

Impulsing
Paradigm
Change through Disruptive
Technologies Program

Vol. **9** MAY 2017

ImPACT

NEWS LETTER

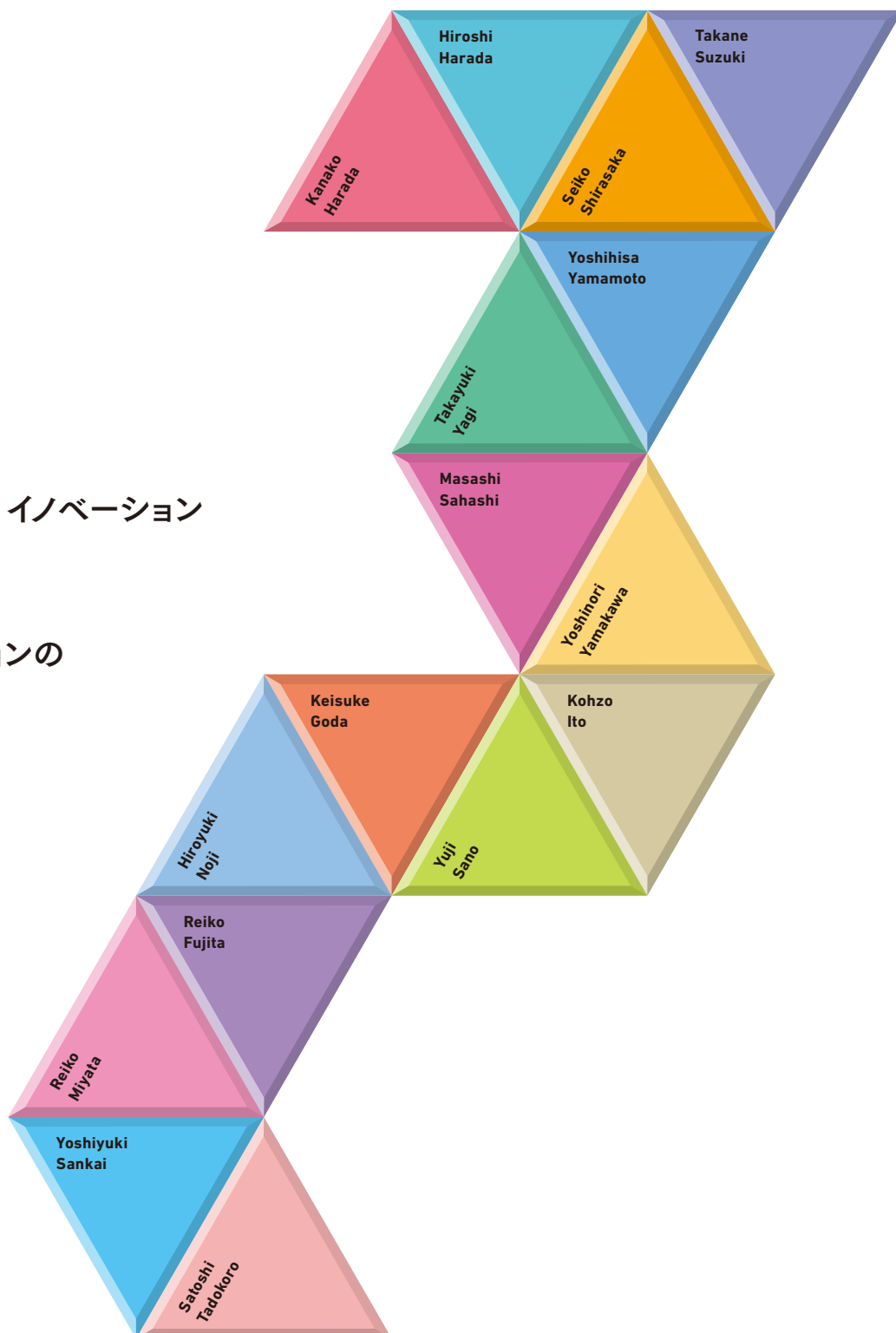
座談会

SIP と ImPACT の挑戦

日本発マテリアル・イノベーション
に向けて…… 2

プログラムの新たな展開

非連続イノベーションの
実現に向けて…… 10



革新的研究開発推進プログラム
ImPACT
Impulsing Paradigm Change through Disruptive Technologies Program

SIPとImPACTの挑戦

日本発
マテリアル・
イノベーション
に向けて

総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）の司令塔機能強化の一環として、わが国の新たな研究システム、具体的には新たな産官学連携の仕組みであるSIP並びにImPACTが開始されておよそ3年が経過しようとしている。本座談会では、CSTI 橋本議員、SIP「革新的構造材料」岸プログラムディレクター（PD）、ImPACT「しなやかなタフポリマー」伊藤プログラム・マネージャー（PM）が、それぞれの立場からこれまでを振り返り、SIPとImPACTがどのような革新をもたらしたのか、そして今後、何をもたらすのかについて意見を交わした。

（左から）

司会	古川雅士	科学技術振興機構
出席者	橋本和仁	総合科学技術・イノベーション会議（CSTI） 有識者議員
	岸 輝雄	戦略的イノベーション創造プログラム（SIP） 「革新的構造材料」プログラムディレクター（PD）
	伊藤耕三	革新的研究開発推進プログラム（ImPACT） 「しなやかなタフポリマー」プログラム・マネージャー（PM）

材料研究の潮目となったSIPとImPACT

古川 本日はお忙しい中お集まりいただき、ありがとうございます。まず岸先生、伊藤先生から、各プログラムの概要について伺います。

岸 私は、SIPが開始する1年前から、経済産業省の未来開拓プロジェクトで「革新的新構造材料等技術開発」のリーダーを務めていました。自動車用途として高比強度材料、すなわち軽くて強い材料の研究を行ってきましたが、構造材料の常識は、高比強度材料に加え、耐熱材料なのです。耐熱材料の研究も必要だと考えていたときに、SIPのPDの公募の話があり、これだと思いました。



CSTI × SIP

SIPへの応募の際には、割と広い概念で耐熱材料を捉えていましたが、最終的には用途を航空機に絞って、現在のプロジェクトを進めています。

SIPで進めるテーマ（領域）は4つで、航空機用樹脂の開発とFRP（繊維強化プラスチック）の開発、耐熱合金・金属間化合物などの開発、耐環境性セラミックスコーティングの開発、マテリアルズインテグレーション（MI；材料の組織やパフォーマンスを予測するためのシステムや方法論を統合した開発支援ツール）に取り組んでいます。

伊藤 ImPACT伊藤プログラムでは、「薄くても破れない、硬くても脆くないポリマーをつくる」ことに主眼を置いています。ポリマーは軟らかくて軽いという特徴があり、たとえばリチウムイオンバッテリーに使われているセパレータは、最近ではどんどん薄くなってきていますが、薄くなると破れやすくなってしまいます。また飛行機の機体などに使う場合は、軽くて薄いだけでなく硬くしなくてはダメですが、硬くなると脆くなってしまいます。そこでImPACTに提案した着想に至りました。

ポリマーを硬くするためには既に処方箋があって、架橋率を上げれば良いことが、多くの研究から明らかになっています。しかしながら、ポリマーが壊れる理由については実はよくわかっていません。最近になってSPRING-8を使った計測やスーパーコンピューター「京」を使ったシミュレーションにより、ポリマー内の化学結合の状態がわかるようになり、自己修復性や柔軟性を増やすことによって壊れにくい新しいポリマーが出てきています。但し問題点は、こうした新しいポリマーが産業にはあまり使われていないことです。

このような背景があってImPACT伊藤プログラムでは、



す。またこの20年はナノテクの時代でもあって、ナノ構造を制御して、電子的機能をねらうというアプローチが多かったのです。

そういう中において2つのプログラムは、もちろんナノ構造は制御されているのですが、制御しているものは電子構造よりは機械的強度です。扱う材料は全く別物ですが、まさに構造材料としての観点からやっています。ここ20～30年、世界中でやられてきた材料研究においてはあまり主流ではなかったというか、あまりやられてこなかったところなのです。

ところが、ここに至って、材料研究において構造材料が新しい潮流になりつつあります。SIPの岸先生とImPACTの伊藤先生が材料研究の潮流を変えたといっても過言ではないかもしれません。

伊藤 おっしゃる通り、20年前のポリマー研究は、やはり電子材料用途が主流でした。構造材料の視点でポリマーを見ると、ポリマーはどちらかというと信頼性が足りないといわれていました。ですので、実際に車とか航空機などの構造材料には使うことが難しいと思われていたわけです。ところがボーイング787の機体に複合材料が使われたというのが非常に大きなニュースになって、ポリマーが構造材料に使える可能性が車にも広がってきました。そういう背景もあって、ポリマーの構造材料としての研究が現在、非常に重要になっているのだと思います。

