

平成28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5年次（3期）

令和3年3月

名古屋大学教育学部附属中・高等学校

目 次

巻頭言	2
①令和2年度SSH研究開発実施報告（要約）	3
②令和2年度SSH研究開発の成果と課題	7
③実施報告	13
第1章 研究開発の課題	13
第1節 基礎枠	13
第2節 科学人材育成枠	15
第2章 研究開発の経緯	16
第3章 研究開発の内容	17
第1節 好奇心の扉を開く	17
3-1 SS課題研究Ⅰ	17
第2節 学びをつないでサイエンス・リテラシーを育てる授業	18
3-2-1 SS課題研究Ⅱの概要	18
3-2-2 科学倫理	20
3-2-3 数理探究	21
3-2-4 STEAM（SS課題研究Ⅱ・2年生）	23
第3節 高等教育につながる学び	39
3-3 SS課題研究Ⅲ	39
第4節 名古屋大学との連携による専門的な学び	41
3-4-1 名古屋大学との連携	41
3-4-2 附属農場講演会・見学会	42
第5節 教育課程外の課題探究活動	43
3-5-1 生徒研究員制度	43
3-5-2 色素プロジェクト	43
3-5-3 Slime Mold Project	44
3-5-4 チャンドラセカールプロジェクト	45
3-5-5 数学プロジェクト	45
3-5-6 ヒドラプロジェクト	46
3-5-7 相対論・宇宙論プロジェクト	47
第6節 協同的探究学習を用いたサイエンス・リテラシーの育成	59
3-6-1 協同的探究学習を用いた授業実践の概要	59
3-6-2 各教科における取り組み	60
第7節 海外の高校との協同研究	74
3-7-1 米国BARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGE（以下BHSEC）との研究交流	74
3-7-2 SSH海外研修	75
3-7-3 具体的な研修内容	76
第4章 実施の効果とその評価	80
1 第3期SSHの評価の枠組みについて	80
2 アンケートによる意識調査	80
3 記述式テストによる思考力調査	83
4 考察	86
第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制	87
第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	88
第1節 課題に対する取組	88
第2節 今後の研究開発の方向	89
第3節 成果の普及	90
④関係資料	92
⑤令和2年度科学技術人材育成重点枠実施報告（要約）	97
⑥令和2年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題	99
⑦科学技術人材育成重点枠実施報告書	101
⑧科学技術人材育成重点枠関係資料	116

巻 頭 言

対話・協同が求められるこれからの科学技術の世界で

校長 辻 浩

現在、日本の科学技術政策は「第5期科学技術基本計画（society 5.0）」にもとづいて推進されている。その特徴は、現実空間（フィジカル空間）と仮想空間（サイバー空間）を融合させて、経済を発展させるとともに社会的課題の解決をはかることにある。

ここでは、society 4.0で実現した情報社会をより高度化して、現実空間にいる私たちが目的をもってインターネットで情報を集めなくても、その時の状況に応じて必要な情報が提供される社会をつくることがめざされている。ここでは、人間が介在することなく、モノ同士が結びついて何かを生み出す（IoT）ということにもなる。たとえば、車の自動運転は、自動車と人工衛星、周りの障害物など、モノ同士が結びついて安全な運転がなされる。また、その人の生活パターンを詳細に分析して判断する人工知能（AI）が、家電に指示を出して快適な生活環境を整えてくれる。

このようなことが大学や研究機関、企業で研究されているが、ここでは多くの科学技術を組み合あわせることが不可欠となっている。しかし、日本の研究はとかく従来の研究領域に閉じこもって、その高度化をめざす傾向が強いと言われている。このような状況を打破して、それぞれの分野が蓄積してきた科学技術をしっかり受け継ぎながら、他分野の研究と対話ができる人材を育成することがこれからの課題となっている。

このように考えると、スーパー・サイエンス・ハイスクール（SSH）の中身もはっきりしてくる。高校を卒業した後、自分の専門分野の高度な知見を身につけるだけでなく、他分野の知見とすり合わせる能力が求められるのである。そして海外にすすんだ知見があるのなら、その人と積極的に交流することが求められるのである。

本校では2006年からSSHに取り組んできたが、その間に科学技術のあり方が冒頭のように大きく変わった。そのことも意識して、本校では卒業生がそのような高度な科学技術を担えるように、協同的に学ぶことや世界と交流する取り組みを行ってきた。また、課題研究を通して、複数の科学に目を向けることもめざしてきた。その成果がこの先に花開くことを願っている。

① 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報告（要約）

① 研究開発課題											
「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成～中高大接続によるカリキュラム開発と実践～											
② 研究開発の概要											
<p>「SS課題研究Ⅰ」「SS課題研究Ⅱ（高校1年生：科学倫理・数理探究）」「SS課題研究Ⅱ（STEAM）」「SS課題研究Ⅲ」を探究学習の中心となるカリキュラムとして実施した。コロナ禍の影響で多くの活動が制限される中、対面やオンラインを駆使して新しい取り組みに挑戦することができた。年度当初、学校が休校になった中で、オンラインによる「SS課題研究Ⅱ（STEAM）」の実践やLMS（Learning Management System：通称NUCT）を使っの課題提出等、ニューノーマルな学校教育システムが構築されたことが、コロナ禍があつてこそその展開であつた。</p> <p>SSHプログラム評価に関しては、生徒の意識調査アンケート改善のための調査と、生徒の思考過程を知るための記述課題を実施した。協同的探究学習の普及のために今年度も、教員向けの研究会をオンラインで実施した。</p> <p>生徒研究員制度で活動している生徒は学内外で行われる発表に意欲的に取り組み、SSH生徒成果発表会ではポスター発表賞を受賞する等の成果をあげることができた。</p> <p>数学に特化した取組が少なかったため、重点枠における「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成」に取り組み、他校の生徒とオンラインでの成果発表を行うことができた。</p>											
③ 令和2年度実施規模											
全校生徒を対象に実施。 SSH対象生徒 595名（中学238名、高校358名）											
中学1年生		中学2年生		中学3年生		高校1年生		高校2年生		高校3年生	
生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
80	2	78	2	80	2	121	3	118	3	119	3
④ 研究開発内容											
○研究計画											
研究開発年次		研究事項									
1年次 (平成28年度)		<p>目標：SS課題研究の基盤を創る</p> <p>研究事項・内容： 「SS課題研究Ⅰ」教員の人選と、内容確定。「SS課題研究Ⅱ」科学倫理・数理探究の内容確定と試行。IBDP-TOKの手法の活用を試行。「SS課題研究Ⅲ」教員の人選と内容の調整 (上記以外の研究開発) 既存教科での協同的探究学習の継続。高大接続WGを大学と協同で設置 NCESを中心に企業連携のためのWGを設置 Bard High School Early College（以下BHSEC）との調整 (研究成果の普及) SSH ホームページの改善。SSH研究成果を報告書や紀要にまとめた。</p>									

2年次 (平成29年度)	<p>目標：SS課題研究の中核を創る</p> <p>研究事項・内容： 「SS課題研究Ⅰ」内容の成果と課題を検討。「SS課題研究Ⅱ」STEAMの内容確定 「SS課題研究Ⅲ」関係大学教員への聞き取り調査との講座内容の改善を検討 (上記以外の研究開発) STEAMでの協同的探究学習の試行。高大接続WGでAP、単位互換の協議開始 企業連携のための連絡調整協議を開始。BHSECとの合同研究素案の関しての協議 (研究成果の普及) プログラム評価連携校との協議。SSH ホームページの充実 SSH研究成果を報告書や紀要にまとめた。</p>
3年次 (平成30年度)	<p>目標：SS課題研究の完成</p> <p>研究事項・内容： 「SS課題研究Ⅰ」SS課題研究Ⅱとの連続性の調査。講座内容の改善。 「SS課題研究Ⅱ」STEAMの内容確定と本格実践。企業との連携を試行 「SS課題研究Ⅲ」関係大学生への聞き取り調査と講座内容の充実 (上記以外の研究開発) STEAMでの協同的探究学習の成果と課題を検討。講座担当教員の聞き取り調査 高大接続WGでAP、単位互換の協議継続。企業連携の試行と実践 BHSECとの合同研究実施 (研究成果の普及) 本校教員が実践編を執筆した書籍の出版。協同的探究学習指導法研究会を2回開催 SSH研究成果を報告書や紀要にまとめた。</p>
4年次 (平成31・ 令和元年度)	<p>目標：SS課題研究の改善</p> <p>研究事項・内容： 「SS課題研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ」の連続性と全体プログラムの総点検と改善方策の検討 (上記以外の研究開発) STEAMでの協同的探究学習の成果と既存教科での協同的探究学習の相関性の課題を検討。 高大接続研究センターへ協議結果の報告。企業連携の実践と充実 (研究成果の普及) 協同的探究学習指導法研究会を2回開催 SSH研究成果を報告書や紀要にまとめた。</p>

5年次（令和2年度）実践内容

1) 「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成のカリキュラム開発と普及

- ・SS課題研究Ⅰ（中学）：身近な疑問から自然科学、ものづくりを行う研究活動
- ・SS課題研究Ⅱ（科学倫理・数理探究）：柔軟な思考の枠組みを創ることができる生徒の育成
- ・SS課題研究Ⅱ（STEAM）：原因結果の因果関係や根拠を考察し、論理的思考と表現力を育成
118名が9つの講座に分かれて課題研究を実施。その成果をSSH成果校内発表会で発表した。
- ・SS課題研究Ⅲ（高校）：大学教員の講義・実習。新たな価値を創造するトップ・イノベーターの育成
高等学校内で行う3つのプログラムと大学で行う5つのプログラムを実施した。
- ・生徒研究員制度（中学・高校）生徒の主体的な研究姿勢を育成。研究内容の場は限られたが、SSH
生徒研究成果発表会で発表しポスター発表賞を受賞した。
- ・国際的視野をもった人材育成プログラムをオンラインを使って実施した。

2) 「協同的探究学習」を課題研究に組み入れる教育方法の開発と普及

理科・数学だけでなく、文系教科にも「協同的探究学習」を取り入れるための仕組みを構築し、その仕組みをSS課題研究Ⅱ（STEAM）に取り入れた。教員向けの『「協同的探究学習」指導法教員研究会』をオンラインで10月に実施した。

3) SS課題研究に対応した多面的評価方法の開発と普及

- ・「生徒の意識を測る調査（生徒の情意的側面の調査）」
- ・「思考過程を測る調査（本校の基準による、生徒の認知的側面の調査）」
- ・「判断した根拠や因果関係を説明する力の調査」

○教育課程上の特例等特記すべき事項

1) 「必要となる教育課程の特例とその適用範囲」

開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
SS課題研究Ⅱ（科学倫理）（数理探究）	1	情報の科学	2単位中の1	高校第1学年

・「SS課題研究Ⅱ（科学倫理）（数理探究）」を「情報の科学（2単位）」の1単位として代替えた。

2) 「教育課程の特例に該当しない教育課程の変更」

・中学2・3年生全員に対して「SS課題研究Ⅰ」を総合的な学習の時間内で実施した。

・高校1・2・3年生のうち、希望者に対して週末と長期休暇を利用して、オンラインで「SS課題研究Ⅲ」「学びの杜」を実施し、単位認定を行った。

○令和元年度の教育課程の内容

1) SS課題研究Ⅰ 中学2年・3年生で各5講座を開講。

2) SS課題研究Ⅱ 高校1年：「SS課題研究Ⅱ」（科学倫理、数理探究）の実施。

3) SS課題研究Ⅱ（STEAM）高校2年の実施。

4) SS課題研究Ⅲ

大学教員による授業「生命科学探究講座」のうち実施可能な講座をオンラインで実施した。

○具体的な研究事項・活動内容

1) 総合的な学習の時間を利用して実施する「SS課題研究Ⅰ」の5年次実践（中学2年・3年）

研究事項：「SS課題研究Ⅰ」は、半期ごとに、10講座の中から興味関心のある講座を学ぶ。高校でのSS課題研究Ⅱ（1.自然と科学、2.生活と科学、3.心身と科学 4.創造と科学）と密接に結びつく10講座を設定。生徒は2年間で4講座を選択する。生徒の幅広い興味関心を育成する。

2) 学校設定科目「SS課題研究Ⅱ（科学倫理）（数理探究）」の5年次実践（高校1年）

研究事項：課題研究を実施する過程で必要な、論理的思考力の育成に関する指導、科学倫理の育成に関する指導、柔軟な思考の枠組みを創るための指導を実践した。生徒が多くの事柄を関連づけて考え、思考の枠組みを柔軟に修正しながら課題探究を深めていく力を育成する。

活動内容：（前期：科学倫理）

国語、公民、英語の教員によるTT（チームティーチング）で授業を実践した。

論理的思考力の育成：小論文の構造、論証の方法、著作権、を学び実際に小論文を作成した。

科学倫理の育成：科学技術と倫理、ものの考え方について、対話を重視しながら考えた。

柔軟な思考の枠組みを育成：IB-DP TOKのテキストを参考に、さまざまなベクトルから思考した。

（後期：数理探究）

理科・数学の教員によるTT（チームティーチング）と、課題設定・仮説検証・内容分析を実践した。

化学反応の量的関係を調べる実験を行い、その実験データを用いて統計を学ぶことで、統計についての手法を学ぶだけでなく、実験結果に関する考察を深めた。

3) 学校設定科目「SS課題研究Ⅱ（STEAM）」の5年次実践（高校2年）

文系、理系、技能教科教員9名によるTTで実践した。科学、技術、工学、芸術、数学といった幅広い領域での課題研究を生徒は、4つの領域（〈自然と科学〉〈生活と科学〉〈心身と科学〉〈創造と科学〉）に所属して探究活動を行なった。

4) 学校設定科目「SS課題研究Ⅲ」の5年次実践（高校1・2・3年）

研究事項：「SS課題研究Ⅱ」の4領域と有機的関係を持つ講座である。大学教員による講義を受講することで、新しい価値を創造し「トップ・イノベーター」を育成する。

活動内容：高校カリキュラム内で行う「SS課題研究Ⅲ」

・「生命科学探究講座」のうちオンラインで実施可能なものに関して実施した。

・「学びの杜」講座として、オンラインで実施可能なものに関して実施した。

大学カリキュラム内で行う「SS課題研究Ⅲ」

研究事項：長期休暇や授業後に行うSS研究ラボ。高校生と中学生が参加し、最大6年間自分の研究を継続することが可能。生徒が自主的・主体的に研究課題に取り組む気概を育成。

活動内容：令和2年度は色素プロジェクト、粘菌プロジェクト、数学プロジェクト、チャンドラセカールプロジェクト、ヒドラプロジェクト、相対論・宇宙論プロジェクトの6つの生徒研究員制度が稼働した。相対論・宇宙論プロジェクトの生徒がSSH生徒研究発表会でポスター発表賞を受賞することができた。

6) 高大接続・産学連携5年次実践

活動内容：（高大連携）

上記で記載したSS課題研究Ⅲ、SSH生徒研究員制度は、名古屋大学と連携して実践した。またそれ以外に、日帰りではあるが、オンラインで中学生も参加する附属農場見学会を実施した。

活動内容：(産学連携)

学校設定科目「SS課題研究Ⅱ (STEAM)」において、名古屋大学産学連携組織NCES (組み込みセンター) の研究員と連携して、プログラミング教育を実践した。

7) 協同的探究学習法に関する5年次実践

研究事項：学力の向上を着実にしながら、他者と協同して課題解決ができる新時代に求められる資質・能力を育成した。教員向けの研究会を10月に実施した。

8) 国際性を高めるための5年次実践

研究事項：SSH海外研修や校内で実践する英語プログラムの中で、さまざまなベクトルから事象を捉えることのできる柔軟な思考力を育成する。

活動内容：H23年度から試行した米国NY州BHSECとのScience Exchange Programは残念ながらコロナ禍の影響で実施することができなかった。その代わりに、オンラインを使って「アジア高校生国際会議」を2日間の日程で実施することができた。

9) 事業の評価

研究事項：SSH全体の目標とする力を測定する質問項目の修正や教科を関連づけた深い理解や長期的探究の成果を測る非定型的記述型課題を開発し、SSH研究開発の効果を測定した。

活動内容：生徒の意識を測る調査 (生徒の情意的側面の調査)：第2期SSHで作成した尺度を改善するためのデータを収集し、関西大学准教授の指導のもと実施した。

思考過程を測る調査 (本校の基準による、生徒の認知的側面の調査)：第2期SSHで作成した記述型課題を修正し、教科を統合した深い理解に関する課題を実際に生徒に実施した。

判断した根拠や因果関係を説明する力の調査：「SS課題研究Ⅱ (数理探究)」で学習した内容の定着を測るため、記述型課題を定期試験の中に組み入れて実施した。東京大学大学院教育研究科 藤村宣之教授の指導のもと、STEAMの成果を測るための新たに記述課題を作成してSTEAMの授業前後に実施した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

- ・10月に教員対象で「共同的探究学習法」に関しての教員研修会を実施した。全国から本校教員を含め、100名近い教員が参加した。研修会では理科、数学だけでなく、国語、社会、体育、音楽の各教科で授業検討会を実施した。全体講演会や全体講評では東京大学大学院教育研究科の藤村宣之教授からお話を伺った。全国から参加した教員とコロナ禍における効果的な教育方法について議論した。
- ・月刊高校教育 (学事出版) では、2020年度2月号と3月号において本校で実施している課題研究「STEAM」が連載された。

○実施上の課題と今後の取組

日本だけでなく世界が新型コロナウイルス感染症の拡大で大きな影響を受けた。取組むべき世界共通の課題が改めて浮き彫りになり問題が深刻化した令和2年度であった。コロナ禍が突きつけたのは、この世界では予測しえない課題や困難が常に起こり、その解決どころか理解すら容易ではないという事実であった。対面での授業もままならない中での協同的な学びをいかに維持していくか。実験や観察をどのように継続してきか、といった実施上の課題が矢継ぎ早に浮上した。

コロナ禍の中で「学びを止めない」でなにかができるかの糸口になるのはオンラインを活用した新たな日常における教育の継続である。SSH第3期目の最終年度にあたる。海外研修で学びを深めることもできなかったが、オンラインを駆使して「高校生国際会議」を開催する等の新しい取り組みも実施することができた。今後はオンラインや対面を使って取り組みを継続していくが、時差を克服して海外の高校生とどのように協同研究を実施していくのが大きな課題である。

(文責 三小田博昭)

② 令和2年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

(1) SSH 15年の流れ

本校は、今年度が第3期SSH研究開発終了の年となる。第1期SSH（2006-2010）第2期SSH（2011-2015）、第3期SSH（2016-2020）の15年間の研究開発を通して、多くのプログラムを試行し、改善を加え、今の形の第3期SSHプログラムを構築した。その研究の中でも一貫しているのは、中高大を接続する教育カリキュラムを構築することである。

研究テーマの変遷

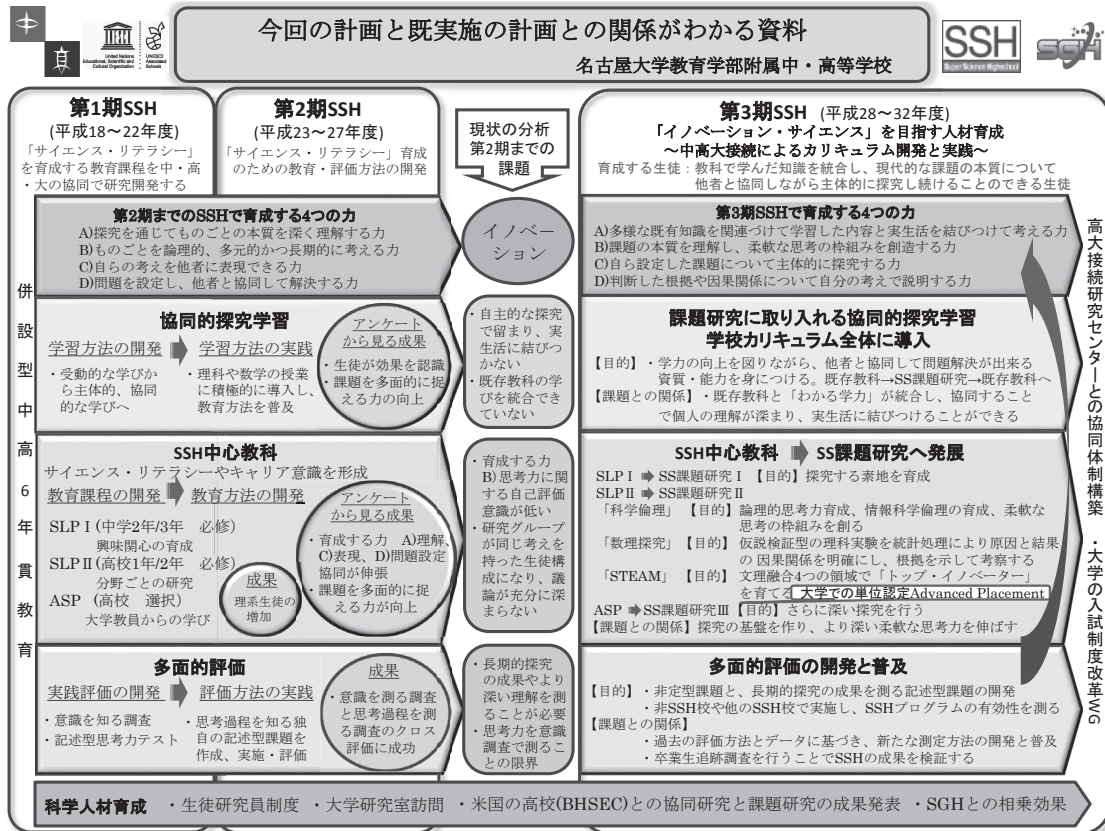
第1期SSH（2006-2010）：「併設型中高6年一貫教育において、発達段階に応じた「サイエンス・リテラシー」を育成する中・高・大の協同で開発する

第2期SSH（2011-2015）：「併設型中高6年一貫教育において、高大接続を考慮した「サイエンス・リテラシー」育成のための教育方法・評価方法を大学と協同で開発する」

第3期SSH（2016-2020）：イノベーション・サイエンスを目指す人材育成～中高大接続によるカリキュラム開発と実践

第1期と第2期では、サイエンス・リテラシーを「科学的な知識と方法を活用して情報を多元的に分析し、本質を理解する力と、その過程で必要な、自らの考えを他者に伝え、話し合うことを通して、協同でそれらの問題解決を行う力」であると定義した。その上で、第1期では、カリキュラム開発を中心に、第2期では、その教育方法と評価方法を開発した。

第3期は、開発したカリキュラムと評価方法を精査し、その成果と課題を分析して新しい視点からSSH研究開発を実施した（下記参照）。



また、育成する生徒の力も第1期・第2期と第3期では大きく異なるものとなった。

第1期・第2期（育成する生徒の力）

- A) 探究を通じてものごとの本質を深く理解する力
- B) 物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力
- C) 自らの考えを他者に対して表現できる力
- D) 問題を設定し、他者と協同して解決する力

第3期（育成する生徒の力）

- A) 多様な既有知識を関連づけて、学習した内容と実生活を結び付けて考える力
- B) 課題の本質を理解し、柔軟な思考の枠組みを創造する力
- C) 自ら設定した課題について主体的に探究する力
- D) 判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力

(2) 第3期SSHの成果と課題

1) 課題研究の設定および実施

①SS課題研究 I

第1期・第2期SSH
SLP I（中学2年/3年 必修）



第3期SSH
SS課題研究 I（中学2年/3年 必修）

第1期・第2期では、SLP I という教科名で実施していた。第1期・第2期は、同じ講座に中学2年生と3年生が、参加することができる形態を採用していた。しかしながら、特に数学分野と英語分野において、中学2年生と3年生では、履修内容に大きな差があるため、同じ内容のプログラムを異学年で一緒に行うことに無理が生じてきた。そのため、第3期SSHでは、学年を固定して、異学年にまたがらないように以下のように変更して実施した。

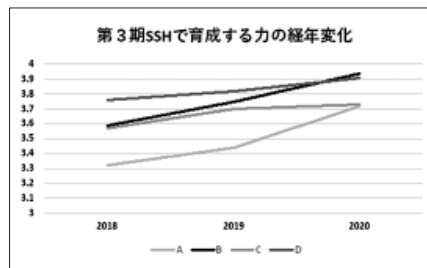
（中学2年・3年生で各5講座を実施）

中学2年：

「『源氏物語』を読んでみよう」「木のおもちゃを作ろう」、「社会の“正しさ”について議論しよう」
「附属オリジナルスポーツ」「生活の中の科学」

中学3年：

「映画を使った日常会話」「音楽を楽しもう！」「日本の伝統防染法と刺し子で世界に1つのバンダナを作ろう」「数学を楽しもう！データで遊ぼう！」「CGで表現しよう！」



左のグラフは、中学3年生(2020年度)が、身につけたSSHの4つの力の経年変化である。A～Dのどの力も中学1年であった2018年度よりも伸びていることがわかる。特にAの力（多様な既有知識を関連づけて、学習した内容と実生活を結び付けて考える力）の伸びが他に比べて大きい。これは、実験や観察などを中心に行うSS課題研究 I を2年生と3年生で行っていることに関係していると分析した。

②SS課題研究 II

第1期・第2期SSH
SLP II（高校1年/2年 必修）



第3期SSH
SS課題研究 II（高校1年/2年 必修）

第1期・第2期では、SLP I という教科名で実施していた。SLPとは、学校設定科目サイエンス・リテラシー・プロジェクトを意味する。高校1年生では「前期・自然と科学」「後期・自然と科学」、

高校2年生では「前期・多文化コミュニケーション学」「後期・共生と平和の科学」を開講した。しかしながら、第3期SSHで全員必修科目の新教科STEAMを設定し、仮設定、データ収集、データ分析を行うために、データリテラシー、データ収集、データ分析の方法を学ぶ必要が生じたため、第3期SSHでは、SS課題研究Ⅱという名称に変更し、内容も大きく変化させた。その結果、高校1年では、前期に科学倫理、後期に数理探究という新科目を設定した。

高校1年：

「SS課題研究Ⅱ」（科学倫理、数理探究）の実施。

高校2年：

「SS課題研究Ⅱ」（STEAM）の実施。

③SS課題研究Ⅲ

大学教員による授業「生命科学探究講座・地球市民学探究講座・物理学探究講座」の実施。SS課題研究Ⅲに関しては、第1期・第2期はASP（アドバンスト・サイエンスプロジェクト）という名称で実施していたものをSS課題研究Ⅲと改称して実施した。

以下は、育成する生徒の力をはかる尺度のうち、個別の質問項目を取り上げ、生徒の意識（2020年12月実施したアンケートより抜粋）を学年別にはかったものである。

（5件法 5：とてもよくあてはまる 4：ある程度あてはまる 3：ややあてはまる 2. どちらともいえない 1. あてはまらない）

A) 「多様な既有知識を関連づけて、学習した内容と実生活を結び付けて考える力」をはかる質問項目のうち、

Q. 学習している単元と他の単元を関連づけて学習している

高校1年	高校2年	高校3年
3.8	3.6	3.8

Q. 現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている

高校1年	高校2年	高校3年
3.7	3.6	3.8

B) 「課題の本質を理解し、柔軟な思考の枠組みを創造する力」をはかる質問項目のうち、

Q. 何かに取り組もうとするときにどこから始めればいいのかを考える

高校1年	高校2年	高校3年
4.2	4.0	4.0

Q. 様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている

高校1年	高校2年	高校3年
3.8	3.6	3.8

C) 「自ら設定した課題について主体的に探究する力」をはかる質問項目のうち、

Q. 何かうまくいかないとき、別な角度から考えるようにしている

高校1年	高校2年	高校3年
4.0	3.9	4.0

Q. 自然や社会の現象がなぜ起きるのかを考えようとしている

高校1年	高校2年	高校3年
3.9	3.4	3.8

D) 「判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力」をはかる質問項目のうち

Q. 相手の知識や理解度を意識しながら説明している

高校1年	高校2年	高校3年
3.9	3.9	4.0

Q. 自分の考えた解き方を友達に説明している

高校1年	高校2年	高校3年
3.8	3.5	3.8

第1期～第3期の15年の研究開発を通して、構築した本校独自のSSHプログラムを受けた生徒は、本校がSSHで育成しようとしている力に関して、どの項目に対しても意識が高いことがわかる。高校2年生で一度、平均値が下がるが、高校3年になるとどの項目もまた平均値が上がる。1年次に平均値が高いことは、SSH校で学ぶという意欲を持った生徒が入学してくる証拠となる、高校生活になじんだ2年生で一度、平均値は下がるが、その数値は大きくない。そして大学受験期を迎えた高校3年になると、入学当初の値とほぼ同じとなる。この傾向は、2020年の調査だけでなく、これまでSSH報告集でも方向してきたように、毎年のものである。このことから、本校で実践しているSSHプログラムは生徒にとって魅力のあるものであると同時に、実質が伴っているため、3年間を通して生徒は高い意欲をもってSSHプログラムに参加していることがわかる。

(3) 「生徒の意識を測る調査 (生徒の情意的側面の調査)」の実施

第3期SSHでは、第2期SSHでの課題点を修正し、「イノベーション・サイエンス」を目指す人材を育成するための新たなSSH研究目標を設定した。このため、第3期SSHで育成する生徒の力を以下のように改訂し、この観点での調査を今年度も実施した。

第3期SSHで育成する4つの力

- A) 多様な既有知識を関連づけて学習した内容と実生活を結びつけて考える力
- B) 課題の本質を理解し、柔軟な思考の枠組みを創造する力
- C) 自ら設定した課題について主体的に探究する力
- D) 判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力

平成28年度からは、次の5件法で解答を得た。(詳細はSSH5年次報告書本文中に記載)

- 1. あてはまらない
- 2. どちらともいえない
- 3. ややあてはまる
- 4. ある程度あてはまる
- 5. とてもよくあてはまる

学年	力	度数	平均値	標準偏差
中1 12月	A	76	3.95	0.73
	B	79	4.17	0.64
	C	79	4.02	0.69
	D	78	4.24	0.79
中2 12月	A	75	3.65	0.93
	B	76	3.95	0.8
	C	77	3.71	0.84
	D	77	3.69	1
中3 12月	A	76	3.71	0.8
	B	75	3.94	0.61
	C	77	3.73	0.81
	D	77	3.91	0.74
高1 12月	A	118	3.76	0.75
	B	119	3.9	0.72
	C	118	3.83	0.72
	D	119	3.89	0.87
高2 12月	A	115	3.63	0.8
	B	113	3.85	0.78
	C	116	3.71	0.86
	D	116	3.62	0.93
高3 12月	A	111	3.8	0.83
	B	112	3.97	0.8
	C	111	3.84	0.81
	D	112	3.88	0.92

この5件法では、2より高い値で肯定となる。第3期SSHでつける4つの力に分けて分析すると、すべての平均値が3以上となっており、「ある程度あてはまる」、「とてもよくあてはまる」を選んだ生徒が多いことがわかる。

(4) SS課題研究 (高校2年生) 「STEAM」の成果

I) 意識調査より

次の調査結果はいずれも、STEAM実施後に実施したデータの一部であり、右側数値はH30年～令和2年度の数値であり、いずれも平均値である。(3)と同じ5件法を利用したため2以上が肯定となる。

3年間の数値をと比較すると、ほぼすべての数値が上昇しており、例年と同様に、卒業生や名古屋大学院生がTAとして助言したことが研究を深める要因となったと考えられる。

生徒の声（アンケートより）

Q. この探究活動によって教科の学びが変化したことを書いてください

- ・ある事柄同士を比べるときに、数学を用いることでより具体的な変化を感じる事ができた。数学＝計算というイメージから、数学＝理解という繋がりに変わった
- ・研究を進める前の文献調査や方針を立てることの大切さを身に染みて感じた。今回オリジナルなアンケートを作り、分析しづらいデータになってしまった。この授業を通じて、もっと物事を計画的に進めようと感じた。
- ・今までよりも、道筋をたてて論理的に問題を解決する根気が強くなったと感じている。文章題を解くときに、文章から何を読み取って、何に答えれば良いか、どうしたら答えにたどり着けるか、考えられるようになった

質問内容	H30	R01	R02
1) STEAMでの探究活動は楽しかった。	3.6	3.7	4.1
2) 探究活動の方法を学ぶことができた。	3.5	3.6	4.0
3) 自分で研究テーマを設定することが大切だと思う。	4.1	4.2	4.3
4) 教科で学んだことや日常生活で知ったことをもとにしてテーマ設定をした。	3.5	3.6	3.7
5) 主体的に研究することができた。	3.5	3.7	4.0
6) 仮説を立ててそれを実証することは、予想していたより難しいことだと思った。	3.8	4.0	4.0
7) 課題や問題点を自分で見つける力がついたと思う。	3.3	3.4	3.7
8) 探究したことに関連する既存の教科学習の内容についても深く学ぶきっかけになった。	2.8	2.9	3.2
9) 自分の考えを他の人に論理的に伝えることは大切だと思う。	4.1	4.1	4.4
10) 自分の研究を他の人に説明すると自分の考えがまとまる。	3.6	3.7	4.0
11) 実験や調査の結果について判断した根拠や理由を自分の言葉で説明する力がついた。	3.2	3.4	3.7
12) 中間発表などで他の人に、自分では思いつかないことを言われたことがある。	2.7	3.0	3.3
13) 他の人の考えを聞くことは、自分の探究の見直しに役立った。	3.4	3.4	3.9
14) 探究活動においては、試行錯誤をすることが大切だと思った。	3.9	3.8	4.3
15) 一年の探究活動によって、自分のテーマに関して深く考えられるようになった。	3.4	3.5	3.9
16) 学び方の多様性が身に付けられると思う。	3.2	3.5	3.8
17) 自分の教養を深く広くすることができたと思う。	3.2	3.4	3.7
18) これからの自分の進路選択や自分の生き方を考える助けとなると思う。	2.6	2.9	3.1
19) 学んだことを現実の生活や社会で応用し役立てられると思う。	2.8	3.1	3.5

(7) 第3期 SSHを通して生徒が受賞したコンテストなどでの主な受賞

グローバルサイエンスキャンパス令和元年度全国受講生研究発表会

令和元年度「優秀賞」

令和2年度「ポスター発表賞」

高校生科学技術チャレンジ (JSEC)

平成29年度 「審査委員奨励賞」、「優等賞」

平成30年度 「優秀賞」

令和元年度 「優秀賞」「入選」

日本物理学会Jr.セッション

平成28年度「優秀賞」1件「奨励賞」2件

平成29年度「優秀賞」2件「奨励賞」2件

平成30年度「優秀賞」2件「奨励賞」

「日本物理学会より物理教育功労賞」を指導教員が受賞

第10回 高校生理科研究発表会

部門 地学 千葉大学長賞

部門 物理 I 優秀賞

第11回 高校生理科研究発表会

部門 物理 I 優秀賞

部門 数学・情報 優秀賞

スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会

平成30年度 奨励賞

令和2年度 ポスター発表賞

名古屋大学MIRAI GSC (Global Science Campus)

平成30年 最終ステージ ドイツ研修参加

令和元年度 第2ステージ進出

令和2年度 第3ステージ進出

日本数学コンクール

平成29年度「奨励賞」(個人)「優秀賞」(団体) 奨励賞(団体) 団体戦優良賞

平成30年度「優良賞」(個人)「奨励賞」(団体) 論文「銅賞」

令和元年度「優秀賞」(個人)

サイエンスキャッスル

「研究奨励賞」(研究費授与)

物理教育 第67巻 第3号 (2019) 査読論文として掲載 (本校生徒・教員・研究協力者共著)

「インターネット望遠鏡を利用した月の継続観測－月と地球の公転運動の解析－」

(8) 他校への普及

第3期SSHの期間を通して、2月にSSH成果発表会を開催している。成果発表会では、公開授業、公開授業検討会、生徒によるポスター発表会を行うのが通例である。研究協力者を含めると200名近くの参加者が例年参加する。令和2年度はコロナ禍の影響でSSH成果発表会を開催することはできなかったが、興津的探究学習法を普及するため、10月にオンラインで「教員指導者研修会」を開催した。オンラインでの開催にもかかわらず100名近い参加者がいた。藤村宣之教授(東京大学教育学研究科)による講演と、本校教員による授業検討会を実施した。『協同的探究学習で育む「わかる力」－豊かな学びと育ちを支えるために－』(藤村宣之/橘春菜 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 編著 ミネルヴァ書房)の実践編を本校教員が書いていることも含めてのオンライン教員指導者研修会となった。



② 研究開発の課題

SSH研究開発を第1期から第3期まで15年間実施してきた。この間、サイエンスリテラシーやイノベティブな素養を育成するための先進的な中高大接続カリキュラムを構築してきた。学習指導要領にない本校独自の学校設定教科・科目も本校の教育課程に根づいた。15年間で構築したカリキュラムの効果測定も行い、一定の成果が見えた。しかしながら2020年度のコロナ禍は、その成果と課題を根底から崩しかねない事態となった、今後の課題はこのコロナ禍がわれ我に突き付けた予測不可能な非定型の諸課題に対して立ち向かう、常識を疑い失敗を恐れず野心的な目標を掲げ、変化に即応し、地球的課題について探究し続ける生徒をさらに育成し続けることである。

第1章 研究開発の課題

第1節 基礎枠

1 研究開発課題名

「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成
～中高大接続によるカリキュラム開発と実践～

2 研究開発の目的・目標

(1) 目的

本校は、国立大学附属学校として唯一の併設型中高一貫校である。6年間を通して、心豊かで主体性のある人間形成を目指している。名古屋大学の理念「勇気ある知識人」や「日本屈指の大学から世界屈指の大学へ」という方針を組み入れ、大学と一体となり、人間性と科学の調和的発展を目指し、国際的に活躍できる人材育成を実践している。

平成18年度から10年間にわたりSSH研究開発に取組、実績と成果を得た。第3期は、教科で学んだ知識を統合し、グローバル化した現代的な課題の本質について他者と協働しながら主体的に探究し続ける生徒を育成することを目的に研究開発を行う。このような生徒を「イノベーション・サイエンス」を目指す人材として定義し、そのための探究型カリキュラムの開発と実践を行う。「トップ・サイエンティスト」を育成してきた第1期・第2期SSHの理念から柔軟な思考の枠組みを基盤に、新しい価値を生み出す「トップ・イノベーター」の育成へと発展させる。具体的には、全校生徒を対象としてSS（スーパーサイエンス）課題研究Ⅰ（中学）、SS課題研究Ⅱ（高校）、SS課題研究Ⅲ（高大接続）を新たに設定する。特にSS課題研究Ⅱでは既存の教科での学びを統合する新しい科目として「科学倫理」「数理探究」「STEAM（Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics）」を開発し実践する。既存教科においては、これまでの「協同的探究学習」を継続発展させて、文理の枠にとらわれることなく、ものごとの本質を理解する力を育成する。これらは生徒を「イノベーション・サイエンス」を目指す人材へ成長させ、探究的な学びを高等教育へと繋げる。

高大接続の研究主体は、平成27年度に教育学部と協同で本校内に設置した「高大接続研究センター」である。そこでは、高大接続入試、Advanced Placement（AP）Curriculum、IB資格の活用法等の研究・開発を大学の入試制度改革WGと協同して行う。

(2) 目標

- I) 既存教科で学んだ多様な知識を関連づけ、知識と実生活を結びつけて、柔軟な思考の枠組みを創ることができる生徒を育成するためのカリキュラムを構築する。
- II) 現象と原因の関係やそのメカニズムについて、根拠や理由に基づいて自分の考えで説明することを通じて、現代的な課題の本質について深く理解する生徒を育成するための教育方法を構築する。
- III) 育成する生徒の力を多面的に評価するための評価方法を改善し普及する。

3 研究開発の概略

(1) 「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成のカリキュラム開発と普及

第1期・第2期SSHのSLP（サイエンス・リテラシー・プロジェクト）Ⅰ・SLPⅡを再構築し、中高6年間、文理融合の仮説検証型課題研究を行う。中学は「SS課題研究Ⅰ」、高校はPBL（Problem

Based Learning) に基づいた「SS課題研究Ⅱ」「SS課題研究Ⅲ」を設定し高大接続の教育課程を開発し普及させる。

(2) 「協同的探究学習」を課題研究に組み入れる教育方法の開発と普及

第1期・第2期SSHで行った既存教科での「協同的探究学習」の成果を生かし、SS課題研究Ⅰ・Ⅱ・Ⅲに「協同的探究学習」を効果的に取り入れる。SS課題研究Ⅱでは、既存教科での学びを統合して課題発見・課題解決を行う。

(3) SS課題研究に対応した多面的評価方法の開発と普及

第1期・第2期SSHでの多面的評価の成果を発展させ、非定型的課題と長期的探究の成果を測る記述型課題を開発し、第3期SSH全体プログラムの評価を行う。SS課題研究では名大附属版ルーブリックを用いたパフォーマンス評価・ポートフォリオ評価を実施する。

3 研究の仮説

【仮説Ⅰ】 第1期・第2期で実践したSLPⅠ・SLPⅡ・ASPを文理融合し、探究型カリキュラムに再構築することで、教科の知識を統合した柔軟な思考の枠組みを創ることができる。これにより「イノベーション・サイエンス」を目指す人材が育つ。

【仮説Ⅱ】 SS課題研究に「協同的探究学習」を取り入れることで、現代的な課題の本質について、他者と協同しながら主体的に探究し続けることのできる生徒を育成できる。

【仮説Ⅲ】 深い理解を測る非定型的課題と長期的探究の成果を測る記述型課題を開発し、SS課題研究で育成された生徒の能力を評価することで、SSHプログラム全体を多面的・客観的に評価できる。

4 研究開発の内容

(1) 「SS課題研究群」

中学では幅広い興味関心を育成するための「SS課題研究Ⅰ」。自由な発想を育むための実験や観察、表現、創作を通して生徒が身近な自然科学について幅広く興味関心を持つことができるように学年ごとに5つのテーマを設定し課題研究の素地を育成する。高校進学後は「SS課題研究Ⅱ」。「SS課題研究Ⅰ」と有機的につながる仮説検証型課題研究を行う。ここでは「イノベーション・サイエンス」を目指す人材育成のために、今後の社会に必要なと思われる課題を4つの領域に分類し、PBL (Problem Based Learning) に基づいた課題研究を行う。課題研究を支える柔軟な思考の枠組みを創るため、「国際バカロレアの趣旨を踏まえた教育の推進に関する調査研究(平成24年度～26年度)」の成果を活かす。IBDP-TOKの手法を取り入れることで、思考を明示的・客観的にとらえ、仮説検証に必要な批判的な思考力を育成することができる。

(2) 「協同的探究学習」の開発と普及

第1期・第2期SSHで得られた成果をSS課題研究の中に広げる。このことでSS課題研究での主体的な学びが確立し、再び教科での主体的な学びに還元される。これにより、学力の向上を着実にはかりながら、新しい時代に求められる資質・能力を向上させる。

(3) 多面的評価方法の開発と普及

第1期・第2期SSHでの生徒の力を多面的に評価する評価方法を、教科統合型・探究型学習であるSS課題研究の評価方法としても発展させ、非SSH校や他のSSH校と連携実践し、効果的に多面的評価方法を活用する方法を開発し普及する。教科統合型・探究型学習の評価方法として、認知心理学の知見を生かして、深い理解を測る非定型的課題と長期的探究の成果を測る記述型課題の開発を行う。他のSSH校としては、古川黎明高等学校、明和高等学校を計画している。加えて卒業生の追跡調査を行いSSHの成果を検証する。

研究開発（１）～（３）は互いに関連しながら「イノベーション・サイエンス」を目指す人材を育成し、ここでの学びが高等教育へ繋がっていく。

第2節 科学人材育成枠

1 研究開発課題名

「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成」

2 研究開発の目的・目標

（１）目的

本校では「イノベーション・サイエンス」を実践できる生徒の育成のために、生徒全員が履修するSSH課題研究Ⅱ「STEAM（Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics）」をSSH基礎枠（H28-H32）の中心に位置づけた。本研究開発の目的は、特に数学に焦点を当て、現代の諸課題に応答できる「数学的思考力」を身につけた生徒を育成することである。現代の様々な領域における課題は、無数の事象・現象が複雑に絡み合うことで生じている。課題への応答には、物事の全体像を的確に把握したうえで、新たな価値を創造・発展させる必要がある。そこで鍵になるのが数学である。数学の根幹をなす「数」について、「数に強くなる」とは、①物事を全体像からとらえ、②そこから数を引き出し発展させる、という能力である（畑村洋太郎『数に強くなる』岩波書店2007年14頁）ことが指摘されている。こうした能力は、現代の課題に必要な能力そのものである。ゆえに、多領域で活躍できる人材育成のためには、数学的思考力が重要となる。

（２）目標

AIやIoTに代表されるように、近年ビッグデータから必要な情報を引き出し、それを処理する能力が必要とされている。多くの情報を集め、それらの情報から必要とする情報を引き出し処理することを通して、社会とのつながりの中で数学を活用する能力を育成することが目標である。科学人材重点枠では、下記のように2つの目標達成レベルを設定する。

I) Leading型科学技術人材

現象と原因の関係やそのメカニズムについて、幅広く収集した情報を処理し、根拠や理由に基づいて自分の考えで説明し将来、日本社会を牽引することができる人材。

II) Top型科学技術人材

Leading型科学技術人材の能力に加え、国内外の多様なステークホルダーと連携して、社会的課題を自ら主体に発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、世界の中で将来活躍できる人材。

（３）研究の仮説

【仮説Ⅰ】 SSH重点枠において、全国から集まった数学分野に秀でた高校生が一同に会し、共通のテーマの下で、FW（フィールドワーク）を行ないながら協同かつ、競争的な状況で研究を行なうことによって「Top層を育成すること」ができる。

【仮説Ⅱ】 SSH重点枠において、同じ興味・関心をもつ高校生が全国から集まり、相互評価をすることと、数学分野の専門家評価を受けることで、生徒が「的確な評価を受ける機会」を持ち、自らの研究をさらに深める機会が増し「Top層に成長すること」ができる。

