

## ＜基本計画書＞

膨大な数の自律型モビリティシステムを支える  
多様な状況に応じた周波数有効利用技術の研究開発

### 1. 目的

我が国が超高齢化と労働人口減少を迎える中、過疎地も含めた高齢者の安全・安心な生活や観光、土木、福祉等の多様な経済活動の生産性確保等を図るため、高信頼・高精度な自動走行を実現する自律型モビリティシステム<sup>※1</sup>（自動走行技術、自動制御技術等）の実現が期待されており、主要国でも官民を挙げた大規模プロジェクトが始動している。

自律型モビリティシステムの実現のためには、移動体（電気自動車、電動車いす、自律ロボット等）自身に搭載するセンサーだけでなく、高度な自己位置推定や周辺環境認知を可能とする高度地図データベース等の情報を、遅延なくリアルタイムに収集・把握する通信技術の確立が極めて重要で必要不可欠である。

一方で、現在日本で走行している約 8,000 万台の車を含めた膨大な数の移動体が、無線通信を介して、大容量の情報をリアルタイムにやり取りするようになった場合には、膨大な通信需要が生じることが想定されるため、限られた電波資源を最大限有効利用するための技術の確立も必要不可欠である。

このように多様な分野への展開が期待されている自律型モビリティシステムを支える通信技術を確立するため、高度地図データベース等の多様で大容量な情報について、膨大な数の移動体との間でリアルタイムなやり取りを可能とする技術を確立するとともに、限られた電波資源を最大限に有効利用するための技術を確立することが必要であることから本研究開発を実施する。

※1) 自律型モビリティシステム：様々なセンサー情報等も活用し、ICT 基盤技術と連携して、自動走行技術、自動制御技術等を活用した高信頼・高精度な移動を実現する車両、電動車いす、ロボット、無人建機、小型無人機等

### 2. 政策的位置付け

- ・「電波政策 2020 懇談会報告書」（平成 28 年 7 月 15 日）

「第 2 章. 3. (2) ②次世代 ITS の実現に向けて解決すべき課題」において、「現在、日本では約 8,000 万台の車が走行しているが、これらを含めた移動体が常時ネットに接続されて高度地図データベースを活用する移動体に置き換わってくるにつれて、地図等の大容量データや歩行者位置情報等の低遅延通信を多くの車とやりとりするようになり、電波のひっ迫要因となってくることが考えられる。これに対応するため、車の通信環境等を検知し、700MHz 帯高度道路交通システム、狭域通信システム (DSRC)、携帯電話システム、WiFi 等を最適に活用するなど、ITS に利用される電波を有効に活用していくことが重要となってくる」とされている。

- ・「新たな情報通信技術戦略の在り方 第 2 次中間答申」（平成 28 年 7 月 7 日）

「第 4 章. 第 1 節. I. (1) 先進的な IoT への取組の重要性」においては、「自動

走行等の領域（移動系 IoT）においては、通信のリアルタイム性、確実性、安全性等を確保し、人々が安心してサービス利用することが可能な IoT プラットフォームを整備することが必要である」とされている。

- ・「日本再興戦略改訂 2016」（平成 28 年 6 月 2 日閣議決定）

「第 2. I. 1. (2) i) イ) 無人自動走行を含む高度な自動走行の実現に向けた環境整備」において、「官民 ITS 構想・ロードマップ 2016」に基づき、2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会までに、無人自動走行による移動サービスや高速道路での自動走行が可能となるよう、来年までに必要な実証を可能とする制度やインフラ面の環境整備を行う」とされている。

- ・「科学技術イノベーション総合戦略 2016」（平成 28 年 5 月 24 日閣議決定）

「第 2 章 (1) II. ii) 高度道路交通システム」においては、「Society5.0 の実現に向け、自動走行システムに関する研究開発を、本格的な「サイバーフィジカルシステム」の実現に向けた中核的な取組と位置付け、ダイナミックマップが様々なデータを地図基盤上に統合化するための共通プラットフォームとなるよう検討する。更に他分野との連携を積極的に進めるため、データ仕様やフォーマット等に関する情報共有・検討等を通じたユースケースの具体化、課題抽出等に取り組むこととする。自動走行システムの実現やそのデータ利活用については、様々な行政分野にまたがる取組であることから、SIP と各省庁取組等の緊密で効果的な連携が欠かせない」とされている。

