

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02344

研究課題名（和文）自律型・協調型統合化自動走行システムの基盤技術に関する研究

研究課題名（英文）Study on Fundamental Techniques for Unified Autonomous and Cooperative Automated Driving System

研究代表者

山尾 泰 (Yamao, Yasushi)

電気通信大学・先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター・教授

研究者番号：10436735

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,600,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では高度な自動走行システムの実現をめざして自律型/協調型統合化自動走行システムを提案し、これに耐えうる高信頼ITS車車間情報共有技術と車載センサを用いた高精度位置同定技術、レーダセンシング技術の3つの要素技術を確立すると共に、統合化自動走行システムのための複合車両制御技術を新たに研究開発した。これら基盤技術の有効性をそれぞれ確認することで、自律型/協調型統合化自動走行システムの実現への方向性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

安全・安心（交通事故防止）ならびに経済・生活（経済性、快適・利便性、環境保護、高齢化社会への対応）の視点からITS（高度道路交通システム）の高度化が重要となっている。特に自動走行システムの実現に関しては、道路交通システムの100年に一度の技術革新として世界的に大きな期待を集めており、日本でも政府の「総合科学技術・イノベーション会議」で重要な政策目標として取り上げられるなど、その実現に向けた技術開発は極めて重要である。またここで開発された先進的・複合的技術は新たな学術分野の発展に大きく寄与するものである。

研究成果の概要（英文）：In order to realize advanced automated driving systems, unification of autonomous and cooperative driving systems is proposed with fundamental techniques to be developed. The techniques include highly reliable inter-vehicle information sharing technique by wireless communication, as well as high-accuracy vehicle positioning and radar sensing techniques. Vehicle dynamics control system has been also developed that can utilize both on-board sensing information and shared information. Through the validation of the fundamental techniques, the direction to the advanced automated driving systems has been shown.

研究分野：ワイヤレス通信、ITS

キーワード：ITS 車車間通信 測位 レーダ 自動走行

## 1. 研究開始当初の背景

安全・安心（交通事故防止）ならびに経済・生活（経済性、快適・利便性、環境保護、高齢化社会への対応）の視点から ITS（高度道路交通システム）の高度化が重要となっている。特に自動走行システムの実現に関しては、道路交通システムの 100 年に一度の技術革新として世界的に大きな期待を集めており、日本でも政府の「総合科学技術・イノベーション会議」で重要な政策目標として取り上げられるなど、実用化を目指した各方面での研究が加速している。すでに安全運転支援用の車車間通信システムが導入されるとともに、車載カメラやレーダなど車載センサによるプリクラッシュブレーキの普及が加速しており、これらの技術は自動運転の実現に欠かせない基礎技術としてさらに高度化に向けた研究が継続されている。

## 2. 研究の目的

車載センサによる自律型システムと、車車間通信を用いた協調型システムの 2 つを自動走行システムの技術として考えると、いずれも長所と短所を有している。前者のシステムでは自車の周囲をカメラおよびレーダー・ライダー等のセンサで監視して自車の走行制御を行う。しかし 1 台の車両のセンサでは他車や建物の影に検知ができない死角が存在する、悪天候時のセンシング範囲に制約がある、交通流を意識した制御は困難、という制約がある。一方、後者のシステムは、各車の走行情報（位置、速度ベクトル、加減速状態等）を車車間通信によって他車両と情報共有し、協調的に車両制御することで交通流を意識した自動走行が可能になる。しかし、都市内では GPS で測定した各車の位置の精度に限界があるため車両間隔の精度が十分でないこと、車車間通信の信頼度・遅延特性が場所によって劣化する、という課題がある。このように、2 つのシステムはいずれも短所を有し、信頼に足る自動走行を実際のような道路・交通環境で達成することは単独のシステムでは困難と考えられる。

そこで本研究ではさらに高度な自動走行システムの実現をめざして、自律型/協調型統合化自動走行システムを提案し、これに耐えうる高信頼 ITS 車車間情報共有技術と車載センサを用いた高精度位置同定技術およびレーダーセンシング技術の 3 つの要素技術を確立すると共に、これらを用いる複合車両制御技術を新たに研究開発し、これら技術の有効性を確認することで、自律型/協調型統合化自動走行システムの基盤技術を確立する。

