

平成 20 年度文部科学省科学技術人材養成等委託事業

理数学生応援プロジェクト

理数応援ニューフロンティア・プロジェクト

一段階的研究体験と学内インターンシップを基盤
とした人材育成一

平成 20 年度報告書

平成 21 年 5 月

北海道大学
理学部数学科・物理学科
理数応援ニューフロンティアプロジェクト WG

本報告書は、文部科学省の平成20年度科学技術人材養成等委託事業による委託業務として、国立大学法人北海道大学が実施した平成20年度「理数学生応援プロジェクト（理数応援ニューフロンティア・プロジェクト－段階的研究体験と学内インターシップを基盤とした人材育成－）」の成果をとりまとめたものです。

科学技術人材養成等委託事業の開始にあたって

平成 18 年に新学習指導要領で教育を受けた高校生が大学に入学した。これに伴い、多くの大学で、高校での理科教科の履修歴や基礎学力の多様化に対応した教育課程の整備が取り組まれている。

北海道大学では、学生の能力とニーズに合わせて、総合自然科学実験、及び、理科基礎科目のコース別履修制度を一新した。これまでに特色ある大学教育支援プログラム「進化するコアカリキュラムー北海道大学の教養教育とそのシステムー」（平成 15 年度採択）での初習理科パイロット授業、フレッシュマンゼミの取組、自然科学実験テーマの開発・現代化での成果に基づき、多様な学力の学生の学力別ステップアップを図り、効果的に基礎学力を高めることにつとめてきた。一方、社会における科学技術に対する関心の低さとそれに対する危機意識から、大学教員も小中高校との連携事業に取り組んできた。日本物理教育学会を中心とした「青少年のための科学の祭典」、SSH (Super Science Highschool)、SPP (Science Partnership Programme)、サイエンスキャンプ、出前授業、大学の授業への参加、オープンユニバーシティ、一日入学など多くの取り組みがなされてきた。このような地道な取組が徐々に成果を挙げてきた。しかし、彼らが大学に入った後の手当ては、これまでほとんどの大学でなされていなかった。科学技術人材養成等委託事業である「理数応援ニューフロンティア・プロジェクトー段階的研究体験と学内インターンシップを基盤とした人材育成ー」（平成 20 年度採択）では、初年次教育とのバランスをとりながら、理数分野に優れた才能や興味をもつ学生のために、その学習の手助けとなるプログラムであると位置付けられる。

北海道大学が長い歴史の中で一貫して培ってきた「フロンティア精神」、 「国際性の涵養」、 「全人教育」、 「実学の重視」という四つの基本理念に基づき、理数分野の学生の科学力の確実な向上を図り、北の大地にある北海道大学らしい、のびのびとした人材の育成をめざしている。なお、本年度はこの事業の初年度にあたり、学生への案内などの実際の計画は夏休みあけからとなり、次年度への準備や試行的な取り組みとなったものもあるが、多くの学生と教員の協力のもとに、この報告書で述べた事業が着実に進展していることに感謝を申し上げたい。

北海道大学理学部学部長

山口 佳三

1. 事業の概要: 「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」段階的研究体験と学内インターンシップを基盤とした人材育成 -」

1-1. はじめに

北海道大学では、初年次の全学教育において、①札幌農学校以来の「全人教育」の伝統を受け継ぐ「純粹の教養教育」と、②「実学重視」の専門教育に直結する「理系基礎教育」を特に重視して効果的な教育を展開してきた。特に理数教育では、高校理科履修歴の多様化に対応して、平成18年度より初年次学生に「コース別履修制度」を導入し、専門教育に必要な基礎学力の確実な向上及び専門教育への動機付けの強化を図るとともに、「総合自然科学実験」をスタートさせ、科学研究が本来内包する感動とそれに対する興味を呼び起こす取組を行ってきた。

こうした取組の背景には、近年、大学初年次では入試対策に特化した学習の影響で、公式や解法の記憶を優先する傾向が強く、日常現象や未知の科学的事象に対する応用力の不足などの弊害が目立つことがある。本来、自然科学の目標は自然現象の理解にあり、幅広い科学の基本概念の理解こそがもっとも重要であり、また現代の知識基盤社会の持続的な発展には科学教育の充実が必須である。上記の弊害は、論理的思考を基本にしたボトムアップの教育が基本の数学・物理学において特に深刻で、科学技術の進展に適合した新しい教授法と教育システムの構築が急務となっている。

理学部はこれまで、本学の理数系基礎教育の責任部局として、全学の初年次の数学・物理学の教育を担ってきた。またSSH、SPP、サイエンスキャンプ等で高校との連携を図るとともに、A0入試や3年次編入を実施し、物理学に興味を持つ、有能で、多彩な人材の育成に努めてきた。A0入試合格学生には、入学後に研究室に1ヶ月間体験配属を行い、早期の研究体験によって先端研究活動への関心を喚起し、学習意欲を高める試行を行ってきた。また、積み上げ式ステップアップ教育を補完する取組として、能力のある学生は上級学年の講義の履修が可能で、不得意な学生は翌期再履修クラスに戻っての学習を可能とし、教育効果を上げている。近年、数学・物理学の分野では、世界的レベルで研究の高度化・先端化と、極端な専門化・細分化が進んでいる。これに対応するためには、学部レベルでの基礎・専門教育を確実に修得するだけでなく、細分化する先端分野を総合的、多角的に俯瞰する能力が求められる。そのために、早期に複数の研究室に配属し、広く先端分野に接する機会を与えることにより、21世紀を開拓する世界レベルの研究者を育成することがこのプロジェクトの目的である。

これ迄の試行の基に、数学や物理学に秀でた才能・意欲を有する学生を対象に、学年

を越えて互いに学問的に刺激する学修サポート環境「理数応援ニューフロンティア・システム」を整備し、新しい知的フロンティアを切り開く 21 世紀の数学・物理学の開拓者育成を目指す。

1-2. 北海道大学におけるこれまでの理数教育の取組

北海道大学では平成 15 年教務委員会教育戦略推進 WG により学力の多様化に対応した教育課程の検討を始め、平成 16 年 12 月教育改革室（室長：佐伯浩教育担当副学長）を中心に「平成 18 年度以降の教育課程について（最終報告）」をまとめ、学生の学力の多様化に対応、学力別ステップアップ授業方式の導入により基礎学力の育成を図ることとし、札幌農学校以来の伝統である「全人教育」「フロンティア精神」「国際性の涵養」「実学の重視」－自然に学べ－という本学の基本理念の実現を目標に、コアカリキュラムの充実に努めてきた。コアカリキュラムの導入、GPA、履修科目の上限設定、厳格な成績評価、教員の FD 研修、TA 研修などを行い、平成 18 年度より新学士課程を展開している。理系基礎教育においては、「最良の専門家による最良の非専門教育」の理念のもとに、全学の教員団による支援を得て理学部が責任部局として全学の基礎教育を担うという北大方式を築き、（1）基礎科目の内容を体系化・共通化を図るとともに、入門レベルから中級、上級レベルまでのステップアップ授業方式を導入した。（2）分野別科目「科学・技術の世界」を整備し、先端科学の導入科目として充実に図った。

特に、高校理科教育の選択学習制による学習履歴や基礎学力の多様化が特に大きな影響を受ける初年次の理系基礎教育において、学生の能力とニーズに合わせて、総合自然科学実験、及び、理科基礎科目のコース別履修制度を刷新した。特色GPでの試行、パイロット授業での成果に基づき、多様な学力の学生について学力別ステップアップを図り、効果的に基礎学力を高める全国的に先駆的な取組を行った。

物理学教育の具体には、①特色GP「進化するコアカリキュラム－北海道大学の教養教育とそのシステム－」に参画し、その支援の下に、パイロット授業を平成15年より行い、共通テキストの作製、新教材の開発、e-ラーニングや演示実験を取り入れた授業法を試行した。②また、その成果のもとに、初年次物理学については「入門コース（入門物理学）」、「準専門系コース（基礎物理学）」、「専門系コース（物理学）」の授業のカリキュラム化を本学全理系学部で全面展開するとともに、③従来、物理学、化学、生物学、地学と分化していた初年次自然実験を総合化し、細分化した科学分野を広く俯瞰でき、

学際分野の実験の可能とした理系全学部必修の「自然科学実験」を平成18年度からスタートした。これらの教育基盤の基に、本プログラムを発展、展開し、新たな科学・技術を切り開くフロンティア精神に溢れた21世紀の開拓者を育成することは本学の理念に沿ったものである。

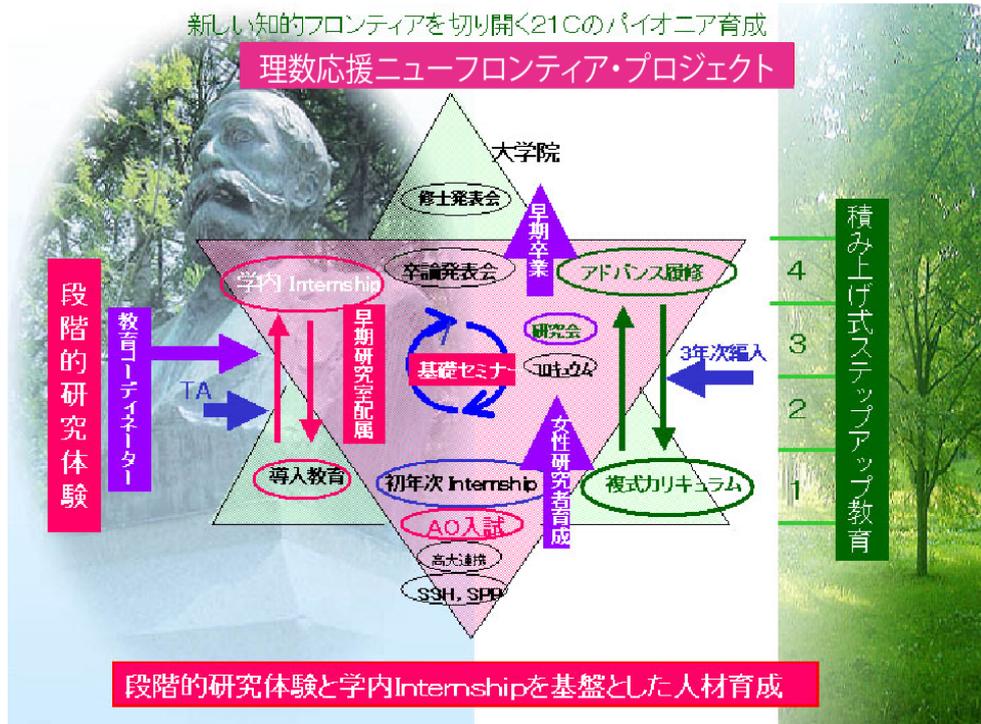
2. 委託業務の目的

理数分野に才能を有する学生に対して早期の段階で研究体験を実現するための教育システムの実現を目指す。教育コーディネーターによる学生個人へのきめ細かな履修・学修指導を通じ、基礎ゼミ、段階的な研究室配属、サマースクールを通じて科学に対するモチベーションの向上を目指す。また、基本的な理解をより深めるため、上級生、TAと学年を越えた研究発表を行うとともに、オープンラボを常設する。北海道大学が掲げるフロンティア精神をもち、21世紀を牽引するのびのびとしたリーダーの育成を目指す。

