

「理数学生応援プロジェクト」受託事業

「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 - 」

最 終 報 告 書

平成 2 4 年 3 月 3 0 日

北海道大学

本報告書は、文部科学省「理数学生応援プロジェクト」の受託業務として、国立大学法人北海道大学が実施した「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 -」の4年間の成果を取りまとめたものである。

《目次》

はじめに	1
第1章「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」のこれまでの取組	
1. 入試・選抜方法の開発実践	3
2. 教育プログラムの開発・実践	7
3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践	15
4. 実施体制	21
5. その他の取組	24
第2章 4年間を通じての事業全体の成果	25
第3章 今後の取組について	
1. 入試・選抜方法の開発実践	29
2. 教育プログラムの開発・実践	29
3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践	30
4. 実施体制	30
5. その他	31
第4章 他大学が類似の取組を実施していくための留意点	32

はじめに

1. 事業の趣旨

北海道大学では「理数学生応援プロジェクト」(文部科学省科学技術人材養成等委託事業)の採択を受け、平成20年度から平成23年度までの4年間にわたり、「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-」を実施してきた。このプロジェクトは、積み上げ式の体系的教育の色彩が強い数学と物理学分野の学生に、早い段階に良く準備された研究体験を経験させることにより、学生の想像力や学習意欲を喚起し、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を目指している。この度、事業の成果を広く普及するため、これまでの取組や成果等をまとめた報告書を取りまとめた。

取組の経緯と位置づけ

北海道大学では、平成18年度から総合的な学士課程教育の構築を目指す教育改革として、「学生の学力の多様化」に対応した理系基礎教育・外国語教育の強化を図る新教育課程と、厳格な成績評価、GPA制度の本格利用及び履修登録の上限単位設定の総合的運用による「単位の実質化」を推進している。本学の理数教育の特色は、理系基礎教育を学部・学科別に行うのではなく、理学部を責任部局として大学共通に組織的に行う点にある。これは、次世代の科学技術を担うためには幅広い科学の素養が必要という大学の基本方針に拠っている。「最良の専門家による最良の非専門教育」という理念を掲げ、理系基礎科目内容の体系化・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。また、従来、物理学・化学・生物学・地学と細分化していた初年次自然科学実験を総合化し、科学分野を広く俯瞰でき、学際分野の実験も可能とした理系全学部必修の「自然科学実験」をスタートさせた。

このように大学全体としての教育基盤が整備される一方で、意欲と能力がある学生に早期から、より高度な授業や研究を段階的に体験させたいという意見は新教育課程スタート当初からあり、そのような取組が学習意欲の向上、動機付けに重要であることも認識されていた。これを受け、本学ではこの課題に対するプロジェクトとして、「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」を開始した。ピラミッド型積み上げ式教育の色彩が強い数学・物理学分野に的をしぼり、「段階的な研究体験」と「学内インターンシップ」を盛り込んだ逆三角形型の教育システム(参考資料1)を新教育課程に組み合わせ、想像力と意欲のある学生を育成することを目指している。

加えて本学が中期目標に掲げる「世界水準の人材育成システムの確立、世界に開かれた知の創造拠点としての北海道大学」の基盤形成に資するため、本事業で将来それを担う学生の育成を目標に、パイロット的な試行を実践し、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世紀のパイオニアを育成することを目指した。

2. 事業の概要

4年間の取組の概要を以下にまとめた。

- ・入試・選抜方法の開発実践：総合入試のもとでのA0入試の在り方について
 - ・総合入試(大きくくり入試)実施やそれに伴うA0入試の在り方を検討し、数学科では総合入試枠で人材を得ることとし廃止、物理学科では各種コンテストやSSH等の活動を評価観点に入れ高大連携を進め継続することとした。
- ・教育プログラムの開発実践
 - ・早期研究室配属による最新の研究体験
2,3年次の早い段階で卒業研究レベルの実験に取組み,学会発表12件,早期研究の単位化,早期卒業制度導入の成果を得た。
 - ・サマースクールの実施
数学セミナー(東北大学と共同),物理学セミナー,宿泊型セミナーを実施し,毎年数学約25名,物理学約60名の参加者を得た。
 - ・基礎ゼミによる学生の主体的な学習
より高度な基礎ゼミを学生主体で企画(数学23コース,物理学2コース)した。この取組みを数学科では正式科目化することとした。
- ・意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践
 - ・初年次インターンシップ研究室体験による学習の動機付け
1,2年次学生が学期の早い時期に研究室にショートステイし,大学で行われている実際の研究に触れる企画を行った。参加者は年約60名にのぼった。
 - ・研究所見学・学会参加：先端研究の知見の獲得
学会発表(12件)や,SPring8,ハワイすばる望遠鏡等の先端実験施設の見学を通じ,学生は大きな刺激を受け,学習意欲の向上に効果があった。
 - ・オープンラボ：主体的に自分の手を動かし失敗から学ぶ実験室
学生が主体的に行う実験をサポートする実験ラボを設置し,実験研究や物作り実習を通して学生の能動的学習を喚起した。
 - ・先端科学講演：研究の先達から研究体験や最新研究を学習
OB教員による先端研究発表会(15件)や外国人研究者による英語講演会(12件)を開催し,学生に新鮮な刺激となった。
 - ・研究会,成果報告会によるコミュニケーション能力の涵養
科学発表会に参加し他大学の学生と交流を図った。さらに学内発表会,宿泊研修を定期的実施し,学生が取組んだテーマをまとめ,発表し,討論する研究者としての一連の体験を通して,コミュニケーション力の涵養を図った。
 - ・教育コーディネータの配置による事業の円滑な運営
教育コーディネータを採用し,による参加学生への助言・調整,基礎ゼミの支援,オープンラボ運営のサポートを通じて,プロジェクトの円滑な実施を図った。

第1章「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」のこれまでの取組

1. 入試・選抜方法の開発実践

(1) 内容

本学では平成23年度から総合入試(大きくくり入試)を導入し,幅広い人材を求めることとした。この大きな入試改革の基に,本事業と整合性ある取組の方策についての議論があった。高等教育推進機構(旧高等教育機能開発総合センター)全学教育部,高等教育研究部高等教育開発研究部門及び入学者選抜研究部門と連携し,他大学や外国等の事例研究を参考に,A0入試のあり方,特に科学コンクール等での活動評価について検討した。

総合入試

本学は,平成23年度から新しい入試制度,「総合入試」を導入した(参考資料2)。「総合入試」では,一般入試前期日程において文系,理系という大きくくり枠の募集単位を設け,本人の希望と1年次の成績によって,移行する学部を決定するシステムである。総合入試の募集人員は,理系枠1027名(理(229)・工(511)・農(162)・薬(56)・歯(10)・獣(5)・医(医(5),保(9))・水産(40))と,文系枠100名(文(30)・教(20)・法(20)・経(30))となっている。これまでの入試では最新の学問に関する限られた情報をもとに,受験までに自分の希望する学問分野と将来に対する展望を決める必要があった。最近の学問,特に進展の著しい分野では,学際化や融合化が進み,必ずしも固定化した学部のイメージにそぐわない場合も多くなっている。このような状況下で,受験生は自分の学力を考え,入学できる大学や学部を選択するという傾向にあり,本学でも,入学後に色々な学問分野に触れ,自分の適性を知る中で,将来の志望を再考する学生がいる。また,これまでの入試方法では,入学後の学部選択のミスマッチや成績のみをもとに志望を決めたことによって生ずる学生の均質化の影響により,教育機関としての人材の多様化が妨げられ,「Be Ambitious!」を掲げる本学の活力が失われつつあるのではないかと危惧された。これらの点を考慮し,幅広い興味をもとに受験時に大きな枠組みで選択ができ,自分の夢をかなえる将来の選択肢を広げ,入学後に納得して自分の専門や所属する学部・学科を決められる点を特徴とした総合入試を導入することとした。なお,総合入試導入後の特徴的な点として,全ての入学者は1年次の間,特定の学部には所属せず,理系の学生については総合教育部において志望先が混在した状態で編成される基礎クラスに分かれ,共通の教育課程のもとで学修することとなった。

A0入試

数学科ではこれまで実施してきたA0入試の実績と,幅広い人材を求めた総合入試制度とを総合的に判断し,総合入試理系枠にA0入試定員を統合し,総合入試の中で有為な人材を選抜することとしA0入試は行わないこととした。一方,

物理学科では、これまでの A0 入試入学者の成績推移等を検討し、併せて近年ほとんどの受験生が SPP, SSH 等の高大連携事業を経験していることを受け、各種科学コンクールやコンテスト及び高大連携事業の受け皿としての意義を確認し、幅広い知識をもった意欲的な学生を受け入れる目的で A0 入試を継続することとした。なお、物理学科では、物理教育学会北海道支部と連携し、道内高校科学部、高校教員との交流を行っているが、A0 入試支援を勘案した上で今後、高大連携をより一層推進する必要があるとの認識に至った。また、A0 入試要項に以下のアドミッションポリシーを明記し、評価観点に科学コンクール等の活動実績を含めることとした。

[求める学生像]

物理学の勉学に対して強い意欲を持ち、以下の項目のいずれかに該当する学生

- (1) 将来大学院に進み物理学の研究を行うことを目指す者
- (2) 自発的に物を考え、物理の問題を時間をかけてじっくり解くのが好きな者
- (3) 科学コンクール等の正規の授業外の活動に積極的に取り組んだ者
- (4) 自然現象や自然科学について強い興味を持ち、高校の教科書にとらわれない知識や技術を持つ者

