

ITS 無線システムの高度化に関する研究会
報告書(案)

2009 年 月 日

目 次 (案)

はじめに	2
第 1 章 安全運転支援に関する ITS の現状と動向	3
1.1 ITS の現状	3
1.2 ITS と安全運転支援	6
1.3 地上テレビジョン放送のデジタル化と ITS	10
1.4 諸外国における現状と動向	12
第 2 章 ITS 安全運転支援無線システムの在り方	16
2.1 車車間通信と路車間通信の共用	16
2.2 安全運転支援無線システムに求められる周波数特性	18
2.3 無線システムの国際調和の方向性	23
第 3 章 ITS 安全運転支援無線システムの利用イメージ	27
3.1 車車間通信を活用した利用イメージ	27
3.2 路車間通信を活用した利用イメージ	32
第 4 章 ITS 安全運転支援無線システムの通信要件	38
4.1 車車間通信に求められる通信要件	38
4.2 路車間通信に求められる通信要件	45
第 5 章 ITS 安全運転支援システムの実現に向けて	48
5.1 実用化に向けた課題	48
5.2 ITS 無線システムの更なる高度化に向けて	57
5.3 ITS 無線システムの拡張性について	60
第 6 章 導入・普及シナリオと市場規模予測	61
6.1 700MHz帯を用いた ITS 無線システムの導入・普及シナリオ	61
6.2 700MHz 帯を用いた ITS 無線システムの将来推計	63
第 7 章 推進方策	69
7.1 導入に向けた推進方策	69
7.2 普及に向けた推進方策	71
報告書用語集	74

はじめに

VICS(道路交通情報通信システム)やETC(自動料金収受システム)に代表されるように、ITS(高度道路交通システム)は、我が国の社会基盤の1つとなっており、更にその高度な利用を図るため、インフラ協調による安全運転支援システムの実現に向けた取組が進められている。

安全運転支援システムは、車両から直接見えない範囲の交通情報を、路側機や車載器等のインフラ機器と車両との無線通信により入手し、必要に応じて運転者に情報提供等を行うことにより、交通事故の削減を図るものである。

安全運転支援システムを実現するための無線システムとしては、道路に設置された路側機と自動車の車載器間で通信を行う「路車間通信」及び、自動車の車載器間で通信を行う「車車間通信」の活用が期待されている。

そうした状況の中、地上デジタル放送終了後に利用が可能となる700MHz帯の電波の一部について、見通しの悪い交差点において通信が可能なることから、出会い頭の衝突事故の防止などへ有効であるとして、ITSの安全運転支援のために割り当てられることとなった。現在、様々な技術開発や実証実験が進められているが、相互接続性や互換性については更なる検証が必要である。

そこで、本研究会では、安全運転支援に関する実証実験等の成果を踏まえつつ、無線システムの利用イメージや無線システムに求められる要件を明確化し、実現に向けた課題を整理するとともに推進方策の検討を行った。

本報告書は、研究会の検討内容を取りまとめたものであり、今後、総務省をはじめとするITS関係者の連携により、安全運転支援無線システムの実用化に向けた着実な取組が進められることを期待する。

第1章 安全運転支援に関する ITS の現状と動向

1.1 ITS の現状

ITS(Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム)は、情報通信技術を用いて「人」、「道路」、「車両」に関する情報を結び、それらを一体として構築したシステムである。その目的としては、大きく分けて「安全」、「環境」、「快適・利便」の3つに分けられる。まず、「快適・利便」については、既に VICS¹や ETC²のように渋滞解消や交通円滑化等に資するサービスが実用化されている。また、「環境」については、エコ運転や運行管理のほか、VICS による渋滞情報の提供や ETC による料金所での渋滞緩和などにより、CO₂ の削減効果等が期待されている。現在では「安全」に資する ITS として、「安全運転支援システム」による交通事故削減等が期待されている。



図 1.1-1 ITS の利用が期待される分野

(1) ITS における電波利用

「人」、「道路」、「車両」を結ぶ情報通信技術の中でも、人や車両などの移動体との通信を行う上で、電波を利用した通信技術は重要である。ITS で利用される電波を用いた通信システムは、「放送型」、「センサー型」、「通信型」に分類される。

- ①放送型 : FM多重放送や道路等に設置された基地局(路側機)から車載器に対して単方向通信にて情報を伝達。例えば、道路交通情報の提供に利用されている。
- ②センサー型: ミリ波レーダや電子タグ等の電波を用いて周囲の状況を検出し、歩行者や二輪車・自動車などの運転者に情報を伝達。例えば、ミリ波(76GHz 帯)を使った衝突防止レーダが実用化されている。

¹ VICS: Vehicle Information and Communication System(道路交通情報通信システム)

² ETC: Electronic Toll Collection System(道路料金収受システム)

③通信型 : 路側機と自動車に搭載された車載器との間、あるいは車載器同士で通信し、情報を伝達。例えば、ETC や DSRC³を使った駐車場利用管理などが実用化している。

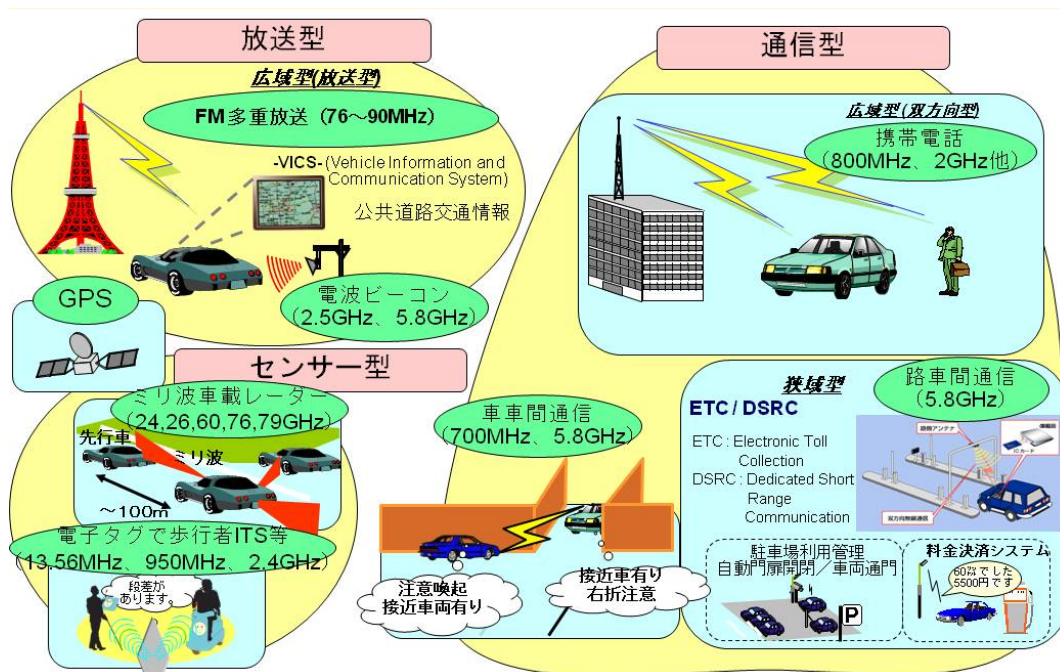


図 1.1-2 ITS における電波利用

表 1.1-1 ITS における主な周波数帯 一覧

	周波数帯	システム概要	技術基準状況
VICS (道路交通情報通信システム)	76~90MHz帯 (FM多重放送)	・道路交通情報提供	平成6年制度化
	2.5GHz帯 (電波ビーコン)		
ETC (自動料金收受システム)	5.8GHz帯	・自動料金收受 (通信型)	平成9年制度化
DSRC (路車間通信システム)		・自動料金收受 ・様々な情報提供 (通信型、放送型)	平成13年制度化 (平成19年改正)
準ミリ・ミリ波帯レーダー システム	24/26GHz帯	・障害物の検知 (自律型)	情通審 審議中
	60/76GHz帯		平成9年制度化
	79GHz帯		制度化に向け検討中
車車間通信システム	5.8GHz帯	・安全情報の伝達 (通信型)	平成19年5月 ITS情報通信システム推進会議において実験用ガイドライン(RC-005)策定
	700MHz帯		平成21年2月 ITS情報通信システム推進会議において実験用ガイドライン(RC-006)策定

また、ITS の各種無線システムで利用される主な周波数帯を表 1.1-1 に記載する。

³ DSRC: Dedicated Short Range Communication(狭域通信)

これらのうち、例えば、渋滞等の道路交通情報提供を行うFM多重放送や電波ビーコンは平成6年に技術基準が策定されている。また、特定の狭いエリア内で路側機と車載器間で高速通信を行うことが可能な DSRC については、平成13年に技術基準が策定されている。また、60GHz/76GHz帯の電波を用いて自車の周辺に存在する車等を検出する車載レーダーシステムについても既に制度化され、一部の高級車等から搭載が進んでいる。

(2) ITS 無線システムの高度化

現在、車同士が位置情報や速度情報を相互に伝達することにより安全運転を支援する車車間通信システムについては、ITS 情報通信システム推進会議において実験用ガイドラインが策定されており、これを用いて車車間通信システムの実用化に向けた実証実験が実施されている。特に、700MHz帯の周波数を用いた車車間通信システムについては、「700MHz帯を用いた運転支援通信システムの実験用ガイドライン(RC-006)」が2009年2月に策定されたところである。

電波を利用した様々な ITS 無線システムが実用化されており、今後は、安全運転を支援する ITS の実現に向けて、ITS 無線システムの更なる高度化を図っていくことが求められる。



図 1.1-3 ITS 無線システムの高度化

1.2 ITSと安全運転支援

我が国における交通事故の年間死者数は1970年頃の約17,000人をピークに減少傾向にあるが、未だ5,000人を上回っている状況である。図1.2-1の警察庁統計によると2008年中の死者数は5,155人、死傷者数合計では950,659人であり、死者数は毎年減少しているものの事故件数、死傷者数は1970年頃よりも多くなっている。

これは、シートベルトの装着率が向上し、エアバッグが年々普及し続けていることと、クルマ自体の衝突保護性能の向上とが相まって、事故による被害が軽減されているためであると推測されるが、交通事故件数や負傷者はいまだに多いことから、交通事故死者数の削減に併せて、引き続き、交通事故を削減することが重要である。(年)

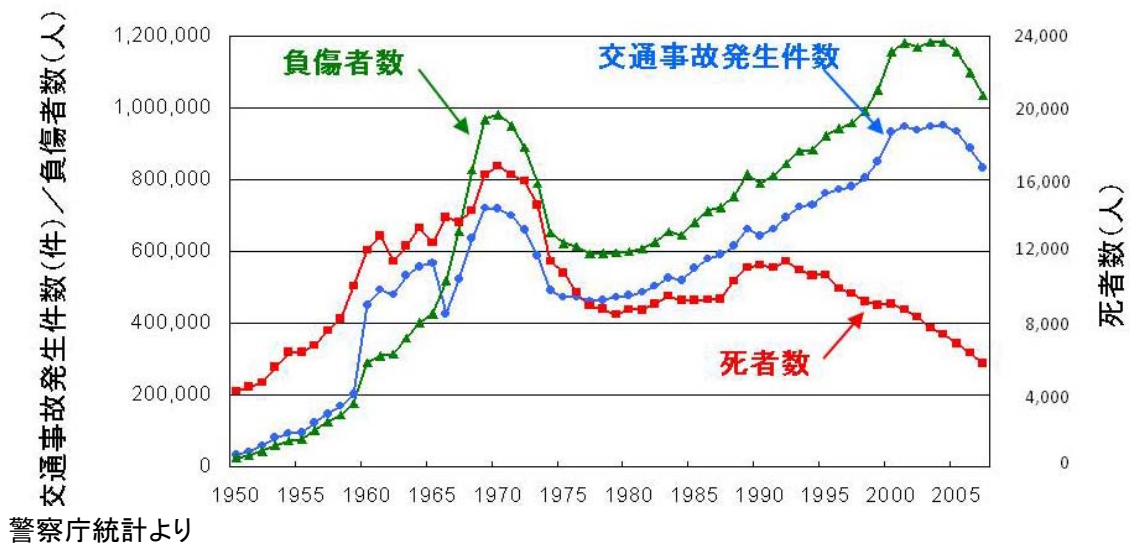


図 1.2-1 交通事故発生状況の推移

(1) 交通事故分類と要因

交通事故件数(平成 16 年度 全事故数 952,191 件 交通事故統計年報 H16 版 (財)交通事故総合分析センター)における事故類型の分類では、追突事故が 32%と最も多く、出会い頭事故 26%、右左折時 14%、歩行者との衝突 9%となっており、この代表的な事故の 4 類型合計で交通事故の約 8 割を占める割合となっている。

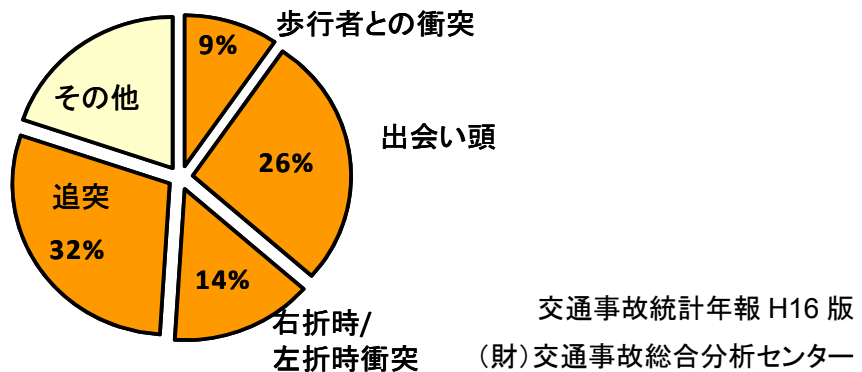
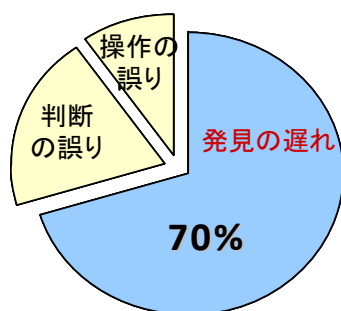


図 1.2-2 類型別交通事故発生割合

また、交通事故の人的要因では「発見の遅れ」が 70%と最も多く、「判断の誤り」、「操作の誤り」と比較しても突出して割合が高いことがわかる。したがって、この「発見の遅れ」を減少させることができれば事故防止に貢献できると考えられる。このようなことから、「発見の遅れ」を支援する安全運転支援システムの実用化が期待される。



交通事故統計年報 H16 版
 (財)交通事故総合分析センター

図 1.2-3 人的要因別交通事故発生割合

(2) 安全運転支援システムの効果

安全運転支援システムは、車両単体で安全運転を支援する「自律システム」と道路に設置されたインフラや周囲の車両と協調して安全運転支援を行う「インフラ協調システム」に分類される。図 1.2-4 の通り、自律システムについてはレーダを活用した衝突被害軽減ブレーキなどが事故の被害軽減に大きな効果をもたらしている。特に、正面衝突事故、追突事故、路外逸脱などの単独事故、歩行者の被害軽減などに効果を発揮し、今後の普及拡大が期待される。一方、交差点付近での事故や対二輪車、対自転車事故に関しては自律システムの効果は限定的であることから、見通し外でも情報が伝わる電波を使った安全運転支援システムなどが有効であると推定される。

なお、これらの安全運転支援システムについては、運転者の過度な法令違反や操作・判断の誤りなどに対する効果は期待出来ず、運転者の責任となるものである。

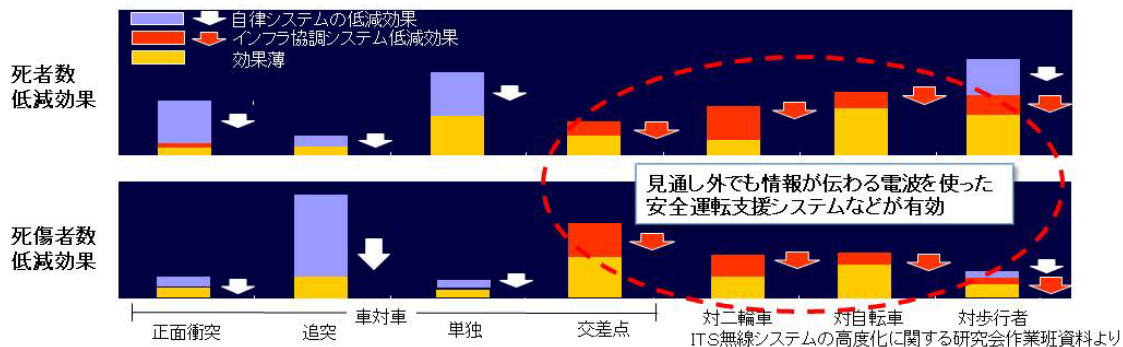


図 1.2-4 安全運転支援システム推定効果

安全運転支援システムの中で、特にインフラ協調システムは運転者の発見の遅れを減少させ、事故を未然に防止するシステムであり、必ず運転者が介在するものである。接近車両の情報提供等を行うタイミングや HMI⁴の差異、さらには一般交通環境での複合要因事情により、対象事故類型および要因を 100%カバーするものではない。しかし、システムの精度および信頼性の向上を図ることにより効果を高めることが期待される。

(3) IT 新改革戦略

IT 戦略本部により、2006 年に策定された「IT 新改革戦略」では、世界一安全な交通社会を目指し、「インフラ協調による安全運転支援システム」の実用化により、交通事故死傷者数・交通事故件数を削減することを目標に掲げている。目標を達成するための具体的方策として、官民一体となった連携会議の設立や官民が連携した安全運転支援システム大規模な実証実験を実施することとし、2010 年から同システムの全国展開及び車載器の普及を促進することとしている。

これを受けて、2006 年に関係省庁(内閣官房、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省)、経団連及び ITS-Japan から成る「ITS 推進協議会」が設立され、安全運転支援システムの実用化に向けた官民一体となった体制が確立され、検討が進められている。2008 年度には、実用化を視野に入れた技術開発、システム相互運用性の検証等を目的として全国 9 箇所で実施する大規模実証実験が実施され、2009 年 2 月下旬には、東京臨海副都心地区(お台場)において、安全運転支援システムの公開デモンストレーションが実施されたところである。

⁴ HMI: Human Machine Interface

(参考)実証実験の状況について

① 大規模実証実験(公開デモンストレーション)

2009年2月25日～28日に、東京臨海副都心地区(お台場)において、ITS推進協議会が中心となって安全運転支援システムに関する公開デモンストレーションが開催され、公道試乗会、屋内外展示会、シンポジウムが実施された。公道試乗会においては、出会い頭衝突防止等の安全運転支援システムのデモ走行が行われ、約300人の一般参加者等が試乗した。また、屋内展示会では、各開発システムの技術展示が行われ、ITS電波メディアのブースでは、700MHz帯車車間通信用無線機等が展示され、約5,000人の参加があった。また、シンポジウムのITS情報通信セッションでは、安全運転支援システムで利用される車車間通信等について国内の検討状況、欧州の標準化動向などについて講演があり、約350人の参加があった。

② ユビキタス特区を活用した実証実験

総務省では、最先端のICTサービスを開発、実証し、日本のイニシアティブによる国際展開可能な「新たなモデル」を確立することを目的として、ユビキタス特区により、移動通信等のサービスの開発、実証実験等を推進している。ユビキタス特区では、ITSに関係する9つのプロジェクトが実施され、700MHz帯を用いた安全運転支援システムの実用化に向けた実証実験等が実施されている。ユビキタス特区で実施されているプロジェクトは、図1.2-5のとおりである。

対象プロジェクト	提案組織	対象地域	利用周波数
車車間通信による安全運転支援システム	デンソー、網走市	網走市	700MHz帯、5.8GHz帯
EV/PHEVタウン実現に向けた歩車間通信による車両接近通知システム	YRP、青森県	青森市、六ヶ所村	700MHz帯、5.8GHz帯
路車間+車車間通信によるインフラ協調安全運転支援システム	トヨタ自動車、他8社	つくば市 横須賀市	700MHz帯、5.8GHz帯
路車間+車車間通信によるインフラ協調安全運転支援システム	トヨタ自動車、他8社	豊田市、長久手町	5.8GHz帯
路車間+車車間通信によるインフラ協調安全運転支援システム	富士通、トヨタ自動車、トヨタIT開発センター	木更津市	700MHz帯
車車間通信用周波数利用技術の実証	沖電気、豊田中央研究所、NICT	つくば市 横須賀市	700MHz帯、5.8GHz帯
モバイルWiMAX等を活用したサーバ型運転支援サービス	マツダ	広島市	携帯電話用周波数、2.4GHz帯、2.5GHz帯
カー・エレクトロニクス・サービス	北九州市	北九州市	700MHz帯、5.8GHz帯
観光ドライバー向けの快適走行支援カーナビシステムの実証	沖電気	沖縄県うるま市	700MHz帯 5.8GHz帯

図 1.2-5 ユビキタス特区における ITS 関係プロジェクト

1.3 地上テレビジョン放送のデジタル化と ITS

我が国の電波需要の拡大に対応するため、地上テレビジョン放送のデジタル化を行い、空き周波数については、安全・安心の確保に必要な新たな利用に再分配されることとなった。本周波数帯については、より安全な道路交通社会を実現するため、ITS用にも確保されている。

(1) 地上テレビジョン放送のデジタル化

我が国の無線局数は、1億局を超えており、携帯電話に加え、無線 LAN、電子タグなど様々な形態の電波システムについて、今後一層の利用の拡大が見込まれる。これらの電波の需要増に対応するため、平成 15 年に「電波政策ビジョン」(平成 15 (2003)年 7 月情報通信審議会答申)を策定し、平成 23 年に地上テレビジョン放送のデジタル化を行うこと等により、周波数のより一層の有効利用を図るとともに、デジタル化による効率的な空き周波数について電波の再分配を実施することとなった。

(2) 安全運転支援のための 700MHz 帯の周波数利用

地上テレビジョン放送のデジタル化により、周波数の効率的な利用が可能となったことから、情報通信審議会情報通信技術分科会の電波有効利用方策委員会において、今後導入が想定される電波システムについて総合的に調査を進め、平成19年6月に「VHF⁵/UHF⁶帯における電波の有効利用のための技術的条件」に関する一部答申として、デジタル化による空き周波数の利用方策等が取りまとめられた。

この中で、多数のITS関係企業、団体から安全運転支援システムによる交通事故削減のためには、特に、見通し外でも通信が可能なシステムが有効であるとの提案がなされたことから、空き周波数のうち、700MHz帯の一部の周波数がITS用に確保されることとなった。

(3) 700MHz 帯における ITS の技術的条件

「VHF/UHF帯における電波の有効利用のための技術的条件」に関する一部答申において、ITSについては以下の通り取りまとめられている。

- ① 安全・安心の確保の観点から、より安全な道路交通社会の実現のために必要な「ITS」において、700MHz帯の電波によることが必要な車車間通信システム等の実現のために、一定の周波数帯域を確保することが適当である。
- ② 「ITS」に必要な周波数幅は、10MHz幅とすることが適当である。

以上の答申を踏まえて周波数割当計画を変更し、2012年7月以降710MHzから

⁵ VHF: Very High Frequency(超短波帯)

⁶ UHF: Ultra High Frequency(極超短波帯)

