

シミュレーションで交通渋滞を考える

2年A組 村田 宏暁

指導教諭 米田 隆恒

1. 要約

私は顧問の先生から車や信号の動きをシミュレーションすることで交通渋滞を減らす研究が行われていると教えていただき、興味を持った。そこで私は交通渋滞のシミュレーターを作り、渋滞について調べることにした。本稿ではその研究の内容を紹介する。なお、今回のプログラムはすべて **JAVA** 言語で作成した。

キーワード 交通渋滞、シミュレーション、**JAVA**、グラフ

2. 研究の背景と目的

私が現在行っている研究は、コンピューターを用いて車や信号の動きをシミュレーションすることで、交通渋滞の発生や解消について調べるものである。

交通渋滞の発生や解消の仕組みがわかれば、効果的な対策を立てることができ、渋滞を減らすことができるようになると考えられる。交通渋滞が減れば、移動にかかる時間が減り、時間を有効に使えるようになるだけでなく、車の燃費が良くなり、限りある資源を有効に使えるようになるなど様々なメリットがある。交通渋滞の発生や解消の仕組みについては、現在も研究中であるため現段階でわかったことを報告する。

3. 研究方法とその結果

(1) 研究事項

今回、私は次の2つの研究を行った。

[研究1] 渋滞交通量について

[研究2] 交通量や信号間隔を変化させたときの渋滞の動きについて

(2) シミュレーターの概要

- ・1本の道路とその途中で信号が1つある。
- ・車は道路の左から進入して、右へ抜けていく。

(3) 用語の定義

渋滞をどう定義するかはいろいろ考えられる。このシミュレーターでは、渋滞を含め、3つの用語を次のように定義することにする。

交通量：単位時間あたりに道路に入ってくる車の数を交通量と定義する。

渋滞：1つの車が信号を通過するまでに2回以上止まったときを渋滞と定義する。

渋滞交通量：渋滞にならない最大の交通量をその条件における渋滞交通量と定義する。

また、渋滞交通量が小さいことを「**渋滞になりやすい**」、渋滞交通量が大きいことを「**渋滞になりにくい**」と呼ぶことにする。

[研究1]

他の条件がどのようなものであっても、交通量が少なければ渋滞にはならず、交通量が多ければ渋滞になる。そこで、条件を変化させながら、渋滞交通量の変化を調べることで、その条件と交通渋滞の関係を調べることができるのではないかと考え、そのようなシミュレーションをするプログラムを作った。

まず十分に少ない交通量でシミュレーションを行い、渋滞にならなければ交通量を増やしてもう一度シミュレーションをする。これを繰り返し、渋滞が発生したときの交通量がその条件下での渋滞交通量であるとわかる。これをある条件を変化させながら繰り返し、グラフを作成した。

[結果1]

図1は信号の赤と青の長さの比を赤45s：青45sとし、車の最高速度と加速度が渋滞交通量に与える影響を調べた。ここで赤45sとは赤信号の時間が45秒続くことを表す。このグラフで(km/h)/sは加速度の単位で、1秒間に速度(km/h)がどれだけ変化するかを表す。線の色は最高速度を表しており、赤は10km/h、緑は30km/h、青は50km/h、黄色は80km/h、水色は100km/hである。

渋滞交通量(台/3分)

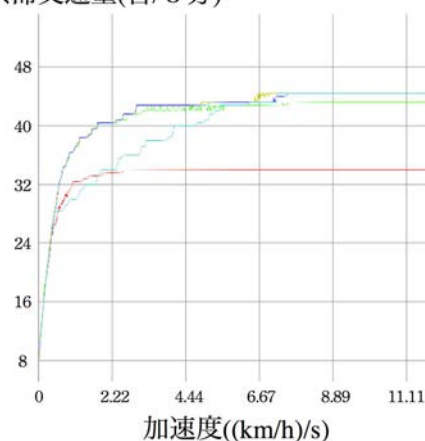


図1 信号の長さ 赤45s：青45s

図2は、最高速度を50km/hとし、信号の赤と青の長さの比と車の加速度が渋滞交通量に与える影響を調べた。線の色は信号の赤と青の長さの比を表しており、赤は赤9s：青81s、緑は赤27s：青63s、青は赤45s：青45s、黄色は赤63s：青27s、水色は赤81s：青9sである。

渋滞交通量(台/3分)

