

採用年度	平成20年度
種別	拠点形成型

先端研究拠点事業
事業実績報告書
(事後評価資料)

平成22年 4月 1日

領域・分野	工学機械工学
分科細目名(分科細目コード)	機械工学流体力学 (5004)
採用番号	20001
研究交流課題名(和文)	血流・血管・材料における界面流動ダイナミクスの先進医工国際研究コンソーシアム形成
研究交流課題名(英文)	Establishment of International Research Consortium for Advanced Biomedical Engineering in Interface Flow Dynamics for Blood Flows, Blood Vessels, and Biomaterials
採用期間	平成20年4月1日～平成22年3月31日

《実施組織体制》

日本側

拠点機関名	国立大学法人 東北大学流体科学研究所
実施組織代表者(所属・職・氏名)	所長 早瀬 敏幸
コーディネーター(所属・職・氏名)	流体科学研究所 准教授 太田 信
協力機関数	9
参加者数	48

相手国1

国名	スイス
拠点機関名	ジュネーブ大学
コーディネーター(所属・職・氏名)	ジュネーブ大学病院 神経放射線科 教授 Daniel A. Ruefenacht
協力機関数	3
参加者数	9

相手国2

国名	フランス
拠点機関名	国立中央理工科学学校リヨン校
コーディネーター(所属・職・氏名)	摩擦摩耗学およびデバイスシステムに関する研究科 教授 Philippe Kapsa
協力機関数	2

参加者数	9
------	---

相手国 3

国名	オーストラリア
拠点機関名	シドニー大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	シドニー大学大学院 大学院担当学部長 教授 Masud Behnia
協力機関数	0
参加者数	5

相手国 4

国名	米国
拠点機関名	シラキュース大学
コーディネーター（所属・職・氏名）	工学およびコンピュータ科学部 教授 樋口 博
協力機関数	1
参加者数	9

交流目標の達成状況

① 全交流期間を通じての達成目標（申請書で示された内容と同一のもの）

全ての人間活動の基本となる健康な生活を一瞬に変質、劇変させてしまう血流・血管疾患の対策として、血流、血管および治療器具材料の界面流動（生体流体力学）における本申請部局の経験を活かし、臨床を視野に入れた治療法および治療器具の開発（医療工学）に至る広範な分野を網羅する分野横断的な先進的医工学国際研究コンソーシアムを構築することが本提案の目標である。超高齢化社会に突入した我が国において上記課題は、緊急性・重要性ともに高い危急の課題であり、多層的な先端研究拠点を形成し研究開発を進めること、若手の研究教育をリードすること、臨床適用可能な血流流体医工学分野を創成することが急がれる。本申請部局ではこれまで、専門分野を超えた研究者を結ぶライフサイエンスクラスターを構築し、生体流動計測、計測・計算融合シミュレーション技術、触感まで擬した生体モデリング技術、ナノ・マイクロモデリング・画像処理による血流測定技術、生体材料研究などにおいて各機関と連携してきた。この研究クラスターに、今回さらに臨床医学研究機関との融合を加えることで医療側のニーズを反映させ、基礎および臨床で手つかずの領域であった界面流動ダイナミクスを含む血流流体医工学分野を創成、さらにその国際コンソーシアムを形成する。現在、治療や治療後治癒の現場で大きな問題となっている血流と生体材料界面との相互関係を、本申請部局で培われた生体流動ダイナミクスの観点と臨床医学研究機関との連携によって解決し、血管における相互作用と治療最適化応用までの学問領域を構築、人材交流や国際会議を通じて若手研究者を育成していく。

② 交流目標の達成状況 ※成果公表の状況を、別表1にて作成のこと。

※派遣・受入等の交流実施については、別表4-1、4-2にて作成のこと。

A 学術的な成果

おもに界面流動現象、医療デバイス設計手法に関する複数の国際共同研究を実施した。これらは、血流状態、血管疾患、および医療デバイスそれぞれが互いに影響を与える研究であり、血流に与える影響、医療デバイス評価基準の構築等について、各国国内のみでは解決できない世界最先端の研究内容であった。さらに、医療デバイスの最適化設計などあらたな研究の方向性が提示でき、それらをセミナーで発表したことにより、各国が最適化設計を始めるなど、本研究分野をリードするコンソーシアムを形成できた。

