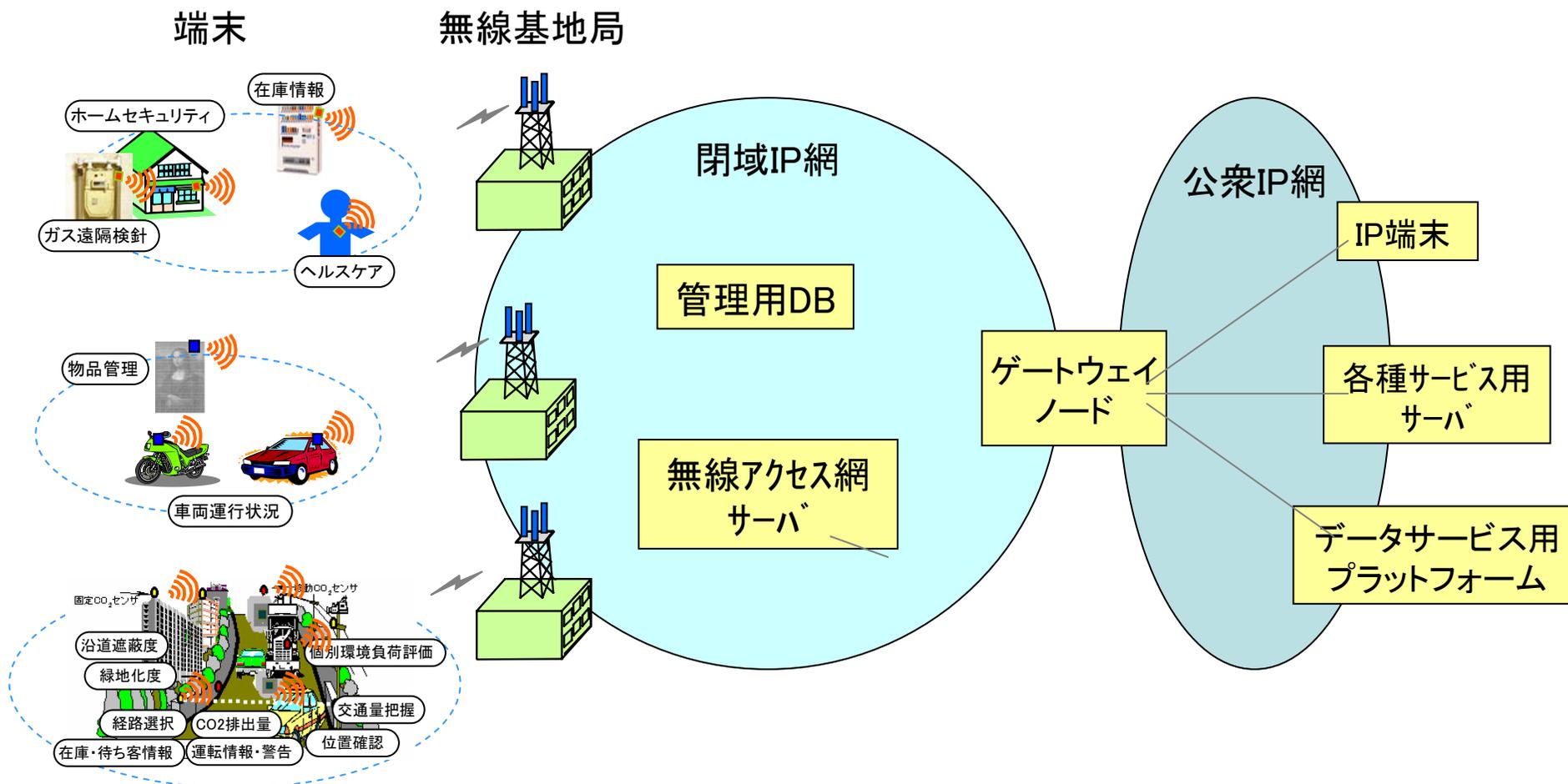


電気通信事業者に免許する場合



実現可能性(ネットワーク構成)

- 全国規模のネットワークを経済的に構築するため、閉域IP網と公衆IP網で実現
- 様々なアプリケーションに対応できるような汎用的なAPIを規定



実現可能性(技術開発)

■センサーネットワーク実現のサービスコンセプト

- ・安心して、どこにいてもモノがどこにあっても使えるサービス（広域なセルサイズ(5km程度)、場所率99%以上、移動体のサポート）
- ・電源は電池が使えて、かつ長持ちするサービス（ボタン電池で約5年以上の電池寿命）
- ・安価で、誰でも持てる／何にでも気軽に付けられる端末・サービス（利用料100円程度以下/月）

■フィールド実験による実現可能性の検証(参考1、参考2参照)

