

未踏強磁場科学による物質材料研究の飛躍

① ビジョンの概要

東大、阪大、東北大が大学の枠を越えて形成・運用する強磁場コラボラトリーを基盤とし、未踏領域の強磁場科学推進のため、革新的強磁場環境を構築し、物質・材料研究に貢献する。未踏科学の探求、量子科学・技術の推進、超伝導未来社会に向けた超伝導材料・超伝導応用研究の推進を軸に、量子ビーム分野とも連携した学際融合研究も展開し、物質・材料研究の飛躍的發展を担う国際的に卓越した強磁場科学研究機構へと発展させる。

② ビジョンの内容

強磁場は、物質・材料研究の基盤である電子論構築に必須の研究環境である。強磁場を利用した宇宙科学は、星や物質の起源、生命の起源の探求の場であり、物質科学においては、磁性、半導体、超伝導をはじめとした多様な物質・材料研究に、強磁場は常に利用され、その高度化がかつてなく求められている。生命科学分野においては、磁場が量子センシングに利用され、強磁場イメージングは先端医療に必要不可欠である。

本ビジョンにおいては、1000 テスラを越える超強磁場から超精密な超伝導による定常磁場まで数桁の範囲の磁場を統合的に提供する強磁場研究拠点を形成し、物質・材料研究をはじめとした強磁場科学研究を展開する。東大、阪大、東北大が大学の枠を越え、拠点を整備する。これらにより、我が国において、強磁場環境を共通基盤とする学際的な物質・材料研究拠点が整備され、物質・材料研究を中心に、広範な学際的未踏科学研究の推進が可能となる。これらの研究成果は、広く社会に還元され、エネルギー、電子デバイス、医療などの分野において、我々の社会を支えることが期待される。

③ 学術研究構想の名称

未踏強磁場科学による物質材料研究の飛躍

④ 学術研究構想の概要

未踏の強磁場科学研究を推進する統合的な強磁場研究機構の形成を目指す。そのための中核的施設として、以下の3つを推進する。

(1) 超強磁場極限科学研究

世界唯一の破壊型 1000 テスラ超強磁場発生装置を高度化し、物質・材料はもとより、化学、生命、素粒子、宇宙を含む広域な未踏科学研究分野に対応する設備・環境を整備し、独創的な研究成果を世界に発信する。

(2) 精密強磁場科学研究

非破壊型長時間 100 テスラパルス強磁場と 50 テスラ超伝導磁石を統合した、超精密物質・材料研究環境を構築し、日本の物質・材料研究の競争力を抜本的に強化する。

(3) 学際融合科学研究

放射光や中性子など他の大型施設に強磁場環境を持ち込み、高度な物質・材料研究、生命研究、素粒子・宇宙物理研究を含む学際的融合科学を推進する。また、エネルギーや医療を含む超伝導応用技術の世界的な拠点を形成し、材料・電気・低温などの工学分野の展開と社会実装を担う。

強磁場とはなにか、強磁場コラボラトリーの目標、機関、施設



図1 強磁場コラボラトリーを基盤とした未踏強磁場科学



図2 未踏強磁場科学による物質材料研究での社会的価値

⑤ 学術的な意義

【背景】強磁場は物質・材料研究の基盤である電子論構築の最も重要なツールである。約 20 年の年月をかけて整備してきた強磁場コラボラトリーを基盤とし、強磁場研究機構の形成により、次世代の未踏の強磁場科学を開拓する。

【学術的重要性】

強磁場は、時間反転対称性を精密に制御出来る他に比肩するものがない環境であり、これまで多くの分野でノーベル賞を生み出してきた。物質材料科学に加えて、宇宙空間、生命の誕生、量子センシング、量子情報科学における量子制御、加速器などにおいて磁場の重要性は揺るぎない。

【期待されるブレークスルーと研究成果】

新原理の発見や新物質の創出、量子物質で発現する量子現象の発見、ソフトマテリアルや、高分子や生体科学などへの、新しい未踏科学への展開、が期待される。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

1990 年代から物質・材料研究の国際競争が展開され、2020 年からは、東大、阪大、東北大の施設で一体運営される全日本的強磁場施設：強磁場コラボラトリーを構築している。施設の高度化、利用研究、研究体制の 3 点において強化が求められており、日本の優位性、研究競争力の抜本的強化を目指す。

⑦ 社会的価値

強磁場利用研究は、エネルギー、環境、医療分野で大きな社会的役割を有し、磁気材料や磁石の開発には、強磁場が必ず用いられている。特に現在、省エネルギー、省資源の鍵を握る高機能・汎用元素型の磁気材料開発のために強磁場施設の高度化が強く関係産業界から要請されている。経済的・産業的価値、SDGs への寄与が期待され、超伝導・磁性材料を中心に社会実装に不可欠な材料の評価・認証施設としての機能を整備し、我が国の材料開発と関連産業の推進に寄与する。その成果は広く社会に還元され、社会的価値は極めて高い。

⑧ 実施計画等について

実施計画・スケジュール 2024-2029 年 (前期) : (i) 1000 テスラ超強磁場の高度化、整備、高度計測環境整備、(ii) 非破壊型長時間 100 テスラパルス強磁場発生装置の高度化、(iii) 33 テスラ無冷媒超伝導磁石の運用、(iv) X 線や中性子などの量子ビーム施設用の可搬型パルス磁場の段階的整備。2030 -2034 年 (後期) : (v) 1000 テスラ超強磁場の利用・運用、(vi) 非破壊長時間 100 テスラパルス強磁場超精密装置群の整備運用、(vii) 超伝導磁石、バルク超伝導磁石の量子ビーム施設への整備・運用。

実施機関と実施体制 東京大学 26 名、東北大学 16 名、大阪大学 5 名、合計 47 名の現行スタッフに支援スタッフ 32 名を加え、超強磁場極限科学系、精密強磁場科学系、学際融合科学系の 3 系において、1000 テスラ超強磁場装置、100 テスラ非破壊長時間マグネット装置、50 テスラ無冷媒超伝導マグネット装置、40 T 可搬型パルス磁場装置などをはじめとして、約 20 種類の強磁場装置を運用する。強磁場コラボラトリーという全日本的な強磁場施設として一体的に運営されており、基本的な実施機関と実施体制は明確である。20 名の研究支援要員と若手・女性研究者枠として 12 名ダイバーシティ人材枠を設けて、人材の発掘と抜擢を目指す。

総経費 82 億円

所要経費 10 年間の建設費用は、東京大学物性研究所における 1,000 T 超強磁場発生装置の高度化に 15 億円、同じく東京大学物性研究所における長時間パルス磁場による超精密測定環境の構築に 15 億円、東北大学金属材料研究所における無冷媒超電導磁石の 40 テスラへのアップグレードに 10 億円、大阪大学大学院理学研究科 先端強磁場科学研究センター、及び、東北大学金属材料研究所が主体となり、X 線や中性子などの量子ビーム施設へのモバイルパルス磁場の整備に 10 億円、合計で 50 億円を見込んでいる。さらに、拠点の運営・維持運営費として、10 年間で 10 億円、研究支援要員 20 名とダイバーシティ研究者 12 名の人件費として 10 年間で 22 億円、合計 32 億円が必要となる。従来の施設計画に比して、研究人材への投資に重点をおくことで、計画の持続性と将来性を確実にする計画となっている。

⑨ 連絡先

廣井 善二 (東京大学物性研究所)