

## 要約版

# 進化を続けるバイオ産業の 社会貢献ビジョン

～新たな基幹産業の創出と地球規模の課題解決に向けて～

2016年3月15日

日本バイオ産業人会議

近年、欧米を中心としたゲノム編集技術や合成生物学の進展は目覚ましく、これまでとは比較にならないスピードとインパクトでバイオテクノロジーが幅広い産業群に影響することが予想される。また、バイオテクノロジーは近未来に地球規模で懸念される人口・食糧・水問題、気候変動・環境汚染、パンデミック等の課題や我が国における健康・医療、環境、農業・食糧等に関する課題を克服しうる重要かつ代替法のない基盤技術である。欧米を中心に、バイオが社会に貢献する姿を「バイオエコノミー」として位置付けたビジョンや、それを「合成生物学」を基幹技術として推進する戦略が発表されている。本ビジョンでは、2030年を想定して日本発のバイオテクノロジーやバイオ産業が地球規模の課題解決に貢献しつつ新たな基幹産業を興す姿を示し、その実現のために設定すべき国家としてのビジョン・戦略およびその達成に必要な産学官の役割と連携について提案するものである。

これまでの30年

★ JABEX1999

2016

これからの15年

2020

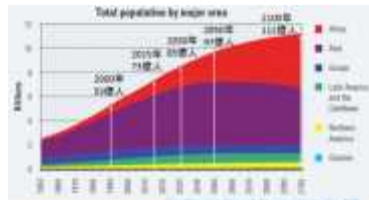
2030

平成28年3月 日本バイオ産業人会議

# 背景 地球規模と日本の課題、各国政策と技術革新

## 地球規模課題と国際的な合意

地球規模課題; 2050年; 100億人、食糧・水・エネルギー不足



国連「World Population Prospects」、2015年



英国政府BIS「The Perfect Storm Scenario」(J. Beddington), 2015年



課題解決のための国際合意;



世界を変えるための17の目標

国連「2030アジェンダ」(SDGs), 2015年

日本の2030年目標;  
温室効果ガス排出量  
2013年度比  
-26.0%

「パリ協定」, 2015年

## 各国のバイオに関するイニシアチブ

「The Bioeconomy to 2030」(2009年、OECD)を契機に、欧米等の各国は「バイオエコノミー」の概念を導入し、バイオテクノロジーによる産業振興と課題解決を推進するイニシアチブを発表。

米国; National Bioeconomy Blueprint (2012); 医療を含む総合戦略 Federal Activities Report on the Bioeconomy (2016); 2030年までに10億トンのバイオマス利用を目指す

欧州; Innovation for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe (2012) 課題解決はHorizon2020で実施(バイオ関連予算は7年で約3兆円)

ドイツ; National Research Strategy Bioeconomy 2030 (2012) 世界での主導的役割を目指し 第1回グローバルバイオエコノミー サミットを主催(2015年)



## バイオにおける急速な技術革新

### ゲノム編集技術

驚くべきスピードで進展する CRISPR-Cas9関連技術と知財化



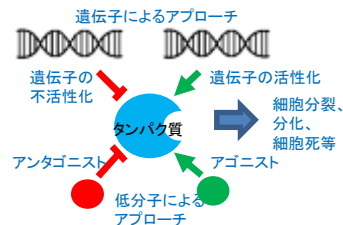
### ゲノミックセレクション

DNA配列の個体差(多型; SNP)の中には、特定の遺伝子と強く連動するものがある。次世代シーケンサーを用いてSNPを目印にゲノムを調べて形質と比較することで、遺伝子機能が不明でも個体の選抜が可能になる。家畜や農産物での応用が検討され、国内でも、東大、家畜改良事業団、農研機構野菜茶業研等での研究開発が進展しつつある。

### 合成生物学

欧米は国家戦略として取組み 英国の例; 2012年に2030年までのロードマップを設定、目指す分野、要素技術、産学の役割等を記載。最新の戦略プラン2016では、実装段階に入ることを宣言。

