

平成20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4年次）（要約）

① 研究開発課題

数学・理科に重点を置いたカリキュラムを編成するとともに、本校のクロス・カルチュラルコースと連携しながら、国際社会で活躍できる科学技術系の人材の育成を図る。また、大学、小・中学校や研究機関・民間企業等との連携・協力のもとに、先進的な理数系教育を構築する。

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、4つの仮説を立て検証を行った。

A 観察・実験を中心に据えた教育課程の開発

- ・3年間で96単位の履修単位のうち、理数関係の時間数を44単位とし、4分野を履修する。
- ・学校設定教科・科目として「自然探究の方法(1年)」、「自然科学研究(2年)」を設置し、この科目の中で大学や研究機関等との連携を図り、知的好奇心の育成を目指す。

B 国際社会で通じる表現力の育成 ～ 本校のクロス・カルチュラルコースとの連携

- ・国際社会で活躍できる科学技術系の人材の育成を図るために、発表会等のコーディネータとして、本校クロス・カルチュラルコースの生徒を活用する。また、「科学英語表現」等により語学力の育成を図り、実験等の結果を英語でプレゼンテーションできる英語表現力の育成を目指す。

C 小・中学校との連携、公開講座の定期的な実施

- ・小、中学生などに実験の指導を行うことにより生徒の社会性を育成する。

D 科学に対する興味・関心を喚起する教育課程及び指導法の研究（3年次より新規）

- ・学校設定科目の「サイエンス基礎」(3単位)及び科学講演会の実施によって、普通科文系生徒への科学に対する効果的な興味付けの指導法について研究する。

③ 平成20年度実施規模

サイエンスリサーチ科(理数系普通教育の専門学科)と、普通科理数類型を中心に、クロス・カルチュラルコース(国際理解、英語によるコミュニケーション能力を高めるコース)および全校生徒を対象に実施する。

SSH実施対象生徒数

		1年	2年	3年	合計
普通科	普通科総数	240	198	183	621
	(理系)		(14)	(15)	(29)
	(クロス・カルチュラルコース)	(40)	(40)	(41)	(121)
サイエンスリサーチ科		40	39	39	118

④ 研究開発内容

○研究計画

第1年次から第3年次までは割愛し、第4年次以降の研究内容を記す。

第4年次

SSH事業の前半期である第3年次までの取り組みを反省し、不十分な点を改善しながらさらなる向上を目指して第4年次も継続して取り組んだ。新たに第4年次で取り組んだ内容を中心にして、実施事項について以下に記す。

A 観察・実験を中心に据えた教育課程

- ・大学との教育内容の連携のあり方について、より具体的に研究した。自然科学の内容は、現在、非常に高度に発達しているが、それに触れる機会を大学に依存してしまうだけではなく、高校内で実際に行うことができることは何かということについて、大学などの研究者とともに検討した。
- ・大学や社会的な研究機関との連携について、一般的な内容ではなく、より具体的なテーマも扱うようになった。例えば、兵庫県立コウノトリの郷公園において野外実習を行うだけでなく、その後、兵庫医科大学の研究者からコウノトリの遺伝的解析についての講義と実習を受けることにより、バイオテクノロジーが社会に貢献している実際の姿を学ぶことができた。

・SSH事業により得られた成果の他校への普及に努めた。

① 平成20年度SSH重点枠研究・全国コンソーシアムに採択され、「ミトコンドリアDNA多型分析」のテーマで、8月20～22日および1月5、6日の2回にわたり研究会を実施した。

② 「教員の研究成果」として、SSH事業の取り組みを中心として得られてきた研究成果の一部を、本校のホームページに掲載して広く公開し、誰でも見ることができるようにした。

B 国際社会で通じる表現力の育成 ～ 本校のクロス・カルチュラルコースとの連携

・「科学英語表現」での取り組みを中心として、英語による理数授業をより発展させた。科学英語による実験では、身の回りの物質からDNAを抽出する生物実験を、外国語科と理科が連携して実施した。

