

## 光合成機構に関する西独グループとの共同研究

Cooperative Research with German Laboratories on the Molecular Machinery of Plant Photosynthesis

渡辺 正\*

Tadashi WATANABE

## はじめに

植物の光合成は、太陽光エネルギーを取り込んで高エネルギー物質を作る大規模な化学プロセスで、地球上のほとんどの生物はこの生産物を分解・再構成することによって生を維持する。地上の覇者を自認する人類も、植物にとっては単なる寄生虫にすぎない。

光合成の効率は高く、1光子の吸収で確実に1電子が動く。光過程を駆動する最小の機能単位は、数十種類の分子が三次元的に組み上がった構造体で、1ミリグラムの緑葉はこうした機能単位を約1兆個含む。この超微小構造体の成り立ち、つまりどんな分子がどのように集合して機能を発現しているかは、生物学のみならず工学にとっても大いに興味あるところであり、膨大な数の研究者がその解明に挑戦しつづけている。しかし現在でも、多くの部分がブラックボックスの中である。

光合成の分子機構を明らかにする上では、何はさておき機能単位構成部品の種類と数を正確につきとめる作業が不可欠のはずだが、従来この作業が必ずしもきちんと行われてきたとはいえない。最大の障害は、生体外に取り出された分子の変性しやすさである。これに気づいた5年ほど前から、光吸収と初期電荷分離とを担う色素クロロフィル類を対象に、その精密計測手法の検討を始めた。その途上で、今までだれも話題にしなかったクロロフィル誘導体のひとつ（正確な記述は本稿の趣旨にそぐわないので、仮にXと呼ぶ）が、機能単位あたり1分子だけ（色素総量の約0.1%）、しかもかなり重要な部品として働いているらしいことを見つけた。

86年に米国Providenceで開かれた第7回国際光合成会議でこれをポスター発表したところ、そのセッションのパネル討論で座長が話題のひとつに取り上げてくれた程度には関心を引いたようであった。ところで同じ会議に、西独Philipps大学Senger教授とMünchen大学Scheer教授の共同で、やはり微量の機能分子を追求するという発想に立つ研究の結果が報告された。その中で彼らは、光合成器管の中でXが働いているとわれわれが推測した

\*東京大学生産技術研究所 第4部

まさにそのサイトに、ほぼ同量の別のクロロフィル誘導体（Yと呼ぶ）を見いだしたといひ、しかもXには言及していない。

重箱の隅をつつくような話ではあるが、あるいはブラックボックスの隅を照らし出すことになるかもしれないとの期待もあり、互いの結果のくいちがひについて両教授と大いに議論した。しかし実験の現場に立たなければ理解し合えない事柄も多く、近々そうした機会を作ることを約して帰国した。たまたま同年10月にSenger教授が応用微生物研究所の現所長・宮地教授の客員として来学した折り、われわれの実験室で若干の細かい検討を行うことができた。その結果はどちらもわれわれのほうに分がありそうであったが、色素Yについてすでに数篇の論文を発表していたSenger教授も簡単には引き下がらない。

前置きが長くなったが、このような経緯で渡独を希望していたところ、幸いに昭和62年度三好研究助成金のご援助を受け、同年7月14日から約2週間の出張が可能となった。主な目的は両教授の部屋で実験を担当している研究者と討論し、また互いの試料をcross-checkする実験によってXかYかの決着をつけることであったが、それ以外に、今後本腰を入れて進みたいと思っている生物関係分野の知人をつくり、最近の研究動向を調査することも念頭に置いた。

## Philipps大学植物学科

Frankfurtから北上する列車に乗り、近代有機化学の揺籃の地Gießenを経由して約70分で着く小ぎれいな町Marburgに、Philipps大学はある。東大とは因縁浅からぬ大学で、筆者が到着する1週間前には、相互交流協定の調印に森総長が訪問された。また上記の宮地教授を始め多くの生物関係の研究者がたびたびSenger研を訪れておられるし、86年夏には本所妹尾教授がEbert教授（物理化学）の部屋に約2ヵ月滞在された。創立460年目にもなるまことに古い大学である。文科系の学部は昔どおりダウンタウンにあるが、理科系の諸学部は1977年、町の中心から車で10分ほどの丘陵Lahnbergeに造営された新

