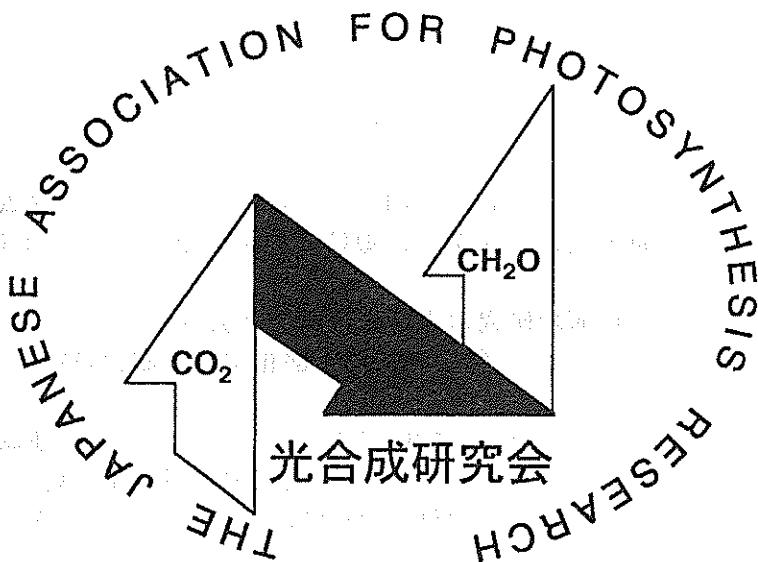


日本光合成研究会会報

第15号 1995年10月



NEWS LETTER No. 15 OCTOBER 1995
THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

集会の案内	2
第10回国際光合成会議 モンペリエ、フランス、1995年8月20~25日 基礎生物学研究所 村田 紀夫	2
Constitution of the International Society of Photosynthesis Research	4
第10回国際光合成会議およびアンテナ色素系に関するサテライト集会の報告 基礎生物学研究所 三室 守	6
第10回国際光合成会議報告 --光合成系II酸化側を中心として-- 理化学研究所・光合成科学 野口 巧	8
第10回国際光合成会議報告 --炭素代謝系の酵素など-- 埼玉大学理学部 仲本 準	9
第10回国際光合成会議に出席して --作物の生産性に関する分野-- 神戸大学農学部 内田 直次	10
国際会議 Tetrapyrrole Photoreceptors に参加して 東京工業大学生命理工学部 増田 建、塩井 祐三	11
国際光合成会議サテライトミーティング「木の光合成」参加記 筑波大学生物科学系 寺島 一郎	13

(次ページへつづく)

ミニワークショップ「地球環境修復における植物生理学の役割と課題」のお知らせ 14
光合成研究会と重点領域研究の共催シンポジウム「光合成の最前線」再度のお知らせ 15

集会の案内

①期日、②集会の名称、③場所、④連絡先

①Nov.8-9, 1995、②第4回N I A R / C O E シンポジウム「光合成ゲノム機能の環境応答」、
③つくば研究支援センター、④C O E 事務局(中里) Fax:0298-58-6014

①Nov.17-18, 1995、②重点領域研究および光合成研究会共催 シンポジウム「光合成研究
の最前線」、③東京大学(本郷)理学部化学科本館大講堂、④本会報に再録

①Dec.16-17, 1995、②重点領域研究(村田班)ミニワークショップ「地球環境修復における
植物生理学の役割と課題」、③広島大学理学部、④広島大学理学部遺伝子科学(森川)
Fax:0824-24-0749 Tel:0824-24-7449／本会報に記載

①Jan.25-27, 1996 ②3rd DBMS Workshop: "Plant Cell Metabolism and Its
Regulation" Organizer: R. Douce ③Villard de Lans, France
④Jacques Joyard/Dep.Biol.Mol.et Str., CEN, Grenoble, France,
Fax:33-76-88-50-91

①Mar.13-15, 1996、②かずさDNA研究所国際ワークショップ "Gene Structure and
Function of Photosynthetic Organisms" Organizer: 杉浦昌弘・他、
③幕張メッセ、④田畠哲之/かずさDNA研究所 Fax:0438-52-3934

①Mar.27-29, 1996、②日本植物生理学会、③鹿児島大学教養学部他、④JSPP大会準備委員
会 Fax:0992-85-8172

第10回国際光合成会議

モンペリエ、フランス、1995年8月20～25日
基礎生物学研究所 村田 紀夫

国際光合成会議は、第1回会議（1968年）がドイツで開催されて以来3年毎に開催され、
今回第10回目を迎えた。今回の会議の参加者数は55ヶ国から1,400人に及び、日本からは
約140名の参加があった。これはドイツ（205名）、アメリカ合衆国（193名）、フランス
(187名)について第4位であった。航空費が比較的安価になったことと日本の経済力の成
せる業かも知れないが、ヨーロッパで開催された会議に全参加者の10%に及ぶ日本人参加
者があったことは喜ばしい限りである。

会議は、日曜日のレセプションに始まり、水曜日午後のエクスカーションを含めて、金曜日の午後まで続いたが、これが国際光合成会議の伝統的なプログラムである。会議ではプレナリー講演13件、シンポジウム講演130件、ポスター発表約1,200件の発表があり、加えて16件のディスカッションセッションが企画された。内容は光合成の生物物理学から生化学、分子生物学、環境生物学、生態学に到る光合成研究の全分野を網羅したものであった。

私はプレナリー講演を聞くように務めたが、光合成研究の確実な進歩を窺うことができた。印象に残った話題としては、疎水性タンパク質のX線結晶構造解析が挙げられる。ここでは光合成細菌の集光性バクテリオクロロフィルタンパク質とシアノバクテリアの光化学系II複合体の構造が話題となった。また葉緑体ゲノム遺伝子の発現制御の機構、およびタンパク質の葉緑体への輸送に関する研究の最近の進歩も興味深い話題であった。

次回の第11回国際光合成会議（1998年）の開催地としては、オランダとハンガリーが候補地となつた。光合成国際委員会は慎重に検討をおこない、第11回国会議はハンガリーのブダペストで開催し、Dr. G. Garabが組織委員長を務めることを決めた。

