

②平成 29 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

※以下のすべてについて，【グラフ**】は巻末の「④関係資料」のグラフ番号を表す。

1【基盤教育】 事実を科学的、数学的に捉え、批判的思考ができる能力を培う教育

<研究の仮説>

- ・自然の事物現象を科学的、数学的に考察することができる。
1 学年の学習において、理科や数学の授業を中心に学習内容と実生活との関連づけを行ったり、探究的活動を授業に取り入れることで養うことができる。
- ・様々な情報に対して、客観的事実を元に批判的思考ができる。
学校設定科目や講演会・特別講義などを通して、多くの知識や考え方が身に付き、それをもとに課題研究を行うことで、養うことができる。

- (1) 学校設定科目について（数値データは，ア：以前から興味があった，イ：興味がさらに深まった，ウ：科学のすばらしさを感じ取ることができた，オ：履修できてよかったか，に対する回答のうち，「そう思う」及び「まあまあ思う」の合計）

「SS世界史A」	【グラフ 1】	ア 55.5%，	イ 76.8%，	ウ 21.8%，	オ 81.9%
「SS数学α」	【グラフ 2】	ア 55.9%，	イ 62.7%，	ウ 43.0%，	オ 77.0%
「SS物理α」	【グラフ 3】	ア 45.4%，	イ 58.5%，	ウ 59.9%，	オ 70.2%
「SS生物α」	【グラフ 4】	ア 58.5%，	イ 67.6%，	ウ 64.3%，	オ 75.6%

1 年「SS-α」科目は，どの項目をみても経年変化はあまり見られず，「以前から興味があった」から「興味がさらに深まった」の変容に関しては，どの科目も大小の違いはあるものの，上昇する結果が得られた。

「Science（2年）」【グラフ 5】：ア 44.1%，イ 50.5%，ウ 50.9%，オ 66.1%

「Science（3年）」【グラフ 13】：ア 38.6%，イ 48.5%，ウ 54.0%，オ 62.4%

普通科文系の「Science」では，同一学年の 2 年次からと 3 年次への結果を比較すると，指定初年度の入学生を除いて，1 年後には概ねどの項目も僅かながら上昇する傾向がみられた。初年度は，まだ手探り状態であったものが，生徒の様子を見た上で，その状況に合わせた授業を展開することで，一定の成果が得られたのではないかと考えられる。

- (2) 校外研修活動等について

1 学年全生徒に対してサイエンスツアーを実施した。このツアーは，クラスごとに科学施設等 2 ヶ所で研修をし，事前・事後を通して研修内容をより深く個人研究し，レポートの作成を行った。さらにレポートをもとにしてクラスごとにポスターにまとめた。これら事前学習，研修，事後研究，研究レポート作成，ポスター発表と一連の取組を通して，探究的活動を重視し，ポスターによるプレゼンテーション力の育成まで指導できたことには効果があったと考えられる。（サイエンスツアーについては，クラスごとに研修先が異なることから一概に比較することが難しいため，平成 28 年度よりアンケートは取っていない。）

- (3) 各種講座・講演会等について

最先端科学講演会【グラフ 19】について，ア：以前から興味があったか，イ：興味は深まったか，ウ：科学のすばらしさを感じ取ることができたか，オ：講演を聴くことができてよかったか，の問いに対して，「そう思う」及び「まあまあ思う」の合計が，

ア 65.9%，イ 89.7%，ウ 96.0%，オ 97.8%

という結果となった。京都大学 i P S 細胞研究所の研究員を招いての講演であった。2 学年理数科向けに平成 27 年度から実施している「再生医療教育モデル講座」では，再生医療を理解できる社会的基盤づくりについて茨城大学と連携して研究を行っているが，一般の高校生にも理解できるような教材の開発を主な目的としており，その一環として，今年度はこの講演会のテーマに設定し 1 学年全生徒で考えてもらうこととした。講演後のアンケートでは，当初は，言葉でしか聞いたことのない分野で，あまり興味のない生徒も多かったが，講演を聴くことができてよかったと感じた生徒が 97.8%と，大変効果があったことが分かる。

2【専門教育】活用する力と問題解決能力を育成する教育

<研究の仮説>

- ・思考力・判断力・表現力が身に付く。
横断的な学習活動を行うことで、専門的知識と考え方を有機的に結合し、また、課題研究やその発表会の実施、論文の作成を通して培うことができる。
- ・自ら課題を設定し、問題解決ができる。
「SS課題研究」の探究活動の中で、テーマを深く追究したり、多角的・多面的に捉えることで、培うことができる。