## 3. 研究の方法

本研究では、自律型/協調型統合化自動走行システムの基盤技術の確立のため、以下の 3 つの領域での研究を平行して進めた。

### 【領域 1】車車間通信容量の増大と通信信頼度の向上

ここでは、車車間通信の干渉耐力の向上を図るための方式として、中継アシスト CSMA/CA 車車間通信の通信容量の増大と通信信頼度の向上策について検討するとともに、通信信頼度マップデータベースの構築方法について検討した。

### 【領域 2】位置同定精度の向上

マルチパス環境での高分解能電波測位法の確立と路側位置センサの利用による測位精度向上の 2 つの方法を検討した。さらに高精度車載センサによる周囲環境認識のため、ミリ波レーダの検知・認識の精度向上を図る基盤技術の確立を目指した。

### 【領域 3】単独系と協調系の情報統合手法および走行制御計画手法の検討

車載センサおよび通信によって得られた周囲環境情報を統合する理論および走行制御計画理論の検討を行い、車両制御系を用いた実車システムによる走行実験を行う。

## 4. 研究成果

### 【領域 1】

#### （課題 1-1）車車間通信の通信容量の増大と通信信頼度の向上策

安全運転支援および協調型自動走行システムの実現には高信頼かつ低遅延な車車間通信が必要である。現行の車車間通信では各車両が送信間隔 100ms で走行情報を定期的にブロードキャストするが、パケット損失が生じると、送信間隔を単位とする配信遅延が発生する。このためパケット伝送成功率が低いと平均配信遅延が著しく増大する。一方、車車間通信の品質を向上するために、路側中継器を用いて車車間通信パケットを転送中継する中継アシスト車車間通信が提案され、伝送成功率が大幅に改善されることが示されている。そこで本課題では中継アシスト車車間通信の導入による情報配信遅延の低減効果を解析した後、1100 台以上の車両が存在する複数交差点市街地環境における効果を大規模シミュレーションによって確認した（図 1）。中継アシスト車車間通信の平均配信遅延は評価エリアの全てにおいて 20ms 以下となり、中継無しの場合に比べて 1/4 以下に低減できることを解析結果より明らかにした（図 2）。さらに路側中継器が疎に配置された環境での通信信頼度を向上するための車車間の多段自律中継において、中

