

## 21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

1. 機関の 代表者 (学長)	(大学名)	早稲田大学	機関番号	32689
	(ふりがな<ローマ字> (氏名))	Shirai Katsuhiko 白井 克彦		

### 2. 大学の将来構想

早稲田大学は創立125周年を迎えた2007年を第二世紀の幕開けと位置付け、これまでの伝統を貫いてきた建学の理念を再構築する試みに取り組んできた。すなわち、本学の三大教旨の意義を追求し発展させた「独創的な先端研究への挑戦」「全学の生涯学習機関化」「地球市民の育成」という三点を目標に据え、21世紀の代表的な私立大学としてその存立の基盤を固めるために、研究教育の抜本的な改革を推進している最中である。特に研究教育拠点として本学の方向性を「世界的な視点においては、大学院の拡充を図りアジア太平洋に基盤を置く研究大学を目指し、国内的には日本の産業・社会を担う人材の輩出と本学がこれまでに担ってきた社会的役割を継続発展させる」と定め、独創的な先端研究への挑戦、研究における産学官連携の強化充実、専門領域の結集による研究機能の強化によって、これを実現するべく取り組んできた。とりわけ、21世紀COEプログラムに採択された学内各拠点については、正に世界的な研究教育拠点の形成を図る取り組みの先進的事例として、大学としても研究教育活動を牽引する先導的役割を果たすことを強く期待し、申請の際には以下の支援計画を掲げた。

#### 【支援体制】

##### 1) 予算措置

- ・採択拠点に対する研究費の強化配分
- ・博士課程学生へのさまざまな支援の充実
- ・私学助成プログラム(文部科学省高度化推進事業等)への積極的な応募・実行

##### 2) 施設・スペースの整備

- ・拠点形成に必要なスペースを、建設予定の新研究教育棟内のスペースに加え、学外および周辺の民間施設の買収・賃借等により確保する。また、既存の施設についてもプログラム内容に応じて必要な改修を行い使用する。

##### 3) 研究者支援

- ・国内外から積極的に研究者を招聘し、プログラム推進に従事させる。海外からの研究者の滞在に必要な宿泊施設についても大学周辺に整備する。
- ・客員教員(任期制教員)による博士課程学生の指導、共同研究の展開等、外部からの教員の積極的なプロ

グラム参加を促す。

##### 4) 研究教育組織の改編

- ・新たな学問領域に対応した新専攻等の設置・再編
- ・将来の研究体制充実の観点から、若手研究者の大幅な増員と研究体制の活性化を促進
- ・総合大学としての特色を発揮し、他専攻や学内の研究組織(附置研究所等)、及び海外協定大学(396校)との共同研究体制を再構築

#### 【マネジメント体制】

21世紀COEプログラムにおける研究教育拠点の形成は、大学院の充実にとどまらず、研究所群と一体となった運営と連携とが不可欠であるため、従来の教務(教育・研究)担当理事を統括責任者として、教育研究に関わる事項について教務部による政策立案(企画、予算配分、調整・情報収集)とその実施に加え、研究推進担当理事の下に研究推進部を擁する研究戦略会議を設け、重点推進研究を策定する。また、産学官研究推進センターを設置する等、研究支援体制の明確化と充実をはかる。さらに、より柔軟で機動的な体制がとれるようトップダウン方式を基本とした研究教育拠点形成計画を推進する。

### 3. 達成状況及び今後の展望

大学として拠点形成を支援するため、研究費の強化配分については、各拠点の申請にもとづき交付する「21世紀COE研究支援経費(年間50万~500万円/拠点、2003年度~)や、学外の著名研究者と若手研究者の交流を活性化することを目的とした「研究者招聘支援経費」(年間100万円/拠点、2005年度~)等を制度化した。またこれらの制度とは別に施設・スペース整備に係る経費等、拠点形成事業に直接的に関わる経費を支援する予算(年間1,000万~6,000万円)や、21世紀COEを含む重点プロジェクトを推進するために、研究に関わる環境整備等の支援や事業の広報活動等、間接的支援のための経費をその用途とする重点研究強化支援経費(年間10,000万~20,000万円)を確保し、各拠点の事業に応じて予算措置を行った。

拠点構築に必要な施設・スペースについては、自己組織系物理拠点、超高齢社会におけるロボット技術拠点には事務所を、開かれた政治経済制度拠点、企業社

会の変容と法システム拠点には事務所及びプロジェクト室を大学内において最優先で確保し、重点的に予算を配分して必要な整備を行った。また、学外の施設・スペースで21世紀COE事業を展開する拠点に対しては、キャンパス周辺物件等を調査・斡旋するとともに、その整備に必要な諸経費（礼金・保証金・保険料・手数料及び改修工事に係る費用等）や清掃代等の運営経費についても支援を行っている。

研究者に対する支援としても、拠点リーダー等、事業の中心となる研究者の教育負担軽減を目的とした「非常勤講師雇用経費」（年間600万円/拠点、2004年度～）や「大型研究等特別支援プログラム」（2005年度～）を制度化する等、拠点形成に関わる時間・労力の確保を支援した。また、若手研究者に対しても、本学に所属しない国内外の研究者の研究教育活動への参加を可能とするため、2003年度より「21世紀COE特別研究生」制度を発足させ、国内外から延べ150名余りの若手研究者を当制度により受け入れた。

学内組織の改編については当初の計画通り、21世紀COEの事業展開とあわせて推進された。全学的な改編としては2004年9月、従来は学部や研究科、研究所等に分かれていた組織を、系統別の「学術院」に再編し、系統内の共同研究における連携がより円滑に進むよう体制を刷新した。これにより、現代政治経済研究所や比較法研究所等、学内の附置研究所と21世紀COE拠点との研究、教育両面における一層の協力体制が構築された。各箇所における改編としては、理工学術院においては生命理工学専攻（2001年度）、ナノ理工学専攻（2003年度）の新設、情報・ネットワーク専攻、電気・情報生命専攻（2003年度）の再編に続き、2007年度には研究科自体を基幹理工学、創造理工学、先進理工学の3研究科へ再編し、本学のスケールメリットを活かしつつ、急激に変化する社会や産業界からのニーズに対応する機動性と展開性を発揮できる体制を整えた。また、この再編の際には先進理工学研究科に生命医科学専攻を新設し、同じく2007年度に発足した東京女子医科大学との連携施設である「先端生命医科学センター」における医療・福祉関連領域と理工学分野を融合する研究及びCOE拠点等と効果的に連携した人材育成のための体制を整備、強化した。さらに新設の大学院として環境・エネルギー研究科を設置し（2007年度）、当該分野における新たなアプローチを提示した。また、政治経済学術院においては、国際的視野から政治学と経済学の双方を活用できる人材の育成を目的として国

際政治経済学科（2004年度）や政治学、経済学両研究科共通の国際政治経済学コース（2008年度）が設置されたことで、COEによる人材育成に連なる箇所の体制が構築された。また2004年度に法務研究科（法科大学院）が設置されたことで、法学学術院では法学研究科と合わせ、法曹界を支える研究者と実務家の両輪を養成する基盤が整備されるなど、今後の研究活動を見据えた様々な組織再編を行った。

この他、COE採択拠点の活動と連携して2003年にナノ理工学研究機構が設置され、当該分野における豊富な人材と資源を統合し、先端研究の強化充実や学外からのワンストップ・アクセスの実現が図られた。さらに、2006年度には若手研究者の研究活動を活性化することを目的とした早稲田大学高等研究所を設置し、国内外の優秀な若手研究者の育成・輩出を図っている。

今後の活動については、いずれも大学として最重点領域に位置付けている21世紀COE各拠点の研究分野を中心に、2001年に策定した将来構想「21世紀の教育研究ランドデザイン」、及びその先の展開を見据えて策定した「Waseda Next 125」（2008年）を柱として、教育研究体制の再構築、トップレベルの若手研究者の育成・輩出、国際研究大学への飛躍等の戦略や方向性に沿って、グローバルCOEプログラムや科学技術振興調整費等の補助・委託事業等に対して積極的に申請しながら、教育・研究体制の強化充実を図っていく。特に社会応用が大いに期待されるロボット技術や物理学については重点化してさらなる研究の発展を計画しており、世界的規模の医工連携施設である前述の「先端生命医科学センター」等、研究環境を整備することでより一層の発展を支援する。また本学が伝統的に強化充実を図ってきた政治経済学・法学分野についても、これまでの研究の蓄積を生かしながら総合的に推進し、世界的教育研究拠点形成を全面的に支援していく。

