****

光合成研究会会報　　第９号

1993年7月

NEWSLETTER

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNMTHESIS RESEARCH

NO. 9　JULY 1993

****

ワークショップ開催のお知らせ

平成５年度文部省科学研究費重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」総括班は，植物と藻類の形質転換技術の基礎と応用についての理解を深め，将来の可能性について論ずることを目的として下記のワークショップを開催いたします。入門者も含め，これらの技術に関心をお持ちの方の参加を歓迎いたします。参加費用は一人18,000円（宿泊，食事込み）を予定しています。会場の都合により参加者数に限度がありますので，御希望の方は杉山（連絡先は下記参照）まで御連絡下さい。

題名：　「植物・藻類の形質転換技術－基礎と応用，将来の展望」

Ⅰ．シロイヌナズナ等の種子植物の形質転換系

講師　中村研三（名古屋大学・農学部）

内藤　哲（北海道大学・農学部）

林田信明（理化学研究所・ライフサイエンス筑波研究センター）

Ⅱ．緑藻クラミドモナスの形質転換系

講師　高橋裕一郎（岡山大学・理学部）

Ⅲ．ラン藻の形質転換系

講師　小俣達夫（名古屋大学・農学部）

日時：　平成５年８月１９日（木）１８時　～　８月２１日（土）１２時

場所：　長野県木曽郡木曽福島町　新和木曽駒高原スキー場

（ＪＲ中央西線木曽福島駅下車，車で２０分。駅より車で送迎の予定。）

照会先：平成５年度重点領域研究「光合成の環境応答の分子機構」総括班

ワークショップ担当　杉山達夫

〒464-01名古屋市千種区不老町

名古屋大学農学部

Tel: 052-781-5111（内線 6327）

Fax: 052-782-2194

集会の案内

① 集会の名称，② 期日，③ 場所，④ 連絡先

① Gordon Research Conference — Plant Molecular Biology (Chair: W. Briggs)
② July 4 - 9, 1993　③ Proctor Academy, Andover, NH
④ Dr. Alexander M. Cruickshank, Director
Gordon Research Conferences, Gordon Research Center
University of Rhode Island, Kingston, RI 02881-0801
Phone (401)783-4011 or (401)783-3372, Fax (401)783-7644

① Gordon Research Conference — Bioenergetics (Chair: R. Gennis)
② July 4 - 9, 1993　③ Holderness School, Plymouth, NH
④ Dr. Alexander M. Cruickshank, Director
Gordon Research Conferences, Gordon Research Center
University of Rhode Island, Kingston, RI 02881-0801
Phone (401)783-4011 or (401)783-3372, Fax (401)783-7644

① 大型放射光源を利用したＸＡＦＳに関する研究会（第４回）
② 1993 年 7 月 9 日
③ 理化学研究所 生物科学研究棟 鈴木梅太郎記念ホール
④ 理化学研究所 太陽光科学研究グループ
井上頼直
Phone 048-462-1111, Fax 048-462-4685

① Gordon Research Conference — Organic Photochemistry (Chair: R. Cadwell)
② July 25 - 30, 1993
③ Salve Regina University, Newport, RI
④ Dr. Alexander M. Cruickshank, Director
Gordon Research Conferences, Gordon Research Center
University of Rhode Island, Kingston, RI 02881-0801
Phone (401)783-4011 or (401)783-3372, Fax (401)783-7644

① Spectroscopic Methods in Energy Converting Membranes; Advanced Summer School Lectures and Practical Demonstrations for Training Junior Scientists
② July 31 - August 14, 1993　③ Szeged, Hungary
④ Dr. G. Garab
Biological Research Center
Hungarian Academy of Sciences
P.O. Box 521
H-6701, Szeged, Hungary
Phone (36-62) 433-131, 432-232, Fax (36-62) 433-133, 432-576

① Gordon Research Conference — Biochemical Aspects of Photosynthesis (Chair: B. Diner)
② August 1 - 6, 1993
③ New Hampton School, New Hampton, NH
④ Dr. Alexander M. Cruickshank, Director
Gordon Research Conferences, Gordon Research Center
University of Rhode Island, Kingston, RI 02881-0801
Phone (401)783-4011 or (401)783-3372, Fax (401)783-7644

① XVIth International Conference on Photochemistry
② August 1 - 6, 1993 ③Vancouver, Canada
④ Dr. R. P. Steer, Chairman
Local Organizing Committee, XVIth ICP
Department of Chemistry
University of Saskatchewan
Saskatoon, Saskachewan, Canada S7N OWO

① Spectroscopy of the isolated D1-D2 reaction center complex (European Science Foundation Symposium)
② August 25 - 27, 1993 ③ Muelheim am Ruhr, Germany
④ Dr. A.R. Holzwarth (Organizer)
Max-Planck-Institut fur Strahlenchemie
Stiftstrasse 34-36,
D-4330 Muelheim/Ruhr, Germany

① Gordon Research Conference (European) — Photosynthetic CO_2 Fixation and Metabolism in Plants (Chair: B. Osmond)
② October 10 - 15, 1993
③ Schwaebisches Bildungszentrum, Irsee, Germany
④ Steve Huber, NCSU, Plant Sciences Building, 3127 Ligon St., Raleigh, NC 27607

① Ist International Conference on Photo-excited Processes and Applications
② October 13 - 15, 1993 ③ Sendai, Japan
④ Prof. Hiroyuki Matunami
ICPEPA-1, Steering Committee Chairman
Department of Electrical Engineering
Kyoto University
Sakyo, Kyoto 606-01, Japan
Phone 81-75-753-5340, Fax 81-75-751-1576

Session No. S5.3.2 Date Aug 29 Sun 16:00-18:30
Photosynthetic Reaction Centers

Organizers:
K. Satoh(Okayama Univ., Japan)
T. Hiyama(Saitqama Unive., Japan)

Speakers:
T. Hiyama(Japan)
J. Barber(U.K.)
J.M. Erickson(U.S.A.)
B. Andersson(Sweden)
S. Itoh(Japan)
Y. Takahashi(Japan)

Session No. S5.3.4 Date Aug 30 Mon 9:00-11:30
CO_2 Concentrating Mechanisms in Photosynthetic Microorganisms

Organizers:
S. Miyachi(Marine Biotechnology Inst., Japan)
A. Kaplan(Hebrew Univ. of Jerusalem, Israel)

Speakers:
A. Geraghty(U.S.A.)
R. Schwarz(Israel)
G.S. Espie(Canada)
E. Suzuki(Japan)
G.D. Price(Australia)

Session No. S5.4.3 Date Aug 30 Mon 13:00-15:30
Chloroplastic Precursors and Their Transport Across the Envelope Membranes

Organizers:
T. Takabe(Meijo Univ., Japan)
P.J. Weisbeek(State Univ. Utrecht, The Netherlands)

Speakers:
K. Keegstra(U.S.A.)
K. Cline(U.S.A.)
M. Pilon(The Netherlands)
J. Soll(Germany)
C. Robinson(U.K.)

