

## 新着任の部門長紹介

### 「産総研での四半世紀を振り返って」

#### モレキュラーバイオシステム研究部門長 三谷恭雄

##### ・自己紹介

大学院ではホヤの初期発生という生物学の基礎研究を行なっていましたが、目先を応用研究にも向けていという思いが芽生え、産総研への入所を決意しました。

入所は産総研発足の 2001 年、北海道センターで当時の田村グループ長（前領域長）のもと、主に *Rhodococcus* 属細菌を宿主とした組換えタンパク質発現系の構築に取り組みました。任期審査を終えたあと、ミュンヘンの Max Planck 研究所に 2 年弱滞在する機会に恵まれ、帰国後もすぐに経産省バイオ課で 1 年間研鑽を積む機会をいただきました。帰任先は、縁あって当時の鎌形部門長がグループ長を兼務するつくばのグループで、鎌形さんからは、これまでの研究も継続しつつ新たな仕事を始めろ、とのミッションをいただきました。すぐさま、当時の近江谷副部門長（のちにバイオメディカル研究部門長）と引き合わせていただき、生物発光への一步を踏み出すことになりました。最初の仕事が白夜のノルウェーでの発光サメのサンプリングだったことは今でも記憶に新しいです（結局サメの仕事はいまだに実を結んでいませんが、研究者同士の交流は続いている、一緒に富山にホタルイカのサンプリングに行ったりもしています）。このころから、鎌形さん、近江谷さんとは、富山の他、中国、台湾、タイなどにも何度か足を運びました。海外好きな近江谷さんとは、他にもインドやブラジル、UAE などもご一緒させていただきました。これらの旅？のエピソードは尽きませんが、ここでの紹介は控えておきます。私自身も今でも国外研究者とのお付き合いはあります、多くはこれらの出張先での出会いに端を発していて、貴重な財産を得る機会をいただけたことに感謝しております。

この間、再び北海道センターへの異動となり、中高生の子供二人含む家族をつくばに残し、研究グループ長として 5 年間を北の大地で過ごしました。冬も終わりに差し掛かり日増しに陽光まぶしくなる 2 月頃の雪山を歩く喜びを見出したころ、つくばへの異動を命ぜられ、2 年間を本部組織の一員として過ごしました。その後の帰任先は 3 つ目の拠点となる関西センターで、所属部門も変わり、当時のバイオメディカル研究部門に副部門長として着任しました。その一年後には関西センター所長代理

（副部門長兼務）、さらにその年末 2025 年 12 月からモレキュラーバイオシステム研究部門長（所長代理兼務）を拝命し、現在に至っています。

大阪は幼少期から高校までを過ごした地でもあり、特に関西弁や関西ローカル番組に懐かしさを覚える一方で、様変わりした大阪駅周辺にはかつての大阪にはなかった都会の洗練された風を感じます。関西センターの位置する池田市は大阪とは思えない閑静な住宅地が広がり、航空機観察スポットでもある五月山の麓で再び単身生活を送っております。

##### ・メッセージ

萩原前部門長が築いてこられた、今の部門の体制はよく考えられており、しっかりとユニットのミッションを推進していくために十分強固なものと考えております。また、いずれの研究グループも多様なメンバーの研究をうまく整合させながらグループとしてまとまりを作り出すことに対する前向きさが感じられ、これから研究成果創出に向けた意欲が伝わってきます。萩原さんははじめ、これまでの部門長や部門幹部の皆様方が育んできたこうした雰囲気を大切にしながら、特にこれから研究グループを率いることになる世代の皆様が、自分自身の研究アイディアを最大限活かしながら生命工学領域、産総研を発展させるための研究を推進していただけるように最善を尽くす覚悟でおります。

ここにきて我が身を振り返りますと、やはり生物の進化やそれをもたらした分子機能の解明など基礎研究に目が向きがちで、根本をなす人の興味は外的環境の影響を受けにくいように感じています（自分が頑固なだけ？）。しかしながら新しい発見こそが全てのイノベーションの源泉であることに疑いの余地はなく、生命現象の解明は無限のイノベーションの可能性を秘めていることを、みなさんとともに示し続けることに尽力して参ります。



