

課題番号: GR002
助成額: 161 百万円

エネルギー固定型メカノ反応の開発と余剰動力の直接化学的燃料化

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

専門分野
有機合成化学

キーワード
合成有機化学 / エネルギー節約・効率利用 /
再生可能資源・エネルギー

伊藤 肇 北海道大学大学院工学研究院 教授
Hajime Ito

WEB ページ
<http://or.research.hokudai.ac.jp/next/researcher/ito/>



研究背景

固体に対して力学的な刺激を与えて反応を促進させる手法は、メカノケミカル反応として19世紀から知られており、特に無機化合物を対象にした反応は数多くの研究がある。その中で、通常の加熱や加圧条件では達成不可能な特徴的な反応が発見されてきたが、有機化合物を対象とした研究は限定的なものであった。

研究目的

本研究では、力学的エネルギーを化学エネルギーに直接変換可能とする新反応、新触媒の開発を行い、余剰動力エネルギーの化学固定→燃料の再生が将来的に可能となるような、新たな化学変換生み出す手がかりを得ることが目的である。力学的刺激による結晶の構造変化や反応に関するメカニズムを明らかにする。

実績

代表論文: Nature Commun. 4, Article number: 2009, (2013)
特許出願: 特願 2013-100700 「有機ホウ素化合物の製造方法」
受賞: 平成 23 年度 北海道大学研究総長賞、北海道大学 (2012 年 3 月)、平成 25 年度 日本化学会学術賞、日本化学会 (2014 年 3 月)
新聞: 日経産業新聞「針でつつくと結晶構造変化ー北大、高感度センサーに応用」(2013 年 7 月 19 日)、北海道新聞夕刊「有機化合物 安く早く」(2013 年 2 月 1 日)、日刊工業新聞「北大が安価な合成法」(2012 年 12 月 7 日)
特記事項: 第 59 回サイエンス・カフェ札幌「キセキが光一動く分子のミラクルパズル」(2011 年 10 月 1 日)

研究成果

分子ドミノ型単結晶—単結晶相転移現象の発見

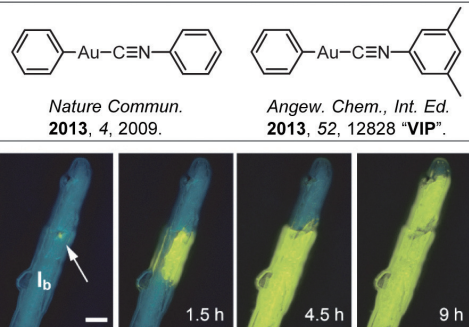
結晶中で微小な刺激をきっかけとして次々と周囲の分子に構造変化が伝播していく現象を世界で初めて観測することに成功し、分子ドミノ型増幅機構で進行することを明らかにした。力学的刺激による結晶の構造変化に対する重要な発見である。

機械的刺激で性質の変化が起こる新しい化合物を多数発見

エネルギーを蓄積できる可能性のある化合物を見出すために、コンビナトリアル的な合成研究を試みた。機械的刺激によって構造が変化する化合物を新たに 32 種類見出すことができた。また単結晶に対するエックス線構造解析をベースに、機械的刺激によるエネルギー蓄積の合理的な分子デザインの手がかりを得た。

新しい有機合成反応の発見: 無触媒ホウ素化反応

有機ホウ素化合物は鈴木カップリングなどに利用される非常に重要な有機合成素子である。アリールハライドのホウ素化が極めて高速に進行することを偶然見出した。この生成物は医薬品開発における合成原料に利用できる。



機械的刺激による相転移が広がる様子を世界ではじめてとらえた

2030年の 応用展開

機械的刺激によって促進される新反応や機械的刺激に対する超高感度センシング材料の開発が可能となる。機械的刺激エネルギーの固定化により、エネルギーを蓄積した

材料の開発が達成される。環境付加の小さい物質製造プロセスや新しい原理による医療機器が開発される。