

「ICTを活用した次世代ITSの確立」のうち「Ⅱ歩車間通信技術の開発」

実施研究機関：パナソニック コネクト株式会社、株式会社パナソニック システムネットワークス開発研究所、
株式会社NTTドコモ、株式会社KDDI総合研究所

研究開発期間：平成26年度～30年度

研究開発費：H26年1.9億円、H27年1.5億円、H28年3.3億円、H29年2.2億円、H30年1.6億円・・・計1076百万円

担当課室名：移動通信課 新世代移動通信システム推進室

1. 研究開発概要

1. 目的

自動走行システムには、①交通事故の削減、②交通渋滞の緩和、③環境負荷の低減、④高齢者等の移動支援、⑤運転の快適性の向上という効果が期待され、特に超高齢化社会を迎える中、世界一安全な道路交通社会を目指す我が国にとって、関連技術の開発やその普及に向けた環境整備は極めて重要である。

自動走行システムを実現するためには、従来の自動車単体での運転支援技術（自律型）の更なる高度化に加え、車と車、インフラ、歩行者等をつなぐ高度な無線通信技術を活用した運転支援技術（協調型）の早期実用化が不可欠である。

見通しの悪い交差点等で発生する歩行者・自転車事故を削減するため、歩行者・自転車の位置・速度等の情報を自動車に提供し衝突を回避するなどの歩車間通信技術について、専用端末を利用した直接通信型、携帯電話ネットワーク利用型のそれぞれについて開発を行う。

2. 政策的位置付け

科学技術イノベーション総合戦略（平成25 年6 月7 日閣議決定）において、歩行者・自動車双方への交通安全に係る迅速な情報提供や支援、渋滞等の削減、利便性の向上を図りつつ、交通事故死者数ゼロを目指し、世界一安全・快適な道路交通を実現することとされている。本研究開発は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の自動走行システムに係る研究開発の一部として実施。

3. 目標

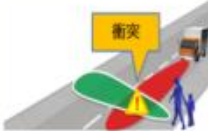
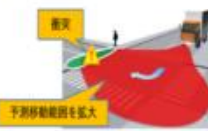
多数の車両、歩行者、自転車が混在する実際の道路環境下において、歩車間通信の要求条件を定め、定める歩車間通信エリアにおいて、積算パケット到達率95%以上を達成する歩車間通信システムを実現する。

2. 研究開発成果概要

- 歩行者・車の「位置」「速度」「方向」より衝突可能性等の危険を予測・通知する安全支援システム
- 歩行者事故が多く支援が必要な5シーン、安全で支援が不要な5シーンで、歩行者への支援機能の正常作動率80%以上、不要作動率20%以下を達成

支援方法とフィールド検証結果

支援必要時

支援が必要なシーン	危険判定方法	正常作動率		不要作動率	
		車	歩	車	歩
単路横断 	衝突予測に基づく安全支援、位置、速度、方位で移動範囲予測	83%	92%	0%	0%
見通し外交差点 		96%	95%	0%	0%
歩道のない道路 		100%	100%	0%	0%
交差点右折 	交差点進入時に車の予測移動範囲を拡大	96%	97%	1%	1%
交差点左折 		96%	97%	0%	0%

支援不要時

支援が不要なシーン	各状態判定方法	不要作動率
		車
歩道歩行 	歩行者が歩道リンク近傍、且つ、車道リンクと平行に歩行	0%
車内判定 	車両速度 ≥ 20 [km/h] + 衛星電波強度、歩行状態推定	0%
屋内判定 	衛星電波の受信強度と仰角を利用し、屋内外を判定	0%
歩道橋上判定 	地図情報、位置情報、気圧センサー(高度変化)に基づき判定	0%
高架判定 		0%

