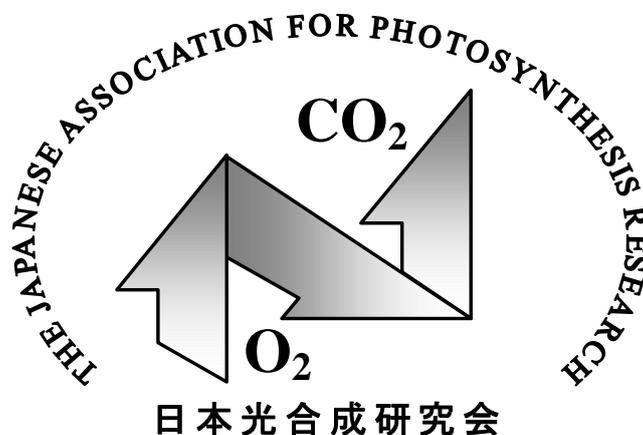


日本光合成研究会 会報

第44号 2005年12月



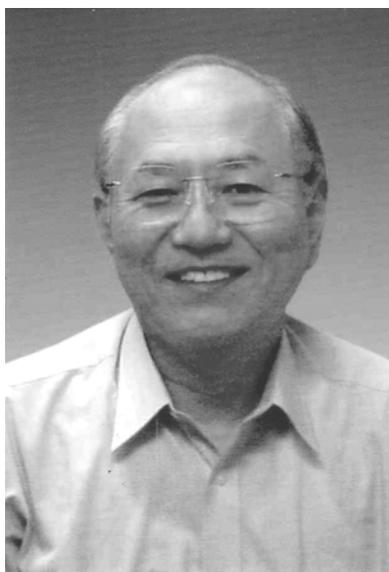
NEWS LETTER No. 44 December 2005

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

追悼：高宮建一郎先生	伊藤 繁	1
解説 クロロフィル <i>d</i> を使うシアノバクテリア <i>Acaryochloris</i> の光合成と 系統発生過程の推定	宮下英明	3
研究紹介 X-ray Absorption Spectroscopy を用いた Photosystem II Mn クラスターの 構造に関する研究	矢野淳子	9
報告記事		
「光合成研究会ワークショップ5」報告	鈴木祥弘	13
Swiss-Japan Workshop 'Towards a system view of plastid differentiation and functions' 参加報告	伊福健太郎	14
6 th International Conference on Tetrapyrrole Photoreceptors in Photosynthetic Organisms (ICTPPO) 参加報告	吉原静恵	17
集会案内		19
新刊図書		20
事務局からのお知らせ		21
日本光合成研究会会員入会申込書		22
日本光合成研究会会則		24
幹事会名簿		26

賛助法人会員広告

追悼：高宮建一郎先生



日本光合成研究会会長 伊藤 繁

高宮建一郎さんが亡くなりました。東京工業大学大学院生命理学教授であり、また、我々光合成研究会の1979年創設以来の会員であり、1998-2000年は会長として、光合成辞典の編集をされ、その後2003年8月原核生物光合成国際会議を東京で主宰されるという、我々光合成研究者にとってとても大きく貴重な仕事をさせていただきました。10月21日早暁、旅行先の仙台市において歩道横断中に車にはねられ亡くなりました。あの慎重な高宮さんがこんな事故にあうなんて、連絡をいただいてもしばらくは信じられませんでした。笑顔がいまでも浮かんできます。昔のやせてがりがりだった東大院生時代、九州大学での助手助教授時代、東京工業大学に教授で移られてからなど、いくつかの時代の高宮さんの笑顔が心に浮かびます。

高宮さんは福井藩の武士の末裔としてお生まれになり高校卒業後、東大に入学、まだ出来たての東京大学理学部生物化学科に進学され、植物生理講座＝高宮篤先生の研究室にて光合成研究をはじめられました。私は彼が博士課程2年の時に卒業研究生として始めてお会いしました。変人ともいえる高宮篤先生の研究室にまじめな方がいらっしゃったわけです。高宮さんはよく先生の

息子かと聞かれることが多く、とても気にしていましたので、仲間は区別するために「けんちゃん」とよんでました。アメリカに行かれた西村光雄先生のだされた光合成細菌のキノンの役割をテーマに研究をすすめておられました。光合成細菌のクロマトホアを凍結乾燥し、イソオクタンでユビキノンを抽出し、再構成してその機能を調べる実験でした。今考えると、当時はまだ反応中心なる考えもはっきりしない時代で、キノンの役割を決めた大事な研究でした。

研究室には高宮篤先生を始め、森田茂廣、加藤栄、村田紀夫の諸先生がおられ、桜井英博（早大）、佐藤和彦（兵庫県立大）、岡田光正（東邦大）、鈴木康夫、池上勇（帝京大）各氏が院生で時々佐藤公行（岡山大）、藤田善彦（海洋研）、村上悟（神奈川大）各先生も現れるという、今思えばとても自由で先進的な研究室でした。高宮さんはその中で独自に研究され、博士取得後、九大に新研究室を開かれた西村先生のもとに助手として赴任され、奥様をみつけられました（商売ものに手を付けたというのが彼の反省＝自慢でしたね）。巡りあわせでしょうか、山本泰氏（岡山大）とともにやがてイギリスにいた私が助手として加わりました。助教授となられた「けんちゃん」は「鬼の高宮」などとも言われつつ、学生からも愛され、塩井祐三（静岡大）、島崎研一郎、土井道生（九大）、松浦克美（首都大）、射場厚（九大）各氏などと一緒に西村研で光合成細菌やクロロフィルの仕事をわいわいとつづけ、この間ペンシルバニア大 Dutton 教授のもとに留学されました。

私が、1983 年岡崎基礎生物学研究所に移る際には、「無理しなくてもいいんだぜ君」とやさしい言葉をかけてくれました。性格も研究の進め方も、育ちかたも全く違いましたが、それはそれは長い時間二人で色々なことを話しあったものです。気が付いたら彼の部屋で電気もつけずに暗くなるまで話していたこともありました。高宮さんと九大で過ごした時間は私の人生の最良の時でもありました。やがて、彼も東京工業大学に移られ、私は、気が付いたら大学院生になられた息子さんにとんでもないところで話を聞かせていたり。色々なことがありました。

きりがありませんね。大事な人は沢山の思い出を残して逝かれました。高宮建一郎さん、私達はもう少し先に進みます。 合掌

解説

クロロフィル *d* を使うシアノバクテリア *Acaryochloris* の光合成と 系統発生過程の推定

京都大学 大学院 地球環境学堂
宮下英明

はじめに

Acaryochloris (アカリオクロリス) は、クロロフィル *d* (以降Chl *d*と略記) を主要色素とする単細胞のシアノバクテリアである。パラオの群体ホヤ (*Lissoclinum patella*) 内に存在する微細藻類の1つとして分離され、1996年に報告された¹⁾。この生物は、Chl *d*が天然に存在すること、およびChl *d*が光合成に寄与することを初めて示した。同時に、Chl *b* やChl *c* を利用する他の光合成生物と異なり、Chl *d* というChl *a* よりエネルギー準位の低い色素をアンテナ色素として使用しているばかりでなく、少なくとも光化学系 I においては反応中心色素としても利用するという極めて特異な機能を獲得している。このことから、*Acaryochloris*の系統発生過程の解明は、単にシアノバクテリアのChlの多様化メカニズムの解明にとどまらず、酸素発生型光合成初期過程の柔軟性を考える上で非常に重要である。本稿では、*Acaryochloris*研究を概観し、*Acaryochloris*の系統発生

過程、つまりChl *d* を利用する光合成の成立過程の解明に関する今後の課題を考えてみた。

Acaryochloris とは？

*Acaryochloris*は、緑色の単細胞のシアノバクテリアである (図1)。培養液の色は、通常のシアノバクテリアにみられる藍色よりは、むしろ、クロレラやクラミドモナスなどの培養液の色に近い。これは *Acaryochloris*が、Chl *d* を主要色素としてもち、フィコビルリンをほとんどもたないことに由来する (注1)。一般に、Chl *a*、Chl *b*、Chl *c* がそれぞれ、青緑色、黄緑色、緑黄色に見えるのに対して、Chl *d* は、Chl *a* とChl *b* の中間的な色で、lawngreen (芝色) あるいはchartreuse (シャトルーズ色、明るく薄い黄緑色) に近い。このため、培養液の色は、緑藻類の培養液によく似ている。

細胞は楕円球状で、チラコイドは、細胞内膜に沿って同心円状に存在する (図2)^{1,2)}。それぞれのチ

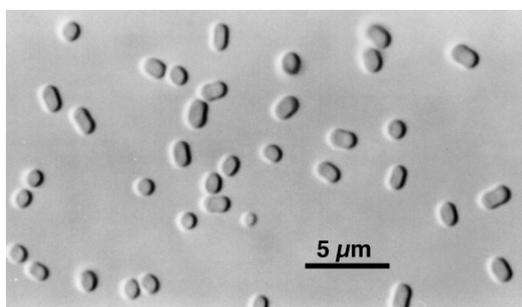
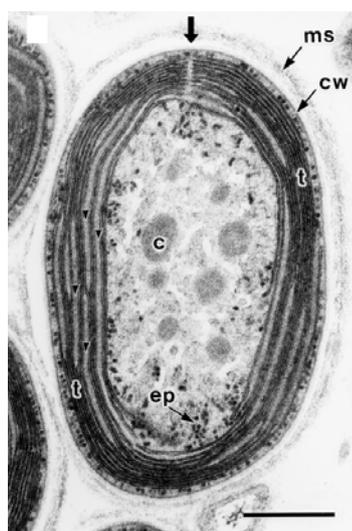