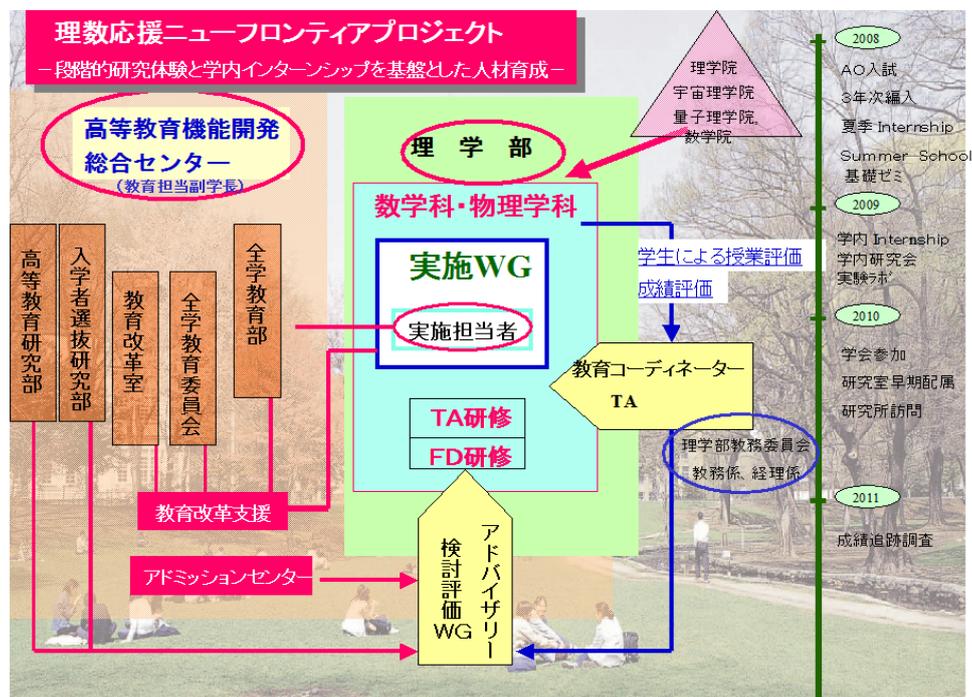
2-1. 当該年度における成果の目標及び業務の方法

- プロジェクトの総合推進
 - a. 教育コーディネーターによる学習指導の実施
学生それぞれの興味や特性を把握した上で、カリキュラムの履修指導や上位学年次の講義の受講をアドバイスする。
 - b. 基礎ゼミの企画・実施
学生自身が基礎科目の重要性を認識したうえで、チューター等の指導のもと自主的にゼミを行う。
 - c. サマースクールの実施
夏期休暇を利用し、集中したゼミや実験を行う。
 - d. オープンラボの開設準備および開設
学生が常時利用でき、実験が体験できるオープンラボを常設し、学生が自主的に利用できるようにする。
 - e. 体験的研究室配属，専門セミナー参加
研究室ゼミや実験を通して研究に対するモチベーションを向上させる。
 - f. AO入試のあり方検討
数学オリンピック，物理オリンピック等の入賞者のAO入試へのありかた，入学後のサポート体制を検討する。

2 - 2. 実施計画における取組概要



数学生ニューフロンティアプロジェクト概念図



理数学生ニューフロンティアプロジェクトの実施体制

3. 実施取組の概要と成果

3-1. 学生の募集

理学部では学科配属を2年次後期としているため、募集段階ではまだ配属学科が未決定である。プロジェクト実施WGで検討した結果、この段階で理学部のどの学科に進級するかは問わず、数学や物理学に強い学習意欲をもつ学生を対象とし募集することとした。

募集対象：理学部1年次、2年次の全学生のうち数学コース、物理学コース合わせて30名を予定。

募集方法：理数応援ニューフロンティアプロジェクトのリーフレットを作成し、必修授業である理系基礎科目（数学、物理学）の講義開始前に配布した。また、高等教育機能開発総合センター（連絡掲示板、自然科学実験室入口）と理学部総合掲示板にポスター（A0版）を掲示した。

募集説明会：平成20年7月3日に高等教育機能開発総合センターE302教室でオリエンテーションを開催し、プロジェクトの概要や企画プログラムの詳細を説明した。

募集受付：理学部教務担当で受け付けを行った。

選抜方針と結果：このような広報の結果、予定定員の30名を超える39名の学生が参加を希望した。プロジェクト実施WGで検討した結果、将来化学科に進学したいが物理学をぜひ究めたい学生1名、数学科を希望するが物理学コースを希望する学生1名を含め、どの学生も意欲的であることから選抜をせず、全員のプロジェクト参加を認めることとした。各取組の参加人数は以下のとおりである。

基礎ゼミ：数学コース	4グループ	19名	
	物理学コース	2グループ	20名
早期研究室配属：物理学科8研究室		2年生	8名
サマースクール：数学コース			9名
	物理学コース		40名
北海道地区国立大学共同セミナーハウス研究発表会			39名
日本物理教育学会北海道支部大会参加			6名

3-2. 取組と成果の概要

今年度の取組の成果として、(1) 教育コーディネータによる修学指導は、教員が行うものと違い、学生と密接なコミュニケーションのもとに行われたために実質的なものとなった。(2) 基礎ゼミ、早期研究室配属を開始した。どの学生からも好評で、配属された研究室の教員、大学院院生には多少の負荷となった面はあるが、大学4年間の早い段階で研究体験をできるメリットを感じたという意見であった。(3) 研究室の教員や学生の意見をプロジェクト検討WG、アドバイザー評価検討WGで検討した結果、早期研究室配属での評価を21年度から希望者に単位として認定することとした。(4) オープンラボは立ち上げが順調に進み、引き続き次年度に整備する。(5) 長い時間を要する基礎学習にくらべ、物作り実習や高大連携事業による後輩とのコミュニケーションはすぐに成果が出る面で予想以上に好評であった。今後、基礎学習とのバランスを考えた展開を進めたい。本プロジェクトの取組の概要は以下のとおりである。

(a) 教育コーディネータによる学習指導の実施

教育コーディネータを数学部門、物理学部門で各一名採用し、参加学生の活動支援・調整を行った。教育コーディネータは、本プロジェクト参加学生と教員の間において、プログラムの企画の調整、履修指導を行うとともに、基礎セミナーの企画補助、実施の相談、実施時のアドバイスをするなど、初年度の事業立ち上げだけでなく、業務全般の円滑な実施にあたって有効な役割を果たした。併せて、オープンラボの開設準備、機器使用時の指導、安全教育、ホームページの作成と管理を行った。当初、上位学年次の講義受講をアドバイスする予定であったが、プロジェクト参加募集が7月で前期終了時期であったため、後期からの履修相談となった。また、本プロジェクトのワンストップ相談窓口、学生、教員相互の連絡や学生の要望窓口としても効果的であった。

(b) 基礎ゼミの企画・実施

平成20年度は本事業の初年次ということもあり、1年次、2年次の希望学生に対して少人数での「基礎ゼミ」を行うこととした。主として、学部3年次以上で学ぶ内容のゼミ

を学生と相談のうえ、表に示すテーマの基礎ゼミを開講することとした。実際の運営は、教員、教育コーディネーターの補助のもとに、学生主導とする。また、TAとして4年生、大学院生を参加させることにより、学生の学習をきめ細かくサポートした。2学期から以下の物理学部門2コース、数学部門4コースの基礎ゼミを開始し、合計39名の学生が参加した。

基礎ゼミ名	参加学生	セミナー回数
朝永振一郎著「量子力学I」を読む	10名	週1回
アインシュタイン著「物理学はいかに創られたか」を読む	10名	週1回
2年解析グループ「多変数解析学」(スピバック著)ゼミ	7名	ほぼ週2回
解析グループ 田島一郎著「解析入門」ゼミ	4名	週1回
幾何グループ「曲線と曲面」ゼミ	4名	週1回
解析グループ2「微分方程式概論」ゼミ	4名	週1回

4年生のSA (Student Assistant)、大学院生、教育コーディネーターの補助・支援は学生に好評であった。1年生にはやや高度な内容であった面もあるが、そのため途中の議論も活発化した。ほぼ週1回(場合によっては2回、18:00~20:00)に熱心な議論が行われた。

通常の講義の他に、このセミナーを通して学生のコミュニケーション能力、プレゼンテーション能力、能動的な学習能力を養うこと、加えて、北海道大学で学ぶことの動機付けを行い、基礎科目学習の重要性を認識させることに効果的であった。

(c) サマースクール

物理部門は、夏休み期間(平成20年9月24日から27日の4日間)に北海道大学理学部で、①「物理学計測入門」(10:00-12:00)、②「理論物理学入門-解析力学」(13:00-15:00)を開講した。参加学生は各々40名であった。

数学部門は9月18日から21日まで、東北地区国立大学川渡共同セミナーハウスで③「北大・東北大学学生合同セミナー」を開催した。4テーマ(代数幾何入門、数の体系と超準モデル、超関数入門、3次元の幾何学)について3日間数学漬けの集中セミナーを行い、最終日午後はそれぞれのトピックスについて発表を行った。異なる

