

# 公共交通における人流技術の活用

松隈 信彦

Matsukuma Nobuhiko

大沢 隆之

Osawa Takayuki

額賀 信尾

Nukaga Nobuo

大塚 理恵子

Otsuka Rieko

加藤 学

Kato Manabu

鉄道において、いつ、どこで混雑が起きているかを把握することは、交通事業者はもちろん、交通を利用する乗客にも有用である。

日立は、IoT技術と従来から提供している交通事業者向けのインフラシステムの情報を活用して、ビッグデータ解析を行い、駅の中から都市レベルの路線内の人の流れまでを見える化することで、交通サービス向上の一助としたい

と考えている。そして、駅構内の安全を確保するための乗客の誘導支援や、混雑を解消するための最適なダイヤ作成に連携していくなど、既存のシステムと人流技術の融合によるシナジー効果を生み出すことで、従来にはなかった新しい価値を提供し、社会イノベーションの一翼を担っていく。

## 1. はじめに

鉄道において、通勤時間帯や路線の異常発生時における駅や電車内の混雑は、乗客にとって避けようのない問題である。混雑していて電車に乗れないこともあれば、1本電車を待ったら空いているということもある。また、大雪などが原因で路線が遅延、運休するなどの異常時には駅が大混雑になり、ホームに入ることさえもできない場合がある。混雑については、鉄道事業者もさまざまな策を施しているが、簡単に解決できる課題ではない。特に列車の定時運行に対して混雑が影響を与えている場合や、駅が混みすぎている場合には、乗客の安全確保の観点から、駅への入場を制限したりするなどさまざまな対策が必要になる。

日立はこのような課題に対し、乗客の快適な移動や鉄道の安全な運営を実現するために、混雑を形成する人の流れに着目した。従来は経験則や、目視などによる人的調査から成る乗客の流動調査が実施されていたが、昨今のIoT (Internet of Things) 技術、ビッグデータ解析などの先進技術を駆使することで、従来見えなかった人の流れが量的に見えるようになった。

日立グループは、街づくりや鉄道システムに対しては、運行管理システム、IC (Integrated Circuit) カード管理システムなど、さまざまな社会インフラシステムを納入した実績があり、同時にそれらの制御を含むOT (Operational

Technology) やそのデータにも精通している。

一方、ビッグデータやIoT技術に向けた情報システムにおいては、日立はLumadaをはじめとするITを提供している。

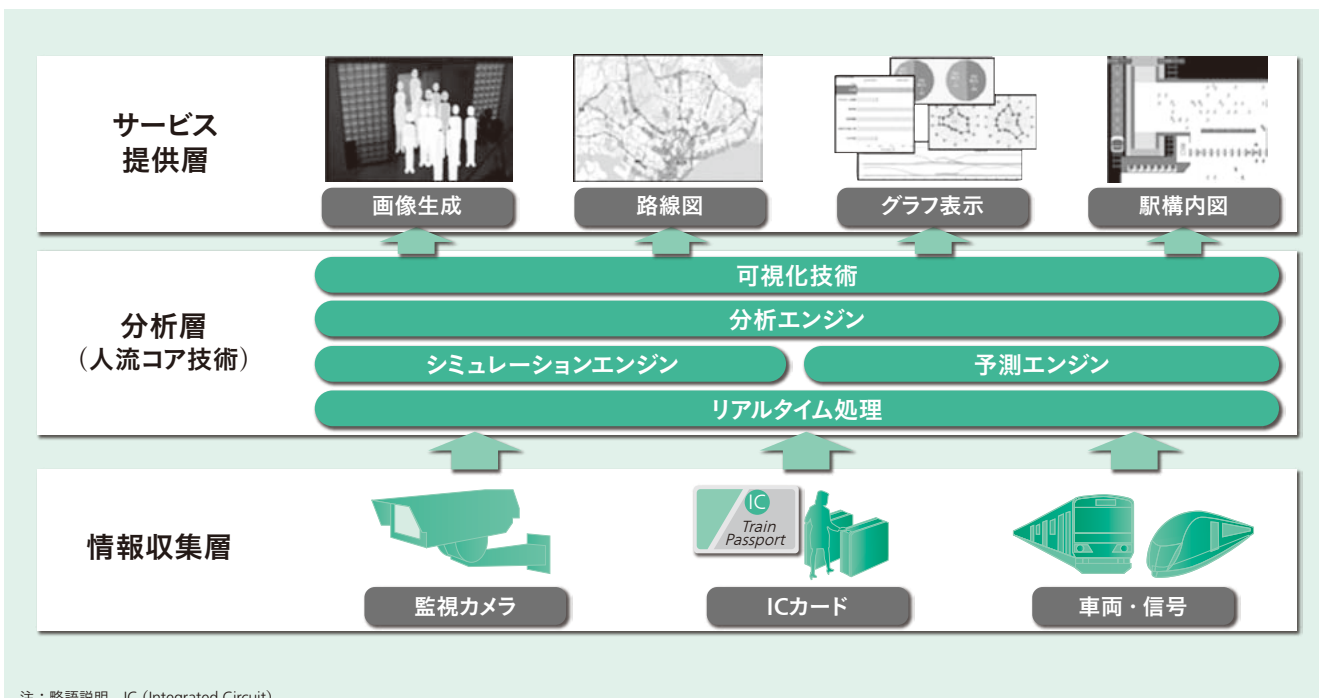
人流技術はこれらITと鉄道関連のOTとの融合による、新しい価値を提供する社会イノベーションの一つであり、鉄道事業者や街づくりに貢献していくことを目的としている。

