

## 平成 22 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（第 3 年次）（要約）

## ① 研究開発課題

次世代に継承する「環境適合型社会」の創出をめざす取り組みに、主体的にかかわることのできる科学技術系人材を育成する教育内容やその実践方法等を研究開発する。

また、得られた成果の普及・充実のために外国語科や情報科とも連携し、国際感覚を深めるための効果的なプログラムを研究開発する。これらの研究を通して、過去5年間のSSH事業の研究成果を一層発展させる。

## ② 研究開発の概要

上記の研究開発課題を達成するために、次の5つの仮説を立て検証を行った。①サイエンスリサーチ(SR)科の「探究活動」、普通科の「総合的な学習の時間」及び科学研究部の活動において、行政機関や民間企業、大学や研究機関などと連携をしながら、持続可能な社会の創出をめざす取り組みに積極的に参加した。②他県の高等学校と協力し、新たな「コアSSH」への発展をめざす連携研究を行い、その成果を普及した。また、近隣の小・中学生への実験指導などを通して、地域の中で理数教育の中核拠点としての役割を担っている。③「科学英語表現」や英語による情報教育など、国際感覚とコミュニケーション能力の育成を図った。④自然科学系と人文系の合同の研究発表会を開催し、互いの成果の共有を行った。⑤科学に対する興味・関心を喚起するために、新学指導要領の実施や数学・理科以外の各教科における、横断的な「科学リテラシー」向上に向けた指導法を研究した。

## ③ 平成24年度実施規模

サイエンスリサーチ(SR)科の生徒を中心に、外国語によるコミュニケーション能力の向上や英語を通しての国際分野の探求活動をめざす学科である国際探求学科(平成24年度よりクロス・カルチュラル(CC)コースから改編)、並びに理系類型を中心とする普通科生徒を対象に実施する(全校実施)。

## SSH実施対象生徒数 (平成 25 年 1 月現在)

		1年	2年	3年	合計
普通科	普通科総数	199	220	231	650
	(理系)		(21)	(25)	(46)
	(クロス・カルチュラルコース)		(33)	(39)	(72)
	国際探求学科	34			34
	サイエンスリサーチ科	37	28	38	103

## ④ 研究開発内容

## ○研究計画

## 1 年次(H22 年度)、2 年次(H23 年度)、3 年次(H24 年度)、4 年次(H25 年度)、5 年次(H26 年度)

## 1. 環境問題を重視した課題研究や探究活動の充実

1 年次では、長期的な視点で探究活動を行う環境問題を扱うテーマとして、尼崎運河や大阪湾の水質調査や水質浄化をめざす方策の研究などを検討した。2 年次にはデータの蓄積とその継承に努め、持続可能な社会の創出をめざす取り組みへの参加方法も検討した。3 年次ではデータの蓄積とその継承、結果の整理と考察を行うなかで、新たな「コアSSH」の取り組みと連携し、多角的な研究を行った。また、持続可能な社会の創出をめざす取り組みに積極的に参加し、人材育成へとつなげた。4 年次以降は、新たな課題の設定や活動内容を深めながら、得られた成果をもとに検証を始め、自然の恵沢を将来に継承しながらも発展をめざす先導モデルを提唱する。

## 2. 行政機関や地元企業、大学や研究機関との連携の推進

1 年次では、環境問題の研究に関連する兵庫県や尼崎市などの行政機関、および、地元企業との連携を推進した。2 年次は内容をさらに深め、3 年次では諸機関と連携を強化した活動を基に、探究活動とその成果を地域へ還元する活動を積極的に行った。4 年次以降では従来の活動を深化させ、学んだことを探究活動に生かし、自主的に問題解決に取り組む態度を養い、連携から得られた効果を検証し新たな発展をさせていく展開を考えていく。

## 3. 新たな「コアSSH」への発展をめざす連携研究と成果の普及・充実

1 年次では、過去 5 年間のSSH事業によって得られた成果を教材として整備する検討を行った。「コアSSH」の取り組みは内容を深めるとともに、成果を広げる活動を行った。また、瀬戸内海沿いの他県の高等学校との環境問

