

## 顔画像解析を用いた旅客属性計測システムの実現と有効性について

○ 宇野澤 雄一郎 (東日本旅客鉄道株式会社)

[土] 石間 計夫 (ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社)

Achievement and effectiveness of passenger attribute measurement system  
using face image analysis.

○Yuichirou Unozawa(East Japan Railway Company),

Kazuo Ishima, (JR East Consultants Company)

Recently, the railway station is changing from mere a terminal to a multiple of commercial facilities. There is a complex human traffic reflects diversifying social trends and needs in an age of a shrinking and aging population. Responding to these changes, it is important to figure out the exact attributes of passengers such as the flow, age, and sex and use them for station facilities improvement and marketing.

For solving these issues, we got the flow and attribute data in real time by analyzing face images of passengers captured by monitoring cameras and confirmed the effectiveness. The following report shows the actual proof and result.

キーワード：駅施設整備計画，駅周辺開発計画，経営管理，IT 及び ITS 関連技術

Key Words：Station facilities improvement, Station vicinities development, Executive management, ITS

## 1. はじめに

## (1) 社会的背景

我が国の社会経済は、少子高齢化の進展、国民のニーズやライフスタイルの多様化、情報通信技術の高度化、環境問題の深刻化など大きな変革期を迎えている。

このような状況の中、鉄道サービスにおいては、乗降客の減少に伴う収益への影響が課題となる一方、環境優位性を持つ大量輸送機関としての鉄道が見直されている側面もあり、長期展望に基づいた、より効果の高い分野における開発が必要とされている。

## (2) 21世紀の新しい駅づくり

JR東日本グループでは、今年、グループ経営ビジョン2020—挑む—<sup>1)</sup>を発表した。このビジョンでは「駅を中心として魅力あるまちづくり」に取り組むことを謳っており、生活サービス事業における積極的な展開を表明している。だが、昨今のお客さまの消費動向変化や競合施設の開発により、駅構内（以下、「エキナカ」）における店舗展開に関しても、単に流動数をみるのではなく、男女・年代別の属性まで把握して、駅利用者をきめ細かくマーケティングすることが求められている。

このように、駅利用者の詳細な把握こそが開発の成功であるという認識が、駅づくりにおける現状である。

## (3) 目的

筆者らは、駅利用者の「流動」並びに「属性」を効率よく取得することを目的として、画像センシング技術を活用することを試みた。活用にあたり、従来型の旅客の流動・属性調査手法の問題点・課題について整理し、導入した際

のメリット・デメリットを明らかにした。さらに、監視カメラの映像から、人流・属性をリアルタイムに把握する実験を行った。本稿では、その内容を報告する。

## 2. 旅客流動・属性計測の概要

## 2.1 計測の目的

人々は、通勤・通学等の目的のために、移動手段として交通機関を利用する。その中で、鉄道サービスにおける利用者（乗降者人数）の量的な把握を目的として実施される旅客流動計測は、駅並びに公共交通機関の利用実態把握のために従来から実施されている。特に、国土交通省が、昭和35年以来5年ごとに実施している「大都市交通センサス」は、首都圏・中京圏・近畿圏の三大都市圏における、公共交通機関（鉄道、バス・路面電車）の利用実態を把握し、将来の都市交通政策立案の基礎資料となる調査である。

一方、旅客属性計測は、性別や年代など、鉄道利用者に関する定性的な情報を収集することを目的として、主に駅や線区ごとに実施される。特に、近年のエキナカ進展に伴い、駅利用者の移動行動と飲食・買い物などの消費行動との実態を把握・検証することを目的として実施されることが多くなってきている。

## 2.2 計測手法

## (1) 調査員による目視計測

現在、旅客流動・属性計測の調査手法は、大半が調査員による目視計測である。一般に、窓口改札を含む10列の改札口（入場：5列、出場：4列、窓口改札：1列）において、2項目の流動・属性計測（①性別、②年代（3区分））を実施する場合、混雑度にもよるが6～9人（交代要員を

含む)の調査員が必要となる。さらに、関東近郊の駅では、大半の改札口が複数箇所に分かれているため、調査員の人数は、改札口の数に乗算されて増加していく。

目視計測による流動・属性の判別は、計測毎に一定の基準が定められるものの、最終的な判断は、調査員の主観に任されている。このため、調査員の主観により、計測結果にばらつきが見られるなどの課題もある。

