

情報Ⅱ（５）「ウイルス感染をシミュレーションしよう」

- 対象学年：第３学年
- 使用教材：シミュレーション専用ソフトウェア
- 補助教材：ワークシート
- 実行環境：コンピュータ室・生徒用 PC（Windows OS）
- ネット環境：スタンドアロン

単元の目標と主な学習活動

○単元の目標

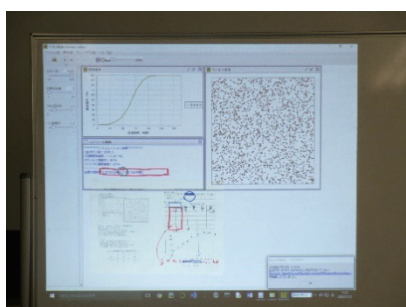
- （１）社会や自然などの事象に対するモデル化の方法とシミュレーションの手順を理解するとともに、シミュレーション結果を正確に記録し、適切なグラフを作成する技能を身に付ける。
- （２）モデル化された事象において問題点を見だし適切な課題を設定するとともに、シミュレーション結果に対して正確にデータを読み取り、分析結果を文章や言葉で表現することができる力を養う。
- （３）得られたシミュレーション結果について、主体的に他者との分析結果を比較しようとする態度、問題解決の過程を振り返ってモデルを評価・改善しようとする態度を養う。

○主な学習活動

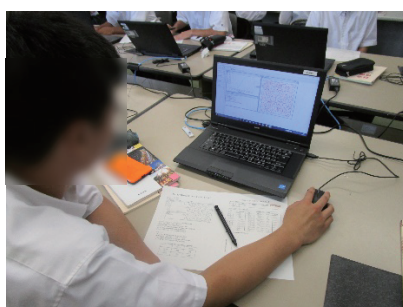
- ・社会や自然のどのような事象に対してシミュレーションが活用されているのかを知り、ウイルス感染をモデルとしたシミュレーションを実行する。
- ・得られたシミュレーション結果をグラフ化して分析する作業を通して、シミュレーションによる問題解決の手順を学習し、グラフから正確にデータを読み取り分析する。
- ・シミュレーションに対する分析結果を他者と共有し、モデルの妥当性を評価するとともに改善案を提案する。

学習活動の概要

○授業の流れ



シミュレーション結果の表示



ソフトウェアを操作している様子

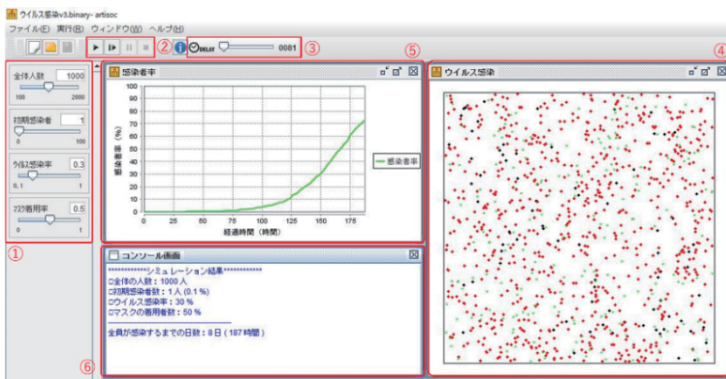


生徒同士で相談している様子

図１ ウイルス感染のシミュレーション結果をワークシートに記録し、結果をグラフ化して分析を行う様子

○使用教材について

本実践では、ウイルス感染という事象をモデル化してシミュレーションするために、シミュレーション専用ソフトウェアである artisoc（アーティソック）を使用している。artisoc の Web ページには、ソフトウェア本体と、そのまま授業で使用可能な数多くのモデルファイルが公開されている。なお本授業で使用したウイルス感染モデルは、Web サイトからダウンロードできる流行伝播モデルをベースに授業用にカスタマイズしたものである。



シミュレーション操作画面の説明

- ① 4つのパラメータ（下記参照）
- ② 再生/停止ボタン
- ③ 実行速度の調整スライド
- ④ シミュレーション画面
 - : ウイルス未感染者（マスク無）
 - : ウイルス未感染者（マスク有）
 - : ウイルス感染者
- ⑤ 感染者率のグラフ
- ⑥ コンソール画面（結果の表示）

