

## 電波有効利用方策委員会からの検討課題に対する回答（案）

### 1 自営通信グループ……………資料 2022-VU 作 6-2-1

- (1) システム分類の共有化や統合化の検討を行うに当たり作成した広帯域と狭帯域、QoS の要否、遅延の有無等、所要の要因をマトリックス化した整理資料を提出すること。なお、資料については、どのような観点から共有化や統合化の検討を行ったか分かるように作成すること。
- (2) 防災関係の現状（現在使用している周波数帯及びその用途）及び本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由を具体的かつ網羅的に説明した資料を提出すること
- (3) VHF/UHF 帯は、周波数特性上、移動用途を優先的に考える周波数帯であることから、移動系のニーズに絞り検討すること。
- (4) 非常時は、安心・安全の用途を優先し、平時はそれ以外の用途も使用可能とすることにより、平時を含めた有効利用を図り、かつなるべく多くの用途を実現する方向で、望ましい運営主体や適切な運用の在り方も含め、検討し、その結果の資料を提出すること。そのためには、共同利用型であることが前提条件。

### 2 放送グループ……………資料 2022-VU 作 6-2-2

同一地域内の所要チャンネル数が客観的に判断できる資料を提出すること。

### 3 VHF 帯共用検討グループ……………資料 2022-VU 作 6-2-3

- (1) 検討に当たっては、限られた帯域（VHF 帯のハイバンドにおいて、 $30\pm 5\text{MHz}$  幅）を如何に使うかという観点から、例えば、防災等の安心・安全用途といった包括的な目的のために、トータルとしてどの程度周波数が必要なのか、技術、方式等による周波数的な重複が発生しないよう検討すること。（自営通信グループ）
- (2) 検討に当たっては、限られた帯域（VHF 帯のローバンド  $18\text{MHz}$  幅を含む  $30\pm 5\text{MHz}$  幅）を如何に使うかという観点から、放送用途といった包括的な目的のために、トータルとしてどの程度周波数が必要なのか、技術、方式等による周波数的な重複が発生しないよう検討すること。（放送グループ）

#### **4 ITSグループ……………資料 2022-VU 作 6-2-4**

- (1) 情報量（送信ビットレート）と事故の減少効果との関係が理解できる資料を提出すること。
- (2) 将来の導入台数や誤り訂正等の数字が現実的な数字なのか。客観的に判断できる資料を提出すること。
- (3) DSRC 等の既存システムとの棲み分けについて整理した資料を提出すること。

#### **5 電気通信グループ……………資料 2022-VU 作 6-2-5**

上り／下り別トラヒックの客観的なデータと今後の需要予測の資料を提出すること。

#### **6 UHF 帯共用検討グループ……………資料 2022-VU 作 6-2-6**

- (1) 電気通信システムとの共用可能性について検討し、その結果の資料を提出すること。（ITSグループ）
- (2) ITS システムとの共用可能性について検討し、その結果の資料を提出すること。（電気通信グループ）

情報通信審議会 情報通信技術分科会  
電波有効利用方策委員会  
VHF/UHF帯電波有効利用作業班  
第6回 作業班会合資料

# 自営通信グループに課せられた検討課題 回 答

自営通信グループ

# 自営通信グループに課せられた検討課題 回答

## 検討課題(1):

システム分類の共有化や統合化の検討を行うに当たり作成した広帯域と狭帯域、QoSの要否、遅延の有無等、所要の要因をマトリックス化した整理資料を提出すること。なお、資料については、どのような観点から共有化や統合化の検討を行ったか分かるように作成すること。

## 検討課題(2):

防災関係の現状(現在使用している周波数帯及びその用途)及び本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由を具体的かつ網羅的に説明した資料を提出すること。

## 検討課題(3):

VHF/UHF帯は、周波数特性上、移動用途を優先的に考える周波数帯であることから、移動系のニーズに絞り検討すること。

## 検討課題(4):

非常時は、安心・安全の用途を優先し、平時はそれ以外の用途も使用可能とすることにより、平時を含めた有効利用を図り、かつなるべく多くの用途を実現する方向で、望ましい運営主体や適切な運用の在り方も含め、検討し、その結果の資料を提出すること。そのためには、共同利用型であることが前提条件。

## 検討課題(5):

検討に当たっては、限られた帯域(VHF帯のハイバンドにおいて、 $30 \pm 5$ MHz幅)を如何に使うかという観点から、例えば、防災等の安心・安全用途といった包括的な目的のために、トータルとしてどの程度周波数が必要なのか、技術、方式等による周波数的な重複が発生しないよう検討すること。

# 検討課題（１）：類型化システムにおける所要要因・技術項目－①

■ 分類の観点：想定周波数帯及び広帯域/狭帯域系システムによる大分類(縦軸)－所要要因ほか(横軸)

類型化状況レベル：～ 2/9第5回委員会ヒアリング時状況

項番 (No.)	類型化システム名称	周波 数帯域	必要周波 数帯域幅 (MHz)	周波数間隔	通信方式	変調方式 (想定例)	主たる利用対象	遅延の 許容	安心・安全 関連	QoS 要否	実用化 時期	備考 (参考)
<b>1. VHF(H)広帯域系システム</b>												
1	公共業務用ブロードバンド無線システム	VHF(H)	52	5, 10 MHz	1対1 1対多	OFDM等	公共業務用 データ・画像伝送及び IPネットワークとの連携 (警察庁、国交省、消防庁、 各種自治体、公共保安機関他)	1秒以上 の遅延 は、無きも のとする	該当	必須	2011年 以降	
6	ルーラル地域向けブロードバンド無線アクセス		6	6 MHz	1対多	OFDM等	デジタルデバインド対策	可	該当	必要	2011年 以降	他業務を 優先させる
2	公共安全災害救助用通信システム	VHF(H) 又はUHF	24	～150KHz	1対多	シングルキャ リア多値 変調	各機関(国、県、地方自治体等)、および公共企業(電力、鉄道等)における防災ネットワークの高度化	音声：否 データ/画 像：可	該当	必要	複数メーカー により開発中	UHFにおいて 国際的な周波 数整合性あり
<b>2. VHF(H)狭帯域系システム</b>												
4	防災監視・災害予防・防犯・地域振興・スポーツ振興・ホビーのための多用途情報伝達及びデータ収集又はテレコントロールシステム	VHF(H)	5.5	6.25 KHz 12.5 KHz	同報 単信	$\pi/4$ -QPSK RZSSB 4FSK FM	・町内会、自治会の情報伝達 ・スポーツ用途 ・防災監視データ ・データ通信(低速画像等) ・ラジコン等のテレコントロール ・火災報機等のデータ	音声：否 データ： 若干秒 可	防災監視、 災害予防、 防犯のため の国民によ る国民のた めの通信・ 情報共有	緩やかに 要	規格策定 後速やか	
8	狭帯域業務用無線		6	12.5 KHz	複信	4FSK	公共業務 一般業務	音声：否 データ/ 画像：可	該当	要	現時点で 導入可能	
9	センサーネットワーク		3.15	25 kHz最大	半複信	FSK,DSSS QPSK $\pi/4$ -QPSK ASK BPSK	1.事務・業務サービス(ex.電気・ガス・水道の自動検針) 2.防犯・セキュリティサービス(ex.セキュリティ通報、位置検出) 3.医療・福祉サービス 4.交通サービス 5.環境保全サービス 6.防災・災害対策サービス(ex.火災報知機)	アプリケー ションによ り可否	該当	要 (端末数 により通 信遅延発 生)	2009年度～ (当該周波数 では、2011年 度以降)	
13	業務用無線統合プラットフォームと業務用無線に適した網運営を導入したシステム		12.5 (=6.25X2)	6.25 kHz (6.25X2) kHz (6.25X4) kHz	複信 同報	RZ SSB $\pi/4$ -QPSK	公共業務 一般業務	音声：否 データ/ 画像：可	安心・安全 を支えるラ イフライン として寄与	要	2011年 以降	

## 検討課題（１）：類型化システムにおける所要要因・技術項目－②

項番 (No.)	類型化システム名称	周波 数帯域	必要周波 数帯域幅 (MHz)	周波数間隔	通信方式	変調方式 (想定例)	主たる利用対象	遅延の 許容	安心・安全 関連	QoS 要否	実用化 時期	備考 (参考)
<b>3. VHF(H)/UHF帯狭帯域系システム</b>												
10	列車運転無線制御システム	VHF(H) 又はUHF	2 (VHF) 3 (UHF)	25 kHz	複信	$\pi/4$ -QPSK	公共業務 鉄道事業、列車運転に直接利用	全データ 伝送：否	該当	要	導入計画有 (当該周波数 では、2011年 度以降)	VHF(H)で 共用検討
<b>4. UHF帯狭帯域系システム</b>												
11	800MHz帯デジタルMCAシステムの周波数移行対応	UHF	10	25 kHz	単信、複信 半複信 グループ通信 一斉通信 個別通信	$\pi/4$ -QPSK	・陸上運輸、製造販売、土木建設等 ・地方自治体での防災・防犯利用、地域 住民等への通信連絡用 ・バスロケ、タクシー配車システム ・一般企業等での危機管理利用	否	該当	要	2012年 以降	900MHz帯 とのペア
<b>5. UHF帯広帯域系システム</b>												
3	防犯・防災・災害・観測用映像伝送システム	UHF	6	検討中	1対1 1対多	OFDM等	火災報知機 無人ヘリコプタ UAV	音声：否データ /画像：可（但 し機体制御系、 火災映像等リアル タイム性の要 求される物は 否）	該当	必須	2011年 以降	VHF(H)で 共用検討
5	放送及び業務用映像・音声伝送システム		36	占有周波数幅 に応じて、 432kHz～ 18MHz間隔	1対1 1対多	OFDM,QAM, 8PSK等	災害、事故、事件現場からの取材映像、 ロードレース等のスポーツ中継映像・音 声、一般場組の中継映像・音声、送り返 し音声の伝送	無	該当	必須	2011年 以降	
7	マイクロセル基地局へのエントランス 無線システム		20	5MHz,10MHz	1対1 1対多	OFDM等	電気通信業務、公共業務等 PHS,無線LAN、無線アクセス等の マイクロセル用エントランス	音声：否 データ/ 画像：可	非該当 (経済性、デジ タルハイト解 消等を目的)	要	規格策定 後速やか	
12	周波数共用型の高信頼性 ブロードバンド・ワイヤレス・システム		10MHzmin (40MHzmax)	基本チャネル 5MHz	Mesh前提 OFDMA 又はTDMA	MIMO-OFDM	産業(工場)システム 社会インフラシステム 医療(病院)システム	QoS- Class 依存	安全規制 関連あり	要	2012年 以降	MIMO- Mesh方式
14	ラジオ放送用STL/TTL装置		0.4	0.2	1対1	64QAM等	移行を求められている現行ラジオ放 送用950MHz帯音声STL/TTLの代 替として、海上・長距離伝搬に使用	無	該当	必須	2011年 以降	
15	公共業務用映像伝送システム		18	検討中	1対1 1対多	OFDM等	公共業務用		該当	必須	2011年 以降	VHF(H)で 共用検討
<b>6. その他</b>												
16	デジタルラジオ用STL/TTL装置	注1)	最大52MHz	3, 4, 6MHz等、地 上デジタル音声放 送に準拠	1対1	OFDM	地上デジタル音声放送番組を演奏所 から放送所へ、放送所から放送所 へ伝送する固定回線に使用	無	該当	必須	2011年 以降	

注1) No.16は、地上デジタル音声放送と同一周波数帯

## 検討課題（２）：本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由―①

- 我が国は、地震・津波等の大規模災害に加え、台風や豪雨・豪雪など、世界的にも有数の災害多発地域としての特性を有する。また、近年はテロや国際紛争の危機への迅速・適切な対応を含め、安心・安全な社会の実現に対する国民的意識が急速に高まっている。
- 災害発生時には状況に応じ、災害対策機関（警察、消防、防災、水防・輸送等のライフライン所管機関）を中心に、被災状況の把握、住民向け情報提供、避難・誘導、復旧・支援等の対応を迅速かつ効率的に行うことが重要。そのための通信手段として、陸海空、都市・山間地を問わず利用可能なシステムが必要であり、これらの機関が使用する公共業務用無線システムは不可欠なインフラとしてその役割が極めて重要となっている。また、携帯電話は災害時等での通信輻輳の課題があり、公共業務用途での専用の周波数・システムの確保が必要不可欠である。

## 検討課題（２）：本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由―②

- 災害時において必要とされる情報は、音声のみならず、詳細な被災状況、救難・応急活動の状況、避難所の状況等多岐に渡っている。その一方で、災害対策機関の多くは音声系主体の狭帯域の無線システムを中心としており、地上を移動しながらの映像伝送や現場の部隊への映像送信、高速なデータ通信等に対応した通信手段を有していない。
- このため災害関係機関等のユーザーからは、被災地と災害対策本部や関係機関相互間での迅速かつ機動的な災害情報を伝達・共有するため、移動体向けの動画伝送やIPネットワークとの親和性が高いアプリケーション等、IPをベースとしたブロードバンド無線システムの早期導入の実現に向けた強い要望が出されている。

平成19年3月19日 総務省公表 「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」最終報告書 等



## 検討課題（２）：本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由―③

- 当該システムに必要とされる具体的な性能要件としては、以下のとおりであり、実現には新たな周波数帯域の確保が必要となる。
  - (1) データ・画像情報等のリアルタイム伝送
  - (2) 災害・緊急事態発生時等における非常通信路の確保、通信の確実な接続性、高信頼性
  - (3) 都市部のみならず、ルーラル／山間部／離島等の広域エリアへのサービスの提供
  - (4) グループ通信／一斉同報通信等の公共業務用通信に必要不可欠な各種通信サービスの提供

## 検討課題（２）：本周波数帯の使用が現状に加えて必要な理由―④

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

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

(2) 既存の割当周波数は狭帯域キャリアのみで複数の周波数帯に広く離散して割り当てられており(キャリアの間に他用途の周波数が配置されている)、既存周波数のチャンネル再編による広帯域なチャンネル確保や、これによるブロードバンドサービスの実現は不可能である。

(3) 個々のシステムは周波数等の面で必要最小限のシステムであり、他のユーザーとの共同利用等は全く想定・考慮されていない。

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

## 検討課題（2）：防災行政無線の周波数割当の現状（参考1）

- 150MHz帯 ⇒ 16kHz/CH・帯域の合計約 0.5MHz



- 400MHz帯 ⇒ 8.5kHz/CH・帯域の合計約 2MHz



### ■ 現状に加えて追加割当が必要な理由

- 防災行政無線は、60/150/400/800MHzの周波数帯に約2,000のユーザー(自治体)個別にアナログシステムを運用中。必要最小限のシステムで他機関連携は考慮していない。
- 150/400MHz帯アナログシステムは、狭帯域（8.5k、16k）で他用途の無線局と周波数帯を共用 →約100MHz幅の中にチャンネルが離散し、合計しても約2.5MHz幅
- 60/800MHz帯 移動系/地域防災系システムは使用期限が定められ、順次 帯域返波中
- 警察・消防・水防・道路管理等の公共業務用システムも、全く同様の割当実態
- 既存周波数でのブロードバンド対応は不可能。また、ブロードバンド用に再編するには、他の用途のユーザーも巻き込んだ大規模な周波数の移行・再編が必要 →非現実的

## 検討課題（２）：防災行政無線の周波数割当の現状（参考２）

防災無線の利用状況は下表の通り。

周波数帯	免許人数	無線局数	送信装置数	備考
50～222MHz	4,838	74,048	12,315	陸上・防災(*1)
222～335.4MHz	57	3,488	72	陸上・防災(*1)
335.4～770MHz	4,955	79,147	9,825	陸上・防災(*1)
770～960MHz	247	(注1)32,136	(注2) 2,655	地域防災無線通信(*2)
計	10,097	188,819	24,867	

(注1) 基地局, 陸上移動中継局及び陸上移動局を合計した値

(注2) 基地局及び陸上移動中継局を合計した値

\*1: 平成17年度電波の利用状況調査の調査結果及び評価結果の概要の公表から引用

[http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060712\\_1.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2006/060712_1.html)

\*2: 平成16年度電波の利用状況調査の調査結果及び評価結果の概要の公表から引用

[http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050413\\_4.html](http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/050413_4.html)

### 検討課題（3）：移動系のニーズに絞り検討すること。

- 今回対象周波数帯の利用に当たっては、総務省主催の「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」での審議・報告書内容を踏まえた無線システムの導入を想定し、主たる利用用途としては「安心・安全」を提供するパブリックセーフティ用途の移動系無線システムとする。

## 検討課題（４）：共同利用のあり方について①

### (1) 電波の有効利用について

- 共同利用を行うことにより、有効利用の度合いを高めることができる。
  - ⇒ 帯域をユーザ毎に細切れに割り当てる必要が無いため、ユーザ間ガードバンドが不要となる。
  - ⇒ 個別にシステム構築した場合に比べ、共同利用した場合には統計多重効果（大群化効果）により、非常時などの通信トラフィック増加時で、20～30%の所要周波数帯域幅の抑制が見込まれる。
- トラフィックが少ない時間帯や地域に対しては、通信統制機能を具備することを条件に、公共機関が認める公共業務用途以外の端末の収容も考慮する。（但し、公共トラフィック増加時にはアクセスが制限される）

※ 公共業務のトラフィックは時間的・空間的に均一ではないので、次の様な有効利用策を講ずる。

<トラフィック量>

密  
疎

<空間的>

小中ゾーン  
大ゾーン

<時間的>

通信統制  
他用途への一時割当

## 検討課題（４）：共同利用のあり方について②

### (2) 実現可能性(運営イメージ等)

- 異なるシステム運用者が独自に置局した場合に、隣接帯域での周波数干渉が想定されるため、干渉を回避するためにはスペクトラムの共同管理を行う方向で検討を進める。
- 干渉を回避するためのスペクトラム共同管理スキームとして、いくつかの案が考えられるが、周波数効率やインフラ投資・運用効率の観点、さらに通信のセキュリティの観点なども踏まえ、今後関係者で検討する。
- 上位のネットワークに接続できる無線装置の場合、平時利用と非常時利用との切り替えを、上位ネットワークからの指示により行なう方法も考えられる。
- 上位のネットワークに接続できない無線装置の場合の2次利用方法として、キャリアセンス等による他システムが利用していないことを確認しての利用、通信時限タイマー等による連続通信時間制御による利用も考えられる。

## 検討課題（５）：所要周波数帯幅—①

- ① 検討経緯：これまで自営通信グループにおいては、多種多様な運用形態／利用用途が提案されており、第1回自営通信会合の段階（3/14開催）に於いて、想定される所要周波数帯域幅の累計は、割当可能な範囲を越えている状況にある。

【表 5.1 所要周波数帯域幅の累計値（試算値 単位:MHz）】

用途	所要帯域幅（MHz）
警察	31.25
消防・救急	18.75
防災・水防・道路	25
鉄道列車制御	2
センサーネットワーク	3.15
その他	24

- ② 集約状況：このような状況下、第2回会合（3/23開催）において、「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」最終報告書（報道資料：3/19付）で想定されるブロードバンド移動通信システム構想の実現に向け、VHF-H帯における周波数の使い方・所要周波数帯幅の検討を進めることを決定した。また、上記①に示す周波数所要用途を勘案し、「検討条件：35MHz幅」の条件で検討を進めているところである。
- 今後、想定される当該システム構想の課題分析を含め、電子デバイス技術、システム運用技術等を見据えて、共同利用の検討を進める必要がある。



## 検討課題（５）：所要周波数帯幅②

### 【補足説明】 ブロードバンド移動通信システムの利用形態からの分析(例)

- 今回、都市部での官公庁・自治体関連のパブリックセーフティ用途の通信トラフィックニーズ(通常時、緊急時)を基に、必要周波数を試算した。
- 個別にシステム構築した場合に比べ共同利用した場合には、ある程度のトラフィック分散が生ずることを計算に織り込むことで、非常時で20～30%の所要周波数帯域幅の抑制が見込まれる。  
(ITU-R M.1390で、非常時トラフィック集中度0.5として計算)
- 現在、公共業務用だけでも以下のような所要周波数帯域幅のニーズが見込まれている。更に公共業務に準ずるパブリックセーフティ用途での周波数需要を加えた時、VHF-H帯域の「35MHz以上」の周波数幅が必要な状況にあると分析(試算)されるため、今後の画像／データ圧縮技術やトラフィック制御技術の進歩、優先通信・統制制御、更には、置局密度の増加等を踏まえて検討を進める必要がある。

【表5.2 安全・安心に関わる想定システムにおける所要周波数帯域幅（試算値：単位MHz）】

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

## 検討課題（5）：所要周波数帯幅③

### ●集約結果：自営通信グループにおける想定システムの概要（参考図）

#### 1.4(1) 基盤技術の研究開発等の戦略的な推進

##### 重点的な取組が必要な技術① 被災現場等におけるブロードバンド移動通信システム

###### 概要

2011年度までに、被災現場等における災害対策・救援用のブロードバンド移動通信システムを実用化。

###### 対応ニーズ

###### 対策機関等によるブロードバンド移動通信（機関間等の相互通信も可）

- ・現状では、防災関係機関においては、独自に構築した自営無線システムを運用している。いずれも、狭帯域・音声ベースのシステム。
- ・機関相互間においては、共通・共同で利用できるシステムがなく、個々のシステムに装備した防災相互通信波（共通チャンネル）を用いた相互通信となっている。

###### 【現状の課題】

- ・狭帯域でデータ通信機能が十分とはいえず、被災現場では映像ベースの情報共有ができない。
- ・共通チャンネルは限られており、また、全ての無線機に装備されているとは限らないので、必要に応じて、携帯電話等で補完的に連絡を取り合うこと等が必要。
- ・重量、寸法が大きく携帯しづらい。また、消費電力が大きく長時間の使用に制約がある。
- ・高コストなため、サービスエリアの拡張やシステム更新等に柔軟に対応できない。

検討

###### 【到達目標】

- ・現状の課題等を明らかにし、被災現場等におけるブロードバンド移動通信システムを実用可能にする。

###### 目標性能・要求条件

- (1) 伝送速度 モバイル環境下で、音声・データ動画伝送可能。(数十kbps～十数Mbps程度)
- (2) 安定性 災害・緊急事態発生時下でも輻輳せず安定通信。
- (3) 共通・共同利用 災害対策機関の共通・共同利用。(機関内通信としても利用)
- (4) カバーエリア 郊外、山間部、離島まで全国を広域にカバー。
- (5) 簡便性 1対多の一斉同報通信可能。
- (6) 迅速性 緊急通信においては遅延が生じない。
- (7) 優先制御 共同利用型システムであることから、緊急性・ユーザレベルに応じて優先制御や通信時間制限がなされる。
- (8) 利用形態 基地局-端末間の1対多通信を主にしつつ、用途に応じて1対1通信、エリア外の通信手段としての端末間直接通信

●運用イメージ



###### ロードマップ

- ・2011年度までに被災現場等における災害対策・救援用のブロードバンド移動通信システムを実用化するため、総務省において、2007年度より、所要の検討を実施する。



6

その他の重点的な取組が必要な技術：センサーネットのアプリケーション検討を含む

- 出典：「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」最終報告書（報道資料：3月19日公表）
- [http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070319\\_3\\_bs1.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2007/pdf/070319_3_bs1.pdf)

# 放送グループの検討状況



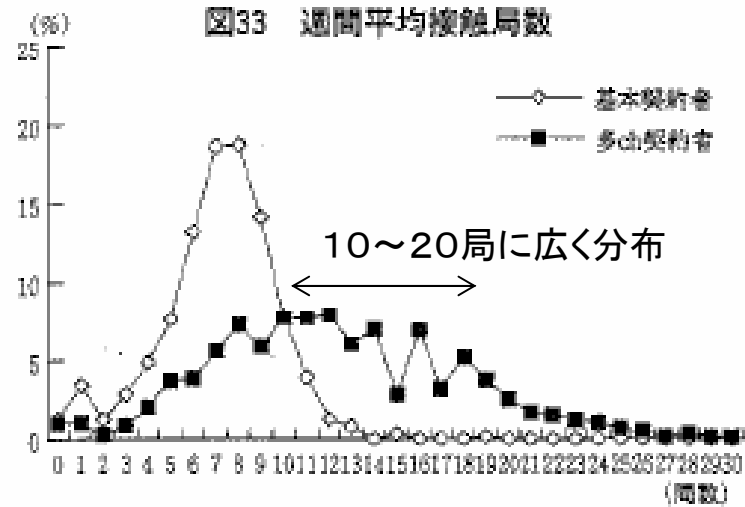
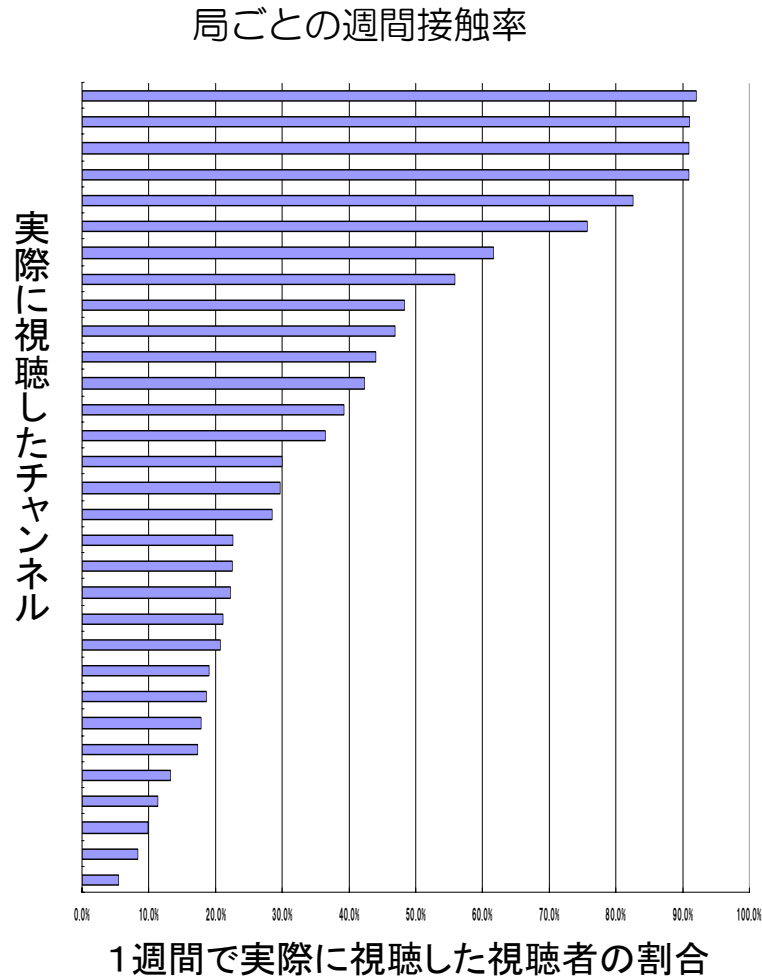
検討課題： 同一地域内の所要チャンネル数が客観的に判断できる資料を提出すること