ドイツ・ドレスデン近郊にて（2025 年 9 月）

# 2025 堀場雅夫賞

## 潜在的発光酵素機能を利用した タンパク質分析技術の開発

健康医工学研究部門 ナノバイオデバイス研究グループ  
西原 諒 主任研究員



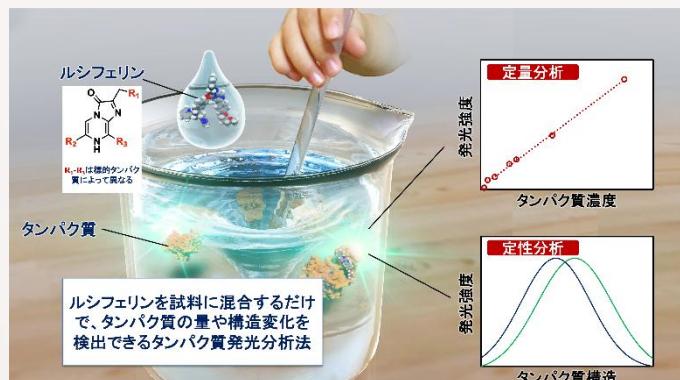
私たちの健康状態や病気の有無を調べるうえで、血液や唾液などに含まれるタンパク質を正確に測定することは非常に重要です。しかし、従来のタンパク質分析法の多くは、抗体や酵素といった高価な試薬を必要とし、操作が複雑で測定に時間がかかるという課題がありました。

生物発光は、「ルシフェリン」と呼ばれる物質が「ルシフェラーゼ」という発光酵素の働きによって酸化され、光を放つ現象です。一方で、ルシフェリンはルシフェラーゼが存在しない条件でも、わずかに発光することが、いくつかの生物発光アッセイで確認されてきました。この発光はこれまで「バックグラウンドシグナル」として、測定の妨げになるものと考えられてきました。

ところが、我々はルシフェリンの化学構造を変えると、このバックグラウンドシグナルが消失する場合があることを発見しました。このことから、バックグラウンドシグナルは、ルシフェリンが測定系に含まれるタンパク質などの生体分子と、ある程度の特異性をもって反応した結果であると考えました。そこで本研究では、ルシフェラーゼではないタンパク質であっても、特定の構造をもつルシフェリ

ンの発光反応を触媒できる「発光酵素的な機能」を潜在的に有しているという仮説を立て、この機能を「擬似ルシフェラーゼ活性」と名付けました。

本研究では、この擬似ルシフェラーゼ活性に着目し、目的のタンパク質と結合したときのみ発光するルシフェリンを開発することで、ルシフェリンを検体に混合するだけで、目的のタンパク質が自ら生み出す光によって検出できる、新しいタンパク質の発光分析技術の開発を目指しました。その結果、唾液などの検体にルシフェリンを加えるだけという極めて簡単な操作で、発光強度からタンパク質の量を、発光色からタンパク質の状態を評価できる分析技術を実現しました(下図参照)。本手法は、抗体や酵素を必要とせず、数分以内に測定結果が得られる点が大きな特長です。



実際に、新型コロナウイルスのスパイクタンパク質を対象とした検証では、唾液試料にウミホタル由来のルシフェリンを混合するだけで、スパイクタンパク質を1分で定量できることを示しました。これは、従来法と比べて迅速性と簡便性に優れた結果です。さらに、生物発光が進化の過程で、それぞれのルシフェラーゼに適合するようにルシフェリンの化学構造を多様化させてきた点に着目し、標的となるタンパク質に合わせて構造を調整した「人工ルシフェリン」を新たに設計しました(図中ルシフェリンの側鎖 R1-R3 を調整)。その結果、ウイルスタンパク質だけでなく、ヒト血清アルブミンや抗体など、私たちの体に含まれるタンパク質にも本技術を応用できることが分かりました。中には、タンパク質の変性といった構造変化を、発光の色の違いとして識別できる例もあり、医薬品の品質評価への応用も期待されています。

