

JACI NEWS LETTER

Japan Association for Chemical Innovation
公益社団法人 新化学技術推進協会

No.69 2019.1

HEADLINE

- 01 社会と化学、化学工学
- 02 STGA受賞者がシンガポール AOC-7に参加
- 04 フロンティア連携委員会 異業種交差点Ⅱを開催
- 06 GSC話題 横浜国立大学におけるGSCに関連する取り組み
ー グリーンマテリアルイノベーション (GMI) 研究拠点
- 07 研究最前線 固体触媒による脱酸素脱水反応を用いた糖類からのキラルポリオール合成
- 08 第8回JACI/GSCシンポジウム開催のお知らせ (2019年6月24~25日)



新化学技術推進協会は、人と環境の健康・安全と、持続可能な社会をめざすGSC推進の考え方にたち、技術革新の原動力となる新しい科学技術発展に貢献することを目的とした、公益社団法人です。

社会と化学、化学工学



公益社団法人化学工学会
会長

阿尻 雅文

最近、化学と社会との距離が近づいているように感じられます。技術・製品に市場性が求められることは当然ですが、マラリア対策用の防虫ネット開発で多くの命を救うといった最近の化学産業の動きは、「社会づくり」により直接的に向き合っているように思えます。新技術・製品がもつ「光と影」の「影」の部分も減らせるのではないのでしょうか。

アカデミアにも、社会に近づこうとする動きがみられます。地域社会に入り、市民とともに未来ビジョンづくりをしておられます。新技術が導入されたときに社会に与える効果・影響を説明し、様々なメニューを提供します。最終的に決めるのはもちろん市民です。このような市民とともに「社会づくり」を行っていく動きは、「社会協創」とも言えるかもしれません。

新技術が社会に与える影響には、エネルギー・環境・コストやLCAといった側面だけでなく、社会の産業構造や文化面もありますから、従来の技術アセスメントに社会科学との融合も求められるかと思います。そのような動きは、SDGsへむけた化学・化学産業の推進には重要ですし、社会と化学をより近づけてくれると思います。

一方、化学・化学技術開発・生産の場には、AI-IoTロボティクスは想像以上のスピードで浸透しつつあります。これは、生産性や安全・保全の向上の問題ととらえられがちですが、実は、非力な女性、高齢者、障がい者、また経験の浅い海外人材、若手というように、だれもが、いつでも働ける環境を与えてくれます。ジェンダー論、働きがい、経済成長といった、社会の大きな改革、そして先に述べたSDGsにもつながります。

このように、化学の内側からも、それを取り巻く環境からも、化学と社会とのより近い関係が生まれつつあるように思えます。化学技術の社会実装は、その活動という側面だけでなく、そこには「社会化学」というべき新たな分野の創成が期待されます。今まで以上に、社会に大きく貢献していく化学、化学工学の未来の姿が目に見えます。

STGA受賞者がシンガポールAOC-7に参加



会場 (BiopolisのMatrix)



学生交流会



基調講演をしたKummerer教授(独)との個別Discussion



熊本大学 大学院 自然科学研究科 D3 Elaine G. Mission

The AOC-GSC 7 held in Singapore has served as a venue for the discussion of various themes encompassing challenges on sustainability and valorization, sustainable processes, green and applied catalysis and engineering green polymers, materials and formulations. I had the opportunity to listen to the lectures of academics, professors and practitioners working in this field which has provided me with a broader and global perspective about green and sustainable chemistry. Also, I shared my research works through a poster and oral presentation. Moreover, I have met several researchers such as Dr. Fan, Dr. Kappe and Dr. Fukuoka, whose works have largely influence mine. I have received some questions and suggestions from them which would help me later in shaping future research directions. The session with Prof. Kummerer has clarified my personal thoughts about the “greenness” of my work and he further advised us to start somewhere and keep it going. The student lunch meeting was an equally enriching experience because the participants not only talked about research topics but discussed the cultural differences and research practices in their respective countries. I am truly grateful to JACI for giving this chance to attend the conference. I have a lot of key takeaways from the lectures and from my interaction with the other participants which would further refine my research and career path.



