

人工化合物のオスミウム原子

2通りの電子スピン持つ

理研などの研究グループ発見

新たな記録材料に期待

理化学研究所、東大、神戸大、広島大、高輝度光科学研究センターなどの研究グループはこのほど、人工化合物 $Cd_2O_5O_7$ のオスミウム(Os)原子が、内向きと外向きという2通りの電子スピンの向きを持つことを発見した。理研放射光科学総合研究センター・スピン秩序研究チームの有馬孝尚チームリーダー、東大物性研究所の山浦淳一助教らを中心とした共同研究グループによる成果で、今後、同じ型の電子スピン配列を持つ実用化可能な物質を創出することによって、これまでの磁気記録材料にはない特徴を持つ新奇な記録材料の可能性が期待される。

多くの物質は、温度を変えても電気伝導はあまり変化しないが、ある種の金属酸化物は、温度変化により金属から半導体へと変化する。こうした物質の一群は、様々なセンサー材料や調光材料として応用されておりまた、超伝導の性質を示す可能性もあることが知られている。そのため、金属から半導体になる物質群の実

用化を目指した応用研究は盛んに進められている。共同研究グループが今回着目した人工化合物 $Cd_2O_5O_7$ もそうした特徴を示す物質の1つ。パイロクロアという天然鉱物と同じ構造を持つ人工金属酸化物である。4個のOs原子が正四面体の頂点に位置し、さらにその正四面体がつながるようにして結晶が

つづられている。 $Cd_2O_5O_7$ は室温では電気をよく通すが、 52 度C以下に冷却すると半導体となる。30年以上前に、米国の研究グループが、半導体になると同時に電子スピンの整理していると考えられる実験結果を報告したが、本

当に整理しているのかどうかはわかっていなかった。この物質の性質を詳細に調べたためには、中性子を照射し、その跳ね返り方を測定するが、 $Cd_2O_5O_7$ は中性子を吸収してしまう性質があり、これまで測定することができなかった。そこで、同グループは、大型放射光施設Spring-8の放射光X線を用いた実験と観測にチャレンジした。

具体的には、 $Cd_2O_5O_7$ を構成している3元素(カドミウム、オスミウム、酸素)の中でも、磁性の性質を持つ可能性が高いOs原子に注目、Os原子が反応する 0.114 nmの波長を持ったX線を 52 度C以下に冷やした $Cd_2O_5O_7$ 結晶に当て、X線が跳ね返る方向と強さを精密に調べることで、Os原子の周りを回る電子スピンの配列を検討した。

その結果、Os原子がつくる正四面体の頂点にある電子スピンの向きが内側か外側のどちらかを向く2通りの配列があることが判明した。この特徴的な配列は、電子スピンどうしが磁性を打ち消しあうため、物質全体としては磁石の性質を持たないがデジタルな0と1を表現することができる。また、これまでの磁気記録材料は、強い磁石に近づけると誤消去される欠点があったが、今回発見された電子スピンの配列は磁化を持たないので、強い磁石を近づけても0と1の間の誤消去が起きにくい。したがって、新たな記録材料としての可能性を秘めている。ただし、その出現温度が室温以下であり、またカドミウムやオスミウムには毒性があるため、実用化には課題が多く残されている。研究グループは今後、今回の発見を活かして、外部刺激に対する $Cd_2O_5O_7$ の特性を詳細に調べるとともに、同じ型の電子スピン配列を持ち、かつ実用化可能な物質の創出を目指す。こうした研究を展開することによって、従来の磁気記録にはない特徴を有する新しい記録材料や、この電子スピン配列に伴う電気抵抗の変化を利用したセンサーなど、新世代技術への応用が期待される。