図1 *Acaryochloris marina* MBIC11017 の光学顕微鏡写真



t: チラコイド
cw: 細胞壁
ms: 細胞外多糖
c: カルボキシソーム
ep: 高電子密度粒子
矢印: ピンホール
矢尻: フィコビルリン凝集部
スケール: 0.5 μm

図2 *Acaryochloris marina* MBIC11017 のチラコイド構造

ラコイド膜上には、シアノバクテリアに特徴的なフィコビリゾームが存在しない。このためチラコイドは、互いに接している。チラコイドの数は通常 6-10 程度である。部分的にチラコイド同士が接していない場所が存在する (図2 矢尻)。これらのチラコイド間には、フィコビル色素が局在している³⁾。フィコビル色素は、フィコシアニンとアロフィコシアニンで構成され、通常シアノバクテリアフィコビリゾームにみられるロッドと同様の構造をしている⁴⁾。このフィコビル色素からのエネルギー伝達は、非常に効率よく行われている⁵⁾。しかし、このロッド構造体がどのようにチラコイド膜に結合し、また、凝集体としてどのように存在しているか、局在がどのように決まるのかなどについては、今のところ不明である。

Acaryochloris のチラコイド構造に見られる特徴の1つは、接した同心円上のチラコイドを細胞膜の内側から細胞質の中心部に貫通するピンホールが存在することである (図2 矢印: Marquardtらはchannel-like構造と呼んでいる)²⁾。いまのところ、このピンホールの役割は不明である。細胞内部で合成されたタンパク質や多糖などを細胞の中心部からチラコイドの外側へ、あるいは、細胞外から取り込まれた物質を細胞の中心部へ輸送する“道”である可能性も考えられるが、憶測にすぎない。このような構造は他のシアノバクテリアには観察されていない。チラコイドが細胞膜に接する電子顕微鏡像は観察されていない。

Acaryochloris の細胞壁構造は、通常シアノバクテリアと同様、L I~L IV の4層からなっている (図3)。通常、細胞外に粘質物質(ms)を分泌しているため、培養容器の壁面に付着し、バイオフィルムを形成しやすい。同時に、細胞同士が凝集しやすい性質をもつ。MBI に保存されている *Acaryochloris* 8株の中2株についてはこの性質をもたず、完全に分散する。

注1) *Acaryochloris marina* MBIC 11017 株は、採取・培養に成功したときに比べフィコビル含量が大きく増大している。これは、長い間、この株が、蛍光灯下で継代培養されて、保存されてきたことに起因すると考えられる。MBI に保存されている *Acaryochloris* 株の中で唯一この株だけが突出したフィコビル含量になっている。

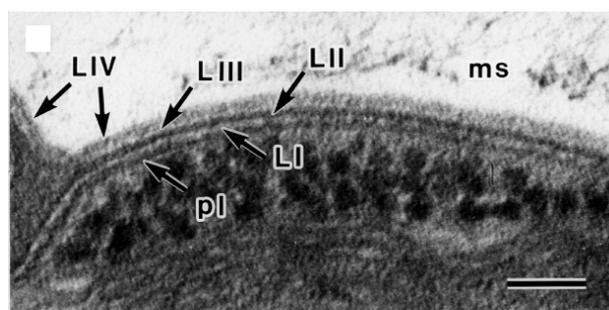


図3 *Acaryochloris marina* MBIC11017 の細胞壁および細胞外多糖
pl: 細胞膜、L I-L IV:細胞壁層、ms:細胞外多糖、
スケール: 0.5 μm

Acaryochloris の分布と多様性

最初の分離株である *A. marina* MBIC11017 は、パラオの群体ホヤ体内から分離された。その後、幾つかの *Acaryochloris* 株が、パラオの群体ホヤから分離された。結果的にはこのことが、「*Acaryochloris* は共生生物である」という認識を与え、*Acaryochloris* の分布や生態の理解に一時的な誤解を与えた原因かもしれない。

Chl *d* は、そもそもさまざまな紅藻類から微量に検出される緑色色素として報告されていた⁶⁾。しかし、筆者は、*A. marina* の分離以降も、紅藻から Chl *d* を検出することができず、*Acaryochloris* が生産する Chl *d* と紅藻類に報告されてきた Chl *d* の存在との直接的な結びつきを見いだせずにいた。しかし、村上明男氏 (神戸大) が、淡路島沿岸の海藻から Chl *d* を検出し、Chl *d* が紅藻自体ではなく、紅藻の表面に付着するシアノバクテリアによって生産されていることを見出した⁷⁾。そこで、紅藻から Chl *d* を生産するシアノバクテリアを分離することになったのであるが、幸いにもこれまでの分離経験が大いに役に立った。紅藻の表面には、シアノバクテリアを含む様々な藻類が付着しており、培養を試みた際もさまざまな微細藻類が出現した。その中に、見慣れた *Acaryochloris* のコロニーが存在したのである。上述のように *Acaryochloris* はバイオフィルムを形成する傾向があること、細胞が凝集塊を形成しやすいこと、また、走光性をもっているため、培養ウェルの底に、光の方向にむかって細長い特殊な形態のコロニーを形成する (図4)。また、コロニーの色も、黄緑色で、他と区別可能であったことから、このコロニーを顕微鏡下で採取することによって培養株を得ることがで

きた。紅藻から分離されたこのシアノバクテリアの色素組成は、*A. marina*の特徴的な組成と一致した。また、*A. marina*の16SrDNA配列との相同性が99.0%あり、*A. marina*とほぼ同種と考えられることからこの株を*Acaryochloris* sp. Awaji-1と呼んでいる⁷⁾。この発見によって、紅藻類から検出されてきたChl *d*が、紅藻に付着する*Acaryochloris*によって生産されていること、同時に、Chl *d*を生産する生物が、*Acaryochloris*属のシアノバクテリアに限られることが明らかとなった。また、Chl *d*が世界各地の紅藻類から報告されていることから*Acaryochloris*が世界各地の沿岸に広く分布することも容易に類推可能となった。さらに、最近、カリフォルニアのSalton湖(4.1-4.5%の塩湖)の微生物マットの中から自由生活のChl *d*生産株がみだされ、99.2%の16SrDNA配列相同性をもつ*Acaryochloris* sp.であることが報告されている⁸⁾。この株も、*A. marina* MBIC11017株および、*Acaryochloris* sp. Awaji-1株と同じ色素組成を有している。また、Kuhlらは、*Acaryochloris*が群体ホヤ本体内だけではなく、群体ホヤの被囊の下(つまり、ホヤが付着している基質とホヤの間)にもバイオフィームとして存在していることを報告しており、*Acaryochloris*が共生生物とは限らないことを指摘している⁹⁾。これらのように、*Acaryochloris*が単に共生生物ではなく、付着生物として、あるいは、自由生活生物として広く分布していることがわかってきた。

我々の最近の分子微生物生態学的手法を用いた研究では、*Acaryochloris* がパラオ沿岸の群体ホヤ体内外だけでなく、日本および世界各地の沿岸に分布すること、種あるいは属レベルで異なる幾つかの遺伝子型の*Acaryochloris* 近縁生物がいること、遺伝子配列から*Acaryochloris* と通常のシアノバクテリアをつなぐ中間的な生物が存在するだろうことも示唆されている。ただ残念ながら、これまでに培養に成功しているものは極一部の遺伝子型をもつものに過ぎない。現状の*Acaryochloris* の表現形質にとらわれずに、今後もさまざまな方法を駆使して分離・培養を続けることによって、さらなる*Acaryochloris* の分布や多様性を明らかにしてゆきたいと考えている。

Acaryochloris の光化学系

*Acaryochloris*がもつクロロフィルの95%以上はChl

*d*である¹⁰⁾。図5は、*Acaryochloris*の光化学系におけるクロロフィル配置の模式図である。*Acaryochloris*におけるクロロフィルタンパク質複合体には、光化学系I反応中心タンパク質(PsaA, PsaB)、光化学系II反応中心タンパク質(PsbA(D1), PsbD(D2))、光化学系IIコアアンテナ(PsbC(CP43), PsbB(CP47))、光化学系IのペリフェラルアンテナのChl*d*結合型PcbA/C、および鉄欠乏によって光化学系II粒子の周辺に誘導されるChl*d*結合型PcbA/Cが知られている¹⁰⁻¹³⁾。*Acaryochloris*では、通常のシアノバクテリアにおいてChl *a*が結合しているこれらクロロフィルタンパク質のアミノ酸配列の変異が激しく、複合体内のクロロフィルが、ほぼすべて、Chl *d*に置き換えられている。

Chl *d*以外のクロロフィルには、Chl *a*、フェオフィチン(Pheo) *a*、Chl *d'*、Mg-DVPが検出されている。これらのマイナークロロフィルについては、培養条件を変えても、それぞれ化学量論的に意味ある量存在しており、それぞれが重要な意味をもっていると考えられる¹⁴⁻¹⁸⁾。このうち、Pheo *a*については光化学系IIのアクセプター、Chl *d'*についてはPSIの反応中心色素として存在していると考えられる。微量のChl *a*も常に意味ある量存在していることから、Chl *a*が依然として何らかの重要な役割を果たしていることがわかる。現在、その重要な役割を光化学系IIの反応中心色素と推測している^{16, 19-20)}。この推測は、遅延蛍光分光分析や色素配置の法則性などに基づいている。しかし、光化学系I精製標品のHPLC分析から光化学系Iにも1分子のChl *a*が結合してい

