

**平成29年度指定
スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書
第1年次**

平成30年 3月

愛知県立明和高等学校

●●● 卷頭言 ●●●

愛知県立明和高等学校長 若山和彦

本年度、本校は第Ⅱ期SSH研究開発事業「明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）」をスタートさせました。ここに至るまでの経緯を記し、MSSPの概要と、MSSPに込めた私たちの思いをお伝えします。

平成27年度は、第Ⅰ期の締めくくりの年であるとともに、第Ⅱ期の申請に向けた準備の1年でもありました。本校生のポテンシャルはきわめて高く、現行の学習指導要領内ではやや手狭であると私たちは感じています。何としてでも、再び継続してSSH校の指定を受け、本校生の実力を120%伸ばす取組をしようと、職員一同、気持ちを引き締めました。第Ⅰ期では、「科学の方法論」の習得と「総合的な知性」の育成を目指して、未来の社会を切り開く力を身に付けることができる教育を展開しました。次なるステップの第Ⅱ期では、それらを活用する力、さらには活用しようとする心を育てることを理念としました。この理念は、現在の教育課題に正面から取り組むものであり、自信を持って文部科学省でのプレゼンテーションに臨んだのを覚えています。しかし、結果は不採択。平成28年度は「SSH経過措置校」、第Ⅰ期の継続ということになりました。

本校生の力を伸ばすためにはSSH校の指定が必要であると考え取り組んできた私たちに、あきらめるという選択肢は無かったものの、確かに一瞬は落ち込みました。しかし、理念に対する文部科学省の評価は高評価でしたので、私たちの自信は確信となり、この「経過措置」を更なる発展のための布石であると思うことができました。新しく立ち上げた研究開発部の山田哲也主任を中心に、理念はそのままにして、事業計画を具体的かつシンプルなものに組み立て直しました。教科融合的な知識の活用、探究心、課題発見力を含む創造力を育成する「課題探究」という科目を新設し、第Ⅱ期SSH研究開発の中心事業としました。1年生には第Ⅰ期で成果を得た事業を配置し、2年生には「課題探究」、そこで得た結果を3年生において発展させるとともに、国際発信にもつなげていくという計画です。また各教科は、SSH事業で取り組める教育はSSH事業で行うことにより、最大限の教育効果を目指すこととしました。すなわち、将来において社会で活躍するために必要な能力をバランス良く高めることができるカリキュラム・マネジメントを目指したのです。それに加えて、評価についての研究も計画の中に採り入れました。生徒の変容を軸にした評価、本校ではそれを「変容ループリック」と呼んでいますが、他には類を見ない取組だと思えます。そして、瞬く間に1年が過ぎ、1年前の悔しさと後のない崖っぷちの焦燥感とともに文部科学省でのプレゼンテーションに臨み、採択という結果を得ました。1年間、担当者を中心に苦しみましたが、今となっては良き思い出です。

第Ⅱ期1年目の本年度、私たちは「明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）」に確かな手ごたえを感じています。新しい試みの「課題探究」と評価については試行錯誤の連続です。やはり、実施し始めてみると細かいところでの課題が見えてきます。しかしながら、この研究が実を結べば、本校が全国のSSH先進校と肩を並べる日が訪れるにちがいないと期待しています。今後も本校の蓄えた知見を広く発信していくとともに、次なるステージの研究開発に取り組んでいく所存であります。

最後に、本年度もまた、本校のSSH事業の推進にご尽力いただいた大学・研究機関の先生方、温かいご指導とご支援をたまわった文部科学省、科学技術振興機構、愛知県教育委員会、SSH運営指導委員会、同評価委員会の皆様にご心より感謝申し上げます。今後ともご指導、ご協力のほどよろしくお願い申し上げます。

目次

巻頭言	1
目次	2
平成29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)	3
平成29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	7
第1章 研究開発の課題	9
第2章 研究開発の経緯	11
第3章 研究開発の内容	12
3-1 探究活動ガイダンス	12
3-2 SSH研究成果発表会	13
3-3 SSHアラカルト講座	14
3-3-1 「数学 夏の学校」	14
3-3-2 「探究基礎講座」	18
3-4 サイエンスツアー	20
(1) 京大霊長類研究所・日本モンキーセンター 一日研究員体験	20
(2) つくば研修	21
(3) 東大研修	22
(4) 京大研修	23
(5) 生徒研究発表会研修	24
3-5 SSH記念講演	25
3-6 学校設定科目	26
a 国語科「SSH言語探究 a 」	27
b 数学科「SSH数学 Xa 」「SSH数学 $X\beta$ 」「SSH数学 Ya 」「SSH数学 $Y\beta$ 」	28
c 理科「SSH物理 a 」「SSH物理 β 」	30
d 理科「SSH化学 a 」「SSH化学 β 」	31
e 理科「SSH生物 a 」「SSH生物 β 」	33
f 理科「SSH総合理科」	34
f-1 物理分野	34
f-2 化学分野	35
f-3 生物分野	36
3-6-g 英語科「SSHライティング」	37
3-6-h 課題探究基礎(MC)	38
3-6-i SSH探究「課題探究」	39
3-7 SSH海外研修	41
3-7-1 受入	41
(1) インターンシップ	41
(2) ウェストミンスター校生徒の受入	42
3-7-2 派遣	42
(1) 英国海外研修(H29. 3実施)	42
(2) オーストラリア海外研修事前指導(H30. 3予定)	43
(3) SSH海外研修の評価・検証	45
3-8 特別活動	46
3-8-1 研究発表会及び各種コンテストへの参加	46
3-8-2 物理・地学班	49
3-8-3 化学班	50
3-8-4 生物班	51
3-8-5 数学班	52
第4章 実施の効果とその評価	53
第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制	55
第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及	56
関係資料	
1 平成29年度教育課程表	57
2 明和SSH運営指導委員・評価委員合同委員会の記録	58
3 普通科保護者による学校評価(SSH関連分)	59
4 平成29年度課題研究テーマ一覧	60

①平成29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	<p>社会貢献に必要な『質の高い探究心』を涵養する明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）グローバル化社会で活躍する科学系人材の育成を目指した、探究心の質的向上を図る課題研究の指導法の確立と、探究活動における生徒の変容を捉える客観性の高い評価法の開発</p>
② 研究開発の概要	<p>第Ⅰ期の研究指定によって活性化した本校の教育活動の充実と発展を図りながら、第Ⅱ期の研究指定の申請に向けて経過措置の期間に研究に着手した教科融合型科目「課題探究」の効果的な実施のための研究開発と実施したSSHの各事業の成果を検証し客観的に評価するための評価法の研究開発を行った。</p> <p>1 第Ⅰ期や経過措置の期間から実施している各事業の充実と発展をはかるための研究開発</p> <p>第Ⅰ期の期間中から実施している事業や経過措置の期間に追加した事業の一つ一つについて、実施計画の作成、実施、そして検証の各段階を通して、事業の効果をより高めるために事業の充実と発展をはかるための方策を研究した。</p> <p>具体的には、「探究基礎講座」において新たな取組を行うとともに講座数を増やし、「サイエンスツアー」に生徒研修発表会への参加を追加し、「SSH記念講演」は卒業生でもある2名の研究者による共演という形で実施した。</p> <p>2 教科融合型学校設定科目「課題探究」における研究の進め方の研究開発</p> <p>「質の高い探究心」を涵養するための本校のSSH事業の中で柱となるものとして導入した、教科融合型科目である「課題探究」について、その目的がより効果的に実現できるような実施のあり方を研究した。</p> <p>具体的には、科目としての授業展開や各教科・科目の担当教員の割当て、週の時間割への組み込み方、限られた学校の施設や設備、そして予算という制約のなかでの探究活動の進め方、探究活動に相応しいテーマの選び方、担当教員による探究の進め方や成果のまとめ方などについての生徒に対する支援のあり方、各担当教員間の連携と協力のあり方、そして、探究成果発表会の持ち方など多岐にわたって研究した。</p> <p>3 SSH事業の成果を検証し客観的に評価する評価法の研究開発</p> <p>生徒自身の主観に基づくアンケートによる評価ではなく、より客観性のある評価を行うために、SSH事業で活動した生徒の変容を、評価の観点を明確にして評価するための「変容ルーブリック」を開発する研究をした。</p> <p>具体的には、SSHの各事業（「研究成果発表会」、「海外研修」、「特別活動」、「記念講演」を除く）において、生徒の変容を評価するために、各事業の目的に応じた「変容ルーブリック」を開発して活用した。</p>
③ 平成29年度実施規模	<p>(1) SSH学校設定科目：全日制普通科第1, 2, 3学年全員を対象に実施した。</p> <p>(2) 総合的な学習の時間「MC」：全日制普通科第1学年全員を対象に実施した。</p> <p>(3) 探究活動ガイダンス：全日制普通科・音楽科第1学年全員を対象に実施した。</p> <p>(4) 研究成果発表会：全日制普通科全学年，保護者，県内各高校，県外SSH校，尾張地区中学校教員を対象に実施した。</p> <p>(5) アラカルト講座：全日制普通科第1, 2学年全員，第3学年希望生徒を対象に実施した。</p> <p>(6) サイエンスツアー：第1, 2, 3学年希望生徒を対象に実施した。</p> <p>(7) 記念講演：全日制普通科・音楽科全学年生徒，保護者を対象に実施した。</p> <p>(8) 海外研修：全日制普通科・音楽科第1, 2学年希望生徒を対象に実施した。</p> <p>(9) 特別活動：全日制普通科・音楽科全学年希望生徒を対象に実施した。</p> <p>年間を通してSSH研究開発事業の対象となった生徒数は、全日制普通科全学年957名である。</p>

④ 研究開発内容

○研究計画

SSH事業に関わる研究開発をより充実させるために、経過措置期間の28年度に発足させた研究開発部において一年間の研究計画を策定し、全校体制のもとで以下のように実施した。

4月

新入生に対するSSH事業への導入として、犬山市民文化会館および日本モンキーセンターにおいて「探究活動ガイダンス」を全日制普通科・音楽科第1学年全生徒を対象に実施した。

5月

全日制普通科全学年を対象に前年度の研究成果を発表するSSH研究成果発表会を実施した。一部の発表は質疑応答も含めて英語で行った。

7、8月（夏季休業中）

- (1) 英国ウェストミンスター校の生徒が5名来校し、本校の生徒宅にホームステイをした。そして、本校において授業に参加するとともに、本校の生徒と一緒に企業等でインターンシップを行うなど交流を深めた。
- (2) 全日制普通科第1、2学年全生徒、第3学年希望生徒を対象に、アラカルト講座として、次の2つの事業を実施した。
 - ・本校及び他校を会場に、「数学 夏の学校」を12講座開講して実施した。
 - ・本校を会場に、数学を除く他の教科について、「探究基礎講座」16講座開講して実施した。
- (3) 全日制普通科第1、2学年希望生徒を対象に、大学の研究室、各種の研究施設、博物館等を訪問するサイエンスツアーとして京都大学霊長類研究所・日本モンキーセンター一日研究員体験、つくば研修、東大研修、京大研修、生徒研究発表会研修を実施した。

10月

全日制普通科・音楽科全学年生徒及び保護者を対象に、先端分野を担っている研究者の研究活動を具体的に学ぶSSH記念講演を実施した。

3月

第I期3年次のオーストラリア海外研修から始まり翌年に英国海外研修を実施して以降、隔年でオーストラリアと英国を交互に訪問する形が定着している海外研修について、本年度はオーストラリアでの研修を実施した。事前に語学、英語プレゼンテーション、オーストラリアの歴史と文化等について研修を行った上で、オーストラリアでは、ボーカムヒルズ校で授業に参加するとともに、参加者全員がそれぞれの課題研究の成果を発表した。また、日本企業の現地法人と大学の研究室や天文台においても研修を行った。

年間を通して実施した研究

- (1) 学校設定科目として、SSH数学X a （3単位）、SSH数学Y a （3単位）、SSH生物 a （3単位）を全日制普通科第1学年の生徒を対象に、SSH言語探究 a （2単位）、SSH数学X β （3単位）、SSH数学Y β （3単位）、SSH物理 a （3単位）、SSH化学 a （3単位）を全日制普通科第2学年の生徒を対象に、SSH物理 a （1単位）、SSH化学 a （1単位）、SSH生物 a （1単位）、SSHライティング（3単位）を全日制普通科第3学年A類型の生徒を対象に、SSH物理 β （4単位）、SSH化学 β （4単位）、SSH生物 β （4単位）、SSH総合理科（1単位）、SSHライティング（2単位）を全日制普通科第3学年B類型の生徒を対象に実施した。
- (2) 「課題探究基礎（MC）」を全日制普通科第1学年の生徒を対象に、第I期の研究開発課題を継続的に研究しながら実施した。
- (3) SSH部の化学、物理・地学、生物、数学の各班が、研究活動を行い各種のグランプリやコンテストに参加して発表した。
- (4) 第II期のSSH事業の柱となる教科融合型の学校設定科目「課題探究」について、年間の指導計画を策定した上で、探究活動の具体的な進め方、生徒に対する支援の仕方、各担当者間の連携のあり方などを研究した。
- (5) SSHの各事業の成果を検証し客観的に評価するために、評価の観点を明確にした上で生徒の変容を評価する評価法として3つの種類の「変容ルーブリック」の基本形を開発し、各事業の目的に合わせて応用して活用しながら研究した。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

- ・ 1年「数学Ⅰ」を学校設定科目「SSH数学 a 」で代替して実施する。
- ・ 1年「生物基礎」3単位を学校設定科目「SSH生物 a 」3単位で代替して実施する。
- ・ 2年「総合的な学習の時間」1単位を学校設定科目「SSH言語探究 a 」で代替して実施する。
- ・ 2年「物理基礎」3単位を学校設定科目「SSH物理 a 」3単位で代替して実施する。
- ・ 2年「化学基礎」3単位を学校設定科目「SSH化学 a 」3単位で代替して実施する。
- ・ 2年「情報の科学」2単位を「課題探究」2単位で代替して実施する。
- ・ 3年A類型「総合的な学習の時間」1単位を学校設定科目「SSHライティング」で代替して実施する。
- ・ 3年B類型「総合的な学習の時間」1単位を「SSH総合理科」で代替して実施する。

○平成29年度の教育課程の内容

巻末（関係資料）に教育課程を示す。

○具体的な研究事項・活動内容

1 第Ⅰ期や経過措置の期間から実施している各事業の充実と発展をはかるための研究開発

(1) 探究活動ガイダンス

3年間の探究活動への導入としての性格を明確にして、全日制普通科・音楽科第1学年全生徒を対象に、疑問や課題を発見する力を育成する目的で、京都大学霊長類研究所教授松沢哲郎氏の根源的な問いを科学的に検証する講演と、日本モンキーセンターにおいて学芸員の指導を受ける実地研修を実施した。

(2) SSH研究成果発表会

生徒の研究活動の成果の発信及び、運営指導委員、評価委員からの指導を受ける機会として、全日制普通科全生徒を対象に実施した。一部の研究発表は、発表も質疑応答も英語で行った。

(3) 「数学 夏の学校」

運営連絡協議会で議論を重ね、講座数も10講座に2講座増やして実施した。純粋数学から応用数学まで幅広く、高校数学の発展的内容から大学数学の入門的内容まで扱う講座を展開した。他の高校や中学校の生徒と教員の参加もあり、研究成果を地域社会へ還元することができた。

(4) 探究基礎講座

各教科の内容となっている諸科学における科学の方法論を具体的で興味深いテーマを通して学び、知的視野を広げ論理的な思考力を高めるための講座について、今年度は大学の研究者の講座を開催するとともに、講座数を12講座に4講座増やして開講した。また、昨年度からトヨタ女性技術者育成基金の協力で行っている講義と車両体験について、今年度は衝撃安全ボディの衝突吸収コンテストを行うなど内容の充実を図った。

(5) サイエンスツアー

先端分野の具体的な研究活動について知的視野を広げるとともに研究に取り組む意識を高めるために、大学の研究室、各種の先端研究施設、博物館等において実地に研究活動を見聞させるサイエンスツアーを、京都大学霊長類研究所・日本モンキーセンター一日研究員体験、つくば研修、東大研修、京大研修、さらに今年度は生徒研究発表会研修を加えて5つのコースで実施した。

(6) SSH記念講演

先端分野を担う研究者の研究活動について知的視野を広げるとともに研究に取り組む意識を高めるために、同志社大学理工学部エネルギー機械工学科教授の平山朋子氏、名古屋大学大学院工学研究科機械システム工学研究専攻教授の長野方星氏の2名の本校卒業生による先端研究の紹介と研究者としての歩みについての講演を行った。

(7) 海外研修

多数の応募の中から選考された15名の生徒がオーストラリア海外研修に派遣された。ボーカムヒルズ校においては、7グループが英語によるプレゼンテーションで各グループの研究発表を公表するとともに質疑応答を行い、パナソニックオーストラリア、シドニー大学等でも研修を行った。

(8) 学校設定科目「SSH総合理科」

授業では実験実習の機会を豊富に取り入れるとともに、先端研究を携わっている大学教員、企業や研究機関の研究員による講義を理科特別講座として5講座開講した。

(9) SSH部活動の各班の活動

化学、物理・地学、生物、数学の各班は大学や研究施設の協力を得て活動し、各種のグランプリやコンテストに参加して優れた成果を上げた。

2 教科融合型学校設定科目「課題探究」における研究の進め方の研究開発

(1) 教育課程における位置付け、授業展開、担当教員の割り当て、年間指導計画の策定等

第1学年の「課題探究基礎 (MC)」で身に付けたことを活用して、自由に独創的な課題研究を行う。「課題探究」(2単位)をステップⅠとステップⅡに分け、ステップⅠでは分析の方法、論文の書き方、発信の仕方を学び、ステップⅡでは各班で設定したテーマについてグループ協働で研究に取り組んだ。ステップⅠはクラス毎に情報科の教員が、ステップⅡは2クラス(80名)を5つの分野別に5名の教員が担当した。作成した年間指導計画と年間進行表に従って研究活動を進め、研究開発部主任をとりまとめとする担当者会を適宜開催して各担当者間の連絡と連携を図った。

(2) 研究テーマの設定、探究活動の進め方や成果のまとめ方の指導、成果発表会のあり方等

探究活動についてのガイダンスの後、2～3名のグループ毎にマインドマップを作成させ、「数学・情報科学」、「物理学、応用物理、地学」、「化学、応用化学」、「生物学、生命科学」、「人文、社会、国際関係」の5分野の中で、生徒が抱いた疑問や興味などから課題となるテーマを自由に選ばせた。そして、研究計画を作成させた上で、資料収集、実験、観察等の活動を行わせ、研究成果はポスターにまとめさせた。なお、副教材として『課題探究メソッド』(啓林館)を活用した。研究成果のポスター発表については、2クラス毎の分野別の発表、クラス別の発表を行い、そこで、2クラス毎の分野別で各1テーマ選ばれた優秀作品を学年発表会で発表させた。

3 SSH事業の成果を検証し客観的に評価する評価法の研究開発

(1) 探究活動に必要な3つの場面に対応した変容ルーブリックの基本形の開発と活用

経過措置中に開発していた、講演会など生徒が問題意識を持つ場面で活用するインプット型、課題研究など知識と思考を繰り返す場面で活用するポートフォリオ型、研究発表などコミュニケーションをとる場面で活用されるパフォーマンス型の変容ルーブリックを活用した。

(2) 変容ルーブリックの3つの基本形の応用型の開発と活用

「探究活動ガイダンス」、「SSHアラカルト講座」、「サイエンスツアー」、「SSH総合理科」の特別講座、「課題探究」のポスターセッションについて、各事業に適した変容ルーブリックを、3つの基本形を応用して開発し活用した。

⑤研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

前記の具体的な研究事項・活動内容のなかで、主な成果を以下の3つに絞って記す。

1 第Ⅰ期や経過措置の期間から実施している各事業の充実と発展をはかるための研究開発

「数学 夏の学校」では講座数を増やし、「探究基礎講座」では新たな内容を追加するとともに講座数も増やして充実を図ることができた。サイエンスツアーにも生徒研究発表会研修を加えることができた。SSH記念講演は、本校卒業生の2名の研究者による講演という従来と違う形で実施し、活発に質疑応答が行われ大いに生徒の意識を刺激することができた。

2 教科融合型学校設定科目「課題探究」における研究の進め方の研究開発

第Ⅱ期1年目の本年度からの実施であるが、昨年度から検討し計画していたこともあり、研究開発部が開発した計画に基づいて全校体制で円滑に実施できた。

3 SSH事業を検証し客観的に評価するための評価法の研究開発

開発した変容ルーブリックを活用したことで、ルーブリックがSSHの各事業による生徒の変容を評価するために適した一つの方法であることがわかった。

○実施上の課題と今後の取組

1 来年度については、「さくらサイエンスプラン」で招聘されるアジアの高校生との交流を計画している関係で、今年度に内容と講座数を充実させた「数学 夏の学校」と「探究基礎講座」について、内容の質を低下させることなく講座数の精選を図ることが必要である。

2 教科融合型科目「課題探究」は普通科2年生全生徒を対象として実施しており、理系分野の研究テーマについては、研究を進めるために使用できる教室や研究用の資材等を保管する場所が不足した。今後は学校の施設・設備の合理的な活用を工夫する必要がある。

②平成29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

第Ⅰ期の研究指定によって、学校設定科目による授業、大学や研究機関との連携、国際交流が始まり、学校の教育活動全体が活性化した。また、生徒の科学への興味や関心、研究への意欲が高まるなどの変容がみられた。経過措置となった昨年度においても、このような状況は継続し第Ⅰ期研究指定中の成果と比べて遜色のないものであった。第Ⅱ期の研究指定を受けた今年度も、例年と同様の成果をあげており、SSHによって学校の教育活動が活性化した状態が定着し日常化している。そのことは、以下にまとめた3つの観点からも視える。

1 生徒においてみられた変容

(1) 発表を前提に研究に取り組む状況が定着し、多くの生徒が校外において研究発表を行った。

【資料1】参加した校外科学コンテスト・研究発表会での顕著な表彰（下線：英語による発表）

年度	顕著な表彰 【 】は主な主催団体 ()は件数
28年度 (経過措置)	<ul style="list-style-type: none"> ・SSH東海地区フェスタ【名城大学附属校】ポスター賞(1) ・坊ちゃん科学賞論文コンテスト【東京理科大学】入賞(3) ・高校生理科研究発表会【千葉大学】千葉大学賞(1)※他校生との共同研究 ・第27回日本数学コンクール 奨励賞(4) ・第18回日本数学コンクール論文賞 金賞(1) ・第15回A I Tサイエンス大賞【愛知工業大学】優秀賞(1) ※第13回高校化学グランドコンテスト【大阪市大、読売新聞社】大阪市長賞 → International Science Youth Forum 2017 (Singapore) 派遣(生徒3名)
29年度 (第Ⅱ期1年次)	<ul style="list-style-type: none"> ・SSH東海地区フェスタ【名城大学附属校】パネルセッション特別賞(1) ・坊ちゃん科学賞論文コンテスト【東京理科大学】佳作(3) ・第28回日本数学コンクール 優良賞(2) 奨励賞(3) ・第8回全国数学選手権大会【数学検定協会】全国大会出場(1) ・第16回AITサイエンス大賞【愛知工業大学】奨励賞(1) ・第14回高校化学グランドコンテスト【名古屋市大、読売新聞社】(生徒5名)

【資料2】科学系オリンピック等への参加

年度	参加発表者数	顕著な成績 ()内は人数
27年度 (第Ⅰ期5年次)	74	<ul style="list-style-type: none"> ・物理チャレンジ 全国大会出場(2) ・化学グランプリ 全国大会 大賞(1)、銀賞(1) 東海支部長賞(3)、奨励賞(2)
28年度 (経過措置)	79	<ul style="list-style-type: none"> ・物理チャレンジ 全国大会出場(1) ・化学グランプリ 日本化学会東海支部長賞(2)
29年度 (第Ⅱ期1年次)	115	<ul style="list-style-type: none"> ・日本数学オリンピック 全国大会優秀賞(1) ・日本生物学オリンピック 全国大会出場(1) ・化学グランプリ 日本化学会東海支部長賞(1)、奨励賞(2) ・あいち科学の甲子園グランプリステージ準優勝(7)

(2)「数学 夏の学校」は、外部からの参加も定着し、研究成果を地域に還元することができた。

【資料3】「数学 夏の学校」参加者数の推移

	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
外部	中(対象外) 高(5) 教員(0)	中(対象外) 高(12) 員(6)	中(69) 高(20) 教員(20)	中(159) 高(59) 教員(21)	中(231) 高(68) 教員(18)	中(181) 高(122) 教員(33)	中(171) 高(44) 教員(21)
本校	267	306	318	322	274	234	237
合計	272	324	427	561	591	570	473

(3)SSH部は、第Ⅰ期研究指定と同時に部員数が増え、経過措置中と第Ⅱ期指定後も大きな変動はなく、

活発な活動が行われている。

【資料4】SSH部で活動する生徒数の推移（指定前の22年度は理化部と生物同好会の合計人数）

指定前(22)	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
26名	51名	41名	57名	79名	81名	61名	58名

(4) 国際交流の進展により英語によって研究成果を発表することが定着し、発表数が増加した。

〔校外〕 オーストラリア海外研修 (H27 15名、H29 15名予定)

時習館高校SSグローバル (H23 4名、H24～H27 各2名、H28 3名、H29 2名)

名大MIRAI グローバルサイエンスキャンパス (H29 1名)

対日理解促進交流プログラム カケハシ・プロジェクト (H29 2名)

〔校内〕 SSH研究成果発表会 (H26 3名、H27 8名、H28 4名、H29 6名)

2 教員、学校においてみられた変容

(1) 大学、研究機関、企業と連携する事業は、教員にとって刺激となり視野を広げる貴重な研修の機会になっている。

(2) 研究成果を英語で発表する生徒の指導について、研究内容に関係するところは各教科の教員、英語への翻訳やスピーチの仕方は英語科の教員というように、教科間で連携する体制ができている。

3 保護者の意識の変化

保護者もSSHの事業によって生徒が科学への興味・関心、思考力や発想力、幅広い教養や高い見識を身に付けることにつながっていると感じている。

【資料6】学校評価アンケートから（数値の単位は%）

アンケートの質問文については、質問の主旨を変えない程度で若干の修正を行っている。

質問 SSHの活動で・・・	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度
質の高い探究心を育成に役立った	49.1	63.7	65.8	67.6	75.1	72.7	72.6
社会貢献できる力の育成に役立った	55.1	72.1	73.6	75.8	74.2	72.9	72.4
科学への興味・関心が高まった	43.8	60.3	61.3	62.1	70.0	65.9	66.9

② 研究開発の課題

SSHの第Ⅱ期では、第Ⅰ期の成果を踏まえ、社会貢献に必要な『質の高い研究心』を涵養することを旨とする。そのために、次の4つを研究開発の課題とする。

1 SSHの各事業を「課題探究」を核として相互に関連付けるための研究開発

(1) 「SSH探究科目」のなかで、特に「課題探究」を課題研究の核となる事業と位置付け、「SSH理数科目」、「SSHプログラム」、「SSH特別活動」はこれを支える事業とする。

(2) 「SSH探究科目」のなかで、「課題探究基礎 (MC)」の内容のなかに「課題探究」で研究活動をするための技術を含める。

2 「課題探究」において探究活動を効果的に行うための研究開発

(1) グラウンドや階段など、学校の各施設を有効に活用して探究活動を行うことができるように、週時間割内において適切な「課題探究」の時間を設定する。

(2) 探究活動のための使用する教室や資材等の保管場所を確保するために、学校の施設・設備の合理的かつ有効の活用を工夫する。

3 客観性の高い評価法としての「変容ルーブリック」の完成度を高めるための研究開発

(1) 探究活動に必要な各場面での活動を通しての生徒の変容を評価するために開発した、各場面での活動に応じた3種類の「変容ルーブリック」を活用しながら開発を継続し、評価の観点を統一するなどして「変容ルーブリック」の完成度を高める。

(2) 「変容ルーブリック」で得られた評価をフィードバックすることで、各事業の改善に用いる方法を研究する。

4 「さくらサイエンスプラン」を夏季休業中に効果的に実施するため研究開発

(1) 公共施設借用し、アジアから招聘した高校生に対して本校生徒が「課題探究」やSSH部の研究の成果を発表する。

(2) 名古屋市科学館プラネタリウムをアジアの高校生と本校生徒が共に見学しながら交流を深める。

(3) 夏季休業中に実施している「数学 夏の学校」「探究基礎講座」の講座数の精選をはかる。

第1章 研究開発の課題

1 研究開発課題

社会貢献に必要な『質の高い探究心』を涵養する明和スーパーサイエンスプラン（MSSP）
 — グローバル化社会で活躍する科学系人材の育成を目指した、探究心の質的向上を図る課題研究の指導法の確立と、探究活動における生徒の変容を捉える客観性の高い評価法の開発 —

