

第7号

2022年3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

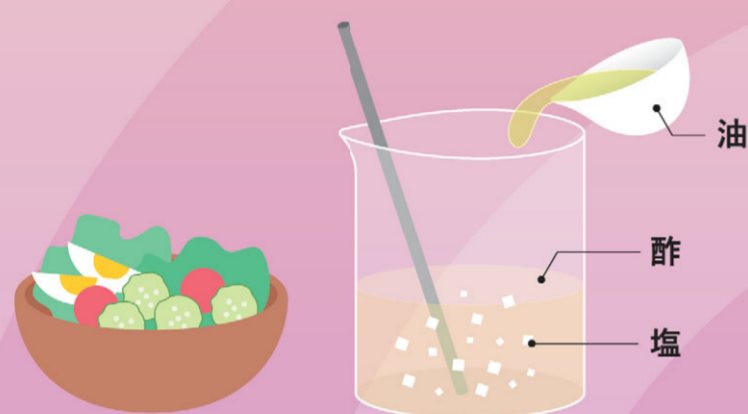
混ぜざり合うが
化学反応を左右する

混ぜり合うが 化学反応を左右する

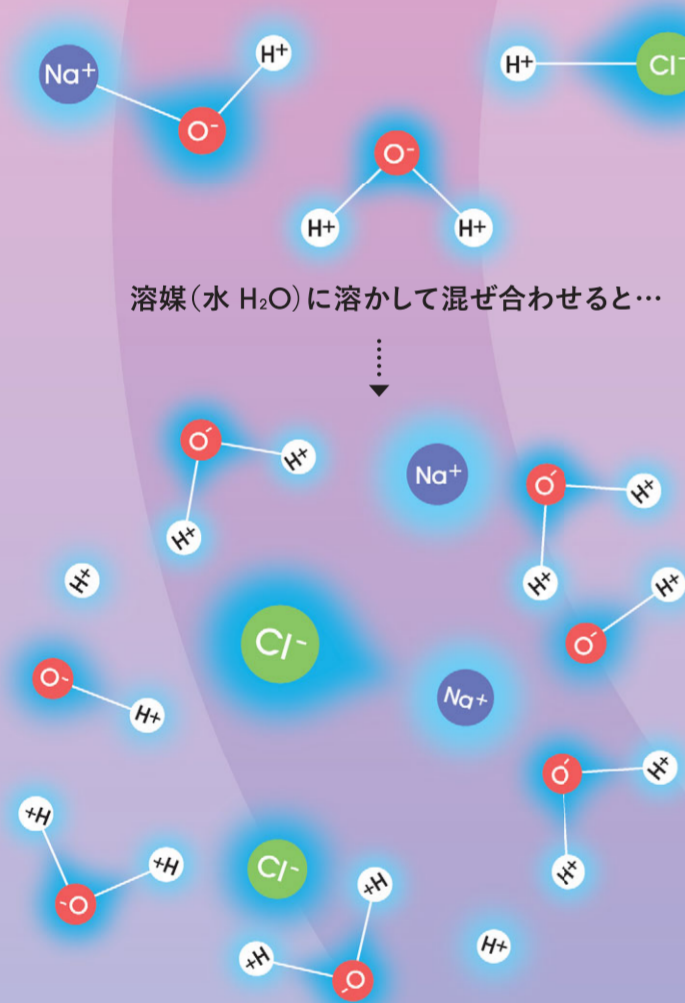
「溶液」は私たちの日常生活には欠かせない概念です。炭酸飲料を飲んだり、料理やお菓子作りをしたことがあるなら、実はすでに溶液を体験していることになります！
研究室でも自然界においても、化学反応のほとんどは溶液の中で進行するため、化学反応は「溶けやすさ=溶解度」に大きく左右されます。
溶解度は、溶液の中でどの材料同士が混ぜり合うか、または混ぜり合わないかに関わることから、化学者は特定の化学物質の組み合わせを避けることもあります。
そこで、ICReDDの研究者は溶解度の限界を超えるための新しい手法を開発しています。

