Impulsing PAradigm Change through Disruptive Technologies Program

ImPACT

NEWS LETTER

Vol. 2 | Aug. 2015

■ contents ■

［連載第2回］
プログラム・マネージャー紹介――――02
合田圭介PM
佐野雄二PM

［ImPACTフォーラム参加者に聞く］
日本の未来の創り方――――10

各プログラムが続々とスタートアップ!!――12

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

若手研究者たちと挑む夢の細胞検索エンジン

合田圭介 | *Keisuke GODA*

理学博士
2001年、カリフォルニア大学バークレー校 理学部物理学科卒業
2007年、マサチューセッツ工科大学 理学部物理学科博士課程修了
2012年、東京大学大学院 理学系研究科教授
2014年より、ImPACTプログラム・マネージャー

海外で研究者としてのキャリアを重ねてきた合田圭介PMが挑む
セレンディピティ（予期しない幸運な偶然）の計画的創出が、
これまでの科学技術が超えられなかった壁を突破する。
夢の細胞検索エンジン（セレンディピター）が
エネルギーと医療分野に、非連続イノベーションをもたらす。

アメリカでキャリアを重ね、光の研究で研究領域を広げる

合田PMは北海道札幌市の出身。単身アメリカに渡り、カリフォルニア州のデアンザカレッジ（コミュニティカレッジ）で一年学んだ後、カリフォルニア大学バークレー校に編入する。同校の理学部物理学科を首席で卒業すると、次にマサチューセッツ工科大学（MIT）に移り、レーザーを用いた重力波検出器の開発に取り組んだ。

「小さい頃から『スター・ウォーズ』や『スタートレック』など宇宙を舞台にした映画を見て、重力に関心を持つようになりました。卒業文集では、将来は科学者や研究者になりたいと書いていました。その夢を実現させて、今も続けているわけです」

MITで博士号を取得すると、カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）に移り、フォトニクス（光科学）の研究に取り組むようになった。

「フォトニクスの研究は、様々な分野で行われています。物理、化学、生物などでフォトニクスは研究のための道具として関わることができ、さらに異なる分野の研究を橋渡しできることも分かってきた。光の研究は、汎用性が広いのです」

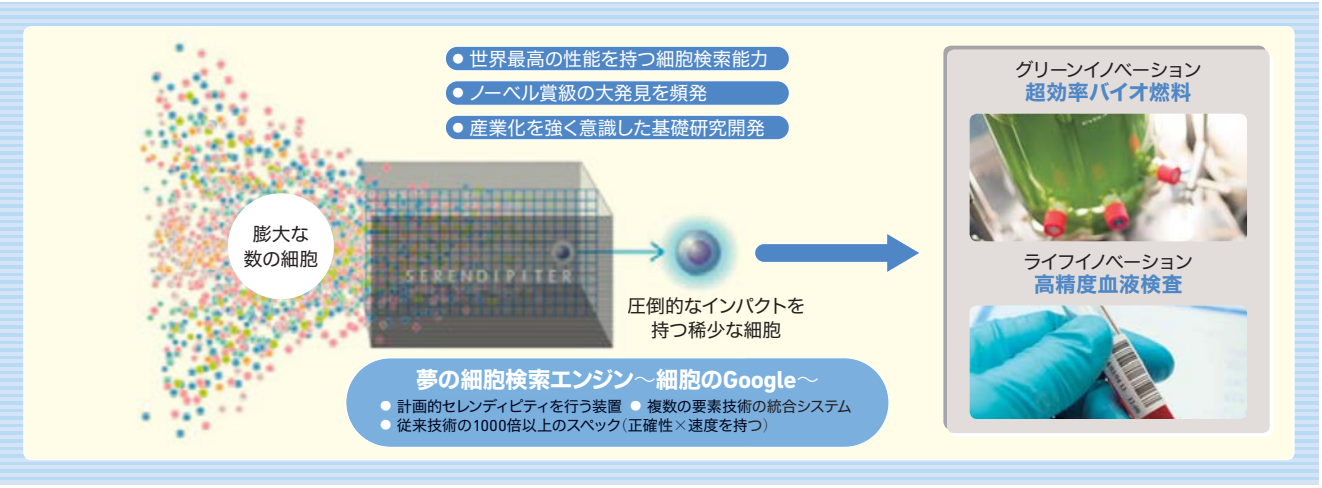
その後、研究領域を生体工学にも広げていった合田PMは日本に戻り、東京大学大学院理学系研究科の教授に就任する。加えて2013年からはUCLA工学部電気工学科にも籍を置き、日米で研究活動を続けている。

「現在は光を中心として、幅広い分野を対象に研究を行っていますが、特にエネルギーと医療の分野に力を入れています。この2つを選んだのは、日本だけでなく世界でもニーズがあると考えたからです」

本当のグローバルとイノベーションのヒント

研究者としてのキャリアのほとんどをアメリカで積んできた合田PMは、文字通りグローバルな活躍をしている人物

▶アメリカでS・ホーキング博士の講演に出席



▶細胞検索エンジン［セレンディピター］がもたらす非連続イノベーション

と言える。

「グローバルという言葉が至るところで語られています。私自身も学生たちをグローバルに活躍できるように育てていますが、誤解してほしくないのは、グローバルとはインターナショナルだけではない、ということです。グローバルとは、ローカルの対比語であって、いくつかのローカル集団を束ねるのがグローバルです。学術分野で言えば、物理、数学、工学など個々の研究領域がローカル集団であり、スポーツなら野球、サッカー、スキーなどがローカル集団です。どんな分野であれ、複数のローカル集団をつなげる能力を持つ人のことをグローバル人材と呼ぶことができます。一般的なのは国と国でしょうが、学術分野でもグローバルな人材による異分野を融合した研究が重要であり、そこにイノベーションを生み出すヒントがあると思っています」

ImPACTで挑む セレンディピティの計画的創出

東京大学での研究が軌道に乗り始めた頃、ImPACTという新しいプロジェクトの情報が合田PMにも聞こえてきた。

「私もそろそろ大きなプロジェクトに取り組んでみたいと思い、応募することにしました。ImPACTの趣旨である、『非連続イノベーション』と『ハイリスク・ハイインパクト』という理念は素晴らしいものだと思います」

そして合田PMがImPACTで掲げたのが「セレンディピティの計画的創出による新価値創造」という非常にユニークな構想だった。

研究が学際的、異分野融合的になってきている。

セレンディピティとは「予期しない幸運な偶然」のこと。人類の発明発見の歴史には、実験の失敗から思わぬ発見につながったエピソードがいくつもある。ノーベル賞受賞者が、最初のきっかけは「幸運な偶然」だった、と語ることは少なくない。では、社会に大きな変化をもたらすような研究は、セレンディピティを待たなければならないのだろうか。

