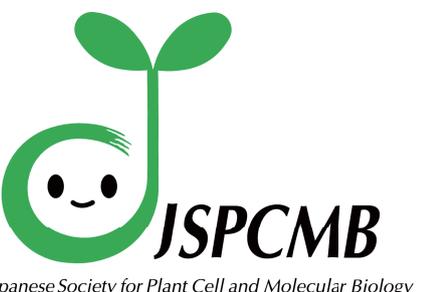


# 日本植物細胞分子生物学会 30年の歩み



2011年9月  
日本植物細胞分子生物学会

Japanese Society for Plant Cell and Molecular Biology

## 目次

「日本植物細胞分子生物学会 30 年の歩み」 刊行にあたって	山川 隆	3
学会創立 30 周年記念冊子に寄せて	原田 宏	4
日本植物細胞分子生物学会創立 30 周年にあたって	山田康之	5
駒嶺穆先生の逝去を悼んで	福田裕穂	6
日本植物細胞分子生物学会の軌跡		7
<学会の歴史を語る>		9
庄野邦彦、内宮博文、鎌田 博、森川弘道、岩渕雅樹		
歴代役員		15
学会賞		18
会員からのメッセージ		
<社会への貢献を語る>		24
牛山敬一、松原浩一、田中良和		
<今そして未来を語る>		28
吉川孝文、小鞠敏彦、三位正洋、綾部真一、 若狭 暁、高岩文雄、柴田大輔		
橋本 隆、射場 厚、平井優美、矢野 健太郎、 渡邊和男、小野道之、小泉 望、小関良宏		
<次の 20 年を語る>		45
佐藤文彦、斉藤和季、江面 浩		
ロードマップ作成委員会からの提言（中間報告）		48
編集後記		50

## 「日本植物細胞分子生物学会 30 年の歩み」 刊行にあたって

2011 年 9 月 6 日

編集長 山川 隆

日本植物細胞分子生物学会は本年度で創立 30 年を迎えました。本冊子は、本学会のこれまでの歴史をまとめて、本学会 30 年の歴史を紐解き、記録に残し、次の世代へとつなげることを目的として、刊行が企画されたものです。これまでの歴史を振り返るとともに、今後発展する分野の研究紹介も取り入れました。

本学会は、前身を日本植物組織培養学会として 1981 年に設立され、1995 年に日本植物細胞分子生物学会と改称され、現在に至っています。その間、1982 年には第 5 回国際植物組織培養会議を東京と山中湖で開催しています。この国際会議は植物の組織培養を共通の技術としていた本学会が大きく発展する時期と重なりました。この頃から世界では植物の分子生物学も大きく発展し、基礎研究のみならず実用化の研究も進み、やがて遺伝子組換え作物の農業への利用も始まりました。本学会もこの大きな時代の流れに乗って基礎から応用開発研究までその指向する分野も大きく広がりながら発展してきました。そこで、本冊子では学会組織の記録のほか、先輩の先生方にはこれまでの学会の歴史を書き留めて頂くとともに、これまで行なわれた基礎研究や、産業化した研究をご紹介頂き、若い方々にはこれから発展する研究分野を紹介して頂くことに致しました。それは本学会の会員が学会の歴史を知るのみならず、多くの研究を知ることから今後の研究の発展に役立てて頂きたいと思ったからであります。本冊子では、学会の歴史、社会貢献、研究の経緯、新しい研究分野などについて、書式にとらわれず自由に書いて頂きました。最後になりましたが、本冊子に原稿をお寄せいただいた会員、元会員の方々に御礼申し上げる次第であります。

## 学会創立 30 周年記念冊子に寄せて

筑波大学・名誉教授 原田 宏

1982 年夏に、山中湖畔を中心に開催された、我国で最初の植物組織・細胞培養国際学会から、早くも 30 年の月日が流れようとしている。その前年の 1981 年に当時、私の勤務先であった筑波大学で開催された年大会に相当する「植物組織培養シンポジウム」は「研究会」としては最後の行事となり、翌年の国際大会を目指して、組織の名称も「研究会」から「学会」に改められた。そして既に 1 年後に迫っていた国際学会に向けて準備が加速されることになった。私も実行委員の一人として、微力ながら具体的な実施計画の立案に参加し、諸々の現実的な問題の解決にも対応することになったので、当時の苦労話や思い出話にもこと欠かない。しかしそれらについては他に執筆される方もおられると思うので、私としてはこの機会に 1979 年迄、20 年近く過ごした米・仏での研究生活を背景に、最近の感想を 2、3 述べさせて頂くことにする。

1957 年といえば既に半世紀以前のことになるが、当時、私の留学先であったコーネル大学で目にした光景を、今なお折りにふれて思い出す。F. C. スチュワート博士の研究チームが、ニンジンのカサの懸濁培養細胞から不定胚を形成させることに成功し、それが確認された頃である。博士は得意気な様子で培養フラスコを掲げ、「さあ、みんな、見てくれ」と言わんばかりに植物学科の研究室をまわっていた。当時、私が指導を受けていたのは偶々フランスからの J. P. ニッチ博士で、その研究室の階上がスチュワート研究室だった。いつも温厚なニッチ博士も、「これが本当に単一細胞から分化したものならたいしたものだが」と言いつつ、「もしかしたら複数の細胞から成るカサ塊からできたのではないか」と、つぶやいていた。それ程、当時は簡単には信じられないことだったのだ。敗戦国からの貧乏留学生だった私も、自分の研究の行く手が示されるような気分を味わったものだ。植物組織細胞を通して分化全能性への光明を強く意識したのもこの時期である。それから約 1 年後に、ニッチ博士に誘われるがまま渡仏した私がお会いしたのは、組織培養の始祖とも言われた R. J. ゴートレ教授であった。後年、親しくお話を伺う機会もしばしば得たが当時のパリ大学のゴートレ教授の研究室は、重々しく黒ずんだ木の壁や床といい、天井まで届く本棚に並ぶ革表紙に金文字を押した書籍といい、また 10 センチ以上の厚み

のある木製の実験台に並ぶ分銅式の天秤や古めかしい恒温器といい、古い伝統を感じさせる荘重な雰囲気であった。一方、ニッチ研究室はパリ郊外に設立された真新しい研究所にあって、万事アメリカ式に機能優先であった。ゴートレ教授は植物の組織培養、ひいては分化全能性の研究分野の創始者の 1 人であると同時に、植物に対する畏敬をもって、自然界の神秘に分け入る“古い”科学者の掉尾を飾った人でもあった。

彼に続く次の世代のスチュワートら多くの研究者によって、組織培養の分野は大きく発展したが、その時代を経て「分化全能性」に取り組むも現在の世代は、すでに個体としての植物や植物社会の姿を離れて、専ら分析機器やコンピューターによる遺伝子解析に向かっているようだ。荒っぽく言えば、「大自然」から「実験室」へ、そして「コンピューター」へ、ということにでもなるか。

滅多なことでは海外出張をされないゴートレ博士が、山中湖畔での大会に高齢にも拘わらず出席されたのは、専門的な興味はもとより、それにも増して、日本の伝統・分化に少しでも触れたいという強いご希望があったようだ。

組織・細胞培養から始まった分化全能性の研究は、1970 年代末から分子生物学の手法を駆使して現在に至っているわけだが、最近の若い研究者や学生諸君を見ていて、ふと不安を覚えるのは、彼らがあまりにもコンピューターや分析機器上の解析に熱中していて、自然環境の中にある動植物と交流する余裕を失っているのではないか、ということだ。

私はゴートレ教授が退官された折に譲ってくださった大量の文献を基に「ゴートレ文庫」を鎌田 博氏の協力を得て、筑波大学遺伝子実験センターに設立したが、古い科学文献を漁るのは、何も科学史研究者の仕事、というのではなく、この分野の先達やその後続いた新旧のはざまを生き延びた研究者たちの自然観を追い、自然環境の中にある動植物に直に触れ、そこから人間のあり方にも思いを巡らす...そんな行為は“古い”ようである、結局は先端を論じるときに必要なことであろうと思われる。

この機会に、若い研究者の方々が、研究材料としての植物の利点を最大限に生かして、益々のご活躍をされることを心から願っている。

## 日本植物細胞分子生物学会創立 30 周年にあたって

奈良先端科学技術大学院大学 京都大学・名誉教授 山田 康之

日本植物細胞分子生物学会創立 30 周年、誠におめでとうございます。

歳月の経つのは早いもので学会が創立した時に生まれた赤ちゃんは既に大学も卒業して、職に就いている年齢になります。振り返りますとこの 30 年の間、いろいろなことがありましたが、苦しかった事は全て忘れてしまい、現在では楽しかった良い思い出以外何ものもありません。これは、この学会の会員の皆様が非常に学会に対して愛情を持ち、困難な時も共にご協力いただき、その苦難の時代を耐え忍ばれた事によると思います。現在、日本は東日本大震災の被災で非常に困難な時代を迎えております。東日本頑張ろうの言葉をマスコミで見ない日はありません。今日までの学会の苦難などはこのことに比べると比較にはなりません、学会員の皆様の心意気が私の中には記憶として強く残っております。

私は平成 6 年 (1994) 1 月 1 日から平成 7 年 (1995) 12 月 31 日まで、日本植物組織培養学会の会長を務め、平成 7 年 7 月 14 日の評議員会にて学会の名称の変更が決まりまして、平成 7 年 11 月 15 日に日本植物細胞分子生物学会の会則が公布されました。ここに至るまでの間、いろいろな論議があり、今後も植物組織培養を中心に学会を運営する考え方、新しく起こってきた分子生物学の考え方を導入した学会の在り方の二つが大きく論議されました。その当時の会員の多くは植物組織培養をひとつの技術として長年研究された方々であり、段々と高齢化の傾向がありました。そこで、学会としては新しい分子生物学の学問領域を本学会に導入するために若い研究者に本学会に参加してもらえようとする必要がありました。

長い間の論議の末、ついに学会の名称も変更し、学会の趣旨を以下のように決めました。会則 2 条に“植物の組織培養、分子生物学および分子細胞工学の基礎研究とその応用開発研究の発展を目指して、理学、農学、薬学、工学などの多方面の分野における研究者の協力と研究情報の交流を図ることを目的とする。”と学会の学問領域を拡大いたしました。さらに、当時実用化が非常に盛んであった植物組織培養や形質転換などの分子細胞工学技術を駆使して実用化された、また実用化間近の研究成果に対し日本植物細胞分子生物学会技術賞を創成しました。

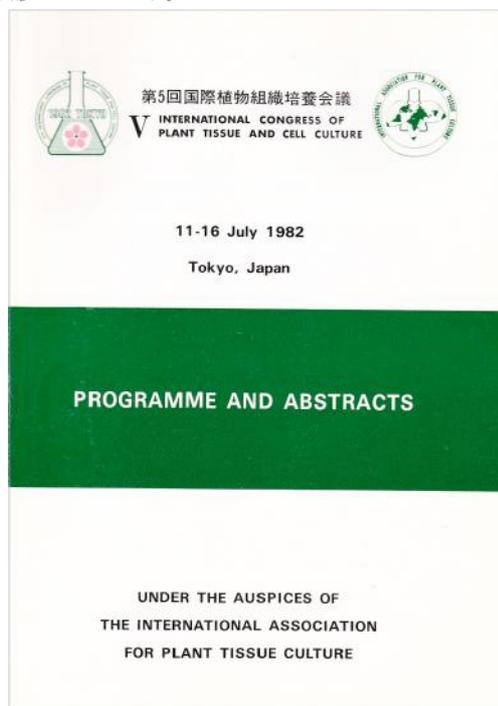
私のこれらの多事にわたった会長在任期間中、幹事長として関谷次郎先生、編集委員長として鎌田 博先生、会計監査として児玉徹先生、田端守先生になっていただき、幹事として橋本 隆先生、小関良宏先生、佐藤文彦先生、山川 隆先生のご協力を得ました。これらの執行部の皆様のご支援なしには私は会長職を十分に果たすことができなかつたと思います。また、新しく学会が発足するために、当時会長を務めておられた岩淵雅樹先生の核酸タンパク質研究会から研究者の導入、また研究会の基金のご援助など絶大なご支援をいただきまして、合体した一つの学会となりました。ここに岩淵先生はじめ核酸タンパク質研究会の皆様から心からの謝意を呈します。

新しい学会の発足に当たり、ひとつの大きな問題が残りました。それは、これまで本学会は上部団体として国際組織培養学会に所属しておりました。そして、我々日本植物組織培養学会の会員も会費を納付し、国際組織培養学会から雑誌を

配布されておりました。ところが分子生物学も包含するに当たり上部学会として国際植物分子生物学会に所属したい希望者も出て参りました。そこで、最終的には本学会員のそれぞれの希望によって所属上部学会を決めることに致しました。これらの上部国際学会との交渉は我が国の National Correspondent 1 名が接触しておりました。最初の National Correspondent に国際学会にて私が任命されましたので、会長になる前から国内学会員の国際学会会員としての会費徴収ならびに国際学会からの雑誌の配布など非常に煩雑な仕事が多くありました。当時、私は京都大学農学部にて勤務しており多くの秘書の方々の協力を得て責務を果たすことが出来ました。

次に、非常に本学会に貢献されました駒嶺穆先生が本年 7 月に急逝されましたので、先生に非常にご尽力をいただいた我が国における第 5 回国際植物組織培養会議について、少し触れておきます。昭和 57 年 (1982) 6 月 11 日から 16 日に山中湖にて日本植物組織培養学会が第 5 回国際植物組織培養会議を開催しました。大会委員長は藤原彰夫先生で、駒嶺穆先生と中島哲夫先生が幹事長になられ大成功裡に終了することが出来ました。これによって日本植物組織培養学会の名前が国際的にも大きく認識されたと思います。その当時のプログラムとアブストラクトの表紙を記念のために添付いたしました。

当時、学術ならびに学会のために貢献された多くの方々はずでに 80 歳以上になられたり、物故者になられています。今日の日本植物細胞分子生物学会はこれらの多くの先人の努力によって今日に至っていることは間違いありません。現在、順調に成長している本学会がいつまでも基礎研究ならびに応用研究において、国際的にも大きく貢献されることを願い、また会員の全ての方の益々のご健勝を祈って創立 30 周年のご挨拶といたします。



## 駒嶺穆先生の逝去を悼んで

東京大学大学院理学系研究科 福田 裕穂

駒嶺穆（こまみねあつし）先生は、今年の3月に癌の進行により体調を崩され、5月から入院・療養していたところ、去る7月6日午後3時32分、ご家族に見守られる中、永眠された。心よりご冥福をお祈りする。享年82歳。生前言っていた通り、生涯現役を貫いた見事な一生であった。通夜、葬儀・告別式には、猛暑の中、併せて800人ほどの教え子、関係者が参列し、駒嶺先生の人徳が忍ばれた。私は葬儀委員長として火葬場まで同行し、文字通り骨を拾うこととなった。従前、あまり力になれないが、骨だけは拾うと駒嶺先生に、憎たれ口を利いていたのが現実になってしまったのが、悲しいし、一方では約束を果たしたという思いもあり複雑である。

駒嶺穆先生は、本学会の前身である植物組織培養学会の会長、学会誌の編集長を務められ、1982年の山中湖で開催された国際植物組織培養学会では事務局長として八面六臂の活躍をされた、本学会の育ての親の一人である。また、東京大学、東北大学、日本女子大学、東京農業大学で多くの学生を育て、同時に、多くの海外研究者を受け入れ教育した、偉大な教育者でもある。日本植物学会会長、横浜市立大学木原生物学研究所所長などとして植物科学の振興に務められた、植物科学全体のリーダでもあった。

研究面では、よくご存じのように、植物形態形成研究、植物代謝研究に組織培養法を導入し、新たな研究領域の発展に貢献した研究者である。戦略はシンプルで力強い。植物の形態形成を研究したいなら、解析に適した組織培養系を作って、個体内で起きる現象をシンプルに抽出して解析しようとするものである。ニンジン同調的不定胚形成系、ニチニチソウ細

胞周期同調系、ニンジン木部分化誘導系、ヒヤクニチソウ道管細胞分化系、ニンジンアントシアン合成誘導系など、駒嶺研究室で開発された優れた実験系は多数あり、これらを用いて、オーキシンやサイトカイニンの分化誘導における役割、細胞分裂と細胞分化の関係、新たな代謝経路など、多くの国際的な発見がなされた。こうした独特な研究を慕って、インド、韓国、中国、カナダ、アメリカなど様々な国の研究者が駒嶺研の門を叩いた。

駒嶺先生は仁の人であった。とりわけ若い人に優しく、誰であれ懐に飛び込んできた若者は親身になって世話をした。私たちは、このような懐の深い研究者・教育者を師に持った幸運にどれほど感謝したであろうか。今回の葬儀に教え子の数を遙かに越える人が集まったのも、そのような駒嶺先生の優しさに助けられた人が多かったためであろう。駒嶺先生は、また用意周到な人でもあった。国際植物組織培養学会の折には、外国から来るゲストの日程を把握し、一人一人に対して、研究室の学生を成田空港まで派遣し、東京まで、場合によっては、山中湖までガイドさせた。死に臨んでもその態度が変わることはなかった。病状の悪化する中、6月26日には、奇跡的回復を見せ、先生の誕生日を祝う教え子たちの会に1時間もの長い間出席され、最後の笑顔を見せくださった。また、私たちが病床に呼び、先生の担っている仕事の後継や引き継ぎの手順を指示し、さらにはご自分の葬儀の手配を事細かく指示するなど、すべてをやり遂げた上で旅立った。まねの出来ない見事な旅立ちであった。合掌。

## 日本植物細胞分子生物学会の軌跡

	学会の名称	年会／シンポジウム	特記
1968	植物組織培養シンポジウム 準備会	第1回植物組織培養シンポジウム（東京）	第1回シンポジウムを東京で開催、以後隔年開催
1969			
1970		第2回植物組織培養シンポジウム（京都）	
1971			
1972		第3回植物組織培養シンポジウム（名古屋）	
1973			
1974		第4回植物組織培養シンポジウム（東京）	
1975			
1976		第5回植物組織培養シンポジウム（仙台）	
1977			
1978		第6回植物組織培養シンポジウム（札幌）	研究会発足
1979			
1980	日本植物組織培養研究会	第7回植物組織培養シンポジウム（筑波）	学会発足決定
1981	日本植物組織培養学会 <学会の発足>		国際植物組織培養学会(IAPTC)の日本支部として、日本植物組織培養学会が発足
1982		第5回国際植物組織培養会議（東京・山中湖）	
1983		第8回植物組織培養シンポジウム（富山）	
1984			
1985		第9回植物組織培養シンポジウム大会（神戸）	学会誌 "植物組織培養 (Plant Tissue Culture Letters)" 創刊、(財)学会誌刊行センターにて作製
1986			第6回国際植物組織培養会議（ミネアポリス）
1987		第10回植物組織培養シンポジウム（仙台）	
1988		第1回植物組織培養コロキウム（筑波）	以後コロキウムを隔年開催
1989		第11回植物組織培養学会大会、シンポジウム（岡山）	
1990		第2回植物組織培養コロキウム（花巻）	第7回国際植物組織培養学会（アムステルダム）
1991		第12回植物組織培養学会大会・シンポジウム（名古屋）	(株)養賢堂にて学会誌作製と会員管理業務委託
1992		第3回植物組織培養コロキウム（新潟）	
1993		第13回植物組織培養学会大会ならびに国際植物分子生物学シンポジウム（京都）	
1994		第4回植物組織培養シンポジウム（金沢）	第8回国際植物組織培養学会（フローレンス） コロキウムをシンポジウムと改称
1995		第14回植物組織培養学会大会（東京）	学会名改称決定・植物核酸タンパク質研究会と合同決定 公開国際シンポジウム（東京）

1996	日本植物細胞分子生物学会	第5回植物細胞分子生物シンポジウム (東広島)	公開講演会(シンポジウム)(東広島)以降毎年開催
1997		第15回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(熊本)	大会とシンポジウム(旧称コロキウム)を統合して以後毎年開催 学会誌英文化、"Plant Biotechnology"に改名 会員のIAPTCへの加入が任意に
1998		第16回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(仙台)	第9回国際植物組織培養学会(エルサレム)
1999		第17回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(札幌)	
2000		第18回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(静岡)	学会HPの立ち上げ(当初、かずさDNA研究所のサーバーから)
2001		第19回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(東京)	学会誌PDFをHPで公開
2002		第20回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(奈良)	J-STAGEで電子ジャーナル化・公開開始 要旨集がA4版に、表紙カラー化 第10回国際植物組織培養学会(フロリダ)
2003		第21回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(高松)	
2004		第22回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(秋田)	(株)国際文献印刷社に依頼し、HPをリニューアル
2005		第23回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(京都)	(株)国際文献印刷社に雑誌作製、会員管理業務委託、表紙写真カラー化 日韓セミナー(韓国済州島)
2006		第24回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(つくば)	第11回国際植物組織培養学とバイオテクノロジー会議(北京) 日韓シンポジウム(つくば)
2007		第25回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(千葉)	
2008		第26回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(吹田)	日韓セミナー(仁川)
2009		第27回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(藤沢)	日韓セミナー(京都)
2010		第28回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(仙台)	第12回国際植物バイオテクノロジー会議(セントルイス) 日韓セミナー(慶州)
2011		第29回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(福岡)	Plant Biotechnology誌にインパクト ファクターがつく 30周年記念事業、新ロゴマーク決定 日韓セミナー(成田予定)
2012		第30回日本植物細胞分子生物学会大会・ シンポジウム(奈良予定)	

## 学会の源流、学会誌 *Biotechnology* の源流

東京大学・名誉教授 庄野 邦彦

私が植物組織培養に手を染めたのは 1960 年に大学院に入学した時であった。それ以来、ずっと培養に関わってきて、現在もインプラント イノベーションという会社で週 2 日培養細胞と戯れる機会を頂いている。このように永年培養に携わってきた者が、学会の記録を残したいという本冊子の趣意に沿うためには、学会の源流ともいえる時期の状況を含め書くことだろう。しかし、記憶は不確かだし、定年退職の際に殆ど資料は破棄、散逸してしまっている。残っていた資料をもとに、自分の関わったことだけをもとに書いたので偏った記録ではあるが、その当時の国内の大きな様子は感じ取って頂けるかと思う。

**学会創立前** 私の大学在学中に、Skoog and Miller (1957) によるオーキシシンとサイトカイニンによる器官分化の制御の論文と Steward (1958) による体細胞の分化全能性の論文という 2 つの画期的な論文が発表された。それに触発された面も強いが、大学院入学と同時に組織培養を使った実験を始めた。同様に国内でも多くの研究者が組織培養を用いた研究を始めたのではないかと推測される。

このような背景で、1962 年に東京大学前川文夫教授を代表者として「植物組織培養法による分化の研究」という総合研究が発足した。この総合研究の構成は、本学会元会長の竹内正幸氏（東京大・理）と同じく元会長の中島哲夫氏（大阪府大・農）が培養細胞の不定胚形成、山田卓三氏（国際キリスト教大・教養）が培養細胞の染色体変異、林 俊郎氏（東京大・教養）と金子太吉氏（理研）がクラウンゴール細胞の培養、谷田沢道彦氏（名古屋大・農）が培養細胞によるアルカロイド生産性、中村広明氏（農薬検査所）が植物病理の立場からというものであった（所属はその当時のもの）。博士課程に進学したばかりの私もこの総合研究に参加させて頂き、非公式ながら研究費まで配分して頂いた。また、所属研究室（指導教官 八巻敏雄先生）では、組織培養を初めて手がけたということもあって、試行錯誤の連続であった私にはとてもありがたいことであった。

1965 年に大学院終了と同時に新設の北里大学薬学部就職した。そこでは、古谷 力教授が薬用植物の培養細胞を用いて有用成分を生産するという研究を立ち上げようとされていた。そのころ京都大の薬学部でも田端 守氏が同様の研究を開始されており、培養細胞が薬学の分野まで広がってきたように思う。

このような組織培養法に対する関心の高まりを背景に第 1 回の植物組織培養シンポジウムが 1968 年 7 月 25,26 日に国際キリスト教大学で開かれた。シンポジウムは 7 演題、一般講演 38 演題で、参加者は確かではないが、80 名前後だったように記憶している。演題を見てみると、培養細胞の成長と分化が約 1/3 でもっとも多いが、培養細胞を用いた物質生産と培地への酵素や多糖の分泌がそれぞれ約 1/8 で続いている。

その他、茎頂、根、塊茎や塊根組織、茎の節間、薬などの器官培養、TMV の培養細胞への感染、細胞の顕微操作法などの演題もある。材料もニンジン、タバコだけでなくイネ、コムギなどの単子葉植物から、木本植物、シダまで多様である。発表者の所属も理学、農学、薬学に加えて企業名も見え、すでにこの時期に企業でも組織培養法が取り入れ始められていたことが伺える。目的も基礎から応用とこの時期にすでに本学会の性格が現われているような気がする。

その後、シンポジウムは隔年に、持ち回りで夏の暑い時期に開催された。この時期の開催は、学会の多い春、秋は避けて、種々の分野の研究者が集まり易い時期ということで設定された。また、情報交換という観点から、既発表のものでも可ということであった。このシンポジウムが受け皿となり国際植物組織培養学会が日本で開かれることになる。

**国際学会** プログラム委員会の下請けでプログラム原稿の作成を玉川大の吉田文武氏とともに受け持った。当時、東西冷戦中で東欧圏の研究者の出国が難しかったためか、直前に参加のキャンセルが続き、プログラム原稿の訂正に大忙しであった。当時パソコンという便利な機械はなかったので、演題を貼り付けて作成した原稿を張りなおす作業をしなければならなかった。また、中国と台湾の関係がぎくしゃくしていた時期で、国名の表記をどうするか、外交上微妙な問題であったが、最終的には中国を China、台湾は China (Taipei) とすることで決着したことも印象に残っている。

**学会誌創刊** 学会での初仕事は、駒嶺編集委員長のもとで編集委員として和文の学会誌「植物組織培養(Plant Tissue Culture Letters)」の刊行に携わったことであった。1984 年 4 月に創刊された学会誌の性格は論文発表の場（一般報文、短報）に加えて、会員への情報提供（マイレビュー、セルソーター、学会ニュース）や会員間のコミュニケーション（談話室、研究室紹介）にかなりの比重をおいたものになった。ネガティブデータでも有意義なものは掲載する研究ノートや会員が自由に意見を述べられる談話室などユニークな企画もあった。年 2 回の発行ということで、タイミングによっては論文の受理から印刷までに 1 年近くかかる場合もあった。現在の学会誌 *Biotechnology* には昔日の面影はない。その後、引き続き編集委員長も勤めたが、その時は駒嶺委員長の敷かれた路線を脱線せずに、線路を着実に延ばしていくことに心を砕いた。

駒嶺先生からは、先生が会長の時に幹事長も仰せつかった。先生の言行から、先生が本学会の生みの親、育ての親として、如何に本学会の発展を希求されているかをひしひしと感じたものである。30 年記念行事を目前に亡くなられたことは返す返す残念に思う。本稿にご芳名を記した方の中にも故人となられた方もおられる。併せてご冥福をお祈りする。

