先端技術

生体内現象 解明で成果

臓器透明化の試薬を応用

生物の体や臓器を透明にする「透明化試薬」を生体内で起きる現象の解明に応用した研究成果が相次いでいる。骨髄内の造血幹細胞や脳神経細胞、膵臓（すいぞう）の細胞などの働きなどが明らかになった。こうした成果が治療法の開発や創薬につながると期待されている。

東京大学医科学研究所の一室で、山崎聡助教が細長いゼリー状の物体を手に取った。その正体は透明化試薬「CUBIC」で透明にしたマウスの骨髄だ。米スタンフォード大学と共同で骨髄内の造血幹細胞の分布を調べ、その成果が2月に英科学誌ネイチャーに掲載された。

骨髄で作られる造血幹細胞をiPS細胞などで大量に作製できれば白血病などの治療に応用できるが、その手法は確立されていない。鍵となるのは、造血幹細胞の居心地の良い体内環境を見つけることだ。

造血幹細胞だけで発現するたんぱく質を赤く光るようにし、透明にした骨髄を顕微鏡で観察すると、造血幹細胞は骨髄内の血管周囲に局在していることが分かった。「いろいろな試薬を検討したが、CUBICが一番きれいに観察できた」と山崎助教は絶賛する。

CUBICはアミノアルコールを主成分とする溶液で、生体から摘出した組織を2週間程度浸しておけば、血液中のヘムとよぶ色素を効率的に脱色する。細胞内の物質の屈折率を調節することで、組織が透明に見えるようにした。

CUBICの開発者である上田泰己理研コア長（東大教授）も、自身の説を裏付けた。東大で脳神経細胞内のカルシウムイオンの濃度が睡眠を制御することを発見し、成果が3月に米科学誌ニューロンに掲載された。たんぱく質の働きを制御する化合物を探索して、不眠症などの治療薬開発につなげたい考えだ。

細胞表面でカルシウムイオンの出し入れに関わるたんぱく質の働きを一つずつ止めながら、マウスの睡眠時間を検証すると、平均睡眠時間に有意な差が現れることが分かった。

この研究に透明化試薬を使った。脳神経細胞にカルシウムが入らないように薬物投与したマウスは、大脳新皮質の全体で脳神経細胞が活性化していた。上田教授は「透明化試薬を使うことで、研究成果を強調できた」と胸を張る。

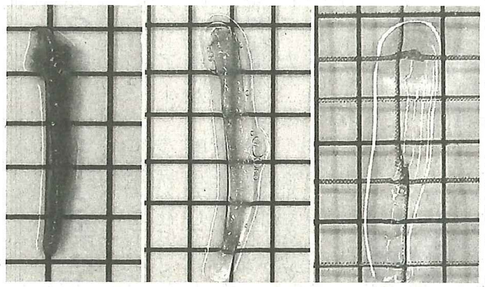
1型糖尿病の治療方法では、インスリンなどを分泌する膵島（すいとう）の細胞を肝臓に移植する方法がある。国立国際医療研究センターの霜田雅之グループ長らは、移植後の機能評価にCUBIC成分の配合を替えた透明化試薬を用いている。

しかし移植した膵島は長期的に機能が低下し、海外の臨床試験でも移植後5年でインスリン注射が不要な患者が50％程度にまで減少する。移植した膵島が実際に肝臓の血管内でどのように生着しているかは、これまで直接観察できなかった。

研究グループは膵島と同じ大きさ、重さのビーズを、透明にしたマウスの門脈に注射して実験した。膵島が流れ込む門脈は限定されており、一部の門脈で細胞が凝集していることも確かめた。

CUBIC以外にも、透明化に要する時間や精度の改良を目指す試薬開発が進んでいるという。東大の山崎助教は「細胞研究の前提として、透明にすることが一般的になるかもしれない」と語る。