大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 D2 井坂 祐輔

シンガポールにて開催されたAOC 7-GSC 2018に参加した。他の多くの学会と異なり技術ベース（例えば触媒技術等）ではなく、Green & Sustainable Chemistryという目的ベースのテーマが設定されている本学会は、普段触れる事のない技術や考え方に触れるという意味で非常に興味深いものだった。また、各国の学生と交流の機会を頂き、研究その他について意見交換をする非常に楽しい会となった。学生として研究に携われる期間も残りわずかとなってしまったが、本学会での経験を糧に研究に邁進したいと思う。

JACIはいくつかの懸賞事業を通してGSCの普及・啓発に努めています。そのひとつが国内の大学院生を対象としたSTGA (Student Travel Grant Award) です。この賞の受賞者はGSCに係る国際学会で発表することになっており、JACIがその支援をしています。栄えある第11回STGA受賞者6名が2018年11月19日～21日にシンガポールで開催されたAOC-7 (7th Asia-Oceania Conference on Green and Sustainable Chemistry) に参加し、現地での様々な交流を通してGSCの理解を深めました。

東京工業大学 物質理工学院・材料系 D1 Deng Dian

With great thanks for STGA from JACI, I was able to attend AOC7-GSC held in Singapore.

AOC-GSC conference is currently held every two years, bringing together researchers dedicated to advancing green and sustainable chemistry (GSC) to share their ideas and research results.

The conference which lasted for three days was a completely eye-opening and amazing experience. I got to hear from many different presenters, ranging from students like myself, to the 'big names' in chemistry world! I have enjoyed their extraordinarily interesting lecture from the first to the last minute. It gave me the opportunity to get a sense of the current state of research in GSC. I thoroughly enjoyed the historical sightseeing, shopping and the local cuisine and cultures.

Overall, attending the AOC7-GSC was great fun and an amazing opportunity for me to meet the researchers whom are experts in GSC, gain new insights into my research project and make connections with other young researchers. I would like to express my sincere appreciation and gratitude to JACI again for giving me the chance to attend and present my work at this highly valuable conference, helping to further my research and career prospects.



名古屋大学 大学院工学研究科 化学・生物工学専攻 M2 西田 竹徳

AOC-7はGSCを主題にした学会ということで、私の専門分野（高分子）に限らず様々な分野の発表がありました。普段の学会では聞けない異分野の発表は、どれも新鮮で面白く、なにより、GSCという観点では世界中どの分野においても共通の問題意識があるということが実感できました。また、海外の先生や学生と対談する場を用意して頂きました。あらかじめ通知があったので、事前に英語の準備をして臨みました。決して上手ではありませんが、私としては今までで一番まともに英会話でき、国際交流も楽しむことができました。このような機会を与えて頂き、大変良い経験ができました。ご支援頂いた関係者の方々、および親切に接して下さった他の受賞者の方々に、深く感謝いたします。



お茶の水女子大学 大学院 人間文化創成科学 D2 黒木 菜保子

第11回GSC-STGAを頂戴し、7th Asia-Oceania Conference on Green and Sustainable Chemistry (AOC7-GSC) へ参加させていただきました。私は理論物理化学を専門としているため、本領域における国際会議への参加は、今回が初めての経験でした。温暖化やエネルギー貯蔵など世界規模で解決すべき問題に対し、幅広い分野の最先端な講演を拝聴でき、非常に有意義な時間を過ごすことができました。日頃から視野を広く持ち、基礎研究の立場から、社会のニーズに貢献できる可能性を秘めた研究を展開したいと感じ、より一層の努力をしていく所存です。また、学生交流の機会をいただき、現地の学生と英語でコミュニケーションをとり、将来の研究活動について話すことができましたことを嬉しく思っております。最後になりましたが、このような機会を与えていただきましたことに心より御礼申し上げます。