2007. 3. 28

放送グループ

# ユーザーニーズ調査結果

(NHK調査)



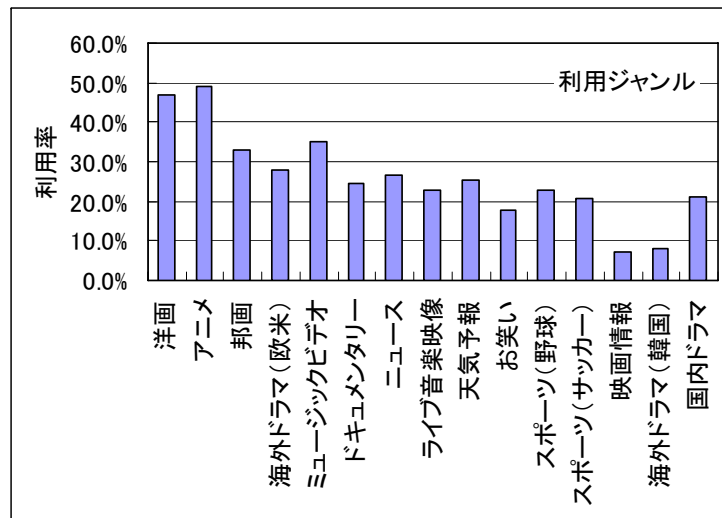
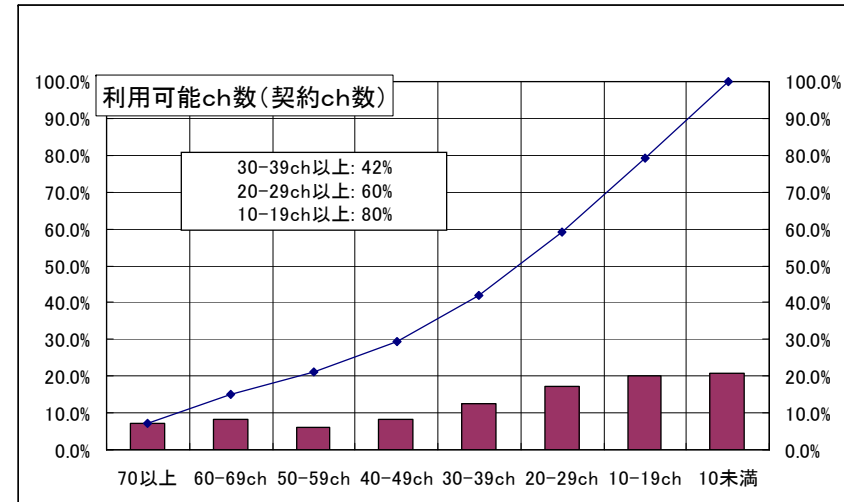
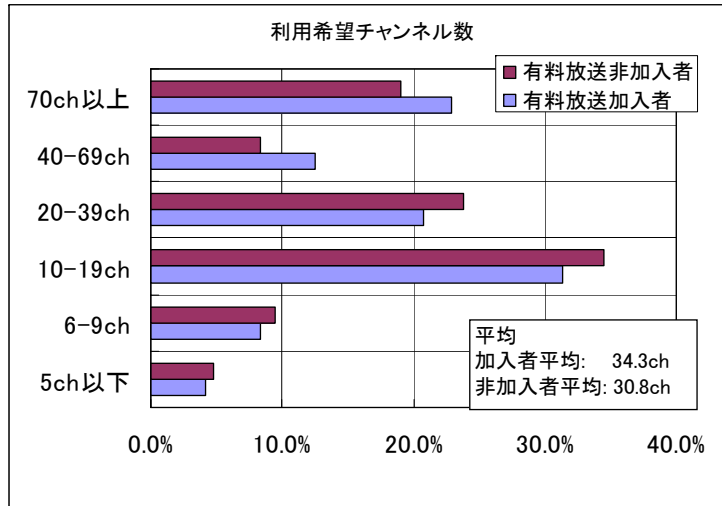
1割以上の視聴者が1週間で28チャンネルに接触。  
また、1人の視聴者が1週間のうち実際に見たチャンネル数は、

- ・ 基本契約者は8局前後に集中
- ・ 多チャンネル契約者は10~20局に広く分布

多チャンネル化により、視聴行動が変化することから、視聴者の多チャンネル化に対する潜在的ニーズはある。

# ユーザーニーズ調査結果

(伊藤忠・フジテレビジョン調査)



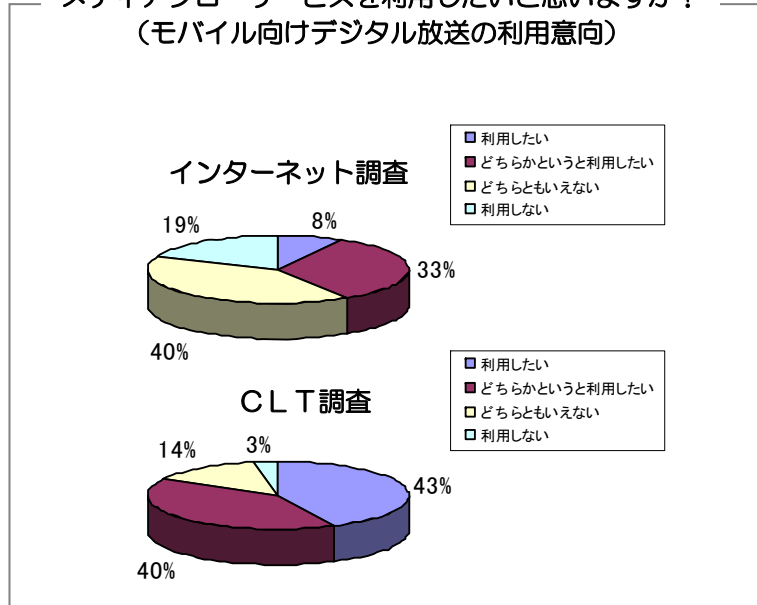
多チャンネルテレビサービスに対する市場調査結果より、契約者あたりのニーズは約20~30チャンネル以上。  
嗜好ジャンルは10以上と幅広く分布している。

(スカイパーフェクトコミュニケーション資料より)

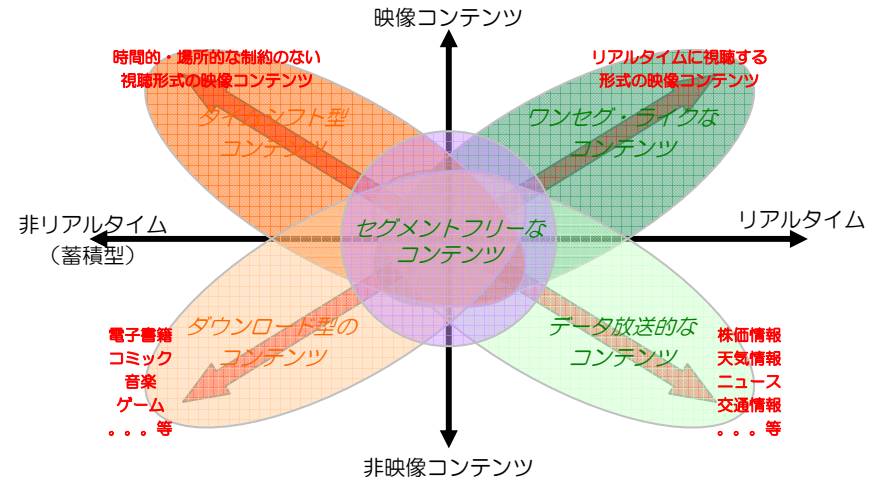
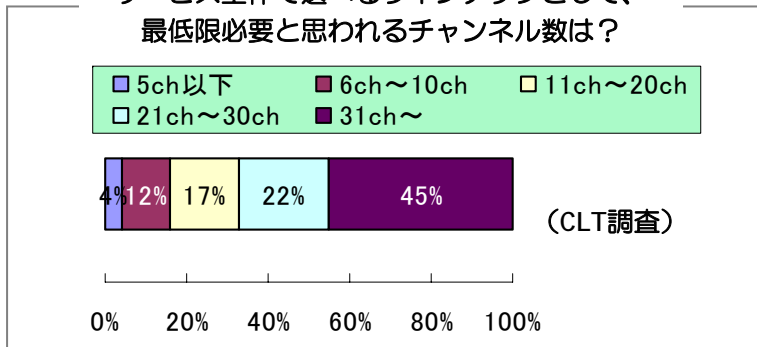
# ユーザーニーズ調査結果

(メディアフロージャパン調査)

メディアフローサービスを利用したいと思いますか？  
(モバイル向けデジタル放送の利用意向)



サービス全体で選べるラインナップとして、  
最低限必要と思われるチャンネル数は？



- 今回の調査では、一個人としての多チャンネル視聴ニーズとしては、いずれも20~30チャンネル程度は潜在的に存在しているとの結果が読み取れる。
- デモグラフィックによるマーケットセグメントや、提供コンテンツに関するセグメントを考慮すると、上記のような個人の視聴ニーズを広くカバーすることにより、デジタル放送（マルチメディア放送・デジタルラジオ）の市場規模を最大化することが可能となる。
- 多様なマーケットセグメント及び提供コンテンツセグメントを考慮すると、少なくとも一個人ニーズの4~5倍程度の潜在需要を想定することが可能。
- これにより、80~150ch程度、すなわち少なくとも100ch程度のコンテンツを提供しうるだけの帯域が必要となると想定される。

# 地域情報提供のニーズ

- 非常災害時には、輻輳のない放送形態が有効
  - ◆ 既存放送局は、災害対策基本法、及び、国民保護法に基づき、都道府県知事から「指定地方公共機関」として指定されている。
- 災害状況や避難所の情報等、地域に密着したきめ細かな情報提供が必須。
  - ◆ 移動体、携帯端末向けの放送サービスは、災害時の情報提供に威力を発揮。
  - ◆ 地域の住民が、必要な情報を、いかなる状況においても提供するために、地域に密着した情報提供が必須。
- 車載端末に向けた交通情報の提供
  - ◆ 提案する放送サービスは、車載端末に向けた情報提供も視野に入れており、これらは、地域ごとに詳細な情報の提供が必須。
- 外出時のニーズに沿った街角情報の提供
  - ◆ 携帯端末に向けた、観光案内、ショッピング、食事等、地域ごとの街角情報はニーズが高い。

地域情報の提供のためには、隣接県での干渉妨害を防ぐため異なる周波数を利用することが必要。  
⇒ 同一地域で必要となる帯域幅に対し、より多くの帯域が必要となる。

# ニーズに応える具体的なサービスラインナップ例

ニュース／報道	国内外の各種ニュース (災害、政治、経済、天気等)
スポーツ	野球、サッカー、ゴルフ等
情報／ワイドショー	芸能、ファッション、グルメ、 暮らし、生活情報等
ドラマ	国内外の各種ドラマ
音楽	クラシック、ロック、ジャズ等
バラエティ	クイズ、ゲーム他各種バラエ ティ
映画	洋画、邦画
アニメ	国内外の各種アニメ、特撮等
ドキュメンタリー	歴史、自然、社会、時事等
教養	カルチャー、文化等
劇場／公演	現代・新劇、ミュージカル、ダ ンス・バレエ、落語・歌舞伎等
趣味／教育	囲碁将棋、語学講座等
：	：

- ・ 音声によるリアルタイムニュース専門チャンネル
- ・ 文字や図形を用い、電子雑誌的なニュース
- ・ 動画を用い、最新のニュースを常に放送  
(ダウンロードによる放送も効果的)
- ・ 地域に密着した詳細なニュース  
(ローカル、リアルタイム、ダウンロード)
- ・ 交通情報を中心としたリアルタイムニュース  
(車載端末に向けた情報提供、ローカル・広域)
- ・ 文字や図形を用い、音声によるニュース解説  
(トピックを選択しダウンロード)
- ・ 社会人に向けた経済ニュースや株式市況を、  
パソコン等に向けデータを利用して放送
- ・ 学生(小中学生)に向けた分かりやすいニュース  
(図形を交え社会事象をわかりやすく提示)

- ：
  - ：
  - ：
- 放送するコンテンツに応じ、音声、文字、図形、  
動画、データなどを使いわかりやすく提示。  
また、地域性、受信形態や利用シーンに即した  
コンテンツ、利用者の年齢や生活条件に応じユ  
ーザーに最も適したコンテンツを提供。

不特定多数をターゲットとする放送形態の場合、多用なラインナップを取り揃える  
ことでユーザーニーズに応える。



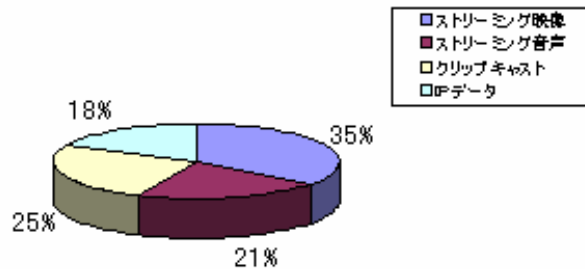
# 検討対象サービスの事業性

- 海外事例—Verizon Wireless（米国）の例
  - 3月1日よりサービスを開始
  - MTV、NBC、CBS、Fox、ESPN等がサイマル放送やタイムシフトによる番組を提供中。
  - 月額料金は\$10 - \$15程度（契約内容等に依存）

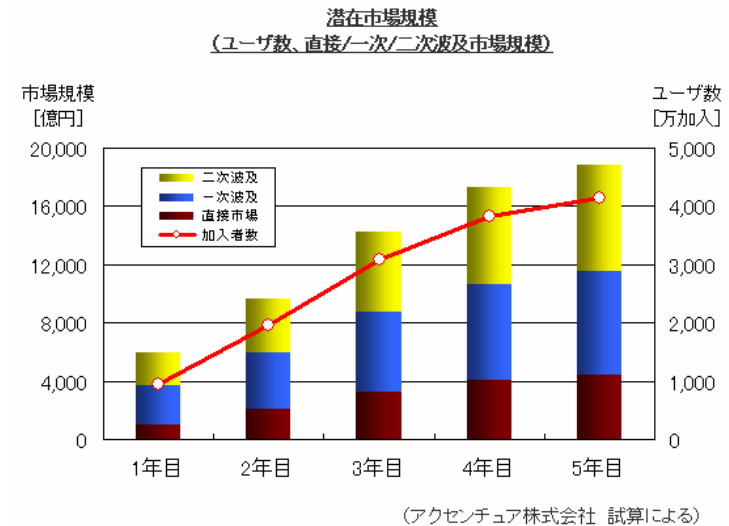
■ 放送グループで検討を進めているコンテンツの提供形態については、現行のワンセグ・3セグ的なリアルタイムの映像・音声コンテンツ配信だけではなく、蓄積配信やデータ放送等々、様々なマルチメディアコンテンツの配信を想定している。

■ メディアフロージャパン企画株式会社による調査結果をみると、必ずしも現行のワンセグ・3セグ的なリアルタイム配信だけではなく、さまざまな配信形態に対してユーザー受容性があることが判明している。

■ このようなことから、現在の検討前提となっている30MHz±5MHz（ガードバンド含む）の範囲内の工夫により、ユーザーニーズへの適用を検討することは可能と想定している。



■ メディアフロージャパン企画株式会社が行った市場調査結果（調査委託先：アクセンチュア）によると、約50種類程度のイメージ想起可能なコンテンツの中から、被験者の自由選択による10チャンネルのパッケージを選択した場合の価格受容性は約900円程度、また、その場合の潜在的な市場規模は次のような結果となった。



# 放送グループの検討結果

- 多チャンネル放送に対するユーザーニーズ調査の結果、**ユーザー1人あたり20～30種類の番組ニーズ**があることが分かった。
- 移動体・携帯端末への放送サービスであることから、よりパーソナル化、多様化のニーズがあること、また、多数のユーザーに同時にサービスする放送形態を考慮すると、**放送全体として100種類のニーズ**があると考えられる。
- 放送の公共性から災害報道は必須であり、**地域放送の実施は不可欠**である。地域放送を実施するためには、隣接地域での干渉を排除するため、より多くの周波数が必要となる。
- サービス事業性の調査結果から、潜在市場があること、また無料放送とあわせ、具体的なサービスラインナップとして**100種類のサービスを提供する事業が成立しう**ると考える。
- また、既に実用化試験放送を実施している事業者がいることや、各種企画会社が設立され、新規放送サービスの検討を進めているなど、**放送を実施したいとする事業者も複数存在**している。

ユーザーニーズに応え、多彩な情報の提供が新規メディアの普及発展に不可欠と考えるが、限られた周波数資源を有効活用し、編成・技術・運用上工夫を凝らすことにより、ユーザーの利便性を損なうことなく、可能な限り必要周波数を削減し、**35MHzの帯域幅（但しガードバンドを内側に含む）を提案**する。

VHF / UHF 帯電波有効利用作業班  
VHF 帯共用検討グループ 課題回答書

【課題】

○自営通信グループ

検討に当たっては、限られた帯域（VHF 帯のハイバンドにおいて、 $30 \pm 5\text{MHz}$  幅）を如何に使うかという観点から、例えば、防災等の安心・安全用途といった包括的な目的のために、トータルとしてどの程度周波数が必要なのか、技術、方式等による周波数的な重複が発生しないよう検討すること。

○放送グループ

検討に当たっては、限られた帯域（VHF 帯のローバンド  $18\text{MHz}$  幅を含む  $30 \pm 5\text{MHz}$  幅）を如何に使うかという観点から、放送用途といった包括的な目的のために、トータルとしてどの程度周波数が必要なのか、技術、方式等による周波数的な重複が発生しないよう検討すること。

【回答】

(1) 所要周波数帯域幅について

VHF 帯を自営通信および放送で用途を検討するとされた事を受けて、自営通信における防災等の安心・安全用途および放送用途で、それぞれ、「検討条件： $35\text{MHz}$  幅」で検討を進める。

必要周波数幅の考え方および検討状況については、自営通信グループおよび放送グループの課題回答資料 2022-VU 作 6-2-1~2 を参照。

(2) 周波数の配置について

VHF 帯のローバンド ( $18\text{MHz}$  幅) は、放送用途に使用する。

VHF 帯のハイバンド ( $52\text{MHz}$  幅) は、上記(1)項の「検討条件」を基に、 $17\text{MHz}$  幅を放送用途で、残り  $35\text{MHz}$  幅を安心・安全用途とし、ハイバンド内の各用途の周波数配置はガードバンド等の共用条件を考慮して最も周波数の有効活用が図られる配置を検討する。

(3) ガードバンドについて

・各用途間のガードバンドについては、安心・安全用途および放送用途が、それぞれの検討条件である  $35\text{MHz}$  幅帯域内に、且つ全体に最も周波数の有効活用が図られる方式等により、必要に応じてガードバンドの確保を検討する。

・また、VHF のローバンドおよびハイバンドの上下に隣接する他システムとの干渉条件も検討課題である。

・ガードバンドの検討にあたっては、参考 1~2 のように、それぞれの用途に想定される技術的なパラメーターモデルを作成し、互いの干渉状況、共用条件を検討する。

以上

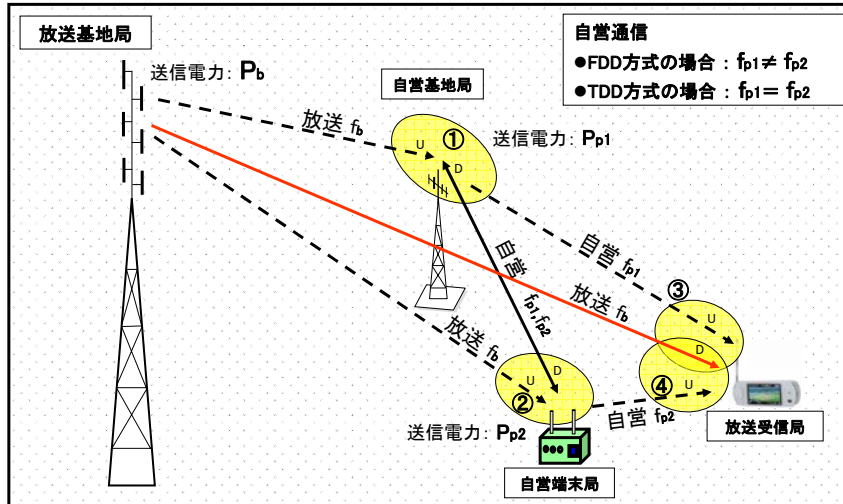
参考 1

自営通信グループにおける干渉検討資料

# 干渉検討モデルの考察

検討: 自営通信グループ

## 1. 自営通信・放送システム間の干渉モデル 想定図

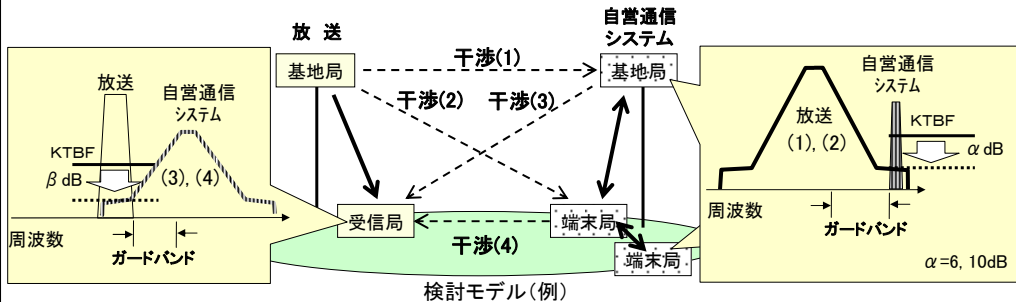


5

## 2. 干渉モデルの考え方

- 放送と自営通信システムのガードバンドを検査するにあたり、検討する干渉は下図検討モデル(例)から4種類
- 干渉要因は、与干渉局送信機雑音と被干渉局キャリアマスキングを想定(※)
- 干渉(1)、(2)は、自営通信システムの許容干渉レベルはKTBFより-6あるいは-10dB以下  
(情報通信審議会諮問第2021号の一部答申、および「広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告」から)
- 干渉(3)、(4)は、放送の許容干渉レベルはKTBFより $\beta$  dB以下
- 今後、両者及び関係者で干渉モデル・対策方法等を協議する必要有

- (1) 放送から自営通信システム基地局への干渉 (2) 放送から自営通信システム端末局への干渉  
 (3) 自営通信システム基地局から放送受信局への干渉 (4) 自営通信システム端末局から放送受信局への干渉



(※) 受信局、端末局が干渉基地局/端末局に近接する場合があるため、近接受信干渉に関わる規定の考え方についても、今後検討が必要と想定される。

6

### 3. 自営通信システム許容干渉レベル（例）

帯域幅	雑音指数 (dB)	KTBF (dBm)	許容干渉レベル (dBm/MHz)	
			$\alpha = 6\text{dB}$	$\alpha = 10\text{dB}$
6.25kHz	8	-127.9	-111.8	-115.8
12.5kHz		-125.0		
25kHz		-121.9		
1.25MHz		-104.9		
2.5MHz		-101.9		
5MHz		-98.8		
10MHz		-95.8		

●本想定システムについては、検討条件として帯域幅 1.25~10MHzを想定する。

7

### 周波数共用条件を求めるための自営システムの参考値（広帯域TDDシステム）（1/3） —情報通信審議会諮問2021号「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」に対する一部答申（H18.12.21公開）から—

#### 1.2 無線設備の技術的条件

無線設備の種類は以下のとおりと想定する。

- ① 移動局
- ② 基地局
- ③ 中継局（基地局と移動局との間の広帯域移動無線通信が不可能な場合、その中継を行う無線局。上り回線は移動局、下り回線は基地局の技術的条件を準用する）

#### (1) 送信装置

##### ア 周波数の偏差

移動局：  $2 \times 10^{-6}$  以内  
基地局：  $2 \times 10^{-6}$  以内

##### イ 占有周波数帯幅

5MHz システム： 4.5MHz 以下  
10MHz システム： 9.5MHz 以下

##### ウ 空中線電力

移動局： 200mW 以下  
基地局： 20W 以下  
（注：VHF(Hch)における移動局の送信電力は、現状、5W以下(程度)が想定される。）

##### エ 空中線電力の許容偏差

移動局： +50%、-50%  
基地局： +50%、-50%

##### オ 隣接チャネル周波電力

#### (ア) 移動局

##### ① 5MHz システム

チャネル間隔： 5MHz  
帯域幅： 4.8MHz  
許容値： 24Bm 以下

##### ② 10MHz システム

チャネル間隔： 10MHz  
帯域幅： 9.5MHz  
許容値： 0dBm 以下

#### (イ) 基地局

##### ① 5MHz システム

チャネル間隔： 5MHz  
帯域幅： 4.8MHz  
許容値： 7dBm 以下

##### ② 10MHz システム

チャネル間隔： 10MHz  
帯域幅： 9.5MHz  
許容値： 3dBm 以下

#### カ スペクトラムマスク

#### (ア) 移動局

##### ① 5MHz システム

オフセット周波数 $\Delta f$	許容値
7.5MHz 以上 8MHz 未満	$20 - 2.28 \times (\Delta f - 7.5)$ dBm/MHz 以下
8MHz 以上 17.5MHz 未満	$21 - 1.68 \times (\Delta f - 8)$ dBm/MHz 以下
17.5MHz 以上 22.5MHz 未満	-37dBm/MHz 以下

