

平成 30 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）

物理学における大学院教育のグローバル化



首都大学東京 理学研究科

物理学専攻

平成 31 年 3 月

実施責任者 理学研究科 物理学専攻 角野 秀一

目次

はじめに	1
1 事業の概要	3
2 平成30年度実施報告	4
3 平成30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。平成 29 年度においては、ノーベル物理学賞受賞者の梶田隆章先生をお招きして講演会を開催し、先生と大学院生らとの交流の場を設けた。

大学再編後の今年度から、理工学研究科教育改革推進事業として物理学専攻独自の大学院教育プログラム「物理学における大学院教育のグローバル化」を実施し、大学院教育のグローバル化の取り組みを継承するとともに、大学院博士後期課程への進学奨励や大学院生の企画立案力養成を目標とした新しい取り組みを行った。これからも新たな取り組みを進めていきたい。

平成 31 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 理学研究科 物理学専攻 角野 秀一

1 事業の概要

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、物理学専攻および分子物質化学専攻が共同で自主的な取組として発展させてきた。本事業は、今年度より物理学専攻が独自に継続・展開させていく。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、事業主体および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する。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、大学院後期博士課程への進学奨励・大学院生の企画立案力養成を目標としたプラスアルファの企画を進める。

平成 30 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ために、大学院生を国際会議（国内開催も含む）・研修などへ派遣する。
2. これまで要望があっても予算の関係上希望に添えなかった、国際研究集会・若手向けサマースクールへの出席を奨励することにより、若手の大学院生に刺激を与え、彼らの研究意識の向上・大学院後期 博士課程への進学意欲の増大を目指す。
3. 大学院生にオープンラボ等のアウトリーチ活動を奨励し、大学院生の企画立案力を養成する。
4. ノーベル賞受賞者クラスの著名研究者の特別講演会を開催する。

2 平成 30 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学専攻教授または准教授2名）が申請書を審査した。第1期の募集に対しては、5月23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。第2期の募集に対してはメール審議での審査委員会を開催し、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 (サマースクール等を含む)	14	5	5
	国外研修	0	0	0
第2期	国際会議 (ウインタースクール等を含む)	2	2	2
	国外研修	0	0	0
合計		16	7	7

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て少なく、申請された2件をともに採択した。なお、第2期に申請があり採択した2件については、今年度当初の実施計画において2番目に掲げていた若手向けウインタースクールへの参加であった。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) 大学院生の企画立案力の養成

本年度からの新しい取り組みとして、大学院生の企画立案力の養成を目指して11月に行われた大学祭（みやこ祭）において、大学院生が主催のイベントを行った。本年度は、大学院生5名が来場者に対して自らの研究をポスターで紹介し、また自らの大学院生活などを来場者に紹介するイベントを企画した。このイベントは大学祭期間中の11月3日に開催され、おおよそ100名程度の多くの来場者を集めて好評であった。このイベントを行った大学院生には良い経験になったと思う。

大学祭オープンラボの概要

ポスター発表題目：

天野大樹 ” Dynamical supersymmetry for strange quark and ud diquark in hadron mass spectrum “

中村直貴 ” de Hass-van Alphen effect of the itinerant weak ferromagnetic filled skutterudite LaFe₄As₁₂ “

岸本美晴 “Single crystal growth and physical properties of Yb₅Ir₆Sn₁”

星和久 「BiCh₂系超伝導体 La_{0.6}F_{0.4}Bi(S, Se)₂の同位体効果の検証」

曾我部遼太 “BiS₂-based layered superconductors with high-entropy-alloy-type blocking layers”

主催：首都大学東京 大学院理工学研究科・理学研究科 大学院生有志

後援：平成30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）
「物理学における大学院教育のグローバル化」

開催日時：11月3日（土）11：00～16：00

場所：南大沢キャンパス 11号館101教室

来場者数：約100人

大学祭オープンラボでの研究発表の様子



(3) 著名研究者の講演会・交流

本年度は、当初計画で予定していた著名研究者を招いての講演会などについては、実施しなかった。候補となる研究者は何名かリストアップしており、来年度は是非講演会などの企画を実施したい。

3 平成 30 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	500
	合 計	1,500

支出

単位：千円

1	派遣事業による旅費	1,390
2	学生謝金（ポスター発表）	50
3	消耗品 （ポスター印刷用紙など）	60
	合 計	1,500

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 30 年度 事業推進メンバー

実施責任者

角野 秀一

取組実施代表者

角野 秀一

実施コアメンバー

安田 修（平成 30 年度物理学専攻長）

ケトフ セルゲイ（派遣事業担当）

事務局

阿部 知子

渡邊 早恵

大学院生派遣事業等専攻小委員会

第 1 期 角野 秀一、ケトフ セルゲイ

審査：宮田 耕充、江副 祐一郎

第 2 期 角野 秀一、ケトフ セルゲイ

審査：角野 秀一、ケトフ セルゲイ

平成30年度 第1期 国際会議派遣採択者(受付順)

