

平成21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5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46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、高校生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21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、普通科理系類型を中心に、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)及び全校生徒を対象に実施する。

SSH実施対象生徒数 (平成22年1月現在)

		1年	2年	3年	合計
普通科	普通科総数	239	231	191	661
	(理系)		(25)	(14)	(39)
	(クロス・カルチュラルコース)	(40)	(39)	(40)	(119)
サイエンスリサーチ科		35	40	37	112

④ 研究開発内容

○研究計画

立案した計画に基づいて研究を実施してきた。3年が経過した段階でそれまでの事業を総括して改善を図り、以後の事業を実施してきた。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、それにふ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日及び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」の向上を目的とする事業を、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、5年間のSSH事業の最終年度であるため、過去4年間の取り組みの中で不十分であった面についての改善を行った。また、5年間のSSH事業の成果を、今後の教育活動にどのように生かしていくか検討した。新たに第5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

- ・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した。
- ・「自然科学研究」(2年)において、今年度、数学の探究活動を進めるに当たって、大学で授業を受けたり、本校に外部講師を呼ぶなど、新たな試みを数多く実施した。この取り組みは、今後も継続して実施する。
- ・SSH事業により得られた成果の普及については、SSH重点枠研究・全国コンソーシアムなど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取り組んだ。重点枠研究・全国コンソーシアム「ミトコンドリアDNA多型分析」は、8月24、25日及び1月5、6日の2回にわたり研究会を実施した。

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。
- ・クロス・カルチュラル(CC)コースの行事として、海外の研究者や日本の大学や大学院などで学ぶ留学生を招聘し交流する機会を持っていたが、今年度は、1年生のCCコースとサイエンスリサーチ(SR)科の生徒全員が留学生と交流を持つ行事として設定し、CC・SR留学生交流会「世界・地域を学ぶー文化と学問を架け橋として」を11月17日に実施した。神戸大学で学ぶ留学生8名を招聘してなごやかに交流した。8名のうちの4名は工学研究科で学ぶ学生であった。留学生たちが取り組んでいる研究内容の紹介を聞くことを通して、生徒一人ひとりが、各自の進路希望について深く考えるとともに、国際性を身につける貴重な契機になったものと思われる。

C 小中学校との連携、公開講座の定期的な実施

- ・新型インフルエンザの影響で、小学校との連携事業は実施できなかったが、さまざまな機会を利用し、連絡をとりあった。連携事業についての小学校の期待は大きく、来年度以降も継続して実施していく。

・従来から行っている小学校との連携に加えて、中学校との連携も検討したが、今年度は時間的な制約が多く、実現には至らなかった。中学校との連携の具体的な内容は、引き続き検討する。

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

・「サイエンス基礎」を履修することにより、3科目の理科を全員が学習するので、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のためには大いに役立っていると思われる。この科目の理念が本校に定着し、さらに発展するため、来年度以降も履修することを決定した。単位数は3から2へと減少するが、普通科生徒の科学リテラシーの向上を目指し、内容を充実させていく。

・SSH事業を進めるに当たって設定した、「ヒューマンサイエンス」や「科学英語表現」などの学校設定教科・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多くなってきた。今後は、問題解決に向けての取り組みを、限られた時間だけではなく、学校行事や「総合的な学習の時間」なども活用し、さまざまな視点で実施していくことにした。

○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年度からは、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で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:英文資料の解説、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21年度の教育課程の内容

「報告書」p.114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」を設置した。「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、大阪大学、神戸大学、大阪教育大学、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…新型インフルエンザの影響で、小学校との連携事業は実施できなかったが、さまざまな機会を利用し、連絡をとりあった。小学校の期待は大きく、来年度以降も継続して実施していく。科学研究部の生徒は、地域の小学生や保護者に理科の楽しさを伝える行事に参加し、実験や実習を行った。

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、英文資料の解説、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」では、外国語科の担当者がALTとも連携して、多くの教材開発を行った。クローン技術など今日的なテーマも多く扱い、英語で発表する機会も多く取り入れるなど、斬新な取り組みも行った。

⑦野外実習の実施…和歌山県での地質調査、兵庫県立コウノトリの郷公園等での研修、京大芦生研究林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…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。「アマテラス2009 笑顔へのトビラ」「第38回小田高祭」「第2回サイエンスフェアin兵庫」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。部分日食の観察は、全校生に呼びかけて実施した。今年度は新たに広報活動にも力を入れ、「科学研究部通信」を2回発行した。

⑨SSH運営指導委員会の開催…第1回委員会は平成21年7月7日に開催した。平成20年度実施報告、平成21年度実施計画を議題とし、助言をいただいた。第2回委員会は平成22年2月6日に開催した。その日行われた発表会についての講評をしていただくとともに、本校の来年度以降の方向性について、指導・助言をしていただいた。

