

マルチエージェントモデルを用いた交差点における 自動車交通流のシミュレーション

2021年2月5日

中央大学工学部情報工学科

鳥海研究室

今井陸央

あらまし

本研究では江ノ島から鎌倉方面の国道134号線の現地調査を行う。

次に、マルチエージェントモデルを用いて渋滞のボトルネック箇所をモデル化し、シミュレーションを行う。

最後に渋滞緩和策を検討する。

研究背景

国道134号線，特に江ノ島から鎌倉方面は片側一車線ということもあり，毎週末になると慢性的に渋滞が発生している。



新型コロナウイルスによる影響で屋外で休日を過ごす人が増えた。



大渋滞

A blue thought bubble with a scalloped border is located to the right of the '大渋滞' text. It contains the text '渋滞を無くしたい...' (I want to get rid of traffic jams...).

渋滞を無くしたい...

現地調査

Google Mapsの道路交通状況によると、東方向の道路において行合橋交差点から渋滞が発生していることから、この交差点で現地調査を行うこととする。



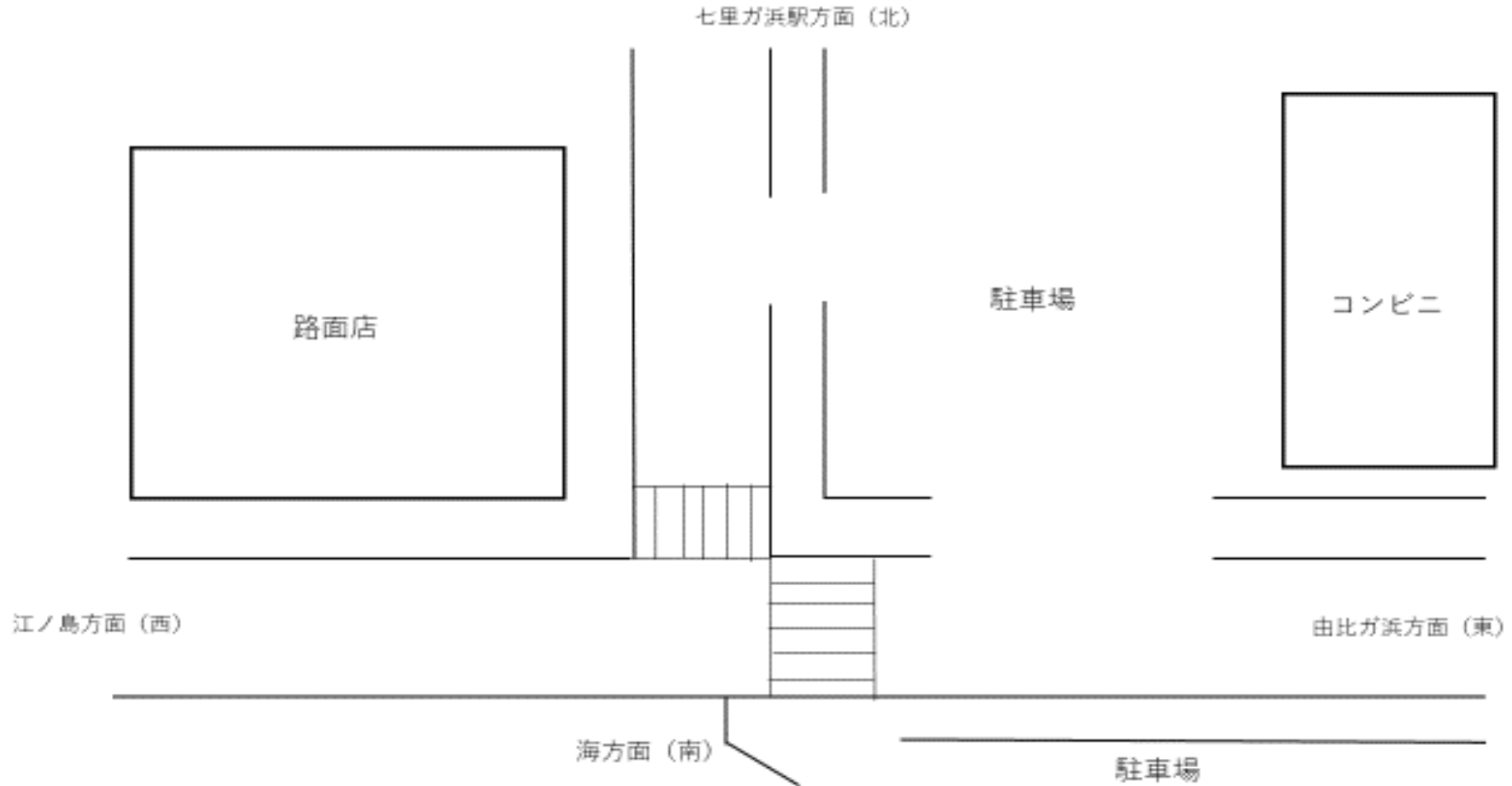
2020年7月10日（金）8時52分



2020年7月12日（日）8時52分

計測内容

- ①信号の周期
- ②各方向の自動車の累計台数と駐車場滞在時間
- ③横断歩道を渡る歩行者の人数



現地調査①

七里ガ浜の信号機について

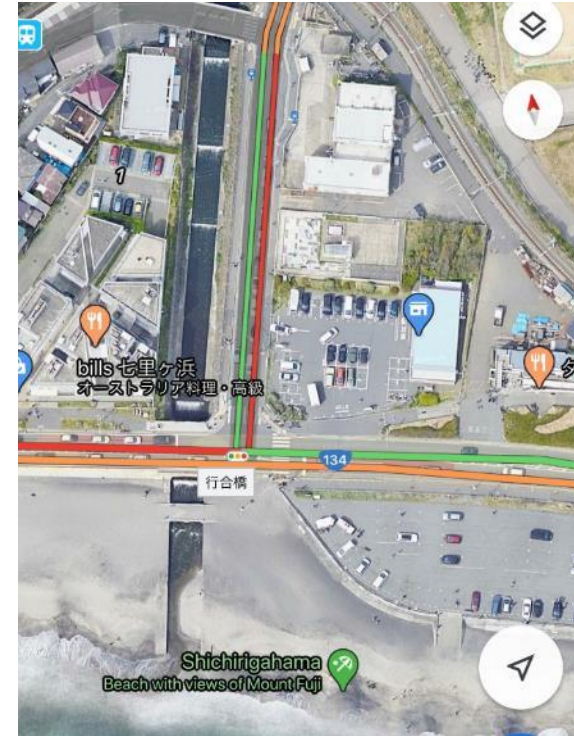
Google mapで特に混雑していた箇所である七里ガ浜の交差点に着目し、
現地調査を行った。(7/18)



