

エネルギー・環境材料研究拠点

多彩な駒で 陣を組め

次世代材料の連携で築く持続可能な社会



多彩な駒で 陣を組め

次世代材料の連携で築く持続可能な社会



エネルギー市場は今、変革を迫られている。
世界的な経済規模の広がりには莫大な電力需要を生み、より多くの供給が望まれる一方で、発電に必要な化石燃料の枯渇や CO₂ 排出による環境悪化は深刻さを増している。

エネルギーの安定供給を続け、持続可能な社会を築くために何をすべきか。
多様なエネルギー源の確保による供給停止リスクの低減と、
環境にやさしい再生可能エネルギーの主力電力化は、とりわけ急務だ。

さらに今、あらゆるものがインターネットでつながる IoT 社会にあって、
社会全体のエネルギー運用の在り方を変えようという新たな動きが生まれている。
エネルギーの製造から流通、消費までを情報通信網で結び、統括的に制御するシステムの構築である。
たとえば、センサで発電状況をリアルタイムに捉え、余剰電力を有する供給源に自動で切り替えたり、
街の中やビルの間で電力を融通したりすることが可能になれば、社会のエネルギー効率は劇的に向上するだろう。

そうした未来社会のニーズをいち早く捉え、NIMS エネルギー・環境材料研究拠点は材料開発に邁進してきた。
各発電方式の能力最大化や、電気をため必要なときに取り出せる蓄電池の高容量化、
つくり出したエネルギーを輸送するインフラの効率化。
これらを実現する多様かつ優れた材料の“駒”を持つことこそが、
IoT と融合した次世代エネルギー網の命運を握るカギとなるのだ。

多様なエネルギーの相補的な運用が、日本の国力維持と向上には欠かせない

います。島国である日本では、EUのように複数の国でエネルギーを融通することはできません。だからこそ、先に述べた再生可能エネルギーや、すでに経済的に自立した脱炭素型電源である原子力発電といった、多様なエネルギー源を確保しておくことが不可欠です。

次世代のエネルギーには、これまで以上に安全性・経済性・機動性が求められます。そうした中で、原子力発電も今のままではなく、アメリカ同様、小型原子炉への切り替えが進むでしょう。小型原子炉は冷却水が不要なので、海沿いに限らず災害に強い土地選択が可能になりますし、

複数設けて電力需要に合わせて稼働数を変えれば、無駄のない機動的な電源にもなります。

今後、エネルギー源の配分は再生可能エネルギーの主力電力化が実現すればおのずと変わってくるはずで、そうした相補的なエネルギー運用が、日本の国力の維持と向上には欠かせないのです。

高田 多様なエネルギー源を組み合わせるエネルギーミックスによって、電源構成を最適化するということですね。エネルギー政策の選択肢を減らさないために、私たち材料開発側がどれだけのカードを提供できるか。それも、弱いカードではなく、システムの中で求められるカードを提供できるようになっていなくてはなりませんね。

スマートコミュニティで 活きる材料

柏木 多様なエネルギー源を組み合わせる電源構成を最適化するためには、エネルギーを融通し合っている地域の中で、複雑で高度なエネルギーマネジメントが必要になります。それを可能にするのが、IoTやAIの技術です。

さらにIoTが集めたエネルギー関連のデータからは人々の暮らしぶりが分かるので、高齢者の見守りサービスなどが生まれることもあるでしょう。こうしてまったく新しいバリューチェーン（価値連鎖）ビジネスが生まれ、経済成長が促される可能性があります。

Takao KASHIWAGI



ます。これが最近、スマートコミュニティと呼ばれる、内閣府が提唱しているSociety 5.0の目指す社会の在り方です。IoTとAIがつくる“サイバー層”と、実世界である“物理層”が高度に融合することで、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会になると提唱しています。スマートコミュニティでは、実世界のデータを収集するために多くのセンサが必要です。

高田 センサはまさにキーテクノロジーですね。NIMSでも今年、センサ・アクチュエータ研究開発センターを新設し、組織を挙げて研究開発に乗り出しました。

一方、爆発的なセンサの増加は、各センサの電力源の確保という新たなエネルギー問題を提示します。そうした中では、光や振動、熱などの希薄なエネルギーを電気に変える独立電源をセンサ内に組みこむ必要があります。人間の体温で発電する熱電素子はこのような用途に最適ですし、低温で駆動する素子ができれば人間の活動によって生じた排熱を無駄なく活用することも可能になります（p8参照）。

また、スマートコミュニティにおける電力源の選択肢のひとつに燃料電池がありますが、発電の原料となる水素を効率的に運用するシステムの構築はいま途上にあり、ここにも材料が貢献する余地は多分にあります。たとえば再生可能エネルギーからの余剰電力を水素に変換して蓄える材料、天然ガスに含まれる化合物から水素を取り出す材料や、取り出した水素をさらに高

純度化して利用するための分離膜がその一例です（p10参照）。

スマートコミュニティ全体でのエネルギー利用のフローを思い描き、その中で活きる材料を見定めた研究開発は、“エネルギー・環境材料”を標榜する私たちの拠点の使命だと感じています。

柏木 NIMSの力には大いに期待しています。材料は縁の下の力持ちですよ。

モノになって初めて「すごい材料なんだ」とわかります。私たちがエネルギーミックスによって日本の国力を最大にするような解を考えているように、材料開発も二者択一という考え方ではなく、広い目で見て最適なものを組み合わせることが大事なのではないのでしょうか。