3 年次編入学制度

物理学科では従来の物理学科の学生と異なる思考法をとる学生を編入学させることにより、より幅広い教育が可能になると考え、3 年次編入学を実施している。総合入試導入決定に伴い、編入学の存続について議論を行ったが、他大学、高専からの受験者が多いこと、入学者は目的意識が高く入学後の成績も良いこと等を考慮し、引き続き実施することとした。

(2) 成果

総合入試

平成 23 年度の総合入試では、前期日程に理系総合枠が設けられ、受験者数が全体で 5% 増加した。後期日程は理学部においては学科別の募集枠であるが、倍率は数学科が 6.8 倍、物理学科では 20 倍となり、順調な出だしを切ったものと判断される。

平成 24 年度についても、前期日程は理系総合枠で 2.8 倍、後期日程は数学科 10.1 倍、物理学科は 20.4 倍の倍率となり、大学全体の受験者数も昨年よりさらに 3.8% 増加する等順調に推移していると判断される。

A0 入試

平成 20～23 年度の A0 入試の状況は下表にまとめた。総合入試が始まった平成 23 年度の物理学科 A0 入試では、総合入試で幅広い人材を求めたこと等から、志願者は少なく、また、基礎学力が十分と判断される者がおらず、合格した者はいなかった。この傾向が今後も続くのか動向を注視する必要がある。

	定員	平成 20 年度		平成 21 年度		平成 22 年度		平成 23 年度	
		受験者数	入学者数	受験者数	入学者数	受験者数	入学者数	受験者数	入学者数
全学	100	269	91	256	86	191	65	153	52
理学部	30	76	25	62	24	47	15	40	15
数学科	2	2	0	9	2	5	2	-	-
物理学科	5	10	4	10	5	7	4	6	0

3 年次編入学試験の実施状況

編入学試験は現在，物理学科のみで実施している。他大学，高専からの受験者が多いこと，入学後の成績が良いこと等を考慮し，今後も引き続き実施することとした。

	平成 20 年度		平成 21 年度		平成 22 年度		平成 23 年度	
	受験者数	入学者数	受験者数	入学者数	受験者数	入学者数	受験者数	入学者数
物理学科	12	2	13	2	11	4	12	4

(3) 課題

A0 入試のあり方をフィンランド・オウル大学での調査報告をもとに，理学部数学科，物理学科での現状と比較分析し，検討を加えた。オウル大学では面接評価の観点は基礎知識，問題解決能力，人物の3項目である。人物面については，「希望の動機」，「職業への責任感」，「適性」の各項目を3段階で評価する。倍率はおおよそ10倍ほどである。一方，本学理学部においては，A0入試の倍率は2~3.2倍程度でそれほど高くはなく，選抜試験として考えると，恒常に3倍を超える応募者があることが望ましいが，道内高校教員との話し合いから判断すると，進路指導上これ以上の志望者の増加は望めない点，日本では大学入学資格試験制度がないことから基本的な学力の担保がない点，等が問題としてあげられる。下表はA0入試で入学した学生と一般入試(前期 後期)で入学した学生の初年次の成績(教養科目(多くが選択科目) 外国語科目(必修科目) 理系基礎科目(必修科目))及び卒業時までの専門科目のGPAを比較したものである(秀(4点)，優(3点)，良(2点)，可(1点)，不可(0点)で評価し4.0を満点としてGPA(Grade Point Average)を算出)。

その結果，A0入試入学者は，自分の興味で選択できる教養科目では成績が良いものの，外国語科目，理系基礎科目(数学，物理学，化学等)の基礎学力は一般入試の学生に比べ低い。しかし，卒業時の通算GPAはわずかながら，一般入試学生よりも上回っている。このことから，A0入学者は大きな伸びしろを持った学生で，かつ，大学院に進学し研究者を目指す意欲が大きいことが分かった。

GPA 区分 入試区分	教養科目 GPA	外国語科目 GPA	理系基礎科目 GPA	卒業時通算 GPA
A0 入試学生	2.40	1.90	1.80	2.30
前期入試学生	2.30	2.00	2.10	2.20
後期入試学生	2.30	2.10	2.10	2.20

ただし、このデータは総合入試制度開始前のものであるため、今後、総合入試の導入でどのように推移するのかを引き続き注視する必要がある。また、A0 入試に対する高校サイドの要望を探るため、道内の高校、北海道立教育研究所付属理科教育センターと連携し、高大接続事業の活発化を図ることとした。

2. 教育プログラムの開発・実践

(1) 内容

「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」は、ピラミッド型積み上げ式教育の色彩が強い数学・物理学分野の意欲と能力ある学生を対象に、早い年次から、より高度な授業や研究を体験させ、学習意欲の向上、動機付けを図るため、「段階的な研究体験」と「学内インターンシップ」、「基礎ゼミ」を盛り込んだ逆ピラミッド型の教育システムを従来の教育課程に組み合わせ、意欲と想像力ある学生を育成するのが目的である。

学生は自主的に早期研究室配属、サマースクール、基礎ゼミ、学内インターンシップ、オープンラボ等に参加する中で、科学研究に対する課題探求、研究体験による動機付け、研究発表によるコミュニケーション能力等の涵養を図る。本事業は本学の中期目標に沿ったもので、以下のプログラムを展開することにより、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を目指している。

早期研究室配属による研究体験

従来学部 4 年次で行う卒業研究を 2、3 年次の早期に段階的に体験できるよう、早期研究室配属を行った(参考資料 3)。

数学や物理学は、基礎から順に体系的に学んでいく積上げ型の色彩が強い学問分野である。最新の物理学の一端に触れ、理解できるようになるのは、基礎的な学習を積み、4 年次になってからの卒業研究や大学院進学後においてである。それまでの間、学生が意欲を維持しながら学習を続けるのはなかなか難しい。

そこで、この取組では、上記のような物理学の現状に対し、教員の補助のもとに学生の学力レベルに配慮したうえで 2、3 年次の段階から 4 年次の卒業研究で行うレベルと同内容の教育研究を行うことを試みた。早い段階から最新の研究に触れることにより、学生の学習意欲と教育効果の向上を図ることを目的としている。通常であれば、卒業研究を行うには相応の基礎学力が必要となるが、そこに教員や TA、TF 等による教育支援を組みあわせることで実現を図っている。従来の積み上げ型の教育体系に対し、このような逆ピラミッド型の教育プログラムの可能性を探るという点で、数ある取組の中でも早期研究室配属は、本事業の中核をなす企画である。教員、学生の双方にかなりの時間と労力が必要となることから、授業時間割上で時間を比較的多く確保できる 2 年次、3 年次学生を対象とし、実験系研究室と理論系研究室に期間を分けて配属させることにより実施した。

	早期研究室配属者数(名)	
	2 年次	3 年次
平成 20 年度	8	-
平成 21 年度	7	4
平成 22 年度	13	9
平成 23 年度	10	8

開始後2年間は、希望者全員を実験系研究室に配属し、自ら手を動かしながら行う実験等を通じ、実体的・体験的な研究に取り組んでもらった。これは本学の場合、数学や物理学を志望する学生の実験経験が極度に少ない点や、実物に接することで、まずは実感を持ってもらいたい点を考慮したことによる。しかし、理論系の研究に触れたいという学生の希望も多かったことに加え、理論系の教員からも学生の受け入れ希望があったことから、平成22年度以降は実験系研究室に加え、2年次後期の半年間は、理論系研究室に配属することとし、3年次に実験系研究室で卒業研究レベルの内容に取り組むこととした。本件は、学生と教員、教育コーディネータ間での話し合いをもとに決定したものである。2年次後期の理論系研究室への早期配属は、実質的にはセミナーに参加する内容となり、卒業研究レベルには至らなかったが、学生が研究者としての雰囲気を感じたという点において満足度の高いものであった。一方、3年次学生の実験系研究室への早期配属は、物理学科3年次学生実験と内容を互換させ、平成22年度から単位化した。研究発表のトレーニングと単位認定の判定を兼ねる成果発表会を9月に、報告会を2月に行った。また、実験系研究室への早期配属では、その取組の成果として毎年2~4名程度の学生が学会で発表を行った。

サマースクール

夏休み期間に、サマースクールとして数学セミナー(東北大学と共同)、物理学セミナー、宿泊型セミナーを実施した。普段の授業で学ぶ全般的な内容と異なり、特定のテーマに的を絞って多少高度なトピックスを含め学習、討論を行った。これらのセミナーは毎年開催され、各回の参加者は数学・物理学ともおよそ20~30名にのぼった。宿泊型セミナーは、数学・物理学合同で、8月下旬に2泊3日の日程で国立大雪青少年自然の家において行った。宿泊型のセミナーは、普段と異なる環境で実施したことにより、活発な議論が交わされ、参加者同士のコミュニケーションも密になり、教育的効果が大きかった。

基礎ゼミ(参考資料4:基礎ゼミ開催一覧リスト)

1~3年次の学生を対象に少人数での「基礎ゼミ」を行った。運営は、教員、教育コーディネータの補助のもと、学生主導で行った。取扱う内容については、学生が教育コーディネータ、教員と相談のうえ決定し、数学は4~12コース、物理学は2コースのテーマを設定したうえで、毎週1回、授業終了後の時間帯にゼミを実施した。セミナーでの学習、企画・運営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、能動的な学習能力の向上や、北海道大学で学ぶことへの動機付けを養うことを目的とした。

(2) 成果

参加学生数の推移

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトでは、意欲ある学生に対し門戸を広げたいという観点と学生の自主性を尊重する観点から、学生の選抜は行ってい

