Hydrogenomics

Vol. 11
2022

変幻自在な**水素**を「**使いこなす**」ためのサイエンス

Hydrogenomics
News Letter

CONTENTS

P1 領域代表ご挨拶 ～最終年度を迎えるにあたって～

P2 日本MRS水素科学技術連携研究会

P3 A03-1 リチャージャブル燃料電池 ～新しいユビキタスな創蓄電デバイスへ～

P5 A03-2 水素ー電子カップリング機能 ～新たな学理構築に向けて～

P7 第8回全体会議 ／ 第15回物性科学領域横断研究会 ／
MRM2021（MRS-J）シンポジウム ／ 今後の予定

https://www.hydrogenomics.jp

最終年度を迎えるにあたって

領域代表 東北大学　**折茂 慎一**

2018年度に開始した新学術領域研究「ハイドロジェノミクス」は、いよいよ最終年度を迎えます。長引く新型コロナウイルスの影響で対面での各種会議の開催が難しい状況ではございますが、オンライン会議や試料送付・測定データ共有などを密に進めながら、水素を“使いこなす”ための指導原理となる新たな水素科学（＝ハイドロジェノミクス）の構築に向けた研究活動を順調に進めております。

ニュースレター第8号（2021年3月）にて、計画研究A01～A05の有機的連携による4つの新たな学術研究群（図1）についてご説明させて頂きました。これらに関しては、第2期公募研究の16名の先生方にも秀逸な研究提案を頂きまして、計画研究の先生方とともに連携研究を推進しております。今後これら4学術研究群を統合した「水素-電子カップリングの静的・動的挙動の理解と精密制御」などの学理に繋げるために、計画研究代表の先生方と議論を重ねているところでございます。

昨年度は、領域外に対する積極的な発信にもつとめました。

そのひとつは、ハイドロジェノミクスに関する解説書の刊行です（図2）。これまでの研究成果の中から、新たな全固体電池や燃料電池、太陽電池などの開発、アミノ酸やアンモニアなどの有用物質の合成、そして水素に関わる最先端の計測・計算技術などについて、わかりやすく解説した書籍「“水素”を使いこなすためのサイエンス ハイドロジェノミクス」を共立出版社から刊行しました。お忙しいなか時間を割いてご執筆下さいました35名の先生方には、この場をお借りして深くお礼を申し上げます。今後はより最新の研究成果や新たなご執筆者を含めまして、英語版書籍の刊行も計画しています。

もうひとつは、学界・産業界を含めたハイドロジェノミクスの継続的な維持・発展のための場・プラットフォームとなる、「日本MRS水素科学技術連携研究会」の設立です（次ページもご覧下さい）。ここでは、異なる学問分野を尊重して、また既存の学協会等とも連携しながら、①将来の連携研究を促進するための最先端動向の共有の場、②基礎科学から技術開発・社会実装までを見通す議論の場、③関連分野の先達から若手に至る全世代交流（特に若手研究者・技術者にとっての人脈形成）の場として、水素科学技術の飛躍に大いに貢献できるものと考えています。本研究会の設立に際して多大なご支援ご協力を頂きました先生方、そして既にご入会登録下さった皆様方に、深くお礼を申し上げます。水素科学技術の将来のために、ぜひ多くの皆様方と連携して研究会活動を進めて参りたいと思います。

領域メンバーの先生方、そして継続的にご支援下さっておりますご関係の先生方には、新学術領域研究「ハイドロジェノミクス」の完遂に向けてこれまで以上にご指導ご鞭撻賜りたく願っておりますので、どうぞ宜しくお願い申し上げます。

