

# 生活道路の通過交通調査における Bluetoothセンサーの利用可能性の検討

山中 亮<sup>1</sup>・神谷 大介<sup>2</sup>・我部 新<sup>3</sup>・福原 和人<sup>4</sup>・金城 太一<sup>5</sup>・  
久保田 尚<sup>6</sup>・小嶋 文<sup>7</sup>・菅 芳樹<sup>8</sup>

<sup>1</sup>正会員 琉球大学理工学研究科 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原一番地)  
E-mail: k188673@eve.u-ryukyu.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 琉球大学准教授 工学部 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原一番地)  
E-mail: d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp

<sup>3</sup>学生会員 琉球大学理工学研究科 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原一番地)  
E-mail: k188481@eve.u-ryukyu.ac.jp

<sup>4</sup>非会員 株式会社中央建設コンサルタント 測量部 (〒901-2126 沖縄県浦添市宮城5-12-11)  
E-mail:kfukuhara@cyuo.co.jp

<sup>5</sup>非会員 株式会社中央建設コンサルタント 設計2部 (〒901-2126 沖縄県浦添市宮城5-12-11)  
E-mail:tkinjo@cyuo.co.jp

<sup>6</sup>フェロー会員 埼玉大学大学院教授 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)  
E-mail: hisashi@mail.saitama-u.ac.jp

<sup>7</sup>正会員 埼玉大学大学院准教授 理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)  
E-mail: akojima@mail.saitama-u.ac.jp

<sup>8</sup>非会員 株式会社地域未来研究所 (〒530-0003 大阪府大阪市堂島1-5-17)  
E-mail:suga@refrec.jp

近年、生活道路では、ETC2.0プローブデータなどの常時収集されているデータを活用し、生活道路内の交通実態（走行速度、急制動、走行経路等）を把握する手法が実装化されている。しかし、地方部においては、生活道路でのデータが少ないことや、生活道路の通過交通率等の把握など、分析できないエリアや交通実態の項目も存在することから、実測に基づいた調査も行っている事例も少なくはない。本研究では、IoTデバイスの内、近年道路の交通状況を把握する手法として事例が増えつつあるBluetoothのMACアドレスの検知技術を活用し、生活道路を対象として、交通実態の調査方法の検討を行った。同時期に実施された実測データと比較を行うことで、生活道路の調査手法としての有用性が確認できた。

**Key Words** : Bluetooth, MAC address, Community road, transit traffic

## 1. はじめに

我が国では、交通事故による死者のおよそ半数が歩行中・自転車乗用中であり、さらにその約半数が自宅から500m以内の身近な道路での事故によるものである。また、人口当たりの歩行中、自転車乗用中の事故による死者数は、G7でアメリカに次いで多くなっている中、生活道路の交通安全対策の推進が強く求められている<sup>1)</sup>。

そのような状況の中、警察庁では、生活道路における歩行者等の安全な通行を確保することを目的として、区域（ゾーン）を定めて最高速度30km/hの速度規制を実施するとともに、その他の安全対策を必要に応じて組み合

わせ、ゾーン内における速度抑制や、ゾーン内を抜け道として通行する行為の抑制等を図る生活道路対策であるゾーン30（2019年3月末：3,649箇所、内沖縄は33箇所）の整備を進めている<sup>2)</sup>。

また、国土交通省では、生産性革命プロジェクトとして、生活道路対策エリア（2019年12月末：1,065エリア、内沖縄は17エリア）において、ビッグデータを活用して潜在的な危険箇所を特定し、凸部（ハンプ）や狭さく等を効果的、効率的に設置することにより、速度抑制や通過交通の進入抑制を図り、歩行者・自転車中心の空間づくりを推進している<sup>3)</sup>。

このビッグデータは、主にETC2.0プローブデータなど

常時収集されているデータが活用されており、生活道路内の交通実態（走行速度、急制動、走行経路等）を把握する手法が実装されている。しかしながら、地方部においては、生活道路でのデータサンプルが少ないことや、生活道路の通過交通率の把握など、分析できないエリアや交通実態の項目も存在することから、追加の交通量調査を実施し、実測に基づいた調査も行っている事例も少なくはない。また、交通量を調査するにあたり、多様な出入り交通や経路が存在する生活道路においては、多額のコストがかかること、多量の調査員の確保が難しくなっていることから、調査そのものを行わない事例も存在する。