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。各SSH事業については、実施後にアンケート調査を行った。

⑤ 研究開発の成果と課題

○実施による効果とその評価

1年生を対象とする事業に関する事業実施後アンケートの調査結果に基づいて、37回生(現2年生)の1年次と38回生(現1年生)のアンケート結果を比較すると、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。38回生は、SR科生徒対象のアンケート調査結果から、国際性についても顕著な増加傾向が見られた。

(1) 「自然探究の方法」について

「自然探究の方法」は、探究活動に必要な基礎的な技能などを修得するために、SR科1年生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、37回生、38回生の順に並べると次の通りである。

また事業に参加したいか(71.4 78.1)、理科・数学の授業の理解に役立ったか(42.8 75.0)、進路を考えるのに役立ったか(43.6 46.9)。

SR科1年生の理科・数学に対する前向きな姿勢は、37回生(現2年生)にも表れていたが、38回生(現1年生)では、いくつかの質問に対して、37回生を上回る数値となった。「自然探究の方法」が、授業理解や進路を考える面においても、効果的に機能したことを示している。

(2) 国際性について

SR科生徒対象のアンケート調査結果のうちで、SSH事業により国際性が増加したと回答した割合は、38回生(現1年生)は42.8%と、3年間の中では最も高い数値であった。外国語科との協力によって実施した留学生と交流する行事は、国際性を身につけるための貴重な機会になったと思われる。

○実施上の課題と今後の取組

SSH事業を継続し発展させていくためには、学校全体としての取り組みが、ますます重要となってくる。大きな成果を得るためには、各授業担当者による、SSH事業の趣旨を踏まえた日々の教科指導などでの取り組みを充実させていくことが求められる。また、誰が担当しても実施できるようにするためには、成果の確実な継承が必要である。円滑な事業運営を行っていくためには組織の見直しをして、より効果的に機能するSSH研究推進委員会を設置する。多くの意見が反映され、その意見に基づいて多くの教員が関わることのできるような体制の構築を検討したい。SSH通信の発行や本校のホームページなどについても、組織的に作成することができる体制を作り、広報活動を充実させて成果の普及に努めていく。

平成21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5年次）

① 研究開発の成果

(根拠となるデータは、報告書p.115以降に記載)

サイエンスリサーチ(SR)科生徒の回答傾向について

SR科の1、2年生で実施するSSH事業に関係する科目について、37回生(現2年生)については、昨年に引き続いて、各事業の担当者が改善を図り、生徒の評価も向上した。この傾向は38回生(現1年生)についても継続して表れている。「自然科学研究」(2年)について、事業内容が面白かったと回答した割合は、37回生は80.0%と極めて高い割合となった。また、「自然探究の方法」(1年)について、事業内容が面白かったと回答した割合は37回生は79.5%であったが、38回生についても78.1%と高い割合となった。地学講義・野外実習やコウノトリの郷公園等での研修などについても、38回生は肯定的に回答する割合が極めて高かった。37回生の積極的な姿勢は、38回生に好影響を与えており、一例として、科学研究部は年間を通して活発に活動したが、1年生も入学して間もない段階で行われた「あまテラス2009 笑顔へのトビラ」を皮切りに、「第38回小田高祭」や「第2回サイエンスフェアin兵庫」など、さまざまな行事に参加して研究成果を発表した。特に、「第2回サイエンスフェアin兵庫」においては、1年生が中心となってポスター発表を行い、プレゼンテーション能力を向上させた。部分日食の観測についても1年生が中心となって計画し、全校生に呼びかけて実施した。

SR科3年生の「科学英語表現」は、開始してから3年が経過し、教材も蓄積されてきた。今年度についても、外国語科の担当者がALTとも連携して、さらに多くの教材開発を行った。クローン技術など、今日的な問題も扱い、英語で発表する機会も多く取り入れるなど斬新な試みをしたため、面白かったと回答した生徒の割合が72.4%と高かった。また、内容が理解できたと回答した生徒の割合は79.3%と、3年間では最も高い結果であった。1単位という限られた時間の授業ではあるが、英語との新たな出会いがあったと思われる。

サイエンスリサーチ(SR)科37回生(現2年生)と38回生(現1年生)でみられた特徴

(1) 37回生(現2年生)について

理科や数学についての関心や尼崎小田高校への期待などについて、各種のアンケート結果調査で、37回生は1年生段階から高い数値を示してきた。2年次においても、各質問項目に対して、積極的な姿勢がみとれる高い数値となっていて、SSH事業による成果が着実に表れている。資料編の「37回生SR科生徒 SSH生徒アンケート調査 集計結果(経年変化)」は、37回生の1年次と2年次の経年変化を示している。質問1から19までのアンケート項目のうち、「①大変増した」の回答の割合が2年次で増加した質問は、1、5、6、8、10、11、12、13と多数ある。特に、13の独創性を尋ねる質問では、「②やや増した」を含めての肯定的な回答の割合は、40.0%から57.5%と大きく増加している。選択肢①と②の割合の合計で大きく増加した質問には、13だけでなく、8の応用力、15の問題解決力、16の探究心、18の成果発表力などがある。質問22はSSH事業が進路選択に果たす効果を尋ねているものだが、SSH参加により、それまで考えていた職業を希望する度合いが強くなったと回答する割合が、1年次と比較して大幅に増加している。37回生については、進路を考える面においても、さまざまなSSH事業が有効に機能したことを示している。

