

産
総
研

LINK

01

2017 JANUARY

No.10

技術を社会へつなげるコミュニケーション・マガジン

■ TOP MESSAGE P02

オールジャパンで
日本の科学技術を牽引するRyoji Chubachi
Hiroshi Matsumoto
Kazuhito HashimotoAtsushi
Yamamoto

■ BUSINESS MODEL

産総研 × 株式会社名取製作所 P08

アスリートの挑戦を
技術でサポートHideyuki
Natori

① ここにもあった産総研

時間測定の精度を追究し、
国際標準に貢献する「時の番人」 P14

オールジャパンで 日本の科学技術を牽引する ～「特定国立研究開発法人」の使命と役割～



2016年10月1日、「特定国立研究開発法人制度」がスタートした。

産業技術総合研究所(産総研)、理化学研究所(理研)、物質・材料研究機構(NIMS)の3法人が、特定国立研究開発法人として国から指定を受け、科学技術イノベーションの基盤となる、世界トップレベルの成果を生み出す創造的業務を担うこととなった。

そこで、ノンフィクション作家で科学ジャーナリストの山根一眞氏を司会に迎え、3法人の理事長に、科学技術の研究開発における課題や今後の取り組み方について、また、特定化により各法人がどのように変わるのかなどを語ってもらった。

■ 特定化を迎えての決意

一山根 本日は、特定国立研究開発法人に指定された3研究機関の理事長にお集まりいただきました。まず、決意のほどをお聞かせください。

中鉢 産総研は産業技術の研究機関として、イノベーションの成果の産業界への橋渡し、そのシーズとなる目的基礎研究の強化、そして人材育成をミッションとしていますが、今後は産学官連携、地域連携、国際連携もさらに推進し、ナショナル・イノベーションシステムの中核機関としての役割を果たすというミッションも加わります。今年度から大学などに産学官連携の研究拠点「オープンイノベーションラボラトリ(OIL)」を設置し、また産総研内には企業名を冠した「連携研究室」を設置しています。さらにはグローバル・オープンイノベーションの拠点として、AIやロボット、IoTなどの技術開発に取り組み、産総研からいわゆる第4次産業革命を起こしていきたいと考えています。

松本 国際的で革新的、先端的な理研の基礎研究の中には、数多くのイノベーションの種があります。しかし、種があるのとイノベーションを進めることの間にギャップがあるのも事実であり、国の強みにつながるシステム、理研が力を発揮できる最適なシステムを設定し、いちはやく実行に移していきたいと考えています。また、27の国研と大学、産業界がネットワークされる包括的なシステムはなかったので、今後はそこを強化し、産学官の連携を推進していきます。

橋本 現政権がナショナル・イノベーションシステムの構築を施策としているのは、現在はそれぞれ別々に存在



産業技術総合研究所 理事長

中鉢 良治

Ryoji Chubachi

1947年生まれ。1977年東北大学大学院工学研究科博士課程修了、工学博士。同年、ソニー株式会社入社。社長・副会長を経て、2013年4月独立行政法人(現・国立研究開発法人)産業技術総合研究所理事長に就任。

している日本の社会、産業界、学术界の強さを統合することで、イノベーションが生まれると考えているからです。その中で、基礎研究を産業界につなげ、先導する立場として特定国立研究開発法人は重く位置づけられていて、NIMSもその責任の重さを感じています。

■ 外部との連携を広げるために

一山根 中鉢理事長は民間から国研の理事長に就任された当初、どのようなことを感じましたか。

中鉢 産総研の皆さんには失礼な話なのですが、それまで産総研の研究内容をあまり理解していませんでした。自分が考えていたより研究の水準がはるかに高いことに



理化学研究所 理事長

松本 紘

Hiroshi Matsumoto

1942年生まれ。1967年京都大学大学院工学研究科修士課程修了。同年、京都大学工学部助手採用、工学博士。京都大学教授、生存圏研究所長、第25代総長等を経て、2015年4月国立研究開発法人理化学研究所理事長に就任。

驚き、過小評価していたと感じました。

一山根 私も今回、3法人の25の研究室を訪ね、数々の驚異的な研究を知りました。先ほど産総研の取り組みはお話いただきましたが、個々の研究を、外部と幅広く連携していくために、組織として何をしていこうと考えていますか。

橋本 NIMSでは、広報室が工夫して魅力的なコンテンツをつくっているのですが、ウェブへのアクセス数が非常に多いのです。ただ、まだそれを活用しきれていないので、もっと社会に知ってもらう工夫が必要だと思っています。

松本 そもそもこれまで国研同士がほとんど連携していなかったため、2016年にすべての国研が集まる「国立研究開発法人協議会(国研協)」という組織をつくりました。競争しながらも協働するシステムとして、国と一体となって進められたらよいと考えています。

