

平成22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

経過措置1年次 平成28年3月

宮城県仙台第三高等学校

－ 目 次 －

巻頭言

【 通常枠 】

S S H研究開発実施報告（要約）	様式 1 - 1	1
S S H研究開発の成果と課題	様式 2 - 1	4
I 研究開発の課題		9
II 研究開発の経緯		13
III 研究開発の内容		16
1 視点A 科学する力		16
2 視点B 科学コミュニケーション力		21
3 視点C テクノロジーの理解		25
4 視点D 倫理観と理系キャリアの理解		27
5 視点E S S Hクラブを軸にした多彩な理系課外活動の創出		29
IV 実施の効果とその評価		34
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		38
関係資料		
資料 1	平成 2 4 年度 教育課程表	43
資料 2	平成 2 4 年度 S S H運営指導委員会 記録	45
資料 3	平成 2 4 年度 課題研究等研究題目一覧	48
資料 4	平成 2 4 年度 S S H委員会組織図	49

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

「学都・仙台」という地域特性を生かし、SSH指定5年間で培った基盤に立脚した学校設定科目や多彩な理系課外活動の展開により、領域横断的な着眼点と科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒を育成する。

② 研究開発の概要

主仮説とその基盤となる5つの視点（科学する力、科学コミュニケーション力、テクノロジーの理解、倫理観とキャリアの理解、多彩な理系課外活動の創出）ごとに研究開発事業①～⑪の11の学校設定科目、研究開発事業⑫～⑬の12の課外活動を実施する。

③ 平成27年度実施規模

理数科、普通科1・2年生各8学級計640名を主対象とし、年間を通して学校設定科目やその他の諸活動を展開した。SSHに関わる課外活動の多くは、SSHクラブ員297名（理数科1・2年生160名とそれ以外の自然科学部、普通科希望者から構成）を対象とした。SSHクラブ員は事業ごとに参加するが、その数は今年度延べ464名となった。

④ 研究開発内容

○研究計画

第1年次（平成22年度）の研究事項と実践内容

- （1）課題研究の拡充と教育課程の整備 （2）課外活動とSSHクラブの創設

第2年次（平成23年度）の研究事項

- （1）課題研究の拡充と教育課程の整備 （2）課外活動の展開

第3年次（平成24年度）の研究事項

- （1）課題研究の拡充・発展・深化と教育課程の整備 （2）課外活動の展開

（3）科学によるコミュニケーション力の強化（4）実施課題の内容拡充と地域の理数中核校を意識した事業の展開

第4年次（平成25年度）の研究事項

- （1）指導法の体系化と課題研究の拡充

・英語科と連携したプレゼンテーション練習の企画・運営

- （2）近隣小中学校との連携強化、SSH成果還元

- （3）国際性の育成と科学によるコミュニケーション能力の向上

・28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contest への参加

・東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）の海外研究員との英語による共同研究

・国立台湾師範大学附属高級中学との英語での共同研究発表会や現地でのフィールドワーク、現地大学の助理教授による調べ学習

- （4）高大接続の研究推進

・東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）との連携

・宮城教育大学での課題研究指導

第5年次（平成26年度）の研究事項

- （1）研究の総括

・SSH報告会での成果発表、現状と課題の共有、SSH事業の展開

・SSH指定5年間の主な成果発表と評価の深化

- （2）地域連携の核として多様な理系課外活動の推進

・わくわくサイエンス（小・中学生向け実験教室）の実施

・「みやぎサイエンスフェスタ」における地域の小中学生の研究発表

- （3）課外活動の展開

・様々な科学コンテストや学会，発表会への参加
経過措置（平成27年度）の研究事項

(1) 新たな学校設定科目の設置

- ・「SSH 課題研究」を中心にそれを支える科目の展開
- ・カリキュラム全体の中での学校設定科目の位置づけ

(2) 課題研究などの探究活動による科学的な探究力，高い論理性・倫理性・国際性の育成

- ・理数科での課題研究活動を普通科でも導入

(3) 多彩な課外活動の展開

- ・関心・意欲の高い生徒の能力をさらに伸ばす活動，交流によって刺激しあう活動，積極的に情報発信する活動，SSH の成果普及を行う活動，倫理観を養い，理系キャリアの理解を深める活動の5つの活動項目に沿って展開

- ・様々な科学コンテストや学会，発表会への参加

○教育課程上の特例など特記すべき事項

「家庭基礎」を1単位減じ，減じた項目は「SSH 課題研究基礎（2単位）」の中で扱う。また，1・2年の「総合的な学習の時間」を各1単位減じ，「SSH 課題研究基礎」と「SSH 課題研究（1単位）」の履修によって発展的代替とする。特例に該当しない教育課程の変更として，学校設定科目「SSH ベーシックサイエンス（4単位）」「SSH 英語Ⅰ（2単位）」「SSH 英語Ⅱ（4単位）」「SSH 数学Ⅰ（7単位）」「SSH 数学Ⅱ（13単位）」「SSH 物理（9単位）」「SSH 生物（9単位）」「SSH 化学（8単位）」「SSH 理数言語活動（1単位）」を設置する。

○平成27年度の教育課程の内容

(1) 理数科1年

学校設定科目「SSH理数数学Ⅰ」7単位，「SSHベーシックサイエンス」4単位，「SSH課題研究基礎」2単位，「SSH英語表現Ⅰ」2単位を実施

(2) 理数科2年

理数専門科目「理数数学Ⅱ」3単位，「理数数学特論」3単位，「理数物理」2単位，「理数化学」4単位に加え，学校設定科目「SSH課題研究」，「SSH宮城から見る地球」，「SSH理数言語活動」，「SSH情報」，各1単位を実施

○具体的な研究事項・活動内容

(1) 視点A「科学する力」に基づく「SSH課題研究」は，「SSH課題研究基礎」をベースとし，さらに「SSH理数言語活動」「SSH情報」による側面からの補助を受け，より質の高い研究を目指した。

(2) 視点B「科学コミュニケーション力」に基づく「SSH英語」・「SSH理数言語活動」では英語科教員との連携とALTの活用が図られた。また，「SSH理数言語活動」では「SSH課題研究」の発表のため，プレゼンテーション力向上を目標とした。

(3) 視点C「テクノロジーの理解」に基づく「SSH情報」では，Linux 環境のみならず Windows 環境における実習も含めた教材開発に力を入れた。また，「SSH課題研究」の側方支援を念頭に置いた教材の内容を開発した。

(4) 視点D「倫理観と理系キャリアの理解」に基づき，高校と大学の理数系教員が連携して「SSHベーシックサイエンス」を開講した。

(5) 視点E「SSHクラブを軸にした多彩な理系課外活動の創出」では，SSHクラブを中心に多くの課外活動が展開された。東北大学原子分子材料科学高等研究機構（AIMR）との連携による外国人研究者や大学院留学生との英語での共同研究，国際性の育成に関わる取り組みとして国立台湾師範大学附属高級中学との英語での共同研究発表会も実施した。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による成果とその評価

(1) 生徒の変容 …… 国際性の向上に関して台湾研修や AIMR との共同事業など学校全体で取り組んだ。その結果，昨年度と今年度において生徒の意識は大幅な改善がアンケートで明らかになった。総合的な学習の時間を利用して探究活動を行い，「みやぎサイエンスフェスタ」において，ポスター発表した。普通科も含めた学校全体のSSH活動として広がり，学校全体のポスター発表の質が年々向上している。

(2) 職員の変容 …… 英語を用いた共同研究や発表会へ参加する機会が増えたことで，学

校全体でSSH行事に取り組むことが多くなった。また、SSH関連科目担当の経験者も増えてきている。本校の「SSH・業づくり研究センター」との連携が進んでいることや総合的な学習の時間において探求活動を実施するなど、これまでより多くの教員によって運営されるようになった。

- (3) 学校設定科目 …… 相互の関連する学校設定科目について、その関連性を改めて意識した授業の展開を行った。
- (4) 課題研究などの探究活動 …… 今年度は学校設定科目「SSH課題研究」や特別課題研究で研究活動をしてきた班でも国内外の学会やコンテストで発表し、一部の班では英語による研究発表にも取り組んだ。普通科の総合的な学習の時間でのポスター制作も行われるようになり、「みやぎサイエンスフェスタ」での発表につながっている。
- (5) 課外活動 …… 自然科学部の活動活性化が著しく、学会などでの発表もさらにその数を伸ばしてきている。今年度は化学分野での intel ISEF2015の優秀賞3等をはじめとし、生物分野でも日本学生科学賞において入選2等になった。また宮城県の地方審査には3つの最優秀賞を全部独占するなど年々明らかな成果が出ている。科学の甲子園でも2チームが出場するなど生徒の意識、活動が積極的になってきている。
- (6) 学校運営上の変化 …… 海外研修やコアSSHなど対応のため校務に占めるSSHの業務が増え、SSHを意識した学校運営が積極的になされている。本校独自の研究として始まった「SSH・授業づくり研究センター」もSSHと密に連携を深めながら学校の運営を行っている。

○実施上の課題と今後の取り組み

- (1) 宮城県内におけるSSH担当者の育成 …… SSH業務そのものについて全体を俯瞰できる宮城県の教員を数多く仙台三高で育てておくことが求められる。
- (2) 理数教育拠点としての役割 …… 今後とも地域の理数拠点校として本県全体の理数教育をいかにリードしていくかが大きな課題である。「みやぎサイエンスフェスタ」をさらに充実させ、「みやぎサイエンスネットワーク」をより発展させることが必要である。
- (3) 仙台三高「SSH・授業づくり研究センター」との連携 …… 本校独自の研究である「SSH・授業づくり研究センター」の成果を生かしつつ密に連携をはかり、さらに全校体制での取り組みとする。特に、授業開発・評価、小中高連携、ICT教育に関して連携をはかる。
- (4) 国際性の育成 …… 授業を活用しての取り組みでは、学校設定科目や通常の理数科目を通して国際性を意識した授業展開の研究がさらに必要である。現在行っている各事業をさらに深めるため、複数教科との連携をさらに強化する必要がある。
- (5) 高大接続 …… 昨年度から実施した東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)との共同研究に加えて、本校「SSH・授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学との評価法、課題研究に関する指導、カリキュラム開発に関する接続を強化したい。

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

本校は宮城県で最初に理数科が設置されて以来、理数教育に力を入れ、また高度な理数教育を希望する意欲のある生徒が入学し、毎年高い進学率を有している。「学都・仙台」という地域特性を生かし、多彩な理系課外活動の展開により、領域横断的な着眼点と科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒の育成に取り組んできた。また、コアSSH指定3年間で、小中高大連携を中心としたみやぎサイエンスネットワークを基盤とし、科学的な探究力・論理性・国際性を有したバランスのとれた宮城県内の児童・生徒の育成にも取り組んできた。

SSH指定による変容としては、1, 2年生ともにSSH事業に参加することが、学校生活での1つの目標になったことである。また、2年生の「SSH課題研究」において、学校設定科目などの授業で培った力をベースに英語で発表する機会が多くなったことである。28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contestへの参加、東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究、国立台湾師範大学附属高級中学との英語での共同研究発表会などがそれにあたる。これらのSSH事業での英語による発表で自信をつけた生徒が、他の発表会でも英語で発表することで、他の生徒にも良い影響を及ぼしている。また、「SSHわくわくサイエンス」で小・中学生に実験を指導することで、本校生の理数科研究の拡充・深化、基礎的な科学知識と実験技術の習得にもつながった。本校に入学してくる生徒がSSH事業に興味・関心を持つ場面が多くなっており、学校生活においてSSHが日常になってきていることが感じられる。

(1) 生徒の変容

本校では理数科と普通科希望者からなるSSHクラブが研究の主対象となっていて、長期休業中に開催している「SSHつくば研修」・「SSHフィールドワーク」や主に放課後に開催している「SSH講演会」・「SSH身近なテクノロジー」、科学部系の部活動などをはじめ、多彩な課外活動に参加している。最近はSSH事業に参加するために入学してくる生徒が多くなってきたことで、SSH諸事業への参加者数については平成24年度から特に多くなってきた。本校がSSHに指定されているという認識が地域の小中学生とその保護者に広がってきたこともあって、年を追ってSSH諸事業への積極的な取り組みを見せる生徒が増えている。表0-1はSSH指定期間において、任意参加のSSH諸活動への参加生徒数をまとめたものである。

表0-1 任意参加のSSH諸活動参加生徒数(数字は延べ人数)

平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
158名	108名	338名	356名	476名	488名

このようなSSH諸活動への参加人数の増加にとどまらず、SSH指定により生徒には様々な面について効果があったと考えている。特に、国際性の育成への取り組みに関しては中間評価で指摘をいただき、学校全体で取り組んだところ、生徒の意識は22.6%から51.0%と大幅に向上した。また、生徒の興味・関心は多様であり、課題研究の研究領域も多様なものとなっている。研究の継続性が求められながらも、生徒の多様な興味・関心に応えて課題研究などが行われている。そのような中で、自然科学部だけでなく、SSHクラブの特別課題研究や「SSH課題研究」からも外部の発表会で発表が行われるようになった。複数の学校設定科目で行っている「測定する・まとめる・伝える」という技能が多くの子供たちに伝わってきており、学会や発表会、コンクールなどにおいても評価される研究が出てくるなど、研究のレベルも次第に向上してきたと言える。また、コアSSHの事業として始まった「みやぎサイエンスフェスタ」は、今年度より宮城県教育委員会主催の行事となったが、総合的な学習の時間での探究活動成果を発表し、普通科も含めた学校全体のSSH活動として広がってきた。アンケートによると、生徒は理数系分野への興味・関心が増えた要因や科学的なものの見方・考え方がより養われた要因として「研修・実習」、「SSH学校設定科目」、「講演会」などを挙げている。これらの結果を勘案し

て、さらに科学的な探究力・論理性・国際性を有した児童・生徒を育成したいと考える。

(2) 職員の変容

28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contestへの参加、東北大学AIMRの海外研究員との英語による共同研究、国立台湾師範大学附属高級中学との英語での共同研究発表会などへの参加によって、学校全体でSSH行事に取り組むことが多くなった。また、研究開発初年度から、理科・数学だけでなく地歴・公民の担当者や英語の担当者も関わってきた。今年度は、家庭科、体育科を含めて「SSH課題研究」「SSH課題研究」を行った。学校設定科目の担当者は年度ごとに入れ替わりを行っており、学校設定科目担当経験者数も増えてきている。SSH科目のカリキュラム開発を進めるには、学校設定科目以外の授業も課題発見・課題解決型で展開することにより、相乗効果が生まれ、探究活動全体が深化するとの観点から、全ての授業の内容がよりよいものになることが必要であるとの認識が高まった。SSH初年度から計画づくりに着手した本校の「SSH・授業づくり研究センター」はすべての教科で授業改善に取り組むもので、今年度から「授業づくり研究センター」と新たな組織を作りSSHとのより密な連携を進めている。

理数科のSSHという観点に、普通科にもという視点が加わり、総合的な学習の時間において探究活動を取り入れるようになった。探究活動の進め方、プレゼンテーションの仕方などについては理数担当者がサポートに入るが、実質的な指導はクラス正副担任である。1年生はキャリアに関わるテーマ、2年生は文系・理系の区別なく自分たちで設定したテーマで取り組んだ結果をまとめた。その成果は、「みやぎサイエンスフェスタ」で発表され、ポスター発表になじみのない職員にとっては生徒以上に新鮮なものであった。また、集まった他の小中高の各教員にとっても、探究活動とその成果を発表するという活動が生徒に与える影響について考える1つのよい機会になった。

(3) 学校の変容など

① 学校設定科目について

「SSH課題研究」を中心にそれを支える科目群としての「SSH課題研究基礎」「SSH英語」「SSH理数言語活動」「SSH情報」について、それぞれの実績をもとに相互の関連性を意識した連携方法の再検討を行い、年間計画に反映させた上で授業を展開してきた。今年度より課題研究に入る前の初期指導の大切さから、1単位から2単位に増単した「SSH課題研究基礎(2単位)」と「SSH英語(2単位)」、新たに創出した「SSHベーシックサイエンス(2単位)」を教育課程の1年次に設定し、科学的根拠に基づいた課題解決に関する授業、英語によるコミュニケーション能力の開発、分野融合の科学を学習している。「SSH理数言語活動(1単位)」と「SSH情報(1単位)」、「SSH宮城から見る地球」を2年次に設定し、プレゼンテーション用スライド・ポスター作成や英語のテクニカルタームと基礎的な英文法を用いた表現法、宮城の独自性等を学んでいる。また、統計処理などにも対応できる内容を学習している。それらの学校設定科目の学習内容を具体的に運用する科目として「SSH課題研究(1単位)」がある。これらの学校設定科目では、調べ学習の内容や課題研究の内容を自分以外の人に説明するという機会が多く、知識やデータなどの科学的根拠に基づいた説明をする力が次第についていく。毎年5月に課題研究の発表会として行っている「理数科の日」では、3年生がこれまでの課題研究の成果を1、2年生などに向けて口頭発表またはポスター発表を行うわけだが、1、2年生はそのレベルの高さに驚かされる。それと同時に、そこで見た口頭発表やポスター発表が下級生たちの目標となるので、学校全体のレベルも年々上昇している。課題研究に必要な個々の授業展開でまだ調整すべき点は多数あるものの、複数の科目を総合的に捉える視点は、通常の理数科目との連携を含め、有用なものとなった。

学校設定科目そのものが生徒の科学的な興味・関心や考え方を育てる役割を果たしていると考えられる。

② 課題研究などの探究活動

自然科学部の活動は活性化が著しく、学会などでの発表もさらにその数を伸ばしてきているとともに、科学的な総合力がついてきている。また、平成26年度日本学生科学賞中央審査会において全日本科学教育振興委員会賞を受賞し、平成27年度には日本学生科学賞県内審査会で最優秀賞3作品を本校生徒が独占するなど、評価される研究が増えている。授業としての「SSH課題研究」は短い研究時間ではあるが、外部の発表会で発表する班も出てきている。課題研究の質的向上には継続的な研究が不可欠であり、「SSH課題研

究」でも継続的な研究を意識したテーマ設定がなされている。一方で、生徒自身の課題設定力向上も必要であり、新規テーマの設定も同時に進められている。また、普通科の総合的な学習の時間を利用して探究活動が行われ、その成果を「みやぎサイエンスフェスタ」で発表した。

③ 課外活動

コアSSHの指定3年間で、宮城県内の小中高学校が連携してSSHに関わる行事が多くなった。本校生徒もSSHの諸行事に参加しており、多くの生徒が両者の区別なく積極的に関わってくれたことは、本校のSSHとして1つの成果である。

小・中学生対象に開催している「SSHわくわくサイエンス」では、本校を会場にして県内全域を対象に参加児童・生徒を募集して実施する「親子実験教室」と、こちらから小中学校へ出向いて実験教室を実施する「出前科学教室」の2つを実施した。また、本県教育庁高校教育課、義務教育課など外部機関と連携して、実験教室を開催できた。

また、「みやぎサイエンスフェスタ」に加え、「東北地区SSH指定校発表会」でも他校の高校生との間で議論できたことは、科学コミュニケーション力の育成という視点で大きな一歩となった。

④ 学校運営上の変化

本校SSHの推進母体はSSH委員会である。SSHの事務局的地位である理数科部は今年度より増員し11人体制となり、校内の業務に対するSSH関連の業務比率も増してきており、理数科においてはSSHの活動を常に意識しながら学校運営を行うことが日常になっている。また、本校独自の研究として始まった「SSH・授業づくり研究センター」も今年度より「授業づくり研究センター」を立ち上げ、SSHと密に連携を深めながら学校の運営を行っている。

