

# JR高槻駅ホーム改良工事完了後における 歩行者流動状況の変化に関する比較と分析

安 隆浩<sup>1</sup>・梅原 雅高<sup>2</sup>・小川 圭一<sup>3</sup>・塚口 博司<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 立命館大学特任助教 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)  
E-mail:ahnyh@fc.ritsumeai.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 静岡ガス株式会社 (〒422-8076 静岡県静岡市駿河区八幡 1-5-38)

<sup>3</sup>正会員 立命館大学教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

<sup>4</sup>正会員 立命館大学特任教授 理工学部都市システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

JR高槻駅における駅構内改装工事は2016年3月完了した。先行研究として、駅構内改装工事前にホーム上の乗客における乗降車数と2Fコンコースの昇降施設利用者数を調査している。本研究では、駅構内改装工事完了後の旅客流動状況を2Fコンコースの交通量調査から分析する。その後、先行研究の測定結果、工事後のOD交通量に関する予測と比較することを目的とする。

本研究では、JR高槻駅2Fコンコースの断面交通量を調査し、その結果を用いて改札口と各方面の昇降施設間のOD交通量を推定した。工事前と比べて混雑が少し増したと各方面の乗客利用者数の増減傾向が把握できた。また、普通⇄新快速の乗換えする利用者の利用実態も明らかになった。

**Key Words :** JR Takatsuki station, reversed OD estimation, before-after analysis, pedestrian flow

## 1. はじめに

近年では鉄道駅は人や物のある地点からある定点まで移動させる日常交通の要所という機能に留まらず、まちづくりの拠点となったり、有用な公共移動交通拠点として着目されたり、交通バリアフリー法施行による駅空間のユニバーサルデザイン化など、駅を「次世代の都市生活支援インフラ」として、有用性を更に向上させていく試みが行われている。

JR高槻駅ではホーム上での利用者の快適性と安全性向上、及び駅構内のバリアフリーを目的としていた新ホーム増設工事、新改札増設工事が行われてきて駅構内改装工事は2016年3月26日に完了した。

工事以前の高槻駅には、利用者の増加傾向と昭和54年から変わらないホームの型によって、ホームの安全性と快適性の向上が課題に挙がっていた。工事前はホーム数が2つであり、それぞれのホームに新快速が通る幹線、快速・普通が通る幹線が通っていた。この形式では新快速から快速・普通への乗換、または快速・普通から新快速が同じホーム上で行えたため、それぞれの到着時間と出発時間の間が短くても乗換は行えた。しかし、その2つのホームで、各々の利用者が乗換先の列車を待つようになってしまったため、ホーム上での混雑が目立っていた。

更に、ホーム面積は2.6平方メートル/乗降車100人<sup>9)</sup>であり、多くの駅と比べると狭い状態であった。

そうした混雑緩和、駅へのバリアフリーの導入を目的とした駅構内改装工事計画が2013年から始まった。改良工事後にはホームが京都方面、大阪方面に1つずつ増設され、その新設ホームに新快速が停まるようになった。そして、もう1つのホームのそれぞれの幹線に快速、普通が停まるようになった。これにより、ホーム上での混雑は緩和されると予想されるが、ホームとホームをつなぐ乗換通路、2Fコンコースに混雑が見られるようになるのではないかと推察される。

先行研究として、駅構内改装工事前にホーム上の乗客における乗降車数と2Fコンコースの昇降施設利用者数を調査し、その結果を用いて列車から昇降施設、及び2Fコンコースの改札口までのOD交通量を推定した。さらに、朝ラッシュ時を中心に混雑の問題が挙がっている2Fコンコースを中心に調査を行った。本研究はこれら先行研究を引き継ぎ、ホーム増設工事完成後の旅客流動状況をコンコースの交通量調査から分析する。その後、先行研究の測定結果、工事後のOD交通量の予測と比較を行い、その変化とそれが現れた要因、これまでに取り組んだOD交通量推定の手法について考察をして、今後の鉄道駅に関わる研究、進展に寄与することを目的とする。

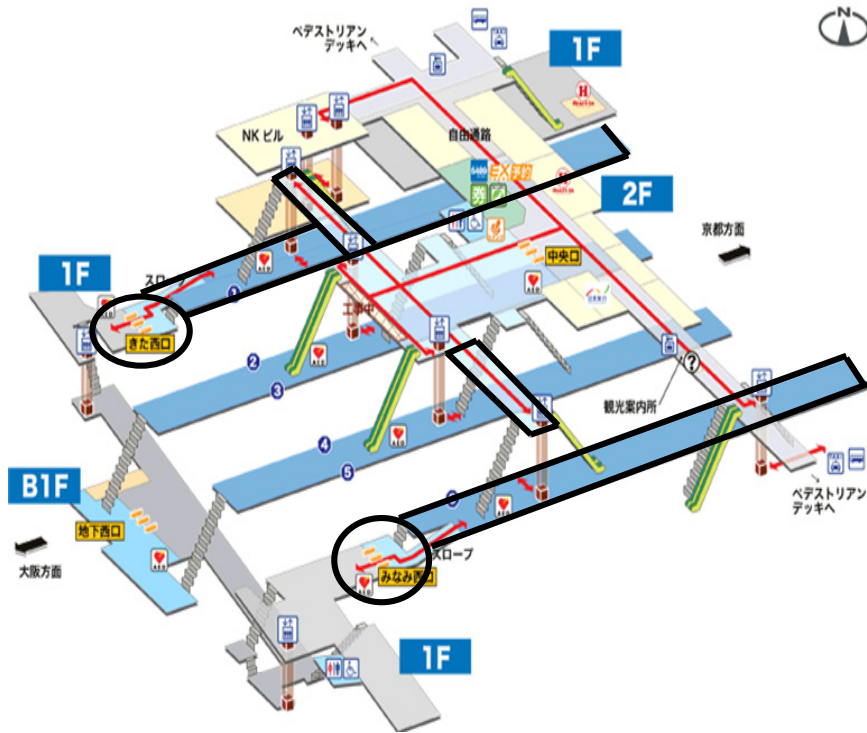


図-1 JR高槻駅改良工事完成図<sup>7)</sup>

## 2. JR高槻駅におけるホーム改善事業

### (1) 改善事業の概要

高槻駅では、2013年に西日本旅客鉄道株式会社と高槻市が協定を結んで始まった駅構内改装工事を2016年3月26日に完了した。工事以前の高槻駅には、利用者の増加傾向と昭和54年から変わらないホームの型によって、ホームの安全性と快適性の向上が課題に挙がっていた。高槻駅の乗降員数は2013年、2014年ともに約123万人を記録しており、2014年にはJR西日本管内で10番目の多さとなっている。そして工事前のホーム(旧1、2番線)のホーム幅は狭く混雑が見られ、面積はホーム面積を1日乗降車数で除した2.6平方メートル/100人でありかなり狭く、混雑緩和を図るためホーム新設工事、それに伴う乗換通路工事と新西口改札設置工事が行われた(工事による変更箇所は図-1の黒太線部分)。