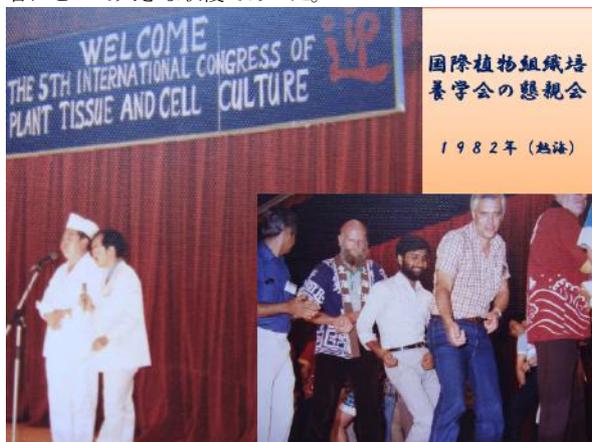
## 培養から分子生物学への道

東京大学・名誉教授

埼玉大学環境科学研究センター長 内宮 博文

私事ではあるが、カルフォルニア大学博士課程在学中の事である。日本の著名な研究者が、指導教官である Murashige 教授 (Murashige-Skoog 培地で有名) に会いに来られた。埼玉大学の竹内先生(故人)、前田先生 (名古屋大学)、庄野先生 (当時; 北里大学) に紹介された。UCLA のワイルドマン研究室在籍中に、山田先生、長田先生等ともお会いできた。特に、カナダで活躍されていた大山 (莞爾) 先生 [研究内容が似ており、常に先輩と仰いだ] にはカルガリーで知り合った。全て、本学会の関係者である事を、後日知った。原田先生 (本学会名誉会員) の招きで、日本に職を得たのも、本学会と深い関係があるような気がする。

私が 8 年間のアメリカ生活を終え帰国して間もなく、本学会の前身である「日本植物組織培養学会」主催「国際植物組織培養学会」が開催された。熱海での懇親会では駒嶺先生 (故人) の命を受け、宴会の司会を初めて経験した。英語で「炭坑節」を世界の研究者に紹介した。エクスカージョンでは、山川先生 (東京大) と一緒に「バスガイド」となり箱根を巡ったのも懐かしい。学会には、プロトプラストの融合などで最先端の学者 (英国ノッティンガム大学 Prof. Cocking 等) が多数参加した。国際的に著名な研究者と交流出来たことは、若手研究者にとって大きな収穫であった。



当時は、「培養ブーム」で、これが後の「バイオブーム」に発展し、多くの企業が参入してきた。企業からも、三沢先生 (協和発酵、後カナダ移住)、石井先生 (キッコーマン) など先駆的研究者が現れた。とりわけ、石井・小林 (農水産部) グループでは、世界で初めて果樹の細胞融合雑種育種に成功した (本学会技術賞: 大河原、小林、斉藤先生ら)。その後、20 年近くの歳月をかけ、ついに新品種が育成された。

—写真説明: オレタチから出発し品種登録にいたる細胞融合柑橘の収穫 (2010 年) —

この他、本学会では、多くの企業による応用研究の成果が出され、高く評価される。とりわけ、他数の企業出身の研究者が大学等の研究リーダーとして活躍中であるのも、本学会の特徴であろう。

後年、「植物核酸タンパク質研究会」を吸収する形で、本学会が出来た。渡辺先生 (当時名古屋大; 故人) 等の始めた研究会では、世話人をおおせつかり、上智大学で最後の年会を行った。

「日本植物細胞分子生物学会」三川会長 (東京大) の下、幹事長を経験した。幹事長はきわめて多忙で、山積する学会の諸問題に加えて、大学の教授業務を並行してこなした。暑い夏の広島大学での年会 (森川大会委員長) の後、ついにダウンしてしまったが、得難い経験になった。その後、会長に選出されたが、斉藤先生 (千葉大学) が幹事長として補佐して下さり、大役をこなすことができた。

本会の学術賞を「植物分子育種の基礎的創成研究」で拝受した。プロトプラストへの遺伝子導入に始まり、アグロバクテリウムの遺伝子機能解析、イネの形質転換、イネの cDNA 大量解析、環境ストレス耐性植物の分子育種など多岐にわたる研究成果を紹介できた。講演のスライドを作成してみると、100 名以上もの共著者がリストに挙がった。研究は一人では何もできないこと、研究協力者の知恵と努力に対する共同の評価であると改めて認識した。

1976 年の「農業および園芸誌」に、自分の書いた将来予想文章を見つけた。そこには、「高等植物細胞が外来遺伝子物質を取り込み、それが細胞内のゲノムと組み換えを起こしてくれば、あるいは、プラスミドという型で、宿主ゲノムに依存することなく特定遺伝子の増幅が可能になれば、植物の遺伝形質の導入も考えられないことではない。」とある。少なくとも前者については実現し、今ではごく普通の技術に確立した (30 年あれば、夢が叶うのである)。

この様に遺伝子導入の黎明期から、ゲノム研究まで、人類ははじめて以来の科学レボリューション期に遭遇し、実体験できたことは幸運以外の何物でもない。今日、世界の潮流は、環境に調和した健康的社会構築が望まれる。研究も狭い領域にとどまっていたら、世界が見えにくい。





Prof. Cockingと著者  
インド・カルカッタの学会(2008年)

本学会の特徴の一つは、異なる専門領域の研究者による研究成果を実体験できることにある。若い時代の交友関係が研究推進の上でも重要である。その事を学ばせていただいたのも、本学会の賜物である。

我が国の学会の中でも、とりわけ国際化が進んだ組織に発展したのも特筆される。多くの研究者が本学会から飛躍し、国際的研究の場で活躍しているのも大きな成果と再認識できる。多くの功労ある諸先輩にこの場で感謝するとともに、次代を担う方々の、さらなる発展を願って本稿を閉じる。

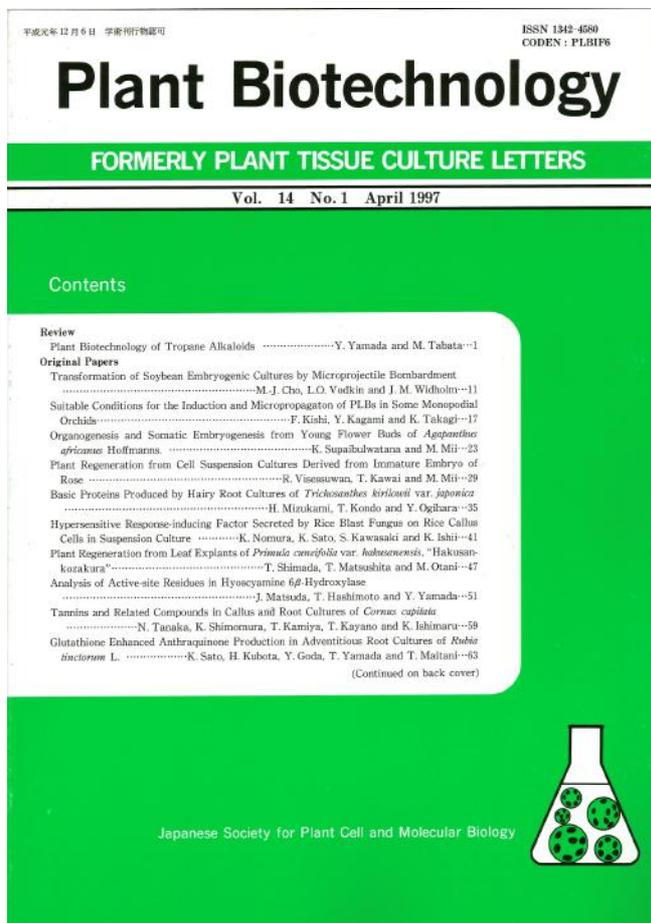
謝辞：研究活動上、常にアドバイスを賜った、平井東京大学名誉教授、岩瀬岡山県生物科学総合研究所所長にはこの場を借りて謝意を表す。

## Plant Biotechnology 14 (1) March 1997

日本植物細胞分子生物学会が発足したのを契機に、1997年に学会誌を英文化し、Plant Biotechnologyとした(表紙に Formerly Plant Tissue Culture Lettersの文字がある)。

5つのプロトプラストが入ったフラスコがロゴとして用いられている。

本号の Review は、Y. Yamada & M. Tabata による Plant Biotechnology of Tropene Alkaloids



## 学会誌の変遷

筑波大学遺伝子実験センター 鎌田 博

1975年4月、開学したばかりの筑波大学大学院の後期課程に入学し、フランスで長年に渡って植物組織培養の研究を続けられ、筑波大学開学に合わせて帰国し、教授として赴任された原田宏先生に師事したことが、私が植物組織培養の研究に本格的に携わるようになった契機であった。その後、植物細胞が持つ分化全能性の機構を少しでも解明したいと思い、トレニアの不定芽形成やニンジン胚の不定胚形成を主要なテーマとして研究を進め、1979年3月、何とか博士号を取得することができた。この間、植物組織培養研究会（本学会の前身）をはじめ、さまざまな機会に、駒嶺穆先生や山田康之先生等、日本で組織培養研究を進めておられた多くの先生達の御指導を仰ぐことができ、植物組織培養研究が飛躍的に発展していく様子を肌身で感じさせていただいたことは今でも良い思い出である。

博士号取得後、幸い筑波大学に職を得ることができ、原田先生の研究室で、不定胚形成に関する研究ばかりでなく、現在では遺伝子組換え植物の育成に不可欠なアグロバクテリウムの研究（遺伝子組換えのことすら当時は何も明らかになっておらず、私が興味を持っていたのは、さまざまな形態を持つ腫瘍が形成される機構であった）を開始することができたことが、その後の私の研究活動を決定づけることになることは当時は思いもよらなかった。ちょうどこの時期、日本で国際植物組織培養会議を開催する話が決まり、藤原彰夫先生を代表に準備が急速に進められ、原田先生の指導のもとで研究をしていた私も、この国際会議開催を支える下っ端の役割を担うこととなった。日本における植物組織培養の草創期に活躍された著名な先生達の御活躍により、1982年、国際会議は盛会のうちに実施された。この国際会議開催を機に、植物組織培養研究会が装いも新たに植物組織培養学会へと発展し、さらに、研究成果の公表あるいは会員間の情報交換のための学術誌が刊行されることとなり、駒嶺先生の多大な御努力により、1984年、「植物組織培養 (PLANT TISSUE CULTURE LETTERS)」が刊行された。第1巻第1号を見ると、学会長であった藤原先生が、「創刊に寄せて」を寄稿しておられ、当時の日本における本分野の研究状況ばかりでなく、国際会議の開催が日本における本分野の発展にいかにか大きな影響を及ぼしたかが克明に記されており、今読んでも学会設立・学会誌刊行に寄せる思いがひしひしと伝わってくる。また、創刊時の編集委員長であった駒嶺先生が、編集後記の中で、『「植物組織培養」というフラスコに会員の皆様がフレッシュな培地をどんどん補給して頂き、その中で育った細胞が見事に開花できるよう、編集委員会一同切に希望する次第である。』と書かれており、学会誌に対する強い思い入れが鮮明に伝わってくる。学会誌は創刊号から全て学会HPに掲載されている

ので一度は是非お読みいただきたい。

学会誌は、マイレビュー、一般報文、短報、研究ノート、技術ノート、談話室、セルソーター、研究室紹介、学界ニュース、本会記事等、研究成果の報告ばかりでなく、会員にとって有益と思われるさまざまな情報の提供の場としても使われ、多くの論文や記事が掲載され、順調に発刊された。しかし、研究におけるグローバル化が徐々に進行し、日本語で書かれた論文は必ずしも外国の方達に読んでいただけないとの議論が起こり、学会誌のあり方そのものについての議論が起こることとなった。と言うのも、植物組織培養については、さまざまな植物種を用い、基礎研究ばかりでなく、応用研究・実用研究にも大きな広がりを持っていたため、県の試験場や企業の研究所でも多くの研究が行われ、その成果が学会誌に多数報告されていたこともあり、英語での論文執筆が困難である、あるいは会員の多くが日本人だから英文が必ずしも適切ではないとの意見があった。しかし、最終的には、どのような研究成果であるにしても、世界の研究者に広く知ってもらい、できる限り活用していただくことで関連分野の発展に貢献できるだろうとの結論となり、おりしも、バイオテクノロジーの世界的ブームとも相まって、1997年発刊分から、全文が英語化され、会誌名も「Plant Biotechnology」へと改称されることとなった。

もちろん、英文化されたからと言って論文数が減ったわけではなく、その後も順調に多数の論文が掲載され、有益な情報が世界に向けて発信されるとともに、歴代の編集長・編集委員の方達のご努力により、より良い雑誌への改訂作業が続けられ、現在に至っている。この間、出版社をどうするかという問題とインパクトファクター (IF) の取得という課題の解決が、2002-2003年当時、学会長を仰せつかった私の使命であった。そこで、編集委員長をお願いした森川弘道先生や幹事の方達といろいろな手を尽くし、まず出版社の変更が行われた。それまでの出版社は、学会の事務局機能を委託していた養賢堂であり、カラー印刷ページの増大やIT化の推進が順調に進まないことが課題であった。そこで、学会事務局機能を含め、出版社を変更することとなり、現在の国際文献印刷へと変更された。学会長に就任された森川先生はさらに、IFの取得に取り組み、多くの先生達とさまざまなアクションを試みたが、予想もなかった問題が次々と生じてその解決に時間がかかったこと等もあり、なかなか実現しなかった。しかし、その後、歴代の学会長や編集委員長の御努力により、本年になってようやくIFを取得できたことは大変感慨深い。今後も本学会誌がさらに有効に活用され、本分野の世界的な発展のために大きな貢献ができるよう、会員諸氏のさらに積極的な投稿を切にお願いする次第である。

## 日本植物細胞分子生物学会 30 周年に寄せて

広島大学・名誉教授 森川 弘道

学会執行部から研究と学会改革に関するエピソードなどについて記すようお願いをいただいたので、以下紹介する。

新規植物遺伝子導入法に関する研究：植物細胞分子生物学の分野に深く関わるきっかけとなった研究課題は、恩師のお陰があって「電気パルスによる細胞融合」であった。その後、遺伝子導入へ発展し、電気パルスによる細胞壁を有した植物生細胞への遺伝子導入(electroinjection)を研究した。酵母生細胞(1986)、タバコ遊離細胞(1987)での研究成果を中核として、本学会の学術賞をいただいた。また、この度本学会の推薦を頂戴して島津賞をいただいた。江面学会長を初めお世話になった皆様にこの場を借りてお礼申し上げます。細胞壁を有した植物生細胞へ電気パルスによる遺伝子導入法は、今日では tissue electroporation(1990)として知られている。調べた限りこれまでに、17 種以上の植物の各種組織の細胞への遺伝子導入、組み換え植物が作出されている。また、electroinjection 法は、大腸菌(1988)、アグロバクテリウム(1989)など各種グラム陽性菌、グラム陰性菌生細胞への遺伝子導入法の先駆けともなった。

環境修復植物の研究：植物細胞分子生物学の研究課題の一つとして、「植物利用による環境問題解決の研究」が重要であると考えた。そこで、大気汚染を対象とし、特に大気中の二酸化窒素の植物による低減を可能とする、二酸化窒素を唯一の窒素源として生育する「二酸化窒素を好む植物」の研究をすることにした。まず、自然界にある植物における二酸化窒素同化能を調査する目的で、広島大学理学部に着任後、植物学教室の分類生態学者のご指導、および研究室スタッフ、学生、広島市植物公園、各企業のご協力を得て、道路端から採取した草本植物、園芸草本植物、街路樹など木本植物について、窒素トレーサーを用いて二酸化窒素の取込みと同化能を解析した。その結果、最大能力の植物種と最小能力の植物種には、600 倍以上の同化能の差異があることが初めて分かった。このような差異のメカニズムや原因遺伝子は、全く未解明である。他方、硝酸同化経路の第二酵素である亜硝酸還元酵素遺伝子の単離、組換え街路樹シャリンバイを作出、解析し、二酸化窒素同化能が野生株比で 1.8 倍増加した。日本原子力機構と共同して、常緑つる性植物オオイトビ(*Ficus pumila*)のイオンビーム照射により改良、同化能が同程度向上した。この研究は、私の定年後、研究室スタッフに引き継がれ、論文発表(2011)された。このオオイトビは実用化されつつある。研究開始直後、この研究課題が、RITE 優秀研究企画に採択され、研究に大きな弾みとなった。ある企業がメデ

ィアと連携して「好む植物」の考えは企業の考えであると誤報(後に謝罪掲載)したり、「植物における二酸化窒素同化能の差異」に関する成果について、あるメディアの賞を秘密裏に得ていたことが後に判明した。これらも本研究にまつわるエピソードの 1 つとして敢えて、記録にとどめたい。

学会誌編集と出版社の変更:Plant Biotechnology 誌の編集を引き受けるに当たって、私にはある考えがあった。当時、PB 誌に投稿されてくる原稿では、研究指導者の手抜きか何らかの理由で、学生の作った draft のまま、またはそれに近いものが多かった。中には、体裁の未熟さとは逆に data に対する学生の熱い気持ちや伝わってくるものがあり、少しロジックを整理し、ストーリーを絞り込み、英文を分かり易く間違いのないように整えれば、publish に値すると思われる研究があった。PB 誌のレベル維持と学会誌の存在意義について大いに考えさせられた。学会誌の第一義的役割は、新しい内容を含む貴重なデータを公表・記録する場を提供・確保することであり、商業誌とは異なるはずである。学会誌は、内容が最優先事項であり、「表現の上手下手」、「インパクトの大小」は、あくまでも二次的であってよいと考えた。しかし、内容はあるが体裁の取れていない論文原稿をレビューに回すと、格好の餌食にされてしまう。そこで、何とか体裁を整える支援を確保することが問題であった。最近の事情は、よく知らないが、学会 30 周年を記念して、学会会長または編集長の下に、「論文作成を趣味とする」高齢者ボランティア・グループがあれば支援になるかもしれない。

会長就任を引き受けた頃、学会財政の悪化が多くの学会で問題となっていた。わが学会も例外でなく、財政危機を如何に乗り越えるか大きな問題であった。学会事務経費の額が問題で、会長就任に当たって何とか抜本的に簡素化、コスト削減できないか思い切って改革できないか、幹事長、幹事の皆さんとあれこれ相談した。冗談まがいにこんな高額な事務経費なら誰か安価で引き受けるビジネスをやらないか、すでにあるのではないかとネット検索したところ、続々と出てきた。皆の思いは同じで、安価な学会事務引き受けを謳う会社が目白押しでその価格は私が目指したものよりも安価であった。最終的には、学会誌の編集業務とあわせて事務を引き受けてくれる会社が最適となり、現在の出版社に落ち着いた。この出版社は、幹事の一人がネット検索で絞り込んだ会社であった。Think!

## 植物核酸タンパク質研究会から日本植物細胞分子生物学会へ

京都大学・名誉教授

岡山県農林水産総合センター生物科学研究所 所長

岩淵 雅樹

日本植物細胞分子生物学会創立30周年にあたり、学会から設立当時、植物核酸タンパク質研究会が日本植物組織培養学会と統合するいきさつを書いてくれるようにとの依頼を頂いた。当時のことは記憶も曖昧になっていて詳しくは覚えていないが、おおよそ次のようであったと思う。

それは、私が京都大学に勤めていた時のことで、当時、私は植物核酸タンパク質研究会の世話役をやっていた。植物核酸タンパク質研究会は情報交換の場として作られた研究会であって、会員数100名程(?)で、年会費も確か500円くらいで、後半は会費納入も極めて悪い状況にあった。研究学会の活動としては会報の発行や、時々、植物学会などの折にシンポジウムを開催するなどした肩の凝らない自由な雰囲気をもって。特に、会長などはおかずに持ち回りの世話役がいた。統合の話が持ち上がった頃、私は、そろそろ次の世話役を捜さねばと思っていた。

ちょうどその矢先、当時、日本植物組織培養学会の会長をされておられた山田康之先生から「この学会は核酸研究が弱く、それに植物組織培養学会では会員が減少傾向にある。学会としてもこれからはモレキュラーバイオロジーを取り入れた研究を展開させる必要があるので、シンポジウム、セミナーなどを一緒にやらないか」との統合の申し出があった。

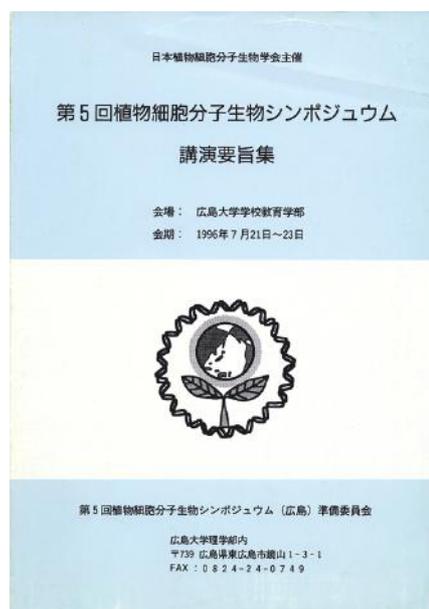
私は、世話役探しをして研究会存続のための努力をするより、山田先生の提案を受け入れることの方が研究会にとっては良い考え、植物組織培養学会と統合するという形で植物核

酸タンパク質研究会の発展的解消をするのは如何かと全会員に提案した。学会とは一味違う研究会が持つ自由な雰囲気などを考えて反対する意見もあったが、大多数の会員は賛成だった。一方、日本植物組織培養学会の方でも会員から統合には賛否両論の意見があったと聞いていた。

山田康之先生は新しい学会名まで考えておられた。学会名は日本植物細胞分子生物学会にすることで、植物組織培養学会と植物核酸タンパク質研究会とが一緒になることに話はまとまった。こちらでは会計の整理のため未納の会費の徴収や免除、さらに研究会最後のシンポジウムを開催した。研究会としての財産は、新しい学会の発展のために有効に使ってもらうということで新学会に寄付することになった。当時の研究会のことを杉浦昌弘さんや吉田和夫さんにも聞いてみたが、詳しいことは覚えていないとのことであった。私は、個人的には植物細胞分子生物学会に統合されて本当に良かったと今でも思っている。そして、記憶をたどどしく手繰る中で当時研究会の発足に関わった人々のことが懐かしく想いだされる。

現在の日本植物細胞分子生物学会は、拡大し過ぎた日本分子生物学会や少し気取った感じがする日本植物生理学会とも異なる雰囲気をもった学会となっているように思える。最後に、この学会の更なる発展を願って懸命に頑張っておられる江面現会長はじめ歴代の会長に心から敬意を表したい。

「日本植物細胞分子生物学」と改名して初めてのシンポジウム  
1996年に広島大学で開催



歴代役員 (1)

年度	1981/83	1984/85	1986/87	1988/89	1990/91
会長	藤原彰夫	藤原彰夫	竹内正幸	原田 宏	中島哲夫
幹事長	竹内正幸	原田 宏	駒嶺 穆	大山勝夫	児玉徹
編集委員長		駒嶺 穆	庄野邦彦	吉川孝文	吉川孝文
会計幹事					
幹事	石川広隆、長寫知絵	鎌田 博、内宮博文、谷本静文	亀谷寿昭、縄田朋樹	榎本末男、大野清春、大澤勝次、	網野真一、河野均、野口博司、露木美英、山川 隆、吉田 薫
会計監査		大野清春	石原愛也	林 俊郎、中島哲夫	古谷 力、大山勝夫
評議員		浅平 端、馬場三吾、古谷 力、林俊郎、石原愛也、石川広隆、小林 仁、駒嶺 穆、前田英三、中島哲夫、新関宏夫、西 荒介、大山完爾、小島邦彦、庄野邦彦、田端 守、建部 到、竹内正幸、山田康之	浅平 端、古谷 力、原田 宏、林俊郎、前田英三、森川弘道、中島哲夫、新関宏夫、西 荒介、大野清春、大山完爾、大山勝夫、小島邦彦、庄野邦彦、田端 守、建部 到、内宮博文、山田康之、安田武司	馬場三吾、古谷 力、日向康吉、石原愛也、鎌田 博、駒嶺 穆、前田英三、森川弘道、中島哲夫、西 荒介、小島邦彦、関谷次郎、島本 功、庄野邦彦、田端 守、竹内正幸、内宮博文、山田康之、安田武司、吉川孝文	馬場三吾、藤村達人、原田 宏、日向康吉、石原愛也、鎌田 博、駒嶺 穆、前田英三、三位正洋、森川弘道、長田敏行、西 荒介、大野清春、大澤勝次、小島邦彦、関谷次郎、島田 多喜子、島本 功、庄野邦彦、田端 守、竹内正幸、内宮博文、山田康之、安田武司、吉川孝文
編集委員			綾部真一、藤村達人、島本 功、山川 隆	藤村達人、三位正洋、野口博司、菅原康剛	網野真一、今村順、三位正洋、折原 裕、斉藤和季

歴代役員 (2)

1992/93	1994/95	1996/97	1998/99	2000/01
駒嶺 穆	山田康之	三川 潮	庄野邦彦	内宮博文
庄野邦彦	関谷次郎	内宮博文	藤村達人	斉藤和季
吉川孝文	鎌田 博	海老塚 豊	三位正洋	森川弘道
福田裕穂	佐藤文彦	斉藤和季	山川 隆	山川 隆
網野真一、加藤博之、野口博司	橋本 隆、小関良宏、山川 隆	林 利光、伊藤正樹、佐藤文彦、梅田正明、吉田 薫	半田 高、伊藤正樹、小関良宏、野村港二、柴田大輔	市瀬浩志、柴田大輔、鈴木 馨、土岐精一、梅田正明、山崎真巳、吉田 薫
日向康吉、小島邦彦	児玉 徹、田畑 守	児玉 徹、田畑 守	渡辺 昭、吉川孝文	海老塚 豊、三位正洋
綾部真一、藤村達人、古谷 力、原田宏、生田目 喜良、石原愛也、鎌田博、三位正洋、水上元、長田敏行、中島哲夫、西 荒介、大川勝徳、大野清春、大澤勝次、大山勝夫、三川 潮、佐藤文彦、関谷次郎、田端 守、竹内正幸、内宮博文、山田康之、安田武司、吉川孝文	綾部真一、藤村達人、福田裕穂、古谷 力、浜田博喜、原田宏、日向康吉、池川哲郎、生田目 喜良、鎌田 博、川口基一郎、駒嶺 穆、三位正洋、水上元、長田敏行、西荒介、大川勝徳、大野清春、大澤勝次、大山勝夫、三川 潮、田端 守、竹内正幸、内宮博文、吉川孝文	綾部真一、海老塚豊、江井 仁、藤村達人、福田裕穂、古谷 力、浜田博喜、原田宏、橋本隆、飯田 滋、岩淵雅樹、鎌田 博、河内孝之、駒嶺 穆、是枝一春、久住高章、町田泰則、松岡信、三位正洋、三上哲夫、美濃部 侑三、森川弘道、森本圭一、長田敏行、内藤 哲、中村研三、西村繁夫、岡田清孝、小野莞爾、大野清春、大澤勝次、大塩裕陸、大山勝夫、小関良宏、関谷次郎、島田 多喜子、篠崎一雄、進士秀明、庄野邦彦、田畑哲之、鳥山欽哉、豊田秀吉、津寫力雄、渡辺 昭、山田康之、山川 隆、山本好和、安田武司、矢澤 進、吉川孝文	足立泰二、綾部真一、海老塚 豊、江井 仁、福田裕穂、古谷 力、浜田博喜、原田宏、橋本隆、日比忠明、飯田 滋、岩淵雅樹、鎌田博、亀谷寿昭、喜久田嘉郎、駒嶺 穆、是枝一春、久住高章、町田泰則、松岡信、松倉紀男、三位正洋、美濃部 侑三、森川弘道、長田敏行、内藤 哲、中村研三、岡田清孝、小野莞爾、大橋祐子、大野清春、大澤勝次、大塩裕陸、折原 裕、斉藤和季、三川 潮、佐野 浩、佐藤文彦、関谷次郎、渋谷雅明、島田多喜子、篠崎一雄、高橋 滋、鳥山欽哉、豊田秀吉、内宮博文、渡辺 昭、山田康之、安田 武、横山峰幸、吉川孝文	足立泰二、綾部真一、海老塚 豊、江面 浩、江井 仁、藤垣順三、藤村達人、福田裕穂、古谷 力、浜田博喜、原田宏、橋本隆、平塚和之、射場 厚、飯田 滋、今村 順、井上敏雄、岩淵雅樹、鎌田 博、駒嶺 穆、小鞠敏彦、松田克礼、三位正洋、森川弘道、内藤 哲、中村研三、野口博司、岡田清孝、大江田 憲治、大橋祐子、大野清春、大澤勝次、大山莞爾、折原 裕、小関良宏、佐々木 卓治、佐藤文彦、関谷次郎、島田 多喜子、篠崎一雄、庄野邦彦、田畑哲之、高橋 滋、田中良和、豊田秀吉、渡邊和男、山田康之、山本好和、安田武司、吉川孝文
網野真一、鎌田博、大野清春、折原裕、下村 講一郎	半田 高、橋本 隆、岡 成美、斉藤 力、笹本浜子、下村 講一郎、吉田 薫、吉川孝文	鎌田博、三位正洋、小関良宏、渋谷雅明、山川隆、吉田 薫	浅野義人、海老塚 豊、江面 浩、中村郁郎、鈴木 馨、梅田正明、吉田 薫	Swapan Datta、Benito O. de Lumen、海老塚 豊、平田敏文、Laszlo Marton、小野莞爾、佐野 浩、佐藤文彦、Champa Sengupta-Gopalan

