

# 沖縄本島内の主要観光地における 滞留・回遊特性に関する分析

田中謙大<sup>1</sup>・神谷大介<sup>2</sup>・我部新<sup>3</sup>・福田大輔<sup>4</sup>・中西航<sup>5</sup>  
五百藏夏穂<sup>6</sup>・柳沼秀樹<sup>7</sup>・菅芳樹<sup>8</sup>・山中亮<sup>9</sup>

<sup>1</sup>学生会員 琉球大学修士課程 大学院理工学研究科 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1 番地)  
E-mail: k178477@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千原 1)  
E-mail:d-kamiya@tec.u-ryukyu.ac.jp

<sup>3</sup>学生会員 琉球大学修士課程 大学院理工学研究科 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原 1 番地)  
E-mail: k188481@eve.u-ryukyu.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 東京工業大学准教授 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 (〒 152-8552 目黒区大岡山 2-12-1)  
E-mail:fukuda@plan.cv.titech.ac.jp

<sup>5</sup>正会員 東京工業大学特任助教 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 (〒 152-8552 目黒区大岡山 2-12-1)  
E-mail:nakanishi@plan.cv.titech.ac.jp

<sup>6</sup>学生会員 東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 (〒 152-8552 目黒区大岡山 2-12-1)  
E-mail: n.ihoroi@plan.cv.titech.ac.jp

<sup>7</sup>正会員 東京理科大学 講師 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)  
E-mail: yaginuma@rs.tus.ac.jp

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

<sup>9</sup>正会員 株式会社中央建設コンサルタント (〒901-2126 沖縄県浦添市宮城 5-12-11)  
E-mail: yamanaka@cyuo.co.jp

我が国では、「観光先進国」実現に向けて改革が進められている。各種観光施策を講じた上ではその効果検証を行う必要があるが、本研究で対象とする観光産業を主要産業と位置付けている沖縄県では十分になされていない。また、那覇市や観光地周辺での渋滞も問題となっている。そこで、Wi-Fi パケットセンサーを沖縄本島内の 51 施設に設置しユニーク ID の収集を行った。本稿では、これまでの Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査では困難であった観光客の特定を行った上で、一次交通手段別の周遊行動を明らかにした。さらに、大型イベントによる効果の把握可能性について示した。

**Key Words:** Wi-Fi パケットセンサー, 観光周遊行動, 滞留特性分析, 回遊特性分析

## 1. はじめに

2003 年のビジット・ジャパン事業開始以降、我が国における訪日外国人旅行者数はますます増加している。2016 年には「明日の日本を支える観光ビジョン」が策定され、全国各地に旅行者をもてなし、「観光先進国」実現に向けて更なる改革が進められている。本研究の対象地域である沖縄県は観光産業を主要産業と位置付けており、2017 年度の入域観光客数が前年度比 9.2% 増の 958 万人となり過去最高を記録した<sup>1)</sup>。新規国際線や LCC、クルーズ船来航の増加に伴い入域観光客数は今後も増加することが想定さ

れる。

沖縄県の主要観光地では観光客誘致のためのトラジットモールや大型イベントの開催、web・パンフレットでの観光情報の周知等の施策が実施されている。しかし、更なる改善策を講じるには種々の施策の効果計測が必要だが十分になされているとは言えない。また、那覇市や観光地周辺での渋滞、ピーク時間帯の混雑等の問題が顕在化している。これらを解決するには観光行動を定量的に把握する必要がある。そのため、本研究では Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査を実施した。

## 2. Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査

観光行動を把握するための基礎要素は「誰(個人属性)、いつ、OD、目的、交通手段、移動経路」と考えられる。これまで、沖縄では毎年実施されている観光統計実態調査や旅行終了時に那覇空港で旅行期間の一連の行動を訪ねるアクティビティダイアリ調査、GPS 機能を有した機器をレンタカーに設置し、その移動軌跡を記録するレンタカープローブ・ドライブレコーダによる調査が行われてきた。

しかし、観光統計実態調査やアクティビティダイアリ調査は細かく個人属性を把握できる一方、記憶による回答の不正確さ、観光統計実態調査は訪問地が 8 つのエリアでしか把握できないとともに、OD が把握できない。GPS 機器の利用ではレンタカー以外での行動把握が不可能等の課題があった。これら既存調査法は、調査者及び調査協力者の時間及び金銭的負担、調査期間内ではデータ収集ができない。また、外国人のデータも不足している状況である。一方で、Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査は既存調査法の課題を克服する調査法である。以下にその詳細を示す。

### (1) 調査の概要

Wi-Fi 設定が on にされたスマートフォン等の端末機器は定期的にプローブリクエストを送出しており、これを Wi-Fi パケットセンサーが捕捉することができる。受信したプローブリクエストにはリクエスト



図-1 Wi-Fi パケットセンサー

発信時刻、端末固有の MAC アドレスをハッシュ化した後のユニークな ID (以下、ユニーク ID と呼ぶ)、電界強度の情報が含まれている。これにより、調査者及び調査協力者に負担を掛けず、ユニーク ID の滞留と移動を把握することができる。また、本研究では図-1 に示す株式会社地域未来研究所が開発した Wi-Fi パケットセンサーを使用している。センサー本体及び接続費用が比較的安価であり、持続性が極めて高い調査方法である。さらに、全ての端末機器を対象としているため、レンタカーを降りた後の行動及び外国人のユニーク ID も捕捉可能である。

