

# Wi-Fi パケットセンサを活用した 中部国際空港利用者の行動分析

長縄 陸<sup>1</sup>・中村 俊之<sup>2</sup>・山本 俊行<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 非会員 名古屋大学大学院 工学研究科 (〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町)

E-mail: naganawa.riku.u1@s.mail.nagoya-u.ac.jp

<sup>2</sup> 正会員 名古屋大学特任准教授 未来社会創造機構 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail: tnakamura@mirai.nagoya-u.jp

<sup>3</sup> 正会員 名古屋大学教授 未来材料・システム研究所 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail: yamamoto@civil.nagoya-u.ac.jp

Wi-Fi パケットセンサは人流の把握手法として、観光地や市街地への適用が進んでいる。本研究では、多くの人が行きかう重要な交通結節点である中部国際空港において人流を常時観測し、旅客便利用者の行動分析を実施した。2022年の4月から12月における商業フロア利用率の推移、1日における時間変化分析から、空港における現状を明らかにし、数量化Ⅱ類および二項ロジスティック回帰分析を用いて、商業フロア利用者の特徴把握を行った。分析の結果、休日利用者の商業フロア利用傾向の強さや到着便利用者の利用傾向の弱さ、搭乗便による利用傾向への影響度合いの大きさが明らかとなった。本研究結果を踏まえ、中部国際空港における商業フロアの利用を促進施策を提案した。

**Key Words:** *Wi-Fi packet sensor, traffic flow at airport, air passenger, time use*

## 1 はじめに

昨今、空港の運営体制が変化している。かつて、日本の各地空港は国や立地する自治体が運営していた。この体制では航空輸送のインフラとしての機能維持にとどまり、旅客便の新規誘致や商業施設の充実などに積極的に取り組む必要性は低かった。しかし近年、中部国際空港(株)や仙台国際空港(株)など、民営化や民間会社への運営権の委託が進み、以前よりも収益に焦点を当て上記のような空港利用者へのサービス向上を図る動きがある。同時に昨今、新型コロナウイルスの感染拡大による旅客便利用者の大幅な減少に伴う収益の悪化のため、収益向上に取り組む必要性は増している。

空港の収益構造は、空港事業、商業施設、駐車場の3つに分類される。中部国際空港を例にとると、そのうち商業施設は約20%を占めるものの、顧客の需要を適切に掴めていない状況にある。仙台空港の旅客便利用者と空港訪問者の合計589人を対象に実施した顧客満足度調

査<sup>1)</sup>によると、空港ターミナルの快適さや空港内での移動の円滑さなどの10個の質問項目に対して飲食店の満足度は2番目に低い結果であった。また、羽田空港を対象に2019年に実施した調査<sup>2)</sup>でも、3071人の対象者のうち26%が飲食店に対し「やや不満」「不満」「どちらともいえない」と回答した。空港においては、このような状況を打破するため、空港内の利用者回遊行動データを活用した利用促進施策が求められる環境にある。

人流動データを収集する手法は様々である。これまでの主流は紙媒体やインターネットによるアンケート型手法であり、例としてパーソントリップ調査や道路交通センサスの起終点調査がある。一方で近年、ICT技術の発展により、携帯キャリアの基地局データやGPSデータ、Wi-Fiパケットセンサデータなどを活用してリアルタイムに人流動を収集する手法が普及している。従来のアンケート型手法の利点は人々の移動交通手段や移動目的を把握可能なことにあった。しかしおおむね10年に一度の実施であるため、その間の都市の土地活用の変化やそ

れに伴う交通行動の変化が反映されない点が課題である。リアルタイムの人流収集手法は、近年マーケティングなどにも広く活用されている。

携帯キャリアの基地局データやGPSデータは、データ収集範囲の広さが特徴であるが、数十mという詳細な場所の特定および屋内環境における位置情報の取得は困難である。そのため、川上ら<sup>3)</sup>や斧田ら<sup>4)</sup>のように、主に都道府県間流動など広範囲な人流の分析に用いられる。Wi-Fi パケットセンサは、スマートフォンやノート PC、タブレットが Wi-Fi に接続を試みる際に発信されるプローブリクエストという電波を捕捉するセンサである。データの収集範囲がセンサの設置位置に依存するため、屋内環境や詳細な範囲での人流解析も可能である。

本研究の目的は、中部国際空港において Wi-Fi パケットセンサを活用して、旅客利用者の空港内人流把握を行うことである。また、得られた人流データをもとに、空港内商業施設の利用促進施策を提案する。

## 2 既往研究

Wi-Fi パケットセンサに関する研究は盛んに行われている。

Wi-Fi パケットセンサによる人流解析方法について論じた研究として、浅尾ら<sup>5)</sup>は京都府宮津市で収集したセンサデータを使用して OD 分析ツールおよび流動分析ツールを提案し、センサが周辺の人をすべて観測してしまうために、観測値と実際の値に差が生じる可能性があることを述べた。大野ら<sup>6)</sup>は、建造物の高さや電波到達距離が Wi-Fi パケットセンサのデータ取得に与える影響を分析した。その結果、センサの設置位置が高いほどデータの取得精度がよいと示された。森本ら<sup>7)</sup>は、商業施設のグランフロント大阪において人流を分析し、閉空間における人流解析にセンサデータを活用する有用性を確認した。

