

ImPACT

Newsletter

Vol. | 12 | Mar. 2018

Impulsing
Paradigm
Change through Disruptive
Technologies Program

【特集】

超ビッグデータの活用で医療と
工場の社会リスク低減を目指す——02

光超音波3Dイメージング技術で
血管網が見える——07

【TOPICS】

ImPACTシンポジウム開催
ハイリスク・ハインパクトへの挑戦——10

【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——14

センサデバイスから集められた膨大なデータを解析することで、私たちの生活をより豊かなものにするといわれているIoT。しかし、データ収集のための通信規格や効率的なデータベース、ビッグデータを高速処理するエンジン……これらのIoT時代に求められる技術基盤ははまだ確立されていない。原田プログラムでは実用化を視野に入れ、医療分野とものづくり分野でのIoT活用を目指し、「超ビッグデータプラットフォーム」の構築に挑戦している。

超ビッグデータの活用で 医療と工場の 社会リスク低減を目指す

【図1】クラウドに集められた温度・湿度データをノートPCから確認できる

IoT時代の共通技術基盤を構築し 超ビッグデータを活用する

IoT (Internet of Things: モノのインターネット) やビッグデータという言葉がメディアでも多く取り上げられるようになりました。私たちの身の回りにある無数の機器が得た情報がネットワークを通じて、クラウドに集められ、その膨大なデータを解析することで、生産の効率

化や社会の最適化が実現するという考えです。IoT時代のイニシアチブを握ろうと、ドイツの「第4次産業革命」、アメリカの「インダストリー4.0」、日本の「ソサイエティ5.0」など、政府や産業界から様々なプランが発表されています。

ImPACTで原田博司PMが取り組む「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」は、IoT時代に求められる共通の技術基盤を作り上げることを目指すプログラムです。

「IoTという言葉がもてはやされていても、現実には末端のセンサデバイスからデータを集めるための通信規格すらバラバラで、何も決まっていない状態です」[原田PM]

原田プログラムでは、末端のセンサデバ

イスから無線通信ネットワークによって集められたデータを超高速に処理できるデータベースシステムによって「超ビッグデータプラットフォーム」を構築します。そしてこのプラットフォームの解析情報を利活用することで、医療分野と生産分野が抱える社会リスクを低減し、社会の持続的繁栄の実現と、数千億～数兆円規模の経済効果の達成を図ります。

スマートメーターでの採用実績 国際標準の通信規格「Wi-SUN」

まず末端の情報を収集する「超ビッグデータ創出ドライバ」の実現にあたって、重要なキーとなるのが「Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network)」という無線通信規格です。Wi-SUNは原田PMが情報通信研究機構 (NICT) に在籍中に、スマートメーター用に開発したものです。原田PMはWi-SUNの国際標準化にも取り組み、米国電気電子学会



【図2】Wi-SUN対応の小型IoTゲートウェイ

(IEEE)の「802.15.4g」として国際規格になっています。

「Wi-SUNは東京電力管内の約1,000万台以上のスマートメーターに入っています。インフラ系の通信で採用されていますので、信頼性、実績の点では申し分のない通信規格です」[原田PM]

一般によく知られているWi-Fiと比較すると、データレートこそ100分の1ですが、Wi-SUNの通信距離は1km (Wi-Fiは数十m程度)。またWi-Fiにはないマルチホップ機能を持ち、端末同士がバケツリレー方式で相互につながることで、数kmのエリアをカバーできます。

「省電力性にも優れていて単三乾電池3本程度の電力で10年は持つ仕様になっています」[原田PM]

IoT小型ゲートウェイを使って 各種センサ情報をクラウドへ

原田プログラムでは、各種センサから情報を集めることができるWi-SUNに対応した小型IoTゲートウェイの開発に成功しています。

「このゲートウェイは温度や湿度センサのデータをBluetooth経由で集め

ることができます。ゲートウェイ同士はWi-SUNでつながってデータを転送していきます」[原田PM]

例えば自宅の数カ所にこのゲートウェイを置いておけば、各部屋にある温度・湿度センサのデータがBluetoothでゲートウェイに送られます。ゲートウェイ同士はWi-SUNでつながっているので、データを転送していきます。これで集められたデータはブロードバンドルーターを通じて、ネット上のクラウドサーバーへ送ることができます。

「一人暮らしをしている年配の方の家で、居間やトイレのドアにモーションセンサを取り付けておくのもいいでしょう。毎日ドアが動けば、元気に生活している証拠になります」[原田PM]

Webカメラと連動させて、留守中に自宅の窓が開いた瞬間に侵入者を撮影するようにしておけば、防犯システムとして活用することもできます。

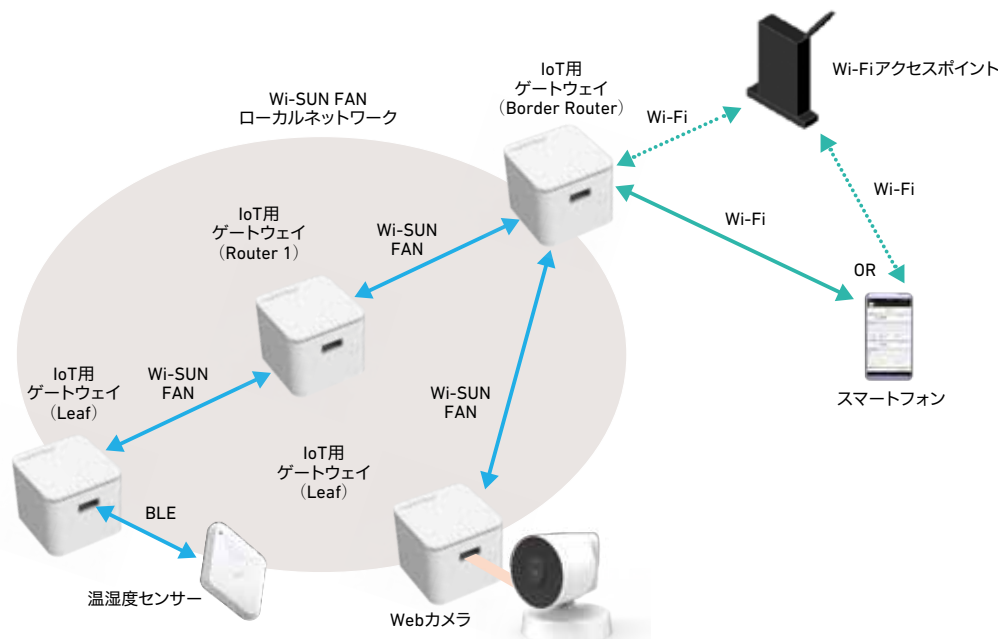
「このゲートウェイを使う際に設定は一切不要で、コンセントにつなげばすぐに使い始めることができます。今年は200世帯に2,000個のゲートウェイを設置して実証実験を行う予定ですが、2,000個の機器ひとつひとつを設定す



