

3314 鉄道駅における歩行者流動データの取得に関する研究

A Study on Obtaining Method of Pedestrian Flow Data in Railway Station

学 [士] ○中山 泰成 (東京理科大学) 正 [士] 日比野 直彦 (東京理科大学)

正 [士] 内山 久雄 (東京理科大学)

Taisei NAKAYAMA, Tokyo University of Science, 2641, Yamazaki, Noda-shi, Chiba #278-8510

Naohiko HIBINO, Tokyo University of Science

Hisao UCHIYAMA, Tokyo University of Science

Although the behavioral data of transferring pedestrian is necessary for the amelioration of railway station, it is difficult to prepare it. Therefore this study proposes a new method for obtaining pedestrian data with the help of video camcorders, dome-shaped monitoring cameras, RFID system and automatic ticket gates. In consideration with the behavioral data obtained from the method and the flow data in the entire railway network, more effective improvements for the railway stations are possible.

キーワード: 鉄道駅, 歩行者, データ取得

Keyword: Railway station, Pedestrian, Data obtaining

1. はじめに

現在, 空間的制約および財政的制約下において, 鉄道サービスを効果的かつ効率的に向上させる施策の一つとして, 乗換え駅の整備が着目されている。しかしながら, 未だに鉄道駅構内における歩行者データは不十分であり, このために歩行者の行動が反映されないまま駅整備が実施されており, それらは十分な効果を上げていない。一方, 近年では防犯意識の高まりから, 鉄道駅への監視カメラの設置が, 首都圏の主要なターミナルを中心に積極的に進められている。例えば, 東海道新幹線の乗換え駅として生まれ変わった品川駅を始めとして, 新宿駅, 東京駅等の大規模駅, さらに平成 12 年に全線開通した都営大江戸線の各駅にも図 1 に示すような監視カメラが高密度に設置されている。

そこで, 筆者らは, ビデオ映像が歩行者データの取得に適していることや¹⁾, 鉄道駅に高密度に設置される監視カメラの活用が歩行者データの取得に有用であることに着目し, 監視カメラの活用を念頭に入れた歩行者データの自動取得システムの開発を試みている。この結果, テンプレートマッチングを応用することにより, 斜め上方向から撮影したビデオ映像に対しても, 一定の精度で歩行者の軌跡データを作成することに成功しており, 将来は監視カメラを活用した歩行者データの取得を行なうことの必要性を示している²⁾。

しかしながら, 歩行者データの取得をビデオ撮影のみに依存すると, ①極端な混雑時にはデータ取得の信頼性が著しく低下する可能性がある点, ②乗換え歩行者の年齢, 性別, 居住地, OD等の属性データの取得ができない点といった弱点を抱える。このために, 歩行者の行動

を反映した駅整備を実施するには, 歩行者データは依然として不十分である。そのために, 複数のデータ取得方法をビデオ撮影と平行して実施し, ビデオ映像だけでは不足するデータを補間する必要がある。

そこで, 本研究では, 属性データを含んだ歩行者行動データを個々の歩行者について作成するために, 近年物流管理で着目されている RF-ID (Radio Frequency Identification) タグシステムに着目し, 同システムによる歩行者の属性データの取得を, ビデオ撮影による歩行者の行動データの取得と同時に実施し, 将来の監視カメラや自動改札機などの駅設備を活用した, 新たなデータ取得方法を提案することを目的とする。

2. 鉄道駅での新たな歩行者データ取得方法

前述の背景を踏まえて, 本研究では, 表 1 に示す概要で東武鉄道の春日部駅をケーススタディとした「春日部駅における歩行者流動調査」を実施する。調査は, 平成

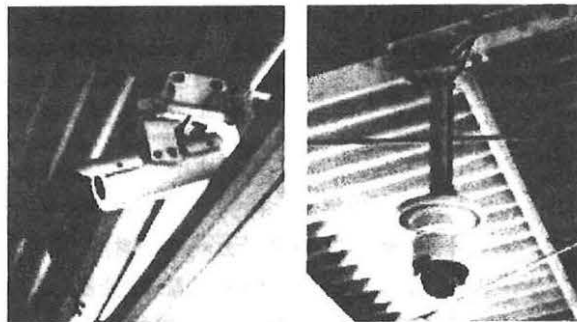


図 1 鉄道駅への監視カメラの設置例

15年10月19日(日)と20日(月)に実施し、休日と平日の両方のデータを取得することを目的とする。また、調査時間は、平日の朝の通勤・通学時間帯と夕方の帰宅時間帯を挟む時間帯に合わせて実施する。調査に用いた測定機器の配置は、図2に示すとおりである。また、調査当日に、利用行動に大きな影響を及ぼすほどの大幅なダイヤの乱れは発生していない。