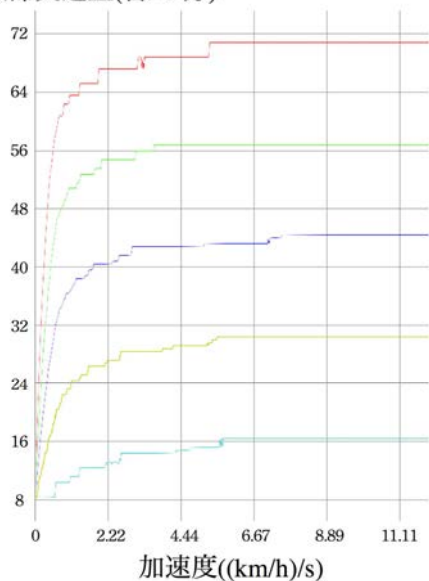


図2 最高速度 50km/h

図3は、信号の赤と青の長さの比を赤 45s : 青 45s とし、車の最高速度と加速度が渋滞交通量に与える影響を調べた。線の色は加速度を表しており、赤は 0.55(km/h)/s、緑は 1.11(km/h)/s、青は 3.33(km/h)/s、黄色は 5.56(km/h)/s、水色は 11.1(km/h)/s である。

渋滞交通量(台/3分)

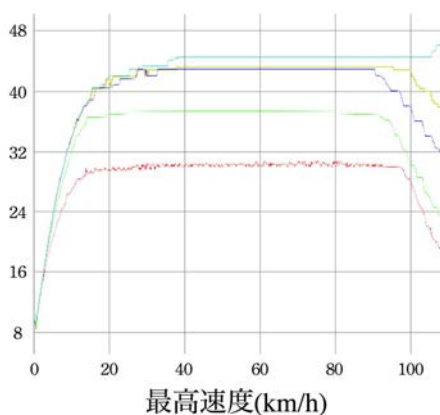


図3 信号の長さ 赤 45s : 青 45s

図4は、加速度を 3.33(km/h)/s とし、車の最高速度と信号の赤と青の長さの比が渋滞交通量に与える影響を調べた。線の色は信号の赤と青の長さの比を表しており、赤は赤 9s : 青 81s、緑は赤 27s : 青 63s、青は 赤 45s : 青 45s、黄色は赤 63s : 青 27s、水色は 赤 81s : 青 9s である。

渋滞交通量(台/3分)

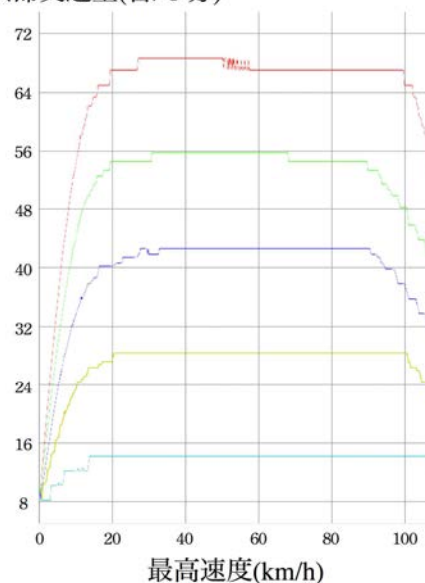


図4 加速度 3.33(km/h)/s

図5、図6は、最高速度を 50km/h とし、車の加速度と信号の赤と青の長さの比が渋滞交通量に与える影響を調べ、グラフを左右で分けたものである。線の色は加速度を表しており、赤は 0.55(km/h)/s、緑は 1.11(km/h)/s、青は 3.33(km/h)/s、黄色は 5.56(km/h)/s、水色は 11.1(km/h)/s である。

渋滞交通量(台/3分)

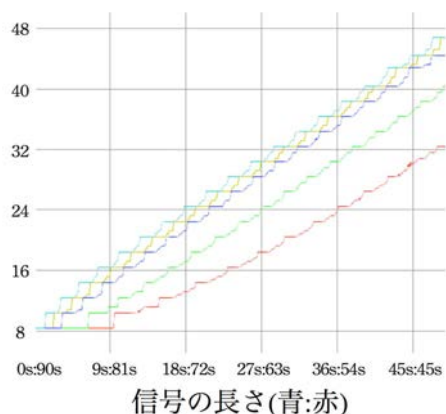


図5 最高速度 50km/h (その1)

渋滞交通量(台/3分)

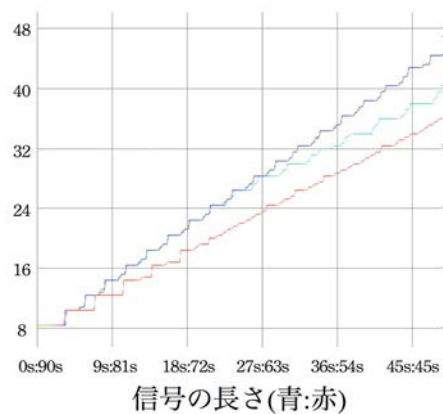


図7 加速度 3.33(km/h)/s (その1)