・兵庫県立コウノトリの郷公園における野外実習に先立つ事前学習では、外国語科の協力・指導のもと、英文のテキストを用いての学習を行った。

C 小中学校との連携、公開講座の定期的な実施

・小中高大の連携をより発展させた。特に小学校との連携は、かなり強固なものになってきており、高校生が行う算数や理科の授業に対する小学生からの期待は、年々大きくなっているように感じられる。

・中学校との連携については、交流の機会を従来より多くし、理科教育を中心としての情報交換を行った。

D 科学に対する興味・関心を喚起する教育課程及び指導法の研究

・「サイエンス基礎」の授業においては、物理・化学・生物のいずれの分野においても、従来よりもさらに綿密な授業計画を立て、確実に理解させる部分を明確にするとともに、興味・関心を深めるための教材づくりに努めた。

・「ヒューマンサイエンス」の授業においては、多角的に自然科学を捉えることを目指し、保健体育科を中心として、家庭科、公民科、国語科の教員の連携のもとで、昨年同様に実施した。

・情報教育については、「情報リテラシー」の向上を目的として、全校的な取り組みとして実施した。外部講師による講演も行った。

第5年次

従来からの活動を継続させていくとともに、最終の年となるので、それまでの成果を本校の今後の教育活動にどのように生かしていくか検討する。また、クロス・カルチュラルコースとサイエンスリサーチ科の生徒が共同・協力して行う事業については不十分な取り組みに終わっているため、その実施に向けての活動計画を検討したい。

A 観察・実験を中心に据えた教育課程

・最終年次としての、評価、分析、成果、効果、問題点などを明らかにし、教育課程の完成を目指す。

・SSH事業により得られた成果の他校への普及には、SSH重点枠研究・全国コンソーシアムをはじめとする様々な機会を活用し、地域のみならず全国的な広がりも目指して努めていく。

B 国際社会で通じる表現力の育成 ～ 本校のクロス・カルチュラルコースとの連携

・「科学英語表現」での取り組みを中心として、英語による理数授業をより発展させる。

・クロス・カルチュラルコースとサイエンスリサーチ科の生徒が共同・協力して行うことができる行事の実施を検討する。

C 小中学校との連携、公開講座の定期的な実施

・5年間の総まとめとして、小中高大連携の科学教育のあるべき姿を構築する。

・従来行ってきた小学校との連携に加えて、中学校との連携も深めていくために、連携の具体的な内容を検討する。

D 科学に対する興味・関心を喚起する教育課程及び指導法の研究

・理科3科目を全員が学習する「サイエンス基礎」を設置したことは、科学の裾野を広げ、科学的なものの見方ができる人材を育てていくという目的が実現されるために、大いに役立ってきたと思われる。この科目の理念が本校に定着し、さらに発展するための取り組みを継続する。

・「ヒューマンサイエンス」や「科学英語表現」などの科目を実施していく中で、国語科、公民科、保健体育科、家庭科そして外国語科とも連携し、協力して取り組むことが以前と比較すると大分多くなってきた。今後この流れを継続させ、さらに大きく発展させていきたい。

- ・情報科とも様々な観点で協力し、「情報リテラシー」のさらなる向上を目指していく。
- ・教科を超えた様々な取り組みで得られた効果的な指導法については、広く他教科の教員にも伝えることにより、全校的な成果として共有していく。

○教育課程上の特例等特記すべき事項

サイエンスリサーチ科では、理科・数学の基礎として教科「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している。また、特色ある専門科目及び発展的な専門科目として、次の科目を設置している。

①「自然探究の方法」 ②「自然科学研究」 ③「先端科学技術研究」

平成19年度より、新たに次の学校設定教科・科目等を設置した。

④「ヒューマンサイエンス」(1単位) 対象:サイエンスリサーチ科2年生

目標:人間生活を取り巻く諸問題を題材として、自然科学・社会科学・人文科学の各領域から多角的に探究し、心身ともに健康な人間生活を営むための知識、技能、資質、能力などを向上させるとともに、実践力を身につける。