（文責 三小田博昭）

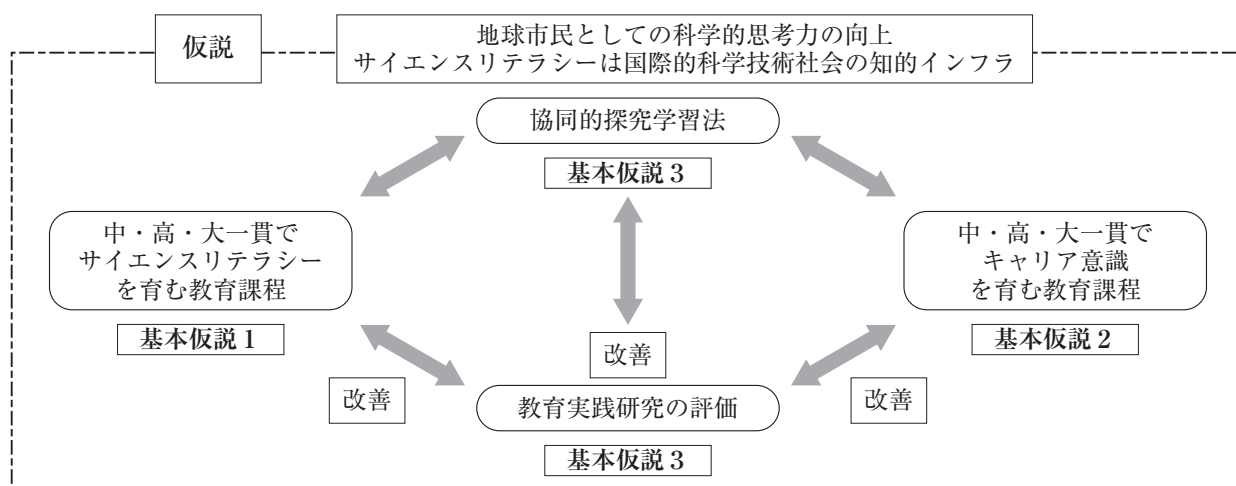
第2章 研究開発の経緯

本校は平成18（2006）年に初めてSSH研究開発に着手した。SSH自体は平成14（2002）年にスタートしているため、SSH開始後5年目に指定されたことになる。この年に指定された高校は本校を含めて31校が指定された。30校以上が指定されたのは、この年が初めてである。

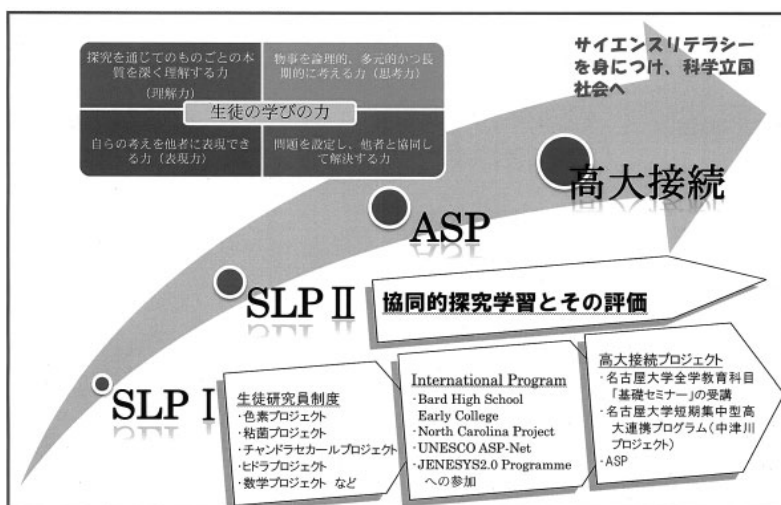
国立大学の附属学校として平成16年以前は、文部科学省「教育課程改善のための教育研究課題」に応募し研究開発を実施していた。その中で「総合的な学習の時間」の開発を手がけた。その研究開発が、平成18年からのSSH研究開発につながっている。

平成18年～平成22年 第1期SSHでは、
「併設型中高6年一貫教育において、発達段階に応じた『サイエンス・リテラシー』を育成する教育課程を中・高・大の協同で研究開発する。」を研究テーマとして教育課程の開発に取り組んだ。

研究仮説概要の構造図



平成23年～平成27年 第2期SSHでは、
「併設型中高一貫教育において高大接続を考慮した『サイエンス・リテラシー』育成のための教育方法・評価方法を大学と協同で開発する。」を研究テーマとして評価方法の開発に取り組んだ。



平成28年～平成32年 第3期SSHでは上記の取組をさらに発展させるために「『イノベーション・サイエンス』を目指す人材育成～中高大接続によるカリキュラム開発と実践～」に加えて科学人材育成重点枠での「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成」に取り組んでいる。

（文責 三小田博昭）

第3章 研究開発の内容

第1節 好奇心の扉を開く

3-1 SS課題研究I

(1) 仮説

生徒にとって身近な自然科学・ものづくりに関する体験活動を中学段階で扱うことで、様々なことに対し興味関心を持ち、自ら課題を設定する力を育むことができると考える。また、2年間で全科目から講座を選択することができるため、多岐にわたる分野に接し、多様な考え方を身につけることができる。これは、本校の高校における特設科目である「SS課題研究Ⅱ・STEAM」に繋がり、仮説検証を主体とした探究へと段階的に移行していくこと考える。

(2) 実践

中学2・3年生対象で、半期ごとに10講座の中から4つの講座を選択でき、2時間（50分×2コマ）の連続した授業を展開する。高校でのSS課題研究Ⅱ（科学倫理・数理探究）と密接に結びつくための講座を設定し、基礎的な研究を実践する。

〈講座内容一覧〉

講座名（中学2年生）	教科	講座名（中学3年生）	教科
生活の中の科学	理科	数学を楽しもう！データで遊ぼう！	数学
木のおもちゃを作ろう	技術	CGで表現しよう	美術
名大附属オリジナルスポーツ	体育	音楽をみんなに届けよう	音楽
社会の“正しさ”について議論しよう	社会	日本の伝統刺し子と防染法で世界に1つのバンダナを作ろう	家庭
『源氏物語』を読んでみよう	国語	映画の英語表現を学んでみよう	英語

(3) 評価

本授業では以下の観点に準じて評価をしている。

- ①事象への関心・意欲・態度
- ②創意工夫する能力
- ③学習内容をまとめ、表現する能力
- ④事象についての知識理解

生徒は実際に課外活動や実験を行うことで、新たな課題を発見し、さらに興味を広げることができた。数学では、アンケートのデータを集計し、各々の良いと思う形でグラフを作り、発表した。生徒たちは、同じデータから作られた異なるグラフの特徴に触れ、新たな視点を見出していた（評価①）また、生徒同士交流を持ちながら学びを深めることで、広い視点を持つこともできたと考えられる。今年度は感染症対策を行いつつ、講座を開講したが、家庭科のバンダナづくりや、技術の木のおもちゃづくりなど、会話はしなくとも、隣に友人の作品やプロセスがあることで、深い学びにつながったのではないかと考える。（評価③）

一方で、中学生自ら課題を見つけることは難しく、教師より提示されたものの中から課題を選ぶ者や、自ら選択した課題であっても、新たな観点を見出していくことが難しい生徒も見られた。（評価②）中学生という年齢に対して、教員がどのように働きかければ、自ら考える力を育むことができるかについて、より研究を進める必要がある。（文責 都丸希和）

3-2-1 SS課題研究Ⅱの概要

(1) 仮説

課題研究Ⅱでは、高校1年生で「科学倫理」「数理探究」、高校2年生では、「STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics)」を開講する。STEAMでは、〈自然と科学〉〈生活と科学〉〈心身と科学〉〈創造と科学〉の4つの領域に関する課題探究に取り組む。

2年生で本格的に課題研究を行う前に、論理的思考力の育成に関する指導、情報科学倫理の育成に関する指導、柔軟な思考の枠組みを創るための指導を「科学倫理」で実践する。また、研究課題に本質的に迫るためには、課題設定、仮説検証、内容分析という力だけでなく、その過程で多くの事柄を関連づけて考え、思考の枠組みを柔軟に修正しながら課題探究を深めていく力が必要であると考え、その力を育てる基礎を築くために「数理探究」を設定した。

課題研究にもこれまで各教科において実践してきた協同的探究学習を導入することで、他者の意見を受け入れながら、自分の思考の枠組を修正する力を効果的に育てることができるのではないかと考えた。

本校のSS課題研究においては、理数教員のみでなく、家庭科、芸術、体育、情報の教員も指導することが特徴である。STEAMの中のARTにおける創造性も重要であると考えている。また、講座担当教員間の連携を充実させることによって生徒が他講座の教員のアドバイスも得やすくした。複数の教員の指導を受けることによって、生徒が探究活動を多面的に考えることができると考えた。全員対象で授業時間内に行うという時間的な制限があるため、SSH生徒研究員制度の取り組みのように高度な研究を行うことができる生徒はそれほど多くはない。しかし、芸術やプログラミング、スポーツ科学など多様な課題研究を見ることは、多様な現代的課題に対する興味・関心を育てることになると考えている。

(2) 実践

「科学倫理」(高校1年生 前期)

手段	<ul style="list-style-type: none"> 柔軟な思考の枠組みを創るために3つの視点からアプローチを行う 〈情報科学倫理の育成〉〈論理的思考力の育成〉〈柔軟な思考力の育成〉 本校が出版した『はじめよう・ロジカル・ライティング』を利用 IBDP-TOK (Theory of Knowledge) の手法を活用
方法	<ul style="list-style-type: none"> 1クラス(40名)を3つのグループに分けてテーマを順番に少人数で学ぶ アクティブラーニングの実践による参加型のワークショップが中心

「数理探究」(高校1年生 後期)

手段	<ul style="list-style-type: none"> 数学と理科の教員によるTTで実践 理科の実験結果を統計の手法を使って分析
方法	<ul style="list-style-type: none"> 1クラス(40名)であるいは20名ずつに分けて実施。 箱ひげ図、相関係数、標準偏差の理解を深める 実験結果を「統計」の手法を用いて処理し、分析・考察・発表する

〔STEAM〕 (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) (高校2年生)

手段	<ul style="list-style-type: none"> ・ 文系、理系、技能教科教員9名によるTTで実践 ・ 科学、技術、工学、芸術、数学といった幅広い領域での課題研究 ・ PBL (Problem Based Learning) に基づいた仮説検証型の探究学習
方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1学年(120名)を〈自然と科学〉〈生活と科学〉〈心身と科学〉〈創造と科学〉の4つの領域に関する研究テーマを設定する。 ・ 研究内容に応じて、グループを細分化 ・ 研究成果は、SSH生徒研究発表会などで発表 ・ 数学コンクールなど外部審査のあるコンクールへの応募

(3) 評価

科学倫理では、少人数で実施したこともあり、生徒主体型のアクティブラーニングを行うことができた。必ず身につけて欲しい力を伸ばすことができる教材を精選し、課題研究の事前学習として必要である基礎を習得させることができた。

数理探究では、班ごとに異なる実験を行うと多様性は生まれるが、データ数が少ないという欠点があった。今年度は自由度は保ちつつも、実験の種類をある程度統一することで、クラス全体のデータ数を増やすことができた。実験で得たデータを単なる手順として計算するのではなく、統計の意味を理解してデータ処理することで、実験データの処理方法によってデータの意味合いが変化することを学ぶことができた。生徒にとって具体的な実験データと数学の統計を関連づけて学ぶ機会となった。

STEAMでは、9講座に分かれて生徒各自が考えたテーマについて研究した。このことによって、既存教科ではできない探究活動を行うことができた。自分が好きなテーマを自分だけで追究するのではなく、同学年の生徒の探究方法を相互に学ぶ機会である発表会を研究課程に複数回設けている。このように、協同的探究学習を課題研究に取入れ学び合いをすることによって、自分のテーマを客観的に見たり、多くの探究方法を学んだりすることができた。大学などにおける発展的な探究活動において、幅広い素養があると発想の転換によって困難を乗り越えることができると考えており、この基盤をつくるためにSTEAMが役立つと考えている。

化学室、物理室、生物室、地学室、PC室、音楽室、体育館など実験や実技のできる場所を確保したことによって座学だけではない自由度の大きな取り組みをすることができた。一人の教員が指導する生徒は最大15名としたため、多様な研究、実験にも対応することができた。

今年度は、新型コロナによる2か月間の休校があった。この間は、3回のレポート提出とZoomによる中間発表会を実施した。また、指導教員がメールによるアドバイスをを行った。資料の下調べのみでなく、自宅で予備実験を行った生徒もいた。実際の実験や観察を行う時期は例年よりも遅れたが、研究計画書はかなり具体的に記述してある状態でスタートすることができた。また、オンライン時に設けたネットワークを通じて各講座の研究テーマを全教員が情報共有しながら進めたことで、他講座の生徒にも助言をする機会が増えた。

昨年度までは、各講座で多くのTAに協力してもらっていたが、今年度は大学生が校内に入れないう時期が長く、授業場所で直接アドバイスをもらう機会が少なかった。しかし、各講座にPCを設置し、オンラインでTAに参加してもらうことができた。中間報告会においても、その場のみでなく、個々の生徒に向けてTAがコメントを文章で送ってもらう機会を設けたことによって、その後の探究活動の際にアドバイスを見直ししながら進めることができた。(文責 三小田博昭 石川久美)

3-2-2 科学倫理

(1) 仮説

高校2年生で行う「課題研究Ⅱ STEAM」で生徒が研究テーマを決め、課題研究を実施する過程で必要な、論理的思考力の育成、情報科学倫理の育成、柔軟な思考の枠組みを創るための力を育成する。既存の考え方の枠を超えて柔軟に思考を巡らせることで、新たな価値を生み出すことにつながると考える。また、その際に自分のアイデアを論理的に相手に伝えたり、説明できたりすることも必要である。

この授業では3名の教員のTTによって、論理的思考力・情報科学倫理・柔軟な思考を生徒が身につけることで、「課題研究Ⅱ STEAM」での研究につなげることができると仮定した。

(2) 実践

対象学年：高校1年生（全員必修）

担当教員：地歴公民・国語・英語の教員3名のTTで行う

授業形態：1クラス（40名）を3つのグループに分けて少人数で実施

実施期間：前期（4月～9月）

授業内容

1	オリエンテーション		
2	仮説検証について（大谷尚特任教授 名古屋大学 大学院教育発達科学研究科）		
3～14	論理的思考力の育成	情報科学倫理	柔軟な思考の枠組みを創る
(①)	小論文の基本構造	環境と倫理①	知識の問題点
(②)	論証の方法	環境と倫理②	知識の本質
(③)	著作権と要約・引用	生命と倫理	知るための方法①
(④)	小論文執筆	情報と倫理	知るための方法②

※40名の生徒を3グループに分け、それぞれのグループが3つのテーマを受講する。すべての生徒が論理的思考力の育成、情報科学倫理の育成、柔軟な思考の枠組みの育成の授業を受ける。今年度は、「論理的思考力の育成」については本校が出版した『はじめよう、ロジカル・ライティング』を用いた授業を、「情報科学倫理」については高校2年生で履修する現代社会の内容をベースにした授業を、「柔軟な思考の枠組みを創る」については、TOKの考え方をベースにした授業を展開した。

(3) 評価

本授業は2016年度から実施した取組で、5年目をむかえた。今年度は新型コロナウイルス感染症対策のため本授業が展開される前期に2か月の休校を余儀なくされた。休校期間の学習の遅れに対応するため、新たな試みとして、名古屋大学のNUCTを活用して動画を配信し、家庭で生徒が視聴できるようにした。具体的には第1回（3教員による「オリエンテーション」）、第2回（名古屋大学大学院教育発達科学研究科の大谷尚特任教授による「仮説検証について」の講話）を動画配信で担当し、第2回についてはNUCTで課題を提出する形をとった。3回目以降のグループ別授業は、学校再開後実施した。例年3グループともにアクティブラーニングの手法を取り入れているが、感染症対策の為zoomを活用したり話し合いの代わりに個人での作業を増やすなどの対応を採った。

本授業の生徒評価はABCの3段階で成績をつける。成績は前期の「科学倫理」と後期に行われる「数理探究」の両方を合わせて学年末に成績を出す。本授業では、前期・後期ともに定期試験の中で、筆記試験を実施することが特徴で、試験の得点と授業における生徒の取組（「論理的思考力の育成」は小論文を主に評価の対象としている）、及び提出物が成績の根拠となる。仮説の検証に

あたっては、試験に論述問題を入れることなどで評価を行っている。また、高校2年次に行うSTEAMでの各生徒の研究テーマ・研究過程からこの授業プログラムの評価を継続的に行っている。
(文責 隅田久文)

3-2-3 数理探究

(1) 仮説

生徒自らが計画して実施する実験のデータを統計処理した上で原因と結果の因果関係を明確にし、根拠を示して考察することによって、論理的な思考や主体的に学ぶ態度を身につけることができる。また、他者と協同しながら、知識を実生活と結び付けて考えることにより、柔軟な思考の枠組みを作ることができたり、既存教科の内容の本質的理解も深まるのではないかと考える。

(2) 実践

対象学年：高校1年生（全員必修）

担当教員：理科（化学）、数学の教員2名のTTで行う

授業形態：40人一斉授業／3～8回目は1クラスを2つのグループに分けて実施

出席番号 1～20番 … 前半：化学 → 後半：数学

出席番号 21～41番 … 前半：数学 → 後半：化学

実施期間：後期（10月～3月）

手段・方法：

理科の実験やExcelの使い方に関しては、きめ細かな指導の必要性を感じたため、1クラスを2班に分割して指導を行った。また、実験はグループで行ったが、分析については、来年度のSTAEMでの個人研究を踏まえ、全員が処理の基本を身につけることができるよう個人での分析とした。

授業内容	
理科	数学
1	オリエンテーション ① 実験計画・モル濃度
2	(1) 分散・標準偏差
3	※② 実験1回目 (2) 共分散・相関係数
4	③ 実験2回目 (3) Excel練習（データの処理）
5	④ 実験3回目 (4) Excel練習（データの処理）
6	(2) 共分散・相関係数 ※② 実験1回目
7	(3) Excel練習（データの処理） ③ 実験2回目
8	(4) Excel練習（データの処理） ④ 実験3回目
9	講演（神保雅一教授 中部大学現代教育学部）「誤差の推定について」
10	理科実験分析「統計」の手法を用いて処理し、分析・考察を個人で行う。
11	理科実験分析「統計」の手法を用いて処理し、分析・考察を個人で行う。
12	理科実験分析「統計」の手法を用いて処理し、分析・考察を個人で行う。
13	発表会 実験データの意味・統計の意味を協同探究する。
14	講演（神保雅一教授 中部大学現代教育学部）「検定について」
15	来年度の個人探究テーマについて、各自で計画を立てる。
16	来年度の個人探究テーマについて、クラスで共有し、助言しあう。
17	オリジナルデータ分析・再構成
18	応用課題・総括

※実験の内容 炭酸カルシウムと塩酸の反応、炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応、銅の酸化、酸化銅の還元、鉄の酸化（カイロづくり）



(3) 評価

化学の授業では「反応の量的関係が分かる実験を繰り返し行う」という制約のもと、炭酸カルシウムと塩酸の反応、炭酸水素ナトリウムと塩酸の反応、銅の酸化、酸化銀の熱分解、鉄の酸化など多様な実験に取り組んだ。与えられたものをそのままやるのではなく、自分たちがやってみたい実験を考え、必要な試薬の量を計算することから始めた。容器の重さをはかるのを忘れていたりする等、失敗に気づいたときにもできるだけやったことが無駄にならないような方法を考えたり、4人班のメンバーで協力して実践していた。週に1回の授業で、実験を行う時間を数回しか確保することができないので、それほど高度な内容を実施することはできていないが、一見、実施可能に見える反応でも、測定が困難であることに気づいたり、手を動かすことによってのみ体感的に学ぶことができることが多くあったように思われる。実験のために必要に迫られて計算をしている姿は、通常の計算問題を解いている様子よりも生き生きとしていた。

数学の授業では後半の「自分たちで得たデータで分析を行う」ことを重視した。そのために統計の基礎やExcelの練習を前半に取り組んだ。標準偏差や相関係数に関しては、計算練習よりも「この値はどのような成り立ちで、何を意味しているのか」を中心に伝えた。Power Pointを使用しての授業であったが、生徒の振り返りのコメントや復習プリントを見ても、理解度は概ね良好であった。パソコンの授業では今までExcelに触れたことがない生徒も多く、数式などを駆使してグラフ化することにも苦戦していた。しかし、Excelの機能に感動する場面があるなど、新しい学びを積極的に吸収している様子であった。グラフ作成後は自分たちで見せ方などを工夫し、発表の際には、どのような形が適切か試行錯誤していた。

神保雅一教授には誤差の推定や回帰直線の引き方について、1回目の講演を依頼している。分析の際に苦心する点であり、専門家の助言をいただいた上で処理を行うことで、彼らの研究内容にも説得力が増すと考えられる。2回目の講演では、来年度により高度な分析を行うことを想定して、「検定」について講演をお願いしている。STEAMでは生徒個々が自身の興味からテーマ設定をするため、より幅広いデータ分析の手法が求められる。彼らがデータを検証するには必要になることも多く、自身のデータを検証する方法として学んでおく必要があると感じている。

(文責 広脇伸吾 中村忍)

3-2-4 STEAM (SS課題研究Ⅱ・2年生)

(1) 第1講座

1) 仮説

本講座では、数学に関連したテーマを各自で設定し、普段の授業で扱っている内容の理解を深めたり、新たな問題を解決するために知識を活用したりすることを目標に課題探究に取り組んだ。テーマ設定に際しては、次の視点①～③に立って考えるよう促した。

視点①授業で扱う問題のうち、解法が複数あるものに着目し、解法を比較することで、それぞれの考え方をつなげ、理解を深めること

視点②日常生活で感じた疑問を、数学の問題として捉え直し、解決すること

視点③数学の内容で興味のあるものを見つけ、探究する中で新たな性質を発見すること

2) 実践

実践例1 テーマ「ことわざを数値化する」

「2階から目薬」や「犬も歩けば棒に当たる」といったことわざについて、状況を設定し、どの程度起こりうるものか数値化することを目標に研究を行った。前半は実際に水滴を垂らすなど実験を行って考え、後半は物理エンジンや表計算ソフトなどを使い、シミュレーションを通し数値化することを試みた。最終的に4つのことわざについて考え、中には数値化することが困難なものもあったが、状況設定の方法や結果として得られた数値の解釈の仕方などを通し、数学的なモデルを自分で作り、考えることができた。

実践例2 テーマ「3桁と4桁の自然数におけるカプレカ数操作数の傾向」

「整数の桁を並べ替え、最大になるものから最小になるものを引く」という操作について、操作後の数が元の数と一致するものをカプレカ数という。特に3桁と4桁の場合は上記の操作を繰り返すことで、それぞれ495、6174というカプレカ数が得られる。研究では、任意の数についてカプレカ数を求めるプログラムを作り、カプレカ数が得られるまでの操作回数を調べ、その規則性を発見することができた。

実践例3 テーマ「累乗とmod計算の関係」

$F(n,k) = \frac{k^n - k}{n}$ という数式に注目し、 $F(n,k)$ が整数になるような n と k の組を求め、その規則性などを調べた。研究の中で、特定の組については必ず整数になることを証明した。それ以外の組については、表計算ソフトでリストを作成し、 n を固定したとき、 $F(n,k)$ が整数になる k の個数を調べ、特に n が素数の場合において特徴的な規則性を発見することができた。

3) 評価

テーマとして確率や整数に関連したものが多く、上記の実践例以外に、サイコロや席替えの確率について研究したもの、コラッツ問題や有理数に関する問題など、整数の性質に関する研究をしたものがあった。実践例1のように、確率に関連したテーマの場合、基本的には確率を求めることが目標であり、研究の方向性が分かりやすいというメリットがある。研究を進める上では、最初の状況設定や得られた確率の考察が重要となる。実践例2や3のように、整数に関連したテーマの場合、扱う問題の意味を理解することが数学的に優しい、オリジナルの問題を拡張し深められるというメリットがある。また、研究を進める上では、何に注目し、どのような方針で調べていくか、得られた結果をどのようにまとめるかが重要となる。 (文責 若山晃治)

(2) 第2講座

1) 仮説

普段の生活の中で感じる身近な疑問に対し、根拠を持って分析することで、多様なものの見方や論理的思考を構築することができる。議論の根拠として統計的に分析することで、数学による定量的な評価の重要性を学ぶことができる。

2) 実践

【生徒A：データの収集方法について深く追求した例】

●仮説「業績の良い企業は、そのロゴの色に通じた特徴がある」

東証一部に上場している企業を業績の良い企業であると定義し、その企業ロゴには共通した色の特徴があると考え、データ収集を行った。ところが、視覚的な判断で定性的に色を分類していたところ、赤色とだいたい色や黄色と黄緑色の境界線が分からないことに気がついた。そのため、色の見方が主観的にならないように、スマホアプリで色のRGB値を検出しようと試みた。その際、カメラ撮影機能を使うと、撮影時の部屋の明るさや印刷したプリンターの性能によって、RGB値が一定にならないことが分かった。そこで更に、企業がWEBサイト上などで公開している画像データをそのまま解析できるスマホ用アプリケーション（iPhone用アプリ「色彩ヘルパー」）を使用し、再度RGB値を検出し、100社ほどのロゴのデータを収集した。現在は、同じ色を使っている企業のグループを作り、それらのグループ毎の特徴を分析中である。（資料①）

【生徒B：アンケートの質問項目について模索した例】

●仮説「名大附属生は個性的である」

この生徒は、名大附属高校の生徒が他の学校の生徒よりも個性的な生徒が多いと考えており、それを実証するためのアンケートを作成した。しかし、結果に根拠を持たせるための質問方法に悩み、改めて「個性的であること」の定義について考えた。この過程で、統計数理研究所が実施している「日本人国民性調査」の項目で日本人の性格を10パターンに分類した結果を見つけ、これをもとにアンケート用紙を作成した。このとき、回答者が自身の所属クラスに抱いているイメージと、学校全体に対して抱いているイメージには違いがあると考えた。生徒の特徴について、名大附属生全体の特徴、回答者自身の生徒としての特徴、そして所属するクラスの仲間の特徴という3つの観点から聞くための文章作りに留意した。質問文について十分に検討し、プレアンケートも複数回行い改良を重ねた。

本校の高校2年生120名にアンケートを実施し、得られたデータについてクロス集計を行った。名大附属生全体の特徴として選んだ割合が高い2つの因子（自由を尊ぶ、独創性にとむ）に着目し、回答者自身へのイメージ、クラスの仲間のイメージそれぞれに対して、多重比較検定をしたところ、その差が有意であることが分かった。つまり、名大附属生全体に対して抱いている生徒のイメージは、自分自身やクラスの仲間に対しては抱いていないことが分かった。

今回採択した2つの因子は、質問項目の10パターンの中で「個性的であること」に関連する項目だと定性的には考えられる。現在はこれを定量的に評価する方法を検討中である。（資料②）

【生徒C：実験方法について深く考察した例】

●仮説「歌詞の意味が理解できない音楽を聴くと計算効率があがる」

多くの先行研究により、音楽を聴くことは計算効率に影響しないと考えられているが、高校生を対象とした研究は少ないことに着目し研究を進めた。仮説が「歌詞の意味が理解できない音楽」となった経緯は、先行研究に「歌詞がない音楽（クラシックなど）」は多くあったが、「歌詞の意味が理解できない音楽（洋楽など）」は少なかったためである。そこで、実験における検証パターンを4種類（無音、邦楽、洋楽、クラシック）とした。

同じ条件で分析を行うため、生徒自身が1人で、毎日同じ時間に同じ100マス計算を行い、日によって違う音楽を聴く実験を16日間行った。その結果、所用時間に差が出たのだが、これは同じ問題を繰り返し行くと計算に慣れが出てきて、答えを覚えてしまうことや、洋楽も歌詞の意味はわからなくとも、音として覚えはじめたのが原因ではないかと考察した。

そこで、実験計画を立て直し、被験者を30名（男子15名、女子15名）とし、1桁×2桁の掛け算を1分間、5分間の休憩を挟み4回行うものに変更した。計算方法を難易度が同程度で異なる問題を作りやすい1桁×2桁の掛け算にし、条件を毎回リセットするために休憩時間を設定した。5分間の休憩時間設定に際し、先行研究及び生徒本人が複数回実験して算出を行った。

今後は、この実験結果に対し、多重比較分析を進める。（資料③）

【生徒D：データの分析手法を深く考察した例】

●仮説「先進国はワクチンの接種率が高く、発展途上国はワクチンの接種率が低い」

この生徒は、日本の子宮頸がんワクチンの接種率が米国に比べて低いことに興味を持ち、その原因を知りたいと思ったのが研究の動機である。WHO発表のデータなど、各国の小児ワクチンの接種率（麻疹、風疹、ヒブ球菌など）、幼児（5歳以下）の死亡率、人口、平均寿命、GDP（全体、一人当たり）のデータを集めた。

麻疹ワクチンの接種率とGDPの相関を調べたところ、有意に相関していたが、この2つの因子には他の因子の影響があるのではないかと考えた。そこで、麻疹ワクチンの接種の1回目が幼児期であることから、抑制因子として幼児の死亡率をいれ、偏相関分析を行なったところ、有意でなくなった。つまり、麻疹ワクチン摂取率とGDPとの間にある相関関係には幼児死亡率が影響していると考えられる。現在は、他にも関係する要因があるのではないかと考え、国民の平均所得や医師の数を示したデータを収集している。今後はこれらの因子をもとに重回帰分析を行う予定である。（分析には統計ソフトIBM SPSSを使用）（資料④）

3) 評価

生徒が自分の興味関心があるテーマに対して研究を行う際、アンケート調査や実験を行いたいと言う場合は多い。この時、集めたデータが客観的に分析できるように収集する方法を生徒自身が模索することで、論理的思考を促すことができると考える。生徒A、B、Cは様々な手法を用いて試行錯誤し、データの妥当性について深く理解することができた。また、生徒Dはデータの相関関係と因果関係に着目し、分析結果に対して更に深い考察を繰り返すことができた。これは、目的における定量的な評価の重要性を理解したと考える。

このように、高校生における課題研究の評価する力は大きく2つに分けられる。文献調査を中心とした課題を分割する力と分析を中心とした定量評価をする力である。生徒の研究テーマに合わせて、どちらの力をより重点的に指導していくかの判断について、更なる検討が必要である。

（文責 都丸希和）

資料①

高校2年生 SS課題研究Ⅱ STEAM まとめのレポート

2年B組 22番 2 講座(担当 郡丸 先生) 氏名 ()

1. 研究テーマ (仮説)

東証一部上場企業のロゴカラーで多いのは何色か。

2. 研究目的・意義

近年企業のブランディングの1つとしてロゴが重視されるようになってきた。その理由としてはロゴによって他社との差別化、消費者に広く認知し、良いイメージを持たせたいからだと考えられる。中でも色は印象を大きく左右するため、ロゴとの関係は関係が深いと考えられる。しかし、それらは目視で色を判別したり、RGB値などで値を比較して、何色が多いかというだけでは分からない。そこで今回は東証一部上場企業のロゴカラーについて、傾向や色の心理学的に調査してみたい。

3. 研究方法

東証一部上場企業の100社以上上場している業種(建設業、化学、機械、電気機器、情報通信業、卸売業、小売業、サービス業)について今回は調査した。それぞれの業種で当期純利益が上位10位までに入っている10社(××業種)のロゴを公式HPで検索した。ロゴ形式はシンボルマーク(象徴的な形)がある企業はシンボルマークを、ない場合はロゴタイプ(文字のみのロゴ)を調査対象とした。色判別には「色彩ヘルパー」というアプリを用いて計測した。このアプリでは、測定色(実際の色)を元に「JIS Z 8102:2001 物体色の色名」JISの系統色(赤、黄、青、緑、青緑、青、紫、白、黒)に分類(色)を判別する。(本来の色は異なるが、アプリ内で統一されておられる感覚に合わせるため)複数の色を使用している場合は複数の色として別注「色」「色」「色」などで表記した。

4. 結果 (実験の場合は、グラフにする前の元データとデータ処理方法も書くこと)

単色数と複数色数

■単色 ■複数

ロゴ形式割合

■シンボルマーク ■ロゴタイプ

建設業 10社/100社
化学 10社/146社
機械 10社/142社
電気機器 10社/158社
情報通信業 10社/220社
卸売業 10社/199社
小売業 10社/201社
サービス業 10社/210社
(計) 90社

単色の各色数と複数色数 (%)

各色の出現回数 (個)

5. 考察

単色で構成されたロゴの方が複数色より多くなったことから、情報量(色)を少なくして、シンプルで「記憶」しやすい目的があるのではなからと推察した。青色には誠実さや理性といったイメージが一般的に多いとされているが、情報や運動を意味する赤色よりも多くなっていたため、利便性の企業は情報量よりも誠実さ等のイメージを持ってほしい、もしくは持たれてほしい傾向にあると考えられる。業種ごとに各業種10社ずつのデータまで正解は採れなかったが、傾向が見られた。①赤色領域の色の多く使用されている業種は、建設業、電気機器、小売業、②青色領域の色の多く使用されている業種は、化学、機械、情報通信業、卸売業、サービス業であったことから、消費者に直接的に販売する業種は赤系統であることが「自分自身」が個人企業に販路を広げたいという目的を達成する業種は赤系統であることが考えられる。

6. 結論・今後の課題

東証一部上場企業の業種別の上位10位(当期純利益)の企業のロゴカラーは青色領域の(時に赤)が最も多く、次に赤領域の(時に黄)が多い。ロゴ形式はシンボルマークとロゴタイプの割合はあまり変わらないが、色に関して単色で構成されたロゴは2色以上で構成されたロゴが多い。今後アンケートを実施して正確性を上げ、東証一部上場でない企業も調査と検証したい。さらなる調査が必要である。

7. 引用・参考文献

企業ロゴカラー分析～Pyhtonを用いた自動化～ RGB分析～木下 尚・山上 亮 業種別情報 (日本取引所)

資料②

高校2年生 SS課題研究Ⅱ STEAM まとめのレポート

名大附属の生徒は本当に「個性的」なのか

1 研究テーマ

名大附の生徒が持つ名大附の性格と生徒個人の性格に差があるのか。

2 研究目的・意義

インターネットや生徒間で、名大附生がひくくりに「個性的」と評価されることがよくある。そこで、その評価は正しいのか、個々の生徒は「個性的」であることを自認しているのか検証する。ある集団に対する印象を個人に還元できるか、という点で有意義な研究だと思う。

3 研究方法

3.1 アンケートⅠ

統計数理研究所の国民性調査(長所)を参考にアンケートを作成。網掛け欄を「日本人」「名古屋大学教育学部附属高等学校」「名大附属中学校/出身中学校」「あなたのクラスの人」「あなた」に変更し、それぞれの性質について尋ねた。

日本人の性質をあらわしていると思う言葉があったら、全てに丸をつけてください。
A 合理的 B 勤勉 C 自由を尊ぶ D 淡泊 E ねばり強い F 親切 G 独創性にとむ H 礼儀正しい I 明朗 J 理想を求める

統計数理研究所実施 国民性調査 #91「日本人の性格(長所)」から一部改良(2020年8月28日14時15分閲覧)
https://www.ism.ac.jp/kokuminsei/table/data/html/ss9/1/9_1_all.htm

2020年度高校2年生120名にアンケートを実施、118名から有効回答を得た。

3.2 アンケートⅡ

アンケートⅠの網掛け欄を「個性的な性格」に変更。2020年度高校2年生11名に実施、11名全員から有効回答を得た。

4 結果・分析

4.1 「個性的」な項目の決定(アンケートⅡ)

表1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	無回答
(人)	0	0	9	0	0	0	0	9	0	2	4

グラフの棒グラフは、アンケートⅡ(個性的)の結果を示している。

4.2 各項目の比較(アンケートⅠ) ※グラフは最後に掲載

アンケートⅡで回答が多かったC(自由を尊ぶ)とG(独創性にとむ)についてそれぞれを1点とし、両方選択していたら2点、どちらも選択していなければ0点として各設問の回答を得点化し、t検定を用いて比較した。(ボンフェローニの補正済み) (有意確率 $p < 0.001^{***}$)

表2	平均	観測数	P(T<=0) 片側
名大附高校	1.58	118	
あなた	0.78	118	<0.001***
名大附高校	1.58	118	
クラス	1.10	118	<0.001***
名大附高校	1.63	76	
名大附中学校	1.64	76	1.35

A 合理的 B 勤勉 C 自由を尊ぶ D 淡泊 E ねばり強い F 親切 G 独創性にとむ H 礼儀正しい I 明朗 J 理想を求める

5 考察

5.1 名大附高校と自分

$P(T <= 0)$ 片側が0.001未満で有意になったことから、名大附高校を「個性的」と考えている人の中に自分も個性的だと考えている人は非常に少ないということがわかる。

5.2 名大附高校と自分のクラス

バイアスを無くして正確な結果にするために(疑似)相互評価としてこの項目を比較した。5.1と同じように $P(T <= 0)$ 片側が0.001未満で有意なので、自分のクラスを「個性的」と考える人は少ない。

5.3 名大附高校と名大附中

有意ではなかったため、この項目では差があるかどうかは判断できない。

6 結論

名大附高校を個性的だと考える人には自分や自分のクラスも個性的だと考える人が非常に少ない。つまり、学校全体と個人の印象に「個性的」という観点では差があることが分かる。

7 今後の課題

- 名大附生が個性的でないならなぜそう言われるのか。総合人間科で引き続き研究を進める。可能性として、学校に長く務め、多くの生徒と長時間接している先生の影響は無視できない。将来的に調査対象に含めたい。
- 他の学校は「個性的」とされているのか。その生徒はそれを自認しているのか。
- 「名大附高校」の性格は所属する生徒の印象に影響される可能性がある。それを排除すると結果は変化するか。具体的には、4月に入学した直後の中学・高校1年生を対象とすれば、所属する生徒をよく知らない状態の結果が得られると考えられる。
- アンケートⅠにおいて、出身中学校(名大附とそれ以外)で分岐させたが、観測数を増やすためには分岐を作るべきではなかった。
- この研究を行うことが「個性的」であることを体現している、という意見を複数人から得た。言わんとすることは理解する。しかし、実際「個性的」というのは何を表すのだろうか。詳細に検討せず、盲目的に「個性的」という語を使っていないだろうか。研究を通して、この語の持つうさに気づくことができた。

アンケートⅠの結果を示すヒートマップ。

アンケートⅠ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	無回答
日本	11	89	10	83	24	54	10	92	19	10	19
名大附高校	17	18	93	12	19	25	94	12	29	34	1
名大附中	6	15	63	2	16	9	65	3	28	22	0
出身中学校	11	9	9	7	5	11	9	18	9	17	11
クラス	22	49	59	17	15	49	71	15	37	22	1
性別	26	16	60	24	26	40	32	21	19	45	2

A 合理的 B 勤勉 C 自由を尊ぶ D 淡泊 E ねばり強い F 親切 G 独創性にとむ H 礼儀正しい I 明朗 J 理想を求める

(3) 第3講座

1) 仮説

第3講座の生徒のほとんどは長期にわたる課題研究をはじめて行う生徒たちであった。

SS課題研究Ⅱの年間目標にあるように既存教科で学んだ知識を実生活と結びつけて考えようというところからはじまったため、第3講座では、日頃感じていた疑問をもとにテーマ設定をした生徒が多く見られる。それぞれの生徒たちが、STEAMでは自分で課題を設定できることから興味関心をもって課題研究をしていくことができると考えられる。

2) 実践

生徒の研究テーマ

動・植物の条部位の細胞量の差
干している魚と干していない魚で栄養価の違いはあるのか
睡眠と音はどのような関係があるか？
アメリカザリガニの捕食圧を受けやすい種は何か、また障害物により捕食圧は下がるのか
決断をするときの適切な制限時間はどれくらいか
環境ホルモンが植物に及ぼす影響とは
色による感じる時間の長さの違いを応用した空間デザイン
人間の平熱が昔と比べて低くなってきているのは本当か
皮膚と上手く向き合うためには何が大切か
ポイ捨てされたペットボトルゴミは虫を殺すか
ミント成分の吸引によって暗算能力・暗記能力の向上をはかれるのか
名大附の池の水で本当にオオカナダモは育たないのか

今年度、新型コロナウイルス感染症のため6月から学校がはじまった。休校中、zoomで研究計画を発表することでグループ内で共有できたり、意見を出し合ったりすることができたことが良かった。また、休校のためか、今年度の生徒の研究は、授業時間内に行う実験よりも、学校外で行う実験が例年よりも多かったように思う。

3) 評価

休校があったため、例年よりも文献調査を多くすることができた生徒が多く見られた。また、今年度は、教育実習が短縮になり、短縮した分の一部を補うため、STEAMの授業にzoomで参加してもらった。第3講座では、2名の教育実習生が3回にわたり参加した。それぞれの実習生が一人ひとりにアドバイスをを行った。STEAMの授業では、生徒の研究テーマは一人ひとり違う中で、教員1人で対応することはけっこう大変だが、今回、2人の教育実習生に入ってもらって教員にとっても、生徒にとっても良かった。

STEAMは、実験計画、実験準備などをすべて生徒一人ひとりが行い、限られた時間で行うことで、データの量や正確性については、不十分ではあるが、全員が試行錯誤をくり返しながらか、自ら設定した課題研究に熱心に取り組んでいくことができた。

STEAMでの研究を通して、自ら考える力をつけ、研究によって生じた課題を見つけることなどができたことは良かったと思う。

(文責 西川陽子)

(4) 第4講座

1) 仮説

普段の生活の中で感じる身近な疑問に対し、根拠を持って分析することで、多様なものの見方や論理的思考を構築することができる。議論の根拠として実験やシミュレーションの結果を分析することで、物理的な方法の重要性を学ぶことができる。

2) 実践

今年度の研究テーマは以下の通りである。以下、半分程度のテーマについて若干の補足を行う。まず、①は空気中の水蒸気量のコントロールが鍵であったが、解決できたかどうかは疑問が残る。②は研究結果として、列車の加速度が遅延に与える影響は大きくないと分かったようである。仮説には反する結果になったようだが、これも一つの結論である。③と⑤は発射装置を粘り強く制作し(一応)結果を得られたのが大きな成果だと思う。④と⑥はシミュレーションを行ってみた。物理エンジンである「Unity」を用いたのが新しい。しかし、使用方法が難しく苦勞した。

①	湿度によって音波は変化するのか
②	地下鉄名城線・名港線における鉄道車両の加速度と列車遅延の関係性
③	よく飛ぶ紙飛行機の条件とは
④	ボウリングでストライクをとるにはどうすればよいか
⑤	キャップ投げ野球でセーブ王になる方法
⑥	競泳における飛び込みの入水角度はどのくらいがベストか
⑦	しぼまない風船を作りたい
⑧	耐震設計と免振設計の時間と振れの大きさの関係
⑨	太陽光発電の真の発電効率を求める
⑩	風向きと風速による走行中の自転車への影響
⑪	再利用できるカイロを作ろう！
⑫	集光によって照度はどこまで上げられそうなのか

3) 評価

明確な結論が得られたという点では②がよいが、実際の地下鉄を対象にしているだけに文献調査が多くなってしまったのは難点である。③や⑤は粘り強く取り組み、発射装置を完成させたが扱っている現象が複雑なため、意味のある結論を得られたかは疑問が残る。

総じてそれぞれの研究には一長一短があるが、物理的な方法の重要性は実感でき、十分ではないにしろ仮説が検証できたのではないかと思う。(文責 竹内史央)

(5) 第5講座

1) 仮説

今年度は、2か月の休校期間に研究計画を具体化することによって学校での探究活動開始がスムーズに進むようにした。オンラインではあったが、研究計画発表会を半数の7人で行い、メールで一人ひとりにアドバイスを行う等のきめ細かな対応を心がけた。

化学実験室にある器具、試薬を使うことができることを伝えて研究テーマ設定を行った。生物室、物理室、地学室からも器具は借りることができるので、かなりの自由度のある枠である。高校1年生での数理探究における実験よりも選択肢を広げることによって、興味・関心を持っているテーマを選ぶことができ、一年を通して意欲的に取り組むことができると考えたからである。

2) 実践

①テーマ設定

第5講座の生徒が選んだテーマは日常生活の中で見つけたものばかりである。例えば、「鉄のさび」について研究している生徒は、バトントワリングの活動に参加しており、「少しさびていたバトンを落としたときに、バトンが折れた。汗を拭いておかないとさびやすいと書いてあるが本当か。」と思ったことから研究テーマを設定した。また、美術部に属している生徒は、「耐性の高い赤色絵の具を鉋物から作る」をテーマにしている。毎日、手洗い消毒をする中で、「肌荒れしないかつ殺菌効果のある消毒液」をテーマする生徒もいた。このように日常生活の中で、具体的な物や現象を見ることができるテーマを選んだ生徒は、早くから実験にとりかかることができた。

②実験・観察・調査

*実験条件を揃える・再現性の確認

多くの生徒が、実験条件を一定にすることに苦労していた。例えば、先述の「鉄のさび」では、加える力を一定にする方法、日焼け止めクリームの実験では比較するクリームを同条件になるように容器に入れる方法などである。中間レポートの「失敗から学んだこと」の欄には、「日焼け止めクリームの量は重さでそろえるだけではなく、薄く広げる必要があるとわかった。」と書いている。同じ質量だけ入れても、シャーレの中で均等に広がらずに苦労していた。

「高出力で長持ちする電池を作る」を研究テーマにしている生徒は、同じ実験を行ったにもかかわらず、かなりデータが異なった。中間レポートの反省点として「なるべく同じ日に行い、無理な場合は気温などをなるべく合わせる」と書いている。

*実験時間

実験時間が限られていることによる困難もある。例えば、くぎを錆びさせるには時間がかかる。塩水の濃度を高くしてもすぐには差が出なかったため、酸化剤を入れて腐食させてみるなど工夫をしていた。鉋物から絵の具を作って塩酸や水酸化ナトリウムをつけて色の変化を観察している生徒のワークシートには、「酸化鉄を赤色にするには短時間の酸化ではできない。」と書いてあった。

*データの数値化

「人工的にイングリッシュ・ローズのミルラ香を作る」「私たちの味覚に対する認識とコクを生み出す方法」などのように、身近なテーマであっても数値化することが難しいテーマを選ぶ生徒もいた。においや味を数値化する装置は高校にはないため、他のメンバーを被検者として嗅覚実験や味覚実験などを行うこととなる。味覚実験を行った生徒は、中間報告書に「次はもっと多くの人に協力してもらいデータを多くとる」と書いている。このように個人差の大きい五感に基づく実験においては、かなり多数のデータが必要であることに気づいていった。