車：車両、歩：歩行者 試験結果はHMI要因による不要作動を除く

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

＜政策目標(アウトカム目標)の達成状況＞

1. 成果展開に向けた取組

	指標	数値目標	進捗・達成状況
①	高度位置精度技術	3 m以下	精度改善に向けて、SIP、RTL 4 開発を通じて ・衛星測位が困難な場所において、Wi-Fiアクセスポイントを使った測位精度改善、新測位方式(Visual Positioning System)に対応 ・新測位方式を使用して、スマートフォンカメラ使用時（夜間、高速移動を除く）、 <u>1m以下</u>
②	危険判定技術	設定ユースケースで支援必要時の正常作動率90%以上	・民間連携によるインフラ協調実証へ応用 ・設定ユースケースで支援必要時の正常作動率90%以上を確認
③	その他要素技術	小型省電力化（スマホレベル）	・自転車向け実験システム搭載車両試作、5Gスマホを使った歩端末の位置精度、通信遅延、省電力評価を実施 ・実用化に向けた課題を抽出（省電力化、通信のスケラビリティ対応、夜間、高速移動時の位置精度改善、不要支援拡充等）

2. 日程

	H30年度	R1年度	R2年度	R3年度	R4年度	R5年度	R6年度	R7年度
研究開発	SIP1期	SIP2期		RoAD to the	L4	民間連携		
標準化					民間連携で技術活用			
実用化								→
その他 知財、論文、報道		毎年 1～2件登録になっていく見込み						

3. 活動詳細

	具体的な活動内容
研究開発	RoAD to the L4 テーマ4「混在空間でレベル4を展開するためのインフラ協調や車車間・歩車間の連携などの取組」において、東京大学様と連携し応用研究(5Gスマートフォンを使った歩端末、自転車端末の実現)を実施
標準化	ITS Forumの「自転車・歩行者事故防止支援システム向け実験用通信メッセージガイドライン」22年3月末に第1版発行
実用化	市場調査中
その他	査読付き誌上発表論文計画 →予定なし 査読付き口頭発表論文計画 →予定なし その他誌上/口頭発表計画→予定なし 特許出願/取得/自己実施/許諾計画 →出願済知財について 今後登録になっていく見込み 国際標準提案/取得計画 →予定なし 報道発表/掲載計画 →予定なし

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

＜新たな市場の形成、売上げの発生（GDP等増大）、国民生活水準の向上＞

「事業化、実用化、売り上げの発生」にはまだ到っていない。本研究開発成果の一部（安全支援に関する知見、700MHz ITS端末機器）を活用し、2026年以降の社会実装(事業化・実用化)を目指して以下の実証実験や研究開発を継続実施中。

■ 次世代ITS（高度道路交通システム）対応の無線装置を使用した電動アシスト自転車と自動車との車車間通信による、交通事故回避に向けた実証実験

⇒2023年3月よりパナソニック サイクルテック、トヨタ自動車、京セラ、豊田通商、パナソニック システムネットワークス開発研究所の5社でITS対応自転車の社会実装に向けて、見通しの悪い交差点に向けて2方向から走行の電動アシスト自転車および自動車が、搭載した双方のITS対応無線機に、自動車／自転車が接近していることを通知/意思疎通することによる交通事故回避の可能性を検証中。本研究開発成果の歩車間通信の要求条件に基づく衝突可能性等の危険判定・通知技術を活用中。

■ スマートモビリティ インフラ技術研究組合における研究開発

⇒2023年11月30日、豊田通商、パナソニック システムネットワークス開発研究所、京セラ、日本信号の4社で本技術研究組合を設立し、ITS Connect等のV2X無線機を搭載した自動車やインフラ設備等が検知した危険情報等に基づき、自動車や自転車、歩行者に通知するシステム「スマートモビリティインフラ」の研究開発を、以下の課題観点で推進中。本研究開発成果の無線インテグレーション技術と衝突可能性等の危険判定・通知技術を活用中。

- ① 交通事故削減を支援する路側インフラ機能、品質、技術実装の可能性
- ② 自動運転が可能となる領域拡大に関する要件、機能、品質、技術実装の可能性
- ③ モビリティプラットフォームによる新たなサービス、持続的な事業成立性

