

4. 無線 LAN による移動体通信の事例

4 ITS における無線 LAN の活用と標準化の課題

Wireless LAN Applications and Standardization Issues in ITS

長谷川孝明

埼玉大学工学部

takaaki@hslab.ees.saitama-u.ac.jp

はじめに

ITS(Intelligent Transport Systems) の分野では、車両、人、モノの位置情報の決定(ポジショニング)と情報の通信ネットワークによる共有は重要な要素となる。

ITSでは、情報通信に関するアーキテクチャが策定されており、これを図-1に示す¹⁾。この中で、無線通信がかかわる部分は狭域通信(車車間通信、路車間通信)と広域無線通信である。

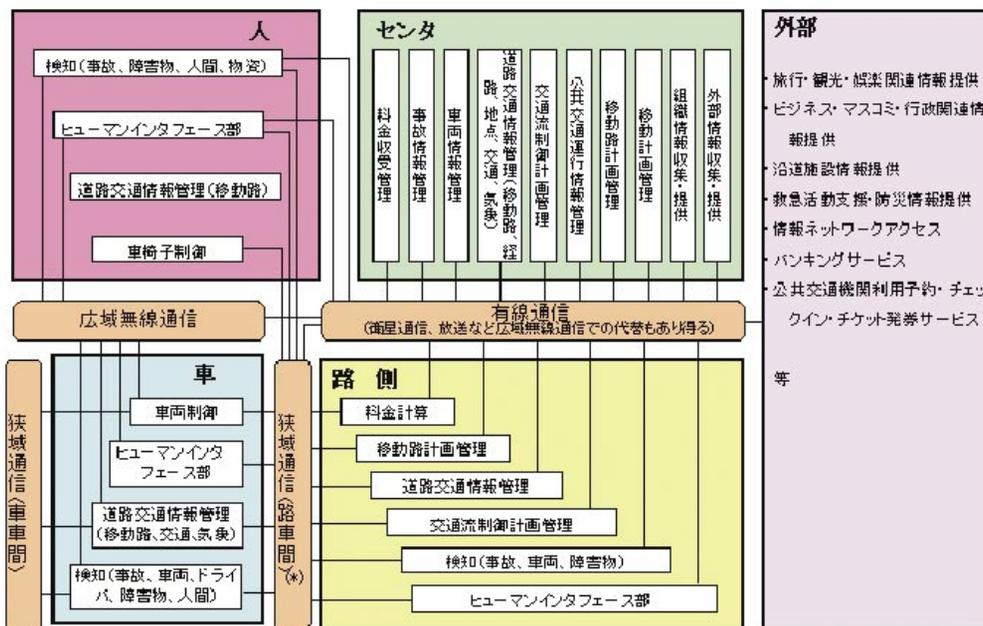
ITSの円滑かつ確実な実用化のため、ISO(International Organization for Standardization)の中のTC204にお

いてITSの規格化に向けて標準化の取り組みが行われている。

ISO/TC204/WG15(狭域通信分科会)およびWG16(広域通信分科会)については、我が国では(社)電子情報技術産業協会(JEITA)が引き受け団体となっている。

無線LANは、この中でも広域通信を担当するISO/TC204/WG16のCALM(Communication Air interface for Long and Medium range)で取り扱われている。

