

# 自律型モビリティシステム（自動走行技術、自動制御技術等）の開発・実証

## 課題Ⅰ 自律型モビリティシステムの高信頼化に係る技術の確立

担当課室名：国際戦略局 技術政策課 研究推進室

研究開発期間：H28年度

実施研究機関：(株)日立製作所、日本電信電話(株)

研究開発費：H28年 1.7億円

## 1. 研究開発概要

### 1. 目的

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、我が国の持続的な成長の基盤として期待されている自動走行技術を実装した自律型モビリティシステム開発及び利活用実証を推進する。

### 2. 政策的位置付け

「日本再興戦略改訂2015」(平成27年6月30日閣議決定)、「世界最先端IT国家創造宣言」(平成27年6月30日閣議決定)及び「科学技術イノベーション総合戦略2015」(平成27年6月19日閣議決定)において、「世界一のITS構築に向けた戦略の展開」として、「地域コミュニティ向け小型自動走行システム」等の開発を進めるとされているほか、安全・安心かつ円滑な移動が可能となる移動支援システムを実現や自動走行等の基礎的な情報として必要な高度地図データベース(ダイナミックマップ)の活用の重要性等について述べられている。

### 3. 目標

#### ○政策目標(アウトカム目標)

自動走行に必要な高度地図データベースの更新・配信のための通信技術の開発や、自動走行技術、自動制御技術等を活用した安全・安心な自律型モビリティシステムの開発及び利活用実証を推進することで、地域包括ケアシステムの推進にも貢献するICT基盤技術の確立及び研究成果に関する国際標準の獲得等による我が国の国際競争力の向上に寄与することを政策目標とする。

#### ○研究開発目標(アウトプット目標)

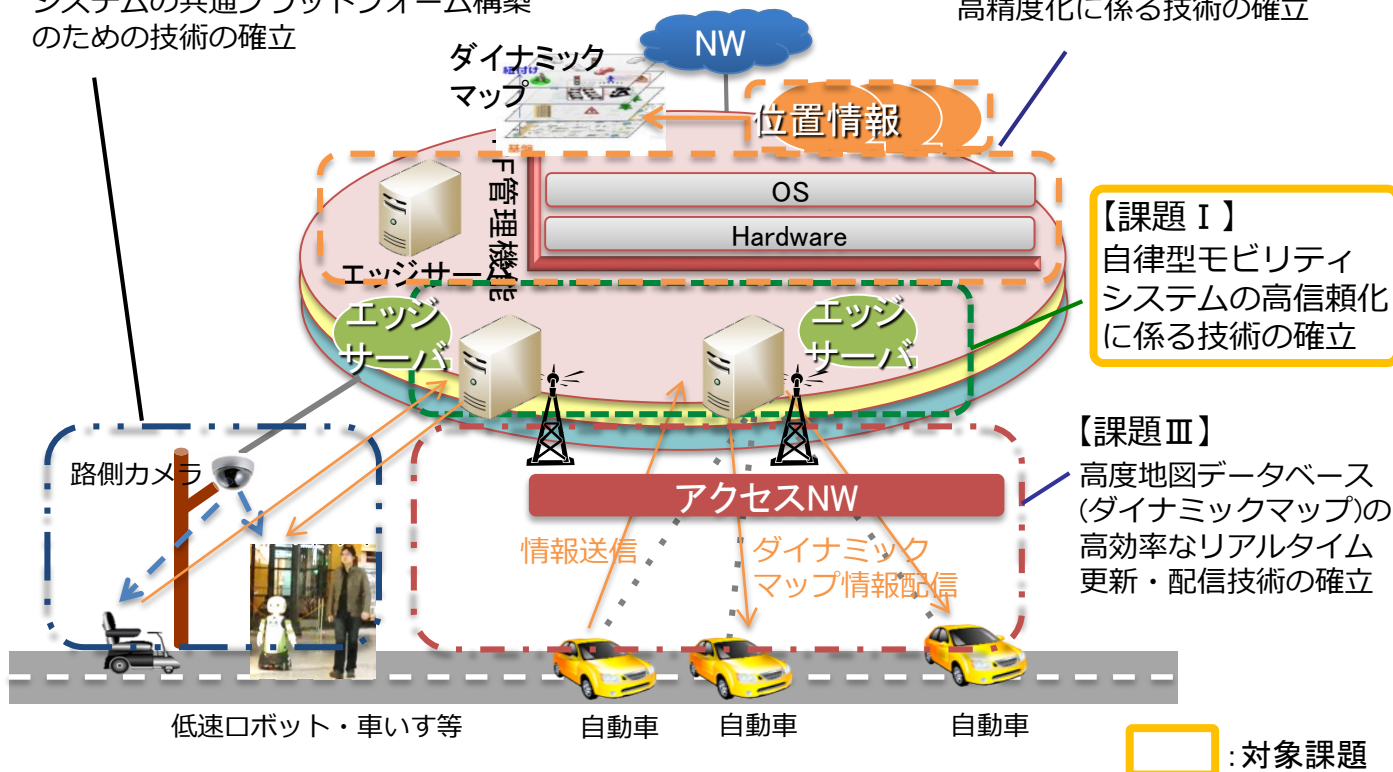
本研究開発では、自動走行に必要な高度地図データベースの更新・配信のための通信技術の開発や、自動走行技術、自動制御技術等を活用した安全・安心な自律型モビリティシステムの開発を推進する。