これらの研究に加え、近年は市街地や観光地でセンサデータを収集し、回遊行動分析に適用する研究が進められている。壇辻ら<sup>8)</sup>は奈良県長谷寺参道において人流分析を行い、滞在時間に注目してアンケート調査と照合させ、センサデータから観光客の行動データを地元住民のものと分離する方法を示した。田中ら<sup>9)</sup>は沖縄本島において、Wi-Fi パケットセンサを活用して来沖者を一次交通手段別に分け周遊行動を分析した。分析に際し、那覇空港のターミナル別にそれぞれセンサを設置し、LCC 利用者とその他に分けることで来沖者の所得属性を判断している。

Wi-Fi パケットセンサにより得られたデータを用いた回遊行動のモデル化も行われており、一井ら<sup>10)</sup>は吸収マ

ルコフ連鎖モデルを利用して長野県上高井郡における観光回遊行動を分析した。

また、空港は重要な交通結節点であり、空港内における旅客の商業施設利用状況に着目した研究事例も数多くある。Appold et al.<sup>11)</sup>は米国主要 75 空港の小売売上高のデータから、空港内商業施設の売り上げおよび客数の変動要因を分析した。その結果、空港滞在時間が小売売上に及ぼす影響は強くないこと、国際線利用者など長距離フライトの開始者は空港で飲食店を利用する可能性が高いこと、飲食店の売り上げには旅客利用者が強く関係することが示された。Torres et al.<sup>12)</sup>はスペインのアストゥリアス空港旅客を対象に観光客とビジネス客に分類して空港内商業施設での購買行動を調査し、観光客はビジネス客と比較して購買金額が多いと示した。Graham<sup>13)</sup>は空港内飲食店の需要について考察し、LCC の拡大などで無料の機内ケータリングサービスのないフライトが増加傾向である昨今、空港内飲食店への需要は増加していると述べた。これらのほとんどは利用者推計やアンケート調査など統計データを用いた分析であり、一方で本研究は常時観測されたデータを活用した研究である。

本研究においては、閉空間である空港内の利用者回遊行動を、常時観測データを用いて分析する。また、空港内回遊行動において特に商業施設の利用に着目し、商業施設の利用実態および利用者の特徴を明らかにする。

## 3 人流データの方法

### (1) Wi-Fi パケットセンサによる収集データ

空港内各所に設置された各センサは、プローブリクエストを発信した電子機器の AMAC アドレスおよび観測時刻など 8 項目を収集し(表-1)、同一 AMAC アドレスが観測されたセンサの場所および時刻から、行動を追跡する。

プローブリクエストは Wi-Fi の接続前だけでなく、一つの Wi-Fi に接続後も最も通信環境の良い Wi-Fi を探索するために常に発信し続ける。すなわち電子機器類の Wi-Fi スイッチが ON である場合、パケットセンサにより当該機器から発信されるプローブリクエストを常時捕捉することが可能である。大田ら<sup>14)</sup>が京都市東山地区を対象に行ったアンケート調査では、日本人観光客のスマートフォン保有率は 86.8% であり、その中でも Wi-Fi の ON 率は 57.1% であることが示されている。したがって Wi-Fi パケットセンサの活用により、全数のうち約半数の人流を解析することができる。

本研究では、AMAC がそれぞれ空港ユーザーであると仮定し、AMAC 数を空港ユーザー数と置き換える。各電子端末に固有の AMAC アドレスは、プライバシー

保護のためハッシュ関数によりランダム化処理がされ記録される。すなわち表-1 に示した AMAC アドレスはランダム化処理後のものであり、捕捉端末の特定はできない。したがって Wi-Fi パケットセンサデータからは性別や年齢などの個人属性の把握は不可能である。

表-1 Wi-Fi パケットセンサの収集データ

項目	内容
ID	ユニークレコード番号
UNIXTIME	内部時間 (単位・秒)
TIMESTAMP	時刻 (Hour, Minute, Second)
AMPID	センサ ID
AMAC	ランダム化処理後の AMAC アドレス
SC	シーケンス番号
OUI	ベンダー番号
RSSI	電波強度

(2) 研究対象施設

本研究では、中部国際空港を対象とした。中部国際空港は愛知県常滑市に位置し、名古屋市中心部からの所要時間は名古屋鉄道の急行列車で 45 分、自動車一般道で 50 分ほどである。空港は第 1 ターミナルと第 2 ターミナルからなる (図-1~図-5)。第 1 ターミナルの 2 階は到着フロア, 3 階が出発フロア (チェックインカウンター, 保安検査場), 4 階が飲食店や土産物屋など商業フロアとなっている。第 2 ターミナルは主に LCC 便の出発・到着に使用され、その他にも飲食店や航空機が展示されているイベント広場がある。Wi-Fi パケットセンサは空港内合計 16 か所に設置され (表-2), 24 時間データを取得する。センサ位置により、搭乗した旅客便や空港への来訪交通手段の判定が可能である。

なお中部国際空港において、商業施設がおおむね集中しているため、本研究では空港内商業施設を第 1 ターミナル 4 階と定義することとし、本論文では以後「商業フロア」と呼ぶ。

