

石油依存社会の終焉のはじまり —原料大変換による地球社会の構造改革—

植田 充美

エネルギーの多様化

石油に代わる内燃機関用液体燃料として期待がかかっているバイオマスから作られるバイオエタノールは、最近話題に上がらないほど浸透しており、アメリカ、ブラジルをはじめ世界的に導入が進んでいる。しかし、いずれもが、トウモロコシなど食糧と競合するバイオマスが主原料として用いられており、国際的な食糧価格の上昇を招く要因となっていることから、食糧と競合しないネピアグラスやエリアンサスなどのエネルギー用草本を燃料用セルロース系バイオマスの原料としたバイオエタノール生産（第2世代バイオエタノール）を目標とした技術開発が急速に進展しつつある。しかし、人口増加による食糧増産を視野に入れた場合、こういうエネルギー用草本を原料とする戦略は愚の骨頂との評価も多くあり、食糧生産後の農廃棄物や木本バイオマスを中心としたバイオエタノール生産（第3世代バイオエタノール）への早期技術開発への転換の必要性が大きく取り上げられている。一方、太陽光や風力などの自然のエネルギーを利活用する動きも盛んで、太陽光パネルによる発電、燃料電池、ハイブリッドや電気（EV）自動車など、エネルギーの供給の分散・多様化が進み始めている。近未来的には、大容量エネルギーには安全対策を強化した原子力発電、建物固定用エネルギーには燃料電池、内燃動力については航空機・船・大型運輸車はバイオディーゼルとバイオアルコール、郊外遠距離乗用車はEVとバイオアルコールのハイブリッド、市街乗用車はEVと、多様化していく方向が確実に世界に広まっている。これらの資源としては、レアメタルやレアアースなどの金属資源とバイオマス由来の液体燃料と太陽光の共存利用という分散供給源となっている。そういう意味で、石油などの化石燃料からの脱却は世界共通の認識に立てるとも考えられる。しかし、これまでの原油ナフサ留分からの各種化学製品合成に依存してきたモノづくりにとって、原

料の多様化は難しく、化石燃料にかわるバイオマス原料への大変換が必要なのである。

日本の針路 —環境基盤の「モノづくり」技術立国へ—

日本が、「モノづくり」を基盤とする科学技術立国として、また自然と共生した安心安全な持続可能な社会構築を世界でリードしていくためにも、遺伝子組換え技術を含む環境適合技術によってグローバルで適正なバイオ技術のマネジメントが求められている。地球の未来を予測する時、人口問題、食料問題、資源やエネルギー問題、水問題は避けられない障害であり、これらは、それぞれ独立した問題ではなく、連携したグローバルな問題であるという認識をもたなければ、バイオテクノロジーの将来性は危ういと言わざるをえない。

京都議定書で唯一評価された「クリーン開発メカニズム（CDM）」という国際協調による目標達成の仕組みは、先進国も開発途上国も巻き込んで、開発途上国への経済的かつ技術的協力を含み、デンプン源としての食料増産とセルロース廃棄物によるエネルギー生産という途上国の貧困の解消へも導きうる多次の効果をもつ。植物個体を考えた場合、食料とエネルギーの両方を共存した素晴らしいバイオテクノロジーによる増産対象である。食料と自然循環型エネルギーの創出のためには発展途上国への投資と技術移転を促し、地球環境を保全しながら、先進国も発展途上国も世界の国々がスパイラルにも発展していく要素が内在している。こういう自然循環型エネルギーやモノづくりの資源ともなる農業をベースとした穀物資源や林業をベースとした森林資源をもつ国とこれらを有用資源に変換できる工学技術と資本をもつ国が共同して、農工連携という新しい枠組みの「クリーン開発メカニズム（CDM）」を基盤に協調しあって発展する姿は日本にとって、また、地球にとっても未来のあるべき姿であると言える。これは、廃棄物ゼロをめざすリサイクル社会の実現をめざすゼロエミッション志向の技術の広