ない。プロジェクトへの参加は、説明会への出席と教育コーディネータによるオリエンテーションの受講後に認められる。本学理学部では、学科分属を2年次前期終了後に実施したため、1年次の段階ではまだ学部内のどの学科に所属するかが決まっていなかった。このため、2年次後期以降、数学・物理以外の学科に所属が決まった学生は参加を取りやめる場合が多い。しかし、強い意欲を持つ2、3名の学生に対しては、数学・物理以外の所属であっても、基礎ゼミ、サマースクール、オープンラボ等への参加を認めた。また、4年次学生、大学院生もチューターとして基礎ゼミに参加した。参加学生数は毎年順調に推移し、数学科・物理学科合わせて各学年30～40名で、定員の30%強であった。下表に結果をまとめる。

	平成20年度			平成21年度				平成22年度					平成23年度				
	1年	2年	計	1年	2年	3年	計	1年	2年	3年	4年	計	1年	2年	3年	4年	計
数学科	12	9	21	9	16	6	31	15	14	11	5	45	23	10	9	7	49
物理学科	17	11	28	20	27	11	58	18	20	22	10	70	12	20	25	22	79
計	29	20	49	29	43	17	89	33	34	33	15	115	35	30	34	29	128

早期研究室配属

積上げ型教育の色彩が強い分野である物理学の研究において逆ピラミッド型教育の可能性を探る本事業の中核をなす企画である。

	実施状況	内容
平成20年度	2年次8名を配属	実験研究テーマ6名 教育研究テーマ2名
平成21年度	2年次7名、3年次4名を配属	実験研究テーマ10名 教育研究テーマ1名
平成22年度	2年次：理論系研究室に13名を配属 3年次：実験系研究室に9名を配属	基礎理論セミナー 卒業研究と同レベルの物理学実験
平成23年度	2年次：理論系研究室に10名を配属 3年次：実験系研究室に8名を配属	基礎理論セミナー 卒業研究と同レベルの物理学実験

3年次の早期研究室配属では、卒業研究と同じ水準で、4年次学生や大学院生が実際に取り組む研究に触れながら各自のテーマを行うことで、講義と研究の間にある違いを認識してもらうことができた。平成22年度からは、物理学科の3年次学生実験と内容を互換させることとしたため、まとまった研究時間を確保することができた。早期に研究を開始するにはどのような問題があるかを探ることも課題であるが、一方で、時間が確保できると4年次学生と同等の学習につながるということも明らかになった。また、平成21年度に3件、平成22年度に5件、平成23年度に4件の研究内容を日本物理学会で発表する成果をあげた。

学科の学生全員にこの取組を課すのは難しいが、意欲のある学生からは好評であった。また、ここで行われた研究成果が以下のとおり英文論文として2編、日本語論文として1編学会誌に発表される等の成果にもつながった。

- (1) M. Sasaki, T. Tashiro, K. Abiko, Y. Kamimura, M. Takesada and A. Onodera, *Ferroelectrics* **415**, 1-7 (2011). “Huge Dielectric Properties of CdCu₃Ti₄O₁₂ with CCTO Structure”
- (2) S. Nagata, T. Ogura, A. Kawamoto and H. Taniguchi, *Phys. Rev.* **B84**, 035105 (2011). “¹³C-NMR Studies of the Paramagnetic and Charge-ordered States of the Organic Superconductor β -(BEDT-TTF)₃Cl₂·2H₂O under Pressure”
- (3) 我孫子, 田代, “日本物理教育学会誌” **59**, 54-55 (2011). 「ビー玉スターリングエンジンの熱力学的考察」。

サマースクール

「北大・東北大学学生合同数学セミナー」

このセミナーは、企画だけでなく運営も学生が主体的に行う点や他大学の学生と交流を持つことができる点でメリットが大きい。北大理学部数学科と東北大学理学部数学科の学生が、年度初めに双方の学生リーダーを中心に、担当講師 2人ずつを選定し、各講師と相談のうえテキストを決定し、4つのテーマを編成する。参加学生は事前の準備学習が課された後、3~4日間のセミナーに参加する。例年、学生は当初の予定を遙かに越えて学習し、グループディスカッションを通じて理解を深め、アンケート調査でも数学に意欲的に取り組む姿勢が見られた。

平成 20 年 9 月 18 - 21 日 東北地区国立大学川渡共同セミナーハウス(参加学生 22 名)			
第 1 コース	「代数幾何入門」	講師：尾形庄悦(東北大)	参加人数:6名 (北大3, 東北大3)
第 2 コース	「数の体系と超準モデル」	講師：山崎武(東北大)	参加人数:6名 (北大3, 東北大2, 名大1)
第 3 コース	「超関数入門」	講師：本多尚文(北大)	参加人数:6名 (北大5, 東北大1)
第 4 コース	「3次元の幾何学」	講師：秋田利之(北大)	参加人数:4名 (北大3, 東北大1)
平成 21 年 9 月 19 - 22 日 北海道地区国立大学大滝セミナーハウス(参加学生 25 名)			
第 1 コース	「解析力学と微分形式」	講師：長谷川浩司(東北大)	参加学生:6名 (北大3, 東北大3)
第 2 コース	「代数的位相幾何学に入門する」	講師：井関裕靖(東北大)	参加学生:6名 (北大3, 東北大3)
第 3 コース	「グレブナ基底」	講師：齋藤睦(北大)	参加学生:6名 (北大3, 東北大3)
第 4 コース	「フーリエ解析 (中村周著)を読む」	講師：神保秀一(北大)	参加学生:7名 (北大3, 東北大4)
平成 22 年 9 月 1 - 4 日 東北地区国立大学川渡共同セミナーハウス(参加学生 30 名)			
第 1 コース	「楕円関数入門」	講師：秦泉寺雅夫(北大)	参加学生:7名 (北大4, 東北大3)
第 2 コース	「変分問題」	講師：利根川吉廣(北大)	参加学生:8名 (北大4, 東北大4)
第 3 コース	「双曲幾何」	講師：古宇田悠哉(東北大)	参加学生:8名 (北大4, 東北大4)
第 4 コース	「確率過程の基礎」	講師：針谷祐(東北大)	参加学生:7名 (北大3, 東北大4)
平成 23 年 8 月 29 日 - 9 月 1 日 北海道地区国立大学大滝セミナーハウス(参加学生 24 名)			
第 1 コース	「フーリエ解析入門」	講師：高岡秀夫(北大)	参加学生:5名 (北大3, 東北大2)

第2コース	「マルコフ過程： 定理と問題」	講師：竹田雅好(東北大)	参加学生：6名 (北大4, 東北大2)
第3コース	「整数論」	講師：山崎隆雄(東北大)	参加学生：7名 (北大3, 東北大4)
第4コース	「結び目理論入門」	講師：渡邊忠之(北大)	参加学生：6名 (北大4, 東北大2)

「物理学サマースクール」

現代物理学を学ぶにあたり準備的素養となる内容を学生、教育コーディネータ、教員が相談のうえ選択し、現代的な視点から解説した。このセミナーは期間こそ短いものの、朝から夕方まで食事時間と短い休憩を除き一日中物理漬けで行うものであり、このような集中的な学習は予想以上に効果的で、受講学生と教員との連帯感も生まれた。

平成20年9月24 - 27日(北海道大学理学部2 - 402室)			
モーニングセッション	「物理学計測入門」	講師：河本充司	参加学生：40名
アフタヌーンセッション	「理論物理学入門 - 解析力学」	講師：羽部朝男	参加学生：40名
平成21年9月24 - 27日(北海道大学理学部2 - 402室)			
モーニングセッション	「結晶の対称性と空間群」	講師：河本充司	参加学生：30名
アフタヌーンセッション	「相対論入門」	講師：羽部朝男	参加学生：30名
平成22年9月27 - 30日(北海道大学理学部2 - 402室)			
モーニングセッション	「気体分子運動論と マックスウェル分布」	講師：羽部朝男	参加学生：30名
アフタヌーンセッション	「時を計るモノサシ ～古典力学からレーザーまで」	講師：三品具文	参加学生：30名
平成23年9月25 - 27日(北海道大学理学部2 - 402室)			
モーニングセッション	「分子、結晶の対称性と群論」	講師：河本充司	参加学生：26名
アフタヌーンセッション	「相対論入門」	講師：羽部朝男	参加学生：30名

基礎ゼミ

数学コースの核となる企画で、学生が自主的に基礎ゼミを運営した。参加学生は1時間半～3時間程度の少人数グループによる輪講形式のセミナーを週1回程度のペースで行った。TA、教育コーディネータ、数学コース教員は、各セミナーにオブザーバーとして参加し、学生の活動をサポートした。年々、学生の活動が活発化しており、学生同士の交流はもちろん、教員や大学院生に積極的に働きかける学生も多く見られるようになってきている。その一例として、自主ゼミ学生の有志が「学生数学セミナー」を立ち上げ、独自の活動を始めた。

