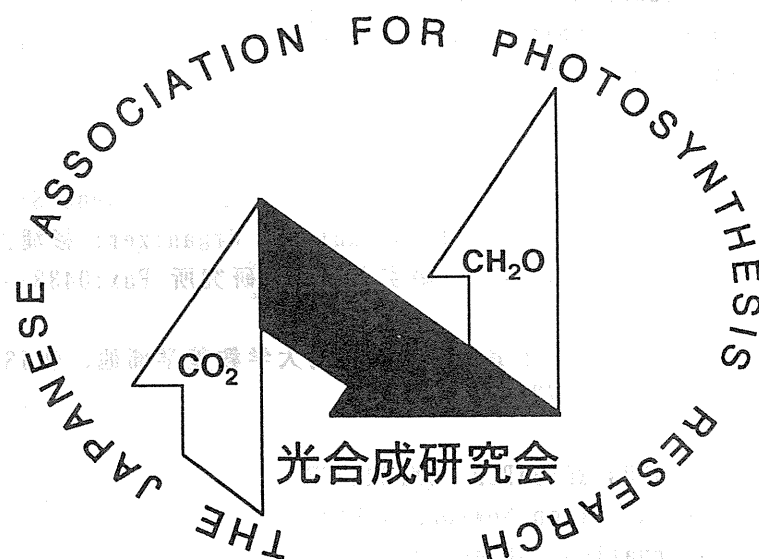


# 光合成研究会 会報

第16号 1996年 1月



NEWS LETTER No. 16 JANUARY 1996

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| *****                                            |    |
| 集会の案内                                            | 2  |
| 第10回国際光合成会議に参加して                                 | 3  |
| 国際光合成会議サテライト集会“Visible and UV Light Stress”に参加して | 4  |
| シンポジウム「光合成研究の最前線」に参加して                           | 6  |
| シンポジウム「光合成研究の最前線」の印象ー基礎研究から戦略的基礎研究へー             | 8  |
| 「シンポジウム光合成研究の最前線」雑感                              | 10 |
| シンポジウムに出席して考えたこと                                 | 11 |
| 光合成研究会と重点領域研究の共催シンポジウムー参加後の感想ー                   | 13 |
| 光合成の今昔物語ーCALVIN-BENSON 回路と“lollipop”ー            | 15 |
| *****                                            |    |

集会の案内

①期日、②集会の名称、③場所、④連絡先

- 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田畑哲之/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
- ①Jun. 16-21, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Mitochondria & Chloroplasts" Organizer: Kathleen Newton, ③Plymouth State College,  
④GRC Information: GRC@GRCMAIL.GRC.URI.EDU, Fax:401-783-7644
- ①Jul. 30-Aug. 2, 1996, ②地球気候変化の下での食料生産と環境改良に関する国際シンポジウム、③山口大学 ④山口大学農学部生物資源学科FPEI係り Fax:0839-22-6111
- ①Aug. 4-9, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Biochemical Aspects of Photosynthesis" Organizer: Charles Yocum, ③New Hampton School,  
④GRC Information: GRC@GRCMAIL.GRC.URI.EDU, Fax:401-783-7644
- ①Aug. 18-23, 1996, ②GORDON RESEARCH CONFERENCE "Photosynthetic CO<sub>2</sub> Fixation by Green Plants" Organizer: Steven C Huber, ③Tilton School,  
④GRC Information: GRC@GRCMAIL.GRC.URI.EDU, Fax:401-783-7644
- ①Sep. 27-29, 1996, ②1996 Robertson Symposium "C<sub>4</sub> Photosynthesis: 30 years on" Organizers: Bob Furbank & Susanne von Caemmerer, ③Research School of Biological Sciences, Australian National University, Canberra, Australia, ④S. von Caemmerer Email:SUSANNE@RSBS-CENTRAL.ANU.EDU.AU Fax:61-6-2495075

第10回国際光合成会議は1995年8月20より8月25日まで、南仏のモンペリエで開催された。日本ではあまり知られていないが、モンペリエは古い歴史を持った町である。旧市街にあるモンペリエ大学はヨーロッパで二番目に古く組織された大学であり、その建物は現在も医学部として使用されている。大学周辺は古い石作りの町並みが残っており、多くの観光客がヨーロッパ中から訪れていた。旧市街に接している会議場は近代的な建物で音楽祭の演奏会場としてよく利用されるようである。建物内にはフランスの作曲家ベルリオーズの名を冠した立派なオペラホールがあり、学会の主会場として使われた。ここではこの会議に引き続いて、若手音楽家の演奏会が計画されていた。会期中私の泊まったホテルは旧市街からやや離れていたが、著名な音楽家が多く宿泊しているとのことであった。宿泊客として子供を伴ったアランドロン夫妻の写真も壁に張られていた。

会議の参加者は約1500名で、過去最大となった。Chairmanを勤めたP. Mathisによれば、今回は若手の参加者が多いとのこと、日本からも若手の学生、研究者の参加が多かった。今夏は日本もヨーロッパも異常な暑さであり、7月半ばに同じ南仏のツールーズでの学会に参加した人から、暑くてたいへんだったという話を聞いて半ば覚悟して出かけたが、幸い気温は下がり気味で会期を通じてたいへん快適に過ごせた。

さて、会議の内容であるが、このように大きな学会になると全てを見聞きすることはとうてい不可能である。幸い、何人かのレポーターがいるので、ここでは筆者の関係する分野についてのみ、印象を述べさせて頂くことにする。光化学系Iでは、反応中心複合体の結晶解析の分解能が6Åから4.5Åに向上した。その結果、 $A_0$ に相当すると思われるChl-aが、紅色硫黄細菌の反応中心の場合と同様に、psaAとpsaB subunit上にそれぞれ1つずつ存在すること、65個のアンテナChlの配置が明らかになり、いづれも膜表層に張り付くように存在していることが新たに明らかになった。アンテナ色素と反応中心に位置するクロロフィルの相対的な配置は、光化学系Iでは同一タンパク上ではあるが、光化学系IIや紅色硫黄細菌の場合とよく似ていると思われる。また、遺伝子操作によるアミノ酸の入れ替えが数多く試みられていたが、psaA/B subunitに関してはアミノ酸の配置がまだ判っていないので、一部の領域(Fxの周辺)を除いてはまだ手探りの域を出ていないようである。光化学系Iの祖先型を持つと信じられている緑色細菌の反応中心は調製が困難なため、その標品がいかにintactかによってその性質が微妙に異なる。結合cytの数、Fe-S蛋白の安定性などをみると、今のところ日本の桜井、大岡、松浦ら3グループの標品が最も進んでいるようである。緑色細菌の反応中心における問題点の1つは、その複合体がhomodimerであるかどうかということ、およびキノンが電子受容体として働いているかどうかということである。前者にたいしては、 $P^+$ 電荷がPを構成する2つのBchl間に均等に分布しているという結果(RR, ENDOR)から、homodimerであることが示唆された。しかし、キノンに関しては、閃光分光法では $A_0$ からFxへの電子移動(600ps)しか見られないのに対して、photoaccumulation法では、 $A_1$ 様のEPRシグナルがでるとの報告があり、結論がまだ出ていない。

