
光合成研究会会報 第10号

1993年10月

NEWSLETTER

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

NO. 10 OCTOBER 1993

重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」のミニワークショップ「植物の熱ショックタンパク質と高温への適応」が、11月19日(金)～20日(土)に、基礎生物学研究所(愛知県岡崎市明大寺町西郷中38)で開かれます。

[趣旨]

高等植物、微細藻類における熱ショックタンパク質の遺伝子のクローニングおよび生化学的解析を中心に、最新の研究結果に関する情報を交換し、熱ショックタンパク質の分子シャペロンとしての機能、および植物の高温耐性における役割について、分子生物学的側面から理解を深める。

[主な内容]

1. 植物分子シャペロンの解析(基生研・槻木竜二、西村幹夫)、2. アラビドプシス熱ショックタンパク質の発現調節(東大・米田好文)、3. 培養細胞におけるストレスタンパク質の発現(京大・佐藤文彦)、4. 酵母の熱ショックタンパク質とその機能(名大・西川周一、遠藤斗志也)、5. 大腸菌におけるDnaJシャペロンのアナログ(名大・上口智治、水野 猛)、6. 光合成細菌におけるタンパク質高次構造と熱ショックタンパク質(広島大・佐藤敏生)、7. 近紫外線によるランソウ熱ショックタンパク質の発現(島根大・柴田 均)、8. 好熱性ランソウの熱ショックタンパク質(埼玉大・仲本 準、檜山哲夫)、9. ランソウの*GroEL*遺伝子(基生研・林 秀則)、10. ランソウの光合成の高温適応(基生研・西山佳孝、村田紀夫)

参加費は無料です。参加の希望、詳細は下記に問い合わせして下さい。

[問合先]

〒444 岡崎市明大寺町西郷中38 基礎生物学研究所 林 秀則
TEL: 0564-55-7601
FAX: 0564-54-4866

重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」ミニワークショップ「光合成における循環的電子伝達系の新展開をめざして」開催のお知らせ

重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」（総括班研究代表者・村田紀夫）では、テーマを限定して研究の現状と将来の動向に関して討論するための勉強会（ミニワークショップ）が企画されています。今回、この趣旨に基づき上記ミニワークショップが提案され、実施することが決まりました。

最近、高濃度のCO₂要求性変異株とNADHデヒドロゲナーゼ遺伝子および循環的電子伝達系の関係が明らかにされるなど、光合成における循環的電子伝達系は新たな展開を示しつつあります。本ミニワークショップでは、1)光合成の環境応答調節と循環的電子伝達系の関係を明らかにすること、2)循環的電子伝達系の構造解明に関する研究の現状と問題点を明らかにすることを目的にしています。班員は勿論、微生物・ミトコンドリアの呼吸鎖を研究している人の参加も予定しています。参加人数につきましては企画の趣旨から10-15名程度ということになっていますが、会場のスペース等に余裕がありますので皆様の積極的な参加を期待しています。

このミニワークショップは村田紀夫(基生研)、浅田浩二(京大食研)先生のご努力により進められていますが、事務的な連絡は高倍昭洋(名城大理工)までお願いします。ミニワークショップに参加ご希望の方は必要事項(御名前、御所属、電話番号、Fax番号、12月3日の宿泊希望の有無)をご記入の上、11月10日までに手紙またはFaxで申し込んで下さい。

1. 日程 平成5年12月3日(金)13時～12月4日(土)12時30分
2. 会場・宿舎 愛知県青年会館(名古屋市中区栄1-18-1, Tel:052-221-6001)
部屋の一部については2人の合部屋となることがあります。予めご承知下さい。
3. 参加費用 参加費 1,000 円
宿泊、食事代(夕、朝、昼食)の合計は御一人 10,000 円です。
4. 会場への交通 名古屋駅から地下鉄東山線伏見駅(最初の駅)下車徒歩7分。
5. スピーカーと演題(tentative)
 - *光合成における循環的電子伝達系(浅田浩二・京都大学食糧科学研究所)
 - *シアノバクテリアの循環的電子伝達系(小川晃男・理化学研究所)
 - *NADHデヒドロゲナーゼ遺伝子(杉浦昌弘・名古屋大学遺伝子実験施設)
 - *循環的電子伝達系と光合成環境応答(高倍昭洋・名城大学理工学部, 小林善親・九州大学農学部)
 - *微生物のNADHデヒドロゲナーゼ(畠本力・千葉大学薬学部)
 - *ミトコンドリアの呼吸鎖複合体I(皆川信子・新潟薬科大学, 増井良二・大阪大学理学部)

申込先: 〒464 名古屋市天白区塩釜口1-501
名城大学理工学部化学
高倍昭洋
Tel: 052-832-1151 内線5258
Fax: 052-832-1170

集会の案内

① 集会の名称, ② 期日, ③ 場所, ④ 連絡先

- ① 111rd International Conference (OWLS III)
Optical Methods in Bio-Medical and Environmental Sciences
② April 10 - 14, 1994 ③ Waseda University, Tokyo, Japan
④ Dr. Hitochi Ohzu
Conference Chairman and Secretary of the
International Society on Oprics Within Life Sciences
c/o The Campus Corporation
Babashita-cho 9, Shinjuku-ku, Tokyo 162, Japan
Phone 81-3-3208-7106, Fax 81-3-3202-5482

- ① The Second Robin Hill Meeting on Photosynthesis
② April 11 - 13, 1994 ③ Imperial College, London, UK
④ Dr. J. Barber
Wolfson Laboratories
Department of Biochemistry
Imperial College of Science, Technology and Medicine
London SW7 2AY, UK
Phone 071-581-1316, Fax 071-581-1317