東京工業大学 フロンティア材料研究所 D1 林 愛理

この度、JACIよりご支援いただき、シンガポールで開催されたThe 7th Asia-Oceania Conference on Green and Sustainable Chemistryに参加させていただきました。今回参加させていただき、本当にいろんな分野の研究者がGSCに関心を持ち、様々な形でGSCに貢献しているということが印象的でした。現地の学生や先生方との交流では将来のことや研究のことに対してよい刺激を受けました。このような素晴らしい経験を日々の研究、将来に生かしていきたいと思っております。最後になりましたが、このような機会をいただきましたこと新化学技術推進協会をはじめ、関係者の方に深く御礼申し上げます。



(敬称略、学年は応募時点)

異業種交差点Ⅱを開催



パンフレット (表紙)



ポスターセッション会場



自走式ロボット



VRヘッドセット



寄与するSDG s 目標

JACIのフロンティア連携委員会では、協会発足当初より、異業種、異分野との交流企画を積極的に実施しています。

既報のとおり、本委員会に属するエネルギー・資源技術部会のエネルギー分科会では、2016年9月に「異業種交差点」というタイトルで、物流業界の関係者をお招きし、神田の学術総合センターにある一橋講堂にて産産学ポスターセッションを実施、200名を超える参加者を集めました。この模様は、本ニュースレター60号でご紹介しています。

この企画の第2弾として、昨年11月5日、同分科会は、「豊かな未来生活の創成へ」のテーマを掲げて、産産学ポスターセッション「異業種交差点Ⅱ」を、環境技術部会やライフサイエンス技術部会等の共催を得ながら、前回と同じ一橋講堂にて開催しました。

今回の「異業種交差点Ⅱ」は、大きく分けて2部構成で行われ、まず第一部では、71の企業・団体によるポスター展示と36社・団体のショートプレゼンテーションを行い、「快適/豊か」「環境」「安全/安心」「エネルギー」の4つの切り口から、各社・団体が発表を行いました。

「豊かな未来生活の創成へ」という広いテーマにふさわしく、ポスター展示への参加企業・団体も、会員企業や大学はもちろん、IT関連企業や機械メーカーなど、多種多様な参加者を得、会場では自動走行ロボットやバーチャルリアリティのヘッドセットなども展示されて、234名の参加者が熱心に説明に聞き入り、質疑を行っていました。

また、今回のポスター展示では、初めての試みとして、それぞれの展示内容が、SDG sの17目標のうちどの目標に寄与するかを掲示していただきました。

フロンティア連携委員会では、異業種、異分野との交流事業を積極的に実施しています。本号では、エネルギー・資源技術部会の「異業種交差点Ⅱ」をご紹介します。

次に第2部では、特別講演とパネルディスカッションが行われ、まず、「変なホテル」のコピーで有名な、ハウステンボス株式会社の取締役CTOであり、株式会社Hapi-robot (ハピロボ) の代表取締役社長としてもご活躍の富田直美氏に「AI、ロボット、IoTを社会に活かす。～人がより幸せになるような未来を創る会社の使命とは～」の講題でご講演いただきました。

富田氏は、ハウステンボスのロボット事業を立ち上げた方ですが、現物を自分の目で見て考えを組み立てていくことの大事さを、実際に会場で自らドローンを飛ばして説明され、そうした実体験をもとに、既成概念にとらわれずにどのように考えていくのかについて、考え方の実例を次々と披露され、立ち見を含む満員の聴衆に強いインパクトを与えていました。

続くパネルディスカッションは、「0から1を生み出す」のテーマのもと、富田氏に加えて、京都大学科学研究所若宮淳志教授、ミツフジ株式会社三寺歩代表取締役社長、JACIエネルギー・資源技術部会秋葉巖部会長が参加、産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センターの牛島洋史副研究センター長をモデレーターとして行われ、富田氏の刺激的な講演に触発され、開始早々から活発な議論が展開されました。

フロンティア連携委員会では、本号でご紹介したような技術部会活動のほか、委員会が設置しているタスクフォース活動においても、多方面との交流の中から、化学への社会的要請を模索する活動を続けています。こうした活動の中から、海外の化学団体との関係が生まれたり、あるいは脳科学のような新しいワーキンググループ活動も展開されるなど、目に見えた成果が生まれています。