国際会議参加 14件中5件採択

学生氏名	学年	担当教員	会議名	旅行日程	開催場所	旅費支給額
星 和久	M1	水口 佳一	12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors	2018/8/19 ~ 2018/8/24	北京(中国)	¥138,822
曾我部 遼太	M1	水口 佳一	12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors	2018/8/19 ~ 2018/8/24	北京(中国)	¥138,822
柳沢 直也	M2	栗田 玲	Designer Soft Matter 2018	2018/6/5 ~ 2018/6/9	シンガポール(シンガポール)	¥142,642
一ノ瀬 遥太	M2	柳 和宏	19th International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-dimensional Materials (NT18 Conference)	2018/7/14 ~ 2018/7/21	北京(中国)	¥152,952
沼舘 直樹	D3	田沼 肇	19th International Conferences on the Physics of Highly Charged Ions (HCI 2018)	2018/9/1 ~ 2018/9/9	リスボン(ポルトガル)	¥236,018

平成30年度 第2期 国際会議派遣採択者(受付順)

国際会議参加 2件中2件採択

学生氏名	学年	担当教員	会議名	旅行日程	開催場所	旅費支給額
小島 佳奈	M1	宮田 耕充	33rd International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials	2018/3/8 ~ 2018/3/18	キルヒベルク(オーストリア)	¥288,364
高口 裕平	M2	宮田 耕充	33rd International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials	2018/3/8 ~ 2018/3/18	キルヒベルク(オーストリア)	¥288,364

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書
NO.1/2

理学 研究科 博士前期 課程 (M・D) 1 年 物理学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

申請者氏名 星 和久

印

(alphabet) Kazuhisa Hoshi

指導教員所属氏名 水口 佳一

印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	12 th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors
2	主催団体の名称	Chinese Academy of Sciences
3	開催地 (国名及び都市名)	中国 北京
4	開催期間 (現地時間)	2018 年 8 月 19 日(日)~2018 年 8 月 24 日(金)
5	参加国概数	30
6	参加者概数	1000
7	渡航期間	2018 年 8 月 19 日(日)~ 2018 年 8 月 24 日(金) 5 泊 6 日 日本を出発する日~日本に帰着する日までを記入のこと
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かつ詳細にまとめて報告すること。)

M²S-2018 は超伝導に関する国際会議であり、様々な超伝導体に関する理論的・実験的研究のセッションが行われた。最先端の研究に関する情報収集を行うことができ、大変有意義な時間を過ごすことができた。

会議 3 日目となる 8 月 22 日(水)にポスター発表を行った。自身のポスター内容である超伝導体における同位体効果の検証は、非常に重要な実験となるため、世界中の多くの研究者とディスカッションすることができた。英語でのポスター発表は初めてであったが、拙い英語ながら世界中の研究者と議論を交わすことができた。特に本研究結果は、BiCh₂系超伝導体が従来型超伝導機構の理論である BCS 理論では説明できない、非従来型超伝導の可能性を示す重要な結果であるため、多くの研究者に興味を抱いてもらったと感じている。しかし、本研究結果からは非従来型超伝導機構の可能性を示すことはできるが、具体的にどのような超伝導機構なのかは議論することができない。そのため、BiCh₂系超伝導体で考えられる超伝導発現機構に関するよりいっそうの研究が求められており、早急に超伝導発現機構に関する研究を行う必要があると感じた。非従来型超伝導体の代表格である銅酸化物系超伝導体や鉄系超伝導体などのように、物性物理学的に興味深い超伝導発現機構を提案できれば、より世界中の研究者の興味・関心を引くことができると考えられる。

自身のポスターセッション以外の時間は、様々な講演を聞くことができ、最先端の研究の情報収集を行うことができた。特に、自身の研究に活かせるような講演内容について報告を行う。まず、様々な超伝導体で観測されているネマティック超伝導に関する研究である。ネマティック超伝導は、高温超伝導体である銅酸化物系超伝導体や鉄系超伝導体、トポロジカル超伝導体 Cu_xBi₂Se₃, Sr_xBi₂Se₃などで観測されており、この状態では結晶構造の有する回転対称性を破っている。そのため、近年非常に注目が集まっている研究分野である。自身の研究との関わり合いとしては、最近の研究成果として BiCh₂系超伝導体においてもこれらの超伝導体と類似したネマティック秩序のような ab 面内超伝導異方性が観測されている。そのため、ネマティック超伝導に関する研究については非常に興味があった。今回の国際会議では、ネマティック超伝導に関する講演が非常に多く、自身の研究に活かすと感じている。