中鉢 産総研では、かつては広報担当部署が成果普及部門と呼ばれていたくらい、広報活動が後工程になって

いました。企業の方々や学生の皆さんが科学技術に触れる機会を、今後ますます積極的に提供していきたいと思っています。

求められているのは 社会のための科学技術

松本 技術や学力はあっても、「どのような社会をつくりたいか」というデザインがないとイノベーションは生まれられません。人文科学者たちとも連携して、そのようなデザインを描いていきたいですね。

橋本 第5期科学技術基本計画にある「Society 5.0」は、まさに将来どのような社会を求めるのかという観点からつくった概念です。「Society 5.0」とは、サイバー空間とフィジカル空間(現実社会)が高度に融合した「超スマート社会」です。今後、これまでと格段に違う技術が出てくる可能性がある中で、国、産業界、さらに人文科学者も含めた研究者が連携し、より具体的にあるべき社会像を描き出していくことが求められています。

中鉢 「Society 5.0」は、社会と融合する技術という視点を打ち出していますね。大量生産、大量消費、大量廃棄に支えられた産業革命以降の繁栄が終焉すれば、次は持続可能な社会をどう作るかということが課題となります。資源、人口、健康などが国際的な問題となっている現在、社会のための科学技術が待たれていると思います。産総研では社会問題からテーマを検討し、いわゆる「資源循環型社会」「低炭素社会」「自然共生社会」を実現することをビジョンとして進めています。

橋本 今、大きな社会変革の入口にあり、研究者には新たな役割が求められていることに、研究者自身も気づかなくてはなりません。

一山根 社会への発信を強化するにあたって、産総研、理研、NIMSが共通の目的意識や用語のすり合せも必要だと思います。さまざまな社会課題に3法人がどう応えていくかを明確に示してほしいですね。

地味だが重要な基盤技術 それを守るのも国研の役割

—山根 国研にはもう一つ、重要な仕事があると思います。NIMSが行っているクリープ試験^{*1}は、革新的ではありませんが非常に重要な研究です。理研のバイオリソースセンターでは、膨大な数の実験動物や細胞、微生物などを体系的にそろえ、国内外の研究に欠かせない役割を担っています。産総研の地質調査総合センターは、130年にわたって活断層も含めた地質調査を続けています。こういう地道で、国研でしかできない仕事と実績を、もっとアピールすべきでしょう。

松本 科学技術を底辺から支える研究を国研が担っている、その重要性を私たちももっと認識すべきですね。

橋本 地味でも産業基盤を支える仕事を、国研は守らなければなりません。一方で、変えていかなくてはならないものもあります。その仕分けは経営者の重要な役割です。

中鉢 もう一つ考える必要があるのは、以前の日本では、企業が社会的ニーズをかなりカバーしてきたということ。しかし、企業に余力がなくなっている現在、誰がそれを担うのか。大学も社会を視野に入れるべきだといわれていますが、産総研も社会的なインパクトの最大化を考えていくべきだと考えています。

若手を育成する新しい人事制度

—山根 次世代を担う人材の育成という点で、若い世代、そして子どもたちへのアプローチも大切です。

松本 それが重要なのは間違いありませんが、若手をめぐる日本の人事システムには問題もあります。現在、理研の研究者の9割が任期制の研究員です。これでは長期の基盤研究をするのは難しい。そういうシステムの見直しはほかの研究機関や大学と連携して進めていきたいと思っています。

*1- 発電所などのボイラーや圧力容器などに使う鋼の棒を長期間引っ張り続け、歪みを精密に測定する試験。



物質・材料研究機構 理事長

橋本 和仁

Kazuhito Hashimoto

1955年生まれ。1980年東京大学大学院理学系研究科修士課程修了、理学博士。同年、岡崎国立共同研究機構分子化学研究所技官採用。同研究所助手、東京大学教授を経て、2016年1月国立研究開発法人物質・材料研究機構理事長に就任。

橋本 流動することで若手が成長することも確かですが、日本は流動化にシフトしすぎています。あまり不安定だと職業としての魅力も減ってしまうでしょう。アカデミアと産業界をつなぐ国研には、人材流動のハブになることも求められていると思います。

中鉢 産業界はこの20年間、人材を育てるという面では大学に満足していません。産総研では社会に役立つ人材を育成しようとイノベーションスクール制度を設け、ポスドクを30名ほど受け入れて1年間トレーニングし、社会に送り出しています。

国研同士でも産業界とも 連携を強化する

—山根 3法人は近接した立地条件もあるわけですから、国研同士をネットワーク化していけば、多様なイノベーションが生まれてくるのではないのでしょうか。



ノンフィクション作家・獨協大学経済学部特任教授

山根 一眞 司会

Kazuma Yamane

1947年生まれ。獨協大学外国語学部ドイツ語学科卒業。日本の科学技術者たちとの対談集「メタルカラーの時代」を週刊誌で18年連載。その著書は25冊に及ぶ。理化学研究所相談役、宇宙航空研究開発機構(JAXA)客員、著書『小惑星探査機はやぶさの大冒険』は、東映で映画化された。