【SSH探究科目】 (学校設定科目) ※第Ⅱ期で新設する科目	課題研究に直接関わる学校設定科目（授業時間内で行う） 1年生：「課題探究基礎（MC）」（1単位） 2年生：「課題探究」（2単位）、「SSH言語探究a」（2単位） 3年生：A類型：「SSH言語探究β」（1単位） B類型：「SSH理科探究」（理科特別講座含）（1単位） 科目融合型の課題研究の実施、TAの配置、「SSH特別活動」「SSHプログラム」との関連付けをはかる
【SSH理数科目】 (学校設定科目) ※第Ⅰ期の内容を精選し継続する科目	課題研究を支える学校設定科目（授業時間内で行う） 1年生：「SSH数学Xa」,「SSH数学Ya」,「SSH生物a」（いずれも3単位） 2年生：「SSH数学Xβ」,「SSH数学Yβ」,「SSH物理a」,「SSH化学a」（いずれも3単位） 3年生：B類型：「SSH物理β」*,「SSH生物β」*,「SSH化学β」 (*は選択, いずれも4単位)
【SSHプログラム】	学校行事として取り組む事業 アカデミック講座…「数学 夏の学校」*,「探究基礎講座」* サイエンスツアー, SSH研究成果発表会**, 課題研究発表会 探究活動ガイダンス, SSH記念講演** (*校外生徒の受け入れ, **保護者, 関係者の受け入れ)
【SSH特別活動】	授業時間外に活動する事業 SSH部…物理・地学班, 化学班, 生物班, 数学班 生徒研究発表会, 各種オリンピック・グランプリ, 科学の甲子園など 国内の研究発表会または競技（実験競技を含む）に参加 【SSH探究科目】で行う課題研究の模範となる研究の推進 海外での発表会に挑戦, 大学・企業の研究室との連携, 地域の中학생との交流, 卒業生による実験講座の企画など
【SSH国際交流】	「英国海外研修」「オーストラリア海外研修」を交互に実施する事業 【SSH探究科目】や【SSH海外特別活動】での課題研究成果と関連付けた研修やサイエンスダイアログの企画, 受け入れ生徒と本校生によるワークショップやインターンシップなどにおけるグループ活動の企画

2 研究開発の仮説

[仮説1] 探究活動に必要な場面構成に関するもの]

PPDACサイクル（Problem、Plan、Data、Analysis、Conclusion、探究学習で生徒が行う効果的な活動サイクル）などに基づく課題研究、これを軸にした【SSH探究科目】の指導において、問題意識を持つ場面、知識と思考を繰り返す場面、コミュニケーションをとる場面を、適切に構成した指導展開を進めれば探究心の質的向上に繋がり、課題研究の深化を図ることができる。

[仮説2] 生徒の変容を把握する評価に関するもの]

客観性のあるルーブリック表による評価の手法を確立し、MSSPのそれぞれの場面における評価を実施、その結果をフィードバックして、【SSH探究科目】の指導に生かし、指導法の改善を恒常的に行えば、探究心の質的向上につながり、課題研究の深化を図ることができる。将来、ここでの経験が、科学の最前線で活躍するリーダーシップを持った人材に繋がる。

[仮説3] グローバル化社会に適応することに関するもの]

【SSH国際交流】における研修の主体に【SSH探究科目】または【SSH特別活動】で扱った課題研究の内容を用い、合わせて実践的な英語力、とりわけ科学英語力を身に付けることで、グローバル化社会に適応する科学系人材を育成することができる。また、将来的に、外国の文化や環境への理解と共感を深め、グローバル化社会で活躍するため、リーダーとして科学技術を牽引する人材となる可能性を高めることができる。

3 研究開発の概要

(1)第Ⅰ期や経過措置の期間から実施している各事業の充実と発展をはかるための研究開発

【SSH探究科目】

①「SSH総合理科」

授業では実験実習の機会を豊富に取り入れるとともに、先端研究を携わっている大学教員、企業や研究機関の研究者による講義を理科特別講座として5講座開講した。

[SSHプログラム]

①探究活動ガイダンス

3年間の探究活動への導入としての性格を明確にして、全日制普通科・音楽科第1学年全生徒を対象に、疑問や課題を発見する力を育成する目的で、京都大学霊長類研究所教授松沢哲郎氏の根源的な問いを科学的に検証する講演と、日本モンキーセンターでの学芸員の説明を聞きながら実地研修を実施した。

②SSH研究成果発表会

生徒の研究活動の成果の発信及び、運営指導委員、評価委員からの指導を受ける機会として、全日制普通科全生徒を対象に実施した。一部の研究発表は、発表も質疑応答も英語で行った。

③「数学 夏の学校」

運営連絡協議会で議論を重ね、講座数も10講座に2講座増やして実施した。純粋数学から応用数学まで幅広く、高校数学の発展的内容から大学数学の入門的内容まで扱う講座を展開した。他の高校や中学校の生徒と教員の参加もあり、研究成果を地域社会へ還元することができた。

④「探究基礎講座」

各教科の内容となっている諸科学における科学の方法論を具体的で興味深いテーマを通して学び、知的視野を広げ論理的な思考力を高めるための講座について、今年度は大学の研究者の講座を開催するとともに、講座数を12講座に4講座増やして開講した。また、昨年度からトヨタ女性技術者育成基金の協力で行っている講義と車両体験について、今年度は衝撃安全ボディの衝撃吸収コンテストを行うなど内容の充実を図った。

⑤サイエンスツアー

先端分野の具体的な研究活動について知的視野を広げるとともに研究に取り組む意識を高めるために、大学の研究室、各種の先端研究施設、博物館等において実地に研究活動を見聞させるサイエンスツアーを、京都大学霊長類研究所、つくば研修、東大研修、京大研修、さらに今年度は生徒研究発表会研修を加えて5つのコースで実施した。

⑥SSH記念講演

先端分野を担う研究者の研究活動について知的視野を広げるとともに研究に取り組む意識を高めるために、同志社大学理工学部エネルギー機械工学科教授の平山朋子氏、名古屋大学大学院工学研究科機械システム工学研究専攻教授の長野方星氏の2名の本校卒業生による先端研究の紹介と研究者としての歩みについての講演を行った。

[SSH特別活動]

化学、物理・地学、生物、数学の各班は大学や研究施設の協力を得て活動し、各種のグランプリやコンテストに参加して優れた成果を上げた。

[SSH国際交流]

多数の応募の中から選考された15名の生徒がオーストラリア海外研修に派遣された。ボーカムヒルズ校においては、7グループが英語によるプレゼンテーションで各グループの研究発表を同時に行い、質疑応答を行い、パナソニックオーストラリア、シドニー大学等でも研修を行った。

(2)教科融合型学校設定科目「課題探究」における研究の進め方の研究開発

①教育課程における位置付け、授業展開、担当教員の割り当て、年間指導計画の策定等

第1学年の「課題探究基礎 (MC)」で身に付けたことを活用して、自由で独創的な課題研究を行う。「課題探究」(2単位)をステップⅠとステップⅡに分け、ステップⅠでは分析の方法、論文の書き方、発信の仕方を学び、ステップⅡでは各班で設定したテーマについてグループ協働で研究に取り組んだ。ステップⅠはクラス毎に情報科の教員が、ステップⅡは2クラス(80名)を5つの分野別に5名の教員が担当した。作成した年間指導計画と年間進行表に従って研究活動を進め、研究開発部主任をとりまとめとする担当者会を適宜開催して各担当者間の連絡と連携を図った。

②研究テーマの設定、探究活動の進め方や成果のまとめ方の指導、成果発表会のあり方等

「数学・情報科学」、「物理学、応用物理、地学」、「化学、応用化学」、「生物学、生命科学」、「人文、社会、国際関係」の5分野の中で、生徒が抱いた疑問や興味などから課題となるテーマを自由に選ばせた。そして、研究計画を作成させた上で、資料収集、実験、観察等の活動を行わせ、研究成果はポスターにまとめさせた。なお、副教材として『課題探究メソッド』(啓林館)を活用した。研究成果のポスター発表については、2クラス毎の分野別の発表、クラス別の発表を行い、そこで、2クラス毎の分野別で各1テーマ選ばれた優秀作品を学年発表会で発表させた。

(3)SSH事業の成果を検証し客観的に評価する評価法の研究開発

①探究活動に必要な3つの場面に対応した変容ループリックの基本形の開発と活用

経過措置中に開発していた、講演会など生徒が問題意識を持つ場面で活用するインプット型、課題研究など知識と思考を繰り返す場面で活用するポートフォリオ型、研究発表などコミュニケーションをとる場面で活用されるパフォーマンス型の変容ループリックを活用した。

②変容ループリックの3つの基本形の応用型の開発と活用

「探究活動ガイダンス」、「アラカルト講座」、「サイエンスツアー」、「SSH総合理科」の特別講座、「課題探究」のポスターセッションについて、各事業に適した変容ループリックを、3つの基本形を応用して開発し活用した。

第2章 研究開発の経緯

第Ⅰ期SSH事業では、「科学の方法論」の習得と「総合的な知性」の育成を目指し、「数学 夏の学校」等のSSHアラカルト講座や、多様なSSH科目（学校設定科目）の研究開発に取り組んだ。生徒たちは、SSH研究成果発表会、SSH記念講演、SSH理数科目を中心に課題研究、SSH特別活動（SSH部）、海外研修での探究活動を通して、科学に対する視野を広げるとともに、幅広い知識や探究力、考えをまとめて発表する力を身に付けた。この成果を基盤にして、一昨年度（Ⅰ期5年目）、昨年度（経過措置）において、教科・科目融合型の「SSH探究科目」を設け、3年間を通して段階的かつ継続的に課題研究を進めることのできる教育課程を開発した。

第Ⅱ期SSH事業の採択を受け、今年度より【SSH探究科目】の中に設けた「課題探究」（2年生普通科8クラス対象）を実施した。この科目で、今研究開発事業の中核に据えた普通科全生徒に対する課題研究を指導した。確認のため、第Ⅰ期から第Ⅱ期への教育課程（特に学校設定科目）の変更は以下に示す。

教科	科目（単位数）	学年	教科	科目（単位数）	学年
国語	SSH現代文(2)	2	国語	*SSH言語探究α(2)	2
数学	SSH数学Ⅰ(3)	1	数学	SSH数学Xα(3)	1
	SSH数学A(3)	1		SSH数学Yα(3)	1
	SSH数学Ⅱ(3)	2		SSH数学Xβ(3)	2
	SSH数学B(3)	2		SSH数学Yβ(3)	2
理科	SSH物理α(3)	2		SSH物理α(3)	2
	SSH物理β(4)	3	SSH物理β(4)	3	
	SSH化学α(3)	2	SSH化学α(3)	2	
	SSH化学β(4)	3	SSH化学β(4)	3	
	SSH生物α(3)	1	SSH生物α(3)	1	
	SSH生物β(4)	3	SSH生物β(4)	3	
	SSH総合理科(1)	3	*SSH理科探究(1)	3	
英語	SSHライティング(3)	3	英語	*SSH言語探究β(1)	3
情報	SSH情報実習(1)	1	SSH探究	*課題探究(2)	2
探究	SSH数理科学(1)	1			
総合的な学習の時間	SSHMC(1)	1	総合的な学習の時間	*課題探究基礎(MC)(1)	1

※上表の科目はすべてSSH事業のための学校設定科目である

第Ⅱ期では、*印は【SSH探究科目】、無印は【SSH理数科目】として分類している

「課題探究」は、個々の生徒が持つ問題意識や課題設定により5分野、20講座に分け、2クラス5展開、担当教員18名（20講座中、2名の教員が重複）で実施した（詳細は第3章6学校設定科目を参照）。このときの分野は以下の通りである。

【課題研究の分野】（生徒の興味に応じて緩やかに5分野に分けた。）

コースの例	連携教科	対応する課題研究の内容
①数学、情報科学	数学、情報	数学理論、プログラミング
②物理学、応用物理、地学	理科（物理）、数学、保体	理論物理、物理工学、スポーツ科学 など
③化学、応用化学	理科（化学、生物）、家庭	物質化学、工業化学、材料工学 など
④生物学、生命科学	理科（生物、化学）、保体、家庭	生物学、生命科学、食品医学 など
⑤人文、社会、国際関係	国語、地歴公民、英語、芸術など	文学、社会学、法学、経済学、言語学、芸術など

課題研究の展開は普通科8クラス、約320名を対象とするため、時間や場所の物理的な制約や、情報機器使用の際のセキュリティー対策、アンケート調査の多様など想定外の活動などで種々の問題が噴出し困難を極めたが、「課題探究」担当教員や研究開発部の先生方の発案、調整などで何とか乗り切ることができ、全生徒に課題研究の過程（探究の過程）を経験させることができた。

このように普通科全体を対象にする課題研究を立ち上げることができたが、改善を加えながら第Ⅰ期より実施してきた事業との関連を的確に図る必要がある。このため本校のSSH事業に対する効果と評価を継続的に比較検討するための調査を今年度より行った。その結果は、第4章に記載するが、この結果を見ると第Ⅱ期SSH事業の根幹に位置付けた課題研究は、これに関連するこれまでの事業と同様に生徒の変容に大きく影響していることが分かる。

第3章 研究開発の内容

3-1 探究活動ガイダンス

(1) 仮説（ねらい、目的）

霊長類学の世界的権威で文化功労者の京都大学高等研究院特別教授・京都大学霊長類研究所兼任教授・中部大学創発学術院特別招聘教授・公益財団法人日本モンキーセンター所長 松沢哲郎氏の講演を通して、「科学の方法論」と「総合的な知性」の育成を目指す本校SSH事業への参加の意欲を喚起する。

また、2年生で実施する学校設定教科「SSH探究」での課題探究の準備段階として、1年生通年で指導していく、課題発見力を育成する指導のスタートとして位置付ける。

(2) 研究内容及び方法

◇日時・会場 平成29年4月21日（金） 犬山市民文化会館・日本モンキーセンター

◇対象生徒 1年普通科・音楽科生徒360名、本校教員16名

◇実施内容 課題研究についての説明・研究者による講演
日本モンキーセンターにおけるショートガイド

◇講演講師 京都大学高等研究院特別教授・京都大学霊長類研究所兼任教授
中部大学創発学術院特別招聘教授
公益財団法人 日本モンキーセンター所長 松沢哲郎氏

◇演題 「想像するちから -チンパンジーが教えてくれた人間の心-」

◇事前学習として、生物基礎の授業で霊長類学と講師のこれまでの業績について学習させた。それに加えて、各教室に『想像するちから』（岩波書店）と『モンキー』1巻1号～4号を置き、貸し出しの便宜をはかった。

◇「人間とは何か」という根源的な問いに迫る講演であった。人間とは何かを知る研究として、松沢先生を中心としたこの研究所は、人間の外、つまりアウトグループの観察を通して、人間についての研究を行ってきている。このように、研究対象をより深く知るための手段として、それ以外のものにも目を向けるという考え方は、生徒たちにとって衝撃的であったようだ。この他にも、精密な「科学の方法論」に支えられたアイプロジェクトを始めとするチンパンジーの研究、そして「人間とは何か」の謎に迫る講演は、生徒たちの知的好奇心を大いに満足させるものであった。また、人間には「想像するちから」があるがゆえに絶望もするが、そのおかげで希望を持つこともできるのだという講師のメッセージに対して、生徒たちは深い感銘を受けたようであった。講演後の質疑応答も活発に行われ、学習を深めることができた。昨年度に引き続いて実施した午後の日本モンキーセンターにおけるショートガイドにおいても、霊長類の観察を通じ、研究について学べるいい機会となったようである。2年時に行う課題研究の準備のために用意した「探究ノート」に熱心にメモを取る姿が見られ、生徒たちは多くの研究の種を見つけたようであった。

◇事後学習として、振り返りシートによって振り返りをさせ、それを事前に準備したループリックに基づき評価した。

(3) 検証

今年度は学年全体を対象とした課題研究についての説明と松沢氏による基調講演から始まり、午後には普通科を対象として日本モンキーセンターにおけるショートガイドを実施し、生徒の課題発見の機会とした。評価方法については、選択式の主観評価と記述式の客観評価を織り交ぜた振り返りシートを記入させ、これをあらかじめ準備したループリックに基づいて評価を行った。その中でも、生徒の変容を捉えることをねらいとして、選択式においては「探究活動ガイダンスを通じて、研究に対する自分の気持ちや考えが大きく変化した」という項目を、一方で記述式においては「探究活動ガイダンスに参加して、研究に対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい」という項目を設定した。その結果、選択式設問による主観評価は「強くそう思う」を5点、「そう思う」を4点として、生徒の平均が4.0点という非常に高い結果となったのに対し、記述式設問による客観評価は「高く評価できる」を5点、「評価できる」を4点として、平均が3.4点という結果となった。この結果から、生徒の主観における変容と客観的評価における変容との間に少なからず差が生じているということがわかった。今後は、評価の信用性を高めるためにも、主観評価と客観評価との間に生じる差が何によるものなのか、また、より正確に生徒の変容をつかむための評価とはどのようなものなのかについて引き続き検証をしていくことが必要であると考えられる。

3-2 SSH研究成果発表会

(1) 研究の仮説（ねらい、目的）

平成28年度に実施した本校SSHの研究成果を発表することにより、自分の考えを発信し、聞き手を説得する能力を習得させる。英語での発表も行うことにより、英語力を活用して発信する機会とする。また、広く県内外の高等学校、尾張地区の中学校に研究成果の普及を図ること、発表者以外の生徒も科学技術への興味関心を持ち、研究の進め方や、知識の活用について知ることを目標とする。

(2) 研究開発の内容・方法

◇日時・会場 平成29年5月12日（金）13時30分～15時20分 本校体育館

◇対象 普通科全生徒959名、保護者37名、本校教員57名、他校教員21名、SSH運営指導委員及び評価委員5名、JST調査員1名

◇平成28年度SSH事業の研究成果を次のように発表した。

a 平成28年度SSH研究事業概要報告

・OP1「SSH研究事業報告と第Ⅱ期SSH事業実施に向けて」

昨年度の事業概要をスライドで振り返るとともに、今年度からはじまる第Ⅱ期の目標やカリキュラム等を全生徒に紹介する機会となった。

b 平成28年度英国海外研修報告

昨年度実施した英国海外研修の概要報告と、訪問先で行った研究発表の1つをプレゼンテーションした。

・OP2「研修概要」参加生徒3名が日本語で説明した。

・OP3 “Complementarity of the golden ratio and the silver ratio”

（黄金比と白銀比の相互補完性）

現地同様に英語で発表した。発表内容の概要（英語・日本語）を配付資料に掲載した。

c 平成28年度研究発表から

・OP4「覆面魔方陣」（SSH部数学班）

・OP5「天然色素増感太陽電池の高性能化を目指して

－植物から抽出されるアントシアニンの活用－」（SSH部化学班）

・OP6 “O-star formation by cloud-cloud collision”

（分子雲衝突による大質量星の誕生）（SSH部物理・地学班）

英語で発表した。発表内容の概要（英語・日本語）を配付資料に掲載した。

(3) 検証

実施後、全生徒に振り返りシートを記入させ、評価を行った。どの項目についても肯定的な意見が多かったが、英語の発表（OP3、OP6）に対する「発表内容が分かりやすかったか」という質問では、1年生は他の学年に比べて「そう思う」という答えが少なかった。これは、入学して間もない時であり、英語力が未熟であったために、発表者の英語が理解できなかったことが要因だと考えられる。しかし、感想には、英語の学習、英語での発信力の必要性を感じたという意見も多く見られた。また、今年度から始まった課題研究の研究テーマを探している最中である2年生にとっては、研究の手順や発表方法を知る良い機会となった。生き生きと発表する姿を見て、これから始まっていく課題研究への意欲を高めることもできた。

生徒の感想

・覆面魔法陣を発表してくれたSSH部数学班の方の「答えがあるのか分からないことを追究していくことが面白い」という言葉がとても印象に残りました。また、講評でも自分一人しか知らないことを追究することの面白さというところがありました。SSH事業は調べ学習というイメージが強かったのですが、これを聞いてSSH事業はもっと自発的で自分の興味のあるところを自分で調べて深く追究していくものなのだと感じました。

・今まで行ってきたSSH事業に対して、大変な作業をしなければならないんだな、少し嫌だなと思っていました。けれど、発表している方たちが堂々と楽しそうに発表していることや、最後の講評を聞いてSSH事業を行うことは、授業を受けるよりも楽しいかもしれない、と思いました。発表の準備は大変だけれど、自分が興味を持ったことについて調べ、それをみんなに知ってもらうことは、とても魅力的なことだと感じました。

3-3 SSHアラカルト講座

「SSHアラカルト講座」は、第Ⅱ期SSH申請時の研究実施計画書に記載した「課題探究」を支える4本の柱のうち、「SSHプログラム」に分類される研究開発事業である。SSH活動のうち1, 2年生普通科生徒全員に課せられた（3年生と音楽科は希望者）プログラムであり課題研究推進の基盤にあたる事業である。

昨年度の経過措置期間に準備段階として行った夏季休業中の講座を踏襲し、さらに講座数を増やして内容を充実させて実施した。「数学 夏の学校」、「探究基礎講座」はともに今年度より実施した課題研究を中核に据えた「課題探究」（2年生普通科8クラス、2単位）に向けて、とりわけ問題意識の高揚と知識の習得をねらいとして実施した。目標と仮説は以下の通りである。

第Ⅱ期SSHアラカルト講座の枠組み

「SSHアラカルト講座」…「数学 夏の学校」（12講座）

「探究基礎講座」（16講座、1講座のみ10月実施）

【目標】「数学 夏の学校」「探究基礎講座」により科学の専門的学習に意欲的な中学生の発掘と、SSHを経験した卒業生の活用で、SSHを軸とした科学技術人材の育成の流れを確立する。

【仮説】「SSHアラカルト講座」の実施により、教員の客観的評価に対する意識付けと、生徒の課題発見、問題意識の高揚に繋がる。また、探究心の質的向上を目指す教科科目融合型課題研究の基盤をつくる。

今年度は、「SSHアラカルト講座」と後述の「サイエンスツアー」のうち1講座以上を必須として全日制普通科1, 2年生全員（約720名）を対象に事業展開した。なお、「数学 夏の学校」は、従来通り地域の中学生（教員も含む）・高校生にも案内し、多数の参加をいただいている。

3-3-1 数学 夏の学校

(1) ねらい・目的

「数学 夏の学校」は夏季休業期間に課外授業として実施する。高校数学を発展させた内容から、大学数学の入門的内容まで幅広く学ばせる。主に大学教官を講師として招き、第一線で活躍する研究者の話に直接触れさせる機会とする。課題探究のテーマ設定のヒントにもなるよう、純粋数学から応用数学まで幅広く講座展開する。10月には、フォローアップ講座「秋のセミナー」を実施し、さらに発展的に学ぶ場を提供する。

また、SSH事業の地域への還元策として、広く地域へ開かれた事業としても取り組みを拡大する。平成26年には、大学教官、県教育委員会事務局員、あいち科学技術教育推進協議会加盟校の教員で構成する「『数学 夏の学校』運営連絡協議会」を設置し、内容の充実と講座展開の方法について協議をすすめる。高校教員の資質向上に資することもねらいの一つとしてある。

(2) 研究内容及び方法（具体的活動）

■「数学 夏の学校」（その1）（明和高校における講座）

①「四平方数の定理とワーリング問題」

◇実施日・会場： 7月24日（月） 愛知県立明和高等学校

◇参加者：本校生徒 1年生 13名 2年生 12名
外部参加 中学生 2名 高校生 4名 教員 4名 総計 35名

◇講師：松本耕二（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

◇はじめに、ラグランジュの四平方数定理（全ての自然数は高々4つの平方数の和で表せる）が提示された。前半は、それを立方数等に拡張した場合を考えるワーリング問題について説明があり、1700年代初頭から現代に至るまで、各国の数学者たちが協力して得られた成果と歴史、及び未解決問題について紹介された。後半は、オイラーの恒等式を用いて、ラグランジュの四平方数定理の証明に挑戦した。

整数論に挑む純粋数学の世界を堪能できる講座であった。



②「流体力学の世界」

- ◇実施日・会場： 8月2日（水） 愛知県立明和高等学校
◇参加者：本校生徒 1年生 13名 2年生 15名
外部参加 中学生 21名 高校生 5名 教員 0名 総計 54名

◇講師：木村芳文（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

◇宇宙空間における星団、太陽のフレア、磁気嵐、台風の進路予想、ジェット機の作る渦、速く泳げる水着など、具体的な流体力学の応用例があげられた。次に、身近な流体现象として、船の作る波が、速度によらず一定の角度（ 40° 弱）以内であることを幾何的に証明した。

また、ベクトル場を考えることで、渦の運動について説明があり、流体力学の世界をイメージすることができた。流体の運動を数学で記述する研究であることがよく分かった。



③「宇宙と幾何学」

- ◇実施日・会場： 7月26日（水） 愛知県立明和高等学校
◇参加者：本校生徒 1年生 20名 2年生 8名
外部参加 中学生 7名 高校生 9名 教員 3名 総計 47名

◇講師：白水徹也（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

◇前半は、空間の曲がり具合を知るために、曲がった時空での幾何学を平坦な空間から少しずつ類推し、曲率という概念を導いた。後半は、物質の分布と曲率に関係があることからアインシュタイン方程式を紹介され、実際に、フリードマンモデルでのアインシュタイン方程式の解について紹介されていた。短い時間であったが、参加者の宇宙に対する見方を変えてしまうほどの講義であった。



④「素数と暗号の不思議」

- ◇実施予定日・会場： 8月8日（火） 愛知県立明和高等学校
◇講師：内山成憲（首都大東京 理工学研究科教授）
◇本校生徒34名、外部23名の合計57名の参加希望者があったが、台風接近にともない休講とした。

⑤「ラムゼー問題と巨大数」

- ◇実施日・会場： 8月23日（水） 愛知県立明和高等学校
◇参加者：本校生徒 1年生 20名 2年生10名
外部参加 中学生 19名 高校生 2名 教員 1名 総計 52名

◇講師：伊師英之（名古屋大学多元数理科学研究科准教授）

◇はじめにSIMと呼ばれるゲームが紹介され、2人1組になって演習した。必ず勝負がつく最小の点の数 n をラムゼー数と呼ぶが、この数を考える際に登場した最大数が、ギネスブックに掲載されているグラハム数である。単純なゲームから始まって、グラフ理論、クヌースの矢印記号、「数学の証明で使われた最も大きい数」に至るまでの過程で、数学の理論のスケールの大きさを存分に味わうことができる講座であった。



⑥「ゲーム理論」

- ◇実施日・会場： 7月31日（月） 愛知県立明和高等学校
◇参加者：本校生徒 1年生 13名 2年生 23名
外部参加 中学生 29名 高校生 5名 教員 1名 総計 71名

◇講師：花園誠（名古屋大学大学院経済学研究科 准教授）

◇「ゲーム理論」とは、二人以上が意志決定を行う状況において最適な方法を選択するための理論である。参加者は最初に石取りゲームを行い、その戦略を考えた。必勝法を考える中で後ろ向き帰納法、2進数展開など数学が関係していることを知った。他にも、「ナッシュ均衡」の考え方や、「囚人のジレンマ」、「プライスのパラドックス」が紹介された。数学が社会科学の問題分析に役立っていることを知る大変興味深い講座であった。



⑦「江戸時代の数学」

◇実施日・会場： 7月28日（金） 愛知県立明和高等学校

◇参加者：本校生徒 1年生 8名 2年生 15名
外部参加 中学生 20名 高校生 1名 教員 2名 総計 46名

◇講師： 深川英俊（和算研究家）

◇前半は、「塵劫記」のネズミ算や日本各地の神社に奉納されている算額の初等幾何問題について、演習形式で紹介があった。また、後半は、実物大の算額（レプリカ写真）や関孝和の和算の原書（実物）を披露しながら、文化遺産としての和算についての紹介があった。江戸時代は、庶民が楽しみながら数学を楽しんでいた様子が良くわかり、同時にそのレベルの高さにも驚いた。日本人の誇りがもてる内容であった。



⑧「対数と計算尺」

◇実施日・会場： 8月1日（火） 愛知県立明和高等学校

◇参加者：本校生徒 1年生 6名 2年生 0名
外部参加 中学生 12名 高校生 1名 教員 0名 総計 19名

◇講師： 服部展之（愛知県立明和高等学校教諭）

◇アシスタント：SSH部数学班生徒2名

◇指数の拡張、対数の定義と対数法則の説明があり、常用対数を利用した近似値計算の演習に挑戦した。その後、計算尺を使った近似値計算を体験し、両者が一致することを確認した。過去の人類の知恵と、理屈を理解することの大事さを学ぶことができた。また、アシスタントのSSH部数学班の生徒が要所で解説を行い、参加した中学生にとっても良い刺激になった。

⑨「数学を英語で学ぼう！」

◇実施日・会場： 7月27日（木） 愛知県立明和高等学校

◇参加者：本校生徒 1年生 6名 2年生 3名
外部参加 中学生 10名 高校生 4名 教員 1名 総計 24名

◇講師： 川野景子（愛知県立明和高等学校教諭）

◇前半は、“How to sketch Parabolas（放物線の描き方）”というテーマで、英語で書かれたテキストを丁寧に読んでいくことを目的とした講義であった。数学用語の英単語を知るとともに、日本語と英語での数学的な表現の違いを楽しんでいた。後半は、3～4名のグループになり、英語で書かれた問題を読み、解くことを体験した。どのグループも協力して行っていた。数学、英語の両方とも、もっと勉強していきたいと感じた受講生が多いようであった。

■「数学 夏の学校」(その2) (明和高校以外の会場における講座)

