

先端技術バイオテクノロジー（その3）

農水省農蚕園芸局畑作振興課課長補佐 中 村 文 夫

1. ライフサイエンスとバイオテクノロジーに関する二つの調査結果

ここでバイオテクノロジーの動向を理解するうえで役立つ二つの調査結果の概要を紹介する。

(1) ライフサイエンス研究調査結果

その一つは、総務庁（前総理府）統計局が発表した「昭和60年度科学技術研究調査に附帯するライフサイエンス研究調査結果」（60年12月公表）である（調査対象：約7,700機関うち企業等4,400、国公立研究機関等1,300、大学等2,000。調査事項：研究目的別、研究主体別のライフサイエンス研究実施状況、研究費、研究従事者数等）。

これによれば①昭和59年度中のライフサイエンス研究費は7,840億円で、対前年比5.6%増を示し、科学技術研究費（7兆8,939億円）に占める割合は9.9%となった。

さらに研究主体別にみると企業等が3,709億円で対前年比10.8%増、国公立研究機関等で985億円で14.7%増であり、これに対して大学等では3,147億円で対前年比2.3%の減であった。（表1参照）このことからライフサイエンス（バイオテクノロジー）を企業戦略の一つとして位置づけている会社等では引続き研究投資を積極的に行っており、また国公立等研究機関は厳しい財政事情の中、前年の一ケタから二ケタの伸びを示し、本格的にプロジェクト研究として推進しはじめていることがわかる。

ライフサイエンス研究費を研究目的別にみると「保健・医療」が5,562億円で、その割

合は71%と全体の大半を占める。（図1参照）これは、製薬会社等民間企業の研究開発投資や医学部薬学部等大学の研究費などの増大によるものである。

さらに研究目的別にみていくと「生命現象、生物機能」が大学等を中心に9%弱を、「食糧資源の確保」が国公立研究機関、民間の食品、農薬メーカー等を中心に6%強をそれぞれ占めている。

また、対前年度増加率（59/58）を高い順にみると「生物及びその機能の鉱工業利用」がバイオリアクターの研究開発を中心に対前年32%増、「環境保全」が14.8%増、「食糧資源の確保」が12.8%増となっている。産業分野では特に食品産業が対前年度増加率23%強と大幅な伸びを示した。

次に研究者についてみると、本調査の調査

表1 研究主体別研究費の推移

区 分	年 度	総 額	会社等	研究機関	大学等
研 究 費 (億円)	56	5,099	2,558	552	1,989
	57	6,492	2,944	840	2,707
	58	7,426	3,348	859	3,220
	59	7,740	3,709	985	3,147
対前年度増加率 (%)	57	27.3	15.1	52.2	36.1
	58	14.4	13.7	2.2	18.9
	59	5.6	10.8	14.7	-2.3
構 成 比 (%)	56	100.0	50.2	10.8	39.0
	57	100.0	45.4	12.9	41.7
	58	100.0	45.1	11.6	43.4
	59	100.0	47.3	12.6	40.1
研究主体別科学技術研究費に占める割合 (%)	56	8.5	7.0	6.1	13.8
	57	9.9	7.3	8.9	17.6
	58	10.3	7.3	8.8	19.5
	59	9.9	7.2	9.5	18.3

