

産
総
研

LINK

03

2017 MARCH

No.11

技術を社会へつなげるコミュニケーション・マガジン

Junji Yamamoto
Kazutomo Nishimura



■ BUSINESS MODEL

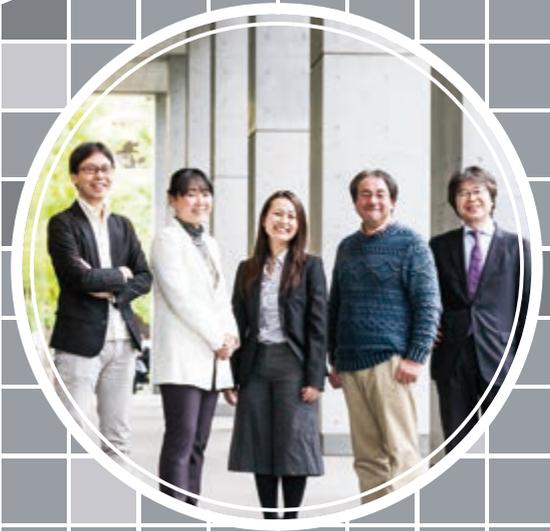
産総研 × 横河ソリューションサービス株式会社 P02
半導体製造の常識を変える!



Shiro Hara
Khumpuang Sommawan

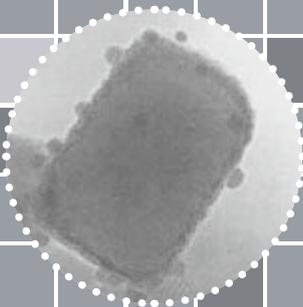
■ CROSS LINK オープンイノベーションラボラトリ P08

早大の良質・大量のデータと
産総研の解析技術で
医科学分野のイノベーションを目指す



① ここにもあった産総研

金が触媒になる!?
常識を覆す金ナノ粒子触媒の発見 P14



横河ソリューションサービス株式会社
取締役 専務執行役員 コーポレート本部長

山本 順二

Junji Yamamoto

横河ソリューションサービス株式会社
半導体サービスセンター長

西村 一知

Kazutomo Nishimura



▲横河ミニマルアプリケーションラボ

BUSINESS
MODEL

半導体製造の常識を変える!

クリーンルームなしで1個からのデバイス製造も可能にする
「ミニマルファブ」

幅30cm、奥行45cm、高さ144cm。小柄な女性よりも小さなこの装置は、半導体の製造装置「ミニマルファブ」だ。

超小型で、たった1個からのデバイス製造がクリーンルームなしでできる“常識外”のこの装置は、

2016年4月から横河ソリューションサービス株式会社が商用サービスを開始。

これまでの半導体製造過程を一変させ、日本の半導体産業復活の切り札になりうると、大きな期待と注目を集めている。

■ その革新性に衝撃を受け、参画を即決

おしゃれなレンガ調の壁の室内に、約10機のミニマル装置が並ぶ。ここは2016年4月に、東京都武蔵野市の横河ソリューションサービス(以下、YJP)本社構内にオープンした「横河ミニマルアプリケーションラボ」だ。ここでは実際にミニマルファブ(ファブとは半導体の製造工場のこ

と)を見たり、触ったり、サンプルを試作したりできる。

個々のミニマル装置はフォトレジストの塗布、露光、エッチングなど、それぞれ異なる機能をもつ。対象とする半導体デバイスの製造に必要な機能をもつミニマル装置を組み合わせれば、そのデバイスを製造できる。つまりこの約80m²に満たないラボが、実際の半導体製造工場そのものとも言えるのだ。

原 史朗

Shiro Hara

産業技術総合研究所
ナノエレクトロニクス研究部門 ミニマルシステムグループ
主任研究員

クンプアンソマワン

Khumpuang Sommawan

▲産総研ナノエレクトロニクス研究部門ミニマルシステムグループラボ内

YJPで半導体サービスセンター長を務める西村一知氏がミニマルファブを初めて見たのは、2011年12月のセミコンジャパンの会場だった。産総研が主導して研究開発を進めていた、ハーフインチウエハを使うクリーンルーム不要の小さな装置群は、巨大な半導体製造装置が並ぶ展示会場の中で異彩を放っていた。

「強烈なインパクトでした。このビジネスに参画したいと、その場で思いました」

過去にも半導体製造装置の小型化は多くの企業が試みてきたが、いずれも中途半端な形で終息してしまっていた。それを知っていた西村氏は、このビジネスにリスクがあることもよくわかっていた。しかし、

「その革新性の前に、リスクは吹き飛びました。将来性を直観したのです」と言う。

当時、ミニマルファブの研究開発を進めていた産総研コンソーシアム「ファブシステム研究会」には、100社ほどが参加していた(現在は約140社)。西村氏はその場で入会申込書を提出。装置の導入支援から運用・保守ま

で、製造以外のソリューションサービスを一貫して提供できる企業は少なく、大いに歓迎されたという。

YJPの持ち味であるソリューションサービスを提供するには、ミニマルファブについて熟知している必要がある。そこで西村氏は、ミニマルファブシステム開発の中心人物である産総研の原史朗のもとに、4人の半導体製造のプロを送り込んだ。そして2012年から4年間、この4人は産総研とともに、ミニマルファブの実用化に向けて奔走する。

多品種少量のニーズに 低コストで応える装置を

このミニマルファブが構想されたのは2007年のこと、産総研の原によって提案された。

当時、半導体デバイスの製造は巨大な工場(メガファブ)で大量に安く作る方式が主流だった。しかし、メガファブの建設には5000億円もの費用がかかり、そのような巨額投資ができるのは、世界でもごく一部の企業に限られてい



