

光合成研究

第17卷 第1号(通卷48号) 2007年4月

Vol. 17 No. 1 April 2007

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH



日本光合成研究会

光合成研究

第 17 卷 第 1 号 (通巻 48 号) 2007 年 4 月

NEWS LETTER Vol. 17 No. 1 April 2007

THE JAPANESE ASSOCIATION FOR PHOTOSYNTHESIS RESEARCH

日本光合成研究会公開シンポジウム

広がる光合成研究の世界：多様性、極限環境、新たなアプローチ	1
トピックス 好熱性シアノバクテリアを用いた PSII 小サブユニットの解析 岩井雅子	2
解説 微生物を用いた水素生産－水素エネルギー社会の到来に備えて－ 三宅 淳、若山 樹	6
報告記事	
光合成研究会ワークショップ「シアノバクテリアを体験しよう」 池内昌彦	12
集会案内	14
新刊図書	16
事務局からのお知らせ	18
日本光合成研究会会員入会申込書	19
日本光合成研究会会則	20
幹事会名簿	22

賛助法人会員広告

日本光合成研究会公開シンポジウム：

広がる光合成研究の世界：多様性、極限環境、新たなアプローチ

2007年5月25-26日（岡山大学50周年記念館）

5月25日（金）13:00-

「開会の辞」 伊藤繁（日本光合成研究会会長）

セッション I；極限環境下に広がる多様な光合成

「水分可変型光合成生物の乾燥耐性機構」

小池裕幸、名部勇世、福田真也、小杉真紀子、菓子野康浩、佐藤和彦（兵庫県立大院・生命理学）

「地衣類18種の乾燥下でのエネルギー移動制御機構：超高速蛍光消光システムの発見」

伊藤繁、小村理行、佐藤圭介（名大院・理）、岩崎郁子（秋田県立大）

「北太平洋亜寒帯域における植物プランクトン群集の鉄増殖制限と光合成特性」

鈴木光次（北大院・地球環境科学）

「南極湖沼の植物、ストレスに満ちた環境での成功の秘訣は？-光合成活動の測定を通じた研究の紹介と今後-」

工藤栄（極地研・総研大・極域科学）

セッション II；ポスターセッション / 懇親会（生協食堂ピーチユニオン）

5月26日（土）9:00-13:00

セッション III；ブレイクスルーをめざせ！「新アプローチ」

「ゲノム科学的アプローチによる二酸化炭素欠乏ストレス順化」

福澤秀哉（京大院）

「膜タンパク質のプロテオミクスと新手法」

菓子野康浩（兵庫県立大院・生命理学）

「炭素安定同位体とガス交換速度の同時測定によってわかること」

田副雄士¹・矢守航²・Daniel Tholen¹・野口航¹・寺島一郎¹（1 東大院・理、2 阪大院・理）

「アルビノ変異体の解析から探る葉緑体機能」

本橋令子（静岡大・農・バイオサイエンス）

「シロイヌナズナを用いた光合成研究」

鹿内利治（九大院・農）

「総合討論」

参加・ポスター申し込み先（世話人）；高橋裕一郎

〒700-8530 岡山市津島中3-1-1 岡山大学理学部生物学科 taka@cc.okayama-u.ac.jp

TOPICS

好熱性シアノバクテリアを用いた PSII 小サブユニットの解析

東京理科大学工学部応用生物科学科

岩井雅子

1. はじめに

光化学系II(PSII)は光エネルギーを利用して、水から電子を引き抜き、酸素を発生する超分子複合体である。酸素発生型生物のみならず、酸素呼吸を行う生物にとっても大切な装置であり、その研究はシアノバクテリアから高等植物まで様々な材料を用いて行われてきた。近年、PSIIの構造解析がドイツ、日本、イギリスの3つのグループで進められているが、各グループがこれまでに報告した結果は一致していない¹⁻³⁾。例えば、図1は2005年のドイツのグループのものだが、36本の膜貫通ヘリックスのうち3本が未同定であり、X1, X2, X3とされている。この3本が他のグループで、どのようにアサインメントされているかを調べてみると、X1について日本、イギリスはそれぞれ未同定、PsbNとしている。X2について日本はPsbXとし、イギリスはヘリックス自体が存在しないとされている。X3について日

本、イギリスはそれぞれPsbH、PsbXとしている。ちなみになかなか認知されないが、PsbNはPSIIタンパク質ではない⁴⁾。このように小サブユニットの位置はPSIIの中では未だ確定していない。また、各小サブユニットはシアノバクテリアから高等植物まで広く保存されているからにはPSIIの活性に必要であると思われるが、その働きについてはよくわかっていないものが多い。

シアノバクテリアは高等植物よりも増殖速度が速く、細胞レベルでの解析に適している。特に好熱性シアノバクテリア *Thermosynechococcus elongatus* BP-1 や *Thermosynechococcus vulcanus* は、光独立栄養のみで生育するため、PSIIが形成できない変異株の解析は行えないものの、活性や二量体などを保持した複合体を単離することができる点で非常に優れており、構造解析にも用いられている。我々はこれまでに好熱性シアノバクテリアを用いて、PSIIの小サブユニットの変異株

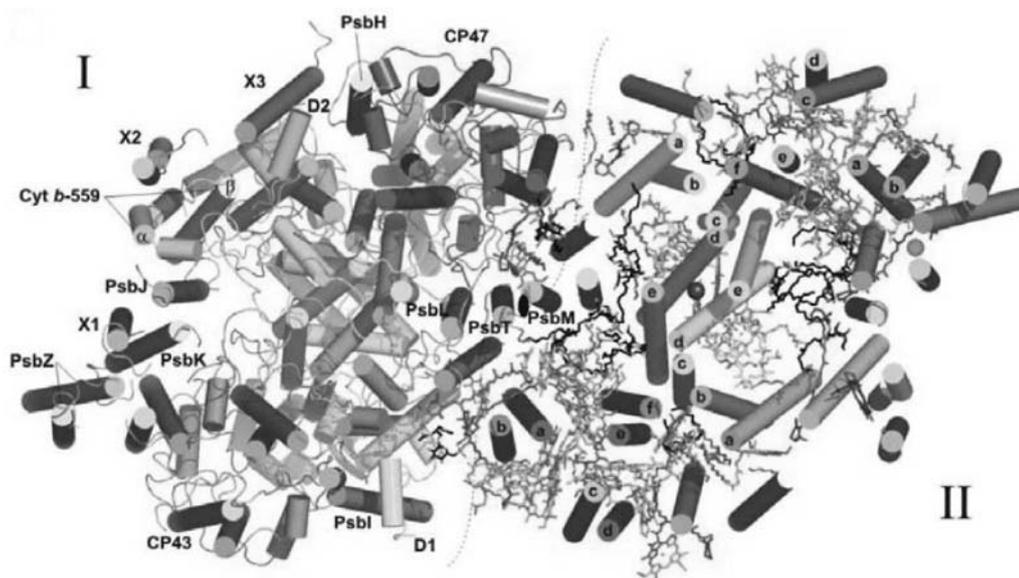


図1 好熱性シアノバクテリアのPSII複合体³⁾

を作製し、解析を進めてきたので、ここでまとめて紹介したい。

2. PSII 小サブユニット変異株の解析

まず、研究を始めるにあたって、好熱性シアノバクテリアは *T. elongates* BP-1 で全ゲノムが決定しているが⁵⁾、形質転換系については改善の余地があった⁶⁾。我々は *T. elongatus* BP-1 での形質転換系の改良⁷⁾、*T. vulcanus* での形質転換系の開発を行い、2種の *Thermosynechococcus* で PSII の変異株の作製を可能にした。