物理学コースは実験研究を主としており，自主的なゼミは期間中2件の開催であったが，同様のセミナーを理論系研究室への早期配属の取組の中で実施した。

基礎ゼミ名	参加学生数	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
「量子力学」(朝永振一郎著)を読む		10 名	8 名	-	-
「物理学はいかに創られたか」 (Einstein 著)を読む		10 名	2 名	-	-
Introduction to Quantum Physics		-	-	8 名	5 名
流体力学入門				5 名	5 名
「多変数解析学」(スピバック著)		2 年次 7 名	-	-	-
「解析入門」(田島著)		1 年次 4 名	-	-	1 年次 4 名
「曲線と曲面」(梅原・山田著)		1 年次 4 名	-	1 年次 5 名	-
「微分方程式概論」(神保著)		1 年次 4 名	1 年次 5 名	1 年次 5 名 2 年次 7 名	1 年次 6 名 1 年次 3 名
「解析入門」(小平著)		-	1 年次 4 名	-	-
「代数入門」(堀田著)		-	2 年次 7 名	3 年次 5 名	4 年次 5 名
「多様体の基礎」(松本著)		-	2 年次 5 名	3 年次 4 名	-
「複素解析学」(佐藤著)		-	2 年次 6 名	3 年次 4 名	-
Real Analysis (Royden 著)		-	3 年次 6 名	-	-
Differential Forms in Algebraic Topology (Bott-Tu 著)		-	3 年次 5 名	4 年次 3 名	-
「ガロワと方程式」(草場著)		-	-	1 年次 5 名	1 年次 3 名
「フーリエ解析」(中村著)		-	-	2 年次 3 名	-
「代数概論」(森田著)		-	-	2 年次 4 名	-
「トポロジー入門」(コスニオフスキ 著)		-	-	2 年次 2 名	-
「整数論」(斎藤著)		-	-	2 年次 3 名	-
「曲線と曲面の微分幾何」(小林著)		-	-	-	1 年次 3 名
「集合と位相」(小林著)		-	-	-	1 年次 4 名
「演習微分方程式」(寺田・坂田著)		-	-	-	2 年次 5 名
「代数と数論の基礎」(中島著)		-	-	-	2 年次 5 名
Topology from the Differentiable Endpoints (Milnor 著)		-	-	-	3 年次 5 名
「可換代数入門」 (Atiyah・MacDonald 著)		-	-	-	3 年次 3 名

「現代微分幾何入門」(中島著)	-	-	-	4年次3名
シュッツ相対論入門， 特殊相対論， 一般相対論 (Schutz 著)	-	-	-	2～4年次 7名

(3) 課題

教育課程との調和と時間の確保

本学では教育課程の改革を進め、「単位の実質化」の取組のもと、学生は日々の予習・復習により多くの時間を要することとなっている。一方で、本学の理念においては「全人教育」を謳い、部活動や社会活動等の課外活動も積極的に推進している。本プロジェクトは主として時間に比較的余裕のある2・3年次の学生を対象としているが、大学生活を有益にと考える意欲的な学生であればあるほど、プロジェクトに取組む時間をどう捻出し、どのように他の活動と調和させていくかが問題となっている。教員にとっても学生を支援する時間を捻出する点においては同様の問題がある。

なお、早期研究室配属については、平成22年度から、物理学科の3年次学生実験と内容を互換させることとしたため、学生実験の時間に早期配属先での実験を行うことにより、まとまった時間を確保することができた。その結果、基礎ゼミや、4年次学生の卒業研究と同等の学習成果につながっている。

TA，教育コーディネータ等の支援体制

TA，教育コーディネータによる適切なサポートがあれば、学生の自主性、積極性及び学習意欲を伸ばすことができると期待できる。このプロジェクトの実践を通じ、学生は手をかければかけただけ、成果を出すということをつくづく実感した。本プロジェクトではアウトプットとインプットを考慮せず試行できたが、取組の継続性を考えた場合、TA や教育コーディネータへの財政的基盤をどうするかが問題となる。この点については、米国の大学で採用されているTF(Teaching Fellow， 院生講師)制度(参考資料 8)を日本の大学にも導入できると、大きく進展できるものと思われる。

参加学生を増やす恒常的な努力の必要性

本学では、学生本人からの希望によりプロジェクトの参加者を募った。本プロジェクトの成果の多くはこれらの参加者の高い意欲のあらわれともいえる。このため、一連の取組を正式に授業科目化し、学科の学生全員に課すのは難しい。実際に、半数の学生はこの取組を知りながらも、通常の教育課程のもとで勉強している。加えて、本学では平成23年度入試から総合入試を導入し、初年次学生は全員総合教育部に所属するという教育改革を行ったことから、平成23年度の本プロジェクト参加者数は若干減少した。この点への対応は今後の課題である。全員が優秀なパイオニアである必要はないが、本学において受け継がれている「Be Ambitious!」の言葉を胸に抱き、好奇心をもって新しい事柄に目を輝かす学生に少しでも多く参加してもらおうための努力が必要である。

意欲的な学生をどのように評価するか

高い意欲を持った優秀な学生を早期に卒業させ、大学院に進学させる制度の検討を行い、平成 23 年度入学の学生から、物理学科において学部の早期卒業制度を導入した。本件についても今後の推移を注視する必要がある。

3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践

学内インターンシップ，研究所見学・学会参加，講演会の実施，プロジェクト研究発表会，科学コンテスト参加，オープンラボによる自主研究支援の取組を実施した。

(1) 内容

学内インターンシップ(体験的研究室配属)

数学・物理学に高い意欲を持つ初年次学生を対象として，研究室を訪問し，最先端の研究に触れることにより将来へのモチベーションを高めることを目的とした。また，研究室での実験や研究セミナー等に参加し，現在学習している内容と最先端の研究との接続や，ギャップを埋める一助となることを目指した。

研究所見学・学会参加

研究所等の先端科学実験施設の見学や，学会への参加を通して，ともしれば小さくまとまりがちな学生に刺激を与え，学習意欲を向上させることを目指した。研究所見学に際しては，教員による事前指導を行い，先端研究の概観を理解できるように配慮した。学会での発表に向けての指導，講演聴講での補足説明を行ったこともあり，学生には好評であった。

講演会の開催と研究者との交流

OB 教員，外国人研究者による講演会を開催し，学生には新鮮な刺激となった。数学科では教員と学生との交流会である MFG(Mathematical Frontier Group) 談話会を立ち上げ，基礎ゼミのガイダンス，スクーリングを行った。物理学科では修士課程学生による論文発表会等を本プロジェクト参加学生に公開し，できるだけ多くの研究に触れる機会を提供した。

プロジェクト研究発表会，科学コンテストへの参加

学内発表会，宿泊研修を実施し，学生が取組んだテーマをまとめ，発表し，学年を超えた多くの参加者と討論する機会を設けた。数学，物理学の学生は，内向的になる傾向がみられるが，定期的な発表や議論により，プレゼンテーション能力を養成する一方，様々なタイプの学生，教員と接することでコミュニケーション能力を高めることを目指した。また，リサーチフェスタ 2010，第 1 回サイエンス・インカレへの参加を促し，発表者 8 名，参加者 3 名を含め合計 11 名の学生が参加した。

オープンラボによる自主研究

米国等では多くの大学に設置されている学生用のオープンラボ(電子工作等の簡単な設備を用意した実験室)を本学にも設置した。ほとんどの学生はこれまでに実験装置の組立や工作等の経験がないため，教員，教育コーディネータが支援

し、学生が主体的に実験できるようにした。実験研究や物作り実習を通して学生の能動的学習を喚起した。

女子学生の育成

本事業に参加している女子学生は平成 21 年度 14%、平成 22 年度 14.7%、平成 23 年度 17.5%と増加傾向にあるものの、当初目標とした 20%には届いていない。しかし、これまでの学会発表 12 件のうち、女子学生は 4 件と約 33%を占めている。これからの 18 歳人口減少の時代にあって、科学技術立国の発展には理数系分野における女子の活躍が必須であることから、高大連携を含めて長期的な展望に立ち、本学の人材育成本部女性研究者支援室等と連携する等、大学での理系女子学生育成を推進する必要がある。なお、物理学科では平成 23 年度に女性教員を 2 名採用し、女子学生の目標や人生の先輩としてのロールモデルとした。女性教員による講演会を開催し、理数学生応援プロジェクト参加学生との交流を図った。

また、本学では、女子寮の新築工事や、研究者を目指す優秀な大学院博士後期課程の女子学生の表彰制度(大塚賞)等を通じ、女子学生のための環境整備を進めている。

(2) 成果

学内インターンシップ(体験的研究室配属)

将来、数学や物理学を専門分野とし、勉強していきたいと考えている学生は、一定数存在する。しかし、その分野ではどのような学習が必要なのか、あるいは、研究者はどのようなテーマで実際の研究を行っているのかを知っている学生は少ない。そこで、初年次～2 年次の学生を対象に、研究室にショートステイし、研究室の実験や研究セミナー等に参加し、教員や大学院生と話し合うことで、学問的興味・適性を考えてもらった。アンケートをみると、教員や大学院生との交流により将来へのモチベーションが高まったと答えた学生が多い。また、当初、特定の研究室に 1 週間ほどショートステイし、実験や研究セミナー等に参加してもらっていたが、参加学生からいろいろな研究室を見たいという要望が多く、研究室 1 日体験をするツアー形式とした。現在学習している内容と最先端の研究との接続や、ギャップを埋める一助となっている。

	開催日時	参加人数
平成 21 年度	6 月 21 日～12 月 8 日(7 回)	74 名
平成 22 年度	5 月 14 日～7 月 9 日(8 回)	64 名
平成 23 年度	6 月 1 日～11 月 10 日(7 回)	60 名

研究所見学・学会参加

学会への参加や、先端科学実験施設を見学することにより、ともすれば小さくまとまりがちな学生に知的刺激を与え、学習意欲の向上を目指した。あらかじめ

最先端施設やそで行われている研究についての教員による事前研修や課題を与え、学生によるレポート発表を行う等配慮し、単なる見学にならないよう留意した。教員の引率のもと、学生は現地の研究者による講義やセミナー等にも参加した。また、現場での簡単な実験に参加させ、終了後は報告書をまとめるとともに、本事業報告会での発表を義務付けている。