研究開発課題に関して、「学都・仙台」という地域特性を生かし、学校設定科目や多様な理系課外活動を展開できたことにより、国際コンテストや学会など高いレベルでの発表機会を大幅に増やすことができたことだけでなく、最優秀賞などの高いレベルの課題研究を実施することができた。また、SSH指定期間中に台湾師範大学附属高級中学との姉妹校締結を実現したことや、東北大学AIMRとの共同研究を進めるなどの取り組みも果たした。

(4) その他特記すべき事項

① 大学や研究所等関係機関との連携状況

本校「SSH・授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学とのカリキュラム開発やルーブリック・パフォーマンス評価に関する接続を強化してきた。また、本校運営指導委員会をとおして大学関係者や研究所等関係機関との意見交換の場とし、SSHによるカリキュラム開発をどのようにしていくか等、研究開発を深めてきた。

東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による合同研究として取り組んでいる「金属を使った発色実験」について、東北大学AIMRの先生方から助言・指導を頂いている。その研究成果をWPI合同シンポジウムで発表するにあたって、英語プレゼンテーションについての助言・指導も頂いた。また、その研究については継続的に助言、指導をいただいております。平成26年度日本学生科学賞における全日本科学教育振興委員会賞を受賞し、今年度ISEF2015へ出場し、化学部門優秀賞3等受賞につながった。ISEF2015での英語による口頭発表の指導についても協力いただいた。

② 国際性を高める取組

28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contestなどの国際大会への参加、東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究、SSH指定4年目に姉妹校となった国立台湾師範大学附属高級中学との英語での共同研究発表会などに積極的に参加してきた。また、学校設定科目「理数物理」の実験を英語で議論するなどの取り組みや「SSH英語」や「SSH理数言語活動」などでの国際性の育成など、国際性を意識した教材や授業の展開を研究してきた。

③ 科学部等課外活動の活動状況

本校では自然科学部物理班、化学班、生物班、地学班が様々なコンテストなどに中心となって多くの生徒が出場し、平成26年度日本学生科学賞中央審査会において全日本科学教育振興委員会賞の受賞や、平成27年度日本学生科学賞県内審査会では最優秀賞に3作品が選出されるなど、成果を出している。

(5) SSH指定期間の成果の検証

SSH指定期間中、主仮説を達成するための副仮説に関する成果を、様々なアンケートなどでの評価結果から検証すると、「E SSHクラブを軸とした多彩な理系課外活動の創出」については前述の通り、顕著な成果として現れている。以下に述べる学校設定科目の成果が大きいと思われるが、これらが数値的に見てSSH指定以前と比べて最も変化したものと言える。次に「A 科学する力」と「B 科学コミュニケーション力」については、学校設定科目である「SSH課題研究基礎」、「SSH情報」、「SSH課題研究」、「SSH理数言語活動」が相互に連動しながら「測定する・まとめる・伝える」という機会を出来るだけ多く取ってきた成果として、生徒へのアンケートにもある通り科学的なものの見方・考え方がより養われたと感じている生徒が多かった。これは後に述べるSSH指定後入学の本校卒業生に対するアンケートでも同じ結果であり、良い成果が出ていると考えられる。「C テクノロジーの理解」と「D 倫理観と理系キャリアの理解」については生徒へのアンケートでは、SSH指定2年目から20%程度の上昇が見られたものの、全体としては60～75%程度となっている。その中でも理系キャリアの理解に関しては、アンケートの質問事項やそれらの結果から読み取れない部分も含まれていると考えられ、質問内容や評価方法などについては再考する必要がある。

さて、次に本校卒業生からのアンケート調査結果であるが、本校のSSH事業の中で大学生としての生活や勉強に役に立っている取り組みとして、本校の課題研究発表会である理数科の日が66.7%、学校設定科目の「SSH課題研究」が53.3%と非常に割合が高く、自由記述欄でも「実験結果のデータのまとめ方を要領よくできるようになりました。」や「研究内容について、レポート・スライド等を通してどうすれば人に伝わるか、理解してもらえるかを実践しながら学ぶことができたと思います。」など「測定する・まとめる・伝える」という作業自体が大学の授業や実験の場でも有効であることが明らかになった。一方で学校設定科目の「SSH科学と社会」10.0%や「SSH宮城から見る地球」23.3%は、せっかく授業で学習をしてもその成果を生かす場に乏しくなってしまったため、結果的に評価も低くなってしまった。これらのアンケート調査結果を踏まえて、課題研究の手法を出来るだけ多くの学校設定科目に取り入れることとし、今年度より「SSH科学と社会」を「SSH課題研究基礎」に組み入れ、「SSH宮城から見る地球」を「SSHベーシックサイエンス」に入れることによって、さらに課題研究を強化する発展的変換を行っている。

② 研究開発の課題

SSH1期目を踏まえた研究開発重点課題

(1) 宮城県内におけるSSH担当者の育成

複数の担当者による学校設定科目の展開は、教材の種類や厚みにも貢献するものである。授業担当者を少しずつ入れ替えながら学校設定科目を展開していくことで、その授業の目的を保ちながら、さらに教材の種類や厚みの深化を図っていくものとする。また、SSH各事業の運営においては、昨年度の主担当者を副担当者として新たな主担当者をおくなど、さまざまな企画を円滑に実施する体制を作るとともに新たなSSH担当者の育成をはかりたい。さらに、本校のみならず本県理数教育の将来を考えた時、SSH業務そのものについて全体を俯瞰できる宮城県の教員を数多く本校で育てておくことが求められる。

(2) 地域拠点としての役割

コアSSHの指定を受けたことで、地域拠点の役割の多くがコアSSHの守備範囲となったが、今後とも地域の理数系教育中核拠点校として本県全体の理数系教育をいかにリードしていくかが大きな課題である。解決方法として、本校または各地域での理数系教育活動をより活発に行えるように、コアSSH指定3年間で得られた手法や情報を各地域に普及させる取り組みを考えている。もちろん、本校においても各地域で行っている先進的な取り組みを取り入れて仙台地区の理数系教育活動の発展に寄与していく。上に述べた県内の担当者育成も含め、宮城県内連携拠点校の増設と人材の育成、小中高大に産業界も含めた連携などもSSH2期目で解決をはかるべく具体的検討課題としている。

また、宮城県では県の理科教育研究会・高文連理科専門部が主催する生徒理科研究発表会が生徒の理科研究発表の場であった。理科に限定される発表であるため、数学や情報科学は基本的に含まれない。また、専門高校等が行っている生徒の発表会なども普通教科担当者にはなじみが薄い。このような既存の研究組織・発表会などと協力・連携を進めなが

ら「みやぎサイエンスネットワーク」を発展させることが必要である。

(3) 「SSH・授業づくり研究センター」から「授業づくりセンター」へ

生徒の主体性や知的好奇心、考える力を育む授業展開の開発を目的に行われている本校独自の SSH・授業づくり研究センターはSSHの研究開発課題と重なる部分が多く存在する。SSH・授業づくり研究センターの成果をSSHに生かしつつ、密に連携をはかり、さらに全校体制での取り組みとする。今年度より「SSH・授業づくり研究センター」は「授業づくりセンター」に組織改編し、さらに活動の充実化とSSHとの密な連携を図っている。特に、授業開発・評価、小中高連携、ICT教育に関して連携をはかっている。

(4) 国際性の育成

SSH指定1期目の文部科学省による中間評価において指摘された国際性の育成に関わる領域は本校では実施が特に遅れていた。授業を活用しての取り組みでは、理数科が英語科との連携をさらに深め、教材の開発を工夫する必要がある。今後は、SSH2期目に申請中の学校設定科目である「SSH英語Ⅰ」や「SSH英語Ⅱ」、「SSH理数言語活動」などにおいても、国際性を育成する取り組みを展開していく。また、「SSH課題研究」の指導も英語での発表を考えると、数多くの指導教員が必要になる。その中にある外部での発表や研究の質の向上が求められており、効率化した業務の切り分けと分担をはかっていく。また、東北大学AIMRとの連携や台湾師範大学附属高級中学での海外研修の内容を、複数教科との連携をさらに強化することで、さらに深める必要がある。

(5) 高大接続

これも中間評価において指摘された事項である。昨年度から実施した東北大学AIMRとの共同研究に加えて、本校「SSH・授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学との評価法、課題研究に関する指導、カリキュラム開発に関する接続を強化したい。今後は、SSH2期目に申請中の学校設定科目である「SSHベーシックサイエンス」や「SSH数学Ⅰ」、「SSH数学Ⅱ」、「SSH物理」などの理科科目において、高大接続を行うような取り組みを展開していく。また、宮城県はキャリア教育をさらに広い視野から捉えた「志教育」の実践を進めている。様々な大学との連携を深めていくことによって、さらに広い議論の場を形成できると考える。大学進学が大きな目標となっている本校にとって、単に大学に合格することではなく、入学後さらには大学卒業後も見据えた指導体制が求められている。

(6) 事業評価

成果の検証の際にも述べたが、事業評価や研究仮説を評価するアンケートの質問事項の中にはそれらの結果が十分に読み取れない部分が含まれており、質問内容や評価方法などについては再考する必要がある。今後は、PISAや国際バカロレア、ルーブリックなどを参考にしながら、アンケートだけに頼らない評価方法の研究開発を全校体制で進める必要があり、「SSH・授業づくり研究センター」と連携し、専門家の意見なども取り入れながら評価について研究開発していくものとする。

I 研究開発の課題

【研究開発課題】

「学都・仙台」という地域特性を生かし、SSH 指定 5 年間で培った基盤に立脚した学校設定科目や多彩な理系課外活動の展開により、領域横断的な着眼点と科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒を育成する。

理系人材育成を考える上で、「知的好奇心」を育てることはとても重要である。また、生徒が将来の職業として科学者・技術者を目指すには、「やりがい」を強く感じる必要がある。「知的好奇心」に溢れ、研究に「やりがい」を感じ、主体的・能動的に活動できる生徒を育てるには、本物に触れる機会を増やし、実際に探究活動に取り組みせることが基本となる。さらに、情熱を持って最先端の課題に取り組んでいる研究者を、生徒が身近に感じることも重要である。

これらの情意面でのアプローチと、確かな学力を伴った科学的な探究能力を高める取り組みは、それぞれ独立に扱われるものではない。これらを統合的に実現するには、生徒の多様な活動を指導・支援する体制を体系的に整備することが必要である。

本校が位置する仙台圏には多数の大学や研究所などの教育資源があり、高校教育との連携活動が展開されつつある。この「学都・仙台」という豊かな社会基盤を生かせば、より高度な探究活動が可能になり、領域横断的な視点を持ち、高い科学的分析力と、国際社会と科学との係わりを認識した高い論理性、倫理性を備えた人材を育成できることが期待される。

そこで本研究では、主仮説とその基盤となる 5 つの視点 A～E からなる副仮説を設定し、21 世紀の科学技術をリードする人材を育成する研究開発課題を設定した。

さらに、研究開発課題を具体化するため、次の主仮説とその基盤となる 5 つの視点 A～E から副仮説を設定した。副仮説 A～D については、主に 1 1 の学校設定科目（研究開発事業①～⑩）により、科学的な探究活動に係わる基盤を培うことで検証する。副仮説 E については 1 2 の教科外活動（研究開発事業⑫～⑳）を創出し、実践することにより検証する。

研究の主対象は 理数科 1、2 年各 2 学級 1 6 0 名とする。また、SSH に係わる課外活動については、普通科の生徒も参加できる SSH クラブを新たに設置し、その活動の一環として展開する。

【主仮説】

SSH 指定 5 年間、コア SSH 指定 3 年間の経験を生かし、みやぎサイエンスネットワークをさらに発展させ、学校設定科目や多彩な理系の課外活動を実施することにより、領域横断的な着眼点と科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒を育成できる。

視点 A 「科学する力」 による副仮説 …… 科学的な探究活動に必要な能力を段階的に身に付けることができれば、探究活動の達成感が高まる。

この副仮説は、今年度については、研究開発事業①「SSH 課題研究基礎」（理数科 1 年 2 単位）、研究開発事業②「SSH 課題研究」（理数科 2 年 1 単位）、学校設定科目「SSH 宮城から見る地球」、研究開発事業③「SSH ベーシックサイエンス」（理数科 1 年 4 単位）、研究開発事業⑥「SSH 数学 I」（理数科 1 年 7 単位）を設置・展開することで検証した。また、来年度以降は、さらに研究開発事業⑦「SSH 数学 II」（理数科 2、3 年 1 5 単位）、研究開発事業⑧「SSH 物理」（理数科 2、3 年 8 単位）、研究開発事業⑨「SSH 生物」（理数科 2、3 年 8 単位）、研究開発事業⑩「SSH 化学」（理数科 2、3 年 8 単位）の学校設定科目を設置して検証をしていく予定である。

視点B 「科学コミュニケーション力」 による副仮説 …… 科学を媒介とした言語活動を充実させることができれば、科学に関するコミュニケーション能力が高められ、領域融合的な視点や協調性、リーダーシップが育つ。

この副仮説は、研究開発事業④、⑤「SSH英語I、II」(理数科1、2年各2単位)、研究開発事業⑩「SSH理数言語活動」(理数科2年1単位)の3つの学校設定科目を設置・展開することで検証した。

視点C 「テクノロジーの理解」 による副仮説 …… 機器のつくりやしぐみをよく理解して利用する力を養えば、機器を活用する能力が高まる。

この副仮説は、学校設定科目「SSH情報」(理数科2年1単位)、研究開発事業③「SSHベーシックサイエンス」(理数科1年4単位)を設置・展開することで検証した。

視点D 「倫理観と理系キャリアの理解」 による副仮説 …… 科学と社会の関係を考える視点を与えれば、適切な倫理観を養い、理系キャリアの理解が深まる。

この副仮説は、研究開発事業①「SSH課題研究基礎」(理数科1年2単位)、研究開発事業③「SSHベーシックサイエンス」(理数科1年4単位)、研究開発事業⑥「SSH数学I」(理数

視点E 「SSHクラブを軸にした多彩な理系課外活動の創出」 による副仮説 …… SSHクラブを軸にした多彩な理系課外活動を創出し、指導体制を体系的に整備すれば、生徒の主体性が育つ。

科1年7単位)を設置・展開することで検証した。

この副仮説は、以下に述べる研究開発事業⑫から⑳までの12の課外活動によって検証した。また、これらの事業を実施する母体としてSSHクラブを設定した。

SSHクラブは既存の部活動と重複して活動できる課外活動組織であり、SSHに係わる諸行事に参加する者はすべてSSHクラブのメンバーとして登録してある。以下の課外活動は、一部に2つの事業内容を含めて展開したものもあるが、開発初年度よりそのほとんどすべてを実施しており、今年度もすべての事業を展開することができた。

研究開発事業⑫ 講演会 …… 理数科行事としての「理数科講演会」を2回、放課後や土曜日、長期休業に課外活動としての「SSH講演会」を2回行った。

(a) 理数科講演会 …… 理数科1・2年生対象

6月26日(金) 第1回

「非線形ランダウ減衰とボルツマン方程式の平衡状態への収束に関する証明」

セドリック・ヴィラーニ(ボルツマン方程式とランダウ減衰に関する研究の成果により2010フィールズ賞受賞)

10月26日(月) 第2回 「Probability and Molecules」

東北大学原子分子材料科学高等研究機構・助教 Daniel M. Packwood

(b) SSH講演会 …… 普通科も含めた希望者参加の形態をとる講演会であり、理数科講演会同様、専門とする研究領域と研究内容を紹介してもらうものである講演者との距離も近く、キャリアの要素も組み込まれた展開となっている。

6月17日(水) 第1回 講義:「スマホ de リレー」

東北大学大学院 情報科学研究科 宮鍋 慶介

12月12日(土) 第2回 講義:「コンクリートの話 ～歴史と役割～」

東北大学大学院工学研究科 教授 久田 真

研究開発事業⑬ 研修会 …… 例年通り、理数科2年生全員を対象とした「東北大学工学部研修」、SSHクラブを対象とする「SSHつくば研修」を夏季休業中に行った。特に「東北大学工学部研修」では、大学院生・学部生の協力も得て、キャリア的題材も組み込んでいる。

(a) 2年理数科研修 平成27年5月19日(火) 14:00~15:30

理数科2学年全員を20班に分け、各班1つの研究室を見学する。60~70分の見学メニューと20~30分のキャリア教育メニューを実施する。研修先は、東北大学工学部の機械知能・航空工学科6研究室、情報知能システム総合学科5研究室、化学・バイオ工学科3研究室、材料科学総合学科3研究室、建築・社会環境工学科3研究室である。

(b) SSHつくば研修 平成27年8月3日(月)~8月5日(水)つくば市

希望生徒40名が参加した。1日目は宇宙航空研究開発機構(JAXA)筑波宇宙センターでの講義と実習、2日目は高エネルギー加速器研究機構(KEK)での講義と実習、3日目は物質・材料研究機構(NIMS)で実験実習と施設見学である。

(c) SSH関東地区大学研究室見学 今年度より実施した関東地区大学研究室見学は、関東地区大学の研究室における施設見学と実習を実施した。対象生徒は2年生理数科、普通科全員で宿泊を伴って実施した。実施期日、目的は以下に示す。なお実施にあたり、事前に本校担当教員の指導・助言のもと、生徒による見学先(大学等の研究室)との打合せを行った。

1 実施期日 平成27年12月3日(木)~平成27年12月4日(金) 1泊2日

2 目的

首都圏の企業や大学を訪問することによって、日本の中心や世界の動きに触れる機会を提供し、キャリア教育の一助とする。首都圏に進学した卒業生を招き、首都圏の大学生活について話してもらい、卒業後の進学先の選択の幅を広げる。

研究開発事業⑭ SSHフィールドワーク …… SSHクラブによる野外実習であり、今年度も白神山地にて生物・地学領域の継続的な調査・実習を行った。

実施月日 : 平成27年8月9日(日)~11日(火)

実習場所 : 青森県西津軽郡深浦町十二湖周辺のブナ林

(深浦町大字松神字松神山1番の1 松神山国有林)

講師 : 弘前大学大学院農学生命科学研究科 檜垣大助 教授

いわさきエコクラブ会長(深浦町職員) 神林友広 氏

参加者 : 希望生徒28名

実習と講義 : ①毎木調査 ②光と植物の成長

③十二湖の地形の成因 ④追良瀬川の土石流

研究開発事業⑮ SSH身近なテクノロジー …… 身近に存在しているコンクリートについて、構成している成分や固化したときに出来ている化合物についての説明を受けた後、実際のセメントを使って固化実験を行った。また、速乾性のセメントである「ジェットセメント」を用いた固化実験も行い、固まり方の違いなどを体験した。

実施月日 : 平成27年12月12日

実習 : 「コンクリートの成分と固化について」

実習場所 : 本校3F地学実験室

講師 : 東北大学大学院工学研究科 助教 宮本 慎太郎

参加者 : 本校希望生徒19名+仙台青陵中等教育学校生徒1名

研究開発事業⑯ SSH国際交流 …… 外国人研究者や大学院留学生、海外の生徒とのコミュニケーションの場を設定するものである。今年度は、昨年度からの継続テーマについて東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究を行っている。また、自然科学部や研究開発事業②「SSH課題研究」、またSSH特別課題研究の研究班が国立台湾師範大学附属高級中学との英語での合同研究発表会などを行った。

