

平成23年度 科学研究費補助金交付申請書

平成 23 年 4 月 10 日

独立行政法人
日本学術振興会理事長 殿

所属研究機関の本部の所在地及び名称	〒 739-8511 東広島市鏡山1-3-2	
	名称 広島大学	
所属研究機関の長の職名・氏名	職名 学長	氏名 浅原 利正
	研究代表者の部局・職	部局 大学院理学研究科
フリガナ	イノウエ カツヤ	
研究代表者の氏名	井上克也 印	

次のとおり研究を実施したいので、科学研究費補助金 (基盤研究(A)) の交付を申請します。
なお、交付された補助金は、補助条件に従い適正に使用します。

研究課題名	キラル磁性体の合成戦略の確立
-------	----------------

(交付予定額) 補助金額	直接経費①	間接経費②	直接経費と間接経費の合計(①+②)	
	10,000,000 円	3,000,000 円	13,000,000 円	
	直接経費の 費目別内訳	物品費 6,550,000 円	旅費 2,450,000 円	人件費・謝金 1,000,000 円

補助事業者	研究者番号	機関番号	所属番号	職番号	役割分担等	エフォート (%)	直接経費 (研究者別内訳) (単位:円)
	氏名	所属研究機関・部局・職					
研究代表者	4 0 2 6 5 7 3 1	1 1 5 4 0 1 8 8 4 2 0			研究計画統括、設計・合成	25	5,200,000
研究分担者	4 0 1 7 7 7 9 6	2 2 6 0 4 8 8 1 2 0			構造解析・特殊環境下構造解析	15	500,000
	8 0 2 9 0 9 0 6	1 7 1 0 4 8 8 5 2 7			磁気物性理論全般	20	1,200,000
	8 0 0 1 3 5 2 2	3 2 6 0 1 4 0 3 2 0			偏極中性子線回折・無機合成	5	1,500,000
	6 0 3 1 5 1 0 8	1 7 1 0 4 8 8 5 2 7			磁気構造解析	15	1,600,000

補助事業者合計(小計)	5 名	直接経費合計(小計)	10,000,000
-------------	-----	------------	------------

キーワード	① 磁気chirality	② 結晶chirality	③ キラル磁性体	④ 不斉磁気光学効果	⑤ キラル磁気構造
-------	---------------	---------------	----------	------------	-----------

機関番号	1 5 4 0 1	研究種目	基盤研究(A)	課題番号	22245023
------	-----------	------	---------	------	----------

経費管理担当者 部局・職・氏名	部局・職 財務・総務室 外部資金 契約グループリーダー	氏名	佐々野 克美	(1)
-----------------	--------------------------------	----	--------	-------

研究の目的

2006年度より、申請者を中心とする化学・物理研究者の連携によって基盤研究A「結晶と磁性のchirality」を実施した。マクロスケールで発現する結晶のchiralityと磁性のchiralityの関連を、有機・無機に渡って総合的かつ系統的に調べ、chiral構造特有の結晶異方性がもたらす結晶chirality (chiral電場)、磁気chirality (chiralスピン構造)、弾性chirality (chiral応力場)の結合が重要かつ未開拓であることを明らかにした。本研究では、結晶構造、含まれるイオンの磁気異方性、配位子の非対称電場を系統的にかつ集中して制御することにより、より効果が顕著に現れるChiral磁性体の設計指針を確立し、Chiral磁性、マルチフェロイック研究を飛躍的に進展させる基礎的知見を得る。(1) 結晶・磁気chiralityの定量化:磁気異方性、結晶構造の異なるChiral反強磁性体を多数作成し、粉末状態での磁気測定を行うことによりスクリーニングを行い、単結晶による磁気測定、加圧効果測定を行うことによりDM相互作用におよぼす効果を系統的に明らかにする。また、結晶の磁気chiralityを検出できる偏極中性子線回折とナノスケールでの磁気および結晶chiralityを検出できる放射光円偏光X線回折を併用することにより、結晶chiralityと磁気chiralityの関係を定量化する。(2) 分子性・無機Chiral磁性体の物質設計・制御戦略の確立:以下の順番で明らかにしてゆく。1. Chiral磁性体の磁気相図 2.DM相互作用におよぼす磁気異方性の効果 3.DM相互作用におよぼす配位子のChirality(空間電子分布の非対称度)、結晶空間群の効果 4.DM相互作用と競合する磁気交換、双極子相互作用とChiral磁気構造の関係。これらを明らかにすることにより、Chiral磁性体の構築に用いる金属イオン、配位子、空間群のChiral磁気構造への寄与の全貌が明らかになり、設計指針が確立できる。この知見はそのまま無機Chiral磁性体やマルチフェロイックスにも適用可能な情報となる。