1. 身の回りにある溶液

身の回りには溶液がたくさんあります。たとえば台所では、様々な材料を混ぜてソースを作る時に溶解度が大事な役割を果たしています。時々うまく混ぜられない材料があるのは、材料同士の溶解度が低いことが原因です。サラダドレッシングを作るとき、材料を入れる順番を間違えて、材料がうまく溶けなかったことはありませんか？ ボウルに油を入れて、次に塩を入れると、どんなにかき混ぜても塩は油に溶けません。こういう場合、正しくはまず酢に塩を溶かし、よく溶けたら油を加えます。これは、塩のお酢への溶解度と、油への溶解度が違うために起こるのです。



水酸化ナトリウム NaOH + 塩酸 HCl



分子がバラバラになり、化学反応が起きやすい状態になる

塩化ナトリウム NaCl ができる

2. 分子単位で考える溶液

分子では、原子は電子を共有して結合していますが、全ての結合が同じというわけではありません。原子間でどのように電子を共有するかによって、その分子が別の物質に溶ける度合いが決まります。各原子は、互いに共有する電子を綱引きのように引っ張り合っています。二つの原子が同じ強さで引き合い、ほぼ均等に電子を共有している場合、これを「非極性結合」といい、この場合どちらの原子にも電荷はなく、このような分子を「非極性分子」といいます。それとは別に「極性結合」といって、一方の原子が他方よりも引く力が強く、電子が一方の原子側にかたよっている場合があります。ここで引く力の「強い」ほうの原子は負の電荷を持ち、「弱い」ほうの原子は正の電荷を持ちます。正と負の電荷は互いに引き寄せられるため、電荷を持つ極性結合は、さらに別の極性結合を持つ極性分子に引き寄せられていきますが、電荷を持たない非極性分子に引き寄せられることはありません。したがって、極性分子は極性分子から成る溶媒(=溶かすもの)にはよく溶け、非極性分子は非極性溶媒によく溶けますが、逆の組み合わせではあまり溶けません。

右側の原子の方が電子を強く引きつけている

極性分子

電荷+

電荷-

無極性分子

電荷なし

どちらの原子も均等に電子を引っ張り合っている

極性分子は互いの電荷に引き寄せられて極性溶媒に溶け、無極性分子は溶けずに表面に浮かんでしまう

3. 化学反応上の溶解度

分子を溶媒に溶かすことの重要性とは、分子同士が相互作用する機会を増やし、化学反応効率を上げることにあります。溶液の中の分子と、固体状態で寄せ集められた分子とを比べると、溶液中のほうが一つ一つの分子は自由に動くことができます。また、気体状態では、分子は大気中に拡がってしまいますが、溶液の中では分子同士がより密な状態であるため、他の分子と出会う機会が増えるのです。このような利点から、研究室でも自然界でも、ほとんどの化学反応は溶液の中で進行します。しかし、新たな化学反応を開発する過程で、反応させたい二つの分子をどちらも溶かすことのできる溶媒がない場合があります。これは、極性分子と無極性分子を反応させたい時に起こることで、このままでは新たな化学反応開発に限界が生じてしまいます。

4. 溶解度の限界を乗り越える

ICReDDでは溶解度の限界を乗り越える新しい手法で化学反応を進行させています。ICReDDの研究者は、固体(粉状)のままの試薬をボールミルという機械に入れ、物理的な刺激を加えながら十分に混ぜることで、二つの化学物質が固体の状態のまま化学反応を起こす方法を開発しました。これによって、溶媒に溶かす必要性を大幅に削減することができ、これまで溶解度の問題により不可能だった化学反応にも新たな可能性が拓かれます！
固体の状態を保ったまま化学反応をさせるこのような手法は、溶媒の使用量や有毒な溶媒廃棄物の削減に繋がり、より環境に優しい化学反応とも言えるのです！

詳しくはこちら

溶けない化合物でも使えるクロスカップリング反応の開発～有機合成化学における「低溶解性による合成の限界」の解決に期待～



CHALLENGE!