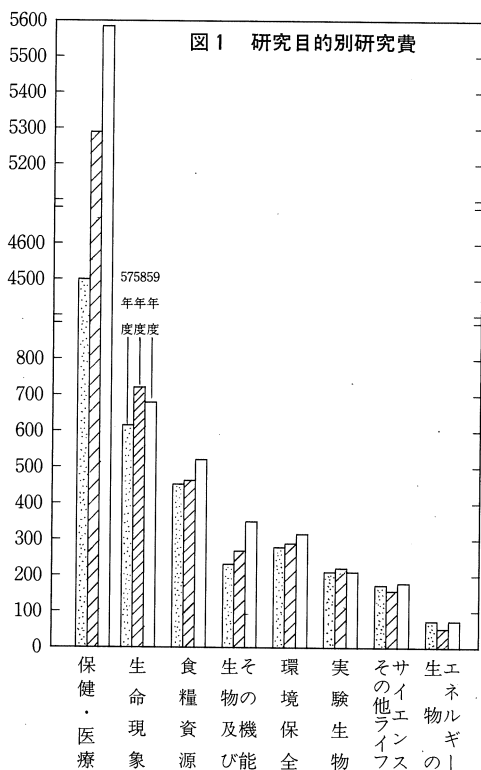


表2 研究主体別遺伝子組換え研究
関係従事者数（60年）

研究主体	遺伝子組換え 研究関係		研 究		
	従事 者数 (人)	対前年 増加率 (%)	本務 者数 (人)	対前年 増加率 (%)	構成比 (%)
総 数	3,304	19.9	1,862	35.4	100.0
会 社 等	1,236	20.7	819	32.1	44.0
研究機関	382	16.1	168	12.8	9.0
大 学 等	1,686	20.3	875	44.4	47.0

時、昭和60年4月1日現在では7万8,000人であり、対前年比2%弱の増加を示した。

その数を研究主体別にみると、大学等が最も多く5万1,400人、企業等が1万5,000人、国公立研究機関が5,600人であり、その伸びをみると企業等が約10%増、国公立研究機関

が6%がと増加しているのに対し、大学等はわずかに1%の減少を示した。

同調査のうち、特に遺伝子組換え（組換えDNA）についてみると、まずその研究費はライフサイエンス研究費に占める割合こそ3%の247億円と小さいものの、対前年比25%の伸びを示し、好調に増加している。

特に企業等がその55%の137億円を占めており、その内訳は化学工業が95億円、食品工業が35億円で、両者で企業等の95%を占めている。また遺伝子組換えの研究者は、1,862人で前年に比べ35%の伸びを示した。(表2参照)

(2) バイオテクノロジーの産業構造に及ぼすインパクト

さらにもう一つバイオテクノロジーの将来に関する調査結果をみてみることにする。

すなわち、「総合開発機構」(NIRA)の委託を受けて、「(財)発酵工業協会バイオインダストリー振興事業部」が実施した「西暦2000年におけるバイオテクノロジーの産業構造に及ぼすインパクト」(59年12月公表)に関する調査報告の概要のポイントをみてみることにする。

まず、本報告の趣旨である。それは「バイオテクノロジーが、最近、期待感が先行したバイオ・フィーバーが一段落する一方、技術開発を通じて得られた知見により、その可能性が明確になりつつある現在、バイオテクノロジーの健全な発展を図る上で、将来どのような経済的インパクトを生じうるのか、アセスメントを行うことは、重要な意義がある。」としている。

次に、その調査結果をみると、①年率
3.16%という経済成長のもとで予想される西

暦2000年の経済規模において、バイオ及びその関連産業全体で127兆円の総生産規模を実現し、46兆円の付加価値を発生させることが予想されるとしており、なかでもバイオテクノロジーだけによる生産規模は15兆円に達し、付加価値6.3兆円を発生させるとしている。

(図2参照)

これらのことから、西暦2000年にはその産業技術化によって、GNPの約10%を担うバイオ系産業が登場することが予想され、バイオテクノロジーが我が国の経済にとってその経済的役割は多大なものとなることが予想されるとしている。

これを産業別に市場規模をみてみると、農林水産業では約2兆円である。

その内訳は、農業(耕種)の場合、その農業生産に活用される細胞融合等による新品种の作出、組織培養によるウィルスフリー苗の

生産など農業技術にバイオテクノロジーの応用される割合(産業技術化率)は12%であり、その製品市場規模は1兆4,000億円、また畜産の場合は受精卵移植・動物ワクチン等にバイオテクノロジーが応用され、その産業化率は24%で、市場規模は4,760億円、さらに水産業は受精卵の雌化技術などその産業化率3%で、市場規模は1,180億円と予測している。