▲横河ミニマルアプリケーションラボ(東京都武蔵野市)

筐体とロゴのデザインは「スバル インプレッサWRX」のデザイン開発を手がけた手島彰氏による。塗装も自動車にも使われるパールホワイトを採用。

た。DRAMビジネスで競争に敗れた日本企業は、その後の半導体市場でも劣勢に立たされ、いくつかの企業は市場から撤退し、残る企業も苦戦を強いられていた。

「本当に大量生産しなくては勝てないのだろうか？本当に多品種少量の需要はないのだろうか？」と原は考えた。

その答えを見つけるため、約5年間、研究から離れて徹底的に市場を調査、1000人を超える関係者に会い、本音を聞いて回った。こうして自らの眼で半導体デバイス市場を見直すとともに、国内外の市場情報に注意を払い、半導体の実需動向を見定めた原は、一つの結論にたどり着いた。「多品種少量需要は、決して少なくはない」ということである。

「例えば、パソコンや家電、カーエレクトロニクスの市場は大きいと言われますが、実際は多くの品種で細分化されているので、個々の機種の世界市場自体は大きくありません。全体で1000億円の市場でも、1000種の商品で構成されていれば、1種類では1億円の市場でしかないのです。大量生産の対象とされていた市場は、実は少量生産デバイス市場を束ねたものだったのです」

ここから原は、低コストで多品種少量生産を実現できれば、半導体産業の世界を変えられると考えた。

この考えを後押しする理由がもう一つあった。半導体は将来においても有望なデバイスである。しかし、膨大な投資を必要とする。これではよい技術やアイデアがあってもリスクを恐れてなかなか一步を踏み出しにくい。しかし、少額投資で少量を生産し、ビジネスが成り立つとすればどうだろうか？その答えが、1個からデバイスをつくれる「ミニマルファブ」だった。

「大量生産から多品種少量生産に切り替えれば、対象の市場は小さくても少ない投資で採算がとれます。投資が少なければ同時にリスクも小さくなりますから、ユニークな新しいデバイスを数多く市場に出しやすくなるでしょう」

目指すは標準化 サイズもユーザーインターフェースも すべて統一

こうして生まれた「ミニマルファブ」は、まったく新しい半導体製造装置だ。幅30cm、高さ144cmという、半導体製造装置の既存概念を覆す小ささも、クリーンルームがいらないのも“常識外”である。必要な投資額は従来のメガファブの1/1000(約5億円)の規模に抑えられる。50種類もの装置が一つの部屋に入り、装置の並べ替えも自由だ。省電力で有害な排気もない。

このミニマルファブ構想に多くの企業が賛同し、2010年「ファブシステム研究会」が発足。その中の約30社の中小企業が得意な技術をもちより、ミニマル装置群のプロトタイプの開発に取り組んだ。しかし、単にそれぞれの装置を小型化すればよいというわけではない。システムとしての統一性も必要だ。原は、装置群のサイズをすべてそろえることにこだわった。

しかし、サイズの統一は困難を極めた。「この機能を求めるならどうしても部品がはみ出てしまう」と諦めの声が出ても、原は、例外を認めなかった。まるで箱庭をつくるように、限られたスペースに必要な機能をもつ部品を配置する技術は、海外に対抗できる日本企業の強みである

と原は考えていた。

さらに筐体^{きょうたい}デザイン、ユーザーインターフェースも統一した。エラー表示の出方も共通にし、使いやすさを工夫した。

「目指したのは標準化です。サイズが同じだからこそ、装置を自由に配置できます。また中小企業にとって、筐体デザインやディスプレイの表示設計は、普通は相当な負担になりますが、標準化すれば装置内部の開発だけに注力できます。筐体自体、標準化されていれば低コストで製造でき、あらゆる効率が上がるのです(原)」

優秀でハイセンスな人材が 実現させた実用化への道

2011年、原の研究グループにタイ出身のクンブアンソマワンが加わった。国内外のいくつもの機関で研究に携わってきたソマワンは、ミニマルファブ実用化の強力な推進力となった。

ソマワンの着任時、目途がついていた装置は露光用の3種だけだったが、いずれも実用化にはほど遠い段階だった。ソマワンには、カンチレバー型デバイスを実際に製造するという課題が与えられた。当時まだ、ミニマルファブの実効性に懐疑的な空気もあり、まずは本当にデバイスがつかれることを証明するため、装置を改良する必要があった。そんな中ソマワンが、1度もやり直しせずミニマルファブでカンチレバー型デバイスをつくりあげ



▲ソマワンが手にしているのは、超小型局所クリーン化搬送システム「ミニマルシャトル」。紫外線をカットする赤い容器にウエハを格納して、ミニマル装置間を移動させる。シャトルの中だけをクリーンに保てば、クリーンルームは不要。防塵服もなく普段着で入室できる。

「彼女には、高い集中力や実験センス、強い研究者マインドがあります。ミニマル装置は彼女のおかげでできたようなものです(原)」

たのは、始めてからわずか1年目のことだった。5年でできればと思っていた原は舌を巻いた。

ソマワンは装置の開発にも力を発揮した。

「まず、構造を把握するため、既存の試作品をすべて分解しました。それにより、例えば現像装置では、バルブを小型の注射器の筒(シリンジ)に置き換えればスペースを節約できるなど、いくつもの改善点を洗い出しました」

