

主体的・対話的で深い学びのための、一人一台端末を活用した理科教材の開発と実践

地域教育課題解決コース ICT活用・科学ものづくり推進系
氏名：平野純一

I. はじめに

平成30年3月、新学習指導要領が公示され、高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編¹⁾(以下、「解説 理科編 理数編」と示す)では、改訂の基本方針として、『「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の推進』が掲げられている。ここで、中央教育審議会答申【概要】(平成28年12月21日)²⁾によると、主体的な学びは、学ぶことに興味や関心を持つこと、自己の学習活動を振り返って次に繋げることなどを指し、対話的な学びとは、子ども同士の協働などを通じ、自己の考えを広げ深めることなどを指すことが示されている。また深い学びとは、『各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり』することとされている。

また、文部科学省はGIGAスクール構想を掲げている。文部科学省HP³⁾にある『GIGAスクール構想における高等学校の学習者用コンピュータ端末の整備の促進について(令和3年12月27日)』という通知では、高等学校において一人一台の学習者用端末(以下「一人一台端末」と示す)環境を早急に整備することが必要であると示されている。

これらを踏まえて、私は高等学校において「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善をする際には、生徒が学習に興味や関心を持ち、仲間と協働し、知識を関連付けられるような実践をする必要があると考えた。私がお世話になった愛知教育大学附属高等学校(以下「実習校」と示す)では、既に貸し出しによって一人一台端末(iPad)環境が実現しており、それらをインターネットに接続するWi-Fi環境も整備されている。そこで本実践では、「主体的・対話的で深い学びのための、一人一台端末を活用した理科教材の開発と実践」を試みた。

この報告書では、第I章で背景となる情報や研究のきっかけを説明した。第II章では、実習校の生徒や先行研究の実態を把握し、第III章で実態を踏まえた主題を設定する。また第IV章で実践の構想を示し、第V、VI章で実践の様子と結果を示す。そして、第VII章で結果の考察を説明し、第VIII章で全体をまとめる。なお、付録として開発した教材の一部や、アンケート結果を示すグラフなどを加えた。

II. 実態把握

1. 生徒研究

実習校の生徒の実態を把握するために、アンケート調査を実施した。

1) 対象

- 1回目:2年生 物理選択者 計34名
- 2回目:1年生 3クラス 計120名

2) 実施日

- 1回目:令和3年1月21日
- 2回目:令和3年3月10、11、18日

3) アンケートの結果と考察(資料1、2)

1回目のアンケートでは、普段の実験の際に実験操作を率先して進めるかという問いに対して、率先して進める12%、少し進める41%、少し班員に任せがち38%、班員に任せがち9%と、半数近くの生徒が、実験操作を班員に任せがちであることが分かった。これは、実験器具の数には限りがあることなどから、実験活動において全員が主体的に操作を行うことが難しい現状が読み取れる。

2回目のアンケートでは、知識の暗記をする際に障壁となる場面は何かという複数回答可の問いに対し、合計117人中、勉強のモチベーションが続かない72人、知識と知識が繋がらない47人、覚えたことを使う機会が無い、または少ない39%と、勉強に対するモチベーション、知識の関連付け、知識のアウトプットという面に対して課題が見られた。

2. 先行研究

1) デジタル実験教材について

独立行政法人科学技術振興機構の資料⁴⁾には、物理の学習において、デジタル教材を用いて『実験映像や動画を見せることはじつに有効』であると書かれている。また、「PhET」⁵⁾や、筆者が製作し公開している「Junchi Lab」⁶⁾のように、物理シミュレーションを教材に利用しようとする動きも見られる。本実践でも、物理シミュレーションを用いた実験教材を開発し、生徒一人一人が主体的に取り組める実験の授業実践を行った。

2) カードゲーム教材について

野田陽平(2019)は、地学基礎の授業において、カードゲーム教材を用いることで、「理科の見方・考え方」を働かせ、対話による深い学びが実現できるグループワークを開発し、実践している。⁷⁾本実践でも、化学基礎においてカードゲーム教材を開発し、生徒が知識を関連付けながら楽しく学べる授業実践を行った。

3) 教科横断的な授業の可能性について

小田原健一(2019)は、『学びの喜びを感じられる授業開発』をテーマとした実践研究で世界史と国語の教科横断的な授業を行っている。⁸⁾本実践でも、実習校の世界史の教諭に協力していただき、世界史と化学の教科横断的な授業実践を行った。

- ① 自らの手で実験操作ができたか
- ② 仲間と協働して実験ができたか

ii.仮説 2

- ① 意欲的に取り組めたか
- ② 知識の関連付けやアウトプットができたか
- ③ 実際に知識が定着したか

iii.仮説 3

- ① 教科をまたいだ知識を活用できたか
- ② グループで協働できたか

2) 検証の場面・方法

i.仮説 1

- ① 事後のアンケート調査
- ② 事後のアンケート調査

ii.仮説 2

- ① 事後のアンケート調査
- ② 事後のアンケート調査
- ③ 事前・事後の小テストの点数を比較

iii.仮説 3

- ① 行動分析
- ② 行動分析、事後のアンケート調査

III. 主題設定

実態調査により、実習校の生徒は、実験において全員が主体的に実験操作を行っているわけではなく、また知識の習得に関して、興味関心を持ったり、知識を関連付けたり、アウトプットしたりする機会が少ないことが分かった。

