

鉄道駅空間デザインへの 人流シミュレーション技術適用

—顧客協創アプローチ—

Application of Pedestrian Flow Simulation to Train Station Design Based on Customer Co-creation Approach

瀬戸 宏一

Seto Koichi

濱田 朋之

Hamada Tomoyuki

峯元 長

Minemoto Takeshi

生駒 要

Ikoma Kaname

鉄道駅空間における動線設計では、安全・安心や移動快適性に加えて、エキナカ（駅構内の商業スペース）消費促進との両立、周辺再開発に伴う駅利用者変化への対処が求められている。

日立グループは、従来、現場の経験知でなされてきたこのような変化への対応において、人流シミュレーションを活用したPDCA（計画、実行、評価、改善）・顧客協創型の駅空間コミュニケーションデザイン手法の確立に取り組んでいる。これは行動観察・分析と人流シミュレーションにより、将来予想や改善効果の見える化を行い、顧客協創を活性化させるものである。

2009年9月から、隣接地区に再開発が予定される近畿日本鉄道株式会社大阪上本町駅をフィールドに、この手法の実践トライアルに取り組んできた。

1. はじめに

再開発などの進展とともに、オフィスや居住設備、商業設備など複数の機能が集約された複合空間が数多く形成されつつある。また、駅構内における商業スペース、いわゆるエキナカ店舗の増加とともに、駅空間は単なる通過空間から消費を創出する滞留空間の要素も兼ね備えるようになってきた。このような複合空間では、単純に目的地へ向かう移動行動以外に、商店街を散策する回遊行動、イベントなどへの滞留行動など、さまざまな人の流れが発生する。

そこで、このように複雑化した人の流れを適正化することで、快適性や収益性の向上を図り、複合空間のさらなる価値向上が期待できる。このような背景の下、日立グループは、国立大学法人横浜国立大学や株式会社ジェイアール東日本企画、株式会社モザイクと協力して人流シミュレーション技術の開発を進めてきた。

ここでは、人流シミュレーション技術を顧客協創型の鉄道駅空間デザインへ適用した事例について述べる。

2. 人流シミュレーション技術の概要

2.1 計算アルゴリズム

主に災害時の避難行動などを対象とした従来の流体的なモデルに対して、この技術では、複雑で多様な人の動きを扱うため、セルオートマトンと呼ばれる計算モデルを用いている（図1参照）。

セルオートマトンは、格子状に区切られたセルの状態とその周囲のセルの状態に応じて変化させることで多様な群集の動きを再現する。セルに人が「いる／いない」という状態を割り当てて、あるセルにいる人が次にどちらに移動するかを周囲のセルの状態と人の行動特性に基づく状態遷移規則によって決定する。このように人の行動を単純化することで、数万人規模の群衆行動を短時間で計算可能としている。

2.2 シミュレーションの入力と出力

人流シミュレーションでは、まず通路や壁、階段などの空間レイアウトを設定し、そこに案内サインなどの誘導情

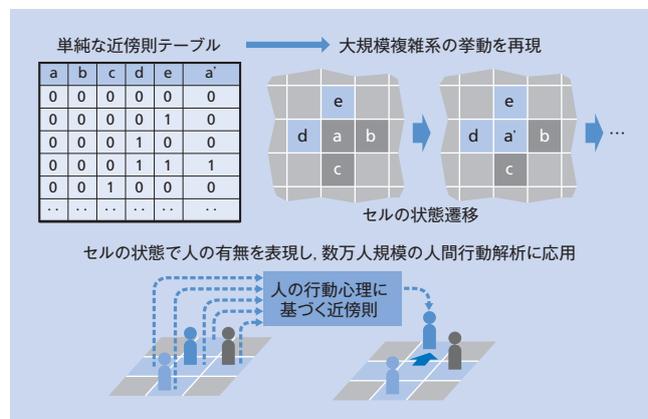


図1 | 人流シミュレーションの計算モデル

格子状に区切られたセルの人の有無の状態を、その周囲のセルの状態に応じて変化させることで人の動きを再現する。

報、店舗やイベントなどのアトラクタ（人を引き寄せるもの）を配置していく。このような形で設定された空間に流入量として指定した群集が流れ込んだときの人の流れをシミュレーションによって再現する。再現された人の流れは、直感的なアニメーションとして、あるいは空間の各領域における混雑度や、人と人との交差頻度を示す数値指標で評価することができる。

