

VHF/UHF帯電波有効利用作業班
ITS関連システムグループ

ヒアリング資料

平成19年2月9日

ヒアリング資料[ITS分類]

1. 電波の有効利用の度合
2. 実現可能性(運営イメージ等)
3. 社会・経済的な効果
(公共性の観点、国民生活への波及効果、市場規模、国際競争力強化の観点等)
4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項
(最低必要周波数幅に関する技術的検討、ITS関連システムがUHF帯を必要とする技術的根拠、その他)

2007/2/9

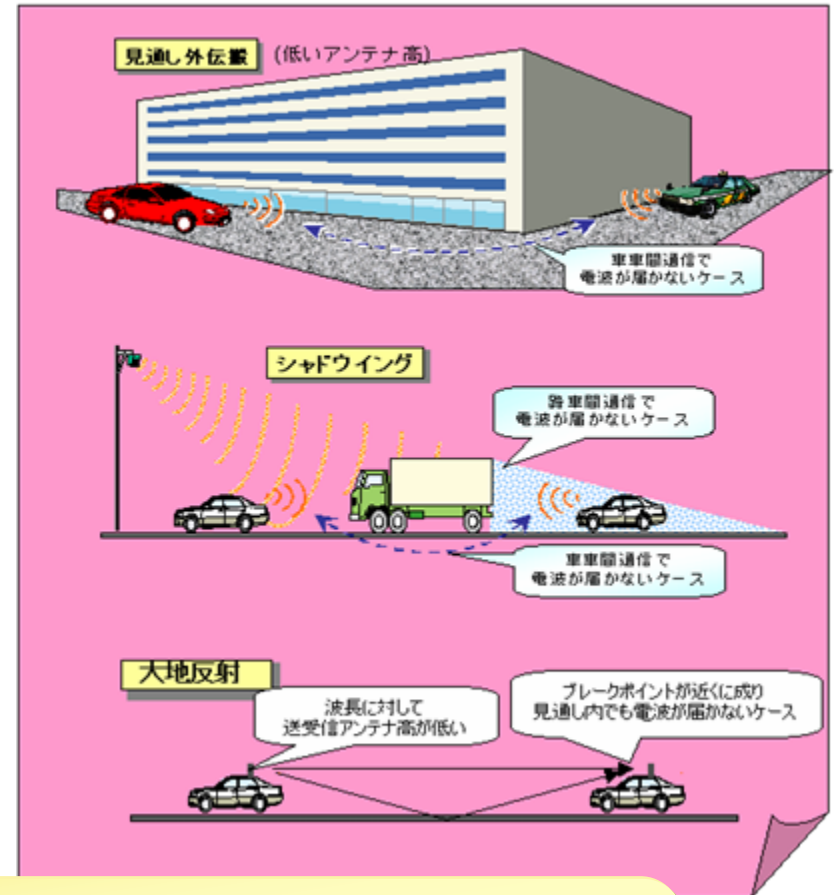
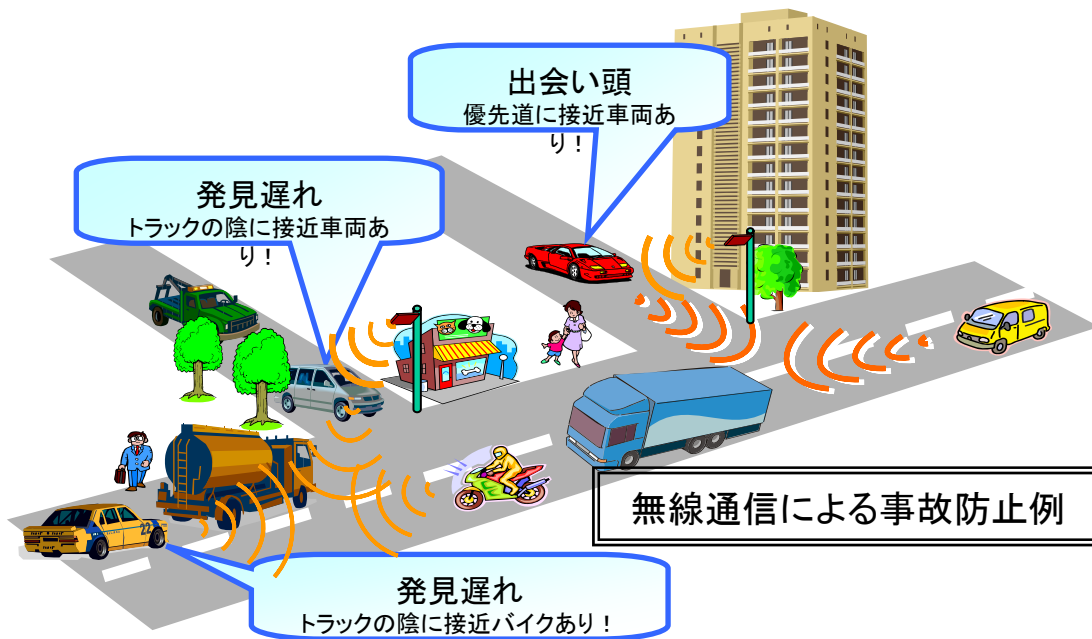
ITS分類代表者

(トヨタ自動車株式会社 秋山由和)

0. システムイメージ

「IT新改革戦略」(平成18年1月19日)に示された“世界一安全な道路交通社会実現”を目指す

インフラ協調安全システムのイメージ



WBB(ワイヤレスブロードバンド推進研究会)最終報告書[平成17年12月発行] より

『安全・安心ITSが有する公共性の観点から、既存のITSでは実現できず、低い周波数帯を使用しなければ真に実現不可能なサービスを明確にした上で、2010年以降の実際にシステムが導入される時期や800MHz帯の再編、地上アナログ放送終了に伴うVHF帯/UHF帯の再編等、今後の周波数再編に関わる検討を踏まえつつ、使用周波数帯を検討していく必要がある。』

1. 電波の有効利用の度合


周波数利用効率の観点

■ 伝送容量

- ・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 車速による送信周期制御 効率3/4 = 10.68Mbps
- ・路車間(路路含む) : 3.0Mbps
- ・全伝送容量: 車車間10.68Mbps + 路車間(路路含む) 3.0Mbps = 13.68Mbps

