

## 令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(数物系科学専門調査班)

### 大気水圏科学関連分野に関する学術研究動向

#### 一境界領域研究と国際連携の動向一

大島 慶一郎 (北海道大学低温科学研究所・教授)

大気水圏科学関連研究において、国際連携研究を推進するうえで大きな役割を果たすと考えられる、2021年開始の国連「持続可能な開発のための海洋科学の10年」(UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development)の状況を調査した。この発足は、2015年に国連開発サミットで採択された『持続可能な開発のための2030アジェンダ』を具現化する国際的取り組みとして進められた。実行計画の中では、アンケート調査を通して特に若手研究者の意見や提案を取りまとめ、実行計画に関するワークショップやネット会議などへの若手研究者の参加の機会を設けている。科学行動計画の目的は、(1)変革の科学と教育能力の向上、(2)海洋観測および知識システムの拡大・革新・統合、(3)海洋システム全体の理解と予測、(4)統合評価と意思決定支援システムの開発と有効化の4つを掲げている。その社会的成果として、「きれいな海」「健全な海」「予測できる海」「安全な海」「生産的な海」「情報公開の海、の6つを挙げている。日本においても、G20の議長国として、2019年「サイエンス20」を開催し、『海洋生態系に対する脅威と海洋環境の保全：特に気候変動及び海洋プラスチックゴミについて』の提言が纏められた。今後、具体的な大型国際共同研究プロジェクトの立案や日本の強みを活かした取り組みが期待される。

本年度は、調査として、JSPSの特別研究員及び海外特別研究員の経験者(地球惑星科学系分野の方)を対象としてリモートインタビューを行い、特別研究員の良い点・問題点を取り纏めた。特別研究員に関しては、研究キャリアを積むうえで非常に良かったというコメントが多く、この制度の有効性が確かめられた。一方で、海外特別研究員に関しては全経験者から、給与の国ごとの支給額の設定が実情にあっておらず、物価上昇が大きい国では生活するのがやっとと支給金から研究費に充てる余裕は全くない、とのコメントをもらった。

### 「半導体関連、ナノ構造物理関連分野に関する学術研究動向一ナノ物理学がもたらす量子制御と物質の新機能一」

小林 研介 (大阪大学大学院理学研究科・教授)

超伝導は100年以上の研究の歴史を持つ。いまなお物理学における花形の研究トピックの一つであり、豊穡な研究分野である。この分野の今後を左右する3つの注目すべき話題を報告する。

1つ目は、ねじれグラフェンの超伝導である(2018年)。2枚の2層グラフェンを、角度をつけて張り合わせると超伝導を示すという驚くべき発見で、世界中で熾烈な競争が行われている。2つ目は水素化物を用いた高圧における高温超伝導である。2020年秋にはついに「室温超伝導」が報告された。まだ確立したものとは言えないが、今後が期待される。3つ目は、非従来型超伝導における超伝導の対称性の問題である。通常のBCS理論に基づけば対称性はs波である。しかし、重い電子系であるCeCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>や非銅系酸化物超伝導体Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>ではそうではなく、非従来型超伝導体であることが数10年にわたって信じられてきた。しかし、この数年の研究の進展によりこの常識が覆された。現在、真のメカニズムを巡っての議論と新たな非従来型超伝導体の探索が加速している。この話題は、トポロジカル超伝導やトポロジカル量子コンピュータにも関連している。

2020年以降の世界を語る上で、コロナ禍を避けて通ることはできない。科学研究も大きな影響を受けている。これらの問題は、複数の観点から、短期的・中長期的・超長期的という種々の時間スケールで議論すべきものである。

喫緊の課題として2つ挙げる。第一に、若手研究者のキャリアパスである。学会等における対面による情報交換の機会が激減したため、人材の流動性を維持するためには、新しい工夫が必要である。研究室PIは若手研究者のキャリアパス形成にこれまで以上に注力すべきである。第二に、共同利用研究施設へのケアである。日本には、放射光・強磁場・MLFなど物性物理学・材料科学研究に必須の施設がある。これらの施設は当該分野における我が国の研究の厚み・国際プレゼンスに決定的な役割を果たしてきた。しかし、コロナ感染症に対応するため、各施設はリモート実験