730MHzまでの周波数帯のうち10MHz幅は、高度道路交通システムによる使用とし、可能な限り低い周波数帯に配置するとしている。

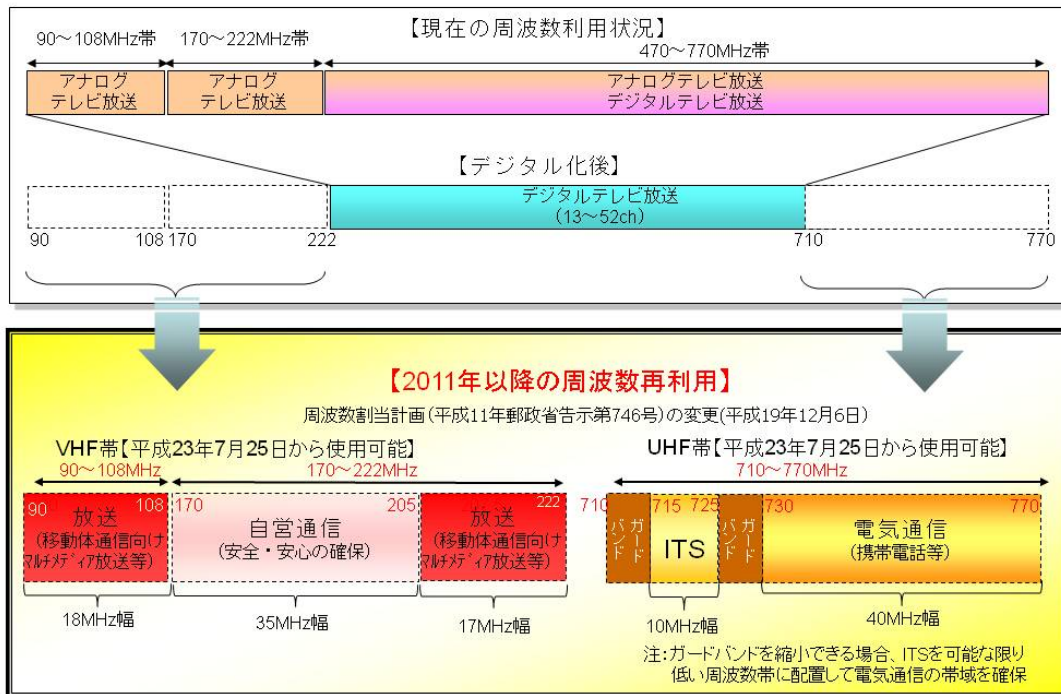


図 1.3 地上テレビ放送のデジタル化後の空き周波数の有効利用

1.4 諸外国における現状と動向

我が国における安全運転支援に関するITS無線システムの高度化の検討を行うに当たり、欧米及び標準化団体における関連動向の調査を行った。

(1) 欧米の動向

ア 米国

米国においては 1999 年、連邦通信委員会(FCC⁷)が ITS 用に 5.9GHz 帯(5.85-5.925GHz)の割り当てを決定しているが、実用化されていない状況である。

通信方式としては、WAVE⁸と呼ばれる 5.9GHz DSRC の検討が進められており、下位層(物理層、MAC 層⁹)については、現在 IEEE¹⁰802.11p において標準化が進められている。2009 年 3 月現在、IEEE802.11WG が公表している工程によれば、2010 年 6 月に IEEE SA(Standards Association)の RevCom(Review Committee)で最終的な承認が得られる予定である。WAVE の上位層については、IEEE1609WG で検討が進められており、現在、アーキテクチャ、リソースマネージャ、セキュリティサービス、ネットワークサービス、マルチチャネル機能の標準の策定作業が進められている。

イ 欧州

欧州では従来 ETC 用として 5.8GHz 帯(5.795-5.815GHz)の 20MHz(ただし国によっては 10MHz)が ITS に割当てられていた。2008 年 8 月に、欧州委員会(EC)は、5.9GHz 帯(5.875-5.905GHz)の 30MHz を、安全運転支援のための ITS 用として割り当ててることを決定し、最終的には 5.855-5.925GHz の 70MHz を割当てる可能性があるとしている。

通信方式としては、下位層については、米国で検討中の IEEE802.11p を候補としているが、上位層は IEEE1609 をベースとした欧州独自の方式が検討されている。

(2) 標準化機関

欧米における安全運転支援に関する ITS の標準化について、欧州では ETSI¹¹、北米では IEEE802.11 及び IEEE1609 が中心となり、進められている。

ア ITU-R¹²(国際電気通信連合 無線通信部門)

⁷ FCC: Federal Communications Commission(連邦通信委員会)

⁸ WAVE: Wireless Access in Vehicular Environment

⁹ MAC 層: Media Access Control 層(メディアアクセス制御層)

¹⁰ IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers(米国電気電子学会)

¹¹ ETSI: European Telecommunications Standards Institute(欧州電気通信標準化協会)

¹² ITU-R: International Telecommunications Union Radiocommunications Sectors

電気通信分野に関する標準化機関である ITU-R では、SG5 WP5A において ITS 関係の勧告が審議されている。ITU-R では、ITS の目的と要件、自動車レーダ、DSRC システムに関する勧告を既に発行しており、現在、ITS の目的と要件に関する勧告の改訂とミリ波 ITS 通信に関する勧告策定に向けた検討が進められている。今後、安全運転支援のための無線システムに関する勧告策定に向けた検討が進められると考えられる。

イ ISO¹³(国際標準化機構)

電気・電子以外の工業分野に関する国際標準化機関である ISO では、TC204 において ITS に関する無線通信以外の国際標準化が行われている。狭域通信の標準化を行う WG15 では、DSRC の OSI 参照モデル¹⁴の第 2 層及び第 7 層に相当する通信プロトコルについて、路車間通信インタフェースの標準化を行っている。また、広域通信の標準化を行う WG16 では、CALM¹⁵アーキテクチャに基づく無線システムの標準化を推進している。

ウ IEEE(米国電子電気学会)

北米の ITS に関する標準化は IEEE で行われている。IEEE802.11 では、2010 年 6 月の米国標準策定に向けて WAVE の下位層について検討が進められている。また、IEEE1609 では上位層に関する標準化を推進している。

エ ETSI(欧州電気通信標準化機関)

欧州では安全運転支援のための無線システムに関して自動車メーカーを中心とする民間のコンソーシアム C2C_CC¹⁶ などで標準化活動が行われていたが、2008 年 12 月に ETSI 内に新たな技術委員会(TC ITS)が創設され、欧州の安全運転支援システムに関する標準化を推進することになった。TC ITS における検討に当たっては、既存の安全運転支援関連プロジェクトや ISO、ITU-R などと連携するとしている。

(3) 各国における動向

①北米における動向

ア IntelliDrive

米国の ITS のけん引役は USDOT¹⁷であり、主カプロジェクトのひとつとして VII¹⁸が

¹³ ISO: International Organization for Standardization(国際標準化機構)

¹⁴ OSI 参照モデル: Open Systems Interconnection 参照モデル

¹⁵ CALM: Communications Access for Land Mobiles

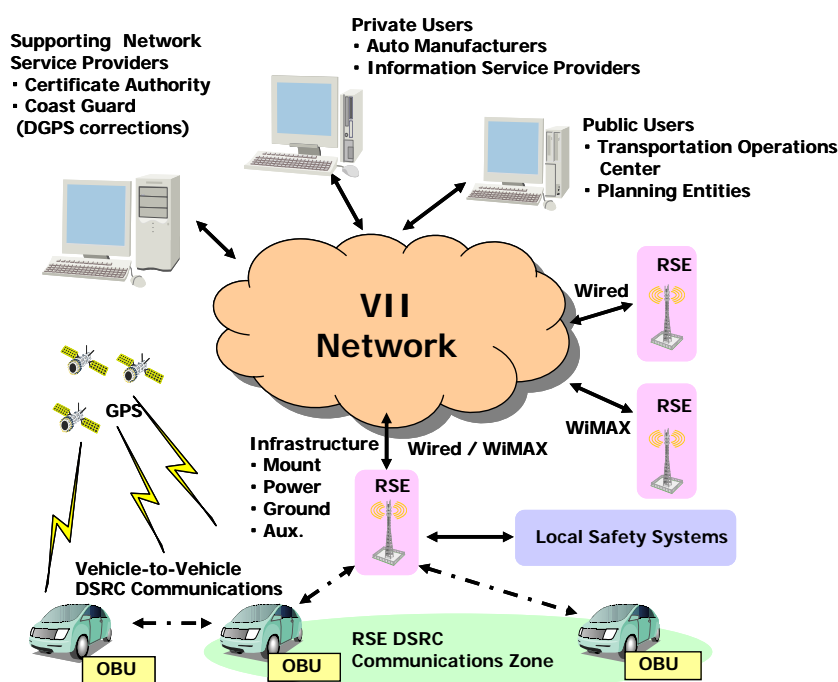
¹⁶ C2C_CC: Car to Car Communications Consortium

¹⁷ USDOT: United States Department of Transportation(米国連邦運輸省)

¹⁸ VII: Vehicle Infrastructure Integration

推進されてきた。2008年夏にはデトロイト地区でPOC(Proof of Concept)が行われている。2009年1月にはVIIは名称をIntelliDriveに変更し、実用化の加速を図っている。IntelliDriveでは通信方式をWAVEに限定することなく、既存のWiFi¹⁹や携帯電話などの通信方式も利用してITSアプリケーションの開発を短時間で進める方針を打ち出している。一方、WAVEについては標準化が完了し、製品が市場に投入され次第、アプリケーションを展開するとしている。

図1.4-1にIntelliDrive(VII)のシステム概要を示す。



参考: D.Kavner, 'What's Happening in North America with VII' WIVEC, Baltimore, Oct.2007

図1.4-1 IntelliDrive(VII)のシステム概要

イ VSC-A²⁰

また、米国の自動車メーカーを中心とする安全運転支援システムとして2002年から2004年までVSCC²¹が推進された。VSCCではWAVEを使ったアプリケーションなどが検討され、WAVEが安全運転支援システムとして有効であるとの結論を出している。

その後、2006年12月、VSCCの後継プロジェクトとしてVSC-Aがスタートした。VSC-AではWAVEと位置情報による通信を基にした安全運転支援のアプリケーション

¹⁹ WiFi: Wireless Fidelity

²⁰ VSC-A: Vehicle Safety Communications - Applications

²¹ VSCC: Vehicle Safety Communications Consortium

ンの開発が進められている。

②欧州における動向

ア. COMeSafety

COMeSafety は 2006 年、欧州に存在する安全運転支援システムのプロジェクト間の調整をするため、EC によって発足した。主力メンバーは自動車メーカーで、民間コンソーシアムの C2C_CC との連携が強い。主な目的は通信のアーキテクチャの制定であり、アーキテクチャに基づく具体的な標準化活動は ETSI TC ITS で行うこととしている。COMeSafety は 2009 年末の期限を前にして主な活動を終えたとされる。

図 1.4-2 に COMeSafety と欧州の関連プロジェクトなどの関係図を示す。

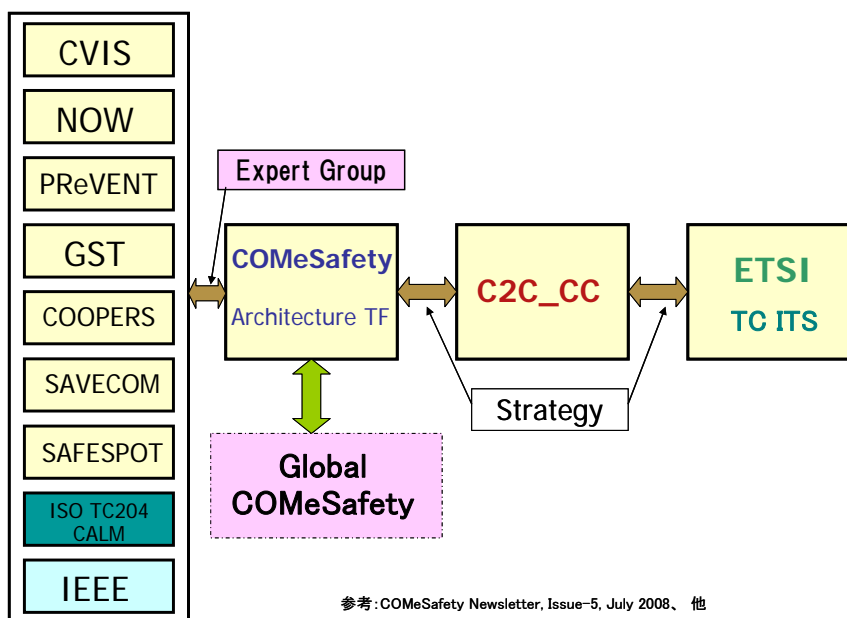


図 1.4-2 COMeSafety と欧州の関連プロジェクトなどの関係図

イ C2C_CC

C2C_CC は 2005 年に発足した欧州の自動車メーカーを中心とする民間のコンソーシアムであり、安全運転支援システムの開発を行っている。2008 年 10 月にはフランクフルト郊外でメンバーに限定した路車・車車間通信を用いたデモを行い、安全運転支援システムの代表的なアプリケーションの確認を行った。通信方式は IEEE802.11p に準拠したものであった。

第2章 ITS 安全運転支援無線システムの在り方

2.1 車車間通信と路車間通信の共用

ITS安全運転支援無線システムは、見通しの悪い交差点などで、車両同士が情報をやり取りする無線通信によって安全運転を支援する車車間通信システム、インフラからの情報(信号機情報、規制情報、歩行者情報など)を路側機から車両に対し、電波による無線通信を介して安全運転を支援する路車間通信がある。

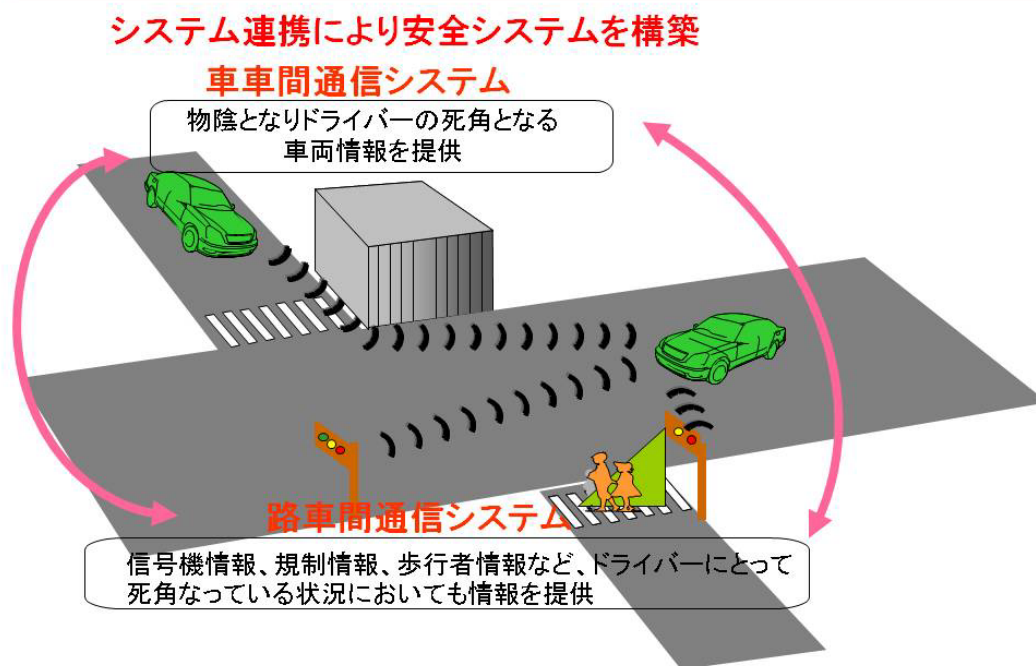


図 2.1-1 ITS 安全運転支援無線システムのイメージ

(1) 車車間通信システム

ア システムの概要

車車間通信とは、車両同士の無線通信により周囲の車両の情報(位置、速度、車両制御情報等)を入手し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行うシステムである。

イ システムの特徴

車車間通信は、ITS 安全運転支援無線システムの車載器が搭載されている車両同士の情報交換によりサービスが受けられるもので、インフラ設備(路側機等)の整備されていない不特定の場所でサービスの享受が可能である。したがって、インフラ設備の設置が難しい場所でもサービスが受けられる利点がある。

ウ 実現に向けた課題

車車間通信システムは、車両同士の無線通信によりサービスが受けられるもので

あり、自車に車載器が搭載されていても、近くにいる他の車両が車載器を搭載していなければ、サービスを受けることができない。したがって、車両への車載器の普及が進まないとサービスの機会が限定的となる。

(2) 路車間通信システム

ア システムの概要

路車間通信とは、車両とインフラ設備（路側機等）との無線通信により、車両がインフラからの情報（信号情報、規制情報、道路情報等）を入手し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行うシステムである。

イ システムの特徴

路車間通信は、インフラ設備（路側機等）のある場所では、インフラからの情報を受けることにより、運転者がサービスを受けることが可能である。

ウ 実現に向けた課題

路車間通信は、インフラ設備（路側機等）と車両との通信であるため、インフラ設備の整備が必要であるが、一気にインフラ設備の整備が進むのは困難であることから、初めは、特定の場所でのサービスに限定される可能性がある。

(3) システムの共用について

車車間通信と路車間通信のシステム概要をまとめたものを表 2.1-1 に示す。

表 2.1-1 システム概要

	車車間通信	路車間通信
概要	車両同士の無線通信により周囲の車の情報（位置、速度、車両制御情報等）を入手し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行う	車両と路側機との無線通信によりインフラからの情報（信号情報、規制情報、道路情報等）を入手し、必要に応じて運転者に安全運転支援を行う
特徴	路側機の整備されていない不特定の場所でサービス提供が可能	路側設備のある場所で、サービス提供が可能
実現に向けた課題	自車に車載器が搭載されていても、他の車両への車載器の普及が進まないとサービスの機会が限定的	路側設備の整備が必要であり、一気に路側設備の整備が進むのは困難

車車間通信と路車間通信は、通信方式の区別やシステム構成等に違いがあるも

の、サービスを受ける運転者にとっては、その違いが意識されないものと想定される。そのため、ITS 安全運転支援無線システムの実用化に向けては、以下の理由から、車車間通信と路車間通信の共用が望まれる。

- ① 車車間・路車間通信が共用することでサービスを受ける機会が増加する(ユーザがサービスを受けるに当たり車車間通信及び路車間通信という通信方式の区別は重要ではない)。
- ② 車載器としては、一つの車載器で車車間・路車間通信が利用できれば、システム構成の合理化、コストパフォーマンス向上等の観点からメリットがある。

以上のとおり、ユーザメリット拡大、システム構成の合理化、コストパフォーマンス向上等の観点から、車車間通信及び路車間通信の共用可能なシステムとすることが適当と考えられる。

2.2 安全運転支援無線システムに求められる周波数特性

現在、ITS 安全運転支援無線システムで利用が想定される周波数帯は、①アナログテレビジョン放送の跡地であり、2012 年 7 月から利用可能となる 700MHz 帯(715MHz～725MHz)、②既に ITS 用途として割り当て済みである 5.8GHz 帯(5770MHz～5850MHz)がある。

(1) 700MHz 帯の概要について

ア 電波の特徴

700MHz 帯は、現在、TV 放送(アナログ、デジタル)で利用されており、また、近い周波数帯(800MHz 帯)で携帯電話システムとしても利用されているように、電波の回り込みが可能であり、ビル影、大型車後方等の見通し外を含めた広範囲で利用可能である。

特に、見通し外の交差点における出会い頭衝突事故の防止への実現に適した周波数帯である。

イ 実現に向けた課題

700MHz 帯は、車車間通信に適した周波数であるが、以下の課題があり、今後の検討が必要である。

- ① 電波の回り込み特性があるが、一方、電波が飛び過ぎるため、車車間通信システムの相互干渉回避が必要である。
- ② 車載アンテナ地上高のような低い地上高伝搬路での無線サービスの実施例が少なく、電波伝搬特性の把握が必要である。また、隣接周波数システムとの干渉が発生する可能性があり、その回避が必要である。

(2) 5.8GHz 帯の概要について

ア 電波の特徴

5.8GHz 帯は、電波の直進性が強く、ビル影、大型車の後方等の見通し外には、電波が回り込みにくい。

イ 実現に向けた課題

5.8GHz 帯は、以下の課題があり、今後の検討が必要である。

- ① 車車間通信に使用する場合、路車間通信システム(ETC 等)を含む干渉回避が必要である。
- ② 車載アンテナ地上高のような低い地上高伝搬路での無線サービスの実施例が少なく、電波伝搬特性の把握が必要である。

(3) 周波数の利用について

上述の周波数帯の特性比較を、表 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 周波数の特性比較

	700MHz 帯	5.8GHz 帯
電波の特徴	電波の回り込みがあり、ビル影、大型車の後方等見通し外にも回りこむ	電波の直進性が強く、ビル影、大型車の後方等見通し外には回り込みにくい
通信距離 ※1	～数百 m 程度	～数十 m 程度
伝送速度	10Mbps 程度※2	4Mbps※3
実現に向けた課題	・電波が飛びすぎるため、車車間通信システムの相互干渉回避が必要 ・電波伝搬特性の把握や隣接システムとの干渉回避が必要	・車車間通信に使用する場合、路車間通信システム(ETC 等)との干渉回避が必要 ・電波伝搬特性の把握が必要
通信特性	・見通し外の通信を行うのに適当	・狭域への通信に適当 ・見通し外の通信も可能だが、一定基準の通信特性を得るには、パケットの連送やマルチホップ転送が必要

※1: 見通し外の交差点における車車間通信を想定した場合

※2: ITS 無線システムの高度化に関する研究会作業班資料より

※3: 5.8GHz 帯を用いた車車間通信システムの実験用ガイドライン(ITS FORUM RC-005)より

ITS 安全運転支援無線システムで利用される周波数帯について、見通し内通信については700MHz帯及び5.8GHz帯の両周波数帯で可能であるのに対し、車車間通信で実現が期待される見通し外通信を行うには、700MHz帯の利用が適している。また、前節で述べたように、ITS安全運転支援無線システムにおける車車間通信と路車間通信は、共用可能なシステムとすることが適当である。そのため、車載器のコスト低減や普及等の観点から700MHz帯を用いて車車間通信と路車間通信の共用を図ることが望ましい。したがって、車車間通信を利用するITS安全運転支援無線システムで用いる周波数帯は、2012年から利用可能となる700MHz帯を優先して実用化のための検討を進めることとする。

なお、5.8GHz帯については、現在、ETCや駐車場入出管理等DSRC方式による路車間通信を使ったサービスが展開されており、今後、高速道路などにおいても同方式による路車間通信を用いた安全運転支援サービスが提供される見込みである。したがって、DSRC方式による路車間通信を活用したサービスの2009年度からの全国展開を円滑に進める観点から、当面は現行の技術基準を維持することとする。

(参考)車車間通信実験結果について

平成 20 年度に総務省・国土交通省において以下の通り共同実験が実施された。

<概要>

日程： 10/19～10/24(5.8 GHz 帯)、10/27～10/31(700 MHz 帯)

場所： 日本自動車研究所(つくば市)構内模擬市街路

実験内容： 交差点(1つ角)におけるN:N通信実験

(受信電力、パケットエラーレート)

本実験では、テストコースに模擬的に交差点(1つ角)を構築し、そこへ複数の車両を配置し、車車間通信を実施した。実験結果については、送信車両と受信車両との間の受信電力及びパケットエラーレートにより評価を行っている。

実験システムの車両配置を図 2.2-1 に示す。

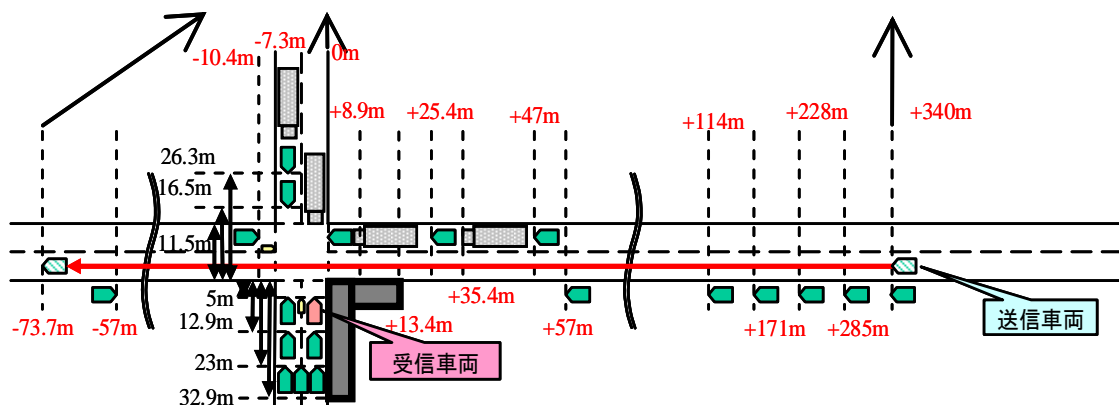


図 2.2-1 実験システム車両配置例

1つ角の見通し外交差点を模擬した環境において、交差点から 5m の距離に受信車両を配置した場合の出会い頭衝突を想定した実験結果の一例を示す。700MHz 帯を用いた車車間通信については、パケット到達率 95%とした場合に交差点から 180m 程度の通信距離が確認された(図 2.2-2 参照)。また、5.8GHz 帯を用いた車車間通信については、パケット到達率 95%とした場合に交差点から 50m 程度の通信距離が確認された(図 2.2-3 参照)。