光化学系Iを含めて、筆者が参加した分野の全体的な印象は、次の三つにまとめられるように思う。1) 膜タンパク質の結晶化：光合成反応に重要な様々な膜タンパクに対して結晶化が成功し、その詳しい構造が明らかになってきた。例えば、光合成細菌の光合成系では、反応中心に続いてアンテナ系のLHC1、LHC2の結晶ができ、そのX線構造解析から、アンテナ系はいづれも円筒形の構造を持つことが明らかになった。その結果、アンテナ系と反応中心が互いにどのような配置をとってエネルギー伝達が効率良く起こるのかを考えることが可能になった。また、ATPaseも結晶化され、 $\gamma$ -subunitを中心軸として、 $3\alpha +$

3  $\beta$ -subunitがその周りを回転するというモデルが提出された。2) 遺伝子操作：例えば、活性に影響を与えるアミノ酸を別種のアミノ酸に替えるといった、遺伝子操作があらゆる構成タンパクに施されるようになった。紅色硫黄細菌の反応中心にたいするX線解析像が提出されたのは約10年前であり、その当時、これで光合成研究は終わったとの声もあった。その後の紅色硫黄細菌反応中心の研究経過を見ると、電子伝達体の周りのアミノ酸残基や、他のsubunitとの結合部位を別の様々なアミノ酸残基に換えることにより、電子伝達の流れを解析することが新たに可能になったため光合成研究はさらに活発になり、光合成研究に従事する人口が逆に増えたように思われる。この分野は現在の光合成機能を解析する研究の主流の一つになっているが、日本ではかなり立ち遅れているように見えるのは残念である。3) 新しい物理的手法の導入：例えば、数10fs ( $10^{-14}$ 秒)のレーザー閃光が得られるようになって、色素間のエネルギー移動や初期電荷分離が直接測定できるようになったため、この分野の物理学者が光合成研究にますます参入するようになった。結晶構造解析→遺伝子操作によるアミノ酸変異体の作成→電子伝達活性変化の測定という構図に見られるように、この三つの手法は互いに絡み合って光合成研究をこれから更に発展させてゆくものと思われる。

フランスはワインの国である。昼の食事には飲み放題のワインが並び、夜は旧市街のレストランでまたワインを重ねながらゆったりとdinnerを楽しむ毎日であった。フランス人の細かいことにはこだわらない国民性からか、会議の運営にはいくつかな手際があったが、全体的には大変楽しい学会であった。唯一残念に思ったのは、このような大きな学会で1100件以上あったポスターを効率良く見るのは不可能であり、前もってabstractを配布してくれれば興味あるポスターに目星をつけることができたであろうということであった。いずれにしても、日本から多数参加した（特に若手の）研究者が大いに刺激をうけ、今後の日本の光合成研究のレベルがさらに高くなることを期待している。

最後に会議とは関係ないことを一言。フランスでは新旧入り乱れて様々な硬貨や紙幣が流通している。この中の200フラン紙幣が曲者であった。100フラン以下の買い物をして200フラン紙幣を出しおつりをもらう時、電卓を使わないケースではかなり高い確率でおつりが足りないことが多かった。アメリカでも同じであるが、フランスもおつりを出す時には、買い物の値段+おつり=200FF、という計算をする。即ち、おつりを渡しながら機械的に足し算をし、こちらが出した200Fにする。日本人の、おつり=200FF-買い物の値段、という計算より頭を使うことなく、その分、間違いが無いようにみえるが、どこかで足し算の原理が狂うようである。有名な数学者が多くでたフランスとも思えないが、実際にフランスで200FF紙幣を使う時には注意を促したい。

国際光合成会議サテライト集会 “Visible and UV Light Stress” に参加して

東京大学理学部 園池 公毅

第10回国際光合成会議のサテライト会議“Visible and UV Light Stress”が本会議に先立って8月の17日から19日までの3日間にわたってパリで開催された。オーガナイザーはA.-L. Etienne他である。光合成会議のプログラムによると参加者は120名に制限されるとのことであったが、実際には60名ほどに制限され、時期が遅くなって申し込んだ人は参加できなかったようである。参加者の内39名が30分の持ち時間で口頭発表を行

ったため、まる3日間、朝9時から夕方7時ぐらいまでというスケジュールであった。日本からの参加者としては、宮尾光恵、村田紀夫、佐藤公行、浅田浩二の各氏および園池が口頭発表を行った。また、口頭発表の他に十数のポスター発表があった。

ここでは複数の演者が共通して取り上げた項目とそれに対する感想のみを述べることにする。まず、初日の午前中に5人の演者(Sonoike, Telfer, Miyao, Ghanotakis, Hideg)が光阻害における活性酸素の関与に触れた。その問題となる活性酸素種や、関与を明らかにするための実験方法は人それぞれであったが、今後は活性酸素の検出はHidegが示したようにスピントラップ試薬とESRによる実験が主流になるのではないかという印象を受けた。D1の分解自体に関しては活性酸素がその最初の原因であるとする見方とプロテアーゼが関与しているとする見方がある。今回の会議でも二つの見方が議論の対象となったが、このふたつの見方は必ずしも相いれないとも言えないようである。分解過程の把握のためにはプロテアーゼの実態が何らかの形でもう少し明らかになることが望まれる。プロテアーゼに関しては、D1に限らない系IIのサブユニットの分解との関連でB. Anderssonも講演の中で触れていた。以上の他にもD1の代謝回転についてはタンパク質レベル(Edelman, Ohad, Aro, Godde, van Wijk)、および遺伝子発現レベル(Kirilovsky, Mayfield, Maenpaa)で数多くの研究結果が報告された。Mayfieldの話などを聞くとD1の翻訳調節に関与するファクターが明らかになりつつあると感じさせた。光強度以外のストレスとの関連では低温における光阻害の演題が3つあった(Sonoike, Murata, Adamska)。このうちAdamskaの講演はELIPの転写産物の蓄積の低温での促進に関するもので、機能が不明なこのタンパク質が環境ストレスにどのように応答しているか興味を持たれる。3日目の午前中は主に光阻害からの保護機構についての講演であった。いわゆるXanthophyll cycleとnon-photochemical energy dissipationについての講演が4題あり(Horton, Yamamoto, Etienne, Krause)、Xanthophyll cycleのenergy dissipationにおける役割を示唆する結果がかなり蓄積してきたと感じさせた。ただ、Xanthophyll cycle自体は系Iにもあるのに関わらず、調べられるのはLHCIIだけで、提唱されるスキームでは系Iが全く無視されるのが、系Iを研究してきた筆者には物足りなかった。このほかの保護機構として、循環的電子伝達(Asada)、還元型キノンの抗酸化機能(Hundal)などが報告された。3日目の午後はUVストレスにあてられ、5題の講演があった(Strid, Giacometti, Vass, Larkum, Bornman)。UVストレスはオゾンホールとのからみで最近研究が増えているようであるが、全体として可視光による光阻害との類推から、基礎的な阻害部位の検討をせずにD1の分解などにとんでしまう傾向が感じられた。

