

## 平成27年度 スーパーサイエンスハイスクール研究開発実施報告（要約）

## ① 研究開発課題

『創造性豊かに国際舞台でリーダーシップを発揮し活躍できる科学者の育成』

## ② 研究開発の概要

創造性豊かに国際舞台でリーダーシップを発揮し活躍できる科学者を育成するには、高校段階の早い時期から様々な機会や場を通して、学問の本質に迫ることが出来、その学ぶ意義や楽しさを十分味わえる教育環境の実現こそがまず必要である。

そのような教育環境は、SSH事業の「自主研究・高大連携・野外実習・海外派遣研修」において実現出来ることが本校1期目のSSH指定による研究結果から明確になった。

2期4年目としては、これまでの研究成果や新たに生じた課題を踏まえ、さらに発展・深化させる目的で、次のような4点を研究の柱に掲げ本校SSH事業を推進していく。

## 《 研究の4つの柱 》

- I 科学系部活動の活性化をはじめとするSSH自主探究活動に関する研究開発
- II 独創性・創造性を育む探究的な授業実践の在り方及び指導法・教材の研究開発
- III 「高大連携」の在り方や「高大接続カリキュラム」開発に関する研究
- IV 海外の大学・企業、研究機関との連携による生徒が主体となる交流の推進

## ③ 研究開発の実施規模

全校生徒を対象に実施し、3学年（1学年8クラス、全24クラス）で約960名である。

1年次においては、生徒全員が課題研究に取組み、その成果を年度末の発表会で発表する。

本校の特徴である全人教育を目指す教育課程の中で、理科の科目を「SSH入門」（理系・文系全員）、「SSH基礎」（理系・文系全員）、「SSH発展」（理系必選）といった位置付けにして、SSHとしての探究力を高める学習指導法の研究開発を進めていく。

また、本校SSHの特徴の大きな1つは、文系・理系に拘りなく入学後は誰でもSSH事業に参加できる点である。大学の研究室訪問や出張講義などの高大連携事業、各種講演会、生徒自主探究活動、野外実習体験活動、海外派遣研修などすべてのSSH事業に参加または応募等出来る。さらに、学年単位や全校生徒参加のSSH事業も実施している。具体例として、以下のものが挙げられる。

【2学年全員参加】 東京大学本郷キャンパス大講義室でのSSH特別講演会

- ・平成25年度 自然科学研究機構長 佐藤 勝彦博士、
- ・平成26年度 日立製作所役員待遇フェロー 小泉 英明博士

【全校生徒参加】 東京大学本郷キャンパス安田講堂でのSSH特別講演会

- ・平成22年度 ノーベル医学生理学賞受賞者 利根川 進博士、
- ・平成23・27年度 すばる天文台建設リーダー 小平 桂一博士

## ④ 研究開発内容

## (1) 研究計画

- ・SSH自主探究活動」の活性化に関する研究開発

- ・独創性・創造性を育む探究的な授業実践の在り方及び指導法・教材の研究開発
- ・「高大連携」「企業との連携」「高大接続カリキュラム」開発に関する研究
- ・海外派遣研修によるアクティブラーニングとグローバル化に向けた取組

**(2) 教育課程上の特例等特記すべき事項**           なし

**(3) 平成27年度の教育課程の内容**

「SSH入門」と位置付けた1年生必修科目の「地学基礎」、「SSH基礎」と位置付けた1・2年生必修科目「生物基礎」「化学基礎」「物理基礎」、3年での「SSH発展」として「物理」「化学」「生物」を教育課程上に配置している。また課題研究としての教科「探究活動」の科目「SSHⅠ」は、1年次全員の必履修として、その他、発展として上級学年に「SSHⅡ」「SSHⅢ」を教育課程上に配置し、これらの連携した学習と取組によるSSHとしての効果的な事業の実施を目指す。

**(4) 具体的な研究事項・活動内容**

本校1期目のSSH指定による研究結果を踏まえ、本年度の研究課題『創造性豊かにリーダーシップを発揮し国際舞台でリーダーシップを発揮し活躍できる科学者の育成』に取り組むために、以下の研究仮説を設定して各種SSH事業を実施していく。

.....研究仮説.....