学年、あるいは他大学の学生の交流を通じ、学習意欲、動機付けの向上に有意義であった。

(d) オープンラボの開設準備および開設

近年の測定機器の発達、ブラックボックス化により、計測装置の作動原理、限界等を含めて習得する機会を得るのは難しい状況にある。実習形式により、実際に研究で機器を使用している研究者の指導により最先端の装置やその原理に具体的に触れさせ、現代科学の進展を知ることは教育効果が大きい。今回、理学部の配慮により、本プロジェクト用にゼミ室1部屋、実験室1室を確保し、今年度は光学実験と電子回路工作ができる機器の一部を準備できることとなった。本プロジェクトでこのような企画を実現できることは、学生には新鮮な体験であったようで、今後、このような企画をもう少し推進する必要があると感じた。また、一世代前の測定機器を提供していただき、学生が自由に出入りし、自由に分解や工夫を施したり、簡単な「実験」や「もの作り」ができる「実験ラボ」の整備を年次計画で進めていく予定である。

今年度の整備としては光学実験と電子回路工作機器の一部を準備した。①サマースクール計測学で学んだ知識をもとに、オペアンプを用いた差動増幅回路により、計測器の動作原理を学んだ。また、②レーザー光を用いた光学実験が体験できる装置を整備した。また、設備は十分ではないが、光ファイバー中のレーザー光の性質を調べた。学生から要望のあった企画として、③「コンピュータの物理」を平成21年3月18日開催した。これは、研究にも広く活用されているコンピュータの開発の歴史（米国国防省により開発された最初期のコンピュータから、最近のパーソナルコンピュータまで）の講義、CPUやハードディスク（HD）の中の分解の後、実際にコンピュータを組み立てる実習を行った。13時30分より開始したが、予定より時間がかかり、20時までの熱心な作業となった。参加学生（15名）には大変好評であった。

数学や物理学を志望する学生は、とかく頭のみで考えがちな志向にあるが、意外と手を汚した実験や物作り体験が新鮮な経験であるという意見であった。今後、学生の要望を参考にしたオープンラボの整備を進めていきたい。

(e) 体験的研究室配属，専門セミナー参加

(e-1) 初年次インターンシップ：数学・物理学に明確な意欲を持つ1年次学生から3年次学生を対象に，希望者（30名）を募り，1週間研究室に配属（学内インターンシップ）し，大学の最先端の研究活動を体験させる。異なる学年間の交流によるピアサポートも兼ねるとともに，学生が「学ぶ」と同時に「教える」ことにより理解をより深め，学問分野の重要性を認識する目的も合わせて持っている。

(e-2) 研究室早期配属：従来4年生で行われる研究を段階的に研究を体験できるように，研究室配属をおこなった。対象を，講義の時間割上比較的時間の余裕がある2年次生とし，物理学科実験系研究室に数学科2年生学生を含む7名を配属し，先端研究を体験させた。教室で学ぶ授業とは異なり，先端研究に触れることは大変刺激的であったとの評価である。

(e-3) 研究発表会：平成21年2月13日―14日に研究室体験，基礎ゼミ等の諸活動の研究発表会を「北海道地区国立大学共同セミナーハウス」（北海道伊達市）で行い，39名が参加し，熱心な議論が展開された。

(f) A〇入試のあり方検討

本学高等教育機能開発総合センター全学教育部，高等教育開発研究部ならびに入学者選抜研究部と連携しA〇入試のあり方，特に，物理オリンピック，物理コンテスト，数学オリンピック等の上位入賞者の優先的入学，について検討した。北海道大学では現在，平成23年度をめざした入試制度の大幅な改革（大括り入試の導入）を目指しており，その方針のもとに，本事業と整合性ある取り組みの方策について議論がなされた。物理学科では，幅広い知識をもつ有能な学生を受け入れるA〇入試を進めると共に，物理オリンピックや物理コンテストなどの入賞者を優先し，高く評価することとした。数学科では，これまで実施してきたA〇入試の分析，現在進んでいる大括り入試のバランスを考え総合的に検討した結果，大括り入試の中で有為な人材を選抜することとし，平成23年からの大括り入試実施に合わせてA〇入試は中止することとした。

A〇入試のあり方：北海道大学高等教育機能開発総合センター鈴木教授，池田准教授とともに，外国（フィンランド・オウル大学）の事例を参考に，入試，教育のあり方やその特徴について分析を行った。オウル大学は現在，北海道大学と交流協定を考

慮中であり、今後留学生の交換が行われる予定である。オウル大学教育学部は定員 80 名に受験者 2000 名の人気学部とのことである。入試は、高校の成績、大学入学資格試験の成績、一部受験者に課す学科試験成績と面接試験（ここまでに残るのは 2000 名中 100 名）によって選抜される。面接では基礎知識、問題解決能力、人物の観点から評価される。特に、人物面の評価基準は、教師希望の動機、教師という職業への責任感、適正について 3 段階で評価する。フィンランドの教育は国際的にも高く評価されており、今後の北海道大学の入試、AO 入試の進むべき方向という観点から、引き続き、検討を進めることとなった。

(g) その他の活動と成果

(g-1) 日本物理教育学会北海道支部研究大会（北海道美瑛町「美瑛の学びの舎」、平成 20 年 8 月 30 日開催）に学生 6 名が参加し、実験デモンストレーションのセッションで学会参加者、一般市民を対象に、以下の 4 テーマの実験、発表をおこなった。

- (1) 液体窒素を用いた超伝導デモンストレーション
- (2) 燃料電池実験デモンストレーション
- (3) ペットボトルロケットの工作指導
- (4) 紙トンボはなぜとぶ？

超伝導体が低温でマイスナー効果で磁気浮上する実験は、実際に見るのは初めて方が多く、大好評であった。また、21 世紀のエネルギーとして注目されている燃料電池の実験でも、水素と酸素で電気が発生する実験でも多くの質問を受け、関心の高さを示していた。ペットボトルロケット、紙トンボは、参加者とともに工作から実験までの作業を含むもので、市民や参加者に好評であった。参加学生は、人に説明することで、自分の理解の不十分な点への反省点や、上手に説明できたときの喜びを体験できた。

(g-2) 高大連携事業

北海道地区の高校との連携事業、大学初年次教育として、理数分野に関して意欲・能力を有する学生を対象とする以下の取組を実施した。

- ① 初年次学生の導入教育としてフレッシュマンセミナーを実施し、物理関連分野の意欲ある学生に対し、「もの作り実習－アンプを作ろう」、「素粒子論入門」を

行った。

② サイエンスキャンプ（文科省事業）

ウィンター・サイエンスキャンプ「超伝導を作ろう—高温で見いだされた超伝導の謎」を実施（平成 21 年 1 月 4—6 日）した。南は福岡をはじめ全国から参加した 16 名の高校生とともに 3 泊 4 日の滞在型プログラムで、ひとりひとり「マイ超伝導体」を作製し低温実験を行った。

③ SPP（Science Partnership Program）

北海道立札幌平岡高校と「超伝導を作る」を実施し、大学における先端研究に触れさせた。

④ 先端科学概論（高大連携事業）

札幌市立札幌開成高校コズモサイエンス科（生徒 50 名）を対象に先端科学概論、実験業を行った。

⑤ 道内高校での出前授業

札幌西高校、苫小牧西高校、札幌手稲高校、札幌清田高校、帯広柏葉高校で出前授業を実施した。

⑥ 札幌啓成高校との高大連携授業

「21 世紀を拓く物質科学の世界」の講演とレーザーを用いた光学実験（本事業機器を使用）を行った。参加学生は 10 名であった。

(h) アンケート調査等

アンケートを行い、次年度への参考とした。学生にもっともインパクトがあったのは、研究室早期配属、基礎ゼミで、4 年生、大学院生との交流が刺激的であったとの評価であった。一方改善すべき点として、1、2 年生は通常の授業、宿題、課題研究、部活動などの課外活動でこの活動にさける自由時間が少ない事例もあり、希望者全員が共通してとれる時間設定がなかなか難しい実態も明らかになった。この点は、今後、どのような工夫が可能かも含めて、次年度以降の課題となった。また、プロジェクト実施WG、アドバイザー評価検討WGからの提案で、研究室早期配属学生には平成 21 年度から希望者に単位（2 単位）を与えることとした。

東京工業大学の理数学生応援プロジェクトを視察し、今後の本学の活動の参考とすることとした。特に、学生の自主的な企画、運営による講演会の開催の取組は参考になるもので、北海道大学でも今後検討することとした。

3-3. 平成 20 年度業務の実施日程

業 務 項 目	実 施 日 程											
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
○プロジェクトの 総合推進					←							→
a. 教育コーディネーターによる学習指導の実施					←							→
b. 基礎セミナーの企画・実施								←				→
c. サマースクールの実施					←	→						
d. オープンラボの開設準備および開設					←							→
e. 体験的研究室配属，専門セミナー参加								←				→
f. A O入試のあり方検討					←							→

3-4. 本事業の実施体制

業 務 項 目	実 施 場 所	担 当 責 任 者
○ プロジェクトの総合推進	北海道札幌市北区北8条西5丁目 北海道大学 理学部	北海道大学理学研究院教授 総長室役員補佐 小野寺 彰
a. 教育コーディネータによる学習指導 の実施	〃	北海道大学理学研究院教授 神保 秀一 北海道大学理学研究院准教授 河本 充司
b. 基礎ゼミの企画・実施	〃	北海道大学理学研究院教授 神保 秀一 北海道大学理学研究院講師 武貞 正樹
c. サマースクールの実施	〃	北海道大学理学研究院教授 副研究院長 伊土 政幸 北海道大学理学研究院准教授 羽部 朝男 北海道大学理学研究院教授 石川 剛
d. オープンラボの開設準備および開設	〃	北海道大学理学研究院准教授 河本 充司
e. 体験的研究室配属, 専門セミナー参加	〃	北海道大学理学研究院教授 数学部門長 中村 玄 北海道大学理学研究院教授 物理部門長 石川 健三
F. 教育コーディネーター	〃	北海道大学理学研究院 福永 正則 笠原 雪夫
G. アドバイザリー検討評価WG	〃	高等教育機能開発総合センター 研究部部长 安藤 厚 研究部教授 細川 敏行 入試企画部教授 鈴木 誠 入試企画部准教授 池田文人

