Aquatic Functional Materials News

August 2021 ▶No. 7

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究　（研究領域提案型）（No. 6104）令和元年-5年度

水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成

第２回若手スクール　開催

日時：2020 年 11 月 28 日（土）
場所：WEB 会議室
主催：新学術領域研究「水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成」総括班

新学術領域研究「水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成」の第２回若手スクールが、2020年11月28日（土）に開催されました。この若手スクールは、本領域に参画する研究グループに所属する学生を対象に企画されました。2020年の新型コロナ禍により、なかなか顔を合わせるのも難しい状況でも、学生間での交流・発表をする機会を設けました。特に、本領域では、非常に広い分野の研究者が参画していることから、学生たちが広い分野を体系的に学び情報交換を行い、異分野の知識の習得と新たなネットワーク構築の促進をスクールの目的としました。

第２回目となる今回は、オンライン（Zoom）での若手スクールとなりました。学生たちが本領域の特徴である広い領域を学んで、交流を深めるため、３件の研究者からの講義および44件のポスター発表が行われました。最初に領域代表の加藤隆史 教授（東京大学）から、広い分野の中で交流することの意義、様々な研究者、学生との間でこのような交流する機会は奇跡的なものであるので、大事にしてほしいとのご挨拶がありました。講義では、今回の若手スクールの校長を務めるA01の辻勇人 教授（神奈川大学）から、合成化学分野、材料に関する研究内容と、共同研究の大切さに関して紹介がされました。さらに、A02の菱田真史 助教（筑波大学）から水和や膜についての非常に興味深い講義と「美しい」アート作品の紹介がありました。A03の中畑雅樹 助教（大阪大学）から、生体着想材料に関する講義と若手研究者からの視点でどのような研究をされているか紹介されました。また、ポスター発表ではZoomのブレイクアウトルームの機能を用いて、様々な学生が交流できるように部屋を移動しつつ自己紹介、研究紹介を行いました。博士後期課程の学生が司会をして、研究の議論や討論で非常に盛り上がりました。

今回はオンラインでの開催となりましたが、本領域の様々な研究分野から計71名に参加いただきました。初めてのことで、参加者の皆様のご協力があり、異分野の学生間の交流を深めることができました。ご参加いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。　（山形大院有機・松葉 豪）

第２回若手スクール　レポート

講義１「構造制御がもたらすもの」

辻勇人 教授（神奈川大学）

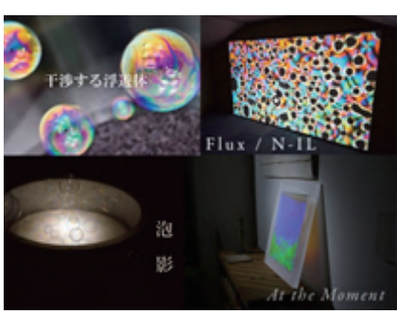
機能性有機材料における分子構造の制御の必要性と、実際に構造が制御されたπ電子共役系炭化水素分子が示す斬新な光機能・電子機能ならびにそれらを活用した応用例について講義をしました。また、講演者がなぜこのような研究を行うに至ったかの背景とともに、分野を超えた共同研究によって新しいことが次々に見出されたことを示し、共同研究の重要性についても紹介しました。

（神奈川大理・辻 勇人）

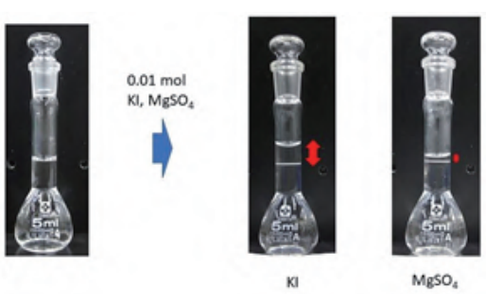
講義２「「水和」を見るということの難しさと面白さ」

菱田真史 助教（筑波大学）

講演では初めに異分野を渡り歩いてきた経歴を紹介し、異分野の研究に触れることの面白さや自らの世界を築いていくことの重要性について述べました。その後、本新学術領域研究のキーワードである「水和」という現象が、どれほど理解の不十分な現象であるのかについて、単純な塩の水溶液の密度変化などを例に紹介し、学理構築の重要性を示しました。さらに、脂質膜の研究を例に、学理の理解から機能性に迫った最新の研究についても紹介しました。また最後に、アートとの協奏的活動を例に、アウトリーチ活動や非専門家との対話の重要性についても話しました。