中鉢 現在、国研協でどう連携していくか、具体的な計画づくりを進めています。

一山根 27機関は全部ホームページのフォーマットも違いますが、そのフォーマットを統一したり、それぞれが、各研究所の関連サイトに飛べるリンクやポータルサイトをつくったりしてほしいですね。

松本 毎年運営費が減額される中で、広報などの事務系の人手不足も深刻です。しかし、知的財産を共同運営するなど、3法人で情報や経験をシェアしながら工夫していく余地はあるかもしれません。

一山根 最先端を追い求める中では、STAP細胞のような事件は今後も起こり得るリスクです。各法人がそれぞれコンプライアンス対策を進めると同時に、よい経験も悪い経験もお互いにシェアすることで、リスクマネジメントにもなると思います。

中鉢 産学連携に関しては、米国では産業界と大学の研究にほぼ垣根がないのに対し、日本では産業界と大学、

公的研究機関との融合がほとんどありません。ここが融合すればイノベーションシステムがうまく作用すると期待されます。

松本 これについては融合・連携のあり方も重要ですね。産総研のように産業界から私たちのところに来てもらえる工夫をし、溝を埋め、理解し合いたいと思います。

中鉢 これまで日本には組織対組織の連携は多くありませんでしたが、これからは東京大学と産総研というように、包括的かつ大型の連携が必要でしょう。

■ 特定化で3法人はどう変わるのか

一山根 特定化で成果に応じた報酬を与えられる制度が始まり、1億円プレーヤーを出せる体制も整いました。今後、3法人はどのように変わっていくのでしょうか。

松本 「世界の最先端の成果」で社会に貢献していくことが当面の課題です。また、1億円プレーヤーだけいても成功しないので、年功序列の給料体系を変え、ミッション給や固定給の明確な定義を進めるなど、人事計画を見直しています。人材育成としては少数の精鋭に研究室を主幹させ、5～7年間好きのように研究してもらうシステムの立ち上げを検討しています。

橋本 物質・材料に関する化学、鉄鋼業界のオープンイノベーション拠点をつくりたいと考えています。各産業界の競合同士が共通して研究開発できる部分を設定し、大企業、NIMS、大学の研究者が協調して研究できる世界トップレベルの研究拠点とする。そこには中小企業やベンチャー、全国に散らばる物質・材料分野の研究者たち、さらには世界の研究者にも来てもらいたいです。

もう一つ、優秀な若手に権限と研究資金を与え、各自で責任をもって研究できるようなシステムも計画中です。

一山根 評価については、短期間で成果を求める傾向が大きくなっている印象がありますよね。

中鉢 私たちが行っているような研究は時間がかかり、限られた期間の成果で評価するのは難しいところがあります。しかし産総研では、橋渡しや目的基礎研究、人材育

成について領域ごとに目標を定め、定量的に評価を行っています。これをもう一段進め、特定国立研究開発法人にふさわしい数値にしていかなければと考えています。

また、民間資金活用については、2015年度からの5年間で3倍にするという目標を掲げています。共同研究は年間約3200件(民間企業と約1700件、大学と約1500件)ですが、特許の実施許諾件数や目的基礎研究(論文)の数も指標に入れています。それから、累計130社以上ある産総研開発のベンチャー企業をベースに、産業界への橋渡し機能を充実させていきたいと考えています。

一山根 新しい時代に向かうこの時期に理事長を務める皆さんの役割は、とても重いものがありますが。

松本 社会をリードしていくにあたり、3法人がより連携

していかなくてはなりません。危機感や責任を感じています。

橋本 私もミッション達成に向け、強い義務感を感じています。

中鉢 トップランナーとしてふさわしい役割を果たし、27法人の模範となるような雛形をつくっていきたくと思っています。

一山根 3法人が、「日本力」を高めるイノベーションを生み出す先導的な役割を果たしていただくことを、切に期待しています。

.....
この記事は、2016年8月26日、学士会館で行われた鼎談を基に作成しました。

(構成：桜井 裕子、撮影：STUDIO CAC)

特定国立研究開発法人への期待

2016年10月1日、理化学研究所、物質・材料研究機構、産業技術総合研究所の3法人は、特定国立研究開発法人に移行しました。「特定国立研究開発法人による研究開発等の促進に関する特別措置法案」が国会で可決、施行されるまで、皆さまの多大なご尽力によって成し得たことだと思っています。特定国立研究開発法人として、3法人には以下の3点を期待しております。

一つ目は、世界最高水準の成果の創出と普及・活用の促進です。各法人の理事長のリーダーシップのもと、国際的に卓越した人材を結集し、世界的な研究拠点を構築することが求められます。二つ目は、イノベーションをけん引する中核機関としての役割です。民間資金など外部資金の獲得を積極的行い、オープンイノベーションのプラットフォームを構築し、新産業や新規ベンチャーの創出をリードしていくことが求められます。そして最後に、業務