なお、安全運転支援システムに用いる車車間通信の通信要件については、後述の第 4 章にあるとおり、車両が 10m 走行する間の累積した(積算)パケット到達率を 95%以上としている。

実験の測定結果を図 2.2-2、図 2.2-3 に、実験風景を図 2.2-4 に示す。

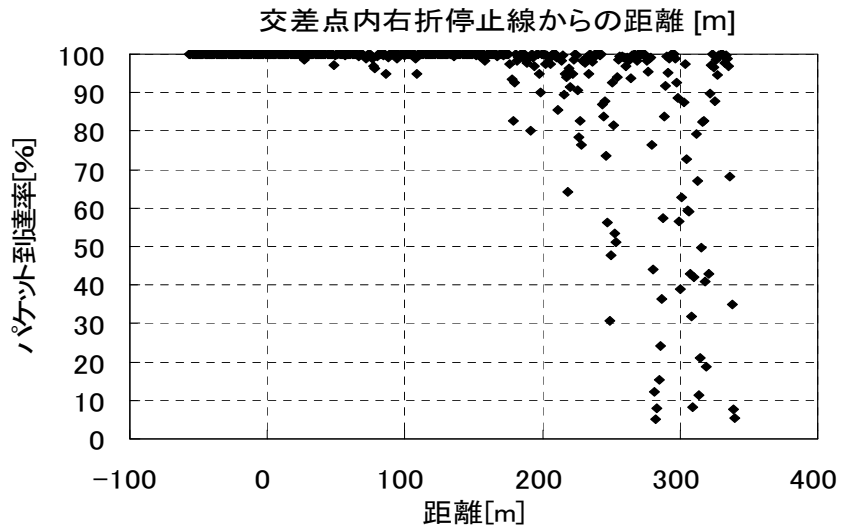


図 2.2-2 700MHz 帯測定結果

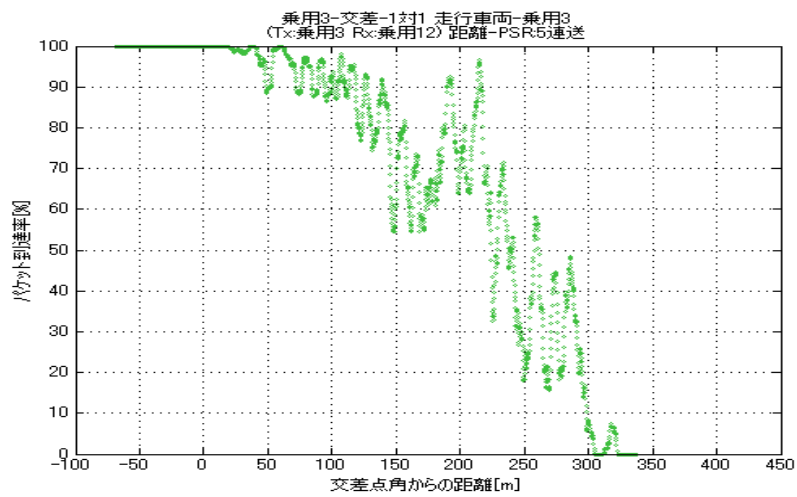


図 2.2-3 5.8GHz 帯測定結果



図 2.2-4 実験風景

2.3 無線システムの国際調和の方向性

我が国のITSは、安全運転支援のための通信方式について国際調和の視点から、大きく期待が寄せられている。

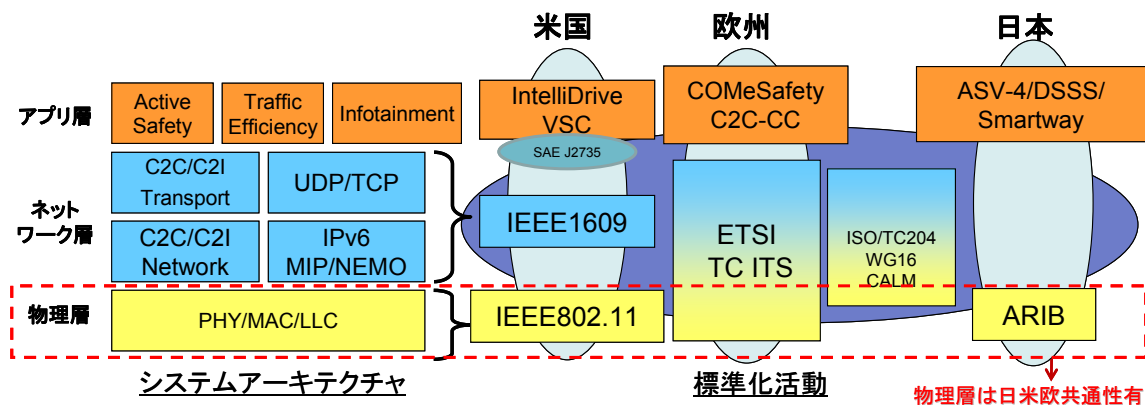


図 2.3-1 日米欧の標準化の状況

(1) 欧米における安全運転支援無線システムの連携

現在、欧米では 5.9GHz 帯を用いた安全運転支援システムの開発が進められている。図 2.3-1 は日米欧の標準化の状況をシステムアーキテクチャと標準化活動の視点からまとめたものである。

アプリケーション層については、日本、米国、欧州において各国の事情に合わせた形で独自に検討が進められている。一方、5.9GHz DSRC の下位層（ネットワーク層、物理層）は、北米で審議が進んでいる IEEE802.11p 及び IEEE1609 を欧州へ用いて標準化される形で検討が進められている。欧州の 5.9GHz DSRC については、ETSI TC ITS によれば、2009 年末までに標準化を終え、2012 年から 2015 年にかけて実展開を目指すこととしている。

(2) 欧米にて実用化が進められている方式との国際調和の考え方

日本では、現在、ITS 情報通信システム推進会議において 700MHz 帯を用いた車車間通信用実験ガイドライン(RC-006)が策定され、検討が進められている。本ガイドラインにおける通信方式として、変調方式を OFDM²²方式、アクセス方式を CSMA/CA²³方式としており、現在欧米において検討が進められている通信方式との共通性が図られている(表 2.3-1 参照)。

無線システムの基本的な通信方式は欧米と共通性が図られているが、国際競争力確保の観点から、可能な範囲で米国及び欧州において検討されている方式と調和を図ることが重要である。なお、方式の検討に当たっては、我が国で検討されている

²² OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing(直交周波数分割多重)

²³ CSMA/CA: Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance(搬送波検知多重アクセス/衝突回避)

アプリケーションに基づく要求要件を満たすことが重要である。

表 2.3-1 日米欧における無線システムの比較

	日本	北米	欧州
規格・委員会	RC-006	IEEE802.11p/1609.x draft	C2CCC/ETSI ES202 663 draft
使用周波数	715~725MHz	5.850~5.925GHz	5.875~5.905MHz(割当済分)
ch数	10MHz×1ch	10MHz×7ch (20MHz幅オプションあり)	10MHz×3ch(割当済分)
変調方式	直交周波数分割多重方式(OFDM)		
伝送速度	3~18Mbit/s	3~27Mbit/s(10MHz幅)／ 6~54Mbit/s(20MHz幅)	3~27Mbit/s
送信電力	20dBm(給電)	23~33dBm(EIRP)	
アクセス方式	CSMA/CA		
アクセス制御拡張	DCF (Distributed Coordination Function)	DCF 加えてPCF(Point Coordination Function)の扱いも検討中	
隠れ端末対策	検討中	RTS/CTSによる優先制御も使用可能	
時刻同期		GPSにより標準時刻(UTC)を取得し、TSF(Time Sync. Function)を使って同期	検討中
通信形態	単向同報通信 (ACKなしのブロードキャスト)	単向同報通信、一対多通信、単信一対一通信 (ACKなしのブロードキャスト、マルチキャスト、ACKありのユニキャスト)	
上位プロトコル	今後検討必要	WAVEプロトコル、IP	C2CCC独自、IP

(3) 国際調和の課題

前述の通り、ITS 安全運転支援無線システムの変調方式、アクセス方式については、日本、北米、欧州において共通性がある。一方で、日本においては隠れ端末問題、上位プロトコルなど、実用化に向けて検討すべき課題があることから、我が国で検討中の安全運転支援のためのアプリケーションに基づく要求条件を満たすことを前提として、可能な範囲で欧米において検討されている通信方式との調和を図り、国際標準であるITU-R 勧告やISO 化を目指すことが重要である。

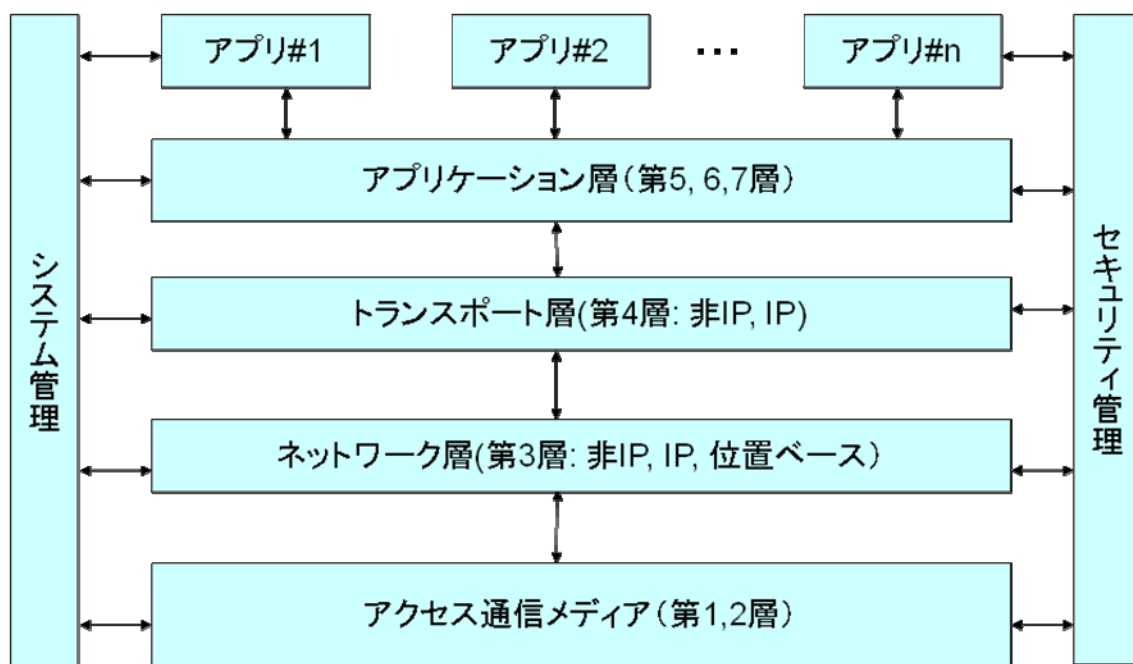
なお、欧米において検討されているシステムアーキテクチャについても、諸外国の動向を踏まえ、国際調和の観点から検討を進めていくことが重要である。

(参考)ITS 通信アーキテクチャの例

アーキテクチャとは、システムを構成する部品間の関係を示したシステム構成思想であり、一般的に通信システムは、機能ごとに複数の階層からなるモデルによってあらわすことができる。システムの全体構成を示すことで、広範なアプリケーションへの拡張性、通信メディアの追加などの際にシステムの階層相互の関係をとらえることが容易になるメリットがある。

ITS に用いる通信システムについて、アーキテクチャを使って表わすと、例えば、図 2.3-2 ように表現することが可能である。

図 2.3-2 ITS 通信アーキテクチャ



ETSI や IEEE では、ITS の参照アーキテクチャの標準化作業を行っており 2010 年頃に標準化作業を完了する予定である。日本では、システム開発が先行しており、アーキテクチャ自体の検討は十分に行われていないのが現状である。

現在、我が国で検討が進められている安全運転支援無線システムに関するアーキテクチャは図 2.3-3 のようになる。

図 2.3-3 ITS 通信アーキテクチャ(RC-006)



700MHz 帯を使った車車間通信用実験仕様 (RC-006) については、第 1 層 (物理層) の OFDM 変復調部と第 2 層の (データリンク層) の CSMA/CA アクセス制御部が定義されており、現在は、第 2 層の車車・路車共用制御部の検討が進められている。一方で、第 4 層 (トランスポート層) から第 7 層 (アプリケーション層) は、まだ未検討である。

今後、アーキテクチャや第 3 層から第 7 層までの上位プロトコルに該当する部分について、アプリケーションの要求条件を踏まえて検討することが重要であり、標準化を図るべき階層と競争により各社が独自に開発する階層を区別したうえで、欧米との調和も踏まえながら、アーキテクチャや上位プロトコルの検討を行うことが必要である。

第3章 ITS 安全運転支援無線システムの利用イメージ

ITS 安全運転支援無線システムの検討を進めるに当たって、無線システムの利用イメージを明確化し、通信要件を抽出することが必要である。

利用イメージの明確化に当たっては、前章までの検討結果を踏まえ、検討を行うこととし、ITS 安全運転システムの効果を高めるため、表3の平成19年度の交通統計の事故類型別・交通事故件数および死亡事故件数による分析結果を基に検討を行うこととした。

表3 事故類型別・交通事故件数および死亡事故件数

事故類型	交通事故件数 合計(件数)	交通事故件数構 成率(%)	死亡事故件数 合計(件数)	死亡事故件数構 成率(%)	
人对車両	73,159	8.8	1,884	33.7	
車両相互	正面衝突	21,067	2.5	627	11.2
	追突	260,968	31.3	294	5.3
	出会い頭衝突	224,455	27.0	951	17.0
	追突・追抜時衝突	11,472	1.4	64	1.1
	進路変更時衝突	12,638	1.5	34	0.6
	左折時衝突	41,689	5.0	76	1.4
	右折時衝突	75,494	9.1	283	5.1
	その他	68,308	8.2	179	3.2
車両単独	43,108	5.2	1,161	20.8	
その他	96	0	34	0.6	
合計	832,454	100	5,587	100	

(財)交通事故総合分析センター
交通統計 平成19年度版より

なお、利用イメージの検討については、ITS 安全運転支援無線システムの通信要件を検討するために行ったものであり、各利用イメージについては、今後更に検討を行っていくことが必要である。

3.1 車車間通信を活用した利用イメージ

ITS 安全運転支援無線システムにおける車車間通信の具体的な利用イメージについて、交通事故類型による分析及び構成員へのアンケート調査により検討を行った。

(1) 車車間通信を用いたITS安全運転支援無線システムの利用イメージ

車車間通信を用いたITS安全運転支援無線システムについて、表3の結果から以下の利用イメージを検討した。

表 3.1-1 死亡件数の多い事故防止を目的とする利用イメージ

事故類型	利用イメージ
ア 出会い頭衝突事故	出会い頭衝突防止
イ 追突事故	追突防止
ウ 右折時衝突事故	右折時衝突防止
エ 左折時衝突事故	左折時衝突防止
オ 歩行者衝突事故	歩行者衝突防止
カ 進路変更時衝突事故	車線変更時衝突防止
キ 正面衝突事故	正面衝突防止

次に、緊急車両の位置情報を提供することにより、事故防止効果と併せて緊急車両の目的地到達時間短縮による死者削減効果が期待されることから、以下の利用イメージを検討した。

表 3.1-2 安全支援を目的とする利用イメージ

安全支援	利用イメージ
ク 緊急車両の安全支援	緊急車両情報提供

(2) 車車間通信の実現に向けた優先度

前項で検討した路車間通信の利用イメージについて、事故防止効果の大きさ、700MHz帯の利用が可能となる2012年頃の技術レベルを想定し、各利用イメージの優先度について検討を行った。

出会い頭衝突防止、追突防止、右折時衝突防止、左折時衝突防止に関しては、車両相互死亡事故件数がそれぞれ1位、3位、4位、6位であり、大きな事故防止効果が期待できるので、優先度を“高”とした。また、緊急車両情報提供については、緊急車両の目的地到達時間短縮による大きな事故死者削減効果が期待できることから、優先度を“高”とした。

歩行者衝突防止に関しては、死亡事故件数が1位であることから事故防止効果が大きいと考えられるが、2012年頃に想定される技術レベルでは衝突の可能性を判断するための歩行者の挙動予測や歩行者端末の実用化が極めて難しいことから、優先度を“中”とした。また、正面衝突防止に関しても、車両相互事故件数が2位であり同じく事故防止効果が大きいと考えられるが、2012年頃に想定される技術レベルでは衝突可能性を判断するために必要な横方向の位置精度の実現が難しいことから、優先度を“中”とした。さらに、車線変更時衝突防止についても、車両相互事故件数は8位だが、正面衝突防止と同様の理由で、優先度を“中”とした。

車車間通信の利用イメージの優先度の検討結果を表3.1-3に記す。優先度を“高”とした利用イメージは、2012年の実用化に向けて、優先的に検討を進めると共に、具体的な通信要件の明確化を行う。また優先順位“中”としたものについては、実現に

必要な技術開発を行うと共に、実用化に向けて引続き検討を行う。

表3.1-3 車車間通信の実現に向けた優先度

利用イメージ	事故防止効果・ 2012年頃の技術レベル	優先度
出会い頭衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 1位)	<div style="background-color: #e91e63; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">優先度：高</div> <p>2012年の実用化に向けて、優先的に検討を進るとともに、具体的な通信要件を明確化していく</p>
追突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 3位)	
右折時衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 4位)	
左折時衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 6位)	
緊急車両情報提供	緊急車両の目的地到達時間短縮による死者削減効果が期待される	
歩行者衝突防止	死亡事故件数は1位だが、衝突可能性判断のための歩行者挙動予測技術、歩行者端末の実現が困難	<div style="background-color: #ff9800; color: white; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold;">優先度：中</div> <p>実現に必要な技術開発を行うとともに、実用化に向けて引き続き検討を行っていく</p>
車線変更時衝突防止	車両相互死亡事故件数は8位だが、衝突可能性判断のための横方向位置認識精度向上の実現が困難	
正面衝突防止	車両相互死亡事故件数は2位だが、衝突可能性判断のための横方向位置認識精度向上の実現が困難	

(3) 車車間通信の利用イメージ

前項において検討した優先度の高い利用イメージの例を以下に示す。

ア 出会い頭衝突防止

交差点において、車車間通信により交差する車両の位置情報等を取得し、その情報を運転者に提供する。

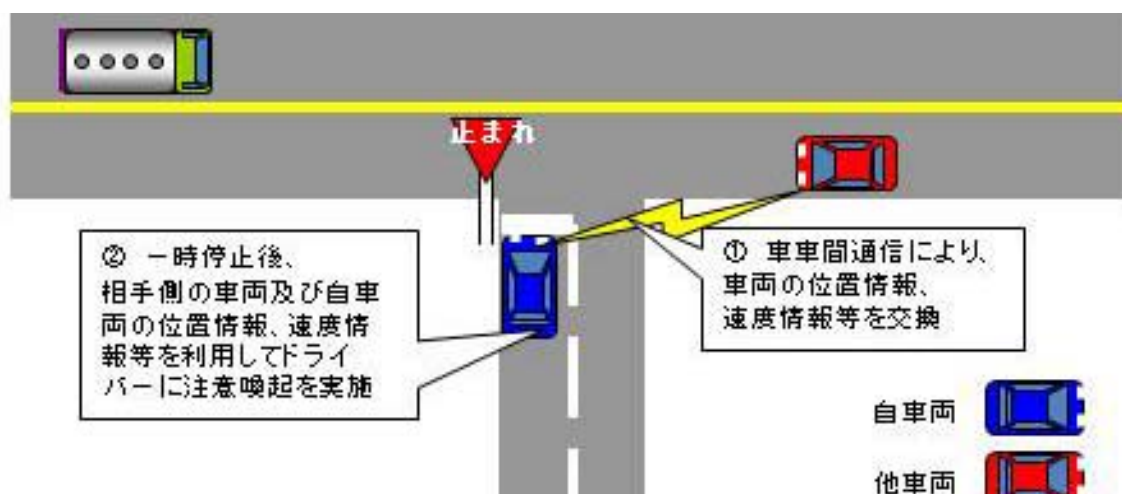


図 3.1-1 出会い頭衝突防止の利用イメージ例

イ 追突防止

見通しが悪いカーブ等において、車車間通信により前方の車両の位置情報等を取得し、その情報を運転者に提供する。

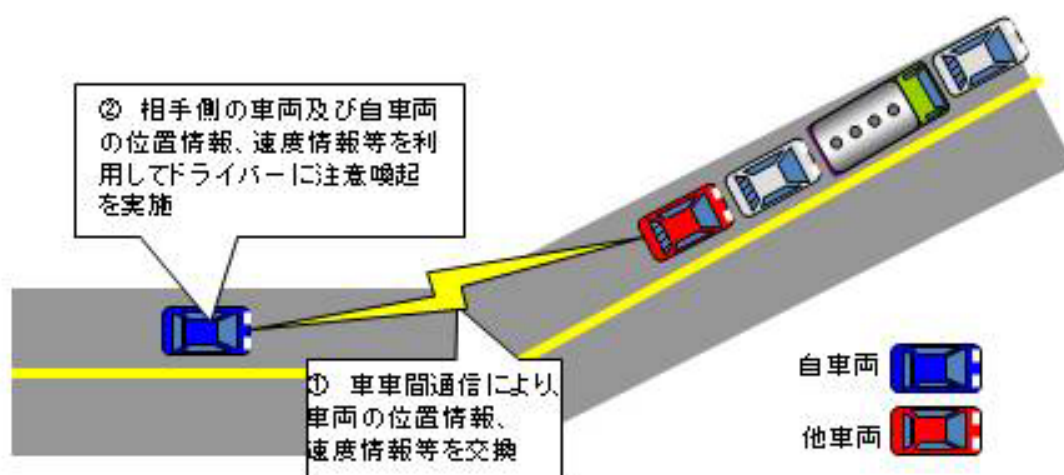


図 3.1-2 追突防止の利用イメージ例

ウ 右折時衝突防止

交差点において、車車間通信により対向直進車両の位置情報等を取得し、右折しようとする運転者に提供する。

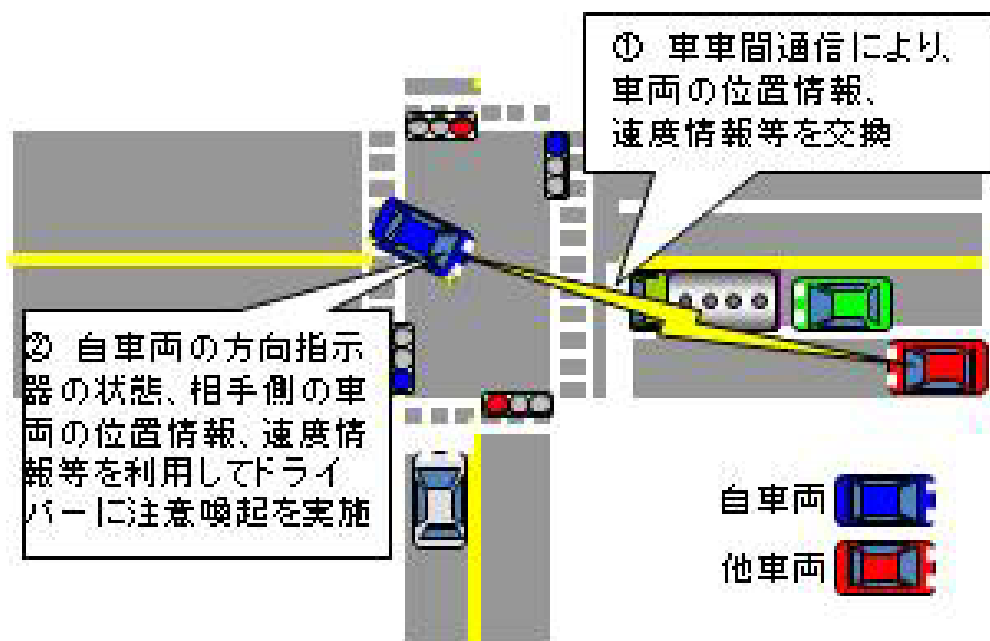


図 3.1-3 右折時衝突防止の利用イメージ例

エ 左折時衝突防止

交差点において、車車間通信により左後方から接近する二輪車の位置情報を取得し、その情報を左折しようとする運転者に提供する。



図 3.1-4 左折時衝突防止の利用イメージ例

オ 緊急車両情報提供

緊急車両が緊急走行時に、車車間通信によりその存在を周辺車両の運転者に知らせる。

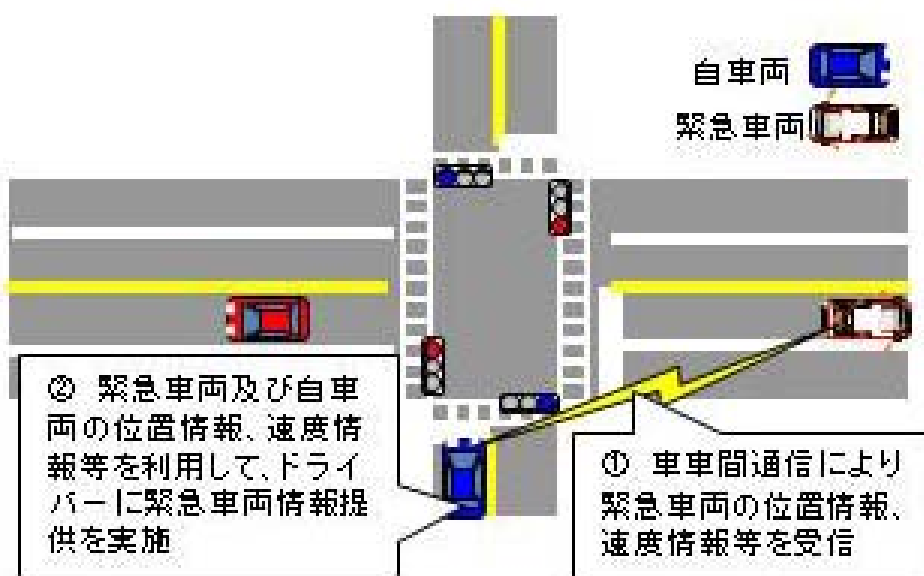


図 3.1-5 緊急車両情報提供の利用イメージ例

3.2 路車間通信を活用した利用イメージ

ITS 安全運転支援無線システムにおける路車間通信の具体的な利用イメージについて、交通事故類型による分析及び構成員へのアンケート調査により検討を行った。

(1) 路車間通信を用いた ITS 安全運転支援無線システムの利用イメージ

路車間通信を用いた ITS 安全運転支援無線システムの効果をできるだけ大きくするため、交通事故類型による分析により、死亡件数の多い事故を防止することを目的とするサービスを想定して、以下の利用イメージを検討した。