改善する中で、ソマワンは独自の技術も開発した。わずか0.5ccの現像液をウエハの表面全体に行きわたらせ



◀産総研ナノエレクトロニクス 研究部門ミニマルシステム グループラボ内(茨城県つくば市)

人が装置の前に並んで立つことを前提に、圧迫感を与えない最小幅。小柄な人でもタッチパネル画面を操作しやすい高さ。原が考え抜いた新しい生産スタイルと美意識が、あらゆる部分に反映されている。



▲初めてミニマルファブを見たとき、強烈なインパクトを受けました。(西村センター長)

て現像する方法である。まずシリンジから滴下した1滴を表面に広げるため、ウエハを回転させる。ウエハが小さい分、強い表面張力が働き、4mmも盛り上がっても液がこぼれないという現象が起こる。この性質に着目し、こぼれずウエハ上に留まる0.5ccほどの液だけで現像してしまう技術を開発。現像液を大幅に節約でき、装置をミニマルファブの規定サイズ内に収めることに成功したのだ。

YJPが事業化をスタート! 大きかった海外からの反響

装置メーカーがつくった試作品を、原やソマワンらが徹底して磨き上げていった。YJPから来ていた4人もそれらすべてのプロセス開発を一緒に行い、ミニマルファブがシステムとして完成し、全機種のサービスに対応できる体制が整った。

こうしてYJPは、ミニマルファブのサービス事業の推進を決定し、導入前のコンサルティングから販売、設置環境の構築、立ち上げ、導入後の運用・保守まで、すべてをワンストップで行うサービスの提供を始めた。その基幹となるのが「横河ミニマルアプリケーションラボ」である。現在導入済みの装置は15機種(2017年3月現在)だが、それでも工程の少ないMEMSやトランジスタなら製造できる。

ラボの設置はYJPの山本順二取締役が決断した。山本

氏は製品のライフサイクルの短期化や半導体の使用形態の多様化から、多品種少量生産が進むと考えていた。IoT時代には多種多様な半導体が必要になる。山本氏は、ミニマルファブは時代のニーズに対応できる、これがあれば大量生産とは異なる、付加価値の高い多品種少量市場が生まれる、と感じたという。

「クリーンルーム不要でハーフインチウエハを、というコンセプトも素晴らしいと思いました。それ以上に、日本人の高い技術力を生かせる分野への投資は、日本の産業を支えていくという意義もあると考えたのです。その後、原さんにお会いして話を聞き、徹底した市場調査から練られたコンセプトであることを知り、さらに、原さんの熱意に触れて成功を確信しました」

ラボのオープン以来、見学者は引きも切らず、すでに数社から受注もある。ラボの責任者である西村氏は語る。

「これからのミニマルファブの主力ユーザーは半導体のプロではないでしょう。設置環境や法規制もわからない、場合によっては薬液の購入先もわからない。お客様から思いがけない質問が出るたびにサポートの重要性を実感し、私たちの方向性は間違っていないと実感しています」

うれしい誤算は、国内以上に海外からの反響が大きいことだ。国内企業が実績のない装置への投資に二の足を

キーポイント

KEY POINT

- 1 デバイス製造の概念を変えうる
新たな半導体製造装置。
- 2 クリーンルームなしで、
1個からデバイスを製造できる。
- 3 AIやIoTの研究で求められる
少量多品種生産の実現も狙う。

踏むのに対し、海外の政府や有力大学は、研究開発設備として最適で、かつ産業構造を変える可能性をもつミニマルファブの導入に積極的だという。

現在ミニマルファブシステムの一部は、歩留まりなどを引き続き改良中で、YJPではそれに代わるものとして、同社がもつ既存のメガファブと組み合わせたプロセスサービスを提供している。まずはユーザーに完成したプロセスから使ってもらい、ミニマルファブの特徴と利点を体験してもらおうことが目的だが、最終ゴールはもちろんすべての工程をミニマルファブに置き換えることだ。

YJPにとって2017年度は、2016年度に受けた多数の引き合いを、受注につなげる時期となる。今後もミニマルファブの新機種のラボ導入は続く。2017年度中には20の装置がそろう、2020年には現在開発中の種類すべてが完成し、70種のミニマルファブがラインナップされる予定だ。

デバイス製造の概念を変え 半導体産業の復活を

産総研との共同開発を、YJPの山本氏は振り返る。

「同じ目的に向かう中で常に緊張感があり、エンジニアも現場で鍛えられました。今後ともに利益を出せるような事業を追求していきたいと考えています」

西村氏はこれまでの産総研のイメージが覆ったという。

「これまでは共同研究したら終わりというイメージがありました。しかし原さんはこれをビジネスとして立ち上げ



▲IoT時代に求められる多品種少量生産に、ミニマルファブは対応できると感じています。(山本取締役)

ようとしています。だから企業もついていくのです。画期的な製品が事業化される一歩前から一緒に関わられたことを、幸運に思っています」

すでに製造プロセスができあがったデバイスの試作サービスは、YJPを通じて提供する一方、産総研では、今後本格生産システムへのステップアップを進めるために、製造プロセスの高度化などに取り組むとともに、2019年には臨海副都心センターに協力企業との研究・実証拠点の設置を予定している。新しい少量デバイスの製造プロセス開発を企業と試みる場であり、YJPもサービス窓口企業として参加する。AI / IoT時代のデバイスに不可欠な少量多品種生産を、日本発ミニマルファブで実現することが狙いだ。