### (2) 既往研究

端末機器が普及し、多くのサンプルが取得可能であるため、各種調査手法との代替が期待されており、各地で実施されている。

森本ら<sup>2)</sup>は、大規模商業施設にセンサーを 20 か所に設置し、人流解析を行っている。浅尾ら<sup>3)</sup>は、宮津市を中心にセンサーを 28 箇所設置し、分析結果の可視化手法について検討した上で、パーソントリップ調査に代替する可能性を示している。廣川ら<sup>4)</sup>、小橋川ら<sup>5)</sup>、中西ら<sup>6)</sup>は、それぞれ高山市街地に 4 箇所、函館市街地に 7 箇所、沖縄県本部半島に 13 箇所センサーを設置し、観光流動調査を行っている。その中で中西らは同時に実施したアンケート結果とユニーク ID の比較結果から、アンケートでは訪問地として回答してもらえない道の駅等を本調査法では把握可能であることを示している。

### (3) 本研究の位置づけ

これまでの Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査では観光客と地元住民、スタッフ・常設機器の特定が困難であった。本研究では沖縄本島内の空港・クルーズターミナル等の交通結節点に設置することで観光客の特定可能性を検討する。その上で、観光客の属性別周遊行動の把握及びイベントの効果計測を行う。

## 3. 調査箇所の選定と観光客の特定

本研究では、Wi-Fi パケットセンサーを上記の交通結節点に加え図-2 に示す 51 施設に設置し 8 月 5 日から 9 月 19 日まで調査を行った。

### (1) 調査箇所の選定

ここでは、調査箇所の選定理由について述べる。観光・商業施設はこれまでの沖縄での観光流動調査より訪問者数が比較的多い箇所を選定した。広域な

観光地である「国際通り」、「首里城公園」、「海洋博公園」は複数台設置している。常時設置不可能だったが、人気景勝地の「万座毛」及び調査期間内に開催された大型イベントの「一万人エイサー踊り隊」、「エイサーナイト」、「全島エイサーまつり」では Wi-Fi パケットセンサーの手持ち調査を行った。前述の通り、アンケートに答えてもらえない傾向がある休憩施設の道の駅や SAPA に設置した。また、レンタカー、モノレール、観光バスは沖縄観光の重要な交通手段となっているため、レンタカー店、モノレール駅、バスターミナルに設置した。

(2) 観光客の特定

沖縄の玄関口である那覇空港の国内線、国際線、LCC ターミナル加えてクルーズターミナルに設置することで、以下のように仮定し観光客を定義した。

a) 国際線利用者

- 以下の全ての条件を満たすユニーク ID を国際線利用者とする。
- ・国際線ターミナルで最初と最後にユニーク ID が捕捉
  - ・国際線ターミナルにて 5 日以上 or5 時間以上連続で取得されたユニーク ID はスタッフもしくは常設機器と判断し、対象外とする。
  - ・2 か所以上の地点でユニーク ID が捕捉

b) 国内線利用者

- 以下の全ての条件を満たすユニーク ID を国内線利用者とする。
- ・国際線ターミナルにて 5 日以上 or5 時間以上連続で取得されたユニーク ID はスタッフもしくは常設機器と判断し、対象外とする。
  - ・いずれかの地点で 7 日以上捕捉されたユニーク ID は県民として除く
  - ・2 か所以上の地点でユニーク ID が捕捉

c) クルーズ船利用者

- 以下の全ての条件を満たすユニーク ID をクルーズ船利用者とする。
- ・クルーズ船接岸期間のみユニーク ID が捕捉
  - ・クルーズターミナルで最初と最後にユニーク ID が捕捉
  - ・2 か所以上の地点で捕捉されたユニーク ID

d) LCC 利用者

- 以下の全ての条件を満たすユニーク ID を LCC 利用者とする。
- ・LCC ターミナルにて 5 日以上 or5 時間以上連続で捕捉されたユニーク ID はスタッフもしくは常設機器として除く
  - ・いずれかの地点で 7 日以上捕捉されたユニーク ID は県民として除く

