

情報の授業をしよう！

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生や、高校で情報科を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな内容について、他人にどうやって分かって

らうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)

大学入学共通テスト「情報」試作問題を 活用したシミュレーション演習



井手広康 | 愛知県立小牧高等学校

モデル化とシミュレーション

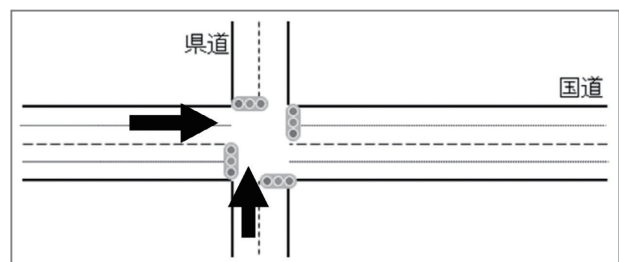
高等学校では2022年度入学生から年次進行で新学習指導要領が適応され、共通教科「情報」では必修履修科目「情報I」が実施されている。旧学習指導要領では、共通教科「情報」は「社会と情報」と「情報の科学」の2科目で編成されていたが、これらが「情報I」に統合され、「情報デザイン」や「プログラミング」、「データの活用」といった単元が新たに加わった。元々、「情報の科学」には「プログラミング」の単元が置かれており、この後は「モデル化とシミュレーション」の単元が続くことが一般的であった。「情報I」でもこの流れが踏襲され、「プログラミング」の後には「モデル化とシミュレーション」の単元が置かれていることが多い。

ただし、学会や研究会において「モデル化とシミュレーション」の分野が実践事例で取り上げられることは、「プログラミング」の分野と比較して非常に少ない。そのような背景の中、大学入試センターが

公開した大学入学共通テスト「情報」試作問題¹⁾(以下、「試作問題」と表記)において、シミュレーション問題が出題された。本稿では、試作問題のシミュレーション問題を題材にした「モデル化とシミュレーション」の授業実践について紹介する。

交通渋滞シミュレーション

試作問題は8つの大問で構成されており、本実践では、このうち第4問「交通渋滞シミュレーション」を授業の題材として取り上げた。試作問題の第4問は、国道と県道が交わる交差点(図-1)において、



■図-1 国道と県道が交わる交差点

交通渋滞に関するシミュレーションを行い、最適な青信号と赤信号の時間を提案するという内容である。

試作問題の第4問の解説には、「毎日決まった時間帯に発生する交通渋滞を解決するための方策を、動的モデルかつ確率的モデルのシミュレーションにより検討し、結果を分析していく問題」と記載されている。このように、交通渋滞に関するシミュレーション結果（車の渋滞台数を表したグラフ）から正確に情報を読み取れるかが、問題を解く鍵となっている。

この試作問題の第4問を参考にして、筆者が交通渋滞シミュレーションをExcel（マクロ有効ブック）で作成した。ここで、交通渋滞シミュレーションの操作画面を図-2に示す。図-2に示した交通渋滞シミュレーションの操作手順は、次の手順①～③の通りである。

手順①：信号時間の変更

国道の青信号と赤信号の信号時間（セルP3とセルQ3）を、隣の[▲/▼]ボタンを使用して変

更する。その後、[信号時間変更]ボタンを押すと、国道と県道の信号（青/赤）がB列とH列に反映される。この信号時間は10～100秒の間において10秒単位で変更可能である。また、このシミュレーションでは黄色信号を考慮しないものとする。なお、県道の信号時間は、国道の信号時間の逆となるため設定は不要である（たとえば、国道の青信号が60秒の場合、県道の赤信号が60秒となる）。

手順②：シミュレーションの実行（1回）

手順①で信号時間を反映した後、[1回実行]ボタンを押してシミュレーションを実行する。この際、乱数によって各時間帯における車の到着台数がD列とJ列に反映される。さらに、車の渋滞台数がG列とM列に表示され、これらが画面下に折れ線グラフとして反映される。なお、グラフの横軸は「経過時間」（0～1,800秒）、縦軸は「渋滞台数」（0～100台）を表し、凡例の橙色が「国道」、青色が「県道」を意味している。