*実験結果が仮説や予想と異なる

『おばあちゃんの知恵』は化学的根拠に基づいて有用といえるのか?」をテーマにした生徒は、最初に「ハウレンソウのゆで汁でシミ抜きができる」が本当かどうか確かめた。現時点までの実験では、効果が見られず、「失敗から学んだこと」には、「思い通りの結果はでないことを学んだ。」と書いてある。ハウレンソウのゆで汁の中のシュウ酸が有効であると文献にあったため、シュウ酸の水溶液でも試したが、効果がなかった。一方、市販のシミ抜き剤の効果は即座に観察できた。当初は、『おばあちゃんの知恵』は既製品と比べると効能が劣るが、人体への悪影響も少なくなく、家庭内では十分代用できる。」と仮説を立てていたが、修正しながら研究を続けている。

③SSHで購入した実験器具の利用

消毒薬の肌への影響を調べる生徒は肌の水分チェッカー、鉋物から作った絵の具の酸・塩基耐性を調べる生徒は色彩計、日焼け止めを調べる生徒は紫外線発生装置および紫外線カウンターを使用している。これらは、SSHの指定によって購入できた器具である。このように、通常の高校化学の実験では使わない実験器具を購入することによって可能になる実験もある。しかし、一方で、「万能な接着剤は何か」について研究している生徒は、接着剤をつけた割りばしにおもりをつけるなど、

接着力の強さを数値化する工夫をしていた。多様な実験器具で研究の幅を広げることも生徒の興味・関心を広げることになるが、後者のように手元にある物を利用して思行錯誤することも大切である。

④他講座との連携

日焼け止めクリームをテーマにしている生徒は、第7講座で紫外線を防ぐ衣類について研究している生徒（指導教員は家庭科）と一緒に実験を行った。また、絵の具の研究においては第8講座の美術科教員のアドバイスをもらったり、絵の具の材料となる鉱物をわけてもらったりした。

3) 評価

オンラインでは、生徒一人ひとりに対応することができる一方で、休校による実験時間の減少を補うために、短時間で実験可能な計画を提案してしまう部分もあった。しかし、実験を始めると例年通りの試行錯誤が見られたので、生徒が自分で考えて工夫する機会を設けることはできたと考えている。

毎年行っている生徒へのアンケートでは、「探究活動においては、試行錯誤をすることが大切だと思った。」という項目に対して平均が4に近い高い値となっている。(1. あてはまらない 2. どちらともいえない 3. ややあてはまる 4. ある程度あてはまる 5. とてもよくあてはまる の5件法) 試行錯誤しながら工夫することは、STEAMの授業の中で経験できる重要な要素であると思われるので、3月末のアンケート結果をこれまでの値と比較する予定である。

また、「仮説を立ててそれを実証することは、予想していたより難しいことだと思った。」という項目でも例年、平均が4に近い高い値となっている。さらに、「自分の考えを他の人に論理的に伝えることは大切だと思う。」の項目ではこれまで平均4以上の値となっていた。この2項目もSTEAMの中で体感してもらいたい要素であるため、これらの値の変化も比較する必要がある。

全体として、生徒各自がテーマ設定を行い、自分で計画して実験を実施することができた。実験条件の精緻化やデータ数不足などの課題が残った場合もあったが、一人ひとりの生徒が探究活動の全過程を体験することができた。協同的探究活動の一環として、各講座での中間報告会や講座間の発表会を行ったことで、自分の探究方法のみでなく、多くの探究方法について学ぶ機会があった。

(文責 石川久美)

(6) 第6講座

1) 仮説

日常生活の中に溢れている機器はとても生活を便利している。またパソコン、タブレット、スマートフォンも生活のなくてはならないものになってきている。しかし、その機器がプログラムによってどのように制御されているかはほとんど理解されていない。本講座では、組込みソフトウェアArduinoを用いて、プログラミングの基本を学び、重要性を知ることができる。

2) 実践

①プログラミング教育の前提条件

5年前プログラミングで一つ講座を立ち上げて欲しいと言うことで始まった。私も若干の経験はあるものの、大学卒業以来、それほど新しい知識を積み上げてきたわけではなかったので、名古屋大学の大学院情報学研究科 附属組込みシステム研究センター 館伸幸先生の力を借りて始まった。使用した言語はArduinoであり、組み込み系と呼ばれる機械制御系のものであった。館先生にはほとんど一から教えてもらい、最初は授業を館先生にやってもらい、そのアシスタントが私という感じであった。しかし、年々私も知識が増え、基礎的なことは教えることができるようになった。

STEAMは自分で課題を探し、それを探求していく授業である。数学、理科、家庭科、体育、美術は小学校から現在までそれぞれ体系的な教育を受けてきて、ある程度の基礎知識は備えている。その知識は基礎的なことのみで、課題に対して専門的なことに対応するだけの知識がないことは分

かる。しかし、専門的知識がなくても、その課題がその教科に属していて、教科的なアプローチができるであろうと言うことぐらいの想像ぐらいはつけられる。例えば数学であれば、人の行動をパターン化し、それを解析して課題を解決に導くなどということである。

情報は、基礎的な知識というのが全くないに等しい。1つ目にプログラム言語のこと、2つ目に機械のことである。それぞれについて詳しく述べる。

1つ目のプログラム言語については、やっと日本では小中高と導入されることが決まり、新学習指導要領から始まったところである。始まった小中では、ほとんどがブロック言語で授業が始まったばかりである。ブロック言語では、なんとなく思いつくまま並べるとプログラムが完成していることもあり、なかなか深い学びにならないことがある。本校を含め、まだまだ取り組みが浅い段階か、始まってもない状況である。

2つ目に機械のことである。機械学習でまず行うのがLEDの点灯である。今や生活必需品となったLEDで、原理を理科で習うが、このLEDを実際に工作して点灯させたことがある生徒はほとんどなく、抵抗を挟まずに電流を流すとLEDが壊れてしまうことすら知らないのである。

各講座は13人から15人程度の人数で行われるのであるが、毎年約半分の生徒が1つ目、2つ目ともに全くの初心者が来る。初心者の生徒に、Arduinoを使って機械を制御し、課題を見つけ解決する方法を考えてごらんと言っても、基礎知識すらない生徒にできるはずないのである。ここが今までの基礎知識が使える他の講座と大きく違うところである。この情報講座はそのような基礎知識がない生徒がなんとか機械を制御して、ものづくりができて、世の中の機械がどのように動いているかを理解できるようになることが目的になってくる。ちなみに経験者のあるもう半分の生徒は、自分たちで課題を持ち、作りたいものを作って、楽しく授業を受けている。

②経験を積むにつれて

何度も書くようであるが経験のない生徒が少なからずいる。そのような生徒を対象に基礎的な内容を最初の5回程度行う。特に今年度はコロナの影響で休校中にシミュレータを用いZOOMを使って3回授業をした。

- 1回目 ガイダンス、経験把握、プログラミングの意義。課題として、シミュレータの登録、使用。LEDと抵抗器の調べ学習。
- 2回目 シミュレータを使ってLEDの点灯の説明。オームの法則の復習。課題として、シミュレータ上でArduinoを使ってみる。
- 3回目 シミュレータでArduinoを使用する。

こちらが簡単な内容だと思ってもオンライン上だと通じないものだと実感し、実習を含むと指させば通じる内容が伝わらなかった。それでもやらないよりは良かったとは思っている。

休校が明けて、実際の授業が始まったがArduinoの復習をして、LEDとスイッチを使い基本的なことを数回行った。まだこの段階で初心者の生徒は何をしていいかは分かっていない状況であり、基本的な内容も十分理解できていない。しかし、そのような状況でも、いろいろなセンサーや部品を使って生徒にもものづくりをする課題を出す。LED、スイッチ、CdS、距離センサー、7セグLED、スピーカ、モーター、ディスプレイ等々である。初心者の生徒たちは見たことはあるが、全く使ったことのないものを使いながらArduinoを使いセンサーなどを制御する。

指導方法は、基本的には各自で取り組む。最初から大きな課題を設定するのではなく、小さなことの積重を強調する。LEDが制御できたら、それに併せて音を出し、さらにセンサーに反応して、動き出すと言うような感じである。

初心者の生徒は数冊用意されている本を見ながら課題を探す。なんとなくやりたいことが見つかったら経験者の生徒から聞くことが多い。検索しながら自分で行う生徒もいるが、制作のコツを聞きながら作っていく。

中には、検索してあったプログラムを貼り付けて作る生徒もいるが、そのような生徒に限ってプログラムを理解しておらず、結局一から理解しながらプログラムを作っていくことが多い。それは

それで一つの経験であるのでいいと思う。

3) 評価

この講座では生徒たちが自ら課題を設定してそれを証明すると言うことはできていない。特に初心者の生徒は、まず自分が作ってみたい物を想像し、それを形にしていくことで精一杯である。

例えば、LEDを使いタイマーを作ると、時を刻むことはできる。それを、スイッチを押すと0に戻りまた時を刻み30秒過ぎるとブザーがなる、と言うような二つ以上のことを一度にするとすると途端に難しくなることが身をもって分かる。

生徒は、自分ができることや友達、先生に聞きながらいろいろと検索して自分で調べ、トライ＆エラーを繰り返してもものづくりがされていく。凄い立派なものを作ることが出来なくても、プログラムの大切さを知り、日常にある機器がとても複雑にできていることを学べるということがとても大切であると考える。
(文責 鈴木善晴)

(7) 第7講座

1) 仮説

目標は「生活は科学と繋がっている」ことを実感させること。仮説は「生活の疑問を実験で検証したら、繋がりは実感できる。」である。日常のふとした疑問を実験で探ってみたら腑に落ちる体験ができ、生活と科学の繋がりに気づく。

2) 実践

今年度特筆すべきことは2点ある。1点目、新年度の始まりが新型コロナによる一斉休校のため、Zoomによるオンライン授業から始まったこと。2点目、第7講座のテーマを衣生活に絞ったこと。

1点目のオンライン授業は初めての試みである。研究テーマの検討から実験方法決定、それを講座内で報告会を持つまでをオンラインで(6月までに4回)行った。下の表は今年度のテーマと、Zoomミーティングで確認していった事柄のメモである。オンラインでできることは多く、新たな発見があった。例えば授業で検討する計画書等はオンラインで配信し、メール等で受け取るが、予め教員が時間をかけて見ることができることがメリットであった。デメリットは書面を画面共有することが多く、他の生徒の様子がわかりにくい点であった。しかし、オンライン授業でテーマや実験方法を決めることができたので、対面授業ではすぐに実験に入ることができ、実験回数を確保することができた。

2020年度テーマ一覧

no.	テーマ	方法	Zoomミーティングで教員や講座メンバーのアドバイス
1	“女性らしい服”の概念に男女差はあるのか	衣・文献アンケート	裁縫が苦手(しないから大丈夫)アンケートが恣意的にならないようにすることが重要、難しい
2	繊維の材質によって染色されやすさが変化するのか	衣・実験	実験用布を学校で調達可能。実験回数、比較対象を生活に近いところで検討中
3	布の種類による紫外線の防ぎ方の違い	衣・実験	布の種類の特長(繊維か、密度かなど)と紫外線測定器が使えるか(石川先生の生徒とコラボ?)
4	よりよいシミ抜きの方法は何か	衣・実験	衣類の種類、シミの種類、洗剤の種類を決める(実験用布にするか、手持ちの衣類にするか)
5	衣類の繊維の種類による洗濯後乾燥にかかる時間の差について	衣・実験	繊維は何種類にするか。乾燥具合は繊維の種類だけでなく、糸、織りで変わるので、どこに絞るか
6	登校時に重い鞆を背負っている学生ほど、肩こりの度合いが大きいのか	衣・実験	硬筋計(筋硬度計)が欲しい。人を対象とした実験のため、対照実験をする上で条件をそろえる必要がある
7	各国の平均気温・降水量と民族衣装で用いられる布の種類や形状について	衣・実験	民族衣装の種類か、形状か、散漫になりやすい。文献調査のみになりがち

no.	テーマ	方法	Zoomミーティングで教員や講座メンバーのアドバイス
8	布によって日用品で洗剤の代わりになるものはあるか	衣・実験	醤油やみりんを洗剤代わりにしようとしているが無理がある。それらは「汚れ」。他の代用品を考える
9	タオルをフワフワに保つには	衣・実験	フワフワの定義をはっきりさせる。肌触りという感覚か。かさ高を測定することは可能
10	衣類を良い香りに保つには	衣・実験	香りの強さは感覚だから数値化するのが難しい。臭気計が欲しい（口臭を計るものは安価、他は高価）
11	エアリズムと綿の特性の違い	衣・実験	素材がエアリズムと綿という違いの他は同じ衣服を探す必要がある。例えば同じサイズのTシャツか。
12	日本の浴衣・着物が長い間着続けられているのはなぜか	衣・聞き取り・アンケート	性能実験と共にデザインについてアンケートをするが、幅広い世代を希望している。協力者が必要
13	衣服の伸縮について	衣・実験	伸縮具合を干し方に限定している。素材、デザイン、比較対象をはっきりさせる必要がある
14	シミを落とすのにタイムリミットはあるのか	衣・実験	仮説としてタイムリミットがあるなら、リミットを2～3設定する、時間以外は同じシミ、同じ落とし方で

2点目のテーマについては、これまでのテーマとともに変遷を考察したい。

初年度2017年度 テーマ一覧

表1	テーマと研究方法	方法
1	どうして綿は昔から1番人気の繊維なのか。	衣・実験
2	編み方と素材の組み合わせにより、編み地の性能はどのように変化するのか。	衣・実験
3	イギリス王室のファッションはなぜ美しく見えるのか。	衣・文献
4	千と千尋で用いられている服の種類や色の表すいみは何か。	衣・文献
5	服の「らしさ」と人に感じさせる色や柄は何か。	衣・文献アンケート
6	現代人が和服離れした理由は？	衣・文献アンケート
7	水耕栽培で市販の野菜は育つのか。	食・実験
8	トマトに塩、砂糖、をかけた時、何もかけない時の、一番おいしい甘さのものはどれか。	食・実験
9	旬の野菜・果物がおいしいのは糖度が原因か。	食・実験
10	ふわとろオムライスを作るには？	食・実験
11	日本のお米（ジャポニカ米）と他の種類のお米（穀物？）はどのような違いがあるのか。	食・実験アンケート
12	県の肥満率と郷土料理のカロリーは比例するのか。	食・文献
13	女子高生にとって最もバランスの良い食事メニューは何か。	食・文献

2018年度 テーマ一覧

	テーマ	領域・方法
1	色と食物の関係	食・実食アンケート
2	人からの情報は味に影響するのか	食・実食アンケート
3	味覚は嗅覚にどう左右されるか	食・実食アンケート
4	究極の温泉卵をつくるには	食・実験
5	幼児のためのおやつとは	食・実験
6	味覚に関係する言葉と色の関係	食・アンケート
7	一番おいしそうに見える盛り付け方とは	食・見た目アンケート
8	ユニバーサルデザインは暮らしを豊かにするのか	住・文献
9	少なくとも家にある材料で作れるお菓子をつくる	食・実食アンケート
10	どのような盛り付けが一番おいしく見えるか	食・見た目アンケート
11	湿度と発汗にみる不快感	衣・実験

	テ ー マ	領域・方法
12	フェアトレードチョコはおいしいのか	食・実食アンケート
13	市販のホットケーキミックスでどれだけフワフワにできるか	食・実験
14	アレルギーフリーのお菓子はおいしいのか	食・実験
15	強炭酸ゼリーには常温の炭酸を使うべきか	食・実験

2019年度 テーマ一覧

	テ ー マ	領域・方法
1	人をほっとさせる料理は？	食・調理実験・実食アンケート
2	サツマイモは調理法によって甘さが変わるのか	食・調理実験・実食アンケート
3	皮のジュースと実のジュースの違いは何か	食・調理実験・実飲アンケート
4	昆布出汁の有無は認識できるのか	食・調理実験・実飲アンケート
5	濃縮果汁還元ジュースと生搾りジュースは何が違うのか	食・調理実験・実飲アンケート
6	ものの腐敗	食・観察実験 (No.13と協同)
7	米は炊く前に水にさらすべき？	食・調理実験・実食アンケート
8	チーズを食べれる人は食の人生の2倍得しているのか？	食・調理実験・実食アンケート
9	フルーツトマトは甘いのか	食・調理実験・実食アンケート
10	目から入る情報は味覚に影響を与えるか	食・調理実験・実飲アンケート
11	体毛は剃ると、濃くなるのか？	観察実験
12	効率よく授乳時に必要な栄養素を摂取する方法	食・文献調査・栄養計算調査
13	ものの腐敗	食・観察実験 (No.6と協同)
14	甘いオレンジを見分けることは可能か？	食・観察・試食実験
15	旬の野菜とそうでない野菜は糖度がどのくらい違うのか。	食・実験

生活と科学の繋がりを探る、ということ生徒は「衣・食」が思い浮かぶようで、初年は「衣」と「食」が半々でテーマを選んだ。そのうち、「食」を選ぶ生徒が多くなり、実験も「実食して（極端な話、おいしいか、まずいか）アンケート」を取り考察することが増えていった。この結果生徒の最終レポートは最初の仮説の追随、または「個人の好み、感覚による」と結論づけられていくことになった。それも意味のあることだが、数値で測り、腑に落ちる体験とは離れる。そこで今年度は衣生活に特化してテーマを決めさせた。生徒が自由にテーマを決めることも大切だが、その結果「個人の好み」に帰結させたくないと考えたからだ。

3) 評価

今年度は実験結果を数値で表し、見た目や匂い、触り心地といった感覚をアンケートで聞き、感覚を数値で裏付けることができるようになった。仮説と異なる結果が出た生徒もいるが、その結果も大切。なぜそうなったのかと考えさせている。衣生活全般から環境に興味を持つ生徒も出てきた。今後の展望としては、新たに出てきた疑問を来年の生徒に継承させ、今年度の結果を踏まえた実験をしていきたい。これからの生徒が、進んで続きのテーマを選ぶ伝え方をしていきたい。

(文責 原順子)

(8) 第8講座

1) 仮説

実験目的にあった用具やアンケートを作る中で、様々な条件や比較対象を整え、正しいデータを得るためにはどうすればよいかを考えながら研究に取り組むことができると考えた。

2) 実践

第8講座の生徒13名のうち、色彩効果に関することが6名、購買意欲とデザインに関することが2名、サインシステムの視認性は1名、音楽は2名、その他2名である。

「暗記をする上で一番効果のある色とは」というテーマを立てた生徒は、セロハンを貼り付けた眼鏡を使うことによって、短時間に暗記しその正確さをデータとして取った。研究内容も脳の血流が良いほど働きが向上する。うれしい、楽しいといったポジティブな感情が生じているときほど記憶力が上がる。暖色系ほど交感神経を刺激し血圧、脈拍数を高め、影響を与えることまで深まっていた。

テレビの気象情報の図表示で人々に特に警戒を呼び掛ける場合、赤紫色が使われるようになったことに着目した生徒は、それが人々に本当に警戒を喚起させる色かどうかを調査した。文献調査では、日本を含め諸外国での気象情報に使用される危険度をレベル1～4に分け最上級の危険度を表す色として赤、紫、黒が多く使われていることがわかった。次に、身近な生徒に対してアンケートを行い、赤が最も多くの回答があった。また危険度としてレベル1を黄色、レベル2を赤として設定した質問の場合、レベル3には紫という答えが最も多く、紫が警戒色としての一定の効果があることがわかった。さらに、コンピュータのディスプレイの輝度によって若干の誤差がでることに気づき、同一条件下の実験の難しさを反省としてあげていた。

「肌の色と似あう服の色」について調査した生徒は、同じ形状の綿の布切れを着色剤（プリンターのインクを調合した8種類の色）で染めて、実際の被験者の肌にあて、写真を撮りその人が好きな色と実際に似あう色を調べていた。調査をする前に体の部位と使用する布の材質を同一条件にし、肌のベース色を赤（ピンク系）と青（ブルー系）に分けて考えるようアドバイスしたものの、実際には、被験者の目や唇の色や性格・行動面の雰囲気によって左右された結果となり、本人の予想していた以上に同一条件下の実験が難しく、様々な要因によって色の見え方が変化し受ける印象も異なってくることを反省としていた。

同じ食品であっても色の違いによって人の食欲に差がでてくるのではないかという研究に取り組んだ生徒は、着色剤を混ぜてできたお団子を作り、複数の被験者に見た目の印象や食べたいかどうかの調査を行った。「暖色が寒色より食欲が湧く傾向にある」「自然界にある食品の色は口にすることはできるが、鮮やかな原色や明度の低い寒色は食欲が湧かない」という結果になり、食生活の経験が影響することに気が付くことができた。

3) 評価

色彩やファッションが人の心理に及ぼす影響は、主観に左右されやすく、他の人を納得させる信頼できるデータを集めるには十分ではなかった。また、研究対象がマニアックなものは、他の生徒が持つ知識や経験とかけ離れており、アンケート調査することに行き詰まり、ネットなどの文献調査に比重を移す生徒も見られた。例え本人の興味関心が強くても、他人との共有点がほとんどないものは、生徒間の交流から得られる教育的な効果は期待できず自己満足で終わる研究になりやすかった。テーマ設定の初期段階で「皆が感じる身近で素朴な疑問」を強くすすめてテーマを設定させるとともに、研究の見通しをより具体的に立てさせ、他の生徒と関わり深めあえるような実験や実制作を促す必要があった。

(文責 岡村明)

(9) 第9講座

1) 仮説

第9講座は、身体活動を通してSTEAM教育の実践を目指す講座である。従って、身体活動を科学的に分析したり、得られた実験データを分析したりすることで、既存の体育学習だけでなく、理数教育との横断的な学びが実践できると考えられる。また、各自がテーマを決める段階では「体育に関わるテーマ」と大きな枠で提示したため、バイオメカニクス的な発想以外の、創造性にあふれたテーマが出てくると期待している。

第9講座だけの探究活動ではなく、他講座との交流も予定されている。その交流の中で、体育分野での発想には無かった新たな発想に触れることが期待される。そこで得たものを自分の探究活動に落とし込み、さらに深い学びに繋がるものと考えられる。

既存の教科ではできないような深い探究活動が予想されるため、今まで知り得なかった知識の習得が、既存の体育の授業にも還元され、運動やスポーツといった身体活動をより考えて取り組むことができ、「できた」「わかった」といった学びの喜びに繋がることを期待される。

zoomを用いて大学生のTAを活用することで、生徒1人1人のカウンセリングにTAが向き合いやすくなり、生徒も質問がしやすいことが予想される。

2) 実践

今年度第9講座における実践テーマは以下の通りである。

「自己声援によって運動能力は高くなるか」

「短距離走でより早く走るためには、どの地点まで前傾姿勢を意識すれば良いか」

「自分より強い相手に勝つ一撃とは何か」

「二重跳びと音楽の関係性」

「幸せな人は輪投げの成功確率は高いのか」

「学生のうちからでもヘッドホン難聴の症状は現れるのか」

「高校生が走り幅跳びで最も良い記録の出せる序奏は何mか。またそれはなぜか」

「利き手と非利き手の器用さの差と利き手の矯正について」

「感情が意図せず顔や体に表れるのは、自分にとって得だからなのか」

「背が高い人の方が立ち幅跳びは遠くに跳べるのか」

「世界の飲酒可能年齢と病気の関係性」

「若者言葉のスポーツに対する利点とは何か」

「応援はバスケのシュート率に有意な影響を及ぼすのか」

「胎動の激しさと運動能力の関係について」

学校に登校して行うSTEAMの授業開始が6月と、当初の予定よりも大幅にずれ込んだ関係で、例年に比べて動作解析の実験が少ないように感じられた。一方で、スポーツ心理学の分野に興味を持つ生徒が多かった。動作解析には、動画分析ソフトKinoveaを用いた。被験者へのアンケート実



施には、従来の紙様式に加え、Googleフォームを用いた生徒もいた。期間が短く、被験者の数を集めることが難しかったため、同じ講座内の生徒同士で協力しながら被験者となり、実験を進めていった。

3) 評価

4月から6月にかけての対面授業ができなかったが、zoomを用いて1人1人とテーマや仮設の設定について時間が確保できたことはよかった。しかし、学校で実験を行うためには準備時間が短く、プレ実験を行わずに本実験に向かう生徒がおり、思ったような結果が出ずに悩んでいる姿があった。4月当初より、今年度は体育館や運動場での大規模な実験は例年に比べて難しいということも伝えた結果、比較的小スペースで行える実験や、被験者が自宅でもできるような実験が多くなったと考えられる。いずれにおいても、生徒1人1人が体育に関するテーマを取り上げ、それを深く探求できた面は評価できる。また、他分野との交流会では、自分の研究内容や方法について、他分野の生徒からアドバイスをもらう様子が多く見られた。その後の感想でも、他分野の話の聴いたり、アドバイスをもらったりすることが、自分の実験、分析を進めるヒントとなると感じた生徒が多いため、来年度以降も続けてほしい。

一方で、他分野との関わりが、先に述べた交流会のみとなってしまったことが次年度への課題となる。年度初めのカウンセリングの段階で、統計処理を数学分野に協力を仰いだり、衣食住と体育との関わりを家庭科分野と共同で研究を進めたりするなど、STEAMのそれぞれの分野が横断的な関わりをもって取り組めば、より深い課題研究が進んだのではないかと考えられる。そのためには、テーマを決定していく段階で他分野との関わりがないかと検討する必要があるため、次年度で実践してみたい。

(文責 松本拓也)

第3節 高等教育につながる学び

3-3 SS課題研究Ⅲ

(1) 仮説

「SS課題研究Ⅱ」の4領域と有機的関係をもつ講座であり、大学教員による講義を受講することで新しい価値を創造し、「トップ・イノベーター」を育成することを目標とする。「SS課題研究Ⅰ」から「SS課題研究Ⅲ」への学びの過程で、身近な課題について自分ができることを考え行動することが、「イノベーション」につながる。また、この課題研究で培った力は、自らの人生を主体的に切り拓いていくための資質・能力を高め、生徒の自己肯定感を向上させると考える。

(2) 実践

より発展的、先端的な内容を扱うために、専門研究を担う名古屋大学（生命農学研究科、教育発達科学研究科、博物館、医学系研究科）を中心とした高等教育機関と、中等教育を担う附属学校が協同で教育実践・研究を行った。土日や夏休みを使って、高1から高3までの希望者（農場実習においては中学生も対象）が参加した。今年度は対面ではなくリモートでの講座を実施し、講師の講義を聴いたりパワーポイントを見たりするだけでなく、ブレイクアウトルームに生徒を割り振って話し合いの場を設けたり、質疑応答の時間を長く設定してリモートでも講師とのやりとりを密にした講義を展開したりするなど、今までにはなかった新たな学びの杜が行われた。今年度独自の規定基準（7講座以上受講）を満たせば、修了証を認定した。

[学びの杜講座一覧]

回	月日	曜日	時間	担当者	テーマ
1	7月18日	土	10:00~	小田裕昭（生命農学研究科）	食べ物がどうやって栄養になるか
2	7月25日	土	10:30~	久野弘幸（教育発達科学研究科）	授業の記録や写真から授業を分析すると何がわかるか？
3	7月29日	水	15:00~	門脇誠二（名古屋大学博物館 先史考古学）	アフリカで生まれた人類が日本人になるまで
4	8月5日	水	15:00~	岡崎研太郎（名古屋大学大学院医学系研究科 糖尿病・総合診療医学・医学教育学） 末松三奈（同 糖尿病・医学教育学） 高橋徳幸（同 家庭医療学・医学教育学・総合診療医学）	地域医療とその教育を学ぶ
5	8月8日	土	10:30~	服部美奈（名古屋大学教育学部 教育発達科学研究科） 内田良（同）	学校教育から多文化共生の未来を探る
6	8月29日	土	10:00~	東田和弘（名古屋大学博物館 地質学・テクトニクス）	生物多様性（Biodiversity） 多様性って何だろう
7	8月30日	日	14:45~	江頭智宏（名古屋大学教育学部 教育発達科学研究科）	ヨーロッパの子どもたちは何を使って学び、遊んできたのか？
8	9月5日	土	10:30~	五十嵐祐（名古屋大学教育学部 教育発達科学研究科）	人と人とのつながりから学ぶ心理学
9	9月12日	土	10:30~	狐塚貴博（名古屋大学教育学部 教育発達科学研究科）	こころと対人関係
10	10月24日	土	10:30~	大谷尚（名古屋大学大学院教育発達科学研究科、附属高大接続研究センター）	科学における仮説とその検証
11	10月31日	土	13:30~	森田康広（名古屋大学アジアサテライトキャンパス学院／名古屋大学大学院生命農学研究科）	食と畜産を通してみる世界の姿

(3) 評価

複数回受講した生徒のアンケートでは、学問への興味が深まり、人生を主体的考えていく力を身につけたことが読み取れる。また、進路に対しての自己決定意欲が大幅に高まった。

問1・実際の講義内容と期待の一致度	とても期待通りであった	やや期待通りであった	あまり期待通りでなかった	全く期待通りでなかった	
	18	15	3	0	
問2・講座内容の理解	とても理解できた	やや理解できた	あまり理解できなかった	全く理解できなかった	
	14	22	0	0	
問3・大学での学びへの興味・関心	とても高まった	やや高まった	あまり高まらなかった	全く高まらなかった	
	16	17	3	0	
問4・取り組みの意欲	よく取り組めた	やや取り組めた	あまり取り組めなかった	全く取り組めなかった	
	20	13	3	0	
問5・感想	とてもそう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	全くそう思わない	
①当該学問領域があることを初めて知った	17	14	4	1	
②1つの研究には幅広い知識が必要	31	5	0	0	
③研究方法を知った	10	22	3	1	
④課題研究の参考になった	12	17	5	2	
⑤高校と大学の学びの接続	20	13	1	2	
問6・進路選択との関係	とても参考になった	やや参考になった	あまり参考にならなかった	全く参考にならなかった	
	12	14	9	1	
問7・卒業後の進路希望	名古屋大学	名古屋大学以外の4年生大学	短大・専門学校	まだ決まっていない	その他
	8	12	0	14	2
問8・新たな取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・将来就きたい職業についてもっと調べる ・高校の学習ももちろん大切だが、それ以外にも自らの興味のある分野はどんどん学びを深めていこうと思った ・自分の好きな分野についてとことん探究する ・夢が明確にもてるようになり、勉強へのやる気が出た ・気になったことがあったらすぐに調べようと思った ・もっと勉強に力を入れる ・興味がある分野を調べる ・自分の夢の選択肢を増やせるような行動をしていきたいと思う ・興味のあることだけでなく、それ以外の可能性なども考えて色々なことにチャレンジしてみようと思った ・興味が少しでもわいたことには取り組もうと思った ・もっと本を読んで専門的な部分を知りたいと思った ・うわべだけを理解しないで細かいところまで積極的に調べようと思った ・大学の色々な学部や研究について調べるようになりました ・色々なオンラインのイベントに参加しようと思えた ・もっと幅広いことに目を向けること、多様な視点から物を見ること 				
問9・受講後の変化	とてもそう思う	ややそう思う	あまりそう思わない	全くそう思わない	
①進路の自己決定意欲	21	12	3	0	
②自主性	15	16	4	1	
③学習意欲	14	16	5	1	
④積極的発信	8	13	12	3	
⑤ねばり強さ	8	15	11	2	
⑥進路への関心	22	10	3	0	※無回答あり

(文責 渡辺絵美)

第4節 名古屋大学との連携による専門的な学び

3-4-1 名古屋大学との連携

(1) 総論

SSH第1期から第3期SSH研究開発の柱をなす重要なコンセプトは高大接続である。「高等学校教育改革・大学教育改革・大学入学者選抜改革が今後の日本社会を担う子どもたちを育成するための鍵となる」と高大接続改革システム会議の最終報告(平成28年3月)にもあるように、中等教育と高等教育がシームレスに接続することが重要視されている。本校は名古屋大学のキャンパス内に位置している利点を最大に活かし、名古屋大学の人的・物的リソースを最大限に活用してSSH研究開発を実践してきた。また名古屋大学サイドにおいても、学内に「教育基盤連携本部」を設置し、高校と大学との教育における円滑な接続を図る観点から入試、教育部分における「高大連携」の企画・立案を行うとともに、各学部等が実施する活動の支援等を行っている(名古屋大学教育基盤連携本部HPより)。加えて附属学校内に、「高大接続研究センター」を教育学部と協同で設置し大学教員が常駐して高大接続に関して最先端での研究を行っている。大学教員から講義を直接受けることや、学校から離れ、大学のキャンパスで実際に観察・実験を体験することにより、生徒の興味・関心を深化させていくことができると仮定して、名古屋大学と連携したさまざまな取組を実践している。

(2) 実践

・中津川プロジェクト

名古屋大学教員と協力し開発をしてきたプロジェクトである。実施当初は、岐阜県中津川市にある東海地区国立大学の施設「中津川研究センター」を会場としていた。しかし、センターの閉鎖にともない、2018年度から岐阜県恵那市の「奥矢作レクリエーションセンター」へ移した。2泊3日のプロジェクトで6つの企画を実施する。内容は実習や実験を含み多岐にわたる。

・基礎セミナー

名古屋大学初年次教育にあたる「基礎セミナー」では、大学での学びへの登竜門に位置づいている。大学キャンパス内に立地する強みを生かし、大学での5限目(16:30-18:00)の講義を大学生とともに受講する。将来的にはアドバンスプレイズメントとして位置付ける。

・生物臨海実習

名古屋大学大学院理学研究科附属菅島臨海実験所(三重県鳥羽市菅島町)で行う実践型実習である。磯採集を行い海辺の生態系を学ぶことに始まり、ウニの発生を受精段階から時間をかけて観察する。海ほたるの観察と並行しながら夜通しのウニの発生観察を行う。

・附属農場講演会・見学会

附属中学生も参加することができる企画。名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター東郷フィールドでの農場見学のあと、大学教員の講義を受ける。実習と講義が組み合わさっているため、体験に基づく高度な研究をすることができる。

(3) 評価

SSH3期の期間、高大接続を柱にして多くの取組を実施してきた。高校在学中に高等教育に触れる機会を持つことは、自己のキャリアを確立する上で重要なことである。参加した生徒や受け入れた大学教員からの評価も高い。現在は、企画に参加し、その証として終了証を受けるにとどまるが、今後は、高大接続カリキュラム開発を念頭に置いた取組を行うこととしている。

(文責 三小田博昭)

3-4-2 附属農場講演会・見学会

(1) 仮説

本来であれば、名古屋大学大学院生命農学研究科附属フィールド科学教育研究センター東郷フィールド（以下、東郷フィールド）が地域貢献事業の一環として開催している講演会に参加する予定であった。しかし、今回は新型コロナウイルス感染防止の観点からzoom^{*}を使用し、本校の生徒は自宅から講演会に参加する形となった。本講演会・見学会は、新たに農学分野への興味を持つ生徒が増えたり、農学分野への進学を目指す生徒にとっては、見学や質問を通して自らのモチベーションを高める機会となったりすることが考えられる。例年の見学会では農場や飼育されている動物などを目の前にして観察することができるが、今回は雰囲気や匂いなど現地ではしか得られないものが得られない反面、双方向のやりとりがしやすいオンラインのメリットを生かすことで、例年にも勝るとも劣らない見学会になると考えられる。

※zoom Zoom Video Communications, Inc.が提供するweb会議システム

(2) 実践

日 時 10月31日（土）13：30～16：30

講 師 森田康広先生（名古屋大学大学院生命農学研究科）

参加生徒 16名（zoomによる参加）

講演会概要 テーマは「食と畜産を通してみる世界の姿」。世界の食糧状況が今現在どのような状況なのか、国際連合の機関であるWFP（世界食糧計画）や農林水産省等のデータを用いての講演だった。令和元年度の日本における食糧自給率は38%であり、私たちは多くの食糧を輸入に頼っていること、世界の穀物の流通は「穀物メジャー」と呼ばれる大手4社が流通の7割を握っていること、日本の年間食品ロス約612万トンはWFPが1年間で世界に支援する食糧約420万トンを大きく上回っていること等、スライドを交えて大変わかりやすい講演だった。未来の畜産については、畜産という視点からSDGsの達成に貢献できるかが現在の世界の状況だと説明があった。

見学会概要 大蔵聡先生（フィールド科学教育研究センター副センター長 名古屋大学大学院生命農学研究科）はじめ、東郷フィールドの先生方や大学院生がzoomを使用し、東郷フィールドの施設や、飼育されている動物などを紹介した。

(3) 評価

実際に東郷フィールドに足を運び、自らが体験することが東郷フィールド講演会・見学会の良さと考えていたため、当初はzoomによる実施に不安を感じていた。しかし、森田先生の講演会では、当初の予定時間を超過するほどの質問が生徒からあがり、普段よりも集中して講演会に参加できたと思われる。施設見学では、学生がzoomを通して東郷フィールド内を隈無く案内してくれたおかげで臨場感が伝わってきた。施設と施設の移動時間を利用しての質問会も、講演会同様活発に行われた。生徒の感想にも、「農学への興味関心が高まった。」「来年は是非東郷フィールドに行きたい。」といった声が多く寄せられた。

（文責 松本拓也）

第5節 教育課程外の課題探究活動

3-5-1 生徒研究員制度

(1) 仮説

生徒研究員制度は、授業後や長期休暇中に生徒が主体的に課題に取り組む課題探究である。本校では、授業時間内に多くの課題探究の時間が保障されている。中学2年生・3年生のSS課題研究Ⅰ、高校1年生・2年生のSS課題研究ⅡおよびSS課題研究Ⅲにおいて課題探究に取り組む機会がある。しかし、授業内だけでは、実験・観察などは十分に行うことはできない。そこで、授業時間以外の時間で長時間かけて多様な探究活動ができる機会として、生徒研究員制度を設けた。この生徒研究員制度を設けることによって、生徒自身が設定した課題について、長く深く探究できると考えた。

(2) 実践

高校生と中学生と一緒に活動しており、最大6年間自分の研究を継続することが可能である。現在は、チャンドラセカールプロジェクト、数学プロジェクト、色素プロジェクト、スライモールド(粘菌)プロジェクト、ヒドラプロジェクト、相対論・宇宙論プロジェクトの6つのプロジェクトが探究活動を行っている。

(3) 評価

相対論・宇宙論プロジェクトは、2020年8月のSSH生徒研究発表会において「ポスター発表賞」を受賞した。

例年参加している名古屋大学MIRAI GSC、東海地区フェスタは中止となり、姉妹校であるニューヨークのバード高校における本校主催の研究交流も中止となった。

今年度は校外での発表はすべてオンラインとなったことと、研究開始が遅れたことから、例年より発表回数が減っている。また、SSH研究成果発表会や文化祭でのポスター発表など校外に向けた発表も中止となった。しかし、生徒たちの中から、感染対策を講じた上で発表会を行う実施案が出され、第1回目は11月に実施された。第2回目は3月に実施予定である。このように6つのプロジェクト長が協力して研究を深めるという基盤ができているので、これを継続させていきたい。

3-5-2 色素プロジェクト

(1) 仮説

色素プロジェクトは、第1期SSH1年次に発足してから、今年度で15年目となる。色に対して興味関心を持つ生徒は多く、休校で参加申し込み時期が遅れた今年度も中学高校合わせて約60名が登録している。人数が多いため実験テーマは多様であり、小グループに分かれて活動している。グループに分けることで、各自が興味を持つテーマについて研究することができる。特に中学生では、日常生活の中で見つけるような身近な題材を選んで基本的な探究方法を学ぶことを目標としている。

(2) 実践

今年度は、高校2年生と中学2年生のグループはメラニンについての研究に取り組んでおり、吸光度計を用いて毛髪から抽出したメラニン含量を測定している。これは、昨年度までの研究の継続である。塩基性条件で抽出したメラニン中性や酸性では不安定であるという実験結果を得たが、原因については現在研究中である。

研究テーマ設定の動機は、捨てられる毛髪からメラニン色素を抽出して染毛剤を作ることであっ

た。しかし、市販のメラニンによる染毛剤では、メラニンの前駆体を用いている。メラニンの分子が大きいために、毛髪に染み込むことができないからである。このことは昨年度からの継続した問題点であるが、染色できる条件を探して試行錯誤を行っている。

高校1年生のグループは、こすると摩擦熱で色が消えるインクに興味を持ち、何℃で色が変化し、酸性や塩基性条件ではその変化が異なるのかを検証している。塩基性条件では、黒色が残ることや、白い紙の上では色が消えるように見えるが、実際には白色に変化していることに気づいた。インクの色が消える原理についてはわかっているが、生徒たちが自分で作ることは難しい。現在は、インクの性質を研究する中で糸口を探している。

(3) 評価

例年であれば、4月に高校3年生から1・2年生に対してこれまでの研究の説明をして、実験方法を伝達する機会があったが、今年度はそれができなかった。活動の制限も多いが、それでも地道に実験を重ねているグループもあり、子どもたちの好奇心はこのような状況下でも大きな原動力になると感じている。

これまで、鉱物中の銅の含量測定、蛍光塗料の合成、植物の種類と含まれるクロロフィルの種類の関係、クロマメに含まれるアントシアニンの塩による発色の変化、コムギ糠の発酵によるアントシアニンの合成、キノコに含まれる色素など多様なテーマを研究してきた。

このように生徒たちが自分でテーマを設定して研究を行うことによって、生徒の興味・関心を深めることができる。しかし、自分たちでテーマ設定を行うことによって上級学年のテーマを引き継がないことが多くなる。研究テーマが異なると、下級生へのアドバイスも難しい部分もあり、各グループがそれぞれに研究する状態になる。このため、プロジェクト内で発表会を行って、それぞれのグループの進み具合を共有する機会を設けてきたが、今年度は残念ながら実施できていない。

このような状況ではあるが、自分たちが考えたテーマであるため粘り強く取り組んでいる。

(文責 石川久美)

3-5-3 Slime Mold Project

(1) 仮説と実践

スライムモールドプロジェクトでは、真正粘菌であるモジホコリの行動及び生態を研究しており、粘菌の様々なパターンにおける行動からその規則性を調べることを目標としている。今年度は、新型コロナウイルス感染症の影響もあり、十分な活動には至らなかったが、次年度につなげるため、初年度から前年度までに行った実験の確認をしたため、粘菌の繁殖が中心となる活動であった。

(2) 評価

プロジェクトの生徒たちは、「モジホコリの変形体の活動規則に基づくシミュレーション作り」を目標にしている。

今後については、自分たちで実験計画をたて、試行錯誤しながら、研究を進めていき、プロジェクト立ち上げ当初に行っていた粘菌の交通網の実験と昨年度まで行っていたクエン酸のストレス耐性の実験を組み合わせ、どのように行っていくとよいかを考えているので、実験計画とともに、実験の確証を高めていきたい。

(文責 西川陽子)

3-5-4 チャンドラセカールプロジェクト

(1) 仮説

普段の生活の中で感じる身近な疑問に対し、根拠を持って分析することで、多様なものの見方や論理的思考を構築することができる。議論の根拠として実験やシミュレーションの結果を分析することで、物理的な方法の重要性を学ぶことができる。

(2) 実践

1) 学習方法

各自の興味に基づいたテーマ設定が望ましいが、毎年中学校1年生が多いのでテーマをある程度集約して、班を編成している。班による研究は、話し合いの機会を増やすことが期待でき、また、指導の負担を減らすことができる。

テーマ設定に重点を置き、自身ができる解決方法について熟考させる。興味に基づくものであっても、結果の安定性に難があると予想される場合は再考を促すこともある。

研究の過程は、実験ノートにまとめることで、正確に記録を残す習慣をつくる。このためには、ノートはハードカバーであるなど、「カッコいい」ものが望ましい。

2) 実践内容

テーマをいくつか列挙すると、「よく飛ぶ紙飛行機」「パラシュートの落下」「水の電気分解の効率」「色と温度上昇の関係」「マスクの性能」などである。

(3) 評価

今年はコロナウイルスによる休校の影響も大きく、対外発表レベルの成果を出せた班はなかった。まとめの発表を行ったが、条件設定がそろっていなかったりしている班が多く、時間不足を強く感じた。

来年度以降、どのように継続していけるのかは不透明な部分が多いが、テーマ設定に対する生徒の主体性は大事にしていきたいと思う。(文責 竹内史央)

3-5-5 数学プロジェクト

(1) 仮説

SSH校に指定される依然と比べ、指定後はより多くの生徒が進路選択で理系を選択するようになり、在校生や入学希望者の数学・理科に対する興味が高まっている。数学プロジェクトでは、特に数学に強い興味をもつ生徒が集まり、普段の授業で学んでいること以外にも、数学に関連する素朴な疑問や、大学数学に通じる発展的な内容、その他数字を用いたパズルなどをテーマに、探究活動を行っている。また、校内の活動に加え、他校との交流を通し、同じように数学に興味をもつ仲間を見つけ、問題解決することの楽しさや大変さを共有しながら、自分の興味を更に深めている。

(2) 実践

数学の得意・不得意に関係なく、全員が関わることができる取り組みとして、問題の作問およびその解説作りを行っている。さらに、作成した問題を冊子にまとめ、互いに解き合い、面白い問題への投票を行った。また、定期的集まり、各自が用意した数学のトピックの紹介をしたり、他の学校や大学と連携して、講演会などのオンラインイベントを行ったりした。

(3) 評価

数学好きな生徒が集まり、数学の楽しさを再発見する場となっている。さらに、他のコンクール

や本校主催のSSH重点枠の企画などに参加し、数学を利用して自分の力を外部に発信する姿が見られる。(文責 若山晃治)

3-5-6 ヒドラプロジェクト

(1) 仮説

授業で取り組む実験は、単元ごとに観察する目的の現象がある。そのため、生徒が自ら興味を持った現象を研究課題に設定し、自由に実験計画を設定することが難しい。本プロジェクトでは主に水生生物を実験の題材とする。見つけた題材について生態や特徴を調べ、仮説の設定と、仮説に基づいた課題を解決する力を育てることを目標とする。さらに、実験の題材とする生物を通して生命の大切さを意識させる。