■ 周波数利用効率

所要帯域幅を10~20MHzと想定しており、周波数利用効率は、

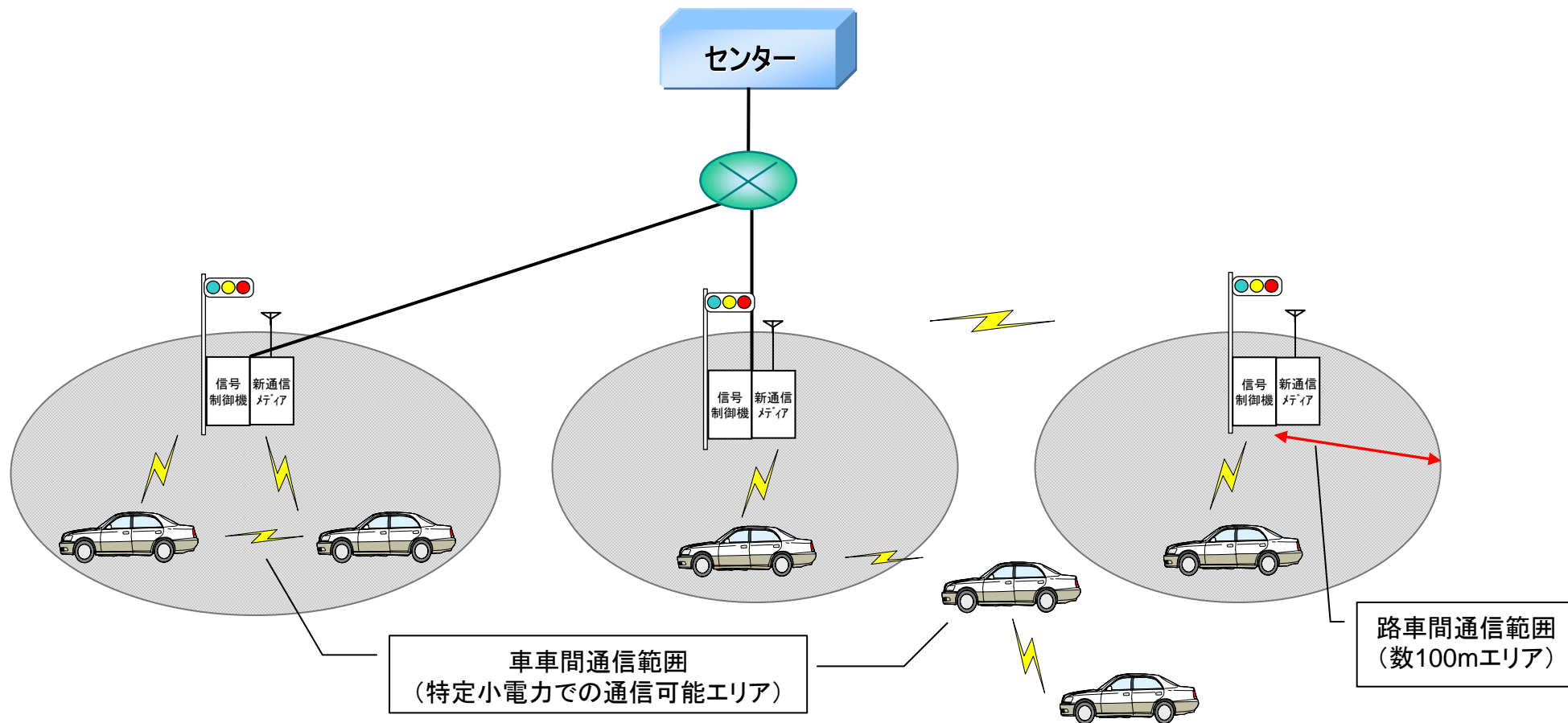
13.68Mbps/ 10~20MHz  0.684bps/Hz ~ 1.368bps/Hz 程度であり、
現在の陸上移動業務において、適切な周波数利用効率を実現するシステムである。