#### 【課題Ⅳ】

ロボット等も含めた自律型モビリティシステムの共通プラットフォーム構築のための技術の確立

#### 【課題Ⅱ】

自律型モビリティシステムの高精度化に係る技術の確立



#### 【課題Ⅰ】

自律型モビリティシステムの高信頼化に係る技術の確立

#### 【課題Ⅲ】

高度地図データベース(ダイナミックマップ)の高効率なリアルタイム更新・配信技術の確立

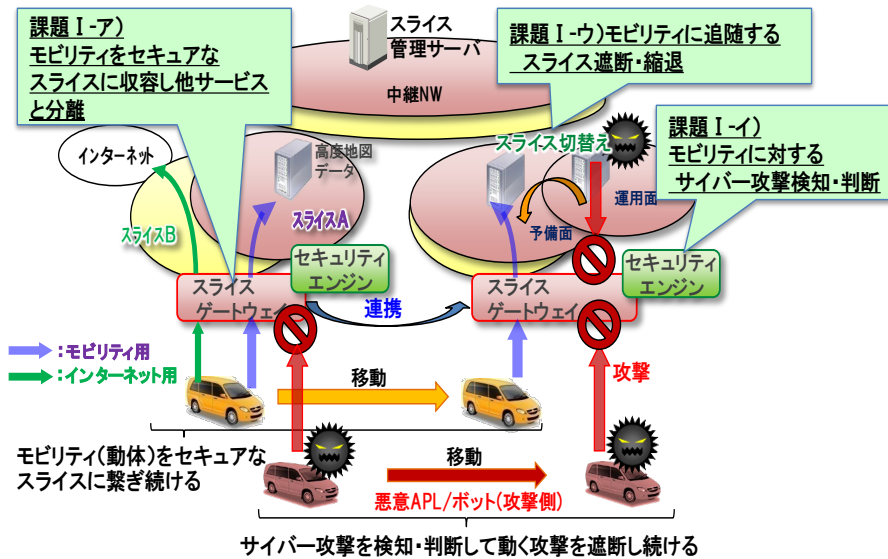
図1. 自律型モビリティシステムの開発・実証の全体像(各課題の位置付け)

## 2. 研究開発成果概要

### ○ 研究開発成果 の要約

自律型モビリティシステムは、「ネットワークを介して受信する情報」と「自律型モビリティ自身が検知した情報」に基づき、自律的に移動を制御することが求められる。このため、自律型モビリティシステムにおけるネットワークは、大量パケットによるネットワーク不全など、ネットワークセキュリティに対する重大な脅威を回避する必要がある。また、自律型モビリティシステムは、自律走行車両等が広域かつエリアをまたがって移動する一方、その制御には局所的な情報を必要とする特性を持つため、ネットワークのエッジにサーバを配備するエッジコンピューティングを活用することで、ネットワーク負荷分散、局所的な動的データ処理、低遅延レスポンスを効率的に実現する必要がある。

