

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. 2206) 平成22-26年度
融合マテリアル：分子制御による材料創成と機能開拓

第6回公開シンポジウム開催

～自然と調和して持続的に発展可能な人類のための「材料調和社会」の実現に向けて～

日時：2013年1月28日（月）

場所：TKPガーデンシティ仙台（仙台市青葉区）

主催：新学術領域研究「融合マテリアル：分子制御による材料創成と機能開拓」総括班

協賛：日本化学会・高分子学会・日本セラミックス協会・粉体粉末冶金協会・日本結晶成長学会・

日本バイオマテリアル学会・応用物理学会・日本物理学会・日本生物工学会



新学術領域研究「融合マテリアル：分子制御による材料創成と機能開拓」の第6回公開シンポジウムが、平成25年1月28日（月）、TKPガーデンシティ仙台にて開催されました。はじめに加藤隆史領域代表より、自然・人間・材料調和社会の実現に向けた領域研究の概要が説明されました。また、これまでの成果として、融合マテリアル創成の具体例、論文等外部発表の実績、若手育成の状況、アウトリーチ活動の実績などについて説明がありました。今回は阿尻雅文先生（東北大学）、赤阪健先生（筑波大学）をお招きし、特別講演をして頂きました。また、A01～A03班の平成24年度の成果報告が各班長からなされた後、さらに19件の講演が行われ、それぞれの研究課題で得られた成果に関し活発な議論がなされました。本シンポジウムには105名を超える多数の方々にご参加を頂きました。ご参加いただきました皆様に厚く御礼申し上げます。以下に本シンポジウムの様子を報告させていただきます。

特別講演

超臨界水熱合成プロセスによるナノ粒子連続合成 一有機・無機融合ナノマテリアル創成に向けてー



阿尻 雅文 先生
東北大学
WPI・多元物質科学研究所 教授

超臨界水場を利用した高濃度溶媒分散できる無機ナノ粒子合成の研究を紹介いただきました。超臨界は、本来は気体である温度領域で液体特性を持たせられる高圧環境場であり、水の場合は、極性が極度に低下するため、油と均一相を形成することができます。阿尻先生は、常温では混じり合わない金属塩水溶液と有機修飾剤を均一混合できることに着目し、超臨界水を無機材料の水熱合成場として使うのと同時に有機分子の溶媒としても用いることによって、有機分子を一層分表面に結合させたハイブリッド無機ナノ粒子を合成することに成功しました。この粒子は、目的溶媒へ界面活性剤を使わずに高濃度分散します。また、厳密な温度制御が可能なフローシステムを設計することによって、ナノレベルで均一な形状を持つ粒子を大量合成できます。目的溶媒に高濃度分散できるため、無機ナノ粒子をポリマー材料中に均一混合させることができ、有機材の可塑性を失うことなく伝導度が高いポリマー材料を生み出すことが可能となります。

(東北大学大学院工学研究科・梅津光央)

フラレンを鍵物質とする 高次 π 空間の創発と機能開発



赤阪 健 先生
筑波大学
生命領域学際研究センター 教授

筑波大学生命領域学際研究センターの赤阪健先生から、特異な分子構造と物性を持つ金属内包フラレンの開拓について御講演いただきました。冒頭、先生が研究代表として推進されている新学術領域研究「高次 π 空間の創発と機能開発」について紹介いただき、続く研究紹介では、金属内包フラレンが織りなす構造、機能についてお話いただきました。昔、公園にあったサッカーボール状遊具を例に、先生自らがケージに入り金属内包フラレンの特異性、多様性を実演された写真は印象的であり、まさにその構造が現実のものとなることが紹介されました。特に、化学修飾により内包金属の付加位置の精密な制御や、回転、静止など動的制御が可能となる点は感動的であり、赤阪先生ワールド、高次 π 空間に魅了され、感動のまま時が過ぎました。講演前半、私の講演後は、ケージ遊具の写真しか印象に残らないとのお話がありましたが、聴講者一同、写真と共に、先生の創られた金属内包フラレンの美しさを忘れません。(物質・材料研究機構・長田 実)