想定対象車両台数からの観点

10MHz~20MHz帯域幅を8000万台(将来, 想定される対象台数)の車両で利用することになり、
十分な有効利用度と考えられる。

*ASV3 検討結果より

2. 実現可能性(運営イメージ) 1/2



	車車間通信	路車間(路路間*含む)通信
運用主体 管理責任者 無線局免許人	各ドライバー	道路・交通管理者

*周波数有効利用の観点から提案

2. 実現可能性(運営イメージ) 2/2

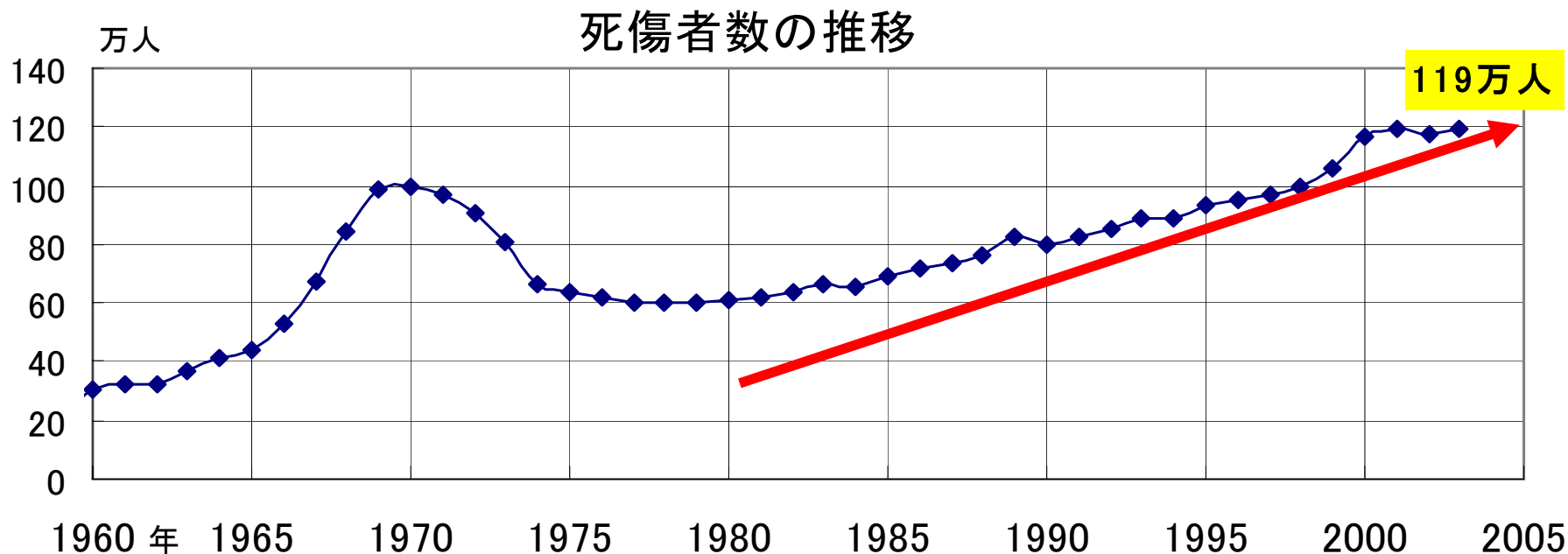
【運用主体、管理責任者、無線免許人】

車車間通信	路車間通信(路路間通信を含む)
各ドライバー	道路・交通管理者

【各通信サービス運用主体、管理責任者の保守、運用管理範囲】

- ✓ 路車間通信サービス
 - 設備設計(置局設計／エリア設計／ネットワーク設計)
 - 路側機設置工事／回線敷設工事
 - 路路間・路車間通信トラフィック、品質管理
 - 路側機／回線異常、故障監視
 - 路側機保守(故障対応、災害対応、改修etc.)
- ✓ 車車間通信サービス
 - 車載機異常、故障監視
 - 保守(故障対応、改修etc.)

3. 社会・経済的な効果(公共性の観点、国民生活への波及効果 1/4)



[データ出所]:平成15年度中の交通死亡事故の特徴及び道路交通法違反取り締まり状況について 警察庁交通局より

「インフラ協調による安全運転支援システム」の実現化により、
交通事故死傷者数・交通事故件数を削減する。

—交通事故死者数 5,000人以下を達成—

(平成18年1月19日 IT新改革戦略より)

3. 社会・経済的な効果(公共性の観点、国民生活への波及効果 2/4)

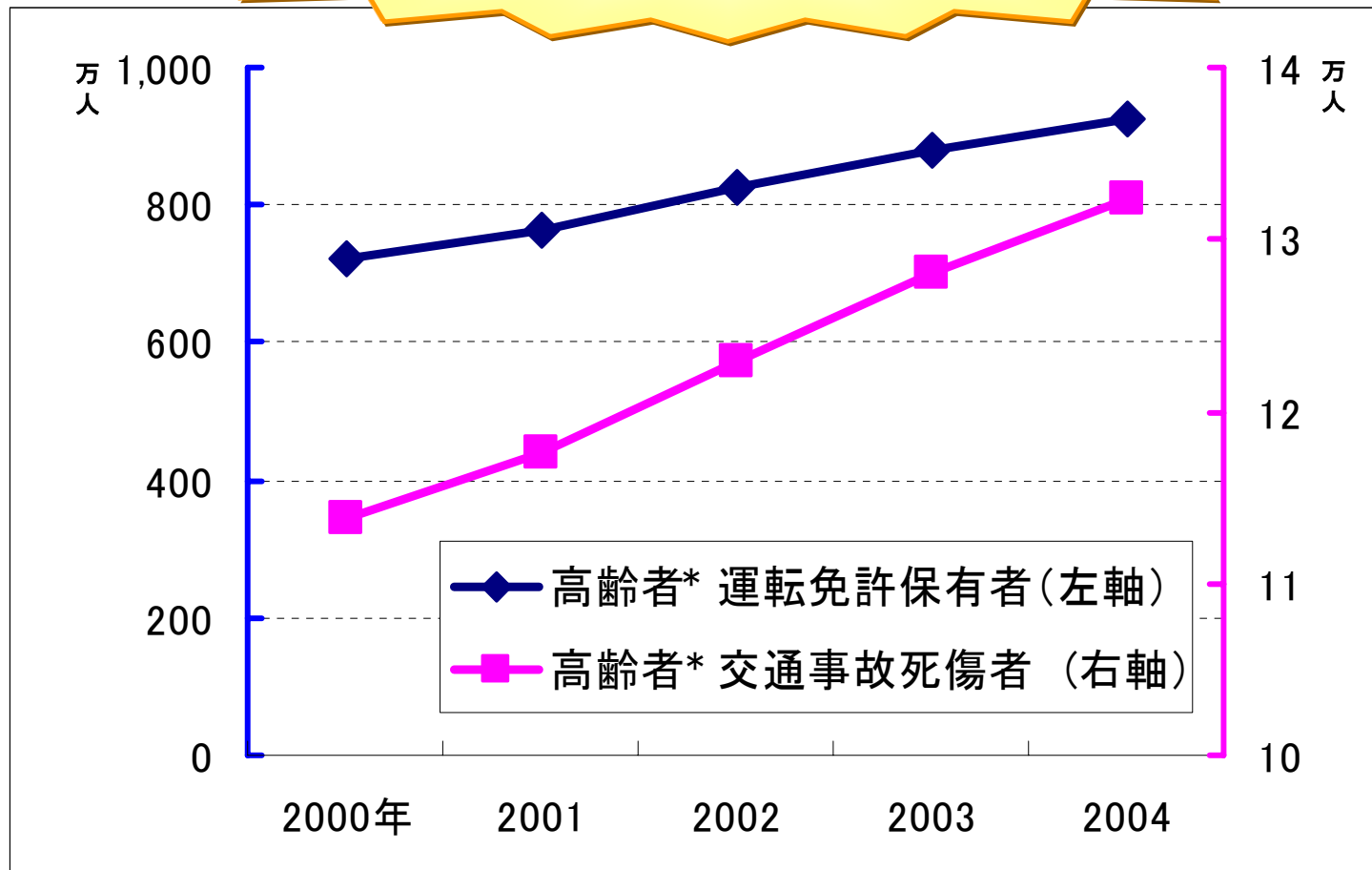
交通事故による
経済損失(年間)は、4兆2,850億円

	経済的損失 (億円)	死傷者1名当たりの 経済的損失(千円)
人的損失	17,269	1,453
物的損失	18,041	1,518
事業主体の損失	772	65
各種公的機関等の損失	6,769	570
合計	<u>42,850</u>	<u>3,606</u>