なお、春日部駅は図3に示すように伊勢崎線と野田線の乗換え駅であり、1日の利用客数は5.8万人、このうち春日部駅での乗換え人数は2.6万人である。

表1 調査概要

調査名	春日部駅における歩行者流同調査
実施駅	東武鉄道 春日部駅構内
調査日	平成15年10月19日、20日
調査時間	両日とも6時30分から20時00分まで
調査内容	① 汎用ビデオカメラによる歩行者流の撮影 ② ドーム型カメラによる歩行者流の撮影 ③ RF-IDタグによる歩行者の追跡 ④ 自動改札機の入出場データの取得

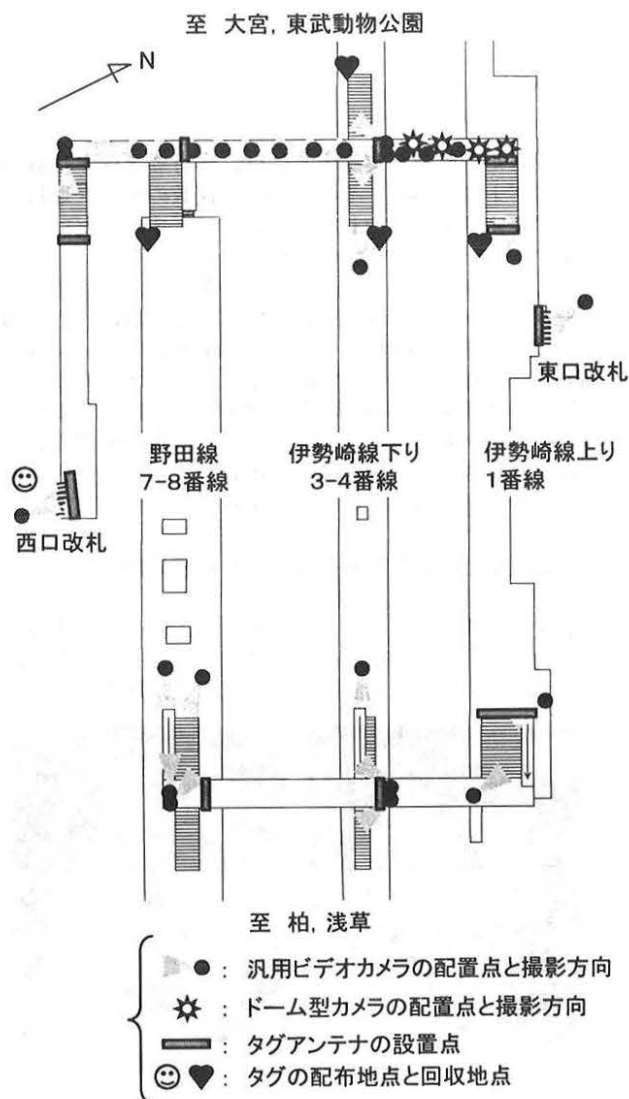


図2 調査機器の設置位置

2.1 汎用ビデオカメラによる歩行者流の撮影

今後の鉄道駅への監視カメラの設置は、鉄道駅には不特定多数の人が集まることや防犯意識の高まりに伴い、ますます積極的に行なわれることが予想される。本研究では、大多数の鉄道駅に監視カメラが高密度に設置されることを想定し、監視カメラを模しての乗換え歩行者のデータ取得を試みる。監視カメラにより撮影されたビデオ映像を用いることの利点としては、①歩行者の挙動を空間的に捉えることが可能な点、②全数調査が可能な点、③ITの発展により容易に画像処理技術の適用が可能な点等が挙げられる。この中でも、①については、監視カメラが主として駅の天井部に取り付けられるために、比較的良好なアングルを確保できること、②については、現在の品川駅や新宿駅では高密度に設置された監視カメラが、駅構内全体を網羅していることが特筆される。