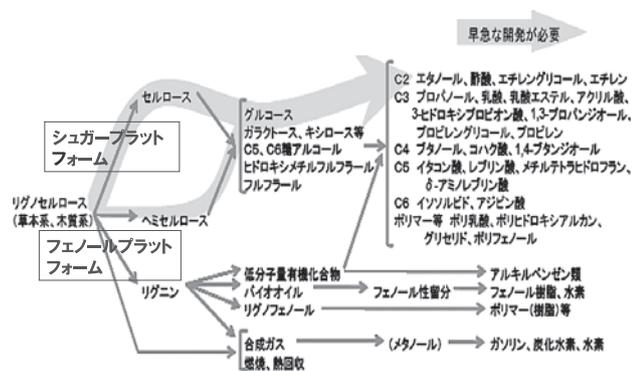


図1. セルロース系バイオマスを原料とする基盤素材物質の開発 (出典：バイオ燃料技術革新協議会資料より)

範な開発と技術移転にも通じるものである。

しかし、ポスト京都議定書に関する国際会議での先進・新興・途上国のエゴのぶつかり合いを目の当たりにして、大地に基盤をおく農業や林業をベースとするグリーンバイオテクノロジーと、それらを変換できる多彩な能力を持つ微生物機能をベースとするホワイトバイオテクノロジーの共同融合連携は、地域から国へ、そして世界へとボトムアップ的に拡大していかねばならないとの認識の重要性がますます大きくなってきている。

産業構造の革命へーリサイクルバイオテクノロジーのためのプラットフォームの創製ー

モノづくりという観点からみていくと、石油などの化石燃料をプラットフォームとするオイルリファイナリーを、廃棄物などを主原料とする非可食バイオマスをプラットフォームとするシュガーとフェノールプラットフォームに代えていくことが本質である(図1)。しかし現実には、化石燃料が共存するわけであるから、当面は従来の化学工業の一部を置換する形でバイオマスが利用されるであろうが、将来的には完全に原料を、さらに製品化プロセスをもバイオマスを基盤とした社会や産業構造の変換へと余儀なくされるであろう(図2)。化石燃料をもとに発展してきたこの世界を、食料生産と共存し、しかも食料生産と競合しない環境と調和した新しいバイオテクノロジーを基盤とする循環型の世界へのギアチェンジは、人口問題もからんで、人類を含む地球上すべての生物の種の絶滅を防ぐことにつながっていく。我々人類は、今こそその叡智により、これまでの化石燃料依存

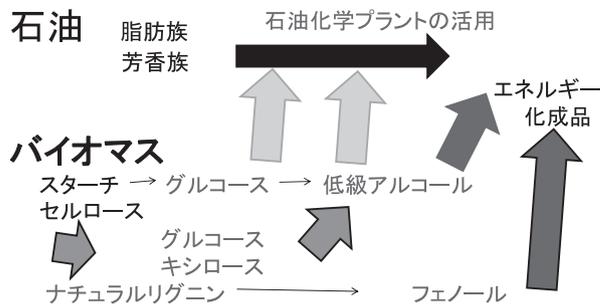


図2. 原料大転換によるモノづくりのプロセスの変換

の産業構造と決別し、環境保全を基盤とする産業構造へ変えるという新しい産業革命を実現していく必要がある。その基盤形成の推進が我々バイオテクノロジーに携わる研究者の使命である。

さらに、化石燃料からの脱却による、地球環境保全を基盤とするサステナブル社会の構築には、これまで以上に、生物学技術の叡智と革新が強く望まれている。ゲノム情報を活用し、戦略的に細胞機能を強化したり、新しい機能を賦与したり、さらにはゲノムから細胞を創製したりと、生物による「モノづくり」に向かって、社会産業構造の体制を変革するような環境負荷の低減した、地球に優しい生物システムの構築が急務になってきた。このシステム構築に、新しい研究領域として代謝工学・細胞工学・システム生物学とゲノム工学が合体した合成生物学とも評される研究領域の展開が進んでいる。どういう戦略で、こういった新しい研究分野を展開していく必要があるかも議論する必要がある。また、各要素技術をいかにして連結させ、集積させていくかも重要な問題になっている。これには、原材料の集積・流通などの社会システムの整備などの行政の問題も絡んでくる。さらに当面、環境税などの導入による政治主導による税制面での支援も必要になってくるであろう。まさに社会そのものの改革とともに、地球上の資源を大切にリサイクルしていく技術、リサイクルバイオテクノロジーともいえる技術の浸透した産業構造へと改革が求められている。

〈参考〉

植田ら：エコバイオリファイナリー，シーエムシー出版(2010)。