[データ出所] : 交通事故による経済的損失に関する調査研究報告書(平成11年データより算出) 内閣府 より

3. 社会・経済的な効果（公共性の観点、国民生活への波及効果 3/4）

ドライバー、交通事故死傷者数ともに
高齢者が増加 ⇒ 認知支援が必要

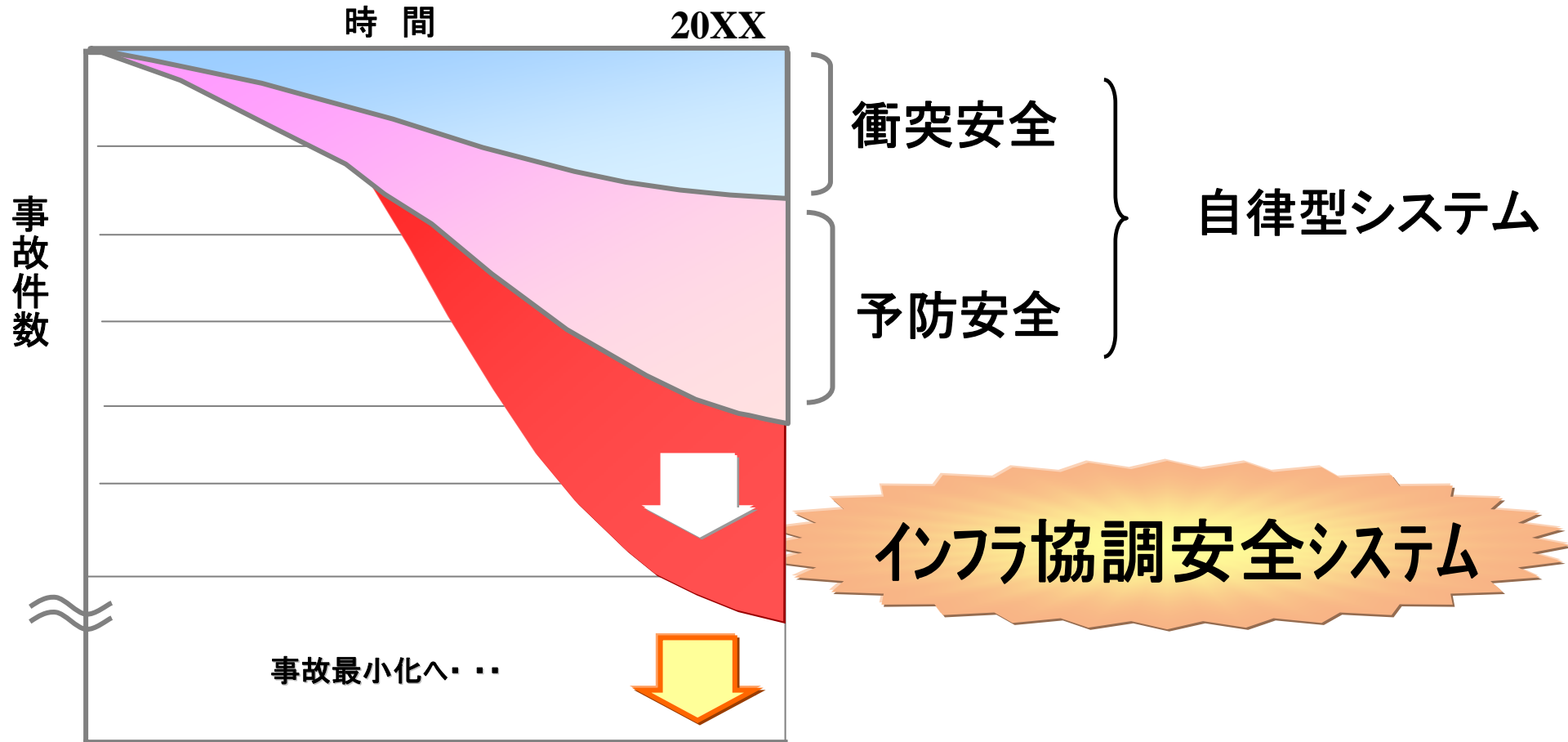


[データ出所]: 警察庁統計資料より

*高齢者は65歳以上とする

3. 社会・経済的な効果（公共性の観点、国民生活への波及効果 4/4）

各対策による事故削減効果



3. 社会・経済的な効果（国際競争力強化の観点）

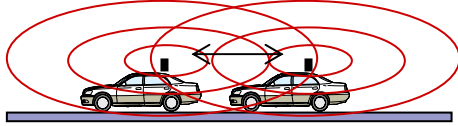
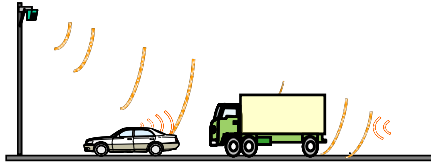
海外の標準化動向

欧米ではVHF/UHF帯を使ったインフラ協調安全システムに関する具体的な動きは無い。しかしながら、インフラ協調安全システムは、次の理由により、日本が先行し、欧米を巻き込んでの国際展開が可能である。

- ・ITS情報通信システムの実用化では日本が世界的にみて先行している。
- ・日本の自動車産業は世界レベルでみて、先導的立場に位置している。

日本でUHF帯がインフラ協調安全システムに割り当てられた場合は、日本の通信方式についてWRC、ITU-Rなどを通じて国際標準化を推進する。

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項 最低必要周波数幅に関する技術的検討(1/2)

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)	信号情報、規 制情報、歩行 者情報、停止 低速車情報、 死角画像情報 他		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

<最低必要周波数幅について>

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、特に将来全車搭載された場合、約8000万台の普及となる車車間通信においては、長期間にわたって同一周波数での運用が望ましい。

本システムの必要周波数幅としては、10MHz~20MHz程度が必要である(試算例を次ページに示す)。

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項 最低必要周波数幅に関する技術的検討(2/2)

周波数帯域幅算出の試算例

1. 伝送容量

- ・車車間伝送容量：
車両台数1780台 × データ量(100 × 8)bit / 送信周期100msec × 車速による送信周期制御 効率3/4 = 10.68Mbps
- ・路車間(路路含む) : 3.0Mbps
- ・全伝送容量 : 車車間10.68Mbps + 路車間(路路含む)0.6Mbps = 13.68Mbps