3. 駅空間における人流シミュレーションの有効性と課題

3.1 駅空間へのニーズの多様化

鉄道駅は従来から移動目的を満たすための機能価値が求められる空間であり、動線設計や案内誘導にあたっては移動の効率性や快適性、安全・安心確保への配慮が強く意識されている。

しかし、少子高齢化に伴う人口減や内需停滞の中、鉄道事業でも輸送業のみならず、その優位ロケーションや既存の保有資産を生かした流通・不動産事業が活発化している。価値観の多様化やウィッシュトリップ（旅行や趣味・買い物などの自由目的に基づく移動）の需要増もあり、駅利用者は単なる移動空間以上の感性価値を、駅に求めてきている。

さらに、鉄道駅は生活や行動の重要な拠点であることから、周辺市街地の再開発などに伴う利用状況やニーズの変化に応じて適時対処することが求められている。

3.2 人流シミュレーションの有効性

このようなさまざまな変化や多様化への対応にあたっては緻（ち）密な事前検証が求められる。例えば、既存のココンコースへの新規出店が、移動快適性を優先する駅利用者にとって迷い・戸惑いや交錯の要因になるような事態は避けなければならない。また、新設サインに利用者が群がり、滞留や動線交錯の誘因になってしまわないようなロケーション上の配慮も必要である。

しかし、前述したような多岐にわたる影響因子を踏まえつつ、新規出店やサイン新設によって、最終的には現場の人の流れがどのようになるのかを、現場の経験知だけで判断するには限界がある。

人流シミュレーション技術を用いた科学的・定量的な検証アプローチを用いることで、空間構造・サイン変更などの環境変化や、周辺再開発による利用者の量的・質的变化に伴う実世界の人の流れの変化が予測できるようになり、駅空間利用の可能性も広がっていく（図2参照）。

3.3 適用に向けた課題

人流シミュレーション技術の適用に際しては、多様な観点での現状分析が求められる。具体的には、駅利用者のプロファイリングや行動分析、人流の実態把握、駅空間の活用状況把握、周辺環境動向の把握と駅利用への影響分析などが挙げられる。これにより、人流シミュレーションに必要な人流や量、将来変化などの基礎データを取得できるだけでなく、当該技術の適用を通じて何を検証すべきか