本研究開発では、エッジコンピューティングを含めたネットワークの堅牢性を確保するため、自律型モビリティシステム用ネットワークの生成・管理技術を確立するとともに、自律型モビリティシステムへのサイバー攻撃をモニタリングにより検知し、異常な行動をとっている自律走行車両等のネットワーク上での隔離など、サイバー攻撃による影響ならびに追隨して到来するサイバー攻撃を抑制するための対処方法を判断する機構についての技術を確立した。あわせて、前記の対処方法に基づいて自律型モビリティ用ネットワークを遮断・縮退する技術を確立した。各課題ごとの成果概要は以下のとおり。



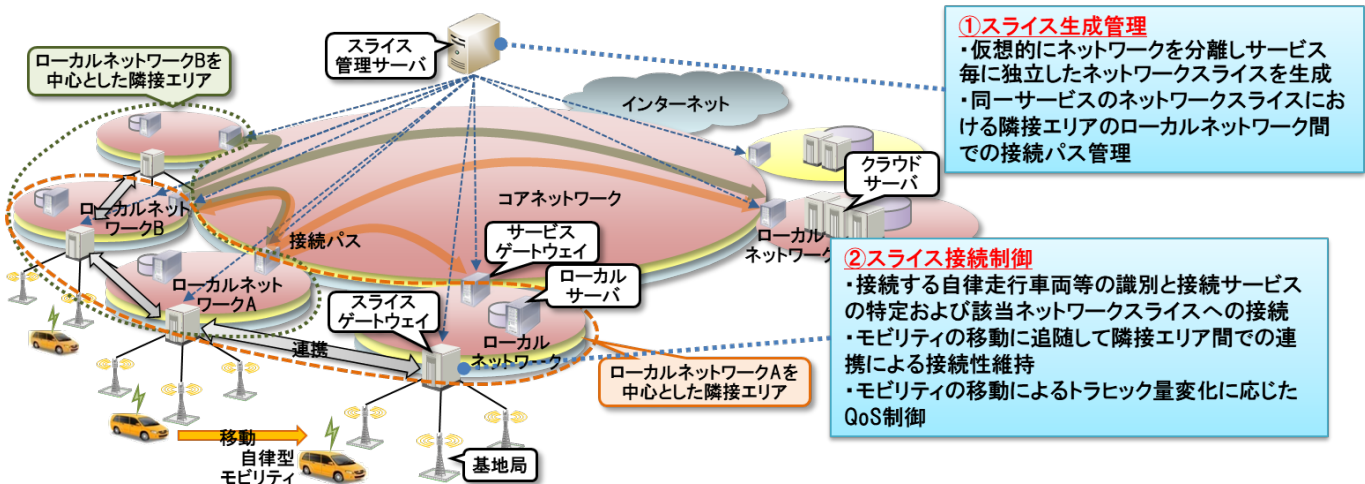
### 課題ア 自律型モビリティシステム用ネットワークスライス生成・管理技術(日立)

