

インフラレーダーシステム技術の開発 Development of Infrastructure Radar System Technology

代表研究責任者 中川 洋一 パナソニック株式会社

研究開発期間 平成26年度～平成30年度

【Abstract】

This article reports the results of a research initiative to apply high-resolution millimeter-wave radar to roadside sensors for the purpose of reducing pedestrian accidents using cooperative driving support. Millimeter-wave radar technology installed at intersections and the like can realize sensing functions, such as the detection of pedestrians and bicycles with high accuracy, regardless of the weather and time. To facilitate the practical adoption of this technology, detection processing software compatible with high-resolution radar has been developed and verified under severe weather conditions such as hard rain and snowstorms. A prototype 79 GHz band millimeter-wave radar system was installed at actual intersections to evaluate the detection performance of crossing pedestrians and so on. This report mainly describes the development of the radar technology and the progress of the public road experiment

1 研究開発体制

- 代表研究責任者 中川 洋一 (パナソニック株式会社)
- ビジネスプロデューサー 野津 純一 (パナソニックシステムソリューションジャパン株式会社)
- 研究開発期間 平成26年度～平成30年度
- 研究開発予算 総額 620百万円

(内訳)

平成26年度	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度
160百万円	120百万円	110百万円	130百万円	100百万円

2 研究開発課題の目的および意義

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）の更なる高度化にくわえ、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。SIP 自動走行システム「ICT を活用した次世代 ITS の確立」においては、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合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。

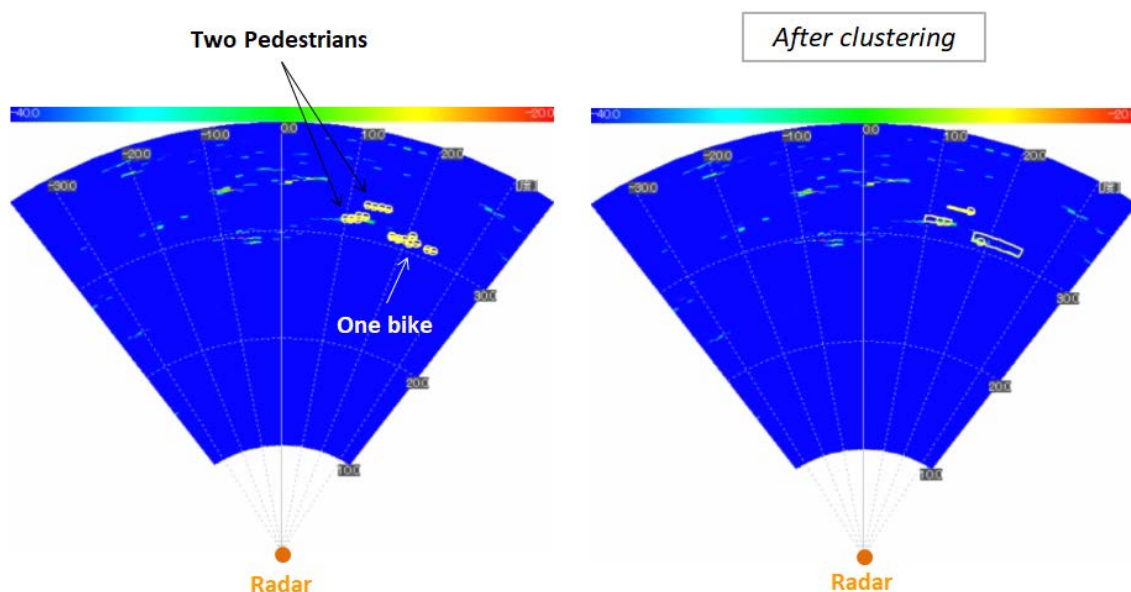
本研究開発課題は、アウトカム目標とする交通事故死者数 2500 人以下／年の達成に向けて、交差点等の様々な交通環境や気象・環境条件で、信頼性高く対象物の検知・識別を行うことが可能なインフラレー

ダーシステムを実現し、交通事故死者数削減に寄与することを目的とする。交通事故死者数削減を志向し、ヒトや自転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路側設置センサーに用いて、自動走行支援システムとして実用化するため、検出信頼性、耐干渉性及び耐環境性に優れたミリ波レーダーセンシング技術の開発と安全運転支援に資する路車協調システム技術の開発に取り組んだ。

3 研究開発成果（アウトプット）

本研究開発では、交差点の路側センサーとして高分解能な 79GHz 帯レーダーの特徴を活かしたソフトウェア技術を開発し、歩行者や自転車等の検知性能を評価するだけでなく、車載レーダーが存在する条件でのシステム共存や激しい降雨等の悪天候における機能検証を実施した。また、複数の路側レーダーを統合して取得データをリアルタイムに周囲の車両等へ伝送する試験装置を開発した。尚、研究開発の初期段階から実用化を見据え、悪天候時の検出性能劣化やデータ処理時間の制約等の実使用条件においてシステムが機能する範囲を明確にしていくことを基軸に取り組んできた。

本研究開発の主な要素技術であるミリ波レーダーの検知アルゴリズムは、ソフトウェアとして実装されるのが一般的である。この検知ソフトウェアは、レーダーデバイスが出力するメッシュ状セルの走査データから候補セルとその測定値（距離、角度、ドップラー周波数及び電力）を抽出するフィルタリング部、多数の候補セルをターゲット毎にグループ化するクラスタリング部、そして時系列なデータフレーム間を対応させるトラッキング部等で構成される。検知結果の出力は、レーダーシステムを利用するアプリケーションに依るが、位置や速度または移動軌跡、さらにはターゲットの数やその種別といった情報となる。図 1 は、歩行者と自転車が近接する実際のシーンにおいて、79GHz 帯の高分解能レーダーが出力する走査データをクラスタリング処理した検知データの例である。



(a) 候補セル抽出

(b) 歩行者・自転車クラスタリング

図 1 ターゲット検出のためのレーダーデータ処理

3. 1 レーダー検出信頼性向上技術の開発

横断歩行者の識別や四輪車と二輪車を判別して検知可能なミリ波レーダーの識別信号処理技術の開発、及び大型車等に対して複数レーダーデータを統合する交差点死角対策技術の開発を実施した。