##### ② 10MHz システム

オフセット周波数 $\Delta f$	許容値
15MHz 以上 20MHz 未満	$-29 - 1.68 \times (\Delta f - 15)$ dBm/MHz 以下
20MHz 以上 25MHz 未満	-37dBm/MHz 以下

#### (イ) 基地局

##### ① 5MHz システム

オフセット周波数 $\Delta f$	許容値
7.5MHz 以上 12.5MHz 未満	$15 - 1.4 \times (\Delta f - 7.5)$ dBm/MHz 以下
12.5MHz 以上 22.5MHz 未満	-23dBm/MHz 以下

##### ② 10MHz システム

オフセット周波数 $\Delta f$	許容値
15MHz 以上 25MHz 未満	-22dBm/MHz 以下

#### キ スプリアス領域における不要輻射の強度

#### (ア) 移動局

9kHz 以上 150kHz 未満： -134Bm/kHz 以下  
150kHz 以上 30MHz 未満： -134Bm/10kHz 以下  
30MHz 以上 1000MHz 未満： -134Bm/100kHz 以下

8

周波数共用条件を求めるための自営システムの参考値（広帯域TDDシステム）（2/3）  
 一情報通信審議会諮問2021号「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」に対する一部答申（H18.12.21公開）から一

<p>1000MHz以上2505MHz未満：-134Bm/MHz以下                      2505MHz以上2630MHz未満：-97dBm/MHz以下                      2630MHz以上2655MHz未満：1.7F-43384Bm/MHz以下                      2655MHz以上2690MHz未満：-134Bm/MHz以下*</p> <p>2630MHz以上2630.5MHz未満：13.8/3.5*(f-2627)dBm/MHz以下                      2630.5MHz以上2640MHz未満：21.16/9.5*(f-2630.5)dBm/MHz以下                      2640MHz以上2655MHz未満：-97dBm/MHz以下                      2655MHz以上：-134Bm/MHz以下                      (fはMHz)</p> <p>*上記の内2535MHzから2630MHzの値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の2.5倍以上の範囲に適用する。</p> <p>(イ) 基地局                      98Hz以上150kHz未満：-134Bm/kHz以下                      150kHz以上30MHz未満：-134Bm/10kHz以下                      30MHz以上1000MHz未満：-134Bm/100kHz以下                      1000MHz以上2505MHz未満：-134Bm/MHz以下                      2505MHz以上2635MHz未満：-42dBm/MHz以下                      2635MHz以上2690MHz未満：-134Bm/MHz以下*</p> <p>2630MHz以上2634.75MHz未満：15.75*(f-2629.75)dBm/3MHz以下                      2634.75MHz以上2655MHz未満：-22dBm/MHz以下                      2655MHz以上：-134Bm/MHz以下                      (fはMHz)</p> <p>*上記の内2535MHzから2630MHzの値は、搬送波の中心周波数からシステム周波数帯幅の2.5倍以上の範囲に適用する。</p> <p>ク スプリアス領域における不要発射の強度（送信相互変調）                      (ア) 基地局                      希望波を定格出力で送信している状態において、希望波から1チャンネル及び2チャンネル離れた無変調妨害波の定格出力より30dB低い送信電力で加えた場合において発生する相互変調電力の電力が、不要発射の許容値及び隣接チャンネル漏れ電力の許容値以下であること。                      (イ) 中継局                      基地局と同様とする。</p>	<p>ケ 搬送波を送信していないときの漏れ電力                      移動局：-30dBm以下                      基地局：-30dBm以下</p> <p>コ 送信中継絶対利得                      移動局：24B以下                      基地局：17dB以下</p> <p>サ 筐体輻射                      等価面輻射電力で、4mW/MHz以下又は等価面輻射電力として給電点におけるスプリアス領域における不要発射の強度の許容値に0dBを乗じた値以下であること。</p> <p>(2) 受信装置                      ア 受信感度                      受信感度は、QPSKで変調された信号を規定の品質（ビット誤り率<math>1 \times 10^{-6}</math>）で受信するために必要な空中線端子で測定した最小受信電力であり、静特性下において次に示す値（基準感度）以下であること。                      (ア) 5MHzシステム                      移動局：-91.3dBm以下                      基地局：-91.3dBm以下                      (イ) 10MHzシステム                      移動局：-88.3dBm以下                      基地局：-88.3dBm以下</p> <p>イ スプリアスレスポンス                      スプリアスレスポンスは、一つの無変調妨害波存在下で希望波を受信する受信機能力の尺度であり、以下の条件で希望波と無変調妨害波を加えたとき、入力された信号を規定の品質（ビット誤り率<math>1 \times 10^{-6}</math>以下）で受信できること。                      静特性                      移動局：希望波 基準感度+3dB、無変調妨害波：希望波+11dB                      基地局：希望波 基準感度+3dB、無変調妨害波：希望波+11dB                      入力信号：QPSK</p>
--	---

9

周波数共用条件を求めるための自営システムの参考値（広帯域TDDシステム）（3/3）  
 一情報通信審議会諮問2021号「2.5GHz帯を使用する広帯域移動無線アクセスシステムの技術的条件」に対する一部答申（H18.12.21公開）から一

<p>ウ 隣接チャンネル選択度                      隣接チャンネル選択度は、隣接する搬送波周波数に配置された変調妨害波の存在下で希望波を受信する受信機能力の尺度であり、以下の条件で希望波と隣接帯域の変調妨害波を加えたとき、入力された信号を規定の品質（ビット誤り率<math>1 \times 10^{-6}</math>以下）で受信できること。                      静特性                      移動局：希望波 基準感度+3dB、無変調妨害波：希望波+11dB                      基地局：希望波 基準感度+3dB、無変調妨害波：希望波+11dB                      入力信号：16QAM</p> <p>エ 相互変調特性                      3次相互変調の関係にある電力が等しい2つの無変調妨害波又は一方が変調された妨害波の存在下で希望波を受信する受信機能力の尺度であり、以下の条件で希望波と3次相互変調を生ずる関係にある無変調波と変調波の2つの妨害波を加えたとき、規定の品質（ビット誤り率<math>1 \times 10^{-6}</math>以下）で受信できること。                      静特性                      移動局                      希望波：基準感度+3dB                      無変調妨害波（隣接チャンネル）：-55dBm                      変調妨害波（次隣接チャンネル）：-55dBm                      基地局                      希望波：基準感度+3dB                      無変調妨害波（隣接チャンネル）：-45dBm                      変調妨害波（次隣接チャンネル）：-45dBm</p> <p>オ 副次的に発生する電波等の限度                      1GHz未満：4nW以下                      1GHz以上：20nW以下</p>	
---	--

10

参考 2

放送グループにおける干渉検討資料



## 諮問第98号

### 「デジタル放送導入のための地上放送の置局に関する技術的条件」のうち 「地上デジタル音声放送の置局に関する技術的条件」

放送グループ

90MHzから108MHz、および170MHzから222MHzの周波数帯を使用する地上デジタル音声放送の置局に関する技術的条件は以下のとおりとすることが適当である。

#### 1 送信・伝播関係

##### (1) 所要の電界強度

放送区域内における所要電界強度は、1セグメント形式の場合には、毎メートル0.71ミリボルト(57dB $\mu$ V/m)以上とする。

また、3セグメント形式の場合には、毎メートル1.25ミリボルト(62dB $\mu$ V/m)以上とする。

ただし、電界強度は地上高4mにおける値を示す。

##### (2) 電界強度の計算方法

放送区域の推定を計算によって行う場合には、現行の電界強度の計算方法(郵政省告示第640号(昭和35年8月9日))に従って計算する。

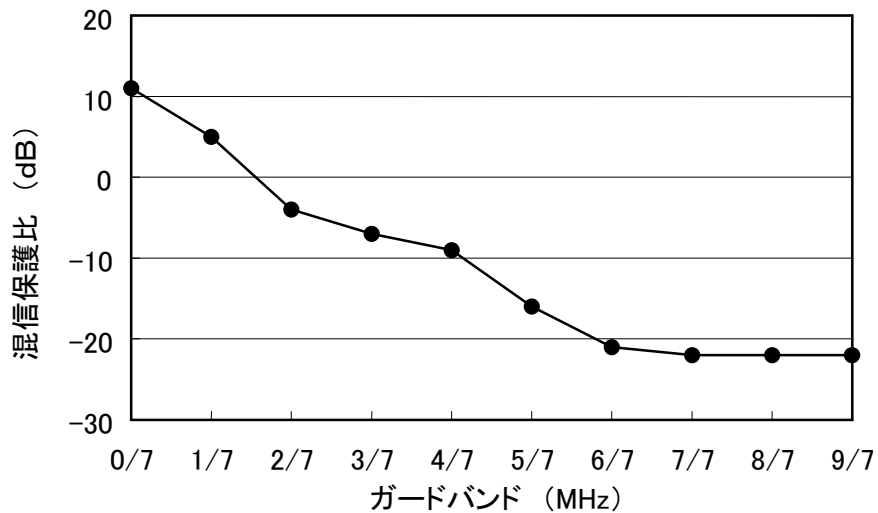
(3) 混信保護

混信保護比については、以下のとおりとする。

希望波	妨害波	周波数差	混信保護比
アナログ テレビジョン放送波	デジタル音声放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	57 dB
		下隣接(妨害波が下側)	11 dB
		上隣接(妨害波が上側)	11 dB
		イメージチャンネル	-9 dB
	デジタル音声放送波 (3セグメント形式)	同一チャンネル	52 dB
		下隣接(妨害波が下側)	6 dB
		上隣接(妨害波が上側)	6 dB
		イメージチャンネル	-14 dB
デジタル音声放送波 (1セグメント形式)	アナログ テレビジョン放送波	同一チャンネル	29 dB
デジタル音声放送波 (3セグメント形式)		下隣接(妨害波が下側)	-36 dB
		上隣接(妨害波が上側)	-38 dB
		同一チャンネル	34 dB
デジタル音声放送波 (3セグメント形式)		下隣接(妨害波が下側)	-31 dB
		上隣接(妨害波が上側)	-33 dB
デジタル音声放送波 (1セグメント形式)	デジタル音声放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	28 dB
	デジタル音声放送波 (3セグメント形式)	隣接	下図参照
		同一チャンネル	23 dB
		隣接	下図参照
デジタル音声放送波 (3セグメント形式)	デジタル音声放送波 (1セグメント形式)	同一チャンネル	33 dB
	デジタル音声放送波 (3セグメント形式)	隣接	下図参照
		同一チャンネル	28 dB
		隣接	下図参照

注1： 4MHz帯域を使用する場合であって、アナログテレビジョン放送波が希望波、デジタル音声放送波が妨害波となる場合における同一チャンネル混信の混信保護比は1dB減ずるものとする(1セグメント形式で56dB、3セグメント形式で51dBとなる。)

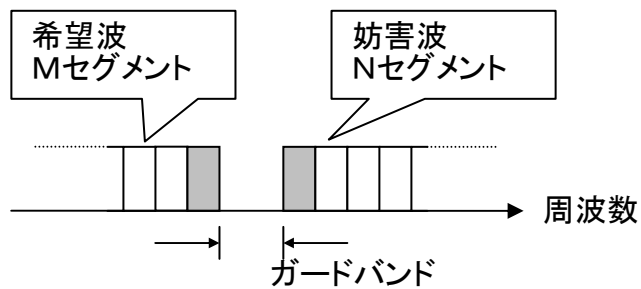
注2： 連結送信を行っている場合、その各セグメント相互間においては隣接の混信保護比を考慮する必要はない。



地上デジタル音声信号同士の隣接混信保護比

- (注) ガードバンドは、下側セグメントの帯域上端のCPを除く値を示す。  
 地上デジタル音声信号同士の隣接混信保護比は、1セグメント信号どうしの電力比で表している。  
 したがって、下図に示すように希望波がMセグメント、干渉波がNセグメントの場合には、満たすべきDU比は、次式のようになる。

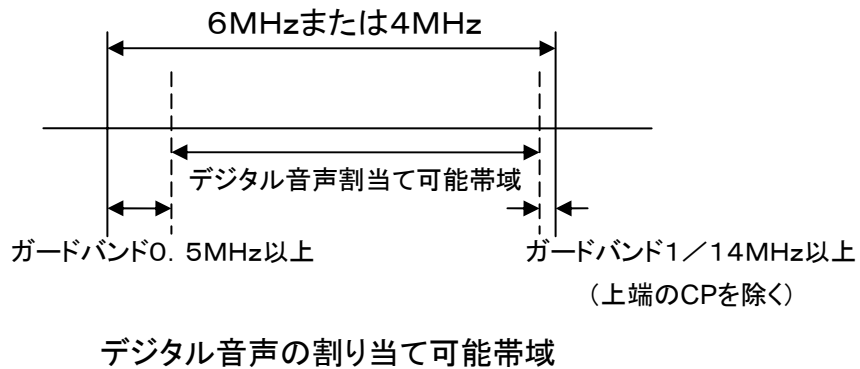
$$D/U(\text{dB}) = (\text{地上デジタル音声信号同士の隣接混信保護比}) + 10 \times \text{LOG}_{10}(M/N)$$



希望波と妨害波の配置図

#### (4) ガードバンド

デジタル音声放送波を割り当てる際に、上側隣接チャンネルもしくは下側隣接チャンネルに地上アナログテレビジョン放送波が存在する場合には、当該チャンネルの下端の500kHz、上端の1/14MHz(ただし地上デジタル音声放送波の上端に配置されるコンティニューアルパイロット信号CPを除く)の帯域には割り当てを行わないこととする。



## 2 受信関係

混信検討を行う場合に使用するVHF帯アナログTVの受信空中線の特性は、ITU-R勧告419-3に規定されているとおりとする。

なお、地上デジタル音声放送用の受信空中線の特性は、この規定によらず無指向性アンテナとし、交叉偏波識別度と指向性減衰量の合計値は0dBとする。

(参考1) 回線設計例(置局技術委員会報告より)

項目	記号	単位	移動受信			携帯受信			固定受信		
			190			190			190		
周波数 (MHz)		MHz									
変調方式			DQPSK	16QAM	64QAM	DQPSK	16QAM	64QAM	DQPSK	16QAM	64QAM
内符号			1/2	1/2	7/8	1/2	1/2	7/8	1/2	1/2	7/8
1 所要C/N(訂正後にQEF)	C/N	dB	6.2	11.5	22.0	6.2	11.5	22.0	6.2	11.5	22.0
2 装置化劣化		dB	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	3.0
3 干渉マージン		dB	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
4 マルチパスマージン		dB	—	—	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5 フェージングマージン(瞬時変動補正)		dB	9.5	8.1	—	—	—	—	—	—	—
6 受信機所要C/N	C/N	dB	19.7	23.6		11.2	16.5	28.0	11.2	16.5	28.0
7 受信機雑音指数	NF	dB	5	5		5	5	5	5	5	5
8 雑音帯域幅(1セグメント)	B	kHz	429	429		429	429	429	429	429	429
9 受信雑音電力	Nr	dBm	-112.5	-112.5		-112.5	-112.5	-112.5	-112.5	-112.5	-112.5
10 外来雑音電力	No	dBm	-103.5	-103.5		-103.5	-103.5	-103.5	-103.5	-103.5	-103.5
11 全受信雑音電力	NT	dBm	-103.0	-103.0		-103.0	-103.0	-103.0	-103.0	-103.0	-103.0
12 受信機入力終端電圧	Vin	dBuV	25.5	29.4		17.0	22.3	33.8	17.0	22.3	33.8
13 受信アンテナ利得	Gr	dB	-3.0	-3.0		-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0	-3.0
14 アンテナ実効長	$\lambda/\pi$	dB	-6.0	-6.0		-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0	-6.0
15 フィーダー損、機器挿入損	L	dB	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
16 最小電界	Emin	dBuV/m	42.4	46.3		33.9	39.2	50.7	33.9	39.2	50.7
17 時間率補正	T%	dB	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	6.0
18 場所率補正(中央値変動補正)	L%	dB	4.8	4.8		2.4	2.4	2.4	0.0	0.0	0.0
19 壁の通過損(70%値)		dB				10.1	10.1	10.1			
20 所要電界(h2=1.5m)	E	dBuV/m	47.2	51.1		46.4	51.7	63.2			
21 h2=1.5mから4m変換		dB	5.0	5.0		5.0	5.0	5.0			
22 所要電界(h2=4m)	E	dBuV/m	52.2	56.1		51.4	56.7	68.2	39.9	45.2	56.7
23 1セグメントから3セグメントへの換算		dB	4.8	4.8		4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
24 3セグメントの所要電界(h2=4m)	E	dBuV/m	57.0	60.9		56.2	61.5	73.0	44.7	50.0	61.5

(参考2) 送信スペクトルマスク(ARIB STD-B29より)

送信スペクトルマスクを以下の図5.4-1(1セグメント形式)及び図5.4-2(3セグメント形式)により規定する。また、スペクトルマスクのブレークポイントを表5.4-1(1セグメント形式)及び表5.4-2(3セグメント形式)に示す。なお、このマスクはデジタル送信信号の歪み成分にのみ適用し、スプリアスについては対象としない。

(1) 1セグメント形式

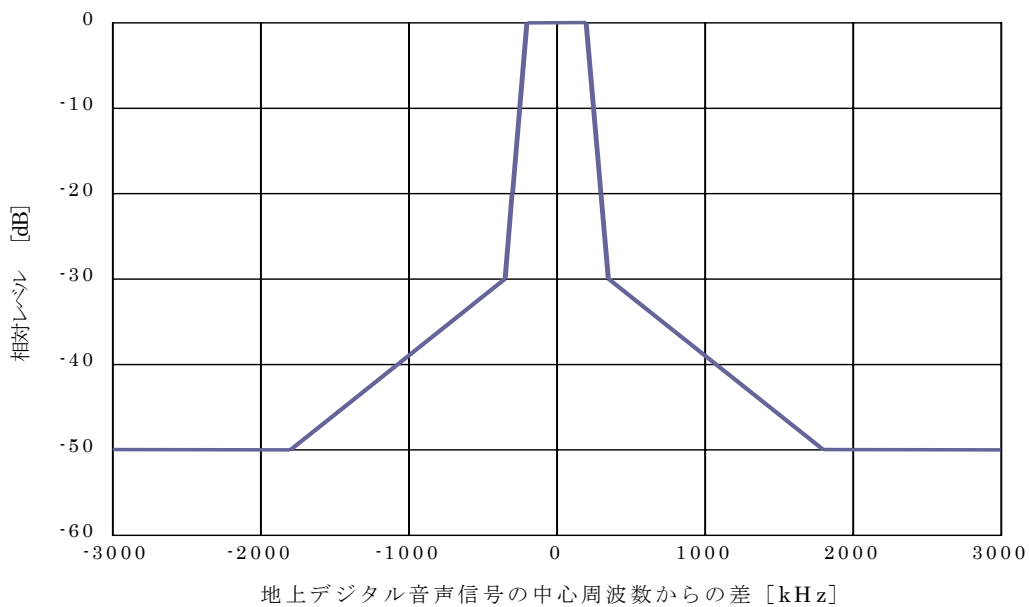


図1 1セグメント形式地上デジタル音声放送の送信スペクトルマスク

表1 1セグメント形式送信スペクトルマスクのブレークポイント

地上デジタル音声放送 の 中心周波数からの差	相対レベル
±220kHz	0dB
±290kHz	-20dB
±360kHz	-30dB
±1,790kHz	-50dB

(省令)

(2) 3セグメント形式

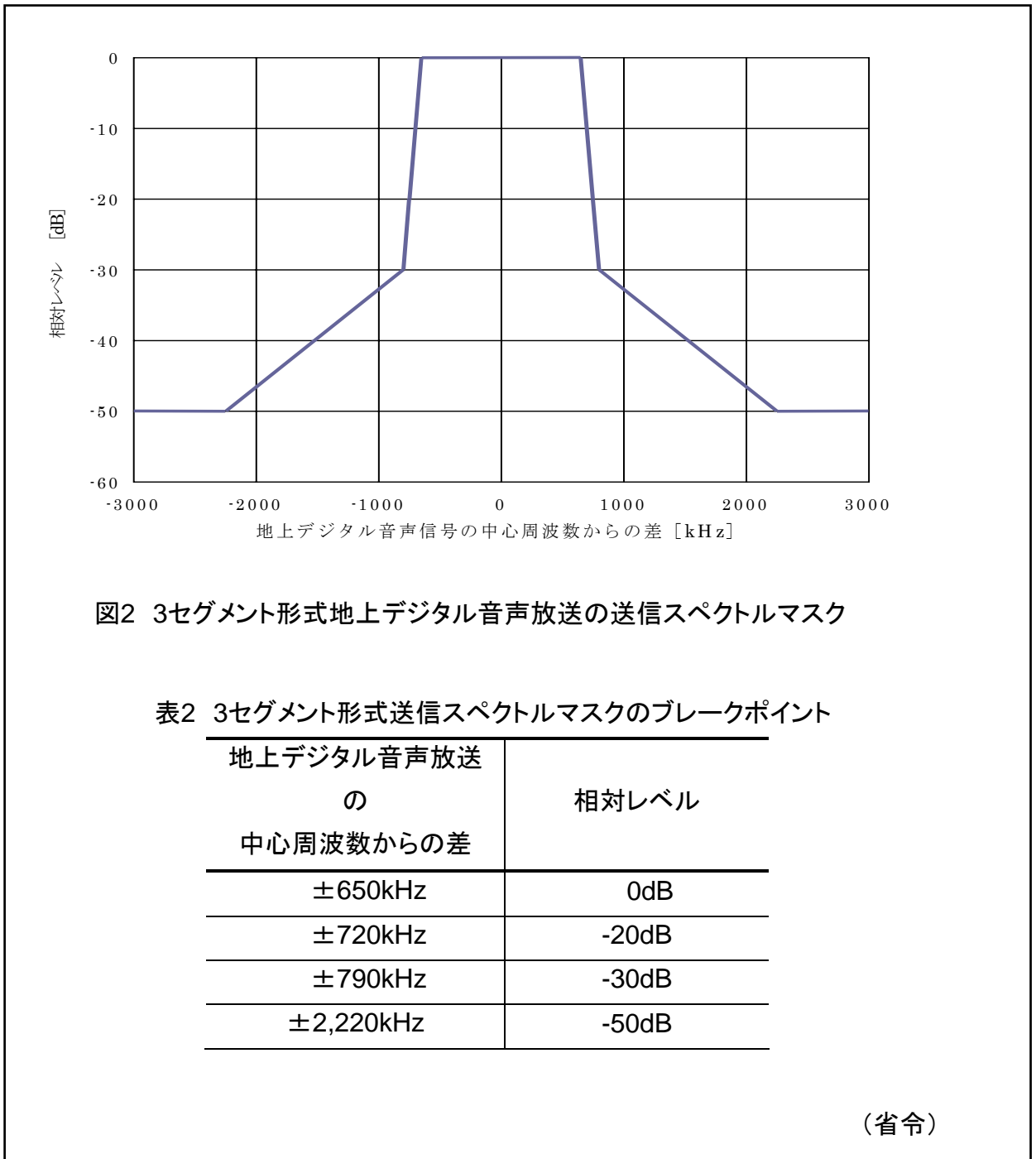


図2 3セグメント形式地上デジタル音声放送の送信スペクトルマスク

表2 3セグメント形式送信スペクトルマスクのブレイクポイント

地上デジタル音声放送 の 中心周波数からの差	相対レベル
±650kHz	0dB
±720kHz	-20dB
±790kHz	-30dB
±2,220kHz	-50dB

(省令)

(3) 連結送信時の送信スペクトルマスク

連結送信時の連結スペクトルマスクのブレークポイントを表3に示す。例として、13セグメント連結送信時の送信スペクトルマスクを図3に示す。

地上デジタル音声放送の 中心周波数からの差 <sup>(注)</sup>	相対レベル
$\pm(3 \times n/14 + 0.25/126)$ MHz	0dB
$\pm(3 \times n/14 + 0.25/126 + 1/14)$ MHz	-20dB
$\pm(3 \times n/14 + 0.25/126 + 2/14)$ MHz	-30dB
$\pm(3 \times n/14 + 0.25/126 + 22/14)$ MHz	-50dB

n: 連結するセグメント数

(省令)

注: 「地上デジタル音声連結信号の中心周波数からの差」はその絶対値に対し小数点以下3桁目を切り下げし、±の符号をつけるものとする。

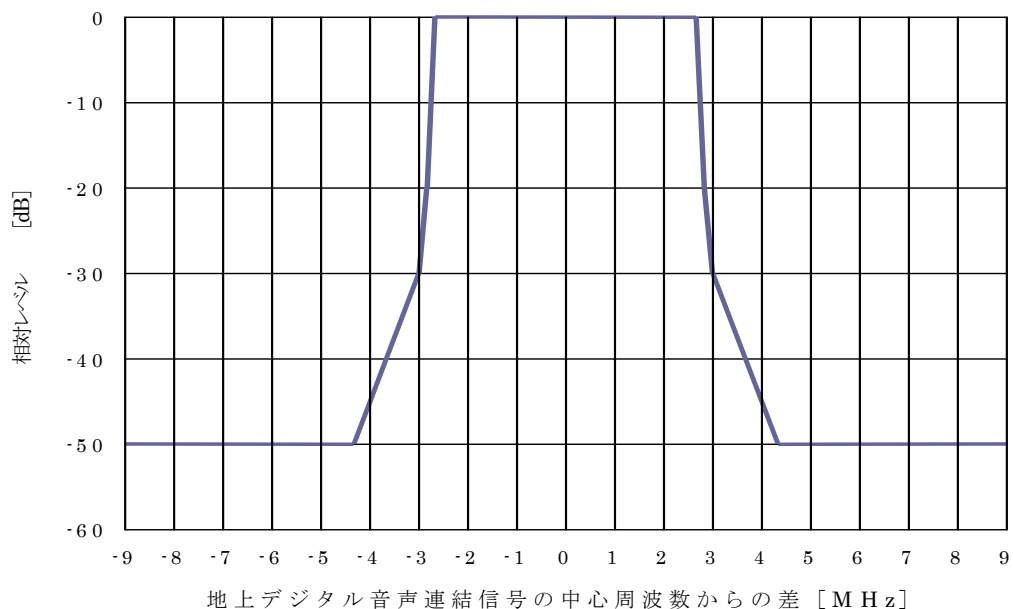


図3 送信スペクトルマスク例(13セグメント連結時)