「既存のデバイス製造の概念を変えうるこの装置で、日本の半導体産業を復活させたい」という強い想いで、ミニマルファブのビジネス化を推進していく。

お気軽にお問い合わせください！

産総研 ナノエレクトロニクス研究部門

〒305-8568
茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2

☎: 029-861-3483

✉: nanoele-web-ml@aist.go.jp

🌐: <https://unit.aist.go.jp/neri/>



関連動画

横河ソリューションサービス株式会社

〒180-8750
東京都武蔵野市中町2-9-32

☎: 0422-52-0439

✉: <https://contact.yokogawa.com>

🌐: <https://www.yokogawa.co.jp/yjp/corporate/>

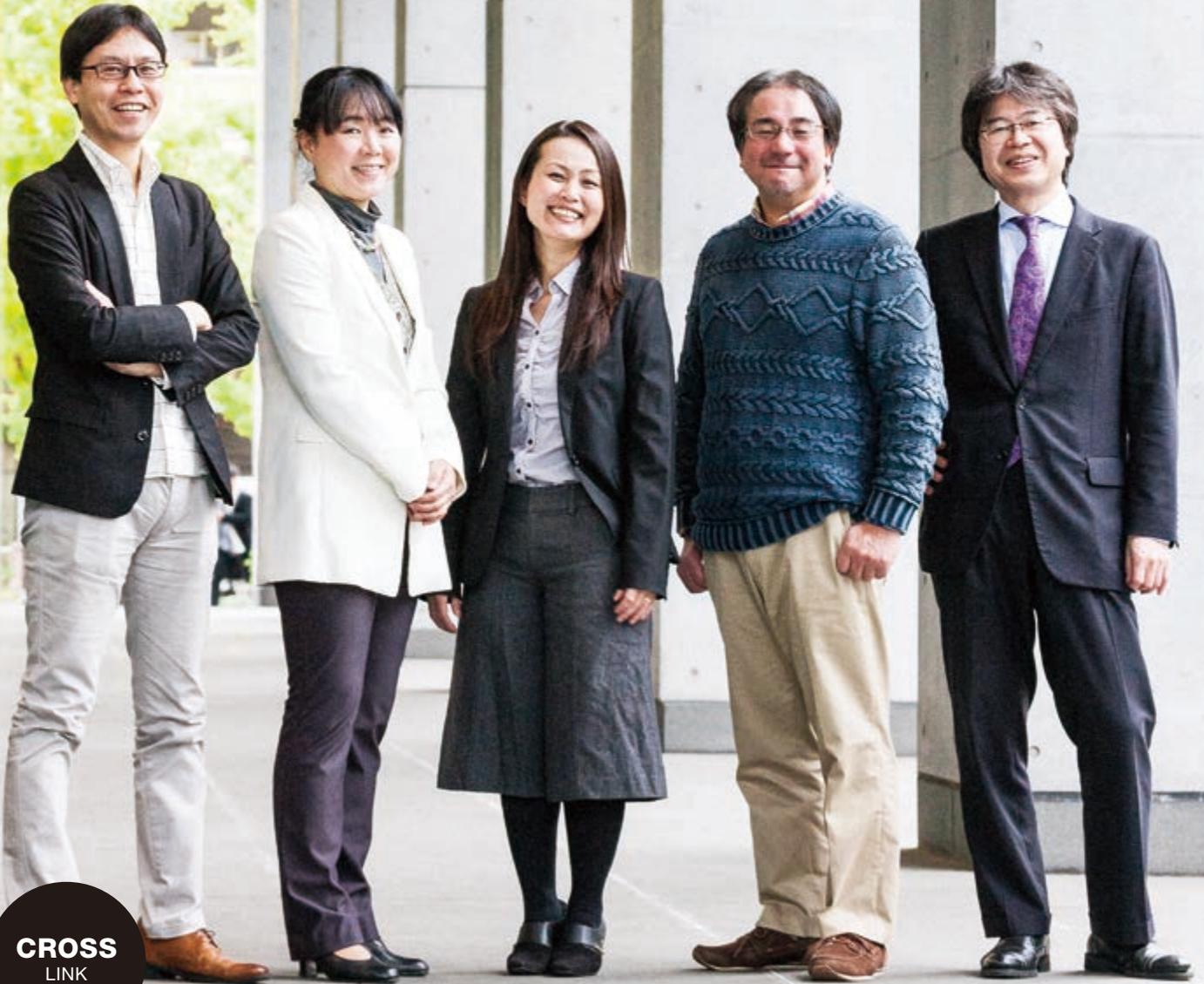


ウェブサイト

産総研

CBBB
-OIL

早稲田
大学



CROSS
LINK

**早大の良質・大量のデータと
産総研の解析技術で
医科学分野のイノベーションを目指す**
～生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ～

産総研は、大学の基礎研究と産総研の目的基礎研究を融合し、産業界へ橋渡ししていくことを目指して、大学のキャンパス内に連携研究拠点「オープンイノベーションラボラトリ(OIL)」の設置を進めている。

2016年7月には、早稲田大学のキャンパス内に産学官連携研究拠点「産総研・早大 生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ(CBBD-OIL)」を開設した。

具体的な研究内容と目指している成果、今後の展開などを中核メンバーに聞いた。



■ OIL設立の機が熟した

——早稲田大学内にOILを設置することになった経緯を、推進役の中村さんからお聞かせください。

中村(産総研) CBBD-OILは、私立大学に設立する初めてのOILです。早稲田大学はバイオ分野で著名な研究者が多数いらっしゃる大学であり、海洋生物のメタゲノムデータをはじめ、良質なデータをたくさん保有しています。また、早稲田大学、産総研とともに高度な生命情報の解析技術をもっています。これらの研究データと技術を融合させることで、世界に冠たる研究ができることを期待し、生体システムビッグデータ解析についてのOIL設立に至りました。