本稿では、無線LANをこの標準化の流れと、必ずしも標準化とは直結していないが、ITSの中で使われる無線LANとに分けて考察を試みる。



(*)狭域通信(路車間)は、路側と車及び人の間で行われる狭域通信を示す。

図-1 ITSの情報通信に関するシステムアーキテクチャ¹⁾

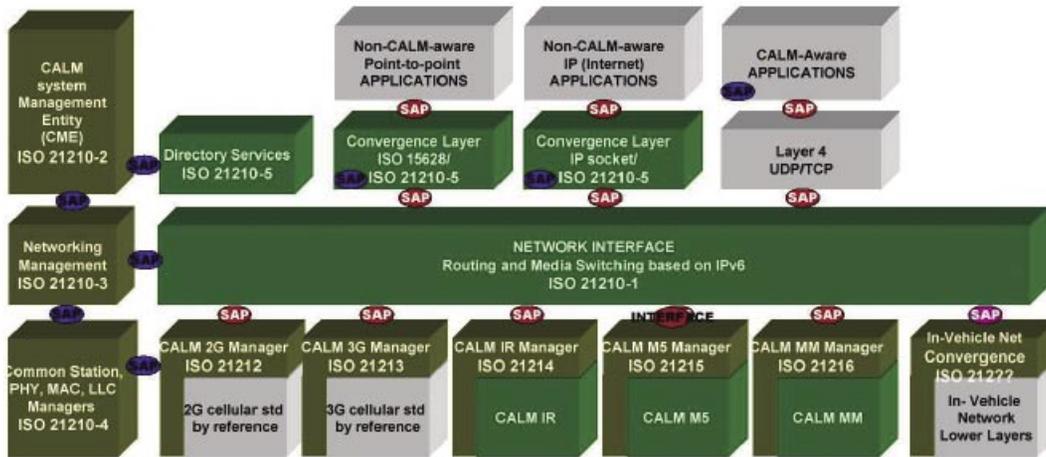


図-2 CALM概略アーキテクチャ³⁾

日本, 米国, 欧州の標準化の現状

前述のように無線LANが議論されているCALMは英米によって提案され、活動が始まり、特に、北米DSRCはISO/TC204/WG16/CALM-M5として提案され、また、ヨーロッパ、日本でも検討されている。

日本ではWG16/CALM関係者は積極的な検討を重ねている。CALM^{2), 3)}は、VICS (Vehicle Information and Communication System) やETC (Electronic Toll Collection) で用いられるスポット通信を基本とした無線通信技術と異なり、中広域の通信(数m～数100m)と、複数のメディアの切り替え、IP (Internet Protocol) との親和性を特徴としている。図-2にその概要³⁾を示す。

CALMの基本的な考え方は、無線LAN,セルラを含め、種々のメディアのヘテロジーニアスな構成であり、技術面から合理性も高く、次世代のITS情報通信として大きく期待されるが、国内ではDSRC (Dedicated Short Range Communication) 規格 (ARIB STD-T75) が完成したばかりのフェーズで、CALMについては漸次進行中といったところのようである。