2. 通信方式

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う。

3. 必要帯域幅

IEEE802.11jの周波数利用効率は、QPSKの場合、0.6bps/Hz(符号化率1/2を想定)であり、16QAMの場合、1.2bps/Hz(符号化率1/2を想定)である。

今回の伝送容量に当てはめると、

$$\text{QPSK} : 13.68\text{Mbps} / 0.6\text{bps/Hz} = \underline{22.8\text{MHz}}$$

$$\text{16QAM} : 13.68\text{Mbps} / 1.2\text{bps/Hz} = \underline{11.4\text{MHz}}$$

現時点では、本システムである低アンテナ高での伝搬路モデル(減衰特性、マルチパスの影響他)が確立しておらず、変調方式(利用効率)は、今後の実験他で確認すべきものであり、現時点では、QPSK変調または16QAM変調方式の採用が現実的と考えられる。



所要帯域幅 約10MHz~20MHz

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項 最低必要周波数幅に関する技術的検討（別紙）

要件 伝送容量についての考え方（車車間）

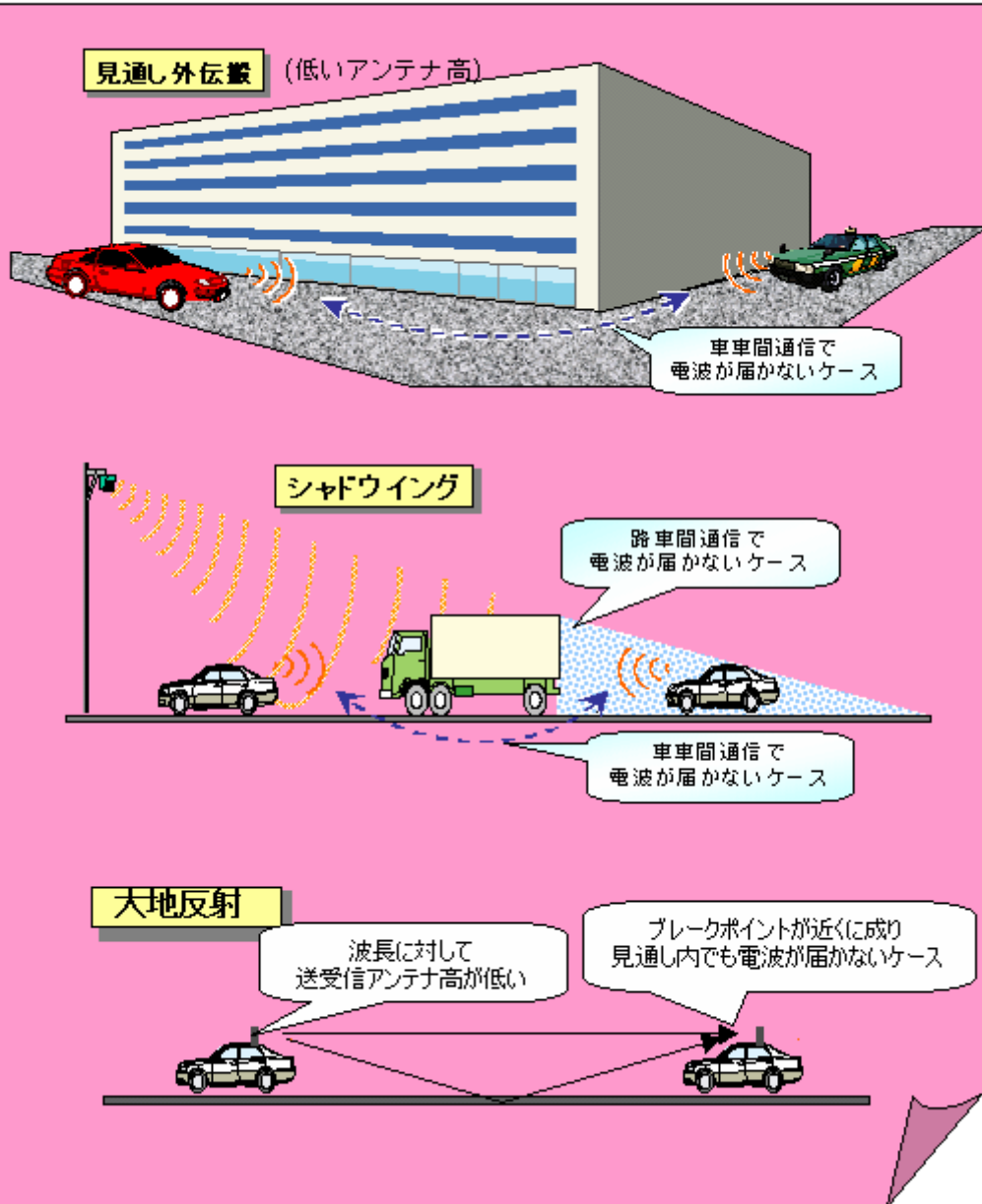
アプリケーションデータ	100Byte（符号化率1/2として200Byte分）
送信頻度	100ms
車両台数	最大1780台（車間時間1秒を想定して算出）
道路環境	50mメッシュ、但し幹線道（片側3車線）と主要道（片側2車線）を200m毎に配置 （東京都銀座の道路配置を参考）
自車位置	幹線道路同士の交差点内（通信対象台数最大）
通信可能範囲	車両前後方450m、前方200m伝搬後回折25m
アクセス制御	CSMA
パケット到達率の目安値	80%（2回のうち1回は衝突なくパケットを受信できる確率が95%以上）

将来の想定普及台数：約8000万台

ASV3検討結果より（関連部分抜粋）

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

ITS関連システムがUHF帯を必要とする技術的根拠(1/3)