「科学は再現性のある現象を研究することで発展してきました。誰がやっても同じ結果が得られるのが科学の条件でした。ところが自然界には再現性が取りにくい現象というものがあるのです」

いくつかの幸運な条件が重なった時、あるいは膨大な時間をかけた時に初めて観測できるような現象は確かにある。しかし現在の科学は、それらを科学として扱うことは現実的に難しい。

「再現性が高いものだけを科学とし、取りにくいものは排除してしまう。その基準は何かというと、要は時間です。観察までに10年、20年かかるような現象は科学の領域に入れるのが難しかった。人間のタイムスケールでは再現性が取りにくいというだけの話です。ならば10年かかるものを1分に縮めることができたら、話は変わってくるはずで、再現性の高い現象として科学の領域に持ち込むことができます。そうなれば、産業化への道も開けてくる」

合田PMがImPACTのプログラムで構想しているのが、「細胞検索エンジン（セレンディピター）」である。この装置は膨大な数の細胞群の中から、単一の細胞を瞬時に探し出す能力がある。

「現在でもフローサイトメーターという細胞を個々に観察できる装置がありますが、ノイズが大きく精度に難があります。本当に細胞ひとつひとつを解析しようとするなら、顕微鏡で見ていくしかないのですが、これでは時間がかかりすぎる。速いけれど不正確、正確だが遅い。どちらかしか選べないのが、従来技術が越えられない壁でした」

ところが合田PMの挑戦するセレンディピターは、越えられなかった壁を越えた、容易に高速かつ正確に細胞ひとつひとつを解析できる装置である。

高速で見ることができるなら 多くのものを見ることができる

では細胞を高速に検索できるセレンディピターという発想はどこから生まれ

てきたのだろうか。

「私の研究室では、これまで高速でものを見ることができる技術を開発してきました。動きの速い現象を観察しようと高速なシャッター速度とフレームレートを持つ装置を作ってきたわけです。これを逆に考えてみると、速く観察できるということは、その分多くの対象を観察できることでもあります。これまではひとつの対象を高速で見ることだけを目標にしてきましたが、多くの対象を短時間で見ることにも使えるなと思ったのです」

装置が高速になったことで、干し草の中の針や砂浜の中の砂金を現実的な時間内で発見できる可能性が見えてきた。

「セレンディピティに頼らなければ突破できなかった、人間的な制限から来る壁も、それを越えられる装置があれば、壁では無くなります。セレンディピターの開発も一見無謀な挑戦に見えるかもしれませんが、技術的課題をひとつひとつ克服していけば、不可能ではないと考えています」

合田PMの原点である天文学も、無数の星々の中から、新しい星を発見するものだった。星を探す行為と細胞検索には共通項が多いように思えるし、どちらもフォトニクス無しには成立しない領域である。

「インターネットの検索エンジンは、今は誰もが当たり前に使っていますが、少し前までは知りたい情報にたどり着くには、ものすごく時間がかかっていました。ところが今では一瞬で検索できてしまう。セレンディピターが細胞の解析に革新的な変化をもたらすでしょう。その先にわれわれの生活を大きく変えるイノベーションが待っています」

超効率バイオ燃料を生む スーパーミドリムシを探す

セレンディピターによって、何ができるようになるのか。社会応用例のひとつが「スーパーミドリムシを使った超効率バイオ燃料」の生産である。

ミドリムシは5億年前に誕生し、どこにでもいる単細胞生物で、動物と植物の両方の特徴を持ち、藻の一種である。光合成を行い、59種類もの豊富な栄養素を持ち、体内で油脂を生成する性質がある。

「ミドリムシが作る油脂をバイオ燃料として利用しようという研究があります。しかし普通のミドリムシからは、自動車や航空機の燃料に使えるほどの油脂を得ることはできません。そこでミドリムシに刺激を与えることで変異をうながしてみると、様々な個性を持つミドリムシが大量に生まれます。その中からセレンディピターを使って、高い油脂生成能力を持つミドリムシを選別・増殖させ、さらに変異をうながしていく。このサイクルを何度も繰り返していくと、いずれ燃料に使える油脂を大量に生成できる性質を持った『スーパーミドリムシ』を作り出せるはずです。後はそれを大量培養してやれば、超効率バイオ燃料を生産できるというプランです」

人間と同じように細胞にもひとつひとつ違う顔がある。

このプロジェクトには、東京大学発のベンチャー企業でミドリムシの研究による事業展開を行っている株式会社ユーグレナが参加している。

血液検査の革命と がん転移診断を可能にする技術

もうひとつのセレンディピターの社会応用として、医療分野での「高精度血液検査技術」がある。

現在の血液検査では、血液1ミリリットルのうち、1万個以下の細胞を検出することは非常に難しい。造血幹細胞、抗原特異的T細胞、母体血中胎児

▶神岡ニュートリノ検出実験カムランドにて
［岐阜県飛騨市神岡町］

有核赤血球など、医療の発展に大きく貢献する可能性のある細胞は、見つけにくく（血液1ミリリットル中に数千〜数百個）、発見するためには膨大な時間が必要で、臨床には使えず、研究自体も難しい。

「循環がん幹細胞はがんの転移を引き起こすとされる細胞で、血中濃度が100億分の1以下の未発見細胞です。がんは元の病巣を手術で切除しても、転移するので再発することが多い。もし循環がん幹細胞をセレンディピターで発見できるようになれば、がん転移診断が可能になるかもしれません」

見つけるためには膨大な時間と「幸運」が必要という壁も、セレンディピターならば軽々と乗り越えられる。その先には医療の革命が待っているだろう。

このプロジェクトには、東大病院と東北大病院が参加している。

異分野融合ができる人材の条件 TeamU45が生まれた理由

スタッフ編成では異分野融合を意識した方針が貫かれた。

「セレンディピターの開発には複数の分野にまたがる技術が必要になります。そこで求められる人材は、単に幅広い知識を持つジェネラリストではありませんでした。あくまでもスペシャリストであり、なおかつ他分野と融合できるモ

チベーションがある人です。この条件を満たし、かつプログラムの実現に必要な能力を持つ人材を採用していくと、45歳以下の若い研究者が集まってきました。けっして若手を優遇したわけではなく、結果としてそうなったにすぎません。サッカーになぞらえて『TeamU45』と名付けましたが、若ければ誰でもよいということではないです。私が面接で直接話してみて、この人なら大丈夫と感じて、抜擢した人もいます」

