

# ICTを活用した次世代 ITS の確立 (SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)自動走行システム)

## 課題 I 自動走行システムに必要な車車間通信・路車間通信技術の開発

Next-Generation ITS utilizing ICT <SIP(Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program)-Automated Driving for Universal Services>

Theme I Development of V2V, V2I Communication Technology toward the Automated Driving Systems

### 研究代表者

難波秀彰 株式会社 デンソー  
Hideaki Nanba、DENSO CORPORATION

### 研究分担者

澤田 学<sup>†</sup> 畑山 佳紀<sup>††</sup> 矢部 一夫<sup>†††</sup> 山尾 泰<sup>††††</sup>  
Manabu Sawada<sup>†</sup> Yoshinori Hatayama<sup>††</sup> Kazuo Yabe<sup>†††</sup> Yasushi Yamao<sup>††††</sup>  
<sup>†</sup>株式会社 デンソー <sup>††</sup>パナソニック株式会社 <sup>†††</sup>パイオニア株式会社 <sup>††††</sup>電気通信大学  
<sup>†</sup>DENSO CORPORATION <sup>††</sup>Panasonic Corporation <sup>†††</sup>PIONEER CORPORATION  
<sup>††††</sup>The University of Electro-Communications

研究期間 平成 26 年度～平成 28 年度

### 概要

安全な道路交通社会を実現するために、自動走行システムの役割が期待されており、開発が盛んに進められている。その開発は、現在、車載センサを活用した自律型自動走行システムが中心となっている。一方で、車車間通信、路車間通信を用いて、ドライバーへの認知支援や注意喚起を行う安全運転支援システムが実用化されている。自律型自動走行システムに対してこれら通信も活用した「協調型自動走行システム」により、高度な自動走行システムが実現出来る可能性がある。本プロジェクトでは、協調型自動走行システムの実現に向け、「通信システムの普及促進」、「自動走行への応用」、「自動走行向けの通信技術開発」の 3 つの主題に対し、各課題を設定し研究開発を行った。これらの研究開発の成果は、来るべき協調型自動走行システムの基礎的技術として活用され、安全な道路交通社会の実現に貢献する。

## 1. まえがき

日本における交通事故の現状は、これまでの国を挙げた長年にわたる努力の成果により、交通事故死者は減少してきてはいるものの、依然として大きな社会問題となっている。交通事故の低減に向け、自動走行システムの開発、実用化が推進されており、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) において自動走行システムの研究開発が実施されている。本プロジェクトは、SIP 自動走行システムの研究開発の一部として、車車間通信、路車間通信を活用した協調型自動走行システムの実現に向けた研究開発を行う。

協調型自動走行システムは、車載センサを用いた自律型自動走行システムに車車間通信、路車間通信を追加するものであり、車両周辺の状況認識範囲の拡大や、周辺車両やインフラの持つ情報を取得し活用することで、状況認知の確実性向上や走行先の状況を先読みした走行により、安全で円滑な自動走行の実現に貢献すると考えられる。本プロジェクトでは、協調型自動走行システムの実現に向け、「通信システムの普及促進」、「自動走行への応用」、「自動走行向けの通信技術開発」の 3 つの主題を置き、主題毎に様々な観点で課題を設定し、取組みを行った。各取組みにおける車車間通信、路車間通信には、協調型自動走行システムの早期実用化の観点から、既に安全運転支援用に実用化されている 700MHz 帯 ITS 通信 (ARIB STD-T109) を用いること、あるいはこれをベースに設定し、研究開発を実施した。

## 2. 研究開発内容及び成果

### 2. 1. 通信システムの普及促進に向けた研究開発

協調型自動走行システムが周辺車両から情報を取得し機能を果たすためには、周辺車両にも同様の通信機が搭載されている必要があるため、普及促進は重要な課題である。また通信性能の観点では、普及が進み、あるエリア内で通信トラフィックが集中した状態において、通信特性の低下が懸念される。また、データ処理の観点では、普及時に多くの車両から受信したデータを効率的に処理することが求められる。これら普及促進に関連した課題に対する取組みについて以下に記載する。