- (1) 学校設定科目等について（数値データは、ウ：科学のすばらしさを感じ取ることができたか、エ：将来を考える参考になったか、オ：履修できてよかったに対する回答のうち、「そう思う」及び「まあまあ思う」の合計）

「SS数学β」【グラフ7】：	ウ 47.5%，	エ 55.0%，	オ 92.5%
「SS物理β」【グラフ8】：	ウ 75.0%，	エ 75.0%，	オ 80.0%
「SS化学（2年）」【グラフ9】：	ウ 85.0%，	エ 75.0%，	オ 97.5%
「SS生物β」【グラフ10】：	ウ 75.0%，	エ 65.0%，	オ 90.0%
「SS課題研究（2年）」【グラフ11】：	ウ 87.5%，	エ 72.5%，	オ 95.0%
「SS数学γ」【グラフ14】：	ウ 61.5%，	エ 53.8%，	オ 97.4%
「SS化学（3年）」【グラフ15】：	ウ 84.6%，	エ 64.1%，	オ 94.9%
「SS課題研究（3年）」【グラフ16】：	ウ 94.9%，	エ 76.9%，	オ 94.9%
「SS物理γ」【グラフ17】：	ウ 93.1%，	エ 79.3%，	オ 93.1%
「SS生物γ」【グラフ18】：	ウ 90.9%，	エ 81.8%，	オ 90.9%

理数科対象の科目ということもあり、これらの科目に対して興味・関心・意欲はもともと高い生徒達であり、いずれも高い評価である（巻末グラフ参照）。理科の各科目および課題研究について「科学のすばらしさを感じ取ることができた」の項目が高い傾向にあり、履修による効果があったと考えることができる。

一方、普通科理系「SS情報」及び理数科「SS数理情報」については、次のようになった。

「SS情報」【グラフ6】：	ウ 28.4%，	エ 41.4%，	オ 51.7%
「SS数理情報」【グラフ12】：	ウ 55.0%，	エ 47.5%，	オ 87.5%

これら2科目において、今年度「SS情報」では、統計分野でのコンピュータシミュレーションを取り入れ、「SS数理情報」では、さらに統計的推定・統計的検定の理論などを取り入れるなどの授業改善を行った結果、評価は改善された。特に理数科では、大きな変化がみられた。

- (2) 課題研究について

理数科においては、「SS課題研究」として総合的な学習の時間と課題研究を融合させた学校設定科目として各学年1単位で実施し、外部向けの発表会（全テーマ対象）を以下のように実施した。

「SS課題研究」発表会（7月24日）【3年全テーマ】

口頭発表：研究のIntroductionを英語で発表。課題研究の内容は日本語で発表。

ポスター発表：県内ALTの協力により、英語で説明した後で質疑応答を英語で実施。

「SS課題研究」中間発表会（1月20日）【2年全テーマ】

口頭発表、ポスター発表ともに日本語でプレゼンテーションを実施。

「SS課題研究」発表会及び中間発表会は、聴衆による評価と生徒による自己評価のどちらも「そう思う」と「まあまあ思う」を合わせると各質問項目とも90%以上で非常に高い評価であった（【グラフ21】、【グラフ22】）。今年度の理数科3年は、課題研究だけでなく、昨年度に実施した「海外研修」や「再生医療教育モデル講座」においても発表の経験を数多くしており、その経験が自己評価にも表れた結果となった。

- (3) その他の取組について

- ・IWP（科学と特許の学際ワークショップ）2017【筑波大学主催】Memorial Award[第2位]（化学部）
- ・全国物理コンテスト「物理チャレンジ2017」、日本生物学オリンピック2017 予選参加
- ・科学の甲子園茨城県大会出場（3チーム出場）
- ・「イノベーションキャンパス in つくば」、「MATHキャンプ」等に参加
- ・理数科決定生徒に対して、「課題研究基礎実験講座」、「ものづくり講座」を実施
- ・小中学生への科学実験指導（コミュニケーター）

3【グローバルリーダー教育】国際性とリーダー性を育成する教育

<研究の仮説>

- ・グローバルなものの見方や考え方が身に付く。
最先端の研究者や大学の研究室での体験で身に付く科学の広がり、海外研修やそのための事前事後の活動を通して身に付く国際性により育成される。
- ・リーダー性が備わる。
各種イベントの企画運営を行うことや同世代・異世代とのコミュニケーションをとる中で備わる。