表 3.2-1 死亡件数の多い事故防止を目的とする利用イメージ

事故類型	利用イメージ
ア 出会い頭衝突事故	出会い頭衝突防止
イ 追突事故	追突防止
ウ 右折時衝突事故	右折時衝突防止
エ 左折時衝突事故	左折時衝突防止
オ 歩行者衝突事故	歩行者衝突防止

次に、重大な交通事故発生につながる危険性のある、交通法規の違反を防止するため、以下の交通法規違反の防止を目的とするサービスを想定して、利用イメージを検討した。

表 3.2-2 交通法規違反防止を目的とする利用イメージ

交通法規違反の類型	利用イメージ
カ 信号違反	信号情報提供
キ 規制違反	規制情報提供

更に、主に高速道路上での合流や見通しの悪いカーブの先の道路状況などの情報提供により運転者への安全運転支援を目的とするサービスを想定して、以下の利用イメージを検討した。

表 3.2-3 主に高速道路での安全運転支援を目的とする利用イメージ

各道路部位における安全支援	利用イメージ
ク 合流部での安全支援	合流時衝突防止
ケ カーブ等での安全支援	道路情報提供

(2) 路車間通信の実現に向けた優先度

前項で検討した路車間通信の利用イメージにおいて、事故防止効果の大きさ、700MHz帯の利用が可能となる2012年頃の技術レベルを想定し、各利用イメージの優先度について検討した。

表 3.2-4 路車間通信の実現に向けた優先度

利用イメージ	事故防止効果・ 2012年頃の技術レベル	優先度
出会い頭衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 1位)	<div style="background-color: red; color: white; text-align: center; padding: 5px;">優先度：高</div> <p>2012年の実用化に向けて、 優先的に検討を進るとともに、 具体的な通信要件を明確化 していく</p>
追突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 3位)	
右折時衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 4位)	
左折時衝突防止	事故防止効果:大 (車両相互死亡事故件数 6位)	
歩行者衝突防止	事故防止効果: 大、路側機より対応可 (死亡事故件数 1位)	
信号情報提供	事故防止効果: 大、 路車間通信のみ対応可能	
規制情報提供	事故防止効果: 大、 リアルタイムでは路車間通信のみ対応可能	
合流時衝突防止	スマートウェイで実用化予定	<div style="background-color: orange; color: white; text-align: center; padding: 5px;">優先度：中</div> <p>高度化に必要な技術開発及び検 討を引き続き行っていく</p>
道路情報提供	スマートウェイで実用化予定	

なお、合流時衝突防止、道路情報提供については、スマートウェイで実用化予定のサービスであり、高度化に必要な技術開発及び検討は引き続き行っていくべきと考えられるが、この報告においては、優先度は中の扱いとした。

(3) 路車間通信の利用イメージ例

前項において検討した優先度の高い利用イメージの例を以下に示す。

ア 出会い頭衝突防止

信号機のない交差点において、路側センサ等により、交差する道路の車両等を検出し、その情報を運転者に提供する。

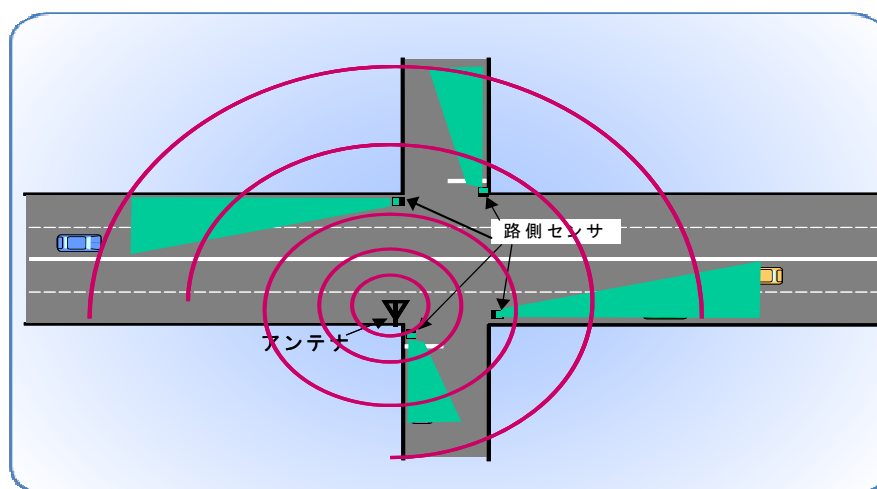


図 3.2-1 出会い頭衝突防止の利用

イ 追突防止

見通しが悪い場所等において、路側センサ等で前方の車両等を検出し、その情報を運転者に提供する。

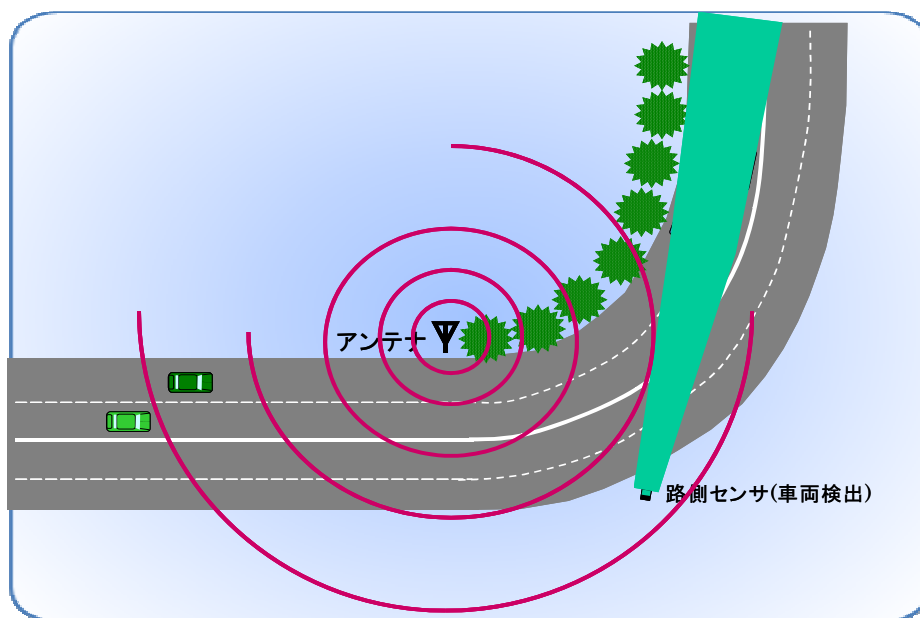


図 3.2-2 追突防止の利用イメージ例

ウ 右折時衝突防止

交差点において、路側センサ等で対向直進車両等を検出し、その情報を右折しようとする運転者に提供する。

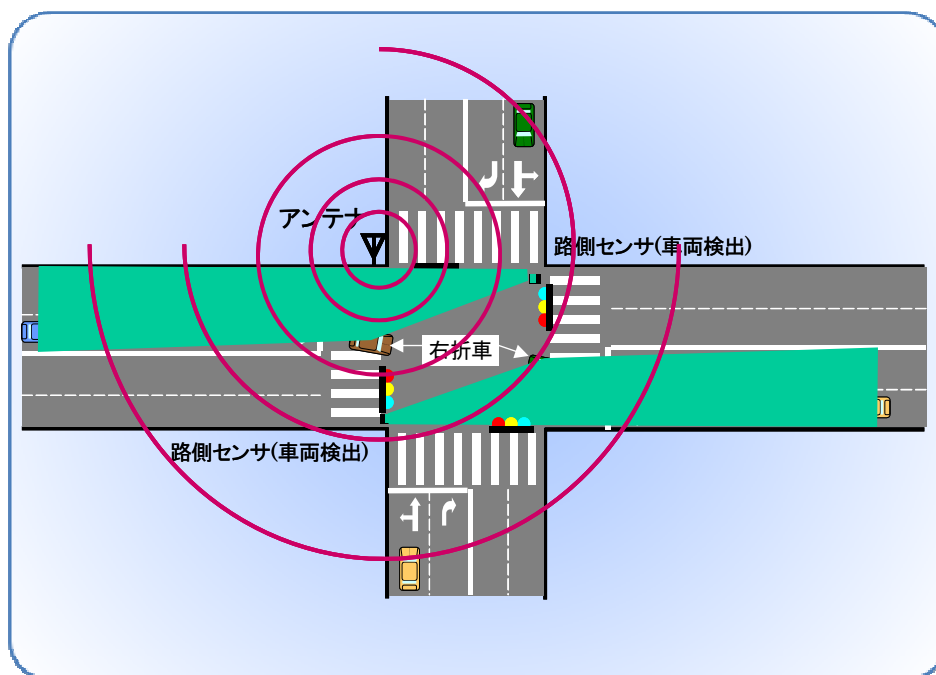


図 3.2-3 右折時衝突防止の利用イメージ例

エ 左折時衝突防止

交差点において、路側センサ等で左後方から接近する二輪車を検出し、その情報を左折しようとする運転者に提供する。

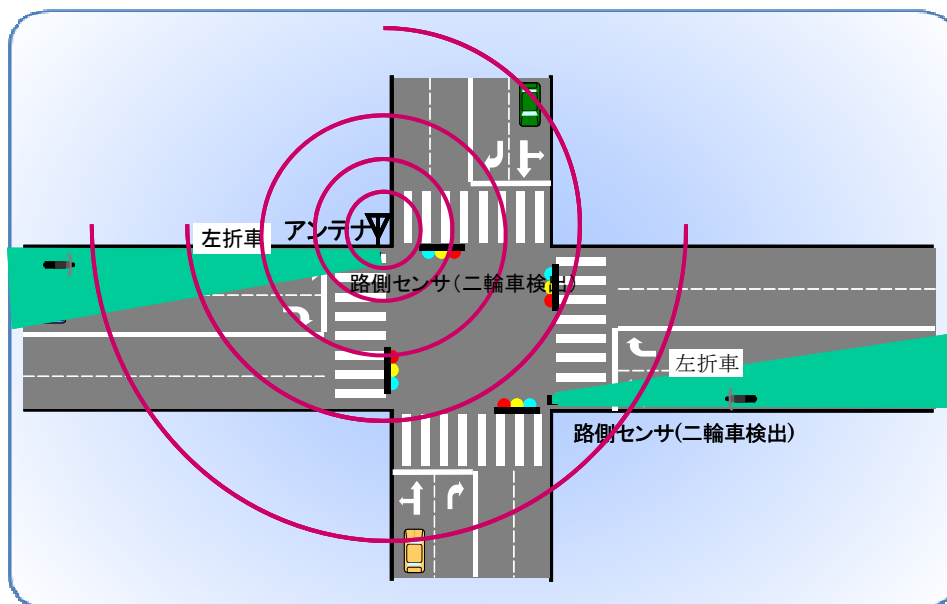


図 3.2-4 左折時衝突防止の利用イメージ例

オ 歩行者衝突防止

路側センサ等で横断歩道上等の歩行者を検出し、右左折しようとする運転者にその情報を提供する。

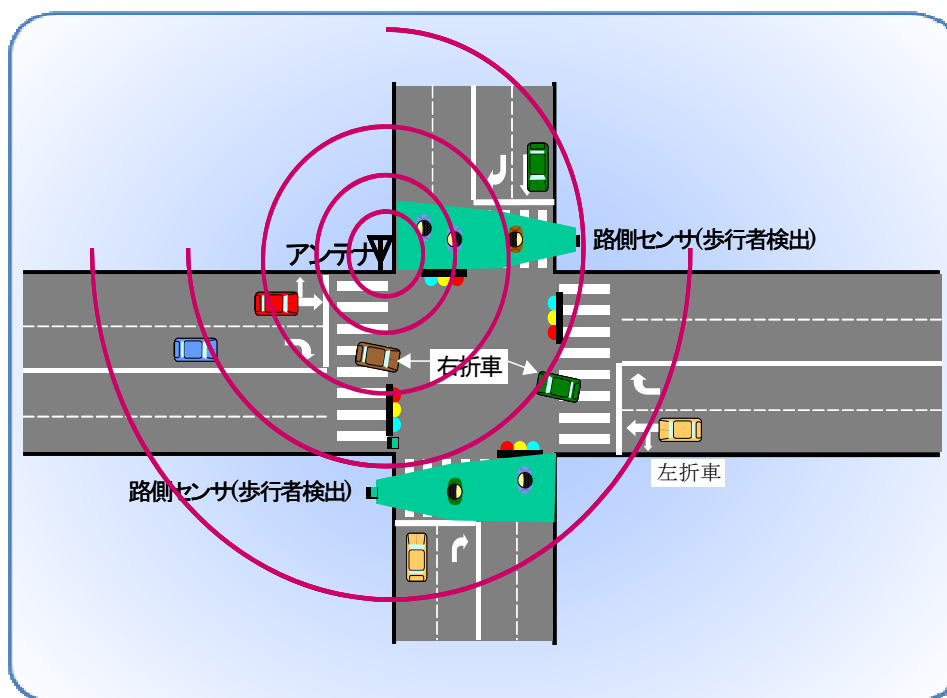


図 3.2-5 歩行者衝突防止の利用イメージ例

カ 信号情報提供

信号ありの交差点において、赤信号の見落としなど信号に関連のある事故を防止するために、信号機の灯色に関する情報を提供する。

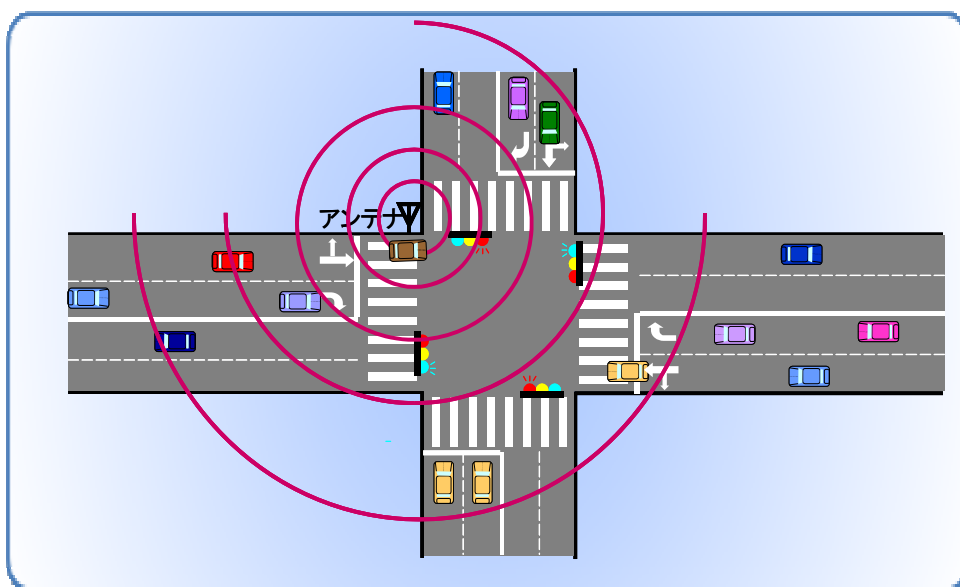


図 3.2-6 信号情報提供の利用イメージ例

キ 規制情報提供

信号無し交差点において、一時停止等の規制情報の見落としに関連のある事故を防止するために、規制情報に関する情報を提供する。

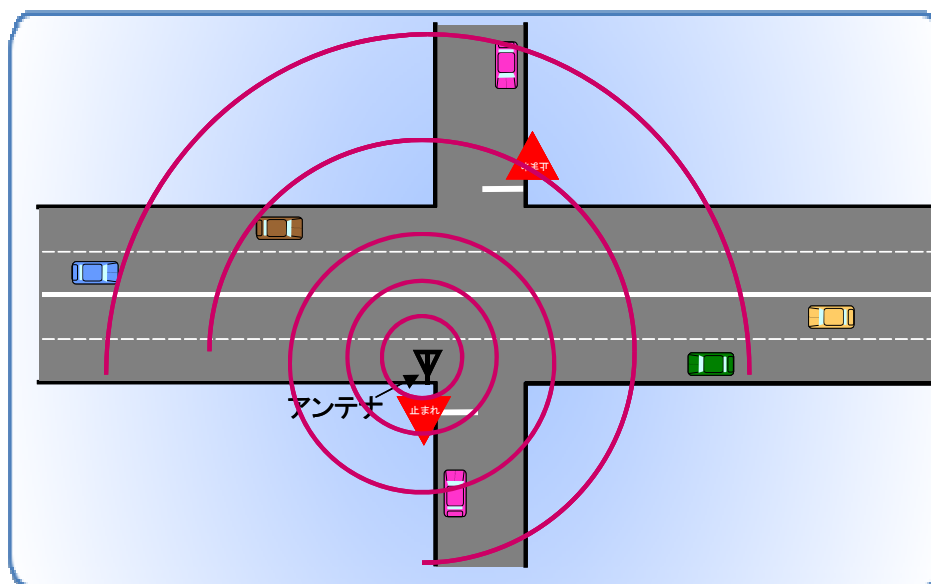


図 3.2-7 規制情報提供の利用イメージ例

なお、以上の路車間通信の利用イメージ例については、今後の具体的な提案、詳細検討を踏まえて見直していく必要がある。

(参考)利用者から見た ITS 安全運転支援無線システムへの期待

総務省では、安全運転支援システムに対する利用者の動向について、年に 1 回以上自動車を運転するドライバー1000 人を対象に、アンケートを実施した。

アンケート結果によると、安全運転支援システムを利用したいと考える者は、全体の 8 割弱にのぼり、同システムの導入に対する期待が高いといえる。実際に、8割弱のドライバーが、運転中に事故に遭遇したか、危険を感じたことがあり、運転中に最も多いアクシデントとしては「交差点や駐車場の出口で、他の車両と出会い頭にぶつかりそうになった」という結果が得られている。今回のアンケート結果からも、出会い頭衝突事故防止に対する期待が高いことから、見通し外への電波の回り込みが可能な 700MHz 帯を使った安全運転支援無線システムの導入が期待される。

また、同システムの導入時の価格に関してアンケートを実施しており、カーナビの価格に一定額を上乗せする場合の安全運転支援無線システムへの追加支払い額は、価格感度分析によるアンケート結果によると 4000 円を妥当価格とする結果を得ている。

さらに、安全運転支援無線システムが世の中に普及していくために必要な事項としては、標準装備として搭載されることを条件とあける回答が最も多く、エアバッグが標準装備されたことにより普及が進んだことがあるように、自動車メーカーなどにおいて標準化装備を検討することへの期待が高い。ETC 割引制度のようにコスト面での支援策の実施を導入の条件とする回答も多く、購入補助や税制などによる導入支援への期待が高いといえる。

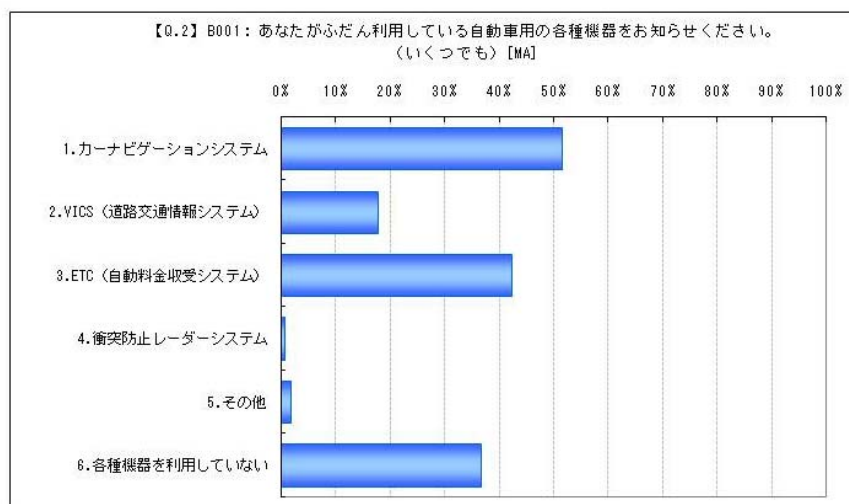


図 3.2-8 アンケート集計結果

第4章 ITS 安全運転支援無線システムの通信要件

本章では、前章で明確化した車車間通信及び路車間通信の利用イメージを実現するために必要な ITS 無線システムに求められる通信要件を検討する。

4.1 車車間通信に求められる通信要件

車車間通信に求められる要件は、車車間通信システムの実用化に向けた検討を実施している ASV²⁴-4、ITS 情報通信システム推進会議における検討を元としている。

(1)通信内容

車車間通信において、自動車と自動車交換する情報の通信内容は、車両を特定するための車両 ID、自動車の位置、自動車の走行速度、ブレーキ有無などの自動車の制御情報等の車両情報である。

(2)通信距離

車車間通信において求められる通信距離は、直交する交差点からの距離が最大 268.8m+268.8m である。

なお、通信距離は、注意喚起・情報提供を行った際に減速・停止が可能であると考えられる距離をもとに算出されており、利用イメージごとに通信距離は異なる。例えば、通信距離を算出するために想定されている通信エリアの形状は、①出会い頭衝突事故の利用イメージのように見通し外を想定した場合と、②追突防止、右折時衝突防止、左折時衝突防止、緊急車両情報提供の利用イメージのように見通し内を想定した場合の 2 パターンに分類できる。なお、自動車の走行速度は、時速 70km を想定している。

① 見通し外の場合の通信距離

通信距離は、大型車による見通し外の出会い頭衝突事故を想定した場合、直交する交差点からの距離が最大 268.8m+268.8m 程度である。通信範囲の実現性を考慮すると、この距離は、電波伝搬特性からみた場合の見直しが必要である(後述)。