題をめぐる連携を築いていくための準備を行った。さらに、従来実施してきた小学校との連携に加えて、中学校との連携を模索した。2年次は、他県の高等学校と連携して調査・研究活動を開始した。また、研究発表会に中学校生徒を招いて、新たな連携をめざした。3年次では、4年間実施してきた重点枠研究・全国コンソーシアムの手法を生かして、新たなテーマとして「環境調査並びに遺伝子解析などの活用による海洋環境解析」を設定した。他県の高校との研究連携を本格化し、瀬戸内海の環境を考える全国高校生フォーラムを行った。4年次以降では、「コアSSH」、「SSH」で得られた手法と成果を基に、環境再生、海洋生物の分布調査等の環境問題についての取り組みを「科学技術人材育成重点枠」として発展させる。また、SSH校、非SSH校の幅広い連携を行う中で、次世代に継承する「環境適合型社会」の創出をめざす取り組みを進めていくとともに、小・中学校の教員との研究会を充実させ、理数教育において地域の中核的拠点となることをめざす。さらに科学人材育成としての取り組みの効果をまとめて検証する中で、今後の課題や発展を考え、県内はもとより全国への普及活動を推進する。

#### 4. 英語を重視した自然科学教育や情報教育の実施

1年次では、1年生が活動の成果を英語で発表する方策を検討し、日本の大学で学ぶ留学生を招聘し、SR科およびCCコースの両方の生徒が交流した。また自然科学系と人文系の合同の研究発表会の開催に向けてSR科とCCコースが協力して準備を行った。2年次では、1,2年生が活動の成果を英語で発表するための方策を検討した。また、留学生交流会はこれを継続し、自然科学系と人文系の合同の研究発表会を開催した。3年次では、語学力や情報リテラシーを高め、発表内容の向上をめざして内容を深めた。また、留学生と、SR科および国際探求学科の生徒が交流する機会を設定した。さらに普通科における自然科学系と人文系の課題研究の定着を図るとともに、数学科を中心に数理解析能力の向上をめざす取り組みの指導内容や方法を具体的に研究し、効果を高めることを検討した。4年次以降は、情報科や外国語科およびALTの協力のもと、国際探求学科との連携を密にし、生徒の自主性や積極性を養いながら、活動内容の向上に努める。また、学校全体の活性化を図り、新たに生じた課題について、その解決に向けての取り組みを行う。

#### 5. 一人ひとりの科学リテラシーを高める教育実践

1年次では、平成24年度から実施する新学習指導要領に向けて、望ましい理数教育をめざす教育課程を検討した。2年次では新しい教育課程を確定した。3年次では、数学と理科において新学習指導要領を先行実施した。また、SR科中心で行ってきた探究活動の手法を、「小田高リサーチ」として普通科、国際探求学科にも波及させ、全校的な取り組みとした。4年次以降では、新学習指導要領の実施による成果と課題を整理し、新たな課題の解決に向けての取り組みを行う。また、「小田高リサーチ」を発展させていく。5年次では、「小田高リサーチ」の効果を検証し、今後さらに進める方策を見つけていく。

#### ○教育課程上の特例等特記すべき事項

SR科では、教科「理数」の科目である「理数数学Ⅰ」「理数数学Ⅱ」「理数数学探究」「理数物理」「理数化学」「理数生物」を専門科目として設置する。また、特色ある科目として、次の科目を設置する。

- ①「自然探究の方法」②「自然科学研究」③「先端科学技術研究」④「科学英語表現」(総合的な学習の時間)

