

バイオテクノロジーによるイノベーションの戦略の検討について (農林水産分野)

平成29年10月12日

農林水産省
農林水産技術会議事務局

目次

	ページ
1. 農業競争力強化プログラム(抜粋)	1
2. 内閣府説明資料と本説明資料との対応	2
3. バイオテクノロジーが貢献できる課題(農林水産分野)	3
4. バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像等	4 ~ 6
「スマート育種」による農林水産業の革新	4
食による健康増進社会の実現	5
地域生物資源を活用したバイオ産業の創出	6
5. 研究開発促進のための基盤整備・環境整備	7
6. 産業化の促進にあたって検討すべき課題	8
(参考) 国内産業界によるバイオテクノロジー分野の政策提言の動き	9
(参考) 農林水産分野のバイオテクノロジー利用に関する状況	10

1. 農業競争力強化プログラム（抜粋） （平成28年11月29日 農林水産業・地域の活力創造本部決定）

農林漁業者等のニーズを踏まえた明確な研究目標の下で、農林漁業者、企業、大学、研究機関がチームを組んで、現場への実装までを視野に入れて行う、新市場を開拓する新規作物の導入や、ICTやロボット技術等を活用した現場実証型の技術開発の推進。



（明確な研究目標）導入しやすい価格の自動除草ロボット

大学、国・都道府県の試験研究機関が持つ研究成果や研究者情報を体系的に整理し、農業者等のスマホ・タブレット対応等により手軽に情報を入手できる形での公開。



熟練農業者のノウハウの見える化を図るため、AI等の最新技術を活用し未経験者が短期間で身に付けられるシステムの構築を推進。



戦略物資である種子・種苗については、国は、国家戦略・知財戦略として、民間活力を最大限に活用した開発・供給体制を構築。

2. 内閣府説明資料と本説明資料との対応

内閣府説明資料

本説明資料

1. CSTIにおいて政府の戦略を策定する必要性（意義）

P. 4

バイオテクノロジーが貢献できる課題

- ・疾病の根本治療、健康長寿社会の実現
- ・地球規模の課題（食料・水・エネルギー不足、地球温暖化）
- ・工業における製造プロセスの改革（バイオプロセスへの変換による低コスト化、生産困難な化合物の生産など）
- ・農畜水産業における生産性の飛躍的向上（害虫・病害抵抗性、収量性、日持ち性に優れた品種の開発等）
- ・消費者ニーズを満たす新たな食料等の提供（アレルギーフリー食品、蛍光シルクの開発など）等



3. バイオテクノロジーが貢献できる課題（農林水産分野）

2. 策定する戦略の位置づけ

P. 5

戦略の内容（イメージ）

① バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像（ビジョン）とバイオ産業の在り方（姿）

・炭素循環型社会、健康増進・未病社会などの我が国が目指す経済社会像（ビジョン）とビジョンに貢献するバイオ産業の在り方を提示

② ビジョンの実現に向けた研究開発を促進するための環境整備

産学官連携、人材活用、ベンチャー活躍、知的財産、国際協力等イノベーションにつながる研究成果の輩出を促進するために必要な取組、課題を提示

③ 各分野において重点的に取り組むべき研究開発課題

・基礎・基盤、健康・医療、農林水産・食料、ものづくり、エネルギー、環境等の分野で産学官が重点的に取り組むべき研究開発課題を提示

④ 産業化（新たな製品・サービスの市場投入）を促進するために検討が必要な課題

・既存の規制・制度の見直しや新しいルール・標準化、国民・社会の受容等、産業化を促進するために検討が必要な課題を提示



4. バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像等



5. 研究開発促進のための基盤整備・環境整備



6. 産業化の促進にあたって検討すべき課題

3. バイオテクノロジーが貢献できる課題 (農林水産分野)

1. 農林水産業における生産性の飛躍的向上等

DNAマーカー育種、生物情報ビッグデータ・AIを活用した「スマート育種」、ゲノム編集技術等により、**画期的な農林水産物品種・系統を開発・作出**。

加工適性、輸出適性、病害虫抵抗性、高温耐性、スマート農業対応等農作物栽培における**植物 - 微生物共生**の活用、生物農薬の開発。



いちほまれ
「いちほまれ」福井県HPより
(DNAマーカー育種で開発)