4. 活 動 報 告

4-1. 平成 20 年度活動一覧表

6 月	理数応援ニューフロンティアプロジェクト参加者募集 ワーキンググループ・担当事務合同ミーティング
7 月	理数応援ニューフロンティアプロジェクト説明会 (高等教育機能開発総合センターE302 号講義室) プロジェクト参加者オリエンテーション サマースクール開催告知
8 月	日本物理教育学会北海道支部研究会参加 (北海道美瑛町)
9 月	WG ミーティング (プロジェクト実施 WG) サマースクール (1) 北大・東北大学学生合同セミナー (数学, 仙台市) (2) 物理計測入門 (3) 理論物理学入門—解析力学
10 月	オープンラボ — 開設 早期研究室配属 — 希望者面談 ホームページ開設 基礎ゼミ — 参加希望者面談・オリエンテーション 基礎ゼミ — 開始 (1) 朝永振一郎著「量子力学」 (2) アインシュタイン著「物理学はいかに創られたか」 (3) スピヴァック著「多変数解析学」 (4) 田島一郎著「解析入門」 (5) 梅原雅頭・山田光太郎共著「曲線と曲面」
11 月	早期研究室配属 — 配属先発表 新入生・移行生歓迎オリエンテーション 早期研究室配属— 受け入れ研究室教官の説明会
12 月	WG ミーティング(プロジェクト実施 WG, アドバイザリー評価検討 WG)
1 月	プロジェクト実施 WG ミーティング, オウル大学入試事例調査 来期業務計画表締切
2 月	物理学科早期研究室配属成果発表会 (北海道地区国立大学セミナーハウス) WG ミーティング(プロジェクト実施 WG, アドバイザリー評価検討 WG)
3 月	特別講義 2008 「コンピュータの物理」 実施

4-2. 物理学サマースクール活動報告

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトとして物理学コースでは夏休み期間中の平成 20 年 9 月 24 日から 27 日の 4 日間，理学部 2 号館（404 号室）においてサマースクールを行った。講師には物理学科河本充司准教授，羽部朝男准教授により，現代物理学を学ぶにあたっての，準備的素養となる内容を現代的な視点から解説したもので，参加学生に好評であった。学生にとっては，今まで学んでいるカリキュラムに沿った科目とは違う，物理学研究に関連したものであった。参加者は 40 名で，内容は以下のとおりである。

(1) モーニングセッション (10:00-12:00)

「物理学計測入門」

講師 河本 充司 准教授

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトに参加するにあたって，オープンラボや早期研究室配属で実際に高額な最新研究機器を用いることになる。そのような測定装置はどのような物理学の原理を用いて作られているか，ブラックボックス化しがちな装置の中身や原理から，デジタルデータの処理，研究における観測・実験の意義等にわたるものである。オームの法則程度の高校で習得している基本的知識から始めて，現代の計測回路，計測技術，ノイズなどの影響を体験を交えながら考察した。

(2) アフタヌーンセッション (13:00-15:00)

「理論物理学入門—解析力学—」

講師 羽部 朝男 准教授

現代物理学の基本となる量子力学や統計力学を学ぶにあたって，よりよく理解するには古典力学における Newton の運動方程式から，ラグランジアン，ハミルトニアンへと繋がる概念が必要になる。このスクールでは，解析力学を具体的な事例から出発して，最少作用

の原理や仮想仕事の原理などを学び、解析力学の基礎、その物理的意義を解説した。解析力学は運動における保存料の存在を明確に示してくれるなど物理的理解に役立つことを理解できた。

4-3. 数学サマースクール 《北大・東北大学学生合同セミナー》

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトの活動として、数学コースでは平成20年9月18日から21日まで、3泊4日の日程で、東北地区国立大学川渡共同セミナーハウスにおいて「北大・東北大学学生合同セミナー」を開催した。主な活動内容は、4つのトピック別のグループに分かれて3日間講義・セミナーを行い、最終日の午後には、それぞれのトピックについて発表を行った。北大からは18名の学部生が参加した。

この「合同セミナー」は、セミナーを通して数学の勉強の仕方を学ぶこと、及び、他大学の教員・学生との交流を通じて各自の世界を広げることを目的として、平成18年度にスタートした。前年度までは学部3・4年生を対象としていたが、今年度から本プロジェクトに活動に取り入れ、その取り組みとして対象を2年生まで広げた。その結果、北大からは参加者の半数である9名の2年生が参加した。感想として、3・4年生からは「2年生が多くセミナーがちゃんとできるか不安だったが、よく理解していて驚いた」一方、2年生からは「講師や先輩は数学以外でも多くのことを知っているの、休憩時間でも得ることが多く、とても有意義だった」との声が寄せられた。この「合同セミナー」は、元々意欲のある学生が集まっているので、その内容は自然と充実したものとなり、例年参加者から好評を得ている企画であるが、今回参加した2年生は、本格的に数学を勉強する活動に参加するのは初めてのことであり、特に強く刺激を受けていた。また、前年度までは数学科の学生を対象としていたこの企画に、今回、物理学科、化学科などの他学科に進学予定の2年生が参加したことは、本プロジェクトの「理数学生応援」という趣旨にもかなっており、大変喜ばしいことであった。

セミナーのトピック（教科書）と担当教員は次の通りである。

「代数幾何入門」 尾形庄悦（東北大）

「数の体系と超準モデル」 山崎武（東北大）

「超関数入門」 本多尚文（北大）

「3次元の幾何学」 秋田利之（北大）

どのトピックもほとんどの参加者にとって全く初めてのものであり、各グループの学生

は、担当教員の指導の下、文字通り「短期集中型」で教科書を読み、内容の理解につとめた。上級生は、初めて学ぶことでも「勉強の仕方」をある程度知っているものである。もちろん、実際に理解するには大変な努力を必要とするが、下級生、特に2年生は、その過程を目の当たりにして「勉強の仕方」を直に勉強した。一方、上級生は自分が理解したことを下級生、特に（優秀であったとしても数学科の教育を受けた経験のない「素人」である）2年生を相手に分かりやすく説明するため、却って、より深い理解を得ることができた。セミナーは深夜から早朝におよぶこともあり、一日中数学漬けの環境の中で、それぞれのグループは活発に議論をし、各自学習内容の理解を深めた。また他大学との合宿活動を通じて、互いに交流を広め、参加者の多くが有意義な経験をした。

数学サマースクール当日の様子



(北大・東北大学生合同セミナー、東北地区国立大学川渡共同セミナーハウス)

4-4. 基礎ゼミ— 物理学コース活動報告—

物理学コースでは9月に基礎ゼミとして、学生からの要望が多かった以下の2テーマ、

- (1) 「朝永振一郎著「量子力学」を読む」
- (2) 「アインシュタイン著 物理学はいかにつくられたかを読む」

のセミナーを企画し、1, 2年生から参加者を募集し、10月からスタートした。チューターとして物理学科4年生、本プロジェクト教育コーディネーターがあたり、3月までの6ヶ月間（週1回18時から20時の2時間）おこなった。

(1) 朝永ゼミでは、前期量子論について述べてあるテキストの前半を読みすすめ、2年後期の授業から始まる量子力学の講義の基礎となる現代物理学の指導原理やその考え方、どのような歴史の基にそのような新概念が提出されてきたか、その物理的思考法、科学的なものの考え方を中心に議論を進めた。人数は10名程度で毎週1回全員が発表する形式で行われた。全員が意欲的に自習をこなし、自分なりの解釈、意見を持ってゼミに臨んでおり、非常に活発なディスカッションが行われた。参加者はそれぞれ忙しいと言いながらも、脱落者を出すこともなくみな真面目に取り組んでいた。



ノーベル物理賞受賞者である朝永振一郎により著されたこの本は量子力学の誕生と量子力学が必要とされた背景などが詳しく説明されており、非常に教育的な内容である。その一方で、内容を十分に理解するためには統計力学の知識を多分に必要とする。そのため一年生あるいは他学科生には全体的にやや難しい内容であったが、ディスカッションを活発に

した要因であるように感じられた。また SA の学生もディスカッションが紛糾しそうになったとき、うまく議論を誘導したことも今回の成功に大きく貢献しているように感じた。

(2) アインシュタインゼミでは、物理学の基本的な考え方から始まり、量子力学、相対性理論についての考え方を中心として、全二巻のうちの第一巻を読み終えた。毎週 1 回、人数は 10 名程度で参加して行われた。この本は比較的平易な書かれ方がされている。非常に良いペースで進み、力学から始まった内容は、量子力学の直前まで進めることができた。これはティーチングアシスタントの学生が進行役として、全体をうまく制御していたためであろう。カリキュラムの関係上 1 年生はまだ履修していない内容であるため、2 年生が 1 年生の理解ができるまで終了予定時刻を 30 分もオーバーして説明するなど、ゼミとしては非常に成功したと感じられた。参加学生からは、来年度も引き続き、第二巻のゼミを継続してほしい旨、希望が出ている。参加学生からは好評で、特に、上級生であるチューター (SA) との交流は有意義であったとの意見が多かった。



今後の問題点としては、基礎ゼミを 1, 2 年生混合で行ったため、共通の空き時間がなかなかとれないことである。北海道大学が基本方針として進めている「単位の実質化」により、学生は通常の学期中はかなりの分量の予習・復習があること、課外活動にも参加している学生も多いことから、夕方の 6 時から 8 時を基本枠として設定せざるを得なかった。チューター (SA) の 4 年生はボランティアとして、参加していただいたが、来年度は何らかの形で、その努力を評価する仕組みを検討することが課題である。物理学科では、プロジェクト実施WG、アドバイザー評価検討WGで検討した結果、単位として認定すること

とし、平成 21 年度から取り組むこととした。20 年度の経験をもとに、SA や TA の的確なサポート体制のもとに、学生の意見を反映させ、自主的な基礎ゼミの企画、運営を図ることが計画予定されている。

