

Wi-Fiパケットセンサーの性能検証

Performance verification of Wi-Fi packet sensors

絹田裕一¹ 和泉範之² 西田純二³

By Yuichi KINUTA, Noriyuki IZUMI, and Junji NISHIDA

1 はじめに

近年、モバイル端末の位置情報を活用した人流把握に関する研究が各所で活発に行われている。モバイル端末を用いた人の位置の特定方法は、モバイル端末のアプリケーション利用時に取得されるGPSの位置情報や、通信を行った基地局の位置で代表させる方法、通信を行ったWi-Fiアクセスポイントの位置で代表させる方法等が一般的である。

Wi-Fiパケットセンサーは、モバイル端末が付近のアクセスポイントを探すために発信する信号（プローブリクエスト）を受信するセンサーであり、アクセスポイントと同様に、モバイル端末の位置をWi-Fiパケットセンサーの位置で代表させることにより、人の位置を特定することが可能である。

先に示した各種の人流データは、サンプル数やサンプルの一般性、コスト面等、それぞれに長所・短所があることから、調査の目的や諸条件に応じて使い分けることが重要である。Wi-Fiパケットセンサーデータは、センサーを設置するだけで周辺にあるモバイル端末を捕捉できることから、簡易に安価に人流データを取得することが可能である。近年多くの研究者がWi-Fiパケットセンサーに着目し、人流把握手法としての活用事例が蓄積される一方で、MACアドレスのランダム化（従来は端末毎に固有であったMACアドレスをランダムにすることで端末の同定を困難にする技術）やプローブリクエストの発進頻度等の端末側の仕様によってデータ取得量が変動し、センサー設置者では制御できない領域が存在することから、人流把握手法としての将来性を憂慮する声がしばしば耳にされるようになってきたことも事実である。

当研究所では、Wi-Fiパケットセンサーデータと交通量カウント調査とを組み合わせ、実交通量を算定するための拡大係数の設定方法の検討等、人流データを政策立案に活用するための技術開発に取り組んできているが、

MACアドレスのランダム化の影響が懸念されている現在においても、Wi-Fiパケットセンサーを活用することで、相当量の人流データが取得できることを確認¹⁾²⁾しており、引き続き、Wi-Fiパケットセンサーの性能検証を通して、その有用性についての公知化を図っている。

2 本稿の目的と使用するデータ

(1) 目的

Wi-Fiパケットセンサーデータは、簡易に人流データを取得できる一方で、モバイル端末を保有する人の属性（性・年齢・居住地等）の情報を把握することは不可能である。ただし、属性情報の一部は、モバイル端末の移動履歴を追跡することにより推定することも可能である。例えば、調査対象エリアへの交通手段（飛行機・鉄道・自動車等）や経路、訪問頻度を把握できる情報を得られれば、センサーに捕捉された人の来訪目的について推定できる可能性がある。本稿では、空港や鉄道ターミナル駅等、広域的な交通拠点に設置したWi-Fiパケットセンサーデータと、市街地部に高密度に設置したセンサーのデータを組み合わせ、広域的な流動と市街地内での流動の関係性について分析を行う。

(2) 使用するデータ

「関西広域流動解析コンソーシアム」は、関西地区の空港や鉄道駅等の交通拠点（関西国際空港、伊丹空港、神戸空港、JR大阪駅、JR京都駅、JR奈良駅、近鉄大阪難波駅・南海なんば駅等）にWi-Fiパケットセンサーを設置し、広域的な人流データを取得している（設置したWi-Fiパケットセンサーは、機器内でMACアドレスの匿名化処理を行っている）。

また、尼崎市等、一部の自治体においては、商店街や拠点施設等、市街地内に面的にWi-Fiパケットセンサーを設置している。本稿では、このデータを活用し、関西地区での広域的な人流データと尼崎市街地の

¹交通・社会経済部門 部門長兼グループマネジャー ²交通・社会経済部門 研究員 ³株式会社社会システム総合研究所 代表取締役



図-1 広域流動データの取得箇所

(出典：関西広域流動解析コンソーシアムHP)