本技術は、感染症の迅速検査からバイオ医薬品の開発・製造における品質管理まで、幅広い分野で活用できる次世代の分析・計測技術です。従来の測定原理にとらわれない新しい発想により、これまで測定が難しかったタンパク質にも対応できる可能性が広がりました。今後は、有効性や再現性の検証をさらに進め、社会に役立つ迅速検査技術としての実用化を目指していきます。

## 第6回 TCIベンチャーアワード シーズ部門 大賞

### 組織深部を可視化する 近赤外分光イメージング腹腔鏡システム 健康医工学研究部門 医療機器研究グループ 高松 利寛 主任研究員

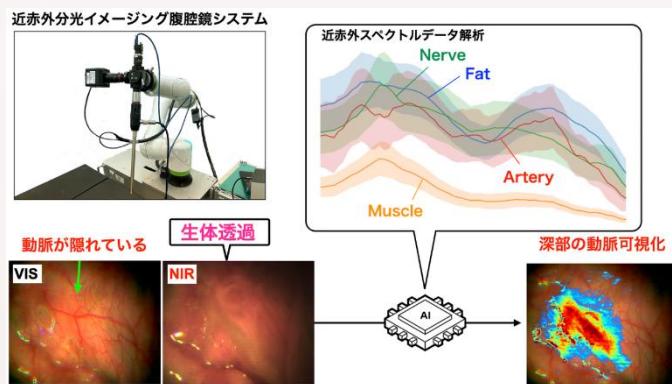


腹腔鏡手術は、患者への身体的負担が少ない低侵襲治療として広く普及しています。一方で、術者の触覚や視野が制限されるため、体表からは確認できない深部に存在する神経や血管などの重要組織を十分に認識できないまま、経験則に基づいてその走行を推測しながら手術が進められています。こうした制約の中で重要組織が損傷されると、術後の回復遅延や後遺症を引き起こし、患者の生活の質（QOL）に大きな影響を及ぼすことが課題となっていました。このような背景から、手術中に重要組織を的確に把握できる可視化技術の確立が強く求められています。

そこで本研究では、1000 nm 以上の近赤外波長が示す高い生体透過性と、スペクトル情報から有機物の分子振動情報を抽出できるという特長に着目しました。そして、カメラの各画素で分光情報を取得する近赤外ハイパススペクトラルイメージング（NIR-HSI）と機械学習を組み合わせることで、非破壊かつ非染色で組織深部を可視化する手法を世界に先駆けて提案し、正常組織に覆われたがん病変などを可視化できることを示してきました。

しかし、NIR-HSI 装置は研究用途の大型システムしか市販されておらず、臨床現場で用いるためには腹腔鏡下で使用可能なサイズへの小型化が不可欠でした。この課題に対して、可視～近赤外に対応する内視鏡レンズの設計・製造、イメージングシステムの構築、分光光源の開発といった基盤技術を独自に構築し統合することで、世界初となる NIR-HSI 腹腔鏡システムを実現しました。

そして、生体動物を用いた撮像検証を通じて、がん病変の可視化にとどまらず、組織深部に存在する血管など、手術中に損傷を避けるべき重要構造も可視化可能であることを明らかにしました（下図参照）。本技術は、術中の意思決定を支援し、重要組織損傷のリスクを低減することで、手術合併症の減少に寄与することが期待されます。