カタリストを読んで
チャレンジしてみよう!

クイズに
チャレンジ



結合している各原子が電子を均等に共有している分子のことを何と呼びますか？

A 溶質分子

B 極性分子

C 溶媒分子

D 無極性分子



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



ICREDDCONNECT

◎ジュニアPIの紹介



ジン・ミング

研究テーマ

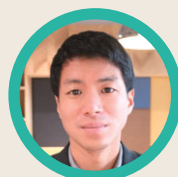
光化学機能を持つ個体
状態の分子ローター



シドロフ・パベル

研究テーマ

人工ニューラルネット
ワークと定量的構造物性
相関モデリング



デニス・ファン・
チュン-ヤン

研究テーマ

遷移金属触媒と
光応答性材料

ニュース

ICReDD News

March 2022

◎代表的な論文 (2021年12月から2022年2月まで)

- ・インドールなどの化学的に安定なヘテロ芳香環に二酸化炭素を二分子導入する新手法を開発 (ユウ・ヨン、高野秀明、林裕樹、前田理、美多剛) DOI: 10.1021/jacs.1c13032
- ・SARS-CoV-2 オミクロン株は、ウイルスの病原性を弱め、ヒト集団での増殖力を高めるよう進化した (ワン・レイ、津田真寿美、田中伸哉) DOI: 10.1038/s41586-022-04462-1
- ・青色LEDの光で駆動するクロスカップリング反応を開発 (増田侑亮、長谷川淳也、澤村正也) DOI: 10.1021/jacs.1c11526
- ・アキレス腱のような高強度のセルロースハイドロゲル (中島祐、ツイ・クンペン、グン・チェンピン) DOI: 10.1016/j.cej.2021.132040
- ・実験的かつ理論的なアプローチによる立体的に混み合っているエチレン類のリングフリップメカニズムの解明 (原淵祐、前田理) DOI: 10.1246/bcsj.20210355



◎シンポジウム (招待講演・その他)

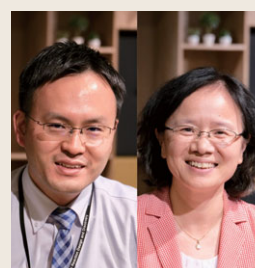
- ・第24回ケムステVシンポ (辻信弥)



第24回ケムステVシンポ

◎受賞

- ・第74回日本化学会賞 (グン・チェンピン)
- ・日本化学会 第39回学術賞 (前田理)
- ・第1回長倉三郎賞 (前田理)



左/前田理 右/グン・チェンピン

◎アウトリーチ

- ・マンスリー ニュースポストカード
- ・クォーターリー ニュースポスター
カタリスト第6号
- ・第10回WPIサイエンスシンポジウム
拠点ブース出展
- ・NHKサイエンスZEROテレビ番組出演 (辻信弥)



