

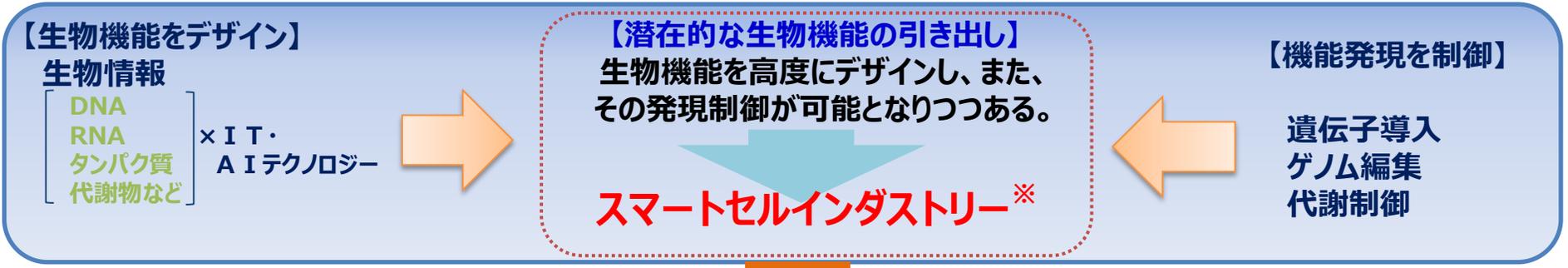
# スマートセルインダストリーが拓く未来の社会像

平成28年5月

経済産業省  
商務情報政策局

# スマートセルインダストリーが拓く世界

- バイオテクノロジーの急速な進展により、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となり、これによって経済・社会の新たな可能性が創造されつつある。



※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

生体内で機能を発現させる  
(人・動物細胞への直接適用)

機能物質を取り出して利用する  
(微生物/動植物/藻類などへの適用)

新たな医療手法の出現  
(医療技術の変革)

新たなものづくり、生物資源の高度利用の出現  
(広範な産業構造の変革)

**医療・ヘルスケア**  
従来不可能だった  
根本治療の実現  
  
Cf. 遺伝子治療  
再生医療  
体内代謝制御 など

**工業(ものづくり)**  
超省エネ(常温・常圧)  
枯渇懸念フリー  
  
Cf. 人工クモ糸、香料  
化学原料  
抗体医薬 など

**エネルギー**  
化石燃料からの脱却  
  
Cf. バイオエタノール  
バイオ燃料  
(バイオジェット、バイオガス) など

**農畜水産業**  
害虫懸念フリー/農薬減少  
連作可能、耐環境性  
  
Cf. 病気にかかりにくい作物  
乾燥・水害に強い作物  
よく育つ作物 など

# 医療・ヘルスケア分野の未来像

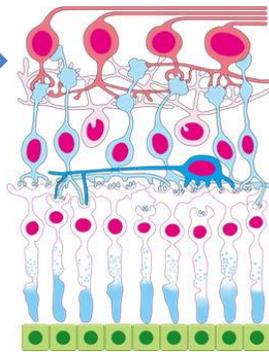
## 従来は不可能だった**根本治療の実現**

### 遺伝子治療

視神経細胞に  
mVChR1遺伝子投与



網膜の構造

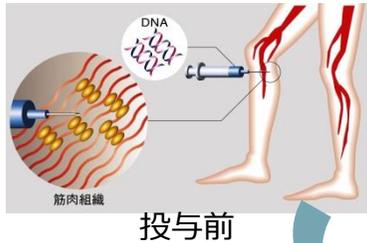


網膜色素変性症の  
患者の治療へ応用

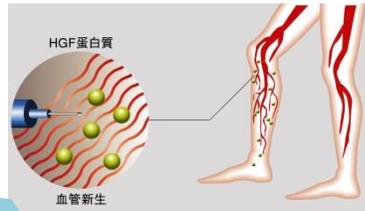
アステラス製薬が開発中

糖尿病による重症虚血肢の治療へ応用

アンジェスMGが開発中



投与前



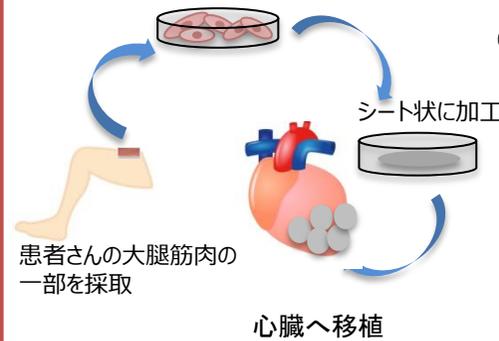
投与後

糖尿病による重症虚血肢によって下肢切断する国内患者数は年間約3,000人※  
※ 一般社団法人Act Against AmputationのHPより

### 再生医療

細胞シートの移植

筋芽細胞の培養



患者さんの大腿筋肉の  
一部を採取

心臓へ移植

死亡率の高い  
重症熱傷患者の  
治療に使用

J-TECが販売中

**心臓移植なしで、  
重症心不全を  
治療する技術**

○心不全の世界の患者数2200万人※

※東京女子医科大学心臓外科HPより

テルモが販売中

表皮シート



画像：J-TEC提供

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

## 疾病の根本治療・健康長寿社会の実現

# 工業（ものづくり）分野の未来像

## 製造プロセスの抜本変革

### ① 化学産業プロセスからの転換（高い生産性・低コスト化）

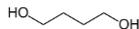
例1: 1,4-ブタンジオール（高機能プラスチックの原料）

従来：化学合成

石油

高温・高圧  
プロセス

1,4-ブタンジオール



グルコース  
（糖）  
・ともち  
・さとうきび

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）

1,4-ブタンジオール



様々な機能性素材にて応用拡大中



合成ゴム

自動車内装

香料

PETボトル

光学フィルム

繊維製品



- 2030年に**130兆円**市場（全世界の市場規模。エネルギーを含む）
- （※）バイオテクノロジーは2030年のOECD諸国の推定GDPの2.7%に貢献。これを世界全体の推定GDPに換算して算出。