#### a) ホームの新設工事

工事前は図-2のように2面4線の形式をとっており、2つのホームに利用者が集中するほか、快速・新快速の通る路線においてはダイヤがずれた際に、前を走る同路線の電車を追い越さないよう踏切で停車したり、徐行運転をしたり、と利用者の快適性を損なう事態が発生していた。

工事後には4面6線の形式をとるようになり、工事前は1、4番線に新快速・快速が2、3番に普通が停まっていたが、工事後は1番線、6番線ホームに新快速が、2、

5番線ホームに快速が、3、4番線ホームに普通が停まるようになった。また、ホーム数が増え、目的地ごとに利用者が分散するようになるためホーム上の混雑緩和が予想された。

#### b) 昇降式ホーム柵

新設された1番線、6番線には昇降式ホーム柵が設置

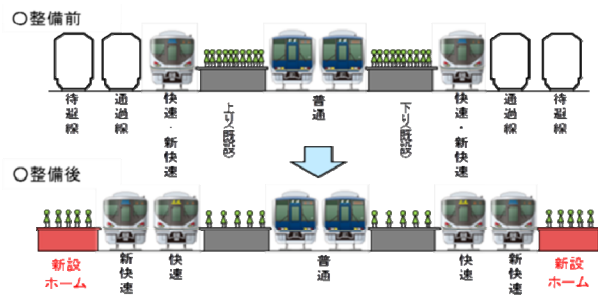


図-2 ホーム新設工事完成図<sup>8)</sup>



図-3 昇降式ホーム柵



図4 乗換通路完成後の様子



図5 新西口完成後の様子

された。図-3 のようになっており、電車のドアの開閉に合わせてロープが上下し、利用者の安全の確保につながっている。従来のホームドアに比べると、横の開閉幅が広いので、停車する車両の種類や停車位置にずれなく対応できること、設置の際にコストを抑えられることという利点がある。

c) 乗換通路工事

新快速用のホーム新設に伴い、旧 1、2 番線、3、4 番線ホームと新設ホームとを繋ぐ乗換通路が新設された。この乗換通路は普通・快速→新快速、新快速→普通・快速に乗り換える人や JR 高槻駅から新快速に乗る人が利用している。

d) 新西口改札設置工事

ホーム新設工事前、ホームの西端には中央改札口とは別に西口改札口が設置されている。しかし、ホームから西口改札口に繋がる昇降施設は階段しかなく、バリアフリーに対応していなかった。それが考慮され、新設されたホームの西端に地上の道路から直接出入りできる新西口改札口が設けられた。さらに、改札内はホームまでスロープで接続するバリアフリー構造となっている。

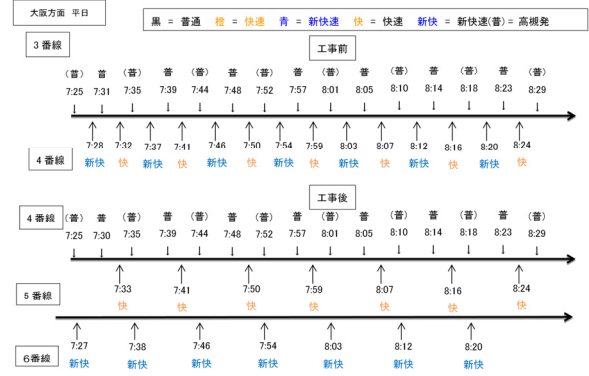


図6 工事前後の時刻表 (大阪方面)

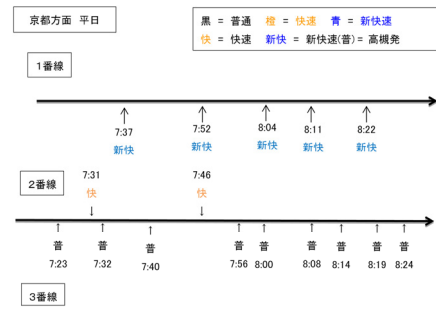


図7 工事後の時刻表 (京都方面)

(2) 新たに現れた動線

紙面の関係上、京都方面のホームのみ表示する。

a) 普段JR高槻駅から乗車している人とJR高槻駅を目的地としている人

- ・中央改札口⇄北側乗換通路⇄1 番線西階段・エスカレーター・エレベーター⇄1 番線ホーム (京都方面新快速に乗車、もしくは京都方面新快速から降車する人)
- ・きた西口改札⇄1 番線ホーム
- ・きた西口改札⇄1 番線階段⇄乗換通路(1⇄ 2,3)⇄2,3 番線エスカレーター・エレベーター⇄2,3 番線ホーム
- ・きた西口改札⇄1 番線階段⇄乗換通路(1⇄ 2,3)⇄4,5 番線エスカレーター・エレベーター⇄4,5 番線ホーム

b) 普段JR高槻駅で乗り換えている人

- ・2,3 番線ホーム⇄2,3 番線階段・エスカレーター・エレベーター⇄北側乗換通路⇄1 番線西階段・エスカレーター・エレベーター⇄1 番線ホーム
- (京都方面新快速から普通・快速、もしくは普通・快速から新快速に乗り換える人)

(3) 時刻表の変更

駅改良工事後に時刻表にも変更がされた。工事前後の時刻表(大阪方面)を図-6にまとめた。

工事前後の時刻表を比べると時刻が変化したのは 7:28 新快速(工事前)7:27 新快速(工事後)、7:37 新快速(工事前)7:38(工事後)の 2 点である。この 2 本に限らず、6 番線発の新快速は直前に 4 番線に停まる電車が来て、およそ

2 分後に出発してしまう。そのため、ホームを挟んで向かいの電車に乗り換えていた工事前に比べ、利用車両と昇降施設の位置関係、混雑の度合いによっては普通⇄新快速の乗換は困難な場合も出てくるだろう。本来なら、その乗換のための余裕時間が増えるはずだが、その変化が見られないのは時刻表の変更は高槻駅以外の駅にも影響が出てしまうため難しいと考えられる。また、その余裕時間の減少から乗換を高槻以外で済ませて、そこから目的地へ行くケースも考えられる。

工事後の京都方面の時刻表を図-7 にまとめた。工事後の京都方面の時刻表を大阪方面と見比べると、新快速の 1 本前後に来る普通・快速とその新快速との時間が大阪方面と比べて長くなっている。大阪方面はその時間は 2 または 3 分だが、京都方面では 3 または 4 分以上となっている。利用者数の要因もあるが、大阪方面に比べ、京都方面は乗換がスムーズにできるのではないかと考えられる。