## (2) 機械による自動計測

機械による自動計測は、本稿で用いた画像による属性計測をはじめ、様々な手法が用いられている。中でも、自動改札の集計結果による計測手法は、改札における通過人数及び2項目の集計結果(①通過人数、②年齢区分(2区分))ではあるものの、最も精度の高い情報として用いられている。また、近年では、suicaの導入に伴い、利用者に限り、個人情報保護に十分に配慮した上で、より多くの情報を入手することも可能である。

その他の手法として、レーザーセンサーを用いた旅客流動計測手法がある。この手法は、レーザーセンサーから照射されるレーザー光により、旅客及び物体の位置を時刻ごとに検知するものであり、複数台のレーザーセンサーを連携させて使用することにより、連続的な旅客の流動や滞留、混雑度などを抽出することが可能である。なお、この手法を簡略化したものが、自動ドア等で用いられている人感センサーであるが、いずれも人の通過(有無)や距離計測によるものであるため、属性を取得することはできない。

## (3) 本計測にあたっての検討事項

本稿で用いた計測手法は、先に述べた通り画像解析によるものである。この手法選定にあたっては、調査員並びに機械による手法の特徴を整理したうえで、今回の計測目的に最適な手法を検討した。手法別の特徴比較結果の一部を表1に示す。(表の赤枠は、選定で考慮した内容を示す)

なお、計測では、旅客属性(①性別、②年代)のほか、通過人数についても、画像による計測手法を用いて実験した。これは、改札や自由通路等での旅客属性計測とともに、「そのお客さまが、どちらの方向に向かったのか」を特定する必要性が高まっていることを考慮したからである。

表 1 計測手法別の特徴比較

| 計測手法          | 調査項目 |      |        | 計測精度 |
|---------------|------|------|--------|------|
|               | 通過人数 | 属性計測 | 流動軌跡取得 |      |
| 調査員による目視計測    | ○    | ○    | ×      | △    |
| 自動改札による計測     | ○    | △    | ×      | ○    |
| レーザーセンサーによる計測 | ○    | ×    | ○      | ○    |
| 画像による計測       | ○    | ○    | ×      | ○    |

## 3. システムの概要

### 3.1 人流・属性計測の技術

#### (1) 画像データからの人・顔の検出と最適画像の選択

本システムは、駅構内に設置される監視カメラなどの映像データから人および顔の画像情報を解析することで、通過する旅客の人流や属性をリアルタイムに測定する。人体

の検出、および顔からの性別、年齢の推定には、オムロン社の人・顔認識アルゴリズムを使用した。

測定では、改札近傍もしくはコンコース通路に天井取付けされる監視カメラを想定し、これに近い条件でカメラを設置し計測を行った。(図2)上方から撮影することで、人物は画面上方から下方に移動するので、通過する旅客の上半身や顔を連続して撮影でき、かつ前後を歩行する人物同士の重なりによる隠れを最小化できる。

次に計測の手順を説明する。撮影された画像信号から人体もしくは顔の位置検出を行う。人体の場合は、その移動をトラッキングすることにより通過方向および計数を画面上に設定した境界領域を基準に計測する。顔に対しては、検出した顔から目と口などの顔器官検出を実行する。ここで、属性推定に使用する顔画像を選定するために連続する映像から同一人物と思われる顔画像データを複数枚取得し、その中で最適な条件の良い顔画像を選択する最適顔画像選択処理を行う。

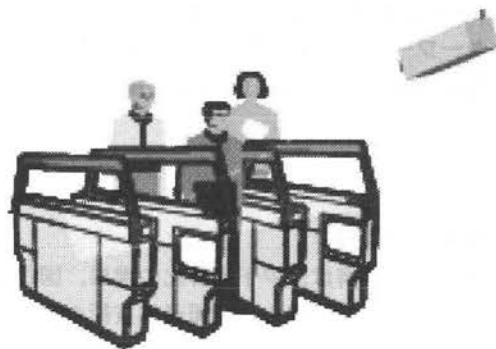


図 2 計測におけるカメラの設置例

#### (2) 顔の特徴抽出および性別・年齢の推定

次に得られた顔画像から、属性推定に必要な特徴量を計測する。人間の顔は発育の過程で徐々に変化するため、顔には年齢を知る手がかりが含まれている。例えば各顔器官の大きさや配置、また輪郭といった顔の構造情報や、皺やたるみといった顔表面の質感情報は年齢の大きな手がかりとなる。また肌の色あいや顔の造りの違いは性別の手がかりとして有効であると考えられる。これらの有効な特徴量を複数抽出する。