合田PMの下に集まった若い研究者たちからは、「セレンディピティを計画的に創出する」という途方もないアイデアに対し、全く新しいコンセプトだからこそ面白いと、共感が得られたという。

「PMの仕事は、一見クレイジーに思えるアイデアを、よくよく考えていくと、クレイジーではないとスタッフに納得させることかもしれません」

フラットな関係性を築き密なコミュニケーションをうながす

運営のやり方でも、密なコミュニケーションを重視した。

「直接顔をつきあわせて、ディスカッションできるようでなくてはダメだと考えました。その点、若い研究者ならフットワークが軽く、柔軟に対応できますから。大学の教授クラスになると、忙しいので頻繁に会うことが難しくなってしまいます」

チーム内での年功序列も撤廃した。「先生」と呼ぶことは止めて、全員「さん」づけで呼ぶルールにした。フランクな関係性でなければ、どうしても遠慮が生まれ、本音で意見交換をすることはできない。

「同じ飯を食べて、いっしょに風呂に入って、酒を酌み交わせるようなフラットな関係でないと、良い意見は出てきませんから」

定例の会議もプロジェクト毎、チーム毎にそれぞれの判断で自由にやってもらうような仕組みにした。

「すでに横同士の関係も始まっていて、私の理想に近いウェブ型の状態になりつつあります。PMがいちいち指示しなくても、プロジェクトやチーム単位で互いに連絡を取り合って、研究を進めてよいと伝えています」

定例会議もローテーションで毎回違う場所で実施するようにして、マンネリ化をふせいでいる。会議の後は必ず懇親会を行って、スタッフ同士が気楽に話し合える関係を作れるようにしているという。

各チームには研究課題が与えられており、「協同と競争」方式を採用しているのが特徴だ。

「ステージゲート方式を採用しました。複数のチームが同じ目的に向かって、違うやり方で挑戦してもらいます。課題をクリアして勝ち残ったチームが次のステージに進めるのですが、1チームだけの勝ち残りでなく、全チームが突破してくれて構いません」

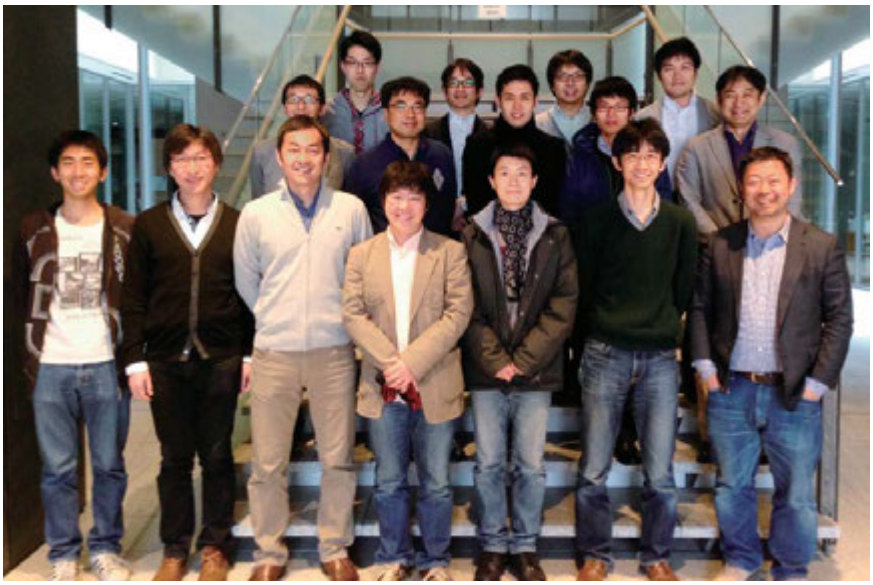
仮に勝ち残るのが1チームだけだと、情報を共有することがなくなり、協同が生まれなくなる。ステージを突破するには情報交換して、協同した方が有利になるのは間違いない。

破壊なくして創造なしImPACTにハイインパクトを

パブロ・ピカソの言葉に「いかなる創造的活動も、はじめは破壊的活動だ」がある。合田PMが好きなフレーズで、自身のフェイスブックのカバー写真にも掲げている。

「創造のためには、まず破壊が必要。これは日本人には苦手なことですね。長い歴史がある分、良いものも悪いものでも、古いものに価値を認めてしまうからでしょうか。アメリカのように悪い伝統はあっさりと破壊してしまえば、新しいものを創造する上でもメリットが大きいはずですが、日本では古いものを壊すことに躊躇するあまり、中途半端に残してしまい、その上に新しいものを重ねていってしまうので、非常に複雑でおかしなことになってしまう」

長い海外経験で培われた実績と、異分野融合を積極的に進めることで生まれるユニークな発想。合田PMのプログラムは、ImPACTという取り組みそのものに、これまでにないインパクトを与えてくれるのかもしれない。



▶プロジェクト会議で若い研究者たちとともに

超小型「X線自由電子レーザー」がいつでも、どこでも自由に使える時代

佐野雄二 | Yuji SANO

工学博士
1977年、東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻 修士課程修了
1977年、株式会社東芝 入社
2006年より、同電力・社会システム技術開発センター技監
2008～2014年、文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク 研究拠点プログラム」プログラムオフィサー兼務
2014年より、ImPACTプログラム・マネージャー

X線とレーザーの両方の特徴を併せ持つ「X線自由電子レーザー（XFEL）」は、物質中の原子や分子の動きをリアルタイムに解析できる「夢の光」。
日本が世界をリードしている技術を、多くの研究者が自由に使えるようにするために
メーカーで長年にわたって、レーザーの研究を続けてきた佐野雄二PMが、
レーザー、プラズマ、加速器の技術を融合させて、XFELの超小型化に挑む。

目覚まし時計と大阪万博 そして卓球に熱中した青春時代

「私は東京都大田区生まれですが、当時は今と違って家の周囲は畑や田んぼが広がるのどかな場所でした。外で遊ぶのが大好きで、毎日昆虫を追いかけていたような気がします」

そんな佐野PMが科学に関心を持つようになったのは、家にあった目覚まし時計やラジオの存在だった。

「ラジオや時計の仕組みがどうなっているのかに興味を持つようになりました。なぜ音が聞こえるのだろう、なぜ正確に時間が分かるのだろう。そこで小学校低学年の頃、目覚まし時計を分解して確かめようとしたことがありました」