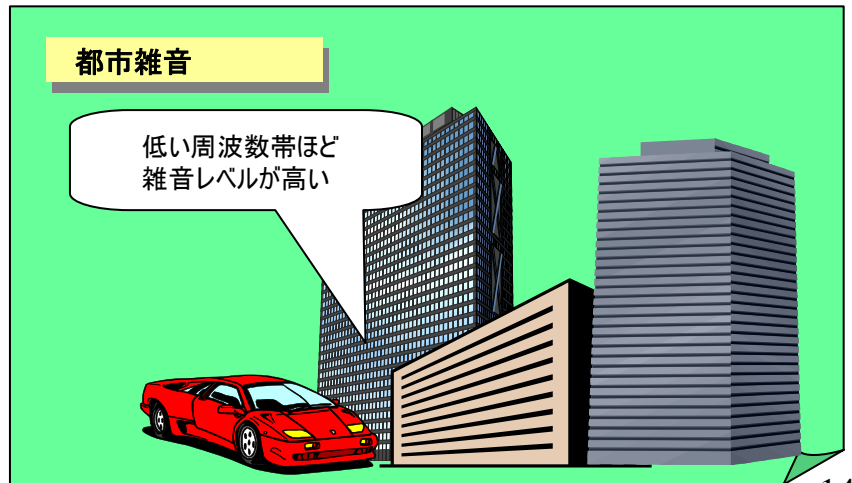


アンテナ利得
* R. F. Harrington, "Effect of Antenna Size on Gain, Bandwidth and efficiency"

伝搬損失
ITU-R P.1411-3勧告
"Propagation within Street canyons"

所要送信電力最小 ⇒ 最適周波数帯

雑音
ITU-R P.372-8勧告
"Man-made Noise"



4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

ITS関連システムがUHF帯を必要とする技術的根拠(2/3)

☆前提条件

所要通信エリアについて

ASV3の検討では、対象事故類型の事故件数の90%マイル値をカバーするため、車車間通信で右図のような通信エリアが必要と想定

- ・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

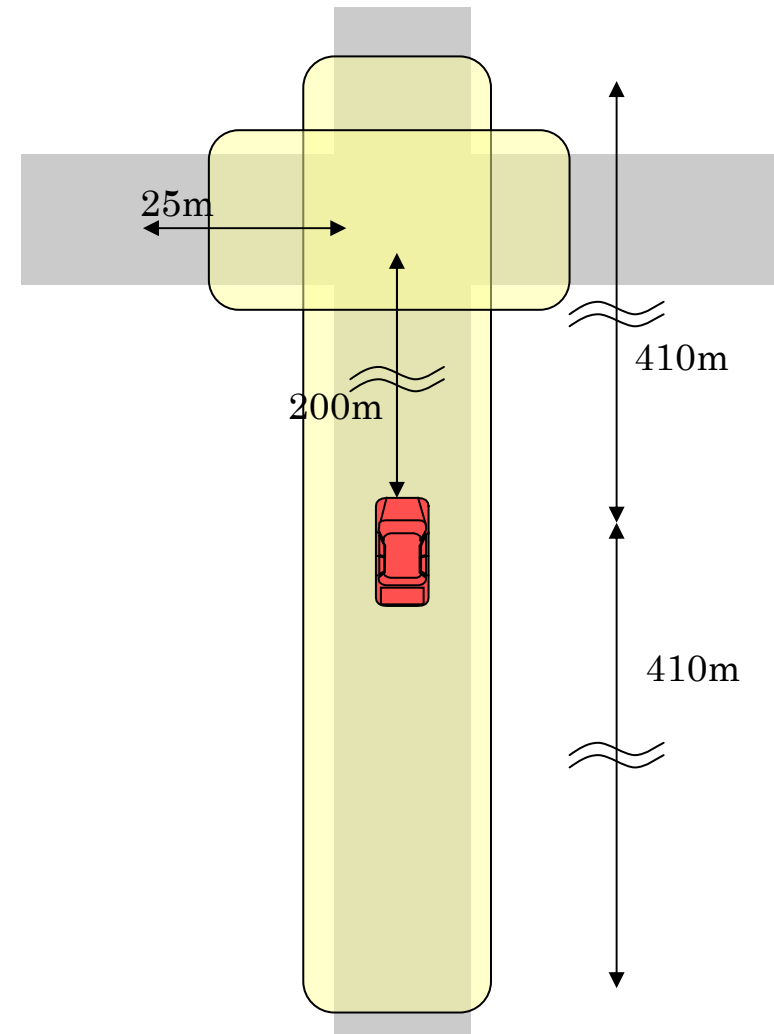
所要受信電力について

- ・IEEE 802.11j (10MHz Spacing, 20MHz Spacing)
6Mbit/s, 12Mbit/s (QPSK , 符号化率1/2) から
-82dBm, -79dBm を想定

注: (1) NF=10dB(@5GHz), 装置化マージン5dB含む)
(2) NFは100MHz:5dB, 5GHz:10dBとし対数直線近似)

アンテナ利得について

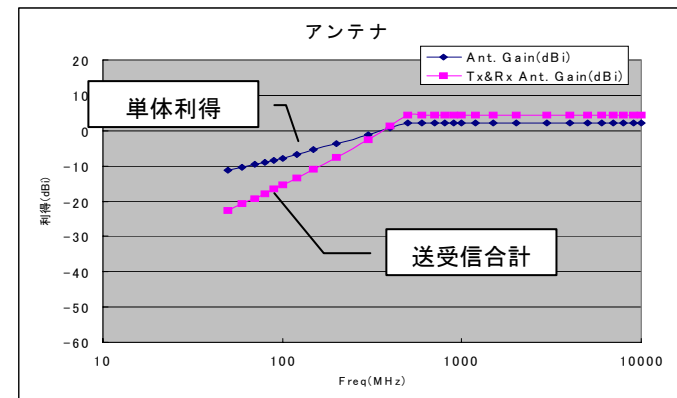
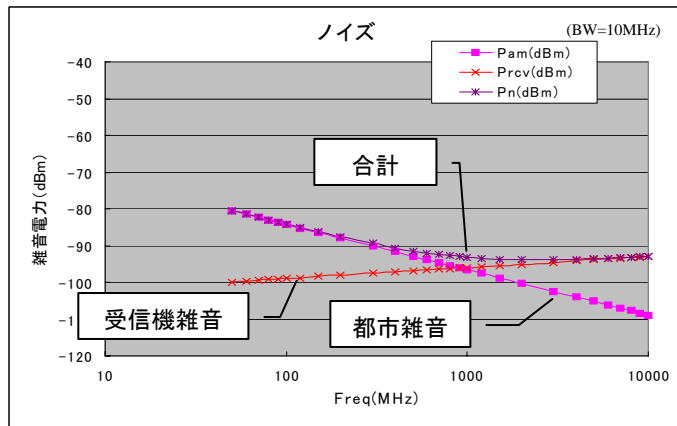
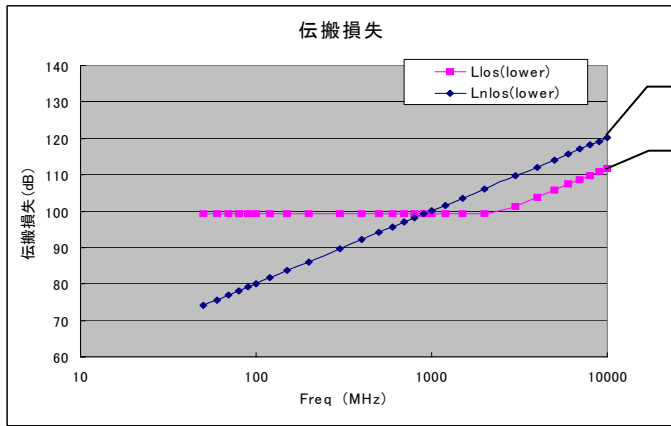
- ・1/4 λ モノポールアンテナを1.7m高に装着すると想定
- ・アンテナ長は、コスト、製造技術 および車載条件を考慮すると最大15(cm)とし、アンテナ長が1/4 λ を下回る場合は、文献*に示される式に比例して利得が低下すると想定



