

汎用 I P 無線通信システムに関する研究会  
報 告 書

平成 1 6 年 3 月

汎用 I P 無線通信システムに関する研究会  
総 務 省 北 陸 総 合 通 信 局

## は じ め に

北陸管内の無線局における携帯電話の比率が増大する一方、国、公共団体、民間企業や商店などが自身の事業運営や業務の効率化のために開設・運用している自営無線は減少傾向にあり、非常災害時における通信の輻輳等の問題を考慮すると、無線通信の利用が携帯電話に過度に集中することは情報通信基盤の脆弱性につながりかねないとの懸念もあります。

本研究会は、平成14年度から自営無線の高度化と利便性の向上を実現し、一層の発展を図るため、通信プロトコルの方式にインターネット等で広く普及しているインターネットプロトコル(IP)方式を使用する「汎用IP無線通信システム」の導入に向け取り組んで参りました。

平成14年度研究会においては、自営無線におけるIP通信の有用性を明らかにするとともに、適用無線通信技術の検討を踏まえた実証実験などにより実用化に向けた課題と方策が明らかとなりましたが、実用化に向けては通信速度等の向上など、新たな無線通信技術の確立や現行の規則等の整備等が課題として上げられたところです。

このため、平成15年度研究会では、汎用IP無線通信システムを「音声兼用」、「高速通信」及び「超高速通信」の三つのタイプに分類し、平成14年度に明らかとなった課題の改善方策とその検証、求められる機能・性能及びサービスモデル等について研究を進めてきたところです。この結果、音声兼用タイプでは、従来の自営無線の10倍のデータ伝送速度とインターネット接続の高速化等IP網との接続性能の向上が実現され、また、高速通信タイプでは、ニーズ調査等を踏まえて、用途別に3つのモデルを想定し、それぞれ20倍から300倍以上の高速データ伝送とIP網とのシームレスな高度情報通信を確認したところです。

今後は、この成果を活かして実際の利用シーンにより実用化に向けた取り組みを引き続き進め、自営無線の高度化と低廉化、ひいては電波の有効利用の促進が、北陸から全国あるいは世界に広まることを期待して、研究会のまとめとさせていただきます。

最後に、昨年6月から開催してきた平成15年度研究会において、熱心な論議をいただいた委員の皆様をはじめ、実証実験に協力をしていただいた方々など、関係各位のご尽力に心から感謝申し上げます。

平成16年3月

汎用IP無線通信システムに関する研究会座長  
金沢工業大学教授 大洞 喜正



2.5.1	フルスロット方式の概要	52
2.5.2	フルスロット方式の通信特性の検証	53
2.5.3	結果	53
2.6	異システム間通信 (800MHz デジタル MCA との通信)	55
2.6.1	概要	55
2.6.2	実験システムの構成	55
2.6.3	実験項目	56
2.6.4	実験結果	56
2.6.5	まとめ	57
第3章	音声兼用タイプとその利活用	58
3.1	音声兼用タイプ	58
3.1.1	音声兼用タイプの特徴	58
3.1.2	シングルスロットモデルとフルスロットモデル	58
3.1.3	音声兼用タイプの技術的条件等	62
3.2	音声兼用タイプの移動通信システムの構築	63
3.2.1	シングルスロットモデルのシステム構築	63
3.2.2	フルスロットモデル (4 スロット方式) のシステム構築	64
3.3	音声兼用タイプの利活用	66
3.3.1	シングルスロットの利活用	66
3.3.2	フルスロットモデルの利活用	67
3.3.3	シングルスロットモデル / フルスロットモデルの 併用と IP ネットワーク接続の利活用イメージ	68
第4章	高速通信タイプに関するニーズ調査	69
4.1	アンケート調査	69
4.1.1	アンケート調査の概要	69
4.1.2	アンケート調査の結果	70
4.2	ヒアリング調査	77
4.2.1	ヒアリング調査の概要	77
4.2.2	ヒアリング調査の結果	77
4.3	ニーズ調査と高速通信タイプの要求条件等	81
4.3.1	高速通信タイプの要求条件	81
4.3.2	実用化に向けての検討事項	83



本 編

## 第1章 平成14年度の研究概要

### 1.1 自営無線の範囲

自営無線とは、国、公共団体、一般企業、商店及び個人が自身の事業運営や業務の効率化のために開設・運用している無線通信システムで、電気通信事業者が提供する携帯電話、PHS、無線アクセス等の無線通信サービスと区分されるものである。

また、その通信の形態から「固定系」、「移動系」、「衛星系」等に分類され、本研究会が高度化等に取り組むのは、移動系の自営用陸上移動無線通信（以下、「自営無線」という。）に分類されるものである。



図 1.1-1 汎用 IP 無線通信システムの適用範囲

### 1.2 汎用 IP 無線通信システムの必要性

自営無線の利用者は、一斉呼出しやグループ通信が可能、通話料金が不要など自営無線の優れた機能や利便性を認識しつつも、携帯電話に比較してシステム構築等経費が高額、通信エリアが狭い、ネットワークとの親和性に欠けるなどの不満から携帯電話への切り替えを進めており、自営無線は著しい減少傾向にある。

また、携帯電話の爆発的普及と自営無線の低迷は、非常災害時における通信の携帯電話への一極集中を招き、その通信の輻輳から携帯電話で被災状況の把握、救援・救助等の緊急かつ重要な通信ができなくなるなど、我が国の情報通信基盤全体の脆弱化に繋がることが懸念されている。

一方、IT 社会の進展と無線利用の拡大に伴う移動体通信用周波数の爆発的な需要拡大から、ひっ迫する周波数事情の一層深刻化が見込まれており、新たな電波利用システムの周波数利用効率の向上と電波の有効利用の促進が課題となっている。

このため、本研究会では、情報通信基盤の多様性確保と信頼性向上、併せて、自営無線の一層の利用の拡大を図るため、高速データ通信や IP ネットワークへのモバイルアクセスなど高度化、高機能化、高度利用を実現するとともに、コストの低廉化と周波数利用効率の向上が期待できる『汎用 IP 無線通信システム』の実用化に取り組むものである。

< 汎用 IP 無線通信システムの基本要件 >

- 周波数帯 : 150MHz 帯、260 MHz 帯、400MHz 帯
- 通信速度 : 2.4kbps ~ 数百 kbps 程度
- 通信方式 : パケット方式等の多元接続。
- ネットワークルータ機能 : ルータ機能を持たせる。
- 機能・性能 :
  - ・通信エリアは既存の自営無線と同程度を確保
  - ・高速データ伝送の実現
  - ・IP ネットワークへのモバイルアクセスの実現
  - ・汎用性の向上とコストの低廉化の実現

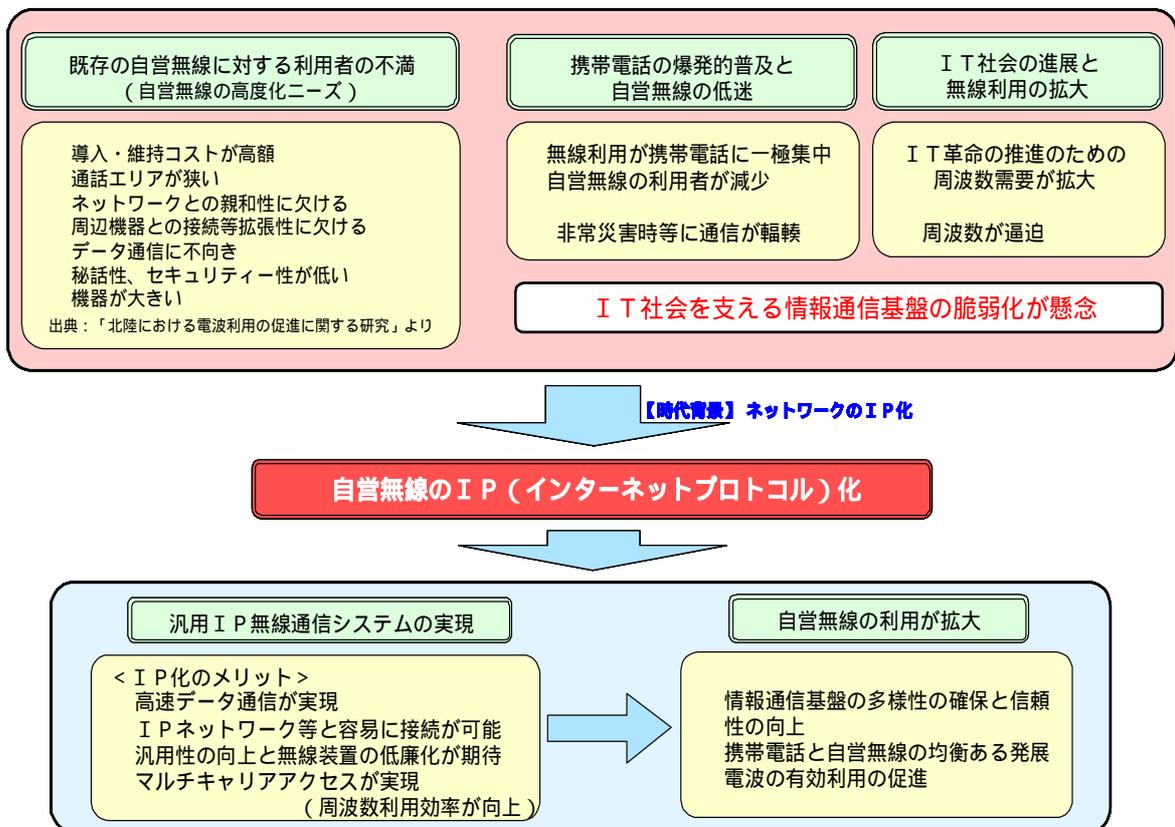


図 1. 2 - 1 汎用 IP 無線通信システムの実用化が望まれる背景

### 1.3 自営無線における IP 通信の有用性

#### 1.3.1 既存自営無線システムとの比較

既存の自営無線（狭帯域デジタル通信方式の移動通信システム）と汎用 IP 無線通信システム（以下、「汎用 IP 無線」という。）の性能・機能等を比較する。

表 1.3 - 1 既存自営無線システムとの機能比較

比較項目	既存の自営無線	汎用 IP 無線
通信速度	低速 狭帯域システムの場合 2.4kbps程度	高速 音声兼用タイプ:2.4~9.6kbps 高速タイプ :20~数百kbps程度 超高速タイプ :数百k~数Mbps程度
多元接続	狭帯域デジタルで3通話	複数可能
電子メール利用	不可	可能
Web利用	不可	可能
イントラネットへのモバイルアクセス	不可	可能
異システム間通信	制約多い	インターネットを介して可能
前進基地局	固定局又は専用線によるアプローチ回線が必要 = 高価	アプローチ回線としてインターネットが利用可能 = 低廉
データ通信システムの構築	専用システム = 高価	汎用システム = 低廉
周辺機器	専用機器 = 高価	IPカメラ等汎用機器 = 低廉
音声通話	適している	高速タイプまでは不適
通信品質	保証	音声兼用タイプ :保証 高速、超高速タイプ:ベストエフォート

（注）「既存の自営無線」とは、狭帯域デジタル通信方式の移動通信システムである「市町村デジタル移動通信システム」をいう。以下同じ。

#### 1.3.2 IP 通信の有用性

##### （1）新たな通信サービスの実現

###### ア．高速データ伝送

デジカメや監視カメラの動画像等大容量データの高速伝送が可能になる。

###### イ．電子メール

インターネットに接続の全てのシステムと電子メールの交換が可能になる。

###### ウ．Web アクセス

インターネットのホームページやデータベース等にアクセスし、情報の収集や検索などの利用が可能になる。

エ. モバイルアクセス

移動中の車両無線（汎用 IP 無線）からインターネット等に直接アクセスすることが可能になる。

(2) 機能上のメリット

ア. 異システム間の相互通信が実現

イ. 移動中の車両無線（汎用 IP 無線）からインターネット等を介して、周波数が異なる無線システムや他の情報システム（コンピュータシステム）等との相互通信が可能になる。

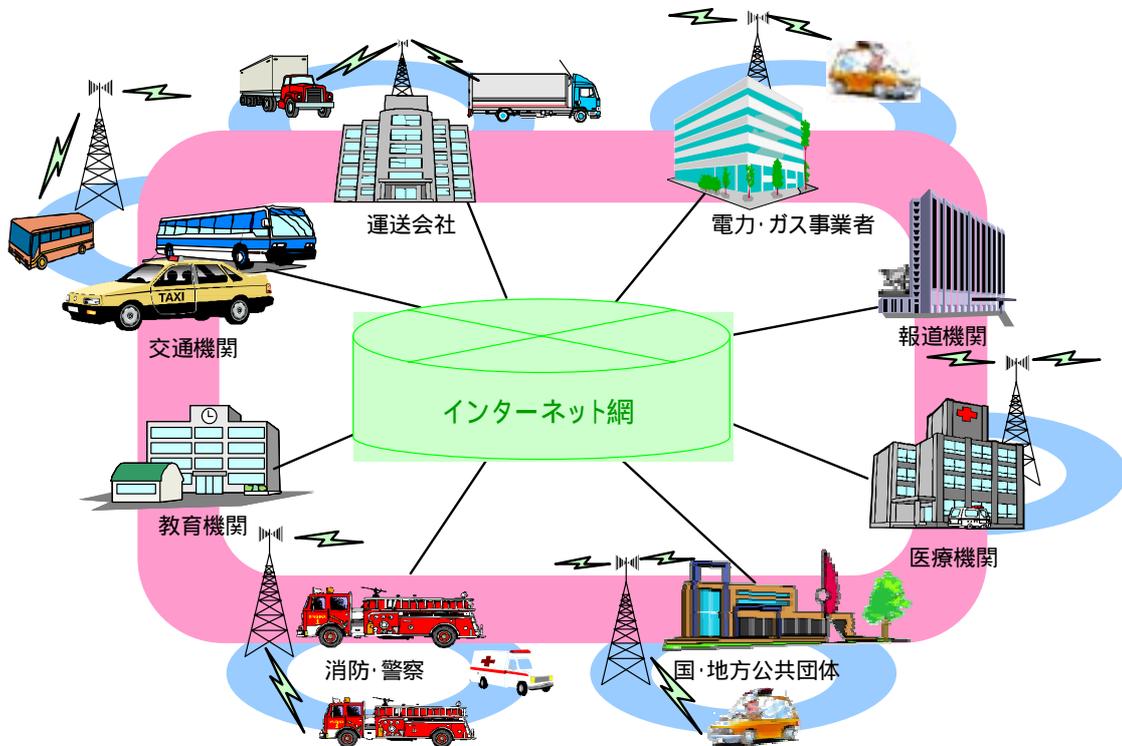


図 1.3-2 異システム間の相互通信機能

ウ. 非常災害時等における通信確保に有効

携帯電話等の公衆通信網に比べ、ユーザが限定されているため、通信輻輳の影響を受ける可能性が小さく、非常災害時等における通信の確保に有効である。

エ． リレー中継（マルチホッピング機能）が可能

陸上移動中継局等の中継局を介することなく、移動局 移動局（中継）  
移動局のいわゆるバケツリレー方式の中継通信（マルチホッピング機能）が可能になる。

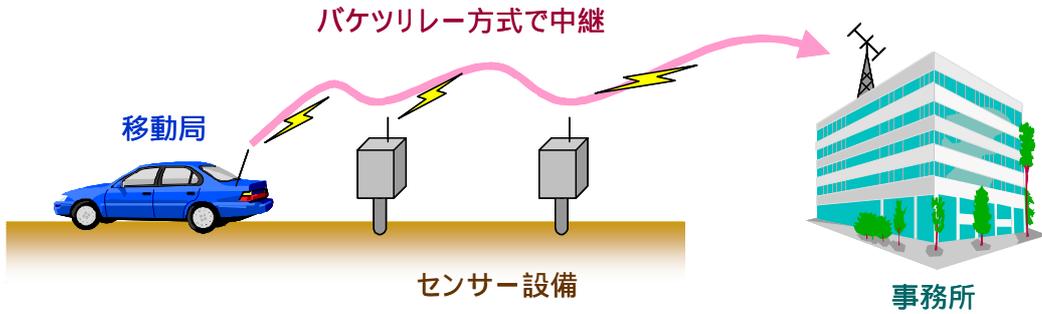


図 1.3-3 リレー中継機能

(3) システム導入コストの低廉化

ア． 前進基地局の設置（通信エリアの拡大）が安価で容易

(ア) アプローチ回線が不要

前進基地局までのアプローチ（エントランス）回線にインターネット網を利用するため、低廉なコストで前進基地局の設置が可能になる。

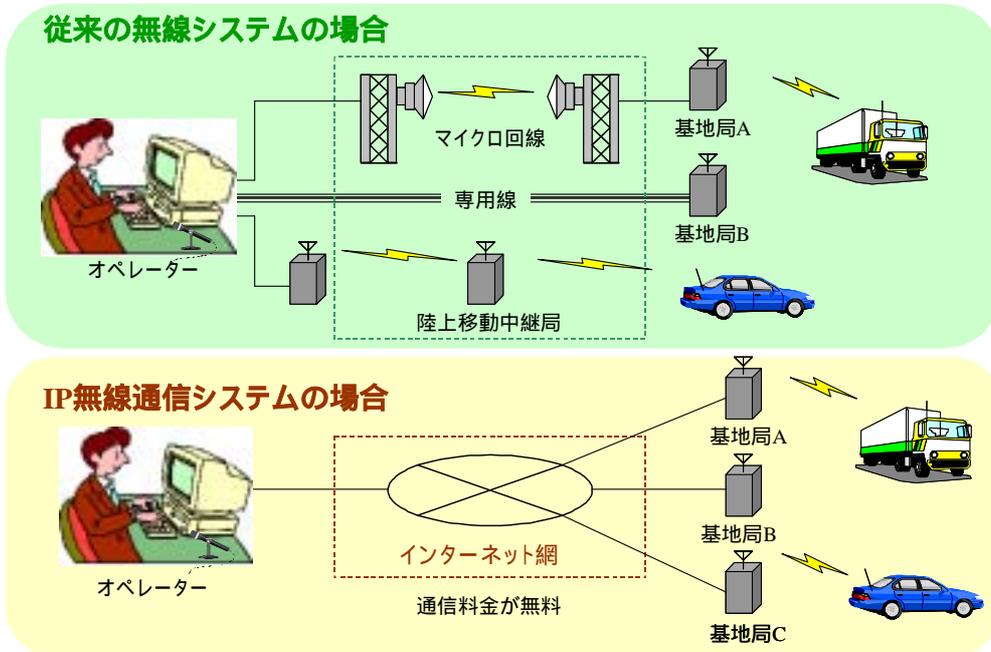


図 1.3-4 アプローチ回線が不要

(イ) 段階的なエリア拡大が可能

前進基地局の設置が廉価で容易なことから、システムの導入後に事業の拡大等必要に応じて段階的に通信エリアの拡大や機能拡張ができ、必要最小限のコストでのシステム導入が可能になる。

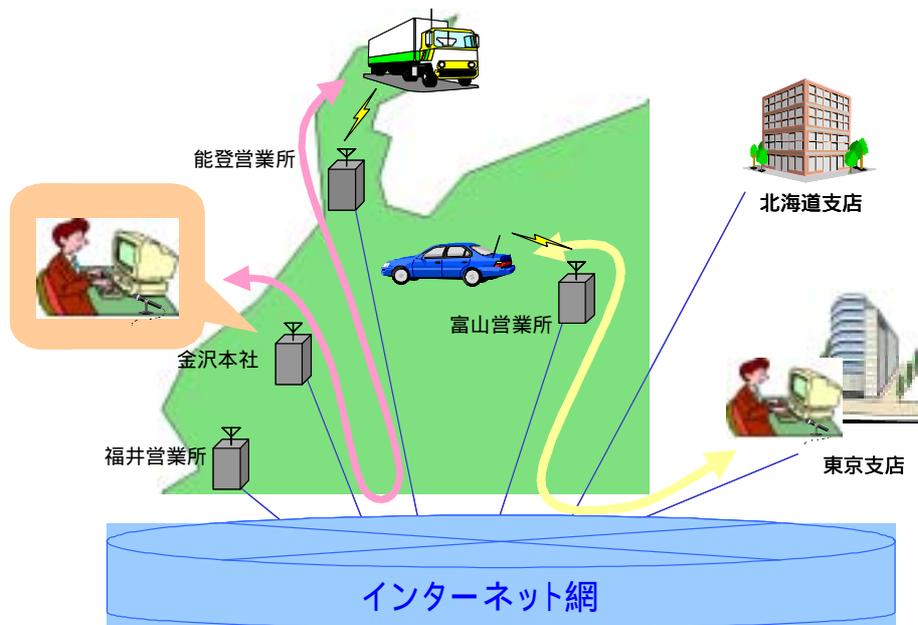


図 1.3-5 段階的なエリア拡大が可能

イ. 通信料金が極めて安価

通信料金は、無線区間が無料であることに加え、連絡線、通信線にインターネット網を利用するため極めて安価である。

ウ. ソフト開発のみでシステム構築が可能

新たな通信システム（アプリケーション）を構築する場合、各種装置の基本仕様が共通のためソフト開発のみで済み、安価にシステム構築が可能になる。

エ. 無線装置が安価

パケット通信（回線制御：キャリアセンス方式）の場合、従来のマルチチャンネルアクセス制御や時分割多重制御のための装置等が不要になり、また、複数の重複する通信エリアで同一周波数の利用が可能になるためローミングのための装置等が不要になるなど、無線装置の簡素化（部品数や製造工程の削減）と低廉化が可能になる。併せて、無線装置の基本仕様が共通なことから、量産効果による低廉化も期待できる。

オ． インターネット接続のための専用装置が不要

従来の無線機でインターネット等と接続するとき必要であった専用の接続装置等が不要になるため、低廉かつ容易にネットワーク接続が可能になる。

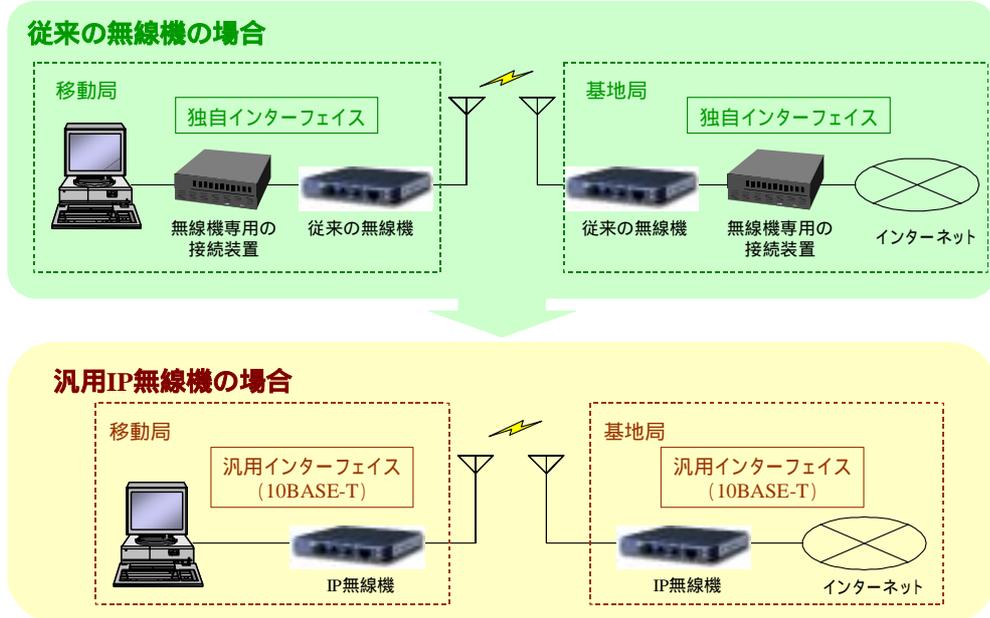


図 1.3-6 インターネット接続のために専用装置が不要

カ． 安価な周辺装置が利用可能

市販されているインターネットやイントラネット用の安価な周辺装置等の利用可能になる。

1.3.3 電波の有効利用

(1) 複数免許人による周波数の共用が可能

汎用 IP 無線でパケット通信による多元接続方式とした場合は、パケット制御により容易に複数免許人による周波数共用が可能になる。また、容易に複数免許人による基地局設備の共同利用も可能になる。

(2) 1周波数当たりの収容可能な無線局数が増大

高速通信によりデータ伝送時間の短縮が図れる等から 1周波数当たりの収容可能無線局（移動局）数が増大する。

( 3 ) 周波数利用効率が向上

一定の広さの周波数帯域をフルに使ったバースト伝送により、最大伝送速度の高速化が図られるとともに、FDM(周波数分割多重方式)のガードバンドやTDM(時分割多重方式)の冗長信号が不要になり、周波数利用効率の向上が図られる。

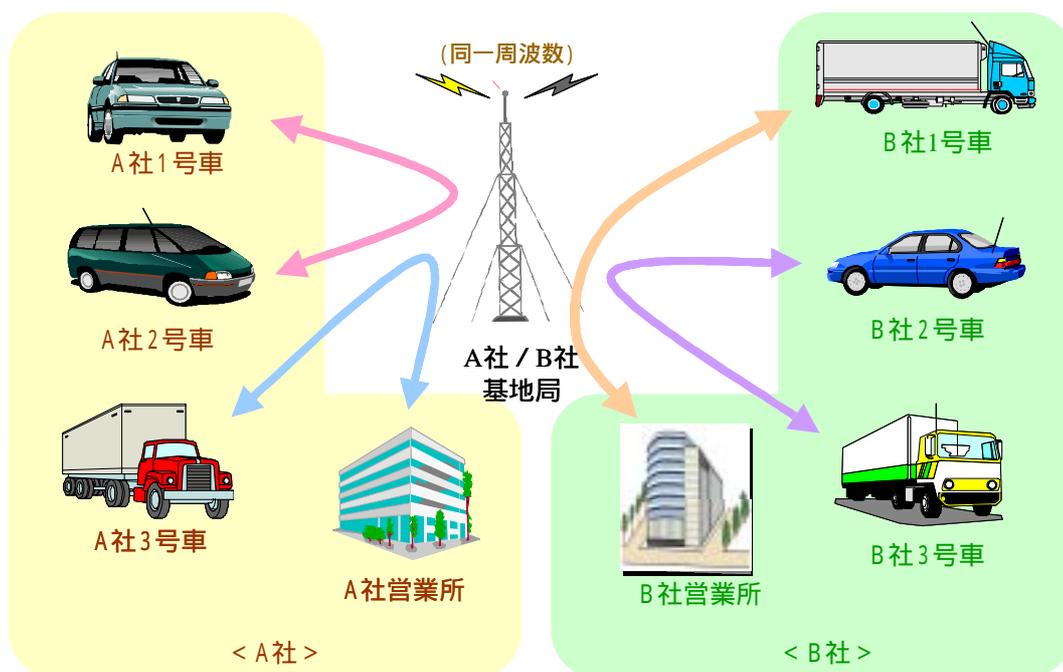


図 1 . 3 - 7 複数免許人による周波数共用

1 . 4 汎用 IP 無線通信システム

1 . 4 . 1 汎用 IP 無線通信システムの分類と目標性能

汎用 IP 無線をその用途、利用形態及び技術的性能等により3つのタイプに分類して、それぞれ実用化に向けた研究に取り組むこととした。

音声兼用タイプは、既存の自営無線の音声通信に加えて、小容量のデータ通信を行うシステムであり、高速通信タイプは、その用途を高速のデータ通信に特化したシステムである。

また、超高速通信タイプは、音声、動画等の大容量データの高速伝送が可能なオールマイティ的なシステムと位置付けられる。

表 1.4-1 汎用 IP 無線通信システムの性能比較

	音声兼用タイプ	高速通信タイプ	超高速通信タイプ
伝送速度	32kbps 〔 1スロット 2.4kbps フルスロット 9.6kbps 〕	20～数百kbps程度	数百k～数Mbps程度
プロトコル	IP(PPP接続)	IP(拡張)	IP(拡張)
周波数間隔	狭帯域 (25kHz)	やや広帯域 (50kHz / 100または200kHz / 300または400kHz)	広帯域 (数百kHz程度)
変調方式	/ 4シフトQPSK	/ 4シフトQPSK等	OFDM等
アクセス方式	TDMA	パケット通信	パケット通信等
無線方式	複雑 (ハード的に用途が制限される)	簡素 (ソフト的に応用範囲が広い)	高度 (ポテンシャルが高い)
特長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存無線上でIP伝送を実現</li> <li>・PDC携帯電話並の低速通信</li> <li>・音声、データ同時通信</li> <li>・電子メール等テキスト情報の通信に適してる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・帯域をフルに使ったパースト伝送により高速化。</li> <li>・静的経路選択等によるリレー伝送を実現。</li> <li>・PHS並みの高速通信</li> <li>・テレメータや静止画像までの通信に適している</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・OFDM等を用いて高速化。</li> <li>・動的通信経路選択による中継を実現。</li> <li>・第3世代携帯電話並みの超高速通信</li> <li>・広帯域、高速伝送</li> <li>・動画画像伝送も可能</li> </ul>
適用例	メールやWebアプリケーション等のテキストベース情報の送受信	非常に多数されるシステムや画像データの送受信。	動画やVoIP等のマルチメディアアプリケーション。

#### 1.4.2 音声兼用タイプの汎用 IP 無線通信システム

音声兼用タイプは、既存の自営無線（狭帯域デジタル通信方式の移動通信システム、以下、「狭帯域デジタル移動通信システム」という。）を IP 化することにより、メール伝送等のデータ伝送とインターネット網へのモバイルアクセス等の IP ネットワークとの親和性の向上を図るもので、音声通信が主な用途であるが、必要に応じて小容量のデータ通信を行う用途に適したタイプである。

##### (1) メリット

- ア． 音声とデータの同時通信が可能
- イ． モバイルネットワークアクセスが可能
- ウ． 異システム間通信が可能
- エ． 既存資産（無線設備等）が活用可能
  - ・ 実用化にあたって、現行の「技術基準」や「周波数割当基準」等の制度の変更等を要しない。

( 2 ) デメリット

- ア . 大容量のデータ伝送に適さない。

1 . 4 . 3 高速通信タイプの汎用 IP 無線通信システム

高速通信タイプは、パケット通信による新たな通信方式の無線システムで、非常に多数のセンサー局で構成されるシステムやデジカメ画像等の中容量のデータ通信を行う用途に適したタイプである。

( 1 ) メリット

- ア . 高速データ伝送が可能
- イ . システム構築等コストが低廉化
- ウ . モバイルインターネットアクセスが容易で安価
- エ . マルチホッピング機能を活用した高度なシステムの構築が可能 ほか

( 2 ) デメリット

- ア . 高速移動中の音声通信には不向き

1 . 4 . 4 超高速通信タイプの汎用 IP 無線通信システム

超高速通信タイプは、高速通信タイプと同様にパケット通信による新たな通信方式の無線システムで音声通信や動画伝送など大容量で高速のデータ通信を行う用途に適したタイプである。

( 1 ) メリット

- 動画像等大容量データの高速伝送が可能
- 音声と高速データの同時通信が可能
- ブロードバンド対応の高度で高機能のシステムの構築が可能

( 2 ) デメリット

- 占有周波数帯域幅が広いため、割当て周波数の確保が課題
- 高度な機能を付加した場合は、価格が高くなる恐れがある
- 高速移動中の音声通信には不向き

## 1.5 音声兼用タイプの IP 通信適用可能性の検討

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム、以下同じ。）の IP 通信適用可能性について検証する。

### 1.5.1 通信実験の概要

#### (1) 通信実験の目的

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）である市町村デジタル移動通信システム（260MHz 帯）を使用して、IP 通信の適用可能性を検証する。

#### (2) 実験システムの構成

実験システムの諸元

変調方式	: /4 シフト QPSK
周波数帯	: 260MHz 帯
周波数間隔	: 25kHz
アクセス方式	: TDM-TDMA（時分割 - 時分割多元接続方式）
多重数	: 4 多重
音声符号化速度	: 6.4kbps
データ伝送速度	: 2.4kbps（誤り訂正あり）

実験システムの機器構成

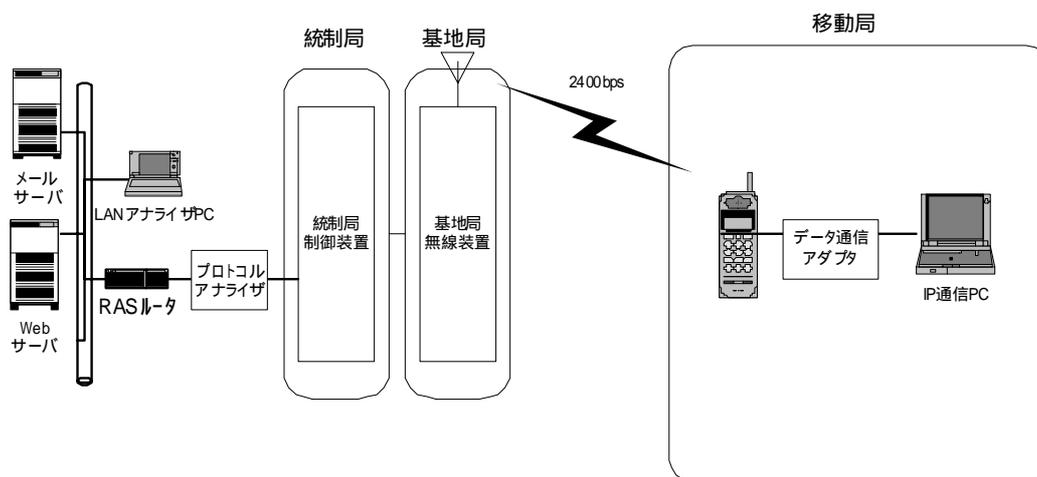


図 1.5 - 1 実験システムの構成図

### (3) 実験項目

#### 電子メールの送受信

- (ア) 移動局側パソコンと統制局のメールサーバとの間で電子メールを交換する。
- (イ) インターネットを介して、移動局側パソコンと携帯電話との間で電子メールを交換する。
- (ウ) Web 表示  
インターネットを介して、移動局側パソコンから北陸総合通信局等のホームページ等へアクセスし、移動局側パソコンのブラウザにより Web 表示する。

### 1.5.2 通信実験の結果と考察

#### (1) 通信実験の結果

##### PPP 接続

- (ア) 無線区間を経由した「移動局側パソコン」と「RAS ルータ」間の PPP 接続について、リンク確立できることを確認した。
- (イ) 無線区間の通信リンクの確立と PPP 接続に約 24 秒を要した。

##### 電子メールの送受信

- (ウ) 「移動局側パソコン」とメールサーバ及び携帯電話（インターネット経由）の間で正常に電子メールの交換（送受信）ができることを確認した。
- (エ) 電子メールの送受信における実効伝送速度  
(上り) 546.1bps      (下り) 1170.3bps

##### Web 表示

- (オ) 大容量の Web サイトのダウンロードに長時間を要するもののインターネットを経由しての Web 表示が正常に動作することを確認した。
- (カ) Web 表示の実効伝送速度  
(転送データが 6,581 byte の場合)      1316.2 bps  
(転送データが 717 byte の場合)      573.6 bps

#### (2) 通信実験の考察

##### IP 通信の適用可能性

実験において、SMTP、POP、HTTP の各アプリケーション層において、IP プロトコルが正常に動作することが確認できたことで、IP 通信の既存の狭帯域デジタル移動通信システムへの適用可能性が実証された。

##### 技術的課題

- (ア) IP ネットワークへの接続動作時間が長い  
無線区間における通信リンクの確立と PPP 接続に合わせて 24 秒を要しており、操作性の面から接続時間の短縮を図る必要がある。

(イ) 通信速度が遅い

電子メールの送受信及び Web 表示における実効通信速度が 546.1bps ~ 1316.2bps と遅いため、物理層、データリンク層等の各レイヤにおいて、通信速度の高速化を図る必要がある。

ウ. 利便性等に関する課題

(ア) 移動局側で電子メールの着信を確認できない

既存の狭帯域デジタル移動通信システムは、電子メールの着信を移動局側に通知する機能がなく、緊急の連絡・指令等に不向きであることから、基地局側にメール着信を自動的に通知する機能の付加等改善を図る必要がある。

(イ) 接続インタフェースが相違するため情報端末等との接続が困難

無線装置と情報端末の接続インタフェースが相違すると、その接続にはプロトコル変換アダプタ等の専用装置が必要になるため、利便性やコスト等の面から、標準化を図る必要がある。

1.6 音声兼用タイプの課題と改善方策

1.6.1 IP ネットワークへの接続動作時間の短縮

IP ネットワークへの接続時間 24 秒の内訳は、無線通信区間の通信リンク確立に数秒、PPP 接続に約 20 秒と推定される。通信リンクの確立に要する時間は固定的なものであるが、PPP 接続に要する時間は ISDN 回線におけ PPP 接続時間 (1 秒 ~ 2 秒) から類推して、概ね 7 秒 ~ 13.3 秒程度に短縮できるものと考えられる。

このためことから、IP ネットワークへの接続動作時間の改善を図るには、PPP 接続に要する時間の短縮を図る必要がある。

1.6.2 通信速度の向上

(1) 通信実験の結果の分析

IP 通信の適用性可能性に関する通信実験のデータ等の分析から、通信速度について次のことが推察でできる。

各レイヤの通信速度

表 1.6-1 各レイヤの通信速度

レイヤ	通信速度	備 考
物理層	32kbps	キャリアの伝送速度
	6.4kbps	1 スロット割当て時のペアラ伝送速度
	2.4kbps	1 スロット割当て時のレイヤ2 フィールドの伝送速度（誤り訂正有り）
データリンク層	2kbps	1 スロット割当て時のレイヤ3 フィールドの最大伝送速度（レイヤ2 のオーバーヘッドのみ。再送制御が無い場合）
ネットワーク層	1.8kbps	1 スロット割当て時のパケットモニターでの実測値(Web)
トランスポート層	1.3kbps	1 スロット割当て時のアプリケーションからみた実測値(Web)

