

ICT を活用した次世代 ITS の確立 基本計画書

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。

本事業では、公道での実証等を通じて、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システムを開発し、ICTを活用した高度な安全運転支援システムの実現を図る。

2. 政策的位置付け

「日本再興戦略」（平成25年6月14日閣議決定）において、車車間通信、路車間通信等を用いた安全運転支援装置・安全運転支援システム及び自動走行システム、渋滞予測システム、物流システムの構築によるヒト・モノの安全・快適な移動の実現を国家プロジェクトとして進めることとされている。また、世界最先端 IT 国家創造宣言（平成25年6月14日閣議決定）において、車の自律系システムと車と車、道路と車との情報交換等を組み合わせ、運転支援技術の高度化を図るとともに、実用化に向けた公道上での実証を実施することとされている。さらに、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）においても、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。総合科学技術・イノベーション会議では、府省・分野の枠を超えた横断型のプログラムである「戦略的イノベーション創造プログラム」（SIP）を創設し、「自動走行システム」を含む10課題に重点的に対応していくこととしている。本研究開発は、SIP・自動走行システムに係る研究開発の一部として実施されるものである。

3. 目 標

(1) 政策目標（アウトカム目標）

交通事故死者数 2500 人以下/年を達成する。達成時期については今後ロードマップを作成し、PDCAを回すことによって明らかにしていく。

(2) 研究開発目標（アウトプット目標）

本研究開発では、ICT を活用した次世代 ITS の確立のため、以下の区分により研究開発を実施する。

- 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
- II. 歩車間通信技術の開発
- III. インフラレーダーシステム技術の開発

4. 研究開発内容

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

① 概要

自動走行システムの実現に必要な高い信頼性を有する車車間通信・路車間通信技術を確立するため、公道における実証実験を通じて、多数の自動車が存在する状況等において車車間通信・路車間通信のメッセージセットの妥当性や、アプリケーションの成立性の検証を行うとともに、通信された情報を自動車の制御に反映するために必要な通信技術の開発を行い、その結果を踏まえ通信プロトコルを策定する。

② 技術課題

下記のア～ウの通りである。ただし、技術課題アについては国土交通省が、技術課題イについては警察庁が担当するものであるため、総務省委託事業の範囲は技術課題ウのみとなる。

ア) 車車間通信を利用した安全運転支援システムの実用化に向けた要件整理

車車間通信を利用した自動運転（自動走行）・安全運転支援システムの実用化するためには、車車間通信に必要とされる性能要件の明確化が必要である。具体的には、多数の自動車が存在する状況において、対象とする自動車の情報を的確に伝えるための要件や、車載機搭載車両と非搭載車両が混在している状況で必要とされる要件、様々な場面における支援に必要な情報をドライバーへ報知するタイミングや方法等の要件を検討し、実用化に向けたガイドラインを策定する。

イ) 路車間通信の要求条件の検討

自動運転（自動走行）を実現するためには、路側に設置したセンサにより自動車

の見通し外も含めた周囲の状況を把握し、自動車に対して交通事故防止に資する交通情報をリアルタイムに提供することが不可欠である。そこで、電波を活用し、「右・左折時衝突防止支援システム」や「歩行者横断見落とし防止支援システム」など、交差点において刻々と変化する安全情報を自動車に提供するシステムに必要な路車間通信の要求条件の検討を実施する。具体的には、車車間/路車間の混在環境条件での通信性能の要求条件の検討を実施する。

(「電波を活用した安全運転支援システム (DSSS) の高度化」事業内容の再掲)

ウ) 車車間通信・路車間通信の通信プロトコルの開発

交差点、合流部等が混在する複雑な道路環境下および、時々刻々と変化する交通状況の中、多様な車両等が存在する公道において、自動走行システム・700MHz 帯安全運転支援システムを実現していくためには、車同士、車両と路側装置間で多数の情報を伝達し合う環境下においても、車両の適切な通信相手を判断し、確実に動作を可能とする通信プロトコルの開発が必要である。

具体的には、上記ア、イの検討を踏まえ、多数の周辺車両が存在する中で、状況変化に応じた車両の認識・支援判断技術、状況との遅れ(差異)がなく、確実に情報を伝達するためのセキュリティの処理を含む情報伝達・処理技術等の通信プロトコルの開発を行い、テストコース等、再現可能な環境での検証を行う。また、時々刻々と変化する交通状況や、緊急車両、一般車両等、多種多様な車両・多数の通信相手等が混在する公道において実証を実施し、自動車の制御に反映するための車車間通信・路車間通信が協調して動作するメッセージセットの妥当性や、アプリケーションの成立性および、実装したセキュリティの処理を含む遅延時間等、通信プロトコルについて検証する。