（筑波大数物・菱田真史）



講義３「生物材料と人工材料を分子認識でつなぐ」

中畑雅樹 助教（大阪大学）

異分野を渡り歩いた研究経験の紹介と、専門の異なる研究者との相互尊重・信頼に基づいた交流の重要性について、着想・対話・融合をキーワードとした講義をしました。水圏の枠組みの中で、コロナ禍だからこそできる若手スクールのような交流の機会を大切にして欲しいという思いを紹介し、参加者からは、研究の道に進んだきっかけや、異分野へ飛び込むにあたっての苦労などの質問が寄せられました。

（阪大院基礎工・中畑雅樹）

ポスター発表

Zoom のブレイクアウトルームの機能を活用して、1 グループ 5 人から 7 人に分かれてポスター発表を行いました。参加者が自己紹介と自身の研究紹介をし、その後にフリーディスカッションを行う形式で開催されました。グループを変えて計 3 回の発表と交流が行われました。学生が主体的に交流することを目的として、司会も博士課程の学生が行いました。普段交流する機会の少ない他の分野の学生に研究の説明をすることは難しいようでしたが、回を重ねるごとに少しずつ慣れていく様子が見られました。博士課程の学生が牽引して交流が活発に行われていたことが印象的でした。今回は留学生もポスター発表に参加し、英語での交流も活発に行われました。

（東大物性研・樋口祐次）

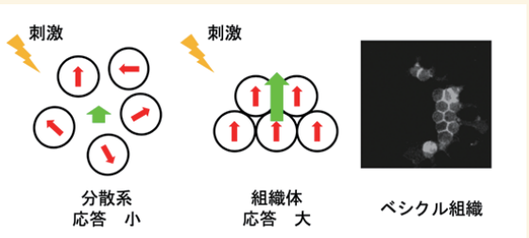
第 2 回水圏機能材料若手スクールは、オンラインでの開催となりましたが、活発な交流が行われ成功裡に終わりました。講義は、幅広い分野からの参加者に向けた初学者にも優しい内容となっていました。研究に関する経験談の紹介もあり、参加した学生も発表に惹きつけられていました。2020 年度は新型コロナの影響もあり、学生間の交流の機会も減っていました。今回の若手スクールは交流の良い機会となり、参加した学生の笑顔も多く見られました。学生が元気に研究することが本研究領域や社会全体の活性化に重要だと実感できるスクールとなりました。

（東大物性研・樋口祐次）

水圏機能材料のプラットホームとしての多細胞型膜組織の構築

今井 正幸
東北大学・教授

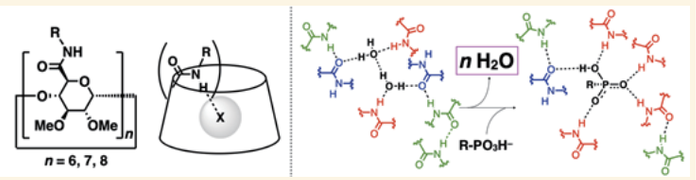
人工細胞（ベシクル）が多細胞生物のように組織を作って機能を発現するようなシステムを研究しています。水圏機能材料の有力なプラットフォームとしてベシクルがありますが、通常ベシクルは水中にランダムに分散しているため、外部からの刺激に対してコヒーレントに応答することが難しくなっています。そこで、細胞組織のように個々のベシクルを接着させ、集合体として機能させることができれば、その機能発現の効率は飛躍的に増大することが期待されます。このような水圏で活躍する高次な機能発現構造体の構築を目指します。