Session No. S5.4.4 Date Sep 1 Wed 13:00-15:30
Biogenesis and Metabolisms of Non-photosynthetic Plastids

Organizers:
T. Hase(Osaka Univ., Japan)
R. Douce(Univ. Joseph Fourier, France)

Speakers:
H. Kleinig(Germany)
W. Gruissem(U.S.A.)
T. ap Rees(U.K.)
M.J. Ernes(U.K.)
R. Douce(France)

Session No. S7.2.2 Date Sep 1 Wed 13:00-15:30
Evolution of Chloroplast Genome

Organizers:
Y. Ogihara(Yokohama City Univ., Japan)
B. B. Sears(Michigan State Univ., USA)

Speakers:
W. Schuster(Germany)
C. Lemieux(Canada)
D. B. Stein(U.S.A.)
S. H. Strauss(U.S.A.)
Y. Ogihara(Japan)
B. B. Sears(U.S.A.)
M. Turmel(Canada)

The Cyanobacterial Workshop, 1993
"The use of Cyanobacteria to Explore Basic Biological Processes"

小俣達男（名古屋大学・農学部）

私は、5月30日から6月2日まで、カリフォルニア州モントレーの Asilomar Conference Center で開催された上記の会議に出席しました。この会議はラン藻の生物学全般にわたる幅広い分野について分子生物学な研究の成果を発表、交換する場で、世界各地から約130名の参加者が集まり、きわめて活発な討議が行われました。

光化学系関連での最大の話題は、光化学系IIのD1タンパク質のC末端プロセッシングに関わるプロテアーゼの遺伝子を単離したとする H. Pakrasiの報告でした。問題の遺伝子は、酸素発生能を欠く *Synechocystis* PCC6803 変異株の相補テストから得られたもので、*E. coli* の C末端プロセッシングプロテアーゼである PrcA と相同なタンパク質をコードしており、その変異株ではD1のプロセッシングが起こらないそうです。

光化学系I複合体については、D.A. Bryant らが幅広い研究の成果を報告していましたが、その中でも *psaL* の変異株ではＰＳＩが３量体構造をとらず、フィコビリゾームからＰＳＩへのエネルギー転移が阻害されるとの報告が注目されました。

光捕集系の調節については、フィコビリンタンパク質の生合成制御を中心として多くの発表がありましたが、窒素、イオウ栄養に対する応答と光エネルギー吸収の制御との関係を調べている A.Grossmann のグループは、この分野に新しい知見をもたらしつつあります。彼らは既に窒素あるいはイオウの欠乏時に発現する *nblA* という遺伝子がフィコビリンタンパク質の特異的分解を引き起こすことを示していますが、今回は(i) *nblA* の下流にあって*nblA* と逆向きに転写される *txlA* と言う遺伝子がフィコビリゾームから光化学系IIへのエネルギー転移の効率を高めるのに寄与していること、(ii) *nblA* の転写産物には *txlA* の領域にまで達する長さのものがあり、これが*txlA* に対する anti-sense RNA として作用している可能性があること、を報告しました。これらは窒素、イオウの供給が直接、間接に光エネルギーの利用効率を調節していることを分子レベルで示したものとして注目されます。

この他、さまざまな環境条件の変化に応じた遺伝子発現の制御について、多くの報告がありました。転写調節因子としては細菌類で知られている代表的な３種類のもの、すなわち Crp 型、LysR 型、および Two-Component System 型のもののすべてがラン藻でも同定されました。ただし、これらは遺伝子の転写段階に関わるもので、環境変化の直接の検知機構の解明はもう少し先の課題のようです。

この数年、分子生物学的手法の導入によって、ラン藻の研究は量、質ともに充実しました。処女地ばかりと思っていたラン藻のフィールドも、とりあえず見渡せる限りの範囲は開拓され、収穫もあがりつつあります。しかしながら、これからが、本当にラン藻の生物学の意味が問われる時期になるのではないでしょうか。会議の副題 "The use of Cyanobacteria to Explore Basic Biological Processes" もこのことを意識してつけられたものだと思います。この会議は、次回は２年後、同じ場所で開催されます。次回の会議までにどのような展開があり得るか、を考えながらAsilomarを後にしました。

光合成遺伝子発現に関する研究の動向

First Lawrence Bogorad Symposium における話題を中心に

小林裕和
静岡県立大学 大学院生活健康科学研究科
岡崎国立共同研究機構 基礎生物学研究所

光合成遺伝子とその発現制御機構に関する研究の発展に大きく寄与した Lawrence Bogorad ハーバード大学教授は，昨年6月に形式上の定年を迎えた．これを記念して，第1回のシンポジウムが，本年5月8日から9日にかけてハーバード大学において開催された．蛇足になるが，Bogorad 教授のこの定年は他とは趣を異にしているようである．Bogorad 教授は，依然 Maria Moors Cabot Professor of Biology であり，現在 *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* の Editor-in-Chief の重職を継続している．さらに，現在の研究費は少なくとも1999年まで継続され，その間現在の研究体制を維持できると聞いている．本シンポジウムの案内は，Bogorad 教授の研究室にかつて在籍した者に限られたため，シンポジウムは同窓会的雰囲気の強いものであった．本紙面を借りて，シンポジウムで発表された研究を中心に，また米国において訪問したそれ以外の研究室の研究を含めて，光合成に関する分子生物学的研究の動向を紹介したい．

個々の研究の発展は，方法論の発達および現在までに集積した知見に立脚している．プラスチド（葉緑体）の形質転換法の確立および動物における細胞内シグナル伝達機構の知識が，光合成遺伝子とその発現制御機構に関する研究の飛躍的発展に大きく寄与している．この研究背景に立って，プラスチド遺伝子と細胞核遺伝子に分けて紹介したい．

1. プラスチド光合成遺伝子の発現

植物光合成関連遺伝子は細胞核およびプラスチド両DNAにコードされているが，形質転換は限られた植物の核についてのみ可能であった．プラスチド形質転換は，1988年以降 particle gun 法の開発により *Chlamydomonas reinhardtii* について可能になった．プラスチドの遺伝子発現には，遺伝子量，転写，転写後，翻訳，および翻訳後と考えうるすべての段階の制御が介在している．多くのプラスチド遺伝子の3′側に存在する stem-loop (hairpin) 構造の機能に関し，細菌のrho非依存性転写終結に類似した機構の介在を想像させるにもかかわらず，ホウレンソウにおいては転写終結はさらに下流であり，stem-loop構造は，3′末端からのエキソヌクレアーゼによる分解に対するmRNAの安定化に関与していると報告されていた（D. B. Stern & W. Gruissem: *Cell*, 51, 1145-1157, 1987）．この仮説が，*Chlamydomonas* において見事に否定された．Bogorad 研究室の Alan D. Blowers は，リブロース-1,5-二リン酸カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ (RuBisCO) L

