

はじめに

茨城県立竜ヶ崎第一高等学校長 小沼 光一

本校は、平成 26 年度から平成 30 年度までの 5 年間、文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール（SSH）」の指定を受け、カリキュラムの開発にあたりるとともに、伝統と革新が融合した高いレベルでの教育環境の構築を目指した活動に取り組んでおります。

生徒たちの生き生きと「輝く目」を、日本の将来を担う「科学の芽」につなげ、さらに立派な「木」へと育成したいという思いを込め、SSH での取組を「輝く『め』プロジェクト」と名付け、協働的探究活動によるたくましい科学系人材の育成を目指し、様々な事業を展開しています。

特に、1 年生全クラスを対象として実施している、江戸時代の数学・測量の教科書を現代語訳し、数学的解法を英訳して Web 上に公開するという国語・社会・数学・英語・情報を融合した教科横断型探究活動の「和算の探究」、理科 4 分野全ての実験・演習を経験できる「レインボーサイエンス」等の取組は、生徒にとっても大きな刺激となっています。

指定 2 年目となる今年度は、SSH の中心となる 2 年生の課題研究、ハワイでの現地研修などを実施いたしました。初めてのハワイ現地研修では、1 日目が海、2 日目が火山、3 日目が植生、4 日目は宇宙をテーマにしたプログラムを組み、フィールドワークでの貴重な体験を得ることができました。今後、その研究結果をハワイ研修を実施している SSH 指定校 4 校での合同発表会を行うことで、来年度以降のより充実した研修につなげられると期待しています

その他、5 月には「さくらサイエンス・ハイスクールプログラム」に参加し、数学を通じたインドやマレーシアの高校生との交流を実施し、10 月には向井千秋先生による SSH 講演会の開催など、創造性豊かで国際的な視野に立った人材の育成を目指した事業を推進して参りました。さらに、県内 SSH 指定校を中心とした、生徒の数学課題研究の充実と教員による教科指導の研究および情報交換会「MATH キャンプ」を主催しました。第 1 回目となる今回は 1 泊 2 日の合宿でしたが、深夜まで生徒同士が数学の話に夢中になり、交流を深めるなど、本県数学教育の向上を目指した新たな動きが始まりました。

また、地域の要請に応える形で、小・中学校合わせて 11 校に 18 講座の SSH 出前授業を行い、理数の楽しさを伝える活動も実施することができました。

1 月 21 日には、第 2 回 SSH「生徒研究発表会」を開催し、生徒たちの研究内容やプレゼンテーションも前回以上に高い評価をいただくなど着実な進歩を見せています。また、「IWP2015(筑波大学)」で「Special PRIZE」,「第 6 回高校生の科学研究発表会@茨城大学」で優秀発表賞,「第 5 回科学の甲子園茨城県大会」では選考委員特別賞を受賞するなど、着実に成果を挙げつつあります。今後、生徒や保護者のアンケート調査の結果なども参考に丁寧な検証を行い、さらなる工夫や努力を重ねて参りたいと考えております。

本校 SSH は、

○教科間連携・教科横断・探求型授業の充実

○文系生徒を含めた理数教育の充実

の 2 点を重点目標に置き、これからも理系を面白がる生徒育成に全校体制で取り組み、この地域の「理数の学びの活性化」に繋げていきたいと考えております。

最後に、平成 27 年度「SSH 実施報告書」を刊行するに当たり、科学技術振興機構（JST）,県教育委員会、関係大学・研究機関等の皆様、さらに筑波大学の吉瀬章子教授を委員長とする運営指導委員の方々をはじめ、関係の皆様から感謝申し上げますとともに、さらなるご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。挨拶といたします。

平成 28 年 3 月

目次

平成 27 年度 SSH 研究開発実施報告（要約）	1
平成 27 年度 SSH 研究開発の成果と課題	5
第 1 章 研究開発の経緯	12
第 2 章 研究開発の内容	
I 学校設定科目における取組	
I－1 白幡探究Ⅰ【理科領域】	14
I－2 白幡探究Ⅰ【数学領域】	16
I－3 白幡探究Ⅱ	20
I－4 白幡英語Ⅰ	23
I－5 白幡英語Ⅱ	25
II 国際化に関わる取組	
II－1 さくらサイエンス	26
II－2 英語プレゼンテーション講座	27
II－3 イングリッシュキャンプ	29
II－4 英語 de サイエンス	32
II－5 レインボー国際交流	34
II－6 SSH ハワイ島海外研修	36
III 校外研修の取組	
III－1 サイエンスツアー	39
III－2 星空観察ツアー	41
III－3 医師インターンシップ	43
IV 校内研修の取組	
IV－1 第 1 回 SSH 講演会	45
IV－2 第 2 回 SSH 講演会	46
IV－3 サイエンスカフェ	47
IV－4 サイエンスエンジェル出張セミナー	49
IV－5 レインボー・マセマティクス	51
V 生徒研究発表会、及びサイエンス部の活動	53
VI 地域貢献活動	
VI－1 出前講座	59
VI－2 MATH キャンプ	63
第 3 章 実施の効果とその評価	65
第 4 章 研究開発実施上の課題、及び今後の研究開発の方向・成果の普及	69
第 5 章 関係資料	
I 平成 27 年度教育課程	71
II SSH 運営指導委員会の記録	72
III 研究テーマ一覧（白幡探究Ⅱ）	75

平成 27 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	協働的探究活動によるたくましい科学系人材育成のカリキュラム開発
② 研究開発の概要	1 科学に関する探究活動を中心とした様々な協働的活動を通して、生徒が主体的に体験し学ぶことで、学習意欲や知的好奇心を高めるとともに、生涯にわたって主体的に学び続ける力、チャレンジ精神やリーダーシップを育む。 2 また、教科科目を融合した授業、課題研究、日本語や英語のプレゼンテーション及びディベートなどを通して、物事を多様な観点から論理的に考察し、問題を解決する力を育成する。 3 さらに探究活動の成果をプレゼンテーション等によって周囲の人々に伝え、またインターネット等で世界に発信する活動を通して、情報を発信する喜びを体験し、グローバル社会で生きるためのコミュニケーション能力や発信力を身につける。 以上のような資質や能力を備え、日本の未来を担う科学系人材の育成を目指して、全日制普通科におけるカリキュラムの開発を行う。
③ 平成27年度実施規模	事業によって以下の 5 通りの規模で実施した。 ・ 全校生徒 (840 名) ・ 1 学年および 2 学年全生徒 (560 名) ・ 1 学年全生徒 (280 名) ・ 2 学年全生徒 (280 名) ・ 2 学年 SS クラスの生徒 (40 名)
④ 研究開発内容	○研究計画 各年次における研究計画項目の行頭の番号は、以下の項目に属することを表す。 ①教育課程および授業の改善に関する研究開発（ICT 活用を含む） ②大学、研究者等、外部機関との連携の構築に関する研究開発 ③科学系クラブの育成および地域との連携に関する研究開発 ④運営および評価方法に関する研究開発 第 1 年次（平成 26 年度） ① 1 学年において学校設定科目（「白幡探究 I」「白幡英語 I」「白幡数学 I」等）の実施 ①平成 27 年度の第 2 学年に開設する SS クラスの生徒（40 名）を決定し探究テーマを検討 ①オールイングリッシュ英語でサイエンス ②全校生徒を対象とした科学講演会（保護者も参加可能）の実施 ② 1 学年全生徒に対しマイフューチャーツアー（博物館、研究所、大学等を訪問）の実施 ② 1 学年全生徒に対しレインボーマセマティックス（7 つの数学の講座）の実施 ②高大連携の模索および試行（課題研究の協働推進等） ②理系女子育成に向けた取り組み（東北大学との連携を構築）の実施 ②医師インターンシップ（東京医科大学茨城医療センターとの連携を構築）の実施 ②理工・医セミナー（地域の大学等との連携を構築）の実施 ②海外研修プログラムの計画および現地事前調査（ハワイ島）の実施 ②イングリッシュキャンプ（オールイングリッシュの合宿）の実施 ②つくばサイエンスツアー（筑波研究学園におけるトップレベルの研究に触れる）の実施 ②英語 de サイエンス（オールイングリッシュの理数系の授業）の実施 ③科学の甲子園等、理数系コンテストへの積極的参加 ③サイエンス部の活動を充実させ、各種科学研究コンテスト、理科学研究発表会などでの発表 ③地域の理数系教育振興の取り組み（地域の小学校への出前授業）の実施

③校内生徒研究発表会（1 学年全員，2 学年探究クラス，サイエンス部）の実施

④運営指導委員会を開催し（2 回），事業の評価，および改善について協議

第 2 年次（平成 27 年度）

◇前年度実施した事業を改善して実施することに加え，新たに以下の事業に取り組む。

① 2 学年 SS クラスにおいて課題研究を行う学校設定科目「白幡探究Ⅱ」（2 単位）の実施

① 2 学年 SS クラスにおいてインデクシング形式の課題研究テーマ発表会の実施

① 2 学年において学校設定科目（「白幡英語Ⅱ」）の実施

② さくらサイエンスプランへの参画（2 年性 80 名）

② 星空観察ツアーの実施（ハワイ島研修の事前学習を兼ねる）

② ハワイ島研修の事前学習の実施（ハワイ島研修を行う SSH 他校との連携を構築）

② 県内他校と協力しマスカンプ（数学を研究テーマにしている生徒達の合宿）の実施

② ハワイ島研修の実施（代表生徒 8 名，引率教員 2 名，4 泊 6 日）

③ 校内生徒研究中間発表会（2 年 SS クラス，1 学年全員，サイエンス部等）の実施

③ 地域の理数系教育振興の取り組み（地域の小学校，中学校，高校への出前授業）の実施

④ 課題研究の評価手法（ルーブリック等）の構築

第 3 年次（平成 28 年度）

◇前年度実施した事業を改善して実施することに加え，新たに以下の事業に取り組む。

① 3 学年 SS クラスにおいて課題研究を行う学校設定科目「白幡探究Ⅲ」（1 単位）の実施

① 3 学年において学校設定科目「白幡英語Ⅱ」の実施

③ 地域の小・中学生を対象にしたサイエンスセミナー等の実施

③ 校内生徒研究最終発表会（3 学年 SS クラス）の実施

第 4 年次（平成 29 年度）

◇前年度までに実施した事業の課題を抽出し，修正・改善を加えて取り組む。

第 5 年次（平成 30 年度）

◇前年度までに実施した事業の課題を抽出し，修正・改善を加えて取り組む。

◇SSH 事業全体を通じた総括を行い，研究成果を発信する。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

1 学年の学校設定科目である「白幡探究Ⅰ」において，教科「情報」の内容を取り扱うので，必修教科「情報」は設置しない。また 2 学年 SS クラスの学校設定科目「白幡探究Ⅱ」（2 単位）のうちの 1 単位は総合的な学習の時間と位置づける。さらに英語科の学校設定科目として「白幡英語Ⅰ」を新たに設定する。

○平成 27 年度の教育課程の内容

【1 学年全生徒を対象とするもの】：「白幡数学Ⅰ」（4 単位），「白幡物理基礎」（2 単位），「白幡生物基礎」（2 単位），「白幡探究Ⅰ」（2 単位），「白幡英語Ⅰ」（1 単位）

【2 学年全生徒を対象とするもの】：「白幡英語Ⅱ」（2 単位）

【2 学年理系全生徒を対象とするもの】：「白幡物理」（3 単位），「白幡生物」（3 単位），「白幡化学」（5 単位，SS クラス 4 単位），「白幡数学Ⅱ」（4 単位）

【2 学年 SS クラスを対象とするもの】：「白幡探究Ⅱ」（2 単位）

○具体的な研究事項・活動内容

①教育課程および授業の改善に関する研究開発（ICT 活用を含む）

・「白幡探究Ⅰ」（1 年生全員・2 単位）：2 つの領域について並行して取り組む。

a 「数学領域」（教科融合型学習） 「『和算』に関する学習活動」：江戸時代の和算を現代の数学や英語に翻訳する。また「算額」を一人一作品作成しコンクールに出品する。

b 「理科領域」（科目融合型の学習） 実験実習を中心とした理科の様々な領域の学習活動を通して科学に関する基礎的な知識や基本的技能を身につけるとともに，科学に対して広い視野や科学的素養を育む。また，データ処理・統計処理及びレポート作成に必要な知識・技能を身につけ 2 年生 SS クラスにおける「白幡探究Ⅱ」の課題研究の基盤を築く。

・「白幡探究Ⅱ」（2 年生 SS クラス・2 単位）：基本的にグループでの取組とし，各グループで設定したテーマについて，大学等の協力を得ながら課題研究を行いレポートにまとめる。6

