

はじめに

——『バイオテクノロジー 第2版』を出版するにあたり——

将来、日本を支えるバイオ技術者・研究者を目指す学生諸君に対し、バイオテクノロジーの領域において基礎的な項目だけでなく、より実践に近い技術や産業動向を学んでもらうため、1999年『バイオテクノロジー』を出版した。以来、前書は5刷りの増刷を重ね、大学等の教科書や各方面の図書館蔵書等として使われてきた。このように前書は、ある程度の貢献ができたのではと考えている。

その後、13年が経過した今、同領域において新しい技術や産業が登場し、また社会情勢も大きく変化した。このような状況の下、新しい技術や知見、また最新の企業情報を加味した改訂版『バイオテクノロジー 第2版』を出版することとした。

前書『バイオテクノロジー』の中では、我が国のバイオテクノロジーの展開に関し、「バブル期とは違ったバイオテクノロジー産業の発展」を予測していた。この間を振り返ってみると、バイオテクノロジーに関する新たな知見や技術は、以前ほどではないが、継続して確実に進歩しており、また新たな産業も登場している。しかしながら、バイオテクノロジーの新技術や新産業が、世界経済や景気に影響を及ぼす段階には至っていない。

世界に目を転じると、アメリカは「異分野統合による新領域の開拓・創生」を旗印に、官民を挙げて強力に推し進めている。また、ヨーロッパにおいては、主要な大学にイノベーションセンターを新設し、ライフサイエンスやバイオテクノロジーに関連する新たな産業創出の拠点を構築している。

我が国の大学においては、生命系や環境系学部の新設が行われ、「融合的な領域の教育・研究基盤」ができつつあるように思われる。従来の食品系、化学系、医薬系以外の産業分野からも、バイオテクノロジーに関連する人材の供給要請が活発になっており、この分野における社会的な人材ニーズも高まっている。

21世紀に入り、グローバル化は一段と加速している。2008年アメリカに端を発したリーマンショックは、アメリカ経済に対する不安を与え、世界的な金融危機へと連鎖していった。今なお欧州では、厳しい財政危機に直面している国々があるなか、我が国も例外ではなく、債務問題、消費税問題、また環太平洋戦略的経済連携協定（TPP）等に関する国内外の大きな課題を抱えている。

2011年3月11日に起こった東日本大震災や大津波、またそれに伴う福島原子力発電所事故は、日本国民だけでなく世界中の人々の考え方に大きな変化をもたらしたように思える。特に健康、食料、環境、そしてエネルギーに対する意識は間違いなく高まった。これらの分野・領域は、今後研究面だけでなく産業面においても非常に重要になるであろう。

産業界においては、長引く円高に伴い企業収益は停滞し、日本の経済活動はかつての勢いがなくなった。しかしながら、企業努力により財務体質は大きく改善し、徐々にではあるが、新たな製品開発や取

り組みが目に見えるようになってきた。また、バイオテクノロジーに関する基盤技術として、超高速シーケンス技術による多くの生物種における膨大なゲノム情報が蓄積され、遺伝情報に関するデータベースが飛躍的に充実してきた。また日本から発信されたiPS細胞技術（山中教授のノーベル賞受賞）など、バイオテクノロジーに関連する新たな知見や技術が現れ、実用化に向けた研究開発が進められていることも明るい材料であろう。

今後、バイオテクノロジーは、異分野との融合や統合により、新たな展開を迎えようとしている。特に、医療、食料、環境、バイオエネルギーの各分野においては、世界的な課題を解決するため、これまでに構築されたバイオテクノロジーの基盤に基づく新産業が創出されていくであろう。

21世紀の中盤に活躍する若い学生諸君には、クリエイティビティを常に意識し、未来を発見してもらいたい。そして、新たな産業創出に貢献できる人材になることを目指して欲しい。

本書をまとめるにあたり、アサヒビール(株)、江崎グリコ(株)、花王(株)、協和発酵キリン(株)、(株)熊谷組、JAこしみず、JX日鉱日石エネルギー(株)、大和化成(株)、東洋紡(株)、東ソー(株)、日工(株)、浜松ホトニクス(株)、日立造船(株)、および三菱化学(株)の方々にご協力をいただいた。心から感謝申し上げます。

最後に、大学教育出版の佐藤守氏および安田愛氏には、前書の出版から今回の改訂版の企画・出版に至るまで、長年にわたりご支援を頂戴した。併せて厚くお礼申し上げます。

2013年1月

久保 幹
新川英典
竹口昌之
蓮実文彦

バイオテクノロジー 第2版
——基礎原理から工業生産の実際まで——

目次

はじめに —— 『バイオテクノロジー 第2版』を出版するにあたり —— i

第1章 バイオテクノロジーとは 3

- 1-1 生命とは — 生命の起源と生物の多様性 — 3
- 1-2 バイオテクノロジーの始まり 6
- 1-3 バイオテクノロジーを支える科学と技術 7
- 1-4 まとめ 9