（注）レイヤの分類は必ずしも的確でない面もあるが、便宜上、上表のように整理した。

データサイズと実効伝送速度

表 1.6-2 データサイズと実効伝送速度の関係

実データ (kbyte)	1	10	20	30	40	50
伝送効率 (%)	49.9	85.1	88.3	89.5	89.9	90.3
実効伝送速度 (bps)	905.2	1543.7	1601.8	1623.5	1630.8	1638.0

通信速度に関する考察

（ア）誤り訂正（1 / 2 畳込み符号）を行った場合、通信速度は、誤り訂正を行わなかった場合の約 1 / 3 に低下した。

6.4 kbps（誤り訂正無し）      2.4 kbps（誤り訂正有り）

・これは、誤り訂正符号の存在が通信速度の低下要因であることを示している。

（イ）トランスポート層における実効伝送速度は、物理層の約 1 / 2 に低下した。

2.4 kbps（物理層・仕様性能）      1,316 bps（トランスポート層）

・これは実データ以外にTCP特有のコネクションの確立・維持のための制御データの送受信が行われているためと推察される。

(ウ) 実データサイズが 10kbyte 以下になると実効伝送速度は極端に低下した。

10 kbyte ( 1543.7 bps )      1 kbyte ( 905.2 bps )

・これは、移動局側パソコンからインターネットを経由して携帯電話用 Web 表示実験 ( 1.5.2 (1) ウ ) において、実効伝送速度が極端に遅くなったことを裏付けている。

実効伝送速度の期待値は約 1600bps と推測できる。

## ( 2 ) 実効伝送速度の改善方策の検討

### ア . 設定パラメータの最適化による高速化

通信実験から、IP 通信では、IP パケットサイズを小さく設定した場合、送出パケット数 ( ヘッダ数 ( 制御データ部分 ) ) が大きくなり実効伝送速度は低下する。逆に大きく設定した場合、パケットの再送が発生し、やはり実効伝送速度は低下する。

このため、電波伝搬の環境が大きく変動する実運用において実効伝送速度の高速化を図るには、その利用環境に適応した最も伝送効率の良い IP パケットサイズ等設定パラメータについて検討する必要がある。

### イ . 誤り訂正機能の最適化による高速化

通信実験における実効伝送速度の低下は、実験システム上の理想環境において誤り訂正機能の強い 1 / 2 畳込み符号方式を用いたことに起因するものと考えられる。

このため、電波伝搬の環境が変動する実運用において実効伝送速度の高速化を図るには、その必要性を含め利用環境に対応した最適な誤り訂正方式について検討する必要がある。

### ウ . フルスロット化による通信速度の高速化

既存の自営無線 ( 狭帯域デジタル移動通信システム ) の通信路は、その伝送帯域を 4 分割した 4 つのスロット ( 通信路 ) から構成され、それぞれのスロットが独立した通信路として使用する「シングルスロット方式」であるため、その伝送速度 ( 8kbps ) には限界がある。

これに対して伝送帯域の全部を 1 のスロットとして使用する「フルスロット方式」の場合、シングルスロット方式 ( 伝送速度 : 8kbps ) の 4 倍の伝送速度 ( 32kbps ) が期待できる。

このため無線区間の通信速度の高速化方策として、通信路のフルスロット化について検討する必要がある。

### 1.6.3 電子メールの着信通知機能の実現

インターネットでは、通信形態がクライアント - サーバ方式であることから、電子メールを受信するためには、PC（ホスト）がメールサーバにアクセスする必要がある。

LAN 接続された PC では、メールソフトが定期的に新着メールを自動チェックすることにより、これを実現しているのが普通である。

これに対し、既存の狭帯域デジタル移動通信システムに接続された PC にとっては、新着メールをチェックする度にネットワークに接続することは、不用な無線トラフィックが頻繁に発生し、無線回線の輻輳につながるため適当ではない。

この改善方策として、基地局側に電子メールの着信を自動的に認識し、自動的に移動局側に通知する機能を付加するとともに、この通知機能と移動局側のアラーム鳴動機能又はメッセージ表示機能を連動させて通知する方法が考えられる。

### 1.6.4 接続インタフェースの改善

IP 無線装置と情報端末やその周辺機器等との接続は、利便性やコストの観点から、プロトコル変換アダプタ等の付加装置を使用しないで直接に接続できることが望ましい。

このことから、無線装置や機器の小型化に適応できるとともに、パソコンや市販のインターネット対応の周辺機器等に広く使われている 10BASE-T や USB 等の汎用性の高いものに標準化されることが望まれる。

## 第2章 音声兼用タイプの課題と改善方策の検証

音声兼用タイプのIP通信の適用可能性の検討において明らかになった実用化に向けての課題とその改善方策について検証する。

### 2.1 音声兼用タイプの課題と改善方策

音声兼用タイプの実用化に向けた課題及びその改善方策は、次のとおり。

- (1) IPネットワークへの接続時間の短縮
  - ア. PPP接続における接続所要時間の短縮
  
- (2) データ通信における実効伝送速度の向上
  - ア. 設定パラメータの最適化による高速化
  - イ. 誤り訂正機能の最適化による高速化
  
- (3) 機能性・利便性の向上
  - ア. 電子メールの着信通知機能の実現
  - イ. 接続インターフェースの標準化
  
- (4) 無線通信速度の向上
  - ア. フルスロット化による通信速度の高速化

### 2.2 IPネットワークへの接続時間の短縮

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）である市町村デジタル移動通信システム（伝送速度 2400bps）を使用した通信実験では、IPネットワークへの接続に約 24 秒と長時間を要しており、その内訳は通信リンク確立に約 4 秒、PPP 接続に約 20 秒と推定される。

通信リンク確立の短縮については、無線の物理層や有線のネットワーク網の性能に依存するためここでは検討しない。本項では、無線の物理層や有線のネットワーク網の性能に依存しない範囲で、汎用のパソコンやルータの設定変更等による PPP 接続における接続所要時間の短縮について検証する。

#### 2.2.1 PPP 接続における接続所要時間の短縮

既存の自営無線システムで、PPP 接続に約 20 秒と長時間を要した主な原因としては、リンク確立シーケンスのネゴシエーションの各過程における再送の発生と標準シーケンスそのものの流れに起因しているためと考えられる。

このため、PPP 接続の標準的シーケンスと実験システムにおける実測シーケンスを比較

し、再送発生要因の究明と抑制方策について検証を行う。

( 1 ) 実験システムの構成

ア . 機器構成

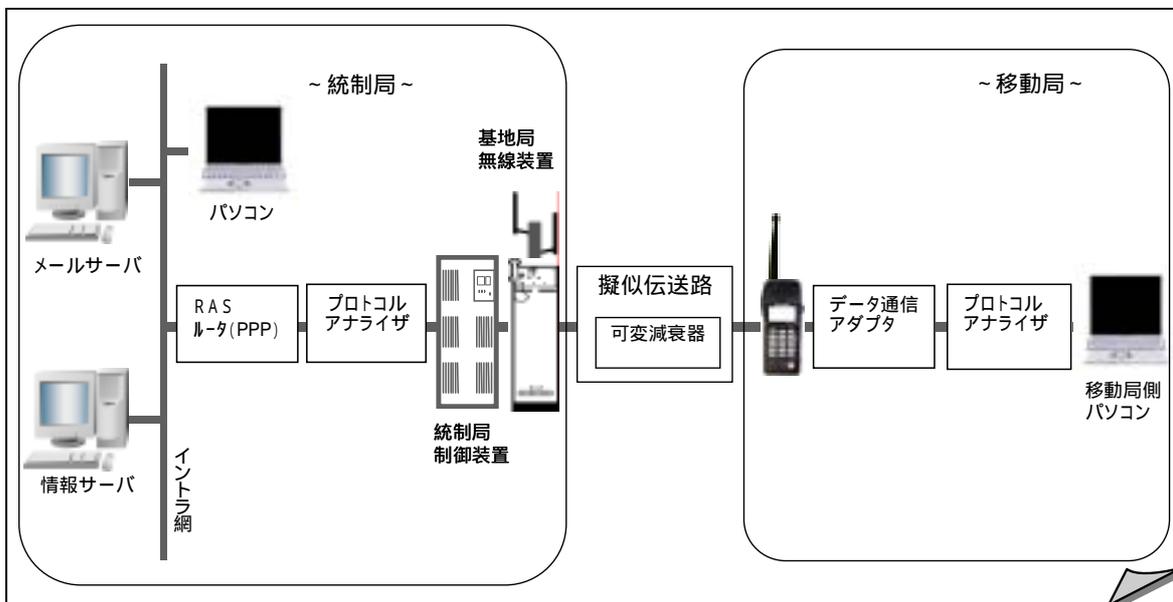


図 2 . 2 - 1 実験構成図

注 1 : 統制局と移動局間の仮想伝送路として、擬似伝送路を使用

注 2 : RAS : Remote Access Service

表 2 . 2 - 1 実験システム機器構成

区分	機 材	員数	備 考
統制局	統制局制御装置	1	
	基地局無線装置	1	
	非音声インタフェース	1	
移動局	移動局無線装置	1	
	データ通信アダプタ	1	
その他	RASルータ	1	株式会社マイクロ総合研究所製 NetGenrsis MR-NWGSW
	統制局側サーバ群	1式	
	移動局側パソコン	1台	
	プロトコルアナライザ	2	モニタ用

イ． 実験で使用した無線システムの諸元

本実験で使用した無線システムの諸元を示す。

変調方式 : /4シフト QPSK

周波数帯 : 260MHz 帯

周波数間隔 : 25kHz

アクセス方式 : TDM-TDMA (時分割 - 時分割多元接続方式)

多重数 : 4 多重

音声符号化速度 : 6.4kbps

データ伝送速度 : 2.4kbps (誤り訂正あり)・・・実験の設定条件

: 6.4kbps (誤り訂正なし)

ウ． 実験方法

(ア) 手順

IP 通信パソコンより RAS ルータへ PPP 接続を行う。

移動局側及び統制局側の測定器 (プロトコルアナライザ) でシーケンスデータを採取する。

シーケンスの中に繰り返しや無駄な部分がないか分析を行う。

それらの部分について規制や制約の有無を確認する。

規制や制約を踏まえ、最適な解決方法を検討する。

(イ) OS のダイヤルアップ設定

IP 通信パソコンの OS のダイヤルアップ設定は以下の通りとした。

ダイヤルアップサーバの種類

PPP : インターネット、Windows NT Server、Windows98

プロトコル : TCP/IP

ソフトウェア圧縮をしない。

IP ヘッダ圧縮を使う。

CBCP を使う。

( 2 ) PPP 接続の標準シーケンス

今回の実験システムの機器構成における PPP 接続の標準的なシーケンスを以下に示す。

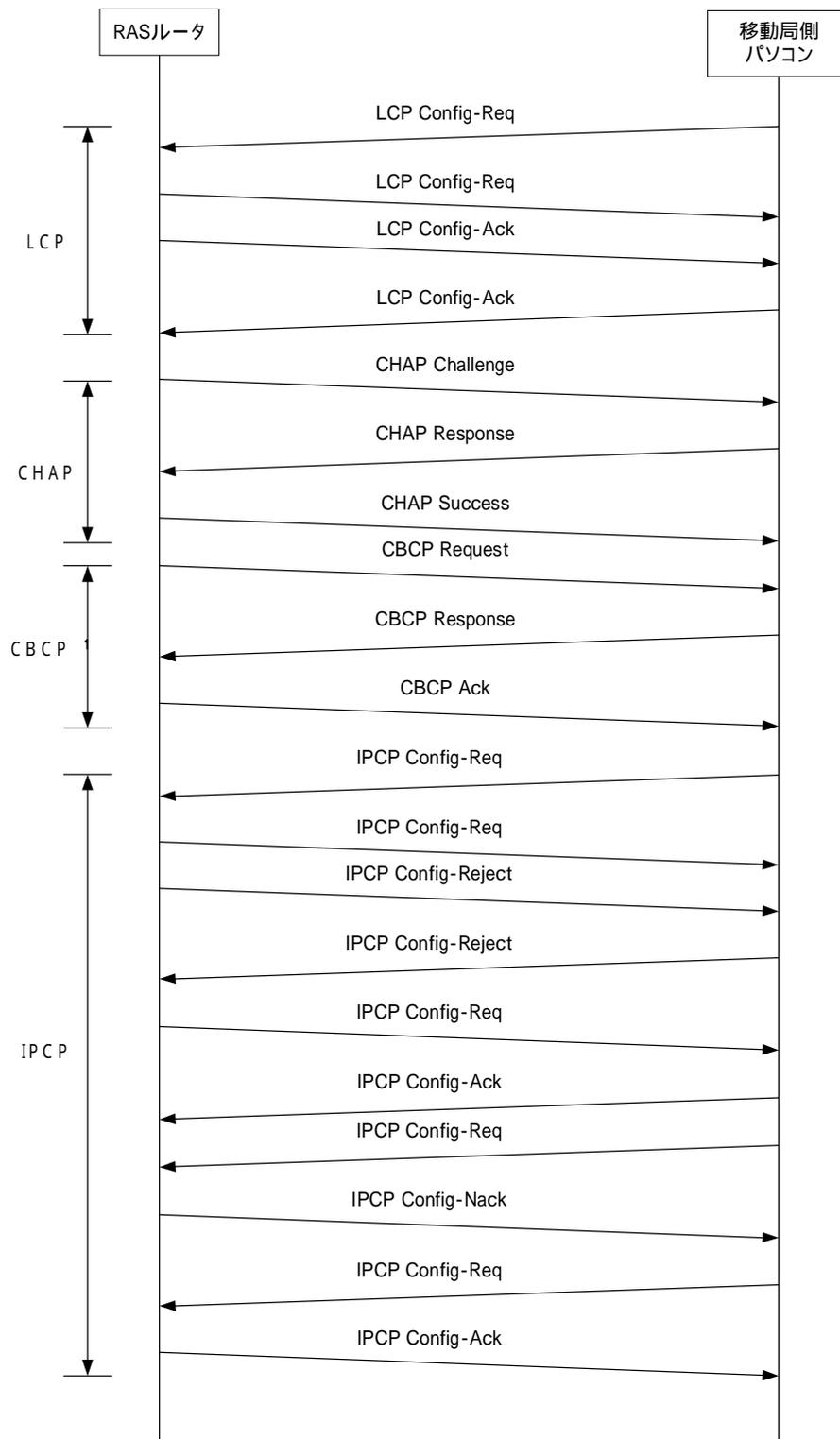


図 2 . 2 - 2 PPP 接続の標準的なシーケンス

( 3 ) 実験結果

今回の実験では、既存の自営無線の PPP 接続に 19.208 秒を要した。プロトコルアナライザで採取したシーケンスを図 2 . 2 - 3 示す。

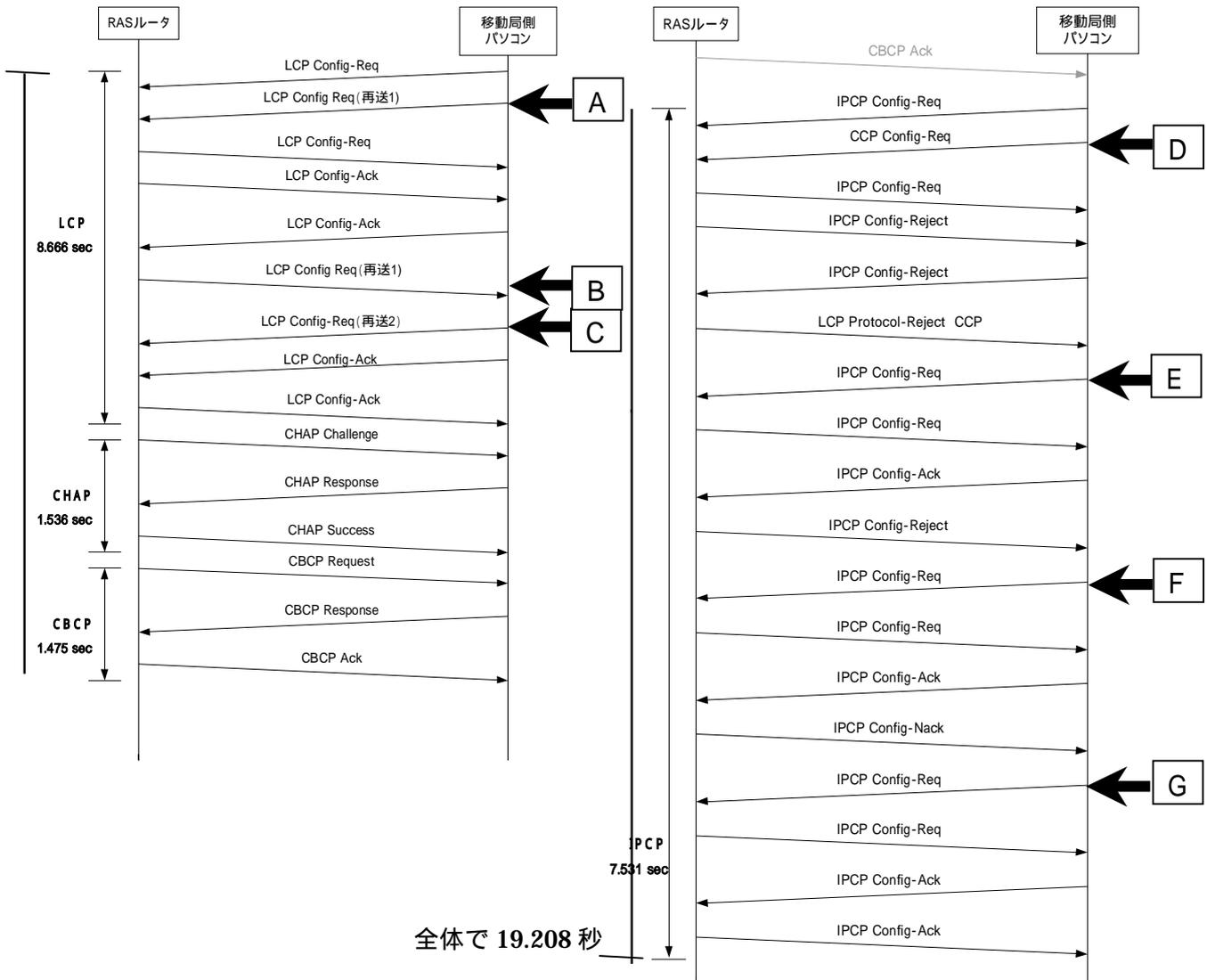


図 2 . 2 - 3 PPP 接続のシーケンス (実測)

このシーケンスでは、LCP、CHAP、CBCP、IPCP があり、LCP と IPCP において再送 (A ~ G) が発生し、CHAP と CBCP では再送が発生しなかった。

( 4 ) PPP 接続の接続時間の短縮に関する検討

PPP 接続の接続時間の短縮を実現するために、以下の検討を実施した。

- ア . 再送が発生していない CHAP と CBCP の役割と必要性の有無の検討
- イ . LCP 及び IPCP で発生した再送の原因とその抑制方法についての検証

( 5 ) CHAP と CBCP の役割と必要性の有無の検討

ア . CHAP

PPP 接続の認証方式には CHAP ( Challenge Handshake Authentication Protocol ) と PAP ( Password Authentication Protocol ) とがある。

CHAP とは PPP 等で利用される認証方式の一つ。認証情報のやり取りが暗号化されるため、PAP などよりも安全性が高い。途中経路でやり取りを盗聴されても、手に入るのは暗号化された情報なので、パスワードを盗まれることはない。また、接続中にも何度となくチャレンジを送信することで、「なりすまし」行為も防止することができる。

PAP は、不正なユーザがネットワークに侵入するのを阻止するセキュリティプロトコルの一つ。パスワードによってユーザが偽装かどうか識別する。PPP によるダイヤルアップ接続の際に利用される。パスワードが暗号化されないなどの弱点がある。

図 2 . 2 - 2 に示した PPP 接続の標準的なシーケンスでは認証方式が CHAP となっている。CHAP では、図に示したように 3way ハンドシェイクとなるが、PAP は 2way ハンドシェイクである。シーケンスを減らす方策として PAP に設定することを試みた。

しかし、RAS ルータの認証方式を CHAP 以外に設定変更することが不可能であった。このため、RAS ルータから CHAP 設定の申し入れである「LCP Config-Req」に対し、PC で否定応答「LCP Config-Nack」し、改めて PC から「LCP Config-Req」で CHAP から PAP への変更要求し、RAS ルータから「LCP Config-Ack」をもらうやりとりが発生した。結果としては LCP での時間が増加するため、今回の実験設備においては、CHAP を選択した方が適当である。ただし、実用化に際しては、RAS ルータで選択可能な認証方式に合わせる必要があるため、場合によっては PAP を選択することも検討する必要がある。

イ . CBCP

CBCP ( Callback Control Protocol: コールバック制御プロトコル ) はコールバックのためのプロトコルである。コールバック接続とは、PC から RAS(Remote Access Server : 例 WindowsNT 等)に対し一旦電話をかけ、RAS から PC へ電話をかけ直してもらう機能である。汎用 IP 無線通信システムは即

時接続が必要なのでコールバックは不要である。

図 2 . 2 - 2 に示した PPP 接続の標準的なシーケンスでは、CBCP の送受が行われている。これは初期設定で、『CBCP を使う』となっているため、CBCP が行われていた。

即時接続を要求される汎用 IP 無線通信システムでは、CBCP は不要であると判断する。

## ( 6 ) 再送のメカニズムと再送抑制方法

### ア . LCP での再送 ( 再送 A、B、C )

#### ( ア ) 再送 A

パソコンからの AT コマンドによる発呼動作で、無線区間のチャネル割当てが完了するまでに時間を要する。この間に、パソコン側が「LCP Config-Req」を送信してしまうため、RAS ルータはこれを受け取れず「LCP Config -Ack」( 応答 ) を返せなかった。パソコンは応答が来ないので再送待ちタイマがタイムアウトとなり、「LCP Config -Req ( 再送 1 )」を送信している。

#### ( イ ) 再送 B

RAS ルータからの「LCP Config-Req」に対するパソコンの「LCP Config -Ack」が RAS ルータの再送待ちタイマの時間内に返らなかったために、RAS ルータは「LCP Config-Req ( 再送 1 )」を送信している。

#### ( ウ ) 再送 C

パソコンからの「LCP Config-Req ( 再送 1 )」に対する RAS ルータの「LCP Config -Ack」が再送待ちタイマの時間内に返らなかったために、パソコンは「LCP Config-Req ( 再送 2 )」を送信している。

再送 A については、パソコンの設定変更 ( AT コマンド送出から LCP 送出までの待ち時間変更 ) が困難であることから、この再送を回避することは難しい。

また、再送 B 及び C については、パソコンの再送待ちタイマ時間の設定時間の変更による改善を試みたが、再送回避に至らず、改善はできなかった。

### イ . IPCP での再送 ( 再送 D、E、F、G )

#### ( ア ) 再送 D

実験ではパソコンが『IP ヘッダ圧縮を使う』設定となっていたため、パソコンから「CCP Config-Req」を送信したものの、RAS ルータに『IP ヘッダ圧縮』機能がなかったため、拒否の「LCP Protocol-Reject CCP」を返してい

た。

同機能を有しない RAS ルータを使用した場合、『IP ヘッダ圧縮を使う』設定とすると、RAS ルータから拒否の「LCP Protocol-Reject CCP」が返ってくるため、PPP 接続時間は長くなってしまふ。PPP 接続時間短縮のためには、『IP ヘッダ圧縮を使わない』設定が適当であると判断する。

RAS ルータに同機能があれば、上記のネゴシエーションが減るので PPP 接続時間の短縮が期待できる。

(イ) 再送 E、F、G

パソコンから IP ヘッダ圧縮、IP アドレス、プライマリ DNS アドレス、プライマリ NBNS アドレス、セカンダリ DNS アドレス、セカンダリ NBNS アドレスについて要求を出していたが、IP アドレス以外の項目は RAS ルータから拒否をされていた。合意するために何度もネゴシエーションが発生していた。

ネゴシエーションの回数を減らすためには、IP アドレスを除く、IP ヘッダ圧縮、プライマリ DNS アドレス、プライマリ NBNS アドレス、セカンダリ DNS アドレス、セカンダリ NBNS アドレスについて要求をしないように設定することである。

(7) 確認実験

前項で検討した再送抑制方法でネゴシエーション時間の短縮が図れるかを検証した。PPP 接続の設定内容を以下に示す。

ア. PPP 接続の設定内容

(ア) 『CBCP を使わない』

(イ) 『IP ヘッダ圧縮を使わない』

RAS ルータに『IP ヘッダ圧縮』機能が無いため、『IP ヘッダ圧縮を使わない』設定で確認実験を行った。

(ウ) プライマリ DNS アドレス、プライマリ NBNS アドレス、セカンダリ DNS アドレス、セカンダリ NBNS アドレスの要求をしない。

以上の設定により短縮された IPCP シーケンスを図 2.2-4 に示す。

実験の結果、IPCP におけるネゴシエーションの回数が減ったため接続時間の短

縮が図れた。また、CBCP を省略してもシステム性能上問題ないことも確認した。

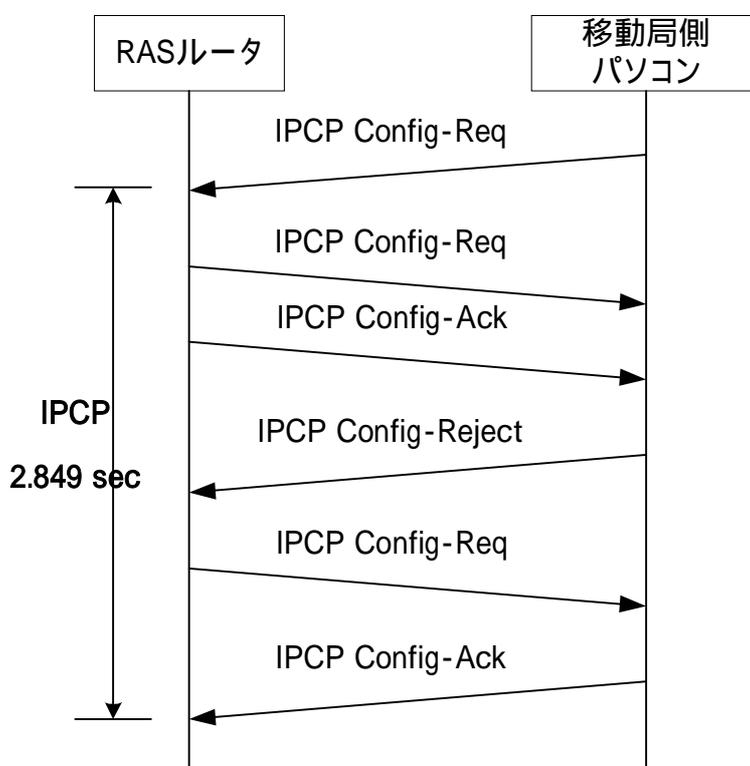


図 2 . 2 - 4 時間短縮実施後のプロトコルシーケンス (IPCP)

( 8 ) 確認実験の考察

ア . IPCP での時間短縮

(ア) パソコンにおいて『IP ヘッダ圧縮を使わない』ことによりパソコンからの要求を止めることができるため、結果として接続時間を短縮ができた。

(イ) RAS ルータから拒否されないようにパソコンからの要求を設定することにより、ネゴシエーションの回数を減らすことができた。

以上のことから、IPCP についてはネゴシエーションの回数を減らすことができたので、結果 7.531 秒から 2.849 秒に時間が短縮した。

イ . CBCP の省略

『CBCP を使わない』ことにより、CBCP を省略することができた。CBCP がなくなっても、接続動作等に問題はなかったので有効な設定事項であると判断する。

ア、イ項により、時間短縮した PPP 接続のトータル時間を図 2.2-5 に示す。  
 なお、フルスロット化による伝送速度の高速化に伴い、PPP 接続時間が短縮されることが期待できる。

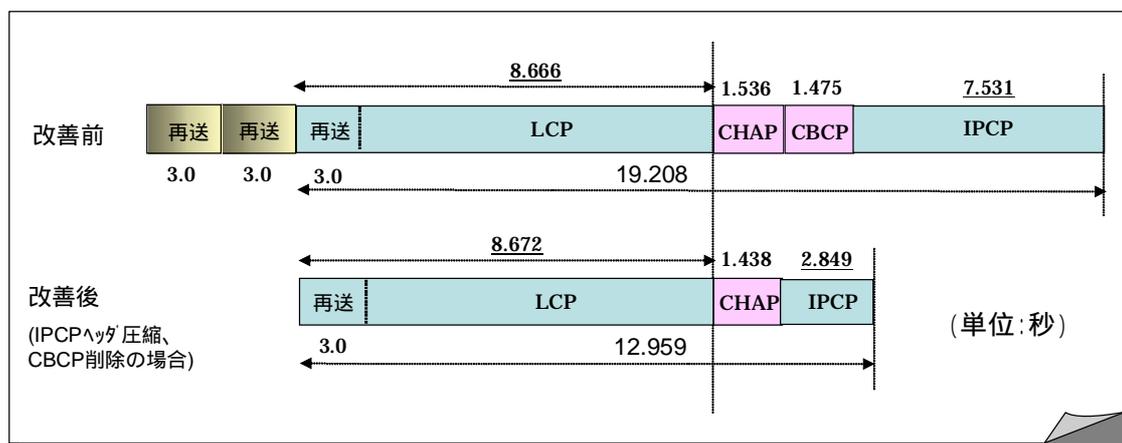


図 2.2-5 PPP 接続時間の短縮

(9) PPP 接続時間短縮の検討についてのまとめ  
 実験の結果、以下の設定内容を推奨する。

- ア. 『CBCP を使わない』
- イ. 『IP ヘッダ圧縮を使わない』  
 (RAS ルータに『IP ヘッダ圧縮』機能が無い場合の設定)
- ウ. プライマリ DNS アドレス、プライマリ NBNS アドレス、セカンダリ DNS アドレス、セカンダリ NBNS アドレスを要求しない。

なお、今回の実験では RAS ルータに『IP ヘッダ圧縮』機能がなかったため、『IP ヘッダ圧縮を使う』設定では検証していない。しかし、同機能を有する RAS ルータを使用し、『IP ヘッダ圧縮を使う』設定とすることで、ネゴシエーションの回数が減り、更に PPP 接続時間の短縮が期待できる。

## 2.2.2 SLIP 接続における接続所要時間の検討

ダイヤルアップ接続の最短接続時間データを取得するため、SLIP 接続における所要接続時間について、実験により検証する。

### (1) SLIP (Serial Line Internet Protocol) 接続について

SLIP は、PPP 接続 よりも前に開発された、シリアル回線上に IP パケットを送送するためのプロトコルのひとつである。専用シリアル回線やダイヤルアップ回線などで使用されることが多いが、用途は特に限定されておらず、ホスト間接続、ルータ間接続、ホスト・ルータ間接続のいずれにも使用することができる。

なお、SLIP 接続では、誤り訂正機能がない、コンフィギュレーションが面倒、セキュリティ機能がない等が欠点とされている。

### (2) 実験システムの機器構成

#### ア. 機器構成

検証のための実験システムの構成を図 2.2.6 に示す。

PPP 接続の実験構成から、RAS ルータ (PPP) 部分を RAS ルータ (SLIP) に変更した。

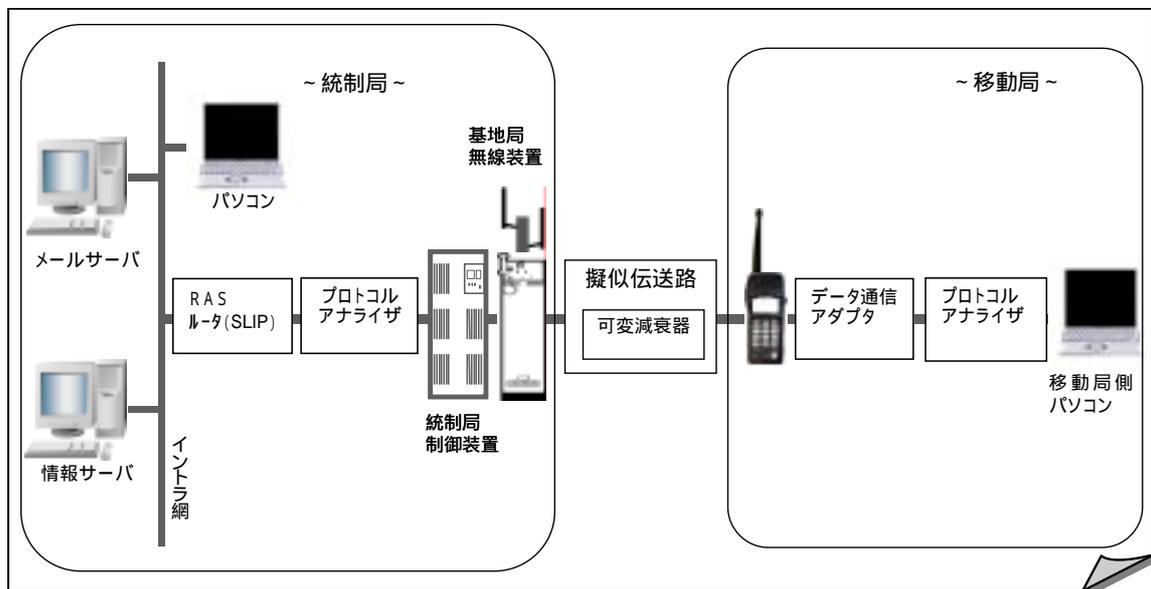


図 2.2-6 実験構成図

#### イ. 実験システムの機器構成と諸元

実験システムの機器構成及び諸元は PPP 接続の実験システムと同じ。

(3) 実験方法

IP 通信パソコンより RAS ルータへ SLIP 接続を行う。

移動局側及び統制局側の測定器（プロトコルアナライザ）でシーケンスデータを採取する。

シーケンスの中に繰り返しや無駄な部分がないか分析を行う。

RAS ルータ（SLIP）サーバの通信ログを参照し、所要時間を測定する。

(4) 実験の結果

試行した結果、SLIP 接続に 2～3 秒、平均で 2.6 秒を要した。

2.2.3 PPP 接続方式との比較

表 2.2 - 2 に、PPP 接続と SLIP 接続の接続所要時間を含む性能等を比較する。

表 2.2 - 2 PPP と SLIP の比較

	PPP	SLIP
接続所要時間	長い (13.0 秒)	短い (2.6 秒)
流せるプロトコル	IP、NetWare、 AppleTalk	IP
セキュリティ	強い	弱い
ユーザ認証	ある	ない
TCP / IP の圧縮機能の設定	自動設定	手動設定
接続する周辺機器の汎用性	汎用的	限定的

表に示すとおり、接続所要時間は SLIP の方が短い。SLIP 接続の所要時間は平均で 2.6 秒となり、時間短縮した PPP 接続の場合 (13.0 秒程度) と比較して、接続所要時間としては SLIP 接続が優位な結果となった。

一般に、SLIP はセキュリティ機能、ユーザ認証機能が無いためセキュリティ面において脆弱である。また、TCP / IP の圧縮機能設定も手動であり、パソコンやルータ等周辺機器の制約も多く発展性及び拡張性がない、といった問題点がある。しかし、汎用 IP 無線通信システムの無線装置は、一般に販売されている携帯電話や無線 LAN と異なり、免許が必要な無線局であり、正規の使用者以外は入手が困難であることから、容易に傍受や不正アクセスできるものではない。また、万一、無線装置が盗まれ、解析が成功し改造されてネットワークに侵入しようとした場合でも、紛失や盗難された装置を排除できる機能を持たせ

ておくことにより、傍受や不正アクセス、データ改竄等は比較的容易に阻止することが可能と考えられる。このように、無線レベルである程度のセキュリティが保たれているので、上位レイヤでそれほど厳しいセキュリティをしなくても良いことになる。このため、汎用 IP 無線通信システムにあっては、SLIP におけるセキュリティ面の脆弱さを補完できるものと考えられる。

以上のことから、これら両方式の特徴を勘案した上で、PPP もしくは SLIP を選択することが適切である。

## 2.3 データ伝送における実効伝送速度の向上

電波伝搬条件が変動する実運用環境下において、データ通信の実効伝送速度の高速化を図る方策として、パケットサイズ等設定パラメータの最適化と誤り訂正機能の最適化による方法が考えられる。

以下、設定パラメータの最適化と誤り訂正機能の最適化について検討する。

### 2.3.1 設定パラメータの最適化による実効伝送速度の向上

通信実験を通じて、データサイズ、設定パラメータ値（MTU/RWIN のサイズ）、回線品質及び実効伝送速度の相関関係から、実効伝送速度を向上させるために最も適した設定パラメータについて検証する。

(1) 設定パラメータ（MTU/RWIN）について以下に示す。

#### ア. MTU (Max Transfer Unit)

MTU は一度に送信できるパケットサイズを決めるパラメータである。

この値を小さくしすぎると、同じデータ量を送信するのに非常に多くのパケットが必要になる一方、この値を大きくしすぎると、細かなデータをたくさんやりとりする場合に効率が悪くなる。

#### イ. MSS(Max Segment Size)

パケットから制御情報（ヘッダと呼ぶ。）を除いた部分、つまり純粋なデータ部が MSS である。通常は MTU から 40 バイトを引いた値が MSS となる。

#### ウ. RWIN(Receive Window Size)

RWIN は相手から送られてくるデータを一時的にパソコンに溜めておく容量（バッファ）を決めるパラメータである。データの送信側は、受信側の RWIN のバッファがいっぱいになるまで次々にデータを送信する。データの受信側は、RWIN のバッファがいっぱいになるとデータを受信し終わったことを送信側に伝える。