路側設置時の 79GHz 帯レーダーとして、模擬市街路における歩行者識別性能等の実験評価を実施しており、レーダー識別処理に機械学習アルゴリズムを適用することで直進する四輪車と二輪車に対して判別率 95%以上を達成している。また、複数のミリ波レーダーデータを統合し、検知対象物の位置や速度等の情報を周囲の車両等へリアルタイムに伝送する路側システム試験装置を開発した。さらに、合流支援等に必要となる車間距離推定のため、前後方向のレーダーデータを用いた統合クラスタリング技術も開発した。

ここでは、レーダーエコーの特性から車両を判別する手段として、機械学習方法の一つである SVM (Support Vector Machine) を用いた識別信号処理技術について説明する。識別処理に用いる特徴としてミリ波レーダーのセル走査データから算出する情報は、主にレーダーエコーの電力やドップラー周波数、セル分布に関連する物理量である。例えば、クラスタ内におけるエコー電力のピークやドップラー周波数の平均等であり、これらの特徴量がターゲットの判別に利用される。いずれの特徴量についても、歩行者と車両の差異は比較的大きく、乗用車とオートバイの差異は相対的に小さくなる。すなわち、精度の良い車種判別を実現するためには、その特性差が強調されるような特徴量を選定することが必要となる。

表 1 は、乗用車とオートバイが直進する条件で、テストコースにおいて測定したレーダーデータに対する判別性能の評価結果を示している。開発目標である 95%以上の正判別率を達成しているが、乗用車とオートバイの間では 2~3%の割合で誤判別が発生している。レーダーから近い距離範囲での誤判別が多い傾向にあり、これはオートバイのクラスタが相対的に大きくなることに起因している。

表 1 乗用車とオートバイの判別性能評価結果

評価ターゲット	データ数	判別性能		
		乗用車	オートバイ	歩行者 他
乗用車	600	96.7 %	2.8 %	0.5 %
オートバイ	400	2.0 %	97.0 %	1.0 %

次に、交差点の対角に複数のレーダーセンサーを設置し、交差点全域をカバレッジとするための路側システムについて、特徴や機能の概略を説明する。この複数センサーシステムは、大型車両によって生じるオクルージョンの回避やセンサーの近傍に生じるブラインド範囲の補完に有効である。また、複数センサーのデータ統合を実現するため、センサー間での時間同期を確保しつつ、レーダーデバイスが出力する生データをリアルタイムに伝送して集約している。一般道の交差点では、横断する歩行者や自転車運転者の死角となるような状況が、事故発生の要因となっている。交差点の対角に設置したレーダーを同時に動作させる本システムは、オクルージョンを避けつつデータサンプルを増やすことで、検知精度を改善することができる (図 2)。

さらに、合流支援のアプリケーションでは、本線を走行する車両の位置や速度にくわえて、車間距離も合流車両には必要な情報となってくる。そこで、道路上の一定範囲を、両端に位置する 2 台のレーダーが前後方向から走査するようにした複数レーダーシステムを検討した。本システムでは、走行車両の前方と後方の各レーダーが同時に取得するセル走査データを、統一されたグリッドマップ上で統合してクラスタリング処理を実行している。(図 3)。