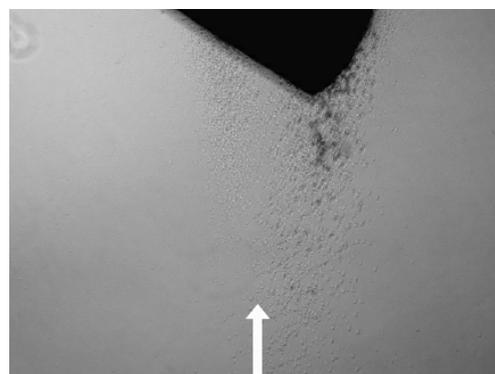


図4 海藻から分離した際の*Acaryochloris* sp. のコロニー形成
(矢印は光の方向、上の物体は海藻断片)

る可能性があることや、光化学系IIの反応中心色素については、Chl *a/d*のヘテロ2量体¹⁸⁾、あるいは、Chl *d* 2量体²¹⁾であることも示唆されている。あるいは、それらのどの組合せもとりうる可能性もあるのかもしれない。*Acaryochloris*におけるChl *a*の所在については、精製光化学系II標品の色素分析や分光学的手法等によって解明されるものと期待される。また近年、チトクロム*b₆f*複合体にクロロフィルが結合していることが示されたが²²⁾、*Acaryochloris*のチトクロム*b₆f*複合体にクロロフィルが結合しているかどうか、また、どのクロロフィルが結合しているかについてはまったくわかっていない。これらマイナークロロフィルの所在は、*Acaryochloris*のエネルギー伝達様式の全容解明および*Acaryochloris*の系統発生の仕組みを理解する上で重要な課題である。

Acaryochloris の系統進化過程解明の課題

これまでに分離・解析された*Acaryochloris*株は 16S rDNAの相同性の上でほぼ同属内の生物種と考えられる。分子系統解析結果は、*Acaryochloris*生物群が、シアノバクテリア全体の中でかなり深い位置から分岐していることを示唆している^{7, 8, 23)}。Millerらは、*Acaryochloris*系統群が、*Acaryochloris*の 16S rDNA配列に最も近い配列をもつシアノバクテリア *Synechococcus* sp. IR11 株 (河地正伸氏 (国立環境研究所) が南西諸島のタイドプールで分離した株) か

ら分岐したと仮定すると、25 億年前頃に通常のシアノバクテリアから分岐したと推計できることを報告している⁸⁾。この分岐予測ならびに分子系統解析結果などから、*Acaryochloris*系統群が通常のシアノバクテリアから分岐したのは、比較的古いイベントであった可能性が高い。

Acaryochloris は、生体内において、Chl *d*が青色光に加えて吸収する 680nm-750nm 付近の赤色光を利用することが生存に有利な環境において選択されてきたものと考えられる。実際、*Acaryochloris* は、730nm 付近をピークとする近赤外単色光 (LED 光源) 下でも、十分に光独立栄養生育することができる。また、ほぼ全ての *Acaryochloris* 分離株が、他の光合成色素との光競合環境から分離されていることから、Chl *d*を利用することによって種の維持が図られてきたものと考えられる。*Acaryochloris* がシアノバクテリアとの共通祖先から派生したことはほぼ間違いないことから、*Acaryochloris* は、そもそも Chl *a*とフィコビル色素を利用して光合成を行っていた祖先生物が、まず Chl *d*合成能を獲得し、次に、選択 (淘汰) の過程で、クロロフィルタンパク質にもともと存在していた Chl *a*を Chl *d*に置き換えたものが生残し、結果的に Chl *d*を用いる光合成系を獲得したものと考えられる。

上述のような系統発生・選択過程が成立するためには、1) Chl *d*の合成能を獲得しChl *d*を生産でき

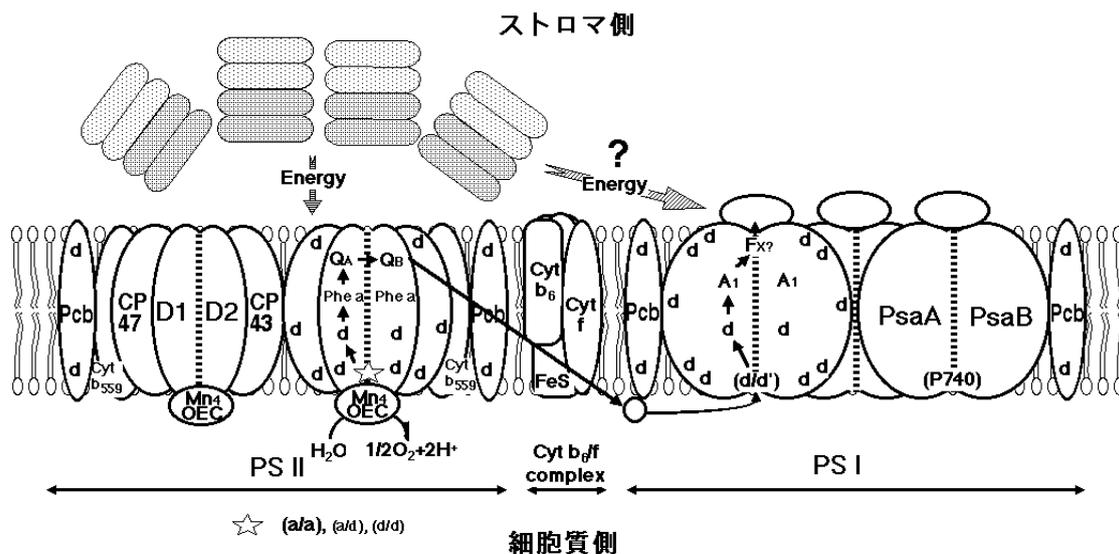


図5 *Acaryochloris* の光化学系におけるクロロフィル配置の模式図

るようになること、2) Chl *d*をアンテナ色素あるいは反応中心色素としてタンパク質内に挿入されること、3) 挿入されたChl *d*がアンテナあるいは反応中心として機能し淘汰に有利な条件をそなえること、が不可欠である。1)については、おそらく並行移動による遺伝子の獲得、あるいは、一部の内在酵素の基質選択性の変異等によって起こったもの考えることができる。これについてはいずれChl *d*合成遺伝子が明らかにされることによって説明することが可能になるであろう。2)についてはすでに、Tomoらが、ホウレンソウの光化学系II反応中心複合体にChl *d*を挿入することが可能であること、また、置換した光化学系II反応中心複合体においてPheo *a*が還元されることを示している²⁴⁾ことから、アンテナタンパク質あるいは反応中心タンパク質においてChl *a*がChl *d*に置き換わることは比較的容易であることがわかる。3)については、結果的に*Acaryochloris*が成立し、少なくとも光化学系Iにおいては反応中心色素としてもChl *d*を用いていることから、機能することは間違いない。

しかし、いったいそのChl *d*への置換は、どのような過程で行われたのであろうか？ Chl *a*へのエネルギー移動が容易なクロロフィルについては、アンテナ色素として利用することは可能である。これは、Satohらによる*Synechocystis*PCC6803 へのCAO遺伝子導入により示されている²⁵⁾。しかし、Chl *d*は、Chl *a*よりエネルギー準位が低く、溶媒系においては、Chl *d*からChl *a*へのエネルギー移動が容易に起こらないことが唆されている²⁶⁾。このためChl *a*へのエネルギー移動は、アップヒル機構に頼らざるを得ない。この点は、*Prochloron*や*Prochlorothrix*などのようにChl *b*をアンテナ色素として利用するケースと大きく異なる点である。

例えば、少なくともChl *d*を用いた光化学系Iの獲得には、まず、反応中心色素の置換が先だったのではないだろうか？ 反応中心がChl *d*に置換されてしまえば、アンテナ色素としてChl *a*を使うことに問題ないであろう。あとはChl *a*であろうが、Chl *d*であろうが単に生存に有利なアンテナ色素が選択されるにすぎない。あるいは、アンテナクロロフィルをChl *d*に置換してゆくさいに、効率的なアップヒルのエネルギー伝達機構を獲得したのであろうか？

このような筆者の邪推を明らかにしてゆくためには、Satohらの進化再現実験のようにChl *d*合成遺伝子を分離し細胞内でChl *d*を合成させることによって、合成されたChl *d*の挙動を観察することが役に立つであろう。また、Tomoらの実験のようにChl *a*を用いる光化学系反応中心のクロロフィルの部分置換を行いエネルギー移動過程を解析することも有効な知見を与えることになるのであろう。また、例えば*Acaryochloris*の光化学系のアンテナクロロフィルをChl *a*に置換し、エネルギー移動がおこり、反応が進むかどうかを検証してみるのも面白いかもしれない。

これらの検討は、単に*Acaryochloris*の系統発生機構を考える進化的な考察のみに留まらず、Chl *a*をChl *d*に置き換える際にクリアしなければならない最低限のハードル（反応が進むかどうか）を明らかにすること、さらには、光合成のクロロフィルの多様化メカニズムの解明、同時に光化学系タンパク質のChl選択性やその柔軟性を考えることと同義である。*Acaryochloris*はそれに貢献できる生物であると考えている。

ゲノム解析への期待

*Acaryochloris*は、Chl *d*を利用して光合成を行う唯一の生物である。近年、三室・宮下研究室とアリゾナ州立大学のBlankenship氏の研究室との共同でNSFのサポートのもと、ゲノム解析を行っている²⁷⁾。*Acaryochloris*がどのように系統発生したかを含め、ゲノム解析によってさまざまな情報が得られることを期待している。

文献

- 1) Miyashita H, Ikemoto H, Kurano N, Adachi K, Chihara M, Miyachi M. (1996) *Nature* 383: 402.
- 2) Marquardt J, Morschel E, Rhiel E, Westermann M. (2000) *Arch Microbiol.* 174: 181-8.
- 3) Hu Q, Marquardt J, Iwasaki I, Miyashita H, Kurano N, Morschel E, Miyachi S. (1999) *Biochim Biophys Acta.* 1412: 250-61.
- 4) Marquardt J, Senger H, Miyashita H, Miyachi S, Morschel E. (1997) *FEBS Lett.* 410: 428-32.
- 5) Miyachi S, Strassdat K, Miyashita H, Senger H.