図2 シミュレーション専用ソフトウェアを使用したウイルス感染モデルの操作画面

・パラメータ 1 : 全体人数

シミュレーションで実行する全体の人数のパラメータであり、100～2000 人の間で変更が可能である。またここで設定した人数がシミュレーション中に画面上をランダムに動き回る。

・パラメータ 2 : 初期感染者

シミュレーション開始時に既にウイルスに感染している人数のパラメータであり、0～100 人の間で変更が可能である。

・パラメータ 3 : ウイルス感染率

ウイルス未感染者がウイルス感染者と接触した場合にウイルスに感染する確率のパラメータであり、0.1～1.0 の間で変更が可能である。例えば、ウイルス感染率が 0.3 のときに「ウイルス未感染者●（マスク無）」と「ウイルス感染者●」が接触した場合、30%の確率で「ウイルス未感染者●（マスク無）」はウイルスに感染して「ウイルス感染者●」に変化する。

・パラメータ 4 : マスク着用率

全体人数に対するマスク着用率のパラメータであり、0.0～1.0 の間で変更が可能である。なお「ウイルス未感染者●（マスク有）」がマスク着用者を表している。ウイルス未感染者とウイルス感染者が接触したとき、片方がマスクを着用しているとウイルス感染率を 1/2、両者とも着用していれば 1/4 に抑えることができる（この効果はウイルス感染後も有効である）。

単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<p>①社会や自然などの事象に対するモデル化の方法とシミュレーションの手順について理解している。</p> <p>②シミュレーション専用ソフトウェアを適切に操作する技能を身に付けている。</p> <p>③シミュレーション結果を正確に記録し、データを基に適切なグラフを作成する技能を身に付けている。</p>	<p>①身の回りのモデル化された事象に対して問題点を見だし、適切な課題について考えることができる。</p> <p>②シミュレーション結果に対して正確にデータを読み取り、分析結果を文章や言葉で表現することができる。</p> <p>③他者のシミュレーション結果に対して批判的に考察することができる。</p>	<p>①得られたシミュレーション結果について、主体的に他者との分析結果を比較しようとしている。</p> <p>②シミュレーションによる問題解決の過程を振り返ってモデルを評価・改善しようとしている。</p> <p>③シミュレーションが問題解決に活用できそうな場面について考察しようとしている。</p>

単元の指導計画

時間	学習活動	重点	記録	備考
1	<ul style="list-style-type: none"> 社会や自然などの事象に対するモデル化の方法とシミュレーションの手順を理解する。 Web サイトに公開されているいくつかのシミュレーションを体験し、シミュレーション専用ソフトウェアを操作する技能を身に付ける。 	<p>知</p> <p>知</p>		<p>知①： シミュレーション ファイル</p> <p>知②： シミュレーション ファイル</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> ウイルス感染のモデルに対して問題点を見だし、適切な課題について考える。 シミュレーションを実行し、得られた結果をグラフ化して分析を行う技能を身に付ける。 得られたシミュレーション結果について、主体的に他者と分析結果を比較する。 	<p>思</p> <p>知</p> <p>態</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>思①：ワークシート</p> <p>知③思②： ワークシート</p> <p>態①：ワークシート</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションに対する分析結果をグループ内で発表し、他者の分析結果に対して批判的に考察する。 モデルに対する妥当性を検証・評価し、グループでモデルの改善案を協議・提案する。 シミュレーションが問題解決に活用できそうな身の回りの社会や自然などの事象について考察する。 	<p>思</p> <p>態</p> <p>態</p>	<p>○</p> <p>○</p> <p>○</p>	<p>思③：ワークシート</p> <p>態②：ワークシート</p> <p>態③：ワークシート</p>

代表的な授業（2 時間目）

○本時の目標

社会や自然などの事象に対するモデル化の方法とシミュレーションの手順を理解するとともに、問題点を見いだして適切な課題を設定し、シミュレーション結果に対して正確にデータを読み取ることができる。

○本時の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーション結果を正確に記録し、データを基に適切なグラフを作成する技能を身に付けている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りのモデル化された事象に対して問題点を見だし、適切な課題について考えることができる。 ・シミュレーション結果に対して正確にデータを読み取り、分析結果を文章や言葉で表現することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・得られたシミュレーション結果に対して、主体的に他者との分析結果を比較しようとしている。

