



横手高校前の渋滞をなくすには

秋田県立横手高等学校 理数科2年1組 数学1班
高橋 慶、海野 智也、神原 悠靖、戸嶋 将幹

1 動機

ある先生が「朝の生徒の送迎で、本校の駐車場が渋滞し、よく苦情がきて困っている」と仰っていた。そこで私たちは、渋滞学からヒントを得て、「駐車場の渋滞の解消」を最終的な目的として研究を開始した。学校前の渋滞の要因は、近隣の信号や駐車場、また駐車場に繋がる道路などにあると推測したが、この全ての要因を考慮に入れて検証することは困難だと考えたため、今回は駐車場の生徒降車用ロータリーの渋滞について考えた。

図1 校舎向かいの生徒降車用ロータリー
※青矢印方向に一方通行、
およそ赤枠内（停車スペース）で降車可
校舎は写真左にある



引用元: Google Map

2 プログラムの製作・実験方法の開発

本来、ルール184では、上記の通り車の存在の有無を0と1で表すが、今回の実験では車を区別するため、それぞれの車に0以外の識別番号を付けた。そして、ロータリーの車の停車を加味したプログラムを制作した。

図2 特殊プログラム例
(流入間隔: 3t、停車時間: 3t、入口との間隔: 13)
※tは単位時間を表すものとする。

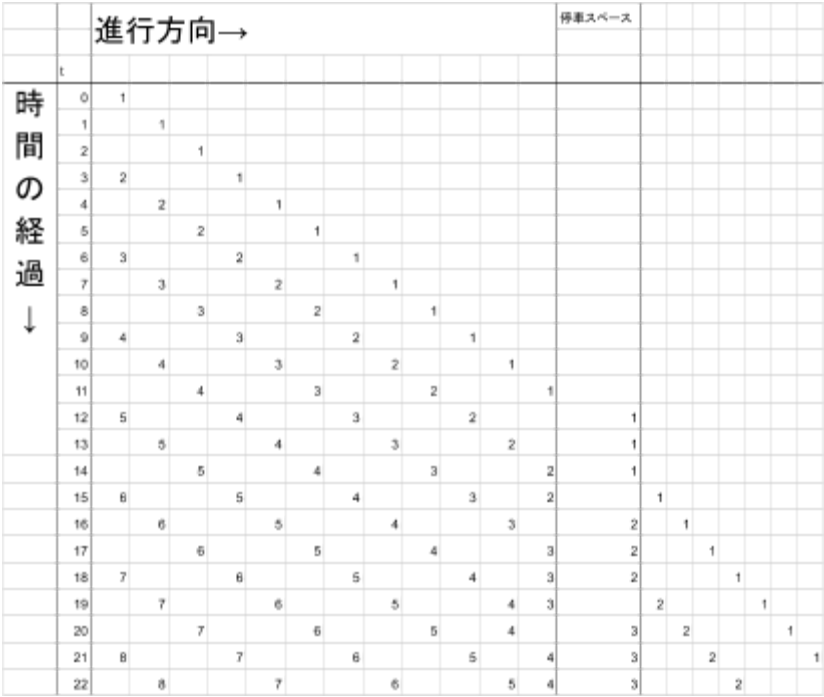


図3 停車スペースのプログラム参照区域
※A~Dのセルは、プログラムに影響しないため、プログラムでは参照しない

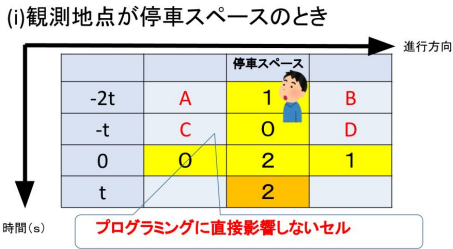
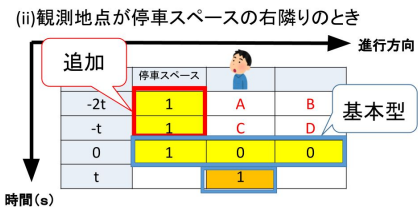


図4 停車スペースの右隣の列のプログラム参照区域
※同上



3 仮説

プログラムにおいてロータリーの入口を設定し、一定期間で車をロータリーに入れたとき、入り口と停車スペースの距離を伸ばすほど、渋滞がでにくくなるのではないかと、という仮説を立てた。そうすることで、ロータリー内に入ることができる車の台数を増やすことができ、渋滞が起こるまでにかかる時間を遅らせることができると考えた。

4 検証方法

この検証の際、入り口と停車スペースの距離を、プログラムの左端から停車スペースのセル数で表した。また、左端のセルには一定間隔で車を流入できるプログラムを施している。例えば、図5では2単位時間ごとに1台車が入るようになっている。停車スペースより前で渋滞が生じた場合、そのまま時間を経過させると最終的にはロータリーに入った車が、入口ですぐに渋滞に巻き込まれるが、このときロータリーに入った車の識別番号を「限界台数」とし、入口と停車スペースの距離を変えたときの限界台数を求めた。

図5 限界台数の定義

| (例) | 入口 | | 停車スペース | ... |
|-----|----|--|--------|-----|
| -2t | | | | |
| -t | | | | |
| 0 | | | | |
| t | | | | |
| ⋮ | | | | |
| N | | | | |

5 実験結果

図6 停車時間・入車間隔変更時(2~4t)の限界台数

| | | 入口との間隔 | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|--------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 流入間隔ー停車時間 | 2-2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| | 2-3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| | 2-4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| | 3-2 | 発生せず | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3-3 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | |
| | 3-4 | 2 | 3 | 5 | 6 | 8 | 9 | 11 | 12 | 14 | 15 | 17 | 18 | 20 | 21 | |
| | 4-2 | 発生せず | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4-3 | 発生せず | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4-4 | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 35 | 38 | 41 | |

図7 図6の各場合を式で表した結果(x:入口からの距離、y:限界台数)

| | | 停車時間 × t | | |
|----------|---|----------|--------|------------|
| | | 2 | 3 | 4 |
| 流入間隔 × t | 2 | y=x | y=x | y=x |
| | 3 | 発生せず | y=2x-2 | y=[3/2x-1] |
| | 4 | 発生せず | 発生せず | y=3x-4 |

6 考察・まとめ

- 予想通り、入り口と停車スペースを離すと限界台数が増加する
- 計測した範囲では1次式による表現が可能
 - ・停車時間を変更しても、流入間隔が2tのときは式が一定である。
 - ・流入間隔と車の停車時間が等しいとき、xの係数がtの係数マイナス1である
 - ・流入間隔が停車時間よりも長くなると渋滞が発生しない
 - これらを利用して様々なシミュレーションを制作したい。