- (1997) *Naturforsch.* 52c: 636-638.
- 6) Manning WM, Strain HH. (1943) *J. Biol. Chem.* 151: 1-19.
- 7) Murakami A, Miyashita H, Iseki M, Adachi K, Mimuro M. (2004) *Science* 303: 1633.
- 8) Miller SR, Augustine S, Le Olson T, Blankenship RE, Selker J, Wood AM. (2005) *Proc Natl Acad Sci USA* 102: 850-855.
- 9) Kuhl M, Chen M, Ralph PJ, Schreiber U, Larkum AW. (2005) *Nature* 433: 820.
- 10) Miyashita H, Adachi K, Kurano N, Ikemoto H, Chihara M, Miyachi M. (1997) *Plant Cell Physiol* 38: 274-281.
- 11) Hu Q, Miyashita H, Iwasaki I, Kurano N, Miyachi S, Iwaki M, Itoh S. (1998) *Proc Natl Acad Sci USA* 95: 13319-13323.
- 12) Chen M, Bibby TS, Nield J, Larkum AW, Barber J. (2005) *FEBS Lett.* 579: 1306-1310.
- 13) Chen M, Bibby TS, Nield J, Larkum AW, Barber J. (2005) *Biophys Acta.* 1708: 367-374.
- 14) Akiyama M, Miyashita H, Kise H, Watanabe T, Miyachi S, Kobayashi M. (2001) *Anal Sci.* 17: 205-208.
- 15) Akiyama M, Miyashita H, Kise H, Watanabe T, Mimuro M, Miyachi S, Kobayashi M. (2002) *Photosynth Res.* 74: 97-107.
- 16) Mimuro M, Akimoto S, Gotoh T, Yokono M, Akiyama M, Tsuchiya T, Miyashita H, Kobayashi M, Yamazaki I. (2004) *FEBS Lett.* 556: 95-98.
- 17) Akiyama M, Gotoh T, Kise H, Miyashita H, Mimuro M, Kobayashi M. (2004) *Jpn. J. Phycol.* 52 (suppl): 67-72.
- 18) Kobayashi M, Watanabe S, Gotoh T, Koizumi H, Itoh Y, Akiyama M, Shiraiwa Y, Tsuchiya T, Miyashita H, Mimuro M, Yamashita T, Watanabe T. (2005) *Photosynth Res.* 84: 201-207.
- 19) Mimuro M, Akimoto S, Yamazaki I, Miyashita H, Miyachi S. (1999) *Biochim Biophys Acta.* 1412: 37-46.
- 20) Mimuro M, Hirayama K, Uezono K, Miyashita H, Miyachi S. (2000) *Biochim Biophys Acta.* 1456: 27-34.
- 21) Razeghifard MR, Chen M, Hughes JL, Freeman J, Krausz E, Wydrzynski T. (2005) *Biochemistry* 44: 11178-11187.
- 22) Berry EA, Huang L-S, Saechao LK, Pon NG, Valkova-Valchanova M, Daldal F. (2004) *Photosynth. Res.* 81: 251-275.
- 23) Miyashita H, Ikemoto H, Kurano N, Miyachi S, Chihara M. (2003) *J. Phycol.* 39: 1247-1253.
- 24) Tomo T, Hirano E, Nagata J, Nakazato K. (2005) *Photosynth Res.* 84: 77-83.
- 25) Satoh S, Ikeuchi M, Mimuro M, Tanaka A. (2001) *J. Biol. Chem.* 276: 4293 - 4297.
- 26) Nieuwenburg P, Clarke RJ, Cai ZL, Chen M, Larkum AW, Cabral NM, Ghiggino KP, Reimers JR. (2003) *Photochem Photobiol.* 77: 628-37.
- 27) Phototrophic Procaryotes Sequence Projects, <http://genomes.tgen.org/index.html>

研究紹介

X-ray Absorption Spectroscopy を用いた Photosystem II Mn クラスターの
構造に関する研究Lawrence Berkeley National Laboratory
矢野淳子

Lawrence Berkeley Lab. (LBNL)で Photosystem II OEC (Oxygen Evolving Complex) の研究に携わっている。研究室がある Calvin Laboratory は Melvin Calvin がノーベル賞を取った直後に建てられ、光合成研究の歴史は古い。しかし、この 2,30 年で組織内の構造もかわり、実際に光合成関係の研究に携わる研究者は少なくなっている。イラク戦争が始まってからこのかた、研究費は横ばい状態。おそらくこの国でも同じように、何かあると国の予算は研究費、教育費から減らされる。しかし、悪いニュースばかりではない。エネルギー関連の研究はここ最近より注目されており、それに関連して光合成関連の研究も少し息を吹き返しつつあるように思える。

私が所属している研究室では、主に X-ray Absorption Spectroscopy (XAS) を用いて、Photosystem II (以下、PS II) の Mn クラスターの構造と機能や、その他の Mn モデル化合物の電子構造に関する研究を行っている(1)。XAS は吸収原子近傍の局所構造やその電子状態を求める手法で、Mn の K 吸収端にあたる XANES 領域 (~6550 eV) からは Mn の電子状態



from left, Yulia, 筆者, Pieter, and Vittal at APS

に関する情報が得られる。また、Extended X-ray Absorption Fine Structure (EXAFS) 領域は、Mn 近傍に存在する原子の結合距離や、配位数に関する情報を与える。

実験には放射光施設の使用が不可欠で、硬 X 線が使いやすいスタンフォード大の放射光施設 (SSRL)、LBNL に付属の Advanced Light Sources、そしてシカゴ近郊の Advanced Photon Sources を目的に分けて使用している。

PS II の結晶構造は、この 4、5年の間に 3.8-3.0 Å の分解能で報告されている(2-4)。一連の結晶構造解析からは PSII の分子レベルでの構造が明らかにされつつあり、特に多波長異常散乱実験では、OEC クラスターが Mn_4+Ca からなることをあらためて証明している。一方で、Mn クラスターとその周辺のリガンドの構造に関しては、高分解能結晶構造解析に必要とされるような高 Flux の X 線源を用いた場合、放射線損傷を受けてその酸化状態および化学構造が容易に変化することがわかっている(5)。PSII の場合、損傷によって結晶性に影響が出るよりもずっと前の段階で Mn クラスターへの影響が現れる。これは水を多く



Matthew and Ken at SSRL

含む金属タンパク質結晶に共通の問題であり、損傷を受けやすいペプチド側鎖や金属クラスター部分のX線構造に関しては特に注意が必要である。2世代から3世代の放射光施設へとX線源が強くなる一方で、迅速な検出機能を備えた検出器の開発がそれほど進んでいないことも原因の一つといえる。

一方、一連の結晶構造解析によって、PSII 単結晶を XAS や EPR (Electron Paramagnetic Resonance Spectroscopy) などの分光手法を用いた偏光特性研究に応用することが可能になった。我々の研究室では、Mn クラスターが X 線による損傷を受けないような低 Flux の範囲内で単結晶 XAS スペクトルを測定し、その偏光特性から Mn クラスターの構造と分子内における配向方向を求めようという試みをここ数年行っている。Fig.1 に実験装置の概略を示した。放射光 X 線は直線偏光性を持っている。この特徴を生かし、クライオスタット内に配向した結晶から偏光 EXAFS スペクトルを測定した。同時に、結晶回折像を

imaging plate によって測定し、結晶の正確な配向方向を決定した。このようにして MnEXAFS の偏光特性と結晶構造解析によって得られている分子配向をもとに、分子内で Mn クラスターがどのように配向しているかを調べることができる。詳細なデータ解析は現在進行中である。

また、OECの各S状態の転移($S_0 - S_1 - S_2 - S_3$)に伴って起こる微細な構造変化を研究するため、Ge(333)結晶のブラッグ反射を利用した高分解能スペクトロメーターを使って、MnEXAFSの距離分解能を上げる試みを行っている (Fig.2)。タンパクなどの希薄な系のEXAFS測定においては、通常半導体検出器を使って特定の蛍光X線のみを取り出す蛍光X線検出法が用いられる。MnK吸収端の場合、 $K\alpha$ 蛍光線を検出に用いる (Fig.2a,b)。しかし、現在の半導体検出器はエネルギー分解能が150から200 eVとそれほど高くないため、例えばPSIIのようなFeを常に含む系のMnEXAFSを測定する場合、Feからの蛍光X線の寄与

