

文部科学省研究開発学校

平成24（2012）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 五 年 次

研究開発課題

豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する
中高大院連携プログラムの研究開発

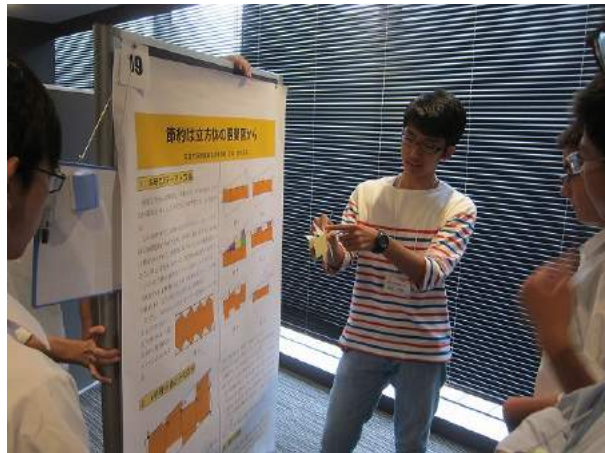
平成29（2017）年3月

筑波大学附属駒場高等学校

〒154-0001 東京都世田谷区池尻4-7-1 TEL03-3411-8521



メディア虎の穴特別版 「学会ポスターのデザイン術」



第6回高校生によるMIMS現象数理学研究発表会



プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ



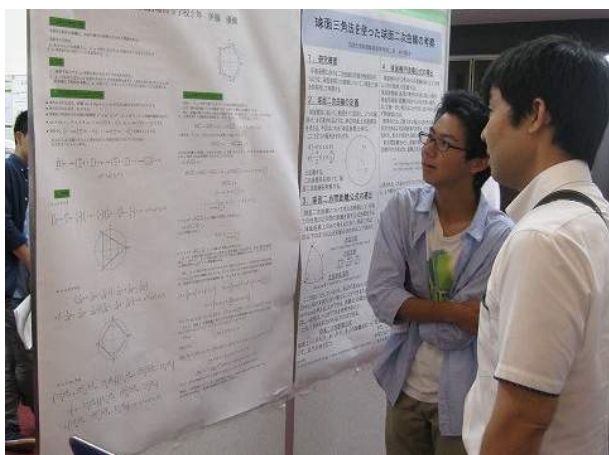
S S H数学科教員研修会



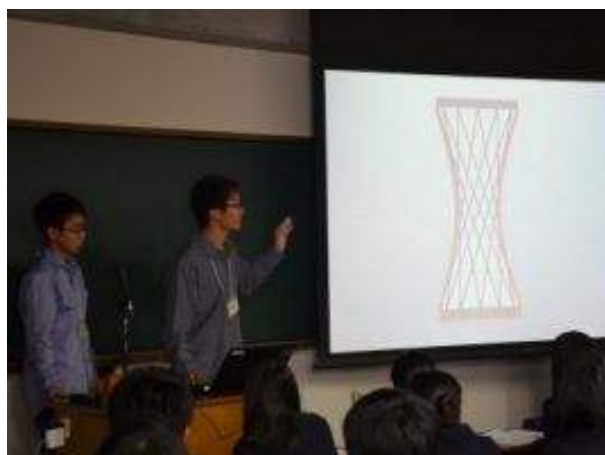
S S H全国生徒研究発表会



社会発見！サイエンス講座



第8回マス・フェスタ（全国数学生徒研究発表会）



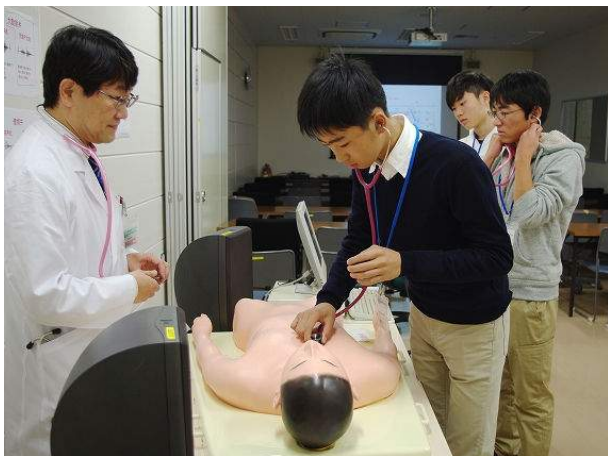
S S H東京都内指定校合同発表会



課題研究発表会



高校2年生 課題研究（数学）



東京医科歯科大学見学実習 高大連携プログラム



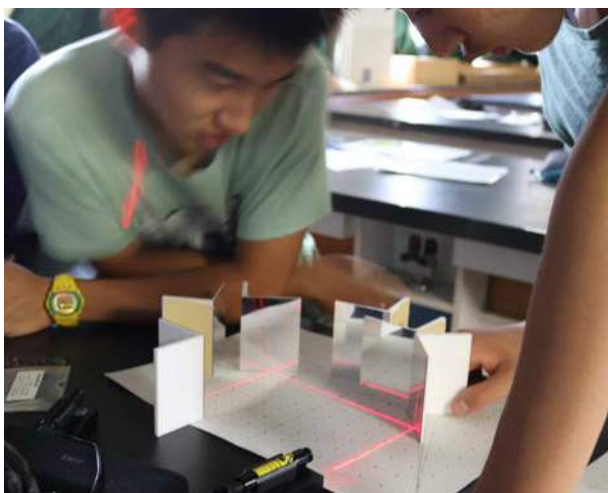
筑波大学研究室訪問



台湾・台中第一高級中学との交流授業



数学科特別講座『数学と音楽：創造の醍醐味』



高校2年生 理科課題研究（物理）



T I S F (Thailand International Science Fair) 2017

目 次

1. 研究開発実施報告書（要約）	i
2. 研究開発の成果と課題	v
I. 研究開発の課題	1
II. 研究開発の経緯	7
III. 研究開発の内容	
（i）すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施	
a. 高校2年生筑波大学研究室訪問	12
b. 中学3年生筑波大学訪問	14
c. 東京医科歯科大学研究室訪問	16
（ii）意欲の高い生徒のためのグローバルサイентリストを目指す 「課題研究」等のプログラム研究と実施	
a. SSH生徒研究発表会	18
b. 2016年度東京都指定校合同発表会	19
c. 課題研究発表会	20
d. マスフェスタ（全国数学生徒研究発表会）	21
e. 第6回高校生によるMIMS現象数理学発表会	22
（iii）科学者技術者としての研究活動に必要な情報収集能力メディア活用能力の育成	
a. SSHシリーズセミナー「メディア虎の穴」	23
（iv）国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成	
a. 外部講師を活用したプレゼンテーション指導	25
b. 台湾台中第一高級中学との交流	26
c. 科学技術人材育成重点枠SSH国際交流プログラムへの参加	28
d. サイエンス・ダイアログ	31
（v）SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及	
a. 数学科教員研修会	32
b. 数学科開発教材	34
（vi）科学者技術者に必要な科学的リテラシーの育成	
a. 数学科	48
b. 理科	51
c. 国語科	54
d. 地歴・公民科	56
e. 保健体育科	59
f. 研究部『社会発見！サイエンス講座』	62
IV. 実施の効果とその評価	
a. 大学研究室体験の実施に関する評価	63
b. 「課題研究」等のプログラム研究と実施の評価	65
c. 情報収集能力・メディア活用能力の育成の評価	67
d. 国際交流プログラム・英語プレゼンテーション能力の育成に関する評価	69
e. 国際科学オリンピック・コンクール等への参加に関する評価	71
f. 数学的思考力を育てる教材の開発と普及についての評価	73
g. 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成に関する評価	74
V. 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	76
VI. 校内におけるSSHの組織的推進体制	79
関連資料	80

①平成 28 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	豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する 中高大院連携プログラムの研究開発
② 研究開発の概要	<p>第 3 期 SSH 5 年次は、最終年度として研究の完結および発展期ととらえる。第 4 年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。</p> <p>第 4 年次までの活動を継続し、希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるとともに、意欲の高い生徒には、研究遂行能力、英語による学術発表能力を引き上げるプログラムの開発を行う。また、大学附属の中高一貫校である特性を活かして全人教育を視野に入れた多様なプログラムを展開し、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストの育成を目指す。</p> <p>研究の柱は以下に示すとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施 (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施 (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成 (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成 (v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及 (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成
③ 平成 28 年度実施規模	前年度までと同様に、全校生徒を対象に実施する
④ 研究開発内容	<p>○研究計画</p> <p>＜第 1 年次＞</p> <p>5 年計画の第 1 年次は、準備・リサーチ段階と位置づけ、研究開発の柱 (i) については試行、(ii) および (iii) について、本格的に実施するための準備を進める。また、柱 (iv) ～ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ、継続的实践・改良・普及を進める。</p> <p>＜第 2 年次＞</p> <p>第 2 年次は、試行段階と位置づけ、研究開発の柱 (i) について本格的に実施するとともに、(ii) および (iii) について本格的に実施するための準備を進め、一部の内容を試行する。また、柱 (iv) ～ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ継続的实践・改良・普及を進める。</p> <p>＜第 3 年次＞</p> <p>第 3 年次は、研究を具体的に展開する。研究開発の柱 (i) ～ (iii) について、試行～本格的な実施に取り組む。また、柱 (iv) ～ (vi) については、これまでの SSH 研究開発の評価をふまえ、継続的实践・改良・普及を進める。</p> <p>＜第 4 年次＞</p> <p>第 4 年次は、研究の深化・充実をはかる。すべての研究開発の柱について、第 3 年次までに開発した教育プログラムや教材を本格的に展開し、評価を試みる。</p>

＜第5年次＞

第5年次は、研究の完結および発展期ととらえる。第4年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

本校の教育課程に「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」を設定し、本年度から教育課程上に位置付けての本格実施となった。

○平成28年度の教育課程の内容

巻末・関係資料の通りである。平成27年度より高校3年次で実施している「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」を拡大して高校2年次でも全員必修の形で実施した。

○具体的な研究事項・活動内容

今年度（第5年次）の研究事項・活動内容を研究開発内容の柱を（i）～（vi）の順に示す。

（i）高校2年生および中学3年生を対象の筑波大学研究室訪問を実施した。また、東京医科歯科大学の協力を得て、医学系進学希望者を中心に大学附属病院での見学実習を行った。

- ・7月7日（木）高校2年生筑波大学研究室訪問
- ・12月15日（木）東京医科歯科大学見学実習
- ・2月7日（火）中学3年生筑波大学研究室訪問

（ii）理科では、「理科課題研究」を教育課程に設定し実施した。また、高校2年生でも必修で「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」を導入し、通常の授業、部活動をベースに、生徒の研究内容の水準を維持・向上させる取り組みを更に進めた。また、科学オリンピックや国内外での研究発表プログラムなどに意欲の高い生徒の積極的な参加を促し、科学系クラブや「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」等を通して支援を行った。研究成果は、SSH生徒研究発表会（全国・東京都・関東）、本校理科課題研究発表会、マスフェスタ生徒数学研究発表会、MIMS現象数理学研究発表会など校外で積極的に発表するように指導した。

- ・8月10日（水）～11日（木）SSH生徒研究発表会（於：神戸）
- ・8月26日（金）27日（土）大阪府立大手前高校 SSH科学技術人材育成重粹事業「マスフェスタ」生徒数学研究発表会（於：京都大学）
- ・9月10日（土）SSH理科課題研究発表会（於：本校）
- ・9月17日（土）都立多摩科学技術高校 文化祭SSH発表会
- ・10月9日（日）高校生によるMIMS現象数理学研究発表会（於：明治大学中野キャンパス）
- ・10月28日（金）～30日（日）筑波大学附属駒場中高 文化祭
- ・11月1日（火）・2日（水）化学部化学実験教室（茨城県大子町 小学校出張講座）
- ・11月23日（水）東京都高等学校理科研究発表会（於：都立多摩科学技術高校）
- ・12月2日（金）～4日（日）科学の甲子園 東京都大会
- ・12月23日（水）SSH東京都内指定校合同発表会（於：慶應義塾大学）
- ・1月14日（土）課題研究オープン（於：本校）
- ・2月5日（日）東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会
- ・2月19日（日）東京都内国立校合同SSHSGH課題研究成果発表会（於：東京学芸大学）
- ・3月18日（土）ysf FIRST（横浜サイエンスフロンティア高校：国際科学フォーラム）
- ・3月17日（金）～20日（月）科学の甲子園（高校）全国大会（筑波）
- ・3月20日（月）関東近県SSH校 合同発表会

(iii) 情報検索やメディア活用に関する能力を高め、プレゼンテーションスキルを涵養するセミナー「3期目メディア虎の穴」を本校において実施した。また、特別篇として高校3年の理科課題研究(6名)及び課題研究(1名)の計7名を対象に特別講座「学会ポスターのデザイン術」を実施した。

- ・4月2日(土)メディア虎の穴「判例から見る著作権法」
- ・4月23日(土)メディア虎の穴「オンライン・プレゼンテーションの極意①」
- ・5月07日(土)メディア虎の穴「オンライン・プレゼンテーションの極意②」
- ・6月24日(金)技芸科SSH メディア虎の穴特別版「学会ポスターのデザイン術」

(iv) 昨年度から姉妹校となった国立台中第一高級中学とは研究交流を継続した。SSH 科学技術人材育成重点校指定校等、他校の海外派遣交流事業にも積極的に参加・協力を行った。また、国際交流の成果を多くの生徒に還元するため、参加生徒による報告会を企画・実施した。英語では、研究発表・交流を支援するため、外部講師による効果的なプレゼンテーション技術の指導を仰ぐプログラムを実施した。また、東京医科歯科大学のGCW(Global Communication Workshop)「国際保健問題英語模擬交渉」学部生向けのワークショップに参加させていただいた。

- ・5月21日(土), 6月4日(土), 6月18日(土)

東京医科歯科大学 GCW(Global Communication Workshop)「国際保健問題英語模擬交渉」

- ・6月12日(日)立命館高校SSH科学技術人材育成重点校事業 共同課題研究 東京研修会
- ・7月9日(土)「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」
- ・7月24日(日)～8月1日(月)立命館高校SSH科学技術人材育成重点校事業

『海外校との共同研究の取り組み』

- ・9月13日(火)タイPrincess Chulabhorn High Schools 12校より見学者来校
- ・11月1日(火)～4日(金)JSSF(Japan Super Science Fair)2016 於:立命館高校
- ・12月10日(土)「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」
- ・12月13日(火)～18日(日)台中第一高級中学「Academic and Cultural Exchange Program」
- ・1月5日(木)～10日(火):タイThailand International Science Fair 2017
- ・1月9日(月)～14日(土)横浜サイエンスフロンティア高校 SSH

「トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」於:米国

- ・2月18日(土)海外交流 参加者報告会
- ・3月11日(土)「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」
- ・3月27日(月)～31日(金)釜山国際高校との交流

(v) これまで開発してきた中・高の教材を改良し、さらに円滑な接続を目指して教材開発を行った。開発した教材については、「数学科教員研修会」で発表した。これまでの数学科教員研修会で配布してきた開発教材集をすべて電子化し、本校無線 LAN を参加者に開放することで、紹介した教材を PDF ファイル・Excel ファイルで公開し、広く共有を図ることを目指した。また、SSH 特別講座については講義録として資料を作成した。

- ・12月4日(日)SSH数学科教員研修会 (於:本校)

(vi) 理系・文系を問わず、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むとともに、科学者・技術者として必要な資質を涵養するための講座・講演を展開した。また、日本経済新聞社の協力を得て「社会発見!サイエンス講座」を開講した。

- ・7月8日(金)第45回数学科特別講座『数学と音楽:創造の醍醐味』
- ・8月1日(月)～4日(木)高2課題研究『水俣から日本社会を考える』(於:水俣)
- ・12月9日(金)社会発見!サイエンス講座(日経新聞)

『セコム(株)「セコムの基盤 センシング技術～スペクトル情報を用いたセンシング～」』

- ・12月13日(火)社会科特別講座『あなたは何をみているのか～いのちの人称性から考える～』
- ・12月19日(月)第46回数学科特別講座『数学に現れる対称性』
- ・12月25日(金)～28(月)社会科福島研修

- ・2月17日（金）国語科特別講座 『日中語対照研究について』
- ・3月10日（金）社会発見！サイエンス講座（日経新聞）『エリジオン（株）』（予定）
- ・3月13日（月）理科SSH特別講座
「ソフトマター ～身近な物質の科学から人工細胞研究最前線まで～」 （予定）
- ・3月14日（火）保健体育科SSH特別講座「クールダウンこそ準備運動！」 （予定）

筑波大学のプロジェクトの一環として始まった社会貢献プロジェクト「筑駒アカデメイア」（地域への発信－「筑駒人材バンク」を活かした地域貢献－）でもSSHにつながる取り組みを行い、地域向けの企画に本校生徒も参加した。今年度は、近隣地域住民等を対象とした講演会を2回開催し、2017年3月には地域住民や児童・生徒を対象とした公開講座を開催予定である。

公開講演会

- ・2016年11月12日(土)
「ものがたり」としてのものづくり－「気軽な選択肢」となる義手HACKBerryの開発
- ・2017年1月7日(土) 「人類はマラリアを根絶できるか－熱帯島嶼からの挑戦－」

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

詳細は、次章にて研究開発内容の柱（i）～（vi）の順に示す。

筑波大学・東京医科歯科大学研究室訪問では、多くの研究室の協力を頂き成果があった。大学や研究機関・他の高校との連携を視野に入れた「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」の取り組みを模索できたと考える。大学等とのさらなる有効な連携関係を構築していくことは今後も課題である。また、今年度は校外での生徒発表の機会が増え、課題研究に外部評価を頂くチャンスに恵まれた。シリーズセミナー「メディア虎の穴」は受講希望人数が多く、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題であったが、アーカイブ化やビジター参加も許可して対応した。また、ポスター発表に関するワークショップを開催し、SSH生徒研究発表会などに成果を上げることが出来た。台中一中との国際交流プログラムは、参加生徒人数を20名に拡大して実施したところ、高校1年の希望者も多くあり、昨年度の海外研修の報告会の成果と考える。数学科では本校を会場とした「数学科教員研修会」でSSH開発教材を発表できた。参加者には、本校の数学科のWebサイトで教材の利用ができるように配慮した。科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成については、今年度は理数講座が3講座（数学2・理科1）、総合講座が5講座（国語1・社会1・保健体育1・総合2）に加え、社会発見SSH特別講座が2講座開講できた。また、筑波大学社会貢献プロジェクト「筑駒アカデメイア」でもSSHにつながる取り組みを行い、講演会を2回開催した。2017年3月には地域住民や児童・生徒を対象とした公開講座を開催予定である。

成果の発信についてはSSH実施報告書をHPで公開しているが、更に特別講座や生徒発表などについて新たにHP上に写真入りで紹介するようにした。

○実施上の課題と今後の取組

3年次の中間評価で指摘を受けた事項について、SSH運営指導委員会・校内推進委員会での検討を踏まえ、具体的な改善策を講じ、5年次の活動に活かした。「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」の導入については、教育課程上に位置付けてから本格実施となった本年度より効果と課題を検証し、中高の接続も視野にいたした生徒の主体的かつ探究的な活動を支援できるプログラムへ発展させたい。

第1期・第2期SSHから巣立った卒業生についての調査・研究も今後の課題である。また、本校の取組の内容・成果をもっと発信し、広く評価を求めることが重要である。

本校SSH合計15年間の成果を活かすために、今後は新たな研究主題『国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発』のもとに取り組むたいと考えている。

②平成 28 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	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(平成 28 年度教育課程表, データ, 参考資料)」に添付すること)
1 まず研究開発の柱 (i) ～ (vi) の順に今年度の成果を示す。	
(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施	
<p>高校 2 年生および中学 3 年生を対象とした筑波大学研究室訪問では、開講された講座数は高校 2 年生で 17 講座、中学 3 年生で 26 講座であった。高校への連絡進学を控えた中学 3 年生にとって、大学で行われている研究に直接触れ、学問的刺激を受けることは中高の連携の観点においても意義深い。また、東京医科歯科大学の協力を得て、医学系進学希望者を中心に大学附属病院での見学実習を行った。5 年目になる今年は 36 名の参加希望があり、その全員に対し 9 コースを実施していただいた。講師として指導してくれた本校卒業生は、高校時代にこのプログラムに参加したことが進路決定に影響したということであった。直接の成果として評価したい。</p>	
(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施	
<p>理科では「理科課題研究」を教育課程に設定し実施し、積極的・主体的に研究に取り組んだ生徒たちの成果を単位として評価できるようになり、研究を奨励する効果があった。</p>	
<p>数学科では従来の高校 2 年生総合学習「ゼミナール」を、筑波大学との連携を活かした「学校設定科目:課題研究」に発展させた。</p>	
<p>また、筑波大学で実施される「高校生科学体験教室」, 「GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)」に生徒を派遣し、大学における研究の継続的な指導の可能性や高校側で行うべき事前・事後指導について検討を行った。</p>	
<p>生徒による自主的・探究的研究の成果は、校内外で発表させた。</p>	
<p>校内では高校 3 年生が成果を発表する SSH 理科課題研究発表会、高校 2 年生全員が中学生・高校 1 年向けに発表を行う課題研究オープンを開催した。</p>	
<p>対外的な発表の場として、</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・神戸で開催された SSH 生徒研究発表会 ・大阪府立大手前高校 SSH 科学技術人材育成重棒事業「マスフェスタ」生徒数学研究発表会 ・都立多摩科学技術高校文化祭 SSH 発表会 ・明治大学が主催する高校生による MIMS 現象数理学研究発表会 ・筑波大学附属駒場中高文化祭発表 ・化学部化学実験教室、東京都高等学校理科学研究発表会 ・科学の甲子園東京都大会 ・都内の指定校が参加する SSH 東京都内指定校合同発表会 ・東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会 ・東京都内国立校合同 SSHSGH 課題研究成果発表会 ・ysf FIRST 横浜サイエンスフロンティア高校：国際科学フォーラム ・科学の甲子園（高校）全国大会 ・関東近県 SSH 校合同発表会 	

などに生徒を参加させた。

また「国立台中第一高級中学との研究交流会」，立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点事業「北京研修」，横浜サイエンスフロンティア高校 SSH 科学技術人材育成重点事業「Thomas Jefferson 高校（米）における海外研修」でも「理科課題研究」「学校設定科目:課題研究」からの発表を英語で行った。

東京都高等学校理科研究発表会では化学分野の優秀賞を受賞し 2017 年全国高等学校総合文化祭（石巻・8/2～4）の都代表校に選出された。科学の甲子園ジュニアでは，本校の中学生と，東京都立武蔵高等学校附属中学校のチームが筆記競技第 1 位，総合全国 4 位となった。高校生は科学の甲子園で東京都代表に選抜された。全国大会は 2017 年 3 月，つくばで開催される予定である。

（iii）科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

一昨年度開始した SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」，昨年度後半からの第 3 期は計画に改良を加えて実施した。その結果，生徒のメディア活用能力が高まった。また，SSH 生徒研究発表会に参加する高 3 の理科課題研究受講者に対し，ポスター作成に関する特別企画，技芸科 SSH メディア虎の穴特別版「学会ポスターのデザイン術」を実施した。ポスター作成については系統だった指導がなかったので，有意義な講座になった。

（iv）国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため，「サイエンス・ダイアログ」など外部講師による講座を実施した。発表原稿やポスター制作に欠かせない専門用語を駆使した表現の指導も課題となっていたが，今年度も筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会（「イングリッシュルーム」）を毎月 2 回程度開催し，科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。

さらに，中学生・海外に行かない生徒向けに海外交流プログラム参加生徒による追体験講座を企画し，成果を広く共有できるよう努めた。追体験講座実施後のアンケートでは，「これから先に海外で行われる国際交流プログラム参加に応募したいと思いましたか」という問いに対し，3 分の 2 の生徒が「万難を排し是非とも参加応募したい」と回答した。この催しは，中学生の国際交流への意識を高めるとともに，発表者にとっても体験の内在化を促す貴重な機会と言える。海外派遣後の取組みとして，来年度以降も続けていきたい。

国立台中第一高級中学とは，参加人数を 20 名に拡大して研究交流を行った。「発表評価票（Presentation Evaluation Sheet）」による相互評価では，下がってしまった項目もあるが，概ね高い評価を得た。詳細は後述する。今年度も参加者による報告集を作成予定である。来年度は先方の来日が 5 月に予定されており，本校において国際交流デーというイベントを企画している。

また，SSH 科学技術人材育成重点事業指定校の海外派遣交流事業についても積極的に参加・協力を行った。立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点事業共同課題研究・東京研修会には生徒 2 名を，立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点事業『海外校との共同研究の取り組み』（北京航空航天大学附属中学において実施される Science Fair へ参加，共同研究）には生徒 3 名と引率教員を派遣した。11 月の JSSF（JapanSuperScienceFair）2016 にも同じ生徒と引率教員を参加させた。

9 月にはタイの Princess Chulabhorn High Schools 12 校より生徒 12 名，教員 12 名，教育関係者 10 名来校があり，昨年度タイで行われたサイエンスフェアに参加した生徒が今度は本校でバディ役となって活躍した。1 月にはタイ Thailand International Science Fair 2017 に生徒 3 名と引率教員を派遣した。横浜サイエンスフロンティア高校 SSH「トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」には生徒 2 名と引率教員を参加させた。

5 月～6 月に行われた大学の学部生向けのワークショップである東京医科歯科大学 GCW（Global Communication Workshop）「国際保健問題英語模擬交渉」には生徒 8 名を参加させた。最低英検準 1 級程度の英語力がある生徒だけを募集し，事前資料を熟読させた上で議論に参加したので，受講者

の達成感は大きかった。このプログラムでは、毎回本校から東京医科歯科大学に進学したての新入生とも再会できた。

2017年3月には釜山国際高校との交流を韓国にて予定している。

英語による研究発表・交流を支援するため、外部講師による効果的なプレゼンテーション技術の指導を仰ぐプログラムを継続して実施した。また、英語の通常授業においても、スピーチやディスカッションなど実践的能力育成を意識して展開した。

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について

東京以外の地での「数学科教員研修会」は開催できなかったが、本校で SSH 数学教員研修会を実施し、他校との活発な情報交換が実現した。参加 SSH 校の『数学』分野の取り組み事例報告、開発教材に関する研究協議を行い、参加者から忌憚のない意見、貴重な情報を得るとともに身近な課題に対する情報交換ができた。発表校は東京工業大学附属科学技術高等学校、福井県立高志高等学校、大阪府立大手前高等学校、茨城県清真学園中学高等学校、奈良県西大和学園中学校・高等学校、筑波大学附属駒場中高等学校で、参加者は約 190 名であった。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

社会科による「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、このプログラムは第 1 期 SSH 開始時（平成 14 年）からの伝統ある実践である。今年度も日経新聞社の協力を得て「社会発見！サイエンス講座」を 2 回開講でき、社会とのつながりを模索できた。

- ・数学科特別講座『数学と音楽：創造の醍醐味』
- ・数学科特別講座『数学に現れる対称性』
- ・高 2 課題研究『水俣から日本社会を考える』
- ・社会発見！サイエンス講座

『セコム（株）「セコムの基盤 センシング技術～スペクトル情報を用いたセンシング～」』

- ・社会発見！サイエンス講座 『（株）エリジオン』
- ・社会科特別講座『あなたは何をみているのか～いのちの人称性から考える～』
- ・社会科福島研修
- ・国語科特別講座 『日中語対照研究について』
- ・社会発見！サイエンス講座（日経新聞）『エリジオン（株）』（予定）
- ・理科 S S H 特別講座

「ソフトマター ～身近な物質の科学から人工細胞研究最前線まで～」（予定）

- ・保健体育科 SSH 特別講座「クールダウンこそ準備運動！」（予定）
- ・社会貢献プロジェクト筑駒アカデメイア」公開講演会

「ものがたり」としてのものづくりー「気軽な選択肢」となる義手 HACKBerry の開発

- ・社会貢献プロジェクト筑駒アカデメイア」公開講演会

「人類はマラリアを根絶できるかー 熱帯島嶼からの挑戦ー」

2 進学状況など

第 3 期 SSH に関連して、過去 5 年間の理系の学部への進学状況を示す。以下のように理系進学は増加傾向にあり、現在では約 7 割に達している。（1 学年約 160 人）

平成 24 年：90 人〔理工農系 60(国公立 51・私立 9)・医学系 30(国公立 20・私立 10)〕

平成 25 年：96 人〔理工農系 70(国公立 64・私立 6)・医学系 26(国公立 20・私立 6)〕

平成 26 年：106 人〔理工農系 74(国公立 60・私立 14)・医学系 32(国公立 24・私立 8)〕

平成 27 年：98 人〔理工農系 73(国公立 68・私立 5)・医学系 25(国公立 20・私立 5)〕

平成 28 年：108 人〔理工農系 64(国公立 59・私立 5)・医学系 44(国公立 33・私立 11)〕

SSH 事業を通して科学技術に興味関心を持ち、理系学部に進学した後に研究者として大学や研究所で国際的な研究に携わっている者が多く現れている。最先端の研究で活躍している人材が多数いる。彼らは本校が企画する SSH 特別講座等の講師として、後輩の SSH 活動を積極的に支援してくれている。

- ・東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構特任研究員（平成13～15年度本校在籍）
- ・京都大学・数理解析研究所・准教授（平成14～16年度在籍）
- ・東京大学大学院理学系研究科広域理学教育領域助教（平成17～19年度在籍）
- ・東京大学理学部助教（平成17～19年度在籍）

③ 部活動・各種オリンピック成果など

第3期SSH期間を主に科学系部活動等課外活動の活動状況を記す。

- [illegible]

② 研究開発の課題	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(平成28年度教育課程表, データ, 参考資料)」に添付すること)
-----------	---

1 3期3年次の平成26年度のSSH中間評価では以下の3つの課題を指摘された。

- ① 中学から高校へと、生徒がSSH事業によってどのように成長したかという視点で事業の効果を検証し、今後の改善・進展に役立てる必要がある。
- ② 通常の理科の授業についても、探究的な要素や課題研究的な要素を増やせると考えられるので、生徒の自由度の高い実験等、主体的な学習の支援にもSSH事業として取り組むように改善されたい。
- ③ 国際オリンピックでは、大変大きな成果を出しているが、その支援や広報等を、SSH事業に関連付けて進めることが望まれる。

以上の指摘を受け、校内推進委員会・運営指導委員会・職員会議で議論を重ね、以下の改善を図った。

①では、中高6年間に実施するSSH事業等で開発した各種プログラムの効果について、生徒の科学的素養の成長過程と関連づけて検証した。今後は、主体的な学修をめざすアクティブラーニングをさらに取り入れ、国際的な科学者・技術者育成に必要な探究型学習を追究していきたい。

②では、高校1～2年の理科の授業で探究的な実験を積極的に取り入れ、実験書を作成して教員向け研修会や雑誌等で発表してきたが、平成28年度より教育課程に新たに「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」を必修科目として設定し、課題研究の要素を大幅に取り入れた。

③では、これまでの国際オリンピック等での活躍は課題研究や科学部等課外活動等の成果といえる。今後は、SSH事業と関連させて過去の受賞者を追跡調査するとともに、卒業生を活用した研究の指導・サポートのしくみづくりを強化していきたい。

2 続いて研究開発の柱(i)～(vi)について順に示す。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

筑波大学研究室訪問は、「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」につながる継続指導の模索にもなったが、中3と高2の単発の企画でなく、中高一貫の流れの中で成果を出せるようにしたい。東京医科歯科大学での見学実習(12月)では、高1～高3までの希望者36名が全員参加でき、充実した研修になった。参加生徒の成果は感想やアンケートだけでなく、他の生徒に伝えて成果を普及できるシステムも検討したい。

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

生徒の研究は学校外を活動の場とした事例も多くなっている。こうした授業外や学校外で行われる活動も奨励しつつ、その生徒の活動を十分に評価できていない点は課題である。特に、大学研究室における活動については、継続的な指導の可能性や高校側で行うべき事前・事後指導について大学と協議を行い、有効な連携関係を構築していくことが必要である。

「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」の課題・テーマは、生徒が取り組む研究分野にある程度制限がかかる。高校の実験室レベルで可能な内容であることを前提にしつつ、生徒の興味・関心の高い分野にも対応できる柔軟性をどこまで確保できるかが課題となっている。

中学3年生総合学習「テーマ学習」を起点として興味・関心の高まった生徒による自主的・探究的活動を支援し、中高接続意識した事例の蓄積が必要である。「GFEST(Global Future Expert

in Science and Technology)」(筑波大学)には中学生も参加しており、長い目で見た中高大連携の取り組みが続いている。

かつて中3で取り組んだテーマに、大学の卒業論文の時に再度挑戦したという生徒がおり、「興味を持って取り組んだところにやっぱり戻る」と言っていた。中高生では研究の方法や理論が足りなくても、いつか解明したい到達したいという目標を見つけることができれば、それはこの時点では大きな収穫と考えたい。

国際科学オリンピックやその予選に相当する国内プログラムに参加する生徒については、それぞれの活動の実態を把握し、効果的な支援の在り方について検討する必要がある。数学オリンピックではメダリストの卒業生が多数いるので、その利点を生かして取り組みたい。

校内・校外で実施される数々の研究発表会では、成果を発表する生徒にとっては貴重な場となっている。関係生徒以外にも成果を知らせるために、各表彰について生徒集会で発表して榮譽を称えるとともに、中学生や下級生に研究意欲を喚起していきたい。

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

「メディア虎の穴」は受講希望人数が多く、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題である。機材や作業規模の関係で可能な場合はビジター生徒も受け入れ、さらにアーカイブ化も行った。また、ポスター作りについては今まで系統だった指導がなかったので、今年度のような専門家のワークショップなどを継続したい。

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

派遣された生徒の体験が、他の生徒にも還元できる機会を拡大していくことが課題である。

国際交流の場で研究発表を行う生徒たちの自主的・探究的活動について、発表が研究のゴールとなるケースも見受けられた。中高大と長い目で見た継続的な研究を支援していきたい。より多くの生徒を対象にできるということで、海外からの来校の機会を増やすことも考えている。

(v) SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について

「SSH数学科教員研修会」では本校数学科の開発教材を発表し、参加者にはWebからデータを活用できるようにした。指導案集などより具体的な提案も進めた。日々の授業実践と本校数学科教員全体での検討を通して教材を開発し、さらに授業実践を重ねる予定である。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

知識・技能を得て科学的思考力を身につけるだけでは『豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト』には足りない。科学者・技術者として必要な資質を涵養するためには、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むことが大切である。世界的な視野を持ち、諸問題に向けて科学技術で貢献できる人材を育成するためには、テーマ・内容を精選し、講座の多様性を確保することが必要である。また、今後は企業における研究活動も積極的に紹介していきたい。

3 以上の課題に加え、成果の発信・SSH卒業生の調査など、長年継続してSSH校であった本校ならではの宿題が残っている。特に発信については、HPの改良・活用が課題となっている。

次期SSHを含む本校の今後の教育活動の中で、成果の発信とSSH卒業生の調査については重点的に取り組んでいきたい。

本校SSH合計15年間の成果を活かすために、今後は究主題『国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発』のもとに組み組みたいと考えている。

I. 研究開発の課題

1. 研究開発の実施期間

指定を受けた日から平成 29 年 3 月 31 日まで

2. 研究開発課題

豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト（global scientist）を育成する中高大院連携プログラムの研究開発

3. 研究開発の概要

本校は、平成 14 年度～18 年度の 5 年間に、研究主題「先駆的な科学者・技術者を育成するための中高一貫カリキュラム研究と教材開発」の研究を行った（第 1 期）。

ここで開発したカリキュラムや教材等を基盤として、平成 19 年度～23 年度の 5 年間には、研究主題「国際社会で活躍する科学者・技術者を育成する中高一貫カリキュラム研究と教材開発—中高大院の連携を生かしたサイエンスコミュニケーション能力育成の研究—」のもと、生徒どうしの「教え合い・学び合い」を活かした「サイエンスコミュニケーション」能力の育成や、国際的な研究・交流活動の支援に取り組んできた（第 2 期）。

平成 24 年度からのスーパーサイエンスハイスクール（SSH）（第 3 期）では、希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるとともに、意欲の高い生徒には、少人数による「課題研究」の深化によって研究遂行能力を高めながら、英語による学術発表能力を世界で通用するレベルに引き上げるプログラムの開発を行った。さらに、大学附属の中高一貫校である特性を活かし、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストを育成するための全人教育を視野に入れた、理数系教科のみに偏らない多様なプログラム展開に留意した。

研究開発の柱は以下に示すとおりである。

- (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施
- (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施
- (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

4. 現状の分析と研究の仮説

第 1 期で開発した教材は通常の授業の質を高め、第 2 期では中学も視野にいれたカリキュラム研究にまで発展させることができた。また、中学生と高校生が教え合う・学びあう実践や、国内外での研究発表へ参加を通して、コミュニケーション能力の育成に必要なノウハウを蓄積した。

一方、実施したカリキュラムは、本校の特徴である「生徒全員を対象」のため、すべての生徒に研究（テーマ研究）を義務づけることになり、一部の教員に負担が集中し、期待通りの成果が得られない場合があることや、生徒によっては取り組みに消極的になる者も現れてきた。加えて、いっそうの成長が期待できる生徒の能力を十分に伸ばしきれていない課題も生じていた。

そこで、10 年間の SSH 実践の蓄積を踏まえ、生徒の興味・関心や個性を活かしながら、より高い能力をもった人材（グローバル・サイエンティスト）を育成するのが、第 3 期の目的であった。

グローバル・サイエンティストとしての基礎的能力の育成には、「科学的リテラシー」や「サイエンスコミュニケーション能力」を育む特別講座や通常の授業への取り組みが必要不可欠と考えられる。これらは、本校の長年の伝統である「教養主義」とも連動させ、今後も生徒全員を対象に実施することで有能な科学者・技術者の育成に資するものと考え、柱(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成、として位置付けた。

SSH 研究開発の各研究内容の柱に関わる仮説は、以下の通りである。

- (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

生徒それぞれの興味・関心を引きだし、得意分野を見つけさせて研究への意欲を高めるためには、きっかけとなる学問的な刺激が必要ではないか。そのように考え、中学 3 年生と高校 2 年生の 2 回

に分け、生徒全員に大学での研究を体験させる。
また、普段接する機会のない現場の臨床医師や研究者から直接指導を受けるため、東京医科歯科大学の高大連携プログラムに参加させる。

(ii)意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

昨年度のSSH運営指導委員会および校内推進委員会では、中間評価で指摘を受けた事項について、課題となった背景とその改善策について検討を行った。理科では、生徒の主体的・探究的活動の支援強化、授業との連携強化を図る方策について協議を行い、とりわけ「理科課題研究」の導入については、教育課程上に位置付けてから本格実施となった効果と課題を検証し、中高の接続も視野にいたれた生徒の活動を支援できるプログラムへ発展させたいと考えた。

(iii)科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

2期目に続き3期目も参加希望者が募集定員を上回り、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題として残った。対策として、アーカイブ化、ビジター参加制度などが有効ではないかと考え実施した。また、特別篇として技芸科SSHメディア虎の穴「学会ポスターのデザイン術」宮野公樹先生（京都大学）の講演とポスター指導を理科課題研究受講者対象に企画した。ポスター作成に関しては系統だった指導が今までなかったため、ワークショップ形式が有効ではないかと考えた。

(iv)国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

英語プレゼンテーション能力の育成を強化する目的で、昨年に引き続き外部講師による講座を実施した。また、発表内容やポスター制作に欠かさない専門用語を駆使した表現の指導は課題となっていたが、今年度も筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会（「イングリッシュルーム」）を開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。全校的に制度が定着して成果が出ているのではないかと考える。今後もさらに発展・継続させたい。

国立台中第一高級中学（台中一中）との交流は8年目を迎える。今年度は先方の来校はなかったが、12月には本校から台中一中へ出向いて研究交流会（Academic and Cultural Exchange Program）を実施した。研究発表会では英語による口頭発表が行われ、昨年同様「発表評価票（Presentation Evaluation Sheet）」による相互評価を行った。

課題となっていた参加生徒以外への成果還元については、参加生徒による追体験講座として海外交流報告会が有効ではないかと考え企画した。成果を広く共有するとともに、次年度の参加を希望する下級生に対する意欲向上を図った。

その他、立命館高校SSH科学技術人材育成重点枠、横浜サイエンスフロンティア高校科学技術人材育成重点枠の連携校として、それぞれ、北京（中華人民共和国）、Thomas Jefferson 高校（米）における海外研修へ生徒と引率教員を派遣した。これらのプログラムでは、SSH校の生徒同士の交流による教育的効果が大きいのではないかと考える。年間を通して継続したプログラムが計画されるようになってからは、参加生徒の達成感や満足度が高まった。

今年度もタイで行われたサイエンスフェア The Thailand International Science Fair (TISF) 2017 年1月5日（木）～10日（火）プログラムに本校より生徒と引率教員が参加し、研究発表と交流を行った。こういった海外研修の機会は生徒の意欲向上に非常に有効ではないかと考え、昨年度から本校の校務分掌に国際交流を位置づけ、積極的に取り組む下地ができた。