一方、食品工業についてみると、バイオリアクターなどのプロセス技術等を中心に産業化率は23%であり、その市場規模は4兆2,470億円としている。

このほか、農薬工業では微生物農薬等による産業技術化率は30%であり、その市場規模は1,420億円としている。

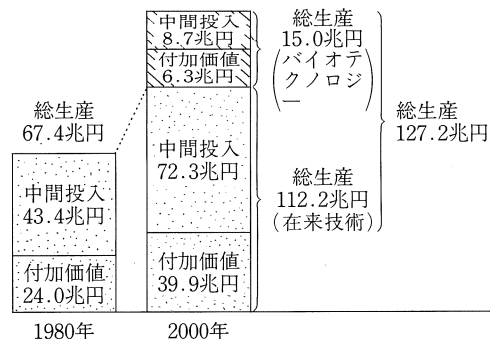
因みに、化学工業ではアルコール、石油化学等基礎化学の分野での産業技術化率13%、市場規模1兆5,200億円、染料等のファインケミカル分野は16%、1兆800億円としており、医薬品工業は40%という高い産業技術化率と3兆1,500億円の市場規模になると予測している。

このほか、廃棄物処理等の環境浄化関係では産業化率23%で、市場規模は1兆3,700億円と予測している。

この予測は、全体として、微生物利用を中心とするバイオテクノロジーに重点がおかれ、動植物、特にその品種改良へのバイオテクノロジーの応用が、現時点(調査時点)の研究成果からはまだ未知数ということでやや低くおさえていると思われ、やや過小評価という感がないでもない。

しかし、いずれにしても農林水産業をふくめたバイオテクノロジーの進展は、今後、我が国の産業経済、それに政治や一般社会にも

図2 バイオテクノロジーによるバイオ系産業の生産の規模



〈参考〉付加価値生産性
(在来技術) (在来技術+バイオテクノロジー)
↓ ↓
35.6% 在来技術 35.6% 在来技術 (39.9兆/112.2兆)
(24.0兆/67.4兆) 42.0% バイオテクノロジー (6.3兆/15.0兆)

昭和59年12月 発酵工業協会バイオインダストリー振興事業部公表「西暦2000年におけるバイオテクノロジーの産業構造に及ぼすインパクト」より

少なからず影響を与えることが充分に考えられる。

そこで次にバイオテクノロジーを取りまく周辺の情勢についてふれてみることにする。

2. バイオテクノロジーを取りまく各界の動き

まずマスコミである。情報のマスメディアの代表である新聞、テレビ、ラジオ等は、当初はバイオテクノロジーを「夢ある科学技術」、「21世紀に花開く科学技術」などとその将来像をふくめ、いく分SF調に紹介してきたし、いま一方では「生命操作」「生命倫理」「バイオハザード（生物災害）」などとやや牽制ぎみに取り扱ってきた（その中には読者や視聴者に誤った理解をさせていたものも少なくなかったが……）。

しかし、科学者や技術者たちの着実な努力によって具体的な成果が出されるたびに、それを紹介するマスコミ関係者も本格的に科学的知識を身につけて取材するようになってきた。

大手新聞社の中には、バイオテクノロジーの特別取材班を編成し、国内の企業、大学、官庁等とはもとより、海外のそれらについても取材し、精度が高い内容のある記事を提供するところも出てきている。

また、これらの新聞社は、バイオテクノロジーの研究成果を一面トップに取り上げたり、その科学面にバイオテクノロジーの特集を組んだり、定期掲載欄を設けて、その研究開発やそれに関連する動きなどを紹介している。

このほか、ここ数年、相ついで登場している写真やイラストでわかりやすく科学技術を紹介する科学雑誌でも、競ってバイオテクノロジーを取り上げているし、週刊誌でもビジ

ネスマンの最新知識として特集を組んでいる。

読者諸兄の中にもこれらのうち一つや二つはすでに目や耳にされたことと思う。

今年、NHKの新春の特別番組でも生命操作を取り上げ、各界の学識経験者による座談を放送していた。

今後もバイオテクノロジーの動きは、主にマスコミによって、世の中に紹介されるものと思われるが、その際、報道関係の人達はニュース、情報を可能なかぎり学識経験者等に確認するなどして、正確な内容を読者や視聴者の我々に提供してほしいものである。

さて、ここ1～2年の株式市況面をみると「バイオ関連株、好調」という見出しをよく見かける。

現に、新聞の株式欄では、円高や国際経済摩擦等のため一般の株が低迷しているのにバイオ関連株が高値で引合があり、一時期、株価全体（ダウ平均）を高値に牽引したこともある。このようにマスコミでバイオテクノロジーが定着したように、株式投資の世界においても、バイオ関連企業としての製薬、化学、食品メーカーの研究開発の動向に注目しており、それらの企業の新製品の紹介や研究成果の発表により、その株価はしばしばハネ上がることがある。

