

**バイオテクノロジーが生み出す新たな潮流
〔スマートセルインダストリー時代の幕開け〕
中間報告書（案）概要**

**平成 2 8 年 6 月
産業構造審議会 商務流通情報分科会
バイオ小委員会**

バイオテクノロジーが生み出す新たな潮流〔スマートセルインダストリー時代の幕開け〕

産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会 中間取りまとめ（概要1/3）

- ・ **バイオ経済（Bioeconomy）** という概念が国際的に提唱。2030年には、バイオテクノロジーを利用した産業が全GDPの2.7%（約200兆円、OECD加盟国）規模に成長する見通し。背景に、ゲノム情報の集積、分析、生物機能の改変・発現等に係る**技術革新の急速な進展**があり、**バイオ経済を加速させる新たな潮流**が形成。

バイオ経済（Bioeconomy）の拡大

● バイオ経済の拡大



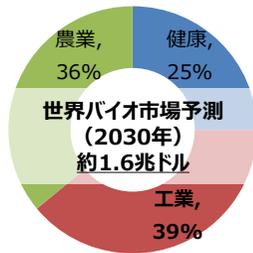
OECD (2009)
The bioeconomy
to 2030.

OECDではバイオテクノロジーが経済生産に大きく貢献できる市場（産業群）として“Bioeconomy”（バイオ経済）という考え方を提唱。

2030年にはバイオ経済は全GDPの2.7%（約200兆円、OECD加盟国）規模に成長する見込み。

特に工業分野が占める市場の割合が高い

ポイント：工業（industrial application）の割合が大きい



● バイオ経済の形成に向けた各国の戦略（欧米の例）



EU（欧州委員会）（2012年）「Innovation for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe」

- 7年間で5,180億円を投資し、2030年までに石油由来製品の30%を生物由来に代替。
- 2030年までにEUにおける輸送燃料の25%を生物由来に代替。



アメリカ（ホワイトハウス）（2012年）「National Bioeconomy Blueprint」、（2016年）「Federal Activities Report on the Bioeconomy」

- 2030年に10億トンのバイオマスを用い、石油由来燃料36%を代替。
- 2,300万トンのバイオマス由来製品と920億 kWhの電力を供給。
- 170万人の雇用と2,000億ドル（約23兆円）の市場創出。

バイオテクノロジー分野で進む技術革新

● 3つの分野で進む大きな技術革新

① DNAシーケンシング技術 （ゲノム情報蓄積）

最近の7年間で解読費用が1/10,000に

ヒトゲノム計画時（1990年）
13年、30億ドル

現在
1日、1000ドル

② IT/AI技術 （生物情報解析、生物機能デザイン）

ディープラーニングなどのIT・AI
技術が実用レベルに

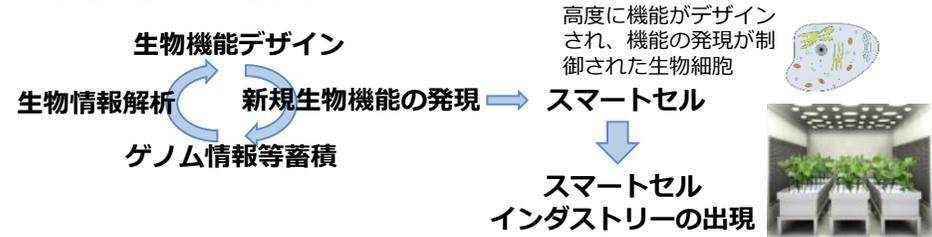


③ ゲノム編集技術 （新規生物機能の実現）

次世代型のゲノム編集技術
（CRISPR/Cas）が登場
（2013年）。より容易に遺
伝子を切断・編集可能に



3分野の技術革新を融合することによって、これまで利用し得なかった“潜在的な生物機能”を引き出すことが可能に



● スマートセルインダストリー

【スマートセル】 高度に機能がデザインされ、機能の発現が制御された生物細胞
【スマートセルインダストリー】 スマートセルを用いた産業群

スマートセルインダストリーが拓く未来像

産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会 中間取りまとめ（概要2/3）

この潮流は、**健康・医療分野のみならず、工業分野、農業分野、エネルギー・環境分野の産業構造の大きな変革**をもたらし、人類が直面する**地球規模の諸問題を解決**する可能性。

医療・ヘルスケア分野：従来は不可能だった根本治療の実現

●再生医療の例

細胞シートの移植
筋芽細胞の培養

心臓移植なしで、重症心不全を治療する技術

表皮シート

死亡率の高い重症熱傷患者の治療に使用

再生医療の市場規模 **2050年に38兆円と予測**
(平成24年度 経済産業省調査)