研究開発事業⑰ SSH指定校間交流 …… SSH指定高校間での交流会や課題研究発表会の企画・参加を行うものである。今年度は青森県三本木高等学校が事務局となって東北地区S

9月27日(日)	S S H情報交換会 (大阪教育大学)	
9月27日(日)	利根川進講演会 (東北大学萩ホール)	希望者(3)
9月28日(月)	みやぎS S H連絡協議会	
9月30日(水)	電気学会	自然科学部物理班(3)
10月6日(火)	宮城県仙台第一高等学校学校公開	
10月10日(土)	やさしい科学技術セミナー	希望者(6)
10月16日(金)	S S H中間報告会 運営委員指導助言「S S Hの取り組みとこれからの活動への期待」 東北大学大学院生命科学研究科 渡辺 正夫 教授 講演「アクティブラーニング」 宮城教育大学 平 真木夫 准教授	小中高校教員, 本校教員
10月26日(月)	理数科講演会 東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR) Daniel Packwood 助教 科学の甲子園 みやぎチャレンジ	理数科1・2年(160) 希望者(14)
10月31日(土)		
11月11日(土)	第63回宮城県高等学校生徒理科研究発表会 S S Hクラブ・自然科学部	(16)
	「銅箔の色調変化の研究」自然科学部化学班 「エゾアイナメの発光器と細菌の共生のしくみに迫る」自然科学部生物班 「廃コンクリートの再固化技術の開発 ～捨てられるがれきに新たな命を～」自然科学部化学班 「金属樹に関する一考察～条件により成長がどのように変化するか～」 自然科学部化学班	
	「高吸水性ポリマーを用いた燃料電池について」S S Hクラブ 「晴雨予報グラスを用いた大気圧の変化による天気予測」S S Hクラブ 「宮城県内における空間放射線量について」自然科学部物理班 「空気砲による渦輪の応用理論について」自然科学部物理班	
11月14日(土)	S S H国際交流 (サイエンスフェスタ内) 本校, 連携校希望者等(32) 東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR) 留学生13名	
11月14日(土)	S S Hわくわくサイエンス (サイエンスフェスタ内) わくわくサイエンス班(7)	
11月14日(土)	S S H科学茶会サイエンスカフェ (サイエンスフェスタ内)	
12月10日(木)	第59回日本学生科学賞宮城県審査 「魚類と細菌の共生のしくみ」宮城県知事賞 「コンクリートの再固化技術の開発」仙台市長賞 「イオンクラフトの推進力向上」ミヤギテレビ賞	
12月12日(土)	第2回S S H講演会 「コンクリートの話 ～歴史と役割～」 東北大学大学院工学研究科 久田 真 教授, 宮本 慎太郎 助教	希望者(30)
12月12日(土)	第2回身近なテクノロジー 「セメントの固まり方」 東北大学大学院工学研究科 宮本 慎太郎 助教, 久田 真 教授	希望者(30)
12月12日(土)	S S Hわくわくサイエンス (仙台市鶴ヶ谷東小学校) わくわくサイエンス班(14)	
12月20日(日)	S S H冬の情報交換会 (法政大学)	
12月24日(木)	第59回日本学生科学賞中央予備審査 「魚類と細菌の共生のしくみ」入選2等	
1月23日(土) ～24日(日)	平成27年度東北地区 S S H指定校発表会 「廃コンクリートの再固化技術の開発 ～捨てられるがれきに新たな命を～」 「使用済みのオムツによる発電をめざして」	S S Hクラブ・自然科学部 (14) 自然科学部化学班 S S Hクラブ

「「どんこ」と発光細菌の共生のしくみに迫る」 自然科学部生物班
2月10日(水) 課題研究分野別発表会 1,2年生理数科(160)
3月3日(木) 宮城県高等学校理数科課題研究発表会 宮城県理数科1,2年生(400)
3月21日(月) 日本物理学会(東北学院大学) 自然科学部物理班(3)
3月28日 日本水産学会春季大会(東京海洋大) 自然科学部生物班,
SSHクラブ(4)

Ⅲ 研究開発の内容

主仮説を具体化するために設定した5つの視点A～Eから副仮説を設定し、21世紀の科学技術をリードする人材を育成する研究開発事業を実施する。

Ⅲ-1 視点A 科学する力

【副仮説】 科学的な探究活動に必要な能力を段階的に身に付けることができれば、探究活動の達成感が高まる。

【研究内容・方法・検証】

研究の主対象である理数科生徒にとって、科学的な探究活動を実践する場合は、第2学年において展開している「SSH課題研究」である。この科目の前提として存在するのが第1学年に設定してある「SSH課題研究基礎」である。さらに、課題研究の進行に合わせたプレゼンテーション能力の育成が必要という研究開発2年次までの反省とSSH指定1期目の文部科学省による中間評価において指摘された国際性の育成に関わる領域の反省から、表Ⅲ1-1にまとめたように、第1学年での「SSH英語表現Ⅰ」と第2学年での「SSH理数言語活動」、「SSH情報」による側面からの支援をより意識した展開を行った。「SSH課題研究基礎」についても、次年度での「SSH課題研究」への接続をこれまで以上に検討し、「SSH情報」の教材もこれら課題研究を中心に構成する科目群の側方支援を念頭においた配列になるよう工夫した。

表Ⅲ1-1 SSH課題研究基礎・SSH課題研究とその周辺科目の連携

1年	SSH英語表現Ⅰ ・科学的な内容を含む教材を用いて、英語によるコミュニケーション能力の向上を図る。	1年「SSH課題研究基礎」 ・グループ内での課題解決 ・基礎実習 ・自身の課題設定と先行研究調査（2学年の発表の様子をみることで、次年度における自分たちの課題研究について、課題の設定、研究の展開などをどうするか、常に意識させる。）	SSHベーシックサイエンス、理数数学Ⅰ ・理系科目に関する基礎知識 ・大学との連携を生かした発展的な内容
2年	SSH理数言語活動 ・レポートの項目ごとの書き方を練習 ・プレゼンテーション用スライド・ポスター作成・発表をさまざまな題材で練習	2年「SSH課題研究」 発表の機会を多くし、それを区切りとして成果のまとめを行う。 ・夏期休業後の文化祭でのポスター展示 ・みやぎサイエンスフェスタでのポスター発表 ・分野別発表会 ・3年次の「理数科の日」における最終発表	SSH情報 ・レポートの作成・プレゼンテーションの作成を意識し、Office Suiteの使い方再検討とデータ処理（統計処理など）を追加

本校では、理数科2学年80名全員が課題研究を行うという形態を長く採用してきた。そのため、表Ⅲ1-2に示したように毎年多くの分野・領域にまたがる研究テーマが見られる。

このような多様なテーマを支える体制は今後も維持されるであろう。課題研究のレベル向上には継続的な研究が大切であることはあらゆる機会に運営指導委員からも指導されており、実際継続的な研究が行われるテーマも毎年数題存在する（表Ⅲ1-2の[]内数字）。一方、生徒からすれば好きな研究ができると思って入学してきており、好きなテーマを追いかけただけでは本当に達成感を得ることにつながらないということを十分に理解してもなお、高校教員としては1年で終了する課題研究と大学における研究室での研究とは明確に区別して考えざるを得ない。その思いを残しながらも、課題研究が「自由」研究ではないことを生徒に理解させ、かつ生徒の動機付けを維持しないしはより強くして課題研究に取り組みさせるにはどうすればよいか課題である。

表Ⅲ1-2 本校課題研究などの過去5年の題目数（[]内は過年度テーマの継続テーマ）

領域		22年度 (指定1年)	23年度 (指定2年)	24年度 (指定3年)	25年度 (指定4年)	26年度 (指定5年)	27年度 (指定6年)
課題研究	数学	2	1	3	3	2	2
	物理	8	9[1]	8[1]	4[2]	4[1]	5
	化学	3[1]	2	4[1]	5[2]	3	4
	生物	1	8	4	3[1]	5	5[4]

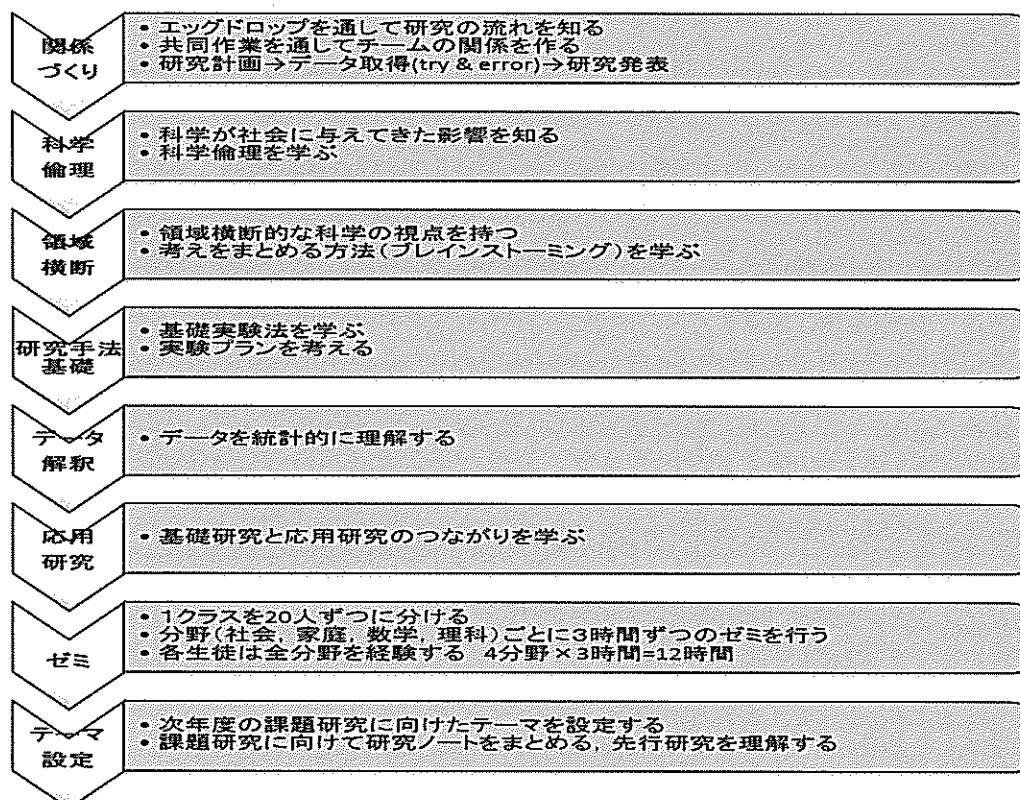
	地学	1	1	2	1	2	1
	地理	1	1[1]				
	情報	2	3		2		
	体育						2
SSH	数学	1	2	1			
特別課題研究	物理		1		1	2[2]	7
	化学			1	1[1]		
	生物	2	2[1]	1	1	1	8[2]
	地学		1	1[1]			
	情報		1	1			
自然科学部	物理					4	5[2]
	化学	1	3[1]	4	3[1]	1[1]	3[1]
	生物	1	5[1]	7[4]	4[2]	4[1]	1[1]
数学部						1	

「SSH課題研究基礎」「SSH課題研究」は、「総合的な学習の時間」を減じる特例のもとで展開しているものである。「総合的な学習の時間」のねらいを踏まえ、生徒の自主的な探究的活動をより発展的に行う。主対象である理数科でのこのような措置は、普通科の「総合的な学習の時間」にも影響を与えた。普通科における探究的な活動を促し、本校理数科や県内小中学生が集まって自分たちの科学研究発表を行う「みやぎサイエンスフェスタ」にてその成果を発表した。

(ア) 学校設定科目「SSH課題研究基礎」

本科目は、2年次の「SSH課題研究」に取り組むために必要な基礎的な力を育成するために設置された科目である。1年間の中で以下のテーマを設定し、各授業を展開した。本年度は、理科から2名、数学科から2名、社会科から2名、家庭科から1名の教員で担当した。

課題研究基礎 1年間の流れ



○関係づくり：段ボールを利用して、4階から生卵を落としても割れない装置を作成した(エッグドロップ)。作成後は班ごとに結果を検証し、発表会までを行った。生徒の関係づくりとともに、研究の全体的な流れを体験する。

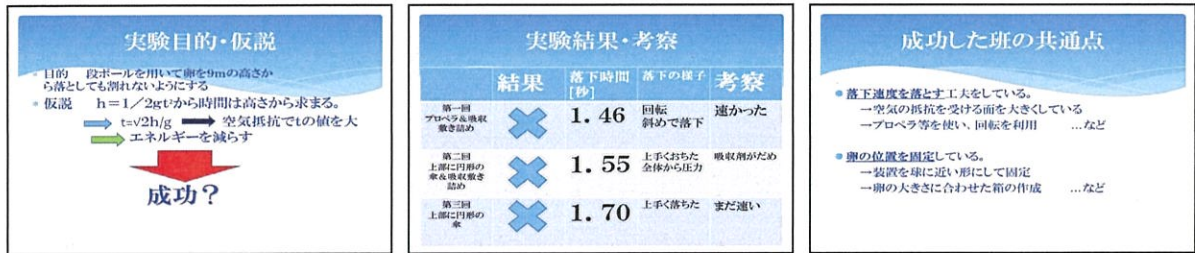


図1 エッグドロップの結果報告について、生徒の発表スライドの一例

○科学倫理：過去の研究，または研究不正の例などを通して，適正な課題設定方法，自身の研究への責任について，学習を行った。

○領域横断：東北大学リーディング大学院の学生を講師に迎え，「再生可能エネルギー」について考察を行った。正解のない問題について，領域横断的な視点から課題を見いだす方法を学習した。ラベルワークを行い，チーム内で考えをまとめる方法も学習した。



図2 再生可能エネルギーについて講演とラベルワークの様子

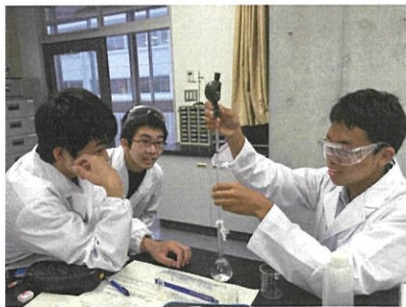


図3 基礎実験の様子



図4 マヨネーズを作成する様子



図5 理科分野ゼミの様子

○研究手法：実験器具の精度や，溶液の調整法など研究における基本的な手法を学習した。

○データ解釈：研究手法を学ぶ中で取得した実験器具の精度のデータを用いて，統計的な処理の方法を学習した。また，自身の手計算とコンピュータを用いた場合の回帰直線の検討を通して，統計処理の意味を理解した。

○応用研究：普段の生活の中で起こる現象が，基礎的な知識の応用であることを理解し，知識の統合を行う訓練を行う。

○ゼミ：1年理数科80名を20人ずつの4グループに分け，グループごとに社会，家庭，数学，理科のゼミを行った。各グループは，3時間ずつ4分野すべてのゼミを行った。社会分野では，図書室を利用し科学倫理について自身の意見をまとめ，レポートの作成を行った。家庭科では，実際の研究論文を読み，先行研究を理解する方法を学習した。数学では，数学的なゲームを実際に何度も行い，その中から自身で一定の規則性を見出し，その結果をまとめる訓練を行った。理科では，中の分からない箱「ブラックボックス」の解明に取り組み，研究の基本的な姿勢と研究を行う意味を考察した。

○テーマ設定：2年次の課題研究に向けて，適正な課題設定と研究計画を立て研究に向けた準備を行う。先行研究の理解も行い，実験ノートを作成した。

(イ) 研究開発事業② 学校設定科目「SSH課題研究」

1年生時の学校設定科目「SSH課題研究基礎」と2年生時の学校設定科目「SSH理数言語活

動」とがうまく連携することができるようになり、研究活動の質・量ともに向上・増加が見られた。

今年度は昨年度よりもさらに課題研究の成果を校内のみならず外部で発表を行ってきた。宮城県高等学校生徒理科研究発表会、東北地区SSH指定校発表会、各種学会、企業主催の科学コンテストなどでの口頭発表またはポスター発表を積極的に行い、それにもなつて授業時間以外の放課後や長期休業中にも意欲的に研究活動に取り組む姿が多く見られるようになった。

昨年度に引き続き、11月に開催された「みやぎサイエンスフェスタ」ではすべての課題研究班がポスター発表を行い、2月に開催の分野別口頭発表会を経て代表に選出された班については、3月に行われる宮城県高等学校理数科課題研究発表会で発表を行う。また最終的な口頭発表・ポスター発表については次年度5月に開催する「理数科の日」で行うことになっている。

「SSH課題研究」の年間学習計画と実施内容は表Ⅲ1-イ1に、平成27年度「SSH課題研究」における研究テーマは資料にまとめた。

表Ⅲ1-イ1 平成27年度「SSH課題研究」年間授業計画と実施内容

月	単 元	学 習 内 容	実 施 内 容
4 5 6 7 8 9	オリエンテーション 研究開始	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマ設定の確認 ・実験計画 ・予備実験 ・実験計画の再構築 	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマ設定の確認 ・実験計画 ・予備実験 ・本実験 ・中間ポスターの作成
10 11 12	中間報告 口頭試問	<ul style="list-style-type: none"> ・中間報告 ・口頭試問 	<ul style="list-style-type: none"> ・三高祭（8月28日、29日展示発表） ・口頭試問
1 2 3	研究の継続 研究のまとめ 研究発表	<ul style="list-style-type: none"> ・本実験 ・ポスター発表 ・研究成果のまとめ ・レポート作成 ・口頭発表 	<ul style="list-style-type: none"> ・研究の継続、まとめ、発表の準備 ・みやぎサイエンスフェスタ （11月14日ポスター発表） ・個人レポートならびに班レポート作成 ・口頭発表準備 （理数科の日に向けたプレゼンテーション準備と練習、英文アブストラクトの作成）

（ウ） 学校設定科目「SSH宮城から見る地球」

1 実施内容

月	内 容
4月	<ul style="list-style-type: none"> ・地球の大きさや形 エラトステネスがはじめて地球の外周を計算した過程を追体験する。外周を求めるまでの思考の過程を重視する。また、それが地球の形が球形であることを証明した、アリストテレスによる月食の観察を踏まえた上で可能となったことも学習する。
5月	<ul style="list-style-type: none"> ・宮城の位置、日本の位置 地理的な位置関係だけでなく、日本は4つのプレートの境界にあり、東側に海溝があることにより、地震や火山の多い地域であることについても学習する。 ・地球の位置、太陽系の位置 地球が太陽系3番目の惑星であり、水や生命の存在等、他の惑星では見られない特徴を有している独自の存在であることを、他の7つの惑星と比較して概観する。
6月	<ul style="list-style-type: none"> ・地震波の性質と地球の内部構造 地震は災害をもたらすだけでなく、地震波の性質を利用して地球の内部構造を探ることができることを学習する。P波・S波の性質に加えて、大森公式を自ら導き出し、作図による震源の特定を行う。 ・地震のメカニズムと宮城県沖地震 3・11東日本大震災を例に取り、宮城県に特徴的な深発地震を中心にそのメカニズムと地震の特徴を学習する。海溝における地震と比較して、海嶺における地震を取り上げ、プレートテクトニクスの理論から説明する。