⑤「サイエンス基礎」(3単位) 対象:普通科1年生 全クラス

目標:物理・化学・生物のそれぞれの分野に必要な基礎知識を確実に理解させる。実験を重視し、本校で実施しているSSHの理念を普通科にも広めることを目標とする。

削減する科目:理科総合A

⑥「科学英語表現」(1単位) 対象:サイエンスリサーチ科3年生

目標:英文資料の解読、英文レポートの作成、英語によるプレゼンテーション等の能力育成を目指す。

○平成20年度の教育課程の内容

「報告書」p.108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観察・実験を中心に据えた教育課程の開発…SR科生徒を対象とする学校設定教科・科目「自然探究の方法」と「自然科学研究」を設置する。「自然探究の方法」では理科の4分野をすべて履修し、観察・実験などを中心とした探究活動を行うための基礎を学んだ。「自然科学研究」は「自然探究の方法」を発展させ、少人数のグループで課題研究に取り組んだ。

②大学や研究機関等との連携の推進…京都大学、神戸大学、大阪教育大学、甲南大学、兵庫医科大学などとの連携を推進し、最先端の科学技術の成果についての講義を受けたり、実験・実習・野外活動を行った。

③数学・理科以外の教科との連携…SR科生徒を対象とする学校設定教科・科目「ヒューマンサイエンス」と学校設定科目「科学英語表現」を設置した。「ヒューマンサイエンス」では保健体育科を中心として、家庭科、公民科、国語科の教員の連携のもとで実施した。「科学英語表現」では科学論文講読、英文レポート作成、プレゼンテーションなどを、外国語科教員を中心とする指導体制のもとで実施した。

④理科教育の裾野を広げていくための教育課程の開発…普通科生徒を対象とする学校設定科目「サイエンス基礎」を設置した。物理・化学・生物の各分野の基礎知識を確実に理解させ、SSHの理念を普通科生徒にも広めていくことを目標に実施した。

⑤小・中学校との連携、公開講座の実施…算数、理科について5テーマを設定した。尼崎市立清和小学校の3年生・4年生を、参加希望するテーマで班編成し、SR科2年生の生徒が先生役となって指導した。

⑥科学教育における英語力の育成

a 学校設定科目「科学英語表現」(サイエンスリサーチ科3年生)を平成19年度より設置し、英文資料の解読、英文レポートの作成、英語によるプレゼンテーションなどを行うことにより、将来、国際社会で活躍できる科学技術系の人材の育成を目指した。

b 「科学英語表現」の授業の中で、生物実験のための事前講義及び生物実験を全て英語で行った。あらかじめ生物実験に必要な基本的な語彙等を学習しておき、それらの科学英語を実験の実験の中で使用することにより、体験的に科学英語に触れることができた。

⑦野外実習の実施…京大芦生研究林、京大白浜臨海実験所、兵庫県立コウノトリの郷公園などで野外実習を行い、自然と直接触れ合うことによって自然を総合的に理解し、科学的創造性を育成した。

- ⑧科学研究部などの活動支援…全学年、全生徒を対象に科学研究部の活動を活発化し、身近な自然現象についての地道な観察から問題を発見し、解決していく能力を育成した。また、「第37回小田高祭」「第1回サイエンスフェアin兵庫(合同発表会)」などに参加し、発表を通してプレゼンテーション能力を身につけた。
- ⑨SSH運営指導委員会の開催…平成20年7月4日に第1回委員会を開催した。平成19年度実施報告、平成20年度実施計画を議題とし、助言をいただいた。なお、第2回委員会は平成21年3月25日に開催することを予定しており、平成20年度実施報告、本校SSH4年間のまとめ等を議題とする。
- ⑩評価方法についての研究…科学技術等に対する知的好奇心や語学力習得の程度などを評価の観点として、全校生対象のSSHアンケート調査を実施した。結果の分析については、数値化により生徒の変容の評価をさまざまな視点から検討した。また、本校のSSH事業の中心であるサイエンスリサーチ科生徒には別のアンケート調査も行い、事業の成果等に関する分析を行った。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