地域への還元を充実させるため、瑞陵高校と半田高校においても講座を設けた。

⑩「集団での追跡と逃避」

◇実施日・会場： 7月28日（金） 愛知県立瑞陵高等学校

◇参加者：本校生徒 1年生 9名 2年生 6名
外部参加 中学生 17名 高校生 4名 教員 1名 総計 37名

◇講師： 大平徹（名古屋大学多元数理科学研究科教授）

◇はじめに、18世紀の「猫とネズミの問題」が取り上げられ、白血球が異物を追いかける映像や、鳥や魚の群れの動画が提示された後、各粒子に分離・整列・結合という動作規則を与えることで、鳥の群れを再現したシミュレーションが紹介された。他にも、モンスタープリンセス問題の最適解についても説明された。生物などの複雑な振る舞いを数理モデルで説明する研究を、的確に紹介した講義内容であった。



⑪「ビリヤードは数学」

- ◇実施日・会場： 7月28日（金） 愛知県立瑞陵高等学校
- ◇参加者：本校生徒 1年生 12名 2年生 2名
外部参加 中学生 32名 高校生 1名 教員 3名 総計 50名
- ◇講師：渡辺喜長（愛知県立瑞陵高等学校教諭）
- ◇はじめに最短距離問題についての解説があり、「反射の原理」について学んだ。そこからビリヤードの球の反射や、エアホッケーの必勝法について、様々なパターンがクイズ形式で出題され、受講生が答える形で講義が進行した。最後に、円周面で反射する場合や、楕円面で反射する場合の話題に触れた。身近なものとの数学の関連について、楽しみながら学ぶ良い機会となった。

⑫「連分数とフォードの円」

- ◇実施日・会場： 7月21日（金） 愛知県立半田高等学校
- ◇参加者：本校生徒 1年生 11名 2年生 12名
外部参加 中学生 2名 高校生 8名 教員 5名 総計 38名
- ◇講師：糸 健太郎（名古屋大学大学院多元数理科学研究科 准教授）
- ◇連分数の具体例として、 $\sqrt{2}$ や黄金比 ϕ の連分数展開について紹介があった。A4用紙を折りながら、 $\sqrt{2}$ の連分数展開の図形的な意味の説明があった。また、黄金比 ϕ に収束する既約分数列を考えることで、フィボナッチ数列と黄金比 ϕ の関係が示され、フォードの円へと話が発展した。高校で学習する様々な知識の断片が、漸化式や図形でつながるところが、たいへん興味深かった。



■「数学 夏の学校」(その3) (フォローアップ講座「秋のセミナー」)

夏季休業中に実施した「数学 夏の学校」を受けて、さらに発展的な数学を学ぶ場を提供するための講座である。平成26、27年度には「ウィンターセミナー」と称して12月に実施したが、時期を見直し10月に実施した。また、対象を本校生徒に絞り、少人数によるゼミ形式の講座を目指した。

⑬「身近なゲームとグラフ理論」

- ◇実施日・会場： 10月7日（土） 愛知県立明和高等学校
- ◇参加者：本校生徒 1年生 10名 2年生 15名 総計 25名
- ◇講師：藤江双葉（名古屋大学大学院多元数理科学研究科 准教授）
- ◇頂点と辺の集合で構成される「グラフ」における、頂点と辺のつながり方の性質を調べる数学がグラフ理論である。前半は、 K_6 （頂点6個の完全グラフ）の2色塗り分けゲームとからめて、 $\bigcirc \times$ 三目並べの勝敗が着かないことをグラフ理論で証明した。後半は、有向グラフであるトーナメントグラフの中に、ハミルトンパスが必ず存在することを背理法で証明した。
モノとモノのつながり方を抽象化して捉えるというグラフ理論の面白さを存分に堪能できる講座であった。



(3) 検証 (地域への還元等)

本校のアラカルト講座であると同時に、SSH事業の地域への還元策として、本校以外の中高校生と教員も対象としてきた。特に平成26年度以降、他校とも連携して、本校以外の高校2校にも会場を設けている。結果として、外部参加者、特に中学生の参加者がいったん大幅に増加（下記表参照）したが、中学生は平成27年度がピーク、高校生は平成28年度がピークになっており、今年度の参加総数はやや減少した。とはいえ、本年度は台風による休講もあったことを考えると、中学生の関心は依然として十分に高いと判断できるので、地域への還元という観点では、一定の成果を上げていると評価できる。今後も、多くの中学生、高校生が興味を惹くような講座設定を検討しながら、内容の充実をはかりたい。

「数学 夏の学校」参加者の推移（ウィンターセミナー、秋のセミナーをのぞく）

年度	講座数	本校生徒 (人)	校外参加者 (人)					総計 (人)
			中学生	高校生	中学教員	高校教員	小計	
23	9	267	対象外	5	対象外	0	5	272
24	10	306	対象外	12	対象外	6	18	324
25	10	318	69	20	8	12	109	427
26	14	322	159	59	4	17	239	561
27	11	274	231	68	7	11	317	591
28	10	234	181	122	5	28	336	570
29	11	237	171	44	4	17	236	473

3-3-2 探究基礎講座

今年度も、「数学 夏の学校」に加え、夏季休業中に1, 2年生を主対象とする「探究基礎講座」を開設した。多くの職員の協力で、16講座が開講された。この講座は、今年度から取り組み始めた「課題探究」（課題研究が中心となる学校設定科目で、2年生に2単位を課す）において、問題意識の高揚と知識習得のために開設しており、1, 2年生全員を対象に前述の「数学 夏の学校」、後述の「サイエンスツアー」を含めて全33講座より1講座以上を選択させる形態で実施、「探究基礎講座」は延べ445名が受講した。担当教員には評価として、昨年同様に、各講座内容に適するルーブリック表の作成を依頼し、この表を用いた評価を20点満点に換算、数値化することも依頼した。一部の講座では、生徒の自己評価（主観に基づく評価）も並行して行われた。夏期休業中の課外活動、学校祭に向けての活動などとの兼ね合いや、教員側の多忙化などの面で、問題点が多くあるが、この講座の成果として、「課題探究」の指導法確立に向けて、一つの大きな指標となった。以下に実施した講座内容を示す。

【「探究基礎講座」の概要と評価】

(講座番号), 講座名, 内容	参加人数	評価点
<p>(14) 「理系キャリア、ものづくりの仕事紹介と見て触れる車両体験イベント」 内容：大学進学、就職を考える上での動機は何だったのか？仕事のやりがいとは？トヨタで働くエンジニアが、理系選択のきっかけ、大学選択、トヨタを選んだ理由、そしてどんな仕事をしているか、また、ものづくりには文系・理系でどんな仕事があるのかについて話していただいた。 また、講座後半では、実際のクルマに見て触れる、未来のモビリティに乗る体験型イベントを実施していただきました。文系理系を問わずものづくりに興味のある人向けのイベントでした。</p>	37名 (1年生 19名、 2年生 18名)	----
<p>(15) 「衝突安全ボディを考える！ 衝撃吸収コンテストと見て触れる車両体験イベント」 内容：万が一の事故の時、乗っている人の命を守るクルマの衝突安全性能。トヨタで働くエンジニアに衝突安全の基本的な考え方をレクチャーしていただきました。実際に、簡単な材料とレギュレーションの中で衝突安全ボディを作り、衝撃吸収性能を競うコンテストを実施していただきました。 また、講座後半では、実際のクルマに見て触れる、未来のモビリティに乗る体験型イベントを実施していただきました。原理を考え工夫を重ねることが好きな人や普段乗れない乗り物に乗りたい人向けの講座でした。</p>	44名 (1年生 23名、 2年生 21名)	----
<p>(16) “Modeling & Simulation” 内容：1980年代から地球温暖化はしていないと言われ続けてきましたが、現実はどうなったのか。北半球と南半球のCO₂濃度の違いに注目し、そこから光合成によってCO₂濃度を軽減するために、植林と伐採について考え、100年後の森づくりをシミュレーションしました。このようなシミュレーションの結果からどのような将来が見えるのでしょうか。 このように森づくりなどのように実際に実験できないことであってもモデルを作成し、シミュレーションすることにより将来を予測し、問題解決の糸口を見いだす手法があることを体験しました。</p>	16名 (1年生 5名、 2年生 11名)	16.6
<p>(17) 「Broaden Your Horizons ～山中伸弥教授のインタビューから学ぶ～」 内容：世界に目を向ける第一歩として、iPS細胞生成でノーベル医学・生理学賞を受賞され、世界的に活躍されている山中伸弥教授のインタビューを扱います。英語でのインタビューを聞き、iPS細胞の生成方法や働き、山中教授の英語に対する姿勢を学びました。また、理解したことをいかに英語で表現するか、内容を理解した上で自分の立場に置き換えて考えることなどをペアワーク、グループワークで行いました。国際的発進力を身につけるきっかけにしてほしいと思います。</p>	9名 (1年生 1名、 2年生 8名)	16.5
<p>(18) 「紙コップの不思議を探る」 内容：紙コップに関する身近で不思議な現象について、探究的に解明する講座です。その日集まったメンバーでチームをつくり、実験して謎解きに挑戦します。謎が解明できたら、謎解きの過程を含めて、チームごとに発表会です。さて、君は紙コップのなぞを解き明かせるか！？</p>	35名 (1年生 6名、 2年生 29名)	16.7
<p>(19) 「相対性理論の不思議な世界」 内容：「宇宙旅行に行った双子の兄が帰ってきたら弟より若くなっていた。」こんなことが本当に起きてしまう。にわかには信じがたいけれども、それがこの世界の本当の姿です。アインシュタインが若い時に考えたといわれる、「光と同じ速さで走ったら光は止まって見えるのか？」という問い、この答えは「NO」です。たったこれを認めてしまうだけで、「宇宙旅行に行った双子の兄が帰ってきたら弟より若くなっていた。」ことは認めざるを得ません。今回は、どうしてそんな不思議なことが起きてしまうのか、みんなに実際に計算をしてもらって、確かめてもらいたいと思います。難しい数学ができなくても大丈夫。柔軟な頭で、常識を捨て、違和感を受け入れてしまおう。特殊相対性理論を主に扱いますが、時間があれば一般相対性理論も紹介します。(講義及び演習)</p>	39名 (1年生： 7名 2年生： 32名)	14.4

<p>(20) 「地球外知的生命体はどのくらいいるのか？」 内容：近年、太陽系以外の恒星の周りをまわる惑星（系外惑星）が次々と見つかっている。こんなにたくさんの系外惑星が存在するのならば、その中には地球と同じような惑星があっても不思議ではないかもしれない。そうであるならば、その中には、ヒトのような高度な文明を持ち地球と交信することのできる生物がいても不思議ではないかもしれない。今回は、前半にNHKの番組「コズミックフロント☆NEXT」をみんなで視聴してから、後半にグループで分かれて、地球外知的生命体がどれくらいいるのか見積もってみよう。講座の最後に、地球外知的生命体の数をどのように見積もったのか、班ごとに発表してもらいます。この見積もりができるようになると、自分が将来、運命の人に出会えるかどうかまでわかっちゃうかも！？</p>	<p>38名 (1年生：24名 2年生：14名)</p>	<p>15.8</p>
<p>(21) 「統計から見る世界」 内容：統計は、地理授業において重要な要素の一つであるが、数字の羅列に思えたり、移り変わってゆく「生き物」であったりすることなどから、統計を読むことを苦手とする生徒は少なくない。統計を理解するには、その背景となる事象を理解することが不可欠である。そこで、統計の不思議にクローズアップし、その背景について仮説を立て、さまざまな観点から考察していくことによって地理的見方・考え方を身につける。背景がわかれば統計がわかる。統計がわかれば世界がわかる。統計から現代世界そのものを紐解き、そして未来を読んでみよう。</p>	<p>22名 (1年生11名、 2年生11名)</p>	<p>17.5</p>
<p>(23) 「動態的地誌を活用した地域の探究」 内容：人は国や地域に対してさまざまなイメージをもっていると思いますが、いざどんなイメージと聞いてもなかなか答えることはできません。そこで、マインドマップを使い脳の中に潜んでいるイメージをすべてだし、その中からイメージとなっているキーワードを1つ選び出し、そのキーワードがどのように国や地域とつながっているのかを、GISを利用して主題図を作成したり、表計算ソフトを使ったりして分析するなど、さまざまな方法で探究しました。</p>	<p>14名 (1年生5名、 2年生9名)</p>	<p>16.1</p>
<p>(24) 「光学顕微鏡の世界 ～R. Hookeから現在の光学顕微鏡まで～」 内容：顕微鏡の観察実習は与えられた物と与えられた方法でプレパラートにして観察したというものでした。そして教科書や図表の写真の方が遙かに鮮明で、それに近いものが観察できて満足してきたと推察します。先人たちのいろいろな工夫が積み重ねられて現在の知見があります。原点に戻って、レーヴェンフックの顕微鏡を作ることからはじめて、本校にあるいろいろな顕微鏡を使って、見え方の違いを体験したり、各自が見てみたいサンプルを観察する実習を行った。</p>	<p>17名 (1年生13名、 2年生4名)</p>	<p>15.5</p>
<p>(25) 「飛行体の物理学」 内容：流体力学の基礎としてベルヌーイの法則を講義、実験し、揚力について理解を深める。厚紙や発泡スチロールを素材に「よく飛ぶ飛行体（よく走る滑走体）」を製作する。飛行（滑走）距離のコンテストと工夫した点のプレゼンテーションを評価の対象とする。実験態度としては「実験条件のコントロール」を評価する。 *実施日：台風接近のため振替 10月7日（土）13：00～14：30（物理実験室）</p>	<p>20名 (1年生7名、 2年生13名)</p>	<p>15.9</p>
<p>(26) 「天然色素の抽出とその性質－アントシアニン－」 TA：SSH部化学班OB、OG5名（現在、大学1、2年生） 内容：植物に含まれる色素の一つであるアントシアニンを市販の紫キャベツから抽出して、指示薬として用い、身の回りにある水溶液（例えば石けん水や食酢など）の酸性度（水素イオンの濃度を指標としたpHで示される）を調べる。アントシアニン分子のpHによる構造変化と色変化について、また、pH（1年生は未習、2年生は復習になる）についての基礎を解説しながら実験を進める。（実験約60分、解説等約40分）</p>	<p>23名 (1年生6名、 2年生17名)</p>	<p>17.0</p>
<p>(27) 「芳香族化合物の求電子置換反応－フェノールフタレイン類の合成－」 TA：SSH部化学班OB、OG6名（現在、大学1、2年生） 内容：中和反応の指示薬として用いるフェノールフタレインや、蛍光色素で有名なフルオレセインは、無水フタル酸の共役酸を求電子試薬とする置換反応で簡単に合成できる。・・・と書くと凄く難しい反応に思えるが、実は、実験操作は非常に簡単で、化学が苦手な人でも、まだ習っていない1年生でも、十分にできます。ただ合成するだけでなく、少し分子構造が違う反応物を用いると指示薬の色が変わることや、得られた蛍光色素の蛍光を観察する実験も含まれています。また、実験を進めながら、反応のメカニズムと蛍光を発するメカニズムについても簡単に分かりやすく説明していきます。（実験約60分、解説等約40分）</p>	<p>26名 (1年生13名、 2年生13名)</p>	<p>16.0</p>
<p>(28) 「化学マジック」と「気柱共鳴による音速測定実験」 講師：愛知教育大学理科教育講座 教授 戸谷 義明 先生 TA：愛知教育大学学生2名（大学4年生、戸谷研究室） 内容：「化学マジック」60分と「音と音楽の基礎&クラリネットを使った気柱共鳴による音速測定実験（物理基礎version）」60分の二本立ての講座 *実施日時：秋講座として実施 10月14日（土）13：00～15：30（化学講義室）</p>	<p>26名 +他高校生8名 (1年生14名、 2年生12名)</p>	<p>----</p>

※(14)(15)講座は、「理系キャリア」「ものづくり」への理解を深めるために実施した講座である。

※ループリックは、作成依頼段階でひな形となるループリックが示してあり、担当者のコンセンサスを得ている。

※各講座を受講した生徒の感想は本校HPをご覧ください。

3-4 サイエンスツアー

「サイエンスツアー」は、第Ⅱ期SSHにおける位置づけは前述の「SSHアラカルト講座」と同様である。昨年度の経過措置期間に事業精選として、「SSHアラカルト講座」から「サイエンスツアー」を独立させ、先端研究における研究者の考え方や専門的活動にふれる機会として実施した。目標と仮説は以下の通りである。

第Ⅱ期サイエンスツアーの概要

「一日研究員体験」…京都大学霊長類研究所、日本モンキーセンター

「つくば研修」…茨城県つくば市周辺（1泊2日）

「東大研修」…東京大学本郷キャンパス、日本科学未来館（1泊2日）

「京大研修」…京都大学吉田キャンパス、琵琶湖博物館、京セラファインセラミック館（1泊2日）

「生徒研究発表会研修」…神戸国際展示場、国立民族学博物館（1泊2日）

【目標】 先端研究における専門的知識や科学の方法に触れることで、問題発見やそれに続く問題意識の持ち方に対する研究者の態度・姿勢を学ぶ。

【仮説】 生徒の課題発見、問題意識の高揚に繋がる動機付けとして、最先端の研究施設や研究者の活動を模擬体験することにより、探究心の質的向上を目指す教科科目融合型課題研究の基盤をつくる。

今年度の「サイエンスツアー」は「研究体験」の京大霊長類研究所での研究を除き1泊の日程で企画し、実験実習、ポスターセッションへの参加や、様々な分野での課題にふれることができる体験型の見学施設への訪問を取り入れた。

(1) 京都大学霊長類研究所・日本モンキーセンター 一日研究員体験

◇実施日 7月20日（木）10：00～15：30

◇会場 京都大学霊長類研究所、日本モンキーセンター

◇参加者 1年生1名、2年生6名、英国ウェストミンスター校生5名

◇講師 友永雅己准教授、京都大学霊長類研究所研究員の方々、日本モンキーセンター学芸員の方々

◇探究活動ガイダンスの講師である松沢哲郎先生のご協力により、その発展学習の場と位置づけ、第Ⅰ期1年次（23年度）から開講している。平成26年4月より研究所に隣接する日本モンキーセンターが公益財団法人となり、本講座の学習の場に加わり、さらに充実した研修ができるようになった。Ⅰ期6年次（28年度）より、つくば研修・東大研修・京大研修、生徒研究発表会研修とともに「サイエンスツアー」として実施された。28年度にはじめて2名の英国留学生が参加した。本年度は5名の英国留学生が参加した。

午前、霊長類研究所で研修を行った。チンパンジーの実験施設など霊長類学の最先端の研究現場を見学した後、講義を受講した。講義や説明はすべて英語で行われた。午後は、日本モンキーセンターでフィールドワーク研修を行った。学芸員の方々による指導を受けながら、リスザルの行動観察を体験した。観察の報告も英語で行われた。英語による研修について、自由記述の感想欄には「研究所の方はみな英語が話せて、研究にもやはり英語が必要だと思ったので、もっと英語の勉強を頑張りたい」「霊長類の研究は国際的なものだというのを改めて感じました」といった回答が見られた。

本校生徒7名に対する評価アンケートで生徒の変容を調べたところ、選択式アンケートによる変容の評価は4点満点で3.5点、ループリク表に基づいた記述式アンケートによる変容の評価は4点満点で3.0点であった。引率者による生徒観察に基づく評価は後者の数字に近い。期待したほどの変容が見られないのは、英語使用に限定したため霊長類学そのものに関心のある生徒の参加意欲を阻害しているのではないかと考えられる。次年度の実施形態について再考が必要である。

(2) つくば研修

- ◇実施日・会場 7月18日(火)～19日(水)
宇宙航空研究開発機構(JAXA) 筑波宇宙センター、
高エネルギー加速器研究機構(KEK)、気象庁 地磁気観測所、
つくばエキスポセンター
- ◇参加者 1年生29名, 2年生10名, 3年生1名
- ◇講師 小林誠特別荣誉教授(KEK), 長町信吾先生(地磁気観測所)

◇7月18日(火)午後 宇宙航空研究開発機構(JAXA) 筑波宇宙センター訪問

セキュリティエリアと展示館スペースドームを見学した。セキュリティエリアの見学では、実際に宇宙飛行士選抜試験で使用されていた閉鎖施設や、国際宇宙ステーション(ISS)の日本実験棟「きぼう」の管制室の見学を行った。今まさに国際宇宙ステーションから見た地球の様子や、「きぼう」の様子、ケネディ宇宙センターのISS管制室の様子など、人類の宇宙への挑戦の様子を目の当たりにすることができた。展示館では、「きぼう」の実物大模型などを見学し、セキュリティエリア見学で見たものをすぐに追体験することができた。H-IIロケットの実機も屋外展示されており、日頃は報道の映像などでしか触れる機会のない宇宙研究開発を実感できる見学となった。



◇7月18日(火)午後 高エネルギー加速器研究機構(KEK)訪問

はじめに高エネルギー加速器研究機構の概略について説明を受け、素粒子加速器(Bファクトリー加速器)を中心に、施設内を2班に分かれて見学した。Belle II実験の開始が近くなり、来年度はこのように間近に検出器を見られるかわからないということで、貴重なチャンスを逃すまいと、熱心にメモを取りながら見学する生徒の様子が印象的であった。見学後、2008年にノーベル物理学賞を受賞した本校OBの小林誠特別荣誉教授から、素粒子物理学の基礎の事柄について講義をしていただいた。量子力学という非常に理解しにくい分野で、スピンやCP対称性の破れといった、大学の専門教養レベルの難しい言葉も飛び出し、十分に理解することはできなかったが、それでも、小林先生の工夫を凝らした講義で、生徒が熱心に耳を傾け、メモを取る様子が見られた。また、明和の大先輩に対する活発な質疑応答も行われた。講義室にいながらも研究を身近に感じるここのできる時間であった。



◇7月19日(水)午前 気象庁 地磁気観測所訪問

地磁気についての基本的なレクチャーを受けたのち、実際に所内の芝生でプロトン磁力計を用いて磁場の強さを測定し、地中に埋めた磁石のありかを探す実習をした。有効数字6～7桁の非常に精度の高い測定で、シンプルな測定でありながらも、生きている地球を感じる事ができた。また、所内の施設をいろいろ紹介していただく中で、普段は考えることすらない、地磁気観測所が社会に果たしている役割について知ることができた。



◇検証

年々、内容の改善を続けている研修で、評価方法も昨年からの記述式の評価アンケートをループリックに基づき評価を行っている。今年は、20点満点の平均点は16.7点となり、多くの生徒の記述に変容がみられ、この研修が生徒の探究することへの気持ちの変化を促すきっかけになったといえる。

(3) 東大研修

◇実施日 平成29年8月2日(水)～3日(木) 1泊2日

◇会場 日本科学未来館・東京大学

◇参加者 1年生36名、2年生4名

◇講師 塩見喜美子教授(東大)、島知弘先生(東大)

◇8月2日(火) 日本科学未来館

宇宙、地球、生命、ロボット、情報など様々な分野での技術を一度に見ることができた。21世紀、22世紀の未来の世界を予想するような展示もあり、最先端科学技術が社会にどのように関わっていくのかを考えさせられた。ただ見るだけでなく、クイズやゲームなどの体験を通して学ぶ展示が多く、4時間の見学も充実したものとなった。

◇8月3日(水) 東京大学

午前中は、班ごとに生物実験を行った。実験内容は次の8テーマである。

- ①PCR法によるDNA多型解析
- ②ELISA法を用いたタンパク質の検出
- ③遺伝子工学の基礎(DNAを切ってみよう)
- ④酵素活性
- ⑤免疫沈降
- ⑥RNA抽出
- ⑦細胞染色(抗体を用いて細胞内タンパク質を見てみよう)
- ⑧タンパク質精製



(実験の合間に、ショウジョウバエの遺伝子と組織の観察)

午後は、島先生の講演「動くタンパク質：動く仕組みと多様な役割」と、大学院生の講演「東京大学での学生生活」を聞いた。

島先生の講演では、動くタンパク質を動画で見せてくださり、その仕組みについても分かりやすく説明して下さった。高校での学習内容の先にある発展的な内容であり、生徒の知的好奇心を刺激していた。また、「実験で100連敗なんて当たり前」というお言葉もあり、忍耐力が大切であるという研究者の心構えも聞くことができた。

大学院生の講演では、大学での勉強や研究のこと、下宿のこと、留学や部活動・サークル活動のことなど、大学生活全般の事を分かりやすく説明していただいた。愛知県出身の方だったので、生徒たちは身近な存在と感じ、大学生活をイメージすることができた。

◇評価

実際に大学の研究室に入って実験をすることは、生徒にとって大変貴重な機会であり、「研究とは何か」を体験することができた。地道な作業の繰り返しであり、少しのミスでも始めからやり直さなければならないので、とても集中力を要したものだ。1つの班(5人)に対して、2人の大学院生が実験指導をして下さったので、細かな疑問にもすぐに対応していただくことができた。

研修後の振り返りシートの結果は、自己評価は18.3(20点満点)と高く、研修に対する満足度が高いことが分かる。しかし、ループリックを用いて客観的に評価した結果は12.8(20点満点)であり、あまり高くない値である。これは、生徒が考えたことや感じたことを記述する力が弱いことが考えられる。今後は、どのように振り返りシートを書かせると適切に効果が計れるのかを検討していきたい。

生徒の感想

- ・今までは研究というのは、ある作業を淡々とこなして結論にたどり着くもので、結構地味なものなのではないかと想像していたが、やってみたら意外にも仲間との話し合いなどもあり、気を張って集中する場面もあったが、和気藹々とした空気もあって、自分はとても良い環境だと思ったし、居心地が良かった。また研究は仲間との信頼関係がないと上手くいかないのだろうと感じた。将来自分もこのように研究をしたいと強く思った。
- ・私はまだ先生から与えられたテーマに沿って実験の手順を考えることしかやることがないが、学生さんたちは自分で興味のあるテーマに対して実験をしたり考えたりしていた。答えが分かっていないからこそおもしろいのだと感じた。

(4) 京大研修

- ◇ 実施日 8月1日(火)～8月2日(水)
- ◇ 会場 京都大学数理解析研究所、京都大学大学院生命科学研究科、滋賀県立琵琶湖博物館
- ◇ 参加者 1年生17名、2年生23名
- ◇ 講師 京都大学数理解析研究所：鈴木咲衣特任助教、藤田健人助教
京都大学大学院生命科学研究科：河内孝之教授
滋賀県立琵琶湖博物館：里口保文学芸職員

◇ 数理解析研究所

藤田健人先生による「代数幾何学」についての講義を受けた。講義の中心は、生徒が日頃の学習では触れることがない「領域方程式」の分野であった。講義は高校で習う複素数の復習から始まったが、徐々に高度な内容になって所で、藤田先生が言われた「二次関数は無限の彼方では交わっているのではないか」という発想に多くの生徒は驚かされ、生徒は数学的発想の奥の深さを感じ取ったようだ。藤田先生の講義から、何事にも疑問をもち、それを解決していこうとする探究心をもつことが大切であることを生徒は学び、将来文系学部に進学を考えている生徒にとっても大いに参考になった。今回の研修に対するレポートの感想の抜粋を以下に示す。

藤田先生がおっしゃった「下に凸の放物線が無限の彼方では交わっているのではないか」という発想は、これまで考えたことがなかったことを聞いたときはとても驚きました。藤田先生は、「2次曲線と1次曲線はちょうど2点で交わる」という大嘘が複素数の世界では正当化されてしまう理由を、丁寧にゆっくりと1つずつ説明してくださったので、とても分かりやすかったです。この講義を通して、普段私たちが学校で習っている数学の本質を知ることができた気がします。

◇ 京都大学大学院生命科学研究科

昨年度は実施できなかった生物実験を行った。生徒にとって大学の実験室を利用したゼニゴケの実験は非常に刺激的で、自らの手で実験結果を出したことに対して感動を覚えたようだ。また、年齢の近い院生とコミュニケーションをとる機会にも恵まれ、生徒は院生に研究者になろうとしたきっかけや動機など積極的に質問し、将来、研究者を志している生徒にとって、この上ない機会となった。

今回の実験ではDNAの長さ確かめたり、ゼニゴケの細かい組織を観察したりしました。精子が動いている状態は、大学の方でもあまり見ないとおっしゃっていて、とても貴重な経験ができました。個人的には無性芽の形が好きでよく見ていたら、ピンク色になっている部分が有り、大学の方に尋ねたところ、油をためておく細胞だと教えていただきました。まだまだ知らないことがたくさんあり、おもしろいと思いました。

◇ 滋賀県立琵琶湖博物館

昨年度の反省に基づき、本年度は琵琶湖博物館での「地学分野」についての講義を実施した。本校では地学を開講していないこともあり、里口先生から地学の基礎から琵琶湖の成り立ちまで詳しく講義をしていただいた。また、どのように仮説をたて、それをどのように実証していくかという研究の姿勢まで語っていただき、本年度から2年生が取り組んでいる「課題探究」活動に大いに役立った。今回の研修に対するレポートの感想の抜粋を以下に示す。

特に私が印象に残ったことは2つあります。1つ目は、地質図についての話の時に、地質はすべてを調べることができないから、見えるところだけで論理的に考えるということです。私はこのような所で数学的な発想をするのかと知り、すごく驚きました。2つ目は、質疑応答の時に里口先生がおっしゃっていた「自分が研究したいと思っていることをやっている人と仲良くなれば何とかなるから、まずはたくさんの人とつながることが大事」という事です。私は将来何かの研究ができたらいいなと思っているので、しっかり胸に刻んでおこうと思います。