そこで、本研究では、合計で28台の汎用ビデオカメラを用いて春日部駅構内をほぼ全域にわたって撮影する。特に、大宮・東武動物公園方の跨線橋内では、集中して15台の汎用ビデオカメラを設置して、跨線橋内の全域をビデオ映像内に収める。カメラの設置は、一般の監視カメラと同様の映像を取得するために、図4のように天井部の梁に三脚を介して設置する方法と、台座と三脚に固定する方法の2通りにより行なう。

また、ビデオ映像から軌跡データを取得するため、ビデオ座標系から測地座標系へと座標値を変換する。そこで、図5のように30cmマスの格子模様のマットと測量用のポールを用いて高さ情報を含んだ既知点を測地座標系に設定し、ビデオ映像内に収めている。さらに、取得した既知点をビデオ座標内の基準点とし、測地座標系への変換を行なう。



図3 春日部駅の位置



図4 梁に設置した汎用ビデオカメラ

2.2 ドーム型カメラによる歩行者流の撮影

本研究では、主なデータ取得手段として汎用ビデオカメラによる歩行者流の撮影を行なうが、汎用ビデオカメラは、①固定を厳重にせざるを得ないために設置位置が目立つ点、②レンズの焦点距離と撮影高さの制約により撮影範囲が狭い点、③斜めからの撮影のために案内板や広告看板にアングルを遮られ易い点等の弱点を有する。そこで、本研究では、鉄道駅に実際に設置されているドーム型カメラを用いた歩行者流の撮影を行なう。ドーム型カメラは、目立ちにくいことや設置場所の制約が小さいことから、現在鉄道駅における監視カメラの種類の中でも大勢を占めており、今後も引き続き設置が進むことが予想される。そこで、本研究では、ドーム型カメラによる歩行者データ取得の検討を行なう。

ドーム型カメラは、大宮・東武動物公園方の跨線橋の1番線寄りに集中して4台を設置し、汎用ビデオカメラの場合と同様に、歩行者の軌跡を連続して取得することを目的とする。ドーム型カメラは、図6のように設置治具を介して天井部の梁に固定する。撮影した映像は、同軸ケーブルにより4画面合成器へと伝送され、ここで合成された映像をVHSビデオデッキで録画する。

この方法は、設置が簡便なために歩行者からも目立ちにくく、撮影範囲も天井高の制限の割には広範囲を撮影可能であり、ほぼ真上からの撮影となるために遮蔽物の影響が最小限ですむ等汎用ビデオカメラと比べて有利である。現在、鉄道駅でも同型のドーム型カメラが多数導入されていることから、監視カメラを援用した歩行者データ取得システムにおいて、歩行者データの取得に大きな役割を果たすことが期待される。

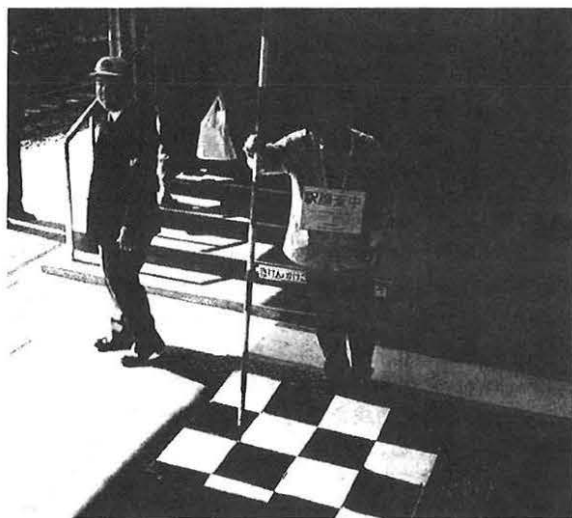


図5 既知点の取得作業

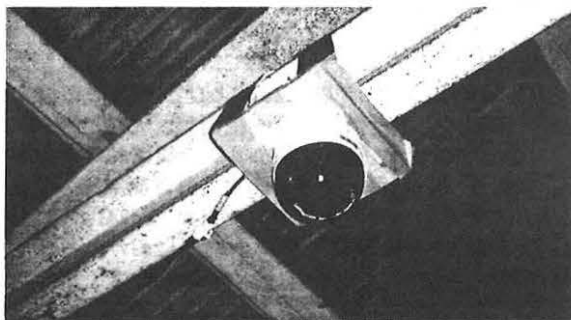


図6 梁に設置したドーム型カメラ

2.3 RF-ID タグによる歩行者の追跡

RF-ID タグは、近年では自動改札システムにも応用され、例えば、JR 東日本の Suica 等で実用化されている。今後、関東の私鉄各社では、2005 年の自動改札システムの IC カード化を予定しており、首都圏の自動改札システムは大きく変貌する。そこで、本研究では、この IC カードが RF-ID タグシステムの応用であることに着目し、RF-ID タグからの歩行者データの取得を試みる。