2.1 PsbTc

PsbTc は PsbTn (高等植物が持つ核コードの PsbT) とは異なり、膜を1回貫通する低分子タンパク質である。クラミドモナスで光阻害を受けた PSII の効率的な回復に必要であり、特に Q_A の回復に関わるという報告がある^{8,9)}。私はこの変異株を作製し、クラミドモナスと異なり、細胞での酸素発生活性や強光下での生育に影響がないことを確認した。また PSII を単離することで、二量体形成に関わっていること、PsbM の PSII への結合に関わっている可能性を見いだした¹⁰⁾。最近、我々は同じコンストラクトを用いて *T. vulcanus* で変異株を作製し、質量分析や結晶構造解析を行い、第48回日本植物生理学会年会で報告した。その結果、実は形質転換用のコンストラクト作製時の問題により、前述の結果は PsbTc 欠損による影響ではなく、PsbTc の C 末端除去による影響を調べていたことが判明した。この株には PsbM の欠失はみられず、PsbTc の C 末端が PsbM の PSII への結合に関与するかどうかは不明だが、PSII の二量体形成にはある程度関わっていること、PsbTc の C 末端がストロマ側に出ていることが判明した。また、PsbTc の位置が特定され、その場所はドイツ、イギリスと一致した。

2.2 PsbM

最近、タバコで Q_B サイトへの影響が報告されている¹¹⁾。我々は変異株を作製し、細胞での酸素発生活性や通常条件での生育に影響がないことを確認した。PSII を単離することで、二量体形成に関わっていること、他タンパク質の PSII への結合に関わっていないことを

見いだした。*T. vulcanus* を用いた解析も行い、第48回日本植物生理学会年会で報告したように、PsbM の場所はドイツ、イギリスのグループの図と一致した。変異株では、PsbM があった場所あたりに、界面活性剤または脂質分子が一つ入っているようである。残念ながら解像度が低く、PsbM がなくなることによる周囲のアミノ酸残基への影響まではまだいえていないが、今後解像度が上がればそのようなことについても明らかにできると考えている。

2.3 PsbH および PsbX

クラミドモナスを用いた PsbH 欠損株は PSII の活性がみられないため¹²⁾、*Synechocystis* を用いた破壊株の解析が行われ、強光では増殖しづらい、 Q_A 、 Q_B 間の電子伝達に影響が出る、CP47 にアセンブリーしていると言った報告がある¹³⁻¹⁶⁾。私は PsbH 変異株を作製し、*Synechocystis* と同様、細胞での酸素発生活性や強光下で生育に影響があることを確認した。この変異株から PSII を単離することで、二量体形成に関わっていること、表在性タンパク質である PsbO、PsbU、PsbV、と PsbX の PSII への結合に関わっている可能性を見だし、2006年に報告した¹⁷⁾。

PsbX は前述のように、その場所が3グループで一致していないヘリックスのうちの一つである。PsbH の結果からは PsbH の近傍に PsbX はありそうである。池内研の先輩である加藤浩さん(現三重大学助手)が PsbX 変異株を作製し、細胞での酸素発生活性や低 CO_2 条件で生育の低下を確認している。また変異株から PSII を単離することで、酸素発生活性の低下、PsbH などの他タンパク質の PSII への結合に関わっていないこと、二量体形成に関わっていないことを見いだしている¹⁸⁾。

2.3 PsbI

これまでの構造解析では日本のグループだけ他2グループと場所が異なっていた。

Synechocystis、クラミドモナスの PsbI 欠損株は酸素発生活性が野生株より落ち、光感受性が増し^{19,20)}、タバコの PsbI 欠損株は光感受性となり、PSII のリン酸化と PSII-LHC II 複合体の安定化に影響が見られる²¹⁾。加藤さんは PsbI 変異株を作製し、細胞での酸素発生活性の低下を確認した。PSII を単離することで、PSII での酸

素発生活性の低下、二量体形成に関わっていること、他タンパク質のPSIIへの結合に関わっていないことを見いだした²²⁾。最近、我々が行った*T. vulcanus*を用いた解析から、PsbIの場所は2003年に報告した場所ではなく、ドイツ、イギリスのグループの図と一致することがわかった。

2.4 PsbZ および PsbK

クラミドモナス、タバコでのPsbZ欠損株の解析から、CP26,CP29といったLHCIIのPSIIへの結合、PSIIのリン酸化、キサントフィルサイクルやNPQといったことに影響することが示されている²³⁾。私はPsbZ変異株の解析からPsbZがPsbKのPSIIへの結合に影響を与えていることを見いだした。PsbZとPzbKはドイツ、イギリスでは隣り合っている。

PsbKは全てのグループの図でCP43のすぐそばに存在している。クラミドモナスではCP43に強く結合しており、PsbO欠損株ではPsbKは1/4に減少することが示されている²⁴⁾。また、タバコではPsbOより先にPSIIにアセンブリすることが示されている²⁵⁾。加藤さんはPsbK変異株を作製し、細胞での生育に大きな影響はないものの、酸素発生活性の低下を確認した。PSIIを単離することで、二量体形成に関わっていること、PsbOを含め、他タンパク質のPSIIへの結合に関わっていないことを見いだした²²⁾。これまでの結果からはPSIIへの結合に関わっていないように見えるが、先ほどのPsbHとPsbXのような結果を考えると、すぐ外側に存在するX1のPSIIへの結合へ本当に影響がないのか、

さらなる解析が必要と考えている。

3. まとめ

これまでの好熱性シアノバクテリアでの結果をまとめてみると、表1のようになる。ここであげた小サブユニットはどれもPSII活性に必須ではないが、影響を与えている。しかし、すべての変異株で細胞での増殖にまで影響をしているわけではない。表在性タンパク質や膜貫通タンパク質といった他のPSIIサブユニットの安定化に効いているものもある。大半のサブユニットがPSIIの二量体化に関係があるが、細胞内での二量体化形成に影響があるのか、PSII単離時の二量体化維持に影響があるのかについては現段階ではわからない。このようにPSIIの構造や機能については、まだまだわかっていないことが残されている。

4. 今後

PSII変異株での構造解析を進めており、各サブユニットの位置の特定をしていく予定である。また、残るPsbJ, PsbYについても変異株を作製し、解析を進めている。今後は、各変異株での二量体形成への影響や他のPSIIサブユニットへの影響がPSIIを単離する時に不安定になるためなのか、細胞内でも二量体が形成されづらいのか調べていく必要がある。細胞で影響が見えているPsbH、PsbX変異株は*in vivo*でもPSIIに影響があると思われる。また、他の変異株についても、水分解系への影響、集光タンパク質であるフィコビリソームとの関連、PSII周辺のタンパク質への影響などを調べて