#### ○平成24年度の教育課程の内容

「報告書」p.65に教育課程表を記載している。

#### ○具体的な研究事項・活動内容

##### ①持続可能な社会の創出をめざす取り組みへの積極的な参加

SR科の自然科学研究では、大阪湾や尼崎運河での環境調査を実施し、その研究成果を小田高リサーチ生徒研究発表会や第4回サイエンスフェアin兵庫などで発表した。

##### ②行政機関や地元企業、大学や研究機関との連携の推進

兵庫県環境農政部との連携による環境調査をはじめとして、神戸大学、京都大学、大阪大学、関西学院大学、近畿大学などとの連携により、実験・実習や特別講義を実施した。

##### ③新たな「コアSSH」への発展をめざす連携研究と成果の普及・充実についての取り組み

従来の重点枠研究・全国コンソーシアムのDNA解析手法を用いて、応用してフジツボの調査を開始した。

#### ④観察や実験を重視するとともに、数理的解析能力の向上もめざす教育課程の実施

「自然探求の方法」「自然科学研究」などの科目において、観察・実験、数理的解析能力の向上を図った。

#### ⑤英語を重視した自然科学教育の実施

「科学英語表現」では科学論文の講読や英文レポート作成、英語での実験にも取り組んだ。また、生徒研究発表会では、CCコース代表者が英語による研究発表を行った。

#### ⑥本校国際探求学科との連携

神戸大学大学院の留学生を本校に招き、国際探求学科とSR科の生徒が交流する機会を設けた。

#### ⑦情報教育の充実

英語でのプレゼンテーション実施を目指し、外国語科と情報科が連携して、指導方法や教材を検討した。

#### ⑧科学講演会の実施

SSH事業の対象を普通科の生徒にも広げるため、1年生全員を対象に環境と生物の講演を企画している。

#### ⑨小・中学校および地域との連携、公開講座の定期的な実施

SR科2年生や科学研究部の生徒が近隣の小学生対象に算数・理科の授業を実施した。

#### ⑩新しい教育課程における理数教育のあり方についての検討とその実施

普通科の新学習指導要領の科目である基礎科目において、これまでの特例科目である「サイエンス基礎」で得られた成果を基に観察や実験を重視した授業を展開し、普通科の生徒にもSSH事業を広めた。

#### ⑤ 研究開発の成果と課題

#### ○実施による効果とその評価

アンケート結果を見ると、昨年までと同様に、野外での実習等を伴う事業が生徒の興味・関心を高めることに大変有効であることがわかった。継続している事だけでなく、新規の事業においても、安定的な効果を期待できる。事業として安定している規模となっているものについては、全面的にアンケート結果が上昇した。

SSH事業のアンケート項目を改定し実施することによって、本校生徒の実態が浮かび上がり、新たなSSH事業の判断材料を得ることができた。それによると、①理科好きの生徒も理科嫌いの生徒も、一般的な科学テーマの内容に興味を示すこと、②探究的な活動の参加状況やそこから得られる力においては違いが見られず、効果的であることが分かった。今後のSSH事業の指針となる結果である。また、SR科の生徒は、年次が上がるにつれて、アンケート結果が上昇している。これは、3年間のSSH事業が有機的に結びつき、効果的な指導ができていていることを示している。特に顕著なものに、プレゼンテーション能力の向上があり、これは探究活動の成果である。一方、成績下位者の満足度は、決して低いものではないものの、定着度や理解度はやや低いものがある。活動の内容を工夫する余地が見えてきた。

#### ○実施上の課題と今後の取組

環境問題の探究テーマとして、従来の尼崎港や大阪湾の水質調査や生態系に、コアSSHと連携した環境指標生物の水平分布調査を加えた。これらのデータの蓄積や継承に努め、発表する機会を創出し、幅広い連携を求めていき、成果を普及させるとともに、科学講演会や総合的な学習の時間を利用して、環境問題についての意識を高めていく。その中で持続可能な社会の創出をめざす取り組みへの積極的な参加の方法を検討する。また、英語によるプレゼンテーションを目標に、言語能力や幅広い視野、国際性を身につけさせる諸事業を行う。さらに、新学習指導要領に基づいた、全校を挙げた探究活動を推進し、互いの成果を共有して、本校の活動を充実し、SSH事業の取り組みを保護者や地域に発信する中で、これらの成果をまとめ、検証を始める。

