

文部科学省指定

スーパーサイエンスハイスクール

令和2年度 研究開発実施報告書

(平成 28 年度指定・第 5 年次)



令和 3 年 3 月

私立名城大学附属高等学校



本校は大正15年に名古屋高等理工科講習所として開学しました。開学80周年を迎えた平成18年度に、中部地区の私立高校として初めて、文部科学省のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されました。その後、開学85周年の平成23年度に、先の研究開発の成果が認められ第2期の指定、平成26年度にはスーパーグローバルハイスクール（SGH）に指定され、新たな期待を寄せられたと喜ばしく思いました。開学90周年を迎えた平成28年度には、第3期スーパーサイエンスハイスクールに指定されました。その際、文部科学省より「全国のSSH校の推進校的存在の学校であり、高大連携による取組は多くの成果が今後も期待できる」と評価されました。

第1期は「高大連携教育による早期の動機付けと探究力・問題解決能力の育成」を研究開発課題に掲げ、研究者や大学教員による先端科学の講義、研究所の見学や研究発表会への参加を通じて、早期の動機付けを行いました。また、課題研究を教育課程に取り入れ、課題解決・課題発見の教育手法の開発に着手しました。

第2期は「高大協同による国際的科学リーダーの育成～メンタルリテラシーとサロンの学習による学び力の養成」を研究開発課題に掲げました。高大連携をさらに強め高大協同へ発展させるとともに、生きることに根本に関わるメンタルリテラシーに注目し、キャリア教育に力点を置くことで、主体的な学びを育みながらゴールを目指しました。平成25年度からはスーパーサイエンスクラスを設置し、サイエンスに関心の強い中学生を入学の段階から受け入れ、これまでよりも早期に理数重点教育を行っています。

第3期は「高大協創による国際的科学リーダーの育成」を研究開発課題に掲げました。高大協同から高大協創へ発展させ、高大の教員が課題研究の指導や評価について検討する組織「課題研究評価研究会」を設置し、探究活動の指導法と評価法についてさらに研究開発を進めてきました。また、国際化推進の一環として、タイ王国のプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール（PCSH）トラン校と学術交流の協定を結び、台湾での海外研修も加え、一人でも多くの生徒が海外で研究発表をできる環境を整えています。

本校では、SSH及びSGH（平成26年度～平成30年度）に指定されて以来、探究活動の実践を積み重ねてきました。その結果、現在は「探究の名城」というスローガンを掲げ、すべての学科・コースにおいて、従来型授業に加えて課題探究型授業を導入しています。この授業では、「問いを立てることができる」、「継続的に考えることができる」、「他人と話し合える」、「複数の視点を持つことができる」、「工夫することを楽しめる」など、知識を詰め込むことではなく、知識を知恵に変えて活用する力を養うための工夫がなされています。従来の授業の中で学んだ知識を総合的、横断的に扱い、適切に組み合わせながら俯瞰的に考えて、自分なりの主張や提案ができるような授業を目指しています。

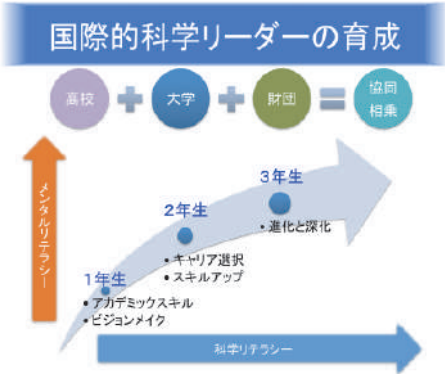
今年度は新型コロナウイルスの流行に伴い、一部中止せざるを得なかった事業もあります。しかし、このような状況下だからこそ、新たな実施方法や展開を見出しつつあります。今後も多様な手法や展開の開発を継続していきたいと考えます。

最後になりましたが、本研究の機会を与えていただいた文部科学省の関係各位、活動の推進にご支援をいただいた科学技術振興機構の関係各位、事業の運営にあたり指導と助言をいただいた愛知県教育委員会・名古屋市教育委員会及びSSH運営指導委員会の委員各位並びに学校評議員各位、また、研究交流会にご支援をいただいた永井科学技術財団の関係各位、さらには、あいち科学技術教育推進協議会の関係各位に厚くお礼申し上げます。また、高大協創教育の推進に積極的かつ献身的に取り組んでいただいた名城大学の教職員を始めとして、TAとして協力をしていただいた学生、本校の卒業生の皆様に感謝の意を表します。

学校法人 名城大学 名城大学附属高等学校	指定第3期目	28～02
----------------------	--------	-------

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	高大協創による国際的科学リーダーの育成
② 研究開発の概要	<p>高大・産学の協創により主体的な学びを育み、キャリア支援を行い、国際的科学リーダーを育成する。</p> <p>第1学年時から学校設定教科等の履修を通して、主体的な学びのマインドと探究のベーススキルを養成する。第2学年以降は、課題解決型学習及び2学年合同の課題研究、「ノーベルラボ」等を通して、メンタルリテラシーと科学リテラシーの向上を目指し、科学技術系人材の自律的なキャリア形成を促す。これらの過程は、ルーブリックや教育版360度評価(Meijo Multi-Feedback, 以下, MMF) 等を用いて検証する。</p> <p>また、授業と有機的に連携させた、海外研修での研究交流及び高大連携講座、土曜サロン、SSH 東海フェスタ等、校外の人材や同世代の海外生徒、他校生徒と協同した学びの機会を活用して、人材育成を進める。</p> <p>さらに、探究活動の開発・推進における地域の中核的存在として、SSH 東海フェスタ及び探究活動ワークショップ等を実施して成果の普及を行い、それに伴う人材の育成を図る。</p>



③ 令和2年度実施規模

科	コース		第1学年		第2学年		第3学年		計	
			生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数	生徒数	学級数
普通	スーパーサイエンス		31	1	28	1	32	1	91	3
	一般進学	理系	324	8	165	4	216	5	705	17
		文系			138	4	153	4	291	8
	国際		31	1	36	1	32	1	99	3
	特別進学	理系	146	4	76	2	89	2	311	8
		文系			39	1	42	1	81	2
総合	理系		164	4	32	1	43	1	478	13
	文系				102	3	137	4		

主対象生徒は、第1学年では普通科スーパーサイエンスクラス（以下、SS クラス）・一般進学・特別進学の 501 名、普通科第2学年 SS クラス・一般進学理系・特別進学理系小計 269 名、普通科第3学年 SS クラス・一般進学理系・特別進学小計 337 名である。合計 1107 名となる。

なお、普通科国際クラス及び一般進学文系は一昨年まで指定を受けていたスーパーグローバルハイスクール事業の対象クラスであり、現在も継続して課題研究を実施しているため、対象から除いている。特別進学クラス文系・総合学科もそれぞれ特色に合わせた探究活動を実施している。

④ 研究開発の内容

○研究計画

第1年次	重点項目として、第1学年は新たに主対象生徒となった特別進学クラスの探究型科目「数理探究基礎」を展開する。第2学年はタイ王国海外研修を実施する。第2学年「数理探究」、第3学年「理科課題研究」を準備する。評価は MMF で行う。
第2年次	重点項目として、第2学年は「数理探究」、台湾海外研修を実施する。第3学年は「理科課題研究」を展開する。第2学年の高大連携の課題研究、第3学年「数理探究」を準備する。評価は MMF で行う。
第3年次	重点項目として、第2学年は高大連携の課題研究を実施する。第3学年は「数理探究」を展開する。MMF について課題研究評価研究会で検討する。タイ王国海外研修、台湾海外研修、「理科課題研究」について評価・検証する。「理科課題研究」の指導法を普及する。

第4年次	重点項目として、第3学年は高大連携の課題研究を展開する。また、高大接続への対応を検討する。MMF について課題研究評価研究会で検討する。「数理探究」、高大連携の課題研究に関して検証する。「理科課題研究」の評価法を普及する。
第5年次	重点項目として、「数理探究基礎」、「数理探究」、「理科課題研究」の総括を行う。評価は、MMF、課題研究評価研究会で行う。5年間の事業を評価・検証する。SSH 事業の成果普及を行う。

●MMF (Meijo Multi-Feedback) =教育版 360 度評価 (p. 25 参照)

動機・意欲・関心などの目に見えない心の変容を担当者や本人の主観に頼らない評価法として開発する。

●課題研究評価研究会 (p. 73 参照)

名城大学と協同して設置し、探究活動における包括的評価のルーブリックに続き、探究にかかるスキルの形成的評価を定量化することを目的とする。また、探究活動の評価を高大接続に活用する可能性について検討する。

○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

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
普通科 SS クラス	スーパーサイエンスI	2	社会と情報	2	第1学年
普通科特別進学クラス	数理探究基礎	2	社会と情報	2	第1学年

(2) 教育課程の特例に該当しない教育課程の変更

学科・コース	開設する科目名	単位数	代替科目名	単位数	対象
普通科一般進学クラス	探究基礎	1	総合的な探究の時間	1	第1学年
普通科 SS クラス	スーパーサイエンスII	2	総合的な探究の時間	2	第2学年
普通科 SS クラス	スーパーサイエンスラボ	2	総合的な探究の時間	2	第2学年
普通科特別進学クラス	数理探究	2	総合的な探究の時間	2	第2学年
普通科特別進学クラス	数理探究	1	総合的な学習の時間	1	第3学年

○令和2年度の教育課程の内容

学校設定教科としてスーパーサイエンス教科を設置し、課題研究に関する科目を履修。学習指導要領上の課題研究に関する科目として理科課題研究を履修。

学年	学科・クラス	開設する科目名	単位数	内容
1	普通科 SS クラス	スーパーサイエンスI	2	探究活動の導入教育・ベーススキルの習得
	普通科特別進学クラス	数理探究基礎	2	
	普通科一般進学クラス	探究基礎	1	
2	普通科 SS クラス	スーパーサイエンスII	2	先端講義・リサーチスキルの習得
	普通科 SS クラス	スーパーサイエンスラボ	2	課題探究活動・リサーチスキルの習得
	普通科特別進学クラス理系	数理探究	2	
	普通科一般進学クラス理系	総合的な探究の時間	2	
3	普通科 SS クラス	科学英語	2	サイエンスとコミュニケーションの融合を視野にした英語プレゼンテーション
		スーパーサイエンスラボ	2	課題探究活動
	普通科特別進学クラス理系	数理探究	1	
	普通科一般進学クラス理系	理科課題研究	1	課題研究活動

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 学校設定科目 (p. 30 参照)

第1学年で履修する「スーパーサイエンス I (以下, SS I)」, 「数理探究基礎」は導入教育を目的とし, 学びのベーススキルの習得と主体的な行動力を養う基礎的な探究活動を行った。第2学年の「スーパーサイエンス II (以下, SS II)」では, 数学や物理学の融合を図った講義や最先端の研究に触れる講座を展開した。また, 「スーパーサイエンスラボ (以下, SS ラボ)」, 「数理探究」において探究活動に取り組み, 「科学英語」では, 自分の意見を英語で述べることをテーマに, 国際科学発表会での討論に耐えうる英語力を身に付けさせるための指

導を行った。

今年度は新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言の下に休校措置をとっていたため、課題研究を中心とした学習時間の確保と質の維持向上に取り組んだ。結果、特に発表を含めた前年度までの探究の過程の指導計画と同等の達成度が実現できた。

(2) サロン (p. 53 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響から、例年、月に1回の実施を原則として年間8回程度実施してきた土曜サロンは2回となった。講師は本校の教員が担い、フォローアップ講義として名古屋大学名誉教授の四方義啓氏に助言をいただくという従来の方法を踏襲した。

(3) 高大連携講座 (p. 55 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響のため、2件を除いて、例年計画している裁判所傍聴や名城大学農学部との連携講座「農場実習」は開催できなかった。

実施できた2件は、株式会社山川出版社代表取締役社長の野澤武史氏と株式会社DOYA代表取締役社長で認定NPO法人Doooooooo代表理事でもある銅冶勇人氏による次世代リーダー育成講座である。これらは文理融合の推進の一環として実施した。

(4) 海外研修 (p. 57 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、12月に実施予定だった台湾海外研修、2月に実施予定だったタイ王国海外研修は実施できなかった。タイ王国海外研修に関してはタイ王国で開催されたTJ-SSF 2020にオンライン参加することで代替し、研究発表を行った。

(5) フィールドワーク (p. 63 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、SSクラス第1学年の全国生徒研究発表会の見学及び関西方面の研究所・大学においての実習・見学、特別進学クラス第1学年の東京大学を中心とした研究室見学や実習は中止した。

SSクラス第1学年には、代替として来年度に東富士でのトヨタ自動車関連のフィールドワークを計画中である。

(6) 科学系部活動 (p. 67 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、地域との連携も難しく、各種の大会も中止となることが多かったが、その分、大会等に参加する意義を噛み締め、生徒たちなりにこれまでの活動を深めるきっかけとなった。

自然科学部においては、COP10以降に愛知県内で行われた生物多様性の保全や持続可能な利用に関する取組事例として選定する「あいち・なごや生物多様性ベストプラクティス」で、庄内川での環境活動がグッドプラクティスに選定され、表彰された。

(7) 課題研究評価研究会 (p. 73 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、中止した。

(8) 研究交流・成果普及 (p. 75 参照)

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、SSH東海フェスタ2020は中止した。TJ-SSF 2020(タイ王国主催)、Japan Super Science Fair(立命館高校主催)、科学三昧 in あいち(岡崎高校主催)、課題研究交流会(一宮高校主催)等の研究発表会に参加し、発表を行った。

⑤ 研究開発の成果と課題

○研究成果の普及について

(1) フェスタと研究収録

東海地区のSSH全体の研究成果を参加者に普及する。参加者には指定校の生徒と教員以外にも、保護者や一般からの参加を含む。

(2) ウェブサイト

本校のウェブサイトには日々の活動を広報するブログをはじめ、研究計画や研究内容、研究開発報告書やフェスタの研究収録などがすべて閲覧、必要に応じてダウンロードできるようになっているため、活動の詳細は一般にも普及できる。

(3) 地域連携

校内の生徒研究発表会や土曜サロンを他校生や中学校に参加を呼びかける。

自然科学部における地域と協働した科学ボランティア活動や地域団体と協働した環境活動、メカトロ部における幼稚園に出向くロボットボランティアなどを通じて、小学生・幼児・一般の方々へ科学の普及を行う。

(4) 生徒研究発表会

普通科 SS クラスの「SS ラボ」、特別進学クラスの「数理探究」、国際クラスの「課題探究」、一般進学文系の「グローバル概論」、総合学科の総合科目、自然科学部、各種の海外研修等における研究成果の公开发表を行っている。本発表会は、校外への発信・普及のみならず、全校生徒・教員が各クラスにおける課題研究の状況を知り、課題研究の意義について理解を深める機会ともなっており、生徒の研究意欲の向上にも繋がっている。

(5) 探究活動ワークショップ

新型コロナウイルス感染拡大の影響により、今年度は中止したが、昨年からの探究活動の指導・評価に関する成果について、実践を通して共有・検討するワークショップを、他校教員に向けて実施している。本校が開発した教材「課題研究ノート」を用いた指導法、課題研究の生徒評価におけるルーブリックを紹介し、意見交換を通じて学校・教員間のネットワークの構築を進める。

(6) 成果物

3 期目においては下記の成果物を刊行し、文科省・JST・SSH 指定校・教育関係各所に配布した。

平成 29 年度 「続・サロンノススメ」

平成 30 年度 「SS ラボ」教材「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」

令和 2 年度 課題研究指導者用教材「課題研究ハンドブック」

○実施による成果とその評価

(1) 研究開発目標に基づく成果

研究開発目標 ア「高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する」

学校設定科目、高大連携講座、SSH 東海フェスタ、海外研修、サロンについて引き続き発展的に展開できた。特に海外研修についてはタイ王国のプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクールトラン校と学術交流協定を締結し、TJ-SSF 等の研究発表会を軸にした研修が実現できた。

研究開発目標 イ「課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する」

探究の過程を 2 回行う一連の指導計画を完成でき、独自教材として「一枚ポートフォリオ」、
「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」の開発を行った。

また、新しい評価手法として MMF に取り組むとともに、質を高めたルーブリックの開発ができた。MMF の過程で、生徒同士のコミュニケーションや活動の関係性を密にしたことで未回答を減少させることができ、評価から指導法の改善が目に見える形でできたことは成果である。また、自己評価の高い生徒は、SS ラボの成績も良いという状況がみられた。これらの示唆は MMF が生徒評価に有用であることを示している。

研究開発目標 ウ「教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する」

本校の普通科では、進路目標別に特別進学クラス、SS クラス、一般進学クラスを設置しており、SS クラスの「SS I」、「SS ラボ」の開発成果を生かして、それぞれの特色に合わせた課題研究の教育課程を開発した。これは特色・進路目標等が異なる 3 つ学校における探究活動を体現

した形となっており、他校や様々な生徒の課題研究を支えるモデルとなりうると考える。

また、学校設定科目「科学英語」では理科と英語を融合させて実施できた。

(2) 主催する SSH 東海フェスタを通じた地域のコンソーシアム化と中核的拠点としての機能

今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響により開催できなかったが、昨年、14 回目の実施となった SSH 東海フェスタ (p.75 参照) は、東海から 23 校、関東から 2 校、タイ王国から 1 校と、25 校 1000 名を越す参加となった。

本フェスタにおける研究発表内容は、会を重ねるごとに質の向上を見せており、参加校は、JST 主催の全国生徒研究発表会において JST 理事長賞、奨励賞、ポスター発表賞を受賞している。

また、本フェスタは、各指定校からなる実行委員会を立ち上げて運営を行っており、コンソーシアム化を進めている。本校はその際の中核的拠点として機能している。

(3) 自律的キャリアを形成する生徒（卒業生）の創出

今年度はコロナウイルスにより様々なコンテストが中止となったが、そのなかでも生徒が自主的に研究資金援助の取組へ応募し、採択された。

また、卒業生も意欲的な活動を行っている。平成 28 年度に SS クラスを卒業し、名城大学農学部との SS クラス修了生受け入れ制度で大学 1 年生から研究室に配属された卒業生が、名城大学の学業優秀者として学長表彰を受けた (令和元年 7 月)。環境保護を推進するための学生連合を立ち上げ、広く活動するこのような卒業生をはじめとして、自主自立的に多様な分野で積極的に挑戦する生徒・学生が着実に増えている。これらは課題研究活動に関わる多様な経験をするなかで挑戦するマインドが形成されたことに加え、名城大学との協創によるものといえる。

(4) 教師の変容

SSH に指定され 15 年目となり、61.8%の教員が SSH 事業に関わることとなった。文系教科の教員も加わり、文理融合型の授業展開が行われてきている。普段の授業において KP 法や反転学習、ジグソー学習の導入をする教員も増え、授業改革が着実に進行している。これは、課題研究やサロンの学習の普及の成果である。

また、現場の教員から発案され、昨年、一昨年と実施した公開授業や研究協議会を行う「教育研究会」や昨年度 2 回実施した「探究活動ワークショップ」には、県内の私立高校教員を中心に合わせて計 212 名の他校教員の参加者があった。

(5) 高大協創

名城大学との協創の一環で、名城大学農学部と SSH 修了生受け入れ制度を実施した。これは SS クラスを卒業した生徒の希望者が、1 年次から研究室に所属し研究を続けられる制度で第 1 期の平成 21 年度から実施している。これまでの対象者は 48 名で、そのうち 34 名が所属を希望した。その中からは大学 3 年次に学会で発表する学生 (平成 27 年度卒) や、名城大学の学業優秀者として学長表彰 (令和元年度) を受ける学生 (平成 28 年度卒) などが現れた。高等学校での課題研究を通じた学習の成果を、時間を空けることなく大学入学後に引き続き継続できることは、日本を支える科学技術系人材の育成には有効だと考えられる。

○実施上の課題と今後の取組

(1) MMF の改善

第 3 期で取り組んできた教育版 360 度評価の MMF の開発では、実施・検証はできたものの、完成に至っていない。今後、評価指標を明確にする必要があると考え、生徒ともにループバックのような評価基準、評価規準を設けることで改善につなげたい。また、この評価を高大接続の改善、特に入学試験に役立てるという目標は未達であるため、名城大学との協創による「課題研究評価研究会」を中心に検討を続ける。さらに、生徒が他者評価を行う場合は関係づくりから考える必要があることに気づくことができた。他者評価における未回答率は改善したものの、引き続き関係づくりの適切な方法について改善を進める。

(2) 国際連携と SSH 東海フェスタ

タイ王国の PCSH トラン校との学術交流協定による生徒研究を中心とした交流は効果的に行うことができたが、共同課題研究は実施できていない。定期的なディスカッションを通して共同課題研究を進めていきたい。同様に国内でも SSH 東海フェスタのコンソーシアムとしての機能を強化し、フェスタを共同研究につながる交流の場、発表の場として展開するため、授業後等を使ったオンラインによる学校間共同研究のありかたを模索する。

(3) 課題研究の成果について

各クラスでの生徒の特長や進路目標、学力に合わせた3年間の課題研究の教育課程を作ることができたが、課題研究の成果をコンテスト等での入賞件数が少ないため、指導法を改善して生徒の資質、能力の向上を図り、深まった研究に結びつけることが課題である。ノーベルラボ等の評価によって得られた、先行研究の十分な調査や問題発見、課題設定の指導の改善を図る必要がある。そのため、課題研究に関する指導計画を見直し、探究の過程を3年間で3回経験させ、アートシンキングなど問題発見の過程に新たな手法を取り入れるなどの方策を実行する。

(4) 高大協創について

高大連携講座や SSH 東海フェスタ、課題研究評価研究会、SSH 連携推進委員会等を通して、名城大学との十分な連携の下で教育を行うことができた。高大接続の面で課題研究の評価を入試にどう結びつけていくかは引き続き議論が必要である。また、平成30年度の間評価で指摘があった、名城大学農学部との SSH 修了生受け入れにおける他学部への横展開については他の学部との協議を含めて引き続き検討する。

(5) 学校全体における課題研究について

本校は総合学科を有し、普通科では SSH と並んで SGH の指定を受けていた経緯もあり、第3期で探究の全校体制は完成した。一方でそれぞれの特性を活かした探究学習の教育資産の共有が課題である。令和元年度からは校内組織「探究型学習推進委員会」を設置し、探究学習の教育資産の共有と学校全体における探究の在り方について議論を進めている。今後は高校版の Institutional Research (以下、高校 IR) の実践により、その効果について検証する。高校 IR は、生徒の姿や学校の現状等に関する調査や各種データ等を収集・分析し、それに基づいて、各種の取組を編成、実施、評価して改善を図る一連の PDCA サイクルを確立するものである。高校 IR によって得られたデータを SSH 事業に活用し、事業の改善・発展を図る。

⑥ 新型コロナウイルス感染拡大の影響

3月～5月が休校期間となり、学校再開後も④「具体的な研究事項・活動内容」にある(1)～(8)の全てにおいて新型コロナウイルス感染拡大の影響が生じた。具体的には①外部講師等の招へいの制限、②校外での学習・研修の制限、③海外研修の中止、④大会・コンテスト等の中止、⑤密になる状態での研究発表等の制限、⑥大学構内への立ち入りの制限等である。

そのため、まずは休校期間で失った課題研究を中心とした学習の時間確保と質の維持向上に取り組んだ。結果として発表を含めた前年度までの探究の過程の指導計画と同等の達成度が実現できたと考えている。また、可能な限りオンラインでの振替を行った。外部講師の招聘や校外学習の際には、先方・生徒に本校の新型コロナウイルス感染対策のガイドラインを明示したうえで、人数や時間、場所を細かく分ける等、密にならない対策をとって実施した。

その他、一部のフィールドワーク等は来年度に代替する計画を検討しているが、来年度もこの影響は継続すると考えられるため、海外研修や SSH 東海フェスタ等についてはオンラインでの実施を検討中である。

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

研究開発課題「高大協創による国際的科学リーダーの育成」

第 2 期までの課題は「課題研究の指導法及び評価法」と「語学力の育成と国際連携の強化」にまとめ、研究開発課題を「高大協創による国際的科学リーダーの育成」として以下の 3 点の研究開発目標を設定して取り組んだ。

(1) 研究開発目標に基づく成果

【研究開発目標】

ア 高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する。

イ 課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する。

ウ 教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する。

ア 高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する。

学校設定科目、高大連携講座、SSH 東海フェスタ、海外研修、サロンについて引き続き発展的に展開できた。特に海外研修についてはタイ王国のプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクールトラン校（以下、PCSH トラン校）と学術交流協定を締結し、TJ-SSF 等の研究発表会を軸にした研修が実現できた。

イ 課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する。

学校設定科目「スーパーサイエンス I（以下、SS I）」、「スーパーサイエンスラボ（以下、SS ラボ）」を中心に指導法と評価法の開発、学校設定科目「数理探究」の一部の生徒で「ノーベルラボ」に取り組んだ。

指導法について探究の過程を 2 回行う一連の指導計画を完成できた。具体的には SS I で探究の基礎を学び、指定したテーマで研究を行って探究の過程を経験した後、SS ラボで個々のテーマ設定による課題研究へ発展させ、様々な発表会やコンテスト等への発表や応募を目標としながら探究の過程を学習する。開発の過程で独自教材として「一枚ポートフォリオ」、「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」を開発できたことは成果である。

新しい評価手法として MMF（教育版 360 度評価）に取り組んだ。MMF は主に企業の人材評価で用いられている 360 度評価を生徒の心の変容をとらえることを目的に教育で利用できるよう開発したものである。具体的には、同じ質問項目を用いて生徒自身の自己評価とともに他の学年を含めた複数の生徒、教員等からの他者評価を同時に行う。自己評価とともに他者評価の結果を知ること、メタ認知が高まり、よりよい変容につながることを期待される。「SS ラボ」の生徒を対象に評価したところ、当初は他者評価の未回答率が 51.5%と高く、評価の前提となる生徒間の関係作りが必要であることが明らかとなった。個々の研究テーマで活動しており、お互いを知る機会が少ない状況を改善するために、研究テーマに関係なく 5～6 名の小グループを作り、研究の進捗や課題をディスカッションする時間を毎授業時間に設けたところ、令和 2 年度の未回答率は 25.4%と 26.1 ポイント減少し、大幅に改善された。このディスカッションは評価のための関係づくりにとどまらず、各自の課題研究に気づきを与え合う効果も生み、本校が目指す他者との協働ができるリーダーの育成にもつながることとなった（資料 4-1）。

MMF は開発途中であるが、平成 29 年度入学生の追跡調査の結果、自己評価の平均値が 17 の項

目のうち 15 の項目で、平成 30 年度入学生ではすべての項目で向上がみられた。これは MMF の狙いである生徒の変容へとつながったことを意味し、生徒の成長の定量化に一定の成果があると言える（資料 4-2）。

これに加えてパフォーマンス評価としてのルーブリックの開発に取り組んだ。「SS ラボ」で用いるルーブリックは改善を重ね、研究活動のスキル、研究を論理的に理解し表現するスキル（レポート）、研究を表現し発表するスキル（口頭・ポスター発表）の 3 つの大項目と 16 の小項目の構成にし、評価基準を 8 段階にしたことで質を高めることができた（資料 5）。

「ノーベルラボ」は第 3 期を通して、ノーベル物理学賞を受賞された赤崎勇終身教授に関係する名城大学 LED 研究センターの竹内哲也教授の指導の下、「数理探究」の一部の希望する生徒で取り組んだ。令和元年度の「ノーベルラボ」対象生徒とその他の生徒のルーブリック評価を比較すると 4 段階の評価基準で「研究目的」で 0.9 ポイント、「先行研究の調査」で 0.9 ポイント、「科学的思考・判断」で 0.4 ポイント高い値となった（資料 4-3）。これらは探究の過程において、課題の設定と強く結びつく項目であると理解でき、質の高い課題研究に必要な項目として顕在化することができた。令和 2 年度は「実験の設定」以外の項目すべてにおいて、その他の生徒よりも 0.1～0.3 ポイント高くなり、ノーベルラボの取組による生徒の成長に一定の効果が見られた。

生徒の変容について特徴的な事例として、課題研究の推進にあたり生徒自身が研究資金を獲得する事例が現れてきた。令和 2 年度は 3 件で総額 25 万円を獲得した。特に資金獲得の指導はしておらず、自ら事業を見つけ、申請する生徒が複数現れてきたことは、これまでの教育で主体性と行動力が養われた成果である。

ウ 教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する。

第 3 期で主対象に加えた特別進学クラスの学校設定科目「数理探究基礎」、**「数理探究」**を展開できた。これは「SS I」、**「SS ラボ」**で開発した成果を普及したもので、「数理探究」では理科と数学が連携し、第 2 学年と第 3 学年が合同で数学に重心を置いたテーマの課題研究を行った。令和 4 年度から施行される学習指導要領の「理数探究基礎」、**「理数探究」**を見据えた実践を行い、独自のルーブリックを開発するなど一定の成果がみられた。平成 29 年度入学生第 3 学年のルーブリック評価の平均を項目ごとに過年度と比較すると「具体的な今後の予定」以外の項目で上昇がみられた。「SS ラボ」と同様に上級生とのコミュニケーションや指導の改善が評価の上昇につながったと考えられる。

学校設定科目「科学英語」、SS クラスの「コミュニケーション英語Ⅱ」、「コミュニケーション英語Ⅲ」では、ネイティブ教員とのチームティーチングにより授業を展開した。自分の意見を英語で述べることをテーマに、国際科学発表会での討論に耐えうる英語力を身に付けさせるための指導を行った。「SS ラボ」で行っている課題研究について英語でプレゼンテーションやディスカッションを行うことで理科や数学と英語の融合、課題研究と英語の融合を図りながら、語学力の向上に結びつけた。結果として英語をツールとする学びの在り方への意識も高まり、SS クラスの 3 年生における実用英語検定 2 級の合格者率も平成 29 年度 46.2%、平成 30 年 63.3%、令和元年度 87.1%と年々増加した。令和 2 年度は新型コロナウイルス感染症の影響もあり、75.0%にとどまったもののこれらの教育についての効果は十分認められるものとする（資料 4-4）。語学力の向上に伴って積極的に国際的な研究発表などに参加することにつながった。

（2）語学力の育成と国際連携の強化

平成 28 年度にタイ王国 PCSH トラン校との学術交流協定を結んだことで、本校主催の SSH 東海フェスタ、タイ王国主催のサイエンスフェア（TJ-SIF2019, TJ-SSF2020 等）における交流活動を相互に行うことができた。

令和元年度まではタイ王国海外研修と台湾海外研修を毎年度実施した。対象生徒は、学校設定科目「SS ラボ」・「数理探究」の履修者とし、タイ王国海外研修では、TJ-SIF2019 での研究発表ならびに PCSH トラン校の訪問を行い、研究交流を行った。台湾海外研修では、台中市立忠明高級中学及び桃園市立内壠高級中学校を訪問し課題研究発表を行った。これらの活動により英語による研究発表の機会がさらに増え、国際連携の推進につながった。令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響による海外渡航の禁止に伴い、海外研修は実施できなかったが、タイ王国との TJ-SSF2020 がオンラインで開催されたことを受けて、生徒10名が参加・発表を行った。そのうちの2名はシリントーン王女の前で発表できる栄誉に選ばれた。また、他の指定校が主催する国際生徒研究発表会である SKYSEF（静岡北高）や JSSF（立命館高）にも毎年度参加することで語学力の育成とともに英語によるプレゼンテーション力にもつなげることができた。

（３）学校全体における成果

第1期から第2期にかけて SS クラスの設置を含めた普通科のコース編成に着手し、一般進学クラスの選択希望者で構成されていた SS クラスについて、入試の枠組みを変更し、第1学年から募集する形とした。第3期では主対象生徒に特別進学クラスを加えて展開できた。主対象生徒は第1期1年時82名から令和2年度の1,107名となり、大きく対象を増やして教育を展開することができた（資料4-5）。

第1期から第3期4年次までの理系進学者・就職者数は3,995名に上り、年平均では285.3名であった。指定期別では第1期が平均で276.2名、第2期が282.2名、第3期が300.8名となり、第3期が最も多くなった。このうち、国公立大学進学者は第1期から第3期4年次までで423名であり、年平均では30.2名であった。指定期別では第1期が平均で24.4名、第2期が平均で29.8名、第3期が38.0名となり、第3期では第1期に比べ1.6倍増加した。特に令和元年度は前年度から13名増加し47名となった。卒業生全体における理系進学者・就職者の割合は平成27年度に初めて50%を超え、その後は一旦減少したものの平成30年度は50.2%、令和元年度は51.6%と上昇傾向にある。SSクラスの生徒はキャリア教育を踏まえた教育課程の影響により国公立大学への進学が増加するとともに、多様な進路実現を果たした（資料4-6）。

SSHに指定され15年目となり、SSクラス担任・SS教科担当者・教育開発部の分掌員など、令和2年度に直接SSH事業に関わる教員は60名であった（資料4-7）。これは校長、養護教諭等を除いた教諭等の61.8%にあたる。特別進学クラスを対象に加えたことにより、文系クラス以外のすべての普通科の教員が担任としてもSSH事業に関わることとなった。第3期第1年次である平成28年度の49名（53.8%）から比較して8.1ポイント上昇し、関係教員が拡大した。また、SS教科以外の学校設定科目における教科指導に関しても、文系・理系問わず担当しているため、教科融合の学び、協働的学びを展開する指導体制が整った。

大学や研究所等関係機関について、第1期から第3期までに86の関係機関と連携した。講師招聘数の合計はのべ587名となり、多様な機関や講師と連携できた（p.81）。

（４）教師の変容

平成28年度より現場の声から発足した「アクティブラーニング研究会」の教員が中心となり、普段の授業においてKP法を利用した授業や反転学習を恒常的に実施するなど授業改革が進行した。これらの実践は「教育研究会」として平成30年度、令和元年度に愛知県を中心とした全国の高等学校等へ広く発信する教員研修会の実施につながった。研究主題として平成30年度は「Aha-体験を生み出す授業デザイン～One Lesson One Aha-effect～」、令和元年度は「名城ツリーを育てる授業デザイン～Aha-体験と身体化～」を掲げ、2年間でのべ175名の他校教員の参加があった。この取組はSSHの実践を通しての教員自身の教育開発への意欲の高まりとともに、サロンのような学習をヒントに授業実践へ活かしてきたことの成果といえる。

第3期を通じて、教員が自主的に公益財団法人等の教育資金支援に応募し、採択されることが

3件、他団体が主催する研究会や学会等での自主的な教育実践の発表だけでなく、発表依頼をされる教員が増えるなど、教員の挑戦する意欲と教員の外部評価が着実に高まった。これまでのSSHの取組をどのように校内外の教員や生徒へ還元していくべきかを考えるように教員の意識も変容してきた。

第3期の成果として「探究活動ワークショップ」が挙げられる。第3期第3年次である令和元年度に新たに計画へ加えた取組で、本校が培ってきた探究活動の指導法や評価法についての教員研修である。平成30年3月に告示された高等学校学習指導要領の中で、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が必要とされ、関連して「総合的な探究の時間」や「理数探究基礎」「理数探究」等の新設科目の展開が示されていることから、本校のみならず、各学校においても探究的な取組が必須になると考えられる。しかしながら、多くの教員は自身の高等学校や中学校の時代に探究活動を経験しておらず、現在でも指導法や評価法が体系化されているとは言い難い。また、探究活動においては、生徒の資質・能力に合わせた指導・評価が必要である。

このような背景から、SSHの成果普及としてこれまで本校が培ってきた探究型学習、探究活動の指導法を広く発信し、各学校での指導計画に役立てられる状況を作り、多くの生徒の成長に寄与することは、SSH指定校として、理数教育の地域の拠点校としての本校の役割だと現場の教員の声から発案され、探究活動の教員研修として「探究活動ワークショップ」を開催することとした。目的は本校のSSH事業で開発してきた探究活動の指導、評価に関する成果について、実践を通して共有、検討することで科学技術系人材の育成が推進されることを目指すことに加え、お互いの情報交換を通して学校間、教員間のネットワークが構築されることを目指すこととした。令和元年度に8月と12月の2度開催し、のべ37名の他校教員の参加があった。内容は本校の一般進学クラスで展開している「理科課題研究」の指導の実践とし、第1回が授業実践、第2回がループリックを用いた評価の実践とした。第1回の参加者アンケートより95%が大変参考になった、参考になったという回答であり、初めての取組としては意味のあるものになったと思われる。自由記述からは「実験を仮説に基づいてどのように実施、その結果をまとめ評価していくという一連の流れがよくわかった」や「自校でも実施できる要素を感じることができた」など目的の一部を達成できた面はあったと捉えられる。第2回は内容については100%が参考になったと回答し、特に「大変参考になった」が89%と、高評価が得られた。自由記述からはループリックを作成すること、活用することに対して難しさを感じた上で、「今後評価方法を考える上で大変役に立った」、「教員の話し合いの大切さを痛感した」といった前向きな意見が多くあった。また、「自校が抱える問題点を明確化することができた」という意見もあり、高評価に結びついたと考えられる。これらは参加者の探究活動における評価に対する問題意識の高さの表れと捉えることができ、教員研修として一定の効果があったと考えられる。この取組により参加者の勤務校における探究活動を考えるきっかけ、指導意欲の向上につながったことでSSH指定校として、地域の拠点校としての役割を果たせたといえる。また、アンケートからは「他校の現状を聞いてよかった」に代表される意見が多く回答されており、「お互いの情報交換を通して学校間、教員間のネットワークが構築されることを目指す」という目的は達成されたと考えられる。

(5) 卒業生における成果

名城大学との協創の一環で、名城大学農学部とSSH修了生受け入れ制度を実施した。これはSSクラスを卒業した生徒の希望者が、1年次から研究室に所属し研究を続けられる制度で第1期の平成21年度から実施している。これまでの対象者は48名で、そのうち34名が所属を希望した(資料4-8)。その中からは大学3年次に学会で発表する学生(平成27年度卒)や、名城大学の学業優秀者として学長表彰(令和元年度)を受ける学生(平成28年度卒)などが現れた。この取組は高大接続の1つの成果である。高等学校での課題研究を通じた学習の成果を、時間を

空けることなく大学入学後に引き続き継続できることは、日本を支える科学技術系人材の育成には有効だと考えられる。

その他、平成 24 年度に名城大学、同大学院に進学した卒業生は本校の特色ある取組の 1 つである「ノーベルラボ」で協創する名城大学理工学部竹内哲也教授の研究室に所属し、「ノーベルラボ」のティーチングアシスタントとして本校での教育活動に協力した。彼は「窒化物半導体青色面発光レーザーの新規構造検証」をテーマに修士となり、その半導体の知識を活かし、現在は一般企業で最先端 3D NAND メモリの開発に従事している。同様に、名城大学理工学部数学科で博士課程に進んだ卒業生はサロンで、名城大学農学部で学長表彰を受けた卒業生は自然科学部でティーチングアシスタントとなる等、本校の教育のために進んで協力する卒業生が後を絶たなかった。東京大学へ進学した卒業生は名古屋大学大学院で情報科学の博士号を取得し、計算化学を用いた解析を行う研究者として活躍している。この卒業生は、高校時代にサロンに参加して四方義啓名古屋大学名誉教授との議論したことが自身の将来設計に大きく影響したことについて手記を寄せており、垣根を取り払った科学的な議論を通して動機づけを行い、生徒のキャリア形成に寄与する本校 SSH の根幹をなす考え方の有効性を示すものと言える。また、名古屋大学大学院で修士を取得した卒業生は自動二輪のパワーユニット開発部で研究開発に従事するなど日本を支える研究者としての活躍している。

（６）研究発表会

SSH 東海フェスタを名城大学において毎年度 1 回実施した。指定初年度の平成 18 年から本校主催で開催して 14 回行った。令和 2 年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から中止としたが、参加校、参加者数ともに年々増加し、SSH 東海フェスタ 2019 では、愛知・岐阜・三重・静岡県の東海 4 県を中心に、関東からは玉川学園高等部・中学部、東海大学付属高輪台高等学校・中等部、タイ王国から PCSH トラン校の参加があり、25 校、約 1000 名に達する過去最大規模となった（資料 4-9）。タイからの参加に合わせて英語による口頭発表分科会を設定したところ、4 校が発表を行った。課題研究の発表の場としてだけでなく、参加校の代表教員により組織される SSH 東海フェスタ実行委員会や生徒審査、教員審査など、指定校相互の交流の場としてコンソーシアムとしての機能を果たした。また、名城大学は会場提供だけでなく、口頭発表の審査を理工学部、農学部、薬学部の学部長が務め、高大協創として地域の生徒育成に寄与する場としても有効であった。さらに、公益財団法人永井科学技術振興財団からの支援を受け、産学連携による生徒育成事業としての成果を上げることもできた。この東海フェスタにおける研究発表内容は、会を重ねるごとに質の向上を見せており、参加校は、JST 主催の全国生徒研究発表会において JST 理事長賞、奨励賞、ポスター発表賞を度々受賞している。

（７）高大協創

第 3 期では、各学校設定科目の 3 年間の指導の流れもほぼ固まったため、単年度における講師招聘数は約 35 名と安定して推移するようになった。キャリア支援につながる講座として、高大連携講座や「次世代リーダー育成講座」も軌道に乗り、高大協創について充実したことは成果である。平成元年度は SS クラスを平成 28 年度に卒業し、名城大学農学部との SS クラス修了生受け入れ制度で大学 1 年生から研究室に配属された卒業生が、名城大学の学業優秀者として学長表彰を受けた（令和元年 7 月）。この卒業生は自ら環境保護を推進するための学生連合を立ち上げ、全国で活動するなど主体的で意欲的な活動を続けており、高大協創の事業推進によって生まれた好事例といえる。その他、自然科学部から名城大学理工学部に進学した卒業生は日本結晶成長学会が主催する第 42 回結晶成長討論会で結晶成長討論会賞を受賞する（令和元年 8 月）など、自主自立的に多様な分野で積極的に挑戦する学生が着実に増えている。これらは名城大学との協創によって多様な経験を可能とし、挑戦するマインドが形成された結果といえる。

