

バイオエコノミーの展望

近藤 昭彦・荻野 千秋

1. はじめに

「バイオエコノミー」の概念は2009年に経済協力開発機構(OECD)によって提唱された¹⁾。その定義は、空気中の二酸化炭素などの地球温暖化ガスの濃度上昇に伴う、地球温暖化の地球規模課題の解決と、石油や石炭などの化石資源の枯渇問題を解決するために、バイオマス(生物資源)やバイオテクノロジーを利活用して、経済成長の実現を目指す経済活動全般、もしくはその考え方を意味する。

この概念は、2015年9月に国連にて採択された持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)の推進にも大きく寄与することから、米国、EUそして中国など世界各国で「バイオエコノミー」の推進に向けた戦略策定がおこなわれている。日本では日本バイオ産業人会議が「進化を続けるバイオ産業の社会貢献ビジョン(日本における2030年のバイオエコノミービジョン)」を作成するなどの動きが見られる。このようにバイオエコノミーは、化石資源を基盤とする社会・経済から脱却し、経済を成長させながら持続可能な社会を実現させるには欠かせないこととして期待されている。

本稿では、米国や欧州にできつつある、バイオ生産技術の集積化拠点(バイオファウンドリー)を紹介し、世界規模で展開しているバイオファウンドリー構築のための国際連携(Global Bio-foundry Alliance: GBA)に関する紹介をおこない、日本国内での展開も紹介したい。そして、バイオエコノミーの展開に求められる化学工学的要素について紹介したい。



Prospects for Bioeconomy
Akihiko KONDO (正会員)
1988年 京都大学大学院工学研究科化学工学専攻博士課程単位取得満期退学 工学博士
現在 神戸大学大学院科学技術イノベーション研究科 研究科長
連絡先: 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1
E-mail akondo@kobe-u.ac.jp

2022年2月14日受理

2. バイオエコノミーのCO₂排出削減への寄与

OECDがまとめる、2030年に向けてのバイオエコノミーの報告書によると、工業製品という大きな枠で見れば、約35%が化石資源に由来する化学合成品からバイオ技術によって生産されるものへと転換されると予測されている¹⁾。一方で、日本においてプラスチック生産量は約1,000万トン/年(2008年~2012年)とされ、そして、2030年のバイオマスプラスチックの生産量は約70~80万トン/年として計画されている²⁾。すなわち、全プラスチックの約7~8%がバイオマス由来の比率となっている。これらの予測と、これまでのバイオマスプラスチックへの転換効率の推移を考え、少なくとも2030年には10%の化学品生産がバイオ由来原料へと転換していると推測される。この数値比を世界に当てはめれば、2015年のプラスチック生産量4.07億トンの10%としては、約4,070万トンがバイオマスプラスチックへの転換となる。ここで、プラスチック生産量=ナフサ使用量と仮定すると、約9,100万トン/年のCO₂削減効果が期待される。現在、日本におけるCO₂排出量は約12億トン/年であり、「バイオエコノミー」概念の導入で、7.5%の削減効果が少なくとも見込められると推算できる。

3. 世界におけるバイオエコノミーの推進

米国、欧州において「バイオエコノミー」に関する概念が提唱され、各国でバイオマスの有効利用や、生物による「モノづくり」を推進するための様々な企業活動が活発化している^{3,4)}。



Chiaki OGINO (正会員)
1999年 神戸大学大学院自然科学研究科分子集合化学専攻博士課程後期課程中途退学 博士(工学)
現在 神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻 教授
連絡先: 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1
E-mail ochiaki@port.kobe-u.ac.jp

米国では、2030年に10億トン(乾物)のバイオマスを用い、化石由来燃料25%を代替、2,300万トンのバイオ由来製品と850 kWhの電力を供給することを目指している。具体的な集積拠点としては、「ギンコ・バイオワークス(Ginkgo Bioworks)」社、「ザイマーゲン(Zymergen)」社、および「アミリス(Amyris)」社などが挙げられ、合成生物学に基づいて、代謝工学・ゲノム情報・発酵工学などを複合的に組み合わせて、化学品生産に適した生物の設計、製造および研究を手掛けており、バイオによるモノづくりの世界的先駆者となっている。

欧州では、英国を中心に合成生物学の実用化を加速してバイオエコノミーを推進する戦略を採択しており、EUの研究予算であるHorizon 2020において7つの課題を設定し、実施している。更には、効率的なバイオによるモノづくりを公的機関で実施可能にするように、Bio Base Europeがベルギーのアントワープに設立されている。ここでは、再生可能なバイオマス資源から、バイオケミカル、バイオプラスチック、バイオ素材、バイオ洗剤、バイオエネルギーなど、持続可能なバイオベース製品の生産開発研究がおこなわれており、大規模スケールでの培養特性の解析など、微生物の育種のみならず、化学工学的な操作因子の最適化なども実施されている。

4. 日本におけるバイオエコノミーの推進

国内では、バイオエコノミーの推進に向け、2016年より植物や微生物の細胞が持つ物質生産能力を人工的に最大限引き出した「スマートセル」によるモノづくりの実現を目指して「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発1」(スマートセルプロジェクト)が推進されている。この中で、化学合成では生産が難しい有用物質を創製したり、従来以上の生産性を実現したりすることを目的に、スマートセルの構築に関する基盤技術および特定の生産物質における実用

化技術の開発が展開されている。

更に、その後継プロジェクトとして、2020年度より、バイオによるモノづくりを実現させるため、「カーボンリサイクル実現を加速するバイオ由来製品生産技術の開発」が開始され、原料から最終製品に至るボトルネック(原料供給やスケールアップの難しさ)の解消を目指し、バイオ資源の拡充、分離・精製、回収等を含む工業化に向けたバイオ生産プロセスの開発が推進されている。これらの基盤技術の統合により、国産のバイオファウンドリー基盤を整備し、バイオ由来製品の社会実装の加速とバイオエコノミーの活性化が目指されている。

一例ではあるが、筆者らは神戸大学を中心に、化学産業、食品産業、プロセス企業など約40社以上の企業の参画のもとに、(一社)先端バイオ工学推進機構(Organization for Engineering Biology: OEB)を2019年12月に設立した。OEBでは、バイオエコノミーを推進すべく、OEBに参加する全ての企業間において技術の共有化を図り(オープンイノベーションの推進)、バイオエコノミーに貢献することを目指している。

5. おわりに

バイオエコノミーの推進において、モノづくりを効率良くすることを考えた場合、モノづくりに向けたプロセス強化が重要である。本特集では、バイオエコノミーの展開に向け、化学工学的な切り口で、アカデミア、公的機関、企業の皆さんに最新のトレンドや技術の紹介をお願いした。これらの要素技術が統合的に融合することで、バイオエコノミーの展開が加速することを期待したい。

参考文献

- 1) OECD: The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda (2009)
- 2) 経済産業省: バイオプラスチック導入ロードマップ(2021)
- 3) 米国: National Bioeconomy Blueprint (2012)
- 4) 英国: Building a high value bioeconomy (2015)