7月	<ul style="list-style-type: none"> ・3・11東日本大震災の被害と防災 東日本大震災における被害の状況から、防災について学習し、実体験をもとにグループごとに討論する。 ・火山と岩石 日本は4つのプレートの境界域にあることから、地震だけではなく火山国でもある。火山形成のメカニズムをプレートテクトニクスから解説する。
9月	<ul style="list-style-type: none"> ・宮城の地形と地質 宮城県の地形の特徴を地形図から読み解く。さらに、仙台の地質が、安山岩を主としていることから、マグマの結晶分化作用について学び、宮城の地質的特徴を知る。また、ケイ酸塩鉱物の結晶構造を学び、ミクロな視点から科学する目を養う。 ・地殻変動、日本列島・付加体、プレート これまで学習した日本や宮城県の地学的特徴についてのまとめを行う。
10月	<ul style="list-style-type: none"> ・大気構造 大気の4層構造とその特徴を学習する。また、太陽活動との関連について、フレアと磁気圏等の関係を学ぶ。地球と太陽の相互作用という視点を導く。 ・宮城の気象と地形・気団 宮城県を含め、日本の気象的特徴として偏西風波動と低気圧があり、これについて詳しく学習する。
11月	<ul style="list-style-type: none"> ・日本周辺の気団 日本周辺に季節ごとに生じる3つの高気圧（気団）について学習する。 ・四季の天気 偏西風波動・低気圧、日本を取り巻く気団などから、日本の四季の気象的特徴を考察する。
12月	<ul style="list-style-type: none"> ・フェーン現象 冬だけでなく夏のフェーン現象をとりあげ、宮城の気候を特徴づける局所的な気象現象について学ぶ。また、それが宮城周辺の地形や宮城の位置と関係していることを知る。
1月	<ul style="list-style-type: none"> ・海水の鉛直分布と塩分濃度 海水の3層構造や塩類等、海洋の基本的性質について学ぶ。 ・宮城と海洋 日本近海を北上する黒潮を取り上げる。黒潮は、地衡流であるとともに西岸強化流でもあり、その特徴について学習する。海流と気候の関係や、エルニーニョについて取り上げ、グローバルに環境問題を考える。
2月	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽系と惑星の諸性質 5月に行った惑星の諸性質をより詳しくまとめ、地球の特徴について考察する。また、隕石を用いて太陽系の生成過程を明らかにすることができることを学習する。イトカワ探査におけるはやぶさの役割についても取り上げ解説する。はやぶさについては、プロジェクトにおいて重要な役割を果たした東北大学・中村教授の講演会を実施しているので、その内容を盛り込む。 ・恒星の進化 恒星の進化の過程を表すHR図について学習する。また、恒星の明るさと距離の関係を、絶対等級や年周視差の概念を用いて学ぶ。宇宙について理解しようとしてきた人類の歴史的経緯を踏まえて学習を展開する。
3月	<ul style="list-style-type: none"> ・宮城からみる地球 宮城の地学的特徴を総合的に捉え、まとめの考察を行う。

2 生徒の変容

生徒へのアンケート結果から明らかとなった生徒の変容を以下に示す。アンケートでは、宮城に関する理解と、地学に対する興味・関心・知識の変容について計った。授業を受けた後では、興味・関心・知識が増したことがわかる。地学的知識を学習した後に、日本や宮城の特徴を考察したことは、改めて私たちの住んでいる地域の特殊性に気づき、今までと異なった視点から自然現象を理解することができるようになった。

また、深く思考すること、様々な視点から考えること、分野の垣根を越えて他分野の知識も使っ

て考えること、を意識して授業を展開してきたが、1年間の継続的な取組により、その大切さを生徒が理解し、狙いに沿った力が付いてきた。

3 今後の課題

「SSH宮城から見る地球」では、年々、宮城の特徴を前面に出すことを心がけて授業を展開してきた。また、本校で取り組んでいる「授業づくり三高プロジェクト」の趣旨を生かし、宮城の地学的特徴を題材として、「生徒の思考力を伸ばす」授業を目指してきた。

また、東日本大震災を題材とした、地震のメカニズムやその被害についての学習に対しては、日頃より真剣な議論が行われた。その意識をさらに深め、宮城の特徴に自ら気づき、防災の意識も合わせ持ちながら、自然現象について意欲的・積極的に考察できる生徒の育成を目指していきたい。

今後は、「SSH宮城から見る地球」で培ったノウハウを、「SSHベーシックサイエンス」「SSH課題研究」に取り入れて発展させていきたい。また、「SSH課題研究」のための基礎トレーニング等を行い、その土台となる「SSH課題研究基礎」においても生かしていきたい。

Ⅲ-2 視点B 科学コミュニケーション力

【副仮説】 科学を媒介とした言語活動を充実させることができれば、科学に関するコミュニケーション能力が高められ、領域融合的な視点や協調性、リーダーシップが育つ。

【研究内容・方法・検証】

生徒の思考力・判断力・表現力等を育むためには、基本的な知識・技能に基づいたレポートの作成や論述といった学習活動を行い、英語を含めた言語を活用する能力を高めることが必要である。また、思考力・判断力・表現力等の基盤の上に、情報を収集し発信する能力とコミュニケーション能力、ディスカッション能力を高めることも重要であり、国際性を備えた研究者のコミュニケーション・ツールとして高い英語力が要求される。加えて協調性があり、集団の中でリーダーシップを発揮できる人材の育成が求められる。

(ア) 学校設定科目「SSH英語」

(1) 「SSH英語」の概略

仙台三高理数科の学校設定科目である「SSH英語」は理数科1年生を対象とした授業であり、日本人教師2名とALT1名との3名による授業と、英語科教師のみによる授業の2単位で構成されている。

この科目は、基本的な英語表現の習得を目標とするだけでなく、基礎的な理数分野・科学に対する知識を深め、各人で探究を深める課題研究に対するアプローチを広げ、英語を媒体とした発表やコミュニケーション能力の育成を目指すものである。英語科教師による基本的な英語表現の習得を目標とした時間では、普通科の生徒と同様の教科書や問題集をベースにした学習に取り組んでいるが、理数分野に特化した分野の学習においては、特に指定した教科書を用いず、書籍やインターネットなどから、身近にあふれる科学的分野をもとに題材を集めたプリントを、題材ごとに毎回独自に作成し、使用している。過年度までの反省を活かし、4月からこれまでに学習した分野は、過去に使用した内容を精選し、特にプレゼンテーションを効果的に行うための練習に特化したものにし、実際の授業は、以下の表Ⅲ2-1-アに示している配列で行った。

4月当初から6月にかけては理数科の学習内容を踏まえ、毎時間の授業冒頭で簡単な挨拶や、会話練習からスタートし、学習が進むにつれて、語彙力の強化と表現力の養成に主眼をおき、さらには国際感覚を養うために、英語によるコミュニケーション能力育成に尽力した。とりわけ、プレゼンテーション能力の育成を効果的に行えるよう、ポスタープレゼンテーションと実験を複数回にわたってグループで行い、発表に苦手意識のある生徒でも、段階をおって行えるように配慮した。まず人前で自分の研究課題を、英語で発表する経験がこれまで皆無であった生徒たちに対し、発表形態の基礎から学ばせることから始めた。具体的には、理数系分野の簡単な科学的法則を覚えたり、説明することから初めて、研究・演習を行い、論理的思考が養えるように、順序よく、かつ効果的に学習が進めるよう教材の配列を考慮した。すなわち、「プレゼンテーションの基礎」「作用・反作用」「Basic Presentation (初歩的な実験を英語で説明する)」などである。特にBasic Presentationを今年度は重点的に行い、さらに年度末にかけて「空想科学読本から抜粋した、現代社会における科学的考察課題」といった題材を扱う予定である。プレゼンテーションの発表形態に関しては、ペアもしくは少数人数のグループを作って発表することから、順序立てて取り組んだ。日本語を用いてでさえも人前で話すことに慣れていない、ましてや身近な日常会

話を、英語を使って話すことに対して、抵抗感を感じる生徒も多かったため、科学的な事柄をいきなり英語で扱うことで苦手意識を育ませないためにも、身の周りにある題材を選択した。まずはシンプルな語句を用いて、日本語で書かれている題材から学習内容を抜粋し、平易な英語に直してお互いに発表しあうことから始めた。またプレゼンテーションとディスカッションにおいて、お互いに興味を持って取り組めるよう、少人数でのグループでの発表 → ペアでの発表 → 個人と順を追って発表し、かつ周囲との対話による質疑応答を繰り返し、知識を深めることを目標に授業を行った。

(2) 「SSH 英語」の考察・今後の課題

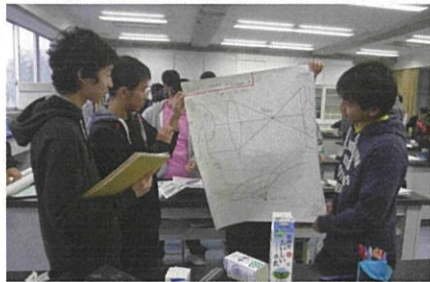
過年度までの反省を活かし、今年度は、生徒の知的好奇心をいかに高め、かつ生徒の実情に合わせて柔軟的にプレゼンテーション能力やディスカッション能力を育成でき、かつ生徒自身で課題を発見できる力を生み出せるような授業を展開できるかに主眼を置いた。単なる調べ学習や言語能力の育成にとらわれない取り組みをさらに展開させ、個々の教材の配列や扱う題材の提示方法など、熟考しなくてはならない部分は多いと考える。また、高校2年次における「SSH 言語活動」、さらには「SSH 課題研究」での発展的な学習につなげるためにも、この教科で扱う題材に関しては、より多岐にわたった分野に取り組む必要があると考える。さらには、他教科、中でも理数科教員との連携は不可欠だと痛感している。英語科教員とALTによる授業展開ではあるが、より専門分野の教科面でのサポートも含め、複数の理数科教員をオブザーバーとする、教科横断的な授業のカリキュラムの構成も必要だと考える。

表Ⅲ 2-1-ア 平成27年度 SSH 英語の実施内容

	学習内容	主な活動内容
1	Introduction	イントロダクション・SSH 英語
2	Speech Preparation --- Japanese Children's Science Book	効果的に人前で話すための基本的な姿勢を学ぶ 1) 研究課題をどう探すか 2) プレゼンの基礎とは 3) どのように展開するか 等
3	Speech Preparation --- Japanese Children's Science Book	
4	Speech Preparation --- Japanese Children's Science Book	
5	Speech Preparation --- Japanese Children's Science Book	
6	Speech Preparation --- Japanese Children's Science Book	
7	Action and Reaction --- Rocket Balloon part 1	
8	Action and Reaction --- Rocket Balloon part 2	
9	Paper Airplanes --- The Bernoulli Principle	紙飛行機を用いて空気抵抗と浮力の原理の学習。
10	Experiment Practice --- from "Big Science Book"	アメリカの小学生を対象とした、基本的な実験を扱った教材をもとに、実験の過程と考察をペアで説明する。 「光の屈折」「虹」「浮力」「鏡(反射)」「電池」「泡」など
11	Experiment Practice --- from "Big Science Book" (Practice Presentations)	
12	Experiment Practice --- from "Big Science Book" (Experiment --- Presentations)	
13	Experiment Practice --- from "Big Science Book" (Presentation --- Discussion)	
14	Experiment Practice II --- from "Big Science Book"	
15	Experiment Practice II --- from "Big Science Book" (Practice Presentations)	Lesson 11~14までの基礎実験のプレゼンテーションよりもさらに難易度をあげた実験プレゼンに取り組んだ。 「コココーラ噴水の作り方」
16	Experiment Practice II --- from "Big Science Book" (Experiment --- Presentations)	「橋の構造」「Chromatography」 「人工着色」「酸とアルカリ」 「竜巻」「バッテリー電池」
17	Experiment Practice II --- from "Big Science	「泡」「Bottle Diver」

	Book” (Presentation Discussion)	--- 「Vinegar Volcano」「Lemon Battery」など
18	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> Introduction	身近な映画やドラマや文芸作品中の、身の回りにあふれる科学的事象を取り上げ、各人で課題を発見し、パワーポイントを使って説明・発表する。 (生徒それぞれが取り上げて研究した題材は、柳田理科雄・著の『空想科学読本』より「走れメロス」「トトロ」「魔女の宅急便」「ワンピース」「仮面ライダー」「名探偵コナン」「ドラえもん」「アンパンマン」である。)
19	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> - II - Japanese presentations	
20	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> - III - Translation Into English	
21	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> - IV - Practice Presentations (short ver.)	
22	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> - V - Power point Presentations	
23	Imaginary Science ~ <i>Kuso Kagaku</i> - VI - Final English Presentations	

Experiment Practice II --- from “Big Science Book” (Experiment Presentations) 2回目の実験プレゼンの発表直前に最後の練習をしている様子。



(イ) 学校設定科目「SSH理数言語活動」

(1) 概略

[実施内容] 本科目は科学を媒介とした言語活動を充実させることで、科学に関するコミュニケーション能力を高め、領域融合的な視点や協調性やリーダーシップを育成することを目的に設定された科目の一つである。例年通りのメニューに加え、今年度は昨年度の反省を活かし、英語で行う口頭発表ができるきっかけを作るために、後期に作成した英文アブストラクトを元に英語科教員とのマンツーマン口頭試問を実施する予定である。

日付	H27の実施内容	
	目的	テーマ
4月16日	情報発信・提示力の育成①	オリエンテーション, 工学部見学お知らせ, 研究紹介①日本語プレゼン作成1
4月23日		研究紹介② 日本語プレゼン作成2
4月30日		研究紹介③ 日本語プレゼン作成3
5月7日		研究紹介④ 日本語プレゼン発表&評価
5月14日	情報発信・提示力の育成②	研究室紹介記事を書こう① 資料の読み取り&取材の質問を考える
5月21日		研究室紹介記事を書こう② ポスターをつくる-1『ポスター作成レクチャー』
5月28日		研究室紹介記事を書こう③ ポスターをつくる-2
6月4日		研究室紹介記事を書こう④ ポスターをつくる-3
6月11日		研究室紹介記事を書こう⑤ ポスター発表
7月2日		課題研究ポスター① ポスター作成レクチャー&担当割り振り
7月9日	英作文能力の育成	英文アブスト① 英文アブストの作成1
7月16日		英文アブスト② 英文アブストの作成2

7月23日		英文アブスト③ 英文アブストの作成3	
9月3日		英文アブスト④ 英文アブストの作成4	
9月10日		英文アブスト⑤ 英文アブストの作成5	
9月17日	情報発信・ 提示力の 育成③	課題研究ポスター② 個人ポスター作成 1	
10月1日		課題研究ポスター③ 個人ポスター作成2	
10月8日		課題研究ポスター④ 個人ポスター作成3	
10月22日		課題研究ポスター⑤ 個人ポスター発表	
10月29日		課題研究ポスター⑥ 班ポスター作成1	
11月5日		課題研究ポスター⑦ 班ポスター作成2	
11月12日		課題研究ポスター⑧ 班ポスター発表	
11月19日		情報発信・ 提示力の 育成④	英文アブスト⑥ 英文アブストラクト加除訂正
12月10日	論文作成① 論文作成レクチャー&個人レポート 1		
12月17日	論文作成② 個人レポート作成 2		
12月21日	口頭発表に向けて① 口頭発表レクチャー&班パワポ作成 1 班レポート作成 1 &班英文アブスト作成 1		
1月14日	口頭発表に向けて② 班パワポ作成 2 &班レポート作成 2 &班英文アブスト作成 2		
1月21日	口頭発表に向けて③ 班パワポ作成 3 &班レポート作成 3 &班英文アブスト作成 3		
1月28日	英語 プレゼン 能力の育成		英語口頭発表作成① 英語口頭発表作り 1 &口頭によるアブストテスト 1
2月18日			英語口頭発表作成② 英語口頭発表作り 2 &口頭によるアブストテスト 2
2月25日		英語口頭発表作成③ 英語口頭発表締切&口頭によるアブストテスト 3 &まとめの授業評価	

【生徒の変容】 事前(15/4/16)と事後(16/1/8)に、以下の10項目で同様のアンケートを実施し、その結果を以下にのせる。なお、選択肢4が肯定的な意見で、選択肢1が否定的な意見である。

- Q 1 意欲的に他者とコミュニケーションをとることができる。
Q 2 聞き手に伝わりやすい表現方法で話したり書いたりすることができる。
Q 3 日本語による科学論文の書き方やその構成を理解している。
Q 4 日本語による研究発表のポスターの作成とその発表方法を理解している。
Q 5 日本語による口頭発表のためのプレゼンテーションソフトの使い方や発表の方法を理解している。
Q 6 先行研究を調べる方法とその注意点を理解している。
Q 7 科学論文でよく使われる英語表現について理解している。
Q 8 英語で課題研究のアブストラクトを作成することができる。
Q 9 専門用語の英語表現を理解している。
Q10 英語で行う口頭発表ができる。

	事前アンケート結果		事後アンケート結果		増減値		
	4+3	2+1	4+3	2+1	今年度 4+3	昨年度比	昨年度 5+4
Q 1	52.6%	47.4%	81.4%	18.6%	28.8%	13.7up	15.1%
Q 2	50.0%	50.0%	80.0%	20.0%	30.0%	-12.7down	42.7%
Q 3	18.4%	81.6%	80.0%	20.0%	61.6%	12.3up	49.3%
Q 4	34.2%	65.8%	87.1%	12.9%	52.9%	-1.5down	54.4%
Q 5	39.5%	60.5%	80.0%	20.0%	40.5%	-3.4down	43.9%
Q 6	47.4%	52.6%	78.6%	21.4%	31.2%	-3.7down	34.9%
Q 7	0.0%	100.0%	42.9%	57.1%	42.9%	15.6up	27.3%
Q 8	0.0%	100.0%	57.1%	42.9%	57.1%	9.0up	48.1%
Q 9	0.0%	100.0%	41.4%	58.6%	41.4%	2.4up	39.0%
Q10	7.9%	92.1%	30.0%	70.0%	22.1%	3.9up	18.2%

(2) 考察・今後の課題

Q1～Q6までの日本語を用いたポスター作成能力、レポート作成能力、口頭発表のプレゼンテーション能力の向上に関する項目は、例年通りいずれも高い数値を記録したことは、本カリキュラムの成果の一つといえる。

その一方で、Q7～10の英語を用いた取り組みに関する設問の数値は、昨年よりも肯定的な意見が増えて来ているのがうかがえる。これは英語科教諭、ALTの協力なしではなしえなかったことだと感じる。来年以降は、協力体制を強固なものにしていき、日本語によるプレゼンテーション能力の向上を維持しつつ、新設予定のSSH英語ⅡなどのSSH科目と協力していきながら、英語による発表能力の向上に向けて、更なる取り組みを模索していきたい。

また、Q10の英語で行う口頭試問に関しては1～3月に実施する予定なので、終了後に最終のアンケートをとることで再評価したいと思う。

Ⅲ-3 視点C テクノロジーの理解

【副仮説】 機器のつくりやすきをよく理解して利用する力を養えば、機器を活用する能力が高まる。

【研究内容・方法・検証】

科学の発見や新たなテクノロジーが社会に対してどのような影響を与え、一方で社会の変化が科学にどのような影響を与えたか、また、科学とテクノロジーが我々の知的・文化的環境をいかに形づくっているかを認識することは、理数教育の重要な課題である。特に科学と社会の関係を積極的に考える姿勢を育てることは、ますます高度化する科学技術開発を担う研究者としての姿勢や、それを活用する市民生活にとっても重要な教育活動である。

科学技術は高度化し、携帯電話など身のまわりの便利な機械はブラックボックスとなり、その基盤となるテクノロジーを理解することは少ない。機器の仕組みを理解し、その上で活用する姿勢は重要で、テクノロジー教育が必要とされている。