（８）研究発表・科学コンテストなど

課題研究においては、国際バカロレアのレポート評価用ルーブリックを参考に、独自に開発したルーブリックによって、毎年改善を重ねながらより客観的な評価になるよう実践している。そのなかで、生徒の科学リテラシーやメンタルリテラシーの向上、挑戦する姿勢に変化が認められるようになり、課題研究等の各種コンテストや研究発表会の参加も増加してきている。

令和元年度は 78 件、令和 2 年度は 54 件、令和 2 年度までの 15 年間で 562 件の参加があった。指定期別では第 1 期 56 件、第 2 期 198 件、第 3 期 308 件と第 3 期が最も多くなり、年度の平均では 76.0 件であった（資料 4-10）。これは主対象生徒の拡大に伴い、特別進学クラスの生徒の発表が増えたことが主要因と考えられるが、SS クラスにおいても増加した。これらの数字は生徒の主体的で積極的な姿勢を表す成果である。

また、国際科学オリンピック国内予選は毎年 120 名程度が参加しており、特に日本生物学オリンピックは参加者数の多さから予選会場を依頼されるほどであった。日本生物学オリンピックは優良賞を 4 回受賞した。近年は数学オリンピックの参加者が増加し、平成 29 年度まで 0 名だったが、平成 30 年度は 23 名、令和元年度は 16 名、令和 2 年度は 16 名だった（資料 4-11）。これは数理探究基礎、数理探究で数学を重視した課題研究に取り組んだことが影響していると考えられる。

以下に参加した主なコンテスト、研究発表会等を示す。

＜科学コンテスト＞

- ・日本学生科学賞愛知県展（主催 読売新聞）
- ・JSEC 高校生・高専生科学技術チャレンジ（主催 朝日新聞）
- ・テクノ愛（主催 テクノ愛実行委員会） 令和 2 年度 奨励賞 1 件
- ・WRO Japan（主催 NPO 法人 WRO Japan）
- ・坊ちゃん科学賞研究論文コンテスト（主催 東京理科大学）
- ・AIT サイエンス大賞（主催 愛知工業大学）

＜国際科学オリンピック国内予選＞

日本生物学オリンピック・化学グランプリ・物理チャレンジ・数学オリンピック

＜研究発表会＞

- ・SSH 東海フェスタ（主催 名城大学附属高等学校）
- ・科学三昧 in あいち（主催 愛知県立岡崎高等学校）
- ・SSH 課題研究交流会（主催 愛知県立一宮高等学校）
- ・Thailand-Japan Student ICT Fair 2019（主催 タイ王国）
- ・Thailand-Japan Student Science Fair 2020（主催 タイ王国）
- ・SKYSEF（主催 学校法人静岡理工科大学 静岡北高等学校）
- ・Japan Super Science Fair（主催 学校法人立命館 立命館高等学校）

（９）課題研究評価研究会

課題研究の評価法に関しては、名城大学理工学部・農学部・薬学部の教員の協力を得て組織している「課題研究評価研究会」において、事例研究を中心に評価に関する検討を行った。

平成 28 年度は、課題研究における学習成果の評価に関する福井大学の取組みについての事例報告を行った。平成 29 年度には、岐阜大学中村琢准教授による探究学習に対する意識と能力を測るための記述式調査「課題研究状況調査」についての分析報告を得た。これにより、統一的な客観指標を用いて、各 SSH 校の科学的探究力について定量化し、比較・検討を行うことが可能となった。平成 30 年度は、ベネッセコーポレーションデジタル事業推進部部長の数野恵治氏を招聘して、主体性を含む多面的総合的評価に関する事柄を高大接続改革及び入試改革に絡めて検討を行った。主体性の評価を如何にして大学の推薦入学試験に取り入れ、大学独自の新たな試験

問題の導入に繋げるかが議論された。令和元年度は平成 29 年度に引き続き、岐阜大学中村琢准教授による「探究能力調査」について状況報告があった。探究活動と基礎学力との関係について、探究能力調査結果と偏差値との相関はとれており、独自教材の作成等で基礎学力を伸す工夫により効果を発揮できる可能性等が示された。

(10) 課題研究活動

SS クラスでは平成 28 年度に作成した課題研究用指導計画に従って「SS I」から「SS ラボ」につながるよう指導を行っている。その際、タイ王国 PCSH トラン校との共同研究を意識し、研究活動の開始を早めるための工夫を行っている。「SS I」では、基本的な実験操作の習得や実験ノート（ラボノート）の作成など課題研究に欠かせないベーススキルを定着させ、テーマ提示型の探究活動を行うことを通して、探究活動の実施報告書、ポートフォリオ、ポスター作成と発表、レポート作成という一連の指導の形を構築できた。さらに探究活動を「一枚ポートフォリオ」にまとめ、生徒間でディスカッションを行っているが、この取組は研究活動に対する内省が促され、効果的であることがわかった。

「SS ラボ」は個人テーマによる探究活動として第 2、第 3 学年合同で実施した。平成 30 年度の開発教材である「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」を活用して指導や研究の記録を行った。MMF を実施する上で、5～6 名の小グループを作って毎時間 10 分程度のディスカッション時間を設けたことで、生徒の関係性の構築だけでなく、研究内容の深まりにつながった。ルーブリックを開発し、改良を重ね、効果的な評価につなげることができた。

特別進学クラスでは「数理探究基礎」から「数理探究」につながる指導を行った。第 1 学年対象の「数理探究基礎」では、学びのベーススキルとして情報の活用を重視し、日本統計学会主催「スポーツデータ解析コンペティション」を活用して日本のプロスポーツ実際のデータを使って自由にテーマを設定し、分析することなどを通して「主体的に学ぶ姿勢」が育まれるとともに、データの活用を習得することができた。第 2 学年、第 3 学年理系対象の「数理探究」では、第 1 学年の「数理探究基礎」で学んだ主体的に学ぶ姿勢と学びのベーススキルの習得をベースに数学を中心とする探究活動を実施した。独自に開発した「数理探究ルーブリック」を提示し、ポスターセッションの内容と提出論文を評価した。評価結果は、項目別に生徒及び指導教諭が確認し、共有したことで探究活動の目標が明確になり、主体的な探究活動につながった。

一般進学クラスでは「探究基礎」、「総合的な探究の時間」で身に付けた探究におけるスキルや考え方に基つき、第 3 学年で「理科課題研究」でそれぞれのテーマ設定で科学的な課題研究を行った。課題研究のための少人数教育や特別な教員配置などをせずに、担任を含めた多くの教科の教員が携わりながらキャリア支援を含めた探究の教育課程を展開できた。

② 研究開発の課題

(1) MMF について

第 3 期から新たに教育版 360 度評価として MMF の開発に取り組んだ（資料 4-13）。実施をして検証することはできたものの、完成に至っていないことは課題である。特に回答者の評価の基準が明確でなかったことが挙げられる。これまで項目に対する回答を 5 段階の順序尺度で定量化してきたが、主観的になりやすいため評価指標を明確にする必要がある。そのため、生徒ともにルーブリックのような評価基準、評価規準を設けることで改善につなげたい。また、この評価を高大接続の改善、特に入学試験に役立てるという目標は未達であるため、名城大学との協創による「課題研究評価研究会」を中心に検討を続ける。さらに、生徒複数人で学年をまたいだ他者評価を行う場合は関係づくりから考える必要があることに気づくことができた。他者評価における未回答率は 3 年間で 51.5%から 25.4%と改善したものの、引き続き関係づくりの適切な方法について改善を進める。

（２）国際連携と SSH 東海フェスタ

タイ王国の PTSH トラン校との学術交流協定による生徒研究を中心とした交流は、効果的に行うことができた。さらに踏み込んだ国際的科学リーダーの育成のあり方において、共同課題研究の実施を模索し、オンラインを使った交流と情報交換を進めたが、実現に至っていないことは課題である。定期的なディスカッションを通して一つでも多くの共同課題研究を進める。同様に国内でも SSH 東海フェスタのコンソーシアムとしての機能を強化し、フェスタの場を共同研究につながる交流の場、発表の場として改善を提案する。新型コロナウイルス感染症や GIGA スクール構想の関係もあり、オンラインを通じたコミュニケーションが一般化したことから、授業後等を使ったオンラインによる学校間共同研究のありかたを模索する。

（３）課題研究の成果について

SS クラスで開発した教育課程を他クラスへ展開し、普通科特別進学クラス理系、一般進学クラス理系でそれぞれの生徒の特長や進路目標、学力に合わせた３年間の課題研究の教育課程を作ることができた。一方で課題研究の成果をコンテスト等へ応募をするうち、入賞に結び付くのは 14% であることから、指導法を改善して生徒の資質、能力の向上を図り、深まった研究に結びつけることが課題である（資料 4-12）。ノーベルラボ等の評価によって得られた、先行研究の十分な調査や問題発見、課題設定の指導の改善を図る必要がある。そのため、課題研究に関する指導計画を見直し、探究の過程を３年間で大きく２回だったところを３回にしたり、アートシンキングなど問題発見の過程に新たな手法を取り入れたりするなどの方策を実行する。

（４）高大協創について

名城大学との高大協創について、高大連携講座や SSH 東海フェスタ、課題研究評価研究会、SSH 連携推進委員会等により十分な連携による教育が達成できた。高大接続の面で課題研究の評価を入試にどう結びつけていくかは依然として課題である。MMF を含めた評価の活用について課題研究評価研究会の中で議論を進める。また、平成 30 年度の中間評価で指摘のあった、名城大学農学部との SSH 修了生受け入れにおける他学部への横展開については他の学部との協議を含めて引き続き検討する。

（５）学校全体における課題研究について

本校は平成 11 年度に総合学科を設置、平成 26 年度に SGH に指定されたことで、対象生徒を分けてそれぞれが探究的な学習の教育課程を開発して実践している。特に SGH では普通科国際クラス、一般進学クラス文系を対象にした探究を軸とした研究開発を行い、中間評価では最高の評価であった。指定が終了した平成 30 年度以降も引き続き内容を精選して継続している。第 3 期で課題研究を軸とした教育課程を普通科理系全体に展開したことで、探究の全校体制は完成し、令和元年度から「探究の名城」をスローガンに掲げて探究に取り組んでいる。

一方でそれぞれの特性を活かした探究学習の教育資産の共有が課題である。令和元年度からは校内組織「探究型学習推進委員会」を設置し、それぞれの学科・クラスが持つ探究学習の教育資産の共有と学校全体における探究の在り方について議論を進めている。今後は高校版の Institutional Research（以下、高校 IR）の実践により、その効果について検証する。高校 IR は、生徒の姿や学校の現状等に関する調査や各種データ等を収集・分析し、それに基づいて、各種の取組を編成、実施、評価して改善を図る一連の PDCA サイクルを確立するものである。本校においても高校 IR によって、AL 型授業の効果を定量的に評価することを推進している。そこで得られたデータを活用し、事業の改善・発展を図る。

目 次

■ 5年間を通じた取組の概要	17
■ 第1編 研究開発課題	
第1章 研究開発課題	22
第2章 研究開発の経緯	22
第3章 研究開発の内容・方法・検証	
第1節 仮説・内容・方法・実施規模	23
第2節 360度評価	25
第3節 ノーベルラボ	28
■ 第2編 研究開発の内容・方法・検証	
第1章 学校設定教科	30
第1節 スーパーサイエンスⅠ	31
第2節 スーパーサイエンスⅡ	36
第3節 スーパーサイエンスラボ	40
第4節 科学英語	44
第5節 探究基礎	46
第6節 数理探究基礎	48
第7節 数理探究	50
第2章 サロン	53
第3章 高大連携講座	55
第4章 海外研修	
第1節 タイ王国海外研修	57
第2節 台湾海外研修	61
第5章 フィールドワーク	
第1節 スーパーサイエンスツアー	63
第2節 SSH東京大学ツアー	65
第6章 科学系部活動	
第1節 自然科学部	67
第2節 メカトロ部	72
第7章 課題研究評価研究会	73
第8章 SSH東海フェスタ	75
■ 第3編 研究開発の実施の効果と評価	
第1章 実施の効果と評価	79
第2章 SSHの組織的推進体制	82
■ 第4編 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章 課題と今後の方向	83
第2章 成果の普及	86
■ 資料編	88

5 年間を通じた取組の概要

1 研究開発課題名

高大協創による国際的科学リーダーの育成

2 研究開発の目的・目標

(1) 目的

十分な自己理解のうえで、多様な価値観を理解し、他者を受容することができる。自ら課題を発見し、探究し、他者との協働により発展的に改善することができる。21 世紀を生き抜くためのスキルを備えた突破力のある科学リーダーを育成する。そのための体系的な教育課程や指導法及び評価法を開発し、校内及び他校に普及する。

(2) 目標

【研究開発目標】

- ① 高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する。
- ② 課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する。
- ③ 教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する。

【実践目標】

高大協創により、枠組み作りを行う。指導法や評価法について人事交流することで、評価を高大接続に、特に入試制度において役立てる。教育課程の開発においては、国際バカロレアの提唱する構成主義に則り、教科の枠組みを超えて知識を関連付け、他者との協働により得た知識や課題探究の取組で得られた経験や知見と結び付けながら学ぶことに留意する。

- ① 高大協創により、学校設定科目・高大連携講座・SSH 東海フェスタ・海外研修・サロンを展開する。
- ② 高大協創により、学校設定教科「スーパーサイエンス」の指導法と評価法を開発する。特に評価法については、パフォーマンス評価としてのルーブリックに加えて、産学連携により、教育版 360 度評価 (Meijo Multi-Feedback と名付ける。以下、MMF) を導入する。評価結果を高大接続の改善、特に入学試験において役立てることを目標とする。
- ③ 課題解決型・課題探究型学習を通じて、主体的に学び、知るための手法を獲得し、協働により課題に取り組む。そのために必要なスキルとマインドを育成する。
- ④ 課題探究型学習に必要なスキルとしての作文・読解・思考・語学・実験操作・計算などについて国語・英語・数学・情報教科と有機的に連携して行う。また、理科・数学・英語においては、ネイティブスピーカーとのチームティーチングを部分的に展開し、研究成果を英語で表現する際に役立てる。
- ⑤ 課題研究については、海外の高校と連携し、研究交流を海外研修の軸に据える。また、精鋭を育成するために、ノーベル賞受賞者クラスの研究室と連携した課題研究を行う。具体的には、名城大学の赤崎勇終身教授や飯島澄男終身教授のゼミの教員や院生の指導のもとに課題研究を行う。

3 仮説

第 2 期までの仮説を以下に示す。

仮説① メンタルリテラシーの向上は、学び力の向上に寄与する。

仮説② 科学リテラシーの向上は、科学技術系人材の育成に寄与する。

仮説③ 科学技術系人材の育成にはキャリア支援が有効である。

第 3 期では上記に加え、以下の小仮説を加えて方向性を改善し、研究開発を行った。

小仮説① 課題研究は、学び力の向上に寄与する。

小仮説② 課題研究を通じて、数学や理科との関わりを考えるようになる。

4 実践

(1) 学校設定科目

第1学年で履修する「スーパーサイエンスⅠ（以下、SSⅠ）」、「数理探究基礎」は導入教育を目的とし、学びのベーススキルの習得と主体的な行動力を養う基礎的な探究活動を行った。第2学年の「スーパーサイエンスⅡ（以下、SSⅡ）」では、数学や物理学の融合を図った講義や最先端の研究に触れる講座を展開した。また、「スーパーサイエンスラボ（以下、SSラボ）」、「数理探究」において探究活動に取り組み、「科学英語」では、自分の意見を英語で述べることをテーマに、国際科学発表会での討論に耐えうる英語力を身に付けさせるための指導を行った。

(2) サロン

サロンの目的は学問分野、参加者、現実と理論、実験と調査の壁を取り払い、対話や参加を主とする実践の場を設定する新たな学びのシステムの開発として第1期より実施しているものである。月1回の実施を原則に、講師として四方義啓名古屋大学名誉教授を中心に在校生のみならず、他校生、中学生、卒業生、保護者が一緒になって議論や質疑・応答を行った。

(3) 高大連携講座

キャリア支援とコミュニケーションの育成を包含した高大連携講座を企画した。キャリア支援の観点からは、科学技術系の人材育成として、産業界で活躍している人物との協同講座を行った。名城大学農学部との連携による田植祭や収穫祭、同理工学部主催の総合数理夏季セミナー、希望者が参加する次世代リーダー育成講座、全校生徒で聴講する高大連携講座を行った。平成30年度の高大連携講座ではノーベル化学賞を受賞された吉野彰名城大学教授を招いて実施した。

(4) 海外研修

国際的視点を身につけ、コミュニケーション力を高めるために課題研究を通じた交流を軸に据えた海外研修を行った。研修先は、タイ王国及び台湾とした。タイ王国の活動は平成30年度に学術交流協定を結んだPCSHトラン校とのワークショップや研究交流を中心とし、現地の国際生徒研究発表会であるTJ-SIFやTJ-SSFの発表を行った。台湾の活動は「SSラボ」、「数理探究」での研究活動を通して、現地校である桃園市立内壠高級中学、国立苗栗高級農工職業学校、台中市立忠明高級中学と合同のフィールドワークや研究発表・討議を行い、これまでの「英語による発表」の段階から深化させ、「双方向での研究内容にかかわる議論」を行った。

(5) フィールドワーク

SSクラスを対象にした「スーパーサイエンスツアー」として大学や企業の研究施設を短期で体験するインターンシップや関西地区の各研究所での学習、生徒研究発表会への参加を行った。また、特別進学クラスを対象にした「東京大学ツアー」では東京大学の幾原雄一教授の研究室を訪問し、最先端の研究に触れるとともにキャリア形成を期待して実施した。

(6) 科学系部活動

SSH主対象でない生徒に対しても広く科学的な活動の場を設け、資質、能力を養うことを目的にメカトロ部、自然科学部を設置し、コンテストへの参加や授業では扱いにくい課題研究、個人の興味関心に基づく自由な科学的活動、自治体、地域団体、児童館等と連携した調査・研究、発表や科学教室等を行った。

(7) 課題研究評価研究会

名城大学の副学長、理工学部、農学部、薬学部の学部長、校長を含む本校の代表者を構成員とし、課題研究の評価手法について検討を行う。有識者からの話題提供と本校の状況を資料として、評価手法のみならず、入試における課題研究の評価の活用についても検討した。

(8) 研究交流・成果普及

「SSH東海フェスタ」として年に一度、愛知、岐阜、三重、静岡の東海4県におけるSSH指

定校全校とその他地域の指定校、海外の高校の相互交流を通じた課題研究の成果発表を行った。本校が連携拠点となり、国内各校の代表1名からなる実行委員会を設置し、企画立案を行い、運営は本校が行った。会場は名城大学とし、発表審査には名城大学理工学部、農学部、薬学部の学部長、岐阜大学、名古屋大学の教員が関わることで高大協創の企画とした。また、「探究活動ワークショップ」として本校の課題研究の指導法、評価法を実践的に学ぶ教員研修を行った。課題研究の一テーマについて、実際に実験を行いながら指導法を考えたり、ルーブリックを用いて実際に評価をしたりすることで、経験を通じた指導力向上と成果普及を行った。

5 評価

(1) 効果

研究開発目標 ア「高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する」

学校設定科目、高大連携講座、SSH 東海フェスタ、海外研修、サロンについて引き続き発展的に展開できた。特に海外研修についてはタイ王国のプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクールトラン校と学術交流協定を締結し、TJ-SSF 等の研究発表会を軸にした研修が実現できた。

研究開発目標 イ「課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する」

探究の過程を2回行う一連の指導計画を完成でき、独自教材として「一枚ポートフォリオ」、
「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」の開発を行った。

また、新しい評価手法として MMF の開発に取り組むとともに、質を高めたルーブリックの開発ができた。MMF の過程で、生徒同士のコミュニケーションや活動の関係性を密にしたことで未回答を減少させることができ、評価から指導法の改善が目に見える形でできたことは成果である。また、MMF による自己評価の高い生徒は、SS ラボの成績も良いという状況がみられた。これらの示唆は MMF が課題研究に有用であることを示している。

研究開発目標 ウ「教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する」

本校の普通科では、進路目標別に特別進学クラス、SS クラス、一般進学クラスを設置しており、SS クラスの「SS I」、「SS ラボ」の開発成果を生かして、それぞれの特色に合わせた課題研究の教育課程を開発した。これは特色・進路目標等が異なる3つ学校における探究活動を体現した形となっており、他校や様々な生徒の課題研究を支えるモデルとなりうると考える。また、学校設定科目「科学英語」では理科と英語を融合させて実施できた。

(2) 主催する SSH 東海フェスタを通じた地域のコンソーシアム化と中核的拠点としての機能

第1期から引き続き実施した SSH 東海フェスタは、年々規模が拡大し、令和元年度には東海から23校、関東から2校、タイ王国から1校と、25校1000名を越す参加となった。令和2年度は新型コロナウイルス感染症の影響により中止した。

本フェスタにおける研究発表内容は、会を重ねるごとに質の向上を見せており、参加校は、JST 主催の全国生徒研究発表会において JST 理事長賞、奨励賞、ポスター発表賞を受賞している。

また、本フェスタは、各指定校からなる実行委員会を立ち上げて運営を行っており、コンソーシアム化を進めている。本校はその際の中核的拠点として機能している。

(3) 自律的キャリアを形成する生徒（卒業生）の創出

令和2年度はコロナウイルスにより様々なコンテストが中止となったが、そのなかでも生徒が自主的に研究資金援助の取組へ応募し、採択された。

また、卒業生も意欲的な活動を行っている。平成28年度に SS クラスを卒業し、名城大学農学部との SS クラス修了生受け入れ制度で大学1年生から研究室に配属された卒業生が、名城大学の学業優秀者として学長表彰を受けた（令和元年7月）。環境保護を推進するための学生連合を立ち上げ、広く活動するこのような卒業生をはじめとして、自主自立的に多様な分野で積極的に挑戦する生徒・学生が着実に増えている。これらは課題研究活動に関わる多様な経験をするなか

で挑戦するマインドが形成されたことに加え、名城大学との協創によるものといえる。

(4) 教師の変容

SSH に指定され 15 年目となり、61.8%の教員が SSH 事業に関わることとなった。文系教科の教員も加わり、文理融合型の授業展開が行われてきている。普段の授業において KP 法や反転学習、ジクソー学習の導入をする教員も増え、授業改革が着実に進行している。これは、課題研究やサロンの学習の普及の成果である。

また、昨年、一昨年と実施した公開授業や研究協議会を行う「教育研究会」や昨年度 2 回実施した「探究活動ワークショップ」には、県内の私立高校教員を中心に合わせて計 212 名の他校教員の参加者があった。

(5) 高大協創

名城大学との協創の一環で、名城大学農学部と SSH 修了生受け入れ制度を実施した。これは SS クラスを卒業した生徒の希望者が、1 年次から研究室に所属し研究を続けられる制度で第 1 期の平成 21 年度から実施している。これまでの対象者は 48 名で、そのうち 34 名が所属を希望した。その中からは大学 3 年次に学会で発表する学生（平成 27 年度卒）や、名城大学の学業優秀者として学長表彰（令和元年度）を受ける学生（平成 28 年度卒）などが現れた。高等学校での課題研究を通じた学習の成果を、時間を空けることなく大学入学後に引き続き継続できることは、日本を支える科学技術系人材の育成には有効だと考えられる。

6 課題

(1) MMF の改善

第 3 期で取り組んできた教育版 360 度評価の MMF の開発では、実施・検証はできたものの、完成に至っていない。今後、評価指標を明確にする必要があると考え、生徒ともにルーブリックのような評価基準、評価規準を設けることで改善につなげたい。また、この評価を高大接続の改善、特に入学試験に役立てるという目標は未達であるため、名城大学との協創による「課題研究評価研究会」を中心に検討を続ける。さらに、生徒が他者評価を行う場合は関係づくりから考える必要があることに気づくことができた。他者評価における未回答率は改善したものの、引き続き関係づくりの適切な方法について改善を進める。

(2) 国際連携と SSH 東海フェスタ

タイ王国の PCSH トラン校との学術交流協定による生徒研究を中心とした交流は効果的に行うことができたが、共同課題研究は実施できていない。定期的なディスカッションを通して共同課題研究を進めていきたい。同様に国内でも SSH 東海フェスタのコンソーシアムとしての機能を強化し、フェスタを共同研究につながる交流の場、発表の場として展開するため、授業後等を使ったオンラインによる学校間共同研究のありかたを模索する。

(3) 課題研究の成果について

各クラスでの生徒の特長や進路目標、学力に合わせた 3 年間の課題研究の教育課程を作ることができたが、課題研究の成果をコンテスト等での入賞件数が少ないため、指導法を改善して生徒の資質、能力の向上を図り、深まった研究に結びつけることが課題である。ノーベルラボ等の評価によって得られた、先行研究の十分な調査や問題発見、課題設定の指導の改善を図る必要がある。そのため、課題研究に関する指導計画を見直し、探究の過程を 3 年間で 3 回経験させ、アートシンキングなど問題発見の過程に新たな手法を取り入れるなどの方策を実行する。

(4) 高大協創について

高大連携講座や SSH 東海フェスタ、課題研究評価研究会、SSH 連携推進委員会等を通して、名城大学との十分な連携の下で教育を行うことができた。高大接続の面で課題研究の評価を入試にどう結びつけていくかは引き続き議論が必要である。また、平成 30 年度の間評価で指摘のあった、名城大学農学部との SSH 修了生受け入れにおける他学部への横展開については他の学部との

協議を含めて引き続き検討する。

(5) 学校全体における課題研究について

本校は総合学科を有し、普通科では SSH と並んで SGH の指定を受けていた経緯もあり、第 3 期で探究の全校体制は完成した。一方でそれぞれの特性を活かした探究学習の教育資産の共有が課題である。令和元年度からは校内に「探究型学習推進委員会」を設置し、探究学習の教育資産の共有と学校全体における探究の在り方について議論を進めている。今後は高校版 Institutional Research（以下、高校 IR）の実践により、その効果について検証する。高校 IR は、生徒の姿や学校の現状等に関する調査や各種データ等を収集・分析し、それに基づいて、各種の取組を編成、実施、評価して改善を図る一連の PDCA サイクルを確立するものである。高校 IR によって得られたデータを SSH 事業に活用し、事業の改善・発展を図る。

第1編 研究開発課題

第1章 研究開発課題

羽石 優子 HANEISHI Yuko

第1期、第2期指定の研究開発を終え、その検証と評価の結果、成果と課題が見えた。その成果については引き続き校内及び校外へと普及する。また、新たな課題については取組を改善し、その課題を解決するために、第3期では、高大・産学の協創により主体的な学びを育み、キャリア支援を行い、国際的科学リーダーを育成する(図1)。

第3期の研究開発課題を以下のとおりである。

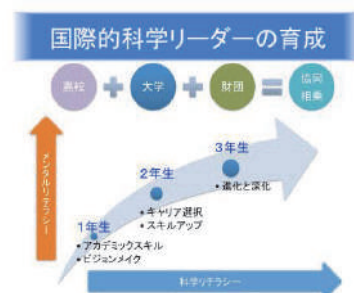


図1 研究の概念図

高大協創による国際的科学リーダーの育成

研究開発目標

- ① 高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムの実施
- ② 課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法の開発
- ③ 教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開

第2章 研究開発の経緯

平成18年度より指定を受けた第1期SSHの研究開発を振り返りながら経緯を説明する。研究開発課題は以下のようであった。

高大連携教育による早期の動機付けと探究力・問題解決能力の養成

～原理・原則に基づく科学の見方と実践方法の修得を通して～

- 重点事項**
- ① 共に教え、学びあうサロンの新しい学びのシステムの開発
 - ② 学校独自の設定科目を加えた教育課程の開発
 - ③ 国際感覚をもった科学技術系人材育成への挑戦
 - ④ 科学系クラブ活動の充実による科学的興味関心の普及と課題研究

大学や研究機関との連携をとりながら、研究所の見学や先端科学の講義を取り入れることで動機付けを行うための方策、課題研究を教育課程に取り入れて、机上での学びを体験的な学びへと発展させることができた。サロンの学習の成果物を刊行し、SSH指定校・関係各位に配布し普及することができた。課題としては、目に見えない学力を評価する方法の開発、そして、目に見える学力の更なる向上であった。課題については取組を改善し、それらの課題を解決するために第2期の研究開発課題を以下のように掲げた。

高大協同による国際的科学リーダーの育成

～メンタルリテラシーの向上とサロンの学習による学び力の養成～

- 重点事項**
- ① 高大協同によるキャリア支援と高大接続
 - ② 高大協同によるリメディアル教育の充実
 - ③ 産学協同による研究発表会の開催と人材育成

第2期指定においては、第1期の成果をもとに、高大の連携をさらに強め、高大協同による研究会「数理教育研究会」を設置し、シラバスの高大接続について検討した。サロンの学習については

継続的に普及に取り組んだ。マインドマップの導入を本格的に行い、アカデミックスキルとリサーチスキルの入門として学校設定科目「スーパーサイエンスⅠ（以下、SSⅠ）」を主対象生徒の1年生全員に導入した。さらに、主対象生徒には学校設定科目「スーパーサイエンスⅡ（以下、SSⅡ）」において、先端科学の講義と理数系の実験・実習を取り入れ、動機付けと興味関心、サイエンスリテラシーの向上に取り組んだ。その成果物を刊行し、SSH 指定校・関係各位に配布し普及することができた。

第1期の課題であった目に見えない学力の評価方法として、スーパーサイエンステスト及びルーブリック評価を開発し、実践的な評価を積み重ねながら進化させた。具体については、平成27年度研究開発実施報告書（pp. 20-21, pp. 40-41）を参照されたい。また、第1期では不十分であった目に見える学力についても向上し、そのノウハウを第3期では特別進学クラスに生かすべく主対象生徒を拡大した。

第2期指定の検証の結果、取り組むべき課題は以下の3点に集約される。

- ① 課題研究の指導法及び評価法の開発
- ② 語学力の育成と国際連携の強化
- ③ 高大連携による高度な課題研究 ～ノーベルラボ～

これらについて、さらに研究開発を行うべく、第3期の研究開発の計画を立案した。

第3章 研究開発の内容・方法・検証

3-1 研究開発の仮説・内容・方法・実施規模

3-1-1 課題達成のための仮説

第2期指定の仮説は、下記のようにあった。第3期も引き続き検証を行う。

- 仮説① メンタルリテラシーの向上は、学び力の向上に寄与する。
- 仮説② 科学リテラシーの向上は、科学技術系人材の育成に寄与する。
- 仮説③ 科学技術系人材の育成にはキャリア支援が有効である。

平成25年度の間評価の指摘事項を受け止め、仮説①と②を踏まえて下記の小仮説を立て、研究開発の方向性を改善した。

- 小仮説① 課題研究は、学び力の向上に寄与する。
- 小仮説② 課題研究を通じて、数学や理科との関わりを考えるようになる。

3-1-2 研究開発の内容・方法

上記の仮説をさらに丁寧に検証するため研究開発を行う。前期指定の取組を踏まえた本校の課題は下記の3つに集約される。

① 課題研究の指導法及び評価法の開発

前期指定の研究開発の結果、科学的興味関心や学習についての動機付けは十分になされており、探究活動のベーススキルの育成の指導については一定の成果が得られている。しかし、探究の過程における形成的評価やルーブリックを用いた評価手法には改善・開発の余地があり、教師のみならず、生徒・大学教員・外部の関係者との協同により新たな評価手法を開発することが課題である。この課題を解決するために、名城大学との協同による組織「課題研究評価研究会」を設置し（p. 73 参照）、課題研究の評価法について検討する。また、心の変容については、MMF と名付ける教育版 360 度評価（p. 25 参照）の開発に取り組む。これらの客観的指標を用いて、学力を保障し、入学試験における高大接続に役立てることが目標である。

② 語学力の育成と国際連携の強化

英語教科の連携により、探究活動を英語で発表することについては一定の成果が得られている。しかし、質疑や相互的な活動における語学力は十分ではない。国際化を推進しているが探究活動を通じた連携についても十分とは言えない。そのため、理科・数学・英語においては、ALT とのチームティーチングを部分的に展開し、研究成果を英語で表現する際に役立てる。課題研究については、タイ王国のプリンセスチュラボーンスサイエンスハイスクール・トラン校と学術研究交流を海外研修の軸に据える。

③ 高大連携による高度な課題研究 ～ノーベルラボ～

第1期指定では、課題研究の一部を高大連携で展開していた。当時は、名城大学理工学部の高嶋教授・天野教授（後にノーベル物理学賞受賞）をはじめ、理工学部のいくつかの研究室及び名城大学総合研究所 高倍所長の研究室の教員より指導と助言を仰ぎながら進めていた。第3期指定では、精鋭を育成するために、ノーベル賞受賞者クラスの研究室（名城大学 LED 共同研究センター）と連携した課題研究を行う。（p.28 参照）

3-1-3 研究開発の実施規模

高大連携講座やサロンなどの入門的な取組は全校生徒を対象に実施する。通年にわたって主な対象となる普通科のクラスは、スーパーサイエンスクラス（以下、SS クラス）及び一般進学・特別進学クラス理系である。なお、一般進学クラス第1学年では総合的な探究の時間で「探究基礎」を、特別進学クラス第1学年では学校設定教科で「数理探究基礎」を履修し、探究の入門的取組を行う。

また、国際クラス及び一般進学・特別進学クラス文系においても課題研究を実施しているが、一昨年度まで指定を受けていたスーパーグローバルハイスクール（以下、SGH）事業を校内で継続実施しており、その対象クラスであるため、本事業では対象としていない。

学科・コース	第1学年		第2学年		第3学年		対象 対象
	科目名	単位数	科目名	単位数	科目名	単位数	
普通科 スーパーサイエンス	スーパーサイエンスⅠ	2	スーパーサイエンスラボ	2	スーパーサイエンスラボ	2	全員
			スーパーサイエンスⅡ	2			
普通科 特別進学	数理探究基礎	2	数理探究	2	数理探究	1	理系全員
普通科 一般進学	探究基礎	1	総合的な探究の時間	2	理科課題研究	1	理系全員

3-2-1 経緯

第2期では、教育課程の編成や生徒の変容をとらえるために、本校独自で開発したスーパーサイエンステストを用いてきた（平成27年度研究開発実施報告書 pp.20-22）。検証の結果、学校設定科目「SSⅠ」と「SSⅡ」が科学リテラシーとメンタルリテラシー向上への有効性、学校設定の課題研究科目「SSラボ」の履修の有無による生徒の変容の違いについて、有意な差があることが確認された。すなわち、課題探究活動を行っているSSクラスの生徒は、行っていないクラスの生徒に比べて、主体的であり、論理的であると結論付けた。

第3期においては、個のレベルに注目し、質的研究の手法を用いることにした。そこで、課題研究の評価については、教育版360度評価(Meijo Multi - Feedback と名付ける、以下 MMF) を用いて生徒の行動変容を促すことを心掛けて行う。

3-2-2 方法

MMFの実施方法については、平成29年度研究開発実施報告書（pp.20-23）を参照されたい。

生徒に対しては、SSラボの初回の授業でMMFの概要を説明し、この評価の方法に対する理解を求めた。評価という言葉の響きが点数や成績を想起させるが、MMFは、互いに評価し合うことで、自己評価と他者による評価の違いを認め、気づきを与え、行動の変容を促すものであることを丁寧に説いた。さらに、誰に評価されているのかはわからないようにすることや評価の結果は成績には反映しないことを明言した。また、生徒向けの評価表には「スーパーサイエンスラボ振り返りアンケート」と表記して、評価という名称を避けた。

昨年度より実施方法を少し変更した。それまで一学期終了時（7月時点）に行っていた自己と他者の評価（質問項目は表1。各項目5段階で回答。自己と他者の評価項目は同じ）を二学期末に行った。背景には、この時点の2年生は研究を開始して間もなく、評価材料が十分でないため未回答の項目が多くなっていたということがある。さらに、未回答を極力減らすために、SSラボ研究班の中で5～6名程度の小グループを作り、日常的に研究の進捗状況の共有などを小グループ内で行うよう促し、生徒同士のコミュニケーションや活動の関係性を密になるように促した。

データの集計は、エクセルを用いて、被評価者毎に評価者のデータを平均し、自己評価との差分を計算する。これらの数値結果を一覧にして、指導教諭から個々の生徒にコメントをしながら手渡す。生徒はその結果をもとに振り返りを行い、自分の強み・弱み、その要因と原因、今後心掛ける事などを振り返りシートに記述する。

3-2-3 結果及び考察

自己評価の変化について考察する。SSラボを履修したSSクラスの今年度3年生（平成30年度入学生）の2年生と3年生及び昨年度3年生（平成29年度入学生）の2年生と3年生における自己評価の各項目別平均を図1に示す。

アンケート項目	
1	生命倫理・科学者としての倫理を最大限に尊重する姿勢を示している。
2	データを意識し、憶測ではなく事実に基づいた判断をしている。
3	過去のやり方に固執せず、環境変化への対応の姿勢を示している。
4	常に優先順位を意識することで作業のスピードを重視している。
5	自分の感情や行動を安定的に保ち、信頼関係を維持している。
6	環境に柔軟に適応し、状況に気を配り、人々の間を調整している。
7	目標やゴールに強く執着し、手順を着実に踏み、達成しようとしている。
8	目標やゴールを共有し、皆の役割や計画を調整しようとしている。
9	情報を広く収集し、論理的に考察を加え、結論を導き出している。
10	情報やアイデアを論理的にわかりやすく伝え、納得させている。
11	隠れていた着眼点を見出し、混沌とした状況に指針を示している。
12	ユニークな視点から新しいコンセプトを生み出し発信している。
13	自ら、学びや変革を率先垂範し、他人を感化・成長させている。
14	自分の強みを集団の中で発揮し、人をまとめ、リードしている。
15	研究の背景知識は十分である。
16	研究の手法は十分に理解している。
17	実験の方法は十分に習得している。

表1 アンケート調査の質問項目

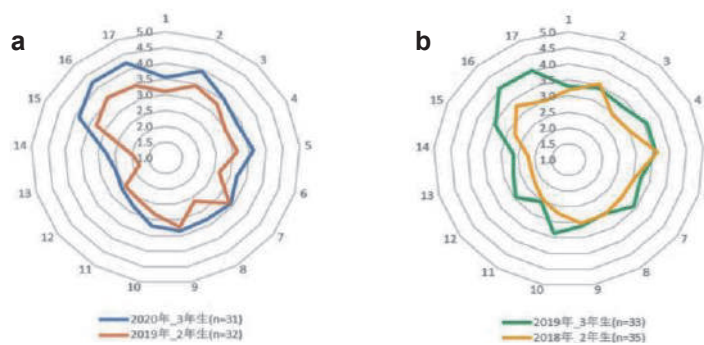


図1 自己評価の各項目平均 (aが今年度3年生(平成30年度入学生), bが昨年度3年生(平成29年度入学生)を示す)

今年度と昨年度を比較するとほぼ同じ傾向であるとうかがえる。自己評価の高い項目は、高い順に16, 17, 5で、評価の低い項目は、低い順に13, 12, 11, 14であった。SSラボの各班(生物・化学・数理)別の自己評価の各項目別平均を図2に示す。

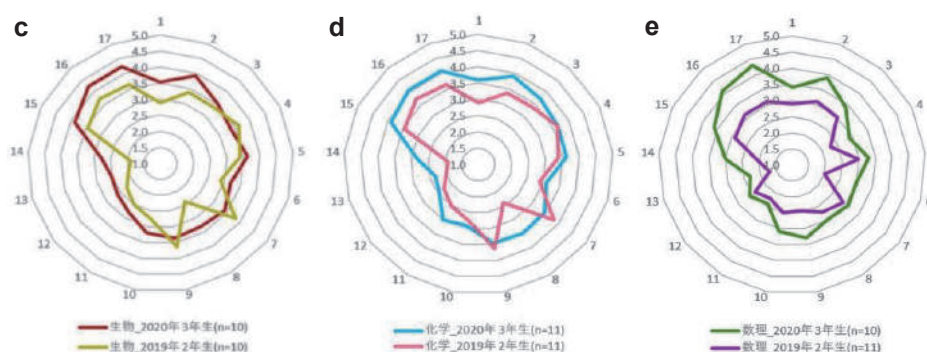


図2 SSラボ各班別の自己評価の各項目平均 (cが生物班, dが化学班, eが数理班を示す)

班別で比較すると、生物班と化学班は両学年に同じような傾向が認められ、数理班については、3年生は他と同様の傾向であるが、2年生では異なっている結果となった。

3年生において16, 17の評価が高いことから、課題研究を通して研究の手法や実験の手法を身に付けたという自信がうかがえる。これは日頃の研究活動を通しての実感であると考えられる。SSラボの成績については、MMFとは別に教員がルーブリックを用いて研究活動、レポート・論文、研究発表を評価しているが、この結果は教員のルーブリックを用いた評価とある程度合致している。また、5については、各班で日頃の研究活動を共有して議論を促す指導を行っているため、研究活動において信頼関係を築けていると考えられる。

評価の低い13, 12, 11, 14は、主体性、独創性、分析力、リーダーシップについての項目である。これは、できたという実感が得にくい項目であるため、自己評価が低くなったと考えられる。また、未回答の多い項目でもあるので、質問内容の変更についても考慮する必要がある。しかし、主体性、独創性については本校の課題研究の課題でもあるため、評価方法と指導方法の改善が必要である。