そこで、産業界の動向についてみると、まず製薬メーカーでは数年前からバイオテクノロジーを利用したインターフェロン、インシュリン、モノクローナル抗体などを開発してきたが、インシュリン、成長ホルモン、インターフェロンはすでに臨床から医薬品として認可されているほか、組織培養による薬用エンジンの生産など着々と研究成果の実用化が進められている。

さらに製薬業界では、輸出入問題、薬価基準の改訂などそれを取りまく厳しい情勢の中で、昨年、厚生省の肝入りで製薬メーカーが中心となって医薬品や医療機器のバイオテクノロジーなどの先端技術振興のための協会を発足させたほか、この春から大学等へ研究開発費の補助や国際的な研究集会の開催、研究情報の収集提供などを行う団体を設立するなど積極的な取り組みをみせている。

また、化学メーカーは、微生物や酵素利用技術を中心にアルコールや化学工業の中間生産物の新しい生産プロセスの開発等を進めており、食品・醸造メーカーにおいてもバイオリアクターによる効率的な発酵醸造プロセスや食品成分を分析するバイオセンサーの開発等を進めているほか、その微生物の培養技術を生かした動植物細胞の培養技術の開発、微生物の細胞融合や遺伝子組換えによる改良などにも着手している。

さらに、これらの大手化学メーカーや食品醸造メーカーの中には、その企業戦略の一つとして農業分野への進出を目指して、細胞融合や遺伝子組換えによる植物の育種や組織培養による種苗生産などにも取り組もうとしており、積極的に研究開発体制の強化に努めているところもある。

このほか、プラントメーカーの一部にも、食品や植物（植物工場を含め）分野への進出をうかがっているところもあるという。

一方、財界の主な団体もこれらの動きを踏まえ、勉強会を開催し、その結果を提言としてとりまとめ、この分野の産学官の連携の強化を提唱するとともに、安全規制の設定などを国等へ要望している。

さらに国会や政界においても、その審議や

話題の中にライフサイエンスやバイオテクノロジーの振興策や規制問題について、しばしば取り上げられているといわれている。

このような中で、昭和57年5月に、自民党の衆参両院の国会議員100余名が参加して発足した「バイオサイエンス議員懇談会（代表世話人亀岡元農相）」が同年12月「バイオサイエンス推進のための生物資源確保について」という提言をとりまとめたほか、58年には公明党が「生命科学の振興」について党としての基本的な考え方を示した。

そして、一昨年（昭和59年）の2月には、中曽根首相が提唱して開催された「世界賢人会議」では生命倫理について討論が行われた。この5月に開かれた東京サミットにおいても中曽根首相から生命科学の振興の提唱がなされた。

このようにバイオテクノロジーは産業界や政財界において、重要な課題として取り扱われている。

一方、学界においても、このバイオテクノロジーに関連の深い医学部、薬学部、理学部、農学部ではこの分野の基礎研究に力を注いでいる。

また、工学部においても生物をその研究対象にするところが増えており、バイオリアクター、バイオミメティックス、微生物電池などの生物のもつ機能を工学的手法をもって解明し、それを応用に結びつける研究開発を進めている。

企業もここ数年これらの学部の新卒者を積極的に採用しており、特に修士、博士コースの新卒生は、即戦力になるものとして引き抜かれる例が多いという。

これを反映して、大学の志望学部も薬学部、理学部のほか、特に農学部に人気が集まって

おり、それらの競争率が高まっている。

DNAの発見、細胞融合、遺伝子組換え、酵素の固定化などこの分野の研究が始まって20年前後であり、本格的な研究開発に入ったのは10年そこそこであり、技術としての開発利用が始められたのは、ここ5～6年といえる。その意味で基礎研究の充実とともに人材養成は、今後、バイオテクノロジーの進展の鍵を握るといっても過言ではなく、大学の果たす役割はますます重要となっている。