古川 構造材料が重要になってきたのは、何が要因でしょうか。

橋本 構造材料というのは、実は省エネであったり、安全であったりということに関して非常に基幹的で、重要な材

SPring-8や「京」を使ってポリマーが壊れる原理を解明し、その原理をいろいろな企業に取り入れてもらって、いわゆる汎用の材料をタフにする、壊れにくいようにするということを目指しています。

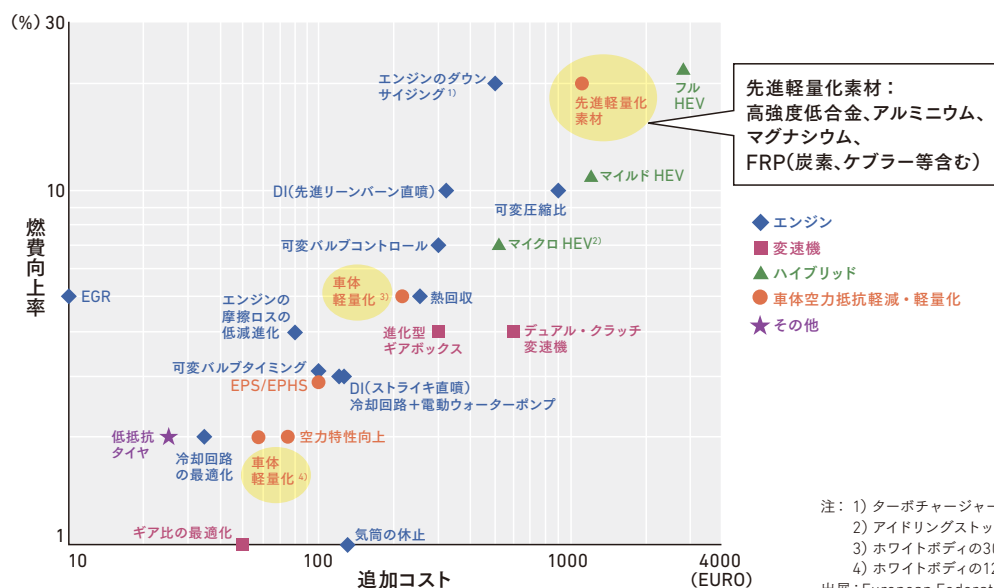
橋本 この2つのプロジェクトは材料という観点では、実は共通点があることに気づかされます。

まず材料研究というと、ここ20～30年は電子材料が主な研究ターゲットでした。これはわが国だけではないと思います。世界的な研究の方向として、シリコンに代表される半導体材料だったり、あるいは高分子材料もエレクトロニクスに向けた電子状態を制御するということが多かったで

図1 燃費改善(規制達成)のための主要アプローチ(欧州)

2020年に向けたCO₂削減施策のコストと期待効果(小型ガソリン車のケース、2008年対比)

(出典: 経済産業省「平成25年度産業技術調査事業重要技術分野に関する技術動向等調査 調査報告書」より引用)



CO₂排出量の削減に向けて種々のアプローチが存在する中、先進軽量化素材は有望施策の1つとされている。



Kohzo ITO

料です。これは、老朽化の問題であったり、あるいはエネルギー消費の問題に関係します。飛行機の燃料の燃焼温度を50℃上げることができれば、ジェット機1機あたりの燃料費が億円単位で削減できるといわれています。また国内の重工メーカーでは発電用のタービンに使う材料の開発が進められていますが、それが使われると日本のCO₂排出量は%のオーダーで減るのです。構造材料には、そのような素晴らしいところがあります。

伊藤先生の取り組みも、薄くて強いものができると軽くできるので、燃費が上がると。あるいは、そこで衝撃を吸収できるので、それはインフラにも関係してきます。そういうことで、構造材料という視点が、われわれの社会がいま抱えている大きな課題において大変に重要な解決の手段になるということに気づいたのではないかと。非常に興味深いと思います。

強力なリーダーシップとマネジメントがイノベーションをもたらす

古川 SIPやImPACTは、研究マネジメントが大変ユニークであると伺っています。

橋本 SIPのPDとImPACTのPMはそもそも、位置づけや役割が異なります。まずImPACTは、基礎研究から最後のイノベーションまでをねらうので、ハイリスクでもハイリターンを成果をねらうということで、PMにはまさにそういうアイデアを持ち、かつ強力なリーダーシップを持って、しかも全体のストーリーをつくってもらうことを強く要求しました。ただ誤解して欲しくないのは、ハイリスク・ハイリターンなので失敗してもいいというわけではなくて、やはり巨額の国費を投入しているのでしっかり成功してもらわないといけないわけで、それだけPMの責任は重大です。

一方のSIPは、日本の強い分野に対して各省庁が持っているテクノロジーをうまく糾合して、ある意味では既存の強い部分をうまく融合して、世界をリードするということで、

PDには非常に強いリーダーシップが求められます。各セクターの研究者や技術者を引っ張っていくという、リーダーシップが求められます。

古川 では、具体的な研究マネジメントの事例について、先生方に伺います。まず、それぞれのプロジェクトではSIPが航空機用途、ImPACTでは自動車用途と、かなり明確な出口を設定して研究を進められていますが、この経緯やプロジェクト構想を固めていくにあたって、いろいろな方のご意見を聞いたりしたのでしょうか。

岸 飛行機というのは、ある程度最初からイメージを持っていました。細かいところはいろいろな方にも聞きましたが、基本はすべて自分で構想を練り上げました。

私は博士学位を取得後に航空宇宙技術研究所（現在の宇宙航空研究開発機構）に入りました。航空機の材料について触れる機会が多かったので、今回良いチャンスだなと思っているわけです。

ここで大事なのは、航空機産業です。私がSIPを始めた頃の日本の航空機産業は、まだ年間の市場規模が1.2兆円でした。自動車産業の50兆円規模に比べると少ない。この3年ほどで徐々に伸びて、年間1.8兆円規模まで来ているものの、全部、材料と部品なのです。本当に国産ジェットを飛ばそうと考えると、部品、材料から計測系までカバーしないと厳しいです。

でもSIPでは計測系までは取り組めないで、材料、部品の研究に集中し、その結果としていまの産業を何とか年間5兆円規模まで持っていきたいと考えています。

伊藤 自動車の中にはいろいろなポリマー部材が使われていますが、それぞれに違います。たとえば、燃料電池のセパレータだったらゲルという液体を含んだポリマーですし、またタイヤなどのゴムもあります。もしタイヤを薄くすることができれば、軽くなるので燃費も大幅に向上します。材料は異なるものの、破壊の原理にはおそらく共通点があると考えて、解明した原理を取り入れることによって壊れにくいポリマーをつくらうと考えています。そのために、日本の中の最高のアカデミアと企業に集まってもらって、がっちりタグを組んで研究開発を進めています。

最初は部材をつくるということでプロジェクトをスタートしましたが、現在は目標を少し変えて、部材をつくって終わらせるのではなくて、部材を組み合わせて1台のコンセプトカーをつくらうとしています。

古川 プロジェクトの終了時に、そのデモンストレーション走行をされようとしているんですね。

伊藤 そうです。いろいろな会社の方に集まっていただき議論したのですが、単なるゴムで数値目標の達成を目指すという研究ではなくて、薄い膜厚のタイヤで車を現実に走らせてみようとなるので、達成しなければならない目標の



レベルがはるかに高くなります。それによって、実際に開発した材料が非常に素晴らしいものだとことをアピールしたいと考えています。

また開発した材料は、車だけでなく別の用途にも展開できます。たとえば1つ考えているのは、パラリンピックで使うようなブレードです。それを実際に選手に履いてもらって、どのくらい記録が変わるか、あるいは、従来よりどのくらい壊れにくくなるか、そういうことを見ていただきたいと思っています。開発したポリマーを世の中にアピールして、インパクトがあるということをいろいろな形で発信していきたいと考えています。

困難を乗り越えて、 新しい産官学連携の形を実現

古川 先生方のお話を伺っていると、SIPやImPACTはその取り組みを通じて、産官学を糾合していこうとする意気込みが感じられますね。まず岸先生のSIPでは、非常に多くのアカデミア機関と企業が参画されていますね。