## 令和2年度学術研究動向等に関する調査研究 報告概要(数物系科学専門調査班)

に多くの人手と予算を投入しつづける必要がでてきた。施設の研究者は手探りで新しい共同利用研究のあり方を模索している。継続的なサポートが必要である。

### 核融合学、プラズマ科学関連分野に関する学術研究動向 -核融合燃焼実験に向かい取り巻く展開-

山田 弘司(東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授)

本調査研究は核融合学およびプラズマ科学関連分野において国際熱核融合実験炉(ITER)計画における核融合燃焼実験に向かい、これを取り巻く学術研究の動向について海外を中心に我が国の状況も合わせて調査することを目的とした。ITER計画は一つの実験プロジェクトの範囲を越えて、関連する研究の極めて指向性の高い集約統合を求める時代背景を生み出しつつある。一方、この分野の「学術研究」の全体を包摂するものではない。このため、ITER計画への研究開発の加速と、多様な学術研究の拡がりの合一に注視する。ITER計画では参加各極が製作した大型機器が建設現地(サン・ポール・レ・デュランス、仏)へ搬入され、ITER本体の現地組み立てが開始された。2025年の実験開始を目指した建設工程は全体の3/4に至っている。また、ITER計画を支援するとともに、ITER後に発電実証を行う原型炉設計を見据えた高性能プラズマの実証のためのJT-60SA計画(日欧の共同事業)では、装置建設が完了し、統合調整運転が開始された。初プラズマの発生が間もなく実証される見込みである。他にもれず、当該分野における国際研究集会は延期を余儀なくされ、活動は低下した。オンラインでの開催は遠隔参加の利便性はあるものの、時差によって実質的な参加者に偏りがあり議論の停滞は否めない。今後、この影響が続くのか、より工夫されたオンライン化により早期の復興が見られるのか、国際研究集会自体の動向とともに、学術論文の動向を合わせて注目することが必要である。分野におけるリーディングジャーナルの年間優秀論文からは熱負荷およびディスラプションへの高度な理論による大規模数値シミュレーションからのアプローチが注目される。国内学会においては「複合システム」「ホイッスラー波」「離散と連続」をキーワードとしてプラ

ズマ研究が固有の価値を生みえる学際的な議論がなされた。

### 幾何学関連分野(複素幾何学・微分幾何学)に関する学術動向調査 —幾何学における新たなる潮流と展開—

中川 泰宏(熊本大学大学院先端科学研究部・教授)

2020年は、まず「日本数学会2020年度年会(2020年3月16~19日・日本大学)」が新型コロナウイルスの影響により中止が決定され、この学術研究動向調査もどうなることかと心配されたのだが、その後各種のセミナー発表や研究集会がZoom等を用いたネット開催されるようになった。実際、「日本数学会2020年度秋季総合分科会(2020年9月22~25日・熊本大学)」、「日本数学会2021年度年会(2021年3月15~18日・慶応義塾大学)」は共にZoomを用いてネット開催された。

そんな中、担当者の専門分野である幾何学(特に複素幾何学)においては、若手研究者の活躍が目立っていた。特に尾高悠志氏(京都大学)は「K安定性」という微分幾何学から発生した概念を用いて「モジュライ空間の幾何学」という代数幾何学における重要問題を研究するという手法を進展させ、2020年度日本数学会春季賞、および2020年度学術振興会賞を受賞した。例えば、彼はK半安定という微分幾何学的な概念と極小モデル理論におけるsemi-log-canonical特異点という概念をつなげることに成功している。この研究テーマでは、彼をはじめとする多くの代数幾何学者の参入により、ここ数年大きく発展してきている。また微分幾何学全般としては、梅原雅顕氏(東京工業大学)・山田光太郎氏(東京工業大学)が2020年度日本数学会賞秋季賞を受賞された。受賞業績は「特異点をもつ曲面およびローレンツ・ミンコフスキー空間内の曲面の微分幾何学」というものであった。彼らの研究は、古くから精力的に研究が進められてきた曲面論という研究テーマを、特異点を許す場合にまで拡張することにより、より深く理解しようとするものであり、特異点を微分幾何学的に理解することを目指している。