3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

<知財や国際標準獲得等の推進>

	H30以前	R1	R2	R3	R4	R5	合計
査読付き誌上発表論文数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	3(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(1)
その他の誌上発表数	5(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	5(0)
口頭発表数	21(3)	1(0) ※2	0(0)	0(0)	1(0) ※3	0(0)	23(3)
特許出願数	29(2)	3(3)	5(5)	0(0)	0(0)	0(0)	37(10)
特許取得数	7(0)	4(1)	4(2)	5(2)	3(1)	6(4)	29(10)
自己実施件数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
実施許諾件数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
国際標準提案数	9(9)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	9(9)
国際標準獲得数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
受賞数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
報道発表数	21(4)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	22(4)
報道掲載数	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

注1：各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。（括弧）内は、その内海外分のみを再掲

※1 PSNRD,NTTドコモ、KDDI総合研究所の数を含む
 ※2 5月の自動車技術会 2019年春季大会 フォーラム
 ※3 UTMSセミナー2022 11月

4. 研究開発成果（アウトプット目標）から生み出された科学的・技術的な効果

<新たな科学技術開発の誘引>

（１）専用端末を利用した直接通信方式歩車間通信技術

イ）【高度位置精度技術の開発】

歩行者測位	2018年度（終了年度）に1 σ 累積誤差3～4mを達成	－
-------	-------------------------------------	---

ウ）【歩車間通信の通信プロトコルの開発】

既存の700MHz帯通信に影響なくバッテリーセービング技術を導入した700MHz帯通信端末実現	2018年度（終了年度）に実施済み、省電力効果確認	－
---	---------------------------	---

エ）-1 【干渉抑制アンテナ開発および省電力機能検証】

700MH帯通信の積算パケット到達率95%以上の達成	2018年度（終了年度）に車両・歩行者間距離200mの範囲で、積算パケット到達率95%以上確認	－
実用化向け要素技術の確立	・自転車での実用化に向け、実験システム搭載車両の試作と通信評価を実施。 ・5Gスマートフォンを使った歩端末の位置精度、通信遅延、省電力評価を実施 ・市場・業界動向見極め中	実用化に向けた課題を抽出（省電力化、通信のスケールビリティ対応、夜間、高速移動時の位置精度改善、不要支援拡充等）

4. 研究開発成果（アウトプット目標）から生み出された科学的・技術的な効果（つづき）

＜新たな科学技術開発の誘引＞

Ⅰ) -2 【実証実験に向けた歩行者端末および車載機の開発と実環境検証】		
歩行者端末と車載機の試作と基本検証	2018年度（終了年度）に実施済み	－
実用化に向けた要素技術の確立 - 実環境で耐えうる高度位置精度技術の確立	衛星測位が困難な場所において、Wi-Fiアクセスポイントを使った測位精度改善の取組完了 ・さらなる改善のため、新測位方式 (Visual Positioning System等)を使った測位精度改善を実施。	夜間、高速移動を除くスマートフォンのカメラ使用時1m以下へ
実環境で耐えうる危険判定技術の確立	民間連携によるインフラ協調実証へ成果を応用（無信号交差点における車両及び自転車端末での注意喚起のユースケース拡張、高速道路向け用途展開も実施）	設定ユースケースで支援必要時の正常作動率90%以上を確認
実用化向け要素技術の確立	・自転車での実用化に向け、実験システム搭載車両の試作と通信評価を実施。 ・5Gスマートフォンを使った歩行端末の位置精度、通信遅延、省電力評価を実施 ・市場・業界動向見極め中	実用化に向けた課題を抽出（省電力化、通信のスケラビリティ対応、夜間、高速移動時の位置精度改善、不要支援拡充等）

