

日独共同大学院プログラムの事後評価結果

領域・分科（細目）	数物系科学・数学（基礎解析）
日本側実施機関名	早稲田大学大学院基幹理工学研究科
日本側コーディネーター （職・氏名）	教授・柴田良弘
プロジェクト名	流体数学
実施期間	平成 21 年 4 月 1 日～平成 26 年 3 月 31 日
ドイツ側実施機関名	ダルムシュタット工科大学

これまでの交流を通じて得られた成果

当該プロジェクトを実施したことによる共同課程の整備状況、継続的協力関係の構築状況、教育研究効果への評価。

評 価
<input type="checkbox"/> 十分成果があった。 <input checked="" type="checkbox"/> 概ね成果があった。 <input type="checkbox"/> ある程度成果があった。 <input type="checkbox"/> ほとんど成果が見られなかった。
コメント
<p>【共同課程の整備】 実解析、関数解析、調和解析、確率微分方程式、大域幾何学、計算機科学にまたがる共通科目を提供し、相互に連絡をとりあい、内容を吟味した講義が双方の大学を補完するように有機的に行われたほか、学位の指導においても学位審査委員会に双方の大学の教員が副査として参加できる制度を平成26年度より確立したことで、2大学間で共通の学位カリキュラムができたことになる。さらに、学術協定を締結し、授業料の不徴収、教育施設、付属宿舎、インターネットの利用を含む環境を整えたほか、相互の単位の認定では、論文作成を目的とした研究指導、チュートリアルな短期の連続講演を対象とする等、日独両機関の教員の精力的な活動が認められる。このような試みが実際に長期間行われたのを聞くのは初めてであり、教育に有効であったと思われることから当初の目的は達成されたと判断する。</p> <p>【持続的協力関係】 大学間での学術交流協定が結ばれた（2009年）ことで相互に学生を受け入れ、共著論文の作成、流体数学セミナーやサマースクールの相互的かつ継続的な開催が行われた。また、国際会議を運営してチュートリアル講演、最先端の研究報告、学生の研究発表を実施するなど、コーディネーターのイニシアチブによって強い協力関係を打ち立てることに成功しており、大学内ならびに日独間の継続的研究・教育が可能となった。特に、「航空工学に現れるモデリングと数学解析」「応用化学の流体中の化学反応に関するモデリングと数学解析」の2つの研究チームが結成されたことに見られるように、数学と応用分野が共同して問題解決を目指す動きが出てきたことは喜ばしい。今後は准教授以下の若手教員が運営に積極的関与し、日独学生による自発的な交流によって継続的な協力関係を誘発することが期待される。</p> <p>【教育的効果】 数学の基礎的な分野という研究分野の現況もあり、研究方法は基本的に伝統的なものである。従って広範であったり、革新的であったりする点は十分とはいえないが、日独の教員がそれぞれ相手校の学生を受け入れて、大学院生の1、2か月から数か月にわたる中・長期的滞在が計画期間中に実行された。学位論文指導等の学術情報のみならず個人的信頼関係を築いた長期的効果は大きく、共著論文を多数発表し、多くの学位取得者を輩出し、そのすべてが研究者として活躍していることは称賛に値する。一方で日本人学生の作成した論文では、ドイツ教員の他に日本での指導教員が共著者となるケースが多く、ドイツ側大学において日本の学生が自ら学術情報を収集する以前また以後、日本側教員が研究指導に関与し、方向付けを与えている状況もある。この方式については、教育研究効果としてポジティブ、ネガティブ両面からの評価がありえるだろう。総合的には、大学院生の教育から若手研究者としての研究生活までの長期的教育・研究体制が構築されたことになり、大きな成果である。</p>