(1) 国際性の育成等

海外研修として、前年度に実施したグアムで計画を進めていたが、国際情勢の影響により、急遽シンガポールに訪問先を変更しての実施となった。

研修内容として、S.E.A. アクアリウムにおけるイルカの生態に関する研修・体験やニューウォータービジターセンターにおけるリサイクルウォーターに関する研修を取り急ぎ用意することができた。その他、サイエンスセンターにおける展示物の見学・体験やボタニカルパーク（植物園）へ訪問するなど、多くのプログラムを準備することができた。また、グアム大学で実施する予定であった課題研究の概要のプレゼンテーションについては、シンガポール国立大学で受け入れてもらえることとなり何とか実施することができた。準備していたものより規模を縮小せざるを得なかったが、参加生徒にとっては英語圏の学生への課題の説明や説明資料の準備など、いかに自分なりの英語で伝えるか、真剣に考える機会になった。【グラフ 20】から、S.E.A. アクアリウムとニューウォータービジターセンターでの研修では対照的な結果となった。また、英語への興味・関心が高まったかの問いに対し「そう思う」と「まあまあそう思う」の合計が、S.E.A. アクアリウムでは 30.0%、ニューウォータービジターセンターでは 90.0%となった。アクアリウムでは英語による研修の後にイルカと触れ合う体験があったためこちらの面が印象に残り、ニューウォータービジターセンターでは、説明をした人の英語が聞き取りにくく、理解することが難しかったことから環境に応じて同じ英語でも異なるということが理解できたことがこの結果となったのではないかと推測される。

(2) 研究発表会・交流会等への参加

「英語による科学研究発表会」については、【グラフ 24A】、【グラフ 25A】にあるように、2年普通科の生徒もグローバルなものの見方や考え方を身に付けられるように参加させている。以前から興味があったかの問いに対する回答は、そう思う 6.9%、まあまあそう思う 22.3%と期待していた生徒が3割にも満たなかったにも関わらず、「今回の発表会に参加して良かったか」の問いに対する回答が、そう思う 14.4%、まあまあそう思う 43.1%と合わせて6割弱へとおよそ2倍近くに増加した。聴衆の半数が文系の生徒であることを考えると、この意識の変化は英語を通しての自然や科学に対する興味・関心の表れであり、同世代の高校生が行っていることの素晴らしさが伝わったものと思われる。2年理数科、1年理数科決定者は、大半の項目で高評価であった。（【グラフ 24B, 24C】、【グラフ 25B, 25C】）

4【高大連携事業】「再生医療教育モデル講座」

<研究の仮説>

- ①講義、実習及び議論等の通常授業において、iPS細胞や再生医療に関する基礎的知識を身に付け、自分の意見を明確化し伝えられるようになる。
- ②上記①と並行して課題を行うことによって、生徒が主体的に科学的情報の収集を身に付けることができる。
- ③再生医療について、私たちが何をすべきか、未来に向けた新規性を創造することができる。
- ④未来を拓く科学的知見を創造し、世界のさきがけとなる人材を育成することができる。

各講座について、（数値データは、ア：以前から興味があったか、イ：興味は深まったか、ウ：科学のすばらしさを感じ取ることができたか（第9、10回講座のみ「ワールドカフェを理解し、話し合いができたか」）、オ：履修できてよかったか、に対する回答のうち、「そう思う」及び「まあまあ思う」の合計）

第1～3回講座	【グラフ 30】	ア 72.5%、	イ 87.5%、	ウ 92.5%、	オ 95.0%
第4回講座	【グラフ 31】	ア 63.2%、	イ 89.5%、	ウ 57.9%、	オ 100.0%
第5～7回講座	【グラフ 32】	ア 86.1%、	イ 94.4%、	ウ 94.4%、	オ 100.0%
第8回講座	【グラフ 33】	ア 78.9%、	イ 89.5%、	ウ 92.1%、	オ 94.7%
第9、10回講座	【グラフ 34】	ア 78.9%、	イ 97.4%、	ウ 94.7%、	オ 97.4%

第4回講座は、「科学成果を伝え考える」をテーマに質問ゲームとピクチャーゲームを実施したが、以前から興味があったと回答した生徒が 63.2%と講座全体を通して一番低かった。しかし、実際

