

# 駅構内旅客流動シミュレーション

青木 俊幸(研究開発推進室 JR部長)

## はじめに

駅の屋根を取りさり、ホームやコンコースを真上から俯瞰し、刻一刻と変化する複雑な旅客の移動状況を動的に見ることが出来れば、各地点の流動のサービスレベルが理解でき、駅を計画する時の問題点の把握や、改良効果が容易に判断できます。これを実現したのが、「旅客流動シミュレーション」です。このシステムは既にJRやそれ以外の100駅以上の計画に利用されています。

このシステムが使われるケースとしては、新設の駅や大規模な駅の改良の計画案を判断する時のほか、将来の乗降人員の増加や列車の運転間隔の短縮等を想定し、どの時点で設備容量が不足し、改良が必要になるかを検討する場合があります。朝通勤時の混雑緩和対策として、運転間隔を短縮することを考えたとき、ホームには従来より多くの旅客が流入することになり、ラッシュ時の限界の基準である、「次の列車が到着する以前に、前の列車の降車客をホームから流出させること」の確保が難しくなり、結果的に増発が不可能となる場合も考えられ、事前の検討が必要となるからです。

## 旅客流動シミュレーションの実施例

図1は都心地下駅で、朝通勤時に輸送量の増大に対応して、運転時隔を短縮したという想定で実行した例です。

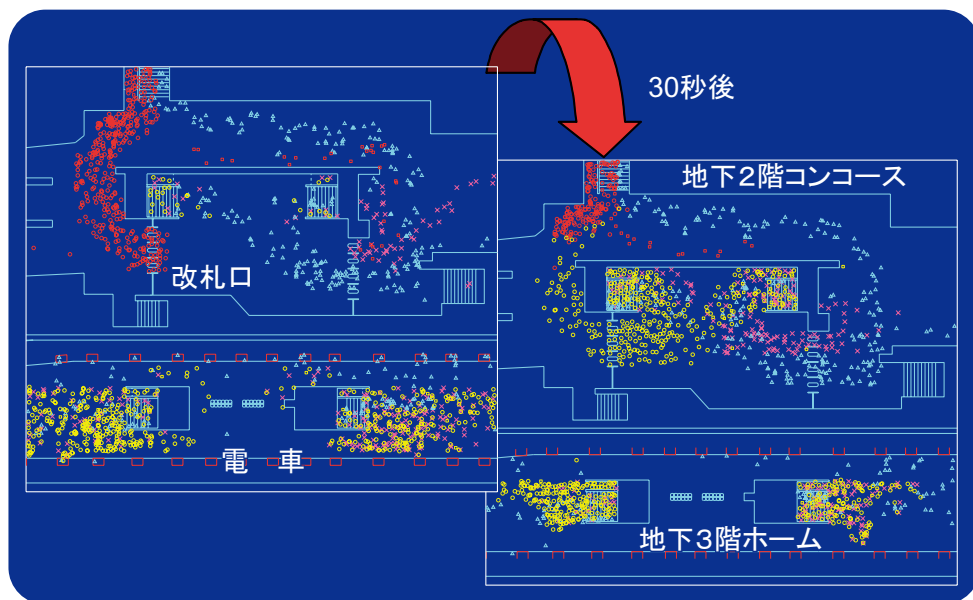


図1 旅客流動シミュレーションの出力例

出力図は改札口がある地下2階とホーム階である地下3階を表示し、電車到着30秒後と更に30秒後の出力を掲げています。

図の中で、旅客は色別の記号で表示しており、1つの記号が1人の旅客を表しています。ここで、記号が何種類もあるのは、それぞれ目的地や乗降列車が異なる旅客の流動を示すためです。

この駅の流動では、図中上方の階段(およびエスカレーター)へと向かう旅客が主流で、この階段の容量不足が予想されました。

シミュレーションの出力図をみると、この階段の手前で、1本前の電車の降車客(赤い○)に、今度の電車からの降車客(黄色○)が追いついてしまい、階段容量の拡大が必要であることがわかります。

この例のように、特に専門的な知識なしに、将来の駅の流動の様子が一目で把握できることがこのシステムの最大の利点といえます。

駅の空間規模は、利用客数に対し限定されており、一部分の改良のみでは、他の箇所の混雑が増大してしまう場合があります。例えば、ホームの階段を増設すると、改札前の混雑は一層激しくなってしまいます。そこで、駅全体の混雑を比較し、特定の部分に大きなネックをつくらぬようなレイアウトが要求されます。こうした点で、シミュレ

ーションを繰り返し、最適なレイアウトを検討する手法が重要と考えています。

## シミュレーションシステムの概要

このシミュレーションモデルでは、対象旅客を数十種類の行動特性の等しい同一OD(駅構内での出発地点と目的地)を持つグループに区分して扱います。例えば「2番線の電車から西口へ降車するグループ」、「東口から3番線の6号車へ乗車するグループ」等に区分し、各々の流動量を

