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

No.87 2024.1

HEADLINE

01
企業経営とカーボンニュートラル

02
GSC話題
カーボンニュートラルな合成燃料の製造方法

04
研究最前線
固体材料表面のアニオンサイトが拓く触媒機能

06
第22回GSC賞の紹介
奨励賞①

07
第22回GSC賞の紹介
奨励賞②

08
第22回GSC賞の紹介
奨励賞③

09
第22回GSC賞の紹介
奨励賞④

10
JACIトピックス

12
第13回JACI/GSCシンポジウム開催のお知らせ

HPニュースレター
バックナンバー

GSCN
Green & Sustainable Chemistry Network

企業経営とカーボンニュートラル

公益社団法人日本化学会
会長 菅 裕明

新年を迎え、新化学技術推進協会の皆様にご挨拶を申し上げます。

日本化学会の掲げる基本理念は、産学官の人材の交流を通じて、世界を先導できる基礎研究の発展と技術開発を通した社会実装を推進し、持続可能な社会構築に貢献することにあります。この活動の一環として、昨年（令和５年）の７月28日に産学交流委員会主催による第１回CTOサミット「企業経営とカーボンニュートラル」を開催しました。本イベントでは、お招きした経済産業省の方および日本を代表する大手化学企業５社のCTOの方々から、前半はネット発信を含んだ経産省と各社の企業の取り組みについてご講演を頂き、後半は現地参加の方々のみによるパネルディスカッションを行いました。会長である私自身も後半のモデレーターとして出席しました。各演者の詳細は「日本化学会　CTOサミット」で検索できるサイトをご覧いただければと存じますが、このサミットのパネルディスカッションにおける私自身の記憶に鮮明に残っていることを、以下の２つに絞り、この場を借りてご報告したいと思います。

（１）各企業は、カーボンニュートラルを経営理念に取り入れ、全力で取り組んでいますが、地球規模の気候温暖化に影響を与えることは一社だけの取り組みでは難しく、日本の産業全体でカーボンニュートラルに向けた企業努力は必須です。しかし、この企業努力は、B-to-Bに留まるだけでなく、B-to-Cの企業努力はもちろんのこと、消費者への理解をより一層深めるために社会的な啓蒙努力も必要である、との見解でした。

（２）一方、現在手に入る化学（科学）技術だけでは、目標とする2050年にカーボンニュートラルを達成するには多くのハードルがあることも示唆されています。したがって、これを打破できる破壊的な技術革新とイノベーションは必須です。このような技術革新を起こすためにも、アカデミアの研究者と企業の研究者が「非競争的研究領域」を見定め、オープンイノベーション的なアプローチで技術革新を進めることも並行して行うべきである、という見解でした。

サミット終了後に、お弁当を食べながら昼食会でも議論が続き、興味深いコメントがありました。ペットボトルのキャップも様々な色で染色されています。これも実は「白に統一」すれば回収後の再利用も非常に単純化するとのこと。日本は世界のどの国よりも自動販売機とコンビニが多くあり、ペットボトル飲料の種類も豊富で、その分キャップの色も豊富です。そういった国だからこそ、白に統一すべきなのかもしれません。

日本化学会では、今年も第２回のCTOサミットを開催する予定でいます。奮ってご参加ください。

GSC話題

カーボンニュートラルな合成燃料の製造方法

成蹊大学　理工学部理工学科　教授　里川　重夫

1．はじめに

産業革命以降、化石燃料の使用により科学技術と人間生活の水準は飛躍的に向上した。その見返りとして1950年頃から亜硫酸ガスや光化学スモッグの発生など大気汚染を引き起こした。人類はその都度、問題の根源を追求し、環境規制や技術開発により乗り越えてきた。現在の環境問題は二酸化炭素の濃度上昇による気候変動である。化石燃料をそのまま燃焼利用すると必ず二酸化炭素濃度を上昇させる。本稿では二酸化炭素濃度の上昇を伴わないカーボンニュートラルな方法による燃料製造法について概説する。

2．カーボンニュートラルな原料調達

太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスなど、太陽や地球の活動により得られる自然エネルギーのみを利用すればカーボンニュートラルは達成できる。バイオマスは化石資源と同様に炭素を含む物質であるので、石油製品と同様の物質を製造するには都合の良い資源である。太陽光、風力、水力、地熱は、そのまま利用することは難しく、電力に変換して利用する。水力、地熱は計画的な発電が可能なエネルギー源である。一方、太陽光や風力は天候に左右されるエネルギー源であるが、これまで未利用であった土地や海洋からエネルギーを獲得できるので、化石燃料に代わるエネルギー源を確保するという意味では重要である。しかし、電力は電線供給による同時同量の原則があり、貯蔵することが出来ない。したがって、余剰電力を水の電気分解により水素に変換して貯蔵・利用することは必要不可欠である。

化石燃料を使用しても二酸化炭素を大気中に放出しない方法がある。天然ガスを改質して水素を製造すると、得られた水素はカーボンフリー燃料であるが、改質プロセスで高濃度の二酸化炭素を副生する。しかし、それらは地中や海底に貯留することができるので、二酸化炭素を大気中に排出せずに製造することが可能である。一方、天然ガスを採掘した直後に炭素と水素に分解して、炭素を貯留する方法もある。いずれもカーボンニュートラルな水素が得られる。

炭化水素を主成分とする燃料を、化石資源を使わないで製造するには地上の炭素源の回収が必要である。大気中に存在する二酸化炭素は約400ppmである。アルカリ吸収材を用いて空気中から二酸化炭素を濃縮していく方法をDAC（Direct Air Capture）という。これはエネルギーのかかる方法であるが二酸化炭素の回収・濃縮は可能である。一方、上述のバイオマス由来の廃棄物中にも大気由来の炭素がある。都市ごみに含まれる成分の多くは紙や食品廃棄物であり、そこに含まれる炭素も大部分は大気由来の炭素である。したがって、都市ごみの焼却により発生する二酸化炭素は、大気中の二酸化炭素が濃縮されたものと同等である。前項の水素と大気由来の二酸化炭素を用いることでカーボンニュートラルな炭化水素燃料の製造が可能となる。

