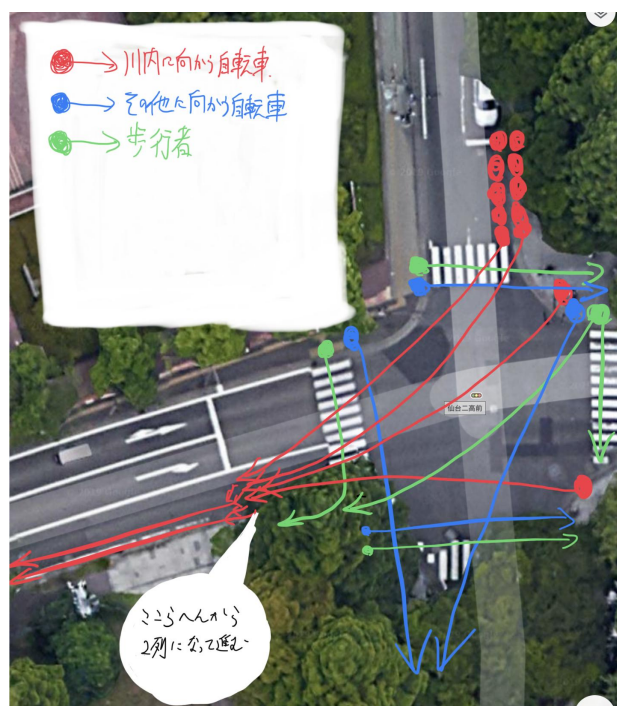


仙台二高前の交差点における自転車の混雑の様子について

○テーマと動機

仙台二高前の交差点は通学時に多くの歩行者や自転車が狭い場所で密集し混雑していて非常に危険だと思い私たちはこの交差点に注目した。実際に朝の通学の時間帯に仙台二高前の交差点の様子を観察すると、交差点を斜めに横断していたり、車の停止線が交差点から遠いためか車道を横切っていく自転車が多く見られた。観察した結果、交差点は確かに混雑していたが横断者たちは無意識のうちに二列になったり、車道・交差点を横切ったりして無意識のうちに混雑を緩和しようとしているのではないかと思った。そこで、横断者たちが交通ルールを律儀に守って交差点を渡ったとしたらどのようなのかについて研究していこうと決めた。

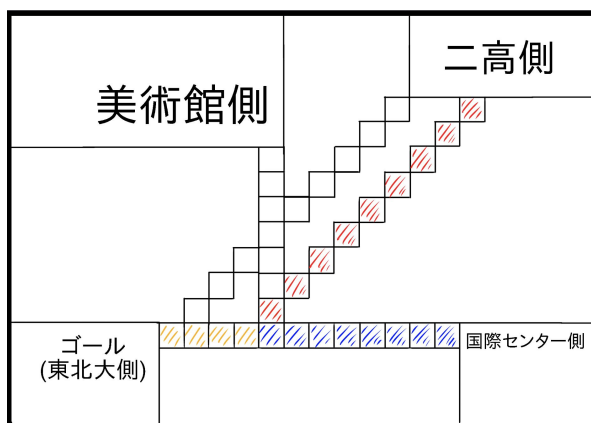


○検証方法

検証のための情報収集として、特に混む朝8時35分から8時40分にかけて動画を撮り、仙台二高前の交差点をセルオートマトンのマップ上に簡略化した。セルオートマトンのマップ上では黒い点が自転車、白い点が歩行者を表しているとする。また、動画から、美術館側から来る歩行者を4人、二高側から来る自転車を24台、国際センター側から来る歩行者を4人、自転車を3台に設定した。対象物は、進もうとしているマスが前のターンに空いている場合に進むことができ、1ターンに、歩行者は最大1マス、自転車は最大2マスまで進むことができる。人や自転車は同時にスタートし、それぞれ進めるだけ進むとする。セルオートマトンマップ上の白いマスは自転車1台もしくは歩行者1人が、赤いマスは1マスあたり最大、2台の自転車もしくは、自転車と歩行者が1つつ存在でき、青いマスでは歩行者が1人と自転車1台が、黄色いマスでは歩行者が1人と自転車2台が最大で存在できる。合流地点では順番にそれぞれの道から来た対象物を動かすとする。動画を見た結果、自転車はほぼ列に並んで進んでいるため追い越しは考えないとする。全対象物が出口に到達するまでにどれだけターンが掛かったかを条件を変えて調べ、比べるとする。