SSHの取り組む生徒の中から海外の大学へ進学する生徒も出てきているので、海外進学の卒業生の追跡調査も行いたい。

(v)SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

科学研究の基礎となる数学的思考力を育成することは、将来のグローバル・サイエンティスト育成のために非常に重要ではないかと考え、初めてSSHに指定された2002年度からこれまで15年間継続して「創造的な教材・指導法及びカリキュラムの開発—中高6ヶ年から大学へ—」と題して教材を開発し、本校の教育研究会や本校主催の数学科教員研修会（SSH交流会支援による実施を含む）

で発表してきた。これは日々の数学の授業の充実を目指した取り組みであり、生徒の知的な興味関心を刺激し数学的思考力を育成するような教材を日々の授業で扱えば、生徒の課題研究などの活動を活性化する基盤になる、そしてSSH校に限らず数学科の教員はそのような教材を必要としている、と考えたからである。更に具体的な提案ができるよう、指導案集なども作成した。また、今年度からWebに開発教材のデータを公開した。これまでの研究成果を踏まえつつ、校内での実践と他校への成果の普及を図っていくつもりである。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

科学者・技術者として必要な資質を涵養するためには、幅広い科学への関心と理解、科学と人間社会との関係への関心と理解を育むことが大切ではないか。このような仮説のもとに、SSH特別講座を幅広い分野で企画した。社会科による「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、このプログラムは第1期SSH開始時(平成14年)からの伝統ある実践である。

これら一連の活動により、生徒それぞれの興味・関心や得意分野等に沿う形で、意欲の高い生徒の探究心を伸ばして、将来国際的に活躍できるグローバル・サイエンティストを育成するとともに、その他の生徒についても個性に応じたプログラムを提供することで効果的な成長を促し、無理のない持続可能なSSH活動が実践できるものと考ええる。

最終的には、海外の大学も含めた生徒の幅広い進路選択につながっていくことが期待できる。

5. 研究内容・方法・検証

研究内容の柱(i)～(vi)の順に詳述する。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるため、筑波大学の全面的協力を得て、中学3年生と高校2年生対象の大学研究室訪問を研究体験型プログラムに進化させる。中3では全体会を行い、筑波大学GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)の紹介も行う。

プログラムの内容については、中3・高2それぞれの生徒の発達段階を考慮して探究心や研究意欲を高める工夫をし、高校2年必修科目「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」における主体的研究へのモチベーションを高める。さらに、高3「課題研究」「学校設定科目：課題研究」への継続指導にも取り組む。

実施後に、生徒・大学教員・高校教員へのアンケート調査や大学との意見交換を行い、効果の検証を行う。

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

筑波大学や他大学・研究機関との連携を活かし高校2年総合学習「ゼミナール」を発展させ、「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」における生徒の主体的研究を支援する。

数学科では、学習意欲の高い生徒が集まる「高2 課題研究」において、数学専攻の大学教員や大学院生から日常的に直接指導を受ける機会を設ける。また、SSHのOBである本校卒業生のゼミナール参加・指導も企画しSSHの成果の還元も目指す。

理科では、「理科課題研究」における学習態度・意欲を考慮し、継続的研究に堪える意欲をもち、対外的な発表を目指す生徒について、大学・研究機関を活用した効果的な指導を目指す。

それぞれ、研究を対外的な発表ができるレベルまで取り組むことによって達成感を引き出し、グローバル・サイエンティストを目指す意欲と探究心を育成する。

校内ではSSH理科課題研究発表会、課題研究オープンを開催する。

対外的な発表の場として、SSH生徒研究発表会、大阪府立大手前高校SSH科学技術人材育成重粹事業「マスフェスタ」生徒数学研究発表会、都立多摩科学技術高校文化祭SSH発表会、高校生によるMIMS現象数理学研究発表会、筑波大学附属駒場中高文化祭発表、化学部化学実験教室、東京都高等学校理科研究発表会、科学の甲子園東京都大会、SSH東京都内指定校合同発表会、東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会、東京都内国立校合同SSH SGH課題研究成果発表会、ysf FIRST横浜サイエンスフロンティア高校：国際科学フォーラム、

科学の甲子園（高校）全国大会，関東近県SSH校合同発表会などに生徒を参加させる。

さらに，科学オリンピックや科学コンクール，国際的な研究交流への参加支援についても，科学系のクラブ活動や「理科課題研究」，「課題研究」等を通して積極的に進める。参加生徒の成果は生徒集会等で発表し，健闘を称えると同時に，他の生徒の意欲も喚起する。また，生徒の進路調査や対外的な発表，コンクール等の参加人数および結果調査等により効果を検証する。

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

対外的な研究発表・意見交換の準備を望む生徒を募り，講師に企業の研究者・スタッフも活用したリレー講座を開催する。また，対外的な発表に備えてポスター作成に関するワークショップを企画する。

実施の効果については，対外的な研究発表・意見交換の成果や参加生徒へのアンケート調査等により検証する。

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

＜国際交流プログラム＞

台湾国立台中第一高級中学等，海外の高校との研究交流を継続・発展させる。他のSSH校や大学，企業が企画する海外派遣交流事業へも参加・協力することで，さらなる機会の拡大を目指す。

また，国際科学オリンピック，科学コンクール等への参加生徒を語学力の側面から支援する。

さらに，国際交流の成果を多くの生徒に還元し，学校全体の意識を高めるために，参加生徒による報告会を行う。

また，海外からの学校訪問も積極的に受け入れ，生徒との交流を図る。

＜プレゼンテーション能力の育成＞

英語では，通常の授業内においてもスピーチ，ディスカッションなどプレゼンテーション能力に関わる活動を全ての学年でそれぞれの学習レベルに合わせて行う。また，英語による研究発表・交流を支援するため，ALT・外部講師の積極的な活用や筑波大学との連携により，プレゼンテーションの指導を強化する。英語・科学両面についての

興味・関心の育成を図るとともに，海外の大学等への進学を意識させる。ここ数年は，海外の大学へ進学を希望する生徒・実際に進学する生徒も出てきている。

さらに，より意欲の高い生徒については，本格的な研究活動を行わせるとともに，英語によるプレゼンテーション指導を充実し，国際的な場での研究発表・交流に参加する機会を与える。

一方海外からの学校訪問の際は，バディの希望者を募り，海外の高校生と個別に直接英語で接して交流する機会を設ける。

実施の効果については，参加生徒へのアンケート調査の他，対外的な発表，各種コンクール等の参加人数および結果調査，長期的には進路調査等により検証する。

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

第1期・第2期のSSH10年間においては，新しい数学教材の「統計」「微分方程式」をはじめ，幅広い分野の教材を開発し，授業に活用してきた。この教材について，大学や他校の教員との研究協議を通して普及しやすいよう改良を進めてきた経験を踏まえ，新学習指導要領のもと，その趣旨を活かした先進的な教材の開発を行う。さらに，指導案集のような具体的な提案資料も作成する。実施の効果については，開発した教材を，SSH校や大学と連携した合同研修会等で発表し，広く評価を求める。本校主催のSSH数学科教員研修会では，他校（東京工業大学附属科学技術高等学校，福井県立高志高等学校，大阪府立大手前高等学校，茨城県清真学園中学高等学校，奈良県西大和学園中学校・高等学校）にも取り組みを発表してもらい，情報交換に努める。

(vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

理系・文系を問わず，幅広い科学への関心と理解，科学と人間社会との関係への関心と理解の育成を目指し，「科学者の社会的責任」をテーマとして講演会を実施する。

講師には，国内外で活躍する教養人・文化人を招く。これらの講座，中学生にも広く参加を呼びかけて，早期から科学と人間社会との関係への関

心を高める。

社会科では、高校2年生の授業「課題研究」において、これまで取り組んだ水俣実習を継承・発展させる。福島第一原子力発電所の事故を含めた過去の経験や教訓を考察し、継承することによって、今後の科学・技術の発展のあり方を探る。実習の成果は活字化して残し、次年度以降の授業にも役立てる。

国語科では、通常の授業や講演会の活用により、中学生では生徒の論理的思考力を育成するプログラム、高校生では、科学史や科学哲学についての作品などに触れ、社会における科学のあり方について考えを深めるプログラムを実施する。

保健体育科では、筑波大学や研究機関と連携し、体育学・運動学・健康体力学についての理解を深めるため、この領域における第一線の専門家を招き、講演会等を実施する。

研究部では、教科の枠にとらわれない形のSSH特別講座を企画する。具体的には、企業の研究者・専門家を招き、ワークショップや実演紹介を行う。

それぞれ、参加生徒へのアンケート調査結果を講師の方々へも還元し、効果を検証する。

筑波大学の立ち上げた社会貢献プロジェクトの一環として始まった社会貢献プロジェクト「筑駒アカデミア」（地域への発信-「筑駒人材バンク」を活かした地域貢献-）でもSSHにつながる取り組みを行う。2016年度は、近隣地域住民等を対象とした講演会を2回開催し、2017年3月には地域住民や児童・生徒を対象とした公開講座を開催予定である。

6. 教育課程

実施された教育課程は、巻末の関係資料の通りである。昨年度から本校の教育課程に「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」を設定した。「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」について、昨年度は高校3年生の選択科目であったが、平成28年度以降は高校2年生にも拡大して必修科目として実施する。

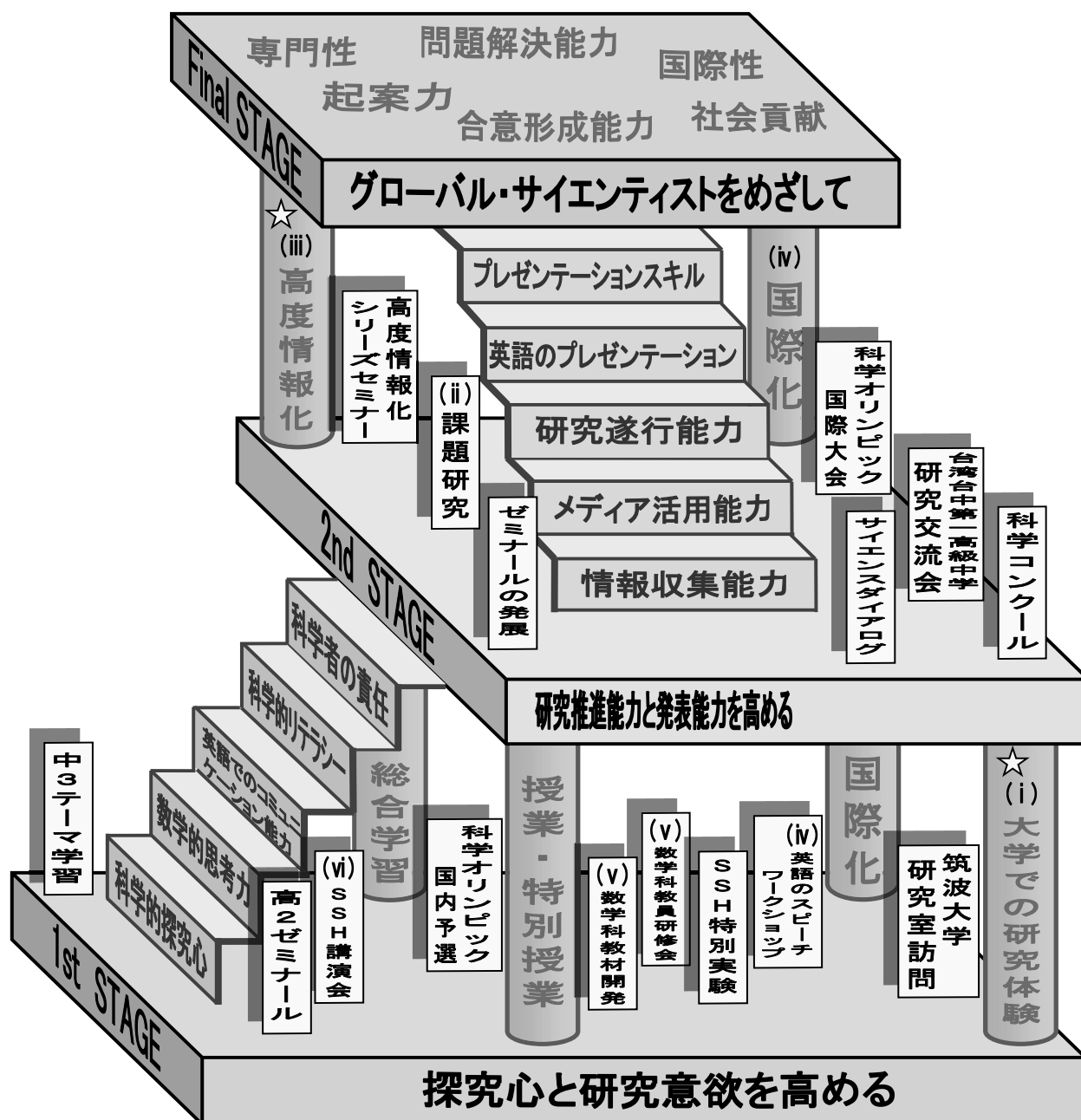
平成27年度、高校3年次に「理科課題研究」（1単位）を教育課程に位置付け、主体的・探究的活動を支える体制を強化した。「理科課題研究」では、授業で学んだ内容を、継続的かつ主体的に発展させるなどして研究を行い、時間数や報告書提出等

の一定基準を満たした生徒に対して単位を認定し、成果の評価が可能となった。また、他のSSH校等や大学が企画するプログラムの一貫として研究を進める生徒に対しても、それぞれの成果を評価するシステムとして発展させることも期待した。理科以外の教科については、高校3年次に「学校設定科目：課題研究」（1単位）を設定した。

この高校3年生の選択科目「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」について、更に内容を拡大・発展させ指導を有効なものにするため、今年度からは高校2年生の選択必修科目「理科課題研究」および「学校設定科目：課題研究」も設けることとした。また、中学3年生は総合的な学習の時間として、「テーマ学習」と題した主体的・探究的活動に取り組んでいる。中高の接続を視野に入れた生徒の活動を支援できる探究型プログラムを構成している高校2年の「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」については、各週土曜日に2～4時間を位置付けるとともに、期末考査後の集中講座や休業中の宿泊を伴うフィールドワークなどを実践している。年度初めに、各教科の担当者がテーマを提示し、受講希望者を募る。例年、数学・理科が担当する講座は希望者も多く、その中で取組む生徒の主体的・探究的な研究には、過去のSSHで導入した実験教材や実験装置を効果的に活かしたものも多くみられる。また、数学では筑波大学と連携したプログラムを実施し、生徒の研究成果を発信するだけでなく、印刷物としてまとめ、次年度以降の指導や教員研修会等に役立てるなど、持続可能な取組みになっている。

高校3年の「理科課題研究」「学校設定科目：課題研究」については、その分野の専門性が要求されるかなり高度な探究学習を想定している。高校2年次の課題研究で習得した能力を活用するとともに、筑波大学GFEST等の大学研究室との連携に個別指導を積極的に取り入れる。今後は、高校課程あるいは大学での単位としての認定も視野に入れて、推進させていく。

（研究部：更科元子）



II. 研究開発の経緯

1. 第5年次研究の概略

5年計画の第5年次は、研究の完結および発展期ととらえ、第4年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組んだ。

研究内容の柱(i)～(vi)すべてについてこれまでのSSH研究の評価をふまえ、継続的実践・改良・普及・普遍化を進めた。第4年次までに開発した教育プログラムや教材を更に展開するとともに評価を試み、最終年度としてまとめの意味を意識して取り組んだ。

以下、研究内容の柱に沿って概略を報告する。

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める

大学研究室体験の実施

高校2年生および中学3年生を対象の筑波大学研究室訪問・東京医科歯科大学見学実習を今年も継続して行った。5年目になる東京医科歯科大学見学実習・高大連携プログラムでは、過去最高の36名が参加した。

- ・7月7日(木)高校2年生筑波大学研究室訪問
(生徒160名 引率4名)
- ・12月15日(木)東京医科歯科大学見学実習
(4名×9コース 生徒36名+引率2名)
- ・2月7日(火)中学3年生筑波大学研究室訪問
(生徒123名 引率5名)

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

数学科では、筑波大学との連携を活かし、高校2年生で学校設定科目「課題研究」を実施した。そこでは、数学専攻の大学教員や大学院生から日常的に直接指導を受ける機会を設けた。

理科では、新学習指導要領における「理科課題研究」の指導・展開の方法について、筑波大学の協力を得て実践を試みた。

さらに、科学オリンピックや各種コンクール、国内外での研究発表プログラム、校内での研究発表会などに意欲の高い生徒の積極的な参加を促

し、科学系のクラブ活動や「理科課題研究」および学校設定科目「課題研究」等を通して支援を行った。研究成果は、SSH生徒研究発表会(全国・東京都・関東)、本校理科課題研究発表会、マスフェスタ生徒数学研究発表会、MIMS現象数理学研究発表会などで積極的に発表するように指導した。

生徒の活動・発表を以下に挙げる。

- ・8月10日(水)～11日(木)
SSH生徒研究発表会(於:神戸)
高3生徒6名+引率教員3名
- ・8月26日(金)27日(土)大阪府立大手前高校SSH科学技術人材育成重枠事業「マスフェスタ」生徒数学研究発表会(於:京都大学)
(高3生徒1名+高2生徒2名+引率教員)
- ・9月10日(土)SSH理科課題研究発表会
高3の理科課題研究・課題研究から発表
(於:本校)
- ・9月17日(土)都立多摩科学技術高校文化祭SSH発表会
高1化学部から1名発表+引率教員
- ・10月9日(日)高校生によるMIMS現象数理学研究発表会(於:明治大学中野キャンパス)
高2生徒(発表3名,見学12名)+引率教員
- ・10月28日(金)～30日(日)
筑波大学附属駒場中高文化祭
化学部・生物部・数学科学研究部などの発表
- ・11月1日(火)・2日(水)
化学部化学実験教室
(茨城県大子町 小学校出張講座)
生徒9名+引率2名
- ・11月23日(水)
東京都高等学校理科研究発表会
(於:都立多摩科学技術高校)
2017年全国高等学校総合文化祭(石巻・8/2～4)
東京都代表校選出
生徒1名+引率教員
- ・12月2日(金)～4日(日)科学の甲子園
中学 東京都代表全国総合4位
(都立武蔵と合同チーム)
高校 東京都優勝 東京都代表
- ・12月23日(水)SSH東京都内指定校合同発表会
(於:慶應義塾大学)
生徒13名+引率教員5名

- ・1月14日(土) 課題研究オープン(於:本校)
課題研究に取り組んだ高2生徒が校内生に向けて成果を発表
高2, 高1, 中学生
- ・2月5日(日)
東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会
生徒2名+引率教員
- ・2月19日(日)
東京都内国立校合同 SSHSGH 課題研究成果発表会
(於:東京学芸大学)
生徒6名+引率教員
- ・3月18日(土) ysf FIRST(横浜サイエンスフロンティア高校:国際科学フォーラム)
英語によるポスター発表
生徒1名+引率教員
- ・3月17日(金)~20日(月)
科学の甲子園(高校) 全国大会(筑波)
生徒6名+引率教員
- ・3月20日(月)
関東近県 SSH 校 合同発表会
生徒2名+引率教員

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

第5年次は前年度の12月にスタートしたセミナー「メディア虎の穴」第3期シリーズを実施した。

- ・4月2日(土) メディア虎の穴「判例から見る著作権法」, 講師:小崎和隆氏(グリー)
- ・4月23日(土) メディア虎の穴
「オンライン・プレゼンテーションの極意①」
講師:高橋忍氏(マイクロソフト)
- ・5月7日(土) メディア虎の穴
「オンライン・プレゼンテーションの極意②」
講師:高橋忍氏(マイクロソフト)
- ・6月24日(金)
技芸科 SSH メディア虎の穴特別版
「学会ポスターのデザイン術」
宮野公樹先生(京都大学)の講演とポスター指導

- (4年次 2015年12月~2016年3月について)
- 12月5日(土) メディア虎の穴(第3シリーズ)
「クラウドを活用した研究スタイル」
講師:杉田和久氏(テック・ステート)
 - 12月7日(月) メディア虎の穴「プレゼンと

- は?」講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)
- 12月10日(木) メディア虎の穴
「クラウドを活用した研究スタイル」
講師:杉田和久氏(テック・ステート)
- 12月11日(金) メディア虎の穴 「学術情報の探し方」講師:加藤志保 研究員(本校)
- 12月12日(土) メディア虎の穴
「シナリオの重要性」
講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)
- 1月21日(金) メディア虎の穴
「スライド作成」
講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)
- 2月16日(火) メディア虎の穴
「魅力的な話し方」
講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)
- 3月11日(金) メディア虎の穴
「共同でスライド作成」
講師:小宮一浩教諭 土井宏之教諭(本校)
- 3月14日(月) メディア虎の穴「口頭発表会」
講師:西脇資哲氏(日本マイクロソフト)
- 3月15日(火) メディア虎の穴
「これからポスター発表をする高校生のために」
講師:酒井聡樹氏(東北大学)

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

国立台中第一高級中学との研究交流を継続し, 発表生徒の事前・事後指導の充実や研究発表の相互評価を行った。また, SSH 科学技術人材育成重点枠事業採択校の海外派遣交流事業についても積極的に参加・協力を行った。また, 国際交流の成果を多くの生徒に還元し, 学校全体の意識を高めるために, に参加生徒による報告会を企画した。

- ・5月21日(土), 6月4日(土), 6月18日(土)
東京医科歯科大学 GCW(Global Communication Workshop) 「国際保健問題英語模擬交渉」
学部生向けのワークショップ
筑駒より生徒8名参加+引率教員2名
- ・6月12日(日)
立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点枠事業
共同課題研究 東京研修会
(於:東京工業大学附属科学技術高校)
高1生徒2名+引率教員
- ・7月24日(日)~8月1日(月)

立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点事業
『海外校との共同研究の取り組み』
(北京航空航天大学附属中学において実施される
Science Fairへ参加, 共同研究
生徒3名+引率教員

・9月13日(火)
タイ Princess Chulabhorn High Schools 12校より
生徒12名, 教員12名, 教育関係者10名来校
・11月1日(火)～4日(金) JSSF
(Japan Super Science Fair) 2016
於: 立命館高校
生徒3名+引率教員

・12月13日(火)～18日(日)
台湾台中国立台中第一高級中学における
「Academic and Cultural Exchange Program」
(授業参加, 英語口頭発表・交流)
生徒20名+引率4名

・1月5日(木)～10日(火): タイ
Thailand International Science Fair 2017
生徒3名+引率教員

・1月9日(月)～14日(土)
横浜サイエンスフロンティア高校SSH
「トーマスジェファーソン高校サイエンス研修」
於: 米国 生徒2名+引率教員

・2月18日(土) 海外交流 参加者報告会
高校生・中学生

・3月27日(月)～31日(金)
釜山国際高校との交流
生徒12名+引率3名

英語による研究発表・交流を支援するため, 外部講師による効果的なプレゼンテーション技術の指導を仰ぐプログラムを継続して実施した。また, 英語の通常授業においても, スピーチやディスカッションなど実践的能力育成を意識して展開した。

・7月9日(土)
「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(中3・高1対象)
講師: Mr.Gary Vierheller
Ms.Sachiyo Vierheller

・12月10日(土)
「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(台湾研修参加生徒対象)
講師: 東京大学大学院留学生
・3月11日(土)

「プレゼンテーション能力の向上に関するワークショップ」(対象: 中1・2の希望生徒, 釜山への派遣生徒)

講師: Mr.Gary Vierheller
Ms.Sachiyo Vierheller

また, 筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会(「イングリッシュルーム」)を月に2回程度開催し, 科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用している。

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

新学習指導要領下での先進的教材を活かした授業を実践した。また, これまで開発してきた中・高の教材を改良し, さらに円滑な接続を目指して教材開発を行った。開発した教材については, 12月に本校で開催した全国数学科教員研修会等で発表し, 広く評価を求めた。これまでの数学科教員研修会で配布してきた, 開発教材集をすべて電子化し, 本校無線LANを参加者に開放することで, 紹介した教材をPDFファイル・Excelファイルで公開し, 広く共有を図ることを目指した。本校のこれまでの開発教材は, 「筑駒数学科 on Web」に公開している。

・12月4日(日) SSH 数学科教員研修会
(於: 本校)

内容: SSH 校の『数学』分野の取り組み事例報告,
開発教材に関する研究協議

参加者: 中高数学科教諭, 大学院生, 本校教員
約190名

発表校: 東京工業大学附属科学技術高等学校,
福井県立高志高等学校, 大阪府立大手前高等学校,
茨城県清真学園中学高等学校, 奈良県西大和学園
中学校・高等学校, 筑波大学附属駒場中高等学校

(vi) 科学者・技術者に必要な

科学的リテラシーの育成

理系・文系を問わず, 幅広い科学への関心と理解, 科学と人間社会との関係への関心と理解を育むとともに, 科学者・技術者として必要な資質を涵養するための特別講座・講演を展開した。各教科主催のものだけでなく, SSH 特別企画「社会発見! サイエンス講座」も実施した。

<社会科>

社会科では「科学者の社会的責任」をテーマに掲げ、高校2年生「ゼミナール」において講座『水俣から日本社会を考える』を開講し、これまでのSSHにおいて取り組んだ水俣実習（フィールドワーク）を発展させた。また、同テーマによる総合講座を本校で実施した。更に、灘高校と合同で福島研修を実施した。

・8月1日（月）～4日（木）

高2課題研究『水俣から日本社会を考える』フィールドワーク（於：水俣）（生徒15名＋引率）

・12月13日（火）

社会科 SSH 特別講座 柳田邦男 氏

『あなたは何をみているのか

～いのちの人称性から考える～』

・12月25日（金）～28（月）福島研修

（福島県主催のモニターツアー）

（生徒15名＋引率4名）

<国語科>

国語科においても専門家を招き、教科の特性を活かしたSSH特別講座・特別講演等を実施し、生徒の科学的リテラシーの育成に取り組んだ。この他にも、企業が行う最先端の研究に触れる講座を企画・実施した。

・2月17日（金）

国語科特別講座 『日中語対照研究について』

講師：井上 優 氏 （麗澤大学大学院教授）

<数学科・理科>

・7月8日（金）

第45回数学科特別講座

『数学と音楽：創造の醍醐味』 場所：音楽室

講師：中島さち子氏（数学者・ジャズピアニスト
国際数学オリンピック金メダリスト）

・12月19日（月）

第46回数学科特別講座

『数学に現れる対称性』

講師：大島芳樹 氏

（東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構・数学
オリンピック日本代表5回）

・3月13日（月）理科SSH特別講座

「ソフトマター ～身近な物質の科学から人工細胞研究最前線まで～」

豊田太郎氏（東京大学大学院総合文化研究科広域
科学専攻関連基礎科学系・准教授）

<保健体育科>

保体科でも専門家の特別講座を企画した。

・3月14日（火）

保体科 SSH 特別講座

「クールダウンこそ準備運動！」

講師：永田美香（アスレチックトレーナー）

<研究部>

最先端で活躍する企業の研究者・専門家に1
回約90分で講演してもらう『SSHスペシャル企画
社会発見！サイエンス講座』を実施している。この講座は、日本経済新聞社および日経サイエンス社に全面的にご協力をいただき、企業との橋渡しをしていただいている。

・12月9日（金）

社会発見！サイエンス講座（日経新聞）

『セコム（株）「セコムの基盤 センシング技術
～スペクトル情報を用いたセンシング～」』

生徒28名

・3月10日（金）

社会発見！サイエンス講座（日経新聞）

『エリジオン（株）』（予定）

2. 委員会等の活動

①SSH 校内推進委員会

実施計画書，事業計画書，事業経費説明書，活動実績調査，SSH 実施希望調書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを計12名で担当した。

②SSH 運営指導委員会

7月2日（土），1月28日（土）に計7名の運営指導委員と校内推進委員で開催した。

③校内プロジェクト委員会

校内プロジェクト4（国際交流プロジェクト）を中心に，研究内容の柱（iv）を担当した。国際交流に関連して他校の視察（東京学芸大学附属国際中等教育学校・開成高校・麻布高校・青山学院高校）も積極的に実施した。

また，筑波大学の社会貢献プロジェクトの一環として実施している『筑駒アカデメイア』は，校内プロジェクト3（地域貢献・OB 連携プロジェクト）が中心になって企画した。今年度は，近隣地域住民等を対象とした講演会を2回開催し，3月には地域住民や児童・生徒を対象とした公開講座を予定している。

公開講演会など

- ・2016年11月12日(土)
「ものがたり」としてのものづくりー「気軽な選択肢」となる義手 HACKBerry の開発

近藤玄大 氏

(exiii (イクシー) 株式会社代表, 本校 0B)

- ・2017年1月7日(土)

「人類はマラリアを根絶できるかー 熱帯島嶼からの挑戦ー」

金子 明 氏 (スウェーデン・カロリンスカ研究所教授, 大阪市立大学大学院医学研究科教授, 本校 0B)

- ・2017年3月25日(土)

筑駒アカデミア公開講座

『いろいろな多面体をつくろう』

『高校生といっしょに実験してみよう』

『化石のレプリカを作ろう』など10講座

主催 筑波大学附属駒場中学校・高等学校

共催 世田谷区教育委員会

後援 目黒区教育委員会

④研究部

実施計画書, 事業計画書, 事業経費説明書など SSH 関係書類のとりまとめ, 文部科学省および JST との連絡協議, 外部からの各種調査・アンケートの実施と取りまとめ等を行った。また, 研究発表の場である教育研究会, 校内研修会の企画・運営を中心になって進めた。

- ・3月28日(月)平成28年度事業計画書提出
- ・4月8日(金)担当者確認票提出
- ・5月12日(木)平成28年度交流会支援申請書提出
(数学科教員研修会) 不採択
- ・6月21日(火)第1回 校内研修会
講演 「才能教育研究の立場から筑駒の授業実践を問う」 緩利誠氏(昭和女子大学)
- ・7月2日(土)第1回SSH運営指導委員会
- ・7月20日(水)SSH東京都指定校合同発表会連絡会
(於: 東京学芸大学附属高校)
- ・8月9日(火)海外研修実施計画書提出
- ・8月23日(火)JST学校訪問 主任調査員野中氏
- ・11月21日(火)

平成27年度SSH活動実績調査票提出

- ・11月17日(木)平成29年度SSH公募説明会

本校5名+管理機関1名参加

- ・11月19日(土)第43回教育研究会
研究主題「主体的な学び～SSHの成果と展望」
中高理科・中高英語・中学社会・高校地歴公民
の公開授業と研究協議会
講演会「中等教育におけるアクティブラーニング
型授業の展開」溝上慎一氏(京都大学高等教育研究
開発推進センター教授)

教育関係者276名参加

- ・11月28日(月)第2回 校内研修会
次期 SSH に向けたワークショップ
グループ討議および発表
- ・12月19日(月)
平成29年度SSH実施希望調査提出
- ・12月25日(日)SSH教員研修会 1名参加
- ・12月26日(月)SSH情報交換会 2名参加
- ・1月13日(金)第2回予算見直し
- ・1月28日(土)第2回SSH運営指導委員会
- ・1月30日(土)
平成29年度SSH実施希望ヒアリング
本校2名+管理機関1名参加
- ・2月22日(水)第3回校内研修会
「各プロジェクト報告および海外交流報告」
- ・2月17日(金)立命館高校SSH連携校会議
科学教育の国際化を考えるシンポジウム
1名参加

- ・2月25日(土)

筑波大学附属学校研修会・発表会
(於: 筑波大学東京キャンパス)
発表『インクルーシブ教育』

- ・3月: 第43回教育研究会報告書 発行
- ・3月: 平成28年度研究開発実施報告書提出
- ・3月: 筑波大学附属駒場論集 第56集 発行
その他, SSH 見学来校者対応等

⑤その他

本校と筑波大学をつなぐ筑波大学・附属学校
連携委員会駒場連携小委員会(7月7日(木)筑
波大学)において大学関係者と本附属との意見
交換を行った。

筑波大学の11の附属学校でつくる附属学校
連携委員会(年6回)でも, 本校 SSH 活動に
ついて報告し, 協力を得ている。

(研究部 更科元子)

Ⅲ. 研究開発の実施内容

(i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施

a. 高校2年生筑波大学研究室訪問

1. 仮説

高等教育機関である大学の教育・研究内容に直接触れることが、生徒の進路決定に役立つのではないかと。また、学問に対する興味・関心を一層高めることで、現在の学習意欲を増進するのではないかと。

2. 概要

筑波大学訪問（2016年7月7日実施、高校2年対象）は、本校生徒が第一線で活躍している研究者と出会い専門の学問領域に直接触れることができるという意味で、高等教育機関の理解・体験の場となっている。本年度の特徴は次の通りである。

①生徒の希望に沿い、受講講座を決定したこと。

生徒自身が希望した講座で学ぶことが生徒の意欲関心を高めるうえで欠かせないと考え、できるだけ生徒が第一希望の講座に参加できるよう計画した。開講講座は実験や生徒参加型の実践的なものが多く、参加生徒のひとりひとりが意欲的に学習することができた。また、教授や院生との交流を通して大学生生活の一端を経験し、〈研究の場〉を肌で感じることで、より積極的に自らの進路を考える機会となった。なかには定員超えの講座もあったが、大学の協力により実験器具を人数分用意し、少人数の時と同じように丁寧に指導して頂くことができた。

② 昨年同様、秋葉原駅・筑波大学間を学年全員で一斉に移動した。当日の朝8時に秋葉原駅に160名が集合し、団体乗車券でつくばエクスプレスに乗り乗した。生徒を受講講座ごとに班とし、つくば駅から班ごとに路線バスに乗って開講場所へ向かった。帰りは、講座ごとに終了時間が異なるため、班ごとにつくば駅まで移動、団体乗車券で16時半のつくばエクスプレスに乗り乗し、18時頃に秋葉原駅で解散した。受講前後に別の講座を受講する生徒とも話をする機会が増え、それぞれの学びを共有する良い機会になったようだ。



肝切除を体験

開講講座一覧

	講座名	生徒数
1	グローバル化の体感～多様な留学生と一緒に英語で模擬国連を体験してみよう～	7
2	言語学の世界：日本語研究から人間言語研究へ	11
3	ゲーム理論・経済理論の実験	20
4	現代日本の争点について議論しよう	28
5	環境問題を多様な視点から考える	5
6	スマホを持って集まろう！「発達障害医学情報リテラシー講座」	16
7	細胞のエネルギー工場について知ろう	7
8	生物の不思議「なんでだろう」を化学する	7
9	命の最小単位・アミノ酸の分子解剖	4
10	身近な物・現象を科学の目で見ると	16
11	反例から見る微積分	9
12	双子素数予想とゼータ関数	4
13	南極の岩石からみた地球の進化	5
14	離散数学：研究への招待	4
15	さあみんなで図書館をにぎやかにしよう！	8
16	コンピュータ外科科学～肝切除をしてみよう	7
17	iPS細胞の実用化に向けて	5



模擬国連



昼食は学食で

3. 訪問を終えて

この大学訪問が生徒の進路決定の参考になっただろうか、また、学問に対する興味・関心を一層高め、現在の学習意欲を増進することになったのだろうか。研究室訪問後に実施したフィードバックをもとに検証してみたい。生徒の感想を掲げる。

最も多かったのが「意外とためになったし、面白かった」といった感想である。訪問前は、音楽祭・体育祭・文化祭といった学校行事と比較するとイメージしづらく、楽しみにしている様子は感じられなかったが、「意外と」といった文言からは生徒の変容を見受けることができ、実際に自分の足で行って参加する、ということの重要性を実感した。この変容は、経験がさらに興味関心を持つ契機となっていることと、既に興味関心を持っている生徒はさらに意欲的に学習するための大きな契機となった。

【検証】

世代的に「面倒くさい」という負の欲望からなかなか一步を踏み出す機会の無い生徒たちが今回のような経験をすることで、「まだまだ面白いことはたくさんある」と意識が変容すれば、自らの可

能性も広がり、興味関心の無かった分野でも「行ってみよう」という契機となる。大学の全面的な協力もあり、生徒一人ひとりの能力や才能の開花の裾野が広がるような機会となった。

もちろん、自らの希望の進路と密接に関係した講座を希望した生徒もあり、訪問後に興奮して話をしてくれたが専門用語が多すぎて理解できなかったが、非常に貴重な経験になったことと確信している。

一過性の経験ではなく、生徒自身がこれからの学習につなげているところも注目される。また、高価な実験機器を使う実験や、生物実験に関わる責任、そこで実感される命の尊さ、研究が世の中に果たす役割など、研究者としての倫理観の育成にも資することができたといえるだろう。



4. 実施方法について

2で記したように、今年度も秋葉原駅から筑波大学まで一斉移動を行った。交通費が節約される等のメリットがあったが、改善点も挙げられる。

まず、行きも帰りも通勤・通学ラッシュの時間にあたり、駅も電車も大変混雑するため、周囲に多大な迷惑をかけることになってしまった。158人の生徒が列になって改札を通ろうとしても人ごみで列を維持できなかった。乗車するときも混雑緩和のため、先発と後発というように複数の電車に分乗するようにと駅から要請があり、しかし改札を出る時は団体券で一度に出なければならず、苦労した。また、駅構内の雑踏か電車の中にいるので、生徒をまとめて教員が指示を出したり、点呼を取ったりすることは不可能に近い。点呼は生徒の安全を守るために欠かせない業務である。有意義な取り組みである以上、改善が必要である。

(文責：高校2年担任団・吉崎健太)

b. 中学3年生筑波大学訪問

1. 仮説

高校への進学を控えた中学3年生にとって、大学を訪問して研究に触れ、学問的刺激を受けることは、生徒それぞれに意識の変化をもたらす、さまざまな興味・関心を喚起するのではないかと。また、この研究室訪問によって、高校進学後の学習活動・研究活動への意欲が高まるのではないかと。そして、このこと自体が「中高大院連携プログラム」の趣旨に合う活動になるのではないかと。これらの仮説にもとづいて、プログラムを実施した。本プログラムは2005年度の開始以来12年目となるが、今年度はSSH予算による交通費の支援を受けられず、生徒個人負担での実施となった。

2. 概要

実施日：2017年2月7日(火)

参加者：中学3年生122名

日程：

10:20～11:00 全体講義
11:00～11:10 筑波大学GFEST紹介
12:15～13:30 前半講座(各研究室)
14:00～15:15 後半講座(各研究室)

本校では中学から高校へと連絡進学ができるため、一般的な「受験勉強」が中学3年生に求められていない。そのため比較的余裕のある中学3年のこの時期を利用して大学訪問を実施している。

実施に当たっては、筑波大学教育推進部社会連携課の計らいで全学的な協力が得られた。10月中旬から受入依頼を始め、11月下旬には開講可能講座を提示された。それを受けて12月には受講講座を決定した。当日、生徒は全体講義の後に、事前に希望した前半・後半の2講座を受講した。

昨年度の反省を活かし、前半と後半の間の移動時間を30分として余裕を持たせたが、利用できるバスの制限などにより、後半開始に遅刻する生徒も見られた。

2.1 事前学習

大学訪問を単なる見学で終わらせるのではなく、生徒自らが主体的に参加できるよう、以下の事前学習を行った。

①訪問研究室や講座内容についての事前学習

各自が希望した研究室や担当の大学教員につい

て、著書やWebページ等で調べさせた。

②訪問研究室への質問状作成・送付

生徒が①を持ち寄って話し合い、訪問班の班長のリーダーシップで事前質問をまとめ、送付した。

2.2 全体講義「霞ヶ浦のコイに恋して」

筑波大学生命環境系教授の星野貴行氏(前・本校校長)から講義を受けた。「ヒトにはヒトの乳酸菌」「コイにはコイの乳酸菌」の副題がつけられた講義では、乳酸菌の研究で得られた知見を活かしてコイヘルペスウイルスに耐性のあるコイを育成する手法を開発し、地元水産産業を復興させた研究について、ユーモアを交えて語られた。

また、筑波大学の人材育成プログラムGFEST(JST委託事業)について、コーディネーターの尾崎好美氏とGFESTのOGから説明を受けた。

2.3 研究室訪問

(1)開講講座一覧

開講26講座のテーマと参加人数を次に示す。

表1 開講講座一覧と参加人数

講座テーマ	前	後	計
最近の憲法問題	33		33
動物の感覚受容	2	1	3
細胞の生と死のふしぎ	6		6
化学生態学入門	7		7
”微生物”の研究から生まれる基礎研究		1	1
バイオテクノロジー			
生物の不思議『なんでだろう?』を化学する	2	2	4
新しい微生物学を知ろう	1		1
～微生物社会学・集団微生物学～			
微生物燃料電池の話-微生物が電気を作る-	3	6	9
群(ぐん)というもの知りたくて	3		3
未来のエネルギー地上の太陽への挑戦	12	11	23
光で観る物質の姿	5	5	10
触覚のサイエンス&テクノロジー	17	10	27
ビッグデータの情報科学	12		12
映像コンテンツの読み解き方	5	5	10
iPS細胞の実用化に向けて	5	6	11
テーピング実践講座	7		7
メディアアートってなに?	2	9	11
和漢籍の原典に触れる		5	5
現代の幸福観について考えよう	27		27
難聴の科学		5	5
害虫管理と研究手法	3		3
「放射能」をとらえて離さない土壌	1		1

