

固体表面から吸着原子へのスピン移行 を初めて観測

スピン触媒技術への貢献に期待

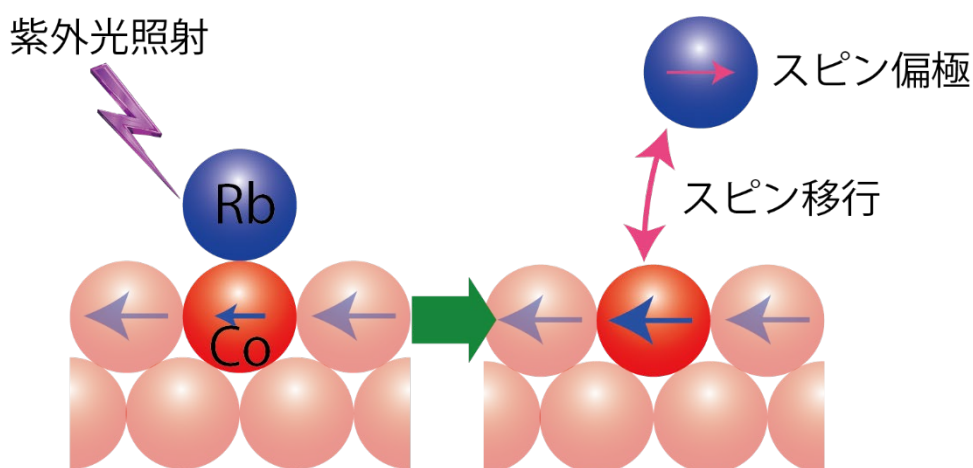
本研究のポイント

- ・固体表面から原子を脱離させ、そのスピン偏極度を測る新手法を開発。
- ・Co 表面から Rb 原子が脱離する際に Co から Rb 原子にスピン移行が起きることを発見。
- ・スピン移行を伴う脱離のメカニズムを提唱。

【研究概要】

横浜国立大学大学院工学研究院の浅川 寛太助教、東京農工大学大学院工学府の田邊 直樹氏（研究当時）、同大学院工学研究院化学物理工学部門の畠山 温教授、千葉大学大学院融合理工学府の渡邊 桜生氏、鎌田 峻司氏、原 慶輔氏（研究当時）、同大同院理学研究院の二木 かおり准教授の研究グループは、独自に開発した実験手法により、磁化したコバルト薄膜に吸着したルビジウム原子が脱離する際、コバルト表面からルビジウム原子にスピン[用語 1]が移行することを発見し、第一原理電子状態計算[用語 2]を用いてそのメカニズムを解明しました。本成果は、近年注目されているスピン触媒のメカニズム解明や高効率化に貢献すると期待されます。

本研究成果は、国際学術誌「Physical Review B」（2026 年 8 月 24 日付）に掲載されました。



本研究成果の模式図

【社会的な背景】

近年、カイラル分子や磁性体など、物質中の電子が持つ磁氣的性質であるスピンを用いて水の電気分解やアンモニア生成反応などを促進する「スピン触媒」が注目を集めています。そのメカニズムには、触媒表面から反応物にスピンが移る「スピン移行」が重要な役割を果たすと考えられています。しかし、実際にスピン移行が生じていることを実験的に確かめた研究例はこれまでありませんでした。スピン移行の観測に成功すれば、スピン触媒のメカニズム解明や、さらなる高効率化につながると期待されます。

【研究成果】

本研究では、強磁性体であるコバルト (Co) の薄膜に吸着したルビジウム (Rb) 原子を脱離させ、気体となった Rb 原子のスピンの向きの偏り (スピン偏極度) を測定することで、脱離に伴う Co-Rb 間のスピン移行を観測することを目指しました。

まず、Rb が吸着した Co 薄膜に紫外光を照射することで Rb 原子を脱離させました。さらに、Rb の共鳴周波数に安定化された光 (プローブ光) を Co 薄膜表面すれすれに入射し、Rb 原子によるプローブ光の吸収を観測することで、脱離した Rb 原子を検出しました。さらに、プローブ光の偏光状態を右回りの円偏光[用語 3]と左回りの円偏光にした場合のそれぞれに対してプローブ光の吸収強度を測定し、それらの比から脱離した Rb 原子のスピン偏極度を評価しました。その結果、Co 表面から脱離した Rb 原子のスピンは偏極しており、Co 薄膜の磁化方向を反転させるとスピン偏極の向きも反転することが分かりました。この結果は、スピン偏極した Co 表面と Rb 原子の間でスピン移行が起きていることを示しています。

次に、観測されたスピン移行のメカニズムを明らかにするため、Rb が吸着した Co 表面の電子状態を、第一原理電子状態計算により解明しました。その結果、Rb が吸着した Co 表面に紫外光を照射すると、スピン偏極した電子が Co から Rb に移動し、スピン偏極した Rb 原子が脱離する可能性が示唆されました。また、第一原理電子状態計算によって予測された脱離 Rb 原子のスピン偏極の向きは、実験結果と一致していました。

【今後の展開】

本研究により、強磁性体表面から脱離した原子のスピン偏極度を測定する手法が確立されました。この手法は、近年注目されているスピン触媒のメカニズム解明やさらなる高効率化に貢献すると期待されます。

【謝辞】

本研究は、JSPS 科研費 (課題番号 JP21K13864、JP24K01343) と文部科学省「マテリアル先端リサーチインフラ」事業 (課題番号 JPMXP1224UE5367) の支援を受けて行われました。

【用語解説】

[用語 1] スピン：電子や原子などの粒子が持つ、磁石のような性質。古典的には粒子の自転運動のようなものとして解釈される。

[用語 2] 第一原理電子状態計算：量子力学の原理に基づいた計算によって、物質を構成する原子の質量数や原子番号などの基礎的な情報のみをもとに、物質中の電子のふるまいや化学的性質を解明する手法。

[用語 3] 円偏光：光の電場方向が進行方向に向かってらせん状に回転しながら進む光。右回り円偏光と左回り円偏光の 2 種類があり、スピン偏極した物質に透過させると、円偏光の向きによって透過率が変わる場合がある。

【論文情報】

雑誌名： Physical Review B

論文タイトル： Light-induced spin-polarized desorption of Rb atoms from Co surfaces

著者： Kanta Asakawa, Naoki Tanabe, Oki Watanabe, Shuji Kamada, Keisuke Hara, Kaori Niki, and Atsushi Hatakeyama

DOI： 10.1103/56hb-jcdl

本件に関するお問い合わせ先

（研究に関すること）

横浜国立大学 大学院工学研究院 助教 浅川 寛太

Tel：045-339-4496

Mail: asakawa-kanta-hn@ynu.ac.jp

東京農工大学 大学院工学研究院化学物理工学部門 教授 畠山 温

Tel：042-388-7554

Mail: hatakeya@cc.tuat.ac.jp

（報道に関すること）

横浜国立大学 総務企画部 リレーション推進課

Tel：045-339-3027

Mail: press@ynu.ac.jp

東京農工大学 総務課広報室

Tel：042-367-5930

Mail: koho2@cc.tuat.ac.jp

千葉大学 広報室

Tel：043-290-2018

Mail: koho-press@chiba-u.jp