岸 4つの領域に40のユニットがありますが、産官学連携はやってみるとやっぱり難しいですね。企業は本当のことをなかなか出そうとしません。

そこで開始から1年経ったときに、40ユニットで大学・国研の研究機関がリーダーを務めているところに、全部会社を入れるようにしたのです。民間の人を共同リーダーにして一緒にやるように仕向けました。この4月からはユニットの上の4つの領域も、それまでは大学・国研の研究者が領域長を務めていましたが、民間の人を共同領域長にするようにしたのです。

古川 アカデミアと民間が共同で研究を進めていくという体制を鮮明にしたのですね。また、テクノロジー・レディネス・レベル(TRL)を導入して、アカデミアと民間がいまどのレベルの研究を進めているのかを共有して認識する仕掛けづくりをしている点でも、ユニークなマネジメントを図っているそうですが。

岸 TRLの発想はわれわれの独創ではなくアメリカの航空機開発の流れから来たもので、結果的にわれわれの研究にも馴染みやすかったということがあります。技術のレベルを1～9の段階にわけたもので、大学がコンセプトを出して、こんな素材ができるというくらいがレベル1～3のあたり。それを企業に持って行って、企業の研究所などが組み立てに持っていく前の研究をやるようなところが4～6のレベルです。飛行機でいうと、レベル7というのはもう製品ができて、飛行機に積みながら改良を重ねて、レベル9になると本当に空を飛ぶということになります。

CSTIがどうお考えになったかはわかりませんが、要するにSIPは基礎と応用開発まで全部やれということなのでしょ



う。だから、TRLでいえば1から9までなのです。私はレベル2～5くらいまでかなと思っていたのですが、そうではないような気がしています(笑)。

古川 アカデミアと産業界の垣根をなくすための、相当のご苦労が垣間見えますね。ImPACTでも同じようなことはあるでしょうか。

伊藤 先ほど最高のアカデミアと企業を集めてタッグを組ませる話をしましたが、最初の段階では必ずしも共同研究をやっていない組み合わせを私が選びました。マトリックス方式と呼ばれ、1企業が1テーマを担当して、そこに複数のアカデミアが入るという形になっています。アカデミアの方は、たとえば解析の先生であればいろいろなところの解析を担当できるので、企業のプロジェクトに対して横断的に入ってもらうような形になっています。

本プログラムでは1つの分野について他に競合する企業はいないので、企業がかなり本気になって、エースの人材を投入するということが可能になっています。情報が漏れない構造です。

アカデミアは逆に、横軸に入ることによって、それぞれのテーマによって使っている材料が違うので、そこで出てきたいろいろな共通的な課題を切り出して、それについてはアカデミアが中心になって攻めていく。たとえば、破壊がなぜ起こるかとか、亀裂はなぜ伸展するかといったところを、アカデミックな観点から集中して取り組みます。そういうことで、クローズな部分と、オープンな部分の2本柱になっています。

古川 企業の人たちの「いまはこういうことで困っている」とか「将来的にはこんなことをやってほしい」ということをどうやって引き出していったのですか。

伊藤 アカデミアの中には、いままで企業との共同研究をあまりやったことのない先生たちもいましたので、アカデミア企業-PMでの三者面談を随分やりました。最初は言葉が噛み合わないこともありましたが、次第に互いの理解



Kazuhito HASHIMOTO

が深まって研究が進んでいくと、面白いことにアカデミアから意外な発想が出てきたり、それが問題の解決へと繋がったりすることが実際に起こり始めました。

そうすると、それまでは食わず嫌いのようなところがあって、あまり企業とは関わりたくないと思っていたアカデミアの方々も、意外に面白いと感じてくれています（笑）。

古川 社会貢献への意識が変わってきたのでしょうか？

伊藤 変わってきたと思います。日本のアカデミアは非常に強いし産業も強いのですが、いままではお互いのベクトルが少し違う方向を向いていたということですね。今回は無理やり一緒にしてやってみた結果、アカデミア側も興味を持ってきて、そういう意味では両者の距離がかなり近くなったのかなと私は思っています。

橋本 2つのプロジェクトの産官学連携の形態を見てみると、すごく特徴的なことが出てきました。伊藤先生の場合は、まず関係分野の優秀な研究者を集め、1テーマを1社だけにして、アカデミア側はそのテーマに関係する優秀な研究者を複数集めて、必要に応じて連携しながら行う、1社対個人の集合のような形です。

対して岸先生の場合は、アカデミアの先生たちを集めてターゲットを決めて、そこに産業界を呼んできて一緒にやりましょうという形です。当初は産業界がなかなかデータを出さなかったのですが、連携が徐々に進むことによって産業界も乗ってきている状況だと思います。産官学連携が本当に進みつつある状況だと感じています。

いま政府では、産官学連携をさらに進めようという動きが出ていて、そのねらいは、まずイノベーションを興そうということ、それと実はもう1つのねらいがあって、それは、国の予算が厳しく科学技術関係予算も例外ではないことも関係しています。

古川 もう少し詳しく教えてください。

橋本 産業界ではいま、目先のことにしか投資できなくなっています。要するに成果をすぐに出さなければいけないと

いうことになっていて、長期的な研究ができなくなっているわけです。ところが本来の企業戦略としては、長期的なイノベーションに向けた投資をしなければいけない、でもそれが自社ではできなくなって、中央研究所みたいなものはどんどんなくなっているわけです。その機能を産業界としてはアカデミアに頼みたいということもあるし、国としては科学技術関係予算も増えていかないうちで、産業界の投資をアカデミアに持ってくることによって長期的な戦略も立てられるようにしようということがあるのです。

そこで、いま産業界から特に求められているのは、組織対組織の産官学連携なのです。というのは、いままでの産官学連携は、企業がある大学の先生が面白いことをやっているからということで共同研究をしたり、またはある大学の先生が「自分はこんなおもしろいことをやっています」ということで企業に売り込むという、企業対個人の形の共同研究です。

本格的な連携にするためには、個人ではなくて大学や国研が組織としてしっかり連携することが求められます。アメリカやヨーロッパでは、大学が組織として企業に提案したり、あるいは企業がある課題について共同研究を求めたりする時に、大学の中のいろいろな先生を組み合わせで連携するということが進められています。

いまSIPやImPACTでやっていることはある意味では組織対組織です。組織対組織といってもたぶんいろいろな形態があると思うのですが、岸先生が紹介されたようなこともありますし、伊藤先生のような1社対個人の組み合わせの取り組みも、わが国では新しい産官学連携の姿だと思います。

CSTIだから、 省庁横断だからできることがある

古川 ここで橋本先生に、そもそもSIPやImPACTが発足した経緯をお伺いします。

橋本 2012年12月に第二次安倍内閣が発足し、日本再興のためのキープポイントは経済の活性化であり、活性化のためには科学技術を基礎としたイノベーション創出が非常に重要であるとされました。このイノベーション創出には、日本の産官学の力を合わせることを重要視しました。

その背景を少し申し上げますと、日本は産業界も強い、学術界も強いといわれながら、なぜか最近の日本の科学技術は元気がないとされています。その理由は、それぞれがバラバラに行われているからだ。だから産官学の力を結集することを安倍内閣の科学技術政策では重要視しましたし、それは内閣全体の政策の中でも上位に位置づけられました。その政策実行に使命を持ったのが当時の総合科学技術会議（現在の総合科学技術・イノベーション会議）で、産官学を糾合するための司令塔としてしっかり機能することが求め

られました。

こうした経緯から内閣府が予算を持って主導する研究プロジェクトを設置することになり、それが現在のSIPやImPACTに至っています。産官学を糾合するという点では共通した目的を持っていますが、ねらっているところは全く異なります。

SIPは省庁横断型です。日本の国の予算は、たとえば経済産業省、文部科学省、それから他の省庁というように縦割り構造になっているので、SIPはそこに横串を刺すというねらいがあります。さらにそこに産業界が加われば、まさに産官学結集ができるだろうということで、SIPは省庁横断型プロジェクトなのです。

岸 ちょうどこの座談会の前日に、SIP革新的構造材料の推進委員会がありました。そこには関係する4つの省の関係者が出席していましたが、これまでの会議と違って、各省の関係者がこちらの内容を十分に理解した上で、「一緒に何をやるか」とか「これは面白い、こうやるべきだ」というようなことをいい出して、驚きました。いつもは座って何か聞いていたりするだけだったのですが(笑)。

私が申し上げたいのは、内閣府でこんなプロジェクトをやっているのかという声が必要だと思うのですが、やっぱり内閣府だからこそ人が集まってきて、注文もつけるし、自分たちの研究との関係もいろいろというし、ここから研究成果をどのように自分たちで展開できそうかと考えられるのです。