なお、この通信距離 268.8m は、見通し外の出会い頭衝突事故のうち、信号なし、一時停止なしの交差点を想定したものであり、時速 70km で走行する大型車が車車間通信により情報提供を受けてから運転者が反応するまでに進む距離と自動車が減速・停車するのに要する距離の和である。

²⁴ ASV: Advanced Safety Vehicle(先進安全自動車)

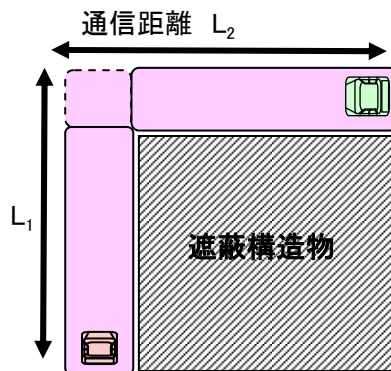


図 4.1-1 見通し外で想定する通信距離

② 見通し内の場合の通信距離

通信距離は、緊急車両情報提供を想定したものであり、最大 300m 程度である。

なお、この通信距離 300m は、緊急車両の赤色灯目視要件の距離である。また、追突防止を想定した通信距離は、時速 70km で走る大型車が車車間通信により情報提供を受けてから運転者が反応するまでに進む距離と自動車が減速・停車するのに要する距離の和であり、その通信距離は 268.8m である。

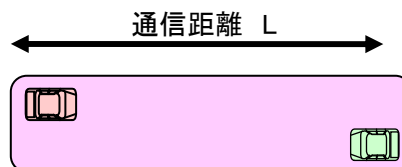


図 4.1-2 見通し内で想定する通信距離

表 4.1-1 車車間通信に求められる通信距離

	利用イメージ	通信距離
見 通 し 外	出会い頭衝突防止 (信号なし、 一時停止なし交差点)	L1 = L2 = 174.2m (普通車: 減速度 $\alpha=2.0\text{m/s}^2$) L1 = L2 = 268.8m (大型車: 減速度 $\alpha=1.0\text{m/s}^2$) ----- $L1=L2 = \textcircled{1} \times V + \textcircled{2} = 79.7\text{m} + V^2/2\alpha$ ここで $V=V_1=V_2$ ①システム遅延時間+情報提供・反応時間=4.1sec ②減速停車に要する距離
	出会い頭衝突防止 (一時停止交差点)	L1 = 10.0m L2 = 79.7m ----- $L1 = \textcircled{1} + \textcircled{2}$ ここで $V=V_2$ $V_1=0$ 停止 ①交差点道路端から停止線距離=5.0m ②車両先端からのアンテナ搭載位置=5.0m $L2 = \textcircled{3} \times V_2 = 79.7\text{m}$ ③システム遅延時間+情報提供・反応時間=4.1sec
見 通 し 内	追突防止	L < 174.2m (普通車: 減速度 $\alpha=2.0\text{m/s}^2$) L < 268.8m (大型車: 減速度 $\alpha=1.0\text{m/s}^2$) ----- $L = \textcircled{1} \times V + \textcircled{2} = 79.7\text{m} + V^2/2\alpha$ ここで $V=V_1$ $V_2=0$ 停止 ①システム遅延時間+情報提供・反応時間=4.1sec ②減速停車に要する距離
	右折時衝突防止	L = 113.2m ----- $L = L1 + L2 = (\textcircled{1} + \textcircled{2}) + \textcircled{3} \times V$ $= (\textcircled{1} + \textcircled{2}) + 79.7\text{m}$ ここで $V=V_2$ V_1 は最終的に停止(計算値に無関係) ①道路交通法に基づく右折意思提示区間=30.0m ②交差点入り口～右折待ち先頭位置=3.5m ③システム遅延時間+情報提供・反応時間=4.1sec
	左折時衝突防止	L = 79.7m ----- $L=L2 = \textcircled{1} \times V = 79.7\text{m}$ ここで $V=V_2$ $V_1=0$ ①システム遅延時間+情報提供・反応時間=4.1sec
	緊急車両情報提供	L = 300m ----- 赤色灯目視要件の距離とした

ASV-4 検討状況においては上記の通信距離が設定されているが、電波特性面から考えた場合には現実的でない可能性が高い。したがって、特に見通し外の通信距離については、今後の電波特性実験の結果を踏まえた検討及び見直しが求められる。

なお、電波特性からみた 700MHz 帯の電波による通信距離は、19.2dBm (10dBm/MHz)の送信電力を想定した場合、例えば、交差点からの距離が 200m の地点において、その地点で直交する交差点から 14m の距離まで電波が到達可能である。なお、図 4.1-3 は、都市部のように建物が林立する見通し外交差点における通信到達範囲の予測結果である。

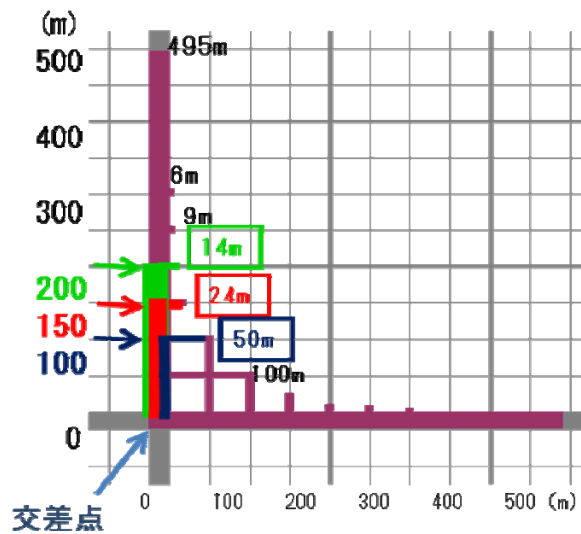


図 4.1-3 700MHz帯 19.2dBm(10dBm/MHz)の電界強度分布の予測
 (小型車の遮蔽を 0dB/台とした場合)
 (ITS 情報通信システム推進会議 運転支援通信システム専門委員会における
 検討状況より)

(3)通信品質

車車間通信における通信品質は、車両が 10m 走行する間に累積したパケット到達率が 95%となることを想定している。今後、位置測位精度向上の状況によって、車両が 5m 走行する際の累積パケット到達率が 95%以上となるよう検討を進めることが重要である。

(4)遅延時間

車車間通信で交換される情報の遅延時間は、できる限り小さくする必要がある。今後、システム設計を行うに当たって、通信品質、通信頻度、無線通信方式等を考慮し、具体的な遅延時間の設定をしていく必要がある。

(5)通信相手数

車車間通信においては、通信相手の数は交通量によって異なるが、必要に応じて最大 500 台程度の通信相手が存在する場合についても考えるべきである。

(6)車両の相対速度

車車間通信においては、車両が時速 70km で走行する自動車がすれ違う場合を想定しており、最大 140km が想定される。

(7) 送信電力

現在、RC-006 は車載器の免許不要局として、1MHz の帯域幅における平均空中線電力が 10mW 以下の送信電力を想定した検討が進められている。今後、導入に向け

て伝搬環境、通信距離、通信品質、無線通信方式等の無線回線に関わる事項も考慮し、必要な送信電力を決定していく必要がある。

以上で検討した通信要件をまとめて、表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 ITS 安全運転支援無線システムに求められる通信要件

	車車間通信 ※1
通信内容	車両情報 (車両 ID,位置,速度,進行方向,制御情報など)
通信距離	見通し外適用シーン (出会い頭衝突防止) 79.7m+10.0m~最大 268.8m+268.8m※程度 ※今後の電波特性実験結果を踏まえて見直しが必要
	見通し内適用シーン (追突防止,右折時衝突防止,左折時衝突防止,緊急車両情報提供) 79.7m~最大 300m 程度
通信品質	車両が 10m 走行するに累積したパケット到達率が 95%以上 ※位置測位精度向上の状況によって、車両が 5m 走行する間の累積パケット到達率 95%以上を目標とする
通信頻度	—
遅延時間	極小
通信相手数	500 台程度 ※最大数として想定される値であり、必要に応じて見直しが必要
車両の相対速度	140km/h 以上 ※70km/h 走行車両のすれ違い相対速度
送信電力	1MHz の帯域幅における平均空中線電力が 10mW 以下

※1: ASV-4、ITS 情報通信システム推進会議 運転支援通信システム専門委員会における検討状況より

※2: ITS 無線システム高度化に関する研究会 作業部会 構成員へのアンケート回答より

(参考)車車間通信における通信品質の考え方

上述の車車間通信の通信品質の考え方を出会い頭衝突(一旦停止交差点)のケースを例に解説する。

優先道路側を走行して交差点に接近する2当車が発する車両挙動情報パケットが、交差点に到達する4秒前で非優先道路側から優先道路に進入しようとする1当車に到達し、その受信パケット情報をもとに運転支援のための情報を適切に運転者に提示すれば、1当車の運転者は交差点進入を踏みとどまるといった想定である。このモデルにおいて情報提供地点で2当車が交差点に接近していると予測するためには情報提供点手前10~15mエリアで通信が最低1回成立すればよい(10~15m進む間に2当車両から複数回送信された累積のパケット到達率が95%以上であればよいといった定義:積算パケット率95%以上)。

2当車が図4.1-4の所定ゾーンの10~15mを通過時に図4.1-5に示すように6個のパケットを送信する機会があり1当車側で受信されたそれぞれのパケット到達率が $X_1 \sim X_6$ とすると、積算パケット到達率は[式1]で算出される数値となる。

$$\text{積算パケット到達率} = 1 - (1 - X_1/100) \times (1 - X_2/100) \cdots \times (1 - X_6/100) \quad [\text{式 1}]$$

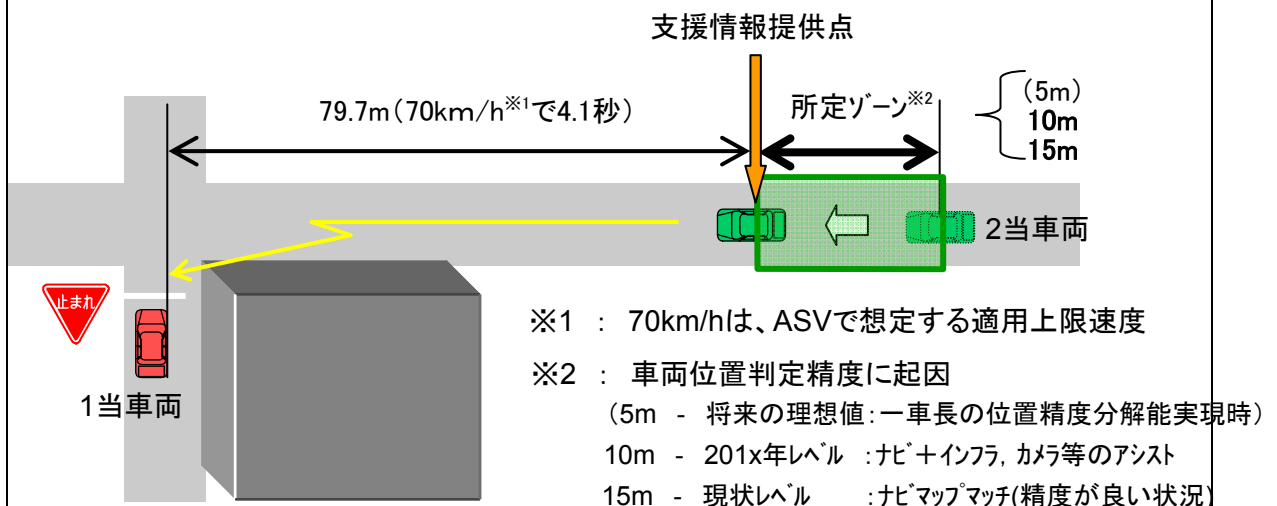


図 4.1-4 ASV-4. 出会い頭事故防止シーン(一旦停止交差点)における情報提供の支援モデル

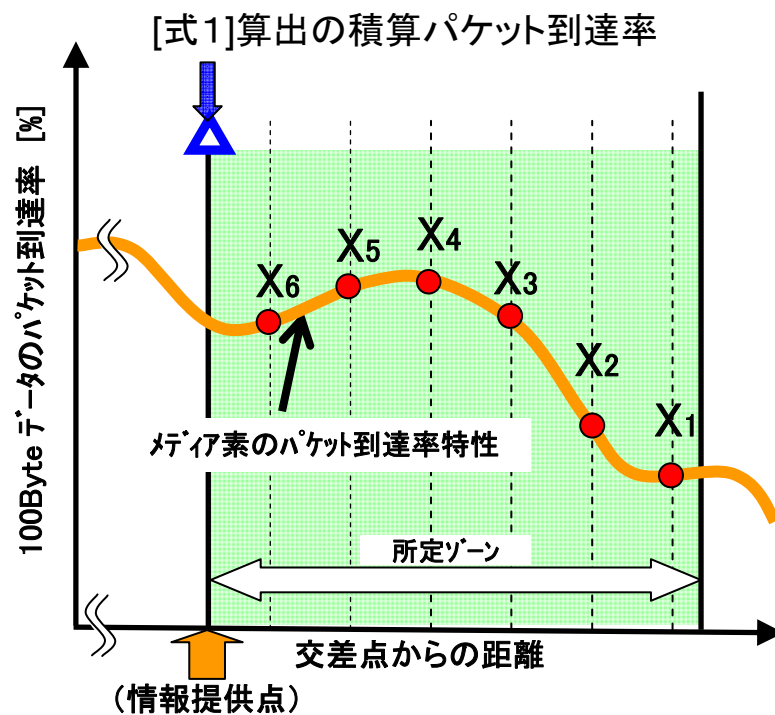


図 4.1-5 ASV-4 積算 packet 到達率

上記は出会い頭事故防止シーン(一旦停止交差点)のモデルを開設したが、表 4.2-1 内に示す他の事故防止シーンモデルの通信距離においても基本は同様の考え方で設定されている。全てのモデルにおいてシステムにより情報提供が実施された後運転者は 4.1 秒内には反応動作に入るとし、まず 79.7m の空走距離があり、そこから減速を開始して停止する距離や、交差点の幾何学形状上の距離等をモデル毎に加えた形で通信距離が設定されている。

なお、ASV-4 では通信距離端において積算 packet 95%以上としているため、packet 送信間隔(通信頻度)は規定しておらず、当該要件を満たす通信方式等の選択が可能である。

4.2 路車間通信に求められる通信要件

利用イメージに基づき、路車間通信を用いた ITS 安全運転支援無線システムに求められる通信要件は次のとおりである。

なお、下記は現時点で想定される要件であり、実証実験等を踏まえて、通信内容、通信距離、通信品質等を設定する必要がある。

(1) 通信内容

路車間通信において、インフラから提供する情報の通信内容については、路側に設置される車両や歩行者等を検出する路側センサ情報、信号機や道路形状などインフラに関する情報に分類され、以下が考えられる。

ア 路側センサ等により検出した情報

- 車両情報(車両 ID、位置、速度、進行方向など)
- 歩行者・自転車情報(位置、速度、進行方向など)

イ インフラに関する情報

- 信号機情報(信号機の灯色に関する情報など)
- 規制情報(一時停止規制情報など)
- 道路情報(道路線形など)

(2) 通信距離

安全運転支援を行うサービスにより事故を防止するためには、提供された情報を判断し、運転者が危険事象を回避する行動を行う必要がある。そのため路車間通信から提供する情報は、運転者がある程度の余裕をもって危険回避行動を行えるように、適切なタイミングで情報提供をすることが重要である。例えば、交差点に路側機を設置した場合、通信距離は、交差点から最大 200m 程度と想定される。

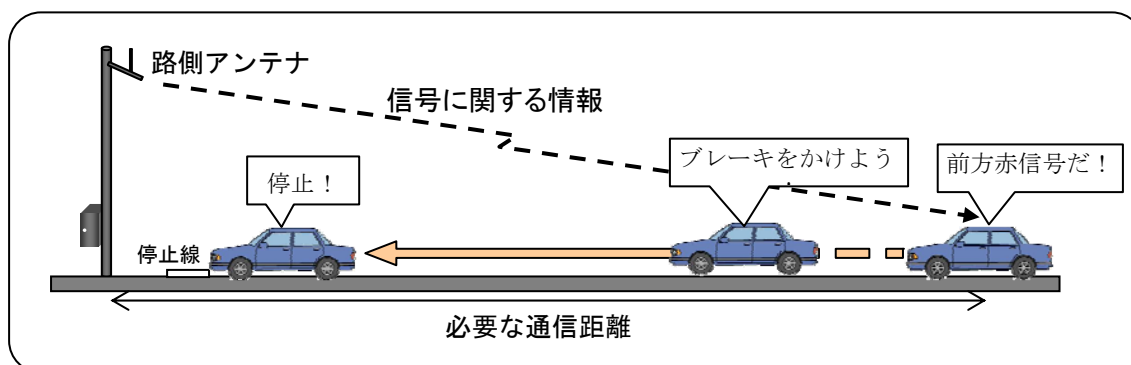


図 4.2-1 通信距離イメージ(信号情報提供の例)

(3) 通信品質

インフラから提供する情報は、車両等を検出する路側センサ情報などからの時々刻々と変化する動的情報がある。動的情報は路車間通信の受信状態が悪い場合などにより一定時間以上通信が途切れることとなる。そのため、通信品質はできるだけ高品質であることが望まれ、パケット到達率 95%以上が想定されている。

(4) 通信頻度

路車間通信においてインフラから提供する情報のうち、路側センサ情報などの動的情報の提供、高速で走行する車両が受信する場合を考慮すると、通信頻度をできるだけ多くして、短い時間間隔で情報を更新することが望ましい。通信頻度については、100ms 程度で情報を送信することが想定される。

(5) 遅延時間

路車間通信で提供する情報の遅延時間は、できるだけ小さくする必要がある。

(6) 通信相手数

路車間通信においては、路側アンテナからの通信距離内に存在する車両が通信相手となり、交通量によって通信相手数は異なってくる。一方、路側機から路車間通信により送信する、路側センサで検出した車両や歩行者等の送信対象物の数については、50 程度が想定される。

(7) 送信電力

現在は車車間通信と同様、特定小電力の無線局の扱いとなる 1MHz の帯域幅における平均空中線電力が 10mW 以下が想定されている。

以上の検討した通信要件をまとめて、表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 路車間通信の通信要件例

項目	要件
通信内容	車両情報(車両 ID、位置、速度、進行方向など) 歩行者・自転車情報(位置、速度、進行方向など) 信号機情報(現示灯色、現示灯色残秒数など) 道路情報(道路線形など)
通信距離	例えば、交差点に路側機を設置した場合、交差点から最大 200m 程度 ※路側機の設置場所や道路環境について様々なケースが想定されることから、これらを考慮した詳細な検討を行う必要がある。
通信品質	パケット到達率 95%以上

項目	要件
通信頻度	100ms 程度
遅延時間	極小
通信相手数	路側機からの送信対象物※の数:50 程度 ※車両、歩行者等
送信電力	1MHz の帯域幅における平均空中線電力が 10mW 以下

第5章 ITS 安全運転支援システムの実現に向けて

5.1 実用化に向けた課題

5.1.1 技術的課題

ITS安全運転支援無線システムについて、前章までに、システムのあり方、利用イメージ、通信要件などについて紹介した。本章ではこれらを受けて、本システムを実用化するに当たって解決すべき課題について述べる。

実用化に向けた課題は、技術的課題と運用上の課題とに大別できる。技術的課題については、第2章で述べたように、車車間通信と路車間通信との共用可能なシステムとすること、および2012年から利用可能となる700MHz帯を用いること、を前提にして課題を列挙した。また、具体的な方式については、国際的協調も考慮し、変調方式にはOFDMを、アクセス方式にはCSMA/CAをそれぞれ用いる前提で検討を行った。あわせて第3章で述べた利用イメージ、第4章の通信要件も考慮した。

運用上の課題については、利用イメージを前提とし、本システムをどのように運用管理すべきかについてまとめた。

(1) 技術的課題

上記に述べた前提条件を考慮すると、技術的課題として検討すべき事項は、主として下記の5つにまとめることができる。

- ア 車車間通信と路車通信との共用方策(以下:車車・路車共用 と略す)
- イ 他システムとの共用
- ウ シャドウイングと自システム内干渉
- エ 位置情報の精度
- オ 情報セキュリティ

このうち、ア、イ、ウについては、車車間通信と路車間通信との共用可能なシステムを700MHz帯で実現するという前提に関連の深い課題であり、実用化に向けて課題を解決すべく重点的な検討が必要である。また、エ、オについては、ITS安全運転支援無線システム全体に関わる課題であり、利用イメージや通信要件も含めて検討を進めていくことが重要である。

以降本章では、これら5つの技術的課題について、課題の概要と検討の状況、実用化に向けた対応方針について、順に説明する。

ア 車車・路車共用

車車・路車共用が実現された際のイメージを図 5.1-1 に示す。

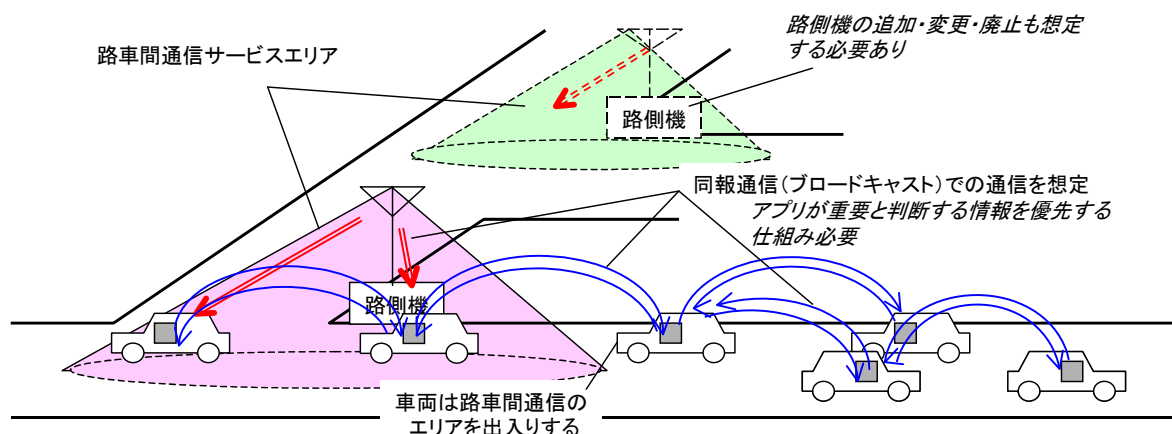


図 5.1-1 車車・路車共用の実現イメージ

各車両には無線機が搭載されており、車相互に車車間通信を行っている。車車間通信の環境では、すべての車両は基本的に同じ周波数チャネルを利用し、周囲の車に対して一斉に自車の情報を伝える同報通信(ブロードキャスト)が基本となると想定される。これは、安全運転支援においては、無線機単独ではどの車両が危険で、どの車両が安全かを判断できないため、相手を特定した通信が困難なことによる。

この状況に加え、例えば交差点付近など、道路の主要箇所には路側機が設置され、路車間通信を使って安全運転支援に必要な情報が提供される。この路車間通信においても、情報の提供先は特定の車両とは限らないため、通信エリアに存在するすべての車両に届くように同報通信を行っている。

以上の状況において各車両は、路側機の電波が届かないエリアでは、車車間通信のみを実施するが、路側機の電波が届くエリアに入ると車車間通信に加えて路車間通信も行う必要が生ずる。このため、車車・路車間通信を効率よく切り替える、あるいは、共存させる車車・路車共用方策が必要となる。

加えて、通信を行う端末数が多くなった場合、通信路が混雑し一部の情報が遅れて届く、あるいは届かなくなる場合も想定される。このような際には、アプリケーションが安全運転支援上重要性の高いと判断したデータを、優先して送受信できる仕組みが必要である。さらには、長期的な運用を考えると、新たな路側機の追加や、設置場所変更、廃止などに対する対応も必要である。共用方策導入においてはこれらの要件も考慮することが望ましい。

車車・路車共用の方策として検討されている一例を図 5.1-2 に示す。この例は、時分割多重により車車間通信と路車間通信とを共用する方法である。一般に、異なる形態の通信を共用する場合には、時間、周波数、符号により各々の通信を区別し、多重化する方法が知られている。