- 月にテーマ発表会，1月に中間発表会を行う。(平成28年度から6月は3年生の最終発表会)
- ・「白幡英語Ⅰ」(1年生全員・1単位)：「Show & Tell」活動・問題解決型スピーチ・反駁・リスニング力アップの指導・ミニディベート・情報収集活動等を行う。2年次における本格的なディベート活動のための基礎的英語力を育成する。
- ・「白幡英語Ⅱ」(2年生全員・2単位)：1年生で培った英語力を土台にして，ディベート活動等を通して英語表現力のさらなる向上を目指す。
- ・「白幡数学Ⅰ」(1年生全員・4単位)，「白幡数学Ⅱ」(2年生理系全員・4単位)，「白幡物理基礎」(1年生全員・2単位)，「白幡物理」(2年生理系全員・3単位)，「白幡生物基礎」(1年生全員・2単位)，「白幡生物」(2年生理系全員・3単位)，「白幡化学」(2年生理系・5単位，SSクラスのみ4単位)：各科目の学習を中心とし，応用的・発展的な内容を取り扱う。科目横断的な学習についても取り扱う。

②大学，研究者等，外部機関との連携の構築に関する研究開発

- ・「科学講演会」(全校生徒，保護者)：自然科学分野で業績のある著名な方の講演により，全校生徒の科学的興味関心や学習意欲を高めると共に，職業観を深める。(平成26年度は秋山仁先生(5月)，平成27年度は桜井進先生(4月)と宇宙飛行士の向井千秋氏(10月)にご講演いただいた。)
- ・「マイフューチャーツアー」(1年生全員)：1日で大学や研究所，企業など複数箇所を訪問する7つのコースを設定し，1年生全員が希望のコースを選択し参加する。
- ・「レインボーマセマティックス」(1年生全員)：大学や企業等から7名の講師を招き，数学に関する7つの講座(各連続2コマ)を開く。生徒は希望する講座を受講することができる。
- ・「理系女子育成」(希望生徒)：東北大学のサイエンスエンジェルに協力いただき，自分たちの研究生活についての講演会や，進路や学習などの相談会を実施した。
- ・「医師インターンシップ」(希望者)：東京医科大学茨城医療センターと連携し，様々な実習等を通して医療現場における生きた「科学」に触れる。手術が行われている手術室にも入る。
- ・「理工・医セミナー」(希望者)：地域の大学等と連携し，単なる講義ではない実習等を交えた大学学部レベルの学習会を行う。
- ・「イングリッシュキャンプ」(希望者)：県内のALT(10名)の協力を得て，オールイングリッシュの合宿(2泊3日)を行う。
- ・「つくばサイエンスツアー」(希望者1日)：筑波研究学園の研究施設を訪れトップレベルの研究者から直接話を伺う。
- ・「マスキャンプ」：数学に関するテーマについて課題研究を行っている県内の高校生と，県内の数学の教員に呼びかけ，合宿を行う中で研究を深める。
- ・「英語 de サイエンス」(2年生SSクラス・年数回)：理数分野を専門とするALTや外部講師によるオールイングリッシュの理数系の授業を実施する。
- ・「理数系コンテストへの積極的参加」：理数分野への興味関心が高い生徒たちの参加を促す。(科学の甲子園県大会に平成26年度58名，平成27年度24名(主催者から参加上限数が設定されたため)参加した。優れた解答に授与される審査員特別賞を2年連続で受賞した。)

③科学系クラブの育成および地域との連携に関する研究開発

- ・「サイエンス部の活動の充実」：各種科学研究コンテスト，理科学研究発表会などで積極的に発表する。(平成26年度は「高校生の科学研究者発表会@茨城大学にて優秀発表賞(最高賞)」，平成27年度は「IWP2015 高校生の部にてSPECIAL PRIZE」および「高校生の科学研究者発表会@茨城大学にて優秀発表賞(最高賞)」等を受賞することができた。)
- ・「小・中学校・高校への出前授業」：地域の理数系教育振興を図るとともに，本校生を講師とすることで，コミュニケーション能力を向上させる機会とする。
- ・「校内生徒研究発表会」(6月と1月)：1月では全1年生が「白幡探究Ⅰ」の数学領域で取り組んだ「和算」の研究についてポスター発表を行う。2年生のSS探究クラス，サイエンス部もポスター発表を行うが，特に優れた研究は，全1年生，2年生および一部の保護者の前で，文化会館の大ホールで口頭発表を行うことができる。

④運営および評価方法に関する研究開発

- ・「運営指導委員会の開催」（年２回）：事業の評価，および改善について協議を行う毎回大変有意義なご指導をいただくことができている。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

「白幡探究Ⅰ」の理科領域である「レインボーサイエンス」は生徒たちからその効果性において最も高い評価を得ている。

１月に実施する本校の生徒研究発表会では，１年生全員が「白幡探究Ⅰ」の数学領域で取り組んだ「和算原文翻訳」の研究についてポスター発表を行う。発表者（１年生）は積極的に参加者を呼び止めポスター発表を行っていた。生徒たちは緊張しつつも笑顔で積極的にポスター発表を行ない「文化祭よりも楽しかった」という声が多数聞かれた。１年間取り組んだ研究を発表する体験を通して，生徒の主体性や積極性，発信する喜びを引き出すことができた。

生徒が掲げた「数理モデルによる最適化」についてのテーマを，筑波大学システム情報工学研究科の大学院生の協力のもと課題研究を行った。そのほかにレインボーマセマティクス等で複数の大学の協力をいただいた。

地域の小学校への科学出前授業の活動を発展させている。龍ヶ崎市内の複数の小・中学生，近隣の小学校，県内外の高校へも出向いた。出前先の生徒のみならず先生方から大変好評を得ている。

マスカンプや，ハワイ島の事前研修および事後発表会など，他の高校と協働して行うことで，生徒の意欲や態度の醸成を図る上で効果的であった。

ホームページの整備を行うことができ，より効果的にSSH事業について外部に発信することが可能となった。

○実施上の課題と今後の取組

課題研究（白幡探究Ⅱ）におけるテーマ設定は，当初テーマの雛形を与える予定であったが，生徒の主体性を重んじ，生徒の希望を優先することとし，その点ではうまくいった。しかしその結果，物理分野のテーマが多くなり，教科・科目ごとの担当者（教員）の指導の負荷に大きな差が生まれた。今後は大学やOB等の協力をいただけるよう体制を整えていく必要がある。

課題研究（白幡探究Ⅱ）におけるループリック評価については，県内SSH校と情報交換を行い準備することができた。さらに詳細を確認した上で実際の評価に用い，更なる改善を図っていく。

地域の大学と連携する基盤がほぼ整ったところであるが，さらに高大接続にむけた更なる取組みを行っていく。

出前授業については出前先の学校から異口同音に「来年度も是非お願いします。」という声があり，嬉しい限りであるが，延べコマ数（11校18講座延べ42コマ）が多くなり，現状では実施回数を増やすことが難しい。本校生徒への効果（コミュニケーション能力および積極性の向上）も大きいので継続を図りたいが，ルールを整備する等，さらなる工夫が必要である。

教科・科目融合授業に関しては，まだ十分とはいえない。まずは必要性を強く感じる数学と物理の教科間で試行していきたい。

今後の課題としてSSH関連の行事と既存の学校行事との連携や棲み分けをすることで，生徒，教師ともに多忙感を軽減し，行事本来の教育効果を高める工夫を行っていくことが必要と思われる。

平成 27 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

1 学校設定科目「白幡探究Ⅰ」（1 年全クラス：「数学領域」「理科領域」 1 単位ずつ合計 2 単位）

a 「数学領域」（教科融合型学習） 1 単位（和算の探究）

江戸時代の『和算』の原書をグループ活動で現代文→数学表現→英語へと翻訳し最終的に校内でポスター発表を行う。更に「算額」を全員が作成し「算額をつくろうコンクール」に応募した。

一連のグループ活動の中ではタブレット端末を用いた。可動式の WiFi 環境を整えプリントアウトやインターネットによる調べ学習が行える様にした。タブレット端末を用いると、グループ全員で画面を見ながら複数で作業が行えることから、グループメンバー間のコミュニケーションが活発になり、作業効率も向上することが分かった。

ポスターの仕上げの時期は、コンピューター教室で係分担をして作業を行った。その際、メンバー全員が協力し、各自のアイデアを出し合いながらポスターを作り上げる姿が見られた。

1 月の生徒研究発表会では、1 年生全グループ（56 グループ 280 名）がポスター発表を行った。生徒は 1 年間を通してグループで作りに上げたポスターを、積極的かつ楽しそうに発表する姿が見られた。「文化祭よりも楽しい」という者も多数おり、生徒は 1 年間かけて真剣に取り組んで作り上げたものを発表するという「喜び」を実体験していた。また、昨年度発表した 2 年生が質問やアドバイスをするなど、学年を超えた交流が見られた。さらに、生徒の作品をインターネットで見ることができるよう「和算ライブラリー」としてアップロードしたことで、生徒は Web 上に自分たちの作品が発信されたことにも喜びを感じている。

生徒達からは「日本独自の数学の文化の存在を知り、和算を日本人が楽しんでいたことに誇りを感じる」という声も聞かれ、「和算」に触れることで、日本の文化の奥深さを知ることにもつながることもできた。

b 「理科領域」（科目融合型の学習） 1 単位（レインボーサイエンス）

7 名の理科教員が 4 時間で完結する、2 年生での課題研究が体験できるような実習を、7 クラスに同時展開で交代に行うことで、生徒は 1 年間で 7 つのテーマの実習に取り組むことができた。

通常の理科授業では体験できない、専門的な実験も含まれると共に、物理・化学・生物・地学の 4 分野にわたる様々な分野の実習を体験することで「科学に対する視野が広がり、興味関心が高まった」という感想を多くの生徒から聞くことができた。生徒のアンケートの結果からも科学的な視野を広げることができたことがわかる。2 学年で文系を希望する生徒もいるが、そのような生徒にも「科学的教養」を身につける良い機会となった。

実習のテーマは年度をまたいで固定させず、テーマ間の重複は意識するものの、原則担当する教員の得意とする分野をベースに開発することとしている。今までに自分が開発した教具を取り入れ、さらに発展的な活用を行っている教員もいる。このように教員にとってもカリキュラム開発の機会となり、指導法のスキルアップにつながっている。

2 学校設定科目「白幡探究Ⅱ」（2 年 SS クラス：2 単位）

平成 26 年 1 月中に SS クラスの生徒（40 名）を決定し、課題研究のテーマを検討する活動に入った。具体的には、2 月に本校 SS クラス 40 名の生徒が埼玉県立川越高等学校の生徒研究発表会を見学し、課題研究についてのイメージを持つことができた。さらに、3 月には、筑波大学で行われた「第 4 回茨城県高校生科学研究発表会」を見学した。その際に、自分が興味をもった研究テーマについて記録するワークシートを記入させ、課題研究のテーマ検討の導入とした。

2 学年に進級後は「白幡探究Ⅱ」の時間（2 コマ連続）において、本格的なテーマ設定の作業に入った。当初の計画では、いち早く研究活動に入ることを優先し、教師側で研究テーマのメニューを用意することとしていたが、SSH 運営指導委員の先生や他 SSH 校の先生等から、生徒が積極的、主体的に取り組むためには、研究テーマを自分たちの力で設定することが重要であるとのアドバイスを受け、時間を要したが教員が段階的にサポートしながら生徒たち自身でテーマ設定を行った。

本校生はやや控えめな所があり、心配する所もあったが、課題研究が始まると積極的にアドバイスを請いに来たり、計測器や実験材料購入の相談に来たりと生き生きとした態度がみられた。

予想通りの結果にならず、次の仮説をたててデータを取るとさらに謎が深まる、というのが課題研究の常であり、彼らの研究も難航する場面があった。それでも諦めず、グループのメンバーで知恵を出し合いながら、次の仮説を立て、繰り返し実験を行っていく姿に、粘り強さやたくましが身についていくのを目の当たりにすることができた。

発表準備の際も、データの解析や考察の過程において通常の授業では経験できない、論理的な思考力を要求される作業であり、そのような機会を経るなかで、生徒たちの課題研究を自分たちの力で進めていく能力が涵養されていった。

平成 27 年 6 月 24 日（水）の校内テーマ発表会と平成 28 年 1 月 21 日（木）の中間発表会、そして 3 月 13 日（日）に筑波大学にて SS クラス全員で課題研究の発表を行う。プレゼンテーションスキル向上のために発表の機会をなるべく多く設定した。一部のグループはサイエンスアゴラや各大学主催のコンテスト等においても発表を行うことができた。発表を重ねるごとに、生徒の発表スキル（表現力）が向上していくのを目の当たりにした。

さらに、生徒自身が発表の機会（日本天文学会ジュニアセッション等）を探し自ら応募するなど、今までにない自主性、積極性を我々の想像以上に発揮するようになり、課題研究の効果の大きさを実感している。

3 学校設定科目「白幡英語Ⅰ」（1 年全クラス：1 単位）および「白幡英語Ⅱ」（2 年全クラス：1 単位）

「白幡英語Ⅰ」ディベートの基礎となる領域について学習し、次年度に 2 学年で学習する「白幡英語Ⅱ」に向けての基礎を身につけることができた。「白幡英語Ⅱ」では 1 対 1→2 対 2→4 対 4 と段階を追い、最終的にグループディベートを行った。テーマについて賛成、反対の両方の立場を体験させた。また自分たちで調べた情報を理論的に組み立て、英語で表現する活動を通して、生徒の思考力や表現力を高めることができた。