鎌倉→藤沢
歩道 1分37秒
車 1分51秒(直進のみ)
1分59秒(直進・右折可)

藤沢→鎌倉
歩道 1分37秒
車 1分51秒(直進・左折可)

歩道 17秒
車 21秒



※車の動き、人の動きについて再度現地調査を行った。
9/20 曇り 15時から16時。

現地調査②

直進車→直、 右折車→右、 左折車→左、 コンビニに入る車→コ

信号機の1サイクル（青→赤→青）
※二輪車は除く。

9/20 曇り 15時から

③方向（車（台数））

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | 合計 | 平均 | % |
|----|---|---|---|---|---|----|-----|-------|
| 左 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 1 | 17.24 |
| 右 | 2 | 5 | 6 | 6 | 5 | 24 | 4.8 | 82.76 |
| 合計 | 4 | 6 | 6 | 7 | 6 | 29 | 5.8 | 100 |

Max台数は7台。



現地調査③

滞在時間について (10/3 14時22分スタート 曇り時々晴れ)

平均 ÷ 503秒 (8分23秒)

| | In | Out | |
|---------------------|----------|----------|-------|
| 10/3(土) 14:22 刻時々晴れ | | | |
| 1872 | 14:25:30 | 14:31:20 | 350秒 |
| 10-03 | 14:26:20 | 14:31:14 | 597秒 |
| 13-11 | 14:27:50 | 14:36:50 | 580秒 |
| 1231 | 14:29:10 | 14:44:12 | 902秒 |
| 513 | 14:29:40 | 14:37:18 | 453秒 |
| 9268 | 14:31:35 | 14:35:58 | 262秒 |
| 222 | 14:33:52 | 14:46:20 | 768秒 |
| 9874 | 14:33:25 | 14:41:51 | 506秒 |
| 2356 | 14:33:30 | 14:38:46 | 316秒 |
| 6254 | 14:35:56 | 14:42:50 | 478秒 |
| 18 | 14:39:22 | 14:40:02 | 40秒 |
| 6528 | 14:39:51 | 14:46:15 | 388秒 |
| 1010 | 14:42:40 | 14:49:05 | 385秒 |
| 1022 | 14:43:51 | 14:58:00 | 909秒 |
| 4373 | 14:44:02 | 14:51:16 | 898秒 |
| 1966 | 14:47:07 | | |
| 7788 | 14:45:13 | 15:03:49 | 1116秒 |
| 3525 | 14:45:29 | 14:51:00 | 327秒 |
| 8063 | 14:46:45 | 15:13:26 | 1601秒 |
| 2688 | 14:47:32 | 15:10:23 | 171秒 |
| 18 | 14:46:14 | 15:03:07 | 893秒 |
| 11 | 14:48:00 | 14:58:01 | 601秒 |
| 2718 | 14:48:02 | 14:49:20 | 78秒 |
| 1030 | 14:48:23 | 14:55:10 | 807秒 |

| | | | |
|------|----------|----------|------|
| 712 | 14:48:49 | 14:55:23 | 474秒 |
| 9342 | 14:50:30 | 14:59:05 | 525秒 |
| 1918 | 14:51:30 | 15:00:44 | 558秒 |
| 5024 | 14:52:23 | 14:59:28 | 425秒 |
| 4632 | 14:52:48 | 15:01:09 | 427秒 |
| 2774 | 14:54:30 | 15:05:13 | 643秒 |
| 4851 | 14:55:01 | 15:00:05 | 308秒 |
| 2269 | 14:56:47 | 15:06:15 | 568秒 |
| 4159 | 14:58:20 | 14:59:47 | 89秒 |
| 7726 | 14:58:45 | 15:04:56 | 371秒 |
| 2850 | 15:01:00 | 15:04:07 | 181秒 |
| 5416 | 15:01:08 | 15:07:10 | 328秒 |
| 8945 | 15:02:29 | 15:06:36 | 279秒 |
| 5794 | 15:02:48 | 15:08:05 | 317秒 |
| 218 | 15:05:25 | 15:12:30 | 425秒 |
| 2913 | 15:06:00 | 15:12:30 | 390秒 |
| 2107 | 15:06:51 | 15:16:50 | 599秒 |
| 1212 | 15:07:00 | 15:12:56 | 355秒 |
| 7738 | 15:08:51 | 15:24:00 | 909秒 |
| 2127 | 15:09:14 | 15:12:44 | 205秒 |

| | | | |
|------|----------|----------|---------------|
| 1632 | | | |
| 1091 | 15:12:13 | 15:21:00 | 527秒 |
| 1093 | 15:14:20 | 15:22:00 | 461秒 |
| 1093 | 15:15:07 | 15:26:32 | 685秒 |
| 2307 | 15:15:43 | 15:24:01 | 498秒 |
| 1117 | 15:15:50 | 15:25:07 | 557秒 |
| 7223 | 15:15:56 | 15:21:48 | 359秒 |
| 3397 | 15:16:28 | 15:25:50 | 582秒 |
| 1501 | 15:16:58 | 15:27:57 | 303秒 |
| ave | | | 503.269231 |
| | | | ≒ 503 (8分23秒) |

現地調査から明らかになったこと

- 交差点の北と西の2方向から多くの人々が南の駐車場に向かうことから、東西方向の人通りが西からの左折車に影響を与えている。
- コンビニの駐車場を利用する車が多く、敷地内は混雑しやすい。そのため敷地内に入れずに本線にはみ出し、待ちが発生することもある。

モデル化

<マルチエージェントモデルとは>

複数のエージェント（本研究では，車と歩行者）が一定のルールに従い，自律的に行動することで互いに影響を与える。

その影響により各エージェントの行動ルールが動的に変化していき，これを繰り返すことでエージェント集団全体の動きを表現するモデルのことをマルチエージェントモデルという。