さて、我が国のバイオテクノロジーの振興の主導的立場にある関係各省庁はどのように対応しているのであろうか。

関係省庁は、バイオテクノロジーの振興をその政策の一つの柱として位置づけ、それぞれ中核になるセクションを置設している。

科学技術庁は計画局の「ライフサイエンス企画室（昭和48年設置）」を、59年10月、「ライフサイエンス企画課」にし、厚生省は58年2月、大臣官房に「ライフサイエンス室」を、通産省は57年10月、基礎産業局に「バイオインダストリー室」を、そして農林水産省は、59年4月、農林水産技術会議事務局に「バイオテクノロジー室」をそれぞれ設置し、各種の施策を展開し始めている。

このうち科学技術庁では、他省庁より早く、ライフサイエンスの振興に取り組んできた。

すなわち同庁は内閣総理大臣の科学技術政策の諮問機関である「科学技術会議」の事務局として、これまでにライフサイエンスの振興策について、同会議の審議の結果をとりまとめてきた。また、59年4月には、同会議諮問第10号「ライフサイエンスにおける先導的・基盤的技術の研究基本計画について」の答申をとりまとめ公表した。

同答申では、遺伝子組換え（組換えDNA）などの生物の遺伝情報を操作する技術が、基礎生物学、保健医療、食糧、資源・エネルギー等の諸分野における研究開発の有力な研究手法（技術）となるように、その基本的な研究開発領域の設定とそのための技術開発目標、さらにその推進方策についての基本計画を今後10年間を見通して策定したものである。

言い換えると遺伝子組換えを中心とするライフサイエンスの基礎的研究の推進と、その研究成果の応用分野（バイオテクノロジーなど）への適用、特にブレーク・スルー（科学技術の決定的躍進）を可能にする研究開発についてその目標と推進方策を検討したものである。これらの答申などを基調にして、各省庁はその施策を展開している。

科学技術庁自体も各省庁の科学技術予算の総合調整を行っているほか、52年から10カ年計画でライフサイエンスプロジェクト研究（老化制御、バイオリクター、知能機械、人工臓器、生物活性物質）を、理化学研究所が中心になり、産学官の研究者の共同研究により推進してきた。さらに56年から科学技術振興調整費で「DNAの抽出・構造解析・合成」、創造科学技術振興費で「バイオエレクトロニクス」などのプロジェクト研究を産学官の研究者の連携により推進している。

次に、厚生省では、その保健衛生、医療施策においてバイオテクノロジーの活用を重要な課題として取り上げており、ガン等の疾病の解明やワクチン等の医薬品の生産を中心に利活用を進めようとしている。

ガンについては、「対ガン10カ年戦略」の中で遺伝子組換え、細胞培養等の技術の活用を提唱しており、医薬面ではバイオテクノロ

ジーを利用して生産されたインシュリン、インターフェロン等の医薬品の許認可基準の設定などに取り組んでいる。このほか、58年には厚生大臣の私的諮問として「生命倫理に関する検討」において生命操作や人工臓器について審議してきた。

通産省は、バイオテクノロジーを省エネルギー・省資源の見地から、従来の工業プロセスの効率化、大量生産、コスト低減に大きなメリットがあり、将来の基盤技術として期待され、とりわけ、構造不況で苦境に立つ石油化学をはじめとした基礎素材産業の再活性化の決め手になるものと位置づけている。

このため同省では、昭和56年に次世代産業の基盤技術として、新材料、新機能素子とともにバイオテクノロジーを取り上げ、その振興のため民間企業の参画による研究組合（バイオテクノロジー開発技術研究組合）による研究開発制度を創設するとともに、工業技術院に「次世代産業基盤技術対策室」を設置した。

さらに同省は、バイオテクノロジーに関する総合調整窓口として、それまでの「バイオマス対策室」を発展解消し、「バイオインダストリー室」を基礎産業局に設置し、バイオテクノロジーの民間ニーズや海外の研究開発状況の調査、安全対策の検討、融資制度の活用のほか、微生物工業技術研究所に「特許微生物寄託センター」を設置するなどの施策を展開している。特に研究組合では、この分野の民間活力を積極的に活用している。

