

②平成 28 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

① 研究開発の成果

1. 研究 1 中高一貫教育を活かした理数教育のカリキュラム開発と教材・指導方法の実践的研究
(1) 大学や研究機関等との連携を通じた理数教育カリキュラム開発の研究 (出前講義)

図 1 のアンケート結果より、5 年次 (理系) 生物の出前講義について、設問①～④のいずれも平均回答値がとて高い数値を示した。5 年次 (理系) 生物は選択で 24 名が受講している。いずれも生物の学習について意識が高く、これは、生徒が既知内容を確認でき、最新の研究内容を知ることによって生徒の興味・関心がさらに高まり、教員や生徒が求める内容が講義されたためであると考えられる。また、事前に授業担当者と出前講師が「現在の学習内容について、どのレベルまで学習していて、出前講義では単元の理解を深めるために、どの部分の内容を深く説明する必要があるのか」など綿密な打ち合わせを行ったためと考える。

一方、3 年次理科の出前講義は、3 年次生徒 159 名全員が大教室で一堂に会し、映像を主体とした講義であった。また大学の研究室で行われている内容の一部が含まれているなど、普段の授業内容を遥かに超えた発展的な学習となったため、講義内容について生徒は難しいと感じ、生徒の満足度が低くなってしまったと考える。設問③から、内容を理解するのが難しかった生徒が多数見られるが、設問②より、興味・関心が高まった、少し高まったとする生徒が 2 割以上いることがわかる。生徒によっては、かなり刺激を受けた講義だったと考えられる。設問④からも、大学での研究の一端を感じることができたとする生徒が 4 割程度いることから、実施する意義のある講義であったと考えられる。事前の十分な打合せだけでなく、当日の学習シートを作ったり、講義内容の振り返りの時間を取ったりするなどの改善案が考えられる。

(2) 教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の研究

昨年度より「現象を多面的・総合的に捉え思考する能力の育成」を目的に、教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の研究開発を行っている。昨年度は、理科と他教科・他科目のクロスカリキュラム授業を開発してきたが、その成果から、今年度は文系教科についても開発を試みた。開発授業は、生徒アンケートや授業者アンケートから、効果の検証を行った。

i. クロスカリキュラム授業 (5 年次理系化学基礎と物理)

5 年次理系化学基礎の「化学反応の速さと活性化エネルギー」の単元の授業に、物理担当教諭が T 2 として参加し、化学担当教諭との T T 授業を行った。「マクスウェル・ボルツマンの分布曲線 (分子のエネルギーと分子数の割合を表した曲線)」を、5 年次物理「運動とエネルギー」で学習した『運動量保存の法則、エントロピー』の考え方をを用いて説明した。

生徒アンケートの自由記述では、「化学と物理の考え方、両方を使うことでマクスウェル・ボルツマン曲線の疑問を理解でき、楽しかった。」「化学と物理を絡めて考えることで、化学の知識だけでは理解し難いものも、理解しやすくなった。」「化学だけで片付かないところを、物理でも理解してみるの面白かった。」「前の授業であまりよく理解できなかった部分が理解できるようになって良かった。」などという意見が多数寄せられた。

ii. クロスカリキュラム授業 (5 年次理系数学Ⅲと物理)

5 年次理系数学Ⅲの 2 次曲線「放射線・楕円・双曲線」の単元の授業に、物理担当教諭が T 2 として参加し、数学教諭とともに T T 授業を行った。楕円が用いられている物理の事例 (惑星の運動・楕円ビリヤード)、放物線が用いられている物理の事例 (パラボラアンテナ)、双曲線が用いられている物理の事例 (波の干渉シミュレーション) について説明し、理解を深めた。

生徒アンケートの自由記述から「物理の説明で、日常の中での数学や物理のつながりを知ることができた。」「数学と物理は関係が深いということは前から感じていたが、今回の授業でより実感をもつことができた。」「数学の力を伸ばすために、物理も頑張ろうと思った。」「物理の事例から、理系分野の日常での活躍の場を改めて理解することができた。」などの意見があった。

iii. クロスカリキュラム授業 (3 年次英語と社会)

3 年次英語のリーディングの単元「きみはヒロシマを見たか」の授業で、社会科担当教諭が T 2 として参加し、英語教諭とともに T T 授業を行った。英語科教諭がアメリカサイドからの視点で、トルーマン大統領、トルーマン大統領の孫、現職大統領として広島を訪れたオバマ大統領、森重昭氏の 4 人の読み物資料を読み解く。歴史的背景を踏まえながら社会科教諭が日本側の視点で説明するクロスカリキュラムを組むことによって、広島が原爆投下地として選定された理由を多面的に捉

るとともに、核兵器の恐ろしさや広島が抱える思いや願いについて気づかせていった。そこから、広島平和研修に向かう意義を考えさせ、学校行事としての平和研修を成功へと導いた。