Alarm of pedestrian crossing
to relieve from blind situation

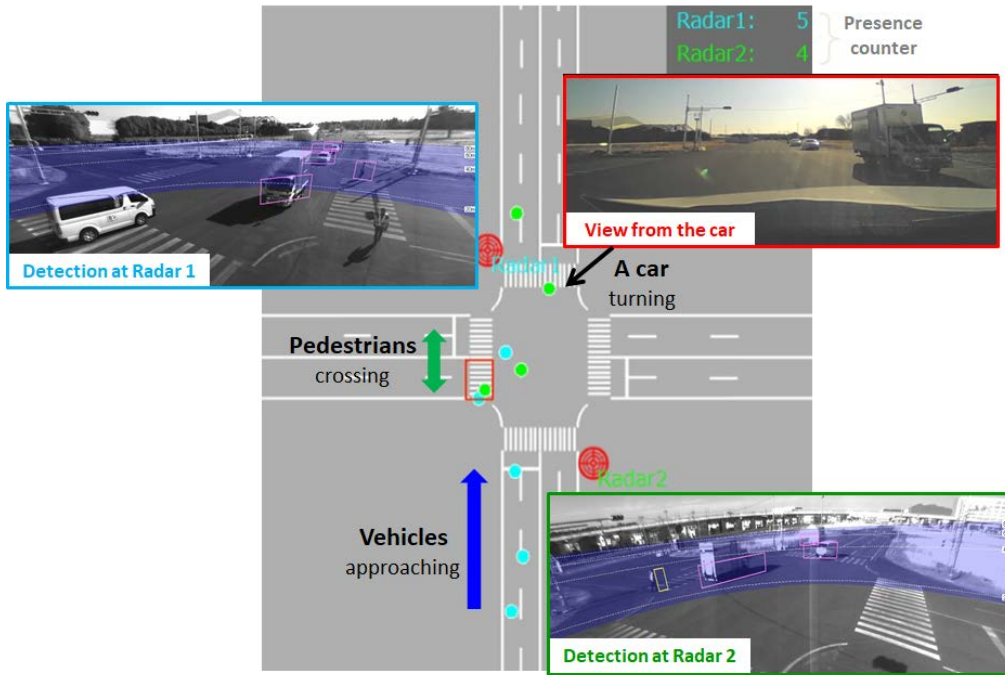


図 2 交差点对角に設置した複数レーダーの同時動作検証

Multiple radar data
Integrated for clustering

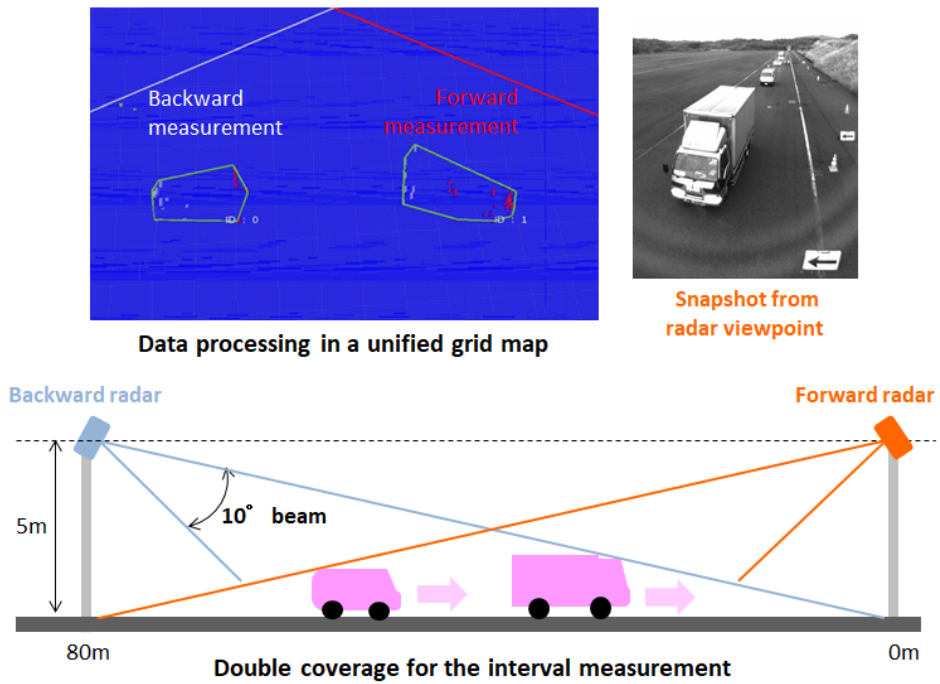


図 3 複数レーダーデータの統合クラスタリングに関する基礎検討

3. 2 システム間干渉低減技術の開発

路側レーダーとしての耐干渉性能の実証実験、ミリ波レーダー間の干渉低減システム技術の開発、及び汎用的な車載レーダーとの干渉実験を実施した。

はじめに、79GHz帯ミリ波の伝搬シミュレーション解析及び車両反射等による干渉発生を検知方法を開発した。ミリ波レーダー間の相互干渉は、動作周波数や測定時間および伝搬空間上のアンテナビーム方向が、全て一致した場合に発生する。そこで、動作周波数等をパラメータとして最も厳しい干渉発生時を含む諸条件の実験データを得るために、屋内試験設備における干渉実験を実施した。ここでは、レーダー送信波の伝搬経路を変化させる可能性がある反射体として実車両を用いた実験を実施し、車体からの反射波が干渉源となるような条件でのデータ取得を実施した（図4）。

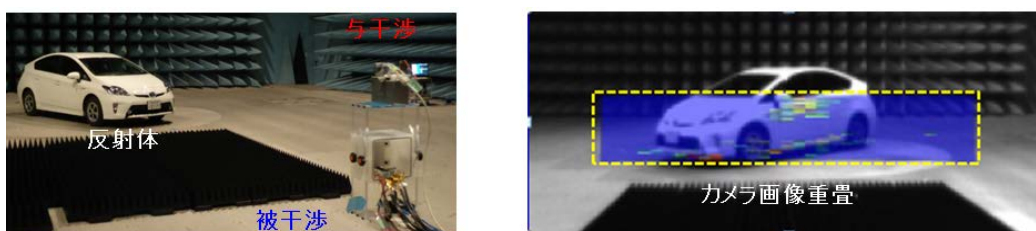
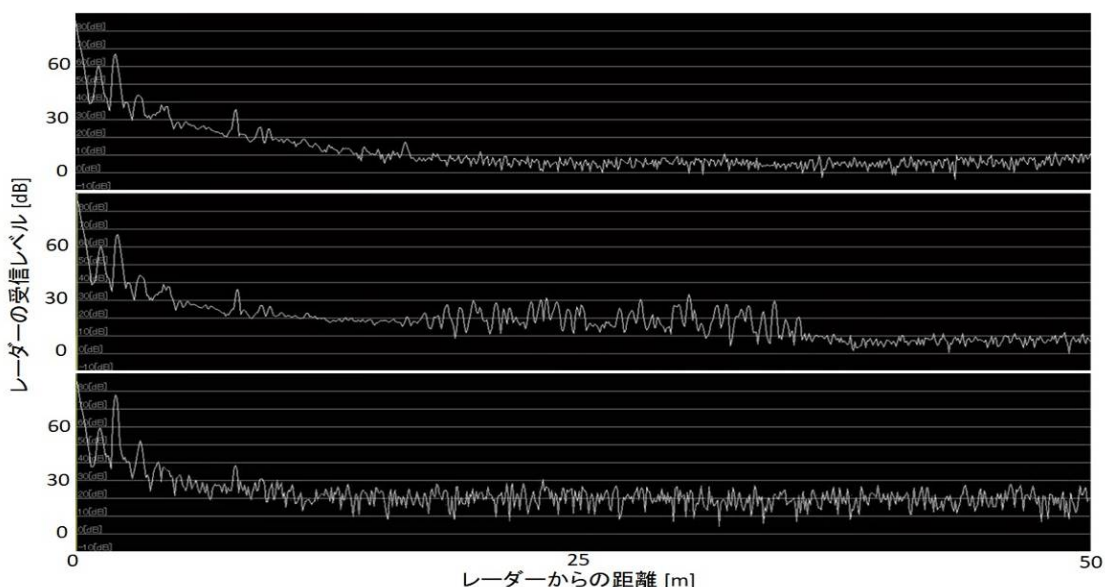


図4 実車両を用いた干渉実験(左)、車体反射による干渉伝搬経路の実測例(右)

次に、車載想定レーダーに対する路側設置レーダーの耐干渉性能を実証すると共に、相互干渉を低減するためレーダー動作の中心周波数を可変する等のアプローチについて有効性を検証した。具体的には、被干渉側の路側レーダーとして符号化パルス方式を、対する車載レーダーとして高速チャープ方式（fast FM-CW方式）を使用するシナリオを選択し、運用周波数帯が重複してアンテナビームも対向する条件で干渉発生時の受信特性を解析した（図5）。交差点に設置する場合、広い距離範囲で高い分解能を確保して検知精度を確保する必要があることから、最大検知距離と分離分解能に優れたパルス圧縮型のレーダー方式が有効と考えられる。結果として、車載レーダーからの干渉信号が路側レーダーのノイズフロアを変動させる現象は観測されたが、実使用時の離隔距離では影響の無いレベルであることを確認した。