### 3. 2Fコンコースにおける通行者数調査

#### (1) 調査概要

JR高槻駅構内では、朝ラッシュ時を中心にホーム混雑が課題に挙がっていた。その混雑緩和の 1 つの施策であるホーム増設工事が 2016 年春に完了した。本研究では、先行研究<sup>3)</sup>として 2014 年度、2015 年度に取り組んだ高槻駅における調査研究結果を引き継ぎ、ホーム増設工事完成後の旅客流動状況を 2F コンコースにおける交通量調査を行った。その際、調査結果から改札口から昇降施設区間、あるいは、逆の区間における OD 交通量を推定し、工事完成前に推計した先行研究の結果との変化に対して比較を行うことを調査目的にした。

#### a) 調査場所

JR高槻駅 2F コンコース（改札口とホームまでの昇降施設を中心に）

#### b) 調査場所

2016 年 12 月 12 日 午前 7 時 37 分から 8 時 24 分

#### c) 調査対象

コンコースを通行する乗客

#### (2) 調査方法

まず、コンコース上にある改札機や昇降施設の設備配置状況を調べるために視察を行った。その結果を図-8 に示す。昇降施設の名称、改札機の方向等も記載しており、それに基づいて、調査員の配置場所などの詳しい調査方法を設定した。

13 名の調査員を図-9 に配置し、各地点を通過した人数を数取機で計測した。

・前半（7 時 27 分から 7 時 48 分）

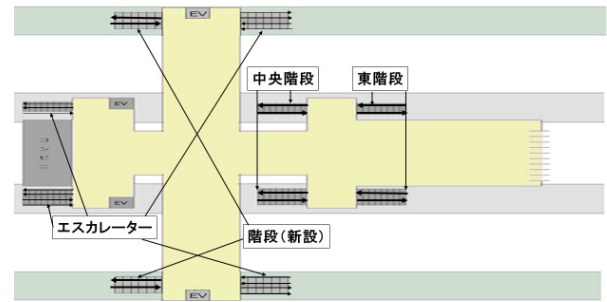


図-8 工事後の2Fコンコースの設備

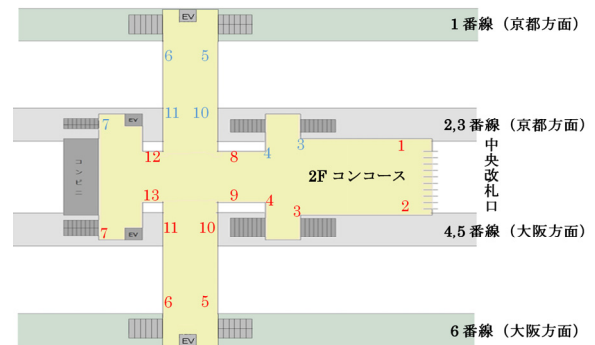


図-9 調査員の配置場所

・後半（8 時 00 分から 8 時 24 分）

以下に各地点で行う調査方法の詳細を述べる。

#### a) 改札口付近と8-9と12-13地点における断面交通量

調査員1, 2を中央改札口付近に配置した。調査員1は対象断面に対しコンビニのある方向へ向かう人を、調査員2は対象断面に対し、改札口へ向かう人を対象とした。調査員8, 12も調査員1と同様に対象断面に対しコンビニのある方向へ向かう人を、調査員9, 13は調査員2と同様に対象断面に対し改札のある方向へ向かう人を対象とした。そうして、測定時間内に対象断面を通過した人数を数取機でカウントした。

#### b) 昇降施設を昇る乗客数（ホーム→2Fコンコース）

調査員4は4, 5番線ホームから中央・東階段を利用してコンコースに昇ってきた人を、調査員6は6番線ホームから階段・エスカレーター・エレベーターを利用してコンコースに昇ってきた人を、調査員7は4, 5番線ホームから階段・エスカレーター・エレベーターで昇ってきた人を対象とした。それぞれの調査員は昇降施設1つごとに数取機を持ち、階段・エレベーター・エスカレーターを利用する乗客を計測した。電車が到着してから次の電車が到着する直前までに各昇降施設を昇ってきた人数を数取機でカウントしたため、電車ごとの交通量が計測できた。後半は計測場所を京都方面行きの箇所が見られるよう移動した。

#### c) 昇降施設を降る乗客数（2Fコンコース→ホーム）

調査員3はコンコースから中央・東階段を利用して4,

5 番線ホームに降りた人を、調査員 5 は階段、エスカレーター・エレベーターを利用して 6 番線ホームに降りた人を、調査員 7 はコンコースからエスカレーター・エレベーターを利用して 4、5 番線ホームに降りた人を対象とした。それぞれの調査員は昇降施設 1 つごとに数取機を持ち、階段・エレベーター・エスカレーターを利用する乗客を計測した。b) のように電車が発車してから次の電車が発車するまでに各昇降施設を降りた人数を数取機でカウントし、後半は移動した。

d) 10-11地点における断面交通量

調査員10、11を新設通路に配置した。調査員10は対象断面に対し6番線方向へ向かう人を、調査員11は対象断面に対し、1番線方向へ向かう人を対象とした。そうして、測定時間内に対象断面を通過した乗客数を数取機でカウントした。

4. 発生・集中交通量の算出

(1) 交通量調整

前半と後半に分けて実測したために、それぞれの流動状況も異なり交通量に差が生じた。そのため、中央改札口における断面交通量調査を前半・後半ともに測定することで調整を行った。紙面の関係上、調査結果データを全て載せることはできないが、調査員 2 がカウントした前半の入場者数は 3166 人、後半の入場者数は 3634 人であった。この結果を用いて調整方法は以下の通りとした。

a) 前半と後半との入場者数の平均を算出する。

$$\text{平均} = (\text{前半} + \text{後半}) / 2$$

b) 平均を前半・後半それぞれの入場者数で除することで、補正係数を算出する。

$$\text{前半補正係数 } (m_1) = \text{平均} / \text{前半}$$

$$\text{後半補正係数 } (m_2) = \text{平均} / \text{後半}$$

c) 中央改札口及び各昇降施設の観測交通量に補正係数を掛けて交通量の調節を行う。

$$\text{前半調整交通量} = m_1 \times (\text{前半観測交通量})$$

$$\text{後半調整交通量} = m_2 \times (\text{後半観測交通量})$$

(2) 後半時間帯の発生・集中交通量の算出

a) 後半の調査結果から大阪方面への交通量調節

本調査では、3. (2)で述べたように断面交通量を調査した。そのため、8:00~8:24 で行った京都方面の歩行者数と断面交通量から、その時間帯での大阪方面の歩行者数を推定することができる。5.(1)に記述されているが、図-11 のゾーン分けを想定しながら、図-10 をもとに、昇降施設をまとめた際の発生・集中交通量の導出を行う。