4 学校設定科目「白幡数学Ⅰ」（1 年全クラス：4 単位）および「白幡物理基礎」（1 年全クラス：2 単位）

数学と物理の 2 科目間で学習内容をリンクさせる試みを行った。「白幡数学Ⅰ」の授業の中で、数学Ⅱの「三角関数」や「2 次関数の接線の傾き」について物理の内容を織り交ぜながら講義を行った。生徒から「ある科目で学んだことを別の科目と結びつけて理解を深めることを学んだ。他の科目でもやってみたい」といった感想がよせられ、生徒の学びの意欲を広げることができた。

5 学校設定科目「白幡生物基礎」（1 年全クラス：2 単位）

「遺伝子組換え実験」やグループワーク中心の「学び合い」などを取り入れ、生徒の興味関心を高めることができた。他の科目とのクロスカリキュラムを検討している。

6 全校生徒を対象とした科学講演会（保護者も参加可能）の実施

SSH 指定直後の 5 月に、東京理科大学・理数教育研究センター長の秋山仁先生を招き、全校生徒と職員および保護者（希望者）を対象に講演を実施した。講演後のアンケート等で、理系の生徒だけでなく文系の生徒からも「数学の有用性を知ることができ有意義であった。」という反応が多く出た。また保護者からも「講演の内容も素晴らしかったが生徒と共に聴講でき、家庭でも話題として話し合えるのでぜひ続けて欲しい。」という要望があり、自然科学や科学技術に対する意識を高める上で、全校生徒対象（希望保護者含む）の講演会が有効であるという感触を得た。

そこで、指定 2 年目からは、全校での講演会を積極的に実施することとし、平成 27 年度は、日本人女性初の宇宙飛行士である向井千秋先生の講演を開催した。理系のみならず、対象を全校生徒に広げることにより、全生徒が科学的なものの見方や考え方、文系・理系が融合して成果を生み出す視点を学ぶ機会とした。今後の講師の人選や講演の内容についての方針も明確にし、全職員で共有できた。

7 1 学年全生徒に対しマイフューチャーツアー（博物館、研究所、大学等を訪問）の実施

午前と午後に 1 箇所ずつ 1 日に 2 箇所（3 箇所のコースもある）を訪問する 7 つのコースを設定し 1 年生全員が希望のコースに参加した。本校は筑波研究学園都市や都内への便がよく、地の利を生かして特色ある 7 つのコースを設定した。

理系向けには「産業技術総合研究所」「インテルつくば研究所」「高エネルギー加速器研究機構」「筑波大学」「茨城県立医療大学」、文系であれば「造幣局」「最高裁判所」「国会議事堂」「早稲田大学経済学部」といった設定である。

生徒は興味関心のある領域についての現場に触れることが出来、多くの刺激を受け、生徒が進路や職業を考える上で得るものが多い結果となり、手応えを感じた。

8 1 学年全生徒(280名)に対しレインボーマセマティックス(7つの数学の講座)の実施

数学に関係する研究者や教育者、企業の開発担当者等を招喚し、数学に関する7つの講座(平成27年度は8つ)を設定し、生徒は希望のコースを受講することができる。数学の学習において、生徒から数学の実利性や身近さを感じにくいと指摘されることがある。今回の取り組みによって、生徒の数学への印象が一新し、興味関心を高めることができた。

9 高大連携の模索および試行(課題研究の協働推進等)

「数理モデル」や「土壌微生物」に関する課題研究において、筑波大学の先生や大学院生から継続的な指導を受けることができた。指導内容はもちろんのこと、大学の研究室での実習に生徒は真剣な態度で臨み、大変よい刺激となった。大学の先生によれば大学院生にとっても、高校生の指導を通して学ぶことが多いということである。

10 理系女子育成に向けた取り組み(東北大学との連携を構築)の実施

東北大の理系女子大学院生2名に(平成26年度は東北大男女共同参画推進センター・橋爪圭先生にも)来校いただき「リケジョ」の魅力をご紹介頂いた。3月には筑波大主催の「リケジョサイエンスカフェ」にも本校生がパネラーとして参加した。本校のSSH事業全般で女子の理系に対する興味関心が高まっており、これらの取組みの相乗効果があると考えられる。

11 医師インターンシップ(東京医科大学茨城医療センターとの連携を構築)の実施

医学部進学希望者が東京医科大学茨城医療センターの連携により、医師の1日の仕事を模擬体験した。実際に術着を着て手術室に入り、説明を受けながら施術の様子を直接見たり、採血等の実習を行った。生徒達は科学技術が実際に命を救う有効な手段となっている現場に肌で触れ、科学技術の有用性を強く実感する機会となった。

12 理工・医セミナー(地域の大学等との連携を構築)の実施

平成26・27年度は医学セミナーを開催した。5名の現役医師を招き、NHKの番組「ドクターG」をイメージした形式で生徒達(希望者)は模擬診療を体験した。少人数によるグループ討議も織り交ぜ、論理的な思考やコミュニケーションにおいて刺激的な体験となり、生徒の学習意欲の向上に繋がった。平成28年度以降は理学分野や工学分野の開発を行っていきたい。

13 理・工・医キャンパスツアー

7月のキャンパスツアー時に東北大学に行き、各学部学科の研究室等で先生方や先輩と交流をもつことができた。生徒達(希望者)は実際の研究の現場や学生の日々の様子を知ることができ、大学での探究がいかなるものか、その一端を理解することができた。

14 イングリッシュキャンプ(オールイングリッシュの合宿)の実施

8月初旬につくば市内のホテルにおいて2泊3日で1・2年生の希望者を対象に行った。県内から10名のALTを招き、生徒は食事中や休憩時間も含めオールイングリッシュでの生活を送る中、様々なアクティビティに取り組むプログラムを組んだ。合宿を通して生徒は英語によるコミュニケーションの自信を深めることができた。またこのような事業が生徒のチャレンジする場の提供となり、参加した生徒は英語にとどまらない広い意味での自信を得ることができた。

15 つくばサイエンスツアー(筑波研究学園におけるトップレベルの研究に触れる)の実施

希望者で研究施設等を回った。物質材料研究機構、高エネルギー加速器研究機構、JAXAを訪問し、通常の見学コースだけでなく研究室や装置の間近に入らせていただき、研究者の方から直にお話を伺えるようにした。県内に研究学園都市がありながら、自ら見学に行く生徒はごく少数であるため、本ツアーは人気が高く、参加した生徒からの反響も大きい。

16 英語 de サイエンス(オールイングリッシュの理数系の授業)の実施

平成26年度は本校のALTによるオールイングリッシュの化学の実験を行った。平成27年度は日本学術振興会のサイエンスダイアログ事業を活用し、エジプトから留学している研究者に研究内容や、研究者として目指しているものについて話していただいた。生徒達は聞き取れなかった内容や、わからないところを何度も英語で質問するなど、英語による積極的なコミュニケーションを図ろうとし、生徒の積極性を引き出す機会をつくることができた。

17 さくらサイエンスハイスクールプラン(SSHP)への参画(2年生80名)

平成27年度5月にJST主催の「さくらサイエンスハイスクールプログラム」においてマレーシ

アの高校生と都内で昼食をとった後、インドの高校生と合流し、秋山仁先生の英語による講演会を聴講した。

海外の高校生は訛りの強い英語でも積極的にコミュニケーションしてくることに本校の生徒達は圧倒されていたが、彼らなりにホスピタリティを発揮し短い時間の中で友好を深めることができた。終了の時間になっても、会話は尽きず互いに別れを惜しんだ。本校生は良い意味でのショックを受け、自己表現の重要性に気づかされたようだ。その後の学習においても自分の意見を積極的に表現するよう務める生徒が増えた。生徒への良好な影響が予想以上に大きかったため、平成 28 年度においては更に本校を会場とした企画内容で申請を行う計画である。

18 県内他校と協力したマスカンプ（数学を研究テーマにしている生徒達の合宿）の実施

県内で数学に関するテーマで課題研究を行っている生徒、および県内の数学の教員に呼びかけ「数学に夢中になる 2 日間」と銘打ち本校主催での数学合宿「MATH キャンプ」を行った。

初日は各研究のプレゼンテーションを行い、午後から 2 つのチーム（または個人）ごとにグループになり、そこへ複数の教員がアドバイザーとして加わってディスカッションを行い、課題研究を更に深めた。2 日目の午前中は、前日の結果をまとめ、午後に再度プレゼンテーションを行った。夜は宿で生徒も教員も一緒になり、各自が持ち寄った数学に関する「ネタ」を披露するという余興に近い「学習会」を開催し大いに盛り上がった。

参加した生徒はもちろん数学好きであるが、本合宿において同じ数学好きのたくさんの高校生と出会うことができ、本校生も含め普段では見られないほど生き生きした表情を見せてくれた。2 日目午前の生徒の作業時間には、県教育委員会との共催による先進的理数教育のさらなる発展と普及を目指した教員対象の数学ソフトの研修会も開催し、教員間のネットワーク構築も実現できた。

19 ハワイ島研修の事前学習の実施（ハワイ島研修を行う SSH 他校との連携を構築）

ハワイ島やハワイ諸島の火山、気候、植生、生き物等のテーマごとに日を分けて学習会を行った。同じくハワイ島を海外研修先に行っている本県並木中等教育学校と協力して実施した。質疑応答の際など並木中等生の積極性に刺激され、本校生の積極性が引き出される場面が多数見られた。

20 星空観察ツアーの実施（ハワイ島研修の事前学習を兼ねる）

上記ハワイ島研修の事前学習の一環であるが、本事業に関してはハワイ島に行く生徒に限らず他の生徒にも参加希望を募った。金曜日の授業終了直後に出発し、ぐんま天文台の直視観測できる国内最大口径の天体望遠鏡で天体観望させて頂いた。望遠鏡の仕組みや構造についても解説頂いた後、天文台の外の芝生に仰向けになって夜空を仰ぎ、天の川や流れ星を見ることができた。生徒達は見るもの全てに感激していた。

宿に一泊後、2 日目はお台場の科学未来館に行った。当初は、自由見学にすると展示物を見るだけでしっかり理解しようとしないのでと危惧し、要所で生徒を集合させてレクチャーする計画だったが、生徒の様子をみると自分からファシリテーターの方をつかまえて積極的に質問し、中には時間が足りないので帰校時間を遅くできないかと申し出る生徒もいた。生徒の様子や感想から天文のみならず科学全般に対する興味関心を刺激し、高めることができたといえる。

21 ハワイ島研修の実施（代表生徒 8 名、引率教員 2 名、4 泊 6 日）

海外研修の場所は、1 箇所で行って研究対象となりうる幅広く多様な環境や自然が存在することからハワイ島を選択した。平成 26 年度の教員 2 名による現地視察を経て、平成 27 年度は代表生徒 8 名を引率し実施した。代表生徒の人は志望理由書、面接、課題研究のテーマ、成績等から総合的に判断し行った。また代表生徒には、現地でのデータやサンプルの取得、帰国後の解析、報告等を義務付け代表としての自覚を促した。

ハワイ島の自然を見聞するだけでなく、それらが価値ある研究対象としてどのように研究されているのかということ、現地の研究者やネイチャーガイドの協力のもと、フィールドワークを行うというプログラムとした。4 泊 6 日という短い期間に凝縮した過酷な日程となったが、天候にも恵まれ全ての予定を完遂でき、濃密な体験を実現することができた。

またハワイ島で研修を行っている SSH 指定校（川越高等学校、早稲田高等学院、並木中等教育学校）と共同で研究発表会を実施する等の連携も行い、成果の普及、深化を図っている。

22 科学の甲子園等、理数系コンテストへの積極的参加

平成 26 年度は「科学の甲子園茨城県予選」に 1・2 年生から 58 名参加したが、平成 27 年度は県から 1 校当たりの参加数に上限が設けられたため、1・2 年生から 24 名の参加となった。全国大

会への切符(優勝)はまだ手にしていないが、独自性のある優れた解答に与えられる「審査員特別賞」を2年連続して受賞している。理数領域を得意とするメンバーが6人で1チームとなり、協力して問題を解くという体験は参加した生徒たちにとって非常に楽しいもので、1年生で参加した生徒は必ずリピーターとなって2年生でも参加を希望してくる。

また本県の予選大会の参加チーム数は平成26年度が50チーム(約300名)、平成27年度は60チーム(約360名)と規模が大きく大変な盛り上がりを見せる。本校の生徒に限らず、参加した高校生にとっては理数分野の学習意欲の向上等において非常に有意義な体験となっている。今後も参加を続けるとともに、全国大会出場を目指し、校内勉強会などをさらに充実させていきたい。

23 サイエンス部の活動の充実、各種科学研究コンテスト、理科研究発表会などでの発表

実験器具等を充実させることができ、部員たちのモチベーションが向上するとともに、研究の質も向上した。校外の研究発表会に積極的に参加し、茨城大学主催の発表会では2年連続で優秀賞(最高賞)を受賞することができた。平成27年度(第2年次)には筑波大学で開催された「Interdisciplinary Workshop on Science and Patents 2015 (IWP2015)」の高校生の部で最高賞である「SPECIAL PRIZE」を受賞することができた。