継効果を高めるための方法を提案し、その効果を確認した。

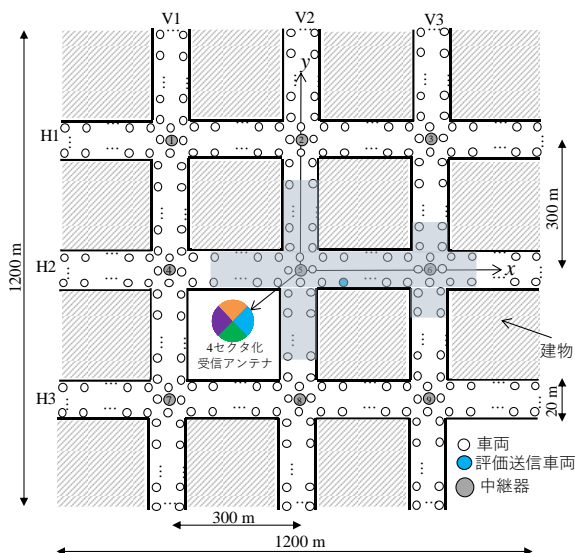


図1 シミュレーション解析に用いた道路・車両配置モデル

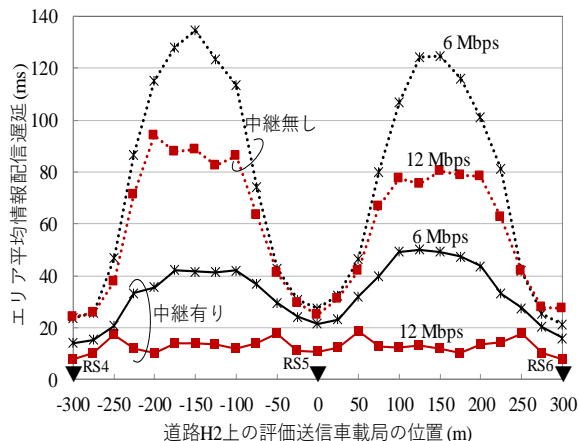


図2 エリア平均情報配信遅延時間解析結果の比較

【課題 1-2】通信信頼度マップの構築

本研究課題では、あらかじめ場所に依存する通信信頼性を把握することで、通信システムの適切な選択や自動運転制御のマージン設計に活かすことを考えた。例えば交差点の角に電波遮蔽の原因となるビルが建っている環境を考える。このような環境は、遮蔽による電波の減衰が大きく、その存在がわからない可能性もある。これは、交差道路の車両の存在が直前までわからないことになり、自動運転時の速度制御や交差点における優先制御に大きな影響をおよぼしてしまう。そこで、本研究では、あらかじめ過去の通信履歴を元にその電波伝搬状況や誤りの状況を、スペクトラムデータベースに蓄積し、統計化することで送受信位置に応じた通信品質をデータベース化することが可能となる。このデータベースを用いることで通信前にその通信品質を把握できるため、その品質に適応した制御やパラメータ設計が可能となる。

本研究課題では、電波伝搬状況をスペクトラムデータベースにより把握する実証実験としてV2Xの車載器を活用した電波環境のデータベース構築による受信信号電力のマップ化に関する検討を行った。ここでは、無線LAN標準規格を基に設計されたV2Xの標準であるIEEE802.11pに基づくプロトコルを採用した車載器の車両を3台準備し、5.9GHz帯で実験を行った。実験は図3に示すような環境を持つ米国RichmondにあるCalifornia PATH 研究所敷地内で行った。周回コースの中央に建物が複数存在するloop 1と、樹木と草地となっているloop 2でそれぞれ平均受信電力のマップ化を行った。本実験ではエリア内に3台の車両を2日間に渡って走行させ、パケット交換時に得られた電波強度情報を集約してデータベースに登録し、5m×5mのメッシュで平均値をとることで電波環境マップを構築した。交差点上の送信ポイント1-A、2-Aを送信メッシュとした平均受信電力のマップを図4に示す。双方のループの大きさはほぼ同じであるが、図より、loop 2は遮るものがない環境のため、ループの内側を通るパスを持つ伝搬状況もさほど平均受信電力が劣化しないが、loop 1では建物の影響で、ループの内側を通ると大きな減衰が発生することが確認できる。ここで示したように周辺環境による電波伝搬の影響はスペクトラムデータベースの活用で事前把握が可能となることが確認できた。

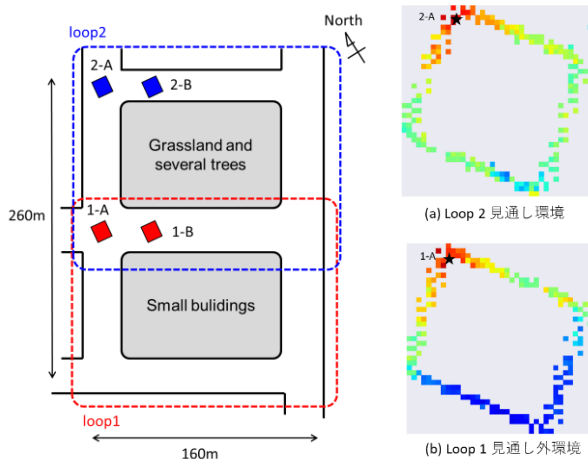


図3 実験環境

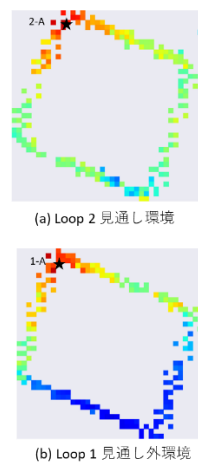


図4 電波マップ

【領域 2】

(課題 2-1) マルチパス環境での高分解能電波測位

(課題 2-2) 路側位置センサの利用による測位精度向上

歩行者死亡事故の削減のため、歩行者が所持するスマートフォン等のモバイル端末から自位置情報を周辺車両に周知する歩車間通信が注目されているが、端末の測位の高精度化が極めて重要な課題となっている。

この課題に対して、従来から、高いビルに囲まれる都市部での GPS による測位精度の低下を改善するために、RTK-GPS (Real-time kinematic GPS)、複数衛星測位システムの使用や準天頂衛星システムの併用が検討されているが、その効果は限定的である。

そこで、GPS 衛星からの電波による測位に加えて、車両も測位の基準点と見なし、周囲の車両間で交換される車両の位置情報と、その電波の直接波のみの信号強度に基づいてモバイル端末側で推定する自端末と車両との距離を用いた測位を併用する方式が提案されているが、周囲の車両数が少ないときには、歩行者の測位精度は上がらないという問題があった。