一方、事務部門においては、2002年に教務部から研究推進部を分離して設置し、21世紀COE等の研究拠点に係る支援体制を強化した。しかし、2006年度、研究費不正使用問題が起きたことを受け、研究費管理等の格段の徹底を図るため、同部を改組し研究マネジメント課を新設するとともに、学内3ヶ所に検収センターを開設した（現在は増設し5ヶ所に設置）。今後は、研究費等の適正管理のための事務・経理処理体制の整備や、研究倫理に係る規程類の策定・周知等、コンプライアンスの徹底の方策をさらに講じ、一層の研究推進に努めていく。



## 6. 拠点形成の目的

生物機能（運動、情報伝達など）を担うタンパク質分子は、20種類のアミノ酸という多元要素からなる自己組織系である。遺伝情報を担うDNAもまた、4種類の核酸塩基からなる多元要素系である。両者はあくまでも“モノ”である。生物機能は、これら物質としての多元要素が互いにエネルギーと情報をやり取りしつつ、時空間的に織りなす自己組織系の一つの様相と見なすことができるだろう。では、タンパク質やDNAとカーボンナノチューブや高温超伝導体、生物の階層構造と宇宙の階層構造との間にどのような共通性があるだろうか。これを記述する物理の言葉とはどのようなものだろうか。我々は、“自己組織系”という概念で生物・物質・宇宙を捉える。生物を含む自己組織系の中に21世紀物理学への新たな視点を求めるとともに、物理学を志す若い世代に夢を伝えたい。自己組織化と機能発現機構の解明に向け次の3点を目標として掲げる。

### ■本提案の目的

- (1)生物・物質・宇宙に現れる自己組織系を精密に測定し、理論を構築し、自己組織化を制御することにより新しい機能を創造する。
- (2)生物・物質・宇宙にまたがる自己組織系の新しい物理学を開拓し、世界に発信する。
- (3)理学的思考力と工学的センスを兼ね備えた世界的レベルの若手研究者を育成する。

### ■COEとしての重要性・発展性

- (1)理学としての重要性 自己組織系を記述する第一原理的理論は存在しない。現在の物理学の枠組みでは、解明の糸口すら定かではない。非平衡系としての生体分子の集積機構や、超伝導物質の本質的不均一性の完全な解明はノーベル賞級の難問である。我々はこの難問に対して正面から向き合う。すなわち空論と思えるような奇抜な新概念に傾倒せず、高精度の測定結果に基づく堅牢で定量的な理論解析を行う。そして後世まで残る骨太な研究成果を積み重ねることによって、5年後には、世界第一（唯一かもしれない）の自己組織系物理学の総合研究機関となれるようあらゆる努力をする。
- (2)工学としての発展性 自己組織系の物理は、生命工学、新規エネルギー変換、量子コン

ピューティング、金融工学などの21世紀の新しい理工学への応用が期待できる。我々は企業研究者を強化メンバーとして招聘し、産業界のニーズとアイデアを取り入れ、基本特許出願を通じて産業界に成果を還元する。

- (3)組織としての意義 インターネットによって情報発信はきわめて円滑になった。他方、発信以前の情報、定式化以前の理論や測定直後のデータの価値は逆に増しており、発見の瞬間もそこに含まれる。真の大発見は、しばしば我々の想像の範囲を超え、それを受け入れるには非常に勇気がいる。一線級の研究者同士が気軽にアイデアを交換し、共有し、協働できる組織—例えば、DNAの2重らせんを発見した50年代のキャベンディッシュ研究所のような組織—では、その勇気を隣人が与えてくれる。この環境こそが我が国の研究組織に欠けている点であり、我々の組織も例外ではない。我々は、アイデアを交換・共有・協働できる組織に自らが変わること、我が国の基礎科学の研究組織のあり方に範を示したい。

### ■学術的・社会的意義

本提案の目的は、自己組織系を理解し、制御する物理学の創造であり、20世紀の還元主義への挑戦である。21世紀は生物の時代といわれ、国内外で「バイオ(bio)」の名を冠する研究教育機関が次々と創設され、遺伝子(ゲノム)解析に力が注がれている。しかし、ポストゲノム時代の基礎生命科学に求められているのは単なる遺伝情報の解読を超えた、生物を生物として成立させている物質的基盤、そこに働く基本原理の解明である。本提案の自己組織系の物理学が発展し、生物・物質・宇宙に共通の言葉、これらに共通する記述体系が見出せたなら、あるいはその完成に向けての方向性だけでも見出せたなら、その影響は20世紀の量子力学に匹敵する変革をもたらす可能性がある。少なくとも生物・物質・宇宙にまたがる多種多様な横糸を見出すこと、その過程には物理学としての未開拓の道があり、夢がある。本提案の遂行を通じて、物理を志す若者達に新分野開拓の夢を与えたい。

## 7. 研究実施計画

### ■ 基本方針：ホリスティック研究システム

我々は個々に、それぞれの研究分野で世界一線級の研究者と競ってきたという自負がある。その経験と能力を活かし、組織として大きな飛躍を目指すことが本提案の趣旨である。そのためには、異分野間の共同研究による相乗効果によって、個々の力では到達できない成果を得るための“システムと場”が必要である。そこで、研究室間の垣根を撤廃して有機的な共同研究ネットワークを構築し、異分野間での意思疎通と共通の問題意識を明確にし、共有できる“システムと場”を作り上げる。

#### 各グループの研究目標

- (1) 計測グループ「自己組織系を捉える」  
(グループリーダー：石渡、サブリーダー：竹内) 様々な自己組織系を、光・電波・粒子線を用いて測定する。
- (2) 理論グループ「自己組織系をモデル化する」  
(グループリーダー：前田、サブリーダー：田崎) 自己組織系の理論的理解とモデル化を行う。
- (3) 創造グループ「自己組織系で機能を創る」  
(グループリーダー：大島、サブリーダー：寺崎) 自己組織系を制御して機能を持たせ、既存の材料を超える機能を創造する。

#### 研究対象ごとの研究体制

生物、物質、宇宙のように研究対象ごとの共同研究を行う。対象を縦糸とすれば、手段を横糸として、事業推進者は本拠点の目玉であるホリスティック連携システムを進める。

- (1) 生物分野 生体機能分子の自己集積と機能発現機構の解明
- (2) 物質分野 電子・原子・分子の自己組織化と機能創製
- (3) 宇宙分野 宇宙構造・特異天体の形成機構・起源の解明

### ■ 運営方針と推進計画

#### 運営体制の充実

本拠点が採択されたことによって、拠点形成資金、大学からの支援を利用し、ホリスティック研究・教育体制は準備された。事業推進者の時間的制約の改善を掲げ、研究活動に専念できるシステムとその環境を充実させる。17-19年度は本学部・研究科の再編の時期と一致しているため逆にこの時期を利用し徹底的なカリキュラムの再編、会議体の削減を断行する。客員教員、非常勤講師、研究補助員を活用し、特に各グループ間での連携を充実させる。

#### 外部資金の獲得とシステムの発展

プログラム終了後を念頭に置きながら、ホリスティック研究・教育システムを如何に維持・発展するかを検討する。1. 外部資金獲得の加速、

2. 私学助成学術フロンティア、産学連携研究推進等の研究高度化推進事業の申請と獲得、3. 学内資金の調達、を一丸となって推進する。

#### 若手の活用

研究・人的水準を高めるべく、国内外の第一線研究者との接触機会の頻度を高め、博士学生・若手研究者の研究意識を刺激する。若手から、PD、博士学生、本学研究者らが参画できるプロジェクト研究提案（例えば実験と理論の連携）を募集し100万円程度の研究奨励金を助成し自由に研究させる。若手研究者の転出・就職を支援する。