### 3. 目 標

自律型モビリティシステムを支える通信技術として、限られた電波資源を最大限に有効利用しながら、高度地図データベース等の多様で大容量な情報をリアルタイムにやり取り可能とする技術を確立する。

このため、分散型のデータ処理等による高効率な通信処理技術や、複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術、大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術を確立し、これら複数の技術を組み合わせて協調制御を可能とすることで、2 倍以上の周波数利用効率向上を目指す。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

本研究開発では、LTE 等の携帯電話システム (700/800/900MHz 帯、1.5/1.7/2GHz 帯) や無線 LAN システム (2.4GHz 帯等) をはじめとする様々な無線システムを高度に利用して、膨大な数の移動体が多様な状況に応じて確実に対応出来るよう、限られた電波資源を最大限に有効利用しながら、高度地図データベース等の多様で大容量な情報について、膨大な数の移動体との間でリアルタイムなやり取りを可能とする自律型モビリティシステムを支える通信技術を確立するため、以下の区分により研究開発を実施する。

ア 分散型のデータ処理等による高効率な通信処理技術

イ 複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術

ウ 大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術

なお、各技術の研究開発成果については、膨大な数の自律型モビリティシステムを支える多様な状況に応じた周波数有効利用技術として統合する必要があることから、いずれの技術の研究開発実施者も相互に連携・協力して実施するとともに、本研究開発全体の取りまとめを行う実施者を定めるものとする。

また、自動車だけでなく電動車いすや自律ロボット等の多様な分野における社会実装を目指し本研究開発成果が様々なユーザにとって利用可能なものとするため、インターフェイスをオープンにすること等を見据えて、スマート IoT 推進フォーラムの下に設置された自律型モビリティプロジェクト等におけるユーザ側のニーズに関する議論も踏まえつつ、本研究開発成果の有用性および実用性の検証を実施する。

更に、これらの研究開発成果を広く展開することで自動走行技術や自動制御技術等の早期の社会実装にも寄与するため、国内および海外の動向を調査し、実用化や国際標準化を目指した取組を推進する。

## (2) 技術課題および到達目標

### ア 分散型データ処理等による高効率な通信処理技術

#### 技術課題

自律型モビリティシステムは、広域での制御が必要とされる一方、その制御には局所的かつ緻密な情報を必要とする特性を持つことから、様々な速度で走行する膨大な数の移動体を局所的に緻密かつ正確に制御するために、多様で大容量な情報（自身や周辺の移動体の位置・移動方向・速度、無線の混雑状況、人や他の移動体等と共存するための情報等）のやり取りを遅延なくリアルタイムで効率的に行う必要がある。

また、自律型モビリティシステムの無線通信においては、例えば、高速道路を高速で長距離移動する場合、信号待ちの交差点や通勤ラッシュ等の交通量密度が過密（通勤ラッシュ時で 1000 台/km<sup>2</sup>程度）になる場合、歩行空間において電動車いす等の多数の移動体が多数の人々と併走する場合等のような利用シーンにおいて、無線通信の衝突・電波の干渉によって大幅なスループットの低下や通信不全等を招くことが考えられる。

このため、多様な状況に応じたモデルを明確にした上で、局所的な分散型データ処理やそれら分散型データ処理の広域での協調制御を可能とする高効率な通信処理技術について、その有用性および実用性を検証しながら研究開発を進めることが重要となる。

これらを踏まえ、携帯電話システムや無線 LAN システム等の無線システムにおける高効率な通信処理技術として、局所的な複数の分散型データ処理の協調制御を可能とするエッジサーバ技術を確立するとともに、広域にまたがって様々な速度で走行する移動体の追従を可能とするエッジサーバ間ハンドオーバー技術、および、広域で無線通信の負荷分散、局所的なデータ処理、リアルタイムのレスポンス等を可能とするエッジコンピューティング技術を確立する。

加えて、道路交通環境を走行する高速の移動体（電気自動車）と歩行空間を走行する低速の移動体（電動車いす、自律ロボット等）のそれぞれに鑑み、自動走行や自動

制御に必要となる位置把握精度を確保しつつ、前述のような様々な利用シーンに確実に対応出来るように、多様で大容量な情報から必要な情報のみを取捨選択や加工処理する等、移動体やエッジサーバ、周辺環境検知センサー等において分散型で高効率なデータ処理を可能とする技術を確立する。