- ① IVth International Congress of Plant Molecular Biology
② June 19 - 24, 1994 ③ Amsterdam, The Netherlands
④ Secretariat, IVth International Congress of Plant Molecular Biology
c/o RAI Organisatie Bureau Amsterdam
Europaplein 12, 1078 GZ Amsterdam, The Netherlands
Phone 31 20 549 1212, Fax 31 20 646 4469

- ① Xth International Conference on Photochemical Conversion and Storage of
Solar Energy (ISP-10)
② July 24 - 29, 1994
③ Congress Centre, Interlaken, Switzerland
④ The Secretariat IPS-10
Prof. G. Calzaferri
Institute of Inorganic and Physical Chemistry
University of Berne
Freiestrasse 3
CH-3000 Berne 9, Switzerland
Phone 41 31 654 236, Fax 41 31 653 994

① Gordon Research Conference — Biophysical Aspects of Photosynthesis
(Chair: M. Thurnauer)

② August 7 - 12, 1994

③ New Hampton School, New Hampton, NH

④ Dr. Marion Thurnauer

Chemistry Division

Argonne National Laboratory

9700 S. Cass Ave.

Argonne, IL 60439, USA

Phone 708/252-3545, Fax 708/252-9289

① VIIIth International Symposium on Phototrophic Prokaryotes

② September 10 - 15, 1994

③ University of Urbino, Urbino, Italy

④ Dr. Stefano Ventura

CNR-CSMA

Piazzale delle Cascine 27

1-50144 Firenze, Italy

Phone 39 55 350542, Fax 39 55 330431

① VIIIth European Bioenergetics Conference

② September 12 - 17, 1994

③ Polytechnic University of Valencia, Spain

④ Dr. Eduardo Rial

EBEC 94

Centro de Investigaciones Biologicas

Velazquez 144, 28006 Madrid, Spain

Telfax 341 5627518

「基生研研究会」の開催について

下記の要領で基生研研究会が計画されています。

テーマ： 進化を通してみる光合成系の分子構築と機能発現

日時： 1993年12月16日(木), 17日(金)

会場： 基礎生物学研究所(岡崎市)

内容： ゲノム、タンパク質、細胞構造からみた光合成系の進化、アンテナ色素系、光化学反応中心、電子伝達系、炭素代謝系、環境応答系等を進化を通して
みることが主な内容になります。

(注) なお、この研究会は光合成研究会の協賛(あるいは共催)として開かれます。
詳細は近日中に連絡いたします。

第10回国際カロテノイドシンポジウムに出席して

基礎生物学研究所 三室 守

私は、6月20日から25日まで、ノルウェーのトロンハイムで開催された第10回国際カロテノイドシンポジウムに出席した。期間は夏至の時であり、北緯65度の開催地では暗い夜がなかった。

このシンポジウムは、第1回が1966年に同地で開催され、その後3年毎に開催されているもので、前回90年5月には京都で開催された。今回の参加者は約230名、日本からの参加は28名の多くを数えた。

シンポジウムは、7つのPlenary lectureと以下の12のsessionから構成されていた。生合成（分子生物学）、化学合成、代謝／構造決定、分析、光合成、新しい機能、レチノイド、医学的応用、食餌、バイオテクノロジー、新しい課題（センサー）。各sessionでは、1名のsession lecture、4名のcontributing lectureとポスターセッションからなる討論が行われた。日本からの参加者のうち、1名がsession lecture、9名がcontributing lectureを行い、日本の研究レベルの高さが裏付けられた。

研究全体の動向は、従来の分離、構造解析、合成といった化学的な側面から、機能、その発現機構、生合成という、生理活性へと変化してきている。特に、数種のカロテノイドについて抗腫瘍活性が認められて以来、医学的応用面からの要請が強くなり、同時に、その基礎としての研究が推進されている。今回のシンポジウムでも、医学的な見地からの発表が明らかに増加している。こうした研究の流れにおいて、光合成の研究は、分子レベルでの議論が可能なるまで解析が進んでおり、今後増加することが予想される生理機能研究のひとつのモデル系としての役割をも担うものと考えられる。

光合成系でのカロテノイドの機能を論じる前に、このシンポジウムで発表された興味深い課題について簡単に触れておく。

発生過程でのカロテノイドの必要性が、ウニにおいて観察されたとの報告があった。 β -カロテンを与えないウニの場合、受精率100%の卵でも、孵化率は35%程度、さらにブルテウス幼生まで発生するものは、与えたものの約2%程度になった。他のカロテノイド、例えばアスタキサンチンではその効果はまったく無かった。 β -カロテンを必要とする過程は、ビタミンAが有効な過程とは異なる事も示された。ビタミンAは、視物質の他に、形態形成過程で重要な役割を持つレチノイン酸のアナログとして考えることもできる。今後こうした発生と、カロテノイド、レチノイドの因果関係が解析の対象となると考えられる。

光合成系でのカロテノイドの機能は大きく分けると4つある。最も普遍的なものは、1. 反応中心での（バクテリア）クロロフィルの三重項の消去であり、さらに、2. 一重項酸素の消去、3. ラディカル除去、4. アンテナ色素としての集光機能、である。これらの反応過程は、1, 2は励起三重項間のエネルギー移動、4は励起一重項間のエネルギー移動、3は化学反応による除去である。カロテノイドが関与するエネルギー移動過程では、供与体と受容体の位置、

