

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		ハイブリッドスピンの設計性を活用した多彩な量子磁性体の構築			
研究テーマ (欧文) AZ		Varieties of quantum spin systems realized by hybrid-spin approach			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)ヤマグチ	名)ヒロノリ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	山口	博則	報告年度 YR	2015年
	ローマ字 CZ	Yamaguchi	Hironori	研究機関名	大阪府立大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		大阪府立大学大学院理学系研究科・准教授			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)					
<p>有機無機ハイブリッドスピンをユニットとしたスピンモデルの設計(ハイブリッドスピニアプローチ)によって、金属元素特有のスピンサイズと磁気異方性を取り込んだ有機磁性体の開発を目指した。それによって様々な低次元スピン系を設計し、多彩な量子状態の観測・解明を目的とした。具体的には、フェルダジラジカルにピリジン環を修飾した <i>o</i>-Py-V を合成し、3<i>d</i> 遷移金属元素 M を含む M(hfac)₂ と組み合わせた分子性の新規金属錯体[M(hfac)₂]・(<i>o</i>-Py-V)を合成した。遷移金属がスピンを持たない Zn 錯体(M= Zn²⁺)においては、ラジカルによる S=1/2 強磁性(F)-反強磁性(AF)一次元交替鎖(S=1/2 F-AF 鎖)の形成を明らかにした。遷移金属がスピンを持つ Cu 錯体(M= Cu²⁺)、Ni 錯体(M= Ni²⁺)、Mn 錯体(M= Mn²⁺)では、遷移金属とラジカルのスピンの分子内で反強磁性的に強く結合して、室温以下でハイブリッドスピンを形成している可能性が磁化率の温度依存性から示唆された。</p> <p>Mn 錯体では、S=5/2 の Mn²⁺ と S=1/2 のラジカルが分子内で反強磁性的に強く結合して、室温以下でハイブリッドスピン 2 を形成していると予想された。実際に、ESR 測定によって約 40 K 以下の温度領域で共鳴シグナルが観測され、ハイブリッドスピンの形成が確認された。さらに、磁場方向を変えて ESR 共鳴モードを測定した結果、シングルイオンタイプの磁気異方性による明瞭な違いを観測した。共鳴モード解析によって見積もった磁気異方性を考慮することで、磁化曲線に見られたメタ磁性転移も定量的に説明することができた。これらの結果から、Mn 錯体ではハイブリッドスピンによる異方的な S=2 F-AF 鎖が実現していることが明らかになった。このような量子スピンモデルの実現はこれまでに例がなく、量子状態の未踏領域を切り拓く研究対象となる。本研究を通して、ハイブリッドスピニアプローチによる金属元素のスピンサイズと磁気異方性を効果的に取り込んだ有機磁性体設計を実証することができた。</p>					
キーワード FA	有機磁性体	金属錯体	ハイブリッドスピン	量子スピンモデル	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	S=1/2 ferromagnetic-antiferromagnetic alternating Heisenberg chain in a zinc-verdazyl complex							
	著者名 ^{GA}	H. Yamaguchi et al.	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B					
	ページ ^{GF}	085117-1~085117-6	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	91
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}		発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

In addition to magnetic interaction, two principal parameters are required for designing a magnetic material: spin size and magnetic anisotropy. Organic radical has $S=1/2$, and it is almost isotropic at experimental temperatures owing to the negligible spin-orbit couplings in light elements. Our strategy for modulating both spin size and magnetic anisotropy is to combine radicals with transition metal ions.

We successfully synthesized the metal-verdazyl complex $[M(\text{hfac})_2] \cdot (o\text{-Py-V})$ [hfac = 1,1,1,5,5,5-hexafluoroacetylacetonate; $o\text{-Py-V} = 3\text{-(2-pyridyl)-1,5-diphenylverdazyl}$]. The Zn complex ($M=\text{Zn}^{2+}$) is considered as an ideal model compound with an $S = 1/2$ ferromagnetic-antiferromagnetic alternating Heisenberg chain (F-AF AHC). Furthermore, we demonstrate an advanced spin-system design using a hybrid spin consisting of a strongly coupled metal ion and verdazyl radical in Mn complex ($M=\text{Mn}^{2+}$). *Ab initio* calculation, magnetization, and ESR measurements evidenced the first realization of a hybrid spin 2 F-AF AHC with Ising anisotropy. Consequently, we demonstrated the realization of an unprecedented type of $S>1$ spin system by using the metal-radical hybrid-spin approach. Our results provide a way to synthesize magnetic materials with a variety of spin systems with different spin sizes and magnetic anisotropies.