



令和2年度指定スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第1年次

(実施報告書その3)

*****目次

《4》③実施報告書(本文)

③「研究開発の内容」

【1】「きみろん15・I」	p.18
【2】「きみろんII・15」	p.20
【3】「きみろんIII」	p.23
【4】「きみろんR1」「一人一台パソコン」	p.28
【5】「きみろんR2」	p.36

③「研究開発の内容」

【1】 きみろん 15・I * * * * * STEAM プログラム 担当者《 東口 匡樹 》

本校では3年前から総合的な探究の時間に全校で探究活動をし、論文を作成するプログラムに取り組んできたが、生徒の論文に対する目的や知識、方法といったことにあまり意識が見られないことから、どのようなテーマを見つけ、どのように研究して、どのように表現して伝えるかを学ぶことが大きな課題であった。

a. 仮説

本プログラムの中心となる仮説は「人は興味のある分野だからこそ、そこに他者の気づかなかった問題点を見つけ、新しい研究テーマを創生することができる。テーマを見つけ出す力は「感性」(ART)と深く関わっており、そのテーマを深化・発展させられるのが数理科学技術、つまり「理性」(STEM)である」というものである。これをもとに「きみろん 15・I」では次のような仮説を設定した。

①15年後の自分が現在の新聞を批判的に読み抜く論文コンテスト「きみろん 15」や興味ある分野からリサーチクエスチョンを見つけ出す「きみろん I」を実施すれば、その過程で協働的・創造的思考力を育成し、かつ自らをメタ認知できるようになり、生徒が研究をする上での基本的スタンスとなる「批判的思考力」を身につけられるのではないのか。

②全生徒が他者のきみろんの審査をすることで、優秀な研究がフィードバックされ、さらに研究に対するPDCAサイクルが確立され、課題発見力・科学的探究力を身につけられるのではないのか。

b: (1) 研究内容

生徒達自身の15年後の家庭や職業の視点から現在の新聞を複数読んだ時、どの記事に着目し、どのような論文を書くのか、という論文入門プログラムである。論文を書く上での基本的なスタンスとなる批判的な思考力を育てるとともに、チームの意見を聞きながら協働的思考力を培い、さらにはもう一歩先に行くために創造的思考力の育成を目指す。これは自分自身を客観的に認知する能力(メタ認知)を鍛えることにもなり、論文を書くための重要な最初の一步となっている。

きみろん I は実際に自分の研究テーマを見つけ、そのテーマについてこれまで一般に言われている知識を疑い、疑問点(リサーチクエスチョン)を発見する。次にそれを解決するための仮説を立て、それを検証するための調査・実験やデータ処理等を行い、考察して科学的な研究論文を書くプログラムである。「きみろん I」は1学年全学科を対象に研究論文コンテストを実施する。

b: (2) 研究方法

4月～7月にかけて毎週木曜日の7時間目を「きみろん 15」の時間とし、実施する。各クラス副担任がテキスト『きみろん』を活用して論文作成をサポートする。各クラスで協働活動班を編成し、生徒間で互いの記事に対する意見交換や評価を行う。生徒全員にフォーマット化された電子ベース形式 USB を配布し、論文様式のダウンロードや作成、保存、原稿提出に利用させ、論文集約を行う。

①「きみろん15」を理解し、メタ認知能力育成を図る。(4～5月)

テキスト『きみろん』を活用して、「きみろん 15」とは何かを理解する。架空の人物(宮西あさひ)の15年後のプロフィールの例を見ながら、自分の15年後の職業、勤務地、家族構成、仕事の魅力、趣味、経歴を想像して未来のプロフィール作りをすることが「きみろん 15」の始まりであることを説明し、メタ認知能力の育成を目指した。

②新聞記事を比較検討し、批判的思考力育成を図る。(5月～6月)

毎日新聞 2018.3.8「共感力を高めて再挑戦を 下町ボブスレー五輪出場ならず」の記事と日本経済新聞 2018.3.8「サバで漁業活性化 地域一丸で新商品開発」を読んで、2つの記事に共通する問題点を探した。この際、新型コロナウイルス感染防止対策をしながら、班活動を行い、協働的思考力育成も目指した。

③2つの新聞記事から自分の意見を見出し、創造的思考力育成を図る(6月～7月)

一見何の関係も無いように見える2つの新聞記事を読んだ架空の人物(宮西あさひ)が書いたエッセイを読んで、論文の副題とタイトルを考える。この過程でこれまで全く関連性が見出せなかった2つの新聞記事に自ら共通点を見出すことができる。これがつぎのブレークスルーにつながる創造的思考力につながると考えた。

④きみろん 15 の完成、審査を行うことで、課題発見力、批判的思考力育成を図る。(8月～9月)

審査方法をシミュレーションした。その後、自ら興味のある新聞記事を2つ探し、自分のきみろん 15 を完成させた。

【令和2年度「きみろん 15」審査で上位に選ばれた論文の題名】

- Information Literacy (情報判断能力) ----- (④関係資料-p.54資料2 作品1)
- 宇宙開発の妨げとなる差別 ----- (④関係資料-p.54資料2 作品2)
- 問題提起と自己陶醉 一本当にすごいカー
- 「多様性」と「現実」 一壁はなくなるないー
- IT 技術と哲学

「きみろん I」は「きみろん 15」の審査終了後、9月～3月にかけて毎週木曜日7限に実施する論文作成テキスト『きみろん』を参照しながら、自分の研究テーマを設定(9月～10月)し、研究の問いとそれに対する研究仮説を立て(11月～12月)、その検証実験や調査から得られた情報やデータの表・グラフなどを用いて科学的研究論文を作成する。(12月～1月)。各班における意見交換等の協働活動、副担任によるヒアリングなどによって相互に課題を共有する。「きみろん I」は生徒・職員によるルーブリック形式の審査用紙で評価する。

⑤ 「きみろん I」と「きみろん 15」の違いを理解し、論文の基本的な構造を学ぶ。(9月)

論文の基本構造として、IMR&D (Introduction=導入、Methods=方法、Results=結果、Discussion=考察)を学び、科学的探究力育成を図った。

⑥ 実験を通して、科学的探究力育成を図る。(10月)

「2階から目薬」の論文を読んで、1年生全員、各クラスで実際に実験を行った。実験を通して自分の予想通りの事象と予想外の事象が生じることを実感し、科学的探究力の基礎である「わくわく」する感覚を得た。

⑦ テキスト『きみろん』にある論文 Q&A を読んで論文と調べ学習の違いを学び、課題発見力育成を図る。(11月)

論文について深く理解することで、自分の中に湧き起こる「問い」を見出すことができるようにする。これを自問自答しながら「きみろん I」のリサーチクエストにつなげ、課題発見力育成を図った。

⑧「きみろん1」を完成させる。(12月～1月)

b: (3) 検証

「きみろん 15・I」の実施にあたり、テキスト『きみろん』や教師用の指導書を開発した。対象となる1年生364人ほぼ全員が論文を提出することができたのは、この指導書とテキストの効果が大きい。生徒はもちろん教員も指導書を読めば何をすればいいか、容易に共通認識ができた。しかしこのことは同時に、担当教員(副担任)が目的・意図を完全に把握しなくてもできることを意味した。この1年間を通してどのような力を身に付けさせたいのか、そこで今回はどのような意図があるのか、など定期的に共有する時間をもてるかどうかは次の課題の一つである。

2つめの課題は副担任の先生方の積極的な意見を次年度に活かしていくことである。始まりは運用の過程でコロナ禍の中どうすべきかを考え始めたことから当事者意識が高まったことだと思うが、その後、生徒自身がいかにジブンゴト(当事者意識の醸成)として論文を捉えられるか、新聞よりもリアルな体験が必要なのではないか、キャリア教育的な観点からより実社会とつながったプログラムが必要ではないかなど、きみろん 15・I をよりよくしたいという気持ちが湧き起こり始めた。これらの気持ちをいかに次年度につなぐかが第2の課題である。生徒に対して実際にアンケートを取ることはできなかったため、今回は生徒の意見・自己評価を数値化することはできなかったため、口頭や日誌で得た感想などを紹介するにとどめざるを得ないが、生徒の論文を書くことへの満足度はかなり高く感じる。わずか2、3ページのものであるが、生徒自身の言葉で将来を見つめ、自らの疑問を探究したという感覚がそう思わせているのだろうか。一方で締切間際に駆け込みで仕上げる生徒がかなり多く見られた。このことから、もう少し生徒が主体的に取り組めるように、日程、指導体制、当事者意識の醸成を見直す必要がある。

「きみろんⅠ・Ⅱ」は実際に自分の研究テーマを見つけ、そのテーマについてこれまで一般に言われている知識を疑い、疑問点(リサーチクエスチョン)を発見する。次にそれを解決するための仮説を立て、それを検証するための調査・実験やデータ処理などを行い、考察して科学的研究論文を書くプログラムである。1年次には15年後の自分の姿を想定して論文を書く「きみろん15」、自分の見つけたテーマの論文を書く「きみろんⅠ」を実施している。2年次は「きみろんⅠ」を受けて、自分のテーマをより深く掘り下げ、主張の根拠を明確にして論文を書く「きみろんⅡ」を実施しコンテストを実施するものである。このプログラムを実施するにあたり仮説を以下のように立てた。

a: 仮説

仮説 1 先行した先輩の優秀論文を読むことが最良のテキストになるのではないかと。コンテスト上位の論文からテキストに採用するものを選出し、次年度の『きみろん』の教材としてテキストに取り入れていく。生徒の論文にはテーマへの気づき、その背景にある疑問、疑問解決の方法と検証が書かれてある。他者の論文の読み取りほど効果のある教材はないのではないかと。

仮説 2 仲間の論文をルーブリック評価で審査することで自分の論文を自己分析できるのではないかと。論文を書く側から審査側に立つことによって、より客観的に評価表の項目に従って論文のよしあしを判断できるようになる。

仮説 3 各論文は生徒8人程度の審査によってかなりの精度で評価できるのではないかと。論文の評価はルーブリック評価型のシートを作り、まずクラス単位で1論文について生徒8人が審査するようにする。採点は最高点・最低点を除いた残りの点数を平均化して論文の獲得点とする。次にクラスごとに1・2位の論文を職員8人程度が同じ評価シートを使って審査し、同じ方法で論文の点数を出す。その結果を使って、各クラスの評価に重みを割り当て、学年全体の順位を出す。

仮説 4 テキストと指導書の開発は論文を指導したことのない指導者を助けるのではないかと。職員の中で研究者としての訓練を受けたものはほとんどいない。研究や論文に関してレベルを上げていくには、まず教師のレベルを上げる必要がある。

仮説 5 ポスターセッションで研究の評価を実体験でき、さらなる研究へ発展できるのではないかと。自分の論文を仲間に説明したり、ポスターの形で研究テーマを話し合ったりする体験は、知的で面白いものであるという経験がさらなる研究テーマの発見につながっていく。

仮説 6 「きみろん」で生まれた優秀研究を予算的にもバックアップすることで、学校を代表する研究を生み出すことができるのではないかと。優秀研究を生み出すには、はじめから大学の研究からおろしたようなテーマを与えて、同様の実験スキルを訓練したほうが、「いかにも」レベルの高い研究をしているようにすることができる。しかしその逆のアプローチで本当に高校生の高いレベルで高いレベルのテーマを彼らが発見することができるかどうかは、まだ方策が見えない。

b: (1) 研究内容

- ・年間を通して、毎週木曜7限に2年生全員362名対象にクラスの副担任の講座形態で実施する。
- ・テキスト『きみろん』を参照しながら、自分の研究テーマを設定(4月～8月)し、研究の問いとそれに対する研究仮説を立て(9月～12月)その検証実験や調査から得られた情報やデータの表・グラフなどを用いて科学的研究論文を作成する。(12月～1月)
- ・各班における意見交換等の協働活動、副担任のヒアリングなどによって相互に課題を共有する。
- ・生徒や職員によるルーブリック形式の審査用紙(別紙様式2-1 p.8 きみろんⅡ審査用紙を掲載)で評価する。
- ・特に優秀な論文はスチーム・ラボ等の活用により研究の充実や発展を図る。

b: (2) 研究方法

① 「SSH」と「きみろんⅡ」の概要を理解する(4～5月)