以上の設定パラメータの関係を図 2.3 - 1 に示す。

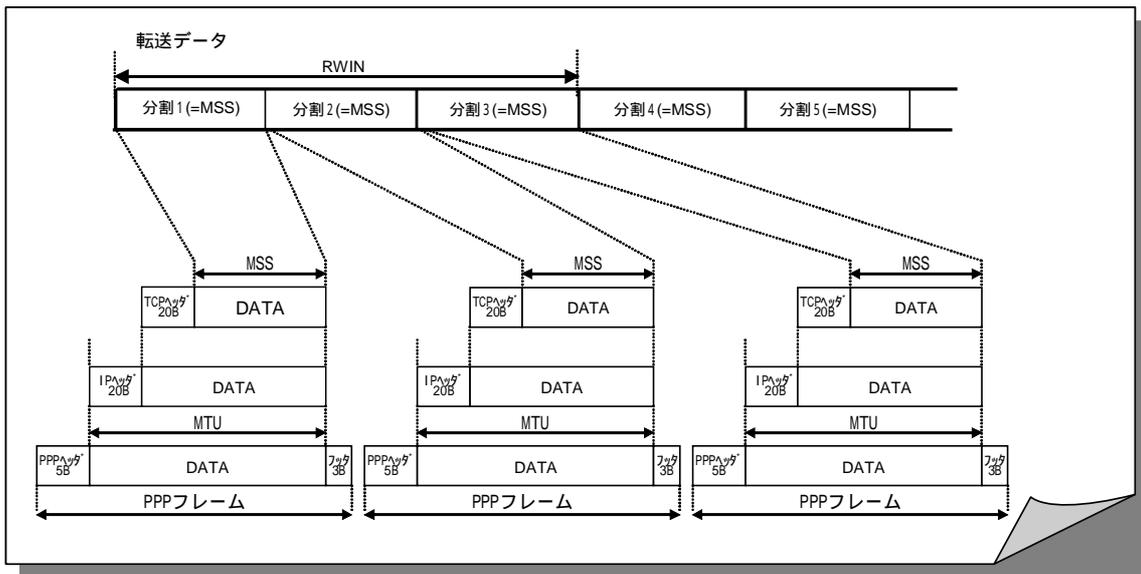


図 2.3 - 1 PPPフレームの生成

(2) 実験システムの構成等

本実験システムの構成を図 2.3 - 2 に示す。

本実験では無線装置に替えて、回線シミュレータを使用した。

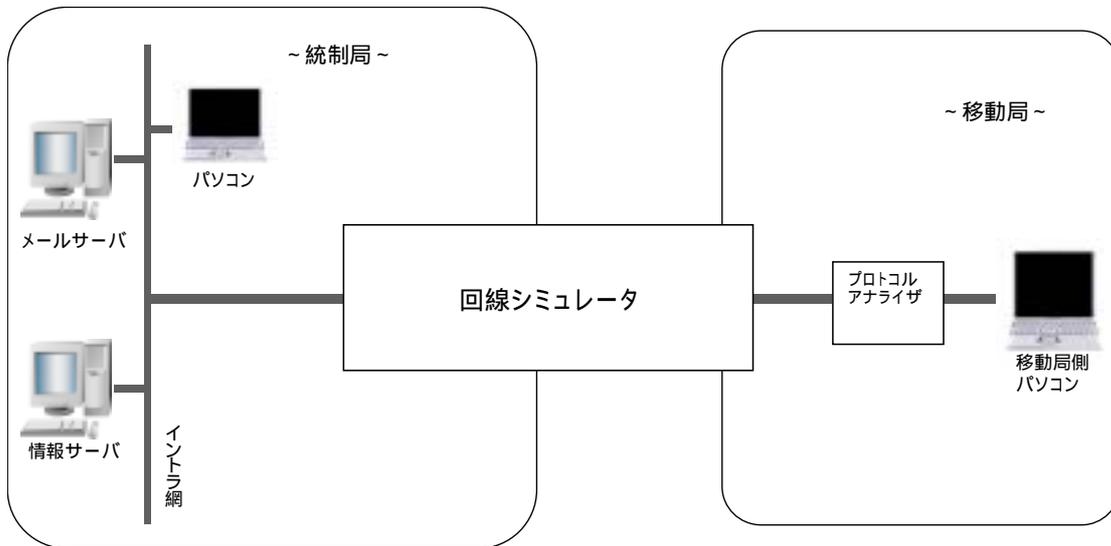


図 2.3 - 2 実験構成図

( 3 ) 実験の方法

ア . 実験方法

500byte ( 全角 250 文字程度 )、1kbyte、5kbyte、10kbyte のデータ伝送において、設定パラメータの MTU 及び RWIN の値を変化させたときの MTU 値及び RWIN 値と伝送速度を記録し、その相関関係を分析する。

イ . 実験の手順

( ア ) レイヤ 3 ( IP ) の MTU の値、及びレイヤ 4 ( TCP ) の RWIN(ウィンドウサイズ)を変えながらデータ伝送を行い、データ容量と伝送速度の関係を測定する。

( イ ) 回線品質の変動に伴う MTU 値と伝送速度の相関関係を測定する。

( ウ ) 実効伝送速度を求める。

( 4 ) 実験パラメータの選定

ア . MTU の設定

MTU は使用した OS で設定可能な 576、1000、1472 の 3 値を採用した。

イ . RWIN 値の設定

RWIN 値については MTU 別の MSS 値 ( = MTU - 40 ) の整数倍の値で変化させた。実験パラメータの一覧を表 2 . 3 - 1 に示す。

表 2 . 3 - 1 実験パラメーター一覧表

MTU	MSS	RWIN				備考
		MSS × 1	MSS × 2	MSS × 3	MSS × 4	
576	536	536	1072	1608	2144	IP パケットサイズ “ 小 ” / “ 自動 ”
1000	960	960	1920	2880	3840	IP パケットサイズ “ 中 ”
1472	1432	1432	2864	4296	5728	IP パケットサイズ “ 大 ”

ウ . データサイズの選定

500byte ( 全角 250 文字程度 )、1kbyte、5kbyte、10kbyte の文字データを電子メールで送信した。

エ . 回線品質の選定

上記の実験パラメータを使用し、PPP 接続回線上にビットエラーを発生させ、

スループットを計測する。尚、ビットエラー率は  $10^{-6} \sim 10^{-3}$  とした。

(5) 実験の結果

データサイズ毎に MTU/RWIN を変化させた場合の実験結果を図に示す。

ア. MSS × 1

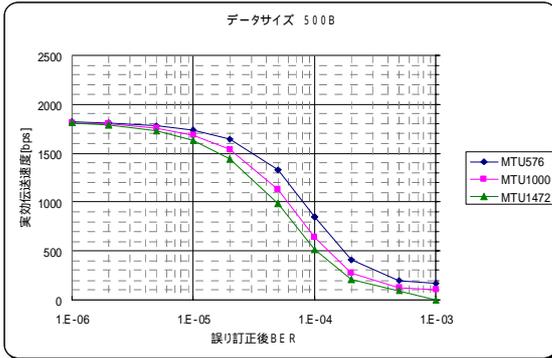


図 2.3-3 データサイズ 500B

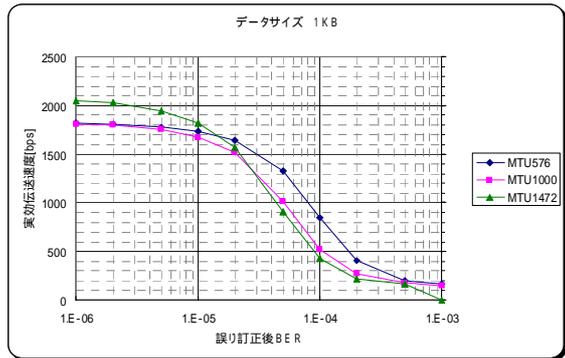


図 2.3-4 データサイズ 1KB

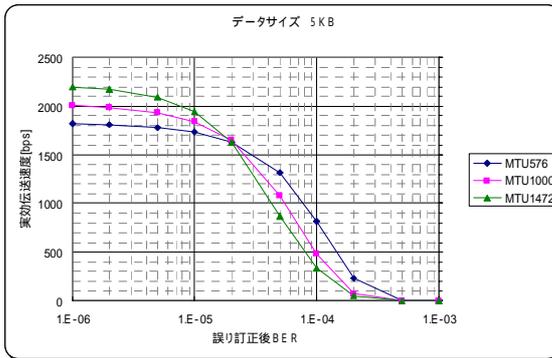


図 2.3-5 データサイズ 5KB

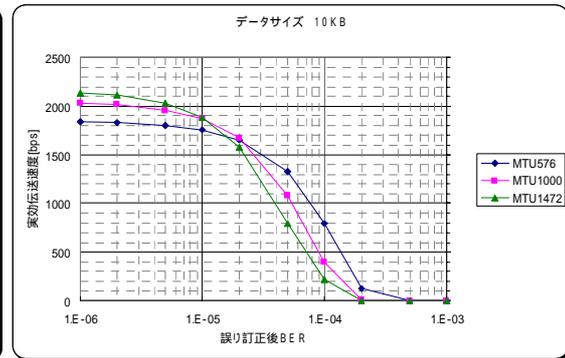


図 2.3-6 データサイズ 10KB

イ. MSS × 2

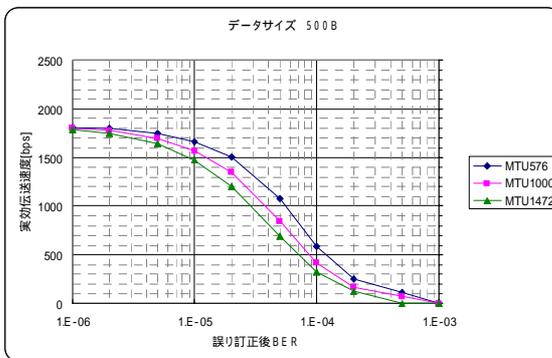


図 2.3-7 データサイズ 500B

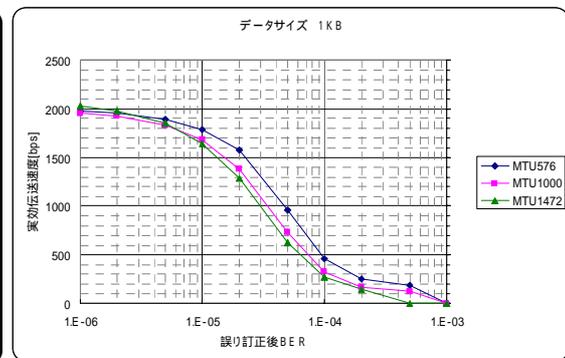


図 2.3-8 データサイズ 1KB

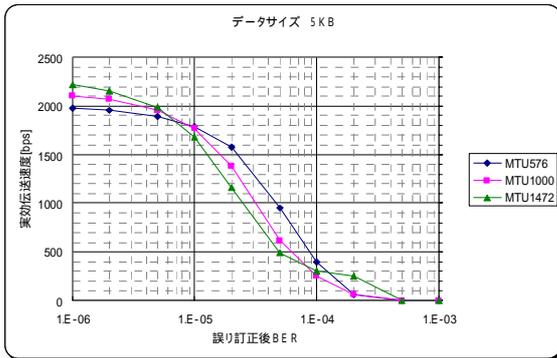


図 2.3 - 9 データサイズ 5KB

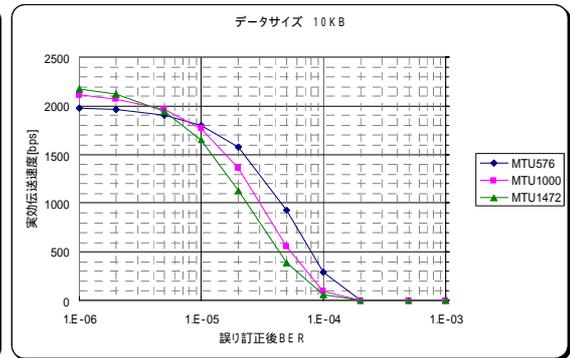


図 2.3 - 10 データサイズ 10KB

ウ. MSS × 3

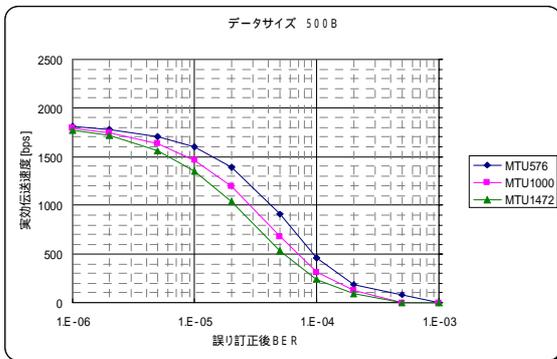


図 2.3 - 11 データサイズ 500B

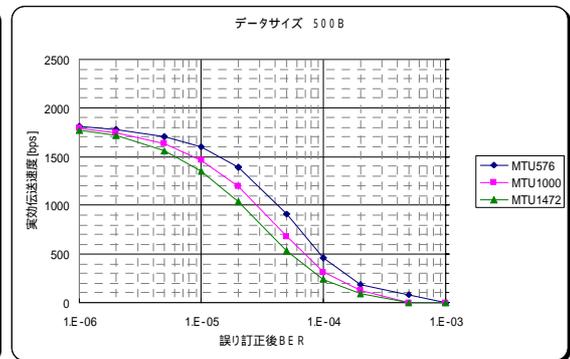


図 2.3 - 12 データサイズ 1KB

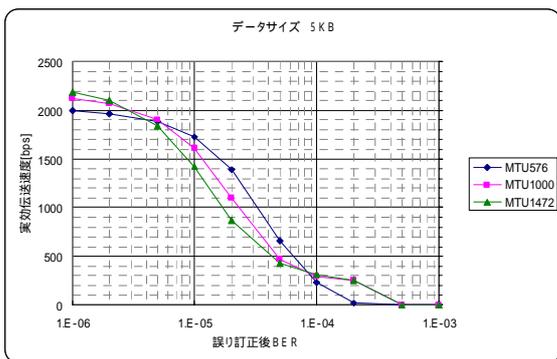


図 2.3 - 13 データサイズ 5KB

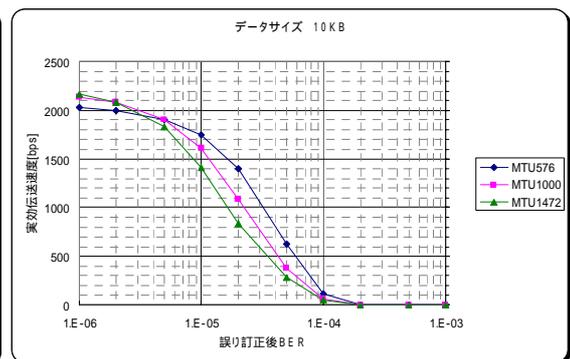


図 2.3 - 14 データサイズ 10KB

## エ . MSS × 4

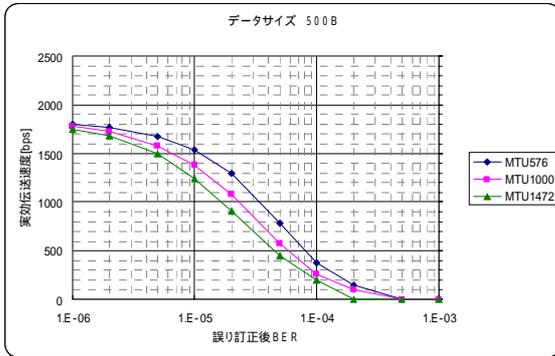


図 2.3-15 データサイズ 500B

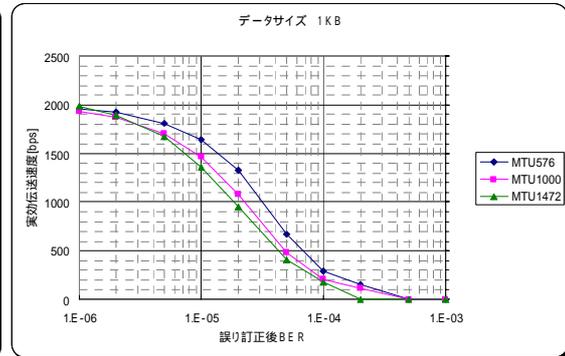


図 2.3-16 データサイズ 1KB

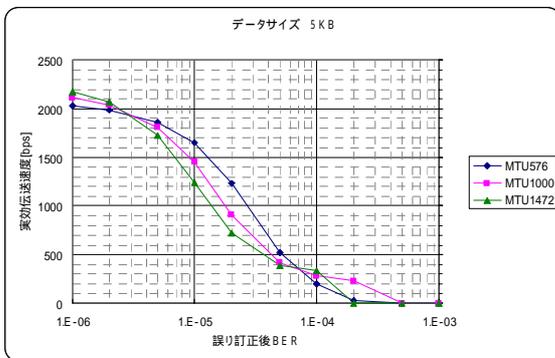


図 2.3-17 データサイズ 5KB

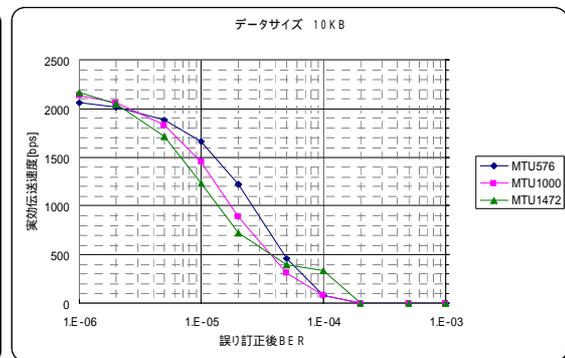


図 2.3-18 データサイズ 10KB

## (6) 実験結果のまとめ

### ア . MSS × 1

データサイズ 500byte では MTU が小さな値 (576) の方が実効伝送速度は速くなった。

それ以外のサイズでは、誤り訂正後 BER が  $2 \times 10^{-5}$  以下では MTU が大きい方が、 $2 \times 10^{-5}$  を超えると MTU が小さい方が実効伝送速度は速くなった。

### イ . MSS × 2

データサイズが 500byte 及び 1kbyte では MTU が小さな値 (576) の方が実効伝送速度は速くなった。

それ以外のサイズでは、誤り訂正後 BER が  $7 \times 10^{-6}$  以下では MTU が大きい方が、 $7 \times 10^{-6}$  を超えると MTU が小さい方が実効伝送速度は速くなった。

ウ． MSS×3

データサイズが 500byte 及び 1kbyte では MTU が小さな値 (576) の方が実効伝送速度は速くなった。

それ以外のサイズでは、誤り訂正後 BER が  $4 \times 10^{-6}$  以下では MTU が大きい方が、 $4 \times 10^{-6}$  を超えると MTU が小さい方が実効伝送速度は速くなった。

エ． MSS×4

データサイズが 500byte 及び 1kbyte では MTU が小さな値 (576) の方が実効伝送速度は速くなった。

それ以外のサイズでは、誤り訂正後 BER が  $2 \times 10^{-6}$  以下では MTU が大きい方が、 $2 \times 10^{-6}$  を超えると MTU が小さい方が実効伝送速度は速くなった。

データサイズが 500byte と 1kbyte の場合は、MTU が 576 で MSS が 1 の場合にもっとも実効伝送速度が速い結果となった。

また、データサイズが 5kbyte と 10kbyte の場合は、非常に安定した回線では MTU 及び MSS とともに大きい方が実効伝送速度は速い。しかし、回線品質が悪化すると MSS×1 の方が実効伝送速度は速い結果になった。

(7) 最適パラメータに関する考察

扱うデータの容量の多少、無線回線品質が安定しているか変動するか、といったユーザの使用環境に応じ、具体的には、以下のような値とすることが適当である。

ア． 500byte ~ 1kbyte 程度の小容量のデータを扱う場合、MTU が 576 で MSS が 1 (RWIN が 536) の設定が望ましい。

イ． 5kbyte を超えるデータを扱う場合で、非常に安定した回線で、基地局から近い、或いは、半固定局で地上高の高い空中線を設置して基地局との間で見通し伝搬路が確保できる等の条件によって、十分安定した受信入力電圧を確保できる場合、MTU が 1472 で MSS が 4 (RWIN が 5728) の設定が望ましい。

ウ． 5kbyte を超えるデータを扱う場合で、基地局から遠い、或いは、移動局で低利得の空中線で運用する等の条件によって、十分な受信入力電圧が得られない場合、MTU が 576 で MSS が 1 (RWIN が 536) の設定が望ましい。

表 2.3 - 2 設定パラメータの最適値

データサイズ	回線条件	MTU	RWIN
500byte、1kbyte	すべての回線	576	536
5、10kbyte	安定した回線	1472	5728
	移動回線	576	536

## 2.3.2 誤り訂正機能無しの検討

無線区間の誤り訂正機能を無しにした場合の実効伝送速度の高速化の限界を確認する。

### (1) 確認方法

無線区間の誤り訂正機能の有無、及び TCP の再送制御について、以下の組合せで実効伝送速度を測定する。再送制御とは、パケットにエラーを検出した場合に、再送させることでエラーのないパケットを受信する方法である。

無線回線の伝送品質が良い場合は、誤り訂正機能無しの方法が実効伝送速度は早くなる。本実験では、回線品質によってどちらの方法が優れているか、評価を行った。

表 2.3-3 無線区間の誤り訂正機能の有無の組合せ方法

方法	誤り訂正機能	TCP の再送制御	データ伝送速度
1	有り	有り	2400bps
2	無し		6400bps

### (2) 実験システム

#### ア. 実験システムの構成等

実験は、図 2.3-1 と同じ構成で実験した。

回線シミュレータで BER を劣化させて実験した。

#### イ. 実験の方法

##### (ア) 実験方法

誤り訂正無しで無線区間の実効伝送速度を高速化する。誤り訂正の機能を上位レイヤにゆだね、総合的に実効伝送速度が向上するかを見極める。

2.3.1 と同じ手順で実験した。

##### (イ) 実験パラメータの選定

前項と同様のパラメータを使用した。

##### (ウ) 回線品質の選定

PPP 接続回線上にビットエラーを発生させ、スループットを計測した。尚、ビットエラー率は  $10^{-6}$  ~  $10^{-3}$  とした。

(3) 実験結果

データサイズ毎に MTU/RWIN を変化させた場合の実験結果を図に示す。

ア. MSS × 1

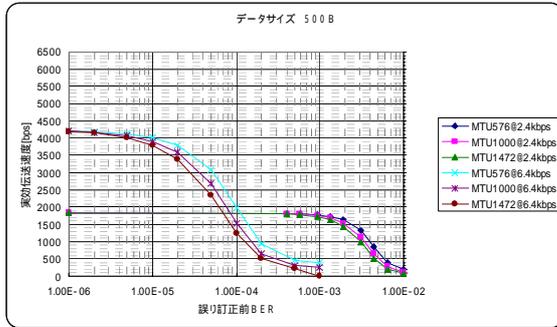


図 2.3-19 データサイズ 500B

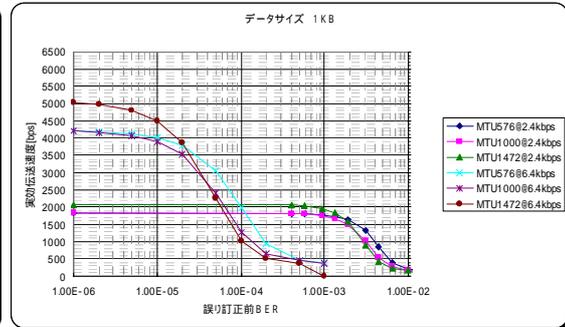


図 2.3-20 データサイズ 1KB

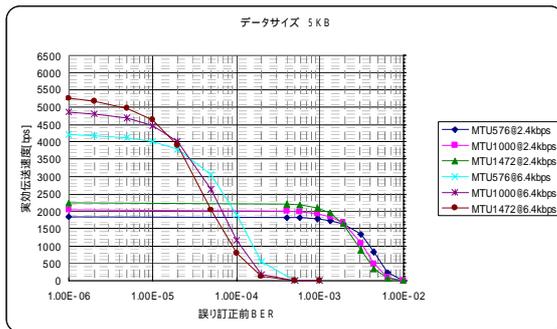


図 2.3-21 データサイズ 5KB

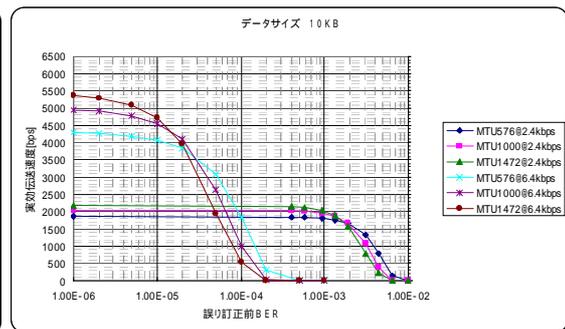


図 2.3-22 データサイズ 10KB

イ. MSS × 2

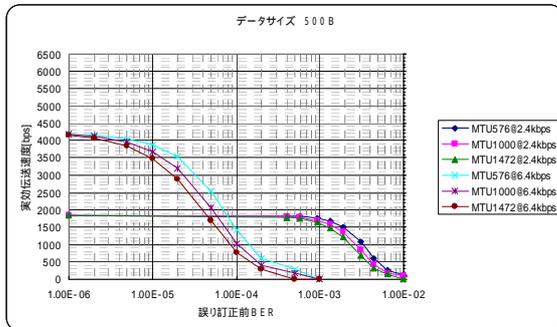


図 2.3-23 データサイズ 500B

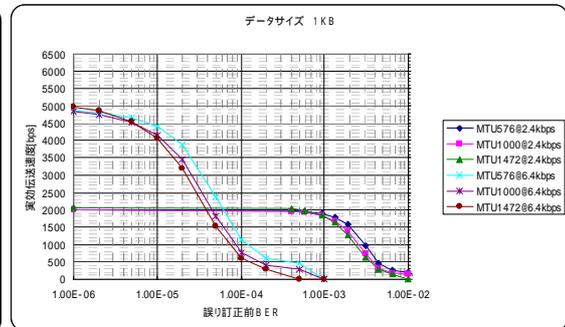


図 2.3-24 データサイズ 1KB

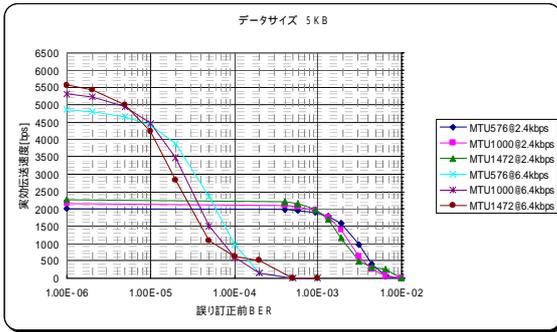


図 2.3 - 25 データサイズ 5KB

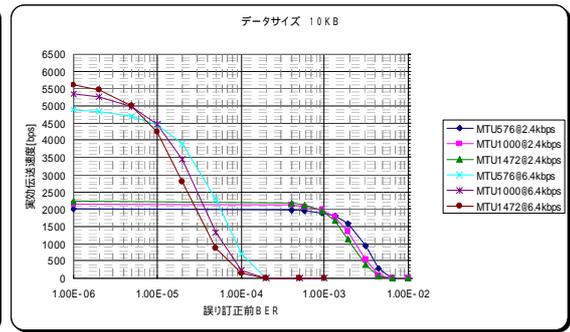


図 2.3 - 26 データサイズ 10KB

ウ. MSS × 3

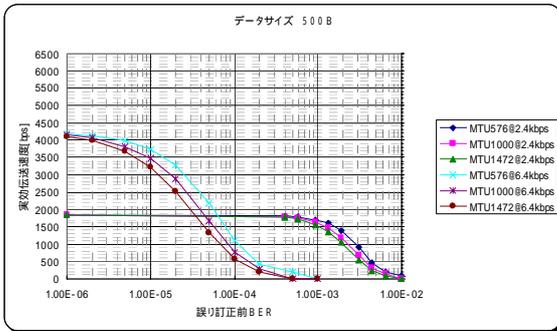


図 2.3 - 27 データサイズ 500B

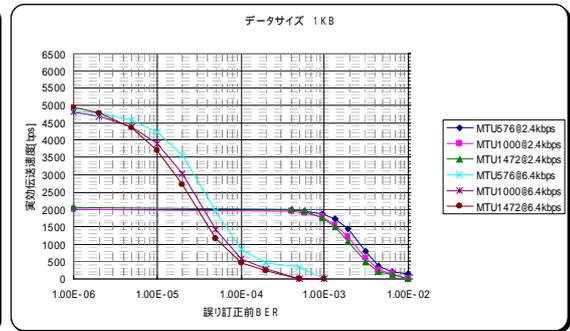


図 2.3 - 28 データサイズ 1KB

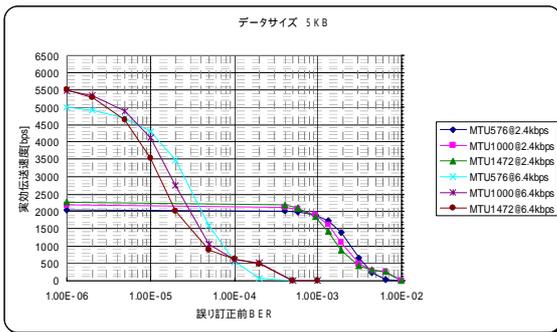


図 2.3 - 29 データサイズ 5KB

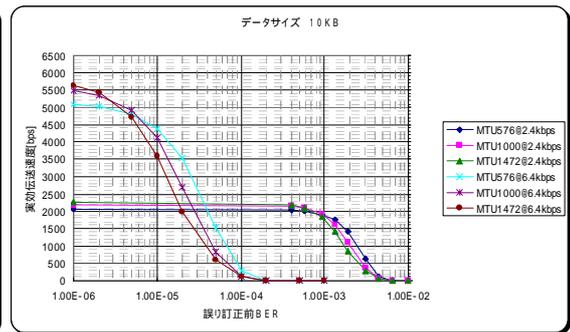


図 2.3 - 30 データサイズ 10KB

## エ . MSS × 4

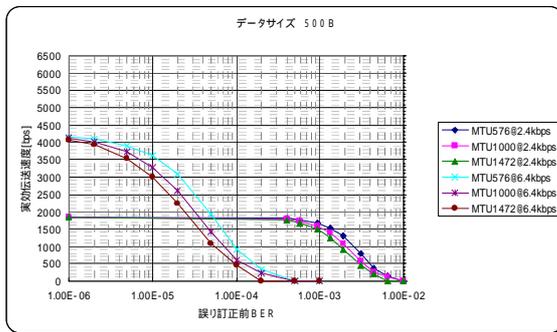


図 2.3-31 データサイズ 500B

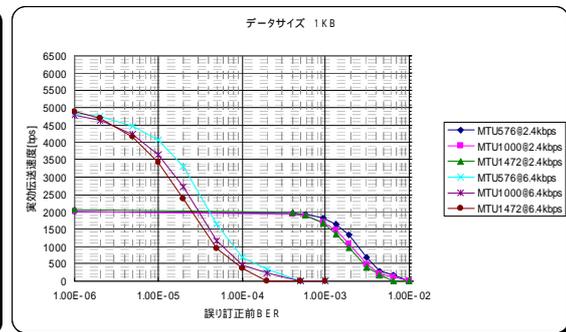


図 2.3-32 データサイズ 1KB

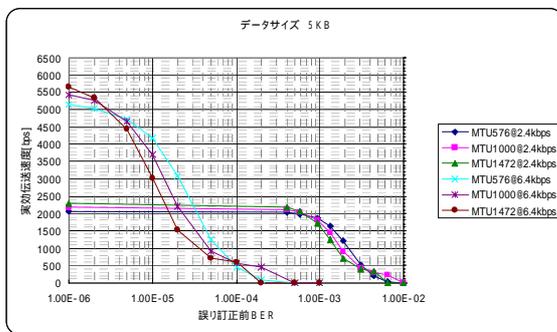


図 2.3-33 データサイズ 5KB

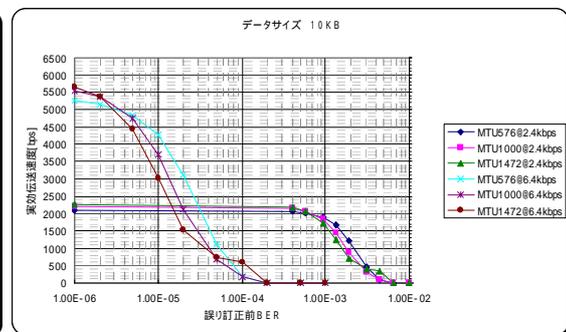


図 2.3-34 データサイズ 10KB

### (4) 結果のまとめ

#### ア . 誤り訂正前 BER が $10^{-5}$ 以下

誤り訂正前 BER が  $10^{-5}$  以下の安定した回線にあっては、すべてのデータサイズの場合で、誤り訂正無しのほうが実効伝送速度が速いことが確認された。

データサイズが 500B を除く他のデータサイズでは、大きな値の MTU (1472) で RWIN も大きな方 (=MSS×4) が実効伝送速度は速い結果となった。500B の場合は、小さな値の MTU (576) で RWIN も小さな値 (=MSS×1) の方が実効伝送速度は大きくなった。

#### イ . 誤り訂正前 BER が $10^{-5} \sim 10^{-4}$

誤り訂正後の BER が  $10^{-5} \sim 10^{-4}$  の回線にあっては、すべてのデータサイズにおいて、誤り訂正機能無しのほうが実効伝送速度の速いことが確認された。

また、すべてのデータサイズで、小さな値の MTU (576) で RWIN も小さな値 (=MSS×1) の組合せが最も実効伝送速度が早い結果となった。

ウ． 誤り訂正前 BER が  $10^{-4} \sim 10^{-3}$

誤り訂正後の BER が  $10^{-4} \sim 10^{-3}$  の回線にあつては、すべてのデータサイズにおいて、誤り訂正機能有りのほうが実効伝送速度の速いことが確認された。

また、すべてのデータサイズで、MTU と RWIN の値による実効伝送速度の顕著な差異は認められなかった。

エ． 誤り訂正前 BER が  $10^{-3}$  以上

誤り訂正後の BER が  $10^{-3}$  以上の回線にあつては、すべてのデータサイズにおいて、誤り訂正機能有りのほうが実効伝送速度の速いことが確認された。

また、すべてのデータサイズで、小さな値の MTU (576) で RWIN も小さな値 (= MSS × 1) の組合せが最も実効伝送速度が早い結果となった。

(5) 考察

現行の市町村デジタル移動通信システムでは、音声通信のサービスエリア設計基準は BER 3% ( $3 \times 10^{-2}$ ) となっている。音声兼用タイプではデータ通信が中心となることから、音声通信と比較して良好な回線品質が求められる。

具体的には、以下のような使い方が適当である。

ア． 基地局から近い、或いは、半固定局で地上高の高い空中線を設置して基地局との間で見通し伝搬路が確保できる等の条件によって、十分安定した受信入力電圧を確保できる場合、誤り訂正機能は無しにする。

イ． 基地局から遠い、或いは、移動局で低利得の空中線で運用する等の条件によって、十分な受信入力電圧が得られない場合、誤り訂正機能を有りとする。

汎用 IP 無線通信システムにおいては、利用環境によって受信入力電圧は変動するため、使用するたびに最適な設定を行えるよう、誤り訂正の有無を切り替えられる機能を有することが望ましい。

## 2.4 機能性・利便性等の向上

### 2.4.1 電子メール着信通知機能の実現

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）は、統制局（基地局）システムにメール着信を自動通知する機能がないため、無線端末機（移動局）においてメールの着信を知ることができず、使い勝手の観点から課題となっている。

このため、汎用 IP 無線通信システムに電子メール着信通知機能を持たせることとし、その技術的方策と通知の手段等について、検討・検証する。

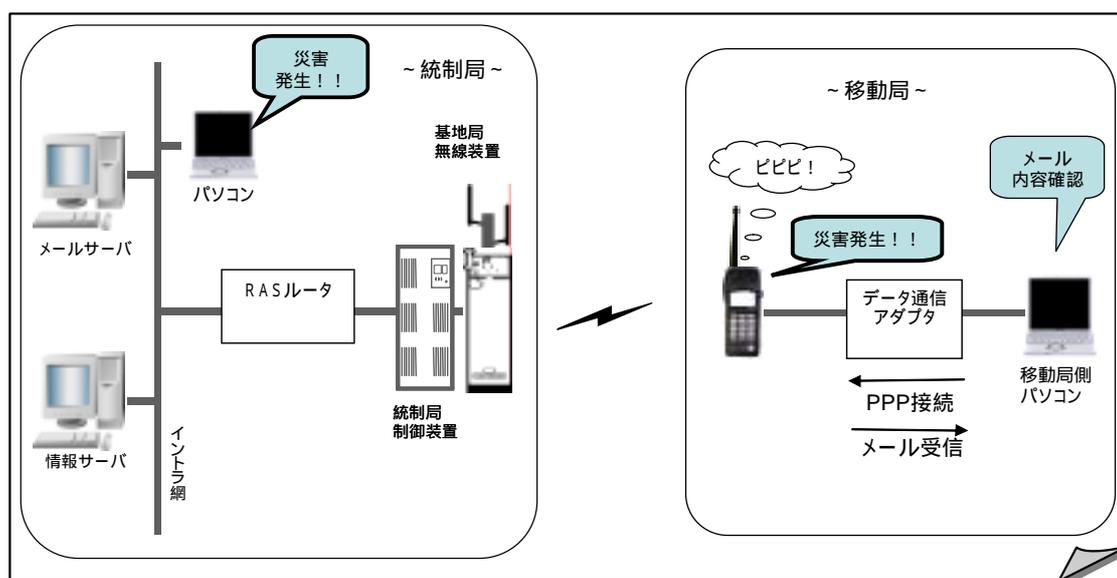


図 2.4-1 メール着信通知機能

#### (1) 着信通知機能の実現方策

##### ア. メール着信の確認方法

インターネットでは、ネット接続されたパソコン等情報端末から定期的にメールサーバにアクセスすることでメール着信の有無を確認している。

一方、図2.4-1の無線システムにおいて、メール着信の有無を確認するため、無線端末（移動局）に接続されたパソコンのメールソフトが定期的にメールサーバにアクセスすることは、無用な無線トラフィックが頻繁に発生し、無線回線の輻輳に繋がることから、従来の情報端末側からメールサーバにアクセスする方式は、無線システムでは適当な方法ではないと言える。