### ケミカルバイオロジー



## 2030年に予想される日本の課題(例)

### 健康・医療

後期高齢者; 約2千万人、介護費用; 20兆円  
平均寿命; 2年延伸、健康寿命の延伸は?  
医薬品・医療機器の輸入超過の拡大  
国民皆保険制度が事実上破綻する恐れ

### モノづくり・環境・エネルギー

ゲノム編集等の革新的技術の導入促進  
化石資源から再生可能な資源への変更  
生物資源の安定的確保・新規利用  
「2030アジェンダ」の課題への貢献  
「パリ協定」における2030年の目標達成

### 農林水産・食糧

65歳未満農林水産業従事者; 30万人  
国内外で温暖化の影響が現れはじめる  
農林水産業の生産能力・生産額の低下  
FTA(EPA)発効と世界の中間層倍増の影響  
政府補助金継続、食料自給率

(提言) 長期的なビジョンを産学官で共有すべき!

## 2030年を想定したバイオ産業の社会貢献ビジョン

# 基幹産業創出※と地球規模課題の解決

※; 想定経済効果; 市場規模; 約40兆円、GDP ; 約20兆円、雇用; 80万人

健康・医療

より良い医療・ヘルスケア

国内課題の克服

日本の課題を  
チャンスに変える  
例; 超高齢社会・  
モノづくり・農業

モノづくり・環境・エネルギー

よりサステナブルなモノづくり・エネルギー・良い環境

新たな基幹産業の創出

従来とは比較にならない  
スピードとインパクトで  
広範な産業に影響

農林水産・食糧

より効率的な農業・健康によい食品

地球規模課題への貢献



国連「2030アジェンダ」(SDGs), 2015年

### バイオが関連する産業

モノづくり・環境・エネルギー 農林水産業・食糧

### バイオテクノロジー

健康・医療

再生医療等製品  
機能性表示食品等  
医薬品  
化粧品原料  
医療機器  
診断薬  
その他のヘルスケア産業



### ゲノム編集技術・合成生物学 ビッグデータ

生理学・脳科学  
バイオインフォマティクス  
オミックス(ゲノミクス等)  
生物学(動物・植物・微生物)  
生命科学 遺伝資源

遺伝子工学  
タンパク質工学  
バイオプロセス工学  
環境工学  
バイオミメティクス  
バイオテクノロジー

### 技術の融合

ナノテクノロジー  
(素材・化学工学)  
IOT  
ロボット(機械)工学  
宇宙・海洋

# 2030年の社会貢献ビジョン;健康・医療

## 重要 破壊的イノベーション※による健康長寿社会の実現

※:「イノベーションのジレンマ」(1997, Clayton M. Christensen)で提唱された考え方

- ・最先端のバイオに加え、ICT/IoT、ナノテク、ロボット工学等が融合した製品・技術からなる新たな基幹産業群が成立し、高齢者・障がい者が社会参加する健康長寿社会が実現している。
- ・健康・医療分野で地球規模の課題に貢献する国家となっている。

### イノベーションの推進

- ・破壊的イノベーションを生み出す独創的で多様性に富む研究開発の産学官による推進。  
医薬品(革新的創薬ターゲット、バイオマーカー含む創薬技術)、医療機器(ジャパンバイオデザイン等による推進)、新治療法(再生医療、遺伝子治療等)
- ・予防・介護技術の開発推進/情報の統合  
ICT/IoT(Society5.0)、診断技術、ヘルスケア・介護機器、機能性食品、各種ヘルスケア・介護サービス等