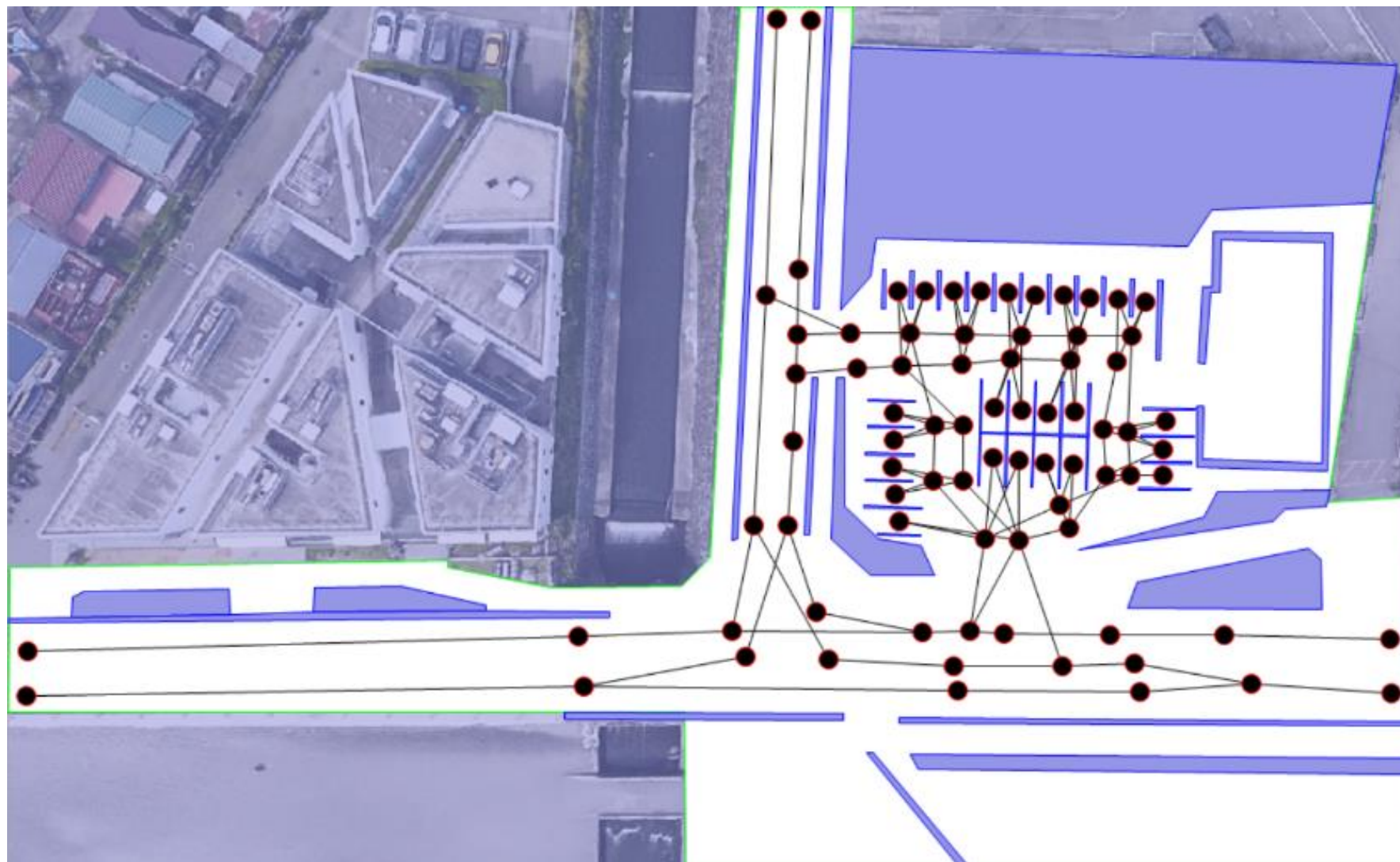
<使用するソフト>

株式会社NTTデータ数理システムが開発したS4(エスクワトロ) Simulation Systemを用いてシミュレーションを行う。

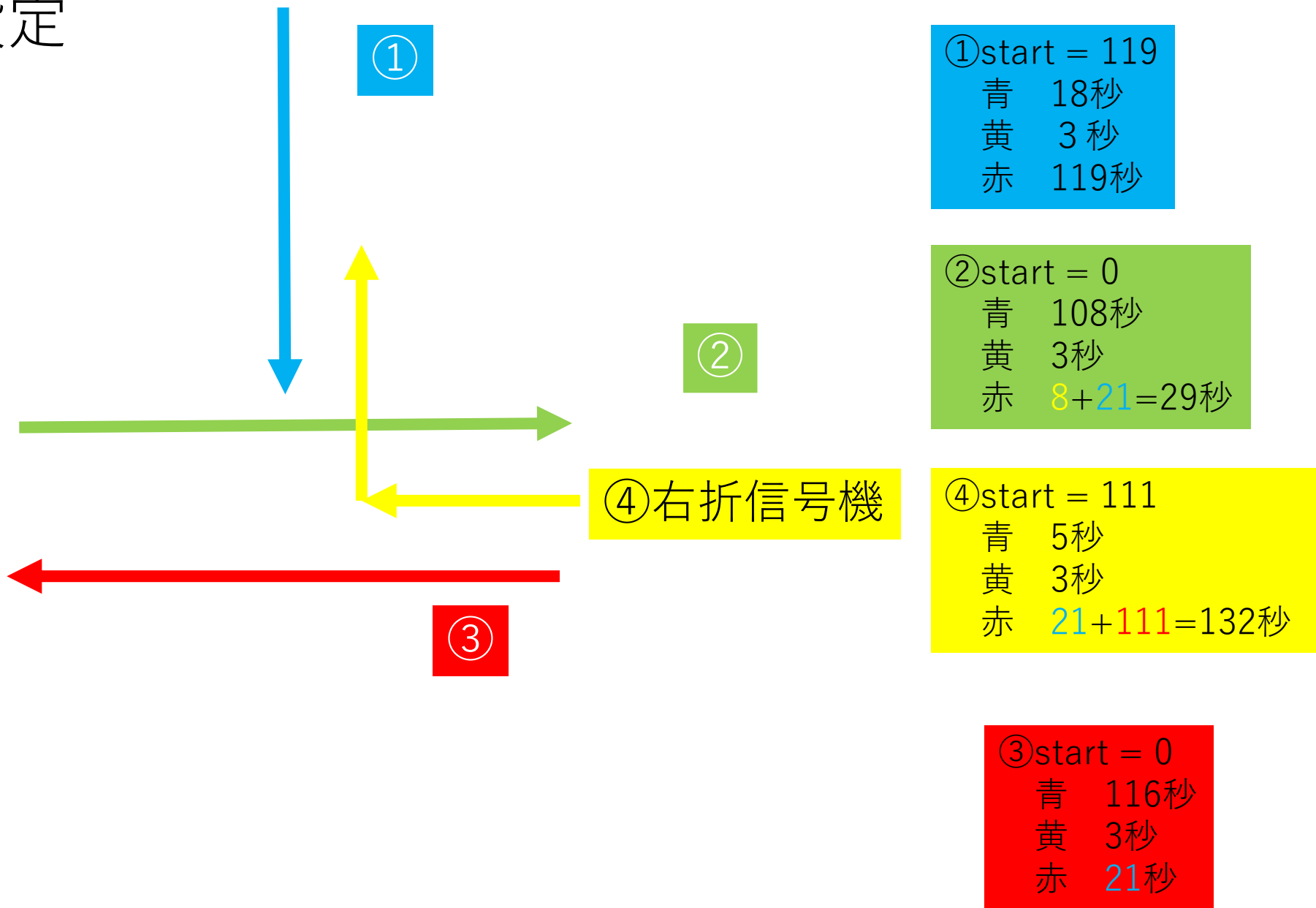
モデル化の流れ