注記)

スペクトルの観測におけるスペクトルアナライザの設定は以下が望ましい。

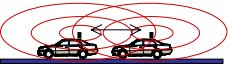

- ・分解能帯域幅RBW: 10kHzまたは3kHz
- ・ビデオ帯域幅VBW: 300Hz以下(もしくはビデオアベレージング)
- ・周波数スパン : スペクトルの観測に必要最低限の値

なお、使用する測定器の特性により上記設定が好ましくない場合にはこの限りでない。

**情報通信審議会情報通信技術分科会**  
**「電波有効利用方策委員会」**  
**VHF / UHF 帯電波有効利用作業班**  
**(第6回会合)**

【ITSグループ 課題回答】

【検討課題 情報量(伝送容量)と事故の減少効果との関係】

アプリケーション	イメージ図	伝送容量	通信要件
車車間通信 接近車両情報 (出会い頭事故、 右折事故、正 面衝突事故、 追突事故等)他		10.68Mbps	通信距離:直線約450m、200m前方交差点から、見通し外(回折)25m 通信方式:CSMA等 収容車両台数:1780台
路車間通信 (路路間含む)		3.0Mbps (画像情報 2.4Mbps含 む)	通信距離:~2km 通信方式:OFDMA等 収容車両台数:制限無し

本ITSインフラ協調システムは、車車間通信、路車間通信システムから成り、上の表に示すような種々のアプリケーションを実現することによって事故の減少を図るものである。

本システムの所要伝送容量については、第5回委員会(07/2/9)において、以下のように報告している

- ・車車間伝送容量:  
車両台数1780台 x データ量(100 x 8)bit / 送信周期100msec x 送信周期制御・MAC等 効率3/4 = **10.68Mbps**
- ・路車間伝送容量: (路路間含む): **3.0Mbps**
- ・全伝送容量: 車車間10.68Mbps + 路車間(路路間含む)3.0Mbps = **13.68Mbps**

## 1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その1)

\*ASV3 (先進安全自動車プロジェクト-第3期)の検討結果に基づく

### (1) 車両台数

必要通信エリア: **対象事故類型の事故件数の90%タイル値\*\***をカバーするため、  
車車間通信で右上図のような通信エリアが必要と想定 1.2で詳細説明

- ・車両前方(見通し): **410m**
- ・車両後方(見通し): **410m**
- ・交差点回折: **前方200m伝搬後、回折25m**

道路環境: 東京都銀座市街地の道路配置を参考とし、道路配置を50m方形メッシュの道路配置とし、片側3車線の幹線/高速道路と、片側2車線の主要道路を200m毎に配置

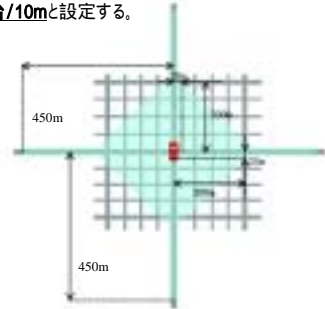
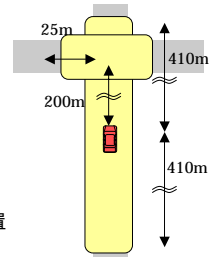
車両密度: 東京都の**平均旅行速度20km/h**を用い、車両間隔時間0.5秒として、車両間隔距離を5mと仮定。車両長を5mとして、車両密度を**各車線1台/10m**と設定する。

通信可能範囲:

800MHz帯の電波伝搬特性から、前方200m + 回折25mを実現する場合の**見通し通信可能距離** (=電波が届いてしまう距離)を**450m**と設定。

通信可能エリアと車両台数:

の道路環境において、通信対象車両台数が最大になるよう、  
自車は片側3車線の幹線道路同士の交差点にあるものと仮定すると、  
通信可能エリアは右下図の様になり、エリア内の車線総延長は17800m、  
車両密度1台/10mより、エリア内車両台数は**1780台**となる。

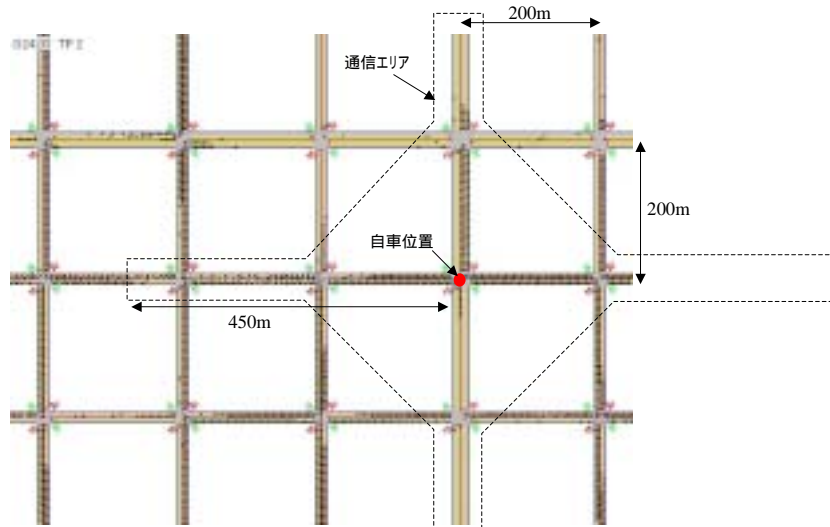


車両台数は、車車間通信サービスが、**対象事故類型の事故件数の何パーセントをカバーするか**によって変化する

## 1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その2)

・**交通流シミュレーション画像** (シミュレーションソフト: NETSIM)

前記道路モデルに、車両密度1台/10mを発生させた場合のスナップショットの一例 (細街路(50m間隔)除く)



I- (2)

## 1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その3)

### (2) 車車間通信の1回の送信データ量

情報種別	内容	単位情報量(Byte)
管理情報	データバージョン等	2
基本データ	自車ID、相手車両ID、車両種別 現在の位置、車速、進行方位	27
車両装置状態	シフトポジション、ブレーキ状態、ウィンカー状態、ハザード状態	2
車両相互状態	緊急車両や路線バスの走行状態	5
相互位置関係	進行方向直近交差点位置等	22
定型メッセージ	譲り合い、進路通知、減速、注意情報(路面、前方渋滞等)	2
自由データ	用途を問わず自由に使用できるデータ	20
合計		80

セキュリティ(なりすまし防止)や、安全性向上のための**将来の機能拡張**を想定し、**送信データ量は100Byte必要**

### (3) 送信周期

- ・システムの適用上限速度(120km/h)において、**車両1台分の長さ(5m程度)の分解能**を確保する必要有り。
- ・**100msec毎**に送出すれば、1つのパケットを取りこぼしても次のパケットを取得できれば、**6.6mの分解能**を確保できる。

**2回のうち1回**はデータが衝突なく受信できる確率が**95%**以上確保するため、所要パケット到達率を**80%**とする

## 1.1 車車間通信の所要伝送容量 (その4)

### (4) 送信周期制御・MAC効率

#### 走行速度に応じた送信周期制御

- ・適用上限速度(120km/h)に対する送信周期100msecを基本として、同等の位置精度(5m程度)が得られるように送信周期を制御する。(右上表)

東京都の平均旅行速度(20km/h)を想定すると、送信周期は400msecとなり、送信間隔100msec一定の場合と比較して、速度に応じた送信周期制御により、伝送容量は**概ね1/4に削減可能**。

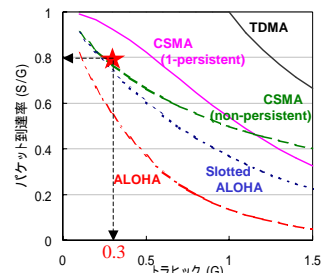
#### 隠れ端末問題によるMAC効率の低下

- ・車車間通信のアクセス制御方式に**CSMA**を用いた場合、送信車両同士が物理的に離れている、あるいは建物等に遮蔽されることにより、「**隠れ端末問題**」が発生する。
- ・隠れ端末問題が頻発する市街地環境では、MAC効率は、**CSMAとALOHAの中間的な特性**となると推定される。(右下図)
- ・パケット到達率80%を実現するためには、伝送容量を1とした場合にトラフィックを**0.3程度**にする必要がある

伝送容量は、**送信する情報速度の3倍程度**が必要

、より、**送信周期制御・MAC等の効率は3/4程度**

車速(km/h)	送信周期(msec)
110~	100
100~	110
90~	120
80~	130
70~	150
60~	170
50~	200
40~	240
30~	300
20~	400
10~	600
10未満	1200



## 1.2 車車間通信の必要通信エリア

### (1) 必要通信エリア (通信距離) の算出

安全アプリケーションに必要な通信エリアは、以下4項目に基づいて算出される。

適用上限速度：交通事故統計(死亡/重傷事故)の「**危険認知速度**」の**90%タイル値**を基準に設定

減速度：情報提供によって運転者が目標速度までに減速するまでの「**通常減速度**」

乗用車、二輪車：**2m/s<sup>2</sup>\*** 大型バス・トラック：**1m/s<sup>2</sup>\***

情報提供・反応時間：システムが情報提供開始してから運転者が反応するまでの時間 **3.7秒\***

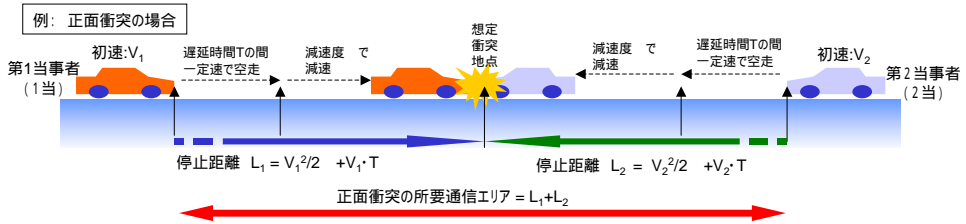
システム遅延時間：データが送出されてから、そのデータを受信し情報処理するまでの遅れ時間 **0.3秒\***

\*各データは、ITARDA((財)交通事故総合分析センター)、JARI((財)日本自動車研究所)の調査に基づき、ASV3にて設定した値

以上の数値から、必要な通信エリアは以下の式により求められる

$$L = (V^2 - V_t^2) / 2 + (V - V_t) \times T$$

L: 通信エリア(m), V: 適用上限速度(m/s), V<sub>t</sub>: 目標車速(m/s) (停止の場合は0), : 車両の減速度(m/s<sup>2</sup>), T: 情報提供・反応時間とシステム遅延時間の和

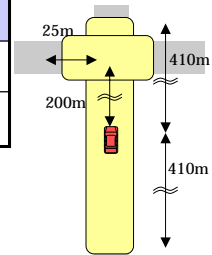


## 1.2 車車間通信の必要通信エリア (その2)

### (2) 対象事故類型別の適用上限速度と通信エリア

事故類型	車種	第1当事者		第2当事者			
		種別	適用上限速度	種別	適用上限速度	通信エリア	
右折事故	乗用車 大型車	右折側	30km/h	交差点中央から50m 70m	直進側	70km/h	交差点中央から170m 270m
出会い頭事故	乗用車 大型車	規制側	15km/h	交差点端部から20m 25m	優先側	60km/h	交差点端部から135m 200m
歩行者事故	乗用車 大型車	車両側	60km/h	交差点端部から135m 200m	歩行者側	4km/h	交差点端部から5.5m
正面衝突事故	乗用車 大型車	車線逸脱側	60km/h	車両間最大距離270m 410m	走行側	60km/h	
追突事故	乗用車 大型車	走行側	120km/h 90km/h	車両間最大距離410m 410m	停止側	120km/h 90km/h	
左折事故	乗用車 大型車	左折側	30km/h	車両間最大距離 75m 105m	直進側	70km/h	
車線変更に伴う事故	-	車線変更側	80km/h	車両間最大距離 75m	直進側	120km/h	

上記7つの事故類型をカバーするために必要な通信エリアをまとめると、右図に示すように車両前方が410m、車両後方が410m、車両前方200mまで伝搬し更に25m伝搬するエリアとなる。



### 1.3 路車間通信の所要伝送容量

路車間通信サービス(路車同報型通信)の情報量と伝送容量(試算)

サービス	情報種別								
	低速				高速				
	サービス通知	道路	規制	路面	システム情報	信号	車両	歩行者	画像
信号情報利用(路路含む)									
規制情報利用(一旦停止)									
規制情報利用(速度規制)									
接近車両検知情報提供									
停止低速車両情報提供									
歩行者・自転車検知情報提供									
死角画像情報提供									
単位情報量(Byte)	8827	9424	3904	23	896	552	1259	164	30001
送信周期(秒)	0.5				0.1				
伝送容量(bps)	76800	108800	62464	368	51200	32000	100720	13120	2400080
" 全体合計(bps)	2984608								

- ・一つの路側機において、上記の全ての種類の路車間サービスを提供する場合、必要な伝送容量は約3Mbps
- ・路車間サービスの場合、無線ゾーンが隣接ゾーンと重ならない場合は、同一周波数帯域を繰り返し利用可能



路車間サービスの事故削減効果は主に路側機設置箇所数に依存し、所要伝送容量は3Mbps一定

### 1.4 伝送容量と事故減少効果の関係

#### (1) 対象事故件数

平成7年から平成12年までの全国交通事故統計データに基づき、死亡事故・重傷事故を対象に、前記7つの事故類型において情報提供で事故低減効果が見込めるケース\*(該当する事故件数)の調査および集計を、ITARDAにて実施

\*信号無視/酒酔い運転/過労/共同危険行為など、システムの効果が望めないケースを除外

削減可能性が有る対象事故件数 (1年間あたりの事故件数に換算)

対象事故類型	死亡事故	重傷事故
右折事故	261	4,802
出会い頭事故	480	8,233
歩行者事故	1,041	4,676
正面衝突事故	373	2,112
追突事故	310	4,136
左折事故	57	1,689
車線変更時事故	13	179
計	2,535	25,827
全体の事故件数	9,192	72,212
全体に対する割合	28%	36%

## 1.4 伝送容量と事故減少効果の関係 (その2)

### (2) 事故減少効果の試算

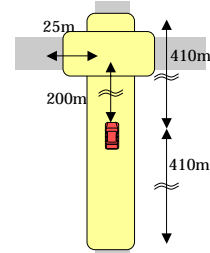
#### a) 車車間通信の場合\*

伝送容量: **10.68Mbps** (右図の通信エリアの場合)  
 事故低減効果: 適用上限速度に依存

(例) 適用上限速度を**危険認知速度の90%マイル値**から求めているため  
 対象事故件数の**90%**が削減可能性がある、と仮定

削減可能性のある死亡事故件数: 2,281件 / 年  
 " 重症事故件数: 23,244件 / 年

伝送容量を低くした場合、適用上限速度が低下するため、**対象事故件数が減少**



#### b) 路車間通信の場合\*

伝送容量: **3.0Mbps**  
 事故低減効果: 路側機設置箇所数に依存

(例) 全国**約20万箇所**の交差点のうち、**事故多発交差点1万箇所**(5%)に路側設備を設置と仮定  
 事故多発交差点の事故発生率が平均の2倍だと仮定した場合、前記対象事故件数の**10%**

削減可能性のある死亡事故件数: 253件 / 年  
 " 重症事故件数: 2,583件 / 年

➡ **安心・安全のためのシステムとして、十分な事故減少効果を得るためには、上記伝送容量が必要**

\*a), b)の試算には重複分有り

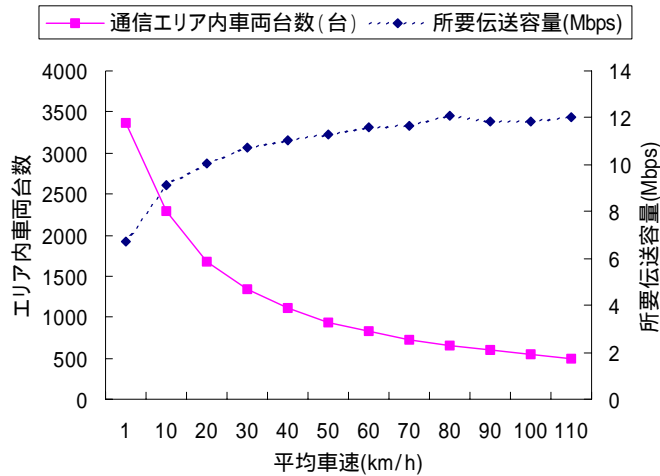
### (付録) 車車間通信 交通流(平均車速)と所要伝送容量との関係について

1.1(4) **「走行速度に応じた送信間隔制御」**( スライド5)により、  
 交通流(平均車速)と、通信エリア内の総通信トラフィック、所要伝送容量の関係は以下のように表される

計算条件: 平均車間時間間隔は1秒、車両の長さは5m/台と想定  
 各速度域の最低速度(20~30km/hの場合は20km/h)を用いて車頭間隔/車両密度を算出  
 通信エリアの総車線長は17800m( スライド2)、1回の送信データは100Byte( スライド4)、MAC効率率は1/3( スライド5)を想定

平均車速(km/h)	送信周期(msec)	車頭間隔(m)	車両密度(台/km/車線)	通信エリア内車両台数(台)	総通信トラフィック(Mbps)	所要伝送容量(Mbps)(MAC効率を考慮)
110~120	100	35.6	28.1	500.2	4.002	12.01
100~110	110	32.8	30.5	542.9	3.948	11.84
90~100	120	30.0	33.3	592.7	3.951	11.85
80~90	130	27.2	36.8	655.0	4.031	12.09
70~80	150	24.4	41.0	729.8	3.892	11.68
60~70	170	21.7	46.1	820.6	3.862	11.59
50~60	200	18.9	52.9	941.6	3.766	11.30
40~50	240	16.1	62.1	1105.4	3.685	11.06
30~40	300	13.3	75.2	1338.6	3.570	10.71
20~30	400	10.6**	94.3	1678.5**	3.357	10.07
10~20	600	7.8	128.2	2282.0	3.043	9.13
10未満*	1200	5.3	188.7	3358.9	2.239	6.72

\* 平均車速1km/hとして計算 \*\*スライド2では車頭間隔10.0mとして計算しているため、通信エリア内車両台数は1780台



平均車速が20km/hよりも高い場合、通信エリア内の車両台数は1780台より大幅に減少するが、送信周期が短くなるため、所要伝送容量はほぼ11～12Mbpsで一定となる。  
(渋滞時は車両台数がさらに増加するが、所要伝送容量は却って減少する)

## 【UHF帯共用検討アドホック ITSに関する追加検討事項の整理】

### 【検討事項1】 出会い頭事故への適用限定

出会い頭事故を重視して一般道での事故にフォーカスし、車車間通信の所要帯域を再計算した。

- ・適用上限速度の見直し(60～90km/h → 60km/h)
- ・前方重視の送信アンテナ指向性の導入



所要帯域 10.0 MHz

### 【検討事項2】 車車間通信への適用限定

車車間通信に限定して再計算し、所要帯域10MHzと算定した。

今後の周波数共用技術の開発により、10MHzの帯域内を有効利用する路車間通信の併用も検討する。  
路車間通信の相乗効果により、世界一安全な道路交通の実現が期待される。



### 【検討事項3】 普及進捗に応じたマイグレーション

ドライバーの自発的な装着によるシステム普及のみでは、比較的長い期間を要する可能性があるため、早期に効果が得られるように数年でほぼ全数まで普及させる方策を別途検討し、初期システムの普及や事後のシステム更改に備えることも併せて検討する必要がある。



[再計算] 出会い頭事故防止を中心とした車車間通信システム限定での所要周波数帯域幅

(1) 伝送容量削減方法(案):

対象事故: 出会い頭事故防止対策を中心とした車車間通信システムに見直す(詳細次頁参照)

通信エリア: 車両前方 + 側方 + 後方(追突事故のみ)に限定(下図参照)

< 所要伝送容量(概算) >

対象車両台数 (削減前) 1780台 (削減後) 1000台  
(車車間)  $10.68[\text{Mbps}] \times 1000 / 1780 = 6.0[\text{Mbps}]$

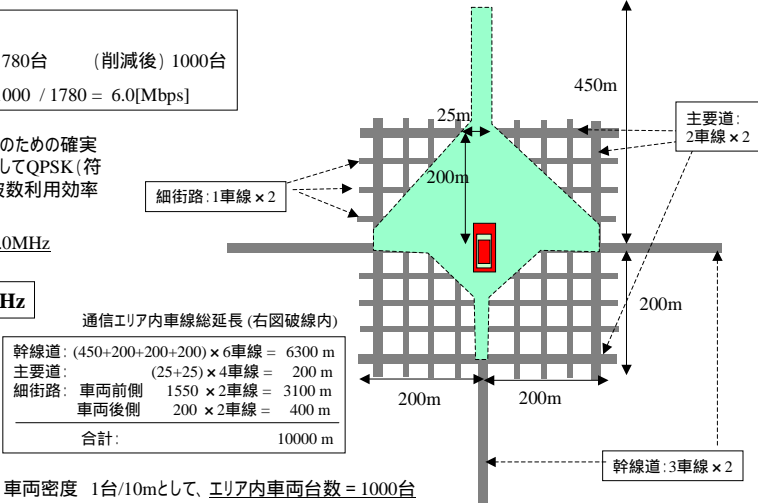
安心安全ITSアプリケーションのための確実な通信に必要な変調方式としてQPSK(符号化率1/2)を想定して、周波数利用効率0.6bps/Hzであるから、

$6.0\text{Mbps} / 0.6\text{bps/Hz} = 10.0\text{MHz}$

所要帯域幅 10MHz

注釈:

車速による通信間隔制御を行なっているため、所要伝送容量は、車両台数によらず、ほぼ一定である。



[検討条件] 市街地の適用上限速度の緩和 + 指向性アンテナ

対象事故類型別の適用上限速度と通信エリア 市街地の適用上限速度を60km/hに見直し

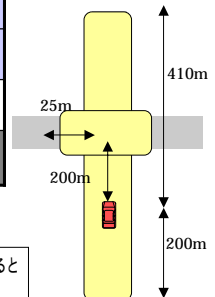
事故類型	車種	第1当事者			第2当事者		
		種別	適用上限速度	通信エリア	種別	適用上限速度	通信エリア
右折事故	乗用車大型車	右折側	30km/h	交差点中央から550m " 70m	直進側	60km/h	交差点中央から135m " 200m
出会い頭事故	乗用車大型車	規制側	15km/h	交差点端部から520m " 25m	優先側	60km/h	交差点端部から135m " 200m
歩行者事故	乗用車大型車	車両側	60km/h	交差点端部から135m " 200m	歩行者側	4km/h	交差点端部から5m
正面衝突事故	乗用車大型車	車線逸脱側	60km/h	車両間最大距離270m " 410m	走行側	60km/h	
追突事故	乗用車大型車	走行側	60km/h 60km/h	車両間最大距離135m " 200m	停止側	60km/h 60km/h	
左折事故	乗用車大型車	左折側	30km/h	車両間最大距離75m " 105m	直進側	60km/h	
車線変更に伴う事故	-	車線変更側	80km/h	車両間最大距離165m	直進側	120km/h	

上記6つの事故類型をカバーするために必要な通信エリアをまとめると、右図に示すように車両前方が410m、車両後方が200m、車両前方200mまで伝搬し更に25m伝搬するエリアとなる。

(高速道路対象のため別途検討)

直線道路における距離減衰を3乗則に従う(伝搬実験結果より)と仮定すると伝搬距離F/B比3dBとるために、F/B比9dB相当の指向性アンテナを用いる

高速道路上では、指向性を切り替えて無指向性にする、パワーをあげる、1次変調をBPSKにする、などで410mの通信要件に対応検討



# 【検討課題 -1】

## インフラ協調安全システム 普及シナリオ

2005 年に開催されたワイヤレスブロードバンド推進研究会 SIG- (安心安全 ITS)の場において、構成員各位から得られた普及予測に関するアンケート回答を元に、既存の車載商品の普及実績を参考にして、普及シナリオとして取りまとめた。

### 1. 一次集計

#### (1)普及予測の集計方法

普及シナリオアンケートを構成員に配布し、各自が想定しているシステムに関して、サービス毎に車載機・路側機の普及時期や設置台数の予測と、普及の条件などについて回答を回収した。

#### (2)アンケート結果

普及シナリオアンケートの回答をサービス分類毎に集計し、同じサービス分類の中で普及開始年代でソーティングを行い表にまとめた。この表から、サービス分類毎に普及予測年代の広がりをつ捉えることができる。

#### (3)車載機普及予測

イノベーター理論に基づく普及率推移にアンケート回答の年代を当てはめ、普及率カーブを導出した。アンケートで問い合わせた項目をイノベーター理論のイノベーター・アーリーアダプター・アーリーマジョリティーの各フェーズに当てはめて、普及曲線に対応付けた。