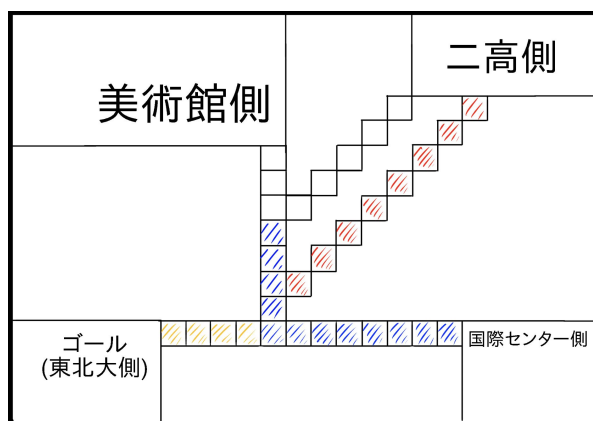
・デフォルト

動画で確認した現状の交差点の動きをセルオートマトンのマップ上に再現した。動画を見た結果、二高側から2つの道に別れ、1台ずつしか通れないと設定した道には4台が、2台ずつ通れると設定した道には残りの20台が通過するとした。



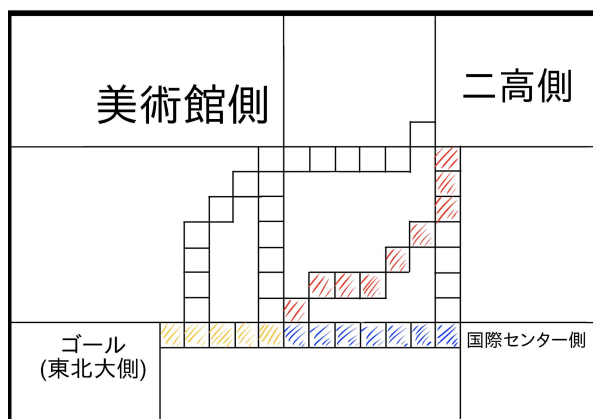
・パターン1

美術館から東北大側に向かう歩道に沿って障害物で遮り、歩道を斜めに自転車が通過できないようにした。デフォルトと同様に、二高側から2つの道に別れ、1台ずつしか通れないと設定した道には4台が、2台ずつ通れると設定した道には残りの20台が通過するとした。



・パターン2

二高側から美術館側にかけての歩道に沿って障害物で遮り、歩道を斜めに自転車が通過できないようにした。デフォルトと同様に、二高側から2つの道に別れ、1台ずつしか通れないと設定した道には4台が、2台ずつ通れると設定した道には残りの20台が通過するとし、二高側から国際センター側への交差点では4台の自転車が国際センター側に来て、残りの16台の自転車は交差点を斜めに進む道に入るものとした。



○検証結果

まず、セルオートマトン法で検証した結果を次の表1にまとめた。

表1.セルオートマトン法による検証の結果

場合	かかったターン数
デフォルト	30
パターン1	33
パターン2	27

次に、実際に現場でパターン1,2をできるだけ再現することに努め、ある点(今回は交差点側から4番目のブロック)通過した自転車・歩行者の数を数えた。観察時の条件を表2に、観察結果を表3、4にまとめた。

表2.観察時の条件

場合	観察した日にち	曜日	天気
デフォルトA	6月18日	火	くもり
デフォルトB	6月18日	火	くもり
デフォルトC	6月18日	火	くもり
パターン1A	7月16日	火	小雨
パターン1B	7月11日	水	くもり
パターン2	7月18日	火	小雨

表3.実際の観察の自転車の結果

場合	通過したすべての自転車数[台]	信号が青の間に通過した自転車数[台]	信号が青の間に通過した自転車の割合[%]
デフォルトA	27	13	48.1
デフォルトB	43	20	46.5
デフォルトC	40	21	52.5
パターン1A	23	12	52.2
パターン1B	48	20	41.7
パターン2	37	13	35.1