上段：干渉無し、中段：符号化パルスが与干渉、下段：高速チャープが与干渉
図5 干渉発生時のレーダー受信特性（距離2m条件の距離プロファイル測定例）

3. 3 耐環境性能補償技術の開発

79GHz 帯ミリ波レーダーとしての耐環境性能の実証実験、降雨環境等における検出性能補償技術の開発、及び積雪寒冷地等の実フィールドにおける性能実証を行った。

はじめに、降雨や降雪といった気象条件を模擬できる専用試験施設において、79GHz 帯ミリ波を用いたレーダー伝搬特性を把握する基礎実験を実施した。その上で、誤検知率 10%以下を実現可能な時間雨量の条件を明確化すると共に、レドムへの着雪による感度劣化量を実測により把握している。また、雨滴エコー等の背景ノイズを抑圧するソフトウェア処理技術を開発した。さらに、暴風雨や豪雪地における吹雪といった悪天候の実環境において、誤検知等を発生させず安定したレーダー動作を実証した。

技術成果の一つとしては、79GHz 帯レーダーを用いた伝搬基礎実験の解析結果に基づき、降雨強度に対する伝搬減衰特性をモデル化することにより、レーダーシステムの無線回線設計に反映している。これにより、例えば、降雨強度 50mm/h で回線マージン+10dB が確保できる距離は 32m、同様に 100mm/h では 27m といったような激しい降雨時におけるカバレッジの推定も可能になる (図 6、図 7)。

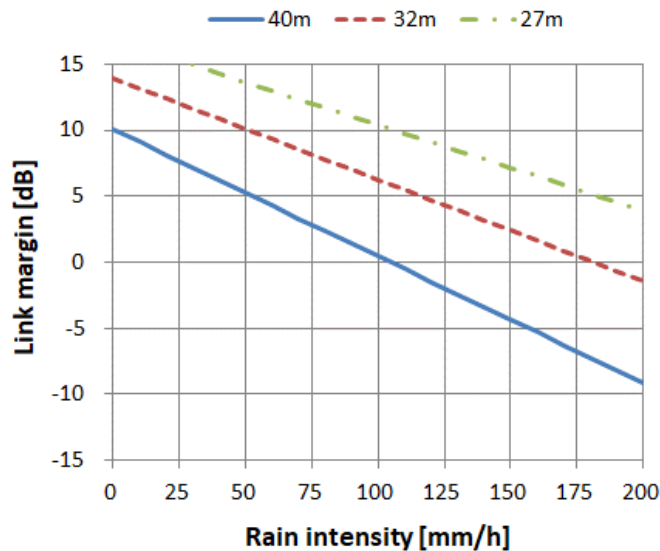


図 6 降雨強度に対するレーダー回線マージンの推定値

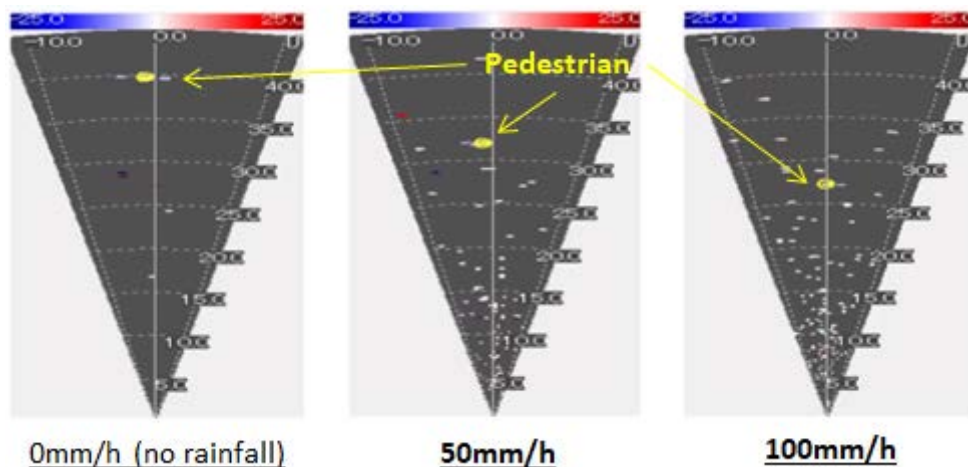


図 7 激しい降雨環境下での歩行者検知検証

以下では、豪雪地において実施した 79GHz 帯ミリ波レーダーのフィールド実験結果について説明する。フィールドには単路の路側に支柱を仮設し、79GHz 帯レーダーの試作装置一式をレーダーユニットが地上高 5m となるように取り付けた。その上で、レーダー検知のソフトウェアには、通過する様々な車両の台数をカウントする機能を実装することで、車両カウンターとしての計測精度を検証している(図 8)。また、大型車両の後ろを走行する乗用車等を逃さずに検知するため、レーダーの送信電波が車両の後方より照射されるように設置角度を調節した。

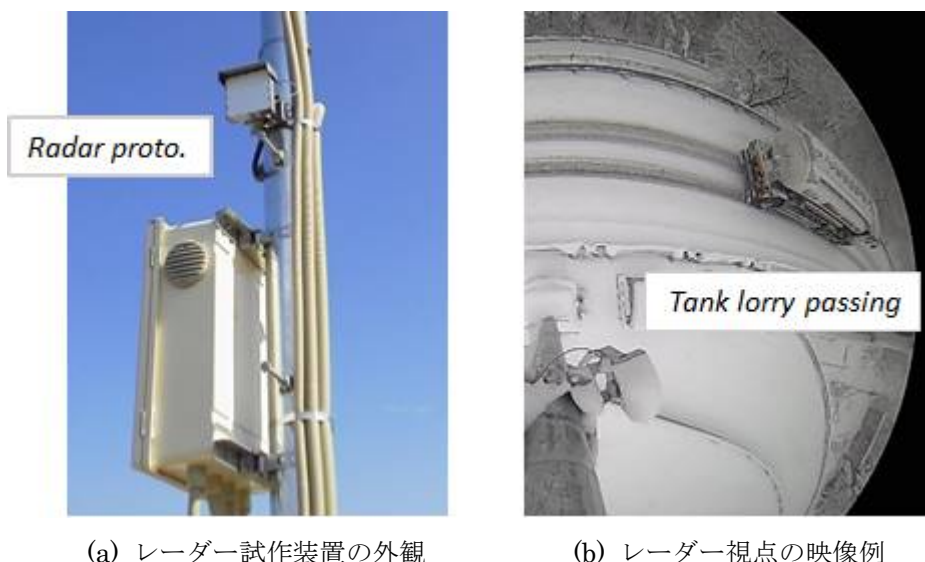


図 8 降雪フィールドにおける路側レーダー実験

レーダー計測精度の検証には、吹雪等の厳しい気象条件が含まれる連続 24 時間のデータをいくつか選定している。表 2 には、大雪の日とみぞれや吹雪の日の各データに対する車両カウントの精度検証結果を示している。若干の過カウントと未カウントが発生しているが、いずれの場合も 99%以上の検知精度が得られている。

