

金がもたらす、 X線撮像と走査を強化する黄金の機会

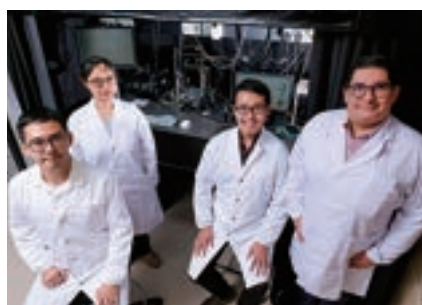
リアン・ジエ・ウォン、ムハンマド・ダナン・ピロウォスト

ある画期的な研究において、研究者らは金を使用することによって、X線画像の鮮明度を向上させたほか、X線走査の処理速度も高まる可能性を示した。

金は多くの用途を持つ貴金属であり、導電率に優れていることから電子機器に、また、不活性であることから医療用インプラントに使用されている。

今回、われわれの研究チームは金の新たな用途を発見した。それは、X線画像の鮮明度を向上させることと、おそらくはX線走査の処理速度を高めることである。この発見は、医療用イメージングを改善し、セキュリティクリアランスを迅速化するための道すじを指し示している。

われわれのチームは世界各地から集結している。この研究は、シンガポールの南洋理工大(Nanyang Technological University: NTU)とポーランドのルカシェヴィッチ研究ネットワーク PORT 技術開発センター(Lukasiewicz Research Network- PORT Polish Centre for Technology Development)が共同で主導し、フランスとシ



NTUの研究チーム。(前列左から)博士課程学生のYe Wenzheng氏、リアン・ジエ・ウォン助教授、Francesco Maddalena氏、(2列目)研究員のLiliana Tjahjana氏(写真提供:NTU)

ンガポールの共同研究所であるCINTRA (CNRS-International-NTU-Thales Research Alliance)、仏リヨン大(University of Lyon)のInstitut Lumière Matière CNRS、ナノセンターインドネシア(Nano Center Indonesia)の協力により実施された。

X線の可視化

この進歩の核心は、金の中の電子がどのように振る舞うことで、医療検査やセキュリティ検査に使用されるX線の可視化を支えるデバイスを強化するかということにある。

X線は目に見えないため、シンチレーション物質を利用する検出器が、その画像化に使用される。暗闇で光る塗料のように、これらのシンチレータはX線を吸収すると発光する。この可視光をセンサで捉えることでX線に基づく画像が生成され、光が明るいほど、X線画像はより鮮明かつ精細になる。

X線に非常に素早く反応し、より強い可視光を放出することのできるシンチレーション物質が、今日のX線イメージング用のデジタルフォトセンサに使用されている。

このような特性を示すある化合物群はペロブスカイトと呼ばれ、太陽電池で太陽光を電気に変換することでも知られている。ペロブスカイトから放出される光の強度と、この物質の反応速度を高めることができれば、最先端の

X線イメージングを実現することができる。これにより、医療用イメージングで使用されるフォトンカウンティングCT(コンピュータ断層撮影)などを対象とした、カラーでのX線分析も可能になる。

われわれは、シンチレータの能力をこの方向に押し進められる可能性を実証した。

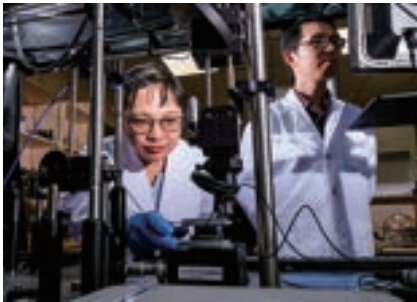
われわれは実験において、臭化ブチルアンモニウム鉛と呼ばれるペロブスカイトをシンチレーション物質として使用し、金の層をそれに追加した。金の層を追加すると、物質が放出する可視光は120%明るくなることがわかった。光の平均強度は、1keV(キロ電子ボルト)あたり光子数で約88個という実験結果が得られた。

明るさが増したことで、X線画像は38%鮮明になり、画像内の異なる点を区別する能力は182%向上した。

われわれの研究は、金によってX線走査の処理速度が高まる可能性があることも示唆している。金の層を追加したシンチレーション物質が、X線照射後に光を発しなくなるまでの時間は、平均で1.3ns(38%弱)短くなった。その結果、物質はより素早く、次のX線照射に備えることができる。

電子の同期動作

このような観測結果が得られたのは、金がプラズモニック特性を備える



ペロプスカイトと金でできたサンプルを可視光検出器にセットするNTU研究員のLiliana Tjahjana氏(左)と、装置をモニタリングするリアン・ジエ・ウォン助教授(写真提供: NTU)