サブユニット遺伝子 (*rbcL*) あるいは P700 アポタンパク質 (サブユニット Ib) 遺伝子 (*psaB*) のstem-loop構造を最大3つまでtandemにつないだconstructsを作製し，*Chlamydomonas* 葉緑体を形質転換した．その結果，転写産物3′末端は，常に1つ目 (5′側) のstem-loopのみを含んでいた．また，*in vivo* pulse-chase 実験によりmRNAの半減期を決定し，stem-loop構造は転写終結に関与しており，mRNA安定性には関与していないと結論した (A. D. Blowers, U. Klein, G. S. Ellmore, & L. Bogorad: *Mol. Gen. Genet.*, 1993, in press). Wilhelm Gruissemらの実験結果との矛盾点に関して，彼らのホウレンソウ由来*in vitro* 実験系は転写終結因子を欠いていたのではないかと考察している．さらに，Maria L. Salvador は，*rbcL* mRNA 5′非翻訳領域を用いたキメラ遺伝子を構築し，葉緑体を形質転換した．*in vivo* pulse-chase mRNA labeling 実験の結果とあわせて，mRNA 5′非翻訳領域が明条件下でのmRNA安定化に必要なことを証明した (M. L. Salvador, U. Klein, & L. Bogorad: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90, 1556-1560, 1993; M. L. Salvador, U. Klein, & L. Bogorad: *Plant J.*, 3, 213-219, 1993).

Bogorad 研究室において，ホウレンソウのチラコイド膜に組み込まれたD1タンパク質のトポロジーをドメイン特異的抗体を用いて解析した Richard T. Sayre は，Ohio State University に移った後も，関連する研究を継続している．Sayre らは，*Chlamydomonas* 葉緑体形質転換系を用い，D1タンパク質の *in vitro* mutagenesis を試みた．His 195 を Try に変換すると，A_T thermoluminescence band が消失するが，Asn に変換した際は消失しないことを見いだした．また，His 190 を Phe に変換すると，H_2O 酸化能が失活し A_T band が消失するが，電子供与体 Z の酸化活性は維持されており，光阻害を受け易くなる (*Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1993, in press; *J. Biol. Chem.*, 1993, in press).

高等植物プラスチド形質転換に関しては，Pal Maligaの研究グループ (Rutgers University) が一足先んじている．彼らは，タバコプラスチド形質転換体の選抜にspectinomycin耐性 16S rDNA を用いていた (Z. Svab, P. Hajdukiewicz, & P. Maliga: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 87, 8526-8530, 1990). これに代わり，spectinomycinを失活させるaminoglycoside-3″-adenyl-transferase 遺伝子 (*aadA*) を用い，形質転換効率が100倍になることを見いだした (Z. Svab & P. Maliga: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90, 913-917, 1993). ところで，*psbA* は，筆者らの実験系においても非光合成組織で転写産物があり，翻訳段階での制御に興味が持たれる．Maligaらは，タバコプラスチド形質転換系を有効に利用し，*psbA* mRNA 5′および3′非翻訳領域を用いたβ-glucuronidase (GUS) キメラ遺伝子を構築し，タバコプラスチドで発現させた．GUSの発現を抗体および酵素活性で測定し，*psbA* mRNA 非翻訳領域が組織特異的および光依存性翻訳制御に関与していることを示した (J. M. Staub & P. Maliga: *EMBO J.*, 12, 601-606, 1993).

プラスチドDNAの転写に関与する RNAポリメラーゼに関し，プラスチド可溶性画分からの mRNA 合成活性を有する RNAポリメラーゼの調製は容易であるが，プラスチドRNAポリメラーゼの構造について十分な検討は加えられていなか

った．また，*rpo* 遺伝子群がプラスチドDNA上に見いだされているが，これらがプラスチドにおいて機能しているRNAポリメラーゼをコードしていることの証明はなかった．Bogorad 研究室の Jim Hu および共同研究者の Robert F. Troxler (Boston University) は，トウモロコシ葉緑体 RNAポリメラーゼを精製・純化し，構成するサブユニットの部分的アミノ酸配列を決定した．サブユニット構造は，大腸菌 RNAポリメラーゼ（$\alpha_2\beta\beta'\sigma$）と類似しているが，$\beta''$を含み $\alpha_2\beta\beta'\beta''\sigma$ であった．また，α，β，β'，β''，σ は，それぞれプラスチド遺伝子 *rpoA*, *rpoB*, *rpoC1*, *rpoC2*, および核遺伝子 *RpoD* にコードされていることが明らかになった (J. Hu & L. Bogorad: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 87, 1531-1535, 1990; J. Hu, R. F. troxler, & L. Bogorad: *Nucleic Acids Res*., 19, 3431-3434, 1991)．原核生物における転写制御は，異なるσファクターを含んだ RNAポリメラーゼのプロモーター特異性に依存していることが知られている．イネ，*Chlamydomonas*, および紅藻*Cyanidium* のプラスチド RNAポリメラーゼからは，それぞれ２種類のσファクター (64 kDa, 40 kDa; 100 kDa, 80 kDa; および 120 kDa, 40 kDa) の存在が明らかになった．

一方，植物の緑化過程においてプラスチドはエチオプラストから葉緑体に発達し，この間にプラスチド遺伝子発現が活性化されることが知られている．1970年代において Bogorad 研究室に在籍した Gerhard Link (University of Bochum) は，エチオプラストにおいて発現している遺伝子のプロモーターには典型的な -35 領域の配列が存在しないため，エチオプラストと葉緑体におけるσファクターによる制御の可能性を考えた．カラシ (*Sinapis alba*) を用い，エチオプラストおよび葉緑体から同様に３種類のσ様ファクターを精製することができた (K. Tiller & G. Link: *Plant Mol. Biol*., 21, 503-513, 1993)．エチオプラストと葉緑体由来のσ様ファクターの違いは，アミノ酸配列ではなく，エチオプラストのσ様ファクターがリン酸化していることに由来することを見いだした．

2．細胞核光合成遺伝子の発現

光合成遺伝子の複製・転写から遺伝子産物であるタンパク質の機能発現に至るすべての過程において，細胞内シグナル伝達経路を介した光などの環境要因および内在性プログラムによる制御が介在する．シグナル伝達経路に関しては，動物の系で明らかにされたイノシトールリン脂質を介した経路の解析が最も進んでおり，その知識に基づいて他の生物における介在の可能性が検討されている．この種の方法論においては，動物に存在していない植物特有のシグナル伝達機構は解明できないという限界を伴うが，動物における研究水準にまで植物におけるそれを向上させる意味では評価に値する．

Nam-Hai Chua 研究室の卒業生である Eric Lam (Rutgers University) は，リボシル化により活性型 Gタンパク質 (G_s) および不活性型 Gタンパク質 (G_i) の GTPase活性を阻害するそれぞれコレラ毒素および百日咳毒素の存在下で，ダイ

ズ培養細胞を用いて実験を行ない，光に依存しないクロロフィル*a/b*結合タンパク質遺伝子（*Cab*）の転写を見いだした．また，この転写は，カルモデュリン(CaM) の拮抗剤 W-7 を加えると阻害された．以上の実験結果から，植物のフィトクロムから光合成遺伝子発現に至るシグナル伝達経路には，Gタンパク質およびCaM の介在が示唆される (L. C. Romero & E. Lam: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 90, 1465-1469, 1993).