発表を経験するごとに、生徒の積極性や主体性が伸長していくことを実感することができる。平成26年度(第1年次)に、1年生の有志が「和算」に関する研究を行うグループを主体的に立ち上げ、平成27年度から自然科学系部活動(サイエンス部)に数学分科会が発足することとなった。またロボカップジュニアに参戦したいと自ら要望し、チームを結成して勉強を始めたグループも現われた。やや引っ込み思案な本校サイエンス部の生徒に、大きな変容が見られる。

24 校内生徒研究中間発表会(2年SSクラス、1学年全員、サイエンス部等)の実施

1月下旬に1・2学年全員が参加して実施している。2年生SSクラスの代表生徒やサイエンス部による口頭発表を本校近隣の龍ヶ崎市文化会館の大ホールで1・2学年全員と来賓、保護者、教職員の前で発表する。午後から本校に戻り、2年生SSクラスはポスター発表、1年生は全員が白幡探究Ⅰの数学領域においてグループで取り組んだ和算の翻訳のポスター発表と、1人1作品ずつ作成した算額を掲示した。本校SSH関連事業の中で最大の規模であり、参加する保護者、OBの数も増加している。運営指導委員の先生や外部の指導員からも熱心に質問やアドバイスを受け、生徒は緊張しつつも一生懸命対応する中で、発表する喜びや充実感を感じるといい、中には「文化祭よりも楽しい」という生徒も多数いた。

25 地域の理数系教育振興の取り組み(地域の小学校、中学校、高校への出前授業)の実施

平成26年度は市内の小学校1校に対して2講座の出前授業を行った。平成27年度は市内の小学校にとどまらず、地域の小中学校への出前授業を11校18講座(延べ42コマ)行った。

ティーチングアシスタントとして毎回数名ずつ本校生も同行した。地域の理数系教育の振興がひとつのねらいであるが、それ以上に本校生のコミュニケーション能力の向上が目的である。アシスタント役だけでなく本校生が1コマ全てを教師役となって行う出前授業をなるべく多くした。本校生は前日から家で何度もリハーサルを繰り返して臨むものもいれば、ハプニングに機転を利かせて対応したり、児童の目線に合わせて指導したりと、予想を超えた「指導力」を発揮し驚かされた。出前先の児童・生徒からだけでなく、教員からも高い評価を得ることができ「ぜひ来年度以降も実施してほしい」といった継続の要望を多数受けた。

26 運営指導委員会を開催し(2回)、事業の評価、および改善について協議

第1回は6月24日(水)、第2回は1月21日(木)に行い、本校の現状を踏まえつつ適切なお教授を仰ぐことができた。詳細は議事録に記載した。

27 課題研究の評価手法(ループリック等)

平成27年3月に県内SSH校との連絡協議会でループリック評価についての情報交換を行った。その情報を参考に本校独自のループリック評価票を作成し、今年度末の白幡探究Ⅱの評価等に使用する計画である。

28 成果の発表・普及

平成26年度(第1年次)ホームページでの発信がやや停滞している一方で、フェイスブックを利用した情報発信の体制を整え、スマートフォンで現地から活動状況等をアップできるようにした。

平成27年度(第2年次)には、本県教育情報ネットワークの大幅なデザイン変更に伴い、本校ホームページも新しい構成にし、アップロードの方法や校内のシステムの簡素化、担当者の複数化等を

行い、最新情報を常に更新し、かつ見やすいデザインとした。本校や本校 SSH の概要を英訳したページも設けた。

29 各種科学研究コンテスト、理科研究発表会などにおける発表

平成 26 年度は主に自然科学系部活動（サイエンス部）の部員による参加が主であったが、1 年生の有志が「和算」に関する研究グループをつくり、積極的に複数の発表会に参加した。平成 27 年度も引き続きサイエンス部の発表が主であったが、白幡探究Ⅱにおける課題研究を「サイエンスアゴラ」や大学主催の研究発表会等で積極的に発表する生徒も表れた。日本天文学会のジュニアセッションでぜひ発表したいと申し出る生徒も表れた。本校の SSH が目指す「たくましい科学系人材の育成」が少しずつ着実に実現していると感じた。

② 研究開発の課題

※ 番号は上記の「① 研究開発の成果」と同一となるよう表記した。

2 学校設定科目「白幡探究Ⅱ」（2 年 SS クラス：2 単位）

平成 27 年度の「白幡探究Ⅱ」では、課題研究のテーマによっては、高校生にとって難解すぎたり、準備やデータ取りに時間がかかりすぎてしまったりといった理由で、教員が積極的に援助せざるをえないものも出てきてしまった。引き続き、生徒自身が主体的にテーマを設定できるようはからっていく一方で、テーマ設定の段階で先行研究の事前調査や、研究の具体的な進め方の検討等を更に充実させていく必要があることが分かった。1 年生の 2 月中旬からテーマ設定の取り組みを始めるが、上記の点に留意した工夫・改善を加え、生徒の課題研究に対する意欲や主体性のさらなる向上を実現する。

4 学校設定科目「白幡数学Ⅰ」および「白幡物理基礎」において

アクティブラーニングによる科目融合の新たな手法の開発に着手していく。

16 英語 de サイエンス（オールイングリッシュの理数系の授業）の実施

平成 26 年度は本校 ALT による実験を行い、平成 27 年度は日本学術振興会のサイエンスダイアログ事業を活用して講演中心の形式を取った。平成 27 年度の講座は講義中心であったため、内容も高度になり語彙数も多かった。生徒によっては理解仕切れず質問を繰り返す者もいた。平成 26 年度のような実験実習を中心とした講座の方が効果的であることが確認できた。次年度以降は実験実習型の講座として改善・実施したい。

22 科学の甲子園等、理数系コンテストへの積極的参加

科学の甲子園県予選には本校から多数参加しているが、国際科学オリンピックへのエントリーがほとんどいないのが現状であるので、今後は生徒への周知と参加を促す働きかけを行う。

24 校内生徒研究中間発表会（2 年 SS クラス、1 学年全員、サイエンス部等）の実施

開催日が平成 26 年度は 1 月 31 日（土）に対して、平成 27 年度は 1 月 21 日（木）と 10 日早まった上に平日の開催となった。発表準備の期間が短くなったり、3 学年の受験対応の時期と重なったりと様々な面で不具合が生じ、生徒と教員双方にとって負荷が高い状況となった。

また、平日開催となり来校した保護者も昨年より少なく、生徒と保護者双方から残念との声を聞いた。来年度以降は当該発表会の時期を 1 月最終の週末以降としていくことが必要であると認識した。

25 地域の理数系教育振興の取り組み（地域の小学校、中学校、高校への出前授業）の実施

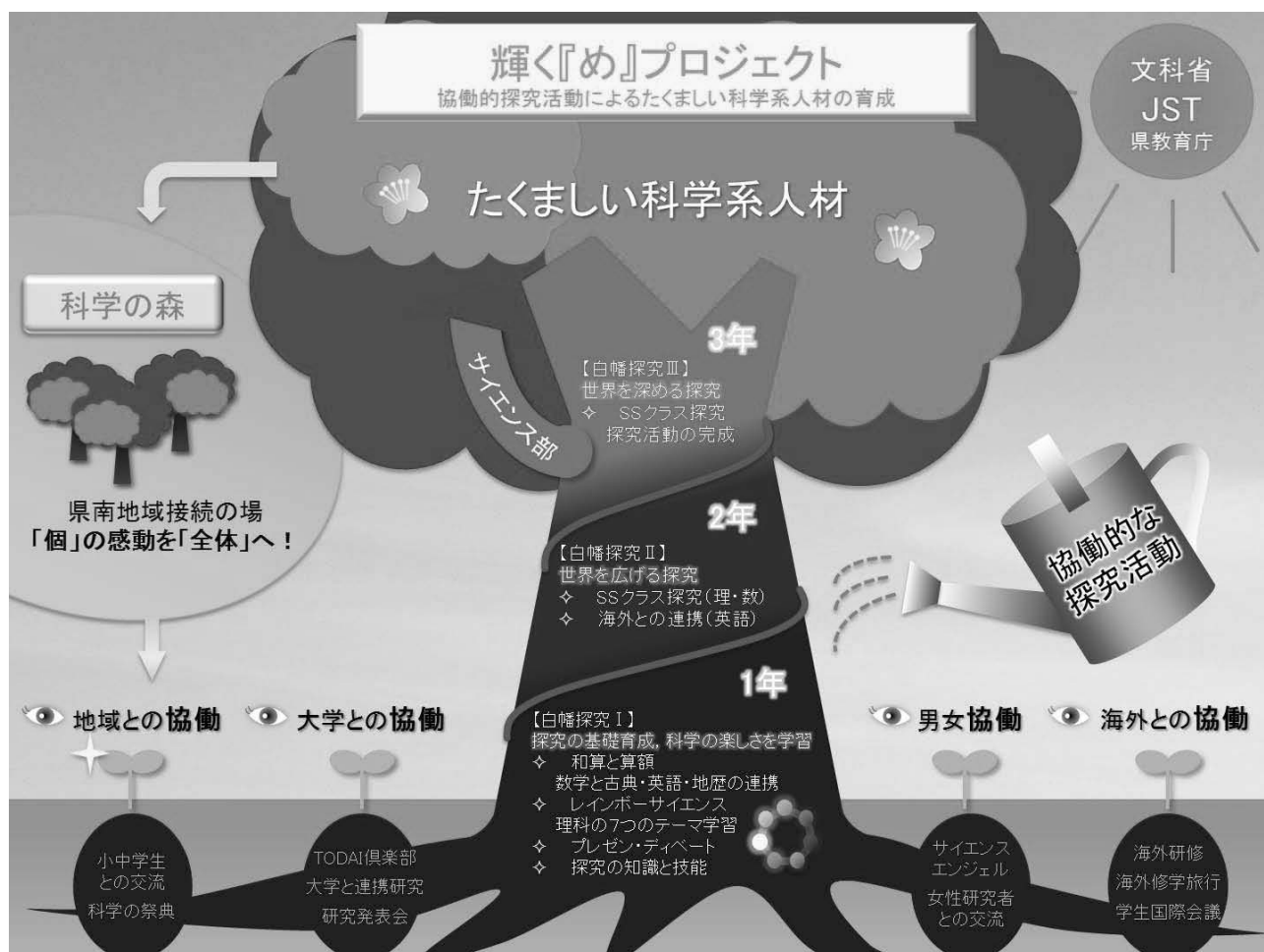
平成 27 年度になり出前授業のオファーが急増し、マンパワーの面で限界にきている。出前先から継続の要望があり、本校生徒のコミュニケーショントレーニングの上でも効果が高いので、実施期間を特定したり、講座を要望の高かった内容に集約したりと対応し継続していく。

27 課題研究の評価手法（ループリック等）

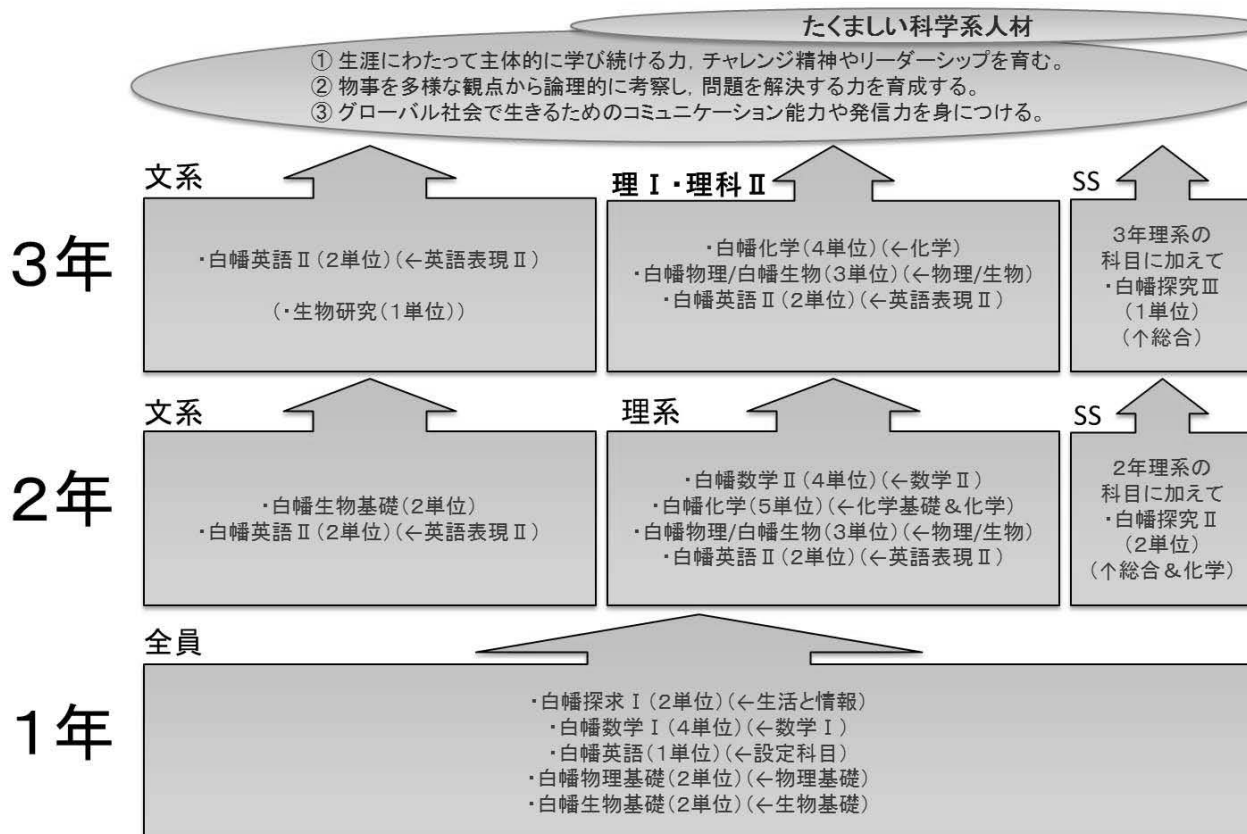
本校独自のループリック評価表を試作し、今年度末の白幡探究Ⅱの評価に使用する計画である。実施後に SSH 部内で改善点の検討を重ね、早期の評価手法確立を目指す。