ためである。金の電子は可視光にさらされると、小石を落とした後に水面にできる波紋に似た、同期した波のようなパターンで動く。この場合の可視光は、X線に反応したシンチレーション物質から発せられるものである。

このように動く電子がシンチレータと相互作用すると、シンチレーション物質による可視光の放出が加速されて、光の明るさが増す。

われわれの実験において、ペロプスカイトに加えた金の層の厚さはわずか70nmだった。このようなナノスケールのプラズモニック現象の研究は、ナノプラズモニクスとして知られている。

この研究の着想は、X線検出器に対してこれまで応用されていなかった2つの研究分野を組み合わせることに端を発している。

まず、一部のチームメンバーが、ナノサイズの薄い金の層を一部の物質に加えて、可視光を照射すると、その物質が発する可視光がそれまでよりも明るくなることを発見していた。一方、他のチームメンバーは、ナノメートルスケールの構造によってX線の発生と検出を向上させる方法を研究していた。

チームは、この2つのアイデアを組み合わせて、X線を検出するスクリーンに使用されるシンチレーション物質

に対して、金が同様の効果をもたらすかどうかを確かめることにした。

われわれは現在、金の表面にナノサイズのノッチを加えることで、X線に反応してシンチレータが放出する光をさらに強化できるかどうかを調べることを計画している。

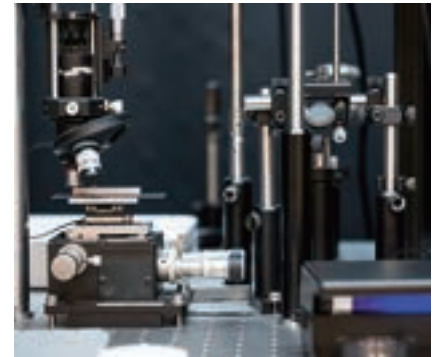
期待あふれる今後の展望

われわれの研究は、X線バイオイメージングや顕微鏡法など、高い空間分解能と高いコントラストを必要とする超高速イメージングシステムの最適化におけるナノプラズモニクスの可能性を示している。

われわれの成果を他の技術と融合することで、放射線イメージングにおける最先端の応用が可能になる。これには、カラーでのX線分析の改善や、飛行時間型(Time-Of-Flight: TOF) X線医療用イメージングの高精度化などが含まれる。

空港セキュリティも向上する可能性がある。より鮮明で詳細な画像がX線セキュリティ検査によって得られれば、手荷物の中の物品をより簡単に検出できるためである。手荷物検査に要する時間も短縮する可能性がある。

デニス・シャート氏(Dennis Schaart)は、医療用イメージングと放射線腫瘍学の新技術の研究に従事しており、この研究には関与していないが、われわれの最新の研究成果を、「シンチレータをベースにした放射線イメージング検出器を改良するための新たな道を開いた」と評している。



ペロプスカイトと金でできたサンプルの効率を調べるためにNTUの研究者らが行った実験で使われた光検出装置(写真提供:NTU)

シャート氏は、オランダのデルフト工科大(Delft University of Technology)の放射線科学技術学部の医学物理学および技術部門の責任者で、一般的に知られているシンチレーションメカニズムはまもなく性能限界に達するが、より良いソリューションを求めめる声は依然として根強いと指摘する。

「この最新の研究で示された結果は、量子力学的現象の操作によって発光の強度と速度を向上させる、新しいクラスのシンチレーション検出器への道すじを指し示している」と、シャート氏は述べた。

「原理的にこの研究は、さまざまな用途に最適な材料を開発するシンチレータ開発者に対して、期待に満ちあふれた展望をもたらすものである。この研究で示された結果が、工業生産されるシンチレータの規模で再現できれば、これは、より正確で、より安価で、より利用しやすい医療診断や、より迅速なセキュリティ検査に貢献することになるだろう」と、シャート氏は述べた。

著者紹介

リアン・ジエ・ウォン(Liang Jie Wong)は、シンガポールにある南洋理工大(Nanyang Technological University)の助教授。ムハンマド・ダナン・ビロウオスト(Muhammad Danang Birowosuto)は、ポーランドにあるルカシェヴィッチ研究ネットワークPORT技術開発センター(Lukasiewicz Research Network-PORT Polish Centre for Technology Development)の研究主宰者(Principal Investigator:PI)。e-mail: liangjie.wong@ntu.edu.sg URL: www.ntu.edu.sg

LFWJ