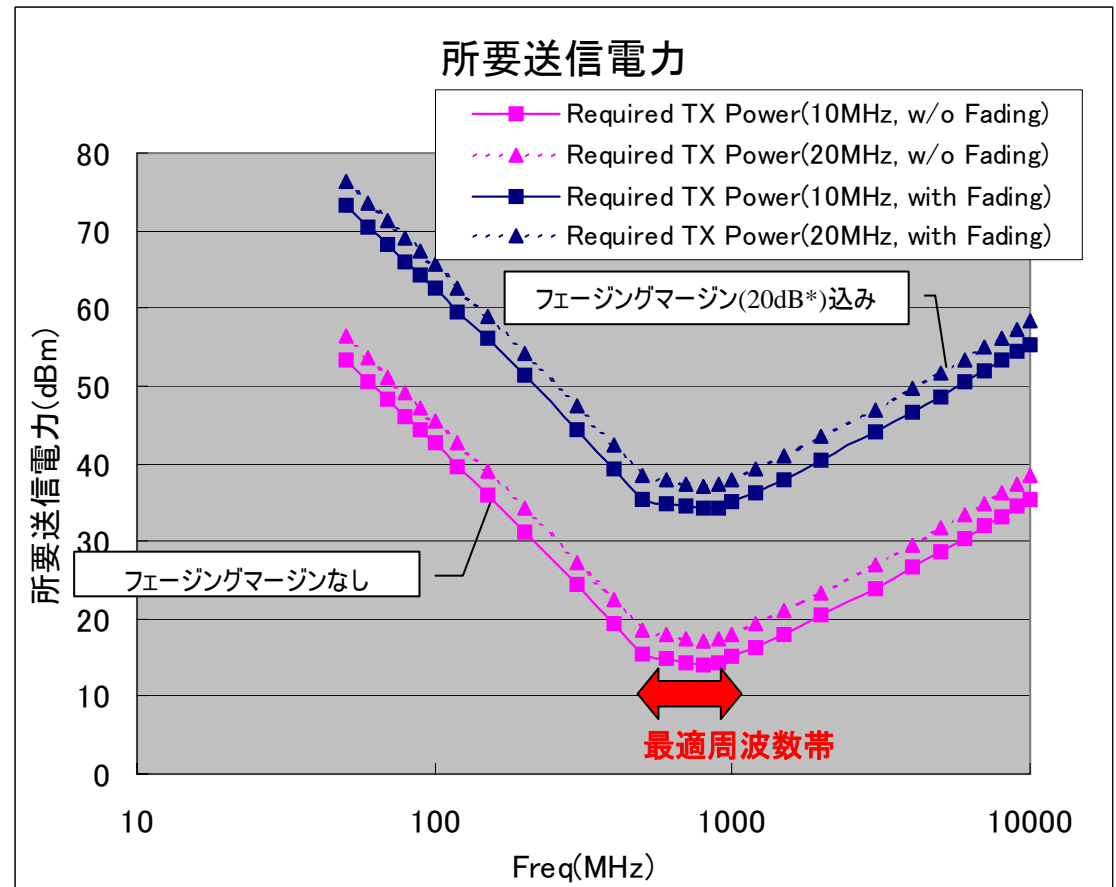
* R. F. Harrington, "Effect of Antenna Size on Gain, Bandwidth and efficiency"

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

ITS関連システムがUHF帯を必要とする技術的根拠(3/3)



