

# 緑藻クラミドモナスの走光性レドックス調節の分子機構

## Molecular basis of redox regulation in *Chlamydomonas* phototaxis

東京工業大学 若林憲一

細胞には、細胞質の酸化還元状態を「ほどほどに還元的」に保つレドックス (redox: reduction-oxidation, 酸化還元) 恒常性が機能している。これは、タンパク質や脂質の不可逆的酸化変性を防ぐなど、生体機能の維持にとって重要な役割を果たしていると考えられている。しかし、ミトコンドリアの呼吸活性や葉緑体の光合成活性などの細胞内の要因や、環境中の物質などの外的な要因により、細胞質レドックス状態は一過的に酸化的/過還元的に偏り得る。このレドックス状態変化がシグナルとなり、多様な細胞機能が調節されることが近年明らかになってきた (レドックス調節と総称される)。

私達は、真核生物鞭毛運動のレドックス調節機構に着目して研究を行ってきた。鞭毛は細胞から突出した毛状の細胞小器官である。鞭毛内部構造の骨格を形成する微小管の上にモータータンパク質ダイニンが配列しており、微小管とダイニンのATP加水分解による滑り運動によって鞭毛は波動運動を行う。ダイニンにサブユニットとして酸化還元タンパク質チオレドキシンが含まれること、ダイニンのATP加水分解活性が酸化還元で変化することなどの知見から、私達は鞭毛運動が何らかの形でレドックス調節を受けているのではないかと考えた。

鞭毛研究のモデル生物であるクラミドモナスは2本の鞭毛を操って水中を泳ぎまわる単細胞緑藻である。クラミドモナスは眼点と呼ばれる器官付近に局在する光受容体によって、光の照射方向を正確に察知し、走光性を示す。私達は以前、クラミドモナスの細胞質レドックス状態が酸化的に傾くと正の走光性 (光源に向かって泳ぐ) を、過還元に向くと負の走光性 (光源から逃げて泳ぐ) を示すことを明らかにした (Wakabayashi et al., PNAS 2011)。これは細胞が自ら動くことによって光環境を変えて光合成活性を変化させるという、これまでに報告のない私たちのレドックス恒常性維持機構であると考えられ、興味深い。しかし、細胞がどのようなしくみでレドックス状態変化を感受し、それを鞭毛運動変化に反映させるのか、そのメカニズムは不明である。本研究はその調節経路の分子の実態を明らかにすることを目的とした。

私達が新たに単離したクラミドモナス変異株 *ips1* (*i*nverse *p*hototactic *s*ign 1) は、細胞内が酸化的になると負、過還元的になると正の走光性と、野生株と逆方向に泳ぐ興味深い表現型を示す。私達はこの変異株の解析がシグナリング経路解明への突破口になると考えた。PCR多型を用いた遺伝子マッピングと次世代シーケンサーの併用により、*ips1* の原因遺伝子がカロテノイド生合成経路に関わる遺伝子に変異を持つことを明らかにした。現在、カロテノイドの異常が細胞のレドックス状態そのものを変えているのか、あるいはレドックスの感受システムが影響を受けているのかを検討中である。解析中の他の変異株の解析結果も合わせて、鞭毛運動のレドックス調節経路の解明の端緒を開くことができた。