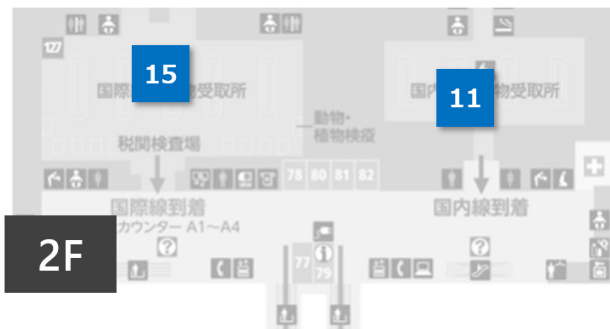


図1 到着フロア

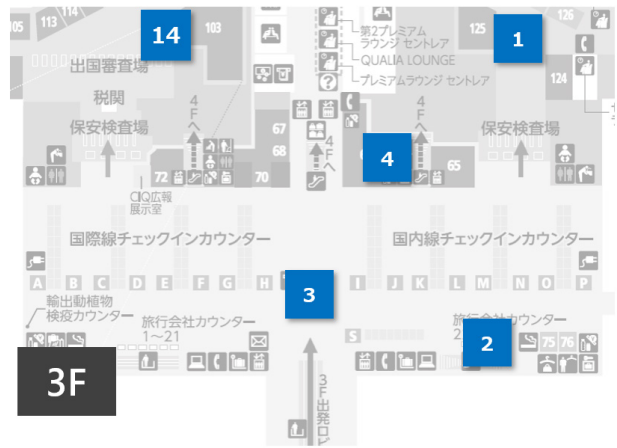


図2 出発フロア

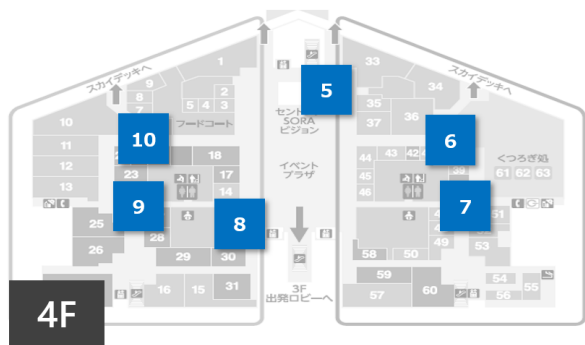


図3 飲食店などの商業フロア



図4 鉄道改札や駐車場へのアクセスプラザ

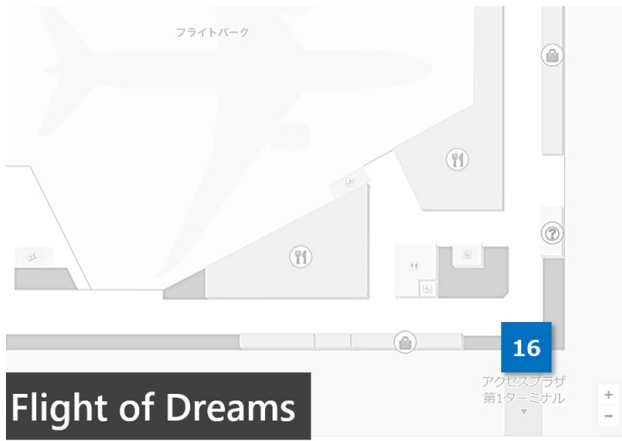


図5 第2ターミナルのイベント施設入口

表-2 Wi-Fi パケットセンサの設置場所

センサ番号	ターミナル	階	詳細
1, 14	1	3 <sup>rd</sup>	出発制限エリア内 (国内線・国際線)
11, 15	1	2 <sup>nd</sup>	到着制限エリア (国内線・国際線)
2, 3	1	3 <sup>rd</sup>	航空会社チェック インカウンター付近
5, 6, 7, 8, 9, 10	1	4 <sup>th</sup>	商業エリア付近 (飲食店, 服飾店, 土産店)
12	1	3 <sup>rd</sup>	名鉄改札前 インフォメーションセンター
13	1	3 <sup>rd</sup>	駐車場通路
16	2	-	イベント施設 (フライトオブドリームス)

### (3) 分析期間

本研究では、2022年4月1日～2022年12月31日の9か月間を対象とした。ただし一部のセンサでデータを取得できなかったため5月21日(土)、5月22日(日)、10月10日(月)の3日間を対象から除外した。

分析期間の合計272日を、平日、土曜日、日曜日祝日、特異日の4つの日付カテゴリーに分類した(表-3)。なお、特異日はGWにあたる4月29日～5月1日、5月3日～8日、お盆にあたる8月11日～14日、年末の12月29日～31日とした。

表-3 分析対象期間の日付カテゴリー

分類	日数
平日	181
土曜日	35
日曜日・祝日	40
特異日	16

### (4) 分析対象の空港ユーザー

空港を利用する人は、旅客利用者だけでなく送迎目的の非旅客や従業員など様々である。本研究は旅客利用者を対象に回遊行動分析、および商業フロアの利用実態の分析を行った。なお、旅客便制限エリア内のセンサで観測された空港ユーザーを、旅客利用者と定義した。

### (5) 本研究の分析項目

本研究では、第1ターミナル4階商業フロアに設置された6カ所のセンサのいずれかで1度でも捕捉された空港ユーザーを、商業フロア利用者と定義した。以下に本研究における分析項目を記す。