演者の1/4が昨年末に基生研で行われたNIBB Conference "Responses of the Photosynthetic Apparatus to Environmental Light Conditions"と重なっているせいか、非常に新しいと感じる演題は少なかったように思う。しかし、光阻害の分野における研究者の層の厚さ(=競争の激しさ?)は十分に感じられた。現在はまだin vitroでの実験結果でin vivoでの現象を説明するまでにいたっていない気がするが、遠からず野外での現象とin vitroでの実験結果をきちんと結びつける方向に研究が向かっていくのであろう。

なお、今回のサテライト会議で発表された結果の一部は、来年はじめあたりにPlant Scienceにまとめて掲載されるとのことである。

表題のシンポジウムが11月17、18日東京大学理学部化学科大講堂で開催された。報告記事を書くようにとの依頼を受けたのが開催後であったため十分な用意ができてなく、各講演内容の詳細な紹介は他に譲り、特に印象に残った事、感想等を中心に記す。

今回のシンポジウムは初日が光合成研究会主催による「光合成のダイナミックス」、2日目が重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」（代表者 村田紀夫）の主催による「形質転換体を用いた光合成研究」であり、一見独立したシンポジウムが単に続けて開催されたかのように見える。しかし後述するように両シンポジウムが同時に開催されたことは非常に意義深いものであり、両方の講演を通じて聞くことにより光合成の研究の将来の展望に関する理解が深まったはずである。

初日は生物進化の観点から伊藤（基生研）が光合成反応中心の構造、井上（理研）が酸素発生複合体の表在性タンパク質、浅田（京大）が植物における活性酸素消去系の構築に関して、また光合成を支える重要な代謝系について、杉山（名大）が葉緑体における窒素代謝およびこれに関与する各種酵素の誘導、金井（埼玉大）がC<sub>4</sub>、CAM植物における炭素代謝および代謝産物の細胞間輸送、島崎（九大）が気孔開閉とCa<sup>2+</sup>イオンによるプロトンポンプの調節との関連、西村（九大）がプロトンポンプによるATP合成の非平衡熱力学的解析について概説した。

2日目は佐藤（岡山大）がラン藻の光化学系II複合体の光損傷と回復においてD1タンパク質のC-端のプロセッシングが本質的な役割を果たしていること、およびラン藻のD1タンパク質の特定領域のアミノ酸を1～数個ランダムに改変することによって、強光に対してより耐性を示す形質転換体が得られたことを示した。村田（基生研）はラン藻のチラコイド膜に含まれる脂質の脂肪酸を不飽和化する一連の酵素を改変し、不飽和度の異なる脂肪酸を含む形質転換体を作製した。その低温耐性、特に低温における光阻害を解析し、強光によるD1タンパク質の損傷とその修復の過程において新たに合成されたD1タンパク質のプロセッシングあるいは膜への挿入が不飽和脂肪酸の含量が多いほど速いことを明らかにし、不飽和脂肪酸による低温耐性の新たな機構を示した。西村（基生研）はカボチャの熱ショックタンパク質HSP60による葉緑体へのタンパク質輸送の機構を明らかにし、また、大腸菌のGroES (HSP10) に対する機能相補によってシロイヌナズナのHSP10をクローニングした結果、単独で合成されるHSP10とシグナルペプチドを伴い2つのHSP10がタンデムに連結されたものがあることを示し、これらを大量生産するあるいはアンチセンスを導入した形質転換体について報告した。田中（環境研）は活性酸素消去に関与するアスコルビン酸ペルオキシダーゼおよびグルタチオン還元酵素の遺伝子改変に伴って強光や活性酸素に対する耐性が変化することを示した。高倍（名大）は大腸菌のグリシンペタインの合成酵素の遺伝子を淡水性のラン藻に導入し、この形質転換体が0.4M NaCl存在下でも生存できること、フィコビリタンパク質やRubisco活性が安定化されることを示した。水野（名大）は最近確立した大腸菌におけるセンサーとリン酸結合タンパク質の2成分による情報伝達機構と同様の機構がラン藻のリン酸イオン欠乏に対する応答においても存在することをセンサータンパク質とリン酸結合タンパク質の同定によって証明し、その分子機構について解説した。またラン藻には同様な系が50種類以上あるのではないかと推測している。林（愛媛大）はシロイヌナズナに放線菌のコリンオキシダーゼの遺伝子を導入して、この形質転換体がグリシンペタインを蓄積していること、野生株よりNaCl存在下での生育や光化学系IIの安定性がよいことを報告した。

2日目のシンポジウムは重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」の主催であった

が、この重点領域研究は平成4年度から開始し、本年が最終年度となる。その研究戦略は1) 植物の環境ストレス応答の分子機構を解明する、2) 得られた知見をもとにストレス耐性を変えるべく遺伝子改変を行う、3) トランスジェニック植物の生理活性を解析し、光合成の環境応答に関する新しい局面を切り開くことを特色としている。このような主旨のもと、毎年度総勢50名近くの班員が遺伝子単離、その改変などの手法によって様々な環境要因と植物との相互作用に関する研究を展開してきた。これまで公開シンポジウムが1992年10月に光、酵素、低温ストレスへの応答、1994年11月に低CO<sub>2</sub>、高温、高塩、乾燥ストレスへの応答に関する話題を中心として開催されている。今回のシンポジウムではこの重点領域研究を通じて作製された興味ある形質転換体を中心として内容がまとめられている。これらの形質転換体には期待通り新たなストレス耐性を獲得したものもあり、ある意味では重点領域研究の成果ともいえる。一方“どのような機構で耐性が改善されたのか?”、“これこれの条件で測定したらどうなるのか?”、“生理学がないではないか”との手厳しい指摘があったことも事実である。確かに一部の形質転換体を除けば今後多くの生理学的解析の余地が残されているが、むしろ今後多くの解析を通じて当初予測もしなかったような新たなストレス耐性の機構が見出される可能性があるというのが研究代表者他多くの研究者の期待であろう。