特に脳動脈瘤用ステントに関して、研究が進んだ。本ステントはヨーロッパを中心として研究が進んでおり、血流を遮断するフローダイバータの概念を具体化したステントが市場に出ているが、問題点が出ている。本学を中心とした研究チームでは、この方向とは別の、新たな概念を提示し、各国の理解を得ることにより、国際共同研究が始まっている。以上のように、学術的な成果としては、本分野の方向性、本分野での最新結果などが本コンソーシアムで提示できたことである。

B 持続的な協力関係の基盤構築

本事業で構築された協力関係は、具体的に各国の助成金申請や採択となって現れている。フランスのCNRSにおけるLIA事業に採択されたのは、非常に大きな成果であり、今後単に交流だけではなく、実質的な研究成果を生み出していくものと考えられる。またスイスとは、ヨーロッパプロジェクト(FP7)にも申請を行っている。アメリカでは学部生をサマータイムに研究事業として送ることも決定しつつある。オーストラリアとは、論文発表を行った。以上のように、持続的な協力関係の基盤構築に本事業は非常に貢献している。

② 交流目標の達成状況（つづき）

C 若手研究者養成における成果

共同研究を行うにあたり、本事業では若手研究者(主に修士学生)を派遣した。また、セミナーを開催し、若手研究者に発表の場を設けることで、若手研究者養成をはかった。この結果、学生の意識向上が目に見えるほど変化した。たとえば、学生の中には博士課程に進学を決めたり、ポスドクとしてフランスに渡ることを決意した者、アメリカに再度渡米することを決めた者など、本事業は若手研究者の国際化に大きく貢献した。

また、本事業で行った共同研究によって、本学学生が総長賞を受賞し、フランスチームも **Best Studies Project 2009** に選ばれるなど、若手研究者の育成が受賞に結びついていると考えられる。

以上より、本事業は若手研究者の養成において多大な成果を出したものと言える。

D 国際的学術情報の収集整備

国際脳動脈瘤ステント会議のポータルサイトを本事業主導で立ち上げた。これにより、本コンソーシアムが恒常的に海外から最先端の研究成果や情報を収集でき、発信することができるようになった。また、会議やコンピティションのロゴを制定するなど、国際的学術情報や事務的機能を本コーディネータと関係各国のコーディネータが主導する形となった。

次年度のステント会議はアメリカで行われるが、この会議の指導的相談役的役割は本コーディネータが行い、スイスのコーディネータがサポートしている。以上のように、国際的学術情報を収集するシステムを確立した。

E 事業の波及効果

事業の波及として、各国の地域的ネットワークの構築を促したことが挙げられる。例えば、フランスの参加大学は工学系のみであるが、病院をスイスから紹介して頂き、医工連携を構築した。シラキユース大学では、州立大の医学研究科と話し合いを始めた。また、生物物理が専門の教授の紹介を頂き、本学との新たな共同研究が始まった。オーストラリアでは、シドニー大学の近くの病院との共同研究が始まり、さらにニュージーランドにおいて国際静脈学会に招待講演を頂き、情報交換を行った。スイスでは、フランスと本学とを結んだ共同研究の申請を FP7 に行った。さらに、第 6 回国際脳動脈瘤会議を通じて、アメリカのピッツバーグ、ドイツの Otto-von-Guericke、チューリッヒ、中国、韓国など他国や他地域との連携が深まり、なかには共同研究に発展したものもある。

また流体科学研究所では、本事業の成果をうけ、修士学生の教育に力点を置くこととし、修士学生を一人でも多く海外に渡航させ国際的な経験をさせる「流体科学研究所博士前期課程学生海外発表促進プログラム」の制定を行った。

以上のように、事業は着実に国内外へ波及し、その効果として国際交流が活発になるなどの成果を上げている。

実施状況

日本側拠点機関における研究交流課題への取り組み（事務支援体制等の観点より）

東北大学流体科学研究所の事務組織および東北大学国際交流部国際交流課より全面的な支援を受けている。実務に関しては全て流体科学研究所(庶務係、経理係)が担い、年間支援体制の制定等には所内委員会である国際交流推進室(<http://www.ifs.tohoku.ac.jp/jpn/liaisonoffices/index.html>)から全面的にバックアップを受けている。

