

エスカレーター混雑をなくすには

都立戸山高等学校 SSⅡ 杉村 柊

1, 研究の動機・目的

昨年度の研究の中で、渋滞学に興味を持ち、日常生活にも役立つと知ったので、自分でも身近な渋滞現象を研究したいと思った。

エスカレーター付近での混雑を緩和し、よりスムーズに動く方法を見つけることを目的とする。
特に本研究では、エスカレーター付近の人口密度に焦点をあてた。



2,基礎知識

- 渋滞学：
渋滞現象を数理モデルや観測などを用いて理解し，制御しようとする学問.
- セル：仕切られた空間.
- 時間ステップ：
1回あたりに進める時間間隔. 本研究では，1時間ステップは人が1セル進むのにかかる時間を表す.

3, 仮説

密度が大きいと，前の人との間が詰まってしまうと考えられる．密度が小さい程，スムーズに動く予測される．



4, 検証方法①

人々がエスカレーターの入り口に向かうまでの動きをモデルを使ってシミュレーションする。なお、モデルのルールは渋滞学を参考にした。

セル数と人数を変え、そのそれぞれの場合について時間を計測し、密度と一人当たりにかかる時間の関係を検証する。

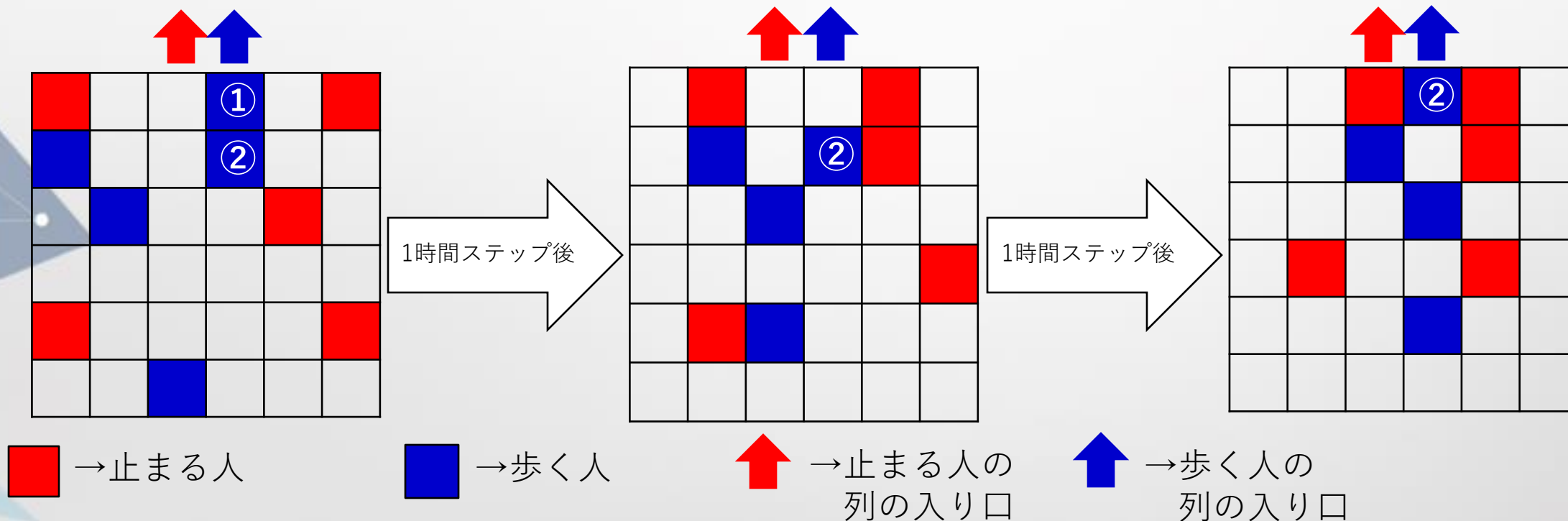
4, 検証方法②

・モデルのルールについて

- ① エスカレーターは1段に最大2人乗ることができる。歩く人は前の人が入ってから1時間ステップ、止まる人は2時間ステップ分空けなければならない。
- ② 人は最初、ランダムに配置し、1時間ステップに最大1セル分進む。
- ③ 人は右、左、前のセルからエスカレーターの入り口に近いものを選んで動く。1セルには最大1人入ることができ、同時に1セルに2人以上進みたいときは、よりたくさんの方が動けるようにどちらか一方を選んで動かす。

4, 検証方法③

- ④ スロースタートルール(前が詰まったら1回休み)を採用.
- ⑤ 上から1列目の真ん中の2列をエスカレーターの入り口とする.