歴代役員 (3)

2002/03	2004/05	2006/07	2008/09	2010/11
鎌田 博	森川弘道	佐藤文彦	斉藤和季	江面 浩
大川安信/小野道之	橋本 隆	山川 隆	江面 浩	村中俊哉
森川弘道	佐野 浩	佐野 浩/梅田正明	梅田正明	出村 拓
江面 浩	坂本 敦	遠藤 剛	村中俊哉	松倉千昭
半田 高、小野道之、柴田大輔、土岐精一、山川隆、矢崎一史	小泉 望、小野道之、柴田大輔、高橋美佐、山川隆、矢崎一史、吉田 薫	江面 浩、平塚和之、小泉 望、大坪憲弘、山崎真巳	間 竜太郎、松倉千昭、田中良和、渡邊和男、矢崎一史、山崎真巳	小泉 望、小鞠敏彦、岡澤敦司、白武勝裕、高橋秀樹、土岐精一、鳥山欽哉、吉松嘉代
藤村達人、大野清春	浜田博喜、平田敏文	庄野邦彦、吉川孝文	三位正洋、吉田茂男	綾部真一、山川 隆
足立泰二、綾部真一、海老塚 豊、江井 仁、藤村達人、福田裕穂、福井宏至、原 康弘、橋本隆、平塚和之、飯田滋、今村 順、井上敏雄、磯貝 彰、岩淵雅樹、駒嶺 穆、小鞠敏彦、京 正晴、松田克礼、三位正洋、森川弘道、長田敏行、中村研三、野口博司、丹生谷博、大野清春、大澤勝次、折原 裕、小関良宏、斉藤和季、佐野 浩、佐々木卓治、佐藤文彦、関谷次郎、島田 多喜子、下村 講一郎、篠崎一雄、杉山達夫、庄野邦彦、田畑哲之、田中良和、田中重雄、内宮博文、渡辺 雄一郎、山田康之、山本好和、安田武司、横山峰幸、吉田 薫、吉川孝文	秋田 求、浅尾浩史、綾部真一、海老塚 豊、江面 浩、福田裕穂、福澤秀哉、藤村達人、浜田博喜、原 康弘、原田宏、平塚和之、平井篤志、平田敏文、射場 厚、飯田 滋、今村 順、磯貝 彰、岩淵雅樹、角谷晃司、鎌田 博、駒嶺 穆、小鞠敏彦、松田克礼、三位正洋、宮坂均、長田敏行、野口博司、大川安信、大野清春、大澤勝次、小関良宏、斉藤和季、佐野 浩、佐藤文彦、関谷次郎、島田 多喜子、篠崎一雄、庄野邦彦、田畑哲之、田中良和、土岐精一、内宮博文、渡邊和男、渡辺 雄一郎、山田康之、山本好和、安田武司、吉田茂男、吉川孝文	浅尾浩史、綾部真一、磯貝 彰、射場 厚、岩淵雅樹、梅田正明、海老塚 豊、大澤勝次、大橋祐子、大山莞爾、岡田清孝、小関良宏、小野道之、折原 裕、鎌田 博、河内孝之、小鞠敏彦、斉藤和季、佐藤 忍、佐野 浩、篠崎一雄、柴田大輔、島田 多喜子、杉本幸裕、鈴木 馨、鈴木正彦、関谷次郎、田畑哲之、多葉田 誉、田中良和、土岐精一、鳥山欽哉、内宮博文、内藤 哲、長田敏行、西谷和彦、橋本 隆、福田裕穂、福澤秀哉、藤村達人、三位正洋、森川弘道、矢崎一史、山本好和、横山峰幸、吉川孝文、吉田 薫、吉田和哉、吉田茂男、渡邊和男	青木俊夫、綾部真一、磯貝 彰、射場 厚、内宮博文、梅田正明、海老塚 豊、遠藤 剛、大橋祐子、岡田清孝、小関良宏、小野道之、折原 裕、鎌田 博、神谷勇治、京 正晴、倉田のり、小泉望、小林昭雄、小鞠敏彦、佐藤 忍、佐藤文彦、鹿内利治、篠崎一雄、柴田大輔、鈴木 馨、関谷次郎、田畑哲之、多葉田 誉、土岐精一、鳥山欽哉、内藤 哲、中山 亨、橋本隆、浜田博喜、林 宏明、福田裕穂、藤村達人、藤原徹、三位正洋、水上元、三ツ井敏明、森川弘道、山川 隆、山本好和、横山峰幸、吉田 薫、吉田茂男、渡辺 雄一郎	青木 考、青木俊夫、綾部真一、射場 厚、梅田正明、大場利治、大橋祐子、大宮 あけみ、岡田清孝、小関良宏、小野道之、笠原 さおり、加藤 晃、鎌田 博、神谷勇治、川合真紀、倉田のり、斉藤和季、佐藤 忍、佐藤文彦、鹿内利治、篠崎一雄、篠山治恵、柴田大輔、高岩文雄、高木 優、田中良和、田畑哲之、出村 拓、内藤 哲、中野 優、中山 亨、西原昌宏、橋本隆、平井優美、福田裕穂、藤村達人、三位正洋、水上 元、溝口 剛、三吉一光、矢崎一史、山口淳二、山崎真巳、矢野 健太郎、山川 隆、湯浅高志、横山峰幸、吉田 薫、渡辺正夫、渡辺 雄一郎
Swapan Datta、Benito O. de Lumen、海老塚 豊、平田敏文、Laszlo Marton、小野莞爾、斉藤和季、佐野 浩、佐藤文彦、Champa Sengupta、Gopalan、梅田正明、吉田 薫	平田敏文、堀田康雄、岩野 恵、勝見允行、河内孝之、三位正洋、荻田 信二郎、小野道之、Robert W. Ridge、斉藤和季、柴田大輔、Ian Smith、谷本静史、梅田正明、Frank Waller、矢崎一史	穴井豊昭、Rishikesh P. Bhalerao、Anne B. Britt、平塚和之、堀田康雄、河内孝之、三位正洋、溝口剛、中野 優、荻田 信二郎、小関良宏、Robert W. Ridge、関根政実、柴田大輔、Ian Smith、渡辺 雄一郎、山崎真巳、矢崎一史、吉田和哉	青木俊夫、穴井豊昭、Rishikesh P. Bhalerao、Anne B. Britt、平塚和之、Gyung-Tae Kim、松倉千昭、溝口剛、中野 優、荻田 信二郎、大谷基泰、小関良宏、関根政実、柴田大輔、島田浩章、Ian Smith、矢崎一史、山口淳二、山崎真巳、渡辺 雄一郎	青木俊夫、穴井豊昭、Rishikesh P. Bhalerao、Anne B. Britt、平塚和之、Gyung-Tae Kim、松倉千昭、溝口剛、中野 優、荻田 信二郎、大谷基泰、小関良宏、関根政実、柴田大輔、島田浩章、Ian Smith、山口淳二、山崎真巳、矢崎一史、渡辺 雄一郎

## 学会賞

学術賞	
2000	森川弘道（広島大学理学部数理分子生命理学専攻） 「植物細胞への外来遺伝子導入法の開発とその応用に関する研究」
2001	海老塚 豊（東京大学大学院 薬学系研究科） 「植物トリテルペン生合成の起源と多様性」
	吉川孝文（北里大学 薬学部） 「薬用植物組織培養による有用物質生産」
2002	岩渕雅樹（岡山県生物科学総合研究所） 「植物における遺伝子の転写制御機構の研究」
	三位正洋（千葉大学園芸学部） 「花卉園芸植物における細胞工学的手法の確立とその育種の応用」
2003	佐野 浩（奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター） 「DNAのメチル化とエピジェネティック遺伝」
	内宮博文（東京大学分子細胞生物学研究所） 「植物分子育種の基礎的創成研究」
2004	大橋祐子（独立行政法人 農業生物資源研究所） 「植物の病傷害情報伝達に関する研究」
2005	島田 多喜子（石川県農業短期大学農業資源研究所） 「イネ、コムギ、サツマイモの組織培養と遺伝子組換えに関する植物細胞分子生物学的研究」
2006	長田敏行（東京大学大学院理学系研究科） 「モデル植物培養細胞系の追求」
2007	鎌田 博（筑波大学大学院生命環境科学研究科） 「植物細胞組織培養技術を活用した分化全能性発現機構に関する研究」
	福田裕穂（東京大学大学院理学系研究科） 「培養系を用いた維管束細胞分化の分子機構の解明」
2008	綾部真一（日本大学生物資源科学部） 「マメ科植物成分の生合成機構と分子進化」
	若狭 暁（東京農業大学農学部） 「代謝系遺伝子組換えイネの基礎科学のおよび実用化に関する研究」
2009	射場 厚（九州大学大学院理学研究院） 「地球温暖化と植物の環境適応の分子基盤」
	佐藤文彦（京都大学大学院生命科学研究科） 「イソキノリンアルカロイド生合成系の細胞分子生物学と応用」
2010	該当なし
2011	斉藤和季（千葉大学大学院薬学研究院、理化学研究所植物科学研究センター） 「植物メタボロミクスを中心とした統合オミクスとその展開研究」

特別賞	
2005	田中良和、久住高章、勝元幸久、津田晋三、John Mason、Filippa Brugliera（サントリー株式会社；Florigene社） 「青いバラの開発」

技術賞	
1996	藤村達人、赤木宏守、岡 正明、中村 淳、澤田倫平（三井東圧化学株式会社・ライフサイエンス研究所） 「イネのプロトプラスト培養技術の開発と細胞融合を利用した新品種の開発」
	山本好和、木下靖浩、高橋 淳、（日本ペイント株式会社新技術研究所） 「ハナキリン培養細胞によるアントシアニン生産」
1997	大河原敏文 <sup>1</sup> 、斉藤 渉 <sup>1</sup> 、小林省蔵 <sup>2</sup> （ <sup>1</sup> キッコーマン株式会社、 <sup>2</sup> 農林水産省果樹試験場カキ・ブドウ支場） 「ミカン科植物の体細胞雑種および細胞質雑種の作出と育種への応用」
	大辻一也、武井 章、杉村順夫、手嶋 亨（花王株式会社） 「チューベローズ培養細胞による多糖の生産とその化粧品への応用」
1998	樋江井 祐弘、小鞠敏彦、石田祐二、斉藤秀章（日本たばこ産業株式会社・遺伝育種研究所） 「アグロバクテリウムによるイネ科植物の形質転換方法の開発」
	久住高章、田中良和、津田晋三、鈴木賢一、水谷正子、福井祐子（サントリー株式会社・基礎研究所） 「遺伝子工学による花色多様化」
1999	海老沼 宏安、松永悦子、山田恵子、遠藤 さおり、杉田耕一（日本製紙株式会社・中央研究所） 「MATベクターを用いた遺伝子導入技術の開発」
	塚原正義、吉岡正陽、小川俊也、垣谷 誠、戸栗敏博（キリンビール株式会社・基盤技術研究所） 「遺伝子組換えを利用したキクの品種改良」
2000	後藤文之、吉原利一（（財）電力中央研究所 生物科学部） 「高鉄含有作物の分子育種」
	綾部昌則 <sup>1</sup> 、恒吉唯充 <sup>1</sup> 、角 慎一郎 <sup>1</sup> 、長久保 有之 <sup>2</sup> 、高市 みゆき <sup>2</sup> 、大江田 憲治 <sup>2</sup> （ <sup>1</sup> 湧永製薬株式会社ヘルスケア研究所、 <sup>2</sup> 住友化学工業（株）生命工学研究所） 「ニンニク優良種苗の大量増殖技術、新規苗栽培技術およびニンニク ウイルス簡易検出法の開発」
2001	行宗敬人、多葉田 誉、東 庸介、三宅篤子、原 康弘、松原浩一（三井化学株式会社 ライフサイエンス研究所） 「バクリタキセルの生産誘導因子解明と工業的生産技術の開発」
	横山峰幸、草苺 健、猪股慎二、合津陽子、片桐千華（資生堂 基盤研究センターほか） 「ミシマサイコ不定根によるサポニン高生産系の確立とその化粧品への応用」
2002	山村三郎、西原昌宏、加藤喜明、仲谷房治 <sup>1</sup> 、星 伸枝 <sup>2</sup> （ <sup>1</sup> 岩手県生物工学研究センター遺伝子工学第2 研究部、 <sup>2</sup> 岩手県農業研究センター県北農業研究所、 <sup>2</sup> 岩手県農業研究センター農産部） 「分子育種技術等を利用した果樹および花き類の育種」
	吉田茂男 <sup>1</sup> 、阿部知子 <sup>1</sup> 、田中隆治 <sup>2</sup> 、久住高章 <sup>2</sup> 、鈴木賢一 <sup>2</sup> （ <sup>1</sup> 理化学研究所植物機能研究室、 <sup>2</sup> サントリー株式会社基礎研究所） 「重イオンビームによる突然変異誘発法の開発と応用」
2003	酒井 昭、新野孝男、松本敏一、平井 泰、Nguyen Tien Thinh（北海道大学ほか） 「ガラス化法による細胞・組織・遺伝資源の長期超低温保存法の開発」
2004	江面 浩 <sup>1</sup> 、吉岡啓子 <sup>2</sup> 、田部井 豊 <sup>3</sup> 、細谷和重 <sup>4</sup> 、葛谷真輝 <sup>5</sup> 、大澤勝次 <sup>6</sup> （ <sup>1</sup> 筑波大学農林学系・遺伝子実験センター、 <sup>2</sup> トロント大学植物学科、 <sup>3</sup> 農業生物資源研究所、 <sup>4</sup> 茨城県農業総合センター大宮地区農業改良普及センター、 <sup>5</sup> 茨城県農業総合センター生物工学研究所、 <sup>6</sup> 北海道大学農学研究所） 「バイオテクノロジーを活用したメロンの品種改良技術の開発」
	鈴木正彦、野田尚信、菅野善明、古川 耕一郎（青森県農林総合研究センター） 「組織培養及び組換え技術を用いた地域特産作物の開発」
2005	浅尾浩史、荒井 滋、西澤洋子、平井正志、日比 忠明（奈良県農業技術センターほか） 「細胞融合および遺伝子組換え技術を用いた耐病性植物の育成」
	春日部 芳久、賀 利雄、渡壁 百合子、三澤修平、大谷基泰、橘 昌司（株式会社東洋紡総合研究所ほか） 「ポリアミン代謝の遺伝子操作による複合環境ストレス耐性植物の開発」
2006	羽毛田 智明、山本正美、蔭山節雄（タキイ種苗株式会社研究農場） 「バイオテクノロジーを利用した野菜・花卉新品種の育成」
2007	岩本 嗣、中曾根 渡、平井正志、近江戸 伸子、福井希一（大阪府環境農林水産総合研究所（旧：大阪府立食とみどりの総合技術センター） ほか） 「バイオテクノロジーを利用したフキならびにナスの育種」
	羽毛田 智明、山本正美、蔭山節雄（タキイ種苗株式会社研究農場） 「バイオテクノロジーを利用した野菜・花卉新品種の育成」

2008	大宮 あけみ、間 竜太郎、岸本早苗、能岡 智、住友克彦（農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所） 「遺伝子組換えによるキク花色の改変」
	大越一雄、伊東靖之、小原麻里、深見正信、西川康之、鈴木健司（千葉県農業総合研究センター） 「バイオテクノロジーを利用した品種・種苗の育成」
	中川 強、石黒澄衛、木村哲哉（島根大学総合科学研究支援センター） 「Gateway技術を用いた植物遺伝子機能解析システムの開発」
2009	加藤 晃・長屋進吾・松浦秀幸・新名淳彦（奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科） 「外来遺伝子を高発現させる新規ベクターの開発」
	松田成美・高居恵愛・池田和生・五十鈴川 寛司・高品 善・小野寺(遠藤)玲子（山形県農業総合研究センター農業生産技術試験場） 「セイヨウナシにおける分子育種技術および生殖器官発現性遺伝子評価系の確立」
2010	篠山治恵 <sup>1</sup> 、市川裕章 <sup>2</sup> 、間 竜太郎 <sup>3</sup> 、望月 淳 <sup>4</sup> 、野村幸雄 <sup>5</sup> （ <sup>1</sup> 福井県農業試験場、 <sup>2</sup> 農業生物資源研究所、 <sup>3</sup> 農研機構花き研究所、 <sup>4</sup> 農業環境技術研究所、 <sup>5</sup> 福井県丹南農林総合事務所） 「雄性不稔性と害虫耐性を共発現する遺伝子組換えキクの開発と実用化の試み」
	高木 優、光田展隆、松井恭子、小山知嗣、平津 圭一郎（産業技術総合研究所ゲノムファクトリー研究部門） 「新しい遺伝子サイレンシング法（CRES-T）を用いた転写因子機能解析法の開発と応用」
2011	濱田博喜（岡山理科大学理学部） 「植物細胞を用いた生理活性物質の配糖化技術の開発とその実用化」
	寺川輝彦・杉山正夫・村山俊夫・山村智通（北興化学工業株式会社開発研究所） 「バイオテクノロジーを利用したシクラメンの品種改良」

奨励賞	
1998	鈴木 馨（通商産業省工業技術院生命工学研究所） 「植物の感染応答の分子機構に関する研究」
	渡辺正夫（岩手大学農学部） 「アブラナ科植物の自家不和合性に関する分子生物学的研究」
	矢崎一史（京都大学大学院農学研究科） 「シコニン生合成の発現制御機構の解明」
1999	溝口 剛（理化学研究所） 「植物におけるプロテインキナーゼに関する分子生物学的研究」
	梅田正明（東京大学分子細胞生物研究所） 「植物の細胞分裂の制御機構に関する研究」
	鹿内利治（奈良先端科学技術大学院大学） 「葉緑体形質転換系を用いた遺伝子機能解析」
2000	明石智義（東京工業大学理学部） 「マメ科フラボノイド生合成の分子生物学的研究」
	江面 浩（茨城県農業総合センター生物工学研究所） 「遺伝子操作によるメロンの改良」
	山崎真巳（千葉大学薬学部薬用資源教育研究センター） 「アントシアニン生合成を中心とした植物二次代謝に関する分子生物学的研究」
2001	加藤 美砂子（お茶の水女子大学大学院 人間文化研究科） 「カフェインシンターゼの単離と分子クローニング」
	清末知宏（香川大学 遺伝子実験施設） 「組織培養・分子生物・分子遺伝学的手法を用いた高等植物の胚発生に関する研究」
	丹羽康夫（静岡県立大学大学院 生活健康科学研究科） 「植物GFPの改良とその利用法の開発に関する研究」

2002	川合 (山田) 真紀 (東京大学分子細胞生物学研究所) 「細胞死制御因子のクロストークに関する研究」
	野路 征昭 (千葉大学大学院薬学研究院) 「植物のシステイン・セリン生合成系の制御と応用に関する研究」
2003	高橋美佐 (広島大学大学院理学研究科) 「NOxおよびPOPの浄化を目指したファイトレメディエーション・バイオテクノロジーの研究」
	山田晃世 (東京農工大学工学部生命工学科) 「大腸菌機能スクリーニング法を用いた耐塩性遺伝子の探索」
2004	小泉 望 (奈良先端科学技術大学院大学遺伝子教育研究センター) 「植物の小胞体ストレス応答の分子機構に関する研究」
	吉松嘉代 (国立医薬品食品衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場) 「催吐剤原料トコンの大量増殖と形質転換およびイソキノリンアルカロイド生産に関する研究」
2005	林 宏明 (岐阜薬科大学生薬学教室) 「高等植物におけるトリテルペノイド関連成分の多様性と生合成酵素に関する研究」
	原 正和 (静岡大学農学部) 「植物の貯蔵器官における防御関連遺伝子に関する研究」
	平井優美 (千葉大学大学院薬学研究院遺伝子資源応用研究室) 「ポストゲノムアプローチによる硫黄栄養欠乏適応機構の解明」
2006	伊福 健太郎 (京都大学大学院生命科学研究科) 「光化学系II酸素発生系PsbPタンパク質の生理機能解析における新規RNAi法の開発」
	田口悟朗 (信州大学繊維学部) 「タバコのフェノール性化合物の配糖化・マロニル化に関する研究」
2007	藤原 すみれ (オハイオ州立大学) 「シロイヌナズナにおける概日リズム制御と光周性花成制御の解析」
	丸山 (仲下) 明子 (理化学研究所植物科学研究センター) 「植物の硫黄および関連代謝制御機構の解明」
	矢野 健太郎 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 「バイオインフォマティクスを用いた実用植物の遺伝情報データベース構築」
2008	榊原圭子 (理化学研究所植物科学研究センター) 「高等植物におけるフラボノイド修飾機構の分子生物学的解明」
	鈴木秀幸 (かずさDNA研究所産業基盤開発研究部) 「植物二次代謝産物の生合成に関与する遺伝子の機能ゲノム学—マメ科モデル植物を中心として—」
2009	中塚貴司 (財団法人岩手生物工学研究センター) 「リンドウにおける花色制御機構の解明と分子育種手法の開発」
	關 光 (横浜市立大学木原生物学研究所) 「代謝研究に適した新規毛状根ベクターの開発および薬用植物のテルペノイド生合成関連遺伝子の探索」
2010	尾形善之 (理化学研究所植物科学研究センター) 「植物遺伝子の網羅的な機能推定のための遺伝子共発現解析手法の開発と解析データベースの構築」
	梅原 三貴久 (理化学研究所植物科学研究センター) 「植物の枝分かれを抑制するホルモン、ストリゴラクトンに関する研究」
2011	有村慎一 (東京大学大学院農学生命科学研究科) 「高等植物ミトコンドリア分裂・融合現象の解析」
	小埜 栄一郎 (サントリービジネスエキスパート株式会社 価値フロンティアセンター 植物科学研究所) 「有用植物の二次代謝物酵素の機能進化についての研究」
	鈴木史朗 (京大大学生存圏研究所) 「木質バイオマス成分生合成の分子機構の解析」

学生奨励賞	
2000	千葉 由佳子 (北海道大学大学院農学研究所) 「シスタチオニン $\gamma$ -シンターゼ遺伝子に見られるメチオニン添加に応答したmRNAの安定性の自己制御」
	小林俊弘 (筑波大学大学院生物科学研究科) 「ニンジン不定胚形成に関与する低分子性因子に関する研究」
2001	庄司 翼 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科) 「ニコチン生合成の分子生物学的解析」
	山口雅利 (東京大学分子細胞生物学研究所) 「イネの細胞分裂の活性化機構に関する研究」
2002	該当無し
2003	岩井美穂 (筑波大学大学院博士課程生物科学研究科) 「シロイヌナズナおよびニンジンにおける不定胚誘導系の開発と不定胚誘導機構の解析」
	嶋田典基 (日本大学大学院生物資源科学研究科) 「マメ科フラボノイドの生合成に関わる遺伝子の構造・機能および進化」
	鈴木宏和 (東北大学大学院工学研究科) 「アントシアニン・マロニル基転移酵素の生化学的分子生物学的研究」
2004	梅原 三貴久 (筑波大学生物科学研究科) 「カラマツ不定胚誘導系を用いた胚本体と胚柄の相互作用に関する研究」
	澤田有司 (日本大学大学院生物資源科研究科) 「タンパク質工学的手法によるP450イソフラボノイド骨格合成酵素の反応機構と分子進化の研究」
	和田 七夕子 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科) 「タバコDNAメチル化酵素NtDRM1酵素解析」
2005	小原一朗 (京大大学生存圏研究所森林園遺伝子統御分野) 「プレニルトランスフェラーゼの機能解明と代謝工学」
	門田康弘 (東京理科大学大学院理学系研究科) 「病原菌由来のエリシターによるタバコ培養細胞BY-2の防御反応誘導機構におけるCa <sup>2+</sup> シグナルと細胞周期の役割」
	佐々木 伸大 (東京農工大学工学教育部生命工学科) 「ベタレイン色素生合成に関わる酵素遺伝子の単離とその解析」
2006	遠藤真咲 (筑波大学大学院生命環境科学研究科) 「高等植物における相同組換え効率制御の要因解析とそのジーンターゲット系への応用」
2007	児玉 豊 (奈良先端科学技術大学院大学バイオサイエンス研究科) 「蛋白質の分子進化に関する研究」
	澤井 学 (日本大学大学院生物資源科学研究科) 「ミヤコグサのトリテルペノイド骨格合成酵素に関する機能ゲノム学的研究」
2008	杉山暁史 (京大大学生存圏研究所) 「根粒形成に関与するマメ科ATP-結合タンパク質の機能と生理的役割」
	野中聡子 (筑波大学大学院生命環境科学研究科) 「根粒形成に関与するマメ科ATP-結合タンパク質の機能と生理的役割」
2009	政田 さやか (名古屋市立大学大学院薬学研究科) 「植物二次代謝糖転移酵素の機能解析とその応用」
	佐々木 佳菜子 (京大大学生存圏研究所) 「プラスチック局在型イソプレノイド系二次代謝の制御と生理機能」
2010	該当無し
2011	松葉由紀 (東京農工大学大学院工学府) 「新規アントシアニン配糖化酵素の解析」
	ナレンドラ デュヒタ (筑波大学大学院生命環境科学研究科) 「ミラクリンの新規精製法の開発と甘味誘導機構の解明」