に講座を受講すると、一転して全員が履修できて良かったと回答している。これは、事前にやることを提示しなかったため、単に何かのゲームを行う程度しか考えておらず、あまり興味がわかなかったが、目的がわかると、決まった質問回数で正解を得るために、如何に効率よく考えなければならぬかが理解でき、全員が大変積極的に取り組んだからだと考えられる。わずか90分という時間で、生徒の変容がこれほどみられることは少なく、大変効果があったことが分かる。

講座全体を通して「再生医療」をテーマとはしているが、医療の技術面を理解することよりも、再生医療の倫理的な面や将来について深く考え、生徒同士のディスカッションや発表を多く行うことを通して、コミュニケーション力やプレゼンテーション力の向上につながったと考えられる。

5 いばらきサイエンスコンソーシアムの取組

現在、茨城県内に7校のSSH校がある（県立日立一高・附属中、県立水戸二高、県立竜ヶ崎一高、県立並木中等教育学校、茗溪学園中学校高等学校、清真学園中学校高等学校、および本校）。本校が科学教育のハブ校となって県内のSSH校の担当者を招集し、各校の課題や成果等を共有し、相互に研究の深化を図ることを目的とした「いばらきサイエンスコンソーシアム」を設置し、運営した。これまでの成果として、平成26、27年度に、課題研究の評価に関する研究を行い、各校で作成したループリック表を持ち寄って協議・検討を進め、汎用性のあるループリックを作成した。今年度は、3月23日（金）に実施の予定である。

② 研究開発の課題

【基盤教育】

(1) 学校設定科目について

1年で履修する「SS- α 」科目について、理科（SS物理 α 、SS生物 α ）に関しては、「科学のすばらしさを感じた」の項目が高い傾向にあり、その他（SS世界史A、SS数学 α ）に関しては、そのような傾向は見られなかった。SS世界史Aでは「科学史」をテーマに理科・数学との関連を持たせる内容で探究活動を進めたが、この活動では科学のすばらしさは感じさせることには至らなかった。また、SS数学 α においても理科の学習の手立てとなるように展開の順序を効果的に変えての実施や、協働活動を取り入れての展開等を行ってきたが、理科には及ばない結果であった。また、2、3年文系の「Science」では、同一学年の2年次からと3年次への結果を比較すると、1年後には概ねどの項目も僅かながら上昇する傾向がみられた。指定初年度は、まだ手探り状態であったためこの傾向はなかったのだが、生徒の様子を見た上で、その状況に合わせた授業を展開することで、一定の成果が得られたのではないかと考えられる。

本校の基盤教育の目標である「自然の事物現象を科学的、数学的に考察することができる」と「様々な情報に対して、客観的事実を元に批判的思考ができる」を達成するためには、科学的な考察ができるよう探究活動をもっと取り入れていく必要がある。単に取り入れるのではなく、SSHが理数科や1学年だけの事業ではなく全校生徒に対しても還元されている事業であることを如何に伝えていくかが、今後の鍵となってくる。今年度で第1期の指定は終了するが、第2期を目指す方向性として、次年度以降は、普通科でも探究活動を取り入れる準備を進めている。

(2) 校外研修活動等について

1年のサイエンスツアーでは、研修先の重複が多かった。過去の行き先を参考に決定しているため、ある程度重なることはやむを得ないのかもしれないが、同じ施設に本校の生徒が殺到すると、研修や見学の点で質が下がってしまうことが予想されるので、施設予約段階から理数部と学年間での連携を十分とって進めていきたい。また、事前学習や事後レポート作成、ポスター作成等の時間確保のため、次年度以降は総合的な学習の時間等で実施する計画である。

最先端科学講演会では、今年度は「再生医療教育モデル講座」でも展開しているiPS細胞の話題を取り上げたが、生徒にとっても良く耳にするが詳しい内容を知らないため、非常に興味を持って聴く姿がみられた。このことから分かるように、講演いただく分野の設定やそれに伴う講演者の決定が最も重要であり、今後も時間をかけて検討を進めていく必要がある。

【専門教育】

(1) 学校設定科目等について（数値データは、ア：以前から興味があったか、イ：興味は深まったか、ウ：科学のすばらしさを感じ取ることができたか、エ：将来を考える参考になったか、オ：履修できてよかったに対する回答のうち、「そう思う」及び「まあまあ思う」の合計）

SS情報	【グラフ6】	ア 34.5%	イ 40.5%	ウ 28.4%	エ 41.4%	オ 51.7%
	(平成28年度)	ア 35.2%	イ 25.8%	ウ 20.8%	エ 28.8%	オ 33.6%

