急速に進展するバイオイメージング

ジャスティン・マーフィー

「ベビーブーム」世代の高齢化や、COVID-19を含む疾患やウイルスの増加により、強力でさらに効果的なバイオイメージング技能・技術が必要とされているのは明らかである。

医学・生物学的な診断技術やシステムが急速に進歩している。バイオイメージングは、その中でも最前線にある。この技術は、「多くの新しいブレークスルーをもたらす診断の柱」になるかもしれないと言う専門家もいる。

グローバルマーケットの状況も、それを支持している。バイオイメージング分野は、2020年に560億ドル以上の売上を記録している。アイルランドのリサーチ＆マーケット社（Research & Markets）のアナリストは、現在から2026年の間に、この市場は控えめに見ても毎年約10%の複合年間成長率（CAGR）で着実に成長するだろうと予測している。このような成長の背景には、「慢性疾患の有病率の増加」と「ベビーブーム」世代の高齢化に伴う高齢者人口の増加がある。このため、疾病診断のためのより高度で効率的なバイオイメージング技術が必要とされている。また、気候変動対策の推進として、環境モニタリングを目的とした化学物質や毒物、微生物素材を分析するためにバイオイメージングが使用されていることも、この市場の成長に一役買っている。

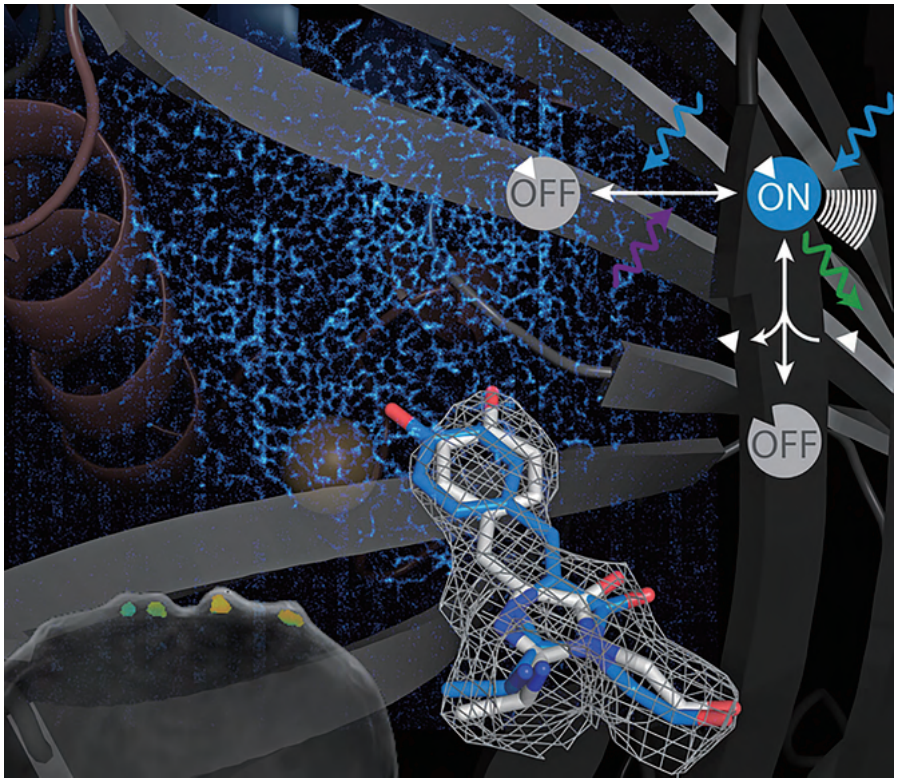

図1　スイッチセンサのモデル。

COVID-19のパンデミックもまた、バイオイメージング市場に直接的な影響を与えている。世界中の研究者が、このウイルスと変異株の研究を続け、最終的にはワクチンやその他の効果的な治療法を開発・強化しようとしているからである。

技術の進展

研究者は、バイオイメージング技術を最大限に活用して発展させるために新しい方法を発見している。それには、より効率的で感度の高いシステムから、より効果的な発展も含まれている。

独ヘルツホルムセンター・ミュンヘン（Helmholtz Zentrum München）の生物学・医学イメージング研究所（Institute of Biological and Medical Imaging：IBMI）が率いるチームは、光音響法を含むバイオイメージングの研究を長年行っている。光音響バイオイメージングは、「光によって発生する超音波信号を読み出すことに依存する」方法であり、高い透過深度と分解能、そして広視野をすべて実現できる。

光音響法は、遺伝子にコードされたレポーターやセンサなどのツールを利用して効率を上げる。また、可逆的な光スイッチタンパク質にも依存する。しかし、従来、この2つは共存していなかった。これらのタンパク質は、「ナノスケールまたは生きた動物組織の中で、特定の分析物の分布を測定するセンサとして、まだ使われていなかった」のである。今回、『Nature Biotechnology』誌に掲載された研究の中で、IBMIのチームは、これを克服する方法を発見した。遺伝的にコードされた

