

低炭素社会と持続的な経済成長を両立するためには、全く新しい概念や科学に基づいた革新的な「ゲームチェンジングテクノロジー」が不可欠だ。その1つとして近年注目が高まっているのが、バイオテクノロジーで二酸化炭素(CO₂)から有用物質を生産する「バイオものづくり」だ。2017年より「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域の研究開発運営会議委員を務める神戸大学の近藤昭彦副学長に、バイオものづくりによるエネルギーや有用物質供給の可能性について聞いた。



「バイオものづくり」が導く 低炭素社会

近藤 昭彦 Kondo Akihiko

神戸大学 副学長／大学院科学技術イノベーション研究科 教授
2017年より「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域 研究開発運営会議委員

化石燃料への依存から脱却 合成生物学の強みを生かす

CO₂の実質排出量ゼロを目指す「カーボンニュートラル」は、今や世界的な潮流となっている。水素(H₂)や自然エネルギー、バイオマスなどさまざまな代替エネルギーが提唱される中、JSTでは2017年に未来社

会創造事業で「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域を立ち上げ、CO₂を抜本的に削減するエネルギーの安定的な確保やエネルギー利用の効率化に向けてゲームチェンジングな研究開発に取り組んでいる(図1)。

この領域でバイオテクノロジー分野の研究開発運営会議委員を務めるのは、神戸大学の近藤昭彦副学長だ。

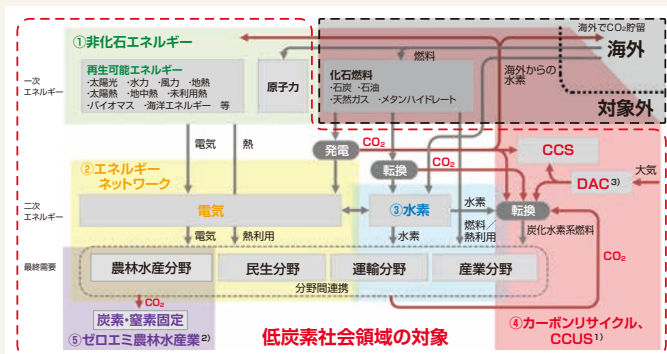
近藤さんは「合成生物学」を専門とし、動植物から生まれた生物資源であるバイオマスを原料に、化石燃料に替わる次世代燃料やプラスチック、繊維、ファインケミカルなどを製造するバイオリファ

イナリー技術の研究に取り組んできた。「工場から出るCO₂は悪者とされていますが、CO₂から直接有用物質を作ることができれば、状況は一変します。それを可能にするのが、合成生物学です」と話す。

バイオプロセスによるものづくりは、古くから行われてきた酵母を使った発酵食品などがすぐに思い浮かぶことだろう。また、医療・ヘルスケアの分野でも、以前から微生物や植物を利用した医薬品の開発、再生医療や細胞治療などの形で行われてきた。こうした従来にはない高付加価値なものを生み出すバイオプロセスを生かすことで、CO₂を減らす、特に石油やガスといった化石燃料への依存から脱却してエネルギー供給や食料、物質生産などを行う研究開発が世界的に急務の課題となっている。

食料分野を例に取れば、餌となる牧草やトウモロコシを生産する際の温室効果ガス排出量が多いために、牛肉が畜産業の中でも最も多く

図1 イノベーション・アクションプランにおける5つの重点技術領域と低炭素社会領域の対象



1) CCUS: Carbon Capture, Utilization and Storage(炭素の回収・利用・貯留)
2) 農業・林業・その他土地利用部門からのGHG排出量は世界の排出量の約1/4を占める
(出典: IPCC AR5 第3作業部会報告書)
3) DAC: Direct Air Capture(大気からのCO₂分離)

出典:「革新的環境イノベーション戦略」統合イノベーション戦略推進会議決定より抜粋

温室効果ガスを排出すると言われて
いる。耕作地も限られる中、世界人口
の増加に併せて、人類が必要とする
たんぱく質をいかに効率的に低環境
負荷で生産するかは、重要な課題だ。
「合成生物学により、近い将来CO₂か
ら直接たんぱく質のような栄養源を
つくることも可能になり、食料問題
の解決になると期待されます。この
『バイオものづくり』は従来の化学合
成では真似できないことです」と、近
藤さんは語る(図2)。