表4.実際の観察の歩行者の結果

場合	すべての通過した歩行者数[人]	青信号の間に通過した歩行者数[人]	信号が青の間に通過した歩行者の割合[%]
デフォルトA	6	2	33.3
デフォルトB	8	1	12.5
デフォルトC	9	6	66.7
パターン1A	11	1	9.1
パターン1B	8	5	62.5
パターン2	6	2	33.3

また、これらに基づいてグラフを作成すると図1,2のようになった。

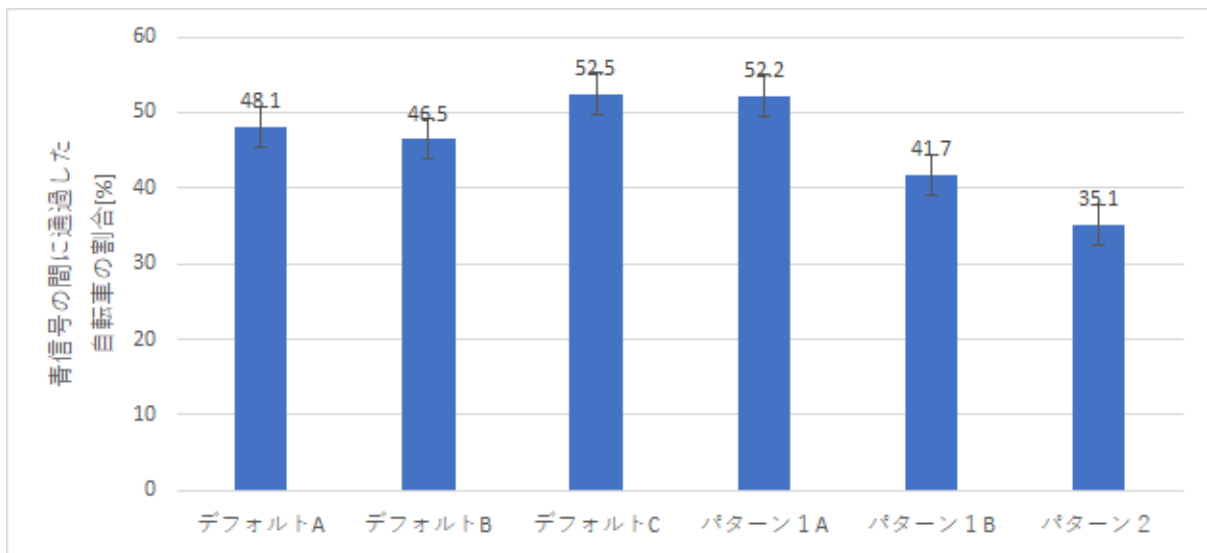


図1.場合別の青信号の間に通過した自転車の割合

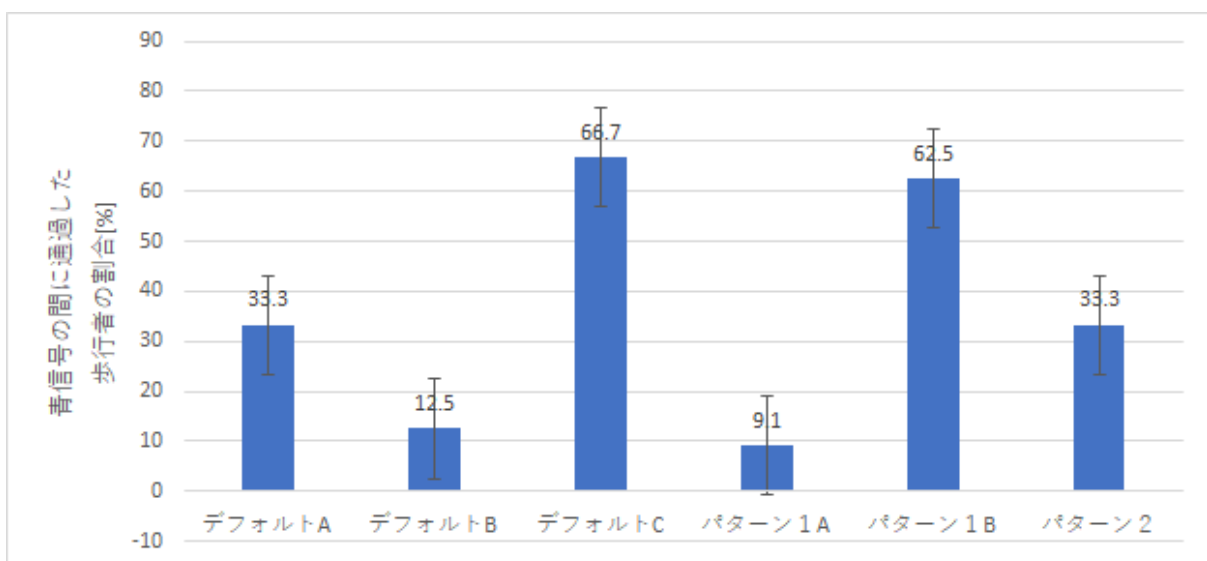


図2.場合別の青信号の間に通過した歩行者の割合

○考察

セルオートマトン法による検証によると、パターン1はデフォルトよりターン数が一割増加し、パターン2はデフォルトよりターン数が一割減少したことから、実際の観察でも似た傾向が現れるのではないかと予想した。しかし、結果は予想とは異なったものであったと言える。青信号の間に通過した自転車の割合はデフォルトの平均が49.0%であるのに対し、パターン1の平均は47.0%で2%ほどしか混雑の度合いが高くなっていない。パターン2は35.1%となり、セルオートマトン法とは真逆でより混雑の度合いが増している。

このような結果・考察をふまえて、一連の検証を振り返ってみる。まず、パターン1,2については交通ルールを守り混雑の度合いが増すと思われるかたちであろうと思い設定した。しかし、セルオートマトン法でパターン2ではその逆の結果が表れてしまった。原因について考察していきたい。セルオートマトン法での検証を進めていくうちに私たちはあることに気づいた。それは、合流点に集まる自転車が多くなるにつれてターン数がかかるということだ。(歩行者の条件は変えていないため自転車だけに限定して議論を進めていく)パターン1の場合は上,斜め上,右の三方向から自転車が一つの合流点に集まっていた。一方、パターン2では二方向から自転車が合流する点が二つできるかたちとなり、一つの合流点にかかる負担が減ってしまったためターン数が減少したのではないかと思う。また、セルオートマトン法では比較的歩行者が進み、自転車は混雑で止まってしまうことが多かったが、実際には、赤信号になってから渡る自転車も多くいたが歩行者の進みが遅く青信号の間に渡れた歩行者の少なさの方に注目がいく結果であり、セルオートマトン法と進みの様子が異なっていた。このことから、セルオートマトン法の仮定で歩行者の進む速度、またはコースのマス数などが不十分だったと感じている。