このため、汎用 IP 無線通信システムでは、統制局（基地局）のシステム自らが定期的にメールサーバにアクセスしてメール着信の有無を確認するとともに、着信を確認したときは統制局（基地局）からメールの宛先の無線端末（移動局）に自動通知する機能を持たせることとする。

イ． 統制局が装備する着信通知機能

統制局（基地局）側からメール着信通知機能を実現するため、統制局システムのソフトの改修等を行うことにより、統制局システムに次の機能を拡張・装備する。

情報サーバから定期的にメールサーバにアクセスして、メール着信の有無を確認する。

において、情報サーバがメールの着信を認識したときは、メールの内容等を取得するとともに、統制局（基地局）の無線装置から宛先の無線端末（移動局）に対し、アラームの鳴動や着信メッセージをディスプレイ表示するための着信通知信号を送信する。

ウ． 無線端末が装備する着信通知機能

既存の自営無線（移動端末）は、既存機能としてアラーム鳴動機能とメッセージ表示機能を有していることから、装置に改良等を加えることなく、次のメール着信通知機能を実現することができる。

統制局（基地局）からの着信通知信号を受信した無線端末（移動局）は、既存のアラーム鳴動機能によりアラーム音を発するとともに、メッセージ表示機能により着信メッセージをディスプレイに表示する。

（２） メール着信通知方法の検討

ア． 通知の方法

既存の自営無線（移動端末）は、アラーム音出力機能とメッセージ表示機能を有していることから、着信通知の方法として、アラーム音による「アラーム方式」とディスプレイに着信メッセージ等を表示する「メッセージ方式」が考えられる。

また、メッセージ方式には、あらかじめ登録されたメッセージ文を表示させる「固定文メッセージ方式」と送信する文字数が制限されるが着信メールの件名部分を表示させる「自由文メッセージ方式」がある。

更に、自由文メッセージ方式には、その通信路として制御チャネルを使用する「制御チャネル方式」と通信チャネルを使用する「通信チャネル方式」がある。

なお、固定文メッセージ方式の場合は、制御チャネル方式が一般的である。

表 2.4-1 着信通知の方法

通知の方式	表示文の方式
アラーム方式	(アラーム音)
メッセージ方式	固定文メッセージ方式
	自由文メッセージ方式

イ. 着信通知方法の比較

(ア) アラーム音による着信通知

アラーム方式は、既存の自営無線の端末機に装備されているアラーム音出力機能を利用するもので、容易に実現が可能な方式である。

また、アラーム方式は、離れたところにいる利用者にも注意喚起ができる利点がある反面、記録性がないことからメールの内容やその緊急性を即時に伝えることができない欠点がある。

(イ) 固定文メッセージによる着信通知

固定文メッセージ方式は、あらかじめ登録されたメッセージ文を無線端末のディスプレイに表示するもので、アラーム方式と同様に既に装備されている機能であることから容易に実現が可能な方式である。

固定文メッセージ方式は、記録性に優れ、複数の登録文を使い分けることで、その緊急性を即時に伝えることができる利点がある反面、離れたところにいる利用者に注意喚起ができないこと、メールの内容が伝えられないこと、登録メッセージの文章や登録番号がメーカによって異なり使い勝手が悪い等の欠点がある

また、既存の自営無線が固定文メッセージの伝送路として制御チャネルを使用しているため、メールや通信が輻輳して制御チャネルの占有が増加した場合において、回線制御等制御チャネルの本来機能に影響を与え、通信障害の原因となることが懸念される。

(ウ) 自由文メッセージによる着信通知

自由文メッセージ方式は、発信者が作成したメール文(自由文)を無線端末のディスプレイに表示するもので、既存の自営無線が有しているショートメッセージ機能と通常の呼接続機能を利用することで比較的容易に実現が可能な方式である。

自由文メッセージ方式は、記録性に優れていること、メールの内容(件名

部分に連絡事項等を記述する。以下、「メールの件名等」とその緊急性を即時に知ることができる利点がある反面、離れたところにいる者への注意喚起ができない欠点がある。

なお、自由文メッセージ方式には、その伝送路に制御チャネルを使う方法と通信チャネルを使う方式がある。

#### 制御チャネルを使用する場合

制御チャネル方式は、既存の自営無線のショートメッセージのプロトコルを拡張することで、比較的容易に実現が可能な方式であり、制御チャネルを使用することで通信チャネルの負担が軽減できる利点がある反面、固定文メッセージ方式と同様に、メールや通信が輻輳して制御チャネルの占有が増加した場合において、回線制御等の制御チャネルの本来機能に影響を与え、通信障害の原因となることが懸念される欠点がある。

#### 通信チャネルを使用する場合

通信チャネル方式は、既存の自営無線のデータ伝送における呼接続機能を応用するもので、比較的容易に実現が可能な方法である。また、制御チャネル方式のように制御及び通信チャネルの本来機能に影響を与える懸念がない反面、短時間ではあるが着信通知の都度、通信チャネルを占有することが欠点である。

なお、着信通知を送信するときに全部の通信チャネルが使用され空きチャネルがない場合であっても情報サーバがリトライ動作を実行するので、着信通知が欠落することはない。

次に、それぞれのメッセージ方式について、メリット・デメリット等を比較する。

表 2.4-2 通知方法のメリット、デメリット

	固定文 メッセージ	自由文メッセージ (通信チャネルを使用)	自由文メッセージ (制御チャネルを使用)
実現性	容易	容易	比較的容易
アラーム方式の付加	容易	容易	容易
メッセージの自由度	固定	自由	文字数に制約
緊急性の伝達	文面に制約	可能	可能
メール内容の通知	不可	文字数に制約	文字数に制約
他の通信から受ける影響	影響なし	影響あり *1	影響なし
他の通信へ与える影響	影響なし	影響なし	影響あり *2
伝達に要する時間	早い	やや遅い	やや早い

#### 注意

- \* 1 : 他の通信で通信 CH が全て使用中の場合、通信 CH が空くまでメール着信通知が遅くなる。
- \* 2 : メールが輻輳すると制御 CH の占有が増加するので、他の通信の制御に影響を与えることがある。

#### ウ . アラーム方式とメッセージ方式の併用

アラーム方式は、実現が容易であることと離れたところにいる利用者にも通知できる点で、極めて有用かつ有効な通知方法である。

メッセージ方式の固定文メッセージ方式は、自由文メッセージ方式に比較して、メールの内容が閲覧できない、緊急性の伝達に制約がある等の欠点があることから、自由文メッセージ方式が適当である。また、制御チャネル方式は、通信チャネル方式に比較して、回線制御等制御チャネルの本来機能に悪影響を与える可能性があることから、通信チャネル方式が適当である。

これらのことから、汎用 IP 無線通信システムの電子メールの着信を通知する方法として、アラーム方式と自由文メッセージ方式（通信チャネル方式）を併用することが適当である。

#### ( 3 ) 電子メール着信通知機能の実現

メール着信通知機能を付加するためのソフト等改修を行った統制局（基地局）システムと既存の自営無線端末（移動局）を用いて、統制局システムにおけるメール着信の自動認識及び着信通知信号の自動送信に関する実証実験を実施した。

この結果、無線端末（移動局）において、統制局（基地局）からの着信通知信号を受信し、アラームの鳴動とメール内容（メッセージ）のディスプレイ表示が確認され、メール着信通知機能の実現性を実証した。

##### （実証実験の概要）

携帯電話及び MCA 無線システムの移動端末から自営無線の統制局（基地局）のメールサーバに電子メールを送信し、無線端末（移動局）において、メール着信を知らせるアラームが鳴動すること及び着信メールの内容（ヘッダ部分）がディスプレイにテキスト表示されることを確認した。

## 2.4.2 情報端末との接続インタフェースの改善

汎用 IP 無線通信システムの汎用性を高めるとともに、インターネット等接続における利便性の向上を図るには、汎用 IP 無線機とそれに接続するパソコン、PDA 等の周辺機器との接続インタフェースが同じであることが望ましいことから、ここでは、音声兼用タイプに限らず、今後研究する全ての汎用 IP 無線通信システムにおいて使用する接続インタフェースの方式等について検討する。

### (1) 接続インタフェースの要求条件

- ア. 汎用性に優れていること
- イ. コストが低廉であること
- ウ. 小型化できること。
- エ. 周辺機器との接続に付加装置を使用しないで接続できること
- オ. 市販の周辺機器と容易に接続が可能であること

### (2) 各種の接続インタフェース

#### ア. 100/10BASE-T

Ethernet の規格の一つ。

より対線(UTP)をケーブルに利用し、集線装置(ハブ)を介して各機器を接続するスター型 LAN で、通信速度は 10Mbps、最大伝送距離は 100m までである。ハブの多段接続は 3 段階までである。

#### イ. USB : Universal Serial Bus

キーボードやマウス、モデム、ジョイスティックなどの周辺機器とパソコンを結ぶデータ伝送路の規格のひとつ。

本体との間であまり大容量のデータをやりとりしない機器を接続するための規格として、USB 1.1 という規格名で投入された。CD-R や HDD などもぶら下がるインタフェースとして活用されている。

しかし、USB 1.1 は最高で 12Mbps(=1.5MB/s)というかなり低速でしか転送ができない規格だったため、高速転送の需要を満たすことを目的として USB 2.0(HI-SPEED USB)が登場した。

#### ウ. IEEE1394 : Institute of Electrical and Electronic Engineers 1394

次世代の高速な SCSI 規格。

最大で 63 台の機器をダイジーチェーン接続またはツリー接続することができ、転送速度は 100Mbps、200Mbps、400Mbps が規格化されている。

機器を動作中に抜き差しする(ホットプラグという)ことができ、接続ケーブル

による電源の供給もできるようになっている。

コンピュータと周辺機器を接続する規格として期待されており、家電を相互接続する家庭内 LAN に利用する動きもある。すでに、デジタルビデオカメラの外部出力端子(業界は「DV 端子」と呼称している)に採用されている。

## エ． 無線 LAN

無線通信でデータの送受信をする LAN のこと。IEEE 802.11b、IEEE 802.11g、IEEE 802.11a といった規格がある。

各端末は「ベースステーション」と呼ばれる中継機器を経由して通信を行なう。ステーションを用意せずに直接端末同士が通信を行なう形態の製品もある。

レイアウト変更が多いオフィスでは LAN ケーブルの引き直しの度に多くの時間と費用が費やされるが、無線 LAN ではこのような問題は生じない。規格が固まったばかりで製品があまり市場に出回っていないので初期コストが高いのが欠点だが、維持コストの差を考えれば長期的には有線の LAN を用いるよりもコストが抑えられると思われる。また、配線に制約の多い一般家庭でも無線 LAN は効果的で、最近ではダイヤルアップルータとノートパソコンとの間を無線 LAN で結ぶ製品が広く出回っている。

他の電気機器との電波干渉により通信エラーが発生し得ることもあり、必要に応じて有線と使い分けることが重要である。

表 2.4-3 無線 LAN 各方式の比較

規格名	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11a
周波数帯域	2.4GHz 帯	2.4GHz 帯	5.2GHz 帯
データ伝送速度	11Mbps	36 ~ 54Mbps	36 ~ 54Mbps
実効伝送速度	3 ~ 4Mbps	20 ~ 25Mbps	20 ~ 25Mbps
伝送方式	DSSS	OFDM	OFDM
変調方式	CCK、DQPSK、DBPSK	64 QAM、16 QAM、QPSK、BPSK	64 QAM、16 QAM、QPSK、BPSK

#### オ． Bluetooth

2.4GHz 帯域を用いる無線伝送方式。

パソコン、周辺機器、家電、携帯電話など、デバイスを問わないデータ交換を実現するインタフェースとして期待されている。

スペック 1.0 での最大伝送速度は 1Mbps( 下り 721kbps、上り 57.6kbps )で、64kbps の音声専用チャンネルも別途 3 つ確保されている。

伝送範囲は 10 / 100m で、最大 7 台の Bluetooth デバイスでネットワークを構築する「ピコネット」と、ピコネットを数珠つなぎにしてさらに大規模なネットワークを構築する「スキャッタネット」を構築する機能もある。

無線 LAN に比べ、速度や伝送範囲の点で劣るものの、使いやすさや搭載されるデバイスの種類の多さ、携帯電話に載せることを前提とした省電力設計など、コンシューマ製品に適した利点が多い。

#### カ． ワイヤレス 1394

ホームネットワークを主眼とした IEEE1394 の無線版。

5GHz 帯を使った伝送速度が 70Mbps のもので国内規格 ARIB STD-T72 として規格化されている。

IEEE の標準化作業がまだ確定していないためいつ頃実用かについては未定である。

#### キ． IrDA : Infrared Data Association

近距離のデータ通信を行なう赤外線通信の規格。

通信可能距離 1m、通信速度 115.2kbps までのバージョン 1.0 仕様と、1m 以内、4Mbps までの 1.1 仕様、0.2m 以内、115.2kbps までの 1.2 仕様(低消費電力版)がある。

主に机上型コンピュータとノートパソコンなどの携帯型コンピュータを接続するのに使われる。但し、最近では IrDA インタフェースを装備しているパソコンが少なくなっているのが現状である。

#### ( 3 ) 接続インタフェースに関する考察

最近の情報端末 ( PDA )、パソコン及びその周辺機器の接続インタフェースは、インターネット等の IP ネットワークの普及と機器の小型化の流れを受けて、これまでのシリアルポートに代わって、市販のインターネット対応機器との接続が容易な 10BASE-T や USB が主流になっている。

このため汎用 IP 無線通信システムの接続インタフェースは、システムコストの低廉化、IP ネットワークへの接続性の観点から、前項ア～キ等の市販のインター

ネット対応機器の接続インタフェースとして広く普及している方式であることが望まれる。

音声兼用タイプの接続インタフェースは、無線装置や周辺機器の小型化に対応でき、かつ、最近のパソコンや情報端末（PDA）並びに市販のインターネット対応の周辺機器に広く普及している、10BASE-T（ダイヤルアップルルータのイメージ）又はUSB（モデムのイメージ）が望ましい。

なお、情報家電の接続インタフェースとして将来新たなインタフェースが現れることも想定されるので、動向に注目しておく必要がある。

## 2.5 通信速度の高速化（フルスロット化）

### 2.5.1 フルスロット方式の概要

#### フルスロット方式概要

既存の狭帯域デジタル移動通信システムの通信路（通信CH）は、その伝送帯域を4分割した4つのスロット（通信路）から構成されており、それぞれ独立した通信路として使用する「シングルスロット」方式である。

これに対して、伝送帯域の全部を1のスロットとして使用する「フルスロット」方式の音声兼用タイプの汎用IP無線通信システムは、シングルスロット方式（伝送速度：8kbps）の4倍の伝送速度（32kbps）が期待できる。

なお、フルスロット方式には、3スロット分の帯域を1スロットとする「3スロット型」と4スロット分の帯域（全帯域）を1スロットとする「4スロット型」が考えられる。

次に、音声兼用タイプにおける通信路構成を図に示す。



図 2.5 - 1 シングルスロットとフルスロットの通信路構成

## 2.5.2 フルスロット方式の通信特性の検証

フルスロット方式における実効伝送速度、PPP 接続時間の高速化について検証する。

### (1) 実験システムの構成

『2.2.1 PPP 接続における接続所要時間の短縮』に同じ

### (2) 実験方法

#### ア. 手順

(ア) 3スロットにより伝送路を構築する。

(イ) 電子メールの伝送を行い、所要時間を測定する。

(ウ) 電子メールのデータ容量と伝送所要時間から実効伝送速度を算出する。

## 2.5.3 結果

実験の結果を表 2.5 - 1 に示す。

なお、4スロット型の実効伝送速度及び PPP 接続時間の値は、3スロット型の測定値に基づく推測値である。

### (1) 測定条件

ア. 誤り訂正機能	: 有り
イ. 回線品質	: BER = $10^{-4}$
ウ. MTU	: 576
エ. RWIN	: 536
オ. データサイズ	: 1KB

### (2) 実効伝送速度

実効伝送速度は、スロット数の増加に伴って速くなり、シングルスロット方式の伝送速度と比較して、3スロットでは 2.53 倍、4スロットでは 3.13 倍の高速化が図れることが実証された。

### (3) PPP 接続時間

無線伝送速度が早くなることで PPP 接続時間が短縮され、シングルスロット方式と比較して、3スロットでは 34% (4.46 秒)、4スロットでは 44% (5.76 秒) 時間短縮することが実証された。

なお、PPP 接続時間の測定にあたっては、2.2.2 (9) PPP 接続時間短縮の検討についてのまとめと同じ設定で実施した。

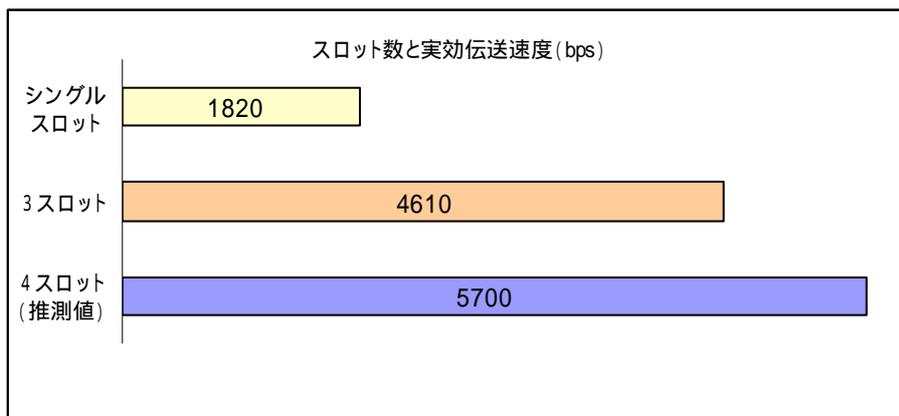


図 2.5 - 2 スロット数と実効伝送速度

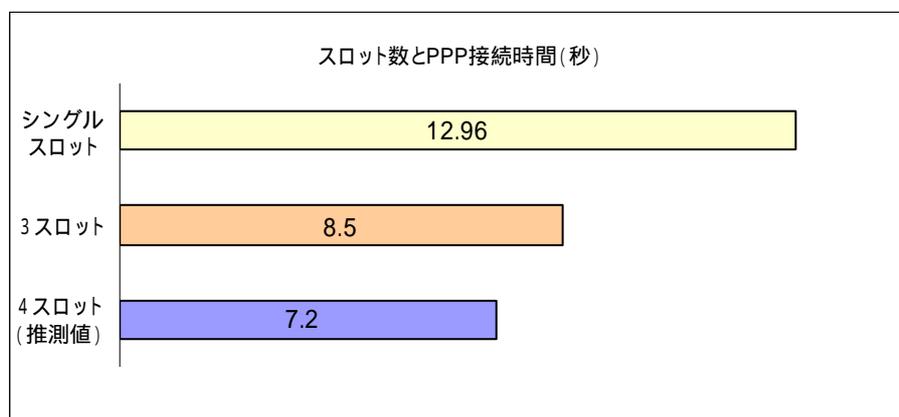


図 2.5 - 3 スロット数と PPP 接続時間

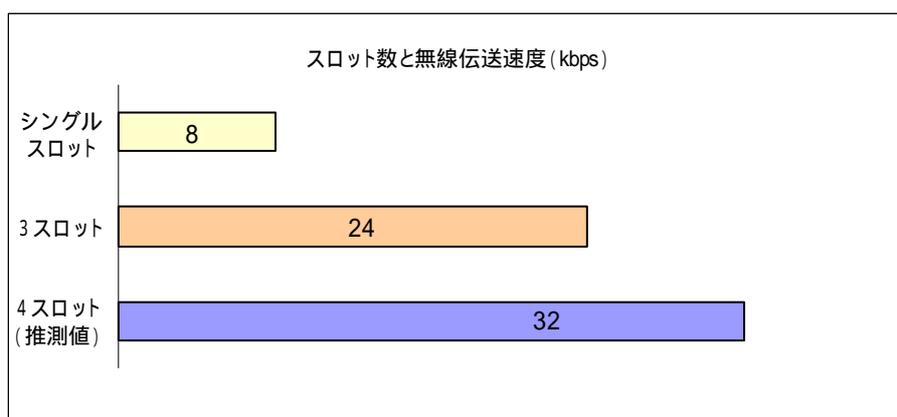


図 2.5 - 4 スロット数と無線伝送速度

## 2.6 異システム間通信 (800MHz デジタル MCA との通信)

### 2.6.1 概要

インターネット網を経由して、汎用 IP 無線通信システム音声兼用タイプと 800MHz デジタル MCA システム (以降、MCA システムと略す) を接続し、両システムの端末局同士で電子メールによる通信が可能であることを実証する。

### 2.6.2 実験システムの構成

実験システムの構成を図 2.6-1 に示す。

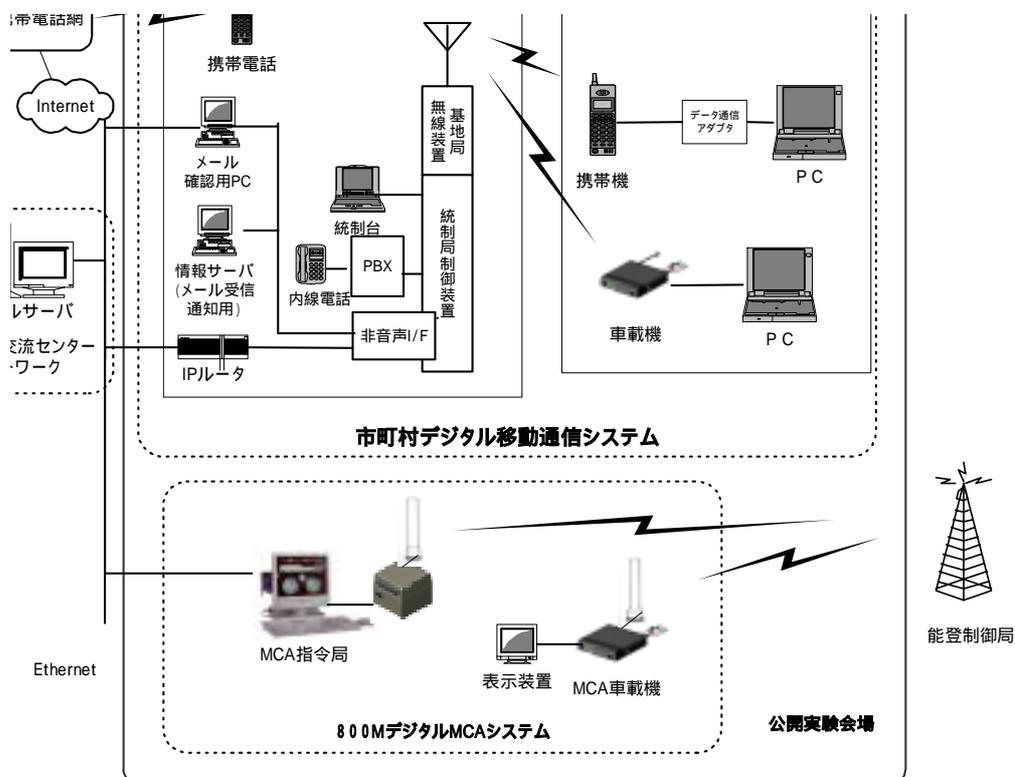


図 2.6-1 実験システム構成図

実験では、災害発生時の物資輸送における連絡を想定した。音声兼用タイプの統制局を災害対策本部、同端末局を避難所とした。また、MCA 指令局を運送業者の配送センター、MCA 車載局を運送トラックとした。

災害対策本部と避難所間は音声兼用タイプで接続、配送センターと運送トラック間は MCA システムで接続した。災害対策本部と配送センターをインターネット網で接続した。なお、MCA システムは、財団法人近畿移動無線センターの近畿能登制御局を経由して接続した。

### 2.6.3 実験項目

- (1) 音声兼用タイプの統制局と MCA システム端末局間のメール送受信
  - (2) 音声兼用タイプの端末局と MCA システム端末局間のメール送受信
- 実験で想定したメールの送受信経路を図 2.6-2 に示す。

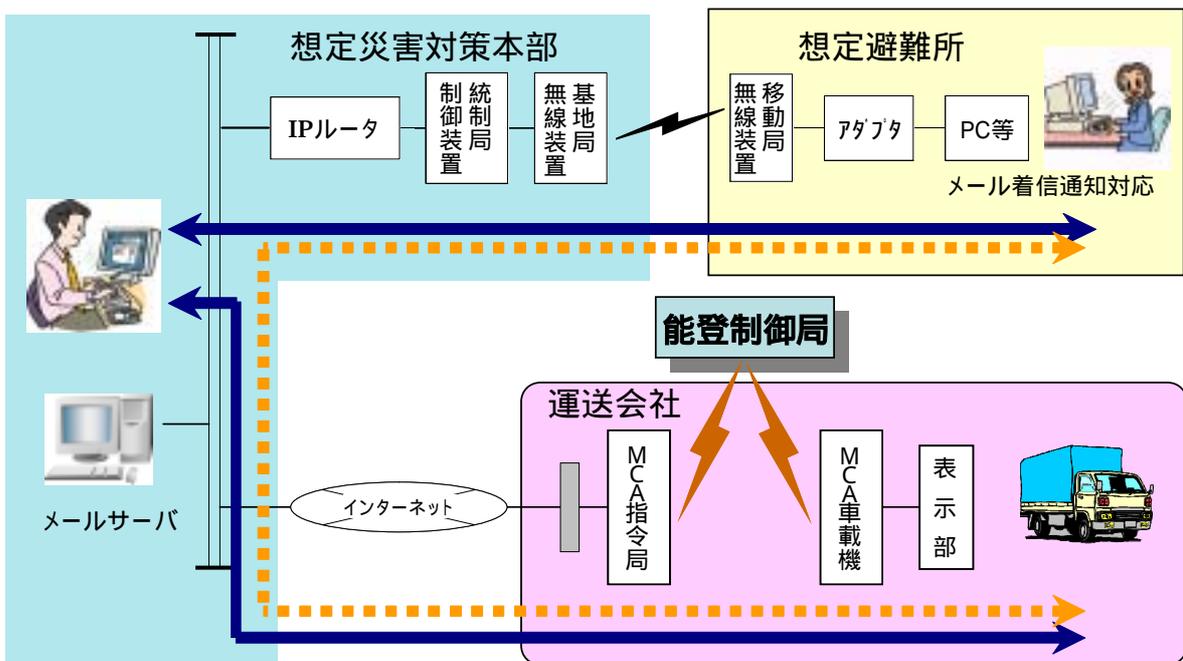


図 2.6-2 実験想定図

### 2.6.4 実験結果

インターネット網を經由して、汎用 IP 無線通信システム音声兼用タイプと MCA システムという異なるシステム間で以下のような通信ができることを実証できた。

- (1) 音声兼用タイプの統制局 (想定災害対策本部) - MCA システム端末局 (想定運送トラック) 間のメール送受信
  - ア. 災害対策本部から想定小松空港に待機中の運送トラックに対し、メール中に配送場所 (想定避難所: 辰口丘陵公園) の緯度経度を付加し『食料を運んでください。』のメッセージを送信する。
  - イ. メールはインターネットを經由し配送センターに着信。配送センターから能登制御局を経て運送トラックに着信する。運送トラックではメッセージの表示と共に、配送先までの経路も表示する。
  - ウ. 運送トラックから操作器から『今から出発します。』のメッセージを返信する。
  - エ. メールは配送センター、インターネットを經由して、災害対策本部に着信する。

( 2 ) 音声兼用タイプの統制局 ( 想定避難所 ) - トラック間のメール送受信

- ア . 想定辰口丘陵公園の避難所から、運送トラックに『食料はまだですか?』のメールを送信する。(この際、避難所の PC は PPP で統制局と接続後、メールを送信)
- イ . メールは、災害対策本部 インターネット 配送センター 能登制御局の経路で運送トラックに着信する。運送トラックから操作器から『間もなく到着します。』のメッセージを返信する。
- ウ . メールは配送センター、インターネットを経由して、災害対策本部のメールサーバに着信する。
- エ . メール着信を検出した情報サーバは、メール着信通知機能で避難所にメールの着信を通知する。
- オ . メール着信通知機能によりメール着信に気付いた避難所では、PPP で統制局と接続後メールを受信する。

2 . 6 . 5 まとめ

今回の実験では、インターネット網を経由して、汎用 IP 無線通信システム音声兼用タイプと MCA システムという異なるシステムを接続し、両システムの端末局同士で電子メールによる通信が可能であることが実証された。

この方法を適用し、種々の無線システム間を接続することで応用範囲が拡大し、無線システムの可能性が広がった。

## 第3章 音声兼用タイプとその利活用

### 3.1 音声兼用タイプ

音声兼用タイプは、既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）の標準的な機能に加えて、IP 通信方式の導入と通信路のフルスロット化により、データ伝送速度の高速化及び IP ネットワークとの親和性の向上を実現したものである。

#### 3.1.1 音声兼用タイプの特徴

##### (1) IP 通信の有用性を実現

- ア． データ伝送の高速化
- イ． 電子メールの送受信
- ウ． Web アクセス
- エ． モバイルネットワークアクセス
- オ． 異なる無線システム間の相互通信

##### (2) その他

- ア． 音声通信とデータ通信が同時に可能
- イ． 既存の狭帯域デジタル移動通信システムの活用が可能
- ウ． 現行の電波法無線設備規則の範疇で実現が可能
- エ． 早期の実用化が可能

#### 3.1.2 シングルスロットモデルとフルスロットモデル

音声兼用タイプをその用途や無線性能等から「シングルスロットモデル」と「フルスロットモデル」の2つのモデルに分類する。

##### (1) シングルスロットモデルとフルスロットモデル

###### ア． シングルスロットモデル

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）と同様に、その伝送路帯域を4スロットに分割し、その1スロットを1通信路として割り当てて IP 通信（データ伝送）等を行うものである。

なお、シングルスロットモデルは、1通信路当り 8kbps（データ伝送速度 6.4kbps）の通信性能を有している。

###### イ． フルスロットモデル

フルスロットモデルは、1の IP 通信（高速データ伝送）に対し複数のスロットを割り当てることにより、伝送速度の高速化を実現したものである。

また、フルスロットモデルには、1の IP 通信（高速データ伝送）に対し、3

スロットを割当てる「3スロット方式」と4スロット（全スロット）を割当てる「4スロット方式」があり、3スロット方式は24kbps（データ伝送速度：19.2kbps）、4スロット方式は32kbps（データ伝送速度：25.6kbps）の通信性能を有している。

なお、複数スロットの割当ては、1のIP通信（高速データ伝送）に対し3スロット又は4スロットを割当てる機能を付加（回線制御用ソフトウェアの実装）することで実現する。

- (2) シングルスロットモデルとフルスロットモデルの通信路構成等  
両モデルの通信路構成（スロット割当）等の比較を次に示す。

図 3.1-1 シングルスロットモデルとフルスロットモデルの通信路構成

既存自営無線		シングルスロットモデル	フルスロットモデル	
			3スロット方式	4スロット方式
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">制御CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">通信CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">通信CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">通信CH</div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">制御CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">通信CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">IPCH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">通信CH</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">制御CH</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">IPCH (高速)</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">IPCH (高速)</div>
データ伝送速度	誤り訂正あり	2.4 kbps	7.2 kbps	9.6 kbps
	誤り訂正なし	6.4 kbps	19.2 kbps	25.6 kbps

- 1 表中の「通信CH」及び「IPCH」は、従来の音声通信とIP通信のどちらにも使用できる。
- 2 シングルスロット/フルスロットの切替機能を有する無線端末の場合、表中の「IPCH（高速）」は、IP通信（高速データ）の使用がないときはシングルスロットモデルの「通信CH」及び「IPCH」として使用できる。

### (3) 機能・性能等の比較

#### ア. シングルスロットモデル

既存の自営無線（狭帯域デジタル移動通信システム）において、データ伝送性能と IP ネットワークへの接続性能の向上を実現

(ア) 1 の周波数で音声通信とデータ通信の同時利用が可能

・音声通信は携帯電話と同等品質

(イ) 1 の周波数で最大 4 対向の同時通信が可能

・データ通信と音声通信の複数同時通信が可能

(ウ) IP ネットワークを介して、他の無線システム等との相互通信が可能

(エ) データ伝送速度が遅いため、小容量のデータ伝送に適している。

・添付ファイルを含め数 KB 程度の電子メールの送受信

・軽量の Web へのアクセス

#### イ. フルスロットモデル

IP 通信（高速データ伝送）に複数スロットを割当てることでデータ伝送速度の高速化と IP ネットワーク接続の高速化を実現

(ア) 1 の周波数を高速データ通信に全て利用

・シングルスロットモデルの 3.1 倍の高速データ伝送を実現

(イ) IP ネットワークへの接続が高速

・シングルスロットモデルの 1.8 倍の高速化を実現

(ウ) IP ネットワークを介して、他の無線システム等とデータ通信が可能

(エ) データ伝送速度が高速であるため、比較的大容量のデータ伝送に適している。

・添付ファイルを含む数 10KB 程度の電子メールの送受信

・通常の Web へのアクセス

・デジカメ画像や定点監視カメラの映像等の伝送

(オ) 1 の通信で全伝送路帯域を占有するため、1 周波数で複数同時通信ができない。

(カ) 無線端末に空中線共用器の装備が必要（無線装置が大型化）

無線機端末機はシングルスロット及びフルスロットモデルの場合で送受信動作が異なる。各々の場合における動作を図 3.1-2 に示す。

シングルスロットモデルでは、送信と受信で交互にスロットを使うため、同時に送受信が発生することはない。

これに対し、フルスロットモデルでは、対となるスロットはひとつ飛ばしで送受信動作を行うが、4 スロット全てを使用するため、同時に送受信を行うことになる。このため、自局の送信出力（TX）が受信入力（RX）に干渉妨害

を与えることから、これを排除するため無線端末機に空中線共用器を装備する必要がある。

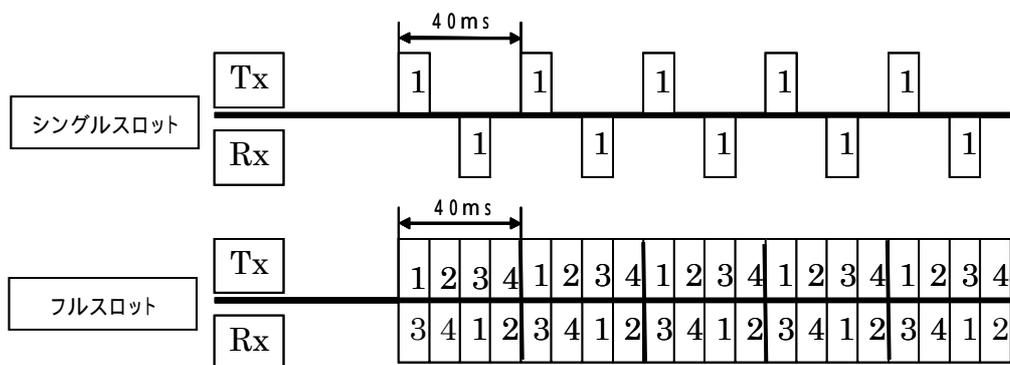


図 3 . 1 - 2 シングルロットとフルロットの無線端末機の送受信動作

ウ．シングルロットモデルとフルロットモデルの性能・機能を表 3 . 1 - 1 に示す。

表 3 . 1 - 1 機能・性能等比較表

	シングルロットモデル	フルロットモデル
データ通信	低速	高速
複数同時通信	最大 4 対向が可能	1 対向の高速 IP 通信のみ
電子メール	短文に適する	長文でも可能
Web の閲覧	Web 表示が長時間	Web 表示が短時間
ファイル転送	数 KB 程度	数 10KB 程度
PPP 接続時間	約 13 秒	約 7 秒 (4 スロット方式)
データ伝送速度(誤り訂正あり)	1820 bps	5700 bps (4 スロット方式)

### 3.1.3 音声兼用タイプの技術的条件等

既存の自営無線と音声兼用タイプの技術的条件の比較を次の表3.1-2に示す。

表 3.1-2 音声兼用タイプの技術的条件等の比較

種 別	既存の自営無線	シングルスロット モデル	フルスロットモデル		
			3スロット型	4スロット型	
無線周波数帯	260 MHz 帯	150MHz 帯、 260MHz 帯、 400MHz 帯			
キャリア周波数間隔	25kHz				
空中線電力	移動局 5W 以下 基地局 40W 以下 (既存の自営無線)				
変調方式	π/4シフト QPSK 方式				
アクセス方式	下り TDM / 上り TDMA 方式				
多重数	4 多 重				
通信方式	単信、半複信又は複信方式				
複信方式	基地局通信 FDD (Frequency Division Duplexing : 周波数分割複信) 移動局間直接通信 TDD (Time Division Duplexing : 時分割複信)				
伝送速度	32kbps				
音声符号化速度	誤り訂正を含め 6.4kbps 以下				
伝送速度 データ	誤り訂正 あり	-	2.4 kbps	7.2 kbps	9.6 kbps
	誤り訂正 なし	-	6.4 kbps	19.2 kbps	25.6 kbps
無線伝送速度 (1 通信路当たり)	8 kbps	8 kbps	24 kbps	32 kbps	

