

平成 29 年度 首都大学東京 理工学研究科

教育改革推進事業（理工 GP）

## 物質科学における大学院教育のグローバル化



首都大学東京 理工学研究科

物理学専攻・分子物質化学専攻

平成 30 年 3 月

実施責任者 理工学研究科 物理学専攻 青木 勇二

## 目次

はじめに	1
1 事業の概要	3
2 平成 29 年度実施報告	4
3 平成 29 年度会計報告	7
4 資料編	8

## はじめに

首都大学東京大学院理工学研究科の物理学専攻と分子物質化学専攻は、従来からの大学院教育の実績や研究・教育上の協力を基礎として、平成 17 年度～18 年度に文部科学省「魅力ある大学院教育」イニシアティブ事業、平成 19 年度～21 年度に文部科学省「大学院教育改革支援プログラム」(大学院 GP) をそれぞれ実施した。教育プログラム名称はそれぞれ「物理と化学の融合した視野の広い研究者育成」、「物理と化学に立脚し自立する国際的若手育成」であった。

これらの大学院 GP の主要な取組み内容は以下の通りである。

1. 大学院生の国際化：大学院生の国際会議派遣を支援すると共に、STINT(スウェーデン研究・高等教育国際協力財団)の国際共同大学院プログラムとタイアップし、4 大学持ち回りのサマースクールを開催した。また、科学英語講義および英語プレゼンテーション実習、海外語学研修も実施した。
2. 大学院生の自立的企画力の養成：提案型研究費の制度を充実させ、TA、RA を拡充し、教育・研究補助の経験を研究者育成に役立てた。中・高校生向けの講座において、大学院生が自立的に企画することを推進した。
3. 企業および社会と連携した大学院教育：内外の外部機関における研修を強く奨励し、連携大学院制度を拡充した。キャリアセミナー「企業における博士号取得者の可能性と活躍の場」を開催するなど、大学院生のキャリアパスの拡大を図った。
4. 専攻を越えた幅広い教育の実施：多角的な視野をもつ研究者を育成するため、両専攻にまたがる共通講義等、専攻横断型の教育制度の整備を行った。
5. 教育体制の一層の体系化：体系的な教育プランを明確にし、大学院教育における FD 活動を推進した。また、科学倫理に関する共通講義・セミナーを開催するなど、研究者倫理の教育指導を行った。

このような「魅力ある大学院教育」イニシアティブ、「大学院教育改革支援プログラム」を通じて 5 年間で多くの事業を実施した。アメリカ合衆国、フィンランド、イタリア、ドイツ、フランスを含む国内外の研究施設に延べ 22 名の大学院生が研修に訪れ、各々の研究を大きく推進させることができた。そして、延べ 42 名の大学院生が国際会議に派遣され、研究発表を行った。また、大学院生自らが提案した研究に対して審査を経て研究費の補助を行ったが、延べ 199 件の提案(半年ごとの研究計画)を採択した。また、4 大学国際サマースクールについては、平成 19 年にスウェーデンのイエテボリ大学で実施した第 1 回には本学から 4 名、平成 20 年に韓国のソウル国立大学で実施した第 2 回には 7 名、平成 21 年に本学で実施した第 3 回には 8 名の大学院生が参加した。

文部科学省の大学教育改革支援事業に採択された取組については、その補助

期間が終了した後も、その間の成果や課題を踏まえ、自主的な取組として発展させていくことが求められた。それを受けて本学では、平成 22 年度より大学独自の事業として「首都大学東京教育改革推進事業」が設けられ、物理学専攻と分子物質化学専攻が合同で「物質科学における大学院教育の国際化の展開」という課題を提案し、採択された。予算規模は限られていたが、大学院生の国際会議派遣や国際共同大学院プログラムの継続実施に重点をおいた。平成 22 年 8 月にソウル国立大学の教員、大学院生を招いて第 2 回日韓セミナーを実施し、大学院生のポスター発表会等で交流を深めた。また、ノーベル物理学賞受賞者の益川敏英先生をお招きし、大学院生との交流会を企画すると共に、一般向けの講演会を開催した。

平成 23 年度以降は、理工学研究科の教育改革推進事業（理工 GP）として、物理学専攻・分子物質化学専攻の共同大学院教育プログラム「物質科学における大学院教育のグローバル化」を実施し、広い視野を持ったグローバル社会に通用する大学院生を育てることを目標に協力体制を維持・強化している。それらの一環として、ノーベル賞受賞者の小林誠先生や鈴木章先生をお招きして講演会を実施し、先生方と大学院生との交流の機会を設けた。また、企業セミナーを随時開催して企業の方との接触の機会を持てるようにした。さらに、「首都大学東京教育改革推進事業」の「海外インターンシップ入門・体験」と連携して大学院生のグローバル化を図るとともに、国際会議派遣なども積極的に支援・推進した。平成 27 年度には、日本・アジア青少年サイエンス交流事業「さくらサイエンスプラン」と連携して国際シンポジウムを開催した。

平成 28 年度からは、限られた予算とマンパワーを活かすため、大学院生の研究力の向上に基づくグローバル化の推進に焦点を絞り、大学院生の国際研究集会派遣を事業の柱に据えて実施した。国際会議や研修の場で、自らの言葉で研究成果を発表できる機会を、意気込みのある大学院生に与えることを目指した。本事業は今年度で一つの区切りを迎える。大学再編後の平成 30 年度から、本学を取り巻く状況や社会のグローバル化の流れを考慮しつつ、新たな教育改革推進事業へとバトンタッチされていくことを期待したい。