こうした成果は、戦略委員会の活動などにもフィードバックされ、協会全体のさらなる活性化につながるものと、おおいに期待されます。



富田直美講師



講演会場



パネルディスカッション

GSC 話題

横浜国立大学におけるGSCに関連する取り組み
— グリーンマテリアルイノベーション (GMI) 研究拠点

Efforts in Yokohama National University (YNU) related to GSC
- Green Materials Innovation (GMI) Research

横浜国立大学・GMI研究拠点長・教授 窪田 好浩
Yoshihiro Kubota / Director of GMI Research Center, Professor,
Yokohama National University

横浜国立大学 (YNU) におけるGSCに関連する取り組みの一例として、グリーンマテリアルイノベーション (GMI) 研究拠点の活動について概説する。特に、GSCに関連の深い「クリーンエネルギー材料産学官研究会」に属する3つの研究グループの研究内容について紹介したい。

横浜国立大学のグリーンマテリアルイノベーション (GMI) 研究拠点は、文部科学省特別経費の支援を受けて「材料技術研究の推進とYNU研究教育総合連携方式の開発」というコンセプトを掲げて2011年度に発足し、持続可能社会創生に資する材料研究を中心とした新しい産学官連携のかたちを探って行く試みを開始した。これまで共同研究というのと、とかく一企業と大学一研究者の「個：個」の連携が中心であったが、本研究拠点では、「多：多」のオープンイノベーションを目指した活動を活発に行っている。具体的な活動として、(A)「クリーンエネルギー材料産学官研究会」(A1 イオン液体研究グループ、A2 ポーラス材料研究グループ、A3 電極触媒研究グループ)、(B)「超寿命材料産学官研究会」(B1 金属材料研究グループ、B2 セラミックス材料研究グループ、B3 コンクリート研究グループ)という2つの研究会 (6つの研究グループ) を設けている (図1)。これらの活動を通じて、大学研究者間の連携を図ると同時に広く産官の方々に大学のシーズを知って頂く機会を設け、上記の「多：多」オープンイノベーションを推進している。

上記の中で、GSCとの関連性が特に高いのが「クリーンエネルギー材料産学官研究会」(A1、A2、A3) であるため、これらについて簡単に紹介する。イオン液体研究グループ (A1)：イオン液体に関する研究では、新奇なイオン液体 (IL) を探索すると同時に、その特性を利用したクリーンエネルギー材料およびデバイスの開拓を進めている。具体的には、イオン液体の異常溶解性を利用したLILS (Li | IL | S) 電池の開発、プロトン性ILを利用した無加湿燃料電池の開発、電極活物質単粒子を用いた計測技術の開発、鋳型合成を利用した電極/電解質界面のナノ構造設計、ブロック共重合体とILを用いた新しいポリマー電解質の設計な

どの研究を行っている。ポーラス材料研究グループ (A2)：シリカ系規則性多孔体 (=ゼオライト、メソポーラスシリカなど)・炭素系規則性多孔体 (=メソポーラスカーボンなど) の構造制御・新規構造の創製・新合成法の開発といった材料創製に関わる研究とその応用研究を進めている。例えば、持続可能社会の構築に重要なグリーン化学プロセスや省エネ型化学プロセスの開発にポーラス材料を触媒として利用することと、そのための新規な触媒材料を創製することである。顕著な成果としては、高性能なチタノシリケート触媒Ti-YNU-2や新規骨格ゼオライトYNU-5の創製が挙げられる。カーボン系ポーラス材料を負極とする電気二重層キャパシタの高性能化に関する研究も行っている。電極触媒研究グループ (A3)：CO₂排出量の大幅削減を目指すための再生可能エネルギーを基盤としたエネルギーやモノづくりの技術開発を行っている。例えば、海外の再生可能エネルギーを高い効率で化学エネルギーに転換する技術、モノづくりに利用する技術、化学エネルギーを高効率で電力に変換する技術である。そこで、再生可能エネルギー由来の電力を用いた水素製造、有機ハイドライドを用いた水素の貯蔵と放出、レアメタルフリー電極開発のための新規材料探索などの研究を行っている。