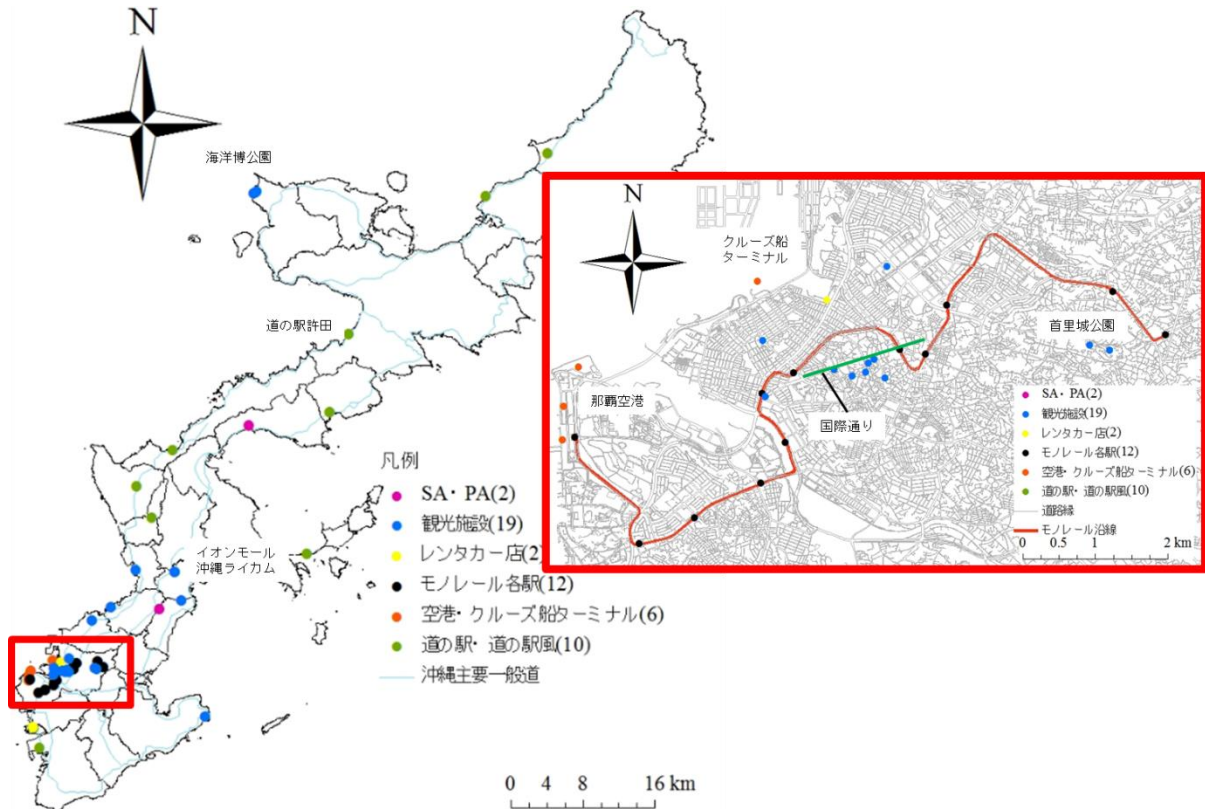


図-2 Wi-Fi パケットセンサー設置箇所

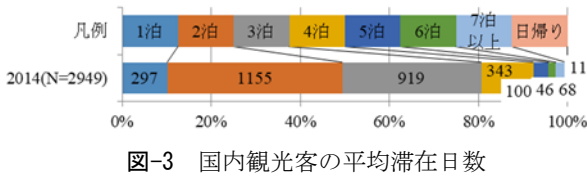


図-3 国内観光客の平均滞在日数

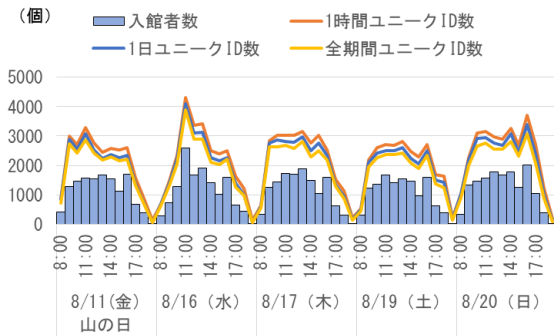


図-4 美ら海水族館入口におけるユニーク ID 数と入館者数

・LCC ターミナルで最初と最後にユニーク ID が捕捉

・2 か所以上の地点でユニーク ID が捕捉

ただし、常に混雑している那覇空港においては便ごとのユニーク ID の特定が困難であること、国内線利用者の中には本土を経由して来沖した外国人がいること LCC ターミナルは国内線、国際線が混在していることにより、国籍の判定まではできていない。しかし、国際線利用者のユニーク ID はほぼ外国人という認識で良いと考えられる。また、クルーズターミナルにおいて接岸期間が重なるクルーズ船を除けばダイヤを突き合わせることで、国籍の判定が可能であるが現時点では行っていない。

ここで、図-3 に示すように、沖縄を訪れる日本人観光客の宿泊日数のうち 1泊 2日~5泊 6日 が約 95% を占めている。そのため、国内線利用者及び LCC 利用者を抽出する仮定で、いずれかの地点で 7 日以上捕捉されたユニークを県民として除いた。この仮定により、国際線利用者のユニーク ID は 51359 個、国内線利用者は 261543 個、クルーズ船利用者は 24937 個、LCC 利用者は 42534 個であった。

## 4. 分析結果

### (1) 施設利用者とユニーク ID の比較

沖縄県本部町にある海洋博公園内美ら海水族館入口にパケットセンサーを設置した。これから得られるユニーク ID と入館者数との比較結果を図-4 に示す。ユニーク ID の方が入館者数より多くなっている



図-5 一万人エイサー踊り隊の様子

が、これは入り口付近に来て入館しない方や複数台のスマートフォン等の機器を有している方の影響だと考えられる。拡大係数（入館者数/1 時間ユニーク ID 数）は 0.44、この標準偏差は 0.05 であり安定して取得されていることがわかる。

### (2) イベントの効果検証

前節ではユニーク ID の有効性について示した。次は、那覇市の国際通りで開催された大型イベント「一万人エイサー踊り隊」の調査結果について述べ、調査により捕捉されたユニーク ID から来場者数の推定およびイベントの効果について考察する。このイベントは毎年多くの観客が訪れ、県内各地の青年会や子供会による伝統芸能であるエイサー演舞が図-5 に示すように国際通りを埋め尽くします。演舞期間は 2017 年 8 月 6 日（日）13:00~18:30 であり、演舞コース及び周辺の Wi-Fi パケットセンサー設置場所を図-6 に示す。