平成 30 年 3 月 31 日

首都大学東京・理工学研究科・教育改革推進事業責任者  
取組実施代表者 理工学研究科 物理学専攻 青木 勇二  
理工学研究科 分子物質化学専攻 伊藤 隆

## 1 事業の概要

本事業は、物理学専攻と分子物質化学専攻が協力して実施するものである。平成 23 年度より理工学研究科独自の特色ある教育の取組を重点的に支援する「理工学研究科 GP 継続事業」が設けられ、それまでの国の大学教育改革支援事業、その後継である首都大学東京の独自事業の取組成果や課題を踏まえて、自主的な取組として発展させてきた。今後も、これまでのプログラムによって活性化してきた大学院生の国際化、自立的企画力の育成に向けた支援を行うが、予算規模の縮小に応じて適切に継続、展開させていくこととし、大学院教育のグローバル化に特化した企画を中心に進める。

平成 29 年度の年度当初の実施計画は次の通りであった。

1. 大学院生が国際研究集会において自らの研究内容を英語で発表し、また、海外に滞在して研究を実施することを支援する。そのために、大学院生を国際会議（国内開催も含む）、研修、サマースクールなどへ派遣する。なお、大学院生からの申請書をもとに、選考委員会において選考する。
2. グローバルに活躍されている著名な研究者の講演会を開催する。大学院生の、世界的最先端研究に関する視野を広めることや、講演者との交流を通じて研究意識の向上を促すことを目指す。

## 2 平成 29 年度実施報告

### (1) 大学院生国際研究集会派遣

これまでの大学院教育改革プログラムで培って来たノウハウを活かし、大学院生国際研究集会派遣事業を継続して実施した。

今年度の募集は、5月～9月と10月～3月の2期に分けて行った。それぞれの募集に対し、選考小委員会を設けて、合計4名の審査委員（申請者と利害関係のない物理2名、化学2名の教員）が申請書を審査した。それぞれの募集に対し、5月17日と10月3日に審査委員会を開催し、選考小委員が議論して採択を決定した。それぞれの募集に対する申請件数、採択件数、実施件数を下表に示す。

		申請件数	採択件数	実施件数
第1期	国際会議	27	6	5
	国外研修	2	1	1
第2期	国際会議	2	0	0
	国外研修	2	1	0
合計		33	8	6

審査においては、全予算枠、第1期と第2期の審査基準の公平性を考慮しながら採択件数を決定した（第1期の審査においては、過去の第1期と第2期の申請件数の比率を参考にしつつ、第2期の申請件数を予測しておく必要があり、判断が難しい）。今年度は、第2期の申請件数が例年に比べ少なく、また、採択後に2件の辞退者が出たことにより、実施件数が6件に留まった。なお、国内で開催される国際会議も派遣の対象としているが、今年度に採択されたものは何れも国外で開催された国際会議であった。採択者は会議派遣の終了後1ヶ月以内に報告書を提出することになっている。それらは資料編に収録した。

### (2) 著名研究者の講演会・交流

2015年度ノーベル物理学賞受賞者の梶田隆章先生にご来学頂き、「ニュートリノと重力波で探る宇宙の謎」と題してご講演頂いた。ご自身が大学院生だった頃の当時の実験研究の様子、神岡の地下にカミオカンデと名付けられた巨大な実験施設をどのように建設されたのか、どのようにニュートリノ振動の発見に至ったのか、研究の体験談を話された。後半は、先生が最近取り組まれている

重力波による宇宙探索へと話は移り、KAGRA 大型低温重力波望遠鏡の建設と、それを用いた観測の現状と将来に関してお話し頂いた。どちらの研究も、国際的な協力により実施されるグローバルサイエンスであり、本事業にふさわしい講演テーマであった。講演終了後は、梶田先生に大学院生との交流、記念撮影に応じて頂いた。講演に参加した大学院生にとって、大きな刺激になったものと思う。

#### 講演会の概要

タイトル：「ニュートリノと重力波で探る宇宙の謎」

主催：首都大学東京 大学院理工学研究科

平成 29 年度 首都大学東京理工学研究科教育改革推進事業（理工 GP）

「物質科学における大学院教育のグローバル化」

開催日時：12 月 11 日（月）16：00～17：15（開場 15：00）

場所：南大沢キャンパス 講堂大ホール

参加人数：約 630 人

## 講演会ポスター

特別講演会

2015年度 ノーベル物理学賞受賞  
梶田 隆章 先生

ニュートリノと  
重力波で探る  
宇宙の謎

学外の方もご参加いただけます。  
(入場無料・先着順)

日時 平成29年  
**12月11日(月)**  
16:00 ▶ 17:15  
開場 15:00

場所 首都大学東京  
南大沢キャンパス 講堂大ホール

お問い合わせ 首都大学東京 理工学研究科 物理事務室  
Email: kouenkai@phys.se.tmu.ac.jp

主催 首都大学東京 大学院理工学研究科  
平成29年度 首都大学東京理工学研究科教育改革推進事業(理工GP)  
「物質科学における大学院教育のグローバル化」

TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY  
首都大学東京

## 講演会の様子



### 3 平成 29 年度会計報告

#### 収入

単位：千円

1	理工学研究科 GP 継続事業費（教育費）	1,000
2	理工学研究科大学院生学術会議派遣経費	1,000
	合 計	2,000

#### 支出

単位：千円

1	派遣事業による交通費	1,253
2	委託（梶田氏講演会会場設営）	256
3	消耗品 （研究成果ポスター印刷用紙など）	206
4	図書（技術英語教育など）、 備品（事務処理用パソコン）	285
	合 計	2,000