更に、本研究開発では以下の技術を確立し高度に連携させることで、通信トラヒックの抜本的な削減を図り、周波数占有時間を低減することで周波数利用効率の向上を図る。

- ・ 複数の分散型データ処理の協調制御を可能とするエッジサーバ技術
- ・ 広域にまたがって様々な速度で走行する移動体の追従を可能とするエッジサーバ間ハンドオーバー技術
- ・ 広域で高効率な通信処理を可能とするエッジコンピューティング技術
- ・ 多様で大容量な情報から必要な情報のみを取捨選択や加工処理する等、様々な利用シーンを想定した移動体やエッジサーバ、周辺環境検知センサー等における複数の分散型データ処理技術

## 到達目標

自律型モビリティシステムの実現のために対応が求められる交通環境の目安<sup>※2</sup>において、様々な利用シーンを想定してそれらに確実に対応出来るように、携帯電話システムや無線 LAN システム等の無線システムにおいて、移動体やエッジサーバ、周辺環境検知センサー等における複数のデータ処理技術と、広域で高効率な通信処理を可能とするエッジコンピューティング技術を組み合わせることによって、自動走行や自動制御を実現する上で求められる位置把握精度（高速の移動体では誤差 30cm 程度、低速の移動体は誤差 5 cm 程度）の確保を実現し、広域にまたがって様々な速度で走行する膨大な数の移動体の多様な状況に応じた正確な対応を可能とする。

更に、移動通信分野においては、直近 10 年において約 2 倍に無線局数が増加しており、今後も更なる電波利用の拡大が予想されていることから、通信トラヒック量を 1/2 に削減することで、周波数占有時間を低減し、周波数利用効率について 2 倍以上の向上を実現する。

※2) 自律型モビリティシステムの実現のために対応が求められる交通環境の目安：100km/h, 128 台/km<sup>2</sup>

出典：「新たな情報通信技術戦略の在り方 第 2 次中間答申」第 4 章 第 1 節「スマート IoT 推進戦略」[http://www.soumu.go.jp/main\\_content/000428749.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_content/000428749.pdf)

参考) 「東京都における交通量密度：128 台/km<sup>2</sup>」

出典：情報通信審議会 情報通信技術分科会 UWB 無線システム委員会（第 10 回）配布資料のうち委員会報告

## イ 複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術

### 技術課題

自動走行に必要な不可欠な高度地図データベースは、道路情報と道路上の物体に関する

る高精度な地図情報（以下、「高精度な地図情報」という。）と、交通状況や他の車、バイク、歩行者等の状況に応じて変動する情報（以下、「変動情報」という。）を時間的・空間的に統一して扱う三次元空間情報である。

現在、日本では約 8,000 万台の車が走行しているが、これらを含めた移動体が常時ネットワークに接続されて高度地図データベースを活用する移動体に置き換わることを想定すると、様々な種類かつ膨大な数の移動体（電気自動車、電動車いす、自律ロボット等）に対して多様で大容量かつ高精度な地図情報や変動情報を効率良く配信することを可能とする技術が必要不可欠である。

これらのことから本研究開発では、課題アに記した自律型モビリティシステムおよびその無線通信の特性や利用シーン等も踏まえ、携帯電話システムや無線 LAN システム等の特性の異なる複数の無線システムを周囲の無線環境や移動体の状況といった情報を活用しながら高度に連携することや、高度地図データベースの更新並びに移動体に対する高精度な地図情報および変動情報の配信について、限られた電波資源を最大限に有効活用しつつ実現するため、以下の技術を確立する。

- ・ 携帯電話システムや無線 LAN システム等の複数の無線システムを、移動体の状況（位置や速度、移動方向、周囲の無線環境等）に応じて適時適切に切り替える技術
- ・ 移動体が周辺環境等を検知し収集するプローブ情報（位置、速度、移動方向、交通状況等）を用いて、必要最小限のトラフィック量で高度地図データベースを効率的に更新する技術
- ・ 移動体の状況（位置、速度、移動方向、周囲の無線環境等）やデータの用途や容量に応じて、高精度な地図情報や変動情報を効率的に配信する技術

#### 到達目標

自律型モビリティシステムの実現のために対応が求められる交通環境の目安において、携帯電話システムや無線 LAN システム等の複数の無線システムを高度に連携させて、移動体から収集される最大 2Mbps 程度のプローブ情報（位置、情報や速度、移動方向、交通状況、動画像等）を用いて必要最小限のトラフィック量で高度地図データベースを効率的に更新し、移動体の状態（位置、速度、移動方向、周囲の無線環境等）やデータの用途や容量に応じて、高精度な地図情報や変動情報を効率的に配信する技術を確立する。