生徒アンケートの自由記述では、「英文レポートや社会の説明から、次の次代を担う私たちにも語り継ぐ責任があると強く思った。」「社会の先生から、世界で唯一の被爆国として、私たちには世界に平和を発信する責任があるとと言われて、英語を頑張ろうと思った。」「アメリカ人も原爆投下に対して様々な責任を感じていることを知って驚いた。」「英語と社会科のつながりを感じた。またこういう授業をしてほしい。」などという意見が寄せられた。

(3) 中高一貫教育を活かした理数教育の教材・指導法の実践的研究(アクティブ・ラーニング)

昨年度より「能動的な学習者の育成」を目指して、全校体制でアクティブ・ラーニングの研究開発を行っている。アクティブ・ラーニングの実践には、教職員の授業開発に対する意識が大変重要となる。図5の「アクティブ・ラーニングの授業に対する教職員意識アンケート」では、①～⑤からアクティブ・ラーニングを授業に取り入れることは、生徒のためになるという実感し、日頃からアクティブ・ラーニングを授業に取り入れることはできないが、積極的に取り入れよう意識している教職員が多くいることがわかる。また⑥から研修のための「ちょっと見週間」による教職員間での相互研修も有効であり、今後さらなるアクティブ・ラーニングを授業に取り入れる教職員が増えることが期待できる。⑦の「生徒が主体的に学習する姿勢が見られるようになったと思う。」と答えた割合が少ないように見られるが、アクティブ・ラーニングを取り入れてから3年間で、すでに「主体的な学習者」になっている生徒もいると実感している教職員もおり、アクティブ・ラーニングを取り入れることは効果的な指導法であることがわかる。

本年度も50回を超えるアクティブ・ラーニングの授業公開を実施したが、その中でも本年度から新たに試みた授業形態について、成果を検証する。

i. 他学年合同授業(4年次2年次数学)

授業形式を以下に示す。前時までに2年次は課題を解く。4年次生と2年次生がペアになり、解けなかった問題を参考に、基本的内容から発展的内容を4年次生が先生役を行い、2年次生へ教授する。最後に関係する問題を全員で解き、80字で本時の授業のまとめを書く。授業後、生徒にアンケートを行い、まとめで記述した80字とアンケートで評価を行った。

アンケート結果を図6に示す。2年次生にとって、同じ学習をしてきた先輩に教えてもらうことで課題に対しより意欲的に取り組むことができている。4年次生は2年次生と比べるとアンケートでは消極的であったが、まとめの80字の記述では、「理解していると思っていたが、不十分だった。」や「2年次生に教えることで復習することができた」など生徒が自分の学習を振り返る機会になった。また、「教える事の難しさ」に触れている内容も多く、学習内容の理解度を認識する場ともなった。また、5年次生と3年次生の間でも、理科(物理分野)で実施し、同様の結果が得られた。

今年度初めて試みた他学年合同授業だが、2年次生にも効果的であったが、4年次生にも学習内容の理解度を把握する意味でも効果的な授業形態であると考え。今後は文系教科にも拡大し、この授業形態をより効果的なものにするために研究開発を行う必要がある。

(4) ICTの活用について

i. 数学におけるICTを活用した授業実践について

「ICTを活用したアクティブ・ラーニングによる確かな学力の育成」の成果の検証の1つとして、以下の問題を用いて実証を行った。

タブレット端末を用いなかった内容である(2)①に関しては、ICTを活用したクラスと、そうでないクラスとの得点差はほとんどなかったが、今回タブレット端末を用いた実践を行った内容の問題である(2)②に関しては、ICTを活用したクラスの方が、得点率が高かった。また、(2)③のような、タブレット端末を用いた実践を応用した問題を解くこともできた。

ICTを活用することによって、視覚的、動的に数値の変化をとらえることが可能となり、式や値が表す数学的な意味を理解することが可能となった。特に今回のような関数の単元では、変数の変化による値の変化が見えることに加え、タブレット端末で生徒が自由に数値を変えられること(試行の繰り返し)で生徒の興味が高まり、それに伴って問題に対する理解も深まり、学力の向上につながったと考える。関数以外の単元でも、変数を動的に変化させることで、円と直線の位置関係や平均変化率、ベクトルなどの内容では高い効果を得ることができると考えられる。

ii. 生徒のICTを活用した授業に関する意識調査

意識調査の数値について、平成28年7月と平成29年1月の2回、生徒600名(2～5年次生)に対し、ICT授業等に関する意識調査を実施した。

結果として、全体的に肯定的な変容がうかがわれる。7月の段階でもすでにかなり肯定的な意見が多かったが、1月の時点ではさらにその肯定度が増加していることから、「楽しく学習する生徒」、「学習したことをもっと調べてみたいと思う生徒」、「必要な情報や新しい考えを見つけられる生徒」が増えるといった成果が得られたと考える。

iii. 学校でのタブレット端末の活用について

一定期間特定のクラスを対象に生徒一人に一台のタブレット端末を貸与し、ICTを用いた教育活動がどの程度効果的であるかについて調査したアンケート結果を以下に示す。

生徒に実施したアンケート結果によると、事前では「大変有効である」と「有効である」を合わせて7割であったが、事後においては9割弱と増加し、「有効でない」と答える生徒はいなくなった（設問①②）。また、事前では「遊んでしまう」などといった否定的な見解を述べる生徒も見られたが、事後では肯定的な答えが目立った。さらに、「有効である」と答えた生徒の具体的な回答には、「クラス内での連絡がスムーズにいった」「授業中にわからないことがあった時にすぐ調べられる」「他の人の意見を見ることができる」などの回答が目立った。