これまでに、高輝度光科学研究センターSPRING8、大学研究共同利用機関法人自然科学研究機構分子科学研究所(岡崎市)、広島大学、国立天文台野辺山宇宙電波・太陽電波観測所、国立天文台ハワイすばる望遠鏡実験所(ハワイ)等を見学した。その他、日本天文学会(広島大学、H21年度)ではジュニアセッションに参加した。

【日本物理学会での発表一覧】

	発表者	発表タイトル
H21 年秋季大会 (熊本大学) 9/25 ~ 28	藤沢 逸平 物理学科 3 年	テラヘルツ時間領域分光法による カロチンの分子振動ダイナミクスの研究
	松本 美穂 物理学科 3 年	一級アルコールと脂肪酸の広帯域誘電分光
	横枕 尚樹 物理学科 3 年	Kerr 顕微鏡による NdFeB 表面の減磁過程の磁区観察
H22 年秋季大会 (大阪府立大学) 9/23 ~ 26	中川 健太 物理学科 3 年	NdFeB の減磁過程における磁区構造の高温 Kerr 顕微鏡観察
	田代 貴美 物理学科 3 年	巨大誘電率ペロフスカイト結晶 $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ のドーブ効果 : Cd 置換効果
	瀬川 陽子 物理学科 3 年	n CB 液晶分子を添加した一級アルコールのマイクロ波誘電緩和
H23 年次大会 (新潟大学) 3/25 ~ 28	永田 真斗 物理学科 4 年	"-(BEDT-TTF) $_3$ Cl $_2$ ·2H $_2$ O の単結晶 ^{13}C -NMR
	三ツ村 崇志 物理学科 4 年	LuFe $_2$ O $_4$ の低振動数光散乱
H23 年秋季大会 (富山大学) 9/21 ~ 24	本田 築 物理学科 3 年	磁化 3 成分の定量観察可能な Kerr 顕微鏡の開発
H24 年次大会 (関西学院大学) 3/24 ~ 27	平 哲弥 物理学科 4 年	A サイト秩序型 CCTO の誘電挙動 - A' サイト置換効果
	松本 実子 物理学科 3 年	κ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu(NCS) $_2$ の X 線照射効果に関する ^{13}C -NMR による研究
	斉藤 洋平 物理学科 3 年	強誘電性 Bi 層状ペロフスカイト PbBi $_4$ Ti $_4$ O $_{15}$ の低振動数光散乱

科学講演会 (参考資料5: 理数学生応援プロジェクト講演会一覧)

OB 教員や外国人研究者による講演会を 27 回(うち英語による講演会 12 回)開催し, 学生には新鮮な刺激となった。数学科では教員と学生との交流会である MFG(Mathematical Frontier Group) 談話会を立ち上げ, 基礎ゼミのガイダンス, スクーリングを行った。物理学科では修士課程学生による論文発表会等を本プロジェクト参加学生に公開し, できるだけ多くの研究発表に触れる機会を提供した。

プロジェクト研究発表会・科学コンテスト参加

毎年度, 学内発表会(10 月), 宿泊研修(2~3 月)を実施し, 学生が取組んだテーマをまとめ, 発表し, 学年を越えた多くの参加者と討論をすることにより, コミュニケーション能力, プレゼンテーション能力の養成を目指した。

また, リサーチフェスタ 2010(大阪大学 2010 年 10 月), 第 1 回サイエンス・インカレ(科学未来館 2012 年 2 月)に参加し他大学理数系学生と交流を図った。第 1 回サイエンス・インカレでは 2 組, 6 名が発表した。

オープンラボによる能動的学習や工作体験

機器の高度化, ブラックボックス化により, 多くの学生は自分の手を動かし工作した経験がない。そこで, 学生が主体的に行う実験をサポートするオープンラボ(電子工作等の簡単な設備)を設置し, 実験研究や物作り実習で学生の能動的学習を喚起した。本プロジェクト用にゼミ室 2 室, 実験室 1 室を確保し, 簡単な電子回路工作, 光学実験, 木工工作ができる機器を準備した。成果は毎年 2~3 月のプロジェクト研究報告会で発表された。報告会にはかなりの時間をかけて準備を行い, 本番では教員や学生の質問に答えていた。また, 阪大リサーチフェスタ 2010(2010 年 10 月), 第 1 回サイエンス・インカレ(2012 年 2 月)で発表する成果を得た。主な研究テーマは以下の通りである。

(i) 自主研究テーマ

ビー玉スターリングエンジンについての熱力学的考察
高速カメラを用いたミルククラウンの観察と形成過程
ラマン分光によるアルコール, お酒のスペクトル
斜面を転がるボール - 慣性モーメントを考慮した落下運動の考察

(ii) 企画テーマ

オープンラボ企画として, 以下のテーマを設定し, 学生を募集した。

OPアンプ差動増幅回路: OPアンプによる差動増幅回路, 計測器の動作原理の学習。

光ファイバー光学実験: レーザー光実験装置の組立, 光ファイバー中のレーザーの特性を調べ, 大学祭で公開実演した。

コンピュータの物理: 学生からの要望企画。コンピュータ開発の歴史, CPU やハードデスクの分解, コンピュータ組立実習。

もの作り実習：比較的短時間で作製可能な電子工作企画(OPアンプで作るヘッドフォンアンプ，真空管アンプ，スピーカーの作製)。

高大接続（参考資料7：高大連携事業一覧）

A0 入試の要望を探ることや有望な人材を見出すために，道内の高校，北海道立教育研究所附属理科教育センターと連携し，高大接続事業の一貫として，平成23年度は出前授業を2倍にする等，活発化を図った。また，SSH，SPPへの協力として，札幌北高校，札幌西高校，札幌啓成高校，札幌開成高校，札幌清田高校，札幌平岡高校，札幌手稲高校，苫小牧東高校，苫小牧西高校，室蘭栄高校，旭川西高校，旭川東高校，滝川高校，北見北斗高校，帯広柏葉高校，帯広三条高校，市立函館高校，神奈川県立弥栄高校等を訪問した。加えて，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」を実施した。その他，SSH(スーパーサイエンスハイスクール)生徒研究発表会に「北海道大学理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」としてブースを出展し，高校生に向けて活動内容等の情報発信を行った。

(3) 課題

学会発表

学会発表という目標設定は，学生にとっても，指導する教員としてもやりがいがあり，多大な努力も厭わない傾向がある。また，学習意欲の向上や教育的効果も高い。しかし，参加する学生にはその分野における専門知識や展開能力等について一定の水準が求められる。この点をどのようにサポートし担保するか，教員は常に念頭に置いて取り組む必要があるし，学生も相当の覚悟と努力が必要である。また，本学の学生が，学会等に参加するには遠隔地であることから旅費の補助が問題となる。各研究室の予算も限られていることから，何らかの外部資金を獲得する努力が必要となる。

オープンラボ

オープンラボは自分のテーマで研究でき，学生にとって魅力的な取組であることから，科学雑誌等で調べた難しい先端テーマを提案する例が多い。しかし，テーマの実現可能性，実験装置の有無，実験技量を考慮し，学生と教員，教育コーディネータと相談のうえ，自分のテーマを見つけるにはかなりの努力と時間を要する。

また，1，2年次学生は科学実験についての基礎的な訓練をまだ充分受けていないこともあり，研究室の高額な装置の故障を誘発した例が3件あった。実験は通常，授業終了後の時間帯に行っているが，準備等に時間がかかるのが通例で時間不足となる場合が多い。必然的に，夏休みや春休みの時期に集中的に実施することになり，学生もある程度の負荷がかかる。一方，教員は夏休み，春休みは自身の研究期間となっている現実があるため，このような活動を支援する体制，例えばTF制度等が必要と考えられる。

学内インターンシップ

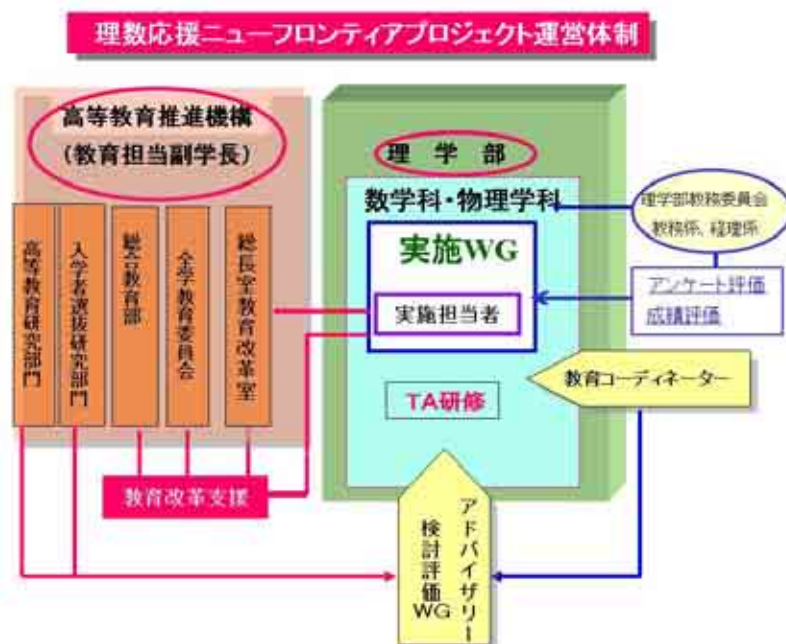
本学では総合入試の導入に伴い、初年次学生は総合教育部に所属し、特定の学部に所属しないこととなったが、このもとで実施する学内インターンシップが学生の「困り込み」になりかねないという意見もあった。この点については、取組を数学科、物理学科だけでなく理系学部全体に拡張すれば、批判も無くなるものと考えられる。自分の進路を選択する上で、教員や先輩に直に話を聞くことができるのは有効であることから、今後の対応を検討したい。