## 2. 人流技術の概要

日立の人流技術は、列車の管理システムや自動改札からの情報、監視カメラ映像など、既存の鉄道インフラからのビッグデータに対し、分析、予測、シミュレーション技術を駆使して、電車内の混雑度合いから駅構内を歩く人の流れまで、多角的に分析し、可視化することができる、交通事業や社会に貢献する技術である (図1参照)。

また、人流技術は、その収集するデータや提供するエンドユーザーごとにさまざまな視点やスコープでの情報を可視化して提供する (図2参照)。

カバーするスコープとして、空間的には、監視カメラが撮影する特定エリアの人流から、駅構内全体、さらには都市レベルの路線内人流など、分析・可視化するエリアの広さで分類される。また、時間軸では過去、現在、未来の人



注：略語説明 IC (Integrated Circuit)

図1 | 人流技術の構成

人流技術は鉄道インフラから情報を収集し、多角的に分析・可視化して、サービスとしてエンドユーザーに提供するレイヤー構成で成り立っている。

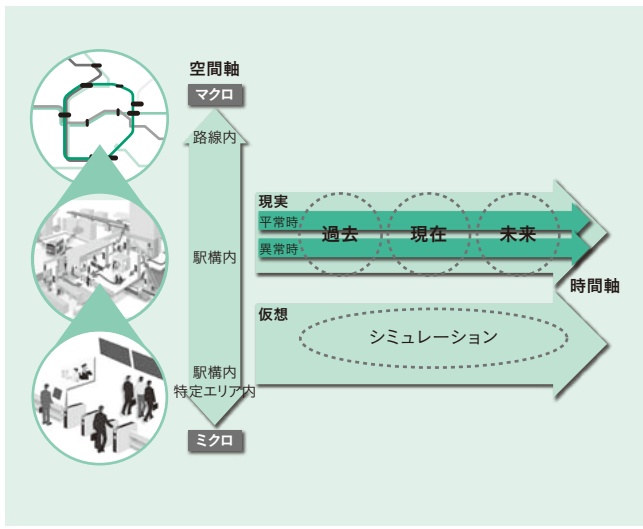


図2 | 人流技術がカバーするスコープ

空間軸では、駅構内の特定エリアの人流、駅構内全体から都市の路線内人流まで、可視化するエリアの広さで分類される。また、時間軸では過去、現在、未来のスコープから仮想のシミュレーションも可能となる。