### 3.2 音声兼用タイプの移動通信システムの構築

#### 3.2.1 シングルスロットモデルのシステム構築

##### (1) 1周波数でシステム構築が可能

シングルスロットモデルは、時分割多重アクセス方式 (TDMA) の4多重であるため、複数対向 (回線制御用に1通信路を割当るため、最大3対向) の音声・データ同時通信が可能なることから、1周波数の割当てでシステムの構築が可能である。

##### (2) シングルスロットモデルの導入

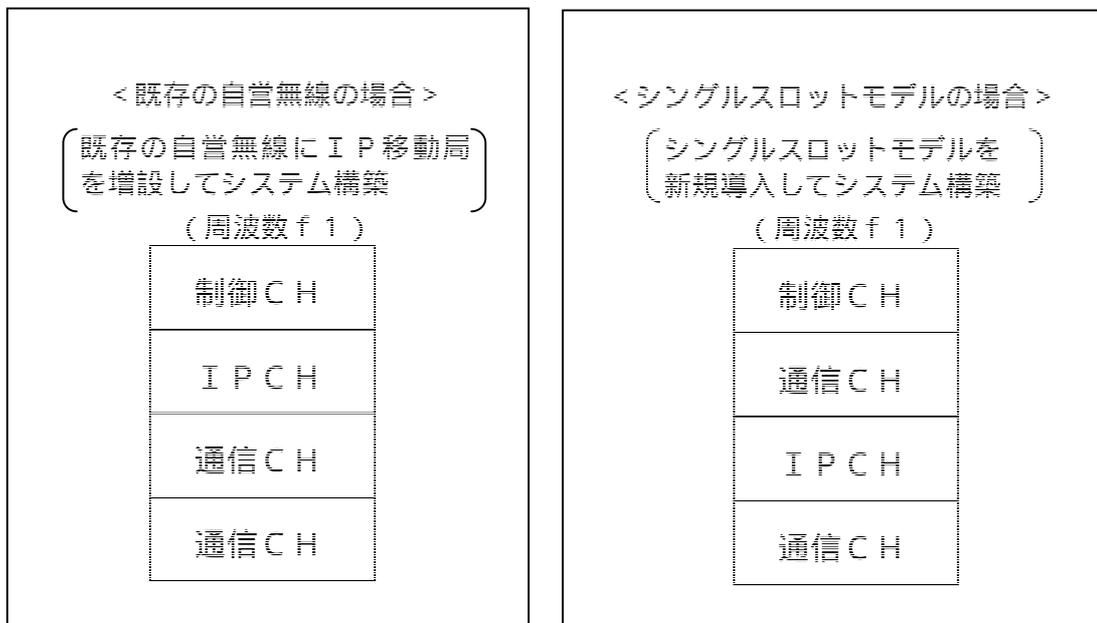
シングルスロットモデルの導入形態として、次の2つが想定される。

ア. 既存の自営無線 (狭帯域デジタル移動通信システム) の基地局システムをそのままに、シングルスロットモデルの無線端末 (移動局) を新增設する。

イ. シングルスロットモデルの無線システム (基地局及び移動局) を新規に導入・構築する。

図3.2-1 シングルスロットモデル等の導入形態と基地局システムの通信路構成等

##### 1周波数でシステム構築



### 3.2.2 フルロットモデル(4スロット方式)のシステム構築

#### (1) 1周波数でのシステム構築には不向き

フルロットモデル(4スロット方式)は、1のIP通信(高速データ伝送)に全4スロットを割当てるためIP通信が行われている間は他の通信が行えないものであることから、それ単独でのシステム構築には不向きである。

#### (2) フルロットモデル(4スロット方式)の導入

フルロットモデルの導入形態としては、従来の音声通話等に加え、高速データ通信を行いたい自営無線ユーザが、既設の自営無線システムに追加・併設するかたちでの導入・構築が想定される。

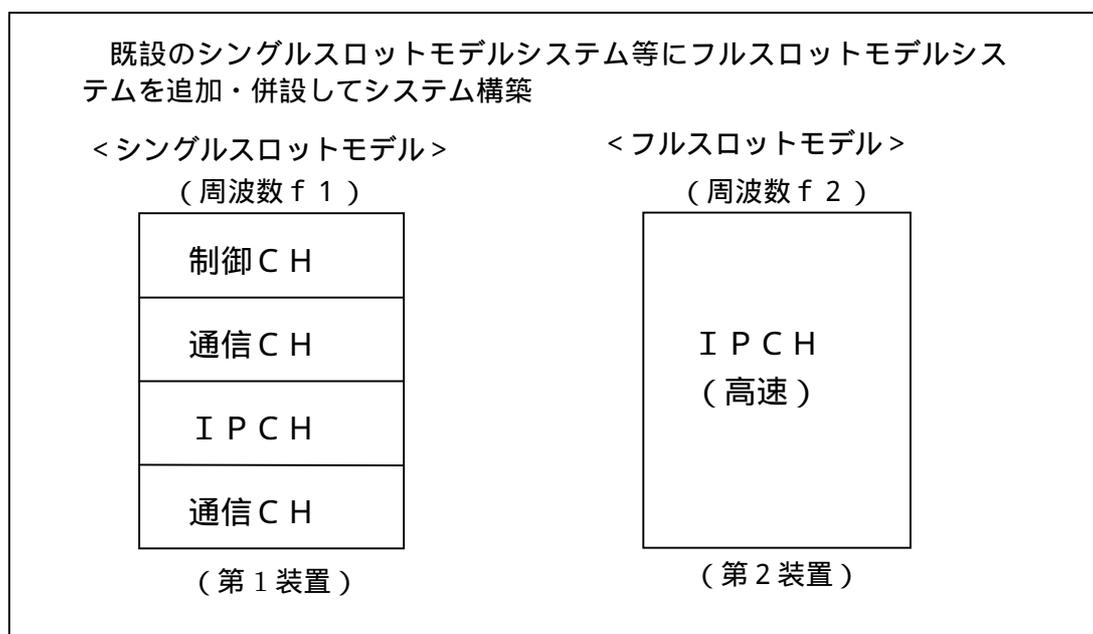
#### (3) 専用周波数が適当

フルロットモデルは、1のIP通信に全4スロットを割当てるため、あるスロットを他の移動局が使用している間はフルロットで通信できないことから、全てのスロットが解放されるまで待たなければならない。

したがって、効率的なシステム運用を行うためにはフルロット専用の周波数を追加(増波)することが望ましい。

図3.2-2 フルロットモデルの導入形態と基地局システムの通信路構成等

既存の自営無線システムとの併設・併用が必要



- (4) シングルロットモデル/フルロットモデル併設システムの構築例  
 シングルロットモデル/フルロットモデル併設・併用するシステムの具体例を図3.2-3に示す。  
 なお、シングルロット用とフルロット用の周波数には、それぞれ別の周波数を割り当てるものとする。

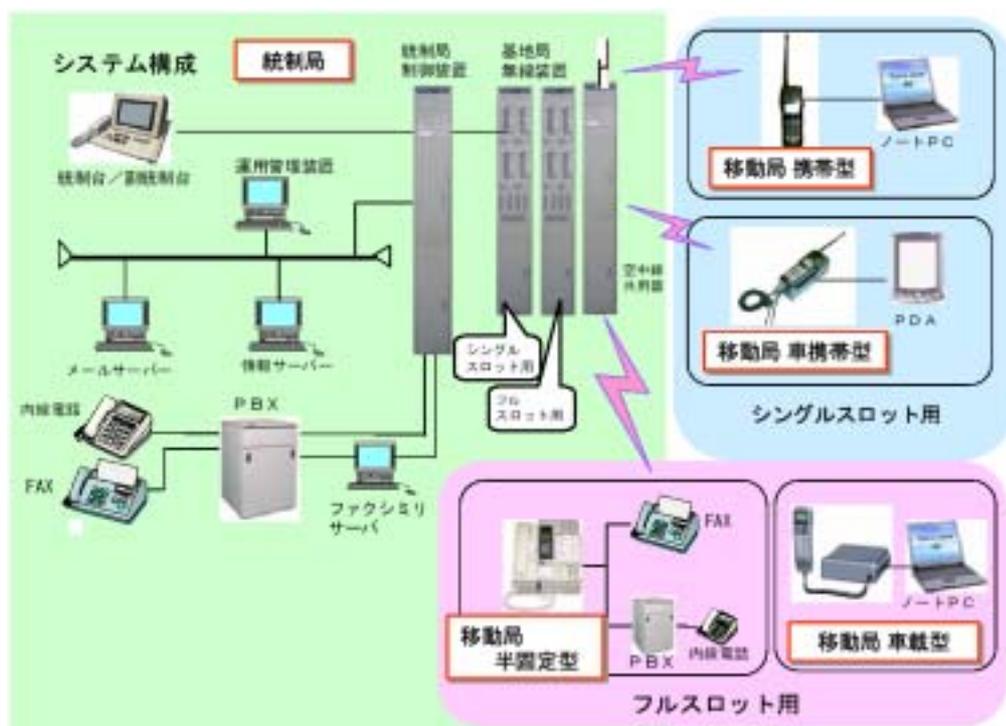


図 3 . 2 - 1 音声兼用タイプのシステム構成

### 3.3 音声兼用タイプの利活用

#### 3.3.1 シングルスロットの利活用

##### (1) 音声通信とデータ通信 (IP 通信) の利活用例

- ア. 清掃車の GPS 位置情報と作業情報をセンターへ定期的送信する。
- イ. センターでは、清掃車の位置と作業情報がディスプレイの地図上に表示されることから、各清掃車の位置と作業状況を把握・管理することができる。
- ウ. センターから清掃車に対し、音声と文字 (メッセージ) で業務連絡や作業の指示を行う。

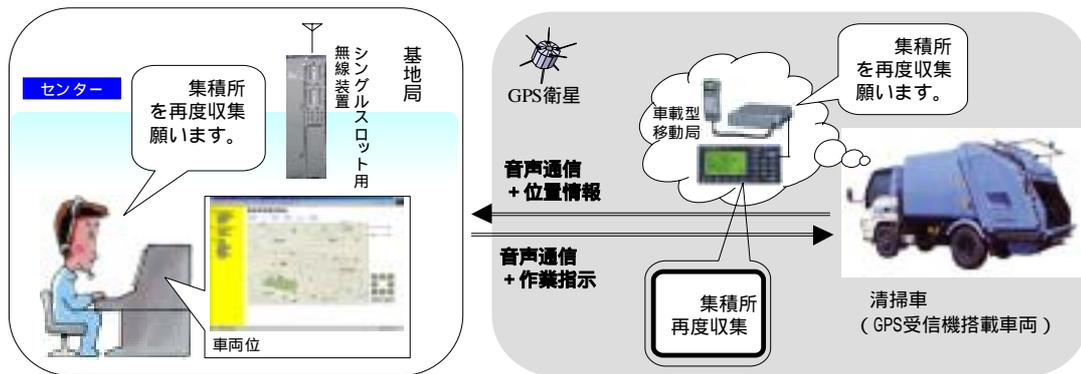


図 3.3-1 シングルスロットモデルの利活用例 1 (音声 + データ通信)

##### (2) データ通信 (IP 通信) の利活用例

- ア. 除雪車の GPS 位置情報と作業情報等をセンターへ定期的送信する。
- イ. センターでは、除雪車の位置、作業情報等がディスプレイの地図上に表示されることから、各除雪車の位置と除雪作業の進捗状況を把握・管理することができる。
- ウ. センターから除雪車に対し、文字 (メッセージ) データと併せて除雪箇所の位置 (経緯度) データを送信し、文字 (メッセージ) により業務連絡や作業指示を行うとともに、除雪箇所を除雪車のカーナビ等の地図上に表示する。

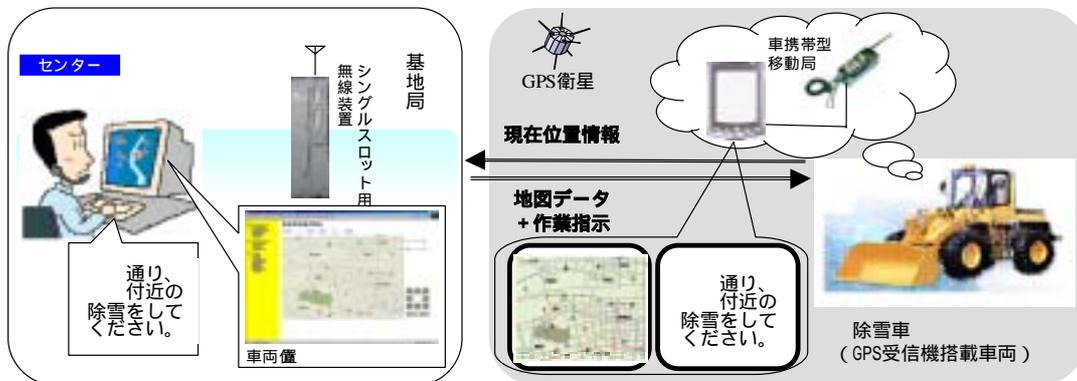


図 3.3-2 シングルスロットモデルの利活用例 2 (データ通信)

### 3.3.2 フルスロットモデルの利活用

#### (1) 高音質音声通信と高速データ通信（IP通信）の利活用例

- ア． センターから屋外に設置したトランペットスピーカに周知・広報や避難指示等に関する同報通信を行う。
- イ． センターにおいて、災害現場や河川等から送られてきたデジカメ画像、監視カメラの映像や水位テレメータ情報等をリアルタイムに観察することができる。

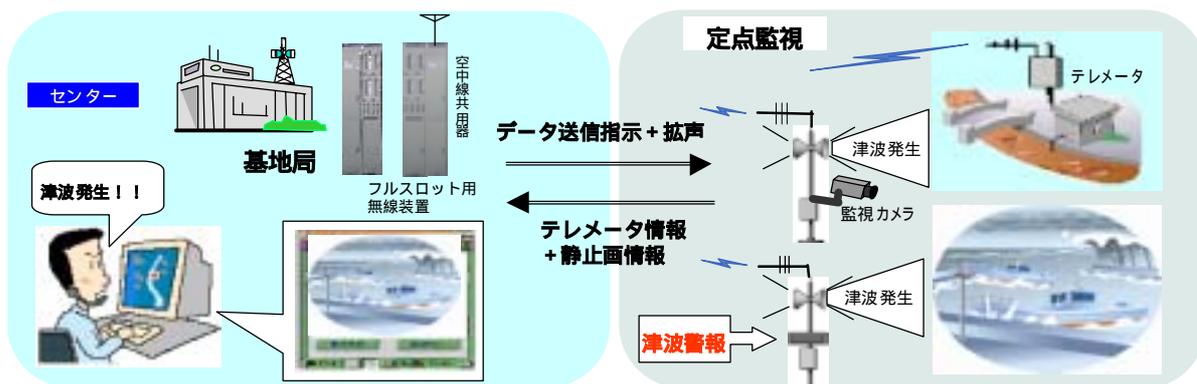


図 3.3-3 フルスロットモデルの利活用例 1（高音質音声 + 高速データ通信）

（注）フルスロットモデルを応用して高音質「拡声音声」にも利用可能。

#### (2) 音声通信と高速データ通信（IP通信）の利活用例

- ア． センターからパトロール車にシングルスロットの音声で災害現場を撮影するように指示をする。
- イ． 無線機に接続した静止画伝送装置を使用して、撮影した静止画映像をセンターに伝送することが可能となる。
- ウ． 災害等現場のデジカメ画像や映像の伝送が実現することで、現場の状況の詳細をリアルタイムに把握できるとともに、同時に音声通信により作業指示等ができる。

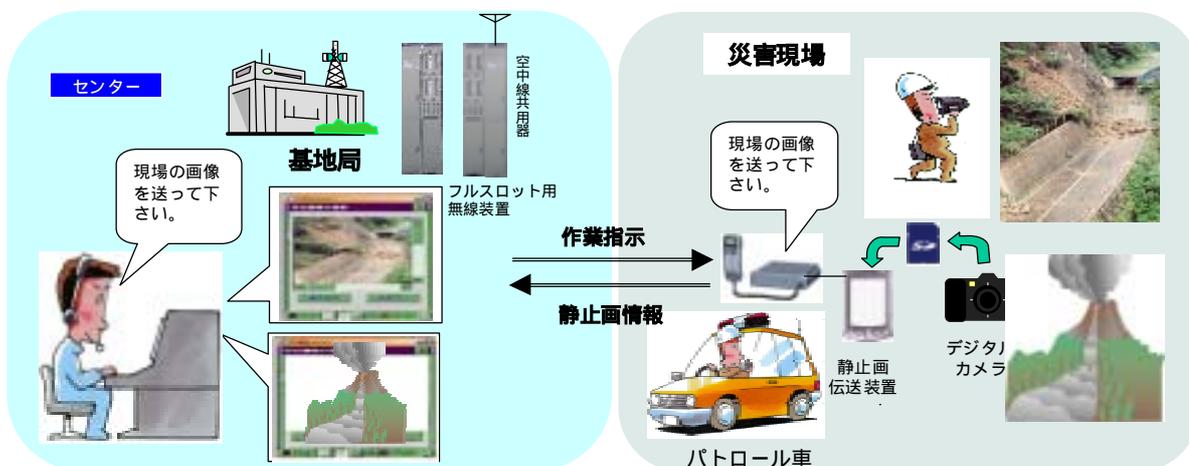


図 3.3-4 フルスロットモデルの利活用例 2（音声 + 高速データ通信）

3.3.3 シングルロットモデル/フルロットモデルの併用とIPネットワーク接続の利活用イメージ

これまで示してきた音声兼用タイプの個々の利活用システム例が、IPネットワークを介して統合されたイメージを図3.3-5に示す。

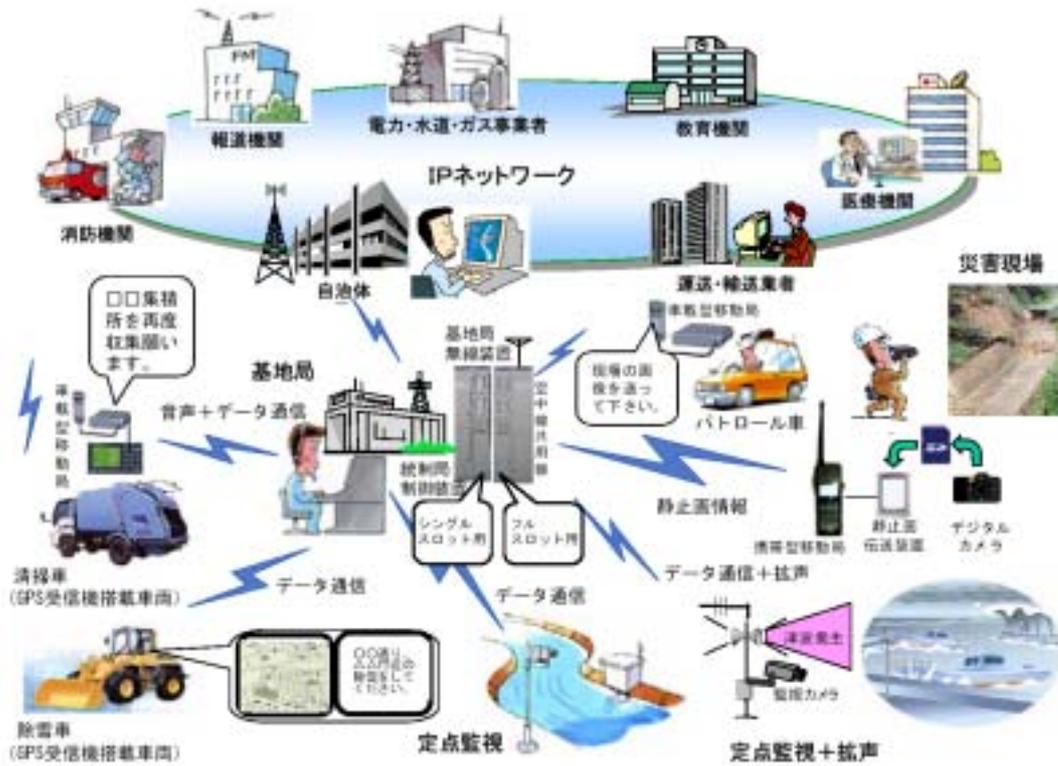


図 3.3 - 5 IP ネットワークで統合したイメージ

## 第4章 高速通信タイプに関するニーズ調査

北陸地域の自営無線ユーザにおけるデータ通信の利用の現状、データ通信ニーズ、IPネットワークとの接続ニーズや汎用IP無線に期待する性能・機能等を把握・分析することにより、高速通信タイプの要求条件等の検討に資するため、アンケート調査及びヒアリング調査を実施した。

### 4.1 アンケート調査

高速通信タイプに求められる機能・性能等の検討に資するため、北陸地域の自営無線ユーザに対して、データ通信の利用の現状とニーズ、他の無線システムとの通信ニーズ及び利活用が考えられる分野・用途等について、アンケート調査を実施した。

#### 4.1.1 アンケート調査の概要

##### (1) 調査対象

- ア. 北陸地域の全自治体（県及び市町村）
- イ. その他の自営無線ユーザ（民間事業者）

##### (2) 調査事項

- ア. 自営無線におけるデータ通信の利用の現状
- イ. 自営無線におけるデータ通信ニーズ
- ウ. 電子メール機能に対する期待と具体的な利用形態
- エ. インターネット等を介した他の無線システムとの通信ニーズ
- オ. 非常災害時における民間事業者等との通信ニーズ（自治体のみ）
- カ. インターネット等を介した自身及び他者の情報等システムとの接続ニーズ
- キ. 汎用IP無線通信システムの利活用に関するアイデア
- ク. その他参考となる事項

##### (3) 回収状況等

###### ア. 回収率等

	自治体	民間ユーザ	合計
調査票郵送数	114	139	253
回答数	56	37	93
回収率	49.1%	26.6%	36.8%

イ. 回答者の内訳

自治体		民間ユーザ	
県	3	タクシー	15
市	16	建設・土木	6
町	27	農業協同組合	4
村	10	運送業	3
-	-	製造・販売	3
-	-	サービス業	6
計	56	計	37

4.1.2 アンケート調査の結果

(1) データ通信の利用の現状

ア. 利用の現状

回答があった 93 ユーザの内、78 ユーザ（83.8%）においてデータ通信が利用されていない現状にある。

また、データ通信を利用している民間事業者 5 社すべてがタクシー会社で、配車の指示・応答、車両位置及び実車・空車等の車両情報の表示等に文字伝送やデータ伝送等のデータ通信が利用されている。

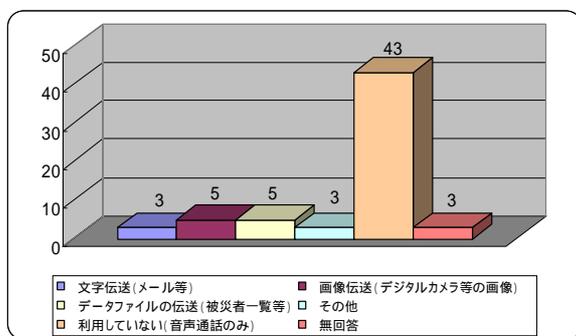


図 4.1-1 自治体のデータ通信の利用状況

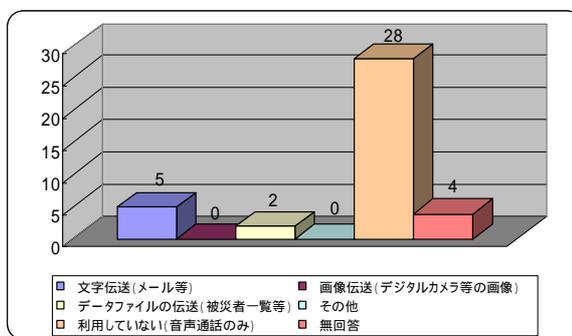


図 4.1-2 民間のデータ通信の利用状況

イ. 考察

データ通信の利用が限られているのは、現在の自営無線がアナログ方式のため通信速度が遅いこと、データ通信の利用に専用の装置が必要であることなど、その使い勝手の悪さと導入等コストが高いことによるものと推察される。

また、自治体や民間事業者における現在の無線利用が、音声通信のみの簡易な業務連絡が大半であり、操作が簡単でコストが安価な既存の無線システムに満足していることも要因の一つと推察される。

一方、防災行政無線のように情報伝達に確実性と正確性が求められる業務や

タクシー会社のように業務の効率化、顧客サービスの向上等その費用対効果が厳しく求められる事業分野では、データ通信の利用は不可欠であり、そのニーズも極めて強いことも確かである。

## (2) データ通信の利用ニーズ

### ア. 利用したいデータ通信

全体では、画像、文字、動画、測定等データ、データファイルの順に利用のニーズが高い。

また、自治体においては、動画のニーズが画像に次いで高いのに比べ、民間事業者においては、ニーズが文字と画像に集中し、動画のニーズが少ないことが特徴的である。

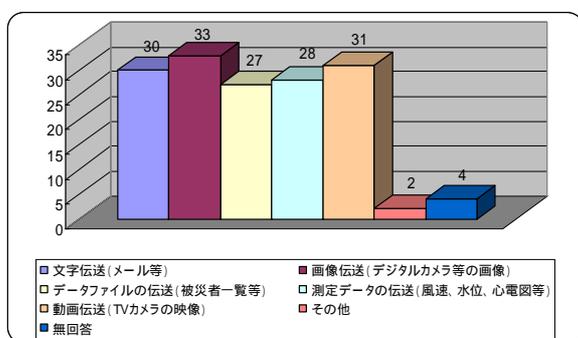


図 4.1-3 自治体のデータ通信ニーズ

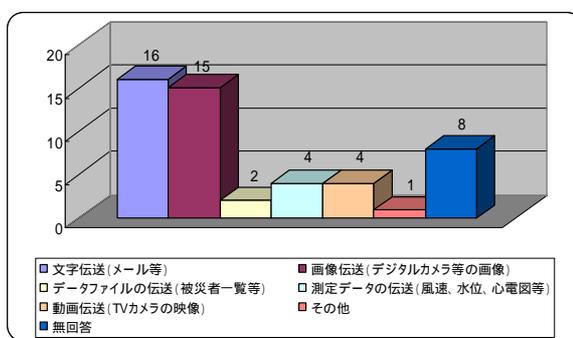


図 4.1-4 民間のデータ通信ニーズ

### イ. 業務に役に立つ度合いと具体的な利用例

#### <業務に役立つ度合い>

##### 文字(メール等)の伝送

全体では、63 ユーザ(67.7%)が業務に役立つと考えているが、自治体と民間事業者のそれには大きな差異が見られる。

(業務に役立つと考える者)

・自治体 45 ユーザ(80.4%)

・民間事業者 18 ユーザ(48.7%)

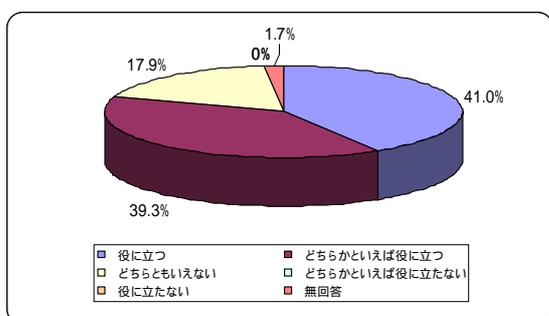


図 4.1-5 自治体

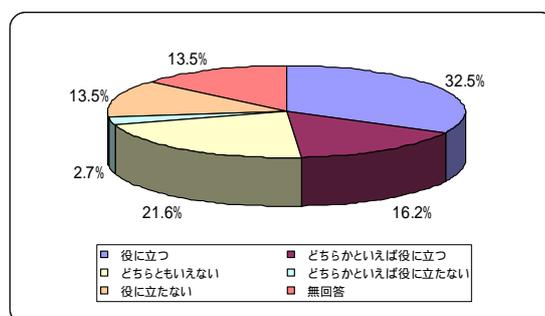


図 4.1-6 民間事業者

画像（デジカメの画像等）の伝送

全体では、65 ユーザ（69.9%）が役立つと考えているが、自治体と民間事業者のそれには大きな差異が見られる。

（業務に役立つと考える者）

・自治体 47 ユーザ（83.9%）

・民間事業者 17 ユーザ（45.9%）

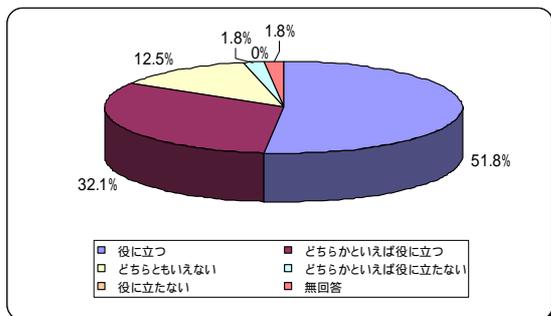


図 4.1-7 自治体

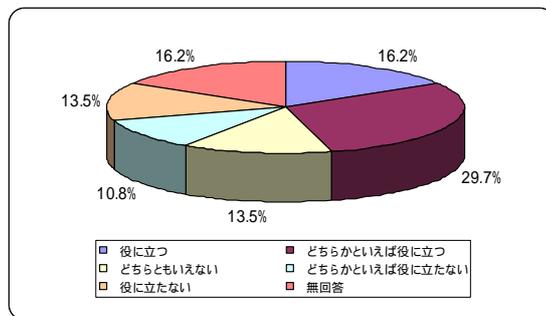


図 4.1-8 民間事業者

データファイルの伝送

住民・顧客等リストや表データ等のデータファイルの伝送は、全体で 54 ユーザ（58.1%）が役立つと考えているが、自治体と民間事業者のそれには大きな差異が見られる。

（業務に役立つと考える者）

・自治体 41 ユーザ（73.2%）

・民間事業者 13 ユーザ（35.1%）

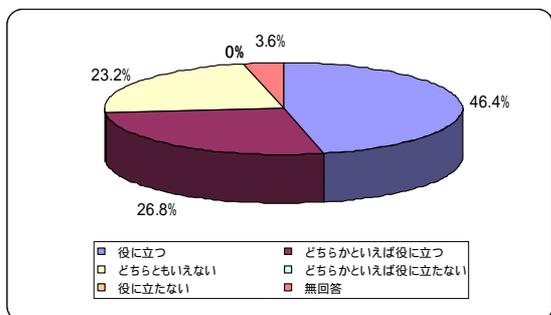


図 4.1-9 自治体

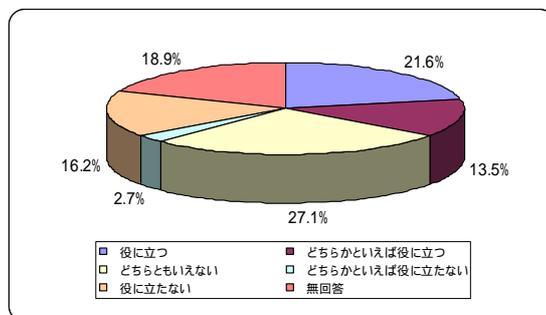


図 4.1-10 民間事業者

<主な利用例>

音声通話のみだと、その場に相手がいないと情報が伝達できないが、文字などのデータだと、不在でも記録が残るため、確実に伝えることができる。

被害状況の把握、他市町村との連携

現場からの画像伝送による災害現場の状況把握

・地図データ（ファイル）の伝送による災害現場への迅速な誘導、また現場からは被害箇所や範囲等の情報を伝送することが可能

地震・水害等の過去のデータが必要な場合に利用する。  
 介護者の在宅状況等をカメラ監視することができる。  
 配達場所等の地図を送信する。(民間事業者)

## ウ. 考 察

データ通信は、画像、文字、動画の順にその利用ニーズが高く、その要求度合いも総じて高いことから、多くの自営無線ユーザはその視覚的利用に期待感を持っていることが分かる。

また、ユーザの大半がデータ通信は業務の効率化等に役立つと考えており、その利用ニーズと期待は大きいものがある。

データ通信の利用例として、その優れた記録性、加工性及び蓄積性を活用した情報のデータベース化やGPSの位置情報とカーナビの地図情報を組み合わせることで車両位置や被災地の道路状況等を端末機のディスプレイ上に表示すること等を想定していることがわかる。

なお、データ通信の利用ニーズは、文字伝送、静止画伝送、動画伝送等を1台の無線装置で必要に応じて使い分ける形で存在するのではなく、無線の用途や利用形態、ユーザの業務や許容コスト等に応じて、データ通信の種別毎にそれぞれ個別に存在するものである。

### (3) 他の無線システムとの接続ニーズ

#### ア. 業務に役立つ度合い

全体では、44 ユーザ(47.3%)が役立つと考えているが、民間事業者では、役立つと考えるものは少数派である。

(業務に役立つと考える者)

・自治体 37 ユーザ(66.1%)

・民間事業者 7 ユーザ(18.9%)

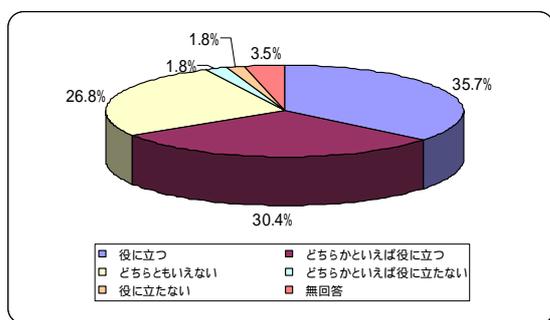


図 4.1-11 自治体

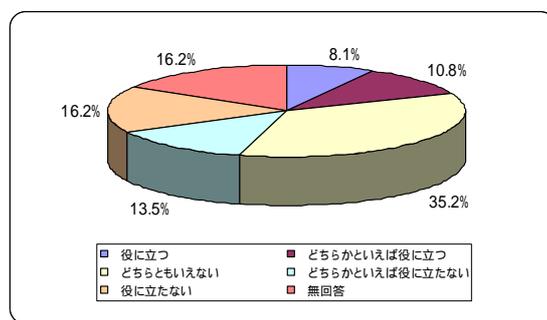


図 4.1-12 民間事業者

#### イ. 主な利用例

合併に伴う、無線システムの統合

緊急時の他市町村との速やかな協力体制の構築及び火災時における防災主管課との連絡体制の強化

出先（現場）から他機関への情報提供や緊急時には他機関へ直接応援要請を行うことが可能であるが、逆に組織枠を超えた通信は統制が取れず混乱をきたす恐れがあると思われる。

災害時の救護物資などの搬送等状況の把握

災害時において、応援にきた他市町村や消防と連絡が取れば、迅速、的確な災害対応が可能となる。

監督官庁との連絡（民間事業者）

#### ウ．考 察

他の無線システムとの接続機能を市町村合併に伴う防災行政無線システムの統合・整備の手段として活用を考えている自治体があり、汎用 IP 無線への期待は、具体的かつ緊急性の高いものである。

自治体の接続ニーズが高いのは、非常災害時において、隣接市町村等災害対策機関との連携及び情報の共有化や民間事業者等への協力要請など、組織横断的な通信が求められているためと推察される。

一方、民間事業者のそれが低いのは、北陸地域の民間ユーザの事業規模が比較的小さく、その利用が一の業務又は一の事業所に限られた簡易な連絡通信であるためと推察される。

他の無線システムとの接続に積極的な自治体が多い中で、非常災害時における通信統制の混乱への懸念から接続に消極的な自治体も見受けられる。このため高速通信タイプの実用化に当たっては、災害対策本部での一元的な通信規制・通信統制を可能にする機能の付加等のソフト面からの対応が望まれる。

#### （４） 常災害時における民間事業者等との通信ニーズ（自治体のみ）

##### ア． 通信したい民間事業者等とその業務

通信の相手方	具体的利用例
タクシー会社、運送会社	・被災者及び救護物資等の搬送・輸送状況の把握等に関する連絡・指示等
土木建築業者	・災害箇所の早急な復旧作業 ・大型機械利用要請
インフラ関連事業者	・電気、ガス、水道等のインフラ関連事業者への出動要請や災害復旧に関する連絡・指示等
災害時応援協力協定締結団体（民間）	・応援協定等に基づく、災害復旧に関する連絡・指示等

病 院	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 救急対応が可能な病院や空ベッド数等の確認等</li> <li>・ 医師や看護師の派遣要請</li> <li>・ 出先からの応急医療に関する情報の入手</li> </ul>
原子力発電事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 重大事故に関する状況把握や緊急の連絡・指示等</li> </ul>

## イ．考 察

自治体では、非常災害時における民間の通信相手方として、病院、運送、土木・建設及びインフラ関連の事業者等を想定していることが分かる。

### ( 5 ) 情報等システムとの接続ニーズ

#### ア．業務に役立つ度合い

自身又は他者が運営する情報等システムとの接続が業務に役立つと考える者は、全体で 23 ユーザ ( 24.7% ) と少数派であり、多くのものがアクセスに消極的である。

( 業務に役立たないと考える者 )

・ 自治体 40 ユーザ ( 71.4% )      ・ 民間事業者 30 ユーザ ( 81.0% )