## 平成 22 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（第 3 年次）

## ① 研究開発の成果

## 事業実施後アンケートの結果分析

昨年までに見られたアンケート結果の傾向として、野外での実習を伴う生徒の満足度が高いという点があった。新規実施の「西はりま天文台での研修」や「千里丘陵での地層観察」において、参加したすべての生徒が面白かったと答えている。また、継続して実施している「白浜臨海実習」や「コウノトリの郷公園研修」、「地質調査」、「天王寺動物園研修」においても、8割以上の生徒が面白かったと答えている。規模の縮小、拡大を含みながら継続していく中で、安定した興味・関心を高める指導ができており、この傾向は今年度も持続することができている。

昨年度と比べて、アンケート項目の全面的な向上が見られたものに、「清和小学校体験授業」、「プレゼン特別講義」、「科学英語表現」、「サイエンスフェア」、「自然科学研究」、「自然探究の方法」、「SSH生徒交流会」がある。昨年度とは年次が進み、参加者が異なるため一概には言えないが、継続している事業としての安定度がこうした効果を生み出していると感じる。いずれの項目も、参加する生徒が主体的に活動する内容を含んでおり、対象生徒が入れ替わっても、それを実践する指導が安定している事業において、高い評価を得ている。

## SSHアンケートの結果分析

今年度のアンケート項目は、昨年までのアンケート項目を基に、大幅に刷新して実施した。それにより本校性の実態がより浮かび上がりやすくなった。

本校の普通科・国際探求学科生徒対象のアンケートにおいて、約 30%の生徒が理科が好きであると答えている。数学が好きと答える生徒も約 30%いて、両方またはどちらかが好きであると答えた生徒は 45%になる。実験や観察が好きなのは 5 割いる。本校生徒の状況は、理数離れの傾向とは少し異なるかもしれない。そこで、本校生徒を理科好きと理科嫌いに分け、クロス集計を行った。理科が嫌いだと答えた生徒は、物理、化学、生物、地学に興味を示しておらず、関心がないと答えていることから、有意に分けられている。その中で、本校が実施しているSSH事業において、理科が好きで生徒も、理科が嫌いな生徒も、天王寺動物園研修には関心を持っていることがわかる。また、探求活動への参加状況や、そこから得られると感じる力について、理科好き生徒も理科嫌い生徒も、有意な差が見られていない。このような事業や活動が、SSHの成果を全校的に広めていく活路となるような工夫に取り組みたい。

サイエンスリサーチ（SR）科へのアンケートでは、授業で学んだことが社会で多く用いられているという気づき、探究活動によって身につくと感じる事がら、SSH事業の満足度と効果において、年次が進むごとに高い評価をつける生徒の割合が上がっていることが見て取れる。SR科として、各事業が有機的に結びつき、着実な力をつけて行っていることをうかがわせる。特に顕著な変化としては、1年と2年の違いである。1年では多くの設問で解答がばらけており、均質なアンケート結果となっているが、2年を終えると高評価を付ける割合が増えている。これは、2年生で実施している自然科学研究の意味合いが非常に強いためであろう。探究的な活動によって身に付くと感じる事がらで、2、3年生と1年生の間で決定的に異なるものに、プレゼンテーション能力があげられることからもうかがえる。調べた内容をまとめて発表させる活動が、SSH事業の根幹を成しているといえる。また、2期目のSSHを3年間過ごした39回生を追跡すると、3年間を通じて満足度が高く、徐々に向上していることがわかった。

一方、SR科生徒を学業の成績ごとに分けて、それぞれのアンケート結果を集計したところ、学業成績上位者ほどSSH事業での取り組みが定着している様子がうかがえる。SSH事業に参加した満足度を問う質問では、学業成績下位者が決して不満足ではないことから、現在のSSH事業の事前・事後指導や、基礎力を充実させるプログラムの開発、事業自体に幅を持たせることが今後行うことができる改善点である。また、本校のSSH事業の中心を担う探究活動について、成績上位者ほど身に付く力や事柄を多く答えている。そしてその内容も、成績中上位者は考察力や分析力を選んでいる割合が高い。探究活動は確かに知識レベルの高い内容を要求することもあるが、グループとして活動する際に役割分担をするなどの対策ができる。