#### 研究メンバーの強化

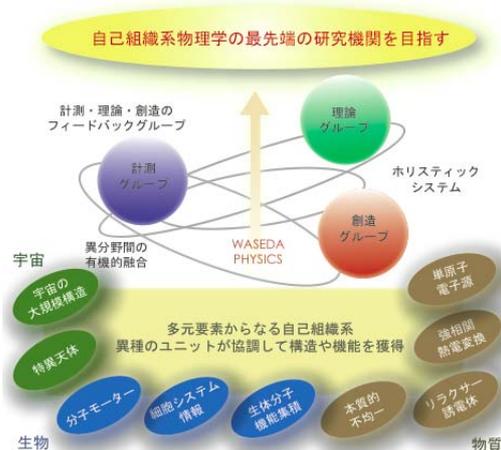
16年度は森島、松田教授を迎えて計測・物性分野を充実することとした。さらに17年度には若手の高野、山崎両助教授（当時）に加え、木下、多辺両教授をCOE拠点の中心メンバーとして迎え、生物物理・ソフトマター分野の研究・教育環境を整えることとした。また国際的に著名な研究者（ESPCI Prost教授、ブラッセル自由大 Gaspard教授、パリ第7大 関本教授ら）に客員教員として協力を依頼し、企業研究者（メルク KGaA社 2003年ドイツ未来賞受賞樽見氏ら）にも産業界のアイデアを取り入れるため協力を依頼した。

#### 海外との共同研究

既に寺崎は英国ブリストル大学客員教授として、田崎はブラッセル自由大学客員教授として招聘され共同研究を進めていた。国際ネットワーク形成は順調に進んでいたが、本拠点が箇所協定を結んだ仏サボア大学、また大学が提携した仏ENS、仏ECP物性研、伊パレルモ大学等を中心に学生・研究者交流をシステム化し、拠点としての潜在力を充実させることとした。

#### 成果の公開と情報発信

シンポジウムや市民講座を開催すること、国内への周知はもちろん、英文パンフレット製作や英文成書を出版し、提携箇所を中心とした海外に対しても拠点活動を積極的にアピールし、拠点の世界的認知度を高めることとした。



## 8. 教育実施計画

### ■基本方針：ホリスティック教育システム

自己組織系の研究には、広い視野を持って物理学を見ることができ、**理学的思考力と工学的センスをバランスさせた人材**が必要不可欠である。本専攻では、そうした人材育成に資する次のシステムをすでに運用している。(1)物理研究ゼミナール・応物研究ゼミナールの設置。学部1年生を各研究室に「仮配属」させ、最先端の研究や研究者の生活を体験させることを行っている。(2)物理学科・応物学科で多くの科目を共通化し、多くの必修も共通化している。(3)所属学科にかかわらず、本専攻の30数研究室から卒業研究を自由に選べる。我々は、こうした教育システムのおかげで優秀な大学院生に恵まれてきたが、必ずしも彼らの能力を最大限に引き出せてはいなかった。彼らに最も必要なことは、できる限り早く研究の最先端を意識させること、同年代のライバルを意識させること、研究の競争的環境を意識させることである。そこで本COEプログラムでは、既存のシステムを発展させた「ホリスティック教育システム」を置き、研究経費の多くを投じて「**大学院生の覚醒プログラム**」を重点的に推進する。

### ■実施計画と状況

#### 若手研究者の雇用と流動性

国内外からの応募より選抜して、若手研究者として客員准教授・講師10名を拠点で雇用する。若手研究者は複数の事業担当者と共に、または独立して研究を行い、また本プログラムの趣旨にのっとり若手研究者同士の共同研究を進める。客員講師には転出先での研究に支障がでないよう外部資金への応募を義務づけ全員が科研費に応募した。若手研究者及び博士授与者の次なる展開を促進し、国際的に十分通用する高水準の人材を、以下の教育計画によって輩出し続ける。

#### 博士課程学生への支援と奨励研究費

年間20名の博士取得者を輩出すべく研究補助員(RA)を募集し、選考委員会によって年間20名前後を採用し、年額平均60万円を助成する。また、博士課程への進学を希望する修士課程学生(M2)に対して実習補助員として10名前後を採用し、半期30万円を助成する。これらの助成によって博士後期課程の学

生がアルバイトなどすることなく研究に専念できる環境を提供する。

COE奨励研究費を募集し、客員講師(PD)に100万円前後を助成する。専攻内研究員・学生より研究テーマを募集し、選考委員会によって20件程度の課題を採択し独自研究を支援する。

#### 若手研究者・学生の交流

分野を超えた研究を奨励するため、PD、RAの居室を集合させた研鑽の場を整備する。これによって分野を越えた知識、方法論に接触する機会が格段に増加し、また自主的に若手研究者交流発表会(例えば16年度3回)が行われるようになった。大学院新科目「ホリスティック物理学特論」を設置した。大学院生同士で、専門分野の研究紹介を行い、互いに他分野の研究に興味を持たせると同時に、非専門家に対して自分の研究を説明する訓練をすることを目的とする。この科目では、学生に年齢の近いPDをスーパーバイザーとすることによる忌憚のない意見交換、PD自身の指導・調整能力の向上を狙った。指導方法・教育効果の両面に対して実験的なこのプログラムは今後も継続する。

#### 第一線研究者との研究交流

大学院新科目「自己組織系物理学特論」を設置し様々な階層で現れる自己組織系について、各分野の複数の専門家(非常勤講師)による特別講義を行った。また講義終了後に**学生と講師の研究談義**の時間を設ける等の配慮を行った。またシンポジウムのポスター発表では招聘者にポスター賞選考委員を務めていただき、学生が第一線研究者と直に議論をする機会を設け研究意欲を鼓舞した。

#### 博士後期課程の大学院生の外国大学との相互指導制度

自己組織系物理国際ネットワーク形成の一環として海外の研究・教育機関と箇所間協定を結び、本専攻の博士課程大学院生が1年程度海外の大学で研究を行い、逆に**外国の大学院生が本専攻で指導を受ける制度を創設**する。指導教員は本専攻と外国の研究・教育機関の教授がともに務め、互いに博士論文審査に積極的に関わる。

## 9. 研究教育拠点形成活動実績

### ①目的の達成状況

#### 1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

結論を述べる。2. 目的は概ね達成した。先に達成された面、達成されなかった面を列記する。  
**達成**

- ・雇用者の転出・流動性の奨励。
- ・大学院生の研究意欲・研究力アップ(論文数、海外発表数、海外研鑽の機会の増加)。
- ・海外研究機関との人的交流。
- ・研鑽の場を整備したことによる異分野研究者の協力(例:若手物性実験家と若手素粒子理論家との日常会話を発端とする共同執筆論文)。
- ・海外著名研究者招聘をきっかけとする海外研究機関でのPD嘱任。博士後期課程学生の国際共同研究開始。
- ・国際プレゼンスの上昇。
- ・博士学生の相互指導制度の推進。
- ・研究室間共同研究の促進。
- ・工学としての発展性(基本特許)。

#### **未達**

- ・中間評価でも指摘されたが、少なくとも拠点形成当初は異分野間の研究連携に力点を置きすぎたきらいはある。
- ・自己組織系をキーワードにし、新たな物理概念を創出しようとしたが、分野を横断する新概念の創出にまでは至らなかった。今後の課題。
- ・博士課程学生数の増加には結びつかなかった。
- ・今後の拠点における資金面の引き継ぎの見通し。特に理論系は大型外部資金がないと議論を戦わせるスペースやPD雇用に支障が出る。

以上まとめると、当初目的であった若手育成に関しては期待以上の成果があった。海外との共同研究・交流、ネットワーク、相互指導制度の構築は達成された。宇宙のパターン形成と超伝導のパターン形成などの完全な異分野間を貫く自己組織系物理の新概念創出にまでは至らなかった。

#### 2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

ポストドク(PD)研究員を計20名(外国人3名)採用し、安定した立場で研究に集中できるよう学内では客員准教授または客員講師の身分を与え、学内規程に準拠した給与を支給した。現在までに3名が准教授(大阪工業大、名城大、中