◇ 成果と課題

本年度は日程を昨年度の日帰りから1泊2日にしたこともあって時間的余裕が生まれ、講座内容も数学、生物、地学といった多方面にわたり、生徒からは「京大研修」に参加してよかったという声をよく耳にした。また、上記に示した3つの講座の他に、工業化学部門として京セラファインセラミック館の見学を研修メニューの中に入れ、ファインセラミックの性質や用途について簡単な説明を受けた。ファインセラミックが自分たちの身近なものにも使われていることもあって、この企画は予想に反して非常に評判がよかった。次年度はセラミックについての本格的な講義を含め、今以上に多方面にわたる講座をもつことができないかということを含め、講座内容を検討していきたい。

(5) 生徒研究発表会研修

【はじめに】

生徒研究発表会及び国立民族学博物館において、次の目的で生徒研修を行いました。

研究発表会においては、課題研究の進め方や研究結果のまとめ方、発表の形態を体験的に学び、探究心を深める。また、国立民族学博物館では、世界の諸民族の社会と文化に関する情報を得るとともに、諸民族についての認識と理解を深め、グローバル化社会への対応を考える。

【期日・日程（概要）】 平成29年8月9日（水）、10日（木） 1泊2日

8月9日（水）13：00～ 神戸国際展示場にて、ポスター発表聴講（約4時間）（大阪泊）

8月10日（木）10：00～ 国立民族学博物館見学（約3時間）

【訪問先情報】

- 平成29年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会（神戸国際展示場、JST主催）について全国のSSH指定校（約200校）+関連大学・研究機関（約10箇所）+海外招聘校（約10ヶ国、20校程度）の発表ブースが設置されました。高校生の研究発表会では国内最大で、発表内容は数学、物理、化学、生物、地学、情報、環境、エネルギーなど多岐にわたります。各校1テーマの発表に限定されていて、本校はH24年から出展（SSH1年目のH23は見学のみ）し、今回はSSH部物理・地学班2名（+日高先生引率）が「重力レンズ」のポスター発表をしました。発表ブースへ行って、激励するとともに、研究内容を聞き、質問しました。本校は、過去1度だけポスター賞（H26）を受賞しました。

発表の中から興味・関心のあるテーマの発表を聞いて、課題研究（2年生普通科全員で取り組む）の参考にしていました。また、海外招聘校の発表生徒との交流も出来、積極的に海外校のブースに行き、研究内容を聞き質問していた生徒もいた。

- 国立民族学博物館（大阪府吹田市千里万博公園10-1）

国立民族学博物館での研修（約3時間）は、グローバル化社会への対応を考えることが目的です。文系分野で課題研究に取り組む際の参考にもなります。国立民族学博物館（みんぱく）は、文化人類学・民族学に関する調査・研究をおこない、その成果に基づいて世界の諸民族の社会と文化に関する情報を人々に提供し、諸民族についての認識と理解を深めることを目的として、1974（昭和49）年に創設され、1977（昭和52）年11月に開館しました。世界最大級の博物館機能と、大学院教育の機能を備えた、文化人類学・民族学の研究所として、世界で唯一の存在です。今年で、開館40周年を迎えることになりました。

【参加者】 1年生 10名 2年生 2名 引率教諭 4名

【評価点（20点満点）】 平均：17.5

【成果・検証】 実施後、以下のような記述式の報告書（成果物）を提出させた。

- ①ポスターセッションで興味を持った研究テーマを3テーマ上げて概要と気付いたことをまとめる
- ②国立民族学博物館において、世界の諸民族の社会と文化に関する情報の中で興味あること400字以内でまとめる

この報告書から、ほぼ参加者全員が課題研究に対して意欲的な姿勢を見せ、問題意識の持ち方や、課題設定の方法や、研究の進め方、発表形態について参考になったことが読み取れる。したがって、「サイエンスツアー」の仮説検証として十分であったと考えられる。ただし、日程の関係で参加者が十分に集められなかったことは残念である。この理由として、各大学のオープンキャンパスとの重なり、お盆休み間近で家庭の都合などが上げられる。可能であれば、生徒研究会の日程を7月下旬～8月初旬に変更して頂きたいと思う。生徒の記述については本校HPを参照ください。



3-5 SSH記念講演

先端分野で活躍する研究者の研究内容や生き方に触れることにより、将来、科学技術分野等においてリーダーとなり得る人材、及び国際的な舞台上で活躍する人材を育成することを目的とする。そのために、本校卒業生で若手の研究者による講演を企画した。

- 1 日時 平成29年10月26日（木） 5～7限
- 2 演題 「本校卒業生による先端研究の紹介とトーク」
- 3 参加者 全学年（普通科・音楽科）生徒1079名
保護者（希望者）14名 教員60名 計1153名

4 講演内容

◇第1部 タイトル：「固液界面と摩擦の研究」

講師：平山朋子（同志社大学 理工学部 教授）

機械における摩擦の歴史や、摩擦の不思議さ、エンジンのピストンやHDなどの身近な問題として研究内容の紹介があった。摩擦を軽減することはエネルギー節約につながるが、未解明のことが多い分野であるとの説明があった。

◇第2部 タイトル：「宇宙開発を通して我々の未来を考える」

講師：長野方星（名古屋大学大学院工学研究科教授）

過酷な熱環境に晒される宇宙機の熱制御に関する研究の紹介であった。電力を使わない熱制御の技術を開発する苦勞と、自分のアイデアで解決する面白さが語られた。宇宙開発だけでなく、スマホや自動車など身近な問題に応用されているとの説明があった。

◇第3部 トーク及び質疑応答

本校在学時は同じクラスメイトであった講師のお二人から、高校時代のエピソードが紹介され、たいへん盛り上がった。また、研究内容や動機に関して多くの質問が出され、時間が足りないほどであった。

5 検証

分野の異なる先端研究についての紹介ではあったが、研究の醍醐味や、研究者として求められる資質については、共通する部分がとても多いことが印象的であった。幅広い事柄に挑戦する姿勢や、チャンスを逃さない情熱が大事であるという先輩からのメッセージは、生徒に強く響いたと思われる。

生徒のアンケート結果については、「知識を活用して問題点を深く追究することが大切であると感じた」「他者とのコミュニケーションを取る必要があると感じた」と答えた生徒がそれぞれ95%以上に達した。以下の生徒の感想からもわかるように、科学技術分野等においてリーダーとなり得る人材、及び国際的な舞台上で活躍する人材を育成するという目的は達せられたと判断できる。

生徒の感想

- ・講演の中で、「勉強する力と、何かを生み出す力は全く別物」という言葉が最も印象に残った。既に生み出されていることや、それを整理してまとめられていることを勉強することよりも、何もない0の状態から、1を生み出すことの方が難しいから、その力を身につけていきたいと感じた。
- ・東大卒で多くの名門大を・・・とか、元NASAの연구원・・・という、雲の上の人のように思ってしまうけど、平山先生と長野先生は、自分たちと何ら変わらない高校生活を送られていたことがわかった。元から特別に秀でた人間である必要はなく、創造力と情熱を忘れることなく努力してきたと思った。
- ・お二人とも自ら明確な目標を持って、チャンスをつかみに行っており、この姿勢が大切だと思った。仕事に対して受け身ではなく自分から行動しないと、本当に自分のやりたいことはできないし、それは研究の分野だけでなく、すべての仕事に共通することだと思った。また、「できる」だけでなく、伝える力も必要だと思った。コミュニケーション能力が大切、という意味が良く分かった。
- ・講演の中で度々登場した式が、高校で学習したものを含んでいて、やはり高校での勉強が基礎となって発展していくことを実感した。2つのテーマはどちらも目には見えない微小空間の中でいかに効率を高め役立てるか、という内容になっており、社会を裏で支える大変さとやりがいを知ることができた。

3-6 学校設定科目

(1) SSH学校設定科目のねらい

本年度第Ⅱ期の指定を受けて、第Ⅰ期及び経過措置期間で得られた成果を、より広く深化・発展させるために、教科横断型の「SSH探究」を新たに設定するとともに、本年度も引き続き数学、理科に限らず、国語、英語においても探究心がより高揚するような教育課程の編成を行い、SSHの理念に基づいて学校全体で質の高い探究心の育成に取り組んだ。また、ループリック表を用いた評価場面を設け、指導法の改善を図り、効率的かつ効果的な指導法の確立をめざした。

(2) SSH学校設定科目の概観

第1章に提示した〔仮説1〕〔仮説2〕〔仮説3〕の実現のための各科目の取組を概観する。

a 国語科

2年普通科全生徒に対して、第Ⅰ期及び経過措置期間に開講していた「SSH現代文」をさらに発展させ、新たに「SSH言語探究a」とした。「SSH言語探究a」では、論理的に文章を捉える技能を身に付けさせるだけでなく、課題研究の論文作成の基礎となる論文の形式や論理的な文章表現を身に付けさせた。

b 数学科

第Ⅰ期で実施していた「SSH数学Ⅰ」「SSH数学Ⅱ」「SSH数学A」「SSH数学B」の内容をより深化させるとともに、各科目間の連携を深め、効率的かつ効果的な学習を展開するために1年普通科では「SSH数学Xa」「SSH数学Ya」、2年普通科では「SSH数学Xβ」「SSH数学Yβ」を新たに設定し、数学的思考能力の向上を目指した。

c～f 理科

経過措置期間に1年普通科で開講していた「生物基礎」を「SSH生物a」へと戻し、今まで実施してきた実験や実習を見直し、さらなる発展を目指した。また、2年普通科で開講している「SSH物理a」「SSH化学a」、3年理系で開講している「SSH物理β」「SSH化学β」「SSH生物β」「SSH総合理科」では、従来通り定量的な測定や実験・観察を通し、大学1、2年生レベルの内容を目指した。さらに、「SSH総合理科」では、3年間の理科教育の集大成として大学・企業の研究者による特別講座を実施し、最先端研究・最先端技術にふれることで、科学の方法についての見識を広げた。

g 英語科

国際的な発信力を高めるために、3年普通科に「SSHライティング」を設け、科学に関するテーマを中心に自由英作文を書く活動を充実させ、論理的思考力やプレゼンテーション能力などを育成した。それ以外の科目でも、パフォーマンス課題やパフォーマンステストを重視することで教育的課題を発見し、同様の目標を達成できるように心がけた。

h 総合的学習の時間

課題探究を学校全体で取り組むため、「SSHMC」を「課題探究基礎(MC)」に改め、課題探究の基礎的な能力となる課題発見する能力、成果をプレゼンテーションする能力、議論をする能力を身に付けさせることに主眼を置き、2年生から実施する「課題探究」への架け橋とした。

i SSH探究

第Ⅱ期から新たに教科「SSH探究」を2単位で設け、その2単位を情報モラル、情報リテラシー、科学リテラシーを身に付けさせることを目標としたステップⅠと、生徒が実際に課題を発見し、実験や調査を通して探究活動を行うステップⅡに分け、普通科全員で自ら設定した課題に対し、仮説をたて、その仮説の検証に取り組んだ。

(3) SSH学校設定科目の成果・課題

仮説は、学校全体としての事業成果と課題により検証し、次頁以降に報告する。

学校全体で探究活動に取り組んだことにより、今まで以上に生徒の中に探究心が生まれ、一つの課題に対して論理的に考え、分析する能力の向上がみられた。また、自らの研究成果を広く発信したことでプレゼンテーションの技能の向上が見られた。しかし、本年度になって新たに設定された科目も多くあり、その科目との連携が効率的に展開されたとは言えない。そのため、生徒の中に生まれ育った論理的思考能力や探究心を大きく育てることができず、生徒の無限な可能性を狭くしてしまった面があったことも否めない。今後は、教科内容の改善を図りながら学校全体で評価方法を含めて研究していくことが必要である。

a 国語科「SSH言語探究a」

(1) 仮説（科目のねらい、指導目標等）

第I期で取り組んだ「SSH現代文」を発展させ、第3学年A類型英語科「SSH言語探究β」と連携して、日本語・英語それぞれの言語で研究するため、科目名を変更した。学習指導要領に定められた現代文の学習に加え、「ロジカル・ライティング」に年間を通して取り組み、課題研究の論文作成の基礎となる論文の形式や論理的な文章表現を身につけさせる。また、論理を重視した客観的な読解のための指針を明確にすることで、ものごとを筋道立てて考える能力を身につけさせる。さらに、科学と社会・人間の関係をテーマとした科学論を読み、科学技術に対するリテラシーを確立し、多面的にもものごとを見る能力や主体的に判断する能力、自らが果たすべき社会的責任を自覚できる力を身につけさせる。

(2) 研究内容及び方法

2年生普通科8クラスを対象に実施した。『はじめよう、ロジカル・ライティング』（ひつじ書房）をテキストとして使用し、論理的に書く力を段階的に育成した。また、その「ロジカル・ライティング」の学習成果を発展・応用させ、論理を重視した客観的な読解の指針を理解させた。その上で、補助教材『精選 現代文B』（筑摩書房）に掲載されている文章全般を対象として論理的に読む力を育成する指導を実践した。補助教材中の文章のうち科学論に多くの時間を配当し、科学リテラシーの習得と定着に係る指導を実施した。

(3) 検証

ア 方法

記述式と選択式を併用したアンケートを実施し、生徒の意識と能力の変容を捉える試みを3クラス抽出で行った。設問は以下のとおりである。

問1 「SSH言語探究a」の授業を振り返って、以下の(1)~(4)の項目について、次の4つの選択肢【①強くそう思う ②そう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない】から該当すると考えられるものを選びなさい。

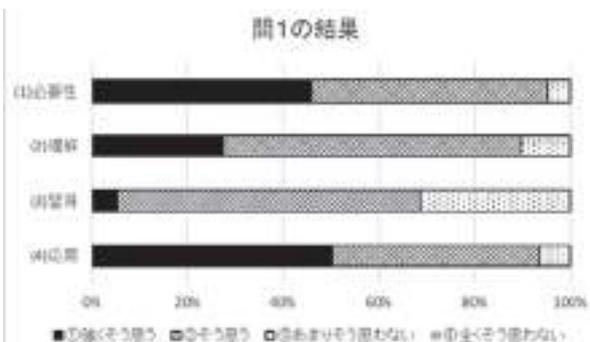
- (1) 論理的に読むこと、論理的に書くことの必要性を理解することができた。
- (2) 論理的に読むこと、論理的に書くことを行うための方法や技術を理解することができた。
- (3) 論理的に読むこと、論理的に書くことを行うための方法や技術を習得することができた。
- (4) 論理的に読むこと、論理的に書くことは国語の学習以外にも応用できると感じた。

問2 「SSH言語探究a」の授業を通して、論理的に読むこと・論理的に書くことに対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記述しなさい。

イ アンケート結果

問1の(1)と(4)は「強くそう思う」の数値が高く、「ロジカル・ライティング」の意義は理解している。しかし、(3)からは、その技術の習得には自信がないことが分かる。

問2では「今までは思いついたことをそのまま書いていたが、構成や接続詞、語順に気を配るようになった。」という意見が多く見られた。



ウ 総括

論理的に読むこと・書くことは、「相手の意思を理解しよう。自分の意思を相手に伝えよう。」という気持ちから始まっている。多くの生徒がそれに気づいたことが一番の変容であった。

また、「学習前までは何となく読んでいた」という生徒が多く、論理的に読む・書くという取り組みがあまりなされていなかったようだ。習得するには反復練習が必要であるため、演習の機会を多く取り入れた授業展開を考えていきたい。

b 数学科「SSH数学X α 」「SSH数学X β 」「SSH数学Y α 」「SSH数学Y β 」

(1) 仮説（科目のねらい、指導目標等）

① 「SSH数学X α 」「SSH数学Y α 」

普通科第一学年を対象にした「SSH数学X α 」は「数学Ⅰ、Ⅱ」の内容を、「SSH数学Y α 」は「数学A、Ⅱ、B」の内容を中心に再編し、高校で学ぶ内容を基に発展させた内容も含めて扱った。自然科学の中で数学の果たす役割を理解し、数学を活用する力を育成することで、数学的リテラシーの向上をはかることを指導目標とした。

② 「SSH数学X β 」

普通科第二学年を対象にした「SSH数学X β 」は、「数学Ⅱ、Ⅲ」の内容を中心に再編し、高校で学ぶ内容を基に発展させた内容も扱った。解析学的内容を体系的に再編し、発展的内容も併せて学ぶことで深く理解し、数学を活用する力を育成することを指導目標とした。

③ 「SSH数学Y β 」

普通科第二学年を対象にした「SSH数学Y β 」は、「数学Ⅱ、B、Ⅲ」の内容を中心に再編し、高校で学ぶ内容を基に発展させた内容も扱った。自然科学でよく活用される分野について、周辺の発展的な事柄も含めて学び、数学を活用する力を育成することを指導目標とした。

(2) 研究の内容及び方法

ア 年間指導計画

(ア) 平成29年度1年生

期	「SSH数学X α 」3単位		「SSH数学Y α 」3単位	
	単元	学習内容	単元	学習内容
1年前期	数と式	①式の計算 ②実数 ③1次不等式	場合の数と確率	①場合の数 ②確率 【発展】原因の確率、 最大確率、
	集合と命題	命題と証明		
	2次関数	①2次関数とグラフ ②2次方程式・2次不等式 【発展】絶対値を含む関数と 方程式・不等式	整数の性質	①約数と倍数 ②ユークリッドの互助法
1年後期	図形と計量	①三角比 ②三角形への応用	図形と性質	①平面図形
	三角関数	①三角関数 ②加法定理	式と証明	①式と計算 ②等式と不等式の証明
	図形と方程式	①点と直線 ②円 ③軌跡と領域 【発展】直線の通過領域	複素数と方程式	①複素数と2次方程式 ②高次方程式
	データの分析	①データの散らばり ②データの相関	平面上のベクトル	①平面上のベクトルとその演算 ②ベクトルと平面図形

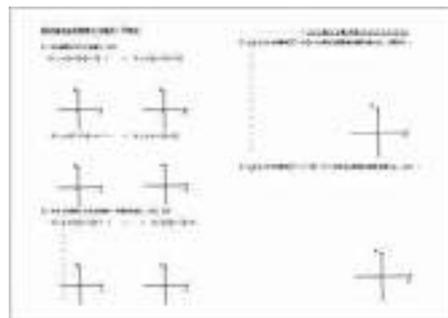
(イ) 平成29年度2年生

期	「SSH数学X β 」3単位		「SSH数学Y β 」3単位	
	単元	学習内容	単元	学習内容
2年前期	図形と方程式	①点と直線 ②円 ③軌跡と領域	複素数と方程式	①複素数と2次方程式 ②高次方程式
	指数関数と対数関数	①指数と指数関数 ②対数と対数関数	数列	①数列とその和 ②数学的帰納法
	微分法と積分法	①微分係数と導関数 ②導関数の応用		
2年後期		③積分法	確率分布	①確率分布
	分数関数と無理関数	①分数関数 ②無理関数	複素数平面	①複素数平面 ②平面図形と複素数
	数列の極限・関数の極限	①数列の極限 ②関数の極限	平面上の曲線	①2次曲線 ②媒介変数と極座標
	微分法	①微分と導関数 ②いろいろな関数の導関数	微分法	①速度と近似式

イ 学習内容例

(ア)「SSH数学X α」絶対値を含む方程式・不等式

絶対値を含む方程式・不等式をグラフを利用して解く問題を扱った。まず絶対値のついた関数のグラフを書く練習をし、次にグラフを用いて方程式・不等式を解く考え方とその利点について説明した。最後に方程式の実数解の個数を場合分けして調べる問題を扱った。



(イ)「SSH数学X β」無理式を含む方程式

数学を活用する力の育成をねらいとして、右に示すような英語で記述された問題を用いて、無理式を含む方程式について学んだ。ステップ1・2では、英語で記述された方程式やその解法の内容について理解させ、ステップ3では、無理式を含む方程式の解法を英語で記述させた。英語で記述されている数学の問題や論文等を読む際には、これまで学習したことを活用すればよいことを実体験させた。

Equations involving a radical
Example 27 – Solving an equation with a single radical expression
 Solve for x : $\sqrt{x+6} = 2x+1$

Solution
 Squaring both sides gives: $3x+6 = (2x+1)^2$
 $3x+6 = 4x^2+4x+1$
 $4x^2+x-5 = 0$

Factoring: $(4x+5)(x-1) = 0$
 $x = -\frac{5}{4}$ or $x = 1$

Check both solutions in the original equation:
 When $x = -\frac{5}{4}$, $\sqrt{-\frac{5}{4}+6} = \sqrt{\frac{19}{4}} = \frac{\sqrt{19}}{2}$ and $2(-\frac{5}{4})+1 = -\frac{5}{2}+1 = -\frac{3}{2}$
 Therefore, $x = -\frac{5}{4}$ is not a solution.
 When $x = 1$, $\sqrt{1+6} = \sqrt{7}$ and $2(1)+1 = 3$
 Therefore, $x = 1$ is the only solution.

問題の英文を正確に読む（数学Aの1ページ目）
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

(ウ)「SSH数学Y α」原因の確率

原因の確率の例題として右のようなウイルス感染検査の陽性判定をどのように受けとめるかという問題を考えさせた。あらかじめ生徒に確率を予想させてからその確率を実際に計算させてみた。意外な結果と受け止める生徒が多かった。身近な問題を数学を使って論理的に考える経験ができた。

(エ)「SSH数学Y β」フィボナッチ数列

発展的な内容を学び、数学を活用する力を育成することをねらいとして、右に示すようなプリントを用いてフィボナッチ数列について学んだ。ステップ1では数列を書き出し、ステップ2では法則（規則性）を推測させた。ステップ3では、見つけた法則を数学的帰納法を用いて証明した。ステップ4として、フィボナッチ数列が持つ法則についてのレポートを作成させた。多面的に捉える視点を育てレポートを作成することで、効果的に活用する力が養われると考えた。

The printout shows a lesson plan for the Fibonacci sequence. It includes a table with columns for 'Step', 'Content', and 'Remarks'. The steps are: 1. Writing the sequence, 2. Guessing the rule, 3. Proving the rule with mathematical induction, and 4. Writing a report on the properties of the Fibonacci sequence. The table is partially filled with text.

(3) 検証

「SSH数学X α」では、「数学Ⅰ、Ⅱ」の内容を中心に再編したことで、数学を学んでいく上で基本となる力を段階的に学習していくことにより発展的な問題を理解し、解決する力を身に付けることができた。

「SSH数学X β」では、「数学Ⅱ、Ⅲ」の内容を中心に再編したことで、深く理解でき、数学を活用する力を養うことができた。上記学習内容例における最後の感想では、「英語で記述されているも学んできたことを活かせばよい」というねらいに沿ったものだけでなく、「十分条件の確認における記述がこれまで学んだ方法と少し異なり興味深い」「定義域を先に確認すべきではないか」などの数学としての視点を捉えたものも多かった。

「SSH数学Y α」では、「数学A、Ⅱ、B」の内容を中心に再編したことで、扱う題材が自然科学の中で数学の果たす役割を理解し、身近な問題を数学を使って解決する数学を活用する力を育成することができた。確率、整数、図形は、身近な題材であるが、数学的な奥深さも感じたようである。

「SSH数学Y β」では、「数学Ⅱ、B、Ⅲ」の内容を中心に再編したことで、周辺の発展的な事柄も含めて学び、数学を活用する力を育成することができた。特に、数学Ⅱにおける複素数と方程式と数学Ⅲにおける複素数平面を学ぶことで方程式の解について深く学ぶことができた。複素数の多面性に感動し、課題探究においてさらに学びながら発展させようとしているグループがあったことを挙げておく。

c 理科「SSH物理 α 」「SSH物理 β 」

(1) 仮説（科目のねらい、指導目標等）

学問体系を考慮し、「物理基礎」及び「物理」の範囲を超えて発展的な学習内容を取り扱う。物理現象を理解する際に、理論を可能な限りあいまいにせず、微分積分などの数学的な手法を用いて理解させることで、論理的思考力の育成を図る。また、物理学の法則がどのように発見されてきたのか、当時の物理学者の苦労を追体験することを意識した自由度の高い実験を行い、探究する力の育成を図る。この探究力の育成は、SSH探究「課題探究」での課題研究の際に効果を発揮すると考える。

また、実験は、定性的な実験ではなく、各種センサー、タブレット端末、パソコンを用い、落下運動、衝突、空気抵抗、摩擦係数、振り子の運動、屈折率、コンデンサーの充放電、電池の起電力、分子運動や原子崩壊のシミュレーションなどの定量的な実験を原則とし、最小二乗法などの手法も用い、論理的な考察をしっかりと行うことを重視することで、実験を行う過程においても論理的思考力の育成を図る。

グループごとにホワイトボードを用意し、ホワイトボードでの生徒同士の議論を授業の中心におくことで、主体的・対話的な学びを促すことができる。

(2) 研究内容及び方法

ア 学習指導要領を超えた内容を含む授業例

- ・慣性モーメントの意味
- ・角運動量保存則とケプラーの法則の関係性
- ・特殊相対性理論を取り入れての静止質量エネルギーの理解

イ 数学と融合した高度な授業事例

- ・微分・積分や区分求積法を用いたもの
空気抵抗があるときの落下運動、
コンデンサーの充放電や静電エネルギー、コイルの自己誘導、電気振動、ポアソンの法則の導出、仕事や位置エネルギーの導出など
- ・インピーダンスについて考えるために、三角関数の合成、ベクトルの和、複素数平面を利用する。
- ・波動における反射や回折や干渉などを理解するために、三角関数の式変形を用いる。
- ・大数の法則に基づく半減期のモデル実験
- ・片対数グラフや両対数グラフ

ウ 各種センサー、タブレット端末、パソコンを活用した授業事例

- ・距離・速度・加速度センサーを用いた単振り子の物理量の測定
- ・力センサー及び距離センサーを用いた摩擦係数の測定
- ・タブレット用アプリを用いた天体運動のシミュレーション
- ・タブレット用オシロスコープアプリでのうなりの解析
- ・インターネット望遠鏡を用いた惑星や衛星の観測
- ・パソコンを用いた半減期のモデル実験のデータ解析

エ 物理学者の苦労を追体験することを意識した自由度の高い実験

生徒自身が問題発見し、自ら解決を探っていく課題研究で必要となる探究力の育成を意識し、実験方法の計画から生徒自身で考え、物理室の材料を自由に用いて行う実験をいくつか実施した。以下、その例である。

- ・フックの法則の検証
- ・ボイルの法則の検証
- ・オームの法則の検証

実験テーマ自体はどれも単純なものであるが、実際に行ってみると、なかなか学んできた法則の通りにならないことを実感することで、正確な実験を行うことの難しさ、丁寧な操作の重要性、考察の重要性の理解を促すことにつながった。

(3) 評価

生徒のアンケートにおいて、例年通り、「内容を高度に感じる」の肯定的評価が高い。また、同じ1年の間でも、年度当初に比べ、年度の後半では、「疑問に思うことを積極的に議論している」の肯定的評価が増加してきている。これは、生徒同士の議論を授業の中心においたことで、生徒の主体的・対話的な学びを促すことが徐々にできていることの表れであると考えられる。



d 理科「SSH化学 α 」「SSH化学 β 」

(1) 課題・仮説

化学分野は「SSH化学 α 」および「SSH化学 β 」の学校設定科目を設けて、発展的な学習内容及び探究的な実験（生徒実験と演示実験）を組み込んだ内容で、ほぼ昨年通りに展開した。今年度は第Ⅱ期のスタートにあたり、過年度との比較に注目することにとどまらず、課題探究との関連にも検討を加えた。また、実験レポートにおけるループリックを活用した評価の取り組みについても報告する。これにより、次年度以降の授業展開の改善を試みるための指標を残すとともに、引き続き以下に示す仮説の検証に向けて授業内容を充実させるための改良を加えていきたい。なお、授業内容の骨格は次の通りで、学習指導計画は紙面の都合上省略した。

「SSH化学 α 」：対象クラスは2年普通科8クラス（320名）3単位でH24年度より実施 3年普通科A類型（選択者137名）1単位でH26年度より実施 学習内容の骨格は「基礎化学」と「化学」の無機化学に準拠
「SSH化学 β 」：対象クラスは3年普通科B類型4クラス（199名）、4単位でH25年度より実施 学習内容の骨格は「化学」に準拠。

仮説①：「発展的な学習内容を取り扱うことは、単なる知識の注入に頼らず、納得させることで学習内容の理解を深め定着でき、思考力を高めることにつながる」

仮説②：「実験により化学現象をより深く探究する力を育成できる」

*以上2つの仮説は、各学校設定科目の開講初年度の立案から変更していない。

(2) 仮説検証に向けて特化した授業内容と評価方法

①「SSH化学 β 」の内容

・発展的な学習内容（※主なもののみ）

最密結晶構造（充填率と密度の関係や層間距離）、状態方程式の補正式（ファンデルワールスの方程式）化学平衡（アレニウスの式、エントロピー・エンタルピー・ギブスエネルギー、生体内における緩衝作用など）