国際光合成会議が第10回を迎えるのを機会として、国際光合成学会(International Society of Photosynthesis Research)の設立が準備されてきたが、今回の会議において正式に発足した。国際学会委員(Executive Committee)は投票により次のように決定した。

President:	Wolfgang JUNGE (Germany)	1995-1998
Secretary:	Donald R. ORT (U.S.A.)	1995-1998
Treasurer:	Norio MURATA (Japan)	1995-1998
Past-president:	Paul MATHIS (France)	1995-1998
Area representatives (Europe 6, America 3, Others 3)		
Europe:	Eva-Mari ARO (Finland)	1995-2001
	Arnold J. HOFF (The Netherlands)	1995-1998
	Richard J. COGDELL (U.K.)	1995-1998
	Aaron KAPLAN (Israel)	1995-1998
	Vyacheslav V. KLIMOV (Russia)	1995-1998
	Arvi FREIBERG (Estonia)	1995-1998
America:	Susan S. GOLDEN (U.S.A.)	1995-2001
	Robert E. BLANKENSHIP (U.S.A.)	1995-2001
	GOVINDJEE (U.S.A.)	1995-1998
Others:	Kimiyuki SATOH (Japan)	1995-2001
	Anthony W.D. LARKUM (Australia)	1995-1998
	Prasanna MOHANTY (India)	1995-1998

なお、地域代表者の中で3年任期の委員は主に前国際委員会から継続した委員である。この国際委員会の下にプログラム委員会と候補者推薦委員会が作られたが、ここでは省略する。今後の国際光合成会議は、国際光合成学会の国際委員会と開催国の国内委員会の協力の下で企画・開催されることになった。

今後は国際学会の体裁を整える作業に入り、次回の国際光合成会議までに整備されたものに仕上げていく予定である。日本光合成研究会との関係についても検討が必要であると考える。またTreasurerの仕事としては、どこの国の通貨を共通通貨として使用するのか、個人会費を幾らにするのか等、検討課題は多い。今後の国際光合成学会の進め方について御意見をお寄せ下さると幸いである。

**Constitution of the
International Society of Photosynthesis Research**

Article 1: Name

The name of the organization shall be the International Society of Photosynthesis Research.

Article 2: Object

1. The organization of the triennial International Congress on Photosynthesis.
2. Cooperation in the organization of sections devoted to photosynthesis and related disciplines at international conferences.
3. Facilitation of publication of matters relating to the study of photosynthesis including an official society journal.
4. Promote activities which foster international cooperation in scientific research and education.

Article 3: Membership

Membership shall be open to all individuals actively engaged in or interested in the study of photosynthesis or related topics.

Article 4: Conduct of the Affairs of the Society

1. The affairs of the Society shall be controlled by an Executive Committee, consisting of the President, Past-President, Secretary, Treasurer, and 12 representatives.
2. The Executive Committee shall have the power to:
 - a) Make By-Laws and other regulations appropriate for the conduct of the business of the Society and the furtherance of its aims and objectives;
 - b) Appoint members to the standing committees, and appoint ad hoc committees;
 - c) Levy a membership fee, payable by all members. The amount of this subscription shall be subject to determination at the General Business Meeting, held during each International Congress;
 - d) Prepare and approve a budget for the Society; and
 - e) Select International Congress meeting site; and appoint a Host from that side. The Executive Committee can refer the site selection to the membership at large at the General Business Meeting.
3. The President shall be elected to a term of three years, and cannot be re-elected. Upon completion of the term, the President becomes the Past-President for a term of three years. The President conducts the business of the Society in conjunction with the Executive Committee. The President will consult with the Executive Committee on all matters of consequence.
4. The Past-President is the Chairperson of the Nominating Committee, and is responsible for organizing the activities of this committee. The Past-President is also the co-Chair (with the Host) of the Meeting Program Committee.
5. The Secretary carries out the correspondence of the Society, distributes other information to the members, and is a member of the Meeting Program Committee. The Secretary is elected for a term of three years, and can be re-elected once.
6. The Treasurer is responsible for the financial affairs of the Society. The Treasurer shall present a report on the finances to the General Business Meeting. The Treasurer is elected for a term of three years, and can be re-elected without restriction.
7. Area Executive Committee Members (i.e., Executive Committee members who are not officers) are elected for six-year terms with half elected each three years and cannot be re-elected. There shall be at least two Executive Committee members elected from each of three geographical areas: the Americas, Europe, and the remaining countries. The Executive Committee shall determine the exact composition of each geographical group and the number of Elected Executive Committee Members representing

each group, attempting to equalize representation based on the number of members in each group. These assignments should be reevaluated every 3 years prior to the call for nominations from the membership and prior to the deliberations of the Nominating Committee. Members may vote on all Executive Committee candidates regardless of geographical area.

Article 5: Elections

1. There shall be a Nominating Committee consisting of the Past-President as Chairman, and three other members; one selected by the Executive Committee area representative(s). These selected members cannot be members of the Executive Committee. Each shall serve a term of three years.
2. The Nominating Committee shall call for nominations from the Society membership about 1 year prior to the International Congress coordinating with first mailing announcing the Congress. A member may nominate only one person for each office. For each position the member receiving the highest number of nominations, and agreeing to run and then to serve if elected, is to appear on the ballot. A person nominated for more than one office shall appear on the ballot only for the highest position, in the order: president, secretary, treasurer, executive committee member. The Committee shall provide one additional nomination for each position, the nominee agreeing to run and serve if elected. There shall be no indication of the source of the nominations.
3. Election shall occur by mail ballot at least 30 days prior to the International Congress coordinating if possible with scheduled Congress mailing. Each member has one vote and will be able to vote for President, Secretary, Treasurer, and Executive Committee Members from all geographical areas.