標記の研究課題を達成するには、高校段階の早い時期から様々な機会や場を通して、学問の本質に迫ることが出来、その学ぶ意義や楽しさを十分味わえる教育環境の実現を図る必要がある。

.....

開発課題の達成に向けて、<研究の4つの柱>のもと、以下に掲げる10の項目について具体的な事業を展開実施する。

**【具体策①】**

科学の方法（仮説、推論、検証）を体得させるための実験・観察と論理的思考力の育成に向けて生徒全員が体験する課題研究の実施

**【具体策②】**

学問の本質や探究する楽しさを生徒が体得出来るための教員による指導法・教材の工夫及び大学・研究期間との連携事業の実施。

**【具体策③】**

地域の博物館との連携、企業との連携、野外学習（自然観察、調査研究の実施）の実施。

**【具体策④】**

科学の探究活動における最新教育機器、コンピューターを活用した実験・実習及び思考力や問題解決能力の育成の取組。

**【具体策⑤】**

衛星通信や情報ネットワークを活用した探究活動、教育活動の実践。

**【具体策⑥】**

研究発表におけるプレゼンテーション能力や英語でのコミュニケーション能力を伸ばしグローバルな科学技術社会で活躍出来る生徒の育成。

**【具体策⑦】**

校内の科学教育実施場所（教室、実験室、理科コーナー展示スペース等）におけるSSHに相応しい教材・教具の整備、展示品や掲示環境の整備。

### 【具体策⑧】

国内外の各種科学コンクール、科学コンテスト、日本学生科学賞、各種専門学会等への積極的な参加と参加生徒への支援。

### 【具体策⑨】

海外派遣研修を通して海外の著名大学や研究室、研究機関を訪問することで、将来において活躍できるグローバルサイエンティストの育成。

### 【具体策⑩】

内閣府が将来に向けて目指す女性科学者の更なる育成を後押しする取組。

上記に掲げた事業の実際の実施結果について、下記の観点からその取組の成果について分析し、今後の改善に活かす。

- I 生徒に対する事業実施アンケート調査、意識調査等による評価
- II 生徒から提出されるレポートや作品、学力、生徒観察、研究発表会風景等から判断される生徒の実態・変容把握による評価
- III 学校運営連絡協議会、「高大連携・接続」大学関係者等による外部評価
- IV 教員や保護者、本校を訪れる他府県の教育関係者を通してのSSH事業に対する評価・感想
- V 公開授業や研究発表会での見学者や訪問者、参加者等のアンケート感想、評価
- VI 各種コンテスト、国際コンクール等への応募状況と達成結果（受賞、入賞）

## ⑤ 研究開発の成果と課題について

### （１）実施による成果とその評価（主なものを抜粋）

- ・ 高大連携においては、化学領域で東大理学部（本郷キャンパス）研究室・講座への通所による夏季の実験実習体験講座が開講でき、多くの生徒が参加した。
- ・ 高大接続カリキュラム研究や探究的活動を取り入れた授業研究を各理科の領域毎に継続研究を進め新たな成果を加えることができた。
- ・ 生徒「自主探究」活動において、1期目指定の成果を上回る科学オリンピック、全国コンテスト、『科学の甲子園』などでの入賞・受賞を果たす研究成果を上げ、生徒達の変容が見られた。
- ・ 国際舞台で活躍できる科学者リーダー養成に欠かせないハワイ島海外派遣研修からさらに発展させ、米国ボストン地区大学・訪問研修を定着させ整えることが出来た。
- ・ 理系難関大学や医学部への合格・進学がこの4年次には劇的に増加する結果へと繋がった。