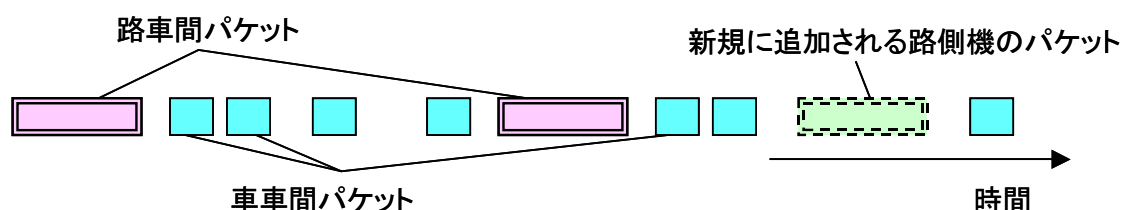


図 5.1-2 車車・路車共用方策の一例

ここで、本報告で検討中のシステムの前提条件を考慮すると、利用できる周波数が 10MHz と比較的狭く、さらに、車車間・路車間いずれの通信も同報通信を基本としているため、すべての端末が同一の周波数を利用する方式が望ましいため、周波数分割の方式は不利だと考えられる。また変調方式として OFDM 方式を用いることを前提にすると、符号による分割も困難である。この結果、共用方策としては時分割多重が有利であるといえる。

図 5.1-2 の例では、車車間通信と路車間通信への時間の割り当て方については言及していない。しかしながら、システム運用上重要と考えられる情報について、送信する権利を高い確率で取得して優先的に送信させる方法や、送信するパケットに制御情報を付加して優先度を通知する方法などが検討されている。これら手法により、アプリケーションが重要だと判断した情報を優先的に送信することや、路側機の改廃に対する対応などの課題が解決できると期待される。今後、これら手法の具体化と効果の検証に早急に取り組む必要がある。

イ 他システムとの共用

700MHz 帯にて本システムを実現するためには、隣接する周波数帯を使用する他のシステムとの共用条件を明確化する必要がある。図 5.1-3 に ITS 安全運転支援システムとそれに隣接するシステムがそれぞれ使用する周波数を示す。

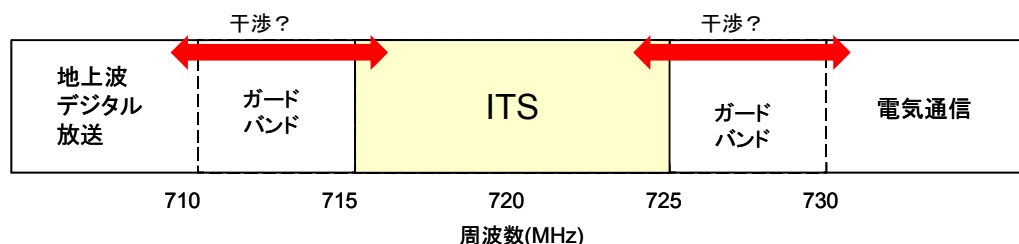


図 5.1-3 ITS 安全運転支援システムとそれに隣接する他システムの周波数

ITS 用途には、710MHz～730MHz のうち、10MHz 幅が割り当てられているが、これより低い周波数にある地上波デジタル放送及び高い周波数にある電気通信のガードバンド幅を検討する必要がある、できる限り ITS 用途の帯域を低い周波数側に配置することとされている。したがって、これら地上波デジタル放送、電気通信と ITS との干渉量を推定し、共用を図るための検討を早急を実施する必要がある。

干渉量の推定のために、干渉形態をモデル化する検討が始まっている。図 5.2-4 にモデル化の例を示す。このモデルでは、それぞれのシステムの利用シーンを想定し、他システムが ITS に与える被干渉、ITS が他システムに与える与干渉が発生しうる状況を定義している。

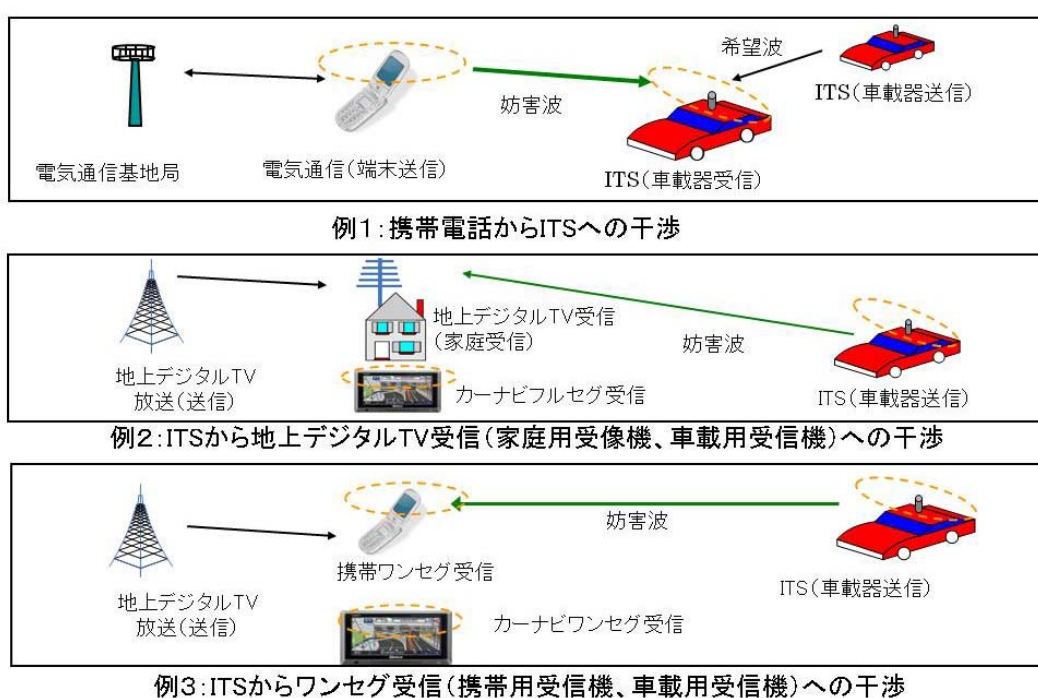


図 5.1-4 他システムとの干渉形態のモデル化

さらに、干渉量の定量的な検討を実施するために、想定される干渉の組み合わせを整理する取組がなされている。図 5.1-5 に干渉の組み合わせを整理した図を示す。現在、図中の①～⑬の組み合わせについて、干渉量の詳細な検討が行われつつある。

他システムとの共用条件の明確化という本課題を解決するために、干渉量の定量的な検討をさらに進めると共に、今後、放送事業者、電気通信事業者、ならびに ITS のシステムに関わる関係者が連携した検討が必要である。

		与干渉							
		地上デジタルTV放送（送信）				ITS （車載機送信）	電気通信 （端末送信）		
		階層1	階層2	10kW 親局 送信	10W 中継局 送信	1W 中継局 送信	50mW ギャップフィル （GF） 送信		
被干渉	地上デジタル TV放送（受信）	家庭受信	/				⑤	/	
		中継局受信					⑥		
		GF受信					⑦		
		屋外近傍受信※1					⑧		
		車内近傍受信※2					⑨		
	ITS （車載機受信）	屋外環境	①	②	③	④	/	/	
		屋外近傍受信	/						⑩
		車内近傍受信							⑪
	電気通信 （基地局受信）	マクロセル 基地局受信	/				⑫	/	
		マイクロセル 基地局受信					⑬		

※1 屋外近傍受信：フルセグ受信、ワンセグ受信を対象

※2 車内近傍受信：カーナビによるフルセグ受信、ワンセグ受信を対象

図 5.1-5 干渉形態の相互関係をまとめた例

ウ シャドウイングと自システム内干渉

本システムは、無線により車相互に、あるいは路側機から情報を取得する。このため、周囲の環境により電波伝搬の状況が変化した場合には、通信性能に影響が及ぶ可能性がある。これらの問題点をまとめて図 5.1-6 に示す。

第1の問題は、シャドウイング及び反射である。トラックなどの大型車両が存在する場合、大型車両は電波を遮り、また別の方向に反射することがある。この場合、大型車両の陰に隠れた車では、遮蔽による情報の一時的途絶が発生する。これがシャドウイングである。加えて、大型車両で反射した電波は、想定しない場所に届いてしまう可能性もある。このような不要反射も、届いた先の車の通信を妨害する可能性がある。

第2の問題は、隠れ端末である。本システムではアクセス方式として CSMA/CA 方式を用いる前提で検討が進んでいる。CSMA/CA 方式は、車載無線機や路側機がお互いの送信状態を監視しながら、送信タイミングの調停を行う方法であり、端末の存在が認識されている際には簡便かつ有効に動作する。しかしながら、図に示すようにお互いの存在を認識していない端末が複数存在する場合には、両者が同時に送信した際に干渉が発生する可能性がある。これらお互いの存在を認識しない端末を隠れ端末と呼ぶ。

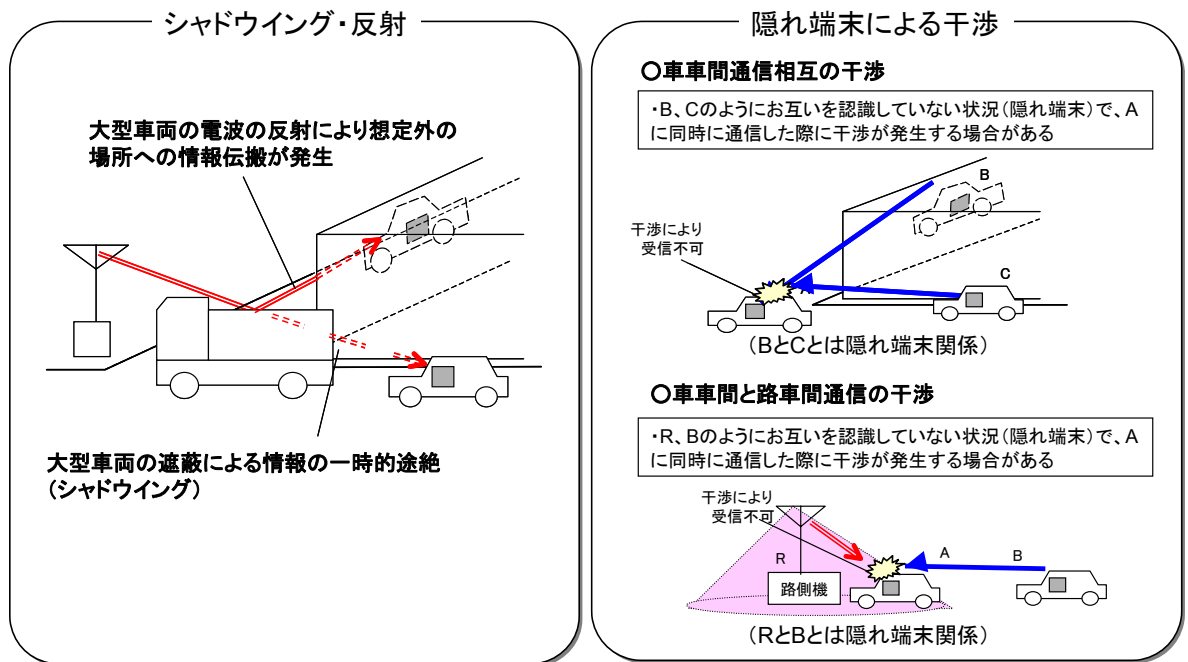


図 5.1-6 シャドウイングと自システム内の干渉の例

以上の問題により、ITS システムでは、自らのシステム内でも干渉が発生する可能性がある。このため通信状態の一時的な変動や、通信そのものの途絶に対応する必要がある。対策案として、シャドウイングについては、アンテナの指向性制御等が、隠れ端末については、特定の端末の送信予定時間を周囲に通知する仕組み等が、それぞれ提案され、検討が進んでいる。

今後は、これら解決案の具体化と効果検証を行う必要があるが、通信媒体として電波を使う以上、100%の通信成功率は達成できないため、通信性能の限界を明確にした後、利用イメージ・アプリケーションからの要求仕様との整合を図り、通信が途絶した際のアプリケーションの動作を規定することも重要である。

エ 位置情報の精度

本システムでは、各車両は自車の位置を検出し、その位置を無線通信にて他車に伝達し、安全運転支援をする際の基本情報として利用する。このため位置情報の精度はシステムの実用性に関係の深い課題である。図 5.1-7 に位置精度に関わる課題を示す。

車両の位置情報の検出には、一般的には GPS²⁵を利用することが想定されている。しかしながら、例えば屋根付きの駐車場を走行する車などは、GPS 電波を受信できず、位置情報を取得できない場合がある。本システムに関するこれまでの検討

²⁵ GPS : Global Positioning System(全地球測位システム)

では、このように自車位置が取得できない車が信号を送信すべきか否かに関する具体的な論議がなされておらず、今後検討が必要である。

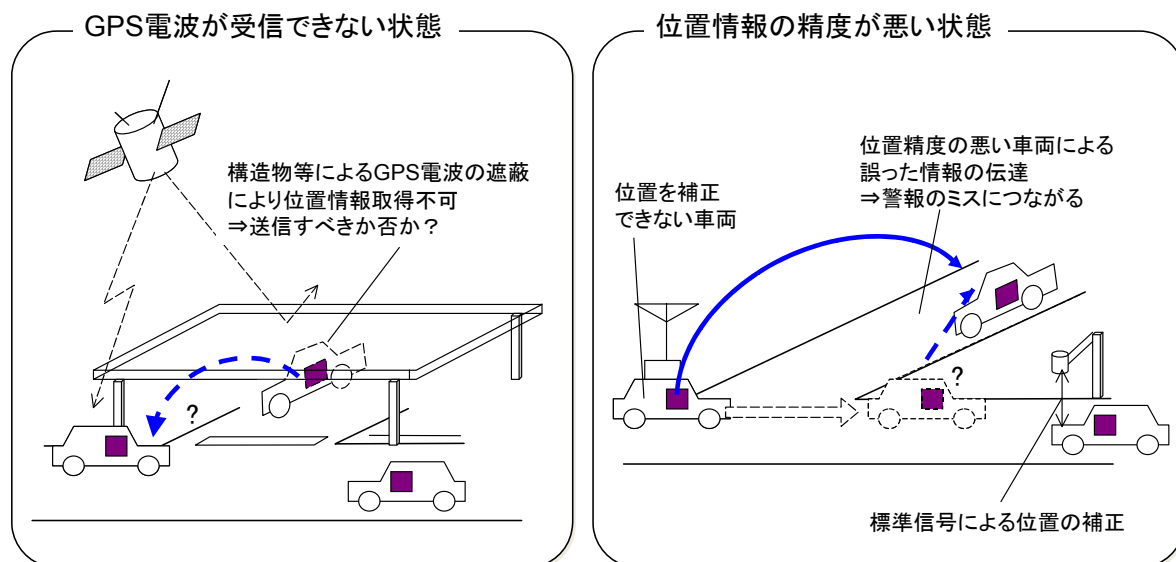


図 5.1-7 車両位置情報の精度に関わる課題

また、状況によっては、位置は取得できているがその精度が著しく悪い場合も想定される。例えば、標準信号による位置の補正を前提としたアプリケーションにおいて、標準信号を受信できなかった車や、建物反射があるマルチパス環境での GPS 受信や GPS 受信機等の故障により誤った位置の情報を保持している車がこの不具合例である。この場合、当該車両が精度の悪い位置情報を送信すると、受信した車が本来出すべきタイミングと異なるタイミングで警報を出すなど、システムに悪影響を与える可能性がある。

以上のように、位置情報の欠落や精度低下は実際のシステム運用時に発生する不具合であり、これら不具合の発生時にアプリケーションやシステムがどのように動作すべきか、無線機はどのように通信を制御すべきかについて、検討を行う必要がある。

オ 情報セキュリティ

第 3 章で述べたように、本システムでは安全運転を支援するために、車両の走行に関わる様々な情報の提供が検討されている。このため、情報セキュリティも重要な課題と言える。情報セキュリティに関する方策を立案するには、システム全体の定義、セキュリティを脅かす脅威の分析、それぞれの脅威に対する対策立案、対策の運営管理などのステップを確実に実施する必要がある。

図 5.1-8 に現時点で想定される本システムの構成を示す。図中には脅威や対策の例もあわせて示す。ただし、これらの脅威や対策は、インターネットでの商取引や

既存の路車間通信 (DSRC) で検討されている技術を参考にした例示であり、情報セキュリティの専門的な分析に基づく検討は現時点では実施されていない。

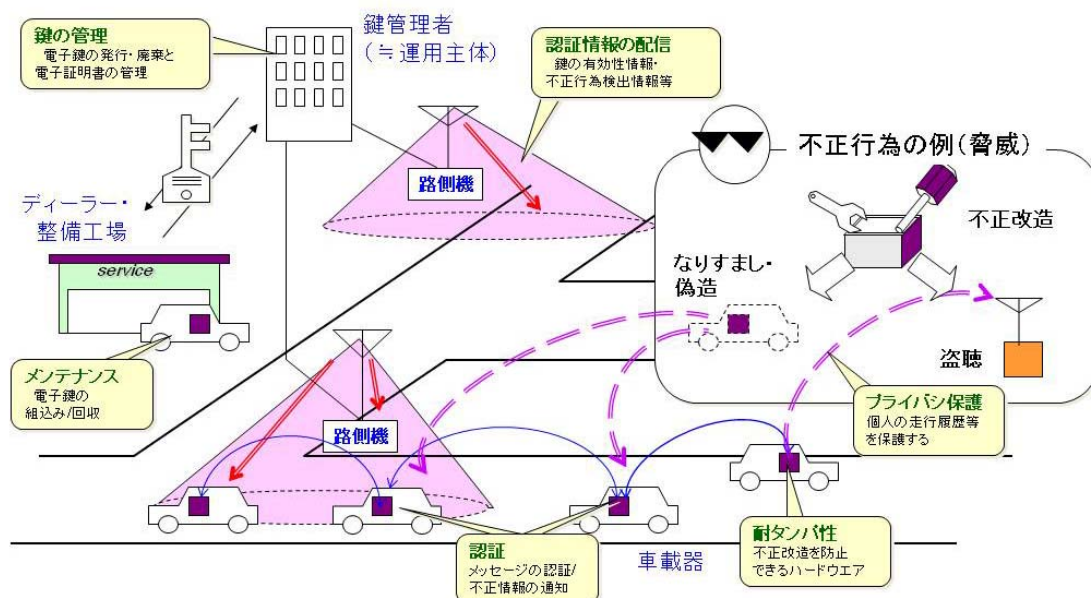


図 5.1-8 システムの全体構成と脅威、対策の例

図に示すように、本システムは路側の情報を管理する運用主体、車両そのものや路側機・車載器などの機器を提供する者(機器提供者)、実際に本システムを利用するユーザが並存するシステムである。本システム実現のためには、情報セキュリティの専門家によるシステムの分析を行うと共に、サービスに応じて適切なセキュリティ許容レベルについての検討や、脅威に対する対策についての責任分担を、運用主体・機器提供者・ユーザの三者で明確にする取組が重要である。

以上、ITS 安全運転支援システムの実現に向けた、5 つの技術的課題について詳細を説明したが、これらのうち、特に車車・路車間共用と、他システムとの干渉については特に重点的に取り組む必要がある。具体的には、車車・路車共用については共用のための具体的な方式の開発と実用性検討が必要であり、他システムとの共用については、放送事業者、電気通信事業者、及び ITS のシステムに関わる関係者が連携して干渉抑圧に向けて検討する必要がある。

他の 3 つの課題に関しては、自システム内干渉抑制のための技術開発など、無線機に関わる部分の改良に加えて、無線機そのものや GPS 等のシステムで利用するセンサが所望の動作をしなかった際の対応、悪意のユーザからシステムに対して攻撃を受けた際の対策など、アプリケーションソフトの仕様に関わる検討も必要である。これら課題については、システムの利用イメージや通信要件も考慮した検討を行うべきである。

(2) その他の課題

700MHz 帯周波数を用いた安全運転支援システムその他、5.8GHz 帯を用いたシステムの今後の現状及び今後の方向性についても整理する。

現在、5.8GHz 帯を用いた無線システムは、ETC や駐車場入退出管理等の DSRC 方式による路車間通信を使ったサービスが展開されている。今後、高速道路などにおいても、同方式を用いた安全運転支援サービスが提供される見込みである。

こうした DSRC 方式による路車間通信を活用したサービスは 2009 年度からの全国展開が予定されており、これを円滑に進める観点から、5.8GHz 帯は当面は現行の技術基準を維持していくことが重要である。

また、路車間通信の利用を促進するため、現行制度に関して不断の見直しを継続的に行うと共に、将来の高度化された車車間通信への活用を念頭に、必要な研究開発や技術課題の検討を継続していくことが重要である。

その後、DSRC 方式による路車間通信サービスの全国展開の状況、研究開発の進捗状況、欧米における 5.9GHz 帯の ITS の実用化状況、700MHz 帯の実用化における利用状況等を踏まえ、周波数の有効利用の観点から、DSRC 方式の高度化等の可能性を含め、5.8GHz 帯の ITS による利用の在り方について再検討することが必要である。

5.1.2 運用上の課題

安全運転支援通信システムの実用化に向けては、無線通信方式等の技術的な検討のみならず、円滑にサービス提供を行うため、サービス内容、運用管理の方式について、システム運用上求められる機能毎に整理していくことが必要である。

車車間・路車間通信を円滑に行うために必要な機能として「サービス・コンテンツ管理」、「機器管理」を想定した場合、「サービス・コンテンツ管理」については、例えば、サービスの信頼性や品質を確保することが重要であり、車両の位置情報などの入力情報の管理や車車間・路車間通信に関する認証などを管理について検討していくことが考えられる。また、無線設備としての「機器管理」については、他のすべての無線機（携帯電話、無線 LAN、ETC など）と同様、電波法令に従い、他の無線機器等に混信や妨害を与えないよう技術適合性証明を受けることなどが不可欠である。

安全運転支援通信システムにおける車車間通信システムは、既存の通信システムにはない新しい通信システムであり、サービス内容、運用管理の方式にも新たな考え方が必要である。今後、システム運用体制、システムのセキュリティ管理の在り方などについてはサービス提供方法の検討に合わせて、官民の連携により検討していくことが必要である。

5.2 ITS 無線システムの更なる高度化に向けて

安全運転支援のためのITS無線システムでは、安全運転支援のためだけでなく、将来的に新たなアプリケーションが拡大されることが想定されることから、先行的な技術開発を行うことが重要である。このため、継続的に技術開発を進め、システムをさらに高度化していくことが重要である。本節では、マルチホップ転送技術、車群通信技術、コグニティブ無線技術、歩車間通信技術の4つを取り上げる。

(1) マルチホップ転送技術

無線通信システムにおいて、送信端末と受信端末の間に位置する第3の端末を中継して信号を届かせる技術がマルチホップ転送技術である。送受信端末間に大きな電波の減衰、遮へい、干渉などが存在する場合においても電波の到達距離を伸ばし、通信品質の改善とサービスエリアの拡大を可能とする。中継端末が複数にわたる場合もあり、しばしばバケツリレーに例えられる。

欧州では、通信エリアの拡大を図るためにマルチホップ転送技術の導入が検討されており、日本でも基礎検討が進められている。

車車間通信へのマルチホップ転送技術の適用で期待される利点は、建物や大型車両などの障害物を越え、見通し伝搬や回折伝搬の到達範囲外に信号を届かせることができ、パケット到達率が向上することであり、一回の送信でより遠方の自動車まで信号を届かせることができるため、サービスエリアを拡大や信頼性の向上などが期待できる。一方、中継端末の数が増えることで、通信トラフィックが急増・輻輳することなども考えられるため、実用化に向けて過度に冗長な転送を減らし、待ち時間が不要でかつ高速なレスポンス性をそなえた通信方式などを開発する必要がある。