本研究では、学校設定科目「SSH 課題研究基礎」(理数科1年)を柱に、日常的に利用しながらもしくみが分からない情報処理機器について、実習を通して機器のつくりやすきをよく理解して利用する力を養い、問題解決に活用する能力の育成を目指す。

(ア) 学校設定科目「SSH情報」

SSH情報では、今年度も昨年度と同様に課題研究を支える「SSH情報」を意識して授業構成をし、ティーム・ティーチング(TT)で授業を実施した。今年度の報告はSSH5年目の平成26年度に入学した生徒(2年生)についてであり、次の表に示す授業を実施した。

図表Ⅲ-3-ア-1 「SSH情報」年間授業計画と実施内容(平成26年度入学生)

	月	内容
第一学年	4	ハードウェア・ソフトウェアの基礎知識
	5, 6	作図実習(実験器具)
	7, 8, 9	作図実習(間取り図)
	10	デジタルとアナログ
	11, 12	実験データの統計処理
	1, 2, 3	ポスター等プレゼンテーション資料の作成
第二学年	4	タイピング練習
	5	東北大学大学院生による出前授業「スマホ de リレー」の受講(ネットワークのしくみと動作)
	5, 6	C言語によるプログラミングの基礎実習
	6, 7	Arduinoを活用したコンピュータ制御・センシング実習
	8, 9, 10	観測データの数理モデル化とシミュレーション
	10, 11	Excelを活用したデータベース操作(データベース関数の習得)
	11, 12	C言語を利用した音の科学ー音階と周波数の関係ー
	12	ドロー系描画ソフトを活用したアニメーションの制作
	1	グループで行う問題解決
	2, 3	ネットワークのしくみと情報セキュリティ技術

1. 今年度の主な学習内容と生徒の変容

(1) 「スマホ de リレー」出前授業

東北大学大学院情報科学研究科・情報通信技術論研究室の大学院生を講師に迎え、無線ネットワークの応用技術についての授業をしていただいた。受講後の生徒の感想からは、先端技術を学ぶだけでなく、工学系で「研究する」とはどういうことかを知り、また発表のノウハウを学ぶためのよい機会であったことがうかがえた。なお、この出前授業では話を聞くだけであったが、2ヶ月後には希望者を募って第一回SSH講演会を開き、実際に「スマホ de リレー」技術に触れて理解を深めるための実験とディスカッションをしている。そこでも参加した生徒は自身の研究と将来の進路につながる糸口をつかむことができていた様子である。

(2) C言語プログラミング基礎からコンピュータ制御・センシング・音の科学への応用まで

昨年度と同様に、C言語によるプログラミングの基礎を学んだ後に、マイコンボード Arduino を活用したコンピュータ制御・センシングの実習を行った。実習は4人1組で作業をさせた。昨年度の反省を踏まえ、提示したプログラムを見て入力するだけの実習に終始せず、生徒自らが考えてプログラミングできるようにと、教材と指導法を一部変更した。また、4人1組のグループは実習ごとにメンバーを入れ替え、プログラミングができる生徒とできない生徒の差が大きくなるないように配慮した。

マイコンボードと温度センサを使っただけの簡単なセンシングの実習では、実習に先立ち、センシングを活かせる場面を実習の最後にレポートとして提出するという課題を提示しておいたため、実習期間中は実習以外にもインターネットなどを使い、自ら調べたり、友人と意見交換したりするなど活発に行動する様子が見られた。そのような行動はレポートにも反映されており、自ら発想し、新たな課題を提起している生徒もみられた。

また、今年度は新たに他教科の知識を必要とするプログラミング課題を提示し、理科・数学で学んだ知識を応用する実習も取り入れた。理系科目が得意な生徒が多いため、意欲的に取り組んでいたようであり、提示された課題を早く終え、自ら課題設定をしてプログラミングする生徒もみられた。

(3) Excel を活用した実習（モデル化とシミュレーション、データベース操作）

ある地点で観測した太陽光発電量を基に相関関係を調べて数値モデル化し、仙台における太陽光発電量をシミュレーションするという実習を、日本文教出版の「情報の科学」の教科書を参考に Excel を活用して行った。教員が用意した手順書を見ながら自分たちで考えて ICT を活用して問題を解決し、疑問が生じたら仲間同士や教員を交えてディスカッションをする。このような土壌ができていたことを実感した。

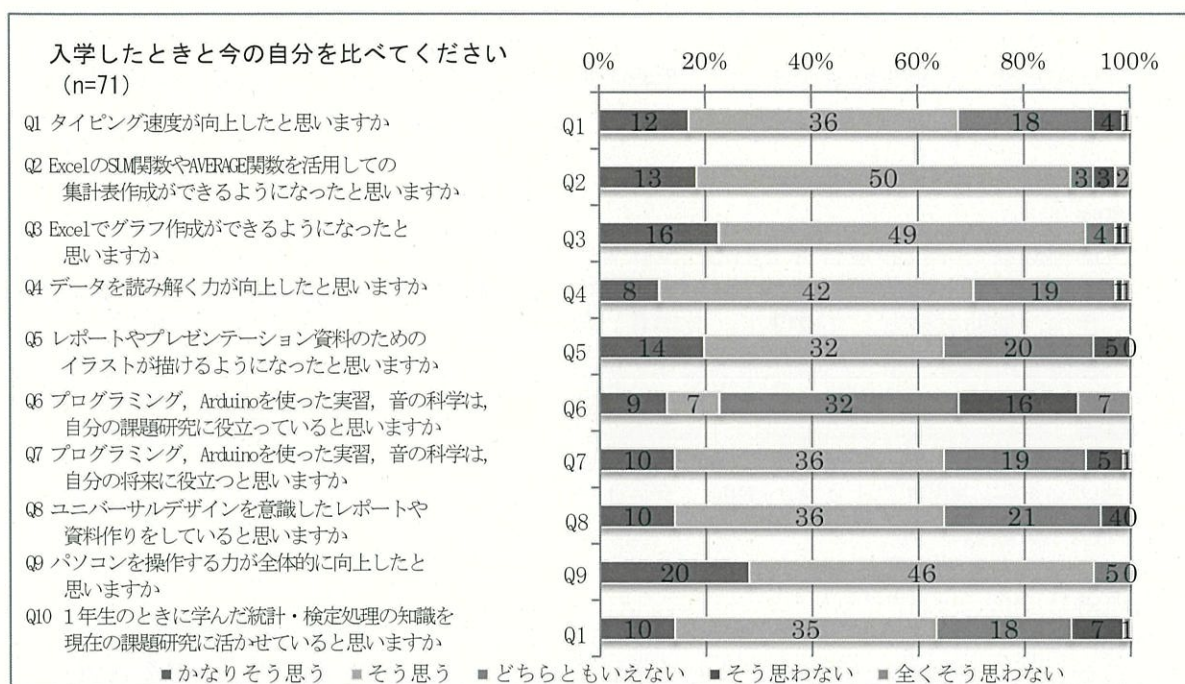
また、課題研究では大量のデータを扱うグループも想定されることから、Excel でデータベース関数を扱う方法も習得させた。1年生のときから、まずは資料を見て自分でやってみて、できなかったら聞くようにとの指導をしてきたのだが、資料があれば一人で課題に取り組む姿勢はできあがってきたように感じる。

2. まとめ

現2年生には、1年次からパソコンを上手く活用できるように、また、作成物のデザインにも配慮できるようにと指導してきた。近年国内外で教育の必要性が唱えられているプログラミングや統計・検定処理についても重要性を説き、実習を取り入れてきた。それらについて、入学後2年間でどのくらい力が身についたか・必要性を感じているかのアンケートをとった結果が次のグラフである。Q6では生徒が取り組んでいる研究分野が多岐にわたっていて必ずしもプログラミングを必要とはしないために「かなりそう思う」と「そう思う」を合わせても半数にも満たないが、Q7を見ると半数以上の者がプログラミングの必要性を感じていることがよみとれる。また Q10からは、1年次に習得した統計・検定の知識やそれに関する ICT 操作についても、学んだ当時には難しく感じていたものの、実際に課題研究で問題に直面したときにはそれらの知識・技術を活用できている様子がよみとれる。

SSH情報では、ハードウェアを理解したうえでその操作技術を身につけるということに重きを置き、また、特に理系の研究に必要と考えられる知識・技術の習得にも力を入れて指導してきた。その結果、ICT 機器を上手に活用して、データ処理やプレゼンテーションができる人材を育成できており、当初の目的は果たせたものと考えている。

図表Ⅲ－３－ア－２ 情報系のスキルに関するアンケート結果



Ⅲ－４ 視点D 倫理観と理系キャリアの理解

【副仮説】 科学と社会の関係を考える視点を与えれば、適切な倫理観を養い、理系キャリアの理解が深まる。

【研究内容・方法・検証】

本研究では、学校設定科目「SSH ベーシックサイエンス」(理数科1年)、学校設定科目「SSH 数学I」(理数科1年)を柱として、科学と社会との関連を認識する能力を伸ばすとともに、研究者・技術者に求められる適切な倫理観の形成を目指す。この教育活動と、先端技術に関する講演会や施設見学・研究室見学、さらには研究者を招いて行う科学茶会を通じて、科学と社会との関わりや、技術者というキャリアについて理解を深めることが出来、キャリア教育としての効果をより一層高めることが期待できる。

(ア) 学校設定科目 「SSH ベーシックサイエンス」

2年次に実施される課題研究に向けて実験的な準備を中心とした課題研究基礎を1年次に設定しているが、理論的準備として、物理・生物を中心として、化学・地学分野、そして数学分野も絡めて、領域横断的に学習する場として当科目を設定している。

○高大連携授業：単に大学教授が特別講演を行うのではなく、授業内容と関連した講演、つまり通常授業の中に大学の先生が来てくれる、という趣旨のもと連携授業を行った。本年度は以下の内容で行った。

- | | | |
|----------------------|-----------|-------------------|
| 東北大学大学院理学研究科 | 教授 須藤 彰三 | 「波としての日常の物理現象」 |
| 東北大学大学院金属材料研究所 | 教授 佐々木 孝彦 | 「電気が流れるやわらかい有機材料」 |
| 東北大学大学院医学系研究科 | 教授 石井 直人 | 「生体防御」 |
| 東北大学大学院工学研究科 | 教授 村田 智 | 「DNAナノテクノロジー」 |
| 宮城教育大学中等教育教員養成課程理科教育 | 准教授 渡辺 尚 | 「化学分野 (演題未定)」 |



○科目融合授業：物理と数学の連携として、ベクトルと三角比に関する授業を行った。また、物理と地学の連携としてコリオリ力、アイソスタシーに関する授業も行う。生物と化学の連携としては、浸透圧に関する融合授業を行った。生物と地学の連携としては、地球規模での物質循環に関する授業を行う。

(イ) 学校設定科目 「SSH 数学 I」

(1) 概略

仙台三高理数科の学校設定科目である「SSH 数学 I」は理数科1年生を対象とした授業である。7単位×2クラスの授業を数学科教員2名で担当している。教材は、学校作成教材を用いることを原則としたが、補助教材として数学 I、数学 II、数学 III、数学 A、数学 B の教科書を持ちこむことで大学受験へも対応できるカリキュラムとした。

【学習内容】数と式、二次関数、無理関数・分数関数、場合の数、確率、三角比、図形の性質、整数の性質、

指数関数・対数関数、データの分析、いろいろな式

※モンティ・ホール問題、ベイズの定理、フェルマーの小定理などのトピックスにも触れながら、課題研究につながる

活用についての事例を考察させた。

<設置理由>

文部科学省スーパーサイエンスハイスクール (SSH) 指定に係る理数科教育課程研究の一つとして設置するものである。「理数数学 I」の内容に加え、「理数数学特論」の「整数の性質」「場合の数と確率」、および「理数数学 II」の「いろいろな式」を加えることで、各分野の学習内容の関連性や系統性を重視するとともに、理科の各分野や2年次の課題研究の指導内容との連携に配慮した教育課程を編成する。

<目標>

1. 数学における基本的な概念や原理・法則を系統的に理解させ、基礎的な知識の習熟を図る。
2. 事象を数学的に考察し表現する能力を養い、数学のよさを認識できるようにするとともに、それらを的確に活用する態度を養う。
3. 数学が自然科学にとって必要な道具であることを、理科と関連する話題を通してその重要性を感得できるようにする。

<評価>

以下の4観点について評価の設定をした。

【関心・意欲・態度】事象を数学的に捉えることでの的確に活用しようとしているか。

【思考・判断・表現】基本的な概念や原理法則を正しく判断し、他者に正確に伝えることができる。

【技能】 事象を数学的モデルとして捉え処理・推論ができる。

【知識・理解】 数学における基本的な概念や原理・法則を的確に理解する。

評価方法は、年間4回の定期試験によるペーパー試験と、学校設定科目「課題研究基礎」と連携をとり、実習や発表なども評価の対象とした。

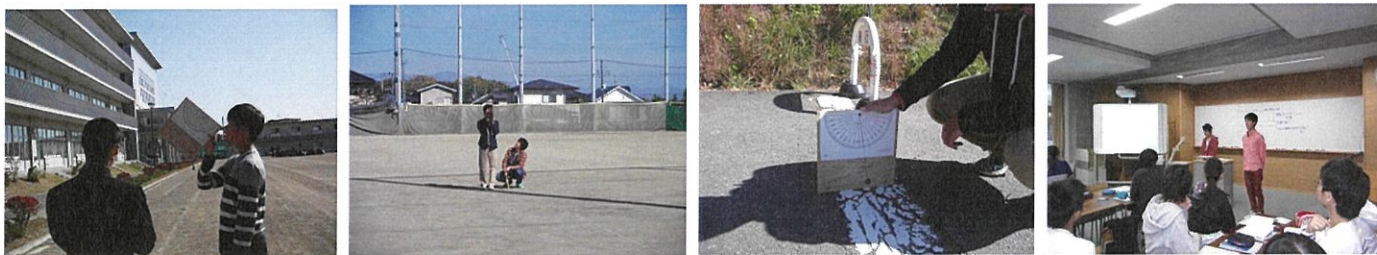
(2) 「SSH 数学 I」の考察・今後の課題

従来の理数教科「理数数学 I」との差別化として、PC 実習や課題研究基礎との連携をはかり、ICT 機材を使ったプレゼンテーションを行ったが、他教科との連携は学習した分野に応じて理科分野にどのように利用されているかを紹介するにとどまった。教科横断の連携授業も試みたい。

写真 【平成27年度 SSH 数学 I の様子】

課題学習・発表会の様子

三角比を利用した校舎の測定の様子



Ⅲ-5 視点E SSHクラブを軸にした多彩な理系課外活動の創出

【副仮説】 SSHクラブを軸にした多彩な理系課外活動を創出し、指導体制を体系的に整備すれば、生徒の主体性が育つ。

【研究内容・方法・検証】

理数系の諸活動をすべて教科・科目として位置づけるには無理があり、生徒の自主性を育てるという観点でも、単位数や授業時間に縛られない活動の場面が求められる。本研究では、SSHの諸活動における生徒の自主性伸長の場としてSSHクラブを設定し、課外活動の実践を通して検証することにした。

(ア) 希望者参加による行事などへの参加者数増

長期休業中に開催している「SSHつくば研修」・「SSHフィールドワーク」や主に放課後に開催している「SSH講演会」・「SSH身近なテクノロジー」などは部活動をはじめ、生徒の諸活動との両立が、職員・生徒ともども難しく、開催日程の確保や参加者確保に苦慮してきた。

しかしながら、本校がSSH指定校という認識が地域にも広く浸透してきた成果として、入学時の段階からSSH行事へ積極的に参加したいと希望する生徒が増えてきている。SSH行事に積極的に参加しようとする生徒が多くなってきていることで、SSH行事への参加者数については増加傾向にある。表Ⅲ5-1は任意参加のSSH諸活動への参加生徒数をまとめたものである。すべて同じSSH活動について計数したものではないので、あくまで概況であるが指定3年目から参加者数が非常に増えていることがわかる。その後もSSH事業への参加生徒数は伸びている。

表Ⅲ5-1 任意参加のSSH諸行事参加生徒数（数字は延べ人数）

平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
158名	108名	338名	356名	476名	488名

(イ) 生徒研究発表数の増加

本校理数科にあっても、SSH指定以前から課題研究を行っていたが、校内で発表するだけであり、外部の専門的な立場の人から指導・助言を受ける機会はほとんどなかった。これは、生徒はもちろん、職員の側にも、さまざまな学会などに参加して生徒に発表させるという発想がなかった。SSH指定後、その認識が大きく変化し、年々校外での研究発表数が増えてきている。指定当初、これらのほとんどが自然科学部の研究発表やSSHクラブによる特別課題研究であり、放課後などの日常的な実験・観察に支えられた成果であった。

自然科学部ならびにSSHクラブの発表を目にする機会が増えたことによって、昨年度と今年度については、授業で行われている「SSH課題研究」の研究班からの発表数が増えた。これは、年度を越えての継続的な研究が必要であることを運営指導委員会のみならず、さまざまな場面・機会に指導を受けてきた点が大い。

(ウ) 小中学校などとの連携

今年度、4回目を迎える「みやぎサイエンスフェスタ」は、89名の小中学校の児童生徒の参加となり、地域のSSH普及の一翼を担ってくれた。年数を経るごとに地域へと浸透し、小中学生の研究発表の場として定着してきている。また、小中学生対象に開催している実験教室「SSH わくわくサイエンス」も今年度で4回目を迎えた。従来行われてきた、自然科学部を中心としたボランティア活動を前身としている行事だが、現在は自然科学部以外の文化部・運動部に所属する生徒も参加できるようになり、より多くの生徒が参加する行事になってきている。わくわくサイエンスの活動は、本校で実施する「親子実験教室」と、生徒が現地に出向く「出前科学教室」の二つに分かれており、どの「教室」も希望する生徒が中心となって企画運営を行った。各行事において、生徒一人一人がそれぞれの役割を担い、「教室」における「教員役」として活躍した。特に「出前科学教室」は、過年度に「教室」を実施した児童館等でのリピーター開催が多かったことから、生徒主体で行われる「わくわくサイエンス」が毎年好評を博しており、地域に定着しつつあるといえるだろう。

表Ⅲ5-2 平成27年度のわくわくサイエンスの活動

行事名称	開催日	開催場所	本校生徒 人数	参加 人数
親子実験教室	6/27(土)	本校(大講義室・実験室)	27	18

出前科学教室	8/7(金)	富谷町日吉台公民館	15	87
	9/5(土)	仙台市燕沢児童館	19	30
	9/12(土)	仙台市鶴ヶ谷市民センター	19	34
	12/12(土)	仙台市立鶴ヶ谷東小学校	11	13
その他	7/19(日)	東北大学川内北キャンパス [サイエンスデイ2015にて]	16	53
	11/14(土)	本校(視聴覚室) [みやぎサイエンスフェスタにて]	7	18

● わくわくサイエンスの実験内容

(a) デモンストレーション実験 (全学年一斉に実施)

わくわくサイエンスでは、はじめに参加者全員に向けたデモンストレーション実験を行った。わくわくサイエンスを楽しみにしている児童・生徒が最初に目にする実験なので、強いインパクトや感動を与えられるように工夫した。また、クイズ形式などの発問を多く取り入れ、参加者が考えながら実験が進むように心がけた。

(b) 実験教室 (小学校4年生以下と小学校5年生以上に分けて実施)

「自然の事物・現象への興味・関心の高揚」と「科学的な見方や考え方の育成」をねらいとし、原理や法則の見える基本的な実験や、日常生活でよく見られる事象の解明のための基礎的な実験を行った。児童・生徒が行う実験と演示実験とを組み合わせを行い、各実験とも結果を予想しながら行うよう留意した。

