

葉緑体が新しい運動メカニズムを持つことを解明

首都大学東京大学院理工学研究科・生命科学専攻・植物環境応答研究室の門田明雄准教授のグループと九州大学大学院理学研究院の和田正三特任教授（東京都立大学名誉教授）のグループは、理化学研究所中野生体膜研究室の中野明彦主任研究員のグループとの共同で、植物細胞内の葉緑体が、これまでに知られていない新規の運動メカニズムによって動いていることを明らかにしました。

この研究成果は、「Short actin-based mechanism for light-directed chloroplast movement in *Arabidopsis*」として、米国科学アカデミー紀要「Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America」のオンライン版に7月14日（日本時間）に公開されました。

なお、研究内容等詳細につきましては、別紙をご参照ください。

問い合わせ先

首都大学東京 理工学研究科生命科学専攻 tel: 042-677-2563 (直通)

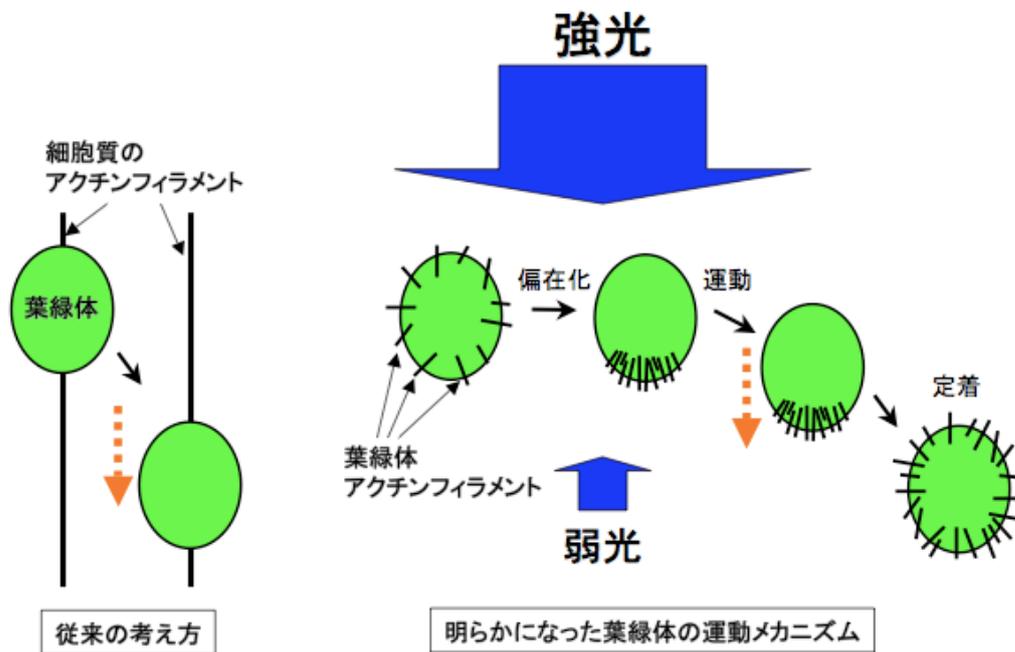
<研究の背景>

植物の行う光合成は太陽光のエネルギーを用いて大気中の二酸化炭素(CO₂)を取り込み、有機物を生産する重要な機能で、人をはじめとする地球上のすべての生命を支えるものです。光合成を行うのは植物細胞の中の葉緑体ですが、この葉緑体は、効率よく光合成を行うため、周囲の光環境に依存して細胞内で動いています。弱い光あるいは適度の強さの光がくれば、効率よく光を受容するため、葉緑体は細胞中で光の方に移動して定着します。逆に、光合成が阻害されるような強い光が照射されると葉緑体は逃避し、細胞内で強い光が当たらない場所に定着します。このような光によって誘導される葉緑体の運動を光定位運動と呼びますが、この葉緑体光定位運動の光受容にはフォトリポピンという色素タンパクが使われています。しかし、フォトリポピンによる光受容の後、実際に、葉緑体がどのようなメカニズムで運動を示すかについてはわかっておらず、細胞質にあるアクチンフィラメントに沿って葉緑体が動くと思われていました。

<研究内容>

原形質流動をはじめとする植物細胞の様々な細胞内運動には主にアクチンフィラメントが関与することが知られています。そこで、GFP（蛍光タンパク質）でアクチンフィラメントを可視化したシロイヌナズナ細胞を用いて強光、弱光の細胞部分照射によって葉緑体の運動を誘導し、運動に伴うアクチンフィラメントの変化を調べました。その結果、原形質流動に働く細胞質のアクチンフィラメントとは無関係に葉緑体運動が起こること、また、葉緑体には細胞膜と接する側に、これまで知られていない短いアクチンフィラメントが存在し、これが動きに関与していることが明らかになりました。この短いアクチンフィラメントは葉緑体に特異的で、葉緑体アクチンフィラメント(cp-actin filament)と呼ぶことにします。運動に際して、葉緑体アクチンフィラメントは葉緑体上の進行方向前端に偏在し、この偏在の後、運動が起こります。運動している間は偏在が維持されますが、偏在が解消されると葉緑体は停止することがわかりました。葉緑体アクチンフィラメントの偏在時には葉緑体包膜の進行方向への伸展が観察され、力が発生していることがわかります。変異体を用いた解析から、この葉緑体アクチンフィラメントの生成にはCHUP1と呼ばれるタンパク質が必要であり、葉緑体上での偏在はフォトリポピンに依存することがわかりました。また、葉緑体は光定位運動の後、移動した場所に定着し、動かなくなりますが、この葉緑体の定着にも葉緑体周辺部に均一に現れる葉緑体アクチンフィラメントが役立っていることがわかりました。これまでにアクチンフィラメント依存の運動としては、ミオシンをモータータンパクとして細胞質のアクチンフィラメント上を動くメカニズムとArp2/3複合体によるアクチン重合を推進力とする運動メカニズムが知られていましたが、我々が明らかにした上記の結果は、植物の葉緑体の動きが、これらのいずれでもない新しい運動メカニズムによっていることを示しています。

葉緑体アクチンフィラメントの偏在化による葉緑体の運動



<今後の展開>

この研究では、葉緑体の動きが新規の運動メカニズムによって調節されていることを初めて明らかにしました。これは単に学術的に重要なだけでなく、葉緑体が光合成を担う細胞器官であることを考えると、運動メカニズムの解明・改良を通して、現在よりもさらに効率的な光合成を植物に行わせることが可能となるかもしれません。そうなれば、現在、地球規模の問題となっている食料増産、CO₂増大の解決に、これまでとは違った、まったく新しいアプローチを提供することができるでしょう。