しかし時計の仕組みは分からず、元に組み立て直すこともできなかったため、母親からは大目玉をくらうことになったそうだ。

大阪で日本万国博覧会（1970年）が開催された時、佐野PMは高校3年生。1週間ほど会場に通いつめたそうで、アメリカやソ連の巨大なパビリオンに圧倒され、当時最新の科学技術の展示に「未来」を感じた。

一方、中学校から大学までは卓球部に所属し、勉強とスポーツの両方に打ち込んだ青春時代を過ごしたようだ。

大学院で核融合研究に打ち込み、就職後、高速増殖炉の設計に関わる

東京工業大学の物理学科を経て、大学院の修士課程では原子核工学を専攻する。

「物理学で理論を積み重ねていくことは好きでしたが、どうせなら現実の世界とつながるようなことがしたかった。そこで大学院では、核融合の研究を選びました」

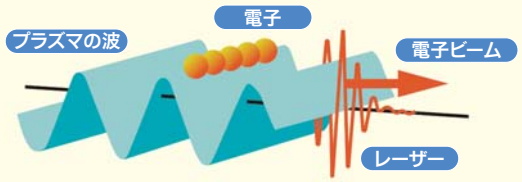
メーカーですから製品、サービスを商品として完成させなければならない。

当時、日本は中東産油国の石油戦略をきっかけとするオイルショックのただ中にあった。戦後、右肩上がりで進んできた日本の経済成長にも急ブレーキがかかり、石油一辺倒だった日本のエネルギー戦略も転換を余儀なくされ、核融合研究に関心が集まっていた。

修士課程を終えた佐野PMは、そのまま博士課程に進むつもりだったが、所属していた研究室の教授がアメリカへ行ってしまったために、進学をあきらめ、東芝に就職する。

東芝では社内の研究所に配属され、佐野PMは研究者として働き始めた。

レーザープラズマ電子加速



現状の加速器は電子を加速させるために数百メートルの長さが必要なため、装置が大型化する。レーザーでプラズマを作り、その強力な電場により電子を加速させると、従来より1000分の1の長さで加速させることができるため、装置の超小型化が可能になる。

超小型レーザー▶卓上サイズを手のひらサイズへ

「大学院で原子核工学を専攻していましたので、エネルギー関連の研究を志望しました。当時社内では、高速増殖炉『もんじゅ』の設計が進められていたので、私は設計のための様々なデータを集める仕事を担当するようになりました」

最先端の研究に関わっていると思うと「仕事は楽しかった」という。

アメリカでも高速増殖炉の研究が進んでおり、佐野PMは入社した年にGE社との国際共同研究の実質的なリーダーにも抜擢される。

「インターネットがある今とは違って、手紙を書いて送っても、返事が来るのが早くて一週間後という時代です。社内に外国人の方もほとんどいなくて、海外の情報は国際会議を通じて得たり、海外に出張した人から聞いたりしていました」

レーザーピーニングの開発で原子炉の補修を実現させる

佐野PMが進めるImPACTのプログラムにもつながるレーザーの研究を行うようになったのは、1994年頃。

「その頃、東芝では国の重要プロジェクトであるレーザーウラン濃縮技術の研究に大きく関わっていて、大出力のパルスレーザーの開発に成功していました。ところが冷戦の終了によって、解体された核兵器のウランが国際市場に流れるようになり、レーザーウラン濃縮技術が宙に浮いた形となってしまいました。しかし多額の予算を投じて開発した独自のレーザー技術ですので、何かに応用できないかという話になり、それを私が担当することになったのです」

様々な応用を検討する中で、実用化に至ったのが高出力のパルスレーザーを使って、原子炉内部の応力腐食割れ（ひび割れ）を防ぐ「レーザーピーニング」という技術だった。

「ピーニングとは金属の表面をハンマーで叩いて強くする技術のことで、ショットピーニングという小さな球を打ち付けて金属を強化する技術が既にありました。しかし原子炉内部でショットピーニングを用いるのは難しいので、レーザーを使ってみようと考えました」

佐野PMはレーザーピーニングの責任者として、自ら顧客のところへ足を運び、直接ニーズを聞きながら研究開発を進めるようになった。

「私はメーカーで育った人間ですから、最終的に製品を使える形で完成させることにこだわりたい。開発者がいくらすごい技術だと思っていても、それがユーザーに満足してもらえないものなら、意味がないのです。日本の大学には優れた技術がたくさんあるけれど、産業化になかなか結びつかないのは、コストを含め、ユーザー側のニーズとのギャップがあるからかもしれませんね」

レーザーピーニングの実用化の最終段階で、予期せぬ問題に出くわした時も、最後まであきらめない覚悟で改良に取り組んだ。

「複雑な構造の原子炉内を、パイプと光を反射させる鏡を使って、40メートルもの距離を正確にレーザーを目標地点まで飛ばす装置を組み上げました。ところがレーザーによってパイプ内の空気や、途中の水が温められることで、ゆらぎが生まれてしまい、正確にレーザーを照射できないことが分かりました。実規模の実験を行うまでは想像もしなかったトラブルでした」

原因の究明と解決に多くの時間を要したものの、レーザーピーニングは最終的に実際の原子炉で使用できる技術として完成。平成20年度の「科学技術分野の文部科学大臣表彰」を受賞している。その後は原子炉の補修以外の分野、例えば航空機の金属疲労の予防などに応用するための研究が進められている。

▶エアバスの英国工場にて［2009年6月］

X線自由電子レーザーを誰もが使えるように小型化する

2008年、佐野PMは文部科学省「最先端の光の創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム（フォトン・フロンティア・ネットワーク）」のプログラムオフィサー（関東拠点担当）に就任する。これにより佐野PMは最先端の光科学技術の研究者とのネットワークを築くことになる。

「例えば東京大学、理化学研究所、大阪大学、京都大学などが、どんな研究を行っているのかが把握できるようになりました。これはImPACTを始める上で非常に有益でしたね」

しかし佐野PMは、当初ImPACTにPMとして応募するつもりはなかったという。

「その当時は、フォトン・フロンティア・ネットワークを成功させることに集中していましたので、ImPACTについて関心が高まりませんでした。しかし2014年になって、PMの公募が近づいてくると、東芝の社内や、交流のある大学の先生からも、『佐野さんのライフワークである光科学技術を発展させる良い機会なので検討してみてはどうか』という話があり、『夢の光』を実現するために真剣に考え始めました」