続く2つの章では、無線LANの標準化とは離れて、そもそも論から議論を行う。

ITSプラットフォームの観点から

無線LANの活用の可能性には、まず、その位置づけを考えてみる必要がある。

無線LANを路車間通信の唯一の方式、あるいはあるアプリケーションのための通信手段と捉える考え方と、CALMのようにマルチアプリに提供される多数ある通

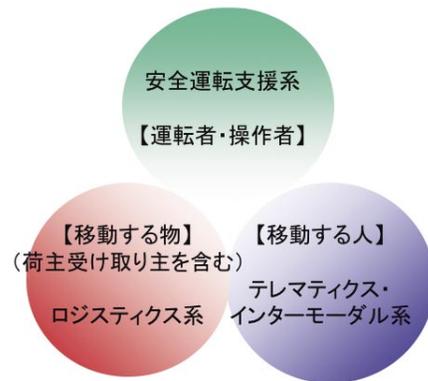


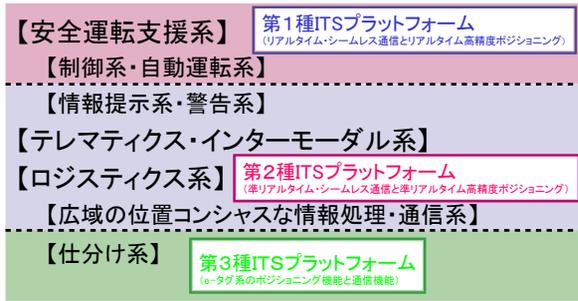
図-3 ITSエンドユーザトライアングル

信手段(メディア)の1つと捉える考え方である。

前者の実例は、無線LANの活用の章に譲ることとし、ここでは、後者に関する筆者の提唱するITSプラットフォームの説明を行う。

筆者は、文献4)で、陸海空の人と物の移動という本質からITSを“IT (Information Technology) で高度化される人と物の移動システム”と定義し、また、コストを負担するのは最終的にエンドユーザであることから、エンドユーザを図-3のように捉えることから議論を出発させている。

一方、同じ文献でまた理工学から人間社会への3階層モデルからシステム創成の位置づけを行い、社会的受容性の高いシステム創成の基本3要素として、“機能”、“コスト”、“マイグレーション”を挙げた上、“B by C問題”のクリアのために“プラットフォームオリエンテッド”の重要性を述べている。ここでいうプラットフォームとは大きな施設や物理的装置を意味するのではなく、有形無形の共通基盤を指す。プラットフォームオリエンテッドでは有限個でなく無限個に広がるITSアプ



ここで述べたプラットフォームとは有形・無形の汎用的共通基盤を意味し、必ずしも大がかりな物理的インフラを意味するものではない

図-4 第1～3種のITSプラットフォーム

リケーションの創成が可能であることが基本となる。

コストに対する考え方も確定的から確率的な見地、ヘテロジーニアスシステムを前提とした設計の有効性を挙げている。

マイグレーションは以下のような3つの意味を持つ。すなわち、

- (1)プラットフォーム自体のマイグレーション
- (2)サブプラットフォームのマイグレーション
- (3)ユーザのライフスタイルのマイグレーション

である。時を経てライフスタイル・標準装備品・携行品も大きく変わる携帯・PHSの急激な普及と簡易なGSPレーサバの普及はシステム創成の前提条件を大きく変える。

一方、システムの社会への定着パターンには、2種類があり、

- (1)【第1種ヒット条件】あるサービスを受けようとしたときに、ほかでは機能の代替ができないため、そのシステムを選択
- (2)【第2種ヒット条件】ほかで機能の代替ができるが、しばらく使った後になくなると非常に不便を感じる場合、結局そのシステムを選択

自立的発展のためにはこれらの考慮もまた重要であることを述べている。

プラットフォームを、提供する機能で分類すると、図-4のようなサブプラットフォームへの異なる機能の要求から3種のITSプラットフォームに分けられる。ただし、いずれもポジショニング機能と通信機能、HMI(ヒューマンマシンインタフェース)の3機能がプラットフォームにより提供される中心的な機能となる。

ここで、同じ安全運転支援系でも、高精度リアルタイムポジショニングとロバストなリアルタイムシームレス通信を要求する緊急で差し迫った事態に対処するためのアプリケーションと、たとえば1km先の障害物警告のような比較的遠方の情報提示による注意喚起・事故回避のアプリケーションでは、プラットフォームに対する要

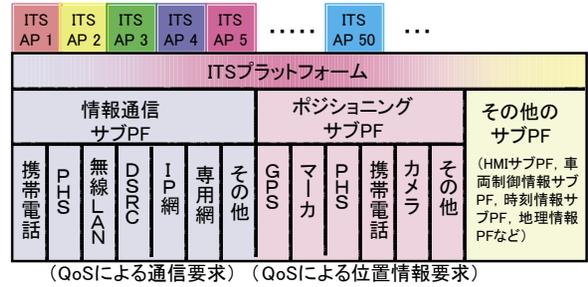


図-5 進化し続け、ことさらでなく快適なITSプラットフォーム“EUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS: ユーピッツ)”の概要