(2) 38回生(現1年生)について

SSH生徒アンケート調査(SR科生徒対象)の質問19は国際性を尋ねているが、増加したと回答した割合は42.8%と、3年間の中では、38回生が最も大きい数値となっている。今年度初めて実施した、1年生のCCコースとSR科の生徒全員が留学生と交流を持つ行事などが、効果的に機能した結果であると思われる。「自然探究の方法」(1年)の事業実施後アンケートにおいて、理科・数学の授業の理解に役立ったと回答した割合は75.0%と極めて高く、また、進路を考えるのに役立ったと回答した割合も、46.9%と高かった。いずれも3年間で最も高い数値であった。各種のアンケート調査結果は、38回生はもともと実験や観察が好きな生徒が多いことも示しており、そのような基盤のある生徒たちに対して、さまざまなSSH事業が、37回生と同様に有効に機能したことを表している。

② 研究開発の課題

5年間のSSH事業を継承するとともに、新たな発展をめざして来年度以降もSSH事業を実施していくことを希望している。研究開発課題及び研究の概要は次の通りである。

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。

研究の概要

「創造しよう 希望の未来」

過去5年間に実施してきたSSH事業を継承するとともに、さらに発展させていく。とりわけ、地球的規模の課題である環境問題に対しては、“Think globally, Act locally”の発想に基づき、課題を自ら見つけ出し、問題解決に向けて独創的に探究活動に取り組む態度を養う。公害対策・環境保全・自然再生の先駆的な取り組みを行ってきた工都・尼崎の地において、行政機関や県内外の高等学校とも連携しながら、希望の未来を創出していくための活動にも積極的に参加し、人と環境との調和を図り、環境の恵沢を将来に継承しながらも発展をめざしていく先導モデルを研究する。得られた成果については、県内はもとより全国へ積極的に発信していく。このような目標を達成するために、次の各項目を中心として研究を行う。

1. 環境問題を重視した課題研究や探究活動の充実

兵庫県の環境施策の目標である、「地球温暖化の防止」「生物多様性の保全」「循環型社会の構築」「地域環境負荷の低減」の4目標をキーワードとして、数学的解析能力や自然の理解に必要な基礎的学力の向上もめざしながら、課題研究や探究活動の一層の充実を図る。また、次世代に継承する持続可能な社会の創出をめざす取り組みにも積極的に参加する。

2. 行政機関や地元企業、大学や研究機関との連携の推進

上記の研究が効果的に実施されるために、引き続き大学や研究機関等と連携し、取り組みを強化していく。また、行政機関とも新たに連携することにより、地域社会と適合する自然科学技術のあり方を考えていく契機とする。さらに、尼崎市内に多数あるものづくりの企業などとの連携を推進し、技術革新や環境対策についての現場での取り組みを学ぶ。

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

過去5年間のSSH事業によって得られた成果については教材として整備し、他の高等学校の生徒や教員が利用できるようにする。「ミトコンドリアDNAの多型分析」のテーマで2年間実施してきた重点枠研究・全国コンソーシアムについては、さらに発展させる。また、今後の研究の中心課題となる環境問題に関しては、瀬戸内海沿いの各県の高等学校とも連携して研究する。広範囲での調査に基づいてデータを蓄積し、得られた成果は兵庫県内のみならず、全国へ発信する。将来的には、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中心課題とする、新たな「コアSSH」をめざしていく。

4. 英語を重視した自然科学教育や情報教育の実施

国際的に活躍できる人材の育成をめざし、英語の語学力を重視した自然科学教育や情報教育を実施する。そのために、外国語科や情報科の教員とも連携・協力して、効果的な教育プログラムを研究開発するとともに、本校のクロス・カルチュラル(CC)コースとの連携を、より強化する。

5. 一人ひとりの科学リテラシーを高める教育実践

新学習指導要領における理数教育のあり方について検討し、実施していく。また、SSH事業についての全校的な意識づけを図るため、数学や理科以外の各教科においても、教科横断的に、「科学リテラシー」向上に向けての課題学習のあり方や指導法等について研究する。

