

## 研究成果

## 戦略的創造研究推進事業CREST

研究領域「革新的力学機能材料の創出に向けたナノスケール動的挙動と力学特性機構の解明」

研究課題「ナノ～マクロを繋ぐトモグラフィ：界面の半自発的剥離」

## 水素脆化しないアルミニウムを創製

## ナノ粒子置き換え、輸送機器の軽量化に期待

アルミニウム(AI)合金は、軽量で加工しやすいことから自動車の車体などにもよく用いられています。しかし、水素が入り込むと強度や延性が低下する水素脆化や、数カ月～数年の歳月を経て突然破壊する応力腐食割れが生じます。これまでさまざまな研究が行われてきましたが、最も小さな元素である水素の解析は難しく、脆化のメカニズムや防止策が見いだせないまま、AIの強度は長らく向上していませんでした。

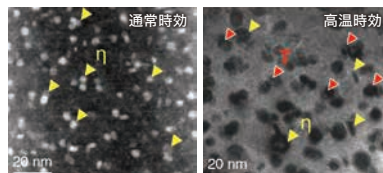
九州大学大学院工学研究院の戸田裕之主幹教授らの研究グループは、原子レベルのシミュレーションを行った結果、Tナノ粒子と呼ばれるナノ粒子内部に水素を強力かつ大量に吸蔵できることを発見しました。さらに、AIの強化に用いられている $\eta$ ナノ粒子の一部をTナノ粒子に置き換えることで、強度や靱性を保ったまま、水素脆化しない高強度AIが創製できることを明らかにしました。

また研究グループは、高分解能X線CTを用いた実験を行い、水素が $\eta$ ナノ粒子の表面に集中することで材料に損傷をもたらしていることを解明しました。さらに $\eta$ ナノ粒子の一部をTナノ粒子に置き換えたAIでは含有する水素が劇的に

減少し、脆化を効果的に防止するとともに、亀裂が発生した場合は破壊の進行を強力に抑えることも確認できました。

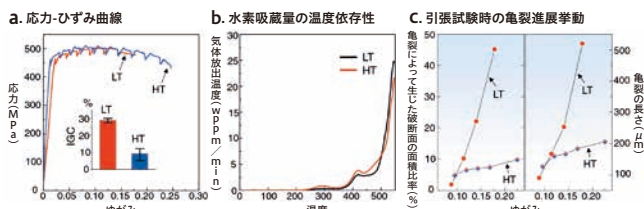
工業化を見据え、安価で機能的かつ容易な製造法が見いだされており、導入されればAIの信頼性は長期間保証されることとなります。今後はカーボンニュートラル時代に求められる航空機、新幹線、自動車などの各種輸送用機器の軽量化を果たす重要な手段としても注目されます。

## LT(通常時効)材とHT(高温時効)材の透過電子顕微鏡画像



LT(通常時効)材(左)とHT(高温時効)材(右)の透過電子顕微鏡画像。HT材ではLT材に比較し、多くのTナノ粒子の生成が確認された。

## LT材とHT材の比較



Tナノ粒子を含むHT材では同量の水素吸蔵量においても延性が増加。亀裂が発生しても水素脆化を強力に抑制することが確認された。

## 開催報告 世界科学フォーラム2022

## 「社会正義のための科学」に向け議論

## 国際課題解決を目指し、118カ国の約3000人が集う

科学と社会とのあるべき相互関係や人類が直面するグローバルな課題への科学の役割について議論を交わす隔年の国際会議、「世界科学フォーラム」(WSF)が2022年12月6日～9日、南アフリカ共和国のケープタウンで開催されました。JSTは「サイエンスアゴラ2022」に引き続き、「日本学術会議若手アカデミー」(YAJ)との共催でセッションを開き、知識生産や利益の分配における格差を解消し、公共善につながる科学のエコシステムをどのように構築できるか議論を掘り下げました。

アフリカ大陸で初めての開催となった第10回目のWSFは、「社会正義のための科学」をテーマに118カ国から3000人を超える参加者が集いました。5つのサブテーマ、「人間の尊厳のための科学」・「気候正義のための科学」・「アフリカの可能性を解き放つ科学」・「外交のための科学」・「望む社会を実現するための科学」が設けられ、国際的な社会課題の解決につながる実行可

能な行動を、科学者の国際協力によって推進する必要性が強調されました。また5つのテーマを柱に、科学の役割についての宣言文が採択されました。

23年3月には、米ワシントンDCにて「人類のための科学」をテーマに米国科学振興協会(AAAS)年次総会が開催される予定です。JSTは危機における公正な移行に関するセッションを開催し、国際課題に取り組む科学や政策関係者とのネットワークを構築していきます。



JST-YAJセッションの様相(写真は「World Science Forum 2022」公式サイトより引用)。政策形成に若手科学者の声を届けていくために各国の若手アカデミーがさらに連携していく必要性が述べられた。

