

## 研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 光受容体フォトロピン2の機能解析と葉緑体運動

2. 研究代表者： 加川 貴俊（筑波大学 生命環境科学研究科 助教授）

### 3. 研究概要：

植物は外界の光環境を認識し、細胞内の葉緑体はその位置を変え、この葉緑体の移動は葉緑体光定位運動と呼ばれている。これまでにシロイヌナズナにおいて光受容体としてフォトロピンが機能していることを明らかにした。

種子植物のみならず、より下等な緑色植物であるホウライシダ(*Adiantum capillus-veneris*)ヒメツリガネゴケ(*Physcomitrella patens*)を用いて、フォトロピンが葉緑体光逃避運動の光受容体であることの普遍性を検証した。ホウライシダから、重イオンビーム照射による変異を誘導し葉緑体逃避運動の突然変異体を単離した。ゲノム塩基配列を決定した結果、得られた突然変異体すべてでフォトロピン2に変異を確認した。さらに機能解析を行った結果、光受容領域 LOV1 は機能に必須ではないが、LOV2 の欠損は機能の消失につながる。さらにキナーゼ活性とは別にC端 20-40 アミノ酸残基は機能に必須であることも明らかにした。

ヒメツリガネゴケからは、4つのフォトロピンをクローニングし、単数または複数のフォトロピンを破壊した株を作成し、葉緑体運動を確認した。その結果、*photA2* 破壊株が葉緑体逃避運動を欠損していた。しかし、*photB1 photB2* 2重破壊株もまた逃避運動を欠損していたことから、相補的にフォトロピタンパク質が光受容体として機能していることが分かった。これらの結果は双子葉植物ばかりでなくシダ・コケ植物でもフォトロピンが葉緑体逃避反応の光受容体であることを明らかにした。

### 4. 事後評価結果

#### 4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

PHOT2のドメイン解析、CHUP1の機能解析、*phot2*変異体の生理的解析などを行っており、代表者はこれらの研究の中で、興味深い現象をいくつか発見している。例えば、Phot2タンパク質の量と葉緑体の移動速度、色素スペクトルの分光学的な半減期と生理応答時間の関係、CHUP1のActinへの結合等である。一方、これらの研究は現時点では残念ながら中途半端な段階に留まっており、明確な結論、主張までには至っていない。勿論、このことは、研究のある段階では必要なことであるが、もう少し絞った深い解析が必要と思われる。提案書での研究目標が過大すぎたためか、研究目標1と2は実施されずシロイヌナズナの*phot2*, *phot1*, *chup1-2*, *1-3*, *1-4* の変異体を用いた葉緑体光定位運動の解析が主体となっている。また、CHUP-1蛋白質の機能ドメインも同定している。このことはそれなりに評価できるが、矢張り目標に上げた計画を実行することが大切である。提案課題に関して、もう少し踏みこんだ研究が望まれる。また、実施計画自体も多方面に渡った課題を含み、もう少し絞った計画を立てるべきだった。例えばPHOT2の解析とCHUP1の機能解析はそれぞれ興味深い、現在のところ相互にあまり関係はなく、また独立で取り扱っても十分に大き

な課題である。

研究成果の論文発表は優れているとは思いますが、Nature 誌（2002年発表）は時期的から見て PRESTOでのものと見るのが妥当のようである。口頭発表に関しては、海外の招待講演がないのが寂しい。独立した研究室を構えたあとは、国際学会などに自分の研究成果を売り込むぐらいの積極性が欲しい。研究グループが小さい場合、外部発表が低調な時期に、研究そのものは進んでいることが多い。小さなグループに対する判断項目としては、この項目はあまり重視すべきではない。特許などがないが、基礎科学の分野としては、許容範囲かと思われる。しかし、研究内容の性格上やむを得ない面はあるものの、これからは可なり意識しておく必要がある。

研究代表者は、研究期間中に基生研から筑波大学に異動したが、異動以後に関しては、異動以前に所属していた研究室への遠慮から、研究の方向を若干変更したようである。これは、プロジェクトの推進にとっては、かえってマイナスに働いたかも知れない。筑波大学に異動してから、研究室を立ち上げる際に有効に使用されている。研究費の各費目に対する配分は、代表者の状況を考えると妥当と思われる。

#### 4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

PRESTOにおける、phot1,2 の発見は国際的に強いインパクトを与えたことは事実として、その後の研究は米国、ヨーロッパでも盛んになり競争が激しさを増しているようである。この中にあって、戦える研究レベルを維持していると思われる。この研究の全体に関しては、代表者のグループは、国際的に見ても高い水準と思われるが、今回明らかになった個々の成果に関しては評価には至っていない。しかし、本研究を発展させ、明快な結論まで至れば、国際的に高く評価される研究と判断できる。これまでの研究は、葉緑体の光定位運動の物質的基盤を与えるもので、その中でも(青色)受容体のシグナル伝達の分子的側面の解明に寄与する上で重要である。応用面としても光合成の効率性に向けた基礎研究として重要である。青色光による調節は、光屈性、気孔の開閉、葉緑体運動などといった幅広い生理現象に影響を与えるものであり、重要性は高い。

PRESTOにおいて得られた研究成果は高く評価できるが、ここではそれに基づいた継続研究であったのに、どうやら途中で計画変更があったように思える。シロイヌナズナ、ホウライシダ、ヒメツリガネゴケなど遺伝子解析に有効な植物での研究成果はそれなりに評価はできるが、全体としてみてインパクトに欠ける。研究成果のインパクトは2つの視点から見る必要がある。一つは、研究成果であり、もう一つは発展のための新しい芽である。前者に関しては、少し不満がこのころが、後者に関しては幾つか面白い現象を捉えているので、この点は評価できる。

#### 4-3. 特記事項

本研究をPRESTO・SORST の一貫した中で評価するか、それともそれぞれ別々なものとしてみるかによって評価は変わる。もし前者の視点で見ると費用対効果は、多分 A 評価であろうが、後者としてみると B~C というところであろう。SORST の3年間で得られた成果はそれほどインパクトのあるものにはなっていないと思う。

研究成果としては、極めて高い価値を認める。また、その研究に、本研究代表者が不可欠かつ大きな寄与をしている。フォトロピンの研究は競争の激しい分野であるが、逆に言えば、研究成果の少なくとも一部は、本プロジェクトがなくても、他の研究者によって得られたかも知れない。いろいろ

るなことに手を出すのではなく、自分にしかできない部分にテーマを絞って深く研究すれば、さらに優秀な成果が得られたように思う。

他の一般的な若手に比べ、格段に多額の研究費が支給されているが、現時点での成果は費用に見合っていないと判断できる。しかし、今後の発展の学問的な基盤ができたとする点では、十分見合っているとも評価できる。

特記事項としては、フォトロピンに関する本研究は、外部から見ると、やはり本研究代表者の研究というよりは、基生研時代に所属していた研究室の教授の研究、という印象が強いと思う。今後独立した研究室において、これは100%自分の研究成果である、と言える研究を遂行してほしいという要望があった。