3．水素と二酸化炭素からの液体燃料製造

カーボンニュートラルな方法で得られた水素と二酸化炭素から合成燃料を製造する方法は、図１に示す通りメタノール合成を経由する方法とFischer-Tropsch（FT）合成を経由する方法に大別される。メタノール合成法は、工業的には合成ガス（一酸化炭素と水素の混合ガス）から250℃、５～10 MPで銅－亜鉛系触媒を用いて製造する方法である。この方法では一酸化炭素を二酸化炭素に置き換えても反応は進むが、熱力学平衡的には不利になるので平衡転化率が低下してリサイクルガス量が増える。したがって、化学平衡的に有利な低温で活性のある触媒開発が期待されている。メタノール自身も自動車燃料として利用できるが、メタノールは様々な燃料や化学品に変換できる。ゼオライト触媒を用いた脱水反応ではメタノールからジメチルエーテルを製造でき、さらに脱水すると基礎化学品であるエチレン、プロピレンが製造できる（MTO反応）。また、ゼオライト触媒には芳香族化する能力もあることから、オクタン価の高いガソリン成分を得ることが出来る（MTG反応）。近年では炭化水素鎖を伸ばしてジェット燃料を製造できる方法も開発されている（MTJet反応）。メタノール経由の液体燃料製造方法は既に工業技術であり、社会実装を目指した実証試験も行われている[2)]。

FT合成法は一酸化炭素と水素から炭化水素を効率よく製造できる反応である。二酸化炭素を原料に用いる場合

合成燃料とは、これまで我々が利用してきたガソリン、ジェット燃料、軽油などの石油製品を、石油以外の原料から製造したものである。最近では、これらをカーボンニュートラルとなる原料や手段で製造したものを合成燃料と呼んでいる[1)]。再生可能エネルギー由来の電力を用いて製造した燃料をe-fuelと呼ぶ。既存の石油製品と同じ規格の燃料であれば、e-fuelも合成燃料もバイオ燃料も同じ燃料である。

は逆水性ガスシフト（RWGS）反応で一酸化炭素を得てから反応を進める必要がある。FT合成反応は、鉄系もしくはコバルト系触媒上で一酸化炭素を水素化していく反応であり、カルベンを中間体として一定の連鎖成長確率（ASF則）に従い直鎖状炭化水素を生成する。RWGS反応は吸熱反応で化学平衡的に800℃以上の高温でないと反応が十分に進まない。一方で、FT合成反応は200～350℃で進む発熱反応であり、これらをどのように組み合わせるのかが大きな課題である。鉄系触媒は300～350℃付近でRWGS反応とFT合成反応を逐次的に進める性質があり、一つの反応器で水素と二酸化炭素の混合ガスから液体炭化水素を製造できる。ただし、鉄系触媒は低級オレフィンや含酸素化合物を多く生成する。そこでゼオライト触媒との複合化により低級オレフィンの芳香族化や含酸素化合物の脱水反応を逐次的に進めるような研究例がある[3)]。一方、コバルト系触媒は二酸化炭素に対して活性を示さないため、あらかじめRWGS反応器で一酸化炭素に変換したのちにFT合成反応を進める必要がある。コバルト系触媒は活性は高く、200～220℃付近で用いられ直鎖状アルカンを生成する。連鎖成長確率が高く液体炭化水素から固体のワックスまで幅広い生成物が得られる。しかし、特定の燃料を生産するためには生成物の蒸留やポスト処理が必要となる。RWGS反応器はまだ開発途上の技術であり、まだ課題の多い方法である。

4．おわりに

本稿では大気中の二酸化炭素濃度を増やさずに使用できる合成燃料について概説した。化学に携わる技術者なら、メタノール経由が良いかFT合成経由が良いかなど、化学反応プロセスに注目しがちである。しかし、現実的には再生可能エネルギー源があるか、そこから水素をどう製造するか、また二酸化炭素源はあるのかなど、原料調達の課題がある。また、製品の需給バランスやコストと価格がどうなるかなど経済性に関わる課題がある。社会実装に向けて様々な点を考えていく必要がある。

参考文献

1）経済産業省，合成燃料研究会中間とりまとめ（2021）
2）Haru Oni pilot project, https://www.haruoni.com/#/en（2022）
3）J. Wei et al, *Nature Commun.*, **8**, 15174（2017）