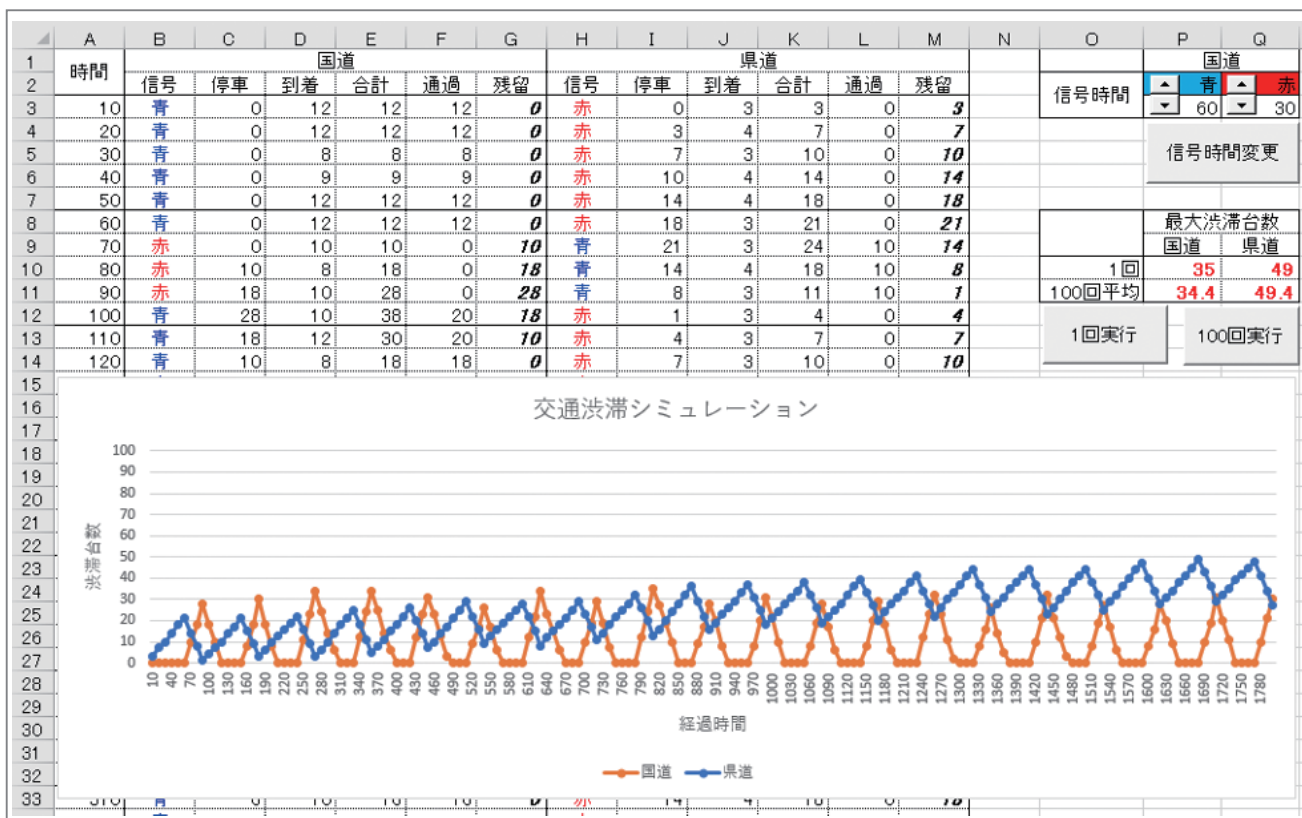


図-2 交通渋滞シミュレーションの操作画面

また、上記に加えて、国道および県道においてシミュレーションの30分間で最も渋滞した台数「最大渋滞台数」が、セルP10とセルQ10にそれぞれ表示される。なお、この手順②において、実行したシミュレーション結果にバラつきがあることを演習の中で確認させている。