### （２）実施上の課題と今後の取組み

この間、取り組んできた様々な事業を整理し、各内容を深化・発展させ、如何に3期目の指定へと繋げていくかが今後の取組と課題である。

## 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) 科学オリンピック国内選考会・コンテスト等での9年連続入賞・受賞

本校ではSSH研究指定以来、毎年、数々の科学オリンピックや各種の全国科学コンテスト等での入賞・受賞等の成果を挙げてきたが、2期目に入り、量・質とも向上してきており、4年次の本年度も1期目を上回る成績を残すことが出来た。本校のSSH事業展開による多種多様な活動が創造性や応用力・問題解決力に資することを示す好例ではと捉えている。今年度は、物・生・数・情報の学際領域での成果も現れ始めた。

- ・全国数学オリンピック 予選通過 Aランク 1年生 1名
- ・全国数学オリンピック 予選通過 Aランク 2年生 1名
- ・JSEC（日本学生科学技術コンテスト） 全国大会予備審査通過  
動物科学領域、物理・生物・情報の学際的テーマ） 2年生 3名
- ・全国化学グランプリ 関東支部長賞 2年生 1名
- ・全国化学グランプリ 関東支部長賞 3年生 1名
- ・日本学生科学賞 東京都大会 努力賞（物理領域） 2年生 3名
- ・日本学生科学賞 東京都大会奨励賞（物理領域） 2年生 3名
- ・科学の甲子園 東京大会（国・公・私立43校中）1・2年生チーム 全6名  
理論部門<化学> 第1位、<生物> 第2位、<物理> 第3位

## (2) 卒業生の大学での活躍及び大学院への進学増加

昨年度以来、SSH第1期卒業生達（1回生、2回生）が次々と東大、東工大などの理学系・工学系大学院研究科へ進学を果たし博士課程へも複数名進学する状況になっている。また、SSH活動を熱心に行った生徒の大学での活躍ぶりも数多く届いている。

（例）

◎世界大会「ARLISE」人工衛星モデルロケット打ち上げ学生大会 優勝（米国会場）

◎全国「鳥人間コンテスト」東工大チーム優勝（操縦電子回路装置制作担当）

## (3) 高大連携・高大接続に向けた取組

9年前より取組を開始している東大理学部・理学系大学院と高大連携の充実を図っている。東大理学部では、当初はどの高校とも高大連携を公式には行っていなかったが、本校が働きかけを行った結果、連携が始まった経緯がある。初年度から3年次までの3年間には毎年年間10校限定の公募「東大理学部 Visit」校に選ばれ、その後も10数名での東大大学院ビッグバン宇宙国際研究センター研究室訪問や、東大大学院から日比谷高校への出張講義が毎年のように公式に実現出来てきている（9年連続）。2期目1年次からは、それに加え、東大理学部・理学系大学院との化学領域における新たな連携が夏季休業中の体験型実習講座（本郷キャンパス）の形として実現でき、本校の多くの生徒が参加できているのは大きな成果の一つである。また、以前には、理学部物理学科3年生（本郷キャンパス）の学生に対し、意識調査アンケートに実施協力して頂いた経過もある。その他、東京大学

生産技術研究所をはじめとする数多くの最先端科学技術に関する高大連携講座（星陵セミナーを含む）や産学連携講座の新設、近隣の大学・研究室訪問や英語での複数の出張講座の実現。2期目SSH校に指定されたことにより、さらにその認知度が増し、今まで以上に近隣の有力大学や研究所との間で出張講義や研究室訪問等の高大連携が円滑に図られるようになり、最先端の科学技術者との交流が身近な形で実現できるようになった。特に、駒場キャンパスに隣接の東大生産技術研究所へは、公募の「通所による大学院での研究体験」（半年間の長期体験）が2期目初年度まで行われていたが、それを経験した本校生徒が延べ10名にも上り、一部は、既に東大や東工大などの難関理系国立大などへ進学を果たしている。また、東京医科歯科大、首都大東京などとの正式な協定を結んだ高大連携事業も継続中である。こうした高大連携の伝統はグローバルな広がりを見せ、米国のハーバード大学・MITとも新たに複数の研究室との繋がりが出来、今後こうした国内外の有力大学との連携をさらに深めていきたいと考えている。