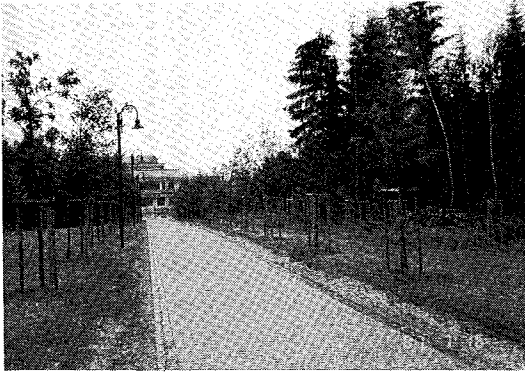


写真1 Marburg大学Lahnbergeキャンパス、歩道の奥に見えるのが生物学部の一角

キャンパスに移転した、Neubaukomplexと呼ばれるさまざまな学部学科の建物が広大な開拓地に点在し、まさに森の小道と呼ぶにふさわしい歩道がそれぞれをつないでいる(写真1)。

筆者が到着して10分もしないうちに、以前Senger研に滞在し色素Yについて研究されたという京大植物学科の加藤講師が偶然ぶらりと立ち寄られた。Senger教授自身は国際会議(と夏期休暇)のため連合王国へ出向していたが、実際にY関係の仕事を進めているDörnemann博士と加藤講師と3人でその日は実質的な議論をし、現在の問題点と今後検討すべき事項を浮き彫りにすることができ幸いであった。翌日から2日間は研究室にフルに滞在し、約1時間のセミナー、実験室見学、Dörnemann博士や大学院生との話し合いを通じてさらに互いの研究手法・実験結果に関する理解を深めた。とくに実験室見学では、さすがに本格的な生物培養設備や分離分析設備など、筆者にとってあるいは近々必要になるかもしれない装置をじっくりと見ることができ参考になった。また、植物学を含めた生物学が急速に分子化学の方向へ移行しつつある現場を目のあたりにし、化学部門に籍を置く者として何となく勇気づけられた。

### ベルリン再訪

Senger教授が不在のことであり、Marburgは4日間で切りあげて、最初の予定にはなかったが、長期出張を含め2度訪れたことのある西ベルリンのFritz-Haber研究所とHahn-Meitner研究所を表敬訪問することにした。後者で光電気化学・固体物性の研究室を持つTributsch教授にMarburgから電話したところ、遠慮なく来いと言う。結局7月19日から3日間ベルリンに滞在した。

Fritz-Haber研究所は86年の末に創立75周年を祝い、このとき偶然にも電子顕微鏡の創始者Ruskaが86年度ノーベル物理学賞を受賞した。79年から1年間留学したときの所長Gerischer教授より載いた75周年記念の小冊

子には、若かりし頃のRuska, Einstein, Laueなど錚々たる碩学の写真が掲載されているが、残念ながらRuska受賞の記事は間に合わなかったという。ここでは、留学時代の研究仲間と旧交を暖めた。

Hahn-Meitner研究所のTributsch教授は実に色々なことに興味を持つ人で、そのうちのひとつは、チリ政府の委嘱で進めている、細菌を利用した採鉱技術の開発である。チリから来たGonzalezといういかにもスペイン的な名前の老教授が、鉄鉱石を溶かす細菌の姿を熱心に顕微鏡観察していた姿は印象的であった。Tributsch教授はドイツ語はもちろん英語・イタリア語・フランス語・スペイン語を自由に操る。Gonzalez教授とスペイン語で話しながら、片言しかドイツ語を理解しない筆者へは流暢な英語で解説してくれる。狭いヨーロッパの学界で若くして頭角を現すには、彼のように言葉の障害を解消する努力も必要かと大いに感じ入った。光合成の話にも昔どおり関心を示し、筆者に1時間のセミナーの機会を与えてくれ、その際、さまざまな分野の研究者から有益な質問やコメントを受けた。Tributsch教授とは研究以外に個人的な相談事もあって、7月20日にはご自宅を訪れて歓談の一夕を過ごした。