この特徴量を多数の実測データに基づく基準値と総合的に比較判定することで男女の判別、および年齢を10才きざみで7世代に分類することを可能としている。

### 3.2 計測システム

属性計測システムは、カメラ、センサユニット、操作端末から構成される。カメラは2項で述べた画像取得に最適な位置に設置する必要があるため、計測したい人流の方向、駅の構造、店舗や広告や案内設備の位置による影響などを考慮して、配置を決定した。センサユニットおよび操作端末はケーブルにより遠隔設置可能である。実験では、メンテナンススペースに設置した。(図3)

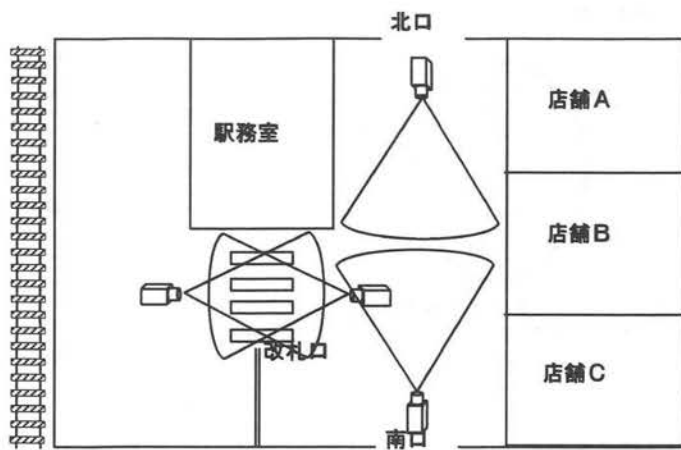


図3 計測システムの配置例

#### 4. 計測の実際

##### 4.1 S 駅における計測実証

S 駅は、商業施設およびオフィスの集中する地域にあり、乗降客は約 12 万人/日の中規模駅である。改札は 1 箇所であるが、そこから南北に分かれる通路が存在する。北口には地下鉄の乗り換え口があり、さらに商店街が続いている。一方、南口は大規模なオフィスビルや流行に敏感な最新の商業施設が集中している。南北に異なる性質の施設が配置しており、属性毎の人流には異なる特性があると予想される。

本実験では、これを定量的に把握するべく、本システムによる計測と、従来の人手による計測を同時に実施し、比較分析を行った。計測は曜日による変動も把握すべく週末を挟む土曜～月曜の 3 日間で実施した。

計測箇所は、①改札出口の旅客属性計測、②南口商業施設方面への旅客属性計測、③南口方面へ的人数計測、の 3 箇所とした。人手による計測は、これらを包含する 6 箇所で行った。

##### 4.2 計測結果

###### (1) 人数計測

自動計測と目視による手動計測の結果を比較する。3 日間を通じて、人手計測とほぼ近似した推移が計測できている。累計値でも 2 % 程度の差異である。しかし一部の時間帯において誤差の大きいケースが散見されるため、原因の分析を行った。

まず、平日朝のラッシュ時間帯に自動計測のピークが低くなっている。(図 4 の“A”参照)ビデオおよび計測ログによる確認から、当該時間帯において、計測システムの上限性能を超える混雑が短時間に集中したため、超過した人数の計数を喪失したと考えられる。

次に、時間帯によって人数の増減が手動計測の方が大きく、自動計測はそれに一致していない状況があった。(図 4 の“B”参照)その詳細を、ビデオのスロー再生により、高精度に目視で再計測を行った。このデータはより真値に近いと想定されるが、その比較の結果からは、自動計測と

の一致度は  $\pm 4.2\%$ 、手動計測との一致度は  $\pm 5.6\%$  であり、手動計測の方が誤差が大きいことが判明した。

###### (2) 属性計測

次に、属性計測の結果を比較する。属性計測は目視の手動計測においても測定者の主観に左右されやすく、正確な正答が得られない事象である。このため、比較には絶対的な正答はないことを前提に、両者の傾向の一致度を評価する。また、より真値に近いものとして、人数計測と同様に、熟練した測定者がビデオのスロー再生を観測し確実に判断した値との比較を行う。

