

指定校 No. 2308

文部科学省指定研究開発学校

平成28年度指定

スーパーサイエンスハイスクール

# 研究開発実施報告書

経過措置1年次



平成29年3月

埼玉県立熊谷高等学校

## ①平成28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	
	学際的アプローチを推進し、多角的視野を持つ人材の育成
② 研究開発の概要	
	<p>生徒の高い志を実現させるために、最先端の科学技術者や研究者との交流やディスカッションを通して発想力を育成し、多様な教育活動の中で論理的思考力を鍛えさせる。さらにその過程で、新たな指導方法を構築する。まず、大学・研究機関・科学館等との連携・接続を推進することで、「生徒の高い志と発想力及び論理的思考力」を育成する。特に活動の事前・事後指導の効果的なあり方を探る。次に、低年次での各分野の基礎・基本的な学習、「熊高ゼミ」での課題学習をもとにして、自然・社会・人文の各科学にまたがるテーマを設定し、学習を通して、将来研究において学際的なアプローチが図れる人材を育成する。また、英語での発表機会やサイエンスダイアログ等を利用し、生徒の英語によるコミュニケーション能力の育成を図る。</p> <p>生徒、保護者、教員を対象としたアンケート調査や課題研究報告書等の成果物から、生徒が変容し、期待する能力が身についたかを検証する。</p>
③ 平成28年度実施規模	
	<p>(1) 高い志と論理的思考力の育成については、文系・理系を問わず、全校生徒を対象とし、研究者による講演会等を通じて積極的に1年次生に働きかける。</p> <p>(2) 自然、社会、人文の各科学を融合した学際的アプローチの推進については、全校生徒を対象とする。</p> <p>(3) 熊谷市内の小・中・高、あるいは企業等との連携を実施する。</p>
④ 研究開発内容	
○研究計画	<p>前回の指定時での反省、また第2期SSH申請への基盤づくりの年次にあたるので、2・3年生は理系選択者を中心に前年度の取組を継続し、1年次生は全生徒を多くの活動に参加させ、丁寧企画し、実施する。また、校内の組織体制も臨機応変に対応できるよう、固めていく。</p> <p>また、導入される単位制の教育課程との相乗効果があがる教育活動を進める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「スーパーサイエンス講演会」の実施（全年次生対象）</li> <li>・「スーパーサイエンス模擬講義」の実施（2年次生物理基礎選択者対象）</li> <li>・「つくばサイエンスツアー」の実施（1年次生全員対象）</li> <li>・「熊高ゼミ」を中心とする課題研究の実施（1年次生全員対象）</li> <li>・「スーパーサイエンス校外研修」の実施（1・2年次生希望者対象）</li> <li>・「スーパーサイエンス野外実習」の実施（1・2年次生希望者対象）</li> <li>・「スーパーサイエンス科学教室」（小・中学生対象）の実施</li> <li>・「論理的思考力」育成のための授業の実施</li> <li>・TIMSSの問題を用いた論理的思考力テストの実施、評価、分析</li> <li>・コースワークを活用した、実験課題の客観的評価と分析</li> <li>・自然、社会、人文の各科学を融合したテーマでの「熊高ゼミ」の実施</li> </ul> <p>○教育課程上の特例等特記すべき事項</p> <p>SSH特有の学校設定科目の設置や、教育課程上の特例は申請していないが、総合的学習の時間を活用し本校独自の探究活動「熊高ゼミ」を実施し、全生徒が取り組む。</p>

## ○平成28年度の教育課程の内容

1年次では、全員が「化学基礎」を履修し、「生物基礎」と「地学基礎」は選択履修する。

2年次からは理系・文系に分かれ、理系では「物理基礎」と「生物基礎」を履修し、4分野を学び、科学的リテラシーの向上を目指している。3年次の理系では、「物理・化学・生物・地学」の中から2科目を選択することとしている。また、医歯薬系では、「化学」を必修とし、「物理・生物」から1科目を選択することとしている。

## ○具体的な研究事項・活動内容

### ①大学・研究機関・科学館等との連携等

全学年を対象とする「スーパーサイエンス講演会」を実施し、生徒の科学的興味・関心や学習との関連について、アンケート結果などを分析する。また、「スーパーサイエンス模擬講義」は、2年生理系選択者に「宇宙での元素合成－水素から113番超重元素『ニホニウム』まで－」として、事前に授業において関連事項を指導したうえで実施した。

