

見えないセシウムを見る 植物細胞内でセシウム分布を可視化する技術

SATテクノロジー・ショーケース2016

■ はじめに:見えない敵と対峙する

東日本大震災によって環境中に大量の放射性物質が放出されたが、特にセシウム137 (^{137}Cs)は、半減期が30年程度であり、今後数十年～数百年にわたって環境に影響を与え続ける。セシウム汚染の問題は、社会的にも大きく取り上げられ人々の不安を招いた。その不安要因のひとつは、その存在が見えないことにもある。ガイガーカウンターなどによって放射線の存在はわかる。しかし、その源の物質はどこに潜んでいるのか？我々は見えない恐怖と対峙しているのである。非常に感度の高いガイガーカウンター、シンチレーションカウンター、ガンマ線カメラなどの放射線を検知する方法は存在するが、空間分解能に関してはさほど高くなく位置特定能力に乏しい欠点がある。一方、生物、医学分野で用いられている蛍光法は、分解能がマイクロメートル以下であり、高速、簡便、高感度な測定法であることから、生物内の細胞や細胞小器官中での特定物質の可視化・同定に優れている。本稿では、最近我々が開発した。植物細胞内でのセシウムの存在を可視化する技術について紹介する。

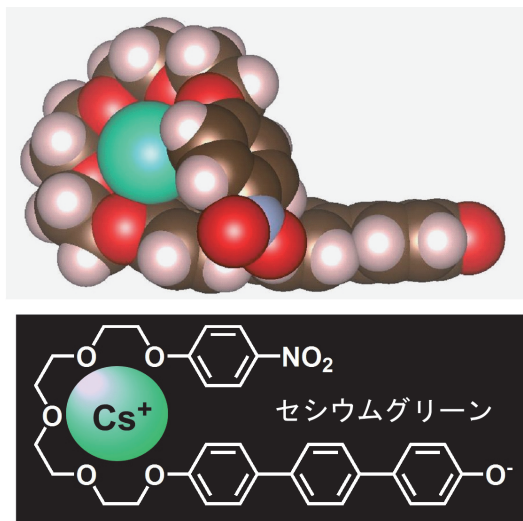


図1 セシウムグリーン分子はセシウムイオンにフィットした複合体を作る。

■セシウムの可視化

我々は、炭酸セシウム固体にメタノール溶液を塗布することで蛍光を検出できるセシウム検出蛍光プローブ「セシウムグリーン」を開発しており、これまで土壤にあるミリメートルレベルの炭酸セシウム粒子を検出することに成功して

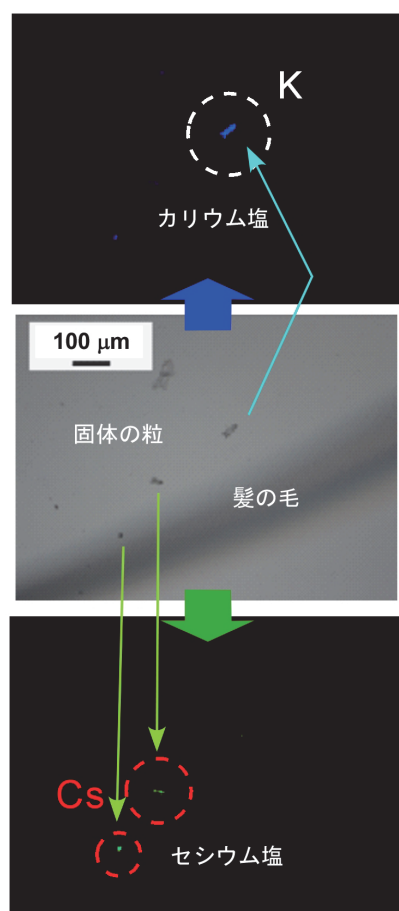


図2 光学フィルターを用いれば、髪の毛より小さいカリウム塩の粒とセシウム塩の粒を見分けられる。

代表発表者 有賀 克彦（ありが かつひこ）
所 属 物質・材料研究機構
WPI 国際ナノアーキテクニクス研究拠点
問合せ先 〒305-0044 つくば市並木 1-1
TEL: 029-860-4597 FAX: 029-860-4832
ARIGA.Katsuhiko@nims.go.jp