③ 到達目標

実用環境下(多数の車両(緊急車両、バス、一般車両等が混在する公道)において、多数の車載機が交差点に存在する場合でも、確実に通信を成立させる。

II. 歩車間通信技術の開発

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。

(1) 専用端末を利用した直接通信型歩車間通信技術の開発

① 概要

行動予測が難しく、自動車に比べ移動の自由度が高い歩行者・自転車等の事故を

低減するため、直接通信方式により情報伝送を行う専用端末を利用した歩車間通信技術を開発するとともに通信プロトコルを策定する。

② 技術課題

下記のア～エの通りである。ただし、技術課題アについては国土交通省が担当するものであるため、総務省委託事業の範囲は技術課題イ、ウ、エのみとなる。

ア) 歩車間通信の要求条件の検討

交通事故削減に資するサービスの抽出と、歩車間通信に求められる通信の要求条件を検討する必要がある。具体的には、事故要因分析に基づいた通信エリア、メッセージセット等の検討を行う。

イ) 高度位置精度技術の開発

歩行者・自転車等は、自動車に比べ移動の自由度が高く、従来のGPSをベースにした位置計測技術では精度が不十分である。このことから、準天頂衛星などを複合的に組み合わせる方法や新たな方式を考案するなどの高度位置精度技術の開発が必要である。

ウ) 歩車間通信の通信プロトコルの開発

上記ア、イの検討を踏まえ、700MHz 帯安全運転支援通信システム（車車間通信・路車間通信）が普及した場合でも影響なく機能する歩車間通信システムの通信プロトコルの開発が必要である。

エ) 実環境における実証及び課題の抽出

歩行者・自転車等の事故を低減するためのサービス実現のためには、歩行者にとっての携帯のしやすさや自転車への設置のしやすさを考慮した小型専用端末の実現と実用環境におけるアプリケーションの成立性の検証が必要である。具体的には、上記ア、イ、ウを踏まえたアプリケーションソフトウェアの開発、歩行者への携帯、自転車等への設置に向け、携帯性を考慮した小型化技術の開発、バッテリー特性や省電力に関する技術、高度位置精度技術の開発を実施する。

また、上記技術を実装した専用端末による公道での実証実験を通じ、課題を抽出し、その結果を、上記ウに反映する。

③ 到達目標

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、上記アで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) 携帯電話ネットワーク利用型歩車間通信技術の開発

① 概要

交通事故死者数削減のため、普及している携帯電話ネットワークを利用した歩車間通信システムを開発するとともに、これまで活用されてこなかった様々な情報を組み合わせることにより、システムの高度化を図る。

② 技術課題

下記のア、イの通りである。ただし、技術課題アについては国土交通省が担当するものであるため、総務省委託事業の範囲は技術課題イのみとなる。

ア) 携帯電話ネットワーク利用型アプリケーション動作検証技術の開発

多数の歩行者が存在する状況においても、対象とする歩行者の情報が的確に自動車に伝わる必要があるとされる。そのため、本研究においては、携帯電話回線を利用したサーバクライアント型通信システムを構築し、自動車や歩行者の情報をサーバで一括して収集、管理し、衝突の可能性のある自動車と歩行者を抽出し、それぞれの位置情報、速度情報、進行方向情報等から衝突までの時間を算出し、その時間に応じて該当する自動車や歩行者に情報提供や注意喚起を報知するためのプラットフォーム技術を確立する。

また、携帯電話回線使用に係る通信遅延の影響や、クライアント端末のバッテリー特性や省電力に関する技術や最適な情報タイミングや情報の提示方法に関する技術を確立する。

具体的には、ネットワーク機器を制御する機能、ネットワーク経由で情報収集する機能、収集した情報を蓄積するデータベース機能、クライアントの情報に基づいた衝突判定機能、ネットワークの資源を管理する機能、セルフテスト機能や情報ログ取得ならびに解析機能の各機能を実行するためのハードウェア・ソフトウェア連携システムを構築する。

