

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) ラボ活動によって研究者として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＞

平成25年度入学生（現3年生）のスーパーサイエンスラボについては、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、1年次は基礎ラボで探究活動に必要なことを習得するため、機器の使い方、考察の仕方や情報の収集と発信の仕方等、科学研究の進め方に関する講義や実習を行った。2年次では、個々の生徒が各ラボでの探究活動を行った。2年次の11月に実施した平成26年度第2回京都サイエンスフェスタ（京都工芸繊維大学）では、府立高校8校から100組の生徒がポスター発表に参加し、本校からは25組の生徒が参加した。3年次の5月には嵯峨野高校サイエンスフェア（校内発表会）を実施し、3年生全員が口頭発表を行い、内容について質疑応答を行った。さらに6月に実施した平成27年度第1回京都サイエンスフェスタ（京都大学）では府立高校9校から代表の18組が口頭発表に参加し、本校からも4組が参加した。3年生全員が課題研究の論文を作成した。「スーパーサイエンスラボⅠⅡⅢ」については、生徒アンケートで、「探究心」「科学に対する興味関心」や「自主性」の育成に有効であると答え、全体の90%以上の生徒が「よかった」と回答していた。また、「入学時に比べて、課題解決能力に自信があるか」については79%の生徒が、「入学時と比べて探究力に自信があるか」については89%の生徒が「入学時に比べてコミュニケーション能力に自信があるか」については79%の生徒がそれぞれ肯定的に答えた。生徒たちは、探究する力に加え、発表会を通して、コミュニケーション力が伸長したと考えられる。

また、嵯峨野サイエンスフェアでは、3年次からSSHプロジェクトチームを中心に検討し作成したルーブリックによる評価方法を具体化した。ルーブリックについては、嵯峨野高校サイエンスフェアで教員からの評価や生徒同士の評価に使用し、また、平成27年度第1回京都サイエンスフェスタの審査にも使用した。本校作成のルーブリックについては、審査員として協力いただいた京都大学の関係者に意見を頂き、また、「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校で実施した6回（6月・7月・10月・2月）の会議で、京都府教育委員会と共に意見交換をした。今後もルーブリックによる評価表については、評価観点や内容等について継続して研究し、まとめ、普及のために公開していきたいと考える。

また、平成26年度入学生（現2年生）については、「生徒が自ら考え、課題設定をし、実験計画をたて、主体的に研究していく」ため、「スーパーサイエンスラボⅡ」では研究テーマを設定するまでに生徒が考える時間を十分とれるようにし、研究していくための主体的な学びの姿勢を大切に、課題研究の取組を進められるようにさらに改善を図った。各ラボではグループミーティングを開き、生徒は実験ノートに中間報告を各自まとめ、チームごとにテーマ設定・実験デザイン等について報告・ディスカッションを行い、全員が平成27年度第2回京都サイエンスフェスタ（京都工芸繊維大学）で中間発表としてポスター発表を行った。生徒アンケートでは、「スーパーサイエンスラボⅡ」を通して、「科学への興味関心が高まった」「実験・観察に積極的に取り組んだ」には90%以上の生徒が肯定的に回答しており、意欲的に課題研究に取り組んだと考えられる。生徒はじっくりテーマ等について考えることができたが、特定分野に興味関心が高かったり、生徒が考える研究と実際の知識レベルにギャップがあり、身近なテーマ設定へ修正するのに時間がかかる現状があり、「スーパーサイエンスラボⅠ」での学びの改善につなげることとした。

加えて、学会や外部発表会に積極的に参加しており、発表回数は年々増加している（㉔8回→㉕8回→㉖12回→㉗16回）。また、英語での発表にも意欲的で、平成27年度は、シンガポールで2チーム、タイで3チームが英語で研究内容について発表し、質疑応答をした。