AMED  
PMDA

### 日本型イノベーションエコシステムの構築

- ・優れた研究成果が次々に産業化されるための産官学が連携した仕組みの構築と推進。(以下例示)
- ・アカデミア; 医師主導治験推進、TLO再構築、起業家教育推進
- ・既存企業; アカデミア・ベンチャーとの連携や産産連携の推進
- ・民間支援組織; 教育ツール・メンター制度・アライアンスの推進
- ・公的支援組織; 支援組織間の連携促進、民間キャピタル育成
- ・行政; 税制や予算の充実等によるベンチャー投資の促進
- ⇒企業・ベンチャーでイノベーションが次々に生れ育つ仕組み構築

AMED; 日本医療研究開発機構、PMDA; 医薬品医療機器総合機構

### 健康・医療をとりまく環境の整備

- ・医療・介護の効率化・生産性向上の推進、個別化医療の推進、パーソナルデータの利活用(パーソナルヘルスレコード、医療等ID)
- ・個々人の健康(疾病)状態を判断する統合医療情報システム(医療ビッグデータ解析、ゲノム等オミックス解析、診断技術)の構築、
- ・病気からの早期社会復帰・健康寿命の延伸により、すべての国民が社会活動に参加できるコミュニティの構築

### 2030年に予想される日本の課題(例)

- ・後期高齢者; 約2千万人、介護費用; 20兆円
- ・平均寿命は2年延伸、健康寿命延伸が課題
- ・医薬品・医療機器の輸入超過の拡大
- ・国民皆保険制度が事実上破綻する恐れ

### 2030アジェンダへの貢献



国連「2030アジェンダ」(SDGs), 2015年の一部抜粋

健康・医療戦略本部  
「平和と健康のための基本方針の決定」  
(2015年12月)  
ユニバーサル・ヘルス・カバレッジ(UHC)推進

# 2030年の社会貢献ビジョン; バイオによるモノづくり、環境、エネルギー

重要

## サステナブルなモノづくりへの変換と新産業の創造

- ・産学官・異業種の連携により、再生可能な資源と革新的な製造法を用いて、競争力の高い独創的なバイオ製品・バイオ技術による新産業が成立している。
- ・モノづくり、環境、エネルギー分野で地球規模の課題に貢献している(国際公約の達成、技術導出)。

### イノベーションの推進

「サステナブルなモノづくり」へ変換しつつ「新しい産業を創生する」ために産学官が連携してイノベーションを推進する。

【重要基幹技術※】長期的な国家戦略を産学官で検討し分担して推進する。

- ①国内企業が産業利用できる環境整備(最低限の対応)、②国産技術開発、③日本の優れた生産技術との融合(スマートセルインダストリー等)

※:ゲノム編集技術、合成生物学等、産業利用において知財が大きな障壁になる。

【独創的な技術開発】日本が得意な技術・伝統技術・異分野技術との融合。

- ①微生物の探索・選抜技術(大村先生の例)、②植物・昆虫を用いた革新的物質生産技術(接木・蚕糸技術等の利用)、③資源のカスケード利用技術、④ナノテクノロジー等との技術融合(資源・エネルギー生産・環境技術等も含む)

### イノベーションの支援体制

・産学官のビジョン共有と重要目標・基幹技術への連携強化

【国産技術開発プロジェクト推進】

1. ゲノム編集技術等の重要基幹技術
2. 温室効果ガス削減技術
3. サステナブルな資源への変換技術

【イノベーションエコシステム構築】

モノづくり分野で日本型システムを構築

【遺伝資源利用の安全保障】

海外遺伝資源の安定的な利用

### 2030年に予想される日本の課題(例)

- ・革新的技術の実用化が遅れる恐れ
  - ・化石資源から再生可能な資源への変更が進展していない
  - ・生物資源の安定供給・新規利用に課題(生物多様性条約等)
- ⇒上記3課題で有利な海外製品との競争