国清華大)、1名が専任講師(明治大)、1名がテニュアトラックポジション(信州大)、2名が助教(神奈川大、東北大)、5名が海外PD、1名が海外研究機関研究員(中国蘇州研究所)のポストを得て転出するなど、各方面で活躍している。

客員講師には将来の研究指導能力を伸ばす目的と、博士・修士課程学生の異分野間の交流を促進する目的で、大学院科目「ホリスティック物理学特論」を担当させた。客員講師が週一回ゼミ形式で学生の発表を中心とした討論会を企画し、学生に対して、研究を進める上での考え方、プレゼンテーションの仕方をアドバイスしている。H19年度は外国人客員講師が2名いることに刺激されて、学生が自主的にプレゼンテーション・討論を英語で行うようにして会が進行した。年齢の近い客員講師の博士後期課程学生に与えた刺激は大きい。

#### 3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

形成時は、自己組織系をキーワードにし新たな物理の概念を創出しようとした。宇宙・物質・生命に跨るほどの自己組織系物理に関する新概念の創出には至らなかったが、推進者の得意な研究手法を組み合わせた研究が順調に進捗した。前述の若手理論家と物性実験家の共同成果(Kato & Yuasa et al., PRL 2005)は理論家の得意な計算手法を実験結果の評価に適用したものであり、上江洲のSHG干渉顕微鏡の成果も、石渡の高品質な生体試料の提供と、生物物理の知識が組み合わせられたものである。

分野ごとの新たな学術的知見に関しては顕著なものが得られている。例えば寺崎は、有機導電体 $\theta$ -(BEDT-TTF)<sub>2</sub>CsCo(SCN)<sub>4</sub>の単結晶が液体ヘリウム温度で、サイリスタと同じ電流-電圧特性を示し、インバータのように直流電圧から交流電流を発生させることを、東京大学等と共同で発見した。物質単体でサイリスタ効果を示す現象の確認は世界で初めてで、新しい有機エレクトロニクス素子デザインの可能性を示唆する研究である。同時にCOEの研究テーマ、電子の自己組織化現象による機能の発現の例であり、固体物理学と統計物理学の基礎研究としての価値も高い。この成果は2005年のNature誌に掲載され、プレス発表も行い、また研究内容がNHKのニュースでも取り上げられた。

分子モーターの研究でも著しい成果があった。石渡と木下らは細胞内でアクチン線維に沿って“荷物”を運ぶ数十ナノメートルのモーター蛋白質、ミオシンVの“歩く”仕組みを明らかにした。ミオシンVは二本の“足”を持ち、それを使って36nmのステップで歩行する。石渡らはそのステップが、実は12nmと24nmのサブステップに分解できることを、高時空間分解能をもつ顕微システムによって明らかにし、しかも、それぞれのサブステップとATPの加水分解過程とを対応づけることによって、ミオシンV歩行のメカノケミカルカップリングを明らかにした（Nature姉妹誌に発表）。一方木下らは、片方の“脚”に目印として微小管を結合させる手法を開発し、移動している時の脚の動きを光学顕微鏡で直接観察することに初めて成功した。ミオシンVはミクロの世界特有のブラウン運動を利用している。この仕組みの解明は、他のモーター蛋白質の動作メカニズムの理解につながるとともに、人工輸送ナノマシンの設計などへの貢献も期待される。この成果は、2008年のScience誌に掲載された。以上は、ナノバイオ分野の最先端を切り拓く成果である。

大師堂らは、那須塩原市において長年かけて開発した全く新しいタイプの電波干渉計を用い、天の川から離れた方向に電波トランジェントが存在することを発見した。この成果は米国天文学会発行のTHE ASTRONOMICAL JOURNALに掲載されたが、その号の表紙に那須観測所の写真が取り上げられた。日本の観測装置がこの歴史ある雑誌の表紙に掲載されたのは、初めてのことであり、電波天文学の大きな成果である。  
<http://www.journals.uchicago.edu/AJ/index.html>

#### 4) 事業推進担当者相互の有機的連携

21世紀COE獲得が契機となり、学内プロジェクト研究所の一つとして“ホリスティック物理研究所”（石渡所長）を立ち上げた。同研究所を受け皿として、客員教員の雇用をはじめ学内でさまざまな便宜が得られるようになり、構成員による活動の自由度が増大した。例えば、大学から大きなサポートを得て、実験系推進者が共同で外部資金に応募し、私学助成学術フロンティア事業(H17-21、代表竹内)を獲得した。そ

して、この資金を利用して（50%大学負担）、上江洲はSHG干渉顕微鏡を開発し、勝藤らは極低温物理特性測定装置を導入し、推進者が共同利用できるよう整備した。その中から、上江洲と石渡はSHG顕微鏡を用いた共同研究を新たに開始するなど、推進者同士の研究面における相互連携は十分達成された。他方、専攻の改組は行わなかった。なぜなら本専攻はもともとスペクトルが広く、理から工まで、さらに宇宙・物質・生物・計測という分野を持っており、資金的裏付けが整えば分野を越えた共同研究を始める体制ができていたからである。実際、学内プロジェクト研究も盛んで、例えば大師堂は宇宙物理学研究所所長（前田、山田らもメンバー）、相澤は複雑系学術高等研究所所長（田崎、前田らもメンバー）を務めている。

また新たに、木下、多辺教授、高野、山崎准教授が参画し生物・ソフトマター・パターン形成の各分野が強化され自己組織系物理拠点としていっそうの厚みをもつようになった。

#### 5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

本拠点の認知度をあげることが国際競争力のある大学づくりに資し、結果的に21世紀COEプログラム全体の宣伝になると考えた。そのため自己組織系物理国際共同ネットワークの形成に精力を傾けた。この点に関しては③で述べるように一定の注目を集めたと言える。また海外からの人材の受け入れ、派遣が日常的になりつつある。

海外著名研究者を招聘し若手の研究意識を刺激した。この著名研究者招聘によって、海外ポスドク嘱任が3件決まるなどした。PD公募の際は外国人の雇用にも留意した結果、ドイツ・インドからも応募があり、期間中3名の外国人を雇用した。



早稲田大学那須観測所

一般に外部資金が年間100億円を超えないと国際的には研究大学とは認められない。本学はぎりぎり100億のラインにいる。本専攻も期間中特別推進研究(2件)などの高額な競争的資金を獲得するなど国際的な基準達成に一役買っている。また、HFSP0の国際グラントにも外国大学と共同で応募し研究資金を獲得している。

#### 6) 国内外に向けた情報発信

国際シンポジウムを毎年開催した。随時更新の和文、英文によるWebページ

(<http://www.coe21.phys.waseda.ac.jp/>)、次世代を担う学部生を対象を絞った年度活動報告書やリーフレット等を通じ本拠点の特色、研究成果、教育活動を内外に向けて発信した。活動報告は論文の羅列をあえて避け、読んでもらえるよう紙面に工夫を凝らした。市民講座(2005年度)や成書「応用物理学の最前線」(ブルーバックス)を企画し、専門家だけではなく一般にも活動の周知を図った。また、2005年度の宇宙物理・物性物理ジョイントシンポジウムの会議録はJournal of Physics Conference Seriesから出版し、2007年度のシンポジウムでの講演内容と書き下ろし原稿から構成される英文成書出版を企画しWorld Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. から2008年5月刊行された。さらに本拠点の成果を恒久的に残し公開するため、本学図書館情報リポジトリと連携し、成果の電子データベース化を行った。

#### 7) 拠点形成費等補助金の使途について(拠点形成のため効果的に使用されたか)

PD、RA雇用経費、奨励研究費等に補助金の7割を、またPD、博士課程学生のための研鑽の場の整備に約1割を使用した。つまり若手研究者育成の費用のために約8割を費やした。特に期間後半は外部資金によって実験設備を充実させ、21世紀COE補助金を若手育成費に使用する方針を明確に打ち出し実行した。その結果、支援を受けている博士後期課程学生は大半が年1回は海外の国際会議に出席するようになり、またH15年と比べ、H19年は学生が第一著者の論文数が倍増するなど、育成効果が数字として現れるようになった。補助金は十分効果的に使用されたと断言する。