#### 2. 1. 1. 車両集中交差点における通信特性の評価

700MHz 帯 ITS 通信は、その電波の到達性を活かし、交差点等における安全運転支援に用いられている。協調型自動走行システムにおいても、車載センサの範囲外の情報や、車両やインフラが持つ情報の取得に、同通信の活用が考えられる。700MHz 帯 ITS 通信は、周波数リソースが限られているため、多くの通信機が特定の範囲内で通信を行う場合に、通信特性が低下する可能性があり、車載機が普及した段階において、車両が集中する交差点でそのおそれが高い。本研究では、100 台規模の車載機を用いた公道実験を交差点等で実施し通信特性の評価を行った。交通環境や通信環境の異なる 3 地域 (横須賀市、名古屋市、神戸市) での実験の結果、普及時においても安全運転支援の通信要件 (通信品質、遅延時間) を満足することを確認した。さらに車両が大量に集中する大規模交差点については、シミュレーションにより車載機搭載率に対する通信特性を

明らかにした。

実験地域	横須賀	名古屋	神戸
走行ルート例			
車載機台数	77台	93台	8台
車両台数	17台(16台停車)	33台(30台ランダム走行)	8台
路側機数	1基	1基	6基

図1 各地域での公道実験の実験条件



図2 実験の様子

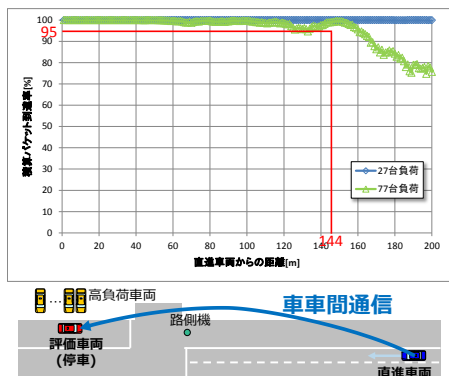


図3 公道実験の結果例

## 2. 1. 2. 非一般車両アプリケーションの有効性評価

車載機の普及促進策の1つに、緊急車両等の非一般車両への搭載を推し進めることが考えられる。非一般車両への搭載が進むことで、通信によるサービス機会が確実に増えるため、一般車両のユーザへ訴求効果があると考えられるが、一方で非一般車両のユーザにも搭載によるメリットが必要となる。本研究では、一般車両に搭載される緊急車両接近通知アプリケーションによって、一般車両が迅速に退避行動を行い、結果的に緊急車両が目的地に到着する時間が短縮されるという仮説を設定し、その検証を行った。名古屋市等の救急車に車載機を搭載し、実データ収集を行った。その結果、救急車の視認距離やサイレン音聴取距離に対し、より手前で通信が成立する接近通知アプリケーションにより、退避操作までの余裕時間が出来ることを確認した。また、75人の被験者を対象としたドライビングシミュレータを用いたドライバ行動データの取得を行った結果、救急車が後方より接近した場合に接近通知アプリケーションにより認知・退避操作タイミングが早まることを確認した。これらのデータを基にシミュレーションを行った結果、一般車両への搭載率が10%であっても到着時間短縮効果があり、搭載率50%で約7%の時間短縮効果があることを確認した。