複数領域をつなげ成果を生む バイオファウンドリの導入

微生物を使ってH₂やCO₂から有用
化学物質を作り出すものづくりは、
低炭素社会の実現に大きく貢献する
ことは間違いないだろう。これを産
業として成立させるためには、求め
る機能を持つ微生物をいかに早く作
れるかがポイントになる。しかし、目
的の機能を持つ遺伝子を特定し、遺
伝子操作するには、10年、20年とい
う膨大な時間がかかるため、その時
間を大幅に短縮させる必要がある。
これを可能にするべく提案された生
産プロセスが、バイオファウンドリ
だ(図3)。バイオ技術にIT・AI技術、ロ
ボティクス技術などのデジタル技術
を融合した研究プラットフォームの
ことで、DBTLサイクルにより構築
される。

数万通りの化学反応の組み合わせ
せから、微生物に有用物質を生産
させるための代謝経路を設計する
「Design」、設計した代謝経路を微
生物へ投入し、ロボットを利用して
低コストに構築する「Build」、構築し
た微生物を培養して優良微生物を選
抜、データ収集を行う「Test」、取得
したデータを基にAIを用いて目的物
質の生産能力向上に役立つ知識を抽
出、整理、集積する「Learn」と進み、
よりよいDesignへ再びつなげる。最
終的にはTestから生産プロセスの
開発へと進む。

「バイオファウンドリの概念は世
界的には主導的なものになりつつあ
りますが、日本は出遅れた感が否め
ません。日本にはプロフェッショナル
な個人研究者は多いのですが、研
究者同士のコラボレーションが動か
ず、そのためにバイオ産業が進まな
い現状があります」と近藤さんは課
題を挙げる。これを解決するのが、バ
イオファウンドリというわけだ。

近藤さんが所属する科学技術イノ
ベーション研究科では、バイオエタ
ノール発酵に関するパイロットプラ
ントを大学内に設置し、実証実験
を行う他、バイオ医薬品の製造プラ
ントも稼働している。DNAを切らな
いゲノム編集技術にも成功した。こ
れらの技術をもとに、20年3月に神
戸大学発ベンチャー「バックス・バイ
オイノベーション」を設立し、アジア

発の商業化バイオファウンドリを稼
働させている。子どもの頃から科学
が好きで、バイオマスという言葉に
惹かれたという近藤さん。大学院時
代は工学部で、化学プロセスをオペ
レーションするプログラムエンジニ
アリングを経験したことが、今に役
立っているという。

バイオファウンドリは、いくつか
の専門領域が連結することで新しい
ものが生まれるビジョンだが、1つの
研究室でこの仕組みを作ることは難
しい。これは研究者にも当てはまる
観点だ。「ブレイクスルーを起こすに
は、研究者同士の交流も大事です。例
えば、未来社会創造事業には難関を
突破して集まった多彩な研究者がい
るので、交流会などで研究者同士が
出会って話をすることで、共同研究
など新しい展開が生まれ、大きな成
果につながっています」と近藤さん
は話す。

低炭素社会の実現に向けて、これ
からの研究者に望むのは、夢と情熱
を持って研究に取り組む姿勢だとい
う近藤さん。「最近、好奇心旺盛な人
が減っているように思います。注目
されている研究に安易に飛びつくの
ではなく、誰もやっていないことに
も目を向けて、暗闇にも勇気を持っ
て突き進む、好奇心と情熱で立ち向
かって欲しいと思います」と次世代
の研究者へ期待を寄せる。

(TEXT:伊藤左知子,PHOTO:伊藤彰浩)

図2 バイオものづくりによる産業革命

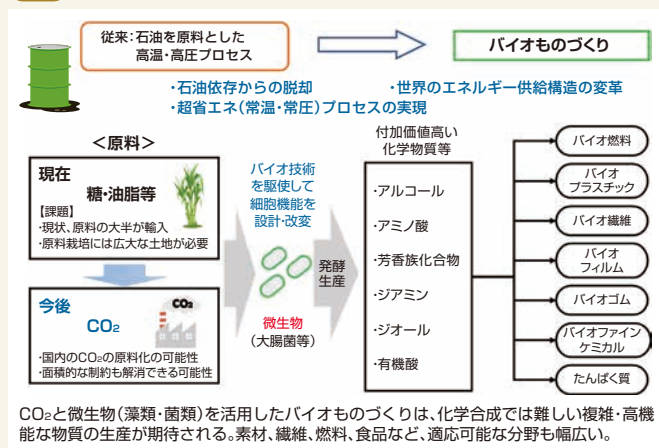


図3 微生物開発を大幅に効率化するバイオファウンドリ