相対的な配向がその効率を決定する。従って、3次元構造を知ることが大切である。同じように肝要なことは、エネルギー準位の決定である。カロテノイドは、その電子状態の対称性から、一重項第一励起準位(S1)への遷移が禁制である。一方、エネルギー移動にはこのS1準位が本質的に関与している。したがって「見えない」S1状態を如何に正確に捉えるかが問題解決のキーポイントとなる。

光合成のSessionでは、R. Cogdell(UK), H. Frank(USA), T. Gillbro(Sweden), Y. Koyama(Japan), M. Mimuro(Japan)が講演を行った。中心課題はS1状態の検出で、前3者が光合成細菌について、蛍光と、合成したアナログを用いた解析を、Koyamaが低温の分光法による解析を、Mimuroが、カルボニル基を含む藻類のカロテノイドの蛍光特性とエネルギー転移効率との関連を論じた。

このシンポジウムでは、S1状態のエネルギーレベルについては完全に合意が得られるところまでは到らなかった。しかし多くの研究者が考えていた「カロテノイドは無蛍光性である」という考えを改める時が来たことは明らかとなった。5名の講演者が総て蛍光特性を論じたことは、光合成以外の分野の研究者にとって、強烈な印象として残ったと思えた。

このシンポジウムには出席していないが、ドイツ、オーストラリアの共同研究グループが、渦鞭毛藻から分離したペリディニンクロロフィル蛋白の結晶化、構造解析を進めている。その結果が得られると、色素蛋白質内でのカロテノイドの電子状態について論じることが可能となる。

X線構造解析については、ロブスターの体表にあるアスタキサンチンを含むカロテノイド蛋白“ α -クラスタシアニン”の美しい構造が発表され、多くの人の興味を引いた。カロテノイドとアミノ酸との相互作用を見るという意味では光合成系にも重要なものであるが、そのレベルまでの解析には至っていない。

植物における生合成、動物での代謝の研究が進められている。前者については分子生物学的手法が主に用いられている。近年、植物病原菌 *Erwinia uredovora* のカロテノイド生合成遺伝子群を大腸菌で発現させる方法で、遺伝子の解明が進んでいた。今回は、*Erwinia* と植物で特に大きな異りが認められた phytoene desaturase 遺伝子をタバコに導入して、その発現を確認した研究が発表された。こうした方法で、抗腫瘍活性が認められる特定のカロテノイドの合成を促進する試みがなされると予想される。

多少の問題点がそれるが、こんな話を聞いた。

鮭の肉質改善(色上げ)のためのカロテノイド投与は良く知られた応用の一例である。ノルウェーから日本へは大量の鮭が輸出されているが、少しでも色が良くないものは日本から返品されてくるといふ事がしばしば起こるとの事である。比べてみると、ノルウェーの鮭は赤味の帯び方が淡い。見た目を必要以上に気にする日本人に対する彼らの批判的な意見に、有効な反論ができないままであった。

次回のシンポジウムは、1996年夏、オランダのライデンで、Lugtenburg氏がオーガナイザーとなり開催される。

日本におけるカロテノイドの研究成果は、毎年1回開催される「カロテノイド研究談話会」で多く発表されている。興味のある方は、当方までご連絡下さい。(Tel:0564-55-7514, Fax:0564-53-7400)。

○ 本年度のゴードン会議は8月2日より6日間、各国より約150名の光合成研究者が参加しニューハンプシャー州の New Hampton School で開催された。午前中と夜に招待講演とポスターセッションが行われ、午後いっぱい自由時間にあてられポスターを熱心にノートしているもの、スポーツに汗を流すものなど様々であった。セッションが終了した夜10時からにはバーが開かれ、毎晩、夜中すぎまで活発な議論が行われていた(らしい)。筆者は午後にはゆったりとした緑の丘を眺めながら涼しい風に当たっていたり、夜は早寝をしたりしていたので、これから紹介するトピックスはたまたま筆者が目にしたものに限定されている事を予めご了解願いたい。

○ 本会議で最も印象深かったのは、Kuhlbrandt 等により発表された高等植物のLHC IIの2次元結晶の構造解析であった。名古屋の光合成会議で発表されたものより一段と分解能が上がった(3.2 Å分解能)回折像よりの結果は、アンテナ色素間のエネルギー移動機構の解明に飛躍的な進歩をもたらすことが期待される。構造面で興味深かったのは遺伝子重複により出来たと考えられている膜貫通 Helix A, B が分子内で対称的に位置し、各々の対応するアミノ酸残基にクロロフィル分子が配位しており、さらに2分子のカロチノイドが Helix A, B に沿って対称に配置されている事であった。また、クロロフィルは予想どおりヒスチジン残基に配位しているものの他、グルタミン酸、アスパラギン酸に配位しているものがあり、この場合、アルギニン残基が酸性アミノ酸近傍にペアとなって存在している。LHC IIの他、Cramer 等によりチトクロム f の水溶性断片の構造が決定され、ヒスチジンとN末端残基(チロシン) α -アミノグループがヘムの配位子となっているといった風変りな構造が明かとなった。光化学系 I に関するポスターは9演題と非常に少なく、より高分解能の結晶構造解析の結果待ちといった印象を受けた。その結晶については3.9 Å分解能の回折像が示された。Golbeck 等は系 I の低分子量蛋白質サブユニット(psaD, E, F, J, K, L)について欠失変異株を作成し、それらの性質を詳細に報告した。

○ 本会議では全体を9分野に分け、127演題のポスター発表が行われたが、光化学系 II だけで50演題が発表され、その内の70%以上が酸素発生を含む系 II 酸化側に関するもので占められていた。もちろん、Chair (Diner) の趣味も反映されている事もあるだろうが、光合成研究でなにが魅力ある未知の分野として残されているかを考える上で興味深かった。Tang 等はヒスチジンのイミダゾール環を ^{15}N で特異的にラベルするとマルチラインシグナルのESEEM (electron spin echo envelope modulation) の5 MHz ピークが消失する事を報告した。この結果はイミダゾール環がMnと相互作用可能な程近傍にある(配位している)事を意味しており、ヒスチジン残基がMnクラスターの配位子となっている事が明確に示された。一方、