(2) 実践

1) 学習方法

各自題材とする生物に基づいて班編制をおこなう。班による研究は、実験の種類を増やすことが期待できる。また、生物を扱う研究はその生物の維持に大きなエネルギーと時間を費やすため、複数で飼育する事により個々の負担を軽減させる。

仮説を立てることに重点を置き、自身ができる解決方法について熟考させる。この時、無闇に実験生物を酷使する内容であれば実験の再考を促す。また、失敗することが予測される実験であっても、危険性が伴うことや備品の大きな損失がないようならば、難しいことを伝えつつも実施することは止めない。このことで、事前の実験計画の大切さを学習させる。

実験ノートにまとめることで、正確に記録を残す指導をする。ごく当たり前のことであるが、授業でしか実験を実施したことがない場合、実験ノートを作成できない。実験ノートの作成指導を通して、記録の大切さを意識させる。

2) 実践内容

プロジェクトの発足時にはヒドラを用いて実験をおこなっていた。しかし、プロジェクトの発足から今年度までの間に、生徒達の興味関心の幅が広がったことで、研究対象を多くの水生生物にした。多様な生物が対象になったことで、アルテミア、ザリガニ、メダカ、カイミジンコ、ヌマエビ、オオカナダモ、ネンジュモなど、それぞれ興味を持って取り組んでいた。

高校生の考える生物の研究は、定性的なものが非常に多く、定量的な実験を組むことを重点的に指導した。生徒自身もその必要性を理解することで、同じ実験を繰り返して行うことや条件をそろえて一回の試行数を増やすなど試行錯誤している。例として、アルテミアの走光性の法則を調べる実験では、10回程度の試行回数だった実験を10倍以上の回数おこなうことで解析するデータの確実性を高めている。また、カイミジンコの食性について実験に取り組む生徒は、長期にわたって30以上のシャーレにとりわけたカイミジンコの解析を継続的におこなっている。

(3) 評価

仮説の設定は不十分ではあるものの、生徒自身が意識的に設定するように成長した。このことにより、実験で何を優先的に解析すべきかが明確になり、「なんとなく」実施していた実験に正確性が見られるようになった。

課題としては、生物の命に対する意識が非常に乏しく、また中庭の池から勝手に採取をして来てしまうなど、実験前の手続きに対する教育が大いに必要であることが挙げられる。自然科学の研究ではないが、実験をおこなう際の心構え、モラル・マナーについて根気良く指導していきたい。

(文責 齊藤瞳)

3-5-7 相対論・宇宙論プロジェクト

2014年度に創設した相対論・宇宙論プロジェクトは、今年度で7年目である。SSH3期目（2016年度から2020年度）では、研究グループ毎に大学の先生方のご指導をいただき、研究を進めた。また、研究グループの中には、愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同で研究を行った。本報告書では、相対論・宇宙論プロジェクトのSSH3期目の生徒研究の内容と成果を報告する。

(1) 実践内容

1-1 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室での研究

指導者：名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室

福井 康雄 名誉教授，立原 研悟 准教授，佐野 栄俊 元特任助教，林 克洋 元研究員

○分子雲衝突グループ

太陽の20倍から150倍の質量を持つ大質量星は、誕生の仕組みが20年以上に渡り研究されている。2009年以降、名古屋大学の研究グループが分子雲同士の超音速衝突によりO型星が誕生している例を10個以上発見した。この研究に興味を持った相対論・宇宙論プロジェクトの生徒が2015年度、2016年度に愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同で分子雲衝突による大質量星を含む星団の誕生の仕組みの研究を行った（詳細は図7）。

○ステラフィードバックグループ

星と星の間には、星間物質と呼ばれる希薄なガスが存在し、ガスが集まった雲が重力によって収縮して星ができるが、大質量星やそれを含む星団形成の時間進化の詳しい過程については、未だ研究されていない部分が多い。2015年度から2018年度に愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同で、星団に含まれる大質量星が放射する紫外線によって自らの母体である分子雲を破壊するフィードバック効果に着目し、研究を行った（詳細は図8）。

○ γ 線グループ

星と星の間は完全な真空ではなく、希薄にガスが存在する領域がある。そこは宇宙の中で星形成が行われる領域と考えられており、それを分子雲という。それは水素原子ガスや水素分子ガス、星間微粒子（ダスト）で構成されている。従来より、分子雲の観測には電波やサブミリ波が用いられてきたが、 γ 線による観測も可能であることを研究した（詳細は図9）。

1-2 インターネット望遠鏡を用いた月の観測・解析の研究（月の解析グループ）

指導者：慶應義塾大学 表 實 名誉教授

インターネット望遠鏡というインターネットを通して操作できる望遠鏡を使った月の継続観測・解析についての研究を2015年度から2017年度に行った。まず、2地点からの月の同時観測による地球から月までの距離を測定した。また、月の見かけの大きさ、満ち欠けを継続観測し、月が近地点を通過してから再び近地点に達するまでの周期と月の満ち欠けの周期を観測した。これらの周期が異なることから地球が太陽の周りを公転していることが検証できた。そして、月の公転周期・満ち欠けの周期を用いた地球の公転周期の測定方法を考案した。月を継続観測することで、月の満ち欠けの周期の季節的变化から、地球の公転周期は理科年表とほぼ同じ値で測定することに成功した（詳細は図10）。

1-3 ガウス加速器による射出速度の研究（ガウス加速器グループ）

指導者：名古屋大学大学院理学研究科 三浦 裕一 元准教授

ガウス加速器において、磁気的な位置エネルギーが運動エネルギーに変換され、鉄球が射出される。ガウス加速器に関する過去の研究において、連結する鉄球の数が増えるにつれて非弾性衝突の影響が大きくなることが明らかにされている。2016年度に、射出速度は連結球の個数を用いた指数

関数で記述できるという仮説を立て、連結球を従来のガウス加速器実験をはるかに上回る120個まで増やして実験した。そして、射出球の速度が鉄球1個あたりの減衰率を求めた（詳細は図11）。

1-4 気象衛星が撮影した画像の解析（気象衛星グループ）

指導者：名古屋大学大学院理学研究科 三浦 裕一 元准教授
名古屋大学大学院理学研究科宇宙論研究室 宮武 広直 特任助教

気象衛星は地球を観測することが任務であるが、その画像には太陽と月の位置に関する情報が含まれていることが分かった。2017年度から2018年度に、気象衛星が撮影した画像の解析により地球の軌道離心率と近点年を高い精度で求めた。また、皆既日食時の月影の移動から月の軌道速度を求めた。さらに、インターネット望遠鏡による月の視直径の時間変化測定から、近点月と月の軌道離心率、軌道長半径を解析し、月の軌道を求めた。2019年度には、地球-太陽間の距離を求めることを目標とした。皆既月食時に月面に投影された地球の本影の直径を用いて解析した。2018年度まで目視で行っていた画像解析を自動化し、再解析することで精度の向上を図った。これにより、月食時の地球-太陽間の距離が精度よく求めることができた（2018年度の研究成果の詳細は図12）。

1-5 重力測定による地球半径の決定（重力グループ）

指導者：名古屋大学大学院理学研究科 三浦 裕一 元准教授

2018年度からビルや地下鉄、トンネル内での重力測定に挑戦し、重力の減少を確認した。これらの重力変化から「ガウスの法則」を用いて地球半径を求めたが、意外にも測定場所により文献値から大きく外れることが分かった。その原因を検討した結果、ビルの質量の影響が無視できないことが分かった。地球に比べ圧倒的に小さいビルの質量が、至近距離にあるため無視できない効果があった。この重力の補正項を利用し、ビルや山などの周囲の構造物の質量を見積もることができた（詳細は図13）。

(2) 成果

研究成果を毎年、日本物理学会年次大会中に行われている「日本物理学会Jr.セッション」で発表した。2016年度から2019年度の4年間で10賞を受賞した（2016年度、2017年度は、全国の学校の中で最多受賞校）。2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大のため、発表が中止となった。また、高校生科学技術チャレンジにも応募し、2017年度から2019年度の3年連続で最終審査会に選出された。さらに、スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会では、2018年度、2020年度に入賞した。

「月の解析グループ」の研究成果を教育プログラムとして教育論文誌に投稿し、査読を経て掲載された。

成果の詳細を表1、表2、図1～図13にまとめる。

	発表会	主催	賞
	規模		
2020年度	令和2年度 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 (会場：オンライン)	文部科学省 JST	ポスター発表賞
	※SSH指定校及び過去に指定経験のある学校222校、文部科学大臣表彰1校、国立研究開発法人科学技術振興機構理事長賞2校、審査委員長賞3校、奨励賞6校、ポスター発表賞21校		
2019年度	第17回 高校生科学技術チャレンジ (JSEC2019) (会場：日本科学未来館)	朝日新聞社 テレビ朝日	優秀賞
	<p>※全国から267件の応募、特別賞13件、優秀賞17件 特別賞の中から7作品は、国際大会Intel ISEF(Intel International Science and Engineering Fair)に派遣。</p> <p><予備審査> アブストラクト・研究レポートをもとに、約30名の審査委員が1作品あたり5～6人で採点。71作品を選出。 <一次審査会> 予備審査を通過した研究作品について、アブストラクト・研究レポートをもとに約20名の審査委員が専門分野を中心に審査し、検討会議での協議を経て、最終審査会に進む32作品を選出。 <最終審査会> 日本科学未来館にて、ポスター発表によるプレゼンテーション審査。各分野の専門家の専門審査と企業審査委員を含めた総合審査で各賞を決定。</p>		
2018年度	平成30年度 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 (会場：神戸国際展示場)	文部科学省 JST	奨励賞
	※SSH指定校204校、文部科学大臣表彰1校、国立研究開発法人科学技術振興機構理事長賞2校、審査委員長賞3校、奨励賞7校、ポスター発表賞21校		
	第16回 高校生科学技術チャレンジ (JSEC2018) (会場：日本科学未来館)	朝日新聞社 テレビ朝日	優秀賞
	<p>※全国から247件の応募、特別賞13件、優秀賞17件 特別賞の中から6作品は、国際大会Intel ISEF(Intel International Science and Engineering Fair)に派遣。</p> <p><予備審査> アブストラクト・研究レポートをもとに、30名の審査委員が1作品あたり5～6人で採点。60作品を選出。 <一次審査会> 予備審査を通過した研究作品について、アブストラクト・研究レポートをもとに21名の審査委員が専門分野を中心に審査し、検討会議での協議を経て、最終審査会に進む30作品を選出。 <最終審査会> 日本科学未来館にて、ポスター発表によるプレゼンテーション審査。各分野の専門家の専門審査と企業審査委員を含めた総合審査で各賞を決定。</p>		
	第15回 日本物理学会 Jr. セッション (2019) (会場：九州大学 伊都キャンパス)	日本物理学会	優秀賞2件 奨励賞
<p>※全国から131件の応募、最優秀賞1件、優秀賞5件、審査委員特別賞6件、奨励賞23件 <書類審査> 応募レポート1件につき15名以上の審査員が、物理(科学的)センスを基盤に、実験・測定・観察の創意工夫やデータ解析・結果の考察などを生徒の自主性の大きさも加味して総合的に評価。 <当日審査> 2時間のポスター発表で審査委員が着眼点、論理性、工夫、表現力の4点を評価。 ※表彰 書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr.セッション委員会において賞を授与する研究を決定。</p>			

	発表会	主催	賞
	規模		
2017年度	第15回高校生科学技術チャレンジ (JSEC2017) (会場：日本科学未来館)	朝日新聞社 テレビ朝日	審査委員奨励賞 優等賞
	<p>※全国から174件の応募、特別賞12件、優等賞18件 特別賞の中から6作品は、国際大会Intel ISEF(Intel International Science and Engineering Fair)に派遣。</p> <p><予備審査> アブストラクト・研究レポートをもとに、30名の審査委員が1作品あたり5～6人で採点。60作品を選出。</p> <p><一次審査会> 予備審査を通過した研究作品について、アブストラクト・研究レポートをもとに21名の審査委員が専門分野を中心に審査し、検討会議での協議を経て、最終審査会に進む30作品を選出。</p> <p><最終審査会> 日本科学未来館にて、ポスター発表によるプレゼンテーション審査。各分野の専門家の専門審査と企業審査委員を含めた総合審査で各賞を決定。</p>		
	第14回 日本物理学会 Jr. セッション (2018) (会場：東京理科大学 野田キャンパス)	日本物理学会	優秀賞 2件 奨励賞 2件
<p>※全国から138件の応募、最優秀賞1件、優秀賞10件、奨励賞24件</p> <p><書類審査> 応募レポート1件につき17名以上の審査員が、物理(科学)的センスを基盤に、実験・測定・観察の創意工夫やデータ解析・結果の考察などを生徒の自主性の大きさも加味して総合的に評価。</p> <p><当日審査> 2時間のポスター発表で4名以上の審査委員が着眼点、論理性、工夫、表現力の4点を評価。</p> <p>※表彰 書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr.セッション委員会において賞を授与する研究を決定。</p>			
2016年度	第10回 高校生理科研究発表会 (会場：千葉大学 西千葉キャンパス)	千葉大学	千葉大学長賞
	<p>※関東地区の発表者を中心に337件の発表 地学部門：37件の発表の中から特別賞1件 (千葉大学長賞)</p>		
	第13回 日本物理学会 Jr. セッション (2017) (会場：大阪大学 豊中キャンパス)	日本物理学会	優秀賞 奨励賞 2件
<p>※全国から142件の応募、最優秀賞1件、優秀賞10件、奨励賞20件</p> <p><書類審査> 応募レポート1件につき14名以上の審査員が、物理(科学)的センスを基盤に、実験・測定・観察の創意工夫やデータ解析・結果の考察などを生徒の自主性の大きさも加味して総合的に評価。</p> <p><当日審査> 2時間のポスター発表で5名以上の審査委員が着眼点、論理性、工夫、表現力の4点を評価。</p> <p>※表彰 書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr.セッション委員会において賞を授与する研究を決定。</p>			

表1 SSH3 期目 (2016年度から2020年度) における生徒発表の受賞歴

2019年度	物理教育功労賞 (日本物理学会) 大羽 徹
	<p>研究論文 インターネット望遠鏡を利用した月の継続観測 一月と地球の公転運動の解析— 大羽 徹, 仁田野 竜大, 迫田 誠治, 表 實 日本物理教育学会, 2019年67巻3号, pp. 151-158</p>

表2 物理教育功労賞、研究論文

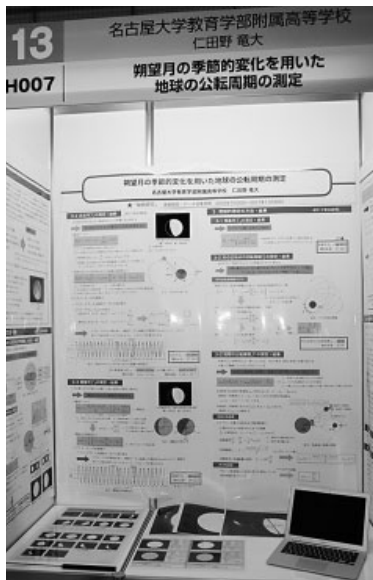


図1 JSEC2017最終審査で「月の解析グループ」が発表したブース



図2 JSEC2017で発表した研究内容が朝日新聞2018年1月20日朝刊地方版で紹介された

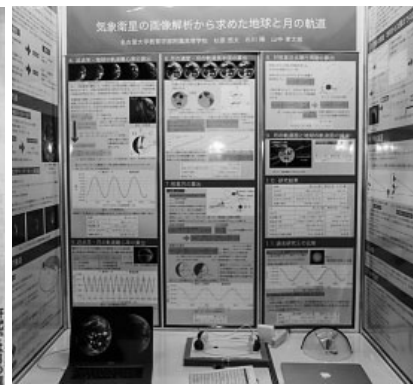


図3 JSEC2018最終審査で「気象衛星グループ」が発表したブース

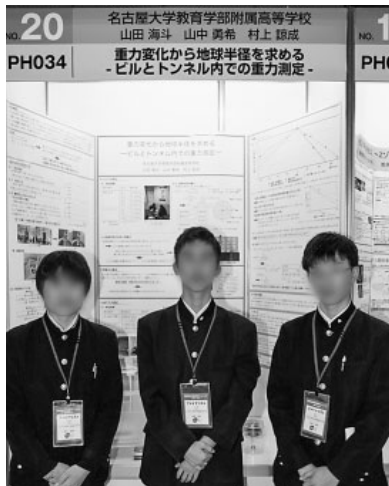


図4 JSEC2019最終審査で「重力グループ」が発表したブース



図5 第15回日本物理学会Jr.セッション(2019)の受賞式(重力グループが「優秀賞」を受賞)



図6 相対論・宇宙論プロジェクト顧問の大羽徹が「物理教育功労賞」を日本物理学会会長から授与

帆座領域における分子雲衝突による大星団の誕生

愛知県立明和高等学校
名古屋大学教育学部附属中・高等学校

1. はじめに

本星の20倍から50倍もの質量を持つ大質量星は、星団自体が持つ重力が星際外縁の影響により、小質量星と同じようなプロセスで誕生するとは異なり、では一体どのようなプロセスで誕生しているのか、20年以上にわたって誕生の仕組みが研究されてきたものの、未だ解明には至っていない。これを知らなければ大質量星は小質量星と同一ようなプロセスで誕生することができず、大質量星の形成は、星間物質が重力によって高密度化し、重力崩壊して誕生する。星間物質の重力で、密度が増加するにつれて、重力崩壊して誕生する。星間物質が重力によって高密度化し、重力崩壊して誕生する。星間物質が重力によって高密度化し、重力崩壊して誕生する。

1. 星雲(小質量星)

物質が自身の重力で収縮し、原始星を形成
中心部の温度と密度が高くなる
星雲の誕生
しかし、この方が重力崩壊して誕生する分子雲を形成できない
大質量星の誕生は不可能?

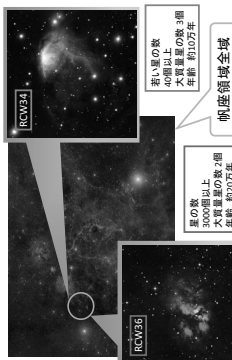
1. 星雲(大質量星)

2つの分子雲が衝突
超高速で衝突することで星雲の放射圧を打ち消し、分子
雲が衝突によって高密度化し、大質量星を形成

分子雲とは?
・水素やヘリウムなどの星間物質が濃く集まったガス雲
・可視光線を吸収(暗黒星雲)
→一般化された言葉で説明可能
・重力によって瓦解される

2. 研究方法

観測解析
 ・ASTE ^{13}CO ($J = 2 - 1, 1 - 0$)
 口径60mのサブミリ波望遠鏡
 ・OMC48 (New Submillimeter Sky Survey)
 米国の天文観測衛星が打ち上げた衛星搭載の天文観測プロファイルから得られたデータ
 ・1- σ の等質量密度面を等質量密度面として抽出
 (研究の手順)
 I. 分子雲の距離
 II. 分子雲の質量
 III. 重力的に束縛できる速度
 結果・考察



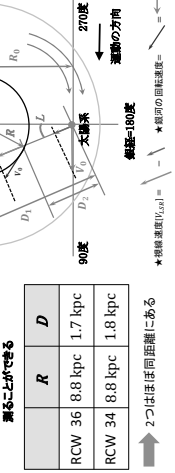
3. 結果

I. 分子雲と星団の空間分布
 II. 二つの分子雲の位置関係
 星雲の中心から星雲の中心までの距離 $\Delta x = 18 \text{ pc}$
 星雲の中心から星雲の中心までの距離 $\Delta x = 18 \text{ pc}$

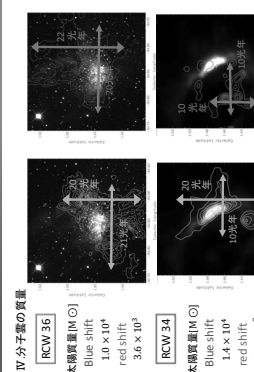
I. 分子雲と星団の空間分布
 II. 二つの分子雲の位置関係
 星雲の中心から星雲の中心までの距離 $\Delta x = 18 \text{ pc}$
 星雲の中心から星雲の中心までの距離 $\Delta x = 18 \text{ pc}$

III. 地球からの距離

距離を測定したい天体が、銀河の回転円盤と同一平面に運動している場合を考える
 ・相対速度 V_r で運動
 ・銀河系内のどの場所でも回転速度は一定
 ・太陽から銀河系中心までの距離 R_0



銀河の回転速度 $V_{rot} = 220 \text{ km/s}$
 $R = \frac{R_0 \sin(L) V_0}{V_{LSR} + V_0 \sin(L)}$
 $D = R_0 \cos(L) \pm \sqrt{R^2 - R_0^2 \sin^2(L)}$
 L: 銀緯 V_{LSR} : 観測速度
 $V_0 = 220 \text{ km/s}$, $R_0 = 8.3 \text{ kpc}$



4. 結果・考察
 RCW 36の質量: 太陽質量約 10 km s^{-1} で運動し、RCW 34の場合、太陽質量約 16 km s^{-1} で運動している。2つの分子雲が互いに重力的束縛を受けずに運動している。星雲に付随している。
 結果、分子雲と星雲は、星雲より半径に blue shiftした分子雲、星雲より半径に red shiftした分子雲がある空間分布をしている。
 以上のことから、RCW 36の2つの分子雲はおおよそ10万年前に衝突し、RCW 34の分子雲はおおよそ10万年前に衝突し、衝突してCO星雲を形成し、今は星雲が運動していると考えられる。

V. 重力的に束縛できる速度
 M, m : それぞれの分子雲の質量
 G : 万有引力定数
 r : 万有引力と遠心力のつり合い式

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$
 万有引力定数 $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
 RCW 36の分子雲間の距離 $r = 1.0 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{16} \text{ m}$
 RCW 34の分子雲間の距離 $r = 1.5 \text{ pc} = 4.7 \times 10^{16} \text{ m}$



	RCW 36	RCW 34
理論的速度差	3.7 km/s	6.3 km/s
観測的速度差	10 km/s	16 km/s

二つの分子雲と比較すると、重力的に束縛されていないといえる

今後の課題
 ・重力的に束縛できない分子雲が公転運動していると考えられる
 ・M, m: それぞれの分子雲の質量
 万有引力と遠心力のつり合い式

$$\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$
 万有引力定数 $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$
 RCW 36の分子雲間の距離 $r = 1.0 \text{ pc} = 3.1 \times 10^{16} \text{ m}$
 RCW 34の分子雲間の距離 $r = 1.5 \text{ pc} = 4.7 \times 10^{16} \text{ m}$

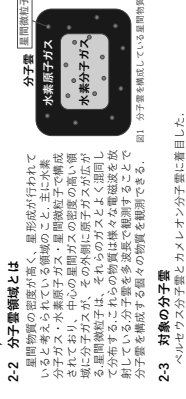
図7 第13回日本物理学会Jr.セッション (2017) で「分子雲衝突グループ」が発表したポスター (奨励賞を受賞)。愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同研究。

カメレオン分子雲及びペルセウス分子雲領域における星と星間物質の分布の関係

名古屋大学教育学部附属高等学校
愛知県立明和高等学校

①はじめに
私たちは、星形成と星間物質の関係性を調べるために研究をしています。今回の研究では、星間物質とYSO (若い星) がどのように分布しているのかについて調べたい。分子雲をサブミリ波・電波・Y線を用いて観測し、星間物質の分布、星間物質と、COの分布、星間物質の温度、星間物質の質量を調べたい。

②目的
2-1 目的
分子雲での星形成のメカニズムを明らかにする。
若い星と星間物質の分布の関係性について多波長で観測する。
分子雲の星形成のメカニズムを明らかにする。



2-4 星間塵粒子の光学特性
星間塵粒子 (ダスト) の密度を表すのに星間塵粒子の光学特性を用いる。353GHzの放射は光学的に薄いため、星間物質の密度が低い領域では観測されにくく、353GHzの放射は星間塵粒子の光学特性が強く、星間塵粒子の密度が高くなるほど、つまり星間物質の量が豊富になるほど、353GHzの放射が観測される。

2-5 水素分子ガスの電波観測
水素分子ガス自身は電波帯域での放射は弱いが、水素分子ガスとCOの放射を同時に観測することで、COの電波観測で検出された電波帯 (放射強度) を用いる。

2-6 YSO
1000倍 Starlike Object (SSO) の際、10~100μmの赤外線帯域で観測できる10倍程度の質量を持つ。

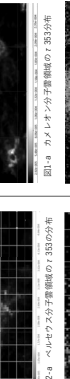
③観望機

ALMA	アタカマに設置しているCO(2.6mm)を観測する望遠鏡
Parkes	オーストラリアに設置しているHI(21cm)を観測する望遠鏡
Planck	星間塵粒子(サブミリ波)を観測する衛星
Fermi	Y線を観測する衛星、高エネルギーの放射を用いた
Spitzer	赤外線を観測する衛星、YSOの位置の把握に利用した
AKARI	赤外線を観測する衛星、YSOの位置の把握に利用した

※1. 利用したデータを整理したデータベース

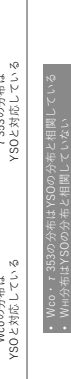
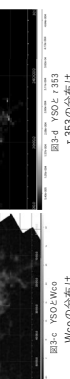
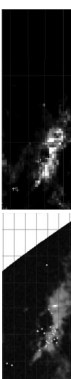
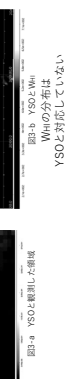
④研究
4-1 τ 353とY線カウント値の関係
Y線は星間物質全体をトレーシングしていると考えられている。
Y線の観測が難しく、観測精度が悪い。Y線の観測精度を上げるために、Y線の観測精度を上げる。Y線の観測精度を上げるために、Y線の観測精度を上げる。

カメレオン分子雲、ペルセウス分子雲領域でY線と τ 353のマップを20部分に区切り関係性を調べる



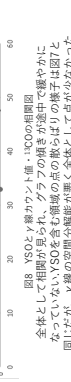
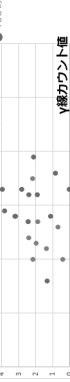
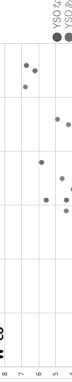
カメレオン分子雲とペルセウス分子雲領域において、星間塵粒子の光学特性と τ 353が相関していることがわかった。
星間物質全体の質量を調べるのに、 τ 353が適していることがわかった。

4-2 YSOと星間物質の関係性
CO、HI、 τ 353の分布を比較して、YSOの位置を調べる。



Y線と τ 353の分布はYSOの分布と相関している。
Y線の観測が難しく、観測精度が悪い。Y線の観測精度を上げるために、Y線の観測精度を上げる。

4-3 YSOとY線
 τ 353とY線は相関関係にある。(4.1)
 τ 353はYSOをトレーシングしている。(4.2)



Y線は τ 353と同様にYSOの分布と相関していることがわかった。
YSOをトレーシングする放射についての考察

COは光学的に薄い、 τ (Y線) は光学的に厚い。そのため放射が吸収し、YSOの位置を調べるのに適している。YSOは、Y線と相関関係にある。YSOの位置を調べるのに、Y線の観測精度を上げる。

⑥結論
YSOの分布はWcoと重ならないことより、水素分子ガスとYSOの相関関係は強い。
YSOの分布はWcoと重ならないことより、水素分子ガスとYSOの相関関係は強い。
YSOの分布はWcoと重ならないことより、水素分子ガスとYSOの相関関係は強い。

⑦今後の展望
今後、星間塵粒子の光学特性とYSOの関係性について調べる。
Y線の観測精度を上げる。
Y線の観測精度を上げる。

⑧謝辞
私たちは名古屋大学理学部天体物理学研究室の林克彦准教授、福井康徳准教授に依頼して観測を行った。観測データを提供してくれた。また、愛知県立明和高等学校教諭日浦正流先生、名古屋大学教育学部附属高等学校教諭日浦正流先生にも御礼申し上げます。お世話になりました。

⑨参考文献
私達は名古屋大学理学部天体物理学研究室の林克彦准教授、福井康徳准教授に依頼して観測を行った。観測データを提供してくれた。また、愛知県立明和高等学校教諭日浦正流先生、名古屋大学教育学部附属高等学校教諭日浦正流先生にも御礼申し上げます。お世話になりました。

⑩参考データ
公開データ
(1) AKARIの星間塵粒子の分布データ
(2) Spitzer衛星による星間塵粒子の分布データ
(3) Fermi衛星のY線観測データ
(4) WISE衛星のY線観測データ
(5) WISE衛星のY線観測データ
(6) WISE衛星のY線観測データ
(7) WISE衛星のY線観測データ
(8) WISE衛星のY線観測データ

⑪お問い合わせ
お問い合わせ先
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区

⑫お問い合わせ
お問い合わせ先
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区

⑬お問い合わせ
お問い合わせ先
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区

⑭お問い合わせ
お問い合わせ先
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区

⑮お問い合わせ
お問い合わせ先
名古屋大学理学部天体物理学研究室
〒464-8602 名古屋市中区東区

図9 第15回日本物理学会Jr.セッション (2019) で「Y線グループ」が発表したポスター。愛知県立明和高等学校SSH部物理・地学班との共同研究。

朔望月の季節的変化を用いた地球の公転周期の測定

名古屋大学教育学部附属高等学校

1. はじめに

月の黒い部分の割合を測定し、季節的変化から地球の公転周期を測定する。

2. 直接的測定の結果

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

3. 間接的測定の結果

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

4. まとめと考察

直接的測定、間接的測定、考察。

5. 謝辞

関係者への感謝。

6. 参考文献

関連書籍や論文のリスト。

朔望月の測定

月の黒い部分の割合を測定し、季節的変化から地球の公転周期を測定する。

直接的測定

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

間接的測定

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

考察

直接的測定、間接的測定、考察。

謝辞

関係者への感謝。

参考文献

関連書籍や論文のリスト。

3-2 地球の公転周期 P、軌道離心率 e_e の測定・結果

恒望月 T_1 と朔望月 T_2 が一致しないのは、月が公転する間に地球も太陽の周りを公転して移動していることを示している。

地球の角速度

地球の公転周期 P、軌道長半径 a_e、軌道離心率 e_e、地球の中心から地球の中心までの距離 r_e、地球の角速度 ω_e、地球の公転速度 v_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e。

恒望月 T_1 と朔望月 T_2 の関係

地球の公転周期 P、軌道長半径 a_e、軌道離心率 e_e、地球の中心から地球の中心までの距離 r_e、地球の角速度 ω_e、地球の公転速度 v_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e。

直接的測定

地球の公転周期 P、軌道長半径 a_e、軌道離心率 e_e、地球の中心から地球の中心までの距離 r_e、地球の角速度 ω_e、地球の公転速度 v_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e。

間接的測定

地球の公転周期 P、軌道長半径 a_e、軌道離心率 e_e、地球の中心から地球の中心までの距離 r_e、地球の角速度 ω_e、地球の公転速度 v_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e、地球の公転軌道の傾斜角 i_e。

考察

直接的測定、間接的測定、考察。

謝辞

関係者への感謝。

参考文献

関連書籍や論文のリスト。

朔望月の測定

月の黒い部分の割合を測定し、季節的変化から地球の公転周期を測定する。

直接的測定

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

間接的測定

地球の中心から月の中心までの距離、恒望月(月の公転周期)、月の近地点の回転周期、月の軌道長半径、軌道離心率、朔望月(月の黒い部分の割合)。

考察

直接的測定、間接的測定、考察。

謝辞

関係者への感謝。

参考文献

関連書籍や論文のリスト。

図10 第14回日本物理学会J-セッション (2018) で「月の解析グループ」が発表したポスター (優秀賞を受賞)

120個-長大ガウス加速器の射出速度の減衰率測定

名古屋大学教育学部附属高等学校

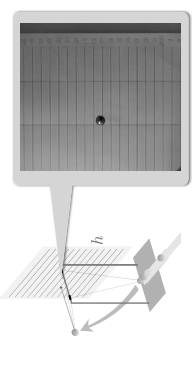
1.はじめに

今回の研究において
 ・ガウス加速器の射出球の速度
 ・減衰球を弾き出した場合の射出速度の減衰率を計算した
 ・ガウス加速器が加速できる運動数を求めた

2.射出速度の測定

2-1 考察した方法
 高速カメラで衝突の様子を240コマ/秒で撮影
 コマ送りして鉄球の位置を測定・速度を計算

2-2 実験1(振り子を用いた測定)
 2種類のの方法で検証
 方法 1 射出球を水で止るしておき、衝突後到達する高さを計測する



計算
 1 最高到達点 = 射出球が到達する最も高い点

$$U = mgh = \frac{1}{2}mv^2$$
 計測から $m = 4.09 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, $h = 1.73 \times 10^{-1}$ より、

$$U = 6.93 \times 10^{-3} \text{ J}$$

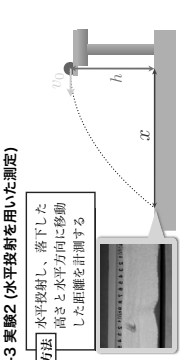
2-3 実験2(水平投射射を用いた測定)
 方法 水平投射し、落下した高さから水平方向に移動した距離を計測する

計算

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{g}x}$$

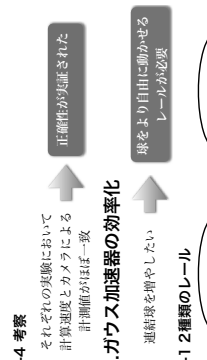
$$v_0 = 1.89 \text{ m/s}$$

$$v_0' = 1.88 \text{ m/s}$$



2-4 考察
 それぞれの実験において計算速度とカメラによる計測値がほぼ一致

3.ガウス加速器の効率化
 3-1 2種類のレーラー
 ピースレーラー
 ビーズレーラー



3-2 実験結果・考察
 球を正しく衝突させる必要がある
 球をより自由に動かせるレーラーが必要

4.連結球の個数と射出エネルギーの関係

4-1 実験の概要

良好な実験条件
 ・浮きレーラーの使用
 ・カメラを用いた射出速度の測定

4-2 射出速度の減衰モデル

衝突が連結球の内部を伝わる際に減衰が起こる

仮説
 射出速度は連結球1個につき一定の割合で減少する

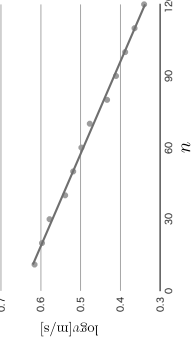
$$\frac{dv}{dn} = -kv$$

$$v = Ae^{-kn} \quad (A: \text{1個の速度})$$

$$\log v = -kn + \log A$$

4-3 実験結果

軸に連結球の個数、縦軸に射出速度の自然対数をとってグラフを描いた



グラフが1次関数
 仮説が実証された

$$A = 1.91 \text{ m/s} \quad k = 2.60 \times 10^{-3}$$

4-4 考察

鉄球1個あたりの射出速度減衰率 0.260 %
 過去の研究で測定されてきた減衰率よりもはるかに小さい
 必要があれば
 減衰率の定義

$$a = \frac{v_0(\text{射出速度})}{v_0(\text{入射速度})}$$

5.連結球の材質と加速率の関係

連結球の材質をジュロコロン・真鍮の2種類用意し、実験4と同様に射出速度を測定

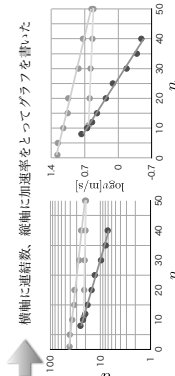


図2 実験結果

加速率が1となる連結球の時
 初速と射出速度が等しくなる

材質	減衰率	加速限界
ジュロコロン球	0.147 %	255 個
真鍮球	3.96 %	88 個
鉄球	0.260 %	1190 個

減衰率はそれぞれ異なる
 減衰率は材質の持つ弾性係数に依存している
 鉄球の射出速度の減衰係数が小さくなっている

磁石による吸引力を振り回すために射出エネルギーの一部が使われた
 しかし弾性係数が大きいので減衰係数が小さくなる

6.まとめ

- ・射出速度を正確に測定する方法を開発した
- ・開発した手法により射出エネルギーの減衰率を求めた
- ・進入球が加速される限界となる連結数を求めた
- ・連結球の材質を変えてそれぞれの射出速度の減衰率を求めた
- ・材質によって減衰率は大きく異なることがわかった

7.今後の課題

今後は連結球の材質による射出速度の減衰率の違いを調べたい。

8.謝辞

本研究を進めるにあたり、本校の大田徳先生のご指導を頂きました。また、日本科学協会のサイエンスエンターテインメント推進事業の支援により、ご指導頂いた名古屋大学理学部理学科の三浦裕一准教授に厚く御礼申し上げます。最後に、実験器具を貸与頂いた名古屋大学教育開発院物理実験室に感謝いたします。

9.参考文献

牧原一義・杉本佳隆(2012)「ガウス加速器における自事とエネルギーの測定」, 三重大学教育学部研究紀要 第63巻自然科學, pp.1-5

図11 第13回日本物理学会Jr.セッション (2017) で「ガウス加速器グループ」が発表したポスター (奨励賞を受賞)

電子天秤でビルと山の質量を測る — 一重カグループにおける周囲の構造物の質量の補正 —

名古屋大学教育学部附属高等学校

1. はじめに

我々はビルや地下鉄、トンネル内の重力測定に挑戦し、地表に比べて重力の減少を確認した。これらの重力変化からガウスの法則を用いて地球半径を求めたが、ビルの質量の影響により理科年表の値よりも大きくなった。そこでビル以外の非階段で測定を行い、理科年表の値に近い値を測定した。そして測定される重力変化と測定した重力変化の差から、周囲の構造物の質量を見積もることができた。

2. 目的

高いビルや地下で地表に比べて重力が減少することを確認

3. 重力変化の測定方法

- 3-1 測定原理
 - 測定した重力変化から地球半径を求める
 - 理科年表の値と測定値の差から頭上の物質の密度を求める
- 3-2 測定方法
 - 分析用電子天秤 METTLER-AG285 (最大850gまでの重さを分解能10μgの精度で測定可能)
- 3-3 精度を上げるための工夫
 - 各測定場所でも最低12回測定を行い、最も高い値と最も低い値を除いたものを平均して測定値とする。
 - 3-3-1 ゼロ点の変化の補正
 - 機械的構造上の測定に重なる点(ゼロ点)にズレが生じる。ゼロ点(BG)の変動を正確かつ効果的に測定するため、図1のように上下機構を製作し、図2のように重りの高さ(H)からゼロ点の変動を除いた(H-BG)を測定値とした。
 - 3-3-2 ゼロ点のズレを補正して重力変化を解析する
 - 同一の重りでの地表を基準として重力変化を解析する

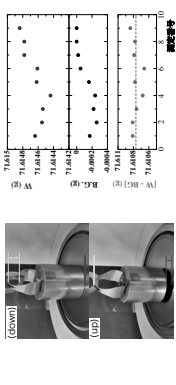


図1 上下機構
図2 ゼロ点の変動を排除する方法

3-5 測定場所
地表より高い測定場所
・名古屋大学白樺 非階段(愛知県名古屋市中村区千種区不老町)
・愛知大学名古屋キャンパス(愛知県名古屋市中村区千種区千種4-60-6)
・ミッドランドスクエア(愛知県名古屋市中村区千種区千種4丁目7-1)
地表より低い(地下)の測定場所
・名古屋大学地下鉄名鉄線名古屋駅(愛知県名古屋市中村区千種区不老町)
・北山トンネル(愛知県豊田春日井市津内町 国道19号線)

3-4 測定値のバラつき

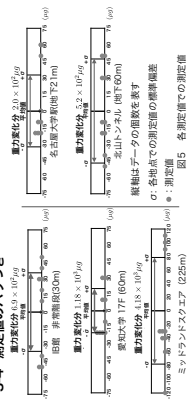


図5 各測定場所での測定値のバラつき

4. 測定結果から地球半径の算出

4-1 半径の算出方法

各測定場所での地表から高さh[m]地点における重力 $F_g(h)$ 、質量 M の地球、質量 M' の質点

$$F_g(h) = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$= G \frac{Mm}{R^2} \left(1 - 2\frac{h}{R}\right)$$

($h/R \ll 1$)

各測定場所での地表での重力

$$R = \frac{2F_g(0)h}{F_g(0) - F_g(h)}$$

地下h[m]地点より地下にある地球の質量 M_{R-h}

$$M_{R-h} = \rho \frac{4}{3} \pi (R-h)^3$$

地下h[m]における重力 $F_g(h)$

$$F_g(h) = G \frac{M(1 - \frac{h}{R})^2 m}{(R-h)^2} = G \frac{Mm}{R^2} \left(1 - \frac{h}{R}\right) \left(\frac{h}{R} \ll 1\right)$$

$$R = \frac{F_g(0)h}{F_g(0) - F_g(h)}$$

4-2 計算結果と地球半径の考察

頭上の質量によって、重力の減少依存性は小さくなり、重力変化の勾配は小さくなる。地球半径は大きくなる。

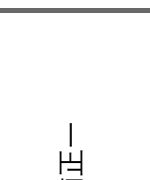


図9 各測定場所における高さとの重力変化の関係

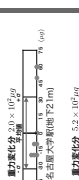


図10 18階(非階段)での測定の様子

ビルの質量による影響が少ないと考えられる非階段で計測

解析の結果、地球半径は6423km

地球半径の誤差はビルの質量によるものだとわかった

旧館(非階段)での測定値は理科年表の値とほとんど同じ

地上と地下で変化が約2倍

測定値の勾配は理科年表の値より薄い

地上では、ビルの質量による引力、地下では地上の平均密度を地球全体と同じ密度として考えたことにより、高さの変化による重力変化が小さくなった

地下での測定結果からの半径と理科年表の値との誤差は、頭上の密度を地球の平均密度と仮定したためと考えられる

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

頭上の物質の密度を求められ、考えた

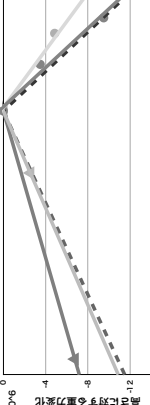


図12 遠心力の影響

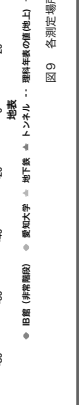


図12 遠心力の影響

我々は浮力、遠心力は重力変化に対して極めて小さいため考慮する必要がないと考えたが、測定を正確に行うために計算を行った。

$$\Delta F_2 = F_2(R+h) - F_2(R)$$

$$= m\omega^2 \cos^2 \theta$$

地表とh地点での浮力の差 ΔF_{air}

$$\Delta F_{air} = F_{air}(z) - F_{air}(0)$$

$$= [\rho_{air}(z) - \rho_{air}(0)]V$$

測定場所	浮力の差	遠心力の差
旧館	$2.0 \cdot 10^{-4}g$	$8.7 \cdot 10^{-6}g$
愛知大学	$4.6 \cdot 10^{-4}g$	$2.0 \cdot 10^{-6}g$
ミッドランド	$1.6 \cdot 10^{-3}g$	$7.0 \cdot 10^{-5}g$

表3 各測定場所での浮力と遠心力の影響

浮力は重力変化の29%、遠心力は無視できない

7. 今後の課題

本研究の解析ではビル内の柱を考慮してビルの質量を求めることができないため、さらに解析方法を改善する。また、重力変化は浮力の差が大きな影響を与えるため、気圧や気温の差から浮力を計算し、より精密な重力測定を行いたい。

8. まとめ

我々は電子天秤を用いて微小な重力の高さ依存性を測定し、地球半径を算出したことができた。特に、地下やトンネル内で重力が減少することは予想外であった。電子天秤の精度を生かすため、ゼロ点の変動を除去するための、上下機構を製作するなど測定方法を工夫した。地球の半径を求める際、地球の質量に比べてはるかに小さいビルの質量が無視できないことが分かり、ビルの影響を受けにくい非階段で測定を行うことができた。理科年表の値と測定値の差から頭上の物質の質量を見積もることができた。

9. 謝辞

測定にご協力いただいた、愛知大学の北尾善孝先生、地下鉄名古屋大学駅、ミッドランドスクエアの東和不動産株式会社にご協力を申し上げます。本研究を進めるにあたり本校教員の犬塚研究室にご指導申し上げます。また、日本物理学会のサイエンスメンター制度事業にご支援によりご指導をいただいた、名古屋大学理学部研究科の三浦裕一先生に厚く御礼申し上げます。

10. 参考文献

国立天文台編(2017) 『理科年表 平成30年度』 丸善出版

3-6-1 協同的探究学習を用いた授業実践の概要

(1) 仮説

協同的探究学習は、生徒一人一人が自分で答えを形成するための支援ができる学習法で、東京大学大学院教育学研究科藤村宣之教授が提唱する学習法である。すべての教科や課題探究にも適用でき、生徒の自己肯定感や仲間作りにも役立つため、様々な場面でこの手法による授業を展開できる。本校でも既存の教科とSS課題研究に「協同的探究学習」を取り入れることで、現代的な課題の本質について、他者と協同しながら主体的に探究し続ける生徒を育成できるという仮説を立てた。

理解・思考型学習である協同的探究学習は「わかる学力」(=様々な概念を理解する力)を育成するのに適した方法である。課題研究にも取り入れることで、因果関係を自分の言葉で説明する力や、課題の本質を理解し、多元的・長期的に考える力を育成できる。実技系教科も含めた既存教科で身につけた各教科の「わかる学力」と、SS課題研究の中で身につけた教科横断型の「わかる学力」の相乗効果により、主体的な学びへと生徒が変化し、理解・思考・表現力が高まると考えた。

(2) 実践

協同的探究学習の各授業に於いて共通する段階を次に示す。

①非定型問題(導入問題)による既有知識の活性化

↓・身近ではあるけれども、答えが一つに限らない問題に取り組んでみる。

②個別探究による自己説明

↓・自分なりの考えをノートに書く。特に理由が大切。

↓・別の解き方や考え方がないか考えてみる。

③協同探究による知識統合

↓・多様な考えをクラスで発表する。聴くことも重要。

↓・考えの間の共通点、違い、つながりを考えてみる。

④再度の個別探究による理解の深化

・友だちの考えも生かしながら展開問題に取り組む。

様々な教科の授業や課題探究の授業時のどのような場面でこの学習法を取り入れることができるか、藤村先生のアドバイスを基に、10月の研究会に向けた各教科の実践をとおして研究を重ねてきた。

