

秋田県立大学「人類の持続可能な発展に資する科学技術」
「苗」研究のエントリーシート

研究テーマ	生物試料に特化した電子顕微鏡の開発		
研究代表者	岡本 洋	役職	准教授
フリガナ	オカモト ヒロシ	学位	博士（理学）
学科等	電子情報システム	Eメール	okamoto@akita-pu.ac.jp
主な共同研究者(学内)	なし		
主な共同研究者(学外)	なし		

研究の内容

2003年ごろに新型肺炎「SARS」が出現したことを覚えておられる方も多いのではないのでしょうか。この時、13の国に渡る国際的な科学者のチームがいち早く原因を解明し、対策を打ち出していったことも知られています。最初にウイルスを猿の腎臓細胞で増殖させることに成功したとき、まず彼らが行ったことは電子顕微鏡による試料切片の観察でした（NY Times, 2003/5/26）。

さて依然として世界人口は増加を続けており、未来の食糧確保はエネルギー確保と並んで重要な課題です。このため、農業・畜産業においては多くの抗生物質の使用、遺伝子組み換え作物の使用が行われていることは周知の通りですし、また効率を上げるために農業を人工的な環境、すなわち植物工場で行う研究も行われています。例えば、最近の例では人工照明下で土を使わず、逆さ吊りにした稲を使うアイデアが報告されています。例えばイネの植物工場内では原理上は病原菌に対する強さは必要なく、水耕栽培なので土も要らず、また逆さ吊りにするので茎が太い必要もなく、また高層ビルの内部の各階で人工照明を使うので土地面積あたりの効率を追求できるそうです。

もちろん、このような最新だが脆弱にも見える農業・畜産技術や、バイオテクノロジーを駆使する食糧戦略により私達は未知の領域に入っていくわけです。どのようなウイルス、植物ウイルス、耐性菌などの敵、あるいは我々の知らない敵がどのように出現してくるかは我々愚かな人間如きに予測できるものではなく、「想定外の事象」が頻発する可能性もあるでしょう。そのようなとき、いち早く何が起きているかを把握するためには、電子顕微鏡を始めとする計測機器の性能が重要です。しかし、計測機器の性能向上には時間がかかることが多いのです。例えば、電子顕微鏡レンズの収差補正技術は最初の提案から実用まで、実に50年の時を必要としました。つまり、計測機器は実際に必要になってから開発するのでは遅すぎるわけです。

私は生物試料に特化した透過型電子顕微鏡の開発を行っています。90年代に起きた収差補正技術の実用により、無機物の結晶などでは電子顕微鏡では日常的に原子分解能を得られる時代になりました。しかし、生物試料が相手の場合は試料そのものが電子線で損傷するために電子を余り照射することができません。照射量が少ないと、こんどは電子数が少なすぎて写真がザラザラになり、何があるのかわからなくなる問題があるのです。私達はこの問題を解決するための新しいアイデアを持っています。

上記の問題を解決するために、私達はイメージングに使う電子と超伝導電子デバイスとを相互作用させるユニットを透過型電子顕微鏡に組み込むことにより、少ない電子でクリアなイメージを得られるような電子顕微鏡を開発しようとしています。いま、その第一歩として超低速電子と（超伝導電子デバイスに見立てた）表面微細電極とを相互作用させる装置（写真を参照）を開発して原理検証実験を行おうとしています。いずれは、上述の超低速電子を大いに加速して生物試料に入射させようと考えています。



研究の独自性・アピール点

私の提案している電子顕微鏡は、量子力学の世界の「奇妙な振る舞い」を利用したものです。私の知る限り、生物電子顕微鏡分野において量子の力を借りて分解能を改善する提案は2006年に私の同僚達および私によって初めてなされました。2012年現在、理論面ではすでに6年間にわたってより良い分解能を現実に得られるようにアイデアを磨き続けてきました。現在の（多分最終版の）アイデアでは超伝導量子回路を利用することによって生物電子顕微鏡の分解能を上げます。極低温デバイス物理学と電子顕微鏡学と言う2つの大きく異なる先端技術分野を融合させ、現実の生物学的課題に役立てることを狙っています。

期待される成果・波及効果

生物試料を1nm以下の分解能で見ることができると、タンパク質の2次構造が見えてきます。植物ウイルスなどの発見・同定の他にも、生物学・医学・バイオテクノロジーなどの幅広い分野で役立つと考えています。X線結晶回折法やNMR分光法で得られる「原子分解能」と、従来の電子顕微鏡で得られる「細胞内微細構造が見える分解能」の間の非常に重要なギャップを埋めることにより、現時点では認識されていない応用も含め、大きな波及効果があるだろうと考えています。

関連する主な業績

- [1] Hiroshi Okamoto, Tatiana Latychevskaia, and Hans-Werner Fink, "A quantum mechanical scheme to reduce radiation damage in electron microscopy", Appl. Phys. Lett. 88, 164103 (2006).
- [2] Hiroshi Okamoto, "Noise suppression by active optics in low-dose electron microscopy", Appl. Phys. Lett. 92, 063901 (2008).
- [3] Hiroshi Okamoto, "Adaptive quantum measurement for low-dose electron microscopy", Phys. Rev. A 81, 043807 (2010).
- [4] Hiroshi Okamoto, "Possible use of a Cooper-pair box for low-dose electron microscopy", Phys. Rev. A 85, 043810 (2012).

キーワード

食糧安全保障、植物ウイルス