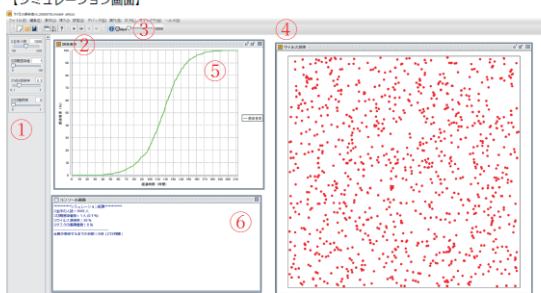
○指導過程

時間	学習活動	指導上の留意事項	評価方法
導入 (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の授業を振り返りながら、本時の目標を理解する。 ・ワークシートへのシミュレーション結果の記入方法と、グラフの作成方法及び分析方法について確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・どのような課題を設定できたか振り返らせる。 ・他者と同じ課題を設定しても、シミュレーション結果及び分析結果が必ずしも同じにならないことを認識させる。 	
展開 (30分)	<ul style="list-style-type: none"> ・変動させるパラメータを1つ決定し、結果の予測を立て、シミュレーションを実行する。 ・ワークシートに記入したシミュレーション結果からグラフを作成し、グラフから読み取れる事柄を記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変動させるパラメータの間隔が等間隔に設定しなければいけない理由を考えさせる。 ・グラフ化に使用する値に関して、3回のシミュレーション結果の平均値にしている理由を考えさせる。 	思①：ワークシート 知③思②：ワークシート
まとめ (10分)	<ul style="list-style-type: none"> ・周りの複数の生徒とワークシートを交換し、グラフに対する分析結果を共有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・変動させるパラメータが同じでも、他の生徒のワークシートとグラフが一致しないことに気付かせる。 	態①：ワークシート

○ワークシート

ウイルス感染をシミュレーションしてみよう

【シミュレーション画面】



①シミュレーションのパラメータ（各パラメータの説明は下記参照）
 ②再生/ステップ実行/一時停止/停止ボタン
 ③実行速度の調整スライド（バーを左にするほど早くなる）
 ④シミュレーション画面（黒：非感染者、赤：感染者、緑：マスク着用者）
 ⑤グラフ（横軸：経過時間[時間]、縦軸：感染者率[%]）
 ⑥コンソール画面（シミュレーションの結果が表示される）

【パラメータ】

- ・全体人数：画面に表示される総人数（100～2000人）
- ・初期感染者：初めに感染している人数（0～100人）
- ・ウイルス感染率：感染者に接触したときに感染する確率（0～100%）
- ・マスク着用率：マスクをしている人の割合（0～100%）

ウイルス感染率一覧（ウイルス感染率が30%の場合）

	マスク×	マスク○
マスク×	30%	15%
マスク○	15%	7.5%

図3 シミュレーション操作説明のプリント

▼シミュレーション操作画面の説明

シミュレーション専用ソフトウェアの操作説明に使用したプリントである。操作は主に「①パラメータ」をスライダーで変更し、「②再生/停止ボタン」で再生と停止を繰り返すだけであるため、事細かに説明しなくても操作することができる。

ただし4つのパラメータの意味については正確に理解させる必要がある。パラメータは「全体人数」、「初期感染者」、「ウイルス感染率」、「マスク着用率」の4つであり、このうちの1つを選択し、値を少しずつ変動させながらシミュレーションを実行することになる。シミュレーションの実行の前には、グラフの形状の予測とその理由に関して考察させる。

シミュレーションシートNo.1

●パラメータを決定しよう

	全体人数	初期感染者	ウイルス感染率	マスク着用率
数値 (変動値に○)				

●シミュレーション結果を記録しよう

回数	全員が感染するまでの日数			
	結果1	結果2	結果3	平均値
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

●シミュレーション結果をグラフ化しよう

全員が感染するまでの日数

()

1年()組()番 氏名()