オプションの価格付け	8	8
生活習慣病の分子生物学	4	4
環境物質に対する生体の防御応答戦略	7	7
肝臓バーチャル手術体験	6	6

(2)訪問の実際

実際の授業への参加, 特別実験・実習への参加, 施設見学など, 講座によって形式はさまざまであったが, 本校中学生のために趣向を凝らしたプログラムが組まれていた。前述(2.1②)の質問状の内容を参考にしたり, その質問に答える形で展開された講座も見られた。

3. 訪問を終えて -事後アンケートの結果-

今回のプログラムが, 生徒の研究への興味・関心を喚起したか。訪問後に実施した全数調査 (実施日 2017 年 2 月 7 日~20 日, Web フォームから回答。n=122)をもとに分析を行った。

3.1 研究室訪問が生徒の興味・関心を高めたか

「講座を受けて, その分野への関心は高まったか」(各人 2 講座分回答, 5 点法 (5:高まった~1:逆に関心が薄くなった))

5	4	3	2	1	合計
150	66	22	3	3	244

5 と 4 を合わせると 9 割近い生徒が, 訪問によって関心が高まったと述べている。

3.2 事前学習は訪問を深めるのに役だったか

①「事前学習は訪問を深めるのに役立ったか」(5 点法 (5:役だった~1:役立たなかった))

5	4	3	2	1	合計
22	23	37	15	25	122

事前学習の評価は分かれた。提出を課さなかったもので, 取り組みに差があったためと思われる。

②「班での質問票作成は訪問を深めるのに役立ったか」(5 点法 (5:役だった~1:役立たなかった))

5	4	3	2	1	合計
31	40	26	14	11	122

5 と 4 を合わせると 6 割近い生徒が, 質問票作成は訪問を深めるに役立ったと述べている。一方, 大学での研究内容について, 中学生が訪問前に調べ, 理解するのは困難であるとの指摘もあった。記述回答の一部を紹介する。

「事前学習で事前に少しではあるが知識を持った状態で講座を受講することが出来たので, 有意

義であった。」

「その専攻分野に関することを見ても大して詳しい情報や, その教授の詳しい研究内容は出てこないで, というより出てきても理解できないので事前に調べてもあまり効果がないと思った。」

3.3 このプログラムの生徒満足度はどの程度か

「今回の訪問の満足度は 5 点法で何点だったか」(5:満足だった~1:満足でなかった)。

5	4	3	2	1	合計
57	47	14	4	0	122

5 と 4 を合わせると 85%の生徒が, 訪問を満足だと評価している。大学の研究室訪問が持つ大きな魅力が伺える。記述回答の一部を紹介する。

「自分の知りたいことに関して, 徹底的に実験や調査を繰り返して考察することでより深い知識や結果を得られるということがわかった。」

「日本中で行われている多くの研究が, 今の日本を支え, 今後の日本の発展に大きく貢献しているのだと強く感じた。自分はまだ得意分野などを見つけれられていないが, 早く見つけて自分なりに研究をしてみたいと思った。」

3.4 大学教員は事前学習を有用だととらえたか

今回は, 研究室訪問を受け入れた大学教員にも事後アンケートを行った。そこから事前学習についての項目を見ると, 「大いに役立った」という回答が大半であった。(実施日 2017 年 2 月 16 日~24 日, Web フォームから回答, 26 名に依頼, 14 名から回答)。

「事前に送付した生徒の質問票は講座準備に役立ったか」(5 点法(5:大いに役立った~1:全く役立たなかった))

5	4	3	2	1	合計
8	4	2	0	0	14

4. 今後の課題

今回の訪問では, 移動時間に余裕を持たせたが, 春日地区への移動がわかりにくいなどの課題を残した。訪問の実施形態については, 大学教員から, 大学生とのグループミーティングや簡単な実験の実施, 興味を持った研究について後日研究を体験する機会をつくるなどの提案をいただいた。来年度以降, できるだけ具体化させていきたい。

(文責: 中学 3 年担任団・梶山正明)

c. 東京医科歯科大学研究室訪問 2016

1. 仮説

SSH 活動「東京医科歯科大学研究室訪問」は、2012 年度に同大学の高大連携プログラムとの協力で実習の機会をいただいてスタートしてから今年で 5 年目になった。本校生に医学進学希望の生徒は多数おり、医学研究及び臨床の現場を見学できることは、社会に貢献する医師の使命を知り、探究心や研究意欲を高めると考えられる。また、普段接する機会のない医療の裏側の舞台を見学させていただき貴重な体験である。

2. 方法・内容

- ・日時：2016 年 12 月 15 日（木）
- ・人数：4 名×9 コース 生徒 36 名
引率 2 名

内訳

高 1	高 2	高 3
22 名	12 名	2 名

- ・時程：午前 スキルラボ見学
午後 各研究室実習
本校 OB 学生・ドクターとの懇談

・コース

医学科 ①～⑤
難治疾患研究所 ⑦, ⑧
生体材料工学研究所 ⑨

・それぞれのコースで可能なこと

- ①教授又は准教授と話ができる。
- ②研究者からの話が聞ける。
- ③簡単な実験ができる。
- ④若手研究員と話ができる。
- ⑤機器の操作や動物を見学できる。
- ⑥研究室全体の見学ができる。
- ⑦ミニレクチャーを受けることができる。

①細胞生物学	中田隆夫 先生 浅野豪文 先生
体を構成する細胞の生物学 ①～⑦	
②ウイルス制御学	山岡昇司 先生 芳田 剛 先生
1) ウイルスが複製するしくみについて 2) がんと細胞死のスイッチについて ①～⑦	

③先進倫理医科学	吉田雅幸 先生 上田史実子 先生
これからの医師に求められるもの ①②④⑥⑦	
④肝胆膵外科学	田邊 稔 先生
ブラックジャックを目指せ ①⑤⑥⑦	
⑤腎臓内科学	内田信一 先生 蘇原映誠 先生
医学における分子生物学研究 ①～⑦	
⑥運動器外科学	宗田 大 先生 宇土美於 先生
変形性関節症の病態と痛みのメカニズムとその治療 ①②④⑤⑥⑦	
⑦エビジェネティクス	石野史敏 先生
哺乳動物の特殊性：ヒトを含む哺乳類はどのように進化してきたのか？ ①②④⑤⑥⑦	
⑧免疫疾患	鏑田武志 先生 松原直子 先生
免疫学について ①②④⑤⑥	
⑨バイオメカニクス	川嶋健嗣 先生 菅野貴皓 先生
外科手術支援ロボットの操作実験 ①～⑦	

・内容紹介（抜粋）

③受験のこと、大学生活のこと、医師としての将来のことなど、高校生諸君の疑問にできるだけ答えたいと思います。

⑤医学研究を行うにあたり、遺伝子情報を得るにしても、mRNA の転写やタンパク発現を検討するにしても、分子生物学的な手技が最も基本的、かつ重要な礎となる。腎臓における遺伝性疾患を概説し、そのメカニズムを明らかにしてきた様々な実験技法を経験や見学をしてもらうことによって、基礎医学研究に親しんでもらいたい。具体的には遺伝子を増やして解析可能にするための PCR 法を実習してもらい、その他にタンパクや RNA を用いた実験、遺伝子情報を読み取るためのシーケンス法の実験などを見学してもらう。

⑥変形性関節症は高齢化社会において近年罹患患者が増加しており、関節痛により ADL を低下させる。原因として加齢、炎症、メカニカルストレスが挙げられるが、発生や進行の機序は明らかになっていない。私たちの研究室では動物モデルや滑膜間葉系幹細胞を用いて変形性関節症のメカニズムと治療について研究している。研究概要を講義した後、動物実験の見学や細胞培養手技の体験、大学院生との対話の中で臨床に基づいた基礎研究の実際について学習してもらう。

9 低侵襲な外科手術を支援するロボットシステムの概要について講義する。その後、実際に操作体験実験を実施する。マスタ側デバイスを操作するとそれと同期してスレーブ側の鉗子先端が動作するシステムを用いて、ブロックを搬送する実験を実施する。同実験を複数回実施し、その際の作業時間を測定して、学習効果を評価する。

3. 生徒の活動

午前のスキルラボラトリー見学では、内視鏡手術のシミュレーションや聴診器による実習をさせていただいた。白衣を着て聴診器を首にかけることで、気が引き締まる様子であった。



午後の研究室訪問では、基礎医学の実験を学んだり、ERを見学したりと各コースで4人ずつ実習させていただいた。中には、本校OBドクターが終始丁寧に対応していただいたコースもあり、医学生や患者の家族とともに、手術で取り出されたばかりの肝臓癌の組織を間近で観察させていただく場面もあった。



最後に、本校OBの学部生4名からお話があった。2名ずつの分科会形式で質疑応答を行い、医学生の勉強や生活に関する説明やアドバイスがあった。



4. 検証

ここ数年本校から東京医科歯科大学など医学部への進学希望者が増えている理由として、この高大連携プログラムがある。昨年33名が参加したが、今年は更に受入れ枠を広げていただき、36名が参加した。

事後アンケートでは参加者の7割以上が「期待以上」と回答し、9割以上が「大いに役立った」「役立った」と回答した。

コメントには「大学生の人達が実際に学習している場所を体験することによって、自分がこの学校に入ったとしたら…というビジョンを思い浮かべることができた」「腹腔鏡手術を遠隔で行えるロボットを実際に触ることができて、とても面白かった。機械工学はあまり知らなかったが、それでもわかりやすかった。機械を制御して手術に応用する、工学と医学の結びつきの重要性和難しさがわかった」「大学での生活や医科歯科大の医学部の特徴などを教えてもらい、とても役立った。東大と医科歯科大の違いなど、大学生にしか分からないことが参考になった」「医療面接を医者を目線から見たことはなかったが、患者の持っている性格や感じていることを上手く聞き出すことは難しいのだなと思った」「細胞の表識と観察では、ミオシン線維を赤で染色したり、焦点を利用して立体的に10 μ mの厚みを正確に見ることができた。」「言葉に表すのが難しいが、結論から言うと、自分の中で医学部・医者への確かな『なりたいという気持ち』が芽生えました。来年も行きたいです」「将来について考える良いきっかけになったと思う。ありがとうございました」などの記載があった。

この企画により生徒の探究心や研究意欲を高めることができたと考えている。

(文責：研究部・更科元子：生物科・宇田川真由)

(ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施

a. SSH 生徒研究発表会

1. 仮説

他の SSH の研究発表を聞いたり、自分の研究を発表したりする機会が、生徒の研究のモチベーションを高め学習意欲を向上させるのではないかと考え、高校3年生の理科課題研究履修者を参加させた。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

日時：2016年8月10日（水）～11日（木）

場所：神戸国際展示場

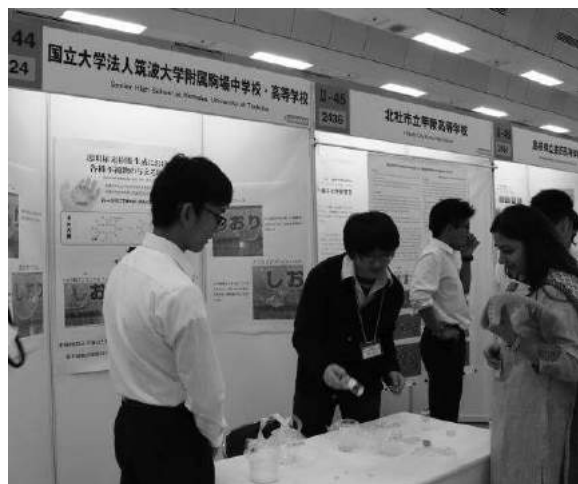
概要：

- ①講演：飯島 澄男 氏（名城大学大学院理工学研究科終身教授）『カーボンナノチューブの発見』
- ②ポスター発表・全体会（代表発表校選出・講評）
- ③全体会（口頭発表・表彰・講評）

2.2 参加者の活動

本校からは参加生徒6名および引率教員3名、管理機関から1名が参加した。

参加生徒のうち4名の共同研究から「尿素樹脂の透明化に関する研究 The influence that impurities have upon urea resin transparency」をポスターで発表し、アピールタイムには短い口頭説明も行った。ポスターは6月に校内で情報科 SSH 講座の指導を受けており、見やすく工夫し、更に実演用に器具も持ち込んだ。海外からの参加者も多く、英語で説明する場面も多かった。生徒間だけでなく、教員の情報交換ができ、有意義なプログラムであった。



3. 検証【生徒の事後感想文より】

・他校の研究は、東京にいては思いつかないような地域に密着した研究から、誰もが感じる疑問を検証するもので、多彩な発想と考えで実に多種多様なものになっていました。

・私が見た中で最も興味深かったのは、宇和島東高校の里山の生物多様性の評価についての研究で、地道に数年かけて地域の里山で収集した生物相や景観のデータを基に里山の生物多様性を点数化する指標を作り、その評価で里山の自然環境の状態を比較するというものでした。一高校生でありながら、このような指標を作ろうという発想力もさることながら、それを実行に移し日々改善を加える姿にはただただ敬服しました。

・浜松工業高校のスマホアプリを用いた感染症のシミュレーションの研究では、自らの持つアプリ開発の技術と大学教授の感染症の知識を組み合わせ、スマホの位置情報などを用いて感染症の広がりを疑似的に再現しようとしており、開発途上ではあったものの、技術的にも改善を進めていけば、単なる高校生の研究にとどまらない大きなプロジェクトに発展する可能性を感じました。これらの研究発表に触れ、私は自分にもこれだけのことをやる力があるのではないかと思います。科学的な探究心が高まったように思います。このような発表会への参加は今までやや消極的でしたが、これを機により積極的に参加してみようと思います。



他の SSH 校の研究発表について興味関心を持って聞くことができたこと、またそれが自分自身の今後の研究や学習への励みになったこと、また他校の生徒の活動が刺激になり親交を深めたりすることができて有意義であったことが覗かれた。ただ、数学の発表が「その他」の枠なのは残念に感じた。

（文責：化学科・吉田，研究部・須藤，更科）

b. 2016 年度東京都指定校合同発表会

1. 仮説

このプログラムは、東京都からの提案を受けて 2008 年度から実施されており、今年度で 9 年目を迎える。東京都内の SSH 指定校が、相互に学校の実践や日頃の活動の成果や課題を発表し、意見交換を行うことで、今後の各校の実践の発展に資することを目的とする。1 校あたりの参加生徒数が多く、交流の広がる効果が期待できる。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

日時：2016 年 12 月 23 日（金）10:00～16:20

場所：慶應義塾大学矢上校舎

幹事校：東京学芸大学附属高校

概要：開会式、口頭発表（第 1・第 2・第 3 会場）、

ポスター発表、閉会式・講評

参加校：都内 SSH 指定校 13 校

2.2 本校からの参加生徒の活動

本校からは生徒 13 名（高 1：7 名、高 2：6 名）が参加し発表した。教員は 5 名が引率した。

(1) 口頭発表「Measuring the Strength of Constructions with Hyperboloid」（高 2）

(2) ポスター発表

ポスター発表時間は三等分され、発表者がポスター前で待機しなければならない時間を 50 分としたため、個人発表の生徒も残りの時間で他校の生徒の発表を見ることができた。しかし、会場の都合で発表時間の間しかポスターを掲示できなかった。本校からは以下の 10 本を発表した。

No	分野	タイトル	学年
1	数	On the Property of the Polygonal Numbers	高 2
2	他	Cry from MINAMATA: What Scientists Could Do	高 2
3	生	地面からの環境設計	高 2
4	生	日本産レイシガイ属巻貝の奇形に関する調査と考察	高 2
5	他	倒立振子ロボットの製作	高 1
6	生	花粉管とオーキシン・ジベレリンの関係	高 1

7	他	簡単操作の自転車ウィンカー The winker for bicycle which anyone can use easily.	高 1
8	数	円分多項式の単位円周上での値	高 1
9	他	コーヒーの科学	高 1
10	化	酸化カルシウムの発熱反応	高 1

直前の台中一中での研究発表に引き続いて発表を行う生徒は、成果のまとめや見直しの機会として有益なものとなった。また、高 1 授業からの発表希望者も意欲的に参加した。

3. 検証

【事後アンケートより】

・英語じゃなくて日本語でやるなら大丈夫だろうと思っていたら、行き当たりばったりの説明になってしまった気がする。

・皆自分の興味に基づいて様々な研究をしていて面白かった。昨年からの継続研究という人も多く、意識の高さをひしひしと感じた。

・まず人の多さに圧倒されました。ポスター発表できる機会も少ないと思うので、いい経験になりました。

・豊富な種類があった。日比谷の情報科の発表が面白かった。

・英語だったためか、一回興味を持ってくれた人でも逃げてしまう人が多かった。日本語でカラーなものの方が良かったかも。多くの人に見て貰い意見を貰ったことで、より深く研究が進められるかもしれないと思った。この分野も他の分野も。また機会があればベンジしたいと思う。



口頭発表やポスター発表を通して、プレゼンテーション能力やコミュニケーション能力の育成に成果が見られた。また、社会や情報を発信することで、SSHの意義・目的を再確認できるよい機会となった。（文責：研究部・更科元子）

c. 課題研究発表会

1. 仮説

前年度より発足した「理科課題研究発表会」を拡張し、高校3年生の課題研究の発表の場として「課題研究発表会」を設定し、研究成果を全校生徒、ひいては外部参加者へと発信する機会とする。このことで、課題研究に取り組んだ生徒においては、今後も研究活動が続けていく上でのフィードバックが得られること、発表会がひとつの目標、節目となることが期待できる。また、聴衆となる本校生徒（特に高校1年・2年）には、今後取り組んでいく課題研究の手本として、具体的な目標を知る良い機会になることも期待された。

2. 方法

2.1 準備

広く外部からの参加者を募るために、簡単な案内をつくり全国のSSHに本校教育研究会の案内とともに送付した。また、JSTのホームページにも掲載を依頼し、告知を行った。

高校3年課題研究履修者には、各教員による指導の過程で、外部からの参加者や後輩の参加者が見込まれることを伝え意識を高めた。

2.2 プログラムの内容

日時：2016年9月10日（土）13:00～15:00

場所：本校50周年記念会館

研究発表内容

口頭発表8報

- ・障害科学「多文化社会を生きる」
「共生社会におけるボーダーの存在意義」
「くろひめ実践報告」
- ・地理「日本の歴史的公害における対応」
- ・化学「透明尿素樹脂生成における各種不純物の与える影響」
「コロイドの電気的特性について」
「おいしいゼリーの作り方」
- ・歴史「西太后の評価」

ポスター2本

- ・数学「平方三角数とその拡張」
- ・化学「透明尿素樹脂生成における各種不純物の与える影響」



2.3 参加者について

高校1・2年生の興味を持った生徒、本校教員、および事前に申し込みのあった他校教員を含む外部からの来校者3名の参加があった。

3. 検証

発表会におけるアンケート調査（結果の詳細は本冊子IV-b.『課題研究』等のプログラム研究と実施の評価）をもとに検証を行う。

まず、参加した高校1年生からは、来年以降のゼミ・課題研究選びの参考になったという意見が見られた。また、高校3年生からは「意外と多くの人が課題研究をしていて驚いた。地理や歴史なども詳しい研究をしていて同級生すごい。」という率直な感想も聞かれ、普段の課題研究においてあまり意識することのない他教科の課題研究の内容について、発表会をきっかけに知ることとなり、その意識が高まることも明らかとなった。

一方で、実施形態には課題があり、いまだ工夫の余地があると考えられる。例えば、同じく高校3年生から「(自分らも含め)発表という観点では練習量も少なく、頑張ろうと思えばもっとできると思う。事前にプレ発表会を内輪で設ければよいかも。」との声があった。また、外部での発表会などを夏季休業中に体験している生徒にとっては、9月に実施される校内での発表会に研究のピークをもってくることの難しさなども想定される。校内生徒への周知も時期的に不十分となる側面があり、実施時期についてはさらなる検討を続けていきたい。

（文責：研究部・須藤雄生）

d. マスフェスタ（全国数学生徒研究発表会）

1. 仮説

「マスフェスタ（全国数学生徒研究発表会）」は、SSH 校である大阪府立大手前高等学校が主催する研究発表会で、全国の数学に興味関心の高い高校生が集まって、発表・議論・交流する場として企画されたもので、今回が8回目である。全国から SSH 指定校等 62 校が集まり、互いの研究発表を通して交流し、研究を深めていくことができる。本校からは口頭発表とポスター発表に3名が参加した。なお、そのうちの1名は、学校設定科目の課題研究で数学を履修しており、その成果発表の場として、口頭発表を行うこととした。

2. 実施の概要

日時：2016 年 8 月 27 日（土）9:30～16:00

会場：京都大学百周年時計台記念館

（京都市左京区吉田本町）

3. 本校からの研究発表

高3 課題研究を履修した高3 生徒1 名が口頭発表、高2 数学課題研究を選択した高2 生徒2 名がポスター発表を行った。

高3『平方三角数とその拡張』

高2『正 n 角形と円』

高2『球面三角法を使った球面二次曲線の考察』



4. 検証

今回の参加者3名はいずれも高2のときの選択科目で、数学ゼミナールまたは数学課題研究を履修しており、日頃教室で仲間に研究を発表している生徒である。しかし、このうちの2名は、このような大きな発表会での経験はなく、今回の経験はとても有意義であったことが彼らの感想から伺える。また、大好きな数学を通して全国からの参加者とすぐに打ち解け、数学の課題研究を行う者同士、仲間意識を高めたようであった。発表時の指導・助言をもとにして、今後の研究をどう進めたらよいかのヒントを得られたようで、今後の研究をさらに発展させることが期待できる。

参加した生徒たちの感想は、「私は今回のマスフェスタのような全国的な発表会は生まれて初めての経験だったので、当日はいつになく緊張していた。しかし、アピールタイムのプレゼンテーションが始まるや否や、話すことに集中できるようになり、次第に緊張は解けていった。思いのほか聴衆の人たちもたくさんいて、とても励みになり数学研究への自信もついた。そして、何よりも数学という共通の言語を通じて、多くの仲間と知り合う機会に恵まれたことは、私にとって大きな収穫となった。」「京都大学で発表ができたこと、京都大学数理解析研究所の大学院生やさきがけ研究者との交流会はとても貴重な経験になりました。」「今まで、自分の数学研究を外に向けて発信するという機会が無かったので、今回のマスフェスタは初めての連続だった。他校の生徒や先生に自分の話を真剣に聞いてもらった経験は、これからのモチベーションにも繋がった。」とあり、全員が参加したことで刺激を受け、さらに数学への意欲が高まったと考えられる。



また、研究会に参加するための取り組みの段階でも生徒にとってとても貴重な経験をさせることができることも参加生徒の自己評価より確認できる。

「プレゼンテーションでも練習の成果を活かすことができ、専門家をはじめとした聴き手側に自分の言いたいことがうまく伝えられたと思う。」「発表前日に京都に向かう新幹線の中で、残っていた証明の一部を完成させることができ完全証明を達成したときには、この上ない喜びを味わうことができた。」

本校は4年前から参加し、これまでに10名の生徒が自分の研究成果を発表してきた。参加した生徒たちの感想で共通することに、他の発表とは違って、数学に興味・関心をもった同学年の高校生たちが集まっているため、数学について交流できることへの喜びと魅力をあげている。この経験はその後の彼らの研究意欲へとつながっていくものと考えられる。

（文責：数学科・町田多加志）

e. 第6回高校生によるMIMS現象数理学発表会

1. 仮説

このプログラムは、先端数理科学インスティテュート（以下、MIMSとする）が2011年から「高校生による自主研究の成果を発表する機会を提供し、現象数理学の奨励・普及を図る」ことを目的として明治大学中野キャンパスで10月に行われている。こうした発表会に参加するためには準備が必要であり、その際に自らの研究を振り返り、理解をさらに深めることが期待できる。また、他者の研究発表を聞いたり、質問をすることでお互いの研究の理解が深まるとともに、サイエンス・コミュニケーション能力の育成が期待できる。

2. 方法

2.1 プログラムの内容

日時：2016年10月9日 10:00～16:20

場所：明治大学中野キャンパス

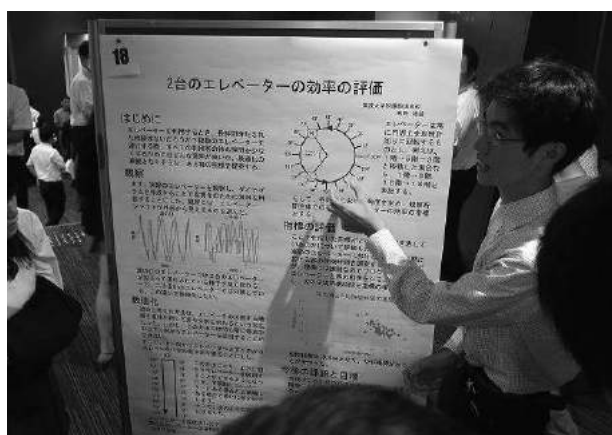
概要：開会式、口頭発表、ポスター発表、閉会式・講評、表彰

本研究発表会においては、都内の高校生による5件の口頭発表と19件のポスター発表が行われた。

2.2 本校からの参加生徒の活動

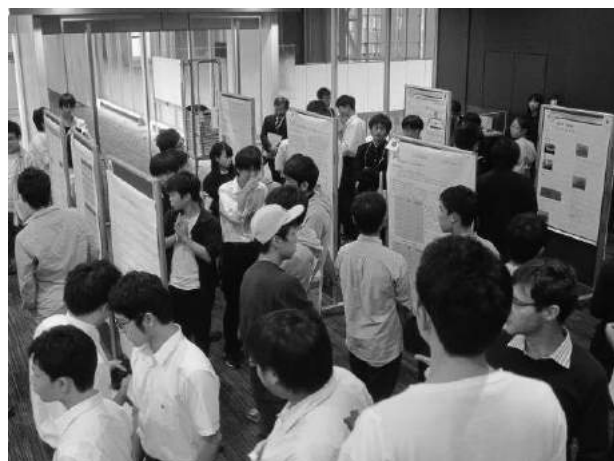
本校からは課題研究で数学を選択している高校2年生16名で参加し、そのうち3名が以下の3点のポスター発表を行った。

- ・節約は立方体の展開図から（鈴木千学）
- ・2台のエレベーターの効率の評価（高野雄基）
- ・石取りゲームの数理（伊藤優輝）

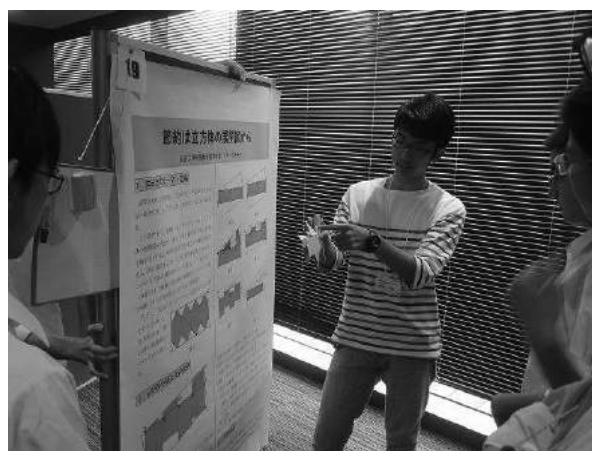


このうち、鈴木くんの「節約は立方体の展開図から」の研究が審査員特別賞とオーディエンス賞を受賞した。本発表会は現象数理の発表会であるため、身近な現象のちょっと不思議なことを数理的な解析や実験、考察を高校生ならではの視点で

行っている研究も多く、発表生徒だけでなくオーディエンスとして参加した生徒も良い刺激を受け、有意義な時間を過ごしていた。



紙面の都合上、立方体の展開図の研究を少しだけ紹介する。通常、立方体の展開図と言えば6枚の正方形を想像するが、この研究はそうではない。この研究は1枚の展開図になりさえすれば、辺以外のどこで切って展開しても良いという条件下で考察を行っており、変分問題として考察している点が面白い。



発表は具体的な模型を用いる工夫が見られ、妙な形をした紙がぴったりと立方体になるような演示をした際、周囲が不思議な感動に包まれた場面が印象的であった。

3. 検証

発表者は当初、「自分の研究は大したことがないから」と、発表することに対して消極的であったが、終わってみたら「やって良かった。解決しなければならぬ課題も明確になったことが良かった」と、自らの研究に対してさらに意欲的に取り組む契機となった。彼らの研究の進展をもってして、今回の仮説の立証としたい。

（文責・数学科・吉崎健太）

(iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成

a. SSH シリーズセミナー 「メディア虎の穴」

1. 仮説

技芸科では、SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」を構築して、生徒の研究・発表に必要な情報検索やプレゼンテーションスキルを涵養することを目標とした。このようなスキルを養うことが、「豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティスト」の育成に有用だと考えるからである。

最終次である今年度はシリーズセミナーの第3期後半を実施した。その過程を報告する。なお、評価については、本報告書「IV. 実施の効果とその評価」において、渡邊が詳述しているため、そちらに譲る。

2. 方法

2.1 第3期実施計画

第3期の受講期間は、2015年11月開始・2016年5月終了で実施した。

実施計画は、下表のとおりである。

講	タイトル	実施予定日	時間
1-1	クラウドを活用した研究スタイル	2015/12/05	2
3-1	プレゼントは?	2015/12/07	2
1-2	クラウドを活用した研究スタイル	2015/12/10	2
2	学術情報の探し方	2015/12/11	2
3-2	シナリオの重要性	2015/12/12	2
3-3	スライド作成	2016/01/21	2
3-4	魅力的な話し方	2016/02/16	2
3-5	共同でスライド作成	2016/03/11	2
3-6	口頭発表会	2016/03/14	3
4	これからポスター発表をする 高校生のために	2016/03/15	2
5	判例から見る著作権法	2016/04/02	2
6-1	オンライン・プレゼンテーションの極意	2016/04/23	3
6-2		2016/05/07	3

第2期同様、各方面の協力を得て講師陣が揃った。プレゼンテーションに関しては、日本マイク

ロソフト株式会社の富沢高明氏（法務・政策企画統括本部技術政策部長）にご協力いただき同社から講師派遣の協力をいただいている（講義3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-6, 6-1, 6-2）。

また、研究計画の立て方やポスター発表などは、他 SSH 実施校での指導実績のある酒井聡樹氏（東北大学大学院准教授、講義4）、クラウド上での研究コラボレーションに関してはシステム開発に長けた杉田和久氏（有限会社テック・ステート、講義1-1, 1-2）の協力を得た。

本校内からは学校図書館司書の加藤志保（講義2）、技芸科の小宮一浩（音楽、講義3-5）と土井宏之（美術、講義3-5）が講師を務め、全体調整は渡邊（技術、情報）と植村が担当した。

その他、受講環境などは2014年度までに構築したものを利用した（2014年度の報告書参照）。

第3期はタブレットPCを2台買い増しし、合計19台とした。

2.2 講座の様子（第3期後半）

報告書締め切りの都合で、昨年度掲載できなかったものも含める。番号は講座番号である。

[3-6]口頭発表会（2016/03/14）

西脇資哲氏（MS）らによるプレゼンテーション講義のまとめとして開催された。受講生が



3分間のプレゼンテーションに挑み、西脇氏がひとりひとりに講評を加えた。

生徒：6回にわたる西脇先生の授業で、プレゼンの際にどんなことをすればいいのか、どんなことに気を付ければよいのかということが徐々にではありますが分かってきました。最初は全くできませんでしたでしたが、今日の発表では4位といった高い評価が得られて嬉しかったです。

[4]これからポスター発表をする高校生のために（2016/03/15）

酒井氏が初学者に対して「序論の書き方」と「読んでもらえるポスターにするコツ」に



ついて、演習をした。「何をやるのか」「どうしてやるのか」を明確にした「序論の書き方」に多くの時間が割かれた。

生徒：ポスター発表をするたび、自分でも読みづらく伝わりづらいと思いながら改善方法を見つけられずにいたので本当にためになりました。序論を今まで意識したことがなく、突然本題に入る、文字ばかりの発表をしてしまっていたので、これからは序論や図だけでなくフォントや文字の大きさ、配置まで考えて分かりやすく伝わりやすい発表を心がけたいと思いました。

[5]判例から見る著作権法(2016/04/02)

本校OBで企業の法務担当であった小崎和隆氏(NEWVERY)が

「知的財産権概論」

「著作物の定義」「引用のルール」などを、判例を交えて講義された。質疑応答に多くの時間が割かれた。



生徒：「著作権」というものがそもそも何を目的にして作られているのかという点から自分の認識とは違い、大変勉強になりました。いろいろな判例から考えたので、面白く、また分かりやすかったです。論文を書いたりネットを利用する際に講義の内容を活かして、しっかり著作権を意識したいと思います。

[6-1, 6-2]オンライン・プレゼンテーションの極意(2016/04/23, 05/07)



6-1では高橋忍氏(MS)が「配信」を前提としたプレゼンテーションについて、通常のプレゼンとの違いや注意点を講義し、グループでの製作を指導した。6-2では、宿題として撮影された自己紹介動画プレゼンは、この間にクラウド上で提出と講師によるコメント返信がなされた。この動画をもとに、「最後まで見てもらえるような」構成を意

識して動画を編集する方法を学び、実習した。

生徒：目の前に人の顔がないオンラインプレゼンテーションは、実際にやってみるととても違和感があり、編集によって切ることができるアドバンテージがあったとしても、人を前にしたプレゼンテーションよりもレベルが格段に上と感じました。今日習ったテクニックに気を付けながら撮ってみようと思います。

2.3 特別講座の様子

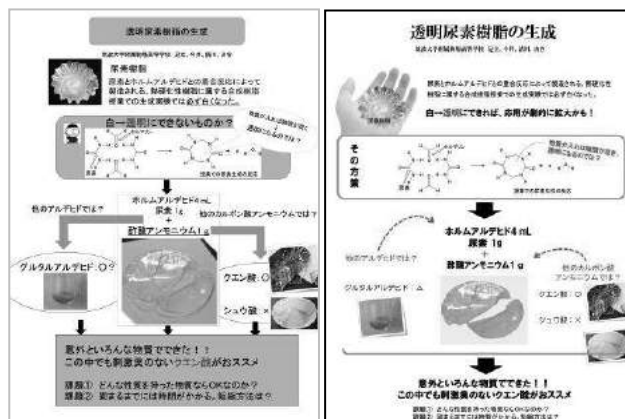
学会ポスターのデザイン術(2016/06/24)

「SSH 生徒研究発表会(全国)」

「第8回マスコエスタ(全国数学生徒研究発表会)」を目指す高



3「理科課題研究」「課題研究(数学)」受講生7名が試作したポスター4枚を題材に、宮野公樹氏(京都大学准教授)に「論理とデザインの一致」の観点から、段階的に修正をライブで加えていただいた。ポスター制作者のほか、中高生10名ほどが参加し、熱心に受講・質問していた。



生徒作品(左)と、ライブ修正した作品(右)

当日ポスターの添削を受けた高3生徒：タイトルに問いを設けて、最初の文で読ませるなどの基本から教わることができたのは有難かった。全体が理に適った方法論なのでわかりやすく、これから活用していきたい。

3. 検証

この5年間の「評価」も含め、本報告書「IV. 実施の効果とその評価」に述べた。

(文責：家庭科・情報科 植村徹)

(iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成

a. 外部講師を活用したプレゼンテーション指導

1. 仮説

本校生徒は理科や数学などで高い能力を示しているが、各種研究発表でそれらを発揮するには、英語力とともに効果的にわかりやすく伝える力が必要である。この目的のため、本校では専門家による指導を行っている。ワークショップに参加することで、生徒のプレゼン技術と自信の両面をさらに伸ばすことができると考えられる。

2. 方法

2.1 プレゼンテーション・ワークショップ

「日本科学未来館」所属の Vierheller 夫妻を招き、‘Learn to Present’と題されるプレゼン講座を、今年も3回開催した。

①第1回（7月9日／中3・高1希望生徒対象）
科学的な研究内容を効果的に伝える IMRAD 方式の伝授と指導。40名程度参加。

②第2回（12月10日／台湾派遣生徒対象）
台湾プレゼン8チームの英語ブラッシュアップ。
※当日、講師病気キャンセルにより、イングリッシュ・ルーム講師2名が指導。20名参加。

③第3回（3月11日／中1・中2希望生徒、釜山派遣生徒対象）

ビギナーズ用。スピーチの声の強弱、イントネーション、アイコンタクト、身振りなどを実際に体験しながら細かく教わっていく。その後、釜山派遣生徒のプレゼン指導を行う。



2.2 イングリッシュ・ルーム

イングリッシュ・ルームとは、生徒たちの英語コミュニケーション力向上を目的とした放課後の課外活動である。毎回、東京大学大学院の留学生3～4名を講師に招いて約1時間30分ほどのセッションを行うため、生徒たちにとっては英語でのコミュニケーションを実践する絶好の機会となっている。今年度は、特に様々なテーマでのディスカッションやディベートのための英語スピーキング力の強化などを目標として、活動を実施した。

また、台中一中や釜山国際高校への派遣生徒たちを対象として、直前の原稿チェックやプレゼンテーション指導も実施して頂いている。講師の多くは理科系の大学院生であるため、研究者としての視点から「科学的プレゼンテーション」について、具体的なアドバイスと共に指導をしてもらえる貴重な機会となっている。



3. 検証

プレゼン講座を初めて受講した生徒の技術・自信の向上は驚くべきものである。英語の授業でプレゼンをさせたときに、この講座を受けた人と受けていない人の差異がはっきりと出る。現在大学理系分野で活躍する卒業生からも「あのときの Vierheller 先生のプレゼン指導が今も役立っている」との声が届いている。また、イングリッシュ・ルームについては年度当初と比べて、生徒たちの発話量が全体として増加している印象を受ける。継続して英語でのアウトプットに取り組んできた成果が表れ始めているのだと思う。どちらの講座も、さらに多くの生徒が人前で自信を持って英語で伝えられるよう、今後も継続的に開催したいと思っている。

（文責：英語科・秋元佐恵・須田智之）

b. 台湾台中第一高級中学との交流

1. 初めに

2009 年より台湾国台中第一高級中学校(以下、台中一中：台中一中概要↓)との交流事業が始まり今年で 8 年目になる。この間、当該教科による生徒の個人研究の指導や、研究発表のためのプレゼン能力の向上などが図られてきた。また校内でも本交流事業の成果の浸透が図られ応募生徒が年々増加傾向にある。一方で台中一中が本校に来校し相互に研究交流を進展させている。

今回は高校 1 年生 13 名、高校 2 年生 7 名、引率教員 4 名のグループで、2016 年 12 月 14 日から 18 日の 6 日間の日程うち実際の交流 16 日、17 日であった。(↑概要：1915 年創立の台湾国台中市立高校(2017 年 1 月より)である。全校生徒約 3000 人の共学校である。)



<両校生徒教職員集合写真>

2. 仮説

2.1 高校 1 年生による研究発表の有効性

今回から高校 1 年生による研究発表を実施した。中学から引き続き研究をしているもので、今回のためにまとめ発表している。高校 1 年生から発表することで自らの研究成果を海外に発表し批評を受け研究のための有益な視座を受けることになる。また国際交流の意識付けが高まり帰校後の周囲への波及効果も高いことが予想される。

2.2 理数系交流授業の充実性

訪問校の数学の授業を受講することにより台湾国生徒の数学的ものの考え方を理解し、また日本の生徒の考え方を紹介することにより、その効果を検証する。

2.3 両校研究発表による発表手法の検討

台中一中の生徒発表を聴講することにより自分

たちの方法との違いを認め、自らの発表の改善に努めるようにする。

3. 方法

3.1 交流第 1 日目 交流授業参への参加と

研究発表①

訪問日初日の Welcome Ceremony の後、数学の授業を台中一中の生徒とともに受講した。5 人ないし 4 人のグループの中に本校生徒が 2 人ないし 1 人が入り約 50 分の授業を 2 コマ行った。内容は『正八面体を塗り分ける場合の数』をグループ内で話し合いそのグループの解法を導き出すというものであった。その後、模造紙にその解法を書き出してから教室内に貼りだし、ポスター発表の形式をとり発表をしていくという方法であった。

交流授業の後、講堂に移動し研究発表を行った。

3.2 交流第 2 日目 研究発表会②と文化交流

午前は前日の研究発表の続きを行い午後は体育館に移動し、英語による合唱会の模様を参観した。

4. 検証

3 点の仮説を検証する。

4.1 高校 1 年生は今回 2 本の発表を行った。発表内容は図 1 の 1 2, 1 4 である。他発表と比べてみても独自色を十分に出し遜色のない内容、発表であった。また今回の発表を帰国後の校内の国際交流発表会でも発表して後輩たちに研究のレベルを伝えることにより今後の国際交流に役立ててられる効果がある。



<交流授業の中の 1 コマ>

4.2 これらを通じて両校の生徒たちの解法を出し合いグループで一つの解法を導き出していくという方法は両国の考え方を効果的に発表しあう場としてはとても有効性を感じられた。また自らの意見を英語・中国語・ジェスチャーも使いい