#### a) 商業フロア利用率 $P_{day}$ の日変動分析

商業フロア利用率 $P_{day}$ の9か月間における推移より、変動の時期要因を分析する。なお、 $P_{day}$ は1式により算出した。

$$P_{day} = 100 \times \frac{n_{day}}{N_{day}} [\%] \quad (1)$$

$n_{day}$  : 1日の商業フロア利用者数

$N_{day}$  : 1日の全旅客数

#### b) 1日における商業フロア利用率 $P_i$ の時間変化分析

はじめに、 $i$ 時における商業フロア利用率 $P_{i,day}$ を1日ごとに算出した(2式)。

$$P_{i,day} = 100 \times \frac{n_i}{N_i} [\%] \quad (2)$$

$n_i$  :  $i$ 時に商業フロアを利用した旅客の数

$N_i$  :  $i$ 時に空港に滞在する旅客数

$P_i$ は、 $P_{i,day}$ の分析期間における1日あたりの平均値とした。

$$P_i = \overline{P_{i,day}} \quad (3)$$

本研究では、 $P_i$ を1時間あたりの商業フロア利用率と定義し、1日における $P_i$ の時間変化を分析した。

#### b) 多変量解析手法による特徴把握

商業フロアの利用有無に影響を与える要因を、数量化Ⅱ類および二項ロジスティック回帰分析により推定する。因子は、搭乗便の種類(国内線出発・国際線出発・国内線到着・国際線到着)、空港への来訪交通手段(鉄道・自動車)、空港滞在時間帯および利用日(平日・土曜日・日祝・特異日)として、商業フロア利用有無への影響度を分析した。

なお本分析における商業フロア利用者の中には、商業フロアで購買活動をせず、滞在あるいは通過しただけのユーザーが含まれる。そのため、実際の値よりも過大に算出される場合がある。

### 3. データセットの構築方法

#### (1) データクリーニングの方法

Wi-Fi パケットセンサには次の 2 つの特性がある。1 つ目に、Wi-Fi 接続機能を持つ、PC や従業員保有のスマートフォンなど、あらゆる電子端末の行動データを収集する。2 つ目に、プローブクエストの発信間隔は最大で 120 秒ほどであり、センサの近くを通過しても、必ずセンサにより捕捉されるとは限らない。

本研究ではこれらの特性をふまえ、センサによる観測回数が 1 回、または空港の滞在時間が 0 分未満および 240 分以上の AMAC アドレスを、旅客の回遊行動分析に即さない判断し除去した。

#### (2) クリーニング処理後のデータ

本研究では中部国際空港における旅客便利者のみを分析対象者とした。クリーニング処理後の AMAC 数、すなわち旅客便利者数を図-6 に示した。分析期間中、旅客便の利用者数はおおむね 4,000~7,000 人となり、4 月最終週から 5 月頭にかけての GW および 8 月中旬のお盆、年末の 3 時期にその数は顕著に増加した。また、4 月は平均して 4,000~5,000 人であった旅客便利者は GW に一度増加したのち 8 月にかけて徐々に増加し、9~12 月は 5,000~7,000 人ほどと、やや高い数値を保持した。また、データセットの利用旅客便による内訳をを表-4 に示す。新型コロナウイルスの影響で国内線の利用者が全体の約 8 割を占めた。

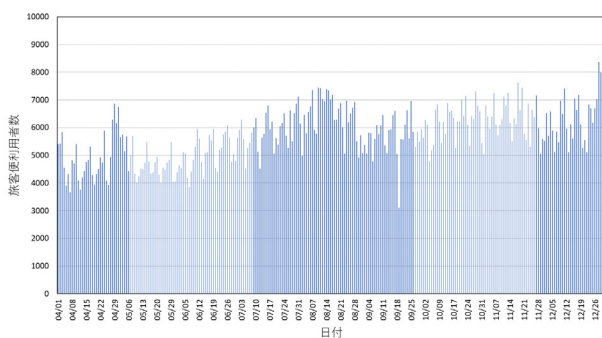


図6 期間中の旅客数の推移

### 4. 商業フロア利用率の日変動分析

#### (1) 商業フロア利用率の日変動

本節では、分析した 9 か月間における商業フロア利用率の推移を示した (図-7)。

商業フロア利用率は 9 か月を通し平均して 30~35% を推移した。特に増加する期間は GW、お盆、年末であっ

た点で、旅客数の推移と同様の傾向であった。また、1 週間の間で利用率が高い日と低い日が周期的に発生した。

商業フロア利用率の変動について、特異日に値が高い点、および 1 週間で周期的に利用率が変動している点より、休日は平日と比較して大きいことが推察される。休日は平日よりも観光客の割合が高いと仮定すると、すなわち、観光客はビジネス客よりも商業フロアを利用する傾向にあると考えられる。

表-4 分析対象データの内訳

分類	定義	旅客便利者における割合[%]
国内線出発便利者	国内線出発制限エリア内で観測された AMAC	49.0
国際線出発便利者	国際線出発制限エリア内で観測された AMAC	13.4
国内線到着便利者	国内線到着制限エリア内で観測された AMAC	32.4
国際線到着便利者	国際線到着制限エリア内で観測された AMAC	13.8

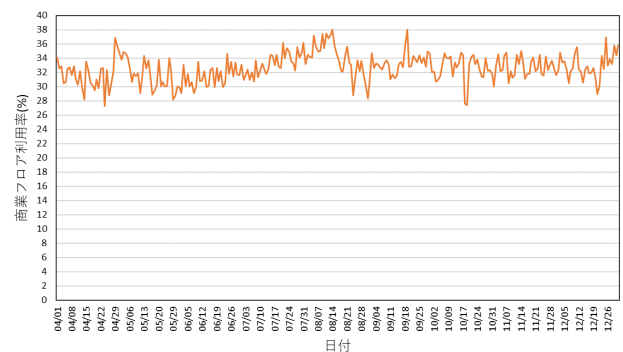


図7 期間中の商業フロア利用率の推移

#### (2) 商業フロア利用率の日比較

本節では検定手法を用いて、平日と休日、および平日 5 曜日の差を推定し、前節で得た仮説を検証した。検定手法は、サンプルサイズの違いに対応している点、およびノンパラメトリックなデータに使用可能である点から、Steel-Dwass 検定を用いた。