求は大きく異なる。

一方で、系の異なるアプリケーションも同じ機能の提供で実現できるものも多い。そのため、第1～3種に分けてITSプラットフォームを考えている。

異なる程度の要求を無理にまとめることなく実現してゆくことが重要である。これらに基づき、文献5)では図-5の、ことさらでなく快適なモビリティ環境を提供するITSプラットフォームEUPITS (Evolutional Ubiquitous Platform for ITS: ユーピッツ)を提案し、文献6), 7)ではこれをさらに具体的に議論している。

ヘテロジーニアスシステムが基本コンセプトであり、たとえば情報通信サブプラットフォームでは具体的には携帯電話、PHS、無線LAN、DSRCなどがその実現のための機能提供をするサブシステムであり、ITSアプリケーションの情報通信QoS要求に対し、最も適切なメディアを選択的に利用する。すでに存在するサブシステムを余すところなく有効に使い、そしてこれらサブシステムのマイグレーション、進化に影響されることが少なく、ITSプラットフォーム上のITSアプリケーションが稼働し、また進化し続けることを基本としている。ポジショニングサブプラットフォームでもまったく同様であり、ITSアプリケーションのポジショニングQoS要求に対し、適切なポジショニングシステムを切り替え、あるいはデータフュージョンの結果を保証できる精度や情報提供メディア情報とともにITSアプリケーションに提供する。

プラットフォームにおける鉄の掟がある。「特別の実現方式(サブプラットフォーム)にも特別のアプリにも依存しないこと」、別の表現をすれば、「プラットフォームの上で実現されるアプリケーションからは、プラットフォームの下でプラットフォームの機能を支える具体的メディアが抽象化され、見えず、また、下からも具体的アプリケーションが見えないこと。すなわち、プラットフォームは一種のバッファであること」が重要となる。

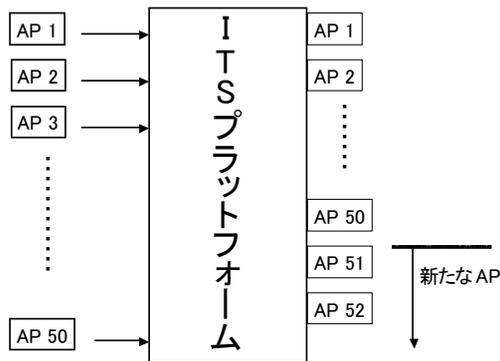


図-6 ITSプラットフォームの創成

このプラットフォームの創成では、図-6のように多数の典型的なアプリケーション（この例では50）を合理的に選択し、これらが乗るように設計される。選択に合理性があれば、その後プラットフォーム上で容易に新たなアプリケーション（この例では51番目以降のアプリケーション）が創成される。

さてここで、話を元に戻そう。第2種ITSプラットフォームでは、メディアエージェントによる従来からある、構築されつつあるメディアの切り替え、あるいは併用でおおむね実現は可能と考えられる。

しかしながら、第1種ITSプラットフォームの実現となると、現在までのメディアをサブプラットフォームとするだけで十分であるとはいえず、今後の研究開発に待つところは大きい。

システムの創成にはたとえ公共性が高くてもB by Cの考慮は不可欠であり、従来のメディアのフュージョンのできることに、今後必要になるQoSを典型的ITSアプリケーションを念頭に置き、コストと実現できる機能を十分に勘案しながら、ITS情報通信の基本設計と基本的プランニングにあたる必要がある。

無線LANの活用

無線LANの活用が見込めるITS無線通信分野は、主として路車間通信、車車間通信、あるいはそれらの統合された車車間・路車間統合通信があり、さらに、無線ルータなどを含めればもう少し領域が広がる。

まず、路車間で無線LANを用いた実験の報告⁸⁾を紹介する。

これは管理用の路車間通信の例である。

JHでは高速道路を管理する上で現場での渋滞や事故または災害時における画像情報に対するニーズが高く、これに対し、B by Cの観点から、汎用の無線LANを用い、高速道路上で高速走行しながらシームレスに常時路