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書
NO.2/2

理学 研究科 博士前期 課程 (M・D) 1 年 申請者氏名 星 和久

12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors 会議参加報告書

また、トポロジカル超伝導に関する研究発表も非常に参考になった。トポロジカルに関する研究では、2016 年にノーベル物理学賞を受賞し、この分野もネマティック超伝導体とともに近年非常に注目されている研究分野である。特に、鉄系超伝導体のトポロジーに関する研究には非常に興味を抱いた。鉄系超伝導体と自身の研究している BiCh₂ 系超伝導体は結晶構造やキャリアドーピング手法など類似点が多く、鉄系超伝導体で用いられている手法が BiCh₂ 系超伝導体に活かされるケースが多い。今回の国際会議では、その中でも、FeSe のトポロジカル超伝導に関する研究が非常に盛んであると感じた。また、FeSe はトポロジカル超伝導体の候補の一つでありながら、ネマティシティーについての研究も盛んに行われている。トポロジーとネマティシティーの両方が議論できる非常に興味深い超伝導体であると考えられる。BiCh₂ 系超伝導体においてもトポロジカル物質としての理論予測もあり、ネマティシティーのような ab 面内超伝導異方性が観測されており、FeSe と同様な議論ができることを期待している。また、ネマティシティーの起源についても盛んに研究が行われており、スピン密度波や電荷密度波、軌道秩序などが提案されている。軌道秩序によるネマティック状態の出現は銅酸化物系超伝導体 YBCO や BSCCO でも提案されている。FeSe や YBCO のように、Bi の 6p_x と 6p_y の非等価性により起きているというシナリオも考えられる。

また、他に興味を持った講演として、200GPa という超高压化における 200 K を超える超伝導体について報告する。この超伝導体では、最も軽い元素である水素の非常に高い格子振動を利用した従来型機構である。現在、超伝導転移温度の最高記録は、260 K を記録しており室温超伝導体が達成されるのもそれほど遠くないと考えられる。超高压化という特殊環境における 200 K 以上の転移温度を記録しているが、常圧化におけるこのような超高温超伝導体が合成されれば、応用分野への発展も考えられる。何より超伝導の研究者として室温超伝導体は非常に魅力的であると感じた。今回、国際会議に初めて参加したが、英語でのディスカッションと最先端の研究の情報収集を行うことができ、非常に有意義な時間を過ごすことができた。自分はこの先、博士後期課程に進学したいと考えているので、今回の国際会議参加の経験を活かしてよりいっそう研究に精進したいと考えている。

※帰国後、物理大学院 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等、現地の昼食レシート等でも可)

首

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書
NO.1/2

理学研究科 博士前期課程 (M・D) 1 年 物理学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

(alphabet) Sogabe Ryota

申請者氏名 曾我部 遼太 印

指導教員所属氏名 水口 佳一 印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	12 th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (M ² S-2018)
2	主催団体の名称	National Lab for Superconductivity, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences
3	開催地 (国名及び都市名)	Beijing, China
4	開催期間 (現地時間)	2018 年 8 月 19 日 (日) ~ 2018 年 8 月 24 日 (金)
5	参加国概数	30
6	参加者概数	1000
7	渡航期間	2018 年 8 月 19 日 (日) ~ 2018 年 8 月 24 日 (金) 5 泊 6 日 日本を出発する日~日本に到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かつ詳細にまとめて報告すること。)

私は Synthesis of BiS₂-based layered superconductors with high-entropy-alloy-type blocking layers という演題でポスター発表を行った。

BiS₂系超伝導体は BiS₂伝導層とブロック層の積層構造を持ち、高温超伝導体と類似の結晶構造を有するため物質探索および機構解明に向けた研究が行われている。従来、REO_{0.5}F_{0.5}BiS₂はブロック層にある RE(希土類)サイトを等価数でイオン半径の異なる RE イオンで置換し、化学圧力を印加していくことで、*a* 軸長が収縮し、Bi-S の結合長が短くなり超伝導転移温度(T_c)の上昇やバルクな超伝導が誘起される。

本研究では、ブロック層に近年注目を集める High-Entropy-Alloy(HEA)と類似した状態を実現させた。HEA は少なくとも 5 成分系が一つのサイトを占有し、それぞれの元素の組成が 5~35%である合金と定義される。HEA は一般的な合金と比較し、熱的安定性や特性を有し、構造材料や生体材料の分野で研究が活性化している。RE サイトを La, Ce, Pr, Nd, Sm, の 5 元素で固溶した多結晶試料 La_{0.3}Ce_{0.3}Pr_{0.2}Nd_{0.1}Sm_{0.1}O_{0.5}F_{0.5}BiS₂、La_{0.2}Ce_{0.2}Pr_{0.2}Nd_{0.2}Sm_{0.2}O_{0.5}F_{0.5}BiS₂、La_{0.1}Ce_{0.1}Pr_{0.3}Nd_{0.3}Sm_{0.2}O_{0.5}F_{0.5}BiS₂、La_{0.1}Ce_{0.1}Pr_{0.2}Nd_{0.3}Sm_{0.3}O_{0.5}F_{0.5}BiS₂ の 4 種類合成した。合成した試料を同じ *a* 軸長を持つ REO_{0.5}F_{0.5}BiS₂と比較すると、T_cの上昇や臨界電流密度(J_c)の増加、磁化率の体積分率が大きくなることが観測された。これは、HEA の効果により BiS₂伝導層の局所的な構造の乱れが抑制されたと予想される。