手順③：シミュレーションの実行（100回）

手順②の後、[100回実行]ボタンを押してシミュレーションを実行する。手順②はシミュレーションを1回だけ実行するものであるが、手順③はシミュレーションを自動的に100回繰り返して実行し、国道および県道の最大渋滞台数の平均値をセルP11とセルQ11にそれぞれ表示させるものである。手順③のように、複数回シミュレーションを実行した結果の平均値を求めることで、シミュレーション結果のバラつきが軽減できていることを演習の中で確認させている。

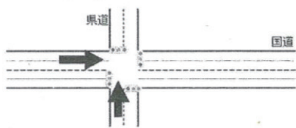
ワークシートとグループディスカッション

シミュレーション演習では、信号時間を任意の値に変更してシミュレーションを実行し、国道および県道の最大渋滞台数と、シミュレーション結果から気付いた点をワークシートに記述していく。これらの作業が終了したら、グループ内でワークシートのシミュレーション結果を共有し、結論に対してディスカッションを行う。さらに、グループディスカッションの結果を踏まえて、必要に応じて追加のシミュレーションを実行し、自身の結論に対して改善を行う。

ここで、交通渋滞シミュレーションのワークシート（実際の生徒の記入例）を図-3に示す。この生徒は、グループディスカッションまでに任意の設定で8回シミュレーションを実行しており、その中で「青信号60秒／赤信号40秒」が最も適切な設定だ

交通渋滞シミュレーション

1. 課題設定
Aさんの学校の近くにある国道と県道が交差する交差点は、朝の通勤時間帯（8:00～8:30）に県道でひどい渋滞が発生する。Aさんは学校の課題研究で、この交通渋滞を緩和できないか現状を調査し、シミュレーションしてみることにした。
現状の交通量や信号の時間などを調査したところ、次のようなことが分かった。なお、渋滞するのは矢印の進行方向のみであり、反対の進行方向は考えないものとする。



【調査結果】

- 青信号のとき、10秒間に片側2車線の国道は20台の車が交差点を通過でき、片側1車線の県道は10台の車が交差点を通過できるが、それを超える台数は通過できない（信号待ち）。
- 国道は60秒間の青信号と30秒間の赤信号が交互に変わり、県道の信号はその逆となる。なおシミュレーションでは黄信号は考慮しないものとする。
- 10秒間に交差点（信号待ちしている車がある場合は、その最後尾）に到着する車は、国道は8～12台、県道は3～4台である。なお8:00時点の信号待ちは0台と仮定する。

2. 交通渋滞のモデル化
下の図表を参考に、国道および県道の渋滞台数を表計算ソフトウェアを使用してモデル化する。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1 時間	信号	停車	到着	合計	通過	残留	信号	停車	到着	合計	通過	残留	
2 10	青	0	11	11	11	0	赤	0	4	4	0	4	
3 20	青	0	9	9	9	0	赤	4	4	8	0	0	
4 30	青	0	9	9	9	0	赤	8	4	12	0	12	
5 40	青	0	11	11	11	0	赤	12	4	16	0	16	
6 50	青	0	10	10	10	0	赤	16	3	19	0	19	

項目	説明	数式（国道）
時間	8:00から8:30までの経過時間（秒）	(A3セルをA182セルまで連続コピー)
信号	青信号／赤信号	(マクロで制御)
停車	10秒間の始めに停車している台数	[C4セル]=G3 (C3セルは「0」)
到着	10秒間に到着する台数	[D3セル]=RANDBETWEEN(8,12)
合計	10秒間の停車台数と到着台数の合計	[E3セル]=SUM(C3:D3)
通過	10秒間に交差点を通過する台数	[F3セル]=IF(B3="赤",0,IF(E3>20,20,E3))
残留	10秒間の終わりに停車している台数	[G3セル]=E3-F3