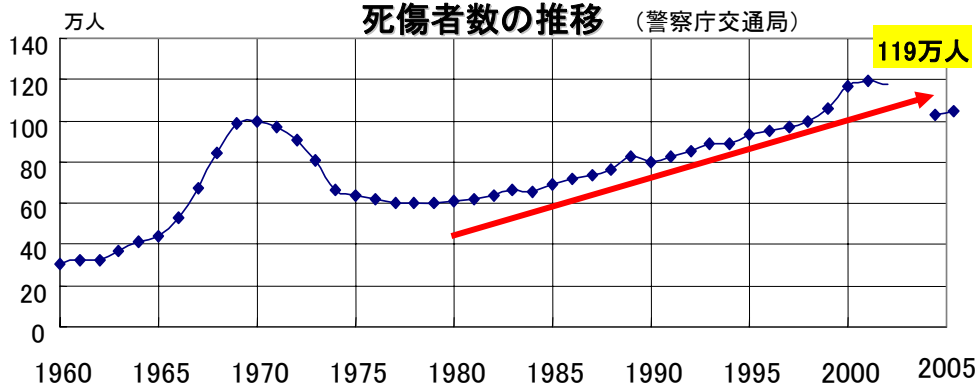
*フェーディングマージン20dBの根拠は ITU-R P.1411-3による



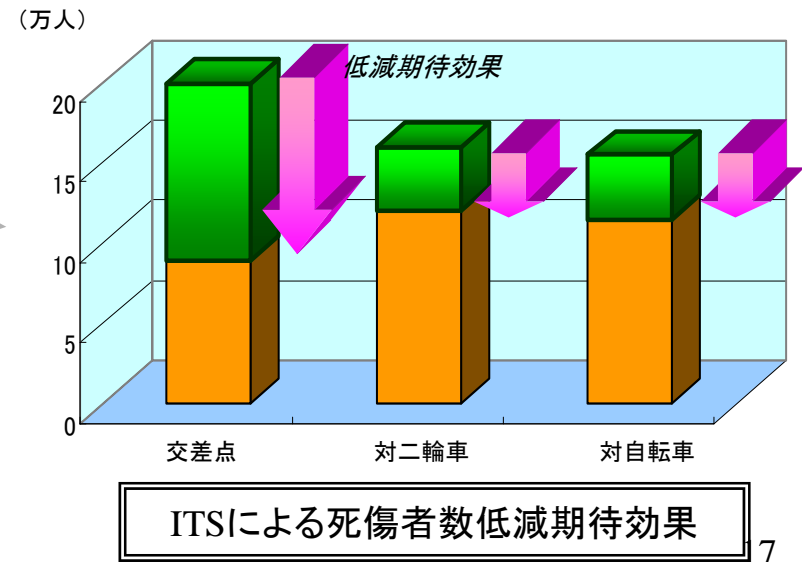
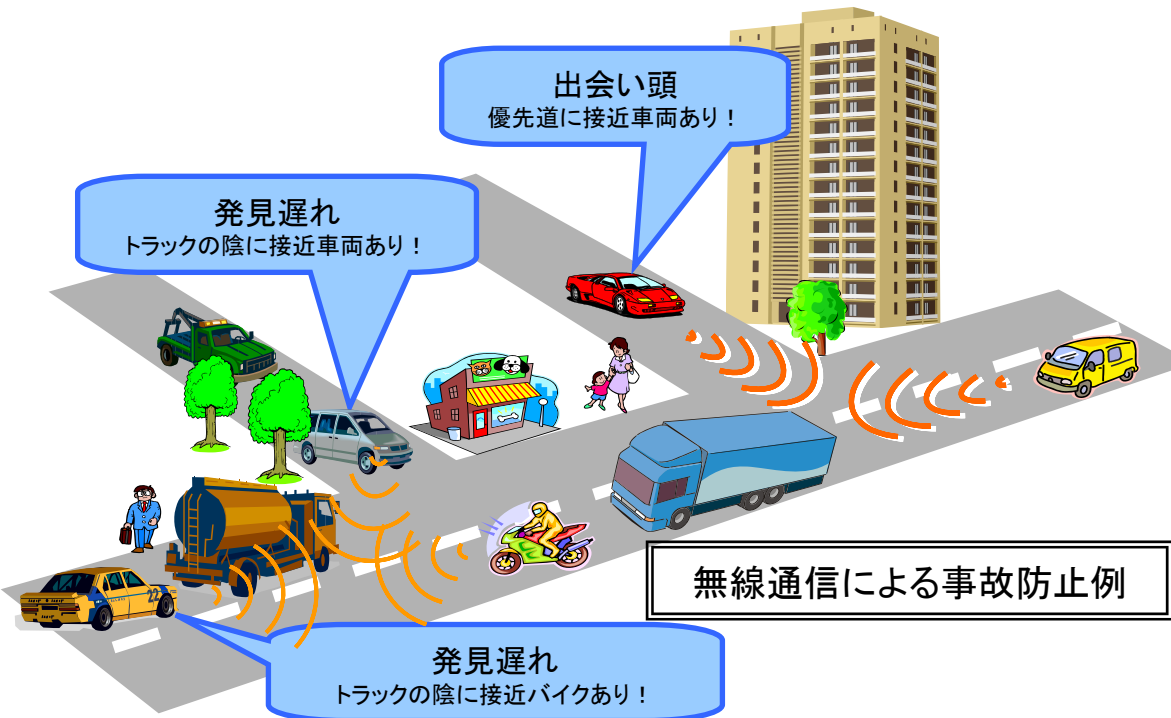
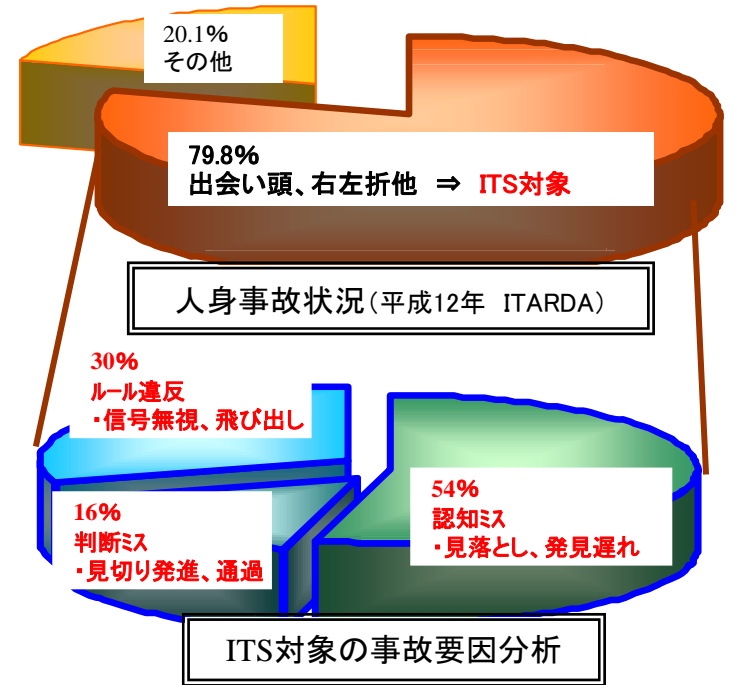
所要送信電力が最小となる最適周波数帯は500MHz~1GHzと推定される

4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

＜参考＞安全・安心ITSによる交通事故死傷者数低減への貢献



「インフラ協調による安全支援システム」の実現化により、交通事故死傷者数・交通事故件数を削減する。
(平成18年1月19日 IT新改革戦略)



4. その他VHF/UHF帯の空き周波数の有効利用に関する事項

ITS分類委員からのコメント

「IT新改革戦略」に示された世界一安全な道路交通社会の実現に資する「安全・安心ITS」は、今後予想される高齢化社会も踏まえて、交通事故発生抑制、および道路交通の円滑化を図る新たな施策であると期待されております。

また、電波有効利用方策委員会において、審議される各種の新電波システムは、将来の我が国の新たな情報通信インフラであり、かつ、新しいジャパンブランドとして、国際的にも先導的であることが必要であると思います。