更に、現在 8000 万台程度存在する自動車が、今後、無線通信システムに接続される自動車に置き換わっていくと考えられ、無線通信システムにおいて、これらの自動車を円滑に收容していく必要があることから、これら複数の無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術を確立することにより、無線アクセス区間における通信トラフィック量を 1/2 に削減することで、単位周波数帯幅あたりの收容台数について 1.5 倍以上の向上を実現する。

#### ウ 大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術

##### 技術課題

多様な分野への展開が期待されている安全・安心な自律型モビリティシステムの無

線通信において、例えば、「自動走行に必要な情報の不達（大量パケットの送信が原因のネットワーク機能不全（DoS 攻撃）等）」や「自動走行に必要な情報に対する攻撃（なりすまし端末やマルウェアに感染した端末によるパケットの改ざん等）」等による大量の異常トラヒック発生に起因した大幅なスループットの低下や通信不全等の重大な脅威について、異常な情報の送信やトラヒック量を検知・判断することで確実に回避することは、安全確保の観点並びに周波数有効利用の観点からも極めて重要な技術課題である。

このため本研究開発では、携帯電話システムや無線 LAN システム等の無線システムにおいて、以下の技術の有用性および実用性を検証しながら研究開発を進めるとともに、大量の異常トラヒックの検知からネットワークの部分的な遮断、安全動作への移行までの一連の技術の協調的な制御を可能とすることで、限られた電波資源を最大限に有効利用するために課題アおよびイで確立する技術の効果を高く保ちながら、多様な状況に応じて確実に対応可能な自律型モビリティシステムの高信頼化を実現する。

- ・ 移動体とエッジサーバ等との間における大量の異常トラヒックとその発生範囲を早期に検知・判断する技術
- ・ 大量の異常トラヒック発生範囲に応じて移動体の隔離やネットワークの部分的な遮断等を瞬時に行うことで、異常を伴う大量の不要通信を抑制する技術
- ・ 移動体の隔離やネットワークの部分的な遮断等を行った際に、移動体を追隨しての正常なネットワークへの接続や手動運転への切り替え通知等の安全動作への移行を可能とする技術

#### 到達目標

携帯電話システムや無線 LAN システム等の無線システムにおいて、移動体とエッジサーバ等との間におけるトラヒックをモニタリングし、DoS 攻撃等の大量の異常トラヒックとその発生範囲を早期に検知・判断する技術を確立するとともに、当該範囲に応じて移動体の隔離やネットワークの部分的な遮断等を瞬時に行うことで、異常を伴う大量の不要通信を抑制することにより、課題アおよびイで確立する技術を活用して無線アクセス区間における通信トラヒック量の 1/2 以下の削減を保つことで、周波数利用効率について 2 倍以上の向上を実現する。

更に、大量の異常トラヒックの検知・判断に基づく移動体の隔離やネットワークの部分的な遮断等を行った際に、自律型モビリティシステムの実現のために対応が求められる交通環境の目安において、移動体を追隨しての正常なネットワークへの接続や手動運転への切り替え通知等の安全動作への移行を可能とし、多様な状況に応じて確実に対応可能な自律型モビリティシステムの高信頼化を実現する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての毎年度の目標については、以下の例を想定しているが、提案する研究計画に合わせて設定して良い。

(例)

<平成29年度>

ア 分散型のデータ処理等による高効率な通信処理技術

- ・複数の分散型データ処理技術の協調制御を可能とするエッジサーバ技術
- ・広域にまたがって様々な速度で走行する移動体を追従するエッジサーバ間でのハンドオーバ技術
- ・広域で高効率な通信処理を可能とするエッジコンピューティング技術
- ・様々な利用シーンを想定した移動体やエッジサーバ、周辺環境検知センサー等における複数のデータ処理技術

イ 複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術

- ・携帯電話システムや無線LANシステム等の複数の無線システムを、移動体の状況に応じて適時適切に切り替える技術
- ・必要最小限のトラフィック量での高度地図データベースの更新技術
- ・移動体の状況やデータに応じた高度地図データベースの効率的な配信技術