### ②校外研修活動

1年生全員を対象に「進路意識の啓発・キャリア形成」の意図も含め、つくば研究学園都市を中心とした研究機関等へのサイエンスツアーを企画・実施した。

希望者を対象に、最先端技術に触れ、研究の実際を探る等をねらいに、生物分野で「スーパーサイエンス野外実習」を実施した。さらに、地学と社会が連携して草津火山・ハンセン病施設への「スーパーサイエンス校外研修」を実施し、生徒の科学的及び社会的な興味・関心や学習との関連について、生徒の変容を分析する。

### ③SSH生徒研究発表会・交流会、科学系オリンピック等への参加

化学グランプリや物理チャレンジ、日本地学オリンピックの埼玉県予選への参加や、科学の甲子園の埼玉県予選、ロボットコンテストへ参加による、生徒の科学的興味・関心や学習との関連や生徒の論理的思考力やプレゼンテーション能力の向上について、検証する。

### ④国際性の育成

近隣SSH校合同の課題研究英語発表への参加や、「サイエンス・ダイアログ」を活用した若手外国人研究者による科学分野の講義聴講などの取組による国際性の育成について検証する。

### ⑤SSA（スーパー・サイエンス・アカデミー）及びスーパーサイエンス課題研究への取組

SSAが浸透し、自然科学系の部活動とともに、課題研究を推進する中心となった。多様な分野の課題研究が実施されるとともに、研究成果をまとめて発表することを通して論理的思考力やプレゼンテーション力の向上について検証する。

### ⑥地域との連携

市内SSH校と連携し、地域の小・中学生を対象としたスーパーサイエンス科学教室を合同で実施した。小・中学生の科学への興味・関心を高めるとともに、生徒達の企画・運営力や、コミュニケーション能力の向上が図れたか検証する。

### ⑦成果の公表・普及

SSH事業のホームページに掲載や実施事業や課題研究のポスター展示による情報発信が生徒、来校者に効果があったか、アンケート等により検証する。

### ⑧評価及び効果測定

論理的思考力の評価指標として、国際数学・理科教育調査（TIMSS）の公開問題を整理し、本校独自の問題を再構成しその結果分析を実施した。また、コースワークの評価基準を活用し、実験課題のレポートを通して生徒の論理的思考力の育成における評価としての研究を実施し、評価方法について検証する。

## ⑤ 研究開発の成果と課題

### ○実施による成果とその評価

(1) 高い志と発想力及び論理的思考力を育成する大学・研究機関・科学館等との連携・接続の推進  
「最先端の研究者による講演」、「大学や研究機関での実験・実習」、「最先端の研究者や大学教授とのディスカッション」、「野外実習」、「つくばサイエンスツアー」、「地学オリンピックの全員参加」等の実施により、生徒に良質な刺激を与え、高い志を持たせ、発想力を育成することにつなげることができた。

また、「総合的な学習の時間」を利用した課題探究学習「熊高ゼミ」を展開し全員がポスター発表を実施することができた。論理的思考力の評価指標については、国際数学・理科教育動向調査(TIMSS)の公開問題を整理して、本校独自の問題を再構成し、1、2年生に解答させ、その結果分析を実施した。

さらに、コースワークの評価基準を活用して生徒の論理的思考力の育成における客観的評価基準の開発を実施した。

(2) 自然、社会、人文の各科学を融合した学際的アプローチの推進

自然科学の分野では各種発表会や科学系オリンピックへの挑戦など1期目に引き続き取組は活発である。一方で、地学・社会校外研修「草津の自然と歴史を訪ねて」、課題研究における体育の分野での新しい取組等、理科のみに限らず他教科での取組や複数の分野にまたがるような取組も一部出てきている。

(3) 将来の国際的な科学技術系人材の育成

サイエンス・ダイアログ事業を活用し、若手外国人研究者の英語講義を聴講する場を設けて、自然や科学に対する考え方等の違いに気づかせ、研究への関心・意欲や国際理解を深めることができた。