SS数理情報【グラフ12】：ア 47.5%， イ 67.5%， ウ 55.0%， エ 47.5%， オ 87.5%
(平成28年度 ア 35.0%， イ 32.5%， ウ 25.0%， エ 22.5%， オ 30.0%)

専門教育における他の学校設定科目がどの項目に対しても高い評価であった中で、この2科目は平成28年度まではすべての設問に対して極めて低い評価であった。今年度「SS情報」では、統計でコンピュータによるシミュレーションを取り入れたり、「SS数理情報」では、さらに統計的推定・統計的検定の理論（特に『 t 検定』）などを取り入れたりするなどの授業改善を行った結果、評価は改善された。特に理数科では、大きな変化がみられた。将来的には、社会において必要となる統計的手法を文系でも身に付けるために、この科目を履修させることが有効だと考えられるため、文系での履修について今後検討を進めていきたい。

(2) 課題研究のテーマ決定について

課題研究に関しては、1年理数科決定生徒に対して、1月～3月に計8回の基礎実験講座を実施し、物理・化学・生物・地学・数学の各分野について、研究に必要な基礎実験等の技能の習得を図っている。その際、同時に研究テーマの決定に向けて、各講座を担当する教職員と協議をしており、ある程度教職員がテーマを準備した上で、生徒の要望を取り入れ、希望によりテーマ決定という手順で進めてきた。今後は、生徒の主体性を伸ばすため、この基礎実験講座の実施期間である1年1～3月期に、次年度からの研究テーマ決定に向けた生徒同士でのディスカッションの場を設け、十分に時間を取って、担当教員を含めての協議・検討を重ねた上で決定するものとしていきたい。

(3) その他の取組について

具体的目標の「科学オリンピック国内本選出場」に向けて、今年度は2年理数科の生徒を対象に「物理チャレンジ」か「日本生物学オリンピック」のどちらかの予選に出場させることができた。予選を突破できた生徒はいなかったが、意欲的にチャレンジする生徒もいた。次年度からは、「物理チャレンジ」の申込みが有料となるため、普通科までを含めて希望者を募る方向で考えており、全体では「日本生物学オリンピック」に絞って出場することになるか、今後検討を進めていきたい。

【グローバルリーダー教育】

(1) 学校設定科目について

海外研修での発表や英語による科学研究発表会、論文集の作成等、科学英語や英語によるプレゼンテーションの指導の重要性が非常に増したため、平成28年度入学生から理数科3年の外国語に学校設定科目「サイエンスイングリッシュ」を設定した。次年度は、初めての実施となるため、英語科と課題研究を担当する理科および数学科を交えて、教材を選びながら進めていきたい。

(2) 国際性の育成等について

海外研修は、グアムからシンガポールに研修先が変更となったため、今後は研修内容がより充実したものとなるよう、受け入れ先のシンガポール国立大学とも十分な事前打合せを行うことで、双方に無理のないプログラムの準備を進めたい。また、現地高校生との交流では、現在の実施時期ではシンガポール市内の高校が試験日と重なるため、マレーシアに移動しての交流を行った。今後は、できるだけ移動距離の少ないシンガポール市内で交流が行えるよう旅行業者と詰めていきたい。

(3) 研究発表会・交流会等への参加について

英語による高校生科学研究発表会は、参加校が8校(H27)→11校(H28)→12校(H29)と順調に増えており、生徒による運営で盛んに開催することができた。事後アンケートでは、「口頭発表にも質疑応答を取り入れてみてはどうか」や「せっかくのよい発表会なので、もっと一般の方にも聴いてもらえるようにPRするべきでは」などの貴重な意見が参加者から寄せられた。これらのことを踏まえ、今後もより良い発表会となるよう検討を進めていきたい。

【高大連携事業】

「再生医療教育モデル講座」について

「国民が高度で専門的なiPS細胞を用いた再生医療を理解できる社会的基盤を作る」ために新しい再生医療を理解し迎えるためのモデル教育として、茨城大学との連携により3年間実施してきた本講座は、生徒に対して大変良い効果が出てきている。次年度以降も、内容の精選に努めることでより良いものとなるよう、茨城大学と連絡を密に取りながら進めていきたい。また、大きな目的の一つは、「一般校にも通用するカリキュラム開発」である。そこで次年度以降は、まず校内で対象を普通科に拡大させることを考え、1年の総合的な学習の時間で取り組めるよう準備を進めていきたい。