LaserFocusWorld JAPAN

無料購読
お申込み方法

Laser Focus World Japanは、レーザ/フォトニクス/オプトエレクトロニクス応用技術/製品の開発、研究、マーケティングなどに携わっている方に無料でお届けする雑誌です。ご希望の方はオンラインよりご登録ください。ご登録内容を確認させていただいたうえで読者として正式登録させていただきます。

●オンライン登録
http://ex-press.jp/lfwj
登録内容の変更もこちらから可能です。

ご登録の流れ

お申し込み

登録審査

ご登録内容から、お申し込みの方が無料購読対象の方かどうか確認させていただきます。

登録完了/購読開始

登録完了後、約1～2ヶ月後の発行号から無料購読を開始いたします。

ご購読の更新

約1年毎に購読継続の確認をさせていただきます。
＊更新の段階で有料購読に切り替わることはありません。

個人情報に関する当社の方針はこちらをご確認ください。
≫ http://ex-press.jp/lfwj/privacy/

お問い合わせ：株式会社イーエクス プレス
Tel: 03-6721-9890
email: lfwj@lfw-japan.jp

カルシウムインジケータの第5世代（GCaMP5G）をベースに、光スイッチカルシウムイオンセンサを開発したのである（**図1**）。このセンサは405nmと488nmの光でスイッチし、分子メカニズムを構造レベルで描写できる[1]。

研究者は次のように述べる。「光でスイッチできるシグナルは、ラベルを点滅させることで、他のシグナルの強いバックグラウンドに対して、少数の細胞を可視化できる。特に免疫系では、多くの生命現象が少数の細胞に依存するため、生きた生体内で少数の細胞を可視化できることは重要だ」。

IBMIのチームは最終的に、「生体内でラベリングした単一細胞を追跡して、その機能を可視化できる」ようにして、免疫系や腫瘍発生などの分野をより深く理解できることを目指している。

中国の北京国立分子科学研究所（Beijing National Laboratory for Molecular Sciences）の研究者は、バイオイメージングにおける蛍光の利用を推進している。近赤外（near-IR）領域である700～1400nmに発光波長を持つ蛍光色素によって、試料の奥深くから組織のイメージングが可能となる。1000～1700nmのnear-IR-II領域の色素もバイオイメージングを促進できるものの、輝度が低いという欠点がある。

今回、北京のチームは、near-IR-IIで強く蛍光を発する新規色素を開発した。この新しいキサンテン系色素ファミリーは、「1210nmの蛍光発光と高い輝度を持ち、最高のパフォーマンスを発揮する」ことが明らかになった。

『Journal of the American Chemical Society』誌に掲載されたこの研究は、マウスの血液循環系で実証された[2]。色素が注入された後、体内に行き渡るにつれてマウスの循環系が発光することが観察された。「この色素は十分に明るいため、5msという短い露光時間で鮮明な画像を得ることができた」と研究チームは述べる。さらに血流速度を計算でき、「空間的に近い大腿動脈と大腿静脈を区別できるほど優れた空間分解能」を達成できた。

研究者は、「高い空間・時間分解能を持つバイオイメージングに有効なツール」であると話す。

沖縄科学技術大学院大（OIST）の研究者は九州大のチームとともに、バイオイメージングの進歩に向けたステップも踏んでいる。バイオイメージングシステムの高い性能を確保するために必要とされる無機結晶ではなく、有機材料を用いて暗闇で光らせることを可能にした。現在使われている無機系の方法では、入手が容易ではない希土類金属の導入や、1800℉を超える製造温度が必要である。

有機材料はより入手しやすいため、理想的な材料である。OISTと九州大の研究者は、バイオイメージングは有機ベースの発光の有力な応用候補であり、健康科学の分野で無数の利益を生み出す可能性があると述べている。

九州大最先端有機光エレクトロニクス研究センターの安達千波矢教授（Chihaya Adachi）によると、バイオイメージングなどの応用に向けて「有機材料は無機材料よりもはるかに入手しやすく、加工しやすいだけでなく、溶解性もあるので、暗闇で光る対象物の使用を多様化させ、拡大する可能性を秘めている」と言う。

2017年に『Nature』誌に掲載された研究では、OISTで有機光エレクトロニクスユニットを率いる嘉部量太教授（Ryota Kabe）と安達教授は、2種類の有機材料から暗闇で光る効果を生み出すことに世界で初めて成功した[3]。