まず、国際通りで開催された一万人のエイサー踊り隊時のユニーク ID 数を図-7 に示す。国際通りの演舞が行われている区間内 5 箇所まで観測されたユニーク ID 数は 61662 であり、周辺 3 か所を加えると 72596 となった。主催者発表によると 6.5 万人の来場者があったと言われている。これより主催者発表とおおむね一致するユニーク ID が取得されたことがわかる。国際通り中心部であり、演舞が行われた一銀通りおよび沖映通りでは一日に約 1.5 万のユニーク ID が取得されている。約 1.6km の国際通りで開催されたイベントで 6.5 万人であり、1 地点で 1.5 万の ID が取得されたことより、おおむね妥当な値だと考えられる。

次に、一万人のエイサー踊り隊、毎週末に開催されているトランジットモール、および祝日と土曜日のユニーク ID を図-8 に示す。なお、この図は国際通り中心部（国際通りと一銀通りの交差点付近）で調査した結果である。これより、エイサーイベントの時は普段の 2~3 倍の人が国際通りを訪れている

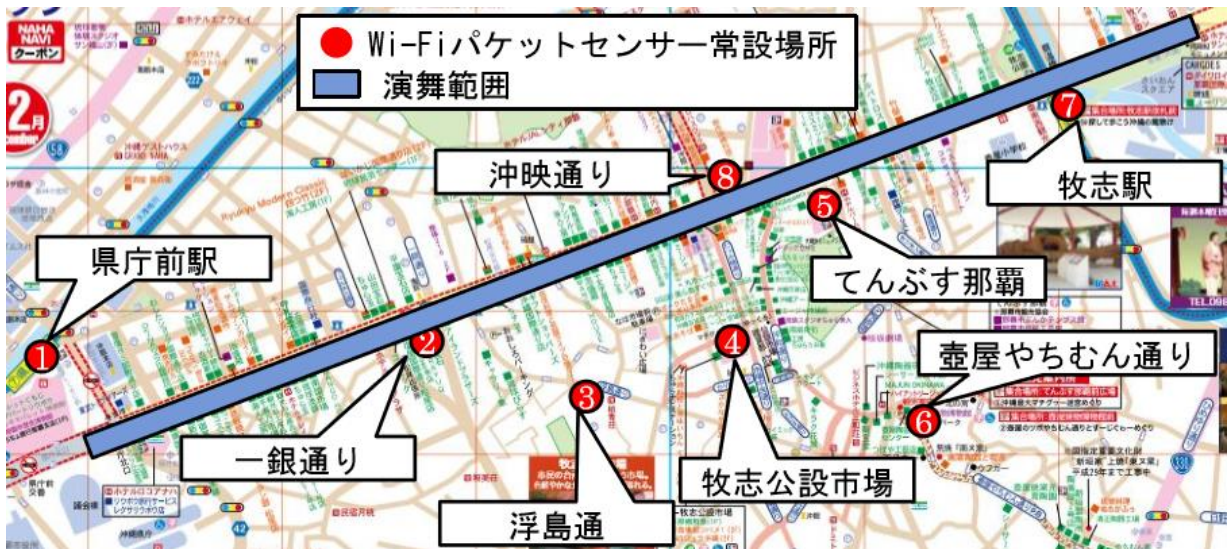


図-6 演舞範囲と Wi-Fi パケットセンサー設置箇所

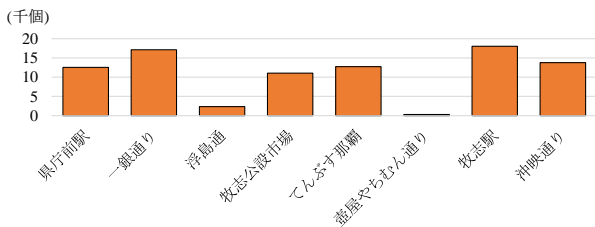


図-7 一万人のエイサー踊り隊時のユニーク ID

ことがわかる。一方、毎週日曜日に開催されているトランジットモールは普段の土曜日や祝日と比べてもユニーク ID が少ないことがわかる。トランジットモールが始まって 10 年がたち、マンネリ化が指摘されていること、次の 10 年に向けて開催方法を検討している状況を考慮すると、普段より人通りが少なくなっていると思われる。商店主へのヒアリング調査では、トランジットモール時の方が、売り上げが少ないという意見も聞かれた。

### (3) 訪問者数

3 章で定義した観光客の訪問先を表-1 に示す。いずれの交通手段においても、国際通りを訪れている人が最も多いこと、航空機利用者の多くが海洋博公園を訪れているのに対し、クルーズ船利用者は時間的制約により利用率が低いことがわかる。2 次交通に着目すると、航空機利用者の約半数は那覇空港駅を利用しており、クルーズ船利用者はターミナルから最も近い県庁前駅を約 2 割の方が利用している。LCC 利用者および国際線ターミナル利用者の 2 割以上が那覇バスターミナルを訪れている。