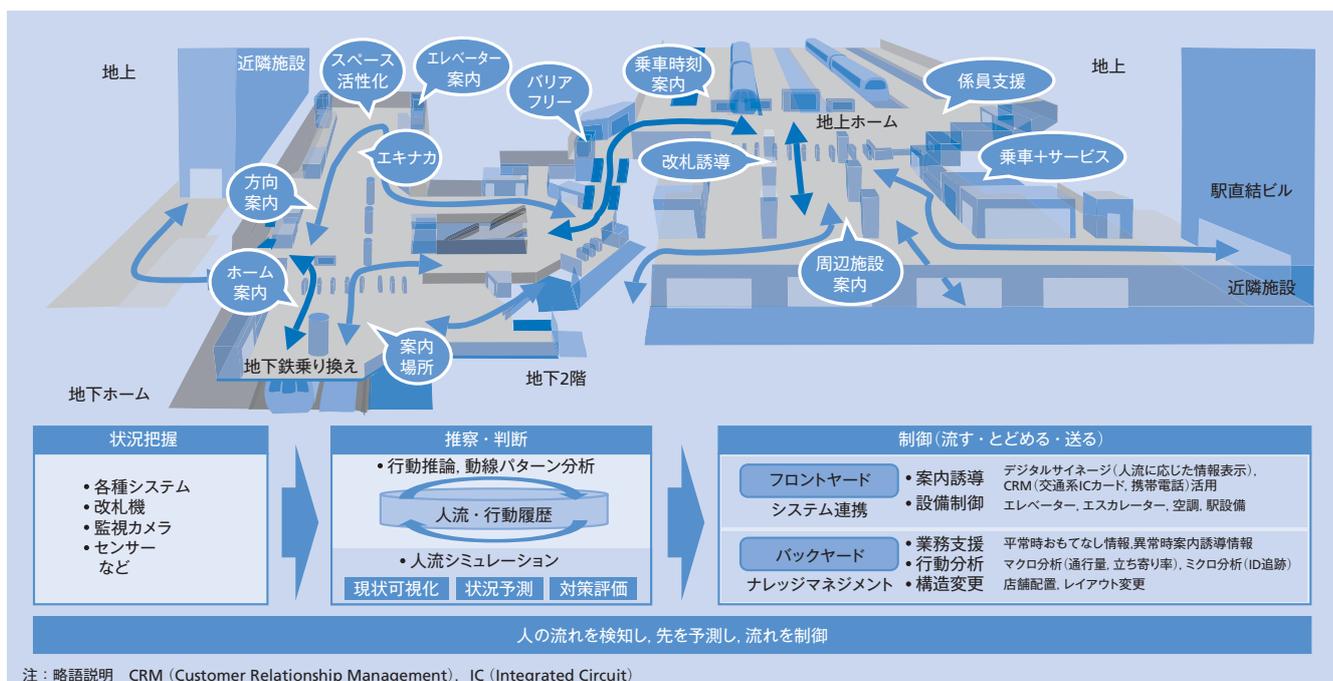


図2 | 人流シミュレーションを活用した駅空間コミュニケーションデザイン

人の行動センシングと行動観察やヒアリングなどによる利用状況やニーズ変化の把握、改善案などのアイデアを人流シミュレーション技術につなげることで、人の行動を予測しつつ、空間の動線構造をダイナミックに変容させていく空間コミュニケーションデザインへの展開が考えられる。

が浮き彫りになる。

また、結論としての対策を見極めていくにあたっては、フィールドをつかさどる鉄道事業者との密なる共同検討、すなわち顧客協創の枠組みが不可欠となる。

4. 人流シミュレーションによる「駅空間コミュニケーションデザイン」

4.1 PDCA・顧客協創アプローチ

日立グループは、暗黙知を形式知化して陽に問題を解決するためのPDCA (Plan, Do, Check, and Action) ・顧客協創アプローチを実施している。具体的には、(1) インタビュー、利用状況調査による「現場知の共有化」、(2) ブレーンストーミングによる「集団の中で生まれる知の活用」、(3) 「見える化」、プロトタイプング技術による「視覚化、外在化、形式化」、(4) クリエイティブシンキングによる「製品化への結び付け」の創造型プロセスである。

さまざまな事業者や利用者が関係する「駅空間コミュニケーションデザイン」においては、上記のようなプロセスを通じて、それぞれの立場が提供すべき価値について納得し合い、共感しながら価値創出を実現する顧客協創アプローチが重要である。

4.2 人流シミュレーション技術とデザイン力の融合

顧客視点を獲得する代表的な手法としては、ユーザーの行動を目視観察するとともに、記述、音声記録、写真、ビデオ撮影などの記録を活用した分析を行うことで、問題の構造化や課題抽出を行う定性分析がある。

この定性分析によって発掘された視点に人流シミュレーションの視点を加え、定性的調査・分析で明らかとなった課題に対して、さまざまな解決策をシミュレーションによる定量的評価も交えて比較検討しながらPDCAのサイクルを回すことで、顧客協創におけるさらに深い共感と価値の創出が期待できる。

5. 実践トライアル

5.1 大阪上本町駅の概要

近畿日本鉄道株式会社の大阪上本町駅は、地上のターミナル駅部分と地下の相互乗り入れ駅から成り、多くの利用者は通過駅、乗り換え駅として利用していると考えられる。地上と地下のそれぞれに改札があるため、駅構内での利用者動線が複雑化している。また、再開発によって駅に併設される文化・商業施設の開業が予定されており、乗降客の劇的な増加と利用者行動の大きな変化が予想される。