また、本校では通常、授業の際にタブレット端末を貸し出す形での使用で、個人の所有とはなっていないのだが、今回長時間個人が端末を保持し使用したことによって、操作などに関するスキルも高まったことがうかがえる（設問③）。

同様に、教員に対してのアンケート結果からもその有効性をうかがうことができた（設問④）。自由記述欄からは、「教員による生徒の学習活動の把握や生徒の解答や意見の共有に効果がある」などの他に「まず、教員が使いこなせるかが不安である」や「さまざまなトラブルを想定して対応できる用意がまだ無い」などの慎重な意見も見受けられた。

今後はこれらの問題点を解決する形で更なる研究を進めていきたいと考えている。

（5）SSH授業研究会によるカリキュラム開発の成果の普及

今年度の本校SSHカリキュラム研究開発の成果を他校へ普及するために、「SSH授業研究会」を実施した。茨城県ではアクティブ・ラーニングやクロスカリキュラム授業など、新しい学びのスタイルを取り入れようとしている学校が増えてきている。アクティブ・ラーニングに関する講演会などは増えているが、公開授業で実際に教員の指導法や生徒の反応を見ることができる機会は大変少ない。そこで、23件の公開授業が参観できる今回のSSH授業研究会は茨城県内の教育関係者に大きな注目を集め、当日は87名の教職員、学校関係者が参加し大盛況となった。

図9のアンケート結果では、①～③の結果より、アクティブ・ラーニング、ICT活用授業、クロスカリキュラム授業とも授業の質として高い評価を得ることができ、④より他校の教職員から見て自分の授業の参考になる公開授業だったことがわかる。また、平成27年度より肯定的な評価が増加していることから、本校のカリキュラム開発が前進していることが確認できた。自由記述では「アクティブ・ラーニングの授業ではグループワークやディベートなど様々なスタイルの授業を参観することができ、とても参考になった。」、「アクティブ・ラーニングでは、本校でも取り入れるアイデアがたくさんあったので、ぜひ自分の授業でも取り入れたい。」、「当日の配布資料に、各授業の指導のポイントを記した学習指導案が掲載されていて大変参考になった。学校の他の教員にも紹介して活用したい。」、「アクティブ・ラーニングやクロスカリキュラムの授業を生で見たことが初めてだったので、先生と生徒のやりとりやグループワークの様子など生徒の反応が見られてとても参考になった。」、「アクティブ・ラーニング講演会の中で紹介されたR80という手法はとても参考になった。授業で実践したい。」、「このような公開授業はとても貴重なので、来年度もぜひ実施してほしい。」という意見が寄せられ、本校カリキュラム開発の今年度の成果を他校の教育関係者に普及することができたと考える。

また、本校教職員アンケートの自由記述より、「他校の先生に公開するというので、準備は大変だったが、アクティブ・ラーニングの新しい指導法を開発することができ、良い機会となった」、「職員室内で他教科の先生とアクティブ・ラーニングやクロスカリキュラム授業などの情報交換をする機会が増えて大成功だった」、「今回は2回目だったので、昨年度より授業準備がスムーズにいった。」、「公開授業は本校教職員の研修も兼ねているので、他の先生の授業を参観することができとても参考になった。」という意見が多く寄せられ、SSH授業研究会が、学校全体で新しい学びのスタイルを開発しようという雰囲気をつくるきっかけになったと教職員からも高い評価を受けた。SSH授業研究会は他校への成果の普及の面でも、本校のカリキュラム開発推進の面でも効果的な取組であることが明らかになった。

（6）課題探究に関するカリキュラム開発の研究

図10は平成26年6月から28年6月まで（SSH事業3年目から5年目）の生徒の意識変容について、1～6年次の全生徒を対象としてアンケート調査した結果を示したものである。本校では課題探究で養成したい力を「自ら課題を見つける力とその課題解決のために必要な論理的思考力・手法・表現力」と定め、1～5年次まで、ステップアップしながらこの力を要請する課題研究プログラムを組み、実施してきた。以下のアンケートからその成果を検証する。

設問①より、自分の興味ある分野や疑問点について自ら調べる姿勢が育まれていることがわかる。設問③は、他の生徒の発表を聞いて自分の中での問題意識を見つめ、批判的な思考をする習慣が養成されていることを示している。この2つの問いは、問題を発見し解決していくプロセスに不可欠