## 研究成果

## 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)

研究課題「デジタルファブリケーションに対応する安価・ウェットプロセスによるガラス並みのバリア構造の開発」

## 産学共創プラットフォーム共同研究推進プログラム(OPERA)

研究課題「マテリアル×プロセスイノベーションによる革新的ソフト3D界面の創製とやわらかものづくり革命への展開」

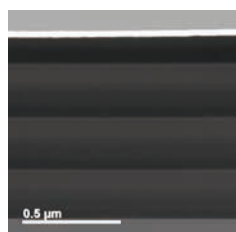
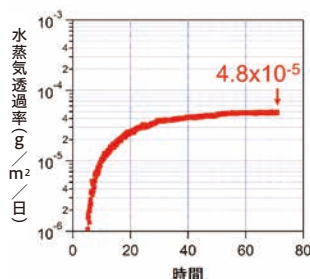
センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム「フロンティア有機システムイノベーション拠点」

## 水蒸気侵入をガラス並みに防ぐ薄膜

## 印刷＆紫外光照射で生成、包装分野への展開も

ポテトチップスの包装内部や太陽電池などのデバイスには、酸素・水蒸気などのガスの侵入を防ぐバリア技術が利用されています。従来の真空成膜法は高いバリア性能を実現できますが、生産性が低く高コストな上に、二酸化炭素の発生量も多く環境に負荷がかかります。

これに対し、山形大学有機エレクトロニクスイノベーションセンターの碓里善幸教授らは、より安価な印刷・塗工プロセスを用いてガラス並みの高いバリア性能を目指してきました。今回研究チームは、溶解可能なSi-Nを主鎖としたポリシラザンを塗った後に、室温・窒素下で波長172ナノ(10億分の1)メートルの真空紫外光を当てることで、最短2分という短時間で緻密な無機膜を生成することに成功しました。この膜の水蒸気透過率は1日1平方メートル当たり、わずか $4.8 \times 10^{-5}$ グラムとこれまでの記録を1桁以上更新するガラス並みの性能を示しまし



今回開発に成功した無機膜の水蒸気透過率は、1日1平方メートル当たり $4.8 \times 10^{-5}$ グラムと真空成膜に迫る勢いだっただ(左)。バリア構造の断面透過型電子顕微鏡(TEM)画像を見ると、非常に緻密な膜が形成されていることがわかる(右)。

た。これは、印刷で作る水蒸気バリアとしては世界最高性能です。また、光学的に透明で屈曲性を持つことから、さまざまな用途のデバイスに利用可能です。

Society5.0達成に向けIoTデバイスが急増する中、デバイスを保護するバリア技術の需要は今後も高まると予想されます。特定部分への印刷も可能なため、研究チームは「欲しい場所に欲しいバリア」の実現に向けて、インクジェットプロセスによるバリア膜の研究開発も進めています。今回は水蒸気バリア性能の向上が目的でしたが、酸素バリア性能にも応用できると考えられるので、長期的にはデバイスのみならず、食品・医療などの包装分野への展開も目指します。

## 開催報告

## 国際卓越研究大学に関するシンポジウム開催

## 大学ファンドの支援を通じて日本の大学が目指す将来の姿

2022年11月29日、内閣府・文部科学省との共催で大学ファンドに関する初めてのシンポジウム「大学ファンドを通じた世界最高水準の研究大学の実現に向けて～国際卓越研究大学構想への期待～」を開催しました。シンポジウムには、全国の大学や企業などから会場・オンライン合わせて約1300人が参加しました。22年12月に公募を開始した世界最高水準の研究大学の実現を目指す「国際卓越研究大学」構想がメインテーマです。

当日は、内閣府・文部科学省による同構想の意義や背景に関する講演に加え、各界で活躍する方々を招き、事前に参加者から寄せられた意見も取り入れながらパネルディスカッションを行いました。モデレーターに内閣府総合科学技術・イノベーション会議常勤議員上山隆大氏、パネリストとして、フューチャー株式会社代表取締役会長兼社長グループCEO金丸恭文氏、自然科学研究機構機構長川合真紀氏、復興庁参与・福島国際研究教育機構理事長予定者山崎光悦氏を迎え、企業経営における目線やこれまでの大学での経験に基づき、同構想への要望や期待について約80分間にわたって熱い議論が交わされました。最後に、JST橋本和仁理事長

のあいさつをもってシンポジウムは閉会となりました。

同構想を支援する財源の確保を目的として、21年度よりJSTは10兆円規模の大学ファンドの運用を始めました。大学ファンドの運用益は全国の優秀な博士課程学生への支援にも活用予定です。科学技術の発展を通じた日本の未来を考える機会となりますので、ぜひ当日の動画や資料をご覧ください。



国際卓越研究大学の概要



<https://www.jst.go.jp/report/2022/221205.html>