竹山(早稲田大学) 私は、さまざまな生物種の遺伝子解析に従事してきましたが、バイオ系の研究には、生命情報解析技術の習得はとても重要と考えており、私が所属する生命医科学科の授業にもそれを取り入れようと思っていました。学生の中には、所属がバイオ系でも、バイオ研究から出てくる情報を解析することに興味をもつ者もいます。以前から産総研の生命情報解析の研究者たちとは、そのような学生をどう育てればよいのかという話をし、教育だけでなく、ビッグデータ解析など、バイオインフォマティクス研究も一緒に進められればと考えていました。

世の中では次世代シーケンサー^{*1}の登場とともに、今までにはない量の生命情報やビッグデータが生み出されています。しかしながら、特にバイオ系のビッグデータを解析できる人材の不足が指摘されていました。私の周りでも同様に、そのような状況を踏まえ、自分たちのニーズ、シーズを考え合わせると、今がまさに行動を起こす時期だったと思います。早稲田大学にはバイオ系か

ら情報系までさまざまな学科に幅広く人材がいて、かつ解析対象となる価値の高いバイオデータが豊富にあります。産総研から提案されたOILの話は、生体システムビッグデータ解析の必要性とそれを推進する諸条件がそろったところに訪れたチャンスと言えるものでした。

■ バイオ系と情報系の融合で ブレークスルーを実現したい

——CBBD-OILの全体的な構想は？

中村 早稲田大学の良質なデータや配列解析アルゴリズム技術と、産総研の解析技術を融合させ、ビッグデータの集積・解析拠点を構築します。具体的には、配列ビッグデータなどから役立つ知見を抽出する情報解析技術を開発すること、そして、それを用いて生命メカニズムを解明し、医薬品や健康食品開発に橋渡しすることを目的としています。

竹山 これまでの生命情報解析の研究では、バイオ系と情報系研究者との間で、目的意識の共有やコミュニケーションがスムーズにいかないことが多かったのですが、CBBD-OILではその点のブレークスルーを実現し、成功事例にしたいと考えています。

油谷(産総研) そのためには、実験と情報解析の専門家双方の技術やレベルにふさわしい研究を、実施する必要があります。CBBD-OILでは研究テーマや方針について、初期の段階から、両者がともに取り組むことで、研究のゴールのイメージを共有できる体制を作っています。

浜田(早稲田大学) すでに非常に多くのバイオ系データ

*1- 遺伝子のDNA断片の塩基配列を読み出せる装置 (Next Generation Sequencer : NGS)。これまでとは桁違いに多くの配列を、同時並列的に読み出すことができる。



▲仕切りのない大部屋で、視線が合わないようデスクなどの配置が工夫された研究室。独立感をもって各自が自分の研究に集中できる一方、何かあればすぐに他の人に相談できる。

がありますが、解析技術自体はまだ十分とは言えません。私が班長を務める配列解析アルゴリズム班は、最先端の情報技術や数学、物理などのさまざまな知識人を総動員し、不足している解析技術の開発に取り組んでいます。

富永(産総研) 観測精度も、データの意味や情報を抽出する解析技術も限られていた20年前と違い、近年では、実験精度が上がって誤差が少なくなると同時に、コストも下がり蓄積データも増えてきました。同様の状況が、ほかの多くの分野でも見られるようになったことで、ディープラーニングなどのビッグデータ解析分野が興り、さまざまな解析手法が新たに生まれつつあります。CBBDOILは、サイエンス全体にいろいろなものがそろった、まさにこのタイミングで取り組むべきものだと思います。

■ 多彩な人材、多彩な研究が強み

——産総研と早稲田大学、それぞれの強みは？

早稲田大学 先進理工学部生命医科学科 教授
産業技術総合研究所
生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ ラボ長

竹山 春子

Haruko Takeyama



油谷 一言でバイオインフォマティクスと言っても、大変幅広く、配列解析や立体構造解析、数値解析ではまったく分野が異なります。産総研はさまざまな分野のバイオインフォマティクス研究者を幅広く有している国内では稀有な組織であり、バイオインフォマティクス研究で対応できないことはほぼないと言えます。これが産総研の強みと言えます。そこから今回は早稲田大学の保有するデータに合う研究者を探し、バイオ系データ解析の基盤となるアルゴリズム開発の専門家や、富永さんや私のような実データ解析を行う事業化の出口に近い研究者も加わり、橋渡しを進めやすい体制をつくりました。

竹山 ゲノムの時代では、各分野の研究者がコラボレーションしないと研究の進展が難しい状況になっています。早稲田大学は現在、バイオ系の研究に力を入れており、メディカルや基礎研究の研究者が、学部を超えて集まっています。医学部・薬学部をもたないことによるニュートラルなイメージにより、企業を含めて人材や情報が集積

産業技術総合研究所
生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ 副ラボ長

油谷 幸代

Sachiyo Aburatani





しやすいという強みもあります。

CBBB-OILにはそのような広がりをつくるプラットフォームとして機能することを期待しています。

今の社会ニーズに応えながら 将来を見据えた研究にも挑戦

——具体的にどのような研究を行っているのですか。

油谷 社会ニーズに応える研究を進めるのはもちろんですが、それだけでは不十分です。生命情報解析において将来の標準になる技術をつくっていかなければ、バイオインフォマティクスに未来はありません。そのため浜田さんの配列解析アルゴリズム班には、今すぐ役に立つというよりも、挑戦的な研究をお願いしています。一方で富永さんのシステムズバイオロジー班には、医薬・生物の企業や先生方と密接にかかわり、現在求められている応用研究を進めていただいています。