有機化学（有機電子論、ベンゼンへの配向性、タンパク質のアミノ酸配列など）

・実施した実験（特に定量的または探究的な内容を含む生徒実験 ※主なもののみ）

サリチル酸の誘導體（アセチル化及び加水分解を抑える工夫）、凝固点降下度の測定（spark（データロガー）を用いた定量実験）、コロイド水溶液（半透膜の外側にBTB溶液を入れ、動的な色変化を観察）デンプンの加水分解（硫酸と α アミラーゼによる加水分解速度の簡易測定とその比較）

・「SSH部化学班」が行っている長期課題研究の成果の活用：アミノ酸と合成高分子の教材として

②「SSH化学 α 」の内容

・発展的な学習内容（※主なもののみ）

電子軌道と電子配置、分子間に働く力（ファンデルワールス力、水素結合）、金属結晶の結晶格子中和反応と水溶液の性質（pH計算、塩の加水分解）、化学反応とエネルギー（電池、電気分解、熱）無機物質の性質

・実施した実験（特に定量的または探究的な内容を含む生徒実験）

アボガドロ定数の測定、中和滴定（spark（データロガー）による滴定曲線の作成（演示）、食酢の滴定の2時間）水溶液の電気分解（手回し発電機使用）、溶解熱の測定（spark（データロガー）を用いた定量実験）、金属の性質

③実験報告書の評価

観察・測定の結果、そして考察・感想という項目だけではなく、次の2点の項目を追加して記述させた。

(i) 実験に関連する学習内容（大きめのスペースで自由に記述）

(ii) 実験操作上の注意点（特に重要だと思われる内容を自由に記述）

これらの記述と実験結果、考察についての記載内容についてのループリックを作成し、各項目ごとに評価し、得点化しその結果から総合点を算出しABCDの4段階で評価した。

(3) 「SSH化学 α 」「SSH化学 β 」におけるアンケート結果について

1月中旬にアンケート調査を対象生徒に実施した。

〔アンケート調査〕…項目1～5の選択回答は4択〔①そう思う ②どちらかといえばそう思う ③あまり思わない ④思わない〕、項目6, 7, 8は記述回答。*グラフ中の数字が読みづらいので④の数値は省略した。	
項目1	授業内容はおおむね理解できた。
項目2	授業内容に発展的な内容を含めることにより理解がより深まった。
項目3	クラスや化学講義室で行う演示実験やモデルの提示、化学実験室で一斉に行う生徒実験に積極的に参加した。
項目4	演示実験や生徒実験が授業内容の理解につながった。
項目5	項目2～4を行ったことにより化学に対する興味・関心が高まった。
項目6	特に興味を持った実験内容を具体的に記してください。
項目7	特に興味を持った授業内容を具体的に記してください。
項目8	「SSH化学 β 」の授業についての感想、反省、要望を記してください。

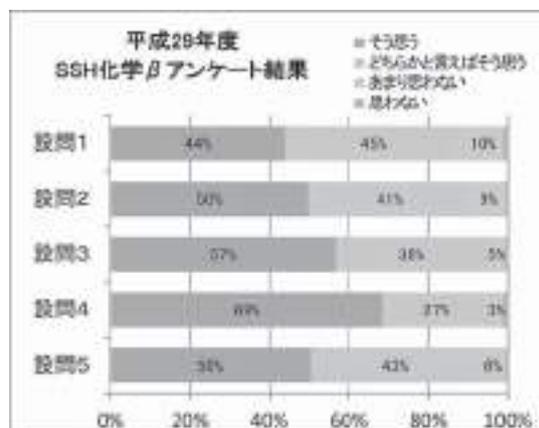
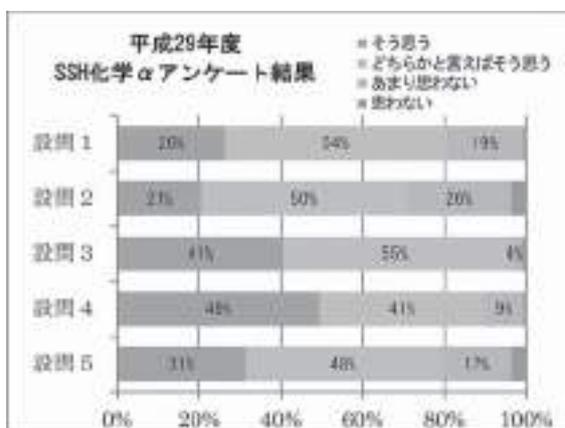
項目6～8の記述回答について（抜粋）

化学 α

- ・様々な実験を通して教科書ではイメージしにくいところも理解できたのでよかった。
- ・発展的な内容を行うことで化学に対する理解や関心が深まったと思う。・文系の自分はずらかった。
- ・化学は身近なものであることがわかった。・発展的な内容も基本の延長で学べてよかった。

化学 β

- ・実際に実験することで深くまで学べた。自分から積極的に調べることでより多くの知識を得ることができた。
- ・発展的な内容も実生活につながっているとわかって楽しくなった。・知識が増えた状態での実験だったのでより楽しめた。
- ・授業や実験を通して自分で考えることが多くなって内容理解が深まった。
- ・発展的な学習内容によって理解が深まったと思う。



〔結果〕

項目1～5のアンケート結果ではいずれも肯定的な回答が7割を上回った。特に化学 β において肯定意見が9割を越えている。2年次に全員履修の α 科目と、類型選択後の3年次に理系選択者が履修する β 科目との差は大きい。約半数が3年次に文型を選択することになっている2年次にも、この結果を得ていることの意義は大きい。したがって、仮説はほぼ検証できていると判断できる。

項目6～8の調査結果からは、実験による学習効果の有効さとともに、発展的な内容の導入に伴い、興味の増大やより深い内容への関心の高まりを読み取ることができる。

(4) 実験レポート評価におけるルーブリックの活用について

今年度はレポート評価のルーブリックを作成し、評価に活用した。この結果、記述内容に対する評価の安定性が高まったと感じている。また、いくつかのクラスでは、ルーブリックを生徒に提示してから実験を行ったり、ルーブリックに従ってレポートを自己評価したり、相互評価をするワークを行った。以下に相互評価後の、生徒の振り返りコメントを紹介する。

- ・自分の考察に対する考えが甘かった。評価規準を見ると高評価を得るためのハードルは高いと思った。
- ・自分より詳しく書かれているレポートに触れて、集中して実験に取り組みたいと思った。
- ・本来レポートは他の人に伝えるためのものだと、あらためて実感した。ルーブリックの改善とともに、活用法を広げる取り組みも必要と考えている。

(5) 検証、今後の展望

「SSH化学 α 」「SSH化学 β 」での授業に対する取り組みは積極的である。特に「SSH化学 β 」は3年B類型対象の科目であり、そのモチベーションは非常に高かった。両科目とも、特に実験への取り組みは積極的であった。「SSH化学 α 」は2年生で展開しており、そこで行われる実験は同じく2年生に設定されている「課題探究」での活動とリンクする部分も大きいと考える。これは、今回2年生の実験に対する肯定的な回答が過去最高レベルの96%となったことにも表れていると考える。今後は「SSH化学 α 」での学びを、「課題探究」により活用できるよう改善を図りたい。

「SSH化学 β 」においては、アンケート調査の結果からも学習内容の理解度は、発展的な内容の学習や実験での効果などから、かなり深まっていることが分かる。従って、3年時に理系を選択した生徒については、仮説はほぼ検証できていると判断できる。また、次年度は「課題探究」を経験した生徒に対する展開となるので、実験に対する科学的な態度をより深い考察ができるよう改善を図っていききたい。

2年「SSH化学 α 」においては、発展的な内容を扱うことにより、教科書では結果のみを示される項目でも、途中の論理展開をブラックボックスにすることなく、筋道立てて理解できたと答える生徒が多数であるが、内容がよく理解できたとする生徒が30%を切っている現実の問題である。生徒が持つ疑問から、高度な内容へつないでいく工夫や、発展的な内容の配置や扱う量などを再構築して行く必要があると考える。

どの科目においても実験が授業理解に直結するとしている生徒がほとんどであった。しかし、化学実験室がいずれかの学年で使用されている現状を考えると、生徒実験をさらに増やしていくことには限界がある。今後は化学講義室や教室でもできる簡易的な実験の開発も必要になるであろう。また、実験レポートの評価におけるルーブリックの活用は一定の成果をあげているが、さらなる研究が必要である。

e 理科「SSH生物a」「SSH生物β」

(1) 仮説（科目のねらい、指導目標等）

①「SSH生物a」

第一学年で実施していた「生物基礎」は、「SSH生物a」に戻り、科学的に探究する能力と態度を育成するとともに、「論理的思考力」「創造的発想力」を培う事を目標にした。

②「SSH生物β」

普通科第三学年B類型（理系）を対象にした「SSH生物β」は、本年度も継続して、観察や実習などを通じた探究活動が、科学的に探究する能力である「論理的思考力」「創造的発想力」の育成に有効であり、また、継続的に飼育している生き物に身近に接する機会を増やすことで、生物や科学全般に対する興味・関心のさらなる高まりや発展的事項のより深い理解、そして最先端の生物学にも触れさせることを指導目標にした。

(2) 研究の内容及び方法

①年間指導計画

「SSH生物β」は昨年度までの年間指導計画を基本的に踏襲したが、一部の実習を授業進度に関連づけて行った。「SSH生物a」で行っていた課題実験は2回に減らし、「生物基礎」の範囲内の体液の濃度調節に関連づけた「卵膜の透過性」と「トウモロコシ種子の遺伝」を行った。

（参照：本校研究開発報告書・第五年次p.61）

②学習内容例

ア「SSH生物a」：第一学年課題実験

夏休みに課した「トウモロコシ種子の遺伝」では案内プリント（参照：本校研究開発報告書・第五年次p.62）に加えて、過去の7年分のデータを添えた。（右図）

イ「SSH生物β」：カイコガの性フェロモン受容と配偶行動

継続飼育しているカイコガを使った配偶行動の観察を行った。

5月1日（月）休眠卵を冷蔵庫から出す。

5月11日（木）孵化、以後、毎回の授業で成長を観察

6月7日（水）繭作製開始

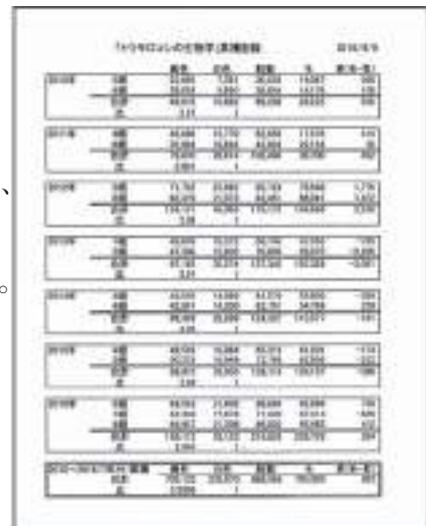
6月20日（火）羽化開始

（ア）雌雄の分別：6月15日（木）7限

羽化は早朝に行われ、羽化後暫くして配偶行動を起こしてしまうため、雌雄を分別しておく必要がある。双眼実体顕微鏡で蛹の尾部での分別が可能であるが、判別不能な個体や紛らわしい個体は不明としておくことが不可欠であることを説明し、各生徒に2個の繭を配り、判別させた。雄は5匹、雌は1匹ずつ試料カップに入れ、密閉した容器内で羽化を待った。

（イ）配偶行動の観察：6月21日（水）5限

演示として、カイコガの性フェロモンであるボンピコールはヒトでは全く感じ取ることができない事、視覚で配偶行動が誘起されない事、全く動く気配すら無かった雄の近くで、雌の入った試料カップの蓋を外した途端に雄は活発な行動を始める事を確認させた。各班で、4匹の雄で触覚を切断（右、左、両方）した3匹と無傷な1匹を準備させ、1匹の雌の周りに配置させて、各個体の行動を観察させた。（右図）



(3) 検証

「SSH生物a」の課題実験では1回目の「卵膜の透過性」で要領を得た後の「トウモロコシの種子色の遺伝」であったため過去のデータを添えたことにより積極的に取り組んでくれた。クラスの平均計測粒数は新記録を残した。さらに、自ら色々な知見を調べて探究したものへと発展したレポートも多かった。

「SSH生物β」の上記学習内容例に示した実習では、カイコガの持つ能力にすべての生徒が驚嘆を示し、多様な生物がそれぞれ独特な能力を有して生存していることにも認識を広めることができたと思われた。

今後は、実験・実習に置いて各操作を班単位では行うのではなく、すべて一人で言うような体制を整えたい。また、それによって生徒同士の考察や議論が深まり、学習内容の確実な理解やコミュニケーション能力の向上に結びつけたい。また、継続飼育するモデル生物をさらに充実させ、生徒の興味・関心を一層高め、より多様な課題研究への取り組みを可能にしたい。

f 理科「SSH総合理科」

(f) 科目の目標・仮説

本科目は、SSH第Ⅰ期のカリキュラムに基づいて3年生理系クラス（約175名）を対象に開講した。対象生徒は、1年時は第Ⅰ期5年目、2年時は経過措置、3年時は第Ⅱ期1年目ということで、SSH研究開発事業の狭間で過ごした学年である。したがって、第Ⅰ期の目的に詠った「論理的思考力」「科学の方法論」の習得について、選択履修している2分野の学習内容を基軸として、発展的な学習、実験を含めた授業展開を行うことで探究活動を擬似的に体験させた。

また、SSH指定以前から続けている「理科特別講座」もこの授業の特徴である。この講義は、履修している分野にとらわれず、科学全般に対する興味・関心や探究心を高め、科学的に探究し研究を進める技量を養成するとともに、基本的な概念や原理などの知識がどのように研究活動に結びつくのか、という知識の活用について理解させ、「科学の方法論」を習得させることを目標としている。

第Ⅱ期SSHにおいて、現在2年生普通科全8クラスを対象に実施している「課題探究」の発展的な探究活動を、来年度以降、この科目に盛り込む予定である。従って、この科目の履修経験が、多面的に事物・現象を捉え、主体的な判断により課題を発見し、解決に向けて協働的に取り組む姿勢を培うとともに、将来、科学技術を支える人材の育成に繋がっていくことを期待している。

仮説：「SSH総合理科」の各分野における探究活動において、自然科学に対する仮説と検証の経過を擬似体験させることは、「科学の方法論」の習得に有効である。

【特別講座】

6月13日（火）14時～15時30分に実施した。生徒に5つの講座の中から希望の講座を1つ選んで受講させた。今年度開講した講座と受講者数は以下の通りである。

講座1：物理化学分野（物理講義室 31名）	講座2：生物物理分野（物理実験室 33名）
講座3：物理化学分野（化学実験室 38名）	講座4：化学分野（化学講義室 35名）
講座5：生物分野（生物実験室 42名）	※講義テーマ、内容は分野毎に後述する

f-1 物理分野

(1) 研究内容及び方法

(a) 特別講座

特別講座の中で、物理分野のものは次の2つを実施した。

講座1：「ナノ粒子の作製と活用先」

インクからガンスクリーニングまで

名古屋大学未来材料・システム研究所 高度計測技術実践センター 八木伸也 教授

（概要） ここ20年近くで非常に多く耳にするようになってきたナノ粒子について、作製法とその活用先について触れる。活用先については直腸ガンや大腸ガンの検診に使うことを目指したスクリーニング基板への応用と、絵皿に使用するインクについて100年以上にわたるナノ粒子の活用を講義する。



講座2：「常滑の30kW太陽光発電システムはどのようにして生まれ、どんな影響を及ぼしたか？」
大同特殊鋼・豊田工業大学シニア研究スカラ付き招聘研究員 荒木健次 先生

（概要） 太陽光を用いた集光型ソーラー発電システムは、技術的な困難から長く実用化されなかった。その後、技術革新により実証実験に成功し、太陽光発電所が始動している。車載パネルを搭載したソーラーカーについて、広く受け入れられるデザイン、満たすべき条件について、技術だけではなく社会システムや制度も含めて考える。

(b) 発展的実験

発展的な内容を含む実験を行った。物理現象のより深い理解のため、授業の中で発展的内容として微積分や微分方程式、外積の概念を用いて現象を扱っている。これらの内容について理解した上で、実際に実験を行った。以下に代表的なものを挙げる。

①単振動の位置・速度・加速度の関係（微積分・微分方程式）

②コンデンサーの充・放電過程における電流値、電圧値の時間変化（微分方程式）

実験後のレポートは、穴埋め式ではなく、一から自分で書く形式を課した。

(2) 評価

(a) 特別講座

選択式および記述式の評価アンケートを実施し、ループリックに基づき評価を行った。ほぼ全ての生徒が「問題点・疑問点を見いだして探究することの大切さ」「知識を活用して深く追究することの大切さ」「他者とのコミュニケーションの大切さ」を感じ取っていることが示された。下にあげた生徒の記述からは、講義によって自分の気持ちや考えが変化したことが示されており、重要なメッセージを受け取った様子がうかがえる。本講座では高校生には理解が難しいと思われる高度な内容を扱うことが多いが、この取り組みが科学技術への興味・関心を高め、創造的発想力と論理的思考力による「科学の方法論」を身に付けるのに十分寄与していることの裏付けと言える。非常に有意義な機会であったと考える。

<生徒アンケートより抜粋>

- ・ 講義を聴いて、自分の学科に対するイメージがいかに狭かったかを思い知った。ナノ粒子とガラスのお話から、工学と医学の研究が結びつくガン発見のお話まで、驚く内容ばかりだった。
- ・ 研究するということは、いかに多分野の知識が必要であるか、多方面の人と関わることや、あらゆる見方が必要であるということを感じた。物理が専攻であるにもかかわらず、歴史的背景に関することや、医療分野などに様々に及んでいて、表面からは分からない複合的な研究内容だと感じた。
- ・ 今までは、例えば物理関係の実験や課題の場合、物理関係従事者のみが行うものだと考えていたが、今回の講義を通して、様々な分野の人たちが協力することで、より深くテーマに対し追究する事ができたり、様々な視点から物を見る事ができたりすることを学んだ。

(b) 発展的実験

生徒の記述式アンケートから、実験により、現象についての理解が深まったこと、実験上の問題点・疑問点を見いだしたこと、他者とコミュニケーションをとって協力している様子が読みとれた。探究心の質的向上に寄与すると考える。

f-2 化学分野

【講座内容】

講座3：名古屋大学理学研究科物質理学専攻 准教授 北浦 良 先生

(題目)「ナノマテリアルの話：世界一細い筒、世界一うすい膜」

(概要) 北浦先生ご自身の進路決定の経緯を導入として、研究生生活とはどのようなものかについてお話していただいた。グラフェンなど最新のナノマテリアルが実際に我々の生活をどのように変える可能性があるかなど、最新の研究成果とその応用についてお話していただいた。

講座4：名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所 (ITbM) 教授 大井 貴史 先生

(題目)「一つの分子をきちんと組み立て、新しい価値を創る」

(概要) 私達の生活は、医薬品や調味料などの様々な有機分子によって支えられています。これらの分子の多くは化学的に組み立てられ、私達の手元に届きます。しかし、分子を組み立てる際にわずかな手違いがあると、匂いや味が変わってしまい、医薬品の場合には重篤な副作用につながることもあります。これは、有機分子が身体の中で本来の役割を果たすには、形が正確に決まっていなければならないことを意味しています。今回、化学反応を操って望ましい形の分子のみを作ることの価値と、その際に鍵となる触媒について、わかりやすくお話していただいた。同時に、ITbMでの研究、特に、新しい分子が秘める可能性についてお話していただいた。

【アンケート調査】

この評価アンケートは、選択式回答（生徒主観による部分）と記述式回答（客観的に評価できる部分）からなり、「質の高い探究心」の育成を意識して、単なる興味関心や理解を回答させるのではなく、研究に対する気持ちや考え方の変容を捉えることをねらいに作成してある。

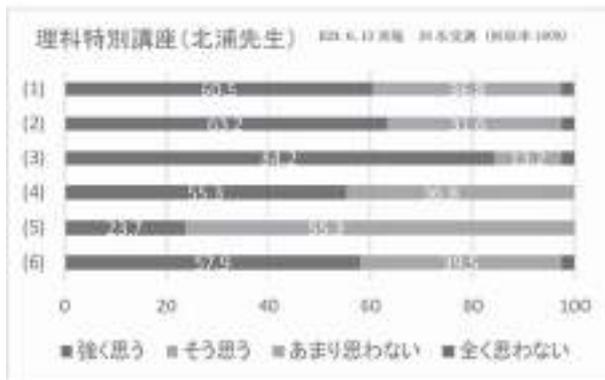
[選択式質問項目]

- (1) 講義内容から、どのような方法で研究が進められているか理解することができた
 - (2) 講義内容から、新たな問題点や疑問点を見いだして「探究する」ことの大切さを感じる事が出来た
 - (3) 研究には知識を活用して深く追究することが大切であると感じた
 - (4) 研究を進めるには、共通のテーマを持つ他の研究者とコミュニケーションを取る必要があると感じた
 - (5) この講義を受講して、研究に対する自分の気持ちや考えが大きく変化した
 - (6) この講義内容はとても有意義であり、他人と是非共有したい（他人に知らせたい）と思った
- <回答項目>①強くそう思う ②そう思う ③あまりそう思わない ④全くそう思わない

[記述式質問項目]

特別講義を受講して、研究に対するあなたの気持ちや考え方の変化を具体的に記しなさい

(講座3)



(講座4)



【検証】

今年度より第Ⅱ期SSHが始まり、事後アンケートもこれに合わせて課題研究との関連を図る内容に変更した。つまり、講義内容の理解や興味関心を問うだけでなく、研究に必要な(1)研究の方法、(2)探究すること、(3)知識の活用、(4)他者とのコミュニケーション、(6)他人と共有すること（発信すること）、そして課題研究の評価で注目している(5)生徒の変容、についての設問について回答させた。この結果、どの項目についても肯定回答（強く思う、そう思う）が90%以上を占めるわけであるが、あえて考察するならば、(5)研究に対する考え方の変化がやや低調である。このような部分を補強できるように、課題研究をはじめとする探究活動で、問題意識を持つ部分と、仮説を立て検証に導く過程（科学の方法）を身に付ける必要があると考えられる。従って、今後も、SSH事業の中で、課題研究を中心としたカリキュラム開発に取り組みたいと思う。なお、今年度の3年生はSSH第Ⅰ期のカリキュラムで履修しており、従来の探究活動に結びつく発展的な実験は、「SSH化学β」、「探究基礎講座」の中で行った。これに改善を加えて来年度「SSH理科探究」（第Ⅱ期の学校設定科目）に移行して実施する。

f-3 生物分野

講座5：「噛むことの脳科学」

講師：自然科学研究機構 生理学研究所 統合生理研究部門 助教 坂本貴和子 先生

概要：「ヒトとはなにか」がただ知りたくて研究をされてきた先生は、もともと歯科医師なので、ヒトを知る手がかりとしてまずは「顎口腔顔面領域の機能」を知るところから始められました。ヒトは食べ物を食べる時、口に入れたものを長く噛み続けることができますが、ヒトの噛む機能とはまさに「ヒトならではの機能」と言える。ヒトの噛む機能が進化の過程でなぜ獲得されたか、そして現代の我々にどのような恩恵をもたらしているのか。顎口腔顔面領域から垣間見えた「ヒトとはなにか」についてお話をしていただいた。

生徒の感想

- ・講師の先生が歯医者から脳研究に移って、さらにまた、歴史の著作に進まれるというように、いわゆる『道』は一本ではないということを改めて知り、自分は、研究に対して興味はあるが躊躇する部分があり、悩んでいたが、寄り道をして寄り道ではないというように考えられるようになった。
- ・「人類が絶滅したら次に大きな存在になるのはヒトから遠く離れた種の生物であろう」とのお話がとても興味深かった。やや逆説的な論理でしたが、説得力があった。
- ・今、当然と思っていることでも、もしかしたら間違っているのかもしれない。最近の研究はそんな常識的な事柄に疑問を抱いてからスタートして、常識を覆す発見にいたるケースが多いということが印象深かった。
- ・「人類は弱かったから、進化できた。」という命題が印象に残った。
- ・「噛むこと」と「進化」がどのように繋がったなど考えもしていなかったので、研究とは素朴な発想をいかに導き出すのかということが大切であると認識できた。



評価・検証：一流の研究者からの講座は、教科書では数行でしか表現されていない部分の内容から発展させているが、含蓄深く、未だ解明されていないことがいかに多く存在するかという認識に生徒を導いたと確信できた。今後研究者を目指す生徒も多い現状からすると、大変効果的な企画であったと再認識できた。

g 英語科「SSHライティング」

(1) 仮説（科目のねらい、指導目標等）

事象を分析し、筋道を立てて考え、自分の意見を客観的に説明する能力を身につけさせるために、1、2年で身につけてきた「総合的知性」に基づいて、多面的に物事を判断し、自らの考えを英語で表現する能力をさらに伸ばすことを目指す。特に、データなどから因果関係を分析し、意見を述べるなど、英語によるエッセイライティングやディスカッションを通して、「論理的思考力」を育成する。また、英語で情報を発信する「国際的な発信力」とコミュニケーションへの意欲を伸ばす。これらの活動を通じて、主体的、創造的、協同的に取組み、自己のあり方や生き方を考えることができるようにする。

(2) 研究内容及び方法

年間指導計画 *はA類型のみ

期	「SSHライティング」A類型3単位・B類型2単位	
	重点目標	学習内容
3 年 前 期	テーマ別重要表現を学ぶ	①旅行などをテーマにした会話文を読んだり聞いたりして理解する ②提示された会話の場面に沿って重要表現を使った台詞を考え、ペアで話す ③ペアワークの結果を全体に共有する ④テーマに沿った短めの文章を読み、意見を書く
	*ディベート	①英語の公用語化などのテーマを設け、それに関する文章を読む ②賛成、反対に分かれ、2対2のディベートを行う ③議論の矛盾に気づき、素早く情報をまとめ、分かりやすく伝える
	主語の決定方法、目的・理由の表現、時制について学ぶ	①主語の決定方法など作文の基本について学ぶ ②因果関係を示す様々な英語表現を知る ③習った英語表現を使って自分の考えを正確に表現する
	*ディベート	①投票の義務化などのテーマを設け、それに関する文章を読む ②賛成、反対に分かれ、2対2のディベートを行う ③意見や理由を明確に説明する ④ディベートの様子を見聞きし、勝敗を判断する
	動詞の語法、関係詞、時間・数字の表現について学ぶ	①動詞の語法など作文の基本について学ぶ ②ペアで作文したものを読み、それについて意見交換する
	比較表現・仮定法について学ぶ	①比較表現など作文の基本について学ぶ ②ペアで作文したものを読み、それについて意見交換する
	グラフや図表の説明の仕方について学ぶ	①グラフや表などを説明する様々な英語表現を知る ②簡単なグラフから読み取れる内容を書く ③グラフの内容について自分の意見を書く ④ペアワークなどで意見を発表する
3 年 後 期	*プレゼンテーション	①ディベートで扱ったテーマから1つ選び、グループでプレゼンテーション内容を考える ②テーマに関する情報を集め、必要な情報を選択する ③既習の表現を用い、ビジュアルエイドを用いながら発表する
	譲歩の表現やその他重要表現について学ぶ	①譲歩の表現などの重要表現について学ぶ ②様々なテーマでの意見交換、発表（ペアワークなど）をする
	より高度な英語表現力を身につける	①より複雑な内容を英語で表現する練習をする ②意見を述べるために使う様々な表現を学ぶ ③様々なテーマでの意見交換、発表（ペアワークなど）をする
	*スピーチをする	①自分がクラスメイトに伝えたいことを即興でスピーチする ②ジェスチャーや声の抑揚などに気を配り、より分かりやすく伝える工夫をする
	*ディスカッション、テーマ別自由英作文	①ディスカッション形式の文章を読む ②意見・理由を整理し、論点を把握する ③同じテーマに対して自分の意見を持つ ④グループで司会を立ててディスカッションをする ⑤ディスカッションの要点をまとめる ⑥文章の中の表現を使いながら、ディスカッションで出た意見を踏まえて作文を書く

(3) 検証

「SSHライティング」は今年度で4年目であるが、今年度の3年生は「コミュニケーション英語Ⅰ、Ⅱ」、「英語表現Ⅰ、Ⅱ」を通じてコミュニケーション能力のさらなる向上を目標に、特に発信力を伸ばすことに力を入れて、さまざまなアクティビティに取り組みさせてきた。取り上げるテーマを担当教員間で精査し、1、2年次に身につけた内容を活かしながら、「SSHライティング」が目指す内容を指

導していけるよう試行錯誤を重ねた。本学年は2年生までに構成力はある程度身につけていたものの、文法・語法やテーマ別の重要表現に関する知識やそれらを運用する力が不足しており、その点をどのように改善していくかが課題の一つであった。生徒同士の評価やALTの活用により、ある知識を活用し、分かりやすく伝えようとする意欲が向上したと考える。

また、今年度はA類型の1単位分の時間で様々な社会問題についての文章を読んで背景知識を持った上で自分の意見をまとめ、英語で表現し、発表する機会を設けた。生徒アンケートを行ったところ、活動を通して「思考が深まった」、「英語力が上がった」と考えている生徒が85%以上おり、「論理的思考力」が付き、英語で情報を発信する「国際的な発信力」を身につけさせるのに有効であったと考える。

h 課題探究基礎 (MC)

