

## ②平成 27 年度スーパーサイエンスハイスクール研究開発の成果と課題

## ① 研究開発の成果

## 1. 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のカリキュラム開発の研究（理科出前講義）

図 2 1 のアンケート①, ②の結果より, 3 年次理科と 5 年次生物の出前講義について「その単元に対する興味・関心が高まった」「専門的な講義を聴いて, 単元の理解が深まった」という回答がとても高い数字を示した。これは, 事前に授業担当者と出前講師が「現在はどのような内容を, 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してほしい」という打ち合わせを綿密に行い, 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。逆に, 生徒の満足度の低かった講義は, 十分に事前の打ち合わせが行われていなかったことが原因の一つであると考えられる。今年度の経験より, 大学や研究機関等の講師と連携する場合は, その取り組みのねらいや現在の生徒の学習状況などを綿密に打ち合わせることが, 取り組みを効果的にする要因であると考えられる。

## (2) 教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の研究

図 2 2 のアンケート結果①~③と自由記述より, クロスカリキュラム授業によって, 生徒たちは教科間や科目間のつながりを意識することができ, 授業に取り組む意欲が向上したことが分かる。例えば化学と物理は同じ現象を化学的切り口で考えるか物理的切り口で考えるかの違いで, 根本の部分では密接に関連していることを理解するきっかけとなったことが分かる。また, 遺伝の単元では数学の確率の考え方が理科でどのように活用することができるのかを知り, 食品添加物の授業では化学が日常生活に密接に関わっていることを実感することができた。このような体験から, アンケートの④より, クロスカリキュラム授業の効果を多くの生徒が肯定的に捉える結果となった。クロスカリキュラム授業は, 現象を多面的・総合的に捉えられる生徒を育てるために効果的な取り組みであることが分かった。

授業担当者のアンケートの自由記述では, 「他の教科の先生と授業の話をするのは今までなかったので, 自分の授業の幅を広げるとも良い機会となった。」「授業をやってみて, 生徒たちの反応がとても良かった。これからの時代は, 広い視野を持った人材の育成が大切で, 教科・科目横断型の授業の必要性をさらに感じた。」などというクロスカリキュラム授業に肯定的な意見が多く寄せられた。しかし, 「一人で行う授業とは違って, 複数教員で行う授業は授業のねらいや進行を綿密に打ち合わせしておかないと, 授業のストーリーをうまくまとめられず, 生徒にクロスカリキュラム授業の意義を伝えられないと思った。」という意見もあり, クロスカリキュラム授業は教員にとっても難易度の高い指導法であることも分かった。また, 現象を多面的・総合的に捉えられる生徒を育てるためには, 単発ではなく, 継続的な授業実施が必要であるとも感じた。

## (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）

図 2 3 のアンケート①, ②の結果より, 教員の一方的な講義形式の授業ではなく, 活動を伴う授業形式のため, 意欲的に授業に取り組んだ生徒の割合が高いことが分かる。これらの授業は, 主体的な活動により自然と授業の単元の理解を深めるねらいがあり, 理解の深まった生徒の割合も高くなっている。③より, 生徒にとってもアクティブラーニングの意義を肯定的にとらえる回答が多く, 主体的な学習者の育成にとって効果的な指導法であることが分かる。

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欲が大変重要となるが, 「SSH 教職員アンケート結果」(図 2 0) ⑱の「自分はアクティブラーニングに意欲的に取り組んでいる」の結果が昨年度より大幅に向上したことより, アクティブラーニングの意義やねらいを教職員が理解し, 教育効果に大きく期待している表れだと考える。これは, 今年度アクティブラーニングの教職員研修会を実施し, 国語・数学・社会・理科・英語の全授業担当者が 1 年間に 1 回以上, 校内でアクティブラーニング授業を公開し, 教職員間で相互研修を積極的に実施した成果と考える。