### (4) 周遊行動に関する分析

国内線、国際線、LCC、クルーズ船利用者別の那

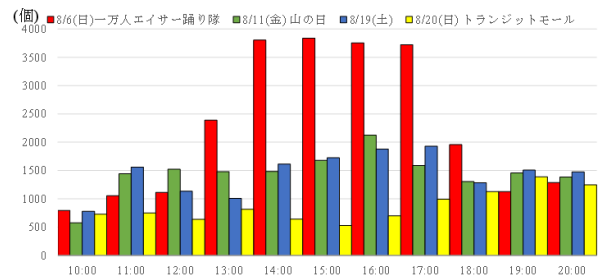


図-8 国際通りにおける平時とイベント時の比較

覇市内の周遊行動について分析する。国内客においては約 75% がレンタカーを利用していること<sup>7)</sup>、約 8 割の方が那覇市内を訪れていること<sup>8)</sup>はわかっているが、その周遊がこれまでの調査では明らかになっていない。また、空路・海路を問わず、外国人旅行者の周遊先が不明であり、特にクルーズ船着岸時は那覇市内に多くの外国人観光客が訪れている実感はあるが、定量的な調査が行われておらず、どのように市内観光を行っているかが明らかになっていない。これらを明らかにするための分析である。

那覇市内 OD について、国内線利用者を図-9、国際線利用者を図-10、LCC 利用者を図-11、クルーズ船利用者を図-12 に示す。いずれにおいても、県庁前駅-一銀通り-てんぶす那覇-牧志駅の OD が多くっており、国際通りを中心とした周遊が行われていることがわかる。また、航空機を利用している方は旭橋駅-那覇バスターミナル間の OD が多く、公共交通の乗り継ぎがあると考えられる。

クルーズ船利用者においては首里駅および首里城間の OD も多くなっている。クルーズターミナル起点の OD は県庁前駅と牧志駅の 2 か所が最も多いことより、那覇港に着いた後、徒歩でモノレール駅に向かい、首里城へ移動していると考えられる。その

後、バスやタクシーなどで国際通りへ戻り、平和通りや牧志公設市場などに立ち寄っていると考えられる。

表-1 一次交通手段別訪問地

訪問地		国内線	国際線	LCC	クルーズ客	国内線 (選択確率)	国際線 (選択確率)	LCC (選択確率)	クルーズ客 (選択確率)
道の駅	道の駅国頭	876	125	93	4	1.4	0.2	0.6	0.4
	道の駅大宜味	525	83	72	0	0.8	0.2	0.5	0.1
	道の駅許田	8568	7869	1939	42	13.5	15.3	13.2	0.9
	道の駅宜野座	196	22	25	3	0.3	0.0	0.2	0.3
	道の駅喜名番所	1825	1517	462	32	2.9	3.0	3.2	0.5
	道の駅嘉手納	2239	2950	302	999	3.5	5.7	2.1	5.0
	道の駅豊崎	3455	3116	999	43	5.4	6.1	6.8	0.5
	道の駅糸満	1671	2184	483	140	2.6	4.2	3.3	1.4
海の駅あやはし館		2162	755	321	2	3.4	1.5	2.2	0.5
おんなの駅		5536	867	527	2	8.7	1.7	3.6	2.0
那覇空港	那覇空港国内線ターミナル	63626	12456	9185	57	100.0	24.2	62.7	6.9
	那覇空港国際線ターミナル	1772	51420	2022	31	2.8	100.0	13.8	2.7
	那覇空港LCCターミナル	234	82	14642	5	0.4	0.2	100.0	1.4
クルーズ船ターミナル		397	545	90	11804	0.6	1.1	0.6	100
モノレール	那覇空港駅	29558	16444	7191	120	46.5	32.0	49.1	2.4
	赤嶺駅	6774	7127	1918	241	10.6	13.9	13.1	2.8
	小禄駅	6507	8654	2974	687	10.2	16.8	20.3	5.7
	奥武山公園駅	8105	7458	2316	308	12.7	14.5	15.8	3.8
	壺川駅	2486	4598	1151	80	3.9	8.9	7.9	1.4
	旭橋駅	13188	13045	3494	350	20.7	25.4	23.9	4.2
	県庁前駅	13443	15555	4316	3230	21.1	30.3	29.5	22.9
	牧志駅	15380	18989	5081	2780	24.2	36.9	34.7	17.0
	安里駅	6881	5774	1913	221	10.8	11.2	13.1	3.0
	おもろまち駅	5784	10208	2632	408	9.1	19.9	18.0	3.3
	儀保駅	1800	1962	636	285	2.8	3.8	4.3	2.8
	首里駅	2735	3689	1367	581	4.3	7.2	9.3	4.2
	レンタカー	OTSレンタカー豊崎店	2891	9711	3676	18	4.5	18.9	25.1
OTSレンタカーとまりん		4054	3379	1268	96	6.4	6.6	8.7	2.0
大規模商業施設	北谷町観光情報センター	3429	14562	2620	50	5.4	28.3	17.9	0.9
	イオンモール沖縄ライカム	3691	11570	2714	235	5.8	22.5	18.5	8.3
斎場御嶽		3402	1495	701	81	5.3	2.9	4.8	0.9
首里城公園		12427	17682	4058	4287	19.5	34.4	27.7	25.4
国際通り		27925	31761	8804	6443	43.9	61.8	60.1	44.9
那覇バスターミナル		9362	11289	3054	292	14.7	22.0	20.9	3.2
おもろまち		170	706	131	40	0.3	1.4	0.9	0.5
港川外人住宅		152	225	94	7	0.2	0.4	0.6	0.3
沖縄コンベンションセンター		1708	161	115	0	2.7	0.3	0.8	0.1
伊芸SA下り		4480	2667	854	44	7.0	5.2	5.8	1.2
中城PA下り		3807	2505	655	54	6.0	4.9	4.5	1.5
中城城跡		431	197	182	0	0.7	0.4	1.2	0.1
海洋博公園		21439	36214	8021	355	33.7	70.4	54.8	7.2