始めにテキスト『きみろん』を生徒に配布し、「SSH」と「きみろん」についての概要の説明を放送で行った。

- ・「きみろんⅡ」では最初に研究テーマと研究計画書を作って提出することになり(7月)、優秀なものは「STEAMプログラム指定研究」として認可すること。
 - ・指定研究に認められると、先生方のアドバイスを受けながら自由に研究を進めていけること。また研究に予算がつくので、実験装置の製作や測定器の購入などできること。
 - ・本校のSSHの目標は「ISEF」と言われる国際科学技術研究発表大会に参加できるようなレベルの研究を育てていくこと。
 - ・3年生では「きみろんⅡ」の論文を深めてポスターセッションをする「きみろんⅢ」を実施すること。次に質問用紙を配布し、次の時間に出てきた質問について放送で答えた。この時の生徒の質問は『SSH』と「きみろん」Q&A』として冊子になり生徒全員に配布された。
- 最後に前年度の「きみろんⅠ」の中から「STEAMプログラム指定研究」として6作品が選ばれたことを知らせ、選ばれた生徒は担当教員と共同研究が始まった。以下が6作品の題名である。

【SSH指定研究に選ばれた論文の題名】

- ・「海面上昇と二酸化炭素～海洋の偉大さを知ろう～」
- ・「僕だって年金暮らしがしたい～老後に2000万円は本当に必要?～」
- ・「0.1°の繊細な世界～弓道における狙いと弓力と身長の関係」
- ・「那須与一は本当にすごい?～平家物語『扇の的』より」
- ・「延岡城の千人殺しの石垣の脅威～本当に千人殺せるのか～」
- ・「トマトでニコピン美容液をつくる～本当に美白効果があるのか～」

② 「きみろんⅠ」から論文の質を上げるには何が必要かを理解する。(6月)

1) テキスト掲載論文「太宰治が16年間変えなかったもの～統計的分析による文体の研究～」を読む。

「きみろんⅠ」コンテストで特別賞をとった作品「太宰治のまなざし」を読んだ。この論文が注目されたのは文章の長さのヒストグラムを作ったことである。そしてこの論文を「きみろんⅡ」に応募できるように書き換えた「太宰治が16年間変えなかったもの～統計的分析による文体の研究～」を読み、1つの文の長さの出現率を調べることで太宰治の文体の特徴を発見することに成功していること、更に質を上げるにはデータが圧倒的に足りないことであることを理解した。

【④関係資料-p.55資料3-①】

2) テキスト掲載論文『「二階から目薬」のもどかしさ』を読む。

アイデアは良いがデータ処理に問題があった論文を読み、実験データをどのように取り扱うかという問題を考えた。実際に教室でテキストのような実験(班ごとに「ビーズを机のターゲットにめがけて落下させる」というものを100回実施する実験)を行った。最後に得られたデータを班で集計し、クラス全員の結果を集約することでデータのばらつきの意味を考えた。

【④関係資料-p.55資料3-②】

③ 研究計画書の締切と計画の練り直し(7月)

生徒に研究計画書を提出させ、担当の教員が目を通し、計画が具体的でないもの、背景が調べられていないもの、仮説がわからないもの、どんな方法で実験調査するのかわからないものは返却し、詳しく書くように指導した。

④ ミニポスターセッションの実施(8～11月)

1年生の時の「きみろんⅠ」の論文を使い、来年度のポスターセッションとは何かを知るため、班でミニポスターセッションを行った。ポスターの作成にあたり、資料として今年度の本校のSSH代表論文となった「Goodbye 氷食症」のポスターのコピーと「自分のポスターをデザインする」という作成上の注意事項が書かれたものを配布した。ポスター作成後、ミニポスターセッションに移った。4～5名程度の班内で発表し、代表1名を選出。それから班の代表がそれぞれ別の班を回り発表し、クラス代表1位を決めた。以下がクラス代表作品の題名である。

【ミニポスターセッションへクラス代表作品に選ばれた作品の題名】

- ・「ユメタン完全打破～効率よく西高生になる～」
- ・「清涼飲料水が健康に及ぼす影響～砂糖の量はどれくらいか?～」
- ・「翼と翅の違いから～なぜ鳥と虫の羽は違うのか?～」
- ・「植物にも心がある!?～ホントに人と同じなのか?～」
- ・「目立ちたがりの花たち～花にはなぜ色があるのか?～」
- ・「鳥の糞が当たる確率」
- ・「君はエビングハウスを信用できるか」
- ・「僕だって、年金暮らしがしたい～老後 2000 万円は本当に必要?～」
- ・「トマトでリコペン美容液をつくる～本当に美白効果があるのか?～」

【実際のミニポスターセッションの場面】



⑤「きみろんⅡ」論文作成(12～1月)

12月には個人で論文を作成する時間とした。パソコン室や図書室を開放し、論文に必要な情報を調べられるようにした。図書司書の先生も生徒のテーマに沿った情報を提供してくれた。少数だが、自分のパソコンを持参する生徒もいた。1月14日の論文提出日にUSBで自分の論文を提出した。

b:(3)検証

「きみろんⅡ」の実施にあたり、テキスト『きみろん』や教師用の指導書を開発した。対象生徒362名は、不登校などの要因で論文が提出できなかった生徒10数名を除いて全員論文を提出することができた。このことは生徒全員に各教諭が同じ指導ができたからだと考えられる。しかし指導にあたり担当教諭の中には負担が大きいと感じている人も少なからずいる。生徒の作品をUSBで回収したり論文を審査用に印刷したりする過程が教員側に負担をかけるようだ。その過程に今年度は本校で導入されているclassiを情報科の協力を得て使用した。生徒も教員も従来の形よりも負担なく作業を終えているので、今後ICTを使った指導に関する業務の軽減も積極的に取り入れていきたい。「きみろんⅡ」でミニポスターセッションを実施する際に、保護者にも生徒が書いた論文と感想を書く用紙を配布し、論文の感想と本校の取り組みについて意見を求めた。肯定意見は、「きみろん」の取り組みは表現力・思考力・想像力を育成する、物事に疑問を持ち、分析し解決策を導くことは現代を生きる子どもに必要な不可欠だ、家族で実験に協力することになり、子どもの興味を知ることができたなどであった。少数の否定的な意見では、ネットで調べるとすぐに出てきそうな情報でオリジナリティーが欲しい、日々の課題に追われる生徒の負担がある。課題、部活、研究、全て実施するのはハードなどの意見であった。

g:その他の配慮した事項、問題点

今年度は新型コロナウイルスの影響で学校が休校となる事態が生じた。その結果、当初2年次でも計画されていた「きみろん15」は実施できなくなった。また話し合い活動をするのも難しくなったので、ミニポスターセッションを行った際は、マスクを着用しポスターを入れたクリアファイルを顔の前に置いて話すことによって、飛沫防止に努めながらセッションを実施した。

a: 仮説

「人は自分の興味ある分野だからこそ、そこに人の気づかなかった問題点を見つけ、新しい研究テーマを創生することができる」という仮説の上で、自分独自のテーマで論文作成、他者の論文評価、フィードバック、最後にポスターセッションを実施する。批判的・協働的・創造的思考力が育成され、また、課題発見力、科学的探究力、表現発信力を養成することができるのではないかと。また、他者の論文を評価することで、論理的な思考方法が常にフィードバックされ、生徒たちは審査しながら学ぶことになり、新しいアイデアを人に伝えるための論理的な手法を身につけていくことが期待できるのではないかと。

b: (1) 研究内容

探究活動のまとめとして「きみろんⅡ」を継承して、論文の再構成やポスター作成を行い、論文の英語要約、英語スピーチを含むポスターセッションを実施する。ポスター制作を通して、情報をまとめる力や視覚的な表現力の育成を目指す(研究開発の目標①「研究の基本姿勢の育成」②「研究の原動力の育成」)。

また、生徒同士による評価を通して、多様な価値観や考え方に触れ、多様性を認める力の育成を目指す(研究開発の目標③「評価とフィードバックによる学び」)。

さらに他学年や保護者・地域等への公開(研究開発の目標⑤「研究成果の発信」)を通して、「研究する高校生を育成する学校」のブランド化を図る。

b: (2) 研究方法

3学年全員を対象に、4月～7月の「総合的な探究の時間」と「ポスターセッション」実施のための2日間で行う。「きみろん」の時間は、「きみろんⅡ」で書いた論文をガイドブック(要旨集)用に要約し、英語による要約(アブストラクト)を経てポスターの構成検討を行う。ポスターの制作は主に自宅で行い、学校ではその進捗状況の意見交換などを行う。「きみろんⅡ」で仕上げた論文をブラッシュアップさせ、最終的に卒業論文として完成させていく。各クラスの副担任を中心に、テキスト『きみろん』、きみろん通信等を活用して活動のサポートを行う。

b: (3) 検証

生徒自身による自己評価および事後アンケートを7月16日(木)に実施した。その結果と考察について以下に示す。回答数(普通科 232名・理数科 117名 計 249名)

令和2年度「きみろんⅢ」(高3)自己評価および事後アンケート 集計結果報告
 以下の質問項目について、4段階で評価してください。
 4: あてはまる・そう思う 3: ややあてはまる・まあそう思う
 2: あまりあてはまらない 1: 全くあてはまらない・そう思わない
 感想・自己評価等について、文章で表現してください。

① 「総合学習の時間における活動全体」について
 感想・自己評価コメント

○回し読みで改善できた。○気になることが研究できて良かった。○1・2年のときよりも丁寧に向き合えた。○一つの疑問を解いたら新たな疑問が生まれた。○PCに慣れた。○日頃からネタ探しをするようになって気付くことが増えた。
 ●他の人との活動が少なかった。●自分のことが精一杯で他の人にアドバイスできなかった。●授業の時間が少なかった。●やることが多く大変だった。●2年までにできたら良いと思った。▲Macにも対応してもらえると嬉しい。▲論文の書き方の授業があると良い。

		単位は%				Pts
		4	3	2	1	Ave
(1) 主体的・意欲的に取り組んだ。	普通科	51	46	3	1	3.5
	理数科	46	48	5	1	3.4
	全体	49	46	4	1	3.4
(2) 他者と協働して取り組んだ。	普通科	53	34	9	3	3.4
	理数科	43	39	15	3	3.2
	全体	50	36	12	3	3.3
(3) 他者の意見が、参考になった。	普通科	47	35	14	4	3.3
	理数科	40	38	21	0	3.2
	全体	45	36	19	3	3.2

★自宅で作ってきた要約やアブストラクト、ポスターの構成を持ち寄って意見交換するよりも、総合的な学習(探究)の時間に作成する生徒がおり、(2)(3)において評価2が多かった原因だと考えられる。全体的には意欲的に取り組み、ポスター作成まで辿り着いて意義や達成感を得た生徒が多かった。どれも理数科の評価4が少なかった。「2年までにできたら良い」という感想にあるように、高3になって勉強に集中したいと

いう思いがあったと推測される。

② 「英文要約・ポスター制作」について
感想・自己評価コメント

○グラフを使って分かりやすく作成できた。○丁寧に作れた。○ポスターにしたことで達成感があった。○説明書がわかりやすかった。

●英訳するのに苦労した。●決められた量に調整するのが大変だった。●論文の言葉を絞り込んでポスターにするのが難しかった。●ポスターを貼るのに苦労した。●スプレー糊の使い方が難しかった。●自転車で筒を持って帰るのが大変だった。

▲もっと工夫できた。▲家にパソコンがないので手書きも許可して欲しかった。▲Abstract は Excel の翻訳機能を使ってやった。

★(1)(2)(5)に関しては、生徒自身が厳しく自己評価した現れであると考えられる。言葉を絞り込んで要約すること、それを英文に直すことに大変苦労したコメントが多かった。日本語要約することに関して、各教科の授業の中でも意識させることで授業と探究の両立に繋がると思われる。