## 4 資料編

- A) 事業推進メンバー
- B) 大学院生国際会議・国外研修者一覧
- C) 大学院生国際会議派遣・国外研修等報告書

## 平成 29 年度 事業推進メンバー

### 実施責任者

青木 勇二

### 取組実施代表者

青木 勇二

伊藤 隆

### 実施コアメンバー

首藤 啓（平成 29 年度物理学専攻長）

廣田 耕志（平成 29 年度分子物質化学専攻長）

ケトフ セルゲイ（物理学専攻、派遣事業担当）

中谷 直輝（分子物質化学専攻、派遣事業担当）

兒玉 健（分子物質化学専攻、派遣事業担当）

### 事務局

阿部 知子（物理学専攻）

青山 恭江（分子物質化学専攻）

### 大学院生派遣事業等専攻小委員会

第 1 期 青木・伊藤・ケトフ・中谷

審査：松田・水口（物理）、大浦・兒玉（化学）

第 2 期 青木・伊藤・ケトフ・中谷、

審査：栗田・ケトフ（物理）、大浦・兒玉（化学）

平成29年度 第1期国際会議派遣採択者(受付順)

国際会議参加

27件中5件採択

学生氏名	所属	学年	担当教員	会議名	旅行日程	開催場所	旅費支給額
脇本 佑紀	物理	D3	ケトフ・セルゲイ	23rd International Symposium on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS2017)	2017/6/17 ~ 2017/6/25	マドリード(スペイン)	¥248,398
初田 黎	物理	D1	荒畑 恵美子	28th International Conference on Low Temperature Physics (LT28)/低温物理国際会議	2017/8/8 ~ 2017/8/17	イエテボリ(スウェーデン)	¥320,068
吉田 賢典	物理	D3	首藤 啓	Current Trends in Dynamical Systems and the Mathematical Legacy of Rufus Bowen	2017/7/30 ~ 2017/8/5	バンクーバー(カナダ)	¥284,964
梅村 侑生	化学	M1	好村 滋行	Biophysical Society 62nd Annual Meeting (BPS18)	2018/2/16 ~ 2018/2/23	サンフランシスコ(アメリカ)	¥216,492
田中 康介	化学	M2	久富木 志郎	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry APSOR17	2017/9/17 ~ 2017/9/21	チエジュ(韓国)	¥77,152

国外研修

2件中1件採択

学生氏名	所属	学年	担当教員	研修先	旅行日程	開催場所	旅費支給額
中田 洋	物理	D3	ケトフ・セルゲイ	Bangkok School on High-Energy Physics	2017/7/16 ~ 2017/7/24	バンコク(タイ)	¥106,119

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

理工学研究科 博士後期 課程 3 年 物理学 専攻

報告者氏名 脇本 佑紀 印 学修番号 14979307

指導教員

所属・氏名 セルゲイ ケトフ 印

No.	項目	
1	参加会議名	23rd International Symposium on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS2017) (第23回素粒子、ストリング、宇宙論に関する国際シンポジウム)
2	主催団体の名称	Institute for Theoretical Physics UAM – CSIC
3	会議参加月日	2017年6月19日(月)～2017年6月23日(金)
4	旅行期間	(出発日) (帰着日) (機中泊を除く。) 2017年6月17日(土)～2017年6月25日(日) 6泊9日
5	開催地 (国名及び都市名)	マドリード, スペイン
6	参加国数	21カ国
7	参加者数	202名
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 (今回参加する会議において、自己の役割・内容・成果等について具体的詳細にまとめて報告すること。)

素粒子物理学や高エネルギー物理学、宇宙論などの分野における理論物理学者および実験物理学者が集う上記会議では、招待講演者によるプレナリーセッションの他に4つのパラレルセッションが行われた。報告者は上記会議における、20日のパラレルセッションIIで15時から15時15分の15分間にタイトル「Inflation and dS vacua in type IIA strings on rigid Calabi–Yau manifold」の講演を行った。なお申請書に記載した講演予定時間は20分であったが、参加者多数のため15分に短縮された。パラレルセッションIIは概ね数理物理学と宇宙論の境界に位置する基礎的な研究群に割り当てられ、報告者の研究テーマと理想的に合致したセッションであった。

報告者の講演は次の2本の論文（査読付き、英文）Alexandrov, S., Ketov, S., Wakimoto, Y., J. High Energ. Phys. (2016) 2016: 66 およびWakimoto, Y., Ketov, S., Prog. Theor. Exp. Phys. (to be published) に基づいた。なお後者の論文は申請書において投稿中と記載されていたが、その後査読を経て講演前に出版が決定された。報告者は講演で、リジッドカラビヤウ多様体上にコンパクト化されたIIA型超弦理論と呼ばれるクラスのストリング理論において、これまで知れていなかった量

理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学研究科 博士後期 課程 3 年 報告者氏名 脇本佑紀

第23回素粒子、ストリング、宇宙論に関する国際シンポジウム 参加報告書

子論的効果を取り込みその低エネルギー有効理論として導かれる超重力理論を考察することで、従来の、いわば“超重力理論の宇宙論的不可能性定理”ではまだ言及されていなかったクラスの理論を構築し、ド・ジッター真空やインフレーションといった宇宙論的な可能性について模索した結果、否定的な結果を得た上記論文の成果について分野の研究者らに報告することができた。座長は主催団体であるUAM/IFTのF. Pedro氏であった。

その後のコーヒブレークにおいて、早稲田大学のH. Otsuka氏と、上記研究に用いられる数学的対象であり、かつまだ計算手法の知られていないために上記研究ではその値を無作為に仮定していたGopakumar—Vafa不変量の計算の方法の可能性について議論することができた。また超重力理論を用いた研究でポスター発表を行っていた慶應大学のR. Yokokura氏とは、超重力理論の技術的内容に関する議論を行うことができた。