運営上の特別な措置など先駆的な取り組みを実施していくことが求められています。私としても、これらの先駆的な取り組みを、ほかの24の国立研究開発法人に展開させるなど積極的な役割を果たしていきたくと思います。

政府は2016年1月に第5期科学技術基本計画を策定し、「未来の産業創造と社会変革に向けた新たな価値創出の取り組み」「経済・社会的課題への対応」「科学技術イノベーションの基盤的な力の強化」「イノベーション創出に向けた人材、知、資金の好循環システムの構築」の4本柱を定めました。

「世界で最もイノベーションに適した国」を実現するためにも、3法人にはおのおのの優れた特徴を発揮しつつ、科学技術イノベーションの創出のための相乗効果を生み出し、日本の研究機関のロールモデルとして世界に先駆けた成功事例をつくり上げていただきたいと大いに期待しております。



内閣府特命担当大臣(科学技術政策)

鶴保 庸介

BUSINESS
MODEL

アスリートの挑戦を 技術でサポート

企業とともに開発した、
リオパラリンピック銀メダリストのスポーツ義足用アダプター

スズキ浜松アスリートクラブ
リオパラリンピック陸上競技メダリスト
男子走り幅跳び (T42) 銀メダル
男子4×100 mリレー (T42-47) 銅メダル

山本 篤

Atsushi Yamamoto



2016年夏、リオデジャネイロで開催されたパラリンピック。
義足や車椅子などで自らの可能性に挑戦し続けるアスリートの姿は、
多くの人を魅了し、勇気づけた。
陸上競技で銀と銅、2つのメダルを獲得した山本篤選手も
大きな注目を集めた一人だ。
実は山本選手が使用した競技用義足には、
埼玉県のプロ加工メーカー・株式会社名取製作所と
産総研が共同で開発した部品が使われている。
山本選手の挑戦を支えた道具は、どのような経緯で開発されたのだろうか。

産総研

株式会社
名取製作所

県への技術相談が 産総研につながった

——2016年のリオパラリンピックでは、山本選手が走り幅跳びで銀メダル、400 mリレーで銅メダルを獲得されました。おめでとうございます。

山本選手がリオで使用された義足のアダプター（接続金具）は、名取製作所と産総研との連携により開発されたそうですが、研究はどのように進められたのでしょうか。

名取 当社は埼玉県で金型の設計製作やプレス加工を行っている会社です。2011年ころ、障害者スポーツを伝えるTV番組を見て、うちの技術が生かせないかと思ったのがきっかけで、義肢のパーツ製作にも取り組んできました。山本選手からご依頼を受けてアダプターをつくりましたが、山本選手は走り幅跳びで踏み切るときのパワーがとても強く、通常のつくり方では壊れてしまったのです。いろいろ試みたのですが、自分たちの技術だけではブレイクスルーできないと考え、2014年夏に埼玉県よろず支援拠点に相談したところ、産総研につないでくれたのです。するとすぐに、産総研の花田さん（当時、臨海副都心産学官連携センター副センター長）から連絡があり、話を聞きたいと埼玉まで来てくださった。産総研には敷居が高いイメージがありましたが、その素早さとフットワークの軽さに驚きました（笑）。

保原 私は、義足をつけたアスリートの運動計測に関する研究をしています。名取製作所の話を聞いた花田から、まず私に連絡がありました。スポーツ義足というと

ブレード（板バネ）に目が行きがちですが、名取製作所の手がけているのは、ブレードと^{ひざつぎで}膝継手を接続するアダプターの開発だと聞き、ニッチなところに目をつける面白いマインドの企業だなと興味をもちました。

山本 そのときの義足は、使い始めてから5試合目でヒビが入ってしまったんです。スポーツ用義足は1足約50



株式会社名取製作所 代表取締役社長

名取 秀幸

Hideyuki Natori

〔事業内容〕

金型の設計・製作から試作・量産プレスまでを一貫生産。チタン加工に強みを持ち、ものづくりを通して社会に貢献できる特長ある企業を目指している。



産総研 製造技術研究部門 デジタル成形プロセス研究グループ 研究グループ長

岡根 利光

Toshimitsu Okane



産総研 製造技術研究部門 デジタル成形プロセス研究グループ 研究員

本山 雄一

Yuichi Motoyama



産総研 人間情報研究部門 デジタルヒューマン研究グループ 研究員

保原 浩明

Hiroaki Hobara

万円しますし、いつ壊れるかわからないものを使い続けるのも怖いので、義足の位置を適切な角度に調整できる、義足を壊さないアダプターをつくってほしいと、名取製作所にお願ひしました。

名取 同時に、とにかく軽くしてほしいという要望もありました。軽くするためには、アダプターの肉を削らなくてはなりませんが、削れば当然壊れやすくなります。だから、削る部分の見極めがとても重要になりますが、これはアダプターのどの部分にどのくらいの力が加わるのかわからなければできません。どうしたらよいのだろうか困っていたときに、産総研と出会うことができたのです。