流の状態をそれぞれ固有の技術で可視化すると同時に、「もしも～だったら」という仮想設定をベースにしたシミュレーションも可能となる。

### 3. 人流システムと導入事例

本章では、各人流技術を活用したシステムと3つの導入事例を述べる。

#### 3.1 路線内人流分析システム

列車や駅の現場データおよび乗客の移動データを集約・分析し、輸送サービスの品質向上に役立てる。

(事例1) 在来線混雑可視化システム [東日本旅客鉄道株式会社 (以下、「JR東日本」と記す。)との共同研究]<sup>1)</sup>

首都圏在来線の列車位置情報と、乗車人数情報をリアルタイムに集約・結合し、地図上に可視化していく。

列車の運行を管理する指令員に対してこの画面を提供することで、運行乱れ時の状況把握と、列車の間隔調整などの運転整理判断を支援する (図3参照)。

(事例2) SCOREシステム (JR東日本との共同研究)<sup>2)</sup>

輸送障害が乗客に与えた影響を定量的に評価するため、乗客の総損失時間を表すSCOREという指標を開発した。

乗客の移動データを用いて、輸送障害時の移動時間と通常日の移動時間の差を求め、乗客の損失時間の時系列変化を可視化する。

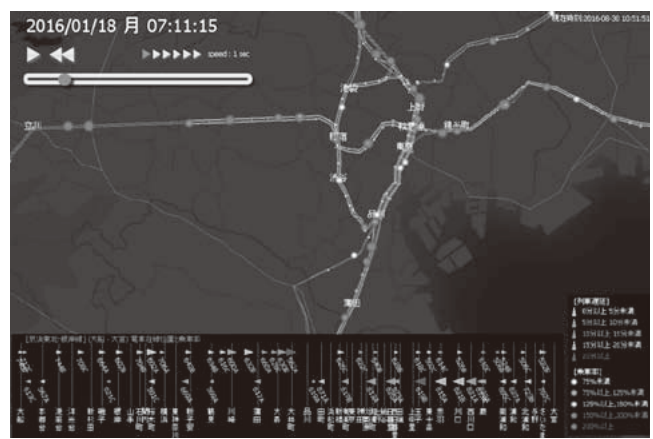


図3 | 在来線混雑可視化システム (JR東日本との共同研究) 各列車の混雑度が色で表現されている。



図4 | SCOREシステム (JR東日本との共同研究)

輸送障害が乗客に与えた影響を定量的に表現している。

SCORE分析結果は、輸送障害規模の把握だけではなく、折り返し運転など運転整理の効果を振り返る際にも有効である (図4参照)。

### 3.2 駅構内人流分析システム

駅での乗客の安全を管理する駅務員に対し、駅全体を俯瞰 (ふかん) するような画面で駅の混雑状況を可視化することで、現在の混雑対策や将来の駅改善に向けての検討を支援する (図5参照)。

各種鉄道システムの情報やセンサーなどからの乗降人数や改札口から入る人数を用いて各乗客の移動ルートを実シミュレートすることで、駅構内全体の乗客の動きを俯瞰することができる。この情報を基に、新駅の計画や既存駅工事時の旅客誘導計画を立てることが可能である。また、この情報をほぼリアルタイムに駅務員に提示することにより、駅構内の混雑時に入場規制などをする必要性や、駅構内施設の制御、駅務員の配置などの判断に活用できる。さらに予測技術を適用することで、数十分先の混雑を予測し、危険な状態になる前に人員を配置して適切な対処を取ることが可能である。

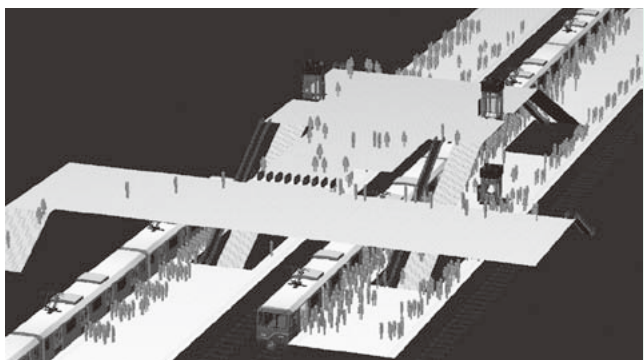


図5 | 駅構内人流分析システム

改札口周辺の混雑度合いを列車の到着などとリンクしてシミュレーションする。

### 3.3 カメラ映像人流分析システム

人流を検知するためには、さまざまなセンサーが考えられるが、既存のインフラとして設置されている監視カメラを活用できれば、鉄道事業者にとっては初期投資が少なく済む。しかし、監視カメラ映像は個人が特定できてしまう情報が含まれる場合があり、個人情報保護やプライバシー問題をクリアできなければ、監視カメラを人流検知のセンサーとして使うことは不可能であった。

今回開発したカメラ映像人流分析システムは、監視カメラ映像から人流として活用できる混雑情報だけを抽出することに成功し、プライバシーに配慮したサービスを実現する。

(事例3) 駅視-vision<sup>※)</sup> [東京急行電鉄株式会社 (以下、「東急電鉄」と記す。) 納め]

2016年10月より東急電鉄のモバイルアプリケーションにおいて、駅の混雑情報を表示する機能が顧客に向けて正式に配信開始された。今後、一部路線を除く全駅に展開される予定である。

表示されるのはカメラ映像そのものではなく、映像内の人の位置、移動方向を検知し、背景画像に方向付きアイコンを重畳して合成することによって、直観的に混雑度が分かる画像とした。これらの技術により、映った人物の特徴や個性などプライバシーに関わるものは一切排除した形で配信される (図6参照)。

この機能により、自宅に居ながらにして最寄りの駅の混雑度がスマートフォンで分かるため、雪の日など電車の運行が乱れ、駅が大混雑となって駅への入場規制がかかるような日でも、移動ルートを変更したり、自宅で待機したりするなどの行動を判断する一助となる。一方、鉄道事業者