Jen Sheen (Massachusetts General Hospital) は，Bogorad 研究室において，C_4経路に介在する酵素の遺伝子をクローニングしたが，その後プロトプラストを用いたエレクトロポレーションによる一過性遺伝子発現実験系を用いて，遺伝子発現の制御機構を解析している (A. R. Schäffner & J. Sheen: *Plant Cell*, 3, 997-1012, 1991; A. R. Schäffner & J. Sheen: *Plant J*., 2, 221-232, 1992). トウモロコシのピルビン酸，Piジキナーゼ (PPDK) 遺伝子発現が，青色光によって促進されることを見いだしている．この細胞内シグナル伝達機構を解明するために，動物由来CaM 遺伝子および CaM-依存型プロテインキナーゼ遺伝子をトウモロコシ葉肉細胞プロトプラストで一過性発現させ，またプロテインホスファターゼ-1 (PP1) の阻害剤である okadaic acid の効果を検討した．その結果，青色光は青色光受容体および PP1 を経て PPDK 遺伝子の発現を促進していること，また暗所においては CaM によって活性化された CaM-依存型プロテインキナーゼが PP1 をリン酸化するため，PPDK 遺伝子発現が抑制されると結論した．

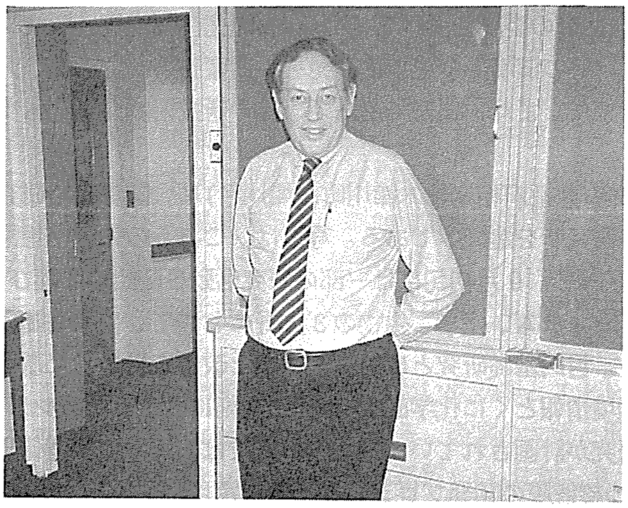
Bogorad 研究室に在籍していた当時から一貫して光合成に関与する金属タンパク質の遺伝子とその発現に興味を持っている Sabeeha Merchant (University of California, Los Angeles) は，*Chlamydomonas* の cyt c_6 遺伝子の Cuイオンによる転写制御について報告した (J. Quinn, H. H. Li, J. Singer, B. Morimoto, L. Mets, K. Kindle, & S. Merchant: *J. Biol. Chem*., 268, 7832-7841, 1993). *Chlamydomonas* においては，quinol oxidase から光化学系 I (PS I) への電子伝達はプラストシアニンかあるいは cyt c_6 を介している．プラストシアニンは Cu タンパク質であり，その合成には Cu を必要とする．Cu^{2+} は，ナノモル (nM) のオーダーで cyt c_6 遺伝子コード領域上流の copper ion-responsive DNA sequence elements (CREs) への CRE-結合タンパク質の結合を促進し，cyt c_6 遺伝子転写を抑制することが見いだされた．

動物の実験系の知見に立脚した生化学的および分子生物学的研究では，光合成遺伝子発現シグナル伝達機構の全貌を解明することは困難である．また，植物の光形態形成に至るシグナル伝達経路の上流に位置する制御機構に関しては，分子遺伝学的研究の進展が著しい (X.-W. Deng, M. Matsui, N. Wei, D. Wagner, A. M. Chu, K. A. Feldmann, & P. H. Quail: *Cell*, 71, 791-801, 1992). 形態形成突然変異体は，その選抜に特別な工夫を必要としないため，すでに多数の突然変異体が解析されている．このような方法論では選抜できない突然変異体は，今後の研究課題である．筆者自身は，Bogorad 研究室で行なった研究の１つがトウモロコシ光合成突然変異体の解析であり，現在シロイヌナズナ（*Arabidopsis thaliana*）光合成

遺伝子発現突然変異体の研究を開始している．本シンポジウムでは，シロイヌナズナにおける光合成遺伝子の組織特異的発現および光合成突然変異体実験系について報告した．光合成突然変異体選抜のための指標として，代表的な光合成遺伝子である RuBisCO S サブユニット遺伝子 *RbcS* および *Cab* の両遺伝子群のうち，*RbcS-3B* および *Cab1* プロモーター（上流制御部位を含む）に注目し，これらプロモーターの制御下に各種レポーター遺伝子，薬剤耐性遺伝子，および自殺遺伝子を置いたキメラ遺伝子を作製し，シロイヌナズナに導入した．これらを変異原処理し，導入遺伝子の発現活性の変化により突然変異体を選抜している．筆者らは，本実験系の確立に3年の歳月を要した．短期的に grants を更新しなければならない米国の研究者には敬遠されるタイプの仕事であり，この期に研究を一段と進展させたいと考えている．

上述のごとく，Bogorad 教授は学界においてまた研究において現在も多忙であり，休むところを知らないかに見える．筆者を含めた多くの者は，Bogorad 教授の人となりに多大の魅力を感じ，本シンポジウムにも米国各地また世界各国から自費で集まった．その魅力は何かと考えるが真似できるのもではない．Bogorad 教授に対し，別の考えをお持ちの方がいることも承知しているが，Bogorad 教授 (Laurie) は，本シンポジウムに参加した者共通の誇りである．また，Roz 夫人は親日家であり，共に来日の回数も多い．愛すべき人達であると考える．

上記においてPal Maliga と Eric Lam に関しては，本シンポジウムにおいてではなく，Rutgers University を訪問した際に得た情報である．詳細を知りたい方のためにできるだけ文献を示したが，文献を記載できなかったものは未だ論文発表されていないものである．本記事が読者の興味を引き，何らかのお役に立てば誠に幸いである．



