

第16号

2024年6月発行

カタリスト

北海道大学化学反応創成研究拠点(ICReDD)が発行する、化学反応を楽しく学べるニュースポスター

「チカラ」がその鍵?
環境にやさしい
反応開発を
目指して



「チカラ」がその鍵？！

環境にやさしい反応開発を目指して

プラスチックごみや廃棄物処理における有害物質の発生など、私たちの生活を豊かに便利にしてくれる材料や製品は、その一方で環境への負荷が大きな問題となっています。

生活に便利な一面だけを味わって終わりではなく、環境を傷つけず、地球全体に優しく持続可能な新材料、新技術の開発は、

この先の未来を見据えて今すぐ取り組むべき課題であり、その指針は国連の持続可能な開発目標(SDGs)にも掲げられています。

今回はICReDDの中でも、安全で環境にやさしい点に注目した研究について紹介します。

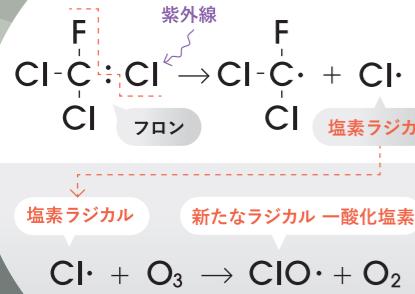
1. メカノケミストリー

化学反応というと、液体中で化学物質を混ぜて、温めたり光を当てたりしながら反応を促進させるイメージが一般的ですが、メカノケミストリーと呼ばれる分野では、液体をほとんど用いず、また、熱や光のエネルギーもほとんど利用せず、叩く、こする、固体同士をぶつけ合わせるなどの機械的な力によって化学反応を起こします。最も効果的な手法としては、ボールミルという容器の中に主に金属製のボールと化学物質を入れ、それを機械によって激しく振動させて化学物質を粉碎・混ぜ合わせ、反応させるというものです。その他、化学物質をハンマーで叩きつけても反応を起こすことができます。実験現場ではさぞかし激しい作業が行われているように聞こえるかもしれません、カタリスト第7号でも少し触れたように、このような手法では溶媒の使用量の削減や、有害な溶媒廃棄物を抑えることができ、安全で環境にやさしい手法として注目されています。



ハンマーで混合物を叩くだけでも化学反応が引き起こされます。

NAIL SALON



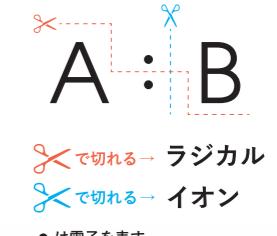
3. 身の回りにあるラジカル反応

最初のピースと、それをコツンと倒す力さえあればドミノはどんどん倒れていきます。ラジカル反応における最初のピースは、ラジカルを生じやすい分子(開始剤)であり、力に相当するのは熱や光、機械的力などのエネルギーです。「オゾン層の破壊」という言葉を聞いたことはあるでしょうか？成層圏にあるオゾン層は、紫外線(UV)の量を適度に保ち、生態系を保護する役目を担っていますが、かつて冷蔵庫の冷却やスプレー缶の噴射剤に広く使用されていたフロンが、大気中に放出されて紫外線に当たることで塩素ラジカルが生成し、たった一つのラジカルでも連鎖反応によって10万個のオゾン分子の破壊の原因ともなったことから、現在では世界的にもフロン全廃へ向けた規制がなされています。また、より身近な例では、ジェルネイルの硬化の仕組みも紫外線を利用したラジカル反応です。開始剤と小さな分子が混ざった液状ジェルにUVランプを当てると、ラジカル反応により小さな分子同士が結びつき大きな高分子へ成長することでジェルが固まるのです。