そこで、本実践研究では、以下に示す 3 つの仮説を立て、それぞれの仮説を検証するために 3 つの授業実践を立案し、実施することとする。

<仮説 1>

物理におけるケプラーの第三法則の学習において、一人一台端末を用いて物理シミュレーション実験ができる教材を開発し、ICTを活用して実験を進めることで、生徒全員が自分の手で実験操作を行いつつ、実験結果を共有し仲間と協働することができるだろう。

<仮説 2>

化学基礎におけるイオン化傾向の学習において、工夫されたカードゲーム形式の教材を用いてグループワークを行えば、知識の習得に対して意欲的に取り組むことができ、知識を関連付けてアウトプットすることで、知識を定着させることができるだろう。

<仮説 3>

感染症とワクチン開発に関する工夫されたグループワーク教材を開発し、世界史と理科における教科横断的な授業を行うことで、教科をまたいで知識を活用し、グループで協働して課題を解決する姿勢を養うことができるだろう。

IV. 構想立案

1. 仮説検証の方法

1) 検証の観点

i.仮説 1

2. 実践計画

1) 仮説 1 (万有引力シミュレーター)

i.対象

2 年生 物理選択者 計 34 名

ii.実施日

令和 3 年 1 月 21 日

iii.目標

生徒全員が自らの手で実験操作を行い、仲間と協働して実験結果を吟味する。

iv.教材

ケプラーの第三法則とは、太陽系の全ての惑星において、長半径の3乗と公転周期の2乗の比が一定となる法則である。この法則は惑星についての法則のため、実験や観察を行うことができず、授業では公式の暗記に留まることが多い。そこで本実践では、物理シミュレーションを用いた実験を通して、生徒の手でケプラーの第三法則を導き出す授業を考案した。

本実践に際し、Unity⁹⁾を用いて「万有引力シミュレーター」を制作し、ウェブサイト「Junchi Lab」⁶⁾に公開した。(資料 3)

<準備物>

- ① 一人一台端末 (iPad)
- ② 結果集約用フォーム (QR コード)

<活動の流れ>

- ① 一人一台端末を用いて、「万有引力シミュレーター」にアクセスする

- ② 時刻 $t=0$ における惑星の質量、速度、公転半径を入力してプログラムを開始すると、惑星の運動方程式をもとに計算された惑星の運動がアニメーションで表示される
- ③ 運動方程式は、4次のルンゲクッタ法を用いて数値的に計算されており、リアルタイムで公転半径とプログラム上での時刻(日)が表示される。
- ④ 生徒は時刻 $t=0$ における任意の質量、速度、公転半径の惑星を自ら生成してシミュレーションし、シミュレーション結果から長半径と公転周期を求めて、共有用フォームに入力、送信する。
- ⑤ 送信された結果は、即座に教室前方に映し出されたグラフエリアにプロットされる。そして、最終的に生徒全員の結果からケプラーの第三法則が導かれる。

v.指導計画

指導計画は表1の通りである。

表1

時刻	内容	留意点
0	●事前アンケート	QRコードを読み取ってiPadで解答する
5	●操作方法を聞く	QRコードで実験環境(Junchi Lab) ⁵⁾ へ接続させる
10	●実験方法を考える	
15	●実験	机間巡視し操作の補足等を行う
30	●グラフから導出	
40	●演習問題	
45	●事後アンケート	QRコードを読み取ってiPadで解答する

2) 仮説2 (イオン化傾向カードゲーム)

i.対象

1年生3クラス(化学基礎)計120名

ii.実施日

令和3年3月10、11、18日

iii.目標

イオン化傾向の学習において意欲的に

取り組み、知識の関連付けやアウトプットを通して知識を定着させる。

iv.教材

イオン化傾向とは、金属のイオンになりやすさを表す値である。化学反応に深く関係する値であるが、イオン化傾向の順番を暗記することが優先されることが多いため、電子の授受などの知識と関連付けて理解を深められる授業を考案した。

本実践に際し、カードを用いたグループワーク教材「イオン化傾向カードゲーム」を開発した。

<準備物> (資料4)

- ① 金属カード:金属が記載されたカード
- ② 電子カード:電子と反応環境が条件として記載されたカード
- ③ 一人一台端末(iPad)

<ゲームの流れ>

- ① 班で1台、端末を使って、「Junchi Lab」⁶⁾にある、ゲーム進行用タイマーにアクセスする
- ② 「電子カード」を人数分伏せて置き、山札とする
- ③ 「金属カード」をn枚ずつ配り、手札とする
- ④ 単位フェーズ(後述)を手札が無くなるまで繰り返す
- ⑤ 獲得した電子カードの「獲得ポイント」を合計し、最も多い人が勝利

<単位フェーズで行うこと>

- ① それぞれの山札から1枚めくり、表向きで山札の横に置く(以後「場の電子」と呼ぶ)
- ② 掛け声に合わせて任意の「場の電子」に手札を1枚出す
- ③ それぞれの山について、勝敗ルール(後述)に従って勝敗を決め、勝利した人がそれぞれに該当する山の「場の電子」を総取りする
- ④ このとき、だれにも獲得されなかった電子カードは、次のフェーズ以降も誰かに獲得されるまで山に残り続ける ※この場合も、①の作業は同様に行われ、「場の電子」の枚数が増えていく