学年で比較すると、3年生の方が自己評価が高い。これは課題研究の活動により、自ら実験や研究を進め、発表して聴衆から直接評価を得るという経験に基づく自信から来ると推察できる。すなわち自己肯定感が向上したととらえることができる。

次に、昨年までと同様に、「未回答」項目に着目して考察する。被評価者に対して、17問の全ての質問項目に対して一切の評価をしていない場合を「完全未回答」と定義し、本来あるべき回答数で除し、未回答率を算出し研究班毎・学年毎に集計したものが表2である。昨年度より、生徒間のコミュニケーション、研究活動の共有を促す指導を行った結果、完全未回答の数自体が減少している。これはグループ内の研究成果にも大きく寄与できるだけでなく、評価自体の信頼性を高めるためにも有効である。しかし、数理班は昨年度とほぼ同様で完全未回答率が高かった。この理由として、

数理班の活動場所が数か所に分かれているため、グループでのコミュニケーションが十分に取れなかったと考えられる。

表2 完全未回答率

研究班	完全 未回答率	評価者 3年		評価者 2年	
		被評価者 2年	被評価者 3年	被評価者 2年	被評価者 3年
生物 (昨年度)	0.9% (5.4%)	0.0% (14.3%)	0.0% (0.0%)	0.0% (0.0%)	3.6% (3.6%)
化学 (昨年度)	1.4% (0.0%)	0.0% (0.0%)	0.0% (0.0%)	10.0% (0.0%)	0.0% (0.0%)
数理 (昨年度)	26.4% (24.2%)	42.9% (16.7%)	5.6% (0.0%)	9.1% (35.0%)	36.4% (41.4%)

表3 未回答率

研究班	延質問数	回答有	未回答	未回答率
生物	1938	1571	367	18.9%
化学	1207	1009	198	16.4%
数理	1224	679	545	44.5%
全体 (昨年度)	4369	3259	1110	25.4% (33.7%)

表3では、17問の質問項目の延質問数に対する未回答数から未回答率を算出した。全体の未回答率が昨年の33.7%から25.4%に減少した。これも完全未回答率と同様の考察になるが、質問毎に未回答の傾向があるか調べるため、質問毎の未回答率を算出した(図3)。

過去3年間の各質問項目の未回答率は同様の傾向であるといえる。最も高い未回答率の質問項目は3年連続で「11 隠れていた着眼点を見出し、混沌とした状況に指針を示している」であった。混沌とした状況において、それを経験の未熟な生徒が新たな視点で活動することは非常に難しく、周りに理解してもらうことも非常に難しい。グループでコミュニケーションや研究内容の共有だけでなく、グループ内で適切なアドバイスの仕方や視点などをディスカッションの充実が必要であると考えられる。

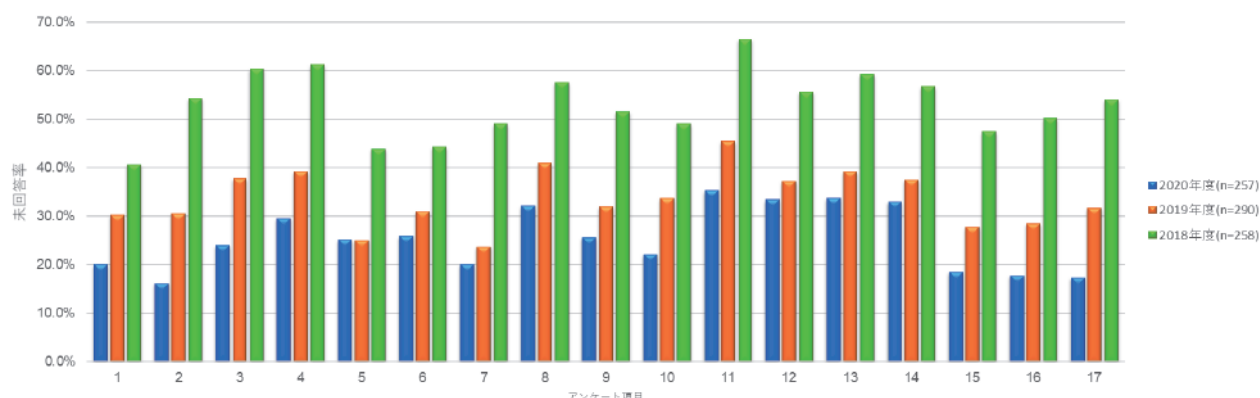


図3 質問毎の未回答率(3年分)

3-2-4 成果と今後の課題

昨年度より実施方法を変更したことにより、生徒同士のコミュニケーションや活動の関係性を密にすることができ、未回答率を減少できた。目に見える形で評価から指導法の改善に結びつけることができた好事例といえる。また、自己評価と教員のルーブリックを用いた評価を比較してみたところ、自己評価の高い生徒は、SSラボの成績もよいという状況がみられた。これらの示唆は、自己評価と他者評価の包括的な評価であるMMFが課題研究に有用であることを示している。

生徒のキャリア形成については、昨年度までと同様にMMFによる他者評価の高い生徒が進路希望を実現している現状があるので、今後も追跡を続け、指導に生かす。

MMFによる他者評価と教員によるルーブリックを用いた評価との相関については、今後、経年比較など、十分な検証が必要であるが、MMFによる評価をより有効なものにするために、質問文をより理解しやすく修正し、インタビュー調査を織り交ぜることが必要であるため、検討・改善を続ける。

3-3-1 経緯と目的

第1期指定では、課題研究の一部を高大連携で展開していた。当時は、名城大学理工学部赤崎教授・天野教授（後にノーベル物理学賞受賞）をはじめ、理工学部のいくつかの研究室及び名城大学総合研究所 高倍所長の研究室の教員より指導と助言を仰ぎながら進めていた。第2期指定では、課題研究が大学レベルの内容よりも学習指導要領の範囲のテーマが重視される傾向があったため、高大連携は第1期より控えながら進めていた。第3期では、精鋭を育成するために、ノーベル賞受賞者クラスの研究室と連携した課題研究を行う。具体的には、名城大学の赤崎勇終身教授や飯島澄男終身教授のゼミの教員や院生の指導の元に少数精鋭で課題研究を行う。

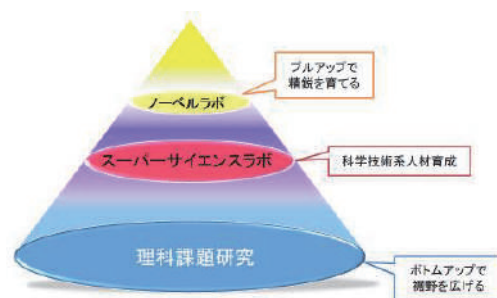


図1 高大協創による国際的科学人材の育成

3-3-2 実施概要

- 1 対象 普通科第3学年特別進学クラス理系 10名（山村班）
普通科第2学年特別進学クラス理系 11名（山村班）
- 2 連携先 名城大学 LED 共同研究センター
名城大学理工学部材料機能工学科 竹内 哲也 教授
- 3 内容 普通科第2・3学年特別進学クラス理系の学校設定科目「数理探究」の対象者から、授業に加えて長期休業などを利用して行う。

表1 年間指導内容

時期	日程	内容
春休み	（休校期間中）	名城大学竹内哲也教授研修室へ訪問（施設見学・報告会） → 中止
1学期	（休校期間中）	竹内哲也教授と学生・院生（本校卒業生）来校。中間発表 → 中止
	7月中旬予定	SSH 東海フェスタ2020にて発表 → 中止
	7月28日	口頭発表会（校内）
夏休み		名城大学竹内哲也教授研修室へ訪問・施設見学 → 中止
2学期	9月～10月	研究計画書の立案・先行研究調べ・基礎実験
	12月中旬予定	SSH 台湾海外研修にてポスター発表 → 中止
3学期	2月19日	生徒研究発表会にてポスター発表

ノーベルラボは、学校設定科目「数理探究」の授業の中で実施されており、第2学年と第3学年との合同で授業を展開した。第3学年は、1学期に2時間連続で授業展開し、1学期で活動は終了した。テーマは第3学年のテーマは、表2のように第2学年へと継続された。

表2 研究テーマ

研究テーマ(3年生)	研究テーマ(2年生)
深海旅行でスマホを使おう	LASERICAL Communication
プランクトンの増殖について	魚と光走性との関係性

今年度は、新型コロナウイルス感染症防止のため3月2日から5月24日まで臨時休業であったことや新型コロナウイルス感染症対策を行いながらの活動のため従来通りの研究活動が行えなかったこともあり、計画通りに実行することができなかった。

3-3-3 検証と考察

名城大学理工学部材料機能工学科竹内哲也教授と卒業生である大学院生・学部4年生の指導のもと、普通科第2・3学年特別進学クラス対象の科目「数理探究」に加え、課外の活動として「ノーベルラボ」を展開し、実施4年目となる。

第3学年1学期評価のノーベルラボ生徒とその他の生徒の比較（図1）では、例年通り大半の項目でノーベルラボの生徒が高い。一方、今年度は臨時休業期間に実験ができなかったため、第3学年ノーベルラボ生徒10名のループリック評価において「実験の設定」「表現方法と分析」「科学的思考・判断」の項目の平均値が第2学年3学期より下がった。（図2）

図3は、ノーベルラボ生徒第3学年1学期評価の過年度比較である。「実験の設定」「データの信頼性」「表現方法と分析」「科学的思考・判断」の分野が年々高くなっている。しかし、ノーベルラボ生徒第2学年2学期評価の過年度比較（図4）をみると、昨年度（2019年度）第2学年の生徒が「実験の設定」「表現方法と分析」の項目が高い。これは、今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響により予定通りに活動ができなかったことや竹内教授から直接指導を受ける機会が得られなかったことが今年度の第2学年生徒に影響していると考えられる。

以上のことから、竹内教授と大学院生・大学生から指導と助言を多くいただきながら、研究活動を行うことで、先行研究の調査が十分に行われ、実験方法やこれまでに得られた結果を科学的原理や法則に基づいて説明する力が付いたと言える。

3-3-4 成果と課題

2017年度から名城大学理工学部材料機能工学科竹内哲也教授や本校の卒業生である大学院生や大学生から直接指導や助言を仰ぎながら課題研究を進めてきたが、研究手法などのスキルアップに一定の効果があったといえる。今年度は、新型コロナウイルス感染拡大の影響のため、これまで通りの活動ができなかったが、これまでの活動から指導者と生徒のスキルも上がり、学校内で出来る活動も増え、実験データの信頼性も上がってきた。（図4）また、2018年度は東北大学工学部（AO入試）へ、2019年度は筑波大学情報学群（推薦入試）へ、2020年度名古屋工業大学工学部電気・機械工学科（女子枠推薦）へAO入試・推薦入試にて合格した。これは、自然や科学についての興味関心を深めながらノーベルラボの研究活動に取り組む過程で、自分が社会にどのように貢献できるに気づくことができ、科学系キャリアの支援にも有効に働いたと言える。

高大連携の特徴を生かしながら、より高度な研究を進めていき、今年度は実現できなかった校外での研究発表会や科学コンテストに積極的に参加していきたい。

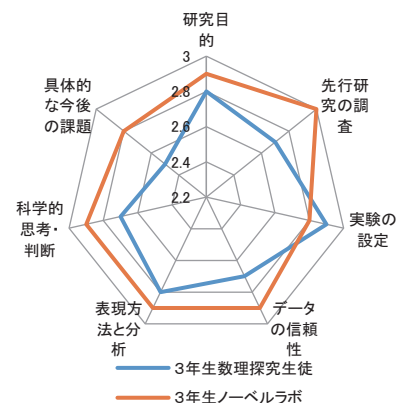


図1 ノーベルラボと数理探究生徒の比較
(第3学年1学期数理探究ループリック評価)

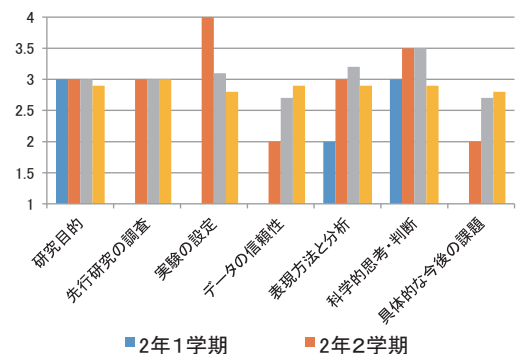


図2 数理探究ループリック評価
(2020年度第3学年ノーベルラボ生徒)

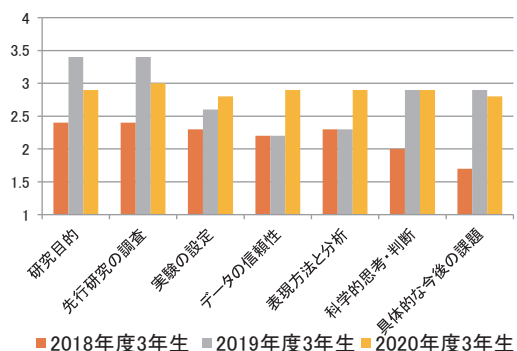


図3 ノーベルラボ生徒過年度比較
(第3学年1学期ループリック評価)

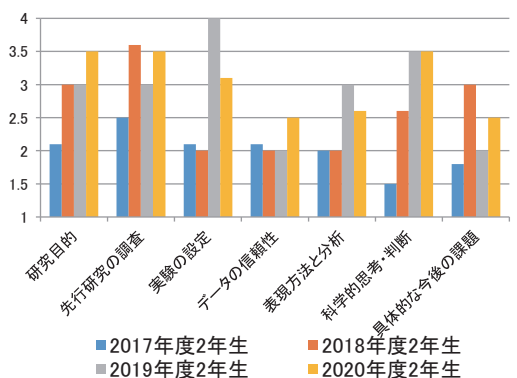


図4 ノーベルラボ生徒過年度比較
(第2学年2学期ループリック評価)

第2編 研究開発の内容・方法・検証

第1章 学校設定教科

羽石 優子 HANEISHI Yuko

本校のSSHに関する学校設定教科をスーパーサイエンス教科（以下、SS教科）とよぶ。SS教科として「スーパーサイエンスⅠ（SSⅠ）」、「スーパーサイエンスⅡ（SSⅡ）」、「科学英語」、「スーパーサイエンスラボ（SSラボ）」、「数理探究基礎」、「数理探究」の6つの科目を設定し、すべての科目において「創造的学習法による創造力と思考力の養成」を踏まえて実施した。

第1期のSSHで設定した科目である「科学英語」、「SSラボ（旧名称：課題研究）」は、第1期の研究開発課題であった「高大連携教育による早期の動機付けと探究力・問題解決能力の養成」に効果があり、主体的・協働的な学習活動を取り入れることを念頭に置き、改善を加えながら継続して実施した。

研究開発の主なポイントである「文理融合の下でのアカデミックスキルと科学リテラシーの養成」のための科目として重要な役割を果たす科目と位置づけて「SSⅠ」、「数理探究基礎」を設定し、その他の科目は「高大協同によるキャリア支援と高大接続」に大きく関わる科目として設定した。生徒母集団ごとに履修する科目をまとめ、スーパーサイエンスクラスでは「SSⅠ」、「SSⅡ」、「科学英語」、「SSラボ」、特別進学クラスでは「数理探究基礎」、「数理探究」を行った。

「SSⅠ」は1年生を対象として主体的な学びの姿勢、科学的に考える姿勢を養うとともに課題研究活動の一連のスキルを身に付けることを目的の一つとして実施した。その発展的な科目として「SSラボ」では、①課題発見能力、②課題解決能力、③構成する（研究デザイン）力、④表現する（まとめる）力、⑤プレゼンテーション能力の「5つの力」の育成及び「評価の可視化」を目的として行い、個人研究を中心とした課題探究活動を行った。「評価の可視化」については、平成28年度にこれまでの評価シートを改良し評価ルーブリックを作成し、毎年見直しを行っている。「SSⅡ」では科学に関する課題を設定し、観察・実験などを通じて主体的に課題に取り組み、その過程において科学的に探究する能力と態度を育てることを目的とし、教科・科目を横断的に思考できる教材の開発を実施した。また、科学系人材として活躍するためのキャリア意識の確立を目的に研究者の講義等も実施した。「科学英語」ではその他の学校設定科目で育てた思考力や判断力を活用し、科学的な題材に英語をツールとして表現力の向上を目的として実施した。

第3期からSSH主対象となった特別進学クラスの「数理探究基礎」では、「主体的に学ぶ姿勢」、「学びのベーススキルの習得」を目的とし、マインドマップ等の活用方法を学ぶとともに、課題研究におけるデータ分析の方法を習得するために「数学」と「情報」の融合を考え、データの分析と表計算ソフト（EXCEL）の活用を融合した授業を行った。その発展的な科目として「数理探究」では、「主体的に研究活動をし、発信する力の習得」を目的とし、研究テーマの設定や研究計画の立案方法及び研究の進め方を学ぶとともに探究活動だけでなく発表する力を身に付けることを目標として実施した。

その他、普通科1年生（国際クラス除く）に対して「探究基礎」（「総合的な探究の時間」における学校設定科目）、普通科2年生理系に対して「総合的な探究の時間」として過去のSS科目を発展的に統合し、実施した。

SS教科は、毎年改良を加えながら、この15年間で授業内容は精選され、アカデミックスキルを身に付け、高大協同によって主体的に学ぶ姿勢を育むことができた。また、研究開発の過程で得られたノウハウはSS教科だけではなく、数学や理科などの通常の授業に導入され、展開できた。課題探究活動の指導法を理科教科「理科課題研究」に活かしているなど、探究活動の全校的な普及ができていることは成果といえる。平成30年度に公示された新学習指導要領に示されている「科学的に探究する態度」、「科学的に探究する姿勢」を育成するための一手法を提案できるものと考えている。

1-1-1 経緯

SS I は、国際的科学系人材育成の導入教育を目的とし、主体的な行動力と学びのベーススキルの習得を目標に掲げて展開する学校設定科目である。平成 22 年度より 2 期目の SSH の研究開発における主要な科目として実施してきた。国際クラスを除く普通科第 1 学年全員を対象に、学びのベーススキルやキャリア教育を行う SS I を 1 単位で実施してきた。平成 25 年度より、スーパーサイエンスクラス（以下、SS クラス）が 1 年生から設置されたことにより、SS クラスのみ 2 単位に増単して内容を発展させて実施することになった。従来の SS I の 1 単位分に加え、国際バカロレアのディプロマプログラムの要とも言える Theory of Knowledge の要素を組み込んで実施した。これにより協調学習において議論が活発になり、プレゼンテーションの活動や内容が充実した。さらに、平成 26 年度からは個人テーマによる課題研究を行い、探究活動を進める上での基礎的なスキルや考え方を育成した。

平成 28 年度からは SSH 事業の主対象が普通科特別進学クラスまで拡大され、今まで主対象であった普通科一般進学クラスでは SS I での経験や内容を基に総合的な学習の時間における「探究基礎」として、特別進学クラスでは「数理探究基礎」として再編成した。結果として平成 28 年度以降は SS クラスのみの科目として展開している。科学的な探究活動の基礎の学習や学びのベーススキルを習得する過程において、情報機器や情報通信ネットワークを活用して、情報を収集、処理、表現するとともに、効果的にコミュニケーションを行う能力を養うことを目標とし、教育課程上の特例として、「社会と情報」に代えて開講した。

1-1-2 目的と仮説

これまでのベーススキルを中心に養う目的から発展させ、第 2 学年から始まる学校設定科目である SS ラボの導入科目としての位置付けとして再編成を行った。科学に対する関心や意欲、態度を育成し、科学的な能力を養うことが、SS ラボのような探究活動に大いに役立つと考え、目的の一つとした。この目的達成のため、NHK の番組や基本的な実験を通して、科学的なものの見方や科学に対する興味を伸ばすことができるのではないかと考え実施した。さらに、今年度は新型コロナウイルスの影響により、例年第 1 学年の夏休みに実施しているスーパーサイエンス研修ツアー（以下、SS ツアー）が実施できなかった。本来であれば SS ツアーを通して様々な研究施設や博物館などを見学し、生徒たちの科学への関心や研究者への憧れが高まっていたが、本年度はそれが中止となったためモチベーションの低下が危惧されていた。そこで、本年度は本科目で博学連携による校外学習を取り入れることで、生徒たちが科学に対して関心を深める機会を増やすことができると考えた。

また、第 2 学年以降に SS ラボなどで発展的な学習を行う上で必要なベーススキルを身に付けることは、科学リテラシーを向上させるためにも必要不可欠である。そこで、主体的に学び、考える姿勢を養うとともに、課題探究を通して探究活動への基本的なスキルを身に付けることをもう一つの目的とした。実験器具の使い方や実験手法のスキルについては、基礎的な化学や生物の実験を通して身に付けることができると考えている。この達成状況はパフォーマンステストを実施することにより確認することができる。また、自分たちが考えた仮説を正しく検証していくためにはどのような実験をすればよいのか試行錯誤させることで、課題発見力や研究をデザインする力が身に付くと考え実施した。この達成状況は、提出された実験の計画書や実施報告書によって確認できる。さらに、SS ラボでは自分の研究を人にわかりやすく伝える力も必要となる。そのため、レポート作成・ポスター発表・スライド作成などを行うことにより、科学者として必要な表現力を磨くことができると考え実施した。この達成状況は、提出されたレポートやポスター発表によって確認することができる。

1-1-3 指導計画

- 1 対 象 普通科第1学年 SS クラス 31 名
- 2 単位数 2 単位（2 時間連続授業）
- 3 年間指導計画

回	テーマ	主な指導内容
1	授業ガイダンス NHK「カガクノミカタ」視聴	研究活動の基本 科学的なもののみかた
2	実験室の使い方	実験室の使い方
3	実験（化学）	基本的な化学実験操作の習得
4-7	オフィス系ソフトの使い方 レポートの書き方	オフィス系ソフトを使ったレポートの書き方 結果・考察のまとめ方等
8	実験（生物）	基本的な生物実験操作の習得
9	レポートの書き方	結果・考察のまとめ方等
10-21	課題探究活動 ① テーマ決定・研究計画の作成 ② 実験・観察 ③ まとめ ④ 研究発表	課題研究の方法 研究計画のディスカッション 変数の設定 発表の基本 実施報告書・ポートフォリオ・ポスター・レポート プレゼンテーション
22-24	校外学習 ① 博物館の見方 ② トヨタ産業技術記念館見学 ③ 名古屋科学館見学	博物館の活用方法 地域産業への理解 科学に対する興味・関心の深化
25	パフォーマンステスト（化学・生物）	実験手技のテスト
26-29	課題探究（SS ラボに向けて）	テーマの探し方 文献検索の仕方、先行文献の調べ方 リサーチエスションの決定、テーマ決定

第1回目はガイダンスとしてNHKの番組「カガクノミカタ」を視聴した。この番組は「いちご」というごく身近なテーマを通して、どこにでもあるものでも見方を変えてよく観察することで新たな発見ができるということを教えてくれる内容となっている。生徒たちは番組に沿って記憶を頼りにいちごの断面をスケッチし、その後本物と見比べることによって、科学的な視点への気づきを得ることができる。

課題研究活動に取り組む前には、化学実験「炭酸カルシウムを用いた化学反応とその量的関係」と生物実験「カタラーゼの反応速度と基質濃度の関係」を行い、化学室や生物室の使い方と実験に関する基本的な操作を学習した。また、その実験結果を用いたレポート作成を通して、結果・考察などの表現方法について指導した。これらの作成はMicrosoft Office（Microsoft 社製）を用いて行い、ワープロソフト、表計算ソフトの使用法の学習も含めて行った。

例年、夏季休業中に事前学習として「ウキクサ」、「ダンゴムシ」、「コマ」を使った自由研究を課題として実施した。しかし本年度は新型コロナウイルスの影響により夏季休業期間が非常に短かったため、実施することができなかった。

課題研究活動では、約3名のグループをつくり、化学や生物の教科書の探究活動のテーマから教員が予めテーマを提示し、その内容を発展させていく方法をとった。探究活動の指針は示されているが、生徒自身が考え、考えたことを実際に行ってみることに主眼を置き、何を明らかにするか、変数は何かという点についてのみ指導することとした。実施にあたり、研究計画書を作成させ、毎回の研究活動後には実施報告書の提出を義務づけた。また実施報告書とは別に、各自の研究を振り返る意味でポートフォリオを作成した。昨年度と同様に、5回の実験・観察のうち、3回目と5回目が終了したところで他の班の生徒と意見交換を行った。このディスカッションは、生徒がまとめ

たポートフォリオに、付箋で疑問点やアドバイスを書いて貼っていくという形式を採用した。付箋は3色あり、青は良かった点、赤はわかりにくかった点、黄色は質問というように色分けをさせた。実験・観察の終了後は、ポスター作成と発表、論文の形式に極力近づけたレポートを作成し、研究のまとめを行った。また、本年度はこれらに加えて口頭発表用のスライドも作成した。これらの作成は化学や生物の基礎実験と同様にMicrosoft Office（Microsoft 社製）を用いて行い、ワープロソフト、表計算ソフト、パワーポイントソフトの使用法の学習も含めて行った。レポート・発表の評価については、ルーブリックを用いて評価を行った。

校外学習については、まず事前指導を行い、博物館にはどのような役割があるのか、どのような点に着目して見学すれば良いかなどを学習した。その後ホームページの案内で見どころを確認し、各自見学計画を立てさせた。実際の見学ではトヨタ産業技術記念館と名古屋市科学館に行き、自分の最も興味のある展示について展示解説レポートを作成してまとめることとした。

パフォーマンステストでは、化学は「ろ過の操作」、生物は「顕微鏡の使い方」について実技テストを行った。「ろ過の操作」では、制限時間内に砂と食塩の混合物を分離するというもので、ろ紙の折り方や漏斗の使い方などの教科書でもよく問われる基本的な操作ができているかという観点で評価した。「顕微鏡の使い方」では、制限時間内にステージ上のマイクロメーターにピントを合わせるというもので、低倍率のレンズから使用しているか、手際よくピントを合わせることができるかなど、こちらも教科書でもよく問われる基本的な操作ができているかという観点で評価した。

SSラボの導入に関しては、昨年度と同様に「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」を利用しながら研究テーマの見つけ方や論文検索の方法について指導した。また、生徒は気になるテーマについて調べたことや疑問に思ったことをプリントにまとめ、来年度から取り組む研究テーマを決定に向けて準備を進めた。なお、このプリントをもとに生徒は化学班、生物班、数理班に振り分けられ、指導教員とのディスカッションを経て研究テーマは決定される。

1-1-4 検証と考察

1学期にNHKの番組を教材の1つとして視聴したことは効果的であった。短時間で端的に科学的な見方や考え方を扱うことができた。また、基本的な実験を行うことで、実験室の使い方や器具の扱い方などのスキルの習得につなげることができた。

2学期は課題研究活動においてテーマ設定、研究計画の作成、研究、まとめ、発表、レポート作成等、一連の流れをすべて実施したことで、第2学年以降の「SSラボ」での本格的な研究活動へつながるよい取組になったと考える。日々の研究活動の報告は、レポートを毎回提出させ、指導の基準にした。さらに、昨年度に引き続き、ポスター、レポート作成の前にまとめとして「一枚ポートフォリオ」（図1）を作成させることで振り返りを行い、これを用いて生徒間のディスカッションの時間を取った（図2）。このことにより、他の実験内容や実験の進

図1 一枚ポートフォリオ

捗状況を理解することができ、自分の計画の反省やアイデアを取り入れたりするなどの内省が促されたと考えられる。これらを通して、実験の内容が充実し、ポスターやレポートの作成がスムーズになるなど一定の効果があったと思われる。さらに、他人に自分の研究内容を伝える際にどこが分かりにくいかがわかり、その後のポスター発表の質も向上した(図3, 4)。また、ポスター発表について指導した際に、実際の学会では手元に実験の試料や補足の写真などを用意すると良いという話をした。その結果、今年度は各自が写真を印刷して来たり、ポスターには載せきれないデータの一覧を用意して来たり、実験に使用したものを持ってきたりなどといった様々な工夫が見られるようになった。ポスターを作成して終わるのではなく、わかりやすい発表のための少し踏み込んだ工夫が見られたのは進歩であった。さらに今年度は例年のレポート・ポスターの作成に加えて口頭発表用のスライドの作成も行った。これによりSSラボでの口頭発表がよりスムーズに行われることが期待される。

今年度より、博学連携による校外学習を行った(図5)。生徒たちの反応も良く、解散後も自主的に見学を続ける者もいた。このことにより、生徒の科学技術や未知の事象に対する好奇心が深まり、研究活動への前向きな取組が促進されたと考える。今年度は新型コロナウイルスの影響によりSSツアーが実施されなかったために行ったが、生徒の科学に対する関心を深めるためには大きな効果があったため、来年度以降もSSツアーの実施に関わらず継続していきたい。

パフォーマンステストについては、生徒が実験器具の基本的な使い方が身についているかを知る上で大変参考になった。また、生徒自身も使い方が曖昧だったところをその後資料集で確認するなどしており、実験操作の良い振り返りになったようだった。



図3 ポスター発表の様子



図2 ディスカッションの様子

酸素を基準とした気体の分子質量測定
高専大塚南高等学校 スーパーサイエンスクラス

目的
「理想気体との誤差が小さい物質には、どのような共通点があるのか」

理論
アボガドロの法則より、同温・同圧・同体積の気体には、気体の体積にほぼ等しい数の分子が含まれている。これより、同じ条件で同じ体積の気体の質量を測定すれば、その質量の比により分子質量を求めることができる。

仮説
分子間力が大きい分子の気体は、誤差が大きい。
→ 分子間力が大きい、分子質量の大きい分子の気体は誤差が大きい。

材料
[1] 小型ガスボンベ(酸素、窒素、二酸化炭素、水素、ヘリウム、ガセットボンベ)、水筒、250 mL スリリング、気体捕集器、温度計、電子てんびん
[2] ドライアイス片、2 Lのペットボトルとそのキャップ、水筒、温度計、メスシリンダー、スタンド、電子てんびん、雑巾、軍手

方法
[1]
① ② ③
図1 実験[1]の様子

[2]
図2 実験[2]の様子

データ整理
[1] 捕集した気体の体積と質量を求め、1 Lあたりの気体の質量を求める。
2 酸素の分子質量を1として、酸素と捕集した気体の分子質量と1 Lあたりの気体の質量とを比較して、捕集した気体の分子質量を求める。
[2] 捕集した二酸化炭素の質量と、(使用したペットボトルの体積の種の酸素の質量を比の式に入れ、二酸化炭素の分子質量を求める。

結果
本実験では、気体を捕集し、分子質量を何度も求めた。酸素の大きさと気体の性質の類似性、特徴が見えた。以下で、分子質量を求めた気体と最も理論値に近い測定結果を表1に示す。

気体の名前	測定結果	理論値
水素	2.4615	2.0
ヘリウム	4.066	4.0
窒素	28.0	28.0
酸素(基準)	32.0	32.0
二酸化炭素(ボンベ)	44.8	44.0
二酸化炭素(ドライアイス)	44.0	44.0
ガセットボンベ①	60.55	58.12
ガセットボンベ②	60.30	58.12
ガセットボンベ③	57.10	58.12

考察
● 酸素は測定した数値が最も近く、単体の気体の中では最も誤差が出やすい。
● 水素以外の単体の気体は誤差がほとんど出ない。
● 二酸化炭素は混合物の気体だが、ボンベでの測定では誤差があまり出ない。
● ドライアイスでは、二酸化炭素は空気より重く、ペットボトルの下にたまってしまふ。
● ガセットボンベ中のLPGの主成分はプロパンとブタンで、成分比率が製造によって違うことからの、測定結果の違いが出る。
● 混合気体は気体中の成分の比率がいつも同じではないため、分子質量を求めることは難しい。
● 単体では、分子質量の大きい分子の気体のほうが誤差が小さく、ヘリウムなどの貴ガスは単原子分子で分子間力の影響が少ないため、誤差が小さい。

結論
目的として挙げた「理想気体との誤差が小さい物質には、どのような共通点があるのか」は、酸素のように分子質量の大きい分子の気体、または貴ガスの気体であることがわかった。しかし、混合気体は分子質量を正確に測定することができなかったため、次回は、混合気体の分子質量を正確に求める方法を調べたいと思った。

参考文献
高専大塚理科用『改訂版 化学基礎』 数研出版

図4 生徒が作成したポスター

1-1-5 成果と課題

まず、1つ目の目的であった、「科学に対する関心や意欲、態度を育成し、科学的な能力を養うこと」について述べる。科学的なものの見方や科学に対する興味を伸ばすことができるのではない

次に、2つ目の目的であった、「主体的に学び、考える姿勢を養うとともに、課題探究を通して探究活動への基本的なスキルを身に付けること」について述べる。実験器具の使い方や実験手法のスキルの習得については、化学や生物の実験により、基礎的な実験操作を身に付けようとする姿勢が向上した。また、その達成状況をパフォーマンステストによって確認した結果、多くの生徒がろ過や顕微鏡の操作についてよく理解していることが分かった。テストでうまくできなかった生徒も、テスト終了後に資料集で確認したり、友人に聞いたりなどして足りない部分を補っていたため、目標は達成できたと考えられる。また、平成27年度から引き続き、課題研究活動を実施したことにより、自分自身の力で科学を探究する姿勢を養成することができた。このことは提出された実験の計画書や実施報告書によって確認した。どの生徒も5回の実験を重ねるごとに、仮説を立て、それを検証するためにはどのように実験方法を変えたらよいのかを書くことができていた。しかしながらまだ1年生ということもあり、化学や生物の未履修範囲についての基礎知識が少なく、仮説や実験方法を考えるのに苦戦する場面も見られた。今後は各実験テーマに合わせた事前学習を充実させ、実験の原理や反応の仕組みを十分理解させたうえで課題探究に取り掛かれるようにすることが課題であると考える。また、課題研究活動の実施報告書、ポートフォリオ、ポスター作成、ポスター発表、レポート作成とつながる一連の指導の形を構築できた。この流れに沿って進めることで、生徒は段階を踏んで自分の実上につながったと考える。また、ポートフォリオを用いた内省を促す機会を提供できた。これにより、ただ実験を段階的に養うと同時に、指導者の力量によらず生徒これらの過程において情報機器や情報通信ネットワークとともに、効果的にコミュニケーションを行う能力をこれらの指導の中で、課題発見能力をはじめとする力を育成できるかが今後の課題として挙げられる。

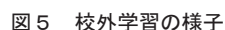


図6 事後学習で作成したレポート

1-2-1 経緯

第2期指定より、1年生で学習した「SSⅠ」からの発展的な内容として「SSⅡ」を設定した。先端科学の講義の聴講により、研究における動機付けと興味関心の向上に、理数系の実験・実習により、サイエンスリテラシーの向上に取り組んできた。第1期指定より実施してきた「先端科学」、「数理特論」、「バイオサイエンス」を統合し、それまでのノウハウを生かした授業となっている。今年度で実施7年目となる。

1-2-2 目的

課題研究の深化につながる科目と位置づけ、サイエンススキルとキャリア意識の習得を目的とする。科学に関する課題を設定し、観察、実験などを通じて主体的に取り組むとともに、多様な研究者に触れ、自身のキャリア形成が促されることが期待できる。

1-2-3 指導計画

- 1 対 象 普通科第2学年 SS クラス 28名
- 2 単 位 数 2単位（2時間連続授業）
- 3 内 容 「先端講義」、「数理特論」、「バイオサイエンス」の3領域に分類した。

(1) 先端講義

外部から講師を招聘し、先端科学・技術の解説を聴講することにより、科学・技術の興味を芽生えさせ、関心を向上させることを目的とする。講義の際は独自教材“ふりかえりワークシート”を用い、講義中は「SSⅠ」で学んだマインドマップを用いて受講し、その後レポートにまとめさせる。

(2) 数理特論

以下の3点を目的とする。

- ・実験等で得られたデータを分析し解釈する力を身につけること
- ・自然現象と数学を結びつけながら学ぶことで、数学と物理学の両方の理解を深めること
- ・数学的に正当な思考、事実を文章にして正確に他者に伝える力を身につけること

(3) バイオサイエンス

実験の基本操作の定着と実験による検証、実験データの分析・解釈、推論などのスキルを習得することを目的とする。

4 年間指導計画

回	内 容	備 考
1		ガイダンス
2	数理1	データ分析
3	数理2	データ分析
4	数理3	データ分析
5	数理4	データ分析
6	バイオ1	器具の使い方と安全実習①
7	バイオ2	器具の使い方と安全実習②
8	先端1	日本福祉大学健康科学研究所客員研究員「驚きの味覚体験～ミラクルフルーツとギムネマ～」
9		核融合科学研究所 事前学習
10	課外活動	核融合科学研究所 見学(今年度は実施せず)
11	数理5	球を箱に分配する
12	数理6	脱水素酵素のはたらき

13	バイオ3	お見合い問題
14	先端2	JAXA 研究所員「宇宙開発, 宇宙利用についてのあれこれ」
15	バイオ4	カタラーゼの反応速度と基質濃度の関係
16	バイオ5	だ腺染色体の観察
17	先端3	JAMSTEC 研究所員「研究船と探査機」
18	数理7	根拠を述べるための言葉遣い, 条件の言い換え
19	数理8	同値変形(加減法)
20	先端4	特別講義「MIT メディアラボの世界」
21	数理9	同値変形(代入法)
22	先端5	GPI US 教育アドバイザー「SSH 課題探究における社会貢献へのマインドセット」
23	バイオ6	反応熱とヘスの法則
24	バイオ7	酸化還元滴定
25	数理 10	ベストスポットを探そう
26	バイオ8	糸球体の観察
27	バイオ9	電気泳動
28		まとめ(発表)

1-2-4 検証と考察

「先端講義」, 「数理特論」, 「バイオサイエンス」の3科目を融合した授業展開を行った。

「バイオサイエンス」では, 生物の教師が担当者になり, 知識とスキルを養成することができた。授業では化学的視点と生物的視点を意識し授業を行った。また, 教師が提示した実験をこなすだけでなく, 自ら生徒が実験を考え, 答えが1つに定まらない探究活動に取り組ませた。一例として「脱水素酵素のはたらき」を確かめる実験(図1, 2)では, 未知液体試料を加えて実験を行い, その結果をもとに試料の同定をさせた。これにより反応のしくみや性質などを考察させることができた。それに加え, 酵素濃度・温度・pH等の条件を変えることで反応速度に違いがあるかなど, 各自でテーマを設定させ, 仮説・実験方法などを考察させた。ここでは実験を組み立て分析する力を身につけさせることができたと考える。全体を通して, 実験を失敗しないようにするだけでなく, 失敗してもそこから原因や改善方法を考えるよう意識させた。そのため, 授業中には自然と話し合う雰囲気が作り出され, 主体的に活動する生徒が増えたと考えられる。



図1 バイオサイエンスの授業風景

また、今年度は実施ができなかったが例年8月に課外活動の一環として「核融合科学研究所」の体験型研修プログラムに参加をしている。このプログラムは高校生が先端科学技術に触れ、研究者や技術者と交流をすることにより青少年の科学技術に対する関心と理解を深めることを目的としている。具体的には、事前授業として講師による核融合の基礎と核融合発電、各専門分野の研究紹介をし、研究所見学・実習では大型ヘリカル装置（LHD）等の研究所の主要施設の見学と様々な研究の簡単な実習を体験する。具体的なテーマとしては、「プラズマ放電」「プラズマと電磁波」などのプラズマ科学を中心としたものや、「バーチャルリアリティ」「プログラミングと可視化」などコンピュータを用いた実験が挙げられる。研究者との対話を重視しており小人数（8～16名）でのグループ学習という形で実施をしている。生徒たちが実験機器に触れたり、自らの手で機械を操作したりして実験を体験できるものが多数ある。体験的に本物を実感することができ、「先端講義」とは違った形でキャリア教育を行うことができるよう設計している。

また、「バイオサイエンス」では、何度も実験を繰り返すことで、知識のみならず観察力や考察力が向上した。科学リテラシーの向上には、科学的な基礎学力だけではなく、一つの内容に対して教科・科目横断的なものの見方が必要だと考える。数理横断的なテーマに徹底的に向き合い考え抜く力を育成するための教材開発は今後も必要である。本科目により動機付け、キャリア支援を行い、知識とスキルの養成を行い、SSラボで探究活動を行った結果としてSSクラス(40名程度)の進学実績(国公立大学、他の私立大学の合格者数)は、年々向上している。



1-3-1 経緯

本科目は、単なる知識・技能だけでなく、生徒に科学的な思考力、判断力、表現力等を育成し、それらを実際に発揮できる力を養うために設置された。そのために答えのある課題でなく、テーマ設定やその解決に向けた方法の設定を、生徒自らが行う自由度の高い課題研究を行っている。加えて、教員の課題研究指導法や評価法の研究開発という目的も含んで位置づけている。

第1期から第2期の経緯については、平成29年度研究開発報告書 p.36 を参照されたい。

SSH 第3期の指定を受け、1年次は客観的かつ生徒の学びの指標となるルーブリック（平成28年度研究開発報告書 p.28 参照）の改善を行うこととした。

加えて、生徒が自発的に活動できるような全体講義を行った。2年次は、これまでの指導を深化させることに注力し、わかりやすい評価をすることを目的にルーブリックを改編した（平成29年度研究開発報告書 p.39 参照）。3年次は、卒業発表の形式をこれまでの口頭発表からポスター発表に変更した。また評価をより明確にするために、ルーブリックを見直し、評価大項目、小項目を改編にした（平成30年度研究開発報告書 p.24 参照）。4年次は、生徒によりきめ細やかな指導ができるように指導教員の数を6名から1名増やし、7名で指導した。教員は物理・化学・生物・地学・数学・工業と様々な分野の教員が携わることで、生徒のサポートをより充実させた。また、本校独自の課題研究ノートを作成（図1）し、実験の計画・記録のさらなる充実を図った。