## (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（ICT 活用授業）

図 2 4 のアンケート結果①, ②や自由記述「授業を聞き流すのではなく, 全員が参加する授業になる」「その場で自分の回答をチェックしてもらえて良い」「他の人が間違いやすい問題が分かった」より, 座学授業や実験・観察授業にロイロノートスクールを使うことにより, 教員からの一方向ではなく, 生徒がアウトプットする双方向のアクティブラーニングが実践されるため, 授業に対する集中

力や意欲が増し、生徒の授業理解度が高まることが分かった。また④、⑦より、自分の回答や考察が一覧表示されることにより、授業により主体的に取り組む状況も生まれ、思考力や問題解決力が高まることも明らかになった。⑤、⑥より、ICT活用能力やプレゼンテーション能力も高まることから、ICT活用授業は様々な力が育成される効果的な指導法であることが分かった。また③より、ICT活用授業に生徒は肯定的で、来年度以降も積極的にICT活用授業を開発していきたい。

#### (5) SSH授業研究会によるカリキュラム開発の成果の普及

図25のアンケート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分かる。自由記述では「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では、本校でも取り組め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」、「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点で、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」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り組みであることが明らかになった。

#### (6) 課題研究に関するカリキュラム開発の研究

図26のアンケート①、②の結果より、「先行研究を調べるために必要な文献調査能力や論文の書き方」といった研究を行い、研究をまとめるために重要なスキルが大きく身に付いたことが分かる。また、③、④の結果より、「身近な現象を科学的に捉え課題を見つけ、考察する力」、「課題解決能力や論理的に研究を構築する力」も育成されていることが分かる。本校では課題研究により育てたい力を「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年次から5年次までステップアップしながら「課題研究」を実施しているが、本校の課題研究の取り組みにより確実に育てたい力を伸ばさせることができていると考察できる。

これは、「SSH教職員アンケート結果」(図20)⑱の「課題探究は生徒の課題探究力を育むことにつながっている」の結果が向上し、教職員の目から見ても、本校の課題研究の取り組みが生徒の課題探究力を育成できていると実感できていることから実証できる。また、教職員アンケートの㉔の結果が向上したことから、本校課題研究の成果が得られている理由は、「課題探究が学校全体の取り組みとなっている」ことに起因すると考えられる。本校の課題研究の大きな特徴は、4・5年次の全生徒(各年次160名)が1人1テーマを持ち、研究を行っている点と2～3名ずつの教員を25のゼミに分かれて配属し、各教職員の専門性を生かして全教職員でゼミ指導を行っている点である。また、運営上の工夫点として、本校独自のテキスト「課題研究ハンドブック」を作成し、教職員及び生徒に配布し、教職員対象に年4回「課題探究指導者研修講座」を実施し、研究論文の書き方や統計処理の方法等を研修し、教職員が一貫性を持って課題探究を指導できる体制を確立している。今年度は「課題探究」を学校設定科目化して教育課程内に位置づけ、評定成績をつけることにより、課題探究により育てたい力の教職員間での共通認識がさらに進んだ。また、課題研究の指導法を職員室内で情報交換する場面が大幅に増加し、教職員が一体となって課題探究に取り組む雰囲気が熟成されつつあり、これらの要因が本校課題研究の成果につながっていると考えられる。

## 2. 生徒たちの理数系への興味・関心を高め、持続する取り組みに関する研究

アンケート結果より、4年間の系統的なプログラムであるトップサイエンスツアーは、ESDの視点に立った環境問題の興味・関心を高める効果的な取り組みであることが分かった。また、SSH講演会、SSH講座、SSHサイエンスカフェは最先端で専門的な外部講師の講座を受けることにより、その分野に対する興味・関心が大きく向上することが分かった。SSHサイエンスレクチャーは科学と英語とのつながりに興味・関心が高まり、国際性の育成につながることが明らかになった。