以上の認識の下、本研究では道路の交通状況を簡易に把握する手法として事例が増えつつあるBluetoothのMACアドレスの検知技術を活用し、生活道路を対象とした通過交通量の適用可能性を検討した。

## 2. 既往研究と本研究の位置づけ

移動体から発信される情報の感知技術を活用した車両の交通観測技術の研究や、生活道路を対象とした交通観測技術の研究はこれまでも行われている。

カーナビやスマートフォンなどに搭載されたBluetoothの検知技術を活用した車両観測技術について、尾高<sup>3)</sup>は、BluetoothのMACアドレス捕捉調査を実施し、各箇所における捕捉状況、OD及び経路、所要時間の交通計測状況について分析を行い、一般道路の交通流計測におけるBluetoothの適用可能性を確認している。しかしながら、各区間の旅行時間の最頻値が10分未満であり、近距離の検証にとどまっている。坪田<sup>4)</sup>は、同一条件下に設置された複数のBluetoothスキャナが検知するMACアドレス数の観測結果を用いた交通量推計手法の提案を行っている。提案手法では、ある時間に現れるMACアドレス数の尤度が最大となるように交通量の推定を行っている。実交通データによる検証では、最大16%、最小1%の誤差率で交通量の推定が可能であることが示されている。しかしながら、Bluetooth装備率の推定精度による影響を大きく受けるものと考えられている。このことから、手法の実現化に向けては、Bluetooth装備率の時間帯変動や地域特性の把握が必要とされている。

Wi-Fiパケットセンサの検知技術を活用とした車両観測技術について、森本<sup>5)</sup>は高速道路のICや分岐点、SA、PAにWi-Fiパケットセンサを設置することにより、速度調査への活用可能性を示している。しかしながら、外れ値の除外に20km/hを閾値として低速車両を除外するといった操作の場合、生活道路での調査への適用には注意

が必要であると考えられる。

WCN (Wireless Call Number) の検知技術を活用した車両計測技術について、星野<sup>6)</sup>は生活道路を対象として、2地点にWCN路側観測器を設置し、取得したWCNデータを基に2地点間の交通量の推移、所要時間、走行速度等、対象路線の交通状況を把握することができ、取得データ数から実交通量の予測が可能になることが示唆されている。またWCNがETC車載器の固有の情報であることから、NP調査に代わる交通調査手法として有効であると考えられることが示唆されている。しかしながら、WCN路側観測機器の設置環境によってデータ取得の性能が大きく左右されること、高速道路の延長が短い地域（沖縄等）や高速道路が存在しない地域（離島等）においてはETC搭載率が非常に低く、そもそものデータ取得が期待できないことが課題であると考えられる。

本研究では、生活道路を対象として、Bluetoothの検知技術を活用し、生活道路を走行する車両のデータの取得を行った。これよりの生活道路の現状を把握するにあたり必要なデータのの一つとしてあげられる通過交通率の算定手法について研究を行った。さらに、NP調査で実測されている通過交通率を用いて、精度を検証することは、新規性が高いものと考えられる。

## 3. 対象地区及び調査の概要

### (1) 幹線道路のバス専用レーン拡充と市道の交通状況

研究対象路線は、図-1に示すとおり沖縄を南北に縦貫する幹線道路である国道58号の宜野湾地区に隣接し、国道と平行している市道であることから、渋滞する国道からの通過交通も多い路線であった。さらに、2019年2月に国道58号宜野湾地区のバス専用レーン拡充に伴い、並行する市道の通過交通の増加が懸念された地域であった。このことから、バスレーン専用拡充の事前調査として、対象路線及び周辺エリアを対象に、交通量調査が実施され、対象路線の走行速度、通過交通の状況などが定量的に把握されていた<sup>7)</sup>。



図-1 研究対象路線と幹線道路の関係

(2) 生活道路対策の概要

研究対象路線では、調査結果から多くの通過交通が流入している現状を踏まえて、バス専用レーン拡充とあわせて、現状で速度超過が確認できる箇所や、子供の利用が多い施設の付近などを対象に、ハンプ、狭窄等の安全対策が実施されていた。その状況を図-2に示す<sup>7)</sup>。また、対策後の検証としてNP調査が実施される予定であった。