今回のシンポジウムを前半と後半で単純に比較するとすると、金井光合成研究会会長が開会の挨拶でジョークとしていった「前半は遺伝子を使わない光合成、後半は遺伝子を使った光合成」といった分類がいかにも本当らしくみえてくるが、実際にはそうでないことは明白である。初日の講演の中にもほとんどと言っていいほど遺伝子を利用した研究内容が含まれている。個人的に興味深かった井上(理研)の研究内容はラン藻の低電位型のチトクロームC-550を高等植物の酸素発生複合体の23kDa表在性タンパク質の起源として位置づけ、一部の紅藻には23kDaタンパク質のかわりに類似のチトクロームが存在することを指摘しているが、この研究においても遺伝子のクローニングや欠損株の作出は常套手段的に用いられている。数年前まで遺伝子の解析は万能であるかのごとく考えられていたが、今日では遺伝子の取り扱いの一つの技術であり、分光光度計でスペクトルを計るのと同様、研究の各局面で必要に応じて用いればよいというのが一般的な感覚であろう。植物生理学会などの年会でも以前は分子生物学の会場は若い人であふれ、活発な討論がされていた印象があるが、最近では流行に敏感な若い人がむしろ生理学に近い会場へと流れているように感じられる。ストレス応答の研究では遺伝子の改変は重要な手法である。特定のストレス要因とこれに対する植物の応答を研究する際、植物の生育条件などを変化させても様々な生理的变化が同時に生じるため解析が困難であるのに対し、形質転換体では生じる生理的变化を最小限にとどめることができるため、因果関係をより明白にできることが多い。これはある意味ではストレス応答の研究に適した新種の生物を発見したようなものであろう。ひとたび得られたこのような植物、あるいは分子進化によってつくられる様々な植物における比較は、これまでの生物進化による現存する植物での比較よりもさらに広範な生理機構の推測に重要な役割を果たすことになるであろう。このように考えると今回のシンポジウムの前半と後半を併せて理解することによって、最前線を越えた新たな研究の展開について深く考えることができるような気がする。

11月17日～18日、東京大学で開催されたこのシンポジウムに参加しました。1日目は“光合成のダイナミックス”、2日目は“遺伝子導入系を用いた光合成研究”というサブタイトルが付いてました。主催者の1人の金井先生が、1日目は遺伝子を出てこない光合成研究で、2日目は遺伝子が出てくる光合成研究というように冗談ばく表現されていましたが、光合成の研究を遺伝子だけで、色分けしてはいけないことが、2日間の発表をすべて聞いてみてあらためて鮮明になったと思います。自分の発表を除き、スピーカーの発表は完成度の高いものばかりで、日頃勉強不足の私には良い刺激になりました。

1日目は伊藤繁先生の「地球と光合成生物の共進化」で始まり、分子生物学の発展がもたらした膨大な生物種に関する遺伝情報の解析結果を集約したものでした。私がRuBisCOの研究をしていた10年前には聞いたことのなかったような光合成生物種の名前がどんどん出てきて、一大絵巻を見るようなインパクトを感じました。このような多種の光合成生物の存在に対する現在の私の抱く興味は遺伝子源ということです。今後環境耐性を強化したような形質転換植物を得ようとする場合、高等植物の遺伝子よりも進化的に遠い種の生物の遺伝子を使った方がcosuppressionを避けられることも一つの理由ですが、細菌やカビなど下等な生物の中には、極端に悪い環境下で生育することを好むものがありますので、その環境適応メカニズムとそれに関与する遺伝子を明らかにすることが重要だと思うからです。

井上頼直先生の「ラン藻系II表在性蛋白」の発表は、日頃から葉緑体とラン藻の光合成蛋白質は非常にホモロジーが高いのに、系II表在性蛋白質（様々な環境ストレスに弱いため光合成の耐性付与の標的の一つになっている）は異なるのか不思議に思っていましたので、興味深く聞きました。おそらくラン藻から高等植物に進化する過程でかなりのトライアンドエラーが起こったのではないかと想像しました。光化学系IIは環境ストレスを受ける標的の重要なポイントと考えられていますので、私もこれを勉強したいという強い気持を持ってはいましたが、何しろ、膨大な量の文献を読まなければならないので、餅は餅屋に任せた方がという思いでおりました。特にラン藻の系II表在性蛋白質についての記述は実際にやっていない人間には分かりにくかったのですが、井上先生のお話を聞いてすっきりしましたので、これからは、解析の対象としてゆきたいと思います。実は私はこの時、井上先生を初めて拝見いたしまして、そのことも感銘深く思っております。

浅田浩二先生の「光ストレスの緩和と防御の分子機構」も活性酸素消去系（SOD, MDA, APX）を中心とした何度聞いても重要な所をうまく抑えた研究成果の発表で、自分にはもう手遅れですが、若い方々にはライフワークのまとめの良いお手本となるのではないかと思います。確かに活性酸素は生命に有害ですが、最近病害虫への撃退法として植物は過酸化水素を出したり、スーパーオキシドがセカンドメッセンジャーの役割を果たすのではないかなど、今後も話題の多い分野であり続けるでしょう。私は動物ではチオレドキシン依存型のペルオキシダーゼが酵素の酸化を防ぐ重要な役割を果たしているという海外からのスピーカーによるセミナーを名古屋大学で聞いた直後でしたので、そのような酵素を植物は持つのでしょうかと質問しましたが、浅田先生はないと言っておられました。植物の発芽過程ではチオレドキシンペルオキシダーゼがあるという報告があると聞いておりましたが、光合成をしている葉のように活性酸素を大量発生するような組織では、浅田先生の提出されたようなスキームで防御しているのだと思います。それと同時にチオレドキシンペルオキシダーゼが植物にも存在しているとするならば、それは生育や分化の重要な段階で動物と同じ様な働きをしているはずで、今後の研究の発展が楽しみだと思います。浅田先