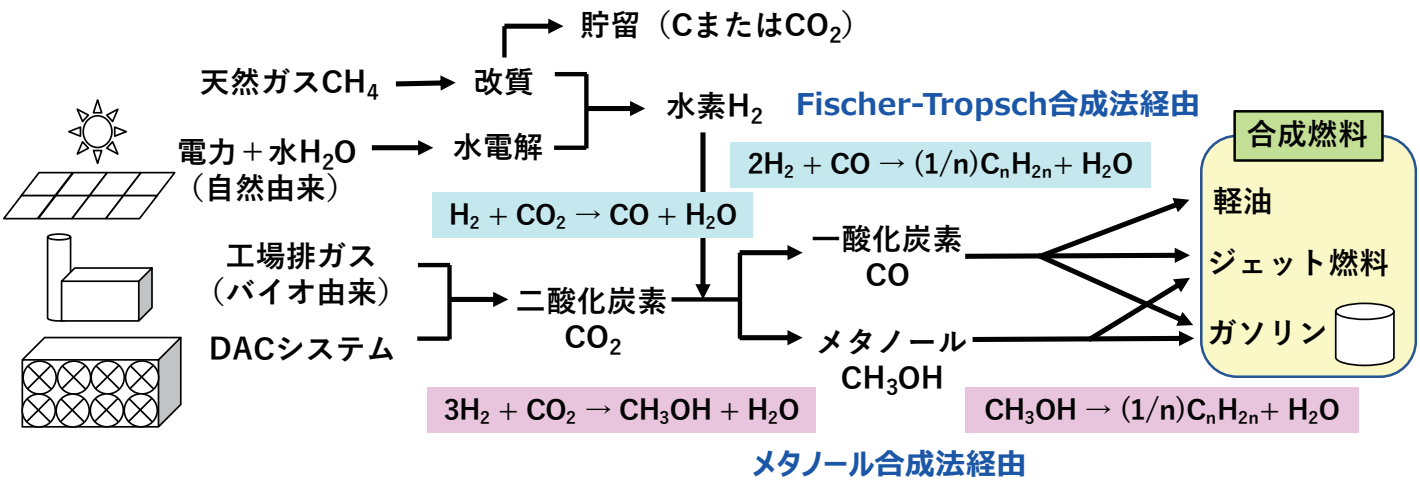


図１　カーボンニュートラルな原料や手段による合成燃料製造プロセスの概要

研究最前線

固体材料表面のアニオンサイトが拓く触媒機能

東京工業大学　国際先駆研究機構　元素戦略MDX研究センター　教授　北野 政明

カーボンニュートラル社会の実現のために、化石燃料に依存した社会からクリーンな水素エネルギー社会への移行が世界中で精力的に進められている。一方、水素を貯蔵・輸送するには、常温下700気圧での保存、または常圧下－253℃での液化が必要であり、より貯蔵輸送に適した水素キャリアが求められている。アンモニアは、20℃、8.6気圧で液化する上、体積水素密度が121kgH_2/m^3であり、液体水素（70.6 kgH_2/m^3）よりも大きく、有望な水素キャリアと考えられている。近年、再生可能エネルギー由来の水素を低エネルギーでアンモニアに変換するグリーンアンモニア合成プロセスが注目を集めており、それを実現するための新たな触媒プロセスが盛んに研究されている。

我々はそのような背景の下、アニオンサイトにH^-イオン、N^{3-}イオン、電子等を有する無機固体材料を開発し、これらアニオンサイトが直接的もしくは間接的に機能することで、低温で高効率にアンモニア合成を進行させる触媒の開発を行ってきた[1,2]。本稿では、これら材料を活用した非貴金属からなるアンモニア合成触媒開発に関する最近の取り組みを中心に紹介する。

アンモニア合成反応では、強固な３重結合を有する窒素分子解離過程が反応速度に大きな影響を及ぼす。一般的には、塩基性の高いMgOやCeO_2等の酸化物担体を用いたり、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物などの促進剤を添加することで、塩基性担体および促進剤からの電子供与効果によって遷移金属上での窒素活性化が促進される。遷移金属としてRuを使用した場合は、これらの促進剤で高いアンモニア合成活性は得られやすいが、Co、Fe、Ni等の非貴金属を担持した場合は、特に低温・低圧下で高い触媒活性を実現することは難しい。我々は、これら既存の酸化物促進剤よりも遙かに電子供与能の高い電子化物や、水素化物を担体として利用することで、非貴金属の触媒性能を著しく向上できることを見いだしている（図１）。さらに、遷移金属ナノ粒子表面ではなく窒化物系担体材料のアニオン欠陥サイトを活性点として利用することでも非貴金属触媒のアンモニア合成活性を大きく向上できることを見いだした（図２）。

電子供与性担体の例として、最近我々は充填トリジマイト型構造を持つ$BaAl_2O_4$内の酸素の一部をH^-イオンに置換することで、材料中に電子を導入した材料（$BaAl_2O_{4-x}H_y$：e^-_z）の創成に成功した[3]。この材料は、以前我々のグループが報告したC12A7エレクトライドと同様非常に低い仕事関数（1.8 eV）を有し、Coナノ粒子を表面に担持した$Co/BaAl_2O_{4-x}H_y$：e^-_z触媒は、$Co/BaAl_2O_4$触媒よりも100倍以上高いアンモニア合成活性を示した。H^-を有する物質の多くは、大気に暴露すると不可逆的に酸化してしまい、触媒活性が大きく低下することが知られている。一方、$BaAl_2O_{4-x}H_y$：e^-_zは三次元的に連結したAlO_4四面体骨格を持ち、H^-と電子が保護されているため、大気にさらされた後も活性低下が起こらない。

担体のアニオン欠陥を活性点として利用できる触媒系として、$BaCeO_{3-x}N_yH_z$や希土類窒化物LnN（Ln=Ce, La, Y）などを見いだしている[4,5]。遷移金属表面でのみ反応が進行する従来型の触媒では、金属と窒素の吸着エネルギーで活性が支配されるため、Ruを頂点とする火山型の活性序列を示す。一方、我々が提案する触媒では、アニオン空孔でN_2分子が活性化され、遷移金属表面からスピルオーバーした水素種により水素化されNH_3が生成する。この場合、N_2活性化サイトとして働くアニオン空孔の反応性は、単純な金属－窒素結合エネルギーだけで決定されず、担体の結晶構造、結晶の面方位、空孔周りの配位状況などによって大きく変化する。そのため従来の火山型序列を逸脱した触媒の構築が可能となる。実際に、従来ではほとんど触媒活性を示さないと知られていたNiを担持金属にした場合でも、Ru触媒並みのアンモニア合成活性が実現できている。

このように、材料のアニオンサイトが機能する新たな固体触媒材料について主にアンモニア合成反応を例に紹介してきたが、最近ではアンモニア分解により高効率に水素を取り出す反応[6]や、CO_2水素化によるメタノール合成を室温で駆動する触媒[7]などにも力を入れており、カーボンニュートラルに貢献する触媒技術を創出していきたいと考えている。

アンモニア合成では、ハーバー・ボッシュ法という非常に確立された工業プロセスが存在するが、近年水素エネルギーキャリアへの関心が高まる中、グリーンアンモニア合成など新たなプロセス構築が脚光を浴びている。本稿では、グリーンアンモニア合成プロセスに適した新たな触媒材料開発に対して、著者らが取り組んだ内容についてまとめる。特に、担持金属ではなく担体材料開発に注力し、貴金属フリーな触媒開発した例を中心に紹介する。

参考文献

1）Nat. Chem. 2012, 4, 934.
2）Chem. Rev. 2021, 121, 3121.
3）J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 10669.
4）J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 20344.
5）Nature 2020, 583, 391.
6）Adv. Energy Mater. 2023, 13, 2301286.
7）J. Am. Chem. Soc. 2023, 145, 9410.