また、英語による研究発表会にも科学系部活動の生徒を参加させ、積極的に英語での発表の機会を持ち、他校の生徒の発表も聴講し、意識の高揚にもつながった。

### ○実施上の課題と今後の取組

(1) 高い志と発想力及び論理的思考力を育成する大学・研究機関・科学館等との連携・接続の推進

昨年度までと同様に大学や研究機関と連携を図りながら事業を進めてきたが、効果を上げるためにはさらに各事業のねらいを明確にするとともに、ねらいと取組とのずれが生じないように推進する必要がある。また、参加した生徒達の満足度や、興味・関心・意欲の高まりを感じることはできたが、各事業実施後のアンケートを丁寧に分析し、今後につなげたい。さらに、TIMSSやコースワークについては、今後外部のテストとの連携も含め、本校内だけでなく他校との比較もできるように模索していきたい。

(2) 自然、社会、人文の各科学を融合した学際的アプローチの推進

地学・社会校外研修や体育の分野の課題研究で他教科との連携や理科以外での新しい取組が実施されたが、まだ一部であり広がりがあるとは言えない。今後、平素の授業から他教科との連携を意識するとともに、アクティブラーニングの視点での授業改善に取り組んでいきたい。次年度からは、「熊高ゼミ」が1・2年次で実施されるので、1・2年合同のゼミや、生徒によっては1年次の課題研究をさらに発展させる内容に取り組む生徒が出てくることを期待したい。

(3) 将来の国際的な科学技術系人材の育成

本校での成果研究発表会や近隣SSH校等と合同の英語による研究発表会への参加、「サイエンス・ダイアログによる外国人研究者による講演の聴講」などネイティブと触れる機会を通して、国際性を身につけることの重要性をより深く理解させるための取組が実施されたが、今年度は海外研修を実施できなかったため、現地での最先端の研究施設等の見学や大学生等との交流が実施できなかった。今後積極的に「英語で表現し交流する」ことを実施するためにも、英語による発表や海外への研修等の機会を設けられるように検討していきたい。

## 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	(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(平成 28 年度教育課程表、データ、参考資料)」に添付すること)
○実施による効果とその評価	
【各研究開発における成果】	
(1) 高い志と発想力及び論理的思考力を育成する大学・研究機関・科学館等との連携・接続の推進	
「最先端の研究者による講演」、「大学や研究機関での実験・実習」、「最先端の研究者や大学教授とのディスカッション」、「野外実習」、「つくばサイエンスツアー」、「地学オリンピックの全員参加」等の実施により、生徒に良質な刺激を与え、高い志を持たせ、発想力を育成することにつなげることができた。	
「スーパーサイエンス講演会」は、科学的興味・関心を喚起し、物事を科学的に理解し、適切に判断できる力の育成に効果があった。これまで、スイカ開発者、生物分野、環境分野、物質材料分野、電波天文学・銀河天文学分野の講演を行い、科学的に理解することの大切さや環境に関する問題意識も高めることができた。今年度は、国立研究開発法人国立環境研究所地球環境研究センターから講師を招き、「増え続けるCO <sub>2</sub> - グローバルな視点でCO <sub>2</sub> の循環を探る - 」というテーマで講演を3月に実施予定である。	
「スーパーサイエンス模擬講義」は、生徒の高い志と発想力の育成に効果があり、他の「校外研修」や「野外実習」と連動し、さらに日々の授業と連動させることで、より効果的な事業となった。物理の特別講義は核物理分野の講義で、2年生生理系生徒全員に実施し、興味を持って聞くことのできた生徒が95%で、理科・数学に関する興味が高まった生徒は93%であった。内容の吟味と事前学習の実施により、興味・理解度が向上した。	
「スーパーサイエンス校外研修」としては、従来通り1年生全員を対象に実施している「サイエンスツアー」について一部コースを見直して、つくば研究学園都市を中心とする研究施設を訪問した。「サイエンスツアー」に参加して、興味・関心、理科・社会の興味が高まった生徒の割合は85%であった。また、地学と社会の連携した企画として「草津の歴史と自然を訪ねて(草津火山・ハンセン病施設他)」を1泊で実施した。1年生が地学基礎(選択)の授業で火山を学習しており、今年度も授業との関わりを感じつつ興味を持って取り組んだ。参加生徒は火山活動に関する知識を深めたのはもちろんであるが、ハンセン病施設等を見学・説明をうけたことで、改めてハンセン病に関する歴史的背景や患者の方々の状況を知り、問題意識を高めていた。この事業で、興味・関心、理科・社会の興味が高まった生徒の割合は100%であった。	
「スーパーサイエンス野外実習」としては、希望者による生物分野の校外研修を実施し、生徒の興味・関心を高めるとともに、広い視点で物事を科学的にとらえる資質の向上に寄与した。この野外実習に参加して興味・関心を持った生徒、理科・数学の興味が高まった生徒、意欲が高まった生徒は、いずれもほぼ100%であった。	
論理的思考力の評価指標については、国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2007)の公開問題を参考にして、本校生徒にあった問題に再構成し、1、2年生に解答させ、その結果分析を実施することとした。解答の評価は、問題の質に応じて水準を設け分類し評価するとともに、誤答についても、生徒の誤概念のパターンや思考のパターンを分類して記録した。	
さらに、イギリスのGCSEで2008年までに実施されていた「コースワーク」を参考に、理科の実験課題に対する評価基準を開発し、生徒の論理的思考力の育成と変容を図ることを実施	