### 2030アジェンダへの貢献、「パリ協定」目標達成



国連「2030アジェンダ」(SDGs), 2015年の一部抜粋



日本の2030年目標;  
温室効果ガス排出量;  
2013年度比-26.0%

# 2030年の社会貢献ビジョン; 農林水産業・食糧

重要

## 農林水産業への企業参画と食品を含む輸出促進

- ・企業の参画により農業分野で新しいビジネスモデルが次々に誕生し新たな雇用が創出されている。
- ・就業人口の減少や温暖化に対応した農林水産業に変革し、世界の食糧問題に貢献している。
- ・おいしさや安全等の品質に裏打ちされた国際的なブランド化が進展し輸出が大幅に伸びている。

### イノベーションの推進

「攻めの農林水産業実行本部」のもと、農林水産業・食品産業を新たな基幹産業・輸出産業にするための技術開発を産学官で推進する。

【農林水産業の競争力強化のための技術開発】

開発の観点; ①就業人口減少や温暖化の克服、②品質や収量のさらなる改善

③健康機能性、品質・履歴の保証に基づくブランド価値向上、④IoT等と連携

開発例; ①農業; 新たな育種技術による品種改良と革新的栽培法、②林業; 作業支援技術と新規物質生産、③水産; 養殖可能魚種拡大と効率化・規模拡大

【農林水産物・食品のブランド価値向上のための技術開発】

例; 食の安全・安心技術、おいしさの評価技術、高度な加工・輸送技術等

### イノベーションの支援体制

【企業の参画促進と農業におけるエコシステムの推進】

農林水産業・食糧分野で各地の特産品や伝統技術等を活用したユニークなイノベーションが次々と生まれる仕組みを形成する。

【コミュニケーションの推進】

農林水産業・食品へのバイオ利用に関するコミュニケーション推進  
(バイオだけが食糧問題を解決できる)

### 2030年に予想される日本の課題(例)

- ・65歳未満農林水産業従事者; 30万人
- ・国内外で温暖化の影響が現れはじめる
- ・農林水産業の生産能力・生産額の低下
- ・FTAの発効と世界の中間層倍増の影響  
例; 安い農産物の輸入、鮮魚や嗜好品の価格高騰
- ・政府補助金継続、食料自給率

地方  
創生  
TPP

### 2030アジェンダへの貢献



特に食糧  
問題が  
重要課題

国連「2030アジェンダ」(SDGs)、2015年の一部抜粋

# バイオ産業の振興のために重要な基幹技術(例示)

重要

## 重要な基幹技術には産学官が結集した対応が必要

科学技術基本計画・科学技術・イノベーション総合戦略

健康・医療戦略

エネルギー・環境イノベーション戦略(仮称)  
策定中

攻めの農林水産実行本部

### 重要な基幹技術や国家的な整備が必要なインフラ

巻き返しを期した産学官が結束した国家的対応を実施

技術優位性の確保が必要な例

国家的に推進する例

ゲノム編集技術・合成生物学

Society5.0(超スマート社会)等

【産学官が結束した対応の例】

- 1) 技術動向や国際動向の把握と共有
- 2) 社会・産業へのインパクトを評価
- 3) 対応を策定し各組織が役割を実施

### 各分野の基幹技術群

#### 健康・医療の戦略

新規の医薬品・医療機器・治療法等、  
予防・介護技術/情報統合

#### モノづくり・環境・エネルギーの戦略

育種・選抜・改変技術、多様な生産技術  
(スマートセルインダストリー・植物・昆虫)

#### 農林水産業・食糧の戦略

新規の品種・生産法、健康機能性、  
安心・安全、おいしさ、加工・保存技術

### バイオテクノロジーとの新たな連携が期待される技術群(例示)

#### ゲノム編集技術・合成生物学

急速な技術の進展と困り込み、バイオ全般への影響大、欧米や中国では産官学で推進

#### ビッグデータ・IOT; 国家規模の整備が急務

ヒトや遺伝資源のゲノム・試料、IOTのインフラ等

#### 生物学・生物利用技術

分化誘導技術; 再生医療・植物増殖  
マイクロバイオーム; 医薬品・食品等  
脳科学; ロボット等と連携、医療・産業  
植物の増殖・生産技術; 物質生産・農業

