

iCeMS

Our World, Your Future

京都大学 高等研究院 アイセムス(物質-細胞統合システム拠点)

Vol. **6**

2018 October

contents

02

特集

極小空間が世界を救う?!

ようこそ! PCP/MOFの世界へ

07

連載

フロントランナーのまなざし

なにもないまっさらな

「空間」に見出した可能性

北川 進 拠点長

10

iCeMS基金へのご支援のお願い

11

iCeMSの動き

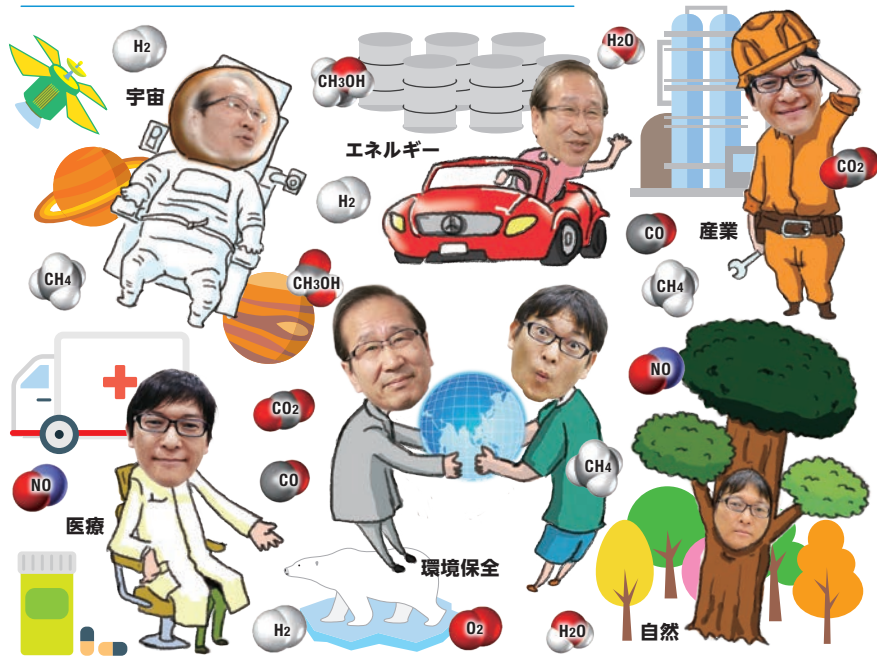
1997年に発表された多孔性配位高分子の構造モデル。空間に取り込まれている溶媒分子を取り除いても安定する構造の実現に成功し、メタンを取り込むなど、多孔性材料として機能することを初めて示した。(詳細は8ページ参照)

極小空間が世界を救う?! ようこそ! PCP/MOFの世界へ

iCeMSの北川進拠点長が1997年に発表した「多孔性配位高分子(PCP/MOF)」は、材料科学の分野にブレイクスルーをもたらしました。微細な孔が規則正しく無数に空いたこの材料には、環境保全やエネルギー問題への貢献をはじめ、医療、宇宙、産業など多様な分野で私たちの生活に変化をもたらす可能性がみついています。PCP/MOF研究を牽引する二人の研究者が、その世界を案内します。

かもしれない

PCP/MOFが活躍する領域



まだ20歳そこそですが、PCP/MOFはさらなる成長が期待できる材料です

PCP/MOFの世界をいっしょに探検しよう!



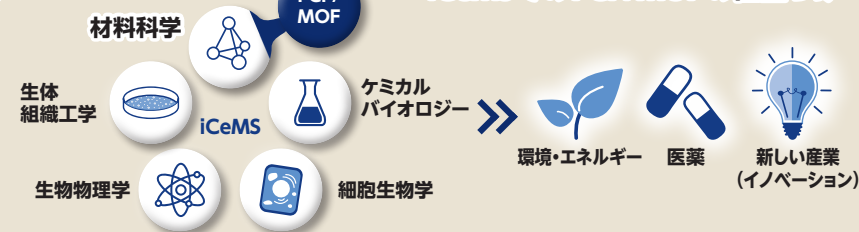
北川進 拠点長
PCP/MOF研究の第一人者

樋口雅一 特定助教
PCP/MOFで、未知なる価値の創出をめざす

きたがわ・すすむ 1951年に京都市に生まれる。1979年に京都大学大学院工学研究科博士課程を修了。近畿大学理工学部助教授、東京都立大学理学部教授などをへて、1998年から京都大学大学院工学研究科教授。2007年に京都大学 物質-細胞統合システム拠点(iCeMS)副拠点長・教授、2013年に拠点長に。2017年に同大学院工学研究科を定年退職後は京都大学高等研究院・特別教授。おもな受賞等にトムソン・ローター引用栄誉賞(2010年)、紫綬褒章(2011年)などがある。

ひぐち・まさかず 1975年に高知市に生まれる。2005年に京都大学大学院工学研究科博士課程を修了。理化学研究所、東京大学をへて、2010年から現職。2015年、PCP/MOFの実用化を推進すべく株式会社 Atomis を創業し、新規産業の創出に取り組む。京都市右京区の東映太秦映画村などで、小学生を対象にクイズ形式の講演会を実施するなど、サイエンスピックや起業の情報発信に積極的に取り組む。

iCeMSでのPCP/MOFの位置づけ



iCeMSには、細胞生物学、化学、物理学といった多様な分野の研究者が集まっています。それぞれの専門性を活かして、地球環境変動、環境汚染、病気や老化など、私たちが直面する複雑な課題に立ち向かっています。