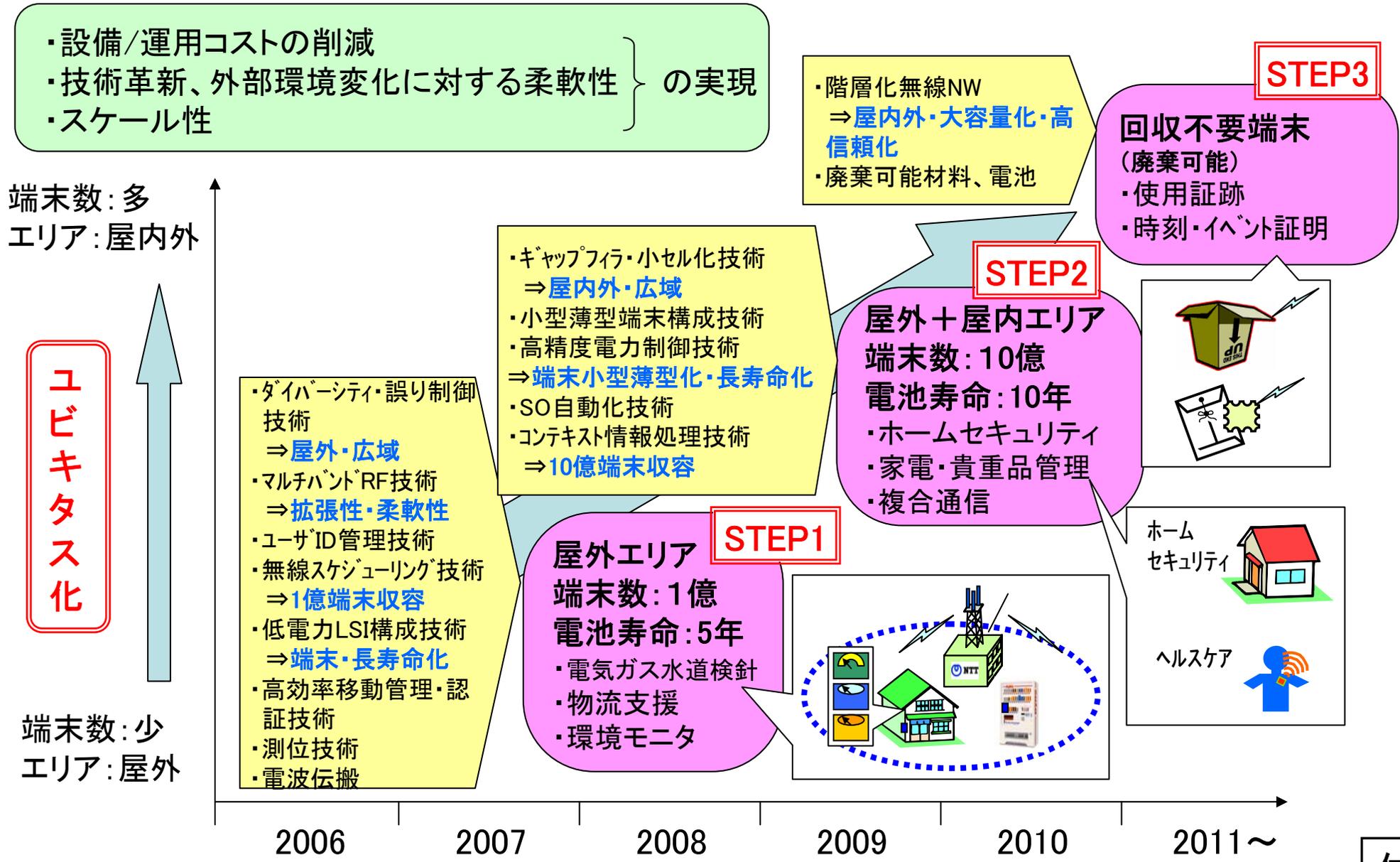
- ・NTT未来ねっと研究所において、昨年度金沢及び今年度からは都内において280MHz帯を用いたフィールド実験を実施している。
- ・主な実験結果として金沢における実験では、住宅エリアにおいてパケットエラーレート0.1以下でダイバーシチ受信により伝送距離4～5kmまで実現できる見通しを確認した。
- ・都内の実験では遠隔検針に対する要求条件を明確化するため東京ガス(株)と共同実験中である。

■実用化に向けたロードマップ

3つの開発目標(STEP1:屋外エリア(半径5km程度)、端末数1億、電池寿命5年、STEP2:屋外+屋内エリア、端末数10億、電池寿命10年、STEP3:廃棄可能端末の実現)にて研究開発を推進している。

■NTT持株会社において、基本となる電波伝搬実験によるシステム実現の見込みを確信したことから本提案システムの関連部署が2006年10月から実用化に向けた最終形態であるプロデューサー体制に移行し、実用化開発を確実に推進している。

実現可能性(実用化に向けたロードマップ)



- ・設備/運用コストの削減
 - ・技術革新、外部環境変化に対する柔軟性
 - ・スケール性
- の實現

- ・階層化無線NW
⇒屋内外・大容量化・高信頼化
- ・廃棄可能材料、電池

- ・ギャップフィラ・小セル化技術
⇒屋内外・広域
- ・小型薄型端末構成技術
- ・高精度電力制御技術
⇒端末小型薄型化・長寿命化
- ・SO自動化技術
- ・コンテキスト情報処理技術
⇒10億端末収容

- ・ダイバーシティ・誤り制御技術
⇒屋外・広域
- ・マルチバンドRF技術
⇒拡張性・柔軟性
- ・ユーザID管理技術
- ・無線スケジューリング技術
⇒1億端末収容
- ・低電力LSI構成技術
⇒端末・長寿命化
- ・高効率移動管理・認証技術
- ・測位技術
- ・電波伝搬