(1) 仮説 (科目のねらい、指導目標等)

学校全体で「探究活動」に取り組むに当たって、第1学年の「総合的な学習の時間」として平成15年度から改善及び発展してきた「明和コンパス (MC)」を学校設定科目「課題探究基礎 (MC)」に位置付け直した。従来の「MC」は調べ学習が中心であったが、「課題探究基礎 (MC)」では、第2学年で実施する「課題探究」を考慮に入れ、単なる調べ学習に陥ることなく、課題発見能力や協働の基礎的な力の育成を図るとともに、自分の考えや意見を発信し、聞き手にテーマ内容を理解してもらう技能や、質問者に対する対応技術の向上を目指した。

(2) 研究内容及び方法

・Ⅰ期 プレゼンテーション「世界の諸問題」

チームを組み、チームとして「世界の諸問題」の中からテーマを設定させた。生徒は、協働により、テーマに対して調べるだけでなく、様々なデータに対して分析・考察をし、テーマの本質、問題点、今後の課題をまとめた。発表は手書きで作成した掲示資料を使い、第2学年で実施する「課題探究」でのポスターセッションの基礎を学ばせた。評価は、評価ポイント項目に従い、生徒の相互評価で優秀発表を決定し評価に活用した。また、プレゼンテーションで使った掲示資料や配付資料などの成果物に対するポートフォリオ型の評価を実施した。

・Ⅱ期 スピーチ「日本を知る」

日本の歴史・文化・芸術の中から興味や疑問をもっていることを個人で調べ、その調べた内容を元に発表原稿を作成し、スピーチ形式(4分)で自分の意見を発表させた。スピーチでは、発表内容に対する問題意識を聞き手と共有できるかを主眼に置き、自分自身の考えや思いをどのように表現し、聞き手に訴えることができるかを追究させた。評価は、生徒の相互評価で優秀発表を決定し評価に活用したほか、スピーチのために作成した発表原稿などの成果物に対するポートフォリオ型の評価を実施した。

・Ⅲ期 デイバート「日本の課題」

「日本の課題」の中から予め準備された約20の論題から、1つの論題を選択し、その論題に対して1対1のデイバートを行った。デイバートを行うにあたって、対戦者の話し合いの中で論題に対する定義を確認させ、その定義をふまえた明確な根拠に基づいて肯定・否定の主張を行わせた。ジャッジをする聞き手に積極的に疑問をさせ、第2学年で実施する「課題探究」でのポスターセッションでの質問に対して的確に回答できる技能向上を目指した。評価は、定義に対する肯定・否定の主張の的確さなど評価に活用した。

(3) 検証

ア 成果

1年間の取組の中で、協働体制で一つのことを調べ発表していくことの難しさを生徒は理解したようだ。しかし、こうした中においてもただ調べただけのものを単に発表するだけでなく、自分たちで集積したデータを分析し、その分析結果を自分なりに考察して、一つの意見としてまとめ、発信する者もみられた。1年間の取組の中で、生徒の探究をするにあたっての基礎的な姿勢は確実に身に付いた。

イ 課題

本年度から第2学年で「課題探究」を実施しているが、その前半の部分で、テーマ設定の技法としてマインドマップやブレインストーミングの講義を行い、実験・調査に入る前にはデータ計算や処理の方法、アンケート作成についての技能面の講義を行った。これにより、生徒の活動として重要な実験・調査の時間がとられてしまい、大変苦労していた。そこで、第2学年で行う「課題探究」を年度初めからスムーズに展開するためにも、現在行われている「MC」の内容の大きく見直す必要がある。だが、「MC」には協働で一つのことを取り組み、成果を出していくといった捨てがたいものがある。本校における「課題探究基礎」としていったい何が重要なのかを、夏休みにSSH関連行事として実施している教科主導の「探究基礎講座」とも結びつけて、改善していくことは急務である。

i SSH探究「課題探究」

【目標・仮説】

今年度より新たに教科融合型の学校設定科目「課題探究」を開設した。「課題探究」では、まず、情報モラル、情報リテラシー（ワープロ、表計算ソフトを活用した統計処理力、プレゼンテーションソフトの活用力）、科学リテラシー（研究結果を科学的に考察する手法）を学習し、課題研究に必要な手法を習得させた。この学習を踏まえ、並行して課題研究を実施した。この「課題探究」での指導目標は、「質の高い探究心」を高め、グローバル化社会において、社会貢献に資する人材の育成を目指すものである。

仮説：興味ある課題（テーマ）について問題意識を高め、実験やフィールドワーク、調査等の探究活動を行い、課題に対する結論を得て発表する。このような探究の過程を経験させることで、高いレベルの課題発見能力、問題意識の高揚、探究心の向上を図ることができる。

さらに、来年度から3年生の〔SSH探究科目〕である「SSH言語探究β」と「SSH理科探究」を履修することにより、国際発信力を身に付けることと、先端研究・技術、発展的な実験に関する知見を得ることで、これまでに取り組んできた課題研究を深めるとともに、「課題探究」で身に付けた知識・技能に磨きをかけ、探究心の質的向上を図る予定である。

【指導内容と計画】

指導内容を2領域に区分（下表1参照）し、相互に組み合わせることで指導展開した。指導形態は、ステップⅠについては、クラス単位で実施した。ステップⅡについては、2クラス5展開で実施し、教科科目融合型になるように配慮した指導体制で臨んだ（第2章参照、担当者の内訳は表2のとおり）。それぞれに配当する時間数は課題研究の進捗に合わせ、調整しながらの指導展開となった。つまり、ステップⅡの課題研究を進めながら、その進行に必要な手法をステップⅠで指導する。従って、配当する時間数は課題研究の進捗に合わせ、調整しながら指導を進めた。このような指導展開により探究活動を十分に経験させることで、高いレベルの課題発見能力、問題意識の高揚、探究心の向上を図った。

表1 指導内容区分

*指導区分

ステップⅠ：情報モラル、情報リテラシー（エクセルを活用した統計処理する力、プレゼンテーションソフト活用力、ウェブ上の発信力）、科学リテラシー（研究結果を科学的に考察する力）など課題研究に必要な手法を習得する

ステップⅡ：興味ある課題（テーマ）について問題意識を高め、実験やフィールドワーク、調査等の探究活動を行い、課題に対する結論を得て発表するという探究の過程を体得する

*時間配分

前期 (35h)	ステップⅠ：情報モラル(4時間)、ワード、エクセル、パワーポイントの活用 (13時間) ステップⅡ：研究の進め方 (2時間)、研究テーマ設定 (5時間)、研究計画 (3時間)、 発展的学習 (4時間)、実験・観察・情報収集 (4時間)
後期 (35h)	ステップⅠ：課題研究と科学リテラシー (10時間)、課題研究の発信方法とプレゼンテーションソフトの活用 (8時間)、 ステップⅡ：実験・観察・情報収集 (8時間)、結果のまとめと考察 (3時間) 発表準備 (4時間)、発表会と評価 (2時間) …合計70時間

表2 クラスの組み方と担当者の教科・科目

2年生 普通科 クラス	担当教員の内訳 国語2, 数学4, 英語2, 地歴・公民2, 理科8名 情報1 … 計19名				
	ステップⅡ		ステップⅠ		活動場所
1組	国語 数学 物理 化学 生物 各1名	金3	木6		CP室, 教室, 物理・化学・生物の 各講義室・実験室, 社会科教室, 視聴覚室 等
3組			水6		
5組	数学 英語 地公 物理 化学 各1名	水7	火3		
7組			木4		
2組	国語 数学 物理 化学 生物 各1名	水5	木3		
4組			火4		
6組	数学 英語 地公 物理 化学 各1名	金4	水4		
8組			火6		

※展開方法 2クラス5展開（各講座約16名）

※情報分野の内容には課題研究を含む

※各時間に補欠教員（出張・休暇の代替教員）を3名ずつ置く

【評価について】

第Ⅱ期SSH研究開発事業において、「生徒の変容」を捉える評価法の開発に重点を置いている。従って、活動場面を次の3つ分け、それぞれに応じた評価法により、「変容」を捉えるための評価を試みた。

- ・「インプット型」：講演会、講義、見学会 など知識習得に関する評価。
- ・「ポートフォリオ型」：提出された報告書、感想文、記述の課題などに対する評価。
- ・「パフォーマンス型」：研究発表（発信）、実験実習、フィールドワーク、ブレイン・ストーミング、マインドマップ作成などのグループ活動に対する評価。

ステップⅠ、Ⅱの指導内容について、ともに上述の評価法を開発（ルーブリック表を用いた客観性の高いもの）、確立し、評価実践を行った。さらに、評価を定量化して、5段階評価を作成した。右に研究発表会で用いた評価シート（生徒用）の例を示す。

【具体的な展開（課題研究に実質的に関わる部分のみ）】

期間	活動段階	おもな内容	活動形態及び評価	備考（留意事項）
前期	I期 準備	・オリエンテーション (イメージするテーマで分野に分かれる) ・課題研究の進め方 ・課題研究例の紹介 ・課題発見場面の振り返り ・発展的学習(実験実習を含) ・研究テーマの設定に向けて	・全体講義 ・分野別講義 ・ブレイン・ストーミング	・全体講義の資料、場所確保 ・研究テーマの設定に向けての資料準備 ・発展的学習の教材準備
	II期 探究活動1	・研究グループ分け ・テーマの決定 ・研究計画(実験計画など) ・情報収集 ・分野別中間発表	・分野別活動 ・グループ活動 ・分野別中間発表	・活動場所の確保 ・評価基準の確認
後期	III期 探究活動2	・情報収集 ・実験、実習、調査等 ・研究のまとめ	・グループ別活動 ・分野別活動	・活動場所の確保 ・必要機器準備 ・実験実習の準備
	IV期 発信	・PP準備 ・分野別PP発表 ・クラス全体PP発表 ・学年全体でのPP発表会 (→次年度校内発表会へ) (→全国SSH生徒発表会へ)	・グループ別活動 ・分野別発表 ・クラス別発表 ・学年発表	・発表場所の確保 ・各分野で評価 ・評価基準の確認 ・クラスでの発表 ・学年全体で発表

【検証】今年度始めて、2年生普通科8クラスを対象に「課題探究」を実施した結果、複数の問題点が浮上してきたが、担当教員18名とSSHを主導する研究開発部の先生方の協力により、改善を繰り返しながら進めることができた。活動時間や場所など物理的な要件で、十分な活動ができない部分もいくつかあったが、できる限りの工夫を凝らし乗り切ることができた。生徒の課題研究は、1名～5名の個人、グループ研究で進め、114件の研究テーマが出揃っている。研究の質は決して十分とは言えないが、全員に「探究の過程」を経験させることができ、探究心を持つことの重要性をある程度伝えることができたのではないかと考えられる。評価の結果等をフィードバックすることで、今後さらに、問題点を改善し、充実した探究活動が続けられるように心がけていきたいと思う。

3-7 SSH海外研修

本校の海外研修は、国際的な広い視野を持ち、高いレベルの探究心・交信力を兼ね備えた、国際社会で活躍できる人材の育成を目標として掲げている。それを達成するための方策として、多くの生徒を対象として、外国人生徒と交流し、英語でコミュニケーションを図る機会を充実させることはきわめて重要であると考える。

本校は平成25年度より、オーストラリア・シドニー市近郊にあるボーカムヒルズ校との交流事業を開始し、今年度3月には本校から15名（男子4名・女子11名）の生徒をボーカムヒルズ校へ派遣する予定である。また、平成26年度からは科学先進国として長い歴史を持つ英国の伝統校、ロンドンのウェストミンスター校との交流事業を開始し、昨年度末には本校から10名（男子3名・女子7名）の生徒をウェストミンスター校へ派遣した。今年度7月にはウェストミンスター校から5名（男子4名・女子1名）の生徒を本校に迎え、授業時間や夏季休業中のインターンシップ事業を通して交流を図った。

これらの研修は、英語を用いて積極的に発信する力を向上させる絶好の機会となるとともに、異文化体験を通して自らの視野を広げ、相互理解を深めることの大切さを認識することができる。

3-7-1 受入

(1) インターンシップ

◇日時 平成29年7月18日（火）～19日（水）

◇対象 本校生徒21名、留学生5名

◇英国ウェストミンスター校から5名の留学生在が約2週間来日した。その間の留学生のインターンシップ実施にあわせて、本校生徒に対しても参加者を募った。本校生徒は、学校と研修先の往復経路に加えて、インターンシップが半日の場合は残りの時間の過ごし方などについても事前に計画し、インターンシップが円滑に行えるように準備をした。

日時	研修先	参加留学生	本校参加生徒
7月18日（火）	石原総合法律事務所	2名	3名
7月18日（火）	西浦温泉 龍城	1名	5名
7月18日（火）	藤田保健衛生大学病院	2名	3名
7月19日（水）	(株)JTB中部	2名	2名
7月19日（水）	(株)デンソー	1名	6名
7月19日（水）	(株)ジャパン・ティッシュ・エンジニアリング	2名	2名

◇生徒の感想

・Earlier today, we had an internship at the Ishihara law firm. We were shown around their offices and met many lawyers working there, all of whom were very friendly. We spent a lot of time in the firm's largest meeting room, listening to multiple lawyers tell us about the firm and the world of Law. I learnt a great deal about the responsibilities of lawyers, as well as what it is like to be a lawyer. I really liked how they regularly checked if we wanted to ask any questions, as it allowed me to learn more about certain aspects of Law, that interest me. After that session, we went to see a trial at the Nagoya Court, which was very different to the trials I had specialized in England!

・現在の旅館が抱えている問題について教えていただいた。日本の人口減少に伴い、働き手が不足してきたり、旅館でのサービスは機械化できないため人件費がよりかかってしまったり、という問題があるそうだ。また、留学生と一緒にいったので、とても英語の勉強になった。どんどん英語で話しかけてくれて、話す練習にも聞き取る練習にもなった。しかし、まだまだ自分の英語に自信を持たず、悔しい思いもしたのでこれからさらに頑張って勉強していこうと思う。

・医療というと、医者と患者という構図しかイメージになかったが、今回のインターンシップで、患者さんによりよい治療を提供するための研究員の方、保険制度を管理する方、患者さんの手助けをする作業療法士など、本当に沢山の方々役割を持って、この分野は成り立っているということを感じた。また、留学生とのコミュニケーションについて、初めはとても不安に感じていたが、このインターンシップについてだけでなく、イギリスについて様々なことを聞いたり、自分のことを話したりと、とても貴重な体験をさせていただいたので、インターンシップに行けて本当に良かったと思う。

・最初の方は英語が全く聞き取れず、留学生に迷惑をかけた。少し不安だったが、相手がゆっくり話してくれて、会話が弾んできた。お互いの国のことや日本のことなど、とにかく聞きたいことはたくさん聞いた。職業体験では、2人1組となり、留学生と一緒に旅行プランを考えた。とても楽しくスムーズに進めることができた。

・今回のインターンシップでは世界とのつながりも深く学ぶことができた。担当してくださった方も日本人と韓国人の方で、デンソーという企業が世界に広がっていることが身近に感じられた。また、留学生に合わせて、日本語だけでなく英語でも解説が行われていて、日本で働いていても英語が普通に使われているのだということが実感できた。私たちが働く時代にも、やはり英語でのコミュニケーションが不可欠であると思うので、人に伝えることを意識しながら、もっと一生懸命英語を勉強しようと強く思った。また、英語だけでなく日本語でもコミュニケーションを大切にしたいと思う。

・iPS細胞などの基礎研究が進むなかで、それを臨床に応用できる可能性があるという場面を見ることができて、とても興味深かった。将来医療に携わりたいと思っていたので、病院から離れたところでの治療を支える技術・仕事という新たな選択肢を知ることができて、とても良かったし、すごく魅力的だったので、インターンシップに参加して

良かった。情報を調べたり、人から聞いたりすることも大切だが、実際に見て、体験して、いろいろなことを学んでいくことがとても重要であると感じたので、またこのような機会があれば、積極的に参加していこうと思う。

◇検証

本校生徒にとって、実際に企業を訪れ、職場内の様子を見学し、そこで実際に働く方々から直接お話を伺う機会は少ない。そのため、将来の進路を考える大きなきっかけとなったようである。研修先ではほとんど英語で説明していただいたため、本校生徒にとって分かりにくい部分もあったようだが、英語力の必要性を強く感じた生徒や、そのことがきっかけで海外研修に応募する生徒もおり、非常に有意義な機会であったと思われる。また、移動時間や施設見学といった場面では、留学生との会話を通じて日本と英国の文化の違いにも触れることができたようだ。次年度以降も引き続き実施をしていきたい。

(2) イギリス・ウェストミンスター校生徒の受入

ア 目的・目標

SSH第I期に開発した「国際社会で活躍する科学技術人材育成のための指導方法」を円滑に継続させ、より確かなものへと向上させるうえで、異文化の生徒と英語でコミュニケーションをとったり、自らの科学的な研究について英語で発表したりする機会を設けることはきわめて効果的である。本校は平成26年度より英国・ウェストミンスター校と交流を開始し、本校からは隔年ごとに生徒を派遣し、ウェストミンスター校からは毎年夏に数名の生徒を受け入れ、ホームステイとインターンシップを実施している。今年度も交流を継続させるとともに、さらに多くの生徒が異文化背景を持つ生徒と交流するために英語を使用し、国際的な科学交流の機運を高めることを本事業の目的とする。

イ 仮説・手段

今年度はウェストミンスター校より5名（男子4名・女子1名）の生徒を受け入れ、ホームステイ先の本校生徒にバディ役を務めさせた。滞在期間中、ウェストミンスター校生徒が様々な授業や部活動に参加することにより、多くの生徒が積極的に英語でコミュニケーションをとる機会を持ち、国際的な発信力を高めることで、国際的な科学交流の機運を高める一助となる。

ウ 方法・成果

本校の1、2年生全生徒を対象に、ホームステイの受入家庭を募集し、7月11日(火)～21日(金)までの12日間にわたって、10名の生徒の家庭にご協力いただいた。14日(金)の全体集会では、全校生徒の前でウェストミンスター校生徒を英語で紹介し、代表生徒によるスピーチも行われた。その後、18日(火)・19日(水)には本校生徒とともにインターンシップに参加した。

エ 評価・検証

ウェストミンスター校生徒が多くのクラスの授業に参加したり、授業後には部活動に参加したりしたため、本校生徒の多くがウェストミンスター校生徒と直接英語でコミュニケーションをとる機会を得ることができた。これにより、本校生徒の国際的な発信力に対する意識や異文化に対する興味・関心がより一層高まった。

今後は、この交流を継続的に行う方策を検討するとともに、科学的なトピックについて、長期的な共同研究を行い、その研究について英語でディスカッションを行わせ、互いに研究の成果を発表し、検証し合うといったような、国際的な科学交流を行うための方策を検討する必要がある。

3-7-2 派遣

(1) 英国海外研修

ア 仮説

本校SSH研究開発課題である「国際社会で活躍する科学技術的人材」を育成する上で、英語でコミュニケーションをとる機会を充実させることはきわめて重要である。本校は平成26年度より、隔年ごとに英国の伝統校であるロンドンのウェストミンスタースクールに生徒を派遣する「英国海外研修」を開始し、平成28年度も実施した。今回の研修では、授業に参加するとともに、ハリス ウェストミンスタースクールを含めた3校による科学研究発表会（SCIENCE CONFERENCE）で研究発表をおこなった。また、UCL及び日本企業現地法人（浜松ホトニクス）での講義、

複数の博物館見学を通して、科学技術の歴史や自然史を学んだ。この研修は、英語で発信する力を向上させるだけでなく、新たな視点を獲得する最高の機会となった。

イ 研究内容及び方法

事前研修及び現地研修を以下のとおり実施した。なお、事前研修①②については派遣生徒以外の生徒にも参加を募り、多くの生徒が参加した。

【事前研修】

研修項目	活動内容
①科学研究	・研究発表について ・英語による数学の講義
②英語コミュニケーション能力	・語学研修（計2回）
③研修全般	・英国について（計2回） ・ロンドン市内班別研修について

【現地研修】

月日	研修地	現地時刻	実施内容
3/4（土）	中部国際空港発 ロンドンヒースロー着	11:55 18:35	移動 移動
3/5（日）	ロンドン市内	午前 午後	ロンドン自然史博物館 班別研修 大英博物館 班別研修
3/6（月）	ロンドン市内	終日	ウェストミンスタースクール授業参加 ホームステイ
3/7（火）	ロンドン市内	午前 午後	ウェストミンスタースクール授業参加 UCL 大沼信一教授の講義受講、日本人研究者3名による研究室紹介
3/8（水）	ロンドン市内	終日	ウェストミンスタースクール授業参加
3/9（木）	ウェリಂಗーデン市 ロンドン市内	午前 午後	浜松ホトニクス英国現地法人訪問 ロンドン市内班別研修
3/10（金）	ロンドン市内	午前 午後	ウェストミンスタースクール授業参加 科学研究発表会（SCIENCE CONFERENCE）
3/11（土）	ロンドンヒースロー発	10:20	移動
3/12（日）	中部国際空港着	9:40	

ウ 検証

派遣生徒の研究発表テーマは「黄金比と白銀比の相互補完性」、「地震の震源地から考える発生のしくみ」など例年以上に探究的で高度な内容であった。事前研修及び研究の指導は、国語科、地歴公民科、数学科、理科、情報科、英語科など多くの教員が担当した。SSH事業を軸とした教員間の教科横断的な協力体制を強化するという点においても大きな意義のあるものであった。

事前研修で幅広く参加生徒を募り、本校教諭や本校AET、外部講師や留学生による研修を実施したことも、多くの生徒に国際的な視野を持たせ、英語でコミュニケーションをとる機会を与えることができたと考えている。

派遣生徒には、今年度のSSH研究成果発表会で英語による報告を行わせ、現地研修の成果を全校生徒に還元した。今後は、交流相手校との交流を継続させるとともに、研修先や研修内容についても検討し、より一層全校的な事業にする方策を考える。

(2)オーストラリア海外研修の事前指導

【はじめに】本校SSH研究開発事業の目標には、「グローバル化社会で活躍する科学系人材の育成を目指した、探究心の質的向上を図る課題研究の指導法の確立…」と詠われている。これには、課題研究を通して英語でコミュニケーションをとる機会を設け、その交流活動を充実させることがきわめて重要となる。本校は平成25年度より、隔年ごとにシドニーに生徒を派遣する「オーストラリア海外研修」と、平成26年度よりロンドンに派遣する「英国海外研修」を実施している。当初より、参加生徒には課題研究の発表を課していたが、第Ⅱ期SSH研究開発事業で課題研究がその中核として位置付けられたことで、昨年度の「英国海外研修」より、課題研究の充実を図った。ここでは、課題研究に重きを置いた事前研修の経過を報告する。なお、今年度3月は「オーストラリア海外研修」である。

仮説：課題研究を英語で発表することで、コミュニケーション能力と英語での発信力を高める。また、同時にグローバル化社会での活動を意識させることができる。

【事前研修】 課題研究の指導と語学研修， 課題研究のテーマは以下の通りである。今年度の語学研修は、外国人講師によるオーラルプレゼンテーション指導（90分ずつ計5回）に特化して進めた。また、対象生徒は派遣15名（1年生11名、2年生4名）と、他校・他機関の海外研修に参加する生徒（研修内容によって調整）とした。また、教員はオーストラリア海外研修引率教員、国際交流委員の教員、英語科教員をはじめ関連の教員が参加、指導に当たった。

回	日時	研修内容	*太線内は外国人講師による指導
1	11/15 (水)	説明会 (第1回)	
		課題研究とその発信について講義→テーマ設定の確認	
2	12/5 (火)	オーストラリアについて理解を深める	
		オーストラリアの歴史、地理、文化、経済などについて	
3	12/12 (火)	語学研修 (第1回)	
		英語でのスライドの作り方、研究内容を英語で伝える技法 (例を挙げて)	
4	12/19 (火)	語学研修 (第2回)	
		研究内容を英語に直す上でのテクニックを紹介、指導	
5	12/27 (水) 終日	プレゼンテーション研修 (科学三昧 in あいち2017) …科学三昧@岡崎コンファレンスセンター	
		名大GSC、時習館SSGの発表を参考にしてプレゼンテーション (英語版) 作成に活かす。	
6	1/16 (火)	語学研修 (第3回)	
		英語版プレゼンテーション (文系的内容) を実施、スライドの訂正指示、英語表現の指導を受ける	
7	1/23 (火)	語学研修 (第4回)	
		英語版プレゼンテーション (理系的内容) を実施、スライドの訂正指示、英語表現の指導を受ける	
8	1/30 (火)	語学研修 (第5回)	
		訂正・修正箇所の確認、プレゼンテーションの評価、英語表現、発音の指導 質疑応答の練習 →コミュニケーション取り方	
9	2/6 (火)	英語による数学の講義	
		「初等関数の紹介と解き方」について英語で講義を受講する	
10	2/9 (金)	プレゼンテーションリハーサル (第1回)	
11	2/13 (火)	説明会 (第2回) 保護者同席	
		日程の概要説明、旅行者からの連絡	
12	2/28 (水)	プレゼンテーションリハーサル (第2回)、直前指導 (最終確認、連絡等)	
13	3/3(土)-11(日)	オーストラリア海外研修	

NO	Research theme	
1	Amplification of sound	2 students
2	Trial to use things in nature in our lives	2 students
3	Antibacterial properties around us	2 students
4	Nature of solid soap and synthetic detergent	3 students
5	Learning to develop the ability to think and imagine	2 students
6	Why "waka" is loved by many people	2 students
7	From sight to taste	2 students

【検証】 やや時間不足ではあったが、7班とも課題研究への取り組みは良好で、英語のオーラルプレゼンテーションを完成することができた。課題研究の手順、進め方を概ね理解できたこと、英語での発信を経験できたことで、国際的な視野に立った行動に自信が持てたと思われる。実施報告は来年度版に掲載する。

(3) SSH海外研修の評価・検証

ボーカムヒルズ校との交流については、前年度末のウェストミンスター校との交流における事前研修で成果があったと思われる部分を引き継ぎ、15人の派遣生徒を7つのグループに分けて、各々のテーマについて研究を進めた。最初のグループ決めからテーマ設定にかけて苦労した生徒もいたが、研究開発部を中心とする教員のサポートもあり、より効果的なプレゼンテーションの完成を目指して各々が取り組むことができた。また、本校でのSSH研究成果発表会に加えて科学三昧inあいち2017といったイベントにも参加し、英語で行うプレゼンテーションを間近で見る機会を設けたことによって、研修先のボーカムヒルズ校でのプレゼンテーションに臨む意識を向上させることができたと感じている。

ウェストミンスター校との交流については、SSH研究成果発表会における報告からも、非常にレベルの高い恵まれた環境の中で行われた有意義な研修であったことが多くの生徒に浸透したと感じている。また、参加生徒が大学・県が主催するプロジェクトに積極的に参加したり、本校以外でも英語でのプレゼンテーションを堂々と披露したりしている姿から、刺激を受けた生徒も多数いるようである。さらに、来日したウェストミンスター校の生徒とともに実施したインターンシップについても非常に満足度が高く、実りの多い時間であったようだ。特に、前年度3月にウェストミンスター校との交流に参加した生徒がインターンシップにも多数参加したことから、学校・教員間に加えて生徒間においても継続的な交流が期待できる。今年度の傾向として、夏季休業中に行われたインターンシップに参加した生徒の中から3月のオーストラリア海外研修の選考に応募した者が多く見受けられたことから、それぞれの研修の間に強い関連があることが伺える。

これらのことから、研修そのものの時間を充実させることはもちろん肝要であるが、生徒の英語運用能力を向上させ、1つのチームとしてまとまっていくために不可欠な過程である事前研修、そして参加生徒の成果を還元し、より多くの生徒に対して刺激を与える場としての事後報告も含めて、本校の海外研修は、SSH事業として一連の流れを持った一大プロジェクトであるということを再認識するとともに、今後、さらに多くの生徒が国際交流に積極的な姿勢を持つようになるための方策を考えていかなければならないと強く感じている。

平成29年度 校外の海外研修 参加実績

海外研修名	主催	訪問先	期間	参加生徒
カケハシ・プロジェクト	外務省政策企画室国際課	米国テキサス州	H30.1.31-2.7	2年生女子 2名
名古屋大学 MIRAI GSC	名古屋大学高等研究院	ドイツ・フランス	H30.3.4-11	2年生女子 1名
SSグローバル英国研修	愛知県立時習館高等学校	英国	H30.3.11-18	2年生男子 2名



平成 28 年度 英国海外研修 (H29.3 実旅)