平成24年度全体成果報告

平成24年度の全体成果が各班の班長より紹介されました。A01班班長の垣花真人教授(東北大)からは、分子制御による融合マテリアル構造構築の基盤技術開発として、制御分子合成、無機ナノシート開発、有機無機ハイブリッド多孔体、シミュレーションなどに関する成果が紹介されました。A02班班長の青島真人教授(大阪大)からは、融合マテリアルの構造構築に関する精密高分子合成、金属酸化物、有機材料とセラミックスの融合、バイオ、高秩序な液晶、ナノ粒子の配列制御、融合マテリアルの物理理論などに関する成果が紹介されました。A03班班長の今井宏明教授(慶応大)からは、メソクリスタル、ナノゲル、分子集合体、ナノカーボン、イオン液体、液晶、希土類錯体などを利用した、電池、光エネルギー変換、バイオメディカル、光制御、アクチュエータなどの機能開拓に関する成果が紹介されました。(産業技術総合研究所・灘 浩樹)

領域メンバー成果発表

機能性ペプチドによる融合マテリアルの精密設計と合成

鳴瀧(菅原) 彩絵 (A01班) 東京大学 大学院工学系研究科・助教

エラスチンタンパク質に倣って設計・合成された自己集合性ポリペプチドを構成要素とする融合足場材料の作製と、精密合成されたブロックコポリマーによる無機ナノ粒子の特異な自己集合(A02青島グループ、A01下嶋グループとの共同研究)について紹介しました。

動的階層構造を持つ液晶秩序の構築と 金属融合ハイブリッド材料の創製

吉澤 篤 (A01班) 弘前大学 大学院理工学研究科・教授

分子二軸性が階層構造液晶であるブルー相発現の設計指針になることを明らかにしました。さらに少量添加でブルー相を安定化するT型分子を設計し、3成分系から成る室温ブルー相材料を開発すると共に、高速・高コントラスト・広視野角の電界応答を実証しました。

バイオミネラリゼーション分子機構に基づく 新規機能性ナノデバイスの創製

小川 智久 (A01班) 東北大学 大学院生命科学系研究科・准教授

タンパク質工学による真珠バイオミネラリゼーションを基盤とした機能性材料の創製に必要なリコンビナント発現系構築に成功しました。また、外套膜タンパク質と真珠マトリックスタンパク質の比較および結晶形成実験からリン酸化の重要性を示しました。

階層的自己組織化構築したクラスター錯体の磁場配向

佐藤 宗太 (A01班) 東京大学 大学院工学系研究科・講師

多数の芳香族分子が一方向に集積した錯体分子を、さらに1次元に積み重ねてクラスター化し、NMR磁場に対して磁場配向する新材料を開発しました。集積した数が大きくなると磁場配向が強化され、より大きなRDC値をNMRで観測することに成功しました。

有機分子-無機分子融合超分子ヒドロゲルの創製

山中 正道 (A01班) 静岡大学 理学部・准教授

三回対称トリスウレア化合物の自己集合により形成する超分子ヒドロゲルに関する研究成果を報告しました。本化合物が、強酸や強塩基さらには高塩濃度水溶液であってもゲル化できること、形成した超分子ヒドロゲルがチキソトロピー性を有することを示しました。

融合マテリアル形成制御用無機クラスターの設計と合成

小林 亮 (A01班) 東北大学 多元物質科学研究所・助教

独自に開発した水溶性チタン錯体を原料として用いることで、合成が困難とされるbrookite型の酸化チタンの多様な形態制御に成功しました。また、共同研究成果として、合成された酸化チタンが高い誘電特性や特異な親水化現象を示すことなどを報告しました。

無機有機複合材料の新規製法創成に向けた シリコンバイオミネラル形成機構の解明

清水 克彦 (A01班) 鳥取大学 産学・地域連携推進機構・准教授

バイオシリカの形成に関する新規タンパク質glassinについて報告しました。glassinは、海綿動物カイロウドウケツのシリカ骨格から抽出されたヒスチジン、スレオニン、プロリンに富む水溶性分子であり、中性付近のpHにおいてシリカ形成が促進されることを明らかにしました。