<勝敗のルール>

- ① まず、各々の電子カードの環境で反応する金属を敗北させる
- ② 次に、①で敗北しなかった金属が各山に1枚しかない場合、その金属は

勝利する

- ③ 最後に、複数の金属が敗北せず残っている山について、各山で最もイオン化傾向の小さい金属がそれぞれ勝利する

なお、本教材の詳細は、筆者のウェブサイト「Junchi Lab」⁶⁾にて公開されている。

v.指導計画

指導計画は表 2 の通りである。

表 2

時刻	内容	留意点
0	●小テスト(事前)	生徒が解答している間に端末(iPad)を配布する
5	●事前アンケート	QRコードを読み取って iPad で解答する
15	●ルール説明を聞く	ルール説明に動画を用いる
20	●活動	机間巡視しルールの補足説明等を行う
35	●小テスト(事後)	生徒が解答している間にカード等を回収する
40	●事後アンケート	時間短縮のため、小テストが終わった生徒から順次アンケートに答えてもらう

3) 仮説 3 (ワクチン開発リアル脱出ゲーム)

i.対象

2年生 生物選択者 計 27 名
3年生 世界史 A 2クラス 計 59 名
1年生 科学と人間生活4クラス 計 120 名

ii.実施日

1回目:令和3年9月3日
2回目:令和3年10月21日
3回目:令和3年11月9,10,12日

iii.目標

教科をまたいで知識を活用し、グループで協働して課題を解決する。

iv.教材

感染症のワクチン開発は、科学技術が人間の生活に役立っている例であり、過去の人間の歴史を左右した要因でもある。また、現在世界的に流行している新型コロナウイルス感染症のワクチンは、mRNA ワクチンと呼ばれる新しいタイプ

のもので、生物学で学ぶ内容にも関係が深い。そこで、生物、世界史 A、科学と人間生活の3科目において、ワクチンの開発手順を疑似体験し、感染症やワクチンへの理解を深める授業を考案した。

本実践に際し、ワクチン開発について体験的に学べる教材「ワクチン開発リアル脱出ゲーム」を開発した。

<準備物>

- ① 教材一式
※「付録」にて、本教材で使用した教材の一部を示している(資料 5、6)

- ② 一人一台端末(iPad)

<活動の流れ>

- ① 生徒を数人ずつのグループに分け、教材一式をグループに 1 セットずつ配布する
※なお、協働学習をより進めやすくするために、3年生の実践では物理選択者と生物選択者がそれぞれのグループに分散するように配慮した。
- ② ワクチン開発の第一段階として、ヒントとなる配布教材を読んだり、一人一台端末等を利用したりして必要な知識を調べながら、ワクチン開発に必要な mRNA の塩基配列を特定する。
- ③ ワクチン開発の第二段階として、一人一台端末を用いて「Junchi Lab」⁶⁾にあるプログラムにアクセスし、特定した塩基配列の安全性や有効性を審査する。(資料 7)
- ④ ③の審査を突破したら、ワクチン開発リアル脱出ゲームクリアとなり、解説編の資料を用いて学んだことを整理する。

v.指導計画

指導計画は表 3 の通りである。

表 3

時刻	内容	留意点
0	●事前アンケート	QRコードを読み取って iPad で解答する
5	●ルール説明	事前にグループ分けを行い、協働学習が進みやすいよう机を向かい合わせの位置にする
10	●活動	生徒の様子を見て、適宜ヒントを出す

45	● 事後アンケート	時間短縮のため、クリアした班から順次アンケートに答えもらう
----	-----------	-------------------------------

V. 実践の様子

1. 万有引力シミュレーターの実践

一人一台端末を活用したことで、生徒全員が実験操作を行い、結果をフォームに送信することができた。また、徐々にデータが集まっていくことでスクリーンのグラフが綺麗な直線になっていく様子を見ることができた。(資料 8)

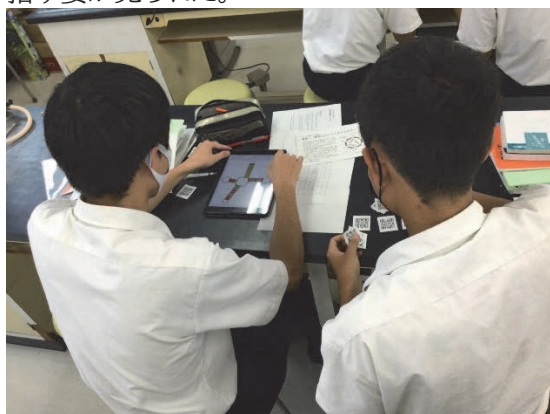
しかし、授業の時間配分がうまくいかず、授業の最後に予定していたワークシートの穴埋めを行う時間が十分に取れなかった。

2. イオン化傾向カードゲームの実践

カードゲーム形式を取り入れたことで、多くの生徒が意欲的に活動を行うことができた。ゲームの戦略にイオン化傾向の知識が直接関係しているため、生徒同士で性質を確認し合ったり、教え合ったりする様子が見られた。一部の生徒からは、「修学旅行に持って行ってやりたい」という声も上がった。