［写真］
研究室における Bogorad 教授

地球環境産業技術研究所開設を間近に控えて

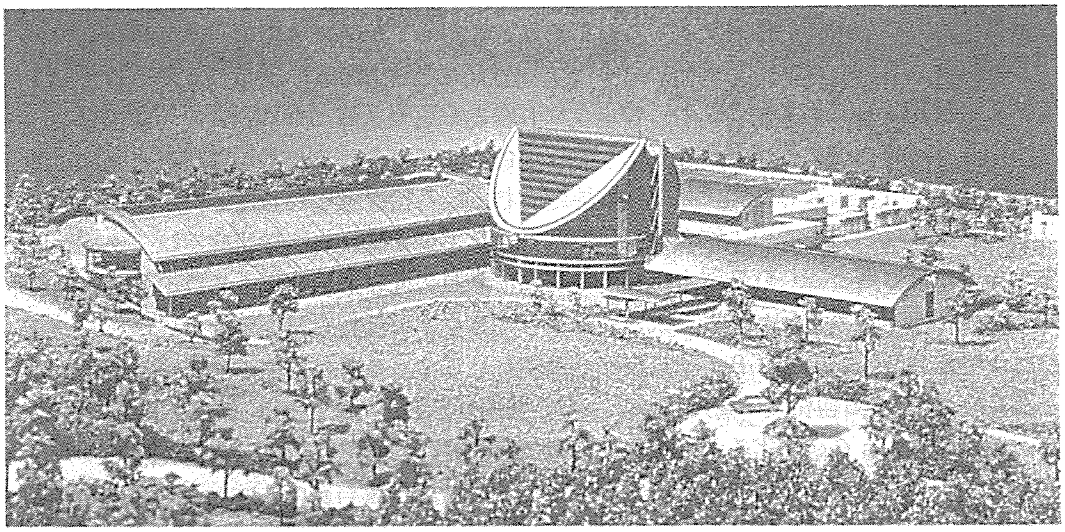
大阪府立大学農学部　横田 明穂
（ＲＩＴＥ基礎生物学（光合成）研究室
主席研究員着任予定）

１．地球環境産業技術研究所設立の経緯

地球が誕生した当初、その大気の大半を占めていたCO_2は、地球水系への吸収と沈着、初期光合成生物による固定などによって減少したと考えられている。その結果、大気中のCO_2のかなりの部分は生物の死骸(現在の化石燃料)として地下に蓄えられた。その後、光合成生物はC_3植物等への進化を経て今日に至っている。これまで永年、大気中CO_2は、水系無機炭素、堆積物炭素、生物構成炭素、化石燃料等との平衡を保ってきた。しかし産業革命以降の人類の高度社会経済活動はこの平衡に大きなズレを生じさせようとしている。特に近年の高度経済成長と今後予測される化石燃料を駆使してのエネルギー消費型産業と人類活動は、大気CO_2濃度のさらなる上昇の原因となると予測されている。来世紀の未来展望はまさに、高CO_2濃度による地球温暖化、フロンによるオゾン層の破壊、酸性雨による生態系の破壊、非分解性プラスチックの大量蓄積など、おぞましいものでばかりである。

このような状況のもとで、１９９０年７月に米国ヒューストンで開催された「環境サミット」において当時の海部首相は、日本が世界の環境問題に国際的なリーダーシップを取るべく、地球再生計画を提唱した。この提唱の具体的な実現に向けて産官学の協力によって設立されたのが地球環境産業技術研究機構 (Research Institute of Innovative Technology for the Earth, RITE)である。ＲＩＴＥは設立以来これまで、通商産業省 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて、CO_2固定化技術や生分解性プラスチック、高機能バイオリアクター等の環境保全技術の開発を、通産省の研究機関、大学、企業研究所等に委託して行ってきた。また、環境関連基礎研究や新技術開発研究も支援してきた。

ＲＩＴＥは現在、京阪奈学園都市内(京都府相楽郡木津川町木津川台)に、国際高等研究所に隣接してＲＩＴＥ本部と独自の研究所を建築中である。写真は、これらの完成予想図である。本部・研究所は７月末日に完成し、９月初旬には一部の研究活動を開始する運びとなっている。ＲＩＴＥ研究所では、システム、化学、生物の３分野において、目的基礎研究ならびにプロジェクト研究を行う。目的基礎研究とは、環境保全と改善を目指した基礎研究である。システム分野では、環境情報とくに化学的CO_2固定技術に関する国際システムネットワークの構築を目指した研究が計画されている。化学分野では、環境調和型化学触媒の開発研究とCO_2固定のための機能膜の開発プロジェクトが予定されている。生物分野では、CO_2固定活性を持ついくつかの酵素の機能解析と酵素の遺伝子解析、さらにこれ



Picture of the model of RITE Head Office (main research facility)

らの結果に基づいた高効率酵素のデザインとこの酵素の植物への導入による植物光合成効率の改良研究が行われる。さらに、生物分野ではこれらの研究に加え、砂漠緑化プロジェクトも計画されている。以下に、報告者が関わっている生物分野内の一つの研究計画の具体的な研究方針の概略をご紹介したい。

２．ＲＩＴＥ基礎生物学(光合成)研究室の研究計画

現在の大気中でC_3植物が光合成を行うとき、朝太陽が上って３時間もすれば、光合成のCO_2固定･還元反応はほぼ最大に近くなる。この時、光合成炭素還元サイクルの酵素はほぼ活性化され、ＲｕＢｉｓＣＯの基質であるＲｕＢＰの濃度も、ＲｕＢｉｓＣＯにとって飽和濃度以上になる。このような環境下では光合成ガス交換はすでにＲｕＢｉｓＣＯ律速となっている。C_3植物の光合成はこのような状態を日照量の減少する午後遅くまで維持する。十分な日照量の下で光合成が進行する午前９時から午後４時位までは、CO_2固定速度に比べて光化学反応速度が大きく勝り、ＲｕＢＰは高濃度に蓄積し、余剰の光エネルギーはチラコイドに損傷を与え、また酸素毒の生成を引き起こす。もしその植物の周りの環境が乾燥状態になった場合、 植物は水ストレスから逃れるために気孔の開度を大きく減じる。その結果日中の光合成ガス交換速度は低下し、植物は光と酸素毒のさらなる危険性にさらされることになる。

このような植物光合成の避けがたい低効率とストレスの主因は、酵素としての特性があまりに劣悪なＲｕＢｉｓＣＯにある。通常の大気と平衡にある水のCO_2濃度は１０μＭでしかない。植物ＲｕＢｉｓＣＯは基質CO_2に対し９～１５μＭの$\underline{K_m}$を持つが、光合成中のストロマ内ではCO_2濃度は５～７μＭに低下している。したがって、植物葉に含まれるＲｕＢｉｓＣＯのほんの２５～３０％位しかCO_2固定反応に関与できない。また植物

ＲｕＢｉｓＣＯの最大活性（ｋｃａｔ）は約３．３／ｓｉｔｅ／ｓで、一つの触媒部位は一秒間に３．３回しか反応できない。この反応速度は通常の酵素の千分の１から百分の１である。植物はＲｕＢｉｓＣＯのこのような劣悪さを克服するために、葉の可溶性タンパク質の５０％にも達するほどＲｕＢｉｓＣＯを合成している。しかし、上述のように、植物光合成がＲｕＢｉｓＣＯによって強く律速されている状況は変わらない。