(3) 評価

今年度の協同的探究学習による授業実践は、コロナ禍で藤村先生の定期的な観察ができない中、試行錯誤を繰り返しながら実践された。話し合いの授業はコロナ禍では配慮が必要であり、実践には慎重さが求められた上に、長期間の休校により授業時間が削減され、取り組みの回数も少なくせざるを得ない状況の中ではあったが、生徒につかませたい概念理解と本質をおろそかにできないため、各実践を試みた先生方は苦勞が多い年度であった。詳しい内容はこの後の個々の実践で報告するが、今後とも協同的探究学習の適応できる教科、分野を広げるとともに、オンラインでも実施できる手法についても研究する必要があるという課題もでてきた。(文責 今村敦司)

3-6-2 各教科における取り組み

「国語」(中学2年生)における協同的探究学習授業アイデア(瀬古淳祐)

1 主題(単元・題材)名・資料名「走れメロス」(光村図書)

2 ねらい(単元目標)

- ・登場人物の心情の変化を読み取り、作品への理解を深める。
- ・描写や会話に着目し、人物像の変化をとらえ、作品を読み味わう。

3 主題設定の理由(指導における自分の考え方)

(1) ねらいとする価値について(単元観)

中学2年生で学習する物語教材の集大成に位置づけられるものである。王との約束を果たそうとするメロスの心情を場面に沿って読み、どのように変容していくのかを理解することで、読む力だけでなく人として成長することの大切さを実感してもらいたい。

(2) 生徒の実態(児童・生徒観)

挙手による発言は多くないものの、国語の学習に意欲的に取り組む生徒が多い。ワークシートに自分の意見をしっかりと書き込むことができ、話し合い活動は活発に行う。本文を根拠とせずに議論が進むことがあるため、話し合いの際には支援に気を配りたい。

(3) 資料について(教材観)

物語の展開に沿ってメロスの心情は変化しているが、それと同時にメロスが走る理由も複雑になっていく。走る理由が変わる中に、メロスのどのような変化があるのかを読み取らせていくことで、物語を読み深めていくことができると考える。

4 単元の指導計画

時数	学習内容	学習活動	評価
1	範読。初読の感想を書く。	物語の展開に沿って人物像を押さえる。	ワークシート
2	メロスと王の人柄を整理する。	人物の描写から人物像を読み取る。	定期テスト
3 4 5	メロスが村へ帰り妹の結婚式に参加する場面～村を出発後に直面した困難と、挫折の様子をまとめる。	物語の展開に沿って描写に着目し、メロスの心情の変化を読み取る。	定期テスト
6	メロスの復活をまとめ、メロスが走る理由を考える(個別探究Ⅰ)。	「もっと恐ろしく大きいもの」とは何かを考える。	定期テスト
7	(本時)メロスが走る理由を班やクラスで議論し(協同探究Ⅰ・Ⅱ)、自身の読みに生かす(個別探究Ⅱ)。	前時の課題を班やクラスで議論し、再度個人で考える。	定期テスト
8	王の変容を読み取る。	王の心情の変化を読み取る。	定期テスト
9	まとめ	読後の感想や、続きの物語を書く。	ワークシート

5 本時のねらい(わかる学力)

協同的探究学習を通して、メロスがなぜ走るのかを議論し、走る理由やメロスの変容について自分の考えをもつことがねらいである。議論を通して新たな視点を獲得し、それを個人の読みに生かしたい。

6 展開

導入問題 (前時)

- ・「もっと恐ろしく大きいもの」が何か、なぜそう考えたのかを本文の記述を根拠に考えよう。

個別探究Ⅰ (前時)

- ・周囲と相談せず一人で考え、ワークシートに記入する。

【予想される生徒の反応例】

- ・奸佞邪知を打ち破るため（王に人は信じることができるといふものを教えることを大事にしていたから）
- ・信じられていることに応えなくてはいけないという気持ち（メロスは人を疑うことが嫌いで、良くないという信念を持っており、これを貫き通したいと思っているから）

協同探究Ⅰ・Ⅱ (ここからが本時)

- ・「もっと恐ろしく大きいもの」が何か、そう考える根拠は何かを班で議論する。（協同探究Ⅰ）
- ・班で議論した内容をクラス全体に発表する。（協同探究Ⅱ）

〈関連づけ発問〉

- ・出た意見の共通点や相違点を整理する。

【予想される生徒の反応例】

- ・信頼関係（信頼を裏切ることや、正義と愛と信実を大事にしないことは、王と一緒に）
- ・セリヌンティウスとの信実（友からの信頼を裏切ってはいけないというメロス自身の人を信じ、正直に生きるという考え）

〈追究型発問〉

王と約束した場面と現在の場面とで、メロスの気持ちが変わったのかを考える。

【予想される生徒の反応例】

- ・王との約束を果たすことや、セリヌンティウスを助けることが、強く切実なものになった。
- ・挫折を経験してより強くなった。

展開問題 (個別探究Ⅱ)

- ・班や全体で発表・議論したことを踏まえ、再度個人で「もっと恐ろしく大きいもの」が何か、なぜそう考えたかをワークシートに記述する。

【予想される生徒の反応例】

- A 信実、信頼に応えなければならないという思い（最初は王を見返すことが目的だったが、最後には友の期待を裏切らないことを大事に思うようになったから）
- B 人間の信実（セリヌンティウスとの間にある信実を、王に証明しようとしているから）

【導入問題のポイント (よさ)】

- 物語全体を踏まえて考える必要がある。
- 複数の考えを書くことができる。
- 多くの生徒が自分の考えをもって議論に参加しやすい。

【考えやすい工夫】

- 手が止まっている生徒には、まずは根拠などを省略して書いてよいことを助言する。
- 生徒が自分の力で考えられるよう、指導や助言はあまり行わないようにする。

【協同探究の進め方、工夫】

- 班での議論（協同探究Ⅰ）は短時間で行う。
- 個人の意見を組み合わせるなど、話し合いを通じて意見をより良いものにするよう生徒に伝える。
- 机間指導などでポイントとなる意見を書いている生徒を探しておき、協同探究Ⅱに向けて指名する準備をしておく。

【展開問題のポイント (よさ)】

- 直前の追究型発問を生かして、前の場面と現在の場面を比較して考えることで、メロスの気持ちの変容を捉えやすく、記述の比較によって理解の深まりを測りやすい。

【評価】

- A：本文中に書かれていることを根拠にしつつ、場面の変化に伴うメロスの気持ちの変化を理解した上で、「もっと恐ろしく大きいもの」が何かを説明できる。
- B：本文中に書かれていることを根拠にしながら「もっと恐ろしく大きいもの」が何かを説明できる。

「中学3年数学」（三平方の定理）における協同的探究学習授業アイデア（若山晃治）

- 1 主題（単元・題材）名・資料名「改訂版中学校数学3（座標平面上の2点間の距離）」（数研出版）
- 2 ねらい（単元の目標）

座標平面上で2点間の距離を求める際に、三平方の定理を利用することができるようになる。

- 3 主題設定の理由（指導における自分の考え方）

(1) ねらいとする価値について（単元観）

中学2年生の合同，中学3年生の相似などで考えてきた「辺の長さが等しい」や「角度が等しい」といった平面図形の性質が，座標平面上で座標を用いてどのように表すことができるかを発見する。

(2) 生徒の実態（児童・生徒観）

男子は数学が得意な生徒が多く，発展的な問題にも積極的に取り組む姿が見られるが，言葉による説明を省略する傾向がある。女子は数学を苦手と感じている生徒が多いが，式や説明を丁寧にかく生徒が多い。クラス全体としては，問題に取り組む際，周りの人と質問し合いながら考える雰囲気ができている。

(3) 資料について（教材観）

三平方の定理を用いて2点間の距離を求めることは，座標平面上で平面図形を考える貴重な機会となる。入試では座標平面上で三角形の面積や垂線の長さを求めたり，等積変形をしたりといった問題が多く見られ，それらの問題を見据え，座標平面上で図形の性質を表現する考え方を学ぶ。

4 単元の指導計画

時数	学習内容	学習活動	評価
3	三平方の定理	定理の意味を理解し証明をする 直角三角形の辺の長さを求める	証明を理解している 辺の長さを求められる
1	三平方の定理の逆	定理の意味を理解し証明をする 直角三角形を判別する	直角三角形であることが判別 できる
本時 5 / 6	平面図形への利用	長方形や二等辺三角形に定理を用いる 特別な直角三角形の辺の比を学ぶ 弦の長さなど，円と関連した問題を考える 座標平面上で2点間の距離を求める	平面図形の中に直角三角形を見出し，定理を使える 座標平面上で図形の性質を表現することができる
3	空間図形への利用	直方体の対角線や錐の体積を求める 立体の表面上の最短経路を求める	空間図形の中に直角三角形を見出し，定理を使える 展開図を考え，最短経路を求めることができる

5 本時のねらい（わかる学力）

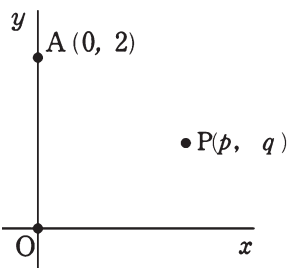
「辺の長さが等しい」といった辺の長さに関する条件については，三平方の定理を用い，2点間の距離として式で表すことができ，「角度が等しい」といった角度に関する条件については，特別な直角三角形の比や相似を用い，座標の比や直線の傾きとして表すことができることを学び，その理由を考える。

6 展開

導入問題

座標平面上に原点O, A (0,2), P (p,q) ($p>0$) の3点を頂点とする正三角形を考えます。

このときp, qはどのような条件を満たすでしょう。また、その式は正三角形の性質とどのように関係しているでしょう。



個別探究

個人で導入問題に取り組む。

【予想される生徒の反応例】

- ・正三角形の辺の長さが等しいことに着目して、三平方の定理を用い、2点間の距離を式で表す。
- ・正三角形が二等辺三角形であることに着目して、 $q=1$ を見出す。
- ・正三角形の角度が 60° であることに着目して、 30° , 60° , 90° の直角三角形の比を用いる。
- ・点Pを通る直線の式を求める。

協同探究

個別探究で考えた内容を生徒に発表させ、それぞれの式が図形の性質とどのように関連付いているのかを全体で確認する。また、それぞれの考え方を比較し、相違点や関連性を見出す。

全体での確認のあと、大事だと思ったポイントを書きださせ、共有する。

【追究型発問】

①すべての解法に共通することは何か？

(三平方の定理を利用している)

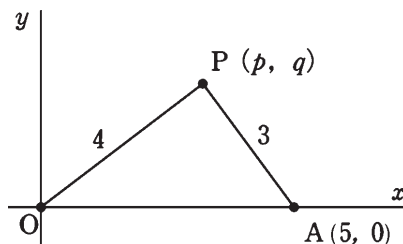
②どうして座標の計算に三平方の定理を利用できるのか？

(座標が直交している \Rightarrow x座標とy座標の値の差が、直角三角形の「横の長さ」と「縦の長さ」になるから、など)

展開問題

原点O, A (5,0), P (p,q) ($p>0, q>0$) を頂点とする $\triangle OAP$ を考えます。OP=4, AP=3のとき、(p,q)を求める方針をかきだし、その値を求めましょう。また、どうしてその方法で求められるのか

を、図や言葉で説明しましょう。



【導入問題のポイント (よさ)】

正三角形を辺の長さが等しい三角形として見るか、角度が等しい三角形として見るかで、p, qが満たす式として異なるものが現れる。単に座標を求めるとするのではなく、p, qの式、および関連する図形の性質を考えさせる。

【考えやすい工夫】

導入問題に取り組む前に、全体で正三角形はどのような三角形だったかを発問する。ワークシートに「どのような性質と関係しているのか」を書くスペースを作る。

【協同探究の進め方、工夫】

導入問題でそれぞれ異なる考え方をしている生徒を指名し、板書および発表をさせる。相違点や関連性を考える中で「辺の長さが等しい」という条件から三平方の定理を用い、式がたてられること、「角度が 60° 」という条件から、pやqの比や直線の傾きが分かることに気付かせる。

【展開問題のポイント (よさ)】

2点間の距離を、三平方の定理を用いることで式を立て、座標を求めることができる。三平方の定理の逆より $\angle P=90^\circ$ がわかり、相似や直線の式を利用して、座標を求めることができる。

【評価】

A：展開問題において、用いた図形の性質と、それに対応する式がかけ、座標の求め方がその理由とともに説明されている。
B：図形の性質に着目して立式し、座標は求めることができているが、その方法で求められる理由の記述に不十分さがみられる。

「理科」(中学2年)における協同的探究学習授業アイデア

- 1 主題(単元・題材)名・資料名「物質をつくっているもの」(大日本図書)
- 2 ねらい(単元の目標)
- 3 主題設定の理由(指導における自分の考え方)

(1) ねらいとする価値について(単元観)

周期表を学習するにあたり、周期的であることを実感するには電子配置に触れる必要があると考える。また、分子をつくるものと分子をつくらないものの違いを理解するためにも、貴ガスの電子配置が安定であることに触れることで、本質的な理解に迫ることの一助になると考える。

(2) 生徒の実態(児童・生徒観)

学習内容について、深く理由を追究する態度を持つ生徒が多く、たくさんの質問が出る。質問に答えると、他の生徒から質問が出るというように連鎖して深まっていくこともしばしばある。

(3) 資料について(教材観)

電子配置は教科書には中3の発展として出てくるが、単なる暗記にせず、今後の学習への足掛かりをつくるためにも、また、宇宙の起源から考え、1つずつ書いていくことで、目に見えない原子をイメージする一助になればと考えている。

4 単元の指導計画

時数	学習内容	学習活動	評価
1	原子元素の周期表	宇宙の始まりから原子のでき方について簡単に触れながら、原子番号1~20までの原子の電子配置を書く。周期的に、最外殻の電子の数が同じものが現れることに気づかせる。	最外殻の電子の数から周期性に気づくかどうか。
2	原子元素の周期表	貴ガスの電子配置が最も安定であること、及び、他の原子も電子を受け取ったり、放出したりすることで、その電子配置になりやすいことを伝える。電子を受け取りやすい原子(電子をほしい原子)と電子を放出する原子(電子がいない原子)があることについて考える。電子が-の電荷をもっていることから、電子を受け渡した結果、どんな電気を帯びるかについても考える。	-の電荷を帯びた電子の受け渡しにより、どのような電気を帯びるかを考えることができるか。
3	分子からなる物質	本時	
4	分子をつくらない物質	電子がいない原子と電子をほしい原子でくっつく場合。片方が他方に完全に受け渡してしまうので、前者が+の電気、後者が-の電気を帯び、果てなくくっつく。電子配置のプリントを見て、NaとClについて考える。Naは電子がほしいかいないか。何個の電子がいないか。Clは電子がほしいかいないか。何個の電子がほしいか。+、-の電荷をいくつずつ帯びるのか。その結果、 Na^+ と Cl^- はどんな割合でくっついていくのか。1:1でずっとくっつくモデル図を書く。これを代表してNaClと表わすことを学ぶ。塩の結晶として目に見えるくらいたくさんくっついていることと関連付け、NaClという分子をつくっているわけではないことを理解する。CaとClについても同様に考える。Agが Ag^+ になることや CO_3^{2-} 、 HCO_3^- をヒントとして与え、これまで学習した酸化銀、炭酸水素ナトリウム、炭酸ナトリウムについてもモデル図と化学式を書く。	分子をつくる物質と分子をつくらない物質を区別できるか。 Ag ₂ Oなども、分子ではなく2:1の比でずっと結合していることを理解できているか。

時数	学習内容	学習活動	評価
5	分子をつくらない物質	金属の単体はどのようにつながっているかについて考える。化学式では原子1個を書くが、目に見えることから、たくさんの原子がつながっていることを予測させる。電子配置のプリントから金属どうしでくっつくことは、電子がいない原子どうしでくっつく場合であるということに気づかせる。 放出される電子は誰も受け取らず、自由に動き回りながら、しなやかに原子をつなげる。このことと、中1で学習した展性・延性・電気伝導性を関連付ける。	1個の原子の記号で表していても、原子1個で存在しているわけではないことを理解しているか。

5 本時のねらい（わかる学力）

原子が組み合わさって物質を作る方法のうち、分子をつくるものについて、電子配置を考慮に入れて理解することを目指す。

6 展開

導入問題

電子をほしい原子どうしでくっつく場合。ほしい電子の数だけ手を出す。手の数が余らないように手をつないで分子ができる。 H_2 、 O_2 のモデル図と化学式を書いてみる。中1でも学習した H_2 や O_2 は非常に小さな原子が2つ結びついて飛び回っている。目に見えないのは小さすぎるためである。

個別探究

N_2 、 H_2O 、 CO_2 、 NH_3 のうちどれかを選んで、モデル図と化学式を書く。それぞれ発表する。

協同探究

発問：モデル図を書く時の共通点を考えてみよう。

【予想される生徒の反応例】

手が余らないようにする。

追究型発問：手が余らないようにつながるのはなぜかを電子配置から考えてみよう！

H_2 の電子配置の話に触れた後、 H_2O について手のつなぎ方と電子配置の関連について考えさせる。

【予想される生徒の反応例】

すべての原子が貴ガスと同じ電子配置になることで安定になる。

展開問題

CとHが手が余らないようにくっつくには？と問い、後に習う CH_4 の手のつなぎ方と電子配置を考える。

【導入問題のポイント（よさ）】

比較的身近な水素や酸素について、電子配置の話に触れながら、原子の結びつきの数を用いて考える。

【考えやすい工夫】

原子に手を描いた図を用いたり、ジェスチャーも交えながら、考えを進めていく。

【協同探究の進め方、工夫】

Heでいったん安定になるのになぜその先の元素ができたのか？などの質問が出てきた。確かに太陽ではHからHeしかできていない。もっと圧力が大きな星でできたんだろうね等とできるだけ答えていくことにより、興味を深めて本質的な理解へとつなぐ。

【展開問題のポイント（よさ）】

H_2O はなぜ折れ曲がって書いてあるのかとの質問があった。発展的な内容ではあるが、 CH_4 と関連させて説明することも可能になる。

【評価】

A：電子配置と関連させてモデル図を考えることができ、化学式を正しく書くことができる。

B：モデル図と化学式を正しく書くことができる。

「社会（歴史的分野）」（中学2年）における協同的探究学習授業アイデア（尾方英美）

1 主題（単元・題材）名・資料名「『開国』を多角的に考えよう」（日本文教出版）

2 ねらい（単元の見込み）

日本の開国に関する資料を読み取り、既習内容と本時の内容を関連づけながら、日本が世界情勢の中でどのような動きをしていったか、その要因は何だったかを考察する。

3 主題設定の理由（指導における自分の考え方）

（1）ねらいとする価値について（単元観）

異国船に対する意識は多様であり、幕府の鎖国政策で抑圧されただけのものはなかったことを理解する。また、中国と比べて、日本の開国がどのように行われたかを知り、原因について考察する。この学習を通じて、自分の考えを、根拠をもって相手に伝え、お互いの意見を尊重して話し合いを行い、開国について深く理解する。

（2）生徒の実態（児童・生徒観）

与えられた資料や教科書、資料集を活用して情報を整理することができる。また、それらの情報からそれぞれの事柄を関連づけ、包括的な意見を見出すことの生徒が少数であるが、意見を共有することで学びが深まる。

（3）資料について（教材観）

高校生向けの史料集で取り上げられているものを主とし、中学生が読んでも理解ができるよう、注釈や解説がついている状態で史料を用意した。授業で学習した内容と史料の内容を関連づける力を身につけさせたい。

4 単元の指導計画

時数	学習内容	学習活動	評価
1	ゆらぐ幕府の支配	欧米諸国が日本に接近し、蘭学者などの新たな動きが見られる中で天保の改革と諸藩の改革が行われたことをとらえ、幕府政治の行き詰まりと薩摩藩・長州藩を中心とする新しい勢力の台頭していく様子を理解する。	諸改革を商品経済の視点から考え、新しい勢力が力を増していく様子に気づくことができる。
2	開国	本時	
3	開国の影響	開国の結果、日本の社会が大きく変化し、貿易を通じて政治や経済が混乱していく様子をグラフなどの資料に基づいて理解する。	幕府や庶民などの立場から開国の影響について考えることができる。
4	江戸幕府の滅亡	尊王攘夷運動の高まりと攘夷の失敗から倒幕にいたる経緯をとらえ、尊王攘夷運動の高まりと幕府による弾圧、薩長同盟の動き、大政奉還と王政復古の号令、戊辰戦争への動きを理解する。	江戸幕府滅亡にいたるまでの諸勢力の動きを整理し、まとめることができる。

5 本時のねらい（わかる学力）

既習の内容と複数の史料から、日本の開国と中国の欧米との外交がもつ共通点と相違点を知ることで、日本がたどった歴史について考察し、様々な視点から、日本の開国の意義を理解する。

6 展開

前 提 問 題

- ・既習内容のうち、注目してほしい事柄を年表でまとめる。
- ・ペリー来航についての基礎知識の確認。

問：アメリカはなぜ日本にやってきたのか？

(史料) フィルモアの書簡

導 入 問 題

なぜ日本は、戦争を起こすことなく開国することができたのか？史料と、日本・中国・アメリカの動きと関連性をふまえて考えよう。

(史料) 開国論、オランダからの開国勧告、大名の意見書

個 別 探 究

各自のワークシートに考えを記述する。

【予想される生徒の反応例】

- ・日本は欧米の脅威をよく理解していた。
- ・開国し、交易することで利益を得られると思った。
- ・アメリカは日本を重要視していなかった。

協 同 探 究

- ・個人の考えをグループで共有し、意見の共通部分、自分にはない視点に気づく。グループの意見をまとめ、紙に書く。

- ・クラスで発表して、全体で共有する。
- ・考えの間の違いや共通点についてクラスで話し合う。

【予想される生徒の反応例】

- ・大名や知識人は欧米の力を理解していた。
- ・中国と違って、初めから交渉する姿勢があった。
- ・アメリカ側が戦争を回避したかった。

展 開 問 題

【発問①】 他のグループの意見やクラス全体で関連付けたことを基に、「なぜ日本は、戦争を起こすことなく開国することができたのか？」について自分の考えをまとめる。

【発問②】 開国することによる日本のメリットとデメリットとしてどのようなことが考えられるか？

【予想される生徒の反応例】

- ・経済的に豊かになった。
- ・不平等な条約や結ぶことになった。

【導入問題のポイント (よさ)】

前提問題でアメリカがなぜ日本にやってきたのかを確かめた上で、史料から開国に対する考えを探す。

【考えやすい工夫】

既習内容である中国の事例と比較することで、同じような流れが日本に起こりえたことを理解した上で、史料を読んでいくことができる。

【協同探究の進め方、工夫】

個人の意見を持ち寄り、周りの同意を得ながら意見をグループでまとめていくことで情報を整理できる。グループの意見を共有する際に、同じ開国という事柄でも、視点によって違いが出ていくことに気づかせる。どの意見も重要だと声掛けをする。

【展開問題のポイント (よさ)】

発問①の内容を再度、自分の中に落とし込み、発問②につなげる。戦争なくして開国したことへの当初の各々の予想と影響がどのように出たのか、次回の授業につながる問とする。

【評価】

- A：それぞれの史料から得た内容を関連付け、様々な視点から問を考えることができた。
- B：史料の内容を読み取り、意見をまとめることができた。

「体育」（中学1年）における協同的探究学習授業アイデア（大林直美）

1 主題（単元・題材）名 ネット型球技 バレーボール

2 ねらい（単元の見込み）

勝敗を競う楽しさや喜びを味わい、球技の特性や成り立ち、技術の名称や行い方、その運動に関連して高まる体力などを理解するとともに、仲間と連携した動きで攻防を展開できるようにする。その際、攻防などの自己の課題を発見し、合理的な解決に向けて運動の取り組み方を工夫するとともに、自己や仲間の考えたことを他者に伝えることができるようにすることが大切である。

3 主題設定の理由（指導における自分の考え方）

(1) ねらいとする価値について（単元観）

中学1年生のため、入学してすぐであり、初めて出会う仲間と協力して一つの課題に取り組むことの難しさや、楽しさを学ぶ。サーブ、アンダーパスとオーバーパスの基礎的な技術を習得することを目的として練習を進める。チームのメンバーを3時間目という早い時間に確定し、チームでの練習を主として行うことで、教え合いや、学び合いを経験させ、チームの総合力を高める。

(2) 生徒の実態（児童・生徒観）

本校の特色として、さまざまな地域から入学しており。小学校での経験は多様である。近年、サッカーやラグビーの人気に押され、バレーボールの試合をテレビなどでも観戦したことがない生徒が多い。サーブが相手コートに届かない生徒も複数人いると考えられる。サーブを成功させること。サーブレシーブを拾うこと。更にはパスをつなげ、相手コートに返球させることが目標である。サーブレシーブや、パスをつなげるには、体の向きとチームのポジショニングが課題であると考えている。

(3) 資料について（教材観）

本校の体育館は、バレーボールコートが2面あり、ボールは2人に1つは用意されている。そのため、個人で常に練習できる環境であり、基礎的なスキル向上は可能である。また、チームは6チームあるが、コート外の空きスペースを含めた体育館全体を使えば、6つのチームがコート分の広さを確保して練習することができる。

4 単元の指導計画

時数	学習内容	学習活動	評価
1・2	バレーボールの基本的技能の習得	「教材の基礎知識・基本的技能の獲得」 ・学習目標や学習の進め方について理解させる。 ・器具や用具の準備について理解させる。 ・生徒の意識・実態についての調査を行う。 ・ボールの基本的な扱い方について理解させる。	・体育実技への意欲関心を高める。 ・教材の知識を獲得する。 ・個人の知識・技術を高める。
3	班分け・チームの役割決め	「ディスカッションを通してのチームづくり」 ・1つのクラスを3つ（6名・6名・7名）に分ける。 ・分け方の方法については、自分たちで考えさせ、チームのテーマ（明るく・仲良く・大きな声をだすなど）を決めさせる。	・チームを構成するのに必要な力を考える。 ・3つのチームの力があがる程度均等になるようにするためにどのような配慮が必要かについてディスカッションをさせる。 ・グループ学習を通して、チーム力を高める。

時数	学習内容	学習活動	評価
4 ・ 5	チーム練習① 基本的技能の習得 (パス・サーブ)	「グループ学習でさまざまな力を養う」 ・繰り返し練習することで、基本的技能を身に付けさせる。 ・技のポイントを理解し、丁寧なトスを上げるよう心掛けさせる。 ・仲間と協力し、適切なアドバイスができるよう考えさせる。	・チームでの自分の役割を見つける。 ・グループ学習の利点と弱点を見つける。
6 ・ 7 ・ 8	チーム練習② パターン練習（高く上がったボールをパスする） (ボールが飛んできた方向と違う方向にパスを出す) (ボールを仲間と協力して相手コートに返す)	「チームの団結力を高める」 ・実戦に合わせ、動いてパスを受ける感覚を身に付けさせる。 ・パスを受けたり出したりする時の、体の向きや姿勢について理解させる。 ・パスをつなげるために必要なコミュニケーションを考えさせる。 ・問題点を理解し、チームで話し合っ解決させる力を養う。	・ひとりひとりの役割を尊重し、チーム力を上げる。 ・技能差を認め、それぞれの技術向上のための方法を見つける。 ・問題解決の力をつける。
10 ・ 11 ・ 12	ミニゲームを取り入れた練習 (サーブの打つ位置の工夫) (サーブの打ち方の工夫) (ラリー回数の制限をなくす)	「チーム力を強化し、スポーツの楽しさを得る」 ・ゲームを楽しくさせるためのポイントを考えさせる。 ・練習でできたことが、ゲーム内ではできなくなる問題点を考えさせる。 ・チームの目標を立て、課題を見つけさせる。	・スポーツの楽しさを見つける。 ・技術に合わせた練習や試合のルールを考える。 ・「勝つ」ことの意味を考える。 ・グループ学習の成果を発表する。

5 本時のねらい（わかる学力）

本時のテーマは、前時までの反省を生かし、パターン練習をとり入れながら、パスをつなげる為にチームに必要な要素を考えさせる。パスを出したい方向に体に向けることで安定したパスが出せること。また、サーブレシーブを触ることができるようにするためには、ポジショニングの大切さや、膝を少し曲げて腰を落とすといった重心を下げる動作も必要なことに気づかせる。チーム内での話し合いだけでなく、全体で各チームの発表も行い、協同探究が深まるようにする。

6 展開

前 提 問 題

三角パスを行い、対人パスとの違いに気づかせる。

導 入 問 題

パスをつないで、相手コートにボールを返球するためには、安定して高く上げるパスが必要である。仲間が拾ったサーブレシーブから、確実にパスをつなげるためには、どんなポイントがあるのかを考えさせる。

個 別 探 究

仲間が続けやすいパスをだすためには、どういったことに気を付けるべきなのかを個人で考えさせ、ワークシートに記述させる。

【予想される生徒の反応例】

パスを出したい方向に体を向ける。ボールの真下に動く。取りやすい高さにパスを出す。ふんわりとあげる。頭を超えないように、大きくとばさず、パスを受ける人の手前に落ちるような長さを意識する。など

協 同 探 究 1

- ・個別探究で考えた意見を、チームで共有し、意見をまとめ、課題を解決するための練習方法を決めさせる。
- ・チームで共有した練習を、実際にチームで行う。
- ・パターン練習を行う中で気づいたことを、チームで意見を出し合う。

協 同 探 究 2

- ・全体で集まり、ホワイトボードを使って、各チームからの気づきを板書し、全体で共有。

展 開 問 題 1 (チーム)

全体で共有したことを生かして、チームで課題を再度共有し、練習を行う。

展 開 問 題 2 (個人)

本時で気づいたことや次時に向けての課題を、ワークシートに記述する。

【導入問題のポイント (よさ)】

パスを思った方向に出すためには、どのようなことに注意したらよいのかを考えさせる。体の向きをどうしたら効果的なのかを理解をさせる。

【考えやすい工夫】

三角パスや四角パスを例に挙げ、ボールの来た方向とボールを出す方向が違う場合の体の向きについて理解をさせる。

【協同探究の進め方、工夫】

ホワイトボードを活用し、各チームの意見を書き出して、全体で共有する。

【展開問題のポイント (よさ)】

最初に、個人の意見を記録し、仲間との共有や、実践において、改めて考えさせる時間を確保することで、考え方の発展や整理を行うことができる。

【評価】

A：体の向きに加えて、ポジショニングや仲間同士の声掛けの必要性などの新たな課題を見つけて、パスをつなげることができる。

B：チームの意見を取り入れ、体の向きを考慮し、パスをつなげることができる。

(3) 中学2年生 国語「走れメロス」

1) 仮説

物語の展開に沿ってメロスの心情は変化しているが、それと同時にメロスが走る理由も複雑になっていく。走る理由が変わる中に、メロスのどのような変化があるのかを読み取らせていくことで、物語を読み深めていくことができるのではないかと考えた。また、班やクラス全体で議論することで、読みに対する様々な意見に触れ、読みに対する根拠が明確になり、物語の読みを深めることができるのではないかと考えた。

2) 実践

「もっと恐ろしく大きいもの」が何かを明らかにするために、前時に個人で考えたことをもとに班やクラスで意見を出し合い議論させた。議論が一段落したところで、王と約束をした場面と現在の場面とでメロスの気持ちが変わったかどうかを考えさせた。こうした活動を踏まえ、再度個人で「もっと恐ろしく大きいもの」が何なのか、そう考える根拠は何かを考えさせた。様々な読みや、物語の推移に伴うメロスの走る理由や気持ちの変容を踏まえ、自身の読みの根拠を明確にして読み深めることにつながると考え実施した。

3) 評価

「もっと恐ろしく大きいもの」とは何かという問いに対して、最初の個人で考える段階では読みの内容の個人差が大きかった。しかし、自分の読みの原案を持った状態で議論し、クラスメイトがなぜそう解釈したのか、その根拠は何なのかを考えたり、メロスの走る理由や気持ちの変容と「もっと恐ろしく大きなもの」とは何かという問いを結びつけて考えたりすることで、生徒たちの読みに深まりが見られた。これは、協同的探究学習によって様々な読みやその根拠を相対化して考え、「良い意見を真似してもよい」という新たな読みの視点の獲得のしやすさによるものと考えられる。

(文責 瀬古淳祐)

(3) 中学3年生 数学「三平方の定理」

1) 仮説

平面図形の性質を座標平面上で活用する際に、三平方の定理を用いることができることを発見する。その中で、「辺の長さが等しい」や「角度が等しい」といった図形の特徴を、座標を使い、数式として捉え直すことで、図形的な見方と代数的な見方をつなげる。これらの活動を通し、三平方の定理を使う意義や、なぜ三平方の定理が座標平面上で用いることができるのかという本質に迫る。

2) 実践

前半は、座標平面上にある正三角形について、その座標を求めるための複数の方法を考えた。また、それらの方法の中で、どのように考えて三平方の定理を用いているかを共有し、それぞれの共通点を整理した。後半は前半の活動を踏まえて別の問題に取り組み、どのようにして／なぜ三平方の定理を用いるのか、方針を立てながら考えた。

3) 評価

前半の問題では、ほとんどの生徒が三平方の定理を用いて数式を立て、座標を求めていたが、それぞれの方法において、なぜ三平方の定理を用いたのかを言語化できている生徒は少なかった。一方、後半の問題については、多くの生徒がどのように定理を用いるのか方針をかき、座標を求めることができていた。これは、どのように定理を用いるのか意見を共有する中で、図形の性質が座標平面上でどのように／なぜそのように表現されるか理解し、三平方の定理を利用することができるようになったためと考える。

(文責 若山晃治)

(3) 中学2年生 理科「物質をつくっているもの」

1) 仮説

宇宙の起源から考え、原子ができる起源に軽く触れてから構造を考えていくことで、イメージをするのが難しいとされる原子を身近に考えることができるのではないかと考えた。また、自由に質問できる雰囲気の中で既知の知識と関連させながら学ぶことにより理解が深まっていくのではないかと考えた。

2) 実践

周期表を学習する上で、周期的であることを実感するには電子配置に触れる必要がある。中学3年生の発展的な内容ではあるが、宇宙の起源の話をしてしながら1つずつ電子配置を書いていくことで無理なく学べるように考えた。また、貴ガスの電子配置が安定であることや、電子を受け取る傾向の強弱にも触れることで（授業では電子がほしい又は電子がほしくないと表現した。）、分子をつくるものと分子をつくらないものについて学ぶ際にも本質的な理解に迫ることの一助になると考え、実施した。

3) 評価

ヘリウムでいったん安定になるのに、なぜその先の元素ができたのか？との質問が出てきた。太陽では水素からヘリウムができ、その先の反応は起きていないことや、このときに放射されるエネルギーで日々私たちが生きていることにも触れた。また、太陽よりも大きな星の中でその先の反応は起きることを話すと、生徒から超新星爆発の話などが出てきて、原子ができていく過程への興味がさらに深まった。授業後、ある生徒が炭酸水素ナトリウムの構造式を書いてきた。ナトリウムと炭素も単結合でつないでいたので、ナトリウムは電子ほしい？と聞くと、いらぬから陽イオンになるとすぐに理解した。教えていないことも書きたくなってしまったのは、本質的な理解ができたからこそではないかと思われる。

(文責 中村忍)

(4) 中学3年生 社会「“開国”を多角的に考えよう」

1) 仮説

様々な史料から情報を読みとり、教科書の学習内容と繋げる作業をすることで、自らの知識を活用する楽しさを感じることができるのではないかと考えた。また、1つの歴史上の出来事の背景や影響についてより深く考え意見を交換することで、物事を多角的に考えることの大切さに気づき、歴史についての理解が深まるのではないかと考えた。

2) 実践

開国が世界の植民地拡大の動きの一部であることを理解するために、中国でアヘン戦争が起こったこととその戦争の日本への影響について改めて確認をし、日本と中国の開国の違いから外国（ここではアメリカ）にとって日本はどのような立ち位置であったかを考えさせた。その際、日本国内では外国の動きに対してどのように捉えられていたのか、大名や知識人などの史料から読み取らせ、開国に対する日本のメリットとデメリットを考えさせた。この授業の中で出てきた気づきや疑問を次回の授業に繋げる要素とした。

3) 評価

史料の読み取りは出来ても、教科書の内容や自分が持っている知識と結び付けて考えることができない生徒もいる。しかし協同探求によって、自分が気付くことができなかつたものの見方や自分の意見と同じでも言い方や微妙な考えの差異があることに気付くことができていた。また、本時の授業以降の内容を扱う際に、なぜこのような出来事が起きたのかを度々質問していったが、1つの視点以上の意見が出やすくなったように感じた。1つの歴史の出来事が様々な要因を持ち、様々な

捉え方・影響があったことを知ることで、開国の後に起きた社会変化やつくられた制度があったことへの理解が深まったと思われる。 (文責 尾方英美)

(4) 中学1年生 保健体育「正確なパスを出して、ゲーム練習につなげよう」

1) 仮説

サーブやパスが拾えず、ラリーにならないといった技術面の課題は、自分のプレーを客観視できていないことから、「思うようにできない」ことが多い。特に、技のポイントをしっかりと理解している時ほど、自分の体が表現しているものとの違いに気づきにくく、「思うようにできない」と感じる。

そこで、早い時期からチーム分けを行い、仲間同士の教え合いや学び合いを行うことで、チームプレーにとどまらず、個人の基本的技能も一層高めることができるのではないかと考える。

2) 実践

パターン練習を取り入れながら、パスをつなげるために必要な要素を考えさせた。また、サーブレシーブができず、ゲーム練習での学びが発展しないことが想像できたため、どのようにルールを変えれば、現在のスキルで楽しみながらゲーム練習ができるのかも考えさせた。個人で考えさせた後、チームでも共有し、より良いものとなるよう考えさせた。加えてチーム間の発表を行ったことで、考えを整理し、発展させることができた。

3) 評価

授業にて「ちゃんとやっているのに、うまくできない。」と発言する生徒が多い。これは、自分が上手くやれていないところがどこなのかを、自分では発見できないためである。今回、パターン練習をチームで行うことで、仲間からアドバイスを受け、新たな発見をして上達につながっていった。仲間との学び合いは、自然とチームの団結力を高め、出来ばえによって歓声や拍手が起こっている。体育館のあちらこちらで、小さな集団ができ、話し合いを行いながら、それぞれの課題を解決しようと、さまざまな練習方法が編み出されている。まさに、協同探究の醍醐味である。

(文責 大林直美)

第7節 海外の高校との協同研究

3-7-1 米国BARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGE (以下BHSEC) との研究交流

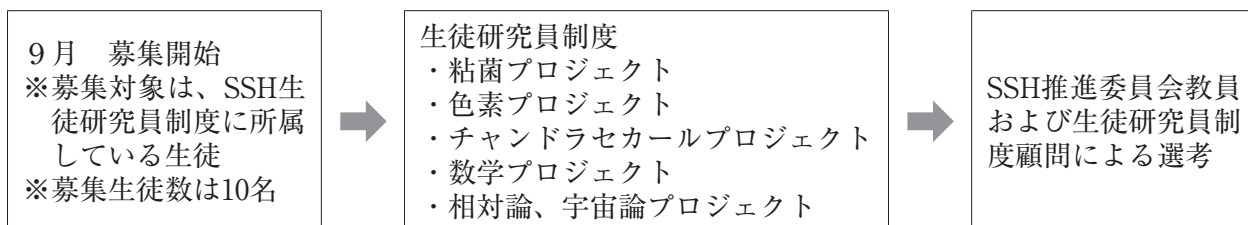
(1) 総論

課題研究発表準備をホストファミリーと一緒に行うことで、日本人感覚の英語ではなかなか表現することができない自然な英文を身につけることができる。また、発音練習もしてもらうことで、聞き手であるBHSECの生徒に伝わりやすくなる。8泊を一緒に過ごすため、ホストファミリーとの友好関係が深まり、一過性の関係ではなく、帰国後も長く交友関係が持続する。ホテル泊では経験することができない米国家庭文化に触れることで、米国人の思考の根底ある考え方に触れることができ、米国社会だけでなくグローバルなもののお考え方ができる素地を作ることができる。

(2) 研究交流の経緯

2009年8月 名古屋大学教育学部 吉川卓治教授と旧知の仲であったRobert Fish氏 (Japan Society NY) の紹介で、米国NY州マンハッタンにあるBARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGEのSiska Brutsaert教諭が本校を訪問したのが始まりである。当時、本校には海外の交流校はまだなく、生徒を海外に引率するという考えすらなかった時代であった。2010年8月に本校の三小田教諭とBHSECのSiska Brutsaert教諭が、京都で開催された会議にRobert Fish氏により招待され、両校による交流の話が本格化した。本校生徒を海外に引率するノウハウがまだなかったため、まずはBHSECの生徒が本校を訪問することになったが、東日本大震災の影響で訪日が中止となった。しかし、2011年12月10日(土)～19日(月)に本校生徒9名と引率教員2名が、本校で初めての海外生徒引率を行った。2017年6月には、本校とBHSECとの間で交流協定が締結された。

(3) 参加生徒選抜までの流れ



(4) SSH研究成果発表およびJoint Research Project

2011年度に初めてBHSECを訪問して以来、続けていることの一つにSSH研究成果発表と、Joint Research Projectがある。SSH研究成果発表会は、BHSECの授業(主に生物と物理)の中で行って



いる。Joint Research Projectの内容は、毎年異なる。年度当初にBHSCE教員や生徒とテーマについて協議する。日本の生徒が12月に訪米した際、Joint Research Projectの中間発表を行う、3月にBHSECの生徒が来日した際に、まとめの発表を行う。内容化学分野で行われることが多い。BHSECの生徒が日本で発表する際には、生徒研究員制度に所属している生徒だけでなく、中学生や海外の生徒との交流に興味をもつ奥の生徒が集まる。

(5) 実践とその期待される効果

1) NY Bard High School Early College (BHSEC)

米国の高等学校で、米国人生徒に対し課題研究成果を報告し、双方で討論を行うことにより、海外で将来研究成果を発表するための素地をつくる。米国の高校生と課題研究の内容について討論することで、日米間の高校生での考え方の違いに気づく。将来、海外の大学に留学するきっかけをつくることができる。多様な背景を持つ米国生徒との意見交換の場となるため、多様な英語に触れることができる。日本人が話す英語もまた、英語のアクセントのひとつであり、英語を学びつけていくことの必要性や、英語を学ぶことの必然性を生徒は学ぶことができる。

2) アメリカ自然史博物館

単に、展示物を見てまわるだけではなく、実際にそこで働く研究者と触れあうことにより、研究に対する生徒の好奇心を深め、今後の研究につなげる。バックヤードも併せて見学し、そこで働くさまざまな職種の人たちと触れ合うことで、一面的な博物館見学ではなく、多面的な視点から博物館の在り方自体を学ぶことができる。また、帰国後のフィールドワークで日本の博物館を訪問する際に、「研究施設としての博物館の役割」を十分に理解することができる。

3) エリス島博物館

米国人が持つ科学観の根底にあるものを「移民社会米国」という観点から学習することにより日本人と米国人の科学に対する考え方の相違を比較検討する。そのことにより日本式の研究（発表）からよりグローバルスタンダードに立った研究（発表）ができることを期待する。

4) The City University of New York (CUNY)

実際に、米国で活躍する研究者から最先端の研究について話を伺うことで、生徒の研究に対する興味関心を深める。米国の大学で最先端の研究に触れることで、今後の研究活動の指針を得る。日本ではなかなか経験することができないようなグローバルな研究施設での研修となるため、将来海外で研究を行いたいという意識を高めることができると考える。

3-7-2 SSH海外研修

(1) 研修先と日程

NY Bard High School Early College (BHSEC)

12月2週目を訪米の基本としている。(8泊10日)

(2) 研修内容

①BARD HIGH SCHOOL EARLY COLLEGE (BHSEC) との研究交流・課題研究の成果について米国の高等学校 (BHSEC) で英語を使って発表し、その内容について日米の生徒間で討論する。数学分野の発表は数学の授業、理科分野の発表は理科の授業内で行う。課題研究の内容をより多くの米国高校生に伝えるため、図書館で複数のブースを設け、ポスター発表を行う。

②ニューヨーク市立大学

ニューヨーク市立大学は、1847年にN Y市のマンハッタン北部域に設立された総合大学である。11校の大学と6校のコミュニティーカレッジからなる。本校生徒だけでなく、Bard High School

Early College (BHSEC) の生徒もCUNYと一緒に訪問し、研究者からマウスの解剖の指導を受ける。また、米国人研究者から研究内容について説明を受け質疑応答を行う。

③アメリカ自然史博物館

BHSECの理科教員引率のもと、地球の成り立ちや岩石の生成、恐竜の骨格などについての知識を米国の理科教員の解説を踏まえながら研修する。また、博物館Researcherから直接、博物館の所蔵に関する講義を受ける。

④エリス島博物館

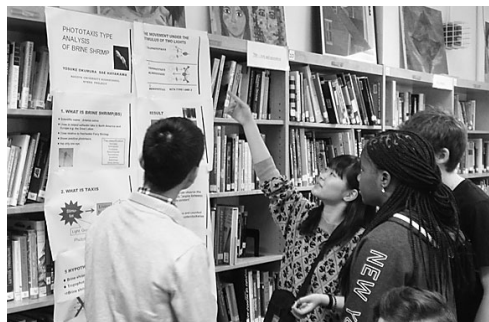
本校SSHの科目の一つである「学びの杜：地球市民学」で学習した内容を深める。サイエンスリテラシーを獲得する手段として、米国人のもつ科学観について考察し米国社会の多様性について考える。

3-7-3 具体的な研修内容

8泊10日日程で、本校生徒10名がBHSECとの研究交流に参加する。本校SSH生徒研究員制度プロジェクトに所属する生徒と、年によっては、高校2年生の理科選択者から参加希望者を募る。選考に当たっては、SSH推進委員会の教員の互選によって生徒名簿が作成され、職員会議で承認される。3月にBHSECの生徒が来日するため、ホストファミリーとして受け入れることも条件となる。