この図において、B、C はそれぞれの方面の東階段中央階段をまとめたものを表しており、同様に D、E は階段、エスカレーター、エレベーターをまとめたもの、F、

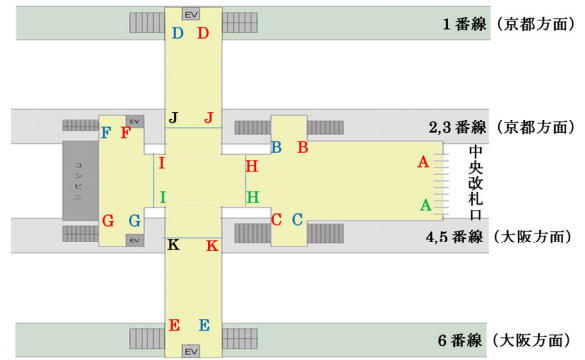


図-10 2Fコンコースの調査員配置地点

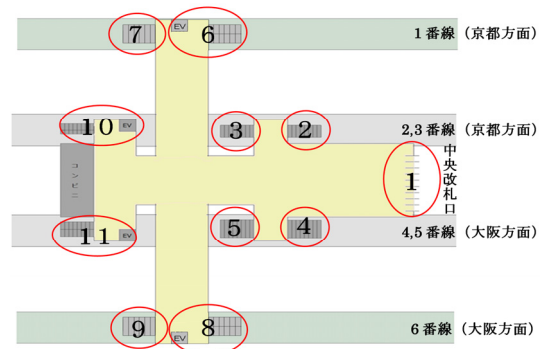


図-11 2Fコンコースのゾーン分け

G はエスカレーターと階段をまとめたものを表している。また、赤がホームから昇ってくる人、青がホームへと降りていく人とする。

A、H、I、J、K は調査した断面のラインを表している。A、H、I の赤は対象断面を改札のある方向へ進む人を表し、緑はコンビニのある方向へ進む人とする。J、K の赤は対象断面を 6 番線のある方向へ進む人を、黒は 1 番線のある方向へ進む人とする。

今回、補正ベースとして利用した実測値は 8:00~8:24 に京都方面を測定した際のものである。その理由は、調査時間が 3 分長いといえ、改札口付近での断面交通量が前半より多く記録され、混雑の様が見られたことと、正確な数は記録できていないが、目視で区別できるほど後半の測定の方が、学生と比べての社会人の割合が大きかったことこの 2 点を考慮し、後半の実測値から、大阪方面の補正を行うものとした。

今回の補正の手順としては I の断面において、コンビニ利用者数を考慮しない場合では、I=F+G、そして I=F+G となる。このとき、I、I と F、F は実際に測定を行ったため、実際はこの時間帯の測定を行っていない G、G の導出が可能となる。ここで導出された G、G と、前半での補正後の数値を比較し、補正係数を求める。そこで求めた補正係数を対応する方向の C、E、K にかけることでそれぞれの交通量を求める。ここで、大阪方面において、後半京都方面での調査を行っている時間帯で高

概に停車する電車の本数が前半大阪方面の調査を行っていた時間帯よりも普通電車が 1 本多いため、補正係数は 1 よりも大きいことが考えられる。以下がこの補正となる。

ホームへ降りていく人  $I=F+G$  であり、 $I=671$ 、 $F=119$  よって  $G=552$  (人)、ホームから昇ってくる人  $I=F+G$  であり、 $I=821$ 、 $F=650$  よって  $G=171$  (人) となる。そして前半の  $G$ 、 $G$  に該当する交通量は 420、87(人)である。

そのため、他の前半の交通量にける補正値は、降りていく交通量に対して  $552/420=1.31\dots$ 、昇ってくる交通量に対して  $171/87=1.96\dots$  となる。しかし、調査時間が 3 分増え、電車本数が 1 本増えたとはいえ、ホームから昇ってくる人の総数が 2 倍近くになるとは考えにくい。

より精密な発生・集中交通量を導出するためには I 断面を通過してコンビニを利用し、その後また I 断面を通過する人を計測する必要があった。そして、この導出の際にその該当者数を、I 断面の交通量から引くことで、I 断面において交通のみを目的とした利用者数が求められる。

よって I 断面において、断面を通過して、コンビニを利用し、また I 断面を通過して新快速を利用したと考えられる人数を推定する。

日本フランチャイズチェーン協会のデータ<sup>8)</sup>から 2016 年 12 月のコンビニの総来客数はおよそ 1,428,634,000 人であり、店舗数は 54,501 店舗とされている。このことから 1 店舗あたりの 1 ヶ月の来客数は、

$$1,428,634,000 / 54,501 = 26,212.98\dots \text{ (人) と考えられる。}$$

1 日あたりは  $26213/31=845.58\dots$  (人)、そして、駅構内のコンビニエンスストアの多くは 24 時間営業ではなく、土日祝日でも営業時間が変更になることもあるため、ここでは 16 時間営業と考える。

この時、1 時間あたりの来客数は  $846/16=52.875$  つまり 53 人と考えられる。また、別の参考資料「PASMO データを用いた鉄道利用者の購買行動分析」<sup>9)</sup>から鉄道駅のコンビニ利用者について、ピーク時とそうでないときを比べるとおよそ 6 倍近く差があることがわかる。

そのため、ピーク時 1 時間あたりの来客数を  $6x$  とすると  $(6x+x)/2=53$  に値するとしたら  $x=15$ 、 $6x=90$ (人) と考えられる。

JR 高槻駅での調査は 24 分であったため、調査時の来客数は  $90 \times (24/60) = 36$  人と算出できるが、調査後の高槻駅の様子を見たところ、8:30 からはそれまでに比べ、大幅に利用者の減少が見られ、かつ調査時間帯が通勤ラッシュ帯であったことを考慮して本研究では、調査時のコンビニ利用人数を 90 人とする。この補正では普通・快速の停車するホームからエレベーターを昇り、コンビニを利用して新快速へ向かうという行動が含まれていない為、より正確なデータを得るためにはコンビニ利用者数を調

査する必要があるだろう。

次に、コンビニ利用者数 90 人のうち、何人がそのまま左右のエスカレーター・エレベーターを利用して普通・快速電車を利用するか、何人が再び I 断面を通り、その先の新快速に乗るための新設通路を利用するか考える。I 断面を超えた先にも普通・快速電車が停車するホームに続く階段はあるが、コンビニを出てすぐ左右にもそのホームに続く昇降施設があるため、その階段への移動は考慮しないものとする。

コンビニ利用者 90 人のうち、普通・快速か新快速を利用するか比率を後半の D と F、前半の E と G の比率から考える。

D と E は、新快速の停車するホームへ降りる、つまり新快速利用者と考えて、 $D+E=875+886=1761$  人となる。F と G は、普通・快速の停車するホームへ、エスカレーター・エレベーターで降りる、つまり普通・快速利用者と考えて  $F+G=119+420=539$  人となる。

同単位時間で東階段・中央階段の利用者以外の普通・快速の利用者と新快速の利用者が 539:1761 に分かれることからコンビニ利用者 90 人は普通・快速利用者  $90 \times \{539/(539+1761)\} \approx 21$  人、新快速利用者  $90 \times \{1761/(539+1761)\} \approx 69$  人に分かれる。