（荒牧寛人）



透明化試薬の効果。㊧から試薬につける前、1週間後、2週間後の骨髄（山崎助教提供）

骨髄など観察、治療・創薬に

東京都市大

ロボアームの反動防ぐ

人工衛星作業 エネ消費1000分の1

東京都市大学の金宮好和教授らの研究グループは、人工衛星に取り付けたロボットアームの動かし方を工夫して、衛星機能に支障を及ぼす反動を防ぐ新手法を開発した。これまで不可欠だった衛星本体の制振装置を動かすエネルギーが不要になり、関節全部を動かす手法ではエネルギー消費量は約1000分の1に減るという。将来の省エネ衛星の開発につながる。

ロボットアームは国際宇宙ステーション（ISS）で船外への実験装置の取り付けや無人補給機「こうのとり」のキャッチに使われるなど汎用性が高い。宇宙空間で建造物を作ったり、衛星自身をカメラで点検したりするにはアームの活用が不可欠だ。

研究グループはコンピューターのシミュレーション（模擬実験）で、7つの関節を持つアームを動かした際に生まれる反動を打ち消す方法を考案した。7つの関節をそれぞれ動かして目的の位置までアームを持っていくことで関節同士が反動を打ち消し合う。アームの作動時間は従来方式の約5倍かかるが、衛星の安定性を保てるという。

従来はカメラが付いた先端部分を大きく動かして、他の部分はほとんど動かしていなかった。そのため反動が大きく、衛星に取り付けた「リアクションホイール」と呼ぶ姿勢制御装置をつかって、アームを動かすことで生まれる反動を抑えていた。

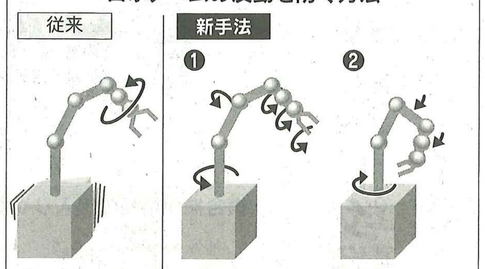
小さく折り畳んでアームの位置を変える手法も考案した。重心を中心に集めて慣性モーメントを抑えることで回転軸が安定し、これまでよりも素早く動かすことも可能だ。従来は衛星本体に反動を与えないようにアームを動かす速度を制限していた。

この手法は関節全部を動かす手法に比べて反動が少し出る欠点があるが、金宮教授は「全てどちらかに手法に限るのではなく、組み合わせて使うことで作業効率が上がる」と期待する。

ただ課題もある。ISSでの無人補給機のキャッチなど、宇宙飛行士がアームを直接操作する必要がある場合は、目的の位置まで最短でアームを動かす。通常よりも遠回りをする新手法は向かない。金宮教授は「点検や建設など、あらかじめ設計図が決まった場合には有効な手法だ」と話す。

（矢野摂士）

ロボアームの反動を防ぐ方法



アームの先端を大きく動かす。衛星全体に与える反動が大きい

アームの関節を駆使して先端を動かす。衛星全体に与える反動が小さい

アームを小さくたたむ。重心を中心に集め素早く動かせるようにする

液晶用ガラス50マイクロメートル

東大など極薄技術 スマホ向け

東京大学の須賀唯知教授らの研究チームは、液晶ディスプレーの基板に用いるガラスを50マイクロメートル（マイクロは100万分の1）以下まで薄くする技術を開発した。ウエアラブル機器の市場拡大などで薄いディスプレーの需要は高まっており、早期の実用化に向けて液晶パネルメーカーなどに協力を呼びかける。

液晶や有機EL向けの材料や装置を手掛けるランテクニカルサービス（東京・新宿）と共同で開発した。

新技術は2枚のガラス基板を使用する。1枚は液晶表示素子を形成する基板で、もう1枚は製造工程でガラスを搬送する際にたわみなどが生じないよう厚みを持たせて補強する役目を果たす。

まず搬送用のガラスの片面にイオンビームによってシリコン薄膜を形成する。水分を含み、窒素が充満する環境にいったんさらした後、真空や水分のない状態にして2枚を押しつけ、接合する。液晶表示素子を形成するための加熱処理後、接合部に亀裂を入れれば2枚を剝離できるという。