表1 好熱性シアノバクテリアでのPSII欠損株の解析

PSII欠損株	細胞増殖への影響	細胞での酸素発生活性	単離PSIIでの酸素発生活性	他サブユニットへの影響	PSII二量体化への影響
PsbH欠損株	通常条件で生育阻害。強光下でさらに阻害。	野生株の60%に減少。	野生株の30%に減少。	PsbO, PsbV, PsbU, PsbX	野生株の50%に減少。
PsbI欠損株	通常条件で影響無し。	野生株より減少。	野生株の80-70%に減少。	影響なし。	野生株より減少。
PsbK欠損株	通常条件で影響無し。	野生株より減少。	野生株の50%に減少。	影響なし。	野生株より減少。
PsbM欠損株	通常条件で影響無し。	野生株と差なし。	野生株の80-70%に減少。	影響なし。	野生株の50%に減少。
PsbTcC末欠損株	弱光条件、通常条件、強光条件で影響無し。	野生株と差なし。	野生株と差なし。	影響なし。	野生株の30%に減少。
PsbX欠損株	通常条件で影響無し。低CO ₂ 条件で生育阻害。	野生株の80%に減少。	野生株の50%に減少。	影響なし。	野生株より減少。
PsbZ欠損株	弱光条件、通常条件で影響無し。	野生株と差なし?	野生株の70%に減少?	PsbK	不明

いきたい。よく研究されている光阻害でのD1タンパク質の代謝回転における各サブユニットの寄与についても、これらの変異株を使って解明できると考えている。

5. おわりに

今回紹介した結果は、その大部分が東京大の池内研に大学院生として在籍中に得られたものであり、最近の *T. vulcanus* での構造解析は岡山大の沈研究室、大阪市立大の神谷研究室との共同研究によるものである。深く感謝を申し上げたい。また、現在も PSII の研究を快く続けさせてくださっている井上先生に感謝を申し上げます。

参考文献

- Kamiya, N. and Shen, J. R. (2003) *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 100, 98-103.
- Ferreira, K. N., Iverson, T. M., Maghlaoui, K., Barber, J. and Iwata, S. (2004) *Science* 303, 1831-8.
- Loll, B., Kern, J., Saenger, W., Zouni, A. and Biesiadka, J. (2005) *Nature* 438, 1040-4.
- Kashino, Y., Koike, H., Yoshio, M., Egashira, H., Ikeuchi, M., Pakrasi, H. B. and Satoh, K. (2002) *Plant Cell Physiol.* 43, 1366-73.
- Nakamura, Y., Kaneko, T., Sato, S., Ikeuchi, M., Katoh, H., Sasamoto, S., Watanabe, A., Iriguchi, M., Kawashima, K., Kimura, T., Kishida, Y., Kiyokawa, C., Kohara, M., Matsumoto, M., Matsuno, A., Nakazaki, N., Shimpo, S., Sugimoto, M., Takeuchi, C., Yamada, M. and Tabata, S. (2002) *DNA Res.* 9, 123-30.
- Muhlenhoff, U. and Chauvat, F. (1996) *Mol. Gen. Genet.* 252, 93-100.
- Iwai, M., Katoh, H., Katayama, M. and Ikeuchi, M. (2004) *Plant Cell Physiol.* 45, 171-5.
- Ohnishi, N. and Takahashi, Y. (2001) *J. Biol. Chem.* 276, 33798-804.
- Ohnishi, N., Kashino, Y., Satoh, K., Ozawa, S. and Takahashi, Y. (2007) *J. Biol. Chem.* 282, 7107-15.
- Iwai, M., Katoh, H., Katayama, M. and Ikeuchi, M. (2004) *Plant Cell Physiol.* 45, 1809-16.
- Umate, P., Schwenkert, S., Karbat, I., Bosco, C. D., Mlcochova, L., Volz, S., Zer, H., Herrmann, R. G., Ohad, I. and Meurer, J. (2007) *J. Biol. Chem.* 282, 9758-67.
- Summer, E. J., Schmid, V. H., Bruns, B. U. and Schmidt, G. W. (1997) *Plant Physiol.* 113, 1359-68.
- Mayes, S. R., Dubbs, J. M., Vass, I., Hideg, E., Nagy, L. and Barber, J. (1993) *Biochemistry* 32, 1454-65.
- Komenda, J. and Barber, J. (1995) *Biochemistry* 34, 9625-31.
- Komenda, J., Lupinkova, L. and Kopecky, J. (2002) *Eur. J. Biochem.* 269, 610-9.
- Komenda, J., Tichy, M. and Eichacker, L. A. (2005) *Plant Cell Physiol.* 46, 1477-83.
- Iwai, M., Katayama, M. and Ikeuchi, M. (2006) *Photosynth. Res.* 87, 313-22.
- Katoh, H. and Ikeuchi, M. (2001) *Plant Cell Physiol.* 42, 179-88.
- Kunstner, P., Guardiola, A., Takahashi, Y. and Rochaix, J. D. (1995) *J. Biol. Chem.* 270, 9651-9654.
- Ikeuchi, M., Shukla, V. K., Pakrasi, H. B. and Inoue, Y. (1995) *Mol. Gen. Genet.* 249, 622-8.
- Schwenkert, S., Umate, P., Dal Bosco, C., Volz, S., Mlcochova, L., Zoryan, M., Eichacker, L. A., Ohad, I., Herrmann, R. G. and Meurer, J. (2006) *J. Biol. Chem.* 281, 34227-38.
- Katoh, H. and Ikeuchi, M. (2001) in *PS2001 Proceedings: 12th International Congress on Photosynthesis* (CSIRO Publishing, Melbourne), pp. S5-50.
- Swiatek, M., Kuras, R., Sokolenko, A., Higgs, D., Olive, J., Cinque, G., Muller, B., Eichacker, L. A., Stern, D. B., Bassi, R., Herrmann, R. G. and Wollman, F. A. (2001) *Plant Cell* 13, 1347-67.
- Sugimoto, I. and Takahashi, Y. (2003) *J. Biol. Chem.* 278, 45004-10.
- Rokka, A., Suorsa, M., Saleem, A., Battchikova, N. and Aro, E. M. (2005) *Biochem. J.* 388, 159-68.

解説

微生物を用いた水素生産

—水素エネルギー社会の到来に備えて—

独立行政法人産業技術総合研究所
セルエンジニアリング研究部門
三宅 淳、若山 樹

環境問題の根本的解決には、化石燃料から太陽などの再生可能でクリーンなエネルギーへの移行が必要である。太陽エネルギーはエネルギー密度が低く使い難いことが欠点であった。光合成細菌を用いた水素生産は、太陽光を利用可能なこと、基質に未利用資源である有機性廃水やバイオマスなどを利用可能なことから、環境浄化とクリーンエネルギー生産を同時に行うシステムの構築が可能である。バイオテクノロジーを用いた水素生産技術は、炭酸ガスの排出を低減させるためにも有用であり、この種の水素生産技術の開発が求められている。技術的な問題と現状の能力をまとめた。

1. はじめに

温暖化を防ぐには化石燃料の使用を低減し、再生可能な資源を利用する必要がある。このための代表的な新エネルギー源は、太陽光である。地球上に降り注ぐ太陽エネルギーは、人類が1年間に消費する1次エネ

ルギー量を僅か1時間で供給できるほど莫大なものである。しかし、太陽エネルギーは無尽蔵で莫大なエネルギー源であるものの、エネルギー密度が低く使い難い。真昼でも日射エネルギーは高々 1 kW/m^2 程度にすぎず、集積コストが（エネルギー的にも経済的にも）大きい。エネルギー密度が希薄であるため、広い受光面積が必要なこと、日周周期による間欠性、気象条件に左右される供給不安定などの特性を有している。これらの特性が、太陽光の工業的な利用を阻んでいる。エネルギー技術というと、一般的にはエンタルピー的なものと考えられがちである。しかし、分散したエネルギーを使うことはエントロピー的に不利な反応をすすめることであり、いわばエントロピー工学という新たな分野を拓くことにつながる。