（文・池田亜希子/サイテック・コミュニケーションズ）

エネルギー政策の選択肢を減らさないために、
材料開発側がどれだけのカードを提供できるかがカギ



Kazunori TAKADA



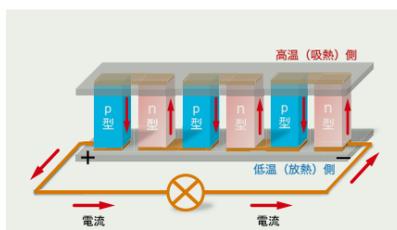
左から、鉄・シリコン・アルミニウム。地球上に豊富に存在するこれらは、篠原・高際の熱電材料の主元素だ

地球上にありふれた元素で 排熱を電気に変える！

熱電材料とは、熱を直接電気に変換できる材料のことだ。それを素子にしたものを、熱電変換素子（以下、熱電素子）という。現在、超スマート社会に不可欠な各種センサに搭載する独立電源として、ありふれた元素を使った熱電素子の研究開発に取り組んでいるのが、篠原嘉一、高際良樹らの研究グループだ。

1977年に打ち上げられたアメリカ航空宇宙局（NASA）の宇宙探査機「ボイジャーII」。太陽光が届かない宇宙空間で長期にわたるミッションを果たし、宇宙を紐解く手掛かりと夢を人類に与え続けてきたその動力源は「熱電素子」だ。

素子を構成する熱電材料は、温度差によって物質の中で生じる熱の流れを直接電気に変換できる性質を持つ。これをp型とn型の2種類の半導体につくり分けて並べ、両端に生じる温度差によって、大きな起電力を得られるように接合したものが熱電素子である（図）。✓



起電力の大きさは材料の種類や温度差によって決まる。より大きな起電力を得るため、p型とn型の2種類の熱電変換素子を接合し、両端に温度差を生じさせ、その起電力を使って発電する仕組みだ。p型はプラスの電荷を、n型はマイナスの電荷を運ぶので、電流は図のような方向に流れる。

しかし、これまで民生用に実用化された例はほとんどない。大きな理由の1つは、使用する温度環境に適した材料の研究開発が進められてこなかったからだ。また、動作温度に応じてビスマス・テルル系（Bi-Te系）や鉛・テルル系（Pb-Te系）といった熱電材料が開発されてきたが、高コスト、有害で環境負荷が大きいなどの課題があった。20年以上にわたり熱電素子の研究開発に従事してきた

篠原はこう語る。

「現在、人類が作りだすエネルギーの約3分の2が排熱として捨てられており、その約90%が200℃以下です。そうした中、室温から200℃以下の温度域、それも小さい温度差で高い出力が得られる熱電素子があれば、地球温暖化解消にも貢献できるはずですよ」

素子が発見したときに活躍が期待される場所がある。それは、センサだ。「小型・軽量でメンテナンスフリーといった熱

電素子の長は、センサに有用です。それをありふれた元素によって実現することが、我々の目標です」と篠原は語る。

低環境負荷の製造プロセスを開発

なかなか民生化が進まなかった熱電素子だが、製品化された数少ない例のひとつに「ろうそくラジオ」がある。この独立電源として組みこまれた鉄・シリコン（FeSi₂）熱電素子を、約30年前に世界

で初めて開発したのが、NIMSの前身の金属材料技術研究所だった（写真右上）。現在、篠原はその流れを汲んで、センサ電源に適したFe-Si系の研究開発を続けている。

「このU字型熱電素子をセンサに搭載しようと思うと、まだ出力密度が不十分です。そこで私は、高出力化に向けて企業と共同で素子の開発を進めています」と篠原。

出力密度を上げるには、素子を並べる技術の開発が必要だ。さらには、低コスト、低環境負荷の製造プロセス技術の開発も不可欠となる。

「たとえ高品質な素子ができても、製造に多くのエネルギーを使ってしまえば意味がありません。そこで、FeSi₂の粉末と、そのバインダー（糊）を練り合わ

せたものを射出成型し焼結する『MIM（Metal Injection Mold）』という製造プロセスの開発に取り組んでいます。射出成型は量産型の連続製造プロセスなので低環境負荷で、高速に製造できる上、形状の自由度や寸法精度が高いというメリットもあります」