それぞれのSSH事業を実施した後は、「事業実施後アンケート」を行っている。1年生を対象とする事業に関して、36回生(現2年生)が1年生の時にに行ったアンケート結果と、37回生(現1年生)のアンケート結果を比較すると、実施によって顕著な効果が得られたと思われるSSH事業がいくつかあった。

(1) 「サイエンス基礎」について

「サイエンス基礎」は、SSHの理念を普通科生徒にも広めていくため、普通科1年生の生徒全員を対象として設置された科目である。アンケート項目の中にある代表的な問いに対して、肯定的にとらえていると判断できる数値(%)を、36回生、37回生の順に並べると次の通りである。

実験・観察が好きか(59.3 62.3)、事業内容は面白かったか(35.1 39.1)、内容は理解できたか(39.1 45.8)、また事業に参加したいか(20.2 35.1)、理科・数学の授業の理解に役立ったか(29.6 44.1)、進路を考えるのに役立ったか(20.4 29.9)。

このアンケート結果は理系志望者数の増加にもつながっており、36回生の理系選択者数は14名であったのに対して、37回生については、他校に比較すると依然として少数とはいえ、26名が希望している。

(2) 「自然探究の方法」について

「自然探究の方法」は、探究活動を行うために必要な基礎的な技能などを修得するために1年生SR科生徒を対象として設置された科目である。代表的な問いに対して、肯定的にとらえていると判断できる数値(%)を、36回生、37回生の順に並べると次の通りである。

実験・観察が好きか(65.0 79.5)、事業内容は面白かったか(50.0 79.5)、内容は理解できたか(52.5 74.3)、また事業に参加したいか(43.6 71.4)、理科・数学の授業の理解に役立ったか(60.0 42.8)、進路を考えるのに役立ったか(27.5 43.6)。

1年生SR科生徒の理科・数学に対する前向きな姿勢は、科学研究部等の活動にも反映し、多くの行事に積極的に参加した。授業内容の理解につながるようなテーマを取り入れることにより、効果をさらに高めていきたい。

○実施上の課題と今後の取組

(1) 各事業について

- ・各事業内の担当者間で、目的などを含めてさらに共通理解を深める。また、総合的にどのような能力を養成するのかという観点から、各事業相互の間の連携も深めていく。
- ・SSH事業を通じて、卒業生を含めて生徒には具体的にどのような効果が現れたのかの検証を継続する。
- ・全校生を対象にした事業において、普通科生徒の参加を促進する。

(2) 教育課程について

- ・SSH事業の成果に基づき、理数教育のありかたや学習内容も議論しながら、今後の教育課程を検討する。

(3) 各教科との連携、小・中学校との連携

- ・各教科との連携をさらに強め、学校全体としてのSSH事業を推進する。
- ・小学校だけではなく、中学校教員や中学生との交流や連携の機会を増やし、地域における理数教育の中核的な役割を果たしていくことを目指す。

1709	兵庫県立尼崎小田高等学校	17~21
------	--------------	-------

平成20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4年次）

① 研究開発の成果

(根拠となるデータは、報告書p.109以降に記載)

(1) 各SSH事業の後にはアンケートを行っている。下の表は、本校のSSH事業の中心となるサイエンスリサーチ科の生徒全員が参加する事業の中で、重要な柱となっている「自然探究の方法」(1年)と「自然科学研究」(2年)について、過去の回生との比較を示したものである。また、それ以外の科目について、3年間ほぼ同様な内容で実施されてきた科目のうち、地学講義・野外実習(1年)と計算物理学講義・実習(2年)についても同様に比較している。「科学英語表現」(3年)については2年間の比較をしている。もう一つの表は、SSHの理念を普通科生徒にも広げていくために設置された科目である「サイエンス基礎」(1年)の過去2年間の比較である。表中の数値は、問いに対して肯定的に答えている生徒の割合(回答群の中の初めの2項を選んだ者の割合)を示している。なお、平成20年度の1年生は37回生、2年生は36回生、3年生は35回生である。

