

**「平成 29 年度における電波資源拡大のための研究開発の基本計画書（案）」  
に対する意見と総務省の考え方並びに基本計画書**

別紙

**【意見募集対象の研究開発課題】**

I：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

II：地上テレビジョン放送の高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術に関する研究開発

No.	意見提出者	提出意見の対象研究開発課題番号	提出された意見	総務省の考え方
1	株式会社日立製作所	I	<p>昨今、無線通信の需要が高まっており、かつ、無線通信におけるマルウェアなどの被害についての影響度合いは計り知れないものがある。</p> <p>また、一般的に、そういった技術課題を標榜した研究はあまり実施されていない。そのような背景の中で本個別研究課題に取り組む意義は非常に大きいと考える。</p> <p>本個別研究課題に対する到達目標として、周波数の共同利用を促進する技術に対して、大いに貢献すると思われる。また、本システムの社会実装に向けた基礎研究としてのテーマとしても妥当な目標だと考える。</p> <p>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為には、本課題だけでなく、課題アおよびイと密な連携が必要であり、本到達目標では、その連携にも言及しており、社会的にも大きな成果が期待できる。</p>	<p>頂いた御意見は、本研究開発の実施に関する賛同意見として承ります。</p>
2	エヌ・ティ・ティ コミュニケーションズ株式会社	I	<p>様々な速度で走行する移動体（自動車、ロボット、電動車いす等）の集積状況において、無線通信の衝突・電波干渉等による通信不全を防ぐことは安全対策上極めて重要なテーマだと考えられます。また、この対策において、エッジコンピューティング技術による分散型データ処理やエッジサーバ間のハンドオーバーによる協調制御等の通信処理技術を確立することは、極めて重要なテーマであり、電波利用の観点からも周波数の稠密状態の解消に資するものと考えられます。</p> <p>携帯電話システムや無線 LAN システム等異なる複数の無線システムを連携させることで、高度地図データ情報の移動体への配信を最小限のトラヒックで実行する技術など、限りある電波資源を有効活用する技術開発は、今後普及する自動運</p>	<p>頂いた御意見は、本研究開発の実施に関する賛同意見として承ります。</p>