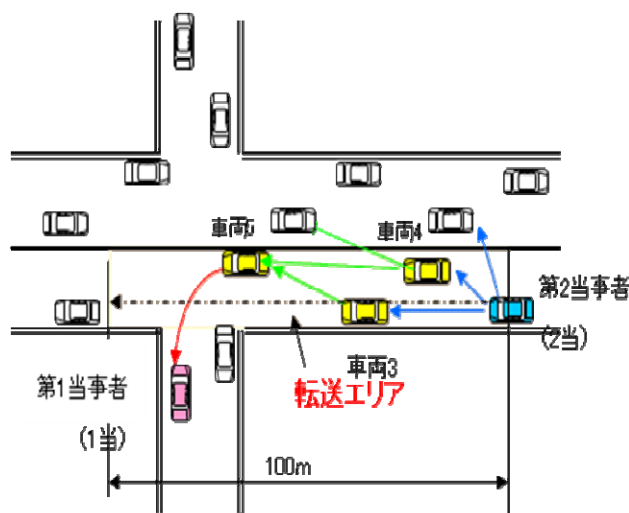


図 5.2-1 位置により中継車両の範囲を限定したマルチホップ転送

(2) 車群通信技術

車群通信とは、車の群を1つの単位として、自律・階層的に通信管理を行う方法である。車群を管理する代表者(マスター)は、車群内通信を用いて取得した車の位置情報等を、車群間通信を用いて他の車群と交換する。車群通信技術を活用することにより、ITS用に割り当てられた複数の周波数を有効活用することでシステム容量を増大することが可能となるなど、周波数の有効利用を図ることが可能である。

今後、周波数の有効利用のため、車群通信技術の利用に向けた技術開発を進める必要がある。

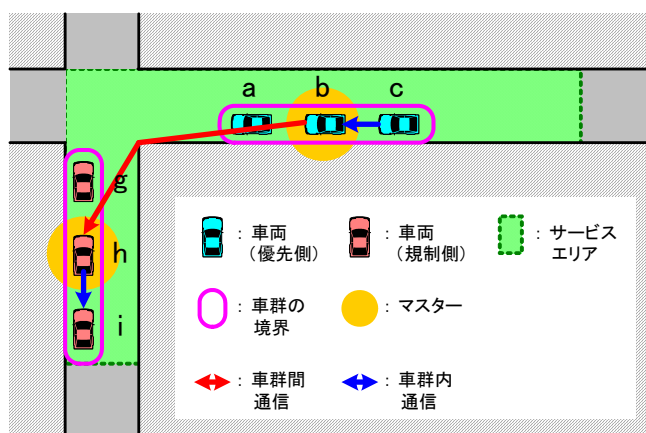


図 5.2-2 車群構成

(3) コグニティブ無線

移動通信システムにとって使い勝手のよい 6GHz 以下の帯域は、極めて稠密に利用されており、深刻な電波の逼迫状況が生じている。逼迫している電波をより有効かつ効率的に活用しつつ特にニーズの高い移動通信に必要な周波数帯域を確保するために、移動通信システムにおける周波数の高度利用を実現する技術の一つとしてコグニティブ無線技術の研究が進められている。コグニティブ無線技術とは、無線の利用状況を認識(cognitive)し、その状況に応じて他のシステムに干渉を与えることなく、周波数帯域、タイムスロット等の無線リソース並びに通信方式を最適化しリソース割当てを行うことにより、周波数有効利用を図りながら高いスループットを実現するための技術である。

自動車等の移動体の通信特性は時々刻々と変化するが、コグニティブ無線技術が適用されることにより、高速移動時の回線品質確保、他システムとの干渉回避に有効であると考えられる。

例えば、図 5.2-3 に示すように無線機を搭載した複数の車が、車間距離を信号レベルに基づいて認識し、最適な通信条件になるよう適応的に変調方式の切り換え等を行うことが考えられる。コグニティブ無線技術を ITS に適用した場合、通信環境の良

いユーザは少ないリソースで効率的に通信を行うことが可能となる一方、通信状況のよくないユーザには多めのリソースを与えてエラー耐性の高い方式を使用することができる。また、他システムからの隣接チャネル間干渉を受ける可能性が高いエリアでは、周波数を変更することでその影響を自律的に軽減することが考えられる。

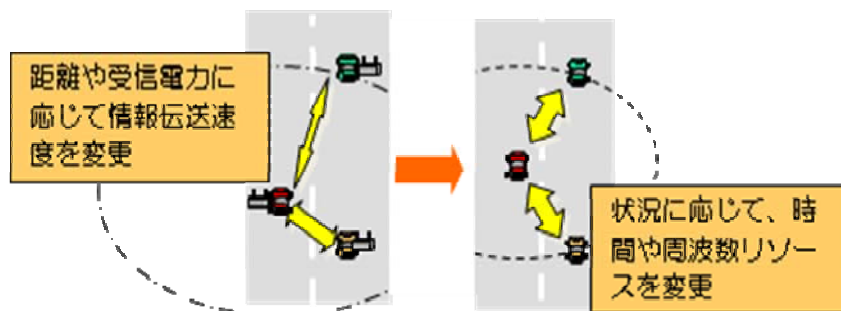


図 5.2-3 コグニティブ無線技術の ITS への適用例

(4) 歩車間通信技術

交通事故による死亡者数の5割弱を占める歩行者事故(自転車事故を含む)を防ぐことが重要であり、現在は交差点などに取り付けられた路側カメラを利用したシステムの実用化が図られつつある。また、自律型のシステムとして車載カメラや車載レーダによる歩行者検知システムも開発されている。一方で、路側カメラのない交差点などでの歩行者衝突事故やカメラやレーダでは検知の困難な事故に対応するため、例えば、歩行者と車両が直接通信を行う歩車間通信技術により、車両の運転者側にだけでなく自転車を含む歩行者側にも注意喚起が可能なシステムの開発が必要である。

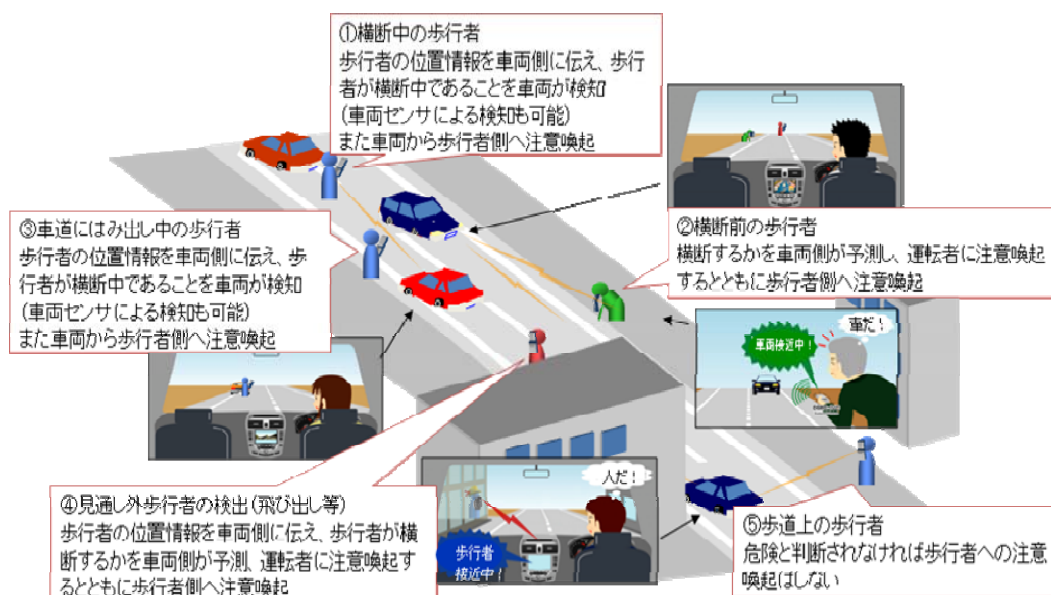


図 5.2-4 歩車間通信システム例

5.3 ITS 無線システムの拡張性について

安全運転支援のために取得した情報を、環境負荷軽減や交通の円滑化などのサービスに活用していくことは、ITS 無線システムの導入・普及の促進および電波有効利用の観点から有効と考えられる。

それには、図 5.3-1 で示したように、当初より安全運転支援から渋滞回避／環境負荷軽減等のアプリケーションへのシステム拡張性を配慮した無線システムとしておくことが大切である。さらに、将来的には 700MHz 帯の車車・路車共用の車載器や路側機からの情報交換・情報共有を可能とし、快適・利便コンテンツの配信等への活用を可能にしていくことが重要であり、必要な技術開発やサービスの検討を継続的に行う必要がある。

また、システムの機能の追加等に柔軟に対応できる仕組みをあらかじめ考えておくことが重要である。例えば、新しいアプリケーションが追加された際に、車載器の本体システムを丸ごと新しくするのではなく、ソフトウェアのバージョンアップなどにより簡易に対応できることなどが考えられる。

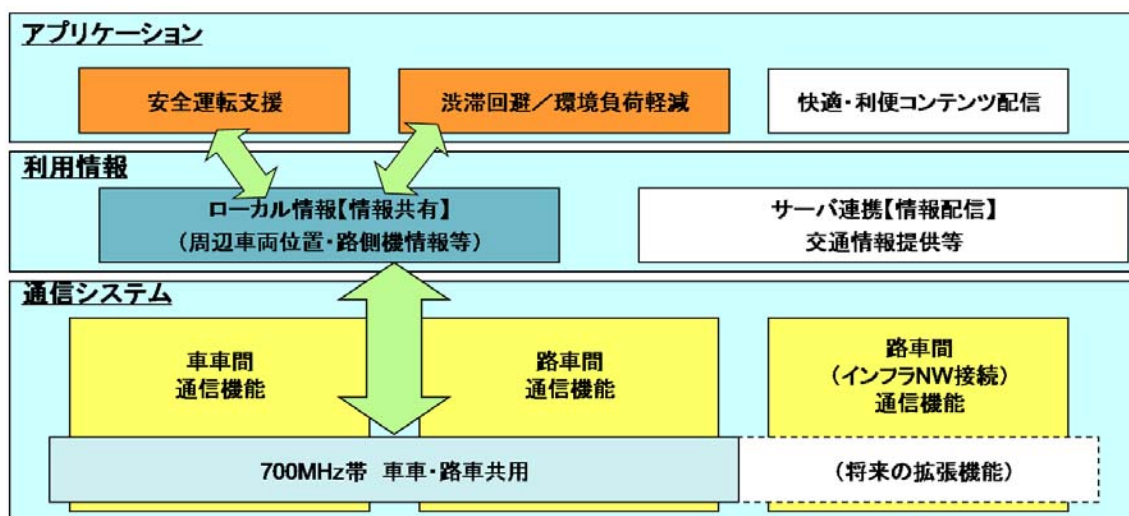


図 5.3-1 車車間・路車間通信の利用情報の有効活用

第 6 章 導入・普及シナリオと市場規模予測

6.1 700MHz帯を用いた ITS 無線システムの導入・普及シナリオ

700MHz帯を用いたITS無線システムの導入・普及推進方策を検討するため、その前提となるシステムの導入時期及び普及シナリオを以下のように想定した。

(1) システムの導入時期

700MHz 帯を用いた無線システムの導入は、最も早い導入時期として地上アナログテレビ放送の終了後、同周波数帯が利用可能となる 2012 年頃より開始されるものと想定される。

(2) 普及シナリオ

700MHz 帯を用いた無線システムの導入は、当初は、車載器の導入価格が車体価格より相対的に小さくなる高級車から導入が開始されるものと想定される。その後、車載器の製造コスト減や事故削減効果などにより、中級車、小型車への導入が広がっていく。中級車や小型車への導入が広がるにしたがって、車載器の普及率が増加する。初期の普及台数は高級車が最も多くなることが想定されるが、販売台数の多い小型車などへの導入に伴い普及台数が加速することが考えられる。

また、700MHz 帯を用いた路側無線システムについては、当初は交通事故多発地点などから導入が進み、次第にエリアが拡大されていくものと想定される。

なお、この普及シナリオについては、無線システムの価格が車体の価格に比べて相対的に小さくなる高級車から導入が進むというコスト面から見た一般的なシナリオであるが、そのほか、自動車会社の事業戦略や利用者の事故削減効果への期待などから、その他にも別の普及シナリオが存在すると考えられる。

例えば、運転への安心・安全を高めるという視点から、初心者ドライバーの運転する自動車や高齢者などの運転する自動車への導入が進むシナリオが考えられる。また、自家用車よりも、業務用や通勤用の自動車に早期に導入が進むというシナリオなども考えられる。

(3) 車載器の普及曲線

車載器の普及率は、図 6.1-1 のように S 字カーブを描く普及曲線になるものと想定される。

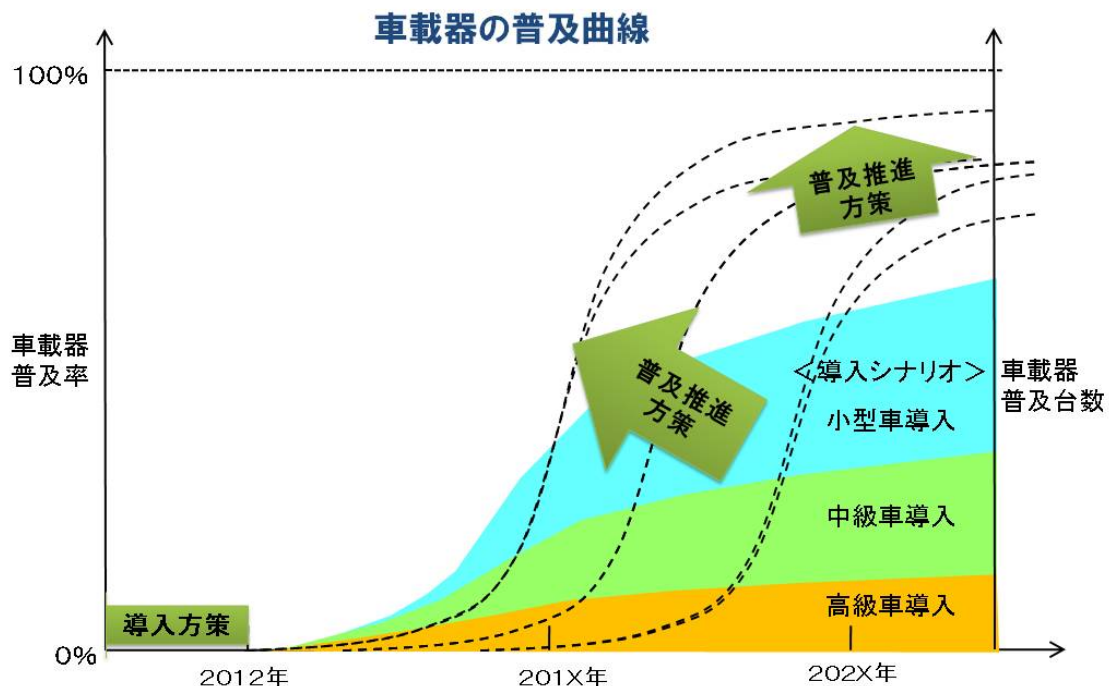


図 6.1-1 車載器の普及曲線と導入・普及推進方策の関係

2012年頃の導入に向けて、導入方策は、2012年までに実施される必要があり、前章までに抽出された技術課題の解決や環境整備等が重要である。

また、普及が早く進むか、ゆっくり進むかについては、システム導入後の初期段階から中期段階にかけての普及推進方策が重要となる。普及推進方策については次章で述べるが、普及に向けては、運転者による効果の実感や使いたいというインセンティブの提供、環境・快適に資するサービスへの拡張、コスト面での優遇策、環境整備等が有効であると考えられ、これらの推進方策により、デジタル放送への移行に伴う車載用地上デジタルテレビ受信機の買い換え需要と相まって、更に普及が加速すると考えられる。

例えば、運転者による効果の実感について、車車間通信のみによる安全運転支援サービスが開始された場合、利用者がシステムの有効性を実感するためには、自車両だけでなく相手車両への車載器の搭載が必要であるため、サービス開始当初は十分にサービスを受ける機会が少ない。そのため、利用者がシステムの有効性が十分に実感できない可能性があり、導入初期段階では普及が容易でなくなる可能性がある。一方で、路側機の普及により、特定の交差点等で確実にサービスが受けられる場合、利用者がシステムの有効性を実感できる可能性が高まることから、システムの普及に向けて路車間通信システムの普及が重要となる。

このシステムの最終的な普及率は、ユーザの利用意向によることとなるが、必ずしも100%ではなく、ある一定の水準で飽和することも考えられる。しかし、そのシステムの普及段階の中期以降に実施される普及推進方策によって最終的な普及率

を押し上げることが可能であると考えられる。

6.2 700MHz 帯を用いた ITS 無線システムの普及率と市場規模推計

本節では、ITS 無線システムの普及に基づき、市場規模を試算し、2012 年より利用可能となる 700MHz 帯周波数の経済的な価値を推計した。

具体的には、先ず、普及が想定される国内の四輪自動車(乗用車、貨物車、乗合車)について、将来の普及率(自動車への搭載率)を推計し、次に、これに基づき、ITS 無線システムの利用コストとカーナビゲーションシステムの販売価格等から将来の市場規模を試算した。

なお、ITS 用途に割り当てられた 700MHz 帯については、安全運転支援により、交通事故の削減に資することが重要であり、その価値を単純に市場規模といった経済的価値の多寡で論じられるものではない点に留意が必要である。また、円滑な導入・普及の観点からは、様々なコスト削減方策により効率的なシステム整備が求められる。

6.2.1 普及率の推計

(1) 普及率推計の方法

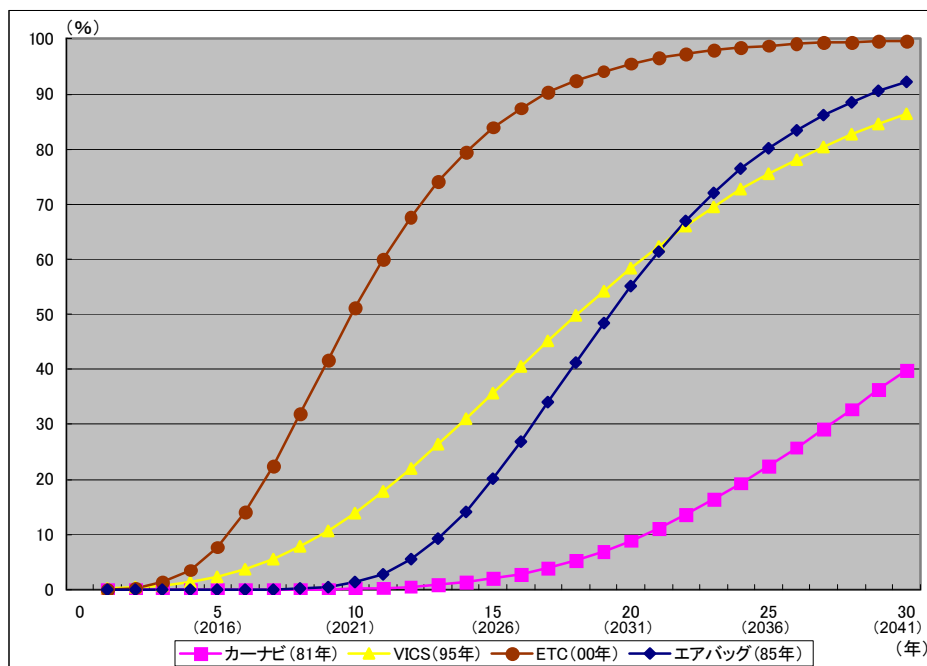
普及率の推計に当たり、類似の ITS 関連サービス・機器の普及率の推移を参考に、ITS 無線システムの普及曲線を近似によって推計する方法を採用した。

類似の ITS 関連サービス・機器としては、①カーナビゲーションシステム、②VICS(道路交通情報通信システム)、③ETC(自動料金収受システム)、④エアバッグの4つのシステムとし、ITS 無線システムの普及曲線はこれら4点の何れかに類似すると仮定している。また、これらのサービス・機器について導入開始から30年間の普及率の推移を求め、推計には成長曲線の一つであるゴンペルツ曲線による近似を用いている。

(2) 各システムの普及率

普及開始年を合わせた場合の普及率のグラフを図 6.2-1 に示す。

ETC は導入直後から急速に伸び、カーナビゲーションシステムは時間をかけて緩やかに普及が進んでいる。VICS は早い時期から普及が進むものの、その伸びは ETC ほど大きくなくカーナビゲーションシステムよりも大きい。エアバッグは導入開始からしばらく後に急速な普及が始まることが特徴である。



注) 収束値は 100% で試算

凡例のカッコ内表記はサービス・機器が実際に普及を開始した年

X 軸のカッコ内表記は 2012 年を基点とした場合の西暦年

図 6.2-1 ITS 関連サービス・機器の普及率の成長曲線による近似

(3) ITS 無線システムの普及予測のシナリオ

ITS 無線システムの普及シナリオについては、前節の普及シナリオの通り、様々なケースが考えられるが、今回の普及予測においては次のように想定した。

導入開始年は地上アナログ放送の停波により空き周波数帯の利用が可能となる 2012 年とし、路側機及び車載器が同時に導入されることを想定する。車載器については、当初、コスト競争力のある高級車から搭載が始まるが、利用範囲が全国に広がるにつれて利用車種も増え、本格的な普及期を迎える。その後、保険や税制上の優遇措置、購入費補助等の施策により普及率は大幅に向上する。なお、最終的な普及率(収束値)を 94% と設定する。

(4) 類似サービス・機器の曲線

ITS 無線システムの普及にはいくつかの条件・環境が求められる。まず、カーナビやエアバッグのように単体で自動車に導入されるシステムではなく、相手の車載器や路側インフラと通信することでサービスが提供されるシステムを考えるべきである。ETC や VICS は車載器単体では利用することができず、インフラ整備が普及拡大の前提条件である点で類似しており、利用する場所や相手に限られているとメリットを十分に享受することができない。よって ITS 無線システムの普及には利用範囲・機会の拡大が必須となることから、普及率の推計に当たり、ITS 無線システムと

類似の普及過程を持つサービス・機器を ETC 及び VICS とする。

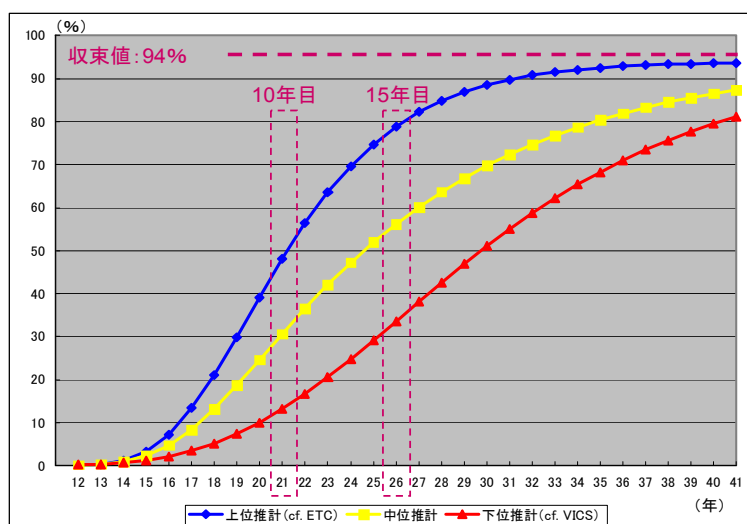
ITS 無線システムの普及速度は、VICS よりも速く、ETC よりは遅いと仮定する。ETC は車種に関わらず明確で直接的な利用メリットがあり、また普及促進に向けた数多くの施策が次々と実施されている。一方、VICS は付加的なサービスが中心で、当時カーナビゲーションシステムが装着された比較的高级な車から普及が始まっている。ITS 無線システムは得られるメリットは VICS よりも明確だが、それを感じる機会は ETC よりも少ないため、両者を上限と下限とする範囲で普及曲線を描くものとする。

(5) ITS 無線システムの普及予測

ITS 無線システムの普及は、インフラ整備の進捗度合いや車載機の普及に伴うネットワーク効果、普及施策の実施等の影響を受けて普及率は様々に変化すると考えられる。

本推計では、前節の一般的な普及シナリオを前提に、①普及促進策の実施により普及が早く進む場合(上位推計)、②普及促進策がなく普及が進む場合(下位推計)、③上位推計及び下位推計の中間となる場合(中位推計)の3つのケースについて普及予測を行うこととした。

図 6.2-1 の普及予測結果から、中位推計では、導入開始から 10 年目の普及率は 30.6%となり、15 年目には 50%を超えると予測される。また、上位推計では、導入開始から 10 年目の普及率は 48.1%となり、15 年目には 78.9%を超えると予測される。