#### ②今後の展望

21世紀COEの研究教育活動は、さしあたり学内プロジェクト研究所「自己組織系物理ホリステック研究所」に引き継ぐ。この間に芽生えた研究テーマは発展的に継続し、私学助成学術フロンティア資金を利用した共同実験設備もシステマティックに運用を続ける。また、研鑽の場の後継は学内に場所を確保できるよう上部組織に働きかける。残念ながら、PD等の雇用は、一部の大型研究費を獲得している研究室以外、外部資金がなければ継続できない。従って、若手育成のために組織的に大型の外部資金獲得に動く所存である。

この5年間の経験は、専攻創設後初めてのことで、全てが新鮮であった。早稲田物理を目指す、優れた素質をもつ若者たちに、自由に研究・勉学に没頭できる場を提供し、教員を含めた有機的な研究・教育拠点をつくるという作業は、この5年間で途絶えさせてはいけない。拠点形成で得たソフト面のノウハウを学内に提案し、学内組織の支援のもと、引き続き活動を展開してゆく。

#### ③その他(世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度)

教員の教務負担は私立大学では大問題である。この21世紀COEを獲得した拠点に対してのみ大学が支援経費(年額約600万円)として毎年助成を行った。更に国際会議を行う場合は学内会場をCOE拠点に優先的に回す措置がとられた。また事務所と研究スペースの提供もあり、学内的なプレゼンスは実利面で確実に上がった。

海外に向けても早稲田21世紀COE物理の認知度は確実に上がった。例えば、拠点リーダーが北京大学に招聘され21世紀COE物理の取り組みを中心に講演した。また、韓国高麗大学のBK21(Brain Korea 21:日本の21世紀COEに相当する政策)訪問団が来校し、物理に関する専門的な議論を交わした上、拠点リーダーを中心に、国際的な共同研究の実施状況、技術移転及び産学連携の状況等に関する具体的な取り組みを中心に懇談した。韓国・漢陽大学との合同シンポジウムにおいても21世紀COE物理の活動状況の紹介を要請された。漢陽大学とはその後も共同研究が続いている。これらは本拠点の活動ひいては21世紀COEプログラム全体が特にアジア諸国に注視された結果であると理解できる。

## 21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	早稲田大学	拠点番号	G24
拠点のプログラム名称	多元要素からなる自己組織系の物理		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等（著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの）</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの</p> <p>著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（<u>          </u>）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（<u>          </u>）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>S. Uemura, H. Higuchi, A. O. Olivares, E. M. De La Cruz, and S. Ishiwata</u>, “Mechanochemical coupling of two substeps in a single myosin V motor”, <i>Nature Struct. Mol. Biol.</i> <b>11</b>, 877-883 (2004).</li> <li>・ <u>Y. Shimamoto</u>, F. Kono, M. Suzuki, and S. Ishiwata, “Non-linear force-length relationship in the ADP-induced contraction of skeletal myofibrils”, <i>Biophys. J.</i> <b>93</b>, 4330-4341 (2007).</li> <li>・ <u>Y. Oguchi</u>, S. V. Mikhailenko, T. Ohki, A. O. Olivares, E. M. De La Cruz, and S. Ishiwata, “Load-dependent ADP binding to myosins V and VI: Implications for subunit coordination and function”, <i>Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.</i> <b>105</b>, 7714-7719 (2008).</li> <li>・ A. Tackeuchi, T. Kuroda, Y. Nakata, M. Murayama, T. Kitamura, and N. Yokoyama, “Electron spin flip by antiferromagnetic coupling between semiconductor quantum dots”, <i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> <b>42</b>, 4278-4281 (2003).</li> <li>・ T. Kuroda, T. Yabushita, T. Kosuge, A. Tackeuchi, K. Taniguchi, T. Chinone, and N. Horio, “Subpicosecond exciton spin relaxation in GaN”, <i>Appl. Phys. Lett.</i> <b>85</b>, 3116-3118 (2004).</li> <li>・ S. Lu, L. Bian, M. Uesugi, H. Noshu, A. Tackeuchi, and Z. Niu, “Localized and free exciton spin relaxation dynamics in GaInNAs/GaAs quantum well”, <i>Appl. Phys. Lett.</i> <b>92</b>, Art. No. 051908 (2008).</li> <li>・ T. Omori, M. Fukuda, T. Hirose, Y. Kurihara, R. Kuroda, M. Nomura, A. Ohashi, T. Okugi, <u>K. Sakaue</u>, T. Saito, J. Urakawa, M. Washio, and I. Yamazaki, “Efficient Propagation of Polarization from Laser Photons to Positrons through Compton Scattering and Electron-Positron Pair Creation”, <i>Phys. Rev. Lett.</i>, <b>96</b>, Art. No. 114801 (2006).</li> <li>・ S. Ebisawa and S. Komatsu, “Message encoding and decoding using asynchronous chaotic laser diode transmitter-receiver array”, <i>Appl. Opt.</i> <b>46</b>, 4386-4396 (2007).</li> <li>・ <u>S. Tanahashi</u>, H. Ujike, R. Kozawa, and K. Ukai, “Effects of visually simulated roll motion on vection and postural stabilization”, <i>J. Neuroengineer. Rehab.</i> <b>4</b>, Art. No. 39 (2007).</li> <li>・ <u>M. Maruyama</u>, H. Nakajima, S. Kurimura, N. E. Yu, and K. Kitamura, “70-mm-long periodically poled Mg-doped stoichiometric LiNbO<sub>3</sub> devices for nanosecond optical parametric generation”, <i>Appl. Phys. Lett.</i> <b>89</b>, Art. No. 011101(4pages) (2006).</li> <li>・ <u>K. Niinuma</u>, K. Asuma, M. Kuniyoshi, <u>N. Matsumura</u>, K. Takefuji, <u>S. Kida</u>, A. Takeuchi, R. Nakamura, Y. Tanaka, S. Suzuki, and T. Daishido, “A 3 Jy radio burst at a high galactic latitude”, <i>Astrophys. J.</i> <b>657</b>, L37-L40 (2007).</li> <li>・ <u>N. Matsumura</u>, T. Daishido, M. Kuniyoshi, K. Asuma, <u>K. Takefuji</u>, <u>K. Niinuma</u>, <u>S. Kida</u>, A. Takeuchi, R. Nakamura, S. Shigehiro, and T. Tanaka, “High Galactic and Low Galactic Latitude Radio Transients in Nasu 1.4GHz Wide-Field Survey”, <i>Astronom. J.</i> <b>133</b>, 1441-1446 (2007).</li> <li>・ <u>S. Kodaira</u>, N. Yasuda, N. Hasebe, T. Doke, S. Ota, M. Sato, H. Tawara, K. Ogura, “Improvement of mass resolution for iron isotopes in CR-39 track detector”, <i>Jpn. J. Appl. Phys.</i> <b>46</b>, 5281-5287 (2007).</li> <li>・ <u>A. Maejima</u>, S. Wemler, T. Machida, M. Takebayahasi, and S. Morishima, “The Future Cast System”, <i>IEICE Trans. Inf. Sys.</i> <b>E91-D</b>, 1135-1148 (2008).</li> <li>・ S. Furuike, M. D. Hossain, Y. Maki, K. Adachi, T. Suzuki, A. Kohori, H. Itoh, M. Yoshida, and K. Kinoshita, Jr., “Axle-less F1-ATPase rotates in the correct direction”, <i>Science</i> <b>319</b>, 955-958 (2008).</li> <li>・ K. Adachi, K. Oiwa, T. Nishizaka, S. Furuike, H. Noji, H. Itoh, M. Yoshida, and K. Kinoshita, Jr., “Coupling of rotation and catalysis in F1-ATPase revealed by single-molecule imaging and manipulation”, <i>Cell</i> <b>130</b>, 309-321 (2007).</li> <li>・ K. Shiroguchi and K. Kinoshita, Jr., “Myosin V walks by lever action and Brownian motion”, <i>Science</i> <b>316</b>, 1208-1212 (2007).</li> <li>・ <u>G. Watanabe</u> and Y. Tabe, “Tilted and non-tilted liquid crystalline Langmuir monolayers: analogy to bulk smectic phases”, <i>J. Phys. Soc. Jpn.</i> <b>76</b>, 094602-1~3 (2007).</li> <li>・ C. Voeltz, Y. Maeda, Y. Tabe, and H. Yokoyama, “Director-configurational transitions around microbubbles of hydrostatically regulated size in liquid crystals”, <i>Phys. Rev. Lett.</i> <b>97</b>, 227801-1~4 (2006).</li> <li>・ <u>Y. Takamizu</u>, H. Kudoh, and K. Maeda, “Dynamics of colliding branes and black brane production”, <i>Phys. Rev. D</i> <b>75</b>, Art. No. 061304 (5 pages) (2007).</li> <li>・ <u>Y. Urakawa</u> and K. Maeda, “Cosmological density fluctuations in stochastic gravity: Formalism and linear analysis”, <i>Phys. Rev. D</i> <b>77</b>, Art. No. 024013 (2008).</li> <li>・ <u>K. Kiuchi</u>, H. Koyama, and K. Maeda, “Gravitational wave signals from a chaotic system: A point mass with a disk”, <i>Phys. Rev. D</i> <b>76</b>, Art. No. 024018 (2007).</li> <li>・ <u>M. Nozawa</u> and H. Maeda, “Dynamical black holes with symmetry in Einstein-Gauss-Bonnet gravity”, <i>Classic. Quantum Grav.</i> <b>25</b>, Art. No. 055009 (2008).</li> <li>・ P. Facchi, S. Tasaki, S. Pascazio, H. Nakazato, A. Tokuse, and D. Lidar, “Control of decoherence: analysis and comparison of three different strategies”, <i>Phys. Rev. A</i> <b>71</b>, Art. No. 022302 (22 pages) (2005).</li> <li>・ <u>T. Monnai</u>, “Unified treatment of quantum fluctuation theorem and Jarzynski equality in terms of microscopic reversibility”, <i>Phys. Rev. E</i> <b>72</b>, 027102 (2005).</li> <li>・ K. Yuasa, S. Tasaki, P. Facchi, G. Kimura, H. Nakazato, I. Ohba, S. Pascazio, “On the assumption of initial factorization in the master equation for weakly coupled systems II: solvable models”, <i>Ann. Phys.</i> <b>322</b>, 657-676 (2007).</li> </ul>			