3. ワクチン開発リアル脱出ゲームの実践

2、3 年生の実践では、既に習った生物や世界史の教科書を見返して取り組む様子が多く見られた。特に 3 年生の実践では、物理選択者と生物選択者がお互いに知っている知識を共有し合い、協働してクリアを目指す姿が見られた。また 1 年生の実践では、持っている知識量が少ないからこそ、グループのメンバーで協力し、配布資料をよく読み込んだり、一人一台端末を活用して必要な知識を調べたりしながらクリアを目指す姿が見られた。



VI. 結果

1. 万有引力シミュレーターの実践

本実践の事後アンケートでは、次に示す表 4 を生徒に提示し、授業における自分の様子について自己評価をしてもらった。その結果、目標①では全ての生徒が段階 B に到達し、そのうち半数以上の生徒が段階 A まで達成したという回答が得られた。しかし、目標②では、13 人の生徒が段階 A を達成したものの、15 人の生徒がどちらの段階にも達しなかったという回答が得られた。(資料 9)

表 4

評価	段階 A	段階 B
目標①	少なくともデータ 1 つ分は、友人の助言を受けずに自分でデータを取り、計算してフォームに送信できた	自分の一人一台端末 (iPad) を用いて、自分の手で実験操作ができた
目標②	自分の力でワークシートの穴埋めを埋めることができた	友人の助言を受けながら、ワークシートの穴埋めを埋めることができた

また、「ICT 技術を積極的に用いて実験を行うことで、仲間と協働して実験ができたと言えますか?」という質問に対しては、4(できた)~1(できなかった)に対して、4 が 32%、3 が 38%、2 が 30%、1 が 0%という結果が得られた。(資料 10)

2. イオン化傾向カードゲームの実践

i. 事後アンケートの結果

まず、「カードゲームで楽しく学べましたか」という問いに対し、とても楽しく学べた 76%、まあ

楽しく学べた 23%、あまり楽しく学べなかった 0%、全く楽しく学べなかった 1%という結果が得られた。(資料 11)

次に、「このカードゲーム教材の良いところは何かと思いますか」という複数回答可の問いに対して、合計 118 人中、勉強のモチベーションを維持できる 68 人、イオン化列を、水や酸との反応と関連付けて覚えられる 63 人、覚えたことを使う(アウトプットする)ことができる 57%という結果が得られた。(資料 12)

ii. 事前・事後の小テストの結果

まず、事前・事後の小テストの点数別人数を度数分布表で表すと、人数のピークが 10 点前後から 32 点(満点)に上昇した。(資料 13)

また、個人の点数の変化量を計算したところ、ほぼ全員の生徒の点数が向上しており、中には 32 点満点のテストであるにも関わらず、点数が 27 点上昇している生徒も見られた。(資料 14)

3. ワクチン開発リアル脱出ゲームの実践

i. 行動分析

教科をまたいで知識を活用できたかどうかについて、3 年生の実践では主に世界史や生物、2 年生の実践では主に生物の知識を活用して取り組んでいる姿が見られた。またグループで協働できたかどうかについて、全ての実践においてグループのメンバーで協力して取り組む姿が見られた。特に 3 年生の実践では、物理選択者と生物選択者の協働が多く見られた。

ii. 事後アンケート

「この教材の改善点や気づいたことがあれば教えてください」という問いに対して、全体を通して謎解きの難易度が高いことが改善点として挙げられた。一方、『たくさん話し合いもできて楽しかったです。』という意見も見られた。

VII. 考察

1. 仮説 1 (万有引力シミュレーター)

i. 自らの手で実験操作ができたか (資料 9)

事後アンケートの結果から、全ての生徒が自分の手で実験操作ができたことが分かるため、この目標は達成できたと考えられる。なお、目標②について「どちらも満たせなかった」が 15 人いることについては、本実践でワークシートの穴埋めに十分な時間が取れなかったことが原因であると考えられる。

ii. 仲間と協働して実験ができたか (資料 10)

事後アンケートの結果から、70%の生徒が概ね仲間と協働できたと感じていることが分かる。その反面、30%の生徒はあまり協働した実感を得ていないことが分かった。この原因として、

今回は授業の時配分がうまくいかず、生徒同士がグループになって話し合う場面が少なかつたため、協働の実感を得にくかつたのではないかと考えられる。今後、物理シミュレーション教材を用いた実験で協働学習を行う際には、個人での実験操作に加えて、仲間と協働する場面を意識的に作る必要がある。

2. 仮説 2 (イオン化傾向カードゲーム)

i. 意欲的に取り組めたか (資料 11、12)

まず、「カードゲームで楽しく学べましたか」という問いに対し、76%の生徒がとても楽しく学べたと回答しているため、本教材は生徒の興味と意欲を引き出すことができたと考えられる。また、カードゲーム教材の良いところとして、モチベーションの維持と答えた生徒が半数以上いたことから、この目標は達成できたと考えられる。

ii. 知識の関連付けやアウトプットができたか (資料 12)

事前アンケートで課題になっていた関連付けとアウトプットについては、事後アンケートで約半数の生徒が本教材の良いところとして挙げている。したがって、この目標についてもおおむね達成できたと考えられる。今回の実践ではルール説明などに時間を使ったり、授業が短縮 45 分日程であったりしたことから活動する時間を多く取れなかつたため、さらに関連付けやアウトプットの機会を増やすために活動時間を増やす工夫が必要かもしれない。

iii. 実際に知識が定着したか (資料 13、14)