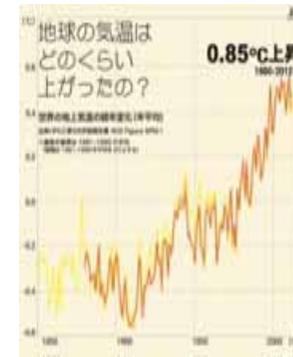
ゲノム編集技術

2. 「新・緑の革命」への挑戦、SDGs「目標2. 飢餓をゼロに」の達成への貢献

1960年代に高収量品種の開発、化学肥料・農薬等の技術革新と開発途上国等への導入により、穀物の大量増産が実現(**緑の革命**)。現在、地球温暖化・気候変動、干ばつ・豪雨等の異常災害、環境保全等の新たな課題が顕在化。**気候変動等の新たな課題と食料安定供給に対応した新品種**の開発等により、**新たな緑の革命を実現**(「新・緑の革命」)。我が国の種苗開発体制も強化。

持続可能な開発目標(SDGs)の「目標2. 飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する」の達成への貢献。

世界の地上気温の経年変化
(年平均)



《出典：IPCC 第5次評価報告書 2013》



高温による品質低下(左)

病害虫被害



持続可能な開発目標 目標2

3. 新たな消費者ニーズを満たす食の提供、健康増進社会の実現

多様化・変化する消費者・実需者ニーズに対応した農林水産物を開発・生産。国内外の健康食品市場が急速に拡大(国内の機能性表示食品市場 H27:約450億円 H28:約1,480億円(見込))。品種開発、成分分析技術、ヘルスチェックマーカー、健康増進効果評価技術等により、科学的根拠に基づき、**個人の健康状態・生活習慣等に応じて機能性・栄養機能を有する農林水産物・食事を提案・提供**。国民の健康増進、健康寿命の延伸、増大する医療費の抑制にも貢献。



食による健康の増進



機能性農産物等

4. バイオプロセスによる革新的素材・製品の生産、地方創生

化学品等のものづくりにおける**バイオプロセスへの転換**・「スマートセル」の活用により、**石油依存からの脱却**を促進。

地域生物資源(セルロースナノファイバー、リグニン、遺伝子組換えカイコ等)の活用による**高付加価値品生産**により、**農山村地域等に産業・雇用を創出**。



スマートセルインダストリー



遺伝子組換えカイコによる医薬品等

4. バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像等

- 「スマート育種」による農林水産業の革新 -

【直面する課題等】

我が国の農業従事者の高齢化(65歳以上が6割以上)、深刻な担い手不足による農業崩壊の危機。農業生産性向上等の課題。地球規模の気候変動等への対応。

人口増加による世界(特にアジア)の食料市場の拡大。持続可能な開発目標(SDGs)目標2「飢餓をゼロに」の達成への貢献。

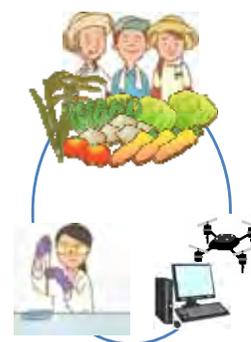
世界の種子業界の再編。世界の大手種子企業がゲノム編集農作物を開発、バイオインフォマティクス企業と提携。

バイオテクノロジー・生物機能の高度活用によるイノベーション

【目指すべき経済社会像(ビジョン)】

ビッグデータ、バイオテクノロジー等を活用した品種改良(「スマート育種」)により、農業が直面する課題を克服、生産者の所得向上等が図られ、農業が魅力ある産業になる。

環境に優しい農業により、気候変動等への対応・世界の食料安定供給を実現。(「新・緑の革命」)



バイオテクノロジー、AI、ICT等の活用

- 若者にも魅力ある農業
- 生産者の所得の向上・安定
- 種苗開発体制の強化
- 輸出拡大
- 世界の食料安定供給に貢献

【バイオテクノロジー・生物機能の高度活用による新産業の創出・産業システムの改革】

バイオテクノロジーを用いた品種改良により、農林水産業が変わる

ゲノム情報を用いた品種改良(DNAマーカー選抜育種等)、ゲノム編集技術等により画期的な品種を開発、農林水産業のあり方を改革。

機能性成分を多く含み食味も優れる野菜品種(タキイ種苗)



DNAマーカー育種

病害虫が付きにくいブリ類(水産機構)