PCP/MOFは材料科学分野に位置づけられ、この分野を軸にさまざまな領域に派生することが期待されています。

多孔性材料の歴史

PCP/MOFは「多孔性材料」に分類されず。これは、文字どおり「たくさん空いた孔(あな)が空いた材料」のこと。いわば「孔だらけ」の材料です。一見すると役に立たないように思えますが、じつは私たちの身のまわりで古くから利用されてきました。代表的な多孔性材料を紹介するとともに、その歴史を振り返ってみましょう。

約3500年前~

BC1500年



3,500歳!!
※イメージです

活性炭

冷蔵庫や車の消臭剤のほか、脱色、分離など、さまざまな用途で利用される材料。人の暮らしとの関係は古く、古代エジプト時代では浄水処理や医療で用いられていたことが記録されている。椰子の実をはじめ植物性の素材を炭化して生成され、孔の大きさは均一ではない。

約260年前~

1756年

天然の石から発見



260歳!
※イメージです

1862年
人工合成



ゼオライト

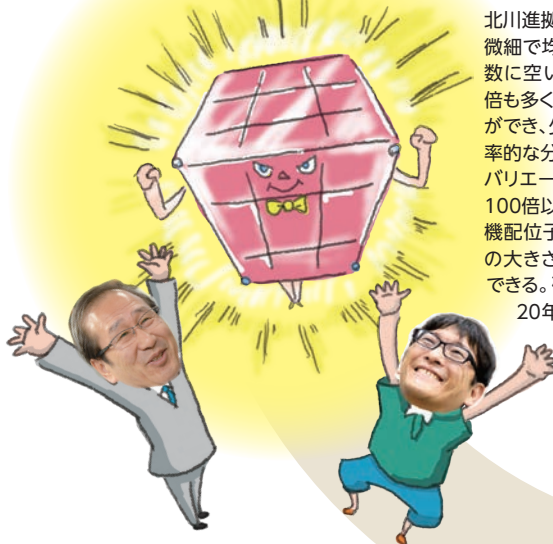
鉱石の一種。約220種類の骨格構造が存在。触媒、イオン交換、ガス精製などの機能があり、石油化学産業で重宝される材料。ケイ素、アルミニウム、酸素を主成分とした強固な構造が特徴で、規則正しく孔が空いている。大きさの異なる分子の識別は可能だが、性質が似ていてサイズもほぼ同じ分子は識別できないため、正確に吸着して分離するのは困難。

20年前~

1997年

多孔性配位高分子/金属有機構造体

PCP : Porous Coordination Polymer / MOF : Metal Organic Framework



北川進拠点長が発表した材料。微細で均一なサイズの孔が無数に空いている。活性炭の何倍も多くの分子を取り込むことができ、少ないエネルギーで効率的な分離が可能。また、孔のバリエーションがゼオライトの100倍以上で、金属イオンと有機配位子の組み合わせで、孔の大きさや性質を自由に操作できる。研究が始まってわずか20年ほどだが、広い分野での応用が期待されている。

そんななか登場したのが...

活性炭やゼオライトは私たちの生活に欠かせない材料ですが、さらに性能が高く、省エネルギーで利用できる材料が必要です。私たちは日々の暮らしや交通・輸送、産業や工業の分野で膨大なエネルギーを消費しており、このうちの14パーセントを化成品製造の分離プロセスに費やしています。標的物質(ガス、小分子)をより少ないエネルギーで、効率的に貯蔵、分離、変換できる多孔性材料の開発が望まれています。(→5ページ)

「ジャングルジム」のような構造がよく知られているが、PCP/MOFはさまざまな構造を創れる。

PCP/MOFの特徴

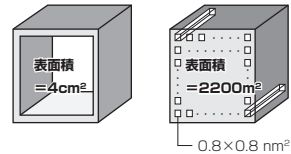
● 表面積が大きい

表面積が大きいほど、大量の分子の吸着や反応が起こりやすくなります。つまり、表面積の大きいものほど性能が高いといえます。活性炭の表面積もとても大きいですが、PCP/MOFには及びません。なんと、あるPCP/MOF(1gあたり)の表面積は、サッカー場1面の広さに匹敵します。

PCP/MOFは既存の多孔性材料の利点ばかりを結集したような魅力的な材料です。その秘密を紐解く、3つの特徴を紹介しましょう。



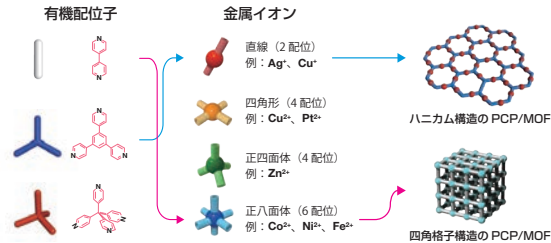
1cm³の立方体の場合



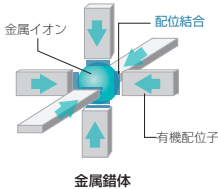
1cm³のサイコロをイメージしてください。それを1cm²の孔でくりぬくと、中に4面のパネルができます。この場合、内部の表面積は4cm²です。同様に1cm³のサイコロに1辺が1nmほどの小さな穴をどんどん空けてゆくと、内部の表面積はとてつもなく大きくなります。一つひとつの孔は小さいのですが、PCP/MOFは孔の数が膨大なのです。