(3) 調査の概要

本研究では、上述の状況の生活道路を対象として、BluetoothのMACアドレス補足調査（以下、BT調査とする）による通過交通計測調査を実施した。調査の概要を表-1に、調査設置箇所を図-3に示す。また、BT調査に加えて、バス専用レーン拡充後の事後調査として実施された交通調査のうち、NP調査の実測調査を精度検証の基礎データとして活用した。

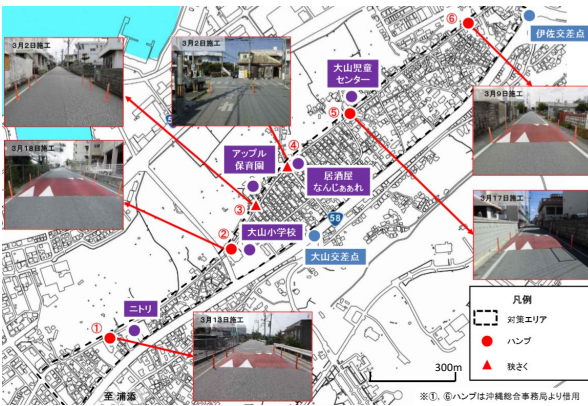


図-2 生活道路の対策状況

表-1 調査概要

調査日	・2019年7月17日（水）
調査時間	・7時～20時（13時間）
調査内容	・BT調査（7カ所）
他参考データ	・NP調査（2019年7月2日（火））

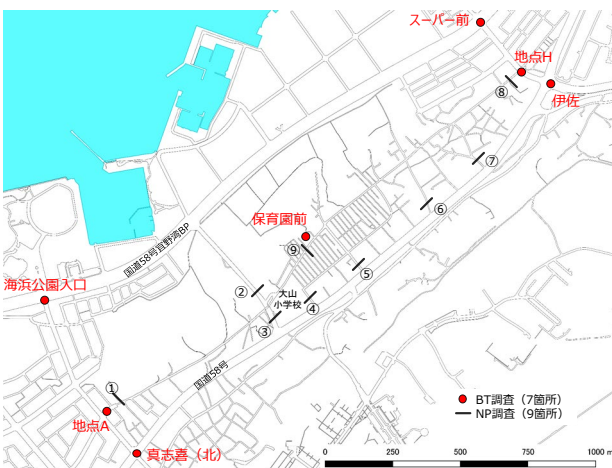


図-3 BT調査の配置

4. 調査結果

(1) MACアドレスの補足状況

地点A及び地点HのMACアドレスの補足状況を図-4及び図-5に示す。結果、断面交通量に対して15%～50%の取得状況とばらつきは多いものの、断面交通量の変化と同様の傾向を示していることから、どの時間帯でも安定的に補足されていることが確認できる。