本研究結果は、応用物理学会の英文レター論文誌である「APEX」に掲載された[1]。

この予想が正しいか検討するために、PrO_{0.5}F_{0.5}BiS₂と等しい *a* 軸長を持ち、RE サイトに Pr、Ce_{0.5}Nd_{0.5}、Ce_{1/3}Pr_{1/3}Nd_{1/3}、La_{0.05}Ce_{0.25}Pr_{0.35}Nd_{0.35}、La_{0.2}Ce_{0.2}Pr_{0.2}Nd_{0.2}Sm_{0.2}と希土類元素が 1 種類から 5 種類まで固溶した多結晶試料を 5 種類合成した。また、CeO_{0.5}F_{0.5}BiS₂と等しい *a* 軸長を持ち、RE サイトに Ce、La_{0.4}Pr_{0.6}、La_{4/15}Ce_{1/3}Pr_{2/5}、La_{0.3}Ce_{0.3}Pr_{0.3}Nd_{0.1}、La_{0.34}Ce_{0.34}Pr_{0.2}Nd_{0.06}Sm_{0.06}と希土類元素が 1 種類から 5 種類まで固溶した多結晶試料を 5 種類合成した。それら 10 種類のサンプルを放射光施設(SPring-8)で X 線粉末回折実験を行い、得られたデータにリートベルト解析を行った。

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書
NO.2/2

理学 研究科 博士前期課程 (M・D) 1 年 申請者氏名 曾我部 遼太

12th International Conference on Materials and Mechanisms of Superconductivity and High Temperature Superconductors (M²S-2018) 会議参加報告書

RE サイトに固溶している希土類元素の種類を増加させると、ブロック層のエントロピーが増加する。 $\text{PrO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$ の a 軸長に合わせた系では、ブロック層のエントロピーが増加しても a 軸長や Bi-S の結合長は変化せず、化学圧力は印加されていないことがわかる。面内 Bi-S1 の乱れである熱振動因子パラメータ [U_{11} (S1)] はブロック層のエントロピーが増加すると抑制された。磁化率の温度依存性より、すべてのサンプルで超伝導転移を示した。ブロック層のエントロピーが増加すると、磁化率の体積分率が上昇することを観測した。ブロック層のエントロピーが増加すると、化学圧力効果同様に局所的な構造の乱れを抑制することができ、磁化率の体積分率が上昇する。 $\text{CeO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$ の a 軸長に合わせた系も $\text{PrO}_{0.5}\text{F}_{0.5}\text{BiS}_2$ の a 軸長に合わせた系と同様の実験結果となった。

本研究結果は、現在論文投稿中である[2]。

以上がポスター発表の内容である。

国際会議の場でポスター発表を行い、他の参加者たちと議論を交わすことにより、層状超伝導体に HEA の概念を用いることで局所的な構造の乱れが抑制され、超伝導特性が向上することを世界に発信することができ、自分の研究発表についての理解がさらに深まった。

国際会議に参加している他の研究者たちの発表を伺った。

HEA 超伝導体である $\text{Ta}_{34}\text{Nb}_{33}\text{Hf}_8\text{Zr}_{14}\text{Ti}_{11}$ は T_c を 7.3 K を持ち、上部臨界磁場は 8.2 T を有することが知られている。この物質の組成比を変えると、超伝導特性が向上するのではないかという予想のもと、 $\text{Ta}_{16}\text{Nb}_{26}\text{Hf}_{16}\text{Zr}_{16}\text{Ti}_{16}$ という HEA 超伝導体を合成し、超伝導特性を評価していた。この組成比で合成した理由は、Nb は一般的に超伝導特性がよいため、Nb の量が多くなるように合成していた。 $\text{Ta}_{16}\text{Nb}_{26}\text{Hf}_{16}\text{Zr}_{16}\text{Ti}_{16}$ の T_c は 7.6K であり、 $\text{Ta}_{34}\text{Nb}_{33}\text{Hf}_8\text{Zr}_{14}\text{Ti}_{11}$ とあまり変わらないが、上部臨界磁場が 11T であり、 $\text{Ta}_{34}\text{Nb}_{33}\text{Hf}_8\text{Zr}_{14}\text{Ti}_{11}$ と比較して向上していた。

HEA 超伝導体である $\text{Ta}_{34}\text{Nb}_{33}\text{Hf}_8\text{Zr}_{14}\text{Ti}_{11}$ は圧力を 190GPa まで印加しても電気抵抗ゼロを観測することができ、HEA の効果で圧力に対して強固になったと考えられる。しかし、NbTi のほうが超伝導特性は向上したという研究結果が出ていた。NbTi の T_c は 9.6K であり、圧力を 261.7GPa まで印加しても電気抵抗ゼロが観測され、上部臨界磁場は 15.4T まで上昇していた。Nb、NbTi、 $(\text{TaNb})_{0.67}(\text{HfZrTi})_{0.33}$ の超伝導特性を比較すると、1 元系である Nb が最も超伝導特性が悪く、2 元系の NbTi が最も超伝導特性がよいという結果だった。このことから、HEA 超伝導体より、2 元系の超伝導体のほうが超伝導特性は向上するという結果だった。