金沢におけるフィールド実験概要

実験の目的

センサーネットワーク用ワイヤレスアクセスの電気通信技術を確立するため、広域エリアでのサービス適用を可能とする周波数帯としてVHF帯が適切であるかを検証する。

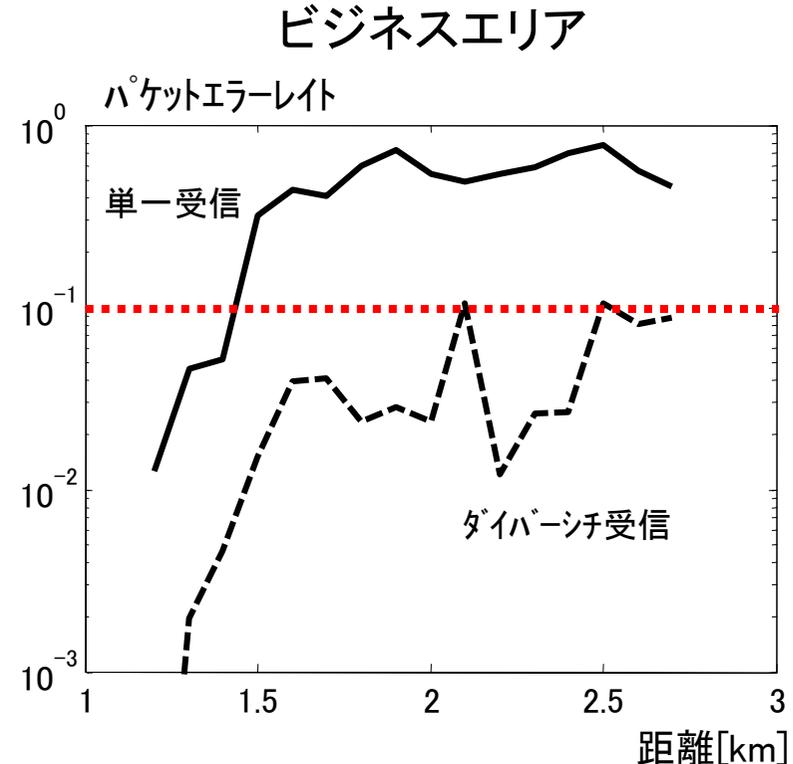
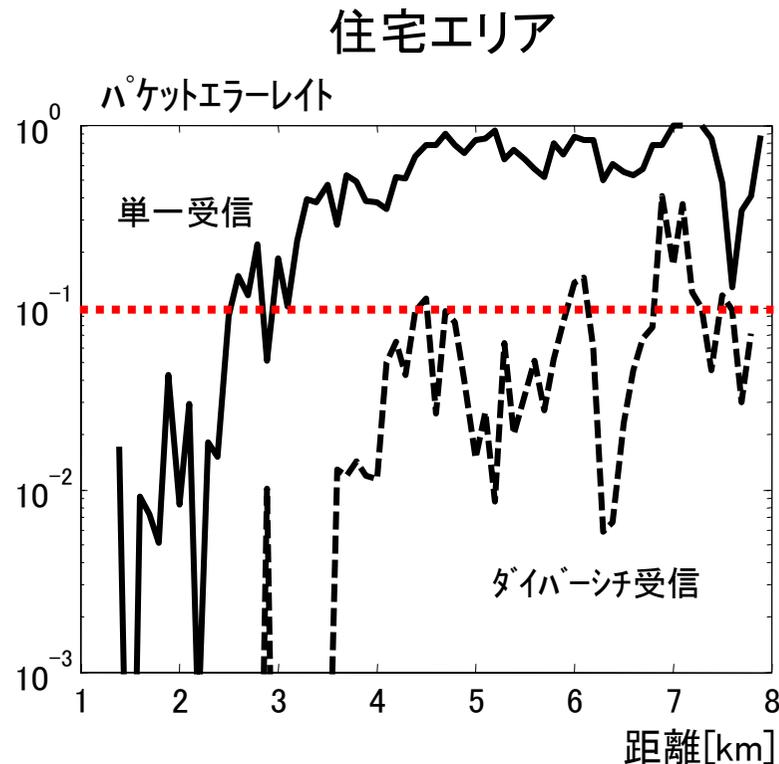


実験諸元

項目	内容
無線周波数帯	280 MHz帯 (286.7MHz)
チャンネル帯域幅	25 kHz
送信電力	(上り) 10 mW / (下り) 100 mW
変復調方式	QPSK-同期検波
データ転送速度	9600 bit/s
誤り訂正	畳み込み符号-Viterbi復号 (R=1/2, K=7)
ダイバーシチ技術	(上り) 最大比合成受信ダイバーシチ
アンテナ利得 (アンテナ高)	基地局: 10 dBi (70m) 無線端末: 0 dBi (3m)

金沢における実験結果

- ・本住宅エリアにおける距離対パケットエラーレート特性から、ダイバーシチ受信の適用により、パケットエラーレート0.1以下の条件で、伝送距離4~5kmまでを実現できる見通しを確認した。
- ・ビジネスエリアでは受信レベル減衰が大きく、伝送距離2~3km以上の伝送距離を実現するためには何らかのシャドーイング対策が必要であることを確認し、今年の実験ではシャドーイング対策としてサイトダイバーシチによる改善効果を検証中である。



社会・経済的な効果 (公共性の観点、国民生活への波及効果)

■NTTが調査分析したセンサーネットワークで有望なアプリケーション(55件)と、「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方」に関する調査研究会、ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会(いずれも総務省主催)で、「安全・安心」、「災害対策・危機管理」、「児童・高齢者などの市民生活支援」に有効とされたアプリケーションを整理(右表参照)。
 ※結果、約70% (39件/55件)のアプリケーションが共通項となっており、今回提案している

センサーネットワークによる実現度合いが非常に高いと認識。

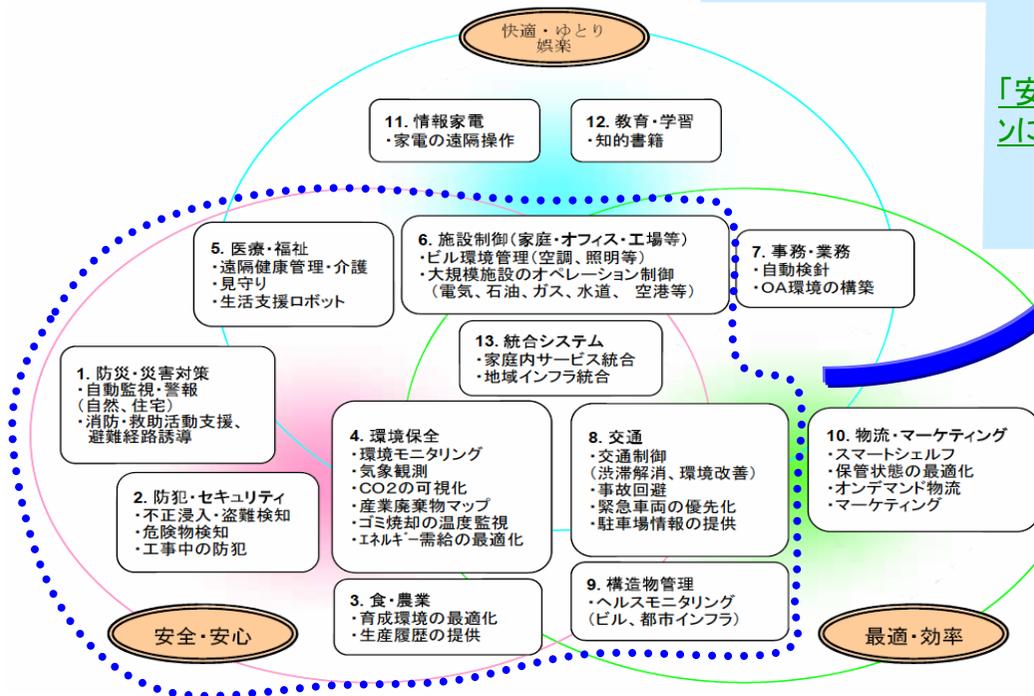
※出典:総務省殿「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」最終報告書(2006/12/26)