よって I 断面からコンビニ利用者数 69 人を引いて補正を行う。

ホームへ降りていく人  $I=F+G$  であり、 $I=671-69=602$ 、 $F=119$ 、よって  $G=602-119=483$ (人)。

ホームから昇ってくる人  $I=F+G$  であり、 $I=821-69=752$ 、 $F=650$ 、よって  $G=752-650=102$  (人) となる。

そして前半の  $G$ 、 $G$  に該当する交通量は 420、87(人)である。そのため、他の前半の交通量にける補正値は降りていく交通量に対して  $m_3=483/420=1.15\dots$ 、昇ってくる交通量に対して  $m_4=102/87=1.17\dots$  となる。

ここで求めた補正値  $m_3$  を対応する前半の C、E、K にかける。整理すると以下のように算出される。

・降りていく交通量

$$C=1.15 \times 1078 = 1239.7 \approx 1240$$

$$E=1.15 \times 886 = 1018.9 \approx 1019$$

$$K=1.15 \times 968 = 1113.2 \approx 1113$$

・昇ってくる交通量

$$C=1.17 \times 58 = 67.86 \approx 68$$

$$E=1.17 \times 449 = 525.33 \approx 525$$

$$K=1.17 \times 468 = 547.56 \approx 548 \text{ 単位 (人)}$$

#### b) 後半の調査結果から大阪方面への交通量調節

a) で調節された両方面における各区間の交通量データを用いて昇降施設ごとの発生・集中交通量を求める。本研究では、図-11 のようにゾーンを設定する。

ゾーン 1 は中央改札口、ゾーン 2、4 は東階段、ゾー

ン3、5は中央階段、ゾーン6、8は新快速ホームにつながるエスカレーターとエレベーター、ゾーン7、9は新快速ホームにつながる新設階段、ゾーン10、11はそれぞれ普通・快速ホームにつながるエスカレーターとエレベーターとする。エスカレーターとエレベーターをまとめたのはエレベーターの利用者が階段、エスカレーターに比べ、極めて少ないためである。

このとき、先程求めたC、E及びC、Eの交通量をそれぞれの階段、エスカレーターごとに配分する。京都方面の交通量は昇降施設1つごとの発生・集中交通量を調査したため、補正後の値を用いるが、大阪方面の昇降施設1つごとの発生・集中交通量はC、E及びC、Eの交通量を前半の測定値をもとに調整する必要がある。

調整の手法としてはC、E及びC、Eの交通量を、前半の補正後の値で東階段：中央階段の比率を昇り降りそれぞれ求め、CとCで配分する。階段：エスカレーター+エレベーターの比率を昇り降りそれぞれ求め、DとDで配分する。Cについて東階段：中央階段=604：474であり、この比率に1240人を配分する。

このとき、4、5番線ホームへ降りる、つまりゾーン4へ集中するのは東階段695人、ゾーン5へ集中するのは中央階段545人となる。同様にC、D、Dでもそれぞれのゾーンで集中・発生する交通量を求める。

その結果として京都方面の発生・集中交通量をまとめたものが以下の表-1になる。

表-1 ゾーンごとの発生集中交通量 (8:00~8:24)

ゾーン	発生	集中
ゾーン1	3400	1678
ゾーン2	398	120
ゾーン3	428	141
ゾーン4	33	695
ゾーン5	35	545
ゾーン6	188	376
ゾーン7	148	499
ゾーン8	296	554
ゾーン9	228	465
ゾーン10	650	119
ゾーン11	102	483

## 5. 駅構内のOD交通量推定

### (1) ネットワークの設定

図-13のように先行研究におけるネットワークは新ホームが完成する前のネットワークであり、本研究では、図-12のように基本的なノードやリンクを先行研究と同じく設定し、新しく構築されたノードやリンクを追加した。また、各リンクの距離は先行研究で測定された測定値を利用した。新しく追加されたリンクである乗換通路

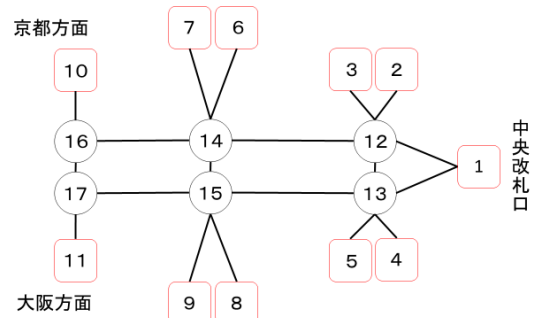


図-12 2Fコンコースの調査員配置地点

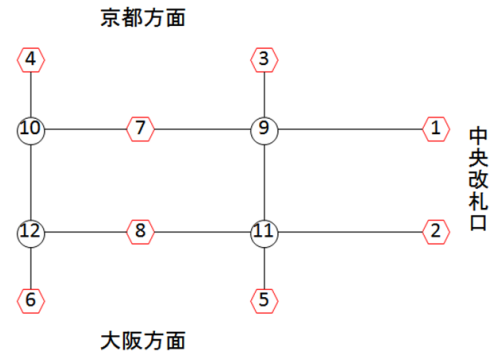


図-13 2Fコンコースのゾーン分け

に関する長さは新しく測定を行って求めた。

### (2) OD交通量の逆推定手法

観測交通量からOD交通量を推定する方法では、実際の交通網の形状に基づいてリンク交通量の推定値が観測交通量に適合するように計算が行われる。この場合、条件式となる交通量の観測リンク数は、未知変数であるODペアの数より少ないことが多い。また各ODペアの経路選択確率も変数としなければならない。したがって少ないリンクの観測交通量のみではOD交通量を一意的に求めることができない。しかしながら、本研究の範囲内では、すべての発生・集中交通量が観測、もしくは、推計できる。そこで、重力モデルを用いてOD交通量が計算され、その結果から交通量配分を行えば各リンクの交通量が推定される。推定されたリンク交通量と過少観測されたリンク交通量の差を最小にすることによりOD交通量を推定する手法を、一般的に逆推定法と呼ぶ。本研究では、この逆推定法を用いてOD交通量を推定した。

#### a) 修正重力モデル

対象域内OD交通の各発生ノードからの目的地選択確率は目的地ノードの集中交通量に比例すると仮定する。

$$X_{ij} = G_i \frac{A_j f(t_{ij})}{\sum_j A_j f(t_{ij})} \quad (1)$$

$X_{ij}$  : 域内ノード*i*から域内ノード*j*へのOD交通量

$G_i$  : 域内ノード*i*からの発生交通量

$A_j$  : 域内ノード*j*への集中交通量

表-2 工事後のOD交通量推定 (8:00~8:24)