そしてImPACTに応募し、見事採択された佐野PMのプログラムは、レーザープラズマ加速を用いて、X線自由電子レーザー（X-ray Free Electron Laser: XFEL）を超小型化し、誰でもどこでも自由に使えるようにしようという壮大な計画だった。

「XFELは原子や分子の瞬間的な動きを観察できる、まさしく『夢の光』とも呼ばれるもので、それを使える施設は、現在アメリカと日本に2カ所しかありません。兵庫県の理化学研究所放射光科学総合研究センターにある「SACLA（SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laser）」は、いわば全長700メートルの超巨大顕微鏡であり、日本の国家基幹技術に指定されています」

2012年から供用が開始されたSACLAを使った実験により、環境・エネルギー、素材・基礎物性、情報・デバイス、健康・長寿など様々な分野で革新的な研究が進められており、日本の科学技術を飛躍的に発展させるものと期待されている。

「私もレーザーピーニングが起きるメカニズムを探ろうと、SACLAで何度か実験する機会があり、非常に良い結果を得ることができました。しかし現状では利用許可を得るための審査も厳しく、実験に使える日数も短い。全ての研究者が自由に使えるわけではありません。SACLAは世界最高性能のXFELですが、EU、スイス、韓国などでも建設が進められており、日本の優位性をいつまで保てるかは分かりません。だからこそ、XFELをより多くの研究者が使えるようにすることで、幅広い分野で利活用が進み、その結果、安全・安心で快適な生活を送るための新技術・新産業の創出につながると思います」

望遠鏡や顕微鏡の発達により、研究対象をより詳しく観察できるようになった。しかし望遠鏡や顕微鏡が限られた人しか使えなかったら、人類の科学は今のようには発展していなかったに違いない。

佐野PMの計画は、大阪大学らのレーザープラズマ加速技術と高エネルギー加速器研究機構のコンパクトなアンジュレーターを組み合わせた「レーザー加速XFEL実証」と、「超小型パワーレーザーの開発」の2本立てで進められる予定だ。

▶SACLAでの実験のメンバーと［2012年11月］

提案書をまとめながら自分でも「これはすごい」と思いました。

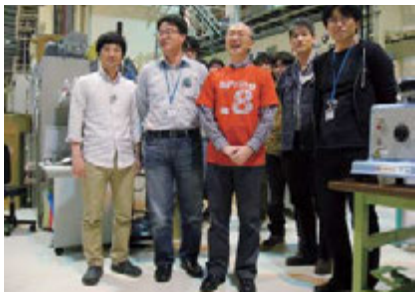
「フォトン・フロンティア・ネットワークの経験で、世界で勝てる技術をどの大学が持っているかは分かっていました。そこに十分な予算を投じれば、さらに研究が進むだろうという確信があります。大切なのは産業化まで持っていくことですが、それが日本は弱かった。大学と企業の中間あたりの立場で、大学でどのような先端研究が行われているかを理解し、それがどの産業に活かされるかを判断できる人が日本には少ないのでしょう。アメリカでは投資家やベンチャーがその役割を果たしているのですが」

ImPACT参加とキャリアパスマネジメントの地位向上のために

「レーザー分野の研究開発は発展のスピードがとても早く、どんどん新しいものが出てきてしまいます。従来の国のプロジェクトは、当初に立てた計画のまま進めなければならず、時代の変化に応じてフレキシブルに計画を変更することが難しかった。極端な場合、今の計画を最後までやったとしても意味がない状態になることもあった。しかしImPACTはPMの判断でフレキシブルにアプローチの仕方や目標さえも変更できるのですから、画期的だと思います」

佐野PMはImPACTの制度を高く評価する一方で、企業の研究者がPMに応募しにくい状況もあるという。

「私は休職出向という形でPMになりましたが、もし今より10歳若かったら、相当悩んだろうと思います。日本は欧米に比べて人材の流動性が低く、PM



▶SPring8で還暦を迎える［2012年5月］

になることがキャリアパスとしてどうなのかという問題があります。逆に企業側では、PMができるくらいのリーダーシップを持つ働き盛りの人材を外に出したくはないでしょうね。現状でも出向や海外留学の制度はありますが、期間は2年くらいで、PMの任期が5年というのは長い。5年後に戻れたとしても、会社の状況も変わっているでしょう」

佐野PMの補佐（研究マネジメント担当）を務める三浦崇広氏も東芝から出向でImPACTに参加している。

「日本は研究マネジメントを行う人があまり評価されないと言われます。ImPACTは日本初の試みで、優秀な研究者がたくさん集まっていて、その方々をマネージャーとして支えていくことは、良いキャリアになると思う。5年後にPMが成果を出していけば、日本のマネージャーの立場も上がってくるのではないかと思います。その流れで、今後マネージャー主導で行われるプログラムが増えていくかもしれません。その時には日本の研究開発のあり方も変化していくでしょう」（三浦氏）

XFELへの関心を増やすために情報公開をオープンに

今年6月にキックオフシンポジウムを開催し、いよいよプログラムが本格的にスタートした。佐野PMはJSTに常駐しているが、研究者や関係する人たちとの直接対話を重視し、サイトビジットを行いながら全体を指揮している。

「基本方針として、スタッフが自由に議論できる場所を作ることを重視しています。同じ目標に向かって研究開発をしている仲間同士が気軽に情報交換して、意志疎通が図れるようにしたい。技術そのものについてはそれぞれの研究者が一番知っているわけですが、最終的にモノとして仕上げていくためには、当然ながら他の分野の知識や技術が必要になってきます。それに対し、どういうものが必要で何をしないといけないかについて、私の方でアドバイスしています。長年メーカーで経験してきたことが活かせます」

もうひとつ佐野PMが目論んでいるのが、情報をオープンにすることだという。

「予算をもらって参加する人以外に、われわれのやっていることに関心を持ち、成果を期待してくれる人の輪を増やしたいと思います。シンポジウムにはこれまで接点のなかった分野の人が多く参加してくれました。そういう方たちもXFELを使いたいと言ってくれています。そういう人をできるだけ増やしたいので、今どこまで研究が進んでいるか、情報をオープンにしていきたい」

プログラム・マネージャーとしてImPACTプログラムを率いるとは

佐野PMがプログラム・マネージャーの立場についてどのように感じているか伺ったところ、「世界の誰もやっていないことに取り組んでいるというワクワク感があります。一研究者ではとてもできない、様々な企業、大学等の研究者、技術者をマネージメントするからこそ初めてできるプログラムを実施していることにやりがいを感じています」との答えだった。一方で、佐野PM自身、自ら手を動かして新しい発見も目指したいという。座右の銘は、ガリレオの「あらゆる真実は一度発見されれば理解するのは容易だ。肝心なのは真実を発見することだ」である。今後XFELが小型化され、例えば各都道府県や大学に一台ずつ設置されるようになれば、科学は飛躍的に発展するだろう。