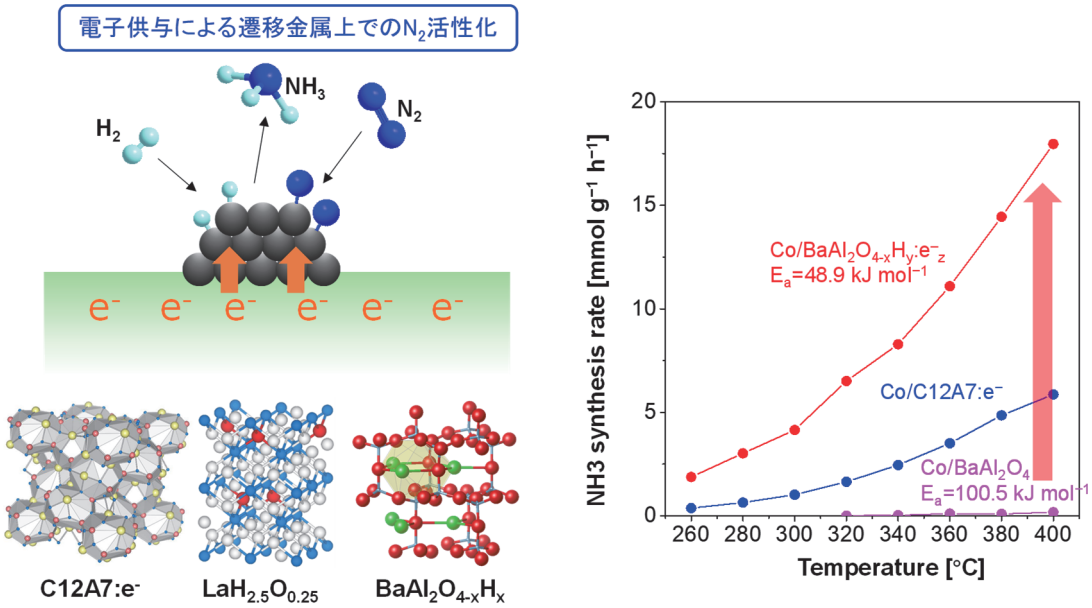


図１　電子供与性担体材料の開発と担持Co触媒によるアンモニア合成活性

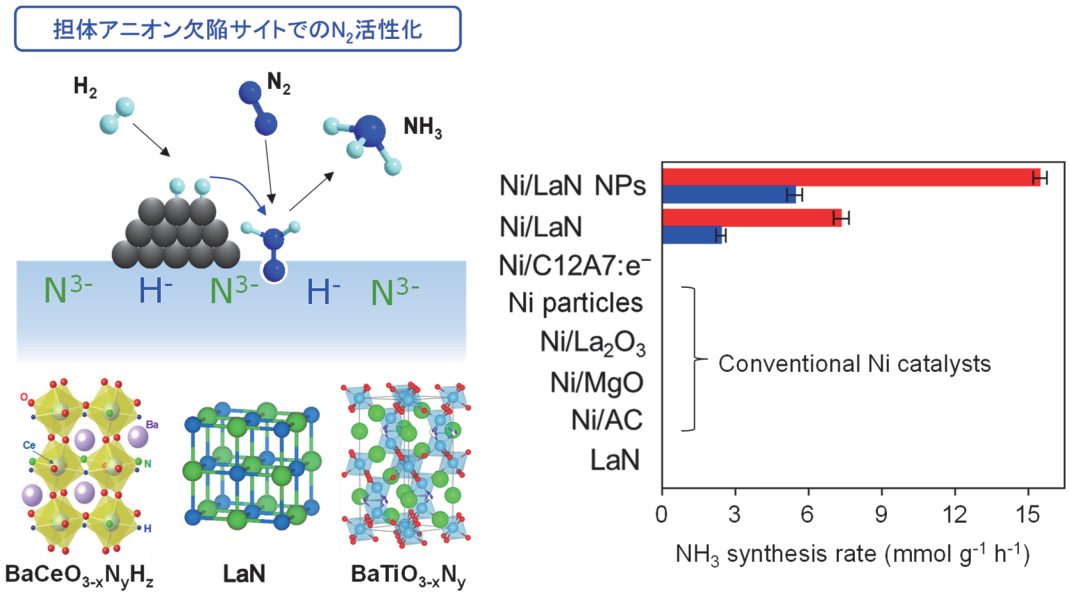


図２　窒素活性サイトを持つ窒化物系材料の開発と担持Ni触媒によるアンモニア合成活性

第22回 GSC賞 グリーン・サステイナブル

奨励賞①

メタルフリー硫黄系ポリマー正極材「SPAN」の開発と世界最軽量二次電池の実証

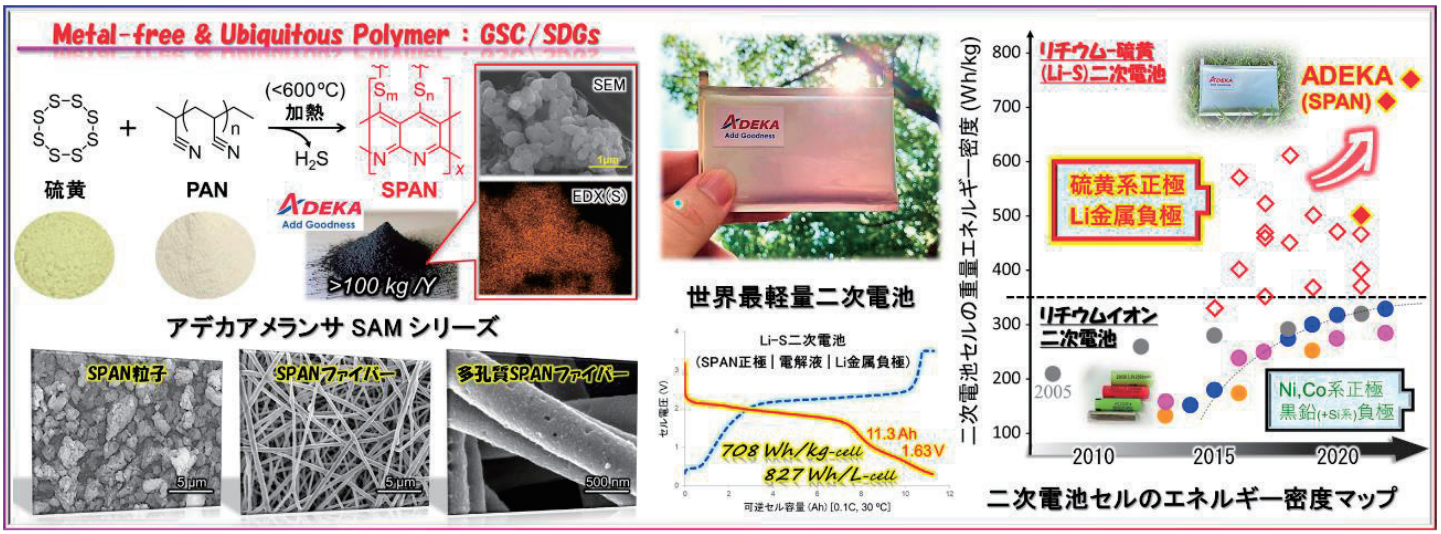
株式会社ADEKA
撹上　健二、科野　裕克、森島　裕司、
秋本　賢作、矢野　亨

硫黄系活物質は、高容量かつメタルフリーで資源的制約が少ないなどの特長を有し、これらを正極として用いたリチウム-硫黄二次電池（Li-S二次電池）は、GSC推進とSDGs達成のキーとなる次世代二次電池の１つとして期待されている。我々は硫黄系活物質の１つであるSPAN（アデカアメランサSAMシリーズ）の量産化検討を世界に先駆けて進め、年間100kg以上の合成能力を達成している。Li-S二次電池のセルデザインも検討し、重量エネルギー密度708Wh/kg（約10時間での放電時）・751Wh/kg（約20時間での放電時）を有する世界最軽量二次電池セルの実証に成功した。本技術は次世代/革新二次電池の早期実用化に貢献し、GSCを軸としたSDGsの達成に大きく寄与することが期待できる。

持続可能で豊かな社会の実現に向けて、エネルギーの有効利用や便利さ向上の観点などから、二次電池の性能改善が強く望まれている。現在普及しているリチウムイオン二次電池は今後も市場拡大していくことは間違い無いが、①性能が理論限界に近づきつつある、②更なる用途展開が限定的である、③レアメタルであるコバルトやニッケルの多用による資源枯渇とコストダウンに課題がある、などの理由から現状を打破するゲームチェンジも期待されており、次世代二次電池の開発が世界中で活発化している。

我々は次世代二次電池の中で「軽量」性能を特長の１つとするリチウム-硫黄二次電池（Li-S二次電池）に着目し、その正極材となるメタルフリー硫黄系ポリマー「硫黄変性ポリアクリロニトリル（SPAN）：アデカアメランサSAMシリーズ」を開発している。SPANは製造時に発生する多量の硫化水素により量産化は困難とされていたが、我々は既存事業のノウハウを駆使することでSPANの製法と量産化の検討を世界に先駆けて進め、福島県の相馬工場内の実験室で年間100kg以上の合成能力を達成しており、さらなるスケールアップを進めている。さらに電池性能改善に有用なファイバー形状も合成するなど、バリエーションの増強にも挑戦している。