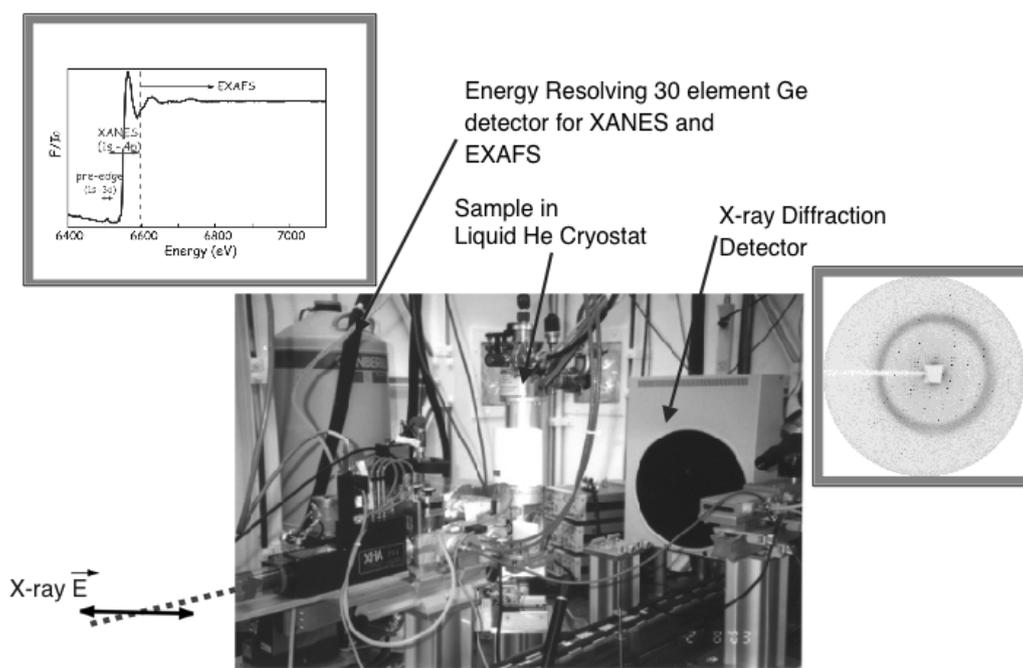


Fig.1 Experimental setup for single crystal XAS

を完全に排除することはできない。よって従来の蛍光測定法では、7120 eV付近に Feに由来する弱い吸収端が常に観察された(Fig.3)。このため、PSIIの MnEXAFSは 7100 eVまでしか測定出来ず、この測定範囲(6560-7100 eV)を分解能に換算すると 0.14 Å (分解能 $\Delta R = \pi/2k_{\max}$, $K_{\max} = 11.5 \text{ \AA}^{-1}$)である。この分解能は分子の化学的な構造を議論する上で十分とはいえない。そこで我々は、サンプルから検出器への経路に2次のモノクロメーターとして複数のGe(333)結晶を配置し、ブラッグ反射を利用してMnK α 線のみを検出器に導いてやることにより、Feの寄与を完全にのぞくことに成功した(Fig.2c)。このようにして、MnEXAFS (測定範囲：6560-7500 eV) の距離分解能

を 0.09 Å ($K_{\max} = 15.5 \text{ \AA}^{-1}$)まで改善することができた(Fig.3) (6)。

最後に、パークレーでの日々の生活の話に少しふれたい。UC Berkeley と LBNL は隣接しており、サンフランシスコ湾を望む高台にある。アメリカの研究施設のほとんどがそうであるように、研究者の多くは外国人でしめられていて、日本人研究者も多い。多くのアメリカの都市のイメージに反して、研究所や大学から歩ける距離にすむことができる。そして歴史から、リベラルな考えを持つ人が多い。また、質のよいコーヒー豆が手に入ることは私にとって非常に大切である。

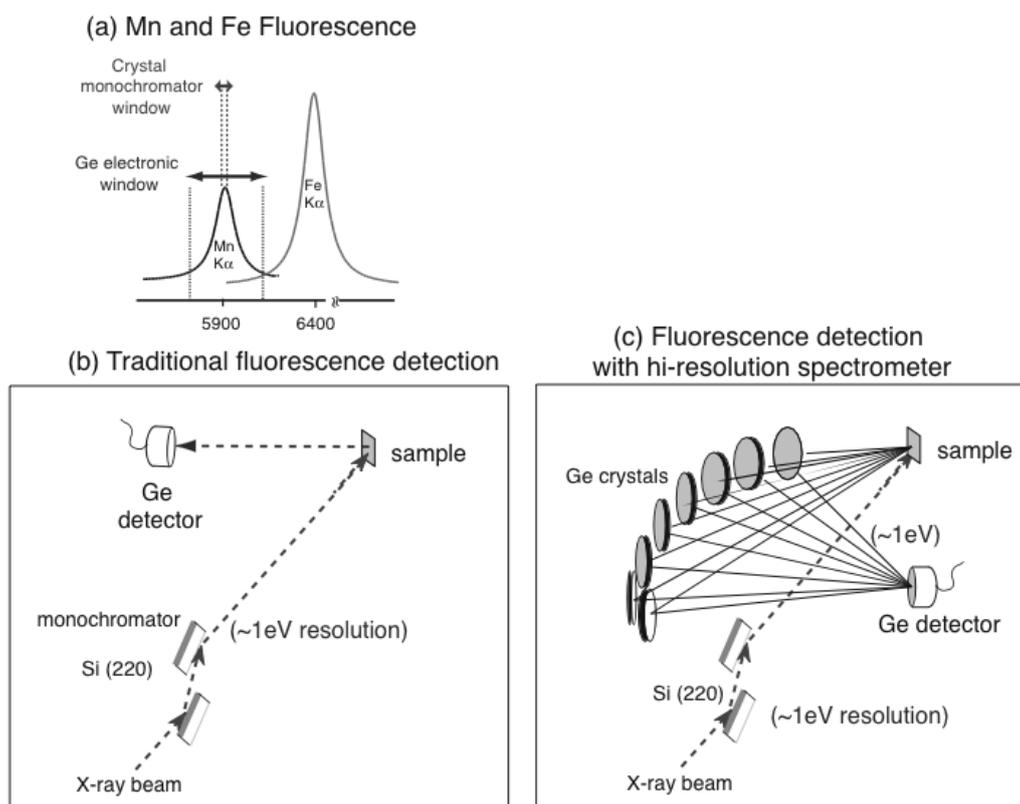


Fig.2 (a) A schematic representation of the fluorescence detection scheme. The fluorescence peaks broadened by the Ge detector with 150-200 eV resolution are shown. The multichromator with 1 eV resolution is tuned to the K α 1 peak. (b, c) Two figures show the schematics for the conventional fluorescence detection, and the fluorescence detection with crystal monochromator used in a backscattering configuration.

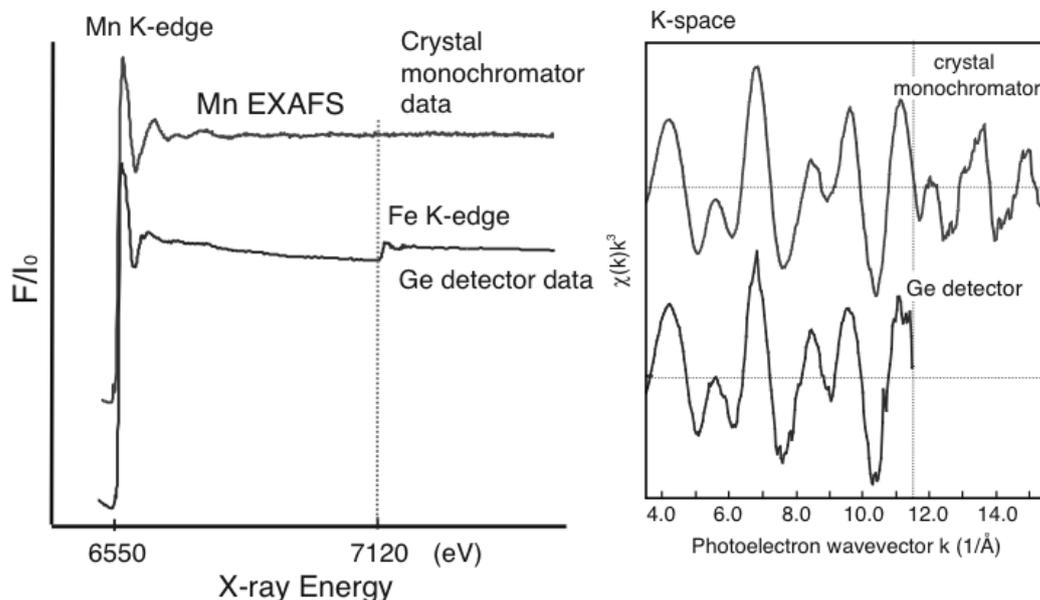


Fig.3 The PS II Mn K-edge EXAFS spectra from the S_1 state sample obtained with a traditional energy-discriminating Ge detector compared with that collected using the high-resolution crystal monochromator. Fe present in PS II does not pose a problem with the high-resolution detector (the Fe edge is marked by a vertical line at around $11.5/\text{\AA}$).