	1年「自然探究の方法」			1年地学講義・野外実習			1年「サイエンス基礎」	
	35回生	36回生	37回生	35回生	36回生	37回生	36回生	37回生
実験・観察が好きか	76.9	65.0	79.5	78.9	69.2	95.0	59.3	62.3
事業内容は面白かったか	61.6	50.0	79.5	57.9	76.9	75.0	35.1	39.1
内容は理解できたか	59.0	52.5	74.3	52.6	64.1	65.0	39.1	45.8
また事業に参加したいか	69.2	43.6	71.4	81.5	59.0	70.0	20.2	35.1
自分で調べようと思うようになったか	51.3	42.5	46.1	42.1	51.3	62.5	15.8	15.4
理科・数学の授業の理解に役立ったか	66.6	60.0	42.8	41.0	56.4	62.5	29.6	44.1
進路を考えるのに役立ったか	43.6	27.5	43.6	18.4	20.5	22.5	20.4	29.9

	2年「自然科学研究」			2年計算物理学講義・実習			3年「科学英語表現」	
	34回生	35回生	36回生	34回生	35回生	36回生	34回生	35回生
実験・観察が好きか	84.2	81.5	57.9	89.2	78.7	47.4	94.3	83.8
事業内容は面白かったか	68.4	86.9	44.8	75.6	62.5	50.0	22.8	93.8
内容は理解できたか	76.3	84.2	44.7	45.9	54.6	47.4	54.3	68.4
また事業に参加したいか	57.9	63.1	10.8	70.2	57.5	29.0	14.3	54.0
自分で調べようと思うようになったか	63.2	68.4	18.4	45.9	39.4	21.1	28.6	36.9
理科・数学の授業の理解に役立ったか	65.8	57.9	34.2	54.0	69.7	31.6	28.6	42.1
進路を考えるのに役立ったか	44.8	42.1	23.7	40.5	33.3	16.2	14.3	21.1

SR科の1年生で実施するSSH事業に係る科目について、36回生(現2年生)では、肯定的な回答の割合が35回生(現3年生)に比較すると減少していたが、37回生(現1年生)については、各事業において担当者が改善を図り、大きく向上した。37回生の積極的な姿勢は科学研究部の活動にも反映され、今年度は物理班、化学班、生物班、天文班のいずれもが、1年生を中心として年間を通しての活動を行い、「第37回小田高祭」「第1回サイエンスフェアin兵庫(合同発表会)」などに参加し、プレゼンテーション能力を身につけた。なお、37回生については、各事業について面白く感じて一過性のものであり、自身の以後の探究活動には必ずしもつながっていない傾向もうかがえる。積極的な姿勢を、今後どのように深化させ発展させていくかが課題だと思われる。

一方、SR科2年生は各事業に対して肯定的な回答をする割合が他の回生に比較して少なかった。高校在学中に残されている、3年生時での事業は多くはないが、改善に向けての取り組みが必要だと思われる。

SR科3年生の「科学英語表現」は、開始した昨年度は様々な試行錯誤を行ったが、今年度は教材の蓄積に加えて、外国語科の担当者がALTとも連携して新たな試みを数多く取り入れたため、面白かったと回答した生徒の

割合が93.8%と、大幅に増加した。

普通科1年生の「サイエンス基礎」についても、実施1年目の昨年度は手探り状態であったが、今年度は物理、化学、生物の各分野で目標を明確に定め、生徒が興味・関心を抱くプリントの作成を行ったり、実験計画について昨年度以上に綿密な準備を行ったりしたため、肯定的な回答をする生徒の割合が増加した。理系選択者数については36回生は14名であったが、37回生は26名となった。

② 研究開発の課題

今年度の取り組み及び「SSHアンケート(全生徒対象)」「SSHアンケート(SR科生徒対象)」「事業実施後アンケート」からうかがえる課題を列挙する。

- (1) SSH事業が個人的なものになってしまわないために、事業内においても事業間においても密接な連携を図ることが必要である。一つの事業内では、担当者間で目的などを含めて共通理解を図ることが大切である。また、総合的にはどのような能力を養成するのかという観点から、事業どうしの相互の連携を深める必要もある。
- (2) 普通科1年生の「サイエンス基礎」のさらなる充実を図るとともに、数学科と理科が連携して、基礎力の向上を目指すための取り組みを行う。