※県道に入力する数式は、表の「数式（国道）」を参考にして修正すること

3. 交通渋滞のシミュレーション
国道の信号が切り替わる時間（信号時間）を変更しながら、国道および県道の最大渋滞台数を下表に記録しよう（100回実行した結果の平均を記録する）。またシミュレーション結果から、渋滞をもっとも緩和できる青信号と赤信号の時間を提案しましょう。

実行	信号時間（国道）		最大渋滞台数		メモ（気づいたことなど）
	青信号	赤信号	国道	県道	
1	70秒	20秒	35台	52台	ここでは県道が困る。
2	70秒	40秒	24台	259台	県道がひどい。
3	50秒	40秒	45台	19台	1/4になったら国道が増えた。
4	50秒	50秒	68台	20台	国道がピーク
5	70秒	50秒	54台	27台	いいかんじ!?
6	90秒	80秒	83台	33台	時を惜やすと国道が困る!?
7	30秒	80秒	843台	12台	国道困る。
8	60秒	40秒	43台	23台	いいかんじ!?!?!?
9	30秒	20秒	24台	12台	これが一番いい!!!と思ふ。
10	秒	秒	台	台	

4. 結果の共有と結論付け
グループで上のシミュレーション結果について共有し、他の人の結果を評価しよう。さらにグループ協議の結果を踏まえて改めてシミュレーションを実行し、渋滞をもっとも緩和できる青信号と赤信号の時間を提案しよう。

信号がいろいろ工夫されていることが分かりました。30～20秒が一番、このソフトが良かった。ほかでも今、私たちが通っている道路の信号は量、たまた赤が1分以上だったからその実現は無理なのかと思ひました。信号、おつかい。です。

■図-3 交通渋滞シミュレーションのワークシート（実際の生徒の記入例）



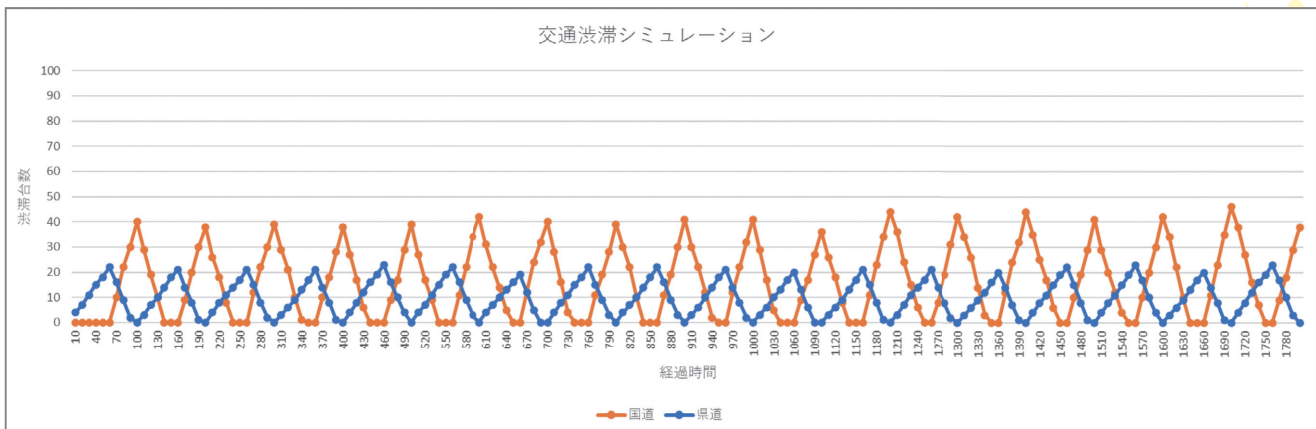
と結論付けている（図-3の8回目の試行）。しかし、グループディスカッションの後、「青信号30秒／赤信号20秒」の方が最大渋滞台数を減少させられると判断し、改めてシミュレーションを実行して、結論を修正している（図-3の9回目の試行）。

参考までに、「青信号60秒／赤信号40秒」とした場合のシミュレーション結果を図-4(a)に、「青信号30秒／赤信号20秒」とした場合のシミュレーション結果を図-4(b)にそれぞれ示す。これらのグラフを見比べると、どちらの設定が渋滞台数を減少させられるか、容易に判断できることが分かる。生徒らはグループディスカッションの結果、改めてシミュレーションを実行し、最適な信号時間に関して結論を導き出した。