浜田 配列解析アルゴリズム班は配列をメインに、長期的な視点での技術開発に取り組んでいます。生物データはDNAやRNA、タンパク質も抽象化すると配列として見ることができ、現在、その配列データが大量に蓄積されています。それを効率よく処理して効果的な知見を見いだすための、新しい方法論やアルゴリズムをつくろうとしています。

具体的には、大量の文字列データを比較し、処理していく技術や、RNAの中でも最近見つかった、タンパク質にはならない「ノンコーディングRNA^{*2}」のもつ機能を情報学的に推定する手法を開発しています。最近は、腸内の大量の細菌のメタゲノムデータを機械学習の技術を応用して解析する方法も考案しました。

富永 私の関心は生物の仕組みを完全に解き明かすことより、生体がどんなときにどんな振る舞いをするのか、

*2- タンパク質に翻訳されず、独自に機能するRNA (non-coding RNA, ncRNA)。

早稲田大学 先進理工学部電気・情報生命工学科 准教授
産業技術総合研究所
生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ
配列解析アルゴリズム班 班長

浜田 道昭

Michiaki Hamada



産業技術総合研究所
生体システムビッグデータ解析オープンイノベーションラボラトリ
システムズバイオロジー班 班長

富永 大介

Daisuke Tominaga





産業技術総合研究所 企画本部 副本部長

中村 吉明

Yoshiaki Nakamura

観測される挙動を数学的に記述する方向にあります。例えば、人の遺伝子の働き方を測定すると、約5万個の遺伝子の活性が数値の羅列として出てきて、それを見ただけでは意味が把握できません。そのため実際の解析時には遺伝子群や機能などのくくりで働き方を捉え、それらの働きと働き間の関係を調べたりします。つまり、生命の分子機械としての仕組みそのものではなく、人が理解できる枠組みに抽象化して探っていくのです。

メンバーシップ登録で 研究成果を企業に橋渡ししやすく

——企業との連携のあり方についてはどうでしょうか。

竹山 現在、CBBDOILには主に製薬会社のほか、食品業界など人の健康にかかわる企業にも加わっています。細胞生物学で分子の動きを知ることは、それを制御する方法の研究にもつながるため、私たちには疾病メカニズムのような大きな生命現象の解析が求められています。

浜田 近年、解析しつくされてしまったタンパク質に代わり、ノンコーディングRNAの機能を推定する技術ができれば、将来的にはこれをターゲットにした製薬ができると期待されています。

富永 私はもっぱら現在使える技術で解析していますが、先に話した抽象化のレベルはある程度は任意に選べます。共同研究先の企業などが理解したい深度は研究の目的や期間などによって異なるわけですが、それを考

慮して抽象化し、生体の機能などの解析結果を、相手が解釈しやすい形にして渡せるということです。それにより企業は、例えば、この微生物をどう改造すればどのような機能をもたせられるか、どうすれば薬をつくれるようになるのかといった指針が立てやすくなります。

中村 OILは、基礎研究から橋渡しまで一気通貫で行っていく研究拠点です。今後、参加企業をさらに増やしていきたいと考えています。

油谷 例えば、企業でゲノムに関する部署を立ち上げても、ゲノム解析に詳しい人材が社内にいるとは限りませんし、ゲノム解析の先にある数値データを扱う場はなかなかありません。CBBDOILでは実際に企業で測定された実データを使って解析できます。また、OILで開発された新規の解析技術やその研究成果を知ることが可能です。何より、最先端のバイオインフォマティクス技術を試すための指導や相談を受けることもできるのです。

竹山 そこから共同研究に展開していくことも可能ですので、ぜひ、多くの企業にメンバーシップ登録をしていた

キーポイント

KEY POINT

1

早大の良質・大量のデータと、
産総研の幅広い解析技術を融合。

2

バイオ系と情報系がともに、
テーマ設定の段階から取り組む。

3

今必要な技術とともに、将来を
見据えた挑戦的な研究も行う。

だき、CBBB-OILにご参加いただきたいですね。

RA制度を活用して 学生も参加

竹山 現在、CBBB-OILの研究室には12~13人の学生がいます。大学院生の産総研リサーチアシスタント(RA)が6名、技術研修生が4名、ほかに学部生も出入りしています。産総研のRA

制度を用いて大学院生を雇用するのは、学生が研究に没頭できる環境を提供するためですが、それに対して学生は、研究面で成果を出すことが求められます。このようなマッチングはお互いに魅力的ですし、学生が研究テーマを広げることにも役立っています。現場で活躍する若い活力は私たちにもよい刺激になっています。