生は植物はなぜ日焼けをしないかというサブタイトルを付けておられましたが、日焼け防止は男性、女性を問わず現代人が過敏になっている所なので、人間の日焼け現象にまで、さらに深めてお話下されば私にはもっと興味深かったと思いました（冗談です）。一方で、京都府立大学の竹葉先生は学会等で猛暑の夏に日焼けした樹木の葉をスライドで示していらっしゃるようですので、竹葉先生からのコメントを聞きたかったのですが、先生は出席されておられなかったようで、残念でした。また浅田先生は、夕方のパーティの時に光合成により生成される電子のうち、驚くべき量が酸素に渡っていると言っておられましたので興味が尽きません。

次に座長を代わった臼田秀明先生が、形質転換クラミドモナスを用いたリン酸による光合成の制御を今後のテーマにすると宣言しておられました。大変頭の良い方なので、今後又、味な分子生理学を展開して下さいのものと期待しています。

金井龍二先生の「 $C_4$ 、CAM植物葉緑体への代謝産物輸送」の研究発表がありましたが、大変困難な分野に真正面から取り組んでおられ興味深いものでした。この分野も私は最近、全く勉強していなかったもので、大変助かりました。実は私達のグループは最近、大麦（ $C_3$ 植物）を用いて塩ストレス下で発現してくる遺伝子をディファレンシャルディスプレイ法で拾っているのですが、その中に $C_4$ やCAM代謝で重要な役割を果たすものが出てきます。 $C_4$ やCAMの方が $C_3$ よりも水の利用効率が高いことが知られていますので、私には、 $C_3$ 植物も塩や乾燥ストレス下では、 $C_4$ やCAM代謝に近づこうと努力しているのではないかと見えます。村田紀夫先生が金井先生に分子生物学から攻めたらいかがでしょうかというようなコメントをされていましたが、遺伝子の方はもう2~3年もすれぱうんざりする程出てきます。やはり、生理学をきちんとできる人を大切にしておいた方が良いと思いました。

島崎研一郎先生の「気孔開閉と原形質膜プロトンポンプの $Ca^{2+}$ による調節」も大変美しいお仕事でした。私はイオンポンプもシグナル伝達機構も弱いので、これからもしっかり勉強しようと思っているところです。環境応答にとって気孔開閉は重要な問題なので、もう少し多くの方がこの分野に入ってよいと思いますが、私などは、すぐに変異株が採れないのかと考えてしまいます。

1日目の最後は西村光雄先生による「生物はなぜプロトン共役を選んだか-やり残した課題」というものでしたが、このような大先生がやり残してしまった仕事ですから、自分のような凡人にはとても手におえません。進化の問題と同じであまりに壮大な研究は退官後の先生にこそぴったりのテーマだと思います。夕方のパーティの中で、園池さんが、光合成に対する雨のストレス（寺島一郎先生のグループの研究だと思いますが）のことを教えて下さいましたが、このようなテーマもロマンチック過ぎて、私のような現実主義者には向いていないようです。然るべき感性の持ち主のみが、研究テーマにできることで、今後の研究の発展を期待しています。

最後に私の専門とする耐塩性の研究に関連して思うことは、生命は海から誕生したのだから、海水中で生きられなくなった高等植物は耐塩性のメカニズムを失ってきたという側面をもっているのではないのかということです。生命の故郷は塩のある環境だったはずなのですが、また2日間の講演を聞いて、光合成の研究は基礎研究の段階から、20~30年先を睨んだ戦略的基礎研究へと大きく動いていると感じました。

勉強をさせていただけただけでも大変喜んでおりましたのに、光栄にも執筆（レポート提出）の機会をも与えて下さいました金井龍二先生に深く感謝いたします。又遺伝子が出てくる研究については、私は批判される立場にありますので、コメントを控えさせていただきます。

ここでは、比較的若手(?)の研究者で、2日間のシンポジウムに出席した者としての雑感を述べさせていただく。なお、筆者の乏しい知識と経験に基づく感想なので、独断と誤解が混じっていることを最初にお断りしておく。

まず最初に、この2日間のシンポジウムの印象を簡単に述べさせていただく。初日は「光合成研究会の顔」ともいべき先生方の演題がずらりと並んでいたという感があつた。テーマも反応中心、光ストレス、窒素代謝、 $C_4$ 、CAM植物、気孔開閉、プロトン共役と続き、いわば光合成生物特有の課題をどちらかという光合成の伝統的な研究手法で解明していこうというニュアンスが感じられたシンポジウムであつた。2日目は重点領域研究「光合成の環境応答」の研究代表者、分担者による講演で、ここでは「光合成研究の顔」ともいべき先生方に並んで、この重点が始まるまでは光合成研究とはあまり縁のなかつた先生方が演者に加わられていたことが特筆される。現代生物学では、形質転換体を用いることがいわば常識となっているが、十年前までは、光合成の分野でこの技術を積極的に導入して研究を推進しようという機運が薄かつたように思われる。このシンポジウムでは、形質転換技術を積極的に導入することによって、環境ストレスに耐性を持った植物を作りだそうという試みがいくつか示された。

2日間のシンポジウムを通じて今後の光合成研究の動向を暗示させるようないくつかの提言があつたように思われた。まず、ここ数年の研究から、光合成反応中心はキノンを電子受容体とするタイプ(キノン型)と鉄硫黄センターを電子受容体とするタイプ(鉄硫黄型)に大別できることが明かとなった。キノン型には紅色光合成細菌や系II反応中心が、鉄硫黄型には緑色硫黄光合成細菌や系I反応中心がそれぞれ属する。酸素発生型の光合成を行うランソウが進化してくる過程ではキノン型と鉄硫黄型の反応中心が一つの光合成生物で組み合わされなければならない。酸素発生型光合成生物の誕生が、大気中の酸素濃度の上昇をもたらしたことを考えれば、反応中心と酸素発生型光合成の進化は地球環境の進化(変化?)と一体化したものとして捉えることができる。このような共進化の立場から光合成の進化を主軸とした学際的な研究を発展させようという動きがある。これは光合成生物の創世に始まって今日に至るまでの35億年間に起こった全地球史的な現象からピコ秒オーダーで起こる反応中心のエネルギー移動を包含した実に壮大なスケールを持った研究である。