##### a) 休日と平日の比較

本項では、表-3 に示した平日・土曜日・日曜日祝日・特異日の 4 つの日付カテゴリーそれぞれの商業フロア利

用率の差の検定を行った。

推定の結果、平日と日祝および特異日はどちらも 1% 有意であり平日と休日には有意な差があることが明らかとなった(図-8)。また、土曜日は、平日と 10%有意であるが、特異日とは 1%有意となった。したがって、特異日と日祝は、商業フロアの利用傾向が平日よりも強く、土曜日は平日と似た傾向を持つといえる。

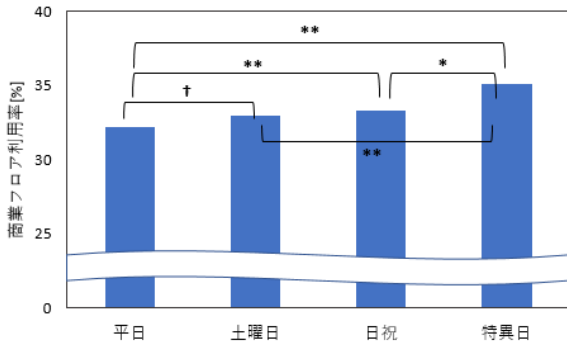


図8 平日と休日の比較結果

b) 平日 5 曜日の比較

本項では、平日の月曜日～金曜日について差の推定を行った。推定の結果、金曜日は、月曜日を除く 3 曜日と 1%有意、月曜日とは 5%有意となり、他の平日と比べて有意に大きくなった(図-9)。また水曜日のみ、月曜日と比べて 5%有意の差があった。以上より、平日 5 曜日の中で金曜日と月曜日が商業フロアの利用傾向が強く、水曜日は利用傾向が弱いといえる。

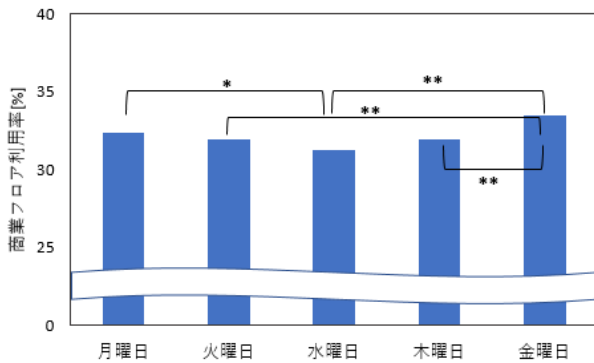


図9 平日 5 曜日の比較結果

c) 日比較のまとめ

日祝および特異日は、平日よりも有意に大きくなることが明らかとなった。また b)では、平日の中で金曜日と月曜日が、商業フロア利用率が高い傾向にあると示された。旅客利用者における観光客の割合は、平日よりも日祝・特異日が高いと仮定できる。また金曜日・月曜日は、土日と組み合わせ旅行する観光客が他の平日と比較して多いと想定される。以

上より、観光客はビジネス客よりも商業フロアの利用傾向が強い可能性が示唆された。

5. 商業フロア利用率の時間変化分析

各旅客便利用者の商業フロア利用率の時間変化を図-10に示し、その比較を行う。

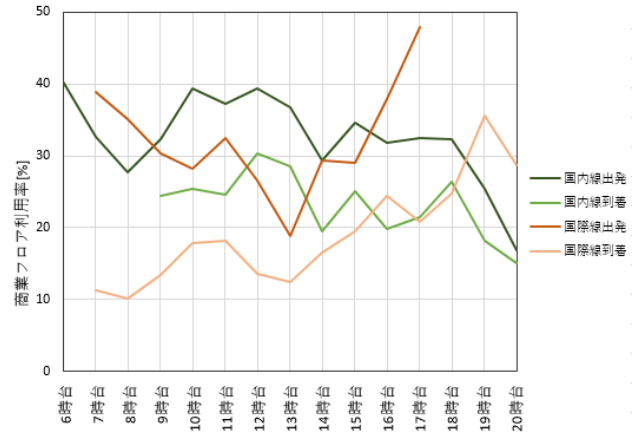


図10 商業フロア利用率の時間変化

(1) 国内線利用者の商業フロア利用率時間変化

中部国際空港における始着便の到着時刻をもとに、国内線到着便利用者が空港に滞在する時間帯の範囲を 9 時からと設定し、分析を行った。

出発利用者は 6 時台に 40%となり、8 時台に一旦減少するものの以降、10～13 時台まで 6 時台と同じ約 40%を保ち再び減少に転じた。到着利用者は、おおむね出発利用者と同じ変動となり、異なる点として、18 時台は利用率にやや上昇がみられた。

到着利用者は 1 日を通して、出発利用者と比較して商業フロアを利用しない傾向にあることが明らかとなり、利用率にはおおむね 10%ほどの差が生じた。また出発利用者においては、午前中に利用率が高く夜にかけて減少する傾向にあった。

(2) 国際線利用者の商業フロア利用率時間変化

分析範囲は、各旅客便の始発・始着および終発・終着時刻をもとに、出発利用者を 7～17 時台、到着利用者を 7 時台からとした。

出発利用者は、7 時台と 16 時台の利用率が約 38%とほぼ同水準の高い利用率となるが、11 時台に利用率が増加する点および 13 時台に大幅に減少する点が特徴である。国際線到着利用者は、5 ポイント差ほどの増減を繰り返しながら 19 時台にかけて利用率が徐々に増加した。