原田博司 Hiroshi Harada

ImPACT プログラム・マネージャー
京都大学大学院情報学研究科教授

20年一貫して無線通信の研究開発、標準化、実用化に従事。取得国内特許は200件以上。米国国際標準化IEEE802、1900に代表される10以上の国内外標準化委員会、アライアンスに議長、副議長を歴任する等貢献。また、800件以上の技術提案を行う。特にスマートメータ用無線通信規格Wi-SUNを提案。このWi-SUNは次世代スマートメータ用無線通信規格として国内約1億台のメーターをもつ全国電力会社に採用。



【図3】小型IoTゲートウェイを活用したデータ収集の概念図



【図4】マルチセンサー携帯型自動血圧計

ることは現実的じゃありません。データはできるだけ簡単に集められるようにしたいのです」[原田PM]

このゲートウェイは既に量販店で1万数千円で購入できます（マルチホップ機能は除く）。

健康状態を24時間、自動的に収集 再発のサインを事前に感知して知らせる

原田PMは、センサデバイスとWi-SUN対応のIoTゲートウェイを使った健康管理システムを考えています。

「24時間身につけてもらうことで、血圧や脈拍の変化などを記録できるマルチセンサー携帯型自動血圧計を開発しました。これとWi-SUN対応のゲートウェイを組み合わせることで、その人がどの時間に家のどこにいたかを自動記録して、生体信号とともにクラウドに集めるシステムです」[原田PM]

原田PMは脳梗塞で倒れた父親の介護を経験しています。

「一度大病して、手術や入院をして回復した人が、また再発することを避けられないか考えました。退院して自宅で療養している人の健康状態を詳しく見ていれば、再発の前兆に気づけるのではないのでしょうか。少しフラフラするとか血圧の変化などのサインがあれば、すぐに病院に行って診断を受けてもらう。それで再発が防げるのであれば、医療費も抑制できるし、何より介護する家族

の負担を減らせます」[原田PM]

一日の間に血圧の急激な変化と、その時に家のどの場所にいたのかを調べていけば、その人の発病リスクが見えてきます。

「朝起きた時に血圧が急上昇しているなら、脳卒中の可能性あります。それが続くようなら、医者に見てもらよう促せばいい」[原田PM]

こうした独自に収集できる医療情報の他に、公的な情報を活用することも考えられます。

「国にはレセプトという、患者がどのような診療を受けたかを記載した膨大な医療情報があります。6年間で2000億件にもなるビッグデータです」[原田PM]

レセプトから脳梗塞になった患者のデータを抽出して解析すれば、再発する割合についても詳しい情報が得られ

るでしょう。

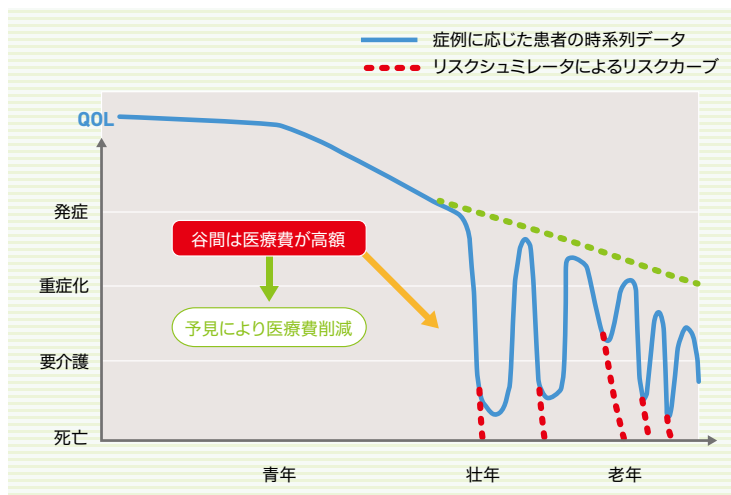
レセプトの解析から見えてくる 医療資源の現在と将来の施策

原田プログラムの「超ビッグデータ処理エンジン」の開発では、数百億単位のデータを高速に処理するためのデータベースの設計に取り組みました。

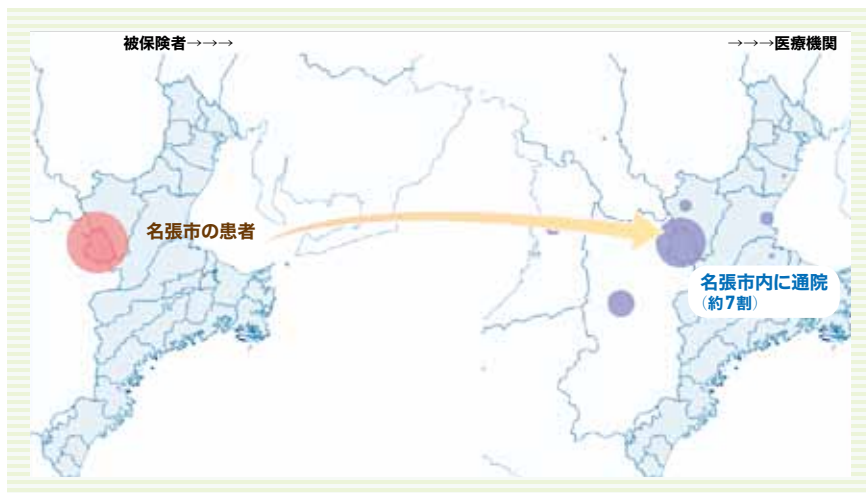
「非常に良いものができて、現在のハードディスクの一万倍以上の速度でデータにアクセスでき、高速処理できるシステムになっています」[原田PM]

この高速のデータベース処理エンジンでビッグデータを実際に解析することで、どのようなことが分かってくるのでしょうか。

原田プログラムでは自治体の協力を得て、地域の医療・介護・健診に関する



【図5】心臓病リスクシミュレータ



【図6】三重県における国民健康保険被保険者の通院動態の可視化の一例

ビッグデータの解析を行いました。

「三重県に住む国民健康保険の被保険者が、どの病院を受診しているかを可視化することができました」[原田PM]