「スーパーサイエンスラボⅠ」では、2年次に課題研究を本格的に行うために、論理的な表現力の育成、基本的な実験操作技術の習得、統計に関する基本的な知識の習得などを目標としていたが、さらに「スーパーサイエンスラボⅡ」への接続を強め、「課題研究の進め方」として設定し、生徒が課題学習のための学びに取り組みながら、発表の仕方や論文の書き方について学び、年度末には、グループに分け、仮説の検証方法について考えた。このことによって、早くから自らの興味や関心の対象を認識し、2年次以降の実験や検証が早くから始められるようにした。生徒アンケートから、「スーパーサイエンスラボⅠ」について「科学への興味・関心が高まった」には89%の生徒が、「実験・観察等における基礎的・基本的技能が身についた」には85%の生徒が、「プレ

ゼンテーションの技術が身についた」には83%の生徒が、また、「次年度の探究活動で、取り組みたい課題を設定することができた」には88%の生徒が肯定的に回答した。「スーパーサイエンスラボⅡ」との接続をより意識しながら指導することで、課題研究を行うために必要な力を育成するのに有効であったと考える。「スーパーサイエンスラボⅠ」については、今後も、「スーパーサイエンスラボⅡⅢ」とのつながりを強め、課題研究の基礎・土台の有効なステップとなるようにしていきたいと考える。

本校がSSHに指定されてから、4年目となるが、「本校入学理由にSSHが関係しているか」については95%以上の生徒が、「将来的に科学研究や技術開発に携わりたい」には85%の生徒が肯定的に回答し、また、「将来科学者になりたい」という意識を持った生徒の割合も、年々高くなってきている(⑳49%→㉑68%→㉒69%→㉓75%)。

教員アンケートでは、SSHの取組において、「学習指導要領よりも発展的な内容について重視したか」、「生徒の科学技術に対する興味・関心・意欲は増したと思うか」について全員が肯定的に回答している。また、生徒がSSHの取組に参加したことで、生徒の学習全般や科学技術、理科・数学に対する興味・姿勢・能力が向上したと感じる教員は昨年度と比べ増えており、各項目とも肯定的に回答が増加した。特に「国際性」「問題解決力」「理科実験への興味」「協調性、リーダーシップ」「粘り強く取り組む」の項目においては、昨年度に比べて肯定的な回答が増加した。

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。SSHの校内体制としては、平成25年度までは研究開発が担っていたが、平成26年度から、教務部・教育推進部・研究開発部を一つにして、教務部にSSHプロジェクトチームを置き、SSHのさまざまな基本方針をチーム中心に検討し、実施等については、教務部全体で実施し、改編の2年目となる今年さらには円滑に進めることができた。また、「スーパーサイエンスラボⅠⅡⅢ」の円滑な実施のために、ラボ担当者会議を定期的で開催し、課題等の改善に努めた。

(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、生徒の高度な論理的思考力の育成のために研究開発に取り組んでおり、京都府内の高校や大学及び近畿圏のSSH校を対象に実践報告と研究協議を行ってきたが、研修会で、「ロジカルサイエンス」については、参加者全員が、生徒の論理的思考力の育成の点で「参考になった」・「自校で実施できる」について肯定的に回答した。本年度、「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に公開した。「ロジカルサイエンス」については、今年度、国語科と地歴公民科が協働して、論理的思考力の基盤となる高度で豊かな言語運用能力を養うことを目的にディスカッション力の育成も視点に入れた指導を行っている。

<サイエンス英語ⅠⅡ>

「サイエンス英語ⅠⅡ」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。今年度からは、「スーパーサイエンスラボⅡ」で研究している内容について英文ポスターを作成し、ポスター発表と質疑応答を英語で行った。スーパーサイエンスラボの課題探究学習と「サイエンス英語Ⅱ」を有機的な学びとなるように努めている。今年度は「スーパーサイエンスラボⅡ」の5チームが海外で研究発表を行ったが、「科学英語に対する興味・関心が高まりましたか」については1年次の78%から86%に、「科学的内容に関して英語を使うことについての自分の意識や積極性について高まったか」については1年次の74%から83%と肯定的に答えた者が増加した。また、今年度の国際ワークショップでは、スーパーサイエンスラボの研究内容等について英語でポスター発表と質疑応答をしたが、「英語によるプレゼンテーション能力を伸ばす観点から、ポスターセッションについてはどう思うか」については95%の者が肯定的に答えた。今後は、生徒が研究内容を英語で発表し、質疑応答する手法についても普及していきたいと考える。