このように植物光合成の生理を考察した結果、ＲＩＴＥ基礎生物学研究室は、ターゲットの一つにＲｕＢｉｓＣＯを選んだ。この研究においては、ＲｕＢｉｓＣＯの基質CO_2に対する親和性を強め、ｋｃａｔが大きいＲｕＢｉｓＣＯの創成を目指す。一般に、ラン藻など下等光合成生物のＲｕＢｉｓＣＯは、植物ＲｕＢｉｓＣＯの数倍のｋｃａｔを示すが、基質CO_2に対する親和性は甚だ弱い。一方、植物ＲｕＢｉｓＣＯは、ｋｃａｔにおいてはラン藻ＲｕＢｉｓＣＯに劣るが、CO_2に対する親和性は１０倍以上高い。緑藻のＲｕＢｉｓＣＯはこれらの中間の位置を占める。植物ＲｕＢｉｓＣＯにとってさらに悪いことに、その進化の過程でCO_2に対する親和性を強めすぎたためか、反応の最中に活性が時間の進行とともに徐々に低下する、いわゆる履歴現象を示す羽目となったようである。既存のＲｕＢｉｓＣＯを参考により優れた酵素能力を持つＲｕＢｉｓＣＯをデザインしようとする時、これらのＲｕＢｉｓＣＯの諸性質の比較とこれらの特性の原因となっているＲｕＢｉｓＣＯタンパク質の一次構造上の部位の決定は、重要な知見となる。これらの知見に基づいて、ラン藻型のｋｃａｔを持ち、植物型の$\underline{K_m}$（CO_2）を示すが履歴現象を示さないＲｕＢｉｓＣＯ（我々はＳｕｐｅｒ－ＲｕＢｉｓＣＯと呼んでいる）の創成を我々の当面の目標にしている。これらの研究の成果として得られるであろうＳｕｐｅｒ－ＲｕＢｉｓＣＯの遺伝子を葉緑体で発現させ、気孔開度がC_4植物以下であっても十分に光合成ガス交換できる植物の創成を目指している。

もう一つの重要な研究ターゲットは、植物の酸素毒耐性機構の解明とその強化である。これまでに見いだされている酸素毒消去系Ｈａｌｌｉｗｅｌｌ－Ａｓａｄａ経路の能力の評価と植物葉内でのさらなる強化、酸素毒に耐性を持った光合成機構の導入等を目指している。

これらの光合成機能の解析と強化を目指した研究に加え、砂漠緑化プロジェクト研究もこの研究グループの課題となる。世界的にすでに、多くの研究者が植物の耐塩性、耐旱性機構の解明とその能力の強化を目指した研究を開始し、重要な知見が数多く得られている。ＲＩＴＥのこのプロジェクトにおいては、これらの研究よりももう少し生理現象全体に力点を置きたいと考えている。また、上記のＳｕｐｅｒ－ＲｕＢｉｓＣＯや酸素毒耐性機構に関する研究は、このプロジェクトの重要な一部となると考えている。

ＲＩＴＥ研究所基礎生物学部門で行う予定のこれらの研究計画は、光合成研究会会員を中心に多くの方々との共同研究や議論を参考にさせて頂いて企画したものである。今後ともこれまで以上に光合成研究会との接点を持たせて頂きたいと考えている。会員諸姉諸兄のご教示、ご鞭撻を心から願って止まない。

《フリー・トーク》

光合成の進化 ―おおいなる発展―

ついこの間まで（少なくとも7～8年前までは）私はあさはかにも植物の光合成系はバクテリアとはかなり違うし、藻類や藍色細菌の光合成系ともかなり違うと思っていました。しかし、違いは主にアンテナ蛋白にあり、反応中心の中身はどれも似ていて、今では「ポルフィリンやキノンで作った光合成モデル架橋化合物」も反応中心もあまり変わらないようだと思うようになりました。光合成研究会会員の２割近くを占める化学、工学系の方々は何をいまさらといわれるかもしれませんね。この数年間の光合成の研究は他の分野と同様、大きな変換期にあるような気がします。分子レベルの光合成機構を考えるうちに、微小空間（数ｵﾝｸﾞｽﾄﾛｰﾑ）に超高速（ﾌｪﾑﾄ～ﾋﾟｺ秒）で起こる「せこい変化」 から 地球（宇宙?）サイズで数十～百億年もかかる「おおいなる進化」 へと、私の考えも広がったようです。どちらの現象も人間の五感ではとらえきれないところに妙味があります。昨年の光合成会議のサテライト会議「光合成系の進化」には、進化の専門家よりも、反応中心やアンテナ、遺伝子等の研究者が多くあつまり、皆同じような感想をもったようです。このへんの事を共に考えていただけたらと思い、この文を書かせていただきました。

光化学系II（PSII）と紅色光合成細菌の反応中心の蛋白が似ていることはよく知られています（相互に30%のホモロジーを示す）。では植物の光合成系は光合成細菌から進化したと単純に考えてよいのでしょうか？

原始生命 → 光合成細菌 → ラン色細菌・高等植物

ここで大きな疑問は植物の持つもう一つの反応中心である光化学系I（PSI）がPSII・紅色細菌と全くホモロジーを示さない80kDaの蛋白２つから出来ていることでした。しかし、系Iに似て鉄硫黄センターをもつことが知られていた絶対嫌気性の緑色硫黄細菌Chlorobium limicola（Chl.）と好気性のHeliobacterium mobilis（Helio.）の反応中心の蛋白１次構造が明らかにされ、これらと光化学系I反応中心蛋白とでは全体で約15%、中心部の２本の膜貫通ヘリックス部分については約50%のホモロジーがあることが示されました。

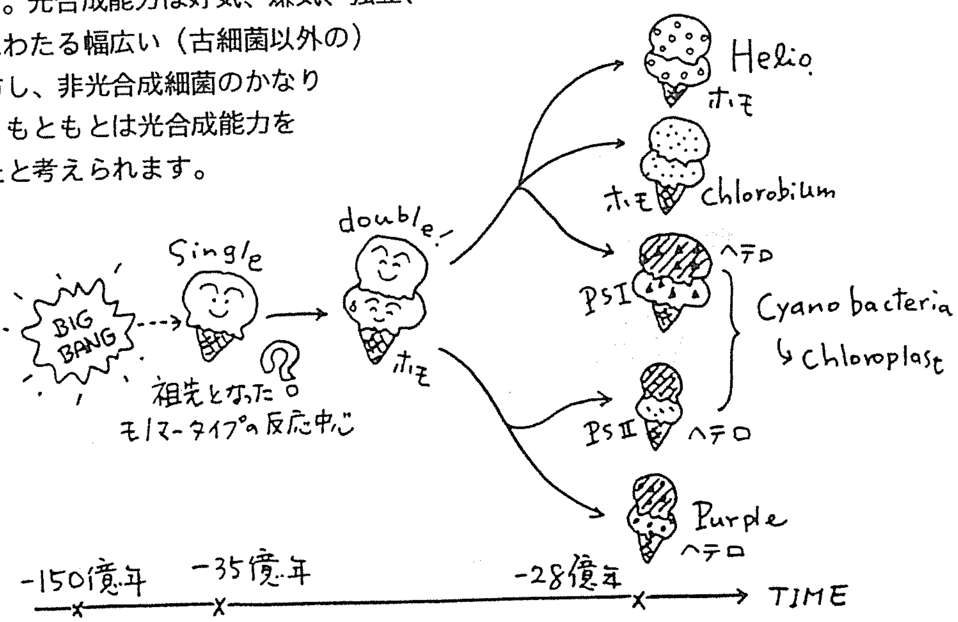
	PSI-A (Tobacco)	Heliobact. mobilis	Chlorobium limicola
分子量	82991.6	67605.5	82172.9
アミノ酸残基数			
全体	750	609	730
His.	42	26	21
Cys.	4	9	7
ｸﾛﾛﾌｨﾙ数／RC	100	40	31