渋滞交通量(台/3分)

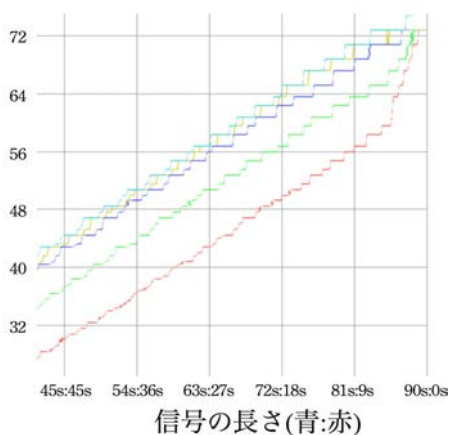


図6 最高速度 50km/h (その2)

渋滞交通量(台/3分)

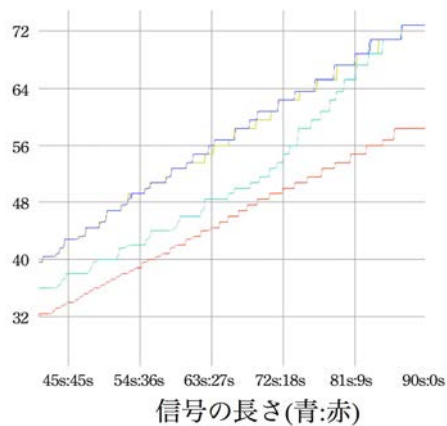


図8 加速度 3.33(km/h)/s (その2)

図7、図8は、加速度を 3.33(km/h)/s とし、車の最高速度と信号の赤と青の長さの比が渋滞交通量に与える影響を調べ、グラフを左右に分けたものである。線の色は最高速度を表しており、赤は 10km/h、緑は 30km/h、青は 50km/h、黄色は 80km/h、水色は 100km/h である。

[研究2]

ここまでで私が作ったシミュレーターは、シミュレーション中に交通量に変化することはなかったため、交通渋滞が一度起こってしまうと、それが解消されることはなかった。しかし、実際には交通量に変化し、交通渋滞が解消される。そこで、私はシミュレーションを行っている途中に交通量を変化させることができ

るようにした。同時に、信号の変わる間隔も変化させることができるようにし、それらを変化させたときの交通渋滞の動きを観察した。

[結果2]

交通量や信号の間隔を変化させた結果以下のような動きをした。

図中の縦線はそれぞれの車の位置を表している。また、色はスピードを表しており、赤に近いほど遅く、青に近いほど速い。また、下の赤色の曲線は車の速度の移動平均を、赤色の直線は車の速度の全体の平均を表している。また、▽は信号の位置を表している。