平成28年度については「サイエンス英語ⅠⅡ」及び「ロジカルサイエンス」のカリキュラム開発を続けるとともに、他の府立高校とも引き続き連携して実施し、国際舞台で通用する表現力を育成するために、京都府の科学分野におけるCALP (Cognitive Academic Language Proficiency: 認知的学術的言語能力) の伸長について府全体に関わっていくこととする。「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校を中心に引き続き研究を実施し、本校は基幹校として、その成果を共有していくために発信をしていきたいと考える。

また、本校では、国際舞台での発信力を高めるため海外連携に力を入れており、シンガポール共和国のNan Chiau High School とYishun Town Secondary Schoolとこの3年間、シンガポール

と京都で、国際ワークショップを開催し、内容の充実を図ってきた。SSH指定前までは、文化交流にとどまっていたが、現在は、研究内容について発表し合うなど国際ワークショップの段階となっている。「国際ワークショップでの発表」については、参加生徒全員が「有意義であった」と回答し、また、「この研修を通して、科学的交流における国際的リーダーシップを育むことができたか」については、参加生徒の内93%の者が肯定的に回答した。加えて、シンガポールでは National University of Singapore、京都では京都大学を舞台に国際ワークショップも実施しており、生徒たちは科学技術の国際水準を実感することが出来ている。このワークショップには、重点枠の取組として、他のSSH校である洛北高校や桃山高校の生徒も参加している。平成27年度の「アジアサイエンスワークショップ in 京都」では、洛北高校と桃山高校でも国際ワークショップが開催されるようになり、本校の国際性を育む取組がひろがりを見せている。グローバルな科学技術関係人材育成のために、今後も、国際性の育成の手法を、改善を図りながら普及を目指していきたいと考える。

本校SSH指定4年次の重点の一つは、「理科の授業を英語で行うことを推進するために、研究等を通して教員の資質向上を図る。」としていたが、「アジアサイエンスワークショップ in 京都」では、本校数学科と理科の教員が、「理数数学」及び「理数生物」でそれぞれ英語で合同授業を行い、生徒たちは科学的分野について積極的に英語で意見交換を行った。これまで国際ワークショップでは、シンガポールの教員によるサイエンスの合同授業や本校英語科の「サイエンス英語」を実施してきたが、本校の英語科以外の教員が、英語でサイエンスの合同授業を単独で行うのは初めての試みであった。生徒たちにとって、よいロールモデルとなるものであり、この取組の手法及び研究をひろめるため、まずは「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校を中心に、検討していきたいと考える。また、1月27日(水)にはWebビデオ会議システムを利用して、本校生徒とシンガポールVictoria Junior Collegeの生徒と「フェルミ推定」について発表と意見交換をした。

(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>

サイエンス部は探究活動の深化、研究成果発表会や各種コンテストへの参加や小中学生対象のワークショップの開催の取組を主としている。発表会への参加回数は、年々増加しており、今年度は10回であった。学校全体で、外部の各種発表会へは、昨年度は12回であったが、今年度は16回であり、また、学会での発表も増加している。参加したコンテスト等の数は、昨年度と同様であったが、数学オリンピック解説会、数学オリンピックや地理オリンピックの予選を本校で実施しており、今後も生徒が積極的にコンテスト等に参加する動機付け・雰囲気づくりをしていきたいと考える。