Sayer 等はクラミドモナスのD1タンパク質の190番目のHをFに変えた変異株では、Mnクラスターが存在しない為に酸素発生能を示さないが、Zの酸化は起こる事を示した

(*Synechocystis* 6803 の変異株も同じ形質を示す)。興味深いことにこの変異株は、筆者らによりヒスチジン残基上に蓄積した正電荷に由来するとして同定された熱発光A_T-バンドを示さない。この結果はD1のH190がMnクラスターの酸化還元可能な配位子として機能している可能性を示唆しているのかもしれない。Debus と Diner 等はそれぞれD1タンパク質への部位特異変異導入により作成した変異株について詳細な解析を行ない、CaとC1の結合に関与する可能性をもつアミノ酸残基について報告を行なった。

Klein グループの Roelof 等は閃光により生成した各S-状態のXANESスペクトルを報告した。筆者等の結果とは異なりS₂→S₃でMnの酸化に対応するK-吸収端エネルギーの増加が起こらなかった。しかし、同時測定したマルチラインの解析は約50%のセンターしか正常にS₃へ進んでいない事を示しており、彼らも結果に100%自信が持てない様子であった。一方、Evans 等はS₁, S₂, S₃状態においてD⁺のT₁をパルスESRで直接測定し、S₂→S₃ではMnが酸化されるとした。

光合成細菌に関しては19演題のポスター発表があった。Hanson 等は *R. capsulatus* のQ_B部位でH⁺の移動に必須であると考えられているL212_{Glu}と213_{Asp}をA1aに変えた変異体について報告し、サプレッサー変異株の解析よりM43_{An}→_{Asp}, M231_{Arg}→_{Leu}, L225_{Gly}→_{Asp} の変異のどれか1つが起これば、光合成的に生育可能になる事を示した。また、Coleman と Youvan はL-サブユニットのQ_B結合部位の35残基(193_{Leu}~227_{Leu})をQ_A結合部位の42残基(220_{Thr}~262_{Glu})で置き換えた変異体を作成した。この変異体は光合成的には生育しないが、意外な事に、M144_{Met}→_{Ile}とM145_{Ala}→_{Ser}の変異により光合成的に生育可能となった。タンパク質中の電子/H⁺移動のパスはかなり可塑性があり、可能な道筋が複数存在する可能性を示しているのかもしれない。

本年のゴードン会議には6名の日本人参加者があったが、1名はアメリカに拠点を置いて活躍されている方で、3名は留学中、1名は招待講演者であり本来の意味での日本からの参加者は1名のみという寂しさであった。これが日本国内の景気後退(光合成研究の)に起因しているのではない事を祈りたい。特に若手研究者の積極的な参加が望まれる。

OsmondとHuberがオーガナイズするゴードン会議「Photosynthetic CO₂ Fixation and Metabolism」が、ドイツはミュンヘン近郊のIrseeで、10月10日～15日に開かれた。この会議は、従来行われてきた「光合成の炭素代謝」の対象を、分子生物学的な手法を用いた研究や生理生態学的な研究にも広げた新しいシリーズの第一回として行われたものである。分子生物学的な研究の成果を取り込むことは時代の趨勢として当然のことに思えるが、生理生態学的な研究にも目を配るという企画はオーガナイザーの見識を示すものとして、生理生態学を専攻するものとしては高く評価したい。また、通例アメリカで開かれるゴードン会議がドイツで開かれたために、東ヨーロッパからも多くの研究者が参加できたことも有意義であった。

発表が多かったのは、アンチセンス遺伝子によって各種の酵素量を抑制したものをはじめとした形質転換植物を用いた研究であった。ドイツ、フランス、オーストラリアなどのグループでは、分子生物学者、生理学者、生理生態学者の共同が大変にうまくいっているようだ。しかしそれでも、形質転換植物が次々と生産されるのに比べて、光合成表現形の生理学的な検討が追いついていない感じがした。光合成は多くのプロセスによってco-limit されているが、このようなバランスがいかにして保たれるのかという問題は大切でありかつ未解決であることを考えれば、形質転換植物が大きくなったのかあるいは小さくなったのかということだけが問題なのではないはずである。たとえば、アンチセンス遺伝子を使ってある酵素の量を減らそうとした場合に、他のある種の酵素量も同時に減る場合が多く、バランス機構を探るためのよいシステムになると思われるが（これは横田さんの意見でもある）、このような視点は強調されていなかった。また、一般に光合成活性と気孔の伝導度はよい相関を示すが、カーボニックアンヒドラーゼやNADPグリセルアルデヒド3 磷酸デヒドロゲナーゼのアンチセンスミュータントでは、光合成活性が減少しても気孔伝導度が減少しない。これらの植物は気孔の機能の解析にきわめて有用であろう。

生理生態学やストレス生理学の分野では、クロロフィル蛍光を測定することによって光合成系の挙動を解析する手法が盛んに用いられる。蛍光法の使用にあたってはかなりの注意も必要（Gentyの講演）であるが、In vivoにおける光合成系の挙動を理解するためにはきわめて有力な手段である。今回も、蛍光解析を用いた優れた研究が多数発表されていた。蛍光研究の初期において先駆的研究が多かった日本でこの分野への貢献がないのは残念である。これは貿易業者のせいかもしれないが、...