被保険者の医療の実態をエビデンスに基づいて把握できるため、今後の地域ケアシステムを構築する上で貴重な情報を得ることができました。

「処方されている薬の割合、ある既往症を持つ男性が5年後にどういう病気になる可能性があるか、医療情報を解析することで、現状だけでなく、将来の姿を予測できます」[原田PM]

こうした得られた将来像は、その地域の今後の医療施策を決める上で役立つのは間違いありません。

国や市町村の他にも利用できるデータが多いほど、解析して見えてくるものも増えてくるはずです。

「国立の大学病院は難しい症例の患者が集まってくる医療機関です。大学病院からの情報を集めて、特殊な症例についてのデータを大学間で共有できるシステムも構築中です」[原田PM]

琵琶湖周辺エリアで Wi-RANを使った広域データ伝送実験

幅広いデータを集めようとした時、通信環境が充分整備されていない地域か

らどのように収集するかが課題となります。携帯会社も人口の多いエリアならカバーしてくれますが、離島や山間部、人口が極端に少ない場所ではインターネット接続もままならないことがあります。

「十分な通信環境が得られない山間部に住む高齢者の血圧

データを、中央の病院までどのように送ればいいのか。キーとなるのはマルチホップ機能です」[原田PM]

原田プログラムでは、京都大学を基地局とし、琵琶湖周辺エリアで多地点広域データ伝送試験を行いました。

「数km～数十kmの範囲をカバーできるWi-RAN (Wireless Regional Area Network) に対応した無線中継機を載せた5台の車両に琵琶湖周辺の適当な場所に行ってもらいました。他の車両がどこにいるか分からない状態で、同時に無線中継機の電源をオンにしました」



図7 広域データ伝送試験における無線局設置場所

[原田PM]

中継機はすぐに他の中継機の場所を探し出し、マルチホップ機能を使って互いに接続し始めました。開始から数分で京大の基地局に全ての中継機からの映像が届き、最大で27.8kmの接続にも成功しました。

「スマホで撮影した各車両がいる場所のライブ映像や、現地で測定した血圧データの送信にも成功しました」[原田PM]

また車両が走行中であってもデータ転送が中断しないことを確認でき、ひと

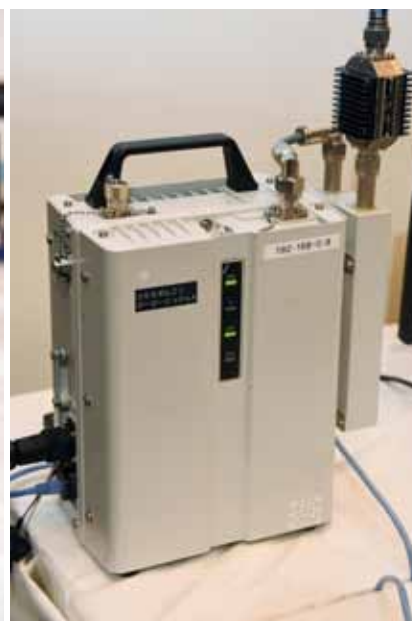
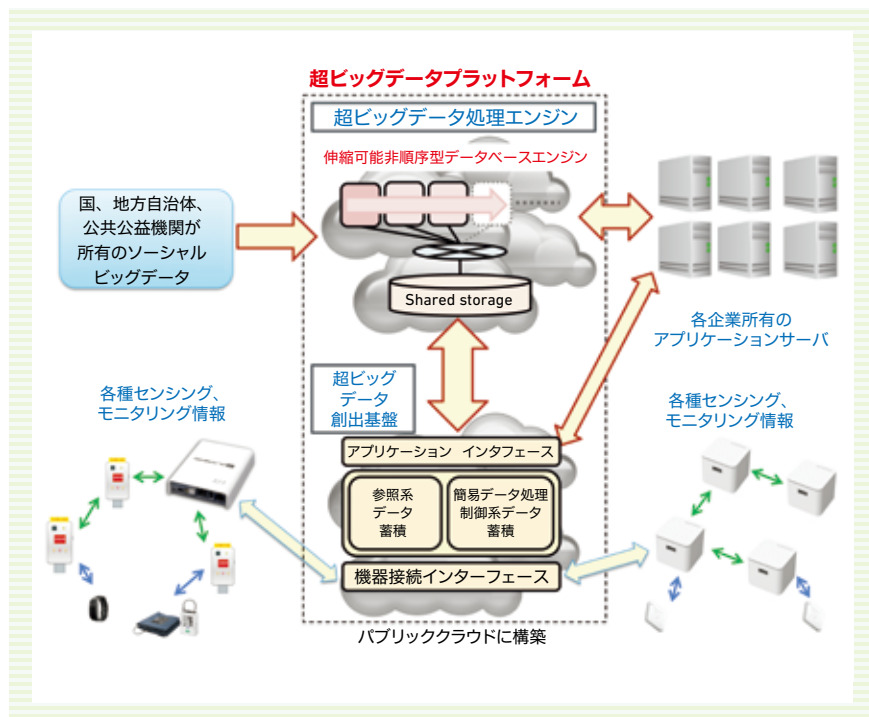


図8 Wi-RAN対応の基地局装置(左)と中継局装置(右)



【図9】超ビッグデータ創出基盤の位置づけ

つの中継機から他の中継機へのスムーズな接続切り換えができることも確認できました。

「従来、こうした僻地からの通信を確保するためには高額な衛星通信を使うしかありませんでした。Wi-RANを使ったシステムは10分の1程度で構築することができます。現在、国土交通省等に採用されていて、ダムの水位監視などで使われています」〔原田PM〕

ファクトリセキュリティで 工場の健康を見守り、被害を防ぐ

原田プログラムでは、超ビッグデータの利活用を医療分野（ヘルスセキュリティ）の他に、ものづくりの現場（ファクトリセキュリティ）でも行っていきます。

「人間の健康と同様に、工場の健全性を守るために使いたいと思います。最近のサイバー攻撃は非常に巧妙になっていて、ひとつの機械をターゲットにすることはありません。少しずつ複数の機械にコンピュータウィルスが入り込むので、すぐには検知できません」〔原田PM〕

そこで工場のデータを集めることで、ほんの些細な変化でも発見と同時に生

産ラインを止めて被害が拡大しないようにします。

「ヘルスでは長い時間をかけて疾病の兆候を見つけていくのに対し、ファクトリでは瞬時に判断しないと大きな被害が出てしまう可能性があります。いずれの場合もセキュリティが大切で、IoTのシステムではセキュリティを加味した通信システムを考えておかないと失敗するでしょう」〔原田PM〕