詳細に解析すると、大型車両を 2 台と過カウントする場合や車間を詰めて走行する 2 台の車両を 1 台としてカウントしてしまう場合が発生している。このような事象の発生は、降雨または降雪といった気象条件に起因するのではなく、大型車両の過検知を抑圧することが近接する車両の分離性能とトレードオフになることに帰着する。つまり、トラック等の過検知を抑えるようにパラメータを調整すると、互いに近接する複数車両の未検知が増える傾向となる。尚、車両が 2 分以上通過しない時間帯を全て抽出して同様の機能検証を実施したが、いずれのデータにおいても誤報は発生していない。

表 2 降雪環境における車両カウント精度の検証結果

気象条件	車両数	過カウント	未カウント	誤報
大雪*	4,598 台	1 台	1 台	無
みぞれ/吹雪***	2,930 台	4 台	0 台	無

* 積雪量 210 mm/日

*** 積雪量 80 mm/日、最大風速 14 m/s

3. 4 路車協調技術の開発と公道実験の推進

79GHz帯レーダーによる自動走行支援のための情報生成に関する実証実験、及び情報提供のための無線通信技術との連携に取り組むと共に、安全運転支援を想定した路側センサーとしての公道実験を推進した。

平成28年度には、小型且つ広視野角の79GHz帯レーダー試作機を導入し、公道実験に向けた事前検証を完了した。また、路側センサーが出力する位置、速度等のメッセージセットを検討すると共に、79GHz帯レーダーと700MHz帯通信機をつなげる試験装置を開発し、路車協調技術としての有効性を検証した。

具体的には、高速道路の合流部支援を利用シーンに想定した上で、合流部に進入する車両を路側設置の79GHzレーダーが高精度に測定して、動的情報データとしてリアルタイムに更新する技術開発を行った。実証実験としては、日本自動車研究所所有のテストコースにおいて、路側レーダーのセンシング情報を走行車両に無線伝送する路車協調システムとしての機能試験を実施した。路側の試験装置は車線毎の車両位置や速度等が100ms周期で送信するように動作して、車側の運転支援アプリケーションが加減速を判断することで、実験車両が無理なく合流できることを確認した(図9、図10)。