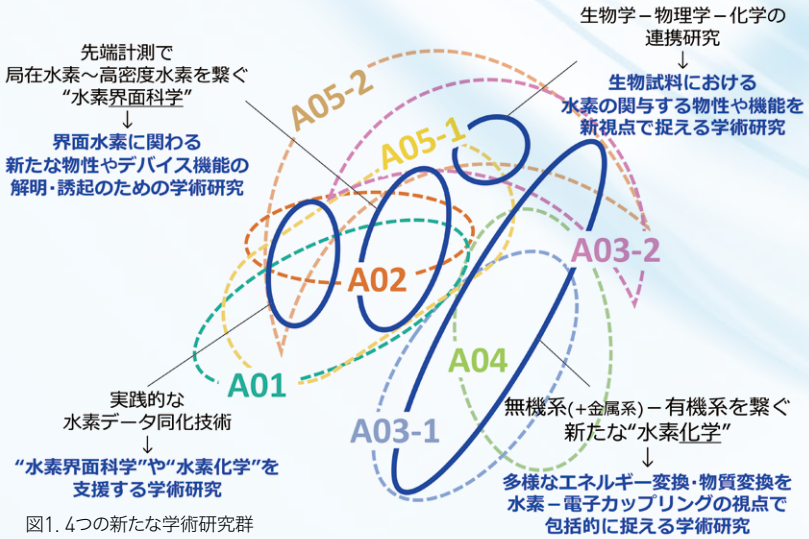


図1. 4つの新たな学術研究群

図2. “水素”を使いこなすためのサイエンス
ハイドロジェノミクス
2022年1月31日発行　共立出版株式会社
ISBN 978-4-320-04498-2

日本MRS水素科学技術連携研究会

～水素に関する基礎科学や技術開発に携わる多くの学界・産業界の皆様方のご参画をお待ちしております～

設立研究会

2022年2月23日（水・祝）、オンラインにて「日本MRS水素科学技術連携研究会 設立研究会」を開催しました。多々ご指導を賜っている、東北大 岡田益男名誉教授ならびに分子研 川合眞紀所長にご挨拶、東工大 細野秀雄栄誉教授ならびにトヨタ自動車 射場英紀CPE（チーフプロフェッショナルエンジニア）に特別講演を頂きました。学界、産業界から多くの研究者にご参加いただき、今後の本研究会および水素科学技術の益々の発展に向けて幸先の良いスタートを切りました。4月からの始動に向けて各分科会の特色を生かした「トピックス研究会」、および6月には学界・産業界の最前線の話題を盛り込んだ2日間にわたる「6月研究会」を計画しております。是非、ご注目ください。

～ 日本MRS水素科学技術連携研究会 設立研究会 ～

日時：2022 年 2 月 23 日（水・祝） 10:00～12:00 予定　　場所：オンライン開催

- 10:00 ～ 10:05「開会挨拶」
  折茂慎一（東北大学材料科学高等研究所 所長）
- 10:05 ～ 10:15「水素科学技術連携研究会設立に向けて」
  岡田益男 様（東北大学 名誉教授、
  同 未来科学技術共同研究センターシニアリサーチフェロー）
- 10:15 ～ 10:25「水素科学技術連携研究会設立に向けて」
  川合眞紀 様（分子科学研究所 所長）
- 10:25 ～ 10:55「特別講演 水素の七変化を利用した新物質・新機能」
  細野秀雄 様（東京工業大学 栄誉教授、同 元素戦略研究センター センター長、物質・材料研究機構（NIMS） 特別フェロー）
- 10:55 ～ 11:25「特別講演 水素が拓く材料新機能と未来社会」
  射場英紀 様（トヨタ自動車株式会社 先端材料技術部 CPE）
- 11:25 ～ 12:00「水素科学技術連携研究会概要・各分科会概要」
  折茂慎一
  秋山英二（東北大学金属材料研究所 教授）
  宮武健治（山梨大学クリーンエネルギー研究センター 教授）
  福谷克之（東京大学生産技術研究所 教授）

分科会紹介

工学分科会

鉄鋼をはじめとする構造材料の耐水素脆化能に加えて、無機系および有機系材料の内部・表界面の水素がかかわる多彩な物性や機能性、さらにそれらを活用したデバイス・システムなどを広く取り扱います。化学分科会と連携した表界面反応や物質変換プロセスの制御、物理学分科会と連携した多様なエネルギー生成・変換・貯蔵・輸送材料などの詳細な解析を通じて、また高圧・成膜技術などの合成プロセスにも注目することで、工学分野における水素科学技術の新たな可能性を追求します。