報告者は上記会議の会議会場で行われたWelcome receptionおよびマドリード市内のレストラン”Pedro Larumbe”で開催されたSocial dinnerにも参加した。Social dinner においてはTufts大学のM. Hertzberg教授および、宇宙論的において重要な宇宙マイクロ派背景放射の観測を行っているBICEP望遠鏡の主任研究員であるHarvard大学のJ. Kovac教授、およびその学生らと同席した。M. Hertzberg教授は報告者と同じセッションのメンバーだったため、報告者の講演についてのコメントや、研究内容、特に非摂動論的量子効果の取り入れについて議論することができた。

※帰国後1か月以内に、学部事務室に提出すること。  
参加証の写し等、参加を示す書類を別添として提出すること。

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

理工学研究科 博士後期 課程 1 年 物理学 専攻

報告者氏名 初田黎 印 学修番号 17979303

指導教員

所属・氏名 理工学研究物理学専攻 荒畑 恵美子 印

No.	項目	
1	参加会議名	28th International Conference on Low Temperature Physics LT28/低温物理国際会議
2	主催団体の名称	International scientific community in the general field of Low Temperature Physics/低温物理国際委員会
3	会議参加月日	2017年8月9日(水)～2017年8月16日(水)
4	旅行期間	(出発日) (帰着日) (機中泊を除く。) 2017年8月8日(火)～2017年8月17日(木) 8泊10日
5	開催地 (国名及び都市名)	スウェーデン/イエテボリ
6	参加国数	20
7	参加者数	1000
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 (今回参加する会議において、自己の役割・内容・成果等について具体的詳細にまとめて報告すること。)

## 自己の役割

本研究の成果についてポスター発表を行うことで、効果的なフィードバックを獲得し、よりよい研究につなげるため、今回の低温物理国際会議に参加した。特に、分野にとらわれず多くの研究者と議論することを目的とした。

光格子中の統計性の異なるボーズ原子とフェルミ原子が混在する混合原子系において、解析手法を提案した。その手法は簡単だが強相関係の重要な物理を取り出すこともできる。この便利な手法を他分野の研究者に広めるのも自己の役割である。

多くの研究者の口頭発表を聞くことで最先端の物理の情報を収集する。さらに、理論だけでなく実験家の発表からも最先端の技術の情報を集めることを目的とした。

## 内容

解析が難しい三次元光格子中ボーズ・フェルミ混合系において、比較的簡単な方法で基底状態の量子相や励起スペクトルを解析できる手法を提案した。また、統計性が異なることによって現れる新たな相を発見した。この相は、超流動のボーズ原子と金属状態のフェルミ原子が共存する状態である。

多様な量子相の励起スペクトルを計算した。本研究の手法を使えば簡単に励起スペクトル

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学研究科 博士 後期 課程 1 年 報告者氏名 初田 黎

低温物理国際

会議参加報告書

が計算できることを強調した。また、計算によりモット絶縁体の励起スペクトルからは二本の励起線が現れ、超流動の励起スペクトルからは四本の主要な励起線が現れることを発見した。

## 成果

ポスター発表では低温物理の多くの分野の研究者と議論を交わすことができた。自身の発表で相手に一方的に伝えるだけでなく、一つの説明ごとに質問があるか聞くことでより深く研究を伝えることができた。それにより、様々なアドバイスを貰い知見が広がった。具体的には、フェルミオン間の相互作用を引力にすると複合フェルミオンが現れ、そのときの熱力学量が計算できることやグッツウィラー近似を改良してフェルミオンの効果をもっと取り入れるべきなどというアドバイスを貰った。反省点としては、他の数値的手法と比べたときに本研究の近似は正確なのか、この研究のアピールポイントや意義は何なのかという質問が多く、それに曖昧な形でしか答えられなかった。

他の研究者のポスター発表では、たくさんの質問をすることで理解を深めた。特に、自身の研究との共通点や応用について質問をすることで、自身の研究の発展を狙った。具体的には、フェルミオンの強結合と弱結合の間のギャップを計算する時にクーパーペアだけでなく他のペアも考慮して計算を行う研究では、相互作用を取り入れた計算方法についての質問をした。また、層状の超伝導で金属状態のフェルミオンとクーパーペアを組んでいるフェルミオンの混合系を解析している研究では、統計性の違いの効果がどのようにみられるのかという質問をした。

他の研究者の口頭発表では、最先端の研究の内容を聞くことができた。さらに最近の流行りがわかった。具体的には、トポロジカル超伝導やヘリウム3の超流動に関する研究が凄く多かった。

今回の国際会議を通して、日本を出てからは全て英語で会話した。ポスター発表では、相手の質問にたいして何とかして伝えようと努力した。それにより、英語のスピーキング能力が上達して外国人との会話も苦手ではなくなった。日本に帰るとき、飛行機の遅延で一日オランダの空港に滞在することになったが、空港のスタッフとコミュニケーションをとることでホテルや食料の確保などの外国での緊急時の対応力があがった。

※帰国後1か月以内に、学部事務室に提出すること。

参加証の写し等、参加を示す書類を別添として提出すること。

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

理工学研究科 博士後期課程 3年 物理学専攻

報告者氏名 吉田 賢典 印 学修番号 15979311

指導教員  
所属・氏名 首藤 啓 印

No.	項目	
1	参加会議名	Current Trends in Dynamical Systems and the Mathematical Legacy of Rufus Bowen
2	主催団体の名称	Pacific Institute for the Mathematical Sciences
3	会議参加月日	2017年 7月30日（日）～2017年 8月 4日（金）
4	旅行期間	（出発日） （帰着日） （機中泊を除く。） 2017年 7月30日（日）～2017年 8月 5日（土）5泊 7日
5	開催地 （国名及び都市名）	Vancouver, Canada
6	参加国数	20カ国
7	参加者数	190名
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 （今回参加する会議において、自己の役割・内容・成果等について具体的詳細にまとめて報告すること。）