図4 シミュレーションシート

▼シミュレーションシートの説明

シミュレーション結果を記録し、それらの値をグラフ化するためのプリントである。選択したパラメータを少しずつ変動させてシミュレーションを実行し、結果（全員が感染するまでの日数）を記録していく。ただしグラフに使用する値は3回シミュレーションを実行した結果の平均値としている。

グラフ化する平均値をすべて算出できたら、それらの値を基にグラフを作成する。ただしグラフの目盛りは記していないため、自分で最大値や間隔を考えながら作成しなければいけない。またグラフが作成できたら、そこから読み取れることや気付いたことを空きスペースに記入させる。

生徒の問題解決例

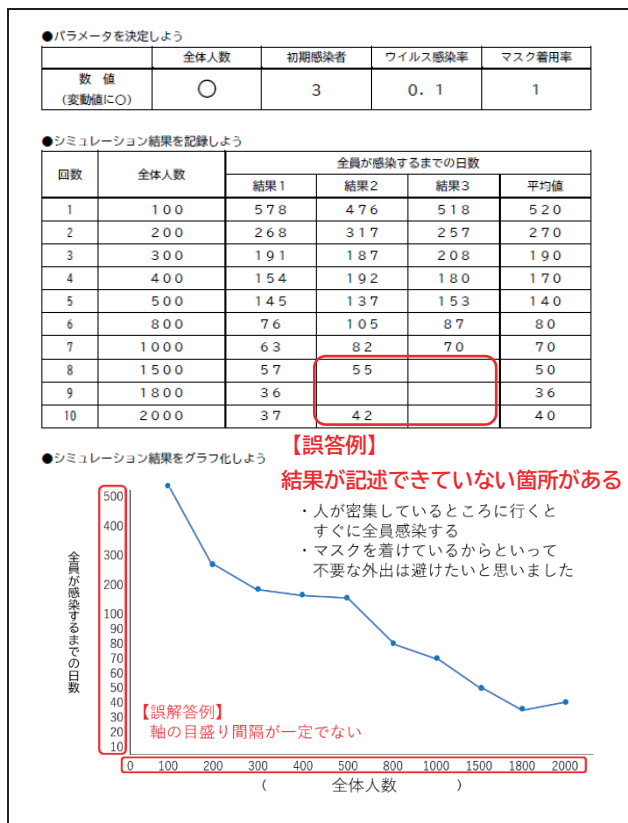


図5 変動パラメータ：全体人数（100～2000人）

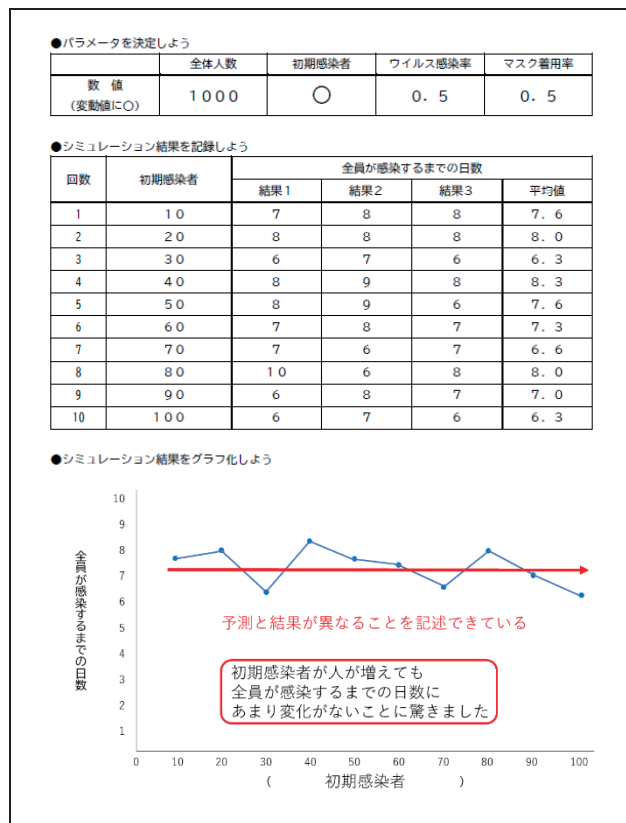


図6 変動パラメータ：初期感染者（10～100人）