実際の技術として、太陽光などの広く拡散したエネルギーの集約には、バイオテクノロジーの利用が有効である。植物など、バイオマス生産の効率は高くない

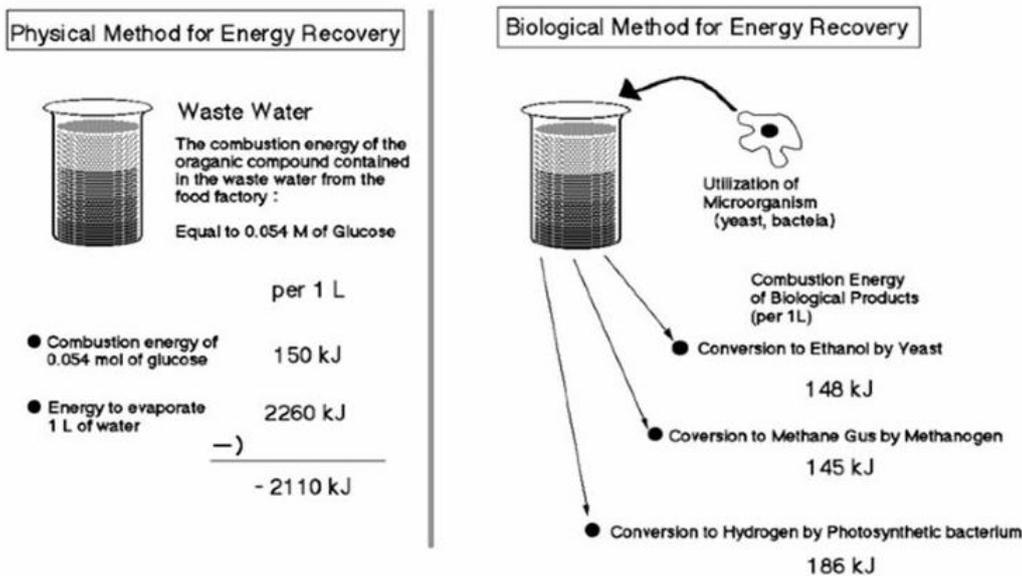


図1. バイオマスのエネルギー変換の効率

が、工業的に手をかけるところが少ない。また、地上に極めて豊富に存在している資源でもある。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）の調査によれば、石油価格が現在の水準以上になれば、他のエネルギー資源と価格面でも競合できるものと考えられている。

バイオマスの燃料化技術の中ではバイオエタノールの開発が進んでいる。エタノール変換は古来より慣れ親しんできたものであり、技術的にある程度完成されているものである。エタノールは現有のガソリンを主軸とした燃料システムによく適合し、ビジネスとしては扱いやすいものである。しかし、この方法には大きな欠点がある。水とエタノールは分離が難しく、発酵液からの蒸留工程が不可避であることから、加熱のためのエネルギー投入が大きく、結果として、エネルギー回収率が低い。

一方、光合成細菌や嫌気性細菌などの微生物も、バイオマスを分解して水素を発生させる能力のあることが知られている。後述するように、光合成微生物を用いると、バイオマスからの水素発生効率は数倍になる。また、発生した水素は水に溶解しにくいために、回収に蒸留プロセスが必要ない。バイオマスから正味のエネルギー回収効率を高めることが可能である（図1）。

水素燃料が本格的に社会に受け入れられた段階では、バイオマスの供給が十分な地域では実用化される可能性が高いと考えている。図2にバイオ水素社会の概念をまとめた。工業社会で発生した有機性廃棄物を光エネルギーに富む地域へ移送し、そこで水

素へ変換する。発生する水素は再度工業地域へ送られて、国際的な循環システムを形成する。エネルギー安全の観点からも、地域・国に於いて独立したエネルギーサイクルが重要であることは論を待たない。

微生物は希薄な資源（高エントロピー状態）を集積し、使いやすい燃料（低エントロピー状態）に変換することができる。しかも微生物は自ら増殖するため、システムの製造コストを小さくできる可能性がある。

2. 光合成細菌の水素発生

光合成細菌は植物の光合成に比べると簡単な光合成系を有する。水分解ができないが、代わりに有機物を電子供与体として利用し、水素を発生する。光合成系で作られた高エネルギー化合物（ATP）と高い還元力（フェレドキシン）が水素発生酵素であるニトロゲナーゼに供給されて水素イオンを還元して水素分子（ガス）が生成される（図3）。有機物を完全に分解して水素を発生することが実用上は有用な機能であり、有機性廃液の処理と水素発生を組み合わせる利用ができる。

この種の技術の最も重要な要素は、水素発生速度である。我々が探索分離した光合成細菌、*Rhodobacter sphaerodes* の光エネルギーの変換効率は、ソーラーシミュレーターを用いた実験で7%（発生した水素の燃焼エネルギー／照射光エネルギー）に達している。

光合成細菌の水素発生には多くの反応が関与している。これらのうち、1つだけを改良することで、水素発生能力を向上させることは難しい。抗生物質の生産

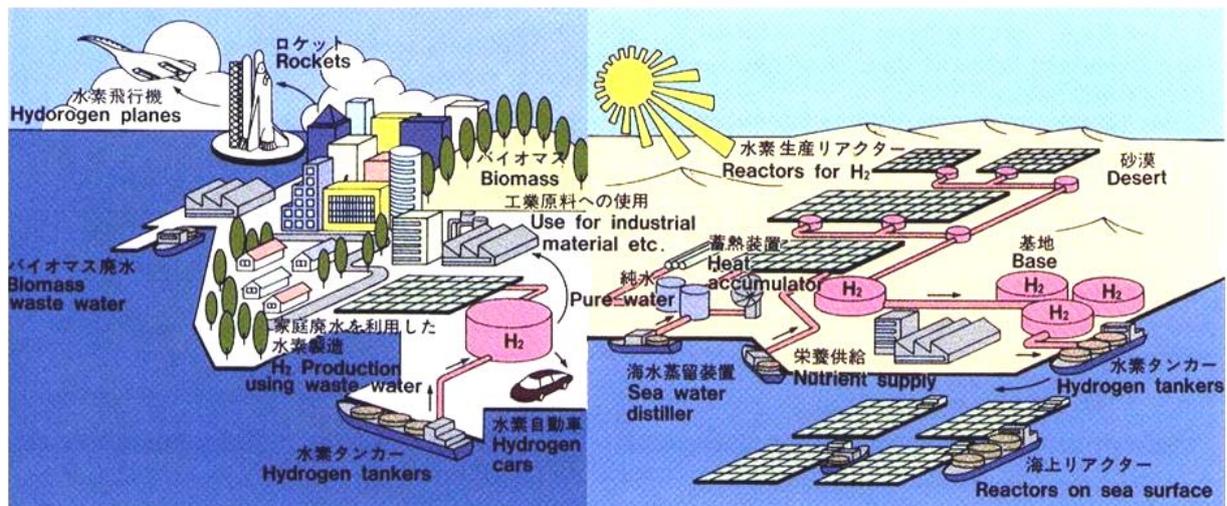


図2. バイオ水素生産の概念図

のように、遺伝子改変で特定の酵素の能力を増強する方法では改良は望めない。むしろ細菌の機能全体のバランスを保ちつつ、無駄なエネルギーの流れを制御することが、水素発生能の向上につながる。

3. フォトバイオリアクターの構造と水素発生

太陽光を用いてフォトバイオリアクターによる光水素発生を行う場合、南中時の高光強度下において光水素発生が飽和し、光から水素への光エネルギー変換効率が大幅に低下する。そこで、光を空間的に分散し、太陽エネルギーを効率的に有効利用する要素技術の開発が重要である。図4にフォトバイオリアクターの例を示す。