4. 実施体制

(1) 内容

理数応援ニューフロンティア・プロジェクトWGの設置

- 本計画実施を受け、平成20年6月に、理学部に業務を推進することを目的とした「理数応援ニューフロンティア・プロジェクトWG」を設置するとともに、同WGと理学部教務・経理担当事務との合同ミーティングを開催し、実施体制を整えた。また、プログラムを推進するための主たる業務分担責任者を決定し、総長室役員補佐・理学研究院教授小野寺彰が実施委員会の責任者を務めた。
- プロジェクト実施対象学部である理学部のみならず、高等教育を研究テーマとする高等教育推進機構(旧高等教育機能開発総合センター)高等教育研究部高等教育研究部門、入学者選抜研究部門のメンバーが参画し、点検・評価を行うアドバイザリー体制をとった。また、早期卒業等の検討では、全学的な問題を含むため総長室教育改革室による支援が得られる体制とした。



教育コーディネータ、事務補佐員の配置

教育コーディネータとして、博士号を有するPD院生を数学、物理学科各1名採用し、参加学生との企画や日程調整・助言、基礎ゼミの支援、オープンラボの相談等を担当してもらい、プロジェクトの円滑な実施に効果的であった。また、専任の事務補佐員(1日6時間、週3日)を配置し、プロジェクト関係の事務一般および参加学生との個別連絡を担当することとした。一連の取組みにより、教員の負担を軽減することができた。

ホームページの立ち上げ

「理数応援ニューフロンティア・プロジェクト」の活動体制が整った平成 20 年 9 月にホームページを開設した。ホームページには、本プロジェクトの活動概要、基礎ゼミやサマースクールの参加者募集情報、講演会案内、オープンラボ、宿泊型報告会等の企画の案内を掲載した。また、学生への連絡手段として、電子メール、ポスターによる周知も併せて行った。ホームページの URL は以下のとおりである。

(物理) <http://phys.sci.hokudai.ac.jp/newfront/>

(数学) <http://www.math.sci.hokudai.ac.jp/ouen/index.html>

(2) 成果

数学科、物理学科教員の多大な協力を得られたことが本事業の遂行に重要であった。総長室教育改革室、理学部教務委員会を中心とする教務関係の組織が有効に機能したこともこのようなパイロット的な教育改革に重要であった。事業の実施にあたってはスピード感が必要となるため、メンバーが問題意識を共有することも重要となるが、実施 WG 教員だけでは不十分なところを教育コーディネータ、事務補佐員が学生と教員の仲立ちとなり、個別の対応をしてくれたことで事業の順調な運営につながった。

なお、入試・選抜方法の改革にあたっては、高等教育推進機構(旧高等教育機能開発センター)高等教育研究部高等教育研究部門、入学者選抜研究部門の支援が有効に機能した。

また、教育コーディネータとして 4 年間に 5 名を採用したが、そのうち 1 名が他大学の助教、2 名が本学特定専門職員として採用され、PD のキャリアパスとしても機能している。この他 1 名については、グローバル化を考慮し、外国人 PD(Moscow 大学修了)を採用し、英語による学生支援を行った。学生は英語で話す機会が増えただけでなく、外国大学の実情を詳しく聴くことができる等刺激になった。

(3) 課題

本事業の運営にあたっては、実施 WG 教員の努力と教育コーディネータ、事務補佐員の配置が有効に機能したと判断される。このような取組を今後、恒常的に行うためには、同様の実施体制をいかにして整えるかが課題となる。日本ではこうした教育支援体制は十分ではなく、教員と事務職員がその役割を分担している。一方、アメリカの大学では学習支援センターや TA センターがあり、専門スタッフの助力を得ることができる。これらの現状を客観的にみると、日本の大学が活用できる残された教育資源としては、博士後期課程の大学院生の活用、すなわち TF 制度(Teaching Fellow 制度、高度 TA 制度)が考えられる。

また、このような事業に協力的な教員はその他の取組(例えば、SPP や SSH)等でも多忙となることが多いことから、教育研究活動をより安定的に行うためには、TF を配置して教員に多少のゆとりを持たせることも効果的だと考えられる。実際

に本学での TF 制度の試行に際しては、教員の負担を軽減することができた。今後、本制度を広めるため、大学としての予算措置、あるいは外部資金の獲得等に努める必要がある。

5 . その他の取組

(1) 内容

鈴木章自然科学奨励賞の設置 (参考資料 9 : 鈴木章科学奨励賞)

本学では平成 23 年度入学者から総合入試を実施し , 入学者は 1 年間 , 学部に所属せず , 総合教育部で文系カリキュラム , 理系カリキュラムに分かれて授業を受けることとなった。初年次にまだ専門分野が決まっていないシステム下で , 理系の学生に強い学習意欲を持ってもらう為には , カリキュラムとうまく融合した形で , 学生の意欲・能力をさらに伸ばす「仕掛け」が必要になる。初年次インターンシップ , 基礎ゼミ , サマースクール等と並行して , 自然科学分野 , 特に , 初年次の自然科学実験の成績優秀者を奨励するため目的で , 新たに科学奨励賞を設置することとした。幸いなことに , 平成 22 年に鈴木章北海道大学名誉教授がノーベル賞を受賞したことから , これを記念して , 鈴木先生の名を冠した賞とした。

(参考 URL) <http://gakuseishien.academic.hokudai.ac.jp/campus/incentive>

(2) 成果

平成 23 年度前期の自然科学実験受講者から成績優秀者 2 名が推薦され , 後期には 4 名が受賞する予定である。賞は教育担当副学長から授与される。学生にとっては , ノーベル賞受賞者である鈴木先生の名を冠した賞を受賞するという名誉もあり , 実験に意欲的に取組む動機付けの一つになっている。

(3) 課題

本学ではこれまでも , 主として文系学生を対象とした語学優秀者への「レーン賞」 , 課外活動に優れた業績を残した学生に与えられる「北大えるむ賞」 , 「北大ペンハロー賞」等が設定されていたが , 理系学生を対象とした賞はなかったことから , 今後 , 理系学生が目標とする大学独自の表彰制度の充実を図ることも必要と思われる。

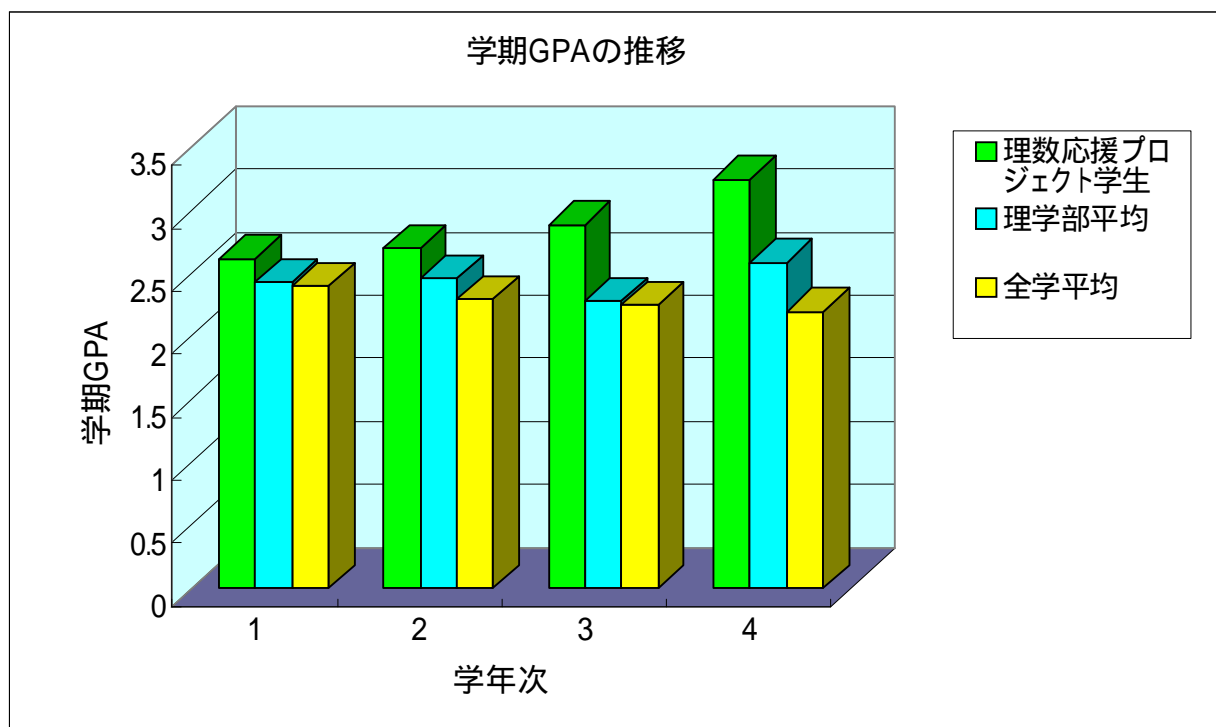
第2章 4年間を通じての事業全体の成果

本プロジェクトが目標とした学生の想像力や学習意欲の喚起，新たな科学・技術を切り開く 21 世紀のパイオニア育成という取組は，参加学生の GPA，学生からのアンケート(参考資料 10)等を見ると，順調に進んでいると考えられる。これまでの教育と質を異にする本プログラムを経験した学生が，今後の本学や世界のリーダーに育つことを強く期待している。