計算科学とデータ科学を駆使し 新材料を発見

篠原が素子と製造プロセスの開発を手掛ける一方、新たな熱電材料の研究で、大きな成果を出しているのが高際だ。

「私が発見したのは、アルミニウム・鉄・シリコン系（Al-Fe-Si系）です。Fe-Si系はすでに多くの研究が為されていたので、まず新規材料としてFe-Al系を検

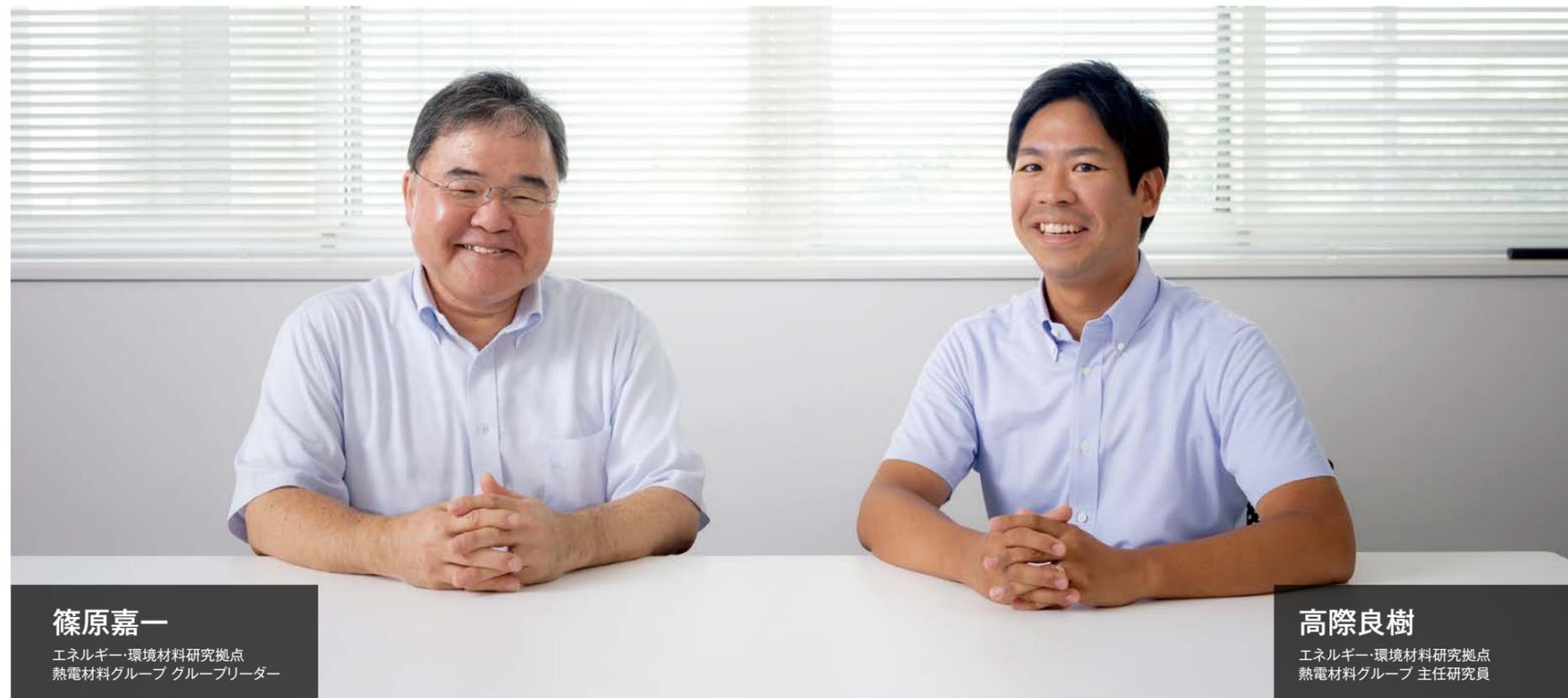
討しましたが、半導体にはなりません。そうした中、『Siを混ぜれば、半導体にできるかもしれない』という発想から、Al-Fe-Si系を試すことにしたのです」

高際は手始めに、Al-Fe-Si系について第一原理計算を実行し、半導体特性を示す材料を発見。Al₂Fe₃Si₃という組成を導きだした。さらに高際が注目したのが“状態図”だ。状態図とは、材料を構成する元素をどのくらいの割合で混ぜ合わせると、どの温度でどのような化合物ができるのかを表す、いわば“材料の地図”だ。

「Al₂Fe₃Si₃の状態図から、AlとSiの組成比を連続的に変化させても、安定に存在し、また、その幅も広いことがわかりました。ならば、その範囲内でAlとSiの組成比を調整するだけで、p型とn型の半導体をつくり分けることができるのではないかとひらめいたのです。つくり分けに他の元素をドーピングする必要がない、というのは革新的なことで、発見したときはワクワクしましたね」

さらに、マテリアルズ・インフォマティクス（MI）と呼ばれるデータ科学の手法と実験の両面から、p型とn型それぞれに最適な組成を割り出すことに成功。その結果、Al₂Fe₃Si₃は室温から5℃の温度差でもセンサ駆動に必要な発電能力を有し、しかも、適用温度域を200℃ほどの中温域にまでに拡張できることが判明した。研究開発に着手してから2年、あらゆる手法を駆使した末にたどり着いた大成果だ。現在、素子化に向け企業と共同研究を続けている。

「熱電材料は非常に面白い材料」と2人は声をそろえる。「超スマート社会に向け、今こそその実力を発揮するとき。NIMS発の材料で社会実装を目指します」（文・山田久美）



篠原嘉一

エネルギー・環境材料研究拠点
熱電材料グループ グループリーダー

高際良樹

エネルギー・環境材料研究拠点
熱電材料グループ 主任研究員



西村が開発した水素分離精製用V合金の箔。薄いほど水素の流量を多くできる。

来たる水素社会へ—— 材料でつなぐ供給インフラ

水素は燃焼しても水しか発生しないため、今後、クリーンなエネルギー源としてその重要性を増していくだろう。しかし、地球上ではそのほとんどが化合物として存在しており、何らかの方法で水素分子をつくり出す必要がある。この製造過程で大量のエネルギーを消費するようなら、水素の本格的な使用は難しい。水素を将来のエネルギー源にするために必要な材料とは何か。西村睦と阿部英樹に話を聞いた。