フォトバイオリアクターによる光水素発生を、太陽光下において高い変換効率で行うには、光合成細菌の光水素発生特性に由来する解決されなければならない2つの技術課題が存在する。

一つは、フォトバイオリアクター内に入射した光が光合成細菌によって吸収・散乱されることによって生じる自己遮蔽効果である。光は光合成細菌の懸濁液中において受光面から急速に減衰し、フォトバイオリアクター内の光強度分布は極めて不均一になる。

一つは、光合成細菌による光水素発生が光強度に依存することである。光水素発生はある一定光強度で飽

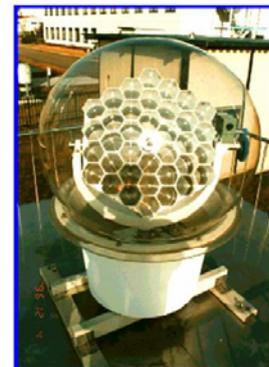


図4. 光水素発生用リアクター

和し、高光強度下においては強光阻害によって減少する。よって、高光強度下では、光から水素への光エネルギー変換効率は大幅に低下する。

光飽和点以下の光強度での照射では、光は光合成細菌の自己遮蔽効果によりフォトバイオリアクター深部まで浸透せず、リアクター深部において変換効率が向上するが、光エネルギーの絶対量が不足するため、フォトバイオリアクター全体の変換効率が低下する。逆に、水素発生量を増大させるため光飽和点を越える光強度での照射では、光はリアクター深部まで浸透するが、受光面近傍の光合成細菌は、過剰な光エネルギーの供給により光合成系のオーバーフローを起こし、リアクター全体の変換効率は低下する。

太陽エネルギーを利用した光水素発生を行った場合においても、朝夕時の弱光強度において高い変換効率を示すが、南中時近傍の高光強度において変換効率が著しく低下し、太陽エネルギーを有効に利用することが出来ない。よって、光飽和点を越える過剰光を有効に光水素発生に利用するための要素技術の開発が必要である。また、リアクター深部への光の供給が重要であることから、光の透過性を向上させ、リアクター全体の変換効率を高める問題も解決する必要がある。

上述のように、太陽光を用いた光水素発生に適したフォトバイオリアクターは、光強度が大きく変化する条件下においても、過剰光による光飽和の回避・過剰光の分散利用を可能とすることが求められるため、内部照射型や受光面の一部をエネルギー変換体で遮光した平板型リアクターが有効である。

光合成細菌の育種改良による技術課題の改善は水素発生酵素の改良 (N₂aseからH₂aseへの交換)、有機酸代謝の効率向上、光合成色素を減少させることによる光

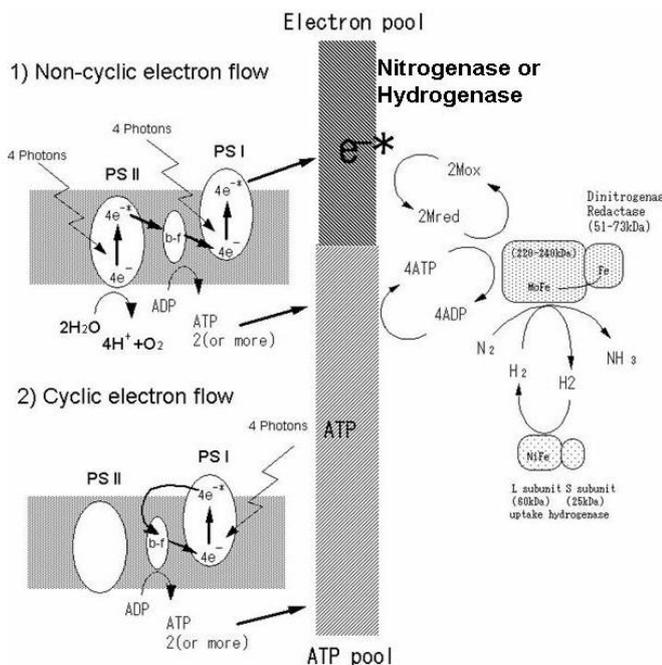


図3. 水素発生メカニズム

合成効率の向上などの代謝工学的検討が進められている。特に、光合成細菌の色素量を減少させることで自己遮蔽効果を軽減させ、光をフォトバイオリアクター深部まで浸透させることは検討されなければならない。光合成色素量の減少により、個々の菌体の水素製造能力は低下するが、全体の光エネルギー変換効率を向上できると考えられる。

4. 嫌気性細菌と光合成細菌を用いたバイオ水素生産

バイオ水素生産方法には大別して光合成による水や有機物の分解と、光合成によらない有機物分解の2つの方法がある。水分解は究極の技術として期待されるが、現状では、光エネルギー変換効率が太陽電池などと比較すると低く、受光施設の設置面積が大きくなるために、実用的には応用が困難である。一方、光合成ではない生物的方法である嫌気発酵は、有機物を分解することで水素を発生させるために、設置場所を問わず、夜間でも運転可能などの利点を有する。問題は、有機物を必要とする上に、有機物の完全分解ができないことにある。

嫌気性発酵の効率は水素価格の重要な要因である。嫌気発酵ではヘキソース換算で1モル当たり2モル程度しか得られない。高温性の嫌気性細菌ではより効率が上がるが、最大4モルが限界である。現在では3.8モル程度の水素発生が可能であるが、この値を得るためにバブリングや攪拌などによって反応を促進することも行われている。これらのエネルギーコストを低減させるとともに、より多くの水素を発生させ、かつ廃棄物の価値も高める方法を開発できれば、双方の持つ能力が相補的に働く。光合成細菌との組

み合わせによって、高効率の水素生産を工場敷地面積程度の限定された光受光面積で可能とし、また、廃棄物が動物飼育に有用である培養条件を明らかにし、最も安価に水素を製造することが可能である。

嫌気発酵は、有機物を分解することで水素を発生させるために、設置場所を問わず、夜間でも運転可能などの利点を有する。この点で、光合成細菌のようなリアクターコストは大きくならない。しかし、有機物の完全分解ができず、エネルギー資源の有効利用という点で問題がある。嫌気性細菌の反応は自由エネルギーが負の反応でなければ進まないため、酪酸や酢酸が生成し、それ以上の水素発生は起こらない。理論上の水素発生量である2モルもしくは4モルにとどまる。しかも、生成した有機酸や水素ガスが逆反応を起こすために、理論値には通常達しない。

効率を向上させる方法について、各国の研究者が競って研究を進めている。エタノール発酵経路とのカップリング、ペントースリン酸回路を用いる方法が検討されているが、実際にはこの種の反応が起こった例は報告されていない。

効率向上に最も有効であると考えられるのが、光合成微生物との組み合わせである。光合成細菌は光エネルギーを利用することができるために、自由エネルギーが正の反応も行うことができる。嫌気性細菌と光合成細菌の組み合わせによって効率の良い水素発生を行う方法は我々が世界で初めて提示したものであり、世界的にも多くの研究者によって研究が続けられている。本方法では、嫌気性細菌も水素生産を分担するため、光合成細菌単独の場合よりも面積当たりの水素発生能力も向上する。下記に反応のエネルギー収支とエネルギー図5を示す。