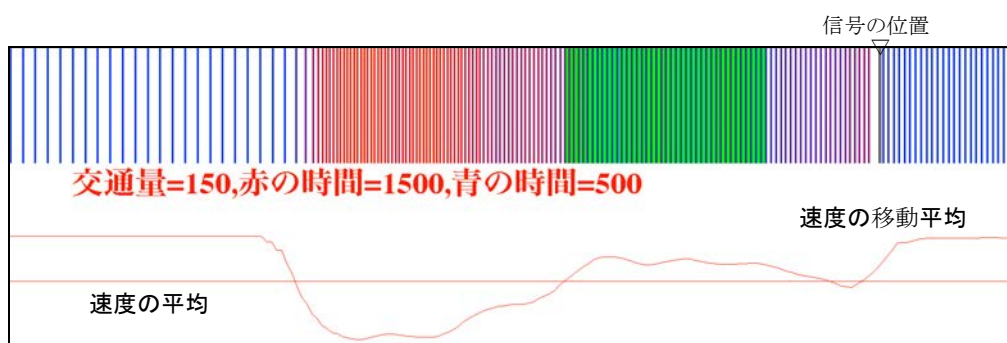


図9 交通量=60台/3分 信号の間隔=赤 67.5s:青 22.5s 信号の位置

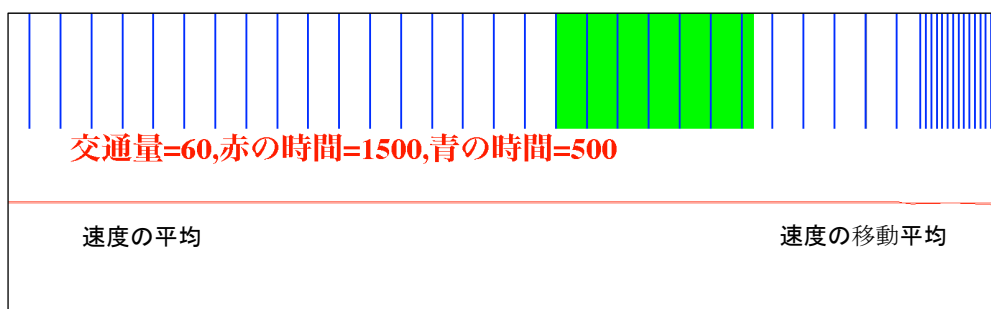


図10 図9から交通量を24台/3分にしたもの 信号の位置

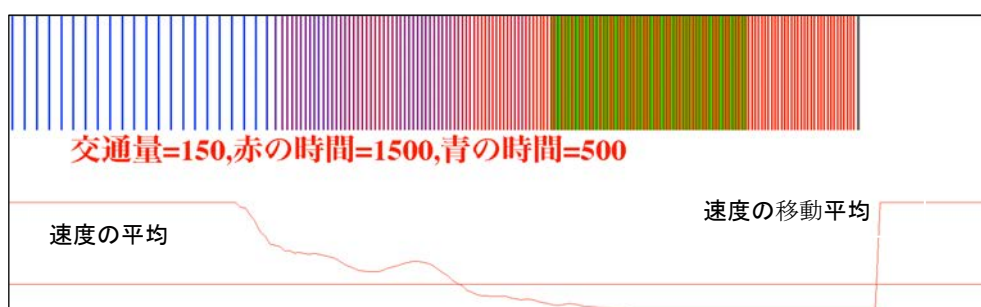


図11 図10から交通量を60台/3分に戻したもの

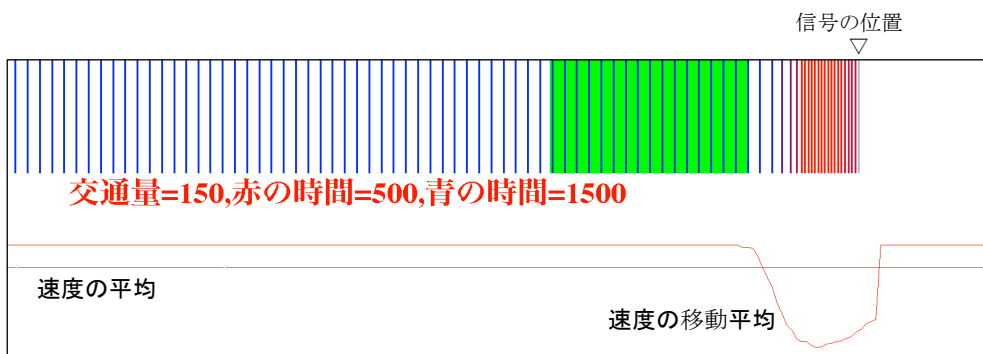


図 12 図 11 から信号の間隔を赤 22.5s:青 67.5s にしたもの

4. 考察

以上から、次のようなことがわかる。

- 図 1、図 2 より、加速度の小さい領域では加速度を大きくすれば渋滞交通量が大きくなるが、加速度が $1(\text{km/h})/\text{s}$ より大きくなると、加速度を大きくしても、渋滞交通量はあまり変化しない。
- 図 3、図 4 より、最高速度の小さい領域では最高速度を大きくすれば渋滞交通量が大きくなるが、最高速度が 20km/h より大きくなると、最高速度を大きくしても、渋滞交通量はあまり変化しない。また、最高速度が 90km/h を超えると、最高速度を速くした際に渋滞交通量が小さくなる。
- 図 5～図 8 より、信号の長さの比を大きくしたとき、渋滞交通量は比例的に大きくなる。
- 図 9～図 12 より、交通量を減らしたり、信号の赤の時間を短くする(青の時間を長くする)と渋滞が解消される。

5. 今後の課題

現在のシミュレーターでは、直線の道しかシミュレーションすることができない。しかし、実際には曲線の道がある。そこで、私はまず曲線の道でもシミュレーションできるようなシミュレーターを作ろうと考えている。また、現在のシミュレーターでは、処理に非常に時間がかかり大規模なシミュレーションができないので、処理を軽くする必要がある。

6. 参考文献

- [1]Math (Java Platform SE 6)
<http://java.sun.com/javase/ja/6/docs/api/java/lang/Math.html>

7. 謝辞

サイエンス研究会物理班の活動において顧問の米田先生をはじめ、多くの先生方に多大なご指導を賜りました。また、先輩方にも多くのアドバイスをいただきました。この場で深く感謝申し上げます。