5. 副次的な波及効果

＜副次的な波及効果＞

- ✓ 本研究開発成果（700MHz帯直接通信技術、危険判定技術）を活かし、5社(パナソニック サイクルテック、トヨタ自動車、京セラ、豊田通商、パナソニック システムネットワークス開発研究所)連携による高度道路交通システム（ITS）対応の無線装置を使用した電動アシスト自転車と自動車との車車間通信による、交差点での交通事故回避のための検証や社会実装に向けた技術検討を進めたが、異なる分野の複数企業が協力・連携することにより、システム要件の検討、技術開発を加速することができた。
- ✓ 本研究開発成果（700MHz帯直接通信技術、危険判定技術）を活かし、国土交通省道路局の「自動運転実証調査事業と連携した路車協調システム実証実験」において、自動運転バスへの支援情報提供を実施したが、自動運転バスの運行管理者と密に連携して、支援判定ロジックや支援情報の通知手段を改良することで、多様なユースケースにおいて効果的な支援を実現することができた。
- ✓ 本研究開発成果（位置測定技術、危険判定技術）を活かし、「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト（RoAD to the L4） テーマ4 混在空間でレベル4を展開するためのインフラ協調や車車間・歩車間の連携などの取組」を実施したが、東京大学の研究者と協力・連携することにより、自動運転車両支援のための効果的な歩行者情報の提供方法に関する知見を深めることができ、研究人材の育成に繋がった。

6. アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況等

＜アウトカム目標の達成に向けた取組計画の達成状況＞

関連する要素技術間の調整等、研究開発の方針について幅広い観点から助言を頂くともに、研究開発の進め方について適宜指導を頂き、複数の機関の連携を図る上で有効な体制であった。

＜周知広報活動の実績＞

2018年9月開催の第25回ITS世界会議コペンハーゲンでは、自転車・歩行者に対する安全支援システム（V2P）を展示
2024年9月開催の30回ITS世界会議2024ドバイでは、700MHz通信を使用した自転車事故削減取り組みについて展示
ITS情報通信システム推進会議(ITS Forum)に参画し、「自転車・歩行者事故防止支援システム向け実験用通信メッセージガイドライン」2022年3月29日 第1版の発行にあたり、研究開発で得た通信フォーマット仕様を盛り込むことで寄与
プレスリリース実施
・ITSを使用した電動アシスト自転車と自動車との車車間通信による交通事故回避に向けた実証実験を実施 2023年3月

＜その他の特記事項に係る履行状況＞（研究開発終了後も行うべきものについて）

SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）・自動走行システムに係る研究開発の一部である総務省の『ICTを活用した次世代ITSの確立』による委託を受けて実施した研究開発による成果として発表資料等に注記の上、成果発表を実施。

7. 政策へのフィードバック

＜国家プロジェクトとしての妥当性、プロジェクト設定の妥当性＞

車車間・路車間・歩車間通信でやりとりする情報やインフラレーダーで収集する情報等を組み合わせた I C Tを活用した高度な安全運転支援システムの実現のためには、複数の技術開発とインフラ整備を伴うことから民間のみならず国家プロジェクトとしての推進が必須である。

＜プロジェクトの企画立案、実施支援、成果展開への取組み等に関する今後の政策へのフィードバック＞

本研究開発において、700MHz帯通信に対応した歩行者端末の通信性能、位置推定精度、衝突予測／不要支援予測精度に関する要件を定義し、方式開発・性能評価を通して要件達成の目処付けを行った。

一方、700MHz帯通信に対応した歩行者端末のサイズは、リュックサック型・ランドセル型となり、手軽に持ち運び可能なサイズには至らなかった。

東京台場地区での実証実験では、安全支援のタイミングや通知方法など好評を得たが、これらをスマートフォンサイズで実現することを期待するユーザは多く、今後の社会実装に向けて、携帯性・利便性を改善すると共に、より多くの被験者を巻き込んだ実証実験に対する投資が有効と考えられる。

歩行者の安全支援に関する事業化や実用化に向けた課題としては以下が考えられる。

- ・歩行者を含む交通参加者に対する本システムの認知度向上、普及可能なコストでのシステム実現
- ・歩行者へ安全・安心を提供するビジネスの成立性（他サービスと組み合わせる等、ビジネスモデルの確立）
- ・端末購入に対する補助金導入など、普及促進に向けた国や自治体の支援