鉄鋼中の微量水素や低次元に局在した水素から、高配位水素化合物や惑星科学まで、工学の視点から「多様な水素」を基礎・応用の両面で捉え、「産・官・学界」と「広い世代にわたる研究者」の強力な連携のもと、工学分野の活動を進めて行く予定です。

秋山 英二
幹事長

齋藤 寛之
副幹事長

化学分科会

水素が関与する物質変換、高分子材料内の水素種の性質、生体物質における水素の役割など、化学反応や化学物質における水素の挙動や機能などを広く取り扱います。物理学分科会と連携した表界面反応の先端計測や工学分科会と連携した水素機能の相乗効果による構造・機能材料の特性向上などの研究により、従来にはなかった次世代エネルギーデバイスの創製や高効率・高選択・高難度物質変換プロセスの実現などをはじめとし、さまざまな課題に挑戦します。これらを通じ、化学分野における水素に関連した基礎科学の探求および学理構築に取り組み、水素科学技術の発展に貢献し応用展開を促進することを目指します。

化学の視点から「多様な水素種」を見つめなおし、「産・官・学界」さらには「広い世代にわたる研究者」が相互に交流しながら、一体となって化学分科会の活動を進めたいと考えています。ぜひとも多くの皆様が化学分科会にご参画され、仲間としてご活躍いただくことを願っております。

宮武 健治
幹事長

藤田 健一
副幹事長

物理学分科会

物理学分科会では、物質・材料中の水素を高精度で観測する技術、特に中性子・X 線・ミュオン・イオンビームなどの量子ビームを活用した先端計測技術と、水素の量子性も考慮した計算シミュレーションなどを広く取り扱います。化学反応過程でのその場観測や実験とシミュレーションを融合した新たな解析技術を追求するとともに、工学分科会と連携した水素がかかわる多彩な物性・機能性の解析や化学分科会と連携した各種物質変換プロセスの解明を目指します。先端解析法とその応用に興味ある方の入会を歓迎いたします。

福谷 克之
幹事長

大友 季哉
副幹事長

連絡先
office@hydrogenomics-alliance.jp

随時、情報をウェブサイトに掲載しています。是非、ウェブサイトをご高覧ください。
https://hydrogenomics-alliance.jp

研究分担

計画研究 A03-1「リチャージャブル燃料電池～新しいユビキタスな創蓄電デバイスへ～」

山梨大学　教授　宮武 健治

リチャージャブル燃料電池～新しいユビキタスな創蓄電デバイスへ～

リチャージャブル燃料電池を開発されましたが、実用的な活用に向けて現在取り組んでいる研究を教えていただけますか。

A03-1研究分担者の小柳津教授（早稲田大学）らと共同して、何度でも繰り返して発電・充電することができるリチャージャブル燃料電池を2020年に世界で初めて発表しました。小柳津教授は、これまでに可逆的に水素を貯蔵・放出することが可能なプラスチックシートの開発に成功していました。このプラスチックシートは柔軟で折り曲げることが可能であり、分子中のアルコール（フルオレノール）基がケトン（フルオレノン）基に可逆的に構造変化するため、穏やかな条件下で水素分子を可逆的に貯蔵（室温・大気圧下）、放出（80℃）することができるという優れた特徴を持っています。金属水素化物や液体の有機ハイドライドに比べて軽量で、安全に取り扱うことができます。これまで水素貯蔵プラスチックシートを燃料電池に応用する展開がありませんでしたが、ハイドロジェノミクスの枠組みで共同研究を行い、固体高分子形燃料電池の片側の電極層（アノード）にプラスチックシートを内蔵したリチャージャブル燃料電池を設計し、その原理を実証することができました。