OD	2015年	1,2	3	4	5	6	7	8			発生	推定		
2015年	2016年	1	2	3	10	4	5	11	6	7	8	9		
1,2	1	0	112	131	92	657	516	324	223	296	526	440	3400	3318
3	2	329	0	0	0	0	0	0	28	37	0	0	398	393
	3	353	0	0	0	0	0	0	30	39	0	0	428	422
4	10	400	0	0	0	0	0	0	103	137	0	0	650	641
5	4	25	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	34	33
	5	27	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	37	36
6	11	35	0	0	0	0	0	0	0	0	37	32	106	104
7	6	156	6	7	16	0	0	0	0	0	0	0	188	185
	7	121	5	6	14	0	0	0	0	0	0	0	148	146
8	8	147	0	0	0	34	27	97	0	0	0	0	310	304
	9	109	0	0	0	27	21	77	0	0	0	0	238	234
集中推定		1678	120	141	119	700	550	486	376	499	559	468		
		1701	123	145	122	718	564	498	384	509	573	480		

停まった電車について

京都方面：普通5本・快速0本・新快速3本

大阪方面：普通6本・快速2本・新快速3本

表-3 先行研究における工事後のOD交通量予測 (8:00~8:24に補正)

2015年	1	2	3	4	5	6	7	8	補正	推定
1	0	0	38	9	126	59	113	101	445	350
2	0	0	210	77	934	467	575	794	3056	2424
3	257	0	0	0	0	0	20	0	277	277
4	266	0	0	0	0	0	73	0	339	339
5	153	0	0	0	0	0	0	17	170	149
6	216	0	0	0	0	0	0	65	281	246
7	233	0	11	3	0	0	0	0	246	164
8	236	0	0	0	399	24	0	0	659	438
補正	1360	0	259	89	1458	551	780	976		
推定	1158	0	255	88	1193	476	551	667		

補正前 (8:05~8:24) に停まった電車について

京都方面：普通3本・快速2本・新快速2本

大阪方面：普通5本・快速2本・新快速2本

$$f(t_{ij}) = t_{ij}^{-\nu}$$

$t_{ij}$ ：域内ノードij間の距離 (m)

式(1)の中でパラメータ $\nu$ は距離抵抗を表している。そのパラメータを推定する手法は、逆推定手法で交通量配分から推定されたリンク交通量と観測リンク交通量の差が最小になる最適化問題を解くことで求められる。今回利用した最適化手法はGRG2 (Generalized Reduced Gradient) という非線形計画法を用いた。また、OD交通量の行と列の合計値は各ゾーンの発生・集中交通量にならない。そのために、本研究では、プレー

タ法を行い、発生・集中交通量を合わせた。

推定されるパラメータは中央改札口及び昇降施設→階段 ( $\lambda_s$ )、中央改札口及び昇降施設→エスカレーター・エレベーター ( $\lambda_e$ ) と設定した。その結果、推定されたパラメータは $\lambda_s=1.67$ 、 $\lambda_e=1.65$ となった。

## 6. 改善工事前後の駅構内流動の変化

### (1) 発生・集中交通量及びOD交通量の変化

2015年調査が行われた先行研究では改善工事が完了する前に、新快速から普通とその逆の乗換えるOD交通量



には変化がないと仮定して工事後のOD交通量を推定している。そして、先行研究のOD交通量と比較するために、先行研究のゾーンを追加した本研究における2016年調査からのOD交通量推定結果は表-2に示す。

しかしながら、調査時間帯に対して本研究の方が5分長く、停まる電車の本数に対しては、本研究の方が大阪方面が11本、京都方面が9本であり、先行研究の方は大阪方面9本、京都方面7本となっている。このような違いを考慮した上でOD交通量推定結果を比較するために、先行研究のOD交通量推定結果に補正を行った。昇降施設先の電車の本数が増えた数だけ、1本当たりの電車の人数が同じと仮定し、それぞれの交通発生量の補正を行った結果を表-3に示す。

改札口に関しては、2015年時の改札口の発生量は3501人であり、2016年時の発生量は3400人である。集中量については、2015年時は1360人、2016年時は1678人である。発生量について、2015年補正後と比べると工事後には減少しているが、それぞれの調査で補正前の値が2016年度3634人、2015年度2664人で調査時間に5分の差はあるが、大幅に増加している。また、集中量については1360人から1678人に増加している。このことから、ラッシュ時間帯で若干の増加傾向、特に8時からそれが顕著になっているため、2Fコンコース、改札口付近は工事前に比べ、わずかに混雑の具合が増していると考えられる。

次に昇降施設3、4について、これらはそれぞれ京都方面2、3番線ホームにつながる東・中央階段とエレベーターを指している。発生量について、2016年時の値は2015年時の値を大きく上回っている。また、同様に京都方面新快速が停まる1番線ホームへつながる7についても、発生量は246人から336人へと増加しているため、京都方面の電車を利用し、高槻駅で乗換を行う人や改札を通り外へ出る人は増加傾向にあることが読み取れる。しかし、後述にもあるように、2016年時における、改札口から京都方面の電車が停まるホームへの集中量は昇降施設3と4では補正を行う前から下回り、昇降施設7では補正後に下回るようになってきているため、改札口から京都方面電車を利用する人は減少傾向にあると考えられる。

昇降施設5、6について、これらはそれぞれ大阪方面2、3番線ホームにつながる中央・東階段とエスカレーターを指している。これらの2016年時での発生量は2015年時の値を下回っている。しかし、新快速が停まる6番線ホームへつながる昇降施設8については2015年時の976人を上回っている。また、その詳細について、昇降施設5、6、8からの発生量の減少が著しく見られるのは、昇降施設5から改札口へ集中する部分であり、乗換を目的としている人の減少傾向はそれに比べると小さ

い。このことから大阪方面の電車に乗ってきて、高槻駅で乗換をする人、高槻駅で改札を通り外へ出る人は減少傾向にあり、後者は特にその傾向が強い。

また、新たな昇降施設ができたため、先行研究の結果から算出された昇降施設の選択率と本研究での昇降施設の選択率を比較してみた。

表-4 工事前の昇降施設の選択率

改札口	1,2番線 階段	1,2番線 ESC	計
	22.86%	9.37%	32.23%
	3,4番線 階段	3,4番線 ESC	計
	52.34%	15.43%	67.77%

表-5 工事後の昇降施設の選択率

改札口	1番線 階段	1番線 ESC	2,3番線 階段	2,3番線 ESC	計
	8.93%	6.73%	7.33%	2.76%	25.74%
	6番線 階段	6番線 ESC	4,5番線 階段	4,5番線 ESC	計
	13.27%	15.85%	35.38%	9.76%	74.26%