(3)の普通科では、論文が調べ学習で終わってしまい調査・観察・実験のデータが無く、表やグラフで示せなかったことで理数科よりも低くなったと思われる。2年次の論文作成の段階で指導が必要。

(6)において理数科の評価4が低い。本校理数科では、この学年まで「情報」の授業が高校3年次に設定しており、PC作業に不慣れな生徒が多いことも理由の一つと思われる。が、前項の取組の評価とも併せて、高3=受験>「きみろん」へのモチベーション、の可能性も考えられる。

(7)については、質問項目が曖昧であったためPC入力作業のみを回答した生徒、要約・アブストラクト作成からの総時間を回答した生徒がいたため、とりあえずの参考値として考えることとする。

		単位は%				Pts
		4	3	2	1	Ave
(1) Abstractを適切に表現できた。	普通科	53	39	7	0	3.5
	理数科	46	44	9	1	3.4
	全体	51	40	9	1	3.4
(2) 漏れなくポスターに盛り込んだ。	普通科	46	45	8	1	3.4
	理数科	47	38	13	2	3.3
	全体	47	43	10	1	3.3
(3) 図、グラフ、写真などを用いた。	普通科	50	32	12	6	3.3
	理数科	61	26	11	3	3.4
	全体	54	30	13	5	3.3
(4) IMR A Dの構造が理解できた。	普通科	60	31	9	0	3.5
	理数科	69	22	8	1	3.6
	全体	63	28	9	1	3.5
(5) ポスターの満足度。	普通科	31	54	14	2	3.1
	理数科	32	47	19	3	3.1
	全体	31	51	18	2	3.1
(6) 作成指示のわかりやすさ。	普通科	49	37	11	3	3.3
	理数科	40	45	10	5	3.2
	全体	46	40	12	3	3.3
(7) ポスター制作に要した時間。	普通科	4.3	この項目の単位は時間			
	理数科	4.8				
	全体	4.4				

③ 「ポスターセッション」について
感想・自己評価コメント

○他人の作品が見られて有意義だった。○冊子で予めチェックしていたのでスムーズだった。○他の人の気づきから新たな発見があった。○シール8枚では足りないくらい面白いモノがたくさんあった。○時間は丁度良い。

●STEAM シールがただの人気投票になっていてふざけている人もいたのが気になった。●廊下は邪魔になるので教室の真ん中でも良かった。●長かった。●時間が足りなかった。●机を運ぶのが大変だった。●後半、ふざけている人がいて迷惑だった。●立ちっぱなしなので椅子があるといい。

★セッション(質疑応答)をしなかったので時間設定の長短については参考にならないが、立ちっぱなしがつかったという声が多かった。自分の気付いていなかったことに改めて気付かされたという声も多く展示発表だけでもやった意義はあった。机を理科棟に持っていき、パネルに貼ったことで教室内はゆったりと使えた。展示見学ということで椅子を置く必要性がなかったが、セッションを行いもっと長い時間がかかることならば椅子を置くことも検討が必要。

		単位は%				Pts
		4	3	2	1	Ave
(1) 時間設定は適切であった。	普通科	54	33	10	2	3.4
	理数科	55	28	16	2	3.4
	全体	54	32	14	2	3.4
(2) 会場のセッティングは適切であった。	普通科	64	31	5	1	3.6
	理数科	62	32	4	2	3.5
	全体	63	31	5	1	3.6

④ 「研究の題材」について

研究のきっかけとなった授業や教材、部活動がありましたら教えて下さい。

○書道の先生の一言。○SHRでの担任の一言。○オープンキャンパス。○母の一言。○ニュース。○読んだ本。○自分で料理をしたとき。○長年の悩み。○新聞。○修学旅行。○TV。○授業(数学・保健・体育・英語・化学・物理)。○朝読書。○小学校の教科書。○大学への数学。○苦手教科をなくしたいと考えたこと。○部活動。○日々の登下校。

★趣味や好きなアニメなどを題材にしている生徒は多かったが、授業の中にきっかけを見いだした生徒も少くはなかった。次回からはもう少し細かい内容までリサーチしていきたい。

⑤ 「獲得したコンピテンシー」について

「きみろん」の取組を通してあなた自身にどのような力・態度が身についたと感じますか。以下の**選択肢から3つ選んで**、番号を記入して下さい。選択肢に当てはまらない場合は、「20 その他」の欄に記述して下さい。

単位は%

★全体として普通科と理数科に大きな差は無かった。1年次からの「きみろん」全体として質問したつもりであったが、3年次の「きみろん」について回答した生徒もいたかもしれない。明確にするべきであった。

PCの技能が一番であろうことは予想通りであった。理数科において現2年生から「きみろん R1」に取り組んでいるので、次年度の普通科と理数科の差がどのようにでるか注目したい。

質問項目について、身につけさせたい6つの力をバランス良く配置させることを工夫していきたい。そのために、「6つの力」の定義と手立てを再確認する必要がある。

実施時期は、受験を考慮して1学期に完結することが望ましいとの要望を受け7月とした。令和2年度は休校による準備開始の遅れが心配されたが、予定していた講演会等が中止と充てるコマ数が確保され予定の回数を実施できた。また、学校のホームページを活用して制作の指示を出す方法も確立できた。

全員発表ということで、当初は体育館での実施を考えていたが、7月の暑さを考慮して、エアコンのある教室での発表とすることとした。地域への公開を念頭に校外施設での実施も検討したが、他学年生徒の移動がネックとなり、断念した。なお、令和2年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止対策として、実施時間と参加人数を減じて質疑応答なし(展示・鑑賞のみ)とした。

以上により、ホームページを活用してポスター制作を行わせること、教室を使用して全生徒のポスター発表を実施することは可能であり、この方向で本校ならではのスタイルを確立していきたいと考える。

昨年度は、要約ガイドブックに日本語要約と英語要約を掲載したが、文字が小さくなり読みづらかったため、今年度は日本語のみとした。見やすく生徒も見たいポスターをチェックするのに役立てていた。

生徒の自己評価アンケートでは、概ね満足している数字がうかがえるが、どのような資質・能力が身についたのか、「身につけさせたい6つの力」が身についたかどうかを測る手立てを工夫する必要がある。

課題と展望としては、WORDでのポスター作成としたこと、パネルで展示したことにより仕上がりの見栄えは令和元年度からすると飛躍的に向上した。しかし、研究というにはまだ浅く、調べ学習で終わっている生徒も少なくはない。2年生の研究段階で深めさせておく必要がある。

今年度は第1回MSECフォーラムが計画され、そこに出品する優秀論文のポスターについては他の生徒よりも早くから取り組ませた。その作品を渡り廊下に展示したことは、同級生・下級生にとって良い見本となっていた。MSECフォーラムが動画審査となったことで、そのために準備した動画をポスターセッション当日に放映して優秀作品の最終審査としたが、体育館で視聴するにはパワーポイントによるプレゼンテーションの方が良いと思われる。ポスター作成とプレゼンシート作成に要する時間を逆算して取り組ませたい。

コロナ禍の状況が次年度どうなるかわからないが、「他者に伝える」活動を実現する工夫を検討していきたい。併せて、後輩に見学させること、保護者や地域への公開も検討課題である。オープンスクールや文化祭などとの連携も視野に入れていきたい。

ポスター審査、プレゼンテーション審査の方法の開発について研究が必要である。

		普通科	理数科	全体
他者の意見に耳を傾ける力・態度	協働的思考力	16	12	15
他者との意見交換を生かして物事に取り組む力・態度	協働的思考力	8	8	8
情報を鷗呑みにしない力・態度	批判的思考力	10	11	10
新聞やニュースに関心を持つ力・態度	批判的思考力	7	3	6
文章を読み解く力	批判的思考力	5	4	4
新たなアイデアを創出しようとする力・態度	創造的思考力	8	13	9
身の回りのモノやコトに疑問を持ち問いを立てる力・態度	課題発見力	27	31	28
社会に目を向ける力・態度	課題発見力	8	4	6
わからないことを自分で調べる力・態度	科学的探究力	22	26	23
情報を整理して論理的に考える力・態度	科学的探究力	14	21	16
データを基に考察する力・態度	科学的探究力	13	15	13
物事を科学的に探求する力・態度	科学的探究力	6	10	8
表やグラフを読み取る力・態度	科学的探究力	5	3	4
文章で表現する力・態度	表現発信力	38	30	35
相手に自分の意見を伝える力・態度	表現発信力	16	15	16
自分の主張を表現発信する力・態度	表現発信力	13	10	12
PC (Word・Excel) を使う技能		59	63	60
自主的に物事に取り組む力・態度		13	8	11
希望する進路への意欲・関心		5	4	4

その他

○大学につなげることのできる学習。○自分を客観視する力。○他人の手助けをする姿勢。
○授業への関心

なった分「きみろん」に

c:教育課程の編成(教科・科目の教育内容の構成及び単位数)や指導方法等

高校3年生の総合的な学習(探究)の時間1単位を「きみろんⅢ」と呼び、副担任が研究部作成のテキストと指導書をもとにポスターセッションでの発表を目標に指導する。ポスターセッション前日準備と当日の10時間分を総合的な学習(探究)のまとめ取りとして扱うこととする。

①スケジュール・日程について

(ア) ポスターセッションに向けたスケジュール

実施日変更	実施内容
4/16(木)	STEAMBOOK
4/23(木)→5/21(木)	オリエンテーション
5/7(木)→5/28(木)	自分のアブストラクトを書く
5/14(木)→6/4(木)	互いのアブストラクトを読む
5/28(木)→6/11(木)	ポスターの作り方1
6/4(木)→6/18(木)	ポスターの作り方2
6/18(木)→6/25(木)	アブストラクトの英訳
6/25(木)→7/9(木)	互いのアブストラクトを読む
7月14日(火)	ポスターセッション準備⑤～⑦
7月15日(水)	ポスターセッション実施①～⑦
7月16日(木)	自己評価

(イ) 当日の日程

感染症対策および休講分の授業確保に対応した短縮案

7月14日(火)
 6限目 会場設営
 7限目 準備・(会場設営ができ次第各自の準備に入る)
 7月15日(水)
 8:45～ 9:00 開会行事(体育館)
 学校長の話・実行委員長の話(総学係)
 諸注意・諸連絡(研究部「きみろんⅢ」担当)
 動画発表視聴審査 (MSEC代表7名)
 9:00～10:00 優秀作品発表
 10:00～10:30 ポスター展示・鑑賞①出席番号1～10
 10:30～10:50 ポスター展示・鑑賞②出席番号11～20
 10:50～11:00 休憩(換気)
 11:00～11:20 ポスター展示・鑑賞③ 出席番号21～303組21～31
 11:20～11:40 ポスター展示・鑑賞④ 出席番号31～40 2組31～41 3組32～42
 11:40～11:50 休憩(自分の教室に戻る・換気)
 11:50～12:00 閉会行事(教室にて放送で実施)講評(研究部「きみろんⅢ」担当)
 ・実行委員の話(総学係) 撤収について(総学係)
 12:00～12:35 会場撤収 午後は通常授業

②ポスター作成および展示・発表の概要

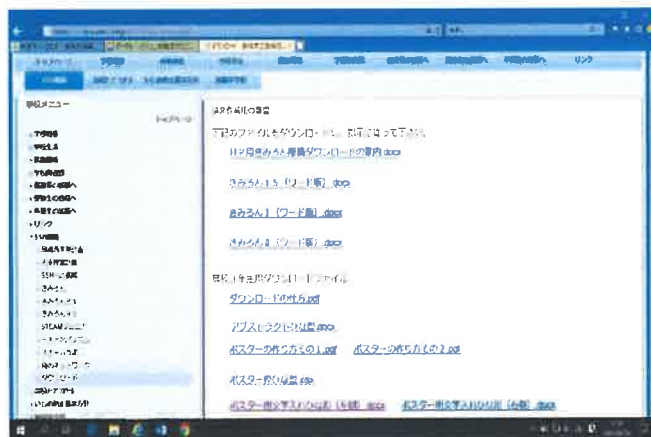
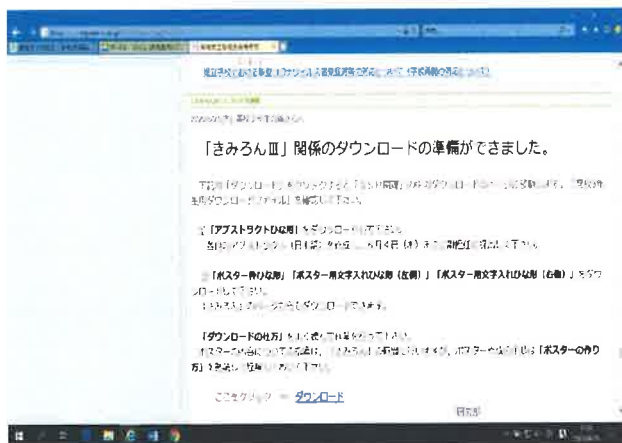
令和元年度に実施した際の反省点から修正を加え、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から制約を加えての実施となった。