ImPACTだから可能になった省庁横断 あと一年で実用化を目指す

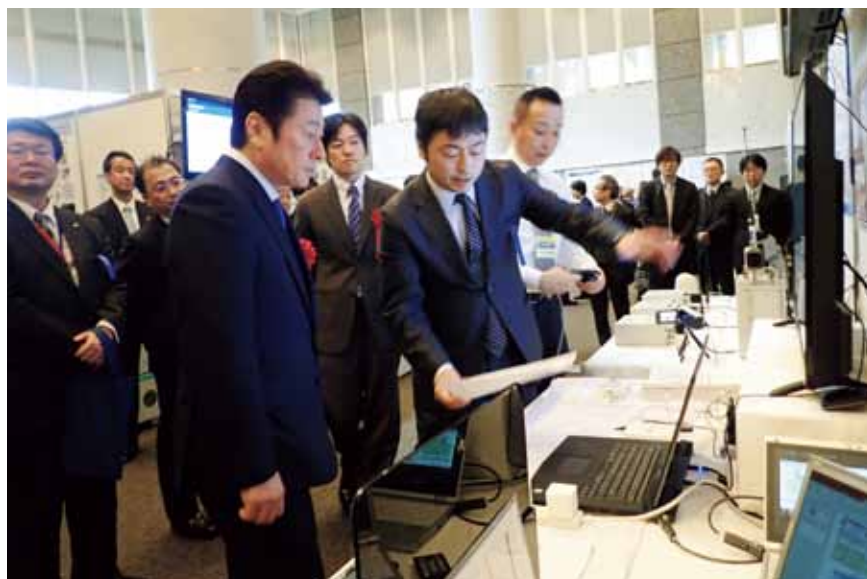
原田PMは「このプログラムは、ImPACTだからこそ実現できた」と言います。通常、通信に関わることは総務省が、データ処理なら経済産業省、医療関係は厚生労働省の管轄となり、これらを横断した研究は非常に難しいものでした。

「しかしImPACTは内閣府が主導するプログラムですから、各省庁に対して、内閣府から協力を要請することができます。通信、データ処理、医療が密接に関係している私のプログラムは、ImPACTという枠組みでしか成立しません」〔原田PM〕

そして原田PMが最も重視しているのが実用化です。

「こうした研究では実証実験を行っておしまいというケースが多い。でも多額の研究予算を提供してもらっている以上、やはり実用化することで、社会に貢献したいと思います。そのために、まずはビッグデータを集めて、それをきちんと解析して、臨床で活用できるということを示したい。現場の医師が操作することでちゃんと活用できるところまでやり抜きたいですね」〔原田PM〕

ImPACTの終了まで、あと一年となり、原田プログラムの研究開発はさらに加速していきます。



【図10】ImPACTシンポジウムで松山政司大臣にプログラムの説明を行う原田PM

光超音波3Dイメージング 技術で血管網が見える キーコンポーネント開発の 成功で臨床研究のステージへ



レーザ照射により発生する超音波をセンサで検出し、3D画像化する光超音波イメージング技術。八木プログラム「イノベティブな可視化技術による新成長産業の創出」では、非侵襲・無被ばくで人体の血管網をリアルタイムに可視化することで血管の異常を検知し、様々な疾病との関わりを調べ、早期発見や予防の実現を目指しています。

【図1】手の血管網の光超音波イメージング画像

NHKスペシャル「人体」で 手の血管網の3D画像を紹介

昨年の秋より放映が始まった、NHKスペシャル「人体 神秘の巨大ネットワーク」の番組の中で、この研究の成果の一つである「光超音波3Dイメージング」で撮影された手の血管網の3D画像が紹介されました。指先の細かな血管まで写った画像に、出演者から驚きの声があがりました。「ImPACTのホームページで3Dイメージングの血管画像を見たNHKの方から、『番

組で使えないか』と連絡があり、提供しました。番組で取り上げられ、プログラムに関わっている研究者のモチベーションがかなり上がりましたね。放送後の反響では、出版社から、手の血管画像を小学校の理科の教科書に掲載したいという問い合わせもありました」[八木PM]

キーコンポーネントの完成 「多チャンネル球面状超音波センサ」

昨年7月に、光超音波リアルタイム3Dイメージングを実現するための重要なコンポーネントである球面の形状をした超音波センサの開発に成功しました。

「今回開発した超音波センサは、カメラのイメージセンサでいうと画素にあたる圧電振動子が球面に1,024個並べられた形をしています。この球面であることに重要な意味があります。エコーと呼ばれる超音波診断装置では256個の圧電振動子が一列に並べられていますが、圧電振動子の数を4倍にして球状に配置したことで、多

方面からの信号が探知でき、深さ方向がわかり、より高精細な3D画像の最構成をすることができました」[八木PM]

当初、このセンサは2社によるコンペ方式で開発が進められていましたが、技術的なハードルが高く、完成が危ぶまれる事態となりました。そこで、医療分野とは異なる、非破壊検査分野で実績があったジャパンプロープ株式会社に参加してもらい、最終的に同社が開発に成功しました。

「もし超音波センサの開発が進まなければ、プログラムがストップしていたかもしれません。ジャパンプロープは、フィルム状の圧電振動子を作る技術を開発し、1,000個を越える圧電振動子を球面に配置するという難しい要求に、短期間で見事に応えてくれました」[八木PM]

この球面センサから信号を一括受信してリアルタイム再構成する信号処理技術を開発し、リアルタイム3Dイメージング装置（ワイドフィールド可視化装置）を実現しました。

ジャパンプロープは、その後も継続して八木プログラムに参加し、超音波センサの



【図2】多チャンネル球面状超音波センサ

高性能化と実用化技術の研究に取り組んでいます。

2つの波長を切り替えられる高出力の「超小型波長可変パルスレーザ」

続く8月には、超音波センサと同じく重要なコンポーネントである、超小型波長可変パルスレーザの開発に成功しました。血液の中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンを吸収する2つの波長を高速で切り替えることができ、生体の深いところまで届くために必要な高出力を出せるパルスレーザです。

「これまでの高出力の波長可変パルスレーザは大型のため広い場所を必要とし、温度調整された実験室などの場所に設置しなくてはなりませんでした。本プログラムでは、産業用機器としての使用環境に対応した安定性もち、病院での使用を想定した、超小型のレーザを目指しました」[八木PM]

通常、高出力波長可変パルスレーザは、レーザの波長を変えるためにさまざまな光学部品が用いられ大型になり、精密機器として安定した使用環境が求められます。八木プログラムでは、血管の撮像に必要なヘモグロビンが吸収する2波長に用途を絞りました。超小型レーザの開発に