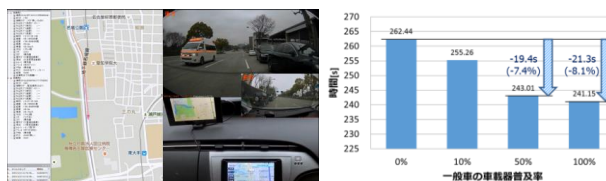


図4 緊急車両との通信実験の様子と緊急車両到着時間シミュレーションの結果

## 2. 1. 3. 車車間通信データの効率化手法の確立

周囲の多数の車両と車車間通信を行う場合、多数の受信データの中から、自動走行における合意形成相手車両など自車にとって継続監視すべき対象車両のデータを絞り込む必要がある。特に、複雑な道路形状周辺で多数の通信可能な車両が存在する環境下においては、現在策定されている車車間通信メッセージ情報(車両位置、車速、進行方位角等)だけでは絞り込みが難しい。そこで本研究では、この対象車両データを効率的に絞り込む手法について検討を行った。送信メッセージに、自車の走行する道路を特定する道路特定情報を含めることで、高速道路のジャンクションのような複雑な道路形状においても効率的かつ適切に絞り込むことが可能であることをシミュレーションにより確認した。また、今回検証した道路特定情報の追加が現行の車車間通信メッセージの枠組みを変えず(車車間メッセージガイドライン ITS FORUM RC-013の自由領域のみを使用)して実現可能であることを提示できた。



図5 実走行データを用いたシミュレーション結果例

## 2. 2. 自動走行への応用に向けた研究開発

700MHz帯 ITS 通信を協調型自動走行に適用した場合における、通信への課題やユースケースの成立性について検討を行った。具体的な検討対象として、日本自動車工業会(以下、自工会)で検討されている高速道路の合流支援に関するユースケースを題材に、通信とサービスの両面から検討を実施した。また将来的に一般道における自動走行も視野に、非一般車両遭遇時の認知支援のユースケースについても検討を実施した。

### 2. 2. 1. 協調型自動走行に向けた通信性能の向上技術開発

自工会で検討されている協調型自動走行システムのユースケースの1つに、高速道路での協調型合流支援がある。これは、合流エリア付近で、合流車両と本線車両との間で車車間通信により合意形成を行い、本線車両が合流スペースを確保するものであり、比較的短い期間に通信を成立させる必要があるため、これまでの安全運転支援の通信要件以上の通信性能(送信データ量、通信品質)が求められている。そこで本研究では、700MHz帯 ITS 通信の方式に大きな変更を加えることなく、機能追加することで、要件を満足するための技術について検討を行った。現状の通信と後方互換性を維持しながら送信データ量を拡張するた

めに、階層変調技術を応用した。協調型合流支援に必要な通信距離範囲内で要件を満たす送信データ量の拡張が可能であること、実際にハードウェアに実装し従来通信機とも互換性があることを確認した。また、通信品質を向上させるために、送信頻度可変機能と送信タイミング予約機能について検討し、シミュレーションにより要件を満たすことが可能となることを確認した。

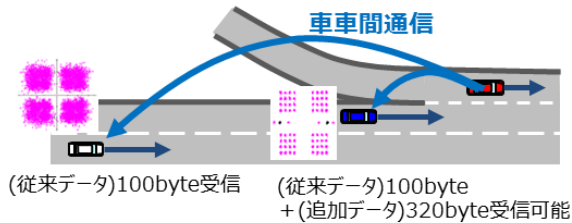


図6 送信データ量を拡大する階層変調技術のイメージ図

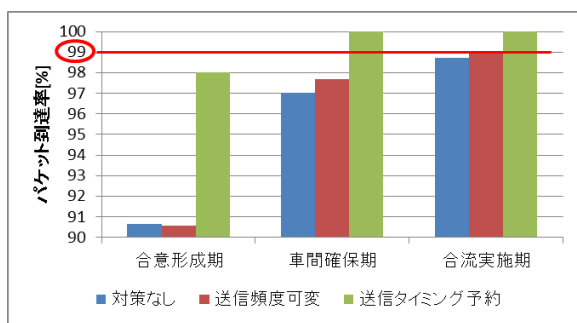


図7 通信品質向上技術のシミュレーション結果

## 2. 2. 2. 協調型自動走行ユースケースの検討と成立性検証

本取組みでは、まず初めに通信による先読み情報の活用が有効であると考えられるユースケースの抽出を行った。自律型自動走行システムでは、車載するセンサの検知の後に周辺の環境を把握する。