● デザインできる

PCP/MOFは、金属イオンと有機配位子が配位結合でつながった「金属錯体」とよばれるものがつらなってできています。金属イオンは約30種、有機配位子は無数に存在するので、その組み合わせで、合成できる数は無限と考えられます。現在、基本骨格だけで23,000種ものPCP/MOFが誕生しています。わずか20年ほどで、これほどの数の種類が創出されました。きょうもどこの研究室で新しいPCP/MOFが合成されているでしょう。



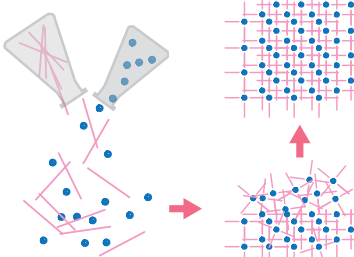
金属イオンは種類によって接続できる方向が異なる。2方向、4方向のものなどさまざま。これらの金属が有機配位子の両端に結合し、さまざまな構造をつくることできる。



配位結合が接着剤の役割を果たし、金属イオンと有機配位子とを結びつけ、金属錯体となる。

● かんたんにつくれる

金属錯体が無限につらなるPCP/MOFの構造はどのようにつくられるのでしょうか。答えはじつにかんたん。有機配位子を含んだ溶液と、金属イオンを含んだ溶液を混ぜる。それだけです。事前に設計し、有機配位子の両端に金属イオンと結合させる情報を与えることで、自動的にできあがります。



金属イオンと有機配位子を混ぜると、配位結合が連続して起こり、たちどころに規則的で孔のサイズが均一な高分子構造が組み上がる。

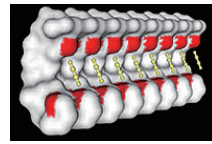


PCP/MOFでなにができるの? — 研究課題の変遷

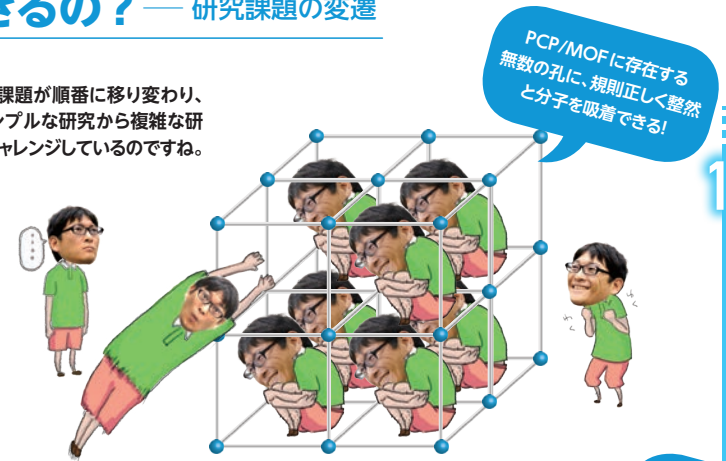
PCP/MOF研究の歴史は、3つの機能なしには語れません。①貯蔵、②分離、③変換です。1997年以降、この3つの研究課題が順番に移り変わり、PCP/MOFを進化させてきました。その経緯をたどると、シンプルな研究から複雑な研究に移行していることがわかるでしょう。研究者は、次つぎにチャレンジしているのですね。

1 貯蔵

PCP/MOFの孔のなかに、分子をたくさん吸着させる機能です。水素、メタン、二酸化炭素などを吸着させて研究が進められたが、あくまでも目的は貯蔵。どれくらいの数の分子が入るのか、省スペースを実現できるのかなど、貯蔵に関する考察が初期の研究でした。

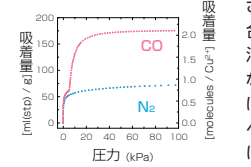


PCP/MOF内で整然と並ぶアセチレン。2気圧ほどで爆発的に反応する危険な分子だが、PCP/MOFを用いると安定的に貯蔵できる。



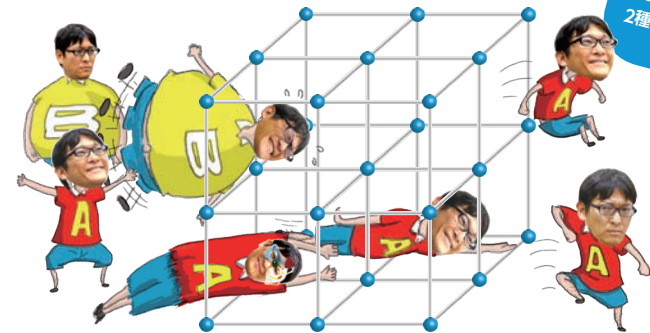
1997

2 分離



サイズ、性質が似ている分子でも、PCP/MOFを用いると効率的に分離をすることができます。

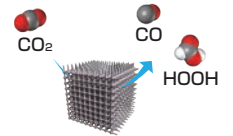
数種類の分子が混在する物質から、目的の1種類だけを孔に吸着させることで、その分子のみを混合物から分離させる機能です。活性炭は孔のサイズが均一ではないため、いろいろな分子を同時に吸着させてしまいます。孔がすべて同じ大きさで、目的の分子だけを吸着できるPCP/MOFは、分離性能がとても高い材料といえます。



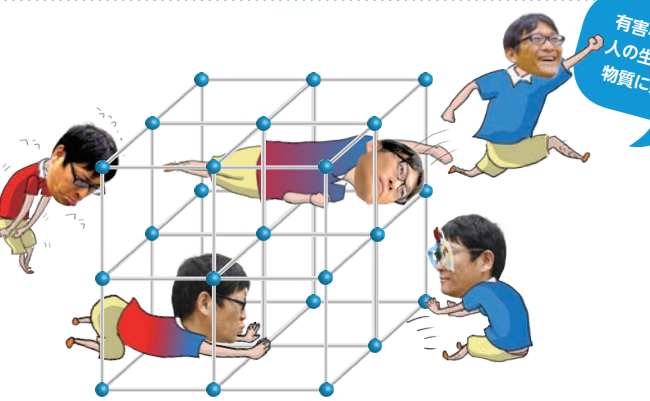
分子のサイズを利用して2種類の分子を分離できる!