(1) BHSECでの活動

アメリカの高校で、英語によるプレゼンテーションを行う事前研修として、名古屋大学・大学院に所属する留学生をTAとして招き、発表の練習や発表内容の精査を11月に行う。渡米後は、BHSECの理科数学の授業に参加し、米国の授業スタイルになれることから始める。日本の生徒の研究成果発表は現地の理科の授業の中で行う。また、よりコミュにカティブな発表をするために、ポスタープレゼンテーションも2018年度から取り入れた。ポスター発表は、BHSECの図書館で行う。授業中の発表とは異なり、発表の最中もBHSECの生徒から質問が来ることも多い。



○ポスタープレゼンテーションを終えた生徒の感想

「ポスターセッションでは、何人かの人聞きに来てくれた。質問をたくさんしてくれた。だ

けど、まず質問を理解するのがすごく大変だったし、質問と答えが分かってでもそれを英語で伝えるのがすごく難しかった。でも、私たちが一生懸命説明すると相手も一生懸命分かろうとしてくれてすごく嬉しかった。みんな聞き終わると、一つほめ言葉を言ってくれるので、もっともっとがんばらないと、と思えた。」(2016年度参加生徒)

○BHSECの授業に参加した生徒の感想

「私は今日、学校で受けた授業でおどろくことがたくさんあった。中でも特に印象に残っているのは、クラスの雰囲気だ。まず、日本と全然違ったのは机の並べ方。クラスによって多少違ったが、どの教室も日本のように列にはなっていないかった。ほとんどは四角やコの字になっていた。また、いくつかの島を作って、授業を受けるクラスもあった。あの形の方が、話し合いはしやすいし、いいと思った。アメリカの生徒はすごく積極的に授業に取り組んでいると感じた。どのクラスでも少なくとも1回は1人1人が発言しているし、多い人はいつも手を挙げていた。すごくにぎやかで、とっても良い雰囲気の授業だった。数学以外の授業は全く、ホワイトボードに書いてなかったのに、みんなパソコンに何かをまとめていてすごいと思った。」(2016年度参加生徒)

○日本の生徒のプレゼンテーションをみたBHSECの生徒の感想

- ・ The most interesting part of the presentation was seeing the colors of the different plants and the similarity of the colors. Also, the presentation was well put together and the enthusiasm was great. (2017年度)
- ・ The group was again very energetic. I liked the second method better, it was simpler and it made sense to me. It's a very interesting topic and I can see how this would be very useful in math or physics since fractions give the exact number while decimals give approximations. (2018年度)
- ・ The slides were very clear to demonstrate theories that I did not understand like the compass theory. The conclusions were also very clear and mentioned how important light sensitivity was to the case. I would enjoyed to see a future study on adult shrimp with two eyes. Great presentation. (2019年度)

(2) ニューヨーク市立大学 (CUNY) での実験

ニューヨーク市立大学の教授 (Bao Q Vuong准教授CUNY) による、免疫に関するレクチャーと最先端の研究の紹介を受けた後、マウスを使った実習を行う。BHSECの生物選択生徒も参加する。



講義や実習の間も、疑問を感じるとすぐに質問するBHSEC生徒の積極性にはじめは、尻込みする日本の高校生も時間が経つにつれ質疑応答に参加できるようになる。質疑応答の場面では、午後はCUNYのキャンパスツアーも行う。

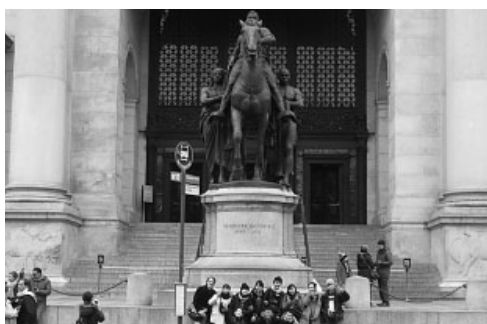
○CUNYについての生徒の感想

「私はCUNYを訪れたことでたくさんのごことを得ることができました。初めに聞かせていただいたBao先生の免疫についてのプレゼンテーションはとても分かりやすかったです。すべてのスライドが前後で必ず関連を持っているからだと思いました。またとても複雑な仕組みで私たちの体は守られていることを知ることができました。今まで知らなかった脾臓は免疫にとってとても大切だということも分かりました。一例として抗体が作れない人についての話も聞きました。その少年の生活はとても大変そうでした。私たちは、日々あまり意識しませんが、こんなにも複雑な仕組みが正常に動いていることに感謝しなくてはならないと思いました。

私は将来医療に携わろうと考えています。そんな中命について考えることは必ず必要なことだと思います。命はとても大切なものです。しかし私たちが生きるには命を奪うことが必要です。そんな矛盾に対して今できることといえば犠牲になった命に感謝をすることだと思います。今すぐには答えは出そうにはありませんが、これからゆっくり考えていこうと思っています。」(2017年度参加生徒)

(3, 4) アメリカ自然史博物館、エリス島博物館での研修

自然史博物館を訪問だけでなく、毎年バックヤードツアーも実施する。研究者から直接、博物館の展示物や、展示物作成についての説明を受ける。エリスと博物館では、移民の歴史やその背景を学び、米国社会の多様性を学ぶ。



○アメリカ自然史博物館についての生徒の感想

「アメリカ自然史博物館は日本の博物館と比べて展示に最新技術が多く使われ、視覚的な情報量が多くより本物を見ている感覚になった。特別展では暗い部屋、黒いボードにネオンカラーで解説が書かれたり、映像技術が使われたりしていて、見ている人をわくわくさせる作りが多くエンターテインメント性が高いと感じた。」(2019年度参加生徒)

(5) 第3期SSH 米国NY研修に参加した生徒たちの感想

- ・私は今回のNY研修で、日本とアメリカの差を知りました。最も異なると感じた点は、ここの積極性です。授業では挙手の多さに驚きました。授業の中で疑問点があったらすぐに手をあげ解決するまできちんと聞いていました。さらに授業以外でもアメリカの積極性を感じました。ホストファミリーと過ごした時間のことです。日本について知りたいということもひしひしと伝わってきました。私の答えられないところまで深くたくさん質問をしてくれました。(2017年度参加生徒)
- ・NY研修が自分にとって大きなアドバンテージになればいいと思って参加しました。共同研究(Joint Science Project)を日本でもっと詳しくやっていたらよかったと感じました。しかしできる限りのことはやったと思います。個人的に心配だった粘菌の発表も今までで一番よく、フィードバックの評価もうれしいものが多かった。(2018年度参加生徒)
- ・SSHの発表や準備・リハーサルを通して、自分は研究をすることが好きなんだと改めて実感しました。リハーサルを重ねて練習を十分したので、本番も楽しめて発表することができました。BHSECでは、生徒たちが積極的で授業の雰囲気は日本とは異なっていました。(2019年度参加生徒)

2010年度は、SSH NY研修実施10年目となった。この間、多くの生徒や教員がNYを訪れ、最先端の研究を学ぶことができた。ホームステイ先の家族との触れ合いや、現地の高校(BHSEC)での生活を通して、その最先端の研究を支えるもの、つまりはアメリカ人の思考の根底にあるものを垣間見ることができた。しかしながら10年目にあたる2020年度は、残念ながら新型コロナウイルス感染拡大の影響が大きく、NYを訪問することができなかった。NY海外研修がけでなく、国内で行う予定であった多くのSSH事業を行うことができなかったことが悔やまれる。今後は、新型コロナウイルスと共存をはかりながら、「できない」ではなく「できるためにはどうしたらできるのか」を考えオンラインやオフラインを駆使しながらSSH研究を続けていくことを考えている。

(文責：三小田博昭)

第4章 実施の効果とその評価

1 第3期SSHの評価の枠組みについて

第3期SSHにおける評価は、生徒が様々なSSHプログラムや教科学習をうけることを通して、全体目標とする力を測る。各プログラムにおける授業評価とは異なり、様々なプログラムが全体として生徒にどのように効いたかを調べるといものである。その方法としてアンケートによる意識調査、記述型の思考力を測る。

(1) 意識調査の質問項目

意識調査は、関西大学社会学部社会学科心理学専攻の脇田貴文教授と協同で質問項目、評価項目を作成した。毎年4月に12月に全学年で意識調査を実施し、評価項目の平均値を解析する。

(2) 記述型課題による思考力調査

第2期SSHでは、PISA調査数学的、科学的リテラシー問題を使用して、本校基準を作成した。また、外部基準を利用して、日本平均や国際平均と比較し、本校の目標に照らした力を測った。高校1年次の4月（事前）と3月（事後）に同一の問題を実施して、事前と事後の水準の変化を解析した。しかし、「事前」の段階で水準Ⅱに達していた生徒の割合が高く、水準の変化を捉えにくいことが課題であった。

第3期SSHでは、科学的リテラシー「ゼンメルワイス医師」の問題の文脈を引き続き利用し、課題内容と分析基準を「非定型課題」として改訂した。東京大学大学院教育学研究科の藤村宣之教授と協同で、教科内の深い理解（統合水準Ⅱ）に達している生徒について、教科を統合した深い理解（統合水準Ⅲ、Ⅲ+）を作成した。高校1年次の4月（事前）と高校2年次の3月（事後）に同一の問題を実施する。事前と事後の水準の変化を解析する。

2 アンケートによる意識調査

(1) アンケート項目一覧

A（多様な既有知識を関連づけて、学習した内容と実生活を結び付けて考える力）

- ・学習している単元と他の単元を関連づけて学習している
- ・現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている
- ・学習している内容を、人や社会と関連づけて考えている
- ・自分が知った情報をうのみにせず、他の情報と合わせて考えるようにしている
- ・様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている

B（課題の本質を理解し、柔軟な思考の枠組みを創造する力）

- ・物事の仕組みやメカニズムを理解しようとしている
- ・何かに取り組もうとするときにどこから始めればいいのかを考える
- ・自分と違う意見でも、必ずその内容を理解しようとしている
- ・様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている
- ・いろいろな知識を組み合わせて課題の解決法を考えるようにしている
- ・解き方がわからない問題でも、いろいろな知識を用いて考えようとしている

C（自ら設定した課題について主体的に探究する力）

- ・何かうまくいかないとき、別な角度から考えるようにしている
- ・自分が導き出した答えが問題の主旨にあっているか考えている
- ・1つの問題に対していろいろな解決法を考えている
- ・現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている
- ・書いてある言葉をそのまま使って答えるようにしている
- ・自然や社会の現象がなぜ起きるのかを考えようとしている
- ・ある事柄と別の事柄の共通点を探している
- ・法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている
- ・暗記を中心にした学習をしている
- ・問題の原因を様々な角度から考えるようにしている
- ・なぜそのようになるのかをいつも考えるようにしている
- ・自分が知った情報をうのみにせず、他の情報と合わせて考えるようにしている
- ・1つの問題に対して時間をかけて考えるようにしている
- ・ある法則や公式がなぜ成り立つかを考えようとしている

D (判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力)

- ・相手の知識や理解度を意識しながら説明している
- ・自分の考えた解き方を友達に説明している
- ・理解した内容を、自分の言葉で相手に伝えるようにしている
- ・相手がわかっているかどうかを確かめながら話している
- ・自分がなぜそのように考えたかを相手に話すようにしている
- ・言葉だけでなく、図表や資料を用いて説明するようにしている
- ・具体例や根拠を示して説明している
- ・考えた解決法を自分なりの言葉で説明できる
- ・導き出した解決法のアイデア、道筋を人に教えることができる

理解 (探究を通じてものごとの本質を深く理解する力)

- ・物事の仕組みやメカニズムを理解しようとしている
- ・何かに取り組もうとするときにどこから始めればいいのかを考える。
- ・自分と違う意見でも、必ずその内容を理解しようとしている
- ・様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている

思考 (物事を論理的、多元的かつ長期的に考える力を問うもの)

- ・何かうまくいかないとき、別な角度から考えるようにしている
- ・自分が導き出した答えが問題の主旨にあっているか考えている
- ・1つの問題に対していろいろな解決法を考えている
- ・現在の社会で起きている問題が学習した内容でどのように説明できるかを考えている
- ・書いてある言葉をそのまま使って答えるようにしている
- ・自然や社会の現象がなぜ起きるのかを考えようとしている
- ・ある事柄と別の事柄の共通点を探している
- ・法則や公式はできるだけ多く覚えようとしている
- ・暗記を中心にした学習をしている
- ・何かに取り組もうとするときにどこから始めればいいのかを考える。
- ・問題の原因を様々な角度から考えるようにしている。
- ・なぜそのようになるのかをいつも考えるようにしている
- ・自分が知った情報をうのみにせず、他の情報と合わせて考えるようにしている
- ・様々な事例に当てはまる規則性を考えるようにしている
- ・1つの問題に対して時間をかけて考えるようにしている。

- ・ある法則や公式がなぜ成り立つかを考えようとしている。

協同（問題を設定し、他者と協同して解決する力を問うもの）

- ・自分の考えた解き方を友達に説明している
- ・さまざまな意見の相違点について話し合っている。
- ・友達と一緒に考えることを大切にしている
- ・さまざまな意見の共通点について話し合っている
- ・いろいろな考えを出し合いながら自分たちの解決法を導こうとしている
- ・友達の考えの良いところを自分の考えに活かすようにしている
- ・友達の様々な考えを参考にしながら自分の意見をまとめている
- ・同じテーマについて考えている人と、協力しながら学習している。
- ・自分と違う意見でも、必ずその内容を理解しようとしている
- ・自分や友達の考えた解決法について話し合うようにしている
- ・自分や他者が置かれている状況のちがいを考えるようにしている。

選択肢は、それぞれ「あてはまらない」が1、「どちらともいえない」が2、「ややあてはまる」が3、「ある程度あてはまる」が4、「とてもよくあてはまる」が5である。

(2) SSH全体目標の4つの力と理解・思考・協同

SSH3期1年目に高校入学した生徒と、SSH3期2年目に高校入学した生徒の3年間における意識調査の経年変化を表1、2と、図1、2に示す。

学年	力	度数	平均値	標準偏差
2016年度 高校1年生 12月	A	123	3.03	0.87
	B	119	3.38	0.80
	C	123	3.22	0.87
	D	123	3.19	1.00
	理解	124	3.41	0.78
	思考	122	3.21	0.78
	協同	121	3.30	0.73
2017年度 高校2年生 12月	A	117	2.93	0.86
	B	119	3.26	0.80
	C	120	3.13	0.88
	D	120	3.12	0.98
	理解	119	3.29	0.88
	思考	118	3.10	0.82
	協同	119	3.17	0.81
2018年度 高校3年生 12月	A	119	3.03	0.90
	B	117	3.24	0.82
	C	119	3.15	0.89
	D	120	3.15	0.98
	理解	120	3.29	0.88
	思考	117	3.12	0.86
	協同	117	3.11	0.81

表1:2016年度高校入学生における高校3年間の意識変化

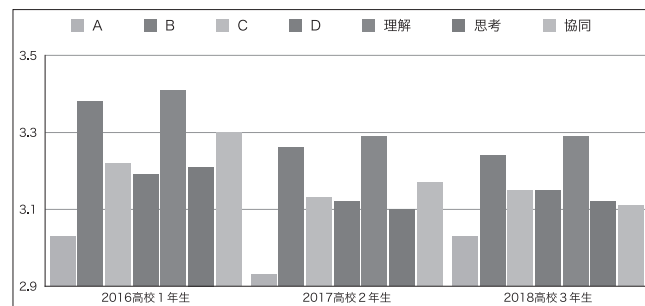


図1:2016年度高校入学生における高校3年間の意識変化(棒グラフ)

学年	力	度数	平均値	標準偏差
2017年度 高校1年生 12月	A	116	3.27	0.88
	B	116	3.51	0.78
	C	116	3.43	0.81
	D	114	3.36	0.97
	理解	115	3.48	0.84
	思考	112	3.38	0.77
	協同	115	3.37	0.84
2018年度 高校2年生 12月	A	120	3.15	0.79
	B	119	3.35	0.75
	C	120	3.32	0.82
	D	120	3.21	0.92
	理解	120	3.37	0.77
	思考	119	3.26	0.76
	協同	117	3.18	0.71
2019年度 高校3年生 12月	A	112	3.43	0.79
	B	114	3.48	0.77
	C	117	3.45	0.81
	D	117	3.39	0.90
	理解	117	3.50	0.75
	思考	114	3.44	0.77
	協同	112	3.38	0.80

表2：2017年度高校入学生における高校3年間の意識変化

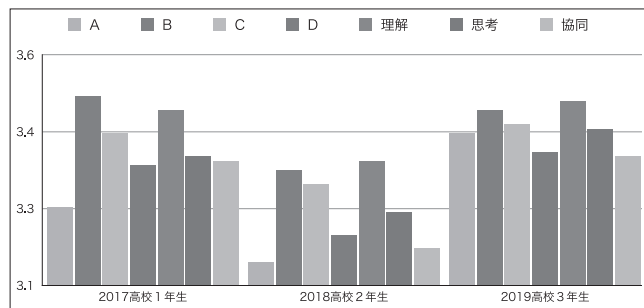


図2：2017年度高校入学生における高校3年間の意識変化(棒グラフ)

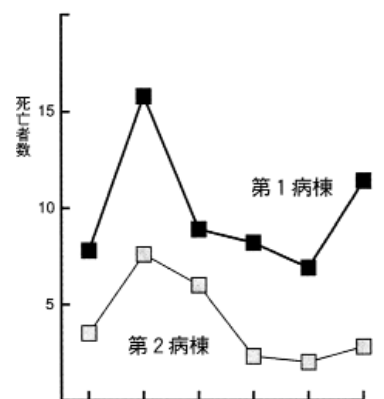
3 記述式テストによる思考力調査

(1) 問題の概略

ゼンメルワイス医師の日記に関する問題

「1846年7月。来週から、ウィーン総合病院の産婦人科第1病棟の『先生』になる。この病棟で死亡する産婦の比率を聞いてびっくりした。今月など、産婦208人のうち少なくとも36人が産褥熱(さんじょくねつ)で亡くなっている。お産をすることは、第1級の肺炎と同じくらい危険だ。」

分娩100件当りの、産褥熱による死者数



上にあげたのは、イグナス・ゼンメルワイス(1818~65)の日記で、産褥熱の怖さをよく伝えています。この伝染病のために、多くの女性が出産後に死亡しました。彼は、産褥熱による死亡者数のデータを、第1病棟と第2病棟のそれぞれについて集めました。(右の図)

ゼンメルワイス医師を含めて、医師たちは産褥熱がなぜ起こるのかまったく分かっていませんでした。日記にもこうあります。

「1846年12月。出産は何の問題もなかったのに、後になってなぜこれほど多くの女性がこの熱病で死ぬのだろう。今まで何世紀もの科学によると、産後の女性を殺しているのは、目に見えないある流行病だと言われてきた。その原因は、空気の変化か、何か地球外からの影響か、地球そのものの動き、つまり地震かもしれないというのだが・・・。」

現代では、地球外からの影響とか、地震が熱病の原因かもしれないと考える人はほとんどありません。しかしゼンメルワイス医師の時代には、多くの人がそう思っていました。科学者たちでさえ、そうだったのです！しかしゼンメルワイスは、地球外からの影響や地震などは、熱病の原因になりえないと考えていました。

- ①この病院では、死体を解剖（かいぼう）して死因を探ることもします。ふつう第1病棟の研修医は、前日に死亡した産婦の解剖に加わったあと、体をよく洗わずに、産後の母親を診察していました。解剖室のにおいをつけたままで、自分がどんなによく働いたか見せびらかす研修医さえいました。
- ②ゼンメルワイス医師の友人が解剖のさなかに誤って指を切り、やがて亡くなりました。解剖してみた結果は、産褥熱とそっくりでした。
- これを知ったゼンメルワイス医師に、③新しい考えがひらめきます。

問1

- (1) 「分娩100件当りの、産褥熱による死者数」についてのグラフと、下線部①から、どのようなことが考えられますか。あなたがゼンメルワイス医師になったとして考えて書いて下さい。
- (2) 下線部②について、「友人の医師が解剖中に指を切り、やがて亡くなりました。」という事実と、「解剖してみた結果は、産褥熱とそっくりでした。」という事実から、どのようなことが考えられますか。あなたがゼンメルワイス医師になったとして考えて書いてください。
- (3) (1) (2) で考えたことを合わせて考えると、下線部③の、ゼンメルワイス医師の「新しい考え」とはどのようなものだと思いますか。あなたがゼンメルワイス医師になったとして考えて書いてください。

問2

- (1) ゼンメルワイス医師が産褥熱に関して考えたような問題は、現在では克服されていると思いますか。下のA～Cの中から選び、記号に○をつけて下さい。

- A 十分に克服されている
B 克服されてきているが新たな問題も生じている
C 全く克服されていない

どうしてそう考えましたか。具体的な事例を挙げて、説明して下さい。

- (2) 〈(1) でAを選んだ場合〉

(1) に書いた事例は、どのような方策によって克服されましたか。具体的に書いて下さい。

〈(1) でB、Cを選んだ場合〉

(1) に書いた事例を克服するには、どのような方策が考えられますか。具体的に書いて下さい。

(2) 正答の水準

問1 (数学と理科を関連づけた思考) に関する具体的評価基準

- (1) 数学的リテラシー (数学に関する深い理解) の評価課題

統合水準 I

「産婦の死亡率と研修医の衛生状態 (解剖後にからだをよく洗うこと) の間に直接的な対応関係 (共変関係) があること」に言及している。

統合水準Ⅱ

統合水準Ⅰを満たす説明に加えて、「他の要因（年度による変化をもたらす要因）とは独立に、衛生状態が死亡率に影響すること」に言及している。

(2) 科学的リテラシー（理科に関する深い理解）の評価課題

統合水準Ⅰ

「傷口」など、病気の原因となるものの侵入経路に言及している。

統合水準Ⅱ

統合水準Ⅰを満たす説明に加えて、「何か目に見えないもの」（不可視的な媒介要因）が病気を移すことに言及している。科学的思考としては、当時の医師が持つ知識を想定し、その知識の範囲内で限定的に推理することが必要であるため、「何か目に見えないもの」といった表現や、「病原体」という表現であれば水準Ⅱとするが、「細菌」「ウイルス」といった表現（その後に発見された事実）が用いられている場合は水準Ⅱと認めない。

(3) 教科（数学と理科）を統合した深い理解に関する評価課題

統合水準Ⅲ

(1) または(2)で統合水準Ⅱにあり、かつ(3)で数学的内容と理科的内容を関連づけた説明（2つの領域を関連づけた説明）を行っている。

記述例（統合水準Ⅲ）：「どの年でも（他の気候・天候等の要因にはよらず）、非衛生状態によって、目に見えないものが、傷口から侵入して病気を起こす。」（数学的説明+科学的説明）

問2（理科と社会科を関連づけた思考）に関する具体的評価基準

(1) 科学的リテラシー（理科に関する深い理解）の評価課題

〈Aを選択した場合〉* Aを選択した場合は、統合水準Ⅱには至らない。

統合水準Ⅰ

細菌やウイルスによる感染の予防メカニズム（①抗原抗体反応を利用した予防接種（弱毒化）、②抗生剤・抗ウイルス薬の開発、③細菌やウイルスの増殖・蔓延の抑制など）に言及している。

〈BまたはCを選択した場合〉

統合水準Ⅰ

未解決の疾病の存在に言及している。

統合水準Ⅱ

統合水準Ⅰを満たす説明に加えて、なぜ現在でも疾病が存在するかについての理由（①治療法が未確立の新たな細菌やウイルスの発生、②細菌やウイルスの突然変異による進化（耐性ウイルスなど）、③環境要因（発展途上国の医療技術、生活環境等）による感染の持続など）について説明している。

(2) 教科（理科と社会科）を統合した深い理解に関する評価課題

〈(1)でAを選択した場合〉

統合水準Ⅱ

(1)で統合水準Ⅰにあり、かつ(2)で具体的な社会政策等を説明している。

〈(1)でBまたはCを選択した場合〉

統合水準Ⅲ

(1)で統合水準Ⅱにあり、かつ(2)で問題を克服するための社会的方策を具体的に説明できている。

統合水準Ⅲ+

統合水準Ⅲを満たす説明に加えて、さらに現代の社会的問題（南北格差、国内の経済格差、医療倫理、過重労働など）について説明できている。

(3) 高校1年生（事前）と高校2年生（事後）に実施した結果

事前

	水準0	水準I	水準II	水準III	水準III+
問1 (1)	16	94	8		
(2)	15	82	21		
(3)				1	
問2 (1)	57	24	37		
(2)			12	18	12

事後

	水準0	水準I	水準II	水準III	水準III+
問1 (1)	14	38	62		
(2)	10	67	37		
(3)				27	
問2 (1)	50	31	33		
(2)			18	15	7

表3：2016年4月の高校1年生（事前）と2017年3月の高校2年生（事後）に実施した記述型課題の結果

事前

	水準0	水準I	水準II	水準III	水準III+
問1 (1)	48	47	22		
(2)	40	58	19		
(3)			26	7	
問2 (1)	51	40	26		
(2)			21	11	10

事後

	水準0	水準I	水準II	水準III	水準III+
問1 (1)	27	46	36		
(2)	32	48	29		
(3)			30	14	
問2 (1)	32	46	31		
(2)			34	9	9

表4：2017年4月の高校1年生（事前）と2018年3月の高校2年生（事後）に実施した記述型課題の結果

4 考察

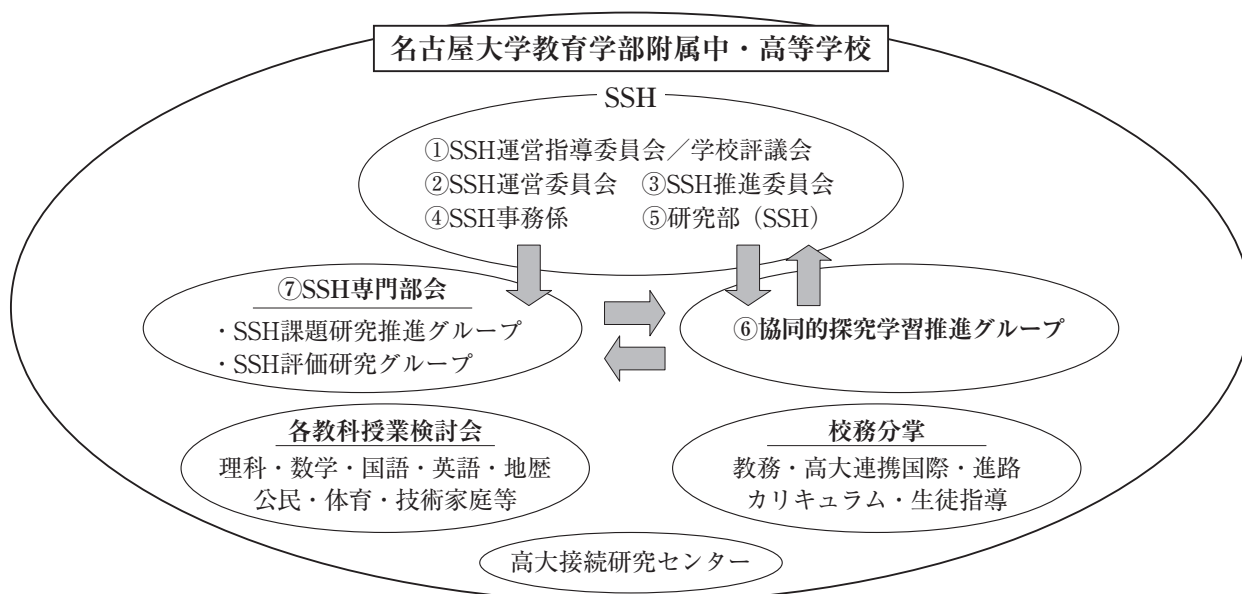
意識調査について、ABCDそれぞれの力の平均値がすべて3以上であった。選択肢は、それぞれ「あてはまらない」が1、「どちらともいえない」が2、「ややあてはまる」が3、「ある程度あてはまる」が4、「とてもよくあてはまる」が5である。

記述型課題について、事前から事後にかけて数学的リテラシー（問1（1））と科学的リテラシー（問1（2））の水準IIの生徒数、教科（数学と理科）を統合した深い理解（問1（3））の水準IIIの生徒数が大幅に上昇した。協同的探究学習やSS課題研究などの実施により、SSHプログラムで狙った力は確実に付いていると考えられる。一方、理科と社会科を関連づけた思考（問2）の水準II以上の生徒数は、事前と事後がほぼ同じであった。原因は、今後の課題としたい。

（文責 大羽徹）

第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制

(1) SSH研究組織概念図



(2) 研究組織とその役割

- ①SSH運営指導委員会：研究開発に対して、専門的な見地から指導・助言を行う。科学人材育成や評価、地域の教育に関わる大学教員、非営利団体職員、学校関係者等、幅広い分野のメンバーで構成されるため、多角的視野からSSH全体を捉えることができる。
- ②SSH運営委員会：校長（1）、副校長（2）、教頭（2）の5名からなるSSH管理職体制は運営委員会制度をとる。名古屋大学をはじめ、各連携関連機関との連絡調整機能の中心的役割を果たしながら、附属学校SSH研究開発の全般的な運営を主導する。
- ③SSH推進委員会：研究主任（1）、理科代表（1）、数学科代表（1）とSSH運営委員会（5）で構成。時間割にSSH推進委員会が組み込まれ、毎週定期開催するなど全校的なサポート体制がある。SSH研究開発推進の中核。運営指導委員会の企画・立案・開催を行う。
- ④附属学校SSH事務係：校内にSSH補助事務員を雇用し、研究開発に関わる会計処理を行う。学外講師の依頼や講演会等の準備も附属学校教員と協力して行う。
- ⑤研究部：研究主任を中心に理系・文系教員のバランスを考慮して管理職から任命された6名で構成。SSH推進委員会で方向付けた研究開発を具体的に検討する部会。全国から多くの教育関係者が集まるSSH研究協議会の企画・立案・開催実施の中心となる。
- ⑥協同的探究学習推進グループ：SS課題研究を含む、全教科で行う協同的探究学習の企画・調整・推進を行うSSH専門部会の1つ。評価部会と連携しSSH評価にも関わる。
- ⑦SSH専門部会：全教員が関わるSSH専門部会（SSH課題研究推進グループ、協同的探究学習推進グループ、評価研究グループ）である。カリキュラム開発実行の中心組織であり最も重要な部会の一つである。月2回開催の校内研究委員会の中で部会を行う。

学校長を中心としたSSH運営委員会が研究開発の中心となり、研究の方向性と学内体制に対して責任を負う。実質的な企画はSSH推進委員会が行い、教員全員体制の研究グループが具体的な業務を行う。

第6章 研究開発実施上の課題及び 今後の研究開発の方向・成果の普及

第1節 課題に対する取組

(1) 研究開発実施上の課題と課題に対する取組

2006年にSSH研究開発を開始し、今年で15年目となる。この間、研究の一貫した基盤となったのが、中高大連携による研究開発の取組みである。その中で、『サイエンス・リテラシー』を育成するためのカリキュラム開発（第1期）、その評価法の確立（第2期）、発展形である『イノベーション・サイエンス』を目指す人材育成（第3期）を研究してきている。「既存教科で学んだ知識を実生活と結びつけて考え、柔軟な思考の枠組みを創ることのできる力、自ら設定した課題について主体的に探究することのできる力を育成する」といった本校SSH目標に関しての成果を、広く一般に普及することが、今後の本校の使命であるとともに大きな課題であると考えている。これまでも、SSH成果発表会を開催し、公開授業やポスター発表等を行ってはきているが、さらに一歩踏み込んだ成果の普及が必要である。そのために、2020年度はコロナ禍の影響で対面の実施を見送り、オンラインでの開催とした。今年度のテーマは「生徒の主体的な学びを促す『協同的探究学習』指導法研究会」である。

2020年度 SSH研究成果発表会
生徒の主体的な学びを促す「協同的探究学習」
主催 名古屋大学教育学部附属中・高等学校

「協同的探究学習」は、生徒が自分なりの方法で教科の内容を深く理解すること、思考のプロセスを表現することを促す、中高各教科で実践できる学習法です。また、仲間と話し合うことで、生徒が主体的に授業に関わり、お互いの考えを聞くことで仲間を認め合うことのできる授業です。

東京大学大学院教育学研究科教授 藤村宜之先生の講演の後、本校教員による実践紹介を行います。教科ごとに分かれたブレイクアウトルームでは、教科特有の課題についても意見交換を行います。

1 期日：2020年10月17日（土）13:30～16:00
2 対象者：小学校・中学校・高等学校・大学の教員（非常勤講師を含む）、教育委員会関係者
3 形態：オンライン（ZOOM）
4 申し込み方法：下記の「お申し込み用サイト」をクリックしていただくか、本校のウェブページよりお申し込みください。
お申し込みをいただいた方に ZOOM のIDとパスワードをお送りします。
IDとパスワードはお送りした方のみへのお知らせとなりますので、参加希望の方はそれぞれでお申し込みください。
→ お申し込み用サイト

5 参加人数限度：国語・数学・社会・理科・英語・芸術・体育の各教科15名まで
6 会費：無料
7 内容：

第1部 13:30～14:30
(1) 東京大学大学院教育学研究科教授 藤村宜之先生による講演
「探究と協同を通じた子どもたちの「深い学び」
—協同的探究学習による発問の構成と思考や理解の深まりの評価—」

<講義概要>
国際比較調査などの結果を分析すると、日本の児童・生徒の「できる学力」（知識・技能）の水準は高いが、「わかる学力」（思考プロセスの表現や深い理解）の水準は相対的に低いことが見えてくる。これからの時代に向けて国際的にも重視されている「わかる学力」や、自己肯定感・他者理解・学習観などの学びに向かう力・人間性を育むには、探究と協同（他者とともに学ぶこと）を通じて子どもたちの「深い学び」を実現する授業が必要である。そのような背景から小・中・高の先生方と各教科等の授業を通じて開発と実践を進めてきている「協同的探究学習」について、具体的な授業における発問の構成と、授業時の個々の生徒の記述内容などを分析して「学びの深まり」を評価する方法について解説と提案を行いたい。

<プロフィール>
京都大学大学院教育学研究科において博士（教育学）を取得。名古屋大学大学院教育発達科学研究科准教授などを経て現職。専門は、教育心理学、発達心理学。カーネギーメロン大学（アメリカ合衆国）客員研究員、日本学術会議連携会員などを務めてきている。

<著書>
・『協同的探究学習で育む「わかる学力」—豊かな学びと育ちを支えるために—』（藤村宜之・橋本菜々・名古屋大学教育学部附属中・高等学校編著、ミネルヴァ書房、2018年）
・『数学的・科学的リテラシーの心理学—子どもの学力はどう高まるか—』（単著、有斐閣、2012年）
・『協同と探究で「学び」が変わる—個別・ドリルの学習だけでは育たない力—』（分担執筆、名古屋大学教育学部附属中・高等学校編著、学事出版、2013年） 他、多数。

(2) 本校における取り組みの概要（本校教員）

第2部 14:45～15:45
(1) 国語・数学・社会・理科・英語・芸術・体育の各教科に分かれて本校教員の実践紹介（主に中学校の実践紹介を行います。小学校・高等学校に応用するヒントを含んでいます。）
意見交換

(2) まとめのお会（各教科での話し合いの内容を全体で共有して検討します。）

アンケート等 15:45～16:00

8 お問い合わせ 〒464-8601 名古屋千種区不老町
名古屋大学教育学部附属中・高等学校 研究部長 石川
電話番号：052-789-2680（職員室）FAX番号：052-789-2696

今年度は、名古屋大学のホームカミングデイに合わせて行った、ホームカミングデイも大学全体でオンライン開催であった。本校の「教員指導法研究会」の広報も大学が主体となって実施した。参加者はオンラインにもかかわらず100名近くの教育関係者が参加した。

(参加者事前アンケートより 一部抜粋)

○研究会で学びたいこと)

- ・ 答えが1つのことが多い数学での、多様な考えなどを引き出す前提問題や展開問題。
- ・ 数学科における共同的探求学習。特に小学校的な学び(具体的に考える)との関係や多様な考えを取りあげ、練り上げる方法について
- ・ 協同的な学びを深めるための事前準備、発問の流れ、評価方法を知りたいです。
- ・ 技術科を担当しており、新しい指導要領にあるプログラミング的思考の育成に頭を悩まされているところです。教科は異なりますが、電気の実験や実習の中で生徒の思考を引き出すヒントが得られたらと考えています。
- ・ 教師の働きかけによる (1) 生徒の生徒同士の議論に対するモチベーションの誘起 (2) 導入から結論導出までの生徒たちの発言や行動の変容について

第2節 今後の研究開発の方向

(1) ICTを活用した実践

2020年度はコロナ禍の影響の下でも「学びを止めない」を合い言葉として校内の教員が知恵を絞って試行錯誤の取組みを行った。中学校では、GIGAスクール構想(文部科学省)により、生徒一人1台のタブレット端末が配備された。合わせて、校内にWi-fiが設置され、2021年度から、中学生は校内でICTを活用した多くの学習を行うことが可能となった。名古屋大学のLMS(Learning Management System)通称NUCTと併用することで、学びの可能性が大きく広がることとなった。一方、高校生は、自由に使えるタブレット端末は台数が少なく、また老朽化しているため十分に活用できない。各自のスマートフォンを使っただけの活動に頼らざるを得ない状況でもある。今後は、高校生も自由に使えるタブレット端末を拡充していく必要がある。

昨年度の3年次報告書でも記述下が、学校におけるICT教育が本校においても進んでいるとは言えない。本校では、SSH科学人材育成重点枠(2018年度受託)の中で「ビデオチャット」の機能を活用して遠隔教育の思想的実践を行った。参加校は、海外研修に参加する高等学校で2018年度は、名古屋大学教育学部附属中・高等学校、愛知県立一宮高等学校、東海高等学校、筑波大学附属駒場高等学校の4校。加えて2019年度は、兵庫県立神戸高等学校、福岡県立筑紫丘高等学校、三重県立四日市校と学校との間で行った。この取組みは、まだSSH科学人材育成重点枠に参加する高校生との間で行っているにすぎないため、今後は一般教科やSSH課題研究発表でも実践することを考えている。

(2) 高大接続の更なる取組み

「研究開発実施上の課題と課題に対する取組」でも記載したが、本校SSHの基盤は中高大連携による研究開発である。しかしながらこれまでの取組みは、大学の人的・物的リソースを活用して、中等教育のカリキュラム開発や評価を行ってきた。しかし、今後は、シームレスな高大接続カリキュラム開発に取組むことを考えている。この場合のカリキュラムとは、教育課程や教育内容を示し、大学の授業を大学生と一緒に高校生が受講することができる仕組みや、一定以上の成果をだした高校生は、大学の単位を取得できる仕組みを意味している。また、この取組みは、本校だけではなく、近隣の高等学校にも広げ、多くの高校生が参加できる体制を構築する。私学では同様な取組みを行っている学校もみうけられるが、国立が行う事でその影響は大きいと考える。まずは、名古屋大学と附属学校で開始し、その成果と課題を検証し、他校へ広げていくことを名古屋大学と協議を開始している。

第3節 成果の普及

(1) 名古屋大学 未来材料・システム研究所 (第4回エネルギー技術アカデミー)

12月18日に本校を会場にして、エネルギー技術アカデミーが開催された。これは、名古屋大学の今中政輝助教と附属学校が協同で行った取り組みである。本校生徒だけでなく、一般からの参加者も募り参加者は20名を越えた。高校生だけでなく大学生や一般の方も参加した本校初の取り組みである。

【開催案内】第4回 エネルギー技術アカデミー

太陽光発電を見て学ぶ
—安全に運転するためのしかけ—

日時: 12月18日(水) 13:30 ~ 15:30
会場: 名古屋大学教育学部附属中・高等学校
名古屋千種区不老町
名古屋市宮地下鉄名線「名古屋大学」駅西番出口から
西地区連絡口より徒歩約7分
<https://highschl.educa.nagoya-u.ac.jp/>

講師: 吉富政宣氏 (吉富電気 代表取締役)

参加費: 無料
対象: エネルギー技術に関心のある若手・学生
定員: 最大20名(申込みが20名に達した時点で受付を截止します)
※参加申込み締切: 12月6日(金)

参加のお申込みは、
右のQRコード(申込フォーム)よりお願いします。



フォームによるご連絡が難しい場合は、下記連絡先以下の情報をご送付ください。
ご氏名(ふりがな)・ご所属(ご連絡先メールアドレス)
*年齢ご記載(高校生)・10代・20代・30代・40代・50代以上・既婚/未婚
*希望講座(複数選択可)の希望内容(希望しない)

~ エネルギー技術アカデミーに関するお問い合わせ先 ~
名古屋大学 未来材料・システム研究所
エネルギーシステム(中電部電力)寄附研究部門
秘書 松田 E-mail: mmatauda@nsoe.nagoya-u.ac.jp
TEL: 052-789-5920 FAX: 052-789-2108



(2) 「名古屋大学テクノフェア」での研究発表

10月19日に名古屋大学でテクノフェアが開催された。例年このテクノフェアでは、名古屋大学教員や大学院生の発表が主として行われるが、今年度は初めて附属学校の生徒のSSH研究も参加することになった、発表生徒は来場者から多くの質問を受け、研究に関して一緒に議論をした。

GUIDE

テクノフェア名大

10/19(土) 10:00 ~ 15:00

会場: 名古屋大学IB電子情報館中棟1階

参加費 無料
申込不要

技術の未来基準が集結

開催概要

- 研究内容・研究成果等のブース展示
- 市民公開セミナー(定員:150名)
- 研究室見学 など

名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

16. 建築加工精度に合わせた構造用木材の活用	名古屋大学 建築学系 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	建築加工精度に合わせた構造用木材の活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
17. 材料加工で木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
18. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
19. グリーンビルディングの推進	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	グリーンビルディングの推進。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
20. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
21. 航空宇宙分野の木材活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	航空宇宙分野の木材活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
22. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
23. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
24. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
25. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
26. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
27. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。
28. 木質バイオマスの活用	名古屋大学 工学部 准 教授 佐藤 誠 准 教授 佐藤 誠	木質バイオマスの活用。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。木材の加工精度が向上することで、木材の活用が広がります。

(2) 一般広報誌「SUKiFUL」を活用した成果の普及

「SUKiFUL」は、愛知県内を中心に、多くの高等学校へ配布されている一般広報誌である。この中で、本校SSH生徒研究員制度で研究に取り組んでいる生徒とその研究内容が紹介された。



こんにちは。私たちは名古屋大学教育学部附属高校の相対論・宇宙論プロジェクトです。相対論・宇宙論プロジェクトは、2014年度に創設しました。SSHの活動として部活やサークルのように放課後に集まり、研究をしています。主に宇宙に関することを対象としています。

現在、中学1年生から高校3年生までの39人が在籍しています。3～5人程度のグループに分かれて研究を行っています。研究内容の一部を紹介します。


気象衛星グループ
気象衛星ひまわり8号が撮影した地球の画像や、インターネット望遠鏡による月の画像を解析して、月や地球の軌道を求めています。

実験グループ
高層ビルやトンネルの中など様々なところで重力を測定して、その違いから地球の半径を求めることを目標にしています。

プログラミンググループ
車道から見た周囲の風景の画像からブロック解のある場所を探し出して、地震のハザードマップの作成を行っています。

その他の研究
名古屋大学天体物理学研究室で愛知県立明和高等学校SSH 部物理・地学系の生徒との共同研究「NANTEN2」で観測したデータや公開されている観測データを用いて、大質量星について研究を行っています。

名古屋大学教育学部附属高等学校 相対論・宇宙論プロジェクト



主な活動実績

2015年度
■第12回 日本物理学会 J. セッション(2016) 奨励賞

2016年度
■第10回 高校生理科研究発表会 平塚大学長賞
■第13回 日本物理学会 J. セッション(2017) 優秀賞、奨励賞2件

2017年度
■第15回 高校生科学技術チャレンジJSEC(2017) 審査委員奨励賞、優秀賞
■第14回 日本物理学会 J. セッション(2018) 優秀賞2件、奨励賞2件

2018年度
■平成30年度 スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会 奨励賞
■第16回 高校生科学技術チャレンジJSEC(2018) 優秀賞
■第15回 日本物理学会 J. セッション(2019) 優秀賞2件、奨励賞

4年間研究を進めているテーマもあり、中高一貫校であることを生かして日々研究に励んでいます。

(文責 三小田博昭)

④ 関係資料

資料 1

2020年度 中学校教育課程表

教 科		第1学年	第2学年	第3学年
国 語		140 (4)	140 (4)	105 (3)
社 会		105 (3)	105 (3)	140 (4)
数 学		140 (4)	105 (3)	140 (4)
理 科		105 (3)	140 (4)	140 (4)
音 楽		52.5 (1.5)	52.5 (1.5)	35 (1)
美 術		52.5 (1.5)	52.5 (1.5)	35 (1)
保健 体育		105 (3)	105 (3)	105 (3)
技術・家庭		70 (2)	70 (2)	70 (2)
外国語(英語)		140 (4)	140 (4)	140 (4)
道 徳		35 (1)	35 (1)	35 (1)
特別活動		35 (1)	35 (1)	35 (1)
総合的な学習 の時間	総合人間科	70 (2)	35 (1)	35 (1)
	SS課題研究 I		35 (1)	35 (1)
合 計		1050 (30)	1050 (30)	1050 (30)

2020年度 高等学校教育課程表

名古屋大学教育学部附属高等学校

教科	科目	標準 単位数	第1学年	第2学年		第3学年	
				共通	選択	共通	選択
国語	国語総合	4	4				
	現代文B	4		2		2	
	古典A	2					3◆
	古典B	4		2		2	
	国語表現	3			3○		2#
地理歴史	世界史A	2	2				
	世界史B	4				4※	
	日本史A	2		2◇			
	日本史B	4				4※	
	地理A	2		2◇			
	地理B	4				4※	
公民	現代社会	2		2			
	倫理	2				4※	2■☆
	政治・経済	2					2■☆
数学	数学I	3	2				
	数学A	2	2				
	数学II	4	1	3	1※		
	数学B	2			2□		
	数学III	5			1※	2△	3◆
	数学研究α(文)	2				2△	
	数学研究β(文)	2					2#
	数学研究γ(理)	2					2☆
理科	物理基礎	2	2				
	生物基礎	2	2				
	化学基礎	2		2			
	物理	4			3○	2●	
	生物	4			3○	2●	
	化学	4					4■▲
	生物基礎研究	2				2●	2▲
	化学基礎研究	2				2●	2▲
	理科演習I	2					2#
	理科演習II	2					2#
保健体育	体育	7~8	3	2		2	
	保健	2	2				
芸術	音楽I	2	2◎				
	音楽II	2			2□		2☆
	美術I	2	2◎				
	美術II	2			2□		2☆
	書道I	2	2◎				
外国語	コミュニケーション英語I	3	3				
	コミュニケーション英語II	4		3			
	コミュニケーション英語III	4				2	
	英語表現I	2	2				
	英語表現II	4		2		2	
	総合英語I-1	2			3○		
	総合英語I-2	2			2□		
	総合英語II-1	2					2■
	総合英語II-2	2					2☆
	総合英語II-3	2					2▲
家庭	家庭基礎	2	1	1			
総合的な探究の時間	総合人間科	3~6	1	1		1	
情報	情報の科学	2		1			
SS課題研究II	科学倫理・数理探究	1	1				
	STEAM	1		1			
SS課題研究III	生命科学探究講座	*1	*1	*1		*1	
	地球市民学探究講座	*1	*1	*1		*1	
ALE		*1	*1	*1		*1	
特活	H R	3	1	1		1	
計			31	25	6	20	11
合計			31	31		31	