一方、通信を利用する協調型自動走行システムでは、先読み情報を用いた予見により余裕をもって対応動作を講じることができる。この中で、早期の実用化が期待されている高速道路における合流ユースケースについて、車車間通信による先読み情報活用モデルを検討し、これが成立する通信要件を定め、既存の700MHz帯ITS通信を用いた基礎的な通信実験を都市間高速や都市高速の計7地点で実施した。その結果、多くの地点では通信要件を満足し、先読み情報活用モデルが成立する可能性が見込まれたものの、都市高速などに見られる地下を走る本線への合流のような環境では、車車間通信のみではモデルの成立が困難であることが確認された。この結果を受け、路側に設置されたインフラシステムから路車間通信を用いて車両に情報を提供するモデルについても検討を行った。

続いて、これらのモデルの妥当性を評価する実験をテストコースにて実施した。その結果、車車間通信活用については、本線車両と合流車両の間で適切な合意形成が確立でき、その本線車両が合流車両を安全に合流させるために必要な車間距離を確保する減速行動が取れることを実証した。また、路車間通信活用については、路側インフラから提供される合流車両や本線車両の検知情報をもとに適切な車間距離確保行動や加速タイミング調整が行えることを確認した。

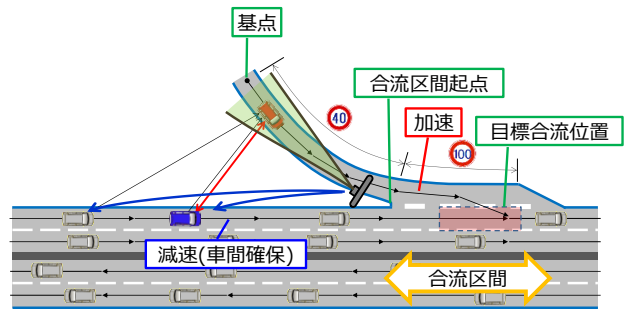


図8 通信情報(合流車検知)利用モデル



図9 公道での通信実験の様子

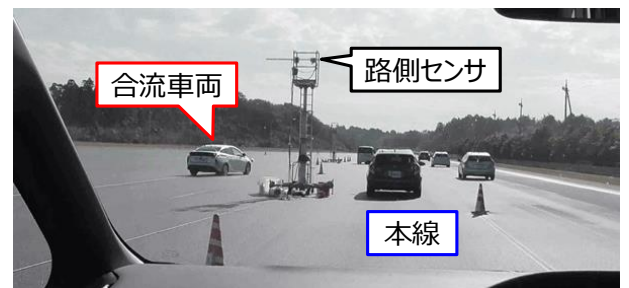


図10 テストコースでのモデル検証実験

## 2. 2. 3. 非一般車遭遇時ユースケースの検討と成立性検証

自動走行車両が一般道を走行する上で課題は多く存在するが、その中の1つに非一般車両と遭遇した場合の走行がある。特に、緊急車両や路面電車と自動走行車が遭遇した場合には、自動走行車はそれを認知し、相手が一般車両の場合とは異なる対応を行う必要がある。本研究では、通信を使って非一般車両を認知し、待避(退避)走行を行うユースケースについて検討を行った。車載機を搭載した救急車のデータと路側インフラセンサの一般車両検知データを収集し、赤信号で救急車が交差点に進入するシーンにおける交差道路上の一般車両の減速行動を分析した。分析したデータを用い自動走行車両の待避行動モデルを作成しシミュレーションを行った結果、通信が無い(自律センサのみで認知する)場合と比較して通信が有る方が、より確実でかつ余裕のある(急減速することなく)待避行動が可能であることを確認した。図12にシミュレーション結果を示す。