Article 6: Standing Committees

1. There shall be three Standing Committees of the Society; the Nominating Committee, the Meeting Program Committee, and the Publications Committee. Standing Committees must obtain approval from the Executive Committee for any decisions which would financially encumber the Society.
2. The Meeting Program Committee shall be responsible for organizing the program for the triennial meeting of the Society. The Committee shall be co-chaired by the Past-President and meeting site Host. The Committee will consist of six other members, two from each of the three geographical areas as elected by the Executive Committee. The Host will appoint and chair a local organizing committee. The Committee, in consultation with the local organizing committee, shall determine the form of the meeting, select invited symposium participants, and aid the Host in any way possible to ensure the success of the meeting.
3. The publications Committee shall be responsible for any publications produced or sponsored by the Society. The Committee shall consist of six members. Three members of the Committee will be appointed by each incoming President to a term of six years. The President will chair the Committee.

Article 7: Meetings

1. The Society shall sponsor an International Congress on Photosynthesis every third year. The Society shall endeavor to have the meeting rotate among the three geographical areas.
2. There shall be a General Business Meeting of the Society at each International Congress on Photosynthesis. The President shall present a report on the affairs of the Society. The treasurer shall present an audited account of the finances. Announcement of the results of the election of officers shall occur.

Article 8: Amendments

The constitution can be amended at any General Business Meeting by a two-thirds vote of the membership in attendance. The Executive Committee or a group of 25 members may propose changes by giving at least three months notice. Constitutional amendments shall be the first major piece of business at the General Business Meeting, and if enacted, shall take force immediately.

第10回国際光合成会議およびアンテナ色素系に関するサテライト集会に出席して
基礎生物学研究所 三室 守

今回の会議の発表の中で、現在私自身が関わっている領域を中心として、会議の前に開催された「アンテナ色素系に関するサテライト集会」での議論を交えながら報告を書いてみたいと思う。

サテライト集会は、モンペリエから山の中へ 80 km 程入った Nant という小さな村で開催された。主な論点は、「結晶構造」と「励起状態ダイナミクス」であった。

今年に入り、紅色光合成細菌のアンテナ色素蛋白質複合体である LH 1 の 2 次元結晶の解析、LH 2 の 3 次元結晶の解析が次々と報告された。さらには、既に結晶化の報告がなされていた渦鞭毛藻の peridinin-Chl a 蛋白質複合体(PCP)、藍色細菌の allophycocyanin があったが、これら 4 者の構造が改めて紹介された。構造は原点ではあるが、アンテナ系にとって最も本質的なものは励起状態であり、結晶構造はそのための一里塚という感がある。しかし、やはり構造がもたらす情報は大きい。

LH 2 は 9 分子の α 、 β プロトマーからなる複合体で、ダイマー構造をとる B850 が膜面に垂直にストレッジリング状に配置された構造である。ダイマー内とダイマー間とは異なる電子状態にある。ここでの問題は B850 の性質を示すのに幾つのダイマー分子が相互作用をすればよいか、という問題であった。可能性として、4 分子で良いとするスエーデンのグループの意見があった。我々は磁気円偏光二色性 (MCD) の測定結果に基づき、各々のダイマーは独立であることを主張した。

さて、重要な点が指摘されている。それは、B850 のダイマー構造が、RC のスペシャルペアの構造に極めて似ている点である（分光学的なデータから論じるならば、B870 はさらに RC に近いと考えられている）。これはふたつの点で意義が大きい。ひとつは、Chl が強い相互作用をする場合には、取り得る構造として多くのものがない、もしくは一義的に決まってしまうこと、さらにもう 1 点、機能の分化をもたらす要因はタンパク質の部分にあることである。我々はタンパク質を「機能性溶媒」と呼んできたが、まさにそう呼ぶべき必然性が図らずも明示されたと捉えることができる。本会議では、Witt らのグループによる PS I RC の構造の発表があったが、P700 のダイマー構造の類似性がここでも繰り返されることとなり、Chl 分子の相互作用の一般性が非常に明瞭に示されたと私は考えた。

LH 1 については議論百出であった。最も大きな疑問は、そもそも *in vivo* の構造を反映しているのか、という点である。LH 1 は RC-LH 1 として単離され、LH 1 は本来の構造ではない。今回の解析の対象が RC-LH 1 から RC を除いて再構成した試料であることが疑念を抱かせるもとなっている。また、化学量論的にも 1 RC 当り 6 分子として長い間認識され、6 回対称の電子顕微鏡写真なども多く撮られていた。然るに今回発表された構造はストレッジリング状であることは LH 2 と同じであるが、ユニットを構成するプロトマーの数が 16 分子と報告された。これは今までのアンテナ系のユニットの対称性とは異なっていた。すなわち、従来、アンテナ系は C3 対称、もしくはその倍数の対称性を持つと考えられていた。LHC II 、 phycobilin 、 FMO 蛋白、 LH 2 などは総てこの範疇に入る。これは RC の C2 対称とは異なる対称性を持つものとして理解されてきた。しかし 16 回対称は偶数で従来のアンテナ系の対称性を保持していない。したがって意外であり、大きな疑問として残っている。今後さらに検討が重ねられると考えている。

PCP の構造の詳細はやがて出されるはずの論文にゆずる。水溶性で 16 本のヘリックスから成り、色素を結合する大きな疎水性領域を持つ。我々が MCD で推測したように 2 分子存在する Chl a は互いに相互作用がなく、peridinin と Chl a の距離は近く、従来か

ら考えられていた事項が示されている。今回の結晶構造もすでに我々が持っていた分光学的なデータと良い一致を示し、非常に受け入れやすいものである。これは紅色光合成細菌の RC の場合と同じである。Allophycocyanin の構造は phycocyanin と基本的に一致しているが、 α -84 chromophore はリングが伸びた構造であり、吸収極大の長波長シフトとの関連が示された。LHC II の構造解析はなかなか進まず、解像度が 3 Å に届き、Chl a と Chl b が区別できるところまでは時間がかかりそうである。

RC での電荷分離過程については、Zinth, W. (München) が光合成細菌の RC での電荷分離過程が sequential であることを証明し、電荷分離機構として super exchange は妥当ではないことを示した。また多くの site-directed mutagenesis によって得た試料について、側鎖との相互作用と酸化還元電位、などが議論された。PS II RC については Imperial College vs Leiden & Mühlheim グループの議論が継続していた。