▶ : 災害対策・危機管理に有効なアプリケーション
 ▶ : 児童・高齢者などの市民生活支援に有効なアプリケーション

「安全・安心」アプリケーションに対応するものを

で網掛け

早期実現が要望されているアプリケーション



※出典:総務省殿「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会」報告(2004/8/6)

センサーネットワークで有望なアプリケーション (NTT調査)

業界	アプリケーション
運送・物流	運行管理(問合せ型) 危険物配送トラックの事故速報
ビル	セキュリティと監視システム(ビル・家屋の入り口や敷地/センサ) 電気・ガス等の集中管理 設備の故障監視・状況の通知(ボイラー、貯水タンク、電気設備) 遠隔制御(空調、照明)
ユーティリティ	高圧受変電設備の漏電監視 給排水設備故障監視、貯水池濃度監視 風力発電機の監視 車などの電柱への衝突検知
農業	生育環境監視(温度、日照時間、雨量) 盗難防止(畑/センサ) 盗難防止(家畜/位置把握) 昆虫防除(捕らえた虫をカウント)
病院・医療	妊婦などの位置通知(タクシー等のかけつけサービス) 処方箋薬局の待ち時間監視 在宅ヘルスケア(家庭にある物から健康に関する情報を送信)
行政と自治体	安否確認(アウトドア(登山、スキー等)) 運行管理(パトロールカー、ロードサービス等のサービスカー) 防犯対策(誘拐、迷子/位置情報) ダム・河川管理(雨量、水位情報等) 水質管理(河川、湖沼、浄水場、給水栓) 上下水道設備管理(マンホールポンプ、中継ポンプ場、上下水道管) 土砂災害、地すべりなどの地質管理 気象観測(気圧、気温、風向、風速、降水量、日照時間、日射量) 火山噴火監視 花粉観測
交通	仮出所者の遠隔監視(逃亡防止) 運行管理、時刻表(時間通りか否か)(公共交通機関の車両) 運行管理(動向管理、燃料使用量、CO2ガスなどの排出量把握) 駐車場・洗車場での車両の出入り情報のリアルタイムでの管理(空車情報) 駐車場・洗車場でのつり銭、売上情報 道路監視(路面凍結) 信号機の遠隔制御 表示板等への表示 標識やガードレールにおける自動車の衝突通知 車両の盗難防止(異常通報後に位置監視)
小売・流通	自動販売機の遠隔監視、保守支援 鮮度管理(輸送中の温度計測など)
製造	集中管理された工場でのメンテナンス(製造装置、製造機械、建設機械) 温度監視(炉、薬品庫など) 異常通報(汚水処理装置など) 土壌地下水汚染のリアルタイム監視(工場・廃棄物処分施設) PL対策(使用回数、使用時間等)
家庭	家電等の遠隔監視・制御(照明、エアコン、電気錠、暖房器、給湯器、風呂など) 独居老人の安否確認(見守りロボット、M邸緊急通報) 電気・ガスメーターの遠隔検針 ホームセキュリティ(報知器、防犯ブザーなど)
環境・自然	ペット管理(迷いペット対策、盗難防止/位置情報) 廃棄物管理(産廃業者による不法投棄の防止) 動植物の生態監視(位置情報)
金融・保険	ATMの破壊窃盗対策(異常通知後に位置通知)
建設・土木	工事現場の工事状況監視、危険予知(雨量センサ、風速センサなど)
その他	貴重品管理(物品の開封の通知・証跡) 電光掲示板への表示

社会・経済的な効果(市場規模)

- 本格普及期におけるセンサーネットワーク市場は、毎年1140万台の端末出荷が予想され、キャリアサービス市場、端末機器販売市場、ASPサービス市場の合計は、約3000億円/年である。
- 帯域当たり市場規模は19億円/月/MHz
- 上記のような需要が想定され、ワイヤレスブロードバンド推進研究会最終報告書で指摘されているようにVHF帯でまとまった周波数が必要である。

■ センサーネットワークの市場規模: 合計2,970億円/年

キャリアサービス市場	680億円/年
端末機器市場 ⁽¹⁾	110億円/年
ASP市場 ⁽²⁾	2,180億円/年

(備考)

- ・調査はNTTデータ経営研究所へ委託(2005年)
- ・サービスエリアは23区+15政令指定都市と仮定
- ・キャリアサービス市場は、端末数と「100円/月×12ヶ月」の積として算出
- ・端末機器市場は、端末数と「1000円/端末」の積として算出
- ・全国での年間端末出荷予測台数: 約4,500万台(普及台数は約2億2,500万台)。
- ・ASPの月額料金として、遠隔検針料金(通信に応じて)50円~2,000円、セキュリティ900円、車両運行管理2,500円、独居老人の安否確認3,000円で算定

■ 帯域幅1MHz当たりの市場規模(キャリアサービス)

センサーネットワーク	19億円/月/MHz
携帯電話(参考)	26億円/月/MHz

(備考)

- ・センサーネットワーク
 - ・使用帯域幅は3MHz(割り当て希望帯域幅)と仮定
 - ・サービスエリアは23区+15政令指定都市と仮定
- ・携帯電話
 - ・全キャリアサービス市場は、総契約者数8,700万ユーザとARPU7,000円の積で算出