また、この4月には遺伝子組換えの工業レベルでの安全規制（G L P）の素案の作成を公表している。

そして、農林水産省では、昭和57年9月、

「バイオテクノロジーによる生物資源の開発利用の推進について」を公表し、その中でバイオテクノロジーは、今後農林水産業、食品産業及び肥料・農薬・動物医薬などの関連産業において、画期的な技術革新をもたらすばかりか、そのインパクトが経済・社会さらには自然環境等にも広く波及し、国民生活に極めて重要な意義をもつものとして位置づけている。

その研究開発では、その試験研究機関において「バイオマス変換」「細胞融合・核移植による新生物資源の開発」「農業生物における遺伝子発現機構の解明」「魚介類の雌性発生等による育種技術の開発」等をまた民間企業参加により「食品工業のバイオリアクターシステム」「生物農薬」「組織培養による種苗生産」「免疫利用による家畜疾病診断」を、さらに実用化技術として「牛の受精卵移植による双子生産」「木材の飼料化」などをそれぞれ推進している。

61年度からは「バイテク育種2000年」と銘打って、植物の品種改良にバイオテクノロジーの積極的な活用をめざした研究開発に取り組もうとしている。

また、この分野の民間活力に着目し、食品素材の生産や、細胞融合による植物育種などの研究開発において民間との共同研究を進めており、マルトオリゴ糖のバイオリアクターによる生産、“オレタチ”の作出などの成果を挙げている。

このほか、バイオテクノロジーの研究開発に欠くことのできない基礎的な素材としての遺伝資源の収集保存にも力を入れており、60年度予算でその「ジーンバンク（遺伝子銀行）」の整備拡充をしたところである。

因みに農林水産省のジーンバンク構想は、既存の農業生物資源研究所にある種子貯蔵庫（5万点収容）を、さらに10万点の貯蔵能力のある貯蔵庫を建設し、あわせて15万点とするほか、その他の各試験研究機関と馬鈴しょ、茶、サトウキビの原原種農場、林木育種場で植物遺伝資源を、また畜産試験場等と種畜牧場で動物遺伝資源（水産生物等の遺伝資源は水産研究所等で）を保存しようという大規模なものである。

これにより、植物遺伝資源についていえばアメリカの30万点、ソ連の25万点に次ぐ規模にしようというものである。

そのほか体制面では同省のバイオテクノロ

ジー研究の中核的研究機関として、58年12月「農業生物資源研究所」を設立したほか、59年4月には前述のとおり、農林水産技術会議事務局に「バイオテクノロジー室」を設置し試験研究と結びつけたバイオテクノロジー行政の総合調整を進めている。

さらに文部省においても、58年5月「バイオサイエンス委員会（座長山村雄一大阪大学学長（当時））」を設置し、大学における「生命科学」研究のあり方について検討を進めているほか、民間との共同研究や民間からの委託研究により、バイオテクノロジーの応用研究も積極的に推進している。

あんな話・こんな話

① 川越・川小商店のいわれ

初代は朝霞の農家出身。斉藤小平次。

当時、埼玉のイモはどれも川越イモといわれていた。それで川越の小平次ということで店の名にした。

② 生産者の立場に立って

小平次は東京へ持って行ったイモが思うように売れないもので、東京へ出て焼芋屋になった。

もともと生産者だったので、生産者の身になってイモを買ったから、品物が方々から集まった。それで問屋組合に入り、甘藷問屋になった。

③ 舟荷

当時、東京の甘藷問屋の多くは川っぶちにあった。

大正12年の関東大震災までは、荷がほとんど舟便だったからだ。

大震災後は舟便がなくなり、自動車便になったので、川とは関係がなくなった。

うちは隅田川の駒形橋の際にあるが、今東京の甘藷問屋10軒中、川っぶちにあるのはうちだけだ。

④ つぼやき

大震災前の焼芋は、大きな土がまを築いて、鉄の浅い鍋で焼いていた。焼芋は当時のスナックだったが、震災後はいろんなものが現われ、売れなくなった。

たとえばパン屋といえば、震災前は銀座の木村屋か、上野の藤村（ふじむら）ぐらいだったのが、急にふえた。

それで廃業する人が多かった。

もっとも、ツボヤキ屋はふえた。ただそれも5年と続かず、大学イモになった。

15頁に続く