呼吸に関しても、シアン耐性呼吸に関するあらたな知見、たとえば、alternative oxidaseがredox controlを受ける可能性（Sicow）など、が報告されていた。もっとも未

だにシアン耐性呼吸の意義についてはよくわかっていないようだった。これからはalternative oxidaseのアンチセンスミュータントなどを使った研究がなされていくのだろうが、これについても結論を急がずに、慎重な生理学的研究が必要である。一般的に、形質転換植物を使った研究に関しては、植物の栽培方法、光合成や成長の測定方法に関して厳しい質問が多数出ていた。これからはこのスタンダードがどんどん高まっていくのだろう。

日本からは7人（全体では約130人）が参加し、松岡さんが、C₄PEPカルボキシラーゼの進化に関して、泉井さんがPEPカルボキシラーゼの反応機構に関して、分子生物学的手法を用いた研究の成果を講演した。筆者は、葉の光合成のセッションの司会をし、每晚遅くまでビールを飲んだ。会議は終始なごやかなうちにも活発な雰囲気で行われたが、横田さんがRuBPカルボキシラーゼの活性化や最大活性に及ぼすリン酸の影響に関する新しいデータを発表した際に、温厚そうなPortisが、興奮した感じで「信じない!」と言うなどちょっと緊張する場面もあった。

41st Harden Conference

“Photoinhibition of Photosynthesis---from Molecular Mechanism to the Field”

農業生物資源研究所 徳富 光恵

第41回Harden会議が1993年9月5日から10日までイギリス南東部のWye大学で開催された。本会議はイギリスBiochemical Society主催で、毎年2つのテーマについて開催される。光合成に関しては、1986年、1991年に引き続き今回が3回目である。ヨーロッパを中心に約120名の参加者があり、日本からは京大の浅田浩二先生と筆者の2名が参加した。光合成光阻害に関して、光化学系IIの損傷のメカニズムからクロロフィル蛍光を用いた生葉での解析、フィールドでの生態学的解析までが取り上げられた。

光阻害の初発過程である系IIの損傷のメカニズムについては、単離系II標品を用いた解析が主流であり、焦点も分子レベルから分子下レベルへと移行しつつある印象を受けた。例えば、強光下で系II還元側のQ_Aは二重還元されるのか、非ヘム鉄は遊離するのかが活発に議論され、また、D1蛋白質の分解・断片化の過程が詳細に記載されるようになってきた。しかし一方で、これらのin vitroの結果が本当にin vivoの光阻害・D1蛋白質の“rapid turnover”と同じものなのか疑問が呈された。これまでは、D1蛋白質の合成速度は光強度によらずほぼ一定であるが、分解速度が光強度にともなって増大するために強光下でD1蛋

白質量が低下するのであって、弱光下と強光下とで系Ⅱの光阻害とD1分解のメカニズムは同じであると考えられてきた。しかし、Sundbyらは ^{35}S -Met取り込みの光強度依存性を調べた実験で、光阻害を引き起こす強光下ではD1蛋白質の合成が抑えられ分解だけが進行することを示し、光阻害の起こらない弱光下でのD1蛋白質の“rapid turnover”と強光下での光阻害・D1分解とは異なる現象である可能性を示唆した。そんな中で興味深かったのが、Ohadらの弱光下でのD1分解に関する発表だった。彼らは閃光をクラスターとして繰り返し照射したときD1蛋白質の分解量がクラスターの閃光数で変動することを示し、D1分解がS stateとQ_Bの還元状態によって制御される可能性を示した。

会議全体を通して中心的話題となったのは強光に対する保護機構であった。中でも過剰の光エネルギーを熱として散逸する機構(thermal dissipation)、特にキサントフィルサイクルが活発に議論された。キサントフィルサイクルは、チラコイド膜内外の ΔpH 形成に伴って集光性色素蛋白質のカロチノイドviolaxanthinがzeaxanthinに変換して熱散逸の効率を上げるというもので、クロロフィル蛍光のnon-photochemical quenching (qNP)とzeaxanthin含量の相関関係から示唆されたモデルである。これまで分子機構は推測の域を出なかったが、Hortonらがzeaxanthin変換が主に系Ⅱのinner LHCⅡ (CP24, CP26, CP29)で起こること、またinner LHCⅡにDCCD結合部位がありそのDCCD結合性カルボキシル基が ΔpH のセンサーとして働いている可能性を示し、メカニズム解明に端緒を拓いた。他の保護機構として、LHCⅡのりん酸化に伴うstate transitionやCyt b_{6/f}を介する循環的電子伝達系も取り上げられた。これらの機構が光阻害に対して実際にどの程度の保護効果をもつのか延々と議論されたが、結論には到らなかった。熱散逸やstate transitionは光エネルギー利用効率を微調整する効果はあっても光阻害に対する保護効果はさほど大きくはないという意見が支配的であり、過剰の還元力を消去する未知の保護機構の存在が示唆された。一方、浅田ら・Osmondらは、光化学系Ⅰ近傍のスーパーオキシド・過酸化水素の消去系(SOD・アスコルビン酸ペルオキシターゼ)がHill oxidantとして過剰の還元力の消去に積極的に関与していることを示した。