第2、3学年の2年間の研究の中で校内での研究発表会において全員が発表を行い、科学コンテストには、愛知県学生科学賞または高校生科学チャレンジ（JSEC）等へ応募している。



図1 スーパーサイエンスラボ課題研究ノート

1-3-2 目的と仮説

本科目の目的は、大きく二点ある。一点目は生徒に科学的な思考力、判断力、技能、発想、表現力ならびに実験の技能を育成することと、二点目は課題研究指導の深化と本校及び他校への普及に向けた指導法の研究開発を行うことである。

一点目については、全体講義の充実である。例年行っていたガイダンスを、研究を進めるにあたって必要なテーマ設定のヒントや実験結果から気付きを得るための視点、文献検索の仕方といった具体的な内容に絞った。また、課題探究ノートの利用を徹底させた。課題探究ノートを利用しながらの講義の中でノートの作成方法を盛り込みその利用を徹底することで、日々の観察や考察が深まり研究がより深化すると仮説を立てた。また工業の先生を指導教員に配置したことで、もの作りの上で大きなサポートになり各分野の研究の発展に繋がると仮説を立てた。

二点目については、校外の研究発表会や課題研究指導に関する研修会にSSHラボの担当者全員が参加することである。特に研究発表会は大学教員からアドバイスをいただける最善の機会である。教員が研究発表会や研修会に参加することで、指導の振り返りや改善につながり、生徒の研究成果に還元できることが仮説である。また、4年次には新たに校外の先生向けに探究活動ワークショップを本校で開催し、課題探究の事例等を他校の先生と意見交換することもできた。

この二点の仮説を検証するためには、生徒の成長を正しく評価することが必要となる。そのためにはルーブリックを正しく評価しやすい形にすることである。3年次には、その問題点を改善するためにルーブリックを改編した。さらにルーブリックを見直すとともに、評価大項目を「研究のスキル」、「研究を論理的に理解し、表現するスキル」、「研究を表現し、発表するスキル」の三点に分けた。「研究のスキル」は日々の研究活動、「研究を論理的に理解し、表現するスキル」は、研究内容を含めたレポート・論文の書き方、「研究を表現し、発表するスキル」は口頭・ポスター発表のそれぞれを評価することで、生徒の伸長を各教員が評価する。その結果、目的で示した能力を育成できると考えられる。これらの試みの検証は、従来のルーブリックを用いた評価結果を継時

的に比較することで可能である。

1-3-3 指導計画及び実施概要

- 1 対 象 普通科 SS クラス第 3 学年 32 名
普通科 SS クラス第 2 学年 27 名
- 2 単位数 2 単位（2 時間連続授業）
- 3 実施時限 火曜 6，7 限
- 4 授 業 者 吉川靖浩（理科），増井真美（理科），山口照由（理科），長木悠平（数学）
小池亮平（理科），原田拓真（理科），片野泰行（工業）（附属高等学校 教諭）
- 5 場 所 1 号館 生物室 化学室，2 号館 物理室，3 号館 学習ルーム 電気実習室

7 名の教員で表 1 のように生徒を担当し，表 2 のような年間指導計画で授業を展開した。3 年生の研究は 21 テーマであった。研究活動は計 28 回行い，他に全体講義を 2 度行った。8 月と 12 月に校内で発表を行う機会を設けた。8 月に行う口頭発表会は，SSH 東海フェスタ 2020 と SSH 生徒研究発表会の代表選考を兼ねて行った（SSH 東海フェスタ 2020 は実施されず）。12 月は 3 年生の卒業発表会とし第 3 学年全員がポスター発表した。また，発表は生徒も評価とコメントをし，発表者へのリフレクションとした。成績は各学年末にルーブリックを用いた評価を元にした 5 段階で評定算出した。

表 1 班と連携先

班	指導教諭	活動場所	連携先
生物	吉川靖浩 増井真実	生物室	名城大学農学部 山岸健三教授 名城大学 原彰名誉教授 名城大学農学部 荒川征夫准教授
化学	小池亮平 原田拓真	化学室	岐阜大学 廣岡佳弥子准教授
数理 実験	山口照由 長木悠平 片野泰行	物理室 学習ルーム	

表 2 年間計画

学期	内 容
1	・SS ラボ導入（講義） 年間計画／評価について，評価の仕方 探究の仕方／課題探究ノートの書き方 ・研究活動 ・研究発表会（中間発表（3 年生））
2	・研究活動 ・講義 一発表の仕方，発表会の案内 ・研究発表会（卒論発表（3 年生））
3	・研究活動

表 3 課題研究の主なテーマ一覧

班名	研究テーマ
生 物	アーバスキュラー菌根菌と植物の吸収 Arbuscular Mycorrhizal Fungus and How the Plants Phosphoric Acid
	コオロギの闘争における行動選択 Action Selection in Cricket's Fighting
	コケの可能性 Possibility of moss
	シロアリの腸内細菌を使ったバイオエタノール生成 Bioethanol production using termite intestinal bacteria
	コーヒーに含まれるアレロパシー物質の選択的阻害と根粒菌の関係 The Selective Suppression of Allelopathic Substances Contained in Coffee
	教育教材としての微生物燃料電池の開発 Practical realization of Microbial fuel cell
化 学	身体にやさしいシートを作る Make a sheet which is easy on the body
	昆布のヨウ素で水をきれいに Make Clean Water Using with Iodine of Seaweed
	日焼け止めの効果向上 Effect up of sun creams
	保水性舗装の仕組みと応用 Apply pavement kept up water to a paved road
	野菜や果物に含まれる成分の洗浄力 Detergency of ingredients contained in vegetables and fruits
	金属葉の成長を速くする方法 Methods of growing metallic leaf faster

数理実験	色が人に及ぼす影響 Effect of Colors on People
	発泡スチロールのリサイクル法の確立 Establishment of method for recycling Styrofoam
	バイオエタノールの固形化と応用 Solidification and Application of Bioethanol
	天体の位置の測定による方角、日時、緯度の計算 Calculating the Time, Direction and Latitude by Measuring the Location of Stars
	火災時のより安全な避難方法を探る Explore Safer Evacuation Method from A Fire Room
	姿勢を書く時の条件の関係 Relationship between posture and writing conditions

1-3-4 検証と考察

担当者会議は年間で5度開催し、それ以外に稟議での意見徴収や日々の打ち合わせを行って実施ができた。校外の課題研究の指導法に関する研究会(愛知県立一宮高等学校主催)に担当者が参加した。

年間指導計画通りに授業を行い、ルーブリック(資料5参照)による評価を行った。各小項目の評価を8点満点とした。また、「A 研究のスキル」「B 研究を論理的に理解し、表現するスキル」「C 研究を表現し、発表するスキル」はそれぞれ、①40点、②48点、③40点を満点としている。

表4 ルーブリックによる3つのスキルの評価推移(3年生)

	大項目	2年生学年末	3年生1学期	3年生学年末
A	研究のスキル	3.2	3.8	3.7
B	研究を論理的に理解し、表現するスキル	3.4	3.8	4.1
C	研究を表現し、発表するスキル			3.5

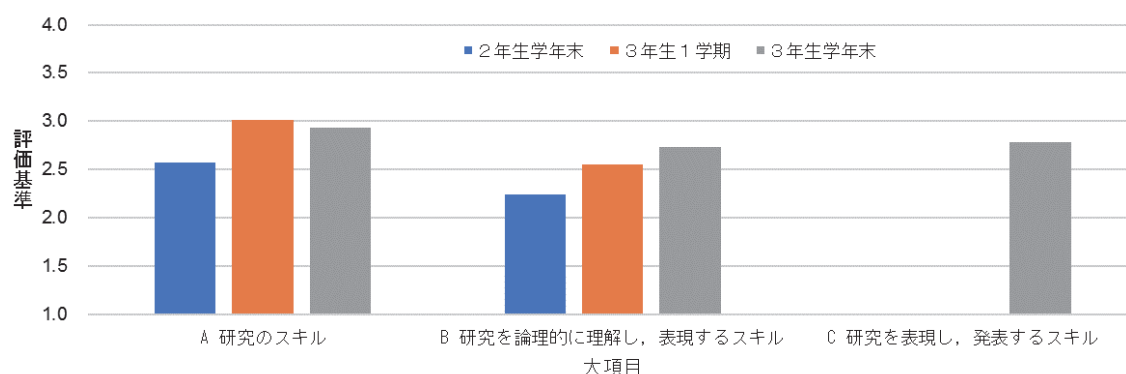


図1 2年生学年末から3年生学年末までの推移

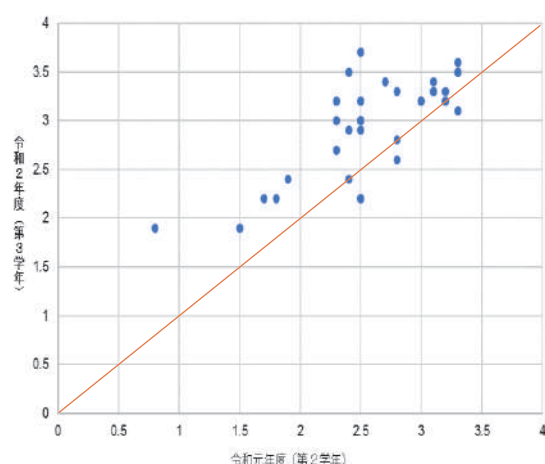


図2 大項目Aの2年生から3年生の得点分布

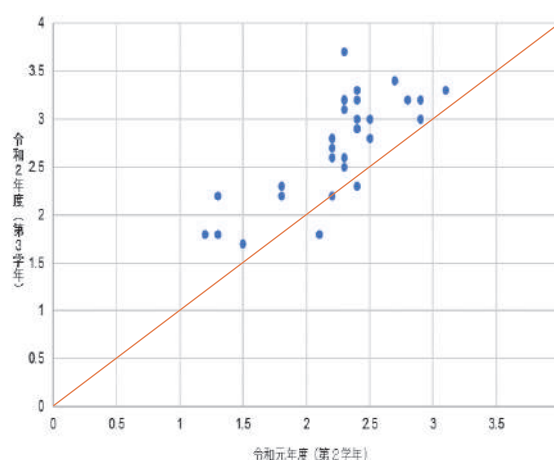


図3 大項目Bの2年生から3年生の得点分布

特に大項目Bの「研究を論理的に理解し、表現するスキル」が上昇した。これは、年2回行った全体講義を研究に必要なテーマ設定のヒントや実験結果から気付きを得る視点、文献検索の仕方といった具体的な内容にしたことによる効果だと考えられる。また、課題探究ノートにも課題研究の始め方・計画の立て方・進め方・まとめ方など細やかに記載したことにより、日々の観察や考察が深まり、より研究が深化したと言える。

1-3-5 成果と課題

本年度の実施により、以下の成果と課題が得られた。

まず、仮説1の検証により示されたように生徒の成長が定量的に示されたことである。次に、仮説2の検証により、教員の指導に一貫性がもたらされた。さらに、仮説3の検証によりループリックによる評価には妥当性がおおむねあり、さらに多くの生徒を対象とした展開や他校への普及に役立つと考えられる。実際、本年度は本校第1学年SSクラス（1クラス）で展開したSSIや第2学年普通科理系一般進学クラス（6クラス）で展開したSSIIループリックを用いて評価を試みた。次年度は第1学年特別進学クラス（3クラスを予定）で展開される課題研究、次々年度には第3学年普通科理系クラス（6クラス予定）で展開される理科課題研究での導入を目指している。

その他の成果としては、愛知県学生科学賞での受賞や日本生物学オリンピックでの優秀賞受賞、課題研究で学んだことを活かして国立大学への推薦入試に挑戦し、合格した者がでた。これらは生徒の科学的な思考力、判断力、技能、発想、表現力が育成されたことによると考える。また、国内外での科学イベントへの参加が多く、生徒の意欲の向上の表れであるといえる。一例として、国際的な発表会や科学イベントは、時習館高等学校主催の英国研修、静岡北高等学校主催の台湾研修ならびにShizuoka Kita Youth Science Engineering Forum 2015、立命館高等学校主催のJapan Super Science Fair, Thailand-Japan Student Science Fair 2015等に参加した。国内発表会では、日本農芸化学会主催のジュニア農芸化学会 2015 や、集まれ！理系女子 第7回女子生徒による科学研究発表交流会、科学三昧 in あいちなど多数参加した。

一方で課題としては、課題研究の内容の深化と、ループリックの一層の改善が挙げられる。内容に関しては生徒の研究、発表に対するスキルや意欲は向上が認められるが、教員側にそれをサポートする知識が不足していることが原因であると考えている。そのため、大学教員からの指導や研修会への参加を増やす予定である。具体的には、名城大学農学部・理工学部の研究室に指導を受ける計画である。ループリックに関しては、仮説3の検証をする中で担当者によってループリックの評価項目の使い方に違いがあることが分かった。課題研究では実験の方法を考え、実践するだけでなく、論文作成や口頭発表、ポスター発表など多くのパフォーマンスが含まれる。教員の中には口頭発表ではスライドや話し方といった大項目④にあたる「研究を表現し、発表する」を重視しており、研究の内容に関するその他の項目は論文や日々の活動で評価するという方法を提案するものや、口頭発表でも内容について評価しているものもいた。この問題を解決するには、それぞれの評価項目の基準となる作品（アンカー作品）を担当者で共有することが有効であると考え、今後実践していきたい。また、ループリックの項目だてと配点についても検討の余地がある。評価が分かりやすく点数化しづらいことは本授業の目的でもある、複数の力を融合的に育てることができ課題研究ならではの現象であり、今後もっとも効果の高い評価法とその実施に向けて研究していきたい。これらの課題に対しては校内での検討に加え、校外での研修で学ぶことで取り組んでいく。

1-4-1 経緯と目的

本科目は指定1期目より、将来研究者になり論文を読解する際に必要な知識を備えるという目的で開講した。当初は基礎的な英文を着実に読み解くことを重点に、平成22年度からはサイエンスとコミュニケーションの融合を視野に英語プレゼンテーションの向上を目的にアウトプットを重点にしている。平成24年から第2学年1単位、第3学年1単位の計2単位の履修であったが、平成29年度より第3学年2単位の履修に変更した。

1-4-2 指導計画及び実施概要

- 1 対 象 普通科第3学年 SS クラス 32 名
- 2 単位数 2 単位（2 時間連続授業）
- 3 担当者 伊藤高司(教諭・外国語)・角卓也(教諭・理科)
- 4 指導計画

回	Theme	Contents
1-5	Orientation	Self-introduction
6-18	Opinion, Suggestion	Debate
19-25	Scientific writing and presentation	Presentation
26	Conclusion	

1-4-3 検証と考察

5年間を通して、SS ラボでのレポートや論文の概要を英語で書くため、ライティングについても講義を行った。科学教科書として、Cengage Learning の『Science Frontiers』を使用した。討論の材料にしやすくわかりやすいものであった。

レポートや発表はルーブリックを用いて、教員（担当者）及び生徒同士で評価を行った。

また、自分の意見を英語で述べることをテーマに、国際科学発表会での討論に耐えうる英語力を身に着けさせるために指導計画を構築した。自分の考えを相手にわかりやすく伝えるために、授業内でディベートや発表を数多く行った。

科学的実験として、Constructing Fuel Toy Carsを行った。英語の説明により組み立て作業を行った後、どのような条件で、長い距離を走る事ができるかという実験も行った。

当初は人前で英語を話すのが恥ずかしかったり、頭の中で英文を作りながら、思い浮かべながら話したりして英語を話すことに時間がかかる生徒たちが多かった。ペアワークやグループワーク、教室での発表などを通じて、反復練習を行い、日本人としてのアクセントに自信を持つようになってきた。英語で話すことに抵抗感を持つ生徒は年度を経るにしたがって減少した。

印象的だった課題作文としては、下記に示す外来生物であるヒアリについてのコラムを用いた。

The central and local governments are struggling to prevent fire ants native to South America from becoming established in Japan, as the highly venomous insects have been found in many parts of the country.

The key countermeasures include thorough monitoring and extermination of the insects at ports nationwide. An increasing number of citizens are growing anxious, but experts are calling for a calm response based on accurate information.

“We need to proceed with measures in a very proactive manner, while considering every possible scenario,” Prime Minister Shinzo Abe said at a meeting of related ministries and agencies at the Prime Minister’s Office on July 20. Abe instructed the ministries and agencies to help facilitate countermeasures.

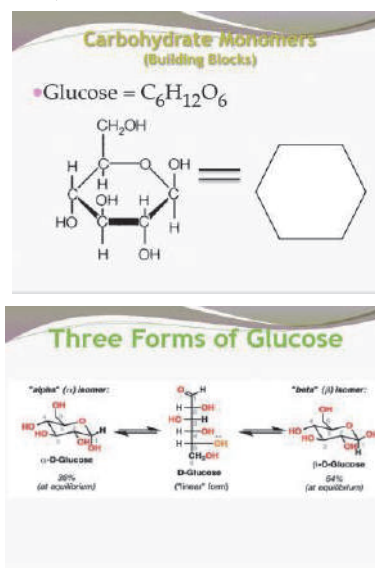


図1 生徒による発表資料の一部

It was the first meeting of Cabinet ministers held specifically to discuss ways to deal with an invasive species. “This is a time when children play outdoors more often because schools are on summer break”, a senior official of the Environment Ministry said.” We needed to present unified government action on the matter to ease public concern.” Concern is spreading.

出典：The Japan News by The Yomiuri Shimbun:Jul. 24, 2017 より一部抜粋
長崎大学 医学部 2018 年度

内容として、ニュースでも発信されているヒアリについて紹介し、ヒアリのような外来生物が人の健康や生態系にどのような影響を与えるのかについて、調べ学習を行い、考えを述べるという流れの授業を行った。生徒たちにとっては、比較的読みやすい文章であった様子であり、外来生物と在来種との間で種間競争が起こってしまうことや、競争的排除により在来種が減少してしまうこと、また近縁の在来種と交雑して雑種をつくってしまうことに気づき、遺伝子構成が攪乱されてしまうことにも触れることができた。

また人の健康についても、刺されてしまう体質によっては、毒に対してのアレルギー反応やアナフィラキシーショックを引き起こす可能性も考えることができた。

1-4-4 成果と課題

生徒たちの1年間の感想からは、「人体に関わる医療英語に触れることができたのが印象的だった」、「地学分野も科学英語の場面でもっと学んでみたい」、「国際クラスとの交流や国際クラスの発表を聞いたり、SSクラス、国際クラス混合の班を作り、課題に取り組んだりしてみたい」、「タイのトラン校との生徒と共同研究を行いたい」、「英語のプレゼンと日本語のプレゼンを同じ回数ずつやってみたい」、「英語のみで実験を行ってみたい」というような記述があり、教科融合した学習や共同研究を深めたいという意欲的な意見が多かった。

ディベートを中心とした授業展開のため、生徒は積極的に英語で話そうとする姿勢が見られ、日々の学習態度が主体的になった。また、英語検定などの資格取得がさらに前向きになり、5年次在学時の実用英語技術検定（日本英語検定協会）の取得率は、準2級が94%，2級が75%であった。取得率も年々増加している様子が伺える。2020年の取得率は減少しているが、新型コロナウイルス感染拡大の影響により受検ができない状況があり、学校としても受験を推奨しなかったことが要因と思われる。

平成29年度から、教育課程の変更により第3学年2単位のための履修になった。自分の考えを話すという観点においてはディベートの時間が増加したことによる効果は大きいと考えている。今後、国際科学発表会での討論に耐えうるためにも更なる発展が必要である。令和3年度入学生からは、科目名を「スーパーサイエンスⅢ」として実施する計画である。

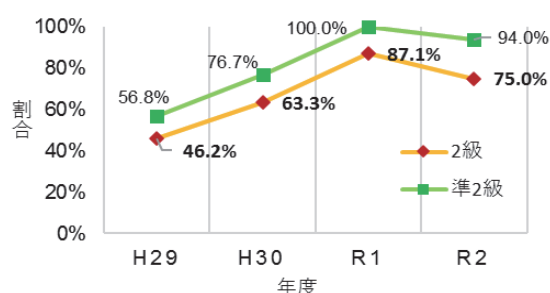


図2 実用英語検定取得率の推移



授業の様子

1-5-1 経緯と目的

本科目は指定2期目に普通科一般進学クラスで実施されていた「SSⅠ」の後継科目となる。また平成26年度から平成30年度までスーパーグローバルハイスクール(SGH)事業の指定も受けていたことから、探究のベーシックスキルを習得する本科目は、SS教科から外し、平成29年度に総合的な学習の時間に位置付けた。SGH指定終了を受けた昨年度からは、改めてSSH事業をけん引する科目の一つとして位置付けられている。

本科目では、自ら課題を見つけ、研究を深めていく探究活動のための、話す・聞く・書く・読むなどのベーシックスキルを早い段階で学ぶとともに、主に新聞を用い世界や社会の事象から課題を発見し、まとめ・発表する一連の探究型学習を行う。また、キャリア意識を育むことを目的とした社会人講話を実施する。

1-5-2 指導計画及び実施概要

- 1 対 象 普通科一般進学クラス第1学年 324名
- 2 単位数 1単位
- 3 担当者 まとめ係 原口敏幸(外国語)
杉浦ゆい(国語)・橋本大茂(数学)・松下泰夫(地歴公民)・吉岡雄一(数学)
角卓也(理科)・黒柳康之(外国語)・二宮敦(国語)・木下崇(情報)
谷政人(保健体育)・松井治英可(数学)

4 指導計画

回	テーマ	内 容
1	ガイダンス	「探究基礎Ⅰ」ガイダンス、アンケート
2	アカデミックスキーマインドマップ	マインドマップガイダンス。「自分」をテーマにマインドマップを作成
3-4	新聞の基礎知識 平野治氏	講演会。新聞記事の成り立ち等を学ぶ
5	「人」を知るー他己紹介 傾聴・聞き取り	ペア作り。相手のマインドマップをみながら取材内容を考える
6-7	「人」を知るー他己紹介	インタビューにより記事を作成する
8	時事を読み解くー新聞切り抜き作品	探究課題を新聞紙面よりみつけ、切り抜き作品を作成する
9	キャリアと私Ⅰ 大内田勇貴氏	講演会
10	価値のワーク	自分と他人の価値観を共有する
11	キャリアと私Ⅱ 野澤武史氏	講演会
12	プレゼンの基礎を学ぶ「発表の技」	プレゼンテーションの基礎を学ぶ
13-15	時事を読み解くー新聞切り抜きプレゼンテーション	プレゼンテーション(個人発表・全体発表)
16-18	マインドマップ 15年度の自分 新聞記事と絡めて	新聞記事を根拠にして15年後の自分のキャリアについて考える
19	学期のまとめ	2学期の振り返り
20	キャリアと私Ⅲ 長嶋聡氏	講演会
21	十代(重大)ニュース	社会及び自分の重大ニュースをまとめ発表する
22	キャリアと私Ⅳ 原田さとみ氏	講演会
23	グループ課題探究ー社会と情報とのコラボレーション	切り抜き作品をグループでシェアし、深掘りするテーマを選ぶ
24-26	グループ課題探究ーポスター作成、ポスターセッション	ポスター作成及び発表原稿作成、ポスターセッション
27	1年間のふりかえり。アンケート	1年間のふりかえり、新聞アンケート

1-5-3 検証と考察

探究学習を実施する上で、多くの先行研究や参考資料にあたることは、その研究に深みを持たせるためにも欠かせない。しかし、高校生の場合、その資料や引用元をインターネットのみに頼る傾向が否めない。そこでこの授業では、前述の通りネット情報以外のリソースとして新聞を多くの場面で利用した。一方、この5年間の生徒家庭の新聞購読割合は減る傾向にあり、新聞紙に目を通す機会がない、または極端に少ないということがわかっている。そのため、今年度は新聞社の方から、

紙面構成、新聞の読み方から新聞各社による記事の切り取り方の違いなどをレクチャーしていただくことから始めた。授業で新聞の積極的な活用をすると共に、全国紙4紙の朝刊・夕刊を生徒の目のつきやすい場所に配置し、自由な閲覧を促した。

新聞を活用する上ではSDGsを意識させた。これは、世界や社会で起きていることを他人事ではなく、自分事として捉えさせるためである。具体的には17のゴールのロゴをシールにし、新聞切り抜き作品の記事一つ一つに、該当すると思われるシールを貼らせた。また、15年後の未来を新聞記事から想像させる作業の際にも活用した。

1-5-4 成果と課題

新聞切り抜き作品については、中日新聞社主催のコンクールに応募しており2017年度は努力賞以上が16人、18年度は22人、19年度は23人とコンスタントに受賞している。また、19年度は学校賞(学校単位の受賞は毎年1校のみ)を受賞した。受賞作品以外でも、19年度からは夏と冬の年2回作成させていることもあり個々のクオリティは格段に上がっていると言える。結果、今年度は優秀賞1名、入選1名、佳作5名、努力賞12名となった。

また、新聞への投稿をさせており毎年複数名が掲載されている。放課中にも新聞を眺める生徒が増えていることもあり、この5年間である程度新聞に慣れ親しむことはできているのではないかと考える。

一方、探究活動の重要な要素である協働による活動という点では、この5年間で向上したとは言えない。毎年年度初めと終わりに実施しているアンケート結果をみても「コミュニケーション力・コラボレーション力」「摩擦・失敗に対する姿勢」「リーダーシップ」といった項目では、年度初めよりも、1年間授業を終えた後の結果が下がっている。これは、協働的活動が単発であったことが原因の一つと考えられる。年間カリキュラムを作成の上実施しているが、生徒が無理なくコミュニケーションをとれる状況をベースにして、徐々に協働へとシフトできるような連続的なカリキュラムを作りこむことが課題である。本科目は指定2期目に普通科一般進学クラスで実施されていた「SSI」の後継となる。平成26年度から平成30年度までスーパーグローバルハイスクール(SGH)事業の指定も受けていたことから、探究のベーシックスキルを習得する本科目はSS教科から外し、総合的な学習の時間に位置付けた。昨年度末でのSGH指定終了を受けて、本年度から改めてSSH事業をけん引する科目の1つとして位置付けている。

本科目では、自ら課題を見つけ、研究を深めていく探究活動のためのベーシックスキルを早い段階で学ぶことを目的とする。その方法として主に新聞を用いる。またキャリア意識を醸成するために社会人講話を実施する。



図1 今年度の新聞切り抜きコンクールで優秀賞と入選となった作品

1-6-1 経緯

平成 28 年度から SSH 事業の主対象に普通科特別進学クラスが加わり、第 1 学年に「SS I」を実施することになった。さらに、平成 29 年度に「SS I」から「数理探究基礎」と科目名を変更した。科学的な探究活動の基礎の学習や学びのベーススキルを習得する過程において、情報機器や情報通信ネットワークを活用して、情報を収集、処理、表現するとともに、効果的にコミュニケーションを行う能力を養うことを目標とし、教育課程上の特例として、「社会と情報」に代えて開講した。

1-6-2 目的

第 1 学年は中学校での学びの姿勢から、高校における学びの姿勢へと変化を促す大切な時期である。また、第 2 学年以降に発展的な学習をする上でベースとなる、「考える・まとめる・話す」能力を身に付けることも不可欠であり、「主体的に学ぶ姿勢」と「学びのベーススキルの習得」を目的とした。

1-6-3 指導計画

1 対 象 普通科第 1 学年特別進学クラス（4 クラス合同：144 名）

2 単位数 2 単位（2 時間連続）

3 内 容（メインテーマのみ）

（1）マインドマップ・新聞を用いた学習

マインドマップでは、自分の考えを整理する方法を個人ワークで学び、自己紹介の資料として作成する。また、新聞を用いた学習では作成したマインドマップを他者と交換し、新聞記事を模倣し作成する。さらに、新聞社への投書を行い、文章構成の基礎を学ぶ。

（2）エッグドロップ

「割らないように生卵を 3 階から落とす」というミッションを個人ワークで行う。自分なりの理論を基に活動することで、探究することの楽しさに気づき、主体的な学びの姿勢を育成する。

（3）個別ローテーション（クラスごとで実施）

①Word・Excel・PowerPoint（Microsoft 社）の使い方（6 時間）②データの分析方法（6 時間）③ディベート（6 時間）④サイエンス実習（試行錯誤学習）（6 時間）の 4 つのテーマをクラス毎にローテーションで学び、情報を整理する手段や、論理的な思考や水平的な思考、グループ活動に必要なコミュニケーション能力を身に付けることを目的とする。

（4）校外学習

学習したスキルを生かし 2 回の校外学習を行う。事前、事後学習を通して探究活動に繋げる。事前学習では予備知識の習得と ICT 機器を用いて事前調査や課題の設定を行う。事後学習ではレポート作成、プレゼンテーションを行い、1 年間のまとめとする。

4 年間指導計画

モデルプランとして、本年度の指導内容を例示する。

※ 1 回あたり 2 時間連続

回	テーマ	内容
1・2	到達度テスト	新年度学力調査
3・4	ガイダンス・マインドマップ	マインドマップの書き方と活用方法・「自分史」の作成
5・6	この人・情報リテラシー教育	インタビューを元にした記事作成・SNS によるトラブル
7～9	エッグドロップ	企画書作成、作成、実験、振り返り
10・11	新聞を用いた学習	朝日新聞社員による講演
12～23	個別ローテーション	分野別スキルトレーニング
24	大内田勇貴氏による講演	キャリア教育、進路選択
25	マシュマロチャレンジ	指定された物でタワーを作成
26～31	校外学習①②	名古屋市科学館・名古屋市美術館
32	校外学習プレゼンテーション	校外学習の成果を発表する

1-6-4 検証と考察

指導内容は、これまでの成果として「学びのベーススキル」の力を「習得」段階まで引き上げるには一定の効果があることから（令和元年度研究開発報告書P.28 参照）昨年度までと同様の内容とした。

今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響により、昨年度取り組んでいた校外のコンクール等への応募は控え、校内での活動を重視した。「マインドマップ」はすでに学習している生徒もいたが、個性的で見栄えの良いマップを描くことができる生徒も散見された。「エッグドロップ」「マシュマロチャレンジ」は体験型学習として効果的であったと考える。とりわけ「マシュマロチャレンジ」は今年度新たに取り入れた。パスタ、テープ、ひもを用いてタワーを作り、マシュマロを上に乗せた際の高さを競うものである。

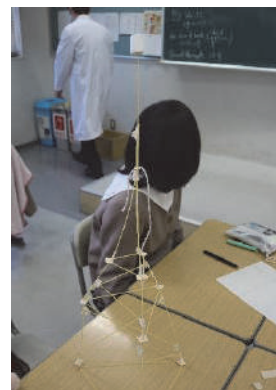


図1 マシュマロチャレンジ

PDCAサイクルを学ぶとともにグループでの対話、協力が必要不可欠である。これらの活動は成果が目に見えて表れるため反省、分析も積極的に行われる。その他の取組では、外部講師を2名招聘し、キャリア教育を実施することで進路選択に向けた自己実現を考えさせるとともに、早期段階での意識づけに有効であったと考えられる。校外学習は「名古屋市科学館」と「名古屋市美術館」の2か所を見学場所として決定した。分散させることによる新型コロナウイルス対策に加え、文理に偏ることなく両者の視点から物事を捉える感性を養い、対話型の学習を中心とすることで思考力や自己分析力を深めることを目的とした。

1-6-5 成果と課題

「マインドマップ」、「エッグドロップ」ではループリックを用いた評価を行った。授業担当者が毎年変わる科目だが、ループリックが指導の指標になり、生徒には到達度を明確に示すことができることからこれまで使用してきたループリックはある程度完成されたものと考えられる。「新聞を用いた学習」では、今年度は、全員が朝日新聞「声」に投書した。500字という限られた字数内で実体験をもとに表現力が求められる。結果4名が紙面に掲載された。校外学習では新たに名古屋市美術館を見学先とした。事前学習ではアートカードを使用し、美術に興味の低い生徒への動機づけとした。当日は美術館における職業内容の説明や、美術館の役割、学芸員の職務などのキャリア教育に加え観賞用ワークシートを用いて芸術鑑賞を行った。事後学習では、トリックアート作成やグループでの共同合作を行うなど、「名古屋市科学館」「トヨタ産業技術記念館」と異なる学習経験を与えることができた。芸術作品との対話は、感性を養うだけでなく自己の表現力や新たな発見、他者の思考への理解など効果的であった。「名古屋市科学館」は、これまでの蓄積を活かし事前学習資料を用いた学習に加え、ICT機器を利用した事前調査を行うことで個別ローテーションの学習を実践する場として活用した。これを含め、本科目の学習過程において情報機器や情報通信ネットワークを活用して、情報を収集、処理、表現するとともに、効果的にコミュニケーションを行う能力を養うという目標は十分に達成された。事前に習得した知識や技能を活用し、好奇心から学ぶ姿勢へつながる工夫を今後も授業の中で取り入れていきたいと考える。

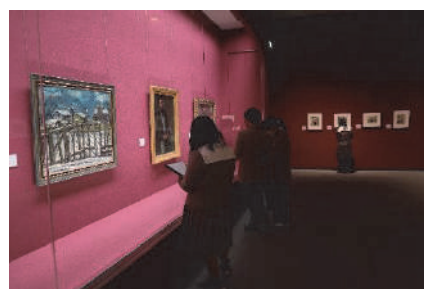


図2 校外学習の様子

本科目は、実施5年目となり内容はかなり精選された。今年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響により変更を余儀なくされたが、グループ活動の工夫や新たな学習の導入により、多くの発見もあった。昨年度の反省点で挙げられていたグループ活動の少なさなど、結果的に改善できた内容もあった。校外のコンテストや探究活動に目を向けるとともに、学習内容の継続性、持続性を考慮した活動が今後の課題であろう。さらに授業内容の深化と工夫することで成果が期待できると考える。

1-7 数理探究

宮田 隆徳 MIYATA Takanori

1-7-1 経緯

第1期よりSSクラスを対象に「課題研究」を第2学年と第3学年の合同による少人数のゼミ形式で展開している。第2期ではルーブリックを導入し、生徒へのフィードバックをしながら担当で協議し改定を重ねた。また、第2期では「外圧ではなく内発で」を掲げ、偏差値偏重ではなく理数教育に重点を置く教育課程を編成し、主体的な学びを育むべく指導を行った。この成果が進学実績に表れている。探究活動を通じて科学への興味関心が高まったことで国公立大学への進学者が年々増加していった。そこで、第3期では、これまでのノウハウを活かし、新たに普通科特別進学クラスでも探究型科目「数理探究」を展開した。本年度は実施4年目となる。

1-7-2 目的

第1学年の数理探究基礎において、「主体的に学ぶ姿勢」と「学びのベーススキルの習得」を目的とした授業を展開した。そこで、本科目は1年次に身に付けた能力を基にした探究活動を実施し、「主体的に研究活動をし、発信する力の習得」を目的とする。この目的に対して第2学年は、研究テーマの設定や研究計画の立案方法及び研究の進め方を学ぶとともに発表する力を身に付けることを目標とする。また、第3学年は、論文作成、研究発表等の能力を高めることを目標とする。最終的には、第3学年の夏のSSH全国生徒研究発表会において口頭発表することを目指して活動を行う。(図1)

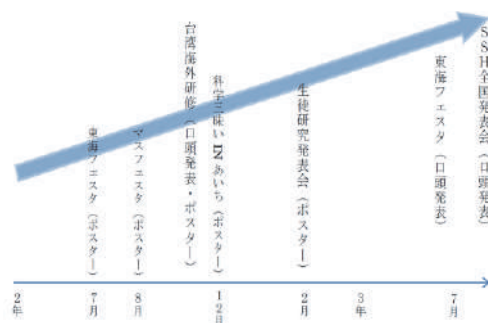


図1 数理探究の目標図

1-7-3 指導計画

- 1 対象 普通科特別進学クラス第2学年 76名（理系）
普通科特別進学クラス第3学年 89名（理系）
- 2 単位数 第2学年 2単位（2時間連続授業）
第3学年 1単位（1学期のみ実施。2時間連続授業）
- 3 内容 表1及び表2の通り

表1 班ごとの主なテーマ

班	研究タイトル	指導教諭	活動場所	連携先
1	プランクトンの増殖と光の関係 LASERICAL Communication What Color Do Planktons Like? プロ野球で優勝チームになるために ペットボトルロケットをより遠くに飛ばすには 多角形と強度の関係	山村 信一 横井 亜紀	物理室	名城大学理工学部材料機能工学科 竹内 哲也 教授 名城大学教職センター 谷口 正明 准教授
2	様々な暗号技術 写像について、フィボナッチ数列とバイオ医薬品 一筆書きによるグラフ理論 ビューフォンの針 BY SCRATCH フィボナッチ文字列でフラクタル図形 モンテカルロシミュレーション	梁川 津吉 橋本 大茂	学習 ルーム 2A11	
3	正則連分展開で覗く“数のDNA”、デザインと比率 正方形の一辺の長さや折り鶴の大きさの関係 波の分解・フーリエ変換 円周率に小数にはあらゆる数列が含まれる？ 日本昔話を統計的に見てみた モンティ・ホール問題	宮田 隆徳 富田 康司	2A12 AL ルーム	名城大学理工学部数学科 富田 耕史 准教授
4	アイスクリームづくり、橋の構造を模索する 思い出の増やし方 三次関数のある点からの接線 ブラックジャック攻略法、グリコじゃんけんの確率 ガチャ排出率から学ぶ疑似乱数	永田 洋一 吉岡 雄一	化学室 PC1	

表2 数理探究 年間指導計画

	2年	3年	評価
1学期	① オリエンテーション・グループ分け ② 研究活動の基本 ③ ポスター発表について（講義） ④ 先行研究レポート	① オリエンテーション・班紹介 ② 口頭発表の仕方（講義） ③ 口頭発表	先行研究レポート（2年） 口頭発表（3年）
2学期	⑤ 研究計画の立て方（講義） ⑥ 研究テーマ決定・研究スタート ⑦ ペットボトルロケット大会 ⑧ ポスター発表		ポスター（2年）
3学期	⑨ レポート作成開始、レポート・論文の書き方（講義） （生徒研究発表 ポスター作成・発表準備） ⑩ レポート提出		レポート（2年） （ポスター）

第2学年と第3学年との合同授業の実施4年目であった。8名の教員で表1のように生徒を担当し、表2の年間指導計画で授業を展開した。今年度は新型コロナウイルス感染症対策のため、昨年度までと内容を一部変更した。第2学年は、1学期に実施していたポスター発表を2学期で実施し、1学期は先行研究に多くの時間をかけた。また、2学期には昨年度まで実施していなかったペットボトルロケット大会を新たに実施した。第3学年は、1学期に2時間連続で授業展開し、2学期以降「数学演習B」の授業として展開した。昨年度の課題として第3学年において研究活動をする時間があまり取れないということが挙げられた。そのため今年度は、第3学年の活動内容を精選し、論文作成を取りやめ口頭発表のみとし、研究活動の充実を図るとともに、発信する力（発表等）を身に付けられるようにした。1学期終了時にはこれまでの研究成果をまとめ、プレゼンテーションソフトを利用して口頭発表をした。今年度も1学期の講義で数理探究ルーブリックを提示し、2学期・3学期の講義で前学期の評価を生徒に伝えた上で、目標値に達成するための今後の改善点などを指導した。

1-7-4 検証と考察

1 全体

年間指導計画通りに授業を実施した。第2学年は、1学期に先行研究レポートを作成し、2学期にポスター発表を実施し、3学期の終わりにはレポートを作成した。第3学年は、7月に口頭発表を実施した。両学年ともに、評価は「数理探究ルーブリック」を用いた。昨年度までの経過と同様、今年度も多くの項目において学期を重ねるにつれて評価の平均点（4点満点）の上昇が見られた。これは、継続して研究活動に取り組むことにより、研究に対する姿勢・質が向上したことに起因すると考えられる。また、平成30年度の第3学年（総合評価）から令和2年度の第3学年（総合評価）までの3カ年の各項目の平均点を比較した結果が、図2である。合同授業の実施3年目となり、共同研究に取り組む姿勢も年々向上が見られるとともに、第2学年のときに第3学年の生徒と充実した共同研究をすることができた。その結果、ほとんどの項目において年を追うごとに評価が上昇した。このことから、継続した共同研究が研究に対する姿勢・質の向上に良い影響を与えることが見て取れる。また、本科目は発表する力を身に付けることも目標としているため、1学期の口頭発表と2学期のポスターセッション以外にも国内外の科学イベントに積極的に参加するように促した。

7月に口頭発表を実施した結果、数理探究の優秀者を1名決定した。昨年度までは、本科目の代表者はSSH 東海フェスタにおいて最終発表を実施していたが、今年度はSS ラボの代表者と選考会を実施したところ、本科目の代表生徒がSSH 全国生徒研究発表会の学校代表に選出され、ポスター

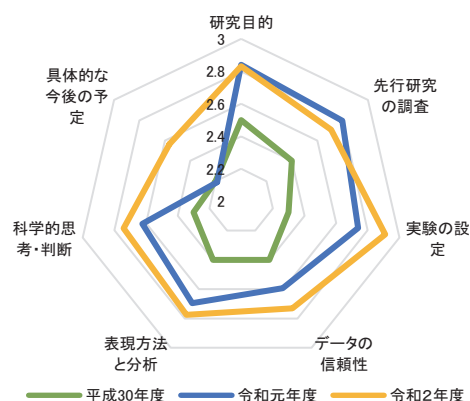


図2 数理探究ルーブリック評価の平均点
3カ年比較（第3学年）

発表に参加した。また、昨年度と同じく科学三昧 IN あいちなどの科学イベントに多くの生徒が参加した。

2 ペットボトルロケット大会

今年度新たな試みとしてペットボトルロケット大会を実施した。実施した目的は大きく2つある。1つ目は、数理探究実施初年度より4年間継続してペットボトルロケットの研究をしている班があり、その班の研究成果の発表と再現性を確認するためである。2つ目は、今年度購入したドローンを使い、ペットボトルロケットの空中における飛行状態を記録し、今後の研究に活かすためである。