取り組んだのは、理化学研究所発のベンチャー企業である株式会社メガオプトです。従来のレーザ構造に囚われないシンプルな構造を発売し、これまでにない小型化と安定性を実現しました。

「病院で使われている医療用レーザのほとんどは外国製です。日本企業はリスクを避けて、医療用レーザに参入しませんが、メガオプトは国産化を目指して開発を進めています」[八木PM]

レーザとセンサ、この2つの重要コンポーネントを開発できたことで、八木プログラムは次のステップへ移行することができました。

大学病院との共同研究により臨床価値の実証ステージに

八木プログラムでは光超音波3Dイメージングの医療応用を目指し、画像診断法の開発もプロジェクトの一つに加えています。

「非侵襲で血管が見られるメリットを生かし、さまざまな疾患を対象とした臨床研究が京都大学附属病院と慶應義塾大学病院で進められています。乳腺外科や形成外科、皮膚科などの8つの診療科が参加し、定期的に分科会を開き、診断のための新しい解析手法を検討しています」[八木PM]

その一つに、光超音波3Dイメージングを

乳がんの診断につなげる研究があります。

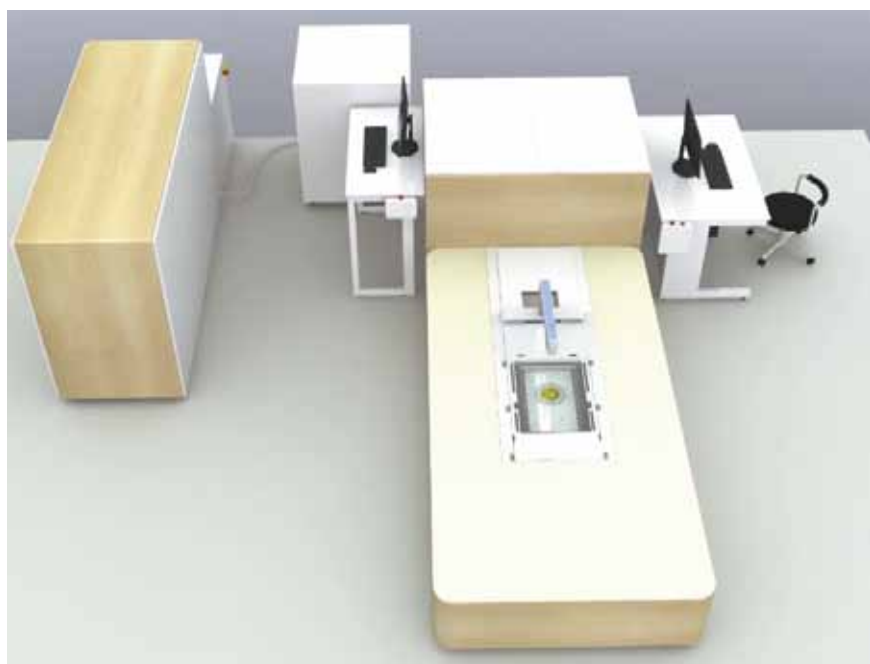
「乳がんの検査では、一般的にマンモグラフィや超音波検査、MRI検査が使われています。マンモグラフィでは乳癌に関わりの深い石灰化を検出し、超音波とMRIでは腫瘍をイメージしますが、がんのもうひとつの特徴として血管新生があります。乳がんの臨床研究では、この技術により血管をイメージすることで、乳がんに関連する血管の特徴を捉えることに成功しました」[八木PM]

将来、腫瘍の良性・悪性の診断や、がん早期発見につなげることも期待できます。また、がんの治療による変化も血管の変化と関係してあらわれるため、抗がん剤等の治療効果評価への応用も期待できます。

血管の3D可視化がもたらす新しい診断法の開発へ

今年2月、京都大学は「光超音波3Dイメージング技術」を用いた研究成果を発表しました。

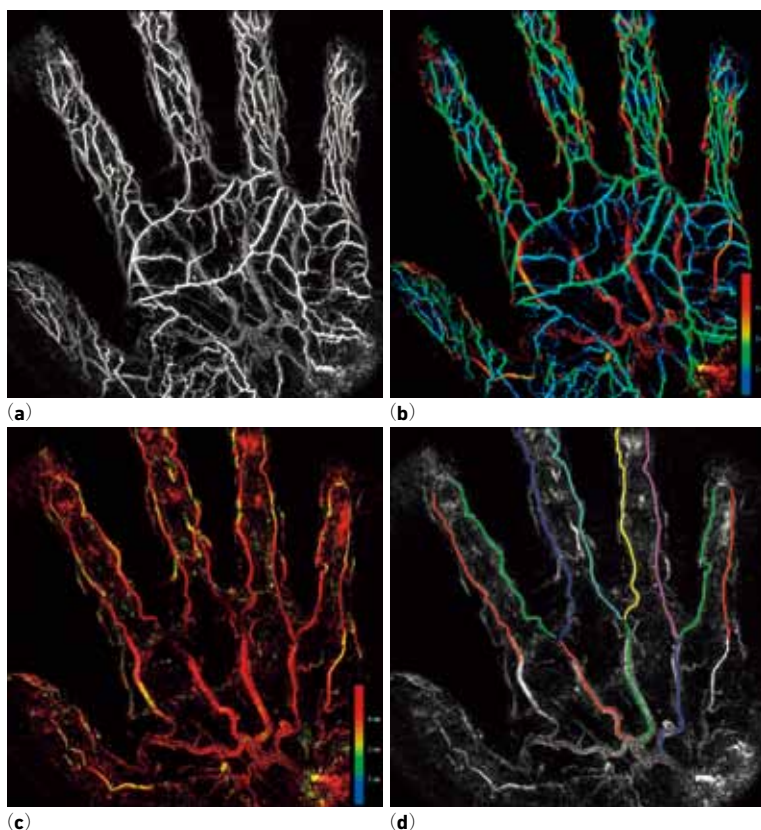
「20～50歳代の健康な男女を対象に手掌動脈の3D画像を撮影し、研究に参加している医師たちと画像を見ながら議論を重ねていたところ、加齢で動脈が湾曲しているのではないかという意見が出ました」[八木PM]



【図3】ワイドフィールド可視化装置(左)とランプ励起2波長可変レーザ装置モックアップ(右上)、波長可変レーザ部(右下)