- ①シミュレーション空間の設定（行合橋交差点）
- ②信号機の設定
- ③エージェントの設定（車）
- ④エージェントの設定（歩行者）

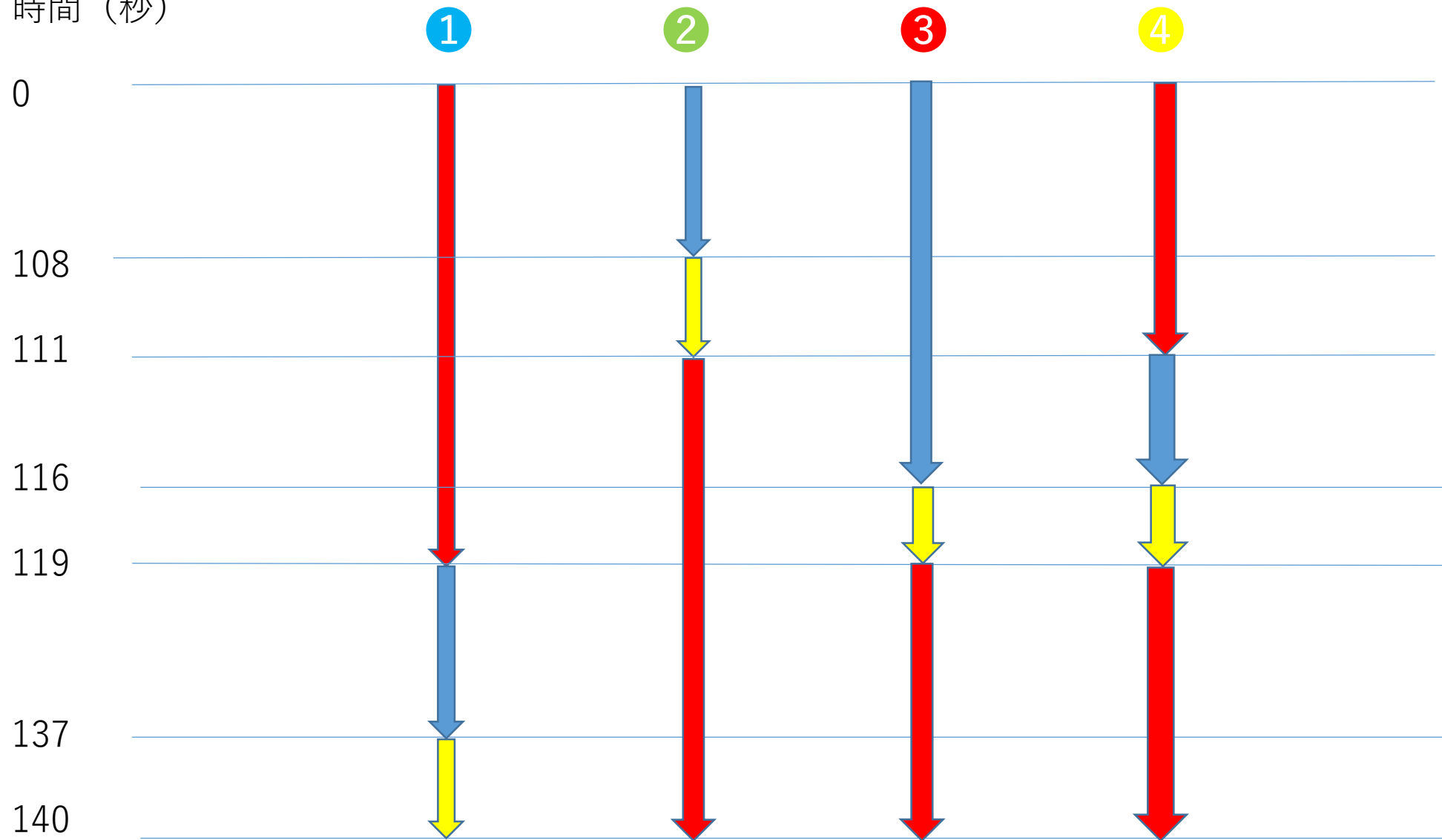
シミュレーション空間の設定



信号機の設定



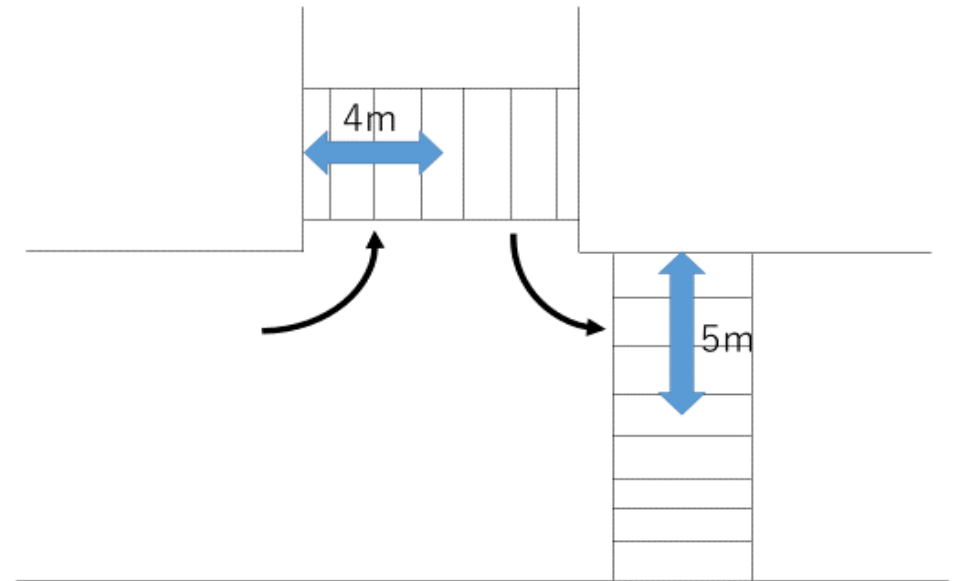
時間 (秒)