本年度(～平成24年3月31日)の研究実施計画

◎井上(研究統括・分子性物質探索・物性測定全般):これまでの合成手法を活用して、あたらしい分子性Chiral磁性体を創製する。結晶・磁気異方性を系統的に変化させ、構造磁気異方性の観点から、DM相互作用の制御を目指す。その際、粉末状態での磁気測定を行うことによりスクリーニングを行い、単結晶による磁気測定からDM相互作用におよぼす効果を系統的に明らかにする。また、結晶の磁気chiralityを検出できる偏極中性子線回折とナノスケールでの磁気および結晶chiralityを検出できる放射光円偏光X線回折を併用することにより、結晶chiralityと磁気chiralityの関係を定量化する。○秋光(無機物質探索・中性子線回折):基盤Aにおいて、無機系透明Chiral磁性体CuB2O4の大型単結晶の作成に成功し、磁化の特異な磁場・温度依存性を観測した。この特異な振る舞いは、岸根らのChiralソリトン格子モデルによって統一的に理解されることが判明した。また、無機Chiral磁性体CsCuCl3において、右手系・左手系結晶の作り分けに成功した。また、円偏光X線回折法の原理を進展させ、育成した単結晶CsCuCl3を用いて、数点の円偏光X線回折点を用いた絶対構造の判定の実証実験を行なった。23年度は、この手法を一般化する。これにより、chiralityを評価するために、従来の全X線異常散乱データを用いた絶対構造決定が不要となる。さらに、温度や外場に対する結晶・磁気chiralityの応答を、効率よく正確に評価することが可能となる。また、CsCuCl3で得られた単一磁区の生成方法をより進展させ、室温以上でChiral磁気構造を持つ六方晶フェライトの大型単結晶を作成する。M1/3NbX2(M=遷移金属、X=カルコゲン)は磁性金属イオンとカルコゲンの伝導sバンドが共存する理想的なsd系であり、電気伝導性Chiral磁性結晶を実現する最有力候補である。23年度は、この系列に属する一連の磁性化合物を系統的に創製する。○菊地(結晶構造解析・磁気空間群に基づく戦略的物質設計):基盤Aの成果として、分子性Chiral磁性体グリーンニードル[Cr(CN)6][Mn((S)-pnH)(H2O)]H2O(GNと略記)における多段階可逆構造相転移を見出し、結晶構造と磁気Chiral構造の関連を解明してきた。23年度は、GNにおいて非整合chiral磁気構造を実現するため、加圧による結晶・磁気・弾性異方性の間の関連性を解明する。○美藤(磁気・電気・弾性結合の精密測定):基盤Aで、Chiral磁性体特有の巨大非線形磁気応答を発見し、その機構解明を進めた。また、磁気応答が高圧印加によって敏感に制御され得ることを実証した。その研究過程で、磁気測定技術および高圧力発生技術に関する改良を行った。23年度は、新しい特異物性の探索を進めるとともに、巨大非線形磁気応答と弾性自由度との結合効果を観測する実験システムを構築し、巨大非線形磁気応答およびマイクロ磁気弾性効果に関する新しい知見を得る。また、岸根らによって提唱されているchiral磁性結晶におけるスピカレントの初検出を目指す。このため、SQUID束束計にギガヘルツ帯超音波発振子を組み込んだ装置を開発している。超音波発振子の共鳴周波数をインピーダンス測定によって検出する動作確認を進めており、現在装置の建設中である。23年度は、これらの装置を使い新しい現象の発見を進める。○岸根(物性理論):基盤Aの成果として、磁場中のchiralらせん磁性体中に形成される位相欠陥の格子(磁気ソリトン格子)を並進運動させると、磁気慣性流(スピカレント)が生成されることを理論的に発見した。本研究計画では、このカレントを超音波、パルス磁場、光、伝導電子との結合によって駆動する基本原理を理論的に体系化し、実験的な検証へつなげる。23年度は特に、マイクロ弾性理論の物質科学への応用という未開拓の分野に集中して取り組む。マイクロ弾性理論は、数理科学者であるEringenによって体系化されたマイクロ歪みを含む弾性理論であり、これまで結晶の物性に応用された例は無い。これによって、超音波によるスピカレント駆動というまったく新しい概念を打ち立てる。

主要な物品の内訳(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

品名	仕様(製造会社名・型)	数量	単価(円)	金額(円)	納入予定年月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月
				0	平成 年 月

様式 A-2-1 別紙

	研究者番号	機関番号	所属番号	職番号	役割分担等 〔本年度の研究実施計画に対する分担事項等を具体的に記入すること。〕	エフォート (%)	直接経費 (研究者別内訳) (単位:円)	
	氏名	所属研究機関・部局・職						
研究 分 担 者								
	補助事業者合計(小計)		5 名			/	直接経費合計(小計)	10,000,000