### 3. 自己組織化・進化する学習集団の構築に関する研究

アンケート結果より、「化学ゼミ」、「数学ゼミ」とも、参加生徒たちは活動に有用性を見出し、満足度の高い活動になっていることが分かる。また、上級生が下級生に授業を行い生徒同士で学び合う自主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。講師役の生徒のインタビュー調査より、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。「医学ゼミ」のアンケート結果より、昨年度にも増して医学ゼミに参加した大半の生徒が、その活動が有意義であったと感じており、その理解度も高い。活動を通じて医学に関する興味・関心が増すとともに、医学ゼミで身に付けた知識や力が将来に役立つと感じている。今年度は新たな自主ゼミ「天文学ゼミ」、「1・2年次生のための化学ゼミ」を開設したいという講師役の生徒が現れ、自己組織化・進化する学習集団の構築が確実に進んでいることが実証された。科学研究部においては、研究テーマの異なる部員からなる5つのグループが、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例年以上に活発に行われ、他の研究から自分の研究のヒントを得るなど相互作用が多く見られた。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。6年次生が日本代表として「平成27年度 国際学生科学技術フェア (Intel ISEF2015)」に出場し、アメリカ園芸学会賞3等を受賞した。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得られた。

### 4. 保護者・教職員の変容について

今年度は本校SSH事業を紹介したSSH通信を本校ホームページに掲載したり、学校公開日にSSH紹介コーナーを作り、SSH事業の紹介や課題探究ポスターを掲示するなど、保護者や地域の方々へのSSH事業の普及に取り組んだ。その結果、「SSH保護者アンケート結果」(図19)⑤より、本校のSSH事業の取り組みが地域等へ浸透し、本校理解の一助となっていることが伺える。また、⑨～⑪より、「課題探究の学校設定科目化」や「理科出前授業」、「クロスカリキュラム授業」等のSSHカリキュラム開発や「iPad やアクセスポイントの設置などICT環境の整備」等が保護者からの評価を受け、SSH事業を実施した結果、学校にとって好ましい変化が生まれているという回答を多くもらった。生徒の意欲の高まりなどの学校にとっての好ましい変化が起こった結果、科学に興味・関心の高い生徒がますます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。そのため、保護者としても今後もSSH事業をぜひ継続してもらいたいという機運が一層高まっていることが⑧から読み取れる。

一方で、⑩より分かるように、SSH行事に対する保護者の参加が昨年度よりも減少している。これは、今年度カリキュラム開発に力を入れたために、SSH講座など参加希望型の講座数を精選して実施したことに起因すると考えられる。保護者の更なる理解を得るために保護者のSSH行事への参加はとても大切な事項であるため、来年度はそのバランスを探りながら計画していきたい。

教職員の変容に関しては、昨年度の中間評価や運営指導委員会での指摘より、「カリキュラム開発と教材・指導法の研究」が本年度の最重要課題であり、4月にSSHに関する職員会議を開き、前年度の取り組みと成果を確認し、今年度の指針(新学校設定科目の申請や理科出前授業、クロスカリキュラム授業の実践などカリキュラム開発とアクティブラーニング・ICT活用授業など教材・指導法の開発)を明確化させた。また、毎月SSH通信を配布し、取り組みの進行状況や成果を共通理解できるように工夫した。「SSH教職員アンケート結果」(図20)②～④の結果から、それらが年度当初の計画通り、順調に研究・開発が進められていることが読み取れる。

今年度はアクティブラーニングの教職員研修会を開催し、「アクティブラーニングとは何か」、「アクティブラーニングによりどのような生徒を育てるのか」を教職員間で共通理解をする機会を設けた。また、国語・数学・社会・理科・英語の全授業担当者が1年間に1回以上、校内でアクティブラーニング授業を公開することを決定した。「授業ちょっと見週間」という自由にお互いの授業を参観できる期間を毎月1週間設定し、この期間中にアクティブラーニングの公開授業も実施し、教職員間で相互研修をする機会とした。ICT機器の活用についても(株)Loiloの担当者を本校に招き、教職員対象に複数回研修会を実施した。⑰、⑱の結果より、アクティブラーニングやICT活用という教材・指導法開発の意識が大きく向上したことが分かる。