5, 検証結果①

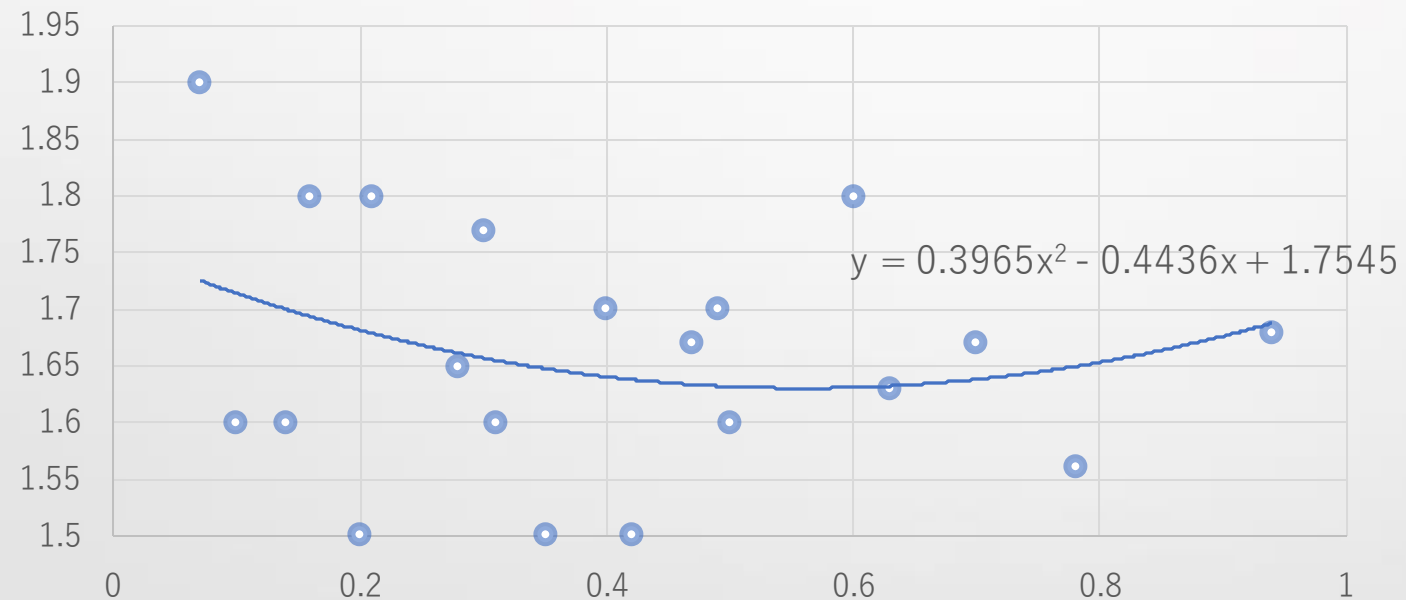
セル数を 12×12 , 10×10 , 8×8 にし, 人数を10人, 20人, 30人, 40人, 50人, 60人, 70人と変えて検証した. 結果は以下の表の通りである. なお, 表の上段は密度(人/セル)を, 下段はかかった時間(時間ステップ)を示す.

セル数 \ 人数	10	20	30	40	50	60	70
12×12	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49
	19	32	54	66	75	90	119
10×10	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
	16	30	53	68	80	108	117
8×8	0.16	0.31	0.47	0.63	0.78	0.94	
	18	32	50	65	78	101	

5, 検証結果②

1人当たりにかかった時間ステップと密度についての散布図は以下の通りになった。

密度と1人当たりにかかった時間ステップ



6, 考察

検証結果①の結果から、**密度の大きさが大きい程、または小さい程、スムーズに動くという訳ではない**と考えられる。

検証結果②の結果から、近似線のグラフの頂点を、平均的に見て、1人当たりにかかる時間ステップが最も少なく、スムーズに動ける密度は**約0.56人/セル**であると考えられる。

これは、密度が大きいと前の人と詰まってしまいが、少ないと人が散らばってしまい、1人当たりにかかる時間が長くなってしまふからだと推測される。

7, 今後の展望

- 今回の研究はルールに則り，紙とペンでシュミレーションを行ったが，Excelのマクロ機能を勉強して，作業を早くしたい。
- 今回は静的フロアフィールドモデル(最短距離を考慮したモデル)のみを使用した，動的フロアフィールドモデル(他者の足跡情報を考慮したモデル)も用いて検証する。

参考文献

西成活裕 『クルマの渋滞 アリの行列 -渋滞学が教える「混雑」の真相-』 技術評論社
『渋滞学』 新潮選書
『とんでもなく役に立つ数学』 角川ソフィア文庫

ご清聴ありがとうございました