また我々は、SPAN活用のソリューションを提示すべく、SPAN正極に好適な電池セルデザインも試みた。オリジナル Li-S 設計に、日本の材料・装置メーカーの先端製品や最新技術を融合させることで、世界最軽量となる重量エネルギー密度708Wh/kg（0.1C-rate）・751Wh/kg（0.05C-rate）のLi-S二次電池セルの実証に成功した。*現行リチウムイオン二次電池セルの代表的なエネルギー密度は100-300Wh/kgである。

我々が開発しているSPANと関連技術は、次世代/革新二次電池の早期実用化と二次電池の用途・適用地域の拡大に貢献し、グリーン・サステイナブルケミストリー（GSC）を軸とした持続可能な開発目標（SDGs）の達成に大きく寄与することが期待できる。想像を超えた豊かで便利な社会の実現に向けて、二次電池材料（SPANやグラフェン）の開発に尽力して参ります。



ケミストリー賞

奨励賞②

「高濃度次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いた製造法による新規CNFの開発

東亞合成株式会社
髙田　じゆん、後藤　彰宏、松木　詩路士、
茅野　英成、宮田　勇悟

セルロースナノファイバー（以下CNF）は植物から得られる太さ数nmの結晶性の高い繊維であり、石油由来材料に代わりうる新素材として注目されている。しかし、実用化にはいくつかの課題がある。そこで東亞合成では次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）を使ったCNF製造法を開発した。本法では従来法よりも少ないエネルギーでCNFを製造することができる。さらに、この製造法で得られるCNFには繊維長が短いという新しい特徴があり、これが高分子材料との複合化に有利にはたらくことを見出した。今後は製造プロセスのスケールアップや新規CNFの用途開発を進め、GSCの推進に貢献していく。

近年、CO_2排出削減が強く求められており、施策の１つにバイオマス利用がある。その代表例にセルロースナノファイバー（CNF）が挙げられる。CNFは植物原料から得られるナノ繊維であり、優れた力学的性質を持つ。この特性からCNFと高分子との複合化による薄肉軽量化が期待されているが、現行CNFには次の課題がある。

①CNFにほぐす過程の大きなエネルギー消費

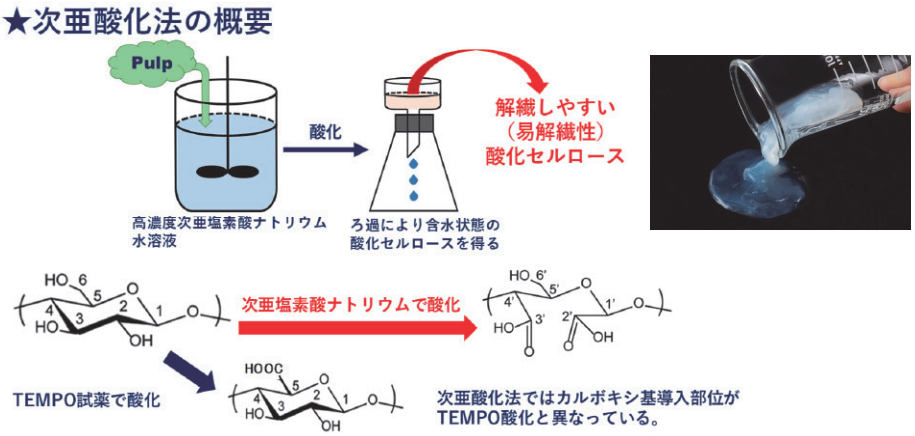
②ゲル化による使いにくさ

そこで我々は高濃度次亜塩素酸ナトリウム水溶液を用いたCNF製造法（次亜酸化法）を検討し、新規CNFを開発した。このCNFは上記課題を解決できる特性を持ち、CNFの実用化を促進できる。

