

【理工系(数物系科学)】

研究課題名	多元環境下の新しい量子物質相の研究
研究代表者名	きたおか よしお 北岡 良雄 (大阪大学・基礎工学研究科・教授)

世界最高水準の実験技術と理論解析の協奏により量子物質相の謎を解く

鉄、コバルト、ニッケル、などはミクロな磁石である電子スピンの同じ方向に揃うことで強磁性体(永久磁石)となる。このような「磁性」は、マイナスに帯電した電子の間に働く「反発力」によって電子が互いに避け合う「強相関効果」に起因している。一方、電子が動き廻るために「磁性」が消失している金属が示す「超伝導」は、プラスに帯電したイオン格子の歪みを媒介にして電子間に「引力」が働くことで生じる。従って、電子間に働く引力によって起こる「超伝導」(電気抵抗ゼロ、永久電流、完全反磁性の機能をもつ)と反発力で起こる「磁性」(永久磁石の機能をもつ)という物理学の二つの重要な現象は、長い間、相反するものと考えられてきた。ところが、両者がお互いに深い関連をもっていることが分かってきた。これは、1986年に電子スピンの反対向きに揃っている反強磁性絶縁体である銅酸化物に電気伝導を生じさせるキャリアをわずかにドーピングすることによって室温に迫るような高温で超伝導が発見されたことが決定的な契機となっている。このような電子の量子効果によって発現する新しい量子物質相の発見は、相互作用する電子集団が我々の想像をはるかに越えて豊富で多彩な振舞いを示すことを認識させると同時に、他の自然現象との思わぬ関連性を気づかせる効果をもつ。また物理概念の理解の深化を導き、未踏の学術を創成する契機となる。世界最高水準の実験技術、多重極限環境下の精密NMR測定技術(北岡、椋田、八島)、量子物質創製技術(大貫、木村)、高温超伝導物質創製技術(伊豫)、と新しい量子現象の理論解析力(三宅)の協奏的な展開によって、多元的な電子構造や多様な格子構造をもつ量子物質の創製、および多重極限的物理環境下で発現する新しい量子物質相の発見と現象の解明、およびこれまでは独立の物理現象としてとらえられていた磁性、超伝導、強誘電性の協奏効果によって出現する「多元環境下での新しい量子物質相」の発見と現象の解明を行う。

具体的には「物質科学のフロンティア」をさらに押し広げつつ、共通する物理概念の深化を通じて銅酸化物高温超伝導を、さらに超える「新規な高温超伝導物質」の創製、これまでに実現されたことのない電場による磁性制御やより高温で動作する巨大電気磁気効果物質などの研究を幅広く展開し、量子物質相の謎を解き「物性物理学における未踏の基礎学理」の確立を目指す。

【キーワード】

高温超伝導物質：従来の金属系で起こる超伝導転移温度(～40K)より高温の転移温度をもつ物質

巨大電気磁気効果物質：電場による磁気分極や磁場による電気分極が起こる「磁性と強誘電性」とが共存する物質

【部会における所見】

本研究課題は、十分な実績を持つ研究者の力を結集して多元環境下の新しい量子物質相を研究することを目指している。メンバーの得意分野も相補的であり、国際的に高い評価を受ける先駆的な研究が期待でき、特別推進研究として採択すべきであると判断した。採択にあたり、各研究グループが一層有機的に協力することにより強相関係の物理の本質的な理解につながる研究成果が上げられるよう、申請者のリーダーシップが期待される。