「実験でSACLAを利用した時、これを自由に使えたら、どんなにいいだろうと思いました。もしかすると小型XFELを一番待ち望んでいる、使いたいと思っているのは、私自身かもしれません。ぜひファーストユーザーになってみたいですね」と、佐野PMは笑顔をみせる。研究者としての顔が垣間見えるところである。最後に、イノベーションの定義について聞いてみた。

「いろいろな考え方があると思いますが、市場に認められなければイノベーションとは呼べないと思います。人々の思考や行動様式を変えるようなものでないとダメ。私のプログラムもそこまで持っていきたい」

佐野PMがImPACTで目指しているのは、「人々の思考や行動様式を変えるような」変革なのである。

▶JSTのオフィスで三浦PM補佐と打合せをする佐野PM

ImPACTフォーラム参加者に聞く

日本の未来の創り方 ―― 高校生・大学生に聞く科学技術が開く日本の未来像

本年3月24日、丸ビルホールにて「ImPACTキックオフ・フォーラム」を開催しました。
本フォーラムでは、ImPACTの制度趣旨を発信するとともに、12名のプログラム・マネージャー［PM］が
自らのプログラムとビジョンを紹介。さらに成功に向けどのようにプログラムを運営すべきかについて討議しました。
また、高校生・大学生の代表4名が直接PMと意見交換を行うクロストークを実施。
今回はこのクロストークに登壇された方々に、自分が思い描く日本の未来像を紹介していただき、
そのために科学技術ができること、どのような役割を果たせるのかをテーマに寄稿していただきました。

最新の科学技術への理解が「壁のない社会」へ導く

宮脇里奈［みやわき・りな］
広尾学園高等学校2年

「壁のない社会」。これが、私が思い描く日本の未来像です。私たちは常にたくさんの壁に直面しています。そこで、科学技術は技術を実用化し、私たちの生活の中にあるたくさんの壁をなくしていく、という大きな役割を果たすことができると思います。

科学技術とは、いままで誰も気がつかなかったことをさらに応用する技術です。今日、日本では科学技術がめまぐるしく発展しており、医療技術の発展で新しい治療法が発見されたり、効果的な介護の方法が確立されたり、壁はみるみるなくなっていくように見えます。

しかし、その研究内容の存在や意義が、私たち学生を始めとする社会の人々に普及していなければ本末転倒です。今回のImPACTキックオフ・フォーラムで紹介された研究トピックには実生活に近いものがたくさんありました。 このように、実際の社会の問題点と最新の科学技術をリンクさせることで、人々の科学への興味がさらに高まり、私たち自身が科学技術をうまく使いこなせるようになっていくと考えられます。また、科学技術についての理解が深まれば、それを用いてどんどん新しいアイデアが生まれ、科学技術と私たちの間にある壁もなくなっていくのではないでしょうか。

よりよい未来を求めて、「不便」「無理」に妥協しない

田渕雅啓［たぶち・まさひろ］
高槻高等学校2年

ImPACTキックオフ・フォーラムに参加させていただいて、PMの方々のお話を伺い、今まで考えたことのなかった、日本の未来について自分なりに考えてみました。

僕が考える日本の未来像は、よりよい生活を求めて、決して妥協しない世界です。不便だな、と思うちょっとしたことを我慢してしまうのではなく、解決法を見つけてどんどん改革していく、それが日本の特徴だと思うし、利点になると思います。

また、今までの常識では無理だと思われていたことを覆していくことも必要だと思います。

PMの方々のお話は難しくて理解が追い付かない部分もありましたが、セレンディピティを計画的に創出するとか、生体や物体の内部を非破壊で三次元可視化するとか、すごいことが実現化するのだ、と興奮しました。

このような革新的な技術で、日本だけでなく世界の抱える環境問題や食糧問題にも取り組んでいけたら素晴らしいと思います。

このフォーラムでは僕も食糧問題に興味があり、質問させていただき、また、ハイリスク・ハイインパクトな非連続的イノベーションを垣間見ることができて、貴重な体験をさせていただきました。

▶キックオフ・フォーラムに12名のPMが登壇

▶PMと高校生・大学生とのクロストーク

日本が最先端の科学技術に一番近い国になるために

若田部亮［わかたべ・りょう］
東京大学大学院　情報理工学系研究科
知能機械情報学専攻　修士課程

僕の日本の未来像は、日常生活に先端科学技術の恩恵を常に世界に先駆けて受けられる世界です。科学技術におけるイノベーションは、その恩恵の種を作り出します。産学連携によって大きなイノベーションを引き起こす構造がImPACTによって実現され、日本の科学技術が継続的に主導権を握ることができるようになることを期待しています。

さらに、「日常生活に」先端技術を取り入れるためには、イノベーションのスピード感にあった法体制も含めることで、日本の先端科学技術の未来が開けると思っています。例えばセグウェイは、日本がロボット技術を牽引してきたにもかかわらず、実験運用・商品化の法的基盤が整っていないため実用化に後れを取りました。それに対して科学技術にできることは、科学界だけではなく、メディアを介して国民全体へと先端科学技術の必要性を発信していくことにあると考えています。ImPACTは、そのような情報発信にも注力しており、まさにオールジャパンの取り組みだと感じています。

未来の科学技術が外国より一足先に日常へと進出する真の科学先進国になれるように、僕自身も研究者・技術者として邁進する所存です。

人口減×機械化×科学技術＝豊かで創造的な未来

梯百合子［かけはし・ゆりこ］
東京大学大学院　学際情報学府学際情報学専攻　博士課程

未来予測は外れる方が面白い、と気楽に構えて日本の未来像を予測してみます。まず思い至るのは、人口がかなり減っていることです。さまざまな業務の機械化も進んでいることでしょう。人が減り充分な土地が確保され、家も庭も道も広く、苦しい仕事や退屈な作業は機械が競って奪ってくれる未来。人は音楽を愛で、スポーツを楽しみ、芸術でも学問でも好きなことに興じて生きています。労働の概念がわずかに残っていても、このような未来の日本なら通勤も快適でしょう。現代人の戸惑いそうな広々とした車両で、列車の乗客はつやのある木のテーブルと椅子、絹張りのソファにまばらに腰掛け、ガラスの車両から継ぎ目のない景色を見ます。美しい機械が紅茶のカップを盆にのせ、人々の思索の邪魔をしないよう、つつましくサーブしてくれています。この美しい機械は、雑用を全て人工知能に放り投げた研究者が、空想と遊び心で発明したものかも知れません。

人口が減ることで享受できる豊かで創造的な未来は、機械化を含む発達した科学技術で実現しうるものです。斬新なプロジェクトImPACTが、科学技術の進歩を力強く加速してくれますように！

各プログラムが続々とスタートアップ!!