- S. Tasaki, K. Yuasa, P. Facchi, G. Kimura, H. Nakazato, I. Ohba, S. Pascazio, "On the assumption of initial factorization in the master equation for weakly coupled systems I: general framework", *Ann. Phys.* **322**, 631-656 (2007).
- T. Hasumi, "Interoccurrence Time Statistics in the two-dimensional Burridge-Knopoff Earthquake Model", *Phys. Rev. E* **76**, Art. No. 026117 (2007).
- H. Abe and H. Wako, "Analyses of simulations of three-dimensional lattice proteins in comparison with a simplified statistical mechanical model of protein folding", *Phys. Rev. E* **74**, Art. No. 011913 (12 pages) (2006).
- K. Sumiyoshi, S. Yamada, H. Suzuki, and S. Chiba, "Neutrino signals from the formation of a black hole: a probe of the equation of state of dense matter", *Phys. Rev. Lett.* **97**, 091101-1~4 (2006).
- K. Nakazato, K. Sumiyoshi K, S. Yamada, "Gravitational collapse and neutrino emission of population III massive stars", *Astrophys. J.* **645**, 519-533 (2006).
- H. Sawai, K. Kotake, and S. Yamada, "Numerical simulations of equatorially asymmetric magnetized supernovae: Formation of magnetars and their kicks", *Astrophys. J.* **672**, 465-478 (2008).
- H. Kanzawa, K. Oyamatsu, K. Sumiyoshi, and M. Takano, "Variational calculation for the equation of state of nuclear matter at finite temperatures", *Nucl. Phys. A* **791**, 232-250 (2007).
- M. A. Efendiev and M. Otani, "Infinite dimensional attractors for evolution equations with p-Laplacian and their Kolmogorov entropy", *Different. Integr. Equat.* **20**, 1201-1209 (2007).
- D. Yamamoto and S. Kurihara, "Antiferromagnetism in two-dimensional t-J model: A pseudospin representation", *Phys. Rev. B* **75**, Art. No. 134520 (2007).
- K. Kamide, Y. Tsukada and S. Kurihara, "Spin-charge mixing effects on resonant tunneling in a polarized Luttinger Liquid", *Phys. Rev. B* **73**, Art. No. 235326 (9 pages) (2006).
- T. Kimura, S. Tsuchiya, and S. Kurihara, "First Order Superfluid-Mott Insulator Transition of Spinor Bosons in an Optical Lattice", *Phys. Rev. Lett.* **94**, 110403-1-4 (2005).
- S. Komura and Y. Yamazaki, "Modelling for collective motion of granular particles driven by motion of interfaces", *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, Art. No. 083801 (2007).
- K. Hayashi and M. Takano, "Temperature of a Hamiltonian system given as the effective temperature of a non-equilibrium steady state Langevin thermostat", *Phys. Rev. E* **76**, Art. No. 050104(R) (2007).
- H. Yanagisawa, T. Tanaka, Y. Ishida, M. Matsue, E. Rokuta, and C. Oshima, "Phonon dispersion curves of a BC<sub>3</sub> honeycomb epitaxial sheet", *Phys. Rev. Lett.* **93**, 177003-1~4 (2004).
- B. Cho, T. Ichimura, R. Shimizu, and C. Oshima, "Quantitative evaluation of spatial coherence of electron beam from low temperature field emitters", *Phys. Rev. Lett.* **92**, 247601-1~4 (2004).
- H. Yanagisawa, T. Tanaka, Y. Ishida, E. Rokuta, S. Otani, and C. Oshima, "Phonon-dispersion Curves of stable and metastable BC<sub>3</sub> Honeycomb Epitaxial Sheets and their Chemical Bonding: Experiment and Theory", *Phys. Rev. B* **73**, 45412 (2005).
- T. Ishikawa, T. Urata, B. Cho, E. Rokuta, C. Oshima, Y. Terui, H. Saito, A. Yonezawa, and T. T. Tsong, "Highly efficient electron gun with a single-atom electron source", *Appl. Phys. Lett.* **90**, Art. No. 143120 (2007).
- F. Sawano, I. Terasaki, H. Mori, T. Mori, M. Watanabe, N. Ikeda, Y. Nogami, and Y. Noda, "An organic thyristor", *Nature* **437**, 522-524 (2005).
- W. Kobayashi and I. Terasaki, "CaCu<sub>3</sub>Ti<sub>4</sub>O<sub>12</sub>/CaTiO<sub>3</sub> composite dielectrics: A Ba/Pb-free ceramics with high dielectric constants", *Appl. Phys. Lett.* **87**, Art. No. 032902(4 pages) (2005).
- W. Kobayashi and I. Terasaki, "Thermoelectric Properties of Pb-Sr-Co-O single crystals", *Appl. Phys. Lett.* **89**, Art. No. 072109 (3 pages) (2006).
- S. Ishiwata, I. Terasaki, F. Ishii, N. Nagaosa, H. Mukuda, Y. Kitaoka, T. Saito, and M. Takano, "Two-Staged Magnetoresistance Driven by Ising-like Spin Sublattice in SrCo<sub>6</sub>O<sub>11</sub>", *Phys. Rev. Lett.* **98**, Art. No. 217201 (2007).
- N. Kato, K. Yuasa, T. Araki, I. Hirose, M. Sato, N. Ikeda, K. Jimura, and Y. Uesu, "Determination of a merocyanine J-aggregate structure and the significant contribution of the electric dipole interaction to the exciton band wavelength", *Phys. Rev. Lett.* **94**, 136404-1~4 (2005).
- H. Yokota, Y. Uesu, C. Malibert, and J. M. Kiat, "Second-harmonic generation and x-ray diffraction studies of the pretransitional region and polar phase in relaxor K<sub>(1-x)</sub>Li<sub>x</sub>TaO<sub>3</sub>", *Phys. Rev. B* **75**, Art. No. 184113 (2007).
- Y. Uesu, H. Yokota, S. Kawado, J. Kaneshiro, S. Kurimura, and N. Kato, "Three-dimensional observations of periodically poled domains in a LiTaO<sub>3</sub> quasiphase matching crystal by second harmonic generation tomography", *Appl. Phys. Lett.* **91**, Art. No. 182904 (2007).
- S. Asanuma, Y. Uesu, C. Malibert, and J. M. Kiat, "Syntheses of relaxor/ferroelectric superlattice thin films Pb(Sc<sub>1/2</sub>Nb<sub>1/2</sub>)O<sub>3</sub>/PbTiO<sub>3</sub> and their dielectric properties", *Appl. Phys. Lett.* **90**, Art. No. 242910 (2007).
- H. Yokota and Y. Uesu, "Extremely slow time evolution of the order parameter under an electric field in relaxor K<sub>0.97</sub>Li<sub>0.03</sub>TaO<sub>3</sub>", *J. Phys.: Condens. Matter* **19**, Art. No. 102201(6 pages) (2007).
- T. Suzuki, M. Katsumura, K. Taniguchi, T. Arima, and T. Katsufuji, "Orbital ordering and magnetic field effect in MnV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>", *Phys. Rev. Lett.* **98**, Art. No. 127203(4 pages) (2007).
- H. Takei, T. Suzuki, and T. Katsufuji, "Nonvolatile memory effect of capacitance in polycrystalline spinel vanadate", *Appl. Phys. Lett.* **91**, Art. No. 072506 (2007).
- Y. Horibe, M. Shingu, K. Kurushima, H. Ishibashi, N. Ikeda, K. Kato, Y. Motome, N. Furukawa, S. Mori, and T. Katsufuji, "Spontaneous formation of vanadium "molecules" in a geometrically frustrated crystal: AlV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>", *Phys. Rev. Lett.* **96**, 086406 (2006).
- K. Adachi, T. Suzuki, K. Kato, K. Osaka, M. Takata, and T. Katsufuji, "Magnetic-Field Switching of Crystal Structure in an Orbital-Spin-Coupled System: MnV<sub>2</sub>O<sub>4</sub>", *Phys. Rev. Lett.* **95**, 197202 (2005).
- T. Sato, T. Komatsu, A. Nakagawa, and E. Tsuchida, "Induced long-range attractive potentials of human serum albumin by ligand-binding", *Phys. Rev. Lett.* **98**, Art. No. 208101 (2007).
- T. Fukasawa, T. Sato, J. Watanabe, Y. Hama, W. Kunz, and R. Buchner, "Relation between dielectric and low-frequency Raman spectra of hydrogen-bond liquids", *Phys. Rev. Lett.* **95**, Art. No. 197802 (4 pages) (2005).