本会議は、力学系理論の進展・動向の中でも、故Rufus Bowen氏が1978年に亡くなるまでに明らかにした力学系理論における諸定理と、ノートに遺した157個の未解決問題に関連する話題についての講演・ポスターセッションを行うと同時に、Bowenを追憶することを目的とするものである。本会議において、報告者は以下の3点を自身の役割とした。

- ・講演を聴講し、力学系理論の動向に関する情報を収集すること
- ・ポスター発表により、報告者の研究成果を発信すること
- ・参加者と議論し、自身の研究を進展させること

本会議の講演は、Markov分割、トポロジカル・エントロピー、不変測度に関する内容のものが多かった。これにより、Bowenが主に力学系の統計的性質を明らかにすることに主眼を置いていたのではないかと想像させられた。報告者の現在の研究は、力学系が生成する拡散的運動の機構の解明を目標としているため、Bowenの仕事は、今後、報告者の研究を数学的に基礎づける上で重要な役割を担うように感じられた。しかし、報告者の数学の知識、英語のリスニング能力の欠如により、全ての講演内容をその場で理解することは困難であり、ノートをとることに精一杯になってしまった。知識不足・勉強不足が研究を進展させる好機を失うということを感じさせられた。本会議に参加することで、日本という井戸の中から海外という大海に出た蛙が、いかに自分が小さいかを知った。このことは、一つの大きな収穫だった。

報告者はSub-diffusion in a non-chaotic area-preserving map, continuous-time random walk and ergodic problemの演題でポスター発表を行った。概要は以下のとおりである。

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学研究科 博士後期課程 3年 報告者氏名 吉田 賢典

## Current Trends in Dynamical Systems and the Mathematical Legacy of Rufus Bowen 会議参加報告書

Hamilton系において、カオス軌道は相空間内を拡散的に運動する。トーラスとカオスが共存する混合系では、トーラス付近にカオス軌道が長く滞在する淀み運動によって、通常拡散に比べて遅い拡散（劣拡散）が起こる。一方で、全ての軌道が中立安定で、カオスが存在しない系においても運動量方向の劣拡散が確認されている[1, 2]。この場合の劣拡散の背後には、安定軌道と不安定軌道とが混在する混合系のそれとは異なる機構が隠れていることが期待される。

本研究では、[1]で提唱された一般化三角写像（GTM）について調べる。我々はGTMにおいて、拡散的に運動する軌道の運動量分布が非整数階時間微分拡散方程式（FDE）に従うことを数値的に示した[2]。FDEは等間隔サイト上の連続時間ランダムウォーク（CTRW）における劣拡散を記述する。このことから、等間隔サイト上のCTRWがGTMの確率モデルであることが示唆されるものの、その仮説をより詳細に調べると、GTMから得られる平均二乗変位のべき指数と待ち時間分布のべき指数との関係は、等間隔サイト上のCTRWが満たすべき一定の関係を満足しておらず、再考の必要があることがわかった。

我々は、GTMの確率モデルの次なる候補として、CTRWが定義されるサイトを等間隔サイトから、フラクタルサイトに拡張したモデルを考える予定である。

報告者の発表は、特に確率論・確率過程の研究者の興味を引き、盛況とはいわないまでも、想定以上の人数に発表を聴いていただくことができた。また、会議に参加していないはずのブリティッシュ・コロンビア大学のPricilla Greenwood教授にも発表を聴いていただけただけことは嬉しい誤算だった。

報告者は発表時間内にも時間外にも参加者と議論した。特に、フラクタル上における確率過程の専門家と議論した。その議論の末に、Cantor集合上におけるランダムウォークに関する既知の結果がないおそれがあることがわかった。もし、既知の結果がないとし、その理由が、Cantor集合上におけるランダムウォークの解析に困難があることだとすれば、報告者の研究にも、今後、同等の困難が生じる可能性がある。また、エルゴード理論の専門家とも議論した。報告者が研究で扱っているGTMと関連の深い、階段関数の歪積系のエルゴード性に関する諸定理を教えていただくことができた。

本会議に参加し、報告者は研究に重要な情報を得ることができた。また、初めて一人で海外に渡航し、知人も助けてくれる人もいない国際会議に参加することは報告者の人間的成長にも大きく寄与した。非常に有意義な時間を過ごすことができたと自負している。

本会議の参加にあたり、ご支援をいただいた首都大学東京 教育改革推進事業の皆様に深く感謝いたします。

## 参考文献：

- [1] I. Guarneri, G. Casati, V. Karle, *Phys. Rev. Lett.*, **113**, 174101 (2014)  
 [2] 吉田賢典, 渡邊真悟, 首藤啓, 2016年日本物理学会年次大会, 19aBT-11

※帰国後1か月以内に、学部事務室に提出すること。

参加証の写し等、参加を示す書類を別添として提出すること。

平成 29 年度(第 1 期)大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書  
NO.1/2

理工学 研究科 博士前期 課程 (M・D) 1 年 分子物質化学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

(alphabet) Yuki Umemura

申請者氏名 梅村 侑生 印

指導教員所属氏名 好村 滋行 印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	Biophysical Society 62 <sup>nd</sup> Annual Meeting (BPS18)
2	主催団体の名称	Biophysical Society
3	開催地 (国名及び都市名)	San Francisco (California, USA)
4	開催期間 (現地時間)	2018 年 2 月 17 日 (土) ~ 2018 年 2 月 21 日 (水)
5	参加国概数	50 ヶ国
6	参加者概数	7000 人
7	渡航期間	2018 年 2 月 16 日 (金) ~ 2018 年 2 月 23 日 (金) 6 泊 8 日 日本を出発する日~日本に帰着する日までを記入すること
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 (今回参加国際会議においての申請者の役割, 内容等について具体的詳細にまとめて報告すること。)