保原 まず、私が山本選手の動作を計測・解析しました。走り幅跳びのパフォーマンスには速い助走と、踏み切りの時に地面を強く蹴ることが重要です。山本選手の場合、義足で地面を蹴る力は平均的な日本人の義足アスリートの約1.5倍で、義足を曲げる力にいたっては約2倍という、非常に高い数値が出ました。ブレードやアダプターには、それらの力に耐える強度が必要だということです。

岡根 そこからは私たち製造技術研究部門が引き継ぎ、2015年秋、実際に金具にどのような力がかかるかを調べる実験を始めました。2016年4月からは設計手法の提案など、ものづくりの部分でもお手伝いをするようになりました。どの部分をどこまで削れるか、名取製作所と何度も議論を重ねながら設計を進めました。

強度と軽量化の二兎を追った 試行錯誤の日々

——具体的には、どのような開発を行ったのでしょうか。

本山 アダプターの素材は超々ジュラルミンでしたが、この素材は一定以上の力がかかると、あまり変形しないうちに突然壊れてしまう脆さ(脆性)があります。義足は直接身に着けるものなので、割れると選手がケガをする危険性もあります。そこで、まずは形状より先に素材を変えることにして、軽くて粘りがあり、強度も高いチタンにしようと考えました。

名取 チタンは加工が難しい金属ですが、当社はこの加工が得意です。素材をチタン合金に変更したことで、壊れにくいアダプターにできただけではなく、重量をそれまでの半分の約150 gにすることもできました。

山本 軽さは装着してすぐ実感できました。それまでの義足は、脚を振り出したときに重さで脚がもっていられる感じがありましたが、軽くなったことでそれがなくなり、自分の力で義足をコントロールしやすくなりました。

岡根 2016年7月の関東パラ陸上競技選手権大会では、さらに軽さを追求した義足が試合中に壊れるトラブルがあり、慌てましたね。

山本 それは僕が無茶を言ったからですね。強度を度外視しても、できるところまで軽くしてほしいとお願いしたんです。一段階ずつ試作して計測していくには時間が足りなかったの、ぶっつけ本番で使ったら、ネジが飛んでしまったのです。

名取 山本選手が倒れた瞬間は何が起きたかわからず、サーッと血の気が引きました。山本選手にケガがなかったのと、義足のアダプターそのものが破損したわけではなかったのは幸いでした。それでアダプターの形状を再度見直しました。リオパラリンピックまで2カ月と迫っていて、ぎりぎりの日程でした。

本山 試合後のアダプターを確認しましたが、変形はしていたものの破断はしていませんでした。チタンに変えてよかったと思いましたね。

名取 破損の状況を調べて、ボルトも、アダプターの形状も、ブレードへの取り付け方法も少し変えました。重量については山本選手のフィーリングも考え、最もよい記録が出たときの重量に合わせました。

■ 今度こそ壊れない！ 自信と不安が、ないまぜだった リオパラリンピック

——リオパラリンピックを振り返っていかがでしたか。

山本 2016年に入って調子が上がっていて、5月の日



本パラ陸上選手権大会では走り幅跳びで6 m56 cmの世界記録を出すことができました。アダプターが軽くなり、助走を速くできたことは、その大きな要因の一つだったと思います。走り幅跳びでは助走速度が高いとよい記録が出るからです。そのときは体調が万全ではなかったのに世界記録が出たので、万全な体調で臨めば、リオではもっとよい記録が出ると感じていましたし、実際リオでは、6 m62 cmという自己ベストタイで銀メダルという成果に結びつきました。

メダルをとれてよかったと思う反面、金メダルでなかった悔しさもあったのですが、競技を終えて帰ってきたら、携帯電話に300件もメールが来ていたんです。その反響の大きさに、メダルをとることの意味を実感しました。

名取 私はテレビで競技を見ていましたが、これまでの開発の思い出とともに、「ぜひ金メダルをとりたい」と話していた山本選手を支えているんだと実感してとても緊張しました。声を出し、熱くなって一生懸命応援しました。

岡根 あれだけ議論し、検証してつくったので今回は壊れないだろうという自信はありましたが、競技中はハラハラし通してした。山本選手には安心して気持ちよく飛んでもらえればという思いで見えていました。

アダプターの変遷



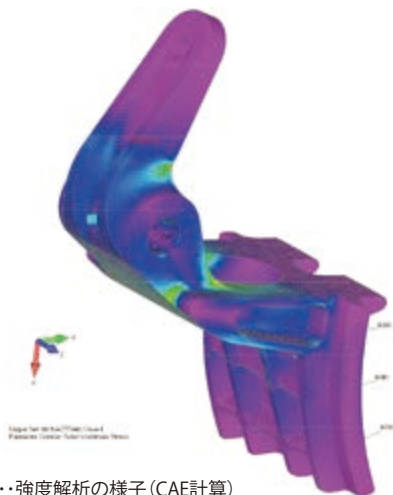
▲Ver. 7・・・日本パラ陸上競技選手権大会(2016年5月)仕様、約152 g
6 m56 cmで世界新