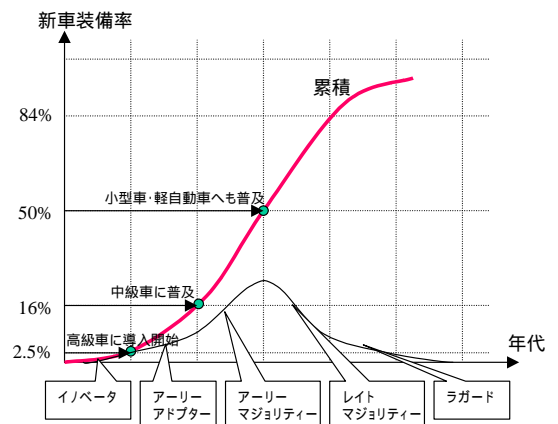


図 1 普及予測のグラフ化

アンケート項目	イノベーター理論のフェーズへの対応付け	新車装着率の目安
高級車への導入開始時期	イノベーター	2.5%
中級車の半数まで普及する時期	アーリーアダプター	16%
小型車、軽自動車へも普及する時期	アーリーマジョリティー	50%

#### (4)路側機の設置

アンケート結果の表を参照すると、導入開始年代は 2008～2010 年に予測のほとんどが集中しており、2014 年に若干ばらつく程度であった。

しかし、設置箇所数の予測は、下表のように 2 桁の開きがある結果となった。

箇所数予測	根拠または考え方
4000箇所	・国交省と警察庁がピックアップした、早期に対策効果が期待される全国の危険箇所
数万箇所	・交通量の大きな交差点などに設置
数十万箇所	・全国の交差点（信号あり 20 万箇所、信号なし 80 万箇所）および全国の急カーブ（15 万箇所）の数分の 1

全国の路側機が一気に設置されるわけではなく、例えば、第 1 期に 4000 箇所、第 2 期に数万箇所というように段階的に設置が進められると考えるのが適当である。

一方、車載機普及のための条件として、路側機の設置が前もって行われていることを挙げる回答も多く、路側機と車載機の普及シナリオを別個ではなく、連携して考えるべきであることがわかった。

## 2. 既存商品の普及実績とモデリング

車載装置の日本国内での普及実績を参照し、普及推移モデルを定式化した。

### (1) 既存商品の普及実績例

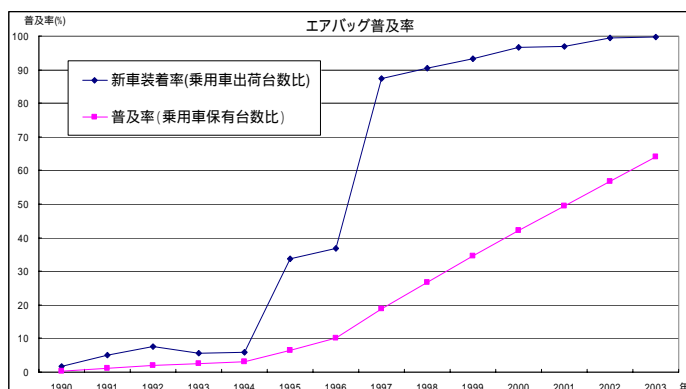
エアバッグとカーナビゲーションシステムを例にとり、新車装着率と保有台数ベースの普及率推移の実績を調査した。

#### ・エアバッグ

エアバッグは、1995 年から急速に新車装着率が伸び、1997 年までの **3 年間でほぼ 9 割**に達した。その後も新車装着率は伸びて 100%に漸近している。

保有台数ベースの普及率は、1997 年から年率約 8%でリニアに伸びている。**安全装備に対するユーザーニーズの急速な高まりを背景に、標準装備化が急速に進んだ特異例**と考えられる。

データ出典：日本自動車工業会、財団法人自動車検査登録協力会

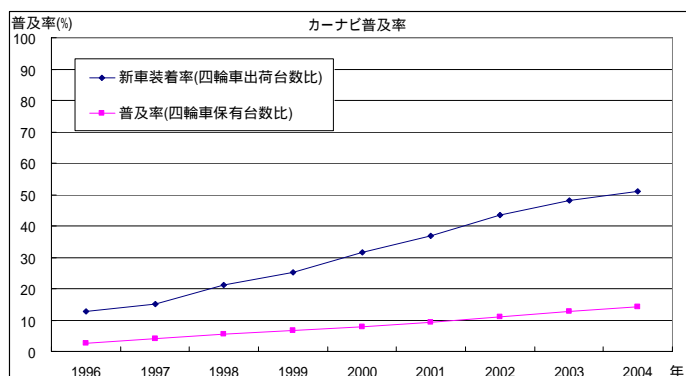


#### ・カーナビゲーションシステム

カーナビは 1996 年ころから出荷台数が増え始め、2003 年までの **7 年間でほぼ 5 割**に達した。その後も伸張して 2003 年ころから伸びがやや鈍化している。

保有台数ベースの普及率は、2005 年ころに約 15%に達する。**ユーザの自由な選択による装着率の進展**の例と考えられる。

データ出典：矢野経済研究所「2004-05 カーナビゲーション / 車載用通信システム市場」



## (2)普及推移モデル

新しい製品の普及モデルとして用いられることが多いロジスティック曲線を例に採り、既存車載装置の普及実績のモデル化を検討した。

ロジスティック曲線の一般形は次式で表される。

$$f(t) = \left(\frac{a}{b}\right) \frac{1}{1 + ce^{-at}}$$

ここで a は増殖率であり、立ち上がりの急峻度に影響する。a/b は環境容量と呼ばれ、t が十分大きい時に漸近する値である。

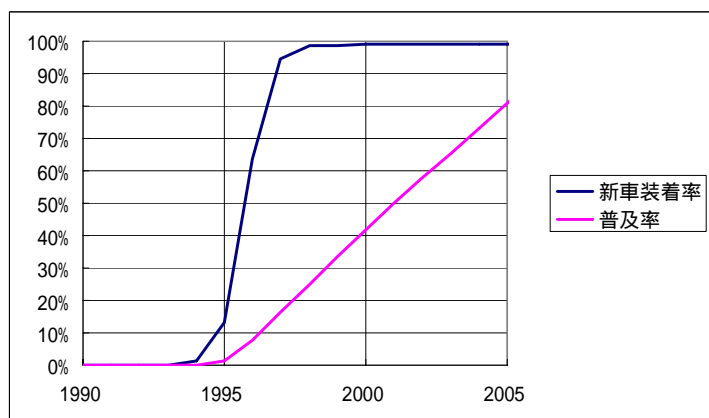
普及総数は、新車装着率の累積として求めた（厳密には車両廃却数を差し引いて累積する必要があるが、ここでは遡る 11 年間の累積とした）。

### ・エアバッグ

普及上限を年間新車販売台数(乗用車 450 万台と仮定)と等しく置き、増殖率を 2.5 とした場合のグラフを右図に示す。

エアバッグの普及実績のグラフと、概ね符合する。

増殖率 2 以上のモデルは、法規制などの強い誘引があるケースに対応した普及パターンを表すと考えられる。

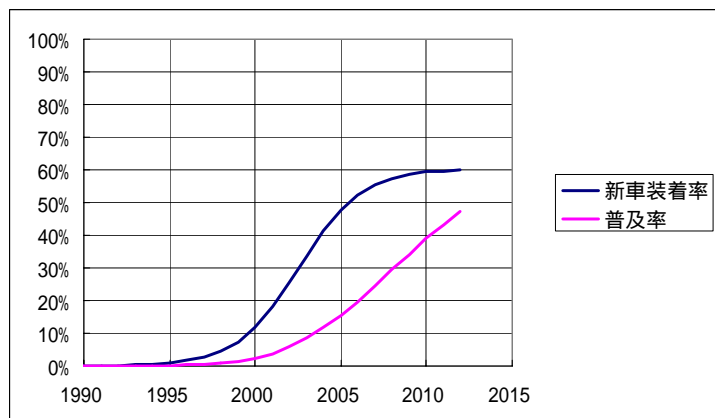


### ・カーナビゲーションシステム

普及上限を年間新車販売台数(四輪車 580 万台と仮定)の 60%と置き、増殖率を 0.55 とした場合のグラフを右図に示す。

カーナビの普及実績のグラフと、概ね符合する。

増殖率 0.5 程度のモデルは、所有者の自由意志で装着する普及パターンを表すと考えられる。



新車装着率の立ち上がりの急峻度と飽和に達する台数をパラメータとするロジスティック曲線で、新車装着率の普及実績例を概ね近似できることがわかる。

また、所要周波数帯域の試算などに必要となる保有台数に対する普及率は、新車装着数の累積を新車販売台数の累積で除した値で近似した。（ともに平均使用年数 11 年と仮定）これも普及実績例を近似できることがわかった。

以上のことから、ロジスティック曲線を新車装着率の進展の推定に適用可能であり、普及率推移予測にはロジスティック関数の累積値が利用可能と考えられる。

### 3. 普及シナリオ検討の前提

新規の電波利用システムを利用する場合に絞って普及シナリオを検討する。システム構成上の違いにより、安全安心ITSのサービスを3種に大分類して整理した。

自律型	車載機のみで実現可能であり、インフラの制約を受けない
インフラ協調情報提供型	インフラから通信で得たデータを元にドライバーに情報を与える
インフラ協調制御型	インフラのデータにより、車載システムで介入制御も伴う

#### (1)シナリオ検討の前提

シナリオ検討の前提を下記の通り整理した。

システム構成分類	車載機の普及上限	インフラ要件
自律型	保有台数の全数まで普及を仮定	インフラの制約を受けない
インフラ協調情報提供型	保有台数の全数まで普及を仮定	車載機普及前にインフラ設置が前提
インフラ協調制御型	保有台数の全数まで普及を仮定	車載機普及前にインフラ設置が前提

アンケートでは普及上限について設問しなかったため、ここでは全て100%まで普及することを仮定した。

#### (2)車載機普及推定の方法

- ・ 車載機普及推定において、新車装着率をロジスティック曲線で近似する
- ・ 構成員アンケートの中位の回答を代表として採用し、普及開始時期と急峻度パラメータを得る

#### (3)路側機設置時期

- ・ 車載機普及開始の2年前から設置開始

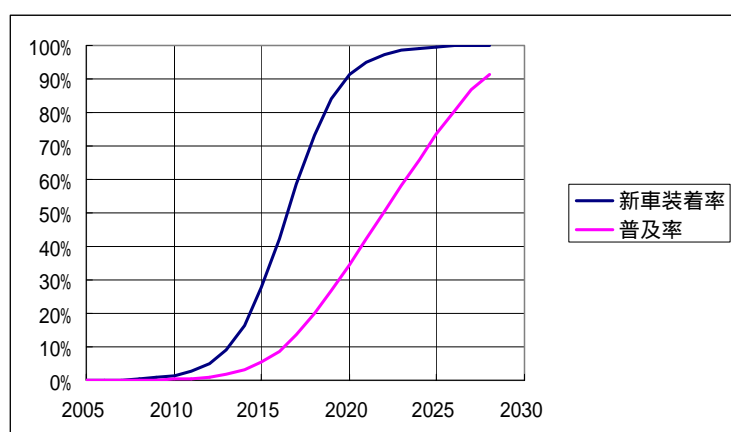
### 4. 安全安心ITSの普及シナリオ

構成員各位のアンケート回答を元に、3種類のシステム構成に分類して普及推移を予測した。

#### (1)自律型システム

2008年ころから車載機の普及が始まり、2016年ころに出荷される新車の約半数に装着される。

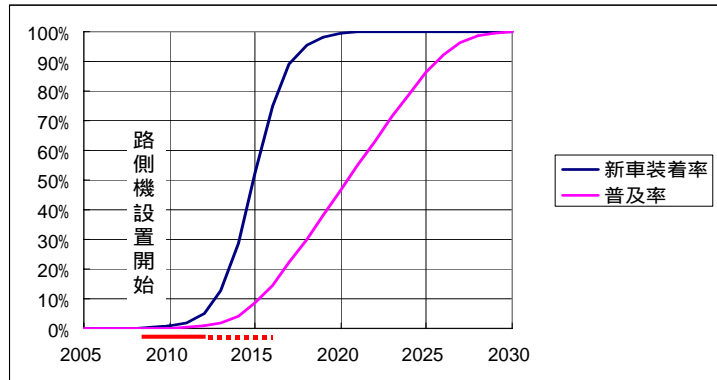
2022年ころには、保有車両の約半数で自律型システムが稼動する。



**(2)インフラ協調情報提供型システム**

2008 年ころから路側機の設置が始まる。**2010 年ころから車載機の普及が始まり、2015 年ころに出荷される新車の約半数に装着される。**

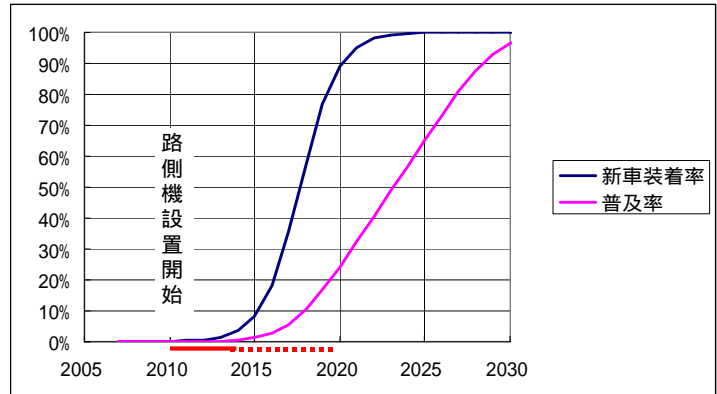
**2021 年ころには、保有車両の約半数でインフラ協調情報提供型システムが稼動する。**



**(3)インフラ協調制御型システム**

2010 年ころから路側機の設置が始まる。**2012 年ころから車載機の普及が始まり、2018 年ころに出荷される新車の約半数に装着される。**

**2023 年ころには、保有車両の約半数でインフラ協調制御型システムが稼動する。**

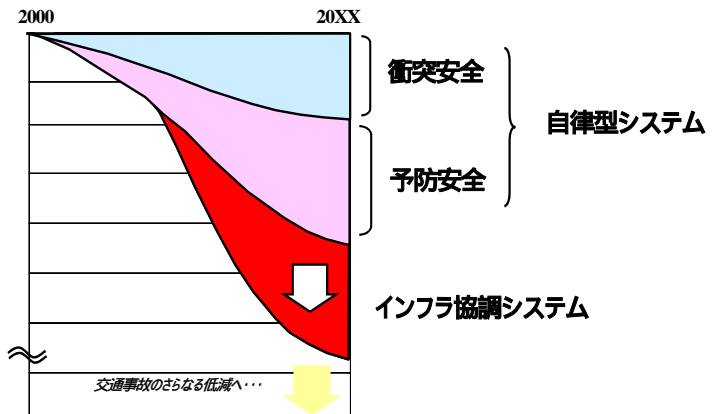
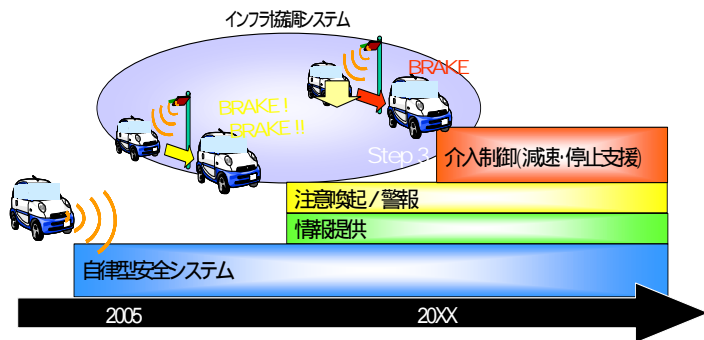


**(4)安心安全 ITS の普及シナリオと導入効果**

自律型安全システムは、自車両から直接見える範囲内の交通事象をシステムが検知し、ドライバーの認知能力を支援する。インフラ協調型は、自車両から直接見えない範囲の交通事象をインフラ設置機器や他車が捉え、その情報を無線通信により自車両が受け取り、自律型に安全運転支援システムと連携して運転者への注意喚起・警報や、介入制御を実現する安全システムである。

自律型は車載機を装着した車両単独でも効果が得られるため、安心安全 ITS 分野ではまず自律型から普及が始まる。次いで路側基地局の配備が始まり、**路側基地局の配備率向上と車載機の装着率向上が好循環を生み出し、相乗効果によりインフラ協調型の普及が加速される。**

安心安全 ITS の導入効果としては、衝突安全と予防安全の対策からなる自律システムの効果に、インフラ協調システムによる外部情報を加えることで事故削減効果が上乗せされて行く。



以上

## 【検討課題 -2 誤り訂正方式(符号化率)について】

### 今回の試算例

ITSインフラ協調システムは、アンテナ高が低い伝搬路の通信であり、現在サービスが行われている一般的な移動通信システムとは異なるものである。

今回提案の計算は、道路上での利用を想定したマルチパス環境下での遅延分散に対応するため、1つの搬送波当たりのシンボル伝送速度を抑えられるOFDM符号化を採用。また、遅延分散量も大きくなると想定されることから、ガードインターバルとして、一般の無線LANに比較して大きく設定する必要があり、この場合の類似システムとしてIEEE802.11jを参考にして試算を行った。

### 誤り訂正方式(符号化率)の例

各移動通信システムの誤り訂正方式(符号化率)を以下に示す。

	今回試算例 IEEE802.11j	IMT-2000 W-CDMA	WiMAX IEEE802.16e	DSRC ARIB T-75
誤り訂正方式	ビタビ符号	ターボ符号	ターボ符号	(CRCチェック)
符号化率	1/2, 2/3, 3/4	1/2, 2/3, 3/4	1/2, 2/3, 3/4	-
変調方式	OFDM (QPSK,16QAM, 64QAM)	CDMA (QPSK, 16QAM)	OFDMA (QPSK,16QAM, 64QAM)	QPSK

**ITSインフラ協調システムの伝搬路特性等が明らかになっていないため、今後、電波伝搬実験等により、最適な誤り訂正方式(符号化率)、変調方式等の仕様を検討していきたい。**

## 【検討課題 DSRCとインフラ協調安全システムの特徴】

DSRCは、スポットエリアでの車両ID認識機能を用いた、利便性向上のアプリケーションに適している。

一方、今回提案している「インフラ協調安全システム」は、交通事故削減を目的とした、安心・安全用途でのアプリケーションサービスに適している。

	DSRC(5.8GHz)	インフラ協調安全システム(UHF帯)
通信形態	路車間通信	車車・路車間共用通信
主な用途例	快適・利便 ・ETC ・道の駅情報提供サービス (道路交通情報、地域・観光情報 など) ・決済サービス(公共駐車場、給油所 など) ・パスロケ ・路車間通信による情報利用システム (前方障害物情報、前方状況情報、 合流支援 など)	安全・安心 ・車車間通信による情報利用システム (出会い頭事故、右折事故、左折事故、 正面衝突事故、追突事故、車線変更事故、 歩行者事故) ・路車間通信による情報利用システム (信号情報、規制情報、歩行者情報 など)
通信エリア	10～30mのスポットのエリア 1	数100m～数Kmの広域エリア 2
備考	1 5.8GHzはUHF帯に比べて電波の直進性が強く、他車の影などによるシャドローイング対策が重要であり、物理的に通信エリアを限定したスポットのサービスが適切	2 安全・安心サービスの情報は、広域エリア内を連続的に通信する必要があり、交差道路の見通し外の車両との車車間通信や、遮蔽物によるシャドローイングの影響を受けにくい路車間通信が可能なUHF帯を用いた通信により、事故削減が期待できる。

# ASV検討資料抜粋

## 概要

国土交通省が推進している第3期ASV（先進安全自動車）では車車間通信を予防安全向上に資する運転支援システムの実用化に向けた検討を国内14自動車メーカー共同で取り組んでいる。車両相互の衝突事故、および横断歩行者との衝突事故を未然に回避する技術手段として通信技術を活用した運転支援システムの研究を推進している。

その検討結果を受けて社団法人日本自動車工業会は、迅速なシステムの普及拡大を狙い、車車間通信システムの標準化（周波数、プロトコル）及び条件整備を推進し、安全な交通社会の実現を目指す。

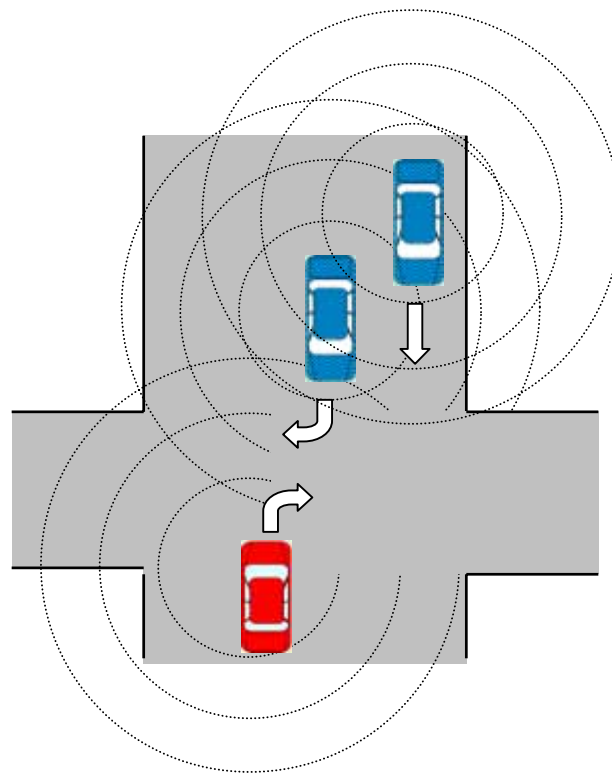


図 1 通信イメージ図

## システムの対象とする事故類型

現在ASVで行われている検討では、第2期ASVまでの技術（衝突安全技術、自律系予防安全技術）を用いたとしても救済が困難な交通事故を防ぐため車車間通信技術を用いたシステムについて検討を行い、事故数の多い事故4類型に、社会的要求として低減が期待される事故3類型を加えて合計7つの事故類型をピックアップした。



(1)右折事故

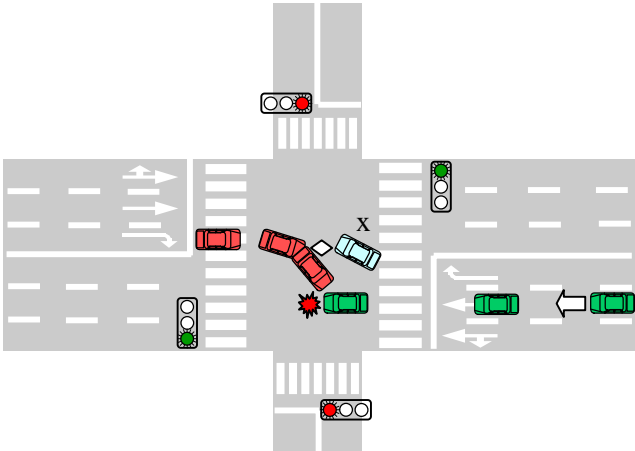
	対象	すべての車両、歩行者
	ケース	相手を認知無く発生した事故 相手の動静を不注視し発生した事故
	条件	信号機のある交差点の場合、信号機指示に従っていること
	情報	車両種別、位置、速度、右折意志情報

図2 右折事故

(2)出会い頭事故

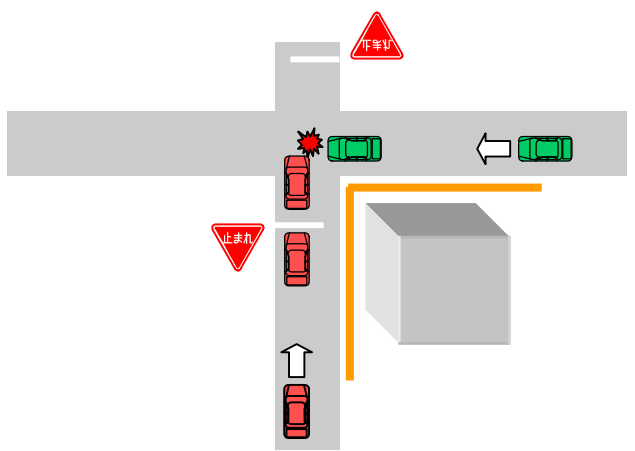
	対象	すべての車両、歩行者
	ケース	相手を認知無く発生した事故 相手の動静を不注視し発生した事故
	条件	信号機のない交差点
	情報	車両種別、位置、速度

図3 出会い頭事故

(3)歩行者事故

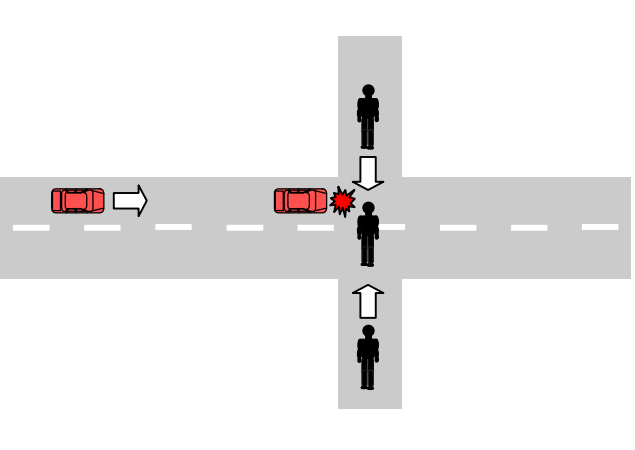
	対象	すべての車両、歩行者
	ケース	相手を認知無く発生した事故
	条件	信号機のない交差点 歩行者の飛び出しには対応不可能
	情報	歩行者の位置

図4 歩行者事故

(4)正面衝突事故

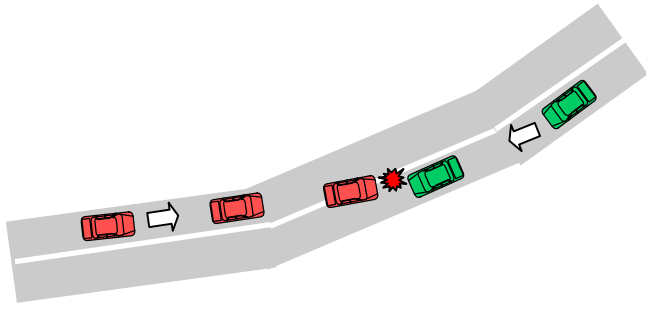
	対象	軽車両を除くすべての車両
	ケース	相手を認知無く発生した事故
	条件	
	情報	車両種別、位置、速度

