

石田 尚行
Takayuki ISHIDA

研究课题 分子性磁性体的应用、稀土复合物的应用

关键词

分子性磁性体, 过渡金属配位复合物, 络合物, 稀土复合物, 镧系元素, 磁性, X 射线结晶结构分析, 纯有机基铁磁体, 单分子磁铁, 包含分子的磁性控制, 手性磁铁, 磁性的光控制

所属专业	研究生院信息理工研究科 先进理工学专攻
研究成员	石田 尚行 教授
所属学会	日本化学会, 美国化学会, 应用物理学会有机分子·生物电子分科会, 分子科学会, 电子自旋科学学, 日本介子科学会, 复合物化学会
研究设备	超导量子干扰磁束计 (MPMS/SQUID)、X 射线结晶结构快速分析仪 (R-axis Rapid)、荧光 X 射线分析仪 (Rayny)、循环伏安法, 高效液相层析仪 (3 台), 微波合成仪, 有机元素分析仪 (由研究设备中心管理), 多用途物性测量仪 (PPMS, 由研究设备中心管理), 电子自旋共振仪 (ESP300E, 由研究设备中心管理), NMR, MS, UV/Vis, IR 等通用分光器 (由研究设备中心或学科管理)

研究概要

发现大约一半的纯有机基铁磁体

该研究室考虑到电气通信大学的特点, 致力于机电一体化相关的化学领域的研究。他们的研究中心是「分子性磁性体的应用」和「稀土复合物的应用」。

随着科学的发展, 以前大家对有机化合物的常识陆续被改变。一旦探明有机化合物的导电性, 发现有机超导材料的话, 那么下一步就会把精力转移到有机化合物能否成为铁磁体 (=磁铁) 的课题上。

有机化合物在磁性上具有反磁性, 这是自古以来的常识。这是因为虽然它的每个电子都具有磁性, 但原子与原子相结合时, 相反的磁性之间会配对相互抵消, 这样分子整体的磁性就会消失。

为了改变这种认识, 我国的研究机构发现了成为磁铁的有机物质, 接着法国的研究机构也用别的物质发现了这种有机物质。该研究室成为了第三个发现这种有机物质的研究机构。到目前为止, 该研究室发现了大约一半的纯有机基铁磁体。任何一种铁磁体失去磁性的温度 (转移温度) 都很低, 所以今后的课题就是要提高转移温度。

该研究室主要采用有机合成方法来合成物质, 将温度降低到 1.8K (开氏度) 来测量磁性的温度变化。并且对呈现出颇有意思的物性且得到单结晶的物质进行 X 射线结晶结构分析, 从理论上去弄清楚磁性和结构之间的关系。

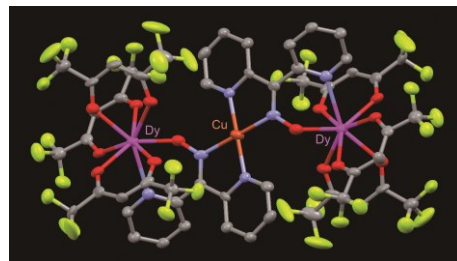
迁移金属复合物的研究

该研究室还致力于有机化合物和迁移金属离子的复合物 (络合物) 的研究。「络合物」兼具了金属的力度和有机化合物的力度, 也就是说它是有机无机的混合物。最近该研究室采用有机基和钴 (II) 离子复合形成的化合物, 开发出了具有世界最大矫顽力的 52kOe (千奥斯特) 的磁铁。所谓矫顽力, 是指磁滞的幅度, 是该物质呈现的很难失去磁化的这种特性。

该研究室还进一步合成了由原子团和铜离子构成的纳米大小的具有管状空洞的化合物。在这个空洞里一旦导入卤化碱及水, 就会发生强磁性的相互作用。特别是在水的情况下, 还发现很容易进行 6 倍磁化, 抽掉水后又会还原的这样一种可逆性。

镧元素复合物的应用

该研究室还致力于稀土 (镧) 复合物应用领域的研究。从含有迁移金属离子和镧离子的复合物成

变成单分子磁铁的 Dy₂Cu 复合物 (Dy 镧)

电子自旋共振仪

未来展望

用手性磁铁、内含分子的物质来控制磁性



X 射线结晶结构分析仪



超导量子干扰磁束计

功地合成了具有巨大磁力矩 (自旋量子数 27/2) 的复合物分子。在低温条件下, 从相同的复合物中开发出了具有「单分子磁铁」性能的物质。这种磁性材料与以前只用一个分子来表示磁滞的磁铁截然不同。作为承担纳米技术一部分任务的材料, 我们希望能够将它应用到高密度信息记录媒体中。

并且镧还作为发光元件备受重视, 我们认为用光来操纵磁性还需要重要的物质。

优势

磁性记录媒体的开发

该研究室拥有材料合成、开发及理学色彩较强的物性测量装置。通过和拥有产业应用装置 (工艺、镀气、硅相关的装置) 的产业界合作, 使用有机或有机无机混合物材料, 可以共同开发磁性记录媒体等。

可提供的材料为络合物、有机基物质群。

在络合物中, 该研究室现有很多作为纳米领域的存储设备而备受期待的单分子磁铁。最近他们还把有机基应用到电池材料中, 因而备受关注。

该研究室在室温空气的条件下, 正在大量地合成开发稳定的原子团以及含有原子团的络合物。自由基是不稳定, 所以不适合于工业应用, 根据分子设计即使在空气高温下也可以稳定存在。

在用手性磁铁、内含分子的物质来控制磁性这方面, 该研究室还在开拓前沿的技术。如果以有机·分子性材料为基调, 就能开发出可溶磁铁、发光磁铁、透明磁铁等以前的无机材料所没有的复合功能性材料。比如向开发发光磁开关元件进行扩展。