な部分であり、かつ養成が難しい部分でもある。このアンケートが1～6年次生までの全校生徒のデータであることを考えると、この2項目について数値が上がっていることは、課題研究のプログラムが強く影響している見ることができ、その成果が十分に上がっていることを示している。

設問②はプレゼンテーションの機会が多い本校ならではの成果である。前期生においては1年次（ミニレポート）、2年次（ミニ研究）、3年次（グループ研究）と、年次により異なる形態で課題研究を実施し、いずれの年次においてもクラス発表、保護者会発表、年次集会での優秀作品発表を行っている。また、4年次「課題探究Ⅰ」、5年次「課題探究Ⅱ」の授業においても、構想発表会、中間発表会を経て、下級生が全員参観する校内発表会へとつながる。全年次を通して本人が発表する機会が多いだけでなく、友人や先輩の発表を聞く機会が多いことが②の結果につながっていると言える。

設問④は、課題研究のプログラムだけではなく、各教科の生徒主体の授業が大いに影響していると考えられる。どの教科においてもアクティブ・ラーニングを取り入れ、生徒同士の話し合い及び学び合いが活発に行われている。国語のディベート、英語の会話フォーラムやディベート、社会や理科のグループ学習、数学の教え合い等が毎日の授業で頻繁に行われている。その結果、話し合いを通して論理的思考力・手法・表現力も養成されてきている。以上の分析から1～5年次までの課題研究のプログラムは、有効に機能していると考えられる。

今後の課題としては、前期におけるそれぞれの年次の研究や、4、5年次で実施している「課題探究」における研究の質の向上があげられる。そのためには、さらに様々な方策を検討していくことが求められている。使いやすいテキストの作成、各年次の必要性に応じた講演会や職員の研修等の実施を計画していきたい。

2. 研究2 理数系への興味・関心を高める取組

(1) トップサイエンスツアー

それぞれの学年においてトップサイエンスツアー実施後に事後指導として、生徒たちは感想文やレポートをまとめている。以下が生徒たちの感想である。これらの内容から、生徒たちがトップサイエンスツアーを通して身近な自然環境への興味関心を高め、環境・エネルギー問題についての理解が深まったと考えられる。これは理科の履修単元である「植物の生活とその種類」「電流とその利用」「化学変化とイオン」「運動とエネルギー」「生命のつながり、自然界のつながり」について、生徒たちが実際に体験し見学することで深く理解したと考えることができる。

これらの結果から、4年間にわたる系統的なプログラムであるトップサイエンスツアーを通して、生徒たち一人ひとりが、環境問題を自分自身の問題と捉え、豊かな自然に対する価値についての認識を高めることができたのではないかと考える。現在の環境問題の危機的状況に直面し、限りあるエネルギーの有効活用等について、自分たちは今何ができるのか、考えを深めることなどにより問題解決能力も育むことができた。

(2) SSH講演会, SSH講座, SSHサイエンスカフェ

i. SSH講演会

1～6年次の全校生徒が参加したSSH講演会「宇宙の仕事～宇宙飛行士とそれを支える人々～」の実施後に全生徒にアンケート調査を行った。その結果、1～6年次まで年次による差は見られなかったため、全ての年次を総合してアンケート結果を分析した。

今回の講演会は宇宙飛行士インストラクターの岡部明海先生による、宇宙開発を支えるさまざまな分野の仕事や、宇宙飛行士が選抜されて訓練する様子などの内容だったが、図11の①、③の結果より、今まで知らなかった宇宙に関係する仕事や宇宙開発の新たな一面を知り、興味・関心が大きく高まったことがわかる。また、⑥の結果より、多くの生徒がこのような講演会の実施を期待しており、生徒の理数系への興味・関心を喚起する一助となっていることが検証された。また、自由記述には、6年次生から「文系でも宇宙に関係する仕事に関われることを知り、将来の選択が広がった。」とあったり、保護者から「文系への配慮もあり、よかったですと思います。文・理問わず、仕事や生き方という点で今回のような講演会は意味があると思います。準備などおつかれさまでした。」といった具体的に進路選択への影響の記述も多かった。

ii. SSH講座

講座参加者に行ったアンケート結果より、大多数の生徒が受講した講座を通して、その分野の興味・関心が増加したことがわかる。これらは希望参加型の講座であったため、講座内容を吸収しようという高い意識を持った生徒が参加していることにも起因するが、その意欲的な生徒たちが十分満足を得られるような発展的な講座内容を企画できたことの表れであるともいえる。

PowerPointによるビジュアルデザイン講座は、デザインのプロである筑波大学芸術系准教授の田中佐代子先生を招いて昨年度から実施している講座である。この講座は、本校の後期生が行っている学校設定科目「課題探究Ⅰ」、「課題探究Ⅱ」や前期生のミニ研究のプレゼンテーションに関わ

