

創刊号

2020年8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

化学反応を  
探せ!



# 化学反応を探せ！

化学反応はあらゆるところに存在しています。例えば私たちが呼吸をしているとき、料理をしているとき、薬や材料を作っているときなど、物質がある形から別の形に変化するとき、化学反応が起きています。

ICReDDでは、まったく新しい化学反応を見つける方法を開発しています。では、化学反応とは何なのでしょう？

レベル  
1

## 再配置

すべてのものは原子でできています。原子の数は限られていますが、それぞれの原子はいろいろな方法で結合することができます。原子がいくつか結合すると、分子と呼ばれる物質になります。化学反応とは、原子同士の結合を形成したり、壊したりして原子を再配置することで、最初のものとは異なる性質を持つ分子ができあがることです。

## 反応に必要なエネルギー

レベル  
2

化学反応には自然に起こるものそうでないものがあり、また分子は、「化学エネルギー」と呼ばれる性質を持っています。化学反応は、エネルギーの高い分子をエネルギーの低い分子に変える場合、自然に進行しますが、エネルギーの低い分子からエネルギーの高い分子に変えるには、エネルギーが必要になります。化学反応において、原子間の結合を切断し別の原子と結合するためには、分子の中の特定の結合を切断してエネルギーの高い状態を通らなければなりません。

化学反応とは、おもちゃのブロックで遊ぶときのように、原子を並べ替えること(再配置)です。ここでは、炭素(C)の原子1個と水素(H)の原子4個が結合してメタン(CH<sub>4</sub>)という分子になり、酸素(O)の原子4個が2個ずつ結合して2つの酸素分子(O<sub>2</sub>)になっています。

これらを並べ替えるとは何ができるか見てみましょう！

原子を異なる分子に再配置するには、まず原子間の結合を壊す必要があります。そのためにはエネルギーが必要で、すべての化学反応はこのエネルギーを乗り越えなければなりません。結合が強ければ強いほどこのエネルギーが高くなるので、反応はより困難になります。

丘をゾリで滑るように、化学反応はエネルギーレベルの高い分子から低い分子へと自然に進んでいきます。出発物質は、最終生成物よりも高いところにあることに着目してください。

ほとんどの原子は切断された状態のままではなく、すぐにお互いに反応して分子を形成します。そのため、原子が切断された状態が最もエネルギーが高くなります。これが反応を起こすために乗り越えなければならぬエネルギーです。

ここで示したメタン1分子と酸素2分子の反応(メタンの燃焼)では、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)1分子と水(H<sub>2</sub>O)2分子を生成しました。この最終生成物は、出発物質であるメタンと酸素とは性質が大きく異なりますが、同じ原子で構成されていることに着目してください。

出発物質であるメタン1分子と酸素2分子は、ホルムアルデヒド(CH<sub>2</sub>O)1分子、水(H<sub>2</sub>O)1分子、および酸素(O)1分子に再配置することもできます。これは自然に起こることはまれですが、反応条件を慎重に制御することで、こちらを主な生成物にすることも可能です。

レベル  
3

## 結合を壊すのに必要なエネルギー

原子と原子の間の結合は、電子(-)と原子核(+の)引力と反発のバランスによって保たれています。この原子間の結合を切断するのに十分なエネルギーがなければ化学反応は起こりません。化学反応をコントロールするポイントは、分子内の結合を壊すのに必要なエネルギーをいかにして伝達し、特定の結合を切断して再配置するかということです。そうして初めて、化学反応が意図的に実現されるのです。

## ポテンシャルエネルギー面

電子の状態が少しずつ変化するたびにエネルギーを割り当てることができます。したがって、電子の再配置はすべて化学反応です。そして、すべての電子の再配置のエネルギーレベルを計算できれば、すべての化学反応の予測が可能となり、すべてのものを生み出すためには、どこにどのくらいのエネルギーが必要なのかを正確に見積もることができるはずです。これがICReDDの実現しようとしていることです。

レベル  
4

## チャレンジ してみよう！

### クイズ

人類史上最古の化学反応は何でしょうか？あなたの答えを送ってください。



### 挑戦

机の上にあるものを使って、何か作ったり表現したりしてみましょう。この時、同じものを使って2つの別々のものを作ってみてください。何ができましたか？



チャレンジしたらぜひSNSでシェアしてください  
皆さんの反応をお待ちしています！

#ReactWithUs

@ICReDDconnect

## 新たに着任した研究者



井出 雄紀

研究テーマ

画像診断を用いた  
分子間相互作用の迅速評価



高野 秀明

研究テーマ

AFIR法を用いた  
新規反応開発



谷川 聖

研究テーマ

神経再生を目的とした  
バイオマテリアルの開発



パン・ヤードン

研究テーマ

メカノケミストリーを利用した  
新規反応開発



長谷川 淳也

研究テーマ

触媒理論と触媒原理に関する  
理論計算化学  
(ICReDD研究協力者)

## ◎代表的な論文 (4月から6月までの論文14報中)

量子化学計算により見出された反応経路を基盤としたジフルオログリシン誘導体の化学合成 (美多剛、原淵祐、前田理)  
DOI: 10.1039/D0SC02089C

ケイ素フタロシアニン光免疫療法色素の近赤外光反応機構に関する理論的・実験的研究：  
ラジカルアニオン生成による光誘起加水分解 (小林正人、武次徹也)  
DOI: 10.1002/cplu.202000338

バイオインスパイアードヒドロゲルの作製：課題と契機 (ファン・ハイロン、グン・チェンピン)  
DOI: 10.1021/acs.macromol.0c00238