			<p>転社会や IoT 社会の実現に欠かせないテーマであり、本研究開発に取り組む意義は極めて大きいものと考えられます。</p> <p>安全な自動走行を目指す上で、異常なトラヒックの検知や、移動体の隔離やネットワーク遮断等を適切に実施するなど、安全を守る技術は、自動走行の実現に欠かせない技術として進展が求められているところです。今後、自動走行（レベル4）の実現に向けて、車両の自律制御に加え、車両と外部の通信は必要不可欠になることから、大量の異常トラヒックの発生範囲を検知・判断する技術や、通信システム等の異常発生時の対策技術は極めて重要な研究テーマであると考えられます。</p>	
3	名古屋テレビ放送株式会社	Ⅱ	<p>地上テレビジョン放送の高度化については、本年9月に公表された『放送を巡る諸課題に関する検討会・第一次とりまとめ』の中で提言されているとおり、必要な研究開発を着実に進め、前向きに検討を行っていくことが重要であると考えます。</p> <p>周波数の有効利用および視聴者サービス向上の為、本件の『地上テレビジョン放送の高度化技術に対応した SFN 方式による中継技術に関する研究開発』の実施について賛同します。</p>	<p>頂いた御意見は、本研究開発の実施に関する賛同意見として承ります。</p>
4	マスプロ電工株式会社	Ⅱ	<p>地上テレビジョン放送による4K・8K放送サービスを導入することにより、より多くの視聴者がサービスを楽しむ環境が衛星系に加え多様化し、4K・8K放送サービスの普及を加速させるものと考えます。</p> <p>伝送周波数技術にSFN方式を検討することは周波数利用の更なる効率化が望め、将来の新サービスへの有効利用が期待できると考えるため本研究開発に賛同します。</p>	<p>頂いた御意見は、本研究開発の実施に関する賛同意見として承ります。</p>
5	株式会社エヌエイチケイアイテック	Ⅱ	<p>・平成28年度から実施の「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」に加え、多数の中継局による放送エリアの確保・拡大が図られるSFN中継技術の研究開発に取り組むことは、超高精細度地上放送を実現していくために必要不可欠なものとして理解をしており、本研究開発の実施は意義あるものと考えます。</p>	<p>頂いた御意見は、本研究開発の実施に関する賛同意見として承ります。</p> <p>なお、様々な電波伝搬環境下でのSFN時の受信特性の検証や、放</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>・地上テレビジョン放送用周波数帯の逼迫状況に鑑み、SFN方式による放送ネットワークの実現を目指す研究開発は、周波数の有効利用に資するものであると認識をしております。複雑な電波伝搬条件によるマルチパス等の影響による信号品質の劣化については、様々なモデルケースにて検証が必要と考えます。また、放送波中継時の品質劣化の改善のための信号補償技術の検討についても、複雑な電波伝搬条件に対応できる技術検討が必要と考えます。</li> <li>・超高精細度地上放送を実現していくためには、同一周波数帯で放送している地上デジタル放送（2K）との周波数共用に関する技術検討も重要であると認識をしております、新たな放送サービスの導入が円滑に進むよう技術検討がなされることを期待します。</li> </ul>	送波中継によるSFN時の信号補償技術の検討は、本研究開発の基本計画書に記載している他、新たな放送サービス（超高精細度地上放送）と現行の地デジとの周波数共用条件については、平成28年度から実施している「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」の基本計画書にて記載しております。
6	国立天文台 電波天文周波数小委員会	全般	帯域外放射も含めて電波天文業務に影響を与えないことも検討項目としていた だきたいと思えます。	頂いた御意見は、今後の検討の参考とさせていただきます。
7	個人	全般	<ul style="list-style-type: none"> <li>・別添1の2ページの4.(1)の3行目等の「出来る」：8ページの2行目等の「できる」との文言の統一が必要です。</li> <li>・別添1の3ページの9行目「及び」：同13行目「および」との文言の統一が必要です。</li> <li>・別添1の4ページの参考)：案ではなく、最終決定された報告を引用すべきです。</li> <li>・別添1の5ページの2行目等の「以下、」：別添2の3ページの3.の7行目「以下、単に・・・という。」と文言を統一したほうが適当と思えます。</li> <li>・別添2の1ページの1.の10行目等の「4K・8K」と2ページの2.の11行目等の「4K・8K」とは、全角、半角のどちらかに記載を統一したほうが適当です。</li> <li>・別添2の1ページの1.の1行目「ひっ迫」：1ページの最終行から5行上等の「逼迫」との文言の統一が必要です。</li> <li>・別添2の3ページの3.の米印1の2行目「MFN」：本略称の定義の記載が洩れ</li> </ul>	頂いた御意見を踏まえ、基本計画書に反映させていただきます。

			<p>ています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・別添2の3ページの3. の米印2の4行目：「55%」から「約1.7倍」という数値をどのように導かれるのでしょうか？</li> <li>・別添2の4ページの2行目「及び」：同3行目「および」との文言の統一が必要です。</li> <li>・別添2の5ページの7行目「平成29年度」等：同様の他の記載箇所にあわせて、数字は半角で記載したほうが適当です。</li> </ul>	
8	個人	全般	<p>あまり異論があるわけではないのであるが、通信が関係するものについては、その全てについてセキュリティの観点についても重要視した上で施策等行っていたきたいと思われた。</p> <p>IoTに関して、今も公然と大手ECサイト等でクローンSIM作成用の機器が売られているが（興味の無い者は知りもしない事であろうが、それが非常に重要な事なのである。知るべき危険が知られていないという事はICTに付きまとう大きな問題である。）、市民・利用者が安心してICTの利用を行えるよう、セキュリティの確保を行っていくとともに、ログ機能を中心としたその検証機能の各事業における実装や、利用者が求めた際のその開示がなされていくような体制作りを、国全体として行っていくべきであると考えます。</p> <p>（自分の使っていたSIMが知らぬ間に複数コピーされていて、色々な所で使われていた、など悪夢であるが、これはログ機能があればその検証と牽制が行えるのである。セキュリティの確保と検証性の確保がなされていくようにしていただきたい。検証出来ないICTは多数の悪夢を引き起こす代物になってしまう。）</p>	<p>頂いた御意見は、今後の検討の参考とさせていただきます。</p>