る内容であり、募集してすぐに定員に達し、保護者の参加も多い人気の講座である。PowerPoint のスライドを提示しながら、用いるフォントの大きさや種類、配色などのポイントを具体的に学び、色覚異常の観点からスライドなどの作成にもユニバーサルデザインの考え方を取り入れる大切さを学んだ。さらに、PowerPoint を用いて図を描くことができる新たな一面を知ったことで、今後にかかそうとする記述が多かった。他にも、Java プログラミング講座の感想の記述にも、「プログラミングを学ぶよききっかけになった。」や「今回の講座をきっかけに、本格的にプログラミングを学んでみたいと思った。」とあったり、参加した保護者から「今後も今回のようなコンピュータ関連の講座を開いて頂きたいと思います。」とあったりした。これらのことから本講座が生徒の興味・関心を高めたのはもちろん、生徒の研究への姿勢に影響もあることがうかがえる。

iii. SSHサイエンスカフェ

講座参加者に行ったアンケート結果より、大多数の生徒が参加した講座を通して、その分野の興味・関心が増加したことがわかる。SSHサイエンスカフェは20名程度の少人数制をとり、お茶を飲みながらアットホームな雰囲気の中で研究者と語り、科学への興味・関心を高めることを目的としている。前半の1時間を講師の講義、後半の1時間を質疑応答の時間にあてており、質疑応答の時間を多く取っている。4回のサイエンスカフェとも生徒からの質問が1時間途切れることなく続き、大変盛り上がった。研究者と近い距離で多くの時間をかけて質疑応答することにより、研究者の存在を身近に感じ、日頃持っている科学への疑問を解決することができた。特に研究の話だけではなく講師の先生の生き方や考え方に深い感銘を受ける生徒も多く、このような機会を得たことは、科学への興味・関心を高めるとともに、将来の進路選択に大きな影響を与える取組となったと予想される。

(3) 国際性及びプレゼンテーションスキルを育成するSSHサイエンスレクチャー

SSHサイエンスレクチャーは、ベルリッツからネイティブスピーカーの講師を招き、英語でのプレゼンテーションスキルの向上を目指すためにオールイングリッシュで行う講座で生徒は食物連鎖・火山・天文学・植物の植生などの科学的テーマを題材に英語で「シンプル」で「効果的な」プレゼン力を養成した。

今回の講座はミニプレゼン、プレゼン、グループ活動のプレゼンなどプレゼン活動が中心となるので、必然的に数多くのプレゼンを繰り返した。そのプレゼン活動の際に講師の先生から、「アイコンタクト」「ボリューム（声量）」「ポスチャー（姿勢）」の3つのプレゼンポイントを何度もアドバイスを受けることで、英語でのプレゼンや英語でコミュニケーションを取ることに慣れ、レクチャーの数多くの場面で、積極的に英語で話しかけたり、英語でプレゼンをする生徒の姿が印象的であった。

講座に関する受講生徒のアンケート結果より、「英語でのプレゼンに対する興味・関心や理解度」、「プレゼンテーションのスキルや技術の向上」という点において、講座に参加した生徒（16名）が「英語でのプレゼンテーションスキルが向上した」と回答している。興味の変容に関しては、「英語で科学的な内容を深く学びたくなり、全体的に興味や意欲が増した。（6名）」「英語でコミュニケーションをとり、意見を伝えることの楽しさがあった。（4名）」という意見が多かった。その他「自分から動かない限り価値のある学びはできないということがわかり、積極的に努力するようになった。」「意識が高くハイレベルな仲間と授業が受けられたために自分も追いつこうとして努力した」など、生徒の英語でのコミュニケーション力やプレゼンに対する意識や意欲が向上したことがわかる意見も見られた。また、この講座を通じて「英語で自分の意見を述べ、プレゼンする楽しさ」を生徒が感じることができていることがわかった。また、これらのアンケート結果よりこの講座によって「生徒の英語やプレゼンに対する意欲が向上し、科学と英語のつながりを意識し、国際性の育成につながったこと」が検証できた。

また、「プレゼンのスキルや技術の向上」に関する質問においても、やはり全員の生徒が向上したと回答している。スキルや技術の変容に関しては、「プレゼンにおいて意識すべき点が明確になり、プレゼンテーションスキルを身に付けることができた。（6名）」「アイコンタクト、ボリューム、姿勢などが大切だということを学んだ。（3名）」「自発的に英語を学ぶ姿勢が身に付いた。ポジティブに英語を学ぶことの大切さを学んだ。（3名）」「英語のプレゼンが楽しくなった。（2名）」「学校の授業と違い自分から能動的に学ぶ姿勢の大切さがわかった。（2名）」という意見が多かった。その他「プレゼンの技術は日本語の時でも役立つと思った。」「講師が一人一人に的確なアドバイスをくれて技術が向上した。」「講師の先生が一人一人の目を見てしっかり話していたのが印象的だった。」「みんなの発表が刺激になった。」「このプレゼンテーションスキルは将来役に立つ。」など、本講座によりプレゼンテーションスキルに対しての意識が高まり、プレゼンテーションスキルを向上させるという目標も達成できたことがわかった。