した。理科の4科目で実施する実験を対象とし、4つの能力「問題解決のプロセスを見通す能力」、「問題解決の根拠となる証拠を得る能力」、「証拠を分析して考察する能力」、「得られた証拠の妥当性について正しく評価する能力」を評価する具体的な指標を明確にすることで、実験課題を行う生徒自身が、その達成に向けて活動を行えるように進めてきた。

平成24年度から実施後のアンケートにおける質問項目を見直し、各事業の比較・分析の精度が高まった。内容や事前・事後指導についての反省をもとに、より良い事業にするためPDCAサイクルを継続してきた。外部機関と連携では、目的を明確にし、事前準備や実施内容を丁寧につめて、効果的な事業にすることができた。

#### (2) 自然、社会、人文の各科学を融合した学際的アプローチの推進

自然科学の分野では埼玉県主催の高校生によるサイエンスフェア、理科教育研究発表会などの各種発表会や科学系オリンピックへの挑戦（平成28年度は総勢98名）など1期目に引き続き取組は活発である。

一方で、地学・社会校外研修「草津の自然と歴史を訪ねて」、課題研究における体育の分野での「心拍数の上昇と運動能力の向上の関係」といった新しい取組等、理科のみに限らず他教科での取組や複数の分野にまたがるような取組も一部出てきている。平成25年度から1年生全員に対し、「総合的な学習の時間」の多くを利用した課題探究学習を展開し、今年度も全員がポスター発表を実施することができたことは、生徒の資質向上に着実に貢献していると考えている。

#### (3) 将来の国際的な科学技術系人材の育成

今年度は海外研修を実施することはできなかったが、平成25年度より始めたサイエンス・ダイアログ事業を活用した若手外国人研究者の英語講義を実施した。物理、化学、生物、地学の全分野で講義を企画し、自然や科学に対する考え方等の違いに気づかせ、研究への関心・意欲や国際理解を深めることができた。

また、英語による研究発表会にも科学系部活動の生徒を参加させ、積極的に英語での発表の機会を持ち、他校の生徒の発表も聴講し、英語学習の重要性を再確認した生徒が多く、今後の学習に良い影響を与えたと考える。

#### (4) その他

成果の普及については、SSH独自のホームページを構築し、実施事業の情報発信を行うとともに、パネルによる活動内容や課題研究のポスターを校内数か所に展示することより周知を図った。地域に対しては、平成24年度から熊谷市内3校のSSH校と連携し、地域の小中学生・保護者を対象に「楽しもう サイエンス！小中学生科学体験教室」を企画・実施した。指導は3校の高校生が担い、約500名の来場者を得て、小中学生の科学への興味・関心を喚起するとともに、高校生のコミュニケーション能力やプレゼンテーション能力の向上に寄与することができた。