小テスト結果から、実践前と実践後を比べたとき、集団として大幅に成績が向上していることが分かる。したがって、本教材で遊ぶことで、イオン化傾向に関する知識の定着に効果が見込めることが分かった。また、個人の成績変化を見たとき、2 名を除く大半の生徒の点数が向上しており、中には大幅に点数が向上した生徒も珍しくない。したがって、本教材は概ね全ての生徒に対して効果が見込めることに加え、生徒によっては飛躍的に知識を定着させることができる可能性があることも分かった。

3. 仮説 3 (ワクチン開発リアル脱出ゲーム)

i. 教科をまたいだ知識を活用できたか

1 年生を除く実践において、複数教科の知識を繋げて活用する姿が見られたことから、本実践では教科をまたいだ知識の活用が達成されたと考えられる。

ii. グループで協働できたか

今回、謎解きの難易度が高めに設定されてお

り、全体として半分以下のグループ数しか時間内にクリアできなかった。しかし、難易度が高かった分、グループ全員で分担・協力して活動をする姿が多く見られたため、グループでの協働についても概ね達成できたと考えられる。

VIII. まとめ

本実践では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けて、一人一台端末を活用した試みを3種類行った。

一つ目の実践では、物理シミュレーション教材を用いて実験の授業を行うことで、生徒一人一人が主体的に実験操作を行うことができるようになることに加え、さらに ICT を活用することで協働的な学習へ繋げられることも分かった。新型コロナウイルス感染症が流行している昨今、理科授業においてグループで実験を自由に行うことが難しい現状がある。そのようなときでも、工夫次第では遠隔でも実施できる可能性がある物理シミュレーション教材を用いた実験は、必要性を増すはずである。

2つ目の実践では、知識の定着を目指してカードゲーム教材を用いる試みを行った。工夫されたカードゲーム教材を考案することで、生徒の興味、関心を引き出し、生徒同士で教え合うことで知識を関連付けたり、アウトプットしたりする機会を増やすことができた。教育にゲームを用いるアイデアは、今回のようなカードゲーム教材だけでなく、ボードゲーム形式や、プログラムを書いて制作するデジタルゲーム形式など、応用例が多くあると考えられる。今後も教材研究に励み、学習内容に最適な形式でのゲーム教材を考え、実践していきたい。

3つ目の実践では、教科横断の考え方を取り入れ、ワクチン開発をテーマとしたグループワーク教材を開発した。生徒が他教科の授業内容を思い出し、自主的に複数教科の教科書を行き来しながら課題を解決する姿は、筆者が考える理想の授業形態の一つであった。特に理科の学習内容は、単一の教科や分野に収まらず、様々な教科を横断できる内容が多いと感じる。今後も幅広い視野を持って、教科や分野に縛られない柔軟な発想で授業研究に励みたい。

謝辞

本実践を進めるにあたり、多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。

指導教員の岩山勉先生からは多大なご指導を賜り、実践時をする際には必ずご参観いただき、その都度貴重なアドバイス等をいただきました。また、論文執筆に際しても、お忙しい中ご指導を賜りました。ありがとうございました。

ICT 活用・科学ものづくり推進系の担当をしてくださった松永豊先生には、中間報告会などにおいてご指導を賜り、プログラミングについてもご教示いただきました。ありがとうございました。

サポート教員の花井和志先生には、メールや対面にて、実習における私の様子を丁寧に気にかけていただきました。ありがとうございました。

愛知教育大学附属高等学校の西牟田哲哉校長先生には、お忙しい中時間を作っていただき、興味深い論文や書籍を紹介していただいたり、報告書執筆に関して相談に乗っていただいたりしました。ありがとうございました。

愛知教育大学附属高等学校で指導を担当してくださった物理教諭の足立達彦先生には、毎日の実習においてあらゆることを一から丁寧に指導いただきました。実践に関して、予備実験や授業案、アンケート調査の方法など、親身になって相談に乗っていただき感謝いたします。ありがとうございました。

実践にあたり、愛知教育大学附属高等学校の先生方、そして生徒の皆さまには何度も実践の機会をいただき、貴重な授業経験やデータ収集にご協力いただきました。ありがとうございました。

万有引力の物理シミュレーションを制作するにあたり、阿武木啓朗先生には、微分方程式の数値的解法についてご教示いただきました。ありがとうございました。

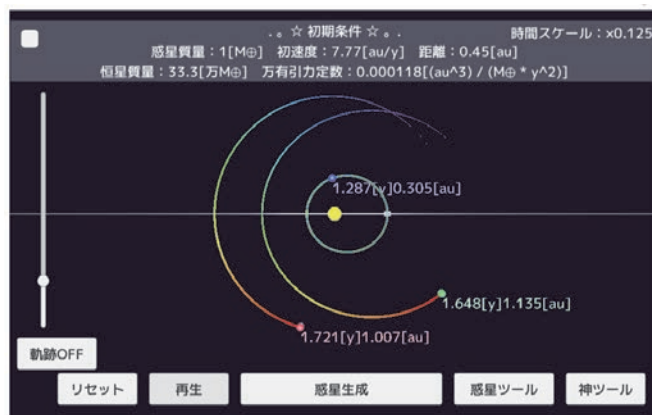
最後に、本研究ならびに学業全般にわたって、経済的、心身的に支援をしてくださる家族に深く感謝し、お礼を申し上げます。