3. 研究3 自己組織化・進化する学習集団の構築

(1) 自主ゼミ「化学ゼミ」

図 15 のアンケート結果①～③より、参加生徒たちは化学ゼミに有用性を見出し、満足度の高い活動になっていることがわかる。④や自由記述意見より、「人数がちょうど良く、講師の先輩とも年齢が近いので、分からない所を質問しやすい。」「講師の先輩が化学をどのように勉強しているかについて教えてもらったので、とても参考になった。」という意見が寄せられ、上級生が下級生に授業を行い生徒同士で学び合う化学ゼミのスタイルが十分に機能していることが考察できる。講師役の生徒が 10 月に 5 年次生に交替したが、今度で 5 代目の講師となる。最初にティーチングアシスタントを務め、化学ゼミのねらいや教えることの難しさを十分理解した上で、講師に昇格するという仕組みが確立され、年々講師の教え方が上達している。このことはアンケートの②、③の化学の理解が深まり、化学が好きになった生徒が平成 26 年度より増加したことからも推測できる。

講師役、ティーチングアシスタントの生徒にインタビュー調査を行ったところ、「人に教えるためには自分の頭の中できちんと理解し整理できていないといけなことが分かった。自分の弱点となる単元を知ることができた。」「化学ゼミの前にたくさん予習をしたので、自分の勉強になった。」「化学を勉強しはじめたころの初心を思い出すことができ、さらに深く化学を勉強したいと思った。」などの返答があり、教えることにより、より深く、知識を整理しながら学習する意識が生まれ、生きた学力が身に付ききっかけとなっていることが分かった。

(2) 自主ゼミ「数学ゼミ」

数学に興味・関心の高い 1～3 年次の生徒 35 名が参加して学習会を行っている。このゼミでは、教科書の内容を先取りするのではなく、数の偶奇性などの規則性や、割り算を発展させた合同式と数の性質、対称性から図形を読み解くなど、数や図形をいろいろな角度から取り上げることを目的としている。課題解決は自己解決だけでなく、異なる年次生も含むグループ解決、全体解決を行っている。

図 16 のアンケート結果①、③より、生徒たちは数学ゼミの活動を楽しんでおり、数学に対する興味・関心が前回に比べて向上したことがわかる。また、自由記述の欄には「難しかったが、とても楽しかった。」や「また参加したい。」「生徒同士で教え合う形式がよかった。」など肯定的な意見が多く、数学に対して意欲的であると考えられる。また、数学ゼミの参加者から日本ジュニア数学オリンピックに挑戦する生徒も出てきている。

(3) 自主ゼミ「医学ゼミ」

「医学ゼミ」を通じた生徒の変容をアンケートの結果から考察する。

アンケート結果から、医学ゼミに参加した生徒の中でその活動が有意義であったと感じる生徒の割合は年々増加しており、その理解度も高まっていることがうかがえる(①～③)。同様に、活動を通じて医学に関する興味・関心が増したり、将来に役立つと感じたりしている生徒の割合も高まっている(④、⑤)。これらは継続して参加している生徒の存在や、医学ゼミという活動の認知が生徒間に広まり、より意識の高い生徒が参加を希望しているということに拠るものと推測される。

自由記述欄からは、「二次の面接や小論文で役に立ちそうな知識を幅広く知ることができていいと思う。活動はとても有意義だと感じている。」や「普段聞けない研究者の方の話を聴くことができたり、ディスカッションで医療の現状を知ることができたりして、より将来の願望が強まって頑張ろうと思えた。」などの肯定的な意見が多く見られる一方で、「活動頻度の少なさ」や「企画のマンネリ化」も挙げられており、生徒だけで活動することの限界も垣間見られている。活動頻度に関してはリーダーとなる生徒の力量に依存する部分が大きいと推測される。現在本校で推進している縦割りの活動などを通じて、リーダーシップをとれる生徒の育成が必要だと感じられた。また、生徒が入手できる情報には限りがあるなど制約も多いことから、対外的な企画を計画することは難しく、マンネリ化に関してはある程度想定範囲内であった。ゼミを運営して行くにあたり、教員の側からの情報提供や適度な助言が必要であろう。

しかし、昨年度同様に今後も継続して活動していきたいと考える生徒が多く存在しており、上記のアンケート結果を踏まえた上で、今後も学習集団として進化するよう支援していきたい。