## 【概要】

申請者は 2018 年 2 月 17 日から 2 月 21 日にアメリカ合衆国のサンフランシスコで開かれた Biophysical Society 62<sup>nd</sup> Annual Meeting (BPS18)に参加した。この会議は毎年開かれている生物物理学の国際会議で、参加人数約 7000 人と非常に大規模なものである。申請者はこの会議においてポスター発表を行った。

## 【発表情報】

演題: "Morphogenesis of small intestinal Villi"

共同発表者: 星野拓馬、好村滋行

発表形式: ポスター

日時: 2018 年 2 月 18 日 13:45~14:45 (現地時刻)

## 【参加目的】

BPS の Annual Meeting は一年に一度開かれる生物物理学分野における最も大きな国際会議の一つであり、今回が 62 回目の開催である。参加者は約 7000 人に及び、参加国は 50 ヶ国と非常に大規模な国際会議である。会議では、生物物理学に関係する研究者の口頭及びポスター発表、企業からの展示が主に行われている。約 500 人の講演者、3600 以上のポスター発表、更に 240 以上の企業ブースが集まっていた。11 の分野が更に細かく 5~10 個のサブグループに分かれ、Proteins・Nucleic Acids・Channels から Biosensors・Biomaterials・Biophysics Education など、多岐に渡るテーマが一同に介していた。申請者は Lipid Bilayer カテゴリー中の Membrane structure 分野にてポスター発表を行った。

以上のことから、次の 3 つを具体的な参加目的とした。

(1) 様々な分野の発表を聞き、生物物理学の現状を広く認識する。

平成 29 年度(第 1 期)大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書  
NO.2/2

理工学 研究科 博士前期 課程 (M・D) 1 年 分子物質化学 専攻

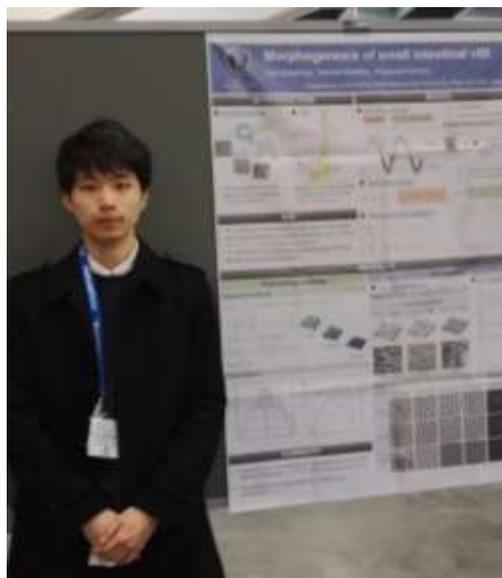
Biophysical Society 62<sup>nd</sup> Annual Meeting (BPS18) 会議参加報告書

- (2)我々の研究テーマに近い研究を行っている研究者と議論することで、研究に関する有益な情報を得、人脈を広げる。
- (3)国際会議において英語による研究発表を経験することにより、申請者の英語能力及び研究発表能力の向上への意識を高める。

## 【発表内容】

小腸内壁に存在する絨毛の形態形成を再現する理論モデルの構築。絨毛と呼ばれる小さな突起は小腸内壁の表面積を増やし、栄養吸収の効率を高める働きを持つ。また、絨毛は小腸の各部位によって「迷路状」や「指状」等の異なる配置をとることが知られている。しかし、この絨毛が形成される原理やパターンの違いが生じる原因は未だ解明されていない。

似たようなパターンが形成される物理現象を探すと、水と油等の異なる溶液を混合した時に起こる「相分離」という現象が見つかった。細胞も液体分子同様、ある程度自由に動くことができるため、小腸上皮を構成する各細胞を液体分子と見なし、更に細胞の成長等の生物らしさをモデルに加えた上で数値シミュレーションを行った。結果として、実際の小腸で見られるような絨毛の様々なパターンを再現することができ、絨毛の形態形成の過程を再現する一つの理論モデルを提案することができた。



## 【成果】

非常に大規模な国際会議のため、2つの建物内で様々な分野の発表が同時並行で進行されるため、聞きたい講演の優先順位をつけ計画的に回る必要があった。しかし、事前に計画を立てていたため、効率的に様々な講演を聞くことができた。

以下に、上記の具体的な参加目的に対応する成果について記述する。

(1)会議では生物物理学の様々な分野における発表が行われており、効率的に多くの講演を聞きポスターセッションにも参加することで、生物物理学における幅広い認識を持つことができた。生命現象の物理的な解釈は未だ始まったばかりで、今後も幅広い分野で革新的な研究が行われるであろうと感じた。

(2)ポスター発表を通じて、研究テーマの近い研究者と接点を持つことができた。特に、実際の小腸を実験などで扱う医学部の学生の話聞くことができ、モデルの改良・応用に関する現実的なアイデアを得ることができた。他にも幅広い研究者からの意見を頂戴し、細胞の老化による物性の変化や、小腸だけでなく胃や大腸へのモデルの拡張など、本モデルの質をより高める可能性のある考えを得た。

(3)英語でのポスター発表を通じて、申請者の英語能力・発表能力を計ることができた。事前に伝えるべき内容や英語の原稿などは準備していたが、議論が展開され用意していない話題になると単語が思いつかず上手く説明することができないこともあった。日頃から英語を使って議論する必要性を痛感し、今後の英語能力・発表能力向上の強いモチベーションへと繋がった。