また、路面電車に対しては、広島市の路面電車に車載機を搭載し、評価車両との間の通信特性を把握した。その結果、軌道敷を横断する場合に、現行の700MHz帯ITS通信の利用で十分手前から路面電車の接近を認知可能であり、当該認知に基づく待避行動が実現可能であることを明らかにした。図13に路面電車との通信実験の様子を示す。



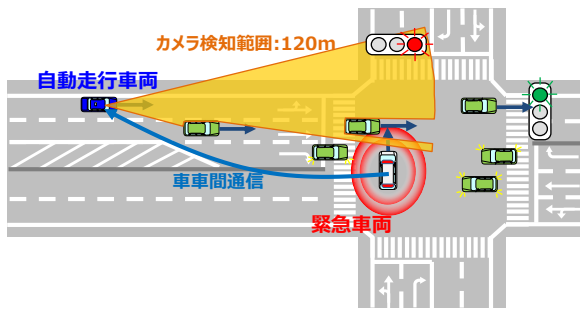


図 1 1 緊急車両の側方接近時における自動待避ユースケースのイメージ図

車線数	通信の有無	待避成功率	待避成功率 (最大減速度 0.25G以下)
片側2車線 × 片側2車線	通信なし	98%	75%
	通信あり	100%	100%
片側3車線 × 片側3車線	通信なし	92%	62%
	通信あり	100%	100%

図 1 2 側方接近時の待避成功率シミュレーション結果



図 1 3 車載機搭載の路面電車との通信実験の様子

## 2. 3. 自動走行向け通信の新技术開発

協調型自動走行システムのユースケースは現在においても検討中の段階であり、今後さらに用途が拡大された場合、より高信頼な通信が求められ、現行の 700MHz 帯 ITS 通信やその機能追加だけでは不十分になる可能性がある。車車間通信、路車間通信の信頼性を向上するための、新たな通信技術について検討を実施した。

### 2. 3. 1. 多次元分散協調による高信頼性車車間通信の調査・研究

送受信者間のパケット誤り率や受信信号電力といった電波環境情報に基づく高効率な車車間通信手法の検討、及びそのような電波環境情報の予測を実現する電波環境データベースの構築の実証の 2 つを中心とした検討を行った。

まず、時空間ブロック符号 (STBC: Space Time Block Code) の活用による複数車両協調マルチホップ通信をベースとしたパケットの伝送手法を検討した。STBC は、複数の送信アンテナから複数シンボルを複数時間に渡って送信する手法であり、時間軸・空間軸でダイバーシチ効果を得ることができる。各中継端末に一般的な 1 対 1 の無線通信での STBC におけるアンテナと同等の役割を与え、ブロードキャスト伝送による情報の冗長化を施すことで

本来の STBC に加えて協調ダイバーシチ効果を得ることができ、高信頼な伝送を実現できる。ここでは、ホップごとに中継車両とネットワーク全体の制御を行う車両 1 台を選択する中継手法を検討した。提案手法では、周辺の電波伝搬特性や車両位置に基づいてパケット伝送への貢献度が高い車両を適応的に選択することで、マルチホップ通信における冗長な中継伝送を削減する。高速道路を想定した計算機シミュレーションにより、提案手法が従来手法に匹敵する通信成功率を達成しながら、中継伝送時の平均送信車両数を削減できることを確認した。