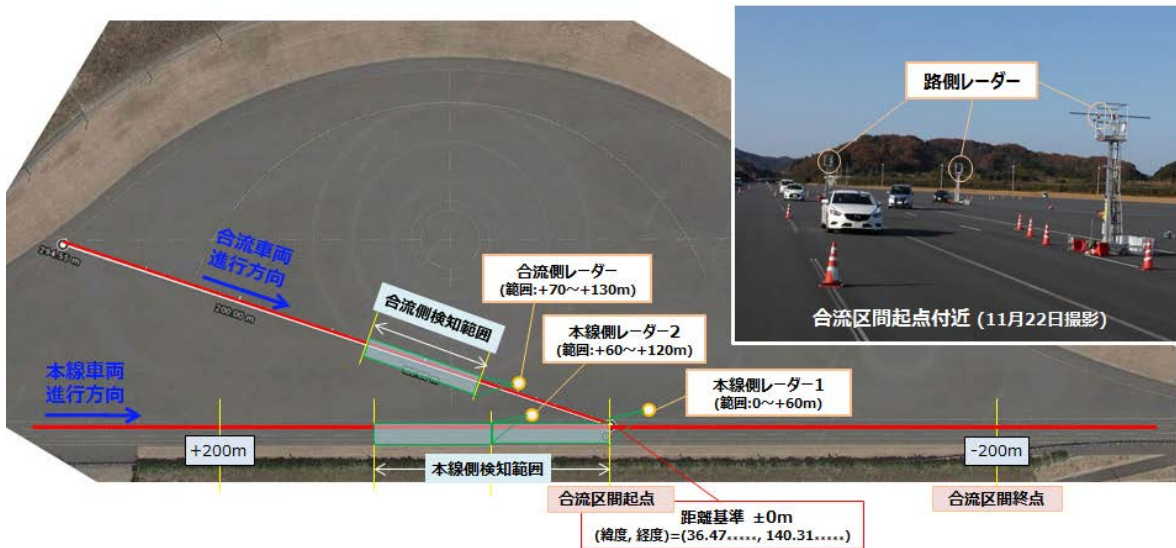


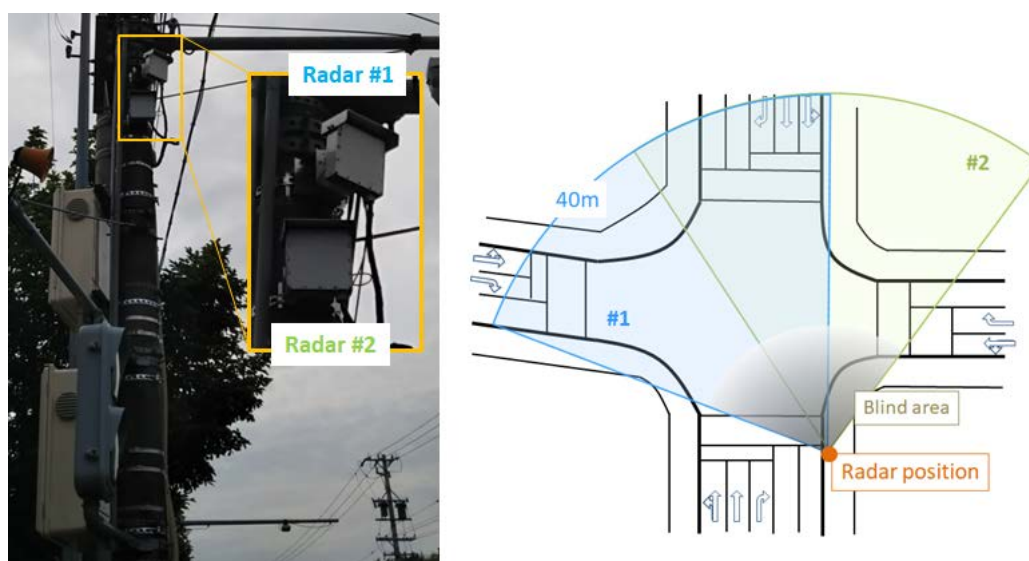
図9 路車協調試験時のテストコースにおける路側レーダーの設置条件



図10 車側における路側検知情報の活用例/路側レーダーの検知データ例

平成 30 年度には、降雨時を含む公道の交差点環境において、横断歩行者・自転車の検知率 95%、誤報率 2%を、データ更新周期 100ms 以下の条件で達成することができた。

一般道路の実交差点に 79GHz 帯レーダー試作機を設置して、横断歩道の歩行者検知等に関する長期的な技術検証を実施している。検証実験のフィールドは、日本の公道では一般的な片側 2 車線の幹線道路に対して片側 1 車線の道路が交差する地点であり、道路幅が狭いにも関わらず交通量が多い環境である。図 11 には、歩行者に対する検知範囲と各車線の位置関係を示しており、水平面の視野角は $\pm 35^\circ$ に設定した条件でレーダーを運用した。尚、レーダーアンテナの垂直面ビーム幅が 10° 程度のため、レーダー設置点から地上面での距離 15m 程度の近傍はブラインド範囲となる。



(a) ミリ波レーダーの設置状況

(b) 対象交差点の俯瞰図

図 11 一般道路における実証実験システムの構成

表 2 には、遠方の横断歩道を検知エリアとした場合についての評価結果サンプルを示している。ここでは、レーダー検知ソフトウェアにおいて検知保持時間の最適化を行うことで、これら検知率が約 95%、誤報率は約 1% という性能を確保している。また、詳細なデータ解析を行った結果、誤報発生は交差点内で大型車両が発生させるマルチパス散乱が主な要因となっている。

表 2 横断歩行者の検知精度評価結果

歩行者・自転車	評価時間 (フレーム数)	検知率	誤報率
存在有り	165 秒 (3300)	95.5 %	—
存在無し	402 秒 (8040)	—	1.1 %

4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

開発技術を実用化する取組みとして、具体的な利用シーンを想定し、関係機関と連携した 79GHz 帯レーダーの路側センサーとしての公道実験を推進してきた。特に、一般道路に関する警察庁や都道府県警との連携のみならず、高速道路の路側センサーとしての応用展開に関しても関係機関への提案活動も行ってい

る。また、全研究期間を通じて、将来の海外展開を見据えた国際標準化の活動や開発技術の知的財産化への取組みに注力してきた。具体的な取組みの現状は以下の通りである。

- ・関係機関への技術提案を通じて公道実験の実施場所を選定し、一般道路の交差点に 79GHz 帯レーダーを設置してデータ取得及び歩行者検知等の試験を開始している。
- ・高速道路の逆走対策技術に関するフィールド検証試験に公募、参画した結果として、逆走車を検知する路側センサーの現地展開技術の一つとして選定されている。特に、積雪寒冷地においては吹雪のような厳しい気象条件にも対応可能であることを実証している。
- ・ITS の安全支援を実現する無線通信技術の標準化としては、ITS 情報通信システム推進会議に参画し、ITU-R への寄書や会合に継続して対応している。
- ・機械学習適用による歩行者・車両判別や複数レーダー統合等の精度改善に関する技術から歩車間通信との連携システムまで、実使用時を想定したインフラレーダーシステム全般の特許出願に取り組んでいる。

5 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画

将来の自動運転に必要とされる一般道路の交差点や高速道路の合流部等における協調システムの普及を目指して、警察庁をはじめとする ITS 関係機関と幅広く連携して研究開発成果の事業化に取り組む。図 12 にはインフラレーダー技術の出口検討状況を記しており、今後の取組み方針は以下の通りである。

- ・一般道路の信号無交差点を含む広範囲での自動運転支援の実現を目指し、都道府県警や自動車メーカー、電力会社等の産官連携を強化するために、SIP 第 2 期プロジェクト等への参画を検討する。
- ・高速道路に対しては、国土交通省国土技術政策総合研究所の自動運転を支援する情報提供等に関する共同研究に参画する。具体的には、高精度な速度計測が可能なミリ波レーダーの特長が活かされる合流支援に向けた路側センサーの仕様検討等に取り組む。
- ・アウトカム目標である交通事故削減に結びつけていくために、実際に発生した歩行者事故の分析結果等に基づいた具体的な対策シナリオの検討等を行っていく。



図 12 インフラレーダー技術の出口検討状況

6 査読付き誌上発表論文リスト

- [1] 高橋 和晃 他、“Evolution of Millimeter-wave Multi-Antenna Systems in the IoT Era”、電子情報通信学会 英文論文誌、(2017年10月1日)

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

- [1] 劉 偉傑 他、“Pedestrian Detection Using 79GHz Radar Sensors with Watershed Algorithms”、第22回 ITS 世界会議 (2015年10月5日)
- [2] 笠原 稔弘 他、“A Study of Pedestrian Recognition Method Using 79GHz-band Infrastructure Radar System”、第23回 ITS 世界会議 (2016年10月11日)
- [3] 林 俊光 他、“Analysis of Radio Propagation for Automobile using Ray-tracing Techniques on 79GHz band”、第23回 ITS 世界会議 (2016年10月11日)
- [4] 劉 偉傑 他、“Pedestrian Recognition Using 79GHz Radars for Intersection Surveillance”、13th European Radar Conference (2016年10月7日)
- [5] 林 俊光 他、“A study of infrastructure radar technologies using 79GHz band on V2I application for merging support at highway junction”、第24回 ITS 世界会議 (2017年10月30日)
- [7] 林 俊光 他、“An analysis of propagation characteristics on infrastructure radar system using 79GHz band under rainfall environment”、第25回 ITS 世界会議 (2018年9月20日)
- [6] 劉 偉傑 他、“Cooperation of V2I/P2I Communication and Roadside Radar Perception for the Safety of Vulnerable Road Users”、16th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications (2018年10月15日)