リチャージャブル燃料電池は、放電した後に水素を外部から供給すればプラスチックシートに水素を再度貯蔵（充電に相当）することができるので、従来の燃料電池と二次電池の特徴を併せ持つことが利点です。初期段階としては小さな電流（電流密度が10mA/cm^{2}以下）で数十秒程度の発電時間に留まっていましたが、実用性を目指すため、大きな電流でより長く発電することができるよう研究を継続しています。具体的には、①プラスチックシートの性能を改善すること、②プロトン導電性高分子薄膜の導電率を増大させ、かつ、ガス透過係数を低くすることに取り組んでいます。①については水素貯蔵密度を大きくすることができれば、より長く発電することができます（電極層内部をできる限り有効に活用する必要があり、プラスチックシートを内蔵できる体積に限界があるため）。また、水素の放出速度増大も解決すべき重要な課題です。一般的な燃料電池では酸素還元反応が律速になっている（カソードの反応過電圧が大きい）のですが、現行のリチャージャブル燃料電池では電極触媒への水素供給が律速となっており、アノード側の拡散過電圧が大きくなってしまっています。今回用いたプラスチックシートは、80℃においてシート内に固定した水素のうち、20%（20分後）、33%（30分後）、51%（60分後）、96%（360分後）の水素ガスを放出することができます。しかし、燃料電池を発電するためには、プラスチックシートからの水素放出速度が電気化学反応速度（電流密度）に対して十分に速くないので大電流が得られにくい、結果としてプラスチックシートに貯蔵された水素の一部しか発電に使うことができていません。②については高分子薄膜のプロトン導電率が高くなればプロトン移動抵抗が低下するので、高電流密度にしてもオーム損によって電池電圧が低下してしまうのを抑制することに繋がります。特に、外部から加湿しなくても水分が少ない条件（電池反応で生成する水だけ）で高プロトン導電率を示す薄膜の開発を目指しています。さらに、ガスバリア性も電池性能に大きく影響します。固体高分子薄膜中を水素や酸素が透過してしまうと、電気化学反応ではない直接的な化学反応（燃焼）によって水素が消費されてしまい、電流効率が低下します。一般的なプロトン導電性高分子薄膜は水素の透過係数が80Barrers程度あるのですが、今回用いたポリフェニレ

ン（ベンゼン環が連結した高分子）系の薄膜では20Barrers以下と極めて低いことがわかっています。このポリフェニレン系のプロトン導電性薄膜を使ってみると、リチャージャブル燃料電池の発電可能時間が3.7倍以上も長くすることができました。現在、水素透過係数がさらに低い高分子薄膜の開発も進めています。ベンゼン環の繋がり方や置換基の導入などで高分子薄膜の物性は大きく変化するのですが、この分野は私が最も得意とするところです。

更なる性能向上に向けて課題は多数あるのですね。課題解決に際して「どのような」水素機能の相乗効果（高次水素機能）が期待できますか。

水素貯蔵プラスチックシートの性能向上は、小柳津教授を中心に進めていただいています。少し専門的になりますが、上述の水素貯蔵プラスチックシートはアンモニウム基で架橋した親水性のフルオレノールポリマーから成り立っており、貯蔵可能な水素の質量密度は1wt%程度です。最近、易動性の水素を高密度で高分子構造中に含めること（高密度凝集）により、水素質量密度を大幅に増大させることが可能となりました。具体的には分子中に多くの水素を持つ複素環を導入したプラスチックシートでは、水素密度が5.0wt%程度にまで向上しています。水素放出速度が同じであれば、同じ大きさの燃料電池を5倍の高電流密度で、または5倍長い時間発電することが可能になります。プラスチックシートには少量の触媒（イリジウム錯体）が用いられているのですが、A04研究分担者の藤田教授（京都大学）は機能性配位子を用いることにより、市販のイリジウム錯体触媒よりも高効率に水素の貯蔵・発生が可能な触媒の開発に成功しています。1時間後で水素放出が75%以上に達するプラスチックシートの目途も立ってきました。

領域内での連携が課題解決に重要な役割を果たす例が、他にもいくつか出てきました。A03-1研究分担者の福井教授（大阪大学）には、水素放出に伴う高分子構造の変化を詳細に解析していただいています。福井教授が開発された深紫外界面分光法（Far-UV-ATR）を活用することにより、上述したフルオレノール基からフルオレノン基へ構造変化する過程を定量的に追跡することができるようになり、しかも電極からの距離（プラスチックシートの厚み方向）の情報も得られますので、水素放出の律速過程やその改善のための方策（指針）が明らかとなりました。