表Ⅲ 5-3 デモンストレーション実験の内容

No.	実験名	内 容
1	-196℃の液体窒素の世界	液体窒素を使って、花やバナナを凍らせたり、気体が冷えると固体や液体に変化する様子を見せたりした。
2	空気砲で空気を実感しよう	巨大空気砲にスモークマシンでつくったスモークをため、後ろから押しだす力を加えて空気(スモーク)の弾を出した。
3	風船大車輪	十数個の風船をつなげた輪の側面に送風機の風を当て、風の力で輪を回転させた。



図Ⅲ 5-1 デモンストレーション実験の様子

表Ⅲ 5-4 実験教室の内容

No.	実験名	内 容	対象
1	新型スライム	洗濯ノリの代わりに食品添加物を用いたスライムを作った。従来のスライムよりも完成度が高く、餅のように長く伸ばすことができる。	小4以下
2	大気圧を知ろう	風船やマシュマロ、個包装の飴等を家庭用真空保存容器に入れて手押しポンプで空気をぬき、入れたものの形がだんだん大きくなることを観察した。	小4以下

3	わくわくマイクロ探検隊	光学顕微鏡や実体顕微鏡を用いて、微生物（アルテミア、ゾウリムシ、ミドリムシ、ミカヅキモ、オオヒゲマワリ等）やチョウのはね等を観察した。	小5以上
---	-------------	---	------



図III 5 - 2 実験教室の様子

(エ) 台湾海外研修

●国立台湾師範大学附属高級中学校（HSNU）との課題研究発表ならびに国際交流事業
 昨年まで理数科の生徒を中心に普通科も生徒も含め、2年に渡って定期的に訪台し、英語による課題研究発表やポスターセッション、フィールドワークなどを行って見聞を広げていたが、今年度は姉妹校である台湾師範大学附属高級中学から5月18日～19日の「理数科の日」、7月13日の「教育研修」の2度にわたり、海外から生徒が来校。また、7月28日には中国清華大学附属高級中学からも生徒を受け入れ、異文化交流も交えながら、次世代を担う理系の生徒たちと、それぞれの研究を共有し課題研究に関して活発に意見交換を行った。

(1) [理数科の日] 台湾師範大学附属高級中学との課題研究発表会

例年行っている国際交流の一つとして、5月18日（月）に仙台三高主催の「理数科の日」に、姉妹校である台湾師範大学附属高級中学から科学班の生徒1年生3名が来校し、本校3年理数科による課題研究に合わせて、ポスターによる課題研究発表を行った。翌5月19日（火）は、午前中は本校の学校設定科目である「SSH 英語」「SSH 課題研究基礎」の授業に参加。「SSH 英語」では自然現象に関するプレゼンを、本校1年生40名とともに英語で行って意見交換した。「SSH 課題研究基礎」では9mの高さから落としても、中の卵が割れない装置エッグドロップの最終実験を観察、「体育」の授業では日台の生徒混在でペアを組み、卓球の試合を行うなど親睦を深めた。午後には理数科2学年の生徒80名と「東北大学工学部研修」に参加。附中の3名の生徒は、仙台三高生とグループになってそれぞれ「機械知能・航空工学科」と「化学・バイオ工学科」の研究室を訪問して施設見学し、材料工学分野では最先端の研究に触れ、見識を深めた。

(2) 台湾師範大学附属高級中学・科学班 による 授業参加と国際交流

台湾師範大学附属高級中学の科学班2年生の「教育研修旅行」に合わせて、34名が来校。台湾師範大学附属高級中学の科学班の生徒たちは4班に分かれ、校舎や施設見学をしたのち、それぞれ授業に参加した。

附中の生徒たちは、本校理数科の1・2年生160名とともに「古典」「物理」「数学」「化学」などの授業をうけた。「化学」の授業では自由な発想で活発に意見交換しあいながら、グループ内で発表し、「古典」の漢文の授業では、中国の音韻を直接助言してもらうなど、英語でコミュニケーションを取りながら意欲的に国際交流を行った。授業参加ならびに参観の後、パワーポイントによる学校紹介を含めた国際交流会を開催。さらには、「Intel ISEF2015 国際学生科学技術フェア」の化学部門で優秀賞3位受賞した、理数科2年の門口尚広による口頭発表を行い、英語による質疑応答を交わしたり、フォトセッションを行うなど、お互いに大変有意義な機会となった。

(3) 中国清華大学附属高級中学との課題研究発表会ならびに国際交流会（JST さくらサイエンスプラン）

本校の運営指導委員であり、課題研究で指導助言をして下さっている東北大学工学部教授の安藤先生からの推薦で、「JST さくらサイエンスプラン」の研修の一環として、課題研究発表と国際交流を実施した。

清華大学附属高級中学からは、パワーポイントによる口頭発表4題、仙台三高生からも口頭発表とポスターセッションの2分野で発表を行い、意見交換を行った。グローバル化が加速している現代において、同じように科学に興味を持つ生徒同士が自由に意見交換しながら、英語で意見を交換しあった。そのうち、仙台三高生の案内で、校地内の施設見学や部活動見学と体験などを行った。中国清華大学附属高級中学の生徒たちは「弓道」「剣道」「茶道」などの日本の伝統を有する部活動に大変興味をもち、また仙台三高生と一緒にハンドボールのシュート体験を行うなど、積極的な異文化交流を行った。



(オ) 東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR) との共同事業

自然科学部の研究を中心にAIMRの先生方から助言・指導を頂いている。また本校で行われるサイエンスフェスタの国際交流企画においては13名の外国人留学生に協力いただき、一般生徒との英語による交流を実施した。

成果としては、①WPI 合同シンポジウムでの英語による口頭発表、②2015 ISEF 優秀賞3等入賞、③各コンテストにおける入賞が挙げられる。

特に②2015 ISEF 優秀賞3等入賞については、目に見えた成果となった。指導生徒が第58回日本学生科学賞において「全日本科学教育振興委員会賞」を受賞し、今年度の2015 ISEF(International Science and Engineering Fair 国際学生科学技術フェア)において日本代表派遣団最高賞となる優秀賞3等賞を受賞した。この際も渡米前に外国人研究者を前に発表し、指導・助言をいただいた。その他にも指導を受けた「コンクリートの再固化技術の開発」は日本学生科学賞宮城県審査において最優秀賞(仙台市長賞 県2位相当)を受賞、「金属樹の研究」においても宮城県生徒理科研究発表会において部会長賞(県3位相当)を受賞し、確実に成果を上げている。

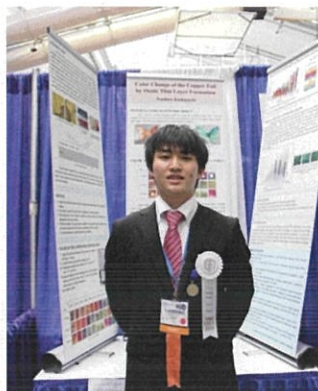


表Ⅲ5-5 AIMRとの共同事業日程

NO	年	内容
1	2013年	銅板の変色についてSSHクラブの生徒3名が東北大学AIMRの池田准教授より研究指導を受けた。世界トップレベル研究拠点(WPI)合同シンポジウムで、英語による口頭発表を行った。
2	2014年	銅板の変色についてSSH生徒研究発表会にて発表した。(優秀ポスター賞受賞) 銅箔の色調変化の規則性について生徒1名が東北大学AIMRの池田准教授より研究指導を受けた。(日本学生科学賞 全日本科学教育振興委員会賞受賞)
2	2015年	2015 ISEF に向けて英語によるポスター発表練習をWPIにて指導を受けた。(2015 ISEF 優秀賞3等賞) コンクリート、金属樹について生徒2名が東北大学AIMRの池田准教授より研究指導を受けた。(日本学生科学賞 宮城県審査最優秀賞 宮城県生徒理科研究発表会 部会長賞)



図Ⅲ 5-3
SSH生徒研究発表会
(ポスター賞受賞)



図Ⅲ 5-4
2015 ISEF
(優秀賞 3等賞)



図Ⅲ 5-5
みやぎサイエンスフェスタ 国際交流

(カ) 指導体制の確立

多様な活動を想定したSSHクラブであるがゆえに、指導体制もそれに対応したものを整備しなければならない。SSHクラブ自体を役割ごとに班編成することで、生徒の活動も活性化し、諸活動への参加状況改善や諸行事でのスタッフとしての生徒の活躍につながると考えられる。

IV 実施の効果とその評価

(1) 生徒の変容

本校は宮城県で最初に理数科が設置されて以来、理数教育に力を入れ、また高度な理数教育を希望する意欲のある生徒が入学し、毎年高い進学率を有している。「学都・仙台」という地域特性を生かし、多彩な理系課外活動の展開により、領域横断的な着眼点と科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒の育成に取り組んできた。また、コアSSH指定3年間で、小中高大連携を中心としたみやぎサイエンスネットワークを基盤とし、科学的な探究力・論理性・国際性を有したバランスのとれた宮城県内の児童・生徒の育成にも取り組んできた。

SSH指定期間における大きな変容としては、1、2年生ともにSSH事業に参加することが、学校生活での1つの目標になったことである。また、2年生の「SSH課題研究」において、学校設定科目などの授業で培った力をベースに英語で発表する機会が多くなったことである。28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contest への参加、東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究、国立台湾師範大学附属高級中学との英語での合同研究発表会などがそれにあたる。これらのSSH事業での英語による発表で自信をつけた生徒が、他の発表会でも英語で発表することで、他の生徒にも良い影響を及ぼしている。また、「SSHわくわくサイエンス」で小・中学生に実験を指導することで、本校生の理数科研究の拡充・深化、基礎的な科学知識と実験技術の習得にもつながった。本校に入学してくる生徒がSSH事業に興味・関心を持つ場面が多くなっており、学校生活においてSSHが日常になってきていることが感じられる。

本校では理数科と普通科希望者からなるSSHクラブが研究の主対象となっていて、長期休業中に開催している「SSHつくば研修」・「SSHフィールドワーク」や主に放課後に開催している「SSH講演会」・「SSH身近なテクノロジー」、科学部系の部活動などをはじめ、多彩な課外活動に参加している。最近はSSH事業に参加するために入学してくる生徒が多くなってきたことで、SSH諸事業への参加者数については平成24年度から特に多くなってきた。本校がSSHに指定されているという認識が地域の小中学生とその保護者に広がってきたこともあって、年を追ってSSH諸事業への積極的な取り組みを見せる生徒が増えている。表IV-1はSSH指定期間において、任意参加のSSH諸活動への参加生徒数をまとめたものである。

表IV-1 任意参加のSSH諸活動参加生徒数(数字は延べ人数)

平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
158名	108名	338名	356名	476名	488名

このようなSSH諸活動への参加人数の増加にとどまらず、表IV-2のようにSSH指定期間を通じて生徒には様々な面について効果があったと考えている。特に、国際性の育成への取り組みに関しては中間評価で指摘をいただき、学校全体で取り組んだところ、生徒の意識は22.6%から51.0%と大幅に向上した。また、生徒の興味・関心は多様であり、課題研究の研究領域も多様なものとなっている。研究の継続性が求められながらも、生徒の多様な興味・関心に応じて課題研究などが行われている。そのような中で、自然科学部だけでなく、SSHクラブの特別課題研究や「SSH課題研究」からも外部の発表会で発表が行われるようになった。複数の学校設定科目で行っている「測定する・まとめる・伝える」という技能が多くの子供たちに伝わってきており、学会や発表会、コンクールなどにおいても評価される研究が出てくるなど、研究のレベルも次第に向上してきたと言える。また、コアSSHの事業として始まった「みやぎサイエンスフェスタ」は、今年度より宮城県教育委員会主催となったが、普通科の生徒が総合的な学習の時間での探究活動成果を発表し、学校全体のSSH活動として広がっている。アンケートによると、表IV-3で示す通り生徒は理数系分野への興味・関心が増えた要因や科学的なものの見方・考え方がより養われた要因として「研修・実習」、「SSH学校設定科目」、「講演会」などを挙げている。これらの結果を勘案して、さらに科学的な探究力・論理性・国際性を有した児童・生徒を育成したいと考える。

表IV-2 SSH意識調査(理数科1, 2年生対象1月実施)
(「効果があった」のみを示した。)

質問事項	平成23年	平成24年	平成25年
科学技術、理科・数学の面白そうな取組に参加できる(できた)	56.2%	73.2%	85.8%
科学技術、理科・数学に関する能力やセンス向上に役立つ(役立った)	49.6%	60.5%	76.8%

理系学部への進学に役立つ（役立った）	45.3%	68.2%	63.9%
大学進学後の志望分野探しに役立つ（役立った）	45.3%	53.5%	63.2%
将来の志望職種探しに役立つ（役立った）	40.1%	49.7%	60.0%
国際性の向上に役立つ（役立った）	22.6%	31.8%	51.0%

表Ⅳ-3 SSHアンケート（理数科1，2年生対象1月実施）
（上位3項目のみを示した。）

質問	平成23年	平成24年
理数系分野への興味・関心が増えたとするなら、何が一番大きな要因になっていると思いますか	研修・実習 26% SSH科目 23% 講演会 23%	研修・実習 29% 講演会 25% SSH科目 24%
科学的なものの見方・考え方がより養われたとするなら、何が一番大きな要因になっていると思いますか	SSH科目 38% 講演会 23% 研修・実習 18%	SSH科目 35% 研修実習 22% 研究発表会 19%

（２） 職員の変容

28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contest への参加，東北大学 AI MRの海外研究員との英語による共同研究，国立台湾師範大学附属高級中学との英語での合同研究発表会などへの参加によって，学校全体でSSH行事に取り組むことが多くなった。また，研究開発初年度から，「SSH課題研究」には理科・数学だけでなく地歴・公民の担当者や英語の担当者も関わってきた。学校設定科目の担当者は年度ごとに入れ替わりを行っており，学校設定科目担当経験者数も増えてきている。SSH科目のカリキュラム開発を進めるには，学校設定科目以外の授業も課題発見・課題解決型で展開することにより，相乗効果が生まれ，探究活動全体が深化するとの観点から，全ての授業の内容がよりよいものになることが必要であるとの認識が高まった。SSH初年度から計画づくりに着手した本校の「SSH・授業づくり研究センター」はすべての教科で授業改善に取り組むもので，3年目からSSHとこのプロジェクトとの連携を密にするよう進めている。また，今年度より「SSH・授業づくり研究センター」は「SSH・JD・研究センター」に組織改編し，これまでの活動の充実化と，SSHとの連携のさらなる強化を図っている。

理数科のSSHという観点に，普通科にもという視点が加わり，総合的な学習の時間において探究活動を取り入れるようになった。探究活動の進め方，プレゼンテーションの仕方などについては理数担当者がサポートに入るが，実質的な指導はクラス正副担任である。1年生はキャリアに関わるテーマ，2年生は文系・理系の区別なく自分たちで設定したテーマで取り組んだ結果をまとめた。その成果は，「みやぎサイエンスフェスタ」で発表され，ポスター発表になじみのない職員にとっては生徒以上に新鮮なものであった。また，集まった他の小中高の各教員にとっても，探究活動とその成果を発表するという活動が生徒に与える影響について考える1つのよい機会になった。

（３） 学校設定科目

「SSH課題研究」を中心にそれを支える科目群としての「SSH課題研究基礎」「SSH英語」「SSH理数言語活動」「SSH情報」について，それぞれの実績をもとに相互の関連性を意識した連携方法の再検討を行い，年間計画に反映させた上で授業を展開してきた。課題研究に入る前の初期指導として，科学的なものの見方や基礎実験の習得を目的として今年度より1単位から2単位に増単した「SSH課題研究基礎（2単位）」、「SSH英語（2単位）」，新たに創出した「SSHベーシックサイエンス（4単位）」を教育課程の1年次に設定し，科学的根拠に基づいた課題解決に関する授業，英語によるコミュニケーション能力の開発，ハードウェア・ソフトウェアの基礎知識や画像処理の使用方法などを学習している。「SSH理数言語活動（1単位）」と「SSH情報（1単位）」を2年次に設定し，プレゼンテーション用スライド・ポスター作成や英語のテクニカルタームと基礎的な英文法を用いて論文やレポートの表現法を学んでいる。また，統計処理などにも対応できる内容を学習している。それらの学校設定科目の学習内容を具体的に運用する科目として「SSH課題研究（1単位）」がある。これらの学校設定科目では，調べ学習の内容や課題研究の内容を自分以外の人に説明するという機会が多く，知識やデータなどの科学的根拠に基づいた説明をする力が次第についていく。毎年5月に課題研究の発表会として行っている「理数科の日」では，3年生がこれまでの課題研究の成果を1，2年生などに向けて

口頭発表またはポスター発表を行うわけだが、1、2年生はそのレベルの高さに驚かされる。それと同時に、そこで見た口頭発表やポスター発表が下級生たちの目標となるので、学校全体のレベルも年々上昇している。課題研究に必要な個々の授業展開でまだ調整すべき点は多数あるものの、複数の科目を総合的に捉える視点は、通常の理数科目との連携を含め、有用なものとなった。

学校設定科目そのものが生徒の科学的な興味・関心や考え方を育てる役割を果たしていると考えられるが、カリキュラム全体の中での学校設定科目の位置づけを今後も研究していく必要がある。

(4) 課題研究などの探究活動

自然科学部の活動活性化が著しく、学会などでの発表もさらにその数を伸ばしてきているとともに科学的な総合力がついてきている(表IV-4、IV-5)。また、平成26年度第58回日本学生科学賞において全日本教育振興委員会賞を受賞し、平成27年度はアメリカ・ピッツバーグで開催された ISEF2015に出場し、日本人最高位である優秀賞3等を受賞するなど、高く評価される研究が増えている。授業としての「SSH課題研究」は短い時間での研究ではあるが、外部の発表会で発表する班も現れている。課題研究の質的向上には継続的な研究が不可欠であり、「SSH課題研究」でも継続的な研究を意識したテーマ設定がなされている。一方で、生徒自身の課題設定力向上も必要であり、新規テーマの設定も同時に進められている。また、普通科の総合的な学習の時間を利用して探究活動が行われ、その成果を「みやぎサイエンスフェスタ」で発表した。

表IV-4 本校課題研究などの過去6年の題目数 ([]内は過年度テーマの継続テーマ)

領域		22年度 (指定1年)	23年度 (指定2年)	24年度 (指定3年)	25年度 (指定4年)	26年度 (指定5年)	27年度 (指定6年)
課題研究	数学	2	1	3	3	2	2
	物理	8	9[1]	8[1]	4[2]	4[1]	5
	化学	3[1]	2	4[1]	5[2]	3	4
	生物	1	8	4	3[1]	5	5[4]
	地学	1	1	2	1	2	1
	地理	1	1[1]				
	情報 体育	2	3		2		2
SSH 特別課題研究	数学	1	2	1			
	物理		1		1	2[2]	7
	化学			1	1[1]		
	生物	2	2[1]	1	1	1	8[2]
	地学 情報		1	1[1]	1		
自然科学部	物理					4	5[2]
	化学	1	3[1]	4	3[1]	1[1]	3[1]
	生物	1	5[1]	7[4]	4[2]	4[1]	1[1]
数学部					1		

表IV-5 校外での生徒による研究発表数の経年変化

	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	経過措置1年次	
						計	賞
Intel ISEF2015						1(1)	優秀賞3等
28 th China Adolescents Science & Technology Innovation Contest				1(2)			
台湾師範大学附属高級中 学との合同課題研究発表				4(12)	6(10)		
WPI合同シンポジウム				1(3)			
SSH生徒研究発表会		1(3)	1(2)	1(4)	1(4)	1(1)	招待発表