パークレーに住んで一番味気なく思うことは、四季の変化に乏しいことだ。このような不平を述べると、毎日天気がいいのだから良いではないかと言われる。しかし、やはり夏は暑く、冬は寒いのがいい。こういった気候のせいで、何かを待ち望む感覚が薄れていくような気がする。一方で最も魅力的なことは、いろいろな面で刺激が多いことだ。先に述べたように、研究者のほとんどが外国人であるため、昼食時は自然に政治やそれぞれの国の文化の話題になる。特に政治の話題になると、日本と他の国々の問題など、時にはつらい立場に立たされることもある。しかし、それは日本にいたときは経験することのなかったとても貴重な体験である。相手の立場にたって考えろ、という子供の頃からうるさく言われ続けたことを誰もが実行すれば、世の中もっとましになるはずである。愛国心とはいいたくないが、愛“文化”心は大切にしたいと思う。最近尺八を習い始めた。アメリカ人の先生から、日本文化の奥深さを教えられている。

References

- 1) Yachandra, V. K.; Sauer, K.; Klein, M. P., *Chem. Rev.* 1996, 96, 2927.
- 2) Kamiya, N.; Shen, J. R., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2003, 100, 98.
- 3) Ferreira, K. N.; Iverson, T. M.; Maghlaoui, K.; Barber, J.; Iwata, S., *Science* 2004, 303, 1831.
- 4) Loll B.; Kern, J.; Saenger, W.; Zouni A.; Biesiadka, J., *Nature*, to be published.
- 5) Yano, J.; Kern, J.; Irrgang, K.-D.; Latimer, M. J.; Bergmann, U.; Glatzel, P.; Pushkar, Y.; Biesiadka, J.; Loll, B.; Sauer, K.; Messinger, J.; Zouni, A.; Yachandra, V. K., *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2005, 102, 12047.
- 6) Yano, J.; Pushkar, Y.; Glatzel, P.; Lewis, A.; Sauer, K.; Messinger, J.; Bergmann, U.; Yachandra, V., *J. Am. Chem. Soc.* 2005, 127, 14974.

「光合成研究会ワークショップ5」報告

(共催：神奈川大学大学院理学研究科ハイテクリサーチセンター・神奈川大学総合理学研究所)

日本光合成研究会常任幹事 鈴木祥弘 (神奈川大学)

9月2・3日に神奈川大学湘南平塚キャンパス67号館実験実習室と圃場に於いて、光合成研究会ワークショップ5「草が作る叢(くさむら)の光環境(生産構造図の作成)」が開催されました。東京近郊のみならず、遠方からの会員の皆さんにも参加いただき(写真)、二日間で延べ22人に達しました。学生会員の参加を念頭に計画したワークショップであるにも関わらず、参加者の半数以上が教官・教員であり、参加者には多少物足りない部分もあったように思います。

初日は環境測定装置(光量子計、ファイバー分光器など)や光合成関連の測定装置(光合成・蒸散速度計、PAMなど)の実演を行いました。実習終了後、平塚市琵琶青少年自然の家に宿泊した参加者(12名)は、夕食後8時より消灯まで当日のデータを襖に投影しながら、3時間近くに渡り検討会を行いました。主催者側も気づかない様々な疑問点が提示され、活発な討論が行われました。二日目は、「層別刈り取り」を参加者が行いました。圃場で刈り取りとられた試料を、実験室に運び、生重量と葉面積の測定をしました。このような単純な測定により、生産構造図や群落内の光強度の変化など、様々な情報を得ることができることを体験していただきました。

今回の講習が参加者の研究や授業に役立てばと思います(写真と測定結果は、間もなくホームページに掲載予定)。



報 告 事 記

Swiss-Japan Workshop

-Towards a system view of plastid differentiation and functions- 参加報告

京都大学大学院生命科学研究科 伊福健太郎

2005年10月5日から8日まで、日本学術振興会二国間交流事業の一環として、スイス、ルツェルンにおいてスイス-日本二国間セミナーが行われた。スイス側はスイス連邦工科大学（ETH）の W. Gruissem 先生、日本側は名古屋大学の杉田護先生が代表者としてセミナーをオーガナイズされた。今回のセミナーは以前、岡山の倉敷で行われたスイス-日本セミナーの、スイス側における二回目ということで、前回に引き続いて参加されている方が多く、その方々は皆再会を喜びあっていた。筆者は倉敷でのセミナーには参加していなかったが、杉田先生から上司の佐藤文彦教授にお話があり、それが縁で今回のセミナーに参加させて頂く機会を得た。そこで今回は、その参加報告をさせて頂く事となった。

ルツェルン（Luzern）は山々に囲まれた湖のほとりにあり、日本人観光客にも人気のある美しい観光地である（写真下）。セミナーはその中心部にある WILDEN MANN ホテルの一室で行われた。地元でもおいしいと評判のレストランを併設した由緒あるホテルということで、規模も比較的こぢんまりとしており、参加者全員がそのホテルに宿泊し、三食共に食事をするという非常に濃密な時間を過ごした。



ホテルの側から見たルツェルンの風景：右側に見えるのが観光名所のカペル橋。対岸が石畳の旧市街で、色々なお店やレストラン、屋台があり、見て歩くだけで楽しい。

さて、セミナーは“A systems approach to chloroplast function”と題した Gruissem 先生の講演から始まり、午前と午後大体 4 – 5 題ずつ、参加者の各々が発表する形式で 3 日間行われた。参加者は日本側から 11 名、スイス側から 10 名が口頭発表を行った。発表内容は非常に多岐に渡り、クロロフィル代謝 (田中, 北大; Hörtensteiner, Bern 大, 以下敬称略)、デンプン代謝 (Zeeman, ETH)、色素体シグナル (望月, 京大; Apel, ETH)、光シグナル受容 (Fankhauser, Lausanne 大)、遺伝子発現制御 (杉田, 名大; Goldschmidt-Clermont, Geneva 大)、葉緑体タンパク質の網羅的解析 (本橋, 静岡大; Baginsky, ETH)、葉緑体タンパク質輸送機構 (中井, 阪大; Kessler, Neuchâtel 大)、光化学系複合体の分子集合とその機能調節 (坂本, 岡山大; 高橋, 岡山大; 伊福, 京大; Rochaix, Geneva 大)、循環的電子伝達 (鹿内, 九大)、そしてレドックス制御 (久堀, 東工大; 小川, RIBS) などに関する発表があった。ここではその全てを紹介することはできないが、個人的には、葉緑体が核の遺伝子発現や細胞質の状態に影響を及ぼす分子機構に関する報告に興味があった。中でも、Apel 先生の一重項酸素による細胞死の経路に関わる Executer 1 タンパク質の話が大変興味深かった。Executer 1 の欠損は *flu* 変異によるクロロフィル生合成中間体の蓄積に伴う細胞死の誘発を抑制するが、その単独での欠損は目立った表現型を生じず、Executer 2 と名付けられたタンパク質の欠損を伴った場合に芽生えにおける色素体の発達を抑制する。一重項酸素特異的に応答するプロモーター/レポーターの系を用いた実験結果なども示され、今後、一重項酸素から Executer 1 / 2 が介在する情報伝達経路の生理的意義と、それらタンパク質自体の分子機能の解明が期待された。また、Gruiissem 先生の isoprenoid 生合成系における中間代謝産物を介した葉緑体と細胞質の代謝経路の相互作用、中井先生の電子伝達鎖の酸化還元状態が葉緑体へのタンパク質輸送に及ぼす影響、坂本先生の葉緑体 FtsH 欠損が引き起こす斑入りを抑制する二重変異の話、望月先生の新たな *gun* (genome-uncoupled) mutant のスクリーニング、そして久堀先生 (チオレドキシ) と小川先生 (グルタチオン) によるタンパク質機能のレドックス制御の話等々、様々な局面において葉緑体が関与する細胞機能制御に関する研究結果の発表があった。各々の現象の背景にある分子機構は、互いに密接に関連しあっている部分も多々あると考えられ、今後その辺の解明が研究の焦点になってくると思われた。その中で、筆者はまだ未熟な内容であったが、“Structures and Functions of the Luminal Extrinsic Subunits of Photosystem II in Higher Plants”と題する発表をした。そこでは、筆者らが研究してきている PSII の核コードサブユニット、PsbP の欠損が、何故か PSI の減少も引き起こすという実験結果に対して質問を頂いた。筆者にとっては海外における初めての英語での発表で、発表自体は何とかこなしたが、質疑応答となるとしどろもどろで、自分の英語力のなさを痛感する結果となってしまった。ただ発表後に Rochaix 先生や Apel 先生などの著名な先生方と、研究結果に関して色々と議論させて頂く機会を得たことは非常に良い刺激になった。

セミナーは日によっては朝から夕方まで缶詰状態で行われたが、2 日目の午後にはエクスカージョンとしてルツェルン近郊の湖と山へ観光に出かけた。登山電車で登ったリギ山の山頂からは、麓からは想像もできないようなパノラマが広がり、天候にも恵まれて遠くベルナーアルプスまで見渡すことができた (写真はその時の集合写真。杉田先生提供)。筆者はその日の午前中に発表を済ませていたので、

山頂からのすばらしい風景を眺めながら、ようやくスイスにいる実感が湧いてきたのをよく覚えている。また、このエクスカージョンではスイス側、日本側を問わず色々な先生方と、セミナー会場とはまた違った雰囲気です接する機会があり、筆者の様な若手研究者にとっては大変有意義な時間となった。

この二国間セミナーに参加して筆者が強く感じた事は、スイスと日本両国における葉緑体機能、及び、核と葉緑体の相互作用に関する研究者密度の高さである。実際、今回のセミナーでも多くの研究テーマに関して、スイス側と日本側に関連した研究をするカウンターパートが参加していて、二国間セミナーをきっかけに共同研究などに発展しているケースもあるようであった。また研究者人口と大学などの研究機関の数を考えると、この分野におけるスイス側の研究レベルの高さは特筆すべきものがあると感じた。このテーマでのスイス-日本二国間セミナーは、今回で一応、一区切りということだが、両国における研究の発展の為に、ぜひ今後も継続して開催されると良いと思われた。この事に関してはセミナーの最後に、鹿内先生と Kessler 先生が次回の二国間セミナーを企画するということが決まった。筆者は今回、運よく参加させて頂く事ができたが、次回もこのような有意義なセミナーに参加できるように、研究と英語の向上に取り組む意を強くしてスイスを後にした。