平成21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>「DNA 多型分析による縄文・弥生人の分布及びブナ風土との関連」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、ブナ遺伝子の解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>本校では平成19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、平成20年度・重点枠研究として実施し、平成21年度はブナ風土との関連性にも拡大し重点枠研究を実施した。</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21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14校の教師・生徒。 8月24～25日は25名、1月5～6日は27名が参加した。(参加者合計42名)</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. 縄文人の風土はブナの風土だといわれる。南から拡がってきた南方縄文人は1万

年前頃には日本全体に拡がったとされる。最終氷期後の1万4000年前の後氷期から気温が上昇してきた。最終氷期にはブナは本州中部以南、九州にまで分布しており東北以北は寒冷すぎて分布していなかった。1万2000年前頃からの温暖化でブナの北限が北上し現在の東北、北陸中心の分布になった。

南方縄文人の北進は時期を一にしているこのブナの北上と関係しているのではないか。近年ブナの葉緑体DNAを調べることにより地理的分布と歴史的な移動が分かりつつある。今回、遺伝子レベルで分布差異を調べることにより、縄文弥生人とブナの関係に言及し、人と自然風土との関連をDNAレベルで追求できるかを試みた。

○具体的な研究活動は次のとおりである。

I. 8月24～25日、尼崎小田高校で全国から教師生徒が参加し「N」「M」「D」判断の実験①を講習する。その後、参加校は自校で「N9b」「M7a」の判断の実験②をする。
実験①

頬の粘膜細胞から綿棒でDNAを採取後

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. 1月5～6日尼崎小田高校に集まり、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。

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AP-SA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AP-SAが結合。

* 発色反応

発色試薬(BCIP・NBT)をチップに滴下分注。APがあるスポットだけ青紫色に呈色する。

III. ブナ遺伝子の実験

新葉、冬芽よりDNA抽出。trnL～FのPCR。制限酵素(EcoRI、Taq I)処理。電気泳動、切断パターンから「D'」(54、A>C)「F'」(159、G>A)となり「B'」と区別できる。シーケンサーで「B'」が「B」である等を確認、ハプロタイプの決定。

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、より多くのデータの集積をめざす。詳細は別紙様式2-2参照。

平成21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

平成21年度は全国から15校42名の教員・生徒が参加し、8/24、25に尼崎小田高校でPCR-RFLP法により、「D」「N」「M」の区別をした。その後各高校で「N9b」「M7a」の判定実験をして「N9b」以外の「N」サンプルを1/5~6に尼崎小田高校に持ち寄りDNAチップによる方法で弥生人と確実に視できる「N9a」の分析をした。

その結果

- i. コンソーシアムで研修後、各校で実験できた学校が昨年度の5校から10校に倍増した。
- ii. SSH校でPCR機をそろえた学校が増加しこの実験方法も確実に全国に広まってきた。
- iii. また昨年はマスターできなかったチップ実験も、オリゴ濃度・反応条件・試薬選定などの実験条件を詳細に検討し最適な実験条件を確立できた。1/5~6の実験でも各校から持参された49サンプル中6サンプルの「N9a」が見つかり、参加者の満足も大きかった。
- iv. 実験技術に関する結論としては、過去2年間の成果として制限酵素とチップの方法でミトコンドリアタイプを分析する方法は確立できた。
- v. ブナ遺伝子に関して先行研究は、Fujii et al, Plant Systematics and Evolution 2002 に始まるが、多型をPCR-RFLP法で判定する方法を今回新しく考案し、現植生上、暖温帯林と冷温帯林の移行帯にある京都北山地域に日本海側タイプのBDと太平洋側タイプのFが近接混在することが初めて発見された。
- vi. 現時点での本研究の学会発表は平成22年1月9・10日、生物教育学会で「芦生・京都北山におけるブナの遺伝子解析」として口頭発表(十塚)、「縄文・弥生人判定のためのミトコンドリアDNA多型分析」として高校生ポスター発表(川端他)をした。

②研究開発の課題

- i. データ数を日本全国にできるだけ広範囲で集めて縄文弥生人分布を人類学会などで発表する。ミトコンドリアDNAの先行研究は田中雅嗣氏の「Variation in Japanese mtDNA」 Genome Research 2004、に始まる。ただこのときは日本全国を網羅して調べられているわけではない。本研究の継続によって北から南までの縄文弥生人の遺伝子地図が初めて得られる
- ii. 北は青森から南は沖縄までの各校で、50~(100)の検体を目標にPCR-RFLP法による、「D」「N9b」「M7a」の判定実験をする。尼崎小田高で一括して、チップより効率的な96ウェルを使ってチップ実験をして「N9a」を判定する。
- iii. ブナに関しては、とにかくは近畿内の先行研究未調査の地域に集中して実験し生態学会等で発表する。ブナの伝播と縄文人との関連は、連続していないタイプ分布(例えば中部地方)に人為の関与が考えられるので、その点を追求する。