▲Ver. 8・・・関東パラ陸上競技選手権大会(2016年7月)仕様、約128 g
最軽量バージョン



▲Ver. 9・・・リオパラリンピック(2016年9月)仕様、約153 g
6 m62 cmで銀メダル



▲Ver. 9・・・強度解析の様子(CAE計算)

本山 実は、私は競技を生で見ていないんです。シミュレーションや実験を重ねてはいても、壊れないかと心配で見ることができませんでした。結果としては金具も壊れず、山本選手も好記録を出して、本当によかったです。

使いやすい道具をつくり 障害者スポーツの活性化を

——今回開発された義足をどう評価していますか。今後の課題についてもお聞かせください。

山本 この義足になってから確実に記録は伸び、現状には満足しています。しかし、さらに軽量化できるのではないのでしょうか。また、リオでの結果を踏まえ、膝から下の微妙な角度調節ができるようになれば、踏み切る動きのロスが減るので、もっと記録を伸ばせるのではないかと考えています。今後はそのような角度調節ができるようにしていただければ…。なかなか難しいとは思いますが。

名取 大丈夫です！山本さんのためなら頑張ろうと思っ

キーポイント

KEY POINT

1

相談内容を的確に把握し、
産総研全体から、最適な技術を紹介。

2

計測・解析からものづくりまで、
さまざまな研究領域で支援。

3

企業とともに議論を重ね、
試行錯誤で選手の要望に応える。

ています。それに高い課題に挑戦することで、当社の技術力も伸びますから。

保原 今回は名取製作所の情熱と山本選手のパフォーマンスがかみ合い、とてもよい成果につながりました。ものづくりではモノに意識を集中させがちですが、使うのは人間だということを忘れてはならないと思います。山本選手のパフォーマンスを見ていると「競技は人がするものだ」と改めて強く思います。道具はそれを支えるものであり、技術はその道具をいかによくつくるかの部分で役立つものなのです。人間のことをきちんと調べ、人間中心すぎるでもなく、モノ中心すぎるでもなく、両者のバランスをとっていくことが障害者スポーツを向上させていくと考えています。道具を使いやすく、価格面やレンタルシステムの整備を含めて手に入れやすくすることで、障害者スポーツを活性化していきたいと考えています。

山本 私も最初は義足を借りて陸上を始めました。しかし、障害者スポーツ人口の少ない地域では、やりたくてもどこで道具が借りられるのか、どうしたら義足をつくれるのかなど、情報が行き渡っていない状況です。トップアスリートは高額な義足を買うことができるかもしれませんが、競技を始めるには、簡単に手に入る道具が必要です。最近、脚を切断した人に会う機会が多いのですが、落ち込んでいる方は少なく、「自分も陸上競技をしたいのですが、どうしたらいいですか？」と聞かれたりします。日本の技術を使って、誰でも気軽にスポーツを始められる道具を作っていただけたらと思います。

名取 トップアスリートの活躍を見て、自分でもスポーツを始めたいと思った人もいます。今回の産総研との協力のように、多方面での連携を進め、障害のある方にも広くスポーツを楽しんでもらう手助けをしたいです。

——今回の産総研との連携を、どう評価していますか。

名取 100点満点に近かったと評価しています。設計プロセスでご協力いただいただけではなく、「ものづくり・商業・サービス革新補助金」を利用して、産総研が設計時に使っている解析ソフトと同じものを社内に導入し、

当社単独で設計・製造プロセスを展開していけるかたちをつくることもできました。

本山 そのような技術の橋渡しができたことも、今回の連携の一つの成果ですね。

保原 今回は、名取製作所が埼玉県よろず支援拠点に相談したことから産総研との連携につながりましたが、同じように技術的な課題で困っている企業はたくさんあるはずで、私たちも世の中のニーズを自ら拾いに行く必要があると実感しました。また、私自身にしても、自分の研究が金型の会社とつながるとは考えてもいませんでした。企業の要望を十分理解して適切な研究者につないでいくコーディネータの役割は大きいですし、研究者自身も門戸を広げておく必要がありますね。

岡根 私たちもぜひもう一度、世界記録を出すお手伝いをしたいですし、日本選手の競争力の向上につなげていきたいと考えています。

名取 当社も、ものづくりの技術を通して、今後も社会に貢献していきます。

お気軽にお問い合わせください！

産総研 製造技術研究部門
(デジタル成形プロセス研究グループ)

〒305-8564
茨城県つくば市並木1-2-1 東事業所

☎: 029-861-9229
✉: dmrg-amri-ml@aist.go.jp
🌐: <https://unit.aist.go.jp/am-ri/>



産総研 人間情報研究部門
(デジタルヒューマン研究グループ)