表-4と表-5の方面別の合計からわかるように、改札口から電車を利用する人は大阪方面への移動を目的としている人が多い。また、工事前に比べ、工事後の方が大阪方面の電車を利用する人の割合が大きくなっている。2016年調査時の入場人数は補正前3634人、補正後3400人と調査の結果からわかるため、補正後の値を基準とした方面別の利用者数は、京都方面の電車利用者は875人、大阪方面は2525人だとわかる。2015年調査時の入場人数は補正前2664人、補正後2774人であるため京都方面の利用者は894人、大阪方面の利用者は1879人であったことがわかる。しかし、2015年調査時の電車の本数は両方面合わせて16本、それに対し本研究での調査では両方面合わせて19本となっている。京都方面の2015年、2016年に着目して、電車数は7本と8本であるため、2015年の結果を $8/7 \approx 1.14$ 倍して2015年の電車が8本だった場合、入場者数は1019人と算出される。同様に大阪方面では、電車数は2015年9本、2016年11本だったため、 $11/9 \approx 1.22$ 倍して2015年の電車が11本だった場合、入場者数は2296人と算出される。この場合、全体の入場者数は3315人となる。これらを本研究の調査結果と比較すると全体の入場者数は3315人と3400人で大きな変化は見られないが、2016年の補正前の値が3634人、2015年の補正前の値が2664人であることから、入場者数について、調査前半を含めた総数では大きな変化は見られないが、後半の8:00からは増加傾向にあることが読み取れる。また、改札口から京都方面の電車を利用

用する人は、電車の本数が少なかった去年の方が、この補正を行う前から多かったため、工事後に減少していると考えられる。京都方面が減少傾向にあり、総数に大きな変化が見られなかったため、改札口から大阪方面へ向かう利用者数は増加傾向にあると推察できる。これは表-2の改札口（ゾーン 1）の発生量の目的地からも読み取ることができる。

次に、昇降施設ごとの特徴、変化に着目する。表-5から、改札口から1番線を利用する人は階段とエスカレーター合わせて15.66%、2、3番線を利用する人は10.09%であり、京都方面の利用者は普通・快速よりも新快速の方が多くことが分かる。また、表-5から大阪方面は6番線を利用する人は階段・エスカレーター合わせて29.12%、2、3番線を利用する人は45.14%であり、大阪方面の利用者は新快速よりも普通・快速の方が多くことがわかる。これらのことから、改札口からの動線に更なる改善を施すことを考える場合、京都方面新快速、大阪方面普通・快速の利用者数の比重がそれぞれの他方に比べ大きいため、これを意識する必要があると考えられる。

また、両方面とも普通・快速の停まる2、3番線、4、5番線ホームへ続くエスカレーターの利用者数が減少していることもわかる。この結果は改札口からの選択率であるため、改札口から駅の奥にあるエスカレーターよりは手前の階段を利用する人もいると考えられるが、この昇降施設の利用数が減少傾向にあることは階段を利用する傾向が大きくなりつつあることを示している。しかし、このエスカレーターが選択されやすくなることで、より安全で快適な動線が現れることも考えられる。

## (2) 新快速利用者数の推移

JR高槻駅では特に大阪方面へ向かう利用者が多く、以前までは普通から新快速、また新快速から普通への乗換が同じホームで行われていた。しかし、工事後には新快速のホームは普通・快速とは別になってしまったため、距離という面からは利用者は不便を感じる場合もあるだろう。そこで大阪方面において、普通・快速の停まるホームから新快速の停まるホーム、また新快速の停まるホームから普通・快速の停まるホームへの移動を表-6にまとめた。尚、2015年に関する値は、2015年調査時の結果から新快速利用者数が工事前後で変化しないと仮定した場合の普通⇄新快速の移動を示している。

表-6の合計に着目すると普通→新快速の乗換人数は大幅に減少している。2015年調査時の結果からは表の下に説明されているように、普通→快速の利用者が含まれていることから、このような変化が見られたとも考えられる。しかし、本年度の調査結果から普通→新快速と新快速→普通の乗換人数は新快速→普通の乗換人数の方

表-6 大阪方面における乗換人数（人）

調査年	乗換	ESC	C.S.	E.S.	合計
2015年	普通→新	168	14	63	245
	新→普通	156	11	43	209
2016年	普通→新	69	9	9	87
	新→普通	174	48	61	282

※2015年の調査結果は2015年工事前3、4番線ホームの人数を調べていて快速⇄新快速は含まれていない。

表-7 京都方面における乗換人数（人）

調査年	乗換	ESC	C.S.	E.S.	合計
2015年	普通→新	73	20		93
	新→普通	3	11		14
2016年	普通→新	240	69	65	374
	新→普通	30	13	11	55

※2015年における京都方面のデータは2015年の調査結果から得られたデータであり、こちらは表-3を元に作成した。

が大きいことが判明した。次に新快速→普通の人数的変化に着目すると合計は増加傾向のようだが、新快速の本数は2015年時では2本、2016年時では3本であったため、電車の本数による補正を考慮すると2015年調査時の合計は314人と考えることができる。このため、新快速→普通の利用者数も減少傾向にあると考えられる。普通→新快速の利用者は単純に比較はできないが減少傾向にあると考えられる。これらの要因としては新快速の電車の本数が普通に比べ少なく、かつこれまでは乗換は隣の電車へ向かうだけだった状態が、昇降施設を昇り、コンコースを横断、昇降施設を降りるという動きが必要となり、移動が困難な通勤ラッシュ帯での、その移動時間に不安を持ったと乗客がいるということが考えられる。

次に昇降施設ごとの乗換人数に着目する。普通→新快速、新快速→普通ともにエスカレーターを利用して乗換をする人が多い。また、新快速→普通の東・中央階段利用者は新快速→普通の乗換人数のおよそ40%を占めている。この比率は工事前の想定よりも大きく、それにより普通→新快速の利用者、または改札口→新快速の利用者との動線の兼ね合いについて影響が出ている可能性がある。また、普通→新快速、新快速→普通ともに乗換にはエスカレーターを使う人が最も多い。そのため、エスカレーター利用者の交通をスムーズにすれば乗換に必要な距離が大きくなったことをカバーすることにつながると思われる。

また、調査中には京都方面の新快速が停まるホームへ走って移動する人も多く見受けられた。そのため、大阪方面だけでなく、京都方面の乗換人数についても考察した。また、2015年調査において、ホーム上の利用者数が測定されたのは旧3、4番線ホーム、大阪方面だけで

あったため、京都方面における新快速の利用者は OD 交通量から変数を用いた推定で導出していた。しかし、工事後に新たに京都方面新快速のみが停まる 1 番線ホームが出来たため、本研究の調査においては、京都方面新快速利用者数の推定の精度は上がったと言える。

表-7の年ごと値を比較してみると、2016年の調査の方が電車の本数が1本増えているが、それを考慮するとしても、普通→新快速、新快速→普通ともに乗換人数は大幅な増加傾向にある。元々、このJR高槻駅交通量調査の研究では、利用人数の多い大阪方面の混雑緩和を主体として考えていたため京都方面ホームの利用者が普通、快速、新快速のいずれを利用するかが不鮮明であったが、上記したように工事後に京都方面新快速の利用人数の推定精度が上がったため、このような結果が算出できたと考えられる。この人数は大阪方面の数を上回っている。特に、普通→新快速の人数が多く、改札口からも京都方面利用者は普通・快速よりも新快速を選択する割合が大きいことから京都方面新快速の需要が大きいことが分かる。