ロタキサン形成による脂肪族オリゴケトンの超分子構造制御 (米田友貴、猪熊泰英)  
DOI: 10.1021/acs.orglett.0c01010



## ◎シンポジウム

第1回ケムステVシンポジウム 最先端有機化学 (伊藤肇)  
第3回ケムステVシンポジウム 若手化学者海外経験を語る (辻伸弥)

## ◎受賞

文部科学大臣表彰 (長田裕也、関朋宏)  
宇部興産学術振興財団学術奨励賞 (美多剛)

## ◎アウトリーチ

SNSフライヤー "ICReDD Word Reactor"  
立体周期表ペーパークラフト "Periodic Pen Stand"

## React With Us!

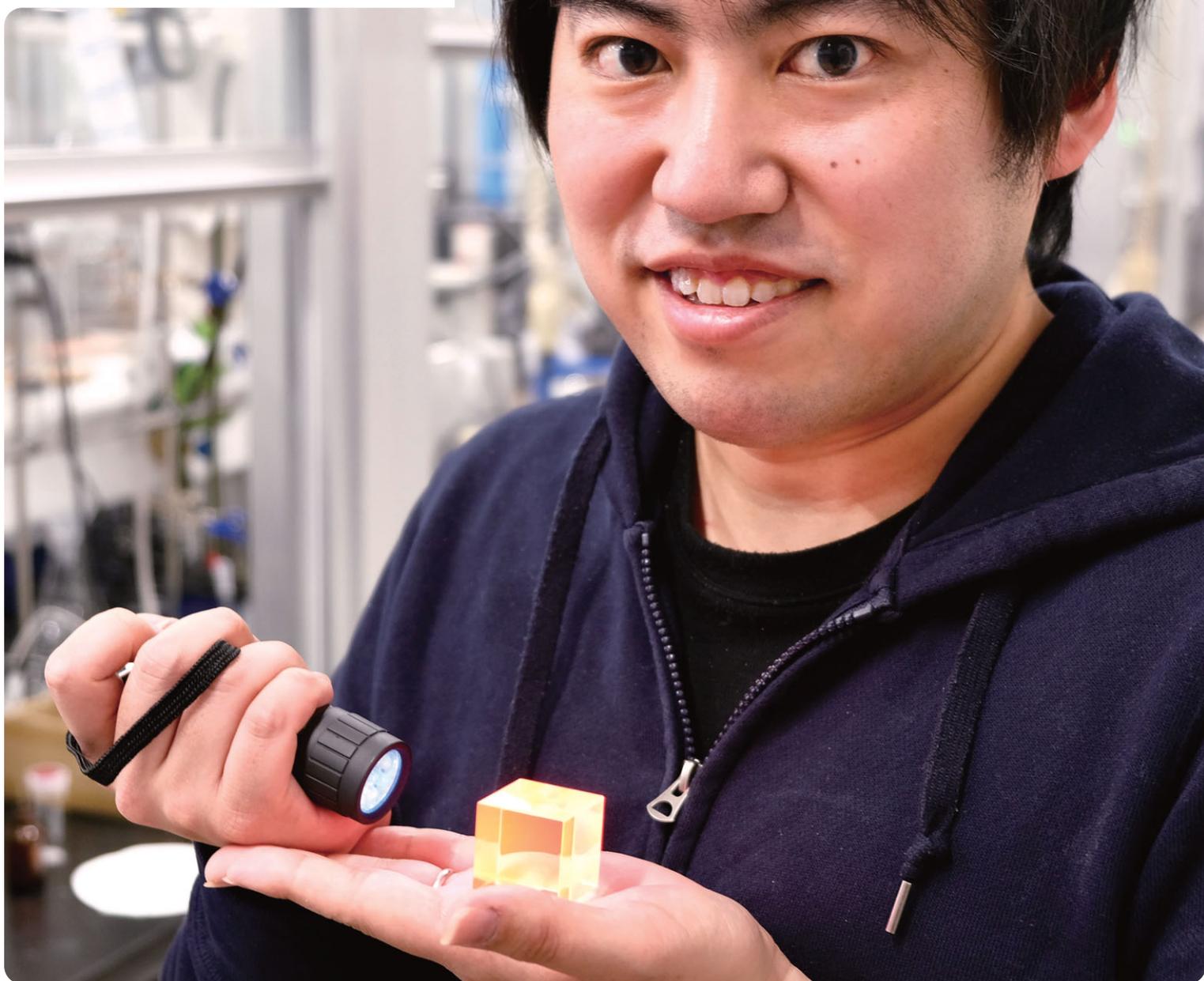
最新情報を入手するには、  
ICReDDのSNSをフォローしてください。  
@ICReDDconnect



研究者紹介

# 北川 裕一

きたがわ ゆういち



北川裕一特任講師は、紫外線や青色光を照射すると非常に明るい赤色光を発するユーロピウム錯体を研究しています。

## 略歴

ICReDD、北海道大学大学院工学研究院特任講師。2013年に東京大学で博士号を取得後、日本学術振興会特別研究員として立命館大学で研究を行う。その後、2014年5月から北海道大学大学院工学研究院特任助教を経て、2019年4月より現職。光化学を専門に日々研究を行っている。



## 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。

## 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

## カタリスト 創刊号 2020年8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

☎ 011-706-9645 (広報担当)

✉ public\_relations@icredd.hokudai.ac.jp

SNS @ICReDDconnect

Facebook Twitter Instagram YouTube LinkedIn

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