参考文献

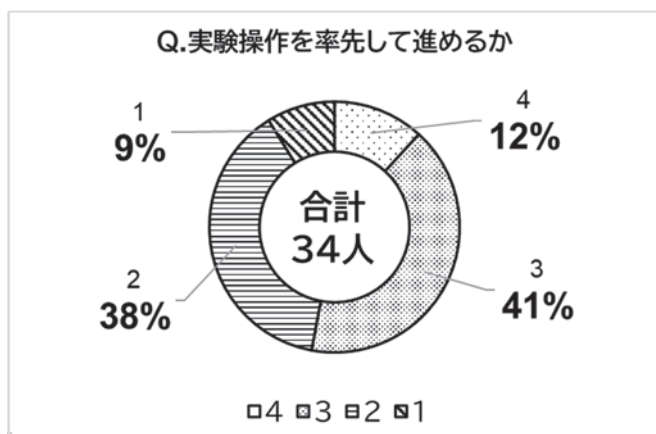
- 1) 文部科学省、高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 理科編 理数編、平成 31 年 3 月 29 日初版発行
- 2) 中央教育審議会、幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)【概要】、(中教審第 197 号)
- 3) 文部科学省 HP、GIGA スクール構想の実現について(令和4年1月29日閲覧)
(https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm)
- 4) 独立行政法人科学技術振興機構、デジタル実験教室「運動とエネルギー」、JSTNews 2009 年 6 巻 4 号 p.16
- 5) PhET (令和4年1月30日閲覧)
(<https://phet.colorado.edu/ja/>)

- 6) Junchi Lab (令和4年1月30日閲覧)
(<https://junchilab.official.jp/index.html>)
- 7) 野田陽平、グループワーク教材:地質カードの開発、愛知教育大学附属高等学校研究紀要第46号 pp.57~60、(Marth, 2019)
- 8) 小田原健一、「世界史版 百人一首」の作成 一学びの喜びを感じられる授業を目指して一、愛知教育大学附属高等学校研究紀要第46号 pp.19~23、(Marth, 2019)
- 9) Unity(令和4年2月1日閲覧)
(<https://unity.com/ja>)

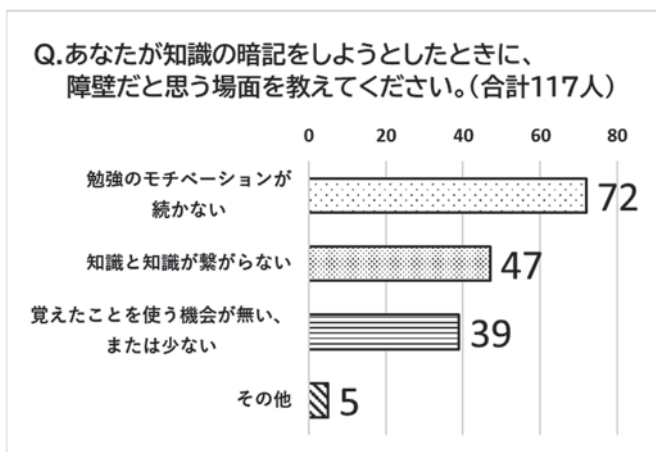
付録



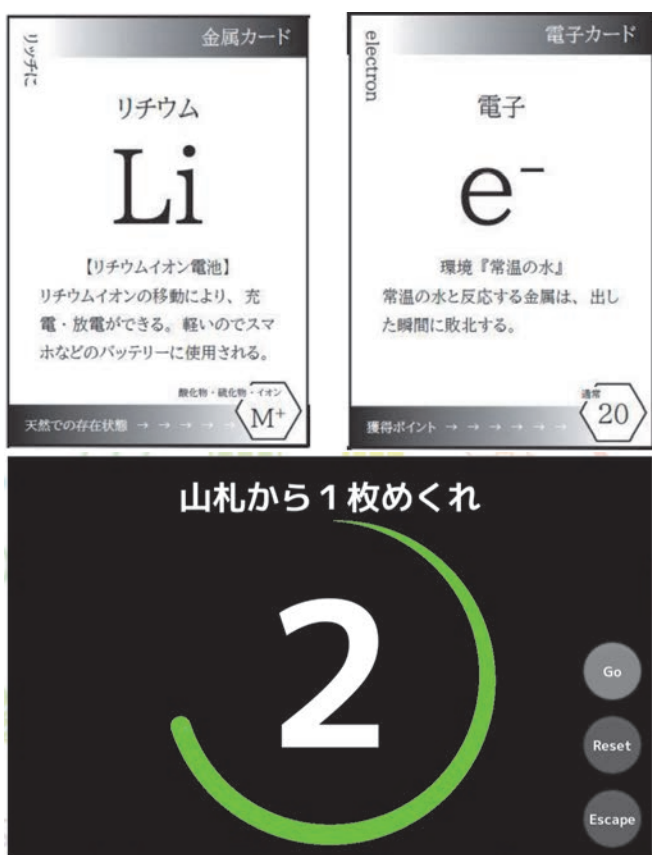
資料3 万有引力シミュレーターの操作画面



資料1 事前アンケート結果1



資料2 事前アンケート結果2



資料4 金属カード(左)と電子カード(右) 進行用タイマーの画面(下)