実際に観察したことからも言及できることがある。それは信号が短すぎるということだ。交差点を渡る歩行者・自転車の半分しか青信号の間に渡れていないことの一番の原因は青信号がとても短いことだ。特に、歩行者に関しては自転車が走っている中で渡るということもあり、信号が青に変わるのを待っていた人やその数秒後に渡り始めた人しか青信号の間に渡りきることができていなかった。

また、統計の不確かさを考慮していこうと思う。歩行者のデータについては母集団が少なく、どのパターンについても考えられる誤差が大きいいため、考察の対象から外した。自転車について言及していく。例えば、パターン1について見てみると、AとBを比較すると、誤差範囲の約2倍ほどの開きがあり、有意性があると推測される。この有意性を発見するためには、20回以上の測定が必要だと判断した。その理由は、5%以下の確率で起こる事象はまれな事象、偶然起こった物ではない、つまり有意性があると判断してよいからである。[1]

これは、3回似たような値を得たデフォルトや測定が1回しかできなかったパターン2についても言えることである。母集団の数は実験の性質上こちらの都合で変えることはできないので、有意性があるのかどうかを判断するために20回以上の測定を行う必要があったと反省している。他にも、天気や曜日などのその他の条件をそろえて測定を行うべきだと思った。

○謝辞

今回の研究では、セルオートマトン法というモデル化検証と実際に現場で状況を再現して得たデータとの比較をすることで、通学時間帯の仙台二高前の交差点の混雑の様子について充実した考察をすることができた。最後に、現場での検証に手伝っていただいた方々に感謝し、朝の急いでいる時間帯に自転車を引いて立ち止まり、交差点の一部を封鎖してしまい迷惑をかけてしまったことを謝りたいと思う。ご協力ありがとうございました。

○参考文献

[1] <https://bellcurve.jp/statistics/course/9313.html>