

# バイオ産業の動向とITへの期待

## Trend of Biotechnology-Based Industries and Their Expectations of Information Technology (IT)

### あらまし

ポストゲノムシーケンス時代に入り、バイオ分野は、21世紀の新産業として期待が高まっている。欧米をはじめ、アジア諸国もバイオ産業への取組みが活発化している。日本においては、バイオ関連5省庁の連携により「ミレニアムプロジェクト」が決定され、産官学が協力してバイオ産業の育成に取り組み始めた。

大量で複雑な生命情報をベースにするバイオ産業は、情報産業と言われる。バイオ産業に占める情報の役割は、重要性を増している。IT分野に強い日本が、バイオ産業において国際競争力を付け、バイオ産業の健全な育成を図るためには、強みであるITとバイオとの融合を積極的に推進し、バイオ産業全体の底上げを図るとともに、生物資源や人材が豊富で、大きな市場を抱える、近隣のアジア諸国との連携を推進することが不可欠であり、日本がアジアの情報基地となることが期待される。

本稿では、国内外におけるバイオ分野への取組み状況を述べるとともに、日本のバイオ産業の発展におけるIT産業への期待について記述する。

### Abstract

In the post-genome-sequencing age, more expectations are being placed on biotechnology as a new industrial field of the 21<sup>st</sup> century. Biotechnology-based industries are being established in Asian countries as well as in Europe and the United States. In Japan, five government ministries and agencies have together launched the "Millennium Project" to foster biotechnology-based industries in academic, business, and governmental circles. Biotechnology-based industries are based on a wealth of complicated biological information and are sometimes referred to as information industries. Information is playing an increasingly important role in biotechnology-based industries. Since information technology (IT) is one of Japan's strong points, Japan must aggressively integrate its IT and biotechnology expertise so that its biotechnology-based industries continue to grow and become internationally competitive. It is also necessary for Japan to promote cooperation in this field with neighboring Asian countries, which have tremendous biodiversities and human resources and large markets. Japan is expected to be a major biotechnology information-base in Asia. This paper describes various approaches to biotechnology-based industries both inside and outside of Japan. It also looks at the IT developments that Japanese biotechnology-based industries hope will be made in the near future.



松浦幸男（まつうら ゆきお）  
（社）バイオ産業情報化コンソーシアム（JBIC）企画部 所属  
現在、バイオ関連プロジェクトの企画に従事。

## まえがき

2001年3月30日に閣議決定された科学技術基本計画において、ライフサイエンス分野は、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料とともに、科学技術の戦略的重点分野に位置付けられた。R&Dで先行する米国は、実用化の面でも着々と成果を上げている。欧州各国も国を挙げてバイオ推進策を進めている。欧州共同体委員会は、2002年1月23日、「ライフサイエンスとバイオテクノロジー：欧州のための戦略」をまとめ、欧州理事会、欧州議会、経済社会委員会、地域委員会に対して通達した。アジアにおいても、バイオ分野を21世紀の基幹産業として積極的な取組みを開始した。

バイオ分野の研究開発は、熾烈な競争のもとに進められている。近代的バイオテクノロジーは、まだ30数年しか経過していない新しい分野であり、実用化・産業化については、世界的に見ても緒についたばかりである。このことは、ここ数年のこれからの取組みが、バイオ分野の成否に重要となることを示している。本稿では、バイオ分野の現況について概観したのち、バイオ分野における国内外の動き、ITへの期待について述べる。<sup>(1)-(4)</sup>

## バイオ分野の現状

### (1) 21世紀は、バイオソサエティ

20世紀を地球資源の大量消費型経済とするならば、高齢化社会を迎える21世紀は、健康・安心と自然との調和を目指した循環型経済の実現が人類の課題である。

少子高齢化は、様々な社会的コストを増加させ、従来の産業構造の国際的競争力を低下させる。物質社会から生活の質的向上（QOL：Quality of Life）をめざす社会を実現するには、技術革新と産業構造の転換が必要である。高齢者の増加に伴う医療費や健康問題、エネルギー・環境問題、食料などの課題を解決する技術として、生命の力を活用したバイオテクノロジーが注目されている。