次に、高精度な電波環境認識を実現するため、車車間通信環境における実観測値を蓄積した電波環境データベースの構築について検討した。ここでは通信エリアを 2 次元平面上にメッシュ化し、メッシュごとに送受信位置に対応する受信信号強度を集約するデータベースを提案した。MySQL を用いて実際にデータベースを構築し、IEEE 802.11p 準拠の車載機を搭載した車両を用いた実証実験によりその精度を評価した。実証実験では、東京都調布市・三鷹市周辺での車車間通信及び東京都港区台場周辺での路車間通信を通して、無数の送受信位置情報に対応する受信信号強度を観測した。実験結果より、提案手法を用いることで電波伝搬特性への構造物の影響を予測でき、既存の伝搬損失モデルに基づく予測手法と比較して瞬時の受信信号電力値に対する平均二乗誤差 (RMSE) を最大 4.9[dB] 程度改善できることを確認できた。また、データベースを用いて、電力制御および中継車両選択を行うマルチホップ通信方式を提案し、中継車両を無作為に選択する手法と比較して、過去の統計情報を用いることでパケット誤り率の改善を確認した。

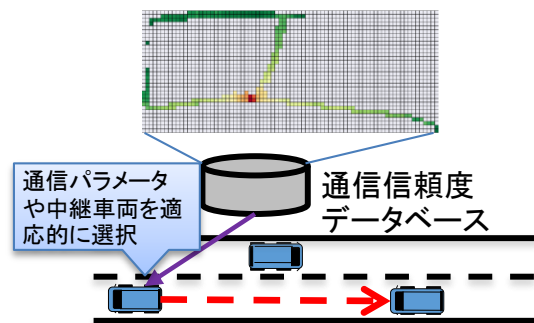


図 1 4 通信信頼度データベースを用いた分散協調通信のイメージ

### 2. 3. 2. 複数路側機中継器による棲み分け型協調中継システムの調査・研究

複数路側機中継器による棲み分け型協調中継アシストによって車車間通信の信頼度向上と情報配信遅延の低減を達成するため、平成 26 年度にセクタ化受信の中継器による中継アシスト法を提案して基本性能の把握とシミュレーション環境の構築を行い、平成 27 年度は直線道路および単独交差点市街地環境における性能改善効果を明らかにした。続いて平成 28 年度には 9 交差点からなる大規模市街地環境での効果を明らかにするとともに、複数の路側中継器の相乗効果と相互干渉を分析して、最適な棲み分け型協調中継アシストシステムの実現に取り組んだ。平行して、市街地多重伝搬環境でのセクタ化受信分離度の評価を実環境で測定し、より現実に即したシステムとなるよう設計に反映した。

車車間通信は自律分散パケット無線通信システムであるため、複数の車両が互いに相手の送信を検知できず同時に送信する隠れ端末問題が発生して通信信頼度が低下す

ることが知られている。これを解決するためには、車両から送信されたパケットを中継器で受信して中継経路を構成し、直接車車間経路に加えて中継経路を平行して用いる中継アシスト方式が有効である。路側中継器を各車両からの見通しの良い高さ 5~6m の信号機ポール上に設置すれば、見通しの無い交差点で電波の回折損失が大きな場合において、伝搬損失の補償の面でも大きな効果がある。しかし中継器そのものが隠れ端末問題の影響によって車車間通信パケットを受信できないと、高い中継アシストの効果は得られない。

そこで、異なる方向から到達するパケットを方角別のセクタ化受信アンテナと個別受信機で受信し、隠れ端末の影響を軽減した中継器の構成を導入することで、車車間通信信頼度の向上を可能にした。その効果は直線道路環境において 1 台および 2 台の路側器を用いた場合の改善効果として定量化され、大きな効果を得た。さらに複数交差点からなる市街地に複数の路側中継器が設置された場合を想定して 9 交差点からなる道路環境に 1176 台の車両を配置して路側中継器間の相互影響を分析した。この結果、隣接する中継器が中継する範囲を中継器間距離の 50%程度オーバーラップした場合に最も棲み分け効果が大きく、最も条件の悪い送信位置において中継アシストなしの場合に 62%であったエリア平均配信率が 90%まで改善できることが判明した。この設計条件によって複数の路側中継器による最適な棲み分け型協調中継アシストシステムの実現が可能であることが示された。