本研究では、先行研究の方式をベースに、図 5 に示すように、車両および路側機を測位の基準点と見なし、それらが発する電波の直接波から車両または路側機とモバイル端末との距離のみならず電波の到来角度を算出して測位推定の計算に組み込むことにより、周囲の車両数が少ないときでも、歩行者を高精度に測位する拡張方式を考案した (図 6)。

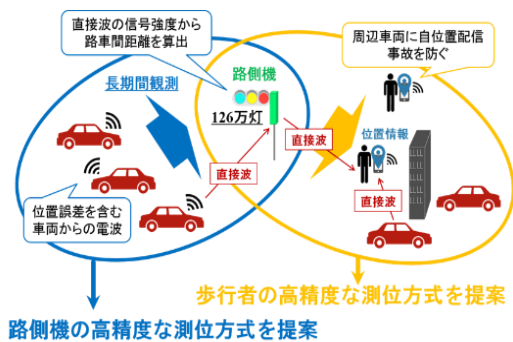


図 5 車両と路側機を基準点とした歩行者測位

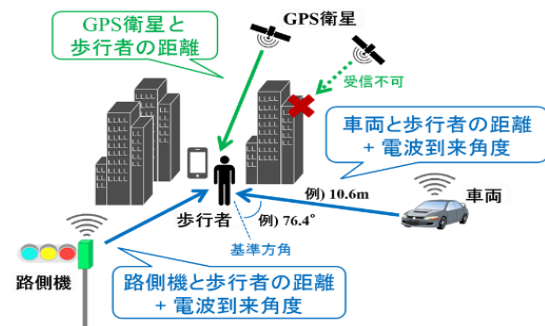


図 6 拡張方式の概要

また、上記方式において路側機を歩行者測位の基準点として利用可能とするため、簡易な無線機を路側機に取付け、周辺の車間で交換される位置誤差を含む車両の位置情報と、それを運ぶ無線信号の直接波のみの信号強度を用いて車両と路側機との距離を算出し、それを長期間繰り返すことにより路側機の高精度な測位を可能とする方式を考案した (図 7)。

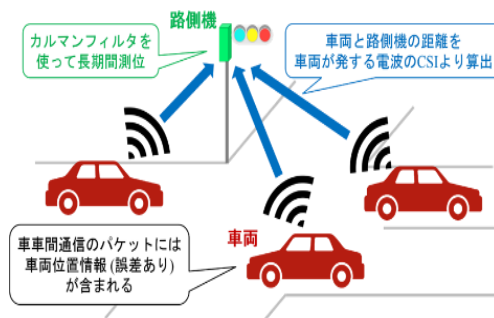


図 7 路側機の高精度測位



図 8 銀座付近の 3D 建物データと航空写真

上記の考案した方式の有効性を検証するため、図 8 に示す東京銀座付近の 3D 建物データ (NTT データ社製) を対象として、3D レイトレーシング法によるシミュレーション評価を行った。この結果、無線信号を受信する際の時間分解能が 1ns の無線機で、位置誤差平均 1m の車両情報を利用した場合に、歩行者測位の基準点となる路側機の測位誤差を 1cm と高精度に測位できることを確認した。また、車両および路側機を基準点として併用し、モバイル端末の時間分解能が 0.1ns、車両位置誤差が平均 30cm のときに、周辺に車両が少ないときでも、歩行者の測位誤差を平均 28cm まで削減できることを確認した。これにより、車両が周囲の歩行者の位置を高精度に認識可能となり、歩行者事故の削減に大きく寄与できるものと確信する。

### (課題 2-3) 高精度車載センサによる周囲環境認識

本課題では、独自方式の高性能ミリ波レーダ (多周波ステップ方式) を用いて、人物を含む周囲環境の逐次計測データ (クラッタ MAP と呼ぶ) を事前情報として活用することで、検知・認識の精度向上を図る基盤技術の確立に取り組み、以下に示す成果を得た。

#### ① 目標の検知・認識特徴量の開発

多目標対処能力に優れ、分解能と遠距離性を備える独自方式の高性能ミリ波レーダ (多周波ステップ CPC レーダ) を用いて車両・人・小動物の実データを取得し、それらの認識識別に