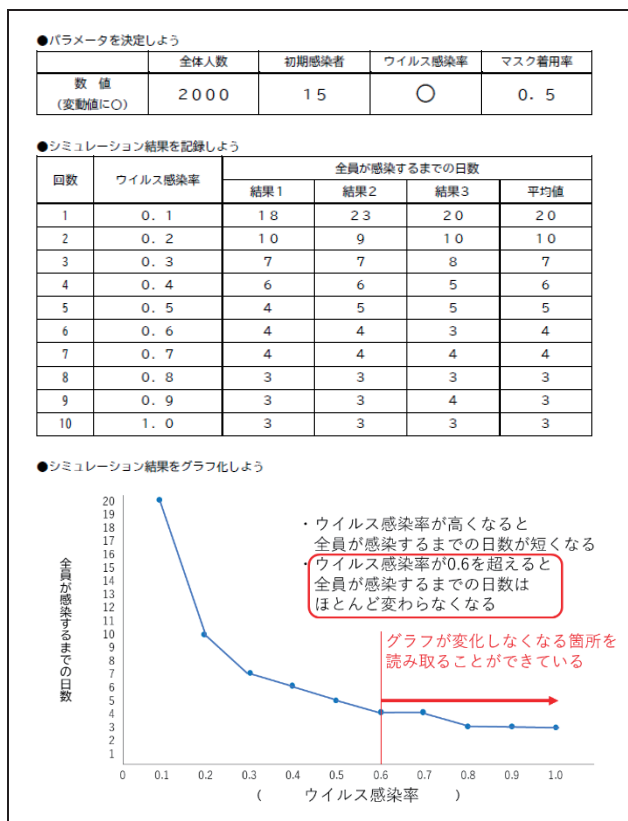


図7 変動パラメータ：ウイルス感染率（0.1～1.0）

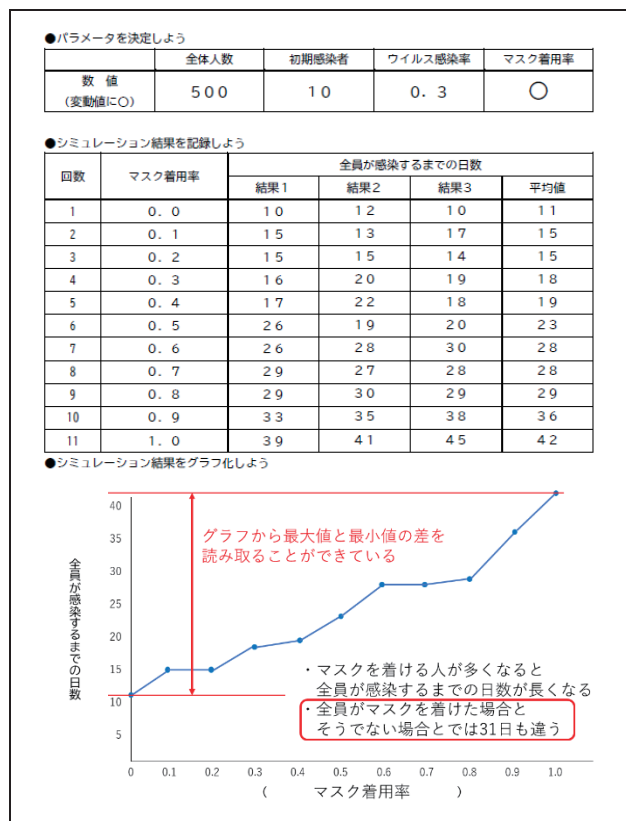


図8 変動パラメータ：マスク着用率（0.0～1.0）

○シミュレーションに関する感想例

- ・ ウイルス感染のシミュレーションをして、実際に試せないことを様々な場合を予想して実験するのが楽しかったです。
- ・ 自分の興味のある数値を自由に調べることが出来て楽しかったし、調べた結果がシミュレーション結果とグラフですぐ変化が分かって面白いと思った。
- ・ 自分が思ったのと違うシミュレーション結果になったり、同じ設定内容でも違う結果になったりして面白かったです。コロナ以外でもシミュレーションしてみたいと思いました。
- ・ シミュレーションごとに結果は全然変わってくるし、他の人と比べても結果は全然違っていたので、シミュレーションすることは大事だと改めて思ったし、何回も実験して確認することが大切だと思いました。