#### ① 自律型モビリティシステム用ネットワークスライス生成技術

・スライス生成技術、隣接エリア間パス生成技術、サーバ間転送技術の基本検証を行い、サービス毎に複数エリアにまたがるネットワークスライスを生成する技術を確立。

#### ② 自律型モビリティシステム用ネットワークスライス接続管理技術

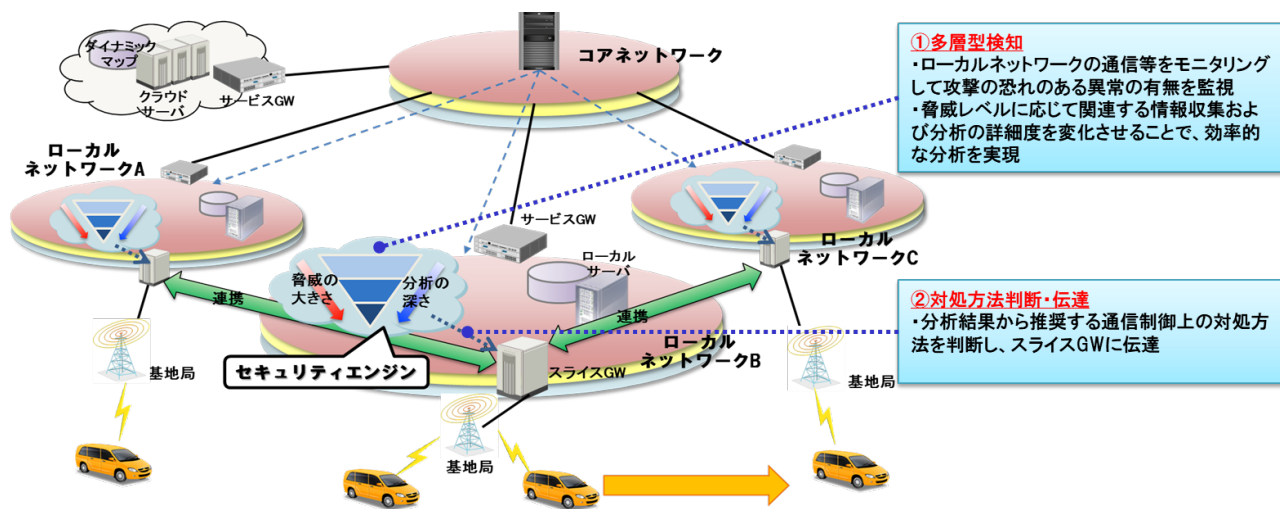
・自律走行車両等から受信したパケットの宛先情報等から接続先サービスを特定し、そのサービスを収容するネットワークスライスへの接続する基礎技術を確立。また、移動先のスライスゲートウェイにて自律走行車両等の端末情報を継承し、先回りして端末情報を転送する基礎技術を確立。



## 2. 研究開発成果概要

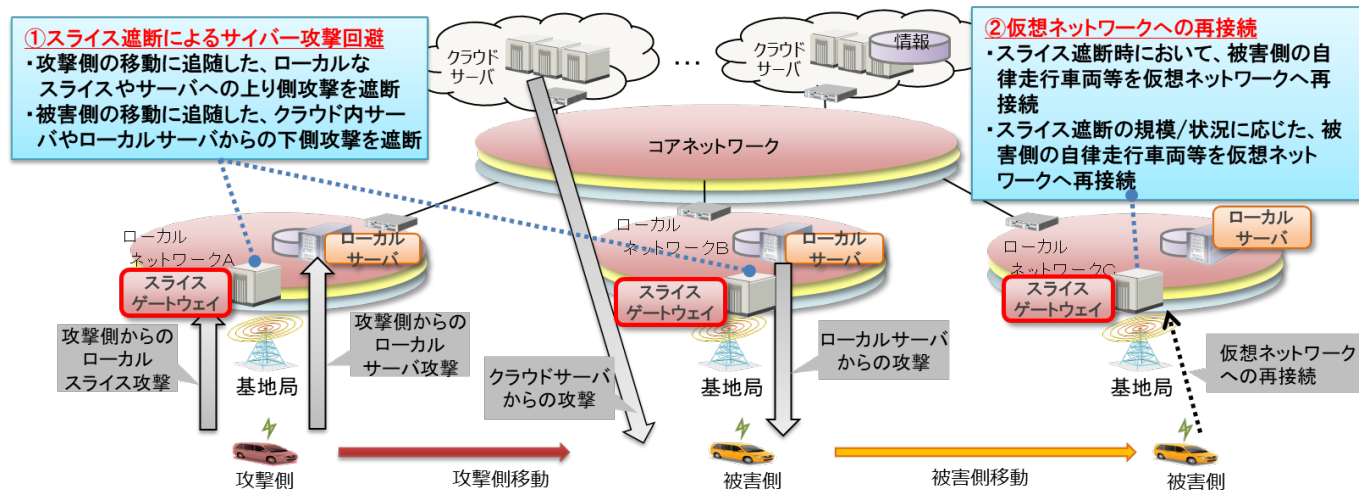
### 課題イ 自律型モビリティシステムに対するサイバー攻撃の検知・判断技術(NTT)