NIR-HSI 腹腔鏡システムの概要

これまでに、国立がん研究センターベンチャーアンカーベーションプログラム、つくばスタートアッププログラム、HVC Kyoto、Medtech ROUND、HiDEP Global など、数多くのスタートアップ・アクセラレーション・プログラムに参加してきました。これらのプログラムでは、医師や企業関係者、投資家など多様な立場の専門家から、時には厳しいフィードバックを受けることもありましたが、そうした議論を通じて、開発方針や技術要件を明確化してきました。さらに、AMED 官民による若手研究者発掘支援事業や、筑波大学拠点橋渡し研究支援プログラム S0 等の開発助成を受け、医師や情報工学分野の専門家と連携しながら、社会実装に向けた開発を着実に推進してきました。これらの取り組みを通じて、内視鏡手術の安全性を一段階高める新たな手術ナビゲーション技術として、実現に向けた道筋の解像度が高まり、その点が評価されて今回の受賞につながったものと考えています。今後は、臨床現場での実証を進めるとともに、実用化・社会実装に向けた取り組みをさらに加速し、より多くの患者に貢献できる技術へと発展させていきたいと考えています。

## 若手紹介 宮田 棕 研究員

健康医工学研究部門  
細胞機能解析研究グループ

### ・研究内容

私は、食品素材などの天然素材を対象に、化学分析や細胞を用いた機能性評価を通じて、素材中の有効成分を明らかにする研究を行っています。現在、四国センターに所属していることから、四国原産の植物素材の応用利用を目指して日々研究に取り組んでいます。私が扱う植物素材の多くは成分プロファイルが未解明であり、有効性・安全性の両面から、機器分析によって含有成分を同定することが重要です。天然素材中の成分の化学構造を決定するためには、数百グラムから数キログラムの素材を準備し、素材から含有成分を抽出、様々なカラムクロマトグラフィーにより、成分を精製・単離する必要があります。単離した成分は数ミリグラム程度であることが多く、核磁気共鳴や質量分析など複数の分析機器を用いて構造を決定します。一つの成分の化学構造を決定するだけでも、多くの困難がありますが、研究例の少ない天然素材からは、文献未掲載の新規化合物を発見できることもあり、宝探しのような感覚で研究に取り組んでいます。また、グループで独自に開発した発光細胞を用いて、対象とする天然素材や自ら発見した含有成分の機能性評価も実施しており、天然素材を通じた国民の QoL の向上に貢献したいと思っています。

### ・目指す社会実装

国民医療費は増加傾向を示しており、国民医療費の低減は日本が解決すべき社会問題の一つとなっています。中でも脂質異常症および 2 型糖尿病に代表される生活習慣病の治療費用は、国民医療費の一定割合を占めている状況です。したがって、機能性食品等の天然素材により、これらの生活習慣病の罹患率を低下させ、国民の健康状態を維持することができれば、国民医療費の低減に繋がると考えています。現在、四国原産の植物素材の研究に加え、食品企業や化粧品企業との共

同研究にも取り組んでいます。私が明らかにした天然素材中の含有成分や有効性によって、天然素材の機能性表示食品や医薬部外品の登録に貢献し、製品化という形で社会実装することを目指しています。研究成果を社会実装していくことで、生活習慣病の予防や健康維持に貢献し、社会問題の解決につなげていきたいと考えています。



### ・産総研の良いところ

産総研には多様なバックグラウンドを持った研究者が所属しており、社会課題や学術的難題の解決に、多角的に立ち向かう強みを感じています。私が所属する四国センターでは、同世代の若手研究員も多く、周りの研究者から多くの刺激をもらしながら、日々の研究活動に従事しています。産総研には先端設備など、研究環境も非常に整っており、恵まれた環境で研究をさせていただいていると感じています。

### ・メッセージ

産総研での仕事を通じて、人とのつながりを大切にしながら、多くのことを吸収していきたいと思っています。産総研という素晴らしい環境を活かしながら、社会課題の解決に貢献していきたいです。

■発行 国立研究開発法人産業技術総合研究所

生命工学領域

〒305-8560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 本部・情報棟

<https://unit.aist.go.jp/dlsbt/index.html>

■編集 生命工学領域 研究企画室

■第 40 号：2026 年 2 月 4 日発行

本誌記事写真等の無断転載を禁じます。

© 2026 AIST