

「木を観て森も観る」トランススケールイメージング技術の開発

市村 垂生
ICHIMURA Taro

大阪大学先導的学際研究機構 特任准教授

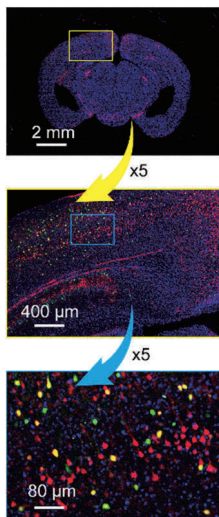


図1 AMATERASによるマウス脳切片の撮像例。対角1.8 cm視野中の個々の細胞のイメージングに成功

従来のバイオイメージングは、ミクロ（分子、細胞）かマクロ（組織、個体）、いずれかの空間スケールに特化せざるを得ず、両レベルの間でしばしば相反する結果が生じることが知られていました。これは、医学を含む様々な生命科学を発展させる上で解決すべき重要な課題です。我々はこのスケール分断をつなぐ「木も森も観る」システム、つまり同一標本において、ミクロな精度でマクロな時空間動態を解析できる、世界で唯一無二のトランススケールスコープ「AMATERAS」の開発に取り組んでいます。神経科学研究のホットトピックである全脳イメージングに向けて、これまでにマウス脳切片において、従来の方法と比べて数百倍と、格段に速い蛍光多重染色サンプル撮像が可能となりました（図1）。さらに、人工組織の対角1.8 cmの視野内で、1細胞レベルの空間分解能でのライブイメージングにも成功しています。

キーワード

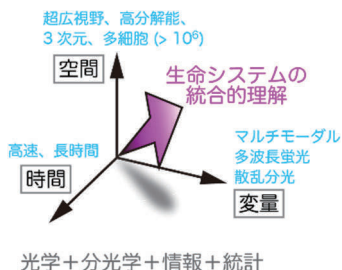
細胞イメージング、顕微鏡、マルチモダリティ、多変量ビッグデータ、情報マイニング

応用分野

再生医療、細菌・ウイルスの迅速検査、食品検査、未病診断、個別医療

【研究の先に見据えるビジョン】 イメージングによる生命システムの統合的理解へ

AMATERASは、「分子～細胞～臓器」レベルのスケール縦断的かつ高解像度、高速、長時間のイメージングを可能とするイメージングプラットフォームを目指しています。さらに、生きたまま、3次元かつ時系列で複数の情報を取得することも見据えています。巨大な生命システムを、イメージングで全空間・全時間的に計測・解析・検証することで、生命システムの統合的な理解に挑戦します。



動物の老化・寿命を制御する コアメカニズムの解明

中村 修平

NAKAMURA Shuhei

大阪大学高等共創研究院 准教授

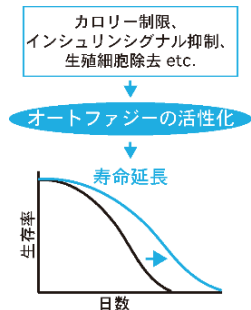


図1 オートファジーは多くの寿命延長個体で共通して活性化されその働きが寿命延長に必須である

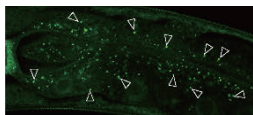


図2 オートファジーが活性化している様子を可視化した動物(矢頭)

老化および寿命の決定メカニズムは科学的にはいまだ未知の部分が多い中で、最近の研究において、老化や寿命も遺伝子や環境によって「制御」されていることがわかってきました。例えば動物実験により、カロリー制限、インシュリン/IGF1の抑制、生殖細胞の除去等が寿命の延伸要因であることが示されています。これらを行うと、細胞内自己分解システムであるオートファジーが活発化し、オートファジーを働かないようにした動物では同じ処置をしても寿命が伸びないことからオートファジーが寿命決定の鍵を握っていることが示唆されます。近年の私たちの研究で、オートファジーの多彩な生理機能が明らかになり、老化や寿命の制御にも重要な役割を果たすことがわかっています。オートファジーの機能は不明な点が多いものの加齢により多くの動物でその機能が低下することがわかっており、機能低下を防ぐことで寿命の延長が期待できます。