(ア) ポスター仕様について

各種発表大会への出品を視野に入れて、手書きポスターから、WORD によるポスター作成へ変更した。学校 HP からダウンロード(図1)(図2)した雛型を用いてポスターを作成することとした。発表大会に出品する代表作品については、学校の大型プリンタでA0判印刷を行ったが360名分のA0判ポスターを学校で印刷することは時間的に限界があるため、A4判を各自で印刷して貼り合わせる形式とした。(図3)

(図1)HP上の案内

(図2)ダウンロードのページ



(イ) ポスターの展示・発表について

昨年度は、各教室に8枚のポスターを展示して、5セットの入れ替えで40名分の鑑賞を行った。(図4)
 今年度は、行事の時間短縮・授業時間の確保の観点から、廊下に2枚分を追加して10枚×4セットでの展示とした。昨年度は、発表者は10分×4セットの発表・質疑応答を行い、参観者が10分ごとに入れ替わる形式で実施したが、今年度は「質疑応答なし」として20分ごとに展示しているポスターを入れ替えた。

(図3)ポスター作成作業風景



(図4)展示されたポスターを鑑賞



(ウ) 公開について

下級生に参観させることが経年とともにレベルアップさせていく重要なポイントであることは認識しているが、今年度に限っては下級生の参観は中止とした。また、昨年度は試行としてPTA役員および学校評議員にも参観を依頼し高評価を得ていたが、本年度は中止とした。

次年度からは、オープンスクールや学校祭での展示や発表、オンライン発表会などを計画し、地域や他校への普及を目指す。

(エ) ポスターの評価について

昨年度は、「ここが良かった」「こうするともっと良い」といったコメントを書く用紙を準備し、適宜ポスター横に設置した封筒に投函する方法をとった。展示時間も短く、説明もないため良いと思ったポスターに「STEAMシール」を貼っていただけとした。ポスターの評価について、研究を進める必要がある。

(オ) ガイドブック(要旨集)について

昨年度は、日本語と英語の要約を両方掲載したが、字が小さくなり見づらいため日本語だけの掲載とした。ページ割り振りは「どの時間帯にどの教室でどんなポスターが展示してあるか」が解るように配列した。

(カ) 生徒実行委員会について

7月8日(水)

放課後 ポスターセッション準備と当日の動きの説明

7月10日(金)

放課後 役割分担決め 準備と当日の動きの確認

今年度は、ポスターセッションの実施要項の変更がなかなか定まらなかったため、生徒実行委員を動かすのがポスターセッション直前になった。毎月の各種委員会の時間を活用したい。

(キ) 指導体制

毎回の総合的な学習(探究)の時間については、学年団の共通理解のもと副担任を中心に実施することができた。ポスターセッション準備および当日の指導体制については正副担任でクラスを見ていただくこととした他学年の授業もあり窮屈な設定となってしまった。基の時間割で入っていた先生にも依頼して負担の分散化を図りたい。

f: 教員の指導力向上のための取組、研修会等

「毎時の指導案」の代わりに「きみろん指導書」を作成し、学年団で共有して指導にあたった。

(図5)「きみろん指導書Ⅲ」の例 →

プログラム2

5月21日(木)

ポスターセッションへの道1

テーマ「アブストラクトとは何か？」

1. 授業概要

今日はまずテキスト「きみろん2020」を生徒に配布します。まず名前をすぐに書かせてください。

そして3年生は、きみろんⅡで仕上げた論文のポスターセッションを7月15日(水)にすることをアナウンスしてください。全員がポスターを作る必要がありますが、そのポスターの例が、テキストの最後のページに折り込みで入っていますので、それをまず見てもらいます。

T「それでは、そのポスターのひな型を見てください。テキストの最後に折り込みで入っているポスターを見てください」

(折り込みを広げてみる生徒たち。「なんだ、この程度の大きさかあ」と思わせといて、研究部から渡されたパネルを黒板にさりげなく立てかける。)

T「その折り込みのポスターを、この大きさにまで拡大してポスターセッションを実施します。」

(このあと、それを指し示しながら説明します。)

T「まずこのポスターは、本校のホームページからひな型をダウンロードして、自分の論文用に書き写したり、グラフを張り付けたりして自分のポスターを作ります。普通の家庭にあるプリンターで印刷すると、A4の大きさに10枚のピースとなって出てきます。」

T「A4版というのはこの用紙の大きさですね(A4のプリントを示す)これが10枚。」

T「10枚をつなぎ、自分で貼り合わせて1枚のポスターにしますが、詳しい作り方は、6月に入ってから説明したいと思いますが、まだひな型はHPにはアップされていません。家でカラー印刷できる人は、カラーで印刷してください。家にそういったものがない場合は、副担任の私にUSBの形で渡すと、このような白黒の印刷でA4版になったものを渡します。」

T「それではこの黒板のポスターをよく見てください。タイトル、導入(イントロダクション)、方法(メソッド)、結果(リザルト)、考察(ディスカッション)などがまとめられて書かれています。君たちがまだ書いていない部分があります。どこでしょう？」

研究テーマ 「プログラミングテキストの開発・実践とBYODの基盤づくり」

1. 「きみろん R1」の背景と概略

本校のSSHにおいては、4つの教育プログラムの開発と4つの教育環境の創出¹が具体的目標となっている。「きみろん R1」はその中の2つを実現するものである。一つは生徒のプログラミング学習のためのテキスト開発並びにそれを使った授業という教育環境の創出、もう一つはその学習活動の基盤となる「一人一台パソコン」つまりBYOD(Bring Your Own Device)を志向する教育環境の創出である。

「きみろん R1」のテキストの開発が始まったのは、SSH申請前の令和元年4月からで、その年の11月からは最初の授業に使われ始めた。その後、令和2年10月まで10回に及ぶ講座と並行してテキストの開発が続いた。完結してみると300ページほどのテキスト量になっており、SSHにおける成果物として冊子化し、今後本校の先進的な理数系教育の柱の一つとなっていくことが期待されている。本報告では、開発したテキストの内容と授業を受けた生徒たちの評価を中心に述べていきたい。

2. 「きみろん R1」とSSH実施計画書における仮説との関係

「きみろん R1」ではデータ処理の方法とプログラミングを通じて問題のモデル化とシミュレーションの方法を学ぶ。内容は物理・生物・地学・数学・情報等が融合した教科横断的学習プログラムとなっている。実施計画書には、本校のSSHの目標における研究仮説を6つ示している(実施計画書 p.4)。その中で「きみろん R1」に關係する研究仮説を以下に上げ、それぞれについての「きみろん R1」との關係を述べる。

目標② 【課題発見力・科学的探究力】

仮説2 課題発見力・科学的探究力は、学習者が研究の形式を体験し、さらに他者の研究を審査し、優秀な研究がフィードバックされることで身につけることができる。

この仮説2においては、研究論文を実際に書き互いに審査する場合での基本になる仮説を述べたものだが、同様のことが「きみろん R1」でもいえる。

「きみろん R1」では、プログラミング学習等をAL(Active Learning)型の授業で行っていくが、このときプログラミングがうまくいった生徒と、プログラミングのコード記述のミス(バグ bug)等を抱えそれが発見できない生徒が出てくる。また、プログラムの途中は空欄や課題となっており、自分で考える必要がある。生徒同士がバグや課題を互いに見つけ考えあうことは、自分にフィードバックされ間違いやすい部分をより明確に意識することができる。プログラミングは、創造的な活動であり、論文を書く活動と同レベルにある。つまり、プログラミング学習も課題発見力、科学的探究力を身につける方法の一つと考えられる。

目標④ 【主体的活動のサポート】

仮説4 生徒の主体的な活動は、場所と方法・道具を援助することでより推進することができる。

「きみろん R1」では、パソコン室を含む3~4教室にコンセント配線を準備し、自分のパソコンを持ち込んでプログラミングを学習していく(パソコンが準備できない生徒については、パソコン室の利用する)。「一人一台パソコン」の教育環境の創出とテキストという教材(道具)により、AL型の学習を実現し、生徒の主体的な活動を推進させようとしている。

目標⑤ 【研究成果の発信】

仮説5 テキスト化することで宮西型教育プログラムを広く普及させることができる。また、生徒の研究成果や探究活動の発表によって、各学校・地域・国内外も発信することができる。

自作のテキストを印刷し毎月の講座に使うように準備することは大変な労力を伴う。テキスト化はその労力を解消し、授業における指導法の開発に、よりエネルギーを配分することができる。今後このテキストは、生徒たちの学習を通しより精度を上げ分かりやすいものに改訂されていくことになる。テキストの完成度が上がり、このテキストをきっかけに生まれた生徒の研究が評価されていけば、本校以外のプログラミング学習の推進を考えている学校や教育機関にテキストの有効性を示すことができる。結果として、テキスト化が普及を促すという仮説を証明することになる。

3. 「きみろん R1」の方法と基盤となるBYOD

(1) AL型授業とテキストの開発

コンピュータの学習は、コンピュータを使いながら学習することで初めて成立する。この場合、一斉の指示による授業より、学習者それぞれにテキストを渡して進めるほうが効率や学習効果が高いことは経験的によく知られている。このテキストを使って、生徒たちが話し合いながら問題を解決し、一定のレベルのプログラミン

¹ 4つの教育プログラムの開発「きみろん R1」「きみろん」「きみろん R2」「STEAMジュニア」

4つの教育環境の創出「縦のネットワーク」「スチーム・ラボ」「一人一台パソコン」「未来授業計画」

グ技術を身に着けることができるか、さらには、そのプログラミング技術を利用して自分の研究に利用できるかどうかということが、AL型授業を想定したテキストの開発の成功の可否を決める鍵となる。

(2) 基盤となるBYOD

この「きみろん R1」は、生徒自身が自分のパソコンを学校にもってきて、研究活動に使う技術を習得することを前提としている。当初問題になったのは、果たして生徒たちが自分のパソコンを準備してくれるかどうかであった。最初の授業は令和元年11月で、夏までに授業の内容を保護者に説明しパソコンの購入を勧める必要があった。講座の内容からマイクロソフト Office の Word, Excel, Powerpoint が実装されているパソコンを条件とした。結果として令和元年9月には理数科1年生120人中80人がパソコンの準備ができることを回答し、実際には70名程度(58%) (途中故障等の出入りあり)がBYODを実現することとなった。

さらに令和2年度においては、理数科1年生124名中28名がパソコン室での実習を行い、それ以外の96名(77%)はBYODを実現することとなっている。2年目においては、それほど詳しい説明をせずとも、理数科ではパソコンが必要という意識が生徒や保護者、そして担任に広がっているようであった。今後、80%台になれば、「一人一台パソコン」が実現したと評価してもよいと考えている。

(3) カリキュラム上の位置づけ

試行段階であった令和元年度においては、対象の理数科1年生は「課題研究」の一環として実施した。また、SSH初年度の理数科1年生についてはSSHの「きみろん R1」として実施している。教科情報に代わる位置づけとなっているが、共通テストの「情報」科目の実施とも今後バランスを考えていく必要がある。