画像：J-TEC提供

J-TECが販売中

患者さんの大腿筋肉の一部を採取

シート状に加工

心臓へ移植

テルモが販売中

⇒ **疾病の根本治療・健康長寿社会の実現**

エネルギー分野：バイオ技術によるエネルギー代替の生産

●バイオエタノールの例

欧米では、自動車用燃料供給においてバイオエタノールを一定量の使用するよう義務づけ。

工業用エタノール ガソリンへの混合用

糖蜜系原料
でんぷん系原料
セルロース系原料

バイオエタノール

輸送燃料の30%をバイオ燃料に
⇒サウジアラビアの生産量（約1,200万バレル/日）に匹敵

⇒ **石油国依存からの脱却、世界のエネルギー供給構造の変革、環境負荷低減**

工業（ものづくり）分野：製造プロセスの抜本改革

●化学産業プロセスからの脱却：1,4-ブタンジオール（高機能プラスチックの原料）の例

従来：石油を原料とした高温・高圧プロセス

バイオテクノロジーを駆使して細胞機能を設計・改変

常温・常圧プロセス 発酵 **省エネ**

高効率な工業生産を実現（10万トン規模）

●生産困難な物質の生産：アルテミシニン（抗マラリア剤）の例

従来：工業生産不可能（ヨモギから抽出）

バイオテクノロジーを駆使して細胞機能を設計・改変

常温・常圧プロセス 発酵 **枯渇資源フリー**

抗マラリア剤の安定供給・低価格化

⇒ **超省エネ（常温・常圧）プロセスの実現、資源の枯渇懸念からの脱却**

食糧分野：世界の飢餓を改善、食糧問題を回避

●組換え植物等の例

世界の遺伝子組換え作物の栽培面積

170万Ha (1996年)

100倍以上増加

18,150万Ha (2014年)

組換え作物の耕作面積は急速に拡大
(1億8150万ha = 日本国土の4.8倍)

世界の大豆の83%、コーンの29%が遺伝子組換え作物
(栽培面積ベース、2015年)

⇒ **人口増加（97億人/2050年）に伴う食糧確保に寄与**

- **害虫抵抗性**
(作業簡素化、農薬懸念フリー)
⇒化学農薬の使用量減少 (20年間で▲37%※)
- **耐病性**
(植物病による食物消失は現在14%)
⇒世界の飢餓人口8億人分に相当※
- **長期保存性**
(食糧廃棄削減)
- **環境耐性**(乾燥耐性など)

スマートセルインダストリーの実現に向けて

産業構造審議会 商務流通情報分科会 バイオ小委員会 中間取りまとめ（概要3/3）

- 我が国としても“高度に機能がデザインされ、機能の発現が制御された生物細胞【スマートセル】を用いた産業群【スマートセルインダストリー】の構築に向け、戦略的な取り組みが必要。
- スマートセルインダストリーを実現するため、1) 日本の強みを活かした戦略的な基盤の整備、2) スマートセルインダストリーの社会実装の加速化、3) オープンイノベーションの促進、4) スマートセルインダストリーの社会・制度環境整備、の4つの観点を踏まえた取り組みが必要。

戦略1 日本の強みを活かした戦略的な基盤の整備

1. 生物遺伝資源・解析データの戦略的蓄積

動植物・微生物、ヒト細胞・組織、遺伝子ゲノム配列などの生物資源、およびそれらの遺伝資源を戦略的に蓄積し、多様な者がアクセスできるライブラリ・情報データベースを整備。

2. 戦えるコア技術の確立

スマートセルのコア技術である、①生物情報の解読技術、②情報解析・デザイン技術、③ゲノム編集技術に関し、国内の優秀な人材と有望なシーズ技術を結集し、戦略的に基盤技術を確立。代謝物計測技術や、国内のバイオ分野におけるIT/AI技術の開発を推進すると共に、CRISPR/Casに代わる新たなゲノム編集技術の開発を促進。また、国内にある世界トップレベルのシーズ技術を結集し、長鎖DNA合成技術の確立を戦略的に推進。

戦略2 スマートセルインダストリーの社会実装の加速化

1. スマートセルによる生産を目指す製品分野の特定

世界が直面する社会環境を踏まえ、その課題解決に資する製品領域・機能分野を特定し、その生産技術等を戦略的に開発していくことが必要。たとえば、今後生産代替が必要となる天然資源や複雑な合成プロセスを要する化学品など、今後我が国が領域を特定し“勝てる”生物機能の開発に注力。

2. サプライチェーンを見据えた戦略的取り組み

大量生産を実現する生産プロセス技術（精製、培養装置スケールアップ化技術など）などの周辺プロセス技術も極めて重要。サプライチェーンを見据え、必要な周辺技術について産業利用を前提とした開発を進め、コスト競争力を強化し市場を確保。

戦略3 オープンイノベーションの促進

1. 戦略的な異分野技術・産業、新旧技術の融合を実現する場の形成

多様な技術・産業分野が融合した形で実用化に向けた研究がなされる環境整備が重要。①最先端の情報や人材が集約され、②革新的なアイデアや技術シーズが萌芽し、③多様な分野の出口産業とマッチング・インキュベーションされ、④産業レベルでの実用化に向けた課題解決がなされる場を形成。さらにこの場を⑤次世代人材の育成（アントレプレナーなどの支援）の場としても活用。

2. 創薬分野におけるイノベーション・エコシステムの構築

我が国において革新的な創薬を生み出していくためには、製薬企業、アカデミア、ベンチャー企業等の創薬における主要な機関がオープンイノベーション型の「エコシステム」の構築に向け、リスクをとって取り組んでいくことが不可欠であり、これを後押しする施策を実行。

スマートセルインダストリーの社会・制度環境整備

1. 社会革新を見据えた制度、ルール等の整備

関連する既存制度について産業利用の促進の観点から運用の見直しや手続き簡素化等の検討や、新しい技術のリスクに対応したルールの整備など、新しい技術の産業化を促進するための制度のあり方を積極的に検討。

2. 社会とのコミュニケーション

社会的受容の形成にあたって、本分野に関わる機関が責任をもって国民、社会に説明・対話を行っていくことが重要。また、安全性や信頼性、倫理面の課題については、科学的知見に基づいた検証とルールづくりの実現。