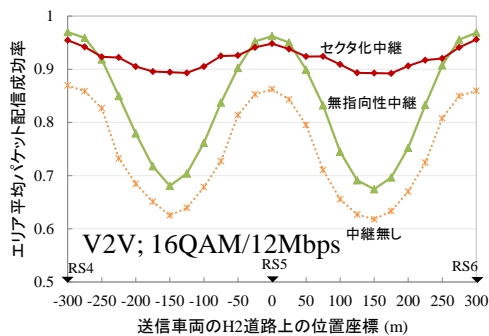


図 15 セクタ受信路側中継のシミュレーション結果

### 2. 3. 3. 高信頼・低遅延車車間通信を実現する誤り訂正符号化技術の調査・研究

高信頼・低遅延車車間通信を実現する誤り訂正符号化技術を実現するために、以降で「有限符号長における高信頼化を達成する RA 符号符号の構築」、「IEEE802.11p と後方互換性を有した符号化重畳変調技術に関する検討」、「自動運転を支援する路側・路上センサ・車車間通信技術の構築」、及び「あらゆる通信路環境でロバスト性を有する多次元空間結合 RA 符号化協調を用いた車車間通信」の四つのサブテーマを中心に取り組んだ。

「有限符号長における高信頼化を達成する RA 符号符号の構築」においては、符号化演算量が小さく、強力な誤り訂正能力を持つ RA 符号に着目し、この符号の性質を利用した格子符号を設計することで、符号化・復号演算量を抑えながら、中符号長で優れた復号特性を持つ符号を提案した。計算機シミュレーションより、RA 符号符号が現行の車車間通信規格で採用されている畳み込み符号を含む中程度の符号長において、最も優れた特性を示すことを明らかにした。

「IEEE802.11p と後方互換性を有した符号化重畳変調技術に関する検討」では、協調型自動走行システムにおいてより高度な協調制御を行うために、車車間通信の現行物

理層規格である IEEE802.11p と後方互換性を維持しつつ、送受信車両間の距離に応じて異なる伝送効率を達成する手法として階層型変調の導入を検討した。提案した階層型変調により、送受信車両間の距離に応じて異なる伝送効率を達成することが可能であることを示した。

「自動運転を支援する路側・路上センサ・車車間通信技術の構築」では、自動運転システムを支援する路側(路上)センサ・車車間通信技術として、フレームレス ALOHA を改良した符号化フレームレス ALOHA に基づく通信を検討した。符号化フレームレス ALOHA の理論的なパケット損失確率 (PLR: Packet Loss Rate) を導出することで、通常のフレームレス ALOHA において存在していた PLR の下界を完全に解消できることを明らかにした。加えて、通常のフレームレス ALOHA では  $10^{-3}$  のオーダーであったスループットの分散を、 $10^{-6}$  のオーダーまで抑えられることを明らかにした。

「あらゆる通信路環境でロバスト性を有する多次元空間結合 RA (Repeat-Accumulate) 符号化協調を用いた車車間通信・基地局間通信」では、自動運転システムを支援する目的のもと、あらゆる通信路環境において高信頼な車車間通信・基地局間通信を実現する技術として、多次元空間結合 RA 符号化協調を検討した。時間変動の早い通信路、遅い通信路をそれぞれ 1-BEC (Binary Erasure Channel)、T-BEC としてモデル化することで、符号化法の最適化を行い、あらゆる通信路において高い信頼性を達成することを示した。

これらの成果とより具体的な自動運転との関わりとして、有限符号長における誤り訂正技術は、自動運転を支える将来の基盤技術として期待できる。また階層型変調技術は、近傍車両との低遅延かつ高速な通信を実現しつつ、後方互換性の維持により、現行規格から新方式への滑らかな移行を可能とする。また路側センサからの通信技術は、ダイナミックマップにおいて効率的な情報配信を実現する。協調通信技術は、クラウド連携型の群制御のように基地局と複数台の車両との通信を支える将来の技術として期待できる。