## ＜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、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。

## ＜基本計画書＞

### 地上テレビジョン放送の高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術に関する研究 開発

（「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」の追加研究課題）

#### 1. 目的

我が国においては地上テレビジョン放送で使用できる周波数は非常に逼迫している状況にあるが、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会が開催されることもきっかけに、超高精細度放送やスマートテレビ等の機能を活用した新たな放送サービスに対する視聴者のニーズが高まっているところである。

また欧米の標準化機関である DVB や ATSC においても第 2 世代地上デジタルテレビジョン放送の研究開発が進められ、一部の国や地域においては超高精細度放送の試験放送の実施、本放送の計画等が策定されている。

我が国においても、「世界先端 IT 国家創造宣言（平成 27 年 6 月閣議決定）」に「次世代放送・通信サービスの実現による映像産業分野の新事業創出、国際競争力の強化」として「2020 年には、4K・8K 放送が普及し、多くの視聴者が市販のテレビで 4K・8K 番組やスマートテレビに対応したサービスを楽しむことができる環境を実現」と記載されており、「4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合第二次中間報告（平成 27 年 7 月 30 日公表）」においては「地上放送における 4K・8K の実現には技術やコスト等の解決すべき課題は多い。このため、より効率的な伝送を実現すべく、速やかに総合的な研究開発の取組を進める。」旨記載されている。

さらに、「放送を巡る諸課題に関する検討会 第一次とりまとめ（平成 28 年 9 月 9 日公表）」においては、「地上テレビジョン放送の高度化については、必要な研究開発を着実に進め、前向きに検証を行っていくことが重要であり、今後はその課題等について、関係者・有識者の知見を糾合する形で検討を進めることが適当である。」旨記載されている。

こうした背景から、国として地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発に早期に着手し、超高精細度地上放送を可能とする伝送容量拡大技術や伝送効率向上技術等の確立により周波数の有効利用の一層の向上に資することを目指して、平成 28 年度から「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」において、放送システムを構築する上で基本となる親局からの送信技術に関する研究開発を実施している。

逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で、超高精細度地上放送を実現するためには、親局からの送信技術の確立とともに、同一の周波数を繰り返し利用する SFN（Single Frequency Network）方式による中継技術を実現し、親局および多数の中継局により放送エリアの確保・拡大を図ることが必要不可欠である。

このため、平成 28 年度から実施中の研究開発で開発される新たな伝送方式において、SFN 方式による中継技術を実現するための研究開発を実施する。

さらに本研究開発により得られた成果に基づき、国際標準化を通じた我が国の国際競争力の強化を図る。

## 2. 政策的位置づけ

- ・「世界最先端 IT 国家創造宣言」（平成 27 年 6 月 閣議決定）

### Ⅲ 目指すべき社会・姿を実現するための取組

#### 3. IT を利活用した安全・安心・豊かさが実感できる社会

##### （6）次世代放送・通信サービスの実現による映像産業分野の新事業創出、国際競争力の強化

「4K 放送については 2015 年、8K 放送については 2018 年の実用放送開始を目指す。」および「放送に関わる事業者が目標やアクションプランを共有・実行するための体制整備や、実用化に必要な技術面・制度面のルールの策定・公開、国際標準化および技術検証などの環境整備を行い、コンテンツやアプリケーションの提供を行う意欲を持つ者なら誰でも参加できる、新しいオープンなメディア空間を創造し、2020 年には、4K・8K 放送が普及し、多くの視聴者が市販のテレビで 4K・8K 番組やスマートテレビに対応したサービスを楽しむことができる環境を実現する。」旨を記載。

- ・4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合 中間報告（平成 26 年 9 月 9 日公表）