〒135-0064
東京都江東区青海2-3-26

☎: 03-3599-8201
✉: dhrc-liaison-ml@aist.go.jp
🌐: <http://www.dh.aist.go.jp/jp/>



株式会社名取製作所

〒362-0034
埼玉県上尾市愛宕3-15-14

☎: 0480-22-3301
✉: natori-ss@natori-mnf.co.jp
🌐: <http://www.natori-mnf.co.jp>



1882年の地質調査所設立に始まり、前身となる工業技術院時代から今の産総研に至るまで、130年を超える歴史の中で、社会に送り出してきた研究成果を紹介します。

※文中で、工業技術院など前身の組織名を「産総研」と表記している場合があります。

時間測定の精度を追究し、国際標準に貢献する「時の番人」

計量標準総合センター (NMI) 物理計測標準研究部門

2017年1月1日、1年6カ月ぶりに「うるう秒」が挿入された。

「うるう秒」の調整は国際時間標準を根拠として行われるのだが、その標準はどのように決められ、管理されているのだろうか？

産総研は日本を代表する一機関としてこの国際時間標準策定に寄与するとともに、次世代の超高精度の時間計測技術の研究開発も行っている。

時間という生活の最も基礎的な部分を管理し、

さらに時間測定の精度を上げることで、将来の科学技術に貢献しようとする産総研の取り組みを紹介する。

ずれる2つの時間を調整する

2017年1月1日は、全世界が普段より1秒長い1日となった。「うるう秒」の調整により、日本では午前8時59分59秒と午前9時00分00秒の間に「8時59分60秒」が挿入されたのだ。

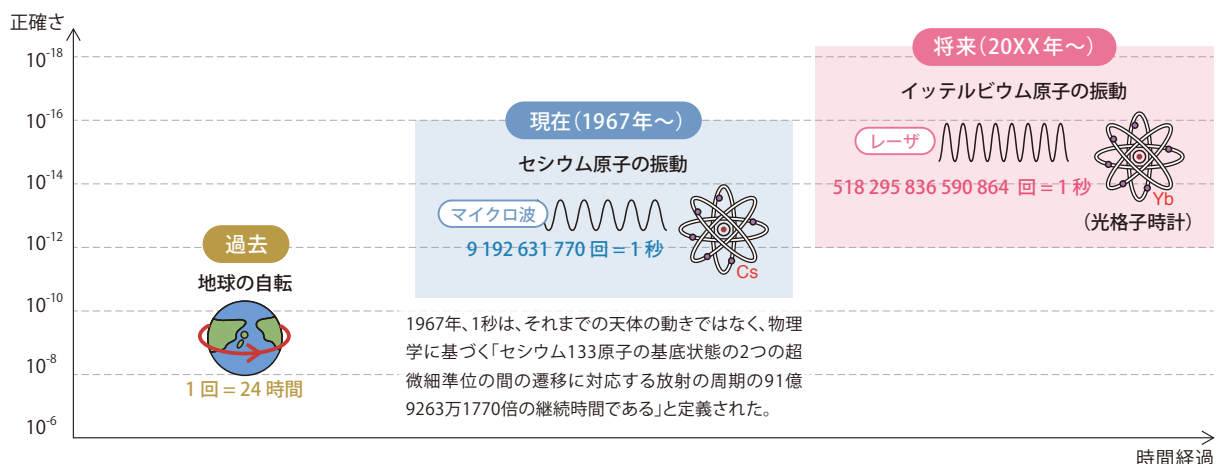
うるう秒の調整が必要となるのは、地球自転の観測から決められる「世界時 (UT1)」と、国際度量衡局 (BIPM) が定義している「1秒」の長さを積み重ねてできる時間「国際原子時 (TAI)」が、ぴったり一致しているわけではないからだ。

歴史上、時間の標準は長い間、地球の自転速度に基づいて決められてきた。しかし20世紀に入って、地球の自転速度が季節や潮の満ち引きなどで不規則に変化することが明らかとなってきた。

これまでのような時間の定義では、科学・技術の分野のみならず、長期間では日常生活でも支障をきたすことになりかねない。そこで1967年、1秒をより正確なものとするため、国際度量衡総会で、セシウム原子の周波数を基にして1秒の長さを定義する方法が採択された。

セシウムの周波数を計測するセシウム原子時計 (周波数標準器) の誤差は、 $1 \sim 5 \times 10^{-15}$ 。数十万年に1秒の差が生じるかどうか、というほど精度が高い。この「国際原子時 (TAI)」の刻みをベースとした「協定世界時 (UTC)」と、天文ベースの揺れ動く「世界時 (UT1)」とのずれが0.9秒以内になるよう、うるう秒を入れたり抜いたりして調整している。これが電波時計やパソコンといった情報通信機器の時間を合わせる基準となるなど、私たちの生活に密接にかかわる時間である。

■ 時間 (1秒) の定義の変遷



正確な1秒を保証する 世界各国との連携

さて、正確な1秒を刻み続ける「国際原子時 (TAI)」を決めるために、現在、世界の77機関で440台以上の周波数標準器が稼働している。日本では3機関^{*1}が参加し、その1つである産総研 (計量標準総合センター、NMIJ) では、3台のセシウム原子時計と4台の水素メーザー型原子時計^{*2}の合計7台で計測を続けている。