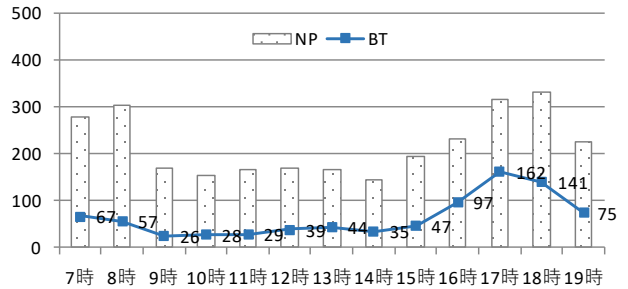


図-4 地点AのMACアドレスの補足状況

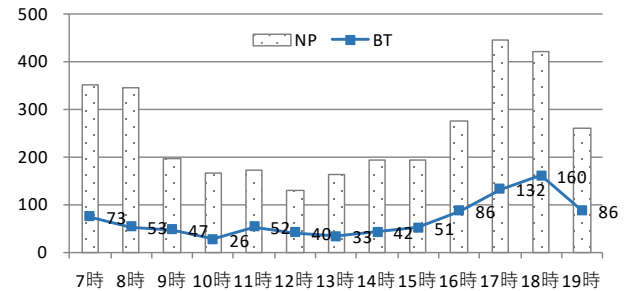


図-5 地点HのMACアドレスの補足状況

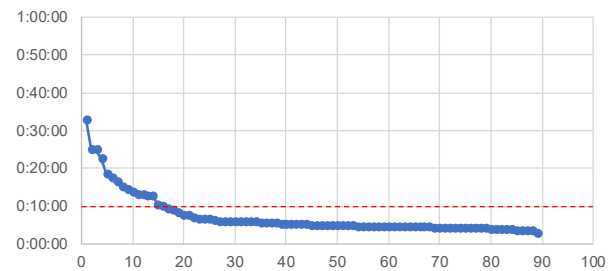


図-6 地点A→地点Hの所要時間の分布

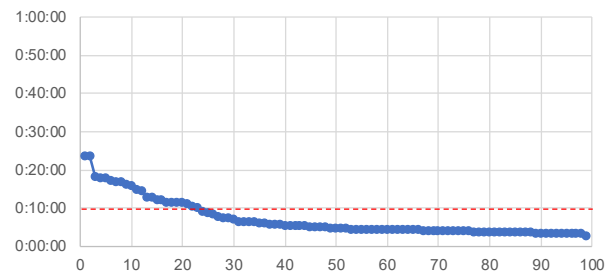


図-7 地点H→地点Aの所要時間の分布

(2) 通過交通の判定

捕捉したMACアドレスのうち、地点A→地点H及び地

点H→地点Aの所要時間の分布を図-6及び図-7に示す。  
このうち、所要時間が10分を超えた（速度12km/h未満）のサンプルについては、送迎など沿線に用事がある交通と判定し、通過交通からは除外を行った。

### 5. 分析結果と考察

実測値であるNP調査で同様に地点A→地点H，地点H→地点Aと通過交通として判定された割合を基準として，BT調査で通過交通と判定された割合について比較を行った。地点Aを図-8～10に，地点Hを図-11～13に示す。なお，図中のその他とは地域内を発着とする交通のほか，地点A→地点Hや地点H→地点Aのように市道を一気通貫に走行する車両以外の通過交通（その他出入口から地点Aや地点Hに抜ける車両）とした。

地点Aについて，7時から19時までの合計値で比較すると，BT調査の通過交通の割合がNP調査の通過交通の割合より5.2ポイント低い。朝，日中，夕の3パターンの時間帯別の合計値で比較すると，朝で4.9ポイントBT調査結果の通過交通の割合が低い。日中で2.1ポイント低く，夕方10.7ポイント低い。時間帯別でみると，11時台が最も乖離が激しく16.3ポイント低く，15時台が最も乖離が少なく0.7ポイントの差にとどまる。

地点Hについて，7時から19時までの合計値で比較すると，BT調査の通過交通の割合がNP調査の通過交通の割合より2.8ポイント低い。朝，日中，夕の3パターンの時間帯別の合計値で比較すると，朝は0.4ポイント高く，日中は2.8ポイント低く，夕方は4.4ポイント低い。時間帯別でみると，11時台が最も乖離が激しく19.6ポイント低く，10時台が最も乖離が少なく2.0ポイント高い。

地点Aより地点HがNP調査結果に近い結果となった。要因として，地点Aのその他交通について，地点Aで補足されたMACアドレスから真志喜（北）～海浜公園入口の間を連続して通過した交通は削除をおこなっているが，真志喜（北）～地点Aで，地点A～海浜公園入口の区間で発着があった場合，その他交通として残ってしまうことが考えられる。一方，地点Hのその他交通は，地点Aのような不明なMACアドレスが少なく，結果として，NP調査結果と近い値を得ることができたものと考えられる。

また，各時間帯別を見ると，NP調査結果との乖離が激しい時間帯も多く，時間帯別の通過交通の把握は難し結果となった。要因として，図-4及び図-5に示されているようにMACアドレスの補足数が少なく，通過交通のサンプル数が少ないことが要因であると考えられる。

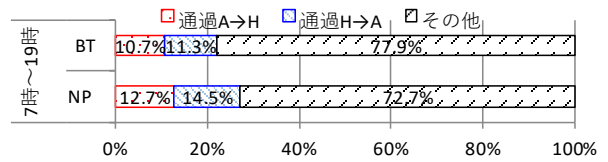


図-8 地点Aの通過交通率 (7時～19時)

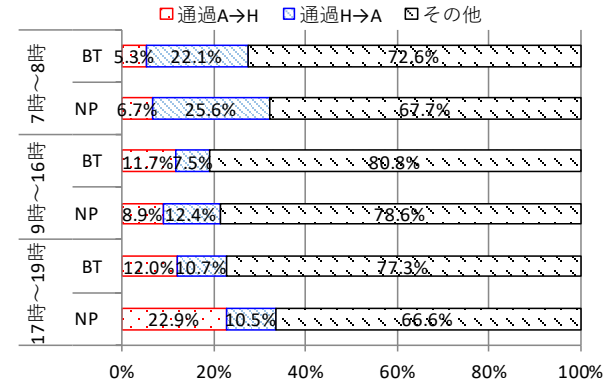


図-9 地点Aの通過交通率 (朝, 日中, 夕)