東北地区SSH指定校研究発表会	3(11)	4(9)	4(13)	4(17)	4(15)	3(8)	
宮城県高等学校生徒理科研究発表会	4(8)	10(19)	10(20)	10(31)	9(23)	8(16)	最優秀賞3題 総文祭2題出場
宮城県高等学校理数科課題研究発表会	2(7)	2(4)	2(10)	2(11)	2()	2(12)	
全国高等学校総合文化祭		1(4)			1(2)		
東北大学理学部開講100周年記念		2(4)					
茨城大学科学研究発表会				3(9)	2(4)		
日本物理学会					4(6)	3(3)	
日本物理教育学会					4(8)	4(5)	
プラズマ・核融合学会				2(12)	6(28)	3(4)	最優秀賞
電気学会						2(2)	
日本生物教育学会	2(11)	2(5)	2(4)				
日本水環境学会東北支部		1(2)		4(12)	3(8)		
日本水産学会		1(2)			1(3)	2(4)	
日本動物学会東北支部			5(6)	4(5)	2(4)	5(12)	
日本動物学会			4(4)	4(4)	7(21)		
日本進化学会			4(4)	2(3)	1(1)	2(8)	
東北地理学会			1(3)				
日本農芸化学会			5(15)	2(3)	2(3)		
日本分子生物学会				2(2)	2(2)		
精密工学会						2(6)	
化学系協学会東北大会						4(4)	
全国統計グラフコンクール						2(12)	
Googleサイエンスフェア in 東北				1(2)	2(6)		
日本学生科学賞			2(2)	2(4)	4(6)	6(8)	県内審査会 最優秀賞3作品 中央審査会 入選2等
材料フェスタ in 仙台					1(1)		
サイエンスキャッスル						2(8)	ROHTO賞 最優秀ポスター賞
サイエンスエッジ						2(4)	
化学オリンピック				(7)	(3)	(3)	
	11(37)	24(52)	40(83)	49 (143)	64 (158)	54 (121)	

()内数字は発表者数

(5) 課外活動

コアSSHの指定3年間で、宮城県内の小中高学校が連携してSSHに関わる行事が多くなった。本校生徒もSSH基礎枠やコアSSHの諸行事に参加しており、多くの生徒が両者の区別なく積極的に関わってくれたことは、本校のSSHとして1つの成果である。

小・中学生対象に開催している「SSHわくわくサイエンス」では、本校を会場にして県内全域を対象に参加児童・生徒を募集して実施する「親子実験教室」と、こちらから小中学校へ出向いて実験教室を実施する「出前科学教室」の2つを実施した。この「親子実験教室」では県北から県南まで広く児童・生徒を集めることができた。また、本県教育庁高校教育課、義務教育課な

ど外部機関と連携して、実験教室を開催できた。

また、「みやぎサイエンスフェスタ」に加え、「東北地区SSH指定校発表会」でも他校の高校生との間で議論できたことは、科学コミュニケーション力の育成という視点で大きな一歩となった。

(6) 学校運営上の変化

本校SSHの推進母体はSSH委員会である。SSHの事務局の立場である理数科部は今年度より2名増員され11人体制となった。校内の業務に対するSSH関連の業務比率も増してきており、理数科においてはSSHの活動を常に意識しながら学校運営を行うことが日常になっている。また、本校独自の研究として始まった「SSH・授業づくり研究センター」は今年度より「授業づくりセンター」と改組し、活動範囲が広がるとともにSSHとさらに密に連携を深めながら学校の運営を行っている。

研究開発課題に関して、「学都・仙台」という地域特性を生かし、学校設定科目や多彩な理系課外活動を展開できたことにより、国際コンテストや学会など高いレベルでの発表機会を大幅に増やすことができたことだけでなく、最優秀賞などの高いレベルの課題研究を実施することができた。また、SSH指定期間中に台湾師範大学附属高級中学との姉妹校締結を実現したことや、東北大学AIMRとの共同研究を進めるなどの取り組みも果たした。生徒のアンケート結果からも概ね科学的な探究力、高い論理性・倫理性・国際性を有した生徒を育成するためのカリキュラムの開発を果たしたと考える。

(7) その他特記すべき事項

① 大学や研究所等関係機関との連携状況

本校「SSH・授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学とのカリキュラム開発や課題研究に関する接続を強化してきた。また、本校運営指導委員会をとおして大学関係者や研究所等関係機関との意見交換の場とし、SSHによるカリキュラム開発をどのようにしていくか等、研究開発を深めてきた。

東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究として取り組んでいる「金属を使った発色実験」について、東北大学AIMRの先生方から助言・指導を頂いている。その研究成果をWPI合同シンポジウムで発表するにあたって、英語プレゼンテーションについての助言・指導も頂いた。また、その研究については継続的に助言、指導をいただいております。平成26年度読売科学賞における全日本科学教育振興委員会賞を受賞し、平成27年度アメリカのピッツバーグで開催されたISEF2015へ出場し、日本人最高位である優秀賞3等受賞につながったことは先に述べた。ISEF2015における英語による口頭発表の指導にも甚大なる協力をいただいた。

② 国際性を高める取組

28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contestなどの国際大会への参加、東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究、SSH指定4年目に姉妹校となった国立台湾師範大学附属高級中学との英語での合同研究発表会などに積極的に参加してきた。また、学校設定科目「理数物理」の実験を英語で議論するなどの取り組みや「SSH英語」や「SSH理数言語活動」などでの国際性の育成など、国際性を意識した教材や授業の展開を研究してきた。

③ 科学部等課外活動の活動状況

本校では自然科学部物理班、化学班、生物班、地学班が様々なコンテストなどに中心となって多くの生徒が参加し、平成26年度日本学生科学賞中央審査会において全日本科学教育振興委員会賞を受賞し、ISEF2015に出場し優秀賞3等を受賞した。また、平成27年度日本学生科学賞県内審査会では最優秀賞3作品を本校が独占し、大きな成果となっている。

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) 課題

① SSH指定期間の成果の検証

SSH指定期間において主仮説を達成するための副仮説に関する成果を様々なアンケートなどでの評価結果から検証すると、「E SSHクラブを軸とした多彩な理系課外活動の創出」については前述の通り、顕著な成果として現れている。以下に述べる学校設定科目の成果が大きいと思われるが、これらが数値的に見てSSH指定以前と比べて最も変化したものと言える。次に「A 科学する力」と「B 科学コミュニケーション力」については、学校設定科目である「SSH課題研究基礎」、「SSH情報」、「SSH課題研究」、「SSH理数言語活動」が相互に連動しながら「測定する・まとめる・伝える」という機会を出来るだけ多く取ってきた成果として、生徒へのアンケートにもある通り科学的なものの見方・考え方がより養われたと感じている生徒が多かった。これは後に述べるSSH指定後入学の本校卒業生に対するアンケートでも同じ結果であり、良い成果が出ていると考えられる。「C テクノロジーの理解」と「D 倫理観と理系キャリアの理解」については生徒へのアンケートでは、SSH指定2年目から20%程度の上昇が見られたものの、全体としては60～75%程度となっている。その中でも理系キャリアの理解に関しては、アンケートの質問事項やそれらの結果から読み取れない部分も含まれていると考えられ、質問内容や評価方法などについては再考する必要がある。

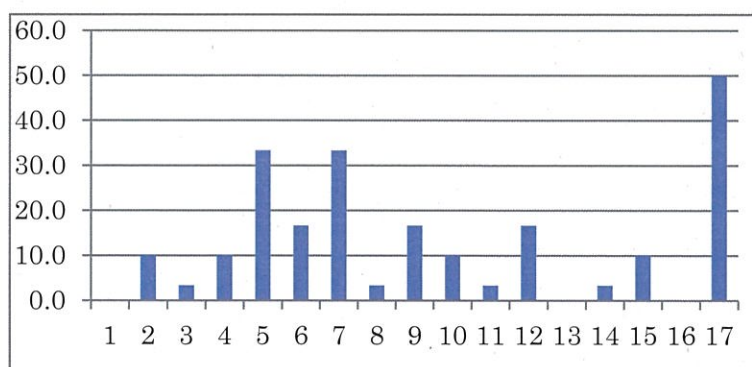
SSH指定1年目と2年目に入学してきた生徒（現大学生）に対してアンケート形式と、それに加えて自由記述式で聞き取り調査を行った（表V-2～4）。まずは本校が設置した学校設定科目ならびに課外活動（表V-1）のうち、どの事業が上記の研究開発課題について効果があったと感じているかを聞いた。

表V-1 本校が設置した学校設定科目ならびに課外活動

1 白神フィールドワーク	2 つくば研修	3 わくわくサイエンス
4 東北大学工学部研修	5 理数科講演会	6 SSH講演会
7 理数科の日	8 SSH国際交流	9 特別課題研究
10 研究発表会（外部）	11 学会（外部）	12 SSH課題研究基礎
13 SSH科学と社会	14 SSH宮城から見る地球	15 SSH情報
16 SSH理数言語活動	17 SSH課題研究	

科学的探究力の向上に関しては、SSH課題研究が50.0%で最も多く、続いて理数科講演会、理数科の日が33.3%と多かった。また、少人数で実施したにも関わらず、SSH講演会や特別課題研究が16.7%と効果的であったことが分かった。（表V-2 1人平均回答数2.2個）

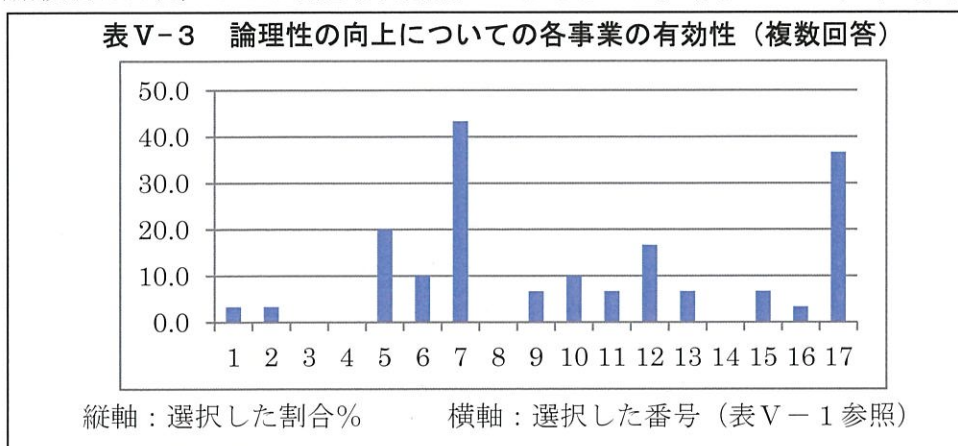
表V-2 科学的探究力の向上についての各事業の有効性（複数回答）



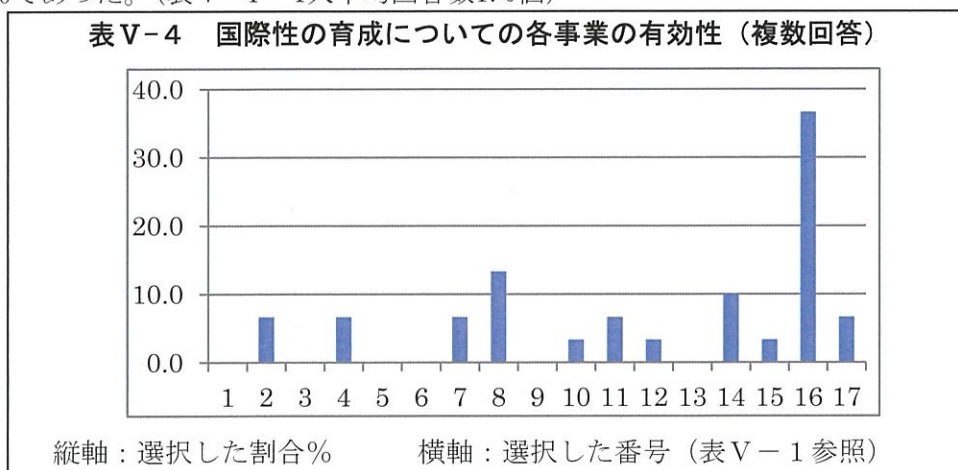
縦軸：選択した割合%

横軸：選択した番号（表V-1参照）

次に論理性の向上については、理数科の日が43.3%と最も多く、続いてSSH課題研究36.7%、理数科講演会20.0%、SSH課題研究基礎16.7%となった。(表V-3 1人平均回答数1.7個)



最後に国際性の育成については、理数言語活動が36.7%で最も多く、続いてSSH国際交流が13.3%であった。(表V-4 1人平均回答数1.0個)



表V-2～V-4の結果より、課題研究を行い理数科の日でプレゼンテーションを行う、または実施することが科学的探究力や論理性の向上につながっていることが分かった。さらに課題研究の内容を英語で表現する内容の含まれる「SSH理数言語活動」が国際性の育成につながっているという回答が多かった。これらのことから「SSH課題研究」を中心として、それらを補強するために設定した「理数科講演会」、「SSH講演会」、「SSH理数言語活動」、「SSH課題研究基礎」については、本校SSHの研究開発課題の中の「科学的探究力」、「論理性」、「国際性」を育成する効果があると考えられる。しかし一方で、3年目に中間評価で指摘を頂いた「国際性」の育成に関する実感の低さというものが表V-4の回答数にも現れている。複数回答が可能なのにも関わらず約1個しか選べないというところに問題点を感じている。中間評価の指摘を受けて前述にあるように台湾師範大学附属高級中学との合同課題研究発表をはじめ、WPI 合同シンポジウム、みやぎサイエンスフェスタや東北地区SSH指定校研究発表会などにおいて英語でプレゼンテーションをするなどの取り組みをさらに加えて実施できた。その結果、理数科1、2年生対象のSSH意識調査においては「国際性の向上について役に立った」という結果が年々増加するようになった。

最後に、本校のSSH事業の中で大学生としての生活や勉強に役に立っている取り組みとして、やはり「理数科の日」66.7%と「SSH課題研究」53.3%が高く、自由記述欄でも「実験結果のデータのまとめ方を要領よくできるようになりました。」や「研究内容について、レポート・スライド等を通してどうすれば人に伝わるか、理解してもらえるかを実践しながら学ぶことができたと思います。」など「測定する・まとめる・伝える」という作業自体が大学の授業や実験の場でも有効であることが明らかになった。一方で「SSH科学と社会」10.0%や「SSH宮城から見る地球」23.3%は、学習してその成果を生かす場に乏しく評価も低くなってしまった。そのため、SSH2期目の申請においては「SSH科学と社会」を「SSH課題研究基礎」に組み入れ、

「SSH宮城から見る地球」を「SSHベーシックサイエンス」に入れることによって、さらに課題研究を強化する発展的変換を行うこととした。

② SSH1期目を踏まえた研究開発重点課題

以下の6点が今後の研究開発重点課題として考えられる。

○ 宮城県内におけるSSH担当者の育成 …… 複数の担当者による学校設定科目の展開は、教材の種類や厚みにも貢献するものである。授業担当者を少しずつ入れ替えながら学校設定科目を展開していくことで、その授業の目的を保ちながら、さらに教材の種類や厚みの深化を行っていくものとする。また、SSH各事業の運営においては、昨年度の主担当者を副担当者として新たな主担当者をおくなど、さまざまな企画を円滑に実施する体制を作るとともに新たなSSH担当者の育成をはかりたい。さらに、本校のみならず本県理数教育の将来を考えた時、SSH業務そのものについて全体を俯瞰できる宮城県の教員を数多く本校で育てておくことが求められる。

○ 地域拠点としての役割 …… コアSSHの指定を受けたことで、地域拠点の役割の多くがコアSSHの守備範囲となったが、今後とも地域の理数系教育中核拠点校として本県全体の理数系教育をいかにリードしていくかが大きな課題である。解決方法として、本校または各地域での理数系教育活動をより活発に行えるように、コアSSH指定3年間で得られた手法や情報を各地域に普及させる取り組みを考えている。もちろん、本校においても各地域で行っている先進的な取り組みを取り入れて仙台地区の理数系教育活動の発展に寄与していく。上に述べた県内の担当者育成も含め、宮城県内連携拠点校の増設と人材の育成、小中高大に産業界も含めた連携などもSSH2期目で解決をはかるべく具体的検討課題としている。

また、宮城県では県の理科教育研究会・高文連理科専門部が主催する生徒理科研究発表会が生徒の理科研究発表の場であった。理科に限定される発表であるため、数学や情報科学は基本的に含まれない。また、専門高校等が行っている生徒の発表会なども普通教科担当者にはなじみが薄い。このような既存の研究組織・発表会などと協力・連携を進めながら「みやぎサイエンスフェスタ」をさらに発展させ、「みやぎサイエンスネットワーク」をも発展させることが必要である。

○ 「SSH・授業づくり研究センター」との連携 …… 生徒の主体性や知的好奇心、考える力を育む授業展開の開発を目的に行われている本校独自のSSH・授業づくり研究センターはSSHの研究開発課題と重なる部分が多く存在する。SSH・授業づくり研究センターの成果をSSHに生かしつつ、密に連携をはかり、さらに全校体制での取り組みとする。特に、授業開発・評価、小中高連携、ICT教育に関して連携をはかることを重視していく。

○ 国際性の育成 …… SSH指定1期目の文部科学省による中間評価において指摘された国際性の育成に関わる領域は本校では実施が特に遅れていた。授業を活用しての取り組みでは、理数科が英語科との連携をさらに深め、教材の開発を工夫する必要がある。今後は、SSH2期目に申請中の学校設定科目である「SSH英語Ⅰ」や「SSH英語Ⅱ」、「SSH理数言語活動」などにおいても、国際性を育成する取り組みを展開していく。また、「SSH課題研究」の指導も英語での発表を考えると、数多くの指導教員が必要になる。その中にあっても外部での発表や研究の質の向上が求められており、効率化した業務の切り分けと分担をはかっていく。

また、東北大学AIMRとの連携や台湾師範大学附属高級中学での海外研修の内容を、複数教科との連携をさらに強化することで、さらに深める必要がある。

○ 高大接続 …… これも中間評価において指摘された事項である。昨年度から実施した東北大学AIMRとの共同研究に加えて、本校「SSH・授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学との評価法、課題研究に関する指導、カリキュラム開発に関する接続を強化した。今後は、SSH2期目に申請中の学校設定科目である「SSHベーシックサイエンス」や「SSH数学Ⅰ」、「SSH数学Ⅱ」、「SSH物理」などの理科科目において、高大接続を行うような取り組みを展開していく予定である。また、宮城県はキャリア教育をさらに広い視野から捉えた「志教育」の実践を進めている。様々な大学との連携を深めていくことによって、さらに広い議論の場を形成できると考える。大学進学が大きな目標となっている本校にとって、単に大学に合格することではなく、入学後さらには大学卒業後も見据えた指導体制が求められている。

○ 事業評価 …… 「成果の検証」の際にも述べたが、事業評価や研究仮説を評価するアンケートの質問事項の中にはそれらの結果が十分に読み取れない部分が含まれており、質問内容や評価方法などについては再考する必要がある。今後は、PISAや国際バカロレア、ルーブリックなどを参考にしながら、アンケートだけに頼らない評価方法の研究開発を全校体制で進める必要があり、「SSH・授業づくり研究センター」と連携し、専門家の意見なども取り入れながら評価について研究開発していくものとする。