H_3S は超高压 (150GPa 以上) を印加すると T_c は 203K の室温超伝導体が発見されていた。今回の発表では LaH_x ($x = 9-12$) に 170GPa を印加すると、215K で超伝導が発現する新しい室温超伝導体が発見していた。現在、超伝導転移温度は超高压下ではあるが室温超伝導体が発見され続けている。将来的に化学圧力効果や HEA 効果やそれ以外の効果を応用することにより、常圧化で室温超伝導体が発見できる可能性がある。

以上の発表内容を自分の研究内容に生かせる有益な情報として収集することができた。

[1] **Ryota Sogabe**, Yosuke Goto and Yoshikazu Mizuguchi, 2018 *Appl. Phys. Express* 11 053102

[2] **Ryota Sogabe**, Yosuke Goto, Tomohiro Abe, Chikako Moriyoshi, Yoshihiro Kuroiwa, Akira Miura, Kiyoharu Tadanaga, Yoshikazu Mizuguchi, arXiv:1808.04090

※帰国後、物理大学院 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)

理学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

首都大学東京 理工学研究科 博士前期課程 2年 物理学専攻

報告者氏名 柳沢直也 印 学修番号 17879330

指導教員
所属・氏名 理学研究科・栗田玲 印

No.	項目	
1	参加会議名	Designer Soft Matter 2018
2	主催団体の名称	Nanyang Technological University
3	会議参加月日	2018年 6月 6日 (水) ~ 2018年 6月 8日 (金)
4	旅行期間	(出発日) (帰着日) (機中泊を除く。) 2018年 6月 5日 (火) ~ 2018年 6月 9日 (土) 3泊 5日
5	開催地 (国名及び都市名)	シンガポール・Bugis
6	参加国数	14カ国
7	参加者数	約110人
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。)

私はシンガポールで開催されたDesigner Soft Matter 2018という国際会議に参加してきました。この会議は、ソフトマターサイエンスの実験的・理論的研究に関する最近の進展について報告し、議論を交わすことを目的としています。3日間に渡って行われ、口頭発表者が48人おり、そのうち18人がinvited speakerでした。口頭発表を聞いて、ガラス・粉体・高分子・など分野は違えど、ソフトマターに共通する概念を学ぶことができたので非常に勉強になりました。またポスター発表のセッションが2時間程度3日間毎日設けられていました。ポスター発表者は53人おり、そのうちの一人として私は「A bubble-avalanche collapsing mechanism in a quasi-two-dimensional foam」というタイトルでポスター発表を行いました。発表内容は、泡の雪崩的崩壊のメカニズムには伝播と貫通の2つのモードが存在することを明らかにしたこと、さらに崩壊特性の液体分率依存性について系統的に調べたというものです。



理学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学研究科 博士前期課程 2年 報告者氏名 柳沢直也

Designer Soft Matter 2018

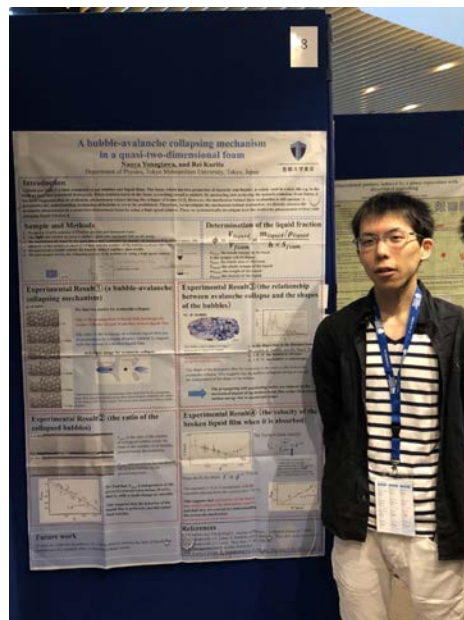
会議参加報告書

ポスター発表を通じて、専門分野を問わず、様々な国のソフトマターを勉強する学生と英語で研究内容のディスカッションをすることができました。ポスター発表の中でも特に印象に残っていることは、Invited speakerであったPenger Tong氏（香港科学技術大



学教授)が私の研究にとっても興味を持っていただいたことです。彼の専門分野はコロイドであり、私と異なりますが、私の発見した崩壊のメカニズムは非常に参考になると話していました。私がポスター発表した研究内容は現在論文を投稿中であったため、論文が発行されたら是非eメールを直接送って欲しいと頼まれ、名刺交換をすることができました。私がこれまでにやってきた研究内容がソフトマター研究の第一人者に認められたという実感を抱くことができ、とてもうれしく思いました。