29 各種科学研究コンテスト、理科研究発表会などにおける発表

本校が目指す「たくましい科学系人材の育成」を達成する上で外部での発表は非常に有効であることを再確認できた。貴重な生徒の発表の機会を確保するためにも、年間を通して参加申請の可能性のある発表会をあらかじめすべて確認しておき、計画的に研究を進捗させる必要を感じた。



竜一SSH「学校設定科目」の流れ



第 1 章 研究開発の経緯

【項目】

I …学校設定科目における取組

II …国際化に関わる取組

III …校外研修の取組

IV …校内研修の取組

V …生徒研究発表会、及びサイエンス部の活動

VI …地域貢献活動

項目	実施日	企画名	対象	備考
IV	4/28(火)	第1回 SSH 講演会	全校生徒	サイエンスナビゲーター桜井進先生による講演会
III	5/21(木)	さくらサイエンスプラン	2年(SS・SG)	インド・マレーシアの高校生との交流会
VI	6/1(月)	「整数の展開・因数分解の応用」	希望者	龍ヶ崎市立中根台小6年生80名に本校生徒3名とともに数学の指導
II	6/5(金)	英語プレゼン講座①	2年(SS・SG)	専門家による英語プレゼン指導
V	6/23(月)	課題研究発表会	SSクラス	インデクシング形式での実施
IV	6/23(月)	第1回運営指導委員会	運営指導委員	本校飛龍館に於いて実施
IV	7/1(水)	高大連携プロジェクト事前指導	希望者	筑波大学教授 吉瀬 章子 先生による講義
IV	7/4(土)	医師による講演会	希望者	筑波大学医学医療系 講師 横谷 省治 先生
II	7/12(日)	ハワイ島研修事前学習会①	海外研修希望	火山学者による講義 ※並木中等との連携企画
VI	7/22～28	高校生と算額をつくろう！	希望者	ひたち野うしく小学校6年生20名(希望者)に、本校生徒(3名)とともに算額の作成指導
III	7/24(金)	つくばサイエンスツアー	1, 2年40名	筑波学園研究所の見学(JAXA, KEK ほか)
III	7/29(水)	医師インターンシップ	希望者8名	東京医科大学茨城医療センター実習
V	8/5～6	SSH 全国生徒研究発表会	発表生徒3名	大阪エルおおさかにて口頭発表
II	8/9～11	イングリッシュキャンプ	1, 2年40名	ALT とのオールイングリッシュ合宿
III	8/9～11	筑波大学高大連携プロジェクト合宿	希望者	筑波大学社会工学群との連携(2泊3日)
III	8/10	科学の甲子園参加者強化トレーニング	1年生希望者	土浦第一高等学校
V	8/22(土)	第7回マス・フェスタ ＜全国数学生徒研究発表会＞	2年生2名	エル・おおさか(大阪) 数学(和算)に関する発表
V	9/4(金)	筑波大学数理物理系主催 IWP2015 高校生の部	希望者	Dr.Kiebooms SPECIAL PRIZE 最優秀賞1件
III	9/4～5	星空観察ツアー	2年生40名	ぐんま天文台&日本科学未来館
IV	9/5(土)	サイエンスエンジェル出張セミナー	希望者	女性大学院生(東北大)の講話
III	9/12～13	数学に夢中になる2日間 ＜MATH キャンプ＞	生徒18名 指導者32名	生徒7校, 指導者20校 数学に関する研究・指導・発表
III	9/14(月)	STEMinars(筑波大学)	希望者	米軍キャンプ高校生に対し英語で発表(和算)

項目	実施日	企画名	対象	備考
Ⅳ	9/19(土)	サイエンスカフェ	希望者	高エネルギー加速器研究機構 藤本 順平 先生 筑波大学 千葉 親文 先生
Ⅱ	9/20(日)	ハワイ島研修事前学習会③	海外研修希望	進化学者による講義 ※並木中等との連携企画
Ⅳ	9/28(月)	レインボーマスマティクス	1年生全員	外部講師8名による数学セミナー
Ⅳ	10/4(日)	第2回 SSH 講演会	全校生徒	向井千秋宇宙飛行士による講演会
Ⅳ	10/6(火)	課題研究Ⅱ（和算研究）指導	2年生2名	岩手県和算研究会 菅原 通 会長
Ⅱ	10/21(水)	英語 de サイエンス	SS クラス	外国人研究者による英語でのレクチャー
Ⅴ	10/25(日)	東京理科大学主催 坊っちゃん科学賞	希望者	優良入賞1件
Ⅱ	10/28(水)	レインボー国際交流	1年生全員	JICA から8名の外国人との国際交流
Ⅱ	10/30(金)	ハワイ島研修事前学習会④	海外研修希望	植物学者による講義 ※並木中等との連携企画
Ⅴ	11/8(日)	筑波大学高大連携シンポジウム 2015	希望者	筑波大学雙峰祭にて生徒研究発表会
Ⅲ	11/14(土)	「科学の甲子園」茨城県予選会	希望者	つくば国際会議場（選考委員特別賞）
Ⅴ	11/15(日)	サイエンスアゴラ 2015	希望者	東京国際交流館にてポスター発表
Ⅱ	11/27(金)	英語プレゼン講座②	指名グループ	専門家による英語プレゼン指導
Ⅵ	12/3(木)	総合力で「和算書」を読み解け！	他校生徒 40 名	鳥取県立米子東高 1 年生 40 名 和算書の読解・数学表現・発表の指導
Ⅱ	12/4～9	第1回 SSH 海外研修	海外研修希望	米国ハワイ島でのフィールドワークを実施
Ⅴ	12/6(日)	サイエンスキャスル 2015	希望者	東北大会(於東北大学)にて口頭発表
Ⅴ	1/9(土)	高校生の科学研究発表会@茨城大学	発表者 5 名	口頭発表及びポスター発表 口頭発表部門 優秀発表賞 1 件
Ⅴ	2/4(木)	テクノロジーショーケース 2015	希望者	つくば国際会議場にてポスター発表
Ⅴ	1/21(木)	生徒課題研究発表会 第2回 運営指導委員会	1, 2 学年	午前：龍ヶ崎文化会館 午後：本校教室 他
Ⅱ	2/20(土)	HAWAII 巡検 4 校合同研究発表会	海外研修希望	川越高校・早稲田学院・並木中等教育学校
Ⅱ	2/24(水)	英語 de サイエンス 2	SS クラス	本校 ALT による科学実験講座
Ⅴ	3/12(土)	つくば科学研究発表会	希望者	生徒ポスター発表
Ⅴ	3/25～26	つくば Science Edge2016	希望者	つくば国際会議場にて生徒ポスター発表
Ⅵ	通年	出前授業	希望者	小・中学校対象の科学出前授業

Ⅰ－１ 白幡探究Ⅰ【理科領域】(レインボーサイエンス)

(１) 研究仮説

実験実習を中心とした理科の様々な領域の学習活動を行うことで、科学に関する基礎的な知識や基本的技能が身につくとともに、科学に対する広い視野や科学的素養を育むことができる。また、データ処理及びレポート作成を行うことで、２年生 SS クラスにおける「白幡探究Ⅱ」の課題研究で必要となる情報処理の知識・技能も身につけることができる。

(２) 実践

ア 概要

本校における SSH に関する特別な授業として１年生の「白幡探究Ⅰ」がある。２単位を数学と理科で１単位ずつ分け、理科に関する１単位を【理科領域】(レインボーサイエンス)と呼び、７人の理科教師が担当した。

イ 内容

７人の理科教員が各自の得意分野を主としたテーマを設定する。７クラスをローテーションしながら全クラスで１テーマ４時間の授業を行う。生徒は単科目に関するテーマだけではなく、２年生での課題研究が体験できるような実習に取り組み、通常の理科授業では体験できない専門的な実験も含めた物理・化学・生物・地学の４分野にわたる様々な分野の実習を体験することで、科学に対する視野を広め興味関心を高める。さらに、７人の理科教員の集中講義により、創意工夫に満ちた質の高い授業を目指す。

	担当者名	講座名	実施内容（４回分）
1	大西	空を読む ～超基礎気象予報～	①講義，エクセル入門 ②雲観察 ③エクセル演習 ④気象データ解析・まとめ
2	増田	金属の科学史 ～青銅から鉄へ～	①講義（科学史），演示実験（金属の酸化） ②演示実験（イオン化傾向），講義（合金） ③実験（青銅をつくる） ④総括（予備日）
3	坂場	ガラス細工に挑戦！	①基本事項（講義） ②演示実験・講義 ③実験・実習 ④結果・考察・まとめ
4	出雲	ゾウリムシを通して 「生命」を考える	①「仮説」を立てよう！ ②「実験」しよう！ ③「考察」＆「発表」 ④総合討論＆まとめ
5	本橋	色と光 ～光の成分を考える～	①光の性質を知ろう ②自作の測定器をつくろう ③スペクトル測定 ④結果・考察・まとめ
6	平尾	天然物から有機物を取りだそう！	①基本事項（講義形式） ②実験装置作成 ③実験（水蒸気蒸留） ④まとめ
7	西元	発見！ 白幡台の土壌動物！	①基本事項（講義形式） ②土壌採集・設置 ③顕微鏡観察・同定① ④顕微鏡観察・同定②



(3) 評価

ア 生徒感想

- 自分たちで観察器具をつくり、様々な色を観察できた。特にプリンターのインクの色素のスペクトルの特徴や変化を予想し実際に観察したことが楽しかったです。これまで遠い天体で物質が発見されたというニュース等に対して、別段感動は覚えませんでした。今回星から発する光のスペクトルによって物質の有無を判断していることを知り、想像もできないようなことを可能にできる「光」の神秘に虜になってしまいました。
- レインボーサイエンス全体を通して、身近で今まで気にしなかったことにも目を向けることができました。生物の分野では、今まで大嫌いだった虫にレンズを通して触れることができました。また、一番自分が変わったことは物理に興味を持ったことです。物理現象は面白くて、1つ1つが奥深いんだなと思いました。まだ私が知らないだけで、今も私の周りにはたくさんの現象が起きているのだと思います。そういう“当たり前”なことへの「なぜ？」の気持ちをこれからも持ち続けていきたいです。
- このような実験をする機会は今までなかったので、とても新鮮でした。ゾウリムシを通して、生命について考えるだけでなく、今を生きるとはどういったことなのかなど、深く考えることにつながりました。仮説を立て、実験をして、考察をすることで、より理解もできたと思います。また、様々な生命の始まりや、終わり方を話し合いました。みんなそれぞれ考え方が異なり、意見交換するのが楽しかったです。まだ解明されていないことも多いけれど、日常的に考えてみるのが、より良い明日につながると思いました。

イ 考察

生徒感想では、どの講座に関しても肯定的なものが大半であり、多くの生徒にとって非常に充実した時間となっていると考えられる。講座内容を各担当の得意分野としたことで生徒にとって魅力的な教材開発ができ、理科に強い興味・関心のある生徒のみならず2年生以降に文系クラスを選択する生徒たちも課題に積極的に取り組む姿が見られ、多くの生徒が科学に対して広い視野や科学的素養を育むことができたと考えられる。

ウ 今後の課題

生徒にとって魅力的で面白い講座内容ではあったが、ともすれば単に「楽しい」だけの授業になってしまう恐れがある。「2年生 SS クラスにおける「白幡探究Ⅱ」の課題研究の基盤を築く」という意味において、さらなる改善が必要と考える。

具体的には以下の通りである。

- ・ 仮説→実験→考察→まとめ・発表の流れをもつ講座を増やす。
- ・ パワーポイントやエクセルなどのスキル向上につながる講座を増やす。
- ・ 各講座で身につけさせたい資質や能力の明確化。