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、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を計17件公開した。公開授業は国語・数学・社会・理科・英語・家庭科の教員の協力を得て実施することができ、受付や全体会運営等に多くの教員の協力を得た。本年度のSSHのカリキュラム開発の取り組みの総決算として、学校全体で取り組む行事とすることができた。SSH授業研究会は100名を超える参加者が集まり、大きな成果を収めることができたが、この成功が教職員全体の一体感を増大させ、SSH事業の意義や教育効果を教職員全体が共通理解するきっかけとなった。⑲「SSH事業は学校全体の取り組みとして、

教職員のバックアップのもとで機能している」の結果が大幅にアップしたことからも、SSH事業が本校全体の取り組みとなってきていることが分かる。

課題探究においては、⑳からも分かるように、引き続き学校全体として取り組めており、年度を重ねる毎に体系化されているが、一方で課題の設定やその課題をどのような方法で探究するかといった課題探究力の育成をどのように行うかが今後の課題である (19)。

## ② 研究開発の課題

今年度は理数系教育のカリキュラム開発を中心に、SSH研究開発を実施した。今年度に浮かび上がった課題を改善しながら、来年度は理数系教育のカリキュラム開発をさらに推進していく。

### (1) 理科における新学校設定科目の開設

来年度より、SS物理基礎、SS生物基礎 $\alpha$ 、SS化学基礎の新学校設定科目が開設される。理科における前期課程と後期課程の指導内容の系統化により生み出された時間的な余裕を利用して、「大学や研究機関等と連携した単元の理解を深める発展的な内容の出前講義」、「他教科・科目との横断的なクロスカリキュラム授業」、「アクティブラーニング（ICT活用を含む）」を発展的な学習として計画的に実施する。

### (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

今年度、理科におけるカリキュラム開発が大幅に前進した。来年度は数学においても、前期課程の数学の指導内容を再確認し、後期課程との系統的でスムーズなカリキュラムの再編成を行いたい。その指導内容の系統化により生み出された時間的な余裕を利用して、「大学や研究機関等と連携した単元の理解を深める発展的な内容の数学出前講義」を1～6年次の数学において体系的に実施したい。

### (3) 教科・科目横断型のクロスカリキュラム授業の研究

今年度は理科の科目間、理科と他教科とのクロスカリキュラム授業を中心に実施したが、来年度は様々な教科間のクロスカリキュラム授業を実施したい。また、今年度は特定の単元に限定した単発のクロスカリキュラム授業がほとんどであったが、来年度は継続的なクロスカリキュラム授業の開発をしていきたい。例えば化学と物理ではクロスカリキュラムを通して、概念形成の変容を図りたい。具体的には、物理は物質をかたまりとして(=g単位で)考えるのを得意としており、化学は物質を粒子の集まりとして(=mol単位で)考えるのを得意としている。化学の反応熱・エネルギーの単元指導に「熱力学(物理の考え方)」を導入し、物質のふるまいを物理的に捉える力を身に付けさせる。物理においては「粒子概念(化学的な考え方)」の形成を図り、物質のふるまいを化学的に捉える力を身に付けさせる。「クーロン力」を物理、化学の両面からとらえ、物理と化学をつなぐ概念として、重点的に学習することにより、物理と化学は別物ではなく、根本的な部分で密接なつながりがある科目であるという認識を育成したい。

### (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)

今年度は学校全体の取り組みとして、アクティブラーニングによる教材・指導法の開発に取り組んだが、来年度は開発した教材・指導法をマニュアル化することにより、他の教員でも取り組める教材・指導法に昇華させていきたい。そして、一部の教員だけでなく、アクティブラーニングをさらに学校全体の取り組みとして強化していきたい。また、ICTを活用したアクティブラーニングにおいても、機器の使い方の研修を継続的に実施し、さらに多くの教員に実践できる取り組みに強化していきたい。

### (5) 研究成果の普及

今年度は課題研究における本校研究開発の成果を他校に普及するために、本校の取り組みをまとめた「課題研究報告書」冊子を作成した。来年度はクロスカリキュラム授業やアクティブラーニング、ICT活用授業の学習指導案を本校ホームページに掲載し、研究開発成果を普及していきたい。また、理科出前講義の講師依頼や運営方法をマニュアル化したものを本校ホームページに掲載し、研究開発の成果を普及していきたい。