本コーナーでは、各プログラム・マネージャー［PM］がどのような構想を持ち、
どのような研究開発を実施しているのか、
どのような成果があがり、
どのようなインパクトを社会に与えようとしているのか、
各プログラムの一般の方々を対象としたイベントのいくつかをご紹介します。

山本PM 「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」全体会議

山本喜久PMが推進する「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」に関する全体会議が、2015年3月25日～27日にかけて、科学技術振興機構東京本部サイエンスプラザで開催されました。プロジェクトに参加しているメンバー全員が研究開発目標を共有し、最新の研究成果を開示し合う年一回の交流の場です。

全体会議では、冒頭山本PMから量子技術が置かれている現状とこのプログラムが目指すところについて説明がありました。「量子力学の原理をナイーブに実現しようとする過去の試みは失敗に終わった。美しい量子の概念を強靭な古典の世界に埋め込む手法について皆で知恵を出そう」というメッセージが伝えられました。

その後3日間にわたり、量子シミュレーション、量子人工脳、量子セキュアネットワークの3分野における研究開発の現状と将来展望が、30名の研究代表者から発表され、若手研究者からは、ポスター発表により最新の研究成果が紹介されました。

また、理化学研究所脳科学総合研究センターの甘利俊一特別顧問、大阪大学脳情報通信融合研究センターの柳田敏雄センター長、京都大学理学研究科の川上則雄教授による特別講演も行われ、プロジェクトメンバーとの間で活発な質疑応答が展開されました。プロジェクト内外から150名の方に参加していただき、活発な意見交換が行われ、今後の研究方針の策定に役立つと共に、プロジェクトの存在を広く知っていただくいい機会となりました。

▶出席者全員で記念撮影

八木PM 「イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出」キックオフシンポジウム

八木隆行PMが推進する「イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出」に関するキックオフシンポジウムが、2015年4月29日に科学技術振興機構東京本部サイエンスプラザで開催され、大学、研究機関、産業界から約100名、30近い団体の参加がありました。

本プログラムでは、異なる研究分野、業種の研究者が一つになり、基礎研究からシステム開発、医療から美容健康そして計測検査の応用開発を行い、光超音波技術を軸に新しい産業を創出す

ることを目的としています。

当日は、内閣府大臣官房審議官の中川審議官より開会のご挨拶をいただき、八木PMからのプログラム全体説明に続いて、6つのプロジェクトを統括する研究代表者6名から、それぞれのプロジェクトにおける研究開発計画について紹介しました。また、医療・美容・計測分野の第一線で活躍される慶応大学の相磯貞和教授、(株)資生堂の片桐千華氏、(一社)日本非破壊検査協会の廣瀬壮一会長より、最新のイメージング技術と各分野からの本プログラムへの期待を講演していただきました。ほとんどの参加者が、閉会まで席を離れずに熱心に聴講され、このプログラムへの強い関心が伺われました。これらの講演を通じて参加者の間で最新のイメージングと光超音波技術について理解が深まると共に、本プログラムの重要性を確認できる場となったと考えます。

▶八木PMによるプログラム全体説明の様子

また、講演の他に、さらに多様な領域・産業分野の研究者や企業の方に本プログラムに参画していただくべく、本プログラムに関する産業計測への新たな取組みについてもアナウンスされました。シンポジウム閉会後に開催された意見交換会では、参加者・PM・各プロジェクトの研究者との活発な意見交換が行われ、今後の研究開発に期待が深まりました。

佐野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」キックオフシンポジウム

佐野雄二PMが推進するプログラム「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」に関するキックオフ・シンポジウムが、2015年6月1日に、大阪大学最先端医療イノベーションセンターのマルチメディアホールで開催されました。

本プログラムでは、高出力パルスレーザーを手のひらサイズまで超小型化する技術や、究極の光といわれ、世界にまだ2つしかないX線自由電子レーザー(XFEL)を超小型化する技術を確立し、安全・安心で快適な生活を送るための新技術・新産業の創出を目指しています。

今回のシンポジウムでは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の久間和生議員および大阪大学の平野俊夫総長のご挨拶、佐野PMのプログラム概要説明の後、5名の研究開発責任者から、レーザー加速XFEL実証プロジェクトおよび超小型パワーレーザープロジェクトの研究開発計画と進捗状況の紹介がありました。

また、理化学研究所XFEL研究開発部門の田中均部門長と、光産業創成大学院大学の加藤義章学長より、それぞれ加速器・放射光技術と高出力パルスパワーレーザーに関する現状と将来についてのご講演をいただきました。久間議員からは、ImPACTプログラムに関するご講演と、ハイリターンを生むイノベーションの早期創出を実現するようにとのご期待をいただきました。

大学、研究開発機関、産業界から会場がほぼ満席となる105名の参加があり、「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」への取り組みをご理解いただき、盛況のうちに閉会することができました。

▶佐野PMによるプログラムの概要説明

佐橋PM 国際シンポジウム「The 1st【ImPACT】International Symposium on Spintronic Memory, Circuit, and Storage」

▶久間議員の基調講演

▶Dr. Slaughterの基調講演

佐橋政司PMが推進するプログラム「無充電で長期間使用できる究極のエコIT機器の実現」に関する国際シンポジウム「The 1st【ImPACT】International Symposium on Spintronic Memory, Circuit, and Storage」が、2015年6月21日・22日の2日間にわたり、東京国際交流館プラザ平成にて開催されました。

モバイル機器やクラウドコンピューティングの普及により、ITが日常生活を大きく変える一方で、IoTやBig Dataなど新たなIT利用技術の提案もなされ、増え続けるIT機器の消費電力を根本からいかに減らすかが社会的な緊急課題の一つとなっています。

佐橋PMのプログラムでは、電圧で磁気メモリに情報を記録する究極の省電力不揮発性メモリやスピントロニクス論理集積回路など、コンピュータのストレージから演算までの各階層の省電力化を極めることに挑み、充電ストレスのない快適なエコIT社会と大規模災害時でも情報にアクセスできる安全・安心な社会を実現して行くことを目指しています。