#### 化学・素材科学・分析科学

ケミカルバイオロジー; 再生医療・植物分化  
情報統合型の有機材料研究; モノづくり  
新規原理・高精度の分析法; バイオ全般

#### ロボット技術・制御工学

バイオ⇒ロボット; センサ・アクチュエータ技術  
ロボット⇒バイオ; 重労働軽減、ナノマシン活用

#### オミックス

医療; 統計学的(疫学的)遺伝子解析  
モノづくり; 資源価値と生産性の向上

#### ナノテクノロジー (例示)

分子・生体イメージング; 診断・分析  
DDS; 医薬品・農業  
3次元細胞構築; 医療・物質生産  
ナノデバイス・ナノマシン; 医療

#### 宇宙・海洋などの未踏領域

食糧・酸素を供給する植物モジュール

#### トランスヒューマン(h+)

幅広い層でh+に関する議論を開始する必要

# バイオ産業の振興ために産学官が取り組むべきこと

## ビジョン共有とイノベーションエコシステム構築が重要

### 重要 ▶ バイオに関する国家ビジョンの共有

・バイオによるイノベーションにより、新たなビジネスを創生し、グローバルな課題の解決に貢献するための国家ビジョン※を策定し共有する。

#### 【ビジョンの構成例】

・長期的視点(例えば2030年)での社会貢献ビジョンを記載する。(応用分野が広範であるため3分野に分けて記載)

1. 健康・医療、2. バイオによるモノづくり、環境、エネルギー
3. 農林水産業・食糧

・ビジョン実現に向け実施する施策や役割を記載する。

(以下例示、産学官の役割を明記する)

1. 重要技術への対応、2. イノベーションエコシステム構築、
3. 競争環境・国際貢献、4. 人材育成とコミュニケーション

※; 欧米ではバイオエコノミーや合成生物学に関するイニシアチブや戦略を策定し産学官で推進している。

### 公正な国際競争環境の確保と国際貢献

《公正な国際競争環境の確保》産学官が連携し、最新動向の収集・共有と意見発信をタイムリーにおこない、日本が公正に競争できる国際環境を確保する。①遺伝資源やバイオエコノミー等に関する国際的枠組みや標準化、②ゲノム編集や合成生物学等の重要技術

《国際貢献と新市場》・2030アジェンダに参画し、温室効果ガス削減目標の達成を目指すとともに、アジア連携などを推進し新たな市場やパートナーを見出す。

### 重要 ▶ イノベーションエコシステムの構築

・産学官が連携し新たなイノベーションが次々と生みだされる日本型エコシステムを構築する。

#### 【政府の役割の例】

- ・重要な基幹技術の開発推進、・制度改革・規制緩和の推進
- ・エコシステムのサイクルを加速するための施策の実施

#### 【地方自治体の役割】

- ・他地域・異業種の企業・アカデミアや支援組織との連携推進

#### 【研究開発法人・行政執行法人・公設試等の役割】

他組織と連携したバイオベンチャーや企業の開発支援

#### 【アカデミアの役割の例】

テーマ設定時や研究成果の産業界との連携、人材育成

#### 【企業の役割の例】

- ・中長期的な視野でR&Dによるチャレンジを推進する。

#### 【投資・金融機関等の役割の例】

- ・バイオベンチャーに対して積極的な投資をおこなう。

### 人材育成とコミュニケーションの推進

《人材育成》3つの観点で人材を継続的に育成する。

- ・①バイオと情報工学など幅広い専門性を持つ人材
- ・②アントレプレナーシップを持つ人材
- ・③バイオ産業の裾野を広げる人材

《コミュニケーション》・関係者の意見表明やメディア・対話の機会を通じ、バイオテクノロジーのみが果たしうる地球規模の課題解決や産業振興への役割の重要性について国民とのコミュニケーションを推進する。