3-8 特別活動

3-8-1 研究発表会及び各種コンテストへの参加

(1) 仮説

授業内の課題研究にとどまらず、よりじっくり長期的に課題研究に取り組むことで自らの研究力及び発信力を身に付けることができる。

(2) 研究内容及び方法

今年度の参加状況

月	日	活動内容	参加形態	参加者数	活動場所	備考
7月	9日(日)	物理チャレンジ2017 第1チャレンジ理論問題コンテスト		9名	名古屋大学	
	15日(土)	SSH東海フェスタ2017	口頭発表 ポスター発表	32名	名城大学	パネルセッション 特別賞
	16日(日)	日本生物学オリンピック2017 予選		14名	本校	本選出場1名
	17日(月)	全国高校化学グランプリ2017 一次審査		14名	名古屋工業大学	日本化学会 支部長賞1名 奨励賞2名
	27日(木)	課題研究発表交流会	ポスター発表	9名	名古屋大学	
8月	2日(水)	数学甲子園2017 予選		26名		本選出場
	6日(日)	日本数学コンクール		22名	名古屋大学	優良賞2名 奨励賞3名
	8日(火) 10日(木)	SSH生徒研究発表会	ポスター発表	2名	神戸国際展示場	
	26日(土)	マスフェスタ2017		12名	関西学院大学	
	31日(木)	東京理科大学坊ちゃん科学論文コンテスト	論文応募	5名		佳作3テーマ
9月	17日(日)	数学甲子園2017 本選		3名	東京ソラシティ	
10月	6日(金)	第15回高校生科学技術チャレンジ(JSEC2017)	論文応募	1名		
	21日(土)	あいち科学の甲子園2017 トライアルステージ		12名	本校	筆記競技1位 グランプリステージ出場
	28日(土) 29日(日)	第14回高校化学グランドコンテスト	ポスター発表	5名	名古屋市立大学	
11月	4日(土)	AITサイエンス大賞	口頭発表 ポスター発表	2名	愛知工業大学	奨励賞
12月	17日(日)	日本地学オリンピック 予選		5名	名古屋大学	
	27日(水)	科学三昧inあいち2017	口頭発表 ポスター発表	34名	自然科学研究機構 岡崎コンファレンスセンター	
1月	8日(月)	日本数学オリンピック(JMO) 予選		25名	名城大学	本選出場1名
	20日(土)	あいち科学の甲子園2017 グランプリステージ		7名	愛知県総合 教育センター	総合 準優勝 実験競技A 1位 総合競技B 1位
2月	11日(日)	日本数学オリンピック(JMO) 本選		1名		優秀賞
3月	3日(土) 11日(日)	SSH国際交流 オーストラリア研修	口頭発表	15名	ポーカムヒルズ校 シドニー大学 他	
	11日(日) 18日(日)	海外の理数系教育重点校との連携事業 (時習館高校SSH重点枠事業)	ポスター発表	2名	英国 セントポールズ校	
	22日(木) 27日(火)	日本数学オリンピック(JMO) 代表選考合宿		1名	国立オリンピック記念 青少年総合センター	
	23日(金)	日本物理学会ジュニアセッション	ポスター発表	7名	東京理科大学	

(3) 評価

今年度も、長期的な課題研究に取り組み、成果を上げている。また、例年はSSH部の生徒が中心であったものが、徐々にではあるが、SSH部の生徒以外にも拡がりを見せ、SSH研究指定第1期目で行ってきたことが評価され、本校生徒全体の研究に対する関心へとつながっているといえる。その中でも、あいち科学の甲子園2017では、本校歴代最高の準優勝を獲得し、本校SSHの取り組みが多くの生徒の研究する心を刺激し、研究力の育成に大きく寄与できたことの表れであると言える。



覆面魔方陣

愛知県立明和高等学校 SSH部数学班 竹味和輝 松下紗也輝

1.はじめに

魔方陣の数字を文字に変換した覆面魔方陣を考えた
また、覆面魔方陣から数字を特定する解法について
この魔方陣の性質をふまえ、研究を行った

2.覆面魔方陣とは？

<魔方陣の定義>

- ・縦・横・斜めの各列の和が等しい
- ・1から n^2 までの数を、 $n \times n$ のマスに1つずつ配置する

<覆面魔方陣の定義>

魔方陣の各位の数字を分けてそれぞれ文字に変換する

(例) 「15」→「EB」

01	15	14	04
08	10	11	05
12	06	07	09
13	03	02	16

図1. 4次魔方陣

JE	EB	EC	JC
JA	EJ	EE	JB
EI	JG	JF	JD
EH	JH	JL	EG

図2. 4次覆面魔方陣

文字A~Jに対応する数字0~9を特定

覆面魔方陣の文字と数字のすべての
対応の組を「覆面魔方陣の解」とする

3.覆面魔方陣の解法

<各位特定法>

- ・一の位以外の位の文字の数から特定する
- ・一の位の文字の数から特定する

JE	EB	EC	JC
JA	EJ	EE	JB
EI	JG	JF	JD
EH	JH	JL	EG

(例) 4×4の魔方陣

十の位に重複している文字の数
9個 → 0 (01~09)
7個 → 1 (10~16)

$n \times n$ の魔方陣について

- ・ n^2 の一の位: 1 → 1が特定, 9 → 0が特定
- ・ n^2 の一の位以外: 各位の数字と0が特定

n	n^2	特定される数
4	16	0, 1
5	25	0, 1, 2
6	36	0, 3
7	49	0
8	64	0, 8
9	81	0, 1, 8

n	平均数
100	3.08333
500	3.80282
1,000	4.08414
5,000	4.65079
10,000	4.88497

各位特定法のみではすべての文字と数字の対応を
導けないため、定和連立法を用いた

<定和連立法>

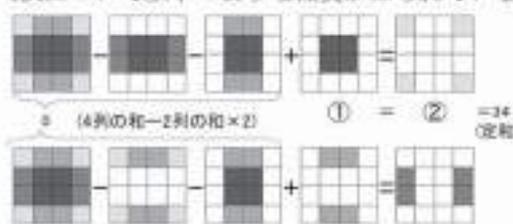
- ・一の位をすべて足した数... α 定和... β とすると
 α 、 β をそれぞれ10で割った余りが等しくなることを
利用して解く

4.定和連立法

各位特定法より、未知数は9個以下となる
連立式を解くにはより多くの式を立てるほど容易に
なるため、縦、横、斜め以外の列の式を考える

4次魔方陣

4次について以下のような性質が知られている

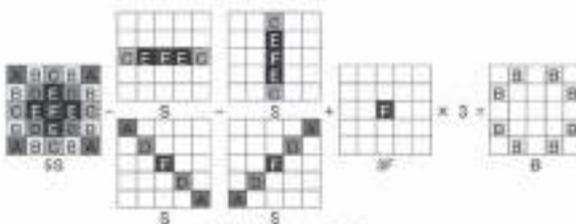


5次魔方陣

5次について以下のような式を発見した

0	3	2	1	2	3	0
3	B	B	C	B	A	A
2	B	B	E	E	B	B
1	C	E	F	E	C	C
2	B	B	A	B	B	B
3	B	B	C	B	A	A

※上図全てのAを以下ではAと表す。B~Fについても同様
1~3, O (斜め) は列の通し番号である



複合型 {1,O}

(i) 十字型

- {1}: $3S = A + B + D + F$
- {2}: $S = A + C + D + F$
- {3}: $S = A + D + E + F$

(ii) 斜め型

- {O}: $3S = B + C + E + F$

S=定和

(iii) 複合型

- {1,O}: $S = B - 3F$
- {1,2,O}: $3S = 2D + E + 3F$
- {2,O}: $S = -C + 2D + F$
- {1,3,O}: $3S = 2A + C + 3F$
- {3,O}: $S = 2A - E + F$
- {2,3,O}: $5S = 2A + B + 2D + F$

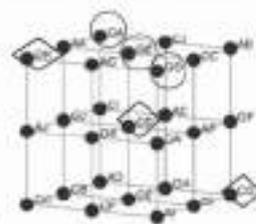
このように縦・横・斜め以外の方法も用いることで
より簡単に覆面魔方陣を解くことができる

5.高次元覆面魔方陣

覆面魔方陣の次元を拡張した
高次元覆面魔方陣を考えた

※三次元での魔方陣は

対角線(O印の列)では
定和が成立するが
平面上の斜め(O印の列)で
定和が成立するとは限らない



6.今後の展望

上記の4.のように縦・横・斜め以外の方法を考え、
魔方陣の新たな性質を発見できたので他にもこのような
性質があるか検討したい

参考文献

大森清美「魔方陣の世界」日本評論社(2013)

重レンズと等価な光学レンズ

愛知県立明和高等学校 SSH 部 物理・地学 石井 大智 山内 一輝

0.はじめに



1.目的

重レンズと同じように光を曲げる光学レンズの作成
→重レンズという身近にないものを、身近な光学レンズに置換することで、重レンズの理解をさらに深めること

2.重レンズと等価な光学レンズ

レンズの作成

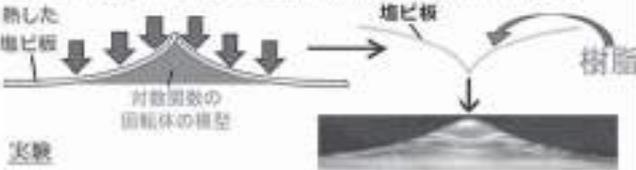
大質量天体が星のときを対象とする

光は大質量天体から離れるほど曲がり($\Delta\theta \propto \frac{1}{r}$)が小さくなる($\Delta\theta \propto \frac{1}{r}$)が成り立つ



レンズの勾配は光の軌道の垂直方向と定まり、レンズの勾配はレンズの形状の変化率を表すものなので、 $\frac{dt}{dr} \propto \frac{1}{r}$ が成り立つ

∴ $t \propto \log r$ つまりレンズの形状は対数関数の回転体となる



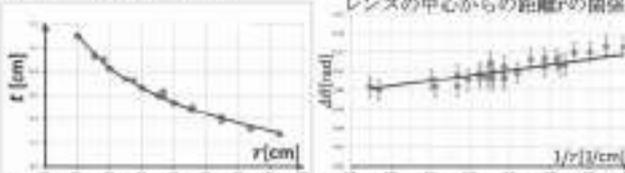
実験

- 作成したレンズの形状を測定して、対数関数に近似する
- レンズの光の当たる位置(r)と曲がる角度($\Delta\theta$)の関係調べる

→作成した光学レンズの真横からの写真を取り、画像に映し、形状を測定する作成した光学レンズを通った光が重レンズを通った光と同じように曲がるかを調べる



結果 レンズの形状



考察 実験の値は誤差棒を含めると近似的直線上にのっているといえる
レンズの形状は、グラフからほぼ理想的な形であるといえる

3.結論(i)

精度が高い、重レンズと等価な光学レンズを作成することができた
今回作成した光学レンズと等価な重レンズをつくる天体は、 8.74×10^{22} kg の質量の星であることが分かった

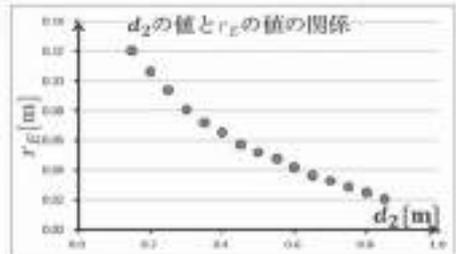
4.光景の再現

実験 下の図のように観測対象、作成した光学レンズ、カメラを用いて光学レンズの位置とアインシュタインリングの半径(r_E)の関係を調べる
光学台上でレンズを動かして、いろいろな位置での r_E を測定した



結果

d_2 は重レンズ天体の位置を、 r_E は重レンズを通して見える光景を、それぞれ定めるものである



考察

実験データを使って、ある位置に、ある質量の大質量天体があった場合、どのような光景が見えるかを、シミュレーションすることができる

<地球と金星の間に大質量天体があった場合>

地球-金星間の距離は 1.5×10^{11} m なので、大質量天体の質量が、

$$(8.7 \times 10^{22} \text{ kg}) \times \frac{1.5 \times 10^{11} \text{ m}}{1\text{m}} = 1.2 \times 10^{25} \text{ kg}$$

の場合をシミュレーションできる

アインシュタインリングの分離角を α^* とすると、

$$\alpha^* = 2 \times \tan^{-1} \left(\frac{r_E}{d_1 + d_2} \right) = 2 \times \tan^{-1} \left(\frac{(5.2 \times 10^{-7} \text{ m}) \times \frac{1.5 \times 10^{11} \text{ m}}{1\text{m}}}{1.5 \times 10^{11} \text{ m}} \right) \approx 6.0^\circ$$

月の分離角は約 0.50° なので、地球と金星の間に、質量が 1.2×10^{25} kg の大質量天体があった場合、金星は見かけの大きさが月の約 12 倍のアインシュタインリングに見えるということがわかった

5.結論(ii)

重レンズとの等価性の高い光学レンズを作成することができた

- 観測データを使った、重レンズの詳しい解析
- ある条件を定めたときに観測されるであろう光景のシミュレーション

6.今後の展望

アークやアインシュタインクロスなどが観測される条件についての考察

7.謝辞

本研究で多くの助言を下された名古屋大学大学院理学研究科重力・素粒子宇宙論研究室の南谷 保典准教授に感謝申し上げます

8.参考文献

- 『手作り重レンズのすすめ』 大阪教育大学 横尾 武夫 加藤 好博 榎原 正雄 堀江 純
- 『天文年鑑 2017 年版』 誠文堂新光社

3-8-2 物理・地学班

物理・地学班では、各自で課題発見を行い、長期的な研究活動を行っている。課題発見力・研究力及び発表する能力を身に付けることが大きな目標である。本年度は、3年生7名、2年生3名、1年生4名で活動した。代表的な研究活動としては、名古屋大学教育学部附属中・高等学校の相対論・宇宙論プロジェクトの参加生徒と共同で行った電波望遠鏡のデータ解析による分子雲についての研究（分子雲衝突・ステラフィードバック・近赤外線観測データとの比較・ γ 線観測データとの相関性）がある。電波望遠鏡「NANTEN 2」をはじめ、「ALMA」「ASTE」「Planck」などの観測データを使用し研究を進めた。また、同研究科重力・素粒子的宇宙論研究室のアドバイスの下、重力レンズと等価な光学レンズの作製についての研究も昨年に継続して行った。そのほかにも、日影曲線から高精度での方角の決定についての研究も行っており、現在はデータを積み重ねることによって、地球の公転軌道の決定を目指し、研究に励んでいる。

また、発信力育成のため、これらの研究成果は全て、校内・校外で発表し、その都度、研究方法や発表方法に改善を重ねている。

◆成果発表等

- SSH研究成果発表会 口頭発表1本（英語）
- SSH東海フェスタ2017 ポスター発表1本（パネルセッション特別賞）
- 課題研究交流会 ポスター発表1本
- SSH生徒研究発表会 ポスター発表1本
- 明和祭（文化祭）ポスター発表2本
- 第15回高校生科学技術チャレンジ（JSEC2017）論文提出1本
（名古屋大学教育学部附属中・高等学校と合同）
- AITサイエンス大賞 口頭発表1本・ポスター発表1本（奨励賞）
- 明和高校冬の公演 ポスター発表3本
- 科学三昧inあいち2017 ポスター発表4本
（うち2本は名古屋大学教育学部附属中・高等学校と合同）
- 日本物理学会ジュニアセッション ポスター発表2本
（うち1本は名古屋大学教育学部附属中・高等学校と合同）



SSH東海フェスタ 2017
パネルセッション特別賞



科学三昧inあいち 2017

物理・地学班の活動は、長期課題研究が主なものであるが、そのほかにも、日頃の活動の成果の力試しとしての各種コンテストに参加をしたり、近隣の未就学児や小中学生などに対するサイエンスショーを行い科学に対して関心をもってもらおうという活動をしたりしている。また、生徒自身が科学に対する理解を深め、実験スキルの向上を目指して、近隣の大学が実施する講習会などにも積極的に参加している。

◆コンテスト参加

- 物理チャレンジ2017 第1チャレンジ 9名参加
- 地学オリンピック予選 5名参加
- あいち科学の甲子園2017 トライアルステージ 12名参加
筆記競技1位、総合2位でグランプリステージ進出
- あいち科学の甲子園2017 グランプリステージ 7名参加
実験競技A1位、総合競技B1位で準優勝

◆サイエンスショーなど

- 明和祭（文化祭） 明和高校冬の公演
- たかおかこどもまつり 科学のコーナー

◆講習会・その他

- 名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室での研究活動（月1回程度）
（名古屋大学教育学部附属中・高等学校と共同研究）
- 学びの杜 物理学探究講座（年10回）



名古屋大学大学院理学研究所
天体物理学研究室での研究活動の様子

3-8-3 化学班

SSH部化学班は、本校が平成23年度にスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定されたことにより発足した部活動で、本年度7年目である。ここでは、普段の授業で取り組めない長期的な課題研究を進め、その成果を国内だけでなく海外の研究発表会で発信することを活動の目標にしている。SSH第Ⅱ期となる今年度は、9名の部員（3年生4名、2年生2名、1年生3名）が所属しており、日曜、祝日、長期休業中の数週間を除き、ほぼ毎日、探究的な活動に励んでいる。現在は、3年生が引退し、少数精鋭ではあるが今まで通り熱心に活動を続けている。



（仮説）「物質を探究する継続的な活動により、化学的思考力を高めるとともに、自らの研究をまとめ日本語または英語で発表（発信）する能力を育成できる」

（活動内容）活動の主体は、授業で扱えないような長期的課題研究（探究活動）で、この他に校外の研究発表会、講演会、実験講習会、化学グランプリなどの競技、論文コンテストへの参加、必要に応じて大学の研究室訪問（名古屋大学）を行っている。また、校内では、研究成果発表会（学校全体の報告会）での口頭発表、探究基礎講座（化学分野）での実験補助など多岐にわたる。

（指導の観点）今年度よりSSH第Ⅱ期が始まり、2年生普通科全員に「課題探究」の授業を実施した。要するに課題研究を課した。このことで、部活動指導の観点を次のように変えた。

- i) 当初は、大学と連携して高度な研究内容に取り組もうとしていた。しかし、昨年度より、「質の高い探究心」を育成するには、高校生レベルでの発想や問題意識を大切にして、考えさせる場面を多く設定できるような指導展開が必要であるのではないかと考えるようになった。そこで、生徒の主体性をより重視した指導を実施している。
- ii) 授業で行う課題研究との連携を重視した。授業時間内にできなかった測定や、必要な装置の使用法、PCでのグラフ作成などを、授業後に部員が一般生徒に教えることなどの協力体制をとった。例えば、吸光度測定など、授業時間内にはできないため、授業後の部活動の時間に部員が補助しながら測定する場面があった。
- iii) 化学の基礎にあたる「物質の構成」「物質質量」「化学反応の量的関係」の内容の先取り学習については、部員にこれまで通り指示しているが、一般生徒にも必要に応じてこの学習を進めている。

（今年度の成果）

- 7月…①東海地区フェスタ2017（名城大学、名城大学附属高校主催）
②課題研究発表交流会（名古屋大学理学部、一宮高校主催）
* 「お茶（浸出液）を用いた色素増感太陽電池」
* 「The Synthesis of Phenolphthaleins」（英語版、日本語版）
* 「人工イクラの作製とその性質」いずれもポスター発表（2年生2名、1年生3名）
- 8月…③第9回東京理科大学「坊ちゃん科学賞」論文コンテスト（東京理科大学主催）
* 「お茶（浸出液）を用いた色素増感太陽電池（改訂版）」
* 「人工イクラの作製とその性質（改訂版）」
* 「フェノールフタレイン類の合成（改訂版）」いずれも佳作（2年生2名、1年生3名）
- 10月…⑤第14回高校化学グランドコンテスト（名古屋市立大学、横浜市立大学、大阪市立大学・読売新聞大阪本社主催）
* 「お茶（浸出液）を用いた色素増感太陽電池（2訂版）」
* 「フェノールフタレイン類の合成（2訂版）」
* 「人工イクラの作製とその性質（2訂版）」いずれもポスター発表（2年生2名、1年生3名）
- 12月…⑥化学三昧 in あいち2017（岡崎コンファレンスセンター、岡崎高校主催）
* 「The Synthesis of Phenolphthaleins」英語によるポスター発表（2年生1名）
* 「The Dye-sensitized Solar Cell using tea (leachate)」英語によるポスター発表（2年生1名）
* 「人工イクラの作製とその性質（3訂版）」ポスター発表（1年生3名）
- 3月…⑦時習館SSグローバル英国研修2017（英国セントポールズ校、時習館高校 2年生2名参加）
* 「The Synthesis of Phenolphthaleins」
* 「The Dye-sensitized Solar Cell using tea (leachate)」いずれもポスター発表

（検証と今後の展望）

2年生普通科全員に「課題探究」の授業を実施したことにより、生徒の主体性をより重視した指導へ方針を変更した。このことで、研究の質は低下したが、課題の設定段階、実験方法の工夫、結果のまとめ方などで普段見られない自主的な活動が1年生に見られた。まだ、研究テーマは明確に定まったわけではないが、年度末には新たに2本の研究が始められそうである。このような活動が今までとは少し違う「主体性を重んじた探究活動」として成果を残すことができれば、SSH部化学班の活動が、班員の化学的思考力を高めるばかりか、多くの生徒に変容をもたらしていくことと期待している。従って、今後、仮説を十分に検証できる可能性はあると考えている。さらに、この変容を客観的に評価する手法を確立することと、この探究活動の成果を普及することを考案していかなければならない。

3-8-4 生物班

(1) 目標

身近な生物や生命現象に関する基本的な概念を理解するとともに、好奇心を持って生物学的な探求の過程と科学の方法を習得するため、各部員が積極的な態度で継続的に取り組む。

(2) 活動内容

本年度は、新入生の入部が6人で、そこから入れ替わりはあったものの、現在も1年生6人2年生1人で活動している。人数が増えたということもあり、文化祭などのイベントも協力してスムーズに運営でき、日々、班全体で行うテーマと個人のテーマについても試行錯誤しながら活動を続けている。

◇全体のテーマ

- ・生物実験室で継続飼育している生物の維持・管理

動物関係

ハ虫類：ニホンスッポン 両生類：イモリ、アフリカツメガエル

魚類：メダカ、フナ、カワバタモロコ、バラタナゴ、モツゴ、ドジョウ、ホトケドジョウ

無セキツイ動物：ミジンコ、プラナリア

植物関係

水生植物：オオカナダモ、マツモ、シャジクモ、ウキクサ

コケ類：オオスギゴケ

シダ類：マツバラシ、ヤブソテツ、シノブ、タマシダ、トクサ、イノモトソウ

種子植物：セイロンベンケイソウ、コダカラベンケイソウ、ユキノシタ、ムラサキゴテン

アフリカハウセンカ、オリヅルラン

- ・文化祭企画の熟練・発展

例年、「DNAストラップ」、「レーヴェンフックの顕微鏡」を作製してもらう体験型の企画と、本年度新たに、「チリメンモンスター」という企画を行った(右図)。体験型の企画の説明資料の改新や、新たな企画の立案を模索する。



- ・畑作り

北館校舎の南側に一角に生物班の研究用の畑を開墾した。そこに様々な苗を植えている。さらに種類を増やす予定であり、また、畑の土壌についての研究も行っていきたい。

◇個人のテーマ

- ・植物組織の培養
- ・メダカの尾びれの再生
- ・イモリの再生

◇研究発表

- ・「科学三昧inあいち2017」にてポスター展示(12月27日(水)於：岡崎コンファレンスセンター)

◇外部企画への参加

- ・日本生物学オリンピック2017(7月16日(日)於：本校)→全国大会出場

(3) 検証及び今後の展望

充実した機材と、部員の増加に伴い、活動内容の幅が広がっている。「科学三昧inあいち」での発表と、日本生物学オリンピックでの本戦出場を目標に、生徒の意識を高め、生徒の活動意欲を維持した。また、本年度新たに始めた畑の研究により、これまで行われてきたQRコードの研究が疎かになってしまったため、来年度はより部員を増やし、この研究にも精力的に取り組ませていきたい。

3-8-5 数学班

毎週金曜日を定例活動日として、平成29年度は3年生5名、2年生12名、1年生10名で活動した。「研究発表」に重点を置き、部員全員がテーマを設定して、口頭発表・ポスター発表に取り組んだ。研究成果の発信力をアップするため、模型を作成して展示・解説するなど、発表方法にも様々な工夫を行った。

また、数学関係の各コンクールにも積極的に参加し、優秀な成果を残すことができた。

平成29年度の主な取組は以下の通りである。

◇研究発表実績

①SSH研究成果発表会〈05/12〉

- ・口頭発表 「覆面魔方陣」(竹味・松下)

②SSH東海地区フェスタ2017〈7/15〉

- ・口頭発表 「15パズル」(杉山・高田)
- ・ポスター発表 「 $2k+1$ すくみジャンケン」(山内・八谷) 「因数分解と図形」(藤井・伴)
- 「平方数の魔方陣」(西川・山岸) 「油水わけ算」(藤澤・中田)
- 「等翼魔方陣」(柴田・中島)

③課題研究交流会〈7/27〉

- ・ポスター発表「平方数の魔方陣」(西川・山岸)

④マスフェスタ(全国数学生徒研究発表会)2017〈8/26〉

- ・口頭発表 「15パズル」(杉山・高田) 「因数分解と図形」(藤井・伴)
- ・ポスター発表「 $2k+1$ すくみジャンケン」(山内・八谷) 「平方数の魔方陣」(西川・山岸)

⑤科学三昧inあいち2017〈12/27〉

- ・口頭発表 「 $2k+1$ すくみジャンケン」(山内・八谷)
- ・ポスター発表「因数分解と図形」(藤井・伴・佐々木)
- 「平方数の魔方陣」(西川・山岸)
- 「油水わけ算」(藤澤・中田)

- 「15パズル」(杉山・高田)
- 「等翼魔方陣」(柴田・中島)
- 「神経衰弱の確率」(千葉・岡本)
- 「ピラミックス」(鈴木・白木)
- 「二項定理の拡張」(加藤・富田)
- 「穿孔多面体」(長江・木谷)



科学三昧 2017

◇コンクール等への参加と結果

①日本数学コンクール〈8/7〉24名参加

- ・優良賞 松下 山内
- ・奨励賞 西川 藤澤 杉山

②数学甲子園 予選〈8/2〉 25名参加

数学甲子園 全国大会〈9/17〉西川・山内・山岸チーム出場

③日本数学オリンピック(JMO)予選〈1/8〉20名参加

本選〈2/11〉西川 出場

日本代表選考合宿〈3/22~27〉西川 参加



日本数学コンクール表彰式

◇その他

①文化祭〈9/9~11〉研究内容を一般来場者向けにアレンジしてポスター発表を行った。

②「数学 夏の学校」の講座「対数と計算尺」〈8/1〉のアシスタント：対数の原理や公式の証明、常用対数を使った近似値計算の解説を行い、参加した中学生に対しSSH数学班が活躍する姿をアピールできた。

③オリジナル企画「ますます数学を好きになろう会」を実施した。部員がオリジナル問題を持ち寄り、問題の意味や解答を解説した。部員間による投票・協議の上で、良問をセレクトして選抜問題集を作成した。

第4章 実施の効果とその評価

1 はじめに

経過措置となった昨年度は、2年生普通科全体で実施する課題研究の準備を中心に、具体的なSSH研究開発事業の意義づけ、計画案の見直しに真剣に取り組み、生徒や教員に分かりやすく具体性のある、また現実味のあるSSH研究開発事業が展開できるように心掛けた。経過措置の影響で、SSH関連の学校設定科目が指定外になったこと、事業経費が削減されたことなど、難しい側面もあったが、授業担当教員の配慮で、ほぼこれまで通り発展的内容を含めた授業展開がなされた。また、学校事務部の多大なる協力で、これまでとほぼ同様の事業が実施でき、生徒に対しては、第Ⅰ期と変わらぬSSH効果をもたらすことができた。加えて、経過措置期間に教員の課題研究に対する明確な意識付けを図ることができた。これら昨年度の成果を踏まえ、いよいよ今年度から、第Ⅱ期SSH研究開発事業の中核として位置付けた課題研究を軸とするカリキュラムを実施することになった。

学校設定科目「課題探究」（2単位で、実質課題研究を行う時間）の評価法としては、昨年度の夏季休業中の「探究基礎講座」での試行と同様、探究活動の各活動場面におけるルーブリックの作成とこれを用いた評価法の確立に引き続き取り組み、再来年の完成を目指している。

2 生徒の変容

(1) 第Ⅱ期SSH事業に対する意識調査（普通科全生徒約960名に実施）の内容

12月中旬、次のような意識調査を行った。選択式の解答部分は生徒の自己評価で、第Ⅱ期5年間の経過比較が可能のように、記述型部分は客観的評価としてのルーブリックを用いた評価である。

（ただし記述部分は処理時間の短縮、効率化のため1項目にとどめた。）いずれも生徒の変容を図るための設問項目としてあり、変容の自己評価とルーブリックによる客観評価による変容の差を読み取れるように配慮した。つまり自己評価として自信の「心の変化」をどの程度客観的に読み取れるのか、その変化が探究心を深める変容なのか考察できないかを探るためである。