- ・選択科目は、同一学年の同じマークの複数教科から1科目を選択する。
- ・SS課題研究IIの「科学倫理・数理探究」は「情報の科学」1単位を代替する。
- ・SS課題研究II・SS課題研究III・ALEは、本校が独自に設けた教科である。
- ・SS課題研究III・ALEは、選択履修(*)により単位を認定する教科である。
- ・2020年度入学者の教育課程表である。

資料2

第1回運営指導委員会 議事録

■日時 令和2年11月26日(木) 16:00~17:00

■場所 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 Zoomオンライン会議

■出席者(敬称略)

運営指導委員 安彦忠彦(神奈川大学 特別招聘教授) 藤村宣之(東京大学大学院教育学研究科教授)、脇田貴文(関西大学社会学部 教授)、堀田秋津(京都大学iPS細胞研究所 講師)、坂本雅昭(NPO「ささえあい」理事)、高味修一(附属学校 同窓会会長)

オブザーバー 高井次郎(名古屋大学 教育発達科学研究科長)

管理機関 大西功(名古屋大学研究協力部社会連携課長)

本校教職員 校長、副校長、研究部員

■議事

1. 開会

2. 自己紹介

3. コロナ禍における取組み

〈課題研究〉

- ・コロナ禍の影響を受け、5月中は休校となりそれまではオンラインで実施した。生徒が自分たちで決めた研究テーマを基に、担当教員とメールでやり取りをし、チームの人数を通常の半数にしてZoomで順番に発表、他の生徒や教員からアドバイスを受ける形で実施した。聞いたアドバイスを基に練り直し、更に中間報告発表会を行った。理科など教科によっては試し実験が出来ないデメリットはあったが、一人一人に確実なきめ細かい指導が出来たことはメリットであった。
- ・スキンチェッカーでの脂分や水分の測定や、鉋物から絵の具を作り、色差計で色を数値化するような独特の取組を行っている。

〈学びの杜〉

- ・コロナ禍の対策として今年度はZoomオンラインで11回実施した。主に大学の先生から講義を受け生徒が質問する形で実施した。オンライン実施の為、生徒同士が話し合うのは難しかったが、モンゴルなどの海外の生徒や中学生も一緒に受講する試みも行われた。

〈重点枠〉

- ・今年度はコロナ禍の対策として、学校を通して郵送で応募する形に加え、メールによるネットでの応募も可能とした。その結果、全国から18校、22チームの応募があった。
- ・0ステージの公募問題は、1年目は数学の奥深い問題を、2年目は本校が共同的探究学習を行っていることもあり、複数回答から分析する問題を作成した。今年度は1、2年目の反省も踏まえ、①多様な解法ができる問題 ②大学の数学の理論につながる問題の2部構成の問題とした。
- ・コロナ禍の影響を受け、1stステージ(数学に関わる講義) 2ndステージ(フィールドワーク)を、連続する日程ではないが合体した形式で開催することとした。12チームを選抜し、オンライン(Zoom)で行った。
- ・1stステージは8/1, 8/2に実施。大学教員がZoomで講義を行い、課題を解いた。課題の提出・回収はメールで行った。それぞれの分科会ではブレイクアウトルーム機能を使い、連絡等を可能とした。
- ・2ndステージのフィールドワークのポスター発表も8/29にオンライン(ZOOM)で実施した。
- ・3rdステージには6チームが進出し、自己成長ステージではフィールドワークのレポートを英語で議論出来るよう準備をしている。

- ・昨年度はコロナ禍の為、アメリカでフィールドワークのレポートを基にディスカッションを行う3rdステージは中止となった。今年度も3rdステージはアメリカでの活動は中止し、名古屋に6チームが集まり、オンライン上でノースカロライナ大学の学生と交流、ディスカッションを行う予定である。

〈教員研修会〉

- ・今年度は対面ではなくオンラインで実施したので、他府県の先生の参加も多く見られ、意見や疑問に思っていることを共有できたことは良かった。
- ・個人情報観の観点もあるが、オンラインでも実際の授業の様子を見てもらえると良かった。

〈生徒研究員制度〉

- ・SSH生徒研究発表でポスター発表賞を受賞した。重力を測り、重力が減少することを利用して地球半径を測るという研究内容である。今年度はオンライン発表で、撮影した動画を提出し、審査もZoomで行われた。

4. 評価

- ・高1の4月（事前）と高2の3月にアンケートによる意識調査、記述型による思考力調査を行っている。意識調査では、A（多様な既有知識を関連づけて、学習した内容と実生活を結び付けて考える力）B（課題の本質を理解し、柔軟な思考の枠組みを創造する力）C（自ら設定した課題について主体的に探究する力）D（判断した根拠や因果関係について自分の考えで説明する力）それぞれの力の平均値が1～5段階評価ですべて3以上であり、記述型課題では教科（数学と理科）を統合した深い理解（水準Ⅲ）の生徒数が大幅に上昇した。協同的探究学習やSS課題研究などの実施により、SSHプログラムで狙った力は確実に付いていると考えられる。
- ・去年卒業した生徒の自己評価の経年変化では、高2で一旦下がるが、3年生になり上がっている。

5. 指導助言

- ・自己評価で測る部分と、思考力自体を記述型課題で測るという両面からしっかりと評価を出している。
- ・高校2年生で自己評価が一旦下がるというが、生徒の負担が多いから理解が下がるのではなく、むしろ逆に学習を進めていく中で、探究学習や研究の難しさに気づき、自分の力に及ばないことが目に見えることで自己評価が下がるからではないか。
- ・評価の面では、ただの平均値ではなく5年間の取組のどこがどのように効いたか、先生方の設定した目標値にどれくらい近づけたかというような評価の仕方として欲しい。もう少し伸び具合に意識を向けると良い。
- ・協同的探究学習の理念・枠組みを発展させるような形で教科を連携させて思考を高める取り組みも進んできているので、それを更に発展させ、これからの時代に必要な非定型の問題を解決し探究していくような力をつけて欲しい。
- ・コロナ禍の中、いろいろな対応を取られ取り組まれたのは大変だったと思うが、良かった面を維持していくことが大切である。例えば、WEB会議が出来るようになったことにより、海外から講師を呼ぶなど、拡げていくのは一つの方向性であると思う。
- ・生徒自身にとって本当にSSHの授業の効果が見えてくるのは大人になってから、あるいは大学に入ってから卒業してからだと思うので、卒業生にも遡ってSSH事業の評価をしても面白いのではないか。
- ・世界デジタル競争ランキングで日本は23位、AI人材専門家ランキングは8位で、コロナ禍で意外と日本がデジタル化に遅れていることが露呈した中で、実態を把握しこれからの若者にデジタル化に突き進むべく取り組んで欲しい。
- ・SSH事業が終了するという事で、これからは費用がかからない創意工夫によって、内容を自主的に継続できるような今まで蓄えたノウハウを最大限活用していただきたい。

6. 閉会

資料3

SS課題研究Ⅱ (STEAM) テーマ一覧

グループ	2020年度 STEAM 中間発表 研究テーマ
1若山	連立方程式
	コラッツ予想を解きたい
	「ことわざ」の意味と実際に生じる可能性のギャップを実験・計算で求める
	ルービックキューブのアルゴリズムの仕組みを数学で解明する
	控えめな有理数とイデアルの関係とベクトル
	物理現象を微積分で読み解く
	席替え時の様々な確率を調べる
	じゃんけんの勝率を上げる方法
	和算特有の方法にはどのようなものがあるか
	累乗とmod計算の関係
2都丸	サイコロの出目の確率は面積か重心どちらと関係が深いのか
	3桁と4桁の自然数におけるカプレカ操作数の傾向
	グローバル化が進むほどGDPは高くなるのか
	名大附の生徒がもつ「名大附」の性格と生徒個人の性格の差があるのか
	MBTIの診断結果と主観に相違はあるのか
	睡眠習慣とSNS・インターネット依存の関係
	小児用ワクチンは必要な場所に十分行き届いているか
	農業において石油消費量を減らすには
	社会福祉施設の数と豊かさとの関係
	東証一部上場企業のロゴカラーは何色が多いか
3西川	通学時間は生活時間に影響をあたえるのか
	テーマパークの集客力を高めるにはブランド力を高めるべきか
	性格と血液型の関連性
	英語の語彙学習において、日本語のスキーマの提示は効果的か
	音楽は計算効率に影響を与えるのか
	血縁・地縁の関係性
	動・植物の条部位の細胞量の差
	干している魚と干していない魚で栄養価の違いはあるのか
	睡眠と音はどのような関係があるか?
	アメリカザリガニの捕食圧を受けやすい種は何か、また水草により捕食圧に違いがあるか
4竹内	優柔不断な性格を改善し、決定時間を短くすることはできるか
	環境ホルモンが植物に及ぼす影響とは
	色による感じる時間の長さの違いを応用した空間デザイン
	人間の平熱が昔と比べて低くなってきているのは本当か
	皮膚と上手く向き合うためには何が大切か
	ポイ捨てされたペットボトルゴミは虫を殺すか
	ローズマリー・ミント吸入による暗算能力・暗記能力の向上はありうるのか
	名大附の池の水でオオカナダモが枯れてしまうのは水中のカリウムが不足しているからか
	湿度によって音波は変化するのか
	地下鉄名城線・名港線における鉄道車両の加速度と列車遅延の関係性
5石川	よく飛び紙飛行機の条件とは
	ボウリングでストライクをとるにはどうすればよいか
	キャップ投げ野球でセーブ王になる方法
	競泳における飛び込みの入水角度はどのくらいがベストか
	再利用できるカイロ
	耐震設計と免振設計の時間と振れの大きさの関係
	太陽光発電の真の発電効率を求める
	風向きと風速による走行中の自転車への影響
	再利用できるカイロを作ろう!
	集光によって照度はどこまで上げられそうなのか
6鈴木	人工的にイングリッシュ・ローズのミルラ香を作る
	言語表現からみた「笑い」の分析、国民性との関わり
	高出力で長持ちする電池を作る
	私たちの味覚に対する認識とコクを生み出す方法
	耐性の高い赤色絵の具を鉱物から作る
	肌の水分量を高く保持する方法 (肌荒れしないかつ殺菌効果のある消毒液)
	PETがペットボトルに使用されている理由は?
	サビ
	一番万能な接着剤は何か?
	日焼け止めの効果

グループ	2020年度 STEAM 中間発表 研究テーマ
6鈴木	「おばあちゃんの知恵」は科学的根拠に基づいて有用といえるのか?
	色によって暗記能力は変わるのか
	人工甘味料は本当に砂糖よりもダイエットに良いのか
	改造ギター (キルスイッチ 連動するキーボード)
	電車の音やら文字やら出す
	対局時計を作ろう
	ボタンを押すと曲が始まりもう一度押すと止まる
	数学の表示
	ドットマトリックスにおけるLED制御
	触らずに開くゴミ箱
7原	カウンター
	単音とピアノ
	「地獄のシャトルラン装置」を作る
	信号機をプログラムしてみる
	簡易電子ピアノを作る
	警報装置を作る
	LEDをつける
	男女での「女性らしさ」の認識の違いはあるか?
	どのような繊維が楽に色を定着させることができるのか
	布の種類による紫外線の防ぎ方のちがい
よりよいシミ抜きの方法はなにか	
8岡村	布の乾燥率は化学繊維と天然繊維それぞれで差はどのくらいあるのか
	登校時に重い鞆を背負っている学生ほど、肩こりの度合いが大きいのか
	書く国の気候とその国の民族衣装に用いられる布と形状の関係性
	日用品において洗剤の代わりとなるものはあるか。その共通点はなにか。
	タオルをフワフワのままに保つ洗濯の仕方は?
	衣類の良い香を長持ちさせるにはどうしたらよいか
	エアリズムと綿の違いはなにか
	日本の着物が長い間 着続けられているのはなぜか
	衣服の伸縮について
	服のシミが落ちるのにタイムリミットはあるのか
9松本拓	学生の購買意欲をかきたてるパッケージデザイン — アンパン、カレーパン、クリームパン
	かわいいと思うキャラクターの目の位置の法則性
	気象情報の警戒色として紫を用いるのは適切か?
	音楽教育の発達段階と「エーデルワイス」
	勉強の集中力とノートの紙の色に関係はあるのか
	ダークヒーローの魅力とは
	効率よく正確に暗記する上で一番効果のある色とは?
	伝えたい情報や気持ちなどを効率よく伝えられるマークとは?
	配色からくる印象や購買意欲に共通点はあるか
	その人が一番似合う色は何色か?
ポケモンデザインの变化と世界の变化	
着色料を含む食品と人々の嗜好の変化	
コード進行がまちがっていても違和感のない音楽があるのか	
自己声援によって運動能力は高くなるか	
短距離走でより速く走るためにはどの地点まで前傾姿勢を意識すればよいか	
自分より強い相手に勝つ一撃とは何か	
二重とびと音楽の関係	
胎動の激しさ(出生時の身長・体重)と運動能力の関係について	
幸せなら輪投げははいるか	
学生のうちからでもヘッドホン難聴の症状は出るのか	
高校生が走り幅跳びで最も良い記録の出せる助走は何mか? またそれはなぜか?	
利き手と非利き手のきょうさの差と利き手矯正について	
感情が意図せず顔や体に表れるのは、自分にとって得だからか	
背が高い人の方が立ち幅跳びは長く跳べるのか	
世界の飲酒狩野年齢と病気の関係	
若者言葉のスポーツに対する利点	
応援はバスケのシュート率に優位な影響を及ぼすのか	

⑤ 令和2年度科学技術人材育成重点枠実施報告（要約）

① 研究開発のテーマ	
	<p>数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成</p>
② 研究開発の概要	
	<p>数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成を目的としている。多くの情報を集め、それらの情報から必要とする情報を引き出し処理することを通して、社会とのつながりの中で数学を活用する能力を育成することが目標である。具体的には2つの人材、①Leading型科学技術人材（現象と原因の関係やそのメカニズムについて、幅広く収集した情報を処理し、根拠や理由に基づいて自分の考えで説明し将来、日本社会を牽引することができる人材）②Top型科学技術人材（国内外の多様なステークホルダーと連携して、社会的課題を自ら主体に発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、世界の中で将来活躍できる人材）の育成である。育成には、4つのステージを設けて必要な資質や能力を磨くための検証を行う。</p>
③ 令和2年度実施規模	
	<p>全国SSH校と東海地区非SSH校の生徒を対象として実施する。</p>
④ 研究開発内容	
<p>○具体的な研究事項・活動内容</p> <p>・0ステージ</p> <p>研究事項</p> <p>Leading型、Top型科学技術人材を育成するために必要な資質・能力を判定するために実施した。選考に通過した生徒には、2nd・3rdステージ参加への意欲と更なる学びへの意識づけを行なうことが期待される。</p> <p>活動内容</p> <p>全国の高校生に対してLeading型科学技術人材・Top型科学技術人材への登龍門として、3月上旬に全国のSSH校ならびに東海地区の非SSH校に応募要領と公募問題「三角形の面積を2等分する線分について、2個の自然数の最大公約数が1になる確率について」を発送した。応募された解答を6人の審査員で評価を行い、1stステージ進出校を決定する。</p> <p>・1stステージ（令和2年度は1stステージ、2ndステージを同時実施）</p> <p>研究事項</p> <p>書類選考を通過した全国の高校生を対象に、事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方がさらにできるようにファシリテートする。また、課題を主体的・協同的に解決する力を育成する。</p> <p>2ndステージで行うFW（フィールドワーク）を通して、効果的に調査・研究を行う基礎力育成が期待される。</p> <p>活動内容</p> <p>書類選考を通過した全国の高校生（12校49名）を対象に、オンライン上で4名の教員が全日程3日間の2日間で約2時間ずつ、レクチャーを行った。内容は社会生活と数学の関わりに焦点を当てた。レクチャーの課題をグループごとや個人で解くことで課題を主体的・協同的に解決する力を育成する。講座の受講ごとに行う課題レポート集計をおこない点数化した。</p> <p>・2ndステージ（令和2年度は1stステージ、2ndステージを同時実施）</p> <p>研究事項</p> <p>FWでは、事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方を実践的に育成する。情報収集や調査で得た多くの情報を分析し、エビデンスに基いた発表力を育成する。集めた情報から自分が必要とする情報を引き出し処理する能力を育成することが目標である。また商店街を拠点にFWを行うため、</p>	

商店街の理事のレクチャーをオンライン上で行う。また、数学が実生活との関わり、学校での学問が社会とのつながりや、実社会との影響を考える。

活動内容

地元の商店街などのエリアで数学の視点から商店街や建物を観察する。数学の視点からまとめてオンライン上で審査員に対して発表を行った。

・自己成長ステージ

研究事項

3rdステージに向けて、英語で数学の授業を受講し英語力を向上させる。英語での数学的専門用語の修得が期待される。また今後の教育で期待されている遠隔教育に対する実践例の提供をおこなう。個人のライフスタイルにあわせた新しい教育の試行を試みた。

活動内容

2ndステージ（夏期休業中）から3rdステージ（年度末休業中）の間で、インターネットを活用した双方型遠隔教育の試行的実施する。名古屋大学G30プログラムで実施しているインターネットを使って配信されている補充教材を利用する。ビデオチャットの機能を使って質疑応答、参加者どうしの議論、補足事項等の発信を行う。

・3rdステージ（平成元年度は中止、平成2年度はオンライン上での実施予定）

自ら主体的に課題を発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、将来世界の中で活躍することができる人材を育成する。海外の大学生と協同し、自分の持つ社会的背景とは異なる状況の下でも多くの情報を収集し、必要な情報を的確に処理する能力を育成する。成果を英語で発表し、情報交換を行なうことで国際性を育成することが期待される。

活動内容

3rdステージに進出した4校が名古屋に集まる。米国ノースカロライナ州 North Carolina School of Science and Math (NCSSM) の学生と地元商店街にて、アンケート調査や聞き取り調査等により多くのデータを収集し分析。分析した結果についてエビデンスを示しながら英語で発表する。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

- ・ 0ステージでの応募数は緊急事態宣言中にもかかわらず、全国から18校、22団体（一団体は約4名約80名近く）であった。
- ・ 1stステージでは4名の教員により、グループごとでの評価や個人での評価をそれぞれ行った。オンライン上での解答のファイルのやりとりはあまり問題なく進めることができた。
- ・ 2ndステージではそれぞれの地元でフィールドワークをおこなった。オンライン上でのポスターの提出は問題なく進めることができた。

○実施上の課題と今後の取組

- ・ 0ステージでの解答は複数の解法の分析と、各解法と他の解法の共通性を中心に評価を行った。
- ・ 1stステージは3名の教員による評価方法が個人評価と団体評価の2通りで評価を行った。
- ・ 2ndステージはオンライン上での発表となった。
- ・ 自己成長ステージはコロナ禍でのオンラインの急速な整備のため、問題なく利用ができた。
- ・ 3rdステージ（令和2年度）は、コロナウイルス感染対策のため、米国には渡米しない。4校6団体で集合し、オンライン上で取り組みを発表する。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

- ・ 0ステージの解答の回収は郵送による回収とメールによる回収と両方行った
- ・ 1st 2ndステージはZoomのブレイクアウト機能を用いたオンラインによる取り組みを行った
- ・ 3rdステージのアメリカの渡米は前年に続き行わず、今年度はオンラインでの実施となった

（文責 渡辺武志）

⑥令和2年度科学技術人材育成重点枠の成果と課題

① 研究開発の成果

○これまでの取り組みを通じた成果

・地域や他の学校への波及効果

0ステージで全国のSSH校ならびに東海地区の非SSH校に応募要領と公募問題「三角形の面積を2等分する線分について、2個の自然数の最大公約数が1になる確率について」という2問の問題を送付した。この問題の探究に、全国から18校、22団体（一団体は約4名 約「90名」）の応募があった。審査では、愛知、三重の県立高校の数学教員、名古屋大学多元数理科学研究科教員、研究員が審査員を行い、活発な意見交換をおこなうことができた。

2ndステージでは平成30年度にフィールドワークで、行ったポスター発表を1つ選び、多元数理研究科、院生からの解説を行った。フィールドワーク前の講義として、生徒にさまざまな事例を与えることができた。

・学校の変容

昨年からの学校全体の研究体制にSSH重点枠グループが1st、2ndステージで全面的な支援を受けた。コロナ禍のなか、0ステージは解答の送付でメールによる添付、1st stageではオンライン上での講義はZoom機能を利用した。また、ブレイクアウト機能を用いたグループごとの相談の確立をした。また、解答のメール添付による、即日回収を行った。また、ファイルを利用して教員の採点・評価、2ndステージでもメールを用いた添付ファイルの提出、採点など、オンライン上でも解答、採点、評価についてスムーズにおこなうことができた。

・教員の変容

オンラインによる講義ができるように、PCにオンラインソフトを入力したり、60名を超える参加グループに対するソフトの設定など、ネットワーク機能を用いた設定を教員主導により、構築することができた。

・大学の変容

1st stageでは、講義をいただく教員に対してオンライン上での講義をお願いした。先生によっては、使い慣れた先生や初めて取り組む教員もいた。概ねPower Pointによる講義がほとんどであった。解答も添付ファイルで寄せられた回答について、ほとんどの回答で問題なく採点することができた。

・大学の資源の活用

名古屋大学では情報基盤センターのサービスNUWNETを利用して、ネットワークを使用している。通信環境が整備されており、1st 2ndステージでは一度もネットワークが切れることがなかった。

自己成長ステージでのビデオチャットの題材は、昨年に引き続き名古屋大学G30プログラムの学生に対する補充教材（コンテンツ）を使用した。コンテンツ制作者の石田教授から快諾いただき、使用した。生徒たちのコンテンツの利用の際にも石田教授や多元数理研究科の研究員に参加いただき、英語での発表に対するアドバイスをを行った。なお、今年度はコロナ禍のもと、指導する教員もZoomでの参加で進行している。また、G30学生にも協力をいただき、高校生との交流を通じてオンラインで行い、アメリカの現地とのオンラインの一助とする。

・地域の協力と生徒の活動

2ndステージでは、それぞれの地域において、商店街などでフィールドワークを行うために、地域との協力が必要となる。商店街との協力については、今年度も地元の城山商店街組合の理事長にお願いをし、快諾いただいた。また、商店街の理事からフィールドワーク前に講義として、実施する地域の地理的、歴史的な講義を行った。今年度はオンラインによる発表であった。提出も添付ファイルによる提出であったが、4人の教員による評価は、適切に評価することができた。短い時間内にフィールドワークでみつけた数学の内容が記述できた。

② 研究開発の課題

・研究開発の課題

・0ステージ

公募問題づくりが大変むづかしい。今年度は2題の出題であった。1題は協同的探究学習に関する題材で、平易な素材を利用し協同的探究学習に関する題材は複数解の解法に関する分析、それぞれの解答記述の良さ、また、それぞれの解法の共通部分などから採点をおこなった。もう1題は互いに素な自然数となる確率の問題で、平易な素材ではあるが、解答にはPCによる計算や素因数分解の一意性などを利用した解答が見られた。高校生の知識で深く探究した問題を高く評価した。候補にならなかった学校に対してのフォローは、採点の様子を文章にまとめ、各校に送付した。3年間の作問で探究的な問題作りは、教育課程の中で作る作問、枠にとらわれない作問の2種類を作成した。それぞれの長所、短所の分析が課題である。

・1stステージ

コロナ禍でオンラインによるレクチャーとなった。Zoomを利用し4人の教員によるレクチャーに選ばれた16団体が参加した。レクチャー後の課題はグループごとによる解答のため、ブレイクアウト機能を利用するなど、対面型の講義と遜色ない授業形態にするようつとめた。解答は時間内にPDF形式で送信をお願いするなど、オンライン上での解答方法が課題である。

・2ndステージ

オンライン上での発表となった。主催校に集合した開催ではなかった。Zoomのブレイクアウト機能を利用することによって問題なく、発表がおこなわれた。審査についても問題なく終了することができた。最終年度は発表までの期限が2週間と長かったため、深みのあるポスター発表となった。開催地での作成と学校ごとの現地で作成したポスターをどのように評価するかが課題となった。

・自己成長ステージ

コロナ禍のオンライン環境の整備により、参加校のネットワークの事前整備は不要であった。ビデオチャットの整備をハード面（広角撮影、集音マイク、タブレットPC）ソフト面（英和辞典、科学英語の書き方のプレゼンテーション）などの配布をおこなった。

各学校のビデオチャットによる数学英語の解説は一人ずつ、大学教員、研究員によるアドバイスをとおこなった。米国の生徒とディスカッションをしながら生徒たちと作品をつくることになるため、事前にフィールドワークでおこなった内容を英語化することで準備をおこなった。また、3rdステージに向けた準備として名古屋大学G30プログラムの学生によるアドバイス等も行った。3rdステージに自己成長ステージの準備が活かされるかが課題である。

・3rdステージ

コロナ禍において、米国訪問は最終年度も不可能となった。最終年度は最終ステージに進出した6団体が名古屋に一同に集合し、ノースカロライナ州立大学の学生とフィールドワークでおこなった内容を基に、オンライン上で議論ができるかが課題となる。

(文責 渡辺武志)

⑦ 科学技術人材育成重点枠実施報告書

① 研究開発テーマ 「数学的思考力を基盤に多領域に応答する人材の育成」 について

0ステージでは1stステージで行うLeading型、Top型科学技術人材の発掘するため、公募問題を通じて行った。4月上旬に全国のSSH校と愛知県内の公立高校に封書で送付した。全国から18校、22団体（一団体は約4名 約90名）の応募があった。7人の教員により解答の精読を行った。すべての学校が丁寧に複数解答や、深い思考にもとづく解答であった。

複数の解答内容をさらに吟味し、1stステージ進出団体を決定した。最終年度は2題出題した。深い思考力が必要な問題にもかかわらず、意欲があり、深い概念の理解を持つ団体の生徒の発掘につながった。

1stステージは、Leading型、Top型科学技術人材を育成するために必要な資質・能力を判定するために実施した。今年度の1stステージは、コロナ禍の影響でオンラインでの実施となった。この間の選抜は行わなかった。全行程は1stステージ2日間、2ndステージ1日であった。16校が選抜された。

4名の教員が2日間にかけて、約2時間ずつレクチャーを行った。レクチャーに関する問題の回収はメールと郵送の両方でおこなった。採点はレクチャーを行った個々の教員により行われた。

2ndステージは、Leading型科学技術人材の資質の育成のため、数学の課題に取り組んだ。地元の高校近くにある、地域の商店街や建物などを利用して、数学の視点から調査（フィールドワーク）をおこなった。まとめた内容をオンライン上で発表をおこない、4人の審査員が分析評価をおこなった。1stステージ、2ndステージの別日程の実施であったが、2つのステージの採点合計により3rdステージ校を決定した。

日本数学コンクールは延期となり、団体戦は中止となったため、評価はできなかった。

自己成長ステージは、現地の学生や生徒を英語で数学の発表準備が円滑に行えるように、国内環境を整える。内容が説明できるよう、英語で数学の授業を受講し英語力を向上させる。3rdステージで、オンライン上でアメリカの現地の生徒や学生と現地でフィールドワークを行い、準備として数学英語に慣れるため2ndステージと3rdステージの間約半年間8回行う。遠隔教育を利用してビデオチャットで4校一同に会しておこない、名古屋大学 G30 プログラムの教材を利用して、数学英語の習得の方法とビデオチャットの実用性を検証する。この教材を利用して本校に集まらないでビデオチャットを用いて数学英語に慣れていき、最終的には英語でグループワークができるようになることが目的である。

3rdステージでは自ら主体的に課題を発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、将来世界の中で活躍することができるTop型科学技術人材を育成する。

オンライン上で海外の生徒や学生と協同し、自分の持つ社会的背景とは異なる状況の下でも多くの情報を収集し、必要な情報を的確に処理する能力を育成する。また成果を英語で発表し、情報交換を行なうことで国際性を育成できることが目的である。

② 「研究開発の経緯」

3つのステージでは、人材の発掘に向けて選考を行う。それぞれのステージでの研究事項に合わせて、問題の設定方法、選抜方法、連絡方法について研究開発をおこなった。

0ステージ

3年間の作問で探究的な問題作りは、教育課程の中で作る作問、枠にとらわれない作問の2種類を作成した経験を活かし、2問作成した。最終年度の問題は「三角形の面積を2等分する線分につ

いて」「2個の自然数の最大公約数が1になる確率について」であった。問題方法の設定の違いからどのような解答となるのか採点により評価を与えた。

選抜されなかった団体については、選抜方針と解答を送付した。

1stステージ

Leading型、Top型科学技術人材を育成するために必要な資質・能力を判定する。

選抜された団体をオンライン上で一同に集合することで連帯感や意欲を高めるようオンライン上のソフトを利用して工夫した。複数の教員による講義だけでなく、レクチャー問題を団体もしくは個人で解答し、時間内での解答を期すため、メールによる送付と後日郵送で相合した。講義をした教員の採点による方法で選抜をおこなった。

2ndステージ

事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方ができるようなLeading型人材を育成する。コロナ禍のため、地元の商店街や建物でのフィールドワーク (F.W) を通して実践的に育成すること、日本数学コンクール団体戦に参加をすることで深めることとした (平成2年度は団体戦中止のため実施せず)。なお、選抜については、1. の取り組みはオンライン上での発表を用いて4人の大学教員による評価を行うこととした。全員に1. で取り組んだポスター発表のコメントを参加校に送付した。

自己成長ステージ

このステージでは選抜は行わないが、4校がネット環境を利用したビデオチャットを利用することで数学英語になれるための練習をおこなった。今年度は、数学英語の練習を行う際にも、大学教員や大学院生からのアドバイスも行った。フィールドワークの内容の英語化の際は大学教員やSSH校出身者の大学院生によるアドバイス (評価) から発表やディスカッションの大切さを伝えることとした。

3rdステージ

このステージでは選抜は行わない。日本の学生の海外の発表では、発表は上手であるが質疑応答が苦手な傾向がある。このステージでは出場団体が名古屋に集結しオンライン上で大きな大会場での発表ではなく、アメリカの生徒、学生との交流や、2ndステージと自己成長ステージでまとめた内容をたたき台として、発表を通じて現地の学生、生徒との活発な交流をすることが目的となる。

③ 「研究開発の内容」

0ステージ

a 仮説

1stステージで行うLeading型、Top型科学技術人材の発掘を公募問題から行う

b 研究内容

全国の高校生に、公募問題を送付する。応募した団体の数の調査と、公募問題の解答を複数の審査員によって分析する。1stステージへの進出校の基準を決定する。

1. 方法

2月上旬に全国のSSH校と愛知県内の公立高校に封書で送付した。 (資料)

応募資格は、1stステージから本校などで実施すること、2ndステージは日本数学コンクール・団体戦に出場すること、3rdステージは3月初旬に行われることを考慮した。

次のステージへの進出は選抜となるため、問題を提示しその内容について審査をおこなった。1stステージの公募問題は、教育課程の中で作る作問、枠にとられない作問の2種類を作成した。審査は、複数の高校教員、大学教員による解答の分析を行った。分析方法は全ての学校の解答を審査し、全員での協議の結果、1stステージの進出校を決定した。

参加校は次の学校であった。

愛知県立瑞陵高等学校	兵庫県立神戸高等学校	筑波大学附属駒場高等学校
金沢大学附属高等学校	岐阜県立斐太高等学校	三重県立四日市高等学校
清真学園高等学校	長野県諏訪清陵高等学校	三重県立津高等学校
多治見西高等学校	福島県立福島高等学校	山梨県立韮崎高等学校
岡山県立岡山一宮高等学校	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	
愛知県立旭丘高等学校	群馬県立高崎高等学校	宮城県立仙台第三高等学校
名古屋大学教育学部附属中・高等学校		

2. 手段

応募資格は次のようであった。

- ◎ 高校1年生、2年生で1校3～4名を1グループとする。
(各ステージの参加には教員1名の引率が必要)
- ◎ 2019年度に3rdステージまで進出した生徒は応募ができない。
- ◎ 学校から応募できる団体数は3団体までである。
- ◎ 2ndステージに進出した場合は微積分を利用することがある。
- ◎ 2ndステージは生徒・引率教員ともに全員宿泊（近隣の学校は2泊3日+1日通学、遠方の学校は3泊4日 必要に応じ前後泊）となる。（その後オンライン上での実施）
- ◎ 3rdステージに進出した場合は英語が得意であることが望ましい。また微積分を利用することがある。
- ◎ 3rdステージ（海外研修）は一部実費負担となる。
本校SSH負担：国内交通費、渡航費、現地交通費、海外旅行保険等
生徒負担：生徒宿泊費（4万～5万）、飲食費、パスポート・査証（ESTA）申請費用 チップ、wifiレンタル等

※上記の要件を踏まえ、各ステージでは貴校から本校までの交通費と宿泊費は本校SSH（重点枠）より負担する。（1stステージにおいては、近隣の学校は日帰りとなるため交通費のみ本校負担となります。）

公募問題は、次のようであった。

問題1

- ① 三角形の面積について、直線（線分）を利用して二等分する方法はどのような方法が考えられるでしょうか。数式を用いて説明してください。
いくつかの解法が考えられますが、その中でアピールできるものを3つ以内で提示してください。
- ② 三角形の面積を二等分する線分について、その中点が動いてできる図形はどのような図形になるでしょうか。斜辺の長さが $\sqrt{2}$ の直角二等辺三角形に注目し、数式を用いて説明してください。

問題2

- ① 2個の自然数 n_1 と n_2 の最大公約数が1になる確率はどれくらいでしょうか。必要ならばコンピュータを用いてよいですが、考える過程を必ずかいてください。
- ② ①について、求めた確率の考察や、一般化など、発展させて考えてみましょう。

注) プログラミングを利用して考えた場合はソースファイルを応募要項にあるメールアドレスにお送りください。(資料)

1stステージ

a 仮説

Leading型、Top型科学技術人材を育成するために必要な資質・能力を判定するために実施する。選考に通過した生徒には、2nd・3rdステージ参加への意欲と更なる学びへの意識づけを行なうことが期待される。

b 研究内容

1stステージに進出した学校が、オンライン上で名古屋大学教育学部附属中・高等学校をホストとしておこなう。2日にかけて4名の教員がそれぞれの観点からレクチャーを行う。レクチャーの課題をグループごとや個人で解くことにより、生徒の取り組みの様子をそれぞれの教員が検討し、数値化する。2ndステージでは、それぞれの学校の地域でフィールドワークを行い、テーマに関して4名の大学教員が評価を行う。2つのステージから進出する団体を決定する。2つのステージから、Leading型科学技術人材・Top型科学技術人材の発掘ができたかを検証する。

1. 方法

1stステージ (2ndステージ) は14団体が進出した。

愛知県立瑞陵高等学校	兵庫県立神戸高等学校	筑波大学附属駒場高等学校 1
金沢大学附属高等学校	岐阜県立斐太高等学校	三重県立四日市高等学校
清真学園高等学校	筑波大学附属駒場高等学校 2	長野県諏訪清陵高等学校
三重県立津高等学校	多治見西高等学校	福島県立福島高等学校
名古屋大学教育学部附属中高等学校 1	名古屋大学教育学部附属中高等学校 2	

8月1日(土)から8月2日(火)にかけて63名の生徒がオンライン上で集合した。4名の教員が1日間、約2時間ずつ、レクチャーを行った。レクチャーに関する問題の採点はレクチャーの行った個々の教員により行われた。採点により、3rdステージ進出校を決定する。

2. 手段

4人の教員による、レクチャーが行われた。

名古屋大学情報学研究科	教授	柳浦 陸憲 (講義)
三重県立 津高等学校	教諭	奥田 真吾 (講義)
名古屋大学工学研究科	教授	田地 宏一 (講義 選考)
名古屋大学 多元数理研究科	日本学術振興会特別研究員PD	武田 渉 (講義 選考)

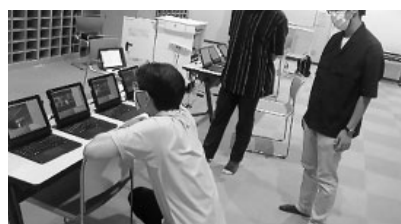
一同にオンラインで集合する。それぞれ学校(グループ)ごとに集まって、全日程の2日間、4名の先生が、それぞれ約2時間ずつレクチャーを行った。グループごとにグループ名を付けた。4人の教員は最初の1時間20分で授業内容が展開される。残りの30分前後で、グループごと、または個人でレクチャーに関する問題に取り組んだ。



3. 検証

4人の教員が作成したレクチャーに関する問題をもとに検証をおこなった。

採点にあたっては、400点満点として、4人の教員が100点ずつの持ち点で採点をおこなった。採点にあたっては、4人の教



員から採点方法に関してグループで問題に取り組んで採点を行う方法をおこなった。

コロナ禍のもと、オンライン上で行ったため、解答と採点に関して、オンライン上でどのように行えばよいかを検討した。Zoomによる講義配信、課題の解答時間はブレイクアウト機能を利用した各団体による相談が行えるようにした。また、解答は速報性を求めたため、レクチャー当日にメールによる回収をおこなった。また、信頼性確保のため、各団体とメールによる解答の送付、解答の主幹校への送付をお願いした。

4つのレクチャーのあと、城山商店街振興組合 理事長の高木康光さまから、その後、城山商店街振興会代表、高木理事による商店街にかんする説明が行われた。内容は、名古屋市の地形図を基に、商店街ができた歴史的経緯や、千種区、中区付近の発展についてのレクチャーであった。

フィールドワークでは、どのような視点でまとめればよいかわからないため、1年目、2年目に行ったフィールドワークの内容や、塩野直道記念 第7回「算数・数学の自由研究」などのアイデアを、名古屋大学教育学部附属中・高等学校教諭の渡辺が行った。

なお、毎年商店街から数学を見つけるが、コロナ禍と地元での実施を考慮して、商店街だけでなく、建物を観察することも含めて、数学を用いたまとめをお願いした。

課題は

「夏休みの間に、各学校を中心としたエリアで数学の視点から商店街や建物を観察する。(フィールドワーク)。数学の視点からまとめる。新しい発見があった場合はその視点からもまとめる。8月29日(土) 午前にオンラインで審査員の先生の前で発表を行う。」であった。

1st stageの日程表は次のとおり

名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH重点枠 (1 st ステージ) 催事進行表	
会場・内容	
1日(土)	
9:00	各学校 Zoom 受付開始
9:15	会場校挨拶(三小田) 全体日程の説明(渡辺)
9:30	レクチャー① 開始
10:50	レクチャー① の課題
11:30	レクチャー① 終了
	各自昼食
12:30	レクチャー② 開始
13:50	レクチャー② の課題
14:30	レクチャー② 終了
	休憩
14:40	レクチャー③ 開始
16:00	レクチャー③ の課題
16:40	レクチャー③ 終了
	明日の連絡 終了
2日(日)	
9:00	各学校 Zoom 受付開始 本日の日程の説明
9:10	レクチャー④ 開始
10:30	レクチャー④ の課題
11:10	レクチャー④ 終了
	休憩
11:20	FWレクチャー開始 (次回は8月29日(土))
12:20	レクチャー終了
12:30	諸連絡 Zoom 終了
29日(土)	
8:30	受付開始、発表準備
9:00	本日の日程の説明(渡辺)
9:10	ポスター発表
12:00	全体会
13:00	終了

2ndステージ

a 仮説

1stステージを通過した全国の高校生を対象に、事象を数学的に捉え汎用的な見方・考え方を養うため、FWを通して実践的に育成する。また、情報収集や調査で得た多くの情報を分析し、エビデンスにもとづいた発表力を育成する。(今年度は1ststage参加全団体が行った。)

多くの情報を集め、集めた情報から自分が必要とする情報を引き出し処理する能力を育成できる。また実際に人々が生活する商店街を拠点にFWを行うため、数学が実生活とどのように関わっているのかを体感する。併せて地元商店街の活性化につなげる。学校での学問が社会とどのようにつながるかを理解するだけでなく、実社会にどのような影響を与えることができるかを理解できる。このことで、参加生徒が将来、日本社会を牽引するLeading型科学技術人材へと成長できることが期待される。

B 研究内容

1stステージ終了後、3週間後に地域の商店街や建物を利用して、数学の視点から調査(フィールドワーク)を行う。フィールドワークで学んだことを模造紙にまとめ、内容をポスター発表でおこない、4人の審査員が分析評価をおこなう。4人の教員の採点により3rdステージ校を決定する。

1. 方法

参加校は以下のとおり

愛知県立瑞陵高等学校	兵庫県立神戸高等学校	筑波大学附属駒場高等学校 1
金沢大学附属高等学校	岐阜県立斐太高等学校	三重県立四日市高等学校
清真学園高等学校	筑波大学附属駒場高等学校 2	長野県諏訪清陵高等学校
三重県立津高等学校	多治見西高等学校	福島県立福島高等学校
名古屋大学教育学部附属中高等学校 1	名古屋大学教育学部附属中高等学校 2	

8月初旬から下旬にかけては商店街や建物について、数学の視点からの調査例をレクチャーする。団体ごとに、現地におもむきフィールドワークを行う。調査した内容を模造紙などにまとめて、PDF化し、主幹校に送付。4人の審査員に対して、オンライン上でポスター発表を行う。

2. 手段

令和2年度は2ndステージをオンライン上行った。2ndステージ 8月29日(日)

今年度はコロナ禍のもと、地域によっては3密になる可能性があったため、建物等を観察することで、数学的考察ができるよう、配慮した。実際の発表内容は建物について発表をであったり、建物を利用した発表もいくつかあった。

名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH重点枠 (2 nd ステージ) 催事進行表	
会場・内容	
29日(土)	
8:30	受付開始、発表準備
9:00	本日の日程の説明(渡辺)
9:10	ポスター発表
12:00	全体会
13:00	終了

3. 検証

ポスター発表の評価、検証については4名の大学教員

名古屋大学工学研究科教授 田地 宏一（講義 選考）
名古屋大学多元数理科学研究科教授 宇澤 達（選考）
中部大学現代教育学部教授 神保 雅一（選考）
名古屋大学 多元数理研究科 日本学術振興会特別研究員PD 武田 渉（講義 選考）
により、3週間で作成されたポスター発表で評価をおこなった。

評価方法は4名の教員で持ち点100点として3つの観点で採点をお願いした。

評価については、

- ・着眼点について（数理モデルの題材の深さ）
- ・数学的にすぐれたものであるか（数理モデルの取り扱いを数学的にどれだけ深められたか）
- ・地域性について（題材がどれだけFWでの観察に基づくか）

点数の上位順から3rdステージの進出団体を決定した。

今年度は、オンライン上での発表はそれぞれの地元の商店街や建物、学校を題材にした取り組みが多かった。また、準備期間が3週間と長いため、数学的にも豊かですぐれた発表が多かった。

自己成長ステージ

a 仮説

3rdステージに向けて、英語で数学の授業を受講し英語力を向上させる。

英語での数学的専門用語の修得、今後の教育で期待されている遠隔教育に対する実践例の提供、個人のライフスタイルにあわせた新しい教育の試行が期待される。

b 研究内容

このステージでは、3rdステージで、アメリカの高校生と現地でフィールドワークを行う。また、数学の発表を行う。内容が説明できるよう、準備として数学英語に慣れるため2ndステージと3rdステージの間約半年間8回行う。ビデオチャットで4校一同に会しておこない、名古屋大学 G30 プログラムの教材を利用して、数学英語の習得の方法とビデオチャットの実用性を検証する。この教材を利用して本校に集まらないでビデオチャット（Zoom）を用いて数学英語に慣れていき、最終的には英語でグループワークができるようになることが目的である。

1. 方法

3rdステージ進出校4校

三重県立四日市高等学校

金沢大学附属高等学校

筑波大学附属駒場高等学校1

筑波大学附属駒場高等学校2

名古屋大学教育学部附属高校1

名古屋大学教育学部附属高校2

で遠隔授業を行うため、8回分のビデオチャットができる日程を調整する。

8回のビデオチャットでは、名古屋大学 G30 プログラム（名古屋大学を英語による講義のみで卒業できるプログラム）のLecture Videos Pre-college Mathematics *Optional subject（ビデオ 講義ノート付き）を用いて、数学英語の習得をはかる。また、夏休みに行ったレポートをまとめ、現地で議論をする材料とする準備を行う。

2. 手段

3rdステージでは、アメリカで現地の高校生と数学を用いて交流を行う。しかし、現地の高校生と数学を通じた交流を行うためには、通常の会話だけでなく英語での数学的専門用語を使って会話をする。つまり数式を用いたコミュニケーションの練習が必要となる。日常会話は高校英語の習得が必須となるが、数学英語については慣れる必要がある。その練習と進出した学校との交流をはかるため、自己成長ステージが位置づけられている。

翌年の3月に数学を通じた交流をおこなうために、アメリカに向かうまでの半年間は“自己成長ステージ”として4校で以下の目的で協同活動を今年度も行った。

1. 目的 自己成長ステージで英語の数学的専門用語を習得する。
2. 方法 英語での数学的専門用語の習得は名古屋大学 G30 プログラム（名古屋大学を英語による講義のみで卒業できるプログラム）のLecture Videos Pre-college Mathematics *Optional subject（ビデオ 講義ノート付き）
http://ocw.nagoya-u.jp/index.php?lang=en&mode=c&id=516&page_type=indexを用いる。この教材は海外の留学生で数学Ⅲの授業が未履修である学生に対する補充教材である。