<京都-丹後サイエンスロード>

「京都-丹後サイエンスロード」は、京都府北部地域における理数教育活性化のための事業であり、1年次は北部の高校との科学的分野における交流を行った。2年次以降は、科学技術人材育成重点枠校として、「独創的な科学研究により世界をリードできる人材の育成」を図るために、本府初めての研究成果合同発表会場の場をつくり、府の基幹校の役割を担った。平成26年度、平成27年度においては、「第1回京都サイエンスフェスタ」では口頭発表(3年生の成果発表)、「第2回京都サイエンスフェスタ」では、各校のポスター発表(2年生の中間発表)を行った。平成27年度の「第2回京都サイエンスフェスタ」には、124チーム 735人が参加し、この3年間で最も多いチーム数となった。平成26年度からはシンガポールの高校も参加して、研究成果を口頭発表し、平成27年度からはポスター発表にも参加をした。各校の生徒はポスター発表や口頭発表を行い、議論をし合うことができ、英語の質疑応答も積極的に行った。「本発表会を通して、生徒にどのような力・能力が身についたか」の質問に対して、「プレゼンテーション力」については、89%の教員が身についたと回答しており、本取組がプレゼンテーション能力の育成の場として有効であることを示している。また、分野別に行うことで、各自の研究の共有と議論の場として有効であり、また、他校の研究内容のまとめ、発表の仕方を多く見ることは京都府全体のレベルアップにつながるるとともに、次の研究テーマ設定にも参考になっている。「他校の発表は参考になりましたか」には96%の生徒が肯定的に回答している。本年度は、北部の附属中学校の生徒もポスター発表を見学するなど、北部の生徒も多く参加しており、生徒同士が日頃の研究内容を発表し合うことで、北部も含め、京都府全体の理数教育の向上につながっている。「丹後サイエンスロード」については、実質的に京都府全体の取組としての「京都サイエンスロード」となっている。平成28年度の「京都サイエンスフェスタ」実施にあたっては、京都の持つさまざまな知的、人的資源を活

用し、将来的には、京都府から全国にも発信していきたいと考える。

府全体に本校のSSHにおける研究開発の取組の成果をひろげていくため、生徒対象の取組だけではなく、教員向けの研修会や意見交換会を実施している。現在は、各校の課題研究の手法や評価方法について意見交換し、有意義なものとなっており、本校を中心とした府立高校の理数教育が面としてつながってきている。本年度は各校の課題研究についての発表と質疑応答を行う研修会を7月と2月に開催した。8月には「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校の教員が本校を訪問され、課題研究について意見交換をするなど、SSH校以外の高校で、課題研究の取組が深まっている。京都府の高校間において、本校を基幹校として課題研究の指導方法共有のためのつながりができつつある。また、本年度は、本校が「スーパーサイエンスネットワーク京都」の事務局として京都府教育委員会から、「平成27年度京都府公立学校優秀教職員表彰団体」として表彰されたところである。

また、本校が基幹校である「スーパーサイエンスネットワーク京都」関係校会議では、上記の課題研究の評価方法を含め、本校の探究活動の取組等について説明をし、また、各校の課題研究の取組について意見交換・協議をしてきた。京都府全体の課題研究のレベルアップを図るためには有効であり、ネットワーク校の中には、課題研究を本格的に開始した高校やサイエンス同好会を新設した高校があり、SSH校以外にも、波及効果が出ている。平成28年度についても、本校を中心に、研究会や教員研修等を行い、さらに内容の充実を図ることとし、生徒の課題研究のレベルのさらなる向上につなげていきたいと考える。

＜大学・企業との連携＞

「スーパーサイエンスラボⅠⅡⅢ」では、京都大学、京都工芸繊維大学、京都教育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、大阪大学や奈良先端科学技術大学院大学で先進的な講義の受講や施設見学を行った。「学びの内容について興味を持ったか」については95%の生徒が、「今回の内容は将来自分の何らかの形で関係すると思うか」については79%の生徒がそれぞれ肯定的に回答し、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。「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回合同研究発表会（春季は口頭発表、秋季はポスター発表）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。課題研究については、現在、「指導のガイドライン」と「評価方法」の作成と改善に取り組んでおり、「評価方法」については、京都大学大学院教育学研究科とも連携を図っているところである。SSLⅠⅡⅢでは、生徒が自ら考え、課題設定をし、実験計画をたて研究していくための主体的な学びを大切にして、課題研究を進めているところであるが、他の授業においても「教え込みの授業」から「生徒が主体的に考える授業」への変換を目指しており、本年度は「アクティブラーニング」について研修会を実施し、京都大学大学院教育学研究所教授 溝上慎一氏によるワークショップ形式の講義を受け、意見交換をした。

② 研究開発の課題

(1) ラボ活動によって研究者として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。

(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。

(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さらにしていくことが必要である。

・「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」関係校への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、平成28年度にはさらなる充実を図りたいと考える。