ポリフェニレン系のプロトン導電性高分子は、A05-1研究分担者の大友教授（KEK）との共同により中性子散乱法で薄膜中のモルフォロジーとその湿度変化を詳細に解析いたしました。ベンゼン環の結合配列が変わるだけで、スルホン酸基や水分子が凝集して高密度に集まった親水クラスターの構造が大きく変化することを見出しました。この発見は高分子の一次構造が高次構造を司る現象を理解するという点で学術的に重要な意義があるのですが、薄膜中においてプロトンが高速移動（導電率の増大）するための分子設計にも大変役に立ち、低湿度（相対湿度が30%以下）ではプロトン導電率が3～5倍にも高い値を得ることができました。また、電極触媒を覆う高分子の界面物性はこれまでよくわかっていなかったのですが、第2期公募研究メンバーの長尾准教授（JAIST）との連携から、サブミクロン以下の膜厚にしたときのプロトン導電性高分子薄膜の挙動が明らかになってきました。電極の種類や結晶面によって高分子の配向が変化して、プロトン導電率に大きな影響を及ぼす結果が予備的に得られています。新学術の残りの期間で、配向の制御因子を明らかにできればと期待しています。さらに、プロトン導電性高分子の安定性向上に関しても新たな成果が出てきています。部分的にフッ素化（フルオロアルキル基を高分子の主鎖や置換基として導入）する検討を進めているのですが、薄膜の強度（延伸した時の切れにくさ）や加速劣化耐久性（燃料電池発電中に、供給ガス、温度、湿度、電流密度などを変化させた時の化学的・物理的な分解しにくさ）が著しく改善し、実用的な観点からも'使える'材料として仕上がってきています。

リチャージャブル燃料電池を活用した今後の展望をお聞かせください。

より高密度に水素を貯蔵し、より速く水素を放出できるプラスチックシート、より高速でプロトンが導電して気体バリア性が高いプロトン導電性高分子薄膜の研究が進んできました。これらを組み合わせることにより初期のリチャージャブル燃料電池を大きく凌駕する性能（大電流密度、長時間発電）に繋げたいと考えています。また、まだ論文として発表していないので詳細はあまり申し上げられないのですが、電気化学反応によってプロトンが直接生成する水素貯蔵分子にも着目しており、これをアノードに組み込んだリバーシブル燃料電池への展開も拓けてきました。気体水素の出し入れが無いので、二次電池のように外部電源によって充電することができること、水素貯蔵分子のレドックス電位（分子の構造によって大きく変わる）によって電池電圧を変えることができることが、リチャージャブル燃料電池とは異なります。まずは全体会議で領域の皆さんに成果をご紹介する予定ですので、楽しみにしていてください。

研究分担

計画研究 A03-2「水素ー電子カップリング機能 ～新たな学理構築に向けて～」

東京大学　教授　森 初果

水素ー電子カップリング機能 ～新たな学理構築に向けて～

水素ー電子カップリング機能の学理構築に向けて進めている研究状況をお聞かせいただけますか。

水素ー電子カップリング機能は、従来は分子レベルで、生物学や化学分野において精力的に研究されてきました。分子内あるいは分子間におけるプロトン変位とカップルした電荷移動（proton coupled electron transfer：PCET）を伴う反応は、基礎研究としてばかりでなく、光合成などのエネルギー変換や貯蔵、表面における触媒化学反応を含む幅広い応用研究にまで発展をしています。これらの変換、化学反応においては、PCETにより高エネルギー中間体の生成を避けたり、反応障壁エネルギーレベルを下げ、これまでにない化学変換、化学反応を促進させる効果があることが明らかにされています。

しかしながら、水素ー電子カップリング機能の精力的な研究は分子レベルに留まり、分子集合体である分子性固体の電気伝導性、磁性、誘電性など、固体の電子機能研究はほとんどありませんでした。さらにハイドロジェノミクスの研究では、静的な水素ー電子カップリング機能ばかりでなく、動的な機能にまで踏み込んだ機能開発を行っております。図1に示しますように、我々の研究室における水素ー電子カップリング機能開発の研究は、水素ー電子カップリングによる（1）電気伝導性/磁性機能（量子スピン液体、スイッチング、超伝導）、（2）ペイポクロミズム光学特性、（3）プロトン互変異性を用いた無水有機プロトン伝導にまとめられます。