ペットボトルロケット作成の様子

ペットボトルロケット大会当日は天候にも恵まれ、本校の河川敷グラウンドにて安全面にも配慮をして実施することができた。事前に作成した16機のペットボトルロケットを飛ばし、飛距離を記録するとともに飛行状態の撮影を実施した。またその様子は、zoomで中継するなどし、河川敷グラウンドに生徒が集まり密にならないように配慮をした。この大会で得られたデータをもとにさらに今後研究内容を深めていくことを期待する。

1-7-5 成果と課題

1 大学入試

第3期以前の特別進学クラスのエデュケーション課程は、探究活動を系統的に実施するのではなく、大学入試に向けた教科指導に重点を置いていた。そのため、大学入試の形態が多様化する中においても従前の入試形態（特色入試や推薦入試以外の方法）で受験する生徒がほとんどであった。（2017年度卒業生の中で国公立大学受験者のうち推薦系入試を利用した生徒の割合は8.1%である）そこで、2017年度卒業生から2020年度卒業生の「国公立大学受験者のうち推薦系入試を利用した生徒の割合」を表した図が図3である。2017年度卒業生は、第3期指定以前の教育課程

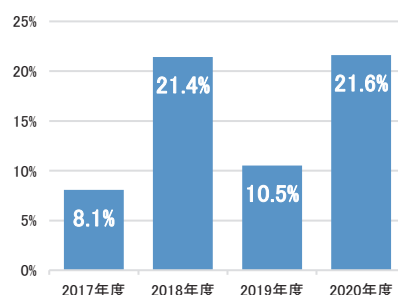


図3 国公立大学受験者のうち推薦系入試を利用した生徒の割合

で3年間学び、2018から2020年度卒業生は、第3期指定後の教育課程で3年間学んだ生徒である。2019年度は微増ではあるが、2018年度・2020年度においては第3期指定以前と比較をすると大幅な増加が見られる。これは、探究活動を通して主体的に学ぶ姿勢が身についたとともに、高等教育機関で学ぶ意欲の向上が見られたことに起因すると考える。また、受験学部を追跡調査したところ、数理探究で研究していた内容と類似した学部を受験した生徒が多い。これらのことから、探究活動を通して中等教育の学びと高等教育の学びをつなぐこともできたと考える。

2 総括

本科目は、研究テーマの設定や研究計画の立案方法及び研究の進め方を学ぶとともに、発表する力を身に付けることを目標としている。図2の結果から、主体的な研究活動を通じて科学的な思考力・判断が育成されたといえる。また、積極的に国内外の科学イベントに参加することで発信する力がつき、本科目の第3学年の代表者がSSH全国生徒研究発表会において、学校代表としてポスター発表に参加した。また、ノーベル賞受賞者クラスの研究室と連携した課題研究「ノーベルラボ」を本科目の中で実施し、精鋭の育成を目指した。昨年度よりさらに連携を図り探究活動を行ったことで、内容が深化した。

今後の課題としては、探究内容の継続と探究活動の深化である。2学年合同授業の特色を生かし、探究内容の継続と探究内容が深化する体制作りが課題となる。第3期より新たに普通科特別進学クラスにおいて取り組み始めた「数理探究」を実施して、4年目で学校代表としてSSH全国生徒研究発表会に参加できたことは、数理探究の当初の目的は一定程度達成されたと考える。

2-1 経緯

SSH の第1期研究開発課題の重点項目の一つに「共に教え、学びあうサロンの新しい学びのシステムの開発」を設定し、SSH の入門的な役割を担った高校独自の「土曜サロン」を開設した。第2期では研究開発課題のサブタイトルとして「メンタルリテラシーの向上とサロンの学習による学び力の育成」を設定し、中間評価の講評では『「サロンの学習」など他校に見られない特徴もあり、成果を上げている」との評価をいただいた。第3期には実践目標として「高大協創により、学校設定科目・高大連携講座・SSH 東海フェスタ・海外研修・サロンを展開する」を掲げ、これまでのサロンの成果をまとめた「続・サロンノススメ」を刊行した。中間評価の講評では「全校生徒を対象にした取組である『サロン』については、数学や科学について自由に疑問や意見を述べ合う興味深い取組であり、数学や科学への生徒の意識を高めるなどの効果が期待でき、評価できる。成果物として「続・サロンノススメ」を発行している点も評価できる」との評価をいただいた。

これらのことを踏まえて、本年度も引き続き全校生徒を対象にした講義として位置付けた上で、土曜日の課外活動として行うことにした。

2-2 目的

サロンの目的は、従来の学問体系が陥りがちな、学問分野の壁・参加者、教師と生徒の壁・現実と理論の壁・実験と調査の壁を取り払うために、対話・参加を主とする形式の実践の場を設定することである。教師が知を啓発し、なぜ学ぶのか、何を学ぶのか、どう学ぶのかを問い、対話を通して参加者同士が学びあう学習形態の提供である。このことは、研究開発目標の「課題解決型・課題探究型学習の指導法」と「教科融合の学び、協働的学び」に繋がっている。実際にこのサロンでは、初めは隣同士で話している生徒たちが、時間がたつにつれて前を向いて自分の意見を伝えるように変容していく姿が見られる。この学習形態は「アクティブラーニング方式」の先駆けとも言える学習形態であり、SSH 採択の初年度（平成18年度）から本校では行われていた。さらに、新学習指導要領において導入される「理数探究」における従来の教科を横断した科目設定は、サロンの目的である「学問分野の壁」につながるものであり、土曜サロンはそれを具現化した取組であると言える。

2-3 指導計画

例年、月に1回の実施を原則として年間8回ほどの土曜サロンを開催していたが、今年度は新型コロナウイルス感染防止対策の観点から、以下に示す2回の実施にとどめた。講師は本校の教員が担い、フォローアップ講義として名古屋大学名誉教授の四方義啓氏に助言をいただくという従来の方法を踏襲した。密を避けるため、参加生徒は1年生に限定し事前に参加登録をさせることにした。また、他校生、中学生、保護者の参加は見送ることにした。幅広い参加者同士の議論や質疑を目的とする本来のサロンには程遠いが、第3期最終年度のまとめということもあり、やむを得ない対応であった。

日 時	概 要
	サロンの説明と案内（文書案内のみ）
11月21日（土）	「猫はこたつで丸くなる…のは何故」
12月19日（土）	「日本語ってすごい」

2-4 検証と考察

サロンの学習の意図の中に、参加者の壁を取り払うことが謳われているので、本校生徒だけでなく保護者や他校生、中学生の参加を促すために本校ウェブサイトでも案内し、ブログなどでその内容も掲載している。また、他校の同級生や家族などに口コミでの勧誘を積極的に行うことで外部の参加者が年々増えていた。実際に第3期では、第1年次から第4年次にかけて毎年のべ450名を超

える参加者があった。最終年度である今年度が、新型コロナウイルスの影響でこのような形で終わってしまったことが残念でならない。

また、中学生を対象とした学校説明会である「公開見学日」において、SSHクラス説明会の際に「土曜サロン」の広報を積極的に行った。同日午後で開催する「土曜サロン」には、毎回数名の中学生が参加している。その中学生から高校生顔負けの意見が出されるなど、在校生には大いに刺激となった。さらに、子供が在学中の3年間に毎回参加していただいた保護者からは、社会人としての視点からアドバイスを毎回いただいた。その保護者から「3年間このサロンに参加して同じテーマでも展開が毎回異なっているので複数回聞いても興味深かった。また、回を追うごとに、参加している生徒の成長ぶりが実感でき驚いている。SSH校であるこの学校にいるからこそ与えられた機会であるからぜひ有効利用していただきたい」とのエールをいただくことができた。

また、「猫はこたつで丸くなるのは何故」など定番のテーマばかりでなく、若手教員が学生時代の専門を活かしたテーマで積極的にサロンに参加できる仕組みを作った。土曜サロンで育った卒業生も大学や大学院の講義の合間に毎回TAとして参加するなど、あらゆる立場の参加者が自由に討論できるこの「土曜サロン」が15年間継続できたことは、本校の財産となっている。



図1 若手教員のサロンの様子

2-5 成果と課題

土曜サロンは第1期から第3期まで、途切れることなく15年間続けることができた。その間、その取組内容は、「サロンノススメ」、「続・サロンノススメ」として刊行することができ、誰でもサロンが展開できる環境を整えることができた。さらに、土曜サロンに留まることなく、あらゆる学習場でサロンの学習が展開できるようになった。

また、教員研修の場としても有効であった。土曜サロンの定番である「Do you know that cat knows the Math?」（猫はこたつで丸くなるのは何故）をオランダの小学校 Winford School Leiden 校で披露するなど海外にも発信することができた。また、若手教員が学生時代の専門を活かしたテーマで積極的に参加するなど、話題提供者やその内容も拡がりを見せている。今後はさらなるサロンの普及とともに、教員だけでなく、生徒が話題提供者となり、主体的にサロンを運営できる仕組みを構築することが課題である。



図2 Winford School Leiden 校にて

最後に、土曜サロンに積極的に参加し、東京大学、名古屋大学大学院博士課程を経て、三井化学株式会社で計算化学の研究者として従事している卒業生の手記を記す。

「高校生時代にサロンにて四方先生と議論させていただいたことによって、高校での勉強を越えて学問の片鱗に触れる機会を得られたことが、大学院進学及び博士号取得を目指す大きな動機になりました。『分野横断的に問題を捉えよ』との四方先生からの教えは、大学時代における私の将来的な実践目標でしたが、大学院以降はその実践の難しさを身をもって体感することとなりました。現在でも目標到達は遙か先にあるのですが、それが日々の学びの原動力になっているように思います。」

3-1 経緯と目的

高大連携講座の目的は、早期の動機づけにより、科学に対する興味・関心を抱くこと、大学との協働により、生徒自身に将来の夢や目標について考えさせ、積極的に物事に関わる姿勢を育てることにある。その目的を達成するために、国際的に活躍する人物による講座、名城大学との協創による文理融合を推進した講座を開設し、キャリア教育の一端を担うように設計した。具体的には、第2期のSSHの指定初年次である平成23年度は、積極的に名城大学文系分野の学部とも協同し、偏りのない人材育成を目指し、法学部の教授陣とゼミ生による裁判傍聴の講座を開いた。さらに、平成26年度以降はスーパーグローバルハイスクールの指定を機に、国際化を意識した講師を招聘するよう計画した。また、様々な分野で活躍している経験豊かな研究者や社会人を講師として招いて、通常の授業では聞けない実社会に基づいた話を伺う「次世代リーダー育成講座」を企画した。

3-2 指導計画

今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、2件を除いて、例年計画している講座を開催することができなかった。参考までに今年度を含めたこの5年間に開かれた高大連携講座を以下にまとめることにする。

	講 師	所 属	テーマ
平成28年度	小原 章裕	名城大学農学部教授	田植祭・収穫祭
	榎本 雅記	名城大学法学部教授	裁判所傍聴ツアー
	飯島 澄男	名城大学終身教授	科学はみることから始まる～カーボンナノチューブの発見～
	佐土井 有里	名城大学経済学部教授	発展する国、停滞する国、その原動力は「人」
	室賀 翔	豊田工業高等専門学校講師	次世代リーダー育成講座① 「課題研究に向けての心構え」
	成瀬 敦	愛知県幸田町副町長	次世代リーダー育成講座② 「地域密着型の公務員像」
	古川 直樹	名古屋市中央卸売市場長	次世代リーダー育成講座③ 「食料・市場・世界～私たちの食生活をめぐるいろいろな話～」
平成29年度	小原 章裕	名城大学農学部教授	田植祭・収穫祭
	荻野 貴文 他	名城大学法学部准教授	裁判所傍聴ツアー
	鍛冶 俊輔 他	名城大学理工学部数学科	総合数理プログラム夏季セミナー ①②③④
	池上 彰	名城大学教授	2020年のニッポン、高校生が今すべきこと
	桜井 進	sakurAi Science Factory 代表取締役	数学の誕生とこれからの時代
	Butabaev Renat	Man to Man 株式会社	次世代リーダー育成講座① 「世界と日本を結ぶヒューマン・クリエイター」
	渡辺 麻由	株式会社ウィルゲート	次世代リーダー育成講座② 「リーダーは、いかにして向き合い、巻き込み、導くのか！」
	今井 藍子	大阪大学大学院理学研究科2年	次世代リーダー育成講座③ 「大学院の生態」
	横地 玉和	名古屋市住宅都市局	次世代リーダー育成講座④ 「リニア中央新幹線の開業を見据えた名古屋のまちづくり」

	講 師	所 属	テーマ
平成 30 年度	小原 章裕	名城大学農学部教授	田植祭・収穫祭
	荻野 貴史 他	名城大学法学部准教授	裁判所傍聴ツアー
	長郷 文和 他	名城大学理工学部数学科	総合数理プログラム夏季セミナー
	小出 宣昭	中日新聞社 顧問・主筆	モノサシー本主義を抜け出せ
	吉野 彰	名城大学理工学研究科教授	リチウムイオン電池が拓く未来の社会
	渡辺 麻由	株式会社ウィルゲート	次世代リーダー育成講座① 「リーダーは、いかにして向き合い、巻き込み、導くのか！」
	吉田 雅史	株式会社 Bluestudio	次世代リーダー育成講座② 「大学受験から30才までのキャリア 僕の人生のリスクとリターン」
	甚目 裕夫	東京メトロポリタンオペラ財団	次世代リーダー育成講座③ 「Top or Nothing」
令和 1 年度	森上 敦	名城大学農学部教授	田植祭・収穫祭
	荻野 貴史 他	名城大学法学部准教授	裁判所傍聴ツアー
	石川 清	愛知医療学院短期大学学長	いつも人生にやりがいをもって
	横井 翔	国立研究開発法人・農研機構 研究員	次世代リーダー育成講座① 「私の履歴書（医学部失敗から研究者になるまで）」
	菅原 純子	コスモスペース株式会社	次世代リーダー育成講座② 「コーディネーターに至るまで」
令和 2 年度	野澤 武史	株式会社山川出版 代表取締役社長 一般社団法人スポーツを止めるな 代表理事	次世代リーダー育成講座①「チームビルディング」
	銅冶 勇人	株式会社 DOYA 代表取締役社長 認定 NPO 法人 D00000000 代表理事	次世代リーダー育成講座②「英検4級の”右向け左”」

3-3 まとめと今後の方針

全校生徒対象の「高大連携講座」については、科学に関する講座と国際化に関する講座を各1回の年2回の開催を原則とした。講座後の希望者対象の討論会は、SSクラスや国際クラスの生徒を中心に多くの生徒が参加し、講師との質疑応答が繰り広げられた。中でも、吉野彰先生の講演では、翌年にノーベル賞を受賞するなど生徒にとってはとても刺激的な出来事であった。

また、佐土井先生から「台湾でのサイエンスを語るには、新竹市を訪れると良い」とのアドバイスを受け、SSH台湾研修に新竹市内フィールドワークを組み入れた。ここでは、台湾が半導体の分野で世界をリードするに至った歴史や技術の進歩の過程を学習することができ、その後の課題研究に役立った。次世代リーダー育成講座では、若き研究者や様々な分野で活躍されている経験豊かな講師として招くことで、生徒たちの興味関心を刺激し、主体的に社会の事象について考えるきっかけを作ることができた。今年度は、新型コロナウイルスの影響で、これらの講座が2回しか開講できなかったが、今後も目的に掲げた文理融合によるキャリア支援とコミュニケーション能力の育成を包含した講座を継続して開設したい。

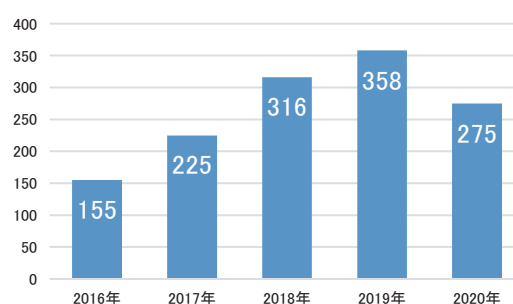


図1 高大連携講座受講者数

第4章 海外研修

4-1 タイ王国海外研修

山口 照由 YAMAGUCHI Teruyoshi

4-1-1 経緯

第1期から第2期の経緯については、平成29年度研究開発報告書 p.50 を参照のこと。

第3期指定を機に、平成20年度のタイ王国海外研修より続けてきたタイ王国との交流をより発展させるために、タイ王国のプリンセスチュラポーサイエンスハイスクール（以下、PCSH）トラン校と教育連携協定を平成28(2016)年度に結んだ。本校主催のSSH 東海フェスタに生徒や教員を招聘したり、本校の生徒と教員が PCSH トラン校を訪問したりするなど交流を深めている。PCSH トラン校とは、メールや Google meet, LINE などの SNS を用いて連絡を取りあっている。

このタイ王国海外研修は、PCSH の各校が幹事校となり隔年で開催されている「Thailand-Japan Student Science Fair（以下、TJ-SSF）」及び「Thailand-Japan Student ICT Fair（以下、TJ-SIF）」に参加し、タイ王国の生徒、教員との研究発表、交流を目的としている。これまでの参加発表会については表1にまとめた。平成29(2017)年度は、タイ王国の前国王の崩御により開催が中止されたため、PCSH トラン校への訪問に変更し、平成30(2018)年度は TJ-SSF 2018 への参加とは別に PCSH トラン校へ訪問した（表2）。また、令和元(2019)年度より、SS クラスの修学旅行は PCSH トラン校へ訪問先を変更し、相互の交流を行っている。

今年度は、6月に PCSH トラン校において、TJ-SSF 2020 が開催される予定であったが、新型コロナウイルス感染症の世界的大流行の影響で、開催延期などの措置が取られたが、オンラインでの開催が決定した。また、本稿では、第3期の海外研修のまとめ及び今年度オンラインで開催した TJ-SSF 2020 への参加について報告する。また、PSCHS トラン校との連携についても報告する。

表1 TJ-SSF, TJ-SIF 参加状況

年度	参加研究発表会	幹事校	参加本校生徒数	引率教員数
平成27(2015)	TJ-SSF 2015	PCSH ペチャブリー	15名	4名
平成28(2016)	TJ-SIF 2016	PCSH チョンブリー	7名	2名
平成30(2018)	TJ-SSF 2018	PCSH ピッサヌローク	4名	2名
令和元(2019)	TJ-SIF 2019	PCSH ムックダーハーン	4名	2名

表2 PCSHトラン校への訪問

年度	研修日数	他訪問地	参加本校生徒数	引率教員数
平成29(2017)	8日間	National Science Museum of Thailand KVIS Science Academy	11名	2名
平成30(2018)	7日間	KVIS Science Academy	10名	2名

4-1-2 目的と仮説

本校の研究開発課題にある「国際的な科学技術系人材の育成」が目的である。この目的に対し、3つの観点を主題に置いた。

一点目は国際性を養うことである。これは日本国内の研究発表会では日本語で研究発表を行っているが、研究成果の対象は国内のみではなく、世界のより多くの研究者とその成果を共有することが科学の発展につながることを理解し、海外で研究発表を行うことの重要性・必要性を認識させることである。通常海外の生徒と研究発表を行うときは、共通語として英語を用いていることが多い。また、日本の多くの科学系学会においても英語での発表機会は増加している。タイ王国の生徒や教員との協働を通して英語でのコミュニケーションスキルの向上や協働する上で必要な異文化の理解を認識することである。

二点目は科学的思考を基盤とした興味・関心を高め、視野を広げることである。タイ王国の科学先進校の生徒たちの研究発表から研究レベルを知り、生徒や教員とのディスカッションや交流を通してタイ王国と日本の高校生の科学や研究への姿勢の違いを認識する。

三点目は主体的に活動し、表現する力を養うことである。研究発表やフィールドワークなどの活動を通して、海外においても生徒が自ら考え、判断し、行動するということの重要性を認識する。

本研修を通して、英語によるコミュニケーションスキルの向上、異文化の理解力の向上、主体性が高まることが仮説である。

4-1-3 実施概要：TJ-SSF 2020

1 開催期間

オンライン参加 : 令和3年2月24日(水)～令和3年2月26日(金)

PCSH トラン校(現地) : 令和3年2月23日(火)～令和3年2月27日(土)

2 開催幹事校

PCSH トラン校(タイ王国)

3 参加者

生徒10名(普通科第2学年SSクラス(希望者))

担当3名(伊藤高司教諭, 山口照由教諭, 小池亮平教諭)

4 開催スケジュール(オンラインのみ)

表3 TJ-SSF 2020 オンライン開催スケジュール

日付	時間 (日本)	時間 (タイ)	内 容	オンライン
2/24	11:00	9:00	オープニングセレモニー ーオーラルプレゼンテーション(日本生徒・タイ生徒) ー梶田隆章博士(ノーベル物理学賞(2015))による講演 ータイ科学者による講演	視聴
	14:40	12:40	ポスター発表 ーHer Royal Highness(HRH) Princess Maha Chakri Sirindhorn による視察	参加
	20:00	18:00	ウェルカムパーティ	視聴
2/25	10:30	8:30	口頭発表(午前)	参加
	14:00	12:00	口頭発表(午後)	参加
	16:00	14:30	サイエンスアクティビティ	視聴
2/26	10:30	8:30	Field Trip(アクティビティ)	視聴
	15:00	13:00	Field Trip(ディスカッション・プレゼンテーション)	視聴
	19:00	17:00	フェアウェルパーティ	視聴



図1 TJ-SSF 2020 での発表の様子

4-1-4 検証と考察

第3期の検証は、第2期より行っている海外研修に参加した生徒（以下、参加生徒）及び参加していないクラスメイト（以下、周辺生徒）に実施したアンケートで行った（項目は表4）。平成27年度（第2期5年目）より現行の形のタイ王国海外研修を行っているため、平成27年度を含めて検証と考察を行う。ただし、今年度については、報告書の作成時（1月末）において、TJ-SSF 2020の開催前であったことなどからアンケートは実施していない。（各年度におけるアンケート結果は、研究開発実施報告書 平成27年度 p.99 資料4、平成28年度 p.59 資料4、平成29年度 p.79 資料3、平成30年度 p.59 資料3、令和元年度 p.58 資料3を参照）

アンケート結果より、第3期の海外研修の目的を達成するために置いた主題の3つの観点に対するアプローチはおおむね達成されたと考えている。また、各年度の各アンケート項目の結果に有意な差はなかった。

一点目の国際性については、問2、4、8で測った。問2、4の外国語、特に英語コミュニケーションや異文化理解の必要性の実感が参加生徒に特に強く表れるだけでなく、周辺生徒にも良い影響をもたらしていると考えられる。これは準備段階からクラスメイトと相談したり発表練習を協働して行ったりしたためと考えられる。問8の語学力の向上については、参加生徒の方が周辺生徒より2倍以上実感できたことは、やはり本物に触れることの重要性を示唆している。ただし、短期間の研修では語学力の向上の実感を得られたが、この研修の経験から日常的な学びにつなげるような取組を日々行う手法開発の検討が必要である。

二点目の科学的思考を基盤とした興味・関心については、問1、3、5、6、7で測った。結果はすべての項目について参加生徒に特に強く良い影響を与えていることがわかる。周辺生徒についても少なからず良い影響を与えていると考えられるが、当事者意識としての認識がどうしても低くなるため、環境問題や天然資源に対する関心は薄まってしまう。この点は、一年生からコミュニケーション英語Ⅰ、Ⅱにおいて、タイ王国についての興味・関心をはじめ、海外への意識を高める取組を授業で行っているが、英語だけでなく理科や社会などの他教科が協働して手法の開発が必要であると考えられる。

三点目の主体的に活動し、表現する力については、問9、10で測った。参加生徒はポスター発表や口頭発表をするために準備段階から積極的に取組んだため、プレゼンテーション力、コミュニケーション力の向上が実感でき、自信がついたと考えられる。参加生徒と協働して準備を行う周辺生徒が少数ではあるが存在し、約20%の周辺生徒が実感できたと回答している。

アンケートの結果から、第3期のタイ王国海外研修の参加生徒の達成感が高いと推察できる。今後周辺生徒にもさらに好影響が浸透すれば国際系な科学技術系人材の育成という目的を達成できると考えられる。

表4 海外研修アンケート項目

1	科学技術系人材になりたい気持ちに良い影響を与えましたか
2	文化や慣習を理解することに役立ちましたか
3	科学技術と産業に関わりがあると感じましたか
4	外国語を学ぶことの重要性を感じましたか
5	国際的に活躍している人材に会うこと、話を聴くことはあなたに何かしらの良い影響を与えましたか
6	環境問題を理解することに役立ちましたか
7	天然資源を有効に利用することの重要性を感じましたか
8	語学力が向上した実感を持ちましたか
9	プレゼンテーション力が向上したと感じましたか
10	コミュニケーション力が向上したと感じましたか

4-1-5 成果と課題

海外での研究発表会への参加を通して、日本の高校生、高専生だけでなく、タイ王国の生徒とも交流できたことは、非常に有意義な研修であったとアンケートからうかがえる。

前項で述べた通り、海外研修は参加生徒に良い影響を与えたと考えられ、今後、周辺生徒だけでなく学校全体への影響を与えるためには、海外の学校との日常的な連携とその体制づくりが必要であると考えられる。案として、海外研修だけでなくその前後でオンラインを通じて連携を継続して行うなどが挙げられる。このコロナ禍において、ウェブ会議システムや SNS を利用して連絡を取りあうことができたことから可能であると考えられる。

PCSH トラン校が幹事校として TJ-SSF 2020 が開催された。当初は会の運営などを協働で行うために調整を進めていたが、叶わなかったことは残念である。しかし、TJ-SSF 2020 の式典でのパフォーマンスの映像提供やシリントーン王女の前でオンラインでのポスター発表などを実施することができた。発表テーマは表 5、シリントーン王女の前で発表するポスターを資料 6 (p.96) に示す。海外での活躍の場が増加したことは海外研修の成果といえる。

今年度 PCSH トラン校とはウェブ会議システムを通じて研究発表を行い、SNS を用いた連絡も継続した。両校の連携が年々強くなってきていることは海外研修の一連の成果であるといえる。

課題としては、PCSH トラン校との共同研究及びさらなる国際化である。共同研究においては平成 29 年度より模索しているが、進んでいないのが現状である。他校事例もよく精査し進めていきたい。また、PCSH トラン校と連携している東海大学付属高輪台高等学校・中等部と本校を含めた 3 校で共同研究を模索したい。また、他国の学校とも連携を推進することによって国際化をさらに進めることが課題である。

表 5 海外研修アンケート項目

Difference between microbial fuel cell and other renewable energy
Using Low Allergenization of Wheat by <i>Aspergillus</i>
Steps Toward Making Artificial Culture of Plant Worms Efficient
Extermination of Aphids by Allelopathy

4-2-1 経緯

第1期から第2期の経緯については、平成29年度研究開発報告書 p.50 を参照のこと。

SSクラスと第3期指定より主対象生徒となった普通科特別進学クラスを対象に、新たに台湾海外研修を企画した。平成29年度は、以前からロボットを通じた交流を行っている台湾の桃園市立内壠高級中学と、教員間での交流が深い国立苗栗高級農工職業学校において生徒間の研究発表や合同アクティビティを行った。平成30年度は、国立苗栗高級農工職業学校に代わり、新規に台中市立忠明高級中学を訪問した。令和元年度は桃園市立内壠高級中学と台中市立忠明高級中学を訪問した。

4-2-2 目的と仮説

学校設定科目「SSラボ」、「数理探究」での研究活動を通して、台湾の学校と合同のフィールドワークや研究発表・討議を行い、これまでの「英語による発表」の段階から深化させ、「双方向での研究内容にかかわる議論」を行う。

それにより、更なる課題研究活動への意欲と、協働や議論を通して摩擦や失敗を恐れず、やり抜くタフなマインドセットを育むことを目指す。学校、国という枠組みを越えて共にサイエンスを研究する同世代の仲間と繋がることで、生徒は新たな見方・考え方を獲得し、自身の研究を精選・深化させることが期待される。

教員は生徒の活動及びマインドセットの育成を支援するとともに、課題研究活動全般についての情報交換、現地学校・現地機関などとの連携の推進を行う。



図1 生徒研究発表の様子（R1内壠高級中学）

4-2-3 実施概要及び指導計画

4-2-3-1 実施概要

本年度は、実施を予定していたものの、新型コロナウイルスの流行により中止とした。なお、昨年度実施した際に、今年度の研究交流をより深めるために事前事後の交流について、現地校教員と検討したが、担当の現地教員の変更等により実現できなかった。

過去3回の実施の概要を以下に示す。

表1 実施の概要

	H29(2018)	H30(2019)	R1(2020)
日程	12/18-21 (3泊4日)	12/18-21 (3泊4日)	12/16-19 (3泊4日)
参加生徒	2年生9名 特別進学クラス8名 SSクラス1名	2年生10名 特別進学クラス6名 SSクラス4名	2年生16名 特別進学クラス10名 SSクラス6名
引率	3名(校長1名・教諭2名)	2名(教諭)	2名(教諭)
研修先	苗栗市・新竹市・桃園市	台中市・新竹市・桃園市	台中市・新竹市・桃園市
交流校	桃園市立内壠高級中学 国立苗栗高級農工職業学校	桃園市内壠高級中学 台中市立忠明高級中学	桃園市立内壠高級中学 台中市立忠明高級中学
研究交流	授業参加(実験・実習等) 研究発表(口頭)	授業参加(英語・実験) 研究発表(口頭・ポスター)	授業参加(英語・実験) 研究発表(口頭・ポスター)
見学	新竹サイエンスパーク(産業クラスター)	新竹サイエンスパーク(産業クラスター) 国立自然史博物館 台中国家歌劇院(建築物見学)	新竹サイエンスパーク(産業クラスター) 国立自然史博物館 台中国家歌劇院(建築物見学)

4-2-3-2 指導計画

各年度の研修の振り返り(PDCA)から、昨年度は新たに、①異なるクラスの参加生徒同士で班を構成し、生徒間の学びあいを刺激すること、②研修地の歴史的文化的背景の理解を深めること、③研修中の全行程の実施及び振り返りや改善点の提案等、生徒が主体で進める仕組みを作ること、を計画・実行した。本年度は中止となり実施できなかったが、今後も継続して実施する予定である。以下は昨年度の指導をもとに記載する。

(1) 事前指導

事前指導は先述の①、②に焦点を当てて行うが、その際の班編成では、研究テーマごとに対象クラスを混在するようにした。①については、特別進学クラス生徒が履修する「数理探究」と SS クラス生徒が履修する「SS ラボ」における研究内容の相互理解から活動を開始し、研究テーマの目的を明確にした上で、研究概要及びプレゼンテーション、ポスターの作成を行い、英語で研究全体の理解を進めた。その際、班員同士で互いの研究内容に新たな視点を示し、研究内容を深めること、また、英語での発表準備も生徒同士で検討しながら進めるように促した。

②については、昨年度から新たに社会科と協働して、研修先の歴史・文化的背景の講義を行った。その講義をもとに現地での観察の視点を作り、研修活動をより有機的に統合できるよう指導を行った。

(2) 研修中の指導

班ごとに日直制とし、日々のスケジュール確認やふりかえりを生徒主導で行い、日々の研修・学習内容の理解、定着を確認した。研修先の生徒との交流活動以外のあらゆる場面も学びの場とできるように指導の工夫を行った。

(3) 事後指導

事後指導は、研修のまとめを中心に行い、個人の経験を全体に波及できるよう、その成果を生徒研究発表会において英語で発表した。

4-2-4 成果と課題

本研修を経て、参加生徒の多文化理解や語学力、プレゼンテーション力、コミュニケーション力における向上実感が確認でき（図1）、彼らの意欲・能力の向上に寄与しているといえる。本研修では、課題研究の途中経過を発表する機会でもあり、その後の研究の刺激ともなる。昨年度の本研修に参加したある生徒は、研究発表を通して他の参加者や現地生徒、現地教員とも学びあいやディスカッションを重ね、その後の研究の質をさらに高めることができた。結果、本年度の全国 SSH 生徒研究発表会の学校代表に選出された。

一方で、これまで定期的な交流を続け、共同研究の準備を進めるべく協議してきたきた桃園市立内壠高級中学において、現地教員の担当替えにより協議が中断してしまったことは残念である。しかしながら、本研修を通じた参加者と現地生徒相互の学び合い、そして台湾海外研修という一連のプロジェクトに対する生徒の主体的な取組は、課題研究活動への意欲を高め、協働や議論を通して摩擦や失敗を恐れず、やり抜くタフなマインドセットを育むことに寄与していると考えられる。

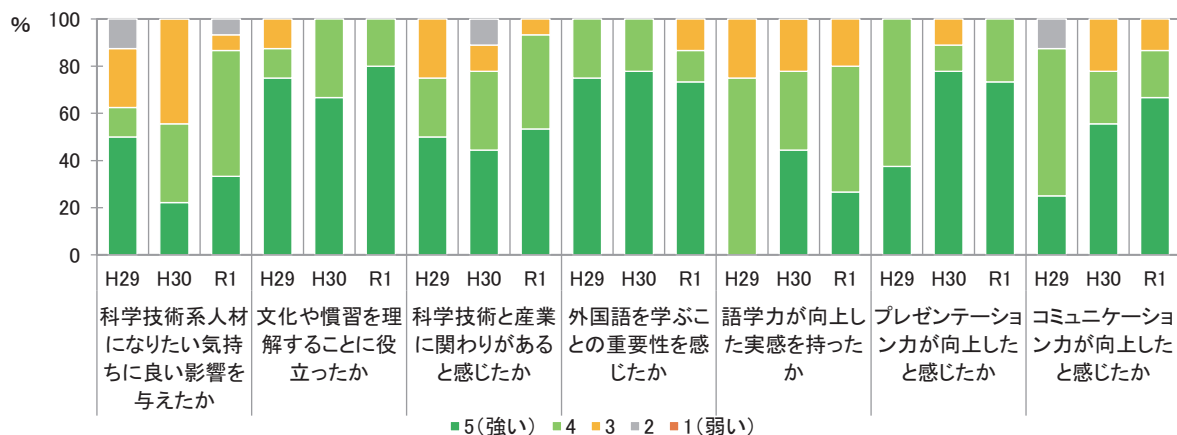


図1 過去3か年の参加生徒のアンケート結果比較

第5章 フィールドワーク

5-1 スーパーサイエンスツアー

小池 亮平 KOIKE Ryohei

5-1-1 目的

平成25年度より、「科学系人材へのキャリア支援」という目的で第1学年の夏休みの実施に効果が認められたため、今年度についても、「スーパーサイエンス研修ツアー」（以下、SSツアー）を行った。対象クラスは、本校SSHの主たる対象者であるSSクラスとした。

研修の目的は「科学系人材へのキャリア支援のさらなる充実」である。この目的達成に向けて、本研修を第1学年での実施とし、大学及び研究機関の見学を通して、大学生・大学院生・教授・研究所職員・博物館職員といったロールモデルやキャリアモデルとなる方々から話を聞く機会を設けた。加えて、SSH生徒研究発表会を見学し、同じ高校生が行う研究・発表を直に見ることで今後の研究への意識付けを行った。今年度は、新型コロナウイルス感染症予防のため実施することはできなかった。

5-1-2 事業計画

2016年～2019年に計画したものを表1～表4に記す。

表1 2016 日程

日付	場所	主な内容
2016. 8. 9	奈良先端科学技術大学院大学	講義・施設見学
2016. 8. 10	大阪市立自然史博物館 SPring 8 大型放射光施設	博物館見学 施設見学・講義
2016. 8. 11	神戸コンベンションセンター	SSH 生徒研究発表会 見学

表2 2017 日程

日付	場所	主な内容
2017. 8. 8	奈良先端科学技術大学院大学	講義・施設見学
2017. 8. 9	関西光科学研究所 SPring 8 大型放射光施設	施設見学・講義 施設見学・講義
2017. 8. 10	神戸コンベンションセンター	SSH 生徒研究発表会 見学

表3 2018 日程

日付	場所	主な内容
2018. 8. 7	長浜バイオ大学・滋賀県立大学	講義・施設見学
2018. 8. 8	SPring 8 大型放射光施設 大阪市立自然史博物館	施設見学・講義 施設見学・講義
2018. 8. 9	神戸国際展示場	SSH 生徒研究発表会 見学

表4 2019 日程

日付	場所	主な内容
2019. 8. 6	立命館大学 大和ハウス総合技術研究所	講義・施設見学 講義・施設見学
2019. 8. 7	大阪市立自然史博物館 SPring 8 大型放射光施設	施設見学・講義 施設見学・講義
2019. 8. 8	神戸国際展示場	SSH 生徒研究発表会 見学

5-1-3 指導計画

(1) 事前指導

1学期の授業時間内で研修ツアーの意義を担当者で意識付けを行う。研修ツアーの課題・レポートを記入するしおりを配布し、課題提出やグループワーク、発表等を行う。実施に対する基礎知識の不足を補うために、今年度は、「事前学習ワークシート」を作成し、研修までに各自で基礎知識の調べ学習と、その後のフィードバックをするような課題のやり取りを行った。



図1 SPring8 大型放射光施設見学の様子(2019)

表5 事前指導のタイムスケジュールの例

日程	内容
1 学期 7 月初旬	研修ツアーの意義を担当者と教頭により意識付けを行う。 研修ツアーの課題冊子を配布し、内容確認と心得の指示を行う。
当日まで	「事前学習ワークシート」に取り組む。 研修先の基礎知識をつける。

(2) 事後指導

研修中は見学後にミーティングを行い、グループワークにより研修内容をマインドマップなどにまとめ発表した。この事後指導はその日に必ず行い学習内容の定着をはかった。また、事後指導として新聞作成を課した。新聞作成は、生徒自身が最も印象に残った内容を A4 1 枚にまとめ発表した。

表6 事後指導のタイムスケジュールの例

日程	内容
研修初日	(1) 研究施設や大学で知ったことをまとめる。 (2) 4 人 1 班となり、研究施設や大学で研究している内容をマインドマップで A3 用紙にまとめ、発表する。
研修 2 日目	(1) 研究施設や大学で知ったことをまとめる。 (2) 4 人 1 班となり、研究施設や大学で研究している内容をマインドマップで A3 用紙にまとめ、発表する。 (3) SSH 生徒研究発表会で印象に残った研究についてまとめる。
2 学期 始業式	(1) 生徒研究発表会の新聞提出 (2) 大学・研究に関する自身のキャリアに関する調べ学習 提出 (3) 研修ツアー全体の報告書 提出

5-1-4 検証と考察

本研修では、化学・生物・物理・地学を幅広い知識が身につくように日程を組んだ。また、訪問場所も大学、国の研究所や企業の研究施設や博物館など、生徒の興味関心がわく場所や内発的動機づけとして効果の高そうな場所を選定し、毎年行先を変えていった。特に、大学や研究施設では、最先端の機器を見て今後の研究のモチベーションにつながっていった。機器だけでなく年稿や実際の化石など今まで教科書でしか見たことのない資料や、貴重な資料を目の当たりにし、刺激的でよい経験を得た。

生徒研究発表会では、同じ高校生が研究内容を堂々と発表する姿を目の当たりにし、次年度から始まる「SSラボ」に向けての意欲を増したとの意見があった。さらに見学先で最先端の科学に携わる研究者や技術者を見て、憧れの姿に向けてどのように行動をしたらよいかという具体的なイメージや意識がついたとの報告があった。



図2 大阪市立自然史博物館見学の様子(2019)

5-1-5 成果と課題

第1学年の段階では、内容を振り返り、自分の言葉でまとめ、発表をして相手に伝えるという経験が少ない。平成25年度から、対象を第1学年としたことで早期の段階で、報告をまとめ、伝えるという経験ができた。この経験は、生徒たちの課題研究を進める上で必要不可欠である。

また、この研修を通して生徒たちは「第3学年に研究発表をする」、「大学に進学して研究をする」、「研究機関で研究者として活躍する」という、近い未来から先まで、幅広い段階の将来のイメージを持つことができた。これはこれから生徒たちが自身のキャリアを考えるうえでの大きな糧になる。

以上のことから、SS ツアーは「科学系人材へのキャリア支援の更なる充実」に効果的であると考えられる。しかしながら、ツアーでの講義や生徒研究発表会の内容を理解するためには、基礎学力がまだまだ不足している。今度も継続的に、基礎学力の定着に取り組んでいく必要を感じた。

なお、今年度の本研修の代替として、来年度に東富士でのトヨタ自動車関連のフィールドワークを計画中である。

5-2 SSH東京大学ツアー

横井 亜紀 YOKOI Aki

5-2-1 目的

SSH 第3期指定の主対象生徒に加わった普通科第1学年特別進学クラスを対象に「科学系人材へのキャリア支援のさらなる充実」とともに、東京大学幾原雄一教授の研究室を訪問し、先端技術を研究している大学教授や大学院生からの話を聞くなど、“本物に触れる”経験を通して、国公立大学を目指す生徒に早期に将来像を描かせることを目的とした。



図1 幾原教授講義「結晶構造」

5-2-2 指導計画

2019年度までに4回実施したが、今年度は新型コロナウイルス感染症拡大に伴い、実施することが出来なかった。2019年度までは以下の通りであった。

(1) 事前事後指導

事前・事後学習の内容は以下の通りである。

- ① 光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いについて事前に調べたことをまとめ、共有する。
- ② 幾原教授の講義・電子顕微鏡の見学で「学んだこと」「印象に残ったこと」「興味持ったこと」についてまとめる。