天然ガスから水素を取りだす “根っこ”の生えた触媒とは

将来のエネルギー源には、二酸化炭素(CO₂)など環境への影響が懸念されるガスを排出しないことが求められる。また、安定供給にはエネルギー源の多様化が重要であり、選択肢のひとつに挙げられているのが、燃焼しても水しか発生しない水素だ。すでに、ガソリンスタンドの代わりに「水素ステーション」が設けられ、水素を原料に燃料電池自動車や街中を走り回る「水素社会」への期待は高まりつつある。しかし、実際に水素社会を迎えるには、水素を製造・精製し、使われる場所まで輸送するといった一連の供給インフラの確立が待たれる。

「今、水素製造の大部分を占めているのは、天然ガスから取りだす方法です。しかし製造には多くのエネルギーが必要で、採算が取れていないのが現状です。私は、それを省エネルギーかつ低コストで実現するための“触媒”を開発しています」と阿部。そもそも触媒とは、それ自体は変わらないが、ある反応を進みやすくする働きをもつ材料のこと。化学工業では一般的に使われている材料で、水素製造の現場では、天然ガスの主成分であるメタンと水蒸気を、触媒を使って高温下で反応させることによって水素と一酸化炭素にしている。

現在使われている触媒は、土台となる物質(担持体)の上に、触媒の働きをする金属のニッケル(Ni)粒子を散りばめたものだ。反応の副産物として固体炭素

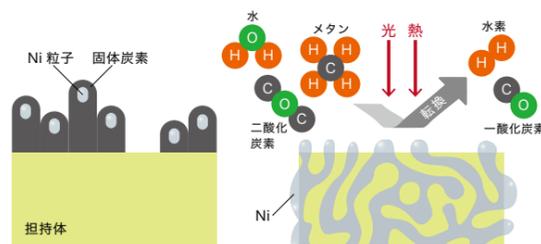
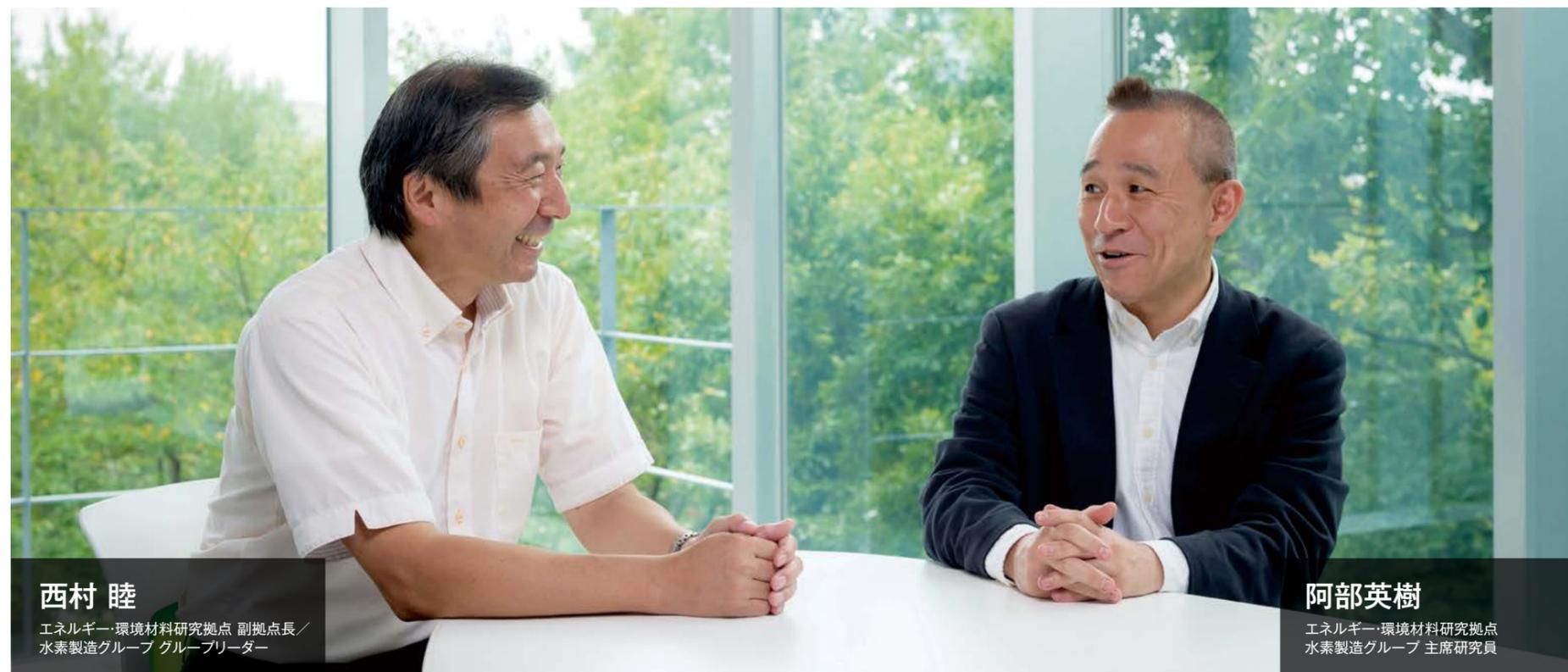


図1 従来の触媒(左)と根留触媒(右)。従来の触媒は、担持体(酸化イットリウム、Y₂O₃)に触媒作用をする金属のニッケル(Ni)粒子が散りばめられている。副産物の固体炭素が原因で、触媒作用をするNi粒子が移動するなどして触媒としての働きが弱まる。一方、根留触媒は、触媒作用をする金属(Ni)が担持体に根を生やしたように張り巡らされている。

が霜柱のように成長し、Ni粒子を担持体表面から押しあげ引きはがしてしまうという問題を抱えている。これを防ぐために、約1000℃という高温にして固体炭素を燃やしており、燃料としてメタンを