#### **（4）SSH海外派遣研修を通じた国際性の涵養、グローバルサイエンティストの育成**

1期目に引き続き、米国ハワイ州ハワイ島への海外派遣研修を本年度も実現した（今回で通算8回目）。ただし、一昨年度から、新たに米国本土東海岸地区、ボストン市街のハーバード大とMITを加えその充実を図った。ボストン研修に向けては、特にアクティブラーニングの観点から、両大学でのキャンパス内の学生に対して、生徒が3人一組のチームを組み様々な質問項目を用意しインタビュー活動を展開する取組を始め、今年も意義ある成果を得た。また、そのための事前の研修にロールプレイ練習法を導入し充実を図った。また、ハワイ島研修では、従前通り、ハワイ島マウナケア山頂（4200m）に設置の我が国が世界に誇る最高性能の国立天文台「すばる天体望遠鏡」を中心に据えた訪問研修を計画実施した。本校卒の元国立天文台長（東京大学名誉教授）の小平桂一博士が「すばる」の創設に貢献された経緯もあり、本研修の大きな柱となっている。また、キラウエア火山でのハワイ大学火山研究所所長ドナルド・トーマス教授による野外での英語による火山及び地球科学講義や他にも熱帯での動植物や環境・気象、地形などアクティブフィールドワークとしての研修内容に一段と深まりを増し、生徒達に大きな感動と変容をもたらした多くの成果を得た。それらの成果は、校内や都内SSH合同発表会で紹介・普及に努め好評を博した。この一連の研修を通し、12名の派遣生徒は毎年大きな成長を遂げ、クラス・学校行事などの様々な場面で、リーダーシップを発揮するなど活躍する姿が今回も確認できている。

#### **（5）海外の先進科学高校・大学等との新たな“国際連携”のあり方の模索**

2期1年次目にはタイ国の公立科学技術高校からの訪問団があり、また韓国の公立の京畿科学高校との交流についても、1期目の6年前に交流の打診が本校にあり先方の学校長と通訳の日本語教師が本校を訪れ具体化の検討がなされ、2期目1年次によりややく実現の運びとなり2期目に入って他国の高校との交流が進展した。韓国とは過去3回にわたり交流会（TV会議）及び来校受入れ（1回）を行い情報交換や交流を深めた。現在双方の都合がつかず一時中断しているが、再開への扉は開かれたままにしてある。パシフィコ横浜等での全国SSH校生徒研究発表会では、ドイツから参加の複数の先進科学技術高校との相互研究発表を、毎年独自に実施し交流を深めている。海外の大学においては、米国のハーバード大学、MITマサチューセッツ工科大学の研究室訪問を3年連続で実施してきている。また、ハワイ大学とは、8年に渡るつながりをもった取組を実施してきているが、来年度については新たに西海岸のスタンフォード大学との連携にも取り組んでいく。