4. 開発されたプログラミングテキストの内容

(1) 基礎となるフレームワーク

プログラミング学習の基礎となるソフトは、Excelを使うこととし、Excelによるデータ処理とグラフの書き方を学習し、その上で発展的にBASIC言語によるプログラミング学習を行うこととした。理由は、一番使われているソフトでありWindowsマシンには必ず実装されている点が大い。また、レポートを書く、発表するといった作業にもスムーズに移行できることを重視した。

(2) 全体マップ

「きみろん R1」のテキストの全体図を図1に示した。プログラミングは、最後の講座では簡単な機械学習を学べるようになっている。以下、この全体マップで示した項目に従って内容を説明していく。

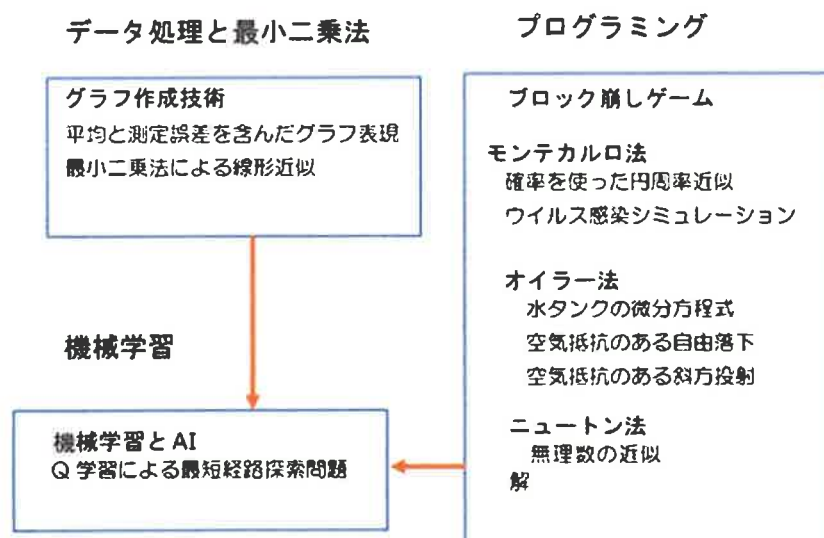


図1 「きみろんR1」全体マップ

ExcelのVBAを使ったプログラミング学習では、分かりやすい基本的なコードでゲームやシミュレーションを記述することができる。

(2) グラフ作成技術

エクセルによる計算とグラフ作成技術を習得するのが目的である。実際に行ってみると、ほとんどの生徒は Excel を経験したことがない。

図2のようなグラフを描かけるようにすることに合わせて、「計算機実験」ができるようにしていく。例えば 45 度と 44.9 度ではどのぐらいの飛距離の違いがあるのかといった疑問を、解決すべき課題として実験で実際にグラフを描きながら試していく。図3にあるように、砲丸投げの選手が砲丸を投げる場合を研究テーマ例として最も飛距離が出る角度を「計算機実験」で求めたり、発展としてのアドバイスがテキストには書かれてある。生徒は、一般に知られた 45 度で最大飛距離にはならないことを「計算機実験」で発見していく。これは、数学的に解析的に求める方法だけではなく、こういった計算機を使ってシミュレーションする方法に気づかせる最初の一歩となる。

またもう一つの課題では、ボイジャーが撮影した木星の衛星イオの火山活動で噴出したガスの軌跡から、噴出物の初速度を問う課題が与えられる。得られた 1 枚の画像のデータから理論的に推測していく問題だが、生徒たちにとっては難問の一つになっている。

科学技術におけるデータの意味は、それが数少なくともそのデータから科学的に推論できるということが重要になってくる。この問題に関しては一人の生徒の感想を載せることで、十分な説得力を持つと思う。

【生徒の講座感想 1】

きみろん R1 を通して

- ①初見の文書を読み解く力 ②情報処理能力
- ③今自分が持っている既存の知識を組み合わせ応用する力の3つが身についたと思います。

(中略)

特に最初の「イオの火山活動」では自分が使える少ない技術の中でどうやってわかっているイオの情報と結びつけるかをとても悩んだことは貴重な経験です。「考え続ける姿勢」、これは簡略化を図る現代において失われつつありますが、何歳になっても持ち続けたいものだと思います。

(3) データの誤差と最小二乗法

データ処理については、その平均とデータの散らばり具合(分散)をグラフにうまく示すことが必要になる。また、そのデータの線形近似を求めることもデータによっては必要になってくる。Excel では都合の悪いことに、自動で標準偏差を示すエラーバーが出てきたりするので、初心者が逆に分かりづらくなっている。また、研究者の間では、その自動化のために Excel のグラフは評判が悪い。テキストでは、すべて手動で、誤差の範囲や最小二乗法の計算を行うようにしている。図5はその誤差を含んだグラフ作成の一例である。

(3) ゲーム制作を通したプログラミング技術の習得

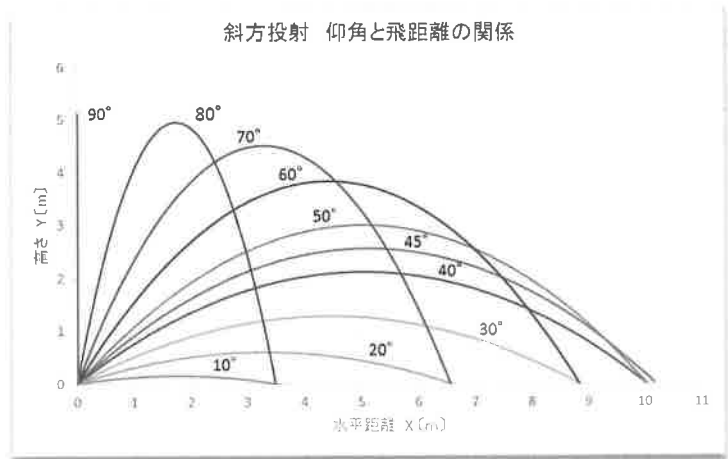


図 2

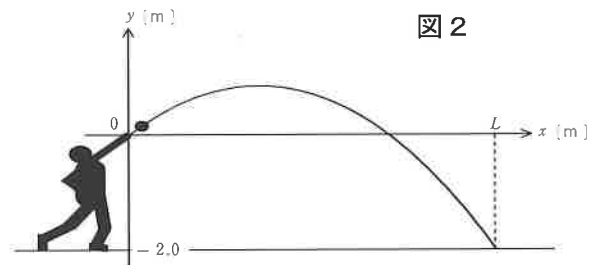


図 3

発展 この研究は、実際に競技者の手に力センサーを付け、砲丸のリリースまでの力の時間変化を測定すると F-t グラフにより力積が測定できる可能性がある。どんなフォームで初速度を上げるか、また高速カメラでの軌道の解析など興味深い内容を多く含んでいる。



図 4

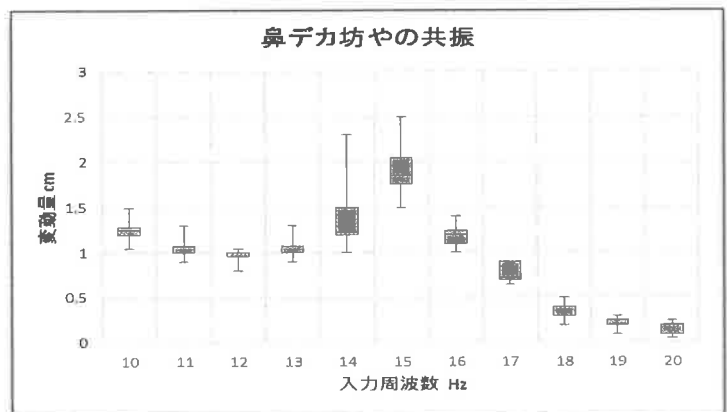


図 5 【ボックスプロット】この形式は数多くのデータの分布をわかりやすく一つのグラフにまとめることができる優れた形式になっている。

エクセルの Sheet 上にブロック崩しゲームを作り、それを VBA と呼ばれる Basic 言語を使ってプログラムすることでゲームとして動かしてみようというプログラミングの入門となるものである。

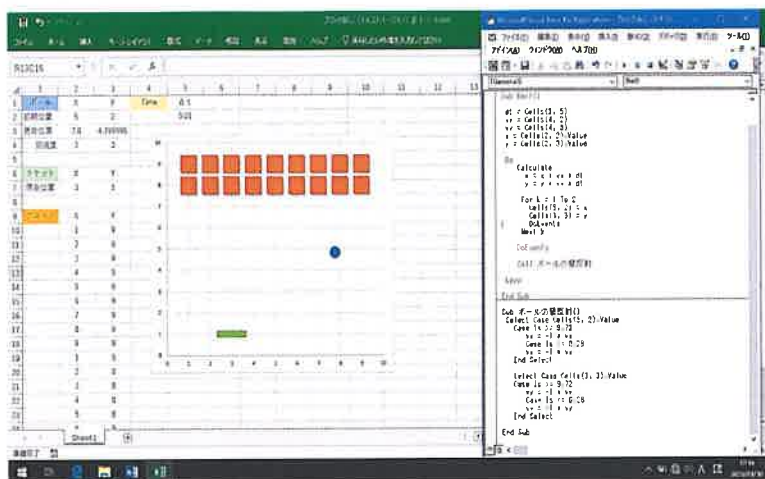


図 6 【ブロック崩しゲーム】 右側はプログラムコードを書くエディタになっている。ラケットは、キーボードの←→キーで操作でき、ボールは壁やラケット、そしてブロックに当たると反射する。もちろん、ボールが当たったブロックは消えてなくなる。ブロックは自由な位置に配置できるようプログラミングされている。

プログラムコードは大きく「条件分岐」と「接続」「反復」の 3 種類の制御構文で構成されている。これだけで複雑な仕事をするプログラムが構成されていることは驚きでもある。この 3 種類だけを使って、ボールを動かしたり、ブロックを破壊したり、ラケットを左右に動かすことができることを学んでいく。

多くのプログラミングのテキストには、高校生が楽しみながらプログラミングを学ぶような「遊び」の要素がほとんどない。なぜプログラミング技法を学ぶのかということ、高校生の研究活動の視点から考えると、実際の実験では実現できそうにないものを「計算機実験」としてモデル化しシミュレーションするためである。多くの研究の現場では、コンピュータシミュレーションが活用されており、高校生がこのような技術を持つことは、これから大変重要になってくる。大学が主催して高校生の研究活動を支援している活動の中でも、コンピュータによる計算シミュレーションは普通に使われるようになってきている。これからは、具体的な実験に加えて、シミュレーションによる結果も併せて、自分の研究を発展させていく研究が高校生の中から出てくる可能性を準備しておく必要がある。

「ブロック崩し」ゲームについては、プログラムコードの重要な部分であるブロックにボールが当たるとブロックが消滅する(破壊される)というコードは、自分で考えるようになっていく。このようにして、単純にコードを写すだけでは動き出さないようにしていることがどのような効果を生んでいるかは、下欄の【生徒の講座感想2】を読むとよく分かるのではないだろうか。

多くの生徒は、「ブロック崩し」ゲームをする側から、製作する側に回ったことは大きな衝撃を受けるようである。

【生徒の講座感想 2】

このパソコンを使った学習をすると初めて知ったときは、パソコンは、ただ文章を作ったりゲームをしたりするだけの道具に過ぎないと思っていました。しかし、「きみろん R1」の授業を受けていくうちに、パソコンはただの道具ではなく、自分でオリジナルのものを創り出せる手段であるということがわかりました。

ブロック崩しの回るとき、どのようにプログラミングしたら、ブロックが消えてくれるのか考えました。自分で考えてプログラミングをしてみて、ボタンを押してブロックが消えてくれたときは、自分がプログラマーになった気がして、とても気持ちがよかったです。とてもうれしかったので、家に帰って母と父に自分が作ったゲームとって自慢しました。これがスラスラとできるようになったら、自分の好きなようにパソコンが動いてくれて、さぞ楽しいだろうと思います。