イ) 携帯電話ネットワーク利用型情報収集・配信技術の開発

本検討では、衝突事故などの危険が発生する直前での対策ではなく、それよりも更に遡った時点から交通事故を防ぐという観点で、上記アの検討であるリアルタイムな注意喚起、制御の方式を補完、または精度向上を図るために、過去、または現在蓄積されている様々なビッグデータを収集、統合分析、配信する技術開発や運用方法を検討する。具体的には、過去の事故発生分析情報、道路のコンディション情報、気象情報、交通プローブ情報、そして歩行者プローブ情報等が関連すると想定し、それらを上記アで開発するプラットフォームを介して、効率的かつ効果的にセンターから端末に配信するビッグデータ解析情報配信技術を検討する。

③ 到達目標

多数の車両、歩行者、自転車が混在する道路環境下において、有効な情報提供が

行われる歩車間通信システムを実現する。

Ⅲ. インフラレーダーシステム技術の開発

交通事故死者数削減のため、人や車といった小さな対象物を検知可能な79GHz帯高分解能レーダーを用いて、交差点等の様々な交通環境や気象・環境条件下で信頼性高く対象物検知・識別を行うことが可能なインフラレーダーシステムの実現に向けて、検出信頼性、耐干渉性および耐環境性に優れたインフラレーダー技術の開発を行うとともに、安全運転支援に資するための路車連携技術の開発を行う。

なお、「Ⅲ. インフラレーダーシステム技術の開発」は下記の(1)～(5)で構成されるが、(1)については警察庁が担当するものであるため、総務省委託事業の範囲は(2)～(5)のみとなる。

(1) インフラレーダーへの要求条件の検討

① 概要

交差点等での交通事故死者数削減に向けて、実際の交通環境を踏まえてインフラレーダーに求められる要求条件を検討、明確化する。

② 技術課題

様々な交通環境、交通シーンによって、インフラレーダーに許容される誤検出率や死角発生率は異なってくる。また、事故態様によって、インフラレーダーに求められる(車両・二輪車・人の)対象物判別率も異なる。さらに、設置状況や利用場所によって、温度条件や防塵性等の求められる耐環境性能が規定される。従って、交通事故死者数削減に向けてインフラレーダーが有効な交通環境、削減する事故態様を明確化した上で、必要な要求条件を整理・検討し、明確化することが必要である。

③ 到達目標

インフラレーダーを活用すべき交通シーンを明確化し、そこでの要求条件(検出率、対象物判別率、耐環境性能等)を確立する。

(2) レーダー検出信頼性向上技術の開発

① 概要

交通事故死者数削減に向けた、インフラレーダーの実現のため、79GHz帯高分解能レーダーを用い、レーダー検出の信頼性を向上させる技術を開発する。

② 技術課題

79GHz 帯高分解能レーダーでは、広角(110°)・高速(100msec)で距離分解能20cm、角度分解能5°の技術が実現されており、車・二輪車・人を分離して検知することができている。しかし、実際のインフラセンサーとして、車・二輪車・人を検知して安全運転支援に資するためには、誤検出を防ぐとともに、実際の設置シーンでの死角の発生を防ぐことにより、真に検知すべき対象物のみを確実に漏れなく検知できる必要がある。また、対象物検知に加えて、その対象物が車、二輪車、または人であることを認識することも必要である。そのため、様々な交差点条件における誤検出条件の収集・分析を行うとともに、対象物認識機能の開発を行い、さらに複数台以上のレーダー連携による死角発生条件の分析・対策により、検出信頼性向上技術の開発を実施する。

③ 到達目標

交差点の設置条件下で、79GHz 帯高分解能レーダーとして信頼性の高い検出性能を実証するために、可視カメラとの連動による対象物毎の検出性能に関する実証データを収集し、評価する。これに基づき、79GHz 帯レーダーの測位結果や反射強度、ドップラーシフトを用いて、歩行者や自転車を道標等と識別するとともに、オートバイを含む複数車両の追跡や車種の判別を行う識別信号処理技術を確立する。具体的には、大型車、普通車、オートバイなどの判別率95%以上を目標とする。

また、大型車両等の存在により生じる死角対策として、120度以上の視野角を有する79GHz 帯レーダーを複数台設置し、各レーダーが出力する物標・測位データを統合し、交差点全域のID管理機能を実現する交差点死角対策技術を確立する。

(3) システム間干渉低減技術の開発

① 概要

今後、車載レーダーとして普及しつつあるFM-CWレーダーや、新たなパルス圧縮レーダーの飛躍的な利用拡大が想定される。交差点内等に多くのレーダーが混在することが想定される場所、これらのレーダーを共存させるため、システム間干渉低減技術を開発する。

