

②平成 30 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) ラボ活動によって研究者としての資質を育てる教育課程の研究開発

＜スーパーサイエンスラボ I II III＞

平成 28 年度入学生（現 3 年生）の「スーパーサイエンスラボ I～III」（以下 SSL I～SSL III）については、生徒が 3 年間で「科学的に考え、課題を見つけ、研究計画を自らデザインしていく力」を身に付けるため、SSL I において、1 年の前半はロジカルサイエンスにより論理的思考力を育成した。SSL I と連動させるために、1 年次の「理数化学」と「理数生物」において、実験実習を多く取り入れ、課題研究に必要な基礎的な手法を学ばせた。また、情報・統計分野の内容の再検討、コンピュータ実習の充実と実験ノート利用開始時期の前倒し等を行った。さらに、記録することの重要性を意識付けるため、後半の基礎実験実習開始時期から実験ノートを使用させた。2 年次より「課題・仮説に基づいた実験計画」をたて、年度当初より課題探究に着手した。全 33 グループが 2 年次 11 月に府内ポスター発表会（第 2 回京都サイエンスフェスタ）・3 年次校内口頭発表会（嵯峨野サイエンスフェア）を通して、プレゼンテーション能力を育成した。特に、3 年次校内口頭発表会は SSL 活動の集大成という意味合いも有り、さらに、校内選考により 4 グループが 6 月に府内口頭発表会（第 1 回サイエンスフェスタ）に於いて研究成果を発表した。また、3 年生全員が課題研究の研究報告書を作成した。生徒アンケートの結果、達成できたという自己評価の割合が高かったものは、「研究活動や検討方法の立案に積極的に参加している」「他の意見を理解して討議することができる」などで、すでに 2 年次で多くの生徒が達成できていたものである。2 年次よりも 3 年次において達成度が大きく伸びた項目は「考察に独創性がある（2 倍）」「文献を読んで理解できる（1.8 倍）」「論理性のある説明ができる（1.8 倍）」などで、より高度な活動ができ、科学的思考が身についたと感じている生徒が多かった。一方、「打ち合わせの内容や得られたデータを必ず記録している」は 2 年次よりも 3 年次で達成度が下がったが、慣れてきたことで、“これは必要のない情報だ”と独自に判断した内容を記録せずに済ませてしまうようになったのであろうと考えられるので、生徒に対して記録することの重要性を繰り返し指導する必要がある。また、「自分の考えを相手に伝えることができる」も 2 年次よりも 3 年次で達成度が下がったが、これは、2 年次では不十分だと気づけなかったことに、理解が進んだことで気がついたとポジティブに評価できると考えられた。

平成 29 年度および平成 30 年度入学生（現 2 年生および現 1 年生）においては、3 年間を通しておこなう探究活動の基礎となる知識や技能を早期に身につけさせることを目的としたカリキュラムに変更し、SSL との連携を図った。1 年次の「理数理科（7 単位）」では、物理、化学、生物、地学の 4 分野すべてを、各分野のつながりを意識しながら学習させることで、自然科学を体系的に理解させるように努めた。また、「サイエンス英語 I・II（各 1 単位）」では科学に関する事項を英語で表現できる能力を身につけることを目的とした。さらに、従来の「情報教育」は教科「情報の科学」に変更し、データ処理やモデル化、プログラミングを学んだ。平成 29 年度入学生については、1 学期はテーマの詳細検討・修正に取り組みせ、1 学期末にはラボ群毎に中間報告会を行うことで、各研究チームの進捗状況を把握するとともにテーマの方向性修正を行い、生徒と教員による評価を試みた。「研究課題の設定」「先行研究の検討」「検討方法への評価」「考察の論理性」「発表」の各項目について評価させたが、生徒による評価と教員による評価に開きがあった。どのグループにおいても自己評価や教員評価よりも、視聴生徒の評価が高く、特に他者の研究を肯定的