4-5. 基礎ゼミ—数学コース活動報告

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトの活動として、数学コースでは、基礎ゼミを企画した。これは、数学科教員（神保秀一、齋藤睦、立澤一哉）、及び、教育コーディネーター（笠原雪夫）のアドバイスにより教科書の選定、グループ分けをした上で、学生が自主的にゼミを行う活動である。基礎ゼミは、いわゆる輪読形式で行い、毎回、グループ内の相談によって定められた担当者が、教科書の指定された範囲の内容を消化し、他の学生に対して分かりやすく説明するための準備をした上で、1 間半～2 時間程度の発表を行った。教育コーディネーターは、毎回の基礎ゼミにオブザーバーとして参加し、発表内容について質問やコメントを与えたが、学生はこれに対しておおむね適切に応えることができた。また、10 月中旬の経過報告、2 月中旬の成果発表の場で、数学科教員は今後の学習の方向について指導した。

基礎ゼミの活動は、7 月に 11 名の学生が 3 つのグループを結成することにより始動した。北大全学教育における前期日程が終盤に差し掛かっていたため、1 年生のグループは後期日程が始まる 10 月から活動を開始することに決め、一方、余裕のある 2 年生は、直ちに基礎ゼミをスタートさせた。その後、その活動に 4 名の 2 年生が加わり、また 10 月中旬に 4 名の 1 年生が新たにグループを結成した。最終的に、この基礎ゼミの活動には、次の 4 グループ、計 19 名の学生が参加した。

1 年生幾何グループ（4 名）

教科書：梅原雅顕・山田光太郎著「曲線と曲面」（裳華房）

1 年生解析グループ（4 名）

教科書：田島一郎著「解析入門」（岩波書店）

1 年生解析グループ 2（4 名）

教科書：神保秀一著「微分方程式概論」（サイエンス社）

2 年生解析グループ（7 名）

教科書：スピヴァック著「多変数の解析学」（東京図書）

1 年生グループは後期日程の期間、毎週 1 回、計 15 回程度基礎ゼミを行った。2 年生

は、7月から毎週2回のペースで、(夏、冬、春)休み期間中も継続して活動し、現時点で基礎ゼミの回数は60回を超えている。10月から化学科に進学した2年生1名は、毎日遅くまで実験等の授業があるため、活動を断念せざるを得なくなったが、他の学生は最後まで、各グループで立てた計画に基づいて意欲的に基礎ゼミを行った。

4-6. 理数応援ニューフロンティアプロジェクト発表会概要

平成21年2月13日-14日の二日間、北海道地区国立大学セミナーハウス(北海道伊達市)において理数応援ニューフロンティアプロジェクトの物理コース・数学コース合同の発表会が行われた。学生39名、教員6名、教育コーディネイター2名の計47名が参加し、物理コース、数学コース合わせて15件の発表が行われた。各コースでは次のテーマで発表した。

- ① 早期研究室配属の活動報告
- ② オープンラボへの企画・テーマ提案
- ③ 数学基礎ゼミ発表

<日程表>

2月13日(金)		2月14日(土)	
9:00	北大集合, 出発	7:00	起床
12:00	大滝着, 昼食, 自由行動	8:00	朝食
15:00	発表会 第一部 物理コース	9:00	発表会 第三部 物理学科 4年生による卒業研究発表
18:00	夕食・懇親会	12:00	昼食, 自由行動
21:00	発表会 第二部 数学コース	15:00	大滝出発
22:30	消灯	18:00	北大着, 解散

<発表者名>

2月13日 第一部 物理コース (13:00~16:00)

川久保 美穂	複雑液体における分子ダイナミクスの研究
桑畑 和明	驚異のチタバリ
横枕 尚樹	NbFeB 永久磁石の磁区観察
関 晴海	(TMTTF) 2X の Charge Order について
山本 貴博	擬1次元有機導体 (TMTTF) 2X の電子状態の研究
永田 真斗	ピン止め効果を起こさない YBCO の生成 中間発表
藤沢 逸平	GPIB によるデータ転送と THz による解析
南原 甫幸	U ₄ Ru ₇ Ge ₆ の物理的性質
堀 哲弥	ゴミ箱の確率
田代 貴美	スターリングエンジン
仲本 純平	LEDに光をあてると
平間 伸幸	液体窒素
世古明史・民祐太郎	女性のために

2月13日 第二部 数学コース (21:00~22:30)

山下, 新村, 佐々木 武田, 桑畑, 守屋	「多変数解析学: M. スピヴァック」
黒川, 吉原, 下山, 松平	「解析入門: 田島一郎」
石田, 佐藤, 白戸, 岩井	「曲線と曲面: 梅原雅顕, 山田光太郎」

2月14日 第三部 物理学科4年生 卒業論文発表会 (9:00~12:00)

中西 智洋	CaCu ₃ Ti ₄ O ₁₂ 低温測定
佐々木 雅貴	層状ペロフスカイトにおける極低温低振動数ラマン散乱実験
上村 雄基	Sr ₂ Bi ₄ Ti ₅ O ₁₈ の誘電測定
牟田 絢香	Bi 層状ペロフスカイト酸化物単結晶の低振動光散乱実験

◆早期研究室配属成果発表概要

川久保美穂 (2年)

水をはじめとした液体，ガラスなどの複雑液体は，固体のように構造的な特徴を調べても非常に複雑でその特性を調べることは困難である。このような複雑液体においては刺激を与え，それに対してどのような応答を示すかを調べると効果的である。実際にこれまで多くの物質がインピーダンス分光法で測定され，複雑液体の物性の解明に貢献している。現在は潤滑油に注目しており，その性質と動的ダイナミックスを調べている。



桑畑和明 (2年)

チタン酸バリウムの研究。チタン酸バリウムは他の強誘電体に比べ，大きな誘電異常，単純な構造が知られており，機能性材料として興味深い物質である。デバイスとして使用した場合，誤って120度を越えてしまうと相転移が起こり，その性質が大きく変わるため誤作動の原因となる。本研究ではチタン酸バリウムに添加物を加え，その相転移温度を室温から遠ざけ，よりデバイスに応用しやすい材料の可能性を探索する。今回はチタン酸バリウムのセラミクス試料を作成法や誘電測定の実験原理など必要な技能を学んだ。現段階では，ピュアなチタン酸バリウムを作製しているが，まだ過去の報告を再現できた段階で，さらなる試行錯誤が必要である。



横枕尚樹 (2年)

自動車のモーターはできるだけ強力な磁石が必要とされる。NdFeB磁石は最も強力な磁石の1つとして知られるが，高温で磁荷が失われやすいという欠点がある。この研究では減磁過程のメカニズムを調べている。NdFeBのカー測定を行い，外部磁場に対する永久磁区の減少過程を調べた。その結果，NdFeB磁石の減磁過程の観察に成功した。今後，高温でどのようになるのか，この物質の減磁過程を調べてみたい。



関晴美 (2年)

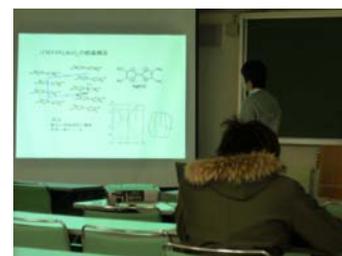
$(\text{TMTTF})_2\text{X}$ は π 結合により一次元的に結合しており，アニオンの配向による相転移と

チャージオーダーすることによる相転移があることが知られている。チャージオーダーによる相転移の前後ではラマンスペクトルに明瞭な違いを観測することができ、それが結合の強さを表していることが知られている。この物質を3月に分子研にて実験を行う。それについて今後検討を進めていく。



山本貴博 (2年)

擬1次元有機導体 $(\text{TMTTF})_2\text{X}$ である $(\text{TMTTF})_2\text{ReO}_4$ は π 結合により一次的に結合しており、アニオン配向秩序相転移と電荷分布相転移があることが知られている。この物質の伝導性測定は疑似4端子法による結果が報告されているが、正確に試料を測定することが出来ていなかった。この研究では4端子法により電気抵抗を測定した。結果、相転移温度に対応した、明瞭な異常が観測された。



永田真人 (2年)

有名な高温超電導体である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ は液体窒素温度で超伝導を起こす。超伝導体は磁気浮上が知られている。この性質を利用したりニアモーターの模型は浮上しているにもかかわらず、レールの上をスムーズに進む。これは一般にピン止め効果と呼ばれる現象により引き起こされていることが知られているが、それではピン止め効果ないものでは、レールから外れてしまうのだろうか？本研究では高校の時から疑問に思っていた問題を館あげるために、ピン止め効果のない系を実際に作製し、比較する。ピン止め効果はセラミック試料に微細な空隙ができるため、引き起こされるため、現在、単結晶試料の作製中である。また任意に不純物を添加してその量に対する振舞に興味がある。



藤沢逸平 (2年)

今回はすでにある装置に、新たに GPIB を利用して波形デジタイザからデータをパソコンに取り込む形に改良したことと、その装置を用いてテラヘルツ波測定の二つを行った。テラヘルツ波による吸光測定は β -carotene と retinal について測定した β -carotene は retinal の二



量体であり，この分子構造によりスペクトルがどのように変わるか興味深い。今回は β -carotene について測定を行い，シグナルを観測した。今後は温度依存性および retinal との構造による違いを検討する予定である。

南原甫幸（2年）

$U_4Ru_7Ge_6$ について測定した。 $U_4Ru_7Ge_6$ は 6.8K で超伝導体になる。今回は $U_4Ru_7Ge_6$ の多結晶を作成し，加工，その評価までを行った。評価は粉末 X 線回折法により行われ，その結果，格子定数は過去の報告とよく一致する結果を得た。そのため試料はうまくできていることが結論される。今後，比熱，電気抵抗，磁化率の測定と高压化での電気抵抗，磁化率の測定を行うことで，この物質の超伝導をもっと詳しく調べてみたい。



◆オープンラボの企画・テーマ提案

堀哲弥（1年）

ごみ箱にごみを捨てるという行為は日常で何気なく行われている。少し横着して遠くのごみ箱にごみを投げ捨てるという事は誰でも一度はしたことがあり，そして同時にうまくごみ箱に入らなかった経験もあると思われる。このごみ箱にうまく入るかどうかは距離と関係していると予想されるが，実際のところはよくわからない。そこで，ごみ投げマシンを作成し，統計的に調べることでこの距離との関係が明らかになるのではないかと考えられる。これを作成して，その結果を検討していきたい。