私は国際会議でポスター発表を行うのは今回で2回目でした。説明する内容を事前に英語でまとめておいたので、研究内容の説明はスムーズに行うことができました。しかしながら、相手からの質問に対して自分が言いたいことを分かりやすい英語ですぐに伝えることができなかつたように思えます。研究を行う能力だけでなく、簡単で分かりやすい英語で物事を伝える能力を日頃から養っておくことが研究者になるためには必要であることを今回の国際会議に参加して改めて実感しました。



最後に、本会議に参加するにあたり、ご支援いただいた物理事務室の方々および首都大学東京教育改革推進事業の皆様にご心より感謝しております。

※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。

理学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 1/2

首都大学東京 理工学 研究科 修士課程 2 年 物理学 専攻

報告者氏名 一ノ瀬 遥太 印 学修番号 17879305

指導教員 理学研究科 物理学専攻
所属・氏名 柳 和宏 印

No.	項目	
1	参加会議名	19th International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-dimensional Materials (NT18 Conference)
2	主催団体の名称	Steering Committee of Nanotube Conferences
3	会議参加月日	2018年 7月 15日 (日) ~ 2018年 7月 20日 (金)
4	旅行期間	(出発日) (帰着日) (機中泊を除く。) 2018年7月14日 (土) ~ 2018年7月21日 (土) 7泊 8日
5	開催地 (国名及び都市名)	中国、北京
6	参加国数	40か国
7	参加者数	500人
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

カーボンナノチューブをはじめとした低次元ナノ材料に関する国際会議にて、自身の研究である単層カーボンナノチューブの熱電物性についてポスターを介して発表した。

本国際会議は、上記の材料に関しての最新の研究を追うことができる場であり、報告者は積極的に口頭発表・ポスター発表ともに聞きに行くことで、他の研究者の研究と自分の研究との位置づけを再確認した。そして、その内容に関して研究室のメンバーに伝えることで、メンバーの研究方針を再確認させた。

■内容

本学会では、カーボンナノチューブについての発表が多数集まっていた。しかし、そのほとんどは合成や応用に関するものであり、報告者のテーマである熱電変換物性をはじめとした物性に関する発表は少なかった。報告者はその熱電変換物性に関する発表をポスター発表にて行った。

ポスターには10人程度の研究者が質問しに訪れ、彼らと議論した。多くの学生や、

理学研究科 大学院生学術会議参加報告書

NO. 2/2

理工学 研究科 修士課程 2年 報告者氏名 一ノ瀬 遥太

NT18

会議参加報告書

ポスドクの研究者が質問に来る中、東京大学の機械工学専攻の丸山教授から精製に関するアドバイスをいただいた。熱電特性を向上させるためのアプローチとして、半導体型の純度を向上させるということに特化させるのであればPF0を用いた分離法を用いるのはどうかという内容である。これに関して、本研究室の柳教授と相談し、研究の方針を決めたいと思う。

本学会参加の二つ目の目的である最新の研究を学び取ることに関しては大変勉強になった。カーボンナノチューブのみならず、グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイドも含め、様々なナノ材料に関する発表を聞いた。合成・分離・物性・応用等、研究テーマも多種多様であった。例えば産総研の片浦教授は分離についての発表を行っていた。カーボンナノチューブを溶液中に分散させるために行うソニケーションの時間を短く、回数を繰り返すことで、欠陥の数を抑えることができるという内容であった。この方法は現在報告者が行っているゲル分離精製方法に対しても応用可能であることから、導入を検討したい。

■成果

本学会を通じて、当初の目的である報告者の研究内容を世界に発信するという事は少なからず達成できた。また、学会発表を積極的に聞くことで、現在世界で行われている低次元ナノ材料全般の研究の動向を知ることができ、自身の研究の位置づけを再確認することができた。

※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。

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 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 博士後期 課程 D 3 年 物理学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

(alphabet) Naoki Numadate

申請者氏名 沼舘 直樹 印

指導教員所属氏名 田沼 肇 印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	19th International Conference Physics of Highly Charged Ions (HCI 2018)
2	主催団体の名称	HCI 2018 組織委員会
3	開催地 (国名及び都市名)	ポルトガル、リスボン
4	開催期間 (現地時間)	2018 年 9 月 3 日 (月) ~ 2018 年 9 月 7 日 (金)
5	参加国概数	約 30
6	参加者概数	約 250
7	渡航期間	2018 年 9 月 2 日 (日) ~ 2018 年 9 月 9 日 (日) 6 泊 8 日 日本を出発する日~日本に到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かつ 詳細にまとめて報告すること。)

申請者が参加した多価イオン国際会議 (International Conference on the Physics of Highly Charged Ions, HCI) とは、1982 年から続く多価イオン研究業界で最大の学会であり、隔年で開催されている。今回の HCI 2018 はポルトガルのリスボンにて開催された。今年の参加者は 250 人程度で、発表は口頭が 47 件、ポスターが 147 件であった。発表内容としては、量子電磁力学の計算やその検証実験、現在フランスに建造中の熱核融合実験炉や天体プラズマの診断のための分光測定とプラズマ計算、新たな原子時計開発に向けた分光測定や実験技術の開発、純粋に原子物理学の理解を深める基礎的な研究など多岐にわたった。申請者は、所属研究室で行われている多価イオン衝突研究を海外の研究者達へと広めること、理論研究の共同研究先を探すことを目的として HCI 2018 に参加した。