(2) 調査結果

設問項目は以下の通りである。

【設問1】
20の①～⑦の各項目において、今年度のSSH事業によって果たされた、あるいは見受けられる変化を、該当するものをa～gの順に、○印で選択してください。

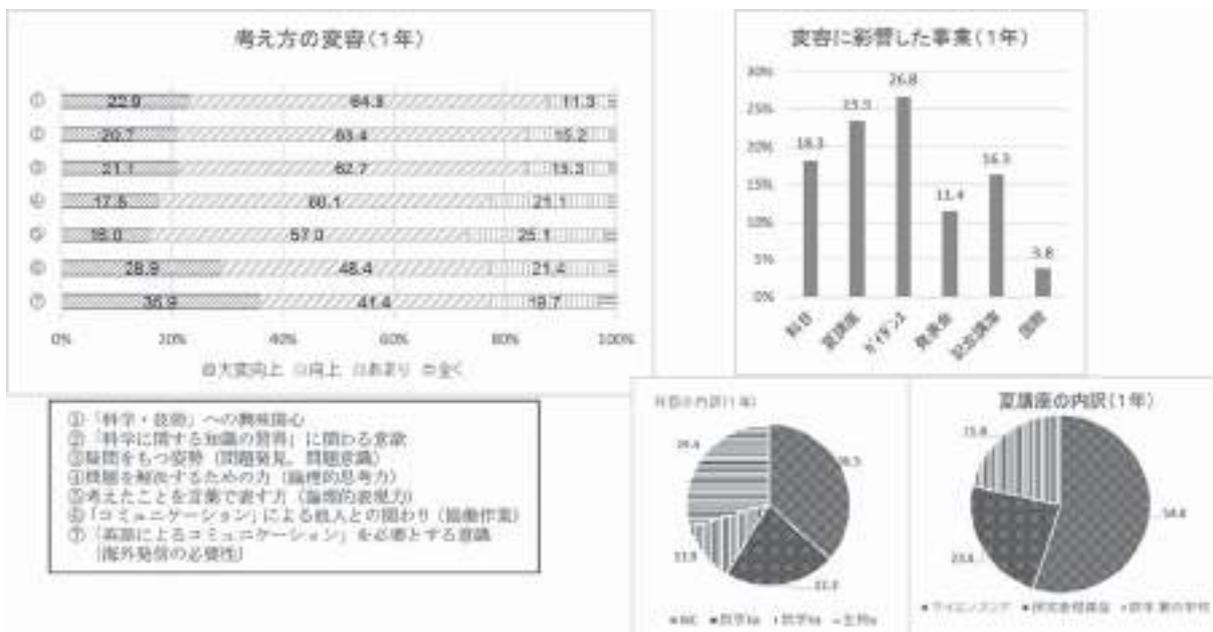
項目	大程度上	中程度上	多少程度上	全くない
①「科学・技術」への興味関心	a	b	c	d
②「科学に関する知識の習得」に関する意識	a	b	c	d
③課題をもつ姿勢（問題発見、問題意識）	a	b	c	d
④課題を解決するための力（論理的思考力）	a	b	c	d
⑤考えたことを言葉で表す力（論理的表現力）	a	b	c	d
⑥「コミュニケーション」による組入との関わり（協働作業）	a	b	c	d
⑦「英語によるコミュニケーション」を必要とする意識（海外発信の必要性）	a	b	c	d

【設問2】
「4年課程化」に対する、あるいは自分や同年代の生徒に期待した今年度のSSH事業はどのようなものであろうか。a～gの順に、○印で選択してください（複数回答可）。また、a～gに入っていない具体的な事業名や講座名も記入してください（複数回答可）。

- SSH関連科目 → 高等学校科目表「基礎必修」
- 夏季休業中の講座（夏季休業中の学校）、「探究基礎講座」、「サイエンスカフェ」 → 特別の授業形態
- 探究活動がメイン（1年生の科目選択）
- 課題探究（2年生の科目選択）
- 研究会委員発表
- 記念講座
- 国際交流

【設問3】 今年度1年間に、探究することによっておぼろげに感じられる変化を具体的に記述してください。

設問1の観点①～⑦については、各観点を5点満点で点数化し、その平均値を自己評価による変容の評価点とした。また、設問3の記述型については、ルーブリックを用いて5点満点で数値化し、客観評価による変容の評価点とした。学年別に集計したグラフを以下に示す。





3 事業成果

アンケート結果から、今年度の主な事業は概ね生徒の変容に十分効果的であったと読み取ることが出来る。その中で特徴的なのは、2年生の「課題探究」、が自己の変容に大きく影響していることである。前述のように2年生普通科全体に今年度から始めた「課題探究」は、問題点を多く残り困難な局面が多かったにもかかわらず、生徒にとっては探究活動の意義が伝わっていたように思われる。課題研究は質の高い内容とは言えないが、問題意識を持ち課題設定を行って、調査・実験に取り組んだ経験は今後の活動に大いに活かされる可能性を秘めているように思う。指導教員側にとっても、これで一通りの指導展開を終え、生じた問題や課題研究の評価から得られたフィードバックをもとに、さらに効果的な課題研究指導が展開されると思う。従って、第Ⅱ期SSH研究開発事業の根幹に据えた「課題探究」を来年度以降の繰り返すことにより、効率的な探究活動が展開でき、生徒には「質の高い探究心」が培われていくように思う。可能であれば2年後の中間評価の年には、この2単位の「課題探究」の指導法と評価法を確立して、次のステップに高められるように期待するものである。現段階では、第Ⅱ期の仮説を検証できる可能性が見えてきた状況であるが、2年後には検証できると思われる。

4 「課題探究」を支える事業

「課題探究」を支えるため、生徒の課題発見や問題意識を持たせる場として実施している第Ⅱ期SSHの要となる事業は、概ね生徒の考え方に影響を与えていることがこの調査結果より読み取れる。1年生の「探究活動ガイダンス」、上述の2年生「課題探究」、3年生の「記念講演」がこのおもなものである。これらの事業についても今後、継続する予定であるが、「課題探究」展開に準拠するような改善を加えながら企画していかなければならないと考えている。やはり、何事も前年度の踏襲では先には進めないと思われる。

第5章 校内におけるSSHの組織的推進体制

1 前年度までの組織的推進体制の変遷

第I期の5年間は、SSH総括グループが研究開発事業をリードした。メンバーはそれぞれの校務分掌を担当しながら、SSH事業に取り組んだ。第1年次は5名の組織としてスタートした。第2年次には7名となり、第3・4年次は9名に増員された。また、第1～4年次において、グループを統括する研究開発主任は、校務分掌においては教務部の一員であり、教務部内の一業務としてSSHを担当するという位置づけであった。第5年次は、研究開発主任を教務部からはずしSSH業務に専念できるようにした。5年次は8名で業務を担った。なお、5年目は次期申請の準備を担う別組織、SSHワーキンググループを設置した。管理職員、教務主任、進路指導主事、学年主任、SSH研究開発主任から成る組織であった。

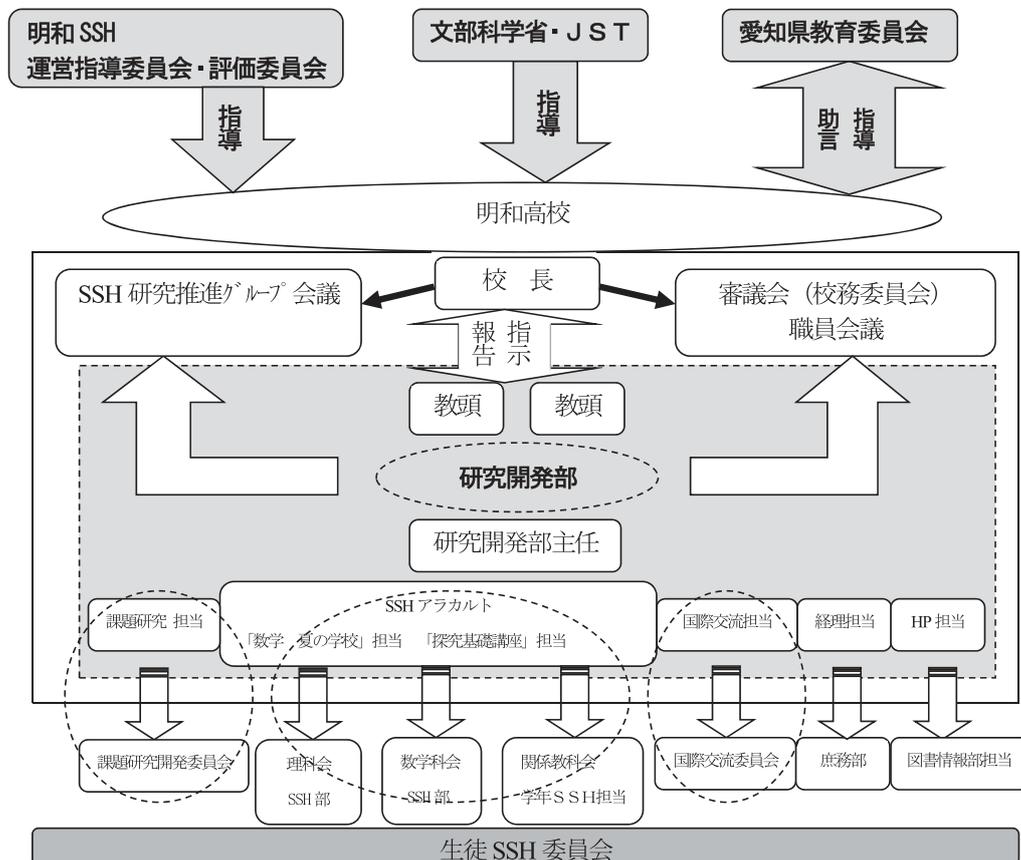
第6年次（移行措置期間）に抜本的な組織改編を行った。SSH総括グループを廃止し、既存分掌の定員数を減らして新分掌「研究開発部」を立ち上げた。主任を含め7名の部員に教頭2名も加わり、盤石の体制で事業に臨むことができた。詳細な業務分担・内容は以下のとおりである。

- | | |
|----------|--------------------------|
| ①庶務・渉外係 | 関係機関との連絡調整、広報、予算調整等 |
| ②課題研究係 | 課題研究実施計画、カリキュラム検討 |
| ③評価係 | 評価法の研究、アンケート実施、アンケート集計処理 |
| ④事業係 | 計画・実施 |
| ⑤生徒委員会係 | SSH委員の招集・指導 |
| ⑥キャリア教育係 | 計画・実施 |
| ⑦国際交流係 | 企画・運営 |
| ⑧物品管理 | 備品・消耗品の購入、管理、掲示板 |
| ⑨記録係 | 記録・ファイル管理、HP更新 |

2 本年度の組織的推進体制

第II期第1年次の本年度、移行措置期間であった昨年度には不在であった「SSH事務担当」が加わり、経理面の作業効率が飛躍的に向上した。研究開発部とこまめに連携をとりながら、計画的で効果的な予算執行が行われた。

2年目を迎える研究開発部は校内での存在感をさらに増し、全校体制のSSH事業のリーダーとしてよく機能した。また、新しい教育を創成するための中核でもある。



第6章 研究開発実施上の課題及び今後の研究開発の方向・成果の普及

1年目の研究開発事業を終えて、さまざまな問題点が明らかとなった。それらを整理し、次年度以降の研究開発の方向性を整理する。

1 研究開発実施上の課題

- (1) SSHの各事業を「課題探究」を核として相互に関連付けるための研究開発
 - ① 「課題探究」を課題研究の核となる事業と位置付けている。第1年次である本年度、その研究開発に多くの時間をかけて取り組んだ。他の事業との関連づけを図る必要がある。
 - ② 「SSH探究科目」のなかで「課題探究」2単位を設定しているが、指導に携わる教員から指導時間不足との意見が多く出されている。
- (2) 「課題探究」において探究活動を効果的に行うための研究開発
 - ① 「課題探究」の活動場所がグラウンドや階段など多岐にわたり、他の授業との調整を求められる場面がする必要が多く生じた。
 - ② 「課題探究」における探究活動のために、実験器具や資材等の保管場所を確保しなければならないことがわかった。
- (3) 客観性の高い評価法としての「変容ルーブリック」の完成度を高めるための研究開発
 - ① 探究活動に必要な各場面での活動を通しての生徒の変容を評価するために、各場面での活動に応じた「変容ルーブリック」の開発を計画している。標準版は用意されているものの、すべての探究活動に使用できる段階には至っていない。
 - ② 「変容ルーブリック」で得られた評価を、次の探究活動でどう生かすのかが明らかにされていない。
- (4) 「さくらサイエンスプラン」を夏季休業中に効果的に実施するため研究開発
 - ① 次年度7月、アジアの高校生100名と交流する「さくらサイエンスプラン」のチャンスが与えられた。他の事業との関連づけを図る必要がある。
 - ② 近隣の施設訪問など、充実したプログラムを計画する必要がある。
 - ③ 夏季休業中に実施している他の事業との調整が必要である。

2 今後の研究開発の方向

- (1) SSHの各事業を「課題探究」を核として相互に関連付けるための研究開発
 - ① カリキュラム・マネジメントの視点から、「SSH理数科目」「SSHプログラム」「SSH特別活動」がこれを支える事業であることを明確に位置づけ、職員・生徒への意識づけを強化する。
 - ② 1年生の「課題探究基礎（MC）」の見直しを図り、2年生の「課題探究」の内容を一部前倒しできないか研究する。
- (2) 「課題探究」において探究活動を効果的に行うための研究開発
 - ① 校内の各施設を有効に活用して探究活動を行うことができるように、週時程を工夫する。
 - ② 校内の施設・設備の現行の使用法を見直し、合理的かつ有効な活用を工夫する。
- (3) 客観性の高い評価法としての「変容ルーブリック」の完成度を高めるための研究開発
 - ① 「変容ルーブリック」標準版を元に、事業ごとに最適化を図る。それと並行して、標準版を進化させ、汎用性を高める開発を続ける。
 - ② 「変容ルーブリック」で得られた評価をフィードバックすることで、各事業の改善に用いる方法を研究する。
- (4) 「さくらサイエンスプラン」を夏季休業中に効果的に実施するため研究開発
 - ① 本校に近い公共施設も使用し、本校生徒による「課題探究」やSSH部の研究の成果を発表し、意見交流する。
 - ② 名古屋市科学館プラネタリウムを見学し、科学の見識を深め合う。
 - ③ 夏季休業中の「数学 夏の学校」「探究基礎講座」の講座数の精選をはかり、生徒の参加しやすい条件を整える。

3 研究開発成果の普及

- (1) SSH研究成果発表会の開催、課題研究発表会（中間発表、最終発表、代表発表）の企画の充実
- (2) さくらサイエンスプラン、県内・県外の研究発表会、コンテスト、論文コンクールへの積極的な参加
- (3) 本年度取り組んだ課題研究の成果の公開
- (4) SSH研究開発全体の成果について、ホームページでの発信、報道関係への積極的な情報提供
- (5) 「数学 夏の学校」「探究基礎講座」を他校生、小中学生を対象とした地域公開事業とする取組

関係資料

1 普通科 教育課程表 (平成29年度 第1学年 第2学年 第3学年)

教科	科目	標準 単位数	第1学年	第2学年	第3学年	
					A類型	B類型
国語	国語総合	4	5			
	現代文B	4			2	2
	古典A	2			3	
	古典B	4		3	2	2
	SSH言語探究 <i>a</i>	2		2		
地理 歴史	世界史A	2		2		
	世界史B	4				
	日本史A	2				
	日本史B	4		2	4	4
	地理A	2	2			
	地理B	4				
公民	現代社会	2	2			
	倫理	2			2	2
	政治・経済	2			2	2
数学	数学Ⅲ	5				4
	SSH数学X <i>a</i>	3	3			
	SSH数学X <i>β</i>	3		3		
	SSH数学Y <i>a</i>	3	3			
	SSH数学Y <i>β</i>	3		3		
	数学総合ア	3			3	
	数学総合イ	2			2	
	数学総合ウ	3				3
理科	SSH物理 <i>a</i>	3		3	1☆	
	SSH物理 <i>β</i>	4				
	SSH化学 <i>a</i>	3		3	1☆	
	SSH化学 <i>β</i>	4				4
	SSH生物 <i>a</i>	3	3		1☆	
	SSH生物 <i>β</i>	4				
	SSH総合理科	1				1
保健 体育	体育	7～8	2	2	3	3
	保健	2	1	1		
芸術	音楽Ⅰ	2				
	美術Ⅰ	2	2	1		
	書道Ⅰ	2				
外国語	コミュニケーション英語Ⅰ	3	4			
	コミュニケーション英語Ⅱ	4		3		
	コミュニケーション英語Ⅲ	4			4	3
	英語表現Ⅰ	2	2			
	英語表現Ⅱ	4		2		
	SSHライティング	1			3	2
家庭	家庭基礎	2	2			
SSH探究	課題探究	2		2		
特別活動	ホームルーム活動	3	1	1	1	1
学校外活動	知の探究講座	(3)				
総合学習	課題探究基礎(MC)	1	1			
合計			33	33	33	33

SSHを冠した教科・科目は、SSHの研究開発に係る学校設定教科・学校設定科目である。数学総合ア、数学総合イ、数学総合ウは学校設定科目である。数学ⅠはSSH数学X *a*で代替する。物理基礎、化学基礎、生物基礎はそれぞれSSH物理 *a*、SSH化学 *a*、SSH生物 *a*で代替する。情報の科学は課題探究で代替する。総合的な学習の時間は、第2学年はSSH言語探究 *a*、第3学年A類型はSSHライティング、B類型はSSH総合理科で代替する。第3学年A類型の地理歴史4単位、地理歴史・公民4単位については異なる2科目を選択履修する。第3学年A類型の理科については☆1単位3科目から2科目選択履修する。

2 明和SSH運営指導委員・評価委員合同委員会の記録

明和SSH運営指導委員

氏名	所属・職名
小林 誠	高エネルギー加速器研究機構・特別荣誉教授
足立 守	名古屋大学Ph. D登龍門推進室・特任教授
臼杵 有光	豊田中央研究所・リサーチ・アドバイザー 京都大学・特任教授
國枝 秀世	名古屋大学・審議役、素粒子宇宙起源研究機構副機構長、名誉教授
塩見 美喜子	東京大学大学院理学系研究科・教授
戸谷 義明	愛知教育大学理科教育講座・教授
根本 二郎	名古屋大学大学院経済学研究科・教授
松本 耕二	名古屋大学大学院多元数理科学研究科・教授

明和SSH評価委員

氏名	所属・職名
伊藤 道之	中部日本放送株式会社・常勤監査役
木岡 一明	名城大学農学部・教授
木村 正彦	ケイテック株式会社・代表取締役、CEO 中部大学・非常勤講師

平成29年度第1回SSH運営指導委員・評価委員合同委員会

- 日時 平成29年5月12日（金） 15：30～15：50、16：00～16：45
- 場所 本校 応接室、大会議室
- 出席者 野中 繁（JST主任調査員）、足立 守、戸谷義明（運営指導委員）、木岡一明、木村正彦（評価委員）、尾崎和由（愛知県教育委員会）
- 議事 (1)本日の「SSH研究成果発表会」について (2)平成28年度：第I期6年次の事業報告 (3)平成29年度～33年度：第II期の概要

委員より

・研究の中身、バランスは一級である。多くの生徒への還元をお願いしたい。・海外研修では、発表に対して質問を受けると、その後に役立つこともある。そんな時間も確保して欲しい。・課題探究では、よい課題が見つければ追究ができる。いろいろな経験を積み、他教科との融合をはかるべきだ。評価をする時には、ポートフォリオによって変容が見られるはずだ。・カリキュラムマップが描かれていて、ようやく形になってきている。あとは評価との一体化だ。理数教員だけの負担にならないように、負担の均等化も考えた方がいい。・経済学や心理学でも数学の力が必要になってくる。法学部でも理系の知識が必要。多面的な知識が必要。文系生徒へのモチベーションのためにも、1年生の時からしっかり教えてあげて欲しい。

平成29年度第2回SSH運営指導委員・評価委員合同委員会

- 日時 平成30年1月31日（水） 14：00～14：50
- 場所 本校 応接室
- 出席者 野中 繁（JST主任調査員）、足立 守、戸谷義明、根本二郎（運営指導委員）、伊藤道之、木村正彦（評価委員）、鶴見泰文（愛知県教育委員会）
- 議事 (1)本日の「分野別課題研究発表会」について (2)平成29年度：第II期1年次の事業報告

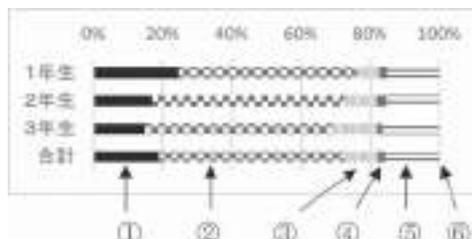
委員より

・課題探究を全生徒で実施するのは苦勞も多いでしょう。下を向かず、上を向いて頑張ってもらいたい。・分かりやすいポスターを参考にして、次年度につなげて欲しい。色づかい、フォント、文字を少なく、図を使う、数字の表よりもグラフにするなど。よい発表もあり、非常に頼もしく思う。・データサイエンスの教育が必要だ。データの誤差をどう捉えるか。男女、示す順番、視力、とかいろいろ気をつける事がある。・生徒は熱心に取り組んでいて、素晴らしいと思った。生徒への指導をどうやって深めていくか、英語での発表をどのように指導していくかを考えていかないといけない。・発表後はお互いの苦勞をディスカッションする時間を設けた方がいい。プロセスをもっと重視した方がいい。・研究・発表のサイクル+振り返りが大切。グループで、伝えたいことが伝えられたかと振り返る。他者からの振り返りも受ける。他者の意見を聞くことで、より深まる。

回答はグラフ左側から以下の通りです。

①非常に思う ②どちらかといえばそう思う ③どちらかといえば思わない ④全く思わない ⑤わからない ⑥無答

問1 SSHの活動や授業が、科学への興味・関心、課題発見、主体的判断、問題解決と発信を体験でき、「論理的思考力」「創造的発想力」を身に付けさせることに効果があったと思いますか。

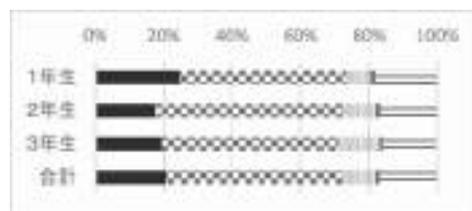


肯定的回答(①+②)の経年変化について

昨年度1年生(73.4%)→今年度2年生(72.4%)に減少
 昨年度2年生(74.6%)→今年度3年生(68.9%)に減少

昨年度1年生(73.4%)→今年度1年生(76.3%)に増加
 昨年度2年生(74.6%)→今年度2年生(72.4%)に減少
 昨年度3年生(70.0%)→今年度3年生(68.9%)に減少

問2 SSHの活動や授業が、多面的視野、主体的判断力、豊かな人間性、社会での役割・責任の自覚、現代社会に求められる幅広い教養と高い見識を身に付けさせることに効果があったと思いますか。

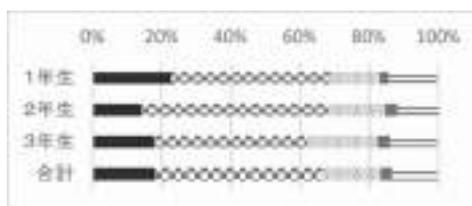


肯定的回答(①+②)の経年変化について

昨年度1年生(72.7%)→今年度2年生(72.7%)の横ばい
 昨年度2年生(74.9%)→今年度3年生(71.1%)に減少

昨年度1年生(72.7%)→今年度1年生(73.2%)に増加
 昨年度2年生(74.9%)→今年度2年生(72.7%)に減少
 昨年度3年生(71.1%)→今年度3年生(71.1%)の横ばい

問3 SSHの研究発表会、講演会、講座などを通して、お子さまの科学に対する興味・関心が高まったと思いますか。



肯定的回答(①+②)の経年変化について

昨年度1年生(63.6%)→今年度2年生(68.4%)に増加
 昨年度2年生(67.2%)→今年度3年生(61.9%)に減少

昨年度1年生(63.6%)→今年度1年生(68.6%)に増加
 昨年度2年生(67.2%)→今年度2年生(68.4%)に増加
 昨年度3年生(66.9%)→今年度3年生(61.9%)に減少

全体的に肯定的回答は例年並みの約7割ではあるが、昨年に比べると減少傾向にある。その内訳は、
 1年生はどの質問項目においても昨年の1年生に比べて増加している。
 2年生は1年次に比べ、問1、2では減少か横ばいであるが問3については増加している。
 これについては課題研究の影響があることも考えられる。
 3年生は2年次に比べ、どの質問項目においても減少している。

NO 研究テーマ		NO 研究テーマ		NO 研究テーマ		NO 研究テーマ	
人文社会	1 「塩をきつと振つといて！」 —ざつと振つたらまずいのか—	人文社会	28 人を惹きつける話	人文社会	59 お金持ちになる方法	人文社会	90 流行る映画はこれだ!!!
	2 ゲームがもたらす身体の変化		29 もし、日本が輸入をやめたら —日本が日本だけで生きていくために—		60 ポケモンGOはなぜ流行したのか		91 日本人の思想と自殺の関連性
	3 思い通りの夢を見る方法		30 論理的思考というトレンド		61 CUDをもつと身近に —目指せ!—カラバリアフリー		92 「明和詐欺」の心理を読み解く
	4 難民について		31 世界企業に学ぶイノベーション —「今ここにない未来」をつくれるか—		62 「よいしょ」の謎に迫る		93 名古屋の魅力を広めよう
数学情報	5 時計と図形	数学情報	32 VR技術と医療、VR技術を医療に使えないか	数学情報	63 スポーツによる地域振興は可能か		94 現代のいじめにおける対策 —物事の根本原理を把握する学問から—
	6 ナイトの盤面一周旅行		33 5乗ルート2近似プロジェクト		64 English in English		95 物語のエンディング —ハッピーエンドとバッドエンドの境界線—
	7 クラス替えにおける人数やクラス数の変化 による確率の変化		34 送りバントの有用性		65 色で“私”をコントロール		96 複素逆関数
	8 小町算で99をつくる		35 順列の図形的意味		66 You tube		97 ポケットキューブと数学
	9 閉空間における人の接触の可能性		36 $\tan 1^\circ$ の具体的な近似値は何か		67 クリス마스イプの真相		98 二次不等式を図形で解く
	10 球に外接する球の関係性		37 バスケのシュートの最適角度		68 ルービックキューブの可能配置		99 離散的な追跡と逃避における期待値
	11 ルービックキューブ		38 ペン図で数値の大きさを表す		69 日本ではA型とA型ではどちらが多いか		100 撥水性とロータス効果 —カップ焼きそばのフタの裏にキャベツがつかなくなる方法—
	12 6×6 マスのナンバースのピントマ スの最小数		39 素数の規則性、素数の個数		70 対数螺旋の拡張		101 ジャイロ効果の検証
	13 Excel2010におけるn進数から10進数への 基数変換		40 球面オセロについて		71 レイボーンの転上体 —重力に逆らって坂道を上がっていく物体—		102 割れにくいシヤボン玉
物理地学	14 音速の計測	物理地学	41 スパイクの性能比較		72 アバロン必勝法		103 音力発電
	15 グラウンドの水はけ		42 温度による振動数の変化		73 NEW!!!バグソルティア		104 マイタケ酵素を用いた食肉の軟化 —介護食への応用を目指して—
	16 ボールの回転と進行方向や跳ね方の関係		43 構造による耐衝撃性の研究		74 ブーメランの軌道と原理		105 アルギン酸ナトリウムと乳酸カルシウムの 化学反応による膜の強化
	17 自作の風力発電機で発電しよう!		44 マグナス効果によるボールの適正		75 音の伝達作用 —内緒話をするための最適な条件—		106 室内に潜む放射線
	18 バネを伝える音波の波形		45 画用紙による衝撃吸収の研究		76 高度の違いによるオローラの発光色 —大気中の原子や分子の密度とオローラの色との関係性は?—		107 疑似科学の世界
化学	19 パナナの糖度変化について	化学	46 ラムステン現象による膜の生成について		77 無回転ボールとはなにか		108 セッケンを科学する
	20 燃料電池の効率化		47 塩の着色		78 糸電話		109 食事と健康 —食生活は健康にどのくらい影響を与えるのか—
	21 プラスチックの判別		48 炭酸水の強さの調節		79 アイスクリームの天ぷらを作る		110 植物の環境による変化 —ゆとり教育とスマルタ教育—
	22 残飯からバイオ燃料を作る		49 クロマトグラフィーで身近な色素を調べよう		80 クリームダウン現象		111 視覚と記憶 —あなたの勝負色は—
生物	23 手洗いの正しい方法		50 ペーキングパウダーなしのふわふわホット ケーキ		81 トリハリの実験の応用		112 右脳左脳の特性 —利き手から見ると脳の秘密—
	24 アフリカツマグエルの色の変化		51 Color psychology		82 油の分離の成分差による性能の向上		113 野菜スムージー
	25 食虫植物(サスマタモウセンゴケ)の生態 について	生物	52 BMIと、食事回数との関係性		83 酒の分解 —健康的なダイエット—		114 目指せ!美白CHAMPION
	26 土壌の保水力		53 味と五感の関係性		84 ビタミンCの効率的な摂取方法		
	27 脂肪分の攪拌による固形物の生成		54 植物の成長促進		85 集中力を高めるにはスタージェンプをしろ!?		
			55 生物と睡眠		86 ありとあらゆるアリの話		
			56 生物の学習能力		87 可聴域の広さと生活環境の関係の調査		
			57 左側の法則		88 様々な凝固方法を探る		
			58 色が人に与える影響		89 酵母の活動条件を調べる		

平成29年度指定スーパーサイエンスハイスクール
研究開発実施報告書・第1年次

発行日 平成30年3月

発行者 愛知県立明和高等学校
〒461-0011 名古屋市東区白壁二丁目32番6号
電話 052-961-2551 FAX 052-953-6348