に評価する傾向が見られた。これは、他を思いやる美德として、また円滑なコミュニケーションを図る営みとして、人として好ましい態度ではあるが、他者の研究を正確に読み取り、理解する科学的な目ができていないのではないかという危惧は否めない。今後のラボ活動を通して身につけさせていかななくてはならない課題である。2学期はさらに研究を続け、11月には「第2回京都サイエンスフェスタ」において全員がポスター発表を行った。SSLⅡに関して、様々な項目について自己評価させた。その結果、積極的に取り組んではいるが、データ処理能力が不足しているということを生徒たち自身も自覚していると考えられた。教員による評価の結果、生徒自身の自己評価よりも教員の評価が低い場合が多く、生徒自身はできたつもりになっているという傾向が見られる。生徒の自主性に任せて自由度を高くすることで興味関心・意欲を高め、のびのびと研究に取り組ませることが将来の飛躍につながるのか、もしくは教員が生徒の研究を管理し丁寧に指導することで、詳しい知識や高い技能を身につけさせることの方が実践能力を高め、より将来につながるのか今後比較検討する必要がある。平成29年度入学生（現1年生）のSSLⅠの基礎実験実習では、物理・化学・生物分野の基本的な事象を扱う実験を行った。また、地学分野は、教科「理数理科」の授業内で実験技能を習得させた。さらに、ラボ群体験実習は、生徒の所属希望調査を行い、3種類のラボ群（第1希望、第2希望、第3希望）に所属させ、ラボ群の特徴や必要な実験技術、テーマ設定上の注意点等を学んだ。その後、まず各自の興味・関心のある科学事象をラボノートに整理させ、課題と実験計画をラボ群（数学・物理・化学・生物・校有林調査・生活科学）の担当教員が見てコメントを与え、再度整理させた後、希望する分野ごとに大きなグループに分けた。その中で似たような興味を持つ生徒でグループを作らせ、さらに課題と実験計画を検討させた。各ラボ群の担当教員と直接相談する機会を設け、そのアドバイスを受け、各グループで再度、テーマの設定と実験計画の作成を行わせた。SSLⅠのカリキュラムについて、生徒の活動状況や生徒アンケートの結果等を踏まえるとおおむね有効であったと考えられた一方で、平成29年度のアンケート結果と比較すると、肯定的な回答の割合が減少した項目が目立つ。現段階では、この原因は不明である。引き続き実践を継続し、データの蓄積と検証をすすめる。また、本年度までのSSLⅠの取組および教材を整理したうえで、教科の特性を活かしながら、SSLⅡ・SSLⅢの活動を充実させるための指導についても検討する。

また、「スーパーサイエンスラボ」の担当教科は理科・数学科・地歴公民科・家庭科・英語科の教員、ロジカルサイエンスについては国語科と地歴公民科が連携して行っている。また、昨年度から1年次において物理・化学・生物・地学の小教科4分野を横断的に学習する「理数理科」を7単位で設置した。SSH成果報告会において、地学分野「原始地球における大気組成の変化」の項で、生物分野および化学分野の教員も参加して、生徒にディスカッションさせるという授業を公開したところ、事後の合評会において他府県・他校の教員より大変高評価をいただいた。今後さらに、領域間の連携を深め、より効果的な学習ができるよう研究を重ねていこうと考えている。

(2) 批判的言語運用能力の向上と、国際舞台で通用する表現力の育成

<ロジカルサイエンス>

「ロジカルサイエンス」については、すでに第1期において、「ロジカルサイエンス」時に使用している独自テキストを本校HPに公開している。今年度の実践は、指定2期目の2年目に当たるため、指定1期目より継続して使用してきた教材ならびに昨年度新たに開発した教材を用いた実践方法の改良に焦点を当てた。ラボ活動において必要な要素は多々あるが、言語を用いた活動という点においては、生徒間でのディスカッションと質疑応答（フィードバック）がとりわけ重要である。従来もアクティブラーニングとして行っていたが、今年度は上記2要素を重点的かつ積極的に実施した。従来型のスタイルで一度実施したあと、今回の方法を新たに導入したことで、生徒の意識に変化がみられた。具体的には、従来型では与えられた問に対する自己の答を他者のそれと照合する、いわゆる答え合わせ的な印象を持っていたのに対し、新方式においてはプリント全体を見て本時の

重点事項を確認したのち、最初から意見交換をしながら課題を解決していくという、単に問題を順に処理していくのではない、創造的な姿勢が見られた。

昨年度指定2期目の初年度に当たり新たに開発した教材の一つが、国際バカロレア・ディプロマプログラムの中核をなす「知の理論」(Theory of Knowledge)の考え方[知識それ自体について異なる角度やさまざまな視点からとらえる]を応用したものである。グラフを批判的にとらえることが一般的なグラフの読み取りと異なることを、生徒各自が再認識する結果となった。すなわち、円、棒、折れ線各グラフの視覚的違い、目盛り線の有無や間隔、折れ線の傾斜の緩急などについて、数々の意見が出されより広くかつ深い検討が可能となった。さらに、表題のインパクトや数値の表し方についても活発な議論があった。

＜サイエンス英語ⅠⅡ＞

「サイエンス英語ⅠⅡ」(以下SEⅠ、SEⅡ)については、生徒の国際性を育成するために、英語科と理科が協働で指導方法の研究開発を図ってきた。昨年度からは、指導体制の充実を図るべく、物理・化学・生物・地学・数学の教員が担当教員として加わり、適切なテーマの提示および科学的側面からの指導を行い、英語教員がコミュニケーションスキルの指導を担当する形で協働して指導に取り組んだ。SEⅠでは、例年と同様に、シンガポールのパートナー校との定常的交流関係を活かし、実際に英語を使用してコミュニケーションする必要がある活動を年間計画に位置づけて実施したことで、生徒が英語を使うモチベーションを高めることができた。これは、生徒アンケートからもくみ取れる。また、導入3年目となるミニ先生活動では、昨年に続き理科と数学科の教員と英語科教員が連携して、それぞれの専門分野の指導をおこなったことで、生徒たちの活動意欲を向上させることができたと考えられる。次年度以降も各教科間の有機的な連携を一層強化し、指導の質を高める改善をおこなっていきたい。また、SEⅡについては、カンバセーションテスト・ミニ先生活動・課題研究の英語ポスターの作成・環境ポスター発表等を通して、自然科学分野の題材について学びつつ英語によるコミュニケーション活動を行い、英語運用力が身についた。特に、国際交流に関しては、本年度もシンガポールのパートナー校との過去7年間にわたる科学分野での定常的交流関係を活かし、自然科学系統の2年生全員が自らの課題研究を英語で伝える機会を11月に設定して、生徒の科学英語使用へのモチベーションを高め、かつ、科学英語コミュニケーションの実際の手応えを感じさせることができた。今後は、パートナー校との教育的互惠関係を一層深めつつ、理科・数学教員と英語担当教員の科学英語プレゼン指導等への関わり方を更に効果的なものとするための実践的研究を一層進めていきたい。