国際線は国内線と同様に、出発利用者の商業フロア

利用率が、全時間帯で到着便利用者を上回った。また、どちらも夜にかけて商業フロア利用率が増加する傾向にあり、国内線利用者と異なった。

表 5 使用データの概要

説明変数	判定方法	サンプル数
空港利用時間帯 朝 (6~7時台) 昼前 (8~10時台) 昼 (11~13時台) 昼後 (14~17時台) 夜 (18~20時台)	利用者を最初にセンサで捕捉した時間帯	5,711,674
空港来訪交通手段	鉄道, 自動車 鉄道改札前, 駐車場通路のセンサでの捕捉有無	
搭乗便	国内線出発便 国内線到着便 国際線出発便 国際線到着便	
利用日	平日, 土曜日 日祝, 特異日	

## 6. 多変量解析の結果

### (1) 分析に使用したデータ

本章では、数量化Ⅱ類および二項ロジスティック回帰分析を用いて、どのような旅客利用者が商業フロアを利用する傾向にあるか分析した。分析は、2022年4月1日~12月31日に観測された全旅客利用者を対象におこなった。なお、5章で設定した各旅客利用者の分析時間帯範囲を、本分析でも適用する。目的変数は商業フロアの利用有無とし、説明変数は、空港に滞在した時間帯、空港来訪交通手段、利用者の搭乗便、利用日の4つとした(表-5)。

### (2) 数量化Ⅱ類の結果

数量化Ⅱ類は、カテゴリ化された説明変数をもとに、ある事象の発生有無など(目的変数)を判別または予測分析するための方法である。カテゴリースコアが正に大きいほど商業フロアの利用傾向があり、負に大きいほど利用しない傾向が強い。推定結果を図-11に示す。

商業フロア利用への影響度はどの便の搭乗者であるかが最も大きくなり、利用日カテゴリーは影響度が最小となった。時間帯は、朝~昼に滞在する利用者が商業フロアを利用する傾向にあり、空港来訪交通手段は鉄道よりも自動車である方が商業フロア利用の傾向があった。搭乗便は、出発便利用者であるほど商業フロアを利用する傾向にあり、さらに国内線出発便であればなおその傾向が強いと示された。利用日は特異日および日曜日祝日の利用者に商業フロアの利用傾向があり、特異日ほどその傾向は強くなった。

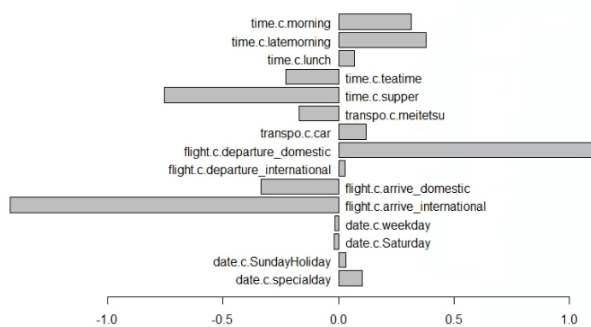


図 11 数量化Ⅱ類の推定結果

### (3) 二項ロジスティック回帰分析の結果

本節ではオッズ比の算出により各説明変数の、被説明変数への影響度合いを評価する。オッズ比は、以下の式で算出する。

$$Odds_i = \frac{P_i / (1 - P_i)}{P_{i,not} / (1 - P_{i,not})} \quad (4)$$

$P_i$  は、説明変数*i*のときに商業フロアを利用する確率を表す。したがって(4)式の分子は、ある説明変数のダミー値が1のときの被説明変数の事象が発生するオッズを表す。また、分母はその説明変数のダミー値が0のときの被説明変数の事象が発生するオッズを表す。すなわちオッズ比は、ある説明変数のダミー値が1の人の場合、そうでない人と比較してどの程度、被説明変数の事象が起こりやすいかを示す指標である。

本分析による推定結果を表-6に示した。説明変数の選択はステップワイズ法を用いた。

空港利用時間帯について、昼前の旅客は商業フロアを利用する確率が1.22倍高くなった。昼14時以降は20時台まで、偏回帰係数およびオッズ比より、商業フロアの利用傾向は弱いと示された。加えて空港来訪交通手段が自動車であれば、約1.3倍利用傾向が強くなる。搭乗便は、国内線出発便利用者は他の旅客利用者よりも利用傾向は約5.6倍強まった。対照的に国際線到着便利用者の商業フロア利用傾向は他の旅客利用者の約3分の1であると示された。利用日は、日祝および特異日の旅客

が 1.0~1.1 倍商業フロアを利用した。オッズ比はすべての説明変数で、国内線出発が最も大きくなり、国際線到着が最小であった。

表-6 二項ロジスティック回帰分析の推定結果

目的変数	説明変数		偏回帰係数	P 値	オッズ比
商業フロア利用有無	空港利用時間帯	昼前 (8~10時台)	0.200	0.000***	1.22
		昼後 (14~17時台)	-0.146	0.000***	0.864
		夜 (18~20時台)	-0.542	0.000***	0.581
	空港来訪交通手段	自動車	0.289	0.000***	1.33
	旅客便	国内線出発	1.73	0.000***	5.62
		国際線出発	1.31	0.000***	3.72
		国際線到着	-1.08	0.000***	0.340
	利用日	日祝	0.0492	0.000***	1.05
		特異日	0.0955	0.000***	1.10