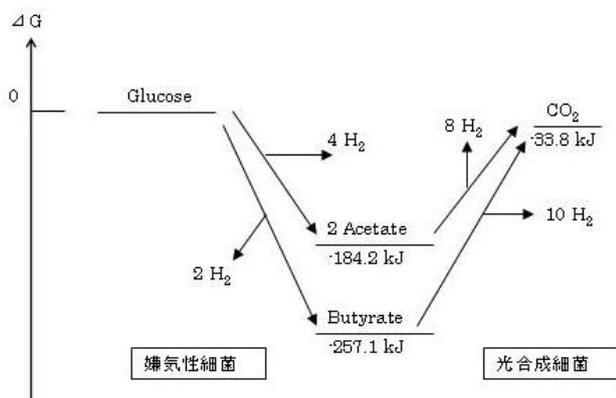
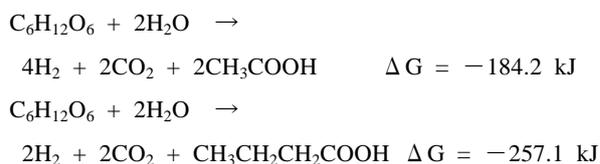
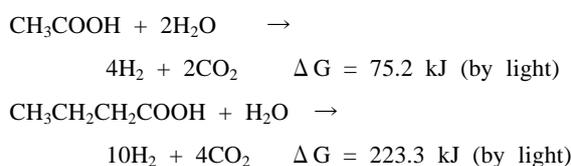


図5. 嫌気性細菌と光合成細菌の水素発生反応のエネルギー図(Miyake 1985)

嫌気性細菌による反応



光合成細菌による反応



題となっていることもあり、少なくとも一部の技術が利用される可能性が高いと考えている。日本においては、原油価格がこれ以上に高騰した場合には、農畜産廃棄物、ホテル・レストランや家庭生ゴミなどの処理として用いられると考えられる。すでに一部ホテルでは、メタン発酵技術が取り入れられており、エネルギー回収が実用化されているが、水素発酵はメタン発酵以上にエネルギー回収率が高いので、実用的な観点からいつでも実施されうる状態にある。

さらに、水素燃料の時代になった場合、この種の技術の応用可能性は高い。アジア諸国でのスタンダード形成につながれば、我が国の立場の強化になりうる。

文献

総説

1. 若山 樹, 中村 史, 三宅 淳 (2005) 光合成微生物を用いた水素発生用バイオ分子デバイスの開発, 生物工学会誌 83, 345-347.
2. Qian, D.-J., Wakayama, T., Nakamura, C., Wenk, S.-O., and Miyake, J. (2004) Monolayers and Langmuir-Blodgett films of photosystem I on various subphase surfaces, in *BIOHYDROGEN III* (Miyake, J., Igarashi, Y., and Rögner, M., Eds.), pp.161-169, Elsevier Science Ltd, London.
3. Miyake, J. (Editor) (2003) *BIOHYDROGEN III* (Miyake, J., Igarashi, Y., and Rögner, M., Eds.), Elsevier Science Ltd, London.
4. 若山 樹, 三宅 淳 (2003) 光合成細菌を利用したバイオ水素の製造、実用化に向けた水素利用技術, 水素利用技術集成 (エヌ・ティー・エス編), pp.162-199, エヌ・ティー・エス, 東京.
5. 若山 樹, 三宅 淳 (2002) 微生物による水素生産, 新エネルギー大事典 (茅 陽一監修) pp.348-354, 工業調査会.
6. 若山 樹, 三宅 淳 (2002) 光合成による水素生産, バイオマスハンドブック (日本バイオマス学会編), pp.189-197, オーム社.

論文

水素発生効率

7. Wakayama, T., and Miyake, J. (2002) Light shade bands for the improvement of solar hydrogen production efficiency by *Rhodobacter sphaeroides* RV, *Int. J. Hydrogen Energy* 27, 1495-1500.
8. Kondo, T., Arakawa, M., Hirai, T., Wakayama, T., Hara, M., and Miyake J. (2002) Enhancement of hydrogen production by a photosynthetic bacterium

mutant with reduced pigment, *J. Biosci. Bioeng.* 93, 145-150.

9. Miyake, J., and Kawamura, S. (1987) Efficiency of light energy conversion to hydrogen by the photosynthetic bacterium *Rhodobacter sphaeroides*, *Int. J. Hydrogen Energy* 12, 147-149.

光合成細菌と嫌気性細菌の混合培養

10. Asada, Y., Tokumoto, M., Aihara, Y., Oku, M., Ishimi, K., Wakayama, T., Miyake, J., Tomiyama, M., and Kohno, H. (2006) Hydrogen production by co-cultures of *Lactobacillus* and a photosynthetic bacterium, *Rhodobacter sphaeroides* RV, *Int. J. Hydrogen Energy* 31, 1509-1513.
11. Miyake, J., Mao, X.-Y., and Kawamura, S. (1984) Photoproduction of hydrogen from glucose by a co-culture of a photosynthetic bacteria and *Clostridium butyricum*, *J. Ferment. Technol.* 62, 531-535.

ヒドロゲナーゼ水素電極

12. Liu, A.-R., Qian, D.-J., Wakayama, T., Nakamura, C., and Miyake, J. (2006) Monolayers, Langmuir-Blodgett films of carbon nanotubes-cytochrome c conjugates and electrochemistry, *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Asp.* 284-285, 485-489.
13. Qian, D.-J., Nakamura, C., Wenk, S., Ishida, T., Wakayama, T., and Miyake, J. (2002) Palladium-mediated stepwise assembly of three-dimensional organized multiporphyrin arrays directly on solid substrates, *Langmuir* 18, 10237-10242.
14. Wenk, S.-O., Qian, D.-J., Wakayama, T., Nakamura, C., Zorin, N., Rögner, M., and Miyake, J. (2002) Biomolecular device for photoinduced hydrogen production, *Int. J. Hydrogen Energy* 27, 1489-1493.
15. Nakamura, C., Noda, K., Zorin, N. A., Akutsu, H., and Miyake, J. (2001) Cytochrome c3-Langmuir-Blodgett film for hydrogen evolving device, *Synthetic Metals* 117, 285-288.
16. Noda, K., Zorin, N. A., Nakamura, C., Miyake, M., Gogotov, I. N., Asada, Y., Akutsu, H., and Miyake, J. (1998) Langmuir-Blodgett film of hydrogenase for electrochemical hydrogen production, *Thin Solid Films* 327/329, 639-642.