今回はカロテノイドに関するシンポジウムが初めて開催された。近年のストレス現象との関連で、光合成系での Non-photochemical quenching が重要視され、Violaxanthin cycle を始めとする Xanthophyll cycle の意義が注目されている。これらの現象の物理学的な機構は未だに十分明らかにされたとは言えないが、おおよその目処が立ち始めたといえる。Energy gap law はカロテノイドの励起緩和過程をうまく説明できるもので、我々はすでに S_2 状態からの緩和について、いくつかの報告をしている。今回、Frank, H. (Connecticut) は S_1 状態からの緩和について同じように解析をして、Violaxanthin と Zeaxanthin の S_1 状態のエネルギー準位を求め、前者は Chl a の上、後者は下、という結論を得た。これによって定性的には説明がつけられるところまで来たといえる。しかし、転移機構、色素の局在性などの重要な点が依然として不明であり、次回が期待される。

日本でも生物物理学会を中心に「構造生物学」なる分野が切り開かれようとしている。しかし光合成系については LHC II の構造解析への寄与があるものの（現在も継続中）、総じて 10 年以上の研究のギャップがあり回復は不可能である。何故このような状況ができるあがってきたのか、その原因を自分なりに納得することは未だに出来てはいない。期間中に話をした中で、「日本は独自の文化を持つ国であり世界への貢献も独自の方法がある」という意見があつたが、現実のものとなれば良いと強く思った。

第10回国際光合成会議報告　—光合成系II酸化側を中心として—

理化学研究所・光合成科学　野口一巧

光合成系IIの酸化側に関して、今回の会議で最もホットに議論された議題は、マンガンクラスター上での水分解反応にチロシンZが直接関与しているか否かという問題であった。この問題は、ここ数年来議論されてきたカルシウム除去した際に現れるE.S.R.のいわゆるS₃'シグナル（カルシウム除去により安定化したS₂状態を光照射することによって得られるのでこのように呼ばれている。実際のS₃状態との関係は全く明らかではない。）が何に由来しているかという問題と関係している。これまで、ヒスチジンラジカル説が有力であったが、Brittら（シンポジウム：酸素発生）は、E.S.E.-ENDORの測定から、これがチロシンZラジカルに由来していることを示した。三野ら（ポスターセッション）によるENDORの測定でも、基本的にこのチロシン説を支持する結果が示された。Brittらはさらに、チロシンZとマンガンクラスターの距離を4.5オングストロームと計算し、この近接した距離から、Zが直接マンガンに結合した水からプロトンを引き抜くメカニズムを提唱した。Babcockら（プレナリーレクチャー及びポスターセッション）も、他の酵素系との比較、類推からこのメカニズムを主張した。しかしながら、Brittのデータも矛盾点を残しており、S₃'シグナルの問題が最終的に決着したとは言い難く、また、チロシンZが水からプロトンを引き抜くメカニズムも今のところ可能なメカニズムの一つであるというものが現状であろう。

酸素発生系の構造そのものに関しては、筆者ら（シンポジウム：酸素発生）により、フーリエ変換赤外法（F.T.I.R.）が応用され、MnとCaとの間のカルボキシル基による架橋構造や、基質H₂Oと強い水素結合を形成しているカルボキシル配位子の存在などが明らかにされた。また、Dinerら（シンポジウム：酸素発生）は、E.S.E.E.Mの測定とmutagenesisの結果から、ヒスチジンとペプチド鎖のカルボニル基がマンガンの配位子となっていることを明らかにした。反応中心クロロフィルP680の構造は相変わらず不明のままであるが、数年前に流行したクロロフィルモノマー説を主張する発表はなく、基本的にダイマーであるという立場でモデルが立てられていた[Styringら（シンポジウム：反応中心-紅色細菌と系II、及びポスターセッション；Cherepanovら（ポスターセッション）】。しかし、なぜP680が1V程もの高い酸化還元電位を持ち得るのかという基本的な問題はそのまま残された。

光合成系IIの全体的な構造は、二次元結晶の電子顕微鏡解析により得られ、3つのグループからの発表があった[Fordら（シンポジウム：光合成器官の構築、及びポスターセッション）；中里ら（ポスターセッション）；Boekemaら（ポスターセッション）]。今の段階では蛋白質の全体的な構造が分かるくらいの分解能ではあるが、今後の研究の進展が期待される。一方、三次元結晶の発表は今回はNieldら（ポスターセッション）によるもののみであった。

反応中心蛋白質中のクロロフィル数は紅色細菌と同じで4つなのかそれとも6つなのかで意見が分かれていたが、どうやら6つということで落ち着いた様であった[鞆ら（ポスターセッション）；Zhelevaら（ポスターセッション）]。そこで、P680以外の4つのクロロフィル分子はどこに結合しているかということが問題になるが（紅色細菌の2つのアクセサリバクテリオクロロフィルのヒスチジン配位子はD1, D2ポリペプチドでは保持されていないので、対応させて考えることができない。）、それに対しては、今回の会議では明確な答は提示されなかった。ただ、HutchisonとSayre（ポスターセッション）は、D1サブユニット上の118番ヒスチジンを他のアミノ酸に変えると系IIがうまく機能しなく

ことから、これがアクセサリクロロフィルの配位子の一つである可能性を示した。系II反応中心蛋白質に結合した β -カロテン（恐らく2分子）の構造はこれまで、全トランシス型であると考えられていたが、小山（ポスターセッション）は、HPLCによって反応中心蛋白質から15シス体を検出し、紅色細菌の場合と基本的に同じ構造を持っていることを示した。しかし、TelferとBarber（シンポジウム：カロテノイド）は、彼女らのサンプルからはごく少量の15シス体しか検出できなかったことを報告した。紅色細菌では反応中心あたり1分子のカロテノイドしか結合しておらず、この数の違いも含めてさらに検討していく必要があるように思われる。