実測データ等から設定します。

ホームやコンコース等の駅構内平面は、格子状のメッシュに分割し、旅客はこのメッシュ間を移動するとモデル化します。それぞれのメッシュには設備特性（平坦な通路・階段・エスカレータ・改札・壁等）を与え、異なる歩行可能速度を設定しています。

移動の行動は、次のようにモデル化しています。

- ①旅客は自己のODに従い最短ルートを選択する。
- ②混雑時に、斜め前方に移動した方がより早く目的地に到達できる場合は、最短コースから斜行する。
- ③歩行速度は周辺の人口密度により決定される。

このシステムが実用化されている理由は、非常に数が多い通勤客を対象としているからと言えるでしょう。通常の間人行動はモデル化するのが非常に難しいものですが、通勤時の旅客は基本的に駅の構内を熟知しており、あまり余計な行動はとらず、なるべく短い時間で駅構内を抜けようと行動します。こうした場合の歩行速度の変化は、一般化できるものになっています。

旅客の移動はODに従ったメッシュ間の移動とモデル化しているので、各グループにはメッシュ毎にODに従った独自の移動方向を与えます。あるメッシュにいる旅客が最短ルートとして最も自然に選択すると考えられる移動方向を、そのメッシュにおける「一次方向」と呼び、これをデータとして与えておきます。一次方向データのイメージを図2に示します。実際のデータは、矢印の方向を数字で入力します。シミュレーション演算の中では、一次方向に進むと前方の密度が高く、迂回したほうが速度が速い場合はいくつかのルールによって斜めに移動するような行動を選択するようになっています。

旅客の歩行速度は、メッシュの持つ設備的な特質と、密度に従って制御されます。通常、通勤客は自由歩行状態では平均的には1.4m/秒で歩行し、混雑した状況では混雑密度に応じ、歩行速度が低下します。この現象をモデル化し、人口密度と平均歩行速度の関係を決めています。

### 歩行のモデル化

このように、歩行の動線はデータを入力する時に設定しますが、これを適切にしないと、実際はスムーズな流動な

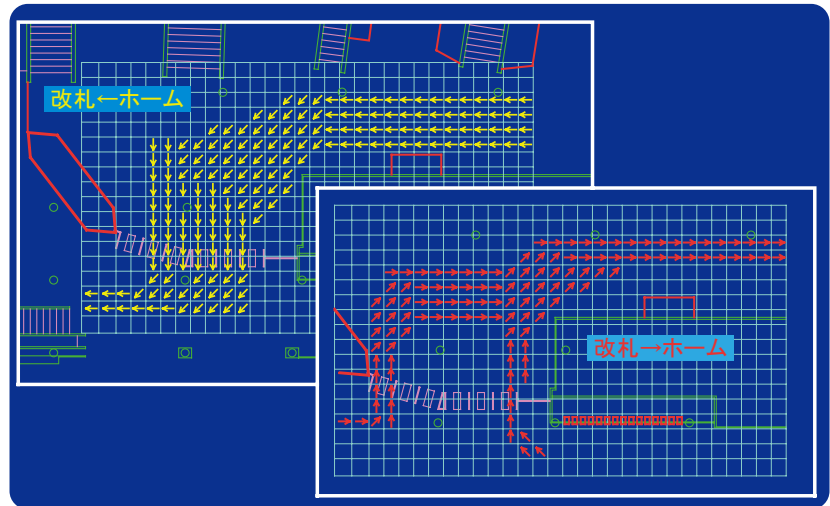


図2 シミュレーションの移動方向データの例

のにシミュレーションではうまく歩けなくなってしまうことがあります。

旅客の移動できる範囲は、矢印があるメッシュだけです。いくら周囲に余裕があっても、データがないメッシュには移動できません。例えば、一列のメッシュだけ右方向と左方向の矢印データが入力され、周辺に全然矢印がないようなデータを作ってしまうと、左右からの流動がぶつかりあってしまっ、なんとしても動かなくなってしまいます。これは単純な例で、実際にそんなデータを作ってしまうことはありませんが、これに近いことは、ままあります。

シミュレーション結果を見て、おかしなところで流動の瘤（こぶ）ができてしまい、データを直さなければならないことはしばしばあります。このように、矢印データをどう設定するか、左右の流れをどの程度の幅で流すか、というデータを作成して思うことは、ほんとうに実際の旅客の流動がうまく形成されている、ということです。

誰かに号令されたわけでもないのに、階段やコンコースで自然に流動の帯ができ、流れる人の数に応じて、変幻自在に太さを変えていきます。こうした性質をよく理解しないと大きな流動が交錯しあう駅のデータをつくることはできません。実際は混んではないのに、大混雑のシミュレーション結果を生みだしてしまいかねないのです。

また、朝夕の流動は慣れた旅客によって見事なものでも、日中にはかなり不器用な流動が現れることがあります。しかし、その時刻では流動量がラッシュ時と比べて非常に少ないので、多少歩きにくくなる程度で済んでしまいます。とはいえ、最初から歩きやすい計画にしておけば、自然とスムーズな流動になるわけです。そのような駅づくりができるよう、これからもお手伝いをしていきたいと考えています。