だからSIPを通じて、省庁横断型としての面白い独特の味が若干出てきたなと感じました。それがちょうど昨日でした。ただその会議、時間がちょっと長かったですね。CSTIの会議はいつも長い(笑)。

橋本 一方のImPACTは、プロジェクトの組み方を米国のDARPAに倣いました。産業を活性化するイノベーションを興すのはサイエンスに基づくもの、要するに基礎研究をベー

Masashi FURUKAWA

スとしてそこからイノベーションに持っていくというものです。世界中で行われていますが、日本の場合は、基礎研究とそこから先のところがブツ切れになっているのです。基礎研究から応用研究に行って、さらに製品開発を行うのが別の省庁で行われているという形でバラバラになってしまっています。省庁ごとで行われているということは、それぞれ別の研究リーダーがいるということです。

その点DARPAでは、PMが最初にコンセプトをつくることに加え、全権を持っていろいろな人を集めてくるのです。ポイントは、PMが最初の基礎研究段階から最後の製品化に至るまで、自由かつオリジナリティを持った発想でやるということです。これはわが国にはなかったシステムで、イノベーションを興すために新たなシステムを導入しようと、それがImPACTの発足に繋がったのです。

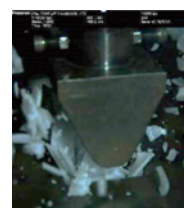
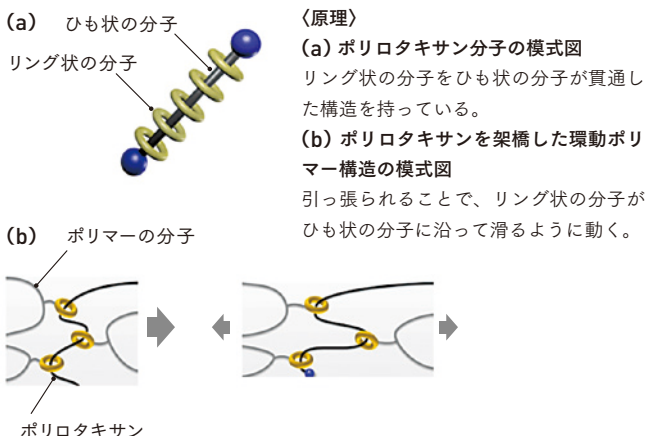
古川 PDやPMへのCSTIの関与はどのようにされていますか？

橋本 CSTIとして、もちろんPDやPMに対する評価は行っています。SIPやImPACTでは新たなシステム、マネジメントスタイルを導入しているので、任せきりにしては進

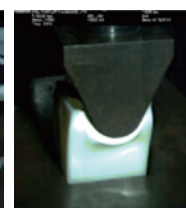
図2 ImPACT成果

環動ポリマー構造を導入し、竹のようにしなやかなポリマー材料を開発

(提供：東レ株式会社 小林定之)



ポリアミド



開発材料

〈車体構造材を想定した衝撃試験の様子(衝突時速32km/hの衝突に相当)〉
ポリアミドは変形せずに破壊されたのに対し、開発材料はしなやかに変形しながら2倍以上のエネルギーを吸収。

ポリマーにおける分子レベルのナノ構造制御技術により、ポリアミド樹脂中に環動ポリマー構造をナノメートルオーダーで均一に分散させることに成功した。この結果、高剛性(硬さ)と高靱性(壊れにくさ)の高水準での両立を実現した。車体構造材を想定した衝撃試験では、従来のポリアミド樹脂に比べて、エネルギー吸収性能の大幅な向上を示した。

まないので。

もちろん、岸先生や伊藤先生なら任せきりにしてもある程度はうまくいくのかもしれませんが、全てのプロジェクトでうまくいくわけではないのです。そういう意味では、CSTIは評判がよくないのですが、マネジメントに対してかなり意見を出しています。但しプロジェクトの中身というより、むしろ大きな方向性に対して意見を出しているのです。

構造材料分野で培われてきた ナノテク研究の成果が大きく花開く

古川 先ほど、橋本先生より構造材料もナノ構造は制御されていて、制御しているものは電子構造ではなく機械的強度であるというお話がありました。

岸 橋本先生のご指摘の通りです。100ナノメートル以下の構造制御を原子、分子レベルで行うという概念が出てきました。構造材料は、組織（材料中の原子の繋がりや結晶の構成）を制御することがとても大事です。まさにナノテクなのです。

橋本 私は電子材料の専門家だったので、構造材料のことは知らなかったのですが、いざ知って驚いたのは、実用材料に繋がるようなところの性能アップに、ナノテクの知識、あるいはナノテクの方法論がしっかり使われているということです。構造材料の分野で1990年代から培われてきたナノテク研究の成果が、大きく花開きつつあるのではないのでしょうか。

古川 ナノスケールの構造がわかるようになってきたということ、それをさらに制御できるようになってきたことについては、何か節目というか転換点のようなものがあったのでしょうか？

橋本 そういう意味ではナノテクの中で、まず分子設計という概念が随分と出てきて、その上で小さな分子だけでな

く少しマクロなスケールの設計を行うということが出てきました。

伊藤 プロセスですね。

橋本 それと空間を使うといった発想が出てきました。分子というのは数ナノメートルの世界なのですが、それが100ナノメートルの世界になってくるわけです。そういうことが、構造材料の空間をうまく使う等に繋がってきているのではないのでしょうか。

伊藤 高次構造制御ということですね。たとえばポリマーでは、電子材料に関していうと分子のレベルでほぼ決まるのですが、構造材料としては100ナノメートルクラスのところがすごく大事で、高次構造制御とかプロセスが非常に重要になってきます。なので、そういうところの研究が重要なのですが、ポリマーは非常に複雑なために、学問としてはまだ十分に確立されていません。

橋本 テクノロジーとしては蓄積されていきまし、学問もついてきました。

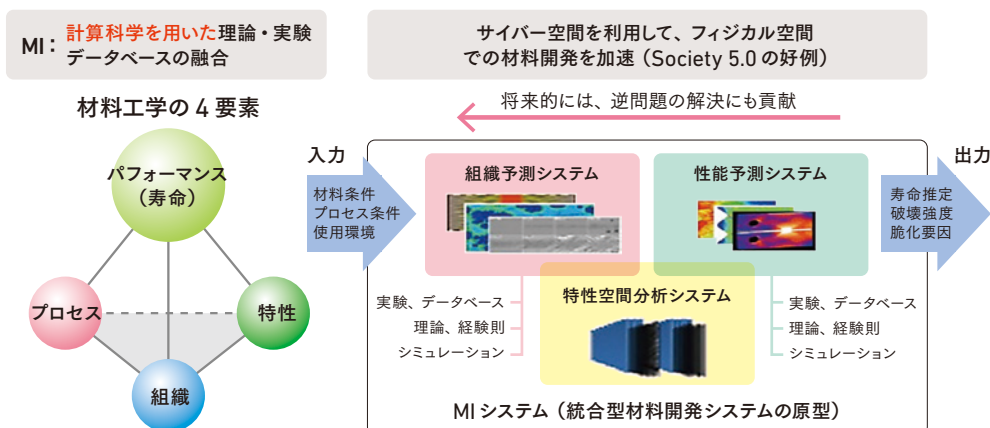
伊藤 そうなっていますね。SPRING-8などの放射光や大規模シミュレーションの登場が大きいと思います。いままでは割とブラックボックスだったというか、勘と経験でやってきたところで、それがようやくサイエンスとして扱えるような状況になってきたということが大きいですね。

橋本 その通りで、シミュレーションが高次構造のところに追いついてきたということが大きいです。それに、現在のインフォマティックスの話とかAIの話とかが絡んできて、急激にそこが学問的にロジカルに詰められるようになってきています。

岸 学問的にわかってきたというケースでは、やはりCFRPですね。そもそもCFRPには2つの問題がありました。

1つは繊維周りのことです。繊維の周りが本当にはがれているかどうかはわからない。だから、はがれないようにうま

図3 SIPにおけるマテリアルズインテグレーションの概要
研究開発時間の大幅短縮・効率化・コスト削減は国際競争力強化に直結



これまでの材料科学の成果や経験知の活用と共に、データベース・実験・シミュレーション解析・ビッグデータなどの最先端の情報技術・科学技術を融合した「マテリアルズインテグレーション(MI)システム」を開発し、材料開発時間の大幅短縮、開発の効率化・コスト削減、材料選択や利用加工プロセスの最適化、構造体の信頼性予測や診断・メンテナンス性の向上などに貢献する。