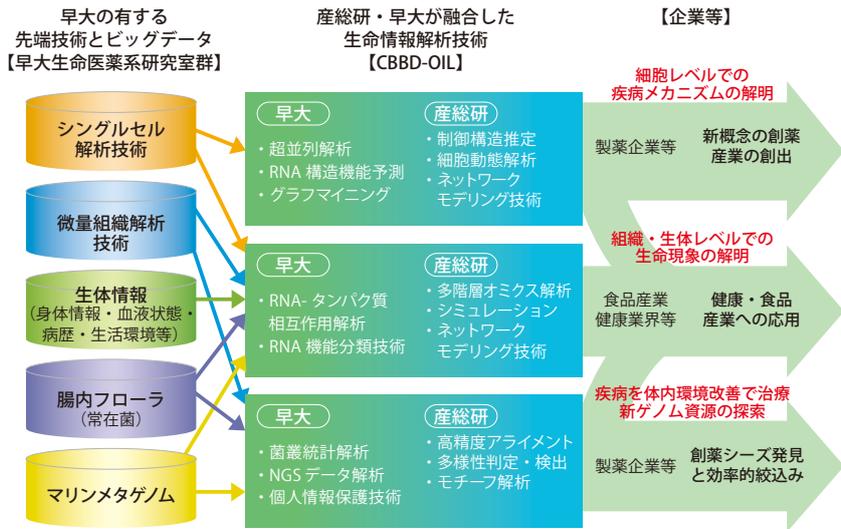
中村 RAは単なる研究アシスタントではなく、一人前の研究者として扱われます。自ら率先して研究を行い、優れた成果をあげられるこの環境に、多くの方々に参加してほしいです。

成果を上げ、 国際的な認知度も高めたい

——今後のCBBB-OILの展開は？

竹山 OILは5年間の設置期限がありますが、発足から9カ月たった現在、参加者の間でビジョンを共有する下地ができ、多くのアイデアも出てきています。今後大きな成果を出すためのスタート地点とし、OIL終了後でも残したい研究拠点となるように成長できればと思います。

油谷 この研究拠点が5年後、10年後に自立運営するためには、企業との共同研究やOILへの参画も積極的に増やす必要があります。また、世界に点在しているバイオイ



▲CBBB-OILの研究イメージ

ンフォマティクス研究所やバイオ系の研究所などとの国際連携も進め、国際的に認知される組織にしていきたいです。まずはよい論文を出し、企業との成果も積み重ねていくことが必要でしょう。

浜田 私はぜひ、将来、標準的に使われるCBBB-OIL発の情報解析技術を残したいです。

中村 大いに期待しています。外部資金も活用し、プロジェクト終了後には次のステップとして、得られた知見を企業における医薬品や健康食品開発に橋渡しを行うかたちで発展させていただきたいです。

お気軽にお問い合わせください！

[オープンイノベーションラボラトリ全般について]

産総研 企画本部総合企画室

〒100-8921 東京都千代田区霞が関1-3-1

☎: 03-5501-0901

✉: pl-inquiry-ml@aist.go.jp

産総研・早大
生体システムビッグデータ解析
オープンイノベーションラボラトリ (CBBB-OIL)

〒169-0072 東京都新宿区大久保3丁目4-1
早稲田大学西早稲田キャンパス63号館520号室

☎: 03-3203-4141

✉: info-cbbd-ml@aist.go.jp

🌐: <https://unit.aist.go.jp/cbbd-oil/>



関連動画

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。

金が触媒になる!?

常識を覆す金ナノ粒子触媒の発見

20世紀の石油化学工業にとって、貴金属は欠かすことのできない触媒だった。

しかし、金はその例外であった。

金は当時、触媒としての働きがない元素だと見られていたのだ。

その“常識”を覆したのが、産総研(当時・工業技術院大阪工業技術研究所)に在籍していた春田正毅である。

1982年、春田は金のナノ粒子を調製し、それらの一部に触媒活性を発見。

触媒化学に新たな地平を切り拓き、世界的な金触媒研究の潮流を作り出した。

金は触媒にならないのか?

20世紀初頭に実用化された固体触媒は、触媒化学を進化させ、その後の石油化学産業の発展をもたらした。金属硫化物や金属酸化物など、さまざまなものが触媒として用いられたが、中でも酸化にも還元にも使える貴金属触媒は幅広い用途をもち、石油化学全般や自動車エンジンの排ガス浄化などに応用されてきた。しかし、貴金属は高価である。そのため、微粒子にして表面積を稼ぐ工夫がなされてきた。いわば貴金属触媒の技術は、ナノテクノロジーの先駆けでもあった。

しかしながら、すべての貴金属が触媒として用いられたわけではない。金は触媒としての活性が乏しいと考えられ、長い間、手つかずとなっていた。

学会での質問に触発される

1974年、産総研の前身である工業技術院では、新エネルギーの研究開発プロジェクトが進められていた。春田正毅はその大阪工業技術研究所で、触媒を使った水素の燃焼技術の研究を担当することになった。新しい暖房器具や調理器具の開発に向け、水素を100～300℃で穏やかに燃焼させる技術を生み出そうというのだ。目標はアルミニウム、鉄、コバルトなどの単金属酸化物から、白金に匹敵する高活性な触媒を開発することだったが、そのとき春田は、貴金属についても同様の研究を行えば、

両者の違いを知ることができると考えた。

プロジェクト本来の目的とは別に進められた貴金属触媒の研究で、春田は、金属酸化物の水素酸化の触媒活性は、金属イオンと酸素イオンの結合エネルギーの大きさに対して火山型の相関を示すこと、グラフのピークを境に左右に位置する金属を混ぜ合わせると複合効果が現れ、より高活性な触媒ができることを発見した。

このとき蓄積した実験データを元に、1982年9月、留学先のベルギーで開催された国際触媒調製会議において金属酸化物の水素酸化の触媒活性についての発表をすると、会場から「金は試したか?」との質問が出された。まだ試していなかった。質問者は、金でも一酸化炭素(CO)の酸化反応が起こるのではないかと指摘したのだ。この言葉が、後に触媒化学の研究を大きく変えることになる。

常識が覆された!