もう一つは、高温、乾燥、強光、塩ストレス、大気汚染物質などの環境ストレスに光合成生物が適応する機構を分子レベルで解明し、形質転換技術を積極的に取り入れ、それらの環境ストレスに耐性を持った植物を創出しようという動きである。21世紀初頭には、人類の活動に伴う地球環境の激変が予想されている。最悪のシナリオによれば、あと10年ぐらいで、農業や生活環境に相当深刻な影響が出ることが予想されており、現在、既に酸性雨やオゾンホールの影響なども報じられている。無論、光合成の個々の基礎過程の理解も大変重要であろうが、このような問題にも光合成研究者がもっと「組織的」且つ「戦略的」に取り組む必要があることを感じている研究者も少なくないのではないだろうか?この重点領域は今年度で終了するとのことだが、筆者も公募研究の研究協力者として、研究代表者である村田先生のお言葉を何度も聞かせていただき、ようやく、その意味が理解できかかったところで終わってしまうのはなんとも残念である。

最後に、光合成の最前線というからには、化学系や生物物理学系からの最新知見も伺いたかつたところだが、この2日間のシンポジウムの内容だけでも十分楽しむことができた。

このシンポジウムで私が興味を持ち、考えたことをいくつかの局面に分けてまとめてみた。  
植物の酸素ストレス応答

20%の酸素を含む大気中で生きている生物では、細胞内でおこる酸化還元反応のやむを得ない副産物として有毒な酸素ラジカル ( $O_2^-$ ) が生成する。高等植物葉緑体においては、特にチラコイド膜で生成する還元力を消費する系（カルビン回路）が十分働かない条件（乾燥、低温強光など）では、酸素が還元されて、 $O_2^-$  が生成する。この $O_2^-$  は、一般に細胞のほとんどすべての画分に存在するSOD（スーパーオキシドディスムターゼ）によって速やかに過酸化水素へと変換される。この過酸化水素は、まだまだ猛毒なので、さらにこれを解毒分解する系が生物には備わっている。高等植物葉緑体においては、アスコルビン酸を基質として過酸化水素を分解するアスコルビン酸ペルオキシダーゼと電子伝達系からの還元力をグルタチオンを経てアスコルビン酸に伝える系からなる、いわゆる浅田経路によって過酸化水素が分解されると理解されてきた。

しかしながら、最近の浅田先生のお話を伺うと、高等植物でのグルタチオンの役割は、従来の理解よりもかなり限定されたものであるようだ。酸化的ストレスに対処する第一線の抗酸化剤は、動物ではグルタチオン、植物ではアスコルビン酸、菌類ではチトクロームであり、それぞれに対応するペルオキシダーゼの働きで過酸化水素を分解している。 $O_2^-$  を発生する活性の高い部分（例えばチラコイド膜）には、それぞれSODとペルオキシダーゼがセットで局在しており（ペルオキシソームでは両者の代わりにカタラーゼということになるのか？）、速やかに $O_2^-$  を分解する。酸化された抗酸化剤の再生が次に問題になるが、植物では、生成する酸化型のモノデヒドロアスコルビン酸ラジカル (MDA) は主にMDA還元酵素の働きでNADPHにより還元される。ここで還元されきらなかったMDAが不均化してデヒドロアスコルビン酸が生成し、DHA還元酵素によりグルタチオンを用いて還元される。従って、グルタチオンによる還元系は、アスコルビン酸の再生に関わる最前線の兵士（MDA還元酵素）が間に合わなくなった時の増援部隊ということになる。

それでも、特に激しい水ストレスや低温で強光といった強い酸化的ストレス条件、あるいは大気汚染ガス（オゾンや亜硫酸ガス）暴露、パラコートや過酸化水素分解酵素の阻害剤を与えられた場合などには、生成する過酸化水素の量が通常の抗酸化系の対処能力を超えるため、グルタチオン系の出番が来ることも十分あるのではないかと。本シンポジウムで発表された国立環境研の田中さんのグループを含め、グルタチオン還元酵素やSODを葉緑体や細胞質に導入したトランスジェニック植物が多数作成されているが、これらは、オゾンやパラコートなどの酸化的ストレスに対して、部分的かつ様々な程度に耐性の向上を示した。しかし、実験条件や材料の違いからか、すべての酸化的ストレスに耐性になるというような結果は得られていない。植物にとって問題になるのは、人工的な強い酸化的ストレスに対する耐性ではなく、通常の生育環境で毎日あるいは毎年繰り返されているストレスや大気汚染ガスに対する耐性がどうなるかであろう。私の個人的興味からは、細胞内の酸化的ストレスをモニターし、遺伝子の発現などのスイッチを入れる機構が知りたいと思う。気孔開閉の機構

私には全く初耳であったが、孔辺細胞の形には唇型と亜鈴型の二種類あって、ミクロフィブリルの向きが前者は短軸方向、後者は長軸方向に走っているという。気孔の開口は、孔辺細胞の膨圧が上がり細胞が膨張することによるが、膨張の方向は上記のミクロフィブリルの配向とは直角方向になる。いずれの場合も細胞壁の薄い外側へ湾曲することで気孔が開く。系統上両者のタイプがどのように分布しているのか、双子葉と単子葉の違いなの

か、植物学をまともに習ったことのない私にどなたか教えて下されば幸いである。

最近の電気生理的あるいは分子的な研究から、気孔の開閉のメカニズムがかなり分かってきている。島崎先生はその総合的なレビューをして下さった。基本的には細胞膜のP型プロトンポンプの活性化調節がすべてであるようだ。プロトンポンプの活性化により膜電位がより負に過分極すると、内向き整流性の $K^+$ チャンネルが開口し、 $K^+$ が細胞内に流れ込む。気孔閉鎖の場合は、ポンプが不活性化し、今度は外向き整流性の $K^+$ チャンネルを通じて $K^+$ が流出する。問題は何がプロトンポンプを制御しているかだが、信号伝達の通例として、細胞内の $Ca^{2+}$ 濃度がメディエータとなり、ポンプタンパクのリン酸化を通じて調節しているらしい。そのさらに上流にはよく知られた信号として光、 $CO_2$ 、アブサイシン酸などがあるが、これらからの信号伝達機構もいずれより詳しく分かってくるだろう。