（1）水素ー電子カップリングによる電気伝導性/磁性機能（量子スピン液体、スイッチング、超伝導）

通常、分子性伝導体は、電子ドナーとアクセプターの2成分からなり、その電荷移動により伝導キャリアとなるホールあるいはエレクトロンが生成し、伝導体を形成します。その中で、我々が開発した水素ーπ電子カップリング伝導体では、分子からプロトンを脱離し、電荷を補償するためにホールが注入されて、自己ドープ型の分子が集積して伝導パスを形成し、これまでにない単成分の純有機伝導体であるκ-H_3(Cat-EDT-TTF)$_2$が開発されました。硫黄体κ-H_3(Cat-EDT-TTF)$_2$は、室温で良導性ながら電子相関効果のために半導体的挙動を示します。一方、セレン体であるκ-H_3(Cat-EDT-ST)$_2$も常圧で半導体的挙動を示しますが、圧力を印加すると0.6GPa下、低温で超伝導を示すことを最近見出しました。水素揺らぎが効いた新しい水素ー電子カップリング系超伝導であることが示唆されております。

温度を下げると、水は運動エネルギーを失い、氷（固体）に相転移します。同様に、磁性体中の電子スピンも、通常、低温では整列し、基底状態は強磁性、反強磁性, あるいは非磁性相とスピンの固体として長距離秩序を示します。しかし、正三角格子にS=1/2のスピンを反強磁性的に並べようとすると、ある場所はスピンの向きが決められず、「三すくみ」のフラストレーション状態となります。このように、フラストレートした状態を持つために基底状態が長距離秩序を持たない状態を「スピン液体状態」と呼び、この量子スピン液体物質の探索が理論からの提案により、長年行われてきました。そして、水素ーπ電子カップリング系κ-H_3(Cat-EDT-TXF)$_2$(X = S, Se)も常圧で量子スピン液体状態であることが突き止められました。

このように、水素ーπ電子カップリング系κ-H_3(Cat-EDT-TXF)$_2$ (X = S, Se)では、水素揺らぎとカップルした電子スピン系の量子スピン液体状態が観測されましたが、その重水素同位体効果は示されるのでしょうか。調査の結果、重水素体は、電気伝導性も磁性も185Kまでは水素体と同じ振る舞い（室温抵抗率は2Ωcmで、活性化エネルギーは0.08eV）でしたが、185Kで、伝導性、磁性がスイッチングし、常磁性半導体相が非磁性絶縁相となることが明らかとなりました。水素体の基底状態は量子スピン液体相であるのに対して、重水素体は非磁性絶縁相と大きく基底状態が異なるのはなぜでしょうか？ 室温から

185Kまでは、+0.5 価の2分子を繋ぐ水素結合中の重水素は、対称的な2極小ポテンシャル中を熱運動して、$[O{\cdot\cdot}D{\cdot\cdot}O]^{-1}$の無秩序状態ですが、185Kでポテシャル障壁を超えられなくなり、$[O\text{-}D{\cdot\cdot}O]^{-1}$のように、重水素は秩序化し非対称ポテンシャルを与えます。その際、水素結合で結ばれた分子(Cat)間で電荷移動が起きて、$[Cat^{+0.5}\text{-}(O{\cdot\cdot}D{\cdot\cdot}O)^{-1}\text{-}Cat^{+0.5}]$から$[Cat^{+0.94}\text{-}(O{\cdot\cdot}D\text{-}O)^{-1}\text{-}Cat^{+0.06}]$となります。$Cat^{+0.94}$の二量体はスピン一重項となり、185K以下では、重水素の無秩序一秩序転移を起源とした電荷秩序非磁性絶縁相となります。動的重水素を起源として、ダイマーモット半導体相から電荷秩序絶縁相にスイッチングしており、水素一π電子カップリング系の特異な機能であることを見出しました。さらに、最近、π電子の相互作用を化学的に変化させてバンド幅をコントロールするとスイッチング温度が90Kから195Kまで制御できることも見出しています。