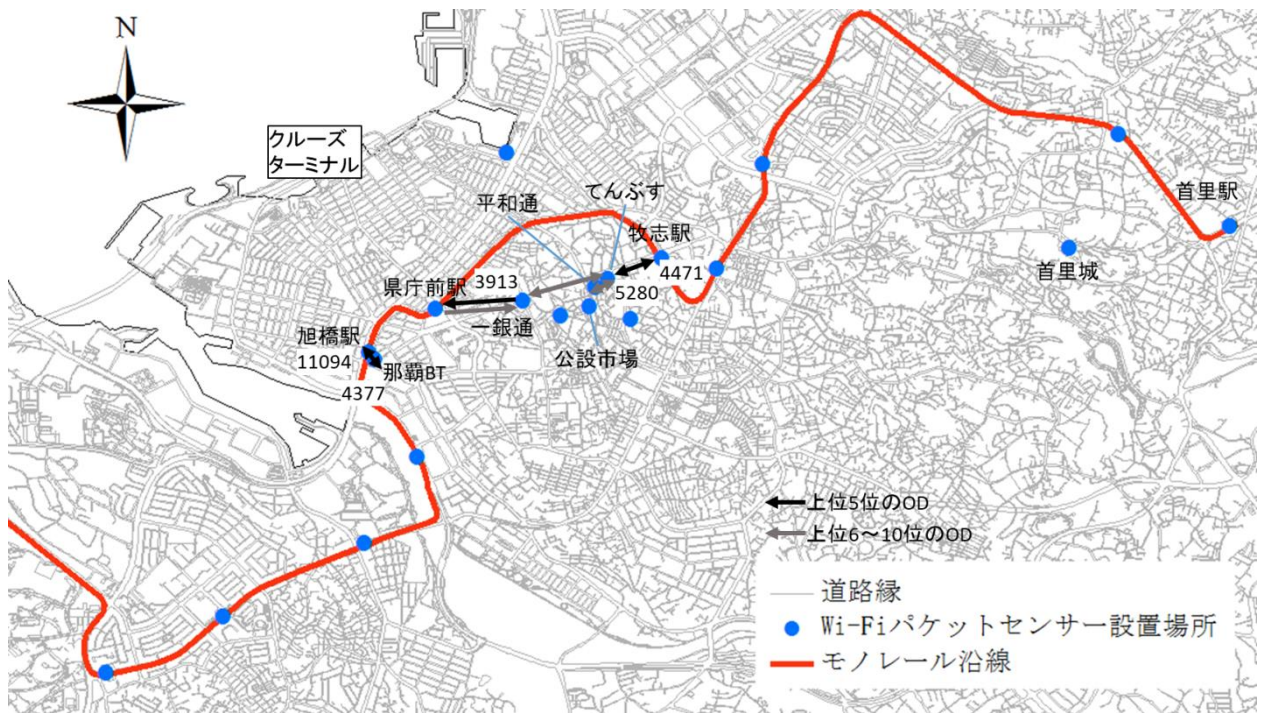


図-9 国内線利用者の那覇市内 OD

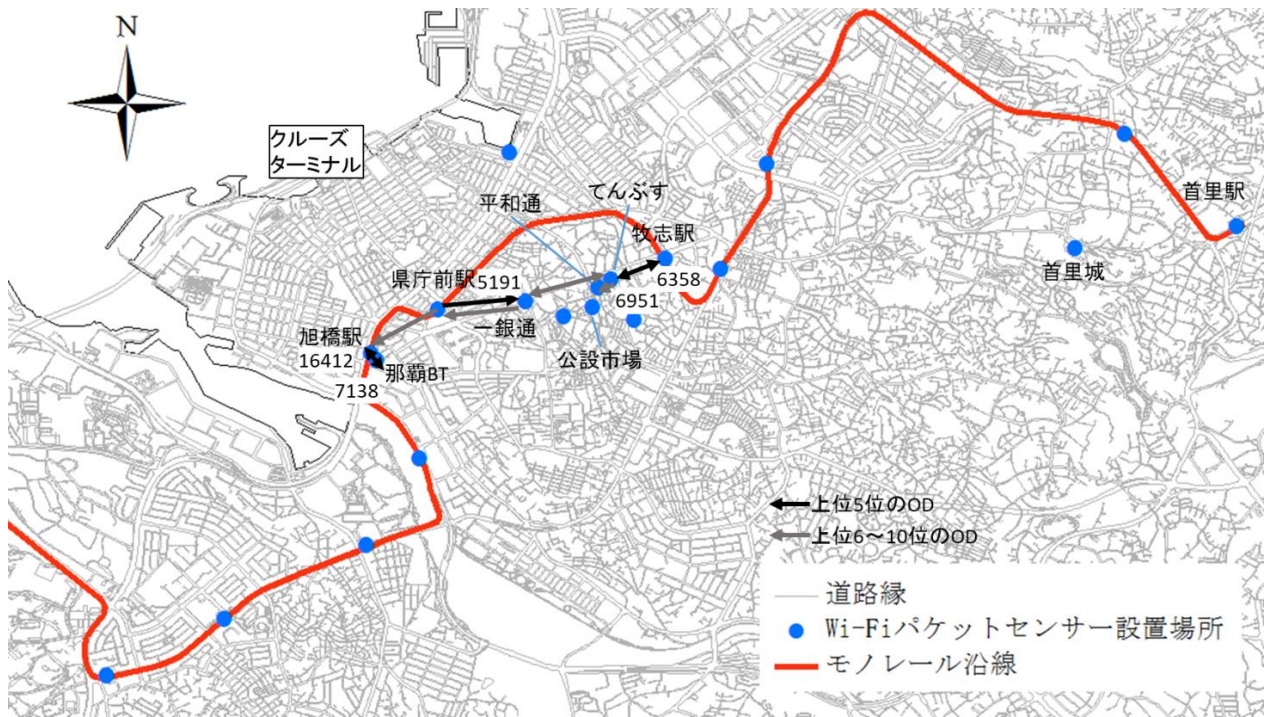


図-10 国際線利用者那覇市内 OD

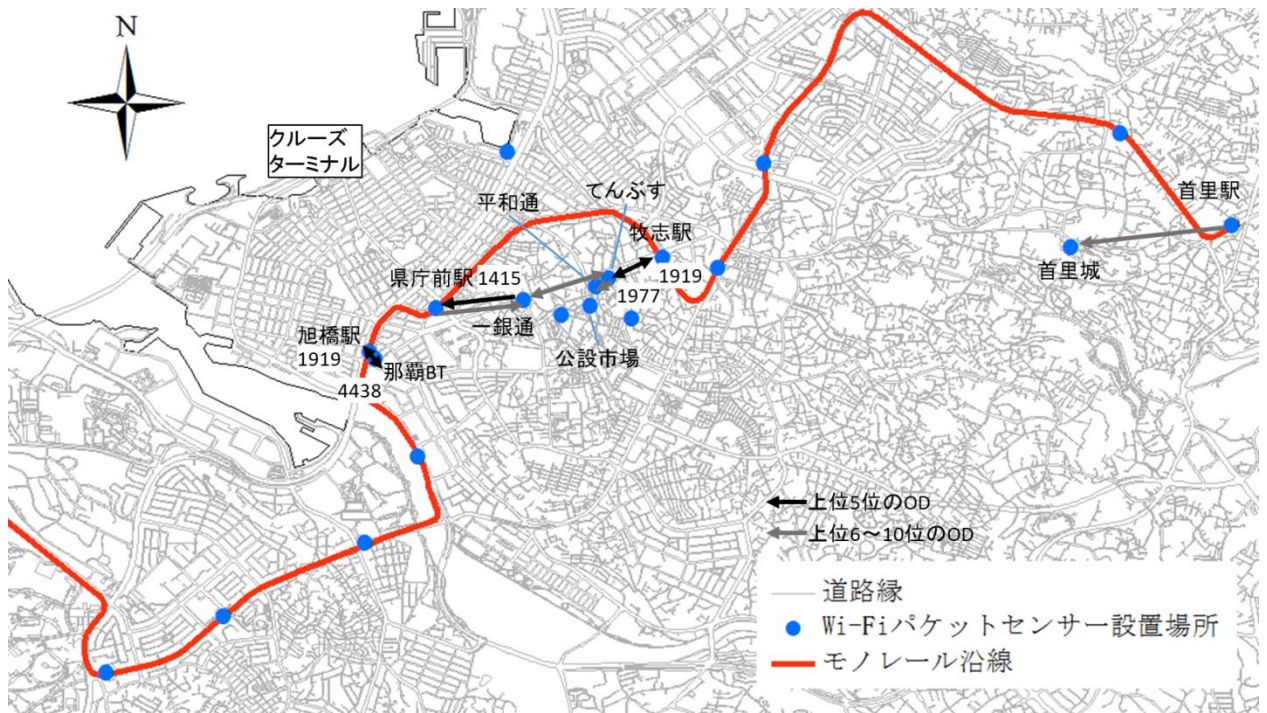


図-11 LCC利用者那覇市内 OD

## 5. まとめ

本稿では、これまでの Wi-Fi パケットセンサーを用いた調査では把握困難であった観光客の特定について Wi-Fi パケットセンサーを交通結節点に設置することで可能であることを示せた。また、美ら海水族館におけるユニーク ID 数と入館者数を比較する

ことで、安定したユニーク ID の収集が出来ていることを示した。その上で、国際通りにおいては来場者数を推計することで「一万人エイサー踊り隊」開催によるインパクトが多大であること、日曜日のトランジットモールに開催によって利用者が減少してしまう可能性があることがわかった。さらに、一次交通別の OD 量から航空機利用者とクルーズ船利用者