### München大学植物学研究所

7月22日の朝にベルリンを発ち、最後の訪問先であるMünchen大学植物学研究所(Botanisches Institut)へ向かった。裏手に整備の行き届いた植物園(入場有料)を擁する研究所で、薫のからんだ建物がこの庭によく溶け込んでいる(写真2)。ホストのScheer教授は化学畑の出身で、色素Yの問題については、MarburgのSenger研で単離した試料を物理化学的にキャラクタライズするという形で共同研究を進めている。知り合う機縁となった86年の国際会議以来、何度か手紙で意見交換をした結果、XかYかの議論に決着をつけるにはまず分析手段を共通にすることが先決であるとの合意に達した。Scheer研でわれわれとほぼ同じ装置を購入し、まさに運転を始めよ

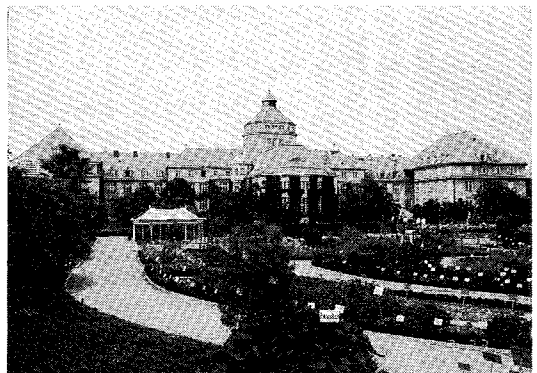


写真2 München大学植物学研究所と、裏庭の植物園

うという時点で訪問することとなった。したがって、装置の性能を共同でチェックすることと、帰国後にわれわれの側で独立に調べるための色素Yのサンプルを受け取ることが主な目的であった。

週末をはさんで6日間Scheer研に滞在して、上記のテーマを担当している大学院生のStruck君などとの共同実験・討論やセミナー講演を通じ、最終的な結論を得るには至らなかったが、Senger研にいた時点より一段と議論の焦点を絞ることができた。なお、帰国して約8カ月が経過した現在、XかYかの問題は、ほぼわれわれのX側に軍配が上がり、Senger教授もScheer教授も徐々にそのことを認めつつある。分子の1個所がどうなっているかという、見ようによっては実に小さな問題ではあるが、ひょっとすると先々重要な議論につながるかもしれないとの期待はある。ここまで達することができたのも、ひとえに現場の作業をこの目で見、現場で議論する機会を得たおかげであり、奨励会のご援助に心より感謝している。

München訪問はまた色々な副産物をもたらした。ひとつは、論文で名前だけは知っていたイスラエルのSchertz博士が、筆者と同じ日にScheer研の客人となり、しかも、3日間ではあったが一緒にScheer教授の自宅に居候を決めこんで、大いに飲みかつ話ることができたことである。植物学研究所では、光合成器官に特有な酵素の研究で世界的に著名なRüdiger教授その他の知遇を得るこ

とができた。また、Scheer研との共同研究を通じて、連名の学会発表や論文発表がいくつか予定できることとなり、さらには、Scheer教授監修で1990年刊行予定のモノグラフ“Chlorophylls”に共著者としてノミネートして戴けることとなった。

### 緑 の 中 で

今回の訪独では、Frankfurt-Marburg-Berlin-München-Frankfurtという、全長およそ1,400キロのほぼ直角二等辺三角形をした行程を、今までと違ってすべて鉄道で移動したが、ドイツが緑に富んだ国であることにあらためて驚かされた。なだらかに起伏しつつ地平線まで続く広大な耕地や牧草地の中、教会に寄り添うように出来上がった小さな村がときどき車窓をよぎり、太陽が生命の源であることを実感できる。全国土のほぼ半分が農地で、国民一人あたりの農地面積が日本の5倍近くにもなるドイツならではの風景である。このように確たる基盤を持つ国なら、多少の嵐ではびくともしないだろう。翻ってわが国を考えると、食糧自給率は今や3割台にすぎないのに休耕田などというものをせっせと増やし、工業原料もほとんどないに等しい。どこかの大国に知らず知らず操られて、気がついたら電気製品と車を作るだけの国になっていた——そんな悪夢が現実にならないことを祈る。(三好研究助成報告書 1988年3月25日受理)