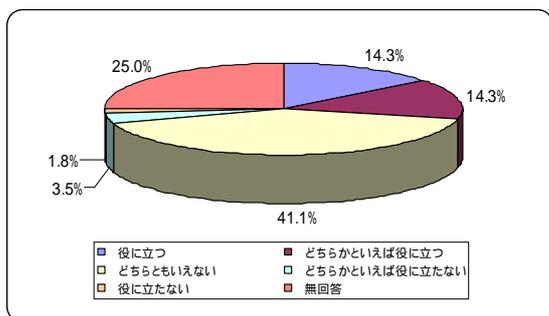


図 4 . 1 - 1 3 自治体

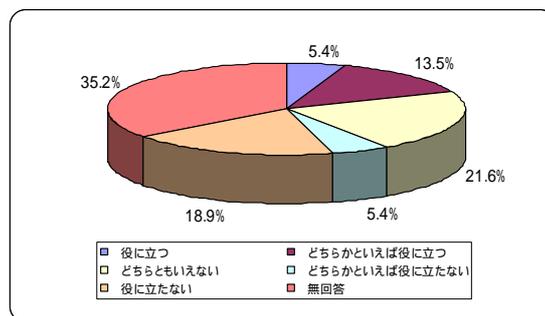


図 4 . 1 - 1 4 民間事業者

#### イ．主な利用例

緊急時における土地、水利、交通、家屋などの台帳等管理システムなどの利用。

県防災システム端末、河川管理システム等

自治体相互のシステム接続など

防災気象情報、地図情報と接続

セキュリティ問題もあり用途を明確にしなければならないのでは

インターネットから内部ネットワークへの接続はセキュリティ確保が難しいと思われる。

同業者との情報の共有化 ( 民間事業者 )

## ウ. 考 察

ユーザの多くが情報等システム（コンピュータシステム）との接続が業務にあまり役立たないと考えている理由として、他の部署や他者が運営する情報システムに対する情報の不足や接続効果への懸念、更には、セキュリティの面への不安があるためと推察される。

## (6) 高速通信タイプの利活用のアイデア

### ア. 主な利活用のアイデア

各種観測テレメータや監視カメラシステムにおいてセンサー（水位や潮位、雨量、カメラ等）との接続を IP 無線化することによりシステムの低廉化やコンピュータへのデータ取り込み（処理）が容易となる。

税、保険料など徴収業務従事者へ IP 無線接続が可能な携帯情報端末を配備することにより、徴収や相談に活用

配車先顧客の地理、建物の映像を伝送する。（民間事業者）

災害時等に端末機に避難の誘導・案内、カーナビ等に渋滞情報。（民間事業者）

無線の場合、データの漏洩などセキュリティ面での心配がある。（民間事業者）

## イ. 考 察

高速通信タイプの利活用の提案が少なく、従来の利活用形態と大差がない理由として、ユーザの高速通信タイプの高機能性への理解不足やネットワーク接続の効果の想定が困難、更には、セキュリティ面への不安等があると思われる。

このため、高速通信タイプの実用化と普及の促進を図るには、セキュリティの確保と併せて、その高機能性、利便性、用途（アプリケーション）及び利用イメージ等について、具体的かつ分かり易く啓発して行く必要があると思料される。

## 4.2 ヒアリング調査

高速通信タイプの機能・性能等の検討及びモデルシステムの構築に資するため、北陸地域の学識経験者、アンケート調査に回答があった自営無線ユーザ等に対して、高速通信タイプの在り方、求められる機能・性能及び利活用のアイデア等について、より具体的に把握するため、面談によるヒアリング調査を実施した。

### 4.2.1 ヒアリング調査の概要

#### (1) 調査対象

- ア. 北陸地域の有識者・・・・・・・・・・・・・・・・ 2名
- イ. アンケート調査に回答のあった自治体等・・・ 5団体
- ウ. 北陸地域の大規模自営無線ユーザ・・・・・・・・ 2ユーザ

#### (2) ヒアリング事項

##### <有識者>

- ア. 新たな電波利用システムについて
- イ. 高速通信タイプの在り方について
- ウ. 高速通信タイプの利活用分野について
- エ. その他参考となる事項

##### <自営無線ユーザ>

- オ. 自営無線システムの利用の現状
- カ. データ通信及びインターネット接続のニーズ等について
- キ. 高速通信タイプに求める機能・性能等について
- ク. 高速通信タイプの用途等について
- ケ. その他参考となる事項

### 4.2.2 ヒアリング調査の結果

次に、ヒアリング調査において、聴取した高速通信タイプに対する意見、要望等の主なものを分類・整理する。

なお、ヒアリング調査の詳細を資料編・資料1-2 「高速通信タイプに関するヒアリング調査の結果」に示す。

#### (1) データ通信の利用の現状

##### ア. 主な意見・要望等

防災対策本部には、画像伝送システムとTV会議システムがある。  
テレメータ系で水位を観測している。  
県は、ヘリTVを持っている。ヘリTVは市町村単独では整備しない。

県防災は、衛星系の F A X を利用。  
消防車には、全車 G P S ・ A V M を配備している。  
消防車が出動後に F A X で現場の情報を受け取っている。  
現在、動画の伝送には 128kbps の専用線（有線回線）を使用している。  
映像、動画を送るニーズはない。（民間事業者）  
映像を送る場合、衛星回線を所有しているので衛星を使う。（民間事業者）

## イ．考 察

大半の自営無線ユーザがデータ通信を利用していない現状にあるものの、防災行政無線の分野において、無線・有線・衛星を使用したヘリ TV、無線 FAX、画像伝送、TV 会議及び GPS ・ AVM 等のデータ通信を活用したシステムが普及しつつあることは、情報通信の多様化と高度利用が求められる高度情報社会の進展に合わせて、データ通信の利用の拡大を予想させる。

## （ 2 ） データ通信ニーズ

### ア．主な意見・要望等

#### < 音声通信 >

移動通信システムは、音声通信ができることが最も重要である。  
音声通信が主体で、データは付加的なものである。

#### < 文字伝送 >

文字で指示・連絡できることは有用である。  
電子メールの一斉同報機能が欲しい。

#### < 画像伝送 >

作業車両等に文字や地図を送るのはメリットがある。  
作業現場や行き先の指示に地図データがあると便利。  
デジカメ等の画像（画質：640×480FINE）を携帯電話で 1～2 分かけて伝送している。  
（自治体において）静止画伝送の需要はある。

#### < 動画伝送 >

映像伝送の方が現場の様子がわかるのでメリットがある。  
消防無線では、現場のリアルタイム映像があると便利。  
現在、動画の伝送には 128kbps の専用線（有線回線）を使用している。  
カメラ監視システムを主に消防で運用している（有線回線を利用）  
河川工事事務所では、ITV の映像を使っている。

## イ. 考察

移動無線においては、音声通信機能が最も重要であり、データ通信は付加的なものとするユーザが多い反面、電子メールによる災害情報の一斉同報、災害現場からのデジカメ画像やリアルタイム映像の伝送等、防災行政に携わる現場からのニーズは具体的かつ緊急なものである。

### (3) 他の無線等システムとの接続ニーズ

#### ア. 主な意見・要望等

携帯電話につなげると良い。

パソコン等情報端末でデータベースやホームページにアクセスできると良い。

MCA無線に接続して、トラック協会との連絡ができると良い。

自治体には、インターネットを介して、隣接の市町村等外部の者に連絡・指示するニーズはある。

## イ. 考察

他の無線システムとの接続ニーズは、隣接市町村やMCA無線等具体性があるのに比べ、情報等システムとの接続ニーズは、データベースやホームページへのアクセスを挙げるものが多い。一方、基幹業務のネットワークシステムへの接続は、セキュリティ対策を懸念する意見があった。

### (4) 操作性・利便性について

#### ア. 主な意見・要望等

データ伝送と音声通信が同時にできると便利。

携帯電話等と同様の双方向通信（通話）の機能に期待している。

操作性（プレスボタンがないこと）に期待している。

タッチパネル操作ができると良い。

市販のインターネット用機器が簡単に接続できると良い。

携帯電話並みに小型化できることが望まれる。

携帯電話につなげると良い。（再掲）

## イ. 考察

双方向の通話等携帯電話並みの使い勝手を求める声がある中で、データ伝送と音声通信が同時にできること、市販のインターネット用機器と簡単に接続できることの二つの要望は、高速通信タイプの方向性を示唆するものとして注目される。

( 5 ) 通信エリアとコストについて

ア. 主な意見・要望等

当市には山間部があるので、デジタル化した場合に最も心配しているのは音声通信の飛びである。

現在の無線は、サービスエリアが狭い。

合併のためエリアが広がる。山間部における砂防作業等での移動連絡用に必要になる。

移動系は 150MHz 帯が北陸の地域特性に合っている。高い周波数はエリアが狭く使い勝手が悪い。

北陸地域の地勢条件等から、移動系は 150MHz 帯～400MHz 帯が適当である。

デジタル移動通信システムの導入に当たっての問題は、チャンネル数と電力（通信エリア）である。

データ通信の利用は、その費用対効果次第である。（民間事業者）

防災無線システムは価格が高い。投資の割に効果が少ないのではないか。

ソフト無線機的なものでコストが安ければ普及するのではないか。

イ. 考 察

北陸地域の地勢条件とその利用実績から、移動無線には 150MHz 帯から 400 MHz 帯の周波数が適当と考えていることが分かる。

山間地が多い北陸地域の自治体にとって、通信エリアの確保は、デジタル無線の構築・導入の検討において、最も重要な要件の一つであることが分かる。

また、民間事業者は、デジタル無線は高価であるとの意識から、通信エリアと費用対効果に高い関心を持っており、IP 無線が高機能・高性能であっても、導入は費用対効果次第であるとしている。

( 6 ) その他のニーズ等

ア. 主な意見・要望等

市町村合併後のシステム統合に有効と考えている。

機種開発の速度が速い。新旧の機器で互換性を担保する必要がある。

汎用 IP 無線は、同時に多数の者が利用した場合、システムとして機能するかが懸念される。

バーコードリーダー、無線機、地図情報等業務に必要な機能を一つの端末機に統合したものと良い。

自営無線のメリットは、安く使えることと、通信事業者とは別のサービスが得られること。

## イ. 考察

上記、の要望は、無線装置や接続機器（周辺機器）の汎用性に関するものであり、システム全体の互換性と拡張性の向上・確保を図る高速通信タイプの研究目的と合致するものである。

### (7) 高速通信タイプの利活用

#### ア. 意見・要望等

GPSやGIS（地図情報）と組み合わせた自動配車システム

医療現場での応用

- ・ 医者が病院にいて、現場からの動画を見ながら診断
- ・ 救急車からの心電図データ等の伝送

過疎地におけるデマンドバス、デマンドタクシー等システムに利用  
環境モニタ

- ・ 農業用（ハウスの気温、土壌水分等の遠隔観測）
- ・ 下水道の酸素濃度チェックシステム
- ・ ガス等のセンサーシステム

土砂崩れ、地すべり箇所の各種データ観測及びカメラ監視

## イ. 考察

汎用IP無線の利用例として、高速データ伝送やモバイル・ネットワーク・アクセス等機能を活用した具体的かつ高度なアプリケーションをイメージしていることがわかる。

また、土砂崩れや地すべり箇所等の有線の利用が困難な場所における遠隔観測や観測ニーズが多く、さらに、装置の省電力化・小型化が求められる環境モニタへの利用の提案があったことが注目できる。

### 4.3 ニーズ調査と高速通信タイプの要求条件等

#### 4.3.1 高速通信タイプの要求条件

アンケート調査及びヒアリング調査の結果から、高速通信タイプに求められている機能・性能等の要求条件は、概ね次のとおり。

- ( 1 ) 高速データ通信性能
  - ア . 連絡・指示等のメッセージ文等の文字が高速伝送できること。(文字伝送)
  - イ . 作業現場のデジカメ等の画像が高速伝送できること。(静止画伝送)
  - ウ . 監視カメラの映像等の動画が高速伝送できること。(動画伝送)
  - エ . 現場の位置情報や地図データ等のデータファイルが高速伝送できること。  
(ファイル伝送)
  - オ . 連絡・指示等の音声通話ができること。(音声データの伝送)
  
- ( 2 ) 他の無線等システムとの通信機能
  - ア . 消防・救急等他の部署と通信できること。
  - イ . 他の自治体、他の消防・救急機関及び防災関係機関・団体と通信できること。
  - ウ . 防災及び災害復旧等に関係する病院や民間事業者と通信できること。
  - エ . MCA 無線システムや携帯電話と通信できること。
  - オ . 公衆電話網や PBX に接続して通信ができること。
  - カ . 無線接続のパソコンや PDA 等から他の者が運営する業務用情報システム、インターネット Web サイト等にアクセスして通信できること。
  
- ( 3 ) 操作性・利便性(使い勝手)
  - ア . データの同報(一斉・グループ)ができること。
  - イ . 携帯電話と同様に双方向の通話ができること。
  - ウ . 音声通話とデータ伝送が同時にできること。
  - エ . パソコンや PDA 等市販のインターネット対応機器に容易に接続して利用できること。
  - オ . 小型化・省電力が期待できること
  - カ . 通信操作が簡単であること。
  
- ( 4 ) 通信エリアとコスト
  - ア . 既存の無線システム(アナログ方式)と同等の通信エリアが確保できること。
  - イ . 北陸地域の地勢条件から、周波数は 150MHz ~ 400MHz 帯が適当であること。
  - ウ . 無線装置の低廉化が期待できること。
  - エ . システムの導入・維持コストの低廉化が期待できること。
  - オ . システム及び無線装置の拡張性・互換性が確保されていること。

( 5 ) セキュリティの確保

- ア . 無線区間における通信の漏洩、成りすまし及びデータの改ざん等に対するセキュリティが確保されていること。
- イ . 防災行政無線システムにおいて、非常災害時等に想定される通信の輻輳・混乱に対し、通信の規制及び統制等の対策が講じられていること。

4 . 3 . 2 実用化に向けての検討事項

高速通信タイプの要求条件のうち、前項( 2 ) ~ ( 4 ) の事項は

既存のデジタル無線システムで既の実現されているもの

IP通信の有用性において、改善が期待できるもの

無線装置等ハードの開発段階での工夫等対応により、改善が期待できるもの

アプリケーションやソフトウェアの開発段階での工夫等対応により、改善が期待できるもの

音声兼用タイプの研究の中で、既に対策と検証が行われているもの

である。

このため、次章以降、高速通信タイプの実現に向けて、前項( 1 ) の、「高速データ通信性能」と前項( 5 ) の「セキュリティの確保」に関する項目について研究を行うこととする。

なお、データ通信の利用ニーズは、文字伝送、静止画伝送、動画伝送等を1台の無線装置で必要に応じて使い分ける形で存在するのではなく、無線の用途や利用形態、ユーザの業務や許容コスト等に応じて、データ通信の種別毎にそれぞれ個別に存在するものである。

このため、高速通信タイプは、全てのデータ種別に対応可能な複雑な無線システム(モデル)の実用化を目指すのではなく、それぞれのデータ通信の種別に対応した複数に分類したシンプルなモデルとして検討することが適当である。

## 第 5 章 高速通信タイプの要求条件

### 5.1 データ通信のニーズ

ニーズ調査の結果より明らかになった主な実現要望項目を以下に示す。

#### (1) 高速データ通信性能

- ア． 連絡・指示等のメッセージ文等の文字が伝送できること。(文字伝送)
- イ． 作業現場のデジカメ写真等の画像が伝送できること。(静止画伝送)
- ウ． 監視カメラの映像等の動画が伝送できること。(動画伝送)
- エ． 現場の位置・地図データ等のデータファイルが伝送できること。(ファイル伝送)
- オ． 連絡・指示等の音声通信ができること。(音声データの伝送)

#### (2) セキュリティの確保

無線区間における通信の漏洩、成りすまし及びデータの改ざん等に対するセキュリティが確保されていること。

ニーズ調査結果から、データ通信に対する要望として、文字伝送、静止画伝送、ファイル伝送及び動画伝送の機能が示された。これら全ての伝送機能を 1 台の無線装置で実現しようとする、装置が高価でかつ大型になることが予想されるため、利用用途及びその必要伝送速度から複数のモデルに分類することが現実的であると考えられる。

具体的には、電子メール等の文字伝送と小容量のデータファイル等のファイル伝送までが可能なもの(小容量モデル)、デジカメ画像等の静止画、比較的大容量のデータファイル等及び準動画が伝送できるもの(中容量モデル)、及び監視カメラの動画や大容量のデータファイル及び音声通信ができるもの(大容量モデル)に、システムの伝送速度で区分することが適当と考える。

また、ニーズ調査の結果から、移動中の IP 通信について強い要望は無かったことから、高速通信タイプでは、端末側は静止時、若しくは半固定時の利用を前提に検討を進める。

## 5.2 高速通信タイプの方式諸元の検討

前項で示した要望を実現するために必要となる高速通信タイプの方式諸元について検討する。

伝送するデータの種類や容量から目標伝送速度を求め、その伝送速度を実現するための変調方式やキャリア周波数間隔等について検討し、前項で定義した小容量モデル、中容量モデル及び大容量モデル毎に技術的条件を選定した。

変調方式については狭帯域デジタル移動通信システムで採用されている /4 シフト QPSK 及び 16QAM に加え、大容量タイプについては CDMA と OFDM も候補とした。

また、高速通信タイプは、周波数利用効率を考慮して、パケット通信方式とする。パケット通信方式では、1システム当たり1波を割当てることにより、全ての通信を同一キャリア上で共用することが可能となる。ただし、端末局の分布状況及びトラヒックに応じて、複数のキャリアの割当てが必要になる場合がある。

### <参考>

デジタルカメラの静止画について、画質（画素数）と容量及び1分間で伝送するために必要となる伝送速度を表5.2-1で示す。表に示した容量は、複数メーカーの操作マニュアルから引用した。

表 5.2-1 静止画を1分で送る場合の必要伝送速度

画像サイズ	画素数	画質	画像1枚の容量 (KB)	1分で送る場合の必要伝送速度 (kbps)
高解像度	2048 × 1536	FINE	1300	173
		NORMAL	600	80
	1600 × 1200	FINE	800	107
		NORMAL	400	53
中解像度	1280 × 960	FINE	620	83
		NORMAL	320	43
低解像度	640 × 480	FINE	180	24
		NORMAL	90	12

小容量モデルは、パソコン画面で見ることを想定し低解像度の640×480画素、中容量モデルにおいては、Lから2L版の印画紙に相当することを想定し高解像度の1600×1200画素の静止画を伝送する場合を想定する。

### 5.2.1 小容量モデル

小容量タイプの特徴通信機能としては、電子メール(SMTP)による文字伝送、文書ファイルや低解像度のデジタルカメラ画像の伝送(電子メールへの添付やFTP)、テキスト中心のWeb表示(HTTP)を想定する。

これらのデータ量と所要伝送時間から必要な伝送速度を求め、それを基に変調方式やキャリア周波数間隔等を検討し、小容量モデルの方式諸元を選択する。

なお、伝送速度の検討に当たっては、無線区間の伝送速度に対する実効伝送速度(伝送効率)は、各レイヤのヘッダ・フッタや誤り訂正符号等によるオーバーヘッドを考慮し、最大50%まで確保できるものと仮定する。

#### (1) ニーズからの要求条件

伝送するデータ容量は、電子メールや文書ファイルは100kbyte、デジタルカメラの静止画は比較的容量の小さい低解像度の画像として640×480画素(180KB)を想定した。

また、いずれも1分間以内で伝送できることを条件とした。

#### (2) 無線区間の目標伝送速度

ア. 想定運用1:100kbyte程度のファイルを1分間で伝送する場合

・ 実効伝送速度:  $100\text{kbyte} \times 8\text{bit} / 60\text{sec} = 13.3\text{kbps}$

・ 目標伝送速度:  $13.3\text{kbps} / (50 / 100) = 26.7\text{kbps}$

イ. 想定運用2:静止画(画素数640×480=180KB程度)のファイルを1分間で伝送する場合

・ 実効伝送速度:  $180\text{kbyte} \times 8\text{bit} / 60\text{sec} = 24\text{kbps}$

・ 目標伝送速度:  $24\text{kbps} / (50 / 100) = 48\text{kbps}$

以上のことから、小容量モデルの無線区間の伝送速度は、BERの変動による速度低下も加味して64kps程度を目標とする。

#### (3) 方式検討

小容量モデルの目標伝送速度64kbpsを実現するための方式として、以下の方式が考えられる

ア. 方式1:音声兼用タイプの変調速度(シンボレート)を2倍(16kbaudから32kbaudへ)とする。この場合のキャリア周波数間隔は、50kHzとなる。

イ. 方式2:変調効率を2倍(2ビット/シンボルから4ビット/シンボル)へとする。この場合のキャリア周波数間隔は、音声兼用タイプと同じ25kHzとなる。

表 5.2-2 小容量モデルの方式諸元

項目	方式 1	方式 2
目標伝送速度	64kbps	
変調方式	/4 シフト QPSK	16QAM
シンボルレート	32kbaud	16kbaud
キャリア周波数間隔	50kHz	25kHz
ピークファクタ	3dB	6dB
BER 0.1% 静感度	10.4dB $\mu$	11.7dB $\mu$
BER 1% 静感度	8.0dB $\mu$	9.1dB $\mu$

両方式の BER の静感度に大きな差はない (1.1 ~ 1.3dB) が、送信波のピークファクタは、方式 1 が方式 2 より 3dB 少ないことから、同じ BER を実現するために要する空中線電力は方式 2 が方式 1 の 2 倍必要となる。したがって、消費電力及び発熱量の観点から送信電力効率の良い方式 1 を小容量モデルの方式とすることが適当である。

### 5.2.2 中容量モデル

中容量モデルのデータ通信機能としては、高解像度のデジタルカメラ画像の伝送や地図情報等の画像を含む Web 表示等を想定する。

これらのデータ量と所要伝送時間から必要な伝送速度を求め、それを基に変調方式やキャリア周波数間隔等を検討し、中容量モデルの方式諸元を選択する。

なお、伝送速度の検討に当たっては、伝送効率を小容量モデルと同様に、最大 50 % まで確保できるものと仮定する。

#### (1) ニーズからの要求条件

伝送するデータ容量は、高解像度の画像として 1600 × 1200 画素 (800KB) を想定し、1 分間以内で伝送できることを条件とした。

#### (2) 無線区間の目標伝送速度

ア. 想定運用：静止画 (画素数 1600 × 1200 画素：FINE モードの場合、800kbyte 程度) のファイルを 1 分間で伝送する場合

- ・実効伝送速度：800kbyte × 8bit / 60sec = 107kbps
- ・目標伝送速度：107kbps / ( 50 / 100 ) = 214kbps

このことから、中容量モデルの無線区間の伝送速度は、BER の変動による速度

低下も加味して 256kbps 程度を目標とする。

(3) 方式検討

中容量モデルの目標伝送速度 256kbps を実現するための方式として、以下の方式が考えられる。

- ア． 方式1：小容量モデル方式1の変調速度を4倍（32kbaud から 128kbaud）とする。この場合のキャリア周波数間隔は 200kHz となる。
- イ． 方式2：小容量モデル方式2の変調速度を4倍（16kbaud から 64kbaud）とする。この場合のキャリア周波数間隔は 100kHz となる。

表 5.2-3 中容量モデルの方式諸元

項目	方式1	方式2
目標伝送速度	256kbps	
変調方式	1/4シフト QPSK	16QAM
シンボルレート	128kbaud	64kbaud
キャリア周波数間隔	200kHz	100kHz
ピークファクタ	3dB	6dB
BER0.1%静感度	16.4dB μ	17.7dB μ
BER 1%静感度	14.0dB μ	15.1dB μ

小容量モデルと同様、両方式の BER の静感度に大きな差はないが、送信波のピークファクタは、方式1が方式2より 3dB 少ない。したがって、消費電力及び発熱量の観点から、ここでも送信電力効率の良い方式1を中容量モデルの方式とすることが適当である。

5.2.3 大容量モデル

大容量モデルの通信機能としては、ネットワークカメラ等で撮影した VHS 並画質の動画伝送を想定する。これから必要な伝送速度を求め、それを基に変調方式やキャリア周波数間隔等を検討し、大容量モデルの方式諸元を選択する。

(1) ニーズからの要求条件

動画像の代表的なコーデックについて、画像品質と伝送速度の関係を整理すると下表のとおりとなる。

このことから、VHS 並みの画像品質を確保するためには、コーデックにもよるが実効伝送速度は 384kbps 以上が必要である。

なお、伝送速度の検討に当たっては、伝送効率が最大 50%まで確保できるものと仮定する。

表 5.2-4 画質と伝送速度

コーデック	相当する画質	伝送速度
MPEG 1	VHS 並	1.5Mbps
MPEG 2	S-VHS 以上	6Mbps 以上
MPEG 4	FOMA 並	64kbps 以上
MPEG 4	VHS 並	384kbps

注：画面のサイズは 640 × 480

(2) 目標伝送速度

大容量モデルでは、VHS 並の画質の動画伝送を実現するのに必要な実効伝送速度が 384kbps 以上としたので、目標伝送速度は  $384\text{kbps} \times 2 = 768\text{kbps}$  以上となる。

また、5.3 節で述べるマルチホップ中継を想定した場合は、実効伝送速度を確保するため更なる高速化が求められる。このため、基地局 - 端末局間の通信に 1 つの中継局が介在するケースを標準と考え、1Mbps 以上についても目標伝送速度とする。

(3) 方式検討

目標伝送速度 768kbps ~ 1Mbps を実現するための方式として、以下の方式が考えられる。

ア. 方式 1 : 16QAM

16QAM 方式は、中容量モデルの 2 の変調速度を 3 倍 (64kbaud から 192kbaud) もしくは 4 倍 (64kbaud から 256kbaud) とする。

この場合のキャリア周波数間隔は、300kHz もしくは 400kHz となる。

イ. 方式 2 : OFDM

OFDM 方式は、1 次変調方式や誤り訂正符号の組合せによりピークファクタや受信感度が異なるため、送信出力を含めた回線設計については今後の検討に委ねることとし、ここでは、ARIB STD T-70 (広帯域移動アクセスシステム (HiSWANa)) で採用されている OFDM 方式 (キャリア周波数間隔 20MHz、最大伝送速度 54Mbps) のレート変換を行った場合を例に諸元を検討する。

目標伝送速度の 768kbps 及び 1Mbps 以上を実現するためには、それぞれ表 5.2-5 及び表 5.2-6 に示す方式が考えられる。

ただし、マルチパスの影響を排除するためには、いずれも方式 1 では等化器が必要となることから、双方とも方式 2 を大容量モデルの方式とする。

OFDM 方式は、技術的に地上デジタルテレビ放送や無線 LAN 等で確立されつつある方式であり、今後、OFDM 復調 LSI 等の部品のコストダウンが期待できる。移動通信システムにおける OFDM の実装に関しては検討すべき課題も多いが、デジタル信号処理技術の進展により解決可能と思われる。ただし、送信出力に関しては課題が残る。

OFDM は、マルチキャリア方式であるため、単一キャリア方式と比較すると平均電力に対してピーク電力が大きくなる。このため、空中線電力を従来並み（基地局：10W、移動局 2W 等）とすることは機器の大型化、大消費電力化につながり、実現が難しい。

一方、空中線電力を抑えた場合、伝搬距離が短くなることから、適宜、中継が必要となる。中継方式としては、マルチホップ中継方式が考えられる。ただし、実現可能な空中線電力の値によっては、マルチホップ中継段数が増加することが想定される。

表 5.2-5 大容量モデルの方式諸元（目標伝送速度：768kbps 以上）

項目	方式 1	方式 2
目標伝送速度	768kbps	780kbps
変調方式	16QAM	OFDM
シンボルレート	192kbaud	3.75kbaud
キャリア周波数間隔	300kHz	300kHz
ピークファクタ	6dB	10dB 以上
BER0.1% 静感度	22.5dB $\mu$	T.B.D
BER 1% 静感度	19.1dB $\mu$	T.B.D

表 5.2-6 大容量モデルの方式諸元 (目標伝送速度: 1Mbps 以上)

項目	方式 1	方式 2
目標伝送速度	1024kbps	1040kbps
変調方式	16QAM	OFDM
シンボルレート	256kbaud	5.00kbaud
キャリア周波数間隔	400kHz	400kHz
ピークファクタ	6dB	10dB 以上
BER0.1%静感度	23.7dB $\mu$	T.B.D
BER 1%静感度	21.1dB $\mu$	T.B.D

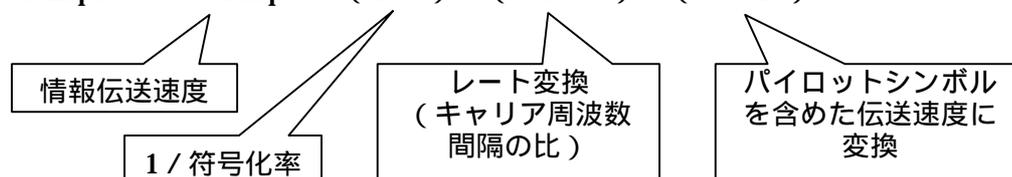
<備考>

大容量モデルの伝送速度は、目標伝送速度である 768kbps 以上、或いは 1Mbps を実現するため、ARIB STD T-70 で採用されている OFDM 方式 (キャリア周波数間隔 20MHz、最大伝送速度 54Mbps (16QAM の場合 36Mbps)) をレート変換し算出した。

符号化率を 3/4、1 次変調方式を 16QAM とした。

$$780\text{kbps} = 36\text{Mbps} \times (4/3) \times (0.3/20) \times (52/48)$$

$$1040\text{kbps} = 36\text{Mbps} \times (4/3) \times (0.4/20) \times (52/48)$$



#### ウ. その他の方式

大容量タイプでは、小・中容量タイプと同様に大ゾーン方式とした場合、マルチパスによる周波数選択性フェージングの影響を大きく受けるようになることから、一般的にマルチパス対策に有効な変調方式として OFDM のほか、CDMA、遅延等化器による対策が考えられる。

しかし、CDMA 方式を採用すれば、スプレッドアロハも可能となるものの、ベースバンド帯域に対して拡散帯域が理想的には 30 倍以上必要となることから、V,UHF 帯の周波数逼迫状況においては、周波数割当の確保が困難であることから適当ではないと考える。

また、マルチパスの遅延ひずみを補償するための遅延等化器についても、演算処理速度やコストが課題になるため、適当ではないと考える。

#### 5.2.4 方式まとめ

これまでの、検討結果より、高速通信タイプの技術的条件(案)は表5.2-7のようになる。

表 5.2-7 高速通信タイプの技術的条件(案)

モデル分類	小容量モデル	中容量モデル	大容量モデル
無線周波数帯	150MHz 帯、260MHz 帯、400MHz 帯		
キャリア周波数間隔	50kHz	200kHz	300 又は 400kHz
空中線電力	T.B.D		
変調方式	/4シフトQPSK 方式		OFDM
アクセス方式	パケット通信方式		
通信方式	単信方式		
無線伝送速度	64kbps	256kbps	780 又は 1040kbps

### 5.3 マルチホップ中継の適用性の検討

汎用 IP 無線通信システムでパケットの中継を行うためには、無線区間専用の MAC 層の定義が必要となる。無線区間固有の MAC アドレスを定義することにより、無線区間における経路制御が可能となるため、マルチホップ通信による多段中継を実現することができる。マルチホップ通信により中継を行う無線局は、移動端末局、若しくは半固定中継局とすることが考えられる。以下に、小、中及び大の各モデルについてマルチホップ中継の適用性について検討した。

#### 5.3.1 各モデルのマルチホップ中継の適用性

##### (1) 小容量モデル

本モデルは広いサービスエリアを確保することが可能である。このため、主として単一大ゾーン方式とすることが適当である。

中容量以上のモデルに比べ、伝搬特性に優れていることから、マルチホップ中継を必要とすることは少ないと考えられる。

一方、不感地帯からの小容量移動テレメータなどマルチホップ中継による実効伝送速度の低下や伝送遅延の影響がない用途の場合は、小容量モデルにおいてもマルチホップ中継の適用も有効であるが、無線回線中に占める経路制御情報の送受信の割合が大きくなるため、本モデルの無線区間の伝送速度では電波の有効利用の観点からマルチホップ中継は余り適当ではない。

##### (2) 中容量モデル

本モデルのサービスエリアは小容量モデルに比べると狭くなるものの、大ゾーン方式とすることが適当である。

本モデルでは、無線区間の伝送速度が比較的高速であることから無線回線中に占める経路制御情報の送受信の割合が小さくなるため、不感地帯対策としてマルチホップ(+1ホップ程度)中継を適用することが可能である。

ただし、マルチホップ中継を行う場合の実効伝送速度は、マルチホップ中継の段数に応じて段階的に低下する。一般に、 $n$  段の中継によって、実効伝送速度は  $1/n$  に低下する。

##### (3) 大容量モデル

本モデルは、伝搬特性上、サービスエリアが狭くなるので小ゾーン方式となるが、サービスエリア確保のため多段マルチホップ中継のシステム構成が適当である。

### 5.3.2 マルチホップ中継の周波数割当

#### (1) 同一キャリアによる中継の場合

中継動作を全て同一のキャリアで行う場合は、中継動作中（受信時）には次のパケットを送信することが出来ないため、実効伝送速度が低下する。

図5.3-1に示すように、実効伝送速度はマルチホップ中継の段数に応じて、段階的に低下して行くことになる。一般に、 $n$  段の中継によって、実効伝送速度は  $1/n$  に低下する。

この方法は、実効伝送速度の低下を許容して、多段中継によるサービスエリアの確保を優先させる場合に適用できる。

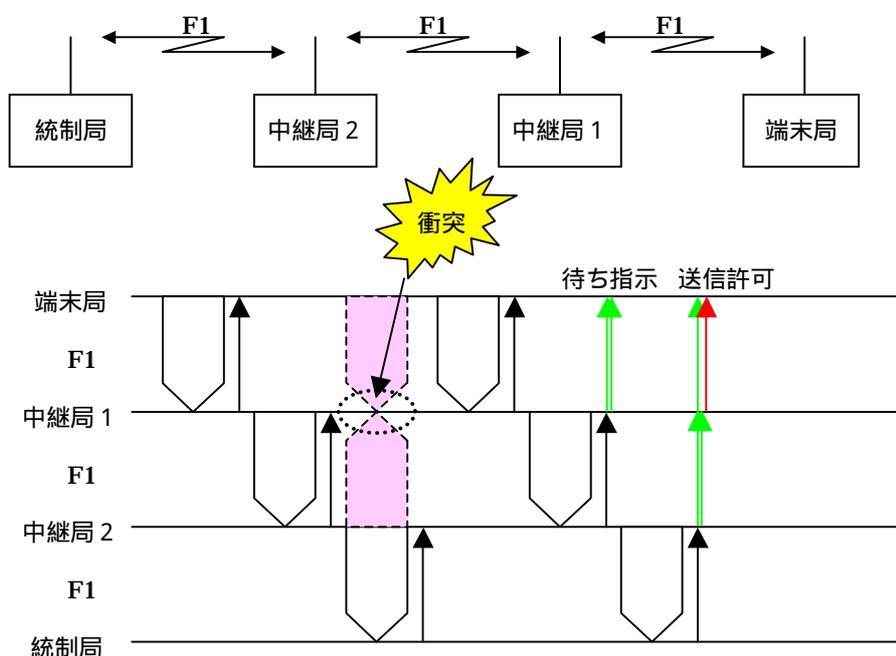


図 5.3-1 全局 1 周波割当の中継動作

また、パケット送出の衝突を回避するため、「待ち指示」や「送信許可」信号などによるパケット送出タイミングの制御が必要になる。

なお、隠れ端末問題を回避或いは軽減する方法についても、更に検討が必要である。

( 2 ) 複数キャリアによる中継の場合

複数のキャリアを割当てる場合の例を図 5 . 3 - 2 に示す。この場合、端末局 - 中継局 1 間、及び次段の中継局 1 - 中継局 2 間では周波数 F1 を使用し、中継局 2 - 統制局間では F2 を使用することにより、中継局 2 が統制局にパケットを中継している間に端末局が中継局 1 向けに送信を行っても、中継局 1 で衝突干渉が起ることを防ぐことができる。

この方法は、多段中継でもスループットをある程度維持できる方式である。

中継段数が増えれば多周波割当が必要となるが、局の配置によっては F1、F2 を交互に使用すれば 3 波目が不要となる場合もある。

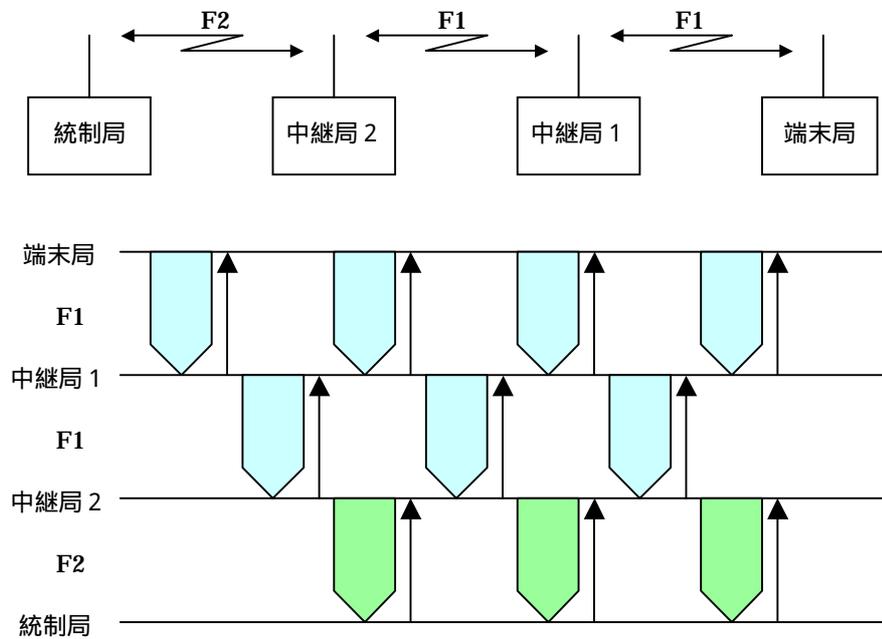


図 5 . 3 - 2 2 周波割当の中継動作

#### 5.4 セキュリティ強化について

携帯電話や無線 LAN は、無線装置が一般に広く市販されていることから、通信データの傍受や不正アクセスするためのツールが比較的容易に入手することが出来る。

これに対し、汎用 IP 無線通信システムの無線装置は、免許が必要な無線局であり、正規の使用者以外は入手が困難であること、並びに、専用のデジタル通信方式で秘話機能を有していることから、容易に傍受や不正アクセスできるものではない。