年間生産量の10%以上も使っていることが、水素製造にかかるエネルギーとコストを増大させる要因になっている。

このメタンの無駄遣いを止められないかと考えた阿部は、より低温でも機能を



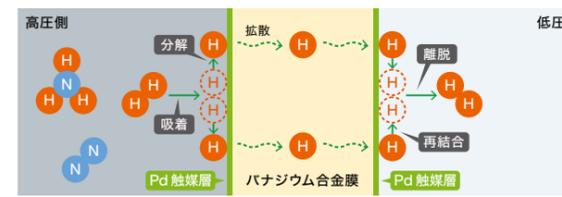
西村 睦

エネルギー・環境材料研究拠点 副拠点長/
水素製造グループ グループリーダー

阿部 英樹

エネルギー・環境材料研究拠点
水素製造グループ 主席研究員

図2 V合金膜による水素分離機構。V合金膜の両表面をPd触媒層が覆っている。Pd触媒層の働きで水素分子は原子に分けられる。水素原子はPd触媒層を通りV合金膜に溶け込み、膜の中を拡散して進む。もう一方の面から水素原子が出てきて、再結合し水素分子になる。水素以外の分子は膜を透過できないため、超高純度水素が得られる。



失うことのない「根留触媒」という触媒を開発。Niの金属粒子が連なって担持体に根を生やしているため、固体炭素が金属粒子を担持体表面からはがすことはない(図1)。その結果、500℃以下でも安定した水素製造が可能となった。

なぜ阿部は、このような構造の触媒を思いついたのだろうか。「かつて車の排ガス処理の触媒を研究していた時に、排ガスに見立てた混合気体の中で、自動車用触媒の合金を高温にしたことがありました。すると驚いたことに、合金がいつの間にか、極細の繊維状金属と酸化物とが根のようにからみ合った奇妙なナノ構造に変わっていたのです」。その後、水素製造用触媒の開発において固体炭素の析出に頭を悩ませていた阿部は、この根の生えた触媒を使えば問題を解決できるのではないかとひらめいた。「結果は期待

通りでした。1000時間連続の水素製造で性能が低下しないことを確かめ、ようやく実用化が見えてきたと感じています」

水素を素早くたくさん完全分離する 「バナジウム合金膜」

天然ガスから水素を製造できたとしてもそれで終わりではない。天然ガスにもともと含まれる不純物や、水素製造時に生じた副産物を取りのぞき、水素だけを分離精製しなければ使うことができない。そこで“水素しか通さない膜をつくらう”と30年研究してきたのが、西村だ。

水素原子は世界でもっとも小さな原子だ。金属の格子中を驚くべき速さで通り抜けることができ、その速度は炭素や窒素と比べて10桁も早い。この性質を利用し、天然ガスを金属膜に通すことで水

素だけを取りだそうという研究が世界中で進められてきた。これまでにパラジウム(Pd)合金膜が実用化されている。しかし、Pdは希少金属で高価であることや、分離速度が十分ではないという問題がある。そこで西村が考え出したのが、バナジウム(V)合金膜とPd層を組み合わせた新しい合金膜だ。

Pd合金膜と同様、V合金膜も水素原子を通すが、両者で違うのは透過のスピードだ。理由は結晶の構造にある。Pdは原子がこれ以上密に詰まることができない構造なのに対し、Vはもう少し隙間が多い。その分Pdより水素原子を通しやすく、分離の高速化が可能になる。そこで西村は、Vを使った膜材料の開発に乗り出した。

しかし、この水素分離に有利な性質は同時に、V膜に水素が溶け込みすぎて膨張し破裂する原因にもなる。それを防ぐため西村は、VにNiなどを混ぜて合金化した。そして薄さ数十μmの箔に加工し、さらにその両面をごく薄いPd層で覆った。Pdには、Vにはない水素分子を原子に分ける触媒作用があるからだ。こうした設計の工夫により、高速に水素を分離精製できる合金膜が完成した(図2)。

「最近ではV合金膜の性能が国内外に認められてきており、実用化に向け合金設計の最適化や装置開発を国内の複数の機関と組んで進めています」。この膜を採用した装置では、すでに毎分約9Lの水素を分離精製することが確かめられている。水素ステーションなどで十分実用化を見込める処理能力である。

「水素をエネルギー源として使うには、製造と高純度化の技術レベルの向上を避けて通ることはできません。開発した新材料を使って、来たる水素社会を支えていきます」。西村は力強く語った。

(文・池田亜希子/サイテック・コミュニケーションズ)

ソフトバンクも注目！ 超軽量・大容量のリチウム空気電池

現在、最も普及している蓄電池はリチウム (Li) イオン二次電池だが、その容量は限界に達しつつある。そうした中、軽くて大容量、“究極の蓄電池” との呼び声高いのが Li 空気電池 (以下、空気電池) だ。2018 年 4 月には「NIMS-SoftBank 先端技術開発センター」が発足。ソフトバンクとの共同研究を行う伊藤仁彦に、現状の課題と展望を聞いた。

現在、広く普及している Li イオン二次電池は、遷移金属酸化物の正極と炭素材料の負極、電解液で構成され、正極と負極間を Li イオンが行き来することで充放電を行う。そのうち、正極で反応する物質に酸素を、負極に軽量の Li 金属を用いたのが空気電池だ。酸素は電池内に保有せず外界の空気から取り入れるため、蓄電池の中では最軽量で低コスト。理論上、重量エネルギー密度は Li イオン二次電池の 5 倍以上に達する。