- 自律型モビリティシステムの脅威分析を実施し、同システムの社会実装に向けたセキュリティ要件を整理。  
⇒ 検討成果のドキュメント化完了。
- 脅威レベルに応じて分析の詳細度を変化させ本システム上の攻撃を効率的に検知する多層型検知技術(①)を確立。  
⇒ 同技術の有効性確認のための実機検証環境を構築し、定量評価を実施。
- 検知した脅威に対しスライスからの遮断等の通信制御上の推奨する対処方法を判断し、伝達する技術(②)を確立。  
⇒ 推奨する対処方法をスライスGWに伝達するインターフェース仕様を規定し、同技術の実現性確認のための実機検証を実施。



### 課題ウ 自律型モビリティシステム用ネットワークスライス遮断・縮退技術(日立)

- ネットワークスライス遮断・縮退技術  
・攻撃側と被害側の双方のハンドオーバーに対応したスライス遮断・縮退の基地局間継承に係る基礎技術を確立。
- ネットワークスライス再接続技術  
・ネットワークスライスの遮断・縮退に連動し、サービス提供が可能なスライスへの再接続に係る基礎技術を確立。
- セキュリティエンジン間インターフェース規定: 判断結果をスライスGWに伝達するインターフェース仕様を規定済み  
⇒スライスゲートウェイ、スライス管理サーバのアーキテクチャを検討し、サイバー攻撃の規模や自動走行車両等の 基地局間ハンドオーバーに対応したスライス遮断・縮退操作の基礎技術を確立。





### 3. 政策目標の達成状況（経済的・社会的な効果）等

#### <政策目標の達成状況>

##### ○アウトカム指標

指標1: 製品化・事業化活動	指標2: 標準化活動	指標3 特許・論文等への取組み
・自律型モビリティシステム対応のネットワークスライス制御システム、及びセキュリティ検知・遮断技術の実用化、利活用促進に取り組むため、市場の製品化動向や事業化動向の調査を実施する。	・標準化団体(ITU-T等)を対象として、自律型モビリティシステム対応のネットワーク関連技術(スライス制御システム他)に関する標準化動向調査、標準化提案等を行う。	・研究開発時に創生された新たな技術等について、特許出願、論文・研究発表等に積極的に取り組む。

##### ○アウトカム目標達成に向けた計画

担当	課題	ターゲット	時期	目標
日立	課題 ア 課題 ウ	通信事業者 社会インフラ 事業者	2018年度	ICT基盤技術(自律型モビリティシステム全体)の総合実験
			2019年度～	自律型モビリティシステム対応ネットワークスライス制御システムに関する製品化
NTT	課題 イ	サービスプロバイダ、Sler	2018年度	ICT基盤技術(自律型モビリティシステム全体)の総合実験
			2019年度～	ICT基盤技術の実証環境提供、商用化支援

##### ○アウトカム目標達成に向けた実施状況

年度	～H28	H29	H30	H31以降
①研究の推進 要素技術 (ネットワーク遮断・誘導技術)	本研究 ・自律型モビリティシステムの 高信頼化に係る技術の確立(総務省)			
	要素技術の展開	要素技術の展開 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(総務省)		
②事業化促進			他領域への本技術の活用、展開の検討を推進中	
			通信事業者の取組み状況に応じた事業の方向性の検討を推進中	
③成果発信		▲スマートIoT推進 フォーラム発表	▲ICTイノベーション フォーラム2017発表 ▲IJCIS 論文掲載 ▲スマートIoT推進 フォーラム発表	▲ヨコスカ ×スマートモビリティ チャレンジ 2019発表 ▲スマート IoT推進 フォーラム 発表 ▲WTP 2019発表 ▲NTT技術ジャーナル 掲載