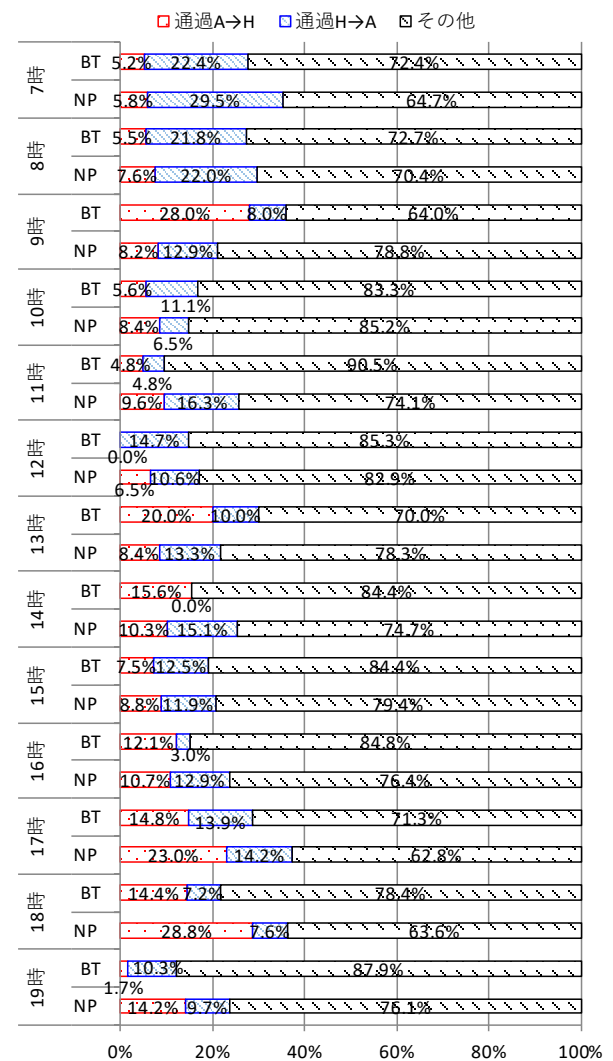


図-10 地点Aの通過交通率 (各時間帯)

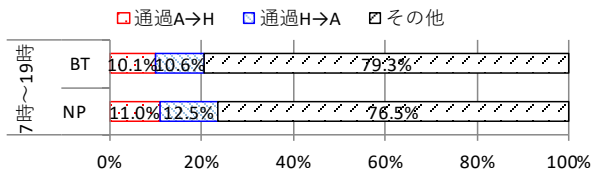


図-11 地点Hの通過交通率 (7時~19時)

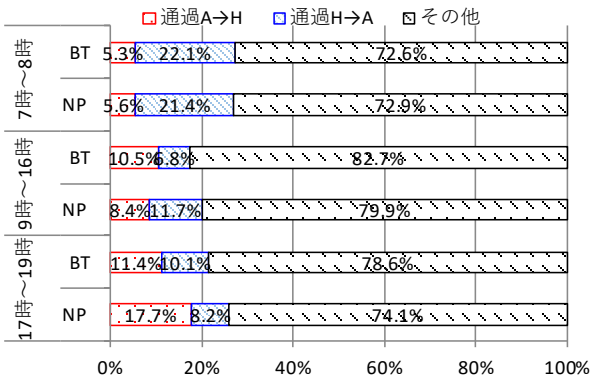


図-12 地点Hの通過交通率 (朝, 日中, 夕)

