

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点中間評価結果

機関名	北海道大学	拠点番号	K01
申請分野	K<革新的な学術分野>		
拠点プログラム名称 (英訳名)	トポロジー理工学の創成 Topological Science and Technology		
研究分野及びキーワード	<研究分野: 物理・応用物理>(物質創製)(トポロジー)(ネットワーク)(生命現象)(量子光学)		
専攻等名	工学研究科応用物理学専攻(量子物理学専攻H17.4.1.変更), 理学研究院(物理学部門, 生命理学部門, 数学部門(理学研究科(物理学専攻, 生物科学専攻, 数学専攻)H18.4.1変更), 電子科学研究所, 医学研究科病態制御学専攻, 公共政策大学院		
事業推進担当者	(拠点リーダー名) 丹田 聡 他20名		

◇拠点形成の目的、必要性・重要性等：大学からの報告書（平成18年4月現在）を抜粋

<本拠点がカバーする学問分野について>

本拠点では、トポロジーという「広く適用可能な普遍的概念」を切り口にした革新的学問分野を構築する。具体的には、(A)トポロジカル物質の創製と物性解明、(B)複雑多体系のトポロジー変化に対する一般法則の解明、(C)生命系トポロジーと病理の関係解明、(D)トポロジカルデバイスの技術開発を行う。

<本拠点の目的>

多くの分野に共通する複雑現象をトポロジーの観点から統一的に理解し、これら異分野に共通の基礎を与えることによってこれまで発見・発明されていなかった新現象・新法則・新技術を探る。また、このような拠点の構築には、広範な学問分野をトポロジーという観点から横断的に見渡せる人材の育成が必要となる。そのため、本拠点では、多専攻に在籍する学生に対して領域横断的共通講義を行うなど、トポロジー理工学の専門研究者を養成する。

<計画・当初目的に対する進捗状況等>

現時点において、研究および人材育成事業は共に当初の計画通り進展している。事業推進室の開設やホームページの拡充などの基盤整備はもとより、連結リング結晶の創製、渦糸格子のトポロジカル転移の観測、地域通貨ネットワークのトポロジー構造の解明、胎盤血管網トポロジーと新生児体重との相関解明、光渦の新規生成法の確立、トポロジカル量子コンピュータの研究結果が多分野連携により得られた。また、セミナー「エンレインウの会」の開催(85回)、大学院共通授業科目の開講、12件の若手プロジェクトの採択、若手研究者(PD・RA)発表会の開催、11名のCOEポスドク研究員の採用、17名のリサーチ・アシスタントの採用など、学際的研究能力を有する人材の育成に積極的に取り組んでいる。さらに、国際会議“Topology in Ordered Phases”をはじめとする3回の国際シンポジウムを開催し、Berry, Jackiw, Tonomuraなどの著名研究者との自由で活発な議論を通して新たな研究テーマも生まれることになった。学術雑誌“Topological Science”誌の刊行準備、および英語ディベート法講義の開講(H18年度カリキュラム)などの国際化事業も順調に進められている。

<本拠点の特色>

本拠点は、数理学、物理学、計測・情報工学、物質科学、生命科学、社会科学の広い分野を横断し、トポロジーの概念を核とする研究・教育組織を構築するものであり、このような試みは世界に例が無い。世界初のメビウス結晶の発見、粘菌ネットワークの知性発見などの独創的研究実績をもつ若手研究者が組織を牽引し、自由闊達な組織運営を図っている点も本拠点の大きな特色である。このような組織基盤の上に、トポロジカル物質の探索、渦などのトポロジカル特異点の性質、臨界現象・複雑系ネットワークのトポロジカルな性質、生命系ネットワークトポロジーの理解と応用など、普遍的性質の抽出・統合、さらにトポロジカルデバイスなどの技術開発を通じて、革新的学問分野「トポロジー理工学」を開拓する。

<本拠点のCOEとしての重要性・発展性>

トポロジーという概念は20世紀以降の科学の発展に極めて重要な役割を担っている。単に数学や物理学に留まらず、自然科学、社会科学、医学、計測・情報科学など多分野の基盤的概念の一つになっているが、これら分野間の有機的結合が弱かったため、この概念を基礎とした新しいパラダイムの創出には至っていない。多自由度系・非線形系・非平衡系・階層構造系を渦の同相性に代表されるトポロジーの観点から統一的に理解し、これらの異分野間に共通の基盤を与えることは急務の課題である。本プロジェクトを通して培われる、世界最高水準のトポロジカル新物質創成技術、物性開拓およびトポロジカルデバイス開発能力、ネットワーク構造のトポロジカル不変量の定量化・解析・診断技法は、「トポロジー理工学」という21世紀の新たな学問分野を切り拓く。

<本プログラム終了後に期待される研究・教育の成果>

トポロジカル新物質創成技術や新しいトポロジカルデバイス技術の確立、トポロジー解析に基づいた癌などの生体組織異常に対する新規診断法の開発、渦やネットワークなどにおけるトポロジー的に同相な現象に対する普遍法則の発見、量子特異点近傍におけるトポロジー変化に対する一般的法則の発見などにより、「トポロジー理工学」という新しい学問分野が創成される。また、この分野を世界に向けて発信するための“Topological Science”誌の発刊や活発な国際会議・国際共同研究活動により、トポロジー理工学の世界拠点が形成される。さらに、本事業の人材育成プログラムにより広範な学問分野を横断的に見渡せる能力を有する若手研究者が輩出される。これらの成果を基礎に、トポロジー理工学研究センターの設立に向けた準備が行われる。

<本拠点における学術的・社会的意義等>

本拠点では、理学、工学、医学、経済学などの異なる学問領域における研究者が既存の枠を越えて連携することにより、トポロジーの概念を核にした新しい学問分野の開拓および革新的技術を開発する。これまでに開発した技術は、32件の特許(内国際特許6件)として申請された。また、教育面では、学際的研究センスを有し幅広い視野に立って社会に貢献できる研究者・技術者・教育者を育成できる。

◇ 21世紀COEプログラム委員会における所見

(総括評価)

当初目的を達成するには、助言等を考慮し、一層の努力が必要と判断される。

(コメント)

理学、工学、医学、経済学などの異分野の研究者の参集を得て、トポロジー理工学の創生という大きな目標を掲げ、人材育成、研究活動に力を注がれつつあることは評価される。国際会議の開催、エンレイソウの会、そしてインターネットによる個別分野間の情報交換の増加は、参加研究者や学生の間、トポロジーという共通認識の醸成を産みつつある。また、プログラム開始後の成果として挙げておられる、新規トポロジカル物質（ポップ連結結晶）の発見、粘菌知性の発見、トポロジカル量子コンピュータなどは、いずれも世界的水準の成果と認められる。

しかし、これらの成果は、それぞれの分野の成果をトポロジーという切り口で見たものとも考えられ、トポロジー理工学という新理念から産まれたと言うにはまだ早いようである。

若手、特に大学院生の教育に関しては、前述のような様々な会合と、トポロジー理工学特別講義によって、トポロジーの理解を促進されているが、まだトポロジー理工学専攻のイメージはそれ程鮮明ではない。

各研究者が、自分の分野をトポロジーという観点から見直すだけでなく、異分野の研究者同士が、トポロジーという共通概念を通して、新規なものを共同で開拓する機会と雰囲気醸成に向けて、より一段の努力を望む。