サイバー空間で材料工学の4要素を結び付け、多段階のプロセスを繋いで計算できるシステムを構築する世界初の挑戦



くコーティングしながら樹脂に繊維を埋め込む。これが最大の技術なのです。ところが、はがれるかどうかというところ、そのオーダーはナノなのです。私はCFRPもやっていたのですが、1980年代にナノオーダーの検出手法がないとCFRPはよくわからないと論文に書いたことがあります。その時に初めて「ナノ」という言葉を使ったのですが、それが1つ非常に重要なことです。

それからもう1つ、CFRPは層状の物質が積み重なるのですが、その間の剥離というのがわからないのです。わかる手法がなかったのです。しかしその辺のことが少しずつわかってきて、CFRPも使えるようになってきたということが大きいですね。

これからの物質・材料研究には 計測－計算－情報の三位一体が重要

古川 先生方のお話を伺うと、電子材料に加えて構造材料にも、大変に大きな強みができつつあるということがわかります。また、その背景にはナノの構造理解と制御というところをずっとやってきたことが、いま大きく花開く形になってきていると。それを支えているのは最先端の計測あるいは計算というところであり、昨今のマテリアルズ・インフォマティクスに代表されるような新しい道も見えてきているということかと思います。特に岸先生は、もう10年近く前から計算科学の重要性を指摘されていましたね。

岸 ナノテクを進めていくと、計測に強くなるという認識はありました。私が以前理事長を務めていたNIMSも、当時は計測については随分いい線をしているという実感があつた反面、20～30人いた計算科学のグループは、材料とはかなり遠いところをやっていたという印象がありました。

ですから、計算科学の知見を何とか材料に持っていくようなことをやらないといけないということと、材料学は経験学になり過ぎてしまっていたので、つくってみたいとわからないとか、勘だけでやるようなところから少し脱皮したほうがいいということを考えていました。当時からいくつかのプロジェクトの構想を持ちましたが、SIPはちょうどいいチャンスだったから、この要素を採り入れて、マテリアルズインテグレーション(MI)をテーマの1つとしたのです。最初は周囲もどうなるのだろうと思っていましたが(笑)、いまではこのテーマが割と大きな位置を占めるようになって、現に材料組織の解析では、鹿児島大学のグループがAIに相当するようなものを入れて、プロセスと構造から性能を予測するツールのα版をつくることまでできました。

橋本 岸先生のお話にあるように、材料開発では理論計算と計測が重要だとずっといわれてきて、実際に取り組まれてきました。さらにいま、もう1つ入ったのが情報なのです。

私は、理論計算と計測とデータ科学がこれからは三位一体だと思っているのですが、これによって明らかに大きなステージに前進しようとしています。それは別に材料研究の世界だけではないのです。いろいろな世界がビッグデータと通信技術とAI技術によって格段に変化しようとしています。岸先生のところのMIは、まさにこのことを実現するものとして重要でしょうし、また伊藤先生のところでも情報を集めてポリマーの設計に活かしたいとお考えですよ。

伊藤 はい。ポリマーの破壊に関するデータがたくさん出てきています。ただ、本プログラムには残念ながら数学やAIの専門家がいないので、ぜひ岸先生のところと連携させていただいて、データの解析を共同で進めさせていただかないかなと考えています。

日本発マテリアル・イノベーションに向けて

古川 それでは最後に、一言ずつお伺いできるでしょうか。

岸 先ほど申し上げたように、SIPの省庁横断型の味がよくいい形で出てきたかなと思っています。また産官学連携についても、企業リーダーの導入などで今後一層強力に取り組んでいきたいですね。

伊藤 先ほどのTRLのお話でいうと、私のプロジェクトの残された期間でカバーできるのは、レベル1から6くらいまででしょうか。製品のプロトタイプはつくりますが、最後の市場に出るまで見届けるといのは、5年の研究期間では足りないかなと思っています。市場に出すにはコストのことも考える必要があります。ですので、プロジェクトとしてまずは「こういう素晴らしいものができました」と世の中に示したいと思っています。

それからインフォマティクスの話でいうと、ポリマーをタフにするための処方箋というか材料設計の指針、それから分子設計の指針みたいなものをデータとして蓄えて、どのパラメータのどこを押さえれば、何を計測すれば、一番タフネス向上に効くのかというあたりを明らかにしたいですね。その過程では可能ならSIPとも連携してデータを解析し、さらに願わくは、その流れをNIMSのような国研での大型プロジェクトに継承していければと。

プロジェクトは後2年で終わってしまいますが、得られた貴重なデータを完全にオープンにしてしまうといういろいろな問題も発生するので、ある程度まとまった形でうまく引き継いでいただけるとありがたいと思っています。

橋本 岸先生、伊藤先生には引き続きしっかりと取り組んでいただければいいと思っています。ぜひこの2年間のうちに所期の目標を達成し、それを国の中で研究成果がさらに発展できるような形で位置付けていただきたいというのが強い思いです。

古川 本日はお忙しい中ありがとうございました。

非連続イノベーションの実現に向けて

ImPACT(革新的研究開発推進プログラム)は、公募で選ばれた16名のプログラム・マネージャー(PM)を中心に、それぞれのプログラムが“ハイリスク・ハイインパクト”な研究テーマに挑み、日々、目覚ましい成果を上げています。そうしたプログラムの最新動向をご紹介します。

P M Tadokoro

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20170126-2/index.html>

タフロボット用ハイパワー人工筋肉の開発

ImPACT「タフ・ロボティクス・チャレンジ」の中で、私たちの研究チームは、災害現場のような過酷な環境下でも機能し、災害復旧などの重作業で活躍できるタフロボットの製作を目指しています。今回、そのキーコンポーネントの1つであるハイパワー人工筋肉の開発に成功しました。

現在の大多数のロボットは電気モータで駆動されます。しかし、タフロボットを実現するためには、現在よりもはるかに高い「力/自重比(発生力をモータの自重で割った値)」と、高い耐衝撃性・耐振動性を持った駆動装置が必要となります。こうした要請に応えて開発したのがハイパワー人工筋肉です。

この人工筋肉はゴムチューブと高張力繊維から構成され、油圧で動作します。軽量でかつ衝撃や振動に強く、大きな力(外径15mmの筋肉で7KN≒700kgf)を出すことができ、従来のものに比べて格段に「タフな」ロボットの実現に新しい道を拓くものです。

実は、この筋肉は力が強いだけではありません。柔らかさも持っています。自動車のタイヤで踏みつぶされても何事もなかったように動き続けます。力をコントロールして優しく滑らかに動くことも得意です。ゴムの弾性によるこの柔らかさにこそ、大きな衝撃や振動を受け止められるカギがあるのです。本当の「強さ」には、腕力だけでは



ハイパワー人工筋肉を用いた
ロボット手首の試作例

なく、柔軟性や優しさが必要、とはどこか人間とも共通するところがあり、ロボット研究者としては面白く感じます。優しさと力を併せ持ったタフロボットを目指して研究を進めたいと思っています。

東京工業大学 鈴森康一
株式会社ブリヂストン 櫻井 良

P M Ito

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20170116-2/index.html>

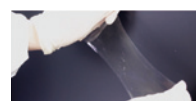
金属よりも丈夫な柔軟複合材料「繊維強化ゲル」を開発

伊藤プログラムの一環として、北海道大学のグン教授らはイオン結合により架橋されたポリアンフォライト(PA)ゲルとガラス繊維織物を複合させることで、金属よりも丈夫な柔軟複合材料「繊維強化ゲル」を開発しました。PAゲルは単体でも比較的タフなゲルであり、さらにガラス表面と強く接着する性質があります。このPAゲルを高強度なガラス繊維織物と複合させると、ゲル/繊維界面の強い接着によってもたらされる両者の相乗効果により極めて強靱な材料を得ることができました。

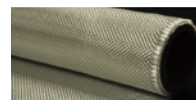
得られた材料は、40%の含水率と高い柔軟性を保ちながらも驚くほど丈

夫であり、その破壊エネルギーは500 kJ/m²にも達します。この値は、タフな固体として知られている繊維強化プラスチックや炭素鋼などの金属をも上回るものです。また、PAゲルの代わりにシリコーンゴムを用いることで、破壊エネルギー 200 kJ/m²を有する強靱な繊維強化ゴムを創製することにも成功しています。

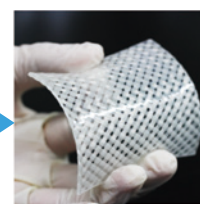
本研究により得られた超強靱なゲル・ゴムシートは、タイヤなどの丈夫さが求められる柔軟工業材料として、また強靱な医療、服飾用材料としての応用が期待されています。