8 その他の誌上発表リスト

- [1] 安木 慎 他、“安心安全社会の実現に向けた 79GHz ミリ波レーダー技術”、パナソニック技報、(2015年5月15日)
- [2] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、ITU ジャーナル、(2015年7月1日)
- [3] 中川 洋一、“Infrastructure Radar System as Next-Generation ITS Utilizing ICT”、New Breeze 2015 Summer、(2015年7月22日)
- [4] 中川 洋一 他、“ICT を活用した次世代 ITS の開発 (自動運転)”、自動車技術、(2015年12月1日)
- [5] 中川 洋一 他、“次世代 ITS における 79GHz レーダー技術”、月刊「画像ラボ」、(2017年9月1日)
- [6] 中川 洋一、“Development of Practical Roadside Sensor Utilizing Millimeter-Wave Radar Technology”、SIP-adus Project Reports, 2014-2018 - Automated Driving for Universal Services -、(2019年発刊予定)

9 口頭発表リスト

- [1] 中川 洋一 他、“次世代ミリ波センシング技術”、Panasonic 展示会「Wonder Japan Solutions」(東京) (2015年2月12日~14日)
- [2] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、一般公開講演会「情報通信が支える次世代の ITS」(東京) (2015年3月6日)

- [3] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、ワイヤレステクノロジーパーク 2015(東京)(2015年5月22日)
- [4] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、電波利用促進セミナー「情報通信技術が支える次世代 ITS」(大阪)(2015年7月15日)
- [5] 安木 慎 他、“79GHz Infrastructure Radar for Cooperative Intersection Safety”(ポスター)、第22回 ITS 世界会議(2015年10月5日~9日)
- [6] 中川 洋一 他、“インフラレーダーシステム”、Panasonic 展示会「Wonder Japan Solutions」(東京)(2016年2月5日~10日)
- [7] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、一般公開講演会「情報通信が支える次世代の ITS」(東京)(2016年2月25日)
- [8] 高橋 和晃、“ミリ波帯、テラヘルツ波帯の無線システムの動向と将来像”、周波数資源開発シンポジウム 2016(東京)(2016年7月15日)
- [9] 中川 洋一、“SIP 総務省施策「ICT を活用した次世代 ITS」の研究開発”、自動車技術会エレクトロニクス部門委員会(東京)(2016年9月2日)
- [10] 林 俊光 他、“Cooperative Intersection Safety -79GHz Infrastructure Radar-”(ポスター)、第23回 ITS 世界会議(2016年10月10日~14日)
- [11] 中川 洋一 他、“インフラレーダーシステム技術の開発”、スマート IoT 推進フォーラム合同シンポジウム(東京)(2016年9月27日)
- [12] 中川 洋一 他、“ICT を活用した次世代 ITS の確立「インフラレーダーシステム技術の開発」”、SIP シンポジウム 2016(東京)(2016年10月4日)
- [13] 中川 洋一 他、“Infrastructure radar with V2I communication”(ポスター)、SIP-adus Workshop 2016(東京)(2016年11月15日~17日)
- [14] 中川 洋一 他、“協調型自動走行への適用を目指す 79GHz インフラレーダー”、MWE2016 ワークショップ(横浜)(2016年12月2日)
- [15] 中川 洋一、“79GHz 帯を利用した高分解能ミリ波レーダ技術の紹介”、第148回電波利用懇話会(東京)(2017年3月3日)
- [16] 中川 洋一、“インフラレーダーシステム技術の開発”、一般公開講演会「情報通信が支える次世代の ITS」(東京)(2017年3月15日)
- [17] 林 俊光 他、“インフラレーダーシステム技術の開発”(ポスター)、ワイヤレステクノロジーパーク 2017(東京)(2017年5月24日~26日)
- [18] 中川 洋一、“ICT を活用した次世代 ITS の研究開発”、2017年度 第1回 ITS Japan コミュニティプラザ(東京)(2017年6月21日)
- [19] 中川 洋一 他、“Connected Vehicles - Infrastructure Radar System”(ポスター)、SIP-adus Workshop 2017(東京)(2017年11月14日~16日)
- [20] 中川 洋一 他、“インフラレーダーシステム技術の開発”(ポスター)、ワイヤレステクノロジーパーク 2018(東京)、(2018年5月23日~25日)
- [21] 大久保 義行 他、“協調型自動運転システムの実用化に向けた V2X 関連技術開発への取組み状況”、ワイヤレステクノロジーパーク 2018(東京)、2018年5月25日

- [22] 高橋 和晃、“ミリ波技術による次世代 ITS の国際動向”、VSC セミナー（東京）、2018 年 12 月 17 日
- [23] 中川 洋一 他、“Connected Vehicles - Infrastructure Radar System”（ポスター）、SIP-adus Workshop 2018（東京）、（2018 年 11 月 13 日、14 日）