## 7. 本研究で得られた知見と考察

本研究では得られた知見を示す。

### a) 観光客はビジネス客よりも商業フロアを利用する傾向にある

時間的な余裕が関係している可能性がある。ビジネス客であれば、フライトの直前および直後にも業務が入り、空港内の行動が旅客便の搭乗にとどまっていると考えられる。

### b) 到着利用者は出発利用者よりも商業フロアを利用しない傾向にある。

空港内での待ち時間の有無が大きな要因として考えられる。一般的に出発便の搭乗者は、チェックインおよび保安検査場を済ませた時間までに通過しなければならないという規則が各航空会社によって定められている。そのため出発利用者はその時刻に間に合うよう、早めに空港に来訪することが多い。これに対し到着利用者は、到着制限エリアを退場後、空港に滞在する必要はない。そのため、出発利用者は空港来訪後出発までの待ち時

間を商業フロアにて消費する傾向にあり、一方で到着便利用者は各々の目的地に即座に向かうため利用率が低いと推察される。

### c) 午後の旅客は商業フロアを利用しにくい。

名古屋市内の観光地および飲食店の営業時間が関係していると考えられる。午前であれば名古屋市内の飲食店が営業しておらず、空港で飲食せざるを得ない場合がある。一方で営業していれば、旅客にとって空港商業フロア以外の選択肢が生じる。すなわち、出発旅客であれば、名古屋市内で飲食や観光を済ませてから空港に来訪しており、到着旅客は目的地へ直接向かう可能性がある。

また、帰宅トリップの旅客ほど商業フロアを利用しないとも捉えられる。旅客利用者に占める自宅への帰宅旅客の割合は、午前ほど低く、午後ほど高いと想定される。したがって、用事や観光を済ませた人、あるいは中京圏内在住者にとって魅力的な空間にすることが望まれる。

### d) 空港に自動車で来訪する旅客は、鉄道来訪者よりも商業フロアを利用する傾向にある

空港の到着時刻が正確に予測できる鉄道と比べて、自動車は道路の混雑状況などに所要時間が左右されるため予測が難しい。したがって余裕をもって空港に到着するユーザーが多いと想定され、空いた時間を商業フロアで過ごしていると考えられる。

### e) 利用旅客便が商業フロア利用に最も影響を与え、国内線出発便利用者は約 5.6 倍利用しやすい。

旅客便により、チェックインや保安検査場の締切時刻および機内無料サービスの量など、空港商業フロア利用に直接影響する要素に差が大きいためであると考えられる。国際線には一般的に機内食がある一方、国内線はほとんどの便で飲料の提供にとどまる。そのため、国内線出発便利用者は商業フロアを利用しやすいといえる。

以上より、中部国際空港の商業フロア利用者は、出発利用者や観光客、自動車来訪者に利用傾向が見られたため、空港内における時間的な余裕がある旅客と推察できる。一方で、名古屋市内の観光地や飲食店と比較して、空港内飲食店など商業施設の魅力が十分に伝わっていない可能性がある。特に到着利用者や帰宅トリップの旅客の商業フロア利用傾向が低い結果となった。

空港商業フロアの利用促進に向けた施策として、自動車来訪者の商業フロア利用傾向が高くなった結果から、ひとつめに旅客が自動車で空港に来訪しやすい環境の構築を提案する。スーツケースなどの大きな荷物を持つ旅行者にとって、鉄道移動よりも自動車移動の方が便利である。しかし、空港の駐車場代や高速代の負担が重く、自動車来訪を断念して鉄道を利用するケースも想定される。現在、中部空港では商業フロアにおいて 5000 円以上の買い物をすると 600 円割引するサービスが行われて

いる。このような割引サービスの更なる拡大や、ライドシェアサービスといった新たなモビリティの導入により、更なる自動車来訪が見込める。

ふたつめに、到着旅客の利用傾向が低かった結果より、立体的な誘導サインやサイネージ広告など工夫した誘導方法を活用し、到着フロアから商業フロアへの移動を促すことを提案する。たとえばサイネージ広告では、静止画の表示にとどまらず、視覚・聴覚を駆使することで、人を惹きつける効果があると考えられる。NTTコミュニケーションズは「Spot Media® with 香り通信～香るサイネージ～」<sup>16)</sup>を発売しており、飲食店に応じた香りをサイネージ看板から発させることも可能である。平木ら<sup>0)</sup>では、香りが明らかに消費者の購買意欲をかきたてると示されたため、飲食店への誘導に効果的であるとみられる。

## 8. おわりに

本研究は中部国際空港を対象に Wi-Fi パケットセンサを活用した人流動把握を行った。収集された Wi-Fi パケットセンサデータを屋内観測によるデータの特性に考慮してクリーニング処理を行い、人流把握が可能なデータセットを構築した。そして、それらを活用して旅客利用者の空港商業フロア利用率を、日変動および時間変化それぞれで分析した。また、数量化Ⅱ類と二項ロジスティック回帰分析により、空港商業フロア利用者の特徴把握を行った。以上の分析で、中部国際空港における商業フロア利用に関して、観光客や出発利用者など空港内において時間的な余裕がある旅客ほど、利用傾向が強いと示唆された。また対照的に、商業フロアを利用しない旅客の特徴を提示し、利用を促すための施策を提案した。