各機関の周波数標準器が計測した時計データは、国際度量衡局に送られ、標準器の精度に応じて加重平均される。それはより高精度な「一次周波数標準器」でチェック、修正されて、ようやく1つの「国際原子時 (TAI)」となる。ちなみに一次周波数標準器は世界数カ国しか保有していないが、産総研でも独自に開発して保有している^{*3}。

時間の精度を管理し 超高精度な時計開発に挑む

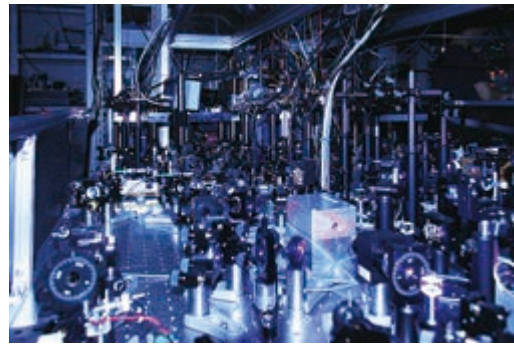
産総研の計量標準総合センター (NMIJ) は、世界の時間標準の維持に貢献するだけでなく、日本の時間標準の整備、維持、供給も使命としている。国内のGPSや通信機器、コンピューターなどの時間データは、常に産総研の時間標準とも照らし合わせて調整されているのだ。

産総研にある7台の周波数標準器は、電源を入れるだけで自動的に正確な時間を刻み続けるわけではない。温湿度管理は行っても微妙な環境の変化で誤差は生じる。放っておくと、日本の時間標準も、世界の時間標準から離れかねない。



原子泉型一次周波数標準器 (NMIJ-F1 不確かさ 4×10^{-15})

産総研が保有するセシウム周波数標準器の一つ



光格子時計

現在の「秒」の定義を変えうる新たな時間標準の有力候補

しかしこのずれは、研究者たちの日々の確認と修正の作業により、正されている。前月の誤差や、装置の癖を勘案し、毎日7台の周波数標準器の刻む時間を確認しながら、適したタイミングで周波数標準器の刻む小数点以下15桁目の数字をずらす。研究者が365日、休むことなく見守り、ちょうどよい“さじ加減”で修正することで、産総研の周波数標準器は世界トップレベルの高精度を維持しているのだ。

時間の精度管理とともに、さらに高精度の周波数標準器の開発も進められている。次世代の原子時計の有力候補は、「イッテルビウム光格子時計」だ。セシウム原子ではなくイッテルビウム原子を用いることで不確かさは $1 \sim 5 \times 10^{-18}$ 、原理的には、宇宙の年齢に相当する約137億年動かし続けても、わずか1秒以下の誤差という。なかでも産総研の「イッテルビウム光格子時計」の精度は高く、新しい「1秒」を決める時計の候補の一つに選ばれている。

1967年に決められた1秒の定義が、いつ新たなものになるのか、具体的にはまだ決まっていない。しかし、新たな原子時計により精度が3桁も向上するとしたら、科学技術の世界も産業界も大きく変わることだろう。例えば、GPSを用いた測地では数cmレベルの地形の変化が把握できるようになり、地震や噴火予知など、防災面でも貢献できると考えられている。長さの精密測定や高速光通信などを通じて、産業界への波及効果も期待される。

計測は科学技術の基盤である。今後も産総研は、時間をはじめ各種の計測技術の精度向上に努め、社会と産業に貢献していく。

^{*1} 産総研のほかに、情報通信研究機構 (NICT) と国立天文台が参加している。

^{*2} メーザー (maser) とは、誘導放出によるマイクロ波増幅のことで、microwave amplification by stimulated emission of radiationの略称。水素メーザー型原子時計は、短期的な安定度は高いが、長期的には全体にずれやすい。一方でセシウム原子時計は、長期的な安定性が高いので、それぞれの特徴を補完しながら、計測する必要がある。

^{*3} 国際度量衡局 (BIPM) へ2005年から報告済みの1台と、研究用に使っている1台がある。日本では産総研以外に、NICTも保有している。

- サイエンスと技術をLINKする産総研
- 科学技術とビジネスをLINKする産総研
- 人々と科学技術をLINKする産総研

LINKの先にあるのは「技術を社会へ」
そんな思いをのせた
コミュニケーション・マガジン「産総研LINK」を
お届けします

産
総
研
LINK
技術を社会へつなげるコミュニケーション・マガジン

産総研LINK No.10 平成29年1月発行

編集・発行 国立研究開発法人 産業技術総合研究所
問い合わせ 企画本部 広報サービス室 出版グループ
〒305-8560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1
TEL : 029-862-6217
FAX : 029-862-6212
E-mail : prpub-ml@aist.go.jp