水素結合による分子認識を水圏で実現する機能性超分子ユニットの開発

中村 貴志
筑波大学・助教

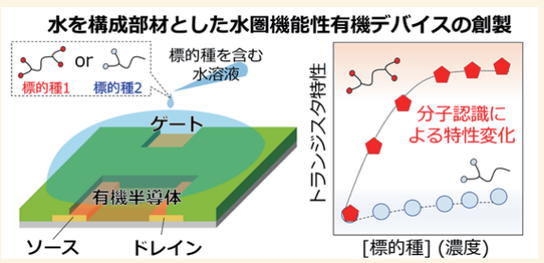
水素結合は官能基選択性と可逆性をもつことから、特異性と環境応答性を兼ね備えた材料の創製を目指す上で重要な相互作用ですが、水圏での水素結合の利用においては、水分子が相互作用部位に競合するという課題があります。本研究では、アミド基を多数導入したシクロデキストリン誘導体を合成し、その相互作用部位の水和状態および脱水和過程を詳細に理解することで、水分子との競合下においても多点水素結合による分子認識を実現する機能性超分子ユニットを開発することを目指します。



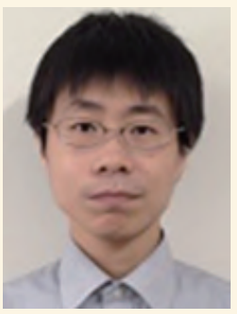
水ゲート有機トランジスタによるオキソアニオン類の認識とインバータ回路制御への応用

南 豪
東京大学・准教授

有機電界効果トランジスタ(OFET)の高機能化による実社会への応用を目指しています。従来のOFETは、水に曝露すると著しく劣化することから、水圏中で機能する化学センサへの適用は根本的に不向きでした。これに対し我々は、検出部位をデバイス本体から隔離したOFETを開発し、水中における分子認識の電気的読み出しを可能にしてきました。本研究では、OFETの化学センサとしての潜在的応用可能性を更に探るため、水を構成部材として積極的に活用した水ゲート型OFETを作製し、水圏でのオキソアニオン類認識に挑戦します。

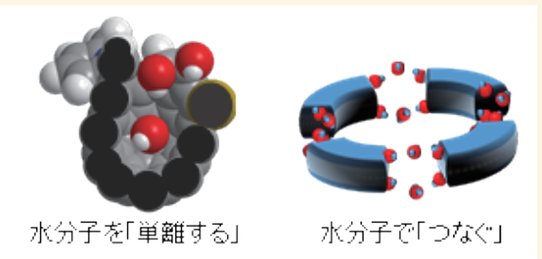


水酸基の3次元精密配列に基づく高次集積構造の構築



橋川 祥史
京都大学・助教

球状炭素クラスターであるフラーレン内部の疎水性空間に閉じ込められた単一水分子や水分子クラスターの研究を行なっています。本研究課題では、フラーレン内外の骨格を利用することで、水分子が関与するダイナミクスをナノレベルで理解するとともに、高次集積構造に由来した新たな機能開拓を目指します。一部の水酸化開口フラーレン誘導体は固体中・溶液中ともに二量化することがわかっています。水分子を利用することで集積構造を制御することができれば、電子受容性やイオン認識能をもつ水圏機能材料の開発につながると考えています。