## (6) 『SSH特別講演会』の実施

1期目4年次に、ノーベル生理学・医学賞受賞・利根川進博士（本校卒業生、マサチューセッツ工科大学MITの脳科学研究所長）を講師に招いての東京大学安田講堂での講演会と“独創性・創造性の秘密に迫る”というテーマでの博士と在校生卒業生を交えたパネルディスカッションを開催、1期目最終年度と本年度は、ハワイ島すばる天文台創設にかかわられた本校卒業の小平桂一博士のその偉業に至る若き日の夢について“熱く”御講話くださり有意義な一時を得た。一昨年度は、インフレーション宇宙論で世界的に有名な元東京大学ビッグバン宇宙国際研究センター長の佐藤勝彦博士、また東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構長の村山 斉博士に暗黒物質やダークエネルギーといった宇宙の謎についての御講義をして頂いた。さらに、脳の微細血管流のシミュレーション開発で世界から注目されている東京大学大学院情報学環教授の大島 まり先生の特別講演会も開催することが出来、多くの本校生徒に科学者としての生き方や研究のアプローチの素晴らしさについて学ばせて頂いた。昨年度は「脳と心の関連」についての最先端の研究成果を本校卒業の小泉英明博士から御講義頂いた。また、特に本年度は、2015年ノーベル物理学賞受賞者で東京大学宇宙線研究所長である梶田隆章博士によるSSH特別講演会を東京大学広報部との共同事業として、本校に隣接する星陵会館において実施した。梶田隆章博士にとって、高校生に対して講演するのは今回の講演が初めてのことである。その他、日本国“花と緑の国際賞”「コスモス賞」受賞の科学者との高校生を対象にした記念講演会場に本校が一昨年度まで毎年選ばれ（全国で唯一の高校として）、御講演頂いていた。3年前から都教委の主催となり本校は特別指名の開催ではなくなったが、本校から今回も多数参加した。

## (7) 購入備品の活用による理想的な授業の実現

厳しさを増す財政事情の中にあって、SSH予算により導入可能になった備品等により、従前はなかなか実現が難しかった様々な科学教育が高校現場で実施展開できるようになってきている。アンケート調査によれば、生徒の満足度は非常に大きいとの結果が得られている。

## (8) 野外学習、校外学習の実施による体験的な学習の実現

バス借上げによる適正な規模での野外学習や校外学習（博物館等）が可能となり、地学では伊豆大島巡検や秩父地質巡検、生物科でも毎年、神奈川県三浦半島での海浜生物採取・調査実習を実施している。教室で学んだことを実地に確かめ、さらに進んで研究を深めることが出来、大きな感動体験を生徒に与える貴重な機会となっている。

## (9) 生徒「SSH係」委員会の創設（8年目）と生徒の活躍

各クラス2名以上の自主的に取り組むSSH係をボランティアの形で募り（文系、理系を問わず）、委員会組織にしてある。1・2年生総勢40名程の規模に達するまでになり（他に、3年生は、各クラス2名の計16名）、様々なSSHに係わる教育・研究活動の場面で積極的に活躍し、本校のSSHを学校側と一体となって運営している。これも本校SSHのユニークな特色の一つである。

## (10) 全国に発信した本校のSSHの取組「SSHだより」の発行

「SSHだより」ニュース紙を発行し（No.1号～No.6号、海外研修特集号）、本校のSSHの取組をホームページ上で全国、及び世界に発信するとともに、本校生徒・保護者に対しても内容の共有化を目指した取組となった。

### **(1 1) 成果を挙げた「自主探究活動発表」「事業成果報告会」**

本年度も物・化・生・地・情報・海外研修の領域毎の生徒による研究活動のプレゼンテーションにおいて、校内、都内及び全国のSSH生徒研究発表会の場で積極的に参加し好評を得た。本年度の総括として行った本校での2期目4年次本校事業報告会では、生徒・保護者、他県からの教育関係者、そして本校のSSH運営指導委員の先生方(学識経験者)など延べ98名の参加者を迎え開催し、内容についてのアンケート結果も大変好評であった。

### **(1 2) 文部科学省ヒアリングで評価を受けた「スコアー制度」**

他の多くのSSH校とは異なり、特別に理数コース等を編成せずに理系・文系に拘わらず誰でも参加できるSSH事業を展開している本校において、客観的な全校生徒のSSHに対する取組状況を把握する本校独自の「スコアー制度」がすでに定着している。部活動や委員会活動と同様に、SSHの取組に熱心に取り組み大きな成果を挙げた生徒達に対し、卒業式前日、学校長より表彰する制度となっている。このシステムは、本校SSH運営指導委員の先生方及び文部科学省の中間評価においても高く評価されている。