ポリアンフォライトゲル



ガラス繊維織物



超強靱「繊維強化ゲル」

ポリアンフォライト(PA)ゲルとガラス繊維織物からなる、極めて強靱な繊維強化ゲルの図。ゲルの特徴である高い柔軟性を保っている



本研究で得られた
繊維強化ゲルは、
破壊に対する抵抗
力が極めて高い

北海道大学大学院 先端生命科学研究院
中島 祐、龔 剣萍

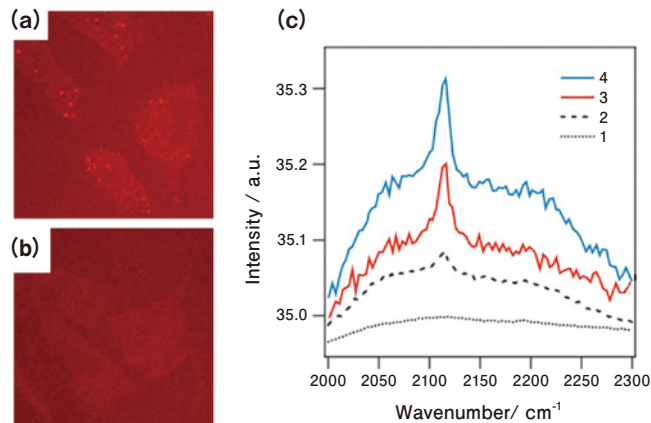
望みのタイミングでスイッチオンする生体分子検出法を開発

東京大学先端科学技術研究センターの岡本晃充教授、山口哲志講師らの研究グループは、ImPACT合田プログラム「セレンディピティの計画的創出」において膨大な細胞集団から高速・正確に細胞を計測分取するために必要な、細胞の標識分子を開発しています。本チームは、細胞内でのラマンイメージングが可能な、特定の分子振動を起こす化学構造へ望みのタイミングで変化させる『スイッチオン』ができる新しい生体分子検出法を発表しました。本研究は、2017年1月24日にNature Publishing Groupが出版する「Scientific Reports」に掲載されました。

細胞膜上のコレステロール密度が高い『脂質ラフト』と呼ばれる場所には、さまざまな病気に関わるタンパク質が存在していることが知られていますが、これまで特定部位、あるいは特定環境

細胞上での誘導ラマン顕微鏡像

(a) 弱酸性条件下で反応した細胞 (b) 中性条件下で反応した細胞 (c) 弱酸性条件下で反応した細胞中の輝点のラマンスペクトル、 2115cm^{-1} にアルキンのピークを確認 (点線1: 細胞外領域のスペクトル、破線2: 細胞内の粒子状の輝点以外の領域のスペクトル、実線3・4: 細胞内の粒子状の輝点のスペクトル)



を区別して観察することはできませんでした。本チームは、開発した分子を細胞内に取り込ませ、変換反応でスイッチオンにし、高感度なラマン散乱顕微鏡で観察したところ、弱酸性環境下にあったコレステロール類似体のみを可視化することに成功しました。今後、この手法を用いて酸性環境下の脂質ラフトの動きを明らかにすることで、

全く新しい方法による創薬や診断、治療への可能性がもたらされることが期待されます。岡本教授らは本技術の開発について、東京大学工学系研究科の小関泰之准教授のチームが開発している高感度な顕微鏡を使えたことが大きい、と共同研究に感謝しています。

東京大学先端科学技術研究センター
岡本晃充、山口哲志

パラジウム同位体を選択的・高効率に分離するレーザー技術

～高レベル放射性廃棄物の資源化に向けて前進～

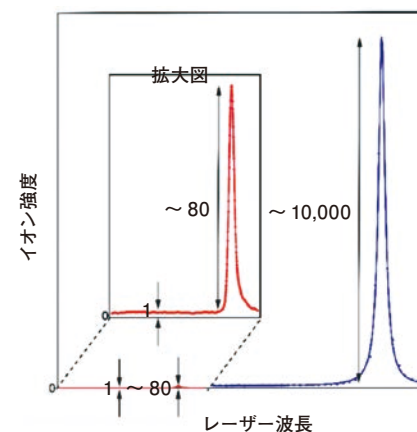
理化学研究所(理研)光量子工学研究領域の緑川克美チームは、奇数質量数のパラジウム同位体に対し、従来法に比べて約1万倍のイオン収量が得られる選択的励起イオン化法を開発したことを発表しました。

高レベル放射性廃棄物に含まれる長寿命核分裂生成物(LLFP)を資源化するには、LLFPを核変換により低減化する必要があります。パラジウムには半減期の長い ^{107}Pd と安定核種6種が存在します。半減期の長い核種を核変換するためには、安定な核種と分離することが重要です。半減期の長い奇数核種を分離する方法として「レーザー偶奇分離法」が提案され、(^{105}Pd 、 ^{107}Pd)

を選択的に励起イオン化することが可能になりました。しかしながら、この方法では励起イオン化効率が低く、イオン収量が少ないという課題がありました。

本チームが開発した「レーザー偶奇分離法」は、従来の円偏光の代わりに直線偏光と共通イオンコアを用いることにより、資源として十分な量のパラジウムを分離回収することができます。また、ジルコニウムやセレンなど他のLLFPの偶奇分離法にも適用できる方法なので、資源化への研究が加速されることが期待されます。

プログラム・マネージャー 藤田玲子



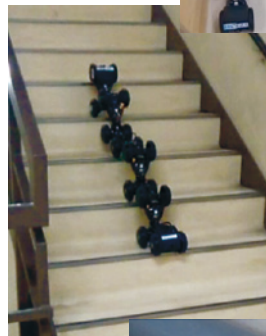
励起スキーム変更によるイオン収量の増大

1は従来法によるイオン強度、～80は自動イオン化状態への共鳴励起によるイオン強度、～10,000は円偏光の代わりに直線偏光と共通イオンコアを用いた場合のイオン強度を示している。イオン強度とイオン収量は比例するため、新しい励起スキームにより収量が約1万倍に増加したことがわかる

高さ1mの段差や階段を登ることができるヘビ型ロボットを開発

～ImPACTタフ・ロボティクス・チャレンジによるプラント点検用ヘビ型ロボット～

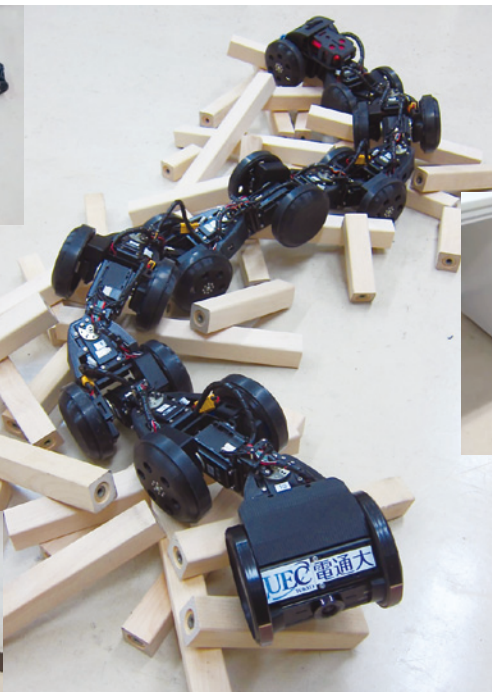
狭路に進入



階段昇降

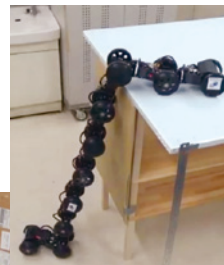


配管進入



ヘビ型ロボット「T² Snake-3」

高さ1mの
段差越え



持ち上げた
先頭部で作業



壁を使って先頭を
高く持ち上げる

電気通信大学の田中基康准教授らは、田所プログラムの一環として、プラント巡回点検用ヘビ型ロボットを開発しました。車輪部を関節で直列に連結したロボットで、全長1.7m、重さは約9kgです。先頭と最後尾に取り付けたカメラの映像を見ながら、無線遠隔操縦で約1時間動作することができます。これは、災害の際の緊急時や復旧時に活躍する災害対応ロボットではなく、平常時の「予防・減災」を目的とする災害予防ロボットです。

ロボットの性能

プラント巡回点検では、狭所での移動、階段昇降といった「移動」する能力と、機器類の操作、視認といった「作業」を行う能力が必要になります。このロボットは胴体の「細さ」を活かして高さ120mm×幅250mmの狭路を移動できるほか、胴体の「長さ」を活かして障害物を越えることができ、最大で