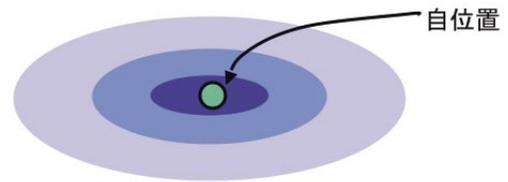


図-7 ユビキタス時代のITSの本質的な意味【Awareness Enhancement】。(行動決定のための人間の知覚範囲の拡大)安全性の向上、経路選択による効率の向上、イライラ防止、電子看板と回避による経済効果。

車間通信が可能なシステムの構築が可能であるかの検討が行われた。

中央道八王子IC～国立府中IC間約8.8Kmを対象とし、高速走行する車両と管理事務所間で、シームレスなリアルタイム双方向画像／音声通信の実現を目指して行われたプロジェクトの実験報告である。

この間に全15カ所のアクセスポイントが設けられ、次々とハンドオーバーが行われてゆく。ハードウェアはすべて汎用品。ソフトウェアも極力汎用ソフトウェアが用いられている。アクセスポイント間も無線中継および光ファイバ中継が実験されて、実用性が確認された。

これとは別に、茂木のツインリンクでも時速260Km/hでアクセスポイント間をハンドオーバーしていった実験の報告がある。

自動車走行電子技術協会と機械技術研究所の共同プロジェクトで、デモ2000の車車間通信⁹⁾の例がある。

これは汎用ではないが、無線LANと同等の方式を用いて、複数台の車車間通信を行い、DGPSにより得た各車両の位置情報やその他の車両の情報を交換し、制御まで自動的に行い、協調走行を実現している例である。このときのプロトコルはDOLPHINと命名されている。

このほかにもアクセスポイントを交差点付近に置き、精確な位置情報をお互いにリアルタイムで共有することにより、直接ドライバが見えない車両を認識し、出会い頭の事故の防止に役立てることなども、広く検討はされているが、ポジショニングシステムに要求されるQoSとともに情報通信系に要求されるQoSを同時に考える必要がある、今後の研究が待たれる分野である。

路車間・車車間統合通信方式の検討例^{10)～12)}がいくつかあるが、誌面の都合で割愛する。

さて、ユビキタス時代のITSの本質はアウェアネスエンハンスメントによる決定行動の変化である。図-7に示すように、たとえば刻々変わる周囲の状況を認識し、危険回避に役立てたり、遠くの混雑状況を知り、経路を

変えたりする。これらはアプリケーションによって要求される QoS が大きく変わり、それが第1種と第2種の ITS プラットフォームを分けていることは前述した通りであるが、混雑状況を把握する場合、現在は、VICs に代表されるように、路側での情報収集がセンタの主たる情報収集手段である。これに対し、プローブカーといわれる方法がある。これは、GPS などで得た各車の位置情報や各車の走行状況を自らセンタにアップし、それを統計処理し、各車にフィードバックする方法である。この種のことを実現しようとしたときのコストは、

総コスト = 車載器単価 × 車両数 + インフラコスト + ランニングコスト

である。車載器単価を汎用品を使い下げることが台数が多い場合、大きな効果がある。また、汎用品はインフラコストも下げる。しかしながら、ランニングコストがかかった場合、総コストは大きなものとなり、B by C の問題をクリアすることはできない。

現行のプローブカーの試みは、そのほとんどが、携帯電話の packet 通信を利用したものである。ロジスティクスでも通信の部分は同様である。このためのランニングコストは小さくない。

これに対し、ITS 世界会議、万国博覧会、中部国際空港開港と続く名古屋でのインターネット ITS 協議会の面白い試みを紹介しよう。

あらゆる街角で、無線 LAN を使えるようにして、プローブ情報等もきわめて安価にアップできるようにしようというものである。自動販売機に無線 LAN 基地局を載せる試みである。自動販売機の販売管理の高度化、すなわち販売機会の逸失および不要な配送の削減、適切な品揃えには通信は欠かせない。また、車車間通信を見据え、メッシュネットの実験も同時に行っている。