全体的に見ると、この分野では大きなブレイクスルーがあったようには思えなかつた。しかし、電子顕微鏡やF.T.I.R.、パルスE.S.R.などの新たな手法が応用され、実を結んできたことが一つの特徴であったと思われる。また、どの分光学的な手法も技術が向上し（他の手法の研究者には全くわからなくなつた）、非常に詳細な情報が豊富に得られるようになってきた。今後は、こうした分光学的手法とmutagenesisをいかに組み合わせていくかが研究の鍵になっていくと思われる。

第10回国際光合成会議に参加して ——炭素代謝系の酵素など—

——植物を支える微生物の酵素—— 埼玉大学理学部 仲本利夫 準教授

（埼玉県立農業高等専門学校）

多くの人を集めて、第10回国際光合成会議が、地中海近傍の美しい町モンペリエで開催された。酵素や代謝に関する発表について筆者の印象に残ったことについて報告したい。プレナリーレクチャーでは、S.C.Huberが Sucrose-phosphate synthase (SPS) や NADH: Nitrate reductase などの細胞質に存在する酵素の制御、特に酵素蛋白のリン酸化による制御に関する発表を行い、トウモロコシ SPS のリン酸化にカルシウム依存性の Protein kinase が関与することを示唆した。シンポジウム・セッションでも、英国の Richard Leegood が PEP Carboxykinase (これも細胞質に存在する) がリン酸化されることを示した。リン酸化される10数kDaのN末端ペプチド断片は、“通常”の抽出条件では非常に分解除去され易く、注意深く本酵素を抽出精製しないとこのようなリン酸化は検出されないと言う。PEP carboxylase kinase がこの酵素をリン酸化することから、これら二つの細胞質酵素が同一のキナーゼにより制御されることも考えられ興味深い。ポスターセッションでも、N.J.Kruger らによる 6-Phosphofructo-2-kinase/Fructose-2,6-bisphosphatase のリン酸化に関する発表があった。このような細胞質に存在する酵素のリン酸化に加え、葉緑体チラコイド膜に存在するプロテインキナーゼやホスファターゼについても、ディスクッション・セッション (Auxiliary thylakoid enzymes) で熱心に議論されていた。Enzymology of carbon metabolism というシンポジウム・セッションでは、発表10課題のうち実に5つが、Ribulose bisphosphate carboxylase/oxygenase (RUBISCO) に関するものであった。X線結晶解析が行われ、活性部位の構造や基本的な反応機構が明らかにされても、まだ RUBISCO は“健在”であると感じた。その他の酵素では、M.Miginic-Maslow が、NADP-Malate dehydrogenase に部位特異的突然変異を起し、大腸菌で発現させ、光活性化による本酵素の制御や活性部位に関与するジスルフィド結合などを明らかにした。また、上記の PEP Carboxykinase の他に PEP Carboxylase (PEPC)、Glycine decarboxylase、ADP-glucose pyrophosphorylase/branching enzyme 等に関する発表があったが、酵素の構造と機能の関係を明らかにす

るために、X線結晶解析と遺伝子操作、特に、部位特異的突然変異の導入といった分子生物学的手法の二つが大きな役割を果たしていることを感じた。全く同じことを、光化学系複合体の構造と機能に関する研究についても感じた。ポスターセッションの "Enzymology of the photosynthetic metabolism" では、74課題が発表されたが、そのうち20以上は、形質転換植物やジーンエンジニアリングに関する発表であった。遺伝子単離の仕事も合わせるとさらにその数は増加する。"分子生理学"的研究が主流になりつつあると感じたが、その成果としては、まだ陣痛の苦しみから脱し切れていない印象が強かった。ポスターセッションでは、RUBISCO、PEPC、Phosphoribulokinase、Fructose-1,6-bisphosphate等に関するものが多かった。各分野でのシンポジウムの他に、ディスカッション・セッションが設けられ、研究現状を理解する上で大いに有益であった。ディスカッションリーダーの問題提議を口火として、その分野の未解決の項目について、持論、推論、展望などが引きも切らず展開された。今回の会議では、Historical sessionが設けられ、A.Trebst と D.Walker が話した。Walkerは自分の息子の漫画等を用いてユーモラスに自分の研究を振り返った。遠いフランスでの会議にもかかわらず、多くの若手研究者や大学院生が日本から参加されていたのも印象に残った。

第140回国際光合成会議に出席して ——作物の生産性に関する分野——

神戸大学農学部 内田 直次

パリから会場の南仏モンペリエまでの行程は、航空便をキャンセルしての「危険なT.G.V.」によった。この機会に少しでもフランスの農耕地の景観を見ておきたいと思ったからである。パリの郊外に出るとすぐに起伏のある一面の畑作地帯になる。この時期に栽培されているのはヒマワリだけで、収穫後の裸地の間で際立っている。その葉の緑と花の黄色が、そして点在する赤色の屋根が印象的で、この光景は、南へ近づくにつれてミストラルに対する防風林と地中海気候に適した果樹類が目立つようになるとともに、目的地まで続く。光合成会議のポスターや小冊子の表紙をヒマワリが飾るのはこのためであろうし、世界第三位の生産量を誇ることもうなづける。

今回の会議では、作物の生産力に直接関係する発表・シンポジウムは少なかった。また、アジア作物学会議と日程が重なったためこの分野における我が国からの参加者が少なかったのも残念であった。高等植物のproductivityを掲げたシンポジウムの開催は最終日になってからであった(Symp. 27 Carbon partitioning and productivity)。約250名が参加する中、chairpersonのG. Edwardsは代謝産物による光合成のフィードバックコントロールの問題、そして代謝マップとともにフラックスコントロール係数(コントロール程度の数値化)について述べ、そのために現在よく行われているSPS、FBPaseなどの酵素や各種トランスポーターなどに対するトランスジェニック植物を用いた研究結果や動向を概説した。次に、三つの面からフィードバックコントロールに関する報告が行われた。まず、S. Delrotは同化産物転流の膜におけるコントロールについて、自然界で見られるような機械的傷害が膜のATPaseの発現や活性などに及ぼす影響を調べ、傷害後数時間の内にこれらの酵素やトランスポーターの転写、翻訳レベル、活性が変化することを示した。次に、T.D. Sharkeyはショ糖合成が光合成と成長のインターフェースであり、低温下の光合成を制限していること、またこのショ糖合成と光合成の関係がO₂感受性であることを背景に、ショ糖合成能の指標