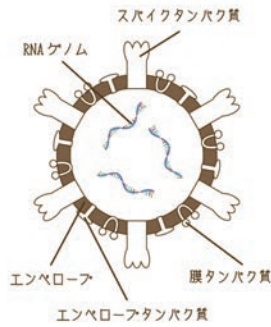
ワクチン開発リアル脱出ゲーム

資料 1 「新型コロナウイルスとは？」

「COVID-19」を引き起こす新型コロナウイルスは、遺伝子が脂質でできた殻（エンベロープ）で包まれたような構造をしている。エンベロープには、「スパイクタンパク質」「膜タンパク質」「エンベロープタンパク質」の3つが刺さっており、内部には自己を複製させるために必要なRNAゲノムを持つ。

ウイルスが感染すると、「スパイクタンパク質」が鍵のような役割を果たし、私たちの細胞にRNAゲノムを侵入させる。ウイルスのRNAゲノムが侵入した細胞は、ゲノムの命令に従って、無尽蔵にウイルスを複製し続けるようになる。

ちなみに、せっけて手を洗うと良い理由は、せっけんが脂質でできたエンベロープを壊し、ウイルスを無力化するためである。



資料 5 ウイルスの構造を学ぶ資料

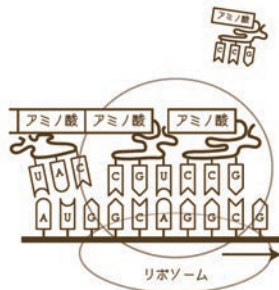
ワクチン開発リアル脱出ゲーム

資料 2 「RNAゲノムとは？」

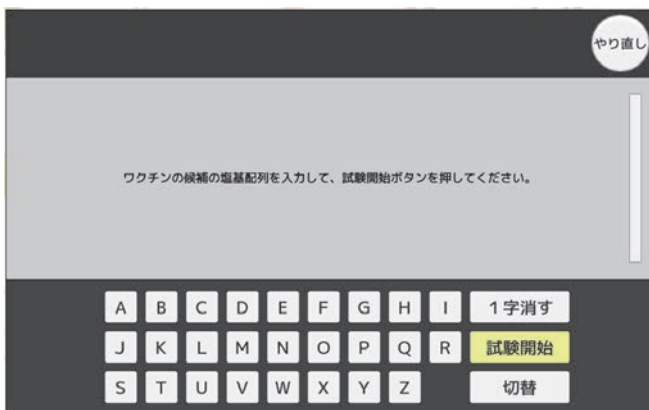
RNAゲノムとは、タンパク質を合成するための設計図のようなものである。細胞に侵入したmRNAは、タンパク質の工場である「リボソーム」までたどり着き、スパイクタンパク質などのウイルスを構成する物質を合成していく。

mRNAは、「アデニン (A)」「シトシン (C)」「グアニン (G)」「ウラシル (U)」の4種類の塩基の配列でタンパク質の情報を伝えている。塩基3つのセット(コドン)で1つのタンパク質を示し、その中でも「AUG」の並びは「開始コドン」と呼ばれ、「AUG」が現れたところからタンパク質の翻訳がスタートする。

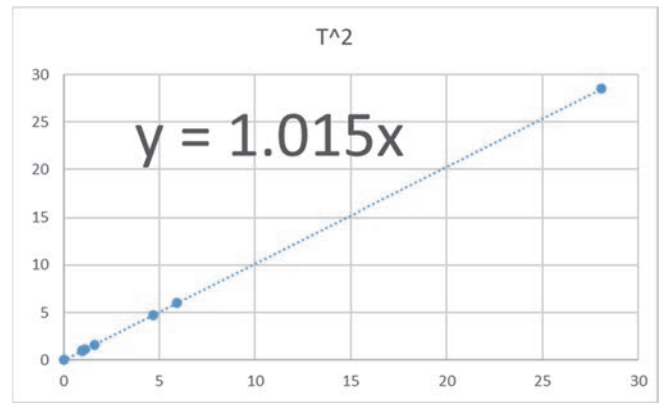
今回のゲームにおいては、「AUG」から始まるAUGを含めた9文字がスパイクタンパク質を示す遺伝情報であり、ゲノムは一本順でそのまま翻訳できるものとする。