Lieblら(1992), Buttnerら(1992)

また、これらの細菌の反応中心蛋白どうしも30%程度のホモロジーしか示しません。しかし、PSI、 Chl.、 Helio.、どの反応中心蛋白も約１１本の膜貫通性のαヘリックスをもち、その８番目の上に反応中心クロロフィルが結合する考えられるヒスチジン残基があり、９番目との間には、鉄硫黄センターXのつくと考えられる特徴的なFPC*GP**GGTC**Sのアミノ酸配列がみられました。

また三者の反応中心間でヒスチジン残基の総数に差があり、アンテナクロロフィルの結合量が異なっていることを反映しているようにみえます（前ページ表）。この点はアンテナ蛋白の起源と進化を考える上でも興味深いところです。Chl.は外部アンテナとして大きなクロロゾームをもっており、その分反応中心上のクロロフィルが少なく、クロロゾームを欠くHelio.ではこれが増え、さらに、他のアンテナ蛋白のあまりないラン色細菌や植物のPSⅠでは極端に多くのクロロフィルを結合するようになったとも思われます。

これまでに紅色細菌（Purple）、光化学系Ⅰ、Ⅱ（PSⅠ、Ⅱ）の反応中心は２種のよく似たポリペプチドからなっている（いわゆるヘテロダイマー）ことがわかっていました。ところが、Chl.とHelio.両者では、反応中心ポリペプチドとしては一種類しかみつからず、同じペプチド２本が反応中心を作っていると思われます（ホモダイマー）。従って現在のところ、光合成反応中心の分子進化は下の模式図のように考えられます。およそ45億年前に出来た地球の温度が下がるとともに原始生命（細菌?）が出現し（35億年前?）、まもなくクロロフィルやキノンを蛋白につけたモノマータイプの反応中心のご先祖が現れ、やがてホモダイマーの反応中心ができ、それらが、PSⅠ（と緑色細菌）、Ⅱ（と紅色細菌）の両系に分化し、あるものはさらにヘテロダイマーに変わったと考えられます。一度わかれたこれらの系統はラン色細菌ではまたPSⅠとⅡとして同じ膜の上に乗って、さらに植物に取り込まれて葉緑体となります。光合成能力は好気、嫌気、独立、従属栄養にわたる幅広い（古細菌以外の）細菌に分布し、非光合成細菌のかなりの部分も、もともとは光合成能力を持っていたと考えられます。



ここで、おもいつくままに疑問を並べてみました。

1）進化途上一度わかれた（あるいはもともと違った）光化学系ＩとIIの系統がどうして一緒になったのか？。 遺伝子が移ったのか（gene transfer）？
2）光化学系ＩとIIのタンパクは違うが、その中の、機能性の部品（クロロフィルやキノン）はかなり共通である。起源は同じなのか違うのか？
3）こんなに違う蛋白がどれも皆似た働きをする。では部位特異的遺伝子操作等による反応中心の改変で得られる情報はどんな意味を持つのか？
4）アンテナと反応中心蛋白は同じ起源なのか？ いつ分化したのか。
5）起源の違う反応中心は、光や、温度、大気組成の変化に対してその起源とに応じた応答を示すのか？
6）葉緑体中での系IIと系Ｉ反応中心の合成速度の違い、環境変化に対する応答特性の違い等は、異なった反応中心の経歴を反映した現象なのか？それとも高等植物で初めて起こったことなのか？
7）最近は、光合成以外の光適応、光制御現象、例えばサーカディアンリズム等も原核生物であるラン色細菌で起こることがわかってきているが、真核生物である植物と共通なのか？あるいは植物とは何なのか？
8）炭酸固定の酵素群や、光合成反応中心以外の電子伝達成分、あるいは、シグナル伝達系等もやはり分子進化の観点から考えられている。これらは長い進化の時間を持つ光合成系とどのようにかかわっているのか？
9）タンパク質が全く違うのにどうして系Ｉ、IIともにほぼ１００％の効率で光をとらえるのか？なぜホモとヘテロダイマーがあるのか？
10）タンパク質の中は、溶媒中と何が違うのか？
11）電子やプロトンが蛋白の中を動くとはどういうことなのか？どのような原理で起こっているのか？
12）どの様な研究を行なえばこれらの疑問に答えられるのか？

夏の強い陽射しの下、学生諸君とアイスクリームでも食べながら、しばし、地球や生命の起源等に思いを広げられ、よい知恵がわいたら私にもお分け下さい。

伊藤　繁　（基礎生物学研究所）

光合成戯画　資料編　5

西 村 光 雄　　(九州大学 理学部)

ハンス・モーリッシュ　酸素発生と光合成細菌

ハンス・モーリッシュ（Hans Molisch, 1856-1937）はメンデルの遺伝法則の発見がなされた女王修道院があったモラヴィアのブリュン（現在チェコのブルノ）で生まれた。彼の家系は多くの園芸家を生み，彼の祖父と父も園芸家であった。モーリッシュ家のぶどう園の近くには女王修道院があり，父ハンス・モーリッシュとメンデルとは親交があった。

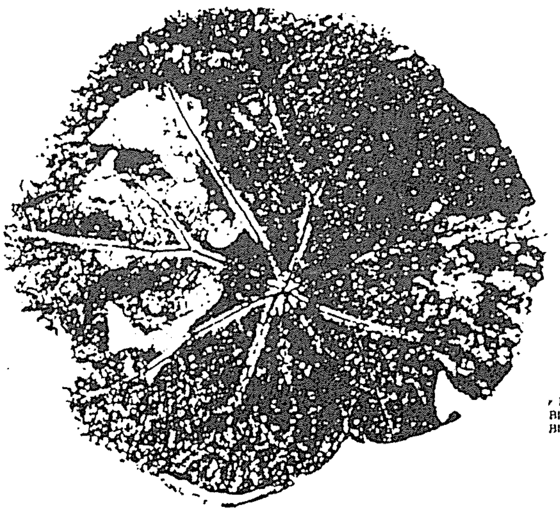
ハンス・モーリッシュはウィーン大学などでの長い研究生活において植物の生化学，生理学，生態学，形態学など幅広い分野に精力的に取り組み，今日まで多くの影響を残している。とくに鉄細菌，発光細菌，光合成細菌などを対象とする微生物生化学・生態学についての研究と乾燥した葉の照射による酸素発生はその後の展開とあわせて関心がもたれる。