バイオミネラリゼーションの時空間的制御を可能とする ケージドペプチドの創製

重永 章 (A01班) 徳島大学
大学院ヘルスバイオサイエンス研究部・助教

バイオミネラリゼーションには、様々なタンパク質が関与しますが、これらの機構は未だ不明な点が多いのが現状です。本発表ではその機構解明のためのツールとなりうるケージドペプチド（紫外線照射をトリガーとして機能を発現するペプチド）の開発について報告しました。

界面機能設計による融合マテリアルの構築

金岡 鐘局 (A02班) 大阪大学 大学院理学研究科・准教授

星型ポリマーの高効率ワンショット合成、高分子ミセルの水／有機層間の可逆的移動、種々のブロックコポリマーを用いた中空ナノシリカ微粒子（A01班下嶋Gとの共同）、シリカ微粒子ナノリングの選択的創製（A01班鳴瀧Gとの共同）などについて報告しました。

有機分子高度組織体を用いる融合マテリアルの構築

樋口 博紀 (A02班) 九州大学 先端物質化学研究所・助教

A01班加藤グループとの共同研究について報告しました。クラウンエーテル誘導体を用いたサーモトロピック液晶や塩化カルシウム水溶液を用いたリオトロピック液晶中で炭酸カルシウムの結晶化を行い、液晶相の違いで結晶の形態が変化することを明らかにしました。

環境低負荷プロセスによる

材料表面への低次元酸化物ナノ構造の高次構築

関野 徹 (A02班) 東北大学 多元物質科学研究所・准教授

高濃度アルカリ溶液を用いた室温処理プロセスでチタン金属表面に低次元ナノ構造からなるポーラスネットワークを構築し、その制御因子の抽出に成功すると共に、ナノレベル構造との相互作用に基づく優れた細胞増殖性などの生体適合性を示すことを示しました。

イオン液体－ナノ粒子融合マテリアルの構築

中嶋 琢也 (A02班) 奈良先端科学技術大学院大学
物質創成科学研究科・准教授

イオン液体とナノ粒子の複合化による融合マテリアルの構築について報告しました。イオン液体と適合する無機ナノ粒子の表面設計の一般化や、イオン液体の自己組織化特性にアシストされた無機ナノ粒子の秩序配列などの成果を紹介しました。

PLGA階層化炭酸アパタイトフォームの創製

石川 邦夫 (A02班) 九州大学 大学院歯学研究院・教授

海綿骨に類似した階層化PLGA炭酸アパタイトフォーム（炭酸アパ

タイト/PLGA/炭酸アパタイト）を家兔骨欠損部に埋入して組織反応について検討しました。階層化PLGA炭酸アパタイトフォームは、優れた組織親和性と骨伝導性を示すことを明らかにしました。

有機ゲルおよび高分子を用いる

融合マテリアルの動的機能の開拓

竹岡 敬和 (A03班) 名古屋大学 大学院工学研究科・准教授

無機微粒子集合体が示す光学及び力学物性と有機ゲルの刺激応答性を融合し、光の閉じ込めや材料の硬さが刺激によって変化する材料の構築に取り組んでいます。ポリロタキサンを架橋剤にゲルを調製すると、ゲルの伸張性と靱性の向上が可能なことを報告しました。

有機半導体／無機透明ナノ多孔性電極から成る

新規有機薄膜太陽電池の開発

西原 洋知 (A03班) 東北大学 多元物質科学研究所・准教授

種々の無機多孔体や無機ナノ粒子を厚さ僅か数nm以下の炭素ナノ薄膜で均一に被覆することで、コア材料の特性と炭素ならではの導電性や耐薬品性を併せ持つ融合マテリアルを調製しました。また、これらの材料のエネルギー分野へ応用について報告しました。

イオン液体中で界面活性剤が形成する

自己組織体を用いたナノ形態制御酸化チタンの創成

酒井 秀樹 (A03班) 東京理科大学 理工学部・教授

光触媒や色素増感太陽電池へと応用される酸化チタン粒子の合成をイオン液体中で行うことにより、ナノシートやナノワイヤーといった通常の溶媒中での反応では得ることのできないナノ形態を付与することに成功しました。