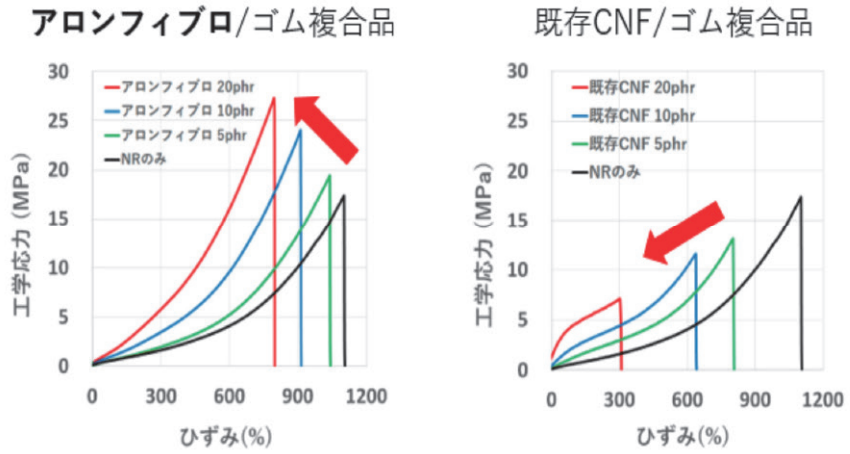
次亜酸化法では、TEMPO酸化と違い２級水酸基が酸化される。加えて糊の役割であるヘミセルロースの除去率が高く、解繊エネルギーがTEMPO酸化よりもさらに小さくなることがわかった。この結果、次亜酸化セルロースは通常の撹拌で太さ数nmのCNFに解繊できるようになった。加えて、次亜酸化セルロースから得られるCNFの繊維長はTEMPO酸化CNFより短いことも見出した。この短繊維化により「10%の高濃度でも流動性のある水分散液」を得ることができた。なお、次亜塩素酸ナトリウムは安価で安全性も高く、TEMPO酸化よりも材料コストを下げることができる。こうして得られた次亜酸化セルロースを「アロンフィブロ®」と商標登録し、製品化を進めている。

さらに、アロンフィブロから得たCNFを添加したゴムと既存CNF添加ゴムのS-Sカーブを比較し、アロンフィブロCNFの補強効果を調べた。その結果、アロンフィブロCNF添加ゴムは破断伸びの低下が少なく、優れた補強効果を発揮することが確認できた。繊維による補強では長繊維のほうが補強効果に優れることが多い。しかし、アロンフィブロCNFは短繊維であることによって高分子中での分散性が向上し、優れた補強効果を発現したと考えている。この補強効果によって従来よりも少ない材料で同一強度を達成することができ、車体の軽量化につながる。車体軽量化はCO_2排出削減の重要な方策であり、アロンフィブロ®はこれへの寄与が期待できる。

★次亜酸化法の概要



★アロンフィブロCNFと既存CNFのゴム補強効果比較



第22回 GSC賞 グリーン・サステイナブル

奨励賞③

金属分を含まない無灰型ディーゼルエンジン油「idemitsu AshFree」の開発

出光興産株式会社
清水　保典、甲嶋　宏明、葛西　杜継、藤浪　行敏

ディーゼル車用エンジン油に含まれる清浄剤などの金属系添加剤は、燃焼により灰となり、ディーゼル微粒子捕集フィルター（DPF）を詰まらせる。そこで金属系添加剤を配合しないエンジン油の開発が長年の課題であった。出光興産では、独自開発の添加剤などを駆使して、金属非含有のエンジン油を設計した。本油のエンジン試験性能、実車フリート試験性能、およびDPF堆積への影響などを確認し、2022年９月に上市した。
本油の使用は、DPFの再生頻度の増加抑制によるエネルギー資源の使用量低減に加え、DPF手動再生抑制による運転手の待機時間（労務時間）削減やDPFメンテナンス業務の軽減による整備士の労務時間削減など、SDGsへの貢献が可能となる。

環境負荷低減を目的に、ディーゼル車には排ガス中の微粒子物質を捕捉するためのDPFが搭載されている。しかし、排ガス中に存在するエンジン油添加剤由来の金属灰分がDPF内部に残存することによりDPF性能を低下させ、様々なトラブルを引き起こす。一方、ディーゼル車を利用する運送事業は、運転手不足や高齢化などに加え、2024年４月に施行される運転手の時間外労働時間の上限規制に直面している。運転手の業務効率化･改革などの対策が急務となっているものの、DPFのトラブルは車輌の保守管理など労働環境の悪化にも繋がっている。

本課題の解決手法として、金属灰分の発生源である金属系清浄剤などを使用しないことが理想であるが、エンジン内の金属表面温度は最大300℃を超えるため、添加剤自身がスラッジ化し堆積することによるエンジン損傷が懸念される。そのため従来油では、熱安定性の高い金属系添加剤に頼らざるを得ず、使用量の減量（低灰分化）が実質的に唯一の手法であった。

しかし、低灰分化では問題の根本的な解決に至らないため、金属系清浄剤同等の清浄性を有する無灰有機化合物を探索した。潤滑油の酸化劣化が清浄性の悪化要因と考え、酸化防止剤の適用を試みたが、従来の化合物では高温下で効果が見られなかった。そこで金属系清浄剤に用いられる芳香族化合物に着目し、計算科学を活用して、化合物の熱安定性とエンジン油の清浄性を最大化する新規無灰有機化合物の開発に成功した。本添加剤性能を最大限に発揮する配合技術を確立したことにより、DPFを搭載するトラックやバス向け日本自動車技術会規格のDH-2相当の性能を有する金属非含有のエンジン油を開発した。開発油のエンジン試験性能、実車フリート試験性能などを確認し、2022年９月に「idemitsu AshFree」として販売を開始した（図1）。

さらに、本製品および従来油（市販DH-2油）を用いたDPF目詰まり試験において、開発油ではDPF内に金属灰分が堆積しないことを確認した（図２）。DPFの目詰まりを抑制できる本油の使用は、DPFの再生頻度の増加抑制による燃料使用量の低減に加え、DPF手動再生抑制時の運転手の待機時間（労務時間）削減やDPFメンテナンス業務（交換・洗浄）軽減による整備士の労務時間削減が可能となる。また、従来のエンジン油から本製品への交換により、使用者自身が直接メリットを享受し、個人でできる取り組みとしてSDGsへの貢献を実感できる点においても、GSCの発展に大きく貢献すると考える。