属性傾向の比較では、いずれの日時においても、男女比・年代分布に大きな乖離は見られない。ただし傾向の変動が自動計測よりも手動計測の方が大きく出る傾向にある。(図 5 の“A”参照)また、早朝・夜間の利用客の少ない時間帯では、差が大きくなる傾向がある。(図 5 の“B”参照)

変動の大きさについては、手動計測は、時間毎の測定担当者の交代があり、測定の基準が個人の主観により時間毎に変化していると考えられ、顕在化したこと推定される。また、閑散時間帯の誤差に関しては、ビデオ画像の確認から、滞留並びに店舗周辺で立ち止まる人を複数回カウントする誤差が、母数の小ささにより顕著となったと思われる。

##### 4.3 評価と考察

以上の検討から、本システムの計測結果は、従来の手動計測と比較して遜色のない性能を有することを確認した。また、従来手法に比べ、以下に示すような優位性についても確認できた。

- ・測定者の主観による個人差を排除して、安定した計測が実現できる。
- ・高いスキルが要求される 200 人超/分のような手動計測の限界を超える混雑にも対応できる。
- ・人為的ミスなく自動化することが可能で、当該計測を低コストかつ常時実施できる可能性がある。

一方で、計測精度を低下させる要因も発生しており、その課題と対策は次のように考えている。

- ・画像の中で長時間滞留する人を複数計数するケースがあり、これを認識・排除するアルゴリズムを追加する。
- ・広い断面を計測する場合に、複数のカメラに同一人物が映ることで二重計数されるケースがあり、カメラ間の移動を認識しキャンセルするアルゴリズムを追加する。
- ・高密度な混雑時は、計測が追従できないケースがあり、性能の向上もしくは混雑時にも対応可能なカメラ設置設計を事前想定にあらかじめ行う。

また、計測性を左右する条件として、カメラの設置位置とその周辺環境の配慮が重要であることも認識された。今後の実用化に向けて性能向上をはかる上で特に重要を思われる点を指摘する。