論文賞	
2004	Toshihiko Hayakawa, Takahiro Sakai, Keiki Ishiyama, Naoya Hirose, Hiroyuki Nakajima, Masae Takezawa, Kazutaka Naito, Mutsumi Hino-Nakayama, Takumi Akagawa, Satoshi Goto and Tomoyuki Yamaya Organization and structure of ferredoxin-dependent glutamate synthase gene and intracellular localization of the enzyme protein in rice plants. <i>Plant Biotechnology</i> <b>20</b> (1): 43-55 (2003)
	Yu Zhou, Shigeyuki Nagashima, Masao Hirotsu, Hideyuki Suzuki and Takahumi Yoshikawa Expression of the chalcone synthase gene in <i>Scutellaria baicalensis</i> hairy root cultures was unusually reduced by environmental stresses. <i>Plant Biotechnology</i> <b>20</b> (3): 207-214 (2003)
	Nozomu Koizumi A chimeric tunicamycin resistance gene as a new selectable marker for <i>Arabidopsis thaliana</i> . <i>Plant Biotechnology</i> <b>20</b> (4): 305-309 (2003)
2005	Yuko Ohashi, Taka Murakami, Ichiro Mitsuhara and Shigemi Seo Rapid down and upward translocation of salicylic acid in tobacco plants. <i>Plant Biotechnology</i> <b>21</b> (2): 95-101 (2004)
	Xiaoge Feng and Kaoru T. Yoshida Molecular approaches for producing low-phytic-acid grains in rice. <i>Plant Biotechnology</i> <b>21</b> (3): 183-189 (2004)
2006	Toshihiro Kobayashi, Takao Niino and Masatomo Kobayashi Simple cryopreservation protocol with an encapsulation technique for tobacco BY-2 suspension cell cultures. <i>Plant Biotechnology</i> <b>22</b> (2): 105-112 (2005)
	<以下の3編でシリーズ (1件) > Sumire Fujiwara, Mayu Nakagawa, Hiroshi Kamada, George Coupland and Tsuyoshi Mizoguchi Circadian clock components in Arabidopsis I. The <i>terminal flower 1</i> enhances the early flowering phenotype of a mutant, <i>lhy cca1</i> . <i>Plant Biotechnology</i> <b>22</b> (4): 311-317 (2005)
	Sumire Fujiwara, Atsushi Oda, Hiroshi Kamada, George Coupland and Tsuyoshi Mizoguchi Circadian clock components in Arabidopsis II. LHY/CCA1 regulate the floral integrator gene <i>SOC1</i> in both GI-dependent and -independent pathways. <i>Plant Biotechnology</i> <b>22</b> (4): 319-325 (2005)
	Sumire Fujiwara, Mayu Nakagawa, Hiroshi Kamada and Tsuyoshi Mizoguchi Circadian clock components in Arabidopsis III. LHY/CCA1/GI in regulating the floral integrator genes <i>LFY/SOC1/FT</i> to control flowering time and shoot architecture. <i>Plant Biotechnology</i> <b>22</b> (4): 327-331 (2005)
2007	Noriko Nakamura, Masako Fukuchi-Mizutani, Kiyoshi Miyazaki, Kenichi Suzuki and Yoshikazu Tanaka RNAi suppression of the anthocyanidin synthase gene in <i>Torenia hybrida</i> yields white flowers with higher frequency and better stability than antisense and sense suppression. <i>Plant Biotechnology</i> <b>23</b> (1): 13-17 (2006)
	Shungo Otagaki, Makoto Arai, Akiko Takahashi, Kazunori Goto, Jin-Sung Hong, Chikara Masuta and Akira Kanazawa Rapid induction of transcriptional and post-transcriptional gene silencing using a novel <i>Cucumber mosaic virus</i> vector. <i>Plant Biotechnology</i> <b>23</b> (3): 259-265 (2006)
2008	Mari Takizawa, Koichi Hori, Koji Inai, Hisabumi Takase, Takashi Hashimoto and Yuichiro Watanabe A virus-induced gene silencing approach for the suppression of nicotine content in <i>Nicotiana benthamiana</i> . <i>Plant Biotechnology</i> <b>24</b> (3): 295-300 (2007)
2009	Akio Uchida, Takashi Hibino, Takiko Shimada, Masahiko Saigusa, Tetsuko Takabe, Etsuko Araki, Hiroshi Kajita and Teruhiro Takabe Overexpression of DnaK chaperone from a halotolerant cyanobacterium <i>Aphanothece halophytica</i> increases seed yield in rice and tobacco. <i>Plant Biotechnology</i> <b>25</b> (2): 141-150 (2008)
2010	Naoki Matsuo, Hiromi Mase, Miho Makino, Hiro Takahashi and Hiroharu Banno Identification of <i>ENHANCER OF SHOOT REGENERATION 1</i> -upregulated genes during in vitro shoot regeneration. <i>Plant Biotechnology</i> <b>26</b> (4): 385-393 (2009)
2011	Fumio Matsuda, Atsushi Ishihara, Kojiro Takanashi, Keiko Morino, Haruna Miyazawa, Kyo Wakasa and Hisashi Miyagawa Metabolic profiling analysis of genetically modified rice seedlings that overproduce tryptophan reveals the occurrence of its inter-tissue translocation. <i>Plant Biotechnology</i> <b>27</b> (1): 17-27 (2010)

## 培養オタネニンジン誕生秘話

植物ハイテック研究所 牛山 敬一

1986年の夏、私はミネソタ大学の講堂の壇上にいた。最後のスライドを映した瞬間、超満員の会場からどよめきが起こった。最前列には、世界の植物組織培養をリードする山田康之先生をはじめ大御所たち、シェフィールドのファウラー、ミネソタのシュタバ、ドイツのツェンク教授らがざらりと並んでいた。

最後の写真は「オタネニンジン」の培養のため作られた25トンの培養タンクの写真であった。第6回国際植物組織培養学会でのことである。

第一次オイルショックの時から日東電工における、植物組織培養のターゲットとして、オタネニンジンが検討が開始されていた。1982年、北里大学の古谷力先生との出会いが、オタネニンジン培養を一気に加速させる。古谷先生は当時、オタネニンジン培養の特許を取得され、明治製菓に培養の権利を渡しておられたが、明治製菓が工業化をためらっていた。私は工業化を前提とした研究を進めるために、古谷先生にお願いし、先生のところで開発された培養株とノーエクスクルージブの特許実施権を得た。

先生からいただいた株はホワイトカルス、毛状根、それに毛状根から分離された黄褐色のブロック状の株(B株)。それらを比較したところ成長速度に差はなかった。そこで、2次代謝物を生産し、工業化段階におけるプロセス設定の利点を考慮してB株による生産のための検討を開始した。

ファーストステップは固体培養で行うとして培養シードは、液体培養でなければならない。当時、植物の培養はロータリーシェーカーで行うのが主流であった。これはシェフィールドのファウラー教授が、ロータリーがよいとどこかに書いていたことによるものと理解している。しかし、私はレシプロタイプのシェイカーを採用した。本当はその時、設備がレシプロタイプしかなかったのである。それが幸いした。レシプロシェーカーを使うことによって、適度なストレスが、細胞に与えられ、培養株は常に根に近い組織として増殖することがのちにわかった。

ジャーファーマンターによる生産。

25Lのジャーファーマンター3基を準備していた。基本的にはバクテリアの培養を行うものと同じシステムで、取り出し口だけ2インチのボールバルブを付けた。培養物は直径5ミリくらいのブロックとして育つので取り出しのために大きくした。培養時間はその増殖速度と採算性からみて4週間と最初から設定した。

初回の培養を開始して3週間を過ぎ、中の組織は順調に育っていた。明日は、初めての収穫ができると勇んでいた27日目の朝、行ってみると一瞬目を疑った。ジャーの中が、真っ白になっていた。白い綿毛の球が沢山あり、それがぐるぐる回っている。カビのコンタミである。調べてみると取り出し口のボールバルブの外に、わずかな培地の漏れがあり、そこにカビがあった。なんと、ボールバルブの狭い隙間を縫って増殖し、27日目にタンクの中に到達して増殖したことがわかった。これは、ボールバルブの外側に、アルミのキャップを

かぶせることで解決した。

(バルブは漏れるのが常識；微生物は空中を飛ばない；という教訓を得た)

次のステップはパイロットプラントとして、2トンの培養タンクを準備した。500Lのシードタンクを上に乗せた。シードは1Lの三角フラスコを20本植え付ける。この二つの装置でいろいろデータを取り、生産機の設定に入った。その間約1年。猛スピードでの展開であった。

本体の設定には生産技術本部が中心となって行われた。日東電工という会社は、粘着剤を作って、薄いシートに塗るという技術が中心の会社である。培養産業は装置産業であり、その1回に培養できる量が、コストを決める。したがってサイズは大きいほうが良いことは誰もわかっている。そこで私は25トン容量のタンク設定を主張した。しかし、生産技術本部からの回答は、今まで粘着剤の合成でも最大5トンまでしか経験がない事、パイロットから一気に10倍に持つていくことのリスクが理由で、5トンクラスを4基並べてはどうかというものであった。私はこれに抵抗して何としても仕込み容量20トン以上の物を作りたかった。ちょうど日本たばこが仕込み容量20トンのタンクでたばこのカルス培養に成功したとの情報が入っていたことが私の挑戦意欲を掻きたてた。

培養タンクの設定に当たっては、いくつかの仕掛けを考えた。最大の敵はコンタミである。何社かのプラントメーカーに当たったが、4週間の無菌維持をギャランティーするというところはなかった。幸いなことに生産技術本部長に日立製作所の元工場長が就任した。この方は私の夢を理解してくれ、25トンタンクを作ることを決め、さらに日立のプラント部門である笠戸工場に協力を依頼してくれた。

そして出来上がったのが第一シードタンクからメインタンクまで4段階の装置である。その後、さらに25トンのタンク2基が増設された。これらの装置のキーポイントは、接液部はすべてダブルバルブにし、2つのバルブの間は無菌空気系でシールしたことがあげられる。

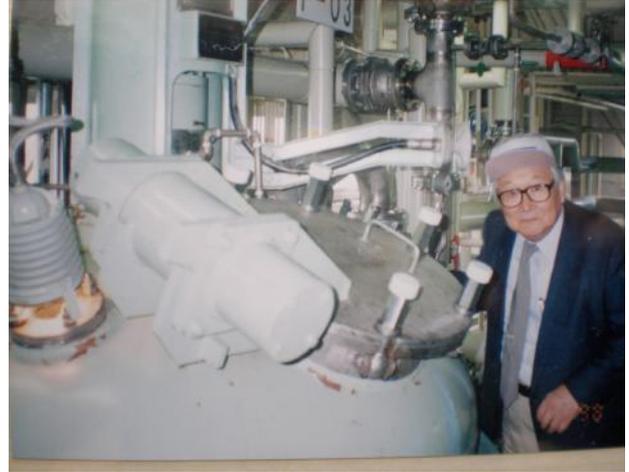
もう一つのNHはフランジ部のシールにある。接液フランジ部はすべてダブルOリングにした。のちにスペースシャトルの事故の際、同様にOリングをトリプルに使っていることを知った。3つ目のNHは無菌空気系のエアフィルターがあげられる。

こうして1985年の終わりには大量の生産物を取り出すことに成功した。以来20数年にわたってこの装置はさしたるトラブルもなく働き続けた。

その後、生産物の薬学的研究の結果、栽培物よりはるかに優れたものであることを実証し、1993年から販売を開始。販売チャンネルの創設から宣伝活動までやった。

紙面の都合もあり、要約になったが、ある若い研究者がいみじくも言ってくれた「コロンブスの卵ですね」を思いおこす。先端研究を志す者はコロンブスたれ。コロンブスも一人では船を動かさなかったはずだ。本会会員は全員でトランス

ジェニック植物の規制緩和に動き、実用化に挑戦されることを願ってやまない。



培養タンクを見学される山田康之教授（1986.1）

# 学会と歩んだ植物二次代謝産物生産の研究

北海道三井化学株式会社 植物機能センター 松原 浩一

本学会が創立 30 周年を迎えましたこと誠に喜ばしく感じるとともに、誕生間もない時期にシコニン生産について報告出来たこと、国内外で研究・開発の波が勢いを増していた高揚感など、当時が思い起こされ感無量であります。

創立の時期は、経済発展の負の側面が顔を出し始め、天然物指向が徐々に強まって潜在需要が膨らみ始める一方、環境悪化も相まって一部で資源植物の枯渇が危惧され、従来型の生産で発展を続けることはいずれ出来なくなると予想された。この背景の元、筆者らは高品位の二次代謝産物を効率よく生産出来ると期待された培養細胞法に取り組んだ。モデルケースとして「ムラサキ細胞培養によるシコニン系化合物生産」を取り上げ、液体培養系と 2 段階培養法の開発、高生産株作出などにより生産性を高めて製品を上市にこぎつけた。その開発過程で得た技術とノウハウを生かし深化させながら今日に至ったが、その道は決して平坦ではなかった。

「これからは植物の時代だ！」・・・担当役員の言葉で苦難の道行が始まった。当初は社内に研究指導者がいなかったため、定期的にこの分野で著名な先生をお招きしてコンサルテーションを受けたが、ご指導内容を社内幹部に理解してもらうための翻訳、いわば和和通訳に苦労した。並行してまだ液体培養が十分出来ない時期に市場開拓用サンプルを作ることになり、毎週数百個の寒天培養器の準備、移植と回収の作業に数名が明け暮れる時期があった。苦勞の甲斐あってユーザーが付いたものの、開発と生産が納期に間に合うのか薄氷を踏む思いの日々であった。特にスケールアップで小試験を再現するのは困難を極めた。回転円筒型培養槽で解決出来る見込みはあったが、結果が確認されてこそ事業性が計れて投資出来る。しかしその為の大型試験装置が無い！窮余の策として 200 リットルのドラム缶培養槽(写真)を手作りし、基礎データを採取したところ小試結果が再現出来た。上司にアピールしてみると期待以上に気に入って頂き、峠を一つ越え計画が前進することになった。

## 社内の風

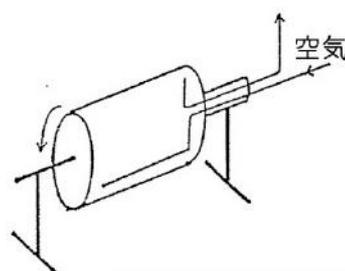
シコニンの成功と日経新聞技術賞、社長賞受賞などに勇気を得て、医薬原料を狙った研究を進めそれぞれ当初目標を達成した(表)が、マーケティングの厳しさに直面して事業成果が伴わず、収益化計画は遅々として進まなかった。各社が撤退していく状況でもあり、社内に強烈な逆風が吹き荒れ開発体制が年々萎んでいく。逆転の一打を夢見ながら必死で堪える日々であった。

## 救援要請

そんな折り、とあるメーカーから、細胞が安定しないのでコンサルと解決すれば受託生産をとという話が持ち込まれた。かなりの短期間で問題を解決し、数十トン単位で試作品を送るまでになった。お客様のご都合で生産受注には至らなかったものの、世間と対比しての客観的な実力が社内でも認知されるという思わぬ副産物を得て、消滅の危機から脱することになった。それと相前後して、タキサン系制ガン剤を細胞培養で作る技術開発の要請が、その独占権を持つメーカーから寄せられた。国外の他社でも挑戦されたが筆者らの技術が採用となり、念願であった大型案件を初めてものに出来た。この成功により暫くは安泰だったが、成功は要求水準を上げることとなり、時間とともに再び逆風が吹き始めることになった。

## 再出発

思い通り行かないのは何故か・・・解析を繰り返しても確たる答えは出ない。ホームランを狙う以上そんなにボンボンと出る訳がないのだが、大型商品を当たり前とする社風はそれを許さなかった。選択肢は単純撤退か技術を残すための譲渡に絞られた。そんな時、新規事業を模索していた子会社の新社長が手を挙げ、灯火が引き継がれることになった。最小限の人員と設備で経費を抑え、主ターゲットを化粧品素材に置いて小回りを重視する一方、大学や企業などのネットワーク作りを急ぐ作戦で再出発した。その成果は徐々に現れ始めており、ターゲットを健食・機能食品素材へと広げつつあり、日々蓄の膨らむのを感じながら細胞と向き合っている。「おい、元気になっているか？」と細胞に語りかけて今日も仕事が始まる・・・



回転円筒型培養槽 概念図と試験装置

表 細胞培養法による植物二次代謝産物生産の研究成果

植物	有効成分	生産性 mg/L	乾燥細胞中含量 %	植物中含量 %
ムラサキ	シコニン	2000	1020	1~2 (根茎)
オウレン	ベルベリン	7000	10.0	3~5 (根茎)
アカネ	プルプリン	250	2.5	1.0 (根)
ズボイシア	スコポラミン	2400	2.0	1.0 (葉)
ニチニチソウ	カサランチン	350	1.6	0.05
イチイ	パクリタキセル	250	0.8	<0.01

## 青いバラを越えて

サントリー植物科学研究所 田中 良和

学会創立 30 周年おめでとうございます。学会を支えてこられた多くの先生方にお礼を申し上げます。

弊社では青い花に代表される遺伝子組換え植物の開発に取り組んできた。遺伝子組換えの手法を用いると種の壁を超えた遺伝子を利用できるため、交配による品種改良では作ることのできなかった画期的な植物を作ることができる。一方で、その開発には、①有用遺伝子の取得、②組織培養技術を駆使した形質転換系の確立、③導入遺伝子の発現制御といった技術的な課題の解決が必要であることに加え、④商業化するためには、生物多様性影響評価を行い認可を取得すること、⑤商品が消費者に受け入れられることも必要である。

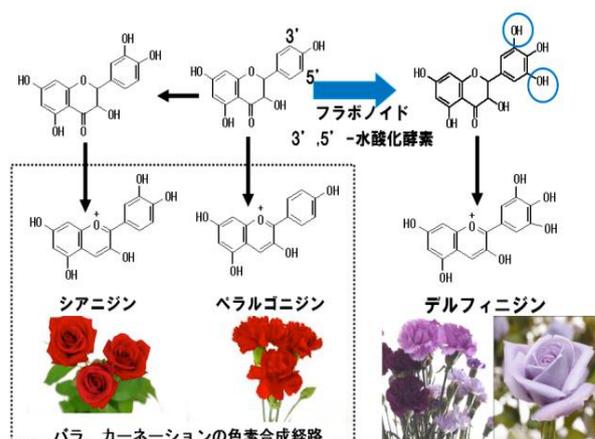
弊社ではこのような課題に真摯に取り組んできた。日本の消費者が入手できる唯一の遺伝子組換え植物であるデルフィニジン型のアントシアニンを蓄積している青いバラ「アプローズ」、カーネーション「ムーンダスト」は、デルフィニジン合成に必要なフラボノイド 3',5'-水酸化酵素遺伝子をこれらの植物で発現させたことにより誕生した(図)。これらの花は消費者の方々に楽しんでいただいている。青いバラの開発に対し、山田先生と森川先生のご尽力により新設の植物細胞分子生物学会特別賞をいただいたことは望外の喜びであった。改めてお礼を申し上げます。また、青いバラの生物多様性影響評価や生産にあたり多くの会員の方々から有益なご助言をいただいたことにも感謝申し上げます。

本学会の活動は上記の①から⑤のすべての課題に密接に関係していることと、花色成分を含む二次代謝物に関する研究者が一堂に集まる学会であることから、おおむね毎年毎年にも参加してきた。研究には直接関係のない遺伝子組換え植物に関する市民対象の講演会が何度も開催されたことは本学会の特徴であろう。

年回に参加したおかげで、共同研究を始める機会も得ることもできた。熊本大会で日本大学綾部先生のグループがフラバノン 2-水酸化酵素遺伝子についてご発表されたことからフラボン合成酵素遺伝子を、広島大会で千葉大学斉藤先生がシソの機能不明の糖転移酵素遺伝子についてご発表されたことからアントシアニン 5-糖転移酵素遺伝子を、取得する共同研

究をさせていただけたことは、良い思い出である。また、Plant Biotechnology にも特集号を中心に 10 編ほど掲載いただき、一編は論文賞までいただいた。本誌にインパクトファクターが付与されたことは大変喜ばしいと思うと同時に、海外からももっと注目されてもよいと思っている。

科学技術あるいは研究開発の本質的な目的は、社会を良くし、人々を幸せにすることであると考える。青いバラは不可能の代名詞とも言われた。技術の進歩によりかつては不可能なことも可能になる。本学会や植物科学の興隆のためには、今まではなかった世の中に役に立つ植物の開発ややそれを開発するために必要な基盤技術を築くことが重要だと考える。アカデミズムにとどまらない本学会の活動は、他の植物系の学会とは一味違うユニークなものである。今後の本学会の一層の発展を祈念いたします。



本原稿作成中に逝去された駒嶺先生には年会などでお目にかかるたびに温かい笑顔で励ましていただいた。心からご冥福をお祈りいたします。

## 日本植物細胞分子生物学会の30年

北里大学・名誉教授 吉川 孝文

学会の30年記念号の原稿執筆依頼と同時に駒嶺穆先生ご逝去の報がもたらされた。現役で元気に活躍されている姿のみを知る私にとっては青天の霹靂、驚きと同時に悲しみが込み上げてきた。駒嶺先生とは正に30年前、日本植物組織培養学会発足と同時に刊行が企画された学会誌の編集委員長になられた先生に編集委員の一人に加えて頂いて以来の関係である。先生には2年間会誌の表紙作りに始まる全てを教えて頂いた。その後2代目の編集委員長となられた庄野邦彦先生の後を受けて、5年目から10年までの3期編集委員長を務めた。原稿集めに汲々としていた発刊当初に比べると学会の発展期に重なる5年目からの編集作業は比較的楽だったと記憶している。駒嶺先生からはそれ以来いろんな場面でお世話になった。だから私の先生との思い出はこの学会と共にあると言っても過言ではない。先生のご逝去を悼み心よりお悔やみを申し上げます。

さて、私が北里大学薬学部の生薬学教室に助手として奉職したのは1973年のことである。当教室は1965年の創設以来、東京大学薬学部出身の古谷力教授と理学部出身の庄野邦彦助教授の元で、“薬用植物の組織培養による薬用成分の生産研究”を行っていた。私が赴任した時には、既に主要な薬用植物のカルス化が行われ、カルス培養により有用成分が生産されたものと、生産されないものに二分されていた。その中で大学院時代に酵素化学を専門としていた私に課せられた課題は、カルス培養では生産されない成分の生合成制御の酵素学的な解明であった。その後1977年に庄野助教授が東京大学に転出された後任として助教授に、そして1994年から2007年の定年まで教授として教育研究に携わった。

私が最初に手がけた植物はあの麻薬の阿片を採るケシ *Papaver somniferum* であった。ケシは脱分化したカルスではモルヒネなどのアヘンアルカロイドは全く生産せず、その生合成過程で分枝して生合成される sanguinarine 系のアルカロイドのみを多量に生産していた。ところがその研究過程でインドの著名な研究室でカルスにより阿片アルカロイドが生産されたという報告がなされた。私はその結果に疑問を持ち追試を開始した。カルス培養では生産されないことを証明するために、まず大量培養により集めた細胞(生重量で約3kg)からの成分精査を行い全く生合成されていないことを証明した。さらに生合成の鍵中間体として知られていた reticuline のラセミ体を合成して、ケシ細胞液体培養系に投与して変換反応を行なった。その結果、(+)体のみが代謝され、最初の閉環化合物である(-)-scoulerine を15%の変換率で生成すると同時にケシカルスの主生成物である sanguinarine を増量した。一方、阿片アルカロイド生合成に使われるべき(-)体は全く変換されず、未変換体を光学純度99%で回収した<sup>1</sup>。さらに、ケシカルスを18°Cの低温下で培養することにより植物体への再分化に成功し、維管束系を分化した初期の再分化体での阿片アルカロイド生合成能の回復を明らかにした<sup>2</sup>。この結果を山中湖で開催された国際植物組織培養学会で報告したところ、出席者のカナダの Constabel 教授によくやってくれたと握手を求められ感激したことを記憶している。近年、このイソキノリンアルカロイド生合成酵

素系が注目を集めたことはご存知の通りである。

当初私は代謝能の欠損を酵素レベルで明らかにする研究を開始した。ところが植物の二次代謝系の酵素活性は非常に微量な上に基質が水に難溶なために活性を阻害する有機溶媒を使用せざるを得ず、さらに抽出に当たっては失活要因のポリフェノール成分を多量に含有するために酵素レベルでの研究は困難を極めた。そこで酵素研究に先立ち行なったのが生合成の前駆体を細胞の液体培養系に投与して変換代謝物を明らかにする研究であった。この方法は植物分野では当教室で最初に行われ、生物変換 **Biotransformation** と名付けられた。そして現在まで様々な化合物で配糖化など植物に特異的な変換能力が明らかにされている。この生物変換の技法は折原裕助手(現東京大学薬学部准教授)により主にツキヌキユウカリ細胞培養系を用いてのテルペノイド系の代謝研究に発展している<sup>3</sup>。私は後にケシの生細胞をアルギン酸カルシウムゲルに固定化してのバイオリクターによる連続反応系の確立へと発展させた。

その後二次代謝系の酵素研究は近年の遺伝子操作技術の進歩により、様々な酵素の単離、活性発現に結びついている。当教室でも植物から単離した配糖化酵素遺伝子を大腸菌に導入発現して、基質を数100mg単位で添加して酵素反応を行ない、9種類の配糖体を反応生成物として単離精製しNMRによる構造解析に成功した。さらに、この配糖化酵素研究は遺伝子中の1個の塩基を交換することにより基質特異性が換わるという夢のような成果に結びついた<sup>4</sup>。

一方、二次代謝の生合成研究は綾部真一助手(現日本大学生物資源科学部教授)のカンゾウ *Glycyrrhiza echinata* における新規化合物の生合成経路の発見、そして制御系の解明、分子生物学研究へと花開くことになる。この研究においては当初綾部は代謝中間体の単離、精製から構造解析を担当し、私は鍵酵素活性の検出<sup>5</sup>、そして変異誘起剤処理による150倍の高生産株の分離作成を行なうという効率良い共同研究体制で臨んだ思い出多い研究であった。一方、甘草の甜味成分のグリチルリチン生産に関しては、主に *Glycyrrhiza glabra* を材料に精力的に研究を行なったが、細胞培養系は勿論のこと毛状根培養系においてもまったく生産は認められなかった。しかしながらフラボノイド成分については、既存の成分を含めて活発に生産されていることを院生の李巍君(現東邦大学薬学部准教授)が明らかにしている<sup>6</sup>。

ケシの研究以降私が主力を注いだのはオタネニンジン *Panax ginseng* (朝鮮人参)による有用成分サポニンの生産研究であった。1980年当時既にオタネニンジンではカルスにより主成分のサポニンが生産されることが明らかにされ、タンク培養による工業生産も検討されていた。ところがサポニン含量が低く採算が取れないということで企業化が中止されていたのである。そこで私は高成長、高生産株を得るために、培養条件の検討や生合成前駆体の投与などあらゆる方法を試みた。その結果、植物の発根促進ホルモンであるインドール酪酸とカイネチンとの組合せにより当初の2,4-D使用のカルスより10倍以上生産性が向上した細胞塊の分離に成功した。その後研究室での5Lのジャーファーメンターでの培養条件

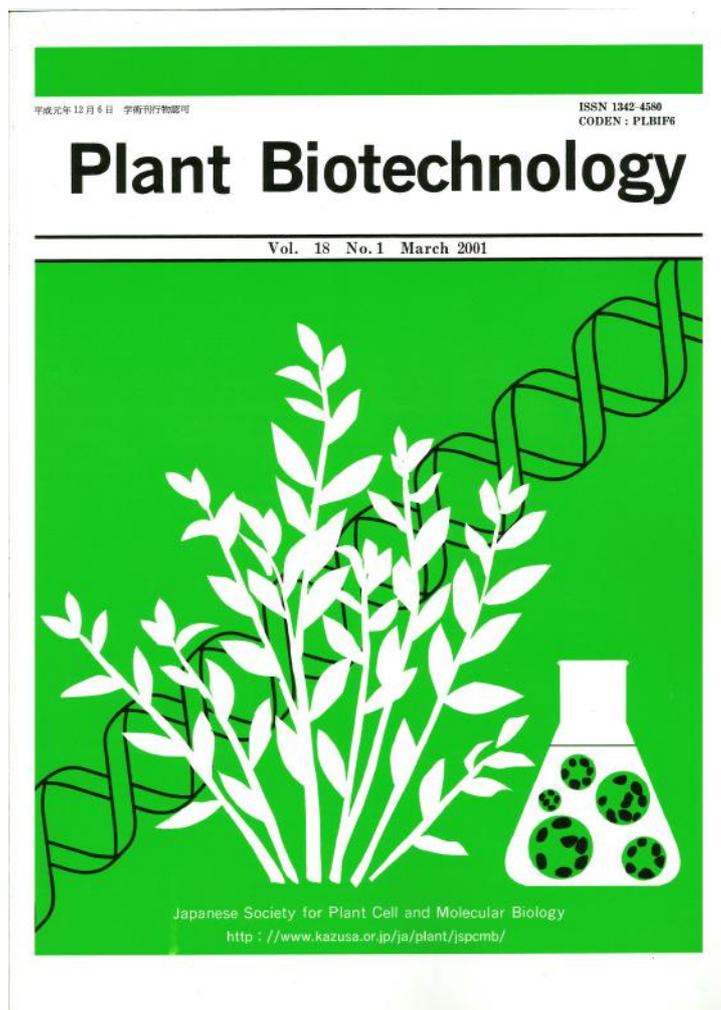
の検討、そして引き続き日東電工（株）での大量培養装置の改良などにより 30 トンタンクでの連続培養に成功した。現在タンクで培養生産されたオタネニンジン培養体から抽出された朝鮮人参エキスが様々な製品となり健康食品として売り出されている。