※)「駅視-vision」は、東京急行電鉄株式会社の登録商標である。



図6 | 東急電鉄モバイルアプリの情報サービス「駅視-vision」

駅の混雑状況を、人の位置にアイコンを重畳表示することで、プライバシーに配慮しつつ直観的に配信している。

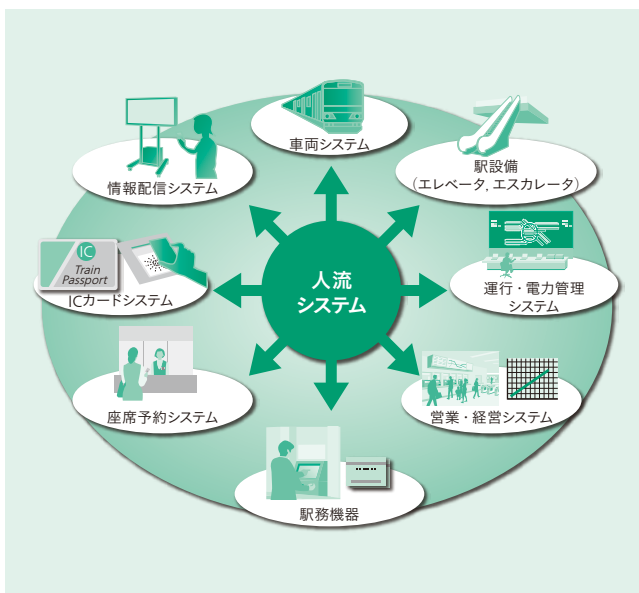


図7 | 既存の交通システムと人流システムの連携の可能性

人流システムはさまざまな既存のシステムとの連携、統合によりシナジー効果を創出し、新たな顧客価値を提供していく。

にとっては、駅の混雑軽減にも役立つ。

#### 4. 人流システムの今後の展開

人流技術は発展途上の技術であり、分析精度の向上など、更新とさらなる改良が今後必要である。また、さまざまな既存のシステムとの連携により、付加価値を向上させるだけでなく、シナジー効果による新たな顧客価値創造をねらっていく。

人流技術として、これまでにニーズとスコープに合わせて、路線内人流技術、駅構内人流技術、カメラ映像人流技術の開発を行い、経験を蓄積してきた。今後は、これらの個別技術をさらに統合し、トータルな人流をフレキシブルなスコープでユーザーが自由に見ることができるよう推進していく。

さらに、日立グループの強みを生かすべく、現状日立が納入している交通系システムから収集できるデータの性質、それらのデータの組み合わせによって算出できる新しい評価指標、それらが創出する新しい顧客価値を検討している。

日立は交通関係では、保守システム、機器管理システム、座席予約システム、運行管理システム、エレベータ運用システム、エスカレータ運用システム、電力管理システムなど多岐にわたってシステムを交通事業者へ納入してきた実績がある。これら制御技術のバックグラウンドを活用し、人流技術にさらに磨きをかけていく予定である(図7参照)。

#### 5. おわりに

人流技術は、まだ一般的には聞き慣れない始まったばかりの技術ではある。しかし、交通事業者をはじめ、街づくりや公共交通インフラには欠かせない、システムのプラットフォームとなるというビジョンを持ち、今後も技術開発を推進していく予定である。

#### 参考文献

- 1) S. Sakairi: New Transport Arrangements using ICT, 11th World Congress on Railway Research (2016.5)
- 2) F. Tsunoda et al.: Customer-Oriented Evaluation Method of Railway Performance, 6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis, RailTokyo2015 (2015.3)
- 3) M. Fujiwara, et al.: Passenger flow simulator for systematic optimization of station layout and train timetable, 6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis, RailTokyo2015 (2015.3)
- 4) 米司, 外: Tracklet特微量とMean-Shiftクラスタリングによる歩行者流量推定方式の提案, CVIM (2013.9)

#### 執筆者紹介



##### 松隈 信彦

日立製作所 ICT事業統括本部 社会システム事業部  
交通情報システム本部 IC乗車券開発センタ 所属  
現在、人流システムの市場展開に従事



##### 大沢 隆之

日立製作所 ICT事業統括本部 社会システム事業部  
交通情報システム本部 IC乗車券開発センタ 所属  
現在、人流システムの基本設計に従事



##### 額賀 信尾

日立製作所 研究開発グループ 東京社会イノベーション協創センタ  
顧客協創プロジェクト 所属  
現在、鉄道分野・アーバン分野での顧客協創に従事  
人工知能学会会員、情報処理学会会員、電子情報通信学会会員、  
日本音響学会会員



##### 大塚 理恵子

日立製作所 研究開発グループ システムイノベーションセンタ  
知能情報研究部 所属  
現在、鉄道分野における混雑分析の研究に従事  
日本交通学会会員



##### 加藤 学

日立製作所 研究開発グループ 機械イノベーションセンタ  
輸送システム研究部 所属  
現在、駅構内人流分析システムの研究開発に従事  
技術士(情報工学部門)  
情報処理学会会員