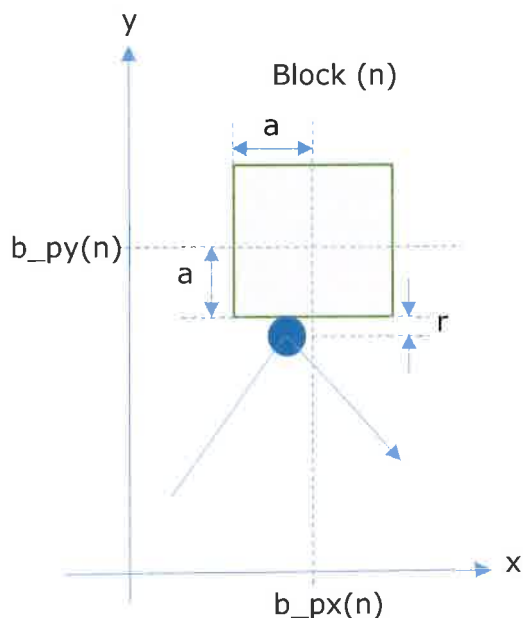


図 7 【ブロック崩しゲームの考察図】 学習者は、ボールがブロックに当たると反射する条件を、ブロック数を n と一般化してプログラミングしていく。この図は、そのとき重要になる考察図である。

(4) モンテカルロ法

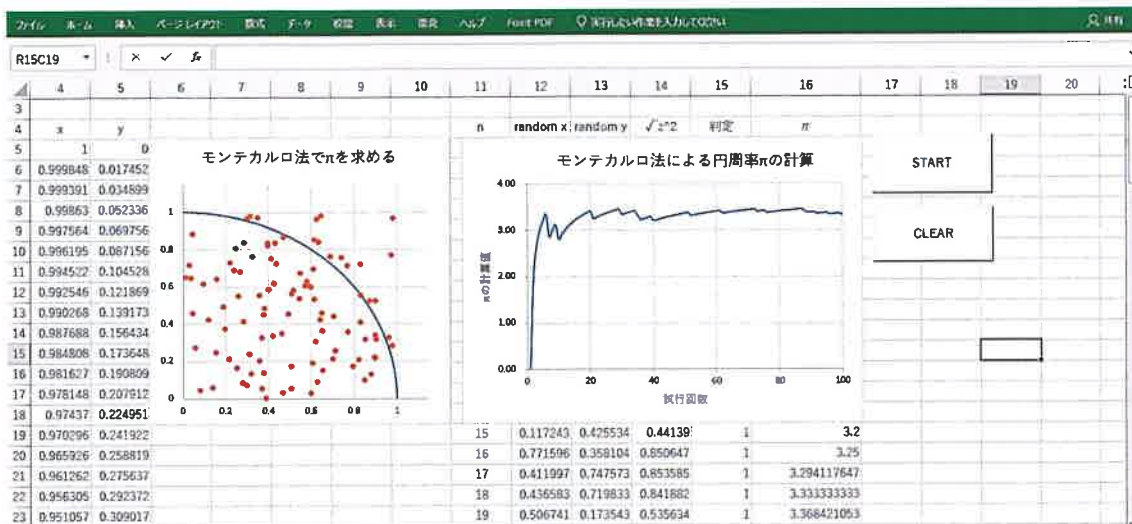


図 8 【モンテカルロ法で π を求める】学習者は、ボールがブロックに当たると反射する条件を、ブロック数を n と一般化してプログラミングしていく。この図は、そのとき重要になる考察図である。

① 円周率の確率による近似

プログラミングが自然現象や社会現象の本格的なシミュレーション装置となる有力な方法の一つが、モンテカルロ法である。モンテカルロ法とは、乱数を発生させて問題を解く方法一般をさす幅の広い言葉である。この教材では、よく例題として使われる乱数を使って円周率を求める方法をプログラムを作りながら学ぶ。ここでは、計算過程やグラフ化の過程をプログラミングさせる練習である。円周率そのものはそれほど精度で計算できるわけではないので、計算の理論そのものはそれほど生徒の興味を引くわけではない。

② ウイルス感染シミュレーション

モンテカルロ法を使ってウイルス感染シミュレーションをするというのは、次のようなことである。

右の図8をみてほしい。モデルとして仮に 10×10 格子の各セルにヒトが一人いるとして、一人のヒトの周りの8つのセルがその人が接触する8人のヒトだとする。この全体のセルの合計 100 人は、「感受性保持者1」（まだ感染していない人）と「ウイルス感染者2」、そして「免疫保持者3」（感染から回復し免疫を獲得している人）の3種類に分かれるとする。このとき、感染者から感染する確率（1日接触していて感染する確率）と回復する確率（1日で回復する確率）を決めてやり、この確率で周りの8人の影響を1日ごとにサイコロを振る。すると、どのような感染分布の変化が起こるかということが計算シミュレーションで実験できるというものである。この変化は、一般に知られている微分方程式でのシミュレーションと同様の結果をもたらす。

コロナ禍の中でこのようなシミュレーション実験をすることは、シミュレーションそのものが大変リアルに受け止められ、計算機実験の有効性を強く認識することになる。

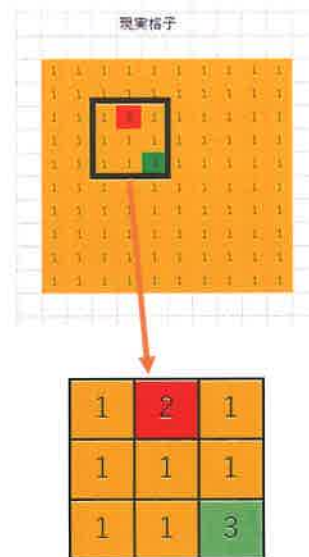


図 9 【ウイルス感染シミュレーション】

Excelのセルを利用して、100人の集団の中で一人感染者（数字の2）が出たら、未感染の人（数字の1）はどのような時間経過と全体分布で感染していき、免疫を獲得して回復した人（数字の3）になっていくかをモンテカルロ法を使ってシミュレーションしていく。

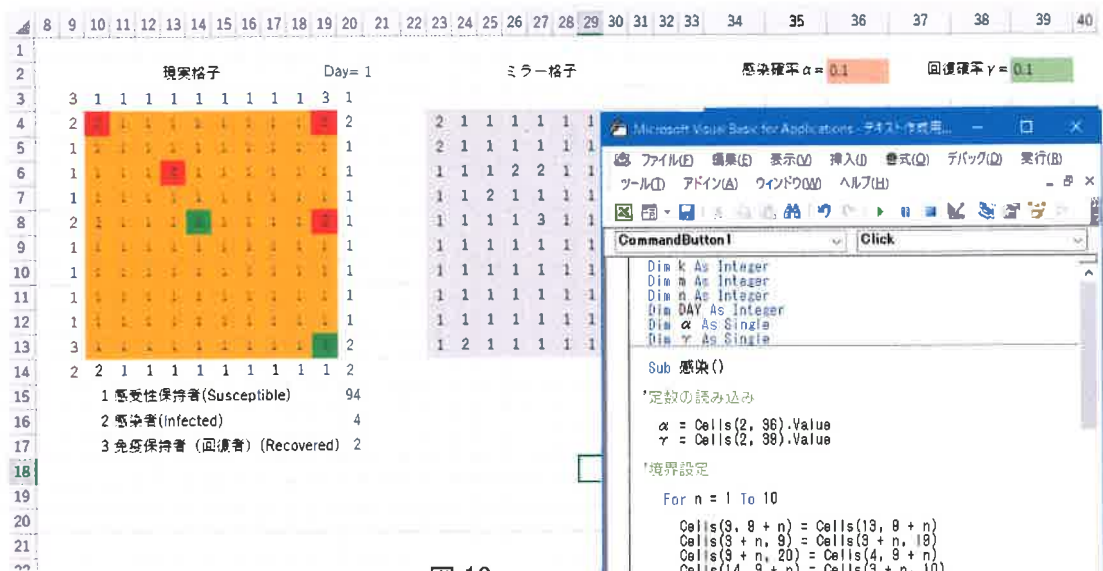


図 10

【生徒の講座感想3】

きみろん Comp で取り扱った中でも特に印象に残っているのがウイルス感染のシミュレーションである。これは実際に行うことのできない実験であり、新型コロナウイルスが猛威を振るっている今日の世界でもとても需要のある研究なのではないかと思う。コンピューター上で死亡率や感染リスクなど、多くの要因を加味しながらシミュレーションを繰り返し行うことで、少しでもその猛威を抑えられる方法を見つけられるようになるのではないかと。なかなか収束しないコロナ渦の中で、この研究を深めていくことは重要な意義を持つのではないかと考える。

(5) オイラー法

この章では、数学とコンピュータの関係に触れることにした。特に、微分方程式をコンピュータで解く方法について、いくつかの具体的な例を使ってプログラミングしグラフに表し解を求めることを試みた。方法としては、直接的でイメージしやすい「オイラー法」を使って以下の3種類のプログラミングに生徒たちは挑戦した。

- ① 水タンクの蛇口からの放水によって水面の減少と時間との関係とコンピュータの関係を求める。
- ② 空気抵抗のある自由落下のシミュレーション
- ③ 空気抵抗を考慮したエンジェルスの大谷選手のホームランボールの軌道のシミュレーション

一般的に微分方程式を計算機で解く場合「オイラー法」ではなくそれより精度を上げた「ルンゲクッタ法」が使われる。「オイラー法」を使用したのは、何より高校生の入門書としては傾きだけの情報で微小直線をつないでいくことで解が求まるという基本的な手法を重視することにしたためである。ただ、ルンゲクッタ法の解説はテキストに図解で示すこととした。

また付録として、傾きを使って解を求めていく「ニュートン法」にも触れ、例えば $\sqrt{3}$ の値が小数点以下10桁程度まで正確に求まることにもチャレンジした。

図 11 は、そのテキストの図の一部と生徒の感想である。

【生徒の講座感想4】

一番面白かったのは、「水タンク」だ。今まで、微分方程式を解いて答えを出していたが、コンピューターでグラフを書き、答えを出せたときには感動した。溝上先生がおっしゃっていた、この世には解けない式のほうが多く、その時にはコンピューターや近似式を使う、というのを思い出した。論理的な思考もずいぶん鍛えられたと思う。

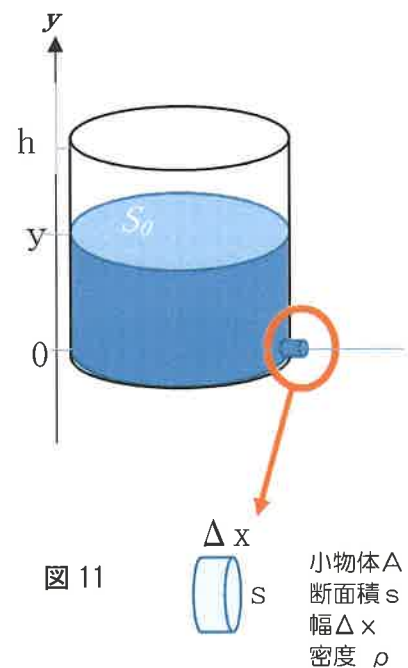


図 11

小物体A
断面積 s
幅 Δx
密度 ρ

(6) Q 学習

「Q 学習」は現代の AI 技術を支えている「機械学習」(コンピュータが何らかの形で自ら学習するアルゴリズム)理論の一つである。ここでは、「最短経路探索学習」にチャレンジする。プログラムは、実際に高校生が利用できるものはほとんどないのだが、今回 Excel の VBA で動く簡単なプログラムを開発し、生徒たちに挑戦してもらうことにした。「最短経路探索学習」というのは、図 12 のように 9×9 の Excel のセルの中に障害物とスタート地点とゴール地点を設定する。

仮にネズミがスタートして上下左右どちらに行けばよいかサイコロで決めるようにして移動していく。何回か試行するうち、偶然ゴールに達する場合がある。その時のコースはゴールにたどり着いた報酬として、少しサイコロのランダム性に影響するようにしておく。すると、ネズミは少しずつ学習をするようになり、300~400 回の試行で最短経路を発見するようになる。

