

溶媒を混ぜると高分子が溶けなくなる現象を 解明 - 高分子溶液の軟 X 線吸収分光計測 -

2024 年 5 月 17 日
分子科学研究所, 高エネルギー加速器研究機構,
総合研究大学院大学

自然科学研究機構 分子科学研究所／総合研究大学院大学の長坂将成助教, 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所／総合研究大学院大学の足立純一講師, 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の熊本文俊博士研究員, 浙江大学 (中国) の望月建爾教授, Yifeng Yao 大学院生は, 軟 X 線吸収分光計測と計算機シミュレーションを基にして, ポリイソプロピルアクリルアミドが, 水とメタノールそれぞれに溶けるのに対して, 水とメタノールを混ぜた溶液には溶けなくなる共貧性溶媒効果のメカニズムを明らかにしました。

本研究成果は, 国際学術誌『Physical Chemistry Chemical Physics』に速報として, 2024 年 4 月 17 日付でオンライン掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/pr202405171000> をご覧ください)。

安定して存在するトポロジカルなキラル 量子細線を発見 - 量子ビットや高効率太陽電池への応用に期待 -

2024 年 5 月 31 日
東北大学, 大阪大学, 京都産業大学,
高エネルギー加速器研究機構,
量子科学技術研究開発機構, 科学技術振興機構

金属, 絶縁体, 半導体に次ぐ固体の新しい状態であるトポロジカル絶縁体は, 次世代の超低消費電力デバイスへの応用が期待されており, その基礎となる理論研究に 2016 年のノーベル物理学賞が授与されるなど, 大きな注目を集めています。また, グラフェンの発見 (2010 年ノーベル物理学賞) を契機に, 新しい機能性材料として, 原子 1 個から数個分の厚さの薄膜や量子細線の研究が世界中で進められています。究極的に小さな量子細線のトポロジカル絶縁体は, これら固体物理の重要テーマが交差する領域の興味深い研究対象であり, 理論的には研究されていますが, 安定して存在する理想的な物質が見つかっておらず, 実際の物質での計測結果などをもとにした性質の理解は進んでいません。東北大学, 大阪大学, 京都産業大学, 高エネルギー加速器研究機構, 量子科学技術研究開発機構の共同研究グループは, ガスクラスターイオンビーム (GCIB) と高輝度放射光を用いた実験と理論計算により, テルルの量子細線が 1 次元トポロジカル絶縁体であることを明らかに

しました。この成果は, バルク結晶 (3 次元) や薄膜 (2 次元) 形状をした既存のトポロジカル絶縁体とは異なる性質が期待される 1 次元トポロジカル絶縁体の基礎研究の進展に加えて, 量子ビット (量子コンピュータ) や高効率太陽電池などの実現に道を拓くものです。

本研究成果は 2024 年 6 月 6 日, 科学誌 Nature に掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202406061000> をご覧ください)。

光触媒の表面でいま何が？ クリーン水素生産に向けた新しい観察法

2024 年 7 月 25 日
高エネルギー加速器研究機構

太陽光を用いて水を水素と酸素に分解できる半導体光触媒は, 生成した水素をエネルギーとして使用できるため, 環境負荷の低い次世代エネルギー源の一つです。この半導体光触媒は p 型半導体材料でできた水素発生電極と n 型半導体材料でできた酸素発生電極を組み合わせてデバイスとして用いられています。酸素発生電極は水素発生電極に比べ, 性能のボトルネックになっているため, システム全体の性能向上のために, 酸素発生電極の性能向上が必須となっています。

一方で, 電極上での酸素発生の反応過程には未だ不明点が多くあります。特に, 光触媒による水分解反応は固液界面での反応を扱うため, この固液界面でどのような化学種が生成し, どのように反応が進行するかがデバイスの特性を左右すると考えられます。

今回は, モデル触媒として, 本多・藤嶋効果で知られる酸化チタンに着目し, 波長分散型 (エネルギー一括測定型) 軟 X 線吸収分光法を用いることで, 酸化チタンの固液界面における化学反応 (酸素発生反応) を観察しました。この手法を用いると, さまざまなエネルギーを持つ軟 X 線の吸収の大きさを一度に測定することができるため, 化学反応中に現れる化学種の時間変化をリアルタイム観察することが可能です。

軟 X 線吸収分光法は金属酸化物半導体の表面・界面における化学種やその電子状態を観察できる強力な手法です。電位をスキャンしながら (または, UV 光や可視光を照射しながら) 固液界面の触媒反応時の電極/電解質溶液界面に生じる化学種をリアルタイムかつオペランド測定することで, 触媒電極表面近傍に吸着した中間体や発生した酸素を観察することができました。

本研究成果は, 専門誌 Electrochemistry Communications に掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/07/pr202407251400.pdf> をご覧ください)。