

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。物質フロンティア探索、先進的電子論構築、超伝導社会革命基盤構築、を軸に、量子ビーム分野と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統合強磁場科学卓越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。また、生命科学分野において磁場は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。これらの研究の成果は、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。

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 25 年の年月をかけ

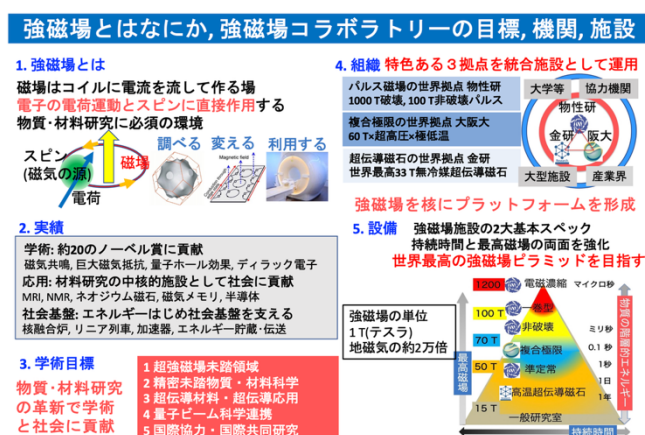


図1 強磁場コラボラトリーを基盤とした未踏強磁場

強磁場環境

物質材料研究における評価



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

て整備してきた全日本的な強磁場コラボラトリーを基盤とし、次世代の未踏強磁場科学の飛躍的發展のため国際統合強磁場科学卓越研究機構を形成する。

【学術的重要性】

強磁場は、量子系を特徴付ける波動関数へ直接的に結合した特別な外部場であり、他に比肩するものがない環境であるため、多くの分野でノーベル賞を生み出してきた。宇宙空間、生命の誕生、量子センシング、量子情報制御、加速器など、強磁場は物質・材料研究はもとより先端科学研究の中核を占めており、極めて重要である。

【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年代から世界的に大型強磁場施設の整備がなされており、物質・材料研究の国際競争が展開されている。日本では、2020年からは、強磁場コラボラトリーを形成し、国際競争に対応した体制を構築している。施設の高度化、利用研究、研究体制の3点において抜本的な強化が求められており、本構想は日本の研究競争力の抜本的強化を目指すものである。

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果たす。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が課題となっており、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へ寄与する。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＞ 2026-2031年（前期）：（i）1000テスラ超強磁場発生装置の高度化及び整備と高度計測環境の整備、（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によるスマート強磁場環境の整備、（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可搬型パルス磁場の段階的整備。2032-2036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における超精密装置群の整備と運用、（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25名、東北大学16名、大阪大学5名、合計46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、40T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。全日本的な強磁場施設である強磁場コラボラトリーとして一体的に運営されており、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名のダイバーシティ人材枠を設け、人材の発掘と抜擢を目指す。

＜総経費＞ 77億円：[所要経費]10年間の建設費用は、東京大学の1000T超強磁場発生装置の高度化に15億円、同じく東京大学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5億円、東北大学における40テスラ無冷媒超伝導磁石の開発・導入に15億円、大阪大学、及び、東北大学が主体となり、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45億円を見込んでいる。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

小林 洋平（東京大学物性研究所）