

RIKEN NEWS

 理化学研究所

FALL 2021
No.479

研究最前線

ランキングトップが描き出す「富岳」の実力……p.02

脳の“宇宙”を捉える光学顕微鏡……p.04

ビタミンDで高効果の新型コロナウイルスワクチン開発……p.05

宇宙探索の新たな扉を開くX線観測……p.06

休眠中の卵胞が目覚める必要条件を発見……p.08

植物の代謝を分子レベルで解明し、
機能性植物をつくり出す……p.09

ミドリムシに期待大！
持続可能な社会の立役者に……p.10

腸内細菌共存の秘密を
解き明かす新手法……p.11

**医療から宇宙まで
研究を支える基盤施設
—Spring-8とSACLA—**……p.12

分子を1個単位で分析、
世界最高感度の顕微鏡……p.14

液体ヘリウムの上に電子を浮かべてつくる
量子コンピュータ！……p.15

虐待はなぜ起こる？
親子関係を科学する……p.16

特集

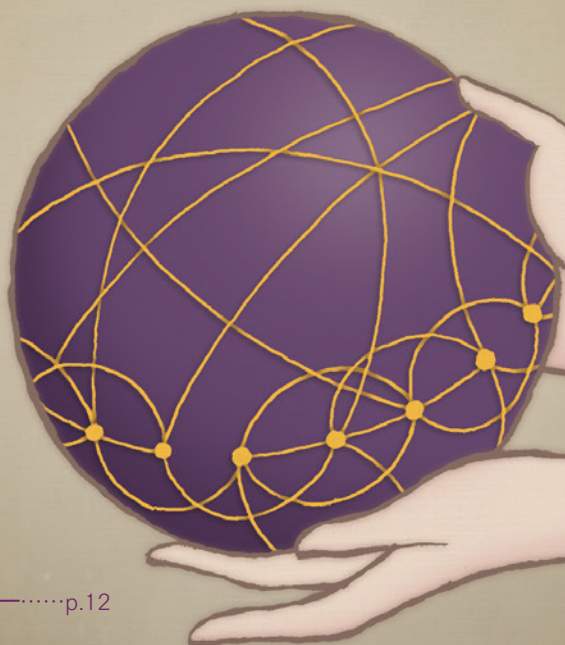
**AI時代が問いかける
人と社会の未来像**……p.18

私の科学道

「鋼鉄魂」で歩む科学道……p.17

原酒

ソウゾウの話……p.20



科学道
Dreams to the Future

今田 裕 (いまだ ひろし) 写真右

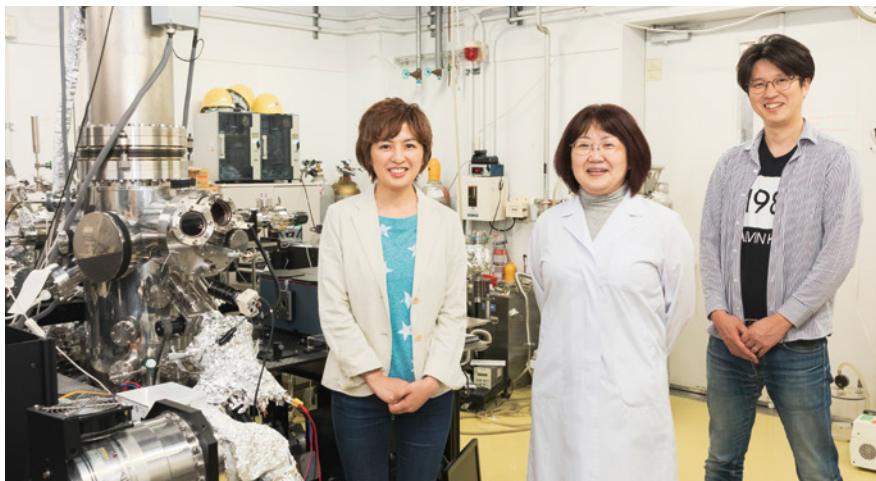
開拓研究本部
Kim表面界面科学研究室 上級研究員

1981年、米国コロラド州生まれ。東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻博士課程修了。博士(理学)。2010年より理研特別研究員。2020年より現職。