3 変換

ある分子をPCP/MOFに吸着させて、違う種類の分子に変換する機能です。PCP/MOFのなかに反応性の高い金属イオンを組み込むと、これが吸着した分子に触媒として作用し、反応を促すことで変換が可能になります。まだ実用化にはいたっていませんが、成功すれば私たちにとって有害な物質を役に立つ物質に変換できます。地球上で邪魔者扱いられている分子といえば、二酸化炭素。二酸化炭素の増加は、温暖化、異常気象などの環境問題を引き起こす原因です。二酸化炭素をPCP/MOFに吸着させ、メタノールに変換できれば、「気体の錬金術」が可能になるかもしれません。



触媒が組み込まれたPCP/MOFに二酸化炭素が触れると、一酸化炭素とギ酸に変換される。



有害な物質を取り込み、人の生活にとって有用な物質に変換できるかも?

2018

PCP/MOFの生活への応用

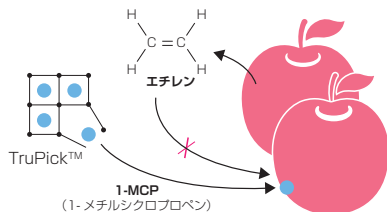
実用化された2例

TruPick™ 〈イギリス、MOFテクノロジーズ〉

2016年9月発表 世界で初めて実用化に成功

畑から果物を収穫し、私たちの手もとに届くまでにおよそ40パーセントが腐るといわれています。収穫した果物からエチレンが放出され、それが果物の表面に付着して老化にいたるからです。

TruPick™は、エチレンの働きを阻害する1-MCP(1-メチルシクロプロペン)をPCP/MOFの中に貯蔵した製品です。水に弱い性質を持ったPCP/MOFを用いることで、果物の水分によってこれを壊し、1-MCPを付着させることができます。その結果、果物の腐敗を抑え、鮮度を保ったまま運搬できるのです。

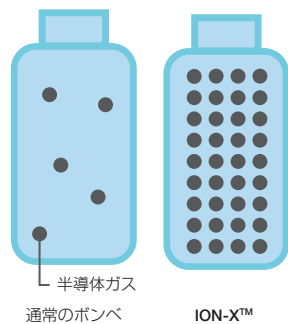


PCP/MOFの実用化はまだ一部の分野に限られていますが、分野の垣根をこえて応用されることが期待されています。

ION-X™ 〈アメリカ、NuMatテクノロジーズ〉

2016年10月発表 危険なガスを安全に運搬

PCP/MOFの貯蔵機能を利用したポンベ。ポンベの中にPCP/MOFを入れると、入れないときの数倍ものガスを低い圧力で貯められます。有毒なガスを高圧で保存するとポンベの外に漏れる可能性があり危険ですが、低圧でガスが保存できるION-X™を用いると、安全な運搬が可能になります。NuMatテクノロジーズ社は韓国にある半導体工場に、ガスを配送するビジネスを展開しています。



ほかにも…

革新的なフィルターの研究

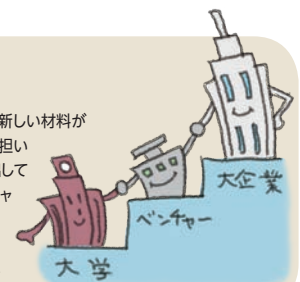
2018年 樋口特定助教と京都老舗企業との共同開発

排泄臭やタバコ臭は、快適な生活空間を阻害する存在です。すでに世の中に流通している消臭剤は、匂いの元となるすべての分子を取り込むことはできず、一部の不快な匂いは残ってしまいます。樋口特定助教は大原パラヂウム化学株式会社と協力して、あるPCP/MOFが瞬間的に、しかも完全に消臭できることを発見しました。まだ開発の段階ですが、近い将来、タバコの匂いや排泄臭のない社会が実現するかもしれません。



大学と大企業をつなぐベンチャー企業、スタートアップ企業

ある技術やサービスに特化して、新しいビジネスモデルをつくる小さな会社を「ベンチャー企業」「スタートアップ企業」と呼びます。新しい材料が開発される際、大学の基礎研究を製品の形にして社会に発表し、大企業に材料を供給するという中間的な役割はベンチャー企業が担います。PCP/MOFも例外ではなく、ベンチャー企業が実用化の流れをつくりました。残念ながら、日本には大学の基礎研究を社会に出してゆく仕組みがあまり根づいていません。樋口特定助教はPCP/MOFの大量生産や販売、そして新しい産業の創出に特化したベンチャー企業、Atomis(アトミス)を2015年に創業し、大学と大企業との架け橋となるべく尽力しています。「基礎研究」は大学、「橋渡し」はベンチャー企業、「世の中に広く流通させる」のは大企業。PCP/MOFをはじめ新規材料がさらに発展するには、この三者の役割が欠かせません。新規材料の開発は、多様なバックグラウンドをもつ人たちが適材適所で力を合わせることで成り立つ分野なのです。