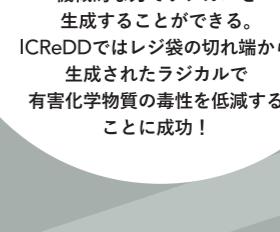
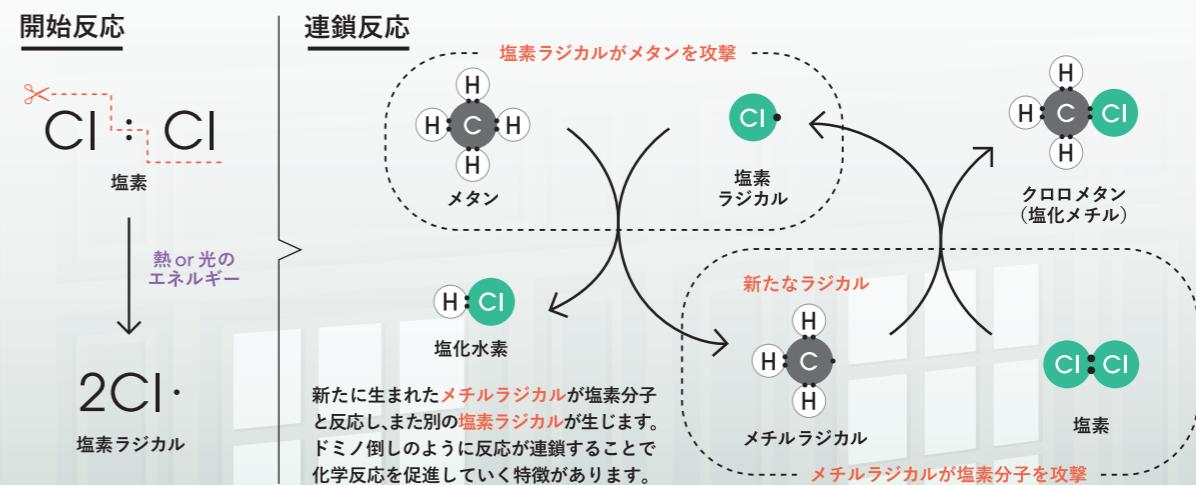
2. ラジカル反応

ここで化学反応の種類の一つ「ラジカル反応」についてお話しします。まず、化学結合とは、原子が互いに電子を一つずつ出し合って電子対を作り、それを共有することで成り立っています。結合の切れ方には2通りあり、共有された電子対が一方のみに片寄るか、電子が一つずつ均等に分かれるかのどちらかです。後者の場合、分かれた両者ともに、対にならない電子(不対電子)を持つ原子または分子となり、これをラジカルと言います。不対電子は不安定なため、つながる相手を求めて別のラジカルや分子などと直ちに反応しやすく、また、連鎖反応を起こしやすいという特徴があります。ラジカルが通常の分子と反応すると、ラジカル側では電子対が出来て安定しますが、分子の側では電子を一つ渡したことで自分自身に不対電子が生じ、そこで新たなラジカルが生成します。それがまた別の分子と結合し、結合した相手にまた別のラジカルが生成…というように、結合と不対電子の移動が次々に起こり、どこかの段階でラジカル同士が安定した電子対を作り反応が止まるまで、反応はドミノ倒しのように連鎖していきます。

AとBの物質の結合が切れるとき…



ラジカル反応の具体例

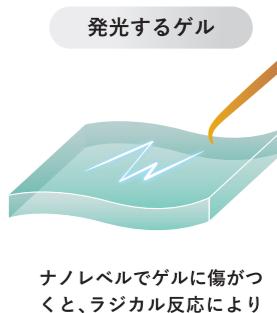


機械的力でラジカルを生成することができます。

ICReDDではレジ袋の切れ端から生成されたラジカルで有害化学物質の毒性を低減することに成功！

4. 「メカノ」×「ラジカル」

ICReDDでは、メカノケミストリーとラジカル反応を使ってユニークな開発をしました。その一つは、強く押す・引っ張るなどの力を加えるとその部分が発光するゲルです。ゲル分子に生じるナノレベルの傷は、肉眼では見えず劣化に気づきにくいものですが、損傷を受けた部分が発光するこの技術は、材料開発に応用できる可能性があります。もう一つは、ボールミルを使用する条件下で、プラスチック材料を開始剤とするラジカル反応開始法を見出し、それをもとにレジ袋の切れ端を開始剤として、有害化学物質の毒性を低減するための反応促進に成功したことです。私たちが生活する上でどうしても出てしまうレジ袋を再利用でき、なおかつそれが有害な化学物質の処理に役立つのなら、環境問題の解決にも一石二鳥ですね！