これを、自動車、歩行者も利用可能なようにし、プローブデータのアップに使うことは、ITS 情報通信を担うことになる。

(処理) 基盤が変われば、(処理) 秩序が変わる。

ウェアアネスエンハンスメントが新たな基盤によってさらに拡大することは明らかである。

標準化に向けた課題

第1種 ITS プラットフォーム、第2種 ITS プラットフォームでは要求される QoS がまったく異なる。

第2種 ITS プラットフォームの場合なら今のままでもそれほど問題は多くはなく、むしろ普及の仕方ということになる。なるべく汎用システムが良い。

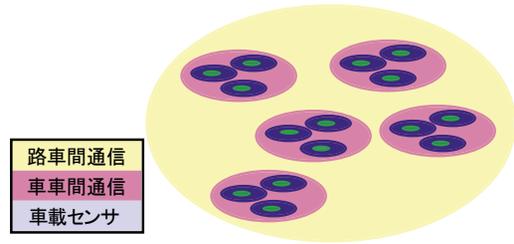


図-8 ITS情報通信の階層表現とウェアアネスエンハンスメント

第1種 ITS プラットフォームの場合は、ITS アプリケーション側からの QoS の要求をよく考慮した上、慎重に基本設計がなされるべきであろう。

筆者は、自動車走行電子技術協会から電子情報通信学会に依頼された業務で、車車間通信コンセプトリファレンスモデルの構築¹³⁾の任にあたった。コンセプトリファレンスモデルは、この分野で標準化を行う場合、検討対象のシステムを議論可能とするために参照するツールである。

しかしながら、車車間通信が路車間通信を補完する一部のような利用法も考えられるし、また車車間通信単独で考えても、その定義はいくつかの広さが考えられる。車車間直接通信、電波ミラー利用のような路側の単純な反射やリピータの利用の通信、もう少しインフラがかかわり、かなりの距離がある車両同士の情報共有のための通信などである。

図-8のように、車両近傍は車載センサによるウェアアネス、直接的な車車間通信でウェアアネスのエンハンスメントが起り、路車間通信を含めてさらにウェアアネスエンハンスメントが起こってくる。

標準化はしかるべきフェーズに、しかるべき部分を見きわめて行うべきであろう。

周波数割り当ての問題は標準化の中でもしばしば話題となる。筆者は無理な統一化はいたずらに標準化にかかる時間を長くし、有益でない場合もしばしばあると考えている。

なるべく汎用品を使うことは基本であり、公共性が高くとも B by C に優れないシステムは、淘汰される運命にあると考えているが、周波数の違いなどは、車載器や歩行者 ITS における歩行者用携帯機器側で吸収できるような技術の投入が大事であると考えている。

ホモジーニアスで最適化をしてきた20世紀型の技術に対し、特に先進国ではすでに多くのシステムが動いている21世紀は、どこかの事情に合わせて一本化することは難しく、標準化に時間がかかりすぎる場合も数々出てこよう。

インフラ側では各国・各地域の事情に合わせ、車載器、歩行者携帯機の側で吸収することでシステムの創成までの時間を短縮することによるコスト削減も大事であろう。

むすび

ITS情報通信における無線LANを紹介、考察した。

無線LANは通信のロバスト性、汎用性、普及性からみたコスト面の魅力、IPとの親和性、柔軟性、他のユビキタスネットワークとの関係から、ITS分野にとっても魅力的な通信形態であることは疑う余地はないだろう。