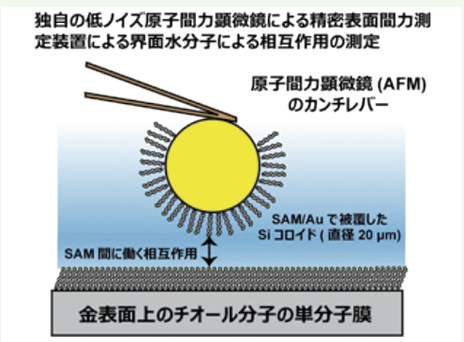


A02 先端計測・シミュレーション班

原子レベルで制御されたモデル有機材料の化学構造 - 水和構造 - 界面現象の包括的研究

林 智広
東京工業大学・准教授

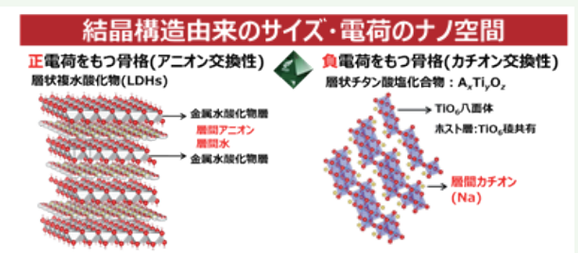
水の中で材料間に働く力を精密計測し、その力の発生のメカニズムの解明を試みています。表面の構造が原子レベルで制御可能な自己組織化単分子膜を用いて、化学構造、水中での相互作用、材料周辺の水の水素結合状態の相関を詳細に調べることで、水圏における分子・材料間相互作用の精密制御、望まれる相互作用を引き起こす材料の設計を目指します。



超空間デザイン無機結晶の固液界面でのイオン交換挙動の理解と応用

手嶋 勝弥
信州大学・教授

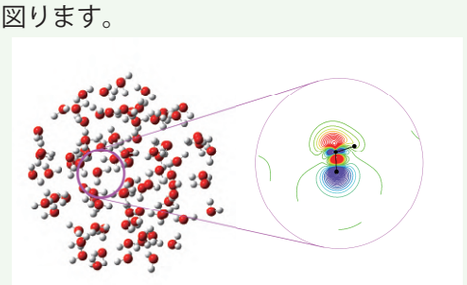
水をキレイにする化学の研究領域において、層状の結晶構造をもつ無機化合物に注目し、その層間を活用しています。水中に溶解する陽イオンを選択的に吸着（ イオン交換 ）する化合物としてチタン酸塩を、陰イオンの吸着材として層状複水酸化物を選択し、独自技術であるフラックス法を用いて高性能な結晶材料を創製しています。特に、結晶の層間を反応場とし、効率的・選択的なイオンの脱挿入を実現するために、結晶材料と水の界面を“水圏界面”と定め、高精細な構造解析や計算科学的アプローチを導入した最適デザインに努めています。



電子密度変化の統計的解析に基づく水素結合系の静電分極モデルの生成法開発と応用

鳥居 肇
静岡大学・教授

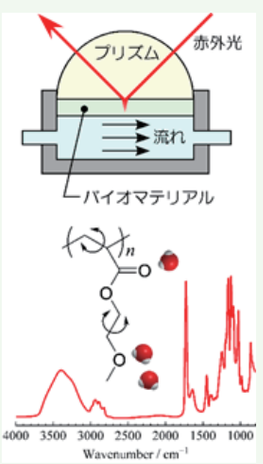
水と材料の分子レベル・ナノ集合レベルでの相互作用を捉えるためには、水分子が置かれている状態による特性の差異を生み出すメカニズムを考慮することが重要です。本研究では、それを的確に表現できる理論モデルを構築することを目指します。そのために、分子間相互作用によって起こる静電分極に深く関わる電子密度変化を、多様な分子配置を考慮して統計的に解析することや、分極に関係するスペクトルをシミュレーションすることによる理論モデルの妥当性の検証などを行い、実在系への応用展開を図ります。



流れと接したバイオマテリアルの水和構造分析

森田 成昭
大阪電気通信大学・教授

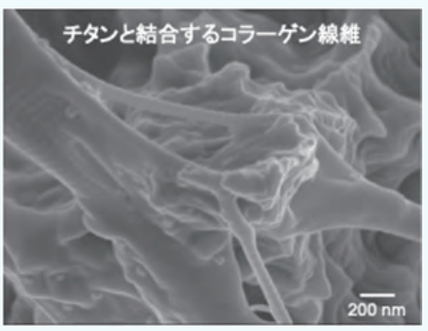
材料が液体と接触することで発現する特異的な物性を究明するために、官能基レベルの分子情報が得られる赤外分光法を用いて研究を行っています。本研究では、生体内におけるバイオマテリアルの生体適合性発現機構を理解するために、バイオマテリアルと接触した水や水溶液に流れを与えた状態で赤外スペクトルを測定できるようにし、様々な条件下で得られるスペクトルを詳細にデータ解析することを試みます。これにより、流れによって変化する分子構造や分子相互作用を明らかにし、水圏機能材料の理解を深めます。