「SSHアンケート(全生徒対象)」の質問9、10は、本校生徒の入学前の理科及び数学に対する意識をみるものである。37回生については、質問9「中学校時代、理科が好きだった」と肯定的に答えた生徒は56.4%おり、否定的に答えた生徒の25.3%よりはるかに多かった。数学に関しては、「中学校時代、数学が好きだった」と肯定的に答えた生徒は46.5%で、否定的な生徒は33.5%であった。理科に比べると、好きの割合が少なく、嫌いの割合が多いものの、数学についても好きの方が多かったことを示している。しかしながら、高校での数学や理科の学習は、中学校までは「好き」だった意識をだんだんと低くしてしまっているようにも思われる。入学時から、数学や理科に対する学習の動機づけを効果的に図る工夫が必要であると思われる。

- (3) 数学科独自のSSH事業を行う。これは本校だけの課題ではないが、SSH事業の中心が理科であり、数学の関与が少ないという構造は依然として続いている。数学はテーマ設定がむずかしく、課題研究をやるにくいという面はあるが、基礎学力の向上を目指す取り組みなどにおいて、本校独自の取り組みを模索していきたい。
- (4) 昨年度から実施した学校設定教科・科目「ヒューマンサイエンス」、学校設定科目「科学英語表現」など、理科・数学科以外の教科が関係する科目の内容を発展させ、より効果的な取り組みを行う。
- (5) クロス・カルチュラルコースとの英語による連携に関して、より具体的な計画を立案し、実施に向けての取り組みを行う。
- (6) SSH事業を通じて、生徒たちに具体的にどのような効果が現れたのかを詳細に検証する。昨年度から実施している「SSHアンケート(SR科生徒対象)」及びこれまで実施してきた「SSHアンケート(全生徒対象)」と「事業実施後アンケート」を継続し、本校のSSH事業による生徒の変容をより客観的に把握する。必要に応じて卒業生からの意見も集約し、大学などでの生活にどのように生かされているかの検証も行う。
- (7) 各事業の内容について、アンケート結果などを踏まえ、指導目標の達成状況の観点から、生徒の実態も考慮して、見直したり精選したりすることも必要である。
- (8) 中学校教員や中学生との交流や連携の機会を増やし、地域における理数教育の中核的な役割を果たしていくことを目指す。

中学校教員とより綿密に交流することにより、中学校で実際に行われている授業内容の実態を把握して分析することで、高校での授業の取り組みについての手ごかりが得られると思われる。時には中高共同で実験方法の改良に向けての取り組みなども実施できるかもしれない。また、高校生と中学生の生徒どうしが交流することにより、互いに刺激を与え合うことも期待できる。このように、理数教育を通しての様々な取り組みを行うことにより、地域から信頼され期待される高校になっていくことを目指していきたい。

- (9) 今年度開催された「サイエンスフェアin兵庫(合同発表会)」などに継続して参加し、他のSSH校との交流や連携を図る。このような機会を活用することにより、他校生も様々な科学分野について研究していることを知って刺激を受け、自身の研究についての意欲をさらに高めることが期待される。

平成20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(重点枠研究)(要約)