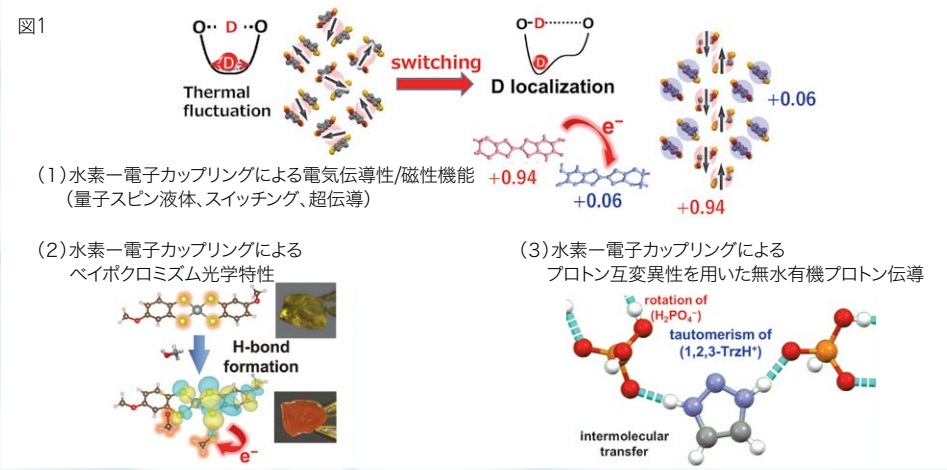
(2)水素一電子カップリングによるベイポクロミズム光学特性

物質が特定の溶媒蒸気を取り込んだり、蒸気と反応することで色が変化する特性をベイポクロミズムと呼びます。図1(2)のように、ジメトキシベンゼンジチオレンZn錯体に、水蒸気、あるいはメタノール蒸気に晒すと、黄色がオレンジ色に変化し、さらに溶媒を脱気して抜くと黄色に戻る色スイッチングを見出しました。さらに、固体の第一原理計算を行い、その色変化、発光色変化が、Zn錯体と溶媒蒸気との水素結合形成により、Zn錯体から溶媒蒸気に電子移動が起きることに起因する初めての水素一電子カップリングベイポクロミズムであることを明らかとしました。

(3)水素一電子カップリングによるプロトン互変異性を用いた無水有機プロトン伝導

無水で燃料電池を作動させるためには、100℃以上で作動する無水プロトン伝導体の開発が望まれています。その中で、我々は、無水有機プロトン伝導体として、等方的に$10^{-3}Scm^{-1}$を超える超プロトン有機伝導体を初めて見出しました。さらにそのプロトン伝導機構が、従来の分子運動とは異なり、プロトン互変異性という新しい水素一電子カップリング機構で動作することを発見しました。理論については、公募研究A05堀優太先生、計画研究A05-2志賀基之先生との共同研究です。

図1



学理構築を進めるうえで、新発想デバイスの創成も期待できますね。具体的にはどのような“新発想”を期待できますか。

(1)水素一電子カップリングによる電気伝導性/磁性機能では、外場として圧力、電場を印加してスイッチングを制御することにも成功しています。その結果、水素一π電子カップリング系κ-H_3(Cat-EDT-TXF)$_2$では圧力を印加すると、通常とは異なり、スイッチング温度は上昇して、水素体ではほぼ2GPaで200K、重水素体では2.5GPaで230Kにも達することを見出しています。また電場を印加すると、水素体、重水素体共、室温で非線形伝導、180K付近より負の微分抵抗が観測され、重水素体では、170K付近で電場印可によるヒステリシス、つまりメモリー効果という“新発想”素子も見出されています。

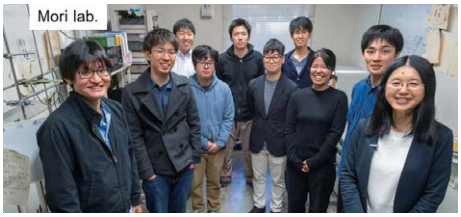
さらに、公募研究B02の加藤浩之先生、計画研究A04の吉信淳先生、公募研究A05の立川仁典先生と共同で、水素一電子カップリング系2分子膜を“新発想”素子として開発し、近年、電場によるスイッチング効果を見出しております。