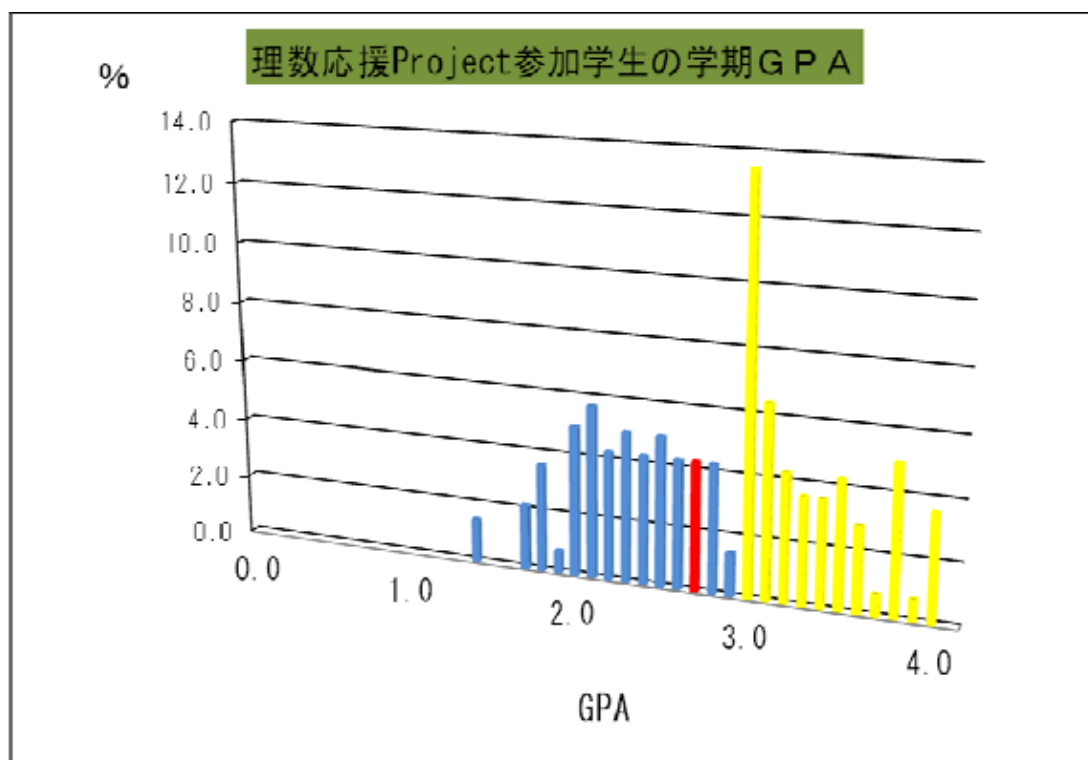
取組による学生の成績の推移

プロジェクト参加学生の成績(GPA)の推移を以下のグラフに示す。1 年次では全学平均(青色)とほとんど変わらないが，学年が進行するにつれ，参加学生(緑色)の成績が理学部平均，全学平均に対して優位性を示し，特に，卒業研究が主体となる 4 年次学生ではその差が大きく，本プロジェクト参加学生が大きく成長していると考えられる。

とりわけ，4 年間の平均 GPA が 3.0 以上の学生は 53% に及ぶことから，本プロジェクト参加者には成績優秀者が多いと判断される。



参加学生の学年進行に伴う学期 GPA の推移



理数学生応援プロジェクト参加学生の GPA 分布図
 (縦軸は学生数，横軸は学期 GPA，赤棒は全体の平均値，黄棒は 3.0 以上の成績者)

早期研究室配属の継続・早期卒業の導入

上記の GPA 分析から優秀な学生には，学部課程を一律に 4 年間で卒業させるのではなく，早期卒業のチャンスを与え，早期に大学院へ進学できる方策が望ましい。一方で，従来順次性のある教育課程が求められていることや，4 年次で行われる卒業研究の教育効果の大きさも看過できないことから，導入に慎重な意見もあるが，物理学科においては，意欲的で優秀な学生を早期卒業させ，大学院に進学させる制度の検討を行い，平成 23 年度入学生から導入することとした。

取組の単位化・正式科目の開発

早期研究室配属では，参加学生の学習意欲が高いことから，その成果を認め単位を付与することとした。加えて，物理学科では総合入試導入のタイミングで，早期研究室配属や早期卒業を念頭に置いたカリキュラムの改正を行った。この他，全学教育科目において学力の多様化に対応した「物理学」，「物理学(上級)」のレベル別開講や，本プロジェクトで行った実習を一般教育演習(フレッシュマンセミナー)として全学部の学生向けに開講した。

基礎ゼミの正式科目化

学生が主体の基礎ゼミ，学生が自主的に参加するサマースクールは教育効果が高い。数学科では事業内容を精査し，レベルが十分高く教育効果が著しかった基礎ゼミを正式科目化することとした。物理学科では，学生の自主性を重んずることとして，現状の基礎ゼミを継続することとした。

支援体制の検討

以上に述べた取組に限らず、TA、教育コーディネータ等による適切なサポートがあれば、自主性を伸ばし、意欲的な学生の育成を期待できる。このプロジェクトを通して、手をかければ手をかけただけ成果が出るということをつくづく実感した。今後このような取組を継続的に行うため、学生と教員間の調整役として博士後期課程の大学院生をTF(Teaching Fellow、院生講師)として活用する制度を取り入れることが望まれる。

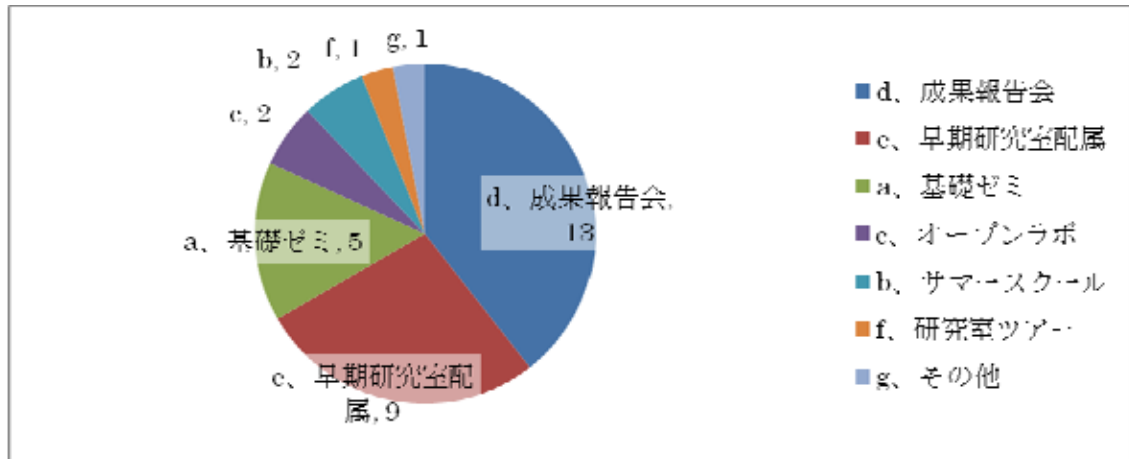
教育課程の柔軟化の取組

教育課程の改革が進み、学生たちは「単位の実質化」で日々の予習・復習にかなりの時間を要する中で、課外活動等とともに、「理数学生応援プロジェクト」のような取組をどのように調和させていくかが、学生、教員双方の大きな課題である。参加学生が共通に時間を確保できる6講時の活用や、学生実験と内容を互換させる形での早期研究室配属、基礎ゼミの単位化を実施することができたため、空き時間を確保し、活動にゆとりができた。事業遂行が有効に働くためには、総長室教育改革室、理学部教務委員会、数学科・物理学科の支援も重要であった。

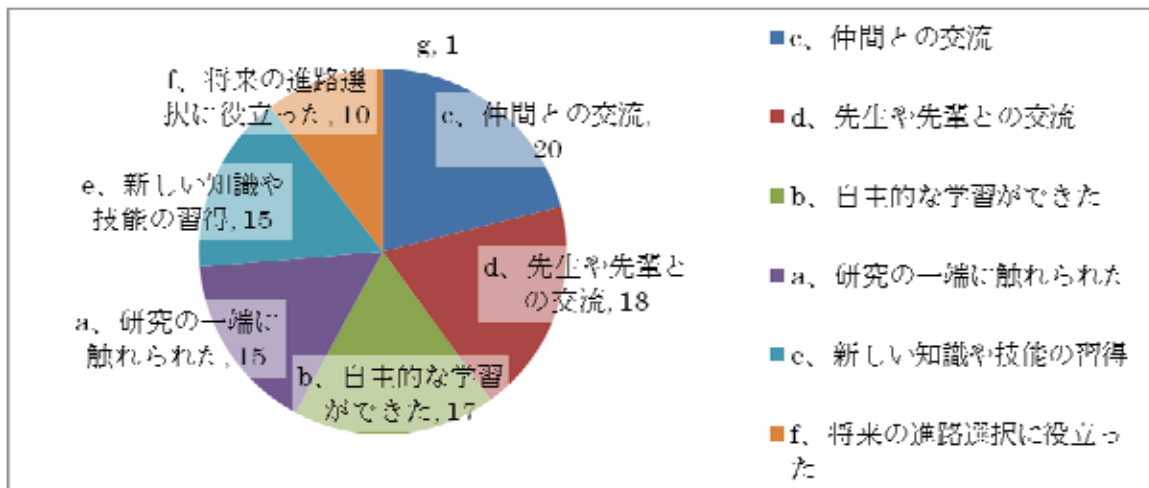
参加学生アンケートに見られる学生の反応

アンケートの結果(詳細は参考資料10)をみると、「プロジェクトで最も印象に残った活動」として成果報告会、早期研究室配属、基礎ゼミ等のテーマが挙げられている。「本プロジェクトに参加して良かったことは？」との問いには、仲間との交流、教員や院生との交流、自発的に取組むことができた点、先端研究に触れることができた点を挙げているものが多い。数学科と物理学科では、これまでもカリキュラム上での多少の相互交流はあったが、実際、この取組で共に活動してみると学生たちは学科間の文化の違い、思考法の違いを認識したようで、互いに強い刺激を受けたとの意見が多かった。また、院生等の上級生との交流がこれまで弱かったことが浮き彫りにされ、今後の改革の指針となった。