【図4】光超音波イメージング技術を用いた手掌の血管画像（Scientific Reports誌より引用）
 (a) 得られた光超音波像のMIP（最大強度投影）画像、(b) 皮膚表面の深さに応じて着色した図
 （青が表皮近く、赤が深い部分にある血管）、(c) 表面近くの血管を画像上から削除し深い位置
 にある動脈を描出した画像、(d) 動脈をトレーシングして形状解析に用いた図



八木隆行 Takayuki Yagi

ImPACT プログラム・マネージャー
 キヤノン株式会社にて、MEMS技術を立上げ、インクジェットプリンタに技術搭載するなど実用化を多数経験。文科省「先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム」の同社代表を務めるなど産学連携の豊富な経験を有する。

そこで改めて詳しく解析したところ、確かに年齢とともに動脈が徐々に湾曲する傾向が確認されました。動脈硬化が加齢により進行する様子をとらえることができたと考えられます。

「糖尿病、脂質異常症、高血圧や、その合併症となる腎臓疾患では、太い血管だけでなく細い血管にも変化が出る可能性があります。さらに、病気が血管に与える影響の研究が進めば、生活習慣病などの疾患リスクの評価といったものにも応用できるでしょう。光超音波イメージングで見てみることで、事前に発症リスクを予測できるようになるのではないのでしょうか」[八木PM]

たとえば糖尿病で動脈硬化が進み、血流障害や壊死がおこると、足を切断しなければならぬケースもあります。足の末梢血管の状態を調べることで、そうした治療の際にも最小限に食い止める、あるいは悪化する前の段階でわかるようになります。また、リウマチや関節炎といった疾患や、フットケア全般への効果も期待できます。

「医師の方々と話をしていると、次々とア

イデアが出てきます。医療の現場のことは技術者だけではわからない部分が多く、臨床の視点から技術開発のヒントをいただける。とても興味深いですね」[八木PM]

現在の臨床研究では血管を見ることを優先するためにレーザを2波長に限定していますが、波長を変えることで、別の対象も見ることができるといいます。現在は、基礎研究では脂肪を見ることができています。また、新しくリンパ管の可視化にもチャレンジしています。

これまで可視化できなかった病変や症状が、造影剤やX線を使わずに、見やすい画像で診断できるようになることで医療現場にイノベーションを起こすような、新しい診断法につながるとの期待が広がります。

光超音波イメージングに関わる企業と新産業の創出を目指す

プログラムのセンサのコンペやレーザの開発を通して、八木PMは「日本発、世界初を目指すには、日本で技術が育たなければ

なりません。また、その過程での競争が生まれることで、技術に広がりが出てきます」と、光超音波イメージングの基盤技術を開発し、新しい産業が生まれることをプログラムの最終目標としています。

「ImPACTが目指すイノベーションを起こすという事は、持続して成長する新しい産業をおこすことだと考えています。光超音波イメージングに関連して、基幹パーツを作る部材供給メーカー、システム・インテグレーター、ソフトメーカーなど、多くの企業がプレーヤーとして参入し、企業をまたぐバリューチェーンができてほしい。対象とする市場も医療市場だけでなく健康市場や美容市場、そして品質検査市場などへと広がるでしょう」[八木PM]

3Dイメージング技術を確立し、キーコンポーネントを完成させ、プログラムは臨床研究による価値実証のステージへと進み大きな成果を上げつつあります。

ImPACTの終了まで、あと1年。八木プログラムの実りある成果への期待が高まります。

イノベーションを目指す16の挑戦 ImPACTの現在と成果を展示

2月27日、品川インターシティホールで「ImPACTシンポジウム～ハイリスク・ハイインパクト研究のダイナミズム」が開催されました。

2013年度からスタートしたImPACTは、16名のプログラム・マネージャー（PM）によって、非連続イノベーションの創出を目指して研究開発が進められてきました。本シンポジウムでは、

ImPACTが進める16のハイリスク・ハイインパクトなチャレンジを紹介することで、革新的な研究開発が生み出す新たな産業・社会の姿を展望します。

ホワイエではImPACTにおける制度や各プログラムの取り組み、成果をパネルとあわせて模型、研究開発された装置・実験機器などを展示し紹介しました。また伊藤PMの「しなやかタフポリマー」、田所PMの「災害救助ロボット」をはじめとした様々なデモンストレーションも実施しました。

来場した内閣府特命担当大臣（科学技術政策）の松山政司参議院議員は、展示会場にも足を運び、PMの説明に熱心に聞き入る姿も見られました。

ImPACTはこうして誕生した 産業界を巻き込んだ科学技術振興

松山大臣の開会挨拶でシンポジウムがスタート。最初に総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）の久間和生議員による基調講演が行われました。✓

ImPACTシンポジウム開催 ハイリスク・ハイインパクトへの挑戦

これまでの日本にはないプログラム・マネージャー[PM]という仕組みの元で、ハイリスク・ハイインパクトな研究開発に挑戦するImPACT。その最新の成果について紹介するシンポジウムで、PMが目指す革新的なイノベーション像を見ることができた。



【図1】会場となった品川インターシティホールは満員の盛況

久間議員はCSTIの有識者議員として、その創設からImPACTの運営に深く関わってきました。ImPACTがアメリカのDARPA（国防高等研究計画局）の制度を参考にして作られたことや、PMにこれまでにない大きな権限を持たせた意味について語りました。

また日本の科学技術政策に産業界からの意見を取り入れるようになったことを説明し、産業界出身のPMが5名いることを強調しました。

久間議員は2月末をもってCSTIを離れることになりましたが、終了まであと一年となったImPACTに対し、「最低3割 〆



【図2】山本PMの説明を聞く松山政司大臣

はホームランを目指してほしい」とエールを送りました。

PMはやりがいのある仕事 マネジメント

続いてステージ上で「PMに聞くImPACTプログラム・マネージャーの挑戦」と題して、トークセッションが行われました。登壇したのは、合田圭介PM、山海嘉之PM、鈴木隆領PM、田所諭PM、藤田玲子PM、宮田令子PM、山川義徳PMの7名です。

まず最初に司会からの「PMの仕事

は難しかった?」、「PMはやりがいがあった?」、「もう一度PMをやりたい?」という質問に対し、「やりがいがあった」と全員が回答したのが印象的でした。

そしてトークセッションでは、研究開発をマネジメントするという我が国初めての制度である「PM」として、どのようにImPACTのプログラムを率いてきたかを語り合いました。

最後に全員への「PMとは?」という質問に対しては、「オーケストラの指揮者」[合田PM]、「CHANGE MAKER」[山海PM]、「苦楽」[鈴木PM]、「人を育て