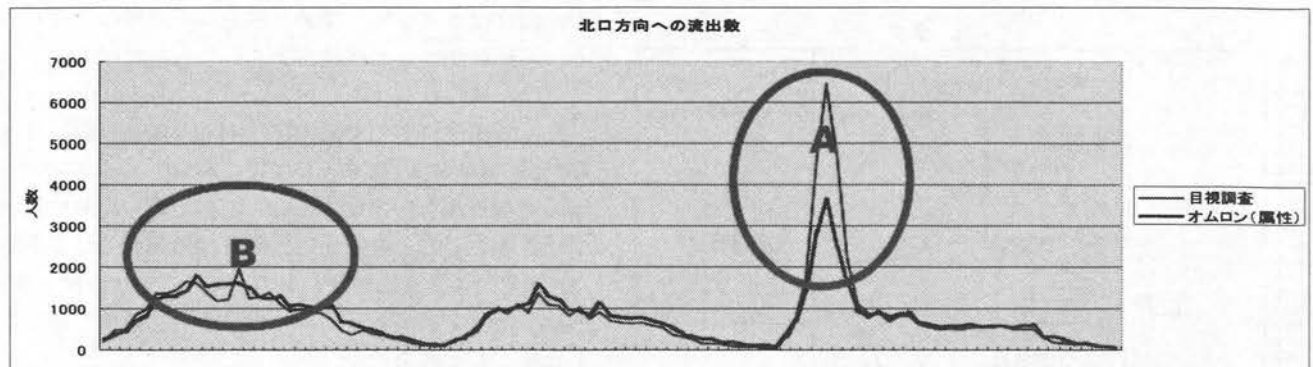


図 4 人数計測結果の比較

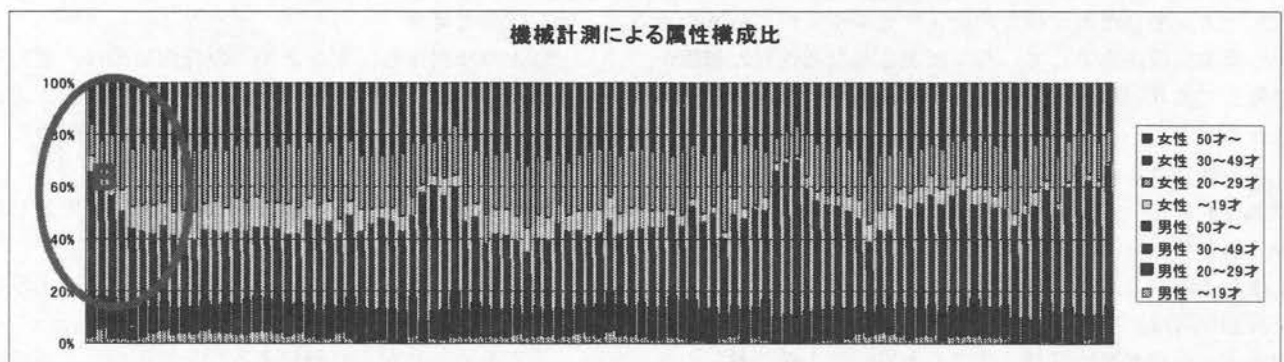
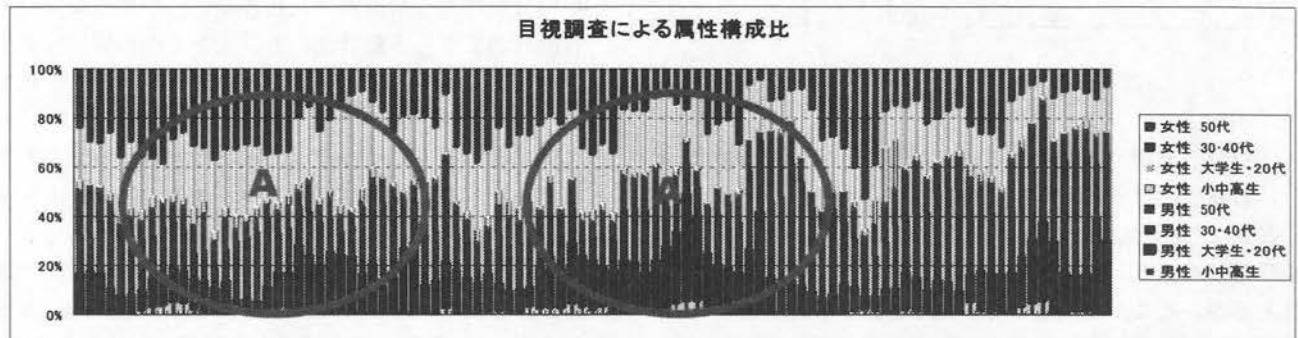


図 5 属性計測結果の比較

- ・属性計測においては、通過旅客の視線を、できるだけカメラ設置方向に向けさせる。例えば案内表示や注目度の高い広告、動きのあるサインなどを当該カメラの周辺に配置する。
- ・流れが直線的で、滞留の少ない断面を選定する。券売機、柱、店舗、軒の切れ目などは、人流が変化したり滞留が多くなる傾向があり、このような場所を計測箇所に含むことは回避すべきである。

## 5. まとめ

### (1) 駅における顔画像解析技術の適用について

本稿では、駅に設置された監視カメラなどの映像から、通過人数や旅客属性を迅速に把握することを目的とした実験を行った。その結果、リアルタイムに200人/分以上の旅客の通過人数並びに属性推定を高精度で取得できた。この人数は、ラッシュ時の改札でも十分対応可能な人数といえる。また、自由通路部においては、高密度環境下での

計測で追従できないケースも見られたが、カメラの画角や解析範囲の検討により改善できるものと思われる。

本実験により、従来手法では実現できなかった、長期間にわたる安定した精度の通過人数計測並びに属性推定ができることが判明した。

### (2) 今後の展開について

筆者らは、今回実験を行った顔画像解析などの先端技術の活用により、個人情報保護に十分配慮した上で、お客さまの価値観やニーズ、行動の変化を迅速かつ的確に捉え、高付加価値のサービスを実現していきたいと考えている。

### 参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道株式会社：グループ経営ビジョン 2020—挑む—, 2008.
- 2) 瀧川えりな, 他：監視カメラ画像による実時間顔属性推定システム, SSII07, 2007.
- 3) 山本基夫, 他：監視カメラ画像による実時間年齢推定技術, SSII08, 2008.