(2) 研究開発の方向・成果の普及

○ **指導法の確立** …… これまでの研究の検証を深め、指導方法の体系化を進める。これまで行ってきた学校設定科目の展開、題材の整理・学習内容の再確認を行い、科目としての完成度を高める。また、SSH2期目ではさらに多くの学校設定科目が設定されることからSSHの主仮説を踏まえた研究開発が必要になる。これまでよりも多くの教員が学校設定科目を指導することになり、さらに学校全体での取り組みにしていく。

これはSSHクラブにおいても同様であり、SSH諸活動に関わるノウハウを多くの教員間で共有し、課外活動の円滑な運用ができるようにする。

○ **SSH事業成果の普及** …… 課題研究の成果は、これまで同様さまざまな機会を捉えて発表していくことになるだろう。一方、県内小中高生にも研究発表の機会を提供するとともに、生徒間の科学コミュニケーションの場でもある「みやぎサイエンスフェスタ」は今年度より宮城県教育委員会が主催となったが、今後は地域を拡大し、英語での発表を積極的に取り入れていく方向で検討している。

○ **国際性の育成** …… 28th China Adolescents Science & Technology Innovation Contestのような国際大会への参加、東北大学原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)の海外研究員との英語による共同研究、国立台湾師範大学附属高級中学との英語での合同研究発表会などに積極的に参加し、国際性を育成したい。また、英語によるプレゼンテーション力向上のための方策をさらに研究したい。

授業を通しての国際性の育成も課題である。これまでの学校設定科目「SSH英語」や「SSH理数言語活動」はもとより、SSH2期目に新たに設定する学校設定科目などでも、国際性を意識した教材や授業の展開を研究していくことが課題である。

○ **高大接続の研究と推進** …… 一昨年から実施した東北大学原子分子材料科学高等研究機構との連携に加えて、本校「授業づくり研究センター」において既に連携している宮城教育大学との評価法研究やカリキュラム開発に関する接続を強化したい。大学進学が大きな目標となっている本校にとって、単に大学に合格することではなく、入学後さらには大学卒業後も見据えた指導体制を確立する。また、本校でSSH行事を経験した大学進学者が多数出ているので、大学進学後の状況について調査をする。運営指導委員会を大学関係者との意見交換の場に発展させ、SSHによるカリキュラム開発をどのように大学とつないでいくか議論を深めていきたい。本県はキャリア教育をさらに広い視野から捉えた「志教育」の実践を進めている。様々な大学との連携を深めていくことによって、さらに広い議論の場を形成できると考える。

資料1 平成27年度理数科教育課程表

教科・科目	学年	平成27年度入学生				教科・科目	学年	平成25、26年度入学生					
		1年	2年	3年	計			1年	2年	3年	計		
国語	国語総合	1			1	国語総合	1			1			
	現代文B		2	2	4	現代文B		2	2	4			
	古典B		2	2	4	古典B		2	2	4			
地理歴史	世界史A	2			2	世界史A	2			2			
	世界史B					世界史B							
	日本史A		a2		0,2	日本史A		a2		0,2			
	日本史B					日本史B							
	地理A		a2		0,2	地理A		a2		0,2			
公民	現代社会					現代社会							
数学	数学I					数学I							
	数学II					数学II							
	数学III					数学III							
	数学A					数学A							
	数学B					数学B							
	数学活用					数学活用							
理科	物理基礎					物理基礎							
	物理					物理							
	化学基礎					化学基礎							
	化学					化学							
	生物基礎					生物基礎							
	生物					生物							
	地学基礎					地学基礎							
	地学					地学							
保健体育	体育	3	2	2	7	体育	3	2	2	7			
芸術	音楽I	2			2	音楽I	2			2			
	音楽II					音楽II							
	美術I					美術I							
外国語	英語表現I	2→0				英語表現I	2→0			2→0			
	英語表現II		2→0	2→0		英語表現II		2	2	4			
	コミュニケーション英語I	4			4	コミュニケーション英語I	1			4			
	コミュニケーション英語II		4		4	コミュニケーション英語II		4		4			
家庭	家庭基礎	2→1			2→1	家庭基礎	2→1			2→1			
情報	情報の科学	1	1		2	情報の科学		2→0		2→0			
普通科目計		21→18	18→16	15→13	54	→47	普通科目計		20→17	18→17	16	54	→49
理数	理数数学I	7→0			7→0	理数数学I	6			6			
	理数数学II		1→0	1→0		理数数学II	1	1	5	10			
	理数数学特論		2→0	3→0		理数数学特論		2	3	5			
	理数物理	2→0	b2→0	a5→0	2→0	理数物理	2	b2	b1,c2	4,8			
	理数化学	4→0	5→0	4→0		理数化学		4	4	8			
	理数生物	2→0	b2→0	a5→0	2→0	理数生物	2	b2	b1,c2	4,8			
	理数地学					理数地学							
	課題研究	1→0			1→0	課題研究	1→0			1→0			
	①SSH数学I	7			7	①SSH高城から見る地球		1		1			
	②SSH数学II		6	7	13	②SSH科学と社会	1			1			
	③SSH英語I	2				③SSH英語	2			2			
	④SSH英語II		2	2	4	④SSH理数英語活動		1		1			
	⑤SSHベネシックワイエンス	4			4	⑤SSH情報	1	1		2			
	⑥SSH化学		4	5	9	⑥SSH課題研究基礎	1			1			
	⑦SSH物理		b2	c5	0,7	⑦SSH課題研究		1		1			
⑧SSH生物		b2	c5	0,7									
⑨SSH理数英語活動		1											
⑩SSH課題研究基礎	2			2									
⑪SSH課題研究		1		1									
専門科目計		12→15	12→16	17→19	41	→50	専門科目計		12→16	12→16	17	41	→49
特別活動	ホームルーム	1	1	1	3	特別活動	1	1	1	3			
総合的な学習の時間		1→0	1→0	1	3→1	総合的な学習の時間		1→0	1→0	1	3→1		
合計		34	33→34	31	101→102	合計		34	33→34	31	101→102		
備考	60分授業 aから2単位 bから2単位 cから5単位 d～0は1学校設定科目 1・2年「総合的な学習の時間」、「課題研究」は学校設定科目「SSH課題研究基礎」、「SSH課題研究」で代替。 「家庭基礎」は、その内容の一部を「理数化学」、「理数生物」学校設定科目「SSH情報」で保障。				備考	60分授業 aから2単位 bから6単位 cから2単位 dで選択しなかった科目を選択 年～0は1学校設定科目 1・2年「総合的な学習の時間」、「課題研究」は学校設定科目「SSH課題研究基礎」、「SSH課題研究」で代替。 「情報の科学」は学校設定科目「SSH情報」で代替。 「家庭基礎」は、その内容の一部を「理数化学」、「理数生物」学校設定科目「SSH情報」で保障。 「英語表現I」は学校設定科目「SSH英語」で代替。							

平成27年度普通科教育課程表

教科・科目		入学年度	平成25、26、27年度入学生						
		学年	1年	2年		3年		計	
				文系	理系	文系	理系	文系	理系
国語	国語総合	5					5	5	
	現代文B		3	2	3	3	6	5	
	古典B		3	2	3	2	6	4	
地理歴史	世界史A	2					2	2	
	世界史B		a2		c4		0,6		
	日本史A		a2	b2			0,2	0,2	
	日本史B		a4		e4	e4	0,4,8	0,4	
	地理A		a2	b2				0,2	
	地理B		a4		c4	e4	0,4,8	0,4	
公民	現代社会		2	2				2	
	倫理				c2	e2		0,2	
	政治・経済				e2	e2	0,2	0,2	
数学	数学Ⅰ	3					3	3	
	数学Ⅱ	1	3	3	3		7	4	
	数学Ⅲ			1		4		5	
	数学A	2					2	2	
	数学B		3	2	f2	3	3,5	5	
	数学活用								
理科	物理基礎	2					2	2	
	物理			d2		d4		0,6	
	化学基礎			2				2	
	化学			2		4		6	
	生物基礎	2					2	2	
	生物			d2		d4		0,6	
	地学基礎		2				2		
	地学								
	理科課題研究								
	①生物学研究				2		2		
	②地球科学研究				2		2		
保健体育	体育	3	2	2	2	2	7	7	
	保健	1	1	1			2	2	
芸術	音楽Ⅰ	2					2	2	
	音楽Ⅱ				f2		0,2		
	美術Ⅰ								
外国語	英語表現Ⅰ	2					2	2	
	英語表現Ⅱ		2	2	3	2	5	4	
	コミュニケーション英語Ⅰ	4					4	4	
	コミュニケーション英語Ⅱ		4	4			4	4	
	コミュニケーション英語Ⅲ				4	4	4	4	
家庭	家庭基礎	2					2	2	
情報	情報の科学		2	2			2	2	
	普通科目計	31	31	31	32,30	32	94,92	94	
家庭	子どもの発達と保育				f2		0,2		
	専門科目計	0	0	0	0,2	0	0,2	0	
特別活動	ホームルーム	1	1	1	1	1	3	3	
	総合的な学習の時間	1	1	1	1	1	3	3	
	合計	33	33	33	34	34	100	100	
備考	50分授業 aから4単位(B科目を必ず選択する) 2年世界史B選択者は3年で世界史Bを選択 bから2単位 cから8単位 aで選択したB科目4単位を必ず履修 dから6単位 2年3年同一科目を選択 eから4単位 fから2単位 ①②は学校設定科目								

資料 2

平成 27 年度 仙台第三高等学校スーパーサイエンスハイスクール 第 1 回 運営指導委員会

- 1 日 時 平成 27 年 6 月 15 日 (月) 午後 3 時半から午後 5 時まで
- 2 会 場 宮城県仙台第三高等学校 校長室
- 3 出席者 安藤 晃 (東北大学工学部 教授)
石澤 公明 (宮城教育大学 理事 副学長)
村松 隆 (宮城教育大学 教授)
鈴木 均 (石巻専修大学 教授)
白井 誠之 (岩手大学 教授)
小嶋秀樹 (宮城大学副学長)
徳永幸之 (宮城大学 授業構想学部長 教授)
吉野 隆 (宮城県教育庁高校教育課 課長補佐)
菊田 英孝 (宮城県教育庁高校教育課 主幹)
早川 健次 (宮城県教育庁高校教育課 主任主査)
氏家 仁 (宮城県仙台第三高等学校 校長)
佐藤 純一 (宮城県仙台第三高等学校 教頭)
川上 剛弘 (宮城県仙台第三高等学校 主幹教諭)
西澤 硬 (宮城県仙台第三高等学校 教諭)
阿部 理恵 (宮城県仙台第三高等学校 教諭)
清原 和 (宮城県仙台第三高等学校 教諭)
田中 恵太 (宮城県仙台第三高等学校 教諭)

4 挨拶

教育庁高校教育課課長補佐 吉野 隆

仙台三高は宮城のサイエンスを牽引している。5 月の ISEF での入賞 3 等は明るい話題であった。前年度の申請では経過措置となり、県として運営指導委員の先生方には申し訳なく思っている。次期 SSH についてご意見頂きたいと思っている。

SSH 運営指導委員会委員長 安藤 晃

5 年間の指定が終わり、1 年間の経過措置となった。改めて SSH の位置づけや役割など見直す良いきっかけになるかも知れない。色々な立場からご意見を頂きたい。

5 報告・協議

(1) 平成 27 年度 S S H 事業計画

白井：・三高のステータス維持のための保護者、生徒へのフォローをしっかりと行うべき。

・第 2 期 S S H が万が一落ちても、今まで通りの内容を提供できるような説明を行うことが望ましい。

・第 1 期目の今までの取り組みは正しいので、1 期目のウィークポイントをしっかりと押さえて、それを踏まえて記載することが大切である。

小谷：・SSH や経過措置 1 年で得られたものを残していくことは大切。

・数学と他分野へのリンクを教えてほしい。

⇒A. 西澤：理科分野との関連付けを行った授業展開を実施している。

校長：資料に記載されているのを参照してほしい。

・(解答を受けて) 数学の他領域への関連付けはとて面白いと思う。

(2) 次期 S S H 事業計画 ○：1 期目の再評価, △：生徒のプロセス評価, ▲：申請書の書き方

西澤：・(二期目の概要説明を行う。)

石澤：・課題研究基礎と他教科の知識の連携が甘いのではないか。他教科の知識と結びつけた方が、課題研究基礎における課題設定能力の向上が見られるのではないか。

⇒A. 校長：二期目のカリキュラムではベーシックサイエンスで 4 科目の基礎知識を身に付けるとともに、課題研究基礎の授業で課題設定能力の育成を行う計画である。

白井：○先ほども申しあげたとおり、1 期目のウィークポイントを踏まえた研究開発課題を設

定することが不可欠。

▲門口くんのような成功例を元に文書作成を行うことが望ましい。

村松：△生徒の意欲や主体性のような無形のものを、いかに有形化するのかという手法を明示する必要があるのでは。このままでは第1期目の申請と何も変わらないのではないか？

・また、高大連携の質を変えていく必要がある。現在、求められているのは高大連携ではなく、それを乗り越えた高大合体である。

・課題設定能力をプログラム化するとあるが、具体的に示していくことが必要だ。

小谷：○第1期目のシステム自体の再評価が必要である。それを踏まえての2期目の内容だから。

鈴木：・連携校との体制作りを明確に。サイエンスネットワークの具体的な構築方法がよく分からない。

徳永：・結果を意識し過ぎているように思える。

△プロセスの評価も必要である。どのようなトライ&エラーを繰り返してゴールにたどり着いたのかを評価する必要がある。

小嶋：・課題設定能力の育成、課題解決能力というサイクルが1サイクルしかないように見えるが、このサイクルの小さなもの、つまりミニ実験やゼミのようなものを実施してみてはどうか。

A. 清原：「SSH課題研究基礎」でゼミ形式で実施予定である。トライ&エラーを繰り返す中で課題設定能力を育成したいと考えている。

安藤：▲経過措置の1年間で、さらに議論が深まったという形にしたい。

・経過措置後の再審査は、新規の申請もいるのでさらに険しい道になるだろう。

・アクティブラーニングはアウトプットの場合。インプットの場合があることが大前提である。

平成27年度 仙台第三高等学校スーパーサイエンスハイスクール 第2回 運営指導委員会

宮城県教育委員会

- | | |
|--------|---|
| 1 日時 | 平成28年 2月19日(月) 午後1時半から午後3時まで |
| 2 会場 | 宮城県仙台第三高等学校 校長室 |
| 3 出席者 | 安藤 晃(東北大学工学部 教授)
村松 隆(宮城教育大学 教授)
福田 寛(東北薬科大学 教授)
鈴木 均(石巻専修大学 教授)
白井 誠之(岩手大学 教授)
木村 和彦(宮城教育大学 教授)
菊田 英孝(宮城県教育庁高校教育課 主幹)
早川 健次(宮城県教育庁高校教育課 主任主査)
氏家 仁(宮城県仙台第三高等学校 校長)
佐藤 純一(宮城県仙台第三高等学校 教頭)
川上 剛弘(宮城県仙台第三高等学校 主幹教諭)
西澤 硬(宮城県仙台第三高等学校 教諭)
清原 和(宮城県仙台第三高等学校 教諭)
阿部理恵(宮城県仙台第三高等学校 教諭)
菅原祐介(宮城県仙台第三高等学校 教諭)
田中恵太(宮城県仙台第三高等学校 教諭)
中野 剛(宮城県仙台第三高等学校 教諭) |
| (1) 開会 | 司会 早川 健次 |
| (2) 挨拶 | 宮城県教育庁高校教育課主幹 菊田 英孝
宮城県仙台第三高等学校長 氏家 仁 |

(3) 報告・協議 司会 安藤 晃

白井：卒業生へのアンケート結果を受けて、2期目をどのように計画したのか。

氏家：課題研究をさらに追求していきたい。また、グローバル対応として、グローバルリッシュサイエンスフェスタを企画する。

白井：科学する力と、世界に発信する力を養うという方向性は継続していくわけですね。

福田：SSH言語活動とはどのような内容ですか。

田中：研究成果をパワーポイントやポスターにして発表することをやっています。また、英語によるアブストラクトの作成をしています。

安藤：理数科の成果をどのように普通科に普及していきますか。

氏家：「総合的な学習の時間」で普通科の生徒を対象に課題研究を実施する。理数科の生徒は課題研究を通して、卒業時にはプレゼンテーション力が向上する。普通科の生徒にもそれを期待する。

木村：意欲の伸びを図れないだろうか。

村松：リーダーシップがとれる生徒はどのように育成可能か。

安藤：学業成績が良いからリーダーシップがとれるとは限らない。先輩の姿を見て、サイエンスリーダーが育ってきているのだろう。

鈴木：普通科の文系の生徒にどのような課題研究を行うのか。

安藤：他のSSH校で実施しているところはある。文系は調べ学習になりがち。相手が納得できるだけのデータを蓄積するとか、自分の考えをどう入れ込むかなどの工夫が必要だ。

村松：課題設定能力をどのように評価していきますか。評価の基準はできているのか。これからつくるのか。

中野：課題設定能力はトライアンドエラーを繰り返すこと、スモールステップを積み上げサイクルを繰り返すことを考えている。

白井：自己評価か、教員が評価するのか。

安藤：ループリックは評価項目の設定自体が大切だ。目的に対してどれだけ達成されたかを測る。

安藤：SSH 2期目に指定されないとき、宮城県としてはどうするのか聞きたい。

菊田：JSTのプログラムに仙台三高に参加してもらうことを考えている。このまま終わらせるわけにはいけないので、財源を確保して支援していきたい。

木村：課題設定能力は、深めるだけでなく、横に広げることも必要だ。また、言葉の整理が必要だ。アクティブラーニングが一般とか高次とか、その定義は。

川上：一般は授業を中心とした取組で、高次は放課後の活動や学会に向けた生徒主体の取組である。

白井：リーダーの育成をどのようにするのか。AO入試でもリーダーの資質が問われる。リーダー養成のベクトルを高校と大学が合わせて行くべき。

安藤：AO入試でも学力保証は必要であり、かつ主張できる生徒が望まれる。

資料3

平成27年度 「SSH課題研究」ならびにSSHクラブ・自然科学部における研究題目一覧

領域	研究題
課題研究 数学	大人数でプリンおかわりじゃんけんをしよう ゲームの世界の仕組み
課題研究 物理	音発電の実用化をめざして 滑らない靴を目指して 晴雨予報グラスを用いた大気圧の変化による天気予測 狙った旗の音を出す 使用済みのおむつによる発電を目指して
課題研究 化学	メイラード反応における褐変の抑制 お歯黒のミュータンス菌に対する抗菌効果 金属の抗菌・殺菌作用について フェントン反応による有機物分解の記録
課題研究 生物	カラスの好きなタイプは！？ モノクロのカラーテレビ ヨモギタマバエの分類の再検討 ナマズと地震発生に関連性 細菌に対するヒトデ抽出物の効果の検討
課題研究 地学	液状化現象
課題研究 保体	長縄跳びの回数向上を目指して より遠くに投げるために～二重振り子を応用して～
自然科学部 (物理班)	空気砲による渦輪の応用理論について 宮城県内における空間放射線量について イオンクラフトの推進力向上 圧電素子による発電について 加速計の製作について
自然科学部 (化学班)	コンクリート再固化技術の開発 銅箔の色調変化の研究 金属樹の研究
自然科学部 (生物班)	「どんこ」と発光細菌の共生のしくみに迫る

資料4

平成27年度仙台第三高等学校SSH事業運営組織図