ソフトバンクもこうした特長に期待を寄せ、「NIMS-SoftBank 先端技術開発センター」で NIMS と共同研究を開始。空気電池の軽さを生かし、IoT 時代に不可欠なセンサやウェアラブルデバイスに搭載したい考えだ。

電解液の見直しで エネルギー効率と 充電サイクルが向上

エネルギー効率や充電サイクルの向上、大容量化——。実用化に向け取り組むべき課題は多い。伊藤は長年地道に材料の改良を続けてきた。たとえば、2017 年に発表した成果がそのひとつだ。「空気電池には、充電時に電圧が過度に上がり、エネルギー効率が低下してしまうという課題がありました。電圧上昇の原因は充電時の化学反応にあります。充電時、放電反応により正極に析出した過酸化リチウム (Li_2O_2) を分解し、Li イ

オンとして負極側に移動させるのですが、 Li_2O_2 が分解しにくく大きな電圧があるので。分解反応を促進するため、電解液を見直すことにしました」

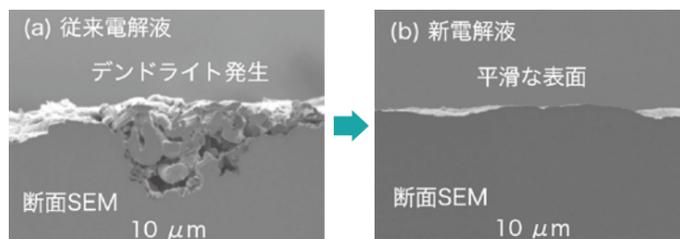
以前から、電解液中に酸化還元反応を促進する物質を添加すると電圧の上昇が抑制されると言われていた。だが、候補とされていたヨウ素 (I) を添加しても、大きな改善に至らなかった。そこで伊藤らは、周期表で I と同じ族に属する臭素 (Br) を添加。臭化リチウム (LiBr) と硝酸リチウム (LiNO_3) を含む混合電解液を作製した。

「その結果、4.5V あった充電電圧を 3.5V に抑えることに成功。発電効率は約 60% から約 77% に向上しました。充電時、3.5V 付近で電解液中の Br イオンの価数が変化し、正極の Li_2O_2 の分解を促進したからだと考えられます」

さらにこの電解液は、もうひとつの課題を改善した。空気電池では、充電時に負極に Li 金属がデンドライト (樹枝) 状に析出し、負極の寿命を縮めるとともに、ショート事故の要因にもなっていた。ところが、新たな電解液ではデンドライトが発生していなかったのだ (写真下)。

「電解液の改良で、充電サイクルは 20 回から 50 回以上になりました。しかし実用化レベルには遠く、今後も電解液をはじめ、材料の改良を続けます。ソフトバンクとの共同研究は大きなチャンスととらえています」。伊藤は意気込む。

(文・山田久美)



電子顕微鏡で負極の断面を詳細に観察。Li 金属の表面を酸化リチウム (LiO) の薄膜が覆うことで、デンドライトの発生を防いでいたことが分かった。「電解液中の LiBr と LiNO_3 の相乗効果によるものと推測されます」(伊藤)



伊藤仁彦

エネルギー・環境材料研究拠点
二次電池材料グループ 主幹研究員

発電効率と耐久性を兼ね備えた ペロブスカイト太陽電池

製造コストが低く、軽量で折り曲げられる次世代太陽電池として注目されている「ペロブスカイト太陽電池」。エネルギー変換効率もシリコン太陽電池に迫る勢いで、早期実用化が待たれている。しかし、耐久性の向上が大きな課題だ。そこで、材料開発と製造プロセスの両面からこの課題に取り組んでいるのが、白井康裕だ。

ペロブスカイト太陽電池は太陽光が当たると電子と正孔が発生するペロブスカイト層の両側を、電子輸送層と正孔輸送層が挟み、さらにその両側を電極が挟んだ 5 層構造だ。ペロブスカイト層、電子輸送層、正孔輸送層の 3 層はそれぞれ、材料を溶液に溶かし、順番にフィルム基板に塗布して作製する。

もともとペロブスカイト太陽電池は「色素増感太陽電池」の研究を進める過程で見つかった経緯から、材料も構造もそれを踏襲したものが主流だった。それに対し「有機薄膜太陽電池 (OPV)」の研究者であった白井らは、OPV での知見を生かし開発を推進。2016 年には、多孔構造の酸化チタンを使わずにペロブスカイト層を形成することに成功した。

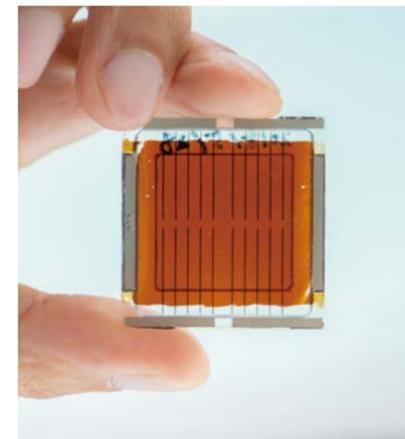
「従来の『相互拡散法』と呼ばれる方法に、塩素を含む材料を添加した作製方法を開発しました。できた層は均一な厚みで平滑。課題であった安定性と耐久性を持たせることに成功し、プロセス温度もフィルム基板が使える程度に下げることができました」