■キーワード: (1)セシウム
(2)可視化検出
(3)植物
■共同研究者: 小松広和、中西和嘉

いる。図1にあるセシウムグリーンは、セシウムイオンを認識するオリゴエチレングリコール鎖の両端に、発光部位であるターフェニル基とその複合体構造を安定化するニトロベンゼン基がついた構造になっている。セシウムイオンにエチレングリコール鎖がカチオンに巻きつくように相互作用し、その鎖の長さとかチオンの大きさがちょうどよい関係になるときに複合体の効率よい形成がなされ、特徴的な緑青色の発光が得られる。ナトリウムイオンやカリウムイオンなどの他の競合イオンの場合には弱い青色発光が得ら

れるだけであり、セシウムをこれらのものから区別して可視化できる。

図2では、セシウムグリーンのマイクロメートルレベルの高分解能を持つことを、固体サンプルを用いたモデル実験で証明している。セシウムグリーンのメタノール溶液を髪の毛の太さほどの炭酸セシウム、炭酸カリウムの固体混合サンプルに滴下し蛍光顕微鏡下で光学フィルターを通して観察すると、セシウムの粒とカリウムの粒を緑と青で完全に区別することができる。

次に、我々は理化学研究所と共同で、植物細胞内でのセシウムの分布状態についてセシウムグリーンを用いて検討した。モデル植物として、シロイヌナズナ (*Arabidopsis*) を使い、この種子を 0.5 mM の炭酸セシウムが入った培地に配し、九日間生長させた。成長した植物の子葉を凍結乾燥し、セシウムグリーンを溶かしたメタノール溶液を滴下して、蛍光像を蛍光顕微鏡で子葉中のセシウムの分布を観測した。図3にあるように、蛍光顕微鏡による直接観察では、子葉の細胞のなかに丸く局在した緑色の発光が認められた。つまり、これは植物の細胞内の液胞にセシウムが局在している可能性を示している。セシウムが濃縮されている部分は植物細胞の液胞と予想される。これは、液胞が植物細胞内で不要物を溜め込む働きがあることから納得できる。このように、我々の開発した蛍光プローブであるセシウムグリーンを用いれば、セシウムの分布を細胞レベルで可視化できる。

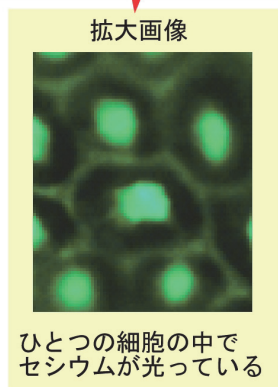
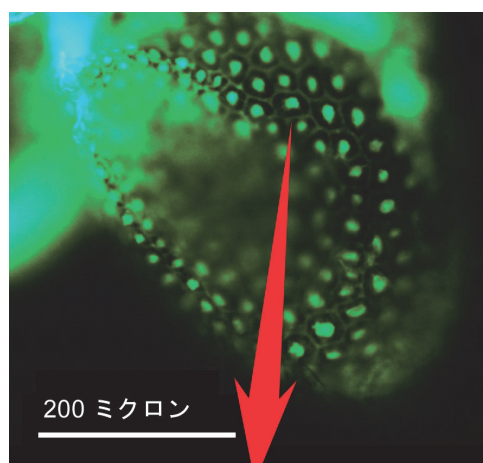


図3 植物細胞一つ一つにセシウムが蓄積されていることが光っている部分でわかる。

■ 用途の可能性

本研究では、高い空間分解能を持つセシウム蛍光プローブを用いることで、植物細胞内のセシウム分布をマイクロメートルレベルで検出することに成功した。本研究では、放射線を検出するのではなく、セシウムを他の元素から区別する手法をとっている。したがって、放射性物質を使うことなくどこでもだれでもセシウム汚染の様子を検討したり、除染のための方策を検証できる手法になる。このように、細胞レベルでの高分解能を達成することにより、開発途上の植物を用いた除染法(ファイトレメディエーション)におけるセシウムの蓄積原理、蓄積効率についての指針を得ることができる。例えば、どのような植物にセシウムが濃縮されやすいか解明できると期待できる。

本研究で開発された試薬「セシウムグリーン」は、東京化成工業から市販されている。