【図3】基調講演を行う久間和生議員



【図4】トークセッションに登壇した7名のPM

る」[田所PM]、「社会の壁を破る先駆者」[藤田PM]、「攻め、挑み続けるコンダクター」[宮田PM]、「人が全て」[山川PM]という回答が寄せられました。

PMが語るプログラムの構想と成果 ImPACTが拓くイノベーション

講演「ImPACTが拓くイノベーション」では、3人のPMが自らのプログラムを、その構想から現在までの研究開発の状況、さらにプログラムがもたらす将来のイノベーションを紹介しました。

登壇したのは伊藤耕三PM(「超薄

膜化・強化『しなやかタフポリマー』の実現)、佐野雄二PM(「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)、原田博司PM(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)」です。

伊藤PMは、しなやかなタフポリマーが持つ従来のポリマーを超える性能について解説し、来年の完成を目指しているコンセプトカーをアピールしました。また協力企業とアカデミアによる効率的な研究開発をうながすマトリクス運営についても説明しました。

佐野PMは、ユビキタス・パワーレーザーを実現するためのX線自由電子

レーザーと高出力パルスレーザーの開発状況を紹介。理化学研究所播磨事業所内に建設予定の全長60mのXFELプラットフォームを紹介し、「ImPACT終了後も多くの研究者の方々に使ってもらえる施設」とアピールしました。

原田(博)PMは、「超ビッグデータプラットフォーム」構築のための技術開発について紹介しました。IoTを駆使してクラウドに集められた超ビッグデータを解析することで、医療分野および工場が抱える社会リスクを低減できることを解説。「実証実験では意味がない。あくまでも実用化を目指す」と語り



〔図5〕ImPACTの各プログラムを紹介する展示



〔図6〕パネルディスカッションに登壇した5名のPM。

ました。

PMが語る出口戦略、マネジメント、 ハイリスク・ハイインパクト研究

パネルディスカッション「社会に変革をもたらすハイリスク・ハイインパクト研究の構想と出口戦略」では、佐橋政司PM、八木隆行PM、山本喜久PM、白坂成功PM、原田香奈子PMが登壇。政策研究大学院大学副学長の角南篤教授がモデレータを務め、各PMがハイリスク・ハイインパクト研究にどのように挑戦し、ImPACTが目指す非連続イノ

ベーション創出のために何が必要か、また出口戦略やマネジメントについても語り合いました。

出口戦略については、八木PMから「新市場を生み出すための努力が必要」という意見、マネジメントについては、白坂PMの「状況を見ながら、実施体制や目標も柔軟に変更した」という意見、ハイリスク・ハイインパクト研究については、山本PMの「人材育成として、有望な東大生を選んで、鍛え上げた」という意見が来場者の注目を集めていました。

モデレータの角南教授からは、

「ImPACTを始める時に、よく聞いたのは『日本にPMをやれる人材などいない』という声でした。でも、今日のシンポジウムに来ていただいた方なら、少なくとも16人の素晴らしいPMが日本にいたということは分かってもらえると思う」と語りました。

最後に「PMに求められているものは？」という質問には、「突破力」[佐橋PM]、「ストーリーテラー兼ファンディングマネージャー」[八木PM]、「体力と精神力」[山本PM]、「(自分も含めて)全体を見る能力」[白坂PM]、「白いキャンバスにとにかく絵を描く力」[原田(香)]



【図7】講演を行う伊藤PM



【図8】講演を行う佐野PM



【図9】講演を行う原田(博)PM



【図10】展示会場

PM]という回答が寄せられました。

次世代の人材を育て、 ImPACTも進化していく必要性

閉会挨拶では、CSTIの原山優子議員が壇上に立ち、自ら制度設計に携わったImPACTがここまで成長したことについて「母親のような気持ち」と語りました。

日本の科学技術政策をどのように行うかを考えた時に、政策自体にもイノベーションが必要であり、ImPACTという制度自体が、それを目指したもので

あったこと、16人のPMの元で、16の多様性のあるプログラムが進められていることを高く評価した上で、次世代を担うPMを育てる必要があること、そのためにImPACTもまた進化させていかなければならないと述べました。

最後に原山議員は、PMに向けて「あと一年、最後まで全力で取り組んでほしい」とシンポジウムを締めくくりました。



【図11】閉会挨拶に立つ原山優子議員

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。

田所PM

<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20171101/index.html>

災害救助犬の活性度^{（情動）}を遠隔モニタリングする技術を開発

田所プログラム「タフ・ロボティクス・チャレンジ」の一環として、救助犬の情動をリアルタイムに推定するサイバー救助犬スーツの開発に成功しました。従来は困難であった、運動中の犬の心電計測が可能になると同時に、心電から得られる心拍変動指標（Heart Rate Variation）と慣性センサの情報を融合することで、運動中の快／不快の情動とそれが信頼できるかを判定し、タブレット端末などにリアルタイムに表示することが可能になりました。

救助犬は優れた運動能力と鋭敏な嗅覚で瓦礫に埋もれた被災者を捜すことが出来ます。一方で、救助犬の捜索は犬の活性に左右されるため、ハンドラーの経験にもとづいて犬の活性度を判断し、適切に休憩を取りながら捜索を行っています。訓練を受けた救助犬の活性度は、捜索に対する快／不快

の情動変化と見なすことができます。本技術を利用することで捜索中の活性度をリアルタイムに数値化、犬を適切なタイミングで休ませたり、集中できる状態で仕事をさせたりすることが出来るようになります。今後は、本技術を利用して救助犬による被災者捜索の効率化や信頼性の可視化に利用することが期待されます。また、快／不快の情動以外の犬の情動を推定する技術に拡張することで、犬の感情を読み解く新たな方法の開発に繋がるかもしれません。
〔東北大学未来科学技術共同研究センター 大野和則〕

▶ 情動推定用のサイバー救助犬スーツを装着したJRDA認定救助犬レイラ



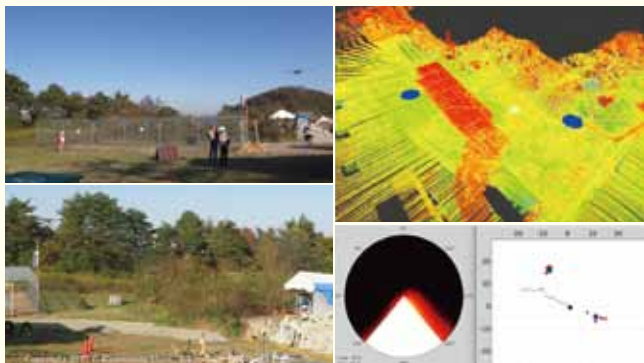
田所PM

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20170929/index.html>

ドローンが耳を澄まして要救助者の位置を検出 災害発生時の迅速な救助につながる技術を開発

田所プログラム「タフ・ロボティクス・チャレンジ」の一環として、複数のマイクからなるマイクロホンアレイを用い、ドローン自体の騒音や風などの雑音を抑えることで、要救助者の声などを検出、迅速な人命救助を支援できるシステムを世界で初めて開発しました。災害が起きた場合、一般的に72時間以