かに伝えていくこの難しさも学んだ一方で、伝わった時の達成感も味わえたのではないかと思います。それは日常会話では出てこない英単語を駆使する難しさを学んだ。

4.3 台湾の発表で目立ったことは膨大な時間を研究内容にあてていることであった。時間をかける分内容が広範になりより深度のある研究内容であった。発表方法としてスライド数の多さも際立っており「伝えたいことを効果的に伝える。」ではなく研究の内容を余さず伝えるところに主眼がおかれていた。



<台中一中生徒による発表>

図1 発表順と内容(2日間に渡って行われたものを列挙したものである。)

順	国	内容
1	台湾	An introduction to Ising model
2	日本	An Interesting Solid Figure Called “Hyperboloid”
3	台湾	Immerse Yourself in Triangle Centers
4	日本	On the Property of the Polygonal Numbers
5	台湾	Effects of Diosgenin on the Androgen Synthesis of Rat Leydig Cells
6	日本	Cry from MINAMATA: What Science Could Do
7	台湾	Using Alcohol-inducible System to Promote Plant Flowering
8	台湾	The Investigation of Use of the Strategies on 2D Image to 3D Model
9	日本	Environmental Design from the

		Ground
1 0	台湾	Degradation of Biodegradable Plastic by Escherichia Coli
1 1	日本	Research in Sexual Malformation of Thais.sp in Japan Caused by Chemical Pollution
1 2	日本	How to Control Two-wheeled Inverted Pendulum Robot
1 3	台湾	The Application of Escherichia Coli on the Separation of Polylactic Acid and the Degradation of Biological Membrane
1 4	日本	The Effect of Auxin and Gibberellin on the Pollen Germination and Growth



<英語による合唱会の様子>



<台湾生徒による伝統音楽演奏の様子>

(文責：保健体育科・登坂太樹
/数学科・吉崎健太)

c. 科学技術人材育成重点枠

SSH 国際交流プログラムへの参加

SSH 科学技術人材育成重点枠指定校等、他校の海外派遣交流事業には積極的に参加・協力を行った。今年度参加した、立命館高校・横浜サイエンスフロンティア高校の科学技術人材育成重点枠事業および TISF 2017 について報告する。

c-1 立命館高校 SSH 科学技術人材育成重点枠事業『海外校との共同研究の取り組み』への参加

立命館高校科学技術人材育成重点枠事業「海外校との共同研究」に連携校として参加した。

1. 仮説

立命館高校は以前から全国レベル～国際レベルのサイエンスフェアを主催しており、国際連携課題研究の推進に向けた重点事業への参加は、本校の生徒が他校生徒とより一層緊密な共同・協調を体験し刺激を受けることが期待された。

2. 方法

2.1 連携の概要と本校からの参加

連携校は主催の立命館高校の他、県立福島、早稲田本庄、東海大高輪台、東工大附属、静岡北、大阪府立千里、本校の合計 8 校。本校からは高校 1 年生 2 名、高校 2 年生 1 名の合計 3 名と引率教員 1 名が参加した。

2.2 共同研究研修会・発表会

a. 共同課題研究研修会

日時：2016 年 6 月 12 日(日)

場所：東京工業大学附属科学技術高等学校

この日、本校生徒は 2 名が参加した。

- ・特別講義：自然科学研究機構 小泉 周 先生
演題：「内なる宇宙 ～脳の不思議～」
- ・本研修の取り組み内容／参加者の自己紹介
- ・研究テーマについての事前学習
- ・英語によるワークショップ
- ・共同課題研究海外研修（北京）に関わる説明会

b. 共同課題研究海外研修（北京）

日時：2016 年 7 月 24 日(日)～8 月 1 日(月)

場所：北京航空航天大学附属中学（北航）

北京航空航天大学附属中学において実施された Science Fair へ参加し、共同研究についての相談・討議を行った。Science Fair では、ポスターセッション、口頭で「Measures of Avogadro's number」を発表した。またこの内容について、北航中学との

共同研究も模索した。参加国が多く、非常に内容の濃い素晴らしい Fair であった。北航中学のバディー生徒さんや先生方には、本当にご尽力いただき、国際交流・科学交流への熱意には感銘を受けた。この場をお借りして感謝申し上げます。



c. JSSF (Japan Super Science Fair) 2016

日時：2016 年 11 月 1 日(火)～11 月 4 日(金)

場所：立命館中学校・高等学校 (NKC)

立命館大学大阪いばらきキャンパス (OIC)

昨年は学校行事の都合で参加できなかった JSSF に北京研修を経験した生徒が参加し、高 2 生徒が口頭で、高 1 生徒がポスター発表に加わった。

口頭発表：「Dropping Things through the Earth
地球に穴を掘る」

ポスター発表：

「Measures of Avogadro's number」

「Exothermic reaction of Calcium oxide」

研究発表や科学アクティビティー、科学講義等、英語を使って科学交流など、大変充実した企画であった。生徒が英語を通じてやりとりを行う場面が多くあり、実験の進め方やまとめ方の違いを実感できたようである。また、企業見学にも参加し、オムロンなど京都付近の企業の科学技術の最先端にも触れることができた。

3. 検証

【生徒の感想から】

- ・研究発表から大学の研究室訪問、フライトシュミレーター体験や文化交流まで、幅広い内容の体験ができた。ひとつひとつが良く準備されていて、充実度が高かった。感謝したい。（北京研修）
- ・大規模な設備のない状態で頑張ったと思うが、海外の人に比べると力不足感が否めない。もっとよい研究ができるようになりたい。（JSSF）

国際レベルの共同研究の困難さは課題であり、福島高や北航中学との共同研究は発表レベルの成果はまだ上がっていない。しかし科学に国境はなく、若い力と熱意があれば科学交流を通して国際社会に貢献できるという実感を得た。立命館高校の先生方・スタッフ・生徒の皆さん、ありがとうございました。（文責：研究部・更科元子）

c-2 Thomas Jefferson 高校サイエンス研修

1. 仮説

本研修は、英語での研究発表・交流を行うだけでなく、海外勤務日本人研究者との交流を通じて、海外留学・勤務についても理解を深め、その動機づけの一助とすることを目標としている。

2. プログラム

日時：2017年1月9日（月）～14日（土）

場所：ワシントン D.C.（近郊）

Thomas Jefferson High School for Science and Technology

9日：成田発、ワシントン D.C.市内観光、スミソニアン国立歴史博物館・自然史博物館見学

10日：国立航空宇宙博物館見学、NASA ゴダード宇宙センター見学、日本人研究者による講義

11日：TJ 高校にて授業（主に理数系）に参加、個人研究発表（ポスターセッション）
日本人コミュニティとの交流会

12日：（午前）ハワード・ヒューズ医学研究所見学、日本人研究者による講義
（午後）国立衛生研究所 (NIH) 小林 先生・伊藤先生より講義・施設見学

13日：ワシントン D.C.発

14日：成田着、解散

主催の横浜サイエンスフロンティア高校を含む5校より、生徒9名（引率教員6名）が参加した。本校からは高1・高2が1人ずつ、計2名が派遣され、TJ 高校でそれぞれ個人研究発表を行った。

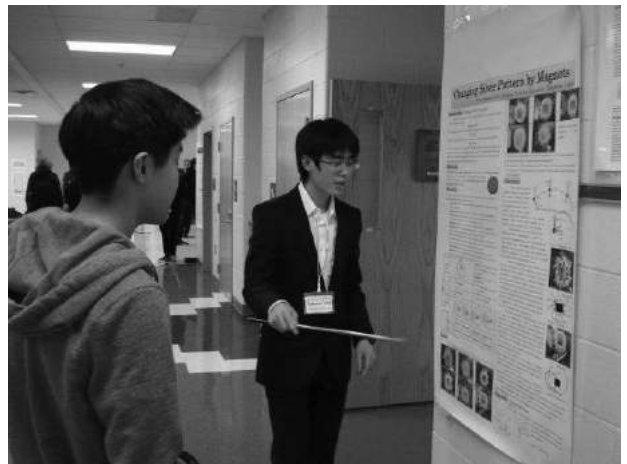
3. 検証

事後報告書より本校生徒2名の感想を抜粋する。
・今回の研修で多くの研究者の話を聞き、自分の目指すべき姿やものが少しわかった気がした。皆将来の目標を持っていて、あらゆることに一生懸命に取り組んでいた TJ 生や他校生徒から刺激を受けたことで、目の前のことに対するモチベーションも上がった。

・参加者一人一人が自分の意見を言え、自分の将来像を持っていて、そして自分の研究や学習に励んでいる意識の高い人だったので、比較的意識が低い方だった自分にとって刺激的な仲間であった。



ポスター発表（数学）



ポスター発表（化学）



国立衛生研究所にて小林先生と

2名の本校生徒が共通して感じ取っていたのは、学術的なスキルや発表のテクニックも重要だが、それ以上に、自分なりの「軸」を確立することが、特に海外でやっていく上では不可欠であるということであった。彼らが将来このメッセージを後進に伝えてくれることを期待したい。

（文責：研究部国際交流係 山田忠弘）

c-3 TISF 2017 への参加

1. 仮説

本校は SSH の一環として、海外若手研究者のプレゼンテーションを聞く機会、外国人講師によるプレゼンテーション指導の機会を作ってきた。その結果、生徒たちは、海外の科学者、あるいは科学教育に力を入れている生徒たちに対して、理解可能でかつ説得力を持ったプレゼンテーションができると思われる。本プログラムは、これまで本校が参加してきたタイプの理科系の発表シンポジウムであり、参加に際して理数系の研究、英語力、そして国際交流のためのコミュニケーション力が総合的に問われていると言える。

2. 方法

2.1 TISF 2017

本プログラムは、タイにおいて科学教育を重点的に行っている Mahidol Wittayanusorn School において毎年開かれておいる、世界の高校生を対象とした科学シンポジウムである。世界 16 カ国から 26 校、タイ国内から 19 校が参加し、合計 45 校、189 名の生徒で構成される大規模なプログラムである。本校からは、予算の関係から生徒 3 名（高 1・2 名、高 2・1 名）、教員 1 名を派遣した。

2.2 参加準備

参加に際しては年度初めに TISF2017 のサイトが用意され、生徒たちは参加者登録や要旨・原稿提出などを指示通り行い、その他の細かい打ち合わせ等は、引率教員が本部や現地でのバディ校担当者とメールを通じて行った。

2.3 スケジュール

日時：2017 年 1 月 5 日（木）～9 日（月）

場所：Mahidol Wittayanusorn School, Thailand 及びその近郊

会場校は首都バンコクから車で 1 時間ほどの西にある学校である。

生徒によるポスター発表は 2 日目、口頭発表は 3 日目に行われ、本校は全生徒がポスター発表と口頭発表を両方行った。ポスター発表の際にはシリントーン王女が一人一人の発表を丁寧に聞いてくださった。口頭発表ではフロアからの質疑のほか、それぞれの分野の専門家からの質疑もあった。

その他の時間ではフィールドワークとして Chulalongkorn University に訪問する機会を得た。大学で行われている最先端の研究を垣間見ることができ、生徒たちも大変満足していた。その他にも、タイ文化体験など多彩なイベントがあり、生徒・教員共に大変忙しいスケジュールであったが、会場校の生徒・教員がそれぞれバディとしてついてくれ、大変親身に面倒をみてくれた。

3. 検証

本校生徒たちのプレゼンテーション能力は海外のシンポジウムでも十分に通用することがわかった。しかし、海外、とりわけアジア諸国の生徒たちの英語プレゼンテーション能力には目を見張るものがある。流暢に発表するだけではなく、質疑応答に瞬時に応える彼らの瞬発力、英語力には脱帽した。本校生徒たちにこれから求められる力としては、自分の研究分野の文献を読み込み、基本的な用語を覚えて上で、想定される質問の答えを用意しておくことだろう。また、プレゼンテーションの指導と並行して、様々な質疑に応える力を養成していくことも今後の課題であると思われる。

（文責：英語科・阪田卓洋）



高 1 口頭発表（一般科学）



高 2 口頭発表（物理）

d. サイエンス・ダイアログ

1. 仮説

プレゼンテーション技術には「論理的な構成・話し方・発表資料（スライド等）の作成法」などが含まれるが、これらを学ぶためには、具体的な良いお手本となる機会を数多く設けることが必須である。本校では外国人講師による英語での専門的な研究内容のプレゼンを聴講することで、生徒のプレゼン能力を醸成できると考えた。

2. 方法

2.1 サイエンス・ダイアログの利用

日本学術振興会が提供しているサイエンス・ダイアログというプログラムを利用。これは、日本滞在中の海外若手研究者の中高への派遣を受け、その方の専門分野に関する講義を受けるというもの。本校は土曜日に実施する中3テーマ学習と高2課題研究の受講者を対象にしている。このプログラムに参加して7年目を迎えるが受講生徒たちには大変良い刺激になっている。

14名の中学3年生と9名の高校2年生が本プログラムを選択した。

2.2 中学3年生のテーマ学習

今年度の年間プログラムは以下の通りである。

表 1. 実施日，講師（出身国），プレゼン分野

Date	Speaker	Topic
①June 4	—	全体オリエンテーション
②June 18	Dr. Nemeth (Hungary)	生物学 (人口クレーゼの開発)
③Sept. 17	Dr. Ramiere (France)	ナノ・マイクロ科学 (シリコンフォニック結晶中の熱伝導)
④Sept. 24	Dr. Takahashi (France)	生物学 (Protein X-ray Crystallography)
⑤Nov. 5	Dr. Theurkauff (France)	物理学 (実験統計物理)
⑥Nov. 26	Dr. Traore (Mali)	工学 (高耐圧用ダイヤモンド)
⑦Jan. 21	受講生徒自身の プレゼン	各自の興味に応じた内容

2.3 高校2年生の課題研究

今年度の年間プログラムは以下の通りである。

表 2. 実施日，講師（出身国），プレゼン分野

Date	Speaker	Topic
①May 7	—	全体オリエンテーション
②May 28	—	講座オリエンテーション
③June 11	Dr. Menendez (Spain)	物理学 (精密原子核計算)
④June 25	—	生徒プレゼン構想発表
⑤July 8	S. Yamada(OB)	OBによる研究発表
⑥Sep. 10	Dr. Singh (India)	工学 (熱的快適性の適応モデル)
⑦Oct. 15	Dr. Kolomenskiy (Russia)	工学 (マルチスケール空気力学)
⑧Nov. 12	Dr. Zouikr (Australia)	生物学 (神経科学)
⑨Dec. 19	—	生徒プレゼンの中間発表
⑩Jan. 14 ⑪Jan. 28	受講生徒自身の プレゼン	各自の興味に応じた内容 【probability / gestures / vocaloid / colors など】
⑫Mar. 13	Dr. Haimes (Australia)	工学（デザイン学） (災害情報呈示デザイン)

3. 検証

テーマ学習と課題研究の最終回には、これまで受講したプレゼン講義を踏まえて生徒自身が設定し研究を進めた内容について、英語プレゼンテーションを行った。トピックは各自の興味に応じて多岐に渡るが、サイエンス・ダイアログを受講しての顕著な効果はパワーポイントの作り方に現れていた。多くの生徒が見やすく興味深いスライド資料を作成していた。また、プレゼンという、日常の会話とは異なる、聞き手の理解を促す必要のある話し方や質疑応答での対応でも、聴衆を意識しアイコンタクトを取りながらゆっくりとはっきり話した者が多く、途中で聴衆をテストするなどインタラクティブなプレゼンとなるよう工夫されていた。本講座での経験を忘れずに英語力そのものを向上させるにつれ、さらに洗練されたプレゼンができることは容易に期待できる。

(文責：英語科 多尾奈央子)

(v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及

a. 数学科教員研修会

SSH 研究で開発した教材・カリキュラムを数学科教員研修会で公開し、今後の研究の指針を得ている。今年度は12月に本校で実施した。これについて報告する。

1. SSH 数学科教員研修会

①仮説

SSH 校の『数学』分野の取り組み事例とともに、生徒の知的な興味関心を刺激し、数学的思考力を育成するような具体的教材について報告・協議することは、SSH 校及びそれ以外の学校の数学教育に資するものとする。

②実施概要

日程：平成28年12月4日（日）

会場：本校

参加者：中高数学科教諭，大学院生，本校教員
約190名

これまでの数学科教員研修会で配布してきた、開発教材集をすべて電子化し、本校無線LANに参加者に開放することで、紹介した教材をPDFファイル・Excelファイルで公開し、広く共有を図ることを目指した。

なお、ここで紹介した本校のこれまでの開発教材は、「筑駒数学科 on Web」に公開している。

■ 受付 9:00～9:30

■ 開会行事 9:30～9:45

JST挨拶，会場校長挨拶



■ SSH 教材等についての報告と研究協議

9:40～16:20

1. 茨城県清真学園高等学校・中学校

発表者 法貴 孝哲

2. 福井県立高志高等学校

発表者 青木 慎恵

3. 東京工業大学附属科学技術高等学校

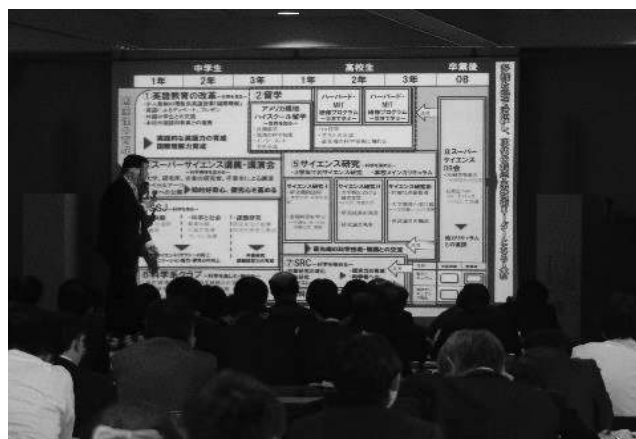
発表者 早坂 健

4. 大阪府立大手前高等学校

発表者 金 義博

5. 奈良県西大和中学校・高等学校

発表者 光永 文彦



6. 筑波大学附属駒場中高Ⅰ

「筑波大学附属駒場中・高等学校の数学科 SSH
の取組」 発表者 須田 学

7. 筑波大学附属駒場中高Ⅱ

「中高6か年を見通した幾何分野の指導」
発表者 須藤 雄生



8. 筑波大学附属駒場中高Ⅲ

「中高6か年を見通した統計分野の指導」
発表者 三井田裕樹

■ 全体講評 16:20～16:35

筑波大学 坂井 公 先生



■ 閉会行事 16:35～16:45

■ 情報交換会 17:00～19:00

③検証

各校の数学教育活動の多様な取り組みを研修でき、情報交換しながら SSH 校として協力できるとても有意義な会である。SSH 校以外にも SSH のような数学教育が普及することを望む。

アンケートでは、次のような意見があった。

[参加動機]

- ・具体的な教材の報告をお聞きしたいと思いました。
- ・いろいろな学校の活発な取り組みを聞き、参考にしたかったから。
- ・SSH 校における数学科の取り組みを知りたかった。
- ・自分の（数学科の）授業力向上のため。本校の SSH の取り組みとは直接関連していません。
- ・数少ない数学の勉強の機会に
- ・数学について研修をしている一環として
- ・SSH についての取組を知りたいと思ったため
- ・他校の実践に興味があり、自分自身の成長につながると思ったから。
- ・いつも参加していて、得られるものが多いから

[意見（自由記述）]

・統計学、情報リテラシーの話が印象に残りました。今勤めている学校のカリキュラムでは、数 B で統計を扱いませんが、大学や社会人になった際に役に立つのかなと改めて感じました。

・日頃からの取り組みで課題研究を意識している点に伝統を感じた。

・教材開発を毎年考えられていて素晴らしいと思います。

・いろいろな教材を蓄積されていて、余裕があれば自校で取り組んでいきたいと思いました。

・図形を用いた加法定理の証明はとても参考になりました。データの分析の方の話も非常に分かりやすく勉強になりました。

・常に新しいことにチャレンジする精神に感服します。

・トレミーの定理と加法定理、おもしろいです。統計は探究活動につながることを実感しました。

・たくさんの資料を頂き、またこのような機会を与えてくださり、ありがとうございました。

・先取りなしでも中学生に考えさせることで、高校で習うことを理解させようとしている所が中高一貫ならではの感じた。しかし三角関数と三角比のつながりの実践は、まねしたいと思った。

・須藤先生、三井田先生の発表はどちらもわかりやすく、とても興味深いものであった。教材をみんなと共有したい、としてみなさまの苦勞の賜物を Web 公開までして、数学教育の発展（統計学の教育については途上にある本校として、なかなか厳しいところです）に貢献される姿勢に敬服します。ありがとうございました。

SSH 校だけでなく、大学の教員やこれから教員になる人にとっても、情報交換や取り組みについての発表は、大変有意義であったとの評価を多く得ている。公開した本校数学科の開発教材も公開した Web をその場で活用する人も多く、意見を頂きながら、更に発展させていきたい。

（文責：数学科 三井田裕樹）

b. 数学科開発教材

1. 仮説

本校数学科では、筑波大学や他大学の関係者の協力も得ながら、大学や社会での学びにつながる数学教材の開発および指導法の研究を行っている。2002 年度から継続して合計 10 年間指定を受けたスーパーサイエンスハイスクール（SSH）の研究の中で数学科は、大学での学びにつながる数学、特に「統計」（集団の特徴を掴む考え方や手法）および「微分方程式」（微小な変化から関数の特徴を捉える考え方）に関する教材開発と授業実践を始めた。その後、優れた教材を適切に配置し指導することが生徒の数学への興味関心を高め数学的能力を育成するという考えのもと、魅力的で有効な教材を開発し、中高一貫カリキュラムの一層の充実を目指した。

2012 年度以降も『幅広い教養と強い探究心をもつ国際性豊かな最先端 研究者を育成する高大連携プログラムの研究と実施』をテーマに、これらの取り組みを継続し、更なる教材の開発と実証的な考察・研究を行うこととした。

2. 方法

これまでに 78 の教材を開発し、中学校・高等学校のカリキュラムにそれぞれ配置するとともに、SSH 数学科教員研修会を開催し、研究の成果を公開・発信している。本年度研究開発を行ったのは、以下の 2 教材である。次ページ以降に開発教材の一覧、中高 6 か年を見通した幾何分野の学習指導の模式図、中高 6 か年を見通した統計分野の学習指導、および開発教材（★印）を掲載する。

A1-4.	集合と場合の数の導入
A3-3.	中心極限定理

なお、記号の意味は次のとおりである。

「A. 代数(Algebra)」、 「An. 解析(Analysis)」、 「G. 幾何(Geometry)」、 「P. 確率(Probability)」、 「S. 統計(Statistics)」、 「D. 微分方程式(Differential Equation)」、 「O. その他(Others)」

各項目を整理する際、中学を小文字、高校を大文字にして、校種を区別した。また、教材開発の際に想定している、もしくは、実際に授業をおこなった学年を

数字で示した。学年を特定していない教材や複数学年での取り扱いを想定している教材は、数字の代わりに「f」を用いた。

〔例〕 **an2. 合成関数とグラフ**

An. は解析であり、先頭が小文字なので中学生対象、すなわち中学 2 年の「解析」の教材を表す。

3. 検証

本校における教材開発では、基本姿勢として「生徒と教員の相互作用で築き上げる」ことが共通している。教員は、これまでに蓄積された経験、数学教育の実践における先行研究などに、自らの感性も交えて、毎時の授業のなかで、生徒が考えるに値する素材を中心課題として提示する。生徒はそれに反応し、自らの発想や、解決にいたる道筋、さらなる発展課題などを見つけていく。その過程では、自らの考えを発表したり、それに対する他の生徒の反応をもとに、足りない部分を補ったりといった活動も行われる。教員は、そこで得られた生徒の発想や、生徒同士で高まった議論を整理し、授業のなかで生徒の思考水準を高めていくとともに、さらに課題を洗練させていく。ときには、週に一度行われる本校数学科の教科会においてその事例が報告、共有され、教員同士でも相互に教材を深めていく。こうして出来ているのが、本校数学科の開発教材である。

これらの教材は日々の教育実践のなかで、生徒の知的な興味関心を十分満足させている。一例として、本年度も日本ジュニア数学オリンピック予選に約 130 名の中学生、日本数学オリンピック予選に約 90 名の高校生が参加している。

また、12 月の SSH 数学科教員研修会（別ページ参照）では、幾何分野、統計分野について、開発教材による 6 ヶ年の系統的な学習指導を発表し、約 190 名の先生方に参加していただいた。今回始めたホームページ「数学科 SSH on Web」による教材公開も好評であった。毎年継続して教員研修会を実施したことで、広く全国に成果を問い、フィードバックを経て教材開発の深化・発展につなげていった。

今期の SSH 事業は今年度が最終年となるが、これらの検証を踏まえ、今後も教材・カリキュラムの開発を継続して行い、他校の先生方と共有し検討を重ねることにより、本校だけでなく他校でも利用しやすい形を提案することは本校数学科の使命だと改めて感じている。

（数学科共同執筆、取りまとめ文責：須田学）

開発教材一覧(筑波大学附属駒場中・高等学校数学科)

★印は本稿に記載

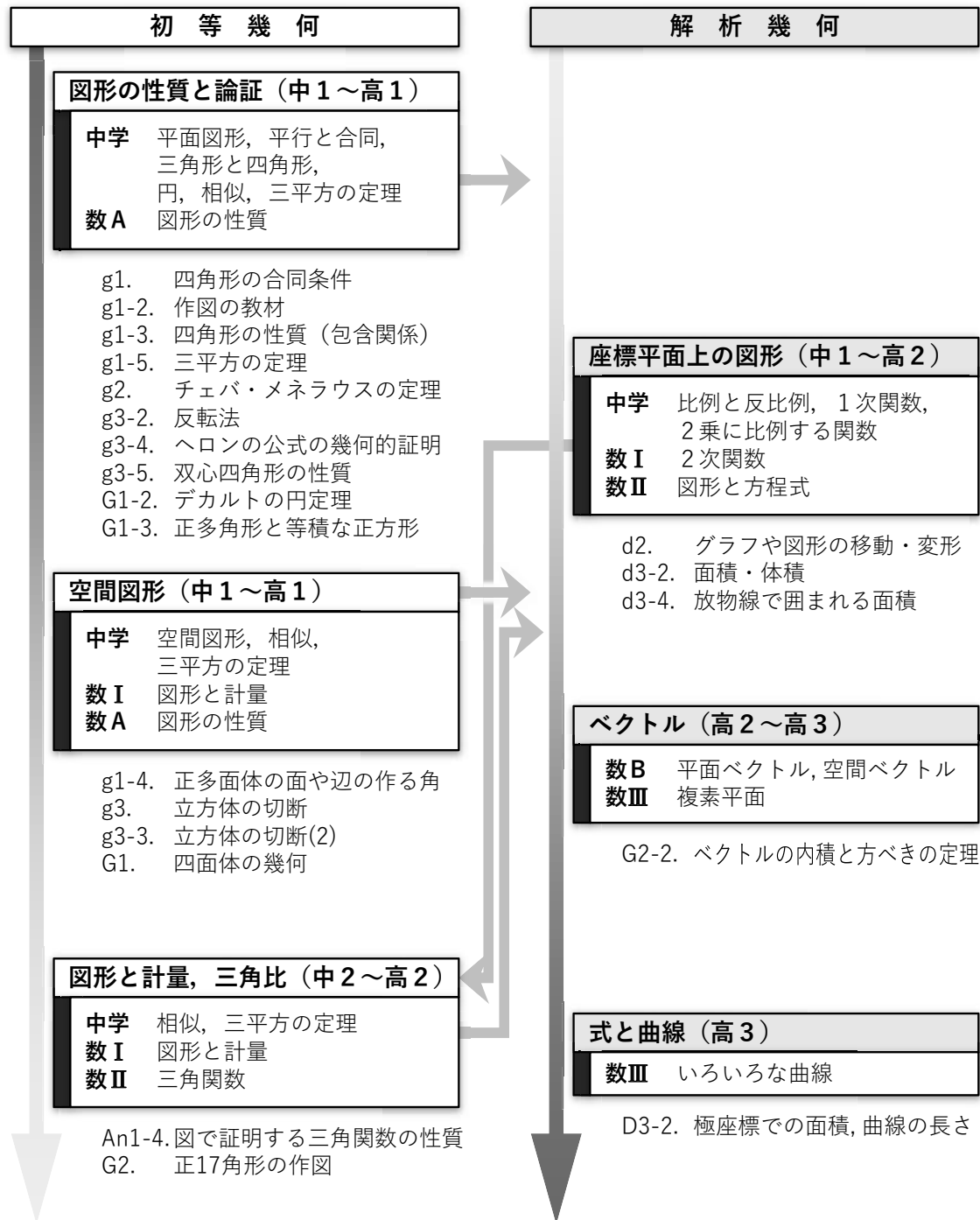
2016年度

a1.	整数	2008
a1-2.	有理数	2007
a1-3.	剰余類の演算とウィルソンの定理	2014
a1-4.	速算術	2015
a3.	暗号理論と整数論	2006
A1.	数と方程式	2008
A1-2.	平方根の連分数展開について	2012
A1-3.	高校における整数問題	2014
A1-4.	開平法と連分数による平方根の近似値	2014
A1-5.	オイラー関数について	2015
A1-6.	集合と場合の数の導入	2016 ★
A2.	離散な数列と連続な関数	2009
A2-2.	ΣK^4 と区分求積法	2011
A2-3.	斜交座標の薦め	2015
A2-4.	漸化式	2015
A3.	置換と正多面体群	2007
A3-2.	1 次変換の線形性	2008
A3-3.	複素数と複素数平面	2015
an1.	2 元 1 次方程式とその応用	2007
an2.	合成関数とグラフ	2009
an3.	絶対値を含む関数のグラフ	2009
an3-2.	絶対値とガウス記号を含む関数のソフトウェアによるグラフ描画	2010
An1.	2 次関数	2007
An1-2	2 次関数 (2)	2009
An1-3	和や積のグラフ	2010
An1-4.	図で証明する三角関数の性質	2013
An2.	円周率の近似	2007
An2-2.	三角関数表を作る	2006
An2-3.	加法定理から導き出される多項式	2006
An2-4.	三角関数の和と積の周期	2011
g1.	四角形の合同条件	2008
g1-2.	作図の教材	2009
g1-3.	四角形の性質 (包含関係)	2010
g1-4.	正多面体の面や辺の作る角	2012
g1-5.	三平方の定理	2013
g2.	チェバ・メネラウスの定理	2007
g3.	立方体の切断	2007
g3-2.	反転法	2007
g3-3.	立方体の切断 (2)	2009

g3-4.	ヘロンの公式の幾何的証明と応用	2013
g3-5.	双心四角形の性質	2015
G1.	四面体の幾何	2008
G1-2.	デカルトの円定理	2009
G1-3.	正多角形と等積な正方形の作図法	2013
G2.	正 17 角形の作図	2008
G2-2.	ベクトルの内積と方べきの定理	2011
s1.	統計の基本	2006
s2.	標準偏差・近似直線	2006
s3.	正規分布と標準化	2006
s3-2.	シミュレーションによる授業	2006
S1.	回帰直線・近似曲線	2006
S1-2.	数理統計学入門	2009
S2.	残差分析によるデータ系列の関係	2007
S3.	主成分分析入門	2007
S3-2.	正規分布の平均の推定	2008
S3-3.	中心極限定理	2016 ★
d1.	自然数の和, 平方数の和, 立方数の和	2007
d1-2.	『数える』	2010
d2.	グラフや図形の移動・変形	2006
d3.	2 次関数の接線	2006
d3-2.	面積・体積	2006
d3-3.	最大・最小	2006
d3-4.	放物線で囲まれる面積	2013
d3-5.	場合の数 ～樹形図から漸化式へ～	2014
D1.	包絡線	2006
D2.	グラフ描画の方法 ―テクノロジーへの挑戦―	2007
D2-2.	3 次関数の性質	2015
D3.	包絡線(その 2)	2006
D3-2.	微分方程式	2006
D3-3.	微分方程式の応用	2006
D3-4.	関数のグラフの描画法	2008
D3-5.	曲線と面積	2008
Of.	4 元数を高校数学へ	2007
O2.	有限世界の数学	2007
p2.	身近な確率・連続変量の確率	2011
Pf1.	組み合わせの確率モデル	2007
Pf2.	EBI と確率・統計	2007
Pf3.	無限集合の確率	2008

中高6か年を見通した幾何分野の学習指導の模式図

- ・ 枠内は学習指導要領や中学校・高等学校教科書に示された単元名
- ・ 各項目は本校数学科開発教材集の通し番号と題目



(実際の授業ではこれら以外の教材をもとにした授業も幅広く展開している)

「中高6か年を見通した統計分野の学習指導」 資料の整理・データの分析から、数値実験まで

中学1年生～高校3年生までの6年間では、統計への取り組み方が大きく変わっていくことは言うまでもない。中学生の場合、PCに触れて操作に慣れている生徒がほとんどいない為、まずは基本的な統計の知識というより「統計を意識させる」教材を重点的に扱う。中学1年生・2年生の場合、確率の概念を扱うこともないため、統計的な確率の考え方を示し、クラス全体で実際に実験をすることで、統計に触れさせる。

中学3年生・高校1年生程度になると、授業でもExcelを導入し、実際のデータを扱って、統計的な比較や、推測をできるようにヒストグラムを作る教材、また、箱ひげ図や回帰直線などを作る教材も扱う。この手の教材はなかなか理論的な計算をしていくことが困難なものが多く、Excelが大いに役に立つ。

高校2年生について単位数の問題（必修1単位）で数学Bでの統計分野を扱うことができない。そのため本校では高校3年生の選択授業で数学Bの統計分野に特化した授業を実施している。そこでは、数値実験や、統計の推定理論・検定理論を扱い、週2単位のうち半分は一人一台のPCを用いた授業を展開している。

< 中学1年生・2年生の授業 >

- s1. 統計の基本
- s2. 標準偏差, 近似直線
- p2. 身近な確率・連続変量の確率

中学1年生時における統計授業は、まずは多くのデータを俯瞰し、それぞれのデータを比較する際に必要なグラフをどのように作るのか、ということをしてできるだけ生徒自身が考えて手を動かせるような教材を扱っている。身近な確率を計算ではなく、実験をしながら確認していく授業が主となる。

また、中学1年生に対しては、モンテカルロ法を使ったゲームで「市場価格を決める」という特別授業を行っている。中学2年生では、少しずつ確率の概念を導入し、2項分布などの考え方や、簡単な確率分布をヒストグラムで表現できるようにするという教材を扱うこともある。

< 中学3年生・高校1年生の授業 >

- s3. 正規分布と標準化
- s3-2. シミュレーションによる授業
- S1. 回帰直線, 相関係数
- S1-2. 数理統計学入門

中学3年生になると、最小二乗法や、誤差の分布など、グラフの標準化を2次関数の考え方から導入していく。また確率についての知識も増えてくるため、連続変量の確率なども導入し、正規分布を導入し、その特性や、なぜ正規分布なのかという授業を展開していく。正規分布からの確率を考えさせることで、将来的には区間推定や、検定で利用できるよう慣れておくことが重要である。

< 高校3年生の授業 >

- S3. 主成分分析入門
- S3-2. 正規分布の平均の推定
- S3-3. 中心極限定理

高校3年生では、まずは6年間に触れてきた統計の概念について、改めて確認する。その上で、大学での学びにつながるよう、統計的な推測を、理論的な概念から学習し、それをExcelで数値実験を繰り返し行い、様々な推定の理論を確認する。一様乱数や正規乱数を用いることで、簡単な分布論も扱い、数理統計の基礎固めを意識した授業を展開していく。

A1-6. 集合と場合の数の導入教材

～各位の数の和が一定である自然数の個数～

関連分野：離散数学
高等数学：集合論，離散数学
対象学年：中学1年生／高校1年生
関連単元：場合の数と確率，
集合と論理
教材名：各位の数の和が一定である自然数の個数

《はじめに》

場合の数の学習活動において，筆者は，「数える」とはどういうことか，ということを第一の視点として考えている。正確にものを数えるためには，例えば，数える対象をはっきりさせ，その対象をもれなく，だぶりなく数えるための場合分けを考案することが必要である。また，数えることとは数える対象である集合と，数集合との一対一対応を考えることであるから，数える対象のかわりに，要素の個数が等しいほかの「より数えやすい集合」を考えることが役立つこともある。これらのことを意識できる教材を，高校1年数学Aの導入として扱いたいと考え，本教材を開発した。なお，扱い方（表記など）によっては，中学1年の数の指導でも扱えると考え。

《導入課題～3桁の場合》

各位の数の和が一定である3桁の自然数の個数

3桁の正の整数について，次の問いに答えなさい。

- (1) 122 や 500 のように，各位の数の和が5であるものは全部で何個あるか。
- (2) 983 や 776 のように，各位の数の和が20であるものは全部で何個あるか。
- (3) 753 や 960 のように，各位の数の和が15であるものは全部で何個あるか。

上記の課題を，数学Aの第1回授業における導入課題として提示した。出題側としては，考えやすくするために具体例を示したつもりである。

生徒の反応はさまざまであった。特に(1)は和が5という，地道に数えることも可能な設定にしたので，実際に数えている生徒もいた。そこで，まずはその解法をとりあげる。

《(1)の解法とその比較》

(1)の解法 A

数の小さい順に書き上げると，
104, 113, 122, 131, 140,
203, 212, 221, 230,
302, 311, 320,
401, 410,
500 で，合計 $5+4+3+2+1=15$ (個) …答

この解法を扱いながら，やみくもに（思いついた順に）数えるだけでは，正確に数えるのは難しく，「小さい順」や「大きい順」などの順序をつけることが「数える」ことの基本である，ということを確認した。

一方で，先取り学習をしている生徒などは，組合せの考えを使うと早い，という。授業では，その解法も取り上げ，解法 A との比較を試みていった。

(1)の解法 B

和が5であることを ○○○○○ と表す。
この5個の○を，百の位，十の位，一の位に分ける2本の仕切り | の入れ方が何通りかを求めればよい。
百の位は1以上であるから，一番左の○を切り離し，○ (○○○○ | |) のカッコ内を並べかえる。
その方法は， ${}_6C_2 = 15$ (通り) よって15個…答

この解法自体はいわゆる重複組合せの考え方であり，教科書的には「かなり先」の解法である。この解法をすべて解説してしまうと導入ではとても扱いきれないが，授業では組合せ ${}_nC_r$ については知識として知っているという生徒が多そうな様子であったので，これを $6 \times 5 \div 2 = 15$ (個)

という解法である，として扱い，解法 A との比較という観点でのみ扱うことにした。このようにみることで，三角数との関連に気付く生徒もいた。

また，授業では扱うことができなかったが，解法 B の1本目の仕切り位置に着目すると解法 A も説明がつくことに触れても良いであろう。

ただし，この方法は，(2)でそのまま適用しようとしても，うまくいかない。各位の数は，0 から 9 までしかとることができないからである。

そこで(2)では，別の解法が必要になる。

《(2)の解法とその比較》

(2)の解法 A

数の小さい順に書き上げると、
299,
389, 398,
479, 488, 497,
569, 578, 587, 596,
659, 668, 677, 686, 695,
749, 758, 767, 776, 785, 794
839, 848, 857, 866, 875, 884, 893
929, 938, 947, 956, 965, 974, 983, 992
で、合計 $1+2+3+4+5+6+7+8=36$ (個) …答

(2)を解く前に、(1)で解法 B を扱うと、このような解法で(2)を解く生徒はかなり少なくなる。実際、授業においても、この解法を用いた生徒は、(1)の解法を検討する前に(2)も解いていたという生徒がほとんどであると思われた。一方、このようにして書き上げたときにできる「数の三角形」は、(1)とは上下逆さの三角形になっていることは気に留めておきたい。

筆者の授業では先に(1)の解法 B を扱っていたので、(2)でもどのように考えれば解法 B、すなわち

$$9 \times 8 \div 2 = 36$$

という方法で解けるかということが焦点になった。解法 B の○と仕切り | の考えそのままに、20 個の○を並べて ${}_{21}C_2$ というわけにはいかない。それは、各位の数は必ず 9 以下であり、「○が 10 個以上連続で並んではいけない」という新たな規則に対応しなければならないからである。

これについて次のような解法が生徒から寄せられた。

(2)の解法 B

各位の数の和が 20 である数を 999 からひくと、「各位の数の和が 7 である、3 桁以下の正の整数」(*)になる。この対応は一つ一対一であるから、(*)の整数が何個あるか数えればよい。それは、百の位に 0 を許してもよいのと同じであり、
○○○○○○○ | | の並べかえ方と同じだから、
 ${}_9C_2 = 36$ (個) …答

この解法は、「個数の同じである、別のものへの対応づけを考えることで、より数えやすいものを数える」という考えを次々と使っていくものである。

一方で、結果が ${}_9C_2$ であるということから天下り的に考えると、「各位の和が 8 であるもの」と「各位の和が 20 であるもの」は同じ個数である。このことから、解法 B において、あらかじめ百の位に 1 をたしておけば、各位の和が 8 であるものになる、ということにも気付ける。

(2)の解法 B'

各位の数の和が 20 である数を 1099 からひくと、「各位の数の和が 8 である 3 桁の正の整数」(★)になる。この対応は一つ一対一であるから、(★)の整数が何個あるか数えればよい。