(2) 本実施

1日目は東京大学大学院の見学、2日目は東京近郊の施設を見学した。

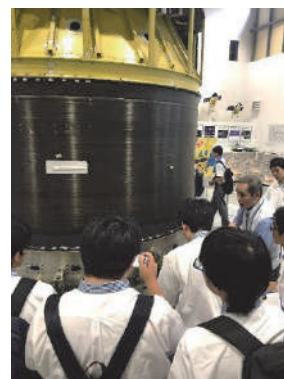


図2 施設見学
「JAXA 相模原キャンパス」

<2016年度> 1年特別進学クラス 37人参加

日付	場所	主な内容
8/2(火)	東京大学大学院	講義・施設見学
8/3(水)	本日本科学未来館	施設見学・講義

<2017年度> 1年特別進学クラス 34人参加

日付	場所	主な内容
8/1(火)	東京大学大学院	講義・施設見学
8/2(水)	第五福竜丸展示館・夢の島熱帯博物館	施設見学・講義

<2018年度> 1年特別進学クラス 39人参加

日付	場所	主な内容
8/2(木)	東京大学大学院	講義・施設見学
8/3(金)	早稲田大学(施設見学のみ)・日本科学未来館	施設見学・講義

<2019年度> 1年特別進学クラス 63名が希望、選考試験を実施し、40名参加

日付	場所	主な内容
8/20(火)	東京大学大学院	講義・施設見学
8/21(水)	JAXA 相模原キャンパス	施設見学

5-2-3 検証と考察

東京大学大学院の見学では、幾原雄一教授の講義を受けた。日本刀の原料として馴染み深かった日本古来より製造されてきた鋼の製法を例に挙げながら材料の力学的特性について説明がなされた。大量生産大量消費が良いとされてきた20世紀から、限られた資源の中で無駄のない高機能なモノを造りだすことが求められるようになった21世紀において材料学を研究することは、循環型社会を目指す一助になり得ることが示された。

幾原教授の講義後は、電子顕微鏡実習が行われた。内容は「生物を観察する」・「結晶内の原子を観察する」・「超高圧電子顕微鏡観察」の3つであった。それぞれ異なった目的に応じて使い分けられる顕微鏡の実物を前にして、事前指導の調べ学習で研究内容を調べさせた事も相俟って、生徒たちは興味と好奇心を刺激されたようで質問が絶えなかった。

図3は、SSH 東京大学ツアーに参加した生徒の2年次以降のコース選択の理系と文系の割合である。7割以上が理系コースを選択した。早期の段階で将来像を描かせることで文理選択の決定では、将来を見据えた選択ができたと考えられる。過去4年間実施してきたが、“本物に触れる”経験を通して、早期に将来像を描かせることに効果があるといえる。

来年度以降も継続して実施していきたい。

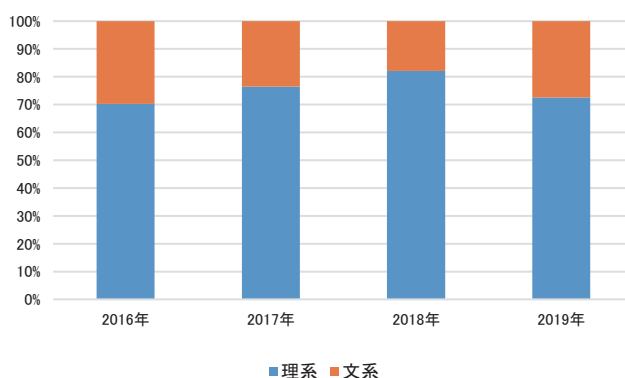


図3 参加者の2年次以降コース選択の割合

第6章 科学系部活動

6-1 自然科学部

吉川 靖浩 YOSHIKAWA Yasuhiro

6-1-1 経緯

科学系クラブの充実，科学者の育成，地域貢献を目指し，2007年に発足した。カリキュラム開発の主対象外の生徒であっても，個人の持つ科学に対する興味関心を広げ，探究的な活動ができる場を設けることを意識した。本校のSSH事業の推進の結果，所属する部員数は2月現在で1年生29名，2年生47名，3年生39名の計115名と非常に多くの生徒が所属する部活動として活動が活発化した。

6-1-2 目的

部活動発足時より，次の3つを活動目的に掲げている。①生徒の理科離れを防ぎ，授業では取り組むことが難しい実験実習をする。②プレゼンテーション能力を養う。③理科の科目間の境界を越えた学習，また，理科以外の教科の境界を越えた学習をする。

科学に興味を持ち，活動する生徒の中には，積極的に表現し行動することのできない生徒が多いと感じたことから部活動を通して，積極性や協調性，プレゼンテーション能力を養い，将来，議論のできる積極的な科学者として活躍することを期待する。

6-1-3 指導計画及び実施概要

生徒の科学的関心に合わせ，研究班（骨，発酵，天文，飼育，メディスン）を設け，それぞれのテーマで探究的な活動や実験実習を行うとともに，その成果を各種の発表会等で発表した。

表1 主な活動成果発表

月	名称	主催	内容
10月	公開見学会（10/24）	本校	ポスター発表（5件）
11月	<WEB版>なごや生物多様性センターまつり／ユースひろば	名古屋市環境局	口頭発表（1件）
12月	科学三昧 in あいち 2019	県立岡崎高等学校	ポスター発表（1件）
2月	生徒研究発表会	本校	口頭発表（1件） ポスター発表（1件）
3月	なごや生物多様性シンポジウム 日本細菌学会中高生発表	なごや生物多様性センター 日本細菌学会	口頭発表（1件） 口頭発表（2件）

（1）動物の標本作り

令和2年度は新型コロナウイルス感染症の影響により，年度の前半は部活動としての活動が制限されており，探究的な活動が思うようには進まなかった。

骨班は透明骨格標本の作成を行った。透明骨格標本は魚類の骨格を調査する研究手法として開発され，近年ではインテリアとして市販されていることから生徒の興味を引きやすい。手法は難しくないものの，それぞれの手順に化学的な背景があることから標本作成する過程でさまざまな化学の学習ができて有効だった。また，博物館学的な観点から標本のもつ意味，標本に必要な情報についてもあわせて学習できた。初めは作成することに楽しみを見出すだけであったが，小さい哺乳類を透明化するにはどうしたらよいかという課題を生徒たち自らが考え，実践した。生命倫理の観点からペット用のエサを利用して作成を行った。

別のグループは中型哺乳類やハチュウ類，鳥類の毛皮標本，骨格標本，仮剥製標本の作成を行った。透明骨格標本と同じく，博物館学的な観点から標本の持つ意味や標本に必要な情報を学ぶとともに，脊椎動物の多様性と共通性を学ぶ機会となった。これまでは主に害獣として駆除された中型哺乳類を材料に骨格標本作成することで，形態学的観点から進化について考える活動が中心であったが，今年度は毛皮標本の作成に挑戦したところ，なめしの工程など化学を応用する方法が複数あり，それぞれの工程について探究することができた。さらになごや生

物多様性センターと名城大学の大学院生の指導の下、中型哺乳類の仮剥製標本の作成を行った。毛皮標本で探究した知識とは異なる方法で作成に至ったことで多様なあり方を学習することができた。今年度作成した標本は12体であった。

(2) 庄内川流域の環境活動

本校の北を流れる一級河川である庄内川を利用した環境教育及び環境活動の普及を行うために国土交通省に河川協力団体として認定された「矢田庄内川をきれいにする会」と協働し、投網講習会及び藤前干潟二枚貝調査、砂州の清掃活動を例年通り計画した。しかし、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止の観点から中止した。一方、飼育班が月に1度の頻度で行っている環境調査は8月から再開し、これまでの生態調査に加え、メディスン



図1 活動の様子

班による水質調査を新たにはじめ、より多角的に調査を展開できるよう発展した。この活動はなごや生物多様性保全活動協議会の助成を受けて行った。砂礫底と砂泥底の2地点を抽出し、継続的に生物を捕獲する調査が中心だが、初めて川に入る生徒が多く、魚類の見分け方や生息場所、継続指して調査することの大切を学習できた。特に調査のために同定する過程では魚類の環境適応の違いや遊泳能力による形態の違いなど、多くの観点を学ぶことができ、生物の多様性を実感して学ぶいい機会となった。また、季節による生物相の変化に気づくことで、経年で比較する視点が芽生え、その違いから何が起きているのか調べる行動まで発展できた。結果として川の浚渫工事の影響という考察が得られ、自然を見る目が養われるだけでなく、公共工事という人の活動が及ぼす影響まで広げられたのは今年度の成果といえる(図1)。

(3) 地域ボランティアとしての普及活動

(ア) 児童館との協働

地域の小学生に対して科学の面白さや楽しさを感じてもらうこととともに、生徒のプレゼンテーション能力育成等を目的に「名古屋市市中村児童館」と協働し、科学ボランティア活動として、「科学あそび」を例年通り年4回程度計画したが、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止の観点からすべて中止した。

(イ) 地域団体との協働

(公財)名古屋市文化振興事業団の「演劇練習館(アクテノン)」と協働し、児童館と同様の目的で科学ボランティア活動を年3回程度計画したが、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止の観点からすべて中止した。

(ウ) 三河湾パートナーシップクラブ

大村愛知県知事のマニフェストにある三河湾環境再生プロジェクトの一環として本校が参画し、その中心として自然科学部が活動した。毎年開催される「三河湾大感謝祭」において、研究発表、ワークショップを行い、環境活動の推進と普及に努めているが、令和2年度は新型コロナウイルス感染症感染拡大防止の観点から「三河湾大感謝祭」が中止となり、参加ができなかった。

6-1-4 検証と考察

近年、飼育班を中心とした環境活動に積極的で、さまざまな団体と協働、協力しながら今年度も活動することができた。昨年度、愛知県の環境学習コーディネート事業を活用し、(株)日水コンとの協働を実施し、水環境の調査の専門家から直接指導を受けられたことで、より正確な調査研究の進め方を実践的に学ぶ機会となった。この活動が今年度の水質調査への発展に結びつき、引き続き行っている環境調査を多角的に考える活動へつなげることができた。新型コロナウイルス感染症の影響で活動に制限がある中、継続的に行えたことはこれまでの積み重ねを途切れさせることな

く、さらに発展させる方向へつながることができたと考えている。これに限らず名古屋市環境局が主催した「＜WEB 版なごや生物多様性センターまつり／ユースひろば＞」では、オンラインツールを用いた口頭発表を行うとともに、同様の取組を行っている他校生とも交流することができた。これら高校生との交流により意欲が向上し、その後の活動がさらに活発になる様子がみられた。また、直接ではないものの、一般に公開されたこれらの発表には市民の方からコメントが寄せられ、対面ではない発表の機会であっても十分に学びの効果があることが実証できたと思われる。3 月には対面の発表とオンラインの発表が控えているのでそれらも合わせて今後に向けて検証していきたい。今年度はオンラインでのイベント開催が増えたことで口頭発表の機会が昨年度に比べて 4 件増えた。これまで口頭発表についてはなかなか発表時に議論が深まらないという面もありポスター発表中心に展開してきた部分があったが、オンラインにおける口頭発表の場合にはチャット機能などにより質疑応答が活発になる傾向があることがわかった。今後に向けてさらに検証が必要だと考えられる。

6－1－5 成果と課題

これまで積み重ねてきた活動に加えて、新型コロナウイルス感染症の影響の中、自治体や地域の団体などとの協働を進められたことは成果だと思われる。これにより、生徒の意欲、活動は明確に向上した。また、愛知県と名古屋市が「愛知目標」の目標年及び「国連生物多様性の 10 年」の最終年に地域全体の機運の盛り上がりを図る一環として、愛知目標の達成に向けた取組みを総括し、更なる取組の促進につなげるため、COP10 以降に愛知県内で行われた生物多様性の保全や持続可能な利用に関する取組事例として選定した「あいち・なごや生物多様性ベストプラクティス」において、自然科学部の庄内川での環境活動がグッドプラクティスに選定され、表彰された。この 10 年間の活動は本校が SSH 第 2 期の第 1 年次からの活動と重なっており、SSH の一環としての自然科学部の活動が公に認められた記念すべき受賞といえる。近年の自治体等が主催するイベントはそれぞれから依頼されるような形で話が進められることが多く、今年度も同様であり、新型コロナウイルス感染症拡大防止のために参加できなかったものも複数あった。これらの周囲の評価は本校の自然科学部の環境活動が広く浸透していることを感じさせた。

自然科学部の卒業生が大学進学後も自ら自治体や地域団体の活動に参加し、環境活動の主体となって活躍していることは大きな成果だと考えられる。自然科学部の活動が関心や意欲を喚起し、その後の活動につながっていることがわかる、良いモデルとなった。さらに卒業生から在校生に声掛けされることで縦のつながりが生まれたことは自立的な人材育成ができていることを示しており、一つの成果であり、創部当初から掲げている目的は十分達成されていると考えられる。令和元年度の課題であった研究活動における口頭発表の少なさについては、オンライン開催ということもあり 4 件増えたことは改善の成果であるが、その分、ポスター発表が減少した。発表の形態はどのようなものであっても研究内容を発信することで周囲と以下に議論を深めるかが重要であるので、多くの方と議論を深めるという観点から次年度以降も発表の機会を重視していきたい。

6－1－6 5 年間のまとめ

(1) 部員数

平成 28 年度からの部員数の推移を示した(図 2)。最も多かったのは平成 28 年度の 126 名であった。その後は 100 名前後で推移した。本校の中でも最も部員数の多い部活動の 1 つだが、おそらく全国的にもこれだけの規模の自然科学系部活動は多くないと思われる。毎年度 30～40 名が入部するために近年は部員数が安定して推移しているが、要因として主体的に活動することに重きを置いていることに加え、コミュニケーション力の養成を図っていることから部員たちの生き生きとした姿、コミュニケーションを図る姿に影響をうける新入生が多いことが考えられる。入部した理由を生徒に聞くと、科学に興味がある、先輩たちが楽しそうだったからと

いう意見が多い。このことは科学系部活動としてのコミュニケーション力の育成が行われていることを裏付けることと言える。

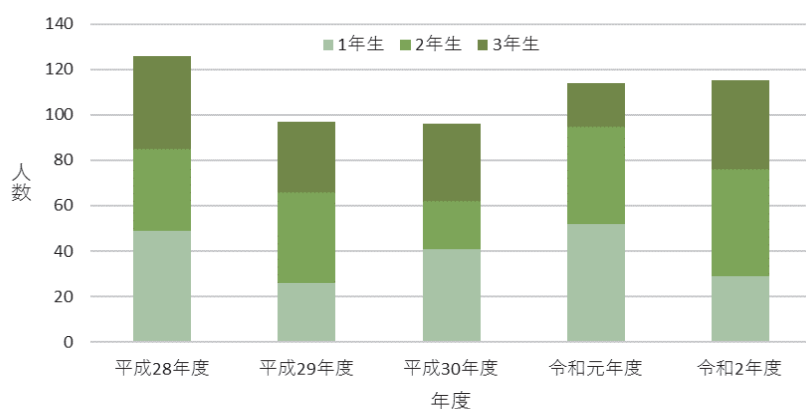


図2 部員数の推移

(2) 成果と課題

第3期の5年間で連携した機関・団体等は合計で8つに上った(表2, 図3)。自治体が半数を占めるものの、公益財団法人、地域団体、企業と多様な機関・団体と連携することができた。研究活動の支援、科学の普及、イベントを通じた連携など連携の仕方は様々であり、生徒は外部の方との交流を通じてコミュニケーション力を向上させたり、自分たちの活動を顧みながら次への活動を発展させたりする様子が見られ、目的である積極性や協調性、プレゼンテーション能力を養うことができたと考えられる。

表2 連携した機関・団体

種別	連携機関
自治体関連	愛知県環境部
自治体関連	名古屋市環境局
自治体関連	清須市役所
自治体関連	名古屋市・(社福)中村区社会福祉協議会
公財等	(公財)名古屋市文化振興事業団
公財等	(公財)中谷医工計測技術振興財団
地域団体	矢田・庄内川をきれいにする会
企業	株式会社日水コン

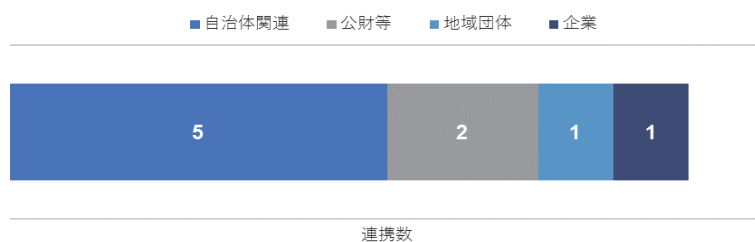


図3 連携した機関・団体の内訳

活動については令和2年度に「あいち・なごや生物多様性ベストプラクティス」においてグッドプラクティスに選定され、表彰された（図4）。この10年間を通じて、生徒たちが自然環境と真剣に向き合い、知識を広げながら実践を続けてきた成果である。この他にも名古屋市環境局なごや生物多様性センターの機関誌「生きものシンフォニー」には自然科学部が毎年掲載されていることに加え、日本経済新聞社「日経サイエンス」2020年3月号には自然科学部の環境活動が掲載された（図5）。SSH指定校の研究開発の一部として自然科学部の活動が掲載されることはその教育活動が広く周知されることにつながり、普及の面でも良い成果につながっていると言える。

自然科学部の卒業生は卒業後も自然科学部の活動に自ら希望して参加することが多い。また、それぞれで名古屋市環境局なごや生物多様性センター等のボランティアとして環境活動へ積極的に参加しており、地域の自然環境保全の担い手としての大きな期待を寄せられる存在となっている。中には全国の学生に参加を呼びかけ環境保護を推進するための学生連合を立ち上げて活動し、リーダーシップや主体的な行動力を発揮する学生や名城大学の学業優秀者として学長表彰（令和元年度）を受ける学生、第42回結晶成長討論会で結晶成長討論会賞を受賞（令和元年度）する学生など、自主自立的に多様な分野に挑戦し、活躍する姿が見られるようになってきた。今後、自然科学部の活動を進めていく中で、卒業した学生の多くが大学や社会の様々な分野で活躍し、日本を支える人材となるよう経験に基づいた多面的な教育を続けていくことが必要だと考える。



図4 あいち・なごや生物多様性ベストプラクティス



図5 日経サイエンス誌の掲載記事

6-2 メカトロ部

片野 泰行 KATANO Yasuyuki

6-2-1 経緯

部活動としては、例年7月下旬から8月上旬に開催される「LEGOロボットコンテスト」（主催：中部大学）、8月下旬に名古屋市内の堀川で堀川ライオンズクラブが主催する全国でも珍しい川の浄化に関する「堀川エコロボットコンテスト」に毎年参加している。この2大会がメカトロ部としての大会参加目標である。

他の活動としては、例年12月のクリスマス時期に近郊の保育園・幼稚園に出向き「レゴロボットボランティア」活動を行い日頃の生徒の成果発表とプレゼンの場としている。

6-2-2 目的

LEGOロボットコンテストは、全世界の高校生が共通のパーツ、英語を標準言語として、統一されたルールの中でいかに効率よくプログラムを組み、制限時間の中で高得点を勝ち取るかが問われる大会である。生徒たちは試行錯誤しながらモーターやセンサーを組付け、思考する過程でお互いに大きな成長を感じている。

「堀川エコロボットコンテスト」も同様に、生徒の発想で堀川の浄化とゴミの回収をどのような方法で行うかが問われ、発想力の育成につながっている。

6-2-3 指導計画

例年参加してきた大会はコロナウイルスの流行により、すべて中止となった。以下に参加予定であった大会等を記載する。

表1 今年度の参加予定大会等

月	大会	主催	内容
7月～8月	LEGOロボットコンテスト	中部大学	大会中止
8月	堀川エコロボットコンテスト	堀川ライオンズクラブ	大会中止
9月	文化祭	本校	発表なし
12月	レゴロボットボランティア	各保育園・幼稚園	発表なし
3月	熱田の森ロボット競技会	名古屋工学院専門学校	大会中止

6-2-4 検証と考察

上記の表の通り、ことごとく大会や発表の場がない中で、唯一本校での「公開見学会」だけが日頃の成果の発表の場として2回開催できたことは、生徒にとっても喜びであった。

今後も更に、各種大会がないとしても過去の大会を模して再現したり、過去の先輩たちのロボットを再現させて機構や新たな動作の検証等を行ったりする機会に当てることが必要である。

6-2-5 成果と課題

今年度は大きな成果がなく、大会で競い合うことよりも、大会に参加する意義を噛み締めた年であった。しかしながら、生徒たちもいろいろと模索して色の揃っていないルービックキューブをレゴロボットですべての6面を完成させ、また車輪が平行な二輪車を少し押しでも倒れないロボットを作り上げていた。過去にも先輩たちが挑戦していたことであるが、良き伝統と技能・技術の継承が伝達されており誇らしく思える場面を見せてくれた。

「LEGO ロボットコンテスト」は、来年度開催予定であり、過去に「地区大会」から「全国大会」、更に「世界大会」へ出場した経験がある。今年度の分まで来年度に託し、この1年の成長を「LEGO ロボットコンテスト」にぶつけてほしい。

7-1 経緯

前期指定の研究開発の結果、科学的興味・関心や学習についての動機付けは十分になされており、探究活動のベーススキルの育成の指導については、一定の成果が得られている。しかし、探究の過程における形成的評価やルーブリックを用いた評価手法には改善・開発の余地があり、教師のみならず、生徒・大学教員・外部の関係者との協同により新たな評価手法を開発することが課題である。この課題を解決するために、名城大学との協同による組織「課題研究評価研究会」を設置する。

7-2 目的

課題研究の評価法について検討する。研究成果の評価とともに、心の変容の評価法として開発する MMF（教育版 360 度評価）等の客観性についても検討し、それらの指標によって学力を保障し、入学試験における高大接続に役立てることを目指す。

7-3 活動内容

平成 28 年度は、福井大学の久保貢教授による「高大連携による課題研究の取組とその評価法」、平成 29 年度は、岐阜大学の中村琢准教授による「課題研究の効果と測定法」、平成 30 年度は、ベネッセコーポレーションデジタル事業推進部部長の数野恵治による「主体性を含む多面的総合的評価」の話題提供を元に課題研究活動による高大接続及び入学試験の在り方について検討を進めてきた。令和元年度は、平成 28 年度から本校にて調査を行う岐阜大学の中村琢准教授による、探究能力調査の最新状況と本校生徒の分析を元に検討を行った。

令和 2 年度は新型コロナウイルス流行防止のため、本研究会は開催できなかった。3 期目のまとめとして、以下に本研究会の委員（表 1）及び話題提供者とそのテーマを掲載する（表 2）。

表 1 課題研究評価研究会委員

氏 名	所 属	職 名	第 1 回～第 3 回
佐川 雄二	名城大学	副学長	久保 全弘
齊藤 公明	名城大学 理工学部	学部長	加鳥 裕明
森上 敦	名城大学 農学部	学部長	小原 章裕
灘井 雅行	名城大学 薬学部	学部長	平松 正行
伊藤 憲人	名城大学附属高等学校	学校長	岩崎 政次
角野 伸一	名城大学附属高等学校	副校長	伊藤 憲人
羽石 優子	名城大学附属高等学校	教諭	梁川 津吉

表 2 各回の話題提供者とそのテーマ

回	開催時期	話題提供者	テーマ
第1回	平成 28 年 12 月 2 日	大久保 貢氏 (福井大学アドミッションセンター)	高大連携による課題研究の取組とその評価法
第2回	平成 29 年 11 月 21 日	中村 琢氏 (岐阜大学 教育学部)	「高校生の科学探究能力調査研究」を用いた課題研究の効果とその測定法
第3回	平成 30 年 11 月 29 日	数野恵治氏(ベネッセコーポレーション デジタル事業推進部部長)	高大接続改革の概要と入試改革に於いて、高校大学に求められること～主体性を含む多面的総合的評価～
第4回	令和元年 11 月 27 日	中村 琢氏(岐阜大学教育学部准教授・ SSH 運営指導委員会委員)	探究能力調査の最新状況と本校の評価

7-4 成果と課題

名城大学の副学長及び理工学部・農学部・薬学部の学部長を委員に迎え、入学試験における高大接続に役立てることを視野に入れて課題研究の評価法について検討できたことは、一定の成果である。

これまでの会議で、大学生の「多様な解を導き出す力」や「批判的思考力」、「自律的な学修の力」の育成が不可欠であるという認識とともに、課題研究自体は評価できることが共有された。特に委員はSSH 東海フェスタで高校生の研究発表を見学・評価しており、「大学生にも見せたい」との発言もなされた。

一方で、それを入学試験に役立てる具体的な方法にまでは言及できていない。第1回の会議では、「評価者により評価内容に差が生じる」という点が課題探究の評価を入学試験に取り入れる際の障壁となるとの発言があり、課題探究による資質・能力の向上は実感としてあるものの、評価の客観性が問題となった。第3回には、基礎学力のみを判断基準とする現行の名城大学の入学試験では、附属高校における課題研究の成果を大学側が理解できず、附属高校で培った良さを磨くカリキュラムが大学に構築されていないという発言が大学の委員からなされた。一方で、多面的評価を一部の入学試験に導入している学部では、基礎学力が低い生徒が合格する場合があります、入学後に授業についていけなかった事例も紹介され、「公正な評価」について議論された。

第4回には、課題研究活動に力を入れると基礎学力が疎かになるのではないかと危惧する一般の大学教員はまだ多い現状であることが共有された。一方で、探究能力調査結果では、探究能力と偏差値との相関がとれているため、実際に基礎学力を伸ばす工夫がなされれば、大学側の理解が深まるとの発言があり、探究活動を通じて学力が担保できれば、自動的に大学に入学できる仕組みがあるとよいと言った意見も出された。

5年間の本研究会を通して、大学教員と高校教員が高校生の課題研究の成果と評価について率直に意見を交わし、高大接続に向けて話し合えたことは成果である。しかし、引き続き探究能力の評価法の開発を続けるとともに、基礎学力の育成が必要である。岐阜大学教育学部の中村琢氏による探究調査でも明らかになったように、課題探究活動と基礎学力には相関があり、切り離して育成するものではない。しかしながら、現状において、課題探究と基礎学力について天秤のようにどちらかに力を入れればどちらかが疎かになるといった印象を持っている生徒・保護者・教員も少なくない。したがって、課題研究の効果について定量的な測定を引き続き行いつつ、日々のさまざまな科目の授業においても課題探究活動と基礎学力が関連することを意識して展開すること、そしてその中で生徒自身が実感・理解する経験が肝要である。

また、心の変容をとらえるために開発中であるMMFについても、次第に成果と課題が見えてきたため、今後引き続き開発を続ける。

8-1 経緯

指定初年度の平成18年度から愛知・岐阜・三重・静岡の東海4県におけるSSH指定校の相互交流の機会として「SSH東海地区フェスタ」を本校主催で開催し、SSH指定校の生徒による口頭発表会、パネルセッション、参加高等学校の生徒・教員による交流会等を通じて、横の連携を深めてきた。平成20年度より東海4県のSSH指定校の代表による実行委員会を立ち上げ、本校だけでなくSSH指定校が協力して企画を計画している。本年度も実行委員会を設置し、企画・運営について検討を行った。フェスタは今年度で15回目の実施となる予定であったがコロナウイルス感染症の感染拡大により、実施することができなかった。この15年間で東海フェスタは、東海4県のSSH指定校の生徒が年に1度それぞれの研究を発表する場として定着してきた。近年は関東地区からの参加が続いていることもあり、東海地区限定にする必然性が低いため、平成28年度から名称を「SSH東海フェスタ」（以下、フェスタ）と改称した。また、平成28年度からタイ王国の生徒・教員の参加が始まったことで国際的な面での広がりが生まれつつある。本取組みは愛知県教育委員会、名古屋市教育委員会、永井科学技術財団から後援を受けている。

8-2 目的

フェスタは、愛知・岐阜・三重・静岡の東海4県におけるSSH指定校の相互交流を大きなテーマとし、毎年8月に行われる生徒研究発表会の前哨戦のような位置づけで、競争原理を導入し互いの研鑽を積むことを目的とする。加えて成果主義を導入し、科学財団より支援を受けながら産学協同の人材の育成を行う。

8-3 参加者

発表校として愛知県、岐阜県、三重県、静岡県、SSH指定校の他に、他の都県の指定校ならびに前指定校も参加した。また、聴講等を目的とする参加者は中学生から大学生、教員、一般など広く参加を受け付けた。以下には、2019年度の参加人数の概数と参加校を記す。

(1) 参加人数 約1000名

(2) 参加校（指定校及び発表校のみ）

ア 愛知県（11校）

名古屋大学教育学部附属高等学校、県立刈谷高等学校、県立明和高等学校、県立岡崎高等学校、県立一宮高等学校、県立時習館高等学校、県立豊田西高等学校、県立半田高等学校、県立旭丘高等学校、名古屋市立向陽高等学校、名城大学附属高等学校

イ 岐阜県（1校）

県立恵那高等学校

ウ 三重県（6校）

県立伊勢高等学校、県立津高等学校、県立松阪高等学校、県立四日市高等学校、県立上野高等学校、県立桑名高等学校

エ 静岡県（4校）

県立清水東高等学校、静岡北中学校・高等学校、県立浜松工業高等学校、静岡市立高等学校

オ 他都県（2校）

玉川学園高等部・中学部、東海大学付属高輪台高等学校・中等部

カ 海外（1校）

プリンセスチュラボーンサイエンスハイスクール・トラン校（タイ王国）

8-4 実施内容（以下には例年行っている実施内容を記す）

(1) 口頭発表会

各校の代表研究1テーマを口頭発表した。分野ごとに5分科会で実施し、大学教員1名、高校教員2名で審査を行い、分科会代表を決定した。5分科会のうち1つの分科会は、英語での発表を行った。代表校は全体会で発表を行い、全体会では審査は行わなかった。

(2) パネルセッション

各校に幅5mのブースを割り当て、パネルセッションを行った。ポスター発表が中心だが、発表形態は各校自由とした。審査用として各校1テーマを事前に設定し、高校教員による審査、生徒による審査を行った。

また、パネルセッションでもいくつかの発表は英語での発表となっている。

(3) 表彰式

口頭発表会、パネルセッションの表彰を行った。

ア 口頭発表会（優秀賞5件）

イ パネルセッション（特別賞4件）

(4) 交流会

指定校相互の交流を目的に大学の学生食堂を利用し立食形式で交流会を行った。各校の紹介や、研究についての意見交換などを行った。



図1 口頭発表会の様子

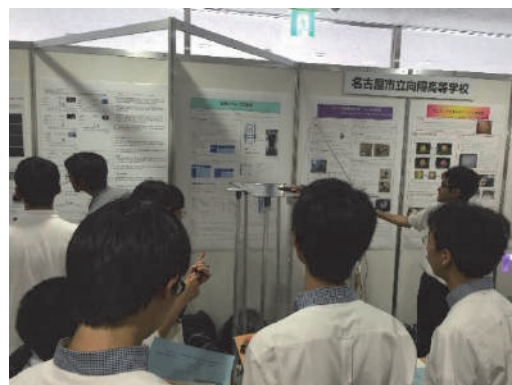


図2 パネルセッションの様子

8-5 成果と考察

昨年度の前指定校を含めた参加・発表指定校数は25校であった。図3に示してあるように、発表校は毎年東海地区のSSH指定校が全て参加をしている。15年間続けてきたことで、第2期に引き続き、第3期も東海地区SSH指定校にはすでに年間行事として定着している。また、新規認定校にも認定された年から参加がみられた。東海地区以外には、玉川学園高等部・中学部、東海大学付属高輪台高等学校・中等部、プリンセスチュラボーンスサイエンスハイスクール・トラン校（タイ王国）など関東地方や海外からの参加がみられ、毎年盛況に終わっている。

またフェスタは、毎年8月に行われる生徒研究発表会の前哨戦のような位置づけで、互いの研鑽を積んできた。その結果、フェスタで発表した学校が生徒研究発表会で顕著な成績を残している。

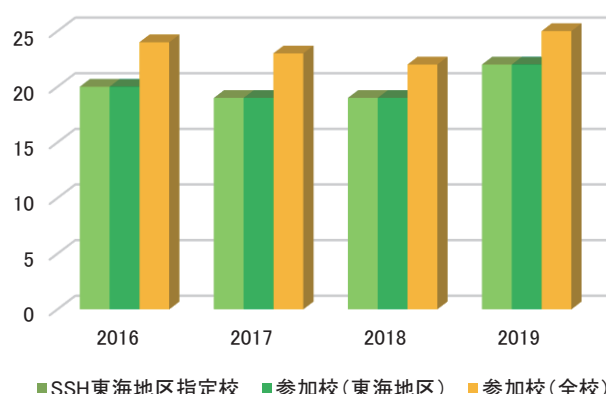


図3 フェスタ参加校数の推移

表1 フェスタにおける過去の表彰結果

	優秀賞(口頭発表会)	特別賞(パネルセッション)
平成28年度	静岡県立磐田南高等学校 愛知県立一宮高等学校 愛知県立岡崎高等学校 静岡北中学校・高等学校 名古屋市立向陽高等学校	愛知県立明和高等学校 静岡市立高等学校 名古屋市立向陽高等学校 名城大学附属高等学校
平成29年度	愛知県立刈谷高等学校 岐阜県立恵那高等学校 三重県立津高等学校 静岡県立清水東高等学校 静岡市立高等学校	愛知県立刈谷高等学校 愛知県立明和高等学校 名古屋市立向陽高等学校 玉川学園中学部・高等部
平成30年度	愛知県立半田高等学校 三重県立津高等学校 静岡北中学校・高等学校 静岡市立高等学校 岐阜県立恵那高等学校	静岡県立清水東高等学校 静岡市立高等学校 愛知県立一宮高等学校 岐阜県立恵那高等学校
令和 元年度	愛知県立明和高等学校 静岡県立浜松工業高等学校 三重県立四日市高等学校 静岡県立清水東高等学校 静岡北中学校・高等学校	名古屋市立向陽高等学校 愛知県立半田高等学校 愛知県立明和高等学校 愛知県立刈谷高等学校
令和 2年度	未実施	

表2 フェスタ参加校の生徒研究発表会の結果

令和 元年度	平成30年度
【ポスター発表賞】 名古屋市立向陽高等学校	【国立研究開発法人科学技術振興機構理事長賞】 名古屋市立向陽高等学校 【奨励賞】 国立大学法人名古屋大学教育学部附属中高等学校 【ポスター発表賞】 学校法人静岡理工科大学 静岡北中学校・高等学校 愛知県立一宮高等学校 【生徒投票賞】 三重県立津高等学校
平成29年度	平成28年度
【審査委員長賞】 名古屋市立向陽高等学校 学校法人玉川学園玉川学園高等部・中学部 【ポスター発表賞】 静岡県立浜松工業高等学校 三重県立津高等学校 【生徒投票賞】 静岡県立浜松工業高等学校 愛知県立半田高等学校	【奨励賞】 静岡県立磐田南高等学校 学校法人静岡理工科大学 静岡北中学校・高等学校 愛知県立一宮高等学校 【ポスター発表賞】 静岡県立浜松工業高等学校 愛知県立時習館高等学校

このように、毎年多くの SSH 指定校がフェスタに参加し、生徒研究発表会でも大きな成果を出している理由は、SSH 東海地区指定校の先生や生徒と協力して創り上げているからであると、考えている。フェスタは発表することだけでなく、生徒、教員ともに交流と普及が大きなテーマである。特に企画の段階から他校の先生方と協力してフェスタを作り出している実行委員会が大きな要因であると考えている。参加する学校全体で意見を出し合い、企画を作り上げるとともに、県を越えた学校間での交流ができるようになってきたことは大きな意味があると考えている。県を越えた交流では、

企画の創り上げだけでなく、研究の方法や実行委員会で設定したグループメール内での意見交換をしながら、この15年間でプログラムの内容も完成された。

8-6 今後の展望

今後も、15年間におよんで取り組んできたフェスタにて培った研究発表会と交流を通じた科学リテラシーの向上のノウハウと、構築してきた東海地区のSSHの強い絆とも言えるネットワークを最大限に活用して、グローバル人材の育成を考える。また、東海地区を中部地区に拡大し、SSHのみならず対象を広げ、優秀な研究者発表者及び指導者が一丸となって研究に取り組み、国際化時代における科学リーダーの育成を目指してこの企画を継続していきたいと考えている。

特に今後は、「コンソーシアムとしての機能の向上」「学校間共同課題研究」「検証」の3点について力を入れ、フェスタをさらに充実したものにしていこうと考えている。

まず、「コンソーシアムとしての機能の向上」については、生徒の資質・能力を統合して活用する学びの場と位置づけ、課題研究を通じたコンソーシアムとして、海外や地域の生徒の研究交流、課題研究の深化、成果普及等を目的とする。この活動により、地域全体の課題研究を中心とする教育の活性化が期待している。

次に「学校間共同課題研究」については、愛知、岐阜、三重、静岡の東海4県におけるSSH指定校全校とその他地域の指定校、海外の高校の相互交流を通じて行う。また、年間を通じた課題研究講習会を行う。具体的には、フェスタに向けて研究に必要なスキルを、オンラインを活用して獲得できるような機会を設けることも考える。これにより、フェスタに参加する学校は、共同研究しながら研究に必要なスキルを一緒に獲得することができ、参加校全体のスキルアップに繋がると考えている。

最後に、「検証」については、参加校数及び参加者数、学校間共同課題研究の参加数で行う。生徒の参加態度、行動を評価する。

以上の3点に関して、特に力を入れることでフェスタがより充実して今後も東海地区SSHの指定校に必要な不可欠な活動になると考えている。

第1章 実施の効果と評価

吉川 靖浩 YOSHIKAWA Yasuhiro

1-1 学校運営への効果

第2期では、普通科のコース編成を見直すことで主対象生徒を拡大した（図1）。

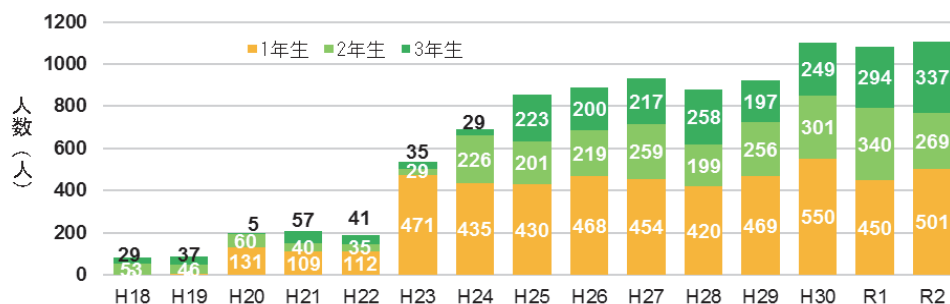


図1 主対象生徒数の推移（年度別）

第3期では、質的向上を図るために、新たに特別進学クラスを主対象生徒とし、SSクラスとともに探究活動に取り組むこととした。早期に理数重点教育を行い、課題探究型の学習を取り入れることで進学結果を含めてこれまで以上の成果が期待される。

一般進学クラスでは、第1学年で探究に関わる入門的科目「探究基礎」を実施し、これまで以上に文理融合を進め、学びのベーススキルの習得を目指した。理系においては第2学年の「総合的な学習の時間」で、「SSⅡ」で得たノウハウを生かして、担任団による探究活動を行うこととし、第3学年では「理科課題研究」にて探究活動のまとめとすることにした。

特別進学クラスでは、第1学年の「数理探究基礎」及び第2・第3学年の「数理探究」を課題探究型科目と位置づけ、数学を中心とした探究活動を行うことで、SSクラスとの差別化を図るとともに学習指導要領との関連性を明確にした。ここでの成果を進学実績だけでなく、新しい高大接続や入試制度に役立てることを意図した。

本校のクラスは進路目標別に学力層の異なる生徒で構成されている。結果としてそれぞれの学力層にあった探究活動の教育課程、指導法を開発することができた。これにより、全校的に探究活動を広げるうえでのモデルを構築できた。令和元年度より学校長による『「探究」の名城』というキャッチフレーズを掲げ、地域に広く本校の姿勢を広げることとなり、全校体制で探究活動を推進するマインドが形成された。

1-2 生徒

特別進学クラスを主対象としたことで、普通科の理系全員がその対象となった。平成30年度まで指定されていたSGH対象者も含めると、全員の生徒が何らかの形で探究型の学習を行う環境が整った。また、台湾海外研修に参加する特別進学クラス生徒は、「数理探究」での研究成果を英語で発表するが、その活動を通して学習に対する積極性が増したと言える。令和2年度は新型コロナウイルス感染拡大の影響から実施を中止したが、令和元年度の事後アンケートの結果からは、英語によるコミュニケーション力や多文化理解の必要性の実感が特に強く表れているばかりでなく、周辺生徒にも良い影響をもたらしていることがわかる。

1-3 教職員の変容

SSHに指定され15年目となり、SSクラス担任・SS教科担当者・教育開発部の分掌員など、令和2年度に直接SSH事業に関わる教員は60名であった。さらに、特別進学クラスを対象に加えたことにより、文系クラス以外のすべての普通科の教員が担任としてもSSH事業に関わることとなった（図2）。また、SS教科以外の学校設定科目における教科指導に関しても、文系・理系問わず担当して