連載 フロントランナーのまなざし

「若い人たちにはぜひ、『この指とまれ』の仕事に挑戦してほしい。だれも取り組んでいない分野をみずから開拓して、そこにあるものを集めるのです。その領域がどんどんと広がってゆく楽しさを味わえるのは、パイオニアならではのよさです」。次世代の多孔性材料の開発で、材料科学のフロンティアを切り拓いた北川進拠点長。多孔性材料の研究はいまでは大きな期待と注目を集めているが、発表当時は異端扱いされたという。「こっちがおもしろそう」と、あえてだれも選ばない方向を選びとったその直感が大きな金脈を掘りあてた

なにもないまっさらな「空間」に見出した可能性

拠点長 **北川 進** Susumu Kitagawa

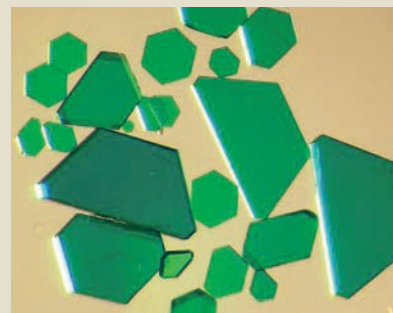
いまでも、多孔性材料に関する論文は年間に9,000本も発表されているが、その出発点は「もっともつまらないイオン」といわれていた銅1価だった。銅の原子が電荷を持った銅イオンには、銅1価とよばれる状態と、酸素が結合して変

化した銅2価という状態の2つがある。銅2価は研究も活発であるが、銅1価は無色であるし、磁石としてつかえるような磁性もなく、研究者に見向きもされないイオンだった。

「つまらない」イオンの快進撃

京都大学大学院で量子化学を学んだあと、近畿大学理学部の助手に。「ここで錯体化学に出会い、有機分子と金属イオンとが結合してできあがる配位高分子の研究をはじめました」。有機分子と金属イオンが並んだ配位高分子の構造に期待するのは、電気伝導性の材料としての価値。それが可能になれば、電線や電解触媒などに応用できる可能性がさらに広がる。研究者たちがこぞってしのぎを削る分野の一つだった。

北川拠点長が扱った金属イオンが銅1価。このイオンの特徴の一つは、立



2014年に発表した多孔性配位高分子結晶の顕微鏡写真。ナノメートルスケールレベルで構造を見ると竹細工の籠(かご)のような網目構造を持っている。これを用いることで、分離が極めて困難な一酸化炭素と窒素の混合ガスから一酸化炭素を選択的に分離できる。



きたがわ・すすむ 略歴は2ページに掲載

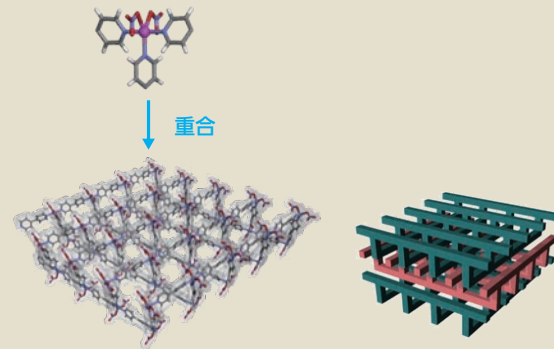
体構造が球状であること。2価銅イオンは有機分子と結合しても特定の方向にしか展開できないが、1価銅イオンは3次元に展開できる。また球状のため、固体構造を組み上げるうえでの歪が少なく結晶が生成しやすい。「銅1価と有機分子とを結合させると、銅と有機分子が規則的に連続してつながったきれいな結晶ができることに気づいたのです。これはなにかにつかえるはず、と研究をすすめたのですが、金属イオンと有機分子では電子構造が異なるため、電子を伝搬させる道筋ができにくいので、イオンを伝播させることは根本的にとてもむずかしいのです。なかなか思う結果が出ずに悶々としていました」。

暇の時間が引き寄せたひらめき

転機は1989年。近畿大学から学生2人を連れて、当時、大型計算機に単結晶X線構造解析のためのプログラムを整備し、開放していた京都大学に向向ったときのこと。得られた配位高分子結晶のX線回折データを大型計算機に入力。データの再現をするために構造をモデル化してシミュレーションの計算が終

わるのを2、3時間待っていた。「京都大学の所属ならば、自分の研究室に戻ってべつの作業をできますが、来訪者である私たちは行き場がなく、暇をもちてあますしかない。途中までの計算結果をもとに学生たちと構造を予想していると、学生が『これ、孔が空いていますよ』と」。均等な大きさの穴が整然と並ぶ蜂の巣構造（ハニカム構造）を見て、はっと思いついたという。「錯体化学の研究者の多くは、配位高分子の骨格にばかり興味をもって、その隙間にはだれも注目していない。なにもない空間が、じつはおもしろいかもしれない」。視界が大きく変わった瞬間だった。

しかし、すぐに「多孔性材料」につながるアイデアが浮かんだわけではない。



北川拠点長が1997年の論文でつくった多孔性配位高分子のモデル図。(左)多孔性材料のユニット。青色の部分が金属で、その周りを有機分子が取り囲んでいる。それらが、重合して、下の多孔性状態になる。(右)分子モデル図の構造がわかりやすいように、単純化してその骨格を示した。緑とオレンジで示しているものは、基本的に同じ構造で、層状に重なっていることを示している。「さね継ぎ構造(英語ではtongue-and groove structure)」と呼ばれている。