## ② 研究開発の課題

本校のSSH事業において、研究開発課題を達成するために実施してきた5つの研究を中心に、今後の課題を記す。

### A 持続可能な社会の創出をめざす取り組みへの積極的な参加

今年度は環境問題の具体的なテーマとして、SR科2年生の「自然科学研究」において、従来の尼崎港や大阪湾の水質環境や水質浄化に関する調査・研究に、コアSSHと連携して環境指標となる生物の水平分布調査を加えた。得られたデータは次年度以降の研究に継承する目的で整理するとともに、第5回サイエンスフェア in 兵庫や小田高リサーチ生徒研究発表会などの機会に発表した。次年度以降も、研究の基礎資料としてのデータの蓄積と継承に努めるとともに、これらの研究成果を発表する場をつくり、成果の普及を図る。また、科学講演会等による啓発活動を継続するとともに、理科をはじめとして、他の教科や総合的な学習の時間の授業においても環境問題に積極的に取り組む中で、持続可能な社会の創出をめざす取り組みへの積極的な参加の方法を検討する。

### B 新たな「コアSSH」への発展をめざす連携研究と成果の普及・充実についての研究

今年度の事業は、兵庫県農政環境部をはじめとした行政機関や神戸大学、京都大学等の大学や研究機関と連携して実施してきた。また、例年行っている小学生への実験授業の取り組みなど、地域と連携した事業にも取り組んできた。次年度については、環境問題における行政機関、大学等との連携について、実際の活動を通して内容を深めていく。また、より多くのデータを収集するため、他の高等学校と連携した調査・研究の方法を模索し、将来的に環境問題をテーマとする新たな「コアSSH」としての活動実施のための端緒とする。さらに、小学生対象の授業と同様の取り組みを中学生にも広げたり、小・中学校教員と連携した研究会の開催をしたりすることも検討する。

### C 英語を重視した自然科学教育や情報教育の実施

今年度の取り組みとしては、SR科3年生の「科学英語表現」の授業での、科学論文講読や英文レポート作成、英語での実験授業の実施などがある。また、SR科1年生の情報授業において、英語でのプレゼンテーションに取り組んだこともあげられる。これらの取り組みをさらに発展させるとともに、国際感覚を高め、日本語だけでなく英語でも表現できる言語能力を高めるために、入学段階から3年間の指導方法についての効果的なプログラムを研究開発する。

### D SR科と国際探求学科との連携

日本の大学で学ぶ留学生と交流する事業を例年実施しているが、今年度も神戸大学大学院の留学生を招聘し、SR科および国際探求学科の生徒が交流した。次年度以降も引き続きこの事業を実施し、幅広い視野と国際性を身につけることを目標とする。また、SR科と国際探求学科の合同発表会を開催し、互いの成果を共有するとともに、学んだ内容を以降の探究活動を進めるための新しい視点として活用する。

### E 科学に対する興味・関心を喚起する教育課程および指導法の研究

本校でのSSH事業の重点的な取り組みとして、SR科1年生対象の「自然探究の方法」と2年生対象の「自然科学研究」があげられる。自然を探究する態度を身につけるとともに、自然科学を学習する意欲を喚起するもので、生徒の評価も良く大きな成果を上げてきた。これらの科目はさらに内容を発展させながら継続していく。平成24年度からは新学習指導要領が先行実施され、3分野の基礎科目が必修科目となる。平成23年度までの学校設定科目「サイエンス基礎」の取り組みをうまく接続させ、普通科生徒の理数教育を推進するため、その内容をさらに充実させていく。