チタン／生体組織相互作用における水和相の役割理解と応用

松本 卓也
岡山大学・教授

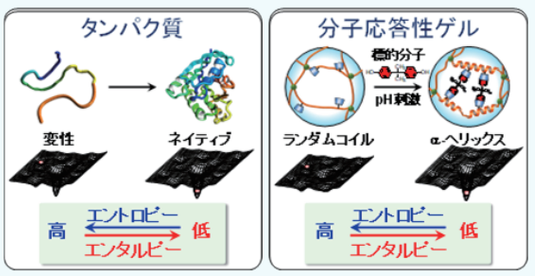
生体組織に対する高強度接着材としてのチタンシートを開発しています。これまでにチタン表面の中間水量がチタンと特定の生体分子との接着に影響することを示してきました。本研究では水素導入量を調整することで実現するチタン表面の異なる水和相状態を元に、種々の生体分子との親和性変化を検討し、チタンシートの接着性制御を目指します。生体内環境は親水性分子と疎水性分子とが高密度に混在する複雑な環境であり、材料表面水圏を基盤とした分子間相互作用の理解は、「生体親和性」という言葉をより厳密に議論するうえでも重要です。



エントロピー抑制による動的分子結合能を有するスマート水圏機能材料の設計

宮田 隆志
関西大学・教授

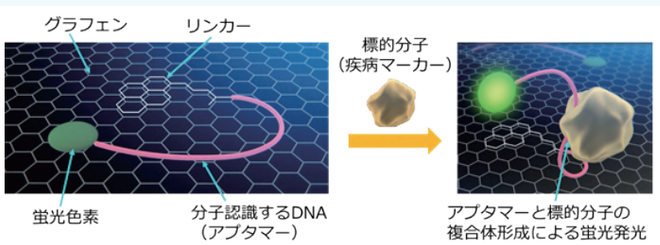
タンパク質は水中で折り畳まれた構造（低エントロピー状態）を形成し、優れた分子認識能をもった理想的な水圏機能分子です。研究代表者は、動的結合として分子複合体を利用し、疾患マーカーとなる生体分子や環境汚染分子を認識して構造変化するハイドロゲル（分子応答性ゲル）を合成してきました。本研究では、タンパク質のように高分子鎖のエントロピー抑制を活かし、外部刺激で分子結合能を制御できるスマート水圏機能材料の設計を目指します。さらにこのスマート水圏機能材料を用いた物質の分離濃縮や薬物の放出制御も試みます。



水圏環境下でイオン・分子認識機能を発現するグラフェン機能材料の開拓

上野 祐子
中央大学・教授

グラフェンは、その高い電子移動度などの優れた特徴から、様々な応用が期待される材料ですが、疎水性材料であるため、水の存在下で分子の機能を発現する「水圏機能材料」としては未知の部分が多くあります。私たちはこれまでに、グラフェン表面に分子認識機能を有する DNA を固定することで、バイオセンシングのデモンストレーションに成功しています。本研究を通じてグラフェン表面で種々の分子認識分子の機能を発現させ、その機構を解明し、水圏環境で動作するデバイス材料としての新たな可能性を示していきたいと考えています。



Aquatic Functional Materials

Aquatic Functional Materials

文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究 （研究領域提案型）（No. 6104） 令和元年−5年度

「水圏機能材料：環境に調和・応答するマテリアル構築学の創成」

ニュースレター第7号（2021年8月発行）

■編集・発行 「水圏機能材料」総括班

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院工学系研究科 加藤研究室内

〒650-0047 神戸市中央区港島南町 7-1-28 兵庫県立大学大学院情報科学研究科 鷲津研究室内

https://www.aquatic-functional-materials.org