次に、表-3のOD交通量から昇降施設ごとの利用者数について着目すると表-7の2015年の新快速→普通利用者は少ないが、新快速3本に対し、合計14人であったため、特に移動の問題は無いと考えられる。両年度の普通→新快速ではエスカレーター利用者が比較的に多いことが1つの懸念となる。京都方面は大阪方面に比べ、普通電車と新快速電車のそれぞれの到着時間の間は長くなっている。そのため、乗換はスムーズに行えるように見えるが、京都方面の普通→新快速で利用できるエスカレーターは1列分のみである。そのため、今回の調査ではホーム上の様相を直接見られてはいないが、新快速到着後はエスカレーター付近の混雑が予想される。これについては、課題となっているエスカレーターの隣にはホームへ降る方向へ2列のエスカレーターがある。表-2から、そのエスカレーターを利用する人はおよそ120人であることがわかる。そのため、その交通量を上回る240人の移動のため、昇りのエスカレーターを1列、降りのエスカレーターを2列にして使用することで、この混雑緩和を図ることができるのではないかと考えられる。

## 7. まとめ

本研究では、2015年に行った JR 高槻駅現 3、4 番線ホーム上及び 2F コンコース上の旅客流動調査と本研究で実施した 2F コンコース上の旅客流動調査から、駅改良工事後に新設された新快速用ホームとそこに繋がる乗換通路の利用状況、駅構内の流動量とその変動を把握した。更に、その利用状況から、混雑緩和の焦点を当てるべき箇所とその施策を一部推測できた。

発生・集中交通量が若干の増加傾向になっており、工事前に比べ、わずかに混雑の具合が増していた。京都方面の降車人数と乗換人数は増加傾向であった。また、大阪方面の乗換人数、高槻駅での降車人数は減少傾向にあり、後者は特にその傾向が強かった。

新快速利用者数の推移に関しては、大阪方面の普通⇔新快速の乗換人数は減少傾向にあった。京都方面について、普通⇔新快速の乗換人数は大幅な増加傾向にあった。特に、普通→新快速の人数が多く、改札口からも京都方面利用者は普通・快速よりも新快速を選択する割合が大きいことから京都方面新快速の需要が大きいことが分かる。両方面において、乗換にはエスカレーターを使う人が多い。そのため、エスカレーター利用者の交通をスムーズにすれば乗換に必要な距離が大きくなったことをカバーすることにつながると考えられる。

2F コンコースの動線としては、大阪方面において、新快速→普通の東・中央階段利用者は新快速→普通の乗換人数のおよそ 40%を占めていた。京都方面において、普通→新快速ではエスカレーター利用者が多いがこの際、利用できるエスカレーターは1列分のみである。そのため新快速到着後はエスカレーター付近の混雑が考えられる。これについては、そのエスカレーターの隣にはホームへ降る方向へ2列のエスカレーターがある。そのエスカレーターの利用者は1列の方の交通量を下回るため、昇りのエスカレーターを1列、降りのエスカレーターを2列のものを使用することで、この混雑緩和を図ることができるのではないかと考えられる。

本研究では工事後の昇降施設ごとの発生・集中交通量だけでなく、断面交通量の計測を行ったことにより、精度の高い OD 交通量推定ができた。しかし、コンビニがコンコースの駅奥にあるため、およそその利用者数を推定して補正しているが、実際の利用者数を把握して分析する必要があると考えられる。また、今回は 2F コンコースのみの調査になったが、ホーム上の様子を知るためにはホーム上での計測も必要となるだろう。

今回駅改良工事の目的はホームからの転落事故などを防ぐために行われたと言える。今回の調査からはホーム上、乗客の細かい動線までは把握しきれておらず何番線ホームに何人流入・流出するか 2F コンコースの OD 交通量から概略的に把握できた。そこで、新たなホームが構築されたことにより旧ホームの交通量が減少したことは明らかになっている。したがって、同じホーム上で乗り換えしていた乗客が昇降施設を利用し、2F コンコースの乗換通路を通ることになったので、ホーム上の混雑具合は少し余裕を持つことになったと考えられる。このような観点からみれば、ホーム上乗客の安全性は少し向上されたと言えるのではなからう。

しかしながら、2F コンコース調査時に新快速の到着、

発車間際の時間に走って移動をする人が多く見えた。混雑されているところで階段及び通路を走って利用することは乗客の安全に欠けていると思う。そのため、次の列車で乗り換えるのを促すなど特別な対策が必要と考えられる。

**謝辞：**本研究の遂行に当たっては、西日本旅客鉄道株式会社地域共生室とJR高槻駅の方々に多大なご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 古和田智也, 安隆浩, 塚口博司：駅ホーム上の歩行者流動状況の推定と列車の停車位置に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol. 50, CD-Rom, 2014.
- 2) 安隆浩, 塚口博司：大規模交通ターミナルにおける歩行者流動の推計方法, 交通工学論文集, 第 1 巻, 第 5 号, pp. 1-9, 2015.
- 3) Yoongho Ahn, Tomoya Kowada, Hiroshi Tsukaguchi, Upali Vandebona : Estimation of Passenger Flow for Planning and Mandgement of Railway Stations, Transportation Research Procedia, Vol. 25, pp. 315-330, 2017.
- 4) 高松瑞代, 田口東, 服部優奈, 太田雅文, 末松孝司：PASMO データを用いた鉄度利用者の購買行動分析, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 58(1), pp. 37-46, 2013
- 5) 高槻市ホームページ, <https://goo.gl/1rKh23>
- 6) 高槻市ホームページ, <http://www.city.takatsuki.osaka.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/74/shiryo2-8-3.pdf>
- 7) JR おでかけネット, <https://www.jr-odekake.net/eki/img/premises/0610122.pdf>
- 8) 日本フランチャイズチェーン協会, <http://www.jfa-fc.or.jp/folder/1/img/20170120104310.pdf>

(2017.7.31 受付)

## COMPARISON AND ANALYSIS ON CHANGES IN PEDESTRIAN FLOW AFTER COMPLETION OF JR TAKATSUKI STATION PLATFORM CONSTRUCTION

Yoongho AHN, Masataka UMEHARA, Keiichi OGAWA and Hiroshi TSUKAGUCHI

Improvement construction of platform at JR Takatsuki station completed in March 2016. As a previous study, we were investigating the number of passengers on the platform and the number of users using a ascending and descending facilities at the 2F concourse before completion of construction.

In this study, we analyze the passenger flow from 2F concourse traffic volume survey after completion of construction. The purpose of the study is to compare with the measurement result and the prediction of the OD traffic volume after construction from the previous study.

In this study, we investigated the cross sectional traffic volume of JR Takatsuki Station 2F Concourse, and estimated the OD traffic volume between the ticket gate and the elevating facility in each direction. We were able to grasp that the congestion increased slightly and the trend of increase or decrease in the number of passenger users in each direction compared to one before construction. Also, the actual situation of special rapid train transfer users is revealed.