クロロフィル蛍光が生葉の光阻害の最も簡便な測定法であり、また光エネルギーの熱散逸は現在のところ蛍光でしか測定できないこともあって、さながらクロロフィル蛍光学会議の雰囲気であり、蛍光のパラメーター(特にqNP)が何を意味するかが活発に議論された。しかし、蛍光パラメーターの解釈が確定しないまま応用が先行しているきらいがあり、光阻害で何が起こるかではなく、蛍光はどう変化するはずだといった議論に陥りがちだったのが残念であった。結局のところ、光阻害に対するリスポンスは植物の種類・生育条件で必ずしも同じでなく、蛍光測定だけから生体内での現象を特定することは難しいという結論に落ち着いた。クロロフィル蛍光は装置があれば誰にでも簡単に測定できる非破壊計測法であり、植物の生育診断に欠かせない手法となってきた。しかし簡単に測れるが故に、使い方を誤ると実体のない空論に終始してしまう危険性を感じた。

同じ光阻害を対象としていても、光化学系Ⅱ内部の現象、生葉の光阻害とクロロフィル蛍光、炭酸固定と光阻害とが別々に議論される状況だった。しかし、未だ数は少ないが *in vivo* の現象を分子レベルで解析しようとする研究も確実に増えつつあり、光阻害を葉や葉緑体内部の現象として統一的に理解しようという気運が高まりつつあるのを感じた。

緑色細菌とヘリオバクテリアに関する EMBO ワークショップに参加して

東京都立大学理学部生物学科 松浦克美

8月16日から19日まで、デンマークのニューボーで表記のワークショップが開催された (EMBO Workshop on Green and Heliobacteria; Nyborg, Denmark, 16-19 August, 1993) . Olson 教授が中心に組織された会議で、1987年に開催されたワークショップの第2回ということになる。緑色イオウ細菌、緑色糸状性細菌、そしてヘリオバクテリアの3つの光合成細菌のグループに関する、広範な分野(分類系統学や生態学から光合成の生物物理学や分子生物学まで)について世界各地から56名の参加者が集まった。材料を中心にして、様々な分野の研究者が親密な雰囲気の中で学び合い、それぞれの研究の可能性の幅を広げるとともに、この材料に関する研究の到達点や問題点を明らかにすることができた。

日本からは、桜井英博(早稲田大)、野沢庸則(東北大)、上原赫(大阪府大)、三室守(基生研)、廣田雅光(都立大)の諸氏と私の6名が参加し、Olson 教授が要旨集の”はじめに”で特記したように前回の会議には参加者がなかったのと対照的で、この6年間に日本でもこれらの材料が注目され成果をあげていることを示している。おなじ”はじめに”の中で1987年の会議からの進歩として記されていた中には、ヘリオバクテリアへの興味が大きく広がったこと、緑色イオウ細菌やヘリオバクテリアの反応中心と光化学系Ⅰ反応中心の類似性が明らかになってきたこと、クロロソームのタンパク質の機能に対する考えが激変したことなどがあげられていた。

50の研究発表の内訳は、22がアンテナ色素とクロロソームに関するもの、16が反応中心と電子伝達系に関するもの、4が炭素と窒素の代謝に関するもの、残りの8が生態学や新種の単離・進化に関するものであった。

クロロソームの高次構造に関しては、「基本的な色素の集合構造にはタンパク質が直接は関与していない」という考え方に最近まで反対していた Feick および Zuber のグループのいずれからも反論がなく、その考え方が確立されたことを示した。クロロソームに関

する研究は、個々の色素集合体の詳細な構造やエネルギー移動における役割 (Gillbro, Fetisova, Nozawa, Mimuro), タンパク質の役割 (Niedermeier, Lehmann, Bryant), 複数の同族体の存在意義や高次構造体の自己形成過程 (Lambertsen, Uehara, Holzwarth, Hirota, Olson) などについて盛んに進められている。また、特に極端な弱光条件に適応しバクテリオクロフィル *e* とカロチノイドを多く含む褐色クロロビウムのクロロソームが注目をひいてきている (Ormerod, Amesz, Garcia-Gil)。

反応中心に関しては、ヘリオバクテリアと緑色イオウ細菌の両者で、そのコアが1種類のペプチドからなるホモダイマーであるとするすでに発表されている結果が紹介・議論されたが、特に反論はなかった (Hauska, Liebl, Vermaas)。これらの系1型の反応中心の成分を特定する研究が精力的に行われている (Scheller, Miller, Sakurai, Matsuura)。

ワークショップ全体を通じて、光合成細菌と光合成機能の進化の問題が環境との相互作用による必然性も含め、実験的に取り扱えるようになってきたという印象を深くした。

このワークショップで発表された論文の一部は、通常の審査を経た上で Photosynthesis Research の特集号に掲載される。なお、Olson 教授が来年退職される予定のため、次回このこれに関するワークショップは、Ormerod 教授を中心に組織される可能性が述べられた。

ESFワークショップ ”D1-D2反応中心の分光学”

東北大学・工学部 野澤 庸則

標記の研究会が、1993年8月25日-27日まで、A.R. Holzwarth (Mulheim), H. van Gorkom (Leiden) 両教授を組織委員として ESF (European Science Foundation) の後援で、“Biophysics of Photosynthesis” 研究会の一環としてドイツ Mulheim の Max-Planck-Institut für Strahlenchemie において開催されました。1人30分の講演が24題、(I) Structure and Biochemistry, (II) Spectroscopic Characterization と (III) Ultrafast Kinetics の3つの Field に分離されて行われました。

(I) の Structure and Biochemistry のセッションでは、Photodamage に対する $\text{cyt } b_{559}$ や Car の役割が Barber 教授 (London) のグループにより議論され、単離 PSII RC の photo-induced damage を、anaerobic なドナーサイド機構と aerobic なアクセプターサイドの機構に分け、主に $\text{cyt } b_{559}$ の分光スペクトルのデータから、それぞれの damage の protect における低電位および高電位へムおよび Car の役割に対するモデルが提案された。単離と精