今回の第1回シンポジウムでは、プログラムが目指す「突破口」に関係する不揮発性磁気メモリ、電圧スピントロニクス、スピンオービットロニクスなどの研究テーマで世界最先端の研究開発を行っている海外の研究者を招聘し、基調講演と招待講演を軸とした構成としました。併せて、佐橋PMおよびプロジェクトリーダーからの研究開発の取り組みの紹介も交えて、国内外に本プログラムをアピールするとともに、スピントロニクス技術の将来展望についての情報交換と議論を行いました。それにより、新たな省エネルギーエレクトロニクスの創生と実用化に向けての方向性を確認し、グローバルな研究開発展開を図ることを目的としました。

冒頭、内閣府の福嶋正人参事官、経済産業省の星野岳穂審議官のご挨拶から始まり、佐橋PMによるプログラム概要説明のあと、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の久間和生議員およびDr. Jon Slaughter（米国Everspin Technologies社副社長）による基調講演が行われました。

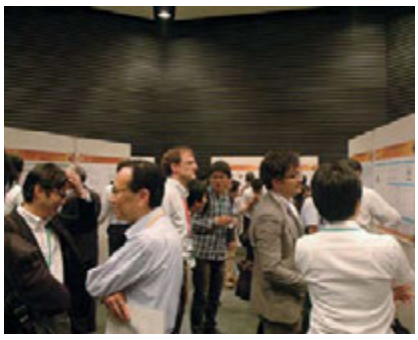
久間議員の基調講演では、わが国の科学技術研究開発振興への考え方、および総合科学技術・イノベーション会議主導で行われた、これまでの科学技術政策を順序立ててご説明いただき、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）につづくImPACTプログラムの一つである本プログラムへの大きな期待が述べられました。

Dr. Slaughterの基調講演では、すでに事業化を始めているEverspin社の今後の事業計画も含めたMRAMビジネスについて紹介いただき、本プログラムの具体的な出口イメージを構築するための参考となる貴重な情報を得ることができました。

続いて、海外からの招待講演者9名およびプロジェクトリーダー5名による講演が行われました。海外の講演者からは、重鎮あり若手研究者ありとバラエティに富んだ講演が行われ、本プログラムの「突破口」に関係した各々のスピントロニクス分野での最先端の研究開発結果が披露され、世界の研究動向をまとめて知る良い機会になりました。

最終日のパネルディスカッションでは、「MRAMその現状と将来」と題して、海外からの招待講演者とプロジェクトリーダーからなる6名のパネラーとモデレーターによる構成で、特にSTT-MRAMの現状分析と将来展望について

▶会場風景


▶ポスターセッション

熱心な討論が行われました。省エネ化には不十分な面があるが、現状および近い将来を含めて、スピントロニクスデバイスの研究は順調に進展していること、また、さらなる飛躍のためには大きなブレイクスルーを要することが確認されました。最後に、佐橋PMからの「タフではあるが、社会にインパクトのある成果を示していく」との強いメッセージで締めくくられました。

併設したポスターセッションでは、各研究開発責任者ならびに研究開発参加者からのポスター発表が35件あり、研究開発内容の紹介および進捗状況の報告がなされました。その中で、「突破口」の可能性を秘めた研究開発課題に果敢に挑戦する若手の研究者の優れた発表に対して「Best Poster Award」を設けました。審査委員全員から高得点を得た、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﨑隆行氏が第1回の栄冠を得ました。

2日間にわたり、スピントロニクス技術に関する世界最先端の研究開発を進めている研究機関の第一人者にその研究体制と研究成果について講演いただき、新たな省エネルギーエレクトロニクスの創生とその実用に向けての情報交換と議論が行われたことで、本プログラムの共通認識が得られ、プログラムの成果創出に向けての有意義なシンポジウムとなりました。参加人数は、本プログラムで研究開発を推進する研究開発責任者および研究開発機関以外の一般参加者を含め、200名を越え、盛況裡にシンポジウムを終えることができました。次回は来年の同時期に開催する予定です。

Symposium Chair――佐橋政司（東北大学教授、ImPACTプログラム・マネージャー）
Program Chair――湯浅新治（産業技術総合研究所、スピントロニクス研究センター長）
Vice Chair――大野英男（東北大学教授、総長補佐、電気通信研究所所長）
Vice Chair――鈴木義茂（大阪大学教授）

田所PM　DARPA Robotics Challenge Final

田所諭PMが推進するプログラム「タフ・ロボティクス・チャレンジ」に反映すべく、2015年6月5～6日にアメリカ合衆国カリフォルニア州ポモナにて開催されたDARPA Robotics Challenge Final（以下、DRC）を視察しました。この大会は，アメリカ国防総省の機関である国防高等研究計画局（DARPA）が主催する災害対応ロボットの技術開発を促進するための競技会です。出場チームは24チームで、日本からは5チームが出場しました。ロボットに課せられたタスクは、自動車を運転する、ドアを開け建物に入る、バルブを回す、電動工具を使い壁に穴を開ける、階段を昇る、などの全8種類で、制限時間は1時間でした。すべてのタスクを制限時間内にクリアできたチームは3チームありました。そのうちの1チームは、転倒したロボットが自力で起き上がるというタフなリカバリ技術を実現しており、ロボットの可能性を示していました。

田所PMが推進する「タフ・ロボティクス・チャレンジ」では、未知で状況が刻一刻と変化する極限災害環境であっても、へこたれず、タフに仕事ができる遠隔自律ロボットの実現を目指して、屋外ロボットのキー基盤技術を競争的環境下で研究開発し、未来の高度な屋外ロボットサービス事業の開拓の礎を築くことを目的としています。定期的に開催する予定のフィールド試験評価会では、防災ユーザや企業の方々に対してロボット技術や性能を公開します。今回のDRCの視察を通じて、DRCよりもより現実に即した災害模擬環境においてロボットのできること・できないことを見極めることで、防災ユーザや企業のニーズの積極的な反映とビジネスマッチングを推進し、ロボットの社会適用に至るまでの障壁を下げたいと考えています。

▶バルブを回すタスクを実行中のロボット

今後のイベントの予定

イベント名

BIO JAPAN 2015……合田PM、宮田PM、八木PM（ImPACTブースにて出展）
InterOpto 2015……佐野PM（ブース出展）

開催日時

2015年10月14日（水）▶16日（金）　10:00▶17:00

開催場所

神奈川県横浜市「パシフィコ横浜」

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

ImPACT Newsletter Vol. 2

発行日	2015年8月21日
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/