数間 恵弥子 (かずま えみこ) 写真左

開拓研究本部
Kim表面界面科学研究室 研究員

1984年、東京都生まれ。東京大学大学院工学研究科応用化学専攻博士課程修了。博士(工学)。2015年より理研基礎科学特別研究員、2018年より現職。



探針づくりを担う長谷川 志 研究パートナータイマー (中)。金と銀の探針を開発した数間研究員は「探針の品質は研究の再現性や効率を左右します。“匠の技”で、長谷川さんは再現性よく高品質の探針をつくれます」と称賛する。

分子を1個単位で分析、世界最高感度の顕微鏡

2021年4月、開拓研究本部Kim表面界面科学研究室の今田裕 上級研究員と数間恵弥子 研究員は、異なるテーマで同時に文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した。どちらも、独自に開発した世界最高感度の走査型トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscope: STM)を使い、これまで分子の集団でしか分からなかったエネルギー変換や化学反応の詳細を、分子1個の単位で捉えることに成功した研究だ。これらの成果は、デバイスや材料の開発に新たな知見を与えると期待され、注目を集めている。

1個の分子が放つわずかな光を測る

光合成や太陽電池など、光をエネルギーに変換する現象では分子から分子へエネルギーが移動している。エネルギーを受け渡す分子までの距離など、分子の状況は1個1個異なるが、分子1個だけを調べる方法はなく、詳細に調べることはできなかった。

STMは、探針という先端が極めて細い金属の針で試料表面をなぞりながらスキャンし、探針と試料の間に流れる電流から試料の形状などを捉える顕微鏡だ。今田上級研究員は、STMと高感度の光の検出機構を組み合わせた世界最高感度の「光STM」を開発。顕微鏡で観察している1個の分子にエネルギーを与え、その分子が発するわずかな光の波長やエネルギーを測定可能にした。

2016年、今田上級研究員は、1個の分子から隣接する分子にエネルギーが移動する様子や分子間の距離によるエネルギー移動効率の違いを分子の発光から明らかにした。さらに2021年には、1個の分子の性質を精密に計測できるまで光STMの分析能力を向上させることに成功した。

今田上級研究員は「光STMの性能向上はライフワークとして継続し、独自の基礎研究を発展させて新たな現象の発見を目指

していきたい。加えて、これからは『量子』を利用したエネルギー移動やエネルギー変換の制御などの応用研究も行いたい」と抱負を語る。

分子1個の化学反応を追う

「金 有洙 主任研究員の指揮の下に共同開発してきた多様なSTMのおかげで、私たちの研究室から次々とインパクトの大きな論文を発表してきました」と話す数間研究員は、理研に入所する前から「近接場光」という光が引き起こす化学反応(光化学反応)を研究してきた。

近接場光とは、可視光をnm(1nmは10億分の1m)サイズの金属に当たったとき、その周囲数十nmの空間ににじみ出る光だ。その強さ(電場の密度)が10倍から1,000倍にも高まるため、効率よく光化学反応を引き起こせる可能性を持つ。だが、近接場光は、金属表面から数nm、分子1個分離されるだけでも急激に減衰してしまう。「何万個もの分子の集団ではなく、分子1個1個について研究をしたい」との思いから、数間研究員は研究分野を変える決意をし、Kim表面界面科学研究室の一員になった。

2018年、数間研究員は近接場光をSTMの探針から分子に照射し、その分子が二つに分かれる化学反応の様子を世界で初めて捉えた。2020年には銀の基板上で酸素分子1個が分解する反応も観測した。その反応メカニズムには研究者の間で複数の予想があったが、数間研究員はデータに裏付けられた新しい反応メカニズムを提案した。

研究を行う動機を数間研究員は「今は十分に活用されていない可視光を近接場光の光化学反応で有効利用したいのです。太陽光の50%を占める可視光を使えば、エネルギー問題の解決につながるはずですよ」と語る。