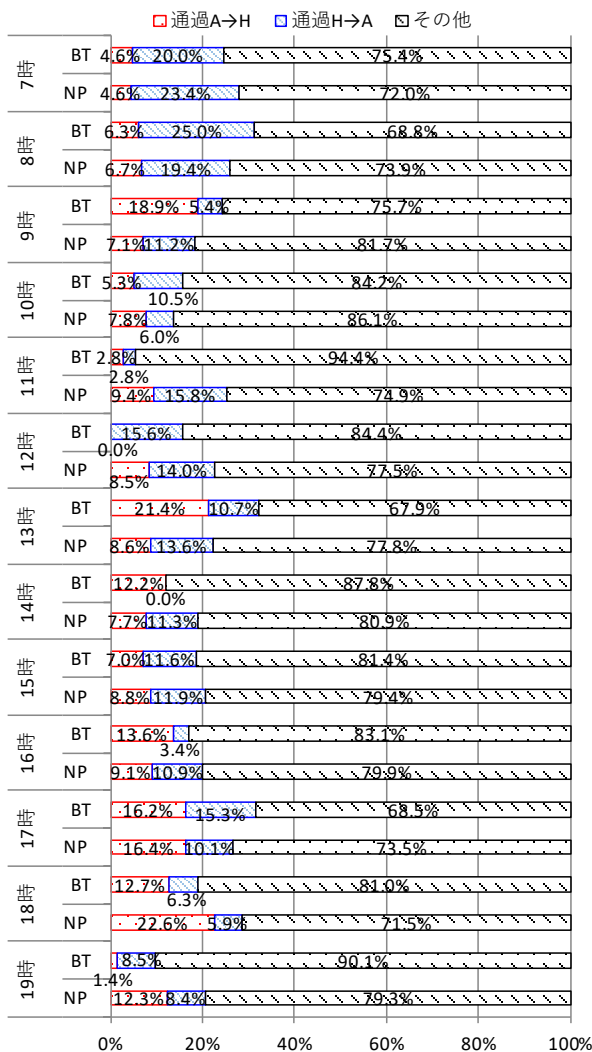


図-13 地点Hの通過交通率 (各時間別)

## 6. おわりに

本研究では、BluetoothのMACアドレスの検知技術を活用し、通過交通の判定を行い、調査対象道路で調査されたNP調査の観測値を真値として、精度の比較検証を行った。結果、不明なMACアドレスが混入する可能性が低い地点Hにおいては、NP調査の実測値と近似していることから、生活道路の調査手法としての有用性が確認できた。

今後の課題として、通過交通として判定できる適切な調査機器の配置や、その他交通に一定サンプルが混入していることが想定される歩行者・自転車の判定技術等、知見を蓄積することが必要であると考えられる。

また、各時間別ではNP調査の実測値と乖離が時間帯によっては激しくなっていることから、一定の精度を確保可能なサンプル数の検証が必要であると考えられる。

**謝辞:** 本研究を実施するにあたり、道路管理者である宜野湾市の協力や、沖縄県から交通量調査データ等を協力のものの実施することができました。心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- 国土交通省道路局：生活道路の交通安全に関するポータルサイト。  
<http://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/anzen.html> (2020年3月4日)
- 警察庁交通局：「ゾーン30」について。  
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/kisei/zone30/zone30.html>(2020年3月4日)
- 尾高 慎二, 吉井 稔雄, 倉内 慎也, 神戸 信人：Bluetooth 通信を用いた一般道における交通流計測の適用可能性の研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.51, 2015.
- 坪田 隆宏, 吉井 稔雄, 白柳 洋俊, 藤井 浩史：Bluetooth 検知技術を活用した交通量推定, 土木学会論文集 D3(土木計画学)Vol.74, No.5 pp.1283-1289, 2018.
- 森本 哲郎, 白浜 勝太, 上善 恒雄：Wi-Fi パケットセンサを用いた人流・交通解析の手法, 第14回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp.505-511, 2015.
- 星野 一輝, 小嶋 文, 市本 哲也, 鈴木 達也, 上田 透, 片山 賢治, 久保田 尚：WCN を用いた生活道路調査の適用可能性に関する研究, 土木学会論文集 D3(土木計画学)Vol.74, No.5 pp.817-826, 2018.
- 沖縄県公共交通活性化推進協議会：第31回協議会資料 2 バスレーン区間延長にかかる取り組みについて, 2019.

(2020.3.8 受付)

STUDY ON THE POSSIBILITY OF USING BLUETOOTH SENSORS  
IN TRAFFIC SURVEYS ON COMMUNITY ROAD

Ryo YAMANAKA, Daisuke KAMIYA, Arata GABE, Kazuto Fukuhara,  
Taichi KINJO, Hisashi KUBOTA, Aya KOJIMA and Yoshiki SUGA