

八王子駅の1,2番線ホーム行き階段における上りと下りの適切な割合

Appropriate ratio of up and down stairs at Hachioji Station for platforms 1 and 2

岩田隆希
指導教員 大島真樹

サレジオ工業高等専門学校 情報工学科 制御情報研究室

キーワード:八王子, 階段, 人流, シミュレーション, 駅

1. 研究背景

駅などの階段は上りの部分と下りの部分が区切られていることが多いが、その割合が本当に適切なものなのか興味が湧いた。

この区切る割合について調べたが、具体的な計算に基づいて用意されたものであるという情報が見当たらなかったため、自分でシミュレーションすることで適切な上りと下りの割合を調べることができるのでないかと考えた。

2. 研究目的

八王子駅の改札を通ってすぐ正面にある1、2番線ホームにつながる階段において、通行者が上りと下りの割合が1:1の状態よりも減速せずに通行できる割合を実際の数値を用いて検証する。

また、上りと下りの適切な割合が、上る人と下る人の割合と比べてどの程度違ってくるのかについても検証する。

以下の図は実験で使用する階段の場所が示された地図である。



図1.1, 2番線ホーム行き階段の位置

3. 問題点

駅の階段を利用する際に歩行者が溜まってしまうことが多い。

検証する階段の大きさや時間ごとの利用人数を調べる必要がある。

人の状態による移動速度を調べる必要がある。

検証結果として出た適切な上りと下りの割合がそれぞれの利用者の割合と同じになってしまうなど、

研究するまでもない結果がでる可能性がある。

4. 過去の研究

高速道路における上りと下りの車線数を変更することで渋滞を緩和する研究[2]などはあるが、階段における上りと下りの割合の研究は無かった。

5. 研究環境

本実験で使用する環境は以下の通りである。

- OS Windows10

→Windows以外のOSを使用したことがないため、実験の進行がスムーズに行えない可能性がある。

また、Windowsが利用できるPCは既にあるため

- 開発環境 Unity2022.03.29f1(C#)

→Unity以外でも、Pythonなどを使用して開発することもできるが、以前に自分がUnityを使用したいと思い少し触れたことがあるため。

- エディター VisualStudio2022

→学校の授業等で長い間 VisualStudioを使用していて、使い慣れているため。

6. 理論

実験で使用する人が歩く速さは以下の通りとする。[3]

表1. 実験で参照した人の移動速度

場所	速度(ｍ/分)
通路	60
階段	27

1秒ごとの移動速度を設定し、それぞれのモデルを動かしてシミュレーションを行う。その際、移動すると前のモデルと衝突してしまう場合は移動できるようになるまで停止することにする。

衝突の判定にはUnityのRigidBodyを用いる。

7. 実地調査

実地調査を行った結果、現状、階段には上りと下りの明確な仕切りがなく、通行人が自由に広がって通行しているため、混雑時には人がぶつかって詰まってしまっていた。

また、階段の長さは約 12 メートル、横に並んで歩ける人数は 5 人ほどで、30 分間の間に通った人数は下りが約 480 人、上りが約 180 人だった。この調査は、2022 年 7 月 18 日の 15 時頃から行った。

8. 研究方法

階段部分をイメージした長方形のモデルと、人をイメージした円状のモデルを用意し、人のモデルを条件に応じて出現、移動させ、階段を通過させる。

階段の上りと下りの幅を適宜変更し、詰まりが少ない割合を探す。

実際にシミュレーションの際に利用していた環境のイメージは以下の通りである。

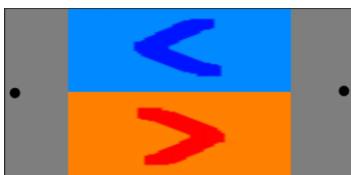


図 2. シミュレーション環境のイメージ

上記の画像のオレンジ色の部分が上り階段（ホームから改札へ向かう）として扱う部分であり、青色の部分が下り階段（改札からホームへ向かう階段）とする部分である。また、両側の灰色の部分は特に何もない床として扱い、画面外へ移動した点は削除する。上りと下りの人は対応しない方の階段を利用できないものとして実験を行う。

9. 実験内容

歩行者のモデルを実地調査で得た人数比と同じ比率で増やしていく、詰まり具合を検証した。人数は、実地調査で得られた人数と比較して 1 倍、2 倍、3 倍、4 倍で検証を行い、下りは等間隔で 1 秒ごとに人のモデルを常に生成し続け、上りは 36 秒ごとにまとめて人のモデルを生成するようにした。計測時間は上りの人を電車が来た時を想定して一気に生成する仕組みの為、電車 10 台分を想定した約 6 分で行った。

詰まり具合は、人のモデルが前にいるモデルに衝突して停止している時間を上りと下りでそれぞれ合計して計測を行った。

今回は、階段の比率を 1:1 の状態と、実験の結果を踏まえて上りを広くした 3:1 の状態の 2 パターンで実験を行った。

3:1 で実験を行った際の環境のイメージは以下の通りである。



図 3. 階段の幅の比率が 3:1 の時のイメージ

10. 実験結果

階段の比率が 1:1 の状態での実験結果は、以下の表の通りである。

表 2. 階段が 1:1 の時の結果

人数	詰まった時間(上り)(秒)	詰まった時間(下り)(秒)
1 倍	106.3	0.04
2 倍	444.8	0.56
3 倍	638.3	1.34
4 倍	836.6	2.38

また、比率を変更して行った実験結果は以下の通りである。

表 3. 階段が 3:1 の時の結果

人数	詰まった時間(上り)(秒)	詰まった時間(下り)(秒)
1 倍	61.6	0.08
2 倍	323.1	0.84
3 倍	471.6	1.86
4 倍	597.2	2.76

この 2 つの実験結果から、上りと下りでは上り階段の方が詰まる時間が長く、下り階段を狭くしてその分上り階段を広くすることで詰まりが軽減されることを確認できた。

11. 考察

利用する人数が少ない上りの方が詰まりが大きくなった理由としては、下りが等間隔で生成されているために同時に通行する人数が少ないと対して、上りは一度に生成するため、同時に階段を利用しようとする人数が多いと考えられる。

12. 今後の展望

実験の結果を踏まえながら、階段の幅の比率を細かく変えていくことで、更に詰まりを軽減することが可能なのではないかと考える。調整を行いながらシミュレーションを繰り返し、適切な比率を見つけていきたい。

また、実際の人数比と適切な区切りの割合の比がどれほど違ってくるのかも調べたい。

・参考文献

[1] 駅構内図（八王子駅） - JR 東日本
<https://www.jreast.co.jp/estation/stations/1227.html> (2022/04/25 時点)

[2] 車線数の動的変更と経路計画の組み合わせによる渋滞緩和方式の提案・評価 - 張 作庭
<https://irdb.nii.ac.jp/00931/0005115704>
(2021/08/30)

[3] 避難シミュレーション報告 - 国土交通省
<https://www.mlit.go.jp/common/001024824.pdf>
(2022/05/23 時点)