光合成研究会ワークショップ「シアノバクテリアを体験しよう」

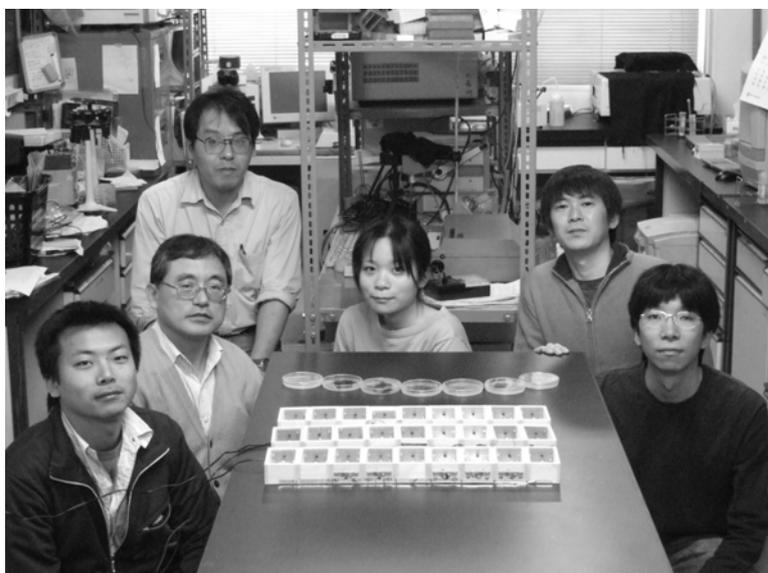
東京大学大学院総合文化研究科
池内昌彦

本ワークショップは2006年12月1日（金）から2日（土）にかけて、東京大学総合文化研究科にて開催された。参加者は、6名で、すでにシアノバクテリアを使っている人、光合成細菌を使っている人、ゲノムだけを扱っている人などさまざまであった。研究室も狭いが、少人数で和気あいあいで行った。初日の内容は、時間がかかるRNAの単離を助手の片山さんの指導で行った。方法としては、細胞の集菌法、抽出法、精製法などの詳しい説明をして、各自が試行した。光合成の活性や培養をしている人でも、RNAの単離はあまりなじみがないので、新鮮な印象を与えたようである。初日の夜は、談話室でアルコールとともにシアノバクテリアの話題であれこれ議論に花が咲いた。光合成細菌の培養や遺伝子操作法とシアノバクテリアの操作法ではいろいろなちがいがああり、また、それぞれの種でも違いがある。表現型に至っては、同一種でも株の変遷によって大きく変わることもある。

2日目は、シアノバクテリアの培養法について、代表的な培地（BG11 培地）の作り方、プレート作製法、ガスの供給法などについて詳しい説明をした。それぞれ研究室ごとにルールがちがうところでもあり、炭酸ガスの供給はとくに面倒である。混合ガスの作製法、ガスの無菌化、均等に多数の培養管に送ガスする、プレートでの長期培養法など、それぞれの研究室で工夫しているところでもある。日本は田宮先生以来の藻類培養法の伝統を引き継いでいるはずだが、私の知っている多くの研究室でもすでに大幅に簡略化されているところが多く、今回のワークショップを開催した私の研究室も伝統の継承はかなりアヤシくなってきている。一方、近年の分子生物学やゲノム生物学を取り入れている研究室では、ていねいな培養よりも、多数の変異体を培養・維持することが重要であり、簡略化は必須でさえある。このような状況では、今回のような機会は互いに有益であった。

ついで、細胞運動の観察を行った。シアノバクテリアの運動はなじみがない人が多いが、光受容体や運動装置など研究が進んでおり、各自が体験することは重要である。通常のデジタルカメラによるコマ落とし撮影法などによるムービーの撮影法も説明した。*Synechocystis* の細胞が断続的かつ集団的に運動する様は不思議な印象を与えたようである。また、糸状性種のホルモゴニアは、往復運動でありながら新しい適地を探し求める細胞運動で、こちらはその分子機構が全く不明という点でも興味を引

いた。本来ならば、運動装置である線毛を電子顕微鏡で観察できるようにすべきであったが、準備不足だった。また、顕微鏡や実体顕微鏡による雑菌の混入の確認も重要であるが、多少の具体例を見せて確認してもらったが、なかなかわかりにくかった。培養期間が長期にわたると思わぬ雑菌（またはカビ）が生えてくる。通常培養でよく混入してくる雑菌の中には信じられないほど検出が難しいものもある。顕微鏡でなければ識別できないものとはもかく、顕微鏡ではわからなくても、実体顕微鏡で気がつくものや、目視がもっとも識別しやすいが顕微鏡ではおそらく識別できないものなどさまざまである。今回はこのような変なものを用意することができなかったのは残念である。ついで、片山さんが自作されている小型の単色培養装置（写真参照）を見ていただいた。これは単色光のLEDを個別に備えた木製の小箱で、同時に複数の光照射実験をすることが可能である。この装置は、シアノバクテリアの光屈性という珍しい現象を解析するためのもので、小さいため写真では迫力がないが、非常にエレガントである。これに関連して、片山さんが収集している糸状性で空中に菌体を伸ばすタイプのいろいろなシアノバクテリアを観察した。これらは複雑な苔様のコロニーを形成し、見慣れた*Synechocystis*のようなものではなく、色もさまざま、知らなければ「シアノバクテリア」とはとうてい思えない。これらの株が無菌化され、クローン化されていることは驚異であり、その遺伝子操作法の確立が待たれる。



写真は参加者（一部）と片山さんの単色培養装置群



Photosynthesis 2007

The SECC, Glasgow

22nd - 27th July 2007

<http://www.photosynthesis2007.org/>

Organised by SEB on behalf of the International Society of Photosynthesis Research (ISPR).

The deadline for abstract submission is the 2nd May 2007.

----- Satellite Meetings -----

Solar Energy and Artificial Photosynthesis

The Royal Society, London

17 - 19th July 2007, with a limited discussion meeting on 20th July

Organised by Prof. Jim Barber (Imperial College, London, j.barber@imperial.ac.uk) and Prof. Daniel Nocera.

CAM and C4 Metabolism

The University of Cambridge

15 - 20th July 2007

www.plantsci.cam.ac.uk/c4cam/

Organised by Prof. Howard Griffiths (University of Cambridge, hg230@cam.ac.uk) and Dr. Anne Borland (University of Newcastle, a.m.borland@ncl.ac.uk).

PS007 Light-Harvesting Systems Workshop

Drymen, Scotland

19th - 22nd July 2007

Organised by Profs. Richard Cogdell (University of Glasgow, r.cogdell@bio.gla.ac.uk), Conrad Mullineaux (Queen Mary University of London, c.mullineaux@qmul.ac.uk), Bob Niederman (USA), Bob Blankenship (USA) and Bruno Brobert (FR).

VIth International Symposium on Inorganic Carbon Utilisation by Aquatic Photosynthetic Organisms

Malaga, Spain

16 - 20th July 2007

Organised by Francisco Gordillo (gordillo@uma.es), Xavier Neill (fxn@uma.es), Emma Heurtas (emma.huertas@icman.csic.es), Jesus Mercado and John Raven (j.a.raven@dundee.ac.uk).

State Transitions

Queen Mary, University of London, Mile End Road, London E1 4NS, UK

28th -31st July 2007

<http://www.statetransitions.org.uk/>

Organised by Conrad Mullineaux (c.mullineaux@qmul.ac.uk , +44 20 7882 7008) and John Allen (j.f.allen@qmul.ac.uk , +44 20 7882 3350).

Research Frontiers with Rubisco, the "Elixir of Life" in the Biosphere

Rothamsted Research

20th -21st July 2007

Organised by Prof. Archie Portis (USDA-ARS, University of Illinois) and Prof. Martin Parry (Rothamsted Research, martin.parry@bbsrc.ac.uk).

Imaging and Integrating Heterogeneity of Plant Functions: Functional Biodiversity from Cells to the Biosphere

Forschungszentrum, Jülich, Germany

29th – 31st July 2007

For information and registration, contact Prof. Dr. Uli Schurr (a.lorenz@fz-juelich.de, tel: 02461-61 4819).