耐久性が飛躍的に向上した 半透明ペロブスカイト太陽電池

さらに白井らは、シリコン太陽電池の上にペロブスカイト太陽電池を重ねた「タンデム (多接合) 型」の検討を進めている。

たとえば、多結晶シリコン太陽電池の場合、電気エネルギーに変換できる光の波長のピークは近赤外付近だ。その上に、波長 500 ナノメートル付近の可視光が吸収ピークのペロブスカイト太陽電池を重ねれば、各層がそれぞれの波長の光を吸収することで、太陽光から一度により多くの電気エネルギーを取りだせる、というわけだ。

「ペロブスカイト太陽電池の透明度を高



白井らが開発した半透明ペロブスカイト太陽電池

めてシリコン太陽電池への透過率を上げようと、チームメンバーの柳田真利主幹研究員が、正孔輸送層に酸化ニッケル、対向電極に酸化インジウムスズ (ITO) を使い、『スパッタリング』と呼ばれる作製方法で成膜してみました」

すると、予期せぬ大きな発見があった。完成した半透明ペロブスカイト太陽電池は耐久性が飛躍的に向上していたのだ。「連続発電試験を行ったところ、改良前は 1000 時間で約 20% 低下していた発電効率が、4000 時間以上にわたりほとんど低下しないことがわかりました。高品質なペロブスカイト層の作製方法との相乗効果だと考えています。とはいえ、太陽電池に求められる耐久性は 20 ~ 30 年超とも言われています。これをクリアするような素子開発を狙います」と白井。今後は高温環境など、より厳しい条件で試験を進め、劣化のメカニズム解明に取り組む計画だ。さらにこう続けた。

「現在、半透明ペロブスカイト太陽電池のエネルギー変換効率は約 12%。さらなる向上を目指すと共に、タンデム型にすることで変換効率 30% 超が目標です」

実用化に向けた研究開発は着実に前進している。



白井康裕

エネルギー・環境材料研究拠点
ナノ界面エネルギー変換グループ 主幹研究員

ナノ材料科学環境拠点 (GREEN)

GREEN は、文科省委託事業「ナノテクノロジーを活用した環境技術開発」の支援を受け、地球環境問題を解決する材料技術のブレークスルー創出を目指し、オールジャパン体制で2009年10月に発足した。NIMS内はもちろん、大学や企業から各分野の専門家が多数参画。効率的なエネルギーの変換・貯蔵・輸送システム実現に向け、太陽光利用・二次電池・燃料電池などの応用分野と、理論計算・計測などの分野を強固に連携させ、基礎的な理解に基づくデバイス開発を推進している。また、“開かれた研究拠点”として、外部の研究者にも最先端の施設や設備、ノウハウを提供している。

2016年からは「統合型材料開発プロジェクト」として、材料研究と、社会全体を俯瞰するシステム工学や情報科学とを融合することにより、未来社会の課題(サイズ)と直結した材料開発の推進を目指して

いる。10年計画の事業を総括したシンポジウムを2019年1月に開催予定(下記)。

GREEN体制図



NIMS 蓄電池基盤プラットフォーム

NIMS 蓄電池基盤プラットフォームは、小型蓄電池の試作から材料の分析評価まで、次世代蓄電池の研究開発に必要なほぼ全ての機能を網羅した最先端の共用インフラとして、並木地区 NanoGREEN 棟内に設置。2014年に運用を開始している。

大きな特色として、電池開発に不可欠な超低温環境(給気露点-90℃)で電池の試作や各種測定を行うことが可能な80㎡のスーパードライルームが挙げられる。

また世界トップレベルの分析機器(SEM、TEM、XPSなど)も設置され、大気非暴露で電池を解体して分析評価するなど、研究開発の一連の作業を、一箇所で効率よく行えることが大きな強みである。

加えて、次世代蓄電池の研究開発を支援するため、大学、国研、民間企業、その他機関にも設備を提供しており、利用申請はウェブサイトにて受け付けている。

<http://www.nims.go.jp/brp/nims>



スーパードライルーム

19th GREEN Symposium

GREEN 2009 ~ 2018

太陽光から出発するエネルギーフローの共通課題解決
 ~界面現象の理解と制御からデバイス開発へ~

第19回 GREENシンポジウム

開催日:
 平成31年1月23日(水)
 10:30-17:15

会場:
 一橋講堂(学術総合センター2階)

〈入場無料〉

主催:
 物質・材料研究機構 エネルギー・環境材料研究拠点 (Greater GREEN)
 物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点 (GREEN)

1/23
 WED.

ぎみが思っているより
 科学はもっとおもしろい
 かもしれない



マイクロプラスチック

文・えとりあきお
 イラスト・岡田 丈(vision track)



アメリカでは、プラスチックのストローが使用禁止になりそうです。プラスチックが小さな破片となればらまかれると、それが生物のからだのなかに吸収されて蓄積し、生体に異常をひきおこすことが懸念されるから、というのがその理由です。

現代の私たちのくらしのなかで、プラスチックは大量に使われています。軽くて加工しやすく、値段も安いのでどんなところにも使われ、作って使っては、どんどん捨てていきます。

プラスチックは安定な分子構造を持つのでとても丈夫で、使い勝手の良い材料です。しかし、そのぶん分解しにくいので、目に見えないような小さな粒子(これをマイクロプラスチックといいます)として知らず知らずのうちに自然界に蓄積してしまうことが、最近は深刻な問題になってきました。