最後になりましたが、今回の貴重な経験をする機会を頂き、かつ準備から連絡に至るまで、色々大変お世話になりました名古屋大学の杉田先生に深く感謝致します。



エクスカージョンで登ったリギ山での集合写真（杉田護先生の御提供による）

6th International Conference on Tetrapyrrole Photoreceptors in Photosynthetic Organisms (ICTPPO) 参加報告

大阪府立大学 大学院理学系研究科
吉原静恵

2005年9月11日から16日までスイスのLuzernという町で6th International Conference on Tetrapyrrole Photoreceptors in Photosynthetic Organisms (ICTPPO) が開かれました。Luzernはチューリッヒから特急で1時間ほどのところにあり、湖が多く農場と牧場が広がる大変のどかな町です。しかし、会議が行われたセミナーハウスは文理系に囚われずあらゆる分野の“セミナー“を開くための設備(ホテル、会議室、スポーツ施設など...)が整った、大変立派で近代的な施設でした。「こんな田舎町にこんな立派な設備が必要なのだろうか...」と、いらぬ心配をもしましたが、私たちが滞在している期間いくつもの国際的なセミナーが開かれており、多くの人たちで賑わっている様子でした。

この会議は2年に1回開かれており、植物やバクテリアなど光合成生物のテトラピロールの機能について光合成、代謝、分光学など様々な分野の研究者が集まります。また、その研究手法も生理学、生化学、生物物理学と多様です。

この会議の特徴として、会期中は100人以内に抑えた少数の参加者全員が同じホテルに寝泊まりし、一部屋だけ設けられた会議室で朝から晩まで発表を聞き、議論し、食事も3食一緒というまるで合宿のような期間を過ごします。

私自身は、2003年にドイツのPassauにある古いお城のようなホテルで開かれた会議に出席したのが始まりでした。シアノバクテリアのフィトクロム様光受容体(フィトクロムの発色団は開環テトラピロール)に関する、主に生理学と生化学のデータを持って参加したのですが、日常の研究環境ではた



会議の様子

どり着かない考察や研究計画などについて、異なる研究手法を持つ方々やフィトクロム研究の大御所の方々からアドバイスを頂けたのが大きな収穫でした。また、同じメンバーと朝から晩まで顔を合わせるわけですから自然とコミュニケーションが生まれ、研究を超えた人間関係が築けたように(個人的には)思います。そこで今回もまた、その後の結果を携えて参加させていただきました。

今回は、

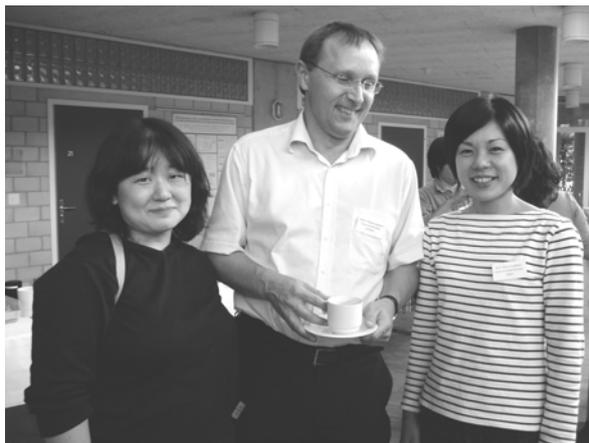
Opening Lecture から始まり、Photosynthesis、Photophysics & Spectroscopy、Biosynthesis of tetrapyrrolic photoreceptors、Biodegradation of tetrapyrroles、Regulation mechanisms、Molecular Biology of Biliproteins、Synthetic tetrapyrrolic photosystems と、全部で 8 つのセッションから構成されており、それぞれ 6 人ほどのオーラルと全部で 40 ほどのポスター発表がありました。

やはりメインは光合成系のクロロフィルに関する話で、アンテナ複合体中のクロロフィルの構造や電子伝達系クロロフィルの合成・分解系

などに関する発表が大半でした。また、人工光合成系の構築に向けたアンテナ複合体に関するものや、中には、ガン細胞に取り込ませたクロロフィルを局所的に励起することによってガンを死滅させる光治療にバクテリオクロロフィル、クロロフィル、合成クロロフィルを用いた発表もいくつか聞くことができました。

開環テトラピロールを発色団に持つアンテナタンパク質のフィコビルンや光受容体フィトクロムの発表が前回よりも増えていたように感じました。個人的な興味で恐縮ですが、Tilman Lamparter が *Agrobacterium* のバクテリオフィトクロム Agp1 の発色団結合領域の結晶化に成功し、近々論文が発表されるという話題に驚きました。と言うのも、フィトクロムの結晶化は今までに成功例がなく、多くの関係者が知りたがっている情報だったからです。さらに、11 月 17 日号の *Nature* に別のグループが *Deinococcus* のバクテリオフィトクロムの結晶構造を発表しました。植物フィトクロムの構造を解くきっかけになるかもしれません。

そして、次回の 2007 年は京都大学の三室守先生を議長として日本で執り行われることになりました。日本のどこであるの合宿が行われるのか大変興味がありますし、日本から多くのテトラピロール関係者が参加し、会が盛り上がることを今から願ってやみません。



嘉美千歳さん（奈良先）、Dr. T. Lamparter、筆者



Luzern : 会場近くの湖

集会案内

第47回植物生理学会シンポジウム

会期 2006年3月19日(日)～21日(火) 会場 筑波大学

光合成電子伝達系の超分子複合体の構造・機能・動態

座長 (未定)

1 光化学系 II 複合体の構造解析の現状と展望

○沈建仁^{1,2}, 古瀬宗則³, 内藤久志³, 西條慎也³, 逸見隆博⁴, 大熊章郎¹, 川上恵典¹, 神谷信夫⁴ (1 岡山大院自然科学, 2 さきがけ、JST, 3 理研播磨, 4 大阪市大院理)

2 光化学系 II の表在性タンパクの構造と機能分化

○伊福健太郎、山本由弥子、佐藤文彦 (京大院・生命科学)

3 光化学系 II の機能解析：赤外分光法によるコファクターの微視構造と反応メカニズム

○野口巧 (筑波大・数理物質科学)

4 討論

座長 園池公毅 (東大院新領域)

5 シトクロム *b6f* 複合体の構造と機能 - 2種類の阻害剤複合体構造から-

○栗栖源嗣 (東大院総合)

6 光化学系 I 複合体の構造と動態

○高橋裕一郎、小澤真一郎、大西岳人 (岡山大院自然科学)

7 チラコイド膜/ストロマ局在型 FNR と Fd の電子伝達複合体の構造と機能：光化学系 I 及びシトクロム *b6f* 複合体との電子分配

○Guy T. Hanke、有賀洋子、長谷俊治 (阪大、蛋白研)

8 集光性クロロフィルタンパク複合体の構造と動態

○皆川純¹、岩井優和¹、高橋祐子²、高橋裕一郎² (1 北大低温研、2 岡山大院自然科学)

9 討論

新刊図書

Photobiology of Higher Plants

Maurice S. McDonald

ISBN: 0-470-85522-3

Hardcover

368 pages

2003

John Wiley & Sons Inc

Artificial Photosynthesis: From Basic Biology to Industrial Application

Anthony F. Collings, Christa Critchley (Eds.)

ISBN: 3-527-31090-8

Hardcover

336 pages

2005

John Wiley & Sons Inc

(近刊)

Discoveries in Photosynthesis

Series: Advances in Photosynthesis and Respiration, Vol. 20

Govindjee; Beatty, J.T.; Gest, H.; Allen, J.F. (Eds.)

2005, Approx. 1210 p., Hardcover

ISBN: 1-4020-3323-0

December 16, 2005

Springer

(近刊)

Photoprotection, Photoinhibition, Gene Regulation, and Environment

Series: Advances in Photosynthesis and Respiration, Vol. 21

Demmig-Adams, Barbara; Adams III, William W.; Mattoo, Autar (Eds.)

2005, Approx. 500 p., Hardcover

ISBN: 1-4020-3564-0

2006

Springer

*** Information ***

事務局からのお知らせ

★入会案内

本会へ入会を希望される方は、会費（個人会員年会費：¥1,500、賛助法人会員年会費：¥50,000）を郵便振替（加入者名：光合成研究会、口座番号：00140-3-730290）にて送金の上、次ページの申し込み用紙、または電子メールにて、氏名、所属、住所、電話番号、ファックス番号、電子メールアドレス、入会希望年を事務局までお知らせください。

記事募集

日本光合成研究会では、会報に掲載する記事を会員の皆様より募集しています。募集する記事の項目は以下の通りです。

- 研究紹介：最近の研究結果の紹介。特に、若手、博士研究員の方々からの投稿を期待しています。
- 集会案内：研究会、セミナー等の案内
- 求人：博士研究員、専門技術員等の募集記事
- 新刊図書：光合成関係、または会員が執筆・編集した新刊図書の紹介
- 新製品：賛助法人会員が取り扱う光合成関連装置の新製品の紹介
- 掲示版：研究上の質問、実験装置の譲渡など、会員からの様々な情報

記事の掲載を希望される方は、会報編集担当、野口（tnoguchi@ims.tsukuba.ac.jp）まで御連絡下さい。

日本光合成研究会会員入会申込書

平成 年 月 日

日本光合成研究会御中

私は日本光合成研究会の趣旨に賛同し、平成 年より会員として入会を申し込みます。

[]内に会員名簿上での公開承諾項目に○印をつけてください

[] 氏名 (漢字) (必須)