また、万一、無線装置が盗まれ、解析が成功し改造されてネットワークに侵入しようとした場合でも、紛失や盗難された装置を排除できる機能を持たせておくことにより、傍受や不正アクセス、データ改竄等は比較的容易に阻止することが可能と考えられる。

しかし、無線通信システムである以上、電波の受信自体は容易であることから、更に強固に情報漏洩を防ぐためには、上位レイヤによる暗号化等の追加対策が必要である。

無線システムとして備えるべきセキュリティは以下のとおりと考える。

##### (1) 無線局識別番号

無線局の管理、通信のセキュリティ確保等を十分に考慮して、移動局の識別番号やシステム定数の付与や基地局からのグループ信号等の送出手順等を検討すべきである。

##### (2) 情報漏洩対策

盗難装置等を利用した情報漏洩を防止するため、基地局からのグループ信号を受信した無線局識別番号以外の装置では、パケットを復元できないようにするなどの秘匿機能の適用を検討すべきである。

##### (3) 不正アクセス・改ざん対策

盗難装置等を利用した不正アクセス及び改ざんを防止するため、基地局からのグループ信号を受信した無線局識別番号以外の装置では、電波の発射を抑止する機能の適用を検討すべきである。

5.5 高速通信タイプの特徴と利活用

5.5.1 3モデルの比較

高速通信タイプの3モデルを比較する。

表 5.5-1 高速通信タイプ(3モデル)の比較

		高速通信タイプ			
		小容量モデル	中容量モデル	大容量モデル	
無線伝送速度 (kbps)		64	256	780	1040
伝送時間	ファイル伝送 100KB	12.5 秒	3.1 秒	1.0 秒	0.78 秒
	静止画伝送 620KB	77.5 秒	19.4 秒	6.5 秒	4.8 秒
動画伝送 384kbps		×	×		
サービスエリア		広	中	狭	狭
機器寸法		小	中	大	大

注) サービスエリアは、各モデルとも同じ平均送信出力とした場合の比較。

## 5.5.2 小容量モデルのモデルシステム

### (1) 特徴・用途等

- ア. INS64 と同等レベルの通信速度の確保ができる。
- イ. 低解像度の静止画像の伝送や小容量データを広域に点在する複数の箇所から収集するシステムに適する。

### (2) 利活用イメージ

- ア. 気象観測設備から収集された気象データを収集する。
- イ. 水位テレメータ等で集めた水位データ、簡易水道データ等のテレメータデータを、管理センターに伝送する。
- ウ. 管理センターにおいて常に監視し、農作物生産業者等への確に情報提供を行い、農作物の生産性向上に寄与する。

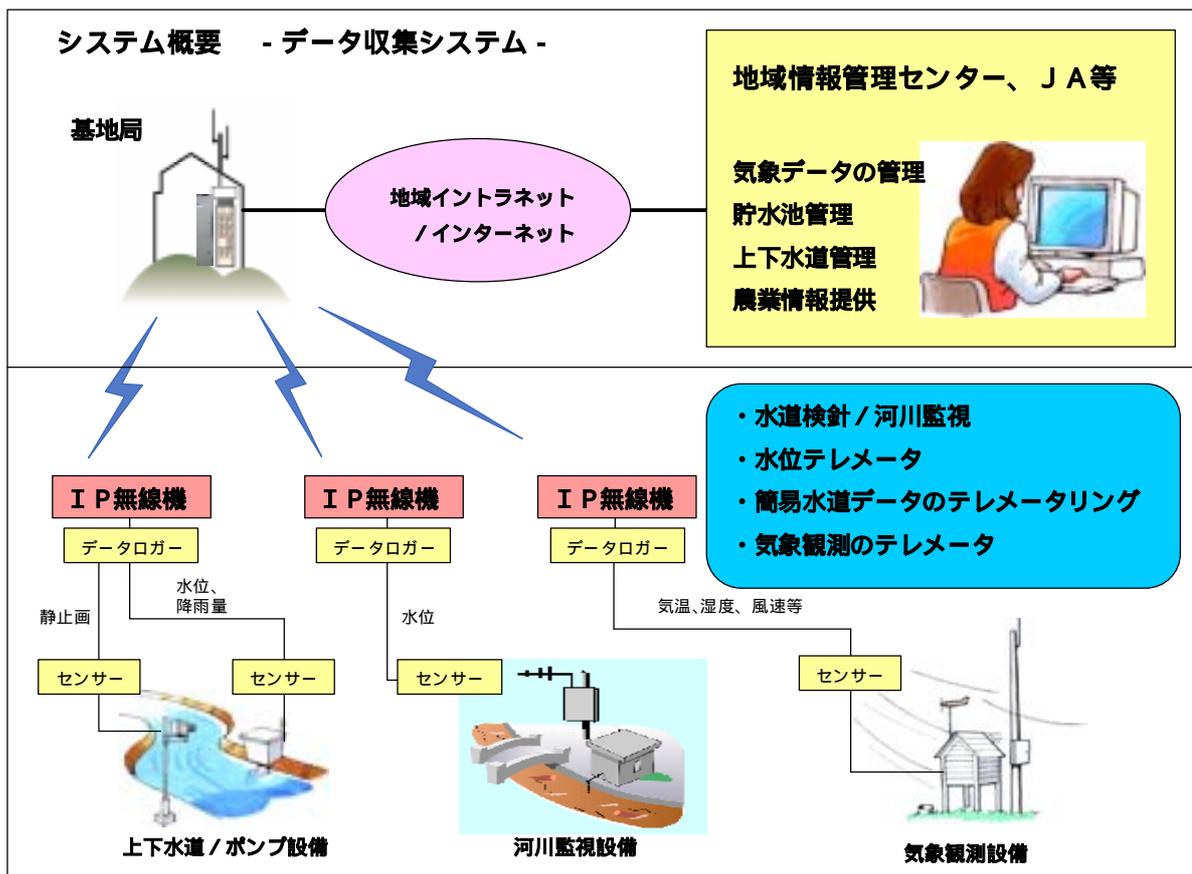


図 5.5 - 2 小容量モデルの例 (データ収集システム)

### 5.5.3 中容量モデルのモデルシステム

#### (1) 特徴・用途等

- ア. PHS と同等の通信速度を実現できる。
- イ. 高解像度の静止画や準動画等比較的大容量のデータ伝送に適している。
- ウ. 不感地帯においては、マルチホップ中継を適用することにより、比較的 low コストでエリアを確保できる。ただし、この場合は通信速度が低下するため、1 段中継で構成可能なシステムに適している。

#### (2) 利活用イメージ

- ア. 管理センターや家庭において、遠隔操作よりビニールハウス内の映像や温度・湿度等環境データを収集し、常に状況の確認が可能となる。
- イ. 環境データに異常が発生した際には、管理センターあるいは家庭からの遠隔操作で散水・天窓の開閉、カメラ制御等のリモートコントロールが可能となる。
- ウ. 広域な牧場等においては、管理センターや家庭から畜舎内の家畜の状況の映像（静止画）を収集・監視出来るシステムにも適用できる。

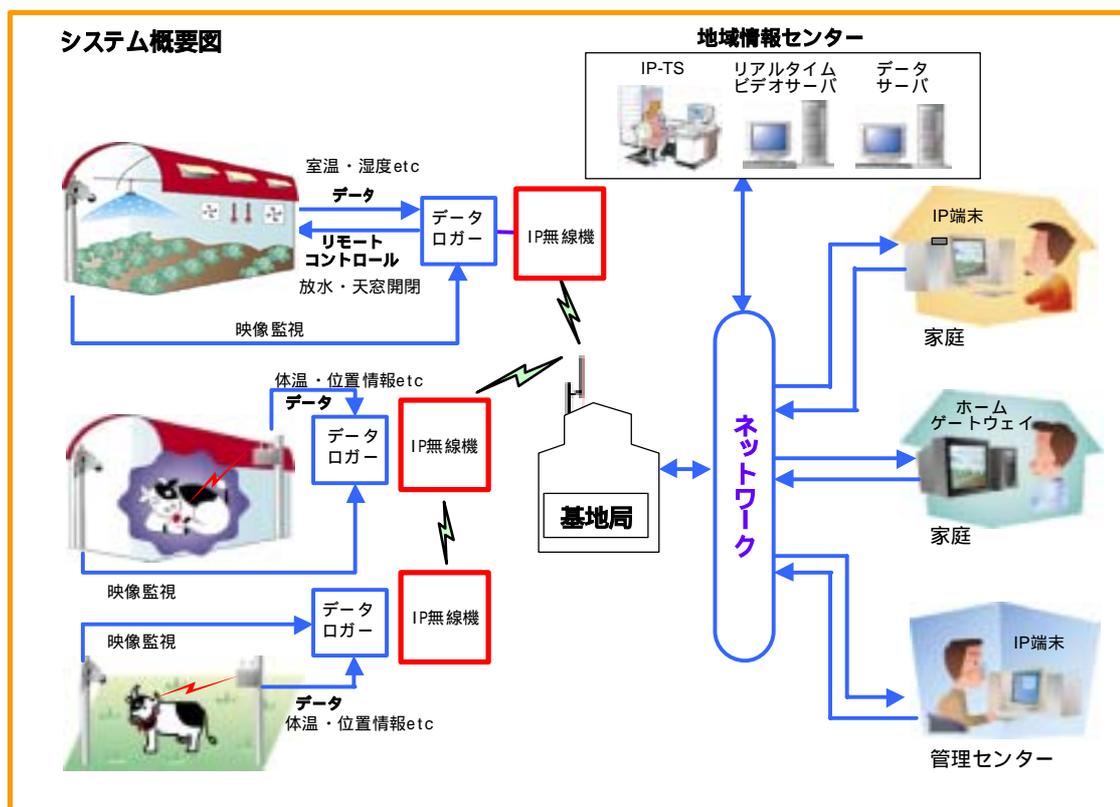


図 5.5-3 中容量モデルの例 (ハウス監視、畜舎・牧場監視システム)

#### 5.5.4 大容量モデルのモデルシステム

##### (1) 特徴・用途

- ア. 現在の携帯電話やPHS等一般公衆無線でも実現できない大容量データ伝送が可能となる。
- イ. Webカメラ等で撮影した動画、大容量のデータファイルの伝送、コンピュータ間通信、音声+データの同時通信に適している。
- ウ. 基地 中継 中継 端末の2段中継も可能となる。ただし、マルチホップ適用の場合は、中継段数に応じて通信速度が低下する。

##### (2) 利活用イメージ

- ア. 観光地情報、津波情報、渋滞情報、天気情報、建物内情報等のリアルタイム情報を収集する。
- イ. その情報を、HPや街角キオスク端末等に情報提供を行う。
- ウ. 利用者は公民館、駅、家庭等からパソコンの画面で、自宅等に居ながらにして、観光地の景色を見たり、イベント情報を収集したりすることが可能となる。

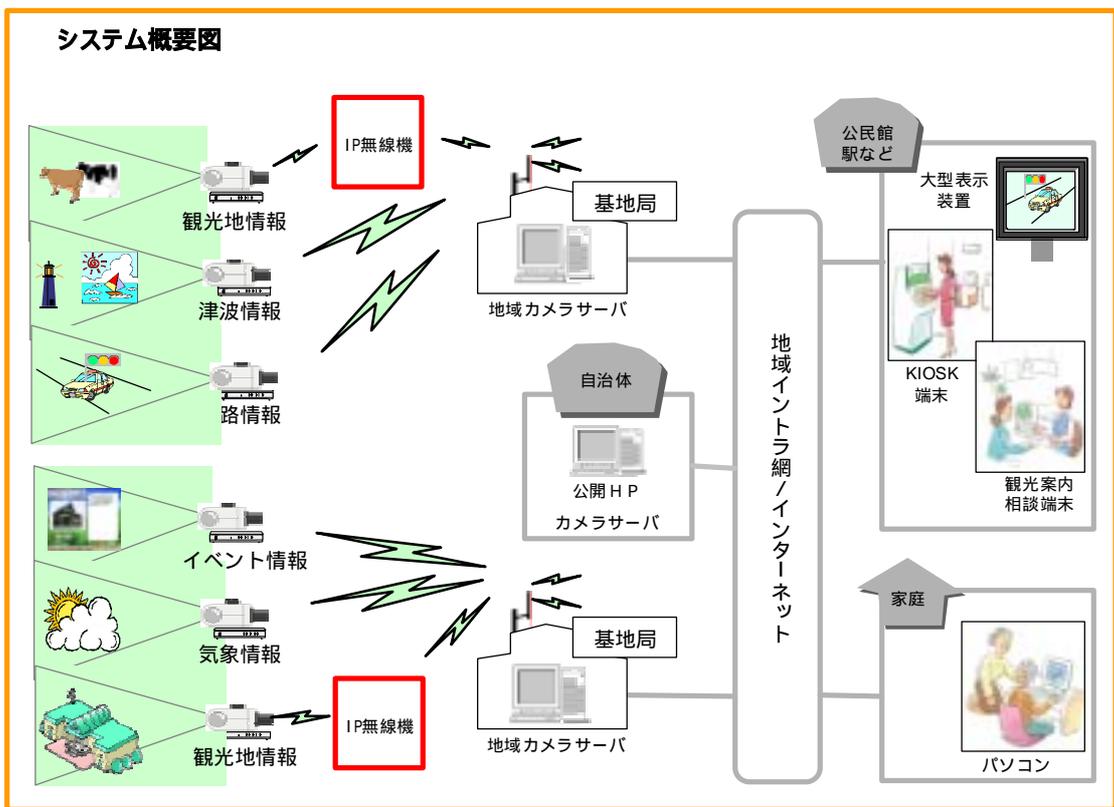


図 5.5-5 大容量モデルの例 (総合観光情報システム)

## 第 6 章 高速通信タイプの実用化に向けた課題と方策

### 6.1 高速通信タイプの特徴

高速通信タイプは、従来のアナログ、デジタル方式の自営移動無線システムと比べ、データ伝送速度を飛躍的に向上させるとともに、セキュリティ対策も施した新たな通信方式の無線システムである。

ここでは、第 2 章、第 3 章で取り上げた音声兼用タイプと比較して、高速通信タイプの特徴を改めて整理する。

#### (1) 限定的な音声通信

音声兼用タイプは、データ通信も可能な音声通信システムとして音声通信に適した通信方式である。

一方、高速通信タイプにおいてデータ通信を行う場合は、伝送品質の劣化による IP パケットの再送や輻輳による遅延が発生しても、最終的にエラーのないデータ伝送が行われれば問題ないが、音声通信を行う場合は、時間軸上の連続性が求められるため、IP パケットの再送や遅延が大きくなると音声途切れるなどの通話障害が発生してしまう。

一般的に IP 網は、ベストエフォート型のネットワークであるため、音声通信を行う場合は QoS (Quality of Service) による品質確保が必要となる。しかし、有線網では伝送品質の変動が小さいことからトラフィック制御による QoS の確保は比較的容易であるが、無線網においては伝送品質が極度に劣化することがあるため、有線網のような QoS 確保が困難となることが多い。

したがって、高速通信タイプにおいては、機能的には VoIP 等の技術を用いて音声通信は可能であるものの、無線区間の伝送品質が良好で安定していることが必須条件となる。

#### (2) データ通信が大幅に高速化

音声兼用タイプの無線伝送速度は、シングルスロットモデルで 8kbps、フルスロットモデルで 3 スロット時は 3 倍速で 24kbps、4 スロット時は 4 倍速で 32kbps となっている。

一方、高速通信タイプの無線伝送速度は、小容量モデルで 64kbps、中容量モデルで 256kbps、大容量モデルで 780 又は 1040kbps となっており、音声兼用タイプに比べ最大で 130 倍高速化されている。

#### (3) マルチホップ中継による不感地帯の解消

音声兼用タイプでは不感地帯解消のためには、山頂等に中継局を設置する必要があったが、高速通信タイプでは移動局が中継機能を有していることから、適宜

中継可能ポイントに中継役の移動局を配置（仮設含む。）することにより、柔軟にサービスエリアの確保が可能である。

（４） 電波の利用効率が向上

音声兼用タイプは、25kHzの周波数間隔で32kbpsの無線伝送速度となっている。

一方、高速通信タイプは、最大400kHzの周波数間隔で1040kbpsとなっていることから、音声兼用タイプに対して約2倍の伝送効率を有しており、電波の有効利用が一層促進される。

$$(32\text{kbps} / 25\text{kHz}) : (1040\text{kbps} / 400\text{kHz}) = 1.28 : 2.6$$

また、従来のデータ収集システムで多く見られたポーリング方式では、1端末局当たりの割当て時間とポーリング周期の時間によって必然的に1周波数当たりの収容可能局数が決定されてしまい、より多く無線局数を収容するためには増波する必要があった。その一方で、運行していない車両等があっても無駄なポーリングが繰り返されることなど、電波の有効利用の観点から課題があった。

しかし、高速通信タイプのパケット通信方式では、情報を発信する必要性があるタイミングで移動局相互に電波の空き時間を融通して通信するため、無駄なポーリング時間を削減でき、電波の有効利用が図られる。

（５） セキュリティ対策

音声兼用タイプのセキュリティは、正規利用者以外に無線装置を入手が困難であること、装置毎に付与された固有番号による紛失・盗難装置を排除することなどであった。高速通信タイプは、更に不正なパケットの送受信や発射を防止する機能を付加するなど、一層安全性が高められている。

また、音声兼用タイプ、高速通信タイプともに専用のデジタル変調方式であるため秘話機能を有しており、一般に入手できる受信機で通信内容を傍受することは極めて困難と考えられる。

（６） 高度なシステム構築

音声兼用タイプはチャンネル占有型の回線交換方式に相当するシステムであったが、高速通信タイプはチャンネル共有型のパケット交換方式に分類されるため、音声兼用タイプや従来のデータ通信システムでは構築が困難であった自律分散型ネットワークの高度なシステム構築が実現可能となる。

また、パケット単位にユーザを識別できることから、同一周波数や同一システムを複数のユーザで共同利用することが可能になる。

## 6.2 実用化に向けた課題

高速通信タイプには前項で述べたような特徴があるが、これらの機能を実現するためには、次のような改善すべき課題がある。

### 6.2.1 技術的課題

#### (1) 音声通信の改善

安定した音声通信を行うことは困難であるが、緊急時等必要に応じて音声通信ができるようにするためには、音声パケットをデータパケットに優先して伝送できるような制御方式を検討する必要がある。

#### (2) 誤り訂正方式の検討

伝送品質の変化に対応し最良の実効伝送速度を得るためには、適切な誤り訂正方式を検討する必要がある。

#### (3) 空中線電力の検討

所要のサービスエリアを確保するためには、マルチホップ中継することを前提に、必要最小限の空中線電力を検討する必要がある。

#### (4) マルチホップ方式の検討

マルチホップ中継について、1波方式と複数波方式が考えられるが、実効伝送速度の低下抑止と電波の利用効率の両面から、どちらの方式が適当か検討する必要がある。

#### (5) マルチパス対策の検討

マルチパスによる実効伝送速度の低下を最小限に抑えるため、MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)等のアレーアンテナや指向性の強いアンテナの利用について検討する必要がある。

#### (6) セキュリティ対策の検討

5.4で述べたように一般的な利用には十分なセキュリティ対策が施されているものと考えられるが、無線システム特有の潜在的な情報漏洩の危険性は排除できない。

したがって、個人情報の伝送など特にセキュリティ対策の強化が求められる場合は、上位レイヤでの暗号化なども検討する必要がある。

## 6.2.2 制度的課題

技術的課題のほかに、次のような制度的課題がある。

### (1) 周波数の波数の検討

高速通信タイプには、大ゾーン方式と小ゾーン方式が考えられているが、電波の有効利用の観点から電波の繰り返し利用を前提に、想定されるニーズを踏まえそれぞれの方式について確保すべき周波数の波数を検討する必要がある。

### (2) 割当て周波数の確保

高速通信タイプを実用化するためには、最大で数百 kHz 間隔程度の広帯域周波数の割当てが必要になるが、V、UHF 帯周波数のひっ迫状況を勘案すると、短期間の内に確保することは困難と考えられる。

したがって、中容量及び大容量モデルについては、既存無線局のデジタル化に伴う周波数移行や電波利用状況調査など V、UHF 帯周波数割当ての見直しの時期を捉えるなどして広帯域周波数の確保を検討する必要がある。

一方、小容量モデルについては、数十 kHz の周波数間隔程度であることから、地域によっては既に割当てられている周波数の中から確保できる可能性があるため、地域の電波利用状況を十分に勘案する必要がある。

いずれにしても、利用形態や利用ニーズに応じ、必要な伝送帯域も数十から数百 kHz と異なるものであり、今後、具体的な利用形態・ニーズに適した必要周波数の確保や地域周波数の利活用など柔軟な周波数割当てが望まれる。また、無線装置においても、送受信可能な周波数の範囲を広くしておくなど、柔軟な対応が求められる。

### (3) 共同利用システムに対応した免許方針の策定

大容量モデルの小ゾーン方式の場合は、サービスエリア確保のため複数の基地局設置が必要になることがあり、整備コストが課題になってくる。このため、防災関係機関、生活関連機関等による共同利用組織を構成し、システムを地域全体として有効利用が可能な免許方針が望まれる。

なお、現在の免許方針では、地域防災用や地域振興用の無線システムが共同利用型となっている。

## 6.3 課題解決の方策

6.2項で述べた課題を解決するためには、実ニーズを想定した詳細検討が必要である。

したがって、第4章におけるアンケート調査結果において防災用途のニーズが最も高かったことから、災害対策を想定したシステムとして改めて調査研究することが望まれる。

## 參 考 資 料

## 資料 1 - 1

### 高速通信タイプに関するアンケート調査の結果

#### 1 アンケート調査の目的

北陸地域の自治体及び民間事業者等の自営無線ユーザに対して、アンケート調査を実施することで、データ通信の利用の現状とニーズ、他の無線システムや情報システムとの通信ニーズ及び利活用の分野・用途等について分析・把握することにより、高速通信タイプの機能・性能等の検討並びにモデルシステムの構築に資する。

#### 2 アンケート調査の概要

##### (1) アンケート調査の実施

###### ア 調査期間

平成 15 年 10 月～11 月

###### イ 調査対象

北陸地域の全自治体（県及び市町村）  
その他の自営無線ユーザ（民間事業者）

###### ウ 調査方法

###### 調査票

自治体用と民間事業者用の 2 つのアンケート調査票を作成

###### 調査票の郵送

北陸地域の全自治体（県市町村）の防災担当部署並びに無作為に選定したタクシー無線、MCA 無線及び一般業務用無線の各ユーザ（民間事業者）にそれぞれのアンケート調査票を郵送した。

###### 集計等

回答があった調査票について、自治体、民間事業者及び全体の別に集計し、そのデータ通信のニーズ等について、分析・評価した。

##### (2) 調査事項

ア 自営無線におけるデータ通信の利用の現状

イ 自営無線におけるデータ通信ニーズ

ウ 電子メール機能に対する期待と具体的な利用形態

エ インターネット等を介した他の無線システムとの通信ニーズ

オ 非常災害時における民間事業者との通信ニーズ（自治体のみ）

カ インターネット等を介した自身及び他者の情報等システムとの通信ニーズ

キ 汎用 IP 無線通信システムの利活用に関するアイデア

ク その他参考となる事項

(3) 回収状況等

ア 回収率等

	自治体	民間ユーザ	合計
調査票郵送数	114	139	253
回答数	56	37	93
回収率	49.1%	26.6%	36.8%

イ 回答者の内訳

自治体		民間ユーザ	
県	3	タクシー	15
市	16	建設・土木	6
町	27	農業協同組合	4
村	10	運送業	3
		製造・販売	3
		サービス業	6
計	56	計	37

3 アンケート調査の結果

(1) データ通信の利用の現状

(Q1) 現在、利用している無線通信システムは何ですか。(複数回答)

<自治体>

県防災無線システム	2 2
市町村防災行政無線システム(移動系)	4 0
市町村防災行政無線システム(同報系)	3 4
地域防災系システム	3
市町村デジタル移動通信システム	0
M C A 無線システム	2
簡易無線、その他の無線システム	3
未使用	2

<民間事業者>

M C A 無線	3
タクシー無線	1 5
一般業務用無線	2 1
簡易無線	0
その他	0

( Q 1 - 2 ) 現在、利用しているデータ通信は何ですか。 ( 複数回答 )

< 自治体 >

文字伝送 ( メール等 )	3
画像伝送 ( デジタルカメラ等の画像 )	5
データファイルの伝送 ( 被災者一覧等 )	5
その他	3
利用していない ( 音声通話のみ )	4 3
無回答	3

の3件は、いずれも無線 F A X

< 民間事業者 >

文字伝送 ( メール等 )	5
画像伝送 ( デジタルカメラ等の画像 )	0
データファイルの伝送 ( 顧客一覧等 )	2
その他	0
利用していない ( 音声通話のみ )	2 8
無回答	4

データ通信を利用している7件はいずれもタクシー会社 ( 5 社 )

( 2 ) データ通信の利用ニーズ

( Q 2 - 1 ) 利用したいデータ通信は何ですか ( 複数回答 )

< 自治体 >

文字伝送 ( メール等 )	3 0	53.7%
画像伝送 ( デジタルカメラ等の画像 )	3 3	58.9%
データファイルの伝送 ( 被災者一覧等 )	2 7	48.2%
測定データの伝送 ( 風速、水位、心電図等 )	2 8	50.0%
動画伝送 ( TV カメラの映像 )	3 1	55.4%
その他	2	3.6%

< 民間事業者 >

文字伝送 ( メール等 )	1 6	43.2%
画像伝送 ( デジタルカメラ等の画像 )	1 5	40.5%
データファイルの伝送 ( 被災者一覧等 )	2	5.4%
測定データの伝送 ( 料金メータ、風速、水位等 )	4	10.8%
動画伝送 ( T V カメラの映像 )	4	10.8%
その他	1	2.7%

(Q2 - 2) 電子メール機能(メール、画像、データファイル等の伝送)は、どの程度業務に役に立つと思われますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

**(1) 文字データ(メール等)**

<自治体>

役に立つ	23	41.1%
どちらかといえば役に立つ	22	39.3%
どちらともいえない	10	17.9%
どちらかといえば役に立たない	0	0
役に立たない	0	0
無回答	1	1.7%

<民間事業者>

役に立つ	12	32.5%
どちらかといえば役に立つ	6	16.2%
どちらともいえない	8	21.6%
どちらかといえば役に立たない	1	2.7%
役に立たない	5	13.5%
無回答	5	13.5%

**(2) 画像伝送(デジカメの画像等)**

<自治体>

役に立つ	29	51.8%
どちらかといえば役に立つ	18	32.1%
どちらともいえない	7	12.5%
どちらかといえば役に立たない	1	1.8%
役に立たない	0	0
無回答	1	1.8%

<民間事業者>

役に立つ	6	16.2%
どちらかといえば役に立つ	11	29.7%
どちらともいえない	5	13.5%
どちらかといえば役に立たない	4	10.8%
役に立たない	5	13.5%
無回答	6	16.2%

### (3) データファイルの伝送

#### < 自治体 >

役に立つ	26	46.4%
どちらかといえば役に立つ	15	26.8%
どちらともいえない	13	23.2%
どちらかといえば役に立たない	0	0
役に立たない	0	0
無回答	2	3.6%

#### < 民間事業者 >

役に立つ	8	21.6%
どちらかといえば役に立つ	5	13.5%
どちらともいえない	10	27.1%
どちらかといえば役に立たない	1	2.7%
役に立たない	6	16.2%
無回答	7	18.9%

### 具体的利用例

#### < 自治体 >

災害現場から被災状況の伝送

住民への広報活動

音声通話のみだと、その場に相手がいないと情報が伝達できないが、文字などのデータだと、不在でも記録が残るため、確実に伝えることができる。

被害状況の把握、他市町村との連携（2件）

具体的な被害状況の伝達（2件）

- ・現場からの画像伝送による災害現場の状況把握
- ・地図データ（ファイル）の伝送による災害現場への迅速な誘導、また現場からは被害箇所や範囲等の情報を伝送することが可能
- ・被害状況報告等の情報を正確に伝達することが可能

火災時の消防水利の検索など

現場から文字伝送されるため記録としてまとめやすい。

文字伝送、画像伝送、データファイルの伝送は、災害情報の正確な伝達に役立つ。旧来の無線は音声情報が中心であるが、文字・画像により視覚的に認知できるようになれば対応がとりやすい。

地震及び水害等の過去のデータが必要な場合に利用する。

被災状況の報告等、必要物資等の連絡

介護者の在宅状況等をカメラ監視することができる。

< 民間事業者 >

配達場所等の地図を送信する。

連絡事項をメールで伝える。

車の配車、地図の伝送

メールを利用した注文品配送の合理化（注文商品・地図情報）

プロパンガス使用料やセキュリティ管理

(3) 他の無線システムとの通信ニーズ

(Q3) インターネットを介した他の無線システムとの通信は、どの程度業務に役立つと思いますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

< 自治体 >

役に立つ	20	35.7%
どちらかといえば役に立つ	17	30.4%
どちらともいえない	15	26.8%
どちらかといえば役に立たない	1	1.8%
役に立たない	1	1.8%
無回答	2	3.5%

< 民間事業者 >

役に立つ	3	8.1%
どちらかといえば役に立つ	4	10.8%
どちらともいえない	13	35.2%
どちらかといえば役に立たない	5	13.5%
役に立たない	6	16.2%
無回答	6	16.2%

具体的利用例

< 自治体 >

合併に伴う、無線システムの統合

緊急時の他市町村との速やかな協力体制の構築

- ・ 火災時における防災主管課との連絡体制の強化
- ・ 応援要請時の連絡網の確保

出先（現場）から他機関への情報提供や緊急時には他機関へ直接応援要請を行うことが可能であるが、逆に組織枠を超えた通信は統制が取れず混乱をきたす恐れがあると思われる。

他市町村との間での通信確保に利用可能と考える。

災害時の救護物資の搬送等状況の把握

他機関の現場職員と直接通信する必要がない。

- ・各機関により周波数や送信電力に特色があれば有効かもしれない。
- ・同じような周波数で、あえて他機関の無線局を利用するメリットはない。

災害時において、応援にきた他市町村や消防と連絡が取れれば、迅速、的確な災害対応が可能となる。

映像等での状況把握により、応急対策の検討に役に立つことで、救急や消防等の関係機関の対応が迅速になるではないか。

#### < 民間事業者 >

タクシー業以外でも在宅老人の訪問サービス等の営業を展開できる可能性がある。

交通規制等の情報収集

監督官庁との連絡。(製造業)

#### (4) 非常災害時における民間事業者との通信ニーズ (自治体だけに質問)

(Q4) 災害対策等において、どのような民間事業者と通信ができれば良いと思われませんか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

#### < 自治体 >

通信の相手方	具体的利用業務
タクシー、運送会社	・被災者及び救護物資等の搬送・輸送状況の把握等に関する連絡・指示
土木建築業者	・被災箇所の早急な復旧作業 ・大型機械利用要請
インフラ関連事業者	・電気、ガス、水道等のインフラ関連事業者への出動要請や災害復旧に関する連絡・指示等
災害時応援協力協定締結団体(民間)	・応援協定等に基づく、災害復旧に関する連絡・指示
病院	・緊急対応が可能な病院や空ベット数の確認等 ・医師や看護師の派遣要請 ・出先からの応急医療に関する医療情報の入手
原子力発電事業者	・重大事故に関する状況把握や緊急の連絡・指示等

(5) 情報等システムとの接続ニーズ

(Q5) インターネット等を介した自身及び他者が運営する情報等システムとの通信は、どの程度業務に役立つと思われますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

<自治体>

役に立つ	8	14.3%
どちらかといえば役に立つ	8	14.3%
どちらともいえない	23	41.1%
どちらかといえば役に立たない	2	3.5%
役に立たない	1	1.8%
無回答	14	25.0%

<民間事業者>

役に立つ	2	5.4%
どちらかといえば役に立つ	5	13.5%
どちらともいえない	8	21.6%
どちらかといえば役に立たない	2	5.4%
役に立たない	7	18.9%
無回答	13	35.2%

具体的利用例

<自治体>

映像の配信時にパソコンで現場の状況を確認する。

施設予約、行政相談等

県総合防災情報システムとの接続による情報の集配信やメール等に利用

ただし、インターネットから内部ネットワークへの接続はセキュリティ確保が難しいと思われる。

被害情報の収集や119番通報の役割に効力があると考えられるが、自治体側のセキュリティの面からは不安な点となるため対策が必要。

緊急時における土地、水利、交通、家屋などの台帳等管理システムなどの利用。

県防災システム端末、河川管理システム等

自治体相互のシステム接続など

住民と自治体との情報交換ができる。また掲示板を作成すれば住民同士でも情報交換できる。

防災気象情報、地図情報と接続

被災者安否情報等の確認

定点観測カメラなどの画像の受信、配信等

国や県との間の情報のやり取り

セキュリティ問題もあり用途を明確にしなければならないのでは

< 民間事業者 >

観光タクシーの予定をユーザに開示できる。

同業者との情報の共有化

部品等の問合せに役立つ

(6) 高速通信タイプの利活用のアイデア

(Q6) 汎用IP無線通信システムの利活用のアイデアとして、どのようなものが考えられますか
---

< 自治体 >

各種観測テレメータや監視カメラシステムにおいてセンサー（水位や潮位、雨量、カメラ等）との接続をIP無線化することによりシステムの低廉化やコンピュータへのデータ取り込み（処理）が容易となる。

ごみ収集車両、道路管理車両への搭載による緊急要望への即時対応

税、保険料など徴収業務従事者へIP無線接続が可能な携帯情報端末を配備することにより、徴収や相談に活用

国、県、市町村、消防などの防災関係機関で共同の無線中継局を設置し利用する。

現場で採取したデータをそのまま本庁に送信し、即時に分析ができる。

< 民間事業者 >

配車先顧客の地理、建物の映像を伝送する。

目的地の地図データを車側で見られる。

災害時等に端末機に避難の誘導・案内、カーナビ等に渋滞情報。

無線の場合、データの漏洩などセキュリティ面での心配がある。

## 資料 1 - 2

### 高速通信タイプに関するヒアリング調査の結果

#### 1 ヒアリング調査の目的

北陸地域の学識経験者やアンケート調査に回答があった自営無線ユーザ等に対して、ヒアリング調査を実施することで、汎用 I P 無線通信システムの在り方、求められる機能・性能及び考えられる利活用の分野・用途等について、より具体的に把握することにより、高速通信タイプの機能・性能等の検討並びにモデルシステムの構築に資する。

#### 2 ヒアリング調査の概要

##### (1) ヒアリング調査の実施

###### ア 調査期間

平成 15 年 11 月～12 月

###### イ 調査対象

北陸地域の有識者・・・・・・・・・・・・・・・・ 2 名  
アンケート調査に回答のあった自治体等・・・・ 5 団体  
北陸地域の大規模自営無線ユーザ・・・・・・・・ 2 ユーザ

###### ウ 調査方法

調査対象者の事務所等を訪問して、面談により意見等を聴取した。

##### (2) ヒアリング事項

###### <有識者>

ア 新たな電波利用システムについて  
イ 高速通信タイプの在り方について  
ウ 高速通信タイプの利活用について  
エ その他参考となる事項

###### <自営無線ユーザ>

ア データ通信の利用ニーズと現状について  
イ インターネット等と接続のニーズについて  
ウ 高速通信タイプに求める機能・性能等について  
エ 高速通信タイプの利活用について  
オ その他参考となる事項

### 3 ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査において、聴取したデータ通信及び高速通信タイプに関する意見、要望の内、データ通信の利用ニーズと現状、インターネット等との接続ニーズ、高速通信タイプに求める機能・性能、高速通信タイプの利活用について、次に、その概要を分類・整理した。

#### (1) データ通信の利用の現状

##### <自治体>

防災対策本部には、画像伝送システムとTV会議システムがある。  
テレメータ系で水位を観測している。  
県は、ヘリTVを持っている。ヘリTVは市町村単独では整備しない。  
県防災は、衛星系のFAXを利用。  
大災害を想定した防災無線システムでは、音声通信のみが現状である。  
地域防災無線、市町村防災無線ともに音声通信のみに使用。  
住民への広報手段として、同報無線(音声)、広報車、ケーブルTVを使っている。  
音声による広報・告知に同報無線を使用している。  
住民ひとり一人に確実に情報を伝える必要がある。住民周知の手段が欲しい。  
現在の同報無線では不十分である。  
消防・救急において(音声)連絡・指示等通信に利用している。  
消防車には、全車GPSAVMを配備している。  
消防車が出動後にFAXで現場の情報を受け取っている。  
企業局において、ガス事業、水道事業の(音声)連絡用に利用している。  
防災行政無線(移動系)は、防災関係業務の外、除雪作業、ごみ収集作業、土木関係部署で使用している。(音声通信のみ)  
除雪作業中の連絡に音声通信を使用。民間除雪車への連絡は、通常、携帯電話を使用。  
携帯電話が届かない地域での除雪作業に使用している。  
戸別受信機には、ラジオ付き受信機を使用。不感地帯はケーブルTVに接続。  
デジタル化を検討中。