孔の中には合成につかった液体の分子が入っており、これを取り除くと、周りのフレームまで崩れてしまう。「はじめは、孔を利用することは考えていませんでした」。分子を取り除いても壊れないものができないだろうか、と試行錯誤をくり返すこと2年。多孔性配位高分子(PCP)がはじめて完成した。空っぽの微細な無数の孔は、気体を自由に取こんだり、放出したりできるなど、孔を利用した応用範囲が拡大する画期的な発見だった。しかし、論文を発表した1997年当時の反応は、とても冷ややかだったという。「『有機物はやわらかいから、多孔性材料の骨格につかえるはずがない』というのが当時の常識。吸着実験のミスと考えられ、信じてもらえないどころか、

嘘つきよばわりされることも……」。しばらくして、ほかの研究者からも同様の発表が頻発したことを契機に、「有機物を用いても頑丈な細孔構造を作れる」ということで、多孔性材料は一躍、競争の激しい分野になっていった。

教え子に伝える直感力の養い方

「もし、私が約子定規な考えをもつ人間だったら、『孔が空いています』といわれても、『電気が流れないならだめだ』と突き放していたかもしれません。なにもない『空間』がおもしろい、そう感じて、その道に飛びついた直感こそたいせつだ」と、北川拠点長はいう。

その秘訣として、北川拠点長が教え子たちに語りつけているのが「運鈍根」だ。「〈運〉は、チャンスは宝くじみたいにとつぜんにやってくるのではなく、その人が知らず知らずのうちにその方向にすすんでいるから出会えるということ。細菌学者のパスツールのことばとしてひろまっている、『Chance favors the prepared mind (準備ができている心に運は来る)』にもつじろい考えです。一所懸命に勉強していると、チャンスに反応する下地ができてくるのです。〈鈍〉は、すぐに反応しないこと。頭のよい、〈鋭敏〉な人はさっと理解して、いちはやく前にすすむ。けれど、新しい領域を生み出すチャンスがあるのは、疑問をもつたらいったん立ちどまって、懐疑的にものごとをみつめるような〈愚鈍〉なタイプだと思います。〈根〉はそのまま、信じた



(左)教え子たちに囲まれての還暦祝い。(右)大きな目で分野を俯瞰できるように、新しく教授になった教え子に贈ったフクロウ。首を大きく回転させ、全体を見わたすことのできるフクロウは、知恵の象徴とされる。

道をあきらめずに歩みつづける根気です」。北川拠点長は教え子たちが教授になる節目のときに、このことばを書き込んだ信楽焼のフクロウ(知恵の象徴でもある)を手渡しているという。

生物ができないことを材料で可能にする

2007年のiCeMS創立時に、副拠点長に就任。創立時から掲げる、2つの柱がある。「一つは、生物の仕組みや働きから学んだことを、材料で再現すること。もう一つは、人工的につくった物質で生物の機能をコントロールすることです。病気の治療など、医療分野への貢献が考えられます」。「生物ができないことを、材料をつかって実現したい」、それが北川拠点長のモチベーションの一つだ。たとえば、生物の生体膜は、濃度の濃い側から薄い側だけでなく、薄

い側から濃い側へ物質を運ぶが、すべての物質を通すわけではない。「生命の仕組みはとてうまくできているけれど、役割以外のことはできません。でも、人工的にデザインした材料をつかえば、それが叫ぶかもしれません」。

開発から20年がすぎ、2017年に「成人」をむかえた多孔性配位高分子。「私たちの体はたった20種類のアミノ酸をつないだ多様なタンパク質からできています。それがどう集合するのかわからず、役割が多岐に広がります。同様に配位高分子の集合の組み合わせの数は、さらに膨大です。コンピュータやAIで解析しても、すべては把握できないでしょう。だからこそ、王道から外れたところに鉦脈が眠っている可能性がある。まさに、『運鈍根』の〈鈍〉ですね。材料科学のおもしろさは私たちの足もとにたくさん埋まっているはずですよ」。

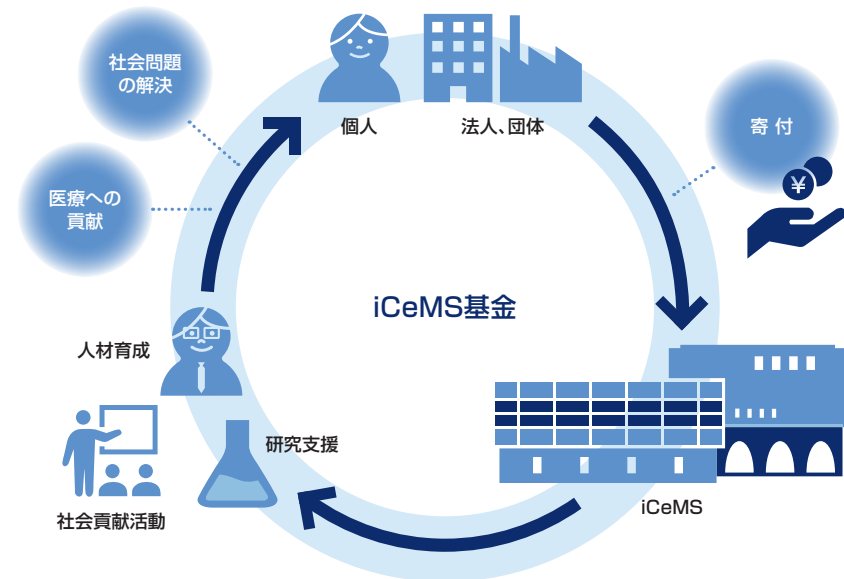
iCeMS 基金へのご支援のお願い

iCeMSは、化学と細胞生物学を融合し、新たな研究領域の開拓にいちど日本唯一の研究所です。このスタンスのもと、空気の浄化や汚水の処理といったエネルギー・環境問題の解決や、一酸化炭素や一酸化窒素などを用いた「ガスの薬」の開発を視野に入れ、新しい機能材料と化学物質の創製をめざしています。