田代貴美（1年）

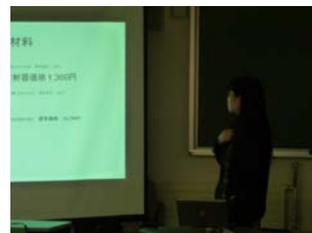
スターリングエンジンは現実に存在する熱機関の中で最も効率よく熱エネルギーを運動エネルギーへ，運動エネルギーを熱エネルギーに変換することができる。これを授業で学習したカルノーサイクルなどの熱機関と比較することで熱に対



する理解を深める

平間幸信（1年）

液体窒素について。液体窒素は比較的安価であるため、広く
演示実験に使用されている。しかしその多くはある程度決まっ
た実験になってしまっており、ワンパターン化しているよう
に思われる。理科離れが叫ばれる昨今において、もっと理科
の素晴らしさを伝えることができる実験はないか検討した。



今回検討したものは次のとおりである。①温めなくても沸騰するやかん、②勝手に膨ら
む風船、③たばこ。いろいろなアイデアを検討してみたが、インパクトのある実験は
やはりすでにほとんど行われており、そのむずかしさを痛感した。しかしこのようにパ
ターン化せず新しい試みに挑戦するのは大切なことと考えられるので、今後もま
た新たな試みを考えたい。

世古明史・民祐太郎（1年）

最もめくれにくいスカートに関する研究。近年、不審者が増加
しており女性の被害が後を絶たない。その中には、女性のファッ
ションの1つでもある、スカート関連のものもある。そこで女性
のファッション性を保ちつつ、被害を少なくするために必要な条
件を考察する。今回は力学的な視点から①スカートの裾に重心を
もつようなモデル、②スカートを一様な剛体であり変形しないと仮定し、直線的な形状
と裾が広がっているような形状の二つに関して検討した。①の計算からは重い素材である
ことが望ましいことが結論される。また②の計算からは直線的形状すなわち慣性モー
メントが大きな方が良いことが結論された。長いスカートを着用することが望ましいこ
とが結論された。



◆ 数学基礎ゼミ発表

2年生解析グループ（山下達也，新村拓未，佐々木克真，武田
裕康，桑畑和明，守屋直）スピヴァック著「多変数の解析学」（東
京図書）を輪読し，ユークリッド空間の位相から出発して微分



積分学の多変数の場合への一般化へと進み、現在は高次元の場合の微分積分学の基本定理であるストークスの定理について学習している。本発表では、セミナーの進行状況を報告し、ストークスの定理や測度ゼロの集合などについて説明した。

1年生解析グループ（黒川仁司，山下和久，松平将宜，吉原怜次）

田島一郎著「解析入門」（岩波書店）を輪読し、 $\epsilon - \delta$ 論法を

用いた論理によって展開される、実数の連続性、連続関数、

微分可能性、積分可能性、一様連続性などの微分積分学の基礎

概念について学習している。本発表では、 $\epsilon - \delta$ 論法による

収束の概念の厳密化について解説し、応用としてチェザロ和の極限定理の証明の概略を説明した。



1年生幾何グループ（石田啓明，佐藤孝美，白戸貴大，岩井亮雄）

梅原雅頭・山田光太郎著「曲線と曲面」（裳華房）を輪読し、平面

曲線の曲率とその性質，空間曲線の局所的理論，空間の曲面の局

所的理論を経て，曲面の大域的性質に関する基本定理であるガウ

ス・ボンネの定理について学習した。本発表では，曲線と曲面の

曲率の定義とガウス・ボンネの定理を紹介し，例を用いてその意

味を分かりやすく説明した。





(発表後の懇親会，北海道地区国立大学セミナーハウスにて)



(発表後の懇親会，北海道地区国立大学セミナーハウスにて)

4-7. 理数応援ニューフロンティアプロジェクト 2008 特別講義—「コンピュータの物理」

現代の生活に欠かすことができないツールとなっている「コンピュータ」。しかし、実際には、どのような原理を活用しているのか、どういう部品により構成されているのか？中がどうなっているのか？コンピュータがする演算は何をしているのか？このような疑問に答えることができる学生はそう多くない。物理をはじめとした科学研究を行う場合、「コンピュータ」という道具は非常に重要なツールである。その動作原理、内部構造を確かめ、物理学の原理ををどのように、どの応用されているのかが講義された。具体的なテーマに基づき、今学んでいる物理学の関係を考えることは、学習への動機付けにもなる。また、基礎事項を得ることで、デバイスによるコンピュータトラブルを避け、スムーズに進行するための必須事項であるといっても過言ではない。この講義の前半ではコンピュータの歴史、展望について説明がされた。また後半では実際にどのような部品により構成されているか学んでもらうため、実際にコンピュータの組み立て実習を行った。

前半ではコンピュータがどのような歴史を経て進化をしてきたのか？そして現在、何が注目されているのか？今後はどうなると考えられ、どのような研究が行われているのか？など基本的な事項が説明された。もともとコンピュータに興味のある学生がほとんどであり、非常に熱心に聞き入っていたのが、印象深かった。次にハードディスクドライブをはじめとする一般的に使われているデバイスについての説明が行われ、実際にハードディスクの中身を解体してその構造を確認してもらった。参加した学生は初めて解体したものを見たようで、実際に円盤を回してみたり、いろんな角度から眺めるなど、興味深げな様子が見られた。



後半は実際にコンピュータを組み立ててもらった。今回の参加者は、組み立てるのは初めてで、最初はハードディスクを逆向きに付けてみたり、基盤を筐体に直接つけてあわやショートしてしまいそうなグループがあるなど、心配になるような珍プレーが続出したが、やがて時間の経過とともに、どんどん組み上げるグループや、いくつかのグループで相



談して進めるグループなど、徐々に個性が表れてきて、客観的にみているとなかなか面白い進展になった。当初は1時間半程度の時間で完成を予定していたが、当初の予定を延長することおよそ2時間経過したあたりで、最初グループが組み立てを完成した。無事に起動することを確認した。それ以降は、そのグループを手本に完成するグループが徐々に出てきた。早いグループが5時間を経過したころ、OSのインストールまで終了した。最後までうまくいかなかったグループも、結局ケーブルの差し込みが甘いことが判明し、およそ6時間ですべてのグループが組み立てを終了し、無事に起動することが確認された。

どの学生も「面白かった」「愛着がわいてきた」など、おおむね好評であった。しかし「コンピュータを自作したいか？」と尋ねると6時間もかかったこともあり、「また今度にします」という返答であったのが、少し残念と言えば残念であった。また、「6時間かけただけあってコンピュータがどのようになっているか良くわかった」との回答もあり、サポートしたメンバーも6時間もかけた甲斐があった、というのが正直な感想である。

なお、今回作成したコンピュータは来年度の理数応援ニューフロンティアプロジェクトの活動のために有効利用される予定である。



(コンピュータ組み立て実習風景)

4-8. オープンラボ開設

(a) 電子・電気工作実験室の設置

理数応援プロジェクトでは理数学生に実際の実験測定に必要不可欠となる実用的な計測学を習得させるため、サマースクール等のセミナーで計測学を学ぶ。セミナーでは実験測定で広く用いられているコンデンサー，抵抗器，トランスなどの電子部品の基礎を学び，また特に実験測定において非常に重要であるにもかかわらず高等学校教育ではなかなか網羅できていない各種のセンサーの基本特性や，オープンアンプなどを用いた演算増幅回路の基礎を学習した。

オープンラボではセミナーで習得した計測学を実際に実践し，セミナーで聞くだけでは習得することが困難な演算増幅回路について，学生に電気工作で実際に回路を構築させ，その特性を肌で感じてもらい理解を深めてもらった。具体的にはオープンアンプの基本的な使い方である差動増幅回路を用いたペルチェ素子を駆動する温度コントロール電源などを本事業費で購入した電子部品と，廃材となってしまう実験装置の電子部品を利用して作製した。ここで特に廃材となってしまう実験装置を利用してすることで地球にやさしい研究者育成にも配慮した。

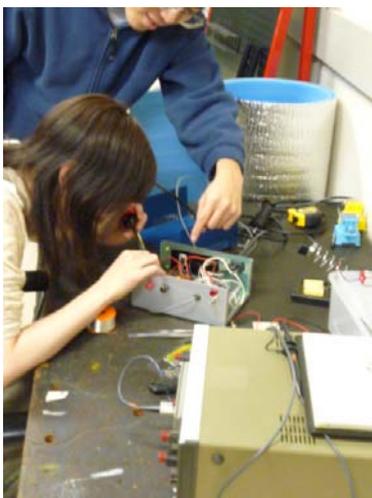


図 1. オープンラボでの電子工作.

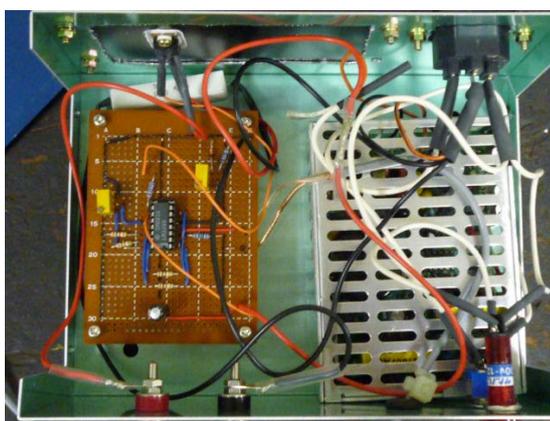


図 2. 電子工作の例.