出典：OECD「The Bioeconomy to 2030」（2009年）

### ② 生産困難な物質の生産（新産業の創出）

例2: アルテミシニン（抗マラリア剤）

工業生産困難（ヨモギ属から抽出・精製）

グルコース  
（糖）  
・ともち  
・さとうきび

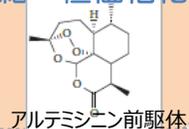
バイオテクノロジーを駆使して  
細胞機能を設計・改変

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



アルテミシニン前駆体

医薬品への応用

抗体医薬

医薬品の主流は、生物に作らせたバイオ  
医薬品（医薬品世界売上げのトップ10  
品目のうち、7品目）  
これらの市場規模は合計**6.12兆円**（2014）

大型医薬品世界売上ランキング2014年（ユートプレーン社）より

合成困難な天然物への応用

- ・香料・機能性食品
- ・漢方薬など

汎用的な植物により生産

インターフェロン

エボラワクチン生産



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

# エネルギー分野の未来像

## 2030年までに**輸送燃料の30%をバイオ燃料に**（米）※

※米国：「Federal Activities Report on the Bioeconomy」財経R&D協議会（エネルギー省、農務省等）（2016年）

### バイオ技術によるエネルギーの代替

#### バイオジェット燃料

藻類



- **バイオジェット燃料**
- **ガソリン・軽油代替燃料等**



・欧米のエアラインを中心に商業利用（2011年～）

※ 画像は一般社団法人藻類産業創成コンソーシアムのウェブサイトより

#### バイオエタノール

糖蜜系原料



でんぷん系原料



セルロース系原料

- **工業用エタノール**
- **ガソリンへの混合用**



・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に義務づけ。

### 化石燃料からの脱却

石油需要→輸送燃料の割合は44%※1  
9,209万バレル/日※2×44%×30%  
世界の原油生産量 (2014) ⇒約**1,200万バレル**

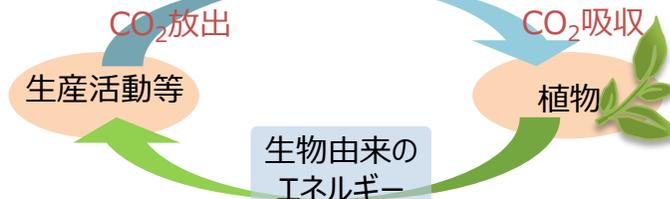
※1 OPEC報告書「2015World Oil Outlook」  
※2 平成27年度エネルギー白書

**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**

### 環境負荷の軽減

カーボンニュートラルの実現

・製品ライフサイクルの中でCO<sub>2</sub>の排出量と吸収量が相殺されプラスマイナスゼロであること。

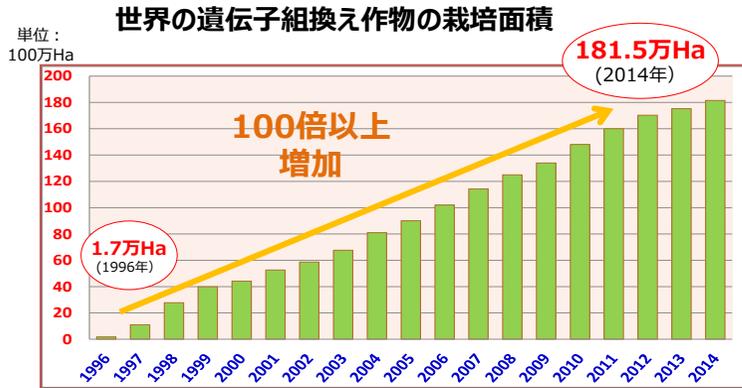


## 産油国依存からの脱却、世界のエネルギー需給構造の変革

# 農畜水産業分野の未来像

## 世界の飢餓を改善・食糧危機を回避

### 組換え作物の増加



**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)

(ISAAA[国際アグリバイオ事業団]の資料を元に作成)

### 高収量化・高機能化の実現

#### ● 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%※)

※ISAAA[国際アグリバイオ事業団]報告書より

#### ● 耐環境性[乾燥、水害に強い]

#### ● 連作可能

(生産効率化)

#### ● 栄養強化

(栄養不足蔓延率の改善)



#### ● 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※

※玉川大学ウェブサイトより

#### ● 長期保存性

(食糧廃棄削減)



(例)

- ・害虫懸念フリー とうもろこし
- ・耐乾燥性サウヰτζ
- ・腐りにくいトマト



**食糧・飼料の供給量拡大と品質の安定**

**人口増加(97億人/2050年)※に伴う食糧確保に寄与**

※国連経済社会局より