#### 脂肪酸不飽和化酵素

村田先生のグループは、長らく高等植物の低温耐性あるいはラン藻の低温適応と、脂質組成（特に多不飽和脂肪酸の含量）との因果関係を追求してこられた。多不飽和脂肪酸が多くなれば、膜の流動性が増し、より低温に耐えられるようになるというのは、直感的に理解しやすいが、個体レベル生体膜レベルの生理活性ではそう単純ではない。膜の物理化学的性質や生理活性と脂肪酸組成との相関から始まり、脂肪酸不飽和化酵素や脂質合成酵素のクローニングとその遺伝子の単離によって道具を手に入れられるや、ラン藻や高等植物に遺伝子を導入し、仮説を大胆に検証され、新たな地平を切り開いてこられた。最近のめざましい知見は、例えば、1) 光合成系の光障害は光化学系II反応中心のD1タンパク質の分解によるが、チラコイド膜の脂肪酸組成が改変されて多不飽和脂肪酸が少なくなると、低温において光失活からの回復つまりD1の再組み込み過程が阻害されること、2) シンポジウムでは述べられなかったが、膜の流動性を直接モニターする機構があるらしいことなどである。

また、脂肪酸不飽和化酵素の構造や細胞内の局在性についての最近の知見をレビューして下さった。植物の不飽和化酵素は、オレイン酸を合成する最初の酵素（葉緑体ストロマに局在し、ステアシルACPを基質とする）を除き、CoAエステルを基質とする動物の小胞体酵素とは異なり、全て脂質結合型の脂肪酸を基質とすると考えられている。これらは葉緑体内ではチラコイド膜と包膜に、それ以外では、動物とは異なり、主に細胞膜に局在しているようだ。不飽和化酵素に電子を供給しうる電子伝達系が細胞膜にあるかどうかははっきりしていないことを考えると不思議な結果である。

#### 遺伝子操作の光合成研究における有用性

金井先生、村田先生などが、シンポジウムを通じて色々議論されたことを契機に、あるいは、これまでも私なりに考えてきたことをまとめてみる。実際に遺伝子操作をやってみないと解明できないところがあるというのは当然だろうが、その研究が意味があるかどうかは、結局生理的な背景を持って考えているかどうかによる。遺伝子操作が当たり前の技術になって、遺伝子を組み込んだ植物を作ったが、さてその植物体の特性をどうやって解析するか、そのアイデアと技術がないといった笑えない例も見聞きする。ドイツなどでは、遺伝子操作のグループと生理的測定を得意とするグループがうまく協同している。そのような例を見ると、今後は、生物にとって重要な生理的反応を測定解析できる研究室が全く無くなってしまうような努力が色々な立場で必要であるようだ。私の興味ある膜輸送の研究では、輸送体タンパク質の同定を最終的に確認する手段として、膜タンパクを可溶化、単離、リボソームに再構成して輸送活性を測定することが必要となる。ところが、細菌の細胞膜に発現できる輸送体タンパクの場合は、そんなことを考える必要がなく、ある輸送体を過剰発現した膜が容易に得られる。栄養要求性などでスクリーニングすれば、膜

の輸送活性を測る必要さえない。そのため、膜タンパクの可溶化再構成の技術を持った研究者がいなくなってしまう危惧が大きい。実際、ある機会に膜輸送の研究室を率いておられる数人の先生方に伺ってみたことがあるが、私の研究室では数年前まで可溶化再構成の実験をする人がいたんですが、今は誰もやっていません、という答えが異口同音に得られてびっくりしたことがある。

遺伝子操作で得られた植物の生理的な研究として、初期の頃は、生理的測定から推測されるキー酵素の発現をanti-senseで抑えてみて、Flux controlの解析をするという論文が多かった。このような研究は、新しい技術で確かめてみたという程度の意味しかなく、あまりにばかばかしいと思われる。しかし、律速段階の酵素を増加させたときに今度はどの酵素反応が律速になるかとなると、この情報は無碍に捨てたものでもない。実際には、ある酵素の発現量を変えたとき、既にその生物体内ではその変化に応じて他の酵素の発現量なども変わっているということが次第に分かりつつあるので、事情は単純ではない。そうになると、分かりやすいのはgeneノックアウトでどうなるか、あるいは、別の生物に新しい機能を導入してみたらどうなるかといった、gain or loss of functionの実験である。このような研究は、ベタイン合成系を導入して耐塩性を付与する高倍先生や林先生による実験など、本シンポジウムでもいくつか報告された。以上ごちゃごちゃ書いてきたが、そんなに言うなら自分でやってみろと言われそうなので、この辺でやめることにする。

#### 光合成研究会と重点領域研究の共催シンポジウムー参加後の感想ー

岡山大学大学院自然科学研究科 高橋 裕一郎

11月17日から18日にかけて開催された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」の共催のシンポジウムに参加した。11月17日午後から光合成研究会の「光合成のダイナミクス」、翌18日は重点領域研究の「遺伝子導入系を用いた光合成研究」で、2つのシンポジウムを続けて共同開催した形式で行われた。お陰で地方の研究者にとって高い交通費を節約できたばかりでなく、時間も有効に使えた。おそらくそのせいでより多くの参加者が集まったはずで、すばらしい企画であったと感じた。

1日目のシンポジウムでは、光合成遺伝子の機能解析や発現制御といった分子レベルでの研究から、光合成機能やその周辺領域の生理的な研究、そして光合成生物の進化の問題までの広範囲な話題が提供され、光合成研究の範囲と研究手法の多様さに改めて感心させられた。2日目は、重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」の計画班の班員を中心とした演者による講演で、表題にあるように遺伝子導入系という新しい手法を用いた研究成果を中心に話題が提供され、この手法を用いて何がわかるのかを知るのにより機会であった。1日目のシンポジウムの終了後にガーデンパレスへ場所を移して懇親会が行われ、情報交換などに有意義な時間を過ごすことができた。今回のシンポジウムのテーマは「光合成の最前線」であり、今後の研究をどのように進めていくべきかを模索している者としては、何か考えるヒントが得られることを期待していた。改めて実感したことは、光合成研究には多くの解明すべき課題があること、そして従来の手法を用いても面白い研究がいくらでもできることである。しかし、光合成研究に形質転換系を中心とした分子生物学的アプローチも有効に利用されていることは重要であると感じた。今後の光合成研究がさらに発展するためには、従来の生理学や生化学の手法ばかりでなく新しい分子生物学の手法と

考え方をどのように取り入れていくかが大切であろう。そのためにも、今回のような様々な研究手法を持ち合わせた光合成研究者が集まり、光合成の問題を異なった観点から議論することがますます必要になると感じた。以前、植物学会の年会の関連集会の場で持たれていた光合成研究者の集まりが最近では開かれなくなり、光合成研究者の定期的な交流の場が少なくなったと感じていた。欧米では若い研究者が光合成研究に新たに参加してくる状況であるのに、我が国では逆の方向へ進んでしまうのではないかと心配である。このような状況下で、光合成研究会のシンポジウムが久しぶりに開催されたのは時宜にかなっていたと感じた。これからも定期的に光合成研究会が中心となって今回のようなシンポジウムなどが企画されることを期待したい。しかし、地方にいる研究者にとってはそのような会合に参加することは経済的にも時間的にも難しいことが多い。そこで光合成研究会の役員の方々にこの場を借りてお願いしたいのは、以前のように植物学会の年会の関連集会を利用した集まりを光合成研究会で企画していただくことである。