氏名 (ひらがな)

氏名 (ローマ字)

[] 所属

[] 住所 1

〒

[] 住所 2 (自宅の方または会報送付先が所属と異なる場合にのみ記入)

〒

[] TEL1

[] TEL2 (必要な方のみ記入)

[] FAX

[] E-mail

個人会員年会費 1,500 円 (会報、研究会、ワークショップなどの案内を含む)

賛助法人会員年会費 50,000 円 (上記と会報への広告料を含む)

(振込予定日：平成 年 月 日) (会員資格は1月1日～12月31日を単位とします)

* 複数年分の会費を先払いで振り込むことも可能です。その場合、通信欄に(何年度～何年度分)とお書き下さい。

連絡先

〒464-8602 名古屋市千種区不老町
名古屋大学理学部物理教室 光生体エネルギー研内
日本光合成研究会
TEL/FAX: 052-789-2883
E-mail: photosyn@bio.phys.nagoya-u.ac.jp
郵便振替口座 00140-3-730290

日本光合成研究会会則

第1条 名称

本会は日本光合成研究会（The Japanese Association for Photosynthesis Research）と称する。

第2条 目的

本会は光合成の基礎および応用分野の研究発展を促進し、研究者相互の交流を深めることを目的とする。

第3条 事業

本会は前条の目的を達成するために、シンポジウム開催などの事業を行う。

第4条 会員

1. 定義

本会の目的に賛同する個人は、登録手続を経て会員になることができる。また、団体、機関は、賛助会員になることができる。

2. 権利

会員および賛助会員は、本会の通信および刊行物の配布を受けること、本会の主催する行事に参加することができる。会員は、会長を選挙すること、役員に選出されることことができる。

3. 会費

会員および賛助会員は本会の定めた年会費を納めなければならない。

第5条 組織および運営

1. 役員

本会の運営のため、役員として会長1名、事務局長1名、会計監査1名、常任幹事若干名をおく。役員任期は2年とする。会長、常任幹事は連続して二期を越えて再任されない。事務局長は五期を越えて再任されない。会計監査は再任されない。

2. 幹事

幹事数名をおく。幹事任期は4年とする。幹事の再任は妨げない。

3. 常任幹事会

常任幹事会は会長と常任幹事から構成され、会長がこれを招集し議長となる。常任幹事会は本会の運営に係わる事項を審議し、これを幹事会に提案する。事務局長と会計監査は、オブザーバーとして常任幹事会に出席することができる。

4. 幹事会

幹事会は役員と幹事から構成され、会長がこれを招集し議長となる。幹事会は、常任幹事会が提案した本会の運営に係わる事項等を審議し、これを決定する。

5. 事務局

事務局をおき、事務局長がこれを運営する。事務局は、本会の会計事務および名簿管理を行う。

6. 役員および幹事の選出

会長は会員の直接選挙により会員から選出される。事務局長、会計監査、常任幹事は会長

が幹事の中から指名し、委嘱する。幹事は常任幹事会によって推薦され、幹事会で決定される。会員は幹事を常任幹事会に推薦することができる。

第6条 総会

1. 総会は会長が招集し、出席会員をもって構成する。議長は出席会員から選出される。
2. 幹事会は総会において次の事項を報告する。
 - 1) 前回の総会以後に幹事会で議決した事項
 - 2) 前年度の事業経過
 - 3) 当年度および来年度の事業計画
3. 幹事会は総会において次の事項を報告あるいは提案し、承認を受ける。
 - 1) 会計に係わる事項
 - 2) 会則の変更
 - 3) その他の重要事項

第7条 会計

本会の会計年度は1月1日から12月31日までとする。当該年度の経理状況は、総会に報告され、その承認を受ける。経理は、会計監査によって監査される。本会の経費は、会費および寄付金による。

付則

- 第1 年会費は個人会員 1,500 円、賛助会員一口 50,000 円とする。
- 第2 本会則は、平成14年6月1日から施行する。
- 第3 本会則施行後第一期の会長、事務局長、常任幹事にはそれぞれ、第5条に定める規定にかかわらず、平成14年5月31日現在の会長、事務局担当幹事、幹事が再任する。本会則施行後第一期の役員および幹事の任期は、平成14年12月31日までとする。

日本光合成研究会の運営に関する申し合わせ

1. 幹事会：
幹事は光合成及びその関連分野の研究を行うグループの主催者である等、日本の光合成研究の発展に顕著な貢献をしている研究者とする。任期は4年とするが、原則として再任されるものとする。
2. 事務局：
事務局長の任期は2年とするが、本会の運営を円滑に行うため、約5期（10年）を目途に再任されることが望ましい。
3. 次期会長：
会長の引き継ぎを円滑に行うため、次期会長の選挙は任期の1年前に行う。
4. 常任幹事会：
常任幹事会の運営を円滑におこなうため、次期会長は常任幹事となる。

幹事会名簿

浅田浩二	福山大学生命工学部	寺島一郎	大阪大学大学院理学研究科
池内昌彦	東京大学大学院総合文化研究科	徳富(宮尾)光恵	農業生物資源研究所 光合成研究チーム
池上 勇	帝京大学薬学部	豊島喜則	関西学院大学理工学部
泉井 桂	近畿大学生物理工学部生物工学科	南後 守	名古屋工業大学応用化学科
伊藤 繁	名古屋大学大学院理学系研究科	野口 巧	筑波大学大学院数理物質科学研究科
井上和仁	神奈川大学理学部	長谷俊治	大阪大学蛋白質研究所
井上頼直	理化学研究所	林 秀則	愛媛大学 無細胞生命科学工学研究センター
臼田秀明	帝京大学医学部	原登志彦	北海道大学低温科学研究所
榎並 勲	東京理科大学理学部	彦坂幸毅	東北大学大学院生命科学研究科
大岡宏造	大阪大学大学院理学研究科	久堀 徹	東京工業大学資源化学研究所
大杉 立	東京大学大学院農学生命科学研究科	檜山哲夫	埼玉大学理学部 (名誉教授)
大政謙次	東京大学大学院農学生命科学研究科	福澤秀哉	京都大学大学院生命科学研究科
小川健一	岡山県生物科学総合研究所	藤田祐一	名古屋大学大学院生命農学研究科
小野高明	理化学研究所フォトケミクス研究センター	前 忠彦	東北大学大学院農学研究科
小俣達男	名古屋大学大学院生命農学研究科	牧野 周	東北大学大学院農学研究科
垣谷俊昭	名城大学理工学部教養教育/ 総合学術研究科	松浦克美	首都大学東京都市教養学部
金井龍二	埼玉大学 (名誉教授)	三室 守	京都大学大学院地球環境学堂
櫻井英博	早稲田大学教育学部	宮地重遠	海洋バイオテクノロジー研究所
佐藤和彦	兵庫県立大学大学院生命理学研究科	村田紀夫	基礎生物学研究所
佐藤公行	岡山大学 (名誉教授)	山本 泰	岡山大学大学院自然科学研究科
佐藤直樹	東京大学大学院総合文化研究科	山谷知行	東北大学大学院農学研究科
佐藤文彦	京都大学大学院生命科学研究科	横田明穂	奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科
重岡 成	近畿大学農学部	和田敬四郎	放送大学石川学習センター
島崎研一郎	九州大学大学院理学研究院		
嶋田敬三	首都大学東京都市教養学部		
沈 建仁	岡山大学大学院自然科学研究科		
杉浦昌弘	名古屋市立大学 大学院システム自然科学研究科		
杉田 護	名古屋大学遺伝子実験施設		
杉山達夫	中部大学生命健康科学研究所		
鈴木祥弘	神奈川大学理学部		
園池公毅	東京大学大学院新領域創成科学研究科		
高橋裕一郎	岡山大学大学院自然科学研究科		
田中 歩	北海道大学低温科学研究所		
都筑幹夫	東京薬科大学生命科学部		

編集後記

平成17年も慌ただしく過ぎようとしています。最後は高宮先生の悲しい知らせでの締めくくりとなってしまいました。CO₂による地球温暖化の問題が深刻化してきている今、光合成研究の役割は今後ますます重要になっていくものと思われまます。高宮先生も天から光合成研究の行く末を見守ってくださることを願って止みません。御冥福をお祈りいたします。

<筑波大学 野口 巧>

日本光合成研究会 2005-2006 年役員

会長 伊藤 繁 (名古屋大学)

事務局 田中 歩 (北海道大学)

常任幹事 大岡宏造 (大阪大学) (日本光生物学協会)

常任幹事 藤田祐一 (名古屋大学) (会報担当)

常任幹事 野口 巧 (筑波大学) (会報担当)

常任幹事 鈴木祥弘 (神奈川大学) (ホームページ担当)

常任幹事 白田秀明 (帝京大学) (企画担当)

常任幹事 大政謙次 (東京大学) (企画担当)

常任幹事 高橋裕一郎 (岡山大学) (企画担当)

常任幹事 寺島一郎 (大阪大学) (企画担当)

常任幹事 久堀 徹 (東京工業大学) (企画担当)

庶務 中村洋子 (名古屋大学)

会計監査 池上 勇 (帝京大学)

日本光合成研究会 会報 第44号 2005年12月20日発行

日本光合成研究会

名古屋大学理学部物理教室

光生体エネルギー研内

〒464-8602 名古屋市千種区不老町

FAX: 052-789-2883

E-mail: photosyn@bio.phys.nagoya-u.ac.jp

<http://photosyn.phys.nagoya-u.ac.jp/index-j.html>

郵便振替口座 加入者名: 光合成研究会 口座番号: 00140-3-730290