## 平成24年度コアSSH実施報告【全国的な規模での共同研究（コンソーシアム型）】（要約）

1. 研究テーマ	「海洋調査並びに遺伝子解析などの活用による海洋環境解析—蔓脚類完胸超目（フジツボ・カメノテの仲間）など海洋生物の水平分布並びに 遺伝子解析—」の研究
2. 研究開発の経緯・概要	<p>1. 事業設定の経緯</p> <p>(1) 創造性にあふれた科学技術系人材を育成するうえで若い時代の経験は非常に重要であると考えた。具体的には第一線の優秀な科学研究者に指導を受ける機会を持つことが大切であると考えた。さらに、生物分野に興味がある高校生にはフィールドワークを経験し、豊かな生態系に深くかかわりその豊かさを実感することが大切であると考えた。また、多くの遺伝子技術を扱う研究現場ではシーケンスなどの基本作業の外部委託が一般的になりつつある。きわめて画一化された技術であるためこの傾向はますます一般化すると思われる。しかしこれらの操作がブラックボックス化ししまえばその結果を正しく評価し解析することが難しくなる。創造的に研究を進めるにはしっかりとした原理の理解と技術の習得が重要であると考えた。このような状況の下「海洋調査並びに遺伝子解析などの活用による海洋環境解析—フジツボなど海洋生物の水平分布並びに 遺伝子解析—」を支援した。</p> <p>2. ねらい</p> <p>(1) 水質調査・プランクトン採集・フジツボやカメノテの仲間（蔓脚類完胸超目）の生態調査と標本採集を行うことにより、着実にバランスのとれたフィールドワークを学ぶことを目標とした。</p> <p>(2) プランクトン観察を通して海洋の生物多様性を学習するとともに生物分類の基礎を学ぶことを目標とした。また生徒自身が同定可能なされたプランクトンが環境指標となる可能性を検討することを目標とした。</p> <p>(3) フジツボやカメノテの仲間の分類を行い、水平分布を全高校の高校生が協力して行うことにより、在来フジツボと外来フジツボの生態系おけるニッチ獲得競争を学習することを目標とした。</p> <p>(4) またこれらの遺伝子解析を行い、各種内においてみられるDNA多型と水平分布を明らかにする遺伝子技術の習得と原理の深い理解を目指した。</p> <p>(5) 高校生が解読したこれらの塩基配列は、今後続く高校生が研究しやすいように、高校生自身がデータベースに登録し、データベースの構築の意義および情報技術の重要性を理解することを目標とした。これらの活動を支援し、科学技術系人材の育成を目指した。</p>
3. 平成23年度実施規模	<p>尼崎小田高校はサイエンスリサーチ科および科学研究部生物班の生徒が中心。8月18～19日に研究会を実施し全国10校の教師・生徒、23名が参加した。11月23日に高校生フォーラムを開催。全国の高校教員36名、生徒42名が参加した。</p>
4. 研究開発内容	<p>○ 身近な海岸でのフィールドワーク</p> <p>1. 水質調査とプランクトン採集</p> <p>(1) 各参加校が近くの海岸で水質検査とプランクトン採集を行った。</p>

- (2) プランクトンはその場でエタノールで固定し、後日種同定を行い、出現種を確定した。

## 2. フジツボやカメノテの仲間の生態調査と標本採集

- (1) フジツボやカメノテの仲間の総出現種数の調査と密度調査および採集を行った。
- (2) 標本はその場でエタノールで固定し、後日種同定を行い、出現種を確定した。

## ○ 遺伝子解析

### 3. アメリカフジツボ・ヨーロッパフジツボのミトコンドリアDNA遺伝子解析

- (1) 標本からのDNAの抽出を行った。
- (2) PCR法によるD Loop領域のDNA増幅を行った。
- (3) 制限酵素処理を行った。

### 4. カメノテのミトコンドリア DNA 遺伝子解析

- (4) 標本からのDNAの抽出を行った。
- (5) ミトコンドリアDNAのCOI(シトクロム オキシダーゼ サブユニット I)・16S(ロングリボソームサブユニット)、12S(ショートリボソームサブユニット)、D loopの4領域のPCR法によるDNA増幅を行った。
- (6) 業者委託によるシーケンスを行った。
- (7) 解析ソフト「MEGA5」による塩基配列データのアラインメント解析を行い、ミトコンドリアDNAによグループ分けを行った。
- (8) 採集地ごとの各グループの割合を出し、エクセルを使って各採集地のクラスター解析を行い、採集地の特性を検討した。