2. プロジェクトの実施状況

対象分野の深化・発展、コーディネーター及び教員等の取り組み状況、教育研究環境の整備等への評価。

評 価
<input checked="" type="checkbox"/> 非常に効果的に実施された。 <input type="checkbox"/> 概ね効果的に実施された。 <input type="checkbox"/> ある程度効果的に実施された。 <input type="checkbox"/> 効果的に実施されたとは言えない。
コメント
<p>【分野及びプロジェクトの発展】</p> <p>流体力学は物理学から発生したが、その物理的背景は極めて多岐にわたり、それに伴って数学的にも、複素関数論、偏微分方程式論、関数解析学、確率論等、様々の分野からの知識が必要である。また近年は計算機による現象解明が大きく進んでおり、諸科学にわたる広い視野からの研究の発展が待たれている分野である。本計画は数学の中の諸分野が総合的に流体研究に参加することによって理論的数学と応用数学の垣根を越えた研究体制を構築しようというものである。</p> <p>本プロジェクトでは抽象的な関数解析の問題から、技術分野のモデリングや数値計算手法の開発など、広いトピックをカバーしており、ドイツの伝統的な数理物理の基盤に立つ流体数学研究を、共同課程として学ぶ場を発展させるべく、航空工学、応用化学との共同研究に取り組んだことは高く評価される。特に、「航空工学に現れるモデリングと数学解析」は面白そうである。</p> <p>相互の交流により、国際会議での発表234回、国内会議での発表192回、日独共同セミナー19回、発表論文34編を数え、またヨーロッパ連合に基盤を置くFLUXへの参加や年2回の流体数学国際会議の開催も順調に進んでおり、流体理論、数値計算、国際協力という目的は当初よりも大きく発展して達成された。タイムリーでまたよく練られた研究計画であり、この分野の発展に大きく寄与している。</p> <p>【コーディネーター及び参加教員の取り組み状況】</p> <p>総勢、日本側教員30名、日本側大学院生30名が参加しており、実解析、関数解析、調和解析、確率微分方程式、大域幾何学、計算機科学にまたがる広範なプログラムを用意し、学術交流協定を結んで相互に教員、学生の受け入れを促進し、共同研究、相手大学での講義等、実質的な共同作業が行われ、広報活動も熱心に行われていた。</p> <p>流体数学国際会議を年2回、早稲田大学で開催し、基礎から最先端までの様々な話題の講義、研究発表等が行われており若手研究者に対する効果は非常に大きいと思われる。このような会議を継続して行ったことはコーディネーター及び参加教員の熱意のたまものである。</p> <p>【教育研究環境の整備】</p> <p>ダルムシュタット工科大学との学術交流協定の提携があることもあり、講義の単位認定、学位論文指導等において制度的保証に基づいた教育が行われた。また、日独双方において教育のみならず生活面での配慮が大学よりなされ、大学本部が外国人招聘に貢献しているなどの成果が見える。協定の締結は、間違いなく重要な一歩である。</p>

【経理の合理性】

計画の重要部分は教員・学生のドイツへの長期滞在による共同研究（1月～6月）、ならびにその間に行われる研究集会参加のための短期滞在（1週間未満）からなると思われるが、予算の8割以上が外国旅費に使われ、学生の受け入れ、合同セミナー、ワークショップ、サマースクールなど、問題なく継続的なプログラム運営がなされており、費用の使い道も合理的であると判断する。

3. 今後の展望

共同大学院としての継続性への評価。

評 価
<input checked="" type="checkbox"/> 大いに期待できる。 <input type="checkbox"/> 概ね期待できる。 <input type="checkbox"/> 一層の努力が必要である。 <input type="checkbox"/> 期待できない。
コメント
<p>【共同大学院としての継続性】</p> <p>流体数学特別講義〔博士課程6単位〕が行われ、教育課程としての基礎が固められ日独両大学において学位審査副査に互いの教員が加わることが合意され、共同大学院としての体制が整ってきている。体制整備にはルール上の難しい問題があるものと想像するが、コーディネーターの手腕からして十分期待できるものと思う。</p> <p>本事業により国際共同研究も拡大して学生の研究指導が充実し共著論文が17編発表され、共同研究遂行のための実績が作られ、早稲田大学とダルムシュタット工科大学による「航空工学に現れるモデリングと数学解析」「応用化学の流体中の化学反応に関するモデリングと数学解析」の2つの研究チームができるなど、現実的な問題を扱うことで従来の抽象的な研究を広げる努力も見られ、今後期待できる。</p> <p>また、早稲田大学スーパーグローバル大学（以下SGUとする）構想の中に「数学とモデリング」を大学院教育の最先端教育とするユニットが構築され、数理物理を背景とした数学の教育、研究を実践する基盤となることが期待される。</p> <p>そのほか、多くの大学院生が相手国に滞在し、人間関係を築いていることから、今後、学生やポスドクの交流も続くものと期待できる。</p> <p>なお、早稲田大学の教員はすぐれた論文を数多く執筆しており、ダルムシュタット側にもメリットは大きかったのではないかと思う。</p> <p>一方で、その成果や手法が伝統的な範疇にとどまり、研究者養成を急いだ結果、学生や若手教員の自発的な発想に動機づけられた教育研究の実践が十分なされていない側面は否定できない。数理物理、モデリングを背景とした流体数学研究を展開し、航空工学、応用化学との共同研究を進展させるという本事業の理念を真に実現するためには、学生や若手教員の自主性を重んじた中期の目標や体制を打ち出して、教育、研究方法を改革していく必要があるだろう。</p>