図１　製品外観

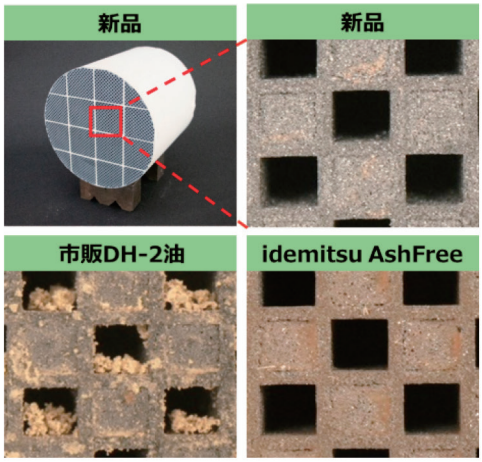


図２　目詰まり試験後のDPF写真

ケミストリー賞

奨励賞④

未利用バイオポリマー資源を用いた透明断熱材の開発

産業技術総合研究所　化学プロセス研究部門
主任研究員　竹下　覚

キトサンは、海産廃棄物から得られるバイオポリマーのひとつであり、セルロースと比較して、安価で簡便な水溶液系プロセスで取り扱える。キトサンの水溶液系ゲルを超臨界乾燥して作製した超低密度多孔体（エアロゲル）は、高空隙率かつナノスケールで均質な構造を有することから、光透過性、高断熱性、柔軟性をあわせもつ。疎水化改質をおこなったキトサンエアロゲルは、透明断熱材への応用が期待される。

住宅や車の窓などの開口部・採光部は、冷暖房効率を損なう熱の逃げ道となる。次世代の熱マネジメントの要素技術として、採光しつつ断熱する「透明断熱材」が関心を集めている。透明断熱材の候補に、シリカエアロゲルという材料がある。この材料は、シリカナノ粒子が連結した３次元網目構造の超低密度多孔体（エアロゲル）であり、高空隙率と構造均質性に起因して、可視光透明性と高断熱性をあわせもつ。一方、シリカ骨格には柔軟性がなく、非常に脆いため、広く実用化されていない。同様なエアロゲルを柔らかい素材で構築すれば、透明・柔軟・断熱を同時に実現できる可能性がある。

キチンは、セルロースに次ぐ生物生産量を誇るバイオポリマーであり、とくに海産廃棄物に含まれる潜在資源量が大きい。キチンを脱アセチル化してアミノ基の割合を高めたキトサンは、安価で生体親和性を有し、セルロースナノファイバーのような酸化・解繊処理を必要とせず、簡便な水溶液系プロセスで取り扱える。そこで本研究では、キトサンを素材とするエアロゲルの製造と、透明断熱材への応用を検討した。

キトサンの化学架橋ゲルをつくり、超臨界CO_2で内部の溶媒を抽出・除去（超臨界乾燥）することで、エアロゲル化を実現した。得られたキトサンエアロゲルは、直径数10nmのキトサンナノ粒子とナノファイバーの中間的な構造からなる３次元網目状の多孔体であり、約95%以上の高空隙率、可視光透過性、柔軟性を併せもつ（図１）。一方、強い親水性表面に起因して耐湿性に乏しく、実用材料として不適切であったため、アルキルシランを用いた疎水化改質法を開発した。疎水化キトサンエアロゲルの熱伝導率は16mW/（m・K）であり、市販の発泡ポリマー系断熱材よりも断熱性能に優れ、シリカエアロゲルに近い性能を有する（図２）。

コストを含む製造プロセスの改善にむけて、キトサンエアロゲルの微細構造形成メカニズムの基礎的な探究に取り組んだ。その結果、従来、微細構造には影響を与えないと考えられてきた超臨界乾燥中に、３次網目構造が自発的に形成されることを発見した。この発見は、キトサンに限らず様々なポリマー多孔体製造の基盤ともなる可能性があり、材料開発における基礎研究の重要性を示す一例といえる。

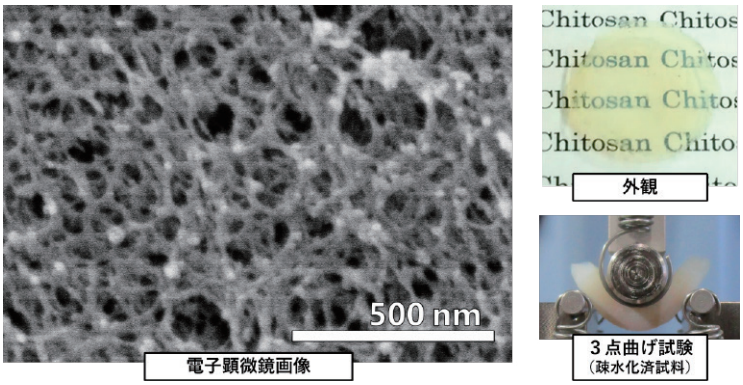


図１　キトサンエアロゲルの微細構造、外観、曲げ試験の様子

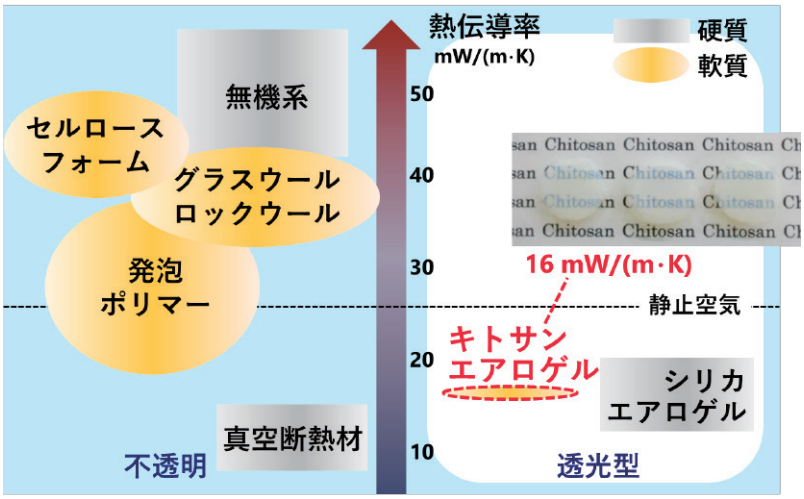


図２　既存断熱材とキトサンエアロゲルの熱伝導率

JACIトピックス

GSC Innovation Platform

未来材料ワーキングユニット活動のご紹介

GSCN会議では、化学製品の全サイクルにおける環境負荷低減を中心とする視点に加えて、長期的・全地球的規模の課題の解決と、より健康で豊かな社会の持続可能な発展をもたらす牽引役としての広がりを持つ活動を、新たなGSCの方向として位置付けました。一方、2021年４月に内閣府の統合イノベーション戦略推進会議にて決定された「マテリアル革新力強化戦略」や、2020年12月に経済産業省にて策定された「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」において、多くの分野でマテリアルの革新が求められています。