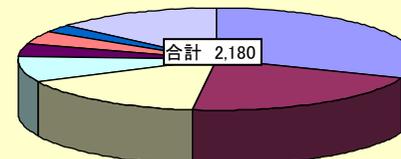
(1) 年間の端末出荷予測台数



単位: 万台/年

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| ■ 電気・ガスメーターの遠隔検針 | ■ 在宅ヘルスケア(家庭にある物から健康に関する情報を送信) |
| ■ 貴重品管理(物品の開封の通知、証跡) | ■ ホームセキュリティ(報知器) |
| □ PL対策(使用回数、使用時間等) | ■ 家電等の遠隔監視・制御 |
| □ 標識やガードレールにおける自動車の衝突通知 | ■ その他 |
| ■ 車両の盗難防止(異常通報後に位置監視) | |

(2) アプリケーション別市場規模(ASP)



単位: 億円/年

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| ■ 電気・ガス等の集中管理 | ■ 車両の盗難防止(異常通報後に位置監視) |
| □ 運行管理(問合せ型) | ■ 家電等の遠隔監視・制御 |
| ■ 電気・ガスメーターの遠隔検針 | ■ セキュリティと監視システム |
| ■ 独居老人の安否確認(見守りロボット、M郵緊急通報) | ■ その他 |

社会・経済的な効果(早期実現アプリケーション)

安心・安全なユビキタスネットワーク社会の早期実現に向け、日本発「センサーネットワーク」の実用化を2011年以前にも希望する。

■早期市場ユーザ

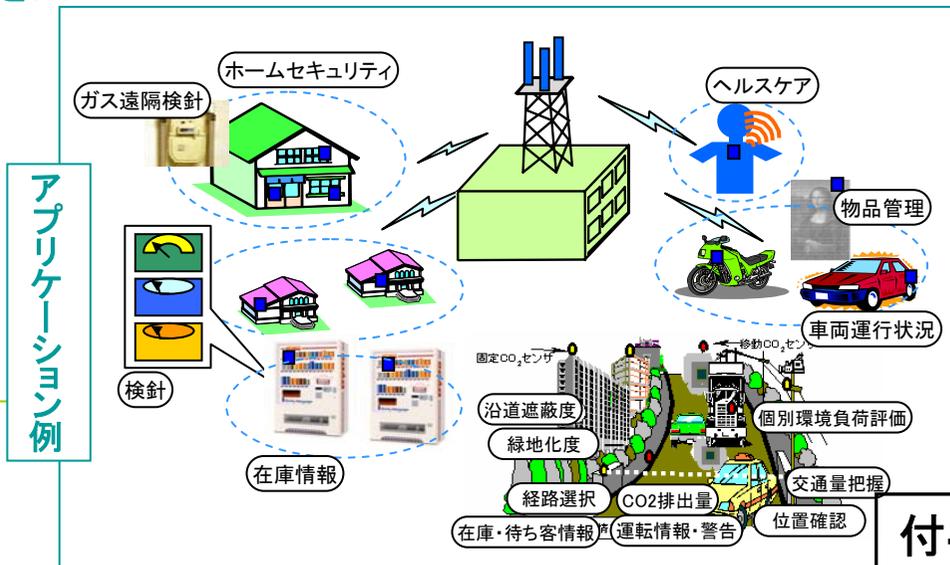
- ・東京ガス(株)/NTTテレコン(株)/第一環境(株)【遠隔自動検針】、総合警備保障(株)【ホームセキュリティ、位置情報・現場急行サービス】、が賛同の意を表明し、2011年以前に本システムが実現されれば導入時期はそれに合わせて早めたい意向である。
- ・自動検針等の仕様を検討する研究会が発足し、広域ユビキタスを無線アクセスインフラ技術の第一候補として検討中である。同研究会に参画する企業が持つ加入ユーザ数は、合計で数千万オーダーとなる見込みである。

■ユーザの要望

モノとモノの通信(例:遠隔自動検針、ホームセキュリティなど)は、ヒトとヒトの通信(例:電話、画像ファイルの送受信など)と比較して必要とする帯域は遙かに小さく、また1端末当たりを支払えるコストも少ないのが一般的である。携帯電話など既存の公衆無線サービスはいずれもヒトとヒトとの通信に最適化されたシステムであるため、モノとモノの通信をしたいユーザのコスト条件を満足することは出来ず、また収容端末数を人口のオーダーで見積もっているため大量のモノ(人口の10倍程度)を収容することは出来ない。早期実施を希望するユーザは、このような既存の公衆無線サービスでそのニーズを満足させることの出来ないモノとモノの通信を必要とするユーザである。