高さ1mの段差を登ることができます。

さらに、周囲環境までの距離や傾きを計測できるセンサが胴体底部に搭載されており、その情報を用いて階段を巧みに登り降りすることができます。また、ロボットの先頭を持ち上げてロボットアームのように動作することや、壁に寄りかかることで先頭部を大きく持ち上げ地面から高い位置の計器を見ることができ、点検時における軽作業や視認への活用も期待できます。

制御技術

ロボットの操縦は、簡易な操作用コントローラ（ゲームパッド）を用いて行われます。搭載されたモータ数は非常に多いため、操縦者が個々のモータを個別に操作することは現実的ではありません。そこで、様々な制御式やセンサ情報を駆使して関節や車輪の動作を計算する制御アルゴリズムを開発し、比較的簡単な操作で前述のロボットの

動作を実現しました。

操縦者は、基本的にはロボットの先頭部の動きだけを指示します。そして開発したアルゴリズムに従い、ロボットが自ら、指示された先頭部の動きに追従して最後尾までの胴体の動きを生成し実行します。その結果、操作者の負担は大きく軽減され、操作が簡単になりました。

今後の展開

開発したロボットとその制御技術は、将来的にはプラント内の巡回点検、家屋内やインフラの点検といった産業への応用が期待されます。今後も研究開発を進めるとともに、ロボットの耐久性の向上や点検のシステム化など、実プラントへの適用を目指した検討にも取り組んでいきます。

ドローンによる動画データの完全秘匿中継技術を開発

山本プログラム「量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現」の一環として、情報通信研究機構の佐々木雅英主管研究員のチームは、ドローンが電波の直接届かない場所で撮影した動画データを、免許不要のWi-Fi機器を用い、中継ドローンを介して秘匿伝送する技術を開発しました。本研究成果は3月22日に報道発表されています。

「ドローン秘匿動画中継」の開発の背景

ドローンは利用環境の整備が加速する一方で、その制御やデータ通信に関する情報セキュリティの必要性が強く認識されています。特に大規模イベントでの警備や重要施設の監視などにおいては、撮影した画像データの管理に高いセキュリティが求められています。

そこで、情報理論的安全性（どんな高度な処理能力を持つ計算機でも決して解読することができないと証明されている安全性）を有する量子暗号技術の研究開発で培った、真性乱数の生成や暗号鍵を共有するための技術を、ドローン秘匿通信に応用しました。

また、これらの用途では、広域のイベント会場や巨大建造物の陰なども監視・警備対象となるため、電波の直接届きにくい場所での動画データ伝送も必要になります。そこで、電波の直接届かない場所の撮影ドローンから中継ドローンを介することで、秘匿化した動画データを地上局まで安全に中継する技術の開発に取り組みました（図1）。

実証実験

実験は屋外のフィールドで、地上局から直接電波の届かない場所にいる車上荒らしを、監視ドローンが監視・撮影するというシナリオの下で実施し

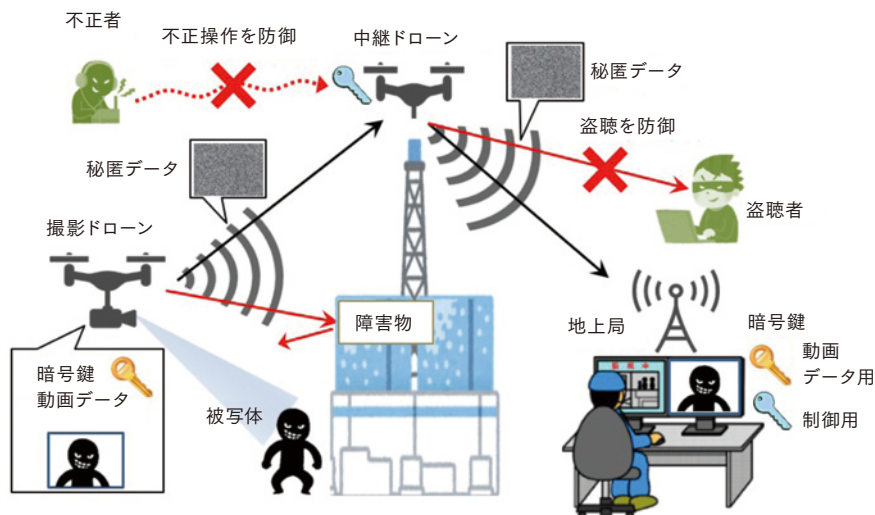


図1 ドローンによる動画データの完全秘匿中継技術の概要

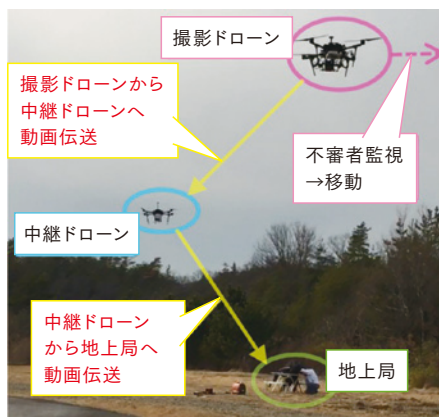


図2 屋外フィールド実験

動画の秘匿中継を開始(撮影ドローン⇒中継ドローン⇒地上局で通信)



図3 屋外フィールド実験

撮影ドローンが被写体撮影のため移動、被写体を捕捉

した。しかし、昨年末に行った実験では、撮影ドローンからのデータ通信速度が不十分で、動画伝送が思うようにできませんでした。これをハード面（ドローン間通信に指向性アンテナを設置して通信の接続性を向上）とソフト面（パケット損失時に再送しない通信プロトコルへ変更して通信速度の低下を回避）で対策を実施するなど、何度もトライして、実験を成功させることができました（図2、図3）。

また、建屋内での災害時探索をシナリオとした、屋内での動画中継実験も

実施し、本研究で開発した技術が、屋内でも使用できることを実証しました。

今後の展望

今後も、人の立入ることが難しい重要施設の監視などの用途へ活用するために、信頼性試験を継続していきます。また、撮影・中継ドローンの台数を増やし、広域で多様な高秘匿ネットワークを柔軟に構成するための技術開発にも取り組んでいきます。

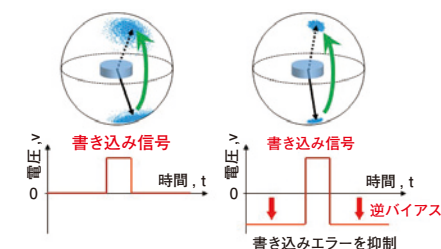
電圧駆動型ラストレベルキャッシュメモリを実現する 新書き込み方式を開発

産業技術総合研究所スピントロニクス研究センター（研究開発責任者：野崎隆行）と東芝研究開発センター（研究開発責任者：藤田忍）の両チームは、佐橋プログラムの一環として、電圧駆動型のラストレベルキャッシュメモリを実現する新たな情報書き込み方式を開発しました。本プログラムで開発に取り組んでいる電圧制御磁気異方性変化を用いた磁化反転制御は、従来の電流制御と比較して飛躍的な低駆動電力化が期待される一方、ナノ秒レベルの高速パルス電圧を正確に制御することが必要であり、書き込みエラー率が大きいことが課題となっています。

今回、私たちは、書き込み信号を印加する前に逆符号のバイアス電圧を

印加することでエラー率増大の一因となっている熱による磁化の揺らぎが抑制され、エラー率の低減に有効であることを見だしました。これは磁化反転に必要な磁気異方性の減少とは逆に、磁気異方性を増大させる符号の効果を利用したもので、無用とされていた現象に着目した逆転の発想により生まれたアイデアです。さらに、逆バイアス電圧印加時に現状の情報を確認することで書き込みの必要性を判断し、エラー訂正の高速化と実用に供するエラー率 $10^{-10} \sim 10^{-15}$ の達成を可能にします。また、このような高速でかつ符号反転を伴う書き込み信号の印加を可能とする新型書き込み回路も考案し、大容量ラストレベルキャッシュメモリに