簡単なプログラムといっても、生徒たちにとってはプログラムコードが、これまでの何倍もの長さを感じたようである。まさか人工知能 AI の入門が学べるとは思っていなかった生徒が多く反響も大きかった。高校生も当然ながら時代の子供である。ディープラーニングやニューラルネットワークという言葉はよく知っており、そういった質問をする生徒も結構いた。しかし、自分たちが今学んでいるプログラミングと人工知能が、まさかつながっているとは思っていないのである。それは、数学や理科、情報といった教科と現代の科学が理解の枠の中でつながっていないこととよく似ている。

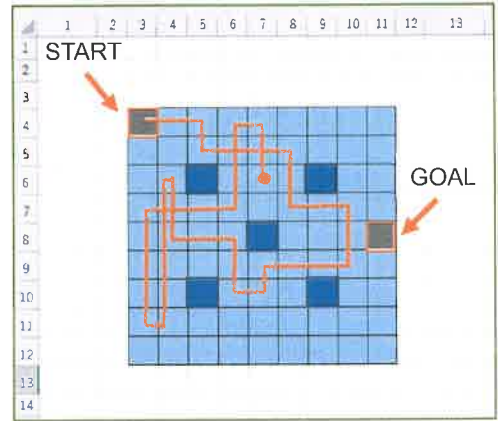
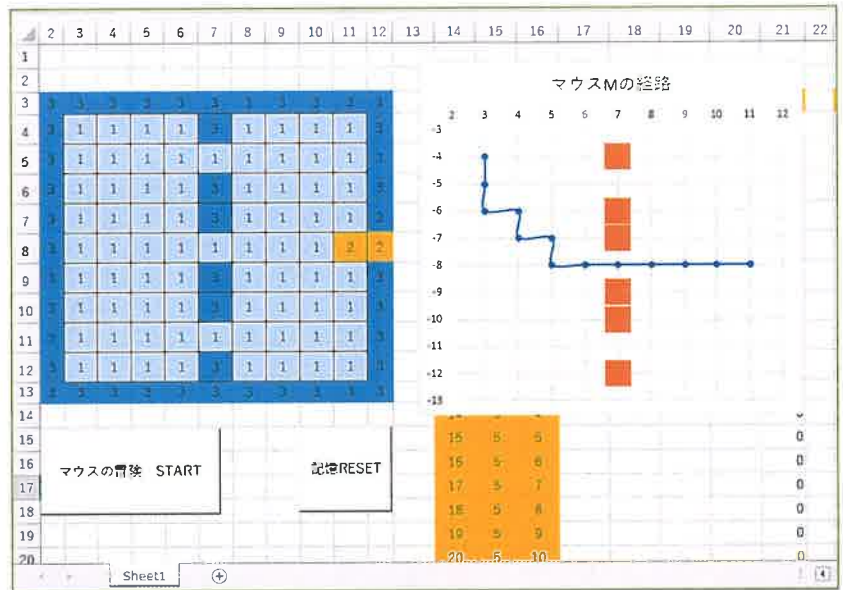


図 12【ネズミの最短経路探索】

Excel のセルを利用して 9×9 のセルの中を、ネズミがモンテカルロ法で確率的に動き回る。偶然ゴールに達したら、そのルートにちょっとした報酬を与え、そのルートが少し有利であるようにする。すると、300 回以上試行すると最短ルートを探し出すことに成功するようになる。

図 13 ネズミは 300 回以上の試行を経て最短距離を見つけ出す



【生徒の講座感想5】

僕が一番印象に残っている「マウスの冒険」について感想を述べたいと思います。「マウスの冒険」という課題は、いわばラスボスのようなもので、今まで学習したことが多く試されるものでした。難易度が今までのものに比べてとても上がり、プログラミングの量も二倍ほどありました。テキストを受け取ったとき、うわあ、とおじけついた記憶があります。なぜなら、簡単な AI を作るようなものだったからです。AI を創るという題材での“簡単な AI”はあてにならないくらい難しいものでした。プログラミングを打ち込んで一向に動こうとしないネズミにイライラしまくりでした。動くようにはなっても、いっこうに学ばず、心も折れそうでした。しかし、最後まで粘りに粘ってプログラミングの間違ひを見つけ、ようやく知性を持ったネズミになったときは一人でニヤニヤしてしまいました。満足感でいっぱいでした。

5. プログラミングテキストを使った AL 型授業の概要と問題点

(1) 実施概要

令和元年理数科一年生 120 人を 3 クラスに分け、前半は 11 月から 2 月までの 4 回実施した(3月予定の講座は新型コロナウイルスにより休講)。後半、二年生になった理数科生対象に 5 月から 8 月を除く 10 月まで月 1 回の計 5 回の講座を行った。各教室には、理科の実習助手の先生と担当教諭(情報・物理 テキストの製作者)がついた。

各教室は以下の A,B,C の 3 クラスに分けた。

- A 自分のパソコンを持ってきた生徒のみの 40 人クラス
 - B 自分のパソコンを持ってきた生徒 27~29 名+学校のタブレット端末使用 13 名
 - C パソコン室のデスクトップパソコンを利用する 40 人クラス
- 途中、パソコンの故障等により 4~5 名の移動があった。

すべてグループを組み、テキストを読みながら問題点をグループで出し合い解決していくAL型の講座である。

(2) 今後解決すべき課題

講座の運用で1日に3~4教室を同時に使い、基本的にはAL型の授業を進めていくという方法は、あとに述べるように一定の成果を上げたが、当然、問題も含む。それを以下に上げた。

① 指導者の常駐

初めてパソコンを扱う生徒たちが、テキストと互いの話し合いだけで進めていくには内容が高度であり、各教室にはテキストを習得した指導者がアドバイザーとして常駐しておく必要がある。併せて予期せぬ機器の故障やトラブルにも対応する必要があり、指導者の経験的なレベルアップが必要となってくる。今年度は、テキストを読み実際に動作を確認した教師が、テキスト制作にあたったもの以外はいなかったため、生徒の質問に即座に答えることが難しかった。

② パソコンの機種による説明のずれ

テキストがWindows版で書かれているために、Macを使用している生徒は、同じExcelでも操作方法が違う部分がかかりあることが分かった。これは、キーボード配列が異なっていることに起因している。この解決のためには、Mac用のテキスト記述が必要になってくるが、このためにはかなりの時間とエネルギーが必要になって来て現実的ではない。講座の中で、Macを使用している生徒たちのグループをつくり、互いに問題点を話し合いながら解決する仕組みが必要である。

③ タブレットとパソコンの基本性能の違い

初年度は、パソコン室だけではパソコンが不足し、学校のタブレット端末を貸し出すことにした。しかし、タブレット端末は明らかにパワーが不足しており、しかもExcel等の機能はかなり落ち実用には適さないことが分かった。今後、「一人一台パソコン」の普及により、解決の方向へ向かう可能性もあるが、BYODを普通科にも広げ、1学年360人規模の状態まで持っていくには、大きな障害となることが予想される。

④ 教室の冷房と電源設備の必要性

現在、基本構想にある「スチーム・ラボ」構想では、空き教室を3教室(クーラー設備あり)、SSHのラボとして使用することにしているが、まだ電源設備も十分でなく、上述のA,Bの教室は中学技術室と物理実験室が使用された。ところがこれらA,Bの教室はエアコン設備がなく、6月から10月までの講座では、かなりの高温での実践となった。生徒の安全面を考え、急ぎ「スチーム・ラボ」の電源設備の取り付けが必要となっている。

6. 「きみろんR1」の評価

初めての「きみろんR1」のコンピュータ講座は、これからの生徒たちの研究活動において、一定の成果を上げたと考えている。評価の指標の一つとして、生徒たちがこの講座後どのような研究にとりかかろうとしているか、評価に値する研究が出現するのかがという視点がある。これは、平均的な満足度やプログラミング技術の理解度等の統計とは異なる視点である。その成果として、講座後生徒たちが行った「きみろん」の研究において提出された4つの研究論文を(④関係資料-p.55,56の資料4)に掲載する。

7. 最後に

本校のSSHにおける柱となる仮説として、SSHの研究開発実施計画書には次のように書かれてある。「人は自分の興味ある分野だからこそ、そこに人の気づかなかった問題点を見つけ、新しい研究テーマを創生することができる。テーマを見つけ出す力は「感性」(ART)と深くかかわっており、そのテーマを深化・発展させるのが数理科学、つまり「理性」(STEM)である。」

先に述べた4つの生徒研究が示唆しているのは、コンピュータプログラミングの講座が彼らの興味を深化・発展させたように、生徒に研究のために数理科学の手法や方法を伝えることは、生徒の興味ある研究を発展させることにつながっていく可能性があるということである。

このコンピュータ講座の位置づけを、一人の生徒がうまくまとめてくれている。その感想を引用して、この「きみろんR1」の報告の最後としたい。

【生徒の講座感想6】

これまで自由研究や「きみろん」など、実際に実験を行うことによるのみ仮説の検証、判断を行ってきた。そんな中で、パソコンを使い、架空の世界の中で検証する、という「きみろんR1」は私にとってとても画期的なものであった。実際にやってみなければわからない、という考えを持っていた私にとって、計算を繰り返すことにより実際に試したときと相違ない、あるいはそれ以上の結果を発揮し、結論付けるということは研究をやるうえで視野を広げるきっかけになった。

私は今GSCのプログラムで行っている研究でも計算による実験を行っており、大学の研究室でも広く計算シミュレーションが取り入れられているのだと驚いた。また、それと同時にこれまで計算シミュレーションが実際に行った実験と結果が食い違ったことがない、また計算シミュレーションより思ってもいなかった結果を導き出した、というようなことを聞き、計算による実験の果たす役割の大きさに驚かされた。計算ですべての研究をカバーできるようになれば、費用の面や安全面、また正確性など、多くの面で利点が考えられ、計算シミュレーションは今後ますます普及し、研究に貢献していくだろうと期待している。



図14【物理教室での講座の様子】
プログラムのバグは簡単には見つけ出せない。生徒たちは、クラスメイトと話し合いながら問題を解決していく。しかし、それでも解決しないこともあり、指導者の育成が必要となってくる。



図15【技術教室での講座の様子】
6月下旬からはかなりの高温の環境となる。生徒の安全面からエアコン設備の導入が急がれる。

【5】 **きみろんR2** ***** STEAMプログラム

担当者《 中原 重弘 》

「きみろんR2」は、本校理数科2年(Rは理数科の頭文字)から開始する「きみろん」の意味である。そのため、活動時間は、普通科2年の「きみろんⅡ」(本報告書 p.20～22)、普通科3年の「きみろんⅢ」(本報告書 p.23～27)と同時間(週1単位時間)であり、その活動内容もこれらとほぼ類似したものになっている。

今年度は特にSSH初年度ということもあり、理数科3年のきみろんR2は本校での従前の取り組みを踏襲し、普通科3年のきみろんⅢとまったく同じ活動を行った。そのため、理数科3年のきみろんR2については、記述の重複を避けるために本報告書 p.23～27 のきみろんⅢの項を参照いただきたい。理数科2年のきみろんR2も、普通科2年のきみろんⅡと同時間にほぼ同じ活動を行った。報告の多くは、きみろんⅡの項(p.20～22)を参照していただき、本項では「きみろんⅡ」及び「きみろんⅢ」と異なる活動を中心に述べていく。

a: 仮説

『生徒が自ら設定したテーマで探究するために必要な観察・実験技術を「実験スモールプログラム」で提供し習得させれば、生徒が主体的に探究を進め、探究の質を高められるであろう。逆に、習得した観察・実験技術から着想を得て、新たな「問い」を立てたり、観察・実験技術を発展させたりすることもできるであろう。』

「きみろんR2」の仮説の多くは、きみろんⅡ(本報告書 p.20)に列挙された「仮説1～6」とほとんど同じである。「きみろんR2」と「きみろんⅡ・Ⅲ」との大きな違いは、「実験スモールプログラムの提供」である。これは、本校が申請時に提出した『令和2年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施計画書【開発型】』(以下、計画書と表記し、スーパーサイエンスハイスクールをSSHと略記する)の「4つの教育プログラムの開発」(計画書 p.2)、「きみろんR2 ①研究開発の単位、仮説との関係、期待される成果」(計画書 p.9)に明記されているものである。