## ○ 成果発表会

### 1. コアSSH参加校およびその他の海洋研究校による成果発表

- (1) パワーポイントを使ったプレゼンテーション
- (2) ポスターを使った質問会

### 2. 尼崎運河浄化施設の見学

### 3. 講師および参加者を交えたディスカッション

### 4. 講師による講評

## 5. 研究開発の成果と課題

### ○研究開発の成果。

1. カメノテは種の同定を行いやすく、潮間帯の上部に位置するため採集が容易である。解剖が容易で筋肉組織が抽出しやすい。全国的な広い分布を示す。ミトコンドリア全配列がDNAデータベースに登録されている。などの点から蔓脚類完胸超目（フジツボ・カメノテの仲間）の調査と遺伝子解析を高校生が行う際の対象としてカメノテが優れていることが分かった。
2. 遺伝子解析方法としてはシーケンスによるクラスター解析が非常に有効であることが分かった。
3. 「現在あなたが実践している研究活動をさらに発展、深化させたいという思いが強まりましたか。」というアンケートに参加したすべての高校生と約90%の教員が「強まった」と回答するなど今回のプログラムが科学技術系人材の育成にきわめて有効な支援であることが示された。

### ○研究開発の課題

1. 参加した高校生がより交流できるようなプログラムを開発することが課題である。
2. 遺伝子解析の裏付となる数学を学び、応用する能力を付けるプログラム開発が課題である。
3. 海洋環境と遺伝子解析に固執せずに新しい生徒の自発的な発想による発展を支援できるプログラム開発が課題である。



平成23年度コアSSHの成果と課題【全国的な規模での共同研究（コンソーシアム型）】

① 研究開発の成果

1. 水質調査・プランクトン採集・フジツボやカメノテの仲間の生態調査と標本採集などのフィールドワークを高校生自ら実施した。プランクトン観察を通して海洋の生物多様性を学習するとともに生物分類の基礎を学んだ。特にプランクトン分類は専門の講師の指導の下で基礎的な技術を習得し、大まかではあるが自分たちの住む地域の海洋プランクトンの分類を行い参加高校生各自が海洋生物の多様性を学んだ。これら海洋プランクトンが環境指標になるかどうかはさらなるデータの収集と解析が必要で、後進の高校生に期待したい。
2. フジツボ・カメノテ類の分類を行い、水平分布を全高校の高校生が協力して行った。フジツボやカメノテの仲間の水平分布はある程度明らかになり、外来種（アメリカフジツボ (*Amphibalanus eburneus*)・キタアメリカフジツボ (*Balanus glandula*)・ヨーロッパフジツボ (*Amphibalanus improvisus*)・タテジマフジツボ (*Amphibalanus amphitrite*)）と在来種（シロスジフジツボ (*Amphibalanus albicostatus*)・クロフジツボ (*Tetraclita japonica*)の仲間、イワフジツボ (*Chthamalus* sp.)の仲間、オオイワフジツボ (*Hexacamaesipho pilsbryi*)、カメノテ (*Capitulum mitella*)、ドロフジツボ (*Amphibalanus kondakovi*)が各種採集された。分類すると以下の通りになる。在来フジツボと外来フジツボの生態系おけるニッチ獲得競争を明らかにした。



全国的に採集された種

移入種	採集地域
タテジマフジツボ ( <i>Amphibalanus amphitrite</i> )	近畿・関東・東北
在来種	採集地域
シロスジフジツボ ( <i>Amphibalanus albicostatus</i> )	中国・近畿・関東・東北
クロフジツボ ( <i>Tetraclita japonica</i> )の仲間	沖縄・中国・近畿・関東
イワフジツボ ( <i>Chthamalus</i> sp.)の仲間	沖縄・中国・近畿・東北・北海道
カメノテ ( <i>Capitulum mitella</i> )	中国・近畿・関東

局地的に採集された種

移入種	採集地域
アメリカフジツボ ( <i>Amphibalanus eburneus</i> )	関東・近畿・中国
ヨーロッパフジツボ ( <i>Amphibalanus improvisus</i> )	関東・近畿・中国
キタアメリカフジツボ ( <i>Balanus glandula</i> )	東北・北海道
在来種	採集地域
ドロフジツボ ( <i>Amphibalanus kondakovi</i> )	関東・近畿
オオイワフジツボ ( <i>Hexacamaesipho pilsbryi</i> )	東北・北海道
アカフジツボ ( <i>Megabalanus rosa</i> )	近畿
サンカクフジツボ ( <i>Balanus trigonus</i> )	近畿