ITS無線システム普及率	10年目	15年目	20年目	30年目
上位推計 (cf. ETC)	48.1%	78.9%	89.8%	93.7%
中位推計	30.6%	56.3%	72.4%	87.4%
下位推計 (cf. VICS)	13.1%	33.6%	54.9%	81.2%

図 6.2-2 ITS 無線システムの普及予測

6.2.2 市場規模の推計

前項の普及予測等に基づき、車載器及び路側機の ITS 無線システムの市場規模の推計を行った。なお、本市場規模の他にも、交通事故削減による社会的な便益があることについては、前述のとおりである。

(1) 車載器の市場規模

ITS 無線システムのうち車載器については、カーナビゲーションシステムと一体的に提供することが考えられている。よって、前項の普及予測をもとに ITS 無線システム付カーナビゲーションシステムの毎年の出荷台数を求め、販売価格を掛け合わせることでその市場規模を推計する。

ITS 無線システム付カーナビゲーションシステムは速度情報や制御情報などを加味した高度な仕組みであるため全て自動車工場のライン装着であると仮定し、販売価格のベースとしてカーナビゲーションメーカーの工場出荷額(出荷ベースの販売額)の将来推計値を用いる。

また、ITS 無線システムの利用に際してユーザーが負担可能な費用はアンケート調査の結果より 4,000 円/台である。これをカーナビゲーションシステムの購入時に一括して上乗せして、ITS 無線システム付カーナビゲーションシステムの販売価格とする。

以上をもとに試算を行うと、ITS 無線システム(車載器)の市場規模は 2021 年(導入開始 10 年目)に単年で 6,685 億円、2012 年からの累積で 2 兆 9,527 億円と推計される(中位推計の場合)。

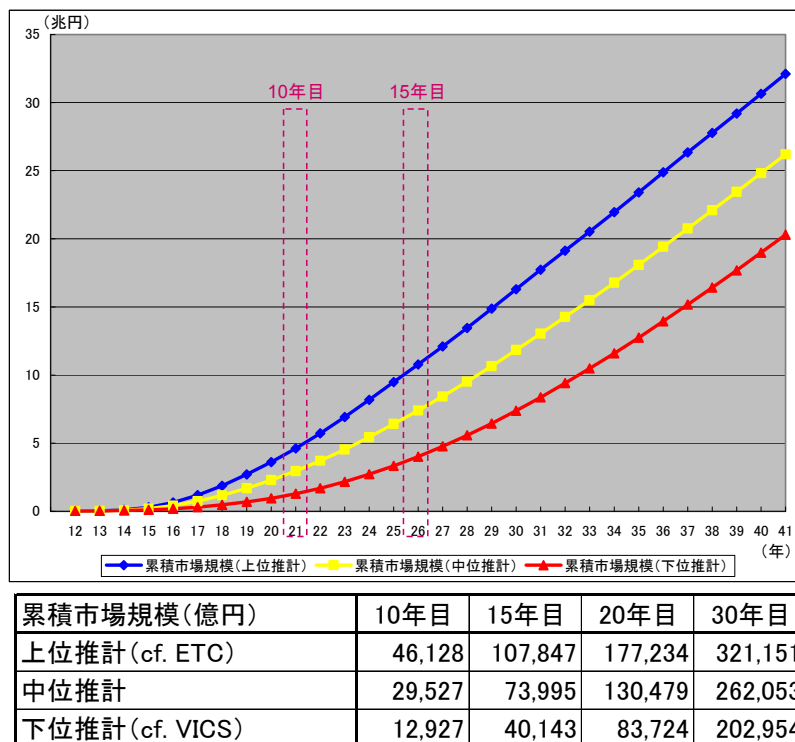


図 6.2-3 ITS 無線システム(車載器)の市場規模予測

(2) 路側インフラの普及予測と市場規模推計の考え方

車載器と同様の考え方で普及率及び市場規模を簡易的に推計する。路側インフラの普及率予測から毎年の整備箇所数を求め、一箇所あたりの整備費用を掛け合わせることで市場規模を推計する。

ITS無線システムは幹線道路等における事故危険箇所への導入が有効であると考えられるため、「社会資本整備重点計画」(平成15年、国土交通省)が定める事故危険箇所(死傷事故が多発している交差点・単路等)約4,000箇所を対象に設置が進むと仮定する。

また、インフラの普及による利用可能な範囲の拡大はITS無線システムの普及が進む重要な条件であるため、インフラの普及により利用範囲が拡大したETC整備箇所数の推移を類似の普及曲線とする。ETCの場合、開始から10年間で約96%の料金所が整備されている。

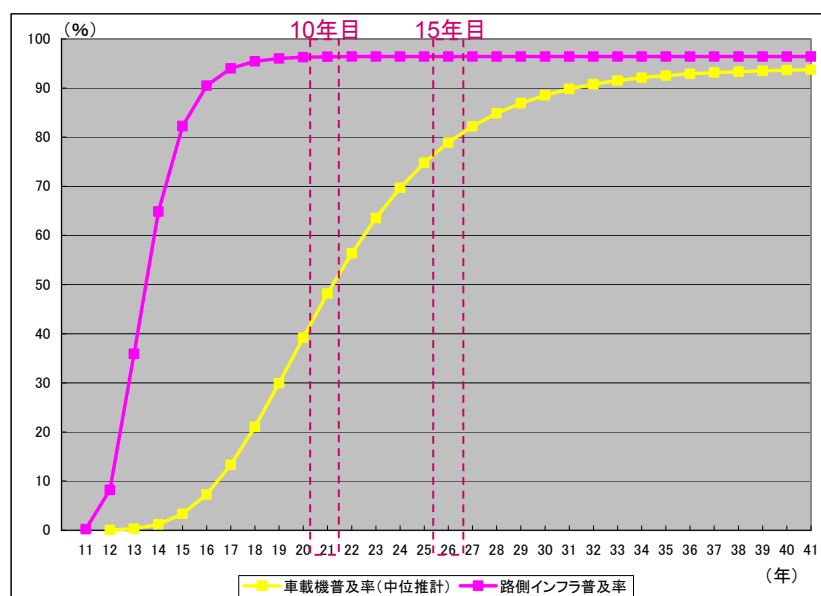


図 6.2-4 ITS無線システムの普及予測(車載器+路側インフラ)

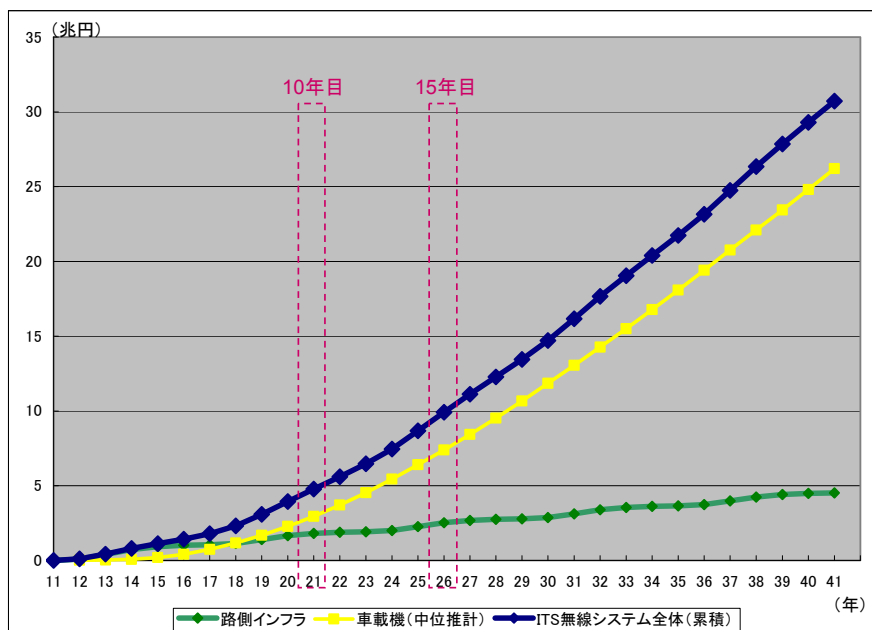
路側インフラは設置する箇所により、構成要素や規模が大きく異なることが予想される。また情報管理の仕組みやネットワークの構成等についても設置する箇所によって異なると予想されることから、これらの組み合わせで路側インフラの整備に必要な費用は変化する。そこで、本推計ではこれらを前提として検討を行った。

(3) ITS無線システムの市場規模

ITS無線システムの市場規模の一つの例として、車載器が中位推計に基づき普及した場合を想定する。路側インフラの整備費用については、設置する箇

所等により異なり、数千万円～数億円と想定されるが、本節では、研究会構成員等へのヒアリング結果により、路側インフラ(路側設備、ネットワーク設備及び工事費等)を2.8億円/箇所と仮定し市場規模を試算したものである。

この場合、車載器と路側インフラを合わせたITS無線システム全体の累積市場規模は、2021年(導入開始10年目)に4兆7,687億円になると推計される(中位推計の場合)。



累積市場規模(億円)	10年目	15年目	20年目	30年目
車載機(中位推計)	29,527	73,995	130,479	262,053
路側インフラ	18,159	25,234	31,257	45,154
合計	47,687	99,229	161,736	307,207

図 6.2-5 ITS 無線システムの市場規模(累積)

第7章 推進方策

700MHz帯を用いたITS無線システムの2012年頃の導入を確実なものとし、システムの早期普及を図るためには、官民の関係者の連携・協力のもと、様々な取組を総合的に推進していくことが必要である。

7.1 導入に向けた推進方策

(1) 実用化に向けた技術課題などの解決

700MHz 帯を用いた無線システムの導入に当たっては、「ITS」と周波数が隣接する「地上デジタルテレビ」と「携帯電話等の電気通信サービス」との所要ガードバンドの幅などの共用条件の確立を早期に実現することが不可欠である。そのため、2009年夏より、ITS関係者のほか放送関係者や電気通信事業者等の参加を得て車車間・路車間通信システムと他のシステムとの共用条件について情報通信審議会において審議を開始し、2010年春頃までに確立することが望ましいと考えられる。

また、実用化に向けて必要となるシャドウイング等の技術課題や、システムの運用上必要となる運用管理、セキュリティ等の仕組みなどについて、ITS無線システムの管理主体などの関係者が連携し、2010年度までに解決する必要がある。そのほか、情報通信審議会からの答申を踏まえ、2011年7月までに必要な制度整備を行っていく。

(2) 実証実験の推進

700MHz 帯を用いた車車・路車共用の無線システムの実用化に向けて、まずは業界団体などを中心として、無線システムの実証実験に必要となるガイドラインの策定を本年夏頃までに完了するとともに、当該ガイドラインを活用して実環境での利用を想定した実証実験を実施する必要がある。

また、技術課題の検証を加速するため、実環境における実験環境の構築や体制の整備を行い、実験データ等を効率的に収集・分析することが必要である。

(3) 国際調和

欧米で検討されている安全運転支援システムと比較すると、我が国において検討が進められている通信方式(変調方式及びアクセス方式)については、欧米のものとの共通性があり、上位プロトコル、インタフェース、アーキテクチャなどについては、今後、欧米等と調和を図りながら検討を進めることが重要である。技術の進歩に応じて、我が国の通信方式等についてもタイムリーに国際標準化活動を進めていくことが重要である。

そのため、業界団体等に DSRC 方式等の我が国で検討している通信方式の国際展開のほか標準化活動を推進する場を設けて、ITS無線システムに関する開発

動向の調査を行うとともに、ITS 世界会議やアジア太平洋地域 ITS フォーラム等も国際的な場を活用して、アジア諸国等も含めた各国へ積極的に情報の発信や収集、交換を行い、仲間作りを行いつつ、ITU-R、IEEE、ISO 等の国際標準化活動に積極的に提案を行うことが重要である。

(4) 官民連携による推進

安全運転支援システムの実現には、情報通信、交通、道路、車両など様々な分野の関係者の連携・協力が求められる。そのため、ITS 推進協議会等を通じて、引き続き関係省庁が連携し、官民一体となって実用化に向けた取組を一層強化していくことが必要である。

例えば、情報通信分野の研究開発や標準化を行っている ITS 情報通信システム推進会議等の民間フォーラムにおいて、2012 年の導入に向けて、技術課題の解決や国際調和のための検討の場を設けるとともに、ITS 無線システムの民間規格等の検討・策定を推進していくことが適当と考えられる。

7.2 普及に向けた推進方策

(1) 安全運転支援サービスの効果・利便性の PR

安全運転支援サービスの交通事故削減への効果や利便性を広く PR することにより、運転者や国民全体に向けて、安全運転支援サービスの認知度の向上を図ることが有効である。

そのため、実証実験の結果や事故の削減効果などを積極的に PR し、広く利用者の認知度を高めていくことが重要である。特に、今後の高齢化の進展を考慮すると、高齢者運転者の認知ミス等への対応を支援出来るというメリットを考慮することが重要である。

なお、2009 年度から高速道路などにおいて 5.8GHz 帯 DSRC 方式による路車間通信を用いた安全運転支援サービスが提供されることにより、安全運転支援サービスの有効性が認識されていくものと考えられることから、こうした機会をとらえて 700MHz 帯を用いた安全運転支援サービスの普及に向けて啓発することが有効と考えられる。

また、導入を促進するという観点からは、例えば、自動車メーカーにおいて、エアバッグを標準装備したことにより導入が加速したように、システムの標準装備についても検討することは有効である。また、特定の地域において、路側設備や車載器を整備することにより、効果の明示、認知度の向上にも資するものと考えられる。

(2) サービスの拡大・向上

安全運転支援サービスの向上を図ると共に、交通情報提供や環境負荷軽減ドライバアシストなど安全運転支援以外のサービスを実現することによって運転者の利便性がさらに向上し、普及促進に貢献するものと考えられる。

例えば、700MHz 帯の安全運転支援システムを活用した、交通流の適正化や環境負荷軽減に資するシステムの開発・標準化を進めることが有望視されている。また、安全運転支援サービスの機能向上という観点については、歩行者や自転車等へ直接情報提供を行う歩車間通信技術、位置精度を向上させる技術等を積極的に開発することが求められる。

また、安全運転支援に関する路側インフラなどの環境整備が進むことにより、サービスの品質向上が期待できることから、施設整備を計画的に推進していくことが求められる。

(3) インセンティブの付与

サービスを早期に普及させるためには、利用者に対するインセンティブの付与が有効であると考えられる。例えば、ETC においては機器の購入助成や有料道路料金の割引等、インセンティブの付与により、車載器の普及が加速する効果が認められている。このことを踏まえると安全運転支援システムにおいても、利用者のコスト面でのイ

ンセンティブ提供が普及促進に有効である。具体的には、税制面での優遇措置の検討や自動車損害保険等における保険料額面での優遇措置の可能性等についても検討する必要がある。



図7.2-1 700MHz帯を用いたITS安全運転支援無線システムの推進方策

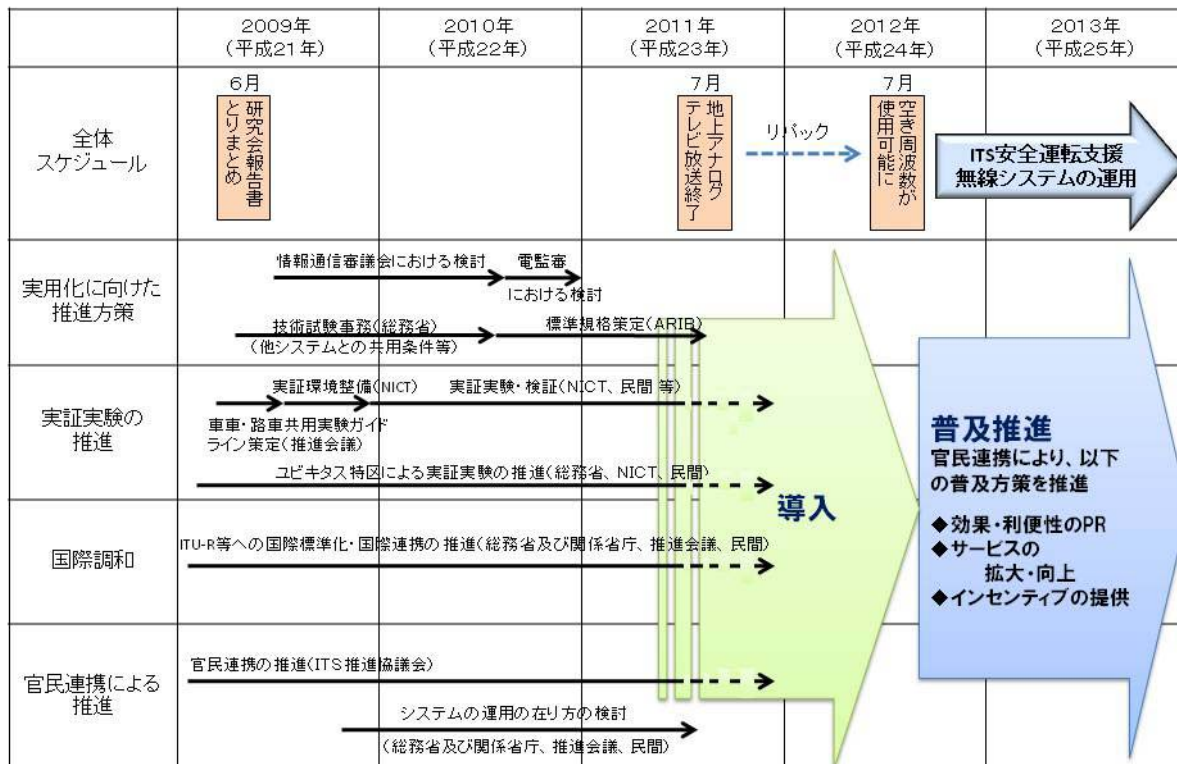


図7.2-2 ITS安全運転支援無線システムの導入に向けたスケジュール

こうした取組を具体的に推進することにより、2012年以降にITS安全運転支援無線システムを用いたサービスが開始され、交通事故の削減が図られることが期待される。

以上

報告書用語集

用語	用語意味
ASV	国土交通省が推進している、先進技術を利用して運転者の安全運転を支援するシステムを搭載した自動車。
C2C_CC	安全運転支援無線システムに関する検討を行うため、欧州の自動車メーカーを中心として組織された団体。
CALM	ITS 分野の移動体無線通信における通信プロトコルおよびパラメータに関する標準の策定をコンセプトにしており、主にISO/TC204 広域通信分科会(WG16)において、車車間・路車間通信の通信アーキテクチャや通信メディア間の親和性、IPへの対応等について規定する国際標準規格。
CSMA/CA	無線 LAN 等で用いられている通信手順の一種。通信の衝突を回避するため通信を行う前に他者の利用状況を検知し、他者が利用している場合にはランダムな時間を待ち送信を行う。
COMeSafety	欧州で実施されている各種 ITS 関係プロジェクト間の調整及び通信アーキテクチャの策定を行うため、自動車メーカー主導で設立されたプロジェクト。
DSRC	ETC の技術を応用して、路側に設置した無線設備(DSRC 基地局)と路上を走行する車両内に設置した無線設備(DSRC 陸上移動局)との間を高速の無線通信回路で結んだ、短距離・小ゾーンの大容量双方向移動通信。
ETC	有料道路の料金所に設置された路側機(基地局)と車両に設置された車載器(陸上移動局)との無線通信により、車両を停止することなく自動的に料金の支払いを処理するシステム。
ETSI	欧州圏の電気通信における標準仕様を策定するため、官公庁、電気通信事業者、メーカー、研究機関などが集まり設立された標準化団体。
FCC	米国政府の独立機関。米国内での全ての電気通信及び国際通信に関する規定及び管理を行っている。
GPS	地球上の現在位置を調べるための衛星測位システム。
IEEE	電気電子工学の研究を促進するために 1963 年に設立された米国の学会。
IEEE1609	IEEE1609 委員会において検討されている ITS における通信の標準規格の一種。米国の ITS 用途の通信規格である WAVE のうち上位層について規定。
IEEE802.11	IEEE802 委員会において策定された無線 LAN 技術に関する標準規格。米国の ITS 用途の通信規格である WAVE のうち下位層(物理層、MAC 層)について規定。

Intelli Drive	2009年に路車間の連携を強調した安全志向のプロジェクトであるVIIの後継として米国で開始されたプロジェクトであり、安全運転支援システムの実用化の加速についての取組を実施。
ISO	電機・電子分野以外の工業分野に関する国際標準化機関。ITS分野の標準化については、無線通信以外の部分について、1992年に設置された下部組織のTC204(Technical Committee: 専門委員会)において審議されている。
ITS-Japan	2005年設立。ITSの普及・促進を図る目的で設立された特定非営利活動法人。
ITS情報通信システム推進会議	ITSの実現に向けて、特に情報通信分野における研究開発や標準化を推進することを目的として、平成11年に設立された産学官の協議会。メンバーは100以上(平成21年4月現在)。
ITS推進協議会	IT新改革戦略に基づき、世界一安全な道路交通社会の実現に向け、安全運転支援システム等の開発・実用化を官民統一した方針に基づいて進めるべく、2006年4月に設立された、関係省庁(内閣官房、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省)および産業界の代表(社団法人日本経済団体連合会、特定非営利活動法人ITSJapan)で構成する会議。
IT新改革戦略	e-Japan戦略Ⅱに続く政府のIT戦略として2006年1月に発表。それまでの成果や課題を総括すると共に、社会的課題解決のため、ITによる構造改革をどのように推進するかを示し、2010年度に世界に先駆けITによる改革を完成させることを目標としている。
IT戦略本部	我が国の高度情報通信社会の構築に向けた施策を総合的に推進することを目的として総理大臣を本部長として平成13年1月に内閣に設置された。
ITU	電気通信に関する国際連合の専門機関。主な任務として①国際的な周波数の分配②電気通信の標準化③快活途上国に対する技術援助を行う。
MAC層	LAN等の通信で利用されるデータ伝送技術で、単位データの送受信方法やその形式等を規定している層。
OFDM	無線通信で利用される変調方式の一種。複数の搬送波を同時に利用することで、狭い周波数帯を効率的に利用し高速伝送を可能とする。
OSI参照モデル	通信機能を7層の階層構造に分割したモデル。
RC-006	700MHz帯を利用した運転支援システムの実験用ガイドライン。平成21年2月にITS FORUMにおいて策定。
VHF	30MHz～300MHzの周波数の電波。
VICS	道路を移動中の車両で生じる情報ニーズに対応し、無線通信システム(FM多重放送、電波ビーコン等)を利用して渋滞情報、規制情報等の道路交通情報を提供するシステム。

UHF	300MHz～3GHz 帯の周波数の電波。
USDOT	米国連邦運輸省
VII	USDOT が推進するプロジェクト。安全運転支援をはじめとする各種サービスの基盤となるインフラ協調システムについての検討を行う。
VSC-A	VSCC を引き継いで 2006 年に開始されたプロジェクト。米国の自動車メーカーが中心となり、WAVE と位置情報による通信をもとにした安全運転アプリの開発の検討を実施。
VSCC	2002 年から 2004 年まで安全運転支援システムに関する検討を行うため米国の自動車メーカーを中心として行われたプロジェクト。2006 年より VSCC の後継として VSC-A が行われている。
WAVE	米国の 5.9GHz 帯を用いた DSRC 通信システム。WAVE で規定される通信システムのうち、下位層(物理層、MAC 層)は IEEE802.11、上位層は IEEE1609 で標準化作業を実施中。
WiFi	Wi-Fi Alliance によって無線 LAN 機器間の相互接続性が認証された機器。
ガードバンド	周波数帯が隣接する無線システム間で、相互干渉を防ぐ目的で設けられる未使用周波数帯。
ゴンペルツ曲線	生物の個体数の増加過程を参考に作成された数学的モデルの一種。初期は成長が遅いが、徐々に指数関数的に増加し、ある程度経過すると頭打ちになる特徴を持つ。
スマートウェイ	国土交通省が推進している、多様な ITS サービスを実現するために、先端的な ITS 技術を導入し、基盤となる高度化された次世代の道路を実現するプロジェクト。その一環として、官民連携により、DSRC による路車間通信システムの全国展開を推進。