図 5 正面衝突事故

(5)追突事故


	対象	軽車両を除くすべての車両
	ケース	相手の停止を認知無く発生した事故 相手の動静を不注視し発生した事故
	条件	
	情報	車両種別、位置、速度、急制動情報

図 6 追突事故

(6)左折事故

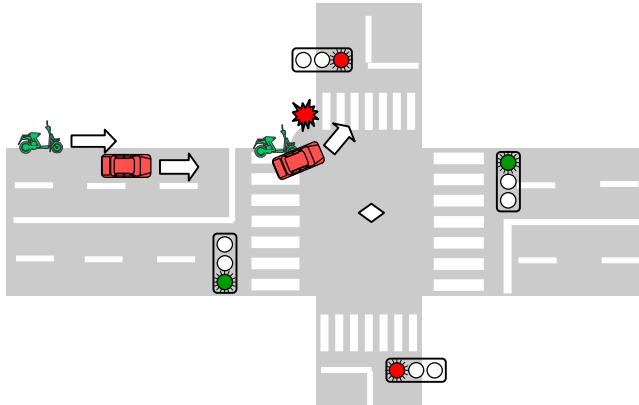
	対象	すべての車両、歩行者
	ケース	相手を認知無く発生した事故 相手の動静を不注視し発生した事故
	条件	信号機のある交差点の場合、信号機に従っていること
	情報	車両種別、位置、速度、左折意志情報

図 7 左折巻き込み事故

(7)車線変更に伴う衝突事故

	対象	軽車両を除くすべての車両
	ケース	相手を認知無く発生した事故 相手の動静を不注視し発生した事故
	条件	
	情報	車両種別、位置、速度、車線変更意志 情報

図8 車線変更に伴う衝突事故

対象事故件数

システムの対象となる事故の件数を事故類型ごとに調査した結果、事故を防止できる可能性がある対象件数の合計は以下の通りである。

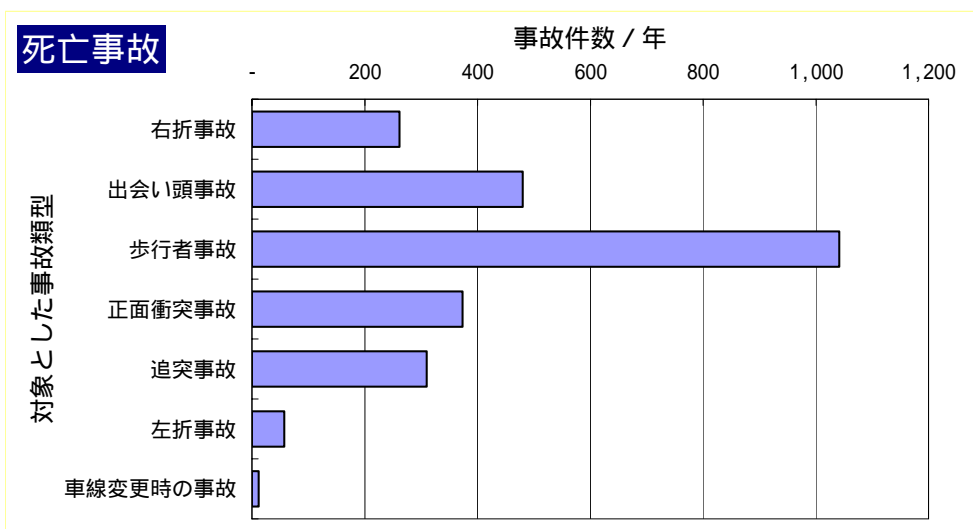
(1) A S V通信システムの支援対象とした7つの事故類型において、効果が見込める対象事故の合計件数

死亡事故：2,535件 / 年

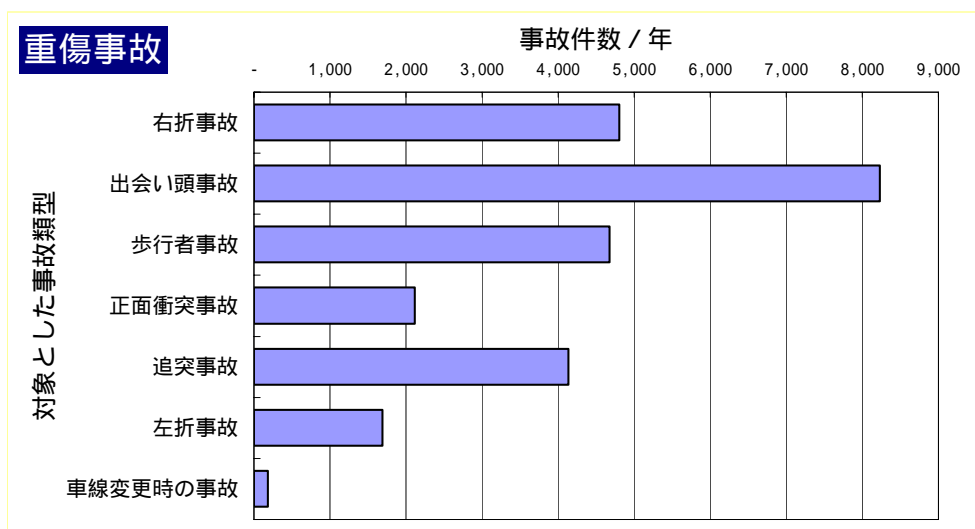
重傷事故：25,827件 / 年

(2) 事故類型別にみた事故件数

死亡事故では、「歩行者事故」の件数が多い。次いで「出会い頭事故」、「正面衝突事故」、「追突事故」の順に件数が多い。



重傷事故では、「出会い頭事故」の件数が多く、次いで「右折事故」、「歩行者事故」、「追突事故」の順に件数が多い。



(3) 全体の事故件数に対する対象事故の割合

死亡事故全体に対する対象事故の割合： 28%

\* 死亡事故全体の件数 (H7年～H12年の平均件数)： 9,192件/年

重傷事故全体に対する対象事故の割合： 36%

\* 重傷事故全体の件数 (H7年～H12年の平均件数)： 72,212件/年

事故類型別にみた対象事故の割合 (死亡事故のみ)

\* 人对車両事故の場合： 40%

・ 横断中に限定した場合： 54%

\* 車両相互事故の場合： 35%

・ 右折事故： 55%

・ 出会い頭事故： 33%

・ 正面衝突事故： 31%

・ 追突事故： 59%

・ 左折事故： 74%

## ASV 通信システムに対する技術的検討

ASV 通信システムの対象とする事故に対し、必要な通信エリアを検討し、そのエリアをカバーすることのできる通信方式についてアプリケーションを見据えた検討を行った。

### 1. 通信エリアに関わる数値

#### (1) 適用上限速度

ASV 通信システムは対象とする道路での事故削減を目的としているため、通信エリアの検討においては、交通実態に即した車速範囲（車速の上限）を設定する必要がある。ASV におけるこれまでの検討では、交通事故統計における当該死亡、重傷事故の危険認知速度データを基におよそ 90% タイル値程度までの速度がカバーされる必要があるとの考え方が採られ、「適用上減速度」として事故類型別に基礎データが収集されている。危険認知速度の 90% タイル値は、厳密には車種ごとに異なっており、全ての車両に対して一律に値を定義すると実態に合わないものになってしまう。とりわけ、旅客バスでは乗客の安全から規制速度を遵守する傾向が強いこと、大型トラックへのスピードリミッタ装着義務の法制化が決定されていること等から、詳細な通信エリアの検討にあたっては車種による適用上限車速の違いを十分留意する必要がある。

#### (2) 減速度

ASV では、情報提供によって運転者が目標速度（停止あるいは一定速度）に減速するまでの減速度を「通常減速度」として基礎データが収集されている。通信エリアの検討においては適用上限速度等とともにこの基礎データを用いることとした。減速度として定義されている値は乗用車、二輪車が  $2\text{m/s}^2$ 、大型バス・トラックが減速度は  $1\text{m/s}^2$  である。

#### (3) 情報提供・反応時間

システムが運転者に対して情報提供を開始する時間から運転者が反応を開始するまでの時間を知見による想定を基に暫定的に 3.7 秒とする。これは図 9 で示すように ASV の情報提供における運転者反応時間の仮値 3 秒に対し、音声や表示を用いた情報提供の時間についても見込んだ値である。ASV 通信システムは認知支援の機能であるため、情報提供の内容が比較的単純であり、情報提供のパターンも事象に応じて大きく変化しないと考えられ、様々な情報を提供する場合に比べ、情報提供・反応時間を少なく見積もることができると考えられる。

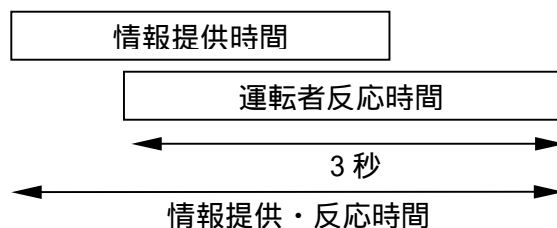


図 9 情報提供時間と運転者反応時間の関係

なお、ここで挙げた数値は、あくまで暫定であり、実際には表示と音声の情報分担の仕方、情報提供時の運転シーンなどにより必要な時間が変化すると考えられるが、現時点では、この数値を一義に決めることは難しい。今後の実験および開発途中で様々なヒューマンインターフェースの方式検討を行なうことにより最適な値に絞り込まれていくものと考えられ、これらの検討の後に精緻化した数値について改めて検討することとした。

#### (4)システム遅延時間

ある車両からデータが送出されてから、そのデータを受信し、情報処理するまでの時間が、遅れ時間として通信エリアの検討に関わることになる。ここではシステム遅延時間を知見による想定を基に0.3秒と仮設定する。

#### (5)必要な通信エリア

上述した数値を用い、以下の式により必要な通信エリアを算出した。

$$L = (V^2 - Vt^2) / 2 + (V - Vt) \times T$$

L:通信エリア(m) V:適用上限速度(m/s) Vt:目標車速(m/s) :車両の減速度(m/s<sup>2</sup>)

T:情報提供・反応時間とシステム遅延時間の和(s)

## 2. 通信エリアの検討

前節に述べた数値にしたがい、ASV 通信システムが対象とする事故類型について、必要な通信エリアを算出した。事故類型ごとに求めた必要な通信エリアは、図 10～図 16 のようになる。ここで、必要な通信エリアを求めるにあたっては、それぞれ減速度や適用上減速度の異なる乗用車とトレーラ/バス/トラック（以下便宜上「大型車」と略記する）を想定し行った（乗用車の場合のみ結果を示す）。適用上限速度に関しては、平成 13 年度の「実用化指針 WG 調査報告書 適用上限車速に関する検討調査」を参考にし、記載されていない事故類型については他の文献やSWGメンバの知見に基づいて暫定値を設定した。大型車に関してはスピードリミッタ装着義務の法制化を考慮し、適用上限車速は90km/hを超えない範囲で設定することとした。

(1) 乗用車

(a) 右折事故

	パラメータ V: 30km/h(右折側) V: 70km/h(直進側) * 報告書の値による
	通信エリア 右折側：交差点中央から約 50m 直進側：交差点中央から約 170m

図 10 右折事故の通信エリア

(b) 出会い頭事故

	パラメータ V: 15km/h(規制側) V: 60km/h(優先側) * 規制側は文献を参照した暫定値 * 優先側は報告書の値による
	通信エリア 規制側：交差点端部から約 20m 優先側：交差点端部から約 135m

図 11 出会い頭事故の通信エリア

(c) 歩行者事故

	パラメータ V: 60km/h(車両側) V: 4km/h(歩行者側) * 暫定値。但し歩行者は別途考え方を規定する必要有り。今回は暫定的に車両と同様の算出式で計算を実施。
	通信エリア 規制側：交差点端部から約 135m 優先側：交差点端部から約 5m

図 12 歩行者事故の通信エリア

(d) 正面衝突事故

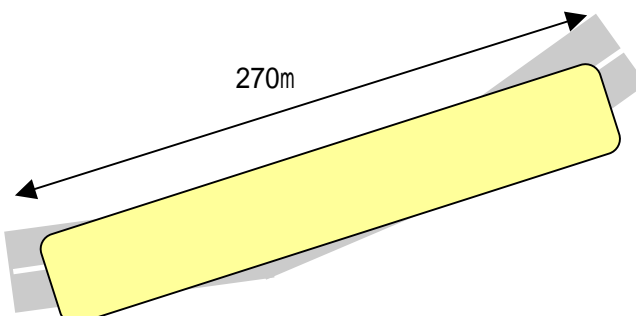
	パラメータ V: 60km/h(双方の車両) * 暫定値
	通信エリア 車両間最大距離 270m

図 13 正面衝突事故の通信エリア

(e) 追突事故

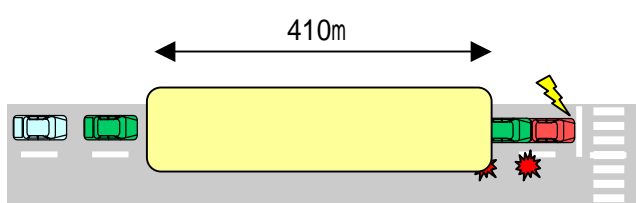
	パラメータ V: 120 km/h * 高速道を想定した暫定値
	通信エリア 車両間最大距離 410m

図 14 追突事故の通信エリア

(f) 左折事故

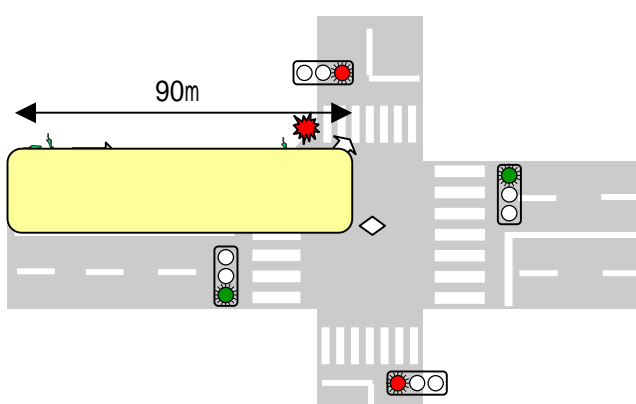
	パラメータ V: 30km/h(左折側) V: 70km/h(直進側) * 暫定値、直進側の目標速度を 30km/h として算出
	通信エリア 車両間最大距離 90m

図 15 左折巻き込み事故の通信エリア



(g) 車線変更に伴う衝突事故

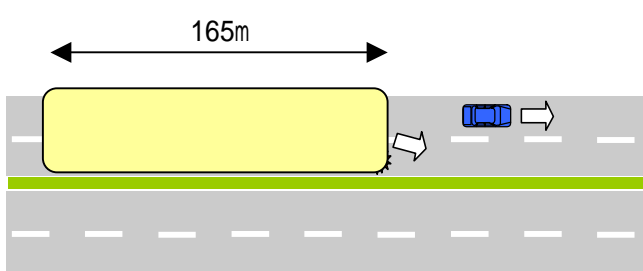
	パラメータ V: 80km/h(車線変更側: 大型車) V: 120km/h(直進側: 乗用車) * 高速道を想定した暫定値、直進側の目標速度を 80km/h として算出
	通信エリア 車両間最大距離 165m

図 16 車線変更に伴う衝突事故の通信エリア

以上の検討により得られた必要な通信エリアをまとめると、車両前方が 410m、車両後方が 410m、車両前方 200m まで伝搬後、回折し、更に 25m 伝搬するエリアとなる。なお、自由空間上では、車両を中心として、半径 410m の通信領域となる。

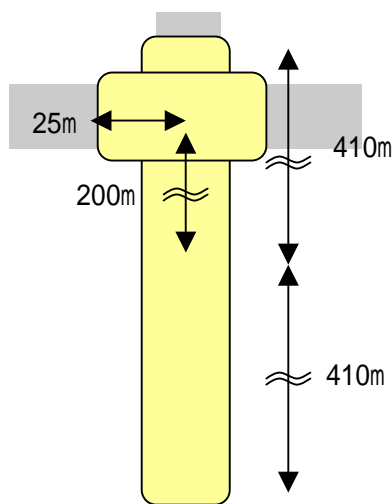


図 17 通信エリア

3. 検討結果

3-1 周波数と出力電力

(1) 見通し内伝搬特性

平成 15 年度の電波伝搬実験結果を解析すると、150MHz については 2 波モデルによく合致すること、2.4GHz および 5.8GHz については周囲の反射の影響により 2 波モデルほどは減衰しないものの、ほぼ傾向は 2 波モデルに近いことが確認された。2 波モデルとは送受信機間における直接波と路面反射波の 2 波による伝搬モデルである。

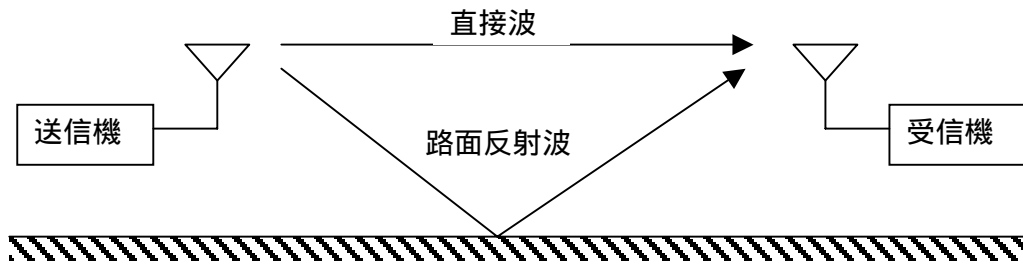


図 18 2 波モデル

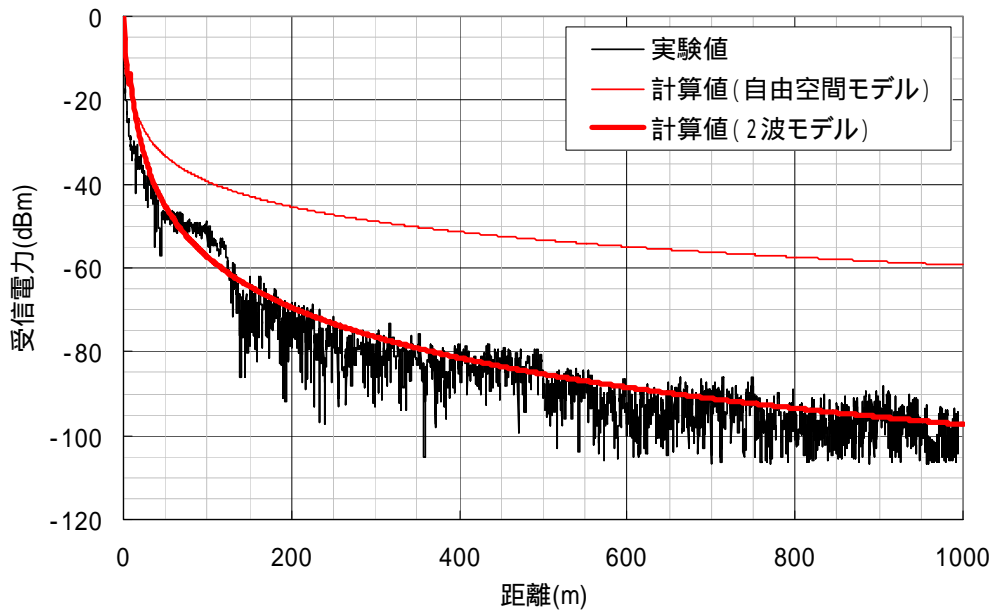


図 19 150MHz における伝搬特性

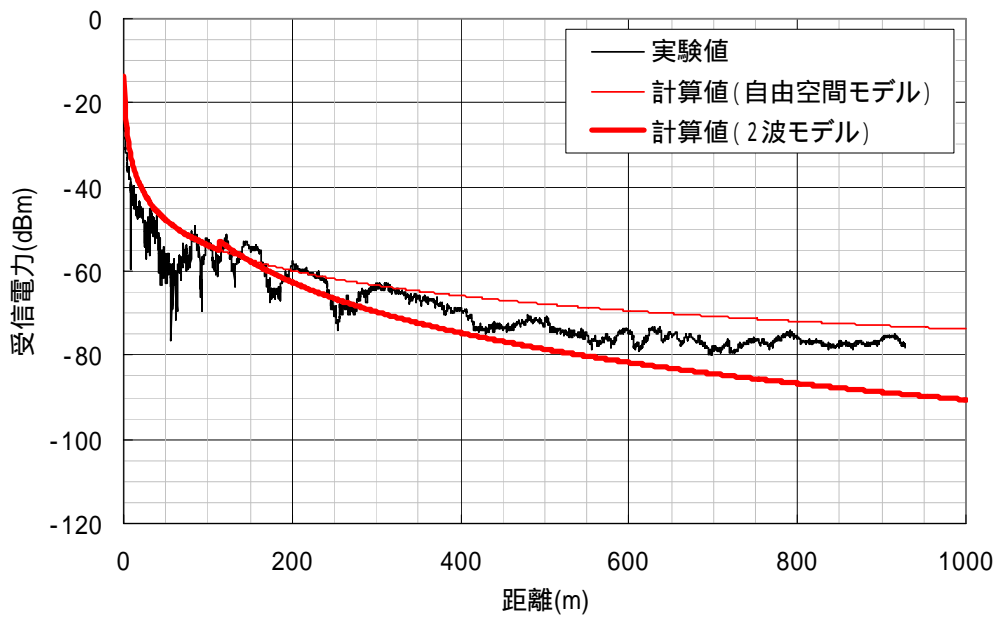


図 20 2.4GHz における伝搬特性

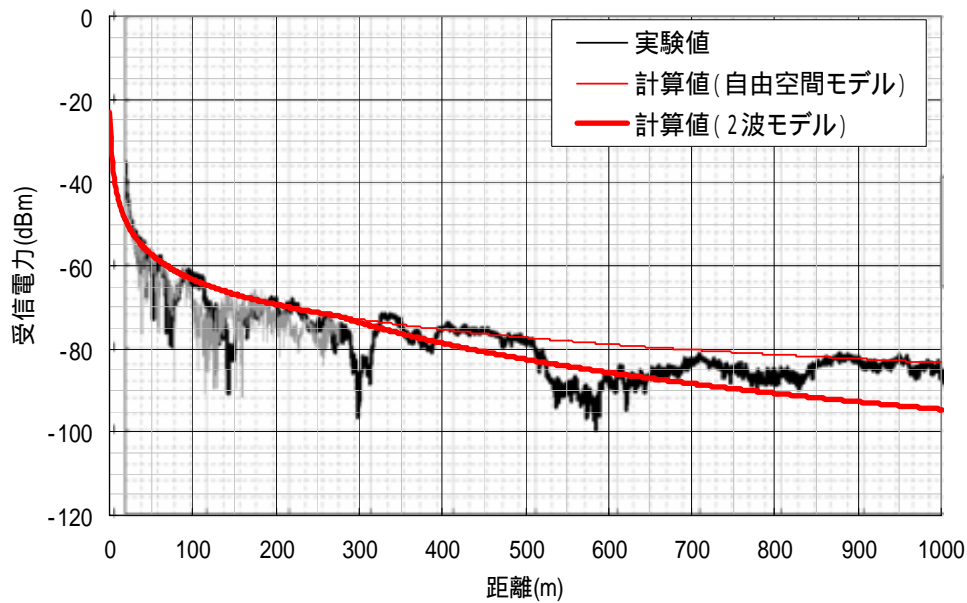


図 21 5.8GHz における伝搬特性

## (2) 見通し外伝搬特性

電波伝搬実験結果より、見通し外伝搬特性を損失の観点で解析すると、低い周波数ほど損失が少ないことが確認された。実験結果から得られた交差点回折損失<sup>1</sup>と遮蔽車両<sup>2</sup>の影響は以下のとおりである。