ただし、以下の点は検討課題である。

- (1) 必要なときに邪魔されることなく通信できるロバスト性
- (2) 通信内容の秘匿性
- (3) 第1種ITSプラットフォームに要求されるQoSのクリア (リアルタイム・シームレス・ロバスト通信)
- (4) 普及、配備のシナリオ
- (5) T-75などのDSRCを含む既存のメディアとの連携の高度化
- (6) 過密な利用時の輻輳の回避 (アプリケーションによっては高速性は要求されないが、必要なときに少量の低遅延通信あるいは少量の確実な周期的通信の確保など)

著者は社会的受容性の高いシステム創成を考えるとときに重要な3要素を図-9のように考えている。ITSでこれを考えたとき、無線LANの担う役目は小さくない。

また、ITSにおいてたとえ安全といえどもコスト面での聖域はなく、B by Cをクリアしたシステムのみ社会的に受け入れられると考えている。自販機無線LANネットなどITSにとっても心強い状況は増えてきている。

ETCが300万台を超え、PHSを含む携帯電話が8,000万台を超え、これらとの連携も楽しみである。

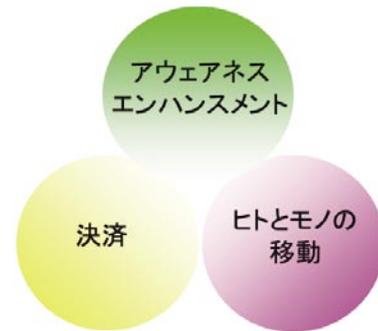


図-9 ユビキタス時代のシステム創成経済活性化トライアングル (eコマース, コンテキストマーケティング, 代引き…)

参考文献

- 1) <http://www.ITS.go.jp/ITS/j-html/SAview/gaiyou/chap2.htm>
- 2) たとえば, Evensen, K.: CALM Versus DSRC Complementary Technologies, CD-ROM Proceedings of World Congress on ITS, 2505-T (2003).
- 3) 植原啓介: 電子情報通信学会ソサイエティ大会パネル討論PA-3次世代ITS通信—標準化に向けて—パワーポイント資料, <http://www.ieice.org/~its/030924Panel-Uehara.pdf>
- 4) 長谷川孝明: ITSとシステム創成に関する一考察, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2002-120, pp.13-17(2003).
- 5) 長谷川孝明: ITSプラットフォーム“EUPITS”～実現へのアプローチ～, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2003-8, pp.41-47(2003).
- 6) 長谷川孝明: ITSプラットフォーム“EUPITS”～具体化に向けて～, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2003-17, pp.29-34(2003).
- 7) 長谷川孝明: ITSプラットフォーム“EUPITS”～具体化に向けて～, 情報処理学会ITS研究会資料, pp.29-34(2003). (文献(6)と同じもの)
- 8) 和田 浩, 岩田武夫, 鈴木英弘: 高速道路上におけるSS無線通信実験, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2002-1, pp.1-6(2002).
- 9) Tsugawa, S., Kato, S., Tokuda, K., Matsui, T. and Fujii, H.: An Overview on Demo 2000 Cooperative Driving, Proc. of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2001, pp. 327-332(2001).
- 10) 屋代智之, 松下 温: 路車間・車車間通信統合MACプロトコル: I-WarpII, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.7, pp.1781-1789 (July 2001).
- 11) 藤村嘉一, 長谷川孝明: 車車間通信・路車間通信協調型MACプロトコル, 第2回ITSシンポジウムプロシーディングス, pp.79-84(2003).
- 12) 台蔵浩之, 岩橋 努, 渡辺 尚: 車車間通信と路車間通信を統合するMACプロトコルの評価について, 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2003-114, pp.27-33(2004).
- 13) 水井 潔, 長谷川孝明, 永長知孝, 加藤 晋, 津川定之, 羽瀨裕真, 村田英一, 高橋常夫, 徳田清仁, 堀松哲夫, 関 馨, 藤井治樹: 車車間通信コンセプトリファレンスモデルに関する検討 (第3報), 電子情報通信学会技術研究報告, ITS2004-5, pp.25-30(2004).

(平成16年7月1日受付)