①研究開発課題	<p>「ヒトミトコンドリアDNAの多型分析の研究」と題して共同研究を行い、高校教師におけるDNA分析技術の習得をはかるとともに、ミトコンドリアDNAの多型分析の学問上への寄与を目的とする。</p>
②研究開発の概要	<p>ミトコンドリアDNAは16500塩基対からなり、直接タンパク質をコードすることは少ないが、完全に母系のみで遺伝することが知られている。ミトコンドリアの多型の研究により、現世人類は20万年前アフリカで一人の女性から生まれ世界に拡がったとされる、分子人類学を生み出した。近年の縄文人骨遺跡等からの分析、2004年田中雅嗣氏らによる大規模な現代日本人・東アジア人の分析により、日本人のミトコンドリアのハプロタイプが調べられほぼ確立された。その結果は非常に多岐にわたるが、従来の考古学者による縄文・弥生の二重構造論を裏付けるものとなった。そして縄文人も弥生人も現代日本人も多くの共通の遺伝的タイプがあることが分かった。その中で縄文人・弥生人の特徴的なタイプも明らかにされた。それは北方系縄文人の「N9b」、南方系縄文人の「M7a」、弥生人の「N9a」がほぼそれと特定できるタイプであり、「D」は弥生系の可能性が高いというものである。即ち自分自身のミトコンドリアDNAを調べることで、母方のルーツが稲作以前の縄文系か朝鮮半島から稲作を伝え日本に拡がった弥生人かが判断できる場合もあることが分かった。これらの研究はシーケンサーを用いミトコンドリアDNAの全塩基配列を決定してされたものである。</p> <p>本校では昨年度の課題研究としてミトコンドリアの多型分析を実施し、シーケンサーを使わず3回のPCR-RFLP法で「N9b」「M7a」「D」の判断ができることがわかった。シーケンサーを使わずPCRだけでこれらのタイプを判別するのは学問研究的にも新規性があり、高校教育・SSHにとっても意義あるものと考え本年度の重点枠研究としてとりあげることとなった。</p> <p>また「N9a」に関してはDNAチップによる実験をおこない、現代の最先端のDNA分析手法を身につけた。</p>
③平成20年度実施規模	<p>尼崎小田高校はサイエンスリサーチ科の生徒が中心。 他校参加校は全国17校の教師・生徒。 8月20～22日は36名、1月5～6日は29名が参加した。</p>
④研究開発内容	<p>○本共同研究の趣旨・目的は次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> i. 自分自身のDNAを調べるというのは教育的に大きな効果がある。染色体DNAは個人の形質能力に関係するので慎重にしなければならないが、ミトコンドリアDNAは形質能力に関係しない。日本の高校教育にとって教材として広めることは非常に意義がある。 ii. ミトコンドリアハプロタイプの全国的な分布を調べることは、縄文・弥生系の歴史的な流れがわかり、分子人類学的に重要である。 iii. SSHでPCRの機器を購入している学校も増えてきたが、他の専門的な機器と同様、高校

において十分活用されているとは言い難い。高校教師が独力で実験研究するには、ノウハウ蓄積のため教師間の研究会が必要である。

iv. 今回、世界で初めて日本人のミトコンドリアハプロタイプを確立された東京都老人総合研究所の田中雅嗣先生に理論背景を講義をしていただき、実験は専門の研究所でなく本校で実験し、高校現場で高校教師・生徒で自らの手で実験し技術を習得する。

○具体的な研究活動は次のとおりである。

I. 8月20～22日、尼崎小田高校で全国17校から教師18名生徒18名が参加し「D」「N9b」「M7a」の判断の実験をする。

弥生人の代表タイプである「D」と、北方系縄文人の「N9b」、南方系縄文人の特徴である「M7a」の区別を3回のみPCR-RFLP法で判断する。

頬の粘膜細胞から綿棒でDNAを採取後

実験①

どのサンプルも5178と10398・10400の前後を2種類のプライマーで増幅する。

次にAlu Iで制限酵素処理をし、「N」「M」「D」のどのタイプになるかを定める。

実験②

その1 「N」のものだけ13183前後を再度PCR後Mae IIIで処理し、13183a→gを調べ「N9b」かを定める。

その2 「M」のものだけ4958前後を再度PCR後Nla IIIで処理し、4958a→gを調べ「M7a」かを定める。

以上の実験で自分が縄文系か弥生系かを推定でき、シーケンサーを使って全配列を調べなくても可能であることがわかる。形質は染色体が決められているので、縄文系か弥生系かの形質を引き継いでいるか、直接には関係しないが、教育的効果は大きい。