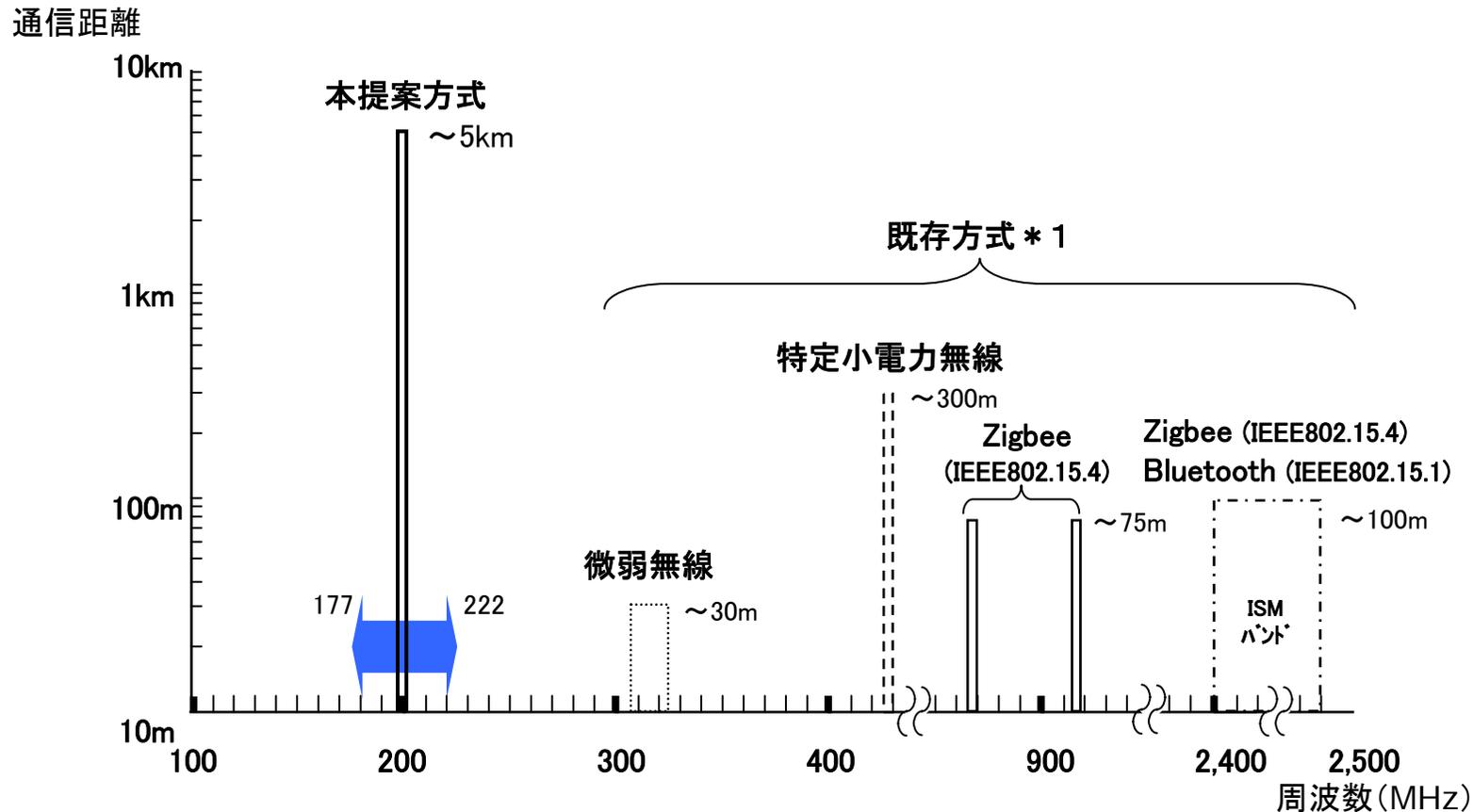
■早期ユーザへの技術開発対応

実用化に向けたロードマップに記載のように、早期市場ユーザへの対応を配慮した技術開発を実施している。



社会・経済的な効果(国際競争強化の観点)

- 現在センサーネットワークとして用いられている無線方式は、通信距離が最大でも300m程度である。
- 本提案方式は、通信距離として5km、5年以上の電池寿命を目指すもので世界初のシステムである。
- 本作業班での検討結果及び、国内での標準化活動と並行して日本発の新しい無線方式としてITU-R等に提案する。



* 1: 2004年3月8日ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会 資料1-8

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 1/8

UHF電波有効利用の基本的な観点： 光ファイバー v.s. MIMO-メッシュ

光ファイバー(有線)

- 一波一ビームで細線に閉じ込め
(単一モード)
- ファイバーで超広帯域対向通信
(光ファイバー・リンク)
- トラフィックを集合・分配して通信
(集中型通信)
- 低コスト・極低損失材料
(シリカ・ガラス)

長距離で、固定大容量で、
ノード数が少ない程、有利

MIMO-メッシュ(無線)

- 複数波を一つのビームに構成
(固有ビーム)
- 複数の固有ビームで対向通信
(MIMO)
- 複数の分散ノードと同時通信
(MIMO-メッシュ)
- 低コスト・高損失伝搬路
(UHF周波数)

短距離で、可動性があり、
ノード数が多い程 有利

相互補完

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 2/8

UHF電波有効利用の基本的な観点： 高信頼性を提供するワイアレス

有線

- 情報は線路に閉じ込め
(盗聴されにくい)
- 線路切断でトラフィック・ゼロ
(本来は冗長性なし)
- 分散冗長構成は高コスト
(メッシュ敷設は困難)
- 集積点が災害時の弱点

高信頼性化

MIMO
メッシュ

従来無線

- 情報が空間伝送
(盗聴されやすい)
- セル構成でキャパシティ確保
(ファイバーで基地局間ネット)
- マルチパス障害に対処
(DSSSはRake、OFDMはGI)
- 基地局の遮蔽・障害で通信断

- 情報が複数波や固有ビームに分布 (比較的盗聴されにくい)
- 一つの固有ビームに冗長性 (マルチパスへの適応)
- 複数の固有ビームで冗長性 (マルチパスの利用)
- メッシュの経路冗長性 (遮蔽物や障害の迂回)

電池バックアップされたMIMOメッシュのネットワークは、風潰しにノードを壊さないと機能喪失しない

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 3/8

UHF電波有効利用の基本的な観点：周波数共用

法令と監督のみによる周波数利用

- 無線は混信・干渉し合うという前提
 - ⇒ 周波数の割当免許と遵用の監督
- 周波数をサービス毎に排他割当免許
 - ⇒ 多様なサービス割当てで周波数細分化
- 細分でブロードバンド(BB)化困難
 - ⇒ 専用化した装置・コスト不利

免許不要で簡易な機器認証

- 混信・干渉の可能性を許容する前提
 - ⇒ 2.4GHz-ISM帯は高いBB利用度
- 広周波数帯を多様なサービスで共用
 - ⇒ PC、家電、ゲーム、携帯、産業機器
- BB技術をVLSI化して低コスト実現
 - ⇒ 娯楽機器が牽引・高信頼性は困難

非排他免許(登録)・免許不要・共用技術基準認証

- 混信回避・干渉除去技術を規定し、運用上で周波数共用が可能という前提
 - 信頼性とサービス品質の確保の為、娯楽用途などの利用はネットワーク・アクセス制限
 - 異種アプリケーション・スペースの周波数共用やネットワーク共用は運用管理で実現