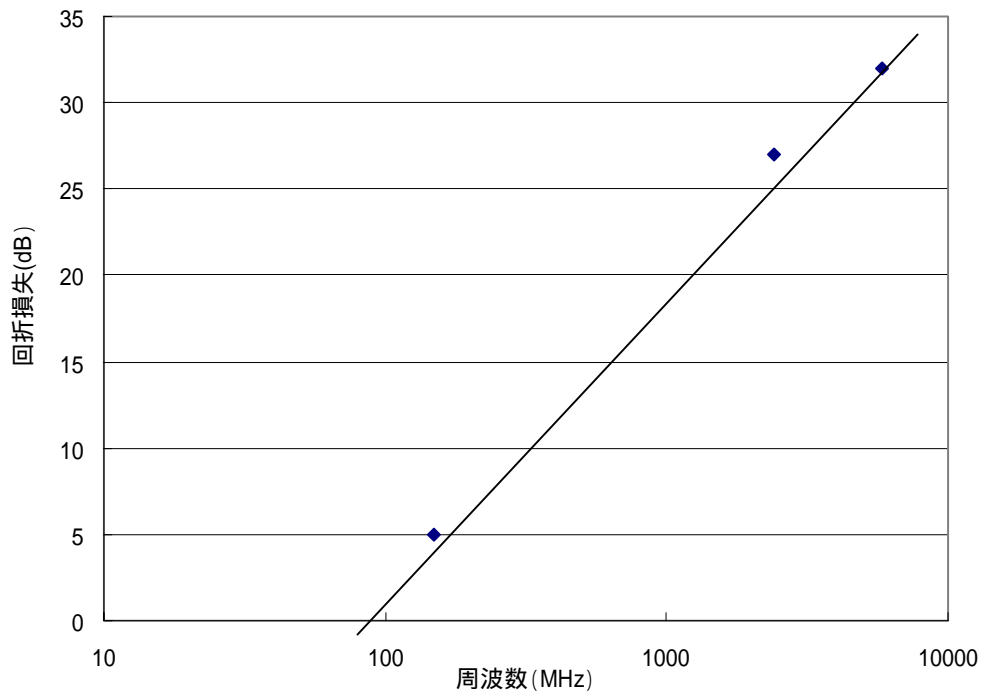


図 22 回折損失

<sup>1</sup> 直線路 200m 後、交差点を回折し 25m 伝搬した場合と直線路 225m 伝搬した場合との差とする。

<sup>2</sup> 送信から 20m の距離に見通しを遮る車両がある場合の 410m の直線路と車両が無い場合との差とする。

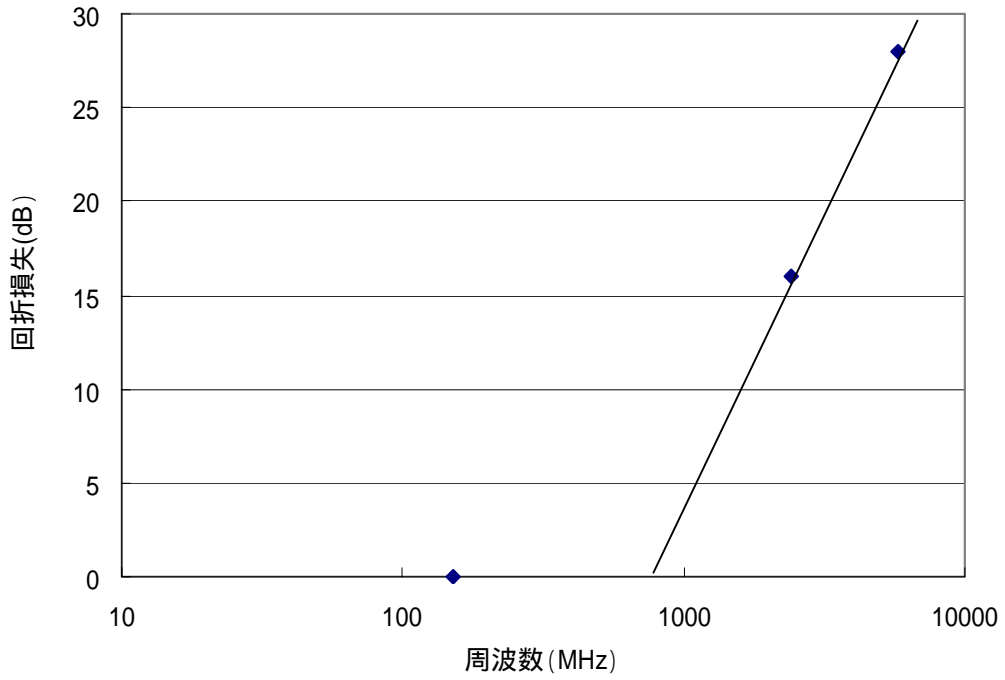


図 23 遮蔽車両による影響

(3) 出力許容範囲

4.2 で示された伝搬特性と損失から、図 17 に示す ASV 通信システムの通信エリアをカバーするための必要な出力電力と周波数の関係を推定すると図 24 のようになる。

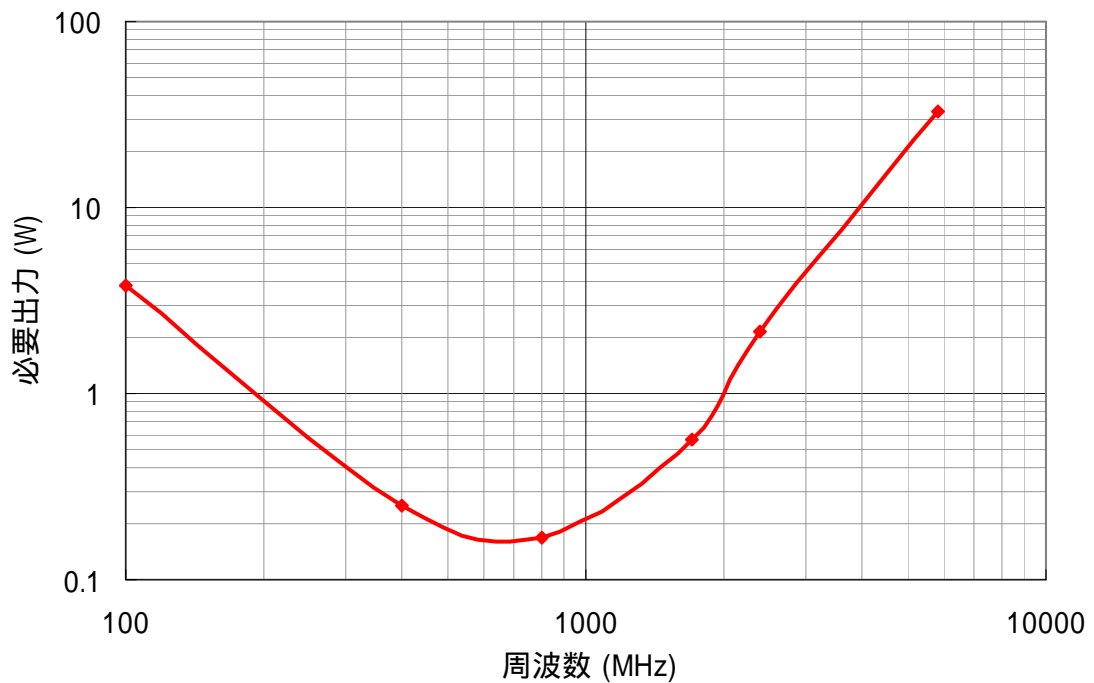


図 24 通信エリアを満足する周波数と出力

### 3-2 伝送容量

通信を実現するために、必要な伝送速度を確保することのできる伝送容量を求める。

#### (1) 前提条件検討

伝送速度を求めるため、通信エリアに存在する車両の最大台数、通信データ量、通信タイミングを想定する。そのための前提条件を検討する。

#### (2) 道路環境と通信車両台数

##### 道路環境

東京都銀座市街地の道路配置と車線数を参考にし、道路配置を 50m 方形メッシュの道路配置とし、片側 3 車線の幹線道路 / 高速道路と、片側 2 車線の主要道路を 200m 毎に配置する。

##### 自転車位置

見積もり対象である自転車の位置を、通信対象車両数が最大となるよう、片側 3 車線の幹線道路同士の交差点内にあるものと仮定する。

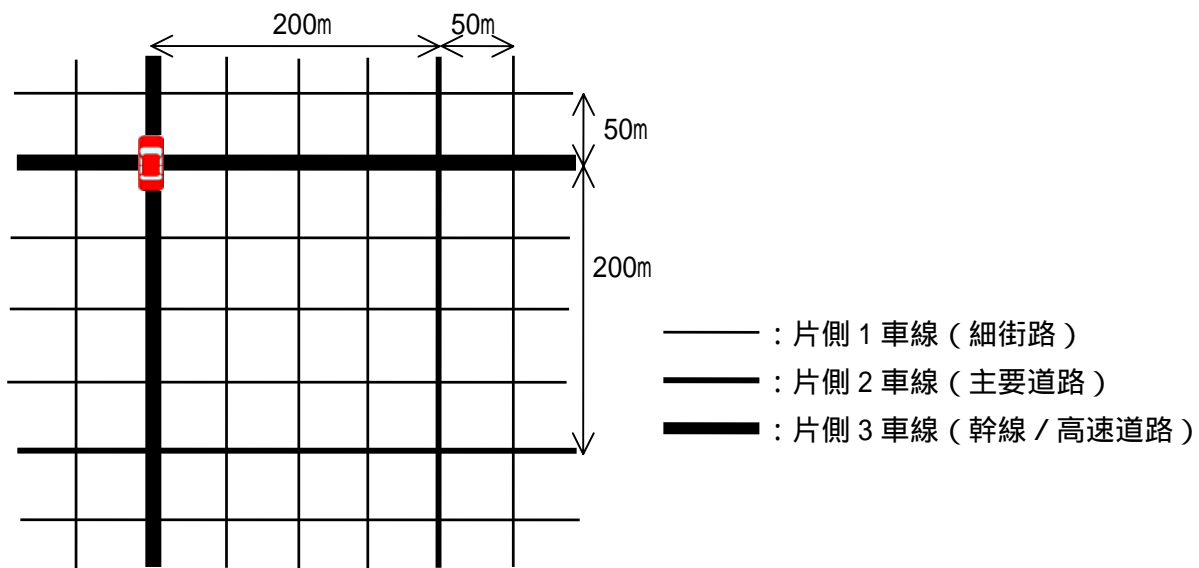


図 25 道路環境

##### 車両密度

東京都の平均旅行時間 20km/h を用い、車両間隔時間 0.5 秒として、車両間隔距離を 5m と仮定する。車両長を 5m とし、車両密度を各車線 1 台/10m と設定する。

##### 通信可能範囲

800MHz についての回線設計結果より、見通し内の伝搬を想定した場合、通信可能距離は 850m に設定する。また、2 台以上の遮蔽車両を介する場合、電波伝搬基礎実験結果より通信可能距離は 1 台の場合とほとんど変化がないことがデータから容易に予測することができるため、1 台以上の遮蔽

車両が在る場合、通信可能距離は一律 450m に設定することとする。

### 通信エリアと車両台数

周囲に遮蔽車両が少ない場合、通信エリアが広くなり、車両台数が増えることが予想される。逆に遮蔽車両が多い場合、通信エリアは狭くなるが、遮蔽状態の車両そのものの台数が多いと予想される。ここでは、どちらの条件の場合に車両台数がより多くなるのかを求め、車両台数の多い方、すなわち容量的に厳しい方を通信エリアと車両台数の前提とする。

- 遮蔽車両が多い状態

渋滞で車両が最大に詰まった状態を想定し、下図のエリア 1 を考え、全ての車線に密度 1 台 / 10m の車両を想定する。

- 遮蔽車両が少ない状態

下図のエリア 2 を考え、かつ中央よりの車線に車両がなく（図 27）、その他の道路は上記と同様に全ての車線に密度 1 台 / 10m の車両を想定する。

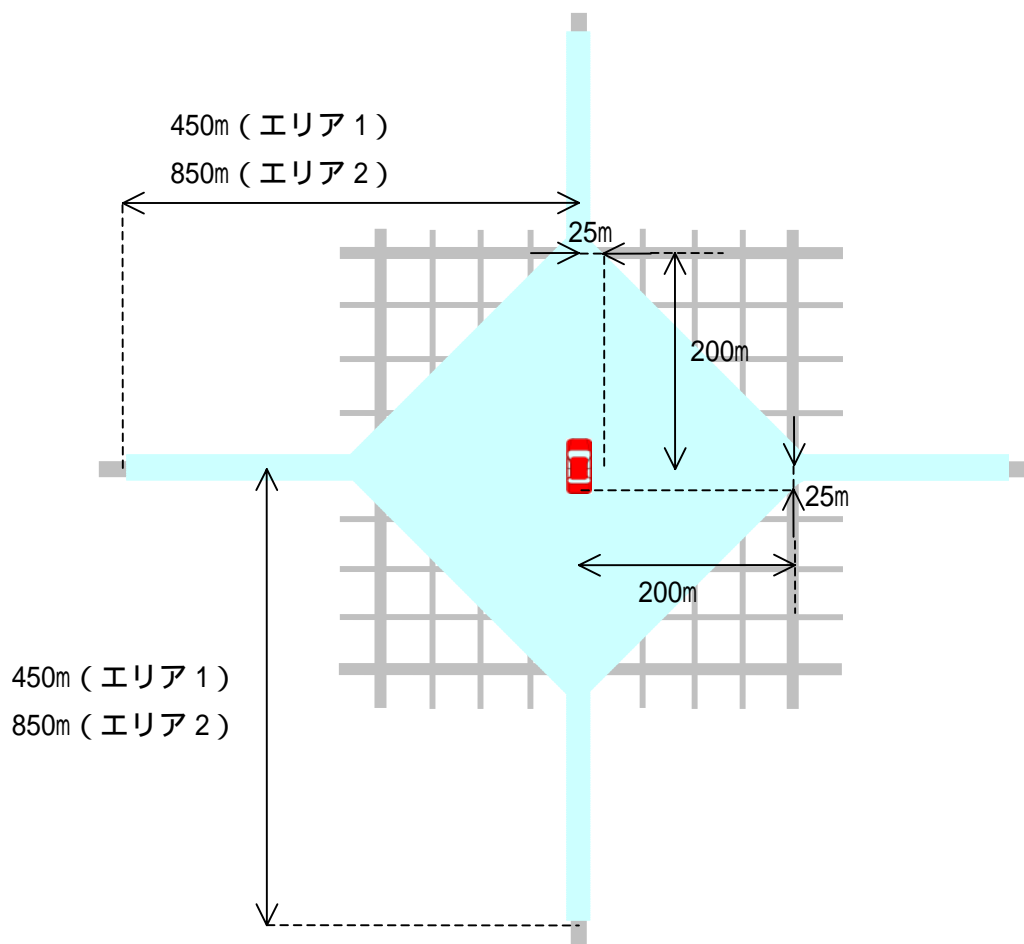


図 26 道路構造と通信エリア

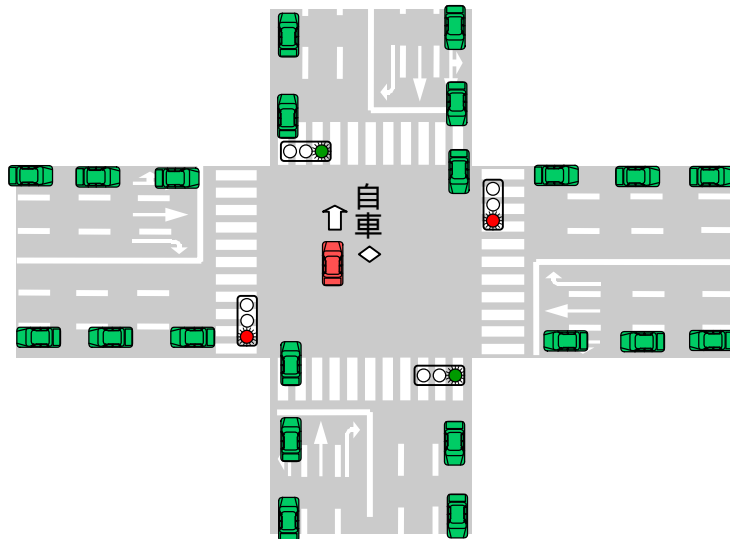


図 27 遮蔽車両が少ない状態

対象車両台数を算出すると、遮蔽車両が多い状態で通信エリアに 1780 台となる。一方遮蔽車両が少ない状態で 1400 台となる。つまり送信電力一定と仮定すれば見通しの飛びすぎより、渋滞時の方が通信容量に対して厳しい条件となる。よって遮蔽車両が多い状態となる通信エリア前後左右 450m、通信対象台数 1780 台を前提条件として以降の検討を行うこととする。

### (3) 通信データ量と通信頻度

コンセプト仕様書では通信データ量は暫定的に 100byte 程度と見積もられているが、通信品質確保のための誤り訂正や各プロトコルレイヤに必要なヘッダなどの冗長分を考慮しておく必要がある。ここではリクワイアメントの暫定値としてコンセプト仕様書の倍の値 200byte を回線上に流れるデータ量とする。また、通信頻度はコンセプト仕様書とおりの 100ms とする。

### (4) CSMA を用いた場合の伝送容量

これまでの前提条件を基にパケット到達率と伝送容量の関係を計算した結果を図 28 に示す。これによると CSMA を用い 20Mbps の通信路を使っても衝突なくデータが届く確率は 36%程度であることがわかる。また、CSMA のパケット到達率に与える改善効果が 10%程度あると言え、ASV 通信にとって効果のあるアクセス制御方式であることがわかる。以降の検討は CSMA の採用を前提として行う。

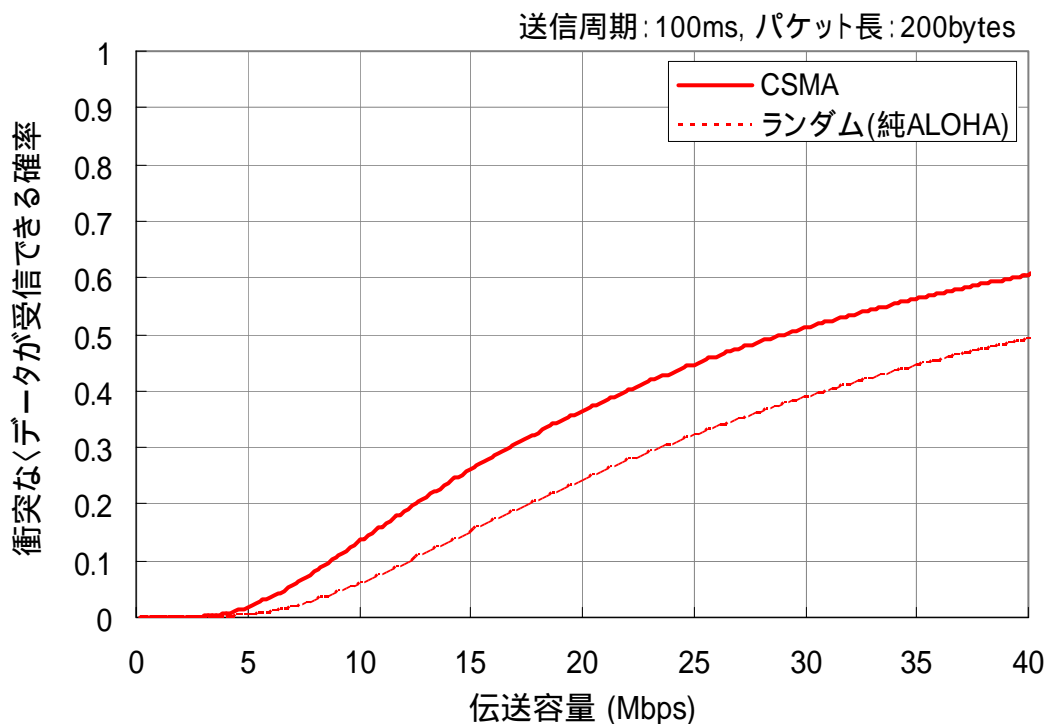


図 28 伝送容量とパケット到達率

伝送容量を増大させていけば、必要なパケット到達率は確保できるが、伝送容量を増大させることは広い帯域幅を必要とすることになり、効率的な周波数の利用という観点では問題が残る。コンセプト仕様書において言及されているように、ASV 通信システムは、アプリケーションの機能を損なわない範囲では速度に応じて送信周期の変更が可能であることが特徴である。これは、速度の低い車両ほど動静の変化が少ないため、データの更新頻度が少なくともアプリケーションが実現できるためである。以降、送信周期を可変させた場合に伝送容量がどのように変化するか検討する。

#### 車速に応じた送信周期制御の検討

##### (5) 前提条件

###### 車両速度

車両の平均速度を以下のように設定する。

- ・ 車両密度が低い状態は通信トラフィックが少ないため、伝送容量に与える影響はほとんど無視できる。したがって、車両密度が小となる条件は設定しない。
- ・ 車両密度が中の時、密度を満たすため交差道路側の車速を低速とし、進行方向側の車速を低速、中速、高速とした場合の条件を設定する。
- ・ 車両密度が大の時、密度を満たすため交差道路側の車速を微低速とし、進行方向側の車速を低速、中速、高速とした場合の条件を設定する。



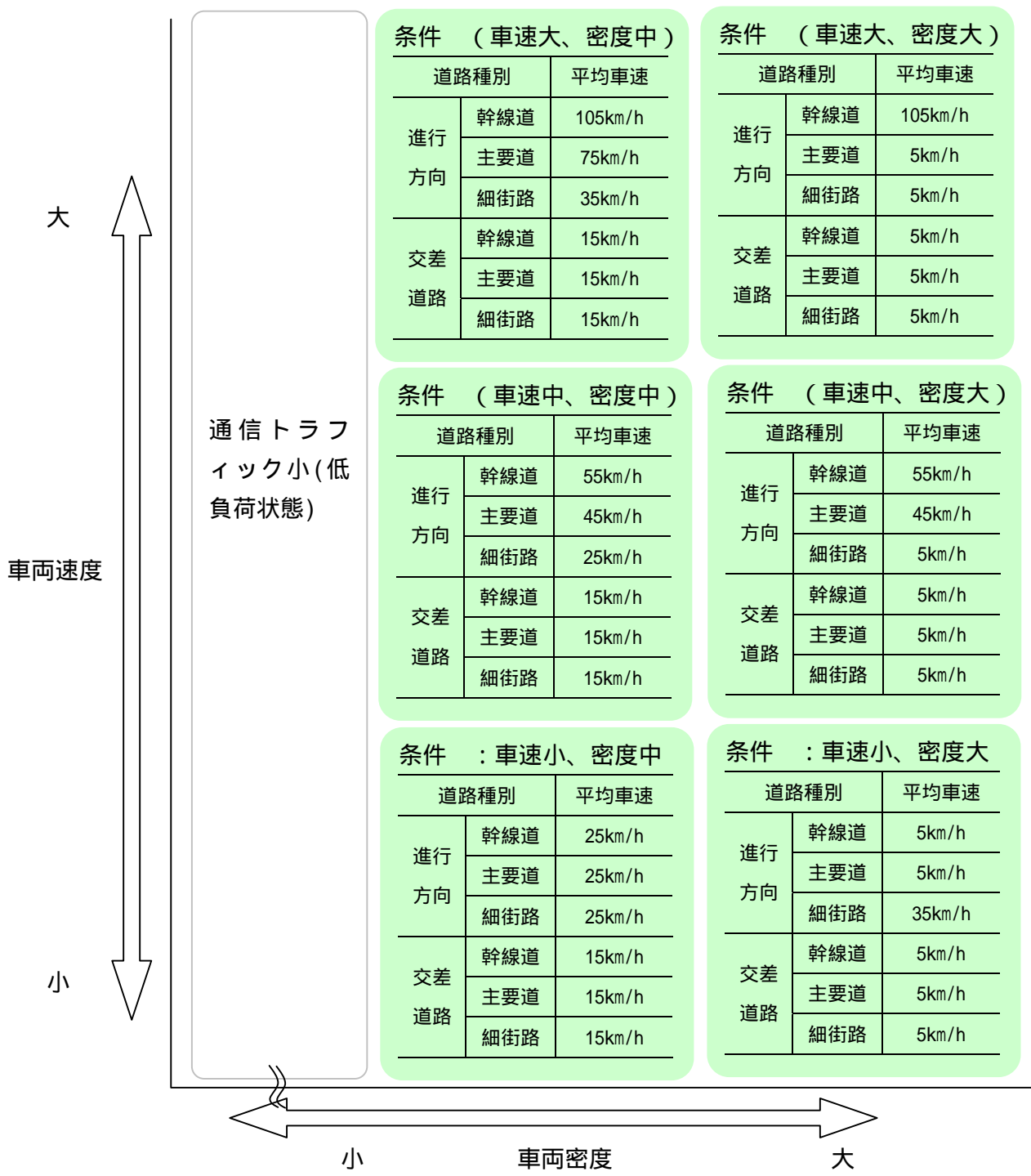


図 29 車両速度と車両密度

車両間隔

車両間隔については平成9年に(財)省エネルギーセンターがまとめた報告書『自動車省エネルギー走行技術と将来の展望』によれば実際の交通では平均的な車間時間は1秒を越える統計結果が報告されている。ここでは暫定的に平均車間時間を1秒と仮定して、必要な車両台数を算出することとする。

## 送信周期制御

コンセプト仕様書に記述される適用上限速度の 120km/h に対する送信周期である 100ms を基本として、与えられた速度域の最大速度についてほぼ同じ現在位置精度とマージンが得られるよう想定車両速度域毎に下式に従って決め、下表 3 種類の速度分解能について検討する。

$$\text{各速度域の上限速度} \times \text{送信周期} = \text{一定} (120\text{km/h} \times 100\text{ms})$$

表 1 車速に応じた送信周期変更制御パターン

車速 (km/h)	制御なし (ms)	制御 A (ms)	制御 B (ms)	制御 C (ms)	
110 ~	100	100	100	100	
100 ~				110	
90 ~				120	120
80 ~					130
70 ~		150	150	150	
60 ~				170	
50 ~				200	200
40 ~		240			
30 ~		300	300		300
20 ~				400	
10 ~				600	
10 未満		1200	1200	1200	

## 通信エリア

送信周期の制御に伴うパケットの遅延時間を考慮し、通信エリアの見直しを行う。コンセプト仕様書より必要な通信エリアを決定している出会い頭事故、正面衝突事故、追突事故について上記の遅延を含めて必要な通信エリアを下記のように算出する。

$$L = (V^2 - Vt^2) / 2 + V (T + Tp)$$

L:通信エリア(m) V:適用上限速度(m/s) Vt:目標車速(m/s) :車両の減速度(m/s<sup>2</sup>)

T:情報提供・反応時間とシステム遅延時間の和(s) Tp:送信周期制御によるパケットの遅延時間(s)

算出した結果を図 30 に示す。また、図 30 に示すエリアを、電波伝搬基礎実験から推定した周波数 800MHz の電波伝搬特性に当てはめた結果を図 31 に示す。