(a) 従来の書き込み方式 (b) 新型書き込み方式



(a) 従来の電圧磁気異方性を用いた書き込み方式
(b) 逆バイアス電圧を利用したエラー発生率を低減する新型書き込み方式

おける適用性を示しました。

今後は、今回得られた方針をもとに、実デバイスによるメモリ動作の実証を目指すとともに、より高品質な回路システムの設計を進めます。

産業技術総合研究所 スピントロニクス研究センター
野崎隆行

低消費電力AIの実現に向けた スピントロニクス人工ニューラルネットワークの原理実証

最近報道などで「AI:人工知能」という言葉を耳にする機会が多くなっています。2016年3月にはGoogleの開発したAlphaGoが囲碁九段のプロ棋士との対局に勝利しました。これは人工知能技術の目覚ましい発展を象徴するニュースです。ところが消費電力に目を向けると、人間の脳は20ワット程度で動いているのに、AlphaGoは25万ワットの電力を用いています。消費電力の点でも、人間に匹敵する人工知能を実現するためには、脳の情報処理により近い様式を採用する必要があります。

このような低消費電力AIを実現する上でも、佐橋プログラムが目指す究極のエコITのコア技術であるスピント

ロニクスが有用となるかもしれません。スピントロニクス素子は、脳におけるシナプスと同じく情報を不揮発に保存でき、また何度でも書き換える（学習する）ことができます。私たちは、ImPACTプログラムにおいて反強磁性体を用いたスピン軌道トルク素子を以前に開発していましたが（ImPACT News Letter, vol. 5参照）、今回、この技術を発展させてシナプスのようにアナログ的に動作するスピントロニクス素子を用いた人工ニューラルネットワークを構築し、脳を模した情報処理様式を利用して、図に示したような形の崩れた文字から元の文字を想起する連想記憶と呼ばれる動作を実証することに成功しました。この研究を発展さ



連想記憶に用いたパターン

(a) 記憶した「I」「C」「T」の3パターン (b) 入力したパターンの例。記憶したパターンのうちのランダムに選択した1ブロックを反転させた (c) 脳の情報処理を模したモデルに基づいて想起されたパターン。記憶したパターンが復元されていることがわかる [W. A. Borders et al., Appl. Phys. Express 10, 013007 (2017)]

せることで、人工知能の大幅な低消費電力化の実現が期待されます。

東北大学 電気通信研究所 深見俊輔

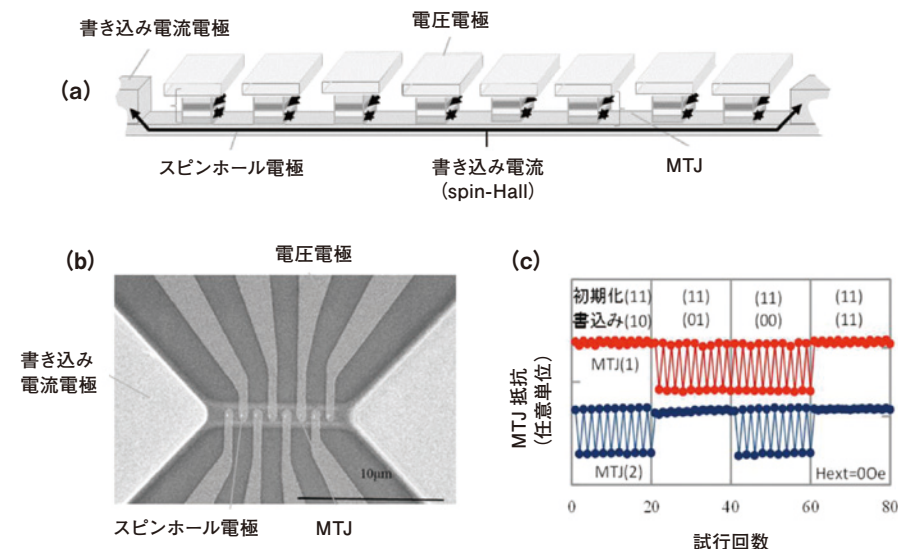


新しい不揮発性磁気メモリ “VoCSM”アーキテクチャ技術の開発

低消費電力化と高集積化を両立させる新しい不揮発性磁気メモリ“Voltage-Control Spintronics Memory(VoCSM)”アーキテクチャを開発しました。

VoCSMアーキテクチャは、電圧によって記憶層の磁気異方性を制御してデータを書き込むビットを選択し、スピンホール効果を用いてデータの極性を規定する新しい書き込み原理に基づくものです。このアーキテクチャでは図(a)に示すように、1つのストリング(ひも)上に複数のビット(MTJ素子、Magnetic Tunnel Junction)を配置したストリング構造を単位セルとします。この単位セルに初期化パルス電圧とデータ書き込みパルス電圧の2つの書き込みパルス電圧を印加することにより、複数(図(a)では8個)のビットに一括でデータを書き込みます。これにより、これまでのSTT-MRAM(Spin Transfer Torque MRAM)に比べて、書き込み時の消費エネルギーを約1桁低減できる可能性があります。

今回、図(b)に示すプロトタイプ素子を開発し、図(c)に示すように上述の一括書き込みを実証しました。今回の開発は、2016年4月に研究開発責任者に選ばれた後、実質4カ月の短い期間で研究成果をあげ、投稿論



Voltage-Control Spintronics Memoryの書き込み原理実証

単位ストリング (b) プロトタイプの記憶素子のSEM像 (c) エラーのない書き込み原理実証結果: 最初の20回はMTJ1とMTJ2を初期化(どちらもデータ“1”に)後、それぞれにデータ“1”、“0”のデータを書き込み、次の20回は同様な初期化後“0”、“1”を、さらに次の20回は同様な初期化後“0”、“0”を、最後の20回は同様な初期化後“1”、“1”を書き込んだ結果。一度のエラーも観測されなかった。

文が採択され、12月のIEDM(2016 IEEE International Electron Devices Meeting)で発表できました。このことは、コンセプトの筋のよさとチームワークの賜物と考えています。

本研究は、ImPACTの「無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現」(プログラム・マネージャー: 佐橋政司)において得られたもので、同

プログラムの最終目標である1000fJ/(V/m)/m²の電圧効果が達成されれば、低消費エネルギー化に加え、高集積化と大きな動作マージンを併せ持つ最も有望な不揮発性磁気メモリが誕生することから、今後は実デバイスでの機能実証へと開発を加速していきます。

株式会社東芝 研究開発センター 與田博明

今後の イベント予定

イベント名	第4回フィールド評価会 田所PM
開催日	2017年6月19日
開催場所	東北大学
イベント名	国際シンポジウム 伊藤PM
開催日	2017年8月7日～8日
開催場所	北海道大学

申し込み方法等詳細は、ImPACTのHPにて随時ご案内いたします
URL:<http://www.jst.go.jp/impact/>

革新的研究開発推進プログラム [ImPACT]

ImPACT は、実現すれば社会に変革をもたらす「非連続的なイノベーションを生み出す新たな仕組み」です。成功時に大きなインパクトが期待できるような、ハイリスク・ハイインパクトなチャレンジを促し、企業風土を醸成することを特徴としています。また、内閣府「総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）」が設定するテーマについて優れたアイデアをもつ 16 名のプログラム・マネージャー（PM）を厳選し、大胆な権限を付与し、優秀な研究者とともにイノベーション創出することも特徴のひとつです。



プログラム マネージャー [PM]	プログラム
伊藤 耕三 Kohzo Ito	超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現
合田 圭介 Keisuke Goda	セレンディピティの計画的創出による新価値創造
佐野 雄二 Yuji Sano	ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現
佐橋 政司 Masashi Sahashi	無充電で長期間使用できる究極のエコ IT 機器の実現
山海 嘉之 Yoshiyuki Sankai	重介護ゼロ社会を実現する革新的サイバニックシステム
鈴木 隆領 Takane Suzuki	超高機能構造タンパク質による素材産業革命
田所 諭 Satoshi Tadokoro	タフ・ロボティクス・チャレンジ
藤田 玲子 Reiko Fujita	核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化
宮田 令子 Reiko Miyata	進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム
八木 隆行 Takayuki Yagi	イノベティブな可視化技術による新成長産業の創出
山川 義徳 Yoshinori Yamakawa	脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現
山本 喜久 Yoshihisa Yamamoto	量子人工脳を量子ネットワークでつなぐ高度知識社会基盤の実現
白坂 成功 Seiko Shirasaka	オンデマンド即時観測が可能な小型合成開口レーダ衛星システム
野地 博行 Hiroyuki Noji	豊かで安全な社会と新しいバイオものづくりを実現する人工細胞リアクタ
原田 香奈子 Kanako Harada	バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命
原田 博司 Hiroshi Harada	社会リスクを低減する超ビッグデータプラットフォーム



企画・編集・発行

国立研究開発法人 科学技術振興機構 [JST] 革新的研究開発推進室

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 K's五番町

電話：03-6380-9012 E-mail：impact@jst.go.jp URL：http://www.jst.go.jp/impact/