種別	目標	H28実績	R1実績※1
査読付き誌上発表論文数	5件	0件(0件)	1件(0件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)		0件(0件)	0件(0件)
その他の誌上発表 口頭発表数		0件(0件)	0件(0件)
特許出願数	8件	4件(0件)	10件(2件)
特許取得数		0件(0件)	0件(0件)
国際標準提案数		0件(0件)	2件(2件)
受賞数	-	0件(0件)	0件(0件)
報道発表数		0件(0件)	1件(0件)
報道掲載数		0件(0件)	10件(0件)

※1 H28実績を含み、また、H29年度開始の「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」の成果を含む

※2 括弧内は国外件数

#### <新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

本研究から展開された委託研究の要素技術をネットワーク遮断・誘導技術を「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」として継続的に研究を推進し、無線ネットワークにおける電波資源の有効利用に資する為の安全・安心に提供するネットワーク高信頼化技術を確立した。

#### <知財やプロモーション活動等の推進>

- ・取得特許の活用状況は、H30年度までに特許出願10件を出願し、目標(8件)を達成した。
  - ・プロモーション活動では外部発表数(目標5件)に対し、8件の発表を実施した。
  - ・国際標準提案を2件、報道発表数1件、報道掲載数が10件の成果があった。
- 以上、すべての項目に対して、目標を達成した。

# ○アウトカム目標達成に向けた実施状況

アウトカム目標	実施状況
① ICT基盤技術(自律型モビリティシステム全体)の総合実験	2019年1月15日にYRPIにて統合実験を実施。その後、「ヨコスカ × スマートモビリティ・チャレンジ 2019」にて、一般にデモを実施した。
② 自律型モビリティシステム対応ネットワークスライス制御システムに関する製品化	要素技術をネットワーク遮断・誘導技術を「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」として継続的に研究を推進し、無線ネットワークにおける電波資源の有効利用に資する為の安全・安心に提供するネットワーク高信頼化技術の確立し、製品化に向け推進中。
③ ICT基盤技術の実証環境提供、商用化支援	エッジコンピューティング環境での利用を想定した連携機能やスライスGWとのインタフェース仕様など本研究開発成果を反映したセキュリティエンジン(異常トラフィック検知エンジン)をヨコスカ × スマートモビリティ・チャレンジ2019における統合実証の実証環境として提供。また、統合実証により、ダイナミックマップ配信との連携における本研究開発成果の有用性を実証することで、ICT基盤技術(自律型モビリティシステム全体)の商用化に向け必要となる安全・安心の確保に寄与した。

## ヨコスカ × スマートモビリティ・チャレンジ 2019展示内容

### ICT基盤技術(自律型モビリティシステム全体)の総合実験

- 「ヨコスカ × スマートモビリティ・チャレンジ 2019」においてパネル出展とともに実車両を用いたデモンストラーションを実施し、研究開発成果を対外的にアピール。一般の方にも取り組みを認知頂いた。

「自律型モビリティシステムの開発・実証」(総研自動車研究所開発)

#### 自律型モビリティシステムの安全・安心を支える技術

自律型モビリティシステムは、モビリティの位置や速度などを含むプローブ情報や渋滞状況などを含むダイナミックマップをモビリティとの間で送受することで、モビリティの自律的に効率的な走行を実現します。

(想定脅威の例)

- 虚偽のプローブ情報が混入されることで、自律型モビリティの経路選択に影響が及ぶ  
 例えは、存在しない渋滞情報が配信され、不適切な経路選択をしよう等

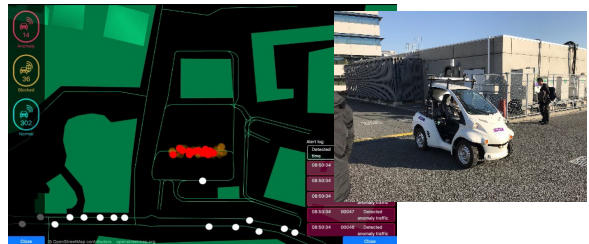
➤ 本技術は、異常なプローブ送信を検知、遮断することで自律型モビリティシステムを守ります。