Ban & Manage



運用標準の規定と実装

アソシエーション制御



共通オーセンティケーション

小電力+メッシュ



(小電力共用を優先導入)
カバレッジ確保+共用

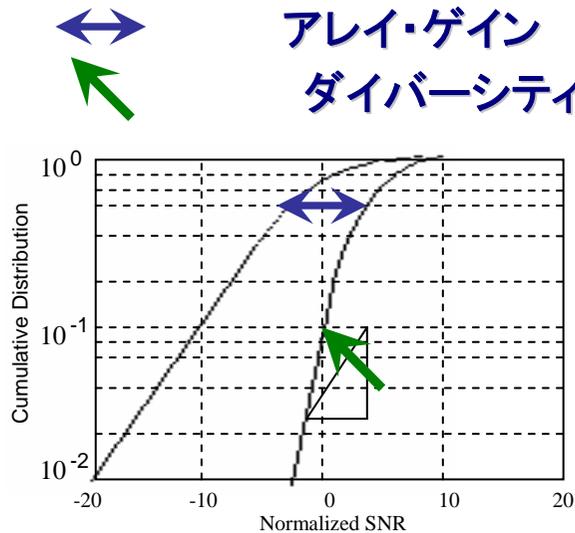
■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 4/8

MIMO技術とメッシュ技術

MIMO

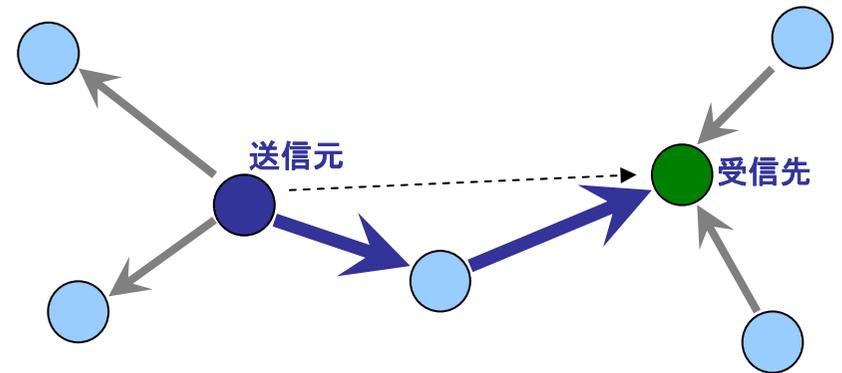
➤ 送信側・受信側の両方に複数アンテナ



固有ビームの組合せ 多重化ゲイン

メッシュ

➤ 複数ノードが経路を構成



----- 低信頼性・低キャパシティの直接経路

➡ 高信頼性・大キャパシティのメッシュ経

MIMO-メッシュでは相乗効果が可能

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 5/8

電波の有効利用の度合

[要素技術的な側面]

複数アンテナ(MIMO)技術により
アンテナ数に応じてキャパシティや信頼性向上

メッシュ技術をMIMOに組合せることで
経路冗長性に応じて、さらにキャパシティや信頼性を向上

ワイアレス技術(OFDM)

↓ 複数アンテナ(MIMO)技術

×2~4倍 有効利用

↓ MIMO+Mesh 技術

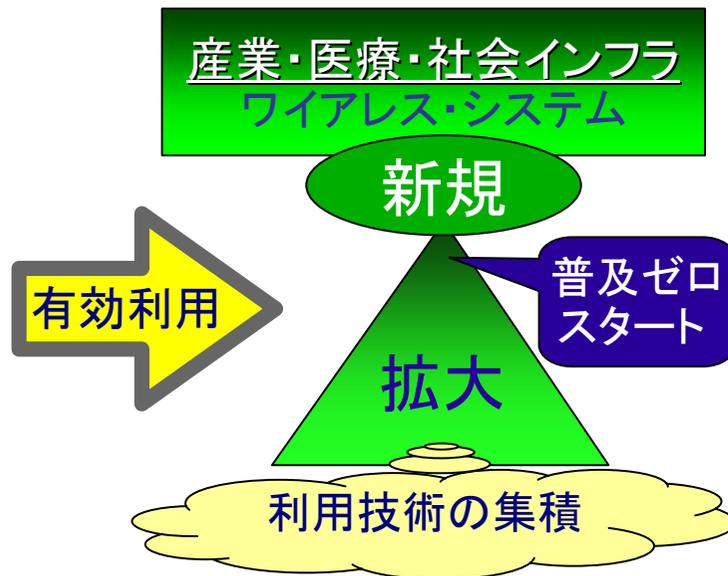
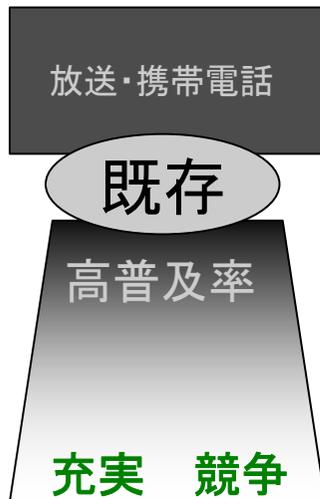
×2~4倍 有効利用

×4~16倍 キャパシティ
高信頼性

[技術政策的な側面]

携帯電話等の既存市場は普及率が高く、
充実や競争導入は必要だが、利用拡大は限定的

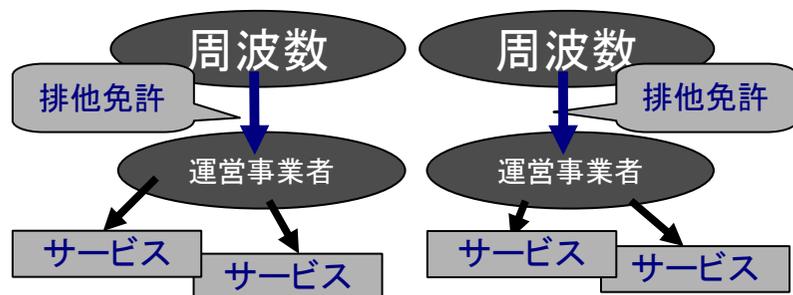
産業・医療・社会インフラ分野には、
高信頼性ワイアレス普及の必要性と拡大の可能性