ウ 大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術

- ・自律型モビリティシステムの無線通信に係る異常トラフィックの検知・判断技術
- ・異常トラフィックの発生範囲に応じたネットワークの部分的な遮断技術
- ・正常なネットワークへの再接続や手動運転への切り替え通知等の安全動作への移行技術

<平成30年度>

ア 分散型のデータ処理等による高効率な通信処理技術

- ・様々な利用シーンを想定した複数のデータ処理技術や通信処理技術の協調技術
- ・課題イおよびウにおいて確立した技術も含めた本研究開発全体の協調技術
- ・実車・通信システム・計算処理基盤を含むテストベッド環境の構築
- ・実環境に即したテストベッド環境における本研究開発全体の協調技術の検証

イ 複数無線システムを用いた高度地図データベースの更新・配信技術

- ・複数の無線システムを組み合わせた高度地図データベースの効率的な更新・配信協調管理技術
- ・実車走行等の実環境を模した環境における課題内各要素技術の協調技術の検証

ウ 大量の異常通信の検知・抑制による高信頼化技術

- ・大量の異常トラフィックの検知からネットワークの部分的な遮断、安全動作への移行までの協調技術
- ・実車走行等の実環境を模した環境における課題内各要素技術の協調技術の検証

## 5. 実施期間

平成29年度から平成30年度までの2年間

## 6. その他 特記事項

### (1) 特記事項

- ① 本研究開発は、平成 28 年度総務省委託研究開発「自律型モビリティシステムの開発・実証」を実施する中で、自律型モビリティシステムは、伝送容量に限りがある無線通信を介して膨大な数の移動体との間で高度地図データベース等の多様で大容量な情報をリアルタイムでやり取りする必要があるため、周波数の有効利用を図りながら自動走行を支える技術を確認することが不可欠であることが明らかとなったことを踏まえ、実施するものである。

## (2) 成果の普及展開に向けた取組等

### ① 国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中および終了後、速やかに関連する国際標準規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体および具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

### ② 実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」および平成 35 年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

### ③ 研究開発成果の情報発信

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、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こと。

## (3) 提案および研究開発に当たっての留意点

- ① 提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的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こと。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題や到達目標の達成に向けた前提条件、達成までの根拠やモデル、研究方法、実用的な成果を導出するための実施計画および年度目標について具体的に提案書に記載すること。
- ② 目標の達成に向けた適切な研究成果の取扱方策（研究開発課題の分野の特性をふまえたオープン・クローズ戦略を含む）については、研究成果が様々なユーザにとって利用可能なものとするため、インターフェイスをオープンにする等も含めて提案書に記載すること。また、本研究開発成果を確実に展開し、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（事業化および標準化活動、体制、資金等）についても具体的に提案書に記載すること。その際、自動走行技術、自動制御技術および関連技術に関する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および相互接続性確保のための活動について、具体的な取組計画とすること。
- 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 技術検証の提案に当たっては、自動走行技術の早期の社会実装、普及を実現し、観光、土木、福祉等の多様な分野へ展開するため、研究開発成果の検証、評価、改良の実施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およ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。
- ⑤ 本研究開発は総務省施策の一環として取り組むものであることから、総務省が受託者に対して指示する、研究開発に関する情報および研究開発成果の開示、関係研究開発プロジェクトとのミーティングへの出席、シンポジウム等での研究発表、共同実証実験への参加等に可能な限り応じること。
- 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、有識者等を参画させること。また、情報通信審議会の下に設置された技術戦略委員会や、SIP・自動走行システム推進委員会の下に設置されたシステム実用化WG、スマートIoT推進フォーラムの下に設置された自律型モビリティプロジェクト等における必要な検討事項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、必要に応じ、本基本計画書に記載されている技術課題に関連する他省庁の取組と連携するほか、内閣府が策定した「自動走行システム研究開発計画」([http://www.sip-adus.jp/sip/file/sip\\_2016\\_plan.pdf](http://www.sip-adus.jp/sip/file/sip_2016_plan.pdf))に含まれる研究開発テーマ（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27年度総務省委託研究開発「ICTを活用した次世代ITSの確立」や平成28年度総務省委託研究開発「IoT共通基盤技術の確立・実証」およびそれらの継続事業との連携も図ること。なお、本件について不明点がある場合は、本研究開発の担当課室まで問い合わせること。

#### （４）人材の確保・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、可能な限り本研究開発の概要を学会誌の解説論文で公表する等の将来の人材育成に向けた啓発活動についても十分に配慮すること。