##### <民間事業者>

業務連絡や指示は、音声通信で行っている。  
映像、動画を送るニーズはない。  
映像を送る場合、衛星回線を所有しているので衛星を使う。  
データ通信は使っていない。音声通信のみ。

## (2) データ通信ニーズ

### < 音声通信 >

移动通信システムは、音声通信ができることが最も重要である。  
音声通信が主体で、データは付加的なものである。  
音声は同報性があるので広いエリアで別の人が話しているのが聞けるのが良い。  
音声主体の無線機ではメリットが少ない。

### < 文字伝送 >

文字で指示・連絡できることは有用である。  
作業車両等に文字や地図を送るのはメリットがある。  
電子メールの一斉同報機能が欲しい。  
災害時には、文字では表現しにくい。

### < 画像伝送 >

作業車両等に文字や地図を送るのはメリットがある。(再掲)  
作業現場や行き先の指示に地図データがあると便利。  
デジカメ等の画像(画質:640×480FINE)を携帯電話で1~2分かけて伝送している。  
高精細度の画像は、メモリに入れ、持ち帰って利用している。  
静止画の伝送は、画像伝送用と連絡応答用の2台の携帯電話を使用している。  
写真を送るニーズはあっても持ち帰ればよい。  
現場の写真は持ち帰っても早急な対応ができるので、現場からの画像伝送の必要はない。  
(自治体において)静止画伝送の需要はある。

### < 動画伝送 >

映像伝送の方が現場の様子がわかるのでメリットがある。  
消防無線では、現場のリアルタイム映像があると便利。  
高性能携帯電話(第3世代)の伝送映像は粗い。  
現在、動画の伝送には128kbpsの専用線(有線回線)を使用している。  
カメラ監視システムを主に消防で運用している(有線回線を利用)。  
河川工事事務所では、ITVの映像を使っている。  
火災現場の映像を高性能携帯電話(第3世代)で防災担当部署へ送る実験をしたところ、リアルタイムの映像は好評であった。また、数回の使用実績もある。

### < その他のデータ通信 >

GPS搭載無線機は有用だと思う。  
GPSの機能があると便利。  
非対称通信について、中央のデータをもらう利用形態はあると思う。また、現場では逆のケースもあるので上りも欲しい。  
電子メールを一斉送ることができるので良い。書式を配信し、記入して返信をもらう。

データ通信機能は上り、下りの両方で使用できることが望まれる。

### ( 3 ) 他の無線等システムとの接続ニーズ

携帯電話につながると良い。

インターネットでパソコンと接続できると有用である。

パソコン等情報端末でデータベースやホームページにアクセスできると良い。

出先から情報端末で保険料滞納者リスト等を入手する。

M C A に接続して、トラック協会との連絡ができると考えている。

自治体には、インターネットを介して隣接市町村等外部の者に連絡・指示するニーズはある。

### ( 4 ) 操作性・利便性（使い勝手）について

データ伝送と音声通信が同時にできると便利。

携帯電話等と同様の双方向通信（通話）の機能に期待している。

操作性（プレスボタンがないこと）に期待している。

現行業務において、現状（アナログ）、プレストークが最良の音声通信である。

（秘話性は求めない。）

プレスボタンで操作する方が使われている。ダイヤル操作は使いにくい。

プレスボタンを押さなければ話せないのは使いにくい。

文字や地図を送ることはメリットがある。ただし、パソコンは操作面でどうかと思う。

バイクのヘルメットで通信できると非常に便利だ。

タッチパネル操作ができると良い。

高機能ではなく、広い通信エリアを確保したシンプルなシステムが欲しい。

パソコンと接続できると有用である。

市販のインターネット用機器が簡単に接続できること。

バイクに乗せられると面白い。（小型化）

携帯電話並みに小型化できると望まれる。

他の音声が聞こえてうるさい。

使い勝手が携帯並みにならないと投資の意味がない。

携帯電話につながると良い。（再掲）

### ( 5 ) 通信エリアについて

当市には山間部があるので、デジタル化した場合に最も心配しているのは音声通信の飛びである。

現在の無線は、サービスエリアが狭い。

400MHz アナログから 260MHz デジタルに変わると通信エリアがどうなるのが注目している。

携帯電話の電波が届かない地域での除雪作業の連絡用に使用。(再掲)  
合併のためエリアが広がる。山間部における砂防作業等での移動連絡用に必要になる。  
移動系は 150MHz 帯が北陸の地域特性に合っている。高い周波数はエリアが狭く使い勝手が悪い。  
地域や用途を限定する移動系通信には、400MHz 帯が適している。  
北陸地域の地勢条件等から、移動系は 150MHz 帯が適当である。  
音声は同報性があるので広いエリアで別の人が話しているのが聞けるのが良い。  
(再掲)  
260MHz 帯のデジタルは、エリアが狭くなると聞いている。  
高機能ではなく、広い通信エリアを確保したシンプルなシステムが欲しい。(再掲)  
デジタル移動通信システムの導入に当たっての問題は、CH数と電力(通信エリア)である。

#### (6) システムのコスト

データ通信の利用は、その費用対効果次第である。  
使い勝手が携帯並みにならないと投資の意味がない。(再掲)  
防災無線システムは、価格が高いとの「市」の評価。投資の割には効果が少ないのではないか。  
IP化やデジタル化は、コストの上昇につながるので、単純なFM無線機の整備が有利である。  
ソフト無線機的なものでコストが安ければ普及するのではないか。  
システムや装置のコストが高価になるときは、導入しない。  
自営無線のメリットは、安く使えることと、通信事業者とは別のサービスが得られること。

#### (7) その他のニーズ等

高速通信タイプは、市町村合併に伴う防災行政無線の統合や整備に有効と考える。  
市町村合併後のシステム統合に有効と考えている。  
合併後、当分の間、4つの分庁舎で行くので、分庁舎間での連絡が必要。移動系に使えるか検討している。  
防災行政関係の無線システムは、各自治体が機種選定を含めてばらばらに整備しておに問題があり、メーカーでプラットフォーム(基本仕様)を揃えて欲しい。  
機種開発の速度が速い。新旧の機器で互換性を担保する必要がある。  
システムの整備がユーザによってズレる。その際でも使用が可能である必要がある。

同報無線、コミュニティーFM及びAM/FM放送が受信できる（個別）受信機が作れないか。

防災無線システムにケーブルTVの活用が考えられないか。

- ・ケーブルTVは、同報・個別受信には有効。
- ・ケーブルTV加入率：約90%、内インターネット加入率：約25%

IPであれば同報の肩代わりができる。聴覚障害者向けにも使えると期待している。

非常時に携帯電話が使えなくなることが心配。

汎用IP無線は、同時に多数の者が利用した場合、システムとして機能するかが懸念される。

ICタグを付けた物流等管理は、別の方法で既に検討している。

バーコードリーダ、無線機、地図情報等業務に必要な機能を一つの端末機に統合したものと良い。

自営無線のメリットは、安く使えることと、通信事業者とは別のサービスが得られること。（再掲）

#### （8）高速通信タイプの利活用

GPSやGIS（地図情報）と組み合わせた自動配車システム

医療現場での応用

- ・医者が病院にいて、現場からの動画を見ながら診断をする。
- ・救急車からの心電図データ等の伝送

出先から情報端末（PDA）で本部・本社のデータベースにアクセスして、保険料等徴収業務に利用。

非常災害時において、被害状況、住民の避難情報等を入手し、それを加工して、自治体のHPに安否情報等の災害情報を流す。

過疎地におけるデマンドバス、デマンドタクシー等システムに利用

自転車ITSや歩行者ITS（観光客向け）への応用

- ・PDAを介して情報提供、観光地図及びガイドブックの代わり。

環境モニタ

- ・農業用（ハウスの気温、土壌水分等の遠隔観測）
- ・下水道の酸素濃度チェックシステム
- ・ガス等のセンサーシステム

消防出動時等において、交通管制センターや道路管理事務所等に連絡し、道路情報等を入手する。

電波タグと組み合わせた商品情報や物流状況の管理システム

土砂崩れ、地すべり箇所の種類データ観測及びカメラ監視

( 9 ) 汎用 I P 無線の研究について

汎用 I P 無線は、どこを目指すのか、そのターゲットを明確にすべきである。

・ 384kbps のスピードを目指すというが、384kbps は電気通信事業者が既に実現している。

リレー中継について、自分の制御で使えることが自営無線のメリットと考える。

共同利用は通信事業者と同じ発想で、自営無線のメリットが無くなる。

## 資料 1 - 3

平成 15 年 10 月 8 日

関係各位

汎用 I P 無線通信システムに関する研究会  
座長 大洞 喜正  
(金沢工業大学教授)

### 汎用 I P 無線通信システムに関する アンケート調査へのご協力をお願い

拝啓 時下ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。

さて、総務省北陸総合通信局が開催する「汎用 I P 無線通信システムに関する研究会」では、I T 社会に相応しい自営無線の高度化を目的としてインターネット等で広く普及している I P (インターネットプロトコル) 通信方式を使用する「汎用 I P 無線通信システム」の実用化に向け研究活動を行っています。

つきましては、実際に無線を使われている皆様方から「汎用 I P 無線通信システム」によって可能になるデータ通信等のニーズや新しい無線の利用イメージのご意見、ご提案等を頂きたく、別紙のアンケートにご協力いただきますようお願い申し上げます。

なお、ご回答に際しては、汎用 I P 無線通信システムの主な機能について資料を添付いたしましたので、ご参考としていただければ幸いです。

敬具

記

#### 1. アンケート実施要領

- (1) ご返送の方法 アンケート用紙にご記入の上、同封の返信用封筒にてご返送下さい。
- (2) ご回答期限 平成 15 年 10 月 24 日 (金)
- (3) ご返送先 アンケート調査委託先  
松下電器産業株式会社 PSS 社 官公庁ソリューション本部  
官公庁 3 グループ 第 4 チーム 福崎、七條  
〒105-8581 東京都港区芝公園 1-1-2
- (4) ご記入に当たっての留意事項  
ア. 必ずしも組織としての回答でなく、回答者個人としてのご意見でも結構です。  
イ. 幅広くご意見、ご提案を求めていますので、一つの企業・団体で複数回答でも結構です。

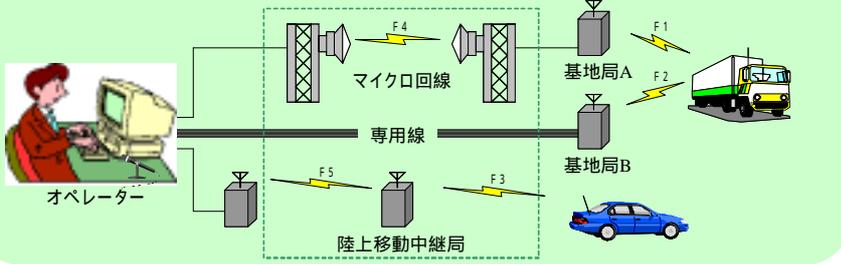
2. このアンケートは当研究会の研究活動の一環として実施するもので調査研究以外の目的には使用いたしませんので申し添えます。

お問い合わせ先 「汎用 I P 無線通信システムに関する研究会」  
事務局：総務省 北陸総合通信局  
無線通信部航空海上課 今井、高田  
TEL 076 - 233 - 4450

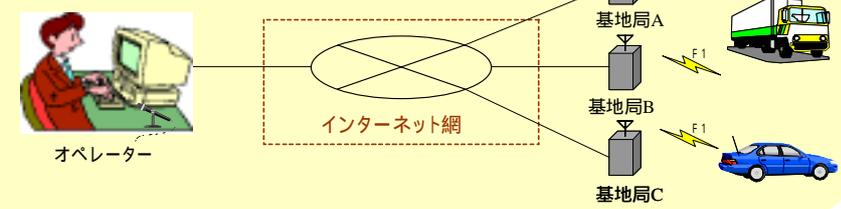
# 汎用IP無線通信システムの特徴

## 1. インターネットをアプローチ回線に利用(低廉化)

### 従来の無線システムの場合



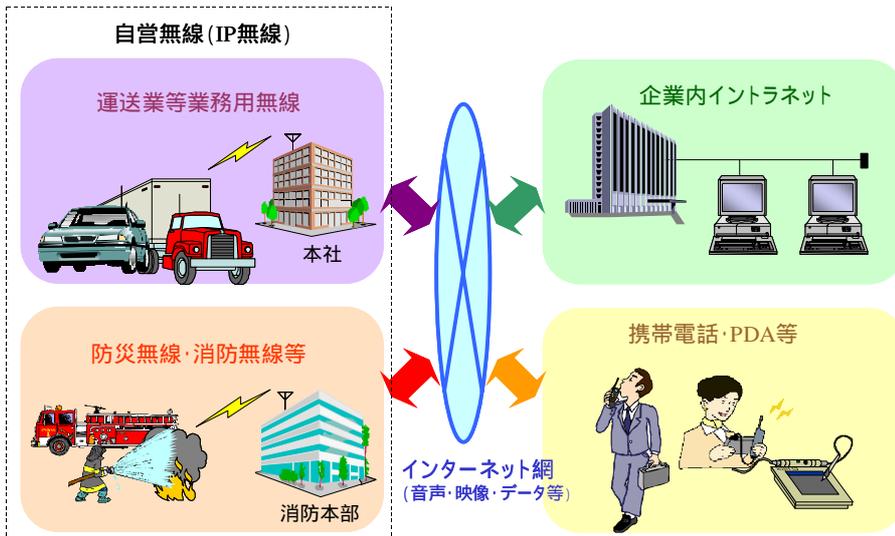
### IP無線通信システムの場合



(低廉化)

これまででは、通信所から山頂等の基地局までのアプローチ回線として、固定無線回線や専用回線を設置する必要があったが、汎用IP無線ではインターネット網をアプローチ回線に利用できることから、通信エリアの拡大に係るコストの低廉化が実現します。併せて、複数の基地局で周波数の共用が可能なることから、電波の有効利用の促進も図られます。

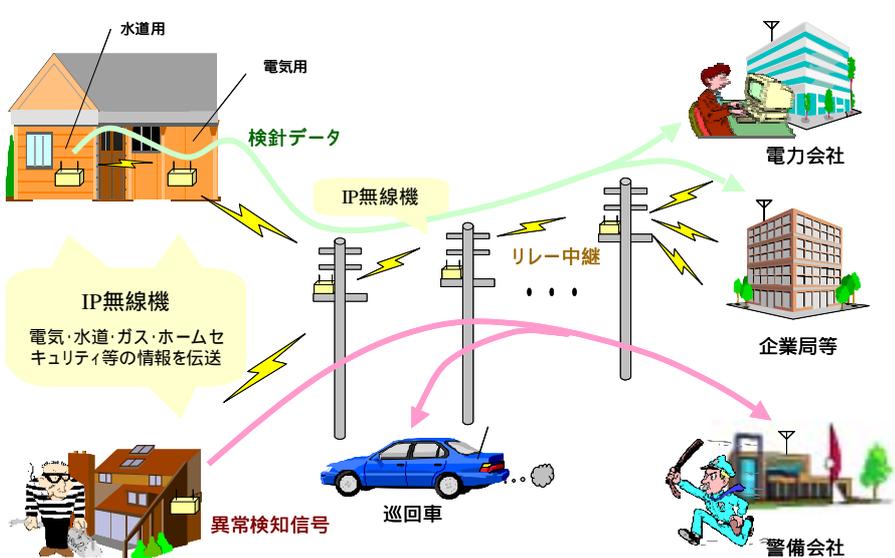
## 2. インターネットを介して異システム間通信 (IP統合)



(IP統合)

汎用IP無線では、インターネットを介して市町村の防災無線、消防無線といった周波数等が異なる無線システム間や有線系情報システム等との、接続が実現します。

## 3. 屋外センサーネットワークの実現(高機能化)

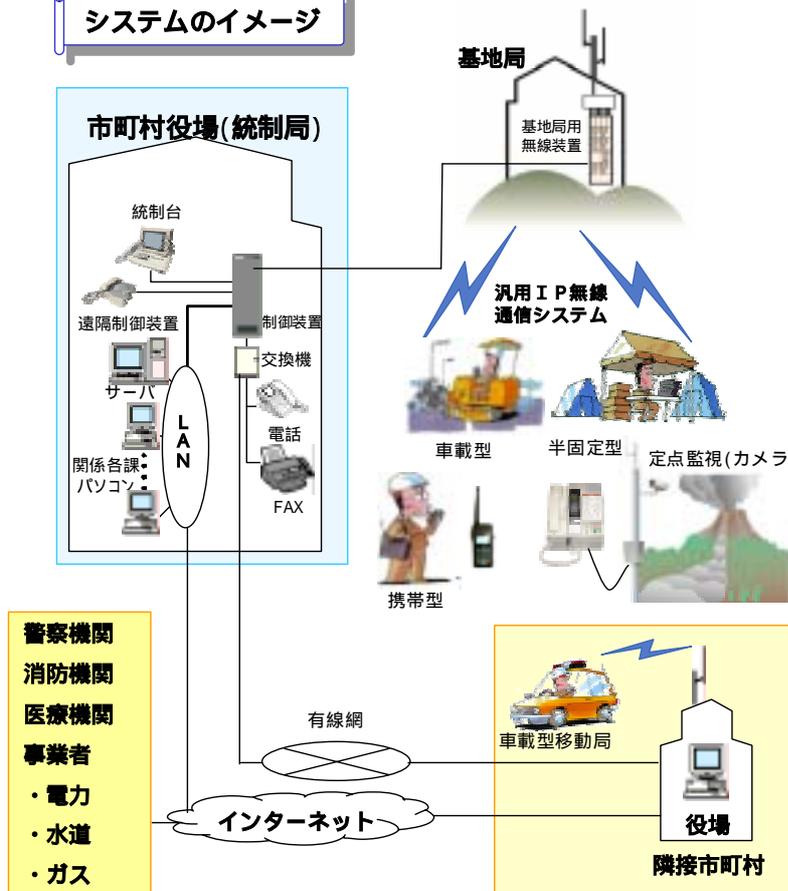


(高機能化)

汎用IP無線は、高速データ通信、モバイルネットワークアクセスやリレー中継機能など、自営移動通信におけるデータ通信の高速化・高度化が図られることから、これまでにない新たな電波利用システムの実現が期待されます。

# 汎用IP無線通信システム (防災行政無線)

## システムのイメージ



## 導入のメリット

### データ通信

パソコンで電子メール(文書・画像・データ伝送)



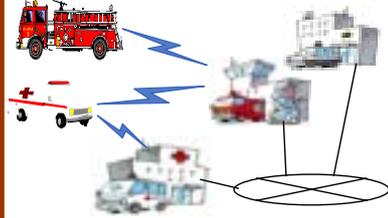
### 他自治体との通信

隣接市町村等との応援通信



### 防災機関との通信

救急・消防等防災機関との通信



インターネット接続(無線のIP化)

システムの構築及び維持経費が安価  
通信エリアの拡大が容易で安価



2. 汎用IP無線システムに対する期待についてお尋ねします。

汎用IP無線システムは、インターネットやイントラネットに容易に接続できるとともに、インターネット等で行われている多様な通信や高度な機能等を実現することができます。

貴自治体において、行政事務の効率化及び住民サービスの向上等の観点から、これらの通信機能等はどのように役立つと思われますか。(別添の「参考資料」参照)

(1) 汎用IP無線システムでは、出先(現場)と事務所の間で、文字伝送、画像伝送及びデータファイル伝送等の電子メール機能の利用が可能になりますが、どの程度役立つと思いますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

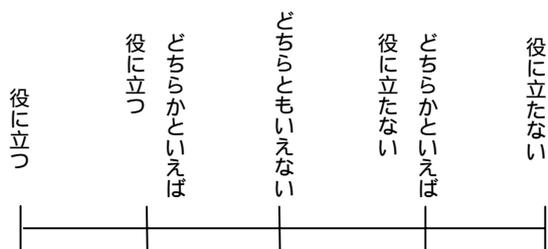
(回答)



具体的利用例

(2) 汎用IP無線システムでは、インターネットを介して、出先(車載無線等)から周波数が異なる救急・消防、県、他の市町村及び関係機関等の無線局(車載等)との通信(音声・データ)が実現しますが、どの程度役立つと思いますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

(回答)



具体的利用例

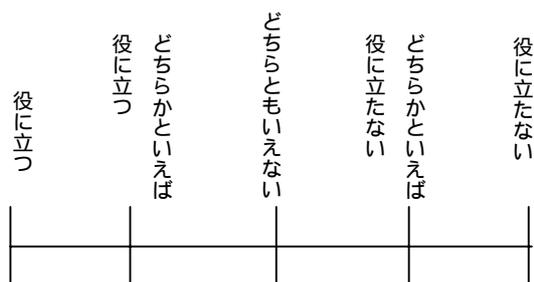
(3) 汎用IP無線システムでは、インターネットを介して、出先(車載無線等)から周波数が異なる民間の企業や事業者等の無線局(車載等)との通信(音声・データ)が可能になりますが、どのような業務等に役立つと考えられますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

相手方(業種等)
通信の内容
利用例

(4) 汎用IP無線システムに接続したパソコン等から、インターネット(イントラネット)を介して、貴自治体の行政(コンピュータ)システムへの接続が可能になりますが、どのようなシステムとの接続(利用例)が考えられますか。また、どの程度役に立つと思いますか。

(回答)

具体的利用例
--------



(5) 防災行政用に限らず、貴自治体の行政事務全般において、汎用IP無線システムの活用アイデアがありましたら、そのイメージ等について、ご自由に記載ください。

(回答)


(回答欄が不足する場合は、別紙に記載してください。)

3. 今後の汎用 IP 無線システムの研究・開発の参考とさせて頂くため、次の事項についてお尋ねします。

防災行政無線システムについてお尋ねします。

- (1) 防災行政無線システムの導入又は更新を検討されていますか。  
3年以内の導入又は更新を目標に検討している。  
中長期(4年以上)での導入又は更新を検討している。  
当面、導入又は更新の計画は無い。

(回答)

- (2) 上記で、 とお答えの方にお尋ねします。導入又は更新を検討されているシステムは何ですか。

市町村デジタル移動通信システム(260MHz帯)  
デジタル同報系(60MHz帯)  
その他のシステム

(回答)

- (3) 市町村合併の構想が進んでいる自治体の方にお尋ねします。市町村合併に伴い、防災行政無線システムを整備する上でどのような課題等があるとお考えですか。

ある (回答)   
ない

課題等

防災行政無線システム以外の無線システムの導入計画について、お尋ねします

新たに無線システムの導入を検討されていますか。計画等がある場合、それは、どのような無線システムですか。

(回答)

概要

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

## 業務用無線システムに関するアンケート

会社（団体）名： .....
部 署： .....
ご氏名： .....
T E L： .....

ご回答頂いた方の部署、お名前をご記入ください。

1. 御社の業務用無線システムについてお尋ねします。

( 1 ) 御社の業種をお答え下さい。

( 回 答 )

( 2 ) 現在、御社の業務にご利用の無線システムをお答えください。また、ご利用の局数及び用途をお答えください。(複数回答可)

- |           |        |
|-----------|--------|
| M C A 無線  | タクシー無線 |
| 一般（業務用）無線 | 簡易無線   |
| その他の無線（   | ）      |

( 回 答 )

番号	無線局数	用途

( 3 ) 現在の業務用無線システムで、ご利用されているデータ通信（非音声通信）をお答えください。(複数回答可)

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 文字伝送（メール等）        | 画像伝送（デジタルカメラ等の画像） |
| データファイルの伝送（顧客一覧等） | その他（              |
| 利用していない（音声通話のみ）   | ）                 |

( 回 答 )

番号	
----	--

( 4 ) 業務用無線システムで、どのようなデータ通信（非音声通信）が利用できると、業務の遂行等に有効とお考えですか、次の中からお答えください(複数回答可)

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 文字伝送（メール等）         | 画像伝送（デジタルカメラ等の画像）      |
| データファイルの伝送（被災者一覧等） | 測定データの伝送（料金メータ、風速、水位等） |
| 動画伝送（TVカメラの映像）     | その他（                   |
|                    | ）                      |

( 回 答 )

番号	
----	--

2. 汎用IP無線システムに対する期待についてお尋ねします。

汎用IP無線システムは、インターネットやイントラネットに容易に接続できるとともに、インターネット等で行われている多様な通信や高度な機能等を実現することができます。

御社において、事業の運営や業務の効率化等の観点から、これらの通信機能等をどのように役立てられると思われますか。(別添の「参考資料」参照)

(1) 汎用IP無線システムでは、出先(現場)と事業所の間で、文字伝送、画像伝送及びデータファイル伝送等の電子メール機能の利用が可能になりますが、どの程度役立つと思いますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

(回答)	役に立つ	どちらかといえば役に立つ	どちらともいえない	どちらかといえば役に立たない	役に立たない	
文字伝送(メール等)	-----					印またはご記入下さい。
画像伝送(デジカメの画像等)	-----					
データファイルの伝送	-----					

具体的利用例

(2) 汎用IP無線システムでは、インターネットを介して、自社の無線局(車載等)から周波数が異なる他事業所、他社、自治体及び公共機関等の無線局(車載等)との通信(音声・データ)が実現しますが、どの程度役立つと思いますか。また、具体的にどのような利用が考えられますか。

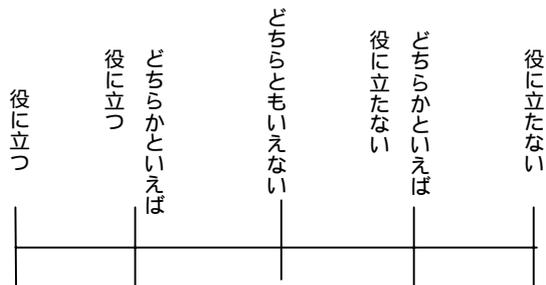
(回答)	役に立つ	どちらかといえば役に立つ	どちらともいえない	どちらかといえば役に立たない	役に立たない
	-----				

具体的利用例

(3) 汎用IP無線システムでは、これに接続したパソコン等から、インターネットやイントラネットを介して、自社又は他社の事業運営等(コンピュータ)システムへの接続が実現しますが、どのようなシステムとの接続(利用例)が考えられますか。また、事業の運営等にどの程度役に立つと思いますか。

(回答)

具体的利用例



(4) 貴社の事業運営等に関わらず、汎用IP無線通信システムの活用のアイデアがありましたら、そのイメージ等について、ご自由に記載ください。

(回答)

Blank area for writing ideas and images regarding the use of the system.

3. 今後の汎用IP無線システムの研究・開発の参考とさせて頂くため、次の事項について、お尋ねします。

(1) 新たな無線システムの導入又は現在の無線システムの更新を検討されていますか。

- 3年以内を目標に導入又は更新を検討している。
- 中長期(4年以上)での導入又は更新を検討している。
- 当面、計画は無い。

(回答)

Blank box for the answer to question 1.

(2) 上記で、とお答えの方にお尋ねします。導入又は更新を検討されているシステムは何ですか。

(回 答)

(3) 無線システムを他社と共同で導入・整備し、共同で利用する構想(計画)がありますか。共同利用する場合、どのような課題等を想定されていますか。

計画がある

構想がある

構想も計画もない

回答

課題等


質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

## 資料2 市町村デジタル移動通信系の周波数等の割当てについて

### (1) 周波数割当て

A 周波数の割当てについて、次によりあらかじめ各市町村に対する使用計画を作成し、これに従って行うものとする。

(A) 原則として1の市町村のエリアを1ゾーンとすること。ただし、複数の市町村を1の統制局（1又は複数の基地局に対して、回線統制の機能を有するもの。）でカバーする場合は、当該統制局がカバーするエリアを1ゾーンとすること。

(B) 16ゾーン構成による周波数繰り返しを基本とすること。

(C) 所要C/N(21db)を満足する場合は、同一周波数の繰り返し割当てを行い、周波数の有効利用を図ること。

### (2) 周波数の指定

#### A 基地局

##### (A) 通話用周波数

##### a 周波数の数

下表の陸上移動局数に対応する周波数の数を指定すること。

開設する陸上移動局数	基地局に指定する周波数の数
39局以下	1
40～175局	2
176～339局	3
340～517局	4
518～703局	5
704～894局	6
895局以上	7

注1：開設する陸上移動局数は、免許の有効期間中において開設が予定される局数を含めた陸上移動局数とする。

2：複数スロットを使用したデータ伝送等により通信トラフィックが増加する場合等には、開設する陸上移動局数に対応する周波数の数を超えて割り当てることができる。

##### b 周波数の指定方法

原則として高群の通話用周波数よりaによる周波数の数を指定する。この場合、1の周波数ブロックから低い周波数より順次指定すること。

##### (B) 一斉通報用周波数

1の市町村に1の一斉通報周波数を指定することができる。

##### (C) 直接通信用周波数

直接通信用周波数のみを用いて通信路を構成する場合、基地局用周波数として直接通信用周波数の全てを割り当てることができる。

#### B 陸上移動局

低群の通話用周波数及び直接通信用周波数の全てを指定するものとする。ただし、

通信統制を行うことが可能な陸上移動局に指定する周波数については、基地局に指定する通話用周波数の数に準じること。

C 陸上移動中継局

低群及び高群の通話用周波数から通信構成上必要となる周波数を指定する。なお、指定する周波数の数について、高群若しくは低群の周波数は基地局に指定する通話用周波数の数に準じること。ただし、指定する周波数の数は最大2波とすること。

(3) 電波の型式

A 基地局

G7Wとする。ただし、直接通信用周波数を指定する場合は、G1C、G1D、G1E、G1F又はG7W(複数スロットを同時に使用する場合に限る。)とする。

B 陸上移動局

G1C、G1D、G1E、G1F又はG7W(複数スロットを同時に使用する場合に限る。)とする。

C 陸上移動中継局

G7Wとする。

### 資料3

#### 「平成15年度 汎用IP無線通信システムに関する研究会」 開 催 趣 旨

北陸管内の無線局数は、平成15年3月末には185万局を超え、平成元年に比べ10倍を超えています。こうした中、無線局全体に占める携帯電話の割合が9割を超える一方で、自営無線の無線局数は減少傾向にあります。これは、携帯電話の利便性の高さを反映しているものと考えられますが、非常災害時における通信の輻輳等の問題を考慮すると、無線通信の利用が携帯電話に過度に集中することは地域の情報通信基盤の脆弱性につながりかねないとの懸念もあります。

自営無線は、国、地方公共団体、公益事業の公共業務用やタクシー、運輸等の一般業務用等に広く使用され、地域社会の発展と安全の確保に大きな役割を果たすとともに、これら電波利用ニーズの増大に応えるため、デジタル化やナロー化により電波の有効利用が図られてきました。しかし、携帯電話や無線LANが容易にインターネットアクセスやデータ通信が可能であるのに対し、音声通話を中心に発達してきた自営無線では、バスの運行情報、タクシーの位置情報などのデータ通信を行う場合、個々にシステム開発が必要となり導入コストの低廉化が困難であったり、また、コンピュータ等の情報機器を接続して簡便にデータ通信を行うことが難しいなどの課題があります。

一方、近年、無線通信技術は、一度に多くの情報を送れるデジタル変調方式や多くの利用者が通信できる多元アクセス方式、通信状態に応じて通信速度を可変する適応変調方式など高度な技術が開発され、無線LANなどで実用化が図られています。

この様な最新技術を自営無線に適用し汎用性を高めることが可能であれば、一層、電波の有効利用が促進されるとともに、自営無線の高度化と低廉化を同時に実現できることから、自営無線の一層の利用拡大が図られ、地域の情報通信基盤の多様化と信頼性の向上が期待できます。

このため、平成14年度から「汎用IP無線通信システムに関する研究会」を開催し、実証実験等を通じて自営無線におけるIP通信の有用性と実現可能性を確認した上で、実用化に当たっての課題を明らかにするとともに、その改善方策等について研究を行ってきたところです。

平成15年度は、実用化を目指す高度な自営無線（汎用IP無線通信システム）を「音声兼用」、「高速通信」及び「超高速通信」の三つのタイプに分け、14年度に明らかになった課題や改善方策の検証（実証実験）、求められる機能・性能及びサービスモデル等について研究することを目的に、引き続き研究会を開催するものです。

平成15年6月

## 資料4

### 「平成15年度 汎用IP無線通信システムに関する研究会」

#### 開 催 要 綱

#### 1 目 的

無線通信の携帯電話への一極集中や割当周波数のひっ迫が深刻化する無線通信において、地域の情報通信基盤の多様性を確保して、信頼性の向上を図るには、IT社会に相応しい自営無線の高度化と一層の利用の拡大が急務となっている。

このため、平成14年度から「汎用IP無線通信システムに関する研究会」を開催し、実証実験等を通じて自営無線におけるIP通信の有用性と実現可能性を確認した上で、実用化に当たっての課題を明らかにするとともに、その改善方策等について研究を行ってきたところである。

平成15年度は、実用化を目指す高度な自営無線システム（汎用IP無線通信システム）を「音声兼用」、「高速通信」及び「超高速通信」の三つのタイプに分け、14年度に明らかになった課題の改善方策とその検証（実証実験）、求められる機能・性能及びサービスモデル等について研究することを目的に研究会を開催する。

#### 2 名 称

この研究会の名称は、「平成15年度 汎用IP無線通信システムに関する研究会」とする。

#### 3 検討事項

研究会は、上記の目的を達成するために次の研究を行う。

- (1) 音声兼用タイプシステムの早期実用化に向けた研究
- (2) 高速通信タイプの実証システム構築に向けた研究
- (3) 超高速通信タイプに求められる機能等の研究
- (4) その他、実用化に向けた課題と方策の検討

#### 4 組 織

- (1) 本研究会は、北陸総合通信局長の委嘱を受けた委員により構成する。
- (2) 座長は、構成委員の互選により選出する。
- (3) 副座長は、座長が指名する。

#### 5 運 営

- (1) 本研究会は、座長が招集し、主宰する。
- (2) 副座長は、座長を補佐し、座長不在の場合は座長の職務を代行する。
- (2) 本研究会の運営に関して必要な事項は、研究会において定める。

#### 6 開催期間

平成15年6月から平成16年3月までとする。

#### 7 事務局

本研究会の事務局は、北陸総合通信局無線通信部航空海上課が行う。

## 資料5

### 「汎用IP無線通信システムに関する研究会」構成員名簿

(敬称略、順不同)

#### 【座長】

大洞 喜正 金沢工業大学工学部情報工学科教授

#### 【副座長】

丹 康雄 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科助教授

#### 【委員】

坂中 靖志 石川県企画開発部情報政策課長

藤谷 忠安 北陸経済連合会専務理事(第1回まで)

荒木 哲也 北陸経済連合会専務理事(第2回から)

河合 成海 北陸電力株式会社情報通信部長

自営無線ユーザ協会北陸・信越支部長

竹嶋 英幸 財団法人近畿移動無線センター北陸事務所長

野路 光男 社団法人北陸自動車無線協会会長

田中 憲治 社団法人全国陸上無線協会北陸支部長

細野 昭雄 株式会社アイ・オー・データ機器代表取締役社長

中川 郁夫 株式会社インテック・ネットコア取締役CSO

清森 洋祐 株式会社東芝北陸支社長

坂井 俊夫 日本電気株式会社北陸支社長

西村 正 富士通株式会社北陸支社長

永見 英弘 松下電器産業株式会社北陸支店長

安齋 雄二 三菱電機株式会社北陸支社長

横山 博司 株式会社日立国際電気北陸支店支店長代理

八木 義男 総合通信基盤局電波部電波政策課周波数調整官(第1回まで)

中村 治幸 総合通信基盤局電波部電波政策課周波数調整官(第2回から)

藤瀬 雅行 独立行政法人通信総合研究所無線通信部門

横須賀無線通信研究センター研究主管

## 資料6

### 「平成15年度 汎用IP無線通信システムに関する研究会」開催状況

- 1 第1回（平成15年6月25日（木） 於：北陸総合通信局会議室）  
議題
  - 1 開催趣旨の確認及び開催要綱の承認等
  - 2 座長の選出、副座長の指名
  - 3 平成15年度汎用IP無線通信システムに関する研究概要
  - 4 最新の電波利用技術の動向  
デジタルMCA無線システムの動向  
CRLでの取組状況
  
- 2 第2回（平成15年9月18日（木） 於：北陸総合通信局会議室）  
議題
  - 1 研究計画及び研究事項について
  - 2 ニーズ等調査の実施について
  - 3 公開実証実験の実施について
  - 4 最新の電波利用技術の動向  
(社)全国陸上無線協会における新世代自営移動通信システムの研究概要
  
- 3 第3回（平成16年1月29日（木） 於：北陸総合通信局会議室）  
議題
  - 1 報告書案（骨子）について
  - 2 研究の進捗状況について
  - 3 公開実証実験の実施について
  
- 4 公開通信実験（平成16年2月25日（水） 於：石川ハイテク交流センター）  
公開実験
  - 1 高速データ伝送の実験
  - 2 モバイルインターネットアクセス実験
  
- 5 第4回（平成16年3月12日（金） 於：北陸総合通信局会議室）  
議題
  - 1 報告書（案）について
  - 2 最新の電波利用の動向について

平成16年3月

汎用IP無線通信システムに関する研究会報告書

発 行 総務省 北陸総合通信局

連絡先 総務省 北陸総合通信局  
無線通信部航空海上課  
〒920-8795 金沢市広坂2 - 2 - 6 0  
TEL 076-233-4450 FAX 076-233-4489