以上、私が北里大学で 30 数年間にわたって行なってきた研究の一部を紹介した。この分野の研究は近年の急速な技術進歩のお陰で驚異的な成果を挙げてきた。今後の本学会のさらなる発展に期待して筆を置く。

1. Furuya, T., et al. (1978) *Phytochem.* **17**: 891-893
2. Yoshikawa, T. and Furuya, T. (1985) *Planta Medica* **1985**: 110-113
3. Furuya, T., et al. (1989) *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I* **1989**: 1711-1719
4. Kubo, A., et al. (2004) *Arch. Biochem. Biophys.* **429**: 198-203
5. Ayabe, S., et al. (1980) *Phytochem.* **19**: 2331-2336
6. Li, W., et al. (2000) *Phytochem.* **55**: 447-456
7. 吉川孝文 (2002) *ファルマシア*, **38**: 846-850

Plant Biotechnology 18 (1) March 2001

表紙デザインを一新、本年より学会誌 PDF を HP で公開  
(表紙下に、学会 HP (かずさ DNA 研究所のサーバー)の URL)



## タバコから、イネ、そして、トウモロコシへ

日本たばこ産業株式会社 経営企画部 小鞠 敏彦

組織培養や遺伝子組換えの研究といえば、まず、対象はタバコでした。就職したころ、どの学会に行っても、タバコを使った研究が多いのに驚いたものです。歴史的にも、光周性の研究、初めてのウイルス、タバコモザイクウイルスの発見、カルスやプロトプラストの培養、植物ホルモン、細胞融合、薬培養、半数体育種法などなど、常に、タバコは生物学の最先端の研究に貢献してきました。

では、なぜ、タバコなのでしょう。ここで、「オペロン説」のジャック・モノーが遺した名著「偶然と必然」のタイトルを借りたくなります。タバコは、栽培しやすく、成長が速く、よく揃った大きな葉を実験材料として大量に得ることができます。交配しやすく、種子が多数得られ、長期保存が可能です。基本的には短日性の植物ですが、長日性の品種もあります。また、さまざまな培養手法を容易に適用することができます。一方、喫煙の習慣とともに世界中に広がり、農家にとって貴重な換金作物となりました。産業の発展において重要な役割をはたし、税収は国家を支えてきました。そのため、早くから、公的機関や民間会社などにより、多様な品種が育成され、栽培特性、葉型などの形態、内容成分、病害抵抗性などが調べられてきました。さまざまな偶然の積み重ねが、このような万能な植物材料と学術研究との必然の出会いをもたらしてくれたのでしょう。

私たちの会社は、当然、昔からたばこやタバコの研究をしています。ちなみに、製品のシガレットなどは「たばこ」、植物の *Nicotiana tabacum* L. は「タバコ」と表記するのが慣用です。1985年に、日本専売公社が、日本たばこ産業株式会社に改組されてからは、他の重要作物の品種改良やバイオテクノロジーの研究にも取り組むようになりました。日本で最も重要な作物イネや、世界の種子市場の半分を占めるトウモロコシなどです。

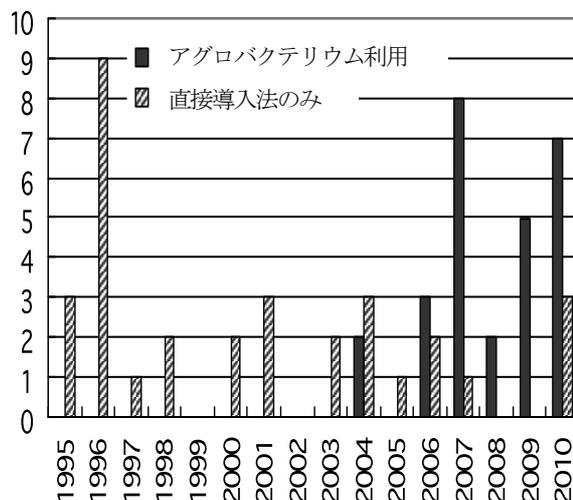
1980年代半ばには、タバコは、葉片にアグロバクテリウムを感染させることにより、容易に遺伝子導入ができるようになりました。しかし、成功体験は失敗を誘発しやすいものです。タバコでのさまざまな成功が、他の植物の技術開発の足を引っ張った面も多いと思います。例えば、MS (Murashige and Skoog) 培地は、タバコ葉からの抽出物を参考にして開発された培地です。他の植物でも、まずMSを試す場合が多いのですが、このように無機塩濃度の高い培地を基点にすることは、植物種によっては、大変な遠回りだったと思います。同様に、さまざまな研究者が、タバコの手法を参考に、アグロバクテリウムによる単子葉植物の形質転換に取り組みましたが、成功しませんでした。今思えば、タバコ葉片の傷口で誘導される細胞分裂が、形質転換に必須だったのです。単子葉植物の多くは傷口で細胞分裂は起きませんので、同じことはできなかったのです。

私たちのチームが、イネや、トウモロコシの形質転換に用いたのは、細胞分裂の盛んなカルスや、未熟胚の胚盤でした。イネのカルス全体から、GUS 遺伝子の発現による青いスポットを検出した日のことは、今でも忘れません。まずイネで、そしてトウモロコシで、世界で初めて、アグロバクテリウム

による効率のよい遺伝子導入法を開発することができました。ただちに特許出願を行うとともに、1994年と1996年に、論文発表を行いました。これらの方法は、日本、そして、世界の多くの研究者に広がり、数年後には、世界標準になったといえます。欧米の種苗会社やベンチャー企業に対して、これまでに、50件以上のライセンス導出実績があり、世界で最も広くライセンスされた植物バイオ特許だと考えています。

この研究に対して、1998年に、光栄にも、日本植物細胞分子生物学会の技術賞を受賞することができ、まことに大きな励みになりました。この場を借り、厚く御礼申し上げます。その後もこの技術の利用は進んでいます。図は、これまでに農業利用が承認された遺伝子組換えトウモロコシの件数を示しています。実用化までに10年以上を要しましたが、2004年以降のトウモロコシ品種の大半に、アグロバクテリウムによる遺伝子組換えが利用されています。現在、アメリカで栽培されているトウモロコシの半分は、アグロバクテリウムを利用して開発された品種だと推定しています。また、他の穀類、コムギやオオムギなども、アグロバクテリウムにより、効率よく遺伝子組換えができるようになりました。

単子葉植物の遺伝子組換え技術の開発を成し得たのは、イネやトウモロコシをよく知る育種や栽培の担当、温室管理と健全な植物材料育成の担当、それぞれの植物の細胞に慣れ親しんだ組織培養の担当、アグロバクテリウムや大腸菌など微生物の担当、ベクターや植物遺伝子の担当などが一体となった研究チームでした。また、遺伝子組換え実験において最も重要な要素は、健全な植物材料の育成に他なりません。この学会は、植物、細胞、分子と言葉を並べたとても長い名前を持っており、不便を感じたこともあります。しかし、私たちは、まさに、植物、細胞、分子の専門家の出会いが不可能を可能にすること、すなわち、この長い名前こそが本質をストレートに表現していることを確信しています。



遺伝子組換えトウモロコシの食用・飼料用承認件数の推移  
(米国/カナダ、<http://www.isaaa.org>より)

# 「花卉園芸植物における細胞工学的手法の確立とその育種的応用」および花卉園芸とバイオテクノロジーの展望について

千葉大学大学院園芸学研究科 三位正洋

花卉園芸においては、植物を観賞目的に栽培し利用する。従って、その対象となる植物は多種多様であり、それらの育種目標も当然のことながら多種多様である。さらに花卉の育種は「ないものねだり」的な要素がきわめて強い。新奇な花色や花型、花期、草型などにどれだけ豊富な変異を持たせることができるかが、その花卉の作物としての発展に重要な意味を持つ。こうした多様な植物の育種に対応して、細胞工学的な技術がどの程度応用できるかについて、その可能性を長年にわたって検討してきた。

植物の細胞工学、すなわちバイオテクノロジーの諸技術を育種に利用する場合、その基礎となる組織や細胞の培養法や植物体再生系の確立が不可欠である。植物は組織培養においても種や品種のレベルで顕著な反応の多様性を示すことが多い。とくに多種多様な種や品種を擁する花卉園芸植物においては、個々の対象植物に関する研究者の数が、食用作物などと比較して極端に少なく、利用できる情報が限られているというのが現状であり、変わらぬ宿命でもある。従って、細胞工学的手法を利用した育種を行うためには、何から何まで自前で組織培養系の確立を行う必要があり、常に経験と勘に頼った試行錯誤の繰り返しが要求されることが多い。すなわち、通常の研究に要求される垂直的な思考よりも組織培養では常に水平的な思考と情報収集が要求されることが多いため、若い優秀な研究者には魅力に乏しく、敬遠される大きな原因となっている。しかし逆に考えれば、自ら開発した培養系は、他に先駆けて多様な用途に利用しようという利点にもなっている。

花卉の育種においては、種間雑種を作出することによって大幅に変異を拡大してきた例がきわめて多い。種間雑種作出には、受精後に起こる雑種胚の退化を避けるために、その救済手段としての胚培養技術の導入が不可避である。胚培養は単純で簡単な技術と考えられがちであるが、その難易は対象とする植物によって大きく異なり、受粉条件、培養条件の検討が必要である。当研究室においては、プリムラ属、カランコエ属、コスモス属など重要な園芸植物を含む属において、はじめて多くの種間雑種を獲得することに成功し、かつそのいくつか、例えばチョコレートコスモス (*Cosmos atosanguineus*) とキバナコスモス (*C. sulfurous*)、リュウキュウベンケイ (*Kalanchoe spatulata*) とカランコエ (*K. blossfeldiana*)、雲南サクラソウ (*Primula filchnerae*) とプリムラ・シネンシス (*P. sinensis*) の組み合わせでできた種間雑種は新規性の高い作物として商品化されている。さらにこれらの成功が胚培養の有用性を再認識させると共に、種間雑種作出の動きを加速させる効果も生み出している。

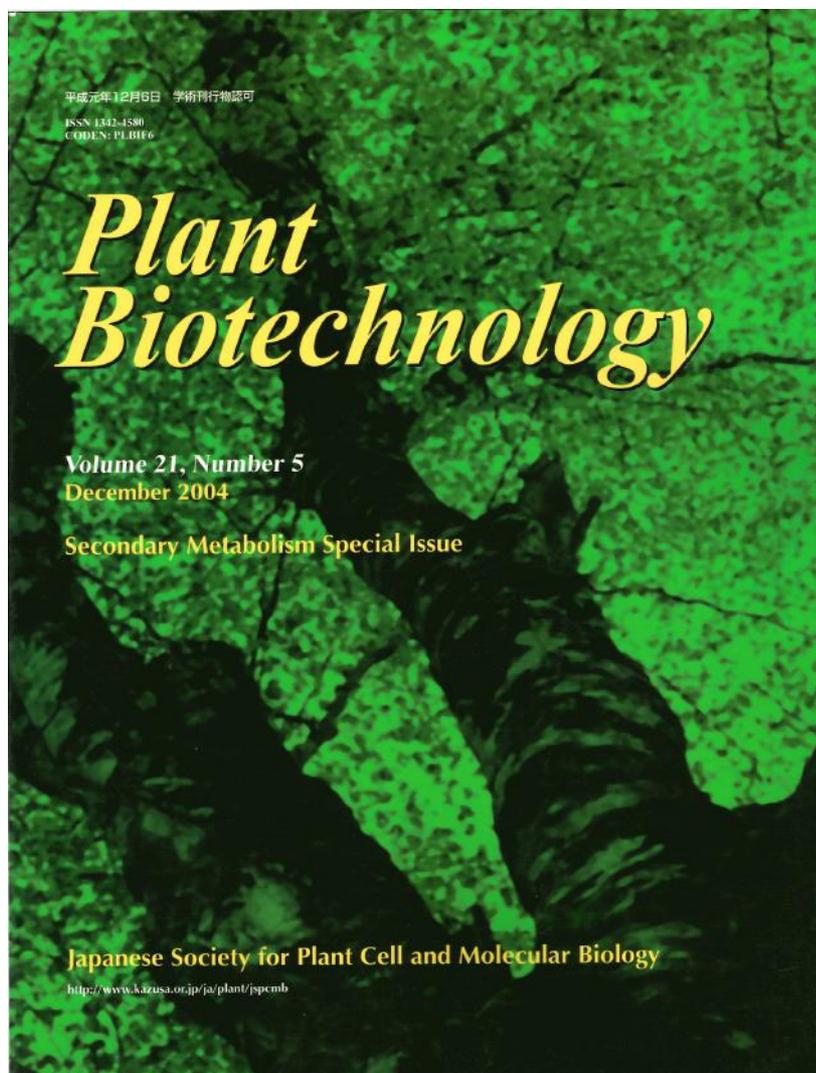
受精自体が起こらず、胚培養が適用できない遠縁の種間雑種作出手段としては、細胞融合技術が大きな意味を持っている。食用作物においては、遠縁種間の体細胞雑種がただちに

実的な品種に結びつく可能性は低いが、新奇性が重要な花卉育種においては、親の選択が適切であれば融合雑種がそのまま品種となる可能性がある。遠縁種間の体細胞雑種は不稔となる可能性が大きい、花卉の場合には栄養繁殖によるクローン品種の成立は一般的であり、有用な雑種であれば直ちに実用化が可能である。一方、比較的遠縁の種間の組み合わせでは、得られた雑種に稔性が期待でき、その後の交配を通じた育種にも大きな期待がもてる。こうしたことを考慮して、当研究室としては、*Dianthus* や *Primula* 属において細胞融合による種間雑種作出を試みてきた。細胞融合においては、その前提として、プロトプラストからの植物体再生条件を確立する必要がある。こうした問題を自前で解決しつつ、花卉では世界に先駆けて、セキチク (*Dianthus chinensis*) とビジョナデシコ (*D. barbatus*) の間で種間雑種の作出を行うと共に、セキチクとカーネーション (*D. caryophyllus*) の種間雑種、ビジョナデシコとシュコンカスミソウ (*Gypsophylla paniculata*) の属間雑種作出などに成功した。また、プリムラ属では未だに交配による雑種作出が困難なオブコニカ (*P. obconica*) とマラコイデス (*P. malacoides*) の間で体細胞雑種を作出することができた。ただしこの雑種は不稔の奇形花を着けるだけで、育種的な利用は困難であり、細胞融合の育種利用における限界を示す形となった。

細胞融合の育種技術としての可能性に対する限界と、遺伝子単離および組換え技術の急激な進歩をふまえて、最近では形質転換による有用遺伝子の導入に関する研究に多くのエネルギーを割くようになってきた。当初は野生の *Agrobacterium rhizogenes* を感染して生じる毛状根から分化した形質転換植物が矮性を示すことに着目し、*Nierembergia*, キンギョソウ、サツマイモ、クロタラリア、ムクゲなど多様な植物で矮性個体を作成し、その有用性を検討した。引き続き、*A. tumefaciens* を用いて、花卉の主要育種目標のひとつである新規花色をはじめとして、耐病虫性の付与や、草型の改変などに対する遺伝子組換えを試みている。当研究室では、自前で確立した植物体再生系を基礎に、コショウラン、カトレアなどの重要なラン類をはじめとして、ユリ、ストック、ペゴニア、ダリアなどの花卉において、アグロバクテリウムを用いた形質転換方法を確立した。ここにおいても *A. tumefaciens* が対象植物の感染を引き起こす条件に関しては、多くの細かい技術開発が必要であり、感染時の培地 pH の低下阻止、無機塩を含まない共存培地の使用などの有用な方法を見いだした。こうして確立した形質転換方法を利用し、現在では紫色の花色を持つダリアとコショウラン、コナガ耐性を持つストック、軟腐病耐性のコショウラン、CMV 耐性のテッポウユリ、矮性のコショウランなどの作出に成功している。現在の研究対象は花卉だけではなく、ホウレンソウ、アスパラガス、トマト、ナス、レタスなどの野菜や、

アカシアなどの熱帯林木、カンゾウなどの薬用植物、キャッサバやヤトロファ、エリアンサスなどのエネルギー作物にまでも拡大しつつある。また、GMOの社会的受容を容易にする手段として、日本製紙が開発したMATベクターの野菜や花卉への適用にも成果を上げている。花卉は新奇性を追求めるために各品種の寿命はきわめて短いのが普通である。胚培養や細胞融合による種間雑種の作出や遺伝子組換えにより画期的な花卉園芸植物が開発されても、それはすぐにあきら

れて、当たり前ものになってしまうことを覚悟せねばならない。従って、とくに組換え体の作出などは、その作物全体への新たな遺伝子を提供する手段と割り切って考え、以後の様々な品種の交配による育種素材として利用していく姿勢が大事であろう。交配による多様な遺伝的背景との出会いは、いつの時代であっても、花卉の育種にとってはとくにその有用性に変化はないものと思われる。



### Plant Biotechnology 21 (5) December 2004

本号より国際文献印刷社で雑誌作製、表紙、本文もカラー化。  
本号は、Kazufumi Yazaki の編集による  
Secondary metabolism in plant biotechnology  
の特集号

## 二次代謝研究—植物組織培養からモデル植物へ、そしてその先へ

日本大学生物資源科学部 綾部 真一

1982 年夏の国際植物組織培養会議 (ICPTC、東京/山中湖) のとき、私は北里大学 (古谷力教授、吉川孝文助教授) の助手で、カンゾウの 1 種 *Glycyrrhiza echinata* 培養細胞のレトロカルコン生合成についてポスター発表した。運営の手伝いも含めて国際会議を経験する最初の機会でもあった。その後 4 年に 1 度の ICPTC が国外の研究者との、日本植物組織培養学会のコロキウムや大会が国内の学部横断的な研究者との、交流の機会となった。かつては二次代謝という用語への英語圏研究者の抵抗感をよく目にしたが、より適切な言葉がないまま現在に至っている。この 30 年の間に「二次代謝」の植物と人間にとっての重要性が一層明らかになり、「secondary」が「二次的」というより「生体高分子の二次構造」のように (負の) 価値観を含まない語感になってきたのかもしれない。1980 年代当時、フラボノイド生合成研究はドイツの Grisebach 学派が中心で、生化学全盛であったが分子生物学も勃興しつつあり、とりわけ Hahlbrock によるパセリ培養細胞での CHS の研究は植物分子生物学の牽引車のひとつであったと思う。われわれの 6'-デオキシカルコン合成酵素 (DOCS) の論文 (1988) に関して Grisebach から手紙を受け取ったことなどから、1990 年にはオランダでの ICPTC 後にフライブルグ大学を訪れ、Ebel、Schröder など多くの研究者と知り合うことができた。

1990 年代は各種の植物二次代謝研究に、アントシアニンでは先行していた分子生物学の手法が浸透していく。またエリシターと培養細胞の組み合わせで誘導される酵素の同定、cDNA クローニングが成功を収めるようになる。私は 1989 年に日大に移ったが、*G. echinata* の研究を継続し、DOCS を構成する還元酵素やフラボノイド骨格形成に関わるシトクロム P450 を対象とした。初の植物 P450 cDNA (CYP71A1・アボカド) の同定 (1990)、ペチュニア F3'5'H (CYP75A) の報告 (1993) などにより、多くの二次代謝系の鍵酵素と目される P450 の実体解明に分子生物学が有効という感触が広まった頃である。一方、三川潮教授のグループがクズ培養細胞のミクロソームを用い、イソフラボン生合成のアリール基転位を行う P450 の生物有機化学を展開していた。アメリカではイギリス出身の Lamb、Dixon に導かれた Salk 研/Noble 財団がフラボノイド生合成を含む広範な植物分子生物学を展開しており、われわれも Dixon とは情報を交換しつつ研究を進めた。この研究が後に本学会から明石智義への奨励賞に結実する。国際植物分子生物学会 (ICPMB・1994・オランダ) に初めて参加して非常に熱気を感じたことが思い出され、また「分子生物学」を入れた当学会の名称変更 (1995) も自分たちの研究方法の変遷とマッチしていたことを改めて認識する。1997 年にはシンガポールの ICPMB で明石が P450 に関する口頭発表を行い、その後 Noble 財団、DuPont 社と三つ

どもえてイソフラボノイド合成酵素 (CYP93C) を同定するなど (1999)、マメ科フラボノイド生合成については貢献することができたと思う。その何年か前、本学会の大会で熱心に質問を受けたのが田中良和氏との出会いで、共同研究にも発展した。

さて、本学会誌の初期の頃、大学院時代の指導教官で私を日大に呼んでくれたテルペン化学の先達・高橋武美教授 (2010 年逝去) とともに、ニガキやセイヨウタンポポの培養細胞のトリテルペノイド代謝や再分化に伴う成分変化の論文を投稿・発表した。その後青木俊夫がマメ科モデル植物ミヤコグサを研究材料として導入し、21 世紀を迎える前後にはゲノム科学の観点を取り入れた二次代謝研究を意識した。かずさ DNA 研究所との共同研究で、フラボノイド系の非マメ科型 CHI 遺伝子の発見を皮切りに、二次代謝遺伝子の分子進化の研究に発展し、トリテルペン骨格を構築する酵素 OSC の可及的網羅的な解析を通じて植物ラノステロール合成酵素の発見の一翼も担った。これらの研究では海老塚豊・斉藤和季・村中俊哉の各氏などからの助言や議論が役立った。また一連の研究に携わった大学院修了者が学生奨励賞を受賞したり、私や関係者がシンポジウムの演者やオーガナイザーとして起用されたことは励みになったし、大会の開催 (2009) も充実した思い出である。

植物二次代謝研究のその先は何だろう。答の用意はないが、いつも予想外の展開がこの分野を前進させてきたので、今後もそれを期待する。ゲノムから出発する研究と、現象の観察や実用への指向から出発する研究が交差するところで生まれる発見を、これからもこの学会で経験して行きたい。

最後に *G. echinata* 細胞の教育への利用を紹介したい。この細胞は 1960 年代に庄野邦彦氏がカルス誘導し、酵母エキス入り White 培地で培養された後、1970 年代に吉川孝文氏が培地の検討を行い、MS 培地 (IAA/kinetin) で現在も安定に維持されている。最近では学部 2 年生の「植物細胞学実験」で、エリシターによる植物の二次代謝誘導を観察する材料としている。液体培養の培地に 0.1%(w/v)の yeast extract を加えると翌日には細胞がレトロカルコンなどで濃黄色となり、培地の酢酸エチル抽出物を展開した TLC プレートに紫外線ランプで観察すると鮮やかな蛍光スポットが見られて、歓声を上げる学生もいる。酵素活性や転写物レベルに関する実験と組み合わせればさらに有意義と思われるが、今後の課題である。

本稿を書き上げた時点で、駒嶺穆先生の訃報に接した。本学会の発展、ひいてはその恩恵を受け続けてきたわれわれの研究の進展は、駒嶺先生なくてはあり得なかった。

# 実用化を目指した代謝系遺伝子組換えイネの基礎科学的研究と 組換え作物の今後について

東京農業大学応用生物科学部 若狭 暁

日本植物細胞分子生物学会の創立 30 周年を迎えるにあたり、一文を寄稿させていただく機会を得て感慨深いものがあります。研究者生活のスタートと本学会の前身である植物組織培養研究会のスタートはほぼ重なっており、学会の歩みと同様に、私の研究生活も育種分野における植物組織培養の応用のための胚培養や薬培養などからスタートして、遺伝子組換えへと進みました。

「DNA の取り込み」が課題に浮上したのはかなり早く、1968 年に当時の植物ウイルス研究所で建部到博士らがタバコのプロトプラスト培養に成功されたのを受け、これを将来の目標の一つとして 1970 年に所属先の農業技術研究所遺伝科から建部研究室へ派遣されました。これがイネプロトプラストへの遺伝子導入実験へとつながり、1988 年に形質転換体作出を学会報告することができました。しかし、プロトプラスト培養系を用いた形質転換体の作出はかなり効率が低く、実際に導入すべき遺伝子もレポーター遺伝子以外は難しく、実用的な組換え体作出はまだ射程距離に入ってはいませんでした。

その後、Hiei ら (1994) により単子葉植物であるイネにおいてアグロバクテリウム感染法による形質転換体の作出が報告されたことから、再びイネ組換え体の作出、すなわち、学会賞をいただいたトリプトファン (Trp) の遺伝子操作に取り組みました。これは、Trp 合成の鍵酵素であるアントラニル酸合成酵素 (AS) を Trp によるフィードバック阻害を受けにくくなるよう遺伝子改変したもので、Trp が期待通り蓄積しています。Trp 合成の操作に取り組んだのは、以前から、Trp アナログである 5-メチルトリプトファン (5MT) 抵抗性として選抜した変異体が Trp とフェニルアラニンの増加を示しており、その原因の解明に興味があったためでしたが、Trp は必須アミノ酸として飼料添加物として利用されており、その増加は飼料価値を高める、Trp 合成系酵素の遺伝子改変は特許獲得の可能性があるとといった実用的側面がありました。シロイヌナズナの AS 遺伝子をプローブにしてイネ AS をクローニングし、フィードバック制御に関わるとされるアミノ酸を改変した遺伝子をいくつか作製してイネに導入、形質転換カルの 5MT 抵抗性を確認したところ、そのうちの一つが目的の Trp を高濃度で蓄積することを見出しました。

この組換え体を中心にした Trp 合成系の遺伝子操作とその利用については、科学技術振興機構の CREST の課題、および農研機構の融合研究課題として資金援助を受けることができました。その結果、蓄積される遊離 Trp の量は想像以上に高く、また、その特性は系統間、世代間でも非常に安定して

いること、また、2003 年と 2004 年に隔離圃場と一般圃場において実施した生物多様性影響評価試験の中で、多くの農業形質に変化はないが収穫量と発芽特性が親品種の「日本晴」に比較してやや劣る傾向のあること、しかし、栽培した 2 系統のうち 1 系統ではその差は小さく、「日本晴」とほぼ変わらないことが明らかとなりました。

さらに、目的の Trp を高濃度に蓄積するイネを飼料として利用するために必要な他の代謝系への影響については、京都大学宮川恒教授の協力を得て、形質転換カルスと植物体の代謝プロファイルを分析しました。その結果、予想された他の代謝化合物の大きな変動は認められなかったのです。収穫した種子の飼料効果は、新潟大学高田良三教授により、ニワトリの雛で確認され、Trp を高濃度に蓄積するイネの実用化に必要な特性、すなわち、導入遺伝子の効果とその安定性、導入遺伝子による目的としない特性の変化、農作物としての特性の変化、最終産物の実用的場面での効果といったすべてにおいて問題をクリアできることが確認できました。