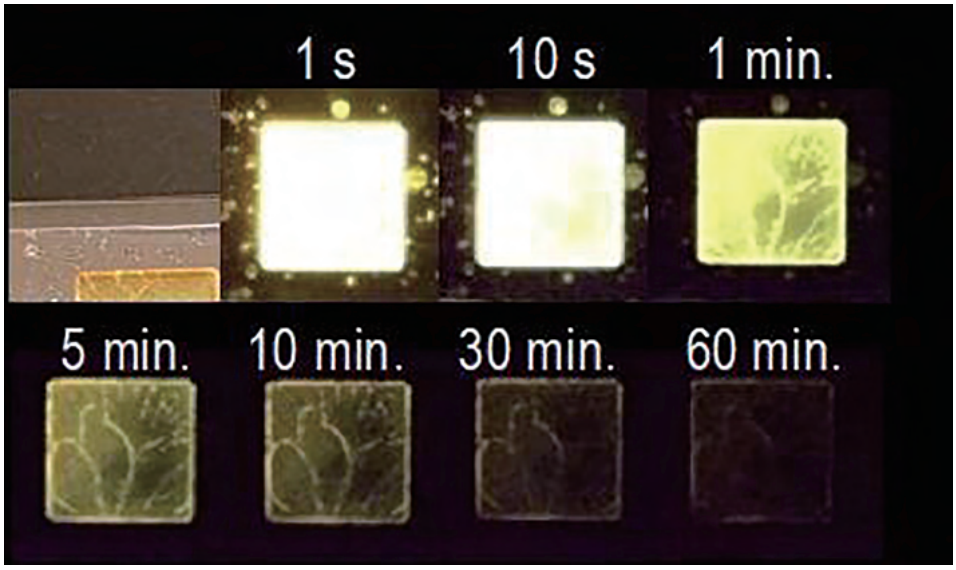

図2　発光メカニズムと使用する分子を調整することで、暗闇で光る材料の性能を10倍に高めた。発光は、室温で1時間以上続いた。

しかし当時、2種類の素材を組み合わせたときの性能は、無機材料を使ったシステムよりも約100倍低かった。今回、有機材料を3種類に増やし、分子を変えることで、強度が向上することを明らかにした（**図2**）。研究チームは、「従来から10倍向上した」と記している。

「有機物を用いることは、暗闇で光る材料のコストを下げる良い機会だ」と、安達教授は述べる。さらに、有機材料の汎用性を活用して、「画像診断向けの生体適合性プローブ」などの技術につながるかもしれない。

将来の可能性

米A2Zマーケットリサーチ社（A2Z Market Research）によると、バイオイメージング市場は「2028年までに脅威的な成長を遂げる」と予想されている。新しい技術、発展、技能を探求する人々の集まりも拡大している。科学者や研究者だけでなく、プレイヤー外も関係している。

今や投資家や資金イニシアチブは、米国内外でより高度なバイオイメージングシステムの利点を理解している。この必要性を認識しているのが、チャン・ザッカーバーグ・イニシアチブ（Chan Zuckerberg Initiative、CZI）だ。同団体は最近、「バイオイメージング技術の発展、これらのツールへのアクセス向上、生物医学研究者の能力開発を目的として」500万ドルを授与した。

CZIのイメージングプログラム担当者のステファニ・オッテ氏（Stephani Otte）は、「生物医学研究者のイメージング能力を拡大させるためには、イメージングソフトウエアとハードウエアを発展させ、さらに共有ツールとリソースへのアクセス拡大、イメージング研究者や組織が自国での研究を進めるための能力開発が必要だ」と述べる。

具体的には、100万ドルがnapariのプラグインプロジェクトを支援する。napariとは、「Pythonベースのコミュニティ製オープンソースツールで、大規模な多次元画像のブラウジング、アノテーション、分析のために設計されたものである。実務者、生物学者などの科学者が利用する」ものである。これは生物医学とその進歩に必要不可欠であると、CZIは述べている。

残りの資金は、「Expanding Global Access to Bioimaging」プロジェクトを支援する。これは、アフリカ、ラテンアメリカ、カリブ海諸国、旧ソビエト諸国の生物医学研究者が、イメージング装置や専門知識を利用する機会を増やすものである。CZIによると、このプロジェクトは、「研究者に対してイメージングの専門知識、技術、能力開発へのアクセスを広げるものになるだろう。イメージング科学者と生物医学研究者のコラボレーションを発展させ、グローバルコミュニティにおいて地域のイメージング研究者の存在を高める」ものだという。

CZIのイメージングコミュニティプログラムを率いるウラジミール・グカシャン氏（Vladimir Ghukasyan）は、「すべての疾患を治療、予防、管理するためには、世界中の科学者が最高の技術と知識にアクセスできることを確保する必要がある」と述べる。

参考文献

(1) K. Mishra et al., Nat. Biotechnol. (2021); doi:10.1038/s41587-021-01100-5.
(2) D. Liu et al., J. Am. Chem. Soc., 143, 41, 17136–17143 (2021).
(3) R. Kabe and C. Adachi, Nature, 550, 384–387 (2017).

LFWJ