申請者は、「Charge Exchange Spectroscopy in Collisions between Metastable He-like Ions ($1s2s\ 3S$) and Neutrals (準安定ヘリウム様イオンと中性粒子の衝突における電荷交換分光)」というタイトルで口頭発表 (発表時間 15 分、質疑応答 5 分) を行った。これは本研究室所有の多価イオン源にて電子を 2 つ持つヘリウム様イオンを生成した際、安定した基底状態のほかに、内殻に空孔を持った内部エネルギーの高い状態がわずかながら生成される特徴を利用した実験的な研究である。この状態は寿命の長い励起状態であり、準安定励起状態と呼ばれる。多価イオンと中性粒子の衝突では、その高い内部エネルギーにより高い確率で中性粒子から電子を奪う電子捕獲反応が生じる。これにより、準安定ヘリウム様イオンが電子を 1 つ奪うことで、原子核近傍の電子軌道に空孔が存在する (内殻励起状態) リチウム様イオンが生成される。この内殻励起状態はイオン化の極限よりもエネルギーが高いため、電子を放出してイオン化することで冷却する過程 (自動電離) が優勢であるのが一般的である。しかし、申請者は軟 X 線を放出しながら冷却する過程を観測することに成功し、それが自動電離と比べて無視できるものではないことを実験的に示した。そして、原子コードを用いた理論計算により、この冷却過程に関与する電子遷移のエネルギーとその冷却速度を決定し、実験により観測された軟 X 線放出遷移を同定した。

その結果、準安定状態の多価イオンが中性粒子と衝突する際には、電子捕獲と同時に多価イオン自身が励起される transfer-excitation も起きていることが判明した。この反応は、加速器を使用した高速多価イオン衝突においてはよく見られる現象であるが、本研究のような低速な衝突においては考慮されていなかった。しかし、本研究にて、低速の衝突でも多価イオンが準安定状態にあるならば、transfer-excitation の寄与が無視

平成 30 年度(第 1 期)物理大学院 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 博士後期 課程 D 3 年 申請者氏名 沼舘 直樹

HCI 2018

会議参加報告書

できないほど大きいことが判明した。また、希ガスの 1 種であるキセノンを標的とした際、電子捕獲後に 2 電子 1 光子遷移が比較的強く観測されることがわかった。これは、2 電子が同時に遷移することで光子を 1 つだけ放出する冷却過程であり、電子相関と呼ばれる電子同士の相互作用を調べるうえで非常に重要な遷移である。この遷移は近年、理論計算が精力的に行われているが、実験による観測例は非常に少ないのが現状である。本研究にて測定された 2 電子 1 光子遷移データは、理論計算の指標となりえる貴重なデータである。また、重い原子であるキセノン標的にて特に強く観測され、同じイオン化ポテンシャルを持つ酸素分子標的では観測されなかったことから、スピン軌道相互作用が衝突過程に大きな影響を与えていると考えられる。このスピン軌道相互作用は重い原子 (=電子が非常に多い系) にてみられる現象のため、計算が非常に複雑である。本研究にて得られた分解能の高い測定結果は、理論計算を行う上での指針となりうる。

内殻励起多価イオンの発光過程は活動銀河核や惑星状星雲などの光電離プラズマから観測されており、その発光に関するデータはプラズマ組成や温度の決定に使用されるため非常に重要である。また、太陽風に含まれる多価イオンと惑星大気との衝突においても内殻励起多価イオンが生成されるため、その発光観測は惑星大気の密度や分布を調査する上での新しい手段として期待できる。さらに、内殻励起状態の冷却過程は X 線天文への応用だけではなく、放射線による生体分子の損傷過程においても重要な役割を果たすことが発見されるなど様々な分野にて注目されている。また、応用・他分野へ貢献するだけではなく、孤立した電子間の相互作用や分子の解離ダイナミクスの解明といった原子分子物理学の基礎研究としても興味深いテーマである。内殻励起多価イオンの冷却過程は、電子放出過程に関しては非常に良く研究されているが、その競合過程である X 線放出過程に関しては実験的な困難さから研究例がほとんどないのが現状である。申請者は原子物理学的な興味、そして、他分野への応用に向けた原子物理データ取得という基礎と応用の両面から上記の研究を進めており、本研究は会議においてインパクトのある発表になったと確信している。