狭域的な人流データを組み合わせて分析を行う。

3 分析

(1) Wi-Fiパケットセンサーでの捕捉数

a) 尼崎市街地部での捕捉人数

図-2は、尼崎市市街地部に面的に設置されたWi-Fiパケットセンサー(17箇所)において捕捉された人数(モバイル端末の台数)を示したものである。このとき、市街地内での流動を把握するため、2箇所以上のセンサーで取得されたデータのみを抽出し、2022年5月のGWを含む1週目(5/2~5/8)と通常の週である4週目(5/23~5/29)を比較した。

2022年のGWは、5/2(月)を挟んで、4/29(金・祝)~5/1(日)と5/3(火・祝)~5/5(木・祝)の3連休が2回繰り返される日程であったことから、平日である5/2を含め、5/2~5/4までは、通常の週である5月4週よりも多くの人々が捕捉されている。一方で、GW直後の週末は、5月4週の週末よりも人の捕捉が少なく、想定通りの人出が観測されていると考えられる。

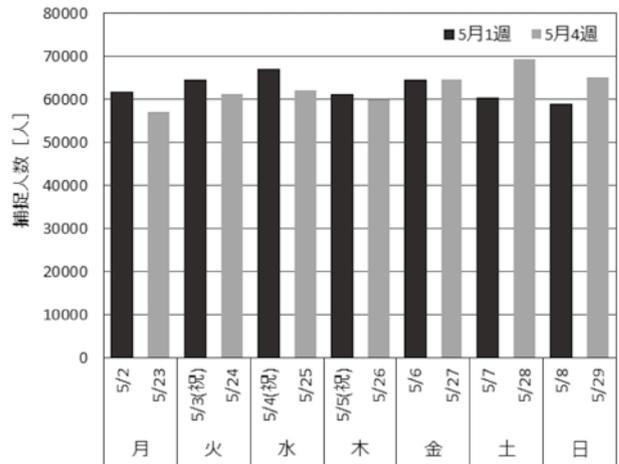


図-2 尼崎市街地部での日別捕捉人数(2022年)

(Wi-FiパケットセンサーデータよりIBS作成)

b) 広域流動データとの組み合わせ

図-3は、図-2に示した尼崎市街地部での捕捉人数のうち、空港や鉄道駅等の拠点でも捕捉された人の割合を示したものである(JR尼崎駅・阪神尼崎駅は拠点に含めない)。

各日、概ね1,000人程度(捕捉された人数の2%程度)は、尼崎市街地のみならず、空港や鉄道駅でも捕捉されている。空港で捕捉されている人は飛行機を利用している可能性があり、同様に鉄道駅で捕捉されている人は鉄道を利用している可能性があることから、尼崎市街地で捕捉された人の2%程度は、尼崎市街地を訪れる前後にいた場所によって、アクセス時やイグレス時の交通手段を推定することが可能であることを示唆している。

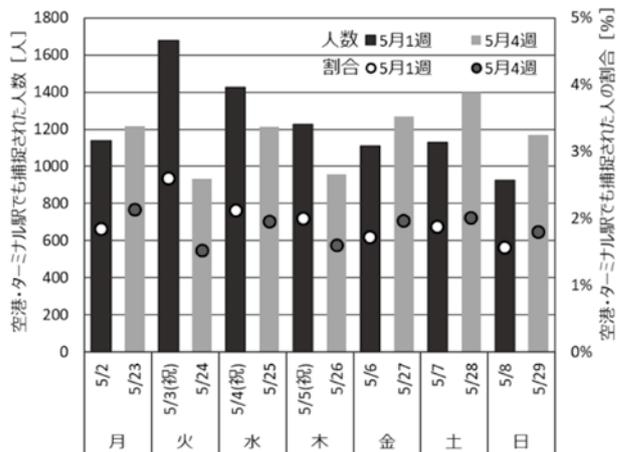


図-3 尼崎市外のセンサーでの捕捉状況(2022年)

(Wi-FiパケットセンサーデータよりIBS作成)