改善のためには、各講座担当での検討のみならず、各実験室やパソコン室を効率的に割り振る時間割の組み方も含め、検討が必要である。



I-2 白幡探究I【数学領域】

(1) 研究仮説

- ア 協働的な探究により自己効力感、協力し合うことの有用性・重要性を感得できる。
- イ 教科（国語・数学・英語・情報・地歴）横断の学習により知識理解の習得、複数教科の繋がり存在、既習の活用と有効性を感得できる。
- ウ 和算の探究により自国文化を理解する。
- エ 算額をつくることにより数学創造の楽しさ、難しさ、達成感を得る。
- オ ポスターへの表現およびポスター発表により、表現することの必要性、困難性を感得し、さらに、発表内容を振り返る機会とする。
- カ 冊子、Web への掲載による達成感と公表することの責任感を得る。

(2) 実践

ア はじめに

小説「天地明察」は映画化され、和算は注目されるようになった。和算は我が国において奈良時代ごろに始まり、明治初期に洋算（和算に対する西洋流の数学）が正式採用されるまで日本の数学として親しまれ発展した。なかでも江戸時代のベストセラー吉田光由著「塵劫記」の存在は著名である。それには数や図形を用いた遊戯にとどまらず、商業、測量等に関わる計算等があり、和算の広まる一因となった。また、数学の問題が解けたことを神仏に感謝し、額に表し奉納する、世界に希に見る「算額奉納」といわれる慣習があった。さらに和算には天文、純粋数学もあり、庶民のみならず専門家のものとしても発達を見せた。一方、近年の検定教科書には和算に関する記述が中学・高校共にみられ、高校生による研究もあるが、その例は少なく、数学的な探究を全員で行っているとは限らない。

イ 概要

本校におけるSSHに関する特別な授業として1年生の「白幡探究I」がある。2単位を数学と理科で1単位ずつ分ける。数学に関する1単位は【数学領域】と呼び、以下の教師が担当した

A組	B組	C組	D組	E組	F組	G組
小林	田上	神坂	小林	神坂	小林	小林
田上	軽部	軽部	軽部	軽部	田上	神坂

【数学領域】は大きく3つに分けられる。

- ① 「数学史序論」：日本を中心した数学史の学習
- ② 「オリガミクス特別授業」：折り紙を折る作業を通じてそれに潜む数理現象を探る
- ③ 「算額をつくろう！」：全員が「算額」を1つずつ作成する活動
- ④ 「和算書『見立算法規矩分等集（みたてさんぼうきくぶんとうしゅう）』ならびに『算法勿憚改（さんぼうふつたんかい）』を世界に発信」：江戸時代の和算書を現代語訳、数学的に表現、さらにそれぞれを英語訳する探究を1班5人で協働的に行うもの。さらにそれらをポスターにまとめ、発表を行い、さらにWeb上にアップする。

ウ 「数学史序論」

(ア) 日本史における数学、数学教育についての講義：1時間 「欽明天皇の15年(554)、暦博士の王保孫が来朝し、暦書や天文書を献上したことが日本書紀に記録されている。」に始まり、明治時代の洋算の採用までの歴史を学ぶ。 1時間

(イ) 和算では最も著名といえる「塵劫記」における「鶴亀算」などについて学ぶ 1時間

(ウ) 本校地歴科 小野威人 教諭 による、江戸時代における「海防」のための測量の必要性および茨城県南地区における測量発展の理由について約20分のビデオ講義。 1時間

エ 「オリガミクス特別授業」

元筑波大学教授 芳賀和夫 先生を講師に迎え、5月13日(水)1年D組、14日(木)1年F組、折り紙を用いてそれに潜む数理を探究する活動を2時間ご指導いただいた。本校教師は芳賀先生の指導を参観・研修し、D組F組以外のクラスは本校教師が指導した。オリガミクスに関する数学的活動を通して、数学に関する生徒の関心、意欲、態度、数学的な見方考え方、知識・理解の増進を図るとともに、本校教師の研修の機会とすることができた。

オ 「算額をつくろう！」

「算額をつくろうコンクール」とは、B4判の用紙に問題、解き方、答、図や絵が書かれた「算額」を顕彰する活動で、NPO 和算が主催する。毎年千数百作品の応募があり、上位4作品は東京神田明神に奉納される。本校はこの活動に6年間参加しており、1年生全員さらに年によっては定時制4学年全員が出品している。

(ア) 算額の歴史および、「算額をつくろう！」出展作品作成に関する講義

1 時間

(イ) 持参された各自の下書き作品を相互鑑賞・アドバイス

1 時間

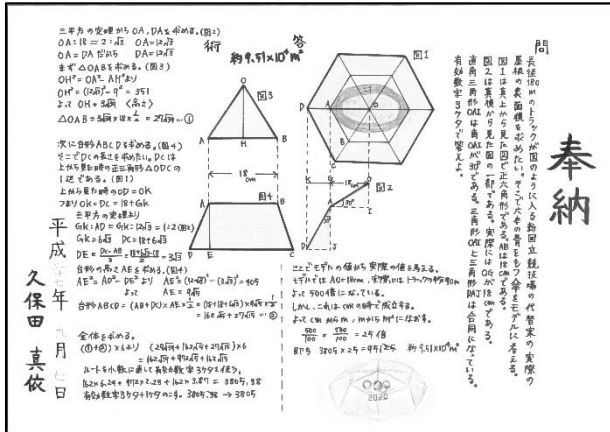


図1 生徒算額銀賞入賞作品

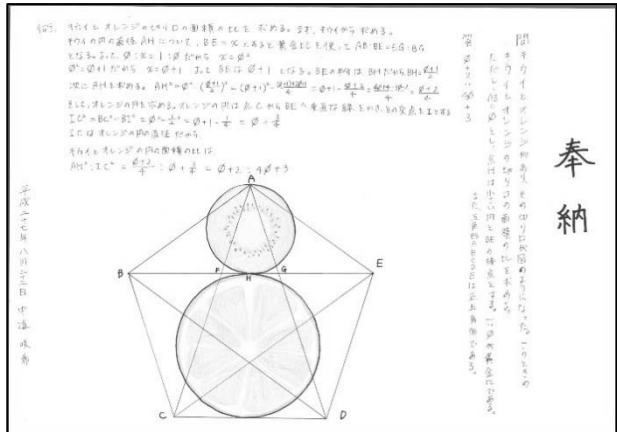


図2 生徒算額作品

なお、作品製作は夏休み課題とした。

今年は全日制1年生275名が応募し、1名銀賞入賞した。

さらに、すべての作品をデータ化、A0判用紙に8点ずつ印刷し、本校生徒研究発表会において教室の廊下南側に計35枚展示した。

カ 「和算書を世界に発信」

【数学領域】においてメインとなるものがこの活動である。「見立算法規矩分等集（みたてさんぼうきくぶんとうしゅう）」「算法勿憚改（さんぼうふつたんかい）」の翻訳・表現である。

20 時間

和算書は、和算研究所 佐藤健一 理事長に相談し、本校1年生の既習を勘案し適当な和算書の推薦をお願いしたところ、「見立算法規矩分等集」は原書が、「算法勿憚改」はTIFファイルでご提供いただいたものである。

「見立算法規矩分等集」（以下「見立」）は、江戸時代1722年（享保七年）発刊の測量から始まる和算書で、著者は万尾六兵衛時春、現在の兵庫県の和算家である。その書は伊能忠敬の蔵書に有り、伊能の器具を譲り受けた間宮林蔵も読んだと推察できる。この本の現代語訳や解説書は存在せず、また国会図書館のインターネットで見られる「見立」は昭和時代の書き写しである。われわれは「見立」をデータ化し、昨年は59編、さらに本年は24編に分け、2年間かけ全編翻訳することとした。また、「算法勿憚改（さんぼうふつたんかい）」は原典のままでは字体がわかりにくく、読みにくい。しかし、現代に活字とされたものがあり（西田，1993）現代に於いて活字とされたもの32編を生徒に分け与えた。

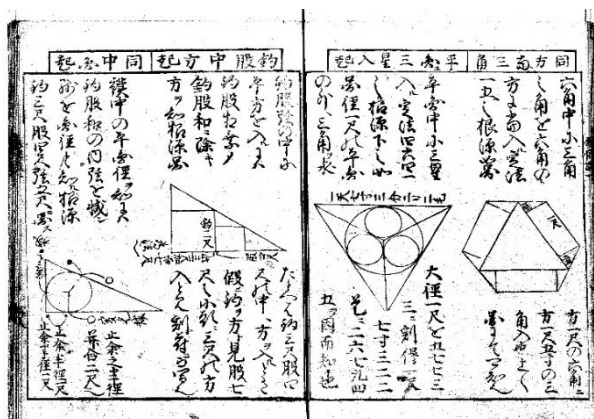


図3 資料の一部



図4 翻訳している様子

活動は班ごとに行い、1班5人とし、男子2または3人、女子2または3人とした。各クラス8班であり、班名として、甲、乙、丙、丁、庚、辛、壬、癸を用いた。各班に、班長1名、現代語訳担当・数学担当・英語訳担当・入力担当を各2名決めさせた。

活動について次のとおりである。

- (ア) 「見立」1問目を現代語、数学的に表現。ここでは、全クラス、すべての班が「見立」の第一問を翻訳した。 2時間
- (イ) 「見立」「算法勿憚改」各班1編ずつ現代語訳。 4時間
- (ウ) (イ)で現代語に翻訳された文章を現代の数学的な式や図に表現。数学的にはほとんどは相似や三平方の定理に関する中学生レベルである。一部に天文学、地学、力学といえるものがある。 2時間
- (エ) (イ)、(ウ)で現代語、数学的に表現したものを英語に翻訳。生徒達はネット上の翻訳ソフトも一部使用した。しかし、それらの訳はそのままでは問題があることに生徒自身が気づいており、訳に責任を持つことを指導した結果、生徒達自らが大きく修正した。2時間
- (オ) (イ)～(エ)の内容をポスターにまとめ。生徒達の多くは Word や PowerPoint の利用経験が非常に限られていた。しかし、1時間程度の指導でコツを覚えた。さらに、数学担当の生徒に図形関数フリーソフト「GeoGebra」を20分程度指導、生徒の習得は早く、指導後は各自で図形を、一部の生徒は3Dで、作成していた。3時間

(カ) 平成28年1月21日(木)「竜ヶ崎一高 SSH 生徒研究発表会」において全員が各教室で56件のポスターセッション。参観者にサインを求め、その数を意識させる仕組みを作ったことも功を奏し、運営指導委員、生徒、保護者らに1時間で少なくとも30名最大100名に説明した班があった。生徒は発表を通し、人に考えを伝える難しさに気づき、さらに内容の問題点を指摘されたり自ら気づいたりすることで、ポスターの内容改善の必要性を感じていた。発表会終了後「算額」はそのまま、(カ)のポス

竜ヶ崎第一高等学校 白幡探究Ⅰ 数学領域
Ryugasaki 1st high school Shirahata inquiry I Mathematics area
江戸時代の数学遊びについて(一) / About mathematics play of the Edo era

1年 D組 英班
◎吉栗 真実・山中 楓花・山田 玲菜
・横川 謙心・横山 琢久
Mayumi Yoshida Fuka Yamanaka Rena Yamada
Kenshin Yokokawa Akihisa Yokoyama

原文 The original sentence

キーワード: さっさだて
Keywords: "sassadate"

数学的内容 The mathematical content

この問題はさっさだてを利用する。
問題
甲は乙に30個の碁石を渡し、それを乙は「さあ」「さあ」という掛け声をして1個か2個をそれそれの場所へ並べます。並べている碁石は甲には見えません。声だけが聞こえます。乙が並べ終わるまで声の数は17声でした。1個ずつ並べたほうにはいくつ並んでいるか。
すべて2個ずつだとすると2×17=34でうしろは34個必要となる。
しかし、うしろは30個しかないで34-30=4で4つは1つ置くことになる。
よって 4個
これと同じようにうしろは60本、声は48声なので 48×2=96
うしろは96本もないので、 96-60=36
1本置きのうしろは36本。
2本置きのうしろは60-36=24 24本。
△石20個、30この場合も同じ方法を用いる。
20この場合
20×2=40
40-20=20
20個すべてが1個である。
△ 30この場合
15×2=30 30-30=0
30個すべてが2個である。
△この問題は、解けていない。

係 山田

現代語訳 The modern translation

△熾燐が60本ある。
二本入っている包みと一本入っている包みがあって、それを投げるときに「さあさあ」と言う。その声は全部で48回聞こえた。
二本入っているのは24包・一本入っているのは36包

△碁石20個を人に持たせ、一方に2つ、また一方へ2つずつ置く。碁石を一回置くごとに「さあ」という声を聞いた。十回くらいで残った碁石を2倍にする。1つずつ置いた方の数を知る。
もともと、2つの方へ続けておくとさや、1つの方へ続けておくと、初めのやり方で退けさせる。これを「さっさだて」と言う。右の熾燐の問題と同じ解き方である。
△また、石30個を人に持たせ、右の通りにする。声の数15回くらいなら15個捨て、残りの数を2倍する。求める答えは全ての問題で同じ。

また、碁石を10個並べた上、二つずつ重ねて下の図になるように並べた。

△重ねて、目付石と言うことは、石8個ずつ二行に並べ、右か左かの目じるしの目付石を置き、右と言うのは右の石を一つ先にして左の下へ後にして、一度に二つずつ隅へ縦に段々2行に右のこくどく並べて左か右かを聞くこと、これ三編ならべて右というは右の上よ3目左というは左の上よ3目にあたることと知るべし

係 横川

英語訳 The English version
This problem uses Sassadate

Exercise
Kou carry thirty go stones to Otu.
Otu says (sasa) and put One or Two Go stones on each place.
Kou don't see go stone which was displayed but He can hear only voice.
Kou heard seventeen times of voices when Otu had finished displaying it.
Do you line up in the one that you displayed one by one how many? (うしろ?)