本会議に参加し、理論研究者との共同研究の重要性を再認識した。海外のグループは規模が大きいところが多く、実験がメインの研究室でも自前で本格的な理論計算を行っていることが多い。または、共同研究により詳細な理論計算が行われている。申請者の研究室では複雑な理論計算ができないため、理論研究者との共同研究は必須である。本会議への参加目的の 1 つとして理論研究者との共同研究を挙げたが、幸運にも新たな共同研究の話が現在進みつつある。多価イオンと中性粒子の電子捕獲反応の計算を行っている、Universidad Autónoma de Madrid の Luis Méndez 氏との共同研究である。Méndez 氏は準安定状態にある多価イオンの衝突計算を計画しており、申請者の測定データは理論計算の妥当性を確認できるため彼の興味を強く引くものであった。また、その計算結果を利用することで本研究の測定データをより詳細に解析することが可能となるため、実現したならばお互いに大きなメリットのある共同研究である。共同研究先が見つかったことは、本会議への参加における最大の収穫である。

最後になりますが、今回の国際会議に参加するにあたり支援していただいた「物理大学院 GP」に深くお礼申し上げます。

※帰国後、物理大学院 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 30 年度(第 2 期)物理大学院 GP 大学院生国際学術会議参加報告書
NO.1/2

理学 研究科 博士前期 課程 M1 年 物理学 専攻

申請者氏名ローマ字表記

申請者氏名 小島 佳奈 印

(alphabet) Kana Kojima

指導教員所属氏名 宮田 耕充 印

1	参加国際会議名 (正式名称および通称)	33rd International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials
2	主催団体の名称	IWEPNM 2019 運営組織
3	開催地 (国名及び都市名)	オーストリア チロル州 キルシュベルグ
4	開催期間 (現地時間)	2019年 3月 10日(土)～ 2019年 3月 15日(土)
5	参加国概数	30カ国
6	参加者概数	200人
7	渡航期間	2019年 3月 8日(金)～2019年 3月 18日(月) 9泊11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かつ詳細にまとめて報告すること。)

オーストリア チロル州 キルシュベルグにて行われた 33rd International Winterschool on Electronic Properties of Novel Materials に参加した。

私の発表は二日目の 3月 11日だったが、幅広い知識を得るため、一日目から参加することとなった。私は会場となったホテルに宿泊し、3月 10日から 15日の 8:30～12:00、18:30～21:00の間、他研究所の研究成果を聞いた。その中で、「Nonliner optics and nano-optics with layered and 2D materials」において、様々な条件で作製された試料でレーザーパワーと発光強度の関係に違いがでることについて発表された。この発表は研究内容に近く、今後の研究に有益なものであった。

また、私は「Formation of interlayer exciton in suspended MoS₂/WS₂ van der Waals」について発表した。今回の発表で「CVD法で作製された積層型ヘテロ構造において、上の(基板と接していない)TMDCは室温に冷やす際に歪まないのか」や「水で基板から試料を引き上げた際、Photoluminescence(PL)がブロードニングしたのは、何が原因なのか」などの多くの質問と議論を行うことで、意見を得た。また、他の研究室の方の発表を聞くことで、最先端の情報を得ることができた。

この国際会議に参加し、得たことを参考にし、今後の研究に役立て、研究内容を発展させるうえで、有益なものであった。

平成 30 年度(第 2 期)物理大学院 GP 大学院生国内学術会議参加報告書

理工学 研究科 博士前期課程 M2年 物理学 専攻

申請者氏名 高口裕平 印

指導教員所属氏名 宮田耕充 印

1	参加会議名	Inter Winterschool on Electric Properties of Novel Materials(IWEPNM)
2	主催団体の名称	IWEPNM
3	開催地	オーストリア チロル州 キルヒベルク
4	開催期間	2019年 3月 9日(土)～ 2019年 3月 16日(土)
5	参加者概数	200人
6	旅行期間	2019年 3月 8日(金)～2019年3月 18日(月) 10泊11日
7	内容報告	下記に記入のこと。 (今回の会議の詳細や申請者の発表についてまとめて報告すること。)

IWEPNMに参加した。本会議では、二次元材料やカーボンナノチューブを代表としたナノマテリアルに関する発表が数多くされていた。本会議では、異なる二次元半導体材料を接合させたヘテロ構造における発光特性の評価についてポスターでの発表を行い、二次元半導体材料の同一平面内におけるヘテロ構造の合成方法の確立と電解質を用いた発光デバイスによる界面からの特異な発光について、多くの研究者の方とディスカッションすることができた。試料の作成方法については、本研究で用いている化学気相成長法に関する質問が多く、合成手法の新規性が注目された。ヘテロ構造界面における電界発光については、ヘテロ構造特有の発光ピークについて、多くの質問や指摘を受けた。同様のテーマの研究を行っている参加者がおり、今後どのような測定をするべきかやバンド構造やデバイス動作に関する考察をしていくうえで有益な情報を得ることができた。

他の研究者の方の発表では、カーボンナノチューブや原子層物質に関するものが多く、試料合成法やデバイス構造について、多くの質問を行った。特に、電解質を用いた高濃度キャリアドープデバイスやヘテロ構造特有の特異な発光に関する発表では、本研究の発光スペクトルやバンド構造の考察やデバイス構造の更なる発展にむけて有用な情報を得ることができた。

※出張終了後、物理大学院 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)