いるため、教科融合の学び、協働的学びを展開する指導体制が整った。

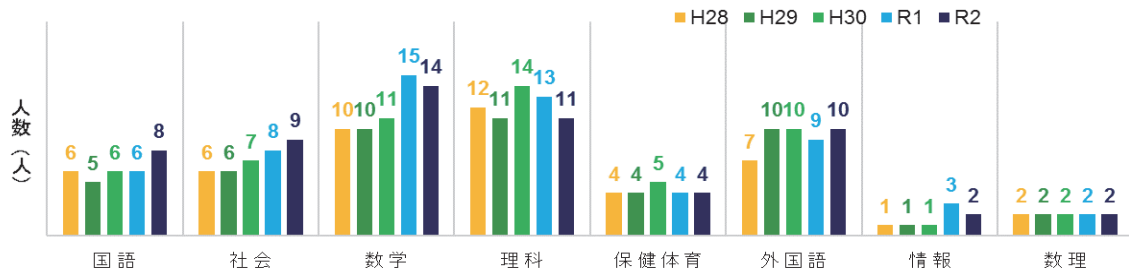


図2 担当教員数の推移（教科別）

平成28年度より発足した「アクティブラーニング研究会」の教員が中心となり、普段の授業においてKP法を利用した授業や反転学習を恒常的に実施するなど授業改革が着実に進行している。これらの実践は「教育研究会」として平成30年度、令和元年度に愛知県を中心とした全国の高等学校等へ広く発信する教員研修会の実施につながり、2年間でのべ175名の他校教員の参加があった。第3期を通じて、教員が自主的に公益財団法人等の教育資金支援に応募し、採択されることが3件、他団体が主催する研究会や学会等での自主的な教育実践の発表だけでなく、発表依頼をされる教員が増えるなど、教員の挑戦する意欲と教員の外部評価が着実に高まった。これまでのSSHの取組をどう校内外の教員や生徒にどう還元していくべきかを考えるように教員の意識も変容してきた。

1-4 生徒の変容

第1期から第3期4年次までの理系進学者・就職者数は3,995名に上り、年平均では285.3名であった。指定期別では第1期が平均で276.2名、第2期が282.2名、第3期が300.8名と着実に増加している。このうち、国公立大学進学者は安定して35名以上が進学するようになった。令和元年度は前年度から13名増加し47名となった（図3）。卒業生全体における理系進学者・就職者の割合は平成27年度に初めて50%を超え、その後は一旦減少したものの平成30年度は50.2%、令和元年度は51.6%と上昇傾向にある（図4）。

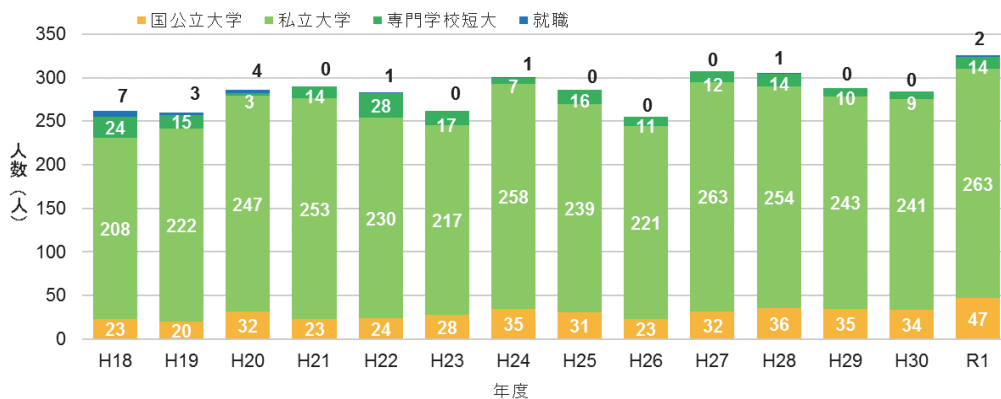


図3 理系への進学者数と内訳（年度別）

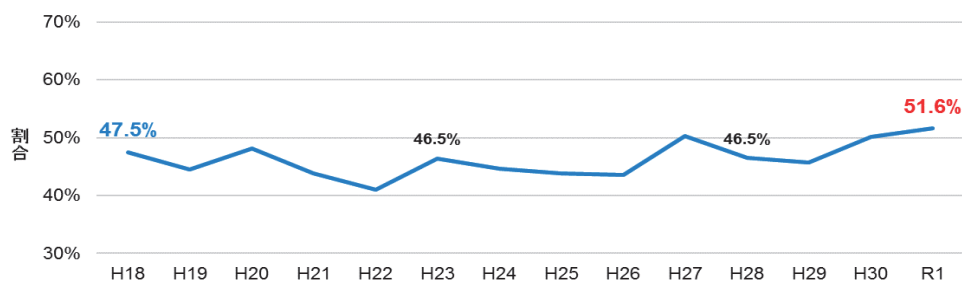
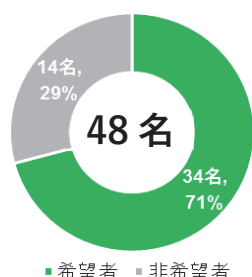


図4 理系進学者の割合の推移

名城大学との協創の一環で、名城大学農学部と SSH 修了生受け入れ制度を実施している。これは SS クラスを卒業した生徒の希望者が、1 年次から研究室に所属し研究を続けられる制度で第 1 期の平成 21 年度から実施している。これまでの対象者は 48 名で、そのうち 34 名が所属を希望した（図 5）。その中からは大学 3 年次に学会で発表する学生（平成 27 年度卒）や、名城大学の学業優秀者として学長表彰（令和元年度）を受ける学生（平成 28 年度卒）などが現れている。この卒業生は自ら環境保護を推進するための学生連合を立ち上げ、全国で活動するなど主体的で意欲的な活動を続けており、SSH の事業推進によって生まれた好事例といえる。



高大協創による名城大学農学部の SSH 修了生受け入れ制度の対象者 48 名のうち、34 名が希望して進学している。希望した卒業生のうち、3 年生で学会発表する学生や学業優秀者として学長表彰を受ける学生などの活躍がみられる。

図 5 SSH 修了生受け入れ制度

その他、自然科学部から名城大学理工学部に進学した卒業生は日本結晶成長学会が主催する第 42 回結晶成長討論会で結晶成長討論会賞を受賞する（令和元年 8 月）など自主自立的に多様な分野で積極的に挑戦する学生が着実に増えている。これらは本校在学中に多様な経験と挑戦するマインドの形成があったことや名城大学との協創によるものであり、大きな成果といえる。

1-5 講師招聘者及び外部講師数

名城大学をはじめ、その他の大学や研究機関から招聘した講師数及びフィールドワーク等に関わった講師数の一覧を示す（図 6）。

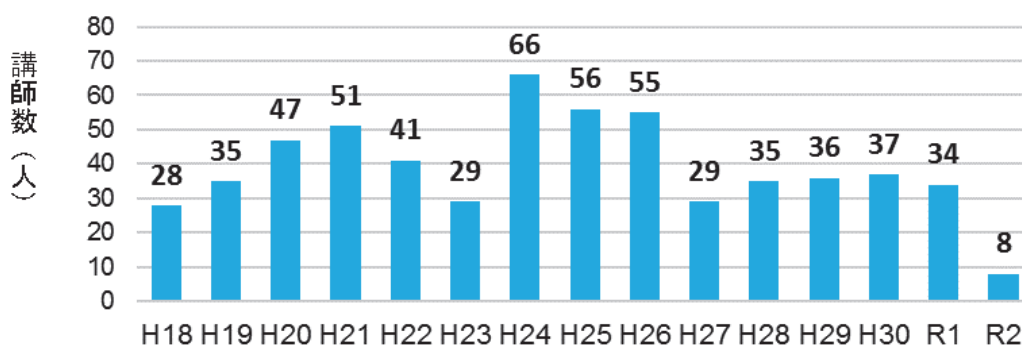


図 6 講師招聘者及び外部講師数（年度別）

SSH 指定当初は、学校設定科目での講師招聘数が増加したが、第 3 期では、指導内容がほぼ固まり、外部講師の招聘数はほぼ落ち着いてきた。現在では、JAXA や JAMSTEC などの研究員や他大学の教員を中心にテーマに合わせて招聘している。名城大学については、課題研究や全校生徒を対象にした高大連携講座を中心に連携を行っている。

また、SS 研修ツアーや SSH 東大ツアーなどのフィールドワークにおいて、訪問した大学や研究所で講義を受けるなど数多くの講師の先生方に協力をいただいていた。

2-1 校内におけるSSHの組織的推進体制

第1期より推進母体として設置した校務分掌「教育開発部」(図1)が中心となりSSHに対して組織的に取り組んでいる。その結果、SSHにおいて包括的・国際的な視点を持った取組を行うことができている。

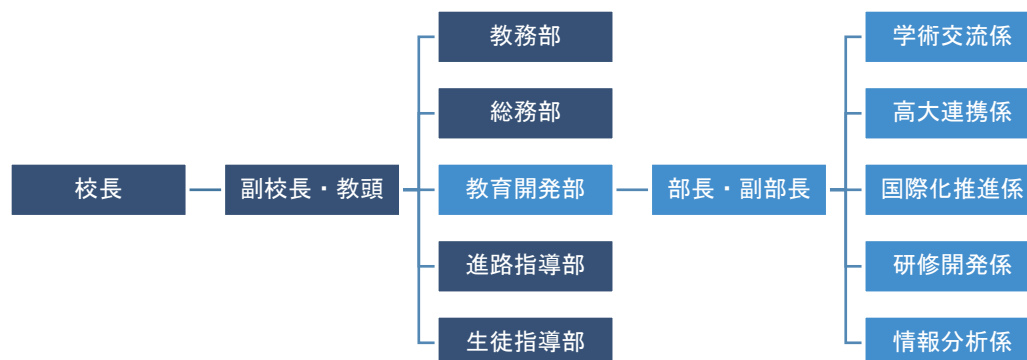


図1 校務分掌「教育開発部」

学校法人名城大学を含めたSSH事業の推進体制は次のようである(図2)。統括組織として、SSH連携推進委員会を置く。本校にはSSH実行委員会をおき、教育課程や研究開発の企画・立案を行う。教育課程の実行は、教科担当者会議を中心に、科目ごとのワーキンググループを置き、指導の細部を検討する。これによって、約半数以上の教員がSSH事業に関わることとなった。

高大協同の組織である課題研究評価研究会では課題研究の評価手法の開発を行い、評価結果を入学試験の高大接続に役立てることを目指す。さらに、SSH東海フェスタの企画立案には、東海4県のSSHの代表からなるフェスタ実行委員会を置く。フェスタの開催にあたっては、永井科学技術財団の支援を受けている。評価については、管理機関が設置するSSH運営指導委員会及び附属高校の学校評議員会より指摘・助言を仰ぐ。SSH実行委員会の構成員が、その他の組織の構成員を兼務することで、組織は有機的に連携することができる体制を整えている。また、校長の指導のもと必要に応じて人材を適切に配置する。名城大学との連携事業に関して、講師依頼、契約及び申請、経費処理などの事務手続きについては、名城大学の事務部門の大学教育開発センターが、附属高校のSSH担当事務と協働する。

また、平成28年度から「アクティブラーニング研究会」、令和元年度からは「探究型学習推進委員会」を設置し、授業改革や校内の探究学習の教育資産の共有を進めている。

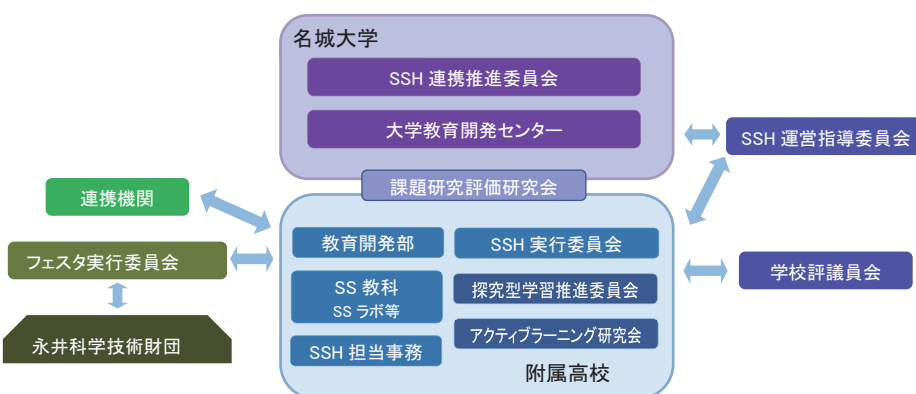


図2 SSH事業の推進体制

SSH運営指導委員会 【名城大学の組織】

1	中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社	伊 藤 元 行
2	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所	佐 藤 豊
3	国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学教育学部	中 村 琢
4	指定国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所	佐 藤 綾 人

第4編 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章 課題と今後の方向

吉川 靖浩 YOSHIKAWA Yasuhiro

下記に示す第2期指定の仮説は、第3期も引き続き検証を行った。

仮説① メンタルリテラシーの向上は、学びの向上に寄与する。

仮説② 科学リテラシーの向上は、科学技術系人材の育成に寄与する。

仮説③ 科学技術系人材の育成にはキャリア支援が有効である。

平成30年度の間評価は以下のものであった。

「これまでの努力を継続することによって、研究開発のねらいの達成が可能と判断される」

- 名城大学教員による取組の前後で、国語科、数学科、理科などの教師が生徒に対して適切にフォローアップしており、より効果的になるように工夫していることは評価できる。
- 全校体制の下、組織的に事業を推進していることや、計画時に課題としていた各項目について、着実に取り組まれていることは評価できる。また、どのような生徒を育てたいかが明確になっており、それに向けた一つ一つの取組が有機的につながっており大変評価できる。
- 全校生徒を対象にした取組である「サロン」については、数学や科学について自由に疑問や意見を述べ合う興味深い取組であり、数学や科学への生徒の意識を高めるなどの効果が期待でき、評価できる。成果物として「続・サロンノススメ」を発行している点も評価できる。
- 指定当初から開催している「SSH 東海フェスタ」について、内容・規模共に拡大・充実しており評価できる。
- SSH対象生徒が名城大学農学部へ進学した場合、大学1年生から研究室に所属させるというのは高大接続に関する画期的な取組であり評価できる。今後、高校からの課題研究の継続、メンターとして卒業生の高校への派遣、研究室所属に関して他の学部への横展開拡大などについて検討していくことが望まれる。

また、ヒアリング時には以下のような質問及び指摘があった。

- 土曜サロンについて、刊行物「続・サロンノススメ」によると、名古屋大学名誉教授の指導の下、サロンの学習が幅広く展開されているが、このような素晴らしい取組については、一人でも多くの生徒を参加させることが大切である。
- 学校設定科目「スーパーサイエンスラボ」、「数理探究」が開設されており、第2学年と第3学年にまたがっているが、各学年の指導内容は継続されているのか。また、評価は二年間にわたって行っているのか。もし、学年ごとに評価するのであれば、第2学年と第3学年では科目名を分けたほうがよい。
- 探究活動がほとんどの学年・コースで行われているが、それに関わる教員に対する研修はどのように行われているのか。また、その研修は強制で行われているのか。
- 探究活動の内容や国際オリンピック予選の結果をみていると、化学や生物は取組が積極的であるが、物理については手薄なように見受けられる。
- 2022年入学以降の探究科目である「理数探究」の導入は可能か。

これらの指摘に対しては、指定初年度から行っている「土曜サロン」が15年目となり、四方義啓名古屋大学名誉教授の指導の下、サロンの学習指導のノウハウやコンテンツも蓄積されてきた。ここ数年は、本校の教員が中心となってテーマを決め問題提起を行い、サロンの学習が展開されてい

る。広報については、全校生徒への案内や本校のウェブサイトにもブログを掲載し、近隣の中学生や高校生にも募集をかけている。令和2年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から参加者を限定して2回の実施にとどめた。令和元年度は、学外者も含め延べ475名の参加があり、第3期を通算すると約1600名超が参加した、本校SSHの根幹をなすプログラムであった。四方名誉教授は高齢ということもあり、今年度で勇退され、今後は本校の教員を中心に学外から話題提供者を招いたり、生徒に話題提供を促したりするなど、より発展的に進められるように計画をしていきたい。

学校設定科目については、SSクラスでは、「SSⅠ・Ⅱ」、「SSラボ」、「科学英語」と課題研究に向けての一連の指導計画が固まっている。特別進学クラスにおいても同様に「数理探究基礎」、「数理探究」の流れで課題研究が計画されている。指摘のあった科目については、2学年に渡って継続した研究を行っているが、評価については学年ごとにルーブリックを利用した評価で行っている。科目名については、令和2年度入学以降の教育課程の改訂において科目名変更を検討した結果、授業を2、3年生合同で展開していることもあり、混乱を招くおそれがあることから変更せずに据え置いた。SS教科はすべての科目でチームティーチングの体制をとっており、年度ごとに担当者を一部入れ替えながら指導の引き継ぎと発展を進める。また、現在展開している学校設定科目「SSラボ」、「数理探究」は「理数探究」と目的等を同じにして開発を進めているものであり、特に「数理探究」は「理数探究」への展開を意識して開設した。そのため、令和4年度入学生以降は「理数探究」として展開する計画である。

教員研修については、専任・非常勤問わず全ての教員を対象として校内外への普及に務めている。県内外で行われる課題研究の研究会や研修会にも参加しやすい環境を整えるとともに、研究成果の実践を校内及び他の研究会などで発表する教員も増え、多くの教員が一層の自己研鑽に励んでいる。

さらに、平成28年度に若手教員が中心となり発足させたアクティブラーニング研究会は、平成30年11月22日に「教育研究会2018」を本校で開催し、50団体100名を超える教員が東海地方を中心に全国から集まった。引き続き開催した令和元年度は39団体73名の教員が参加した。また、令和元年度にはSSH事業として「探究活動ワークショップ」を年2回開催した。本校の開発した探究活動の指導について紹介するとともに実践的な研修と意見交換を行う取組で、第1回は29名、第2回は22名が参加し、大変好評だったことからよい普及につながったと考えられる。令和2年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から中止したが、令和3年度以降の「探究活動ワークショップ」はオンラインを含めて開催することを検討している。

物理分野の探究活動については、名城大学LED共同研究センター竹内哲也教授や院生の指導のもとに少数精鋭での課題研究「ノーベルラボ」が軌道に乗りつつあり、「数理探究」の対象者から選抜し、本校の物理教員が中心となって探究活動を行っている。通常授業に加えて長期休業などを利用して大学の研究室での実習など行うとともに定期的な助言、指導をいただいている。

第3期の研究開発課題「高大協創による国際的科学リーダーの育成」を達成するにあたり、以下の研究開発目標を立てて取り組んだ。

- ① 高大の協創により、科学リーダーを育成するための各種プログラムを実施する。
- ② 課題解決型・課題探究型学習の指導法と評価法を開発する。
- ③ 教科融合の学び、協働的学びを学校設定科目と学習指導要領との連携により展開する。

①については、学校設定科目・高大連携講座・SSH東海フェスタ・海外研修・サロンを展開した。しかし、海外研修ではタイ王国のプリンセスチュラポーンサイエンスハイスクール・トラン校との共同研究が実現できていない。オンラインを利用し研究に関する打合せを定期的に行い、両校が互いに訪問し合うことで国際感覚が醸成され则认为。平成30年度から現地校と協議を重ねており、令和2年度は具体的な研究内容について意見交換することができた。令和3年度から国際共同課題研究としてオンラインを活用して実施し、SSH東海フェスタでの発表を目標にした計画で進め

る予定である。平成 29 年度から始まった台湾海外研修についても年間を通した研究交流の在り方を模索するとともに、海外の高校生の受け入れを積極的に行うことで、多くの生徒が海外の高校生と研究を通じた交流の機会を増やしていきたい。第 3 期で取組を始めた「ノーベルラボ」は、受講者を学校設定科目「数理探究」の希望者から選抜し、授業に加えて長期休業などを利用して少数精鋭での課題研究として一定の効果をを得ることができた。ノーベル賞受賞者の系譜から直接指導を受けることでオンザジョブトレーニング (OJT) の効果が期待され、ノーベルラボ受講生徒とその他の生徒のルーブリック評価を比較すると 4 段階の評価基準で「研究目的」、「先行研究の調査」、「科学的思考・判断」で高い値となった (図 1)。これらは探究の過程において、課題の設定と強く結びつく項目であると理解できる。ノーベルラボで明らかになった成果を課題研究の指導へ還元することが今後の課題となる。

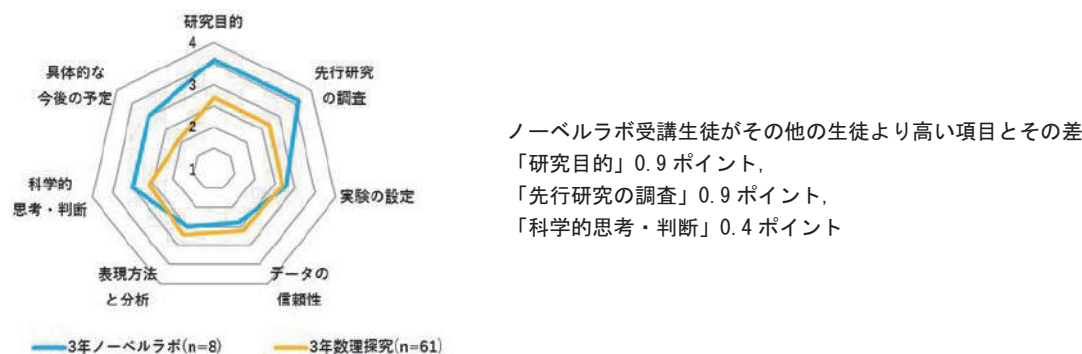


図 1 ルーブリックを用いた評価の比較

②については、学校設定科目「SS ラボ」の指導法と評価法の開発を行った。指導法について探究の過程を 2 回行う一連の指導計画を完成できた。具体的には「SS I」で探究の基礎を学び、指定したテーマで研究を行って探究の過程を経験した後、「SS ラボ」で個々のテーマ設定による課題研究へ発展させ、様々な発表会やコンテスト等への発表や応募を目標としながら探究の過程を学習する。開発の過程で独自教材として「一枚ポートフォリオ」、「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」を開発できたことは成果である。一方で課題研究の成果をコンテスト等へ応募をするうち、入賞に結び付くのは 14%であることから、指導法を改善して生徒の資質、能力の向上を図り、深まった研究に結びつけることが課題である。

新しい評価手法として MMF (教育版 360 度評価) に取り組んだ。MMF は主に企業の人材評価で用いられている 360 度評価を生徒の心の変容をとらえることを目的に教育で利用できるよう開発したものである。「SS ラボ」の生徒を対象に評価したところ、個別研究をしているためか、当初は他者評価の未回答率が 51.5%と高く、評価の前提となる生徒間の関係作りが必要であることが明らかとなった。そのため、研究テーマに関係なく 5～6 名の小グループを作り、研究の進捗や課題をディスカッションする時間を毎授業時間に設けたところ、未回答率は 25.4%と 26.1 ポイント減少し改善された。このディスカッションは評価のための関係づくりにとどまらず、各自の課題研究に気づきを与え合う効果も生み、本校が目指す他者との協働ができるリーダーの育成にもつながることとなった。

MMF は開発途中であるが、平成 29 年度入学生の追跡調査の結果、自己評価の平均値が 17 の項目のうち、15 の項目で向上がみられた。これは MMF の狙いである変容へとつながったことを意味し、生徒の成長の定量化に一定の成果があると言える。課題は評価の基準が明確でなかったことである。今のあり方は項目に対する回答を 5 段階の順序尺度で定量化するものであるが、主観的になりやすいため、評価指標を明確にする必要がある。また、この評価を高大接続の改善、特に入学試験に役立てるという目標は未達であるため、名城大学との協創による「課題研究評価研究会」を中心に検討を続けていきたい。

これに加えてパフォーマンス評価としてのルーブリックの開発に取り組んだ。「SS ラボ」で用い

るルーブリックは第2期から開発を始め、第3期を通して改善を重ね、研究活動のスキル、研究を論理的に理解し表現するスキル（レポート）、研究を表現し発表するスキル（口頭・ポスター発表）の3つの大項目と16の小項目の構成にし、評価基準を8段階にしたことで質の高いルーブリックの開発ができた。ルーブリックは今後も改善をしながら開発を続ける。また、平成30年度に開発した教材「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」を令和元年度に正式に採用したことで明らかになった課題を改善し、よりよい教材開発を進める。また、探究にかかるスキルの形成的評価を定量化するために、名城大学との協同組織「課題研究評価研究会」にて課題研究の評価法について引き続き検討する。

③については、第3期指定において新たに主対象となった特別進学クラスの学校設定科目「数理探究基礎」及び「数理探究」と数学の各単元との繋がりを明確にした指導用マニュアルの作成を目指す。現在、理科教科で行われている「理科課題研究」での実践と融合させながら、新学習指導要領で設定される「理数探究」の導入を目指す。また、サロンにおけるサロンの学習の実践テキストを公開することによって、教科融合の学び、協働的学びのモデルとなるコンテンツを普及させる。

第2章 成果の普及

SSH 事業の普及と本校の SSH の成果普及のために以下のように取り組む。

1 毎年行う普及活動

① フェスタと研究収録

東海地区の SSH 全体の研究成果を参加者に普及する。参加者には指定校の生徒と教員以外にも、保護者や一般からの参加を含む。

② ウェブサイト

本校のウェブサイトには日々の活動を広報するブログをはじめ、研究計画や研究内容、研究開発報告書やフェスタの研究収録などがすべて閲覧、必要に応じてダウンロードできるようになっているため、活動の詳細は一般にも普及できる。

③ 地域への普及

校内の生徒研究発表会や土曜サロンを他校生や中学校に参加を呼びかける。

自然科学部における地域と協働した科学ボランティア活動や地域団体と協働した環境活動、メカトロ部における幼稚園に出向くロボットボランティアなどを通じて、小学生・幼児・一般の方々へ科学の普及を行う。

2 探究活動の指導法、評価法の普及

平成30年3月に告示された高等学校学習指導要領の中で、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が必要とされ、関連して「総合的な探究の時間」や「理数探究基礎」「理数探究」等の新設科目の展開が示されていることから、本校のみならず、各学校においても探究的な取組が必須になると考えられる。しかしながら、多くの教員は自身が高等学校や中学校の時代に探究活動を経験しておらず、現在でも指導法や評価法も体系化されているとは言い難い。また、探究活動においては、生徒たちの資質・能力に合わせた指導・評価が必要である。このような背景から、SSH の成果普及としてこれまで本校が培ってきた探究型学習、探究活動の指導法を広く発信し、各学校での指導計画に役立てられる状況を作り、多くの生徒の成長に寄与することは、SSH 指定校として、理数教育の地域の拠点校としての本校の役割だと考えた。そこで、探究活動の教員研修として「探究活動ワークショップ」を開催することとした。目的は本校の SSH 事業で開発してきた探究活動の指導、評価に関する成果について、実践を通して共有、検討することで科学技術系人材の育成が推進されることを目指すことに加え、情報交換を通して学校間、教員間のネッ

トワークが構築されることを目指すこととした。令和元年度に8月と12月の2度開催し、のべ37名の参加があり、内容は本校の一般進学クラスで展開している「理科課題研究」の指導の実践とし、第1回が授業実践、第2回がルーブリックを用いた評価の実践とした（図2）。

第1回の参加者アンケートより95%が「大変参考になった」、「参考になった」と回答しており、初めての取組としては意味のあるものになったと思われる。自由記述からは「実験を仮説に基づいてどのように実施し、その結果をどのようにまとめ、評価していくかという一連の流れがよくわかった」や「自校でも実施できる要素を感じることができた」など目的の一部を達成できた。

第2回は内容については100%が参考になったと回答し、特に「大変参考になった」が89%と、高評価が得られた（図3）。自由記述からはルーブリックの作成・活用に対して難しさを感じたうえで、「今後評価方法を考える上で大変役に立った」、「教員の話し合いの大切さを痛感した」といった前向きな意見が多くあった。また、「自校が抱える問題点を明確化することができた」という意見もあり、高評価に結びついたと考えられる。これらは参加者の探究活動における評価に対する問題意識の高さの表れと捉えることができ、教員研修として一定の効果があったと考えられる。



図2 第1回参加者の様子



図3 第2回アンケート結果

この取組により参加者の勤務校における探究活動を考えるきっかけ、指導意欲の向上につながったことでSSH指定校として、地域の拠点校としての役割を果たせたといえる。また、アンケートからは「他校の現状を聞いてよかった」に代表される意見が多く回答されており、「お互いの情報交換を通して学校間、教員間のネットワークが構築されることを目指す」という目的は達成されたと考えられる。今後ネットワークの構築を何らかの形で促す方策を考える必要がある。令和2年度は新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から中止としたため、自校での取組にどう生かされたかを確認することができていない。今後オンラインの活用を含めた実施の方法と、生徒の成長へどう還元されたかを検証することが課題といえる。

3 成果物としての普及

これまで、下記の成果物を刊行し、文科省・JST・SSH指定校・教育関係各所に配布した。

平成24年度	「サロンノススメ」
平成25年度	学校設定科目「バイオサイエンス」教材「バイオサイエンス」
平成26年度	学校設定科目「科学英語」教材「科学英語」
平成27年度	学校設定科目「スーパーサイエンスⅡ」教材「サイエンス実習」
平成27年度	「サロンノススメ（増補版）」
平成27年度	学校設定科目「科学英語」教材「EINGLISH for SCIENCE」
平成29年度	「続・サロンノススメ」
平成30年度	学校設定科目「スーパーサイエンスラボ」教材「スーパーサイエンスラボ課題研究ノート」
令和2年度	課題研究指導者用教材「課題研究ハンドブック」

資料1 令和2年度 入学生 教育課程表（主対象生徒 普通科 第1学年）

教科	科目	標準 単位	第1学年				第2学年				第3学年					
			一般	スーパー	国際	特進	一般	スーパー	国際	特進	一般	スーパー	国際	特進		
							文系	理系		文系	理系	文系	理系	文系	理系	
国語	国語総合	4	4	4	4	4										
	現代文B	4					3	2	2	3	3	2	3	3	3	3
	古典B	4					3	2	2	3	3	3	4	2	2	4
地理歴史	世界史A	2	2	2	2	2										
	世界史B	4					□3			3	□3		□4			3
	日本史A	2	2	2	2	2										
	日本史B	4					□3				□3		□4			□4
	地歴演習											▲2				
公民	倫理	2					2	2	2	2	3	2	2	2	2	3
	政治・経済	2														
数学	数学Ⅰ	3	3	3	3	3										
	数学Ⅱ	4				2	4	4	4		3	2				
	数学Ⅲ	5									1		5	5		5
	数学A	2	2	2	2	3										
	数学B	2					2	2	2		3	3				
	数学演習A								2				4			2
	数学演習B												2	2		3※
理科	物理基礎	2	2	2		2									2	
	物理	4						○3	3			○3		○3	○3	
	化学基礎	2		2			2	2		2	2	2				
	化学	4					2	3			2		4	3		4
	生物基礎	2	2	2	2	2										
	生物	4						○3	3			○3		○3	○3	
	理科課題研究	1											1			○3
保健体育	体育	7～8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	保健	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
芸術	音楽Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
	美術Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
	書道Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3	3	4	3										
	コミュニケーション英語Ⅱ	4					3	3	3	4	3	3				
	コミュニケーション英語Ⅲ	4											3	3	3	4
	英語表現Ⅰ	2	3	2	3	3										
	英語表現Ⅱ	4					2	2	2	3	3	3	3	3	3	4
家庭	家庭基礎	2	2	2	2	2										
情報	社会と情報	2	2	☆	2	☆										
グローバル	国際教養								2						2	
	イングリッシュプレゼンテーション				2				2						2	
スーパーサイエンス	科学英語													2		
	スーパーサイエンスⅠ			☆2												
	スーパーサイエンスⅡ							*2								
	スーパーサイエンスラボ							*2					2			
	数理探究基礎					☆2										
総合的な探究の時間	探究基礎Ⅰ		1									*2				*1※
	多文化共生				2											
	探究基礎Ⅱ						2									
	課題探究								2			▲2			2	
								2								
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
合計			32	34	34	34	32	32	34	34	34	34	32	32	34	34

注1 第1学年 スーパーは「社会と情報」に代えて「スーパーサイエンスⅠ」を履修(☆印)し、特進は「社会と情報」に代えて「数理探究基礎」を履修(☆印)する。

注2 第2学年 □印、○印からそれぞれ1科目選択する。
スーパーは「総合的な探究の時間」に代えて「スーパーサイエンスⅡ」および「スーパーサイエンスラボ」を履修(*印)し、特進理系は「総合的な探究の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)する。

注3 第3学年 一般及び特進は、□印、○印は、2学年で選択した科目を継続履修し、一般文系は▲印から1科目選択し、スーパーは○印から1科目選択する。
特進理系は「総合的な探究の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)する。
また、※印は、数学演習B(3単位)のうちの1単位分を数理探究と期間を区切って履修することを表す。

注4 傍線でくくられた科目は、期間を区切って履修することを表す。

注5 芸術選択は■印から学校選択

注6 「一般」とは一般進学クラスを、「スーパー」はスーパーサイエンスクラスを、「国際」は国際クラスを、「特進」は特別進学クラスを、「文系」は文系コースを、「理系」は理系コースを表す。

資料1 令和元年度 入学生 教育課程表（主対象生徒 普通科 第2学年）

教科	科目	標準 単位	第1学年				第2学年				第3学年			
			一般	スーパー	国際	特進	一般	スーパー	国際	特進	一般	スーパー	国際	特進
							文系	理系			文系	理系		
各学科に共通する各教科・科目	国語総合	4	4	4	4	4								
	現代文B	4					3	2	2	3	3	2	3	3
	古典B	4					3	2	2	3	3	3	4	2
	地理	2	2	2	2	2								
	世界史A	4					□3			3	□3		□4	
	世界史B	2	2	2	2	2							3	□4
	日本史A	4					□3				□3		□4	
	日本史B													□4
	地歴演習										▲2			
	倫理	2									2	2	2	2
	政治・経済	2					2	2	2	3	2			
	数学Ⅰ	3	3	3	3	3								
	数学Ⅱ	4				2	4	4	4	3	2			
	数学Ⅲ	5									1	5	5	5
	数学A	2	2	2	2	3								
	数学B	2					2	2	2	3	3			
	数学演習A								2			4		2
	数学演習B										2	2		3※
	物理基礎	2	2	2		2							2	
	物理	4					○3	3			○3	○3	○3	○3
	化学基礎	2		2			2	2	2	2	2	4	3	4
	化学	4					2	3			2			
	生物基礎	2	2	2	2	2								
	生物	4					○3	3			○3	○3	○3	○3
	理科課題研究	1										1		
	理科演習										3			3
	体育	7～8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	保健	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	音楽Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2		
	美術Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2		
	書道Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2		
	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3	3	4	3								
	コミュニケーション英語Ⅱ	4					3	3	3	4	3	3		
	コミュニケーション英語Ⅲ	4										3	3	3
	英語表現Ⅰ	2	3	2	3	3							4	4
	英語表現Ⅱ	4					2	2	2	3	3	3	3	3
	家庭基礎	2	2	2	2	2								
	社会と情報	2	2	☆	2	☆								
	国際教養								2				2	
	グローバル・イノベーション・プログラム				2				2				2	
	科学英語											2		
	スーパーサイエンスⅠ			☆2										
	スーパーサイエンスⅡ							*2						
	スーパーサイエンスⅢ							*2				2		
	数理探究基礎				☆2									
	数理探究									*2				*1※
総合的な探究の時間	探究基礎	3～6	1											
	多文化共生				2									
	グローバル概論					2								
	課題探究								2		▲2		2	
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	合計		32	34	34	34	32	32	34	34	34	32	32	34

- 注1 第1学年 スーパーは「社会と情報」に代えて「スーパーサイエンスⅠ」を履修(☆印)し、特進は「社会と情報」に代えて「数理探究基礎」を履修(☆印)。
- 注2 第2学年 □印、○印からそれぞれ1科目選択する。
スーパーは「総合的な探究の時間」に代えて「スーパーサイエンスⅡ」および「スーパーサイエンスⅢ」を履修(*印)し、特進理系は「総合的な探究の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)する。
- 注3 第3学年 一般及び特進は、□印、○印は、2学年で選択した科目を継続履修し、一般文系は▲印から1科目選択し、スーパーは○印から1科目選択し、特進理系は「総合的な探究の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)。
また、※印は、数学演習B（3単位）のうちの1単位分を数理探究と期間を区切って履修することを表す。
- 注4 傍線でくくられた科目は、期間を区切って履修することを表す。
- 注5 芸術選択は■印から学校選択
- 注6 「一般」とは一般進学クラスを、「スーパー」はスーパーサイエンスクラスを、「国際」は国際クラスを、「特進」は特別進学クラスを、「文系」は文系コース「理系」は理系コースを表す。

資料1 平成30年度 入学生 教育課程表（主対象生徒 普通科 第3学年）

教科	科目	標準 単 位	第1学年				第2学年				第3学年					
			一般	スーパ一	国際	特進	一般	スーパ一	国際	特進	一般	スーパ一	国際	特進		
							文系	理系			文系	理系			文系	理系
各 学 科 に 共 通 す る 各 教 科 ・ 科 目	国語総合	4	4	4	4	4										
	現代文B	4					3	2	2	2	3	2	3	3	3	3
	古典B	4					3	2	2	2	3	3	4	2	2	4
	地理	2	2	2	2	2										
	世界史A	2	2	2	2	2	□3		3	□3		□4		3	□4	
	世界史B	4														
	日本史A	2	2	2	2	2										
	日本史B	4					□3			□3		□4			□4	
	地歴演習										▲2					
	倫理	2									2	2	2	2	3	2
	政治・経済	2					2	2	2	2	3	2				
	数学Ⅰ	3	3	3	3	3										
	数学Ⅱ	4				2	4	4	4		3	2				
	数学Ⅲ	5									1		5	5		5
	数学A	2	2	2	2	3										
	数学B	2					2	2	2		3					
	数学演習A								2			4		2	4	
	数学演習B											2	2			3※
	物理基礎	2	2	2		2								2		
	物理	4						○3	3		○3		○3	○3		○3
	化学基礎	2		2			2	2	2	2	2		4	3		4
	化学	4						2	3							
	生物基礎	2	2	2	2	2										
	生物	4						○3	3		○3		○3	○3		○3
	理科課題研究	1										1				
	理科演習											3			3	
	保健体育	7～8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	音楽Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
	美術Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
	書道Ⅰ	2		■2			■2	■2		■2	■2	■2				
	コミュニケーション英語Ⅰ	3	3	3	4	3										
	コミュニケーション英語Ⅱ	4					3	3	3	4	3	3				
	コミュニケーション英語Ⅲ	4										3	3	3	4	4
	英語表現Ⅰ	2	3	2	3	3										
	英語表現Ⅱ	4					2	2	2	3	3	3	3	3	4	3
	家庭基礎	2	2	2	2	2										
	社会と情報	2	2	☆	☆	☆										
	国際教養								2					2		
	グローバル イングリッシュプレゼンテーション				2				2					2		
	Gプロジェクトスタディ				☆2											
	科学英語												2			
	スーパーサイエンスⅠ			☆2												
	スーパーサイエンスⅡ							*2								
	スーパーサイエンスラボ							*2					2			
	数理探究基礎					☆2										
	数理探究										*2					*1※
	総合的な学習の時間	3～8	1													
	探究基礎															
	多文化共生				2											
	グローバル概論						2									
	課題探究								4		▲2			2		
	特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	合計		32	34	34	34	32	32	34	34	34	34	32	32	34	34

- 注1 1学年 スーパーは「社会と情報」に代えて「スーパーサイエンスⅠ」を履修(☆印)し、国際は「社会と情報」に代えて「Gプロジェクトスタディ」を履修(☆印)し、特進は「社会と情報」に代えて「数理探究基礎」を履修(☆印)する。
- 注2 2学年 □印、○印からそれぞれ1科目選択する。
スーパーは「総合的な学習の時間」に代えて「スーパーサイエンスⅡ」および「スーパーサイエンスラボ」を履修(*印)し、特進理系は「総合的な学習の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)する。
- 注3 3学年 一般及び特進は、□印、○印は、2学年で選択した科目を継続履修し、一般文系は▲印から1科目選択し、スーパーは○印から1科目選択する。特進理系は「総合的な学習の時間」に代えて「数理探究」を履修(*印)。
また、※印は、数学演習B(3単位)のうちの1単位分を数理探究と期間を区切って履修することを表す。
- 注4 傍線でくくられた科目は、期間を区切って履修することを表す。
- 注5 芸術選択は■印から学校選択
- 注6 「一般」とは「一般進学クラス」を、「スーパー」は「スーパーサイエンスクラス」を、「国際」は「国際クラス」を、「特進」は「特別進学クラス」を、「文系」は「文系コース」を、「理系」は「理系コース」を表す。

資料2 SSH運営指導委員会 議事要旨

【第30回 SSH 運営指導委員会(書面審議) 議事要旨】

文書発信日：令和2年11月26日(木)

【話題】

1. SSH 実践事例について

- ・生徒の主体的な取組は素晴らしく、生徒・先生の一体的な姿勢は特に良い。年々積み上げることは、新しい生徒に希望と勇気を与えることと思われる。
- ・新型コロナウイルスの状況下でありながら、「課題研究ノート」の開発とこれを用いた実践、ルーブリックを用いた評価とMMFによる相互評価の実践など、多くの点で良い成果をあげている。探究活動の教員向けハンドブックなど、大いに期待できる。
- ・多角的な活動が計画的に行われている。
- ・研究を段階的に理解し、進行するカリキュラムが組まれている。
- ・360度評価について、17項目における総括をしてはどうか。入学～3年時の学年進行における生徒の成長度合いをまとめ、外部に公表しても良いのでは。また、生徒にフィードバックして、これからの方向性に期待を持たせるよう活用してはどうか。