### (2) バイオテクノロジー研究の現状

2001年2月、国際プロジェクトで推進されてきたヒトの全塩基配列を決めるヒトゲノムプロジェクトは、30億塩基から成るヒトゲノムのドラフト配列を公表した。

これにより、ヒトの遺伝に関する基本的な情報が全世界に公開されたことになる。ゲノムの塩基配列情報からのみでは、その果たす役割を理解することはできないため、研究開発は、ゲノム上の遺伝子の決定や遺伝子から作られる蛋白質の機能解析、ヒトによる遺伝子の違いを

調べるなどの、いわゆるポストゲノムシーケンス解析へと重点がシフトしてきた。これらの研究開発の成果は、創薬、個人ごとの治療、遺伝子診断などへの産業に応用できるため、実用化・産業化へと研究開発の重点がシフトしてきた。

### (3) 重要性が増すバイオインフォマティクス

最初の生命がこの地球に誕生してから、生物は現在の多様な生物種に進化してきた。その歴史は、ゲノム情報として蓄積されており、あらゆる生物に共通の情報として存在している。ゲノム情報は、親から子へと一対の染色体上の情報として受け継がれる。そのゲノム情報に従い、私達の個体が形づくられ、生命を営むことができている。ゲノム情報は、時間・空間を越えてあらゆる生物種に共通の情報であり、生命活動が情報として統一的に理解される可能性を示唆している。すなわち、情報システムとして生命を理解することができれば、生命の活動を情報科学としてとらえることができる。生命の仕組みは極めて複雑であり、ゲノム情報を理解するためには、静的のみでなく時間的・環境的要因を含めた膨大な情報を扱う必要がある。ポストゲノムシーケンス時代に入り、爆発する情報量の現実化とともに、バイオインフォマティクスは、バイオ研究の重点分野として認識されてきた。

## バイオ分野への各国の取組み

### (1) 米国

「情報技術」に次ぐ戦略的重点分野として、バイオテクノロジーを含むライフサイエンスに重点的に取り組んでいる。米国政府の研究投資は、90年頃から100億ドルを超え、98年には、約2兆円であり、日本の約4倍に達している。

バイオインフォマティクス分野では、データベースセンターであるNCBI（National Center for Bioinformatics Institute）が、新ビルを建築し、270名体制から500名体制へ拡張を計画している。また、生物を全体として理解するためのシステム生物学の研究に力を入れ始めた。

### (2) 欧州

21世紀はライフサイエンスが、IT産業より重要であることと見え、積極的な取組みを開始した。欧州共同体委員会は通達の中で、ライフサイエンスとバイオテクノロジーを積極的に推進する戦略をまとめるとともに、29の行動計画を明確にした。

ヨーロッパ分子生物学機構（EMBO）は、国境を越えて研究活動を支援するとともに、ヨーロッパの外へも

支援を開始するなど地球規模で活動している。ヨーロッパ・バイオ・インフォマティクス研究所（EBI）とサンガーセンタは共同でデータベースを構築し全世界に公開するとともに、30名のスタッフにより、世界最先端のサポート体制を構築している。

ドイツでは、地域ごとのコンペティションを実施し、3地域を選定しベンチャの育成を進めている。また、スウェーデンとデンマークにまたがるメディコンパレーは、欧州一のバイオ集積地として活動しており、大学・病院・ベンチャが一体となったパークを作るとともに、保育所などの住環境を整備し研究開発を推進している。

### （3） アジア

巨大な市場を抱えるアジアでもバイオへの積極的な取り組みが開始されている。

シンガポールは、生命科学研究を国家プロジェクトの重要課題として取り上げている。国立シンガポール大学附属分子細胞生物学研究所（IMCB）は、研究予算をはじめ、生活環境整備を進め、世界の頭脳を集結してポストゲノム研究の先端を目指している。