以上の研究グループがGSCに関連する研究を展開しながら、国内の民間企業や公的機関と連携しながら上記のオープンイノベーションの実現を図っている。他の学内組織との連携も加味した模式図を図2に示す。JACIの活動内容との関連性も高いので、効果的な連携を行うことができれば有意義と考えている。これらの連携は大学の学術レベルと企業の技術レベルの向上につながり、ひいては温室効果ガスの排出削減や持続可能社会の構築に貢献できるものと期待している。

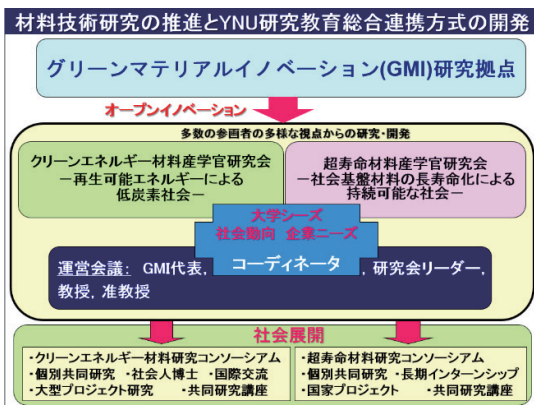


図1 GMI研究拠点の全体像

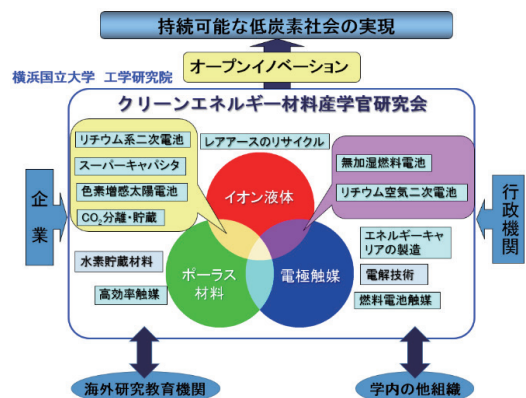


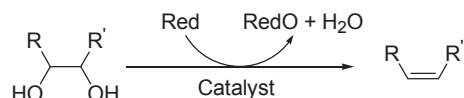
図2 クリーンエネルギー材料産学官研究会の概念図

固体触媒による脱酸素脱水反応を用いた糖類からのキラルポリオールの合成

Production of chiral polyols from sugars by deoxydehydration on heterogeneous catalysts

東北大学大学院工学研究科応用化学専攻
Department of Applied Chemistry, School of Engineering, Tohoku University
富重圭一 (教授)、田村正純 (助教)、中川善直 (准教授)
Keiichi Tomishige (Professor), Masazumi Tamura (Assistant Professor),
Yoshinao Nakagawa (Associate Professor)

バイオマス関連化合物である糖や糖アルコールから化学原料として有用な化合物を選択的に合成するための触媒や反応に関する研究が近年盛んに行われてきている。現在石油から誘導されている有用な化合物の多くは、糖や糖アルコールと比較すると酸素含有率が低いため、酸素含有率を減少させる反応の重要性が増してきている。このための触媒反応として、脱酸素脱水 (Deoxydehydration: DODH) 反応がある。DODH反応の化学式は以下のようになる。



これまでDODH反応には、 CH_3ReO_3 のような均一系触媒と還元剤として2級アルコールが用いられてきた。これに対して、パラジウムや金で修飾した酸化セリウム担持酸化レニウム触媒 ($\text{ReO}_x\text{-Pd/CeO}_2$, $\text{ReO}_x\text{-Au/CeO}_2$) がDODH用の固体触媒となること、また、還元剤として水素を用いることができることが見いだされた。図1に $\text{ReO}_x\text{-Pd/CeO}_2$ のモデル構造を示す。特に酸化セリウム上の孤立酸化レニウム種が触媒活性点であることが明らかにされている。