以上を要約すると、組換え体の農学分野での実用化研究には、①有用な遺伝子を単離する、②その効果を科学的に確認する、③導入遺伝子の目的としない形質への影響を確認する、④圃場で導入遺伝子の効果を確認する、⑤農業形質への影響を確認する、⑥最終的な利用効果を確認することが必要な条件と考えられます。

これらのプロセス、遺伝子単離から圃場試験までを少人数の一グループで行うことは困難が多く、多方面にわたる分野の研究者の協力が必須です。何よりも、最初にターゲットの選定が重要となるでしょう。今のところ、通常の品種育成に比べると遺伝子組換えによる新品種の作製にはより多くのコストがかかるため、実用化にはそれだけの経済的価値、社会的価値のあるターゲットが求められています。組換え体の安全性に対する過剰な危険視と思われる意見も多い現在、実用化のためのコストの低減は難しいと思われませんが、遺伝子組換え技術に関してはすでに難しいものではなくなりました。したがって、急速に進展している遺伝子機能に関する知識を駆使して、今後、多くの作物で新たな形質が目標となり得ると考えられます。そのための基礎研究が精力的に進められることを願っています。

最後に、これを書き進めている時に、駒嶺先生が逝去されたことを知りました。本学会の前身の時代からご指導いただいていた先生とこの 30 周年を一緒にお祝いしたかったと本当に残念です。ご冥福をお祈りいたします。

## 機能性や医薬品産生組換え作物の現状

農業生物資源研究所 機能性作物研究開発ユニット 高岩 文雄

最近10年間余り、日本における組換え作物に対するモトリアムへの解決策として、消費者に利点のある組換え体として健康機能性の組換え作物の開発を進めてきたが、組換え体の出口を未だ見出すことはできず、絶望的状況にある。さらに3.11の東日本大震災に伴う原発事故は、多くの人達の科学技術に対する不信感を増長し、遺伝子組換え作物に対するモトリアム状態は、日本では当分続くのではないかと危惧している。

しかし、その一方で、遺伝子組換え技術は育種技術のツールとして、確実に進歩している。たとえば、特定組織への特異的な大量発現や特定の細胞内小器官への集積を人為的に制御することが可能になってきている。また多くの消費者が不安と思っていた選抜マーカーの問題についても、抗生物質や除草剤耐性の遺伝子から、現在は植物由来の遺伝子に代え、これら選抜マーカー遺伝子の発現も選抜時期に限定し、作物の可食部での発現を抑制でき、マーカーフリーの組換え体作出技術も開発されている。さらに最近では、目的遺伝子を相同組換え技術により特定の染色体部位に導入することも可能になってきている。また5~10個の遺伝子を簡単にバイナリーベクターに導入し、一度に導入することも可能である。こうした基盤技術を利用して、私たちのグループでは、血圧や血糖値また血清コレステロール値の調整機能を有する健康機能性組換え米の開発を進めてきた。作出した組換え米は、モデル動物を用いた経口投与での有効性評価試験の結果から、ひとが日常食べる容量で生活習慣病の予防や調整に十分役立つレベルであるという結果を得ている。今後食品としての安全性を評価し、社会的な受け入れが可能なら、これらの健康機能性組換え作物を提供できる状態になっている。

さらに、国民の30%以上が苦しんでいるスギ花粉症やハウスダスト等のアレルギー緩和米の開発も進めてきた。これらのアレルギーの治療には、薬物による対処療法が一般的であり、唯一な根治的な治療法として、アレルギーの原因となる抗原を3~5年かけて皮下注射で接種し、体質を改善する減感作療法が行われている。しかし、副作用、長期間の通院による不便さ、注射による痛みから、この療法を受ける患者は限定的である。そこで、こうした問題に対応するため、導入する抗原を副作用の少ない安全な抗原に代え、種子中のタンパク質顆粒に蓄積させた経口型のアレルギーワクチン米を開発した。有効性試験として、組換え米の経口投与で、免疫寛容により抗原との反応性を失わせる（体質の改善）ことが可能か調査した。モデルマウスに抗原を発現させた組換え米を経口投与したところ、IgE抗体やヒスタミン産生量が普通の非組換え米を食べさせたマウスに比較して著しく低下していた。さらに、花粉症の症状であるくしゃみの数も低下し、抗原を蓄積させた米を投与することで、予防的効果が確認された。同様にダニ抗原を蓄積させた米についても、IgE抗体の産生量や気道組織における炎症が、組換え米を食べることで軽減され、治療効果もあることが確認された。さらにペプチド薬と異なり、タンパク質顆粒に抗原を蓄積させることで、消化酵素に分解させることなく効率良く腸管の免疫組織に搬送で

き、容易に免疫寛容を誘導できるという植物特有の利点も見出した。これらの結果から、米を介したアレルギーの緩和・治療戦略は、抗原を大量に投与でき、短期間に治療が可能なこと、また組換えイネを増殖することで抗原を安価に生産でき、患者にとっても苦痛もなく便利であることから、将来のアレルギーの治療法として有効ではないかと期待している<sup>1</sup>。

一方、抗原を種子中に高発現させた組換え体の安全性に関しては、種子内のマクロやマイクロ成分の蓄積に影響はなく、実質的に非形質転換体イネの種子成分と変わらなかった。また動物への経口投与試験でも、急性や亜慢性毒性、生殖毒性や遺伝毒性に関して非組換え米と実質的差異が認められなかった。さらに、隔離圃場で第1種生物多様性影響評価試験を行い、競合性や有害物質産生や花粉に飛散性などについて非組換え体と差異は認められないことを確認した。

しかし、アレルギー緩和米は有効性や安全性が確かめられているにも関わらず、実用化への道のりは遠い。こうした組換え体については、減感作療法の原理に基づいて緩和や治療を目的として開発していることから、厚労省より医薬品として開発するよう指導を受けている。また米を剤形とした経口医薬品は前例がないので、認可されるかは全くわからない。同様に、コレラや肝炎ウイルス、易熱性大腸菌など感染症に対する“食べるワクチン”は1992年以降、大きな期待をもって開発が進められてきたが、2002年の医薬品農作物の食料作物への混入事件を契機に開発が減速化してきた。その理由は、医薬成分の農作物への混入による危険性への反発や、抗原を発現された植物をワクチンとして利用する場合、医薬品として要求される有効成分である抗原量を正確の調整することが困難であるというものであった。そこで、この解決策として植物をバイオリクターとして利用し、植物工場内で従来の医薬品と同じように、抽出・精製して利用するという方向に変わってきた。

一つの方法として、バイオマスの高いタバコを材料に、最近高度発現が可能になった植物ウイルスベクターを基盤としたアグロ感染による一過的発現系で、感染後6~8日程度でワクチンや抗体など医薬品を産生させ、抽出・精製というものである。この方法を用いれば、従来の生産系(CHOや微生物等)に比較して1/10~1/20以下の価格で、極めて短期間で大量生産ができ、しかも必要量に応じた生産拡大が容易であることから、近年活発化する新興・再興感染症の防御(変異性の高いインフルエンザ等)に必要なワクチン供給に、的確に対応できる最適な生産系となりえるからである。

以上のように遺伝子組換え技術を用いた機能性作物開発や医薬品生産は、従来の育種法ではできない画期的な技術として確実に進化している。今後、植物をバイオリクターとした機能性や医薬品生産は、極めてユニークな特性を有していることから、有用物質生産系の一翼を担うところまで成長するのではないかと期待している。

1. Takaiwa, F. (2011) *Hum Vaccines* 7: 356-366.

## 植物バイオテクノロジー研究の変遷と今後の展望

かずさ DNA 研究所 柴田 大輔

1980 年代初頭は、植物を含む高等生物に分子生物学の手法が適用され始めた時期であり、本学会の前身である日本植物組織培養学会が設立された時期とも重なる。それ以降、植物バイオテクノロジーは分子生物学技術の発展と軌を一にして発展してきた。特に、植物での遺伝子組換え技術の基本的枠組みが確立したことにより、遺伝子組換え作物の開発が世界中で始まった。わが国では、植物工学研究所、三井業際植物バイオ研究所などのベンチャー形式の会社が設立され、さらに、今まで植物とは縁がなかった会社までがバイオテクノロジーの研究室を立ち上げ、植物バイオテクノロジーがブームとなった。世界で栽培されている遺伝子組換え作物の多くは、この時期に開発がスタートし、10 数年のうちに実用栽培が始まった。サントリーの「青いバラ」の作出はその好例である。モンサント社は、遺伝子組換え作物で世界シェア 90% を誇るまでに至っているが、1980 年代から膨大な研究開発費を投入してきた結果である。残念ながら、わが国の民間企業での研究投資は限定的であったために、実用化された遺伝子組換え作物の数はアメリカと比べて少なく、課題を残した。

1990 年代に入ると、アブラナ科シロイヌナズナをモデル植物として、遺伝学をベースにした分子生物学的アプローチ (分子遺伝学) が盛んになり、タンパク質の機能が未知であっても、遺伝子機能を特定することが可能になった。DNA マーカー、ゲノム DNA ライブラリー、遺伝子破壊系統などの研究インフラが欧米および日本によって整備され、しかも、誰でも自由に入手できるようになり、植物科学全般のレベルアップに繋がった。その結果、耐病性やストレス耐性の遺伝子の機能解明が進み、それらを利用した遺伝子組換え作物が多く作り出された。

2000 年 12 月には、日本を含めた国際協力の成果としてシロイヌナズナのゲノム解読が終了した。この解読は、日本を中心とするイネのゲノム解読への契機となり、植物分野においても本格的なゲノム生物学の時代に突入した。新しい時代の幕開けにより、従来の個別に遺伝子を研究するスタイルから、生物学的要素 (DNA、RNA、タンパク質、代謝物など) を網羅的に捉えるスタイルの学問体系 (トランスクリプトミクス、プロテオミクス、メタボロミクスなどのオミクス科学) が始まった。多数の DNA アレイ解析実験から得られた膨大なデータから個々の遺伝子間の相関係数を算出し、ネットワーク解析によって遺伝子機能を推定する研究が進み、遺伝子制御研究が様変わりした。また、多種多様な代謝産物を対象とするメタボロミクスは、分析手法の統一化が難しいが、一方で、代謝物データベースの構築、遺伝子と代謝物の情報を統合する情報処理技術の開発などが続けられており、研究インフラが次第に整備されてきた。

このようなパラダイムシフトを受けて、わが国では、経済

産業省の支援により、新エネルギー・産業技術総合研究機構 (NEDO) プロジェクトとして工業原材料生産を目指した実用植物の研究開発が開始され、トチュウ、ユーカリ、パラゴムノキ、アブラナ、カンゾウなどでの実用的研究が進み、耐塩性ユーカリ、高濃度のカロテノイドを蓄積するアブラナやレタス、ヒアルロン酸を蓄積する作物などが作り出された。この研究開発により、実用植物の研究開発にモデル植物の知識が応用できることが示されたことの意義は大きい。今後、実用化に向けた研究開発が進むことを期待したい。また、農林水産省ではイネゲノム解読の成果を活用した研究が盛んに行われ、花粉症緩和米の開発などが進んだ。一方で、多くの実用植物において、遺伝子導入した細胞から植物体を再生する技術が確立しておらず、植物バイオテクノロジー分野での最大の障壁となっている。また、代謝産物を高濃度に蓄積させる技術開発も未発達である。これらの分野での技術的ブレークスルーが必要である。

2010 年代に入ると、従来の 1000 倍以上の速度で塩基配列解読が可能な次世代シーケンサーが本格的に普及しはじめ、新たなバイオテクノロジーの時代に突入した。今までとは異なり、モデル植物でなくても自在に遺伝情報 (ゲノム配列、EST 配列) の入手が容易になり、生物情報科学 (バイオインフォマティクス) の貢献と相まって、研究の進展が早くなった。2000 年代半ばから、地球規模の温暖化対策の議論が活発化し、カーボンニュートラルな再生可能エネルギーとして植物バイオマスが注目を集め、バイオ燃料生産に各国が研究投資を始めた。バイオ燃料として利用できる植物の多くは、今までの研究の歴史が浅く、遺伝子情報は少なかったが、次世代シーケンサーによる大規模解析を通して、膨大な情報がデータベースに蓄積され、研究開発が進展している。それらの成果を利用して、バイオ燃料植物そのものを遺伝子組換えによって改変して、効率よくバイオ燃料を取り出すための研究が盛んに行われている。わが国ではヤトロファ、エリアンサス、スイッチグラス、ユーカリ、藻類などを対象とした産官学のバイオ燃料プロジェクトが進行している。

今後はモノづくりの高度化が進むと予想される。特に、自在に有用代謝産物を合成する研究が「合成生物学」の一分野として始まっており、注目を集めている。従来の植物バイオテクノロジーでは、単一あるいは数個の遺伝子を対象に研究が進められていたが、代謝経路をそっくりそのまま他の生物に導入したり、制御したりすることが、一層容易にできるようになるだろう。例えば、化学的合成では複雑すぎて時間とコストがかかる化合物を、短時間に、かつ、安価に生産できるようになり、医薬品や化粧品などだけでなく、新規な特性を有するプラスチックや有機電子素材なども作り出すことが可能になると期待される。

## 二次代謝研究の展望

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 橋本 隆

植物組織培養技術の台頭とともに学部間の垣根を越えて二次代謝研究の情報交換を大きな柱として発足した本学会も30歳になった。この間に主要な二次代謝経路が解明され、多くの生合成酵素遺伝子がクローニングされるなど本研究分野は目覚ましい発展を遂げてきた。一方で、代謝工学の基盤は確立されたものの、有用産物の商業的生産にはまだ道が遠い。本学会が壮年期を迎えるにあたり、今後10年間でどのような発展が期待されるか考えてみたい。

分子生物学の技術的革新により、主要植物のゲノム情報が次々と開示され、薬用植物を含む多様な植物種の遺伝子発現プロファイルも比較的容易に取得可能になった。網羅的代謝産物解析技術も飛躍的に進歩したが、二次代謝産物生合成中間体をはじめとする微量成分の同定など、克服すべき課題も多い。形質転換植物作製技術は主要植物で確立されたが、多くの薬用植物に効率的に応用できるような改良が望まれる。バイオテクノロジー技術の進捗速度には濃淡があるが、最新技術を各自の研究にうまく取り入れて、二次代謝のなぞに迫る時代が来ている。

薬用植物の転写産物を網羅的に解析できるようになり、発現プロファイル、推定される生化学的機能や細胞内局在性の情報に基づき、特定の二次代謝経路に関わる新規の酵素やトランスポーターの候補遺伝子をリストアップできるようになった。推定される酵素反応が *in vitro* でアッセイできる場合を除き、候補タンパク質の生化学的機能を明瞭に特定することは容易ではない。理論的には、候補遺伝子の発現を抑制した形質転換植物、培養根、培養細胞を作出した場合、最終二次代謝産物の生成が減少すると同時に、特異的に蓄積が誘導される中間体化合物が候補タンパク質の基質である。タバコアルカロイドを例にとると、プトレッシン N メチル基転移酵素<sup>1</sup>や N メチルプトレッシン酸化酵素<sup>2</sup>は予想どおりの結果となる。しかし、A622<sup>3</sup>や BBL<sup>4</sup>といった酸化酵素の場合、これら遺伝子の発現抑制はニコチンの生合成阻害を引き起こすが、蓄積が誘導される新規化合物はこれら酵素の基質とはならない。これら化合物はニコチンの減少にやや遅れて蓄積し始めることから、標的酵素の基質は細胞内で不安定であり、速やかに安定な化合物に変換されて蓄積するものと考えられる。

孤児 (orphan) 酵素のシステマティックな機能同定には、新たなメソッドの開発が必要である。遺伝子抑制株で変動する代謝産物を全て同定し、さらに不安定な微量蓄積化合物を単離・精製するのは非常に困難であることから、一群の代謝物を精製せずにそのまま混合物として扱うことが必要になる。薬用植物組織において標的酵素遺伝子の発現を誘導的に抑制し、酵素機能が抑制された頃の代謝混合物を基質として標的組換え酵素により酵素反応を行わせる。網羅的な化合物量変動のモニタリングには LC-MS 分析が有用であろう。また、酵母などのヘテロな遺伝子発現系を用いて複数の候補酵素遺伝子を同時に発現させ、既存の生合成経路中間体を培地に投与したり、粗酵素液に基質として添加することにより、

不安定な中間体を含む一連の酵素反応を連続して行わせる反応系も有効かもしれない。膜酵素である P450 酸素添加酵素が関与する機会が多いことから、酵母などの真核生物を用いた多重遺伝子発現系が多用されるであろう。

特定の二次代謝がある植物で適応進化するには、生合成酵素やトランスポーターといった構造遺伝子を既存の分化・環境応答シグナル系に結び付けて、二次代謝を植物の生存戦略の一環としてダイナミックに発現制御する必要がある。生物の進化という観点からみれば、個々の二次代謝はごく最近になって誕生したものであり、既存のシグナル系と新しく進化した二次代謝をつなぐ制御系はそれほど複雑なものではないはずである。ニチニチソウのピンカアルカロイド生合成<sup>5</sup>やタバコのニコチン生合成<sup>6</sup>では、植物一般に普遍的なジャスモン酸シグナル系転写因子 MYC2 がこれらアルカロイド合成の構造遺伝子を直接的に発現調節する ERF 型転写因子を転写制御することにより、傷害応答シグナルとアルカロイド合成がカップリングしている。それぞれの二次代謝系を特異的に制御する転写因子は今後次々と同定されるであろう。また、特異的転写因子がリン酸化などの翻訳後修飾を介して、植物一般のシグナル系に結びついている例も出てくるに違いない。クローン化された特異的転写因子を用いてその標的となる二次代謝経路の酵素やトランスポーターの候補遺伝子を総括的にリストアップすることは技術的に困難ではなく、候補遺伝子の正確な生化学的機能を証明する作業が律速になると考えられる。

生物学・植物科学における技術的進歩は目覚ましいものがあり、この恩恵を充分に受けるには研究材料、即ち対象とする二次代謝を正しく選択することが、これからこの分野に入ってくる若手研究者にとって非常に重要である。二次代謝産物の商業的価値のみに惑わされることなく、対象植物のゲノム構成、近縁植物のゲノム研究、形質転換の容易さ、遺伝・育種素材の有無、などを総合的に判断し、研究対象を選択してもらいたい。最近報告されたメリステム様培養細胞による二次代謝産物生産系<sup>7</sup>などは、組織培養といった古典的技術にもまだまだ革新的な技術開発の余地があることを示している。二次代謝研究は往々にして細部にこだわった各論研究になりがちであるが、進化的な観点を取り入れた植物の生存戦略の一部としてアプローチすべきである。そのためにも、植物科学一般の研究動向や技術的革新をよく理解し、二次代謝研究に取り入れる努力が必要である。

1. Sato, F., et al. (2001) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **98**: 367-372.
2. Shoji, T. and Hashimoto, T. (2008) *Plant Cell Physiol.* **49**: 1209-1216.
3. Kajikawa, M., et al. (2009) *Plant Mol. Biol.* **69**: 287-298.
4. Kajikawa, M., et al. (2011) *Plant Physiol.* **155**: 2010-2022.
5. Zhang, H., et al. (2011) *Plant J.* **67**: 61-71.
6. Shoji, T. and Hashimoto, T. (2011) *Plant Cell Physiol.* **52**: 1117-1130.
7. Lee, E., et al. (2010) *Nature Biotechnol.* **28**: 1213-1217

# 分子生物学的アプローチによる植物大気環境応答の研究状況と 今後の展開

九州大学大学院理学研究院 射場 厚

温室効果ガスである CO<sub>2</sub>の大気中濃度は、産業革命以降、かつてないペースで上昇しており、農業生産や砂漠化、森林植生などに与える影響が懸念されている。これまでに、CO<sub>2</sub>濃度の上昇が植物の生長におよぼす影響を評価する研究は数多く行われてきたが、これらのほとんどは、炭素栄養の根本形態である CO<sub>2</sub>を除く、他の栄養条件が充足していることを暗黙の前提と見なしてきた。また、CO<sub>2</sub>の濃度変化が細胞の応答性や組織の形態に与える影響も、多くの研究において見過ごされている。CO<sub>2</sub>濃度の上昇は、短期的にバイオマスの増加に寄与するが、炭素栄養の過多により、栄養塩類が相対的に不足すると、やがては物質生産効率が飽和することが示唆されている。また、CO<sub>2</sub>取り込みのゲートである気孔の開鎖と、気孔密度の低下が促されるため、長期的には CO<sub>2</sub>の吸収がフィードバック的に制限されることが予想される。しかしながら、植物が環境の CO<sub>2</sub>濃度を感知し、その情報を気孔開度や形態形成に反映させるメカニズムについては、ほとんど明らかにされていない。

最近、CO<sub>2</sub>シグナルの感知と情報伝達の分子メカニズムを解明するために順遺伝学的なアプローチが試みられている<sup>1</sup>。CO<sub>2</sub>の濃度変化に依存した気孔開閉は、葉面温度の微小な変化によってモニターすることができる。サーマルイメージングの技法を用いたスクリーニングにより、CO<sub>2</sub>濃度に依存した気孔応答に異常を示す、シロイヌナズナの突然変異体が単離されている。例えば、*ht1* (*high leaf temperature 1*) 変異体は、低 CO<sub>2</sub>環境において高い葉面温度を示す。この変異の原因遺伝子は、孔辺細胞において特異的に発現するプロテインキナーゼである<sup>2</sup>。また、この変異体は青色光（開口シグナル）やアブジジン酸（閉口シグナル）など、他の気孔開閉シグナルには正常な応答性を示すことから、このキナーゼが CO<sub>2</sub>に特異的なシグナル伝達因子の可能性がある。また、その CO<sub>2</sub>シグナルの受け皿となる陰イオンチャネル SLAC1 が同定されている<sup>3</sup>。このように、CO<sub>2</sub>シグナルに依

存した気孔開閉を統御するメカニズムについては、その解明に向けた糸口が見出されつつあるものの、現実にはごく少数の関連する因子が同定されたに過ぎない。点と点が浮かび上がってきただけで、CO<sub>2</sub>シグナル伝達の全体像の解明にはほど遠い。また CO<sub>2</sub>センサの実体も不明なままである。そもそも、CO<sub>2</sub>センサは植物細胞のどこにあるのだろうか？葉緑体や細胞膜にあるという仮説はあるが、実証されていない。これまでにサーマルイメージングを利用した遺伝学的解析により *ht1*、*slac1* 以外にも多数の新規変異体が単離されている。今後これらの変異体の解析により、CO<sub>2</sub>関知・応答のブラックボックスに光を当てるといった発見が期待される。

ところで、すべての植物種が同じ CO<sub>2</sub>感知メカニズムを持っているとは限らない。植物種間の比較も、高 CO<sub>2</sub>化時代がもたらす、食糧生産性や気候変動に対する影響を予測する上で非常に重要になってくるだろう。近年、モデル植物であるシロイヌナズナの研究は進んでいるが、イネやトウモロコシなどの食糧生産に直接的に関わる植物や、CO<sub>2</sub>の主要な吸収源である森林を構成する樹木における気孔制御の分子メカニズムは、ほとんど理解されていない。特にイネなどの単子葉植物は、気孔の形も分布様式も異なることから、単純に双子葉植物のナズナの解析結果を当てはめることができないことも予想される。今後の食糧問題を考える上で、さまざまな植物種における CO<sub>2</sub>応答の分子メカニズムを解明することは大切な研究課題ではないだろうか。このように解明すべき課題が数多く残されている現状は、この大気成分としての CO<sub>2</sub>に関する研究が発展途上であるが、魅力的な分野であることを示している。

1. 祢宜淳太郎ら(2009) 蛋白質 核酸 酵素、54: 707-715
2. Hashimoto, M., et al. (2006) *Nature Cell Biol.* 8: 391-397
3. Negi, J., et al. (2008) *Nature* 452: 483-486

# 「ポストゲノムアプローチによる硫黄栄養欠乏適応機構の解明」 から 6 年を経て

理化学研究所 植物科学研究センター 平井 優美

私は、千葉大学・斉藤和季教授の下で行った標題の研究で 2005 年度の奨励賞をいただいた。硫黄や他の関連する栄養ストレスを与えたシロイヌナズナのトランスクリプトームとメタボロームのデータを統合解析し、それらストレスが葉や根に与える影響を明らかにしたものである<sup>1,2</sup>。また、硫黄欠乏条件でのトランスクリプトーム、メタボロームの時系列データを一括学習自己組織化マッピング (BL-SOM) によりクラスタリング解析し、この条件下での遺伝子共発現、代謝物共蓄積の関係を利用して、二次代謝産物グルコシノレート合成に関与する酵素遺伝子を同定した<sup>3</sup>。私が本研究を開始したのは、シロイヌナズナのゲノム解読から間もない 2001 年のことであり、国内ではまだマイクロアレイの利用は困難で、シロイヌナズナ DNA アレイコンソーシアム (JCAA) の活動により作成したナイロンフィルターのマクロアレイ (約 9,000 遺伝子に対応する EST を搭載) を利用した。また、メタボロミクスという言葉もほとんど知られておらず、カナダの Phenomenome Discoveries 社に依頼してメタボロームデータを取得した。従ってこうしたデータの解析例も乏しく、試行錯誤して解析し、胃の痛くなる思いをして最初の論文 2 報を仕上げたのだが、このチャレンジを評価していただいた奨励賞受賞であったと思う。受賞後に明らかになったことだが、2004 年発表の PNAS の論文<sup>2</sup>は、Plant Biotechnology 分野で 2005 年の最多引用論文となった (Trends in biotech literature 2005)<sup>4</sup>。植物分野以外からの引用も少なくなく、統合オミクス解析の先駆けのひとつとなったということかと思っている。因みに、2005 年に出版された分野別の論文数に関しては “the most growth occurred in papers related to nanotech and metabolomics, each increasing by about one-fifth” とのことであった<sup>4</sup>。本稿執筆に際して Trends in biotech literature 2009<sup>5</sup> を引いてみたところ、1 年当りに出版されるメタボロミクスの論文数はその後も順調に増え、増加の傾きは年々大きくなっている。

さて、上述の通り論文<sup>3</sup>では、自前のデータ (この時には市販の 22k マイクロアレイが利用可能となっていた) のクラスタリング解析を行ううちに、共発現する遺伝子セットは同じ生物学的プロセスに関与する可能性が高いことに気づき、未知遺伝子の機能同定に至ったのだが、2004 年頃までには、AtGenExpress などの国際コンソーシアムによって大規模にシロイヌナズナのアレイデータが取得・公開され、その後これらのデータを利用した共発現解析のためのウェブツールが続々と開発された。私も 2004 年秋に公開された ATTED (現 ATTED-II; <http://atted.jp/>) の共発現データを用いて、グルコシノレート合成に関与する転写因子<sup>6</sup>、酵素<sup>7</sup>、トランスポ

ーター<sup>8</sup> 遺伝子を同定した。いまでは大規模な公開アレイデータを用いた共発現解析は機能ゲノミクスの一般的な手法となっており、シロイヌナズナ以外の植物種でも同様のツールが開発されている。

一方、メタボロミクスは、2005 年からは理研植物科学研究センター (PSC)、かずさ DNA 研究所、慶應義塾大学先端生命科学研究所が連携して研究プラットフォームを確立してきた。本学会との関連で振り返ると、2002 年度 (奈良大会) のシンポジウム「ポストゲノム時代のブレイクスルー技術」において、マックスプランク研究所の Lothar Willmitzer 博士が「Metabolic profiling」というタイトルで講演している。2009 年度 (藤沢大会) では、鈴木秀幸博士 (かずさ DNA 研) と私がオーガナイザーとなってシンポジウム「メタボロミクス: 植物機能ゲノミクスとバイオテクノロジーにおける役割」を開催し、国内の 5 名の研究者に講演していただいている。ここにも、立ち上げ期から成熟期までの国内のメタボロミクスの歴史が表れているようである。

