

中性子ビーム利用の中長期研究戦略

① ビジョンの概要

中性子ビームは、原子の位置や運動を見るツールであり、多様な学術分野で利用される。本学術研究構想では、「中性子ビーム利用、いつでもどこでも」をキーワードに、以下の4つの観点で中長期研究戦略に取り組む。

- ・新たな利用分野の開拓
- ・新たな中性子源・中性子光学技術・計測／解析技術の向上
- ・人材育成（産業界・ジェンダー・国際性などのダイバーシティ含む）
- ・量子ビーム連携

② ビジョンの内容

中性子ビームは、物質・材料・生命科学に留まらず、食や水に関する研究分野、環境問題や資源問題に関連する研究分野、インフラや自動車等工業製品の非破壊検査、文化財・考古学・古代生物学など、幅広い場面で応用が考えられる。この中性子ビームの利用による中長期研究戦略を特に重要な4つの観点から進める。

1) 新たな利用分野の開拓

中性子ビーム強度・輝度の向上により、生体物質の構造・運動解析や超高压実験による地球下部マントル中の軽元素の状態解明など、研究の深化が加速される分野が存在する。また、小型中性子源の利用による可視化技術で、橋梁や高速道路等の大型構造物の長寿命化、予防保全に資する非破壊の水素や塩素の高感度計測、文化財や考古学研究の進展が期待される。これらの新規利用分野の開拓に向けて、関連学会への情報提供、ホームページによる広報、各種ソーシャルネットワークサービスの適性を活かした広報に取り組む。

2) 新たな中性子源・中性子光学技術・計測／解析技術の向上

既存大型施設の J-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)や研究用原子炉 JRR-3 と技術・人材交流を行い、計測技術の高度化に取り組む。この活動を中性子源や計測装置の設計・作製の指導的な役割を担う人材の育成としても位置づけ、先端中性子源計画(J-PARC MLF 第2ターゲットステーション(TS2)及び研究用原子炉 JRR-5)の実現につなげる。「いつでもどこでも使える中性子」に向けた新規中性子源の開発、中性子光学技術の向上や新たな検出器開発にも取り組み、JRR-5 や TS2 にもフィードバックする。

3) 人材育成

中性子ビーム利用に関わる施設・大学・研究機関・企業が、コミュニティとして人を育てるシステムを作る。中性子ビーム利用計測の科学的な意義を伝えるだけでなく、中性子ビーム利用に関わっている研究者（女性研究者を含む）の生き活きとした姿を積極的に見せ、中・高校生、高等専門学校生を含めた一般の方に中性子利用に対する魅力を広報する。また、ジェンダー、国籍、所属組織、国内の地域性、専門分野など様々な観点から中性子ビーム利用のダイバーシティを高める。

4) 量子ビーム連携

1) -3) を促進するため、他の量子ビーム関連学会との連携を強化する。例えば、研究者の要望に合った適切な計測手法を紹介できるワンストップの問合せ窓口を設置して、量子ビーム未経験者の要望に向き合い、世の中の課題解決に役立つ量子ビーム利用を実現する。量子ビーム連携は、共創的ビーム利用における人材育成・人材交流の観点でも推進する。

③ 学術研究構想の名称

中性子ビーム利用、いつでもどこでも

④ 学術研究構想の概要

現在の主要利用分野である物質科学研究に対する利用価値を高めるとともに、屋外利用も視野に入れた「いつでもどこでも使える中性子」を実現する。ビッグデータをより有効活用する量子情報処理などの新たな方



図1 中性子ビーム利用 いつでもどこでも

法論を積極的に取り入れ、中性子の利用価値の底上げを行うとともに、実施協力機関での技術交流を通じて、次世代の中性子ビーム利用に資する先端計測技術を開発する。

⑤ 学術的な意義

持続可能な地球・環境・社会の実現のためには、科学技術、文化、社会制度において変革が必要である。中性子ビーム利用計測は、大きな構造物からマイクロな原子核に至る広い空間領域での情報、また、静的な構造からピコ秒より速い原子や電子スピンの運動に至る広い時間領域で情報取得が可能である。そのため、幅広い科学技術分野の発展や、文化や社会に関連するモノの理解に貢献できる可能性を持つ。本学術研究構想は、近未来の中性子ビーム利用計測の実現を目指すものであり、幅広い学術・技術分野への波及効果を有する。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

中性子ビーム利用は、米国、欧州に加えて、中国、韓国、オーストラリアなどで行われている。他国の状況と比較しても、パルス中性子源と定常中性子源が並設されている点は、日本の最大の強みの一つである。また、小型中性子源については、北米、欧州、中国、台湾、南米、中近東で開発が進められているが、日本が先導的な立場にいる。国内のパルス中性子源と定常中性子源に小型中性子源を加えた施策は日本独自である。

⑦ 社会的価値

将来のエネルギー源の候補とされる水素やアンモニアの関連技術分野、カーボンニュートラルで重要な二酸化炭素やメタン等の炭化水素に関する技術分野、食品や水に関する分野などは、我が国にとっても最重要である。中性子ビーム利用計測技術の高度化がこれらの分野に真に貢献し、我が国の地位・競争力を高める。

⑧ 実施計画等について

1) 実施計画

今後 10 年間、J-PARC MLF と JRR-3 の安定運転により、日本における中性子ビーム利用研究を進展させる。福井県で建設が予定されている新試験研究炉の計画を推進し、技術開発などの進捗の成果を大型施設計画の更新に適宜反映させて、J-PARC MLF TS2 および JRR-5 の施設計画の具体化につなげる。小型中性子源については、日常的に利用可能な装置を全国 8 地域に設置することを理想として掲げ、今後 10 年間は、その実現に取り組み、その後の 10 年間で、小型中性子源による実際のビーム利用研究を進める。

2) 実施機関と実施体制

計画全体の実施中心は、日本中性子科学会であり、高エネルギー加速器研究機構、日本原子力研究開発機構、理化学研究所、産業技術総合研究所、総合科学研究機構、北海道大学、東北大学、茨城大学、東京大学、京都大学などが協力する実施体制をとる。新試験研究炉に関する事業の実施には、主に、日本原子力研究開発機構、京都大学、福井大学が関わる。小型中性子源の開発と利用研究展開は、理化学研究所と北海道大学が主導しているが、産業技術総合研究所、筑波大学、京都大学も特徴ある中性子源を目指して開発を進める。

3) 所要経費

10 年間の総計で 1,800 億円程度と見込まれる。ただし、各実施組織における人件費は含まれていない。

- ・ J-PARC MLF 運転経費：年間 120 億円（ただし、陽子加速器分を含む）
- ・ JRR-3 運転経費：年間 20 億円～40 億円
- ・ 小型中性子源開発経費：180 億円（8 台分）
- ・ 新試験研究炉における中性子ビーム利用研究のための開発研究経費：50 億円。

⑨ 連絡先

大竹 淑恵（理化学研究所）