(4) 科学研究部での取組

同じ研究分野のグループ毎に、定期的にミーティングを行ったことにより、それぞれの研究に対する意見交換が活発に行われ、先輩から後輩へのアドバイスや他の研究から自分の研究のヒントを得るなど互いに刺激し合う活動が多く見られた。部員全体で積極的に研究に取り組む姿勢が、今年度の科学研究部の好結果をもたらした。「平成 27 年度茨城県高文連自然科学部研究発表会」で最優秀賞を獲得した 6 年次生が茨城県代表として「平成 28 年度全国高等学校総合文化祭広島大会」に出場した。また、「平成 28 年度茨城県高文連自然科学部研究発表会」において、5 年次生が地学部門で最優秀賞(1 位)を受賞し、次年度の「全国高等学校総合文化祭宮城大会自然科学部門」の口頭発表(地学部門)の部に、茨城県代表となった。また、4 年次生が物理部門で優秀賞(2 位)、化学部門で奨励賞(3 位)を受賞した。一昨年に ISEF に参加した生徒が部内で報告会や相談会を開

催し、世界大会に参加して学んだ研究に対する心構えやプレゼンテーションの方法などを後輩たちに熱く語ったことで、後輩が大きな刺激を受ける場面もあった。全国や世界規模の大会で活躍する後期課程生を間近で見て、先輩から研究に対する姿勢や取組など多くのものを学んでいる。

後期課程生の活躍から多くのものを学び、今年度は前期課程生の活躍も目立った。「平成28年度 科学研究作品展」ではつくば市展、茨城県南展、茨城県展と多くの生徒が入賞した。特に、3年次生の2名は「平成28年度 科学研究作品展茨城県展」において茨城県知事賞（1位）、茨城県教育長賞（3位）を受賞し、第60回日本学生科学賞全国展に出展した。その内1点が中央審査に進み、優秀賞を受賞した。

表16に示すように、前期課程生・後期課程生とも多くの賞を受賞し、1～6年次が同じ部活内で学び合う自立的な学習集団の構築の成果が表れてきているといえる。

4. 保護者・教員の変容

平成27年2月と平成28年2月、および平成29年1月実施のアンケート結果から、SSHに関する保護者と教員の変容を分析する。

(1) 保護者の変容について

調査回答数は、平成27年は391名、平成28年は460名、平成29年は612名がアンケートの回答に協力していただいた。年々、本校のSSH事業が保護者へ浸透していることがうかがえる。

平成24年度にSSHの指定を受けて5年が経過する。その間、本校のSSH事業への取組が地域等へ少しずつ浸透していき、このことが結果として本校理解の一助となっていることが、設問⑤からうかがえる。また、設問⑩～⑭より、SSH事業への生徒の意欲の高まりや学力の向上などといった、学校として好ましい変化が生じていると考えている保護者が多いことがわかった。これらことから、科学に興味を持った意欲ある生徒が益々本校を志願するという正のフィードバックが生じていると、設問⑨からうかがうことができる。そして、大多数の保護者が今後もSSHを継続してほしいと願っていることが設問⑧から読み取れる。

(2) 教員の変容について

本校の非常勤講師を除く全教員65名を対象に、SSHに関する項目についての変容を調査した。

図19の設問②から、SSH事業への取組により、本校の教育活動がより活発に動いていると考える教員が増加していることがわかる。設問③から、教員のSSHに対する意識が少しずつではあるが、肯定的に変化していることがうかがえる。設問④から、SSHの取組が本校におけるカリキュラム開発や教材・指導法の開発に役に立っていると考えられる教員が増えていることがわかる。中教審の審議内容等から、これまでの指導法等が見直されているので、SSHの取組が日本の教育の流れと呼応して動いていることが示唆される。

また、設問⑭、⑮から、SSH事業に意欲的に取り組んでいるとする教員の数が増えており、教員のSSHに対する意識の変化が読み取れる。さらに、設問⑰、⑱からICT活用やアクティブ・ラーニングといった新たな教材・指導法の開発にも積極的に取り組む数が増えていることがわかる。このことが、設問⑬の学校全体としての取組へとつながっており、そのようなSSH事業の恩恵を認識した現在、学校全体として2期目の指定を強く望んでいることが設問⑨からうかがえる。

図20の設問⑳から、本校の課題研究活動は学校全体の取組として機能していると考えられる教員が多くを占めていることがわかる。また設問㉔から、様々なSSH事業を通して、生徒の伝える力などが向上していると感じている教員が多数存在し、生徒のプレゼンテーションスキルの醸成に役立っていると考えられる。また、設問㉖、㉗から、教員のSSH事業への理解が年々進んでいること、そして設問㉘、㉙からは、SSH事業における教員の負担が年々改善され、組織としてSSH事業を行っていると考えられる教員が増えていることがわかる。特に今年度はSSH通信などによる広報活動を重要課題として位置づけているが、設問㉚からは、このような広報活動の改善が図られていると教員は感じており、設問㉛のように、SSH事業への参加などの活動によって得られた成果を全校生徒へフィードバックすることにより、学習の動機付けや学力の向上に寄与していると考えられる教員が多くいることがわかる。