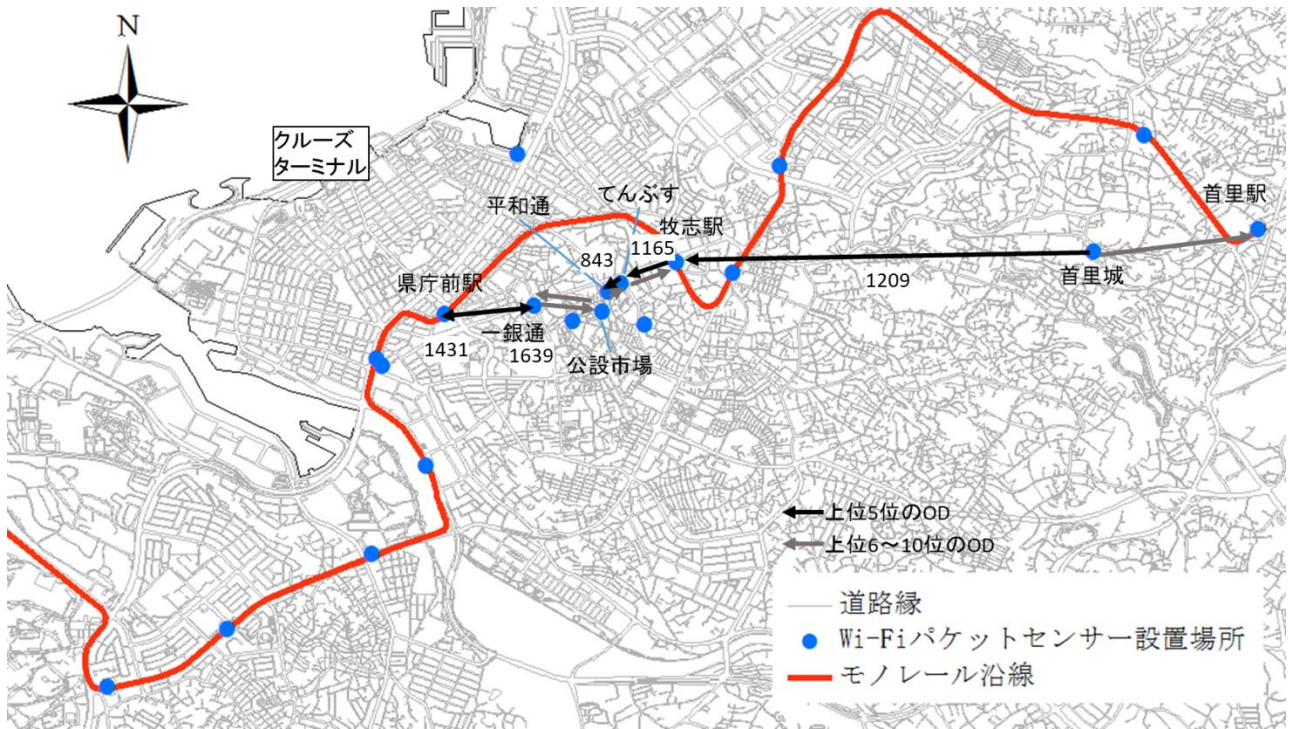


図-12 クルーズ船利用者那覇市内 OD

の行動の違いがあることがわかった。今後は、レンタカー利用者とモノレール利用者等の交通手段別の回遊特性や昼夜を問わず賑わっている国際通りにおいては到着時間帯による行動の違いを明らかにしたいと考えている。

**謝辞：**本研究は、国土交通省・道路政策の質の向上に資する技術研究開発「ETC2.0 プローブ情報等を活用した“データ駆動型”交通需要・空間マネジメントに関する研究開発」からの支援を受けて行われた。調査の実施にあたり、内閣府沖縄総合事務局開発建設部より多大なるご支援を頂戴した。また、各調査実施箇所の管理者の皆様にもご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表したい。

**参考文献**

- 1) 2018年4月26日, 琉球新報
- 2) 森本拓郎, 辻本悠佑, 白浜勝太, 上善恒雄: Wi-Fi パッケージセンサを用いた人流解析と可視化, DEIM Forum 2015 F8-3
- 3) 浅尾啓明, 森本哲郎, 望月祐洋, 西田純二, 安東直紀: Wi-Fi パッケージセンサーによる交通流動解析, 第 53 回土木計画学会研究発表会講演集 pp2104-2110
- 4) 廣川和希, 笹圭樹, 和泉範之, 絹田裕一, 牧村和彦, 西田純二: Wi-Fi パッケージセンサーを用いた人の行動実態の把握～観光都市・飛騨高山での活用に向けて～, 第 54 回土木計画学会研究発表会講演集, pp1180-1185
- 5) 小橋川嘉樹, 藤生慎, 高田和幸, 高山純一, 中山晶一郎: Wi-Fi 電波を用いた観光客行動分析に関する基礎的研究, 第 54 回土木計画学会発表会講演集, pp638-642
- 6) 中西航, 小林巴奈, 都留崇弘, 松本拓朗, 田中謙大, 菅 芳樹, 神谷大介, 福田大輔: Wi-Fi パッケージセンサーによる観光周遊パターンの把握可能性: 沖縄・本部半島における検討, 土木計画学研究・講演集, Vol. 55, No. 45-032017
- 7) 沖縄県: 沖縄県観光統計実態調査
- 8) 那覇市: 入域観光統計実態調査



## Analysis on retention and tour characteristic in major tourist spots in Okinawa

Kenta Tanaka,Daisuke Kamiya,Arata Gabe,Daisuke Fukuda,Wataru Nakanishi,Natsuho Ihoroi, Hideki Yaginuma,Hana Kobayashi,Suga Yosshiki and Ryo Yamanaka

Japan is advancing reform toward realization of "advanced sightseeing nation". After taking various measures, it is necessary to verify the effect. However, in Okinawa Prefecture, which regards the tourism industry targeted in this research as the main industry, it is not done enough. And traffic jams around Naha city and sightseeing areas are problems. Therefore, a Wi-Fi packet sensor was installed at 51 facilities in Okinawa and collected unique ID. In this section, we extracted tourists who were difficult in the survey using the Wi-Fi packet sensor so far. And I revealed circular tour by transportation. Furthermore, the possibility of grasping the effect by a large event is shown.