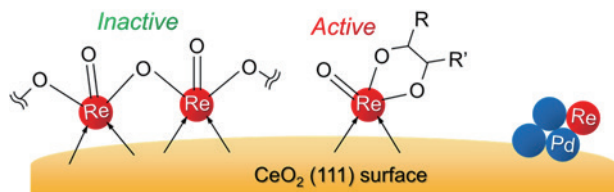


図1 $\text{ReO}_x\text{-Pd/CeO}_2$ のモデル構造

次に、DODH反応の選択性について考えたい。エリスリトール (C4の糖アルコール) を反応基質とした $\text{ReO}_x\text{-Pd/CeO}_2$ 触媒上の反応では、DODH反応とそれに引き続いて炭素-炭素二重結合の水素化が進行し、ブタンジオールが生成する。ここで、1,2-および1,4-ブタンジオールの収率は、それぞれ77%および12%であった。これを踏まえると、4つ隣接する水酸基のうち、1級-2級隣接の方が2級-2級隣接より反応しやすいことがわかるが、その選択性が非常に高いとは言いがたい。この反応の選択性を高める上で重要なポイントは、隣接する水酸基のシス-トランスである。例えば、1,2-シクロヘキサジオールでは、環状構造でC-C結合の回転が自由でなくなるため、シス-トランス異性体が存在する。DODH反応に対する反応性については、生成物の安定性から、トランス体は反応せず、シス体は高い反応性を示す。これらに基づき、高い選択性を獲得するためにシス-トランスを利用することとした。

バイオマスおよびその関連化合物は、セルロースに代表されるように分子中の酸素含有率が非常に高く、比較的大量に用いられる化学原料に変換するためには、酸素の含有率を下げる必要がある。そのための有用な触媒反応の一つが、脱酸素脱水 (Deoxydehydration: DODH) であり、これは、隣接する水酸基を除去し、炭素-炭素二重結合を生成する反応である。最近、DODH用にパラジウムや金で修飾した酸化セリウム担持酸化レニウム触媒を見いだした。ここでは、この固体触媒を用いて、シス隣接水酸基を持つ糖類のDODH反応を行い、その生成物を(2S)-および(2R)-の1,2,5-ペンタントリオールへ誘導する反応について紹介する。

糖類は溶液中の平衡状態として閉環した構造と開環した構造をとることがよく知られている。そこでDODH反応中に閉環した状態を維持させることを目的として、メチルグリコシドを反応基質として用いることとした。糖類の中には、閉環した状態で隣接水酸基がシス位になるものを持つ糖類がよく知られている。例えば、マンノース、ガラクトース、アラビノース、フコース、ラムノースなどである。一方、DODH反応では、グルコースから得られるメチルグルコピラノシドでは、水酸基がトランスの関係にあり、反応性を示さない。図2にメチルグリコシドおよび生成物であるジデオキシ糖誘導体の構造、そして $\text{ReO}_x\text{-Pd/CeO}_2$ 触媒を用いた際の収率を示す。反応温度は、413 K、溶媒として1,4-ジオキサン、水素8MPaの条件で反応させ、触媒量および反応時間を最適化することで得られた最高収率を示す。シス位の隣接水酸基が除去され、対応するジデオキシ糖が高収率で得られたことがわかる。一方で、ジデオキシ糖自身はあまり使用されている化学品ではないので、有用な化学品への変換も検討した。反応後の液体に水と水素化触媒を加え、水素加圧下で加温すると、加水分解と開環で生成したホルミル基のC=Oが水素され、ほぼ定量的に(2S)-および(2R)-1,2,5-ペンタントリオールを得ることができ、それらの鏡像体過剰率は95%程度と高いものであることが確認された。他のジデオキシ糖からもキラルなテトラオールを合成できると予想される。一般的に糖類の化学反応は官能基の保護から始まり、量論試剤を用いる多ステップにわたる反応、そして脱保護が必要とされると考えられているが、本研究では、保護・脱保護をほぼ行うことなく、水素と固体触媒を用いて一段でジデオキシ糖への変換を可能にしている点で、グリーンプロセスの構築に貢献できると考えている。