半導体ナノシート液晶を基盤とする

動的融合系の構築と光エネルギー変換

中戸 晃之 (A03班) 九州工業大学 大学院工学研究科・教授

ナノシート液晶は、数少ない無機物による液晶の一つです。半導体ナノシート液晶の構造制御と光機能に関する研究成果を報告しました。液晶のドメイン成長と外場とによって、階層構造体を形成させられること、構造によって光応答を制御できることを示しました。

無機・金属ナノ粒子表面への分子応答性ゲル層の形成と

その応答機能発現

宮田 隆志 (A03班) 関西大学 化学生命工学部・教授

架橋点として生体分子複合体を導入することにより、標的生体分子に応答して粒径変化する生体分子融合ナノ粒子の合成に成功しました。また、内分泌かく乱化学物質の疑いのあるビスフェノールAに応答する分子応答性ゲル修飾SiO₂ナノ粒子の調製が可能なことを報告しました。

無機ホウ素クラスター融合BNCTデリバリーマテリアルの開発

長崎 健 (A03班) 大阪市立大学 大学院工学研究科・教授

ホウ素中性子捕捉療法用の次世代ホウ素薬剤開発を目指した無機－有機融合マテリアルについて報告しました。先ず、メラノーマ親和性薬剤の動物実験での有用性を示し、現在A03班内で共同研究を進めている含ホウ素希土類酸化物ナノ粒子の将来性について言及しました。

「融合マテリアル：分子制御による材料創成と機能開拓」 第7回若手スクール開催

第7回若手スクールが、平成25年1月28日（月）から29日（火）にかけて、TKPガーデンシティ仙台およびホテル大観荘にて開催されました。第6回公開シンポジウムならびに平成24年度第2回合同班会議にあわせて行われました。領域関係者の研究室に所属する学生、ポスドクおよび若手研究者27名が集まりました。今回のスクールでは、ポスターを使ったテーブルディスカッションが26件、領域の若手研究者による講演が2件、学生による研究発表が7件行われ、無機材料、有機材料、炭素材料など幅広い分野から最先端の研究を勉強しました。若手研究者による無機材料と有機材料の“組み合わせ”や、材料の“多孔構造”に関する講演では、キーワードを大切に研究を展開することが成果につながることを学びました。今回で4回目の参加となりましたが、この若手スクールで得る経験は、研究者や学生とのディスカッションを通して研究の視点の違いを知る機会であるとともに、新しい分野への挑戦を後押ししてくれています。（名古屋大学大学院工学研究科・横井太史）





論文掲載

2013年1月

今井宏明教授・緒明佑哉専任講師（慶應大学・A03班）らによる、メソクリスタル／高分子融合マテリアルの形成を経由した高分子の階層的な形態制御に関する論文が *Chemistry-A European Journal* 誌に掲載され、Back Coverにも選ばれました。

"Synthesis and Morphogenesis of Organic and Inorganic Polymers by Means of Biominerals and Biomimetic Materials," M. Kijima, Y. Oaki, Y. Munekawa, H. Imai, *Chem.-A Eur. J.*, **19**, 2284-2293 (2012).

2013年1月

松浦和則教授（鳥取大学・A01班）らによる、ウイルス由来ペプチドから自己集合したナノカプセルへのゲスト内包に関する論文が、*Polymer Journal* 誌のAdvance online publicationに掲載されました。

"Guest-binding behavior of peptide nanocapsules self-assembled from viral peptide fragments", K. Matsuura, K. Watanabe, Y. Matsushita, N. Kimizuka, *Polymer J.*, [DOI: 10.1038/pj.2012.235].

2013年2月

今井宏明教授・緒明佑哉専任講師（慶應大学・A03班）による、バイオミネラリゼーションにならう無機結晶の合成に関する解説記事（展望）が高分子誌に掲載されました。

"バイオミネラリゼーションにならう無機結晶の合成—分子制御による構造構築—",

今井宏明, 緒明佑哉, *高分子*, **62**, 79-81 (2013).