(2) GW期間中の尼崎市街地来訪者の流動の傾向

図-4は、GWの連休中(5/3~5/5)と、通常の週末(5/7~5/8、5/28~5/29)に分け、尼崎市街地のWi-Fiパケットセンサーで捕捉された人(来訪者)の、尼崎市街地来訪前後で捕捉された拠点(空港・鉄道駅)の割合を示したものである。GWの連休中は、通常の週末と比較して、大阪駅周辺で捕捉される割合が少なく、京都駅(JR)や奈良駅(JR・近鉄)で捕捉される割合が高い傾向にある。尼崎市は大阪市に隣接することから、地元住民の流動がほとんどを占める通常の週末は大阪市との間での流動が多く、観光客等が含まれるGW中は、京都や奈良等を含む広域的な流動の割合が高いと推察される。

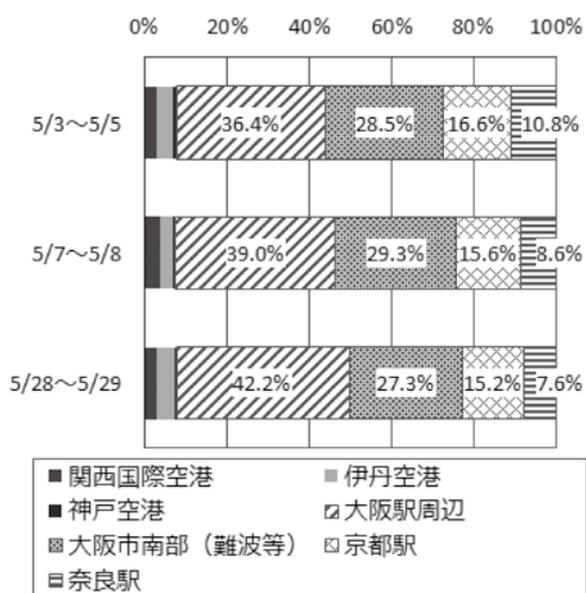


図-4 尼崎市街地と同じ日に捕捉されている拠点 (Wi-FiパケットセンサーデータよりIBS作成)

(3) GW期間中の尼崎市街地来訪者の流動の傾向

a) 京都・奈良への訪問者の尼崎市街地の流動

表-1は、GW期間中で京都・奈良でも捕捉されている人数が最も多かった5/3(火・祝)について、京都・奈良への訪問者とそれ以外の人の尼崎市街地部での訪問施設(捕捉されたWi-Fiパケットセンサーの設置箇所)を示したものである。

京都・奈良への訪問客とそれ以外の人の訪問施設を比較すると、京都・奈良への訪問者は、JR尼崎駅や尼崎城址公園、尼崎市総合文化センター、尼崎えびす神社で捕捉される割合が高いのに対し、それ以外の人は、

阪神尼崎駅や商店街、観光案内所で捕捉される割合が高い。観光案内所は、阪神尼崎駅に隣接するため阪神尼崎駅と同様の傾向を示していることを考慮すると、観光客の訪問先となりやすい施設では、京都・奈良訪問者が多く捕捉され、地元住民が多いと推察される商店街においては、京都・奈良訪問者の捕捉が少ないことが確認された。

表-1 5/3(火・祝)の尼崎市街地の訪問施設構成比

訪問施設		京都・奈良訪問者		その他	
阪神尼崎駅北	阪神尼崎駅	22.4%	36.5%	24.2%	38.7%
阪神尼崎駅		14.1%		14.5%	
JR尼崎駅		6.1%		0.4%	
中央一番街商店街	商店街	15.2%	37.2%	22.3%	47.3%
中央三番街商店街		14.2%		21.9%	
中央四番街商店街		2.8%		1.7%	
三和本通商店街		5.1%		1.5%	
尼崎城址公園駐車場	尼崎城址公園	2.7%	5.3%	0.6%	1.9%
尼崎城址駐車場		1.9%		0.8%	
尼崎城天守1階		0.6%		0.6%	
尼崎市総合文化センター1階		2.3%		0.2%	
あまがさき観光案内所		8.8%		10.8%	
尼崎えびす神社		3.0%		0.4%	
寺町		0.1%		0.1%	
貴布禰神社		0.1%		0.1%	
開明cafe		0.6%		0.2%	
歴史博物館		0.0%		0.0%	