Q ラジカルは _____ により生成されます。

A 電子を互いに共有し合い化学結合を作ること

C 陽イオンと陰イオンが化学結合を作ること

B 電子が均等に分かれて化学結合が切れること

D 電子が不均等に分かれて化学結合が切れること

クイズの答えはInstagramのハイライトで公開しています。ぜひチャレンジしてみてください。 #ReactWithUs

@ICReDDconnect



研究者紹介

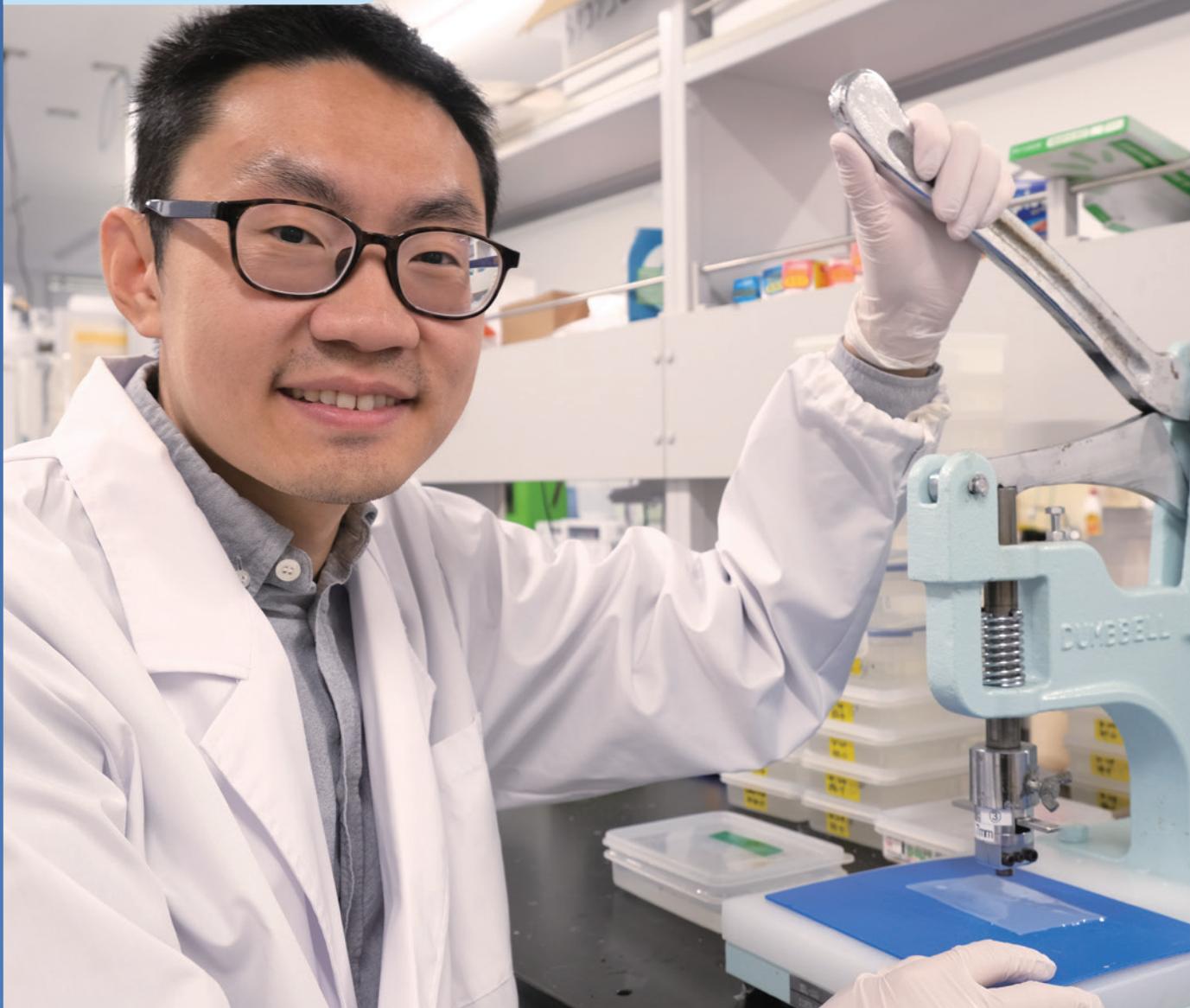
vol.16

ファン・ハイロン
范 海竜

Hailong Fan

略歴

ICReDD特任准教授。2017年に中国人大にて博士号を取得。北海道大学のグン・チェンピン教授の下で博士研究員、2020年助教を経て、2022年より現職。2021年に高分子学会より高分子研究奨励賞を受賞。



ファン特任准教授は、機能性ハイドロゲルの設計と合成を研究しています。

ハイドロゲルの水中接着を実現するために、

ポリマー内の構成分子の配置を制御することに取り組んでいます。

代表的な論文

Nat. Commun. 2019, 10, 5127.

Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2022, 119, e2206685119.

Adv. Mater. 2021, 33, 2102983.

ニュース

ICReDD News

June 2024

◎新たに着任した研究者



松岡 和

研究テーマ