第2章 バイオテクノロジーの基本原則 11

- 2-1 微生物 11
 - 2-1-1 微生物とは 12
 - 2-1-2 微生物の培養：増殖と環境条件 13
 - 2-1-3 原核生物と真核生物の違い 16
 - 2-1-4 微生物の分類 19
 - 2-1-5 微生物各論 20
 - 2-1-6 環境微生物とその解析手法 45
 - 2-1-7 まとめ 48
- 2-2 遺伝子とバイオテクノロジー 49
 - 2-2-1 遺伝子とは 49
 - 2-2-2 遺伝情報の流れ 54
 - 2-2-3 遺伝子工学 65
 - 2-2-4 タンパク質工学 79
- 2-3 細胞工学 80
 - 2-3-1 組織培養と細胞培養 80
 - 2-3-2 細胞融合 81
 - 2-3-3 細胞核の操作 86
- 2-4 動物のバイオテクノロジー 86
 - 2-4-1 動物細胞の培養 87
 - 2-4-2 動物細胞工学技術を用いた物質生産 89
 - 2-4-3 動物の体外受精と雌雄産み分け 91
 - 2-4-4 動物のクローン技術 95
 - 2-4-5 iPS細胞と再生医療 98
- 2-5 植物のバイオテクノロジー 100
 - 2-5-1 植物増殖技術 100
 - 2-5-2 植物保存技術 101
 - 2-5-3 植物育種技術 102
 - 2-5-4 物質生産技術 107

第3章 生物反応工学の基礎 109

- 3-1 生物反応工学量論 110
 - 3-1-1 収率因子 110
 - 3-1-2 反応熱 112
- 3-2 生物反応速度論 114
 - 3-2-1 酵素反応速度論 114
 - 3-2-2 酵素反応の可逆阻害 117
 - 3-2-3 アロステリック酵素 120
 - 3-2-4 微生物の増殖速度 121
 - 3-2-5 微生物の死滅速度 122
- 3-3 バイオリアクター 123
 - 3-3-1 バイオリアクター内での物理現象 123
 - 3-3-2 固定化生体触媒 126
 - 3-3-3 バイオリアクターの種類と特徴 129
 - 3-3-4 スケールアップ 131
- 3-4 回収と分離精製 132
 - 3-4-1 前処理および粗分画 132
 - 3-4-2 膜分離 133
 - 3-4-3 クロマトグラフィーによる分離 135

第4章 バイオテクノロジーの実際 —— 国内企業の現状から開発プロセス —— 138

- 4-1 食品 138
 - 4-1-1 食品業界 138
 - 4-1-2 アルコール飲料 141
 - 4-1-3 醸造食品 148
 - 4-1-4 乳製品 154
 - 4-1-5 サイクロアミロースと高分岐環状デキストリンの開発 156
 - 4-1-6 バイオ除草剤（ピアラホス）の開発 158
- 4-2 医薬品 160
 - 4-2-1 医薬品業界 160
 - 4-2-2 抗生物質 162
 - 4-2-3 その他の生理活性物質 169
 - 4-2-4 免疫とアレルギー 174
 - 4-2-5 病気の診断法 176
 - 4-2-6 遺伝子治療:医薬品としての遺伝子 179
 - 4-2-7 これからの創薬戦略 181
- 4-3 化学 182
 - 4-3-1 化学業界 182
 - 4-3-2 血栓溶解剤 185

4-3-3	ハイブリッドプロセス：アスパルテームの製造	187
4-3-4	カルス培養による多糖の生産：化粧品への応用	190
4-4	石 油	191
4-4-1	石油業界	191
4-4-2	石油の成分	192
4-4-3	石油製品の種類	193
4-4-4	石油産業とバイオテクノロジー	194
4-4-5	石油関連物質の浄化	195
4-5	繊維・製紙	199
4-5-1	繊維・製紙業界	199
4-5-2	臨床検査用酵素開発	200
4-5-3	酵素産業	202
4-6	環境関連	204
4-6-1	環境関連業界	204
4-6-2	廃水処理	204
4-6-3	廃水処理法	205
4-6-4	活性汚泥法	205
4-6-5	バイオレメディエーションによる土壌環境浄化	206
4-6-6	産業廃棄物処理	208
4-6-7	食品製造廃液の新処理技術	209
4-7	その他の異種業界でのバイオテクノロジー	211
4-7-1	その他の異種業界でのバイオテクノロジーの状況	211
4-7-2	杜仲茶とその培養細胞による二次代謝物質	211
4-7-3	バイオテクノロジーにおける光技術の利用	212
4-7-4	新たな食料生産への取り組み	213