帰国した春田は、さっそく金と卑金属との複合酸化物を調製し、水素とCOの酸化に対する触媒活性を調べ始めた。

ある日、固定床流通式のCO酸化反応器でこの触媒活性を調べていると、驚くべきことがわかった。マイナス77℃まで冷却を続けても、COの酸化が起こったのだ。

通常、パラジウムや白金をアルミナやシリカのような金属酸化物上に担持したものを触媒とすると、COを酸化させるために

は100℃以上にする必要があり、温度が下がるにつれて酸化反応は起こらなくなる。しかし金触媒では、それより約200℃低い温度でも、CO酸化の効率を維持できるということがわかった。これは、金に対するそれまでの常識を覆す大発見であった。

しかし、春田は慎重だった。すぐに発表せず、触媒調製や触媒活性測定の変えて、何度も実験を繰り返した。特許出願を行ったのは、いつでも再現できる準備が整った1984年のことだった。講演会で発表すると、会場は水を打ったように静まりかえったという。

同年、のちにカーボンナノチューブの発見で知られる飯島澄男に、高分解能透過型電子顕微鏡での金触媒サンプルの観察を依頼。直径30nm前後の酸化第二鉄(Fe₂O₃)の微粒子上に、約4nmの金の超微粒子が分散、固定化されていることが明らかになった。ここから春田はあらゆる種類の担体上に金をナノ粒子やクラスターとして担持する手法を開発し、金が得意とする化学反応を調べ、また、金ナノ粒子触媒によるCO酸化の反応機構も解明したのである。

金は、パラジウムや白金の10²～10⁴倍という、はるかに高い触媒活性を示す。同じ温度で、10倍高い効率で反応するということは、1/10の時間で同じ量の反応が起きるということであり、産業化の観点から優れた点と言える。

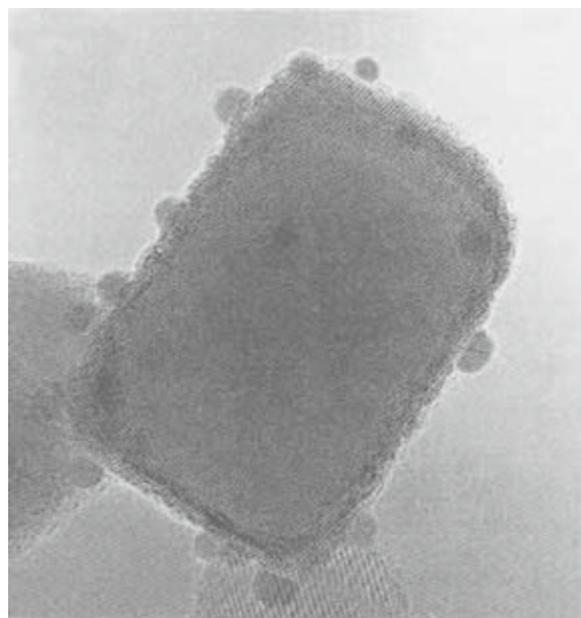
広がる可能性に期待が集まる

春田が発見した金の触媒作用は、企業により実用化が進められた。初めて市場に登場したのは1992年、松下住設機器株式会社の洗浄式トイレの脱臭触媒としてだった。2008年には株式会社旭化成ケミカルズが金-酸化ニッケル触媒を用いてメタクリル酸メチルを製造、欧米に先駆けて化成品の商業生産を開始した。自動車産業ではイタリアのフィアット社がディーゼルエンジンに金-パラジウム二元系触媒を搭載。環境分野でも、金ナノ粒子はアルシンやホスフィンなどの有毒ガスの微量検知や、地下水の浄化に貢献している。

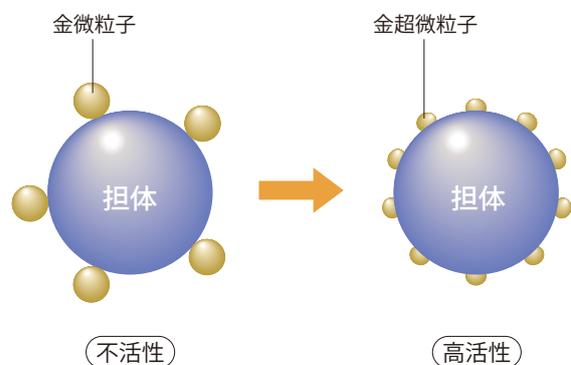
金ナノ粒子触媒に対する国内外からの関心は2000年以降とみに高まり、春田の論文の引用数も急激に増えてきている。これを受けて春田は、2012年に「トムソン・ロイター引用栄誉賞」を受賞した。今後、担体の種類や金ナノ粒子のサイズや構造の特異性(size- and structure-specificity)*を制御することで、さらに多様な化学反応の実用化が進んでいくだろう。

春田は2005年より首都大学東京で教鞭をとる傍ら、2012年に中国科学院の大連化学物理研究所内「金触媒研究センター」センター長を兼任し、2013年にはハルタゴールド株式会社(首都大学東京発ベンチャー)を立ち上げ、金ナノ粒子触媒のさらなる可能性を追求し続けている。

*- 現在は、単に金ナノ粒子のサイズを小さくすればよいということではなく、どのようなサイズがよいかを見極めて選ぶということが、重要であることがわかってきている。



▲酸化チタンに付着した金ナノ粒子の電子顕微鏡像



▲それまでの触媒では、金は球状、粒子径は10nm以上で不活性(左)だった。金が5nm以下の半球状粒子として担体とくっつくとな活性が出現する(右)。

- 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.11 平成29年3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