※帰国後、理工 GP 事務（物理学科事務室）に提出すること。

原則として、参加証等、参加を示す書類を別添として提出すること。

(例：会議参加のネームプレート、現地の昼食レシート等でも可)

平成 29 年度(第 1 期)大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書  
NO.1/2

理工学 研究科 博士前期 課程 (M・D) 2 年 分子物質化学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

申請者氏名

田中康介

印

(alphabet) Tanaka Kosuke

指導教員所属氏名 分子物質化学専攻・久富木志郎 印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC17)
2	主催団体の名称	KOREAN NUCLEAR SOCIETY
3	開催地 (国名及び都市名)	韓国 済州島
4	開催期間 (現地時間)	2017年 9月 17日(日) ~ 2017年 9月 22日(金)
5	参加国概数	18
6	参加者概数	300
7	渡航期間	2017年9月17日(日) ~ 2017年9月21日(木) 4泊5日 日本を出発する日~日本に帰着する日までを記入すること
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 (今回参加国際会議における申請者の役割, 内容等について具体的詳細にまとめて報告すること。)

6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC17)は済州島(韓国)の International Convention Center Jeju で行われた。

今回、私は第一著者として9月18日(月)と20日(水)の18:00から20:00まで Development of metallofullerene separation by chemical reduction method という題目でポスター発表を行った。本学会では放射化学を取り扱った幅広い分野の先生、学生の方が参加していたが、フラーレンに詳しい人はほとんどいないと考えられたため導入部分をより詳細に説明することを心掛けていた。

説明の内容は以下のとおりである。

金属内包フラーレン(EMF)は、 $M@C_{2n}$ ( $M$ =metal)のように表記され、その特異な構造と酸化還元の容易さから電子デバイスや放射性医薬品への応用が期待されている。しかし、アーク放電法による EMF の合成の際に副生成物として  $C_{60}$  や  $C_{70}$  等の空フラーレンが大量に合成されることから、EMF 応用にあたっては空フラーレンから分離する必要がある。

空フラーレンを除去するために、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)が一般的に用いられているが、この手法は多くの時間と大量の溶離液を必要とするため、より短時間で効率的に分離する手法が求められている。

これまでに EMF と空フラーレンとの酸化還元電位の違いを利用した分離法がいくつか報告されている。我々は EMF の還元及び還元された EMF と空フラーレンとの極性溶媒への溶解度の差を利用した分離法を開発した。本発表では、この分離法の分離効率の上昇及び分離メカニズムの解明のために、分離に用いる極性溶媒が与える分離効率への影響を調査した。

まず始めに、極性溶媒としてアセトニトリル(MeCN)、メタノール(MeOH)、エタノール、アセトンをそれぞれ用いて分離を行った。結果として MeCN を用いることで  $C_{60}$  の 99%以上の除去及び  $La@C_{82}$  を約 80%回収可能であり、用いた極性溶媒の中で最も分離に適した溶媒であると考えられる。しかし、 $C_{84}$  を約 30%回収してしまうため、最も  $C_{84}$  の除去能の高い MeOH を MeCN に加えて分離操作を行った。その結果、 $C_{84}$  の回収率を 10%程まで下げることに成功し、さらに  $La@C_{82}$  を約 100%回収可能となり、分離効率を大幅に上昇させることが出来た。

次に、 $M@C_{82}$  以外の EMF も含んだ EMF 全体の回収率を定量的に求めるために、放射性物質である

平成 29 年度(第 1 期)大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書  
NO.2/2

理工学 研究科 博士前期 課程 (M)・D 2 年 申請者氏名 田中康介

## 6th Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry (APSORC17)会議参加報告書

$^{139}\text{Ce}$  を内包したフラーレンを用いて分離操作を行った。放射能測定の結果、EMF 全体としての回収率は約 40%だと分かった。更に HPLC の溶出液を分画して各試料の放射能を測定すると、 $\text{M@C}_{82}$  の溶出時間の試料から分離前と同程度の放射能が観測された。このことから、本分離法は  $\text{M@C}_{82}$  を選択的に分離できることが分かった。この手法の分離条件を変えることで、他の EMF も選択的に分離可能となることが期待されている。

この説明に対しての質問で最も多かった内容はなぜ  $\text{MeCN}$  と  $\text{MeOH}$  を混合させると  $\text{La@C}_{82}$  の回収率が高くなるかというものであった。この質問に対しては、混合溶媒の比誘電率や非プロトン性溶媒の  $\text{MeCN}$  とプロトン性溶媒の  $\text{MeOH}$  の割合などが考えられるが、詳細についてまだ分かっておらず今後他の極性溶媒を混合して実験を行うことで明確にしたいと回答した。

そのほかの質問として、

1.  $\text{M@C}_{82}$  以外のフラーレンはどの種類がどの割合で存在しているのか。
2.  $\text{C}_{84}$  が約 30%回収されているが、 $\text{C}_{60}$  等と比べるとわずかな量ではないのか。
3. この研究のゴールはどこか。

これらのような内容で質問していただいた。

1.の質問には、 $\text{M}_2\text{@C}_{80}$  や  $\text{M@C}_{84}$  等様々な種類の EMF が存在しているが、どれも  $\text{M@C}_{82}$  と比べると極微量であり、どの割合で存在しているかは分からないと回答した。