(2)水素一電子カップリングによるベイポクロミズム光学特性では、金属錯体そのものが、溶媒蒸気のセンサーとして活用されます。また、(3)水素一電子カップリングによるプロトン互変異性を用いた無水有機プロトン伝導では、新たな機構で燃料電池を組み立て動作することにも成功しています。分子運動でなくプロトン互変異性を利用するため、今後、耐熱性を有する燃料電池開発に期待が持てます。

最終年度における目標をお聞かせいただけますか。

(1)水素一電子カップリングによる電気伝導性/磁性機能では、水素一電子カップリングをパラメータとした相図を完成したいと思っております。カップリングを制御することにより、モット絶縁相、量子スピン液体相、電荷秩序非磁性相、金属相、超伝導相と、今までにない電子相の宝庫となる相図ができそうです。(3)水素一電子カップリングによるプロトン互変異性を用いた無水有機プロトン伝導では、新たなプロトン互変異性機構を明らかにし、物質設計指針を確立したいと思います。

さらに、有機系ばかりでなく、無機系、生体系を合わせた水素一電子カップリング機能を俯瞰してみたいと思います。それぞれの環境場がどのようにカップリングに効くのか、またカップリングによってエネルギーポテンシャルが変化し、新しい機能発現しているのかを総合的、俯瞰的に眺め、水素一電子カップリングの学理構築に貢献したいと思っております。



第8回全体会議

2021年11月19日(金)- 20日(土)、オンラインにて「第8回全体会議」を開催しました。本会議では、ハイドロジェノミクス全体としての纏まりを確認するタイミングとして、計画研究から各々の研究課題の成果について、公募研究から領域内での連携研究の進捗を主としてご発表頂きました。メンバー全員で研究方向性の再確認をして、最終年度に向けて研究活動を推進します。

第15回物性科学領域横断研究会

2021年11月26日(金)- 27日(土)、9つの新学術領域研究および学術変革領域研究(A)が合同で「第15回物性科学領域横断研究会」をオンラインにて開催しました。物性物理の将来を担う若手研究者の研究を奨励し、今後の発展研究への動機付けと物性科学のさらなる活況に貢献する人財育成の一助とすることを目的として2名に授与する「最優秀若手奨励賞」の一人として出倉駿さん（東京大学物性研究所 森研究室 特任助教）が表彰されました。おめでとうございます！

出倉 駿さん

講演題目

分子の内部自由度を活用した無水有機プロトン伝導体の開拓

コメント

この度は貴重な発表の機会を頂いただけでなく、このような素晴らしい賞を賜り誠に光栄に思います。これもひとえに、共に研究に携わって下さる森教授・修士2年の西岡氏をはじめ、様々ご議論頂いております領域内外の先生方のおかげと思っております。今後も水素科学の発展に微力ながら貢献できるよう、益々研究に邁進したいと思います。

MRM2021 (MRS-J) シンポジウム

2021年12月13日(月)-16日(木)、パシフィコ横浜にて開催の「MRM2021(MRS-J)シンポジウム」に参画しました。「SYMPOSIUM E-5 Hydrogen in Functional Materials II」にて本領域から口頭発表19名、ポスター発表17名の合計36名が発表をしました。ハイドロジェノミクスとしては2020年1月に札幌で開催した「第1回ハイドロジェノミクス国際会議」以来の対面での参画となりました。新型コロナウイルス感染拡大の一日も早い終息、平穏な日々が取り戻せるよう心から願い、皆様とお会い出来る日を楽しみにしております。

今後の予定

○**2022年5月16日(月)-19日(木)**　「第2回ハイドロジェノミクス国際会議」をオンライン開催いたします。

○**2022年6月23日(木)-24日(金)**　「水素連携研究会 6月研究会」をオンライン開催いたします。

Hydrogenomics News Letter, vol.11　　発行日：2022年3月25日

[東北大学 折茂研究室 テクニカル・マネジメントサポート]
TEL：022-215-2093
mail：secretary@hydrogenomics.jp

[東京工業大学 一杉研究室 マネジメント・アウトリーチ]
TEL：03-5734-2636
mail：outreach@hydrogenomics.jp

Hydrogenomics