4. 総合的評価（書面評価）

評 価
<input type="checkbox"/> 当初の目標は想定以上に達成された。 <input checked="" type="checkbox"/> 当初の目標は想定どおり達成された。 <input type="checkbox"/> 当初の目標はある程度達成された。 <input type="checkbox"/> 当初の目標がほとんど達成されなかった。
コメント
<p>【コメントまとめ】</p> <p>流体力学は歴史のある学問であり、偏微分方程式、確率論、関数解析、計算機科学等、数学の中の多くの分野に関連している。近年は計算機による大規模計算が可能となり、地球規模での大気の運動も解析できるようになった。さらなる理論的発展が要求されている中で行われた本計画はまさに日本の数学、科学にとって時宜を得たものである。日本の数学研究の一つの弱点は理論と応用との距離が諸外国に比して大きかったことにあると思われるが、この点で前進しているダルムシュタット工科大学との連絡体制が整い、ドイツの伝統的な数理物理の基盤に立つ流体数学研究を、共同課程として学ぶ場を発展させるべく、航空工学、応用化学との共同研究に取り組んだことは高く評価される。今後、日本における数学と応用分野との共同体制という意味での優れた先例となる可能性があり、現在の成果を一層発展させるよう努力していただきたい。</p> <p>ただしこれは「端緒となる可能性がある」ということであって、実際にこれを発展させていくことは容易ではない。本プロジェクトの研究成果は理論面でのものが大部分であり、主な発表論文34編のうち、19編が流体理論、2編が数値計算、他は関連する非線形偏微分方程式、幾何学を扱うものである。応用分野との共同体制へとさらに発展させていくためには現実問題の解析も込めた、長期的な視野と横断的学識が必要と感じられる。</p> <p>本事業により、学生の研究指導が充実し数的にも量的にも高度の人的交流によって、さまざまな共同研究が進み、それが大学院教育へ好影響を与えるものになっている。</p> <p>具体的には、実解析、関数解析、調和解析、確率微分方程式、大域幾何学、計算機科学にまたがる広範なプログラムを用意し、学術交流協定を結んで相互に教員、学生の受け入れを促進したほか、合同セミナー、ワークショップ、サマースクールなど、問題なく継続的なプログラム運営がなされている。</p> <p>日独の教員がそれぞれ相手校の学生を受け入れて、共著論文を多数発表し、結果として大学院生19人が博士の学位をとり、全員が研究職（期限付きも含めて）についたことは、研究者養成という意味では特筆すべき成果であり、数学の基礎的な分野でこれだけの実績を上げたことは称賛に値する。ドイツでの経験は極めて大きいと言え、本計画が有効であったことの証左である。</p> <p>また、ヨーロッパ連合に基盤を置くFLUXへの参加や、年2回の流体数学国際会議を早稲田大学で開催し続けたことは、早稲田大学関係者のみならず日本国内の流体力学の若手研究者にとって非常に有意義であったであろうと思われる。一般的に、日本人学生はプレゼン能力に欠けていることが多いが、本プロジェクトの若手研究者や学生は優れているという印象を持っている。若手研究者にとっては新鮮な感動は一生を貫く研究の動機となるものであり、僅かなヒントが新たな発想をもたらすことがある。このような機会の効果はすぐには現れないかもしれないが長期的にははかりしれない。</p>

日独両大学において学位審査副査に互いの教員が加わることが合意され、共同大学院としての体制が整ってきており、さらに、早稲田大学 SGU 構想の中に「数学とモデリング」を大学院教育の最先端教育とするユニットが構築されることになっており、数理物理を背景とした数学の教育、研究を実践する基盤となることが期待される。

計画遂行上での困難点は報告されていないが、制度的、あるいは種々の技術的問題解決の経験も積み重ねたと思われるので、失敗（があればそれ）も含んだ、他大学の参考になるような現実的な報告書があればよいと思う。

流体数学は、マスコミに取り上げられるような派手な、言わば打ち上げ花火のような成果を要求するものではない。むしろ少しずつ改良を積み重ねてゆく積み上げ型の分野であろう。政府は、本プロジェクトのように、地味ではあるが着実に成果を上げ続けているプロジェクトへの援助を続けるべきである。