「プロジェクトで最も印象に残った活動は？」



「プロジェクトで最も印象に残った活動は？」



アンビシャスな学生たれ！

本プロジェクトの参加学生は学習意欲が高いが、一方で半数の学生は興味を示しながらも、通常の教育課程のもとで勉強している。本学にはクラーク博士の時代から、「Be Ambitious!」という言葉があるが、半数近くの学生は挑戦的になるよりも着実な大学生活を望んでいるということなのかもしれない。全員がリーダー、優秀なパイオニアである必要はないが、従来 of 大学教育と質が異なる本取組を通じて育った学生がクラスの中でリーダーとなり、他の学生に良い影響を与えることにより、学科・学部全体が活性化することが期待される。

第3章 今後の取組について

1. 入試・選抜方法の開発実践

総合入試と理数学生応援プロジェクトの取組との連関・整合性ある展開

本学では平成23年度に入試制度の大幅な改革を行い、総合入試を導入した。その基本方針のもとで、今後は理数分野に強い意欲と高い能力を有する学生をエンカレッジ・評価する仕組みと取組の開発実践が課題となる。今後、総合入試の動向に注視しながら、初年次教育を行う総合教育部と、2年次以降の専門教育を行う理学部との間の調整を進め、円滑な接続を図る必要がある。

A0入試のあり方

先行する大学の事例を参考に、高等教育推進機構全学教育部、高等教育研究部、高等教育開発研究部門ならびに入学者選抜研究部門と連携しA0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、幅広い知識をもった有能な学生を受け入れられるようなA0入試の実現に努める。近年、A0入試の受験生のほとんどがSPP、SSH等の高大連携事業を経験していることから、物理オリンピックや物理コンテスト等での入賞の有無を評価項目に加えることとし、A0入試募集要項に明記した。

また、A0入試制度にかかる議論の中で常に課題となるのは、大学入学後の学習に耐えうる学力の担保に関する内容である。興味を持つ理数分野は勿論であるが、グローバル化の動きが激しい中で、語学力、人文系を含めた他分野の幅広い基礎知識もある程度の水準において必要となる。今後、A0入学者の成績の追跡調査等を行い、特に総合入試による入学者と学力を相互比較し今後の指針を得るとともに、A0入学者が生き生きと大学生活を送れるよう検討を進めていきたい。

2. 教育プログラムの開発・実践

「基礎ゼミ」、「早期研究室配属」、「サマースクール」の継続

本事業は体系的な教育課程に、自主性を尊重した「基礎ゼミ」や「早期研究室配属」、「サマースクール」の逆ピラミッド状の試みを付加し、人材育成を図ったが、人材育成は実施主体である理学部数学科、物理学科に固有の問題ではない。程度の差こそあれ理工系全体に言えることであり、今後とも引き続き実践を行うとともに、他学科、他学部、他大学にも成果を広く発信する努力をしたい。

学生の自主性尊重、教員支援の恒常化

本事業で得られた知見・成果をもとに、学生の成長やその傾向がどのように進展するのかを引き続き注視し、取組を進めていく必要がある。また、本事業に参加する意欲的な学生がクラスにおいて、他の学生にも好影響をもたらすと期待できる。多くの教員から、最近、学生の質が良い方向に変わってきているとの声を

聞く。また、学生からも、自主的に学ぶ楽しさ、学問の面白さを知ったとの声が上がっている。一連の取組を評価し、基礎ゼミ生、早期研究室配属生には、単位の他にも、何らかのインセンティブを与える方策についても検討したい。学生の自主性はプログラムの強い推進力となっているが、単位が与えられる正式科目となると、どのように学生の意識が変わるのか、また、強い推進力を維持できるのかを注視する必要がある。この点は TF(高度 TA, 参考資料 8)を配置することで対応できるのではないかと考えている。また今後、早期卒業者を輩出するよう教員の指導の継続、意識の維持を図ることが今まで以上に必要となる。HP による活動広報、理数学生応援プロジェクト WG による情報発信を行い、本プロジェクト参画教員間の意識の共有化を図ることとする。

3. 意欲・能力を伸ばす工夫した取組の実践

取組の継続

本事業で取組んできた学内インターンシップ(体験的研究室配属)、学部生向け講演会、プロジェクト研究発表会、学会や科学コンテストへの参加、オープンラボを継続する。教員やコーディネータが最初にある程度の手助けをすると、学生は確実に伸びることが実感できたので、今後は教員の負担が過度にならないよう学科、理数学生応援プロジェクト WG で配慮しながら事業を継続する。

高大連携

高校時代に培った理数分野に関する強い学習意欲や能力を一層引き出し大きく伸ばすため、今後も道内主要高校、道立理科教育センターとの連携を進める。

4. 実施体制

理数学生応援プロジェクト WG の継続

委託期間終了後も、理学部数学科、物理学科に WG を存続させ、この事業の成果が顕著であった基礎ゼミ、サマースクール、早期研究室配属を恒常的に運営することとした。平成 23 年度入学者から適用になる早期卒業制度が順調に運用されるよう、学生への周知や、学生への支援体制をチェックし、毎年早期卒業者を輩出できるよう努力したい。

TF(高度 TA)の活用

事業運営上、重要な役割を果たした教育コーディネータの代替として、TF(高度 TA)を年 2 名程度採用し、学生の活動を支援する。経費については大学、または理学部で負担するよう努める。

早期研究室配属の研究経費、学会発表の旅費補助

早期研究室配属の研究経費は各研究室予算等での対応を検討することとし、学

会発表のための旅費補助は，大学，または，外部資金の獲得に努める。

活動教室の確保

理学部は建物の利用にあたりスペースチャージ制を導入して管理を行っているが，オープンラボ等の活動用の居室として，従来通り3部屋を確保し，取組を継続させることとした。

5．その他

参加学生のアンケート(参考資料10)をみると，早期研究室配属，基礎ゼミ，オープンラボ等のプログラムに参加し，良い刺激になり，学習意欲が湧いたと回答しているものが多く，この事業が当初狙った意義や効果は十分達成できたものと判断される。一方で，このような企画を今後も続けてほしい等，若干，他人任せ，人を頼る様な雰囲気も感じられる。本学は，開学の時代から，「Be Ambitious!」をモットーとしており，そのような大志を持った学生を育てるには，少し離れて大局的観点から学生をサポートすることも必要ではないかと感じている。また，この事業を通じて，これまでと質の違う学生が育っていることから，今後も引き続き，学生の追跡調査，評価を試みる価値があると思われる。この点については，高等教育推進機構高等教育研究部高等教育研究部門と連携して進める予定である。

第4章 他大学が類似の取組を実施していくための留意点

北海道大学では平成18年度に新教育課程を導入し、学力の多様化への対応としてレベル別の教育を導入する等、理系基礎学力の底上げに努めてきた。本取組は逆ピラミッド型の教育を組み合わせることにより、従来、十分とは云えなかった意欲的で有能な学生の育成を試行し、大きな教育的効果があることが分かった。この取組が、順次性のある体系的な教育課程の充実に繋がるということも明らかになった。また、学生の動向を判断するには、GPAを使用した継続的な調査が極めて有効であった。

北海道大学の取組が成果を収めたことの要因は、最初から大きな単位での実践ではなく、理学部の数学科と物理学科という比較的小さな単位であったことと、参画した教員が趣旨を理解し、教員間で意識を共有できた点にある。教員が面白さをもって学生の支援にあたったことが、学生の自主性を引き出し、結果的に学問の面白さを伝えることに繋がったと分析される。なお、この取組を複数の学部による大きな単位で行った場合、どのように発展していくかは、興味ある点である。

教育改革は、結局の所どれだけ教育に手をかけるかに拠っている。例えば、学会発表は学生の学習に対する動機付けとしては有効であるが、教員による専門知識のサポートが欠かせない。しかしながら、最近の教員は教育、研究等の本務の他に、学生指導、大学運営等にかかなりの時間が割かれている。この点をどのように緩和できるかがポイントになる。また、学生のアンケートを見ると、教育コーディネータ、大学院生と交流することの教育的効果が大きく、そのような機会を望む学生も多い。教育コーディネータの役割をする博士後期課程の大学院生をTF(Teaching fellow, 高度TA)として採用することにより、本事業が目指した取組を継続・発展できると考えられる。アメリカの大学では外部資金等を導入し、「学内サポートセンター」、「TAセンター」による組織的な取組が行われているが、日本の大学では残念ながらそのような事例は少ない。この試みは、今後の学士課程教育充実のキーポイントとなるだけでなく、院生のキャリアパスとしても期待される。