有効と思われる各種特徴量を提案した。

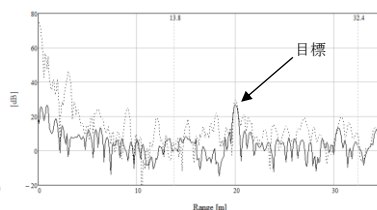
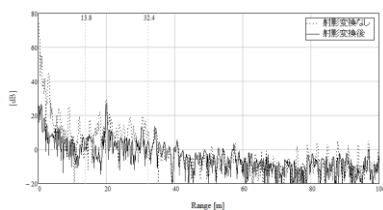
- ② 目標の検知・認識技術の開発  
提案する各種特徴量を入力とし、SVM(機械学習)アルゴリズムを用いた認識技術を開発した。また、レーダの計測軸線距離・速度データから、衝突防止に極めて有効となる目標の2次元位置ベクトル・速度ベクトルを推定可能とするアルゴリズムを開発した。
- ③ 周囲環境データ(クラッタMAP)の解析  
時空間信号処理技術の開発に資するため、同レーダを用いて、道路周囲環境(草むら、ガードレール他)のクラッタの信号の数理解析(確率密度分布、固有空有間等)を実施した。
- ④ 周囲環境データ(クラッタMAP)を用いる目標検知技術の開発  
研究の総括として、レーダセンサにおいて背景地面クラッタに比べ受信信号レベルが小さく検知が困難な小落下物(ボルト等)をターゲットとした目標検知技術を開発した。当目標検知技術は、周囲環境を複素固有信号空間(クラッタMAP)として常時計測保存し計測信号から逐次そのクラッタMAP空間に直交させる変換処理を多周波ステップ方式復調処理に融合させることで、非定常クラッタ(干渉電波など)環境下においても実用可能なレーダ受信機帯域幅にて数cmという小落下物の検知を可能とするものである(下図参照)。以上からクラッタMAPを利用したレーダ目標検知精度向上を可能とする基盤技術を確立した。



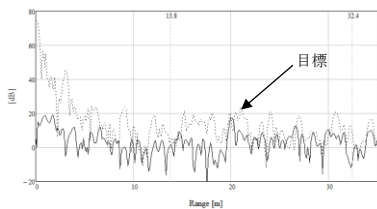
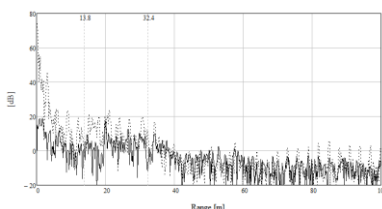
ミリ波実験レーダを用いた落下物検知実験風景



本実験における検知対象落下物の写真(左:標準目標,右:ボルト)



標準目標の計測データの距離プロフィール((a)距離0~100mの距離プロフィール,(b)距離0~35mの距離プロフィール)



ボルトの計測データの距離プロフィール((a)距離0~100mの距離プロフィール,(b)距離0~35mの距離プロフィール)