台湾では、IT産業から、バイオ分野への転換を図っており、五つのパークの建設を計画している。漢字圏である中国市場を目標に産業化を目指しており、ベンチャの設立に燃えている。

バイオ分野で最も脚光を浴びているのが、WTOへの加盟を果たした中国である。

上海市は、張江ハイテクパークを、21世紀のモデル地区として、2001年7月に開発計画を公布した。バイオテクノロジー・医薬、マイクロテクノロジー・IT、光電子・新素材・環境保護の3分野を対象に、技術創造、ハイテク産業、科学教育、住宅エリアの整備を進めている。2005年までに、交通網、通信網、住宅、住環境などのインフラを整備し、2010年には、25平方キロ、10万人規模となる。海外からの大手製薬企業が既に進出しており、米国のベンチャ資本の20%が中国に向けられている。「自我設計・自主経営・自由競争」の自由主義経済政策が旗印になっている。

米国のNIH（National Institutes of Health）には、若手研究者を対象としたポストドク研修がある。海外からの研究者が約2,400名おり、約半分はアジア・環太平洋地区からであり、中国は約400名で最多である。中国は、国内の研究環境を整えることにより、これらの先端技術を身に付けた研究者の受入れを図っている。

### （4） 日本の動向

1999年1月、バイオ関係5省庁の閣僚は、「バイオテクノロジー産業の創造に向けた基本方針」の申合せを行い、関係省庁が一丸となって産業化の加速的促進に取り組むことを表明するとともに、2010年のバイオテクノロジー関連の市場規模を、25兆円程度とした。

1999年12月、新千年紀に新しい産業を生み出す技術革新に取り組むため、「ミレニアムプロジェクト」を総理大臣が決定した。「ミレニアムプロジェクト」は、情報化、高齢化、環境対応の3分野について、産官学共同プロジェクトで事業を推進するもので、バイオテクノロジー関連に多くの予算が付けられている。

民間においては、1998年11月、バイオ産業情報化コンソーシアム（JBIC）が設立され、バイオ産業の情報化に関する、産業界の窓口として活動を開始した。1999年3月には、ライフサイエンス推進議員連盟が設立され、1999年6月、日本バイオ産業人会議が設立され、政界・行政・産業界におけるバイオ産業の推進体制が構築された。2001年10月、第2回ライフサイエンス・サミットが開催され、学界・産業界・官界・政界が一堂に会し、意見交換を実施した。バイオ産業人会議より、「健康・安心と自然との調和を同時に達成するバイオソサエティとバイオベース経済の実現をめざして」とのb-Japan提言がなされるなど、国を挙げてバイオ分野への取り組みを進めている。

## バイオ情報立国日本を目指して

### （1） 爆発的に増加する生物情報

バイオ研究は、全世界で競争的に進められている。実験技術の進歩などにより、研究から得られる情報は、半年間で全世界のデータ量が倍増するなど指数関数的に増加している。複雑な生命現象を理解するためには、それらの情報を組み合わせて利用することが必要であり、情報量は無限に近くなると言える。バイオインフォマティクスの重要性が認知され、バイオ産業と情報産業が融合する必然性がここにある。

### （2） データベースの統合利用と標準化

世界各国で行われる研究開発の成果は、データベースとして蓄積が進められている。それらのデータベースは、個々の研究機関で独自に構築が進められてきた。研究の進展により、種々のデータベースを統合的に利用するニーズが生まれてきた。

米国では、産業界や研究者が情報の統合利用について

要望し、2001年1月に、I3C（Interoperable Informatics Infrastructure Consortium）を結成した。I3Cは、ほぼ毎月1回程度の会合を重ねており、標準化によるデータベース相互運用性の確立を進めている。2002年1月現在で、I3Cには、産官学78組織が参加している。日本においては、JBIC（Japan Biological Informatics Consortium）がこれらの動きに対応すべく、標準化に関する世界の動きを調査するとともに、世界の標準化の流れに貢献すべく活動を開始した。