特にキタアメリカフジツボの北海道日本海側への進出が行われていることが示された。

3. アメリカフジツボ（外来種）およびカメノテ（在来種）の遺伝子解析を行い、各種内においてみられるDNA多型と水平分布を明らかにした。

4. カメノテのDNA多型解析の結果、日本沿岸のカメノテは遺伝的に大きく3系統に分かれることが明らかになった。そのうち最大の集団は全国各地に分布することその他の2グループには分布の地域差があることが明らかになった。
5. 解読した塩基配列は、今後続く高校生が研究しやすいように3月中にDNAデータベースに登録する予定である。
6. 発表会ではパワーポイントによるプレゼンテーションとポスター発表を併用し、その後ディスカッションを行うなど、参加高校生が交流できるように工夫を凝らした結果、アンケートでは参加者全員が「他校の情報が得られた」と答えるなど、参加者同士の交流できた。
7. これらの活動を支援した結果、生徒は海洋生態系の生物多様性や遺伝子技術を深く学習することができた。また成果発表によりお互いの活動や研究方法や発表方法を学習することができた。結果アンケートでは参加生徒全員が「科学技術分野に対する期待や憧れが強まった」と回答していた。これはこのプログラムが科学技術習得に対する生徒の意欲が向上に有効であることを示していた。この結果、科学技術系人材育成目標を達成できた。

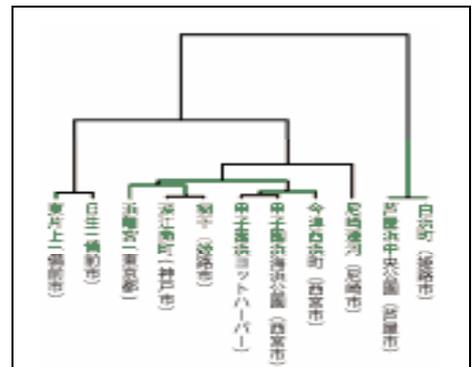


図2 アメリカフジツボ地域個体群のグループ分け

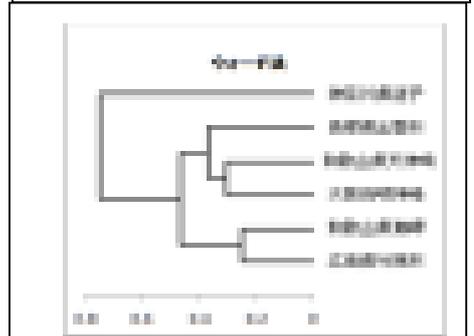


図6 カメノテの地域個体群のグループ分け

## ② 研究開発の課題

1. 参加高校生が交流できるように工夫を凝らした結果、アンケートや感想が示すように一定の成果を上げることができたが、より一層交流できるようなプログラムを開発することが課題である。この課題解決ための提案を行う。
  - ① プログラムを高校生自身による自主的な運営を行う。
  - ② 高校生同士が実験会の後に個人的な連絡が取りあえるようにフェイスブック・ラインなどを利用できる環境を整える。
  - ③ 合同採集会などを企画し、一緒にフィールドワークを行う。
2. 遺伝子解析の裏付となる数学を学び、応用する能力を付けるプログラム開発が課題である。この課題解決ための提案を行う。
  - ① 数学(統計学)の講師を招き、講義を受ける。
  - ② 解析のためのデータ処理の段階からデータ交換など連絡を取り合う。
3. シーケンスによる解析が有効であることが今回はっきりしたので、各参加校でシーケンスを行うことが望ましい。
  - ① 夏の実験会を小規模にして複数回実施し解析技術のレベルアップを図る。
  - ② PCR法によるDNA増幅やDNA精製の段階からデータ交換など連絡を取り合う。
3. 海洋環境と遺伝子解析に固執せずに新しい生徒の自発的な発想による発展を支援できるプログラム開発が課題である。
  - ① 各学校でのフィールドワークの段階から、参加生徒自身による自主運営組織などを作る試みを行う。