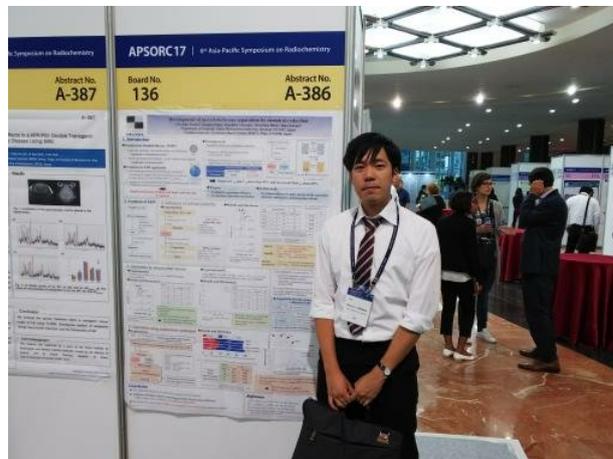
2.の質問には、 $\text{C}_{60}$  や  $\text{C}_{70}$  と比べると合成量もかなり少ないが、 $\text{M@C}_{82}$  と比べると多く存在しているため応用のために  $\text{C}_{84}$  も取り除く必要があると回答した。

3. の質問には、今現在、本手法は HPLC に EMF 濃度の高い溶液を打ち込むための前処理として有用である。しかし最終的には HPLC による処理を行わずに、一つの種類の EMF を選択的に分離する手法とすることを目標に研究を続けていると回答した。

また、フラーレンに金属が入ることや  $\text{C}_{60}$  以外にもフラーレンが存在していることを知らない方が多かったことも印象的であった。

全体として、十分準備したつもりでも自分の説明が足りていないと感じる場面が多かったため、今回質問していただいた点も含め今後の発表の際には注意して準備する必要があると感じた。

本国際会議に参加することで様々な国の研究者の方の素晴らしい発表を聞くことができ、自分の研究や発表の仕方を深く考える良い機会となった。また、今回の海外の方とのコミュニケーションや海外渡航の経験から、日本国内だけでなく世界全体へ目を向けるようになった。このことから今回の国際会議への参加は有意義であったと考えられる。



※帰国後、理工 GP 事務（物理学科事務室）に提出すること。

原則として、参加証等、参加を示す書類を別添として提出すること。

（例：会議参加のネームプレート、現地の昼食レシート等でも可）

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

理工学研究科 博士後期 課程 3年 物理学 専攻

報告者氏名 中田 洋 印 学修番号 15979306

指導教員  
所属・氏名 物理学専攻 セルゲイ・ケトフ 印

No.	項目	
1	参加会議名	Bangkok School on High-Energy Physics
2	主催団体の名称	チュラーロンコーン大学
3	会議参加月日	2017年 7月 17日（月）～ 2017年 7月 22日（土）
4	旅行期間	（出発日） （帰着日） （機中泊を除く） 2017年 7月 16日（日）～ 2017年 7月 24日（日） 7泊 9日
5	開催地 （国名及び都市名）	タイ バンコク
6	参加国数	10
7	参加者数	50
8	内容報告	下記及び別紙に記入のこと。 （今回参加する会議において、自己の役割・内容・成果等について具体的詳細にまとめて報告すること。）

私は本研究会に参加したことで、自身の研究成果をポスターで発表することができ、他国の若手研究者と意見の交換及び交流することができました。また、様々な講義を通して、最先端の理論物理の基礎を学ぶことができました。

講義は「素粒子の標準模型の発展と観測」、「宇宙論と量子揺らぎ」、「場の量子論の発展」、「超対称性の基礎とその観測」、「AdS/CFT対応の基礎」と多岐に渡るテーマで行われ、各分野におけるモチベーションと基礎的な考え方及びその応用を知ることができました。特に「AdS/CFT対応の基礎」の講義においてはd次元量子系とd+1次元の古典重力との対応という新しい知見を得ることができ、高次元の修正重力を研究テーマとする私にとっては大きな刺激となりました。

ポスター発表では、Physical Review Dに掲載された論文(Phys. Rev. 95 (2017) 103507)に基づいたポスターを英語で解説し、質疑応答に応えることができました。この研究では高次元時空におけるアインシュタインの重力理論を修正し、宇宙初期における4次元時空の宇宙の指数関数的膨張（インフレーション理論）のモデルを構築しました。その結果、アインシュタインの重力理論の作用にスカラー曲率のn乗と宇宙定数を加えた修正重力理論では、時空の次元Dが4の倍数、パラメータnは $n=D/2$ の場合のみインフレーションが起こり

## 理工学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学研究科 博士後期 課程 3年 報告者氏名 中田 洋

Bangkok School on High-Energy Physics 会議参加報告書

観測可能量であるテンソル-スカラー比も現在の観測が示す範囲内となることがわかりました。高次元時空と重力の修正(補正項)は超弦理論などの理論物理から示唆されていることから、本研究は理論物理と現在の宇宙の観測とを結びつけるモデルであると言えます。従って、本研究会においてこの研究の発表は、講義で習った最先端の理論物理と宇宙論の具体的応用例を示す役割を果たすことができたとと思います。各国の若手の研究者にも興味を示してもらうことができ、インフレーション理論や修正重力理論についての意見を交換することができました。

また、この研究会を通して多くの研究者及び学生と英語でコミュニケーションを取ることができました。その結果、英語でのコミュニケーション能力の向上だけでなく、交流を広げることができました。特にチュラーロンコーン大学に所属されている日本人の研究者の方々から現地での生活や研究についてのお話を伺うことができ、大変参考になりました。

以上より、この研究会では右足を捻挫するというアクシデントはありましたが、多くの研究者との交流を広げることができ、また、最先端の物理の見識を広げることができ、私にとってとても有意義な研究会となりました。今後はここでの発表やコミュニケーションの経験を活かし、他の研究会に積極的に参加、そして研究の発表を行って参ります。

※帰国後1か月以内に、学部事務室に提出すること。  
参加証の写し等、参加を示す書類を別添として提出すること。