私自身はメタボロームデータを取得する分析技術は持ってはいないのだが、2005 年に理研 PSC のメタボローム基盤研究グループ (現・メタボローム研究推進部門) の一員となつてからは、メタボロームデータの第一のユーザーとして研究例を示していけたら、と考えていた。いまでは、環境ストレス応答や形態形成などの基礎生物学的研究から、農作物の栽培現場での研究、生態学的研究まで、さまざまな興味から、ツールとしてメタボロミクスが使われるまでになっている。当初より開発されてきた各種機器による非ターゲットメタボローム分析のラインナップに加え、ワイドターゲット分析と呼ぶ方法<sup>9</sup>も開発され、目的に応じたデータ取得が可能である。2011 年 6 月からは、植物科学最先端研究拠点ネットワーク (<http://www.psr-net.riken.jp/index.html>) の 1 拠点として、理研 PSC はメタボロームの研究支援を行っている。今後は、多数のメタボロームデータユーザーが、メタボロミクスの可能性を拡げてくれることを願っている。

- Hirai, M. Y., et al. (2003) *Plant J.* **33**: 651-663
- Hirai, M. Y., et al. (2004) *PNAS* **101**: 10205-10210
- Hirai, M. Y., et al. (2005) *JBC* **280**: 25590-25595
- Lawrence, S. (2006) *Nat Biotechnol.* **24**: 380
- Peng, W. (2010) *Nat Biotechnol.* **28**: 887
- Hirai, M. Y., et al. (2007) *PNAS* **104**: 6478-6483
- Sawada, Y., et al. (2009) *PCP* **50**: 1181-1190
- Sawada, Y., et al. (2009) *PCP* **50**: 1579-1586
- Sawada, Y., et al. (2009) *PCP* **50**: 37-47

## 日本植物細胞分子生物学会とバイオインフォマティクス研究

明治大学農学部 矢野健太郎

生命科学とバイオインフォマティクスは、相互に連携しつつ、めざましい発展を続けている。これまでに、バイオインフォマティクスが構築してきた研究基盤は、研究プロジェクトの大小を問わず、今日の生命科学において必要不可欠となっている。たとえば、多くの研究者や学生は、文献情報やオミックス情報を提供する Web データベースを日常的に活用している。また、より専門的なバイオインフォマティクス手法を要する場面では、解析ツールの開発から大規模な解析処理、結果の可視化に至るまで様々な課題に取り組んでいる。近年の高速シーケンサーの利用の拡大が示すように、分子生物学分野における実験手法は、ローコスト化・ハイスループット化が進行している。実験データの大規模化は、Web データベース数の増加や個々のデータベースの格納データの増大をもたらす。生命科学における情報の多様化と大規模化は、学問の発展に大きく寄与するであろう。ここで、大規模情報を効率的かつ十二分に活用するためにはバイオインフォマティクス手法の導入が不可欠となる。

日本植物細胞分子生物学会は、植物科学とバイオインフォマティクス研究の融合を早期から進めてきた学会の1つである。たとえば、2005年に、Plant Biotechnology 誌の Note において Bioinformatics の分野が追加された。当時は、バイオインフォマティクス分野の研究論文を投稿対象とする国内誌はまだ少なかった。そのため、私自身も構築したデータベースである KATANA や MiBASE に関する論文が掲載された際には、たいへん嬉しく感じたことを強く記憶している。また、2007年には、バイオインフォマティクスの分野で学会奨励賞をいただき、喜ぶと同時に、ドライ研究が受賞対象となったことにたいへん驚いた。受賞講演でも、「毛並みの違う受賞で・・・」と冒頭で思わず口にしたことを今でも覚えている。現在では、大会や Plant Biotechnology 誌を通してバイオインフォマティクスの研究成果に触れる機会が一層増えている。本学会が植物科学分野におけるドライとウエットの研究者の交流を牽引し続けていることのあらわれである。早期にバイオインフォマティクス分野との融合を推進してくださった多くの先生方の先見の明に深い畏敬の念を抱かざるをえない。

植物科学研究において、我が国が世界トップレベルの成果を輩出し続けるためには、ドライ研究とウエット研究の協調体制のさらなる強化が不可欠である。しかし、ウエットとドライの双方の研究者を見てきた中で、私は、それぞれの意識に固有の問題があると考えている。たとえば、ウエット研究者は、試すことも無く、コンピューター操作を難しいものと捉え、習得する努力を怠っていることが多いのではないかと。また、コンピューターはボタン1つでどんな要求も実現できる道具であり、バイオインフォマティクス研究者は、苦勞す

ること無く、瞬時に正解を導き出せると誤解していることはないだろうか。また、中型・大型の計算機サーバーは通常3～5年ごとの機種更新を要するため、バイオインフォマティクス研究者は維持や予算確保のために多くの時間と労力を費やしている。しかし、高額な計算機の維持に積極的に協力するウエット研究者は少ない。さらには、大規模なオミックス情報解析も、パソコンとインターネットと紙があれば事足りる、すなわち、極めて低予算で実施できると認識されている場面すらあり、説明に苦勞することが多々ある。コンピューター利用法の基礎知識をわずかに備えるだけで、これらの両者の溝はかなり埋まるはずである。また、Web データベースなどのオンライン・リソースについても、機能向上に積極的に貢献すべきである。Web データベースに機能的な不具合が見出された場合や格納データに対する新たな要求が生じた場合に、エンドユーザーであるウエット研究者はそれらを開発者（ドライ研究者）に伝えることがほとんど無い。Web インターフェースの向こう側で、バイオインフォマティクス研究者がシステムの維持やデータ更新のために努力していることを想像すらしないのではないかと。このような捉え方では、バイオインフォマティクス研究の労力や専門知識を正当に評価できず、密接な協調体制は望めないであろう。一方、自身の理論研究しか顧みないバイオインフォマティクス研究者が少なからず存在することも事実である。独自の理論研究が共同研究よりも魅力的と感じることにもよるが、バイオインフォマティクスや情報工学を専門とする学術雑誌や学会のみを活動範囲とし、開発したアルゴリズムやデータベースをウエット研究者に紹介する努力を怠っていることに大きな問題がある。バイオインフォマティクスは、あくまでも生物学の一分野に過ぎず、ウエット研究で活用されて初めて真価を発揮する融合研究であることを忘れてはならない。植物科学の発展に向けて、自身の意識を是正するための努力が必要であろう。

多くの研究機関がバイオインフォマティクス研究基盤整備を必要とする中で、学会が果たすべき役割は大きい。植物バイオインフォマティクスの研究動向や Web データベース、大規模解析手法は、絶えず変化している。シンポジウムなどを通して、それらの最新情報を研究者コミュニティに発信・提供するなど情報の共有化が望まれる。ドライとウエットの研究者の協調体制を確立することによって植物科学の大きな前進が見込まれるが、頑健な研究体制と交流・議論の場を十分に整備する必要がある。これらは、本学会員である我々に課せられた課題である。今後、私自身も、本学会を通して、若手研究者への植物バイオインフォマティクス研究教育などを推進し、学会と会員の研究の発展に少しでも貢献できればと強く希望している。

# ELSIを理解したバイオテクノロジーと遺伝資源の研究開発

筑波大学 遺伝子実験センター 大学院生命環境科学研究科 渡邊 和男

バイオテクノロジー分野の科学技術での飛躍的發展により、遺伝資源は無限ともいえる可能性を持っている<sup>1,2</sup>。生物多様性をいかに保っていくかは人類全体の課題である。特に、環境の改善などに高い能力を持つ遺伝子組換え植物を広く使用する際には、既存の生態系に影響を与えないように配慮しなくてはならない。

筑波大学遺伝子実験センターは、日本製紙や東京農工大との共同研究で、生物多様性に影響せず、塩害などで砂漠化が進む地域の緑化が可能な多様な遺伝子組換えユーカリ等バイオ植物を開発してきている。独自にもジャガイモ等で多様な環境ストレス耐性系統を作出している。この研究成果にアフリカ開発銀行が注目した。財務省等日本政府の協力の下、ケニア、ルワンダ、ガーナ等の各国数カ所にて400ha規模で在来樹木種利用の植林演習を行い、森林認証等をクリアしながら、その後徐々に外来種の利用やバイオ耐塩性樹木の植林試験が計画されている。また、この関連技術や材料をアフリカに根付かせるため、現地の農業技術者の教育にも取り組んでいる。

しなしながら、このような発展への経緯は平易ではなかった。当該グループは、国内での第一種使用規程承認申請を文部科学省に対して国内で初めて行い、カルタヘナ法にかかる規制をクリアする道をつくった<sup>3,4</sup>。本件は、樹木としても学術研究目的として国内初めての申請例となり、これに続いて2件の第一種使用規程承認申請を当該グループは樹木について行ってきている。今後は、他大学が進んで、第一種使用規程承認申請に挑戦し、植物科学の実証を推進する事を期待したい。

更に、筑波大学遺伝子実験センターは、カルタヘナバイオセーフティー議定書のもと、安全管理実務者人材養成を行うバイオセーフティー教育において世界各国の支援を行うのみならず、「生物多様性条約(CBD)に係る第10回締約国会議(COP10)」をはじめ、数多くの国際条約関連会議へ参加し、科学者の立場から助言を行うなど、バイオ分野の科学技術外交において国際的なリーダーとして活躍してきている。

バイオテクノロジーと遺伝資源の利用に関わり、これをとりまく社会・政治的な環境は大きく変化している。植物遺伝資源を人類の共有財産として捉える観点から、バイオテクノロジー等による革新的発明への動機として人類の共通関心事となっており、パラダイムシフトがおこってきている。CBD (Convention on Biological Diversity、生物多様性条約、<http://www.biodiv.org/>)、IT PGR(食料農業遺伝資源に関する国際条約、<http://www.fao.org/ag/cgrfa/itpgr.htm>、<http://www.ukabc.org/iu2.htm>)、WTO (World Trade Organization、世界貿易機関) / TRIPS (知的所有権の貿易側面に関する協定 [http://www.wto.org/english/tratop\\_e/trips\\_e/](http://www.wto.org/english/tratop_e/trips_e/)

<http://www.wipo.int/>)、WIPO (World Intellectual Property Organization、世界知的所有権機関、<http://www.wipo.int/>)、植物品種に特定してはUPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plants、植物新品種保護国際同盟、<http://www.upov.int/>)等の国際条約や取り決めの交渉が並行して進展しており、21世紀の重要な国際検討事項になっている。

生物多様性の保全と持続的商業利用に関わり、遺伝資源の知的所有権やアクセスと利益配分(access and benefit sharing, ABS)について議論がなされている<sup>1</sup>。これは、バイオテクノロジーの発展により、製薬開発や遺伝子組換え体の利用が多大な利益を生み出している事例や今後のさらなる可能性があるからだけでなく(Chapman and Watanabe 2007に総括)<sup>5</sup>、素材としてもバイオエネルギーのようにバイオマス資源の確保の国際的な競争が急激に起こっているからである。また、資源提供者や提供国との取り決めや相互対話を行わずに、自国に持ち帰り、その成果で特許等の権利を主張するような、ごく一部であるが研究倫理に欠ける心ない研究者や企業が存在する。このため、これら事項をバイオパイラシー (biopiracy、遺伝資源の権利に関わる窃盗行為) (<http://www.twinside.org.sg/>、<http://www.etcgroup.org/>)として、国際議論において資源提供国や過敏な国際NGO等では、先進国研究機関の遺伝資源へのアクセスを極端に敬遠する傾向もある。なお、用語としてはバイオパイラシーではなく、不適正な対応(misappropriation)という表現が公式の国際議論では、適正である事を明記しておきたい。

異なる国際議論や国際NGO等の監視により、バイオテクノロジーに関わる研究開発は大きくパラダイムシフトしてきている。単に資源所有権や知的財産の保護を認知するだけではなく、倫理、法律及び社会意義(ELSI)を強く意識した研究の考え方が必須となってきた。筑波大学遺伝子実験センターは、今後も模範となるような活動を行ってゆきたい。

1. 渡邊和男 (2011) 国際農業協力 **33**: 11-18
2. 渡邊和男 (2011) AFC フォラム 2011 (4): 2 日本政策金融公庫 農林水産事業部
3. Kikuchi, A., et al. (2008) *Plant Biotech* **25**: 9-15
4. 渡邊和男(2010) 材木の育種 **236**: 31-33
5. Chapman, J., and Watanabe K.,N. (2007) In. Krattger, A. ed. MIHR-PIPRA HANDBOOK OF BEST PRACTICES FOR MANAGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY IN HEALTH AND AGRICULTURE. pp 1621-1650, Univ. California, Davis, USA

## 社会教育活動と今後の展開

筑波大学遺伝子実験センター 小野 道之

市民に科学を紹介する啓蒙活動は、科学技術の実用化が進む中で、社会受容(Public Acceptance)や国民的理解(Public Understanding)を経て、市民と科学者の双方向理解を目指すサイエンスコミュニケーションへと発展してきた。一方、市民の予備軍のための初等中等教育においては、単なる理科離れの解消に留まらないリテラシー教育などの試みが盛んになってきた。本稿では、市民を対象にしたさまざまな試みと、初等中等教育の状況について、本学会の活動も含めて振り返り、今後の展望について触れてみたい。社会教育活動が、本学会活動の主要な柱として盛んになるものと考えている。

### 市民対象のさまざまな試み

本学会では年大会に付随して「市民向けのシンポジウム」を開催してきた。30周年となる今年、海外からも著名人を招聘して盛大に開かれることはすばらしい。青いバラ、ゴールデンライス、耐病性パパイヤ。科学技術の最大の成果を広く知ってもらふことそのものが、純粋に社会教育活動である。

社会受容、国民的理解が必要なのだと科学者自身が強く自覚するようになったのは、遺伝子組換え作物が実用化されると共に、それに対するさまざまな反対活動が盛んになったことと無縁ではない。植物バイオテクノロジーのブームは、反対活動に圧された形で衰退し、遺伝子組換え作物イコール危険なもの、というイメージが社会に定着した。遺伝子組換え食品に対する表示は、市民の権利を守るために導入されたが、マイナスイメージを形成する中心的な役割を演じてしまった。科学者と反対派の対話集会などが試みられたが、議論は平行線となり噛み合わなかった。科学的に誠実に説明しようとする科学者に対し、反対する人は科学的という言葉を操るだけで同じ科学の土俵に立つことは無かった。反対する人こそが、真摯な科学者の言葉を最も間近に聞いたはずであり、曇りの無い耳で聞けば理解できたものであろう。実際に、反対の立場をとっていた人や団体が、賛成の立場を表明するようになってきた。一方、数多くの努力の中から、リスク論やメディアリテラシーなど、市民として修得すべきことも見えてきた。現在でも、全ての食品にはリスクがあり、遺伝子組換え食品はリスクとして同等である、という話に驚く人は多い。マスコミも、大衆が悪い話に惹かれる性質に依存した本質は変わらない。そのような状況の中、市民参加型の科学を理解する活動として、2005年頃からサイエンスカフェが始まった。

サイエンスカフェは、科学者と市民の間の溝を埋め、双方向の交流、サイエンスコミュニケーションを実現するものとして期待されている。科学者にとっても、市民の反応を体験でき、自らの研究を振り返る絶好の機会になる。さらに、サイエンスカフェには来ないような、科学に無関心な大多数の市民を Silent Majority と呼ぶことがあるが、Science & Art は、このような市民を科学に惹き付ける試みとして誕生した。駅の構内などの人通りが多いところで、遺伝子組換え植物を

用いた展示をするなど、街中を美術館や博物館のようにできれば、多くのことが変わってくるように思う。

### 初等中等教育について

遺伝子組換えによる製品が実用化されている中で、遺伝子組換え技術について教育現場で学ぶことは重要である。欧米の教科書では、遺伝子について基礎的なことを学ぶと次のページには遺伝子組換え技術の応用・実用例が紹介され、さらに社会との関係について記されている。科学が実生活と密接に関係しており、科学技術の発展の恩恵を受けているということや、それが社会に与えている様々な影響について学ぶことは、科学と人生の結びつきを強め、生涯、科学について関心を持ち続ける生き方を育む。資源に乏しく技術立国を目指す我が国こそ、「科学は文化」であって欲しい。

手を動かして学ぶと教育効果は高い。2002年に遺伝子組換え実験のガイドライン(組換えDNA実験指針)が改訂される際、「教育目的遺伝子組換え実験」が設定された。2004年にガイドラインはカルタヘナ法(遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律)になったが、通知により実施が認められている。「教育目的遺伝子組換え実験」とは、教育現場で実施できる安全な実験の範囲を定めたものである。代表例は、米国の元高校教員が開発した、大腸菌に緑色蛍光蛋白質(GFP)遺伝子を形質転換する実験キットである。その普及の鍵となるのは、指導者である教員に遺伝子組換え実験の経験があることと、予算である。2001年の筑波大と農工大を皮切りとして「教員のための遺伝子組換え実験教育研修会」が全国の大学の遺伝子組換え施設を中心として広く行われてきた。教育研修会は、筑波大と農工大では本年で11回を数え、多くの教員が修了証を手にした。実験キット購入の予算としては、さまざまな制度はあるが十分では無い。本学会では「バイオテック情報普及会(CBLJ)」の支援を受け、「GM教育支援プログラム」を2009年から始めた。中学・高等学校教員と大学等の科学者の共同開催の実習に対し、実験キットを無償で提供するものである。規模は小さいが今後の普及に対する呼び水になるものと期待する。

高等学校では遺伝子組換え技術について、家庭科、社会科などの低学年の必修科目の中で、科学的ではなく講義される。一方、生物の授業としては選択科目の中で10%強の生徒しか学ばない。この状況は、科目の垣根を越えた連携や科学者が教育現場に出かけることにより、克服していくことが可能である。実際に、初等中等教育は科学者のアウトリーチ活動の重要な場であり、その訪問が強く望まれている。

これまでも本学会では、「遺伝子リテラシー教育」関連のシンポジウム開催や論文掲載などがあった。魅力的な教材の導入・開発や、教育現場における遺伝子組換え作物の紹介や展示栽培なども、本学会活動の延長線上として捉え、これらの実現を支援していきたいものである。

## 遺伝子組換え植物の今後

大阪府立大学生命環境科学研究科 小泉 望

1978年、新聞で細胞融合によるポマトを知って植物バイオテクノロジーに関心を持った。本学会の前身「日本組織培養学会」が設立された1981年、大学に入学した。翌1982年、世界で初めて遺伝子組換え植物が作られた。細胞融合や遺伝子導入に魅かれて研究室を選んだ1984年、「植物バイオテクノロジー」は輝いて見えた。1989年、米国デビスに留学し、イネの遺伝子組換えを試みたりもした。1994年、デビスにあったカルジーン社が作ったフレイバー・セイバー（日持ちするトマト）が世界初の組換え植物として米国の店頭に並んだ。同年、前任地奈良先端大のバイオサイエンス研究科に1期生が入学する。1995年、本学会は今の名称に名前を変える。翌1996年、米国で組換え作物の本格的商業栽培が始まり、日本への輸入も始まった。日本でも組換えトマトの研究開発が民間企業で行われ、国産組換え植物の実用化も遠く無いように思えた。

1998年、米国サンディエゴに留学し2000年に帰国した。2001年、組換え食品の表示制度が始まったが余り関心は無かった。より正確には知らなかった。研究成果を組換え植物の実用化研究に活かさないかと考え、企業の知人に相談したが、企業は組換えの研究に消極的だった。世の中を見渡すと、組換え植物は嫌われ者になっていた。組換え植物の研究開発を行う企業も減った。2003年、組換え作物の試験栽培に対する反対運動が盛んになり、自治体が相次いで組換え作物の栽培を規制する条例や指針を作った。その流れは、今も大きくは変わらない。2004年、米国のバイオテク農業（組換え作物を使った農業）の視察に同行した。最初の訪問地のハワイで1998年に商業化されたウイルス耐性パパイヤの研究開発の経緯を聴いた。日本への輸入解禁は近いと思われたが2011年8月現在、未だ輸入は認められていない。聞くところによればもう少しらしい。本稿が出たときには認可されていることを期待している。30周年記念のシンポジウムではこのパパイヤが日本初公開の予定だ。国内事情を余所に、1996年より組換え作物の輸入量は増え続け、日本が輸入する年間約3000万トンの穀物の半分以上が組換え作物という試算もある。

米国を中心に複数の国で組換え作物を使ったバイオテク農業は主流で、組換え作物を導入する国は増え続けている。中国も組換え作物の栽培、研究開発に積極的で多額の研究費が投入されているとされる。多国籍企業も中国に研究開発拠点を置いた。一方、ここ10年程の間、日本で組換え技術を用いた植物科学の基礎研究は大きく進展したが、組換え植物の実用化を念頭に置いた研究は盛んとは言えない。大量に輸入、消費し、法律が栽培を認めている組換え作物の試験栽培さえも容易では無い。青いカーネーションとバラは実用化されたが、組換え作物に象徴される「植物バイオテクノロジー」の日本

での立ち位置は微妙だ。組換え作物を大量消費する一方で、消費者だけでなく農学系の学生も組換え作物に距離を感じているように見える。日本のガラパゴス化はここでも起こっているのだろうか。

日本の現状を余所に、米国を中心に組換え作物の研究開発は進む。複数の組換え形質を併せ持つスタック系統が次々と作られ、従来の除草剤耐性や害虫抵抗性に続く乾燥耐性品種などの実用化も近い。組換え作物の栽培や食品利用は規制があり認可が必要だ。日本では社会受容が難しいことから規制が特に厳しいが、他国にも規制はある。技術的に組換え品種を作ることができても、複雑で厳しい規制をクリアするには多額の費用がかかるため、市場規模の大きな作物で、広範囲な普及が見込めなければ投じた費用の回収は難しい。組換え技術に関するライセンスの問題もある。結果的に実用化は資金力のある大企業（いわゆる多国籍企業）に集中する。この状況は当面続くと予想されるが、必ずしも悲観する必要は無いようにも思う。新しい知見や技術開発のアウトプットを国外に見出すこともできる。勿論、国内での実用化を目指す余地はあるし、実際、現在進行中の研究開発もある。

ところで、現状で組換え植物に課せられている厳しい規制にどれほどの科学的根拠があるだろうか。地球規模で求められていることは農業を如何にして、持続可能で環境負荷の少ないものにしていくかであろう。その実現のためにバイオテクノロジーによる新品種の導入を望む声は途上国に多い。しかし、厳しい規制とライセンスは結果的に多国籍企業による寡占を招いている。規制の原点とも言える1975年のアシロマ会議から35年以上が経過したが、少なくとも組換え作物に関して予期せぬ危険性を示す事実はない。過度の規制とライセンスにより、バイオテクノロジーの恩恵が平等にもたらされないことに対する疑問の声はすでに上がっている。今後、規制をより妥当なものにし、「植物バイオテクノロジー」の成果をより多くの人たちが享受できる方向への国際的議論が起こることも考えられる。その際に、日本が建設的な立場を取ることを期待したい。

人類の歴史の中で見れば、植物の組換え技術は品種改良の一手段である。社会的に様々な議論はあるが、この技術を人類が放棄するとは考えにくい。その時期の予測は難しいが、組換え技術がより身近になり、より広く利用される時代が来るのではないかと。本学会の30年の歩みは遺伝子組換え植物の歴史と深く関わっている。今後もその関わりは続くだろう。10年後、20年後の日本で遺伝子組換え技術に基づく「植物バイオテクノロジー」がどれほど根付いているか。研究開発、社会受容の両面で本学会の果たす役割が問われる。

## 工学部と植物バイオテクノロジー

東京農工大学工学部 小関良宏

「なぜ工学部で花の研究をやっているの？」とよく私は皆様から聞かれます。農学部でなく工学部で植物を、特に花の研究を行っていることについて不思議に思われて、このように聞かれるのですが、それに対して私は「花は洋服などと同様にファッションの 1 つで、これをデザインして生み出すのは産業だから、工学部でやっているのです」と答えています。工学部は、産業への実用化と社会への貢献という出口を見据えた研究開発を行なっています。私たちの研究室ではカーネーション、デルフィニウム、オシロイバナなどにおける花色合成系の解明を行っており、この研究は理学的な基礎研究なのですが、その先にはデルフィニウムに見られるような青色の花色を持つ遺伝子組換え花を生み出すことを出口として見据えています。この出口は、サントリーさんが青いカーネーション、青いバラを生み出し、これを市場において販売して成功され、実証されているところです。

日本植物細胞分子生物学会は、当初は日本植物組織培養学会として理学・農学・薬学の先生方が集まって立ち上げた学会であり、それが分子生物学へ枠組みを広げて日本植物細胞分子生物学会となったことは、この 30 周年の冊子に書かれているとおりで。日本組織培養学会として設立された当初から出口を意識した研究開発が行われ、物質生産ではムラサキの培養細胞から得られたシコニンを用いて作られた口紅（ファッションそのものです）が市場で爆発的なヒットをし、またメリクロン増殖によるウイルスフリー苗の生産はサツマイモやイチゴの苗として広く市場に出回っています。さらに最近では、分子生物学的技術の進歩により青い遺伝子組換えカーネーションやバラが作出され売られています。このようにこの学会は出口を強く意識した研究開発領域をカバーしているため、植物バイオテクノロジーの研究を行っている工学部の者にとって何ら違和感なく溶け込める学会であると思います。

しかしこの学会が出口だけを重視した学会であるかという点、そうではないと思います。私自身、理学部の出身で、最初は基礎科学の領域から、この学会の大会・シンポジウムにおいて発表してきました。今は工学部に所属しているので、基礎科学の研究とともに出口を見据えた研究を行っています。いわば理学からも工学からも発表できる場が当学会の大会・シンポジウムであることが大きな特徴であると思います。このように理学・農学・薬学・工学にわたる基礎科学から実用化に直結する研究開発までの広い分野をカバーした当学会においては、各学問領域の方々が一同に会し、広く情報交換を

行うことができます。この学会の会員の多くの方々は植物生理学会、農芸化学会、育種学会、薬学会など、他の学会をホームの学会とされているかと思いますが、しかし、そのホームの学会の中だけでは、他の学会で活躍されている異なった分野の方々が、どのような研究をされているのかの情報を得ることは容易ではありません。そこで、これら学会が春か秋に大会を開催するのに対し、そこを避けてすべての学問領域の方々が一同に会して参加できるように当学会は大会・シンポジウムを夏に開催していること、さらにここでの発表においては、他の学会ですでに発表した内容であってもかまわない、むしろその内容を研究分野の異なる多くの方々に広く知ってもらい、情報交換を進めることが一番の目的とされていると思います。この情報交換を行うことによって、異なった分野の方々がどのような研究をされているかを知り、各参加者がホームとしている学会の中だけでは得られない情報を得ることで、さらなる研究の進展をはかることができると思います。特に若い方々にとって、最初から自分のホームの学会の殻の中に閉じこもるのではなく、この学会において様々な分野の研究発表を見聞きすることによって、広い視野を育てていただければと思います。私の研究室においては、学会デビューを当学会の大会・シンポジウムで飾る学生さんが多いです。その理由はこの学会には若い方を育てようとお考えになってくださっている先生方が多く、学生さんが大会・シンポジウムで拙い発表をしても、きちんと聞いてくださるとともに、発表後の質問において、未熟な学生さんが答えるのに無理な質問をせず、各方面から学生さんにとっては未知の視点からのアドバイスとも言える暖かい質問をしてくださるので、学生さんにとって初の学会発表において自信を持つことができるとともに、視野を大きく広げられるからです。