マンスリーニュースポストカード



カタリスト 第6号



第10回WPI
サイエンスシンポジウム
拠点ブース出展

研究者紹介

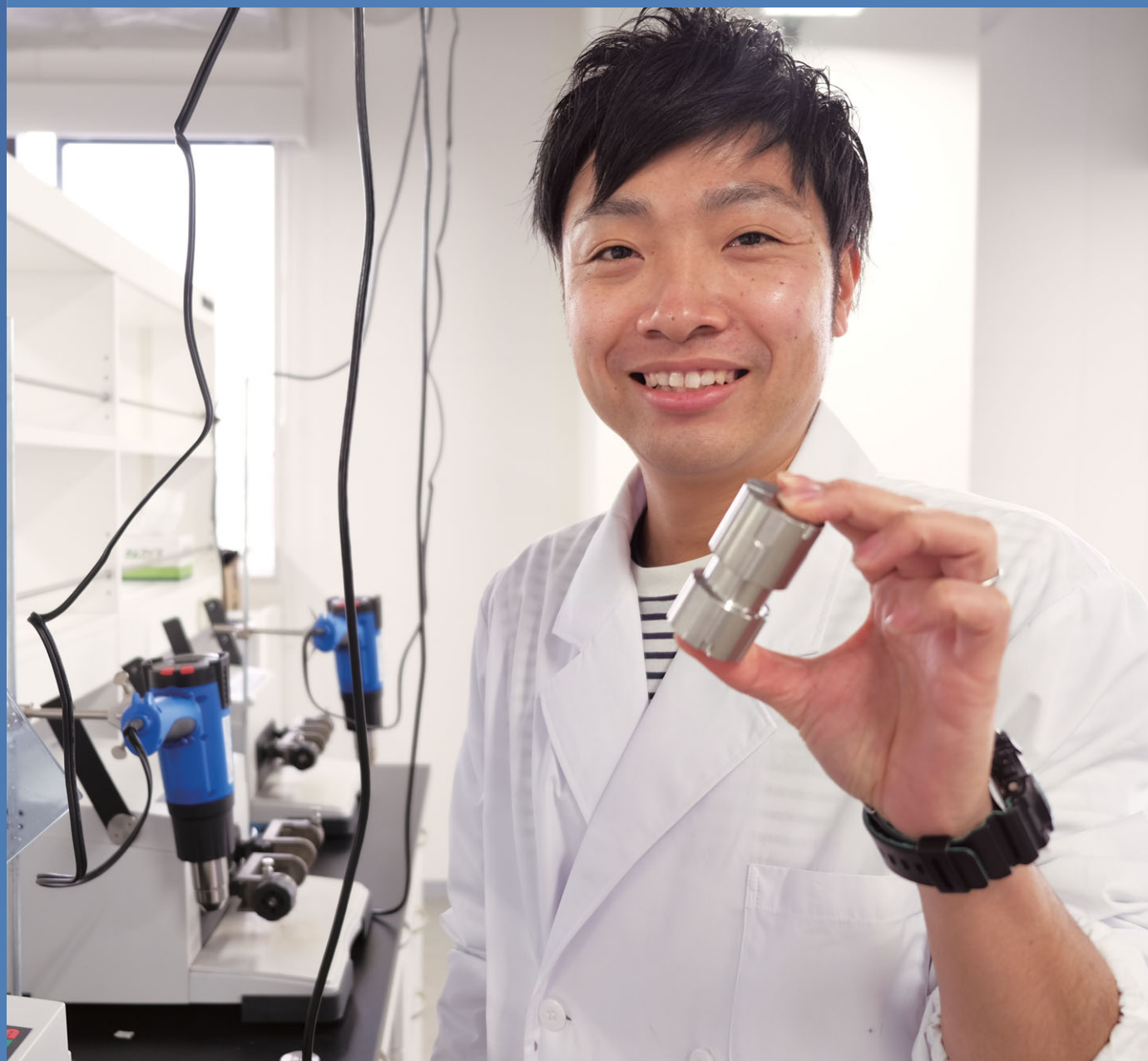
vol.7

久保田 浩司

Koji Kubota

略歴

工学研究院・ICReDD 准教授。2016年北海道大学大学院総合化学院にて博士号を取得。2016年カリフォルニア大学バークレー校博士研究員、2017年マサチューセッツ工科大学 博士研究員、2018年北海道大学工学研究院 特任助教を経て2021年4月より現職。



久保田准教授は、ボールミルを用いたメカノケミカル反応の開発を行っています。
特に、固体状態で進行する合成反応や物理的な力を駆動力とする
分子変換反応の研究を行っています。

代表的な論文

Nature Commun. 2021, 12, 6691; J. Am. Chem. Soc. 2020, 142, 9884-9889; Science 2019, 366, 1500-1504.



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か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が、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。

北海道大学キャンパス内にICReDDの新たな専用棟の建設が着工になりました。完成は2023年の予定。新たな場所で新たな化学反応が発見されることが期待されます。

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ればと考えています。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)を築ききっかけ(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7号 2022年3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/>