こうした状況を鑑み、我が国の化学産業が今後継続して発展していくためには、次世代において要求される社会的課題に応じた「未来材料」をタイムリーに創出していくことが極めて重要であると考え、2023年１月24日に未来材料ワーキングユニット（WU）を立ち上げました。まず初めにモビリティ分野を対象とし、2050年を見据えた場合の社会的課題に基づいて必要とされるマテリアル、システムやサービス全般を含む協調領域を設定し議論を進めています。

宇山 浩 先生（大阪大学教授）をリーダーに、これまで全６回にわたり、産学官約40名のメンバーが膝を突き合わせて、2050年の未来社会におけるモビリティ分野での社会的課題に対して解決した後のありたい姿（未来予想図）について議論を進めてきました。今後、課題解決に求められる技術課題をバックキャスト的に、また未来のありたい姿を実現するための社会的課題に対して、革新的な材料の創発だけでなく、既存技術の融合・組合せを駆使して創出する材料についても議論しながら、未来材料の創出につなげて行く予定です。

第1回 未来材料WU会議
宇山 浩 先生（大阪大学 教授）による趣旨説明
（2023年1月24日　於：早稲田大学リサーチイノベーションセンター「コマツ100周年記念ホール」）

第6回 未来材料WU会議　議論の様子
（2023年12月8日　於：金沢工業大学虎ノ門キャンパス大会議室）

早慶ジョイントキャリアパスガイダンスのご紹介

「デザイン・シンキングで考える グリーン・サステイナブル ケミストリー」

JACI戦略委員会・人材育成部会では、理系の大学院生や学部学生を対象にした「キャリアパスガイダンス」（CPG）を毎年行っております。CPGは就職後に企業で期待される研究者の姿や、今何をするべきかについて、わかりやすく情報を提供する活動です。

今回は、2021年より早稲田大学と慶應義塾大学をジョイントした「早慶ジョイントCPG」をご紹介します。

今年も昨年に引き続き第１部を各大学にて「企業で活躍するための大学時代の過ごし方」の講義を部会員より行い、第２部を「デザイン・シンキングで考えるグリーン・サステイナブル ケミストリー」と題し、SHIBUYA QWS クロスパークにおいて開催いたしました。

当日は両大学の１年生を中心に、QWS会員の社会人３名を含む50名が参加しました。冒頭、早稲田大学 先進理工学部長 鹿又先生による開会の挨拶、慶應義塾大学 理工学部 今井先生による趣旨説明を頂戴いたしました。続いて、グリーン・サステイナブル ケミストリー賞（GSC賞）を受賞した 花王㈱の「サステイナブル界面活性剤バイオIOSの開発」の解説をJACIより行った後、８グループに分かれてグループワークを行いました。

グループワークでは予め設定した「ペルソナ」を使って、真のニーズは何か、その解決策はどうしたらよいか各グループにて討議しました。何れのグループでもファシリテーターの下に真剣かつ活発な議論が展開され、グループワークの時間が足りなくなるほど参加者全員が活気に満ち溢れた討議となりました。討議終了後に各グループの代表によるプレゼンテーションを行い、５グループが「優秀賞」に輝きました。最後に、慶應義塾大学 理工学部 今井先生並びに早稲田大学 先進理工学部 朝日先生による講評を頂戴し、松岡人材育成部会長による閉会の挨拶にて終了いたしました。参加いただきました両大学学生の皆さんが社会人として活躍するための一助になればと考えております。

今回で３年目の早慶ジョイントCPGとなりましたが、今後もこの活動を継続していくとともに、他大学にも広げたいと考えております。

グループワークの様子

全員集合！

2024年6月17日(月)～18日(火)

第13回 ＪＡＣＩ／ＧＳＣシンポジウム

公益社団法人新化学技術推進協会は、持続可能な発展のためGSCを基盤とした化学技術イノベーションの推進を目的として、JACI/GSCシンポジウムを毎年開催しています。

第13回シンポジウムを通じて新しい時代においてもウエルビーイング社会の実現のため化学がより一層ダイナミズムを発揮することが必須であり、そのためにもそれぞれが自ら考え行動することが未来の化学に踏み出す一歩となることを期待します。

◇開催方法：**フィジカル（@一橋講堂ライブ配信）**

◇テーマ　：**「化学のダイナミズム・NEO」**

◇プログラム：**有識者による講演、EXHIBITION(ポスター発表・企業団体展示)**
GSC賞受賞講演・表彰式等

シンポジウム
ウエブサイト

ポスター発表申込締切　2024年3月29日(金)　　ポスター要旨締切　2024年4月12日(金)

編集後記

謹んで新年のご挨拶を申し上げます。JACIでは世の中の情勢を慎重に俯瞰しつつ、ご来場いただく形式の会議開催、技術部会による現地見学会の実施など、対面での活動を拡大しております。また、講演会のWeb聴講のサービス拡充も進めております。協会ホームページからお申込みいただける講演会が増えておりますのでぜひ覗いてみてください。本年もJACIへのご指導ご鞭撻を何卒宜しくお願いいたします。

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
https://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)化学工学会、(一社)化学情報協会、関西化学工業協会、(一社)近畿化学協会、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、(一社)触媒学会、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(独行)製品評価技術基盤機構、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、日本吸着学会、(公社)日本セラミックス協会、(一社)日本塗料工業会、日本バイオマテリアル学会、(一社)日本分析機器工業会、(一社)日本膜学会、(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

禁無断転載