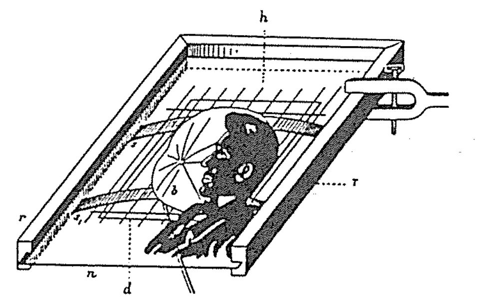
彼は多くの光合成細菌（紅色細菌）を純粋に分離し，これらでは光合成にともなう酸素発生が見られないことを明らかにした（Molisch 1907)。紅色細菌の光合成や成長についてのモーリッシュの実験結果はヴァン・ニールによって確認され，光合成過程についての統一的な解釈とそれまでの概念の書き換えにつながった（van Niel 1944)。

葉緑体に光を照射すると酸化還元反応が進行し，水が酸化されて酸素が発生することを生化学的に明確に示したのはヒル（Hill 1937）であったが，それより前に，発光細菌による酸素の検出によって照射葉緑体からの酸素発生を観察した例はいくつかあった。モーリッシュは乾燥した，生きていない葉の磨砕物が水中で光を当てたときに微量の酸素を発生することを見出した（Molisch 1904, 1925)。酸素発生のためには緑色の不溶性成分と，色がついていない水溶性の成分が両方とも必要で，両成分はともに熱で不活性化するという結論を彼は得ている。

新しく設置されたばかりの東北帝国大学生物学教室に招聘されたモーリッシュは1922年から1925年にわたって約2年半仙台に滞在し，植物についての実験を行なうとともに，多くの講義と公開実験を行なった。また，各地を旅行し，温泉微生物の研究や日本の民俗についての調査を実施している。その成果は多くの論文の他，2冊の著書『日本の植物生物学（Pflanzenbiologie in Japan auf Grund eigener Beobachtungen, 1926)』と『日出づる国にて（Im Lande der aufgehenden Sonne, 1927)』にまとめられている。生物学上の成果としては鉄細菌の研究，温泉の調査と高温に耐える細菌の発見，苔類とラン藻の共生と窒素固定，マルセイユ出港から門司入港までの海洋プランクトンとくに発光生物の調査などがある。

モーリッシュはオーストリアに帰国後ウィーン大学総長に就任したが，オーストリアのドイツへの統合を支持する総長時代の言動が記録されている。モーリッシュの死の翌年オーストリアは彼の熱望のとおりナチス・ドイツに併合されたが，その後のオーストリアを襲った状態は併合を待ち望んでいた人たちにとっても悲惨なものであった。





Skizze der Versuchsanstellung.

r Rahmen, in dem das Negativ n eingefügt ist. Dieses liegt auf dem Blatte b. Zwischen Blatt und Negativ befindet sich zum Schutze der Gelatineschicht das Deckglas d. Das Blatt wird mit seiner Oberseite durch das Holzgitter h und die beiden Holzspangen s und s_1 an das Negativ n sanft angedrückt. Vgl. den Text auf S. 72.

光合成による澱粉生成を使って現わしたモーリッシュの肖像（左）とそのための装置（右）

XVth IBC 光合成関連シンポジウム (tentative)

Session No. S3.2.3 Date Sep 2 Thu 16:00-18:30
Biogenesis and Differentiation of Organelles I.

Organizers:
T. Asahi (Fukui Prefectural Univ., Japan)
C.J. Leaver (Univ. Oxford, U.K.)

Speakers:
K. Ohyama(Japan)
C.J. Leaver(U.K.)
L. McIntosh(U.S.A.)
I.D. Small(France)

Session No. S3.2.4 Date Sep 3 Fri 9:00-11:30
Biogenesis and Differentiation of Organelles II: Structure and Its Dynamics in Plastids

Organizers:
Y. Nemoto(Tokyo Univ. of Agriculture and Technology)
R.J. Rose(Univ. Newcastle, Australia)

Speakers:
T. Osafune(Japan)
Y. Nemoto(Japan)
R.J. Rose(Australia)
H. Kobayashi(Japan)
R.G. Herrmann(Germany)
S.M. Rutherford(U.K.)

Session No. S3.2.5 Date Aug 31 Tue 16:00-18:30
Biogenesis of non DNA-containing Organelles

Orgainzers:
M. Nishimura(National Inst. Basic Biol., Japan)
L. Beevers(Univ. Oklahoma, U.S.A.)

Speakers:
J.J. Harada(U.S.A.)
L. Beevers(U.S.A.)
T. Shimada(Japan)
M. Nishimura(Japan)

Session No. S5.2.3 Date Aug 29 Sun 13:00-15:30
Modern Approaches to the Sink-Source Relationship

Organizers:
K. Tanaka(Kyoto Prefectural Univ., Japan)
L. Willmitzer(Inst. Genbiologie, Germany)

Speakers:
D. Shibata(Japan)
P.E. Staswick(U.S.A.)
M.-R. Bernd(Germany)
Y. Koda(Japan)

Session No. S5.3.1 Date Sep 2 Thu 13:00-15:30
Photooxidative Stress and Its Relaxation

Organizers:
K. Asada(Kyoto Univ., Japan)
B.C. Osmond(Australian National Univ., Australia)

Speakers:
K. Asada(Japan)
B.C. Osmond(Australia)
C.H. Foyer(France)
G.H. Krause(Germany)
B. Demmig-Adams(U.S.A.)
K. Tanaka(Japan)

１９９２年度　光合成研究会会計決算報告　　（単位：円）

収入の部		支出の部	
前年度より繰越し	１７０，９６１	会報印刷費（４～８号）	１８１，０７４
会費より受入れ	６３７，０００	会報発送費（４～８号）	２２８，２７２
国際光合成会議要旨集		文具費	３０，４７９
（郵送　２２部）	２２，０００	通信費（会長選挙，要旨発送費を含む）	１７，００９
（手渡し　３部）	１，５００		
定期預金利息	５，４７９	会報制作費	６８，８７１
普通預金元金，利息	３，８０６	会費返金	７，４４２
		光生物学協会分担金	１０，４１２
合計	８４０，７４６		５４３，５５９
次年度繰越し	２９７，１８７		

****

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。西村先生の方針をひきついで，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います（但し，会報の発行が多くの人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インチでお送りくだされば幸いです。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、１９９３年１０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 9 号　1993 年 7 月 1 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

****