特集の企画者より一言

今回は、昨年11月17～18日に東京大学（本郷）理学部化学科本館大講堂で開催されました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に参加した人の中から、私が任意に若手中堅の方々を選んで、それぞれの印象記を書かせていただきました。なお、表題や導入部などで重複する部分は、私の独断で変えさせていただきました。

このシンポジウム当日の参加登録者は96名でしたが、各大学や企業の関係者の他に新聞社の科学部記者や関心を持つ会員外の学生も熱心に聞きに来ていました。また、ガーデンパレスで催された夕べの懇親会でも分野や世代を越えて会話がはずみ、料理が追加注文される程でした。ここに、重点研究代表の村田氏をはじめとして、会場設営と運営に献身的な努力を惜しまれなかった東大渡邊氏とその研究室のみなさまに心から感謝したいと思います。

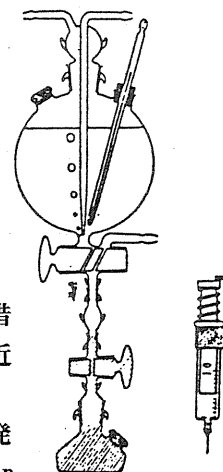
また、本年も皆様のご協力により何らかの会合が持てればと願っております。もし、企画等に関するアイデアがありましたら、幹事に電話でもお知らせ下さるようお願いいたします。

理化学研究所の Eminent Scientist 招へい制度により、Andy Benson 先生が、昨年 11 月末から 2 週間ばかり日本に滞在され、埼玉大学でも “Radiobiochemical Exploration” と題する講演会が持たれました。内容は Ruben や Kamen と一緒に始めたトレーサー実験による光合成研究の曙時代に始まり、いわゆるカルビン回路の要となるリブロース 1, 5 ビスリン酸 (RuBP) の発見、スルホリピドやグリセロリン酸の発見に至る有名なお仕事、更には、生物における砒素代謝の役割から、最近のメタノール散布による植物の生育増進効果の宣伝(?)まで、歴史的にも貴重な記録となるスライドをふんだんに使ったユーモアたっぷりの興味あふれるお話でした。

まず、最初のスライドは、先生が 1957 年に初めて日本を訪れた International Symposium on Enzyme Chemistry (これは日本で最初の生化学国際会議でした) のバッジでしたので、私には約 40 年前の鮮明な記憶が甦ってきました。実は、この年に植物学科の大学院に進んだばかりの私たちが会場準備に駆り出され、立て札作りやスライド係の補助をやらされていました。当時、光合成の炭酸固定経路が発表されて数年しか経っていない頃でしたから、Benson 先生の姿をまぶしく眺めていました。さらに、学部学生の頃に記憶は遡りますが、田宮研究室の先輩に薦められて、Calvin 一派の論文 “The Path of Carbon in Photosynthesis” を初めて読んだ時のことを思い出しました。語学力の不足は仕方がないにしても、実験方法の部分は読んでもチンプンカンプンな箇所が多かったのですが、その一つが実験器具の “lollipop” でした。研究社英和大辞典をひくと、1. 棒つきキャンデー、2. (方言)「止まれ」の交通標識と出ています。(おしゃぶり菓子で前照射実験? そんなバカな!) 科学者がいたずら半分で実験器具に愛称をつけているなどとは、想像も出来なかった頃の話です。(他にも、文献で *ibid.* という雑誌がよく引用されているが、これは何処で見られるのだろうか? など) その後、宮地先生(現海洋バイテク研究所長)の和製ロケットで私も水素細菌の実験をさせてもらいましたが、今回、Benson 先生のスライドで元祖 lollipop にお目にかかることができました。



ところで、光合成回路の提唱後、直ちに発見された炭酸固定酵素は反応メカニズムから Carboxydismutase と呼ばれていましたが、命名規約により RuBP carboxylase となり、さらに酸素添加反応も触媒する事が発見されて、Ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase、後に RuBisCO と略称されるようになりました。これを思い付いたのは、本酵素発見前にこのタンパク質を分離して Fraction I と命名していた Sam Wildman 周辺のアメリカ人達です。あまりにも、菓子会社のコマーシャルズムに迎合した呼び方に抵抗感を覚えた研究者も多かったのですが、名古屋で開催された第 9 回国際光合成会議の第 16 セッションの司会をされた赤沢先生が George Lorimer から借りた(?) スライドで RUBISCO 印の赤ワインボトルを紹介されるに及んで、最近



前照射実験装置 (lollipop)

は、私も講義などでひんばんに用いるようになりました。そう言えば、分子生物学の遺伝子操作技術のなかに、E. M. Southern が開発した方法にあやかった語呂合わせで、関連手法を勝手に Northern 法や Western 法と命名し、これが常用語になる始末で、この分野に明るくない者にとっては戸惑うばかりです。

編集者より

先回は第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が、掲載しきれなかった寄稿を追加しました。わたくしの手違いから掲載が遅れてしまったことを著者および読者にお詫びいたします。

今回の特集は、“全く任意に書いて下さい”とのみお願いしたのですが、内容的に重複するところも少なく、それぞれにユニークな記事が短期間で集まりました。これは、ご協力いただいた寄稿者の実力であると感じ入りました。

なお、このシンポジウムの会場で11名の方が光合成研究会に加入されましたが、会費滞納の方々にもご協力を頂きました。おかげで、本号を出すのに余裕ができました。また、光合成とその関連分野の発展のためには、若い研究者や学生の参加と協力が必要です。周りの知人や大学院生・学生にも、ぜひ、光合成研究会への加入を勧誘して下さいようお願い申し上げます。

この会報を光合成研究者の意見交換の場として活用していただきたいと考えています。次回は4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、3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。

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上げます。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おりますので、ご了承下さい。(RK)

\*\*\*\*\*

光合成研究会 1995年～1996年役員

会長 金井 龍二(埼玉大学理学部)  
幹事(日本光生物学会の委員を兼任) 井上 頼直(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16号 1996年 1月10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

e-mail: ohnishi@sacs.sv.saitama-u.ac.jp

振替貯金講座 00150-9-569022 光合成研究会

\*\*\*\*\*