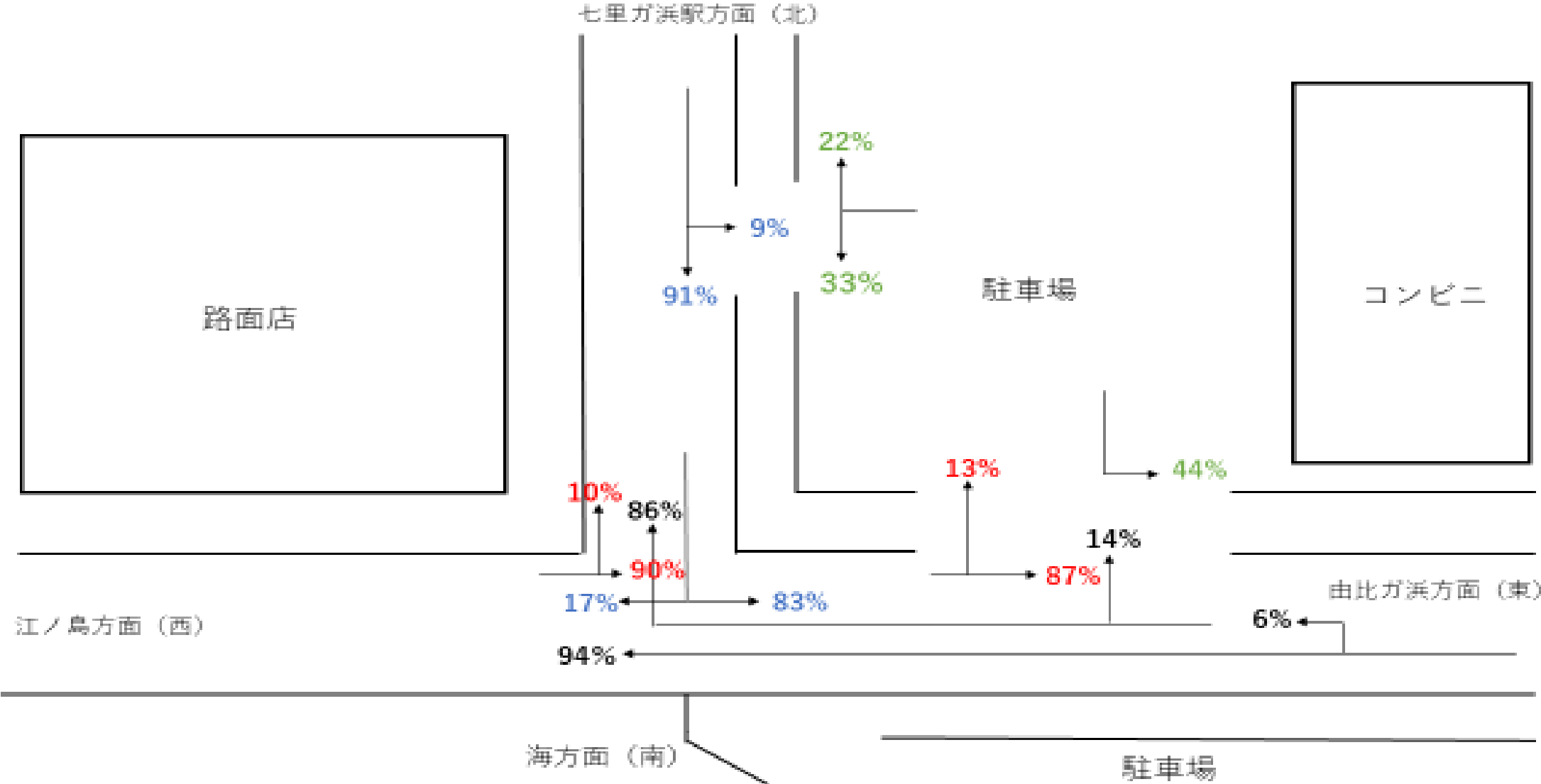
エージェントの設定（車）

※本シミュレーションで扱うエージェントは車のみとし、歩行者の動きについては横断歩道を渡る時のみを考慮する。

- 車の大きさは全長4.1m，全幅1.7mとする。
- 渋滞が発生しやすい夏などを想定し，速度は10km/h，東西方向の到着間隔は3.3秒，南方向の到着間隔は20.7秒を平均としてランダムに到着させる。
- 歩行者が東西方向の横断歩道を渡っているときは4秒，南北方向の横断歩道を渡っているときは5秒停車する。
- コンビニの南側の出入り口では20%の確率で平均20秒停車する。
- 各分岐地点での分岐の割合は実測結果をもとに設定する。
- 駐車場での滞在時間は503秒を平均としてランダムに設定する。