### **(1 3) 本校SSH事業に対する生徒・保護者の意識調査結果は高率で肯定的**

本校教職員はもとより、生徒及び保護者は本校のSSH事業に対し高い割合で肯定的に受け止め良い評価を下していることがJSTによる意識調査結果や本校独自のアンケート調査結果から見て取れる。また、理系を志す生徒の割合がほぼ6:4の比率で増えてきた事実(在校生、大学進学実績共)がそれを裏付けている(SSH開始前は逆に6:4で文系比率が上回っている状況であった。また文系志望生徒にもSSHが良い効果をもたらしていることも明らかになっている。

### **(1 4) SSH事業により明らかに変容したこの9年間の日比谷高の生徒、教師、学校の意識**

「総合的な学習の時間」を使つての全校生徒・教職員参加による東大・安田講堂でのSSH特別講演会開催が実現するなど全校的な取組が定着し(1期目)、SSHが当初予想した以上に生徒達に大きく素晴らしい効果をもたらしていることが認識され、教師や生徒、保護者にSSH事業に対する理解と期待が深まったことがアンケート結果から明らかになっている。また、本校SSHの取組に興味・関心を示す中学生も増えている。学識経験者によるSSH運営指導委員会、学校運営連絡協議会、JSTによる教職員アンケート意識調査等の機会において、「SSHが生徒に非常に有意義な活動である」「生徒が生き生きと活躍している様子が伝わってきた」「プレゼンテーション能力が非常に優れている」「学校が大きく変わった」との声が多数寄せられている。

### **(1 5) SSHを体験した過ごした卒業生との連携 “すばる会”(同窓会組織)**

1期目において、3年間SSHを体験し巣立っていった卒業生達による自発的な同窓会組織が2期目1年次に発足し、今年も文化祭(通称「星陵祭」)や年度末の成果発表会において自分達がSSHでどのような活動を行い、現在大学でどのような研究活動等を行っているかなどの紹介を、PCとプロジェクターを用いてプレゼンテーションを行い、ポスター展示をしてSSHの素晴らしさ・有益さについて後輩たちに熱く語りかけ頂き、大変好評となった。(SSH1回生は昨春大学院へ進学)。こうした活動は、大変有意義であり、SSHを継続して行く上で大切であるとSSH運営委員先生方からの好意的評価を今年度

も頂いている。

### (16) 今春の進路実績

今春を含め、3年連続で東京大学への合格者数が全国公立高校中で最多となった。特に、今春から始まった東大及び京大の推薦入学に東大2名(医学部、経済学部)、京大1名(文学部)の計3名の合格者を輩出したことが、この3名の生徒達は全て熱心にSSH活動に取り組み、本校のSSH海外派遣研修に参加した生徒達である。また、一昨年度には理Ⅲ(医学部)への現役合格を出した。その他、難関国立大(東工大、他)や私立大の理系(早大、慶大、理科大等)への合格者数やここ数年来の増加傾向の医学部合格者数も一昨年度(57名)をさらに上回る結果となった。

## 2. 研究開発の課題

- ・平成28年度でのSSH3期目の指定に向けて万全の体制で取り組む。
- ・平成28年度より教育課程に組み込んだ「課題研究」の実施について、その内容の更なる充実を目指す。
- ・1期目・2期目と継続してきた、高大接続カリキュラム研究や授業研究のなお一層の充実・深化を図り、実践事例の蓄積・検証を通し次期学習指導要領への有益な提案・提言の実現に努める。
- ・海外派遣研修を世界情勢に応じた抜本的改善を図り、「西海岸・ハワイ島研修」としてさらなる充実を図る。
- ・グローバル化への対応、学際的研究の更なる推進、産学連携の取組の継続を図る。