② 研究開発の課題

中間評価以降、理数系教育のカリキュラム開発および教材・指導法の研究を中心に、SSH研究開発を実施してきた。SSHの指定5年間を総括し、問題点や課題を挙げる。

1. 中高一貫教育を活かした理科のカリキュラム開発の研究

理科では、平成27年度から年次進行でSSHに関する学校設定科目を開設している。これに伴い、発展学習の一つとして出前講義を実施している。この出前講義を継続的に実施するために、隣の大学や研究機関との協力体制を構築し、生徒の理科に対する興味・関心を高めるとともに、より多面的な見方ができるようにするために、講師とともに出前講義の内容の充実を図りたい。また、

授業内容の体系化を図り、出前講義以外にも発展的な内容を随所に盛り込むことが可能か、検討していきたい。

2. 中高一貫教育を活かした数学のカリキュラム開発の研究

数学では、既に6年間を通したカリキュラムが設計されており、実践されている。その中に、発展的な学習としての出前講義を組み込み、理科と同様、数学の興味・関心を高め、より多面的な見方ができるようにするために、講師とともに出前講義の内容の充実を図りたい。また、学校設定科目「数理科学A」、「数理科学B」における理科とのクロスカリキュラム開発、体育や実技科目とのクロスカリキュラム授業を検討し、生徒により多面的な見方ができるように支援していきたい。

3. 教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の研究

これまでも教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の開発をしてきたが、科目の担当者に頼る部分が非常に大きく、他の教員への普及があまり進んでいない状況にある。そこで、アクティブ・ラーニングやICT活用授業と同様、クロスカリキュラムの授業実践を公開し、クロスカリキュラムのイメージを教員間で共有できるようにし、多面的な見方を生徒に伝えられるよう、開発に力を入れる必要があると考える。

4. 中高一貫教育を活かした理数教育の教材・指導法の実践的研究

アクティブ・ラーニングやICTを活用した授業実践、教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業をこれまで実践してきた。アクティブ・ラーニングについては、全教員が授業実践をすることができるようになった。しかし、ICTを活用した授業については、タブレット端末の台数が限られており、教員自身のICT活用技術にも差が見られることから、全教員が実施することが難しい。そのため、教員のICT活用技術の向上、タブレット端末保有台数の増加により、さらにICT活用が推進できるよう、検討していきたい。クロスカリキュラム授業については、一部の教員しか実施できていない。生徒の多面的な見方を育む上では、授業において複数の教員が見方を示すことが大切であると考え。そのため、様々なクロスカリキュラム授業についてさらに検討を重ねる必要があると考える。

さらに、今年度は数学と理科（物理分野）において、後期課程生である上級生が前期課程生である下級生を教える他学年合同授業を実施することができた。下級生は上級生から個々に質問し、学習を進めることができた。上級生は下級生に教えることで、問題の解法だけではなく、問題の背景、周辺知識との関係など、様々な内容を授業前に準備することで復習する機会となっただけでなく、相手への伝えることの難しさも経験する機会となった。2つの年次の授業進度等の調整が必要なため、実施するまでの調整が難しいことがわかったが、生徒への効果が大きいので、この学習方法をさらに展開できるよう、検討を重ねていきたい。

5. 中高一貫教育を活かした課題研究のカリキュラム開発および評価について

本校の課題研究は現在、1年次から始まり、5年次で終了するようになってきている。そこで、これを6年次まで延長し、より深い研究が可能なのか検討を重ねたい。また、研究の評価について、基本的には発表会における教員の評価、発表者自身の評価、参観者の評価のみとなっており、途中経過については評価することが難しい。そこで、普段の研究の様子等についてデジタル機器を活用して記録し、後の機会に検討できるようにするためにデジタルポートフォリオについての検討を進めていきたい。

研究の内容に関して、本校では理系の研究だけでなく文系の研究も実施している。学校設定科目「科学研究方法概論」で研究に必要な内容を学習してはいるが、テーマ設定能力、研究をデザインする能力などを一層育み、さらに研究を進展させる取組が必要であると考え。そのために、全教員がテーマ設定能力、研究をデザインする能力などについて研鑽を深める研修会の実施などについて、様々な角度から検討を重ねていきたい。

6. 生徒たちの理数系への興味・関心を高め、持続する取組に関する研究

平成24年のSSH指定以降、いち早く取り組んできた研究であり、非常に効果が高い事業であった。しかし、その多くは希望者対象のため、興味・関心がある生徒をさらに高める取組であり、興味・関心の低い生徒は参加していない。そのため、全生徒に対して興味・関心を高める取組として、平素の授業における出前講義等を活用することで、全生徒の興味・関心を高める取組にしていきたいと考える。

7. 自己組織化・進化する学習集団の構築に関する研究

化学ゼミ、数学ゼミ、医学ゼミといった自主ゼミにより、異学年での学習集団の構築が進んできた。そしてこの学習集団への支援方法について色々と検討することができた。この自主ゼミについては今後も継続していきたい。

科学研究部の活動についても、異学年グループを組織することで、上級生が下級生に自分の研究経験を伝え、互いに学び合う学習集団が構築され、大きな研究成果をあげることができた。これについても、今後も継続していきたい。