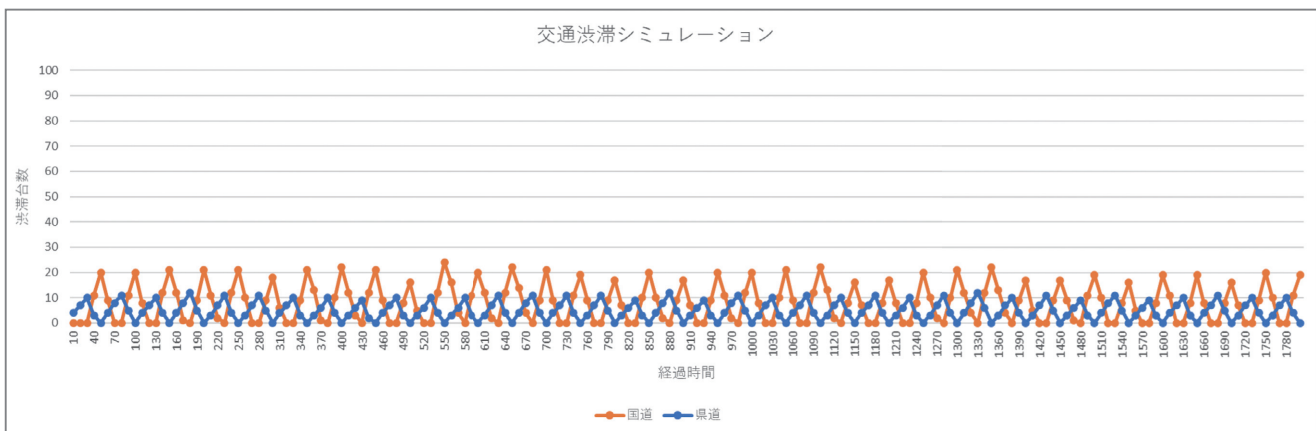
問題の発見・解決に向けて

本実践では、試作問題の第4問に出題された「交通渋滞」という生徒にとって身近な事象を題材にし、シミュレーション演習を行った。授業後、生徒からは次のような感想があった。

- いつも目にしていて信号や渋滞を違う目線で見えるようになった。
- 実際の信号はこのようにシミュレーションをして青信号と赤信号の時間が設定されているのだろうかと思った。
- 1つ1つの信号も意味があってあの時間設定になっていることを知ることができたが、時間設定を改善すべき信号もたくさんあると思った。



(a) 国道を「青信号60秒／赤信号40秒」とした場合のシミュレーション結果



(b) 国道を「青信号30秒／赤信号20秒」とした場合のシミュレーション結果

■ 図-4 グループディスカッションの前後におけるシミュレーション結果の比較

「情報I」では、「情報技術を活用して問題の発見・解決を行う学習活動」がキーワードとなり、身近な事象から問題や課題を発見する力が求められている。しかし、2単位という限られた時間の中で、「問題の解決」だけではなく、「問題の発見」まで授業に取り入れることは容易ではない。そのため、生徒の感想にもあるように、本実践を通して身の回りの事象に目を向けるきっかけをつくれたことは、大変意味のある実習になったと感じている。このような問題の発見・解決に関する視野を広げることができる授業が、「情報I」では求められているのではないだろうか。

参考文献

- 1) 大学入学共通テスト「情報」試作問題, <https://www.ipsj.or.jp/education/9faeag0000012a50-att/sanko2.pdf> (2022.1.22 閲覧)
(2022年1月22日受付)



井手広康 (正会員)
k619154u@gmail.com

愛知県立小牧高等学校情報科教諭。愛知県立大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了, 博士(情報科学)。本会コンピュータと教育研究会運営委員, 日本産業技術教育学会理事, 日本情報科教育学会評議員など。