iCeMSの研究は、「基礎研究」とよばれます。成果が見えづらいものですが、現実の社会に貢献しうる応用研究の発展には、基礎研究で得られる知見が欠かせません。iCeMSの幹細胞に関する基礎研究から、山中伸弥教授のiPS細胞研究所が生まれ、臨床研究へと発展しているのも、その一例です。基礎研究が社会で実際に使われるまでには、長い時間が必要です。したがって、長期的に安定した研究体制を整備しなければなりません。

iCeMSは、2007年から10年間、文部科学省の「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」の支援をいただき、大きく成長してきました。同プログラムの支援は終了しましたが、創設からの10年のあいだにiCeMSで育った若手研究者たちが、まさにいま、新しい芽を出そうとしています。彼らにこれからも活躍の場を提供することで、インパクトの高い研究成果を世界に向けて発信し、研究所として一層成長していきたいと考えています。

このような成長を実現するため、外部の研究費を獲得するのはもちろんですが、高いレベルで人材の育成を継続すべく、安定した財政基盤を構築するのが喫緊の課題となります。iCeMSの活動と精神を何卒ご理解いただき、iCeMS基金を通してご支援を賜りますようお願い申し上げます。



京都大学基金ホームページ

<http://www.kikin.kyoto-u.ac.jp/contribution/icems/>

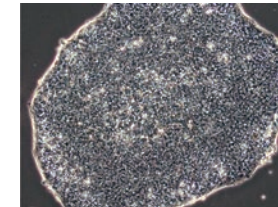
iCeMS の動き

研究成果

詳しくはホームページにて (www.icems.kyoto-u.ac.jp)

低価格のiPS/ES細胞の培養方法を開発

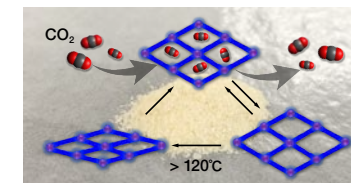
長谷川光一特定拠点講師らの研究グループは、iPS細胞やES細胞を培養するための新たな合成培地(培養液)とその培地を用いた培養方法の開発に成功しました。人工的に合成した化合物を用いて、材料費をこれまでの1/5から1/10に抑えることが可能です。iPS細胞やES細胞を利用した研究や創薬、医療応用のコストが削減され、研究が加速することが期待されます。



新たに開発された培地で培養されたヒトES細胞の集合体。

ガスを吸って形状を記憶する 柔らかい多孔質結晶の合成に成功

北川進拠点長らの研究グループは、アイルランドとアメリカの研究グループと共同で、二酸化炭素や一酸化炭素を吸収して形を変え、さらにその形状を記憶する柔らかい多孔質結晶を開発しました。形状記憶結晶のメカニズムが解明されたことで、同様の性質を示す素材の開発につながります。また、二酸化炭素を始めとするさまざまなガスの分離や、貯蔵といった問題を解決する新素材への応用が期待されます。



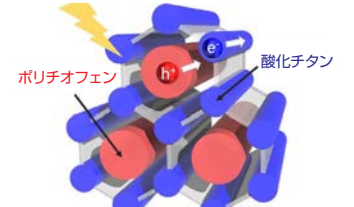
結晶内の細孔は、CO₂が抜けたあとも開いた状態が維持されるが、熱によって容易に閉じることができる。

タンパク質分子の動きをより長く追跡できる イメージング技術を開発

楠見明弘客員教授(京都大学名誉教授)、藤原敬宏特定准教授らの研究グループは、沖縄科学技術大学院大学(OIST)と共同で、細胞内のタンパク質1分子の動きを追跡する時間を、従来の約40倍長くする新技術を開発しました。分子が細胞ではたらく仕組みを直接調べることが可能になり、各分子の運動を追跡できます。

細孔空間を使って異なる分子を交互に配列 —有機太陽電池の究極構造を実現

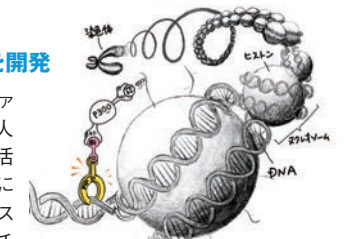
北川進拠点長らの研究グループは、フランスの高等師範学校の研究グループと協力し、多孔性物質を利用して、二種類の異なる分子が規則的かつ交互に配列した構造体を作りだしました。これは、電荷寿命1,000倍の有機太陽電池の材料として、究極的な理想構造とされています。



作成した構造体(ドナー-アクセプター交互配列構造体)のイメージ。

特定の場所の遺伝子を 活性化できる新しい分子を開発

ガネシュ・バンディアン・ナマシヴァヤム講師らの研究グループは、人工的に狙った場所の遺伝子を活性化できる分子Bi-PIPを新たに開発しました。私たちの体は、ヒストンの中に存在するリシンをアセチル化することで遺伝子活性化を制御しています。Bi-PIPはリシンをアセチル化する作用をもつ分子を特定の場所に誘導できるので、任意の場所の遺伝子を活性化できます。ヒストン内に書き込まれた情報や遺伝子活性の異常が引き起こす病気の治療薬、再生医療研究への応用が期待されます。