(Wi-FiパケットセンサーデータよりIBS作成)

b) GW期間中の尼崎市街地の流動

表-2は、GW期間中の5/3(火・祝)と通常の週末である5/28(土)の京都・奈良でも捕捉されている人の尼崎市街地部での訪問施設を示したものである。表-1と比較すると、訪問施設の割合の差は小さくなるものの、GW期間中である5/3(火・祝)の方が、尼崎城址公園や尼崎市総合文化センター、尼崎えびす神社で捕捉される割合が高い。一方、通常の週末である5/28(土)は、商店街での捕捉される割合が高い。

これは、GW期間中の京都・奈良訪問者と比較して、通常の週末の京都・奈良への訪問者には尼崎居住者等、日常的に尼崎市街地に来訪する人が相対的に多く含まれていることを示唆していると考えられる。

表-1、表-2を踏まえると、GW期間中の京都・奈良と併せて尼崎市街地でも捕捉されている人の中に

は、他のカテゴリの人に比べ、観光等の非日常的な目的で尼崎市街地に来訪した人が多数含まれているものと推察される。

表-2 GW中とGW以外の週末の訪問施設の構成比

訪問施設		5/3(火・祝)		5/28(土)	
阪神尼崎駅北	阪神 尼崎駅	22.4%	36.5%	20.5%	34.1%
阪神尼崎駅		14.1%		13.6%	
JR尼崎駅		6.1%		6.0%	
中央一番街商店街	商店街	15.2%	37.2%	16.4%	45.6%
中央三番街商店街		14.2%		19.5%	
中央四番街商店街		2.8%		5.3%	
三和本通商店街		5.1%		4.3%	
尼崎城址公園駐車場	尼崎 城址 公園	2.7%	5.3%	2.0%	3.9%
尼崎城駐車場		1.9%		1.1%	
尼崎城天守1階		0.6%		0.8%	
尼崎市総合文化センター1階		2.3%		0.2%	
あまがさき観光案内所		8.8%		8.2%	
尼崎えびす神社		3.0%		0.8%	
寺町		0.1%		0.5%	
貴布禰神社		0.1%		0.3%	
開明cafe		0.6%		0.5%	
歴史博物館		0.0%		0.0%	

(Wi-FiパケットセンサーデータよりIBS作成)

4 おわりに

本稿では、2022年5月時点でのWi-Fiパケットセンサーデータを用いて、人流把握手法としての適用可能性についての検討を行った。MACアドレスのランダム化の影響等、モバイル端末の移動の追跡性能についての疑義が抱かれることもあるWi-Fiパケットセンサーデータであるが、現時点においても相当数のサンプルが取得できること、市街地内等の狭域なエリアだけでなく、広域的な流動と組み合わせた分析にも耐えるサンプル数が取得できていることを確認できた。特に、広域的な流動に関しては、基地局データやGPSデータ等の市販データの入手にかかるコストが高額に

なることを考えると、Wi-Fiパケットセンサーは、現時点においても有力な選択肢であると言えよう。今回の研究では、既設のWi-Fiパケットセンサーのデータを用いて検証を実施したが、Wi-Fiパケットセンサーの機材は高額なものではなく、ランニングコストについてもわずかな電気代とデータを回収するための通信費のみであることから、比較的安価に実施可能な調査手法である。

本検証においては、Wi-Fiパケットセンサーに補足される順番(移動の順番)や、時系列的な捕捉頻度についての分析は行わなかったが、これらを実施することで、(3) b) で推察した尼崎居住者等の日常的に尼崎市街地に来訪する人か、もしくは観光目的で来訪した人かを見極められる可能性もある。

また、尼崎市街地だけでなく、他の市街地や観光地でも同様の分析を行い比較することで、市街地や観光地等のアクセス交通手段の構成比や観光地毎の滞在時間の比較、さらには滞在時間とアクセス交通手段との関係等、市街地や観光地に訪れる人の流動特性を把握することが可能となると考えられる。

引き続き、具体的な分析事例を通して、Wi-Fiパケットセンサーデータの有用性について検証していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉田・新階・絹田・和泉・西田: 地下街を有する市街地におけるWi-Fiパケットセンサーを用いた歩行流動観測に関する研究, 土木学会論文集D3, 78巻5号, p.L97-L105, 2023
- 2) 絹田・和泉・廣川・笹・菅原: 新たな技術を活用した交通流動把握の取組~センサーデータによる可視化技術の向上に向けて, IBS Annual Report 研究活動報告2021, p.29-32, 2021