受賞

2012年9月6日

吉澤篤教授（弘前大学・A01班）が「多彩な形の分子が作り出す新しい液晶の世界の研究」により、平成24年度日本液晶学会業績賞（学術部門）を受賞しました。

2012年9月20日

佐藤浩太郎准教授（名古屋大学・A02班）が、「新規バイオベースポリマーに向けた植物由来ビニルモノマーの制御重合系の開発」により、高分子学会旭化成賞を受賞しました。

2012年12月14日

松本涼香大学院生（大阪大学・青島研・A02班）が「Precise Synthesis of Alternating Copolymers by Controlled Cationic Polymerization of Aldehyde and Vinyl Ether: Dual Responsive Polymer with Thermosensitivity and Selective Acid Degradability」の発表により、The 9th International Polymer Conference（IPC2012）（高分子学会主催）において、Young Scientist Poster Awardを受賞しました。

新聞掲載・報道

2013年1月25日

松浦和則教授（鳥取大学・A01班）らの人工ウイルス殻へのゲスト内包に関する記事が「鳥取大など、人工ウイルス殻の内部電荷を解明してDNAなどの内包に成功」として、マイナビニュースおよびYahoo ニュースに掲載されました。

2013年2月6日

松浦和則教授（鳥取大学・A01班）らの人工ウイルス殻へのゲスト内包に関する記事が「DNAを「人工カプセル」内包—鳥大松浦教授・九大グループ 世界初成功—」として、日本海新聞に掲載されました。

アウトリーチ活動

2012年6月9日

長谷川美貴教授（青山学院大学・A03班）が青山学院大学相模原キャンパスにて、女子中高生に向けた模擬授業（60分）を行いました。

「青学リケジョフェア」参加人数 160名（父兄含む）
さらに、2012年7月19日（木）の日本経済新聞 朝刊に掲載されました。

2012年7月14日

長谷川美貴教授（青山学院大学・A03班）が横浜そごうにて、一般に向けた模擬授業（20分×6回）を行いました。

「かながわ発中高生のためのサイエンスフェスタ」
（参加人数 360名）

2012年7月22日

長谷川美貴教授（青山学院大学・A03班）が、青山学院大学相模原キャンパスにて、研究室を公開しました。

「青山学院大学相模原キャンパスオープンキャンパス」
（参加人数 160名）

2012年8月10日

緒明佑哉専任講師、今井宏明教授（慶應大学・A03班）が、慶應義塾大学日吉・矢上キャンパスで開催された化学グランプリ2012・2次選考を受験した高校生に研究紹介を行いました。研究成果の紹介と、融合マテリアルのニュースレターを配布した活動の紹介を行いました（参加人数 約80名）

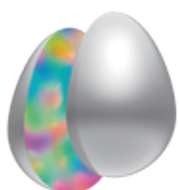
2012年8月21日

緒明佑哉専任講師（慶應大学・A03班）らは、福島県の小中学生が招かれて開催されたアカデミーキャンプ2012第3期（千葉県茂原市）において、「ナノテク最先端」と題して、研究紹介と体験教室を実施しました。

2012年8月21日

佐藤宗太講師（東京大学・A01班）が、東京都立武蔵高等学校にて、高校生を対象とした出張模擬授業（100分）を行いました。

「あたらしいものづくりの方法～自己組織化を使った化学～」
（参加人数 30名）



FUSION MATERIALS
Creative Development of Materials and
Exploration of Their Function through
Molecular Control

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. 2206) 平成22-26年度

「融合マテリアル: 分子制御による材料創成と機能開拓」

ニュースレター第14号(2013年3月発行)

■編集・発行 「融合マテリアル」総括班

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

〒464-8603 名古屋市千種区不老町 B2-3 (611)

Email: office@fusion-materials.org

東京大学大学院工学系研究科 加藤研究室内

名古屋大学大学院工学研究科 大槻研究室内

URL: <http://www.fusion-materials.org>