5.2 利用者行動調査

駅利用者のプロファイリングや行動分析、人流の実態把

握を目的として、まずは現場観察による定量調査と定性調査を行った。

駅改札内10か所に調査員を配置して、通行量と動線追跡の記録調査を行った。時間帯は平日朝の通勤・通学ラッシュを過ぎた午前、人が少ない午後、帰宅ラッシュになる夕方の3時間帯で実施した。動線追跡では、8か所の地点を通過した旅客の歩行経路、立ち寄り先などを記録し、延べ706人分のデータを得た。また、目視での利用者年齢層、性別、立ち寄り個所での行動、立ち寄り後の行動内容などを詳しく観察した。

以上の調査により、改札内の旅客流動の物量と動線パターンを把握すると同時に、改札内での「回遊」、「滞留」、「追従」、「交錯」の行動パターンを導き出した(図3参照)。

5.3 駅関係者ヒアリング調査

目視観察ではとらえられない駅利用者の思いを把握するため、平日/休日における上記3時間帯の改札内・外で233人の呼び止めヒアリングを実施した。ヒアリングでは、「迷い・戸惑い」、「制約・負担」、「集団・待ち合わせ」、「比較・購買」の行動が見られた駅利用者利用目的、駅への要望・意見などを聞いた。

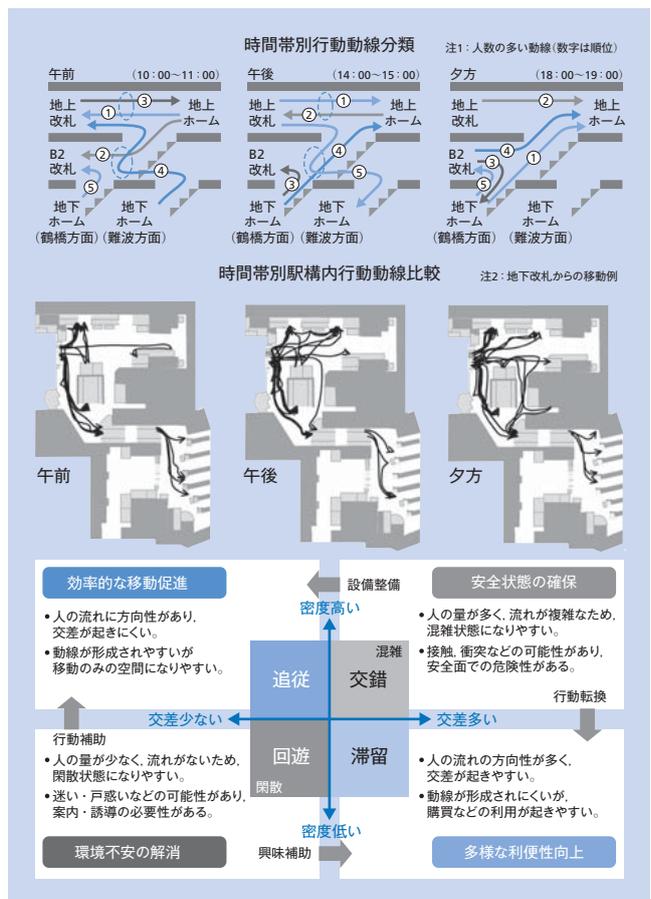


図3 | 行動調査で抽出した改札内動線と行動のパターン
時間帯によって動線が明確に分かれ、特徴行動が見られた。各個所で行動パターンに適した問題解決のための目標設定が必要である。

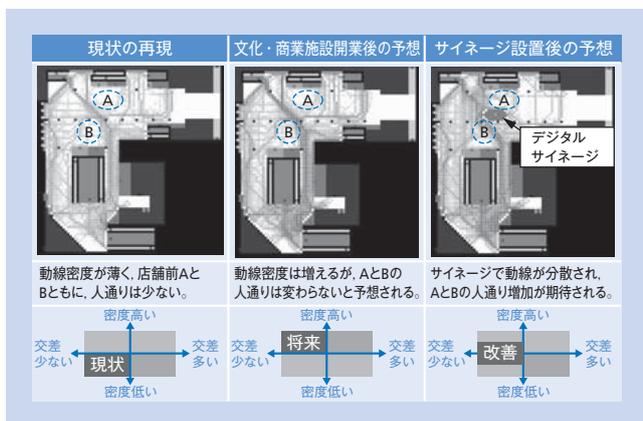


図4 | シミュレーションにより予想される動線変化

文化・商業施設の開業で増える人通りを移動式デジタルサイネージで分散させることで店舗前(A, B)の人通り増加が期待される。

調査結果を基に、駅利用者行動プロファイリングと再開発ビル開業時の駅周辺環境影響分析を行い、問題点の把握と課題抽出を行った。分析の結果、「迷い・戸惑い」、「比較・購買」行動に特徴行動があることがわかった。