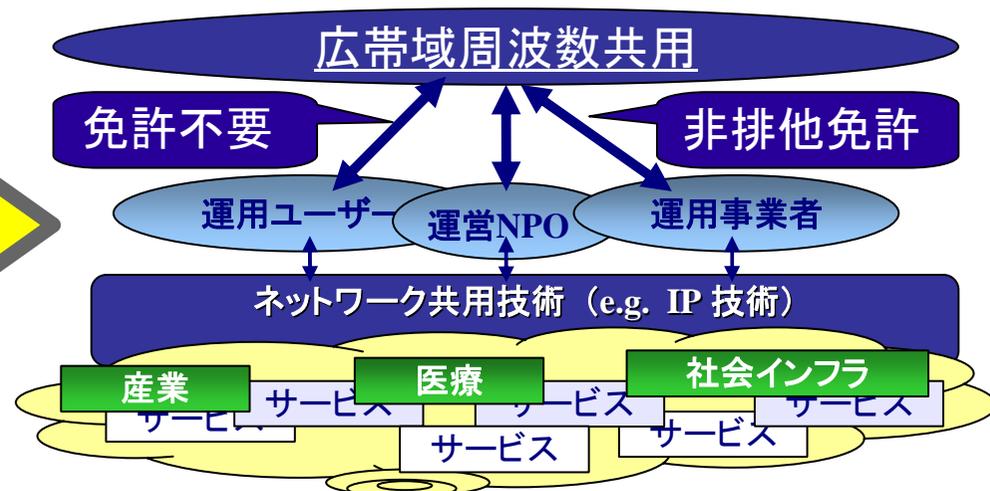
■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 6/8

実現可能性(運営イメージ等)



有効運用



[広帯域周波数の共用と登録制や免許不要による運用]

限られた周波数帯を用途毎に事業者に細分して割り当て、排他免許を与える代わりに、非排他(免許)の登録機器や小電力の免許不要機器がまとまった広い周波数を共用する。

運用側で周波数の共用管理が可能な規則を定める。
その上で様々なサービスがネットワークを共用できるように
IPなどの技術を用いて、事業者に限らない各種の運用形態を実現する。

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 7/8

社会・経済的な効果

利用分野	アプリケーション・スペース	社会・経済効果	システム/ノード数
産業	工場・研究施設	生産性・研究開発効率の国際水準維持	>2020年頃の市場規模推定 平均8000システム×3分野=2.4万 ×平均800ノード=約2000万ノード >5年間累積推定数 2000万×5年=1億ノード [3分野以外にも高信頼性応用分野あり]
	都市・環境	安全性・快適性の低コストで柔軟な確保	
医療	病院・医院	高度情報システム化で低コスト高品質化	
	医療装置	可動性・稼働率の向上と高信頼化	
社会インフラ	上下水・発電・ガス	システム効率化と安定性安全性の両立	
	交通・河川・気象・自然環境	ディサビリティ支援・監視・高度情報化	

[リスクと期待]

産業・医療・社会インフラの情報システム分野に最新ワイアレス技術の導入して、
 娯楽用途等と分離された高信頼性要求を満たす周波数割当てが必要であり、諸外国と比較しても遅れないことが必要である。

高信頼性ワイアレス技術の国内での研究開発を加速し
 産業競争力、医療効率化、社会インフラの充実を推進することが、
 UHF周波数帯の従来の事業者割当方式とは異なる利用開放によって期待できる。

■ 付属資料 < 自営通信システム >

(12) 提案：周波数共用型高信頼性ブロードバンドワイアレスシステム 8/8

その他 UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

伝搬特性



➢メッシュ技術 適用可能 (飛び過ぎず、適度な伝搬損失)

材料浸透性



➢MIMO 技術 適用可能 (現実的アンテナ間距離とサイズ)

➢屋内外・遮蔽物環境 (物質・材料や構造物への浸透性)

有効利用の鍵

セルラー ➡ MIMO メッシュ技術適用による高信頼性応用

[UHF周波数は MIMO-メッシュ技術導入に好適]

セルラー・システムでも、セル・サイズ、セル間干渉、建物・構造物への浸透性などのバランスから、UHF周波数帯は有用で、有効利用の必要性が高かった。

MIMOやメッシュの技術は UHF周波数の有効利用に相当で、特に信頼性の高いワイアレス・システムの実現普及や、低インフラコストの省電力小型機器が期待できる。

MIMO技術では、複数アンテナを低相関な間隔に配置する必要があり、アンテナ・サイズを小さくできるUHF帯以上の周波数が現実的で、VHFでは困難である。

自営通信システム

(13) 提案: 業務用無線統合プラットフォームと業務用無線に適した網運営を導入したシステム

表 提案システムの緒元

	項 目		諸 元
1	無線周波数帯		170-222MHz
2	通信方式		複信
3	アクセス方式		FDMA
4	チャンネル間隔		6.25[kHz]
5	全無線チャンネル数		1,000
6	送受信間隔		35[MHz]以上
7	基地局エリア半径		8[km]以下
8	基地局の送信出力		5[W]
9	携帯・車載局の送信出力		2[W]
10	ゾーン(セル)面積		166[km ²]
11	クラスタ内ゾーン数		25
12	クラスタ数/全国		91 以上
13	チャンネル数/ゾーン		40
14	無線チャンネル/ゾーン	共用チャンネル数	30
		専用チャンネル数	6
		制御チャンネル数	4
15	変調方式		RZ SSB
16	占有周波数帯幅		3.4[kHz]
17	伝送可能な情報信号	アナログ音声	0.3~3.4[kHz]
		データ	19.2~2.4[kbps]
18	共用チャンネルの容量	呼量/利用者	0.01[erl]
		呼損率	3[%]
		共用チャンネル分配例	12X2(ゾーン内)、6(ゾーン外)
		利用者数/クラスタ	42,050
19	専用チャンネルの容量	専用チャンネル分配例	4(ゾーン内)、2(ゾーン外)
		利用団体/クラスタ	125
20	周波数利用効率	共用チャンネル	0.071[erl/Hz]
		専用チャンネル	0.176[erl/Hz]
		デジタル	5.65~0.71[bps/Hz]
21	システム規模	基地局数	25/クラスタ
		携帯・車載局数	44,550/クラスタ