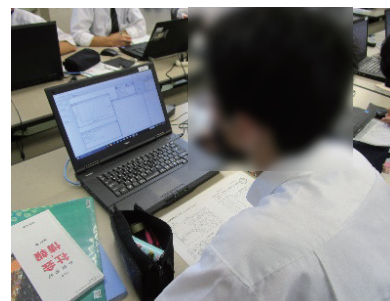


図9 シミュレーションの実行



図10 結果の記録とグラフ化

○ウイルス感染対策に関する感想例

- ・ 危機感も高くなったけど、シミュレーションでこんなに一瞬で感染していくのだと思い恐ろしく感じました。日本人はマスクをすることに抵抗がないことが救いになっているのだと分かりました。しかしマスクをしていても全く感染しないわけではないので、今後も手洗いうがい消毒を徹底しようと思います。
- ・ 今もコロナウイルスが流行している中で、このような授業をして国や県が「不要不急の外出を控えるように」と言っていた意味がよく分かったので良かったです。シミュレーションを通してウイルス感染症の恐ろしさを改めて感じる事ができました。
- ・ コロナの怖さをさらに知ることができた。マスク着用率が高ければ高いほど全員が感染するまでの日数が長くなるから、一人一人がマスク着用を心掛けないといけないことが分かった。一人の行動が全員に影響するから、マスク着用を心掛けます！



図11 分析結果の共有



図12 生徒同士による教え合い

本事例のポイントと留意点

○ポイント

- ・ 高等学校学習指導要領ではシミュレーション専用ソフトウェアの使用が想定されている。
- ・ 本事例に使用した artisoc は日本語表記かつ操作方法も容易である。
- ・ Web サイトには artisoc で使用できるモデル例が豊富に用意されている。
- ・ artisoc に関する指南書は Web サイトから無料でダウンロードすることができる。
- ・ 本格的なシミュレーションを体験することで、シミュレーションの本質的な意味が理解できる。
- ・ シミュレーションの題材選択は非常に重要であり、生徒の興味・関心に大きく影響する。
- ・ 本時の題材としたウイルス感染は、生徒の興味・関心を大いに高めることができた。
- ・ 副次的効果としてウイルスに対する予防意識も高めることができた。

○留意点

- ・ 本事例に用いた artisoc は教育上での利用に限り無償でダウンロードすることができる。
- ・ artisoc は事前にすべてのコンピュータにインストールする必要がある。
- ・ artisoc は VBA に似たプログラミング言語で記述されている。
- ・ VBA に関する知識があれば、ある程度モデルファイルをカスタマイズすることができる。
- ・ シミュレーションでは選択するパラメータや設定値により、実行時間に差が出る。
- ・ ワークシートの予備を準備し、早く終わった生徒には別のパラメータでシミュレーションをさせる。
- ・ 授業時間を追加して、設定を変えて複数のシミュレーションを実行させることも効果的である。

参考文献

- 1) 井手広康：連載「情報の授業をしよう！」ウイルス感染をシミュレーションする，情報処理学会会誌「情報処理」，Vol.61, No.11, pp.1130-1135（2020）
- 2) 間辺広樹：「情報 I」を見据えた「モデル化とシミュレーション」の授業 —マルチエージェントシミュレータ artisoc を用いて—，情報処理学会 コンピュータと教育研究会 第 154 回研究発表会研究報告，Vol.2020-CE-154, No.17（2020）
- 3) 井手広康：第 7 章「社会システム予測のためのシミュレーション」，小・中・高等学校でのプログラミング教育実践 —問題解決を目的とした論理的思考力の育成—，九州大学出版社，pp.247-255（2019）
- 4) MAS COMMUNITY：構造計画研究所，<https://mas.kke.co.jp/>（参照 2020 年 10 月 8 日）
- 5) シミュレーション専用ソフトウェア artisoc（artisoc 4 standard 版／player 版）
<https://mas.kke.co.jp/artisoc4/>（参照 2021 年 3 月 2 日）
- 6) 本授業で使用したウイルス感染のモデルファイル及びワークシート，
https://supple.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=52&item_no=1&page_id=13&block_id=16（参照 2021 年 3 月 2 日）