5.4 駅空間コミュニケーションデザイン

分析結果を基にブレインストーミングとアイデア展開を行い、特に駅利用者と駅関係者の相互の問題解決が考えられるアイデアの一つとして、改札内空間への移動式デジタルサイネージの設置について検討した。通常は利用者に案内・誘導情報を提供し、エキナカ店舗店員、駅係員が利用する際は、情報提供支援を行うことで、駅利用者の「迷い・戸惑い」の軽減と「比較・購買」の向上を図るものである。

この移動式デジタルサイネージの設置位置による動線変化を視覚化するために、人流シミュレーションによってプロトタイピングを行った。その結果、デジタルサイネージの位置変更により、気づきにくく、立ち寄りにくかったエキナカ店舗への人の誘導が促され、さらに周辺通路の混雑解消も期待できることがわかった(図4参照)。

さまざまな問題や解決策の見える化を行うことにより、関係者間で共感と価値の創出が得られ、現場での実践に向けた議論を継続して行っている。

6. 課題と今後の展開

人流シミュレーションは、アトラクタなどの人の行動に影響を与える因子が設定された下での計算結果を示すものである。実際の空間の中から何をアトラクタとして設定するか、あるいはその影響度をどのようにするかは、これまでに見てきたような実際の現場の行動観察やヒアリングを通して見極めていく必要がある。また、シミュレーションによって得られた改善策などのアイデアを実際に適用していくうえでも工夫が必要である。アトラクタの特定と具現

化のためのノウハウを、このようなトライアルを通して蓄積していくことが今後の課題である。

その一方で、人の行動を各種のセンサーでとらえる実世界センシング、あるいは時間、場所、状況に応じてさまざまな情報を提示するデジタルサイネージが実現あるいは一般化しつつある。このような技術と人流シミュレーション技術をつなげることで、人の行動を予測しつつ、空間の動線構造をダイナミックに変容させていくような新しい空間コミュニケーションデザインへの展開が期待される。

7. おわりに

ここでは、人流シミュレーション技術を顧客協創型の鉄道駅空間デザインへ適用した事例について述べた。

社会の成熟化につれて新たな価値創造が求められる中、人流をデザインするという独自の観点から、今後とも駅空間など多様な公共空間の価値創造に貢献する所存である。

人流シミュレーション技術の実践トライアルに際して、快くフィールドを提供していただくとともに、現場からの貴重なご意見をいただいた近畿日本鉄道株式会社の関係各位に深く謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 森下, 外: 交通流・人流のマルチエージェントシミュレーション, システム/制御/情報, Vol.46, No.9, p.532~538 (2002.9)
- 2) 浜田, 外: 公共空間における滞留行動評価のための大規模群集シミュレーション, 情報処理学会第72回全国大会公演予稿集(第2分冊), p.83~84 (2010.3)

執筆者紹介



瀬戸 宏一

1991年日立製作所入社, 情報・通信システム社 経営戦略室 事業戦略本部 融合事業統括部 所属
現在, 都市・交通分野を中心とする社会イノベーション関連の情報新事業の開発に従事



濱田 朋之

1986年日立製作所入社, 機械研究所 輸送システム研究部 所属
現在, 昇降機および都市関連システムの開発に従事
博士(工学)
日本機械学会会員, 情報処理学会会員



峯元 長

1993年日立製作所入社, デザイン本部 インキュベーションデザインセンター 所属
現在, 新技術応用サービス, ソリューションデザインに従事
法政大学デザイン工学部・大学院デザイン工学研究科非常勤講師
日本デザイン学会会員



生駒 要

1997年日立製作所入社, トータルソリューション事業部 公共・社会システム本部 社会システム部 所属
現在, 社会インフラ企業向け新サービス・ソリューションの開発に従事