「実験スモールプログラム」は、理数科生が自身で設定した探究テーマにどうアプローチできるか、主体的に考えて行動する(探究する)ために必要な観察・実験技術を習得させるプログラムで、具体的な検証方法・手段(メソッド)についての知識・技術・経験を与えるものを考えている。例えば、物理領域で言えば力センサーやテスター、オシロスコープなどの使い方を習得させるプログラムを提供すれば、自ら設定したテーマに応じて、それらの測定機器を駆使し、教師の力を借りずに主体的に探究を深めることができるようになるはずである。

また、これらの知識・技術・経験が同一学年の生徒間で共有され、そこで培われたノウハウと成果が下級生に伝達されていけば、主体的で対話的・協働的な学びが一層推進され、年次を経るごとに探究内容と方法が深化していくことが期待される。

b: 研究内容・方法・検証

計画書中の「6 研究開発の内容・方法・検証評価等」の「(3) 研究開発の内容・実施方法・検証評価(その1) A: 教育プログラム」にある「きみろんR2」に基づいて研究開発を開始した。

(1) 研究内容

計画書に基づき、「きみろんR2」は理数科を対象に、理数科2年で週1単位、理数科3年で週2単位の合計3単位で実施した。

a) 理数科2年「きみろんR2」

- ① 「きみろんR2」における探究活動 「きみろんⅡ」と同時間に同内容を実施(「きみろんⅡ」の項を参照)。
- ② 「実験スモールプログラム」の試行

b) 理数科3年「きみろんR2」

- ① 「きみろんR2」における探究活動と論文作成
前年度までの本校の取り組みを踏襲し、普通科3年「きみろんⅢ」と同時間に同内容で実施(先述)。

(2) 方法

a) 理数科2年「きみろんR2」

- ① 「きみろんR2」における探究活動
理数科2年の生徒が個別に設定したテーマについて探究を行うことに対し、必要な支援を行う。(実施時間は普通科2年「きみろんⅡ」と同時)

② 「実験スモールプログラム」の試行

SSH初年である今年度、理数科きみろんR2への取り組みは新型コロナウイルス感染症対策の影響により計画に大きな遅滞が生じた。本校は5月上旬まで学年別の分散登校を含めた臨時休校措置が続き、実際に授業の再開、きみろんR2の活動を開始できたのは、5月中旬であった。学校再開後、速やかに探究の過程に入らないと理数科3年に論文完成まで行き着かないと予想されたため、実施計画書(p.15～16)に示していた[1 年次]「実験スモールプログラムの試行」を見合わせるという判断を下した。そして、本校としても研究開発計画の大きな遅滞を取り戻すべく、授業再開後は週1単位時間を概ね確保できるように努力し、計画を進めた。

b) 理数科3年「きみろんR2」

- ① 「きみろんR2」における探究活動と論文作成 普通科3年「きみろんⅢ」と同時で同内容を実施した。

(3) 検証

a) 理数科2年「きみろんR2」

① 「きみろんR2」における探究活動

理数科2年の生徒には個別の探究テーマを策定させ、さらには探究の計画書を作成させた。理数科2年生は、1年次にきみろん I で各自の探究テーマにそって初歩的な探究を行い、すでに一度は論文を作成している。そのため、きみろんR2 で新規のテーマに取り組むことができるし、きみろん I のテーマに継続して取り組むことも許容した。

5月末からは、提出された探究計画書の中でも実現が具体化できたテーマから順に、理科(物理・化学・生物)の教員が生徒の計画の相談役(メンター)となって介入(ファシリテート)を行い、そのブラッシュアップを図った。その際、教員は、生徒個人がもつ先行研究の調査結果やそれに対する考えを構造化させることに徹し、教員が方法等を指示することを避けた。例えば、天然植物成分の活用を図るため、その物性を探究したいという計画書に対しては、何を探究の目的とするか、具体的にどのような実験操作を行うのか、どのような機材が必要で、それをどのように用意するのかを生徒に問いかけて考えさせた。

理数科2年の6月以降、理数科2年生は、理数科3年の7月に実施する校内のポスターセッションまで、自らのテーマで自らの計画にそって探究を続けることになっている。その過程において、観察・実験機材の使用や最小限の購入、実験室等の使用等の必要な支援を計画的に行っているところである。

普通科2年生のきみろん II と同様、2月に学級内で中間発表会を実施し、生徒間の相互評価を受けたのち、生徒の評価が高い作品については教職員の審査も受けることにしている。具体的には令和3年2月12日(金)に学級内での相互審査が集約された。同年2月28日(日)には、教員による評価が始まる。こうした生徒や教職員の評価を通じて生徒は自らの探究に不足している点に気付くことができ、見直しをもって理数科3年での活動計画を立てることになる。最終的に生徒は理数科3年「きみろんR2」で独自のテーマについての論文を作成する。

令和3年1月の校内中間発表に向け提出された研究論文の全テーマの中で「理科・数学・情報分野」に関するテーマは理数科全体(生徒数 120 名)の 51.6%を占めた(次表を参照)。後述するが、昨年度までの探究のテーマからすると、かなり「理科・数学・情報分野」に関するテーマが増え、アニメ作品等の虚構を扱ったテーマは少なくなっている。

◇きみろんR2の研究論文テーマの分類(令和2年度理数科2年) 母数(114)

分野	度数	分野	度数	分野	度数
数 学	16	情報プログラム	4	心 理	6
物 理	26	環境・災害	5	教 育	3
化 学	9	医療・健康・食	11	学 術	8
生 物	7	社会・政・法	8	アニメ	5
地 学	3	経 済	3		

例年3月に開催される宮崎県課題研究発表会(本年度は3月16日(火))でプレゼンテーション発表をさせる優秀作品2本を中間発表段階で選出した(【きみろんR2】優秀作品を参照)。さらには次年度のSSH生徒研究発表会等や各種科学系コンテスト等に出品させるなど、外部評価をうける予定を組んでいる。こうした外部の客観的な評価を積み上げ、さらに高度な探究作品(卒業論文)を作成させるとともに、同時に発表大会に参加できなかった周囲の生徒にも、探究ならびに発表のノウハウを波及させていきたい。

【きみろんR2優秀作品】

「トリボナッチ数列の一般項を暴く式」2つのアプローチから見る数列の面白さ

数学の問題集などでよく見かけるフィボナッチ数列という数列がある。これは前の2項の和が次の項の値となるというものである。この兄弟のような数列にトリボナッチ数列がある。これは前の3項の和が次の項の値になるというものである。私は去年この数列の一般項を高校数学の知識のみで解こうとしたが失敗に終わったため、今年はリベンジをしようと考えていた。しかし、論文ではないがトリボナッチ数列の一般項について紹介しているサイトがいくつかあった。そのため、今回は一般的なトリボナッチ数列の解釈と自分の研究の違いをはっきりさせつつ、専門的な知識も利用して2つのアプローチから自分だけの研究結果を導き出したいと考えた

「潰れる容器を作る」

今日、全世界でごみの増加とそれに伴う埋め立て地の不足、土壤汚染、海洋汚染が深刻化している。この問題の解決のために様々な施策がとられているが、十分な効果は得られていないのが現状である。ごみを削減する代表的な方法の一つとしてリサイクルがあげられるが、日本ではリサイクルされるごみ、特にプラスチックの量が非常に少ないことが課題となっている。私は、プラスチックごみはかさばるものが多いことが理由の一つとしてあげられるのではないかと考えた。プラスチックごみはその多くが食品や洗剤の容器である。家庭内でごみを分別する際にそれらのごみがかさばってしまうため、ほかのごみと分けて収集するとどうしても家のスペースを圧迫してしまう。そこで簡単に押しつぶすことのできる容器を作ることでこの問題を解決できるのではないかと考えた。今回は実際に紙で容器を試作し容器の構造を考えていきたい。

② 「実験スモールプログラム」の試行

上記(2)で報告したように、本年度[1年次]の計画である「実験スモールプログラムの試行」は見合わせ

た。

b) 理数科3年「きみろんR2」

① 本報告書「きみろんⅢ」の項で内容と検証結果を報告した。

(4) 今後の課題

先述したように、SSH初年度としては新型コロナウイルス感染症の影響により研究開発計画の見直しを迫られた。今後、すでに進行している生徒の探究過程に即する形で機会を窺いながら、この「実験スモールプログラム」を提供し、研究開発を前に進め、効果を検証する必要がある。次年度は[1年次]に予定されていた「実験スモールプログラムの試行」を飛び越え、物理・化学・生物の3領域で[2年次]「実験スモールプログラムの本格実施」を行う準備に入っている。

これまでの本校における探究のテーマは、生徒個人が自由な意志で選んだものである。その中にあってアニメ作品や漫画、御伽話などの虚構の設定は「やはり虚構でしかなかった」「現実とはかけ離れたものだった」とする、言わば探究する必要のない、「結論ありき」のテーマが多く見られた。しかも、それらは授業等で得た学習事項のみを活用して議論し、観察・実験、調査、統計に基づいて深く探究しようとする姿勢が見られないものである。今年度の理数科2年きみろんR2においては、その割合はかなり減少したが、依然として数本は残っている。

探究テーマを生徒個人が決める上で、当然、個人の疑問や関心などの「問い」が最も重要な要素である。現実的な「問い」をもつ視点を与えるには、「問いを立てる」授業への改善、授業実践の積み重ねが必要不可欠である。本校生徒は以前から講義型授業とその演習に慣れてしまっており、教科書の枠組みを超えた思考を行っていない。講義型授業で語られる内容は、どのような状況でも成り立つのか、定説とされる事項に限界や誤謬がありしないかと疑うといった、批判的思考を促す授業改善もより一層進められるべきである。新たな学習事項を既習事項と組み合わせた論理的思考、単元のみならず教科・科目の枠を超えて多角的に思考する水平的思考もあわせて授業において促していかなければならない。また、教科書の枠組みを超えた探究に導くには、教科書を超える幅広い知見に触れる機会、教科書を離れた事物現象に触発される体験型講習の拡充なども必要と考える。

教育課程や運用上の課題として残されている点がいくつかある。

1つめは、理数科2年でも「きみろんR2」の時間が週あたり1単位しかなく、探究活動の時間が十分に確保されていないことである。そのため、探究活動の進捗状況が非常に遅い。結果的に、3年生にならないと完成の目途が立たない状況にある。そうすると、対外的な発表は3年生以降になり、外部から自らの成果を評価してもらう機会が減ってしまう。生徒は自らの成果をさらにブラッシュアップする時間も失われてしまう。2年生の秋～冬に優秀な作品を対外的に送り出すにはどうしても2年生で週あたり2単位の活動時間を要する。そこで、新学習指導要領が年次で進み始める令和4年度以降の教育課程においては、理数科2年で「きみろんR2」の時間を2単位に増やす検討に入っている。

2つめは、相談役(メンター)となる教員の配置である。基本的に「きみろん」の時間は各学級に副担任が配置され、指導を行ってきた。しかし、きみろんR2でメンターとなる教員が副担任となっている場合、その時間にメンターが特定の学級の指導に拘束されるため、生徒の探究活動に幅広く相談にのることはできなくなる。本年度、すでにそうした事態が生じ、学級の枠を超えて探究活動の相談にのるのが放課後以降になった。そこで次年度からは「きみろん」の時間、メンターとなる教員を学級の「きみろん」の指導から外し、幅広く相談に応じるため、実験室等に常駐させる必要がある。実験室等に常駐させることで、実験室での「実験スモールプログラム」の実施を安全に行えると同時に、メンターとして対応させることができると考えられる。

令和2年10月21日(水)の第1回運営指導委員会の席で論文の形式、特に参考文献リストの形式について指導する必要があるとの、御指摘をいただいた。部活動では参考文献リストの書式について指導しているものの、理数科全体への指導としては不十分であった。これに限らず、運営指導委員の先生方の御指摘をうけながら、より質の高い研究開発を進めたいと考える。