研究チームによると、現在スマートフォン（スマホ）に搭載される液晶のガラスは厚さ200マイクロメートルが主流だが、50～100マイクロメートルに薄くする技術が求められている。

従来の製造技術では搬送しやすいよう400～500マイクロメートルの厚めのガラス基板を使い、液晶表示素子を形成した後、フッ酸に浸して200マイクロメートルまで化学研磨している。この方法では100マイクロメートルの薄さまでが限界とされ、毒性のあるフッ酸を使うなど環境負荷も大きかったという。

研究チームは新技術を使えばこれらの課題を克服できるとみている。

産総研・NECがAI研究室

災害予想など3テーマ

産業技術総合研究所とNECは5日、人工知能（AI）を中心に据えた共同研究を始めると発表した。産総研の人工知能研究センターが拠点を構える臨海副都心センター（東京・江東）に6月1日、新しい研究室を設置し、災害時など事前に予測が難しい状況に対応するAI技術の開発など3つの研究テーマを3年間進める。

新組織は「産総研－NEC人工知能連携研究室」と呼ぶ。災害対策では産総研が持つシミュレーション（模擬実験）技術とNECのAI関連技術を連携させ、大洪水や巨大台風など特定の現象を集中的に観測する手法などを確立し、予測の精度を高める。

2つめのテーマは、人の高度な知的活動の意思決定を手助けする。これまではAIが使うデータベースに知識がなければ対応できなかったが、足りない知識を模擬実験の結果と組み合わせ、最適な推定結果を導き出す。

AI間の行動を調整するアルゴリズム（計算手法）を開発するテーマが3つめ。自動運転社会が実現した際に、自動車間で通信して救急車などの緊急車両に道を空けるなどの調整ができるよう、模擬実験結果の効率性などを検証する。

文科省・量子機構が発足

研究多岐、理事長の改革注目

文部科学省が所管する新たな国立研究開発法人として、量子科学技術研究開発機構が1日に発足した＝写真。2016年度の予算は約539億円。約1190人の人員で構成し、同省の幹部も多く駆けつけた。

新法人は文科省にとって大きな問題である高速増殖炉原型炉「もんじゅ」が関係する。もんじゅの運営を担う日本原子力研究開発機構の研究テーマの一部を傘下の放射線医学総合研究所に移管した。原研機構がもんじゅに専念する体制を構築するのが目的だからだ。

このため、原研機構は「地上の太陽」といわれる核融合研究を切り離した。合流先の放医研は重粒子線によるがん治療研究が得意だ。法人のテーマが一気に広くなったことで、統合効果を見いだせるか疑問の声も少なくない。

そこで注目したいのが、機構理事長に就任した平野俊夫・元大阪大学学長の専門が「免疫」である点だ。機構が手掛けるテーマとは一線を画すため、研究内容について具体的に助言するという場面はなさそうだ。その分、管理業務に専念できるという利点がある。

一般企業と異なり、大学や公的研究機関はガバナンス（企業統治）がききにくい。理研のSTAP細胞問題を見ても明らかだ。平野理事長は学長時代にその難しさを実感しつつ、有力研究者の給与を上乗せするといった改革を進めた実績がある。

3日の記者会見で平野理事長は「旅費を支給するなどして各拠点を行き来しやすくし、人事交流を進めたい」とさっそく対応策を考えていることを明らかにした。「多様性ある学問領域を統合して全く新しいイノベーションを起こしたい」という意気込みが現実のものとなるか見守っていきたい。

（新井重徳）

サーチライト

子どもの心筋症 細胞シート治療

阪大治験

大阪大学の澤芳樹教授らは5日、心臓の機能が弱まる心筋症の子どもの患者の心臓に細胞のシートを貼り、心機能の回復を促す医師主導の臨床試験（治験）を今月から始めたと発表した。3年以内に19歳未満の3人へ移植し、安全性や治療効果を確認する。

20年ごろの実用化を指す。

対象は心臓移植が必要な患者。50人程度を目指すが、子どもの患者が不足し、移植が出せない患者が増え、変質して伸び、収縮しにくくなる。

阪大は、ぎから筋肉細胞を採取し、直径4～5

フラッシュ