これまで述べましたように、この学会の大会・シンポジウムの特徴、さらに *Plant Biotechnology* 誌の特徴は、基礎科学から実用化まで幅広い内容が発表されることです。各ホームの学会においては、基礎科学指向あるいは実用化指向のどちらか一方に重点を置いた発表が多いのが現状であるのに対し、当学会では基礎科学と実用化研究は両輪の輪であって、その両者が進むことによって、各々の学問領域においてさらなる進展を促すことを目標にしていると思われます。この意義を大切にすること、どちらかに偏ることなく両者が混じり合うのが、この学会の使命ではないかと思っており、今後もさらにその方向性を指向して発展していくことが望まれます。

## 日本植物細胞分子生物学会創立 30 周年におもふこと

「イソキノリンアルカロイド生合成研究から期待する植物細胞分子生物学の展望」

京都大学大学院生命科学研究所 佐藤 文彦

植物細胞培養研究の最大の関心は、分化全能性の制御であるが、一方、植物細胞の分化全能性発現の一面である有用二次代謝発現も、植物の二次代謝が極めて限られた組織、時期に限定され、かつ、活性が低いことから、組織培養研究の初期から継続的に研究されてきた。紙面の関係で、その歴史を振り返る余裕はないが、シコニンの細胞培養生産を始めとして、イチイ培養細胞によるパクリタキセル前駆体の生産等、多くの実用的成果が上がっていることは、本学会の成果として特筆すべきことである。一方、細胞培養法を用いた有用物質生産系の開発が、前述の一部の化合物を除いて低迷しているのも現状である。すなわち、細胞培養法による有用物質生産は、天然からの収穫品に対する経済性の低さと、現在利用されている薬用植物代替品としての品質保証データの不十分さに起因して低迷している。最近、薬用植物個体を、植物工場を用いて栽培する試みも活発に研究され、一部実用段階に近いと思われる成果がプレスリリースされているが、依然 1 年を越える栽培期間が必要であり、甘草のように kg あたり 10 ドルを下回る比較的低価格商品に生産コストが見合うのかという課題がある。

そうした中、我々が注目しているのが、特定の化合物を植物の細胞培養、もしくは、微生物を用いた発酵により生産するという方法である。漢方薬原料を生産するという視点からすると課題はあるが、漢方薬の主成分の生産系としては有効と考えられる。特定の成分を大量に生産する方法としては、これまで、植物体あるいは培養細胞を変異させ、有効成分の含量を増加する、あるいは、組成を変換する試みが行われてきたが、それを凌駕する可能性を秘めている。以下、イソキノリンアルカロイド生合成系を例に、具体的に紹介したい。

イソキノリンアルカロイド生合成系は、現在、フェニルプロパノイド生合成系について、もっとも分子レベルでの解析が進んでいる二次代謝経路であり、代謝工学的、あるいは、合成生物学によるアルカロイド生産性の改善が現実的になってきている。例えば、ハナビシソウにおいて、律速酵素 6OMT の過剰発現によりアルカロイド含量の増大が可能になる一方、二本鎖 RNA による遺伝子抑制（いわゆる RNAi）の利用により、代謝系の遮断が可能となり、代謝中間物の蓄積が可能となっている。さらに、新たな分岐経路の導入により合成された新奇な化合物が、内在する生合成酵素群によって基質として認識され、植物の二次代謝系が可塑的に変換されること、すなわち、人工的に進化しうることが示されている。さらに、新奇分岐経路の導入に RNAi 法を併用すれば、より多様な目的産物を蓄積生産できると期待される。また、近年、生合成酵素の改変も積極的になされており、これらの酵素を代謝工学に組み合わせる、あるいは、人工的基質を投与する等により、植物細胞において生産される化合物プロファイルの大幅な拡大、すなわち、質的な改変が期待できる。

一方、植物の生産する様々な有用産物をより簡便に生産する方法として、植物の生合成系をより生育の早い微生物等に導入することが可能となりつつある。すでに、微生物のもつイソプレノイド生合成系を基盤として、テルペノイドである

アルテミシニンやパクリタキセルの生合成系を再構築する、あるいは、レスベラトロールのようなフェニルプロパノイド生合成系を再構築することが試みられてきたが、近年、より植物に特有といえるアルカロイドの生合成系も再構築できるに至っている。微生物による二次代謝生合成系の再構築の最大の利点は、任意の生合成酵素の組み合わせにより、代謝産物を自在に制御できること、ならびに基質を容易に添加することである。その生産性は、高ペルベリン生産性培養細胞におけるペルベリン生産（最高 1.4 g/L/21 日）、RNAi により特異的にレチクリンを培地に蓄積する形質転換ハナビシソウ細胞を用いたレチクリン生産（0.3 g/L/21 日）を上回る段階にある。また、生合成系の再構築による合成は、化学合成では通常困難な天然型(S)体に特異的な光学異性体の合成を可能とするとともに、さらに多様な酵素遺伝子を組み合わせ新たなアルカロイド生産の可能性を示している。

では、植物細胞培養の将来はないのであろうか？最初にも述べたように、我が国では伝統的に薬用植物細胞培養系を用いた有用物質生産研究が行われており、多くの代謝物高生産性細胞系が確立されている。これらの培養系を用いた代謝研究は、漢方薬としてのみならず、多くの食品添加物に用いられる甘草のグリチルリチンや重要な制がん剤であるカンプトテシン、あるいは、抗酸化作用が注目されているゴマのセサミン生合成の代謝工学などに、活発に展開されている。また、我が国の研究の特徴は、先に挙げた代謝工学、合成生物学にとどまらず、代謝系そのものをメタボロミックス/トランスクリプトミックス等を用い、統合的に解析するところにある。今後、これらの成果がさらに活用されることにより、植物由来有用二次代謝産物の生産系の改良、薬用植物の生産開発が進展するものと期待している。

特に引用論文を記載していないが、本内容は、JST Science Portal China 中国科学技術月報「植物由来有用二次代謝産物の生産に関する分子育種研究」([http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/1102plant\\_science/r1102\\_satou.html](http://www.spc.jst.go.jp/hottopics/1102plant_science/r1102_satou.html))に記載した内容に準拠している。あわせて、参照戴けると幸いである。



植物細胞分子生物学の展望  
ほぼ、20年毎に大きな流れが生み出されてきた。

## 日本植物細胞分子生物学会 30 周年に寄せて

千葉大学大学院薬学研究院、理化学研究所植物科学研究センター 齊藤 和季

日本植物細胞分子生物学会の創立 30 周年を迎え、会員、関係者の皆様と共に慶びを分かち合いたいと思います。このように本学会が創立 30 周年を迎えられた事は、創成期の諸先輩の先生方の先見的なご努力と、会員の皆様の継続的な支援と貢献の賜によるものと敬服いたします。私も 1986 年頃から本学会を主な研究活動の場とさせて頂いており、本学会のこのような慶事に臨み感慨深く感謝の念に堪えません。

植物科学は、人類が直面する重要問題の 7 つの F (食料 Food, 医薬 Fine chemicals, 燃料 Fuel, 飼料 Feed, 繊維 Fiber, 花 Flower, 娯楽 Fun) に貢献できると言われています。また、米国 National Research Council's 2009 Report ([http://books.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12764&page=R1](http://books.nap.edu/openbook.php?record_id=12764&page=R1)) で指摘された 21 世紀における New Biology がチャレンジすべき 4 つの課題 (Environmental protection, sustainable fuels, nutritious foods, improving human health) に対していずれも植物科学が有効な解決の道を示すことができると思います。

このような状況の中で世界の植物科学研究者の横断的な活動を進めるために 2009 年に Global Plant Council (世界植物科学協議会) を設立する動きが始まり、私が本学会会長在任中 (2008-2009 年度) に本会にも参加要請があり、現在本学会は日本からの代表学会の一つとして国際活動しています。また、歴代関係者の努力が実り 2009 年に機関誌 Plant Biotechnology がトムソン・ロイター (旧 ISI) の Web of Science 収録雑誌となり、本年 2011 年にインパクトファクターが付与されて長年の念願であった国際的な雑誌としてのプリステージを獲得いたしました。

皆様ご存じのように、本学会は 1981 年に日本植物組織培養学会として設立され、その後 1995 年に植物核酸タンパク研究会と合同して日本植物細胞分子生物学会と改称され現在に至っております。その間、本学会は植物組織培養、分子生物学、遺伝子工学および細胞工学の基礎研究とその応用開発研究の発展をめざして、出身分野の垣根を越えた多方面の研究者の交流を図り大きく発展してきました。他の植物科学関係の学会に比べて、理学、農学、薬学、工学などにわたる横断的な複合分野をカバーし、先進的なバイオテクノロジーの研究開発を推し進める点に特長があります。会員はそれぞれの出身学部や教室を基礎とした伝統的な学会に籍を置きながらも、本学会ではそれらの伝統のしがらみから解放され自由に発言し活動できる利点があります。それが本学会の優れた特長である出身学部・教室にとらわれない自由闊達な雰囲気を生み出していると思います。このような自由闊達な雰囲気という本学会の良き伝統は今後も大切に残して行きたいものと思います。

私事になりますが、この 30 周年の節目の年に幸いにも本学会学術賞を受賞する栄誉に浴することができました。これはひとえに諸先輩の先生方のご支援をはじめ共同研究者の皆様のご努力による研究成果の積み重ねの賜であり、私自身は微力な貢献しかしていません。受賞研究の内容はメタボロミクスによるゲノム機能科学についてであり、本学会が伝統的に強い歴史を有する植物バイオテクノロジーによる化学成分の生産にも繋がる研究です。特に、最近 10 年に起こったゲノム科学というパラダイムシフトを物質生産という伝統の領域に融合する研究です。植物メタボロミクスは、我が国には諸先輩による優れた植物化学研究の実績もあり世界の中でも日本が強い分野です。植物による自立的な物質生産能力に対する期待から、今後ますますこの分野への期待が大きくなると予想されます。これからの本学会や研究分野を担う若い研究者がこの領域をさらに推進してくれることを期待してやみません。

植物科学をとりまく世界と日本の現況を鑑みますと、世界人口の爆発的な増加、二酸化炭素濃度の増加と地球温暖化、原発の停止による自然エネルギーへの期待、環境変化に伴う食料不足、新型感染症の蔓延、生物多様性の減少などが大きな問題となっております。このような昨今の環境、食料、健康、エネルギーなど地球的規模の問題に対して、今ほど植物科学および植物バイオテクノロジーに対する期待が高まった時はなかったと思います。これらの問題はすでに私たちの日常生活に直接影響するところまで来ており、研究関係者ばかりでなく一般市民の方も植物研究に大きな期待と関心を寄せております。

私たち本学会員は植物科学とバイオテクノロジーを通してこのような幅広い層からの大きな期待に答えるべき責任があると思います。特に、最近の植物科学への社会からの期待は基礎的な知見の発見だけでなく、それらの知見を全く異なる他の専門分野 (例えば、情報学、工学、化学、医学など) との融合によって社会的なイノベーションに繋がるレベルまで求められております。本学会はもともと異分野の研究者の集まりから成り立っており、このように植物科学だけに止まらない大きなイノベーションに向けた連携研究が最も有効に進められる立場にいると思います。その意味で、本学会とその会員は今後の植物科学に基礎をおいた科学 Science、技術 Technology、技術革新 Innovation という大きな流れの中で最も中心的な役割を果たしうるし、果たさなければならないものと確信いたします。

日本植物細胞分子生物学会の会員と関係者の皆様に対して、創立 30 周年のお祝いとともに次の飛躍に向けた益々のご発展をお祈り申し上げます。

# “当事者”感覚をもった研究開発を！

## —学会設立 30 年目に当たって思うこと—

筑波大学大学院生命環境科学研究科、筑波大学遺伝子実験センター 江面 浩  
(現 日本植物細胞分子生物学会会長)

21世紀を迎え、地球上では食料、健康、環境、エネルギーに関する諸問題が一層健在化しています。我々人類の存亡は、これらの諸問題の解決にかかっているといえます。近年、植物科学で培った英知をこれらの解決に活用することが期待され、例えば、植物の力をかりた二酸化炭素資源化など大型プロジェクトがスタートしています。しかし、我々の学会にとって、新しい試みではなく、設立当初から会員が取り組んできたテーマです。従って、我々の学会が植物科学の中で重要な役割を果たす時期が到来しています。

我々の学会はその前身の日本植物組織培養学会として1981年に設立され、植物バイオテクノロジーの基礎、応用研究に関する活動を行っており、今年30周年を迎えます。本学会の歩みと合わせるように、植物バイオテクノロジーという言葉が社会に登場して30年ほどが経過しました。当初、細胞・組織培養技術が注目され、これらの技術を使った新品種の開発や物質生産研究が行われました。ウイルスフリー化技術、胚・胚珠培養、半数体作出技術は育種技術の一つとして定着し、育種や園芸分野に大きな貢献をしています。続いて、遺伝子組換え技術の登場とともにその組換え作物開発への利用が進んでいます。国外では1996年より、組換え作物の本格的な商業栽培が始まり、現在では世界の農耕地の10分の1に組換え作物が栽培されています。さらに、組換えDNA技術を基礎としたより広範なゲノム育種学により、砂漠化防止や環境修復などの環境問題、生活習慣病などの健康問題、バイオエタノールなどによるエネルギー問題の解決に向けた植物バイオテクノロジーの利用が世界的に進められています。

一方、環境への影響に対する懸念や、当初の期待と現実の“果実”とのギャップから一般社会における遺伝子組換え技術への視線は期待と不安が相半ばしています。社会的関心の大小は別にして、このような状況は、世界共通の課題であり、世界の植物科学者に科せられた解決すべきテーマであります。私は、一人の植物科学者として、この解決には次の2つが必要ではないかと考えています。

1つめは、十分な情報発信です。本来、科学技術は人類が智慧を働かせて使いこなして行くべきものです。智慧を働かせるには、正確な情報が必要です。植物バイオテクノロジーの最先端研究に携わる研究者にとって、得られた成果をひろく社会に還元することは重要な使命ですが、そのためには、これら技術に対する社会的受容状況を的確に把握するとともに、“正確”かつ“最新”の情報を一般社会へ判りやすい形で発信してゆく活動を地道に継続することが極めて重要です。特に、次世代を担う若い世代が、植物バイオテクノロジーの持つ社会的重要性を理解し、研究そのものに対する興味を抱くよう、

啓蒙活動を推進する必要があります。その一方、植物バイオテクノロジーに対する期待と不安が錯綜した現状を打開するためには、当該分野に携わる研究者が一般市民の生の声を真摯に受け止め、自身の研究開発に活かしていくことが非常に重要です。



2つめは、“当事者”として具体的な事例を示すことです。百万遍の言葉より、目の前にある手に触れることができる、食べることができる1つの組換え作物を作ってみせることの方がより一般の人々には説得力があります。また理解も促進されると思います。この一つの事例を生み出すには、言い古されていますが、実社会と直結している産業界との真の連携が極めて重要になると考えます。産学連携には、様々な形態があると思います。例えば、“助言者”として支援的に関わる場合です。基礎的研究成果を提供し、開発研究は企業に一方的に依存してしまうような形態です。一方、成果をどのように社会に役立てていくか、企画段階からまさに“当事者”として関わる形態です。“助言者”として関わるか、“当事者”として関わるかによって、産学連携の発想も変わってきます。そして、信頼関係が変わってきます。例えば、我々はトマトでミラクリンを作らせる研究開発を産学連携で行っています。“当事者”として関わると、実用化を考えた場合、最終的にはマーカフリーが必要になります。そうすると遺伝子が正しくゲノム中に入り、遺伝的に安定したマーカフリー組換えトマト作ることになります。そのためにはどのくらいの数の組換え体を作ったら良いのか、そのためには組換え効率を上げる必要があるのか、それにはどのような研究開発をしたらよいのか、が研究の発想の原点になります。このような研究環境の中で育った人材は、産業界にとっては実践力の高い、即戦力の人材となります。

我々の学会が数ある関連・関係学会の中で独自のアイデンティティを維持しつつ、社会の附託に答える学会として役割を果たしていくには、関連分野の科学技術を正しく伝える活動を推進すること、“当事者”感覚をもった研究開発を推進すること、さらにはそれらを担える次世代の人材を養成することが今後の重要な使命になると考えます。そして、このような活動は、植物バイオテクノロジーに対する社会の期待と現実のギャップを埋めることに寄与できると確信します。

—学会の今後 20 年間の発展を祈念しつつ—

## ロードマップ作成委員会からの提言（中間報告）

ロードマップ作成委員会

本学会は、基礎から応用に至る幅広い植物科学分野の研究を対象とし、会員の専門分野も農学から理学、工学、薬学などと多岐に渡る。現在、人類は持続可能な発展を可能とするための大きな諸問題に直面している。これらには、食糧の安定供給や植物物質生産の高度利用化、健康増進、環境保全、バイオエネルギー開発などが含まれており、問題解決には植物科学における多面的なアプローチや知見を要する。専門分野や業種を超えた学際的なコミュニティとして、本学会は、諸問題の解決に率先して取り組み、その解決策を世界に発信する拠点としての役割を確実に果たす必要がある。

本ロードマップ作成委員会では、持続可能な発展を実現するために、現時点で把握し得る課題や問題点を考慮し、学会として実施すべき具体的施策を抽出・検討した。それらには、植物科学が達成すべき中長期的な研究目標の立案から、産官学連携などの協調体制の強化、Plant Biotechnology 誌の質の向上、バイオインフォマティクス研究基盤整備の促進、植物科学や遺伝子組換え技術を含む情報の社会発信、学会ホームページの充実、理科教育支援、大学院生を含む若手研究者の育成によるマンパワーの増強、男女共同参画の促進などが含まれる。我が国の研究基盤を高度化し、世界の植物科学を牽引し続けると共に、得られた研究成果・技術を社会に迅速かつ円滑にフィードバックすることによって、植物科学と本学会に課せられた社会的・学術的責務を果たすと同時に、本学会の発展を目指す。本ロードマップに示したこれらの目標については、今後、総会や評議員会、執行部などで深く議論・検討することが強く望まれる。

### 1. 中長期的な研究目標の立案

植物科学が解決すべき問題として、食糧の安定供給や植物物質生産の高度利用化、健康増進、環境保全、バイオエネルギー開発などが挙げられる。これらの問題を効率的に解決するためには、出口を見据えた研究力・技術力の飛躍的な向上が求められる。そこで、各問題においてマイルストーンとなる中長期的な研究目標を明確化し、研究者コミュニティにおいて共有・議論する必要がある。この議論を遂行する上で、各種の研究プロジェクトと互いに密接に連携し、合同シンポジウムを積極的に開催するなどが効果的であろう。

### 2. 社会や研究コミュニティへの情報発信

持続可能な社会の実現には植物科学分野の貢献が不可欠であり、本学会は、サイエンス・コミュニケーターとして、植物科学の必要性と意義を社会に広く発信する必要がある。植物科学の基礎・応用研究だけではなく、遺伝子組換え技術の安全性・必要性に関する正確な知識を多くの国民の方々に理解してもらうために、市民公開シンポジウムの開催や高校生を含む一般市民向けのリーフレットの作成・配布などを目指す。ここで、「国民との科学・技術対話」の促進のためには、研究者側からの一方的な情報発信にとどまらないように、たとえば、市民公開シンポジウムでは、一般参加者へのアンケート調査を実施するなど、双方向コミュニケーションの推進に留意すべきであろう。

幅広く情報を発信するためには、学会ホームページの拡充も重要な課題である。たとえば、学会員の研究活動を広く知ってもらうための「研究室紹介のページ」を設け、研究内容を分かりやすく記載する。また、高校生や大学生・大学院生を対象とした教材「ティーチング・ツール」、研究コミュニティに向けた「組織培養・形質転換のプロトコル」などを作成・配信する。これらの活動によって、植物科学研究のおもしろさを若い世代の学生に伝えるとともに、植物科学研究の重要性を社会にアピールすることがより一層可能となる。

### 3. 大会のあり方

#### 交流の促進

本学会の大会は、植物科学が扱う研究テーマを様々な視点からディスカッションし、新たな共同研究体制を開拓し得る点に大きな特色がある。この要因として、参加者の専門分野が遺伝・生理・生態・進化・バイオインフォマティクス・育種・園芸・ポストハーベストなどと多岐に渡り、かつ、参加者（約 300–400 人）のおよそ 1/4 が民間企業に所属する会員であることが挙げられる。この特色をより発展させるために、フィールド、ウエット、および、ドライの研究者の交流・議論の場の提供、産官学の連携の推進を目指す。そこで、これまで以上に多くの企業からの参加者を募ると共に、大会プログラムなどを検討する。たとえば、産官学の連携の促進のために、研究開発における民間企業からのニーズを紹介するセッションの新設、ランチョンセミナーや企業ブースの充実、知財・技術などを紹介する展示コーナーの設置などが挙げられる。同時に、企業と大学のマッチング支援のための Web ページも新たに設置する。

#### 大会プログラム：セッションの枠組み

現在の大会プログラムにおけるセッション区分は、実験手法やデータ解析法を議論する上で効率的であるが、大きな研究目標（マイルストーン）に対する研究戦略そのものを議論するブレイン・ストーミングの場としては不十分である。特に、類似の研究目標を掲げる研究プロジェクトから多くの口頭発表がなされる場合、それらの発表を同一セッションに取りまとめ、ディスカッションの時間を確保すべきである。発表時間や質疑応答の枠も柔軟に捉えて、セッションの最後にまとめて全体で議論するなど 1 つの方法であろう。大会運営者の柔軟な大会プログラム作成を支援し、エネルギーや健康、環境、食糧、バイオマス、物質生産に関わる研究戦略の議論を活性化することが求められる。

#### バイオインフォマティクス講習会の開催

研究レベルの一層の向上のために、データベース利用法や大規模データ解析手法などを解説するバイオインフォマティクス講習会を大会プログラムとして実施し、バイオインフォマティクスに対する会員の要求に率先して応える必要がある。特に、マイクロアレイや次世代シーケンサー、質量分析など主流となるハイスループットなデータ解析基盤については、迅速な対応が求められる。同時に、バイオインフォマティクス研究基盤などを紹介する展示コーナーを大会会場に設置することも効果的であろう。

## その他

- ・現行の口頭発表に加えて、ポスター発表の導入を検討する。
- ・大会についても、国際化に対応するために、要旨や発表スライドは日本語もしくは英語を選択可能(英語推奨)とし、将来的には英文要旨への移行を検討する。
- ・学部生の大会参加費の無料化を制度化し、早期から学会活動に参加し得る機会を拡大する。
- ・大会最終日の夕方以降に、大会プログラムとして、若手の会や研究集会を開催可能とする。

## 4. 学会賞

学会賞では、賞状に加えて、副賞(賞金、楯、メダルなど)の贈呈を行う。賞状や副賞には、学会のロゴマークを入れることを検討する。また、副賞の贈呈のための寄付金を募る。個別の賞についての検討事項を以下に示す。

### 奨励賞

受賞者の中から日本学術振興会賞の候補者(年齢制限 45歳)を選抜し、学会に割り当てられている推薦枠より推薦を行う。学会奨励賞の年齢制限(40歳以下)は維持し、受賞後の研究業績を含めて、選考の参考とする。

### 学生奨励賞

下記の学会優秀発表賞の新設についての審議と併せて、学生奨励賞については、Plant Biotechnology 誌に掲載された学術論文、また、関連する研究を対象とすることを検討する。また、大会を通してより広く周知し、幅広い分野・機関からの候補者を募る。

### 学会優秀発表賞

学生や若手研究者の研究発表の意識や質の向上を目指し、大会での学生・若手研究者自身による発表を対象とした優秀発表賞の新設を検討する。併せて、口頭発表・ポスター発表などの審査方法、受賞対象の年齢制限の設定の是非などについても検討する。

## 5. 雑誌・学会の国際化

### 学会誌 Plant Biotechnology

学会誌 Plant Biotechnology は、2011年6月29日、初めての Impact factor (IF)が発表され、2010年版では0.853となっている。今後、IFの向上を目指し、学会誌の充実を図る。そのためには、学会誌の質と利便性の向上が必要である。学会誌の質の向上では、インパクトの高い論文の投稿を積極的に呼びかけるとともに、学会賞受賞者による総説の掲載、および、バイオエネルギーなど植物科学の重要課題を取り上げた特集号の刊行を目指す。また、採択論文から魅力的な写真やイラストを採用し、表紙に用いるなどの取り組みを提案する。論文投稿に関わる利便性と学会誌の国際化も強く求められる。論文審査ならびに出版のプロセスの迅速化と見直し、外国人エディターの増員、審査分野の拡大を提案する。また、出版については、電子化による簡略化が可能であることから、紙媒体冊子の廃止(別刷りは従来通り)の検討も必要である。

### 学会活動の国際化

国内に留まらず、海外の学会などとの協調体制を強化することが求められる。本学会は、過去5回にわたり韓国植物バイオテクノロジー学会との合同シンポジウムを開催している。さらには、たとえば、韓国との二国間共同研究事業の立案、

ファンディング・エージェンシーへの働きかけを行っていく。また、本学会の会員が国際植物バイオテクノロジー学会(International Association for Plant Biotechnology: IAPB)に積極的に参加し、本学会の活動をアピールすることで、外国人学会員の新規獲得を目指す。

## 6. キャリア支援

近年、我が国において学生の理系離れや博士課程進学率の低下が深刻な問題になっている。今後の科学技術の発展のためには、研究者の育成に学会として積極的に取り組んでいく必要がある。また、大会において、日本学術振興会特別研究員の申請書の作成講座を開催し、博士課程在学および進学希望者への支援を広げる。キャリア・パスについても、学会からの広報の強化を要する。その一環として、博士号取得者からの意見や経験を学会ホームページから紹介することも有効であろう。そのためには、大学・研究機関だけでなく、特に、民間企業や中学校・高等学校を含む各種学校に所属する博士号取得者からの声が特に貴重である。また、特別賛助会員からの求人情報を学生会員に配信することも強く求められる。

最近では、博士号取得者および取得予定者が中学校や高等学校の教員になるケースも増えてきている。豊富な研究経験や専門知識をもつ教員の増加によって、より深く、かつ、科学の面白さがより伝わる授業展開が可能になる。その結果、科学に興味をもち、理系分野に進学する人材が育つと期待できる。博士号を有する中学・高校の教員を育成・増員するためには、博士号取得者である教員を区別化するための制度の導入が考えられる。しかし、その導入の是非や文部科学省への提言については慎重に議論する必要がある。この議論は、植物科学分野にとどまらず、多くの学会・学界で行う必要がある。

## 7. 男女共同参画

本学会では男女共同参画を重視し、積極的に推進していく。現在、評議員や幹事には女性研究者の参加数が増えてきているが、本学会の三役である会長、幹事長、編集委員長にはまだ女性研究者起用の例がない。女性役員を一定の割合以上選出し、学会活動や研究全般において女性が活躍しやすい環境の整備を進める。大会においても、保育所の紹介、および、座長やシンポジウム発表者の女性割合の増員などが求められる。

## 8. 学会が果たすべき社会貢献

学会としての社会貢献を一層進めることが強く求められる。たとえば、2011年3月11日に発生した東日本大震災は、国内の農業生産・農業基盤に甚大な被害を与えている。本学会として、農業復興支援のための体制作りを早急に進めなければならない。その一環として、農業復興に貢献し得る研究・技術シーズを公募・選定し、学会としてサポート・推進すべき復興事業を展開するなどがあろう。我が国は、食料自給率が低迷する一方で、地震・台風・噴火などの自然災害による農業への被害が多発している。学会として、農業をはじめとして、植物を用いた産業・社会基盤へのフィードバックを推進する必要がある。