10 出願特許リスト

- [1] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、日本、2015 年 3 月 25 日
- [2] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、国内優先、2015 年 9 月 9 日
- [3] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、日本、2015 年 10 月 2 日
- [4] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、日本、2016 年 1 月 15 日
- [5] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、日本、2016 年 1 月 19 日
- [6] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、中国、2016 年 2 月 3 日
- [7] 劉 偉傑 他、レーダ装置および目標物体検出方法、日本、2016 年 3 月 16 日
- [8] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、米国、2016 年 3 月 21 日
- [9] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、国内優先、2016 年 5 月 19 日
- [10] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、中国、2016 年 8 月 17 日
- [11] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、米国、2016 年 9 月 14 日
- [12] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、中国、2016 年 10 月 12 日
- [13] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、中国、2016 年 10 月 12 日
- [14] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、米国、2016 年 12 月 22 日
- [15] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、米国、2017 年 1 月 4 日
- [16] 劉 偉傑 他、レーダ装置および目標物体検出方法、中国、2017 年 2 月 22 日
- [17] 劉 偉傑 他、レーダ装置および目標物体検出方法、米国、2017 年 2 月 27 日
- [18] 劉 偉傑 他、レーダ装置および目標物体検出方法、欧州、2017 年 2 月 28 日
- [19] 堀端 研志 他、アンテナ装置、日本、2017 年 3 月 23 日
- [20] 劉 偉傑 他、レーダ信号処理装置およびレーダ信号処理方法、日本、2017 年 5 月 31 日
- [21] 劉 偉傑 他、路側装置、通信システムおよび危険検知方法、日本、2017 年 10 月 4 日
- [22] 安木 慎 他、侵入検知システムおよび侵入検知方法、日本、2018 年 4 月 2 日
- [23] 横山 洋児 他、交通監視システムおよび交通監視方法、日本、2018 年 4 月 2 日
- [24] 劉 偉傑 他、物体検出装置、物体検出システム、及び物体検出方法、日本、2018 年 4 月 11 日
- [25] 劉 偉傑 他、レーダ信号処理装置およびレーダ信号処理方法、米国、2018 年 5 月 11 日
- [26] 劉 偉傑 他、レーダ信号処理装置およびレーダ信号処理方法、中国、2018 年 5 月 25 日
- [27] 劉 偉傑 他、レーダーデータ処理装置、物体判別装置、レーダーデータ処理方法、および物体判別方法、日本、2018 年 7 月 27 日
- [28] 劉 偉傑 他、路側装置、通信システムおよび危険検知方法、PCT、2018 年 8 月 6 日
- [29] 劉 偉傑 他、物体検出装置、物体検出システム、及び物体検出方法、PCT、2019 年 3 月 28 日
- [30] 安木 慎 他、侵入検知システムおよび侵入検知方法、PCT、2019 年 3 月 29 日
- [31] 横山 洋児 他、交通監視システムおよび交通監視方法、PCT、2019 年 3 月 29 日

1.1 取得特許リスト

- [1] 堀端 研志 他、アンテナ装置、日本、2018年5月11日
- [2] 劉 偉傑 他、物体検出装置および物体検出方法、米国、2018年10月16日

1.2 国際標準提案・獲得リスト

- [1] APT Wireless Group (AWG)、APT REPORT ON “The Usage of ITS in APT Countries”、提案：2017年4月3日、修正提案：2017年9月25日、採択：2018年4月13日
- [2] ITU-R SG5 WP 5A、NEW REPORT ON “Intelligent Transport Systems (ITS) Usage in ITU Member States”、提案：2017年5月22日、修正提案：2017年11月6日、採択：2018年11月19日

1.3 参加国際標準会議リスト

- [1] ITU-R SG5 WP 5A/5B、ジュネーブ、2014年10月27日～11月7日
- [2] ITU-R SG5 WP 5A/5B/5C、ジュネーブ、2016年5月9日～5月19日
- [3] ITU-R SG5 WP 5A/5B/5C、ジュネーブ、2016年11月7日～11月11日
- [4] ITU-R SG5 WP 5A/5B、ジュネーブ、2017年5月22日～5月26日
- [5] ITU-R SG5 WP 5A、ジュネーブ、2017年11月6日～11月10日

1.4 受賞リスト

該当無し

1.5 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] “パナソニックがコネクテッドカーと、ビッグデータを活用した ITS ソリューションの最新技術を出展【ITS 世界会議ボルドー2015】”、2015年10月21日
- [2] “パナソニックが10テーマの展示、7本の論文を発表～第23回『ITS 世界会議 2016』がメルボルンで開幕”、2016年10月14日
- [3] “Panasonic to Exhibit at ITS World Congress 2017 Montreal”、2017年10月20日

(2) 報道掲載実績

- [1] “Panasonic Presents the Latest Highlights in Automated and Connected Vehicle Technologies and ITS Big Data Solutions ”、Business Wire、2015年10月10日
- [2] “SIP が自動走行システムでシンポ、AI 活用も視野に”、日経コンピュータ、2016年10月5日
- [3] “高速道路における逆走対策技術の公募 -選定結果発表-”、国土交通省 他、2017年3月23日
- [4] “高速道路における逆走対策技術18件を選定 -効果的な逆走対策技術の現地展開を推進-”、国道交通省 他、2018年12月18日

1.6 ホームページによる情報提供

- [1] <https://www.youtube.com/watch?v=ReexhHCdAMs>、Panasonic's Automated & Connected Technologies @ #ITSWC15、2,018回

- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=00DrUIR1XOI>、パナソニックが ITS 世界会議 2016 に出展@オーストラリア・メルボルン #ITSWC16、2,523 回
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=fPz0Kprw3GE>、ITS 世界会議 2017 モントリオールに出展～サイバーセキュリティシステムなど、580 回

研究開発による成果数

	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
査読付き誌上発表論文数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	3 件 (3 件)
その他の誌上発表数	0 件 (0 件)	4 件 (1 件)	0 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	2 件 (0 件)	5 件 (1 件)	9 件 (2 件)
特 許 出 願 数	1 件 (0 件)	7 件 (2 件)	1 1 件 (9 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	1 件 (1 件)
報 道 掲 載 数	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)	2 件 (0 件)

	平成 29 年度	平成 30 年度	合計
査読付き誌上発表論文数	1 件 (1 件)	0 件 (0 件)	1 件 (1 件)
査読付き口頭発表論文数 (印刷物を含む)	1 件 (1 件)	2 件 (2 件)	7 件 (7 件)
その他の誌上発表数	1 件 (0 件)	1 件 (1 件)	6 件 (2 件)
口 頭 発 表 数	3 件 (1 件)	4 件 (2 件)	2 3 件 (6 件)
特 許 出 願 数	2 件 (0 件)	1 0 件 (6 件)	3 1 件 (1 7 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	2 件 (1 件)	2 件 (1 件)
国 際 標 準 提 案 数	4 件 (4 件)	0 件 (0 件)	4 件 (4 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	2 件 (2 件)	2 件 (2 件)
受 賞 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
報 道 発 表 数	1 件 (1 件)	0 件 (0 件)	3 件 (3 件)
報 道 掲 載 数	1 件 (0 件)	1 件 (0 件)	4 件 (1 件)