海洋の汚染は、そのなかの代表的なもののひとつです。美しかった砂浜が打ちあげられたゴミによって見るかげもなくなくなった光景は、世界各地でみられる姿です。こうしたゴミのなかでプラスチックは、海の中でただよっているうちに、波や風力や紫外線の影響で劣化し、こまかく砕かれてマイクロプラスチックになります。これをプランクトンが食べ、プランクトンを魚や貝が食べます。その魚や貝を食べることで、人間の体内にマイクロプラスチックが蓄積される、というわけです。

最近、東京湾で調べた結果によると、カタチイワシでは8割、ムール貝では10割がマイクロプラスチックを体内に保有していました。そうした魚や貝は、成長が阻害されたり、生殖機構に異常が起こったりするそうです。

最新の研究や調査によると、マイクロプラスチックの汚染は海洋だけではなく、実は、ペットボトルの水の中にもかなりの量が含まれているといえます。

ニューヨーク州立大学フリードニア校の研究チームは、アメリカ、ブラジル、中国、インドネシア、インド、ケニア、レバノン、メキシコ、タイの各国から国際ブランドのペットボトル入り飲料水259本をあつめて検査しました。その結果、93%にポリプロピレン、ナイロン、PETなどのプラスチックが混入していることがわかりました。

汚染物質はその95%が6.5~100マイクロメートル(1マイクロメートルは1000分の1ミリメートル)の微小粒子。1リットルあたり世界平均で325個。発生源は服や化粧品、包装材、プラスチック製品の劣化、製造工程などさまざまでした。

こうなると、科学者たちも見て見ぬふりはできません。プラスチックの良さそのままに、地球環境や生態系に悪い影響をおよぼさない製品の研究がいま、急ピッチで進められています。

たとえば、植物由来のプラスチック。いま私たちが使っているプラスチックは石油由来のものがほとんどです。それに対してトウモロコシやサトウキビを原料にしてつくった生分解性のバイオプラスチックなら、土の中の微生物によって分解され、最後は水と二酸化炭素になって自然に還ります。しかも化石燃料とちがって、資源が枯渇する心配も低いのです。今後さらに研究が進み、耐久性の向上や大量生産ができるようになれば、こうした新しいプラスチックが身の回りのいたるところで使われるようになるかもしれません。

生活を豊かにするために、私たちはさまざまなものを生み出しました。そして、その量が多くなりすぎると、環境に影響をもたらすはじめます。地球温暖化、環境ホルモン、フロンガス……。そうしたことへの対処は、地球を守っていくための私たちの務めなのではないでしょうか。

えとりあきお: 1934年生まれ。科学ジャーナリスト。東京大学教養学部卒業後、日本教育テレビ(現テレビ朝日)、テレビ東京でプロデューサー・ディレクターとして主に科学番組の制作に携わったのち、『日経サイエンス』編集長に。日経サイエンス取締役、三田出版株式会社専務取締役、東京大学先端科学技術研究センター客員教授、日本科学技術振興財団理事等を歴任。

第5回

電池材料解析 ワークショップ

11/8

11/9

ナノ材料科学環境拠点 (GREEN) は、第5回電池材料解析ワークショップを開催します。今回は、宇恵誠氏 (元サムスン SDI 常務) による特別講演のほか、NIMS が中心機関として運用を開始して4年、特徴ある評価装置を多数そろえた「NIMS 蓄電池基盤プラットフォーム(p14)」のユーザーの方々による、成果報告を行います。

また、このうちのいくつかの手法について、翌日に実習を交えた解析講座を開催します。材料開発者と分析技術者との議論により、電池材料の分析技術・解析技術の高度化を目指します。ワークショップまたは解析講座のどちらかだけの参加も歓迎します。当分野に関心ある方の積極的な参加をお待ちしています。

〈開催概要〉

日時： ① ワークショップ：2018年11月8日(木) 13:00-17:15
(終了後にポスターセッション&懇親会を開催)

② 解析講座： 2018年11月9日(金) 10:00-15:30

会場： NIMS 並木地区 NanoGREEN/WPI-MANA棟 オーディトリウム

参加費： 無料 (懇親会費：3,000円)

主催： 国立研究開発法人 物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点 (GREEN)
国立研究開発法人 科学技術振興機構 (JST) 未来創造研究開発推進部
戦略的創造研究推進事業 先端的低炭素化技術開発 特別重点技術領域 次世代蓄電池 (ALCA-SPRING)

参加登録：事前の登録が必要です。下記よりお申し込みください。

<http://www.nims.go.jp/GREEN/event/2018/20180919.html>



ワークショップ

〈特別講演〉

「リチウムイオン電池の現状と解析技術による性能向上」(仮題)
宇恵 誠(元サムスンSDI常務)
ほか、ユーザー発表多数

解析講座

各5名程度

■Aコース：XPS ■Bコース：FIB

※プログラムは予告なく変更になる場合があります。



NIMS NOW vol.18 No.5 通巻172号 平成30年10月発行

国立研究開発法人 物質・材料研究機構



古紙配合率70%再生紙を
使用しています



植物油インキを
使用し印刷しています

〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1 TEL 029-859-2026 FAX 029-859-2017 E-mail inquiry@nims.go.jp Web www.nims.go.jp

定期購読のお申し込みは、上記FAX、またはE-mailにて承っております。 禁無断転載 © 2018 All rights reserved by the National Institute for Materials Science

表紙写真:高際良樹主任研究員と酸化防止機構つき放電プラズマ焼結装置 撮影:石川典人 デザイン:Barbazio株式会社