DM配信サーバ  
SGW  
異常トラフィック検知エンジン  
1 異常検知  
2 遮断指示  
3 遮断  
虚偽プローブ  
プローブ  
ダイナミックマップによる正しい渋滞情報の配信  
自律型モビリティ  
最適な経路選択  
不適切な経路選択  
プログラム走行

【デモの流れ】  
走行エリアを自律型モビリティが計3周走行

- (1周目: 正常走行)
  - ・ 攻撃(虚偽プローブの送信): なし
  - ・ 本技術: 非適用
 走行エリアの最短ルートを周回
- (2周目: 攻撃による情報操作)
  - ・ 攻撃(虚偽プローブの送信): あり
  - ・ 本技術: 非適用
 実際には存在しない渋滞を回避するため、迂回するルートを周回
- (3周目: 課題技術の適用)
  - ・ 攻撃(虚偽プローブの送信): あり
  - ・ 本技術: 適用
 虚偽プローブの遮断により、準動的情報が正常化し、最短ルート(適切なルート)を周回

※ 実際の課題技術では、異常なトラフィックを検知すると即座に遮断が実行されるが、デモでは「検知」「遮断」が順に行われる様子を示すために、検知後、遮断機能の有効化を手動で行います



- 実車の動きと合わせて、プローブ情報を可視化して示すことで、自律型モビリティシステムを支える課題技術の意義や目に見えない仕組み、効果を分かりやすく説明。

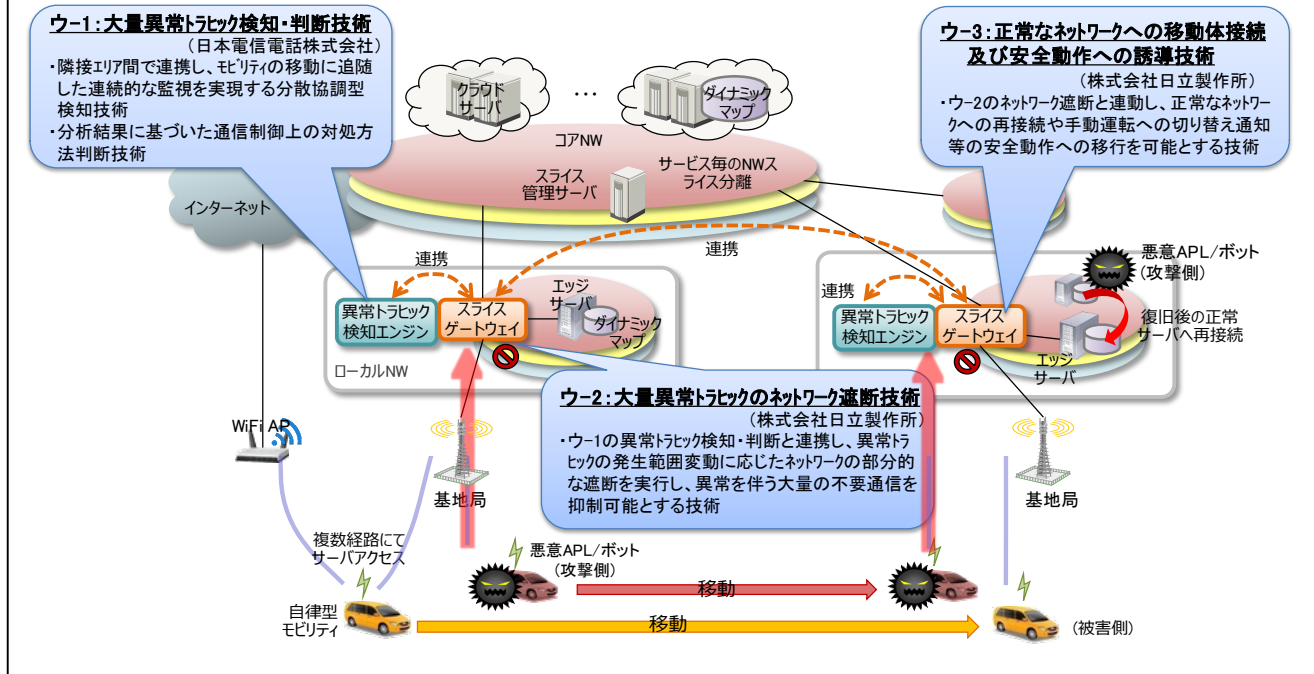


VIP向けデモの様子



一般公開日の様子

# 「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」の研究内容



## 標準化に向けた活動について 【国際標準提案リスト】

- [1] ITU-T FG・IMT-2020、IMT-O-036036、"Proposal on O3 Project descriptions for the Baseline Document: Application of network softwarization to IMT-2020", 2016/12/5
- [2] IETF、Hitachi, Ltd., "Use case and Requirements for Latency Management in Network Slices (draft-suzuki-netslices-latency-management-00)", 2018/3/2

## 【参加国際標準会議リスト】

- [1] ITU-T FG・IMT-2020、Geneva、2016/12/5-9

## 4. 成果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>

- ・自律型モビリティシステム用ネットワークスライス生成・管理技術
- ・自律型モビリティシステムに対するサイバー攻撃の検知・判断技術
- ・自律型モビリティシステム用ネットワークスライス遮断・縮退技術

上記技術により、自律型モビリティシステムを安全・安心に運用するための高信頼化に係わる研究開発として、仮想ネットワークスライス技術により自律型モビリティシステム用ネットワークをセキュアに他サービスと分離し、サイバー検知・判断技術と連携することにより、サイバー攻撃から該当トラフィックを遮断・隔離する技術の確立した。