新刊図書

光合成微生物の機能と応用

価格：68,250 円（本体 65,000 円＋税 5%）

→ http://www.cmcbooks.co.jp/books/m_t0529.php

★広範な範囲で研究・利用される光合成微生物の基礎から応用までを詳述

★食品・有用物質生産、農業・漁業への応用、環境浄化、水素生産、光電変換、
宇宙開発を目指した最新技術を紹介

書評「光合成微生物の機能と応用」

光合成微生物とはクロロフィルを持ち光合成を行う細菌、微細藻類の総称である。このうち原核生物であるシアノバクテリア（ラン藻）や酸素を発生しない光合成細菌は、培養や遺伝子の取扱い、光合成タンパクの生化学的取扱いが比較的容易なものが多く、これまでの光合成研究の進展に大きな寄与をしてきた。

しかしながら本邦においてはこれらの光合成微生物に関する知見を広く紹介した成書はここ 20 年以上出版されていなかった。一方で、光合成全般に関する研究は光合成微生物を主な材料としてこの 20 年で目覚ましい発展を遂げた。本書はその発展に直接関わってきた本邦の研究者達が分担して執筆しており、光合成微生物に関する研究の現状のみならず光合成全般に関する知識の理解にも大いに役立つものとなっている。さらに実際にこれから光合成微生物を使用してみようという人のためにも多くの具体的情報が盛り込まれており、目を通しておくことが必要な参考書といえるであろう。

本書の前半をなす第 1 章、第 2 章はいわば基礎編で、光合成および光合成微生物についてこれから学ぶ読者を意識して書かれており、第 3 章以降が応用編といえるが、応用編の中でも窒素固定機構や水素発生機能、イオウなどの物質代謝に関する基礎的解説や生態学レベルの基礎的知見が処々に紹介されており、基礎レベルの興味を持つ読者にとっても見逃せない内容が含まれている。

大まかな構成を紹介すると；

第 1 章は光合成微生物を主とする光合成生物全般の系統進化、光合成の機構、光合成器官や色素タンパクの機能と構造、光合成色素の種類・機能について詳細な紹介がされており、光合成生物の分布、生態に関しての紹介も含まれる。

第 2 章ではいくつかの代表的な光合成微生物について光合成機能を含めた生理・生化学、分子生物学的知見が紹介されている。さらに独特の光エネルギー利用系であるバクテリオロドプシンなどレチナールタンパクのイオンポンプについても近年の知見が詳細に紹介されている。

第 3 章以降は光合成微生物の農業、漁業への利用、食品・有用物質生産への利用、環境浄化への利用、水素発生・光電変換などエネルギー源としての利用などについて、数多くの事例をふまえて解説がなされており、この方面の研究者には大いに参考となると思われる。

以上のように本書は光合成微生物に関する基礎知識および利用について近年の成果を広く紹介したものであり、この分野に関心のある読者には是非一読を薦めたい書物である。難点としてはやや価格が高いことであるが、もし個人購入が困難な場合は組織・機関レベルでの購入を図るのも一計であろう。

首都大学東京・理工学研究科
教授 嶋田敬三

新刊図書

植物まるかじり叢書

「植物が地球をかえた！」

葛西奈津子著、寺島一郎（東京大学）責任編集
（日本植物生理学会監修、日本光合成研究会協力）

定価 1,260 円

出版社：化学同人

ISBN978-4-7598-1181-0

<http://www.jspp.org/25sosho/index.html>

----- 項 目 (インタビュー) -----

知られざる植物の世界へ（寺島一郎氏）

ジャイアントケルプの森から（川井浩史氏）

船に乗って海の生産者に会いにいけば（古谷研氏）

地球の大气と植物の運命（牧野周氏）

光と水のジレンマに生きる（館野正樹氏）

21 世紀に緑の革命をふたたび（前忠彦氏）

光合成色素を手がかりに生命進化の歴史を探る（伊藤繁氏）

地球環境と植物の将来をみつめて（伊藤昭彦氏）

*** Information ***

事務局からのお知らせ

★入会案内

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

記事募集

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

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

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

日本光合成研究会会員入会申込書

平成 年 月 日

日本光合成研究会御中

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

[]内に会員名簿上での公開承諾項目に○印をつけてください

[] 氏名（漢字）（必須）

氏名（ひらがな）

氏名（ローマ字）

[] 所属

[] 住所 1

〒

[] 住所 2（自宅の方または会報送付先が所属と異なる場合にのみ記入）

〒

[] TEL1

[] TEL2（必要な方のみ記入）

[] FAX

[] E-mail

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

賛助法人会員年会費 50,000 円（上記と会報への広告料を含む）

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

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

連絡先

〒464-8602 名古屋市千種区不老町

名古屋大学理学部物理教室 光生体エネルギー研内

日本光合成研究会

TEL/FAX: 052-789-2883

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

郵便振替口座 00140-3-730290

日本光合成研究会会則

第1条 名称

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

第2条 目的

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

第3条 事業

本会は前条の目的を達成するために、シンポジウム開催などの事業を行う。

第4条 会員

1. 定義

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

2. 権利

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

3. 会費

会員および賛助会員は本会の定めた年会費を納めなければならない。

第5条 組織および運営

1. 役員

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

2. 幹事

幹事数名をおく。幹事任期は4年とする。幹事の再任は妨げない。

3. 常任幹事会

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

4. 幹事会

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

5. 事務局

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

6. 役員および幹事の選出

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

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

第6条 総会

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

第7条 会計

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

付則

第1 年会費は個人会員 1,500 円、賛助会員一口 50,000 円とする。

第2 本会則は、平成14年6月1日から施行する。

第3 本会則施行後第一期の会長、事務局長、常任幹事にはそれぞれ、第5条に定める規定にかかわらず、平成14年5月31日現在の会長、事務局担当幹事、幹事が再任する。本会則施行後第一期の役員および幹事の任期は、平成14年12月31日までとする。

日本光合成研究会の運営に関する申し合わせ

1. 幹事会：

幹事は光合成及びその関連分野の研究を行うグループの主催者である等、日本の光合成研究の発展に顕著な貢献をしている研究者とする。任期は4年とするが、原則として再任されるものとする。

2. 事務局：

事務局長の任期は2年とするが、本会の運営を円滑に行うため、約5期(10年)を目途に再任されることが望ましい。

3. 次期会長：

会長の引き継ぎを円滑に行うため、次期会長の選挙は任期の1年前に行う。

4. 常任幹事会：

常任幹事会の運営を円滑におこなうため、次期会長は常任幹事となる。

幹事会名簿

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

編集後記

研究室を去る人を送り出して、やっと学会が終わり、一息つけるかなあと思った時には、もうすぐに新学期になってしまいました。桜もパッと咲いて、そしてもう散ろうとしています。ドイツ人の先生が「今頃、日本では皆、桜を楽しんでいるでしょう」とメールをくれました。西洋の人から見ると桜はただ「きれい」なのか、それともやっぱり「もののあわれ」を感じるのか……。今回も、このあわただしい時期に、原稿を書いてくださった先生方に感謝したいと思います。

＜筑波大学 野口 巧＞

日本光合成研究会 2007-2008 年役員

会長 伊藤 繁 (名古屋大学)

事務局 田中 歩 (北海道大学)

常任幹事 大岡宏造 (大阪大学) (日本光生物学協会)

常任幹事 藤田祐一 (名古屋大学) (会報担当)

常任幹事 野口 巧 (筑波大学) (会報担当)

常任幹事 鈴木祥弘 (神奈川大学) (ホームページ担当)

常任幹事 高橋裕一郎 (岡山大学) (企画担当)

庶務 中村洋子 (名古屋大学)

光合成研究 第17巻 第1号 (通巻48号) 2007年4月27日発行

日本光合成研究会

名古屋大学理学部物理教室

光生体エネルギー研内

〒464-8602 名古屋市千種区不老町

FAX: 052-789-2883

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

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

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