キーワード

老化、寿命、オートファジー

応用分野

老化抑制、健康寿命の延伸、
加齢性疾患の治療

【研究の先に見据えるビジョン】 老化メカニズムの解明と老化抑制技術の確立

オートファジーを制御するいくつかの鍵分子に焦点を当てた解析を通し、オートファジーによる抗老化、健康寿命延伸の分子基盤を明らかにしたいと考えています。未曾有の超高齢化社会を迎える我が国において、老化メカニズムの解明とそれに基づいた健康寿命の延伸は緊急に解決すべき課題です。将来的にはこれら明らかにしたメカニズムに立脚し、個々の老化度合いを測定し、老化を抑制することができる技術の確立を目指します。

多剤耐性病原菌による感染症の未然防止

細菌薬剤排出ポンプの生理機能の解明

西野 邦彦

NISHINO Kunihiro

大阪大学産業科学研究所 教授

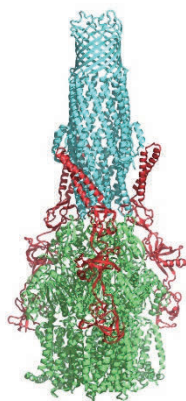


図1 細菌薬剤排出ポンプの構造

近年、抗菌薬で治療できない細菌感染症が臨床現場や畜産現場で出現し、世界共通の深刻な問題になっています。その解決のため、我々は細菌ゲノムに潜在する薬剤耐性因子に関し、ポストゲノム手法を用いた網羅的解析を進めてきました。薬剤排出ポンプ（図1）は細胞内から抗菌薬等を排出し、多剤耐性を生み出す原因になっています。解析の結果、細菌ゲノムには驚くほど多く（数10個以上）の薬剤排出ポンプ遺伝子が潜在していることがわかりました。また、細菌は環境を感知して細胞内情報伝達を行うことにより、これら薬剤排出ポンプ遺伝子を発現させるという巧妙な耐性機構を保持していることを発見しました。このことは、多剤耐性菌の出現が抗菌薬の乱用だけでなく、細菌自身の情報伝達によって担われていることを示しています。多剤耐性菌による感染症を防ぐため、薬剤排出ポンプとその制御因子を標的にした阻害剤の開発を進めています。

キーワード

生体防御機構、多剤耐性病原菌、薬剤排出ポンプ、膜輸送、情報伝達

応用分野

多剤耐性菌検出キット、新規治療薬開発、耐性菌感染症の克服、畜産分野への適用



〔研究の先に見据えるビジョン〕 薬剤耐性菌の早期発見で安心安全の確保を

研究を進めれば進めるほど、薬を効かなくさせてしまう病原菌のたくましい適応力と進化の仕組みに感嘆するばかりです。このような手強い敵と戦うために、細菌の薬剤排出ポンプの阻害剤のスクリーニングを行うとともに、薬剤耐性菌の新しい検出方法を開発する必要があります。薬剤排出ポンプを阻害することのできる薬を開発できれば、細菌の薬剤耐性と病原性を同時に軽減することのできる新規治療法の開発に繋がることが期待できます。我々は、薬剤耐性を軽減するとともに、多剤耐性菌を早期発見することで、ヒトの健康を守り、安全安心な生活を確保することを目指して研究を進めています。

0.1ミリの粉末コンピュータの開発

ムーアの法則の限界突破を目指して

三浦 典之
MIURA Noriyuki

大阪大学大学院情報科学研究科 教授



図1 物理世界と情報世界の境界融合を牽引してきたダウンサイジング（本研究のターゲットは0.1mm角）

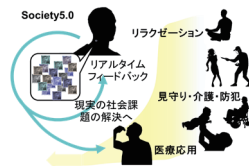


図2粉末コンピュータを利用したSociety5.0のための社会サービス展開

この十数年間で、コンピュータは飛躍的に進化し、チェスや囲碁などでAIがヒトの能力を上回るまでになりました。それは「ダウンサイジング」といって、コンピュータを構成する回路素子を小さくする技術の開発が年々進んでいったからです。しかし、このような「機能の集約」を追求する従来のコンピュータでは、ヒトの体に入れるほどの小型化には辿り着けないと私は気づきました。