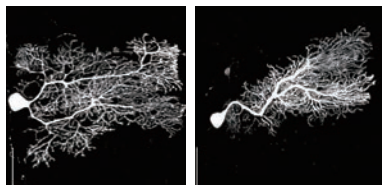
Bi-PIPはアセチル化する分子を特定の場所に誘導し、遺伝子を活性化する。(制作・高宮泉水 iCeMS特定助教)



生細胞内1分子追跡用ステーション。(写真・沖縄科学技術大学院大学)

アクチン繊維のわずかな偏りが 脳神経細胞の形を決めることを発見

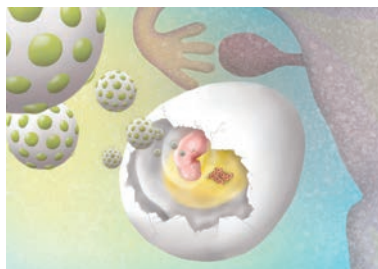
見学美根子教授らの研究グループは、アクチンに結合するタンパク質分子「MTSS1」の欠損した遺伝子改変マウスでは、神経細胞の突起の数が減ってしまうことを見出しました。MTSS1はがん細胞の転移を制御する分子として知られていますが、脳の神経細胞の突起形成に重要な役割を果たしていることが明らかになりました。神経回路形成の分子機構の理解を深め、神経変性疾患や脳損傷の治療法の開発につながるものです。また、がんの病態理解と治療法開発への道も期待されます。



マウス小脳プルキンエ細胞の顕微鏡画像。正常な野生型マウスのプルキンエ細胞(左)に比べ、MTSS1遺伝子を欠損させたプルキンエ細胞(右)は、突起の数が減っている。

がんの個別化医療を可能にする 患者がん由来の鶏卵モデル

玉野井冬彦特定教授は、鶏卵の中にヒトの患者由来の卵巣がんを再現することに成功しました。これにより、患者のがんに最適な薬を短期間かつ安価に探すことが可能になります。さらに、この卵巣がん鶏卵モデルに、新開発のナノ粒子「B-PMO」をつかって抗がん剤を投与すると、抗がん剤の副作用を軽減する役割を果たすことも確認しました。



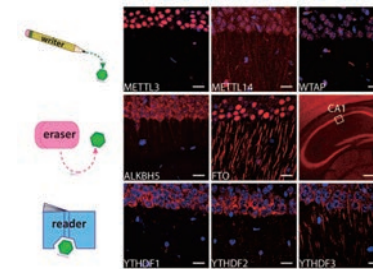
鶏卵モデルのイメージ図。
(制作・高宮泉水 iCeMS特定助教)

ゼリーのように柔らかい多孔性材料の開発

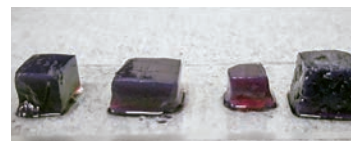
古川修平准教授らの研究グループは、多孔性材料を合成する新しい手法(ナノ空間重合法)を開発し、微小なコロイド粒子や、ゼリーのように柔らかいゲル状の多孔性材料を開発することに成功しました。この柔らかさを利用した、新しい分離膜材料、薬剤運搬、電子デバイスとの融合などさまざまな応用への展開が期待されます。

神経ネットワークの可塑性を支えるRNAの 機能に即した化学修飾をあきらかに

王丹特定拠点准教授らのグループは、マウスの脳内に含まれる神経細胞のシナプ스에局在する(m⁶A修飾)されたmRNA(メッセンジャーRNA)を網羅的に調べることに成功しました。その多くが細胞接着や、神経シグナル伝達に関わるタンパク質を作りだすものであり、さらには、知的障害などの神経疾患に関わる遺伝子であることを見出しました。



マウス生体内では、m⁶Aが制御するタンパク質(上段:修飾、中段:消去、下段:感知)は海馬神経細胞の樹状突起に存在する。



合成した多孔性ゲル。

・ ニュース ・ 詳しくはホームページにて (www.icems.kyoto-u.ac.jp)

- 中原大学薄膜技術研究発展センターと学術交流協定を締結 (3/16)
- 「医学物理・医工計測グローバル拠点」設立記念シンポジウムを開催 (4/11)
- 上海科技大学物理科学技術学院と学術交流協定を締結 (7/19)
- SSH生徒研究発表会にブース出展 (8/8-9)
- iCeMSキャラバンに参加の4高校の生徒らがiCeMSを訪問 (8/8)
- タイに現地運営型ラボ「スマート材料研究センター」を開設 (8/22)
- 第24回iCeMS国際シンポジウムを開催 (9/3)
- スイスのAO研究所と学術交流協定を締結 (9/3)

iCeMS
Our World, Your Future

Vol.6
2018 October

制作 京都大学 高等研究院 アイセムス (物質-細胞統合システム拠点)
研究支援部門/ナブリックエンジニアリングユニット 遠山真理・高宮泉水・本間貴之
〒606-8501 京都市左京区吉田牛ノ宮町
tel : 075-753-9753 fax : 075-753-9759
メール : info@icems.kyoto-u.ac.jp ホームページ : www.icems.kyoto-u.ac.jp
制作協力 京都通信社 デザイン 中曽根デザイン