II. 参加各校に持ち帰りIの実験を各校でする。

III. 1月5～6日尼崎小田高校いに集まり、各校でのIの実験結果発表、ついでDNAチップによる「N9a」分析方法の実験をする。放射線医学総合研究所の道川祐市先生の指導を受ける。

実験方法は

* N9a判定のためPCR

* DNAチップの作製、チップ上にオリゴDNAの乾燥固定

* プライマー(オリゴDNA)伸長反応

伸長反応液とPCR後のテンプレートの混合

加熱処理による酵素活性化とテンプレートの変性

DNAチップへの滴下分注

65℃での反応(オリゴDNAと一本鎖テンプレートの結合、オリゴDNAへの伸長反応)

* アルカリフォスファターゼ・ストレプトアビジンとビオチンの結合反応

DNAチップへアルカリフォスファターゼ・ストレプトアビジン液の滴下分注

オリゴDNAから伸長して取り込まれたdUTP・ビオチン部分にアルカリフォスファターゼ・ストレプトアビジンが結合

* 発色反応

発色試薬(BCIP・NBT)をチップに滴下分注。フォスファターゼがあるスポットだけ青紫色に呈色する。

⑤ 研究開発の成果と課題

実験技術の習得の初期の目的は達成できたが、より完璧をめざす。

詳細は別紙様式2-2参照。

平成20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(重点枠研究)

①研究開発の成果

全国から17校36名の教員・生徒が参加し、8/20~22に尼崎小田高校でPCR-RFLP法により、弥生人の代表タイプである「D」と、北方系縄文人の「N9b」、南方系縄文人の特徴である「M7a」の区別をした。その後各高校に持ち帰って実験した。1/5~6に再度尼崎小田高校に集まり、各高校での結果発表と新たにDNAチップによる方法で弥生人と確実視できる「N9a」の分析方法を研修した。

それらの結果、次のような成果があった。

- 1) PCR-RFLP法による「D」「N9b」「M7a」の区別実験方法、ハプロタイプ分類の理論背景は参加者にはよく理解できた。その結果、参加校の中で6校は各校の設備で実験に挑戦した。報告会では熱心な意見交換ができ、一般の学会とはまた違った親近さで相互のスキルアップにつながった。
- 2) 「N9a」分析のDNAチップによる分析は、DNA分析の中でも最新の実験方法であり、開発者から直接実験指導を受け、非常に勉強になった。電気泳動とは違った基板プラスチック上での発色反応は、ノウハウを聞かないとわかりにくいので参加者には貴重な機会であった。
- 3) 日本人ルーツの2重構造論（日本人は縄文人と弥生人のみから構成されているという考え）により、ある地域の「N9a」の数がわかると「M7a」を参考にすることで、その地域全体の縄文人と弥生人の割合が推定できるという。今後「N9a」等を調べることで全国の縄文・弥生人の分布調査を今後のこのSSHコンソーシアムの方向性とする事ができた。
- 4) DNAのPCR等の実験は従来の高校ではその困難さから実験しにくかったが、今回、専門の研究所でなく高校で実験することにより、自分達だけで特殊な薬品の調達からも含めて技術を習得できた。

②研究開発の課題

- 1) PCR-RFLP法による「D」「N9b」「M7a」の区別実験は6校は実験はしたが全部が完璧にできたわけではない。また自分の学校で実施するにはまだ設備的準備的にも条件が間に合わず無理という高校も多数あった。そのためPCR-RFLP法による実験研修を平成21年度も継続し、より多くの学校・地域に広め、データ数を多くする必要がある。
- 2) 「N9a」分析のDNAチップによる分析はまた全く別の方法のため、確実には習得できなかった。今後より実験を重ね、自分達で独自にDNAチップをデザインして多くの高校で実施できるように研究会を継続せねばならない。
- 3) より多くの地域・高校に研究会を広め全国の縄文・弥生人の分布を調べる。
- 4) 南方縄文人の北上をブナ自然風土との関連でとらえ、自然と人間の関係をDNAレベルで追求したい。