(1) 9月から10月初旬

日程を調整する。

今年度は、その学校もコロナ禍でICT環境が急速に整備されていたため、学校訪問による設定は行わなかった。また、昨年度は各学校単位でのレクチャーであったが、学校休業日の実施日が半分近く設定した。このため、自宅からでもオンラインで講義に参加できるよう、タブレットPCなど、手配を行った。

(2) 10月中旬から2月

1ヶ月に2度の割合で4校（担当は2校）がビデオチャットを通じて16時から17時30分まで協同学習を行う。また、参加者全員が数学英語で話す経験をしたあと、2ndステージで発表した題材をたたき台として、英語化し現地の学生や教員と協同で作品を作る題材とする。

・個々の学校での事前準備

- ① Lecture Videos（Pre-college Mathematics *Optional subject）を教材として、ダウンロード可能なテキストを用いて授業内容を動画で学ぶ。
テキストはこちらで選択し、学習期日を伝える。
- ①-1 動画は名古屋大学映像サーバーシステムを利用する。
- ①-2 まずは個々の学校で生徒は動画を見て、お互いに
 - I 英語で話された内容を理解する。
 - II 最初は日本語で双方向で解説する。
 - III 英語で解説する。ことをグループ同士で行う。

・レクチャーの内容

- ② Zoomを利用して各学校をリアルタイムでつなぐ。講義の内容を英語で話すことで評価し、研究員と教員から以下のアドバイスを受ける。
 - I 英語で話された内容を理解する。
 - II 最初は日本語で双方向で解説する。
 - III 英語で解説する。
 - IV 大学院生や教員などからのアドバイスを受けるIVの大学院生と教員は
名古屋大学G30プログラム 教授 石田 幸男
名古屋大学 多元数理研究科 日本学術振興会特別研究員PD 武田 渉
が担当している。
- ③ 補足事項の発信を行う。
- ④ ②の様子を動画でキャプチャーした。

3. 検証

・ 数学英語での発表について

今年度はコロナ禍のため、アメリカでの発表はなくなった。代わりに、3月にオンラインで、現地の学生と夏休みに発表した題材を用いて議論をすることになった。

今年度は名古屋大学教育学部附属高等学校を拠点校として、司会進行をおこなった。

Lecture Videos のテキストを中心に数学英語を話すことを練習した。はじめは数学英語に話すことに時間がかかっていたが、普段から変数は英語で使用するため、指数や数値などの数学英語の特徴に慣れてゆき、テキストを用いて説明することができるようになってきた。今年度は6団体の進出であった。このため、全員が必ず1回は10分以上の数学英語の発表を行った。

Lecture Videosについては、制作者でもある、名古屋大学G30プログラム 教授 石田 幸男氏と名古屋大学多元数理科学研究科 研究員、武田 渉氏に1回目から参加し、各校の数学英語での解説からアドバイスをいただいた。アドバイスでは、教材を見ながらのみの解説ではなく、事前にしっかり内容を覚えて話すことが、科学英語の早い習得に繋がることを4校に伝えていた。

今年度はアメリカの学生とオンライン上で作品作りを行う。日程が短いため、夏休みに作成したフィールドワークのレポートを英語に直して現地で交流をするための資料とした。

また、オンラインでアメリカの現地の生徒といきなり発表を行うことは、難しいとの指摘を受けて、今年度は名古屋大学G30プログラムの大学生、院生を2回及びし、現地の学生との交流を前に英語をたくさん話す練習をおこなう。



・ ネットワーク環境の整備について

今年度はコロナ禍のもと、参加校のwifi整備が急速に進んだ。しかし、参加地域によっては、学校が分散登校になっていることもあり、生徒全員に一人1台、タブレットPC等を貸与した。

また、生徒ご自宅からの配信も可能となるように、自己成長ステージの半分を土曜日に実施することとした。

コロナ禍において、学校やご家庭が急速にオンライン化に対応するようになってきている。

・ コロナ禍における自己成長ステージについて

令和2年度は3rd stageは現地でなく、アメリカの現地の学生とのオンライン交流となった。当初、自己成長ステージは数学英語の学習のみの予定で、アメリカ渡航の際のさまざまな交流を基にしていたため、名古屋大学国際機構の石田教授から、つぎの指摘を受けた。

- (1) 入国から英語に触れる機会が多く、現地の生徒、学生と会うまでに練習ができるが、オンライン上ではいきなり話し合いを持つため生徒の理解が厳しいこと。
- (2) アメリカの現地の英語のスピードはかなり速いため、オンライン上での会話には練習が必要であること

そこで、石田先生から名古屋大学で4年間英語のみの講義で卒業ができるプログラムG30に所属する学生をお願いすることになった。

8回の自己成長ステージのうち、最後の2回について、次の表にあるように、6名の留学生在が2つのグループ、3名ずつに分かれて英語の発表資料だけでなく、気軽に会話ができる環境作り、をZoomのブレイクアウト機能を利用することでおこなった。発表だけでなく、質問や気軽な会話等で3rdステージのハードルが低くなるよう、環境整備に努めた。

Zoom meeting プログラム

29日(金)				
15:30	Zoom オープン https://us02web.zoom.us/j/86740284122?pwd=bjVuUFcvW5YV2c zZXE4UmNiUmUxdz09 ミーティングID: 867 4028 4122 パスコード: MQ40eq	武田先生 石田先生 TA6名		
15:45	Zoom meeting 開始 【石田(英語)】TAに本で行う以下の内容を説明する。 ・本日はSSH(スーパーサイエンスハイスクール重点校)の企画で参加している高校生6グループと英語によるグループセッションです。 ・3月にアメリカの学生と数学の内容の作品で対談するための準備です。 ・16時にみなさんは高校生に自己紹介をしていただきます。 (お名前、所属、趣味を準備してください)			
15:50	高校生Zoomに参加	武田先生		
16:00	【石田】 ・高校生の皆さん、こんにちは。本日はSSH(スーパーサイエンスハイスクール重点校)の企画で参加している高校生6グループが3月にアメリカの学生と数学の内容の作品で対談するための準備です。今日は、名古屋大学の国際プログラムで学んでいる留学生に皆さんの発表を聞いていただくために参加していただいています。留学生の皆さんから、発表にたいするコメントをしていただく予定です。難しい質問はでませんので、気楽に会話を楽しんでください。 ・最初にTAの学生さんに自己紹介をしていただきます。2月5日にも参加していただきます。では、TAの皆さん、お願いします。	石田先生 TA6名 高校生全員		
16:08	【石田】発表は2つのグループに分けて行います。いまから、高校生とTAを分けますので分かれてください。 〈ルームA〉は武田先生、TAのHa Tu Buiさん(F)、shehab faddaさん、Quang Nguyenさん、名大附属高校MDF、名大附属高校原点O、金沢大学附属高校の皆さん 〈ルームB〉は石田、TAのSparsh Mishraさん、Diep Minh Nguyenさん、Nguyen Hoang Hiepさん、四日市高等学校、筑波大附属駒場=うどんげ、筑波大学附属駒場=いるかもよの皆さんです。 それでは分かれて発表会を始めてください。			
	ルームA		ルームB	
16:15	〈名大附属高校MDF〉発表 【武田】・名大附属高校MDFの発表をお願いします。 ・それでは、生徒自己紹介(名前・学年・趣味)をお願いします。 【生徒】生徒が自己紹介 【武田】・では、いまから英語の発表を行います。 ・まずはどんな内容か、私から簡単に説明いたします。(概要の説明1分) ・それでは名大附属MDFさん、発表をお願いします。 【生徒】発表(約10分) 【武田】・それでは、TAさんから質問をお願いします。発表内容、発表の仕方、趣味に関する質問、自己紹介も絡めた質問、なんでも結構です。 【TA】(TA→生徒)英語で質問 【武田】・生徒のみなさんから質問をお願いします。なんでも結構です。	武田 TA(1)Ha Tu Bui TA(2)shehab fadda TA(3)Quang Nguyen 名大附属=MDF 名大附属=原点O 金沢大学附属	〈四日市高校〉発表 【石田】	石田 TA(1)Sparsh Mishra TA(2)Diep Minh Nguyen TA(3)Nguyen Hoang Hiep 四日市高= 筑波大附属駒場=うどんげ 筑波大学附属駒場=いるかもよ
16:45	〈名大附属高校 原点O〉発表 以下同様			
17:15	〈金沢大附属高校 原点O〉発表 以下同様		〈筑波大附属高校 いるかもよ〉発表	
17:45	【石田】発表はこれで終わりますが、せっかくですから10分ほど自由対談を行いたいと思います。なんでも結構ですから、生徒さんは英語の勉強だと思って留学生に自由に話しかけてください。			
17:55	【石田】・それでは以上で終了します。ありがとうございました。			

5日(金) 29日と同様(ただし、高等学校とTAなどの組み合わせを入れ替える。)

15:50	Zoom オープン			
	ルームA		ルームB	
16:00 開始時間 注意	Zoom meeting開始 【石田(英語)】では、Zoom Meetingを始めますが、高校生はJan.29の場合と部屋を入れ替えて、発表してもらいます。 〈途中省略〉	武田 TA(1)Ha Tu Bui TA(2)shehab fadda TA(3)Quang Nguyen 四日市高= 筑波大附属駒場=うどんげ 筑波大学附属駒場=いるかもよ	【武田(英語)】 【石田】	石田 TA(1)Sparsh Mishra TA(2)Diep Minh Nguyen TA(3)Nguyen Hoang Hiep 名大附属=MDF 名大附属=原点O 金沢大学附属
17:55	【石田】・それでは以上で終了します。ありがとうございました。 ・高校生の皆さんは、3月にアメリカの大学生とZoom Meetingを行います。 ・1月29日と本日の経験を生かして、アメリカでも頑張ってください。		【武田(英語)】	

3rdステージ（令和元年度は中止、令和2年度はオンラインによる実施予定）

a 仮説

自ら主体的に課題を発見し、新しい価値を明確なデータに基づいて創造することができ、将来世界の中で活躍することができるTop型科学技術人材を育成する。海外の高校生と協同し、自分の持つ社会的背景とは異なる状況の下でも多くの情報を収集し、必要な情報を的確に処理する能力を育成することができる。また成果を英語で発表し、情報交換を行なうことで国際性を育成できることが期待される。

b 研究内容

このステージでは選抜は行わない。日本の学生の海外の発表では、発表は上手であるが質疑応答が苦手な傾向がある。このステージでは大きな大会場での発表ではなく、アメリカの高校生との交流や、現地でのフィールドワーク、教室などでの発表を通じて現地の学生、生徒との活発な交流をすることで、質疑応答等を通じて英会話能力を向上するための調査することが目的である。

1. 方法（3rd stage）

3rdステージに進出した学校が自己成長ステージでまとめた内容を英語化したことを基礎として、3月中旬にアメリカ、ノースカロライナの学生と（現地で3日間）かけて オンライン上で数学の課題に取り組む。参加校一同が名古屋に集結する。3日間、現地の高校生と交流をはかりながら数学の視点から調査（フィールドワーク）をおこなう。現地の大学生とともにデータ分析、発表準備を行う。フィールドワークで学んだことを現地の高校生とまとめる。3日目はまとめた内容をNorth Carolina State Universityの教員に見ていただき、現地の生徒や学生とのディスカッションを通じてTop型科学人材を育成するための能力向上をはかる。

2. 手段

令和2年度もアメリカへの渡航は中止となった。令和2年度は日本の高校生と米国の大学生によるオンラインによる進行を予定でしている。

実施日は日本時間で3月22日（月）から24日（水）を予定している。出場団体は名古屋に集合する。2nd stageと自己成長ステージで作成したポスターをたたき台にアメリカの学生と議論を行う。ただし、時差の関係でNorth Carolina State Universityの学生との交流可能な時間は

3/22 8:00-12:00, 20:00-23:00

3/23 8:00-12:00, 20:00-23:00

3/24 8:00-12:00

である。時間等を考慮し、実施する予定である。また、グループ同士で交流を深めることで、生徒同士の交流も深める予定である。

以下の内容は当初の計画である。North Carolina State Universityとの交流内容である。今年度も実施する。フィールドワーク等の実施方法が課題である。以下の内容は現地で行った場合の当初の内容である。

Durham Downtown

Duke大学がある米国ノースカロライナ州ダーラムを拠点に、建物や道路、街路樹等を観察し、事象を数量や図形およびそれらの関係などに着目してとらえ、そこから数学の問題を見出し、統計、数式等を活用して数学的に事象を分析してまとめる。加えて、現地の米国人へのインタビューを行いながら、日本で行った2ndステージでの調査結果と比較し、米国と日本の街づくりの構造等と比較するための材料を収集する。

North Carolina School of Science and Mathematics

Durham DowntownのFWを通して収集した調査内容を、North Carolina School of Science and Mathematics (NCSSM) の生徒と一緒に分析し、レポートにまとめる。その分析結果をNCSSMの生徒や教員等に発表し、意見交換を英語でインタラクティブに実施する。その後、NCSSMの教員から発表内容や発表方法に関するフィードバックをもらう。

North Carolina State University

名古屋大学の北米事務所であるNU-TECHと協力し、名古屋大学と学術交流を行っている数学教育（研究）で有名なNorth Carolina State Universityで、数学科、統計学科等の大学生を対象として、現地でNCSSMの生徒と分析しまとめた内容に関してプレゼンテーションを行う。また、その内容に関して、米国の大学教員から発表内容や発表方法に関するフィードバックをもらう。

2. 検証

令和元年度は緊急事態宣言が発令されたため、直前で中止となった。そのため、検証することはできなかった。令和2年度は3月にオンラインで実施予定である。

④実施の効果とその評価について

0 ステージ

最終年度は「三角形の面積を2等分する線分について」「2個の自然数の最大公約数が1になる確率について」の2問を出題した。3年間の作問で探究的な問題作りは、教育課程の中で作る作問、枠にとらわれない作問の2種類を作成した。1年目の枠にとらわれない問題は、日頃から数学に興味があって、大学数学への取り組みに興味を持つ生徒の応募が多かった。2年目の教育課程の中で作問した問題では地域の伝統校からの応募が目立った。

3年目はその両方を出題した。今年度の応募者は1年目、2年目の特徴をもった学校がそれぞれ応募した。

評価に問題方法の設定の違いからどのような解答となるのか採点により評価を与えた。

重点枠で出された公募問題の採点をおこなった。

審査員は、

名古屋大学多元数理科学研究科	教授	宇澤 達
名古屋大学 多元数理研究科 日本学術振興会特別研究員PD		武田 渉
愛知県立瑞陵高等学校	教諭	山崎 辰雄
愛知県立津島高等学校	教諭	山田 潤
三重県立津高等学校	教諭	田邊 篤
名古屋大学教育学部附属中・高等学校	教諭	渡辺 武志

審査方法：公募問題について

最初に7人の審査員で、チームを組んで学校の解答を確認する。

問題1

問題の複数解答の内容で	選抜
1つ1つの解答の長所の内容で	選抜
複数回答の共通性の内容で	選抜

問題2

解答した答えの精度は重要視せず、解答までの課程を採点した。

無限積と無限和の等式は素因数分解の一意性や収束の確認などの確認を吟味した。

無限積で止めて考察をした解答は一定の評価をした。

多くの具体例を計算し、ある値に収束するであろうことを確認した答案も一定の評価をした。

上記の方法で16団体を選抜した。

審査後、審査で選出された学校はすみやかに連絡し、交通機関の手配を行った。(その後1stステージ, 2ndステージはオンラインでおこなわれた) 審査で選出されなかった学校へは、解答と選出方法、基準等を知らせた。

1stステージ

今年度の1st stageはオンラインで行われた。ブレイクアウト機能やメールを利用した方法によって、昨年と同じ方法でレクチャーの課題に取り組み、提出、および、大学教員による採点ができた。講座を4つおこなわれた。生徒にとってこの講義は、教員がレクチャーを行って、初めて学ぶ知識を共有してから団体、もしくは個人で1つの問題に取り組むことは、概念的理解を深めるための、協同探究の方法を学ぶことがオンライン上でも確認された。



また、教員による採点が3rdステージの進出を決定するため、生徒たちの探究する力のモチベーションを維持することにつながった。

2ndステージ

・フィールドワークの効果

地域の商店街や建物を調べ、8月末に発表をオンライン上でおこなった。

今年度は、オンライン上で審査員が評価を行った。

参加チームの学校と発表内容は以下の通りである。

チーム1	福島県立福島高等学校	ハンブ オブ チキン
チーム2	岐阜県立斐太高等学校	防犯カメラの最適な配置
チーム3	三重県立津高等学校	点字ブロックと障害物～格子点から考える～
チーム4	三重県立四日市高等学校	～ピクトくんのヒミツ～
チーム5	長野県諏訪清陵高等学校	No try No dry
チーム6	金沢大学附属高等学校	より良い雨除けの設計
チーム7	多治見西高等学校	人間の「眼」で考える商店街
チーム8	兵庫県立神戸高等学校	はっと目を引く宣伝効果
チーム9	清真学園高等学校	スタジアムグルメ計画
チーム10	筑波大学附属駒場高等学校	クラス分けに関する一考察
チーム11	筑波大学附属駒場高等学校	硬貨の種類効率化
チーム12	愛知県立瑞陵高等学校	Mistで冷やすとBest !!
チーム13	名古屋大学教育学部附属中・高等学校	大須、道多すぎないか
チーム14	名古屋大学教育学部附属中・高等学校	広告と数式

名古屋で実施している、フィールドワークは、2日間でポスターを作成する必要があったが、1st stageと2nd stageの期間を3週間としたため、しっかりとまとめられたポスター発表となった。

・日本数学コンクールについて

日本数学コンクールは毎年、8月に行われている名古屋大学主催の大会である。

今年度はコロナ禍のため、実施が秋以降となり、かつ団体戦が中止になったため、実施しなかった。日本数学コンクールは結果的に10月25日（日）の開催となった。個人戦のみの実施であった。

自己成長ステージ

今年度はコロナ禍のため、アメリカでの現地でのフィールドワークや発表はおこなわない。しかし、現地の学生と高校生たちが作成したポスターをもとに、議論することになった。

自己成長ステージでは、数学英語を学習するだけで、現地に向かわないため、現地の学生といきなり会話が難しい。そこで、名古屋大学石田教授の助言のもと、名古屋大学G30プログラム（英語のみの講義で4年間おこない、学士を取得するプログラム）の留学生の方々にご協力をいただき、同じ内容のポスターを利用して、2回英語によるディスカッションの時間を設けることにした。

3rdステージ

令和元年度は渡航が中止となったため実施できなかった。そのため、実施の効果と評価が検証できなかった。

⑤研究開発実施上の課題および今後の研究開発の方向・成果の普及

0ステージ

0ステージは緊急事態下であったため、メールによる応募も受け付けた。もとの原稿も送付をお願いした。概ねメールによる送付も順調であった。

また、今年度の問題は2つの問題の出題であったが、どの学校もおちついて取り組んでいる解答している様子がうかがえた。

今年度も、意欲ある生徒たちに対して、結果への連絡方法が重要であり、1stステージに進出できなかった学校には、（資料）のような選抜の経緯をお送りして対応した。

数学に興味強い生徒たちによる解答であるため、送られた解答を分析し、評価をまとめ発表することで、成果を普及したいと考えている。

1stステージ

オンラインでの講義後メールを利用して、当日に解答の送付をお願いし、各校から集めた。その後、郵送による解答送付も行った。すべての課題はグループで取り組んだ。団体での採点であった。採点方法は、昨年度からひきつづき講義をお願いした講師の先生のアドバイスをもとに採点を行った。オンライン上で、Zoomによるブレイクアウト機能を利用することで、それぞれのグループでの解答を行うことができた。また、メールによる解答送付も問題なく、行うことができる。このため、オンライン上での試験も十分に可能であることがわかった。メールでの即応性と郵送での確認の2重チェックを行うことで、信頼性も確保できるため、この成果を発表できるとよいと考えている。

2ndステージ

今年度のフィールドワークはそれぞれの地域の商店街や建物を利用した制作をお願いした。コロナ禍のため、実施時期が夏休み中となったが、各学校が授業数の確保のため、フィールドワークの発表（ポスター発表）は8月の下旬となった。発表原稿の送付はすべてPDF形式でお願いをした。期限までにどの学校も問題なく、原稿が送付された。

発表はZoomによるブレイクアウト機能を利用し行われた。事前にPDFを送付したこともあり、審査員もスムーズに審査することができた。PDFの送付がその機種からも汎用性が高く、便利であることがわかった。

今年度はコロナ禍のため、日本数学コンクールは延期され、8月に実施はできなかった。

また、団体戦は今年度行わず、個人戦だけとなった。日本数学コンクールは10月25日（日）に個人戦のみの開催となった。数学好きな生徒がたくさんいたため、団体戦を切り替えて、個人戦に挑戦できるよう、機会を設けなかったことが、反省点である。他方、SSH重点枠の1stステージによるリアルタイムによる採点方法が十分に可能なことがわかり、日本数学コンクールの解答方法もメールによるリアルタイムな発送と本文の郵送と同様な方法をとることになった。さまざまなオンライン上のコンテストではこの方法による採点が普及すると思われる。

自己成長ステージ

数式を英語で話すことに慣れるため、レクチャービデオの教材を利用している。このビデオ教材は名古屋大学国際機構の石田教授が最初に作成したもので、ネイティブが話す数学英語のスピードを8割に落とすなど、工夫がされている。よい教材であり、ネット上でだれでも閲覧ができるため、たくさんの方の利用が望まれる。生徒は累乗や分数式などの数式を英語で話すことを練習する。生徒たちは事前に練習し、発表する。数式は型が決まっているため、1回で上手に数式を説明していた。今回も初回からアドバイスをいただける大学教員や大学院生をお願いして、数学英語の練習に関するアドバイスを行うことで、事前準備が充実したものとなった。

また、今年度はアメリカへ渡航しない。オンラインでの交流となる。そのため、事前準備として名古屋大学G30の留学生をお願いをし、留学生と事前に英語の練習をおこなうことで、現地の学生との会話がスムーズに行うための準備とする。この時間はすべて英語での講義となるため、綿密な準備が必要となることが普及への鍵となる。

ネットワーク環境の整備はコロナ禍のため、各学校で教室のネットワーク整備が整っていたこともあり、それぞれの学校で問題なく利用することができた。

3rdステージ

令和2年度はアメリカへの渡航はなくなった。今年度は3月末に出場する6団体が名古屋に集結し、オンライン上でアメリカの現地の学生と交流を行う。コロナ禍のため、アメリカの渡航は1度のみであった。渡航時に、日本で作成したポスターをたたき台とした議論の中でわかったことは、おこなった環境と米国での環境が国土の大きさもあり、日本で設定したテーマが現地では理解されない場合があること。現地でのフィールドワークでは、現地校の生徒たちとの議論を通じて同じ内容でもテーマを再構築するが多かった。

日本の生徒が大学での数学英語の発表について、発表は得意であるが、質疑応答が苦手である傾向がある。今回の大学のモールでの発表は壇上での発表ではないため、敷居が低い。このため、発表は要点の部分だけの内容になった。道行く学生や教員にはわかりやすくなった。発表生徒はさまざまな人に繰り返し説明することで生徒たちは発表に慣れていった。特に、発表後の質問はたくさんの方が疑問に思った点が似通っていることから、解答を繰り返し英語でおこなうことになった。だんだん受け答えにも慣れてゆき、終了間際には、英語でのディスカッションの楽しさや大切さを理解していた。終了後の生徒の作文にも同様のことが書かれていた。

オンライン上で現地の状況をどこまで再現できるかが課題となる。また、日本とアメリカとの時差が12時間あるため、共同作業のできる時間が限定される。Zoon等オンラインによるやりとり等、実施において自己成長ステージでの経験から、綿密な計画が必要となる。

文責 渡辺武志

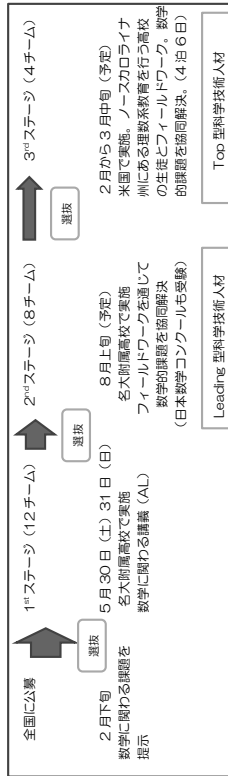
アメリカで数学をしませんか

2020年度 名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH（重点枠）企画 募集要項

- ◎ 名古屋大学教育学部附属中・高等学校では第3回 SSH（重点枠）企画を実施します。

名古屋大学教育学部附属中・高等学校ではSSH（重点枠）企画の取り組みとして「数学的思考力を基盤に多領域に即着する人材」を育成することを目的に、下の図のような3つのステージからなる企画を実施します。

〔SSH 重点枠の流れ〕



それぞれのステージで選考が行われ、3rdステージでは4チームがアメリカで数学の課題に取り組みます。

- ◎ 1stステージでは、大学教員などによる講義が行われます。その講義内容に関して課題が出されます。
- ◎ 2ndステージでは、商店街でフィールドワークを行い、課題に取り組みます。日本数学コンクールに参加、受験します。2019年度は13チームが挑戦しました。
- ◎ 3rdステージの事前準備として自己成長ステージを開催します。名古屋大学G30プログラムで実施されている数学の授業を利用して、各学校をビデオチャットでつなぐことで、英語による数学的コミュニケーション能力を高めます。
- ◎ 3rdステージでは、2つのステージで培った力を用いて、現地の高校生と協同でプログラムを実施します。2018年度は全国から4チーム、16名の仲間が集い実施されました。
- ◎ 2019年度は3rdステージのみ、日本国内で拡大の様相を見るCOVID-19の状況から、たいへん残念ですが、海外研修が中止となりました。楽しみにしていた生徒のみさまには、残念な気持ちでいっぱいですが（概要は別冊の“2018年度、2019年度のまとめ”をご覧ください。）

これを読んでいる生徒のみさん、先生方、応募してみませんか！
（2019年度は28校、49チーム 約190名の応募がありました。）

公募問題

問題1

- ① 三角形の面積について、直線（線分）を利用して二等分する方法はどのような方法が考えられるでしょうか。数式を用いて説明してください。いくつかの解法が考えられますが、その中でアピールできるものを3つ以内で提示してください。
- ② 三角形の面積を二等分する線分について、その中点が動いてできる図形はどのような図形になるでしょうか。斜辺の長さが $\sqrt{2}$ の直角二等辺三角形に注目し、数式を用いて説明してください。

問題2

- ① 2個の自然数 n_1 と n_2 の最大公約数が1になる確率はどれくらいでしょうか。必要ならばコンピュータを用いてよいですが、考える過程を必ずかいてください。
- ② ①について、求めた確率の考察や、一般化など、発展させて考えてみましょう。
 注) プログラミングを利用して考えた場合はソースファイルを送る必要項にあるメールアドレスにお送りください。

応募条件

- ◎ 【応募資格】
 - *高校1年生、2年生で3-4名からなるチーム。
 - *過去に、3rdステージに進出していない生徒。
- 但し、2ndステージ参加時に病気・部活等やむを得ない事情でチームに欠員が生じ、チームが3名未満となった場合は2ndステージへの参加資格を失います。
- チームメンバーの変更はできません。
- ◎ 2019年度に3rdステージまで進出したことのある生徒は応募できません。
- ◎ 各学校から応募できるチーム数は3チームまでとします。
- ◎ 1stステージは1泊2日（近隣の学校は宿泊なし・通学）、2ndステージは生徒・引率とともに全員宿泊（3泊4日）のスケジュールです。（*近隣の学校は2泊3日となります。）
通学・宿泊ともに全行程中において引率が必要です。
引率がない場合は参加資格を失います。
- 引率の途中交替は可能ですが、交通費の支給は各校1名のみとなります。
- ◎ 2ndステージでは微積分を利用することがあります。
- ◎ 3rdステージでは英語の発表となります。微積分を利用することがあります。
 - *3rdステージ進出のチームは12月から2月にかけて『自己成長ステージ』（パソコンによる遠隔授業 10回）を受講していただきます。（必須）
- ◎ 3rdステージ（海外研修）では一部実費負担となります。
本校SSH（重点枠）負担：国内交通費、現地交通費、海外旅行保険
生徒負担：生徒宿泊費（5-6万円）、飲食費、パスポート・査証（ESTA）申請費用、チップ、wifiレンタル等
- ◎ 各ステージにおいて、貴校から本校までの交通費並びに宿泊費（本校が定めたもの）は本校SSH（重点枠）より負担します。

ご質問、お問い合わせ先：
名古屋大学教育学部附属中・高等学校
SSH（重点枠）担当 数学科 渡辺 武志
watanabe@highschool.nagoya-u.ac.jp
電話：052-789-2680（職員室）

応募方法

- ◎ 応募用紙に必要事項を明記し、「公募問題」の解答用紙を同封して下記送付先まで郵送してください。
郵送以外の方法は受け付けません。
- ◎ 解答用紙はA3版で置き、横書きとします。ワープロソフト等を利用してかまいません。
1枚目には学校名、チーム名、応募者の氏名（全員）、引率（担当）の先生のお名前を書いてください。
数式は文章と行を改めて書いてください。必要に応じて図をいれてかまいません。問題1②、問題2①、問題2②について、複数枚に至るときは、それぞれの解答用紙をコピーして使用してください。画面使用はできません。
- ホチキス止め、穴あけ、インテックス添付等はしないでください。
- ◎ 本校ホームページより、応募用紙、解答用紙をダウンロードすることができます。
- ◎ ご応募いただいた解答用紙は返却できません。
- ◎ 締め切り： 令和2年4月9日（木）（必着のこと）
- ◎ 結果発表： 令和2年4月17日以降、郵送にて各学校に結果をご連絡いたします。

- ◎ 応募用紙送付先：
〒464-8601
名古屋市千種区不老町 名古屋大学教育学部附属中・高等学校
SSH重点枠企画担当 数学科 渡辺 武志 宛
- ◎ SSH重点枠問合せ先：
名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH重点枠担当 三小田 博昭（さんこだ ひろあき）
職員室：052-789-2680 メールアドレス：sankoda@highschool.nagoya-u.ac.jp
- ◎ 公募問題についての問い合わせ先：
名古屋大学教育学部附属中・高等学校 SSH担当係 数学科 渡辺 武志
職員室：052-789-2680 メールアドレス：watanabe@highschool.nagoya-u.ac.jp
本校ホームページにも掲載しております。
<http://highschool.nagoya-u.ac.jp/>

問題 1 について

問題1① 三角形の面積について、直線（線分）を利用して二等分する方法はどのような方法が考えられるでしょうか。数式を用いて説明してください。

いくつかの解法が考えられますが、その中でアピールできるものを3つ以内で提示してください。

①は②の解法に繋がる方法を示している解答を評価しました。具体的には、

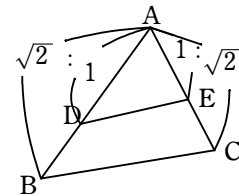
- ・ 平行線を利用して三角形の面積を2等分するもの。
- ・ 等積変形を利用するもの。
- ・ 面積比（1：2）を利用するもの。

（三角形の面積公式、座標の利用、ベクトル利用）等です。

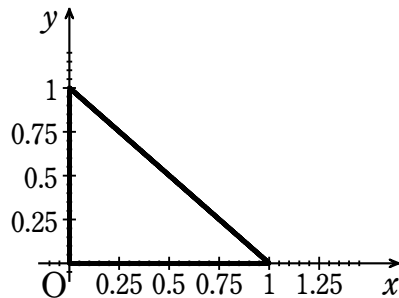
解答例

△ABCについて、Dを辺AB上の点、Eを辺AC上の点とし、
 $DE \parallel BC$, $AB:AD=AC:AE=\sqrt{2}:1$ のようにとると、
 $\triangle ABC \sim \triangle ADE$ ($DE \parallel BC$)

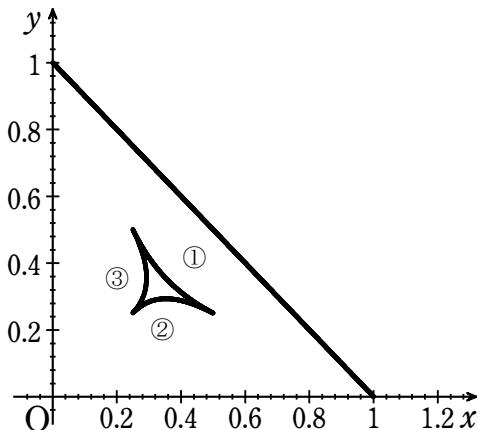
相似比が $\sqrt{2}:1$ だから、面積比は $\triangle ABC : \triangle ADE = (\sqrt{2})^2 : 1 = 2:1$
 よって、点D,Eは辺AB, ACをそれぞれ $\sqrt{2}:1$ となるようにとったとき、
 $\triangle ADE$ は線分DEによって△ABC を2等分する。



問題1② 三角形の面積を二等分する線分について、その中点が動いてできる図形はどのような図形になるでしょうか。斜辺の長さが $\sqrt{2}$ の直角二等辺三角形に注目し、数式を用いて説明してください。（問題2の解答例 スケッチ）



左の図のように座標平面を利用して、直角二等辺三角形の斜辺でない辺をそれぞれx軸、y軸に重ね合わせたものを利用すると見通しがよくなります。



実際に軌跡を求める方法を利用して計算すると、

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad & y = \frac{1}{8x} & \left(\frac{1}{4} \leq x \leq \frac{1}{2} \right) \\ \textcircled{2} \quad & y = -\frac{1}{8x} - x + 1 & \left(\frac{1}{4} \leq x \leq \frac{1}{2} \right) \\ \textcircled{3} \quad & x = -\frac{1}{8y} - y + 1 & \left(\frac{1}{4} \leq x \leq 1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \end{aligned}$$

を同時に満たす曲線が作ってできる軌跡となります。
 応募された学校の解答の中で、ある学校の解答例（了解済）
 お送りします。ご参考ください。

問題 2

1. 2 個の自然数 n_1 と n_2 の最大公約数が 1 になる確率はどれくらいでしょうか. 必要ならばコンピュータを用いてよいですが, 考える過程を必ずかいてください.
2. 前問 1 について, 求めた確率の考察や一般化など発展させて考えてみましょう.
注) プログラミングを利用して考えた場合はソースファイルを応募要項にあるメールアドレスにお送りください.

問題 2-1. の解答例

まず, n_1 と n_2 の最大公約数を $\gcd(n_1, n_2)$ とおく.

解答例 1

方針は $n_1 \leq m$ かつ $n_2 \leq m$ という制限のもとで 2 個の自然数 n_1 と n_2 の最大公約数が 1 になる確率 $P(m)$ を求め, m を大きくすると $P(m)$ がどのような値に近づくかを考える.

ここで, $V(m)$ を $\{(n_1, n_2) \mid n_1 \leq m, n_2 \leq m, \gcd(n_1, n_2) = 1\}$ の要素の個数とする. すると, $n_1 \leq m$ かつ $n_2 \leq m$ という制限のもとで (n_1, n_2) の選び方は m^2 であるため求める確率は

$$P(m) = \frac{V(m)}{m^2}$$

となる. 以下では, この $V(m)$ について考える.

(n_1, n_2) の対称性より $n_1 \geq n_2$ として良い. $\varphi(n)$ を n 以下の自然数で n と互いに素なものの個数とすると

$$V(m) = 1 + 2(\varphi(2) + \varphi(3) + \cdots + \varphi(m)).$$

より多くの $\varphi(i)$ を計算することで確率 $P(m)$ の挙動が確認できる. 実際に計算すると $V(100) = 6087$, $V(1000) = 608383$, $V(10000) = 60794971$ ということが分かるため, $P(100) = 0.6087$, $P(1000) = 0.608383$, $P(10000) = 0.60794971$ ということが分かる. つまり, 求める確率は 0,608 くらいとわかる.

注意 1. $\varphi(i)$ を求めるとき以下の性質に気づくと計算が楽になる.(証明も容易)

$\varphi(i)$ の性質. p を素数, k を自然数とする.

1. $\varphi(p^k) = p^k - p^{k-1}$,
2. n, m の最大公約数が 1 ならば, $\varphi(mn) = \varphi(m)\varphi(n)$.

解答例 2

方針は整数を小さい順に並べたとき素数 p の倍数が p 個に 1 回現れるため、整数 n が素数 p の倍数である確率は $\frac{1}{p}$ とみなせるということを使う。

$\gcd(n_1, n_2) = 1$ ということはすべての素数 p に対して n_1, n_2 の少なくとも一方が p の倍数でないということである。先ほどの注意から各々の p に対してそのような確率は

$$\left(1 - \frac{1}{p^2}\right)$$

と見なすことができる。

すべて独立であるため、すべてかけ合わせれば求めたい確率 P になる。よって確率 P は

$$P = \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{3^2}\right) \left(1 - \frac{1}{5^2}\right) \left(1 - \frac{1}{7^2}\right) \cdots$$

となる。全てかけ算することは難しいが、 p が大きくなると $1 - \frac{1}{p^2}$ は急激に 1 に近づくためかけ算では無視できると予想できる。 $p = 97$ まで計算すると 0.6090337253995166, $p = 997$ まで計算すると 0.6080043073061253, $p = 9973$ まで計算すると 0.6079330691140551 ということが分かり、0,608 より少し小さいくらいとわかる。

解答例 3

$\gcd(n, m) = g$ であることと $\gcd(\frac{n}{g}, \frac{m}{g}) = 1$ が同値であることから, 2つの自然数の最大公約数が g である確率を $P(g)$ とおくと

$$P(g) : P(1) = 1 : g^2$$

ということが推測できる. ここで確率論の基本事実から全事象の確率の総和が 1 になるため,

$$P(1) + P(2) + \cdots + P(g) + \cdots = 1.$$

$P(g) : P(1) = 1 : g^2$ より

$$P(1) \left(1 + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{g^2} + \cdots \right) = 1$$

$$P(1) = \left(1 + \frac{1}{2^2} + \cdots + \frac{1}{g^2} + \cdots \right)^{-1}.$$

全て足し算することは難しいが, n が大きくなると $\frac{1}{n^2}$ は急激に 0 に近づくため足し算では無視できると予想できる. 100 まで計算すると 0.611626817785126, 1000 まで計算すると 0.608296717075909, 10000 まで計算すると 0.6079640597889889 ということが分かり, 0,608 より少し小さいくらいとわかる.

問題 2-1. の採点について

- 出した答えの精度は重要視せず、解答までの過程を採点した.
- 以下の等式

$$\left(1 - \frac{1}{2^2}\right)^{-1} \left(1 - \frac{1}{3^2}\right)^{-1} \left(1 - \frac{1}{5^2}\right)^{-1} \cdots = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \cdots$$

は非自明のため、素因数分解の一意性と無限積収束の確認をして初めて正当化できる. (多くの高校が素因数分解の一意性の確認のみであった)

- バーゼル問題はよく知られている結果であるが

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots = \frac{\pi^2}{6}$$

は非自明であるため、 $\sin x$ の無限積展開や適当な無限級数による値の評価など考察がされている答案は加点した.

- 無限積

$$\left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{3^2}\right) \left(1 - \frac{1}{5^2}\right) \left(1 - \frac{1}{7^2}\right) \cdots$$

で止めて考察をした解答は先 2 つの減点はなく、一定の評価をした.

- 多くの具体例を計算しある値に収束するであろうことを確認した答案も一定の評価をした.
- 多くの議論が数学の証明としては不適切な部分があるため、解答例も曖昧な表現をしている. 正当化するための議論は解析的整数論の教科書を読むと学ぶことができる.

問題 2-2. の解答例

いくつか考察例を紹介する.

まず, 次の自然数の二乗の逆数和 S_k を考える.

$$S_k = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots + \frac{1}{k^2}.$$

簡単な不等式計算により

$$\begin{aligned} S_k &= 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots + \frac{1}{k^2} \\ &< 1 + \frac{1}{1 \times 2} + \frac{1}{2 \times 3} + \frac{1}{3 \times 4} + \cdots + \frac{1}{(k-1) \times k} \\ &= 1 + \left(1 - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) + \cdots + \left(\frac{1}{k-1} - \frac{1}{k}\right) \\ &= 2 - \frac{1}{k} < 2. \end{aligned}$$

よって, 自然数の二乗の逆数和をどんなに繰り返しても 2 を超えないことが分かる. つまり,

$$1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots < 2$$

となり, 加えるものは常に正であるためは自然数の二乗の逆数和は何らかの値に収束することが分かる.

つぎに確率に現れた無限積 P が 0 にならないことを示す場合は以下の方法が便利. ($\exp(x) = e^x$)

$$\begin{aligned} P &= \left(1 - \frac{1}{2^2}\right) \left(1 - \frac{1}{3^2}\right) \left(1 - \frac{1}{5^2}\right) \left(1 - \frac{1}{7^2}\right) \cdots \\ &= \exp\left(\log\left(1 - \frac{1}{2^2}\right) + \log\left(1 - \frac{1}{3^2}\right) + \log\left(1 - \frac{1}{5^2}\right) + \log\left(1 - \frac{1}{7^2}\right) + \cdots\right). \end{aligned}$$

$0 < x < \frac{1}{4}$ において $\log(1-x) > -2x$ であるので

$$\begin{aligned} P &> \exp\left(-2 \times \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots\right)\right) \\ &> \exp\left(-2 \times \left(1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{6^2} + \frac{1}{7^2} + \cdots\right)\right). \end{aligned}$$

先の逆数和に関する結果より以下を得て示される.

$$P > \exp(-4) = e^{-4} > 0.$$

一般化として考えられるものについて. ($\zeta(k) = 1 + \frac{1}{2^k} + \dots + \frac{1}{n^k} + \dots$ とする.)

$$(k \text{ 個の自然数 } n_1, \dots, n_k \text{ の最大公約数が } g \text{ になる確率}) = \frac{1}{g^k \zeta(k)}.$$

$$(\text{自然数 } n \text{ が } 2 \text{ 乗の因子をもたない確率}) = \frac{1}{\zeta(2)}.$$

近似値までなら証明は同じ方法でできる. 正確に収束値まで示すには問題 2-1. の解答基準で指摘したことの確認が必要. (後を書くようにこの問題ではそれらに関する考察なしでも減点はしない.)

問題 2-2. の採点について

- 一般化の場合は一般化の度合いや発想の柔軟性を評価した。また、問題 2-1. とは違い非自明な結果を使うことに減点は全くしていない。
- 以下では上に挙げた以外に印象に残った考察を紹介する。
 - 2 元 1 次方程式 $a_1x_1 + a_2x_2 = 1$ ($a_i \neq 0$) が整数解 (m_1, m_2) を持つ確率と 2 個の自然数 n_1, n_2 の最大公約数が 1 になる確率と同じであることを指摘した考察。さらには k 元 1 次方程式 $a_1x_1 + \dots + a_kx_k = n$ ($a_i \neq 0$) が整数解 (m_1, \dots, m_k) を持つ確率と k 個の自然数 n_1, \dots, n_k の最大公約数が n の約数になる確率と同じであることを指摘した考察。
 - 自然数の部分集合 S を適当に固定し、 n_1, n_2 が S の要素であるという条件下 $\gcd(n_1, n_2) = 1$ となる確率を求めたもの。
 - 素数定理から $\gcd(n_1, n_2) = 1$ となる (n_1, n_2) を考えたとき、片方が素数であるものや両方素数であるものの個数について考察し、大半が両方合成数であるという考察。
 - k 個の自然数の組 (n_1, \dots, n_k) から適当に m 個選んだときに最大公約数が g になる確率や $\gcd(n_1, n_2) = g$ のときに n_3 も加えて $\gcd(n_1, n_2, n_3) = 1$ となる確率を求めたもの。
 - 3 個の自然数 (n_1, n_2, n_3) に対して $\gcd(n_1n_2, n_3) = g$ となる確率を考察したもの。

資料3

2nd ステージ 採点表

学校名	チーム名	タイトル	先生	先生	先生	先生	2nd 合計		参考 1st stage 合計		参考 総合計	
				65	73	75	75	288		209		497
				55	65	50	65	235		201		436
				35	70	60	80	245		160		405
				95	83	95	75	348		238		586
				70	70	75	75	290		194		484
				85	76	90	80	331		261		592
				45	70	55	50	220		154		374
				50	70	35	60	215		274		489
				75	73	90	85	323		241		564
				85	82	90	55	312		320		632
				85	86	80	85	336		300		636
				40	71	75	75	261		190		451
				50	73	85	60	268		172		440
				50	73	75	60	258		187		445

2020年度 SSH 重点枠 ゼロステージ 応募校一覧表

整理番号	都道府県	学校名	チーム名	問題1-1 解法1	問題1-1 解法2	問題1-1 解法3	問題1-2	1の合計	合計×2	問題2-1	問題2-2	2の合計	総合計
1				5	0	0	0	5	10	20	20	40	50
2				10	0	0	10	20	40	30	15	45	85
3				0	0	10	0	10	20	20	15	35	55
4				0	5	10	20	35	70	40	25	65	135
5				10	10	0	5	25	50	50	50	100	150
6				0	10	10	20	40	80	35	20	55	135
7				0	10	0	0	10	20	20	25	45	65
8				0	10	10	5	25	50	20	10	30	80
8				0	0	0	0	0	0	15	10	25	25
9				0	0	0	20	20	40	25	35	60	100
10				0	5	10	20	35	70	40	40	80	150
11				0	10	10	20	40	80	40	45	85	165
12				10	10	0	20	40	80	40	30	70	150
13				0	10	5	20	35	70	40	35	75	145
14				10	0	0	5	15	30	20	10	30	60
15				10	0	0	0	10	20	15	25	40	60
16				0	10	10	20	40	80	40	30	70	150
17				0	10	0	5	15	30	20	40	60	90
18				10	10	0	20	40	80	20	0	20	100
19				10	0	10	20	40	80	35	30	65	145
20				10	10	5	20	45	90	40	30	70	160
21				10	5	0	5	20	40	30	0	30	70

平成28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5年次

発行日 令和3年3月

発行者 名古屋大学教育学部附属中・高等学校
〒464-8601 名古屋市千種区不老町
電話 052-789-2680 FAX 052-789-2696