Thirty candles are necessary if it is two all.
But there are only thirty candles and four become one.

Similarly, do it and sixty candles.
A voice is forty eight.
Thus, it is ninety six.
But there are not ninety six candles.
Thirty six candles of one packing.
Twenty four candles of two packing.

△ It use same way when it use 20 or 30 go stones.
△ In the case of 20
20×2=40 40-20=20
All 20 go stones are put in the place to put one go stone.
△ In the case of 30
15×2=30 30-30=0
All 30 go stones are put in the place to put two go stones.
△ This question is not solved.

係 横川 山中

英語訳 The English version

△ There are 60 candles. The person has some two kinds of parcels. One of parcel has two candles. Another parcel has one candle. When he throw the parcel, he say "hey". After he throw all parcels, another person heard 48 times of voices. You find the number of each parcel of this time.
Thus, the answer is
The parcels which has two candles are 12
The parcels which has one candles are 36

△ There is a person who has 20 go stones.
He put 2 stones to one side or 1 stone to another side. When he put the stone, he says "Hey". I subtract 10 from the number of voices that I heard. And I double that number.
Then I understand the number of go stones of him whom I employed one by one.
And then, when he put it to the place where he put two or one go stones successively

"Sassadate" means this. It is how to solve same as a problem right candles.
In addition, give a person 30 go stones and remove it by a right method.
I abandon around 15 times of number of voices 15 and double a remaining number.
The answer to find is the same by all question.
In addition, I set it after having displayed ten go stones to repeat by two, and to become the lower figure.

Eight stones line up to two, and it is the right, or it puts the expression of the eye stone of the guide which is the left to say an expression of the eye stone again and you do one lower stone of the right and that means right earlier and leave left bottom one and should know it when you set gradually setting by two to two to the bowls longhouse at a time like the right, and hearing whether, by the way, it is left or right again, this three parts and hit the third from the top of the third left Then left the top of the right Then right.

係 山中 横山

まとめ・今後の課題・感想

まとめ Summary
私たちの組いた問題は「さっさだて」という江戸時代の遊びを使ったものでした。わかるまで解くのがかきました。Our question is "Sassadate". It took time until we understood it. But, we arrived at an answer properly.

今後の課題 Future issue
もっとスムーズに解けるようにする。 It comes loose more smoothly.

感想 Impressions
江戸時代からこのような数学的思考方法があることに驚いた。
We were surprised at there being such a mathematical way of thinking from the Edo era.

係 吉栗

引用
算額法類聚分集 Mitate Sangou Kiku Buntoshu
享保7年 A.D. 1730
著者: 万庵 時香 Author: Mashio Tokiharu

図5 ポスター例

ターは廊下北側に貼り直し、1週間展示した。生徒達には他のポスターや算額作品を鑑賞し参考とするよい機会となった。

2時間

(キ) すべてのポスターを修正後、報告書に掲載、Webライブラリーに集約。冊子は1年生全員に1冊ずつ配布する。また、世界中から閲覧できるようWeb上に公開する。

3時間

(ク) 各クラスにてポスター発表。クラスにおけるベストポスターを決定する。発表はすべて英語とする。生徒らとALTの投票による。

2時間

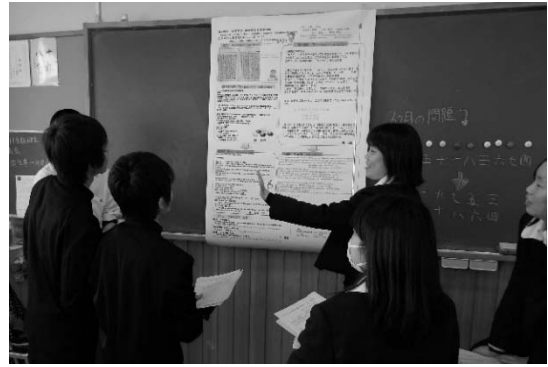


図6 発表の様子

(3) 評価

本科目の特徴は、①1年生全員が協働的に ②現代語訳及び解説書のない和算を題材に ③古文から現代語訳、数学的に表現、さらに英訳し、ポスターに集約 ④ポスター発表 ⑤ポスターすべてを冊子、Webに掲載 ⑥「算額」づくりをした ⑦オリガミクスによる数学の探究 をしたことにある。

感想によると「見立」「算法勿憚改」の翻訳、「算額」の作成とともに、始めは自分の能力を超えたものと困難に思っていた生徒が多くいる。しかし原文の現代語解釈を協力し合いながら乗り越えたと、比較的スムーズに探究が進み、自信がつき、協力し合うことの有用性、重要性がわかったという。さらに、国語・数学・英語・地歴・情報のそれぞれの学習に自信がつくとともに教科を横断した学習の重要性に気づいたという。数百年前に和算という文化があったことに驚き、自国文化の一部を理解していた。算額をつくることにより数学創造の楽しさ、難しさ、達成感を得ていた。ポスターへの表現およびポスター発表により、表現することの必要性、困難性、発表内容を振り返る機会としていた。最後に、冊子、Webへの掲載による達成感と公表することの責任感を得る機会という貴重な経験をしていた。

また、和算は我が国独自の数学であるが未解説の書も数多くある。一方、高校生の探究活動では、数学は理科に比べると件数が少ないといわれるが、和算を探究することがその解決策のひとつになると考えられる。

最後に、現代語訳および解説書のない和算書の生徒による読み解きが、学術としての和算研究の一助になると幸いである。

今後は和算の他の文献を生徒に探究させたいと考えている。

(4) 謝辞

佐藤健一 理事長 をはじめ、和算研究所の皆様には資料の提供の他、様々なご指導をいただきました。

芳賀和夫 元教授には丁寧なご指導いただき、教員にとっても良い研修の機会となりました。

(5) 参考文献

西田知己・校注(1993). 江戸初期和算選書第3巻³算法勿憚改. 研成社.

竜ヶ崎第一高等学校(2015). 平成26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. 第一年次. 茨城県立竜ヶ崎第一高等学校.

I-3 白幡探究II

(1) 研究仮説

- ア 課題研究テーマを設定するために、文献検索および先行研究の調査方法を中心にオリエンテーションを集中的に実施することで、課題研究に対する意欲を高めることができる。
- イ 設定した課題研究テーマに対し、グループ単位で仮説を設定し、研究計画を立案し、指導教員との間で議論を繰り返すなかで、研究の方向性や内容、研究方法を改善していくことで、課題研究の取り組み内容を深化させることができる。
- ウ 得られたデータを整理し、結論を導き出して仮説を検証することで、実験技術が向上するとともに、実験ノートの使い方を習得し、研究要旨やポスターなどを作成することができる。
- エ 課題研究テーマ発表会や中間発表会において充実した内容の発表を行い、積極的に質疑応答に臨むことで、「たくましい」科学系人材に必要なプレゼンテーション能力およびコミュニケーション能力を高めることができる。

(2) 実践

- ア 対象 2年生 SS クラス 40 名
- イ 単位数 2 単位（火曜 5・6 時間目）
- ウ 教員配置 数学科 2 名，理科 7 名（物理 2 名，化学 2 名，生物 3 名）
- エ 授業計画

回	日時	内容
1	4 月 14 日	オリエンテーション①（今後のスケジュール，課題研究テーマの設定方法）
2	4 月 21 日	オリエンテーション②（課題研究テーマの設定，研究相談）
3	5 月 12 日	オリエンテーション③（課題研究テーマの設定，研究相談）
4	5 月 19 日	オリエンテーション④（研究計画書の書き方，実験ノートの使い方）
5	6 月 2 日	課題研究①（課題研究テーマの決定，課題研究テーマ発表会の諸連絡）
6	6 月 16 日	課題研究②
7	6 月 23 日	課題研究③
8	6 月 24 日	課題研究テーマ発表会（飛龍館 2 F 多目的室）
9	7 月 7 日	課題研究④
10	7 月 14 日	課題研究⑤
11	7 月 21 日	課題研究⑥
12	9 月 8 日	課題研究⑦
13	9 月 15 日	課題研究⑧
14	9 月 29 日	課題研究⑨
15	10 月 6 日	課題研究⑩（クラス内中間発表会の諸連絡）
16	10 月 13 日	第 1 回クラス内中間発表会（パソコン教室）
17	10 月 20 日	課題研究⑪
18	10 月 27 日	課題研究⑫
19	11 月 17 日	課題研究⑬
20	12 月 1 日	課題研究⑭
21	12 月 10 日	課題研究⑮（クラス内中間発表会および生徒研究発表会の諸連絡）
22	1 月 12 日	第 2 回クラス内中間発表会（口頭発表代表グループの選出，パソコン教室）
23	1 月 21 日	生徒研究発表会（龍ヶ崎市文化会館大ホール，2 C 教室および視聴覚室）
24	1 月 26 日	課題研究⑯（第 5 回茨城県高校生科学発表会の諸連絡）
25	2 月 2 日	課題研究⑰
26	2 月 16 日	課題研究⑱
27	2 月 23 日	課題研究⑲
28	3 月 13 日	第 5 回茨城県高校生科学発表会（筑波大学にてポスター発表）
29	3 月 15 日	課題研究⑳（実験ノートおよびデータの整理）

オ 授業の展開と研究の経過

- ・課題研究テーマの設定総数に加え、指導教員数に応じて分野別のテーマ数に上限を設ける。
1人1テーマの課題研究テーマを検討し、各分野の指導教員と議論し、認定されたテーマから確定する。研究テーマ確定後、希望に応じて2～4人のグループ編成を行う。
- ・6月24日（火）の課題研究テーマ発表会はインデクシング形式で実施し、パワーポイントを用いて各グループ2分間でプレゼンテーションを行う。指導教員や運営指導委員の先生方からの講評等は分野別にまとめて行う。
- ・夏季休業期間は、事前に指導教員と相談した計画に基づき、各グループで自主的に研究を進める。
- ・10月13日（火）実施の第1回クラス内中間発表会では、パワーポイントを用いて各グループ5分間の口頭発表を行う。司会進行や運営等もすべて生徒自身が計画し、実施する。質疑応答は分野別にまとめて実施する。
- ・1月12日（火）に実施する第2回クラス内中間発表会において、翌週21日（木）の生徒研究発表会（午前の部）において口頭発表を行う3グループを選出する。全グループが口頭発表用のパワーポイント資料とポスターを作成する。
- ・1月21日（木）の生徒研究発表会では、午前中に口頭発表（発表7分、質疑応答2分）を行い、午後には全グループがポスター発表（2時間）を行う。
- ・3月13日に開催される第5回茨城県高校生科学発表会に向けて、研究要旨（A4、1枚）とポスターを作成する。

カ 研究テーマ一覧

	分野	研究テーマ	指導教員
1	生物	微生物を使えば、透明なマンゴージュースを作れるか？	出雲
2	生物	クマムシにおける光による復活への影響	西元
3	生物・化学	身近な廃材を用いた低コストな糖の生成	坂場
4	化学	色素増感太陽電池	屋貝
5	化学	肌と保湿～無添加化粧水の作製～	屋貝
6	化学	ホウ砂球反応	増田
7	地学	HR図の作成	大西
8	地学	地中熱の有効利用を目指した具体的手法の検討	大西
9	物理	液面をすべるしずくについて	大西
10	物理	振動発電～2つの発電方法の追求～	本橋
11	物理	紙飛行機を遠くに飛ばす研究	本橋
12	数学	和算の研究～算法新書三卷十七番の別解～	小林
13	数学	数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～	井坂



図1 課題研究テーマ発表会



図2 質疑応答・講評



図3 ポスター発表



図4 ポスター発表

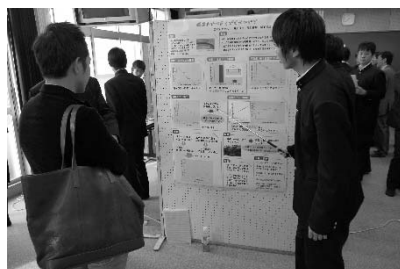


図5 ポスター発表



図6 ポスター発表

キ 各種発表会への参加（年度内に参加申し込み済みのものを含む）

- ① 発表会（主催）：筑波大学高大連携シンポジウム 2015（筑波大学）
日時・場所：平成 27 年 11 月 8 日，筑波大学第三エリア
発表テーマ：「避難時間を最短にしよう！」
発表形式・生徒：ポスター発表，4 名
- ② 発表会（主催）：サイエンスアゴラ 2015（科学技術振興機構）
日時・場所：平成 27 年 11 月 15 日，東京国際交流館
発表テーマ：「数理モデルを用いて最短の避難経路を見つける」
発表形式・生徒：ポスター発表，4 名
- ③ 発表会（主催）：サイエンスキャッスル東北大会（（株）リバネス）
日時・場所：平成 27 年 12 月 6 日，東北大学青葉山キャンパス
発表テーマ：「数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～」
発表形式・生徒：口頭発表およびポスター発表，4 名
- ④ 発表会（主催）：第 6 回高校生の科学研究発表会（茨城大学）
日時・場所：平成 28 年 1 月 9 日，茨城大学水戸キャンパス
発表テーマ：「数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～」
発表形式・生徒：口頭発表，2 名
- ⑤ 発表会（主催）：茨城県震災復興シンポジウム（筑波大学）
日時・場所：平成 28 年 1 月 14 日，茨城県総合福祉会館
発表テーマ：「数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～」
発表形式・生徒：口頭発表，4 名
- ⑥ 発表会（主催）：つくば Science Edge 2016（つくばサイエンス・アカデミー）
日時・場所：平成 28 年 3 月 25・26 日，つくば国際会議場
発表テーマ：「数理モデルによる地域問題解決～命を守る行動を～」
発表形式・生徒：口頭発表，4 名