### 【領域3】

#### (課題3)

協調型走行制御は自律型に比べて制御系に有用な情報を広くかつ多く摂取できる一方、協調関係で得られた情報には誤差や遅延のばらつきが含まれる。そこで本研究では、協調系で得られた情報の質を考慮して単独系と統合するポテンシャル場グリッドマップ生成手法と、そのグリッドマップに基づく走行制御計画手法を検討し、その有効性をシミュレーションにより多角的に明らかにした。さらに、本研究で得られた手法を実験車両に搭載することで、シミュレーション評価の妥当性を評価するとともに、実運用する場合に必要な、理論的要素以外の種々の技術的課題を抽出し、その解決策とその効果について明らかにした。これらについては、実際に群馬大学次世代モビリティ社会実装研究センター内の試験路にて、いくつかの代表的なシナリオに沿って、実際のセンサと通信モデムから得られた情報に対して誤りや遅延の外乱の影響を与えて評価した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 戸田和宏, 湯 素華, 小花貞夫	4. 巻 Vol.60
2. 論文標題 車両からの電波の長期計測による路側機の高精度測位方式の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 1379 ~ 1389
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Trien Le Tien and Yasushi Yamao	4. 巻 E101.A
2. 論文標題 Information Delivery Delay Reduction by Relay-Assisted Broadcast Transmission for ITS V2V Communications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1290 ~ 1297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E101.A.1290	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Trien Le Tien, Adachi Koichi and Yamao Yasushi	4. 巻 Vol.12
2. 論文標題 Packet relay-assisted V2V communication with sectorised relay station employing payload combining scheme	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IET Communications	6. 最初と最後の頁 458 ~ 465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/iet-com.2017.0679	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Le Tien Trien, Koichi Adachi and Yasushi Yamao	4. 巻 Vol. 26
2. 論文標題 Efficient CSMA/CA Packet Relay-Assisted Scheme with Payload Combining for ITS V2V Communication	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Information Processing	6. 最初と最後の頁 11-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2197/ipsjip.26.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Le Tien Trien, Koichi Adachi and Yasushi Yamao	4. 巻 vol.7
2. 論文標題 Network Coding Based Payload Concatenation for Relay-Assisted V2V Communications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE ComEX	6. 最初と最後の頁 148~153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2018XBL0006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tang Suhua, Obana Sadao	4. 巻 Vol.12
2. 論文標題 Improving performance of pedestrian positioning by using vehicular communication signals	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IET Intelligent Transport Systems	6. 最初と最後の頁 366 ~ 374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1049/iet-its.2017.0134	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山下 遼, 湯 素華, 小花貞夫	4. 巻 Vol.59
2. 論文標題 歩行者事故削減のためのGPSと車両からの電波を用いた歩行者位置の高精度測位方式の提案と評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌	6. 最初と最後の頁 113~123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shunsuke Tsurumi, Takeo Fujii	4. 巻 -
2. 論文標題 Reliable Vehicle-to-Vehicle Communication Using Spectrum Environment Map	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. IEEE IC0IN 2018	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IC0IN.2018.8343131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Katagiri Keita, Sato Koya, Fujii Takeo	4. 巻 -
2. 論文標題 Crowdsourcing-Assisted Radio Environment Maps for V2V Communication Systems	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proc. IEEE VTC2017-Fall	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/VTCFall.2017.8287980	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計34件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Ryousuke Katsumata and Yasushi Yamao
2. 発表標題 V2I Multi-Hop Broadcast Communication by TC-BF Method
3. 学会等名 IEEE ICUFN2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keita Katagiri, Takeo Fujii
2. 発表標題 Highly accurate prediction of radio environment for V2V communications
3. 学会等名 IEEE DYSpan2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keita Katagiri, Keita Onose Koya Sato, Kei Inage, Takeo Fujii
2. 発表標題 Highly Accurate Prediction of Radio Propagation using Model Classifier
3. 学会等名 IEEE VTC2019 -Spring (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Wataru Kumamiya, Sadao Obana, Suhua Tang
2. 発表標題 Single Antenna Precise Angle Estimation by Exploiting Doppler Shift and its Application in Pedestrian Positioning
3. 学会等名 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Sunada, K. Adachi, and Y. Yamao
2. 発表標題 Throughput Analysis of Dynamic Multi-Hop Network Under High Traffic Load
3. 学会等名 IEEE ICUFN2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kikuchi and Y. Yamao
2. 発表標題 Propagation Loss Characteristic of V2V Communication for Right-Turn Accident Prevention Scenario
3. 学会等名 PIERS2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeo Fujii