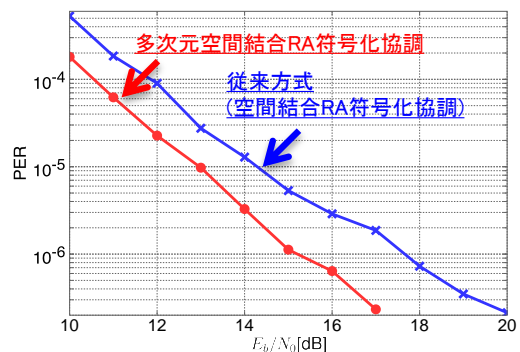


図 16 多次元空間結合 RA 符号化技術のシミュレーション結果

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

車車間通信・路車間通信を用いた安全運転支援システムの普及・高度化に向けては、現在実用化されている 700MHz 帯 ITS 通信やメッセージ等の標準仕様・ガイドライン等に対し、本研究開発で得られた成果を反映する活動を行う。標準化団体である ITS 情報通信システム推進会議や、700MHz 帯 ITS の運用主体である ITS コネクト推進協議会等へインプットし、次期仕様・ガイドラインに向けた議論を行っていく予定である。また、普及の観点で、

緊急車両等の非一般車両への車載無線機搭載に向けた活動も行う。機器の搭載を検討する車両管理者があれば、本研究成果や機器搭載に関する説明アピールを実施することで、搭載を促していく。

協調型自動走行システムの実現に向けては、まず、車載センサに基づく自律型自動走行システムに加えて通信の具体的な使い方や使用する通信メディアの統一等の方向性が自動車メーカーを中心に決定される必要がある。自動走行システムの検討を行う団体(自工会等)へ本研究成果(実験等による検証結果)を展開し、自律型自動走行システムに通信を利用することによる機能拡大の方向性の決定に寄与することにより協調型自動走行システムの早期実現を図る。自動走行レベルや適用走行範囲の実現時期に合わせて、成果を活用し必要な技術開発とその標準化を進めていく。

また、上記 700MHz 帯 ITS 通信の高度化の一つとして、自動走行への応用に関する検討や現状の通信関連の標準仕様やサービス等との整合性に関する検討等、本研究成果をベースに引続き研究開発を行い、自動走行システムの実現レベルや適用走行範囲等を考慮した上で、標準化団体や運用管理主体にインプットし通信が必要とされる時期に合わせて標準化する活動を進めていく。

#### 4. むすび

本稿では、自動走行システムの中でも、通信を活用した協調型自動走行システムの実現にむけて通信システムの普及促進、自動走行への応用、自動走行向けの通信技術開発に関し、平成 26 年から平成 28 年度の成果を報告した。本研究開発成果は、引き続き実用化をめざし、多くの領域へ普及・展開を進める予定である。

##### 【査読付発表論文リスト】

- [1] Cong-Hoang Diem, Koya Sato, Takeo Fujii, “Cooperative distributed STBC transmission scheme for multi-hop V2V communications,” IEICE Trans. Fundamentals, vol.E99A, no.1, pp.252-262. (2016 年 1 月)
- [2] Le Tien Trien, Yasushi Yamao, “Performance Analysis of CSMA/CA Packet Relay Assisted V2V Communication with Sectorized Relay Station,” in Proc. IEEE VNC 2015, Kyoto, Japan, (2015 年 12 月 18 日)
- [3] Ryosuke Tanaka, Koji Ishibashi, “Robust Coded Cooperation Based on Multi-Dimensional Spatially Coupled Repeat-Accumulate Codes,” in Proc. IEEE WCNC, San Francisco, CA, (2017 年 3 月 20 日)

##### 【報道掲載リスト】

- [1] “デッソ「見えない対向車」キャッチ”、読売新聞、2015 年 2 月 15 日

##### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<http://www.sip-adus.jp/rd/h28/general.html>