計算化学、
バーチャル
スクリーニング



ジャナ・カリパダ

研究テーマ

ラジカル化学、
不斉触媒



マーティン

研究テーマ

機械学習、
創薬



土屋 光輝

研究テーマ

光音響イメージング、
有機合成



スン・チェンハン

研究テーマ

機械学習、
触媒



シン・タビンダー

研究テーマ

有機合成



田中 耕作三世

研究テーマ

有機金属化学、
光触媒



和田 圭介

研究テーマ

ホスト-ゲスト化学、
超分子化学



サクティベル・
パラスブラマニヤン

研究テーマ

計算化学、
情報科学

◎代表的な論文 (2024年3月から2024年5月まで)

化学反応速度式と観測周期の関係を
解明！～生体高分子の機能発現などの
非平衡過程解明に期待～

(永幡 裕、小林 正人、前田 理、武次 徹也、小松崎 民樹)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/11263>



特徴的な異性化機構を示す光分子ス
イッチの開発に成功～酸素原子を他
の元素に置換することにより望む性質
が引き出される～ (原渕 祐、前田 理)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/10644>



計測過程そのものに人工知能を介入
させることで計測を飛躍的に迅速化！
～所望の識別精度を保証しつつ測定
すべき領域を必要な回数だけ自律的に視る～

(田畠 公次、クレメント・ジャン-エマニュエル、小松崎 民樹)