### （3）IT先端技術による高度知的情報基盤の構築

データベースの相互運用性が実現するとデータベースの統合利用が可能となる。研究分野においては、複雑な生命現象の解明のために、様々な情報の比較や情報の複合利用など情報の利用方法が飛躍的に増加することが考えられる。産業においては、生物情報のみでなく、個人の遺伝情報や医療情報など関連情報の整備が必要となる。

知的情報基盤の整備と高度な活用を社会的仕組みとして実現することにより、バイオ産業全体の底上げを図ることが期待できる。IT先進国である日本は、IT技術の活用によりバイオ産業の国際競争力を強化することを通じて、新しい産業の育成と市場の開拓を目指すことができるであろう。

大量のゲノム情報の解析には、超高速コンピュータやグリッドコンピューティングなどの高速処理技術が必要である。大量で複雑な生物情報の相互関係を管理・活用するためには、データベース技術、高速検索技術、可視化技術、シミュレーション技術、情報解析にはデータマイニングや各種解析技術の開発、データベースの相互運用性の確立には、標準化、暗号化、機密保護技術が必要であり、個人情報保護のための仕組みなど、IT分野で培われた技術のバイオ分野での活用が期待される。

### （4）高度知的情報基盤による新産業の創出

電気・ガス・水道のように、生物情報が第4のライフラインとして、ネットワークにより誰もが自由にアクセスできれば、知的創造活動を促進し研究開発の進展とそれらを利用した新しい産業の創出が期待できる。自由に情報が入手できれば、蓄積された情報をもとに新産業の創出コストが低減し、創意と工夫によるベンチャの育成にもつながる。情報の活用は、世界中で進められている研究活動の成果を正に有効利用することにほかならない。

### （5）アジア情報ネットワークの展開

欧州をはじめ、バイオ研究は国際連携のもとに進められている。日本は、アジアの一員であり、近隣国家であ

るアジア諸国との連携が大切である。アジアは、生物資源が豊富であり、将来の巨大な市場が見込まれている。生活習慣が類似しており、遺伝学的に近縁関係にあるアジア諸国との連携は、日本のバイオ産業を大きく発展させるのに必要なことである。アジア諸国は、米国への研究者の派遣を通じて、米国の影響を受けているが、距離的に近い経済大国日本との関係の強化を望んでいる。日本がアジア諸国の良きパートナーとなるには、日本が強いIT分野においてアジア諸国と協力関係を構築することである。共同でデータベースを構築し、その活用において、日本がアジアへの情報発信基地として貢献することで、アジアとの協力関係を築くのもひとつの方策である。

## む す び

バイオ産業において、情報はますます重要性をましていくであろう。世界的に進められている開発競争の中で、バイオ産業の社会的インフラとしての高度知的情報基盤の整備とアジア地域連携が、資源の少ない日本にとって必要と思われる。

産業としてはまだ夜明け前の現時点で、国の施策の果たす役割は重要であるが、産業界としても短期的な利益だけではなく、バイオ産業が花開く10年から20年後の日本の産業を見越した役割分担を示す必要がある。知的情報基盤の構築において、基礎的なデータベースの整備を充実させることは、国の基本戦略として推進すべきであるが、それを活用してどのような産業が生まれるかのビジョンを打ち出し、知的情報基盤への投資が将来的に十分コスト的に見合うシナリオを示すことが、国と産業界が二人三脚で行動するのに必要である。IT産業界には、IT産業の持つ技術や産業創造力をバイオ分野に積極的に提案することを期待する。

### 参 考 文 献

- （1） 第2回 JBIC海外調査 欧州視察ミッション報告．2001年5月，社団法人バイオ産業情報化コンソーシアム．
- （2） 八尾徹：米国のバイオインフォマティクス近況．蛋白質核酸 酵素，2001年9月号．
- （3） バイオインフォマティクスにおける標準化に関するフィージビリティスタディ．2002年3月．財団法人 機械システム振興協会 社団法人 バイオ産業情報化コンソーシアム
- （4） 新井賢一：東京ゲノム・ベイ計画．講談社＋ 新書，2002年2月．