内の救助が望まれるため、迅速な要救助者捜索技術の確立が喫緊の問題です。従来のドローンを用いた捜索技術は、夜間や暗所、人が瓦礫の中にいる場合には利用できませんでした。本技術はハード的には、ケーブル1本でドローンに接続できる全天候型マイクロホンアレイ（マイク16個使用）を開発し、雨天でも使用できるデバイスとしました。ソフト的には、ロボット聴覚技術HARKを応用したマイクロホンアレイ処理を開発、騒音下でも音源の三次元位置を推定、地図上に表示することで、音をわかりやすく見える化するインターフェースを提供しています。近い将来、災害地での要救助者発見に本技術を搭載したドローンが利用できるようになり、レスキュータスクの有望なツールとなることを期待しています。なお、本技術は、東京工業大学の中臺一博特任教授、熊本大学の公文誠准教授、早稲田大学の奥乃博教授、鈴木太郎助教らの研究グループによる共同開発によるものです。〔東京工業大学／（株）ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン 中臺一博〕



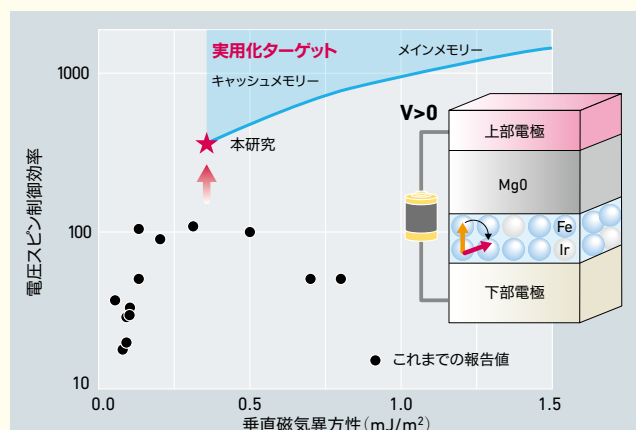
▶ 瓦礫（土管）の下に要救助者をその声から発見している様子（右上地図の青丸が検出された音源位置を表しています。動画：<https://youtu.be/71jEYKAEgnc>）

高効率な電圧スピン制御を実現する磁気メモリ用材料を開発 低消費電力の電圧制御型磁気メモリの実用化に前進

産業技術総合研究所、スピントロニクス研究センターの野崎隆行チーム長は、東北大学電気通信研究所の辻川雅人助教、物質・材料研究機構の大久保忠勝グループリーダー、大阪大学の三輪真嗣准教授、高輝度光科学研究センターの鈴木基寛チームリーダーらとの共同研究により、高効率な電圧スピン制御を実現する新材料の開発に成功しました。電圧による磁気異方性変化を用いた磁化反転制御は磁気メモリーの低駆動電力化を実現するキーテクノロジーとして期待されていますが、実用化に向けては高効率な異方性制御を可能とする新材料開発が望まれています。

今回我々は、鉄 (Fe) にイリジウム (Ir) が低濃度でドーピングされた超薄膜磁性層において、300fJ/Vmを超える大きな電圧効果が得られることを見出しました。これによりキャッシュメモリを想定した実用仕様値に初めて到達しました。この研究は理論提案に基づいたFe/MgO界面へのIr層挿入を試みた実験から始まりましたが、作製過程においてIrがFe中に分散することを高解像STEM解析から偶然見出し、さらに理論解析から分散構造が垂直磁気異方性と電圧効果を同時に向上する上で重要であることを発見しました。ImPACTにおける産学

官連携が見事に実を結んだ成果と言えます。今後はさらなる高効率化を目指すとともに、量産用成膜装置への技術移管を進める予定です。尚、本研究成果はアジアから刊行されている材料科学分野における学術誌の中で最上位 (IF:9.0) のNPG Asia Materialsに掲載されました。[産業技術総合研究所 野崎隆行]



▶ 本研究で達成された電圧スピンの制御効率と垂直磁気異方性の従来研究との比較(ただし、トンネル磁気抵抗素子における高速電圧磁気異方性変化に関する報告を対象としている)

藤田PM

<http://www.jst.go.jp/pr/announce/20171212-2/index.html>

新たなミュー粒子生成法「MERIT」の原理実証に成功

京都大学原子炉実験所原子力基礎科学研究部門の森義治特任教授、石嶺浩准教授のグループは、半減期の長い核種を変換処理するために用いる負の電荷をもつミュー粒子(ミューオン)の生成方式を新たに考案し、その根幹を担うビーム加速の原理実証に成功しました。

原子力発電所などで生じる高レベル放射性廃棄物の処理・処分問題は、日本のみならず世界的な問題です。後の世代への負担を軽減するため、高レベル放射性廃棄物から有用元素を回収し資源として利用する方法や長寿命核分裂生成物(LLFP)を取り出し短寿命核種や安定核種に核変換することにより放射能を減らす方法を開発しています。

負ミューオンを用いる方式の最大の課題である生成量(強度)を増加させる方法として考案されたのが、ビーム加速とエネルギー回復によるビーム貯蔵を両立させる、リング加速器での内部標的による負ミューオン生成法MERIT(多重エネルギー回復内部標的法: Multiplex Energy Recovery Internal Target)です。

MERIT方式の根幹技術であるビーム加速とビーム貯蔵のた

めには、一定磁場で強いビーム集束力と一定周波数の高周波による連続ビーム加速を両立させることが不可欠です。固定磁場強収束 (FFAG) 加速器に、一定周波数の高周波磁場により加速する蛇行加速 (Serpentine Acceleration) 方式を適用した、従来にないハドロン加速器の研究開発を行い、ビーム加速の原理実証に世界で初めて成功しました。MERIT方式を用いたLLFPの低減・資源化の実現につなげることを目指します。

[京都大学原子炉実験所 森義治特任教授]



▶ 負ミューオンの
新規生成法
(MERIT)
原理実証機

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目指しています。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 Kanao 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
TEL 03-6380-9012
E-mail impact@jst.go.jp
URL http://www.jst.go.jp/impact/