データ取得システムがビデオ映像のみに依存する場合、①極端な混雑状況下では、画像処理データの信頼性が低下する恐れがある点、②ビデオ映像からのみでは、鉄道経路上の OD データを取得できない点等の弱点を抱える。そこで、本研究では、前述した弱点の克服を目的として、RF-ID タグシステムを導入する。タグアンテナは、改札口や階段の入口部などの主要な 11 箇所に設置し、歩行者の追跡を行なう。また、タグアンテナの形状は、歩行者の行動への支障が最小限に留まり、狭小な通路内においても設置が可能なマット型のアンテナを採用する。設置に際しては、マットが設置面から剥離しないよう周囲をテープで固定し、自動改札機、エスカレータ、電車線、鉄筋鉄骨等による磁界への影響を考慮して、図7のように受信感度の調整を行なう。

一方、歩行者が携帯するタグは、将来的に IC カード乗車券が、その役割を果たす。本研究では表2と図8に示す円筒型とガラス封入型の2種類を用いる。円筒型タグは、調査当日に西口改札前にて被験者に直接手渡し、調査員が回収を行なう。一方、ガラス封入型タグは、事前に春日部駅利用者へ調査票とともに配布し、調査当日には靴やズボンの裾にクリップを介して取り付ける形態とする。また、添付している調査票により、定期券の購入時もしくは利用時に取得可能な被験者の年齢、性別、居住地と目的地の住所、移動経路と手段、手段別所要時間に関するデータを取得しており、将来は、IC カード化された定期券、乗車券により乗換え歩行者の属性データが取得されることを想定する。



図7 タグアンテナの設置作業

表2 タグの主要諸元

種類	サイズ	検出距離
円筒型	φ 21mm × 115mm	200cm
ガラス封入型	φ 4mm × 32mm	50cm



図8 円筒型タグ(左)とガラス封入型タグ(右)

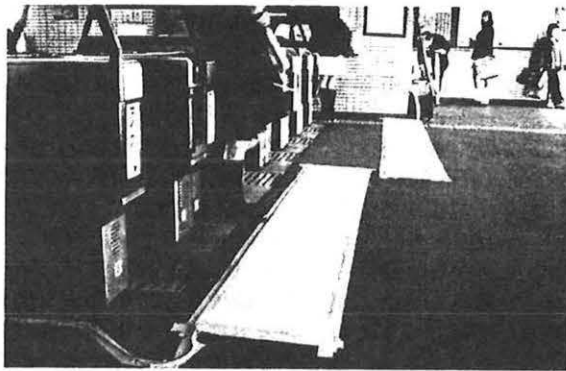


図9 RF-ID タグアンテナの設置状況

2.4 自動改札機の入出場データの取得

既往研究より、乗換え環境は鉄道の利用者行動に影響を及ぼすことが知られていることから、本研究では、乗換え行動を鉄道ネットワーク上の移動経路の一つとして取扱う。2.3節で述べたとおり、ICカード方式の自動改札システムの導入時には、利用者一人一人に着目して移動データを取得することが可能となる。駅構内での歩行者の追跡は、ICカード乗車券をタグとすることで実施が可能であるが、同時に自動改札機で入出場データを取得することにより、乗換えをネットワーク上の行動の一部に組み込むことが可能となる。現在の自動改札機でも、例えば全駅の5分毎の入出場データ、および駅間ODデータが自動改札機により取得可能であるが、今後、ICカード方式の自動改札システムの導入に伴い、利用者の属性データまでもが取得可能となる。なお、本研究で取得している自動改札機データの例として、図10に19日(日)の、図11に20日(月)の入出場データを示す。

また、自動改札機によるデータ取得では、監視カメラやRF-IDタグによる調査とは異なり、通年でデータ取得が容易である。自動改札機のみによる利用者データの取得のみであっても、図10や図11が示す駅の利用状況の概算が可能であり、例えば、単純に休日(日曜日)と平日(月曜日)の改札通過人数を比較するだけでも、休日は日中を通して利用人数の変化が小さいこと、平日の朝の通勤・通学時間帯は日中の5倍の混雑度であること等両者には明らかな利用状況の差異が見て取れる。季節変動、時間変動に応じた乗換えサービスの提供のためにも、長期にわたるこのような自動改札機の入出場データの蓄積は、非常に有意である。