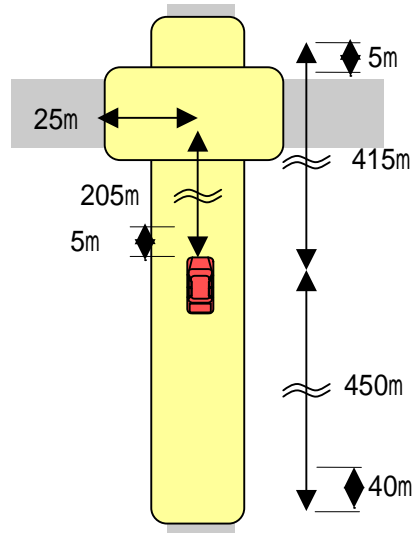


図 30 通信エリア

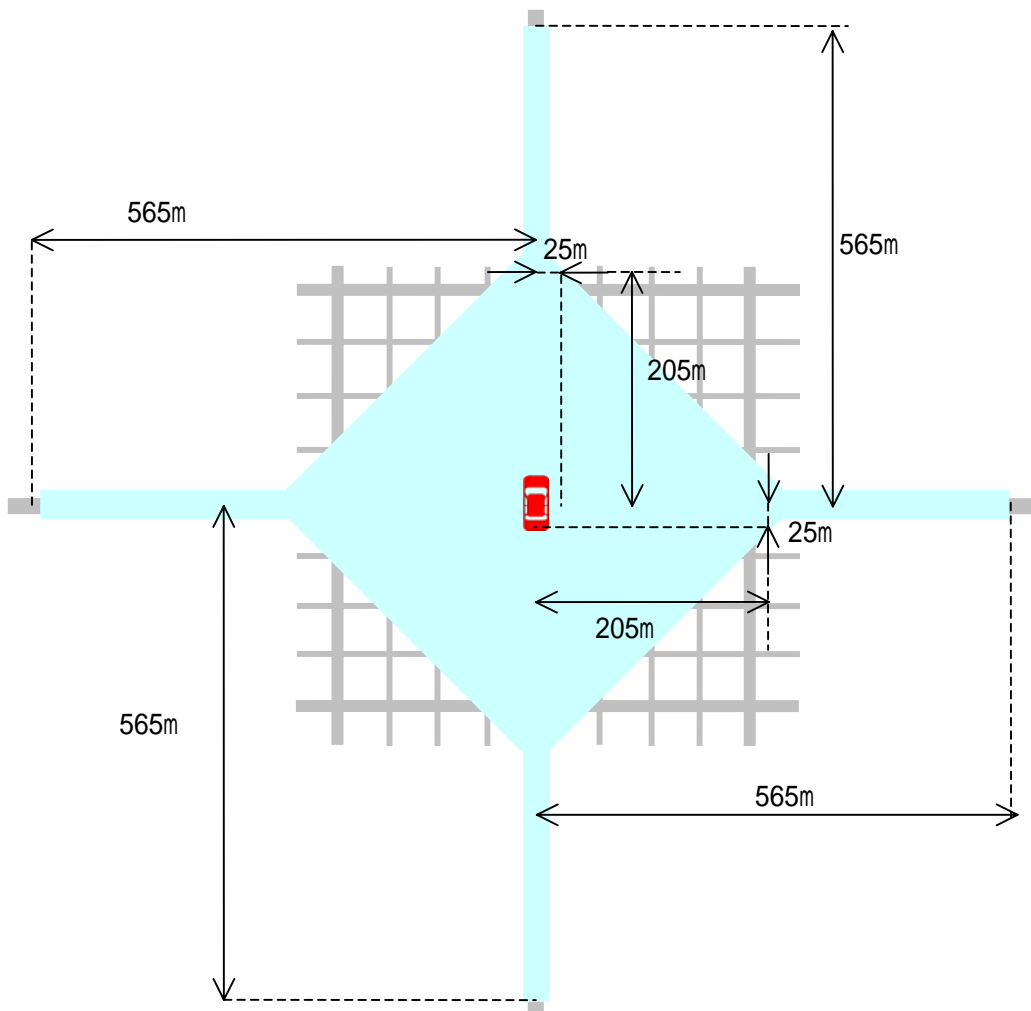


図 31 800MHz における通信エリア

(6) 送信周期制御による効果

この条件設定に基づいて、ある速度の車群の中で、低速、中速、高速の車群が存在する場合のパケ

ット到達率を算出する。図 5.22 にそれぞれの条件におけるパケット到達率と伝送容量の関係を示す。各々の単独の結果は付録に示す。

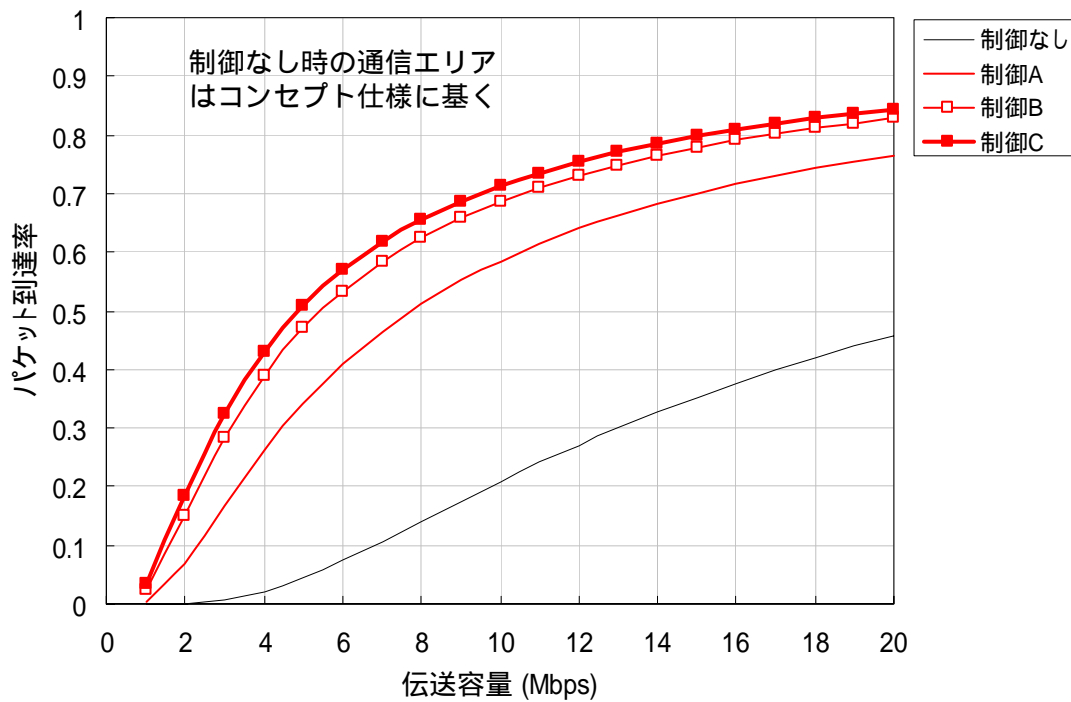


図 32 送信周期制御毎の最小となるパケット到達率

- ・ 実際の交通環境下を模擬した前提においても、送信周期制御を行うことで、パケット到達率改善効果は 50%以上を見込むことができ、送信周期の切り替えは、おおよそ車速 20km/h 毎に行えばよい。
- ・ 送信周期制御を車速 20km/h 毎に行った場合のパケット到達率は伝送容量 20Mbps において約 80% 強であり、16Mbps 以上の伝送容量でパケット到達率 80%を確保可能である。

### 伝送容量と物理層制御

これら検討結果より、車速による送信周期の可変制御を行うことによって伝送容量は 16Mbps ~ 最大 20Mbps 程度あれば、パケット到達率 80%を満足することが可能であると考えられる。その場合、車速による送信周期の可変制御は表 2 の仕様で行う必要がある。

表 2 車速による送信周期制御

車速 (km/h)	送信周期(ms)
100 ~	100
80 ~	120
60 ~	150
40 ~	200
20 ~	300
10 ~	600
10 未満	1200

### 3. 周波数帯域と伝送容量に関するまとめ

これら検討結果より、本システムには数 100MHz から 2GHz 程度の周波数帯域が適性が高い。また、伝送容量に関しては、車速による送信周期の可変制御を行うことによって 16Mbps ~ 最大 20Mbps 程度必要と考えられる。

但し、これらの検討は車車間通信のみを考慮した場合であり、これと併行して路車協調の安全運転支援が検討されている。将来の普及を考えた場合、両者の両立を考慮した対応が必要であるため、伝送容量は路車間通信を含めて議論されるべきである。

(付録1) 車車間通信 (ASV情報交換型運転支援システム) データ仕様 (抜粋)

FIELD	UNIT	element	長さ(bit)	
ADMINISTRATION		data version	8	
		reserve	8	
STANDARD INFORMATION		vehicle id	24	
		reserve	4	
		destination id	24	
		reserve	4	
		vehicle class	4	
		reserve	4	
	POSITION	HORIZONTAL	datum	2
			availability	1
	LATITUDE		degree	9
			minute	6
			second	13
			reserve	4
	LONGITUDE		degree	9
			minute	6
			second	13
			reserve	4
	VERTICAL		horizontal error range	8
			reserve	7
			availability	1
			height	14
			vertical error range	8
			reserve	9
MOTION		reserve	6	
		availability	1	
		speed	8	
		direction	9	
		reserve	6	
		reserve	8	

(付録1) 車車間通信 (ASV情報交換型運転支援システム) データ仕様 (抜粋) 続き

FIELD	UNIT	element	長さ(bit)
EQUIPMENT STATUS		shift position	3
		brake	2
		winker	2
		hazard	2
		reserve	7
VEHICLE STATUS	SPECIAL VEHICLE STATUS	emergency attention	1
		start attention	1
		stop attention	1
		reserve	5
		reserve	32
REFERENCE	NEAREST INTERSECTION LATITUDE	availability	1
		degree	9
		minute	6
		second	13
		reserve	4
	LONGITUDE	degree	9
		minute	6
		second	13
		reserve	4
		reserve	7
MESSAGE		message	8
		reserve	8
INDIVIDUAL DATA		individual data	160
		合計	640

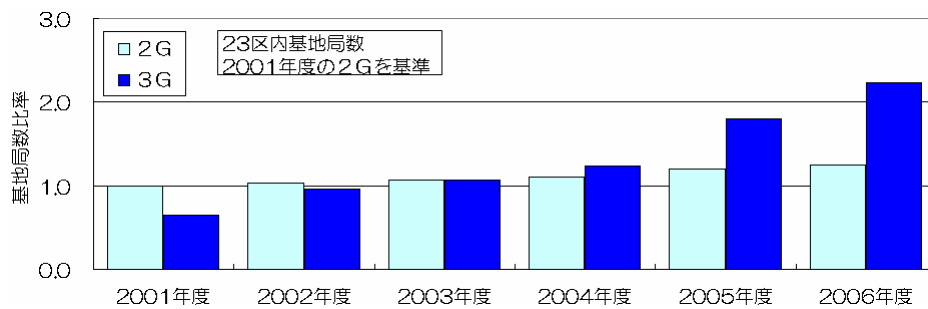
## 電気通信グループによる検討結果

電気通信グループにおける検討結果を以下に示す。まず、現状の携帯電話の周波数有効利用への取り組みについて示した後、委員会からの検討課題である上下リンク別のトラフィック及び需要予測の検討結果について示す。

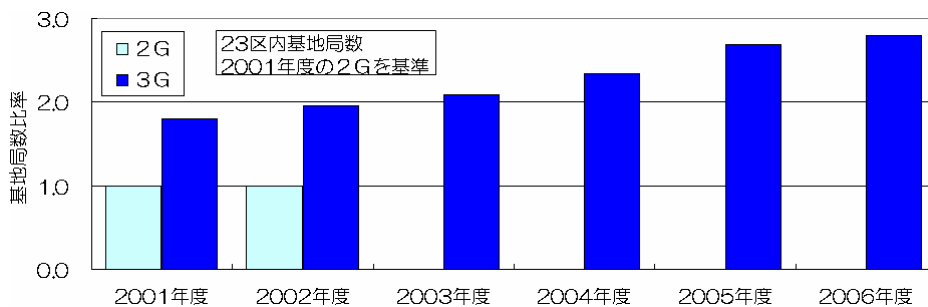
## 1. 携帯電話の周波数有効利用への取り組み

携帯電話に対する需要の増大に伴う周波数の逼迫に対し、我が国の携帯電話事業者は有限な周波数資源を効率的に利用するための施策を積極的に実施している。

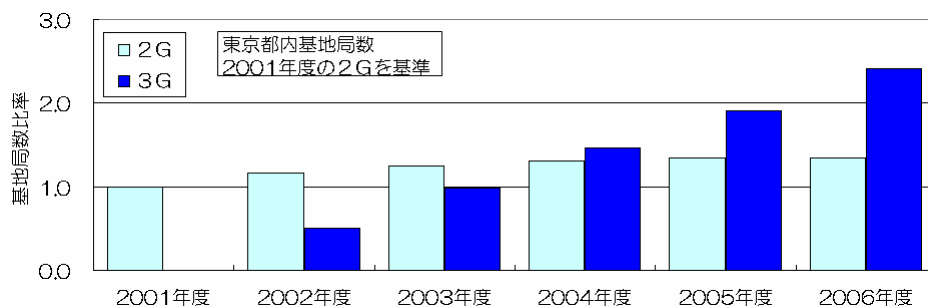
図1(a)～(c)に各事業者における小セル化による周波数有効利用の推進状況を示す。人口集中地域において、第2世代移動通信(2G)システムと比較して第3世代移動通信(3G)システムでは、限界に近い状態まで高密度に設置した基地局でサービスエリアをカバーすることにより、面的な周波数有効利用を図っている。



(a) A社の状況



(b) B社の状況



(c) C社の状況

図1 3Gシステムにおける小セル化の推進状況

また、図2に各事業者における携帯電話システムの高度化に向けたロードマップを示す。2Gシステムから3Gシステムへの移行、3Gシステムにおいて更なる高効率伝送技術の適用を促進することにより、限られた周波数における高効率な伝送を実現している。今後も3G高度化システムの導入により、更なる周波数有効利用が可能となる。

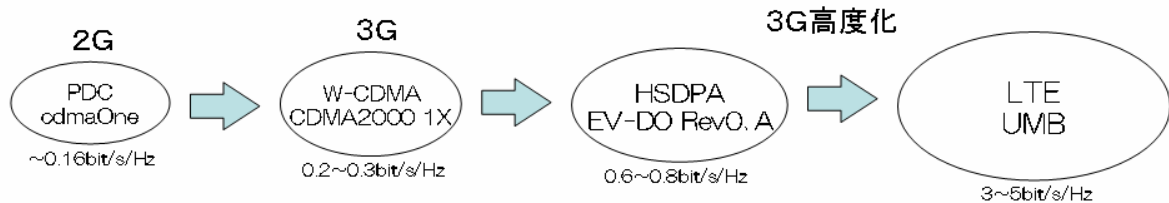


図2 携帯電話システムの高度化に向けたロードマップ

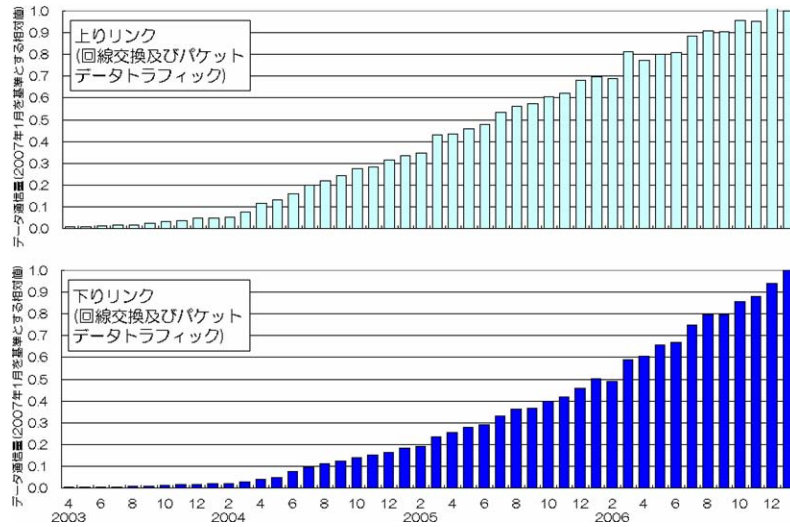
このような周波数有効利用に向けた十分な対策を実施してきた結果、限られた周波数で利用者数の増大及び高速データ通信等を含む高いトラフィックに対応することができている。しかしながら、今後も見込まれる利用者数及びデータ通信トラフィックの増大に伴い、電気通信としての必要周波数帯域幅は更に大きくなり、既存の周波数では足りなくなることが予見される。従って、UHF帯を電気通信として利用する必要がある。

## 2. 上下トラフィックの客観データ

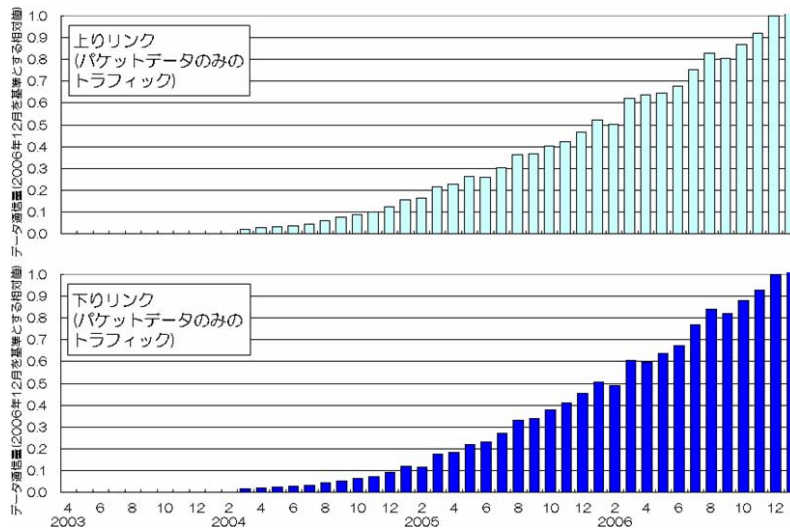
近年の携帯電話の普及、端末の高機能化、コンテンツの充実化等に伴い、3Gシステムにおけるトラフィックは増大している。

図3(a)～(c)に各事業者における上下リンク別のトラフィックの推移状況を示す。下りリンクのトラフィックは定額料金に伴うサービス、コンテンツのリッチ化等で順調に増大している。一方、上りリンクのトラフィックは伝送速度や消費電力等の制約にも拘わらず定額料金やCGM(Consumer Generated Media)等で順調に増大している。即ち、下りリンクだけではなく上りリンクにおけるトラフィックも年々増大している傾向である。

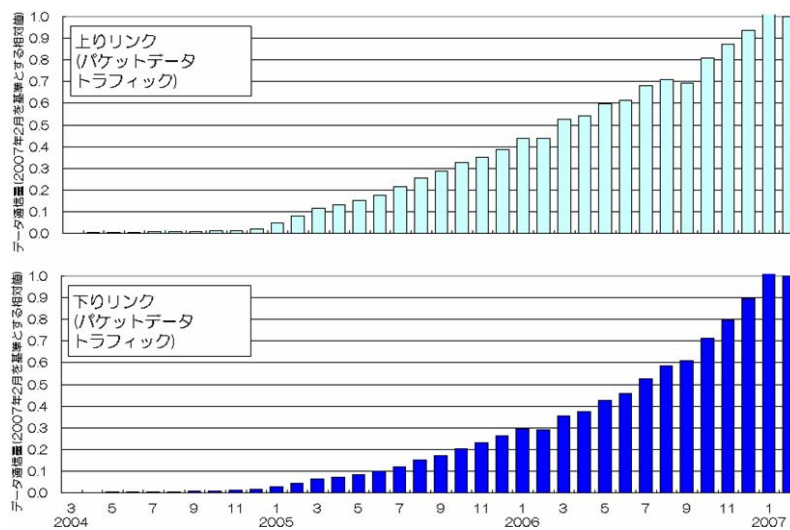




(a) A 社の状況 (回線交換及びパケットデータトラフィックの総計)



(b) B 社の状況 (パケットデータトラフィック)



(c) C 社の状況 (パケットデータトラフィック)

図3 上下リンク別のトラフィックの推移の状況

## 3. 需要

総務省データ通信課が示す我が国のインターネットトラフィックの推移に関する資料によれば、我が国のインターネットトラフィックは急増していることが示されている。表1に総務省データ通信課が示す資料に基づく、我が国におけるブロードバンド契約者によるインターネットトラフィックの傾向を示す。上り及び下りリンクともに着実に増大しており、年間25～45%程度伸びていることがわかる。携帯電話においてもブロードバンド化の進展でインターネットと同様にトラフィックが増大すると推定される。

表1 我が国のブロードバンド契約者によるインターネットトラフィックの傾向

		2004. 11	2005. 5	2005. 11	2006. 5	2006. 11
データ量 (Gbps)	上り (In)	116.0	134.5	146.7	173.0	194.5
	下り (Out)	133.0	178.3	194.2	226.2	264.2
伸び率(%) 前年同月比	上り			26.5	28.6	32.6
	下り			46.0	26.9	36.0

※総務省総合基盤局電気通信事業部データ通信課資料より

図4及び図5にユーザトラフィック及び加入者数の需要予測を示す。これまでの電技審等で示されている携帯電話の所要周波数予測は勧告 ITU-R M.1390 による算出法及びレポート ITU-R M.2023 による算出結果から得られているが、その際に用いられた前提に基づく値を併せて示す。現状のある事業者におけるユーザトラフィック及び有線インターネットのデータ通信量の伸び(年間25～45%程度増)を考慮すると、ユーザトラフィックは電技審答申等の予測と同程度の推移を示すと考えられる。更に、携帯電話の加入者数の伸びは、電技審答申等の予測をはるかに上回るペースで推移している。従って、これまでの所要周波数の検討結果に概ね整合している。

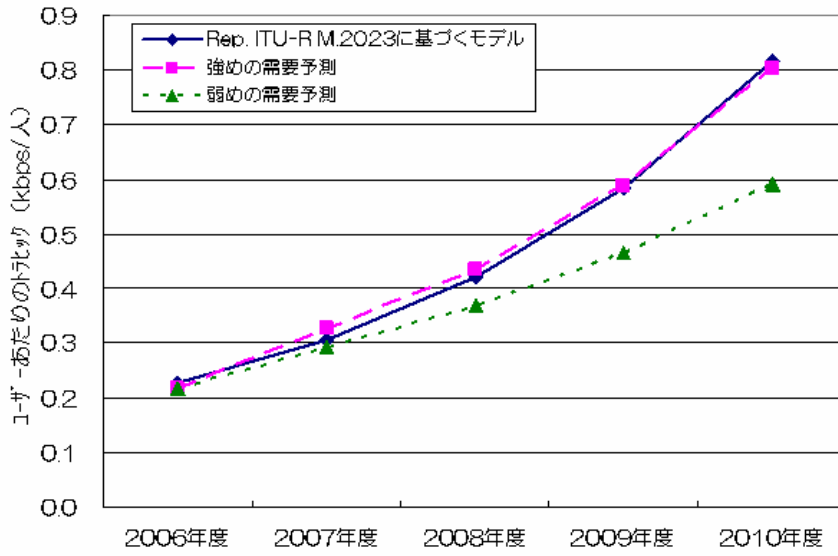


図4 ユーザトラフィックの需要予測

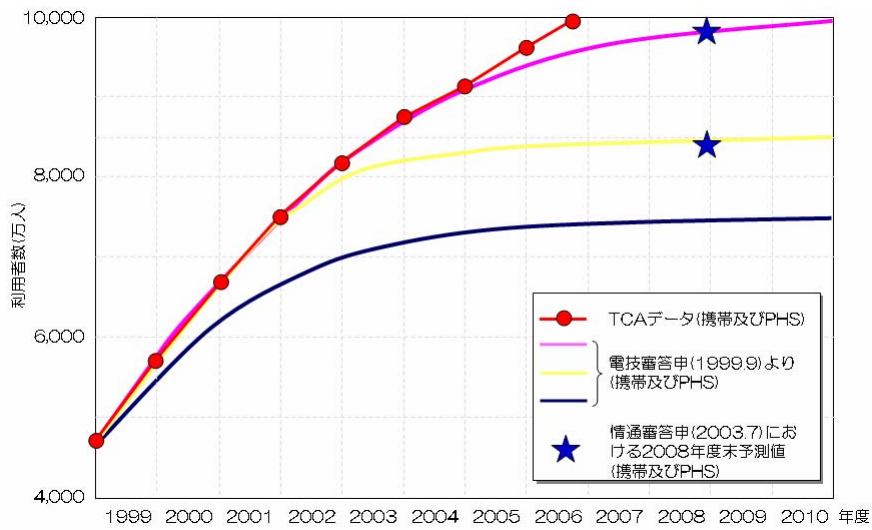


図5 携帯電話利用者数の需要予測

## UHF 共用検討グループによる検討結果

UHF 共用検討グループにおける、電気通信と ITS の共用可能性の検討結果は以下の通りである。

作業班中間報告書より想定される電気通信と ITS の利用形態は、いずれも全国的に面的な展開をし、常時利用される。そのため、空間的、時間的な周波数の棲み分けが困難であることから、電気通信と ITS による同一周波数の共用は困難と考えられる。従って、電気通信と ITS が UHF 帯を共用するためには、異なる周波数の割り当てが必要となる。

これまでの情通審において、700MHz 帯は 900MHz 帯と対で利用することが適当であることが答申されている。現在、900MHz 帯は 800MHz 帯とともに周波数再編の過程であるものの、RFID 等の既存システムが存在する。RFID は、950～956MHz のうち、953MHz、953.5MHz へ割り当てられており、これまでの情通審における検討結果では、所定のガードバンド(2 または 7MHz)における所要離隔距離が示されている。

第3世代移動通信システムおよび高度化システムによる需要の増大により、携帯電話の必要周波数帯域幅は大きいものの、900MHz 帯において 700MHz 帯と対の周波数を確保できない点を考慮すると、700MHz 帯において電気通信として利用できる周波数帯域幅は 50MHz 程度となる。従って、安全・安心の確保を尊重し、また、複数システムによる周波数の有効利用の可能性を重視すると、対の周波数を確保できない 10MHz について ITS による利用の可能性はある。但し、電気通信、ITS、UHF 帯の隣接帯域を使用するシステムとのガードバンドについては、具体的なシステム(スペック)が確定した時点で検討が必要と考えられる。

一方、ITS については、出会い頭事故の防止を中心とした車車間通信に限定して、見通し外における通信が可能とされる UHF 帯における必要周波数帯域幅を検討した。その結果、普及シナリオ、具体的なシステムのスペック、伝搬特性等の実験的検証による更なる精査は必要なものの、ITS は UHF 帯において 10MHz 程度の需要が想定されることが確認された。

以上より、710-770MHz において電気通信として 50MHz、ITS として 10MHz を共用できる可能性があり、複数システムによる周波数有効利用が図れる可能性があることが検討結果として得られた。