② 技術課題

今後、車載レーダーとして普及しつつあるFM-CWレーダーや、新たなパルス圧縮レーダーの飛躍的な利用拡大が想定される。現在のミリ波レーダー技術では、FM-CWレーダー、パルス圧縮レーダー間の干渉低減アルゴリズムの開発が進みつつある。これを、様々な実利用シーンでの実効性を確保できるレベルまで干渉低減技術を確立するとともに、その実効性を検証する必要がある。

③ 到達目標

複数のインフラレーダーと複数の車載レーダー間で生じる複雑な電波干渉に対し

て、干渉低減技術の性能評価を可能とする干渉評価シナリオの策定と、統計的なデータ解析を可能とする屋外試験を実施する。瞬時の干渉発生を検知した上で長時間のデータ蓄積を可能とする複数台の 79GHz 帯レーダー装置を開発試作し、テストコースや試験フィールド等の再現性が確保された屋外環境で伝搬試験を実施する。

具体的な技術検証としては、送信タイミングや送信周期をランダム化する時間制御や、相互相関が低い符号化方式の導入、及び 3GHz 以上の帯域幅を利用可能な 79GHz 帯において中心周波数を可変することを含む複数の干渉低減技術について、伝搬実験によりその有効性を見極めるとともに、79GHz 帯レーダーシステムへの実装技術として確立する。具体的には、交差点内に 2 台以上のインフラレーダー、3 台以上の車載レーダーが存在する場合でも共存可能とすることを目標とする。

(4) 耐環境性能補償技術の開発

① 概要

多様な実環境条件下でインフラレーダーを適切に動作させる必要があることから、耐環境性能補償技術の開発を実施する。

② 技術課題

79GHz 帯高分解能レーダー技術として、実用化に向けて 79GHz 回路技術の開発や、屋外環境を想定した温度補償技術の開発が進められている。今後は、多様性に富む実環境での実用化・実利用に向けて、寒冷・酷暑条件下での回路・レーダー装置としての耐環境性データを蓄積し、あらゆる環境で誤りなく動作するための技術を確認することが求められる。

③ 到達目標

多様な実環境条件下で、79GHz 帯高分解能レーダーの耐環境性能を検証するため、降雨、降雪、低温/高温などの悪環境において検出性能に関する環境条件データベースを構築する。また、(1)において実現する歩行者、自転車の識別機能や複数車両の判別機能を備えたインフラレーダーセンサーに対して、降雨や降雪時の静止背景除去に関する評価結果を蓄積することで、環境条件の変化に伴う誤検出の発生を抑えるための検出性能補償技術を開発する。具体的には、検出時間 100ms 以下において、あらゆる環境で誤検出の発生率を 10%以内に抑えることを目標とする。

また、環境変化によるハードウェア性能の劣化を補償するために、レーダー装置を構成する筐体レドムやミリ波アンテナ RF モジュールといった検出性能へ与える影響の大きい主要部品については、レドムに生じる水膜や着雪の影響を定量化して回線設計に反映するとともに、79GHz 帯集積回路チップや実装基板の温度特性を考慮したミリ波モジュール実装技術を開発する。具体的には、レーダー装置が摂氏-20 度から+55 度より広い温度範囲で動作することを目標とするモジュールの実装技術を開発する。

(5) 路車協調技術の開発

① 概要

交通事故死者数削減のためには、インフラレーダーで収集した情報を自動車に提供する技術が必要である。このことから、路車協調技術の開発を実施する。

② 技術課題

インフラレーダーを活用して安全運転支援を実現するためには、検知された対象物の情報を活用する手法、技術が不可欠である。そのためには、例えば交差点において、検知された対象物（車、二輪車、人等）のうち、事故につながりうる状態にある対象物を抽出する技術と、これらの情報を車に提供するための路車間通信連携技術の開発が必要となる。

③ 到達目標

インフラレーダーによる検知情報を安全運転支援に活かすための情報提供手段の検討・開発、その一環としての路車間通信に対するデータ連携技術の開発、フィールド検証により、路車協調技術を確立する。

5. 研究開発期間

区分Ⅰ、Ⅱについては、平成26年度から平成28年度までの3年間

(平成28年度終了予定であるが、次世代交通システム等の実現に必要な情報通信システムの応用技術等について平成29年度、平成30年度に取り組む予定。)