(3) 地域や大学、企業の教育資源を活用した人材育成及び高大接続の研究

＜サイエンス部・各種発表会への参加・コンテストへの参加＞

本年度から担当顧問教員数を倍増させ、これに伴い、部員数も増加し、研究分野(研究対象)の裾野が広がった。また、本年度の外部研究発表会参加数は10であった。さらに、研究の質についても向上してきており、自然科学系学会主催研究発表会での発表に加え、「平成30年度スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会」でのポスター発表賞受賞や「第35回京都府高等学校総合文化祭自然科学部門」での最優秀賞受賞(第43回全国高等学校総合文化祭自然科学部門出場決定)等、成果が蓄積してきた。昨年度の各種発表会参加数が8件であったのに対して、今年度は12件と増加した。また、近年サイエンス部では、新たな研究に着手し、着実に研究を進めてきた。開催された発表会では、専門家が集まることもあり、生徒は科学的視野を広げることや、高度な学習を実感できたと思われる。このように、研究成果が期待できる下地がつけられつつあり、今後も生徒が積極的にコンテスト等に参加するよう指導していきたいと考える。

＜大学・企業との連携＞

SSLⅠ～Ⅲでは、京都大学、京都工芸繊維大学や京都府立大学等と連携して、課題研究を深化させてきた。また、科学に対する興味・関心を喚起し、生徒の研究に立ち向かうチャレンジ精神と社会貢献の意識を育成するために、サイエンスレクチャーシリーズの事業として、多くの大学や企業から講師を招聘し、講演会を実施してきた。「サイエンスフィールドワーク」では京都大学、大阪大学、京都工芸繊維大学や京都府立医科大学で先進的な講義の受講や施設見学を行った。アンケート調査の結果、生徒の多くが肯定的な回答をし、生徒の将来へのイメージを持ち、学びに対するモチベーションを高めることに効果的であったと考えられる。また、「スーパーサイエンスネットワーク京都」の基幹校として、年2回の合同研究発表会（春季は「第1回京都サイエンスフェスタ」（口頭発表）、秋季は「第2回京都サイエンスフェスタ」（ポスター発表））を実施しているが、それぞれ京都大学と京都工芸繊維大学との共催として実施し、講評を各大学の先生方にしていただき、研究内容や指導方法等について意見交換を行うなど連携を深めている。

② 研究開発の課題

(1) ラボ活動によって研究者としての資質を育てる教育課程の研究開発

<スーパーサイエンスラボⅠⅡⅢ>

・生徒が3年間で「科学的に考え、課題を設定し、研究を自らデザインしていく力」を身につけさせるための「指導のガイドライン」の作成と評価方法の改善を図っていく必要がある。また、3年間の課題探究活動を通じて、生徒の課題発見能力・課題設定力が育成されたことを確認できるカリキュラム開発を行う。

(2) 批判的言語運用能力の向上と、国際舞台で通用する表現力の育成

<ロジカルサイエンス・サイエンス英語ⅠⅡ>

・「ロジカルサイエンス」「サイエンス英語ⅠⅡ」のさらなる改善と教材や指導方法のアーカイブ化を図る。

「ロジカルサイエンス」については本校で開発した教材を用いて、SSH主対象生徒のみならず全校生徒を対象を広げて批判的言語運用能力の育成を行ってきた。今後は、国際バカロレア・ディプロマプログラムの中核をなす、TOK「知の理論」(Theory of Knowledge)を応用した教材開発・授業実践を行い、生涯を通じて学び、向上し続ける資質を育成する。

「サイエンス英語」については、総合的な学習の時間に位置づけ、英語科だけでなく、数学科や理科の教員がより深く関わることで、科学分野におけるCALP(Cognitive Academic Language Proficiency:認知的学術的言語能力)の伸長を促す。

(3) 地域や大学、企業の教育資源を活用した人材育成及び高大接続の研究

・各種発表会やコンテストについては、今以上に積極的に挑戦する生徒の姿勢を育めるような雰囲気づくりをしていく必要がある。

・「スーパーサイエンスラボ」における大学、企業や地域との連携をさらに深めていく。

・「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校会議は本校の課題研究の手法の普及とひろがりにもつながっており、第2期にはさらなる充実を図りたいと考える。

・「京都サイエンスフェスタ」における評価について、大学の先生方と意見交流することで、高大接続の研究を進める。