として光合成のO₂感受性を用いて細胞質FBPaseの欠乏変異体やSPSのトランスジェニック・トマトの特性を調べ、成長量がショ糖合成能力に依存していることを明らかにし、さらに個体レベルでの炭素の分配や収量との関連についても検討した。最後に、J.Fisahnはアンチセンスにより葉緑体FBPaseが低下したジャガイモやタバコの光合成特性をクロロフィル蛍光、ガス交換、超微細構造の面から調べ、各レベルで光合成能力の低下と関係していることを示した。また、ショ糖トランスポーターのアンチセンス植物のinvertaseやAGPase活性などの特徴についても比較言及した。

ポスター発表では23の報告が行われた。材料はクロレラからCAM、C₄植物を含む高等植物さらにカルスと多種多様であった。内容的には、光合成能力について要因解析、異なる品種や遺伝子型の光合成能力と生産性との関連性を検討したものもあるが、光合成産物の転流・分配あるいはシンク・ソース関係の改変に関するものが圧倒的に多かった。これらの中で、FBPase、SPSの活性と代謝産物のペールサイズの増加が耐寒性に関係していること、サイトカイニンがシンク力を大きくすること、青色光下で転流速度が大きいこと、酸性インペルターゼの局在性が光合成産物の分配に重要であることが示された。

以上のように、ポスター発表ではほとんど通常の植物が用いられているが、作物の生産性を解析するためにトランスジェニック植物が数多く用いられるようになってきており、実験の遂行に必須の感さえある。圃場での生産力を直接対象としていた農学分野でも遅かれ早かれこのような材料を使っての研究が行われるであろう。このためには共同研究やいわば横のつながりが今後ますます重要なものと思われる。同時に、まだアンチセンス技術が応用されていない作物においても、このような植物で得られた知見を背景に研究を効率よく進め、より高いレベルで結果を記述していくことも必要であろう。

国際会議 "Tetrapyrrole Photoreceptors" に参加して
東京工業大学生命理工学部 増田 建、塩井 祐三

1995年6月5日から10日にかけて、ドイツ、ミュンヘン近郊のフライジングにおいて、国際会議 "Tetrapyrrole Photoreceptors" が約100名近くの参加者のもとで開催されました。本会議は、1987年にU.C.Davis校のP. Castelfrancoが、"The Pyrroles of Photosynthetic Organisms" として、最初にオーガナイズしたもので、今回は H. Scheer, W. Rüdiger, R. J. Cogdell らのオーガナイズのもと、"Tetrapyrrole Photoreceptors" と改名され、第3回目にあたります。日本からは、京都大学理学部より田中歩、田中亮一氏、基生研より徳富哲氏、また東京工業大学より筆者等2人の計5名が参加しました。

セッションは、講演が27題、ポスターが43題で、1) Biosynthesis I, 2) Biosynthesis II, 3) Chemical Synthesis, 4) Degradation, 5) Pheophytins/Phycobiliproteins, 6) Chlorophyll-Proteins に分けられ、朝の9時から夜の9時30分まで、各セッションで活発な討論が成されました。ここでは、紙面の都合上筆者が最も興味を持っているクロロフィルの合成と分解の分野を中心に本会議の印象を述べてみたいと思います。

クロロフィル合成系の酵素に関しては、光合成細菌 *Rhodobacter capsulatus* のPhotosynthetic gene clusterの解析により、構造遺伝子が次々と明らかにされてきており、特に、これまで生化学的には解析が難しいとされてきた、ポルフィリン環へのMg分子の配位反応を触媒する酵素、Mg-キラターゼが、3つのヘテロなサブユニット (BchD, BchH, Bch

I) より成ることが、これら遺伝子を大腸菌内で発現させた際にMg-ポルフィリン合成活性を有することから証明されました。また、高等植物からも *bchI*, *bchH* 相同遺伝子の単離が相次いで成されており、デンマークのカールスバーグのグループによりオオムギの *xantha* の表現型を示す突然変異体が、これら遺伝子の変異によることを示しました。現在、*bchD* の相同遺伝子ハンティングが競争となっています。また、*bchG* や *bchP* などバクテリオクロロフィル合成に関与する遺伝子の機能が、次々と明らかにされており、テトラピロール合成系の遺伝子が急速に解明されている印象を受けました。

また、高等植物におけるクロロフィル合成系の heterogeneity に関する報告がいくつか成されました。一つは前駆体である 5-アミノレブリン酸合成系の酵素であるグルタミル tRNA レダクター ゼやグルタミン酸 1-セミアルデヒドアミノトランスフェラーゼについて、光照射によって発現の挙動の異なる 2 つの遺伝子がそれぞれ単離されており、その組織特異的な発現から、光合成器官とそれ以外の根や花などの組織では、異なる遺伝子産物が異なる制御様式で代謝を担っていることが示唆されました。また、光に依存したクロロフィル合成を担う、NADPH-プロトクロロフィリド還元酵素についても、スイスの E.T.H のアベルらにより、光に対して異なる発現を示す A, B, C 2 つのタイプの遺伝子の存在が示され、これらが異なるフィトクローム種により制御されていることが示されました。また、これまで一般的と考えられてきた、暗所で多量に蓄積し、光照射により急激に減少する A タイプの酵素蛋白質は、その細胞質から葉緑体内への輸送機構が、基質であるプロトクロロフィリドに依存して行われていることが示されました。この結果より、暗所で蓄積したプロトクロロフィリドが特異的に蛋白質輸送に関わり、暗所での酵素蛋白質の蓄積を促し、光照射による過酸化の防止に A タイプの遺伝子産物が役割を果たしているのではないかという仮説が具体性を持って示されました。

また、京都大学の田中(歩)らにより成された、クロロフィル *b* から *a* への変換機構についての発表では、クロロフィリド *b* を基質としてエチオプラストに与え、クロロフィル *a* の蓄積を見るという実験系により、7-ヒドロキシメチルクロロフィルを中間体とした、クロロフィル *b* から *a* への変換酵素が存在すること、また ¹⁴C ラベルした基質を与え、各クロロフィル蛋白質への取り込みを見ることにより、特異的なクロロフィルの再分配系が存在することなど、非常に興味深い結果が示され、注目を浴びていました。