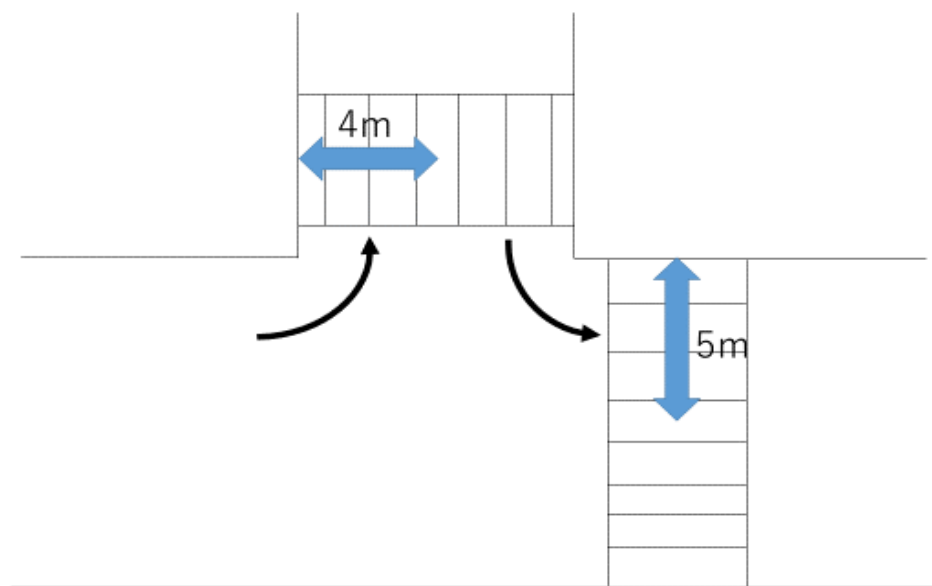
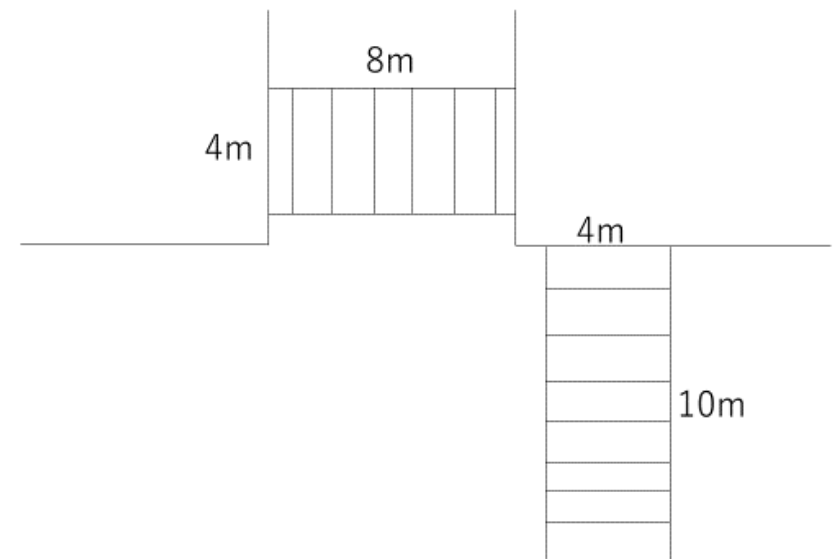


分岐の割合

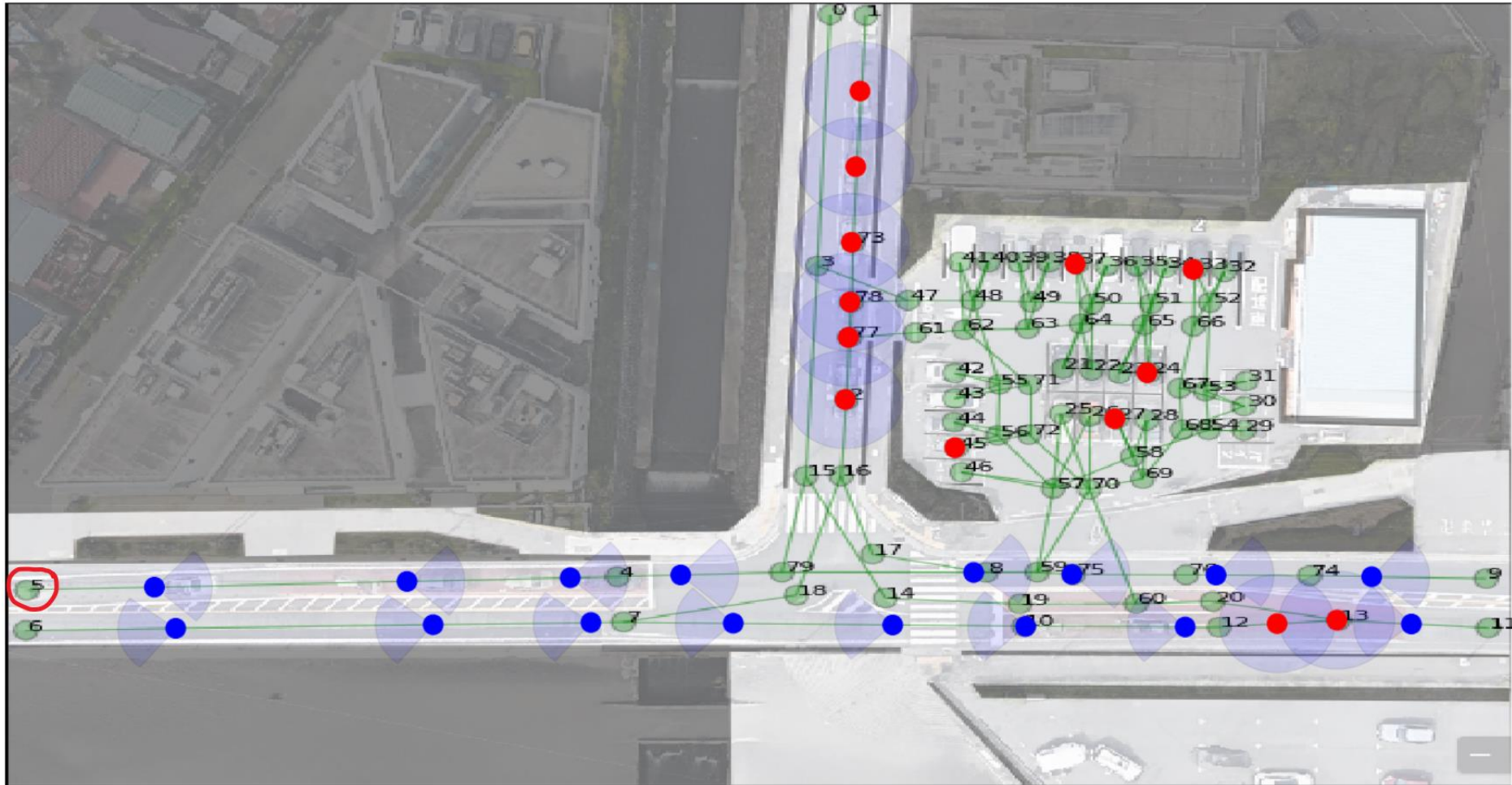


歩行者の設定

- 歩行者の占有幅は0.75mとし，横断歩道は同時に5人まで横並びで横断可能とする。
- 1人の歩行者が横断歩道を渡るのに東西方向では8秒，南北方向では10秒かかる。
- 車の設定と同様に，歩行者も多い時期を想定し，西からの到着間隔は7秒，東からは18秒，南からは7秒，北からは11秒間隔で横断歩道前に到着するものとする。