2. 発表標題 Smart Spectrum Management for V2X
3. 学会等名 IEEE DySPAN2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuhiro Toda, Suhua Tang, Sadao Obana
2. 発表標題 High-Precision Pedestrian Positioning by Using Radio Signals from Vehicles and Roadside Unit
3. 学会等名 ICEIC 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 片桐啓太 藤井威生
2. 発表標題 車車間通信向け高精度電波環境推定手法の検討
3. 学会等名 電子情報 通信学会SR研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲葉敬之, 秋田学, 芝隆司
2. 発表標題 多周波ステップCPCレーダによる小落下物検知
3. 学会等名 電子情報通信学会WBS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 駒宮 亘, 小花貞夫, 湯 素華
2. 発表標題 車両移動による無線チャンネル情報情報の変化を利用した歩行者の角度推定及び高精度測位方の提案と評価
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2019)シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山尾 泰
2. 発表標題 車車間通信における中継アシスト技術の研究～ブロードキャスト通信信頼度の向上と配信遅延の低減をめざして～
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会2018-14（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 レ・ティエン・チエン, 山尾泰
2. 発表標題 市街地環境での中継アシスト車車間通信における情報配信遅延の低減効果
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会2018-17
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊地陽介, 山尾泰
2. 発表標題 右折衝突防止シナリオにおける車車間通信電波伝搬特性の解析, ” 信学技報
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会2018-16
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 勝亦亮介, 山尾泰
2. 発表標題 時間優先制御IF法による路車間転送通信法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会B5-93
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 バトウ イヤロ, 小花 貞夫, 湯 素華
2. 発表標題 マルチバス誤差の空間相関性を利用した歩行者測位手法と性能評価
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018) シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸田 和宏, 湯 素華, 小花 貞夫
2. 発表標題 車両からの電波の長期計測による路側機の高精度測位方式の提案
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018) シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 右手達也, 藤井威生
2. 発表標題 車車間通信におけるフィードバックを用いたマルチアンテナ逐次干渉除去
3. 学会等名 電子情報通信学会ITS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 駒宮 亘, 小花 貞夫, 湯 素華
2. 発表標題 車両移動による無線チャンネル状態情報の変化を利用した高精度な歩行者測位法
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲葉敬之, 秋田学, 芝隆司
2. 発表標題 多周波ステップCPCレーダによる小落下物検知
3. 学会等名 電子情報通信学会WBS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 レ ティエン チエン, 山尾 泰
2. 発表標題 市街地環境における棲分け型協調中継アシスト車車間通信システム
3. 学会等名 電子情報通信学会研究技術報告
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 片桐啓太, 佐藤光哉, 藤井威生
2. 発表標題 周辺車両情報を用いた信号変動分布の高精度予測に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会研究技術報告
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸田和宏, 湯 素華, 小花貞夫
2. 発表標題 車両からの電波の長期計測による路側機の高精度測位方式
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 イヤロ バトウ, 小花貞夫, 湯 素華
2. 発表標題 マルチバス誤差の空間相関性を利用した歩行者の位置測定精度向上
3. 学会等名 情報処理学会第80 回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 戸田 和宏, 湯 素華, 小花 貞夫
2. 発表標題 車両からの電波到来角度を利用した歩行者測位精度向上方式の提案と評価
3. 学会等名 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02017) シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秋田学, 山口達輝, 稲葉敬之
2. 発表標題 多周波ステップCPCレーダを用いた車両位置・速度ベクトル推定法の実験的検証
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Yamashita, Suhua Tang, Sadao Obana
2. 発表標題 Improving Positioning Precision of Pedestrians by Using both GPS Satellites and Vehicles
3. 学会等名 ITS World Congress 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Koya Sato, Kei Inage, Takeo Fujii
2. 発表標題 Impact of Spectrum Database-assisted Any-to-Any Radio Propagation Estimation on Multihop Routing
3. 学会等名 IEEE SmartCom 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Le Tien Trien, Yasushi Yamao
2. 発表標題 Packet Relay-Assisted V2V Communication with Cooperative Relay Stations in Urban Environment
3. 学会等名 ITS World Congress 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下 遼, 湯 素華, 小花貞夫
2. 発表標題 GPSと車両からの電波を併用した歩行者測位方式の改良と性能評価
3. 学会等名 情報処理学会ITS研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 秋田学, 中村真帆, 渡辺優人, 稲葉敬之
2. 発表標題 2周波CWレーダを用いた歩行人物・小動物の特徴量抽出実験
3. 学会等名 電子情報通信学会ITS研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 戸田和宏, 湯 素華, 小花貞夫
2. 発表標題 両からの電波到来角度を利用した歩行者測位精度向上のための方式提案
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木村徳典, 渡辺一宏, 秋田学, 稲葉敬之
2. 発表標題 多周波ステップCPCレーダによる各種環境でのクラッタ信号解析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 香川正幸, 渡辺一宏, 秋田学, 稲葉敬之
2. 発表標題 多周波ステップCPCレーダの車両反射信号の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	藤井 威生  (Fujii Takeo)  (10327710)	電気通信大学・先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター・教授    (12612)	



## 6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	稲葉 敬之 (Inaba Takayuki)  (40508826)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授  (12612)	
研究分担者	小花 貞夫 (Obana Sadao)  (60395043)	電気通信大学・産学官連携センター・特任教授  (12612)	
研究分担者	小木津 武樹 (Ogitsu Takeki)  (00621202)	群馬大学・大学院理工学府・准教授  (12301)	