2. 今年度における SSH 事業取組の現状について

- ・ルーブリックを利用したことは特に評価したい。開発教材「課題研究ノート」の共有化が良い。
- ・対面での活動が制限される中、オンラインで工夫している様子が読み取れる。行事中止の対応として、Web等を利用した代替の取組があると良い。
- ・コロナ禍において、思うように活動ができない中で、最大限の取組がなされている。独自教材の開発や、自然科学部の部員数増加などの活動は評価できる。
- ・若い世代は、オンラインへの親和性は高いが、一方で効果の大小は別であると感じているため、オンラインでの実施による効果の定量化をどのように行っていくかが大事になるかと思われる。
- ・第4期に向けての準備、情報収集は進んでいるか。

3. SSH 事業の動向について

- ・SSH 事業そのものの効果をどのように評価しているか、生徒・高校教員・研究者・JST・文科省と違う視点から取りまとめてもらいたい。
- ・コロナ禍を好機と捉え、SSH 事業においてもオンライン環境を整えたうえで、新たな教育の機会拡大を追求してはどうか。他のSSH指定校や海外校との定期的な交流の機会はこれまで以上に加速していくと考えられる。情報交換で終わらず、理数の交流をメインとした授業や課題研究の定期的な交流が考えられる。
- ・外部を巻き込んだ行事が制限される中、これまでの研究成果を活かした、正課の授業改革に取り組んではどうか。「探究」がキーワードになっているので、探究の視点を盛り込んだ授業を複数教科で開発、公開してはどうか。
- ・SSH 事業の展開の先にある文系への波及効果について、実施の有無は別として、今のうちから準備しておくが良い。

【第31回 SSH 運営指導委員会議事要旨】

日時 令和3年2月19日(金)

12時30分～13時25分

場所 名城大学附属高等学校 小会議室

出席委員 伊藤元行・中村 琢・佐藤 彩人

陪席者 伊藤・角野・杉山・羽石【附属高校】

佐藤・小伊豆【学校法人名城大学】

配布資料

【資料1】中間評価からの改善事項

【資料2】これまでの主な成果

【資料3】研究開発の概要

【資料4】今回の計画と既実施の計画との関係がわかる資料
(いずれも第4期SSH指定申請書より抜粋)

【話題】

1. 第3期SSH指定期間の総括について

みだしについて、伊藤委員長から発議があり、羽石教育開発部長から資料に基づき、今年度の取組及び第3期SSH指定期間(平成28年度～令和2年度)の総括について報告があった。

今年度の取組では、新型コロナウイルスの影響により、タイ王国で開催予定だったTJ-SSFへのオンラインでの参加や、教育版360度評価(Meijo Multi Feedback:以下MMF)における未回答率の改善、コンテストでの入賞による外部資金の獲得等の報告があった。

また、第3期の総括として、コンテストへの参加状況や進路実績のほか、ルーブリックやMMFの開発についての報告があった。また、平成30年度実施の中間報告における指摘事項について、現状と今後の改善事項の説明があった。

これを受けて、委員から次のような意見があった。

- ・今年度で外部講師が勇退するサロンについて、来年度以降、高校教員で継続することは、今後の発展を考えると重要であり、期待している。

- ・SSH東海フェスタのコンソーシアムとしての機能発展は、高校同士の情報交換や好事例の共有の場として期待できる。

- ・それぞれの取組を形にしていることは評価できる。また、360度評価やルーブリックを用いている点は特に評価できる。

- ・講演におけるオンラインの活用は、臨場感に欠けることから一方的になりやすく、特にSSH東海フェスタでは工夫が求められる。

2. 今後のSSH事業展開について

みだしについて、伊藤委員長から発議があり、羽石教育開発部長から資料に基づき、現在文部科学省へ申請中である第4期のSSH事業計画について説明があった。また、非採択となった場合には、1年間の経過措置を申請予定の旨の発言があった。

これを受けて、委員から次のような意見があった。

- ・評価の手引きを作成することは評価できる。数値で測ることができない点も大切にしてほしい。

- ・アートシンキングの手法を用いることで、思いもよらぬアイデアが生まれることがあり、非常に期待している。

- ・MMFにおける未回答率の改善について、今後も継続することが望まれる。

- ・課題研究における評価手法を、通常授業にも展開することが望まれる。

資料3 課題研究テーマ一覧

普通科スーパーサイエンスクラス第2, 3学年 スーパーサイエンスラボ

研究テーマ

アーバスキュラー菌根菌と植物の吸収 コオロギの闘争における行動選択 コケの可能性 シロアリの腸内細菌を使ったバイオエタノール生成 コーヒーに含まれるアレロパシー物質の選択的阻害と根粒菌の関係 教育教材としての微生物燃料電池の開発 身体にやさしいシートを作る 昆布のヨウ素で水をきれいに 金属葉の成長を速くする方法 色が人に及ぼす影響 発泡スチロールのリサイクル法の確立 バイオエタノールの固化化と応用 天体の位置の測定による方角, 日時, 緯度の計算 火災時のより安全な避難方法を探る 姿勢を書く時の条件の関係 水草による水質浄化 主翼の形状と飛行性能の関係性 セルオートマトン法を用いた森林火災のシミュレーション 開平法の拡張 ラムステッド現象におけるタンパク質・脂質と生成する膜の質量との量的関係の明確化及び膜の表面積の変化に伴う膜の質量の変化 月の満ち欠けと月自転の回転方向の関係性 渋滞を回避する方法 植物からポリ乳酸へ 日焼け止めクリームの最適の使用法 学校教育における微生物燃料電池の実用化 経口摂取可能なオブラートを作るためにカタツムリの殻から炭酸カルシウムを抽出できるかを検証する パラベンの抗菌性 冬虫夏草の人工培養 細胞融合 トウカイヨシノボリ *Rhinogobius telma* における闘争行動の有無及びその目的 麹菌を用いた小麦アレルギーの分解 グッピーの生育環境と性転換速度の関係性

普通科特別進学クラス第2, 3学年 数理探究

研究テーマ

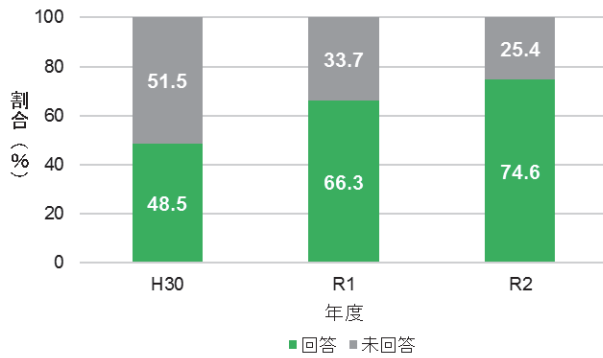
古典暗号と作成 面子がひっくり返るためには 高次関数グラフにおける面積・体積 円運動と私たちの関わり合い 3D 技術と立体視 常用対数について 幾何と代数 対数と私たちの身近な関わり カレンダーと合同式 現代暗号について 様々な暗号技術 シャボン膜を利用したハザードマップの作成 オセロ必勝法 ペットボトルロケットの可能性 プロ野球で優勝チームになるために 中日ドラゴンズが強いチームになるために 定規とコンパスを使って正 n 角形まで描ける 五角形の神秘的な形について 友愛数とC言語 距離の最小値は位置関係を考えずに求められるか 色々な平方根の求め方 音楽と数学 三次関数のある点からの接線 ワード覆面算～効率的な作成方法～ 数独 Python による揚力定数の関数電卓化とスプライン関数 ビューフォンの針 BY SCRATCH 新たなピタゴラス数の姿 データの分析(スポーツ統計) 和算・算木 x^{n-1} の因数分解 フィボナッチ数と素数 数列の和と一項の関係 「美しさ」と数学 和算・算額 あみだくじの確率 正則連分展開で覗く“数のDNA” 一筆書きによるグラフ理論 空間図形における微分法 積分の歴史 古典暗号とそれらの利用 黄金比について フィボナッチ数列とバイオ医薬品 クロソイド曲線 写像について 身の回りに潜むフィボナッチ数列 波の分解 フーリエ変換 ボールの軌道を関数化 ゴールドバッハの予想について 野球の変化球について 図形の重なり モンティ・ホール問題 多様な視点から見る地域の犯罪傾向 正方形の一辺の長さや折り鶴の大きさの関係 積分と数列 三角関数の証明 宝くじの現実的な買い方について オジギソウは何に反応するのか? ガチャ排出率から学ぶ疑似乱数 放物線で絵描けちゃうんじゃないか??? グリコじゃんけんの確率 ボールの飛距離 モンキーハンティング ブラックジャック攻略法 ビューフォンの針～モンテカルロ法～ モンテカルロシミュレーション フィボナッチ文字列でフラクタル図形 π を求める 野球について 迷子においての出会う確率 多角形と強度の関係 ペットボトルロケットをより遠くに飛ばすには ヒトの印象は何で決まるのか 藤井聡太(八段) 勝率 1.00 に近づけるためには 橋の構造を模索する 思い出の増やし方 アイスクリームづくり 加重平均法を用いたタンポポ地図の作成 in2020 円周率の小数にはあらゆる数列が含まれる? 日本昔話を統計的に見てみた 溶液の変化による屈折率の変化 LASERICAL Communication What Color Do Planktons Like?

普通科スーパーサイエンスクラス第1学年 スーパーサイエンス I

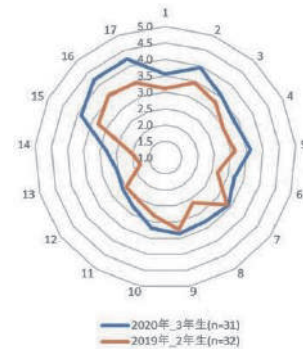
研究テーマ

展開液による黒ボールペンの合成着色料の分析 気体の分子量測定 セッケンと合成洗剤の比較 アルコール発酵 納豆菌の増殖と抗菌作用の効果 簡易マンガン乾電池を作る パーマのしくみ 脱水素酵素のはたらき ハツカダイコンを用いた根の体細胞分裂の観察 植物の生育環境と光合成色素の関係性

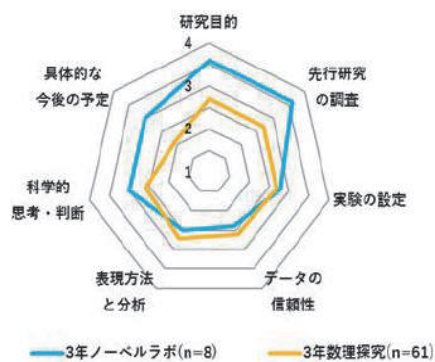
資料4 成果と課題



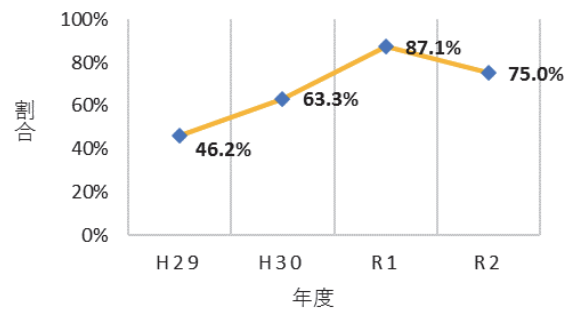
1 教育版 360 度評価 (MMF) の未回答率の改善



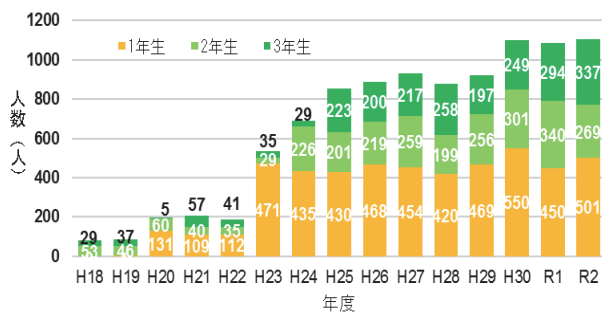
2 MMF における平成 30 年度入学生の自己評価の伸長



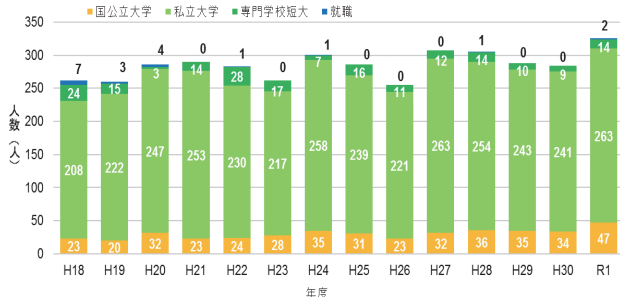
3 ノーベルラボ参加生徒とその他の生徒におけるルーブリックを利用した評価の平均



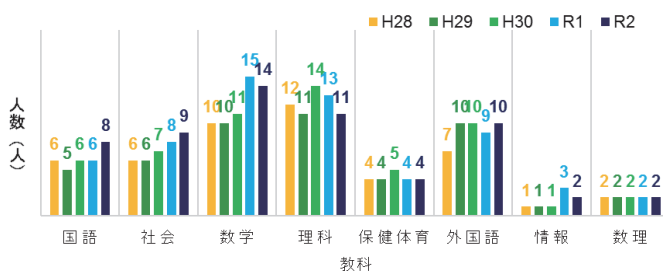
4 SS クラスにおける英検 2 級取得率の推移



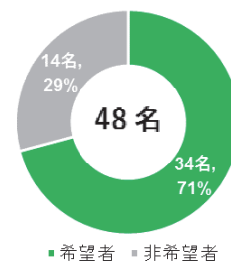
5 主対象生徒数の推移



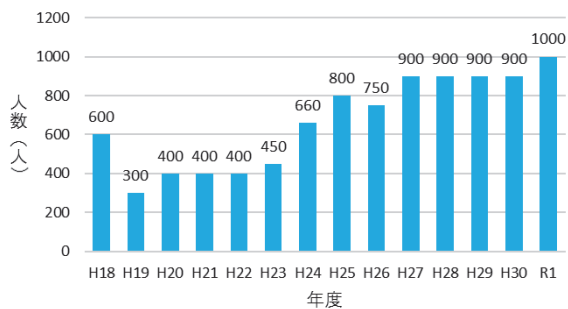
6 理系進学者・就職者数の推移



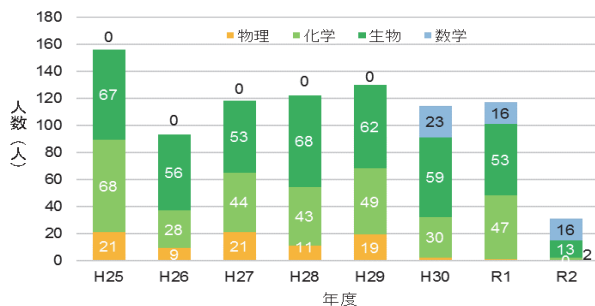
7 教科別 SSH 関係教員数の推移



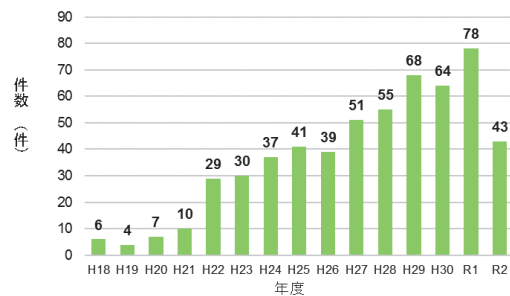
8 SSH 修了生受け入れ制度



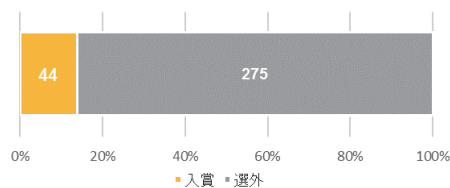
9 SSH 東海フェスタの参加者数の推移 (概数)



11 国際科学オリンピック国内予選参加数



10 研究発表等の件数の推移



12 課題研究の各種コンテストの入賞件数 (H18~R2)

SSラボ振り返りアンケート

平成30年7月実施 第1回

	自己評価	評価平均	ギャップ (自己-評価)
1 生命倫理・科学者としての倫理を最大限に尊重する姿勢を示している。	3	3.8	-0.8
2 データを意識し、憶測ではなく事実に基づいた判断をしている。	3	3.5	-0.5
3 過去のやり方に固執せず、環境変化への対応の姿勢を示している。	4	4.3	-0.3
4 常に優先順位を意識することで、作業のスピードを重視している。	4	3.8	0.2
5 自分の感情や行動を安定的に保ち、信頼関係を維持している。	4	4.6	-0.6
6 環境に柔軟に適応し、状況に気を配り、人々の間を調整している。	3	3.9	-0.9
7 目標やゴールに強く執着し、手順を着実に踏み、達成しようとしている。	4	4.1	-0.1
8 目標やゴールを共有し、皆の役割や計画を調整しようとしている。	2	4.1	-2.1
9 情報を広く収集し、論理的に考察を加え、結論を導き出している。	3	3.4	-0.4
10 情報やアイデアを論理的にわかりやすく伝え、納得させている。	4	3.8	0.2
11 隠れていた着眼点を見出し、混沌とした状況に指針を示している。	3	3.0	0.0
12 ユニークな視点から新しいコンセプトを生み出し発信している。	4	3.6	0.4
13 自ら、学びや変革を率先垂範し、他人を感化・成長させている。	3	3.5	-0.5
14 自分の強みを集団の中で発揮し、人をまとめ、リードしている。	2	3.4	-1.4
15 研究の背景知識は十分である。	3	3.9	-0.9
16 研究の手法は十分に理解している。	5	4.3	0.7
17 実験の方法は十分に習得している。	5	4.3	0.7

振り返り(自由記述)	
強みは何でしょうか?その要因は何でしょうか?(3つ)	
誰かと一緒に実験をやること → 2人でやる方が早い。	
実験に力が入る、色んなやり方があるから → 方法の提案もした。	
情報を色んな人から集めること。	
弱みは何でしょうか?その原因は何でしょうか?(3つ)	
どの方向に動くか?どの結果に結びつけるか?というのを考える。	
人をまとめることが苦手。	
ゴールも時々見失ってしまう。	
これから心掛ける事は何か?	
まず、自分の考えや実験を通して思ったことをメモして、17日までのノートを書く。	
おにすること。そして、先行研究をちゃんと読んで、今何が分かっているのか、何が分からないのか、というのを把握すること。	
先生からのアドバイスがあればメモしておきましょう。	

13 MMF における SS ラボ振り返りアンケート例

資料5 SSラボ ルーブリック

A:知識・理解 B:技能 C:思考・判断・表現 D:関心・意欲・態度		目指す スキルの推移	SS 3年生													
			SS 2年生													
			SS 1年生													
大項目	項目	観点	評価基準													
			1	2	3	4	5	6	7	8						
A 研究活動	① 研究に対する関心・熱意	D	担当者とコミュニケーションがとれておらず、日々の研究活動の報告ができていない。 ラボレポートの提出状況、内容が不十分である。 論文・レポートは添削指導が不十分、期限内に提出できていない。		担当者とコミュニケーションがとれておらず、日々の研究活動の報告ができていない。 ラボレポートは提出しているが、報告内容が不十分である。 論文やレポートなどの提出物は、不十分であるが、担当者による添削指導が終了した状態で期限内に提出されている。		担当者とコミュニケーションが完全ではないがとれている。 ラボノートは内容が適切で、提出状況も良好である。 論文・レポートなどの提出物は、担当者による添削指導が終了した状態で期限内に提出されている。		日々の研究の進捗状況が担当者に適切に報告され、ラボノート等を活用し担当者とコミュニケーションがとれている。 論文やレポートなどの提出物は担当者による添削指導が終了した状態で期限内に提出されている。							
			② 研究活動への意欲・態度	B,C,D	研究計画を立てることができず、いつ何をすればよいかわ理解できていない。研究活動に対してもかなり不十分である。		研究計画は自ら立てることには不十分であったが、研究活動は、最低限の実験手法、手技が身に付いている。		研究計画を自ら立てることには不十分であるが担当者とともにも適切に計画を立てることができる。		研究活動は、周囲とコミュニケーションがとれ、主体的に研究を進めている。 実験手法、手技ともに適切に習得し、行うことができる。					
					③ 研究のデザインとオリジナリティ	A,B,C	研究目的と研究方法が合致していない。 研究に独創性がない。		研究目的を達成するのにふさわしい研究方法であるかやや疑問が残り、他に適当な方法が存在する。 研究への視点や手法のアイデアの独創性が少なく、改善の余地がある。		研究目的を達成するのに通じていると考えられる研究方法を採用している。 研究への視点や手法のアイデアにオリジナリティがある。		研究目的を達成するために最もふさわしいと考えられる研究方法を選択している。 研究への視点、手法のアイデアにオリジナリティにある研究である。			
							④ 研究倫理	B,C,D	研究に関わる倫理上の問題への考慮・対応を全く検討していない。 データの管理は不十分である。		研究に関わる倫理上の問題への考慮・対応が十分とはいえない。 データの管理は十分とはいえない。		研究に関わる倫理上の問題について、考慮して研究活動を進めている。 ラボノートの管理、データや独自資料の保存も適切に行っている。		研究に関わる倫理上の問題について、十分に考慮し、必要な対応を済ませた上で、研究活動を進めている。 ラボノートの管理、データや独自資料の保存も適切に行っており、紹介や検証にも十分に対応できている。	
									⑤ 科学的コミュニケーション	B,C,D	他者と議論ができず、研究内容を全く理解していない。		他者と研究の議論が不十分であるが、ある程度コミュニケーションがとれている。 他者の研究内容を十分に理解しているとはいえない。		他者と研究の議論ができ、コミュニケーションがとれている。 他者の研究内容がある程度理解している。	
B 研究内容・論文・レポート	① 研究の位置づけと課題の設定	B,C	先行研究の調査ができていない。 課題や背景を理解しておらず、自らの研究の意義を全く理解していない。		先行研究の調査が不十分である。 課題や背景の理解が不十分で、自らの研究の意義を十分に理解していない。		先行研究では、初歩的な文献や資料を調べることで、何が研究されているのかをおおよそ把握している。 課題や背景は理解しているが、自らの研究の意義の理解まで十分に結びついていない。				先行研究では、文献や資料を丹念に調べしており、研究に関連する十分な情報を得ている。 課題や背景を十分に理解しており、研究の意義が明確である。					
			② 目的の明示	A,C	研究の目的が明確に述べられていない。		研究の目的はおおよそ示されているが、その目的を達成するためにどのように進めていくかはやや不明確である。		研究の目的は述べられており、その目的を達成するためにどのように進めていくのかもほぼ明らかである。		研究の目的が明確に述べられており、その目的のために当該研究で何をどう進めていくのかという計画も明確に示されている。					
					③ 研究方法の妥当性	A,B,C	研究目的を達成するために適切な研究方法を採用しておらず、その手法や手順が明確でない。		研究目的を達成するのに通じていると考えられる研究方法を概ね採用しているが、その手法や手順が明確でない。		研究目的を達成するのに通じていると考えられる研究方法を採用し、その手法や手順が示されている。		研究目的を達成するために最もふさわしいと考えられる研究方法を選択している。 また、その方法や手順も分かりやすく明確に示されている。			
							④ 結果の理解	A,C	図やグラフが示されておらず、客観性に乏しい。 結果の理解や表現に問題がある。		図やグラフが示されているが、理解しにくいものである。 結果の理解や表現に疑問が残り、実証性、再現性、客観性に乏しい。		図やグラフが適切に示されており、おおむね適切な結果であるが、実証性、再現性、客観性のすべてを兼ね備えたものではなく、改善の余地がある。		図やグラフが適切に示されている。行った研究活動が、実証性、再現性、客観性のすべてを兼ね備えており、誰かにも疑いのないような結果を示している。	
									⑤ 仮説の実証・考察の論理性	A,B,C	仮説が実証されておらず、科学的考察や結論の表現に問題がある。		仮説の実証が不十分で、科学的考察や結論に改善の余地がある。		仮説を実証し、結果に基づいた考察になっている。適切な結論が示されている。	
⑥ 研究の価値と展望	A,B,C	研究の展望が描けていない。 文献からの引用が適切でない。		結論に基づいた研究の展望に妥当性がなく、研究の問題点や限界との関連付けが不十分である。 文献からの引用が行われているが、表現の方法が適切でない。		結論に基づいた適切な研究の展望が描けているが、研究の問題点や限界との関連付けに改善の余地がある。 文献からの引用が適切に行われているが、一部が適切でない。		研究の問題点を明らかにし、研究の展望を理解している。 問題点や限界を克服したときの研究の展望が描けている。 文献からの引用が適切に行われている。								
		C 口頭・ポスター発表	① 発表の態度	D	発表スライド（ポスター）は、理解しにくいものである。 説明の速さ、聴衆とのコンタクトともに不十分である。 原稿を読むことに専念し、発表の準備ができていない。		発表スライド（ポスター）は、発表内容を理解するための最低限な情報に留まっている。説明の速さ、聴衆とのコンタクトは改善の余地がある。 発表の準備があまりできていない。		発表スライド（ポスター）は、見やすく、発表内容を理解するために必要な情報が含まれている。説明の速さ、聴衆とのコンタクトは、おおむねできている。 準備を行ってきたとわかる発表である。		発表スライド（ポスター）は、順序立てた発表内容を理解しやすいものになっている。説明の速さも聞きやすく、聴衆とのコンタクトも十分にできている。 原稿や資料を読まずに発表し、準備が十分にできている。					
					② 研究の目的と理解	A,C	研究の動機や背景が示されていない。 目的が明確になっていない。 仮説が示されていない。		研究の動機や背景が示されているが、発表を理解するためには不十分である。 目的が示されているが、改善の余地がある。 仮説の内容が不十分である。		研究の動機や背景が示されている。 目的は研究課題を解決するための内容が示され、テーマとも合致している。 仮説が明示してある。		研究の動機や背景が明確で理解しやすい。 目的は動機や背景をもとに導き出され、研究課題を解決するための内容が示されている。 仮説が明示しており、目的などを達成できる理解しやすいものになっている。			
③ 研究方法と結果の理解	A,B,C						研究目的を達成するために適切な研究方法を採用しておらず、その手法や手順が明確でない。 結果は、図や写真、表などを用いておらず、客観的に示されていない。		研究目的を達成するために適切な研究方法を採用しているが、その手法や手順が明確でない。 結果は、図や写真、表などを用いているが、客観的に示されていない。		研究目的を達成するのに通じていると考えられる研究方法を採用し、その手法や手順が示されている。 結果は、図や写真、表などを用いて客観的に示されているが、理解しにくい部分もある。		研究目的を達成するために最もふさわしいと考えられる研究方法を採用し、その手法や手順が示されている。 結果は、図や写真、表などを用いて客観的に示されているが、理解しやすいものになっている。			
							④ 考察の論理性	A,B,C	仮説が検証されておらず、科学的考察や結論の表現に問題がある。		仮説を検証が不十分で、科学的考察や結論に改善の余地がある。		仮説を検証し、結果に基づいた考察になっている。適切な結論が示されている。		得られた結果から、仮説を検証し、論理的な整合性を維持して、適切な証拠を集めて議論を進めている科学的考察になっている。考察に基づいた結論が適切に示されている。	
									⑤ 質問の対応	A,B,C,D	質問の意図を理解しておらず、質問への対応がかなり不十分である。		質問の意図を理解しているが、対応が少ししか対応できていない。		質問の意図を理解し、丁寧に対応している。	



Steps Toward Making Artificial Culture of Plant Worms Efficient

Meijo University Senior High School,

Abstract

Plant worms have unlimited potential to heal illnesses that cannot be cured by conventional medicine. Plant worms have been used as herbal medicine since ancient times, and it is expected to help develop new medicine, though stable supply would be one of the biggest hurdles when they would be needed to be made by artificial cultures.

Introduction

The purpose of this research is to explore the best way possible to make artificial culture of *Isaria nipponica*. We followed the same methods according to the previous studies.

Methods Experiment 1

We grew the fruiting body of *Isaria nipponica* on barley culture medium.

1. Made 8 barley culture mediums and sterilized these by autoclave.
2. Put *Isaria nipponica* into 8 barley culture mediums in the machine called clean bench.
3. Observe the progress for 28 days in constant temperature machine under 25°C.

Result

• Telomorph

Green or black hyphae were spread on "head A", "head B" and "body A", but a protrusion formed on "body B". (Figure 1, 2)

• Anamorph

White or Yellow hyphae were spread on "head A" and "body A", "body B", but a protrusion formed on "head B". (Figure 3, 4)

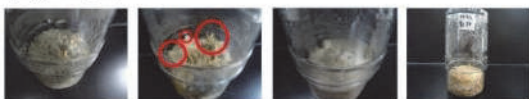


Figure 1. body A of Telomorph Figure 2. body B of Telomorph Figure 3. head A of Anamorph Figure 4. head B of Anamorph

Discussion

- The color of cultured hyphae is different from hyphae of *Isaria nipponica*.
→ It's possible that they were contaminated.
- Features of protrusions of "body B" of telomorph and "head B" of anamorph are similar to the fruiting body of *Isaria nipponica*.
→ They thought to be the fruiting body of *Isaria nipponica*.

Conclusion

Experiment 1: Protrusions grew on barely culture medium of "body B" of telomorph and "head B" of anamorph.

Experiment 2: The fungi grew in liquid culture medium of Erlenmeyer flasks "C" and "D".

Acknowledgments

We are grateful to teachers. Mami Masui, Teruyoshi Yamaguchi, Takashi Ito and Ryohei Koike for their helpful discussions and comments on the manuscript.

References

1. Akira Hara, "Right Learn of Plant Warm", Japan, Hekitensha. 2004.
2. Akira Hara and Kenzo Yamagishi. "The Science of Plant Warm", Japan, Shinpusha. 2007.
3. Japanese Society of Cordyceps Research. "Plant Worm Ecological Picture Book". Japan, Seibundoushinkosha, 2014.

Methods Experiment 2

We cultured and conserved fungi of *Isaria nipponica*.

1. Made a liquid culture medium and poured it into 4 Erlenmeyer flasks. After that, it was sterilized by autoclave.
2. Put collected one into Erlenmeyer flasks "A", "B" and cultured one into Erlenmeyer flasks "C", "D" in clean bench. After that, put it on shaking apparatus.
3. Observe the progress for 14 days in constant temperature machine under 25°C.

Result

• Collected one

There were no changes seen in "A", but "B" changed the liquid culture medium color from yellow to brown and fungi were cultured. (Figure 7, Figure 8)

• Cultured one

"C" and "D" changed the liquid culture medium color from yellow to dark yellow and fungi were cultured. (Figure 9 Figure 10)

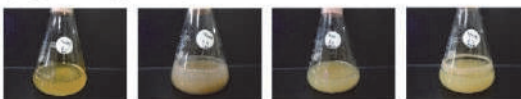


Figure 7. Erlenmeyer flask A Figure 8. Erlenmeyer flask B Figure 9. Erlenmeyer flask C Figure 10. Erlenmeyer flask D

Discussion

- "A" didn't grow fungi and features of fungi of "B" were not similar to the fungus of *Isaria nipponica*.
→ It's possible that "B" was contaminated and the fungus of *Isaria nipponica* got weak.
- Features of fungi of "C" and "D" were similar to the fungus of *Isaria nipponica*.
→ They are thought to be cultured fungi of *Isaria nipponica*.

目的：高校教材としての実用化を目的として、低コストで学校現場の作成が可能であり、目に見える形で発電を確認できる微生物燃料電池を作成する。

微生物燃料電池：ボルタ電池の一つで、微生物が土壌有機物を分解して水素イオンと電子、二酸化炭素を排出する酸化分解を利用している電池である。また、太陽光発電を超える発電方法であると期待されている。しかし、取得電力が小さいこと・コストが高いこと・大規模化出来ないことが問題点となっている。

実験1 電池の作成

電池の構造

- ①活性炭シートを縦13cm横9cmに切ったものを4枚作成する。(図1)
- ②炭素棒の端に、先端の被覆をはがしたビデオコードを巻き付け、防水用のビニールテープで覆う。(図2)
- ③活性炭シートの黒い面を向かい合わせ、炭素棒(2本)が図3のようになるようテグスで固定する。(2セット作成)
- ④③で作成したものを電極とし、タッパーの底に電極の一つを入れ、その上に土を入れる。その上に、もう一方の電極をのせる。(図4)



方法

電池を作成し、α部にマルチメーターを接続して、数日間電圧を測定する。

結果

電圧を測定したところ、電圧が徐々に上昇していくことが確認できた。最終的には、0.78 Vまで電圧は上昇しその後は、やや減少が見られるときもあったが停滞していた。

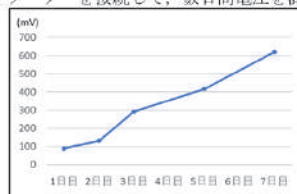


図5 実験1の結果

実験2 構造の改良①

電池の構造②

- ①直径9～9.5 cmの円形に切ったステンレス製の金網の両面に、金属ボンドで粉末状に砕いた活性炭を張り付けたものにステンレス線をつなぐ。(図6)
- ②ドーナツ型のステンレス板と金網を銅線で結んで図7のような形にする。
- ③②で作成したものを電極とし、タッパーの底に電極の一つを入れ、その上に土を入れる。その上に、もう一方の電極をのせる。(図8)



方法

電池を作成し、α部にマルチメーターを接続して、数日間電圧を測定する。

結果

実験1で作成した電池に比べ、電圧の値に大きな差はみられなかった。また、電流値は以前と同様に測定できないほど低い値だった。

考察

- ・実験2の電池で用いた電極素材と作成手順が抵抗の大きい要因
→図7がずれた時に起こる接触抵抗の可能性あり
- ・土壌内の発電微生物の活性化が不十分
→電流値が低い要因

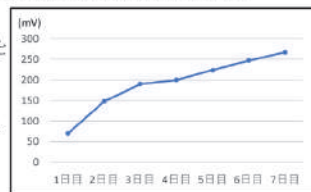


図9 実験2の結果

実験3 構造の改良②

電池の構造③

- ①ステンレス金網を八角形に取手が付いたような形に切る。
- ②取手部の横の金網を抜き、紙のみとする。(図10)
- ③残った取手部をねじり外部回路と電池をつなぐコードとする。
- ④金網に活性炭を付着させ(図11)、両電極(アノード、カソード)とし、電池を作成(図12)し、β部に1 kΩの外部抵抗を接続する。



方法

電池を作成し、β部にマルチメーターを接続して、数日間電圧を測定する。

結果

外部抵抗をつないだ電池は、電圧を出力した。外部抵抗をつなげる前とは違い、低い値だが、0.01 mAの電流を測定することが出来た。(表1) また、電圧が上昇したのち、減少が見られた。(表2)

表1 実験3の結果(電流)

電流 (mA)	10日目	14日目
	0.01	0.01

表2 実験3の結果(電圧)

電圧 (mV)	7日目	10日目	14日目
	1.2	1.1	0.0

考察

- ・電圧の出力を確認
→14日目に減少
⇒土内の有機物の減少が要因

実験4 有機物の追加

方法

- ①電池を作成し、0.050%の砂糖水と、1.3%の酢酸水溶液に、pHメーターを用いながら重曹を追加して中性の溶液を作成する。
- ②各水溶液を電池に15 g電池に加え、β部にマルチメーターを接続し、数日間電圧を測定する。

結果

有機物を追加することで電圧が上昇していくことが確認できた。20日を過ぎたところで電圧の減少を確認した。また、砂糖水を追加した電池は0.020 mA、酢酸水溶液を追加した電池は0.010 mAの電流を出力した。

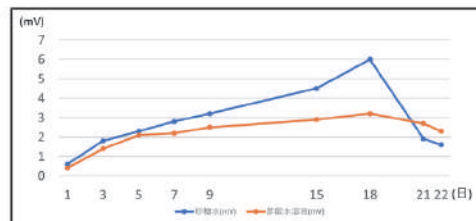


図13 実験4の結果

考察

- ・有機物を追加することで20日間電圧が上昇することを確認
→土に有機物を追加するのは、電圧を大きくするのに有効的

Mud Watt : SMFC(堆積物微生物燃料電池)のアメリカで売られてる作成キット。1万円前後で販売されている。約84時間でLEDライト点灯。



展望：・実験3で作成したコントロールにMud Wattの外部回路を参考にして外部回路を組む実験を行う
・誰でも簡単に作れる構造にする
・実験4で使った有機物より電圧値の上昇効率の良い有機物をさがす

参考文献：・市橋修 鷹岡佳弥子2014年11月『世界初！廃水から「発電+リン回収」微生物燃料電池が水処理の未来を変える。』
・広島大学工学部2018年10月12日 国立大学56工学系学部ホームページ『微生物が燃料を作る微生物燃料電池！』

実験のデザイン

実験とは、リサーチクエスチョンに対して仮説を立て、考えた理論が正しいか確認するために行うものです。課題研究の経験が少ない中で、生徒が実験の方法・計画を行うことは簡単ではありません。実験をデザインするにあたっては次のポイントに気を付けて指導するとよいでしょう。

- 1 仮説を検証できるようになっているか
- 2 結果が数値で表せるようになっているか
- 3 対照実験が設定されているか

1 について、生徒はあまり仮説を立てることに慣れていないことが多く、仮説を設定するだけに意識がいかってしまい、実験のデザインそのものが、目的や仮説からずれて、扱う材料でできることだけにがちです。そのため、科学的なものの方、考え方を身に付ける上でもよく確認したほうがよいでしょう。

2 について、定性実験と定量実験があることは生徒にもよく理解させたいところですが、定性実験においてもその一部に数値で表現できると考えさせたい方が、結果、考察を進める際に取り組みやすくなります。客観性、再現性の重要性を養うことができるだけでなく、表やグラフの扱い方を習得することにもつながります。

3 について、生徒は対照実験を忘れやすく、対象に対して自分の予想する結果が出るかどうかだけを考えて「変化を与える」実験だけのデザインをしやすいため、そのため、「変化を与えるもの（対照）」の実験が設定されているかどうかをよく確認したほうがよいでしょう。対照実験が設定されていると結果が出たとき、比較して考察しやすくなります。



その他、実験でデザインでは以下のことをふまえると研究を進めやすくなります。

- ・ 変数は1つで実験1つにする。
 - ・ あまり時間をかけずに繰り返し行うことのできる実験にする。
- 変数を1つにして実験することは当たり前のことですが、生徒は複数の変数が含まれた実験をデザインしがちです。それを分解して1つずつ結果を出して、それぞれの結果を積み上げていく形にすると、データが集まりやすだけでなく、多角的な視点を持った研究になります。また、生徒は実験誤差について意識の薄い場合が多いので、繰り返し実験を行うものでも値はあります。誤差に気づくことで新たなリサーチクエスチョンが生まれることや実験手法が身につく、効率的に実験ができるようになることで自信を持つ場合も多くあります。データの積み重ねの大切さを学ぶ意味でも内容が乏しいように見える実験であっても繰り返し行うことのできる実験には教育的な意味があるでしょう。

Q&A

Q. 生徒がなかなか実験をデザインできないときは？

生徒同士や教員とのディスカッションを重ねるのはもちろんですが、理科の教科書の実験を参考にするとよいと思います。初めは教科書と同じでも一度結果が出た後は新たなリサーチクエスチョンに気づくことがあります。

Q. 結果を数値で表すとは、たとえばどのようなものがありますか。

たとえば固体の色を確認するような定性実験の場合は、スキャナーとPCの画像処理ソフトを利用すれば、数値化できます。質量を量ることで変化を数値化できる場合もあります。

Q. 生徒がなかなか対照実験を設定できない場合は？

教科書の実験はたいいてい結果が事前に明らかで、その通りの結果を出すように実験することが多いのだと思います。わからないことを明らかにすることは成功、失敗ではなく、当たり前のことと比較することが大切だということを指導してみてください。

資料8 用語集

●クラス

本校の普通科におけるコース編成単位を「クラス」と呼ぶ。「クラス」の枠内に選択科目による理系コース・文系コースが存在する。

●学校設定科目等の略称

SS クラス	スーパーサイエンスクラス
SS 教科	スーパーサイエンス教科
SSI	スーパーサイエンスⅠ
SSⅡ	スーパーサイエンスⅡ
SS ラボ	スーパーサイエンスラボ

●MMF (Meijo Multi-Feedback) =教育版 360 度評価

従来、企業の人材評価に用いられている 360 度評価、360 度フィードバック、あるいは多面的評価、マルチサーベイなどと呼ばれているものを参考に開発する新たな評価法。動機・意欲・関心などの目に見えない心の変容を担当者や本人の主観に頼らない評価法として開発する。

●サロン

学問分野、参加者、現実と理論、実験と調査の壁を取り払い、対話や参加を主とする実践の場を設定する新たな学びのシステムの開発として第1期より実施しているものである。在校生のみならず、他校生、中学生、卒業生、保護者が一緒になって議論や質疑・応答を行う。

●フェスタ

「SSH 東海フェスタ」の略称。愛知・岐阜・三重・静岡の東海4県における SSH 指定校の相互交流を大きなテーマとし、毎年8月に行われる生徒研究発表会の前哨戦のような位置づけで、競争原理を導入し互いの研鑽を積むことを目的とする生徒研究発表会。

●課題研究評価研究会

名城大学と協同して設置し、探究活動における包括的評価のループリックに続き、探究にかかるとるスキルの形成的評価を定量化することを目的とする。また、探究活動の評価を高大接続に活用する可能性について検討する。

●探究活動ワークショップ

SSH 事業で開発してきた探究活動の指導・評価について、実践を通して共有・検討し、その成果普及を行う他校教員を含めた教員研修。学校間・教員間のネットワーク構築も併せて行う。

●高校 IR

高校版の Institutional Research の略称。生徒の姿や学校の現状等に関する調査や各種データ等を収集・分析し、それに基づいて、各種の取組を編成、実施、評価して改善を図る一連の PDCA サイクルを確立するものである。



URL <http://www.meijo-h.ed.jp>

名城大学附属高等学校

〒453-0031

名古屋市中村区新富町1-3-16

TEL 052-481-7436 (代)