クロロフィルの分解についてはチューリッヒ大学のマチルがフェオフォルビドジオキシゲナーゼの反応系を *in vitro* で確立し、その活性がゲロントプラストの膜中に存在することを述べました。また stay green と呼ばれるヒロハウシノケグサ (*Festuca pratensis*) の突然変異体はこのジオキシゲナーゼが欠損することによって老化してもクロロフィルの分解が進まないことを示しました。講演の最後に老化した葉中の、ゲロントプラストからの代謝産物の輸送やトノプラストへの輸送に関しての大膽なモデルを提出しましたが、実験的な事実に基づくものではなく、現段階ではあくまでも彼の推論と思えました。一方、フライブルク大学のゴッサウラーらは *Chlorella protothecoides* の細胞に ¹⁸N, ¹⁸O₂ を与えてクロロフィルの分解産物を調べたところ、アルデヒド基のみからラベルが検出され、ポルフィリン環の開裂はモノオキシゲナーゼによる反応であることを証明しました。クロロフィルの環の開裂にはジオキシゲナーゼがモノオキシゲナーゼが作用するのか統一した見解が得られるのは未だ先のことになりそうです。この他には、クロロフィリドから Mg を脱離する反応はこれまで酵素によるとされていましたが、脱離物質は今回我々が発表したように低分子の物質であることがマチルによって確認されました。

本会議は、4 年に一度、クロロフィル合成に関係する研究者がほぼ一堂に会する会議であり、活発な討論のもと、参加者として非常に有意義かつ楽しい時を過ごすことができまし

た。また、前回のデービス会議に比べ、分子生物学者の参加が多くなったのも、この分野での研究の進行状況を示すものだと思います。

最後に、会場となった Kardinal Döpfner Haus は、フライジングの街の二つの丘の一つに位置し、年に一度基督教の僧侶たちが研修を行う場であり、低料金でホテルなみの設備とおいしい食事を提供してくれました。また、街のもう一つの丘には、ヨーロッパ最古のブリュワリーがあり、小麦よりつくられたバイスピアをはじめ、おいしいビールを堪能することができました。次回の会議は3年後に、もしヨーロッパでのファンドが得られれば、グラスゴー大学の R. J. Cogdell がオーガナイザーとなり開催される予定です。

国際光合成会議サテライトミーティング「木の光合成」参加記

筑波大学生物科学系 寺島 一郎

本会議のあと、8月29、29日にボルドーで行われたサテライトミーティング「木の光合成」に参加した。オーガナイザーは Gaudillère。参加者総数は60名。日本からは私1人の参加であった。木の光合成のメカニズムは一般のC₃植物と変わることはないが、地球上の陸地の面積の大半を占めるのは森林であり、その構成要素である樹木の光合成特性の研究は、生態学的に大変重要である。このためか、出席者には生理生態学を専門とする人が多かった。そのほかに、園芸学分野の研究者とも親しく議論することができた。会期は2日間で、30分の招待講演6つと15分の講演が26、そのほかに約10のポスター発表があった。発表は、

- 1) Photosynthetic characteristics of woody species
- 2) Metabolic and structural basis of the mesophyll conductance to CO₂
- 3) Downward regulation of photosynthesis: phloem loading pathways and sink demand
- 4) Scaling up leaf photosynthesis to the whole plant and the canopy

の4つのセッションに分けられ、活発な議論が行われた。1)では、特に、厳しい環境条件下（たとえば、水分欠乏条件下）での光合成の阻害に注目した発表が多かった。2)では、さかんに光合成を行っている樹木の葉緑体中の二酸化炭素濃度が、草本の作物等に比べて低いことが話題になった。葉緑体の二酸化炭素濃度の推定法、拡散抵抗におよぼす葉肉細胞壁や葉緑体の定位運動の役割などが議論された。3)では、筛部輸送の問題がとりあげられた。園芸学では古くから知られている現象論（この枝を剪定すれば、リンゴやモモの実がどうなるというような問題）の現代的な解析の可能性が議論された。日本人は大きなりンゴを好むので、特に日本向けの栽培方法を工夫しなければならず困ったものだそうである（ニュージーランドの研究者の発言）。4)では、光合成の環境応答を、葉のレベルから個体のレベルへ、個体から林冠へと scaling up して把握する方法が議論された。光合成の研究は、ホウレンソウをはじめとするいくつかの特定の植物を対象にして発展してきた。研究の先鋭化という面では、それは有効であるが、得られた成果を生態学の主役である木に応用しようとすると、問題がいろいろあって、とても一筋縄で行く問題ではない。本会議のあとだったせいもあって、光合成研究のスペクトルの広さと、数多くの大きなギャップの存在を、なおさらながら痛感した。2泊3日とも、昼休みが2時間とってあったが、INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, Bordeaux) の食堂で、のんびりと

コースの昼食（もちろんワイン飲み放題）だったので、午後のセッション開始が遅れてしまうほどであった。一日目の夕方は、郊外のマツ林 (*Pinus pinaster*) の長期観測施設の見学のあと、これまたのんびり夕食。2日目の夕方は、郊外のブドウ畠とワイナリーを見学し、夕食をたっぷりとり、バスの故障などのハプニングもあって、宿に到着したのは午前2時であった。こういうゆったりとしたスケジュールのおかげで、いろいろな研究者とゆっくり話せて、大変有意義であった。ブドウ畠は腰ぐらいの高さで、ブドウは一株に8房と決まっているそうだ。そろそろ収穫だとのことであったが、実はすっぱかった。イソップ童話のようですが