そこで、これまで私が研究を続けてきた無線給電・通信の技術を駆使して、集約していた計算機能を「いったん分解して再構成」することで、個々の機能を極限まで小型化した高性能コンピュータの新しいカタチを思いつきました。これが「粉末コンピュータ」です（図1）。体に負担をかけることなく、体内で体調や心の状態を計測・解析し、病気の予防や症状の改善に貢献します。将来的には、直接病気を治す技術の開発につながると期待されます（図2）。



キーワード

粉末コンピュータ、生体情報計測、心理計測、エッジ学習AI、リアルタイムフィードバック

応用分野

病気の予防・症状の改善、生体計測・心理計測装置、高齢者・乳幼児の看護・見守り

【研究の先に見据えるビジョン】 2030年の地球に向けた物理と情報の融合

Society5.0では、我々の抱える問題を解決する技術が生まれることが期待されます。ここでいう問題とは、ほんとうに解決が困難な、テロ、組織犯罪、核兵器、超高齢化、災害、資源枯渇等の社会問題を指し、これらの問題は、全て物理世界にあります。爆発的に進化を続ける情報技術を駆使してこの問題を解くには、物理世界と情報世界の境界を融合する新機能インターフェイスが今後の鍵になります。物理世界に物理的に溶け込む粉末コンピュータは、両世界の境界をシームレスに繋ぐ基盤技術であり、健康寿命の延長、見守り・介護・防犯への活用、リラクゼーションの実現により、「ここ」の世界にも踏み込む新しい社会サービス応用への展開を目指します。

Brain-Computer-Interface (BCI) の医療応用

柳澤 琢史

YANAGISAWA Takufumi

大阪大学高等共創研究院 教授

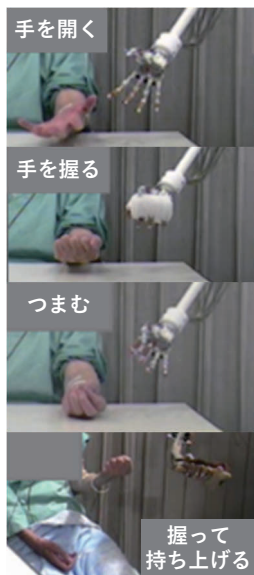


図1 BCIによるロボット操作

我々は、人の感覚運動野の脳表面に外科的に留置した電極から、高精度な脳波を計測し、AI技術により、体が動かない患者が想像した動きの内容を読み解き、自分の体の代わりにロボットを動かせることを実証しました（図1）。また、人が見た映像の意味を脳表脳波から読み取り、同じ意味の画像をリアルタイムに画面に提示する技術を開発しました。これらは、重度の運動障害患者の運動機能や意思伝達能力を回復する技術として期待されます。

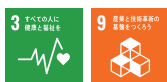
加えて、この技術を使い、腕を失った後に幻の痛みに生じる幻肢痛という難治性の痛みに対し、患者がBCIでロボットアームを動かす訓練を行うことで、痛みを減弱させる治療法を開発しました。今後、より簡便な方法での臨床応用を目指します。

キーワード

BCI、BMI、ロボット、幻肢痛、
脳可塑性、人工知能

応用分野

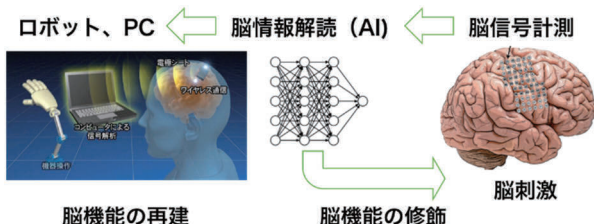
重度運動麻痺患者の運動補完、新たな情報通信手段の構築、精神疾患の治療



[研究の先に見据えるビジョン]

深層学習モデルによる解読技術と脳情報のフィードバックを組み合わせ、新しいBCIや脳機能修飾による治療方法を開発し、言語障害や高次認知機能障害などの治療を目指します。

一度失うと再建・強化できない機能の治療へ



AIを用いた脳機能の再建と修飾