#### 8 今後の検討課題

##### （5）その他

「4K・8K も含め地上放送の高度化に係る技術的な可能性を検証するために、適切な機会をとらえて、都市部における地上波による伝送実験等を検討する」旨を記載。

- ・4K・8K ロードマップに関するフォローアップ会合 第二次中間報告（平成 27 年 7 月 30 日公表）

#### 5 検討課題と基本的考え方

##### （6）地上放送に関する取り組み

「地上放送における 4K・8K の実現には技術やコスト等の解決すべき課題は多い。このため、より効率的な伝送を実現すべく、速やかに総合的な研究開発の取組を進めて、その上で、技術的な可能性を検証するために、都市部における地上波によるパブリックビューイング向けなどの伝送実験等を検討する」旨を記載。

- ・電波政策ビジョン懇談会最終報告書（平成 26 年 12 月 26 日公表）

#### 2 我が国における電波利用の将来

##### ③ 超高精細度テレビジョン放送等の実現

「超高精細度テレビジョン放送のための素材伝送の進展や、東京オリンピック・パラリンピック等に向けた対応状況等も踏まえながら圧縮伝送技術を開発するなど、周波数の有効利用を図ることが必要である。」旨を記載。

- ・放送を巡る諸課題に関する検討会 第一次とりまとめ（平成 28 年 9 月 9 日公表）

### 第3章 今後の具体的な対応の方向性

#### (1) 新サービスの展開

#### ③ 今後の地上テレビジョン放送の高度化に係る展開

「地上テレビジョン放送の高度化については、必要な研究開発を着実に進め、前向きに検証を行っていくことが重要であり、今後はその課題等について、関係者・有識者の知見を糾合する形で検討を進めることが適当である。」旨を記載。

### 3. 目標

本研究開発は、逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で超高精細度地上放送を実現するため、平成28年度から実施中の「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」で開発される、不均一コンスタレーションによる最大4096QAMなどの超多値変調技術、最大32KまでのFFT (Fast Fourier Transform) サイズの拡大、セグメント構造の見直しによる帯域幅の拡大、および、水平偏波・垂直偏波を使った偏波MIMO (Multiple Input Multiple Output) の他、可変長パケットによる多重フレーム構成等を採用した新たな伝送方式（以下、「新たな伝送方式」という。）において、同一の周波数を繰り返し利用するSFN方式による中継技術を実現し、親局および多数の中継局により放送エリアの確保・拡大を図ることにより、災害時にも強い移動体向けや固定向けの柔軟なサービスが可能である現行の地上テレビジョン放送の特徴を継承しながら、周波数の利用効率を現行の約7倍程度<sup>※1</sup>向上することにより、周波数の有効利用の一層の向上に資することを目標とする。

また、これらの技術を世界に先駆けて開発することにより、当該研究開発により得られた成果に基づき、国際標準化を通じた我が国の国際競争力強化に資することを目標とする。

(※1) 現行の地上テレビジョン放送と比較して伝送容量で約4倍、更に本追加研究課題により、MFN (Multi Frequency Network) 中継局の削減による周波数の利用効率の向上で最大約1.7倍<sup>※2</sup>の合わせて約7倍。

(※2) 現行の地上テレビジョン放送では、特に周波数逼迫度合いの高い関東広域、大阪広域、瀬戸内地域において、SFNを構成する中継局の割合は約44%となっている。つまり、SFN効果によって、MFN中継局が56%まで削減出来る（MFN中継局用の周波数が100ch必要だったとすると、SFN効果によって56chに削減出来る）ことから、その周波数利用効率は最大約1.7倍。

### 4. 研究開発内容

#### (1) 概要

本研究開発においては、逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で超高精細度地上放送を実現するため、「地上放送高度化方式に対応したSFN方式による中

継技術に関する研究開発」の開発として、送信ネットワークの同期化技術の検討・開発および SFN 時の移動受信・固定受信特性の確認や受信エリアの検証等を行う。

## (2) 技術課題および到達目標

### 技術課題

ア 地上放送高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術に関する研究開発  
放送システム全体の構築には中継伝送を行うことが必要となるが、逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で超高精細度地上放送を実現するためには、新たな伝送方式において、同一周波数を繰り返し利用する SFN 技術の開発、検証が重要である。