共同研究

スイス、フランス、オーストラリア、アメリカと日本の中で、国際共同研究を実施した。共同研究実施には、各国の実験設備を利用した。大型計算には東北大学流体科学研究所のスーパーコンピュータに共同研究申請を行い、使用した。本計画では、大学院生、助教など若手中心で研究を実施した。特に、1. 界面流動現象、2. 医療デバイス設計に関する複数の国際共同研究を行った。さらに、各国が新たな連携を作り始め、新たな共同研究がうまれるなど、積極的な活動が展開された。以下はその例を示す。

1. 生体軟組織の力学的応答をゲルを用いて模擬したバイオモデルと、生体材料や医療デバイスとの摩擦挙動に関して、多くの実験を行った。この実験には、国内の連携機関も多数参加した。その結果、動的摩擦係数は生体軟組織と非常に似ており、摩擦挙動に関しても模擬していることが分かった。また、摩擦挙動をさらに詳しく調べるためのシステム構築へと、次のステップに取りかかることになった。
2. 医療デバイスの設計手法に関し、各国と連携し、最適化設計をおこなった。さらに、国内の連携機関からデータを入手し、解析を行った。その結果、医療デバイスと生体形状の関係にはある一定の特徴があることが分かった。このことにより、世界的に最適化設計に注目が集まり、他の国々で最適化設計が始まるなど、本コンソーシアムは本研究分野をリードしている。

セミナー

本年度のセミナーの最大の特徴は、国際脳動脈瘤ステント会議と連携した会議を行ったことである。本会議は、そもそも2004年にジュネーブ大学(スイス)のDA Rufenacht(スイス側コーディネータ)、本コーディネータ(当時ジュネーブ大学でポストドク)、およびENERI(アルゼンチン)のP. Lylykで始めた脳動脈瘤用ステントに関する国際会議である。本会議を開催することは、本事業にとって事業の周知及び更なる連携の拡大に大きく役立つものとかんがえられ、結果的に非常に大きな成果を生み出した。具体的には、本分野について、本事業で形成されたコンソーシアムが提唱したステントの最適化や流体実験、さらにはコンピティション事業では本分野をリードし、新たな研究分野を創出に至ったと考えられる。

コンピティションは、上記会議中に1セッションとして行われた。これは各国に参加を呼びかけ、当初10チーム程度が参加意志を表明したが、技術的問題も含め最終的には5チームが参加した。このような国際コンピティションは開催国としての存在を高め、かつ最先端技術を広く周知するなど、本事業が果たした役割は非常に大きい。

次に、サマースクールを企画開催したことである。本企画は全く新たな試みで、学生を2週間程度フランスに滞在させ、その間フランスの文化の紹介も含め、日仏で最先端の研究の紹介をおこなった。フランス側からも学生が数多く参加し、このセミナーを通じて学生が博士課程に進学を決めるなど、学生のレベル向上に大いに役立ったと考えられる。

研究者交流

おもに、1ヶ月程度の滞在による相手国との信頼醸成の中から若手独自の共同研究を立ち上げることを目的にしたものと、次世代をになう若手の研究者の発表機会を増やすことで、早くからの学会での地位の確立を行う2方法を考えた。

この結果、長期滞在による信頼関係が生まれ共同研究の立ち上げを行い、22年度に本事業遂行の一環として認定され、大学院生の派遣を行う予定となったテーマがうまれた。また、初年度から遂行しているものには、本国際共同研究のみで成果が出て、論文化したものもある。また、本論文は修士学生が全て一から書き上げたものもある。このような研究の推移は、本事業の貢献が多大で、研究者交流、セミナー、国際共同研究を柱とした本事業のみにできることで、本交流が果たした貢献は非常に大きい。

また、主要国際学会での発表はおもに博士前期課程の学生や助教を中心として派遣した。その結果、年間を通じてコンスタントに交流が持続し、共同研究事業が存在しない大学間にも共同研究を立ち上げ、大学院生の派遣を行い、助成金の共同申請をしたものもある。このような事業を通し、若手研究者の役割と意義が増すことが理解され、次世代の研究者養成を大に行うことができた。