## 国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

- Jan. 2008, Waseda Univ. Tokyo, “The 29th 21COE Work Shop, Microscopy and Surface Science”, 40 (3) participants, Prof. Schneider (École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Switzerland), Prof. Varga (Vienna University of Technology, Austria), and Prof. Altman (Hong Kong University of Science and Technology, China).
- Oct. 2007, Waseda Univ. Tokyo, “The 25th 21COE Work Shop, Application to nano powders and nanoceramics”, 40 (3) participants, Prof. Jean-Michel KIAT (École Centrale Paris SPMS, France) and Dr. Charlotte Malibert (École Centrale Paris SPMS, France).
- Oct. 2007, Waseda Univ. Tokyo, “The 3rd 21COE Novel Lecture, Mechanism of Voltage-Dependent Gating”, 70 (5) participants, Prof. Roderick MacKinnon (Rockefeller Univ. USA, The Nobel Prize Winner in Chemistry 2003).
- Sep. 2007, Waseda Univ. Tokyo, “The 5th 21COE Symposium on Physics of Self-Organization Systems —Toward Next Generation Physics —”, 160 (10) participants, Prof. Pierre Gaspard (Université Libre de Bruxelles, Belgium), Prof. Yoshitsugu Oono (Univ. Illinois, USA), Prof. Bei-Lok B. Hu (Univ. Maryland, USA), Prof. Shin-ichi Uchida (Univ. Tokyo), and Prof. Etienne Gheeraert (Attaché, Embassy of France, France).
- Apr. 2007, Waseda Univ. Tokyo, “The 24th 21COE Work Shop, New Approaches to Phenomena Originated from Heterogeneity in Ferroelectrics and Related Materials”, 65 (4) participants, Prof. M. Glazer (Oxford Univ. UK), Prof. P. A. Thomas (Warwick Univ. UK), Prof. T. Shigenari (Univ. Electro-Commun.), and Prof. K. Hirota (ISSP, Tokyo Univ.).
- Sep. 2006, Waseda Univ. Tokyo, “The 4th 21COE Symposium on Physics of Self-Organization Systems —Self-Organization Phenomena in Condensed Matter —”, 170 (12) participants, Prof. Karl-Heinz Rieder (EPMA, Switzerland), Prof. Jun Akimitsu (Aoyamagakuin Univ.), Prof. Ronald Cohen (Carnegie Institution of Washington, USA), Prof. Hidetoshi Fukuyama (Tokyo Univ. Sci.), Dr. Alexander Mikhailov (Max Planck Institute, Germany), and Prof. Etienne Gheeraert (Attaché, Embassy of France, France).
- July 2006, Waseda Univ. Tokyo, “The 20th 21COE Work Shop, A Recent Trend on Relaxor Study”, 40 (3) participants, Prof. Jean-Michel Kiat (École Centrale Paris SPMS, France) and Prof. S. B. Vakhruhev (Ioffe Physico-Technical Institute St. Petersburg, Russia).
- May 2006, Waseda Univ. Tokyo, “The 19th 21COE Work Shop, A Recent Trend on Nonlinear Optics Materials”, 40 (3) participants, Dr. Ronan Le Dantec (Universite de Savoie, France) and Prof. Serguey Odoulov (National Institute of Physics, Ukrainian Academy of Sciences, Ukraine).
- Apr. 2006, Waseda Univ. Tokyo, “The 2nd 21COE Novel Lecture”, 280 (6) participants, Prof. Roderick MacKinnon (Rockefeller Univ. USA, The Nobel Prize Winner in Chemistry 2003).
- Oct. 2005, Waseda Univ. Tokyo, “The 17th 21COE Work Shop, Muscle Contraction and Control”, 40 (3) participants, Prof. Sarah Hitchcock-DeGregori (UMDNJ-Robert Wood Johnson Medical School, USA) and Prof. Richrad L. Moss (University of Wisconsin Medical School, USA).
- Sep. 2005, Waseda Univ. Tokyo, “The 3rd 21COE Symposium on Physics of Self-Organization Systems — Astrophysics as Interdisciplinary Science —”, 130 (16) participants, Prof. D. Heggie (Edinburgh Univ., UK), Prof. H. A. Posch (Univ. Vienna, Austria), and Prof. D. Lai (Cornell University, USA).
- Sep. 2005, Waseda Univ. Tokyo, “The 17th 21COE Work Shop, String Theory and Cosmology”, 40 (3) participants, Prof. Andrei Linde (Stanford University, USA) and Prof. Renata Kallosh (Stanford University, USA).
- Dec. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “The 2nd 21COE Symposium on Physics of Self-Organization Systems”, 130 (9) participants, Prof. J. Prost (ESPIC General director, France), Prof. K. Kinoshita Jr. (Okazaki National Research Institutes), Prof. C. F. Schmidt (Vrije Univ., Nederland), Prof. T. Kapoor (Rockefeller Univ., USA).
- Nov. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “The 8th Waseda-Hanyang Joint Symposium”, 65 (9) participants, Prof. C.H. Oh (Hanyang Univ., Korea), Prof. T. W. Kim (Hanyang Univ., Korea), and Y. M. Lee (Hanyang Univ., Korea).
- Nov. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “The 9th 21COE Work Shop, Inside Compact Objects”, 50 (3) participants, Prof. T. Tatsumi (Kyoto Univ.), Prof. J. Horvath (Sao Paulo Univ., Brazil), and Prof. K. Masai (Tokyo Metropolitan Univ.).
- Aug. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “Waseda Tutorial of Ferroic Domains”, 60 (10) participants, Prof. E. Salje (Cambridge Univ., UK), Prof. W. Kleemann (Duisburg Univ., Germany), Prof. S. Odoulov (National Institute of Physics, Ukrainian Academy of Sciences, Ukraine), Prof. V.Gopalan (Pennsylvania State Univ., USA), and S-W. Cheong (Rutgers Univ., USA).
- Aug. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “The 7th 21COE Work Shop, Mechanism of motion on living thing”, 65 (5) participants, Prof. K. Sekimoto (Louis Pasteur Univ., France), Prof. H. Muneyuki (Tokyo Inst. Tech.), Prof. K. Murayama (Tokyo Univ.), Prof. H. Higuchi (Tohoku Univ.), and Dr. D. Simmon (ENS, France).
- Feb. 2004, Waseda Univ. Tokyo, “The 1st 21COE Symposium on Physics of Self-Organization Systems”, 230 (3) participants, Prof. R. Farhi (Attaché, Embassy of France, France), Prof. Kenichi Iga (JSPS Commissioner), Prof. Koichi Kitazawa (JST Commissioner), and Prof. Toshio Yanagida (Osaka Univ.).
- Sep. 2003, Waseda Univ. Tokyo, “The 1st 21COE Novel Lecture, Biophysics”, 70 (3) participants, Prof. Steven Chu (Stanford Univ., USA, The Nobel Prize Winner in Physics 1997).