以上で設定したモデルをベースモデルとしてシミュレーションを行う。
その後、渋滞緩和策を検討するために、ベースモデルにいくつかの条件を加えたシミュレーションを行う。
1回のシミュレーションは3600秒とし、30回分の赤丸地点の通過台数の平均と最小値、最大値を比較する。



ベースモデル

停車中は赤，
走行中は青で表示

通過台数を
計測する地点→



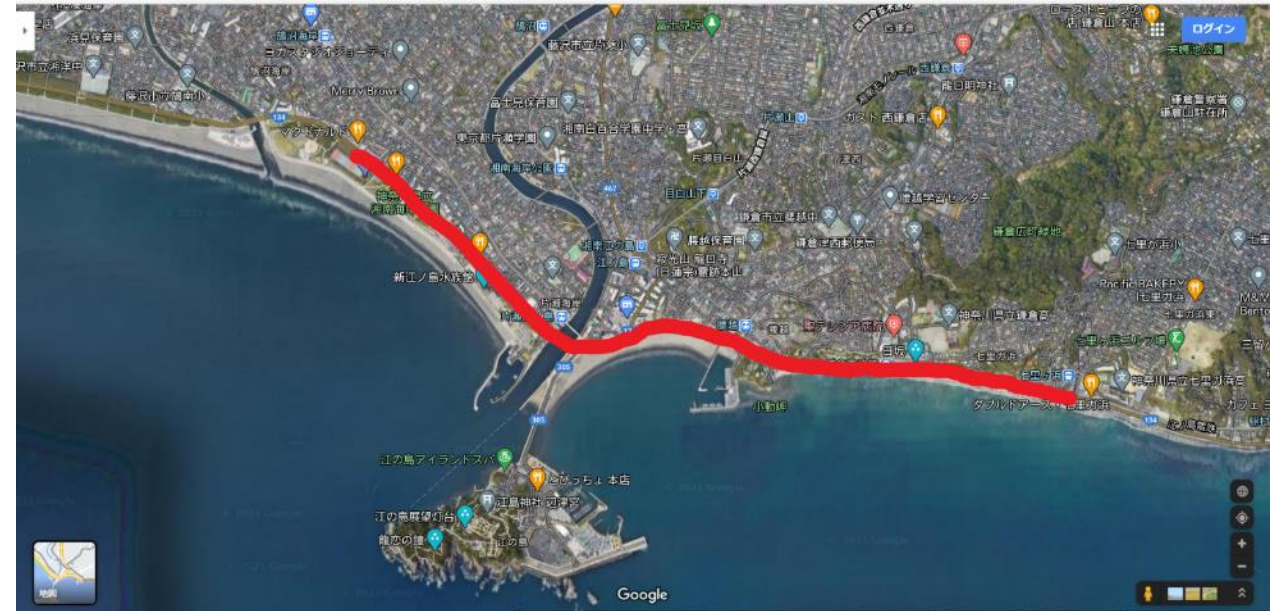
実行結果（ベースモデル）

通過台数：平均514.7台，最小491台，最大540台

到着間隔は3.3秒であることから、
本来は3600秒で $1090.9 \div 1091$ 台通過しなければならない。
しかし、ベースモデルでは $514.7 \div 515$ 台しか通過
できていないため、
576台が後ろに並んでいるということになる。

これを渋滞の長さに換算すると・・・

約3800m

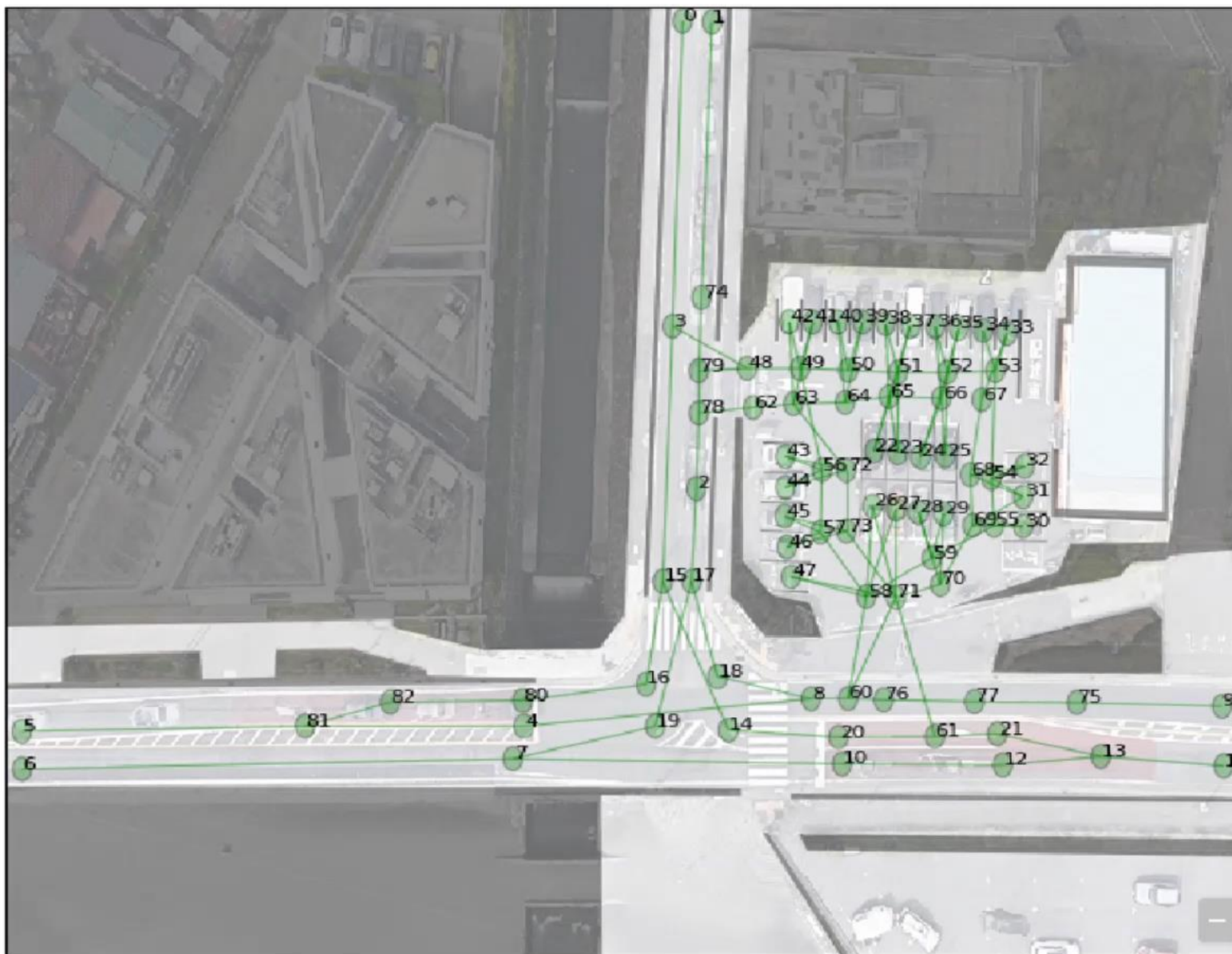


ベースモデルで発生した約3800mの渋滞
(行合橋交差点は赤線の右端)