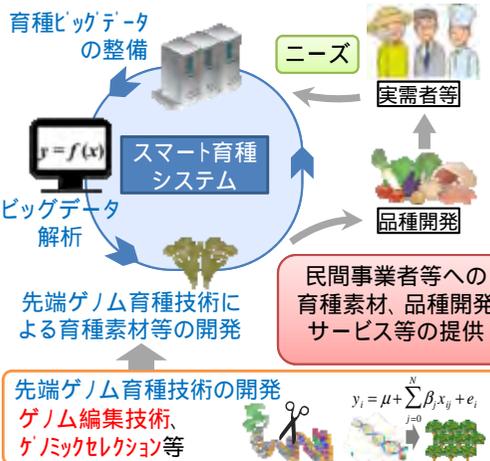


DNAマーカー育種

ゲノム編集技術を利用した品種開発(SIP)



バイオとデジタルの融合による「スマート育種システム」の開発



遺伝資源の確保、民間等への提供



「新・緑の革命(New Green Revolution)」

環境と経済性に配慮しつつ、世界的な気候変動への対応と食料安定供給を実現する品種・栽培技術を開発。アジア・アフリカ等に展開。

超多収品種



高温耐性品種



干ばつ・多雨耐性品種



病害虫耐性品種(低農薬)



4. バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像等 食による健康増進社会の実現

【直面する課題等】

生活習慣病リスクの低減、国民の健康寿命の延伸、増大する医療費の抑制。

健康食品市場が拡大。(機能性表示食品市場 H27年度:446億円 H28年度:1,483億円(見込))

機能性表示食品1,050件超のうち、**生鮮食品はわずか8件**(もやし、ウンシュウミカンの2種)にとどまる。

日本食の健康増進効果の科学的エビデンスの不足。

地中海食:2,315件、日本食:260件 (H29年10月現在)



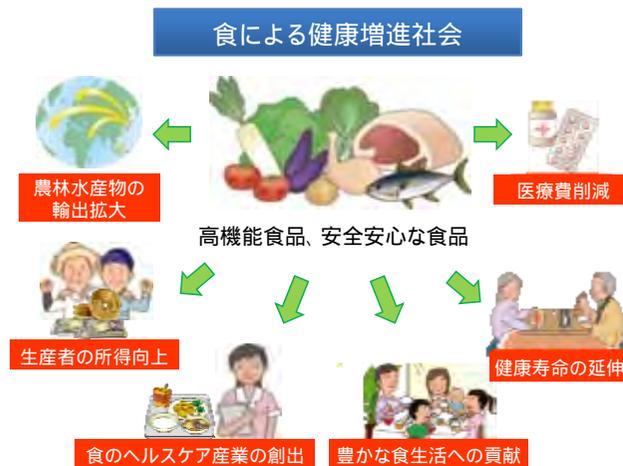
バイオテクノロジー・生物機能の高度活用によるイノベーション

【目指すべき経済社会像(ビジョン)】

農林水産業、食品産業、工業、医療、保健サービス等の連携による「**食のヘルスケア産業**」を創出。

個人の健康状態・生活習慣等に応じた食生活・食事の提案・提供により、**生活習慣病リスクの低減、健康寿命の延伸**を促進。増大する医療費の抑制にも貢献。

農林水産物の**高付加価値化、市場拡大**により**生産者の所得が向上**。
アジア等への農林水産物の**輸出拡大**。



【バイオテクノロジー・生物機能の高度活用による新産業の創出・産業システムの改革】

機能性農産物等

(例)

高-グルカンオオムギ、高GABAオオムギ(血中コレステロール・内臓脂肪低減、ストレス緩和)

高-クリプトキサンチンカンキツ(骨の健康維持、糖尿病リスク低下)

高アントシアニンかんしょ(肝機能改善)

低アレルギー性卵



農林水産物の健康増進効果評価技術、食生活指針等

農林水産物による健康増進効果評価技術・プロトコルの開発(健常者での有効性実証研究、ヒト介入試験、成分分析技術等)

農林水産物健康情報統合データベース(仮称)の構築

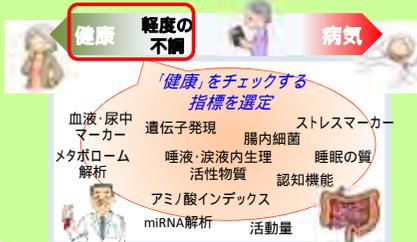
健康維持・増進のための食生活指針