本研究では、商業フロア内の各センサに一度でも捕捉されていれば、商業フロア利用者と定義した。このとき、通過しただけの旅客や購買行動が発生しなかった旅客も含まれる。今後は、購買活動があった旅客を定義づけし、商業施設で購買活動があった旅客の特徴把握を行うことで、さらに空港の収益面に着目することが必要である。また、センサ設置場所の、名古屋市あるいは岐阜県下呂温泉や三重県伊勢神宮などを含む広域への拡大が望まれる。仮にセンサを名古屋市内に拡大させた場合、たとえば、乗車した駅や前に訪れた観光地などの情報を紐づけられ、それらの場所での行動と空港内での行動の関連も調査できる。空港内商業施設の競合は名古屋市内の飲食店であり、他観光地である。現状では特に到着利用者は空港に滞在せず名古屋市街に出て飲食をするケースが多いと見受けられ、そういった旅行者の空港外での追跡は不可能である。旅行者の複数来訪地での行動と紐づけることで、空港商業フロアの利用要因を詳細に分析可能となる。

**謝辞：**本研究は、中部国際空港（株）、トヨタ自動車（株）、トヨタ紡織（株）、（株）豊田中央研究所の5社、名古屋大学の共同研究の下でデータ収集を実施した。研究にご協力頂いた多くの皆様に謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 仙台空港株式会社 空港満足度調査、  
<https://www.sendai-airport.co.jp/wp/wp-content/uploads/2019/05/46b2680b5061195b3d130bed0b69443d.pdf>, 2018.
- 2) 日本空港ビルディング株式会社：2019 年度お客様満足度調査の結果について-羽田空港、  
[https://tokyo-haneda.com/site\\_resource/whats\\_new/pdf/000007594.pdf](https://tokyo-haneda.com/site_resource/whats_new/pdf/000007594.pdf), 2019.
- 3) 川上陸・Jan-Dirk SCHMOCKER・宇野伸宏・中村俊之：モバイル空間統計のデータ特性を考慮した OD 推計手法：京都 観光地間流動におけるケーススタディ，土木学会論文集 D3, Vol.57, No.6, I\_379-I\_391, 2020.
- 4) 斧田佳純，浅野礼子，鈴木俊博：ウィズ，アフターコロナ時代におけるモバイルビッグデータの活用可能性，第 11 回横幹連合コンファレンス，C-4-3, 2020.
- 5) 浅尾啓明，森本哲郎，望月裕洋，西田純二，安東直紀：Wi-Fi パケットセンサによる交通流動解析，第 53 回土木計画学研究発表会，講演集，pp.2104-2110, 2016.
- 6) 大野沙知子，中村俊之，薄井智貴，手嶋茂晴：人流把握のための Wi-Fi パケットセンサ射程距離に関する研究，第 57 回土木計画学研究発表会，講演集，18-01, 2018.
- 7) 森本哲郎，辻本悠佑，白浜勝太，上善恒雄：Wi-Fi パケットセンサを用いた人流解析と可視化，データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2015) 論文集，F8-3, 2015.
- 8) 壇辻貴生，杉下佳辰，福田大輔，浅野光行：Wi-Fi パケットデータを用いた観光客の滞在時間特性把握の可能性に関する研究 -奈良県長谷寺参道における試み，公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集，Vol.52, No.3, 2017.
- 9) 田中謙大，神谷大介，福田大輔，五百蔵夏穂，柳沼秀樹，菅芳樹，山中亮：WPS を用いた沖縄本島における観光周遊行動の実態把握，知能と情報（日本知能情報フェジィ学会誌），Vol.31, No.6, p. 876-886, 2019.
- 10) 一井啓介，寺部慎太郎，柳沼秀樹，康楠，田中皓介：Wi-Fi パケットセンサーを用いた散策型観光地における観光回遊行動の把握，第 57 回土木計画学研究発表会・講演集，01-16, 2018.
- 11) Stephen J. Appold, John D. Kasarda: The appropriate scale of US airport retail activities, Journal of Air Transport Management, Volume 12, Issue 6, pp. 277-287, 2006.
- 12) E. Torres, J. S. Dominguez, L. Valdes, R. Aza : Passenger waiting time in an airport and expenditure carried out in the commercial area, Journal of

- Air Transport Management, 11, pp363-367, 2005.
- 13) Graham, A. : How important are commercial revenues to today's airports? Journal of Air Transport Management. 15 (3), pp. 106-111, 2008.
- 14) 大田香織, 大村真輝, 辻堂史子, 浅尾啓明, 西田純二 : Wi-Fi 歩行者流動センサによる計測値からの実数推定手法, 第 57 回土木計画学研究発表会, 講演集, 2-07, 2018.
- 15) セントレア空港公式サイト, <https://www.centrair.jp/index.html>, 2023.
- 16) NTT コミュニケーションズ サイネージ広告 香り 「Spot Media® with 香り通信 ～香るサイネージ～」の提供開始について, <https://www.ntt.com/about-us/press-releases/news/article/2008/20080826.html>, 2023.
- 17) 国土交通省航空局 (2021) : 国際航空旅客動態調査 令和 3 年度速報値, [https://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk6\\_000001.html](https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk6_000001.html), 2023.

## Activity analysis of Central Japan International Airport users by Wi-Fi packet sensors data

Riku NAGANAWA, Toshiyuki NAKAMURA and Toshiyuki YAMAMOTO

Wi-Fi packet sensors are used to analyze human flow in sightseeing spot or urban areas. In this study, we analyzed activity of Central Japan International Airport users by Wi-Fi packet sensors data, which was continuously observed. We clarified the current situation of commercial floor users by analyzing utilization rate, which was daily variation from April to December, 2022 and the time variation in a day, and also analyzed the characteristics of the commercial floor users by Quantification theory type II and Binomial Logistic Regression Analysis. As a result, it was found that holiday travelers tended to use the commercial floor and that arriving passengers tended to use the floor less frequently. Finally, recommendations were made to promote the use of the commercial floors at Central Japan International Airport.