(b) 受講生の活動報告—光学実験をして(このテーマは受講生に書いていただきました)

最近のレーザー技術の進歩により私たちの普段の生活においても、知らず知らずの間にレーザー装置を手にしてしています。例えば、レーザーはCDやDVDプレーヤーなど身の回りの電子機器や光通信機器、レーザーメスなどの医療機器、また最先端の研究レベルにまで幅広く用いられています。レーザーポインターもそうです。そこで、オープンラボでは最先端の実験で用いられるレーザー物理について勉強し、実際に半導体固体レーザーやHe-Ne ガスレーザーに触れてみて、レーザー光の性質や、高校の授業で学んだ光の波動性や粒子性など実際に実験することで体験し、光の物理学の基礎を調べました。

具体的な実験としては、事業費で購入していただいたレーザー光を使用して、光の回折実験や、図3に示すような水で作った光ファイバー中のレーザー光の性質などを調べました。暗室の光学実験室の中で、幻想的で、きれいな写真がとれました。また、先生に購入していただいた偏光子などの光学素子や、また電子工作実験室のときと同じく、廃棄になった装置の部品を使って(活用でしょうか?)、簡単な複屈折光学実験や分光実験を強誘電体単結晶試料で行い、最先端の研究においてレーザー光が具体的に実際、どのように使われるかを体験しました。光学実験室は暗く、初めはどこに何があるのか、よく分かりませんが、なれてくると大丈夫になりました。研究で使われている大がかりなレーザー散乱の実験装置を使わせていただき、標準試料のアルコールのラマンスペクトルだけでなく、他のお酒(サッポロソフト, 日本酒)も測定させていただいて、そのスペクトルに違いがでたのにはびっくりしました。

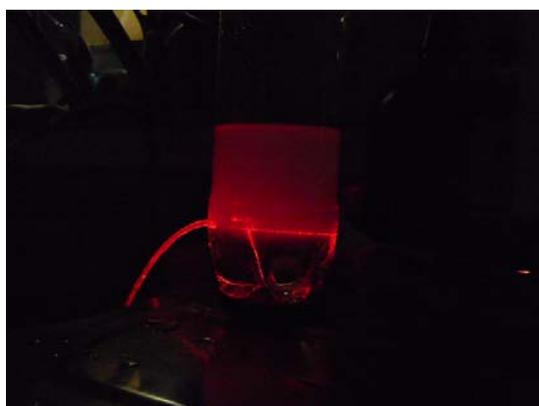


図3. 水の光ファイバー.

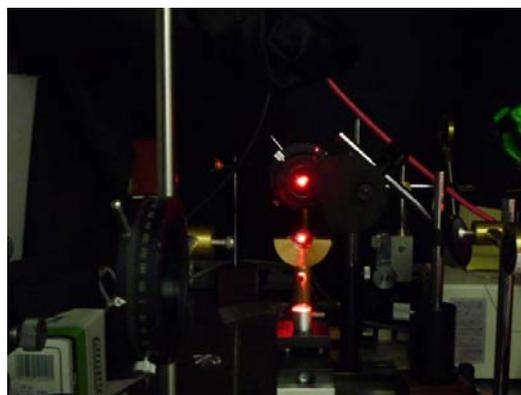


図4. 複屈折の光学実験.

4-9. 美瑛町俵真布での創造科学実験デモンストレーション参加報告

日本物理教育学会主催による「青少年のための創造科学実験」（北海道美瑛町）が 8 月 30 日に開催され、学会と実験デモンストレーションに学生 6 名が教員 8 名とともに参加した。

日本物理教育学会北海道支部研究大会

日時 平成 20 年 8 月 30 日(土)

場所 美瑛の学び舎 (旧俵真布小学校)

(〒071-0353 北海道上川郡美瑛町字俵真布中央 ; TEL & FAX 0166-96-2020)

理科・物理担当教員の懸命な努力にも拘らず青少年の理科離れ、物理離れはいまだ解消されていない。特に北海道の高校物理履修率は低い。科学技術創造立国を自負する我国にとってもこのまま見過ごすことはできない。地場産業の少ない北海道にあっては、この状況を深刻に受け止めなければならない実情がある。会場は、廃校となった旧俵真布小学校で、地域の市民、小中高生を中心に約 100 名が参加して行われた。物理学生グループとしては

- (1) 液体窒素を用いた超伝導実験デモンストレーション
- (2) 燃料電池実験デモンストレーション
- (3) ペットボトルロケットの工作指導
- (4) 紙トンボの工作

に取り組んだ。予想以上の市民や小学生(約 200 名)が集まり、液体窒素で超伝導が浮き上がる様子や、草花を液体窒素で冷却するなどして科学の一端に触れた。21 世紀のエネルギー問題や、炭素を排出しないエネルギー源として注目されている燃料電池の実験では、参加者も興味しんしんであり、水素と酸素から電気が発生する様子を興味深く見ていた。試作した燃料電池ラジコンカーは小さい子どもなら乗車して運転することができ、子供に人気があった。ペットボトルロケットは当日、小雨であったため、体育館内で、自転車の空気入れを用いて高压空気を押し込む形で実験をした。体育館の天井までとぶものもあり、盛況であった。紙トンボは比較的仕事が簡単であり、小さい子どももお母さんと一緒に工作を楽しむことができた。夏休み中であったが、参加学生も日頃の学習から離れ、広い北海道の開放感を味わったようである。

5. 調査報告

5-1. アンケート調査

理数応援ニューフロンティアプロジェクト アンケート結果

理数応援ニューフロンティアプロジェクトが実際に動き出してから半年が経過しました。これまでの活動が学生みなさんにどのような変化を与えたか聞いてみました。その中から特に印象深かった回答を下にまとめます。

本プロジェクトに関する意見を教えてください。

Q1. これまでの本プロジェクトの活動で最も印象に残った活動。

- ・早期研究室配属で研究室の活動に参加させていただき、4年生や大学院生の先輩方から多くのお話を聞かせていただきました。予想していた研究者とは少し異なっている部分もありましたが、これからの進路を考えていく際に非常に重要な経験になりました。
- ・特に印象深かったのは早期研究室配属で初めて徹夜で行った実験でした。もちろん研究者のイメージの中には、徹夜はありましたが実際にすることになるとは思いませんでした。一日目は機械音が非常に耳触りで辛いと思いましたが、4日目くらいからはなぜか心地よい子守唄に聞こえてきて、別の意味でも徹夜はつらいと思いました。
- ・発表会が特に印象に残っています。こういう場で発表するのは初めてだったのでとても緊張しました。発表してみるといろんな先生にいろんなところを指摘されました。でも指摘されたことで、理解したつもりで実は理解できてなかったということや、研究テーマの別の面から見た時の面白さを知ることができたなど、とても意義深い会でした。
- ・パソコン作成が面白かった。これまで何度か自作を考えていたこともあったが、どんな作業があるかわからなかったこと、失敗するには出費が大きすぎることを考えると、なかなか踏み切れなかったが、今回の企画ではそれを無料で体験できたことが良かったと思う。でも、自作はまた今度にしようと思う。

Q2. 本プロジェクトを通じて得たもの・学んだもの。

- ・高校時代から物理について多くのことを本で勉強しましたが、それらが何の役に立つのかわからないため、勉強する意味があるのかと悩んだことがありました。今回のプロジェクトでそれらがどのように役立つのかが、体験としてわかったことが大きかったです。それが今回わかり、もっと真剣に勉強しておけばよかったと思いました。幸いなことに、まだそれを授業で取り戻す機会があるのでこれから頑張りたいと思います。
- ・教科書には実験なんて、ほんの数ページ程度のことしか書かれないのがふつうだが、今回のプロジェクトで実際には、数ページ程度では書ききれないほどの苦労や工夫また、研究室の雰囲気や流れがあり、その上でいろいろなデータが得られていることを学んだ。

- ・今回は研究室に配属されて、ほとんど先輩方の道しるべのままに実験することしかできませんでした。こんな僕ですが、大滝で何とか無事に発表することができる段階まで僕の研究を高めることができたのも、先生方や先輩方ご尽力のおかげだと思います。これまでは知識をとにかく蓄えることが重要だと考え、勉強してきましたが(もちろんそれも大事だと思いますが)チームワークも決して軽視できない大事な要素であることがわかりました。

Q3. 本プロジェクトに参加することで生じたメリット、デメリット

- ・講義で教えていただいたことのない先生や大学院生の皆さんなど、普通に過ごしていたら関わる機会の少ない人たちと知り合うことができた。

- ・基礎ゼミを通してこれまで会話することのなかった学生同士の交流が増え、他学年、他学科の知り合いが増えた。またこれまで物理についてしっかりディスカッションする場がなかったが、今回の基礎ゼミによりそういう機会が得られた。またこういう場を提供してほしい。

- ・研究室に早期配属されてもこれまで通り講義があった。これまではよくわからないところがあっても、よくわからないまま放置されることが少なくなかったが、配属されて先輩方と仲良くなったことで、わからないところを教えていただくことができるようになり、結果的に効率の良い学習空間が得られた。

- ・実際に研究室で行われているゼミを体験することが大きかった。また研究室の雰囲気も知ることができたし、普通の学生には体験することができない多くの体験をする機会に恵まれた。

- ・時間的に非常に厳しかった。特に朝から講義のある前の日にゼミで夜 21:00 過ぎまでは正直勘弁してほしい。

- ・今期は授業に支障がない程度にプロジェクトの参加をセーブしたが、研究室配属された時、両立を考えると忙しすぎる。

- ・生活費をバイトで稼いで学校に通っているが、学校の授業+現在の理数応援の活動+バイトでは正直体が持たない。何とかしてほしい。

- ・せっかくの大学生活なのにこのプロジェクトに参加していると、サークルなどの大学生らしい活動が一切できなくなってしまうのは非常に辛い。

Q4. 本プロジェクトの活動で今後も続けたい、また取り組みたいと思う活動。

- ・早期研究室配属にまた参加したい、今期は実験系の研究室に配属されたが、理論系の研究室が希望なので、次は理論系の研究室に配属してほしい。

- ・基礎ゼミでアインシュタインの本を読んでいたが、まだ途中で量子力学、相対性理論が終わっていないので、ぜひ続きを読んでいく機会を作ってほしいと思う。

Q5. 本プロジェクトの活動で改善した方が良く、こうしたら良いと思う活動。

- ・情報公開をもっと早くしてほしい。突然のイベントや一週間以内に回答しなければいけないアンケートなんて正直対応するのは無理。また、早期研究室配属はいつ終って、いつ発表会があるのか、指導教員も把握していない状況では不安ではない。
- ・特別講義でパソコンを組み立てたが Mac でも作ってみたい。(できるかどうか知らないけど)
- ・先生が本格的に講義をする形式のイベントも期待したのにほとんどなかったのが残念。