## 5. 副次的な波及効果

### <副次的な波及効果>

本研究、及び、継続研究への従事を通じ、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や安全動作への移行までの協調的な制御を実行することにより、限られた電波資源を最大限に有効利用するための高信頼化技術の実現を目指し、研究開発を進めてる事により、研究者が育成され5Gインフラ向けのクラウドやIoTに関する領域の次世代を担う研究での活躍が期待できる。

## 6. その他研究開発終了後に実施した事項等

### <周知広報活動の実績>

- ・総務省受託研究「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」の研究結果発表とヨコスカ × スマートモビリティ・チャレンジ 2019への参画」と題して、2019年1月24日～26日に展示を実施した。
- ・電波資源拡大のための研究開発 第12回成果発表会にて「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」と題して、2019年5月29日に発表および5月29日～31日の間展示を実施し、積極的な普及活動を行った。

### <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)

継続研究「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」において、異常トラフィック検知・判断技術および効率的なネットワーク遮断制御技術を展開し応用した。

## 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>

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、我が国の持続的な成長の基盤として期待されている自動走行技術を実装した自律型モビリティシステムについて、自動走行に必要な高度地図データベースの更新・配信のための通信技術の開発や、自動走行技術、自動制御技術等を活用した安全・安心な自律型モビリティシステムの開発及び利活用実証を推進に貢献した。これらの点から、当該プロジェクトとそのテーマ設定は、国家プロジェクトとして妥当であった。

### <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>

- ・ネットワークへのサイバー攻撃に対し、サイバー攻撃検知・判断技術およびトラフィック遮断・隔離技術を確立するという技術目標は、ネットワーク利用量が急激に増大していく中で、時代が要請するきわめて重要なものがあった。本研究によって得られた研究成果をもとに電波利用の効率化を目標とした「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」へ展開され、研究開始時期として適切であった。
- ・プロジェクトの進め方としては、進捗状況の把握及びそれに対する指摘が行われ、適切な研究開発マネジメントが行われた。また、受託社内評価システムによる有効性が確認され、要素技術の確立に寄与した。