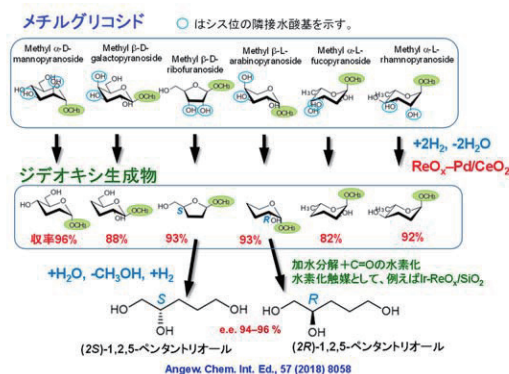


図2 シス位の隣接水酸基を持つメチルグリコシドのDODH反応とペンタントリオールへの誘導

2019年6月 第8回 JACI / GSCシンポジウム

参加申込を開始します！

- ◇ 日時 2019年6月24日(月)～25日(火)
- ◇ 会場 東京国際フォーラム(ホールB7)
- ◇ メインテーマ 「GSC、SDGs、ともに未来社会へ」
- ◇ 講演者 山極 壽一 京都大学 総長
石塚 博昭 新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長
飯田 祐二 経済産業省 産業技術環境局長
梶本 一夫 パナソニック 理事 袖岡 幹子 理化学研究所 主任研究員
菅野 了次 東京工業大学 教授 五十嵐 圭日子 東京大学 准教授
矢野 浩之 京都大学 教授 北川 宏 京都大学 教授 (敬称略、順不同)
- ◇ パネルディスカッション モデレータ
松本 毅 ナインシグマ・アジアパシフィック ヴァイスプレジデント



- ◇ ポスター発表申込締切 2019年2月28日(木)
- ◇ ポスター予稿提出締切 2019年4月2日(火)
- ◇ 企業・団体ブース出展申込締切 2019年3月29日(金)
- ◇ 参加申込締切 2019年6月7日(金)

参加要領などの詳細は、協会HPをご覧ください。

<http://www.jaci.or.jp/>

新化学技術推進協会は、持続可能な発展に向けた化学技術イノベーションの推進を目的として、毎年JACI/GSC シンポジウムを開催しています。

第8回シンポジウムでは、私たちが自ら考え行動を起こすための、いくつかの未来社会を提示します。講演者との質疑応答、会場でのディスカッション、EXHIBITION を通じて、GSC を共通言語とした化学が進むべき方向性を探ります。

編集後記

今回、シンガポールのAOC-7に参加し、STGA受賞学生のフォローをしてきました(P 2～3に詳細報告)。学生達には学会発表だけでなく、世界的に著名な先生との個別ディスカッションや他国の学生との交流会

- など難易度の高い要求をしたのですが、さすがSTGAを受賞したみなさんはレベルが高く、むしろ積極的にその場をリードしてくれました。輝かしい未来を感じさせてくれた若者達を誇らしく思います。(SS)



JACIニュースレター

発行 公益社団法人新化学技術推進協会 (JACI)
〒102-0075 東京都千代田区三番町2
三番町KSビル2F
TEL: 03-6272-6880
<http://www.jaci.or.jp/>
編集 JACI 総務部

JACIのGSCネットワークは、次の団体で構成されています。
(国研) 科学技術振興機構、(一財) 化学研究評価機構、(公社) 化学工業会、(一社) 化学情報協会、関西化学工業協会、(公財) 京都高度技術研究所、(一社) 近畿化学協会、ケイ素化学協会、合成樹脂工業協会、(公社) 高分子学会、(公社) 高分子学会高分子同友会、(公財) 相模中央化学研究所、(国研) 産業技術総合研究所、次世代化学材料評価技術研究組合、(一社) 触媒学会、石油化学工業協会、(公社) 石油学会、(公財) 地球環境産業技術研究機構、(公社) 電気化学会、(地独) 東京都立産業技術研究センター、(公社) 日本化学会、(一社) 日本化学工業協会、(公社) 日本セラミックス協会、(一社) 日本電子回路工業会、(一社) 日本塗料工業会、日本バイオマテリアル学会、(公社) 日本分析化学会、(一社) 日本分析機器工業会、(公財) 野口研究所、(一財) バイオインダストリー協会、(国研) 物質・材料研究機構、(一社) プラスチック循環利用協会、(公社) 有機合成化学協会、(国研) 理化学研究所