（3）評価

- ア オリエンテーションおよび課題研究を通して，仮説設定から実験計画，まとめた結果から考察を行い，得られた結論から次の仮説を考えるまでの一連の科学的に探究する過程を体験した。その結果，実験計画の作成や準備をする際に効率的に行おうとする姿勢が窺えた。このことから，研究の方向性が徐々に明らかになるのに伴い，取り組む意欲が格段に向上したと考えられる。
- イ 口頭発表およびポスター発表を全員が行い，それらの経験を積み重ねた結果，ポスター作成技術については，各個人が確実に習得できている。また，各発表において自己評価や相互評価，アドバイスシートなどを活用することで，プレゼンテーション能力の向上も図れている。その結果，生徒研究発表会では高校生としての域を超える発表も見られたとして，外部の高校の先生方からも高い評価を受けた。
- ウ 発表会での質問，指摘や助言を受けて，先行研究や文献の再調査を行うなど，研究を振り返ることで，グループ内で研究の方向性や方法についての議論が高まり，生徒の自主性と同時に創造性も育むことができた。
- エ 発表における質疑応答などの様子から，研究成果を自分のものになっていることが窺え，研究内容を伝えようとする堂々とした姿勢が見られた。研究発表を経験したことで，授業における質問等も増加したことから，課題研究への取り組みは生徒の問題解決能力の向上に大きく寄与している。
- オ 発表会を定期的に設けたことで，研究の方向性が明確になった。そのことによって，指導教員と議論する時間も長くなり，授業時間だけに留まらず，自主的に放課後や連休などを利用して課題研究に取り組む姿が見られるようになった。
- カ 研究テーマによっては，授業時間内だけで研究時間を確保することは難しいため，部活動と自宅学習との両立を目指す生徒にとって，授業以外での研究は障害と感じている生徒も少なからずいる。今後の課題として，教育課程の変更等も含め，検討を重ねていきたい。

Ⅰ-4 白幡英語 Ⅰ

(1) 研究仮説

ALT とのティームティーチングを行うことで、英語を通して、事実や意見などを多様な観点から考察し、相手や目的に応じた表現方法を工夫しながら、積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度を養うことができるだろう。また、論理の展開や表現の方法を工夫しながら、情報や自分の考えなどを的確に伝える英語表現力も高まるだろう。

(2) 実践

ア 対象生徒： 第1学年全クラス

イ 単位数： 1単位（週あたり1時間 年間35回）

ウ 指導方法

(ア) ALT とのティームティーチングを行い、前期はスピーチの基礎を築くことを目標とし、後期は前期の学習内容を土台にし、ディベートの基礎を構築する。

(イ) クラス間の指導が均一になるように年間指導を作成し、事前に ALT と授業の進め方や配布するプリントについての打ち合わせを十分行う。

エ 教材

(ア) 独自作成のワークシート

(イ) 「初めての英語ディベート」(エスエイディーワークス社)

オ 内容

(ア) Show & Tell(クラス全体に対してスピーチと他の生徒のスピーチに対しての評価)

(イ) Problem-solution Speech (グループごとに問題の解決方法を話し合い発表)

(ウ) Refutation (トピックに対して affirmative と negative の意見を考え、ペアで反論し合う練習)

(エ) Questions for Clarification (スピーチの不明瞭な部分をペアで質問し合う練習)

(オ) Questions & Answers (英文やスピーチに対していろいろな角度からの質問を作り、グループごとに発表)

(カ) Mini-debate Practice (今まで学んだ Refutation や Questions などを使って簡易な形式のグループ対抗のディベート練習)

(キ) 1分間スピーチ(授業の初めに warming-up として、身近なトピックについて1分間のペアでのスピーチ)



(3) 評価

1年生全員に対して、2月に「白幡英語Ⅰの授業を振り返って」という内容でアンケートを実施した。

ア 集計結果

(ア) 授業全体について

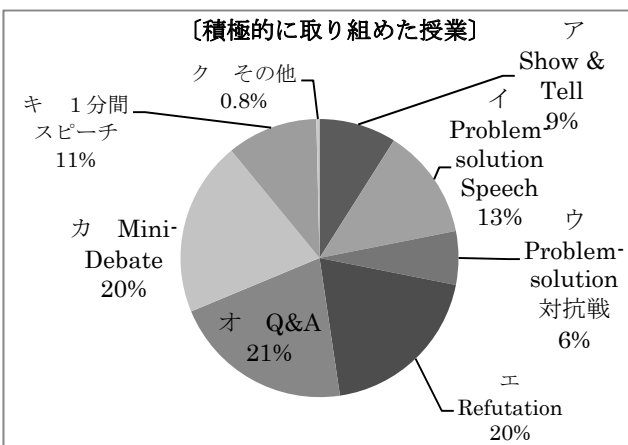
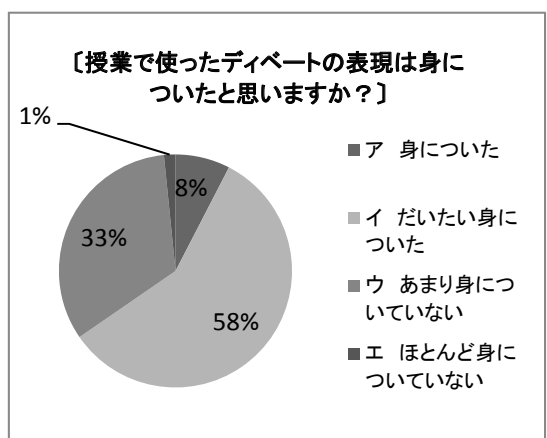
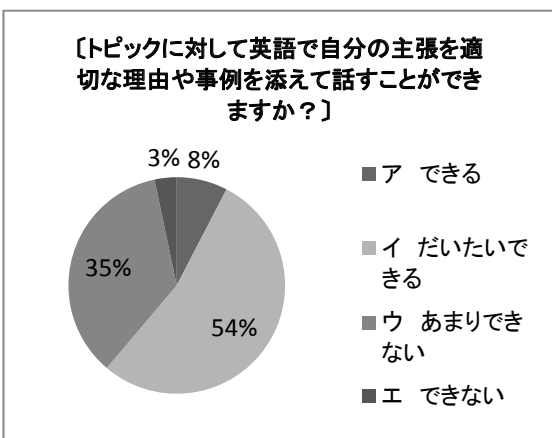
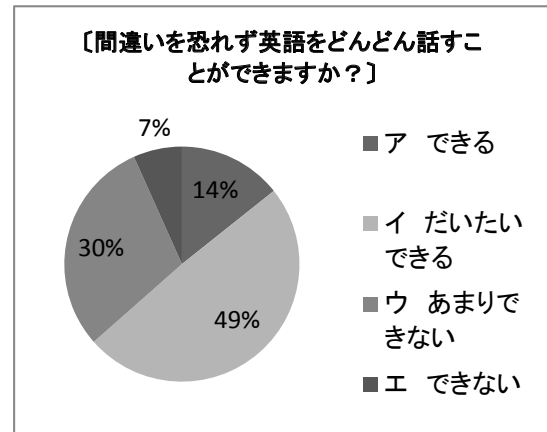
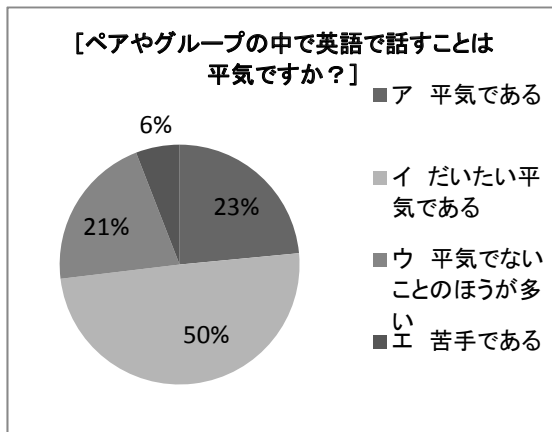
- ・グループやペアで活動することで、自分の言いたいことをどのように伝えるかを考えるようになった。
- ・ペアやグループで内容をしっかり考えながら、途中で投げだしたり日本語を使ったりせずに最後まで自分の意見を伝えたり相手の意見を聞くことができた。
- ・英語で活発に話し合うことができた。また、その中で自分の英語の弱点が見えて改善点が明確になった。

(イ) 授業内容について

- ・Refutation の授業では、多くの例を出しながらトピックに対する意見を肯定や否定の両面から考えることができてとても勉強になった。
- ・Mini-debate Practice では、自分の考えをどうにかして伝えようと思うので、コミュニケーション力が上がった気がする。これからも Mini-debate Practice を積極的に行っていきたい。
- ・グループで質問を考える活動では、グループ全員で内容をいろいろ推測しながら疑問文を

考えることができ、とても楽しかった。

- ・ペアでの1分間スピーチは、身近なことを英語で話す良い機会になり、このような活動をもっとやっていきたい。



イ 生徒のアンケート分析と今後の課題

アンケートの結果から、ペアやグループの中で英語を話すことに対して、6割から7割の生徒が「平気である」または「だいたい平気である」と答えている。また、ディベート表現を使った理由や事例を添えた意見の主張が「できる」、「だいたいできる」が6割以上となっている。積極的に取り組めた授業でも「Refutation」や「Mini-debate Practice」が4割を占めており、「英語を通して、事実や意見などを多様な観点から考察し、積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度を養う」という点ではある程度の成果が出てきている。今後の課題としては、自分の主張はできるが、相手の意見に対して反論ができないと感じている生徒が半数以上いることや、論理の展開や表現を工夫できるかどうかという点では6割以上の生徒が難しいと答えているので、相手の意見を様々な角度からとらえての英語での反論や、その場に応じた英語表現の駆使について、繰り返し実践できるような授業内容を考えていく必要がある。

I-5 白幡英語II

(1) 研究仮説

1年生で実施してきた白幡英語Iを継承し、ALTとディベート活動等の英語活動を継続して行うことで、事実や意見などを多様な観点から考察し、英語での表現方法を工夫しながら、論理的に自分の考えを的確に伝える力がさらに高まるだろう。また、ディベート活動を通しての仲間との協働が、学習意欲や知的好奇心を高め、チャレンジ精神やリーダーシップを育むことにも寄与するだろう。

(2) 実践

ア 対象 第2学年 全クラス

イ 実施方法及び内容

週に1時間、ALTとのチームティーチングで実施した。1年生で使用した『はじめてのディベート』（エスエスディーワークス社）で学んだディベートの基礎を基に、ワークシートを使って1対1での簡易ディベートを行った。夏休み以降は内容を発展させ、それまで立論と反駁だけであったものに、最終弁論を加える形式とした。最終的なグループでのディベート（4対4）への移行段階として、12月から2対2でのグループディベートを行い、3月には4対4のグループディベートを行う。



毎回のディベートのテーマに関しては、ALTと協議をし、肯定側と否定側のどちらの側に立っても考えるものとした。同じテーマで授業を2回行い、肯定側と否定側のどちらの側からの意見を述べられるようにした。

また、ディベートでは、準備時間を与えワークシートに、ある程度英文を書いてからその英文を話すという形式で、即興的に英語を話すという点が弱いので、その点を補うために毎回の授業冒頭で、1分間の即興スピーチを実施している。ペアで行い、聞き手には発話語数を数えさせるようにした。

(3) 評価

回数を重ねるにつれて、立論や反駁の準備に要する時間も短くなっている。また、時事問題や難解なテーマに関しても、理論的にしっかりと思考して、ディベートに取り組む姿勢が見られる。自分の意見を正しく表明できるように、辞書を駆使したり、ALTやJTEにも質問をする姿も頻繁に見られる。ディベートという形式の中で、相手の意見にもよく耳を傾け、自分と反対側の意見に対して、どのような切り口から反駁するかについても、工夫を凝らしている。

思考や発想に関しては言語を問わないところではあるが、英語で行うとなると、どうしても文字に頼る部分は大きくなってしまい、耳で聞いて口からすぐに言葉を出すのが課題である。総合的な英語力が問われることから、他の科目においてもコミュニケーション力を養成する指導が必要である。