ミニワークショップ「地球環境修復における植物生理学の役割と課題」のお知らせ

主催：重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」

日時：平成7年12月16日 13時頃開始、夕方懇親会、ポスター発表：

12月17日 15時頃終了予定

場所：広島大学理学部（東広島市鏡山1-13）

プログラム（予定）
開会の挨拶 村田 紀夫（基礎生物学研究所）

「高等植物の硝酸還元酵素-硝酸イオンと光による機能発現調節」

末吉 邦（神戸大学農学部）

「還元されたNO₂の同化機構」

山谷 知行（東北大学農学部）

「葉緑体包膜の亜硝酸輸送」

高橋 正昭（大阪府立大学農学部）

「高CO₂環境とC₃光合成の生理生化学」

牧野 仁周（東北大学農学部）

「CO₂吸收源の拡大をめざして：光合成炭素代謝の基礎とその改良」

横田 明穂（R I T E 研究所）

「有害硫黄化合物に対して抵抗力を持つ植物の分子育種」

佐野 浩（奈良先端科学技術大学）

「植物のイオウ代謝とSO₂」

関谷 次郎（京都大学農学部）

総合討論 司会：森川 弘道（広島大学理学部）

連絡先：広島大学理学部遺伝子科学専攻 森川 弘道

Fax:0824-24-0749 Tel:0824-24-7449

広島大学への交通：JRからバスで約30分（西条駅下車）、バスで約20分（新幹線では東広島駅下車、タクシーで約10分（バスの便悪し）

光合成研究会と重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」の共催シンポジウム
再度のお知らせ

シンポジウム 光合成研究の最前線

日時 1995年11月17日（金）～18日（土）

場所 東京大学（本郷：理学部化学科本館5階大講堂）

プログラム

11月17日	光合成研究会シンポジウム「光合成のダイナミックス」
13:00～13:05	挨拶 金井 龍二 座長 加藤 栄
13:05～13:45	「地球と光合成生物の共進化——反応中心創成のプログラム」 伊藤 繁（基礎生物学研究所）
13:45～14:25	「ラン藻系II表在性蛋白——進化を考える上での新しい指標？」 井上 賴直（理研・太陽光科学）
14:25～15:05	「光ストレスの緩和と防御の分子機構——植物は何故 日焼けをしないのか？」 浅田 浩二（京都大学食料科学研究所）
休憩	
15:05～15:30	座長 日田 秀明 「窒素をシグナルとする光合成遺伝子発現」
15:30～16:10	杉山 達夫（名古屋大学農学部）
16:10～16:50	「C ₄ 、CAM植物葉緑体への代謝産物輸送」 金井 龍二（埼玉大学理学部）
休憩	
16:50～17:30	座長 桜井 英博 「気孔開閉と原形質膜プロトンポンプのCa ²⁺ による調節」 島崎研一郎（九州大学理学部）
17:30～18:10	「生物はなぜプロトン共役を選んだか——やり残した課題」 西村 光雄（九州大学名誉教授）
18:30～20:00	懇親会（ガーデンパレス：会費3000円は当日徴収） *出席希望者は至急FAXでご連絡下さい[金井]

11月18日	重点領域研究シンポジウム「遺伝子導入系を用いた光合成研究」
9:00～9:10	挨拶 村田 紀夫
9:10～9:50	座長 田中 国介 「D1タンパク質の部位特異的およびランダムな改変による 光化学系IIの構造と機能の解析」 佐藤 公行（岡山大学理学部）
9:50～10:30	「光合成の低温耐性的分子機構」 村田 紀夫（基礎生物学研究所）
10:30～10:50	休憩
10:50～11:30	座長 藤田善彦 「高等植物の高温耐性と分子シャペロン」 西村 幹夫（基礎生物学研究所）
11:30～12:10	「活性酸素消去系酵素形質転換植物のストレス感受性」 田中 浩（国立環境研究所）
12:10～13:10	昼食
13:10～13:50	座長 和田敬四郎 「形質転換ラン藻を用いた光合成の塩ストレス応答における グリシンベタインの役割」 高倍 鉄子（名古屋大学生物分子応答研究センター）
13:50～14:30	「ラン藻のイオン環境応答とチラコイド局在性 重金属ATPase」 水野 直（名古屋大学農学部応用生物科学科）
14:30～15:10	「コリンオキシダーゼの導入によるラン藻とシロイヌナズナの 耐塩性の改善」 林 秀則（愛媛大学理学部）
15:10～	総合討論 佐藤 公行

*参加費は無料です。まだ、申し込んでいない方もふるってご参加下さい。

編集者より

私たちが編集を引き受けたから2冊目の会報をお届けします。今回は第10回国際光合成会議および関連サテライト・シンポジウムの印象記を特集しました。村田氏の総括にありますように、同会議では、国際光合成学会(International Society of Photosynthesis Research)を発足させたので、その会則(CONSTITUTION)を転載しました。また、われわれの「日本光合成研究会との関係についても検討が必要である」との村田氏のコメントは、今後、みなさんで考えていただきたいテーマであります。

数名の会員が退会しましたが、若い新入会員も増えました。まだ会員でない周りの知人や大学院生にも、ぜひ、光合成研究会への加入を勧誘して下さるようお願い申しあげます。

会費は年額1000円に据え置いています。会報をお送りした封筒の宛名の下には、お納めいただいた会費の年度が記載されていますので、よろしくお願い申しあげます。なお、滞納のある方が1年分の会費をお納めいただいた場合は、滞納年度に補填させていただいているので、ご了承下さい。

次回は来年1月を予定していますので、会に対するご意見、学会見聞録、会合のアナウンス、様々な話題やお便りなどを、今年12月の中旬までに原稿をお寄せ下さるようお願いいたします。

(R.K.)

光合成研究会 1995~1996年役員

会長 金井 龍二 (埼玉大学理学部)

幹事 (日本光生物学教会の委員を兼任)

井上 賴直 (理化学研究所)

幹事 石井 龍一 (東京大学農学部)

幹事 寺島 一郎 (筑波大学生物科学系)

幹事 大西 純一 (埼玉大学理学部)

光合成研究会 会報 第15号 1995年10月20日発行

〒338 浦和市下大久保255

埼玉大学 理学部 分子生物学科

光合成研究会 TEL. 048-858-3396

FAX. 048-858-3384

振替貯金講座 00150-9-569022 光合成研究会