#### 【生徒が認識している効果】

生徒によるアンケート調査から、事業実施による効果を探る。1・2年生全員を対象とした。参加した取組が興味深いものであり、自らの理科・数学に関する能力やセンス向上に役立ったと感じた生徒が多かった。参加により、科学技術に関する興味・関心・意欲が増した生徒が81%、科学技術に関する学習に対する意欲が増した生徒が73%であった。もともと科学技術に興味関心が高かった生徒の2%を加えると、8割以上の生徒がSSH事業への参加に対し、興味・関心を持ち、効果を期待していることも読み取れる。探求心や考える力が増したと回答する生徒が向上しているのは熊高ゼミで全員にポスター発表を行った成果と考えられる。

#### 【教員が認識している効果】

教員は、研究成果発表会や熊高ゼミの指導を通し、SSH事業に関わる機会も多くなったことが、多くの教員が生徒の変容を通してSSH事業の成果を実感できる結果につながっている。さらに、今年度から推進体制を各教科から2名ずつ委員を出し、そのうちの1名が事務局として主

要な事業の推進に関わるように変更した。先に記載した地学・社会校外研修に関わった教員からも実施後の生徒の変容を踏まえ、次にどのような企画を計画しようかと考えてくれるなど、学校全体で取り組む形が定着しつつあり、組織としてSSH事業にあたることが進められたと考える。

## ② 研究開発の課題

(根拠となるデータ等を報告書「④関係資料(平成28年度教育課程表、データ、参考資料)」に添付すること)

### (1) 高い志と発想力及び論理的思考力を育成する大学・研究機関・科学館等との連携・接続の推進

昨年度までと同様に大学や研究機関と連携を図りながら事業を進めてきたが、効果を上げるためにはさらに各事業のねらいを明確にするとともに、ねらいと取組とのずれが生じないように推進する必要がある。特に「サイエンスツアー」は、1年生全員参加であり全体に与える効果は大きい。各研究機関と十分な調整し、生徒への事前学習を実施している。学校行事として定着をしてくれているが、予算的にもかなりかかるため、学校独自での実施は難しい。

また、参加した生徒達の満足度や、興味・関心・意欲の高まりを感じることはできたが、各事業実施後のアンケートを丁寧に分析し、今後につなげたい。

さらに、TIMSSを活用した論理的思考力の測定に関して、本校生徒の実態に即した問題の改訂、評価指標の分析、検証も引き続き行っている。コースワークを活用した理科の実験課題に関する評価基準をもとに、生徒のレポートがどのように変化していくか、高校3年間での論理的思考力の育成と変容をまとめていくことも継続していきたい。今後は外部のテストとの連携も含め、本校内だけでなく他校との比較もできるように模索していきたい。

### (2) 自然、社会、人文の各科学を融合した学際的アプローチの推進

地学・社会校外研修や体育の分野の課題研究で他教科との連携や理科以外での新しい取組が実施されたが、まだ一部であり広がりがあるとは言えない。ただ、参加した生徒の満足度は高く、同様の取組をさらに取り入れていくとともに、今後、平素の授業から他教科との連携を意識するとともに、アクティブラーニングの視点での授業改善に取り組んでいきたい。

次年度からは、「熊高ゼミ」が1・2年次で実施されるので、1・2年合同のゼミや、生徒によっては1年次の課題研究をさらに発展させる内容に取り組む生徒が出てくることを期待したい。

### (3) 将来の国際的な科学技術系人材の育成

本校での成果研究発表会や近隣SSH校等と合同の英語による研究発表会への参加、「サイエンス・ダイアログ」による外国人研究者による講演の聴講などネイティブと触れる機会を通して、国際性を身につけることの重要性をより深く理解させるための取組が実施されたが、今年度は海外研修を実施できなかったため、現地での最先端の研究施設等の見学や大学生等との交流が実施できなかった。今後積極的に「英語で表現し交流する」ことを実施するためにも、英語による発表や海外への研修等の機会を設けられるように検討していきたい。

### (4) その他

研究成果発表会の通知、SSHのホームページやパネルによる校内ポスター展示など、全校生徒や保護者への周知は進んでいる。今年度は、研究成果発表会の案内を実施直前に中学校等にも配布したこともあり、例年に増して中学生やその保護者の参加も多くあった。さらに多くの方に参観してもらえるように周知の方法を検討したい。

市内3つのSSH校で連携した事業も実施したが、本校も含め3校ともSSH指定の切り替えの時期に当たり、この取組を今後どのように進めていくのが課題となっている。