## 2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

### ポスドクの採用と転出

ポスドク（PD）研究員を計20名（外国人3名）採用し、安定した立場で研究に集中できるよう、学内では客員准教授または客員講師の身分を与え、学内規程に準拠した給与（年額約500万円）を支給した。海外を含む公募とし、最終年度だけは学内公募とした。現在までに3名が准教授（大阪工業大、名城大、中国清華大）、1名が専任講師（明治大）、1名がテニユアトラックポジション（信州大）、2名が助教、5名が海外PD（うち2名は現在早大テニユアトラックポジション）、1名が海外研究機関研究員のポストを得て転出するなど、各方面で活躍している。

### 博士後期課程学生への経済的支援

リサーチアシスタント（RA）を博士後期課程学生から87名、博士進学内定者から33名、グループリーダー会議によって書面審査で選抜し、研究業績に応じ年額80万円、60万円、40万円（修士からの進学内定者にはその半額）をRA費として支給した。

### 奨励研究費

若手研究者の独自研究を支援する目的で奨励研究費を助成した。この研究費は教員の承認を必要とせず若手自身が自由に使えるが、同時に自己管理が必要である。若手にとって将来の大型研究費獲得に向けての練習台と位置づけた。学内公募によって、客員講師（PD）、本学研究員、博士課程学生を対象に研究課題を募集し、選考委員会による審査を経て期間中117件を採択した。なお申請内容や科研費の採択の有無も鑑み研究費の重点配分を行った。学生の課題に対しては、採用された達成感を得られるよう工夫し、研究実績だけではなく着眼点、新規性を重視して選考を行い、H18-19年度は採用数を増加させた。なお、奨励研究費採択者はほぼ全員一度は海外の国際会議等に参加している。

### 研鑽の場の整備

相互研鑽の場としての研究スペース（340平米）を学外に確保し、分野を越えて理論系博士課程院生とPDを1室に集めた。また招聘研究員のスペースも確保し、異分野・世代を超えた接触・対話の場を設け、共同研究を促した。ここから、物性実験と素粒子理論の若手研究者の共同研究（Kato & Yuasa *et al.* PRL 2005）など、自然発生的に様々な共同研究が生まれた。

### 客員講師（PD）による講座

客員講師の将来の研究指導能力を伸ばす目的と、博士・修士課程学生の異分野間の交流を促進する目的で、「ホリスティック物理学特論」を開講した。客員講師が週一回ゼミ形式で学生の発表を中心とした討論会を企画し、学生に対して、研究を進める上での考え方、プレゼンテーションの仕方をアドバイスした。H19年度は外国人客員講師が2名いることに刺激されて、学生が自主的にプレゼンテーション・討論を英語で行うようにして会が進行した。

### 国際的な一流研究者との交流

期間中、毎年国際シンポジウムを開催し、海外の第一線研究者を招聘し、大学院生に早くから世界レベルの研究を意識させるとともに、若手研究者にはポスターだけでなく口頭発表の機会も数多く与えた。シンポジウムで招聘した海外研究者に毎回若手研究者のポスター発表の評価・講評を依頼し、学生の研究意欲を鼓舞した。国際シンポジウム以外にも、COEノーベルレクチャーを計3回[S. Chu, 97ノーベル物理学賞、R. MacKinnon（2回）、03ノーベル化学賞]開催するなど、世界第一級の研究者と学生が直にやり取りをする機会を数多く設けた。

博士、修士課程学生に対し早くから研究意欲を植え付けることを目的とした大学院登録科目「自己組織系物理学特論」をH16-19年度に開講した。本講座は先進理工学研究科他専攻にも公開するとともに、本専攻博士後期課程学生は原則出席を義務づけた。H16年度は太田隆夫（京大、統計物理）、木下一彦（当時岡崎共同研究機構、生物物理）、H17年度は八木駿郎（北大、物性物理）、宝谷紘一（JST、生物物理）、観山正見（国立天文台、宇宙物理）、H18年度は飯島澄男（名城大、物性物理）、豊島近（東大、生物物理）、須藤靖（東大、宇宙物理）、H19年度は村上洋一（東北大、物性物理）、佐藤勝彦（東大、宇宙物理）、児玉孝雄（JST CREST「生命現象」領域参事、生物物理）の計11氏による生物、物性、宇宙の3分野の集中講義を行った。講義後、推進者も交えてじっくりと質問や研究談義をかかわす時間を設けた。これは第一線研究者の研究哲学を良い意味で盗み取り、常に高見を目指す姿勢を若いうちから身につけることが、将来の大成に必要と考えるからである。

### 海外研究教育機関との交流

箇所間協定を締結した仏ESPCI、サボア大学、米国ロックフェラー大を始め、多くの大学・研究所と学生・研究者の派遣と招聘を行った。なお、学生の派遣は委員によって審査され、単なる国際会議出席は認めていない。派遣/招聘人数はそれぞれ、19名、15名に上り、滞在期間は平均2ヶ月程度である。この期間を利用し学位論文の相互指導も2件行った。研究者招聘がきっかけとなりうち1名の学位取得者はH20年夏よりポスドクとしてオックスフォード大に嘱任することが決まった。また、H15年度学位取得者はスタンフォード大にポスドクとして嘱任し（現在東大助教）、箇所協定を結んだ米ロックフェラー大にはH19年度学位取得者が本年4月よりポスドクとして嘱任した。学位取得者の海外嘱任は、自己組織系物理海外ネットワーク構築の欠かせない成果である。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は概ね達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、大学院での「ホリスティック教育システム」の設置、カリキュラム「自己組織系物理学特論」の開設、さらに、ホリスティック物理研究所を新設するなど、大学を含めた事業推進担当者の努力は大いに認められ、評価できる。また、大学院生の教育及び若手の育成については、適切で熱心な取り組みによって、研究活動が極めて活発となったことは、評価できる。

人材育成面については、異なる分野間の国内外研究者との交流、共同研究の推進等の努力が行われ、大学院生・PD（ポストドクター）・教員の横断的な討議と情報交換が活発に行われ、相互交流・連携の効果をあげたことは評価できる。

研究活動面については、事業推進担当者それぞれの分野で活発な研究活動が行われ、細胞内でのアクチン繊維に沿って歩くモーター蛋白の解明、有機導体におけるサイリスタ効果の発見、高調波干渉顕微鏡の開発など、世界的な優れた研究成果をあげ、世界に発信したことは、評価できる。しかしながら、本拠点の主要課題であった「自己組織系物理学」については、新規概念の展開・確立にまでは至らなかったと見受けられ、本事業で掲げられた挑戦的な理念の確立には、更なる時間を要すると思われ、今後の発展を期待する。

補助事業終了後の持続的展開については、拠点形成を契機に立ち上げた「自己組織系物理ホリスティック研究所」を中心に、研究教育活動を継続する態勢は整ったと認められ、今後の展開を期待する。