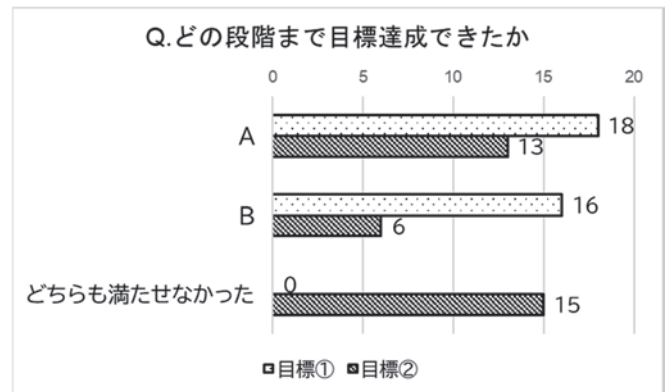
資料 6 ゲノムについて学ぶ資料



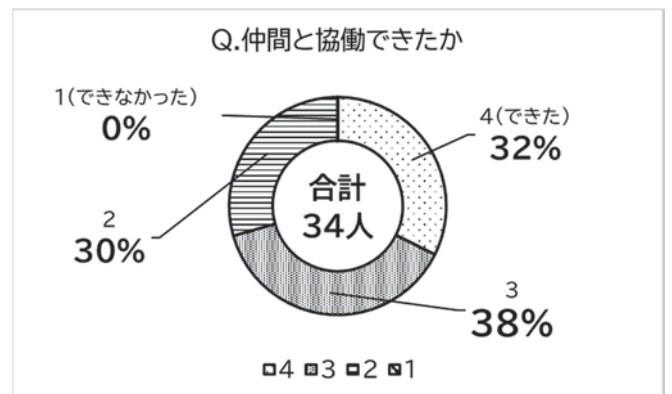
資料 7 ワクチンの安全性や有効性を確かめるプログラム画面



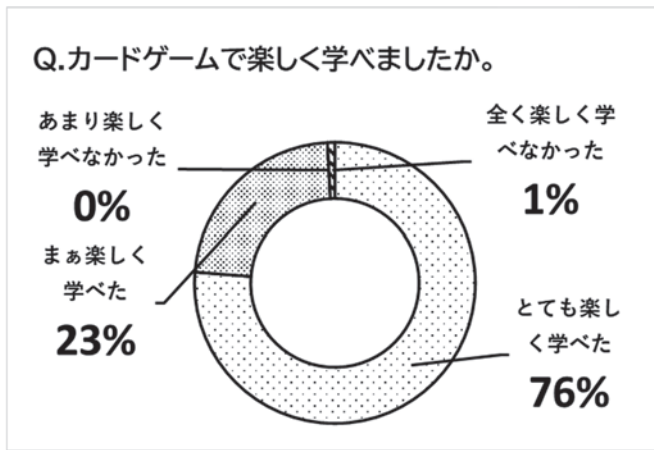
資料 8 実験で得られた長半径の3乗と公転周期の2乗の関係



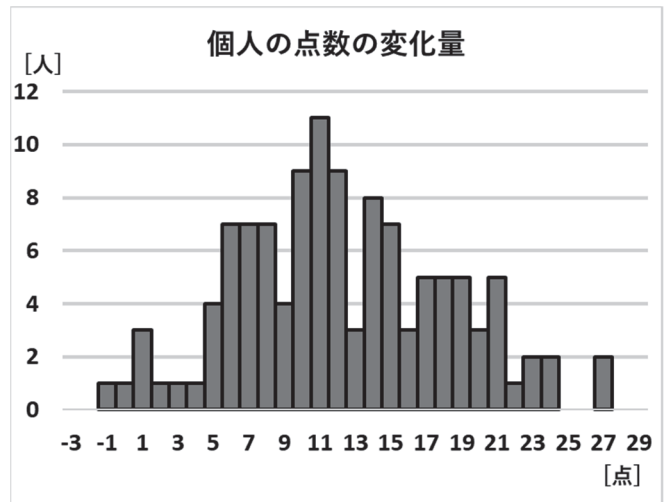
資料 9 万有引力シミュレーター事後アンケート 1



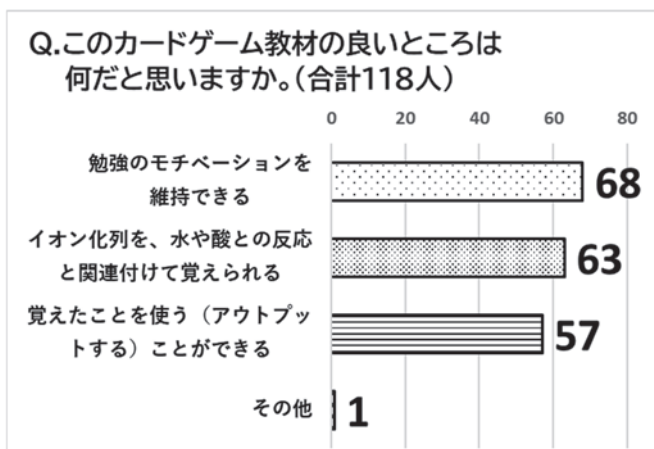
資料 10 万有引力シミュレーター事後アンケート 2



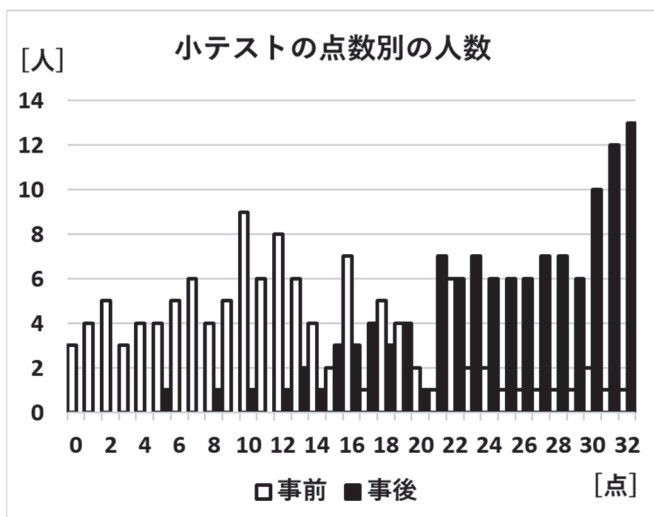
資料 11 イオン化傾向カードゲーム
事後アンケート 1



資料 14 イオン化傾向カードゲーム
小テストの結果 2



資料 12 イオン化傾向カードゲーム
事後アンケート 2



資料 13 イオン化傾向カードゲーム
小テストの結果 1