製に関して、Montoya(Zaragoza)は β -dodecylmaltoside(DM)で Triton X-100 を置き換えることにより安定性が増し、Triton X-100でスペクトルシフトを起こした試料も可逆的にもとにもどることを、吸収およびCDのデータを用いて発表した。Holzwarth教授らは、Triton X-100処理の時間を変えることにより、4Chl a/2Phe a と 6Chl a/2Phe aのD1-D2-cyt b₅₅₉複合体を得た。すなわち、Triton X-100で1hr 処理後、Triton X-100を DMに変えて MgSO₄で gradientをかけると、4Chl a/2Phe aの試料を得たと報告し、2 価の塩の効果を強調した。

問題となった点は、4Chl a/2Phe aの標品の吸収が 6Chl a/2Phe aの標品の吸収と同じスペクトルパターンを示すことであり、本当に余分な Chl aが抜けたのか、一部の Chl a が Phe a に変わっただけではないのかについて結論が得られていないことである。

(II)の Spectroscopic Characterizationのセッションでは、Volkら(Munich)により D1-D2-cytb₅₅₉の第一ラジカルペアーの再結合反応において、一重項への遷移速度 k_b はバクテリアのものと類似しているのに対し、三重項 $^3P_{680}$ への遷移速度 k_T はバクテリアのそれの1/50となっており、この相違がラジカル対と基底状態との自由エネルギー差が両者で異なることによるという報告がなされた。Grondelle(Amsterdam)のグループからは、ケイ光の温度依存性と三重項生成効率、偏光による Site-Selection Spectroscopyの結果が報告された。Jennings(Milano)は D1-D2-cyt b₅₅₉の吸収、ケイ光スペクトルの Gaussian バンド解析を、野澤(仙台)は MCDの同様な解析結果を報告した。Hoff(Leiden)のグループによる ODMR, Giacometti(Padua)らによる FDMRの測定結果は、三重項形成の機構に対する考察を考えた。

(III)の Ultrafast Kineticsのセッションでは、Wasielewski(Argonne)のグループが 1 kHzの繰り返し時間を持ち 100fsの時間分割能を持つ過渡吸収分光計により、PEGを入れ安定化した DM置換の PSII RCが、4°Cで 3 ± 0.6 ps、15Kで1.4psの電荷分離(1/e)時間を持つことを、820nmの過渡吸収の kineticsの rise timeの解析から求め、これが $P_{680}^+ - Phe^-$ の形成によるものと報告した。また、他のグループの主張する20psの時定数を持つ変化は、励起エネルギー移動であるとした。Durrant(London), Klug(London)のグループは、速い繰り返し時間、低い照射強度での実験から、電荷分離の時間は以前の報告通り20psであると主張した。Holzwarth(Mulheim), Gorkom(Leiden)らは反応中心色素を選択的に 685nmで励起した過渡吸収分光のデータからWasielewskiの結果と一致したデータを提出した。

最後に総合討論が、Schaffner所長の司会で行われ、P680の構造(ダイマーかモノマーかそれとも弱く相互作用したダイマーなのか)、精製 PSIIの Heterogeneity, D1-D2でのエネルギー移動、電荷分離の Energetics等についてそれぞれ討論が行われた。

セントルイス滞在記

姫路工業大学理学部 小池裕幸

私はこの4月から米国ミズーリ州セントルイスにあるワシントン大学において約5カ月間共同研究のためH. Pakrashi研究室に滞在していました。ここでは私が滞在した研究室の様子をご紹介します。

当研究室ではラン色細菌を用いて遺伝子工学の手法を使って2つの大きな研究テーマについて研究を進めています。1つは光化学系Ⅱの反応中心に固く結合しているチトクロームb559の役割についての研究で、*Synechocystis* PCC6803を用いてその遺伝子を改変した部位特異的突然変異体の性質を詳しく調べることによって光化学系Ⅱにおける役割を推定しています。このチトクロームはlarge subunit (*psbE* 約9 kDa) とsmall subunit (*psbF* 約5 kDa) の2つのサブユニットからなっていますが、遺伝子的にはあと2つの低分子量タンパク質とで1つのオペロンを形成しています。このチトクロームについては、チラコイド膜におけるトポロジー、つまりそれぞれのサブユニットのN-末端がどちらを向いているかを調べています。また、このオペロン上に存在するもう1つの低分子量タンパク質 (*psbL* gene product) について、これを欠失させた突然変異体は、光化学系Ⅱの反応中心を構成するD1タンパク質が存在するにもかかわらず、除草剤結合能を欠くという奇妙な性質を示します。この低分子量タンパク質が光化学系Ⅱに何をしているのかを詳しく調べています。

もう1つのテーマは光化学系Ⅰについてですが、つい最近までは暗所でラン色細菌を培養することができなかったため、光化学系Ⅰの突然変異体を作ることができませんでした。しかしglucose存在下暗所で培養可能な*Anabaena*を用いることにより、光化学系Ⅰの突然変異体を作ることができるようになりました。この株を用いることにより、光化学系Ⅰの電子受容体を構成する鉄-イオウタンパク質、*psaC* gene productおよび反応中心タンパク質 (*psaA*, *B*) 自体の部位特異的突然変異体を作製し、その性質を調べることによりそれぞれの役割を調べています。ラン色細菌では大部分のクロロフィルは光化学系Ⅰ反応中心タンパク質 (*psaA*, *B* gene product) に結合しています。したがって系Ⅰ反応中心タンパク質を欠失させた突然変異体は大部分のクロロフィルがなくなってしまうことになります。そのためこの突然変異体は残った光化学系Ⅱに結合したフィコビリントタンパク質の色が勝るため藻体自体が非常にきれいな青い色 (藍色) になってしまいます。