3. おわりに

本研究は、今後の駅整備に必要とされいながら、これまでその取得方法が確立されていなかった鉄道駅構内における乗換え歩行者の行動データについて、汎用ビデオカメラ、ドーム型カメラを用いて歩行者の実行動データを取得するとともに、RF-IDタグおよび自動改札機にて歩行者の追跡と属性データの取得を行っており、将来の駅施設を活かした乗換え歩行者の行動データの取得システムを提案している。

現在、首都圏の鉄道駅では、バリアフリー化工事が進められ、自動改札システムもICカード化へ向けて着々と準備が進められている。このことは、首都圏の鉄道ネットワーク全体にわたって利用者データを取得する絶好の機会であると同時に、本研究で採用したタグアンテナの設

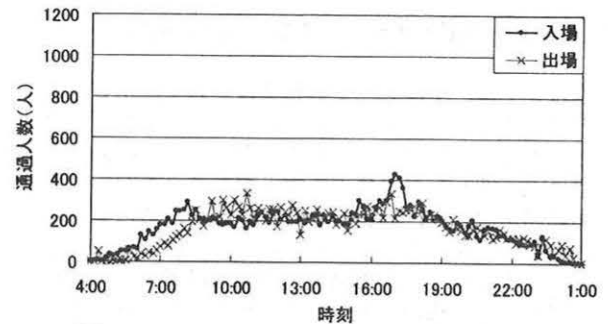


図10 19日(日)の春日部駅の入出場人数

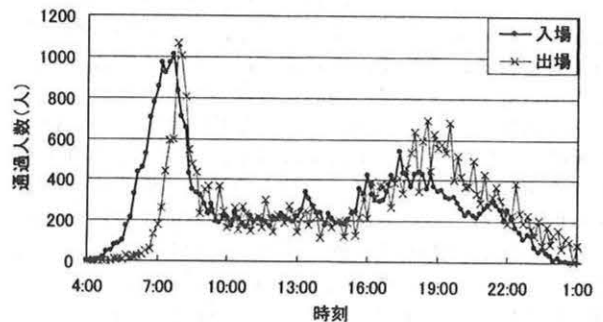


図11 20日(月)の春日部駅の入出場人数

置方法を応用することにより、他社線への乗換え連絡改札を撤廃するなど、駅構造を抜本的に見直す転機でもある。同時に、今後の鉄道駅は、これまでの交通結節点の役割を果たすことは勿論のこと、鉄道ネットワーク全体の効果的な運用を目指したデータ取得の拠点として、ますますその重要性を増しつつある。このような中で、本研究は、鉄道ネットワークと連携した鉄道駅の改良に欠くことのできないデータ取得方法の一つとなる可能性を秘めている。また、取得されたビデオ映像、RF-IDタグデータ、自動改札機データの整備を進め、歩行者シミュレーションとCG表現による、鉄道駅整備の評価を行うことを今後の展望とする。

謝辞

本研究での歩行者流動調査に際し、東武鉄道(株)、(株)NTTデータ、(株)アイ・ティ・リサーチの皆様には、データおよび測定機器の提供にて多大なるご協力を賜った。また、本研究は、文部科学省科学研究費(若手研究(B)15760401)の研究助成を受けて実施した。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 鈴木雄高, 日比野直彦, 毛利雄一, 兵藤哲朗: ビデオ画像を用いた歩行者挙動分析に関する考察, 第21回交通工学研究発表会・論文報告集, pp153-156, 2001
- 2) 日比野直彦, 中山泰成, 内山久雄, 高平剛: 鉄道駅における歩行者データの取得および活用方法に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, vol.27, 2003
- 3) 尾形直樹, 徳見修, 中川喜光: 鉄道駅における旅客流動計測(駅階段部での方向別人数計測手法の開発), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp841-842, 1998
- 4) 北澤桂, 趙卉菁, 柴崎亮介: 駅構内における移動者の空間行動計測と分析, 土木計画学研究・講演集, vol.27, 2003
- 5) ジョン・J・フルーイン: 歩行者の空間, 鹿島出版会, 1974