<https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/research/10794>



国立中興大学よりKuan-Jiuh Lin教授らが来訪

◎アウトリーチ

- ・国立中興大学よりKuan-Jiuh Lin教授らが来訪
- ・マンスリーニュースポストカード
- ・クオータリーニュースポスター カタリスト第15号

◎受賞

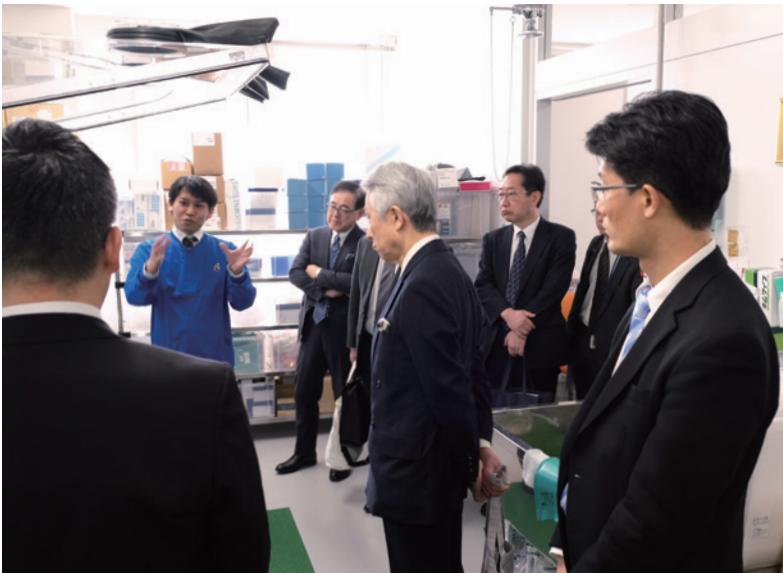
- ・科学技術分野の文部科学大臣表彰「若手科学者賞」
(原渕、高橋)



マンスリーニュースポストカード



カタリスト第15号



ICReDDについて

新しい化学反応の開発は、人類の繁栄や環境問題と密接に関わっています。その代表的な例は、2010年にノーベル化学賞を受賞したクロスカップリング反応です。この反応は医薬品の約20%、液晶や有機EL材料のほぼ全ての生産に利用されており、年間約60兆円規模の産業に関わっています。これは、新しい化学反応の開発が社会にいかに大きな影響をもたらすかを示すわかりやすい例です。北海道大学に設置された化学反応創成研究拠点(ICReDD)は、その名の通り化学反応開発を専門とする、WPIの拠点です。化学反応を自在に設計することを目標に、異なる分野の研究者がそれぞれの強みを活かし、協力し合いながら分野融合型の研究を行っていることが大きな特徴の1つです。化学反応の自在設計には、あらゆる段階における横断的な異分野連携が必要となります。この新たな融合研究を推進するために誕生したのがICReDDです。化学反応という自然界の基本的なプロセスを研究するためには、量子化学計算、情報技術、最新の実験技術、先端材料の開発など分野ごとに分かれて研究するのではなく、真に融合された新たな研究技術が必要不可欠なのです。

- ④4/6(土)、文部科学省より盛山正仁大臣がICReDDを来訪され、北大からは資金総長をはじめ、ICReDD前田拠点長、石森事務部門長らが大臣をお迎えし、意見交換を行いました。
⑤続く施設見学では、スマートラボにて秋山世治 特任助教による自動合成ロボットを利用した化学合成フローのデモンストレーションが行われました。

カタリストとは

「カタリスト」とは触媒のことです。化学で使用される触媒とは、反応をより速く起こさせるために使われます(例:分子を結合させる、反応の障壁を減らす、分子を活性化させる、など)。このポスターを通して、読者の方々が日常に無数に存在する化学反応と私たちの生活を結び付け、化学反応や化学といったものが私たちの世界と実際にはどのように関わっているのかを、新しい視点で気づくためのお手伝いができると考えています。そして、「カタリスト」で私たちのことをもっと知ってもらい、読者の皆さんと私たちの間に新たな関係(化学反応)を築くきっかけ(触媒)を提供できればと思っています。#ReactWithUs

React With Us!

最新情報を入手するには、
ICReDDのSNSをフォローしてください。
@ICReDDconnect



カタリスト 第16号 2024年6月発行

発行所

北海道大学 化学反応創成研究拠点 (WPI-ICReDD／アイクレッド)
〒001-0021 北海道札幌市北区北21条西10丁目

📞 011-706-9646(広報担当)

✉️ public_relations@icredd.hokudai.ac.jp

WEB <https://www.icredd.hokudai.ac.jp/ja/>