また最近光化学系ⅡのD1タンパク質のC-末端プロセッシング酵素 (*ctpA*) に関する研究もロシアとイスラエルとの共同研究により精力的に進められています (会報第9号小俣氏の報告参照)。

研究室を主催しているH. Pakrasi助教授はインドで生まれアメリカの大学を卒業しています。つまりnon-Americanということになります。そのためか、研究室にはnon-Americanがかなりいます (といっても厳密な意味でnon-Americanというとほとんどすべての人が含まれることにはなりますが)。ポスドクとしてインドから二人、短期滞在でしたがイスラエルから一人、ハンガリー、香港、インドからの二世がそれぞれ一人ずつと私そして最後に三代アメリカにすんでいるアメリカ人が一人 (東京でも三代住まない江戸っ子とは言われないそうですから) という構成です。本当に“国際的”です。それを許し、またそれを不思議とも思わない環境はやはりうらやましい限りです。外国から日本にきてもらう立場に

思議とも思わない環境はやはりうらやましい限りです。外国から日本にきてもらう立場に立ってみると、やはりいろいろな障壁が見えてきます。まず第一は滞在費の確保です。学振は、もらえるならば予算上では余裕がでますがなかなか当たりません。科研費も招聘用の費用には割けません。第二の問題としては宿舎があります。最近“ガイジン”が増えたとはいえ、半年または一年間“ガイジン”が安い費用で滞在できるところを確保するのは、特に地方大学にいる人にとっては並大抵ではありません。三番目の問題として日本の物価高が挙げられます。タダでさえ円高の上、アメリカでの物価水準を考えると日本の物価は実質的には三倍ぐらいになってしまいます。でもこれでメゲてしまっては“国際交流”は一向に進みません。何とかお金を確保し、そしていちばん大事なことは、日本にきて一緒に仕事をしたいと思わせるような成果を挙げていくことだと痛感しました。

***** 求人広告（博士研究員） *****

光合成光化学系Ⅱ反応中心の分子構築に関する研究に従事する研究員を公募します。ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム（HFSP）によりサポートされる3年間の期限付きのポストで、遺伝子操作により得られるクラミドモナスおよびシアノバクテリアの光化学系Ⅱ変異株に関する研究が主なテーマとなります。待遇やテーマの詳細については下記にお問い合わせ下さい。

勤務場所： 岡山大学 理学部 生物学教室 または
基礎生物学研究所 情報制御部門

問い合わせ先： 〒700
岡山市津島中3-1-1
岡山大学理学部生物学教室
佐藤 公行
TEL: 086-251-7862
FAX: 086-252-6601

会費納入のお願い

この会の運営のためには会員の皆様にはあまりご負担をかけずにすむよう努力しますが、年会費として 1000 円をお願いいたします。1989 年以降の会費が未納になっておられる方は下記に郵便振替でご送金いただければ幸いです。

岡山 2-32502 光合成研究会

各会員の会費の納入状況については発送用の封筒の宛名ラベルの下部をご覧ください。数字が並んでいますが、記されている年度については納入済みです。以下の例をご参照ください。

89 90 91 92 93 1993 年度まで納入済み
89 1989 年度まで納入済み
 (数字の印字なし) 1989 年度以降の会費が未納
— — 91 92 93 1991 年度からの会員, 1993 年度の会費は納入済み
89 90 91 92 93 — 1993 年度の会費まで納入済み, 1994 年以降退会

また、新入会をご希望の方は入会希望年度、氏名、氏名のローマ字綴り、所属、所属機関の所在地（あるいは会報の送付先）、電話番号、ファックス番号を振替用紙の裏面にご記入のうえ上記番号の口座に会費（年間 1000 円）をご送金ください。

ニューズレター（光合成研究会会報）に載せる原稿をお寄せください。

会合の案内、研究や研究費についての情報交換、会合の報告や見聞記、提案、意見交換、質疑、広告（求人広告、意見広告、製品広告）などを歓迎します。会報はなるべく頻繁に発行しますので、気軽に利用して戴きたいと思っております（但し、会報の発行が多くの人々の研究のための貴重な時間を削ることがないように心がけたいと思っております）。ただ、ニューズレターの入力のための人手が不足していますので、原稿が長い（原稿用紙 2 枚以上）場合には、紙に打ち出したものに文書ディスクを添えていただければ助かります。NEC PC-9801 で扱える MS-DOS テキスト・ファイルか、一太郎などの文書フォーマットのディスクで、3 または 5 インチでお送りいただければ幸いです。原稿やニューズレターの編集についてのご意見、ご批判などは 岡山大学 理学部 生物学教室 佐藤公行までお願いいたします。

次号の予告

どのような原稿が集まるかわかりませんので次号の内容予告は出来ませんが、
1994年2月を一応の発行予定日としています。会員の皆様から積極的に原稿や資料をお寄せくださるようお願いいたします。

* 光合成研究会 1993年-1994年 役員 *

* 会長	佐藤 公行 (岡山大学 理学部)	*
* 幹事	(日本光生物学協会への委員を兼ねる)	*
* 井上 頼直	(理化学研究所)	*
* 幹事	臼田 秀明 (帝京大学医学部)	*
* 幹事	山本 泰 (岡山大学 理学部)	*
* 幹事	渡辺 昭 (名古屋大学)	*

光合成研究会会報 第 10 号 1993 年 10 月 25 日発行

700 岡山市津島中3-1-1
岡山大学 理学部 生物学教室
光合成研究会

振替貯金口座 岡山 2-32502 光合成研究会