Q6. このプロジェクトはあなたにどのような影響を与えましたか？

	5	4	3	2	1	平均
このプロジェクトの活動により自分に対する自信が高まった	5	4	3	2	1	3.3
このプロジェクトの活動により自主的に行動するようになった	5	4	3	2	1	3.6
このプロジェクトの活動により計画性をもって行動するようになった	5	4	3	2	1	3.6
このプロジェクトの活動により新しい知識や技能が増えた	5	4	3	2	1	3.2
このプロジェクトに関わったことで、仲間と協力することの大切さを学んだ	5	4	3	2	1	4.2
このプロジェクトに関わったことで、新しい友人が増えた	5	4	3	2	1	3.2
このプロジェクトを通じて、研究室のことや大学院生の方がより明確になった	5	4	3	2	1	4.4
このプロジェクトでの活動によって普段の学習が楽になった	5	4	3	2	1	3.6
このプロジェクトでの活動は普段の大学での学習に役立った	5	4	3	2	1	3.1
このプロジェクトは自分の将来選択に役立った	5	4	3	2	1	3.4

5-2. 東京工業大学訪問調査報告

日 時 平成21年3月16日（月曜日）16：30～
 訪問機関 東京工業大学教育工学開発センター
 対応者 教育工学開発センター センター長 大即 信明 教授
 教育工学開発センター 国際室長補佐 西原 明法 教授
 学務部教務課（教育推進室）熊谷 俊昭 専門職員

北海道大学では平成20年度から、理数学生応援プロジェクトを行っているが、単位の実質化に伴い授業の予習復習で学生の自由時間が比較的少ない、宿題・課題が多く時間が無い等の課題が半年行った中で見えてきた。東京工業大学教育工学開発センターで実施している「平成19年度文科省採択 理数応援プロジェクト—理工系学生能力発見・開発プロジェクト」について、その取組、活動状況について、お話しを伺った。

北大での取り組みは

- ・ 教育コーディネーターのもと、上級生(SA)と参加学生による自主ゼミ(朝永振一郎著「量子力学」、アインシュタイン-インフェルト著「物理学はいかにつくられたか」、M.スピバック著「多変数解析学」、田島一郎著「解析入門」、梅原雅顕・山田光太郎著「曲線と曲面」を用いたセミナー)を行っているが、通常時間割では学生共通の空き時間がとれず、6コマ目に開講しているのが現状である。
- ・ 優れた学生には2年から早期配属を行っている。東工大ではどうされているか?履修者に単位をあたえる等の対処はあるか?
- ・ 物理と数学にポストクの教育コーディネーターを配置している。実際の企画・実施にあたって、どのような対応をしているか?

東工大の特色について

- ・ 付属の科学技術高校は、タイの高校と提携交流があり、毎年10名を東工大へ特別選抜(ペーパー入試なし)を行っている。これは理数プロジェクトの一環である。
- ・ 学生からの希望で自主ゼミを行っていて、週2回行っている。
- ・ 学生の自主的な企画によるシンポジウムや講演会を年に1回開催し、準備企画から運営全般に渡り学生が行っている。シンポジウムが大イベントで、昨年度は、茂木健一郎先生、有馬朗人元文部大臣 今年度は宮田亮平東京藝術大学長を招聘している。連絡も広報も全て学生の手によって行われていて、博士課程のTAがフォローしている。
- ・ 上記シンポジウム、講演会等に携わった学生の行った内容を、広報誌等で外部に知らせ、名前が残るように配慮している。
- ・ 活発な国際交流の機会が多い(国際集会 等)
国際集会は年に2~3名を海外大学に9月に派遣している、広報・参加学生募集は入学者用資料にパンフレットを同封し、海外派遣人員の選択は国別リストで希望調査を行っている。
9泊10日程の期間で、事故やトラブルがないように注意を払うこと、旅行期間の傷害保険も手配している。
- ・ 学生の外国語能力養成 新入生全員にTOEICを受験させている(平均点は500点程)
- ・ 東工大の海外オフィスは、タイ、フィリピン、中国の3ヶ所に設けている。
- ・ 来年度から理数応援プロジェクトで特任助教が任用される(斉藤さん)。
- ・ 3年での早期配属は行っていない、学科、教員間での多少の温度差がある。4年の夏

に行う修士入試を，3年夏に修士入試を行う（早期卒業），既存のルールを最大限に活用するように努めている。その点で学生は非常に忙しいが，とても楽しんでいる。

- ・ 来年度から，学生の学会参加を行う。
- ・ TA, RA との交流も参加学生に非常に高く評価されている（報告書アンケート）。
- ・ インターンシップは，既存のものを最大限活用して行っている。
- ・ ものづくりセンターでも国際交流行っていて，例年はフィリピンの学生が来学（旅費は先方持ち）し，スピーカー作りを行っている。来年度は20数名来学の希望があり調整中である。
- ・ 理数学生応援プロジェクトのTAを7名任用し，その内5名が留学生であり，大変に良く働いてくれた。タイのチェンマイ出身のTAはとても張り切ってくれた。プレゼンテーションも良く行ってくれる。何故日本人が少ないかというと，博士課程でTAとして勤務した学生には学費相当分の金額を補填している。留学生の活用は日本人の学生にも刺激になっている。

要旨は以上であるが，北大としても学生の自主企画による講演会の開催，留学生の活用による国際交流については，今後の企画の参考になるところが多大であった。今後とも，先行する理数学生応援プロジェクトの取組の優れた点は参考に，本事業の充実を図る所存である。

5-3. フィンランドにおける大学入試の事例

フィンランド共和国(以下、フィンランド)を2009年1月8日から15日(現地時間)に訪問し、同国の教育制度、大学入学資格試験、オウル大学の教員養成課程における大学入試および授業内容についてインタビュー調査を行った。本稿ではオウル大学の教員養成課程における大学入試に絞って報告する。なお、オウル大学と北海道大学は、現在国際交流の促進を検討中であり、留学生交換、単位互換、入試制度の相違の有無など、本プログラムとしても将来留学生派遣の検討時には必要となるものと思われる。

オウル大学教育学部教員養成課程の毎年の募集人員は80名であり、応募者は毎年約2,000名である。本課程はクラス担任コースと科目担任コースに分かれている。フィンランドは小中一貫の9年制であるが、1年から6年までは全教科を教えるクラス担任の資格を持つ教師が、7年から9年までと高等学校は科目担任の資格を持つ教師が各科目を教える。クラス担任の資格を取得するためには本課程の学部3年間と修士2年間の履修が必要であり、科目担任は、各科目を専門とする学部と修士を修了した上で、本課程での1年間のカリキュラムの履修が必要である。

本課程の入試では、高等学校の卒業に必要な単位の習得とその成績、大学入学資格試験における必要科目の合格とその成績、一部の受験者については大学が課す学科試験の成績、そして面接試験の成績が考慮される。大学入学資格試験の成績で足切りが行われ、この成績の極めて高いグループは学科試験が免除される。面接試験に進めるのはおよそ100名である。

大学入学資格試験は国家試験であり、現在、以下のような科目を受験しなければならない。まず、国語試験が必修である。フィンランドの国語はフィンランド語とスウェーデン語の二カ国語であり、サーミ語が話される地域ではサーミ語を公用語とすることが法律で認められている。フィンランド語を母語とする人が国民の90%以上を占め、次いでスウェーデン語が約5%である。国語の他は、第二国語、外国語、数学、科学と人文(物化生地、健康、宗教、倫理、歴史、哲学、心理学などの各分野からの問題と融合問題から選択して解答)の四科目から三科目を選択しなければならない。外国語と数学はそれぞれ基礎と応用の二種類が、第二国語については中級と上級の二種類があり、高等学校での履修状況に関わらず、受験者は好きな方を選択できる。多肢選択式問題であり、試験結果は合否と7段階

のグレードが科目ごとに与えられる。

学科試験は科目担任コースを志望する、大学入学資格試験の成績が高くない受験者に課され、志望する科目の学科試験を受験する。この学科試験は筆記試験であり、オウル大学、トゥルク大学、タンペレ大学の教員養成課程が共同で作成し、利用している。

面接試験では受験者を5グループに分け、各グループを2名の面接官が受験者を一人ずつ30分間で試験する。2名の面接官は、本課程の大学教員と現職の初等中等学校の教師で構成される。受験者がクラス担任志望であれば現職のクラス担任教師が、科目担任志望であれば現職の科目担任教師が面接官となる。面接では、専門とする科目の基礎知識、問題解決能力、人物の三つの観点から評価する。問題解決能力としては、「銃の乱射事件を起こした学校であなたが担任になった場合にどうするか?」、「森に行ってコンピュータ教育を行うとしたあなたはどうするか?」など、実際の教育において遭遇しうる予想外の困難な問題に対処する能力を評価する。人物評価では、教師への動機、教師という仕事への責任感、教育能力、適正、総合評価の5つの項目についてそれぞれ1点から3点までで評価する。

教師の初任給は、クラス担任で約2,500€／月、科目担任で約3,500€／月であり、これはフィンランド全体の平均並である。にも関わらず教師志望者が極めて多い理由は、社会全体が教師を必要としており、社会的ステータスが高く、仕事条件がよいためである。仕事条件のよさとしては、担当する授業のカリキュラムや使用する教科書など自分で決めることができ、年間の休暇が2ヶ月あることなどが挙げられる。

以上、今回の調査について、大学入試に絞って紹介した。フィンランドは国際学力調査等でその学力の高さが話題になっている。その大きな要因として教師の質の高さが挙げられている。今回の調査により、質の高い教師を育てるための大学入試段階での仕組みの一端が明らかになった。今回の調査では、初等中等教育で使用されている理数系の教科書や大学入学資格試験の過去問、そしてオウル大学では理数科目の学科試験の過去問、面接試験で使用される評価シート等を資料として入手できた。今後はこれらの資料を分析するとともに、他学部や他大学での入試の現状についても調査していく。なお本調査は理学部の理数応援プロジェクトの一環として行わせていただいた。

理数学生応援プロジェクト平成 20 年度報告書

発行日： 平成 21 年 5 月 31 日

編集：北海道大学理学部数学科・物理学科

理数応援ニューフロンティアプロジェクト WG

〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 8 丁目

TEL: 011-706-3583

FAX: 011-706-3583