区分Ⅲについては、平成26年度から平成30年度までの5年間

6. その他 特記事項

(1) 提案及び研究開発にあたっての留意点

- ① 提案に当たっては、基本計画書に記されているアウトプット目標に対する達成度を評価することが可能な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めるとともに、目標を達成するための研究方法、実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制、及び達成度を客観的に評価するための実証実験の方法について具体的に提案書に記載すること。
- ② 本研究開発成果を確実に展開し、アウトカム目標を達成するため、事業化目標年度、事業化に至るまでの実効的な取組計画（標準化活動、体制、資金等）についても具体的に提案書に記載すること。また、成果展開にあたっては、より低コストな製品の実現やシステム整備が重要であることを踏まえ、できる限り効率的かつ簡易な機器の実用化に資するよう本研究開発の取り組みを進めること（後述(6)の自

動走行システム推進委員会・システム実用化 WG での議論を踏まえること)。

- ③ 複数機関による共同研究を提案する際には、研究開発全体を整合的かつ一体的に行えるよう参加機関の役割分担を明確にし、研究開発期間を通じて継続的に連携するための方法について具体的に提案書に記載すること。
- ④ 技術開発動向や市場動向を踏まえ、本研究開発成果を活用した製品やサービスの国際的な普及展開、国際的な標準化活動及び相互接続性確保のための活動を提案すること。
- ⑤ 研究開発成果の実証実験の実施、評価及び改良等を可能な限り行う提案とすること。また、研究開発成果の組み合わせや改良を第三者が自由に行えるような成果提供方策及び研究開発終了後にも研究開発成果の継続的な改善を可能とする方策を提案すること。
- ⑥ 研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者、将来的な利用者となる企業等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者、将来的な利用者となる企業等を参画させること。また、本研究開発が、内閣府が実施する SIP の一部として実施されることを鑑み、SIP・自動走行システム推進委員会及びその下に設置されたシステム実用化 WG における必要な検討事項等の議論を十分に踏まえながら研究開発を進めること。
- ⑦ 研究開発の実施に当たっては、欧州・米国等海外の規格との整合性を可能な限り確保すること。
- ⑧ 研究開発の実施に当たっては、本基本計画書に記載されている技術課題に関する警察庁及び国土交通省が担当する取組と連携するほか、必要に応じ、内閣府が策定した「自動走行システム研究開発計画」(http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf)に含まれる他の研究開発テーマ(例：地図情報の高度化技術(グローバルダイナミックマップ)の開発)に係る実施施策と連携を図ること。また、平成26年度総務省事業「次世代ITSの確立に向けた通信技術に関する調査請負」及びその継続事業との連携も図ること。
- ⑨ 特に、研究開発課題「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」の技術課題「ウ) 車車間通信・路車間通信の通信プロトコルの開発」において、路車間通信に関するメッセージセットやセキュリティの検討を行う際は、警察庁の検討の進捗状況を十分に把握した上で、提案、研究開発を実施すること。
- ⑩ 研究開発の実施に当たっては、SIP・自動走行システムを担当するプログラムディレクター(PD)、内閣府の意向を踏まえるとともに、総務省総合通信基盤局電波部移動通信課新世代移動通信システム推進室の指示に従うこと。

(2) 人材の確保及び育成への配慮

- ① 研究開発によって十分な成果が創出されるためには、優れた人材の確保が必要である。このため、本研究開発の実施に際し、人事、施設、予算等のあらゆる面で、優れた人材が確保される環境整備に関して具体的に提案書に記載すること。

- ② 若手の人材育成の観点から行う部外研究員受け入れや招へい制度、インターンシップ制度等による人員の活用を推奨する。これらの取組予定の有無や計画について提案書において提案すること。

(3) 研究開発成果の情報発信

- ① 本研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に、実用に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画や方策については具体的に提案書に記載すること。
- ② 研究開発成果については、原則として、政府としてインターネット等により発信を行うとともに、マスコミを通じた研究開発成果の発表、講演会での発表等により、広く一般国民へ研究開発成果を分かりやすく伝える予定であることから、当該提案書には、研究成果に関する分かりやすい説明資料や図表等の素材、英訳文書等を作成し、研究成果報告書の一部として報告する旨の活動が含まれていること。さらに、総務省が別途指定する成果発表会等の場において研究開発の進捗状況や成果について説明等を行う旨を提案書に記載すること。
- ③ 本研究開発終了後に成果を論文発表、プレス発表、製品化、ウェブサイト掲載等を行う際には「本技術は、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です。」という内容の注記を発表資料等にその都度付すこととする旨を提案書に明記すること。