新たな伝送方式において、高度広帯域衛星デジタル放送に採用された IP と親和性の高い多重化技術である MMT (MPEG Media Transport) を用いる場合、SFN 方式による中継伝送を実現するためには、可変長パケットである MMT に対応した、送信ネットワークの同期化技術が必要である。このため、超高精細度地上放送において光ファイバ等の中継回線により SFN を構築するための次世代地上放送多重フレームの検討・開発を行うとともに、同多重フレーム構造を用いた送信ネットワーク同期化技術の検討・開発を行う。さらに、上記検討・開発を反映した実験試験局を置局し、様々な電波伝搬環境において、新たな伝送方式による SFN 時の移動受信・固定受信特性の確認や受信エリアの検証を行う。

加えて、新たな伝送方式に対応した放送波中継技術に関する検討を行う。

### 到達目標

下記アの到達目標を達成することにより、SFN 方式による中継技術を確立し、親局および多数の中継局により放送エリアの確保・拡大を図ることで、逼迫している地上テレビジョン放送用周波数帯で、超高精細度地上放送を実現することを可能とする。

ア 地上放送高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術に関する研究開発

新たな伝送方式において、高度広帯域衛星デジタル放送に採用された IP と親和性の高い多重化技術である MMT を用いる場合、ISDB-T 方式における MPEG-2 TS のような固定長パケットではなくなることから、SFN を機能させるため信号を中継局に送る際の多重フレーム構成に関する検討・開発を行うとともに、同多重フレーム構造を用いた送信ネットワーク同期化技術の検討・開発を行う。

また、上記検討・開発により新たな多重フレーム構造を適用した装置を開発するとともに実験試験局の送信諸元の検討を行い、実験試験局を置局し、都市部などマルチパス等の影響を受ける複雑な伝搬路と比較的良好な伝搬路において、新たな伝送方式による SFN 機能について検証し、SFN を成立させるための条件を明らかにする。

さらに、親局からの放送波を直接受信して中継を行う放送波中継において、マ

ルチパス、同一チャンネル干渉等で劣化する放送信号の品質を改善し、多段中継を実現するため、新たな伝送方式に対応した信号補償技術の検討・評価を行う。

上記各取組の実施により、新たな伝送方式に対応した SFN 方式による中継技術を確立する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、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 地上放送高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術の検討および検証
- ・ 送信ネットワーク同期化技術の検討・開発
  - ・ 新たな伝送方式に対応した放送波中継技術の検討・評価
  - ・ 実験試験局送信諸元の検討
  - ・ 実験試験局整備

<平成 30 年度>

- ア 地上放送高度化方式に対応した SFN 方式による中継技術の検証および確立
- ・ 送信ネットワーク同期化技術の評価
  - ・ 実験試験局整備
  - ・ 様々な電波伝搬環境における SFN 機能の検証

## 5. 実施期間

平成 29 年度から 30 年度までの 2 年間

## 6. その他

### (1) 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化規格・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。

### (2) 提案および研究開発に当たっての留意点

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、従来技術との差異を明確にした上で、技術課題および目標達成に向けた研究方法、実施計画および年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、平成 28 年度から実施している「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」の進捗状況や課題、成果等を的確に把握するため、当該研究開発の実施者と緊密な連携を図ること。

また、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「地上テレビジョン放送の高度化技術に関する研究開発」の運営委員会に参加すること。

なお、本研究開発において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について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。

おって、研究開発の実施に当たっては、様々な電波伝搬環境を踏まえた検証を行うこと。更に、置局する実験試験局については、現行の一般的な地上テレビジョン放送の放送エリアと同等程度の規模とし、現行の地上テレビジョン放送、エリア放送、特定ラジオマイク等の関係者との調整を十分に図った上で、地上テレビジョン放送の周波数帯で実施すること。