シミュレーションの条件

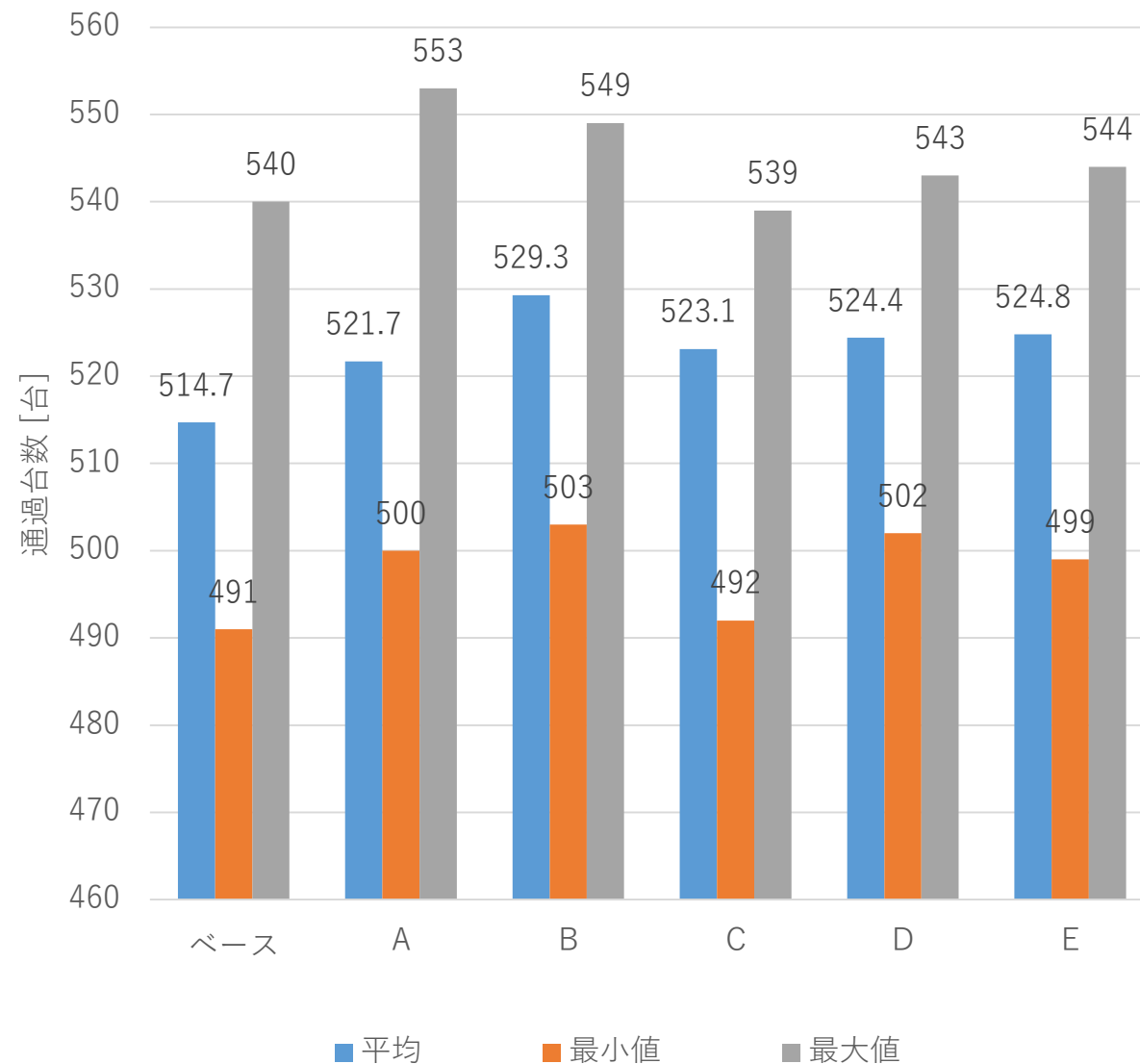
| | | | |
|------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| | 東西方向の歩行者信号の青信号を97秒から14秒に短くした場合 | 東方向の車線に左折レーンを設置した場合 | 歩行者信号機を無くして、地下通路を設置した場合 |
| 自動車交通流への影響 | 左折車は歩行者の横断による待ちが発生しにくくなる | 左折車の停車による後続車の待ちが減る | 左折車は歩行者の横断による待ちが発生しなくなる |
| パターンA | ○ | | |
| パターンB | | ○ | |
| パターンC | | | ○ |
| パターンD | ○ | ○ | |
| パターンE | | ○ | ○ |

パターンB：左折レーンを設置した場合



実行結果

| | | | |
|------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| | 東西方向の歩行者信号の青信号を97秒から14秒に短くした場合 | 東方向の車線に左折レーンを設置した場合 | 歩行者信号機を無くして、地下通路を設置した場合 |
| 自動車交通流への影響 | 左折車は歩行者の横断による待ちが発生しにくくなる | 左折車の停車による後続車の待ちが減る | 左折車は歩行者の横断による待ちが発生しなくなる |
| パターンA | ○ | | |
| パターンB | | ○ | |
| パターンC | | | ○ |
| パターンD | ○ | ○ | |
| パターンE | | ○ | ○ |



まとめ

交通量を増やす方法は左折レーンを設置することが有効策である。しかし、これらの策でも多くて60台ほど、つまり、約550mしか渋滞を短くすることができない。

今後の課題は車だけでなく歩行者もエージェントとして設定し、より再現性の高いシミュレーションを行うことである。また、東方向だけでなく西方向の渋滞緩和策も検討したり、他の交差点などでもシミュレーションを行うことも挙げられる。