○ (○○○○○○○ | |) のカッコ内を並べかえて、 ${}_9C_2 = 36$ (個) …答

1099 からひくことによって、各位の数の和が 20 であるものと、各位の数の和が 8 であるものに一つ一対一の対応がつくということは、解法 A のように数を小さい順に書き上げた三角形が、(1)と(2)で上下逆さの形になることの説明にもなっている。

ちなみに授業では出てこなかったが、「○が 10 個以上並んではいけない」という新たな規則に対応させながら組合せを用いて解くと、次のようになる。

(2)の解法 C

各位の数が 10 未満であることを無視して数えると、

○ (○19 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を並べかえて、 ${}_{21}C_2 = 210$ (個)

このうち、10 以上の数の位が 2 つあるものは

(百の位が 10、十の位が 10、一の位が 0) と
(百の位が 10、十の位が 0、一の位が 10) の 2 個。

百の位のみが 11 以上であるものは、

○11 個 (○9 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を並べかえて、 ${}_{11}C_2 = 55$ (個)

百の位のみちょうど 10 であるものは、

残りの位は 1 以上で和が 10 だから、9 個。

十の位のみが 11 以上であるものは、

○ (○8 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を並べかえたあと、十の位に○を 11 個加えれば作れるから、 ${}_{10}C_2 = 45$ (個)

十の位のみちょうど 10 であるものは、

残りの位は 1 以上で和が 10 だから、9 個。

一の位については十の位と同様であるから、

求める個数は、

$$210 - 2 - (55 + 9) - (45 + 9) \times 2 = 36 \text{ (個)} \cdots \text{答}$$

一方で、(3)の場合はさらに状況が異なってくる。次にそれを考える。

《(3)の解法とその比較》

(3)の解法 A

数の小さい順に書き上げると、

159, 168, 177, 186, 195,
249, 258, 267, 276, 285, 294,
339, 348, 357, 366, 375, 384, 393,
429, 438, 447, 456, 465, 474, 483, 492,
519, 528, 537, 546, 555, 564, 573, 582, 591,
609, 618, 627, 636, 645, 654, 663, 672, 681, 690,
708, 717, 726, 735, 744, 753, 762, 771, 780,
807, 816, 825, 834, 843, 852, 861, 870,
906, 915, 924, 933, 942, 951, 960

で、合計 $5+6+7+8+9+10+9+8+7$
 $=69 \text{ (個)} \cdots \text{答}$

書き上げてみると、こんどは数が三角形状に並ばず、このように先のとがった五角形状となる。これをどのように数えるか。授業では、先述のとおり早い段階で(1)も(2)も解法 B が出てきていたので、(3)でこの形に着目する生徒ははじめあまり出てこなかった。解法 B にあたるものを考えきれず、仕方なく解法 A に流れてきたと思われる生徒もいたが、三角数の計算でいえば、

(3)の解法 B ?

$$(5+10) \times 6 \div 2 + (7+9) \times 3 \div 2 = 69 \text{ (個)} \cdots \text{答}$$

という計算であり、なかなか意味を見つけるのは難しかった。あるいは中学 1 年生のほうが、この式に何らかの意味を見つけられるかもしれない。

授業では扱わなかったが、「10 以上になる位を除いていく」解法を用いると、次のようになるであろう。

(3)の解法 C

各位の数が 10 未満であることを無視して数えると、

○ (○14 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を
並べかえて、 ${}_{16}C_2 = 120 \text{ (個)}$

各位の数の和が 15 であるから、10 以上の位が現れるとすれば 1 つである。

百の位のみが 10 以上であるものは、

○10 個 (○5 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を
並べかえて、 ${}_7C_2 = 21 \text{ (個)}$

十の位のみが 10 以上であるものは、

○ (○4 個と仕切り | 2 本) のカッコ内を
並べかえたあと、十の位に○を 10 個加えれば作れるから、 ${}_6C_2 = 15 \text{ (個)}$

一の位については十の位と同様であるから、

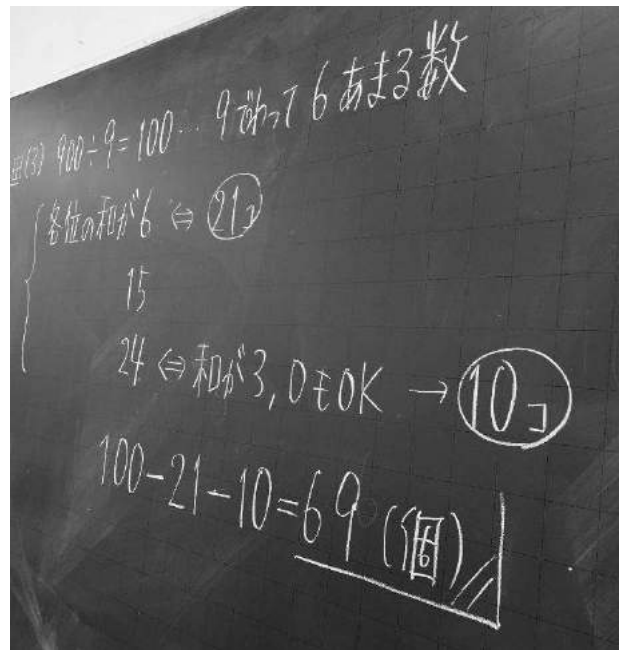
求める個数は、

$$120 - 21 - 15 \times 2 = 69 \text{ (個)} \cdots \text{答}$$

解法 C は、各位の数が 10 以上になってしまう場合が、和が 20 の場合よりも簡単な場合分けですんでいる。導入課題において、出題の順序を変えれば、この解法が注目されることもあると考えられる。

一方で、(3)においてはじめて、全く異なるアプローチの解法を編み出す生徒が現れた。

(3)の解法 D



3 桁の正の整数を 9 で割った余りと、その各位の数の和を 9 で割った余りは一致する。

よって、各位の数の和が 15 である 3 桁の正の整数を、9 で割った余りは 6 である。

3 桁の正の整数は全部で 900 個であるから、9 で割

った余りが6であるものは全部で100個ある。
 そのうち、各位の数の和が6であるものが21個、
 各位の数の和が24であるものが10個
 あり、残りはすべて各位の数の和が15であるものの
 はずである。
 よって、 $100 - 21 - 10 = 69$ (個) …答

この解法は、3桁の正の整数900個を、9で割った余りによって100個ずつの9組に分け、それぞれの組のなかで各位の数の和に着目していくという発想である。各位の数の和と、9で割った余りによって、900個の正の整数はすべてもれなく、だぶりなく場合分けされていくので、この解法はきわめて強力である。この発想が急にどこから出てきたのかは、発表者以外のほぼ全員の生徒が不思議がっていたが、その効力の大きさには感心しきりであった。

《各位の数の和が n であるもの（一般化）》

3桁の正の整数において、各位の数の和は最小で1、最大で27である。そこで、次の課題を設定する。

一般化された課題

3桁の正の整数のうち、
 各位の数の和が n ($1 \leq n \leq 27$, n は整数) であるものの個数 $T(n)$ を、 n の式で表しなさい。

なお、 $T(n)$ について、ここまでにあげた解法にもとづいて計算すると、次のような結果を得る。

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$T(n)$	1	3	6	10	15	21	28	36	45

n	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$T(n)$	54	61	66	69	70	69	66	61	54

n	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$T(n)$	45	36	28	21	15	10	6	3	1

これらの一般化の過程は、授業中に出了もの、授業後にレポートで提出されたもの、それぞれをあわせて次のようになった。まず、式でのアプローチが容易である解法Dから紹介する。

(3)の解法Dに基づく一般化

$$1 \leq n \leq 9 \text{ のとき,}$$

$$T(n) = {}_{n+1}C_2 = \frac{1}{2}n(n+1)$$

$19 \leq n \leq 27$ のとき、 $1 \leq 28 - n \leq 9$ で、

$$T(n) = T(28 - n)$$

$$= \frac{1}{2}(29 - n)(28 - n)$$

$10 \leq n \leq 18$ のとき、

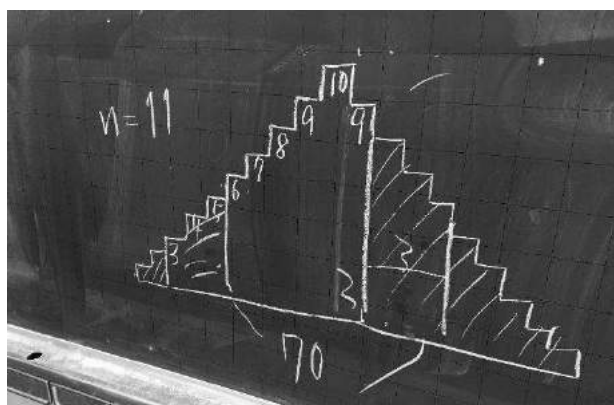
$$T(n) = 100 - T(n - 9) - T(n + 9)$$

$$= 100 - \frac{(n - 9)(n - 8)}{2} - \frac{(20 - n)(19 - n)}{2}$$

$$= -n^2 + 28n - 126$$

一方、解法Aに基づく一般化は、三角数を利用して図形的に考えるものが多かった。

(3)の解法Aに基づく一般化



図形的に考えると、次のように35個の数を並べておき、(はじめの0とおわりの0は各8個)

0, 0, 0, ..., 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 0, 0, ..., 0

これを n 番目から順に $(n + 8)$ 番目まで9個加えたものが $T(n)$ である、と考えることができる。(一部の生徒はこれを「動く山理論」と名付けていた)

したがって、 $1 \leq n \leq 9$ および $19 \leq n \leq 27$ については、 $T(n)$ は三角数である。

一方、 $10 \leq n \leq 18$ について、図のように「山の中央部」へ移動すると、必ず正方形のかたちで余る。この正方形の一辺は、中心からのずれ $|n - 14|$ である。「山の中央部」 $T(14) = 70$ であるから、

$$T(n) = 70 - (n - 14)^2 \quad (10 \leq n \leq 18)$$

が成り立つ。

なお本校では、中学校において絶対値のグラフやガウス記号の含まれた関数のグラフなどを扱っていることから、 $1 \leq n \leq 9$, $10 \leq n \leq 18$, $19 \leq n \leq 27$ の3通りの場合分けをすることなく、1本の式に表す

ことはできないだろうか考える生徒も複数おり，発展レポートとして提出する生徒もいた。

《拡張～4桁の場合》

各位の数の和が一定である4桁の自然数の個数

4桁の正の整数のうち，
各位の数の和が n ($1 \leq n \leq 36$, n は整数) である
ものの個数 $T(n)$ を， n の式で表しなさい。

4桁になると，すべて書き上げていく解法 A では限界があるので，自然と解法 B, C, D を中心に考えていくことになるだろう。これについては，授業では発展課題として与えたが，別の機会で高校3年生（授業対象とは異なる学年）の実力テストとして出題した。

4桁では， $1 \leq n \leq 9$, $10 \leq n \leq 18$, $19 \leq n \leq 27$, $28 \leq n \leq 36$ の4通りに場合分けすることになる。解法 B のように，4桁の場合は10999 との差をとることによって，各位の数の和が n であるものと，各位の数の和が $(37 - n)$ であるものとの一対一対応を考えることができるから，実質的には $1 \leq n \leq 18$ について考えればよい。また， $1 \leq n \leq 9$ については各位の数が10以上になってしまうことを考える必要がないから， ${}_{n+2}C_3$ で求められる。残りは， $10 \leq n \leq 18$ の場合のみである。

(2016 須藤)

S.3-3 中心極限定理

関連分野：統計分野

高等数学：統計

対象学年：高校3年生

関連単元：「統計処理」(数学C)

教材名：「中心極限定理の考察」

＜大学での学びへつながる高校での学び＞

統計的推測において、高校3年生を対象とした教材として、Microsoft Excel を用いて正規分布の数表やグラフを作成することで、正規分布による統計処理の重要性は、中心極限定理に基づいていると言える。数理統計の基本的な概念（正規分布等の基礎知識）についてはある程度既習であることを前提に、数値実験によって中心極限定理を実際に体験するという教材を作成した。

S.3-3.1 中心極限定理

3-3 中心極限定理(Central Limit Theorem)

平均 μ 、分散 σ^2 である同一の分布に独立に従う、 n 個の確率変数、 X_1, X_2, \dots, X_n について、

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \text{ の分布は、 } n \rightarrow \infty \text{ のとき、}$$

平均 μ 、分散 $\frac{\sigma^2}{n}$ の正規分布で近似される。

どのような分布であろうと、その標本平均の分布は正規分布になるという定理である。これを実際に体験させるために、乱数を発生させて正規分布に近づく様子を実験によって確認する。

S.3-3.2 一様乱数を用いたシミュレーション

もっとも簡単なシミュレーションとして、一様乱数からの確認を行ってみる。

手順1

まずは、「RANDBETWEEN」という関数を使い、一様乱数を発生させる。ここでは、1～6までの整数値を発生させる。1000列にデータを出し、それを1000行作る。1000×1000の数表を省略すると次の図のようになる。

手順2

その平均値を計算し、100個の平均値を1005行目、200個の平均値を1006行目、500個の平均値を1007行目、1000個の平均を1008行目に並べる。

手順3

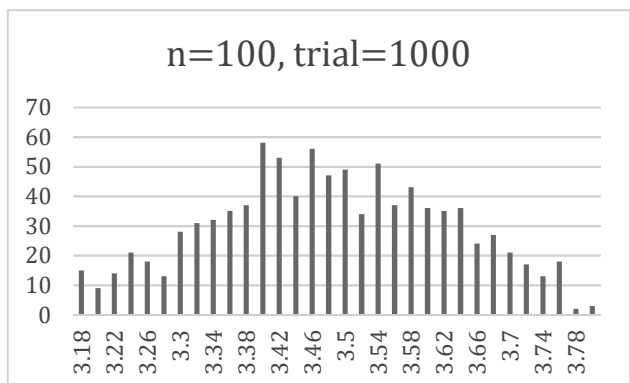
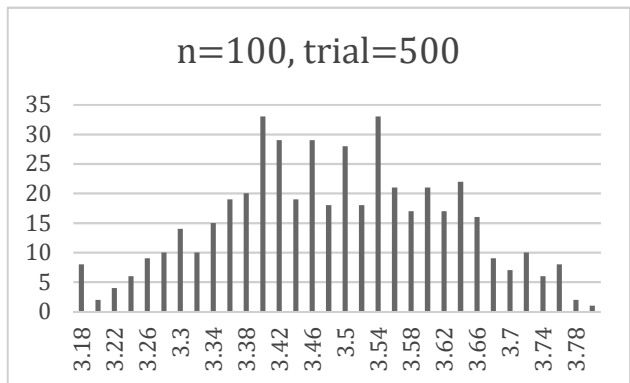
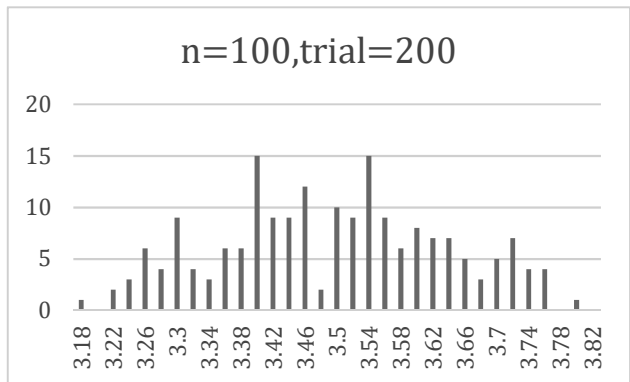
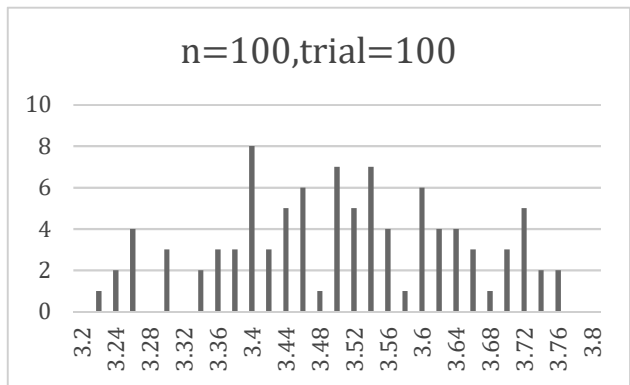
新しいシートに FREQUENCY 関数を使って、ヒストグラムを作る。

100個の平均のヒストグラム 試行回数100		100個の平均 試行回数	
データ区間	頻度	データ区間	
3.16	=FREQUENCY(Sheet1!\$B\$1005:\$CW\$1005,A3:A4)		
3.18		3.18	
3.2	2	3.2	
3.22	5	3.22	
3.24	9	3.24	
3.26	10	3.26	
3.28	10	3.28	
3.3	13	3.3	
3.32	18	3.32	
3.34	19	3.34	
3.36	24	3.36	

100個の平均のヒストグラム 試行回数100		100個の平均のヒストグラム 試行回数200	
データ区間	頻度	データ区間	頻度
3.16	3	3.16	5
3.18	3	3.18	5
3.2	4	3.2	9
3.22	5	3.22	10
3.24	5	3.24	10
3.26	7	3.26	14
3.28	8	3.28	17
3.3	8	3.3	21
3.32	11	3.32	27
3.34	12	3.34	32
3.36	17	3.36	40
3.38	23	3.38	51
3.4	28	3.4	58
3.42	33	3.42	67
3.44	37	3.44	75
3.46	40	3.46	84
3.48	43	3.48	89
3.5	47	3.5	98
3.52	52	3.52	106
3.54	58	3.54	114
3.56	69	3.56	124

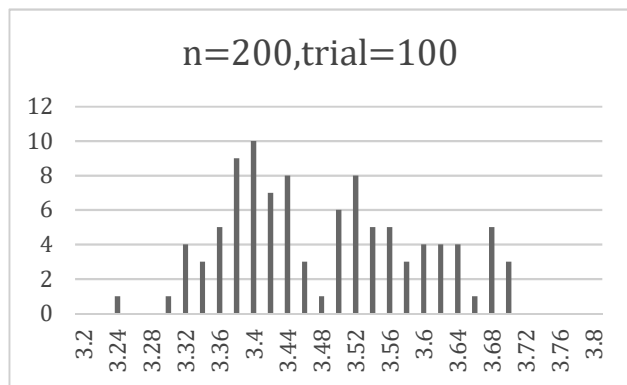
ここで、「ヒストグラムを作るための平均値の個数」を「試行回数」とし、まずは試行回数 100 回で 100 個のデータに対する平均値についてのヒストグラムを作り、これを試行回数 200, 500, 1000 回のヒストグラムを作ってグラフを作ると以下ようになる。

n=100 としたとき

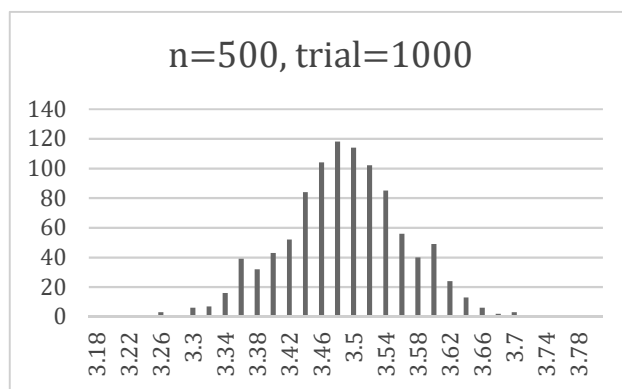
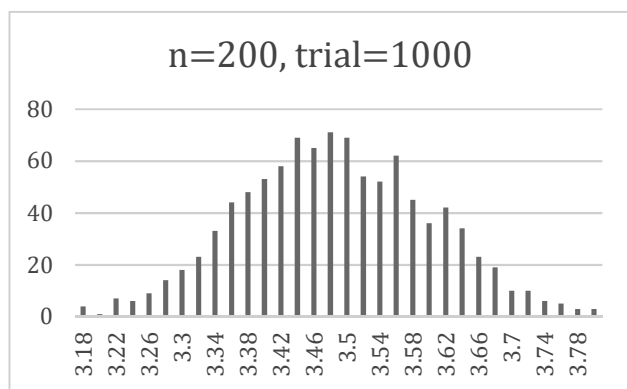
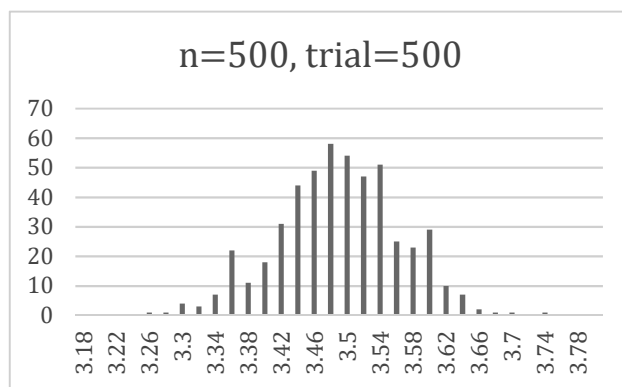
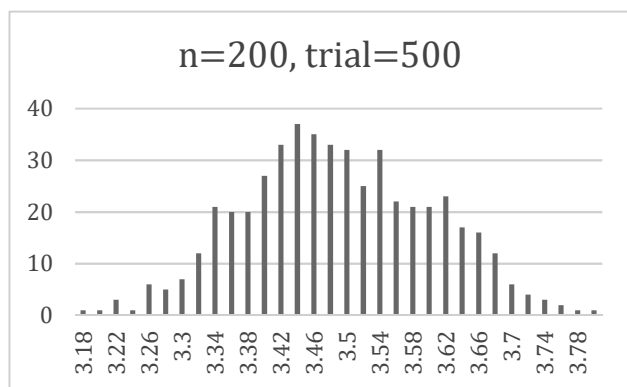
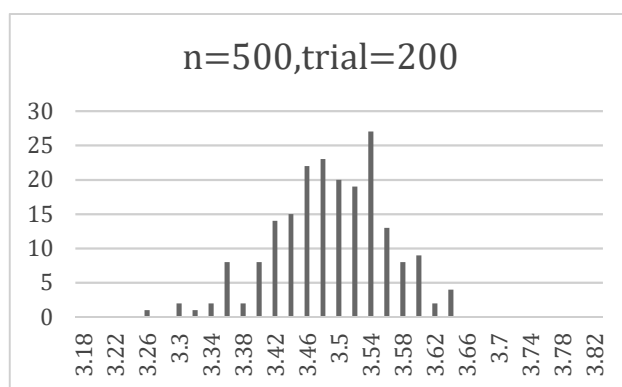
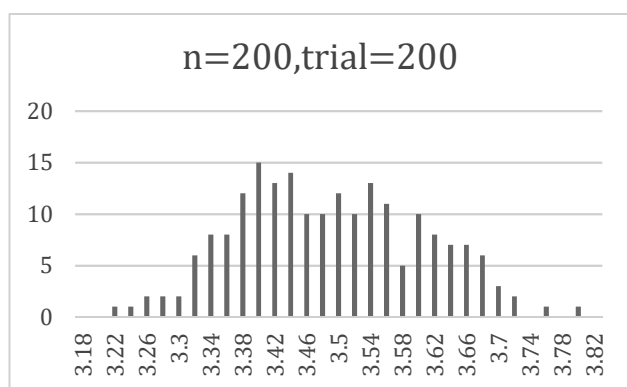
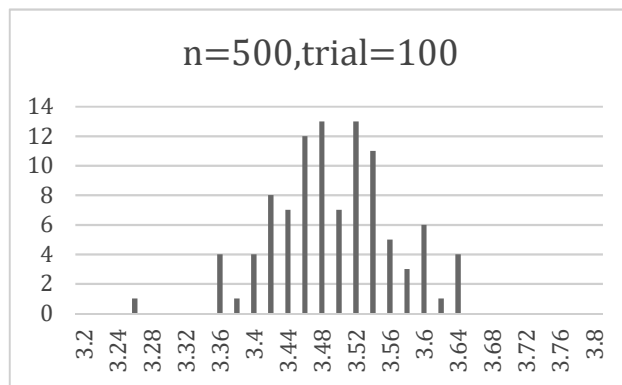


これらを、シートを変えて繰り返し、データ数 200, 500, 1000 個のシートを作り、次の項にて並べた。中心極限定理の「平均に集まってくる」様子が良くわかる。

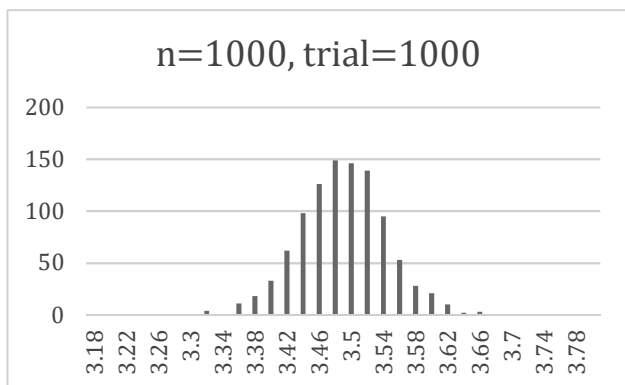
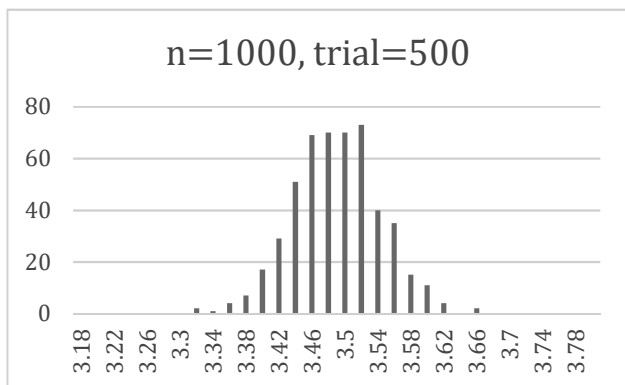
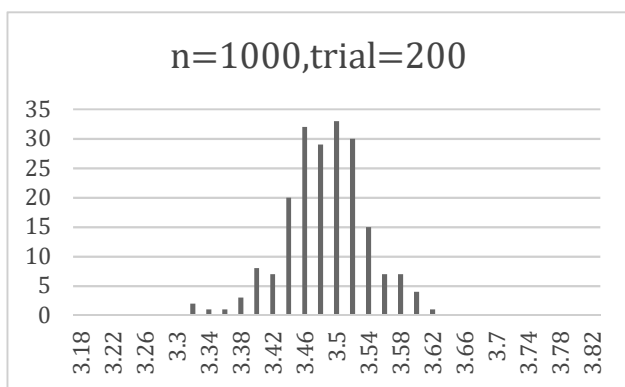
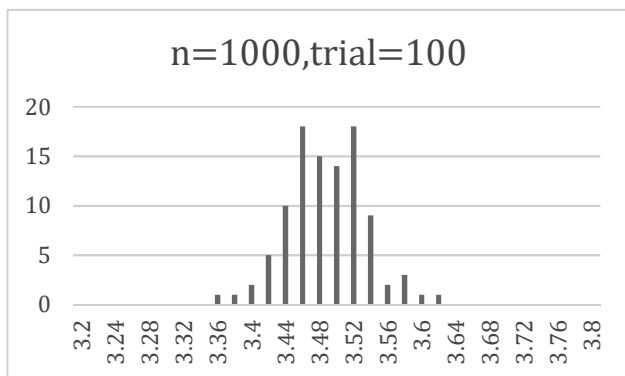
n=200 としたとき



n=500 としたとき



n=1000 としたとき



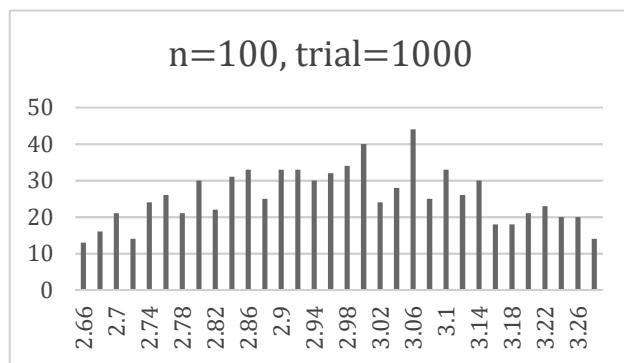
中心極限定理の通り、サンプル数が大きい平均値ほど、正規分布への収束が早い様子がわかる。

実際に Excel を使って手を動かし、定理を確認するため、最初の準備が大変ではあるが、直感的な理解に繋げやすい。

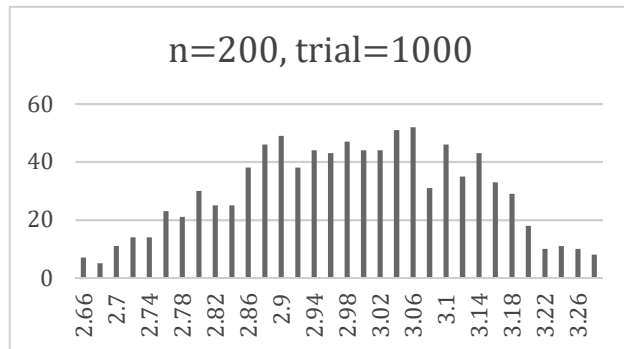
参考までに、このファイルを使い、乱数を一様乱数ではなく、 χ 二乗分布の乱数と t -分布の乱数を使って、同様の検証を行った。最初のデータセットを作る際の関数を変え、ヒストグラムのデータ区間を平均の真値から逆算して作ったものである。ここに試行回数 1000 回の場合のみ掲載する。

S.3-3.3 χ 二乗分布の乱数を用いたシミュレーション

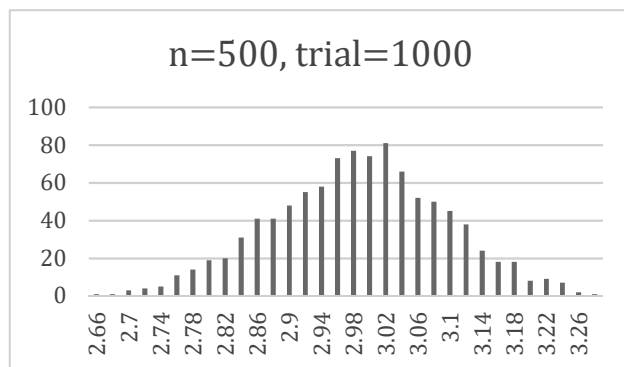
n=100 としたとき



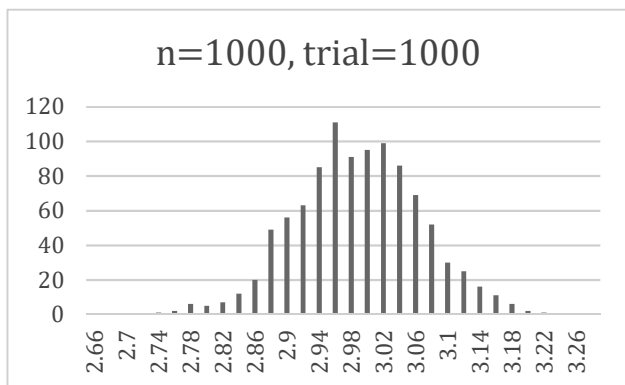
n=200 としたとき



n=500 としたとき



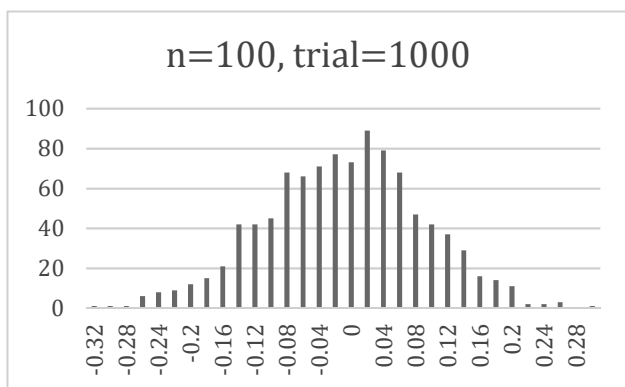
n=1000 としたとき



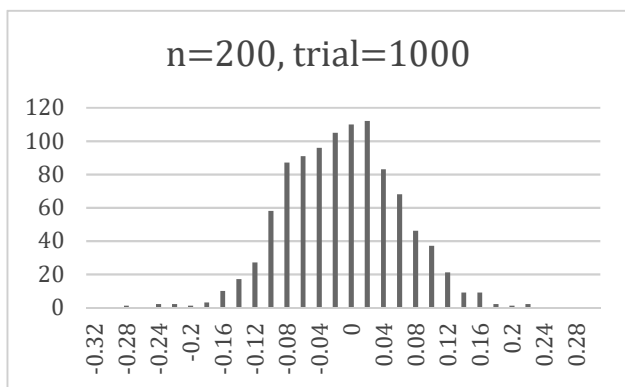
平均をとる乱数が正規性の無い χ 二乗に従う乱数の為、正規分布への収束が遅いことが分かる。

S.3-3.4 t-分布の乱数を用いたシミュレーション

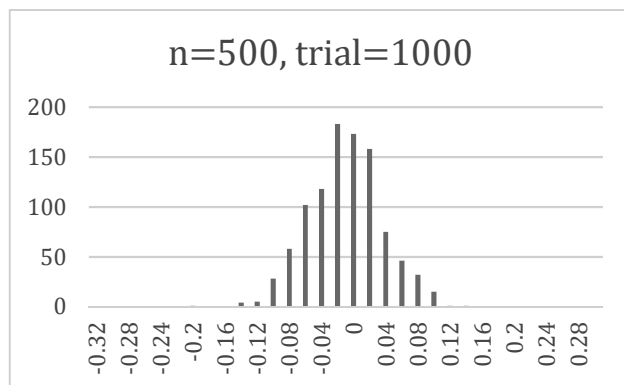
n=100 としたとき



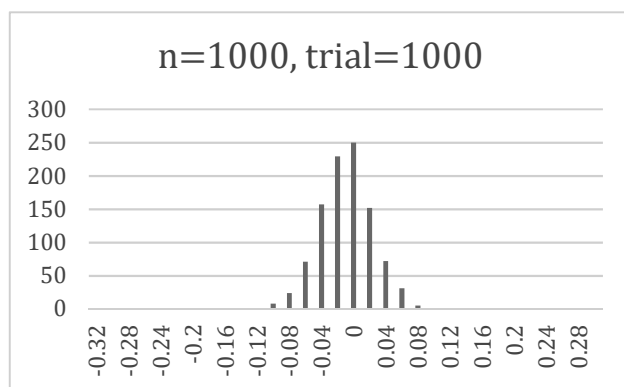
n=200 としたとき



n=500 としたとき



n=1000 としたとき



平均をとる乱数が正規性を持つ分布なので、当然ながら正規分布への収束が早い。

以上のような、Excel を用いた数値実験で、定理の確認と、その性質を考察し、正規分布の重要性を高校生にも伝えることができる教材であろう。この教材を導入する前に、正規乱数のヒストグラムや、 χ 二乗分布・t-分布を乱数のヒストグラムで考える教材を実施することで、このようなシミュレーションの練習をさせておくことが望ましい。

下の URL からここで使った Excel ファイルをダウンロードできるので、活用していただいてご意見を頂きたい。

<http://ur0.work/zlZr>

Excel ファイルダウンロード URL

(2016 三井田)

(vi) 科学者・技術者に必要な幅広い科学的リテラシーの育成

a. 数学科

1. 仮説

生徒の数学への興味・関心を高めるとともに、数学に対する理解を深め、数学を学ぶ意義を感じてもらうためには、中高の授業で学ぶ数学が将来どのように発展するのか、どのように活用されるのか等を知ることが有効である、という仮説のもと、各分野の最先端で活躍する外部の研究者に、1回90分で講演してもらう『数学特別講座』を実施している。したがって講義の内容は純粋な数学に限定せず、「統計」・「微分方程式」など数学を応用する分野も含めている。

2. 実施の概要

実施に当たっては、授業中に「お知らせ」を配布説明して希望者を募り、期末考査後の特別授業期間中などに講義していただいている。

この5年間で次の11本の講義を実施した。

第36回『高次元小標本のデータ科学』

第37回『素数の不思議』

第38回『確率の面白さ』

第39回『コンピュータ・オリガミ入門ー折紙の幾何学とアルゴリズムならびにその工学応用ー』

第40回『曲線で囲まれた面積を高精度に計算するには？ー数値積分とフーリエ級数の親密な関係ー』

第41回『幻惑する数学』

第42回『モンテカルト・シミュレーション入門ーサイコロに学ぶ統計学ー』

第43回『不可能立体の不条理の世界

ー見たものを信じてよいのでしょうかー』

第44回『「高次」の統計学』

第45回『数学と音楽：想像の世界の醍醐味』

第46回『数学に現れる対称性』

このうち本年度に実施した特別講座のテーマと日程・講師は以下の通りである。回数は8年前からの通算、テーマと内容は生徒への募集案内に記載したものである。

第45回数学特別講座

『数学と音楽：想像の世界の醍醐味』

日 時：平成28年7月8日（金）13:00～14:30

場 所：音楽室

講 師：中島さち子 氏（数学者、ジャズピアニスト、国際数学オリンピック金メダリスト）

参加者：中1から高3までの希望者 61名



内 容：（参加募集案内より）

自身が魅せられてきた数学の世界を、個人的体験や素数・ ζ 関数を通して垣間見ると同時に、数学と音楽に通底するもの・創造の醍醐味についてお話します。

実際に、ピアノで倍音の響きを和音で聴きながら、音階の歴史（どの倍音がどの時代に影響していたかなど）をたどります。音は波であり、波はサイン波の合成で表すことができます（フーリエ変換）。フーリエ変換を簡単に概観し、実際にそれによりどのような音が表されるのかを聴くと同時に、応用として ζ 関数の特殊値を計算します。

また、近年の多様な取り組みを紹介し、芸術家・数学研究／教育者の一人として、21世紀、数学や音楽を学ぶ意義を改めて皆さんと一緒に考えたいと思います。



第 46 回数学特別講座

『数学に現れる対称性』

日 時：平成 27 年 12 月 19 日（月）13:30～15:00

場 所：50 周年記念会館

講 師：大島 芳樹 氏 （東京大学カブリ数物
宇宙研究機構・本校 52 期卒業生）

参加者：中 1 から高 1 までの希望者 39 名



内 容：（参加募集案内より）

自然界は花や蝶など対称性を持った形にあふれています。人工物でも建築やデザインなどに対称な図形が使われていて、美しさや安定さを感じることがあります。

数学の世界でもしばしば対称性が現れます。線対称，点対称，回転対称など様々なタイプの対称性がありますが，それらは「群の作用」という抽象的な言葉で記述されます。図形の対称性だけでなく数や関数の対称性も考えることができ，ここ何十年かの数学や物理では，対称性を利用することが非常に役に立つことがわかってきています。たとえば対称性なしでは到底計算できないような量や解けない方程式が，対称性を利用することで



解を求められるということがあります。また一方で，対称性を仮定することで大きく発展している理論もあります。

今回は，数学において対称性をどう扱うか，またどのように対称性が現れるかをいくつかの例でご紹介したいと思います。

3. 検証

受講者に『期待通りの内容であったか』『（今後の）学習に役立つ（と思う）か』について，アンケート調査をした結果は次の通りである。

（回答の数値は％）		この講座の内容は期待通りだったか？			
	参加者数	期待以上	期待通り	ほぼ期待通り	計
第 36 回	79	35.4	36.7	22.8	94.9
第 37 回	45	29.3	41.5	29.2	100
第 38 回	30	36.7	30	16.7	83.4
第 39 回	38	71.1	26.3	2.6	100
第 40 回	13	15.4	61.5	23.1	100
第 41 回	24	33.3	41.7	20.8	95.8
第 42 回	41	65.9	26.8	7.3	100
第 43 回	33	69.7	21.2	9.1	100
第 44 回	20	55	25	15	95
第 45 回	61	41	34.4	20	95.4
第 46 回	39	17.9	46.2	33.3	97.4

（回答の数値は％）		この講座の内容はあなたの学習に役立つか？		
	参加者数	大いに役立つ	役立つ	計
第 36 回	79	12.7	74.7	87.4
第 37 回	45	19.5	78	97.5
第 38 回	30	40	43.3	83.3
第 39 回	38	44.7	52.6	97.3
第 40 回	13	38.5	53.8	92.3
第 41 回	24	16.7	75	91.7
第 42 回	41	51.2	46.3	97.5

第 43 回	33	42.4	48.5	90.9
第 44 回	20	25	60	85
第 45 回	61	29.5	62.3	91.8
第 46 回	39	23.1	69.2	92.3

上の結果のように、どの講座も 80%以上の者が期待通りの内容で、今後の自分の学習に役立つと答えており、数学についての興味関心が高まったと思われる。

また、アンケートでは自由記述の感想も答えてもらっており、本年度実施した 2 講座では次のような記述があった。

【アンケートの自由記述より抜粋】

第 45 回（中島先生）

- ・追求したいテーマを見つけることができてよかった。
- ・音楽と数学とのつながりが様々な観点にあることが分かり、面白かった。
- ・数学が音楽の領域で創造に使われているのを知り、特に数学への関心が高まった。
- ・フーリエ展開、勉強しようと思った。
- ・音階を対数で表すのが面白かった。12 音でピアノを構成している理由が分かった。
- ・ピタゴラスのような昔の人が音の高さについて知っていてびっくり。
- ・ゼータ関数の、素数が素数でなくなるとき、というのが興味深い。フーリエ変換もまだわからないが、いつかはできるようになりたい。
- ・中島先生が最後に言っていた『挑戦して、失敗しよう！！』がとても心に残った。
- ・先生の経歴と数学の話にインスパイア？された。数学へのモチベーションが上がりそう。
- ・中 1 の自分にとっては少し難しかったけれど、音楽と数学が繋がっていることがよく分かった。

第 46 回（大島先生）

- ・数の対称性と図形の対称性の関係が興味深かった。「 C_n の積み重ね」の部分が難しかったが、奥が深そうな内容と思った。（高 1）
- ・群で解の公式の有無を証明できるのが興味深かった。（高 1）
- ・解の公式が対称性と関連しているとは知らなか

った。奥が深いものだと感じた。（高 1）

・最後の 5 次方程式の話は知りたい分野だったので面白かった。（中 3）

・対称性と解の公式に繋がりがあるとは思わなかった。（中 3）

・普段あまり考えないことを聞いた。紹介された本も面白そうだったので読んでみたい。（中 3）

・複雑な立体でも変換の数が簡単に求められることが面白かった。空間の対称性については考えたことがなかった。（中 2）

・2 次元の図形の線対称を、次元をあげて考えるところがすごいと思った。（中 2）

・対称性は大事で、関係ないようなことにも結び付くことが分かった。（中 1）

・普段図形などにみられる対称を数で表せると知り、面白かった。また数に対称性があるのも興味深い。このような対称性が他にどのような面で利用されているか知りたい。（中 1）

・面白かったです。方程式と多面体に関係があつて、興味深かった。（中 1）

・難しい話を分かり易く説明してもらえて、面白かった。対称性に興味を持った。（中 1）

・授業で学んだ平面の線対称や点対称が、宇宙の構造にも深くつながっていることにおどろいた。（中 1）

・図形の対称をあみだくじで考えることが面白かった。また、方程式の解の公式と対称性に関係があるとは思ったこともなかったので、新鮮だった。（中 1）

・立体を、一度 4 次元に持ち上げてひっくり返す、という考え方がとても面白かった。（中 1）

・最後が難しかったが、面白かった。（中 1）

5 年間の SSH で実施した 11 本の特別講座は、どれも生徒たちにとって今まで知らなかった数学の一面を気付かせる素晴らしい内容であった。生徒の感想にも表れているように、この講座に参加したことで、さらに数学への学習意欲が高まったことが実証された。今後も、このような特別講座を実施するとともに、生徒にとって興味深い講座の内容を教材化していきたい。なお、今年度、第 36～46 回特別講座の講義録集を発行した。

（文責：数学科 鈴木清夫）

b. 理科

b-1 化学特別講座

「化学特別講座 ソフトマター

～マヨネーズから細胞再現研究まで～」

1. 仮説

高校化学では、分子の極性や水素結合と関連づけて、溶解やコロイドの分散、界面活性剤などについて扱う。いずれも身近な物質や現象と関わりが深い、その発展として今回の講座では「ソフトマター」について学ぶ。さらに、生物学とも関連が深い細胞再現研究の最先端に触れることは、化学と生物学などのさまざまな学問が関係し合っていることを理解する上でも教育的な価値が高いと考え実施する。

2. 内容・方法

講師：豊田 太郎 先生

(東京大学大学院総合文化研究科准教授)

日時：2017 年 3 月 13 日 (月) 13:10～15:00

実施予定

場所：本校 50 周年記念会館

対象：中学 1 年生～高校 2 年生の希望者

実施内容：講義・演示実験

要旨：油は、水に溶解しない物質のうち、室温で液体の物質をさします。サラダドレッシングやマヨネーズのように、水と油をなじませる物質（卵黄など）をまぜると油を水に懸濁できます。サラダドレッシングはしばし置いておくと水と油が分離する一方で、マヨネーズはいつまで経っても分離しません。これは一体なぜでしょう？このような疑問から、水中のやわらかい物質（ソフトマターとよばれる）の一般的な性質を解説します。

私たちの体の細胞も、約 60 %水と、水に溶解する物質のみならず、水に溶解しない多くの種類の物質でつくられているにもかかわらず、生きている限り、これらの物質は水と分離してしまうことはありません。マヨネーズと類似した何かしらの物理・化学的なトリック（法則）があるのか、そうではないのか？このような観点から、地球に誕生した生命の“原始細胞”や現存する細胞を、実験的に再現する化学研究の最前線を紹介します。

(文責：理科 (化学)・梶山正明)

b-2 文系生徒アンケート

1. 仮説

本校 SSH 最初の 6 年間に授業を受けた 56 期生文系生徒で高 3 地学選択者を対象としたアンケートを取り、その結果を 2007 年第 2 期 1 年次の SSH 研究開発実施報告書にまとめた。第 3 期 SSH が終了するのにあたり、文系生徒に対する波及効果や感想について、概ね好意的な態度であった前回と比較して評価・考察したい。

2. 方法

高校 3 年生の 1 学期期末考査時に、中学や高校の理科の授業で興味を引いた講義や実験、特別講座で印象的な内容、文系生徒から見た本校 SSH の印象を自由記述してもらった。今回は、2015 年度卒業の 64 期生と 2016 年度卒業の 65 期生の主な記述を載せる。

3. 検証

3.1 高 1 理科で興味を引いた講義・実験

(1)化学基礎

- ・化学の電池の実験
- ・酸化還元反応の講義
- ・アルカリ金属などを水につけて燃やす実験
- ・元素の性質
- ・中和滴定の実験
- ・酢酸ナトリウムを用いたメタンの燃焼実験
- ・mol 計算
- ・様々な実験をして何の水溶液かを当てる実験

(2)生物基礎

- ・遺伝子やウィルス
- ・イカの解剖実験
- ・免疫
- ・ショウジョウバエの遺伝の実験
- ・植生調査(コドラート法)
- ・バイオームについて

3.2 高 2 理科で興味を引いた講義・実験

(1)物理基礎

- ・音の実験
- ・振動数を固定して、波の波長や振幅を計測器に写し出す実験

(2)化学

- ・有機化学
- ・エチレンの合成

- ・気体の性質についての実験(Cl_2, NO_2 など)

(3)生命科学

- ・ブタの頭の解剖と脳の観察(多数)
- ・免疫に関する講義
- ・ハエの DNA の実験
- ・PCR
- ・生命倫理(遺伝子組み換え問題)

(4)地学基礎

- ・気象の講義
- ・転向力の演示実験(円盤とチョークでの解説)
- ・目の錯覚を用いた立体視
- ・地球大進化や地球ドラマチックの映像

3.3 SSHで受講した講座で印象的なもの

(1)理系

- ・宇宙エレベーター
- ・人工衛星はやぶサのスウィングバイの講座
- ・ユーグレナの社長によるミドリムシの講演
- ・生命科学 ・骨格の仕組み
- ・東京医科歯科大学での法医学
- ・確率 ・多面体
- ・SECOM

(2)理系以外

- ・英語プレゼンテーションのワークショップ
～How to give a presentation in English
- ・体育科 データが勝負を決める(データスタジアム)
- ・体育科 スポータウサイエンスラボ
- ・体育科 ジュニア期のフィジカル強化
- ・技術科 「メディア虎の穴」プレゼンテーション能力の向上
- ・経済学 金子勝さん(19期0B)の講演
- ・社会科 科学者の社会的責任・水俣病の研究
- ・国語科 コーパスを用いた日本語研究の魅力
- ・国語科 手塚治虫の初期作品～科学とユートピア～ ・哲学(デカルト)

3.4 文系から見たSSH

(1)無関心なもの

- ・あまり自分に関係がある気がしなかった。
- ・興味を持ちづらい(そもそも数が少ない)
- ・遙か彼方のことをやっていそう。
- ・文系・理系の隔てはあまり(全くといっていいほど)感じなかった。
- ・SSH に関して、文理で差があるようには感じなかった。全体的にどこに SSH の恩恵があるのか分かりにくかったが、別にそれでも良いと思う。

(2)好意的なもの

- ・多種多様な分野にわたって興味深いものを企画している。文系分野の企画ももう少し増やして欲しい。
- ・アカデミックな数学の SSH 以外は、行ってみると意外と面白く感じることが多い。
- ・個人的には SSH の活動に参加しなかったのですが、長いアンケートを書かされるくらいの印象だったが、周囲の理系の生徒や文系でも一部の生徒にとっては良い機会であると思う。
- ・国語もあるのが興味深い。
- ・文系の生徒には特に恩恵はないが、支障があるわけでもないので、関心のある人は活用すればいいと思う。
- ・テーマによって興味の有無が分かれるような気がする。文系的には、あまり込み入った理科の知識が必要ないものがあたらうらしい。
- ・別段悪くないと思います。
- ・文・理系問わず分かりやすいものが多い。
- ・理科が大の苦手なので、SSH に基づいた理科系の授業は正直なところ非常に大変だったが、財源確保という意味では重要な手段だと思うし、理科に興味のある人にとっては、普通の高校では経験できないような授業を受けられることはとても有意義なことだろうと思った。
- ・興味さえあればフラッと入っていても何となく理解できる点がありがたい。(ただし数学 SSH は除く)
- ・参加した SSH の講座はとても面白かった(自分がサッカー部だったので、保体科 SSH はためになった)。
- ・「お金がおりてくるのは筑駒にとって良いのでは」と思っていました。
- ・楽しそう。
- ・レベルが高い(難しい)なあとと思った。
- ・なんでサイエンスしかないのだろうか・・・文系用の予算があってもいいのに。とは言っても、文系科目の講座も十分にあったと思います。
- ・文系か理系か迷っているときに、理系の世界がどういうものを少し知れる気がして良い。
- ・個人的には理科は好きな科目だったため、本校の設備・備品の充実さ(※理科に限る)は魅力的でした。高2の課題研究の生物も面白かった。
- ・講座はむしろ文系よりのものが多いと印象すら

受ける。文系としてではないが、生物科の備品は充実していると思う。

(3)積極的なもの

- ・文系、低学年では全て理解できない講座はありますが、全体を通して普段話を聞く機会がない先生方からお話を聞けて、非常に素晴らしい制度だと思います。
- ・社会科や国語科にも SSH の講座があると知ったときは驚きましたが、どの科目も比較的面白いものを用意していて良かったです。SSH の目標に「理系を増やす」的な文言があった気がしますが、中1～中2の間に理科系の SSH 講座を受けて、その上で自分は理系じゃないな、と実感しました。いずれにしても、進路を考える上でも参考になるプログラムでした。
- ・英語に関しては非常にためになった。
- ・数々の講演など、理系にはとてもうれしい(のだと思う)ような催しが多くあったり、課題研究など制度も充実している印象を受けた。反面、自分は文系だが、文系でも参加できるような企画、また文理融合のような催しがあると楽しそう。
- ・自分は高1のころに台中一中に派遣させてもらったが、研究発表の際に文系の発表があまりなくて少し残念ではあった。(理系中心という趣旨だから仕方ないけど)こういった海外派遣プログラムが盛んなのも SSH の素晴らしい点だと思う。台中・釜山と2回も参加させてもらい、貴重な経験となった。
- ・文系・理系が決まっていないう中学生にとっては、とても良いものだったと思った。
- ・たまにある文系のための講座が面白いので、是非残して欲しい。
- ・最先端の技術を見られるのは楽しい。

(4)批判的なもの

- ・少し敷居が高い(興味を持てる分野が少ない・仕方ないけれど)
- ・特に数学や理科など、理系科目の SSH は難易度が非常に高く、参加しづらい印象を持った。
- ・世界史とか地理とか、社会学など。
- ・理系のものが多い、というか文系に取っつきづらいものが多い。日銀の黒田総裁がいらしたような、全生徒が興味を持てるようなものをもっと増やすべき。文系のものにしても理系は来ない。ただ、正直個人としては、部活と被るので、

興味があっても行けないことが多かったので、何回かは授業の一環でやるのも良いのでは？ SSH に直に触れて興味も湧くと思うので。

- ・あまり興味が湧くものはなかった。
- ・何をしているのかよく分からない(=覚えていない)理科・数学への興味が増すことはなかった。
- ・SSH だから仕方ないけれど、理系の難解なトピックが少し多い気がする。社会科学や経済学、哲学からも来て欲しい。
- ・当然だが文系科目のものが少なく、関わりが薄く感じた。
- ・もっと思いっきり文系っぽい講座があれば参加したかった(古典・歴史など)
- ・「位置の科学」と言われる地理に関する講義があっても良いのではないのでしょうか。あと、筑波大学訪問の文系学部が少ないと感じました。
- ・Science なので仕方ない面があるとはいえ、Art(文系)の経済・法についてのものがあるともっとうれしかった。
- ・もう少し経済系の SSH とか増やして欲しかった。

4. 評価・考察

文系生徒へのアンケートであるから、当然のことながら理系だけでなく文系、特に経済学の講座の要望が結構あった。経済学の背後には数学的な裏付けがなされており、本校にもともと数学が好きな生徒が多いこともあっての記述であろう。

また、文系生徒の記憶に残る講義や実験は、感覚的、特に視覚的にインパクトがあるものが多い。たとえば、物理分野では音や波、化学分野では中和滴定や酸化還元反応、燃焼やアルカリ金属など、生物分野ではショウジョウバエの交配・遺伝、解剖、免疫など、地学分野では転向力の演示と立体視などが上げられる。難しい理屈はさておき、何か変化するものに動物的に反応するようである。

加えて、第3期SSHにおける高2生命科学では、3学期にブタの頭部の解剖など、連続解剖実験シリーズが組まれているため、高2生物選択者の挙げる感想には、「とにかく大変であった」という声が多かった。しかしながら、それは学校の授業でなければ絶対にできないことを生徒は理解して取り組んでいる様子が窺える。必修の高2まで、きっちりとした実験を今後も生徒に課していきたい。

(文責：理科(地学)・高橋宏和)

c. 国語科

1. 仮説（指導の目標）

平成24年度SSH研究校指定にともない、国語科では次のような指導目標を設定した。

①中学生の段階において、生徒の論理的思考力を養成すること。

②高校生の段階において、科学史や科学哲学の文章読解能力を涵養すること。

指導は通常の授業を中心におこなっている。中高一貫校の強みを活かし、中学段階では論理的思考力をしっかりと身につけさせ、それを基礎とした高校段階では、科学的文章やその内容に対して、論理展開把握や批判的読解、問題設定と解決が主体的におこなわれるような流れを意図している。

また、言語や文学の専門家を外部講師として招くSSH国語科特別講座を毎年開催している。講座は科学的知識を伝達するだけでなく、科学的態度をそなえた研究者のロールモデルを提供する機会とすることも目指しており、そのため、講師には研究内容を紹介していただくだけでなく、研究に必要な資質・能力や態度などにも言及していただくことが多い。

2. 方法（指導の実践例）

2.1 中学での指導

中学生の読解や作文の授業では、事実と意見との違い、主張とそれを支える根拠との関係、接続詞のはたらきによる論理の展開などに着目させているが、それらを活用させる際、協同教育や協調学習の方法を用いている。一斉授業よりも思考する経験を多く積ませることができ、それが論理的思考力の養成のうえで重要だと考えているからである（注2）。

注1・2）これらは前期（平成19年度指定SSH）の成果を引き継いでいる。前期の各研究開発実施報告書の国語科の報告を参照のこと。

中学1年 説明文の要約と相互批評、推敲

指導の目標①を念頭に、基礎的読解力の向上のため、授業を計画した。教科書所収の「変わる動物園」（若生謙二）の授業後、発展的な文章として木下直之「はな子が死んだ一井の頭自然文化園」（「UP」2016年7月号）を取り上げ、①全文の要約 ②他の生徒のまとめた要約文のチェック、直し ③他の生徒の行った②が適正に行われているかどうかのチェ

ックの3段階の作業を行った。③は、②が恣意的、個人批判的にならないためのものである。（国語科・関口）

中学3年 中学生を対象としたLTD学習法の導入

高校への準備学年となる中3では、相互作用のなかで論理的思考を働かせ、「科学」とは何かを主体的に考えさせるため、協同教育の手法を取り入れている。

「LTD学習法」とは、課題のテキストについて個人で予習し、授業時のグループによる議論を通じて理解を深めるという学習法である。2014年度から中学の授業向けにアレンジして取り入れている。授業は、主題や構成を読み取り正確な理解を目指すパートと、それをもとに具体的な事例について適用を試みるパートの2部制とし、それぞれのパートは予習と議論の2局面からなる。

学習課題は分子生物学者である福岡伸一のエッセー「二つの誤り」である。科学研究の現場においては、そもそもの仮説が間違っているのか、それとも実験手段や条件設定が間違っているのかが研究者自身で判別できないという内容である。（国語科・東城）



写真：授業の様子（中3）

2.2 高校での指導

高校生を対象とした授業では、中学段階で身につけた論理的思考力を基礎として科学哲学や科学史の文章を読解するとともに、「科学」とは何かという本質的な問いを主体的に考え、答えを見出す力を養成している。今年度は科学と倫理との関係を問う課題について、複数の異なる立場の意見を知り、そのうえで自らの意見を構築するという実践をおこなった。また、高校2年生の授業実践にあるように、より高度な指導をおこなうことで、中学段階での論理的な読解・作文能力を高校段階でさらに伸長させることも目指している。

高校2年 科学技術の進展が引き起こす倫理的問題について考察し、パラグラフ・ライティング形式でレポートを書く

科学技術の進展が引き起こす倫理的問題の一例としてエンハンスメントを取り上げ、エンハンスメントが許容される程度についてディスカッションをした。ディスカッションや、図書館での先行文献（論文を含む）探索を元に、パラグラフ・ライティング形式でレポートを書いた。書く際には引用の仕方や論の組み立てなどについても学習し、共同推敲を経て完成・共有した。（国語科・澤田）

高校3年 複数の評論文を読み比べ、自分の解釈を他の生徒と比較する

さまざまな科学の「成果」とその社会的な意味について考えを深めるために、主題を同じくする複数の評論文を読み比べるとともに、自分の読解（要約・意見等）を書いたものを他の生徒のものと読み比べることによって、思考力の深化を目指した。実践は二度にわたって行い、それぞれで扱った文章は「現代思想」（2016年8・10月号）から抜粋した。1度目は広島の前爆をめぐりさまざまな視点からのもの、2度目は精神疾患と社会的な問題にかかわる内容である。（関口）

2.3 SSH国語科特別講座

2017年2月17日に、現代日本語の研究者で麗澤大学外国語学部教授である井上優先生をお招きし、「言語の対照研究の楽しみ」と題した特別講座を開催した。「対照研究」とは、二つの言語を比較対照することでそれぞれの言語の特質を明らかにし、それぞれの言語を公平に見る視点を見出す研究である。日中語の対照研究についてご紹介いただくとともに、研究者のあり方に関するお考えもお話しいただくよう依頼した。

講演は、先生が収集した事例のなかから「例題」が示され、参加者がそれを解くなかで研究のエッセンスを理解していくという参加型のものとなった。日本語話者と中国語話者とのコミュニケーションの場面においてはしばしば感覚の違いが生じ、これがお互いの立場からのイメージを形成するが、はたしてそれらのイメージは正しいのか、対照言語学の立場で公平に見た実際はどうなのか、といった問いかけが次々投げかけられていた。また、先生の研究者としての信条やとりくまれている研究の魅力につい

でも詳しくお話しいただいた。



写真：特別講座の様子

3. 検証（指導の結果）

3.1 中学・高校での指導

中学では中1・中3ともに要約によって論理展開を把握させた。他の者のやり方と比べ・知る過程を入れることで、ポイントのおさえ方、まとめ方の工夫を生徒各々で洗練させていくことができた。また、生徒どうしによる再チェックやクラス全体での共有と教員の支援を授業に組み込んだことが、生徒の理解が恣意的にならないようにするうえで有効にはたらい。

高校では、同時代性を意識し、エンハンスメントや最近起こった事件などを取り上げたため、生徒は興味を持って取り組んでいた。

3.2 SSH国語科特別講座

特別講座の検証は生徒向け事後アンケートを用いておこなった。

「この講座・講演会の内容は、期待通りでしたか」には61.6%が「期待以上だった」33.3%が「期待通りだった」と答え、高い満足度であったことが伺える。

「この講座・講演会の内容は、あなたの学習に役立ちましたか」には52.9%が「大いに役立った」41.2%が「役立った」と答えている。記述式の回答欄を読むと、多くの者が自分が囚われていた文化論的なステレオタイプを言語学の立場から相対化できたことに特に新鮮な驚きをおぼえたようである。なお、本校では2009年より継続して国立台中一中との生徒間国際交流がおこなわれている。今回の講座が日中語話者相互理解の一助となることを期待している。

（文責：国語科・東城徳幸）

d. 地歴・公民科

「科学者の社会的責任を考える」

1. 仮説

「科学者の社会的責任を考える」授業づくりの一環として、第2期SSHの後半より実施している水俣実習を今年度も行った。高校2年生で実施している課題研究「水俣から日本社会を考える」の現地実習である。今年度から課題研究となり、生徒自身に問題意識を持たせるとともに、課題をたてて、追究することを想定した。現地実習では、水俣病に関連する施設を訪問し、水俣病に関わっている方々から実際に聴き取りを行った。実習により、事前の学習で学んだことをより深く認識できることや、水俣病の多面性に気づくことが期待できる。

また、「科学者の社会的責任」に関する授業づくりと並行して、今年度も研究者による講演会を実施した。今年度は、研究テーマに関連する著作も多い科学評論家の柳田邦男氏に講演を依頼した。

2. 方法

2.1 水俣実習事前学習

事前学習に関しては、以下の2冊をテキストとして使用した。

1. 高峰武著『水俣病を知っていますか』岩波ブックレット No. 948 (岩波書店) 2016 年
2. 熊本学園大学水俣学研究センター編著『水俣を歩き、ミナマタに学ぶ・新版』(水俣学ブックレット) 2014 年

さらに映像資料や新聞資料を使い、当時の状況についてイメージをもたせた。

映像資料については、ETV 特集「水俣病・魂の声を聞く」2016・5・28 放送、NHK 戦後史証言プロジェクト・日本人は何をめざしてきたのか第2回「水俣・戦後復興から公害へ」2013・7・13 放送、NNN ドキュメント2010「未来への診断書～水俣病と原田正純の50年～」2010・5・9 放送などを使用した。

それらを準備した上で、具体的な訪問先を生徒に設定させ、質問票を事前に送付した。今年は高校2年生の生徒15名が参加し、1名の教員で引率した。

2.2 水俣実習の内容

日程：2016年8月1日(月)～4日(木)

行先：熊本県水俣市

内容：8月1日午後 総論「水俣を知る」

8月2日～4日午前 フィールドワーク

・1日目、水俣に到着後、水俣病問題に長く関わってこられた遠藤邦夫さん(相思社)から水俣病問題の総論について相思社の歴史考証館でお話を伺った。まず、「水俣病のディスクール」というテーマで、水俣病のメカニズム、差別や偏見、地域社会の断絶などの長い歴史について話していただいた。次に、水俣病はいつ終わると言えるのかについて、自身の体験や見解も交えて語っていただいた。その後、歴史考証館の展示を遠藤さんに解説していただきながら見学した。



(写真：歴史考証館の見学)

・2日目は、まず水俣病ゆかりの場所を西和泉さん(環不知火プランニング)の案内で見学した。最初に汚染された排水が流された百間排水口、水銀に汚染されたヘドロがたまった水俣湾埋め立て地、親水護岸、水俣病の公式発見の患者さんが出た坪谷などである。それらの場所を実際に歩くことで、生徒たちは水俣のスケール感と現状をつかむことができた。

次に、市立水俣病資料館の見学と語り部さん講話を聴いた。語り部さんは、水俣病におけるチッソとの交渉で大きな役割を果たした故川本輝夫さんの息子さんの川本愛一郎さんである。

水俣病資料館は2016年5月にリニューアルオープンした。かなり展示の内容に手を入れて、わかりやすい展示となった。以前の状況を生徒は知らないが、前日に見学した歴史考証館と比較して展示方法や展示物について一定の考えを持つことができた。

川本さんのお話は、水俣病を事件としてとらえる視点から、人為的に起こされた公害であることを強調し、お父さんのエピソードも交えたわかり

やすいものだった。



(写真：リニューアルされた市立資料館)

午後は、科学者として水俣病に関わってこられた入口紀男さん（熊本大学名誉教授）からお話をうかがった。入口さんのお話は、当時の日本社会（とくに学界）が有機水銀の毒性を見過ごしていたというものであった。ヨーロッパ社会ではすでにメチル水銀中毒患者の特徴が知られており、その論文も紹介されていたとのことである。そしてヨーロッパでは1916年の段階で、チッソと同じアセトアルデヒドの製造工程からの有機水銀による公害病の発生を防ぐことができていた。この事実は聴いていた生徒にも大きな影響を与えた。つまり、公害を予見することができたという指摘だからである。改めて科学者の社会的責任について考えさせられる内容であった。

宿舎にもどってからは、もとチッソの組合員でその後、水俣市議もつとめられた緒方誠也さんからお話をうかがった。緒方さんの話は、当時のチッソの内部での組合と会社側との対立や水俣病への組合の対応、「恥宣言」など多岐にわたった。事前の学習でも、企業内の状況についてはあまりふれられなかったのが、生徒たちにはとても新鮮にうつったようだった。ただ、そもそも組合とは何かという話からはじめなければならない部分もあり、世代の移り変わりも痛感させられた。

・3日目は、まず大石利生さんからお話をうかがった。大石さんは、水俣病不知火患者会会長である。大石さんは水俣病の患者でもあり、感覚障害について自らの体験をもとに語って下さった。具体的には唐がらしを実際に食べてみせて、辛さの感覚がないことを伝えて下さった。つまり味の感覚が長い間まったくない生活をしてきたのである。さらに裁判を通じて感じた地域社会の反応や親子

の関係の変化など、裁判が市民にとどのような影響を与えるかについても語っていただいた。

午後は、石牟礼智さんにお話をうかがった。石牟礼さんは、水俣で生まれたあと、戦前の朝鮮半島で生活し、戦後チッソで働いた方である。とくに戦前の興南（現在の北朝鮮）の生活についてお話をいただいた。当時最先端をいった電化生活や朝鮮人労働者との格差、敗戦後の混乱や引き上げなど、高校生にとってはまさに歴史を語っていただいた。また水俣病発生当時のチッソ従業員の受け止め方についてもお話をいただいた。この部分もまた、事前学習ではなかなか補えない部分であり、生徒には新鮮に映ったようである。

この日の最後はJNC水俣製造所見学である。SSHで水俣に行くようになって、必ずJNCは訪れるようにしている。公害発生企業であったチッソの現在を知ることは、非常に重要であり、企業の公害への思いを知ることでもある。近年は、本校の生徒が訪れると、一般的な見学対応ではなく、質疑応答の時間を長くとっていただいて、さまざまな疑問に答えていただいている。今回も、生徒たちは水俣を訪れて抱いた疑問を担当者にぶつけ、企業の考え方を学ぶことができた。



(写真：現在のJNC正門前)

・4日目の午前、今年度から課題研究への対応として、各個人の問題関心を追究する時間とした。県立環境センターをベースとして、グループや個人で訪問先を設定して聴き取りを行った。

具体的には、吉井正澄さん（元水俣市長）、笠井光俊さん（毎日新聞記者）、田中利和さん（田中商店専務）、吉永利夫さん（水俣病を語り継ぐ会）からお話をうかがった。それぞれから貴重なお話をうかがうと同時に実習のまとめとして、課題探究のヒントを得ることができたようである。

2.3 実習後の活動

・岡本達明さんの講演

昨年の実習で、水俣病に関する大著『水俣病の民衆史』の存在を聴いていた。その著者である岡本達明さんの講演があるということで、ゼミ生の一人が参加してきた。岡本さんはチッソの中で第一組合の委員長などもつとめた方である。チッソがかかえていた問題点や、企業の責任のとり方など患者や関係者の声を丹念にひろってきた方のお話に感銘を受ける部分も多かったようである。

・福島ツアーへの参加

2016 年 12 月、福島県主催のモニターツアーとして、本校生徒 15 名と灘高生徒 15 名が 2 泊 3 日の日程で福島県浜通りに招かれた。SSH の事業ではないが、15 名のうち 6 名が水俣ゼミからの参加となった。ツアーは郡山から葛尾村、川内村、楡葉町、浪江町、南相馬市、飯館村、福島市にわたる浜通りを回るものであり、途中放射線の高線量地域も通過した。帰還困難地域の現状や避難指示解除区域なども通り、実際に生活しておられる方や行政、東京電力などさまざまな方々からのお話をうかがった。水俣ゼミ生にとって、水俣と福島の時代を超えた共通点や相違点などを考えるよいきっかけとなった。とくに福島市で行われた最後のワークショップでは、灘高生、本校生、地元福島高校生が混じり合って意見を交換するなど貴重な経験となった。

・研究内容の発信

2017 年 2 月 19 日に行われた第 1 回都内国立校 SSH・SGH 課題研究成果発表会では、福島ツアーに参加した生徒の一部が、「水俣と福島から考える日本の未来」というテーマで発表した。

また、3 月 27・28 日に開催される日本地理学会春季学術大会において、高校生ポスターセッションに参加し、今年度の水俣ゼミの研究成果についてポスター発表を行う予定である。

2.4 「科学者の社会的責任」講演会

今年度は、「あなたは何を見ているのかーいのちの人称性から考えるー」と題して、ノンフィクション作家 柳田邦男さんにお話していただいた。

日時：2016 年 12 月 13 日 13：10～15：30

対象：中学 1 年生～高校 3 年生

柳田さんは、ノンフィクション作家であり、災害・事故・公害問題や、生と死、言葉と心の危機、子供の人格形成とメディア等の問題について積極

的に発言してきた方である。水俣病に関する発言も多い。講演の概要は、人の命や死について、人称性という視点から考えると、問題の本質をより明確にとらえることができるようになる。一人称の生と死は自分がどのように生き、どのような死の迎え方をするかという死生観の問題。二人称の生と死は、愛する人の最後の日々をどう支えるかという問題と、愛する人の亡き後、どう生きるかという問題の二つが問われる。そして三人称の生と死は、親せきや友人、知人から無縁の人に至るまで幅広い人々の生き方と死に方の問題になる。

例えば水俣病問題では、政府や行政は患者に対し、「冷たい三人称の視点」でしか対応しなかったといえる。さらに 2000 年代に入って続発した凶悪事件では、「冷たい三人称の視点」すら失った「無人称の視点」から起こされた事件といえるだろう。さまざまな歴史的事実から訴えかける内容であった。参加生徒は約 90 名であった。

3. 検証

水俣での実習とその後の活動から

今期の SSH でも、5 年間にわたって水俣実習を実施してきた。今年も大変に充実した 4 日間となった。生徒からは、これまで患者対企業という二項対立でとらえていた水俣病像が大きく変化したことが窺えた。そして現地に行き、さまざまな立場の方々からお話をうかがうことで補えた視点も数多くあった。それは以下の生徒の感想にもあらわれている。

「今この実習中、実際に訪れ、話を聴くことで、今までのイメージと実像がかけ離れたものであるということを幾度となく実感させられた。本を読むだけでは感じられないリアリティがそこにはあった。また、それぞれの語り手によって描き出される水俣病の実像が違っていたのが興味深かった。背景は違いながらも、水俣病と、水俣と真剣に向き合ってきた人々の言葉の重みが、出来事を文字列から映像にしてくれた気がする。」

実習を通して、毎年新しい発見があり、生徒から学ぶことも多かった。とくに今年は個人の課題意識を持たせたことにより、生徒が積極的に水俣病をふくむ社会問題に関わってくれるようになった。この成長をさらに今後の課題研究につなげていきたいと考えている。

(文責：地歴科 大野 新)

e. 保健体育科

1. 仮説

高校 2 年生を対象とした課題研究は「スポーツ・パフォーマンス・ラボ」と題し、24 名の生徒を対象にしてパフォーマンス・アナリティクスとスキル・トレーニングのふたつを柱とする研究活動を行った。

スポーツサイエンスの分野では、ハードウェア、ソフトウェアの進化に伴い、これまで測定できなかった動きを測定できるようになった。このことを受けて、近年、ゲーム分析手法のひとつとしてパフォーマンス・アナリティクス（プレイヤーの動きを客観的にデータ化し、アナリストの観点で分析し、プレイヤーやチームにフィードバックすること）の発展が著しい。そこで、本課題研究のパフォーマンス・アナリティクスでは、世界の最先端で行われていることを、高校生でもできる水準に落とし込むことで、スポーツサイエンスの知識と経験を積ませることを目指した。

運動学習の領域では、近年、ICT を用いた練習方法が多様に開発されている。例えば、モーションキャプチャシステムを用いて、動きを 3 次元センサーで測定することが簡単にできるようになった。しかし、そのシステムは世界トップのクラブチームや大学にしか導入されていない。高校生でもできることは、2 次元動画の同時再生である。本課題研究のスキル・トレーニングでは、この方法と、問題解決手法のひとつである特性要因分析を組み合わせ、自身が選手でもあり、指導者でもあるという立場に立って、運動学習の科学を経験させることを目指した。

2. 実施の概要

1) パフォーマンス・アナリティクス

(1) 種目と人数

パフォーマンス・アナリティクスを実施した種目および人数は以下の通りであった。

- ・バスケットボール 2 名
- ・ハンドボール 2 名
- ・アメリカンフットボール 1 名
- ・サッカー 1 名
- ・野球 4 名

(2) 目的

自身（自チーム）のパフォーマンスを客観的に捉えて分析することで、技能の向上を図るとともに、スポーツ統計学やデータマイニングを学び、実践することを目的とした。

(3) 方法

まず、種目に特化した測定項目を定義した。例えばゴール型の種目であれば、「誰が」、「どこで」、「何をして」、「その結果どうなったか」を、それぞれ「プレイヤー」、「コート座標」、「アクション」、「結果」とした。これらの測定項目は、その種目のパフォーマンスを分析するために必要とされる要素、要因であり、種目の経験者によって考案されるものである。次に、本校保健体育科が開発したアプリケーション「TK Sports」を利用して、パフォーマンスを測定した。パソコンの画面左側に試合の動画を再生し、キーボードでパフォーマンスを入力するという方法であった（図 1）。



図 1 パフォーマンス測定の様子

試合においてひとつの変化が生じるごとにデータの行が増えていくので、一試合で数百から数千行のデータが測定された。すべての測定が終わったあとは、パフォーマンスデータを Excel で整理、加工してデータセットを作成し、R などの統計分析ソフトで分析を行った。

(4) 結果（生徒の研究事例）

サッカーを分析した生徒は、2016 年 8 月に行われた本校サッカー部の試合を対象とした。特徴的な結果としては、全 8 本のシュートのうち、すべてがペナルティエリア外だったことであった（図 2）。そこから、ペナルティエリア内に進入できない原因を分析、考察し、部の練習にフィードバックすることができた。

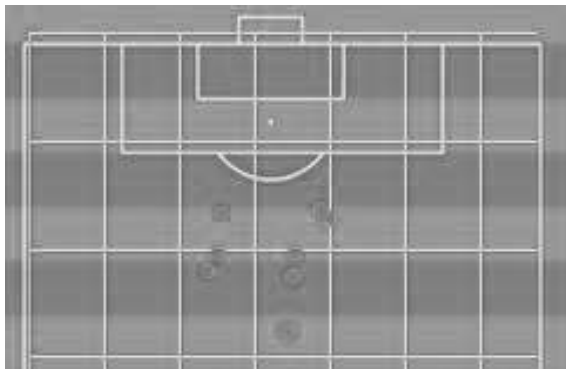


図2 シュートを放った位置

2) スキル・トレーニング

(1) 種目と人数

スキル・トレーニングを実施した種目と技術は以下の通りであった。

- ・バスケットボール
ドライブ1名
スリーポイントシュート2名
ミドルシュート1名
フリースロー1名
フェイダウェイ1名
- ・サッカー
ロングキック5名
- ・ハンドボール
ミケル1名
- ・テニス
サービス1名
- ・陸上競技走幅跳
助走から踏切まで1名

(2) 目的

技術の特性要因分析と客観的観察を用いて、自身の技能を向上させることを目的とした。

(3) 方法

まず、技術の構成要素（所謂コツ）を定性的に分析して特性要因図（fishbone diagram）を作成した（図3）。次に、最下位の構成要素を測定項目として扱い、TK Sports の複数動画相対再生機能を利用して、見本の動きと自分の動きを比較し、測定項目の達成/未達成を評価した。未達成項目の習得を試みることで、技能の向上を目指した。

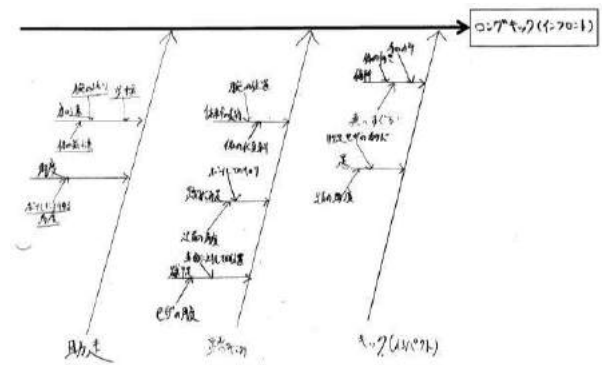


図3 サッカーロングキックの特性要因図

(4) 結果（生徒の研究事例）

テニスでは、サービス技能の向上を目指した。ハイスピードカメラで毎秒 240 フレームの撮影を行い、サービス動作の分析を行った。その結果、身体全体の動きについては「ずれ」がほとんどなく、打点がずれていることが明らかとなった（図 4、図 5）。この結果により、サービスが突然入らなくなったときは、トスの修正を最優先させるべきであることが分かった。

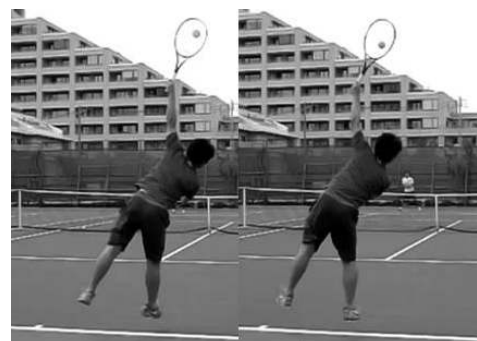


図4 後方から見た打点のずれ

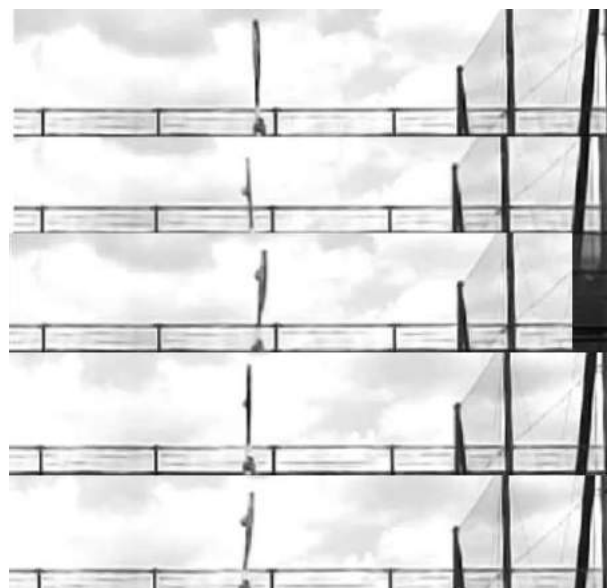


図5 側方から見た打点のずれ

3) 課題研究を終えた生徒の感想

(1) 生徒 A (サッカー)

「総じて、この課題研究は、成功したといえるだろう。サッカーの技術が一つ、完成に近づいたということだけではなく、スポーツ全般において、内的フィードバックだけに頼らず、積極的に文明の利器を活用することで、より高み、世界水準 (world level) をめざすことができることを知ったことも大きな収穫だと感じる。本気でこのスポーツに打ち込んでうまくいきたいな、と感じた時、この手法を思い出して、実践できるとよいのではないだろうか。これからの人生にも、きっと役に立つ、本当に貴重な経験をした。」

(2) 生徒 B (サッカー)

「今回の研究は、自らの左足ロングキックの精度を向上させるのに非常に有効なものだった。今まで用いることがほとんどなかった「動画という可視情報による外的フィードバック」により、自分の課題がすぐに、かつ容易に発見できた。これにより、「よくわかんないけどがむしゃらに練習する」ということが防げる上、練習の成果が目に見える形となるので、高いモチベーションで取り組むことができた。」

(3) 生徒 C (陸上競技走幅跳)

「特性要因図を用いることによって、測定項目を正確に、視覚的に定義できるというのは大きなメリットだと思う。それにより、効率的に技術を習得できると考えられる (技術習得を効率化するためのツールの 1 つとして有用であると考えられる)。スポーツに限らず分析するツールとして特性要因図は有用であると考えられるのでこれからの課題解決にも応用していきたいと思う。」

(4) 生徒 D (テニス)

「今回のように映像を比べることで、ただがむしゃらに練習するだけではなかなか気づけないようなことに簡単に気づけるとわかり、感動し、これからも活用してみたいと思った。」

(5) 生徒 E (バスケットボール)

「この分析方法の特徴は項目ごとに分析していくことであったが、ドライブは、一つ一つの動作が連動していくことが重要であった。しかし実際は

項目ごとに分けているわけだから、その事実を常に念頭に置かないと、どんどん違う方向性に進んでいってしまった。ある方法論に対する妥当性を考える重要性が大いにあることを学べた。これは他の教科にも通ずることである。このことを学べたので、この課題研究は自分にとって非常に有意義なものであったと実感している。」

3. 検証

スポーツサイエンスは、人間の身体やスポーツを対象としているものの、その基礎は他分野に依存している。世界最先端で行われているスポーツサイエンスには、莫大なお金がかけていることも事実である。そのような状況で、高校生を対象とし、「パフォーマンス」に注目したスポーツサイエンスに挑戦した。

パフォーマンス・アナリティクスでは、生徒自身が行っている種目の経験をいかすことで的確な測定項目を考えることができ、膨大な量のデータを粘り強く測定したと言える。データの分析については、日ごろの数学や情報の授業で得たスキルをいかして、有益な結果を導き出した。この研究で行ってきたことは、規模は大きくないものの、プロのスポーツデータサイエンティストがやっていることと同じである。スキル・トレーニングでは、課題解決の手法として特性要因分析を用いた。運動技術の局面分解にこの分析法を適用した先行研究があることから、研究方法として妥当であると言える。生徒の感想で述べられているが、特性要因分析は他分野の研究や問題解決においても有用であり、研究者として身につけておくべき手法であろう。指導者はもちろん、スポーツの科学者、技術者にとって、運動を客観的に見てフィードバックする能力は不可欠である。本研究における自己の動画と見本の動画を比較する過程で、運動を客観的に見る力が養われた。

本校の SSH の特徴は、全教科で実施することである。保健体育科の課題研究に 24 名もの生徒が集まったことは、多様な分野の専門性を身につけるという観点で、非常に望ましいことであった。以上のことから、スポーツ分野の科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成が達成された。

(文責：保健体育科 徐 広孝)

f. 研究部 『社会発見！サイエンス講座』

1. 仮説

実社会でいかに科学が活用されているかを知り、科学への興味・関心を高めるとともに科学を学ぶ意義を感じてもらうため、実際に応用されている科学技術に触れることが有効であるという仮説のもと、最先端で活躍する企業の研究者・専門家に1回約90分で講演してもらう『SSHスペシャル企画 社会発見！サイエンス講座』を実施して3年目になる。この講座は、日本経済新聞社および日経サイエンス社に全面的にご協力をいただき、企業との橋渡しをしていただいている。

過去の講座は以下の通りである。

- ・『RSA暗号』（セコム株式会社）2015年3月
- ・『顔認証技術の最前線 企業研究の現場から』（セコム株式会社）2016年1月
- ・『産業界にも貢献する数学の魅力』（株式会社エリジオン）2016年3月

2. 実施の概要

募集案内を配布して希望者を募り、期末考査後の特別授業期間中に実施した。

本年度既に実施した講座は、

- ・『セコムの基盤 センシング技術
～スペクトル情報を用いたセンシング～』

講師： セコム株式会社 IS 研究所

センシングテクノロジーディビジョン

井部鮎子 氏

日程：2016年12月9日（金）13：30～15：00

参加人数：中高生 28名

講義内容：

- ①セコムにとってのセンシング
- ②光のスペクトル情報は何に使われているのか？
- ③実習：光のスペクトルを見てみよう など

テーマ説明（募集要項より）：

皆さんが見ている光は、明るさや色以外にも、実は多様な情報を含んでいます。今回は、普段では見ることができない光のスペクトル情報を実際に取り出し、応用例として本物と偽物を見分ける実験をお見せします。さらに、世の中でスペクトル情報がどのように活かされているのかについてもお話しします。ふるってご参加ください。

雑誌記事掲載：日経サイエンス 2017年2月号

3. 検証

光のスペクトル情報を利用して様々な分野の情報解析に役立てる研究が、専門家から紹介された。絵画を傷つけずに下絵を解析したり、空から撮影した情報をもとに樹木のある場所を調査したりなど、最先端の話題が提供された。特に、監視カメラに映る人とマネキンの違い、葉っぱと迷彩柄の判別を機械が認識する実演があり、生徒は興味津々といった表情であった。



受講後のアンケートによると、参加者の全員が「理解できた」と回答、9割以上の生徒が「講座内容は今後の自分の学習に役立つ」と答えており、科学技術についての興味関心が高まったと思われる。



【アンケートの自由記述より抜粋】

・スペクトル情報を用いたセンシングの技術がもっと向上すれば、さらなる防犯や事故を防ぐことに繋がると分かったため、自分でももっと勉強してみたいと思った。

・SECOM は世界屈指の警備会社という認識だけだったが、超高齢社会や災害などにも対応していて、技術力も予想をはるかに超えるものだったので、とても感心した。

・皮膚のスペクトルはヘモグロビンと水の影響が出ていることが面白かった。実際にCDと細い隙間のついた簡単な装置でスペクトルが見られることを知り驚いた。

社会発見！サイエンス講座は2017年3月にも開講を予定している。（文責：研究部 更科元子）

IV. 実施の効果とその評価

ここでは、以下の項目について実施の効果とその評価について記載する。

a. 大学研究室体験の実施に関する評価
b. 「課題研究」等のプログラム研究と 実施の評価
c. 情報収集能力・メディア活用能力の 育成の評価
d. 国際交流プログラム・英語プレゼンテーシ ョン能力の育成に関する評価
e. 国際科学オリンピック・コンクール等への 参加に関する評価
f. 数学的思考力を育てる教材の 開発と普及についての評価
g. 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの 育成に関する評価 (講演会・実施講座生徒アンケート)

a. 大学研究室体験の実施に関する評価

平成24年度からの第3期スーパーサイエンスハイスクール（SSH）では、希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えると同時に、意欲の高い生徒には、少人数による「課題研究」の深化によって研究遂行能力を高め、英語による学術発表能力を世界で通用するレベルに引き上げるプログラムの開発を行った。その研究開発の柱の1本目が、『(i)すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施』であった。研究意欲の高い生徒については、これらの体験をきっかけとして、大学と連携した「課題研究」に取り組む機会を設けた。

①高校2年筑波大学訪問

筑波大学研究室訪問(高校2年・中学3年対象)はそれ以前にも企画したことがあったが、平成24年度新たにSSHの一環として位置づけ実施するにあたり、さらにプログラムの充実を図った。生徒人数に対して、受け入れ研究室数が多いのが特徴で、1名～最大で20名程度の少人数に対して、十分な訪問時間を確保できた。高校生の大学訪問の場合、時として施設を見学するだけで終わってしまうことも少なくないが、5時間連続の講座をた

くさん用意していただいたことで、生徒参加型の実践的な学習が可能となった。ある講座では、研究者からテーマが与えられ、筑波大学図書館をフィールドに文献やデータ解読を進め、その上に立って情報を整理し、最後にパワーポイントを用いて発表するという取り組みが行われた。また、「植物からDNAやタンパク質を抽出してみよう」、「微生物が電気を作る！！～代謝を利用した電池の製作」「光る水を観察しよう」「Googleで探せない情報をもとに考えてみる」などにみられるように、生徒が実際に実験に取り組むような講座も多数開講され、研究者の適切な助言とあいまって、研究の進め方をはじめとするノウハウ(知の技法)を経験的に学ぶことができた。単なる見学ではなく文献調査・データ解読、実験・実習、考察と発表など、講座毎の特長を活かした取り組みが行われ、現場の研究者から研究の進め方など「知の技法」を学ぶことができた。SSHとして理系研究室訪問分のみを予算申請したが、境界領域あるいは文系の研究室にも、理系に進もうと考えている生徒が関心を持ち、その能力を高めるテーマが多数あり、自身の興味・関心の所在を確認し、今後の学習の動機を高める機会となった。講座数は年によって違うが、午前のみ、午後のみ、午前午後通しの3タイプがあり、生徒はそれらを組み合わせ希望する。

なお、2015年以降は秋葉原集合とし、団体乗車券を利用した。

実施後は毎年アンケートや作文で成果を検証した。

高校2年生筑波大学訪問(学年人数164)

	講座数	メモ
2012年	37	つくば集合
2013年	29	午前午後で移動するコースも
2014年	28	5時間連続講座が増えた
2015年	21	秋葉原集合に変更
2016年	17	各講座の人数拡大

②中学3年筑波大学訪問

高校への連絡進学を控えた中学3年生にとって、大学で行われている研究に直接触れ、学問的刺激を受けることが、生徒それぞれに意識の変化をもたらし、興味・関心を喚起するのではないかと。また、彼らは高校への連絡進学後に本格的にSSH活動に関わるようになるが、この研究室訪問によっ

て高校での学習活動・研究活動への意欲を高めるのではないかと。そして、このこと自体が「中高大院連携プログラム」の趣旨に合う活動になるのではないかと。これらの仮説にもとづいて、本プログラムを実施した。

中学生の段階ではまだ将来の進路に対して漠然とした考えしか持っていない。高校進学を控えた時期に大学へ赴いて様々な学問的刺激を受けることは、生徒に意識の変化をもたらすと考えられる。従って、本プログラムにより、生徒の高校での学習活動や研究活動に対する意欲をさらに高めることができるかと期待できた。

大学訪問の取組そのものは高2より早く2005年度より始めた。連絡進学をする中学3年生にとって、中3の2月は受験準備をする必要がなく、生徒には比較的余裕がある時期である。実施に当たっては、筑波大学の全面的な協力のもと、11月から依頼を始め、12月下旬には各研究室での開講講座を提示していただき、その後なるべく生徒の希望に添う形で受講者数を調整する。

中3の筑波大学訪問では、午前に全体会を行い、午後に少人数の講座を開講していただいている。

中学3年生筑波大学訪問（学年人数123）

	講座数	全体会
2012年	32	大学の概要
2013年	28	大学とは何か
2014年	34	大学とは何か
2015年	28	地域貢献を目指した大学の研究
2016年	26	霞ヶ浦のコイに恋して

③東京医科歯科大学研究室訪問

また、東京医科歯科大学の研究室訪問は、第3期SSHをスタートした平成24年に新たに始めた。本校OBの東京医科歯科大学古川哲史教授から、同大学の高大連携プログラムとの協力で、医科歯科大学見学と実習の機会をいただいたことがきっかけである。筑波大学訪問でも筑波大学医学部にいろいろとご協力はいただいているが、地理的に近く、多くの生徒が進学先とする東京医科歯科大学ともこうしたプログラムが実施できることは、非常に価値が高い。特に臨床現場体験では、ER（救急救命室）やICU（集中治療室）、オペ室にまで入室させてもらい、普通では見られない医療現場を

体験できた。医学を志す生徒だけでなく難病の治療中である生徒・家族の看病中の生徒が参加した年もあった。最後に本校OBの学部生によるレクチャーや自由討論「筑駒生と卒業生」をしていただき、具体的な進路指導にもなっている。

	人数	内容
2012年	25	基礎コース3、臨床コース2
2013年	18	基礎コース3、臨床コース2
2014年	17	基礎コース3、臨床コース2
2015年	33	7コース
2016年	36	9コース

④大学研究室訪問について

第3期SSHの取組の中で、中3・高2の全員が参加する筑波大学訪問および高校生希望者の東京医科歯科大学訪問は、非常に重要な意味を持つ。本校生徒が第一線で活躍している研究者と出会い、専門の学問領域に直接触れることができるという意味で貴重な実践・研究の場となっているといえることができる。

少人数に分かれての研究室訪問の規模として、極めて濃密な空間が形成されることになる。生徒は希望の講座を受講でき、少人数、ときにはマンツーマンで親しく指導していただくことが可能になったため、生徒の評価は例年極めて高い。大多数の生徒が有意義（どちらかといえば有意義）であったと評価し、多くが受講した分野への関心が高まったと回答している。また、例年9割以上が希望通り（ほぼ希望通り）の講座を受講できたと述べている。これらは、多数の講座が開設された結果、適正規模の教室空間の中で生徒と研究者との距離が縮まり、良い関係性を築くことができた点に負うところが大きいように思われる。進路面でも「多少は参考になった」を含め、参考になったと答える生徒が多い。

中学生では殆どの生徒が進路について未定だが、あえて良く知らない分野を選び、興味・関心を高めていこうとする生徒もいる。早くから進路希望や興味関心を固定して専門的な勉強を好む生徒もいれば、自由にアンテナを伸ばして様々な方向に好奇心を持つ生徒もいるのである。多くの講座を設定することで、どの生徒にも有意義なプログラムになっていると考えている。

（研究部 更科元子）

b. 「課題研究」等のプログラム研究と実施の評価

1. 仮説

意欲の高い生徒に向けて、「課題研究」を軸とするプログラムを充実させることにより、研究を推進する力を高めることができるとの仮説のもと、今期SSH事業においては「課題研究」プログラムの充実に取り組んできた。ここでは、その成果について検証する。

2. 方法

今期の4年目にあたる2015年度より、従来行われてきた高校2年生対象の少人数探究学習「ゼミナール」を「課題研究」「理科課題研究」へ発展させ、全校生徒を対象とする選択履修科目とした。「課題研究」では、数学科をはじめとして、土曜日を活用し、大学教員や大学院生から日常的に直接指導を受けることができる機会も設定している。また、意欲の高い生徒に対しては、高校3年生でも引き続き「課題研究」「理科課題研究」を選択履修できる教育課程とした。

生徒の研究成果については、9月に実施する校内の「課題研究発表会」をはじめ、外部の発表会に多数参加することで、広く発信させることを目指した。

3. 検証

本校生徒が参加し、研究成果を発信した主な研究発表会を次ページにあげた。本校では従来より、総合学習や日々の授業において、生徒が発表する機会を豊富に用意している。高校2年生「課題研究」においても、1月には高校1年生、中学3年生と合同で開講する「課題研究オープン」として、後輩に研究成果を発表する機会を設定した。この日のために準備された発表のなかには、すでに外部で発表しても十分な質と思われるものも見られ、年を追うごとに課題研究オープンの取組も充実してきている。今後は、課題研究オープンの一般公開などを視野に入れた方策も考えられるであろう。

9月に行われた本校高校3年生による課題研究発表会は、今年度より、前年度行った「理科課題研究発表会」を拡大して実施したものである。理科に加え、数学、地理、歴史、障害科学の各分野

からの研究発表が集まり、これも新しい取組となった。以下に、集計したアンケート結果を抜粋して掲載する。

〔感想〕

1	大変参考になった	12
2	やや参考になった	2
3	あまり参考にならなかった	0
4	まったく参考にならなかった	0

○来年以降のゼミ・課題研究選びの参考になった（高1）

○（障害科学の発表について）黒姫での経験をもとに組み立てられていた。黒姫は貴重な機会であると思うが、黒姫の“特別性”（筑波の特別支援学校の生徒は受験に合格した知的レベルの高い集団であることなど）にも触れていた。その上で、より一般的な多文化共生社会の理想像として“差違”を楽しむという視点が特に興味深いと思った。今後の「ともにいきる」ゼミに生かしていきたい。ありがとうございました。（高2）

○（地理の発表について）マスコミの役割については考えたことがなかったので参考になった。賠償の仕組みが日本と他国で異なることを知り、衝撃を受けた。「不信感」という観点で賠償を考えることも興味深かった。（高2）

○環境問題について何となく感じていた認識を、調査研究によって形あるものとして提示されたので、より深い理解につながった。（高3）

○自分の言葉で心のこもったプレゼンに感心しました。（高校教員）

○身近なところから興味関心を持って研究をすすめていく姿勢がよいと思います。もっとデータや数値を扱った定量的実験までいくとなお素晴らしいなと思いました。（高校教員）

○（歴史の発表について）中国史を専門にしているので、西太后が気になりました。今後、是非一次資料を使って研究してほしいと思います。（高校教員）

○みんなパワポが見やすい。（高3）

○みんな研修で得たことをもとに更なる調査を重ねて深い考察と見解を示していてすごいと思った。（高3）

○どの発表も興味深かったです。（高3）

○自分で調べないような多岐にわたる分野が知られてよかった。受けた質問はさらに深く考えるきっかけにできた。(高3)

○化学の内容は文系には少し難しかった。(高3)

○難しいテーマに挑んでいるところが素晴らしいです。(大学教員)

○実際に体験した人ならではの価値があったと思う。(高3)

○「小さな発表会ですが…」と副校長先生もおっしゃっていましたが、大きさ(人数)ではなく、目的に応じた会であればよいと思います。私にとっては筑駒の総合を含む課題研究や生徒の実情を感じることができた有意義な会でした。なぜこの時期に、その他不明な点はいくつかありますが、(そこに重要な意味がないのであれば)会をより意義のあるものとするため、発表会のルールを教える、参加者との交流やディスカッションを位置づけたものにする、などより特色のあるものとする改善の余地はあると思います。(指導助言)

○もう少し、聞きに来る学生の数が多いと良いと思います。(大学教員)

○生徒主体の運営は良いと思います。(高校教員)

○ポスターが整理されていてとても良かった。生徒主体でやっている感じがよく伝わり、自主性が育っていることを実感しました。今回はSSHの学校、生徒への興味関心から突然の見学をお願いしましたが、本校に持ち帰れる材料がたくさんあり、非常に参考になりました。ありがとうございました。(高校教員)

○マイクのせいかもしれないが、聞き取りにくいことがかなりあった。(大学教員)

○プロジェクターが見えにくかった。後ろのスクリーンを下したほうが良かったんじゃないかなあ(高3)

○発表時間について、もう少しフレキシブルに…(高3)

○化学分野もまとめて、前半文系分野→休憩→後半理系分野としたほうが頭を切り替えやすかった(高3)

○二学期始まった直後なので、一学期は「二学期にやればいいや」となり、二学期に地獄を見ました。一学期の特別授業期間中などにずらしていただけると、より危機感をもって研究に取り組めるように思います。(高3)

以上から得られる示唆として、研究発表会を行う際の適切な時期・規模(広報活動)の見直しなどが課題としてあげられる。実際、本校における高校3年理科課題研究・課題研究の前身にあたる「テーマ研究」においては、1学期の特別授業期間(7月)に研究発表会を実施したこともある。高校3年生の研究成果の発表という観点に加え、高校2年生にとって、進行中の課題研究の参考となるような研究発表会も目指したいところである。

(文責:研究部・須藤 雄生)

資料【本校生徒が研究発表を行った主な発表会】

- ・全国 SSH 生徒研究発表会
- ・「マスフェスタ」生徒数学研究発表会
(大阪府立大手前高等学校 SSH 科学技術人材育成重粹事業)
- ・SSH 課題研究発表会(於:本校)
- ・東京都立多摩科学技術高校 文化祭 SSH 発表会
- ・高校生による MIMS 現象数理学研究発表会
(明治大学先端数理科学インスティテュート)
- ・筑波大学附属駒場中・高等学校文化祭
化学部・生物部・数学科学研究部などの発表
- ・東京都高等学校理科研究発表会
- ・国立台中第一高級中学との研究交流発表会
- ・SSH 東京都内指定校合同発表会
- ・課題研究オープン(於:本校)
- ・東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会
- ・東京都内国立校合同
SSH/SGH 課題研究成果発表会
- ・ysf FIRST(横浜サイエンスフロンティア高校:
国際科学フォーラム)
- ・関東近県 SSH 校合同発表会

また、2017 年の全国高等学校総合文化祭における東京都代表校として、本校化学部の研究発表が選出されている。

c. 情報収集能力・メディア活用能力の育成の評価

1. 技芸科 SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」の実施について

本校技術・家庭科，芸術科（以下，「技芸科」）では研究開発の柱（iii）「科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成」を担い，4年間の研究実践を行ってきた。クラウド環境を用いたことやタブレット型 PC をセミナー期間中貸与したことなど，単発的ではない学習に対し注目を頂いてきた。4年間の取り組みが本校に於いてどのような成果をもたらした，どのような進展が考えられるかを検討した。

2. シリーズセミナーの講座について

シリーズセミナー「メディア虎の穴」では，4年間にわたり，途中，教育プログラム全体を改善させたり，受講生の人数を変更したりと，微調整を行いながら進めてきたが，大枠については変えずにセミナー運営・実施をしてきた。スタッフの協力体制としては，日本マイクロソフト株式会社からの講師派遣の協力を頂き，総勢 8 名の講師で計 14 回程度のシリーズセミナーを実施した。

3. 「メディア虎の穴」の教育評価

3.1 教育内容の評価

情報収集能力・メディア活用能力の育成には広範囲な内容が包含されており，そのため長期的かつ組織的な講座が必要となった。4年間 3 期にわたるシリーズセミナーの実践でその成果と課題について浮き出てきたと考えている。

はじめに成果であるが，初期の教育目標を貫き，科学者・技術者としての研究活動に必要な能力形成の一助となったことが窺える。それは，受講者である生徒の満足度や各講座に対する記述から読み取ることができる。生徒の感想から「この「メディア虎の穴」は，著名な講師の先生と直接話をしながら学ぶことが出来る数少ない機会です。非常に中身の濃い講座なので，有効に活用して欲しいと思います。」など前向きな感想が見られた。

課題点としては，多岐にわたるがゆえに，シリーズセミナー全体の成果物が見られなかったことが考えられる。例えば，シリーズ全体を通して「…のためにメディア活用を行う」という形式にすれば，知識を学ぶだけではなく，学んだことをいか

した学習につながると考える。具体的には「科学者・技術者としての研究活動」に結びつけ「サイエンス・テクノロジー」の視点があるとよかったと考えている。

3.2 クラウド環境の活用に関する評価

「メディア虎の穴」の一つの目玉ともいえる「クラウド活用」についても成果と課題が見られた。

成果としては，IT 企業の一部の方が使用しているクラウド環境(Office365)を体験できたことであろう。直接何かにかかるところまでは行き着かなかったと考えているが，現在の情報技術の高さを知るきっかけになったと思われる。また，杉田氏による「クラウドを活用した研究スタイル」は受講者が学ぶ内容としては高度なものであったが，その中でもノートアプリ（OneNote）については終始活用できたものと考えている。受講生は毎時間の講義をノートアプリ（OneNote）に記録し，ポートフォリオとして活用していた。

課題としては，第 1 期から第 3 期まで，「チームサイトを活用する場面」が少なかったことが考えられる。事実，シリーズセミナーの中で，班で活動する場面は少なく，共同作業で成果物を作り出すことは困難であった。例えば既に本校 67 期，68 期生が行っている校外学習（地域研究）での実践のように，学校行事と結び付けたクラウド環境の利用が今後は有効であると考えている。

3.3 受講システムの評価

本シリーズセミナー正規受講生の条件は「講座にすべて参加できる生徒」であった。このことは受講意識を向上させるために有効であったが，一方で課題も見られた。シリーズセミナーに興味を示していても全 14 回程度のセミナーには 1 度か 2 度，違う予定とバッティングしてしまう場合があり，そのため受講を断念するケースが見られた。具体的には運動部生徒の正規受講生が少なかったことや，他の SSH 講座とバッティングしてしまう場面が幾つか見られた。本校生徒は科学的な発表に限らず，文化祭，校外学習（地域研究）などで発表機会が多数あり，「メディア虎の穴」は広く開講することが望ましい。また，「科学的な研究」という意味でも全校的に実施しており，高校 2 年生ならば「理科課題研究」または「課題研究」が，中学 3 年生ならば「テーマ学習」が該当している。そのため，少しでも多くの生徒に講座内容を発信

することが教育的に有効であると考えている。「ビ
ジター会員（聴講生）」や「持参 PC での参加」な
ど、参加者の幅を広げてきたものの、受講条件の
見直しが必要であると考えている。

3.4 講座時数の評価

講座の時間が十分に確保できたものと確保でき
なかったものとにわかれた。例えば西脇氏の講座
は「プレゼンテーションの計画」、「シナリオの重
要性」、「スライド資料の作成」、「魅力的な話し方」、
「口頭発表」と一貫性があり、総時数としても 13
時間と十分であったことが考えられる。しかし、
「ポスターの作成」や「スライド資料の作成（共
同作業）」については十分な時間を確保できず、受
講者の関心は高いものの、実際にいかせるような
段階まで到達できなかったと考えている。また、
「オンライン・プレゼンテーション」についても
計 6 時間を取っているものの、内容そのものが高
度であり、講座時間内で質のよい作品を作ること
は困難である様子が見られた。受講生徒からは、
「オンライン・プレゼンテーション関連の講座を
もうちょっと増やし、動画編集や動画の取り方な
どを詳しく教えていただきたいかった。また、会議
や討論のようなものについて触れて欲しいと思っ
た。」などの感想が寄せられた。

3.5 タブレット型 PC 貸与の評価

第 1 期から第 3 期まで、すべてにおいて講座期
間中タブレット型 PC「Surface」を貸与してきた。
保護者の承諾のもと実施してきたが、この点につ
いて成果が見られたと考えている。「Surface」を
貸与した場合、教室や自宅での作業が可能となり、
コンピュータの使用頻度が高まったと捉えている。
校内無線 LAN の使用が本校 50 周年記念会館、図
書スペース、オープンスペース、コンピュータス
ペースに限られていた点は課題であったが、PC
そのものやアプリケーションはどこでも使用でき、
タブレット型 PC の長所は十分にいかされたと思
えている。また、正規受講生が休み時間などで
「Surface」を活用していると、周囲の仲間もその
様子を見にくることや、一緒に作業する場面が見
られた。筆者らは、「タブレット型 PC」や「クラ
ウド環境」を用いた学習スタイルは今後学校教育
の中で広がっていくと考えているが、受講生以外
の波及が見られたことも一つの成果であった。

3.6 長期的セミナーの評価

生徒のアンケートからはシリーズセミナーの期
間が「丁度よい」と答える意見が多く見られ、大
凡よい評価をえることができた。一方で「講座の
期間の間隔をもっと狭くしてもいいかなと思いま
した。」や「とてもよいと思うが、すこし間隔が開
くため間延びする気がする。もう少し短期間でや
って欲しい。」との意見も寄せられた。これから同
様のセミナーを実施する場合には、「学校行事」や
「講師のスケジュール」などと折り合いをつけな
がら、ある程度まとめて行うことを検討していき
たい。更に第 1 期から第 3 期まで、組織的にセミ
ナーを運営できたことも成果であった。1 人の指
導者に頼らず複数の方に協力して頂き、多岐にわ
たる視点で講座そのものを開講してきた。そのた
め、全体的に一貫性のある講座を完成させること
ができたと考えている。一貫性のある授業は、受
講生にとっても学びやすく、学習成果もあらわれ
やすい。本セミナーでは総勢 8 名で講座を実施し、
チームとして学習体系を構築することができた。
また、大学研究者、企業関係者、学校関係者と幅
広い層の先生方から講義を頂いたことにより、普
段見えない部分についての「学び」も見られた。
生徒の感想からは「最高の環境で、最高の講師陣
で、最高のスキルを身につけられる点を勧める。」
や「とてもよくできた講座。PC を所持していな
くても受けられる・環境がよく整っている点で非
常に良い。それに加えて講師の先生方のレベルも
非常に高く、プレゼンテーションにさらに自信が
ついた。」との評価を受け、初期のねらいが十分に
伝わったものとする。

4. おわりに

本稿では、4 年間 3 期にわたり実施した技芸科
SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」の教育
評価を行った。通常のプレゼンテーション技術に
加え、「オンライン・プレゼンテーション」、「学術
情報の探し方」、「ポスター発表」など幅広い学習
を取り入れてきたが、これからの情報収集能力・
メディア活用能力として育成すべき資質であると思
われるし、そのためのカリキュラムをどのよう
に構築していくかが求められると考える。本シリ
ーズセミナーの取り組みは、学校教育における情
報活用能力の一助となったと考えている。

（文責：技術・情報科 渡邊隆昌）

d. 国際交流プログラム・英語プレゼンテーション能力の育成に関する評価

1. 仮説

今年 8 年目となる台中一中交流プログラム（第 4 章 b 参照）のなかで、双方の生徒が科学に関する研究成果を英語発表した。プレゼン数は各 7 本。生徒は発表までに半年から 1 年ほど、専門の教諭より指導を受け、さらに英語プレゼンテーションの専門指導を受けたうえで、発表に臨んでいる。

2013 年度より、台中一中での発表の際、会場にいる聴衆に“Presentation Evaluation Sheet”という評価票を配布、その場で記入させるようにした。これにより、発表後に行われる質疑応答の時間に議論し尽くせなかった問題や、発言の機会を逸してしまった質問や感想をより多くの聴衆から吸い上げることができる。同時に、この記録は発表者が自らの発表を振り返るためにも十分に有益であると考えている。

2. 方法

研究交流発表会の開始前に以下の 3 点の評価項目で構成される評価票“Presentation Evaluation Sheet”を双方の学校の生徒に配布し、生徒自身の印象に残った発表について英語で記入してもらった。学校同士の研究交流が主目的であるため、本校生徒は台中一中生徒の発表を、台中一中生徒は本校生徒の発表を評価するよう計画した（各発表後 3 0 枚を回収・集計）。評価項目（観点）は、例年同様、次の①～③の 3 項目に分け、それぞれを 5 段階（1～5）で評価し、それぞれコメントを記入する欄も設けた。発表会終了時に自校の発表生徒に他者の評価を還元するため、相手校が評価した評価票を回収した後、分析・検証を行った。

<評価項目>

- ①（主に研究内容にかかわること）
Organization（well-organized, sequential information, easy for audience to follow）
Statement（basic reasoning, logical conclusions, adequate evidence）
- ②（主にスピーチにかかわること）
Speech Mechanics（speaks loudly and clearly, captures and maintains audience interest in message）
Physical Composure（maintains eye contact, gesture appropriately）
- ③（主にスライド・資料作成にかかわること）
Visual Support（visuals [slides] are appropriate, support presentation, handouts [abstracts] are neat and correct）

<評価区分>

- 5: Excellent 4: Good 3: Average
 2: Below Average 1: Poor

3. 検証

項目ごとの評価平均を昨年と比較すると、項目②は 4.2 で変化なし、項目①および項目③は 4.5 から 4.4 に下がっている。概ね高い評価であるものの、なぜ下がってしまったのだろうか。

ひとつの要因として、直前の Vierheller 氏によるプレゼン講座が、都合により行えなかったことがあるかもしれない（第 4 章 a 参照）。代替措置は行ったものの、プレゼンターに自信や構えをコーチングする氏の講座には、即効性がある。それでも、僅かな差で済んだのは、台湾発表前日、ホテルでのリハーサルで生徒同士が互いの発表を長時間にわたって直し合っていた努力によると思われる。来年度もぜひ、プレゼン講座とともに前日リハーサルを行い、生徒にはさらなる技術向上を目指してほしい。

テーマ	研究分野	項目1	項目2	項目3
On the Property of the Polygonal Numbers	数学	4.4	3.6	4.4
The Effect of Auxin and Gibberellin on the Pollen Germination and Growth	生物	4.6	4.1	4.3
Environmental Design from the Ground	生物	4.4	4.3	4.5
How to Control Two-wheeled Inverted Pendulum Robot	機械工学	4.6	4.5	4.7
Research in Sexual Malformation of <i>Thais.sp</i> in Japan Caused by Chemical	生物	4.4	4.2	4.4
An Interesting Solid Figure Called "Hyperboloid"	物理	4.3	4.1	4.4
Cry from Minamata: What Scientists Could Do	環境科学	4.3	4.3	4.4
評価平均		4.4	4.2	4.4
(参考: 昨年度評価平均)		(4.5)	(4.2)	(4.5)

4. 交流プログラム参加生徒の声

以下、参加生徒のからのコメントを紹介する。

④⑤は5年前に本プログラムに参加した卒業生の声である。いずれも、生徒たちにとってこの学術・文化交流がいかに大きな意味をもっているか、また、いかに英語学習へのモチベーションをあげるものなのか、よく表した感想である。

①夕食後、翌日からはじまる台中一中でのプレゼンのリハーサル練習があった。その際、英語の発音の修正やスライドのミスを指摘され、本番で間違えなくてよかったと思った。

台中一中の研究発表は、全体的にレベルが高く、専門知識がないとついていけないものばかりだった。わからないなりに質問して、それは貴重な経験だった。

台中一中の生徒が書いた発表を感想を読んでもみると、自分の発表を理解できた人が多くて、嬉しかった。また、発音を良くしたらもっと良くなると言う意見もあり、発音を改善していきたいと思った。(高2)

②もっと勉強しよう／したい、と思った。

特に、比較的得意な英語は、まだまだだと。内向き志向、控えめさは日本のスピリチュアリティの良い点の帰結として表れているのかもしれないが、もう少しリミットを拡げる努力をしてもよい。多くの筑駒生も。(高2)

③台中一中の生徒と筑駒の生徒は雰囲気似ている。普段の生活でも授業の時の雰囲気でも何か似ているものがあると感じた。だから一緒に交流していて面白いのだと思う。日本のアニメや漫画の話を振られたり、いろいろな日本語の言葉も知っている。この2日間の交流で多くのことを知り、視野が広がった。(高1)

④直前のMs.& Mr. Gary Vierhellerのプレゼン指導が圧倒的によかった。

(卒業生・東京医科歯科大学4年)

⑤海外へのハードルが下がった。自分が海外の大学院に留学しようと思ったのは、あのときの台湾での経験がもたっていると思う。

(卒業生・東京大学4年)

5. 国際交流生徒報告会の評価

最後に、本校で2月22日に行われた「国際交流成果報告会」を検証する。これは、海外で学術・文化交流を体験をした高校生が、中学生向けにその成果を発表する催しで、昨年度から行われている。中1から中3まで30名が参加した。

《内容》

・台中一中派遣生徒よりプログラム紹介

＋英語研究発表1本

・釜山国際高校派遣生徒より、プログラム紹介

・立命館北京派遣生徒より、プログラム紹介

・TISF タイ派遣生徒より、プログラム紹介

・YSF 米国派遣生徒より、プログラム紹介。



国際交流成果報告会の様子

《参加中学生のアンケート結果》

Q. これから先に海外で行われる国際交流プログラム参加に応募したいと思いましたか。

ア. 万難を排し是非とも参加応募したい (19)

イ. できれば応募したい (8)

ウ. 応募したくない (0)

エ. まだわからない (2)

《参加中学生の感想》

・どのプログラムも面白そうで、英語や理科系に興味がわきました。(中1)

・研究発表が面白そうだったので、何か研究を試みようと思った。(中3)

・海外に行って英語で発表し、質問にも英語で答えるというのは滅多にできない貴重な体験になると思った。(中3)

この催しは、中学生の国際交流への意識を高めるとともに、発表者にとっても体験の内在化を促す貴重な機会と言える。海外派遣後の取組みとして、来年度以降も続けていきたい。

(文責：研究部/P4 秋元佐恵)

e. 国際科学オリンピック・コンクール等への参加に関する評価

1. 仮説

本校では、国際科学オリンピックや科学コンクールへの参加を支援するために、予算面での補助（数学科）をはじめとする環境面の整備のほか、科学系のクラブ活動を中心に、生徒同士が自らモチベーションを高めていけるような枠組みを用意している。これらの取組が、SSH 事業の効果によっていかに成果につながっているかを検証する。

2. 方法

SSH 事業において、予算面の補助としては数学オリンピックへの生徒参加支援、数学科学研究会（クラブ活動）での会誌発行の支援などを行っている。また、化学部、生物部を中心とする科学系クラブ活動においても、実験室、実験設備の充実という観点で SSH 事業は寄与している。これらの支援と生徒の活躍との関わりについて検証を行う。

3. 検証

以下に、本校生徒の第3期 SSH 事業年度（2012～2016 年度）における、各種国際科学オリンピックや科学コンクールでの生徒の活躍について掲載する。国際科学オリンピックには年度をまたいで複数回出場する生徒もいる一方で、複数の科学オリンピックに参加し成果をあげる生徒もいるため、以下は延べ人数を示している。もっとも、その体験の価値は、決して数値で測れるものではないことは言うまでもなく、ここでは一つの参考としてのデータを掲載するにとどめることとしたい。

国際科学オリンピックに参加した生徒たちは、自らの所属する科学系クラブ活動等にその体験を持ち帰るとともに、日々のクラブ活動のなかで、後輩たちへ実践的な指導やアドバイスをを行っている。それらがきっかけとなって、やがて、下級生同士の自主的な学習会などが生まれることもある。また、生徒は、毎週行われる全校集会での生徒表彰や、各クラブの部誌に掲載される国際科学オリンピック参加体験記などをきっかけに、先輩たちの活躍を直接知ることができる。本校は全校で SSH 事業に取り組んでいるため、SSH による支援で、そうした諸活動への敷居が全体的に下がり、

裾野も広がり、生徒にとってより科学オリンピックや科学コンクールが身近なものに感じられるようになったのは大きな成果と言えるであろう。また、数学オリンピックにおいては、2014 年度より本校を予選会場として提供する取組も行っており、中学生、高校生あわせて例年 150 名以上が予選に挑戦し、成果をあげている。今後も SSH 事業により生徒同士のつながりを支援し、環境を整備していくことで、さらなる成果の向上が期待できる。

資料

本校生徒の科学オリンピック・科学コンクール等での成果

SSH 第3期指定（2012～2016）年度

【国際科学オリンピック】

国際数学オリンピック	金 1, 銀 7, 銅 1
2012 年（アルゼンチン）	銀メダル 1
2013 年（コロンビア）	銀メダル 2
2014 年（南アフリカ）	金メダル 1, 銀メダル 1
2015 年（タイ）	銀メダル 1, 銅メダル 1
2016 年（香港）	銀メダル 2
国際情報オリンピック	金 1, 銀 3
2013 年（オーストラリア）	金メダル 1, 銀メダル 1
2015 年（カザフスタン）	金メダル 1
2016 年（ロシア）	銀メダル 2
国際物理オリンピック	金 1
2016 年（スイス）	金メダル 1
国際化学オリンピック	銀 2
2012 年（アメリカ）	銀メダル 1
2014 年（ベトナム）	銀メダル 1
国際生物学オリンピック	金 1, 銀 3
2012 年（シンガポール）	銀メダル 1
2014 年（インドネシア）	銀メダル 2
2015 年（デンマーク）	金メダル 1
国際地学オリンピック	金 1, 銀 1, 銅 1
2013 年（インド）	銀メダル 1
2014 年（スペイン）	金メダル 1 [2 名代表選出]
2015 年（ブラジル）	銅メダル 1
国際地理オリンピック	金 1, 銀 2
2012 年（ドイツ）	1 名代表選出
2014 年（ポーランド）	銀メダル 1
2015 年（ロシア）	銀メダル 1

【科学オリンピック国内大会】

日本数学オリンピック …… 銀 1, 銅 5
2012 年 銅賞 1
2013 年 銅賞 1
2014 年 銅賞 1
2015 年 銅賞 1
2016 年 銀賞 1, 銅賞 1
日本情報オリンピック …… 金 2
2013 年 金賞 1
2015 年 金賞 1
物理チャレンジ …… 金 4, 銀 4, 銅 2
2012 年 銅賞 1
2013 年 金賞 1, 銀賞 1
2014 年 金賞 1, 銅賞 1
2015 年 金賞 2, 銀賞 2
2016 年 銀賞 1
化学グランプリ …… 大賞 2, 金 4, 銀 9, 銅 11
2012 年 大賞 1, 銅賞 2
2013 年 金賞 2, 銀賞 1, 銅賞 3
2014 年 大賞 1, 金賞 1, 銀賞 2, 銅賞 3
2015 年 銀賞 3, 銅賞 1
2016 年 金賞 1, 銀賞 3, 銅賞 2
日本生物学オリンピック …… 金 5, 銀 7, 銅 5
2012 年 銀賞 1, 銅賞 3
2013 年 金賞 2, 銀賞 1, 銅賞 1
2014 年 金賞 2
2015 年 銀賞 1
2016 年 金賞 1, 銀賞 4, 銅賞 1
日本地学オリンピック …… 銅 2
2013 年 銅賞 1
2015 年 銅賞 1
科学地理オリンピック日本選手権 …… 金 8, 銀 11, 銅 11
2012 年 金賞 1, 銀賞 5, 銅賞 3
2013 年 金賞 3, 銀賞 1, 銅賞 1
2014 年 金賞 2, 銀賞 3, 銅賞 3
2015 年 金賞 1, 銀賞 1, 銅賞 2
2016 年 金賞 1, 銀賞 1, 銅賞 2

【国内科学コンテスト】

科学の甲子園（科学技術振興機構）
東京都大会優勝（2012, 2014）
全国大会 3 位（2012）
全国高等学校パソコンコンクール
（パソコン甲子園, 会津大学）

プログラミング部門 2 位（2013, 2016）
プログラミング部門グランプリ（2014, 2015）
スーパーコンピューターコンテスト
（東京工業大学学術国際情報センター）
優勝（2015）
京都の森 in Kyoto（京都大学）
金 1（2013）, 銀 3・銅 2（2014）

【SSH関連研究成果発表会】

全国 SSH 生徒研究発表会
ポスター発表奨励賞（2014）
MIMS 現象数理学研究発表会
（明治大学先端数理科学インスティテュート）
最優秀ポスター賞（2012）・奨励賞（2012）
最優秀賞（2013）
ポスター発表審査員特別賞（2014）
国際研究発表会 ysf FIRST
（横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校）
プレゼンテーション最優秀賞（2014）
全国数学生徒研究発表会マスフェスタ
（大阪府立大手前高等学校）
優秀賞 2（2012）

なお、筑波大学では、「朝永振一郎記念『科学の芽』賞」事業（文部科学省後援, 毎日新聞社後援, 各教育学会後援）を発足させ、筑波大学教員との連携のもと、筑波大学附属学校教育局と附属学校が一体となり、小・中・高校生を対象にした科学コンクールを実施している。応募件数は 11 年間で 645 件（小 281・中 328・高 36）から 2,919 件（小 1,050・中 1,736・高 133）へと増加し、科学教育の発展と向上に貢献している。

（文責：研究部 須藤 雄生）

f. 数学的思考力を育てる教材の開発と普及についての評価

1. 仮説

数学科では、初めて SSH に指定された 2002 年度から 15 年間継続して「創造的な教材・指導法及びカリキュラムの開発—中高 6 ヶ年から大学へ—」と題して教材を開発し、本校の教育研究会や本校主催の数学科教員研修会（SSH 交流会支援による実施を含む）で発表してきた。これは日々の数学の授業の充実を目指した取り組みであり、生徒の知的な興味関心を刺激し数学的思考力を育成するような教材を日々の授業で扱えば、生徒の課題研究などの活動を活性化する基盤になる、そして SSH 校に限らず数学科の教員はそのような教材を必要としている、と考えたからである。

2. 方法

日々の授業実践と本校数学科教員全体での検討を通して教材を開発し、さらに授業実践を重ねる。全国数学科教員研修会を開催し、他校の SSH 数学実践報告とともに発表し、参加者の意見を伺う。

3. 検証

一昨年の報告に 2008 年度から 2014 年度までの教育研究会、数学科教員研究会の実施状況および参加者アンケート結果を記したので、ここでは本校を会場とした全国規模の数学科教員研修会を中心に、本年度の結果について検証する。

2008 年度からの実施状況は次の通りである。

年度	開催地	発表校数	発表件数 (生徒発表)	研究授業数	参加者数
2008	東京	7	8		87
2009	東京	4	12		90
2010	東京	6	9		129
2011	東京	5	9 (2)		95
2012	東京	6	12 (3)		94
2014	東京	5	7		212
2016	東京	6	8		194

2014 年度より参加者が倍増し、開催時期も同じだった 2016 年度もほぼ同数の参加があった。研修会に初めて参加した方も約 130 名を数え、過去の

研修会に参加していた方が約 60 名だった。参加者アンケートの主な結果は次の通りである。

選 択 肢	A：大いに賛成（大いにそう思う）
	B：賛成（そう思う）
	C：あまり賛成ではない（あまりそう思わない）
	D：反対（そうは思わない）

Q. この研修会は有意義だったか。

年度	A	B	C	D
2008	69%	31%	0	0
2009	80	16	3	0
2010	89	11	0	0
2011	92	7	0	0
2012	82	18	0	0
2014	83	16	1	0
2016	67	32	1	0

Q. 今回のような自主的教員研修会は必要か。

年度	A	B	C	D
2008	79%	21%	0	0
2009	88	12	0	0
2010	92	8	0	0
2011	91	9	0	0
2012	86	14	0	0
2014	86	14	0	0
2016	83	17	0	0

アンケートの結果は変わらず良好である。参加者のほとんどが、このような研修会を継続することを望んでいることが分かる。以下はアンケートからの抜粋である。

・人材育成のために、数学もとても大切であることがよくわかりまして、公式の暗記や計算だけのつまらない数学から、アクティブに作り上げる数学、至高な数学を実践できるような指導を心がけてこれからやっていきたいと考えました。
 ・「具体的教材」について、各校の取り組みをもっと詳しく知りたいと思いました。現在、本校で課題研究を取り入れても奏功しないような気がしています。数学（勉強）に興味をもっている生徒は圧倒的マイノリティです。他校さんで、実践の失敗例を知りたいと思いました。
 ・筑駒の図形教育・統計教育のお話が大変興味深かったです。

自由記述の欄に多く見られたが、本校だけでなく、発表した SSH 校の具体的な教材への期待は非常に大きい。今後も、魅力的な教材を開発し、全国の数学科の先生方と共有していきたい。

（文責：数学科 三井田）

g. 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成に関する評価

1. 仮説

研究開発の柱「科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成」におけるプログラムとして、本校で実施した講演会・実験講座については、生徒にどの程度効果があったかを評価するために、従前より統一フォームのアンケートを実施している。ここではそれらのアンケート結果をもとに、結果の分析を試みる。なお、各事業の内容については、本報告書Ⅲ章の該当項目を参照されたい。

2. 方法

アンケート項目は、次の通りである。

Q1 この講座・講演会の内容を理解できたか

- ア. よく理解できた
- イ. まあ理解できた
- ウ. あまり理解できなかった
- エ. 理解できなかった

Q2 この講座・講演会を受講した動機（複数回答可）

- ア. 受講が必修だった
- イ. おもしろそうな内容だった
- ウ. 自分の学習に役立ちそうだった
- エ. 講師の先生にひかれて
- オ. 友達に誘われて
- カ. その他

Q3 この講座・講演会の内容は、期待通りか

- ア. 期待以上だった
- イ. 期待通りだった
- ウ. ほぼ期待通りだった
- エ. あまり期待通りではなかった
- オ. 期待はずれだった

Q4 この講座・講演会の内容は、あなたの学習に役立ったか

- ア. 大いに役立った
- イ. 役だった
- ウ. あまり役立たなかった
- エ. 役立たなかった

Q5 この講座・講演会で興味深かった内容および全体についての感想

以上のアンケート調査を、次の各事業において行った。なお、*印については報告書作成時点で未実施のため、分析の対象とはできなかった。

< 数学関連 M >

M1：7月8日（金）「数学と音楽：創造の醍醐味」

M2：12月19日（月）「数学における対称性」

< 理科関連 S >

S1*：3月13日（月）「ソフトマター ～身近な物質の科学から人工細胞研究最前線まで～」

< 総合講座 G >

G1：12月9日（金）社会発見！サイエンス講座
「セコムの基盤 センシング技術」

G2：12月13日（火）社会科 S S H 特別講座
「あなたは何をみているのか～いのちの人称性から考える～」

G3：12月15日（木）東京医科歯科大学体験実習

G4：2月17日（金）「言語の対照研究の楽しみ」

G5*：3月10日（金）社会発見！サイエンス講座
「産業界にも貢献する数学の魅力」

G6*：3月14日（火）
「クールダウンこそ準備運動！」

調査結果（今年度）

Q1	講座・講演会の内容を理解できたか（％）					
	参加数	よく理解できた	まあ理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった	無答
M1	61人	24.6	49.2	23.0	3.3	0.0
M2	39人	17.9	53.8	23.1	0.0	0.0
M平均	50人	22.0	51.0	23.0	2.0	0.0
G1	27人	59.2	40.7	0.0	0.0	0.0
G2	73人	42.5	53.4	1.4	0.0	2.7
G3	36人	66.7	19.4	2.8	0.0	11.1
G4	18人	76.5	17.6	5.9	0.0	0.0
全平均	42.3人	42.1	43.7	10.2	0.8	2.4

Q2	講座を受講した動機（複数可）（％）						
	参加数	受講必修	おもしろそう	役立ちそう	講師にひかれ	友人に誘われ	その他
M1	61人	1.6	91.8	14.8	36.1	0.0	4.9
M2	39人	0.0	79.5	28.2	20.5	0.0	2.6
M平均	50人	1.0	87.0	20.0	30.0	0.0	4.0
G1	27人	0.0	88.9	74.1	0.0	74.1	0.0
G2	73人	0.0	37.7	20.2	33.3	5.3	3.5
G3	36人	0.0	80.6	47.2	13.9	8.3	0.0
G4	18人	0.0	66.7	25.9	7.4	0.0	0.0
全平均	42.3人	0.4	70.9	30.3	23.6	10.6	2.8

Q3	講座の内容は期待通りだったか (%)						
	参加数	期待以上	期待通り	ほぼ期待通り	少し期待はずれ	期待はずれ	無答
M1	61 人	41.0	34.4	19.7	4.9	0.0	0.0
M2	39 人	17.9	46.2	33.3	0.0	2.6	0.0
M 平均	50 人	32.0	39.0	25.0	3.0	1.0	0.0
G1	27 人	33.3	33.3	29.6	3.7	0.0	0.0
G2	73 人	47.9	38.4	13.7	0.0	0.0	0.0
G3	36 人	69.4	19.4	5.6	0.0	0.0	2.8
G4	18 人	61.1	33.3	0.0	5.6	0.0	0.0
全平均	42.3 人	44.1	35.0	17.7	2.0	0.4	0.4

Q4	講座内容はあなたの学習に役立つか (%)					
	参加数	大いに役立った	役立った	あまり役立たなかった	役立たなかった	無答
M1	61 人	29.5	62.3	6.6	0.0	1.6
M2	39 人	23.1	69.2	5.1	0.0	2.6
M 平均	50 人	27.0	65.0	6.0	0.0	2.0
G1	27 人	37.0	55.6	7.4	0.0	0.0
G2	73 人	56.2	42.5	1.4	0.0	0.0
G3	36 人	72.2	22.2	0.0	0.0	5.6
G4	18 人	52.9	41.2	5.9	0.0	0.0
全平均	42.3 人	44.9	49.6	3.9	0.0	1.6

Q5の自由記述

- ・ 追究したいテーマを見つけることができてよかった。(M1)
- ・ 課題研究をして感じたものと似たようなことをおっしゃっていて共感し、理解できたような気がする。(M1)
- ・ 普段あまり考えないことを聞いた。紹介された本も面白そうだったので読んでみたい。(M2)
- ・ 前半はとてもわかりやすかった。後半は発展的でしたが、感覚的に少しかわかった。(M2)
- ・ 難しい内容だったが理解できた。楽しかった。(M2)
- ・ 後半がとても難しかったので、もっと数学を勉強しようと思った。(M2)
- ・ スペクトルの仕組みがよく分かった。様々な分野に応用できるので大技術だと思った。(G1)
- ・ 物理の授業でやった、光の性質を利用した分光器が、最先端の警備・セキュリティの技術に活用されていて面白かった。(G1)
- ・ 意外といろいろな分野に使っていて、他にも様々な活用方法がありそう。それらを考える上では夢が膨らむ講座だった。(G1)
- ・ 実践的なことが学べる環境があるなあと感じた。(G2)
- ・ 研究の面白さがわかった (G2)
- ・ 研究がこまごまとした作業の積み重ねで、思ったよりもメンタルが強くないとやっていけないと思った。(G2)
- ・ 生物学は高2になって選択するが、益々興味が高まった。(G2)
- ・ 「文章の深い意味を読み取る」がとても印象的でした。(G3)
- ・ 去年の社会科の授業とマッチングする部分も多く、感動しました。(G3)
- ・ 専門家の意見が絶対でないということが学べたと思う。(G3)
- ・ 「研究」がどういうことで、どんな種類があるのかということも理解することができた。(G4)
- ・ 日々の疑問に対する新たな切り口となりうる視点を得ることができた。(G4)

3. 検証

昨年度から、受講が必修とされる講座が大きく減少している一方で、自由記述にもみられるように、日頃の授業や課題研究との関連で、特別講座の機会をより深く活用しようとする生徒の姿が目立つ。このことから、各教科の日ごろの授業と、これらの特別講座が両輪となって生徒の科学的リテラシーが伸長するという示唆が得られる。

(文責：研究部 須藤雄生)

参考（5年間の全平均の推移）

Q1	講座・講演会の内容を理解できたか (%)					
	参加数	よく理解できた	まあ理解できた	あまり理解できなかった	理解できなかった	無答
2012	48.8 人	32.4	53.8	11.4	1.0	1.4
2013	54.6 人	36.2	49.2	11.0	1.7	0.6
2014	44.0 人	46.1	44.0	7.1	2.2	0.5
2015	24.7 人	30.5	51.4	15.4	2.7	0.0
2016	42.3 人	42.1	43.7	10.2	0.8	2.4

Q2	講座を受講した動機(複数可) (%)						
	参加数	受講必修	おもしろそう	役立つそう	講師にひかれ	友人に誘われ	その他
2012	48.8 人	22.9	51.5	16.8	8.7	7.4	6.8
2013	54.6 人	31.3	60.4	21.7	6.9	6.1	3.7
2014	44.0 人	35.3	54.5	18.5	5.5	5.4	5.8
2015	24.7 人	3.0	96.3	20.0	4.2	2.0	7.4
2016	42.3 人	0.4	70.9	30.3	23.6	10.6	2.8

Q3	講座の内容は期待通りだったか (%)						
	参加数	期待以上	期待通り	ほぼ期待通り	少し期待はずれ	期待はずれ	無答
2012	48.8 人	31.5	45.6	18.9	3.6	0.2	0.2
2013	54.6 人	48.5	32.5	13.9	2.7	1.0	0.5
2014	44.0 人	45.5	38.7	12.6	2.9	0.0	0.3
2015	24.7 人	49.5	32.9	14.4	1.6	1.7	0.0
2016	42.3 人	44.1	35.0	17.7	2.0	0.4	0.4

Q4	講座内容はあなたの学習に役立つか (%)					
	参加数	大いに役立った	役立った	あまり役立たなかった	役立たなかった	無答
2012	48.8 人	30.4	63.5	5.7	0.3	0.2
2013	54.6 人	45.6	47.9	4.2	1.1	0.0
2014	44.0 人	41.1	55.2	2.2	0.2	0.0
2015	24.7 人	28.8	58.4	11.3	1.7	0.0
2016	42.3 人	44.9	49.6	3.9	0.0	1.6

V. 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. 今年度の研究開発について

第3期SSH5年次は、研究の完結および発展期ととらえる。第4年次までの研究開発で得られた成果をもとに、開発した教育プログラムや教材を、他校でも活用できるような形での普遍化に取り組む。

第4年次までの活動を継続し、希望するすべての生徒に理数系研究入門の機会を与えるとともに、意欲の高い生徒には、研究遂行能力、英語による学術発表能力を引き上げるプログラムの開発を行う。また、大学附属の中高一貫校である特性を活かして全人教育を視野に入れた多様なプログラムを展開し、幅広い教養と強い探究心をもつグローバル・サイエンティストの育成を目指す。

研究の柱は以下に示すとおりである。

- (i)すべての生徒の探究心や研究意欲を高める
大学研究室体験の実施
- (ii)意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施
- (iii)科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成
- (iv)国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成
- (v)SSH校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及
- (vi)科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成

2. 評価と課題

2.1 (i) すべての生徒の探究心や研究意欲を高める大学研究室体験の実施について

高校2年生と中学3年生を対象とした筑波大学研究室訪問を実施した。受け入れに協力頂いた研究室の数は、高校2年生で17、中学3年生で26と、今年も多くのご協力いただいた。中高それぞれの目的の明確化・差別化、事前事後学習の充実化、実施時期の検討など、実施方法についても研究を続け、中高一貫の流れの中で成果が上がるようにしたい。

東京医科歯科大学の見学・実習では、9講座に

計36名が参加した。5年目にして過去最高人数の参加希望があり、生徒の関心の高さが伺えた。高大連携プログラムの内容の濃さについては、昨年参加した生徒からの情報の伝達があったようだ。また、実習後には本校OBの学生が進路相談にも応じ、大学生活や研究活動の様子を語るなどの時間も設けられ、参加生徒と活発な質疑応答が行われた。4年前にこの企画をきっかけに医学を志望し、東京医科歯科大学に進学した卒業生が講師として話をしたことは直接の成果として感慨深い。

2.2 (ii) 意欲の高い生徒のためのグローバル・サイエンティストを目指す「課題研究」等のプログラム研究と実施について

生徒の研究内容の水準を維持・向上させるために、「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」を教育課程に設定した。従来の高校2年生総合学習「ゼミナール」を発展させ必修科目として時間割に組み込んだ「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」をベースに、継続的かつ主体的に研究を発展させるなど、時間数や報告書提出等の一定基準を満たした生徒に対して単位を認定した。これまでも、国内外で研究発表を行ってきた生徒の研究水準は、概ねこのレベルに達しているため、成果を単位として認め研究を奨励するねらいである。高校3年「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」は選択制であるが、今年度は13人の生徒が取り組んで成果を上げ、評価の対象となった。生徒による自主的・探究的研究の成果は、校内外で発表させた。

校内では高校3年生が成果を発表するSSH理科課題研究発表会、高校2年生全員が中学生・高校1年向けに発表を行う課題研究オープンを開催した。

対外的な発表の場として、SSH生徒研究発表会、大阪府立大手前高校SSH科学技術人材育成重宝事業「マスフェスタ」生徒数学研究発表会、都立多摩科学技術高校文化祭SSH発表会、明治大学が主催する高校生によるMIMS現象数理学研究発表会、筑波大学附属駒場中高文化祭発表、化学部化学実験教室、東京都高等学校理科研究発表会、科学の甲子園東京都大会、都内の指定校が参加するSSH東京都内指定校合同発表会、東京都立戸山高校生徒研究成果合同発表会、東京都内国立校合同

SSHS GH 課題研究成果発表会、ysf FIRST 横浜サイエンスフロンティア高校：国際科学フォーラム、科学の甲子園（高校）全国大会、関東近県 SSH 校合同発表会などに生徒を参加させた。

高校2年生「理科課題研究」および「学校設定科目・課題研究」の開始時期は以前の総合学習「ゼミナール」より早めて5月とし、夏休み中には個人の研究へ取りかかることができるようにした。種々の研究発表プログラムに参加する生徒の選考は、主として夏休み前に行われており、研究のモチベーションを高めるとともに、この時期を起点として、平常授業と並行しながら研究は進められている。早めの研究テーマ設定を生かして生徒の研究意欲を引きだし、研究の質の向上につなげることが課題である。

また一昨年度より筑波大学で始まった高校生向けのプログラム GFEST(Global Future Expert in Science and Technology)では、生徒の自主的な研究活動等も支援するコースも用意されており、本校からも中学生を含む生徒が参加して大学と連携した研究の取り組みを進めた。プログラムの検証を行い、大学等との有効な連携関係を構築していくことが課題である。この GFEST を経験した今年の卒業生の一人は、研究者を目指して海外の大学に直接進学する道を選択した。SSH 課題研究の刺激は進路決定にも大きく影響している。

その他、本校で開催の「課題研究発表会」、神戸で開催された「生徒研究発表会」、都内の指定校が参加する「東京都内指定校合同発表会」などは、成果を発表する生徒にとって貴重な場となっている。今年度は発表の機会について生徒掲示板や全校集会を通じて広く公募したところ、課題研究やクラブの部員以外にも自主的に個人研究を発表したいという希望者がいた。学校の理科の授業で興味を持ち、自宅近所の児童館で実験活動をしてポスターを作成した生徒もいた。ゼミナールや授業の枠にとらわれない個別の研究に対しては、研究顧問として教員が指導に当たる条件で発表を許可した。学校の代表であるということを意識させ、主催者への感謝と発表できる幸運を忘れないよう指導した。その中で、大学の専門家の個別指導を受ける幸運にも恵まれた。このような主体的自主的な取り組み姿勢は大いに評価できる。

2.3 (iii) 科学者・技術者としての研究活動に必要な情報収集能力・メディア活用能力の育成について

SSH シリーズセミナー「メディア虎の穴」は、第3期目も参加希望者が募集定員を大幅に上回り、限られた生徒を対象とせざるを得ない点が課題として残っていたが、アーカイブ化、ビジター参加制度も導入して対応した。その結果、生徒のメディア活用能力が大いに高まった。

また、SSH 生徒研究発表会に参加する高3の理科課題研究受講者に対し、ポスター作成に関する特別企画、技芸科 SSH メディア虎の穴特別版「学会ポスターのデザイン術」を実施した。ポスター作成については系統だった指導がなかったので、有意義な講座になった。

2.4 (iv) 国際交流や学会発表の場で通用する英語プレゼンテーション能力の育成について

英語プレゼンテーション能力の育成を強化するため、昨年に引き続き計3回（うち1回は講師の体調不良により代理の講師となった）、外部講師による講座を実施した。また、発表内容やポスター制作に欠かせないテクニカルタームを駆使した専門的な表現の指導は課題となっていたが、一昨年度から筑波大学の予算措置で実現した日本在住の外国人若手研究者との交流会（「イングリッシュルーム」）を今年も開催し、科学コンテンツを英語で表現する能力育成に活用した。英語だけでなく、実際に研究している留学生の科学に関する指導は貴重である。

昨年姉妹校締結を行った国立台中第一高級中学（台中一中）との交流は8年目を迎えた。今年度は、先方の本校訪問はなかったが、12月には例年通り台中一中での研究交流会（Academic and Cultural Exchange Program）を実施した。研究発表会（本校：7報、台中一中：7報）では英語による口頭発表が行われ、昨年同様「発表評価票（Presentation Evaluation Sheet）」による相互評価を行った。

課題となっていた参加生徒以外への成果還元については、参加生徒による追体験講座：海外研修報告会を企画し、成果を広く共有するとともに、次年度の参加を希望する下級生に対する意欲向上を図った。

その他、立命館高校SSH科学技術人材育成重点

梓、横浜サイエンスフロンティア高校科学技術人材育成重点校の連携校としてそれぞれ、北京航空航天大学附属实验中学(中国)、Thomas Jefferson 高校(米)における海外研修へ3名・2名の生徒を派遣した。これらのプログラムは年間を通して継続したプログラムが計画されるようになり、SSH校の生徒同士の交流による教育的効果も大きい。特に海外の学校との実際の共同研究という企画は生徒の達成感が大きい。立命館高校・Y S F 高校のご尽力ご苦勞に感謝申し上げたい。

2.5 (v) SSH 校や大学との連携を活かした数学的思考力を育てる教材の開発と普及について

東京以外の地での「数学科教員研修会」は開催できなかったが、本校で SSH 数学科教員研修会を実施し、他校との活発な情報交換が実現した。参加 SSH 校の『数学』分野の取り組み事例報告、開発教材に関する研究協議を行い、参加者から忌憚のない意見、貴重な情報を得るとともに身近な課題に対する情報交換ができた。参加者は約 190 名であった。

発表校は以下の通りである。

- ・東京工業大学附属科学技術高等学校
- ・福井県立高志高等学校
- ・大阪府立大手前高等学校
- ・茨城県清真学園中学高等学校
- ・奈良県西大和学園中学校・高等学校
- ・筑波大学附属駒場中高等学校

2.6 (vi) 科学者・技術者に必要な科学的リテラシーの育成について

社会科による「科学者の社会的責任」をテーマとした講演会をはじめ、このプログラムは第 1 期 SSH 開始時(平成 14 年)からの伝統ある実践である。今年度は、理数講座が 3 講座(数学 2・理科 1)、総合講座が 5 講座(国語 1・社会 1・保健体育 1・総合 2)に加え、社会発見 SSH 特別講座が 2 講座開講された。また、筑波大学社会貢献プロジェクト「筑駒アカデメイア」でも SSH につながる取り組みを行い、講演会を 2 回開催した。2017 年 3 月には地域住民や児童・生徒を対象とした公開講座を開催予定である。次年度以降も、テーマ、内容の精選や実施方法の改善をはかりつつ継続したい。

3. 今後の方向・成果の普及

今後は新たな研究主題『国際社会に貢献する科学者・技術者の育成をめざした探究型学習システムの構築と教材開発』のもとに取り組みたいと考えている。

主体的・協働的な学びを通して、自ら設定した研究課題に対して探究する理数系人材の育成を目的とする。中高生の成長過程に即したカリキュラムと学習プログラムを開発・実践し、それらを有機的に連動させた学習システムの構築を目標とする。さらに、その成果を社会に積極的に発信し、他校との共有を図りたい。

過去 3 期 15 年にわたる SSH 事業では、生徒の研究推進能力と発表能力を高めるプログラムを開発し実践してきた。第 3 期 3 年次の中間評価を通して、SSH 事業と中高生の成長の検証、通常授業と SSH 事業との関連、事業成果の発信が課題であることを認識し、「育成のためのカリキュラム→プログラムの実践→育成システムの構築と発信」の 3 段階で研究開発を実施するのが最も有効との仮説を立てた。そこで、中高 6 年間の成長過程を意識した探究型学習を可能にする育成カリキュラムを編成し、そのもとで従来の効果的なプログラムと新たなプログラムを稼働させ、最終的には高度な科学者・技術者を育成するための探究型学習システムの構築を図りたい。

国際舞台で活躍し貢献できる先駆的な科学者・技術者を育成するため、『探究型カリキュラムの作成→探究型プログラムの稼働→探究型学習システムの構築』という理念で以下の①～④を柱に取り組みを推進していきたい。

- ①国際社会に貢献する科学者・技術者を育成する探究型学習の教材開発と実践
- ②主体的な探究活動をするための基礎力育成カリキュラムの開発と実践
- ③探究型学習を実践するためのプログラム開発とサポート体制
- ④探究型学習システムの構築と他校への発信・共有・検証

まず①と②で、基礎力養成から高度な探究活動に発展させる育成カリキュラムの編成を図る。そのもとで、高大連携・OB 連携・社会連携・国際連携の 4 つの観点から教材を開発し、③の各種プログラムを稼働する。④では、カリキュラムと稼働したプログラムを発信して他校と共有し、その効果を検証しながら中高 6 年間を通した探究型学習システムの構築をめざす。

(文責：研究部 更科元子)

VI. 校内におけるSSHの組織的推進体制

本校のSSHは、以下の研究組織を活用して、研究開発の企画・評価を推進する。

1. SSH校内推進委員会

全教科から選出された教員を含む、計13名の構成員によって、実施計画書、事業計画書、事業経費説明書等書類の作成および事業の評価方法の検討などを担当する。

2. 校内プロジェクト会議

全教員が下記の4つのプロジェクトのいずれかに所属する。

プロジェクトⅠ（成長過程・生徒探究プロジェクト）
プロジェクトⅡ（学校環境デザインプロジェクト）
プロジェクトⅢ（地域貢献・OB連携プロジェクト）
プロジェクトⅣ（国際交流研究開発プロジェクト）

校内プロジェクトⅡは、研究内容の柱(iii)、校内プロジェクトⅣは、研究内容の柱(iv)を担当し、中心となって研究を進める。校内プロジェクトⅢは社会貢献プロジェクト「筑駒アカデミア」(地域への発信-「筑駒人材バンク」を活かした地域貢献-)の計画・立案、運営・実践を行っている。

また、校内プロジェクトⅠも必要に応じて研究開発に関わる。

3. 運営指導委員会

筑波大学およびその他外部の研究者等7名から構成される。研究推進のために特別に設置した委員会で、年2回開催する。今年度は2016年7月2日(土)、2017年1月28日(土)に委員会を開催した。構成員は下記の通りである。

氏名	所属・職名
真船 文隆	東京大学大学院 総合文化研究科教授
吉田 次郎	東京海洋大学 海洋科学部海洋環境学科教授
古川 哲史	東京医科歯科大学大学院 難治疾患研究所教授
吉原 信敏	東京学芸大学 理科教員高度支援センター准教授
坂井 公	筑波大学 数理物質系准教授

野村 港二	筑波大学 教育イニシアティブ機構教授
緩利 誠	昭和女子大学 総合教育センター

運営指導委員会では、SSH事業について報告の後、各運営指導委員から助言指導をいただき、SSH事業の推進のためにさまざまな面で活かす。

4. 研究部

校内の既設の分掌で、5名で構成される。実施計画書、事業計画書、事業経費説明書のとりまとめ、文部科学省およびJSTとの連絡協議、外部からの各種調査・アンケートの実施と取りまとめ等を行うとともに、各研究・プロジェクト間の調整を担う。また、研究発表の場である教育研究会、校内研修会の企画・運営を中心になって進める。

5. 教育研究会・校内研修会

(1) 第43回教育研究会

会 2016年11月19日(土)

【中高理科・中高英語・中学社会・高校地歴公民の公開授業と研究協議会と講演会】

・研究主題：

「主体的な学び～SSHの成果と展望～」

・講演会「中等教育におけるアクティブラーニング型授業の展開」

溝上慎一氏

(京都大学高等教育研究開発推進センター教授)

(2) 校内研修会

本校教員全員で3回の校内研修会を持った。

6. 筑波大学・附属学校連携委員会

駒場連携小委員会

筑波大学の附属学校は全部で11校あるが、それらと大学を繋ぐのが連携委員会であり、本校と大学を直接繋ぐのが連携小委員会である。両委員会でもSSH研究開発について報告し協力を得ている。

7. 筑波大学附属学校教育局(管理機関)

筑波大学附属学校教育局は、11校の附属学校の管理機関として、本校と筑波大学及び関係機関との連携にあたり、指導助言を行うとともに、事業の円滑な推進のための各種支援を行っている。また、筑波大学では、全学体制で本校のSSH事業を全面的に支援している。大学及び関係機関との連携を強化し、理数系人材育成をめざした教育活動を充実・発展させることは、全国の高等学校の先導的モデルになるものであると考えている。

(研究部 更科元子)

関係資料 (2016 年度)

■SSH運営指導委員会の記録

2016 年度 第 1 回 SSH運営指導委員会

日時：2016. 7. 2 (土) 15:00~17:00

場所：本校大会議室

出席者

運営指導委員：

吉田次郎 (東京海洋大学)・真船文隆 (東京大学)・古川哲史 (東京医科歯科大学)・坂井公 (筑波大学)・吉原伸敏 (東京学芸大学)・緩利誠 (昭和女子大学)

校内推進委員：

林 (校長)・濱本 (高校副校長)・大野 (中学副校長)・伊藤 (事務長)・更科 (研究部長)・山田忠 (国際交流係・英語)・須藤 (研究情報係・数学)・徐 (保体)・高橋宏 (理科)・東城 (国語)

次第

1. 学校長あいさつ

2. 事業報告と意見交換

(1) 全般 研究部報告…事業計画書の説明、今年度これまでの事業の概略について。

(2) 国際交流係より…今年度の国際交流生徒派遣企画一覧に基づいて説明。

(3) 各教科報告 (数学, 理科, 情報・芸術科, 国語科, 地歴公民科, 保体科, 英語科)

(4) 各事業に対する指導・助言・意見交換

→数学科の教材開発については、教科書の通り一遍の話題ではなく、高度な内容もあるが、非常に面白い教材が蓄積されている。配布されたものが他の学校でどのくらい使われているのかが知りたい。

→保体科でのスポーツサイエンスへの取り組みについて。保健体育でSSHというのは、全国的に見てもかなり先進的な取り組みであり、本校の目玉と言えると思う。次期SSHを考えると、東京オリンピックも指定期間に入ってくる。生徒のなかに、卒業後にスポーツアナリストなどの進路をとる生徒が現れると良いのだが。

→理科しか課題研究がないという話について。海に関する学問は、高校の理科で実はどの科

目でも扱いが薄い。課題研究のなかで、海洋に関する研究をもう少し押してもらえると嬉しい。波や海流は扱うが、地学のなかでも海洋に関する内容は難しい。きっと面白い生徒もいると思うのだが。

→地歴・公民科の報告にアクティブ・ラーニングという言葉が入ってきた。高校の授業改革の一環で、次期指導要領でも進んできている。ただ、筑駒の授業はアクティブ・ラーニング「化」する、というより、もともと取り組んでいるものと認識している。課題研究 (ゼミナール) などもアクティブ・ラーニングそのものだと思う。発信していったほしい。

→筑駒ではすでに「アクティブ・ラーニング」はかなり実践されている。その成果を、どのように見せていくかを考えるべき。また、課題研究について、全国の事例を見ても、単発的にいいことをしているだけでは評価は低い。教科間でどのような有機的つながりがあるか、体系的に示している学校は評価が高い。これらは今後、前提とされていくことだとは思いますが、その上でどのような体系を作っていくかということは研究課題になりうると思う。

→以前、中間評価が低いということが話題になったとき、どう見せていくかは大切だという話であった。すでにやってきたことであるならば、一歩先を行く形で「成果と課題」を具体的に示していくということがあってもよいのではないか。

→成果の見せ方ということで、端的に言うとホームページの充実というのが考えられる。予算や管理の問題があるが、今していることをどう体系化するかという点では、例えば中3~高2のテーマ学習から課題研究への流れがきちんと体系化されて、理念を伝えるという部分が大切になってくる。

→理科・数学における生徒たちの課題研究、それに保体科も精力的に加わっているというが、それをバックアップする技芸科・国語科・英語科の取り組みという形が大変強固だと思う。ここまでやっている学校はあまりない。例えばアクティブ・ラーニングにおいても、何でもかんでも見せるというのではなく、行動と言葉に意味を持たせるという視点が大切だと

いう考え方がある。きちんと整理して柱を立て、来年以降の申請のときに、これまで出来上がったフレームワークをきちっと強調していくことが大切だと思う。また、研究成果をどこかの場に持って行って発表するというだけでなく、この学校で主催して、発表会を開くというのも良いのではないだろうか。

→筑駒主催の数学科の教員研修会は特筆すべき取り組みであるが、教員同士が発表する研修会の評価はあまり見たことがない。生徒の活動をどのようにバックアップしていくかという視点があれば、評価される取り組みになると思う。

→卒業生の活用や調査は、避けては通れない道だと思う。次の申請のみならず、今年度の評価にも関わる。また、教員の変容も問われている。探究的な活動を担っていける教員を養成し、他の教員へ波及していくということが求められているように思う。例えば特別講座では最前線の講師を呼んでいるが、そこで参加した生徒の変容だけでなく、参加した教員が、得た知識を普段の授業にどう還元していくかという視点も取り込んでみてはどうか。

→次期申請ということでは、これまで5年間の評価と次期への取り組みを同時にしていかなければいけないことになるが、どういう形であれ、これまでの5年間で生徒がどう変わったか、あるいは取り組みがどうであったかという評価を固めてから申請すべきではないかと考える。

2016年度 第2回 SSH運営指導委員会

日時：2017.1.28（土） 15：00～17：00

場所：本校50周年記念会館

出席者

運営指導委員：

吉田次郎（東京海洋大学），真船文隆（東京大学），坂井公（筑波大学），吉原伸敏（東京学芸大学），野村港二（筑波大学），緩利誠（昭和女子大学）

校内推進委員：

林（校長），濱本（高校副校長），大野（中学副校長），伊藤（事務長），高橋深（教務部長），更科（研究部長），山田忠（国際交流係・英語），

須藤（研究情報係・数学），三井田（数学），高橋宏（理科），徐（保健体育），東城（国語），宮崎（国際交流P長・地歴），小宮（芸芸）

次第

1. 学校長あいさつ

2. 事業報告と意見交換

（1）全般 研究部報告…事業報告概略

（2）国際交流係より…生徒派遣企画について

（3）全般，国際交流事業に対する指導・助言

→生徒に効果のあった講演などの映像化や共有について可能性をさぐれないか。

（4）各教科報告（数学，理科，情報・芸術科，国語科，地歴公民科，保体科，英語科）

（5）各教科事業に対する指導・助言

→課題研究に関連して，将来的には高大連携での外部での取り組みを高校の単位として認定していくことがあっても良いのではないか。

→数学科で教材をWeb上で公開する取り組みを始めたというが，良い教材が多いので，限定公開ではもったいないなという気もする。

→ホームページでアクティビティが分かりやすく伝わるようになって，とても良くなったと思う。継続的に更新していくのはまた大変かと思うが，ぜひ続けてもらいたい。

その他（次期申請に向けての指導・助言）

→申請資料を見ると非常に具体的なプログラムが組まれている印象を受ける。これはセールスポイントになると思う。

→British Councilが出した「研究者に求められる要素」の資料があるが，筑駒の教育にもあてはまる要素が多々あるように思う。参考にするとよい。

→これからのSSHでは，課題研究や学習活動に対する評価についての研究がより求められていくだろう。

→各企画，特別講座の際に，事後アンケートだけでなく，もう一段ふみこんで何かテーマ性のあるミニレポートを書かせる等の形を考えてみてはどうか。アンケートだけでは，生徒の変容により深く迫る上では不足すると思う。冊子にまとめた際の生徒の言葉など，形に残るものを増やしていくとよいのではないか。

（文責：研究部 須藤 雄生）

■教育課程 高等学校（2016年度入学生）

	高校1年	高校2年	高校3年								
1	国語総合(4)	現代文 B(2)	現代文 B(2)								
2		古典B(3)	★古典B(2)								
3			倫理(2)								
4			★数学Ⅱ(2)								
5	★数学Ⅲ(6)		★数学 B(2)								
6		★数学Ⅲ(6)				★古典講読(2)					
7									★数学Ⅲ(6)		
8											
9	★数学Ⅲ(6)										
10				★数学Ⅲ(6)							
11							★数学Ⅲ(6)				
12										★数学Ⅲ(6)	
13	★数学Ⅲ(6)										
14				★数学Ⅲ(6)							
15							★数学Ⅲ(6)				
16										★数学Ⅲ(6)	
17	★数学Ⅲ(6)										
18				★数学Ⅲ(6)							
19							★数学Ⅲ(6)				
20										★数学Ⅲ(6)	
21	★数学Ⅲ(6)										
22				★数学Ⅲ(6)							
23							★数学Ⅲ(6)				
24										★数学Ⅲ(6)	
25	★数学Ⅲ(6)										
26				★数学Ⅲ(6)							
27							★数学Ⅲ(6)				
28										★数学Ⅲ(6)	
29	★数学Ⅲ(6)										
30				★数学Ⅲ(6)							
31							★数学Ⅲ(6)				
32										★数学Ⅲ(6)	
33	★数学Ⅲ(6)										

無印：必修 ◆：選択必修 ★：選択可能な範囲で自由選択

卒業に必要な教科科目の修得単位は、76 単位以上（総合学習を含む）（平成 28 年度高校 3 年）

77 単位以上（総合学習を含む）（平成 28 年度高校 1・2 年）

その他、ホームルームおよび特別活動に参加し、活動しなければならない。

※SSH の研究開発に係る変更：

高校 2・3 年「理科課題研究」および「学校設定科目『課題研究』」の設置

■教育課程 中学校（2016年度入学生）

教科等	1 年	2 年	3 年	計
国 語	4	5	4	13
社 会	4	3	4	11
数 学	4	4	4	12
理 科	3	4	4	11
音 楽	2	1.5	1.5	5
美 術	2	1.5	1.5	5
保健体育	3	3	3	9
技術・家庭	2	2	2	6
外国語（英語）	4	4	4	12
道 徳	1	1	1	3
特別活動	1	1	1	3
総合的な学習の時間	2	2	2	6
合 計	32	32	32	96

（備考）

- 1 表の数字は、週当たりの授業時数を示している。
- 2 総合的な学習の時間には、以下の内容、及び学年行事や学校行事に関わる活動を実施する。

総合学習 A	水田稲作	中学 1 年 1・2 学期
総合学習 B	地域研究（東京）	中学 1 年 3 学期・中学 2 年 1 学期
総合学習 C	地域研究（東北）	中学 2 年 2・3 学期
総合学習 D	個別課題（テーマ学習）	中学 3 年
総合学習 E	共通課題（集中講座）	中学 3 年（年 2 回程度）

■平成28年度 「理科課題研究」「課題研究」テーマ一覧

高校 2 年「理科課題研究」

- | | |
|--------|----------------|
| 理科（生物） | 植物生態学 |
| 理科（物理） | 2 次曲線の不思議と物理現象 |

高校 2 年「課題研究」

- | | |
|----------|------------------------------|
| 国語 | 文学のオリジナリティ |
| 地理歴史 | 歴史はいかに語られるか
～歴史ミュージアムを巡る～ |
| 地理歴史 | 水俣から日本社会を考える |
| 数学 | 筑駒 $\sqrt{66}$ |
| 保健体育 | スポーツ・パフォーマンス・ラボ |
| 保健（障害科学） | 共に生きる |
| 英語 | Science Dialogue＋D.I.Y. |

高校 3 年「理科課題研究」

- | | |
|--------|-----------------------------|
| 理科（化学） | 透明尿素樹脂生成における
各種不純物の与える影響 |
| 理科（化学） | コロイドの電気的特性について |
| 理科（化学） | おいしいゼリーの作り方 |

高校 3 年「課題研究」

- | | |
|----------|-----------------------|
| 数学 | 平方三角数とその拡張 |
| 地理歴史 | 日本の歴史的公害における対応 |
| 地理歴史 | 西太后の評価 |
| 保健（障害科学） | 多文化社会を生きる |
| 保健（障害科学） | 共生社会における
ボーダーの存在意義 |
| 保健（障害科学） | くろひめ実践報告 |

平成 24 (2012) 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・第五年次

研究課題
豊かな教養と探究心あふれるグローバル・サイエンティストを育成する
中高大院連携プログラムの研究開発

平成 29 (2017) 年 3 月発行

発行：筑波大学附属駒場高等学校
学校長 林 久喜
(<http://www.komaba-s.tsukuba.ac.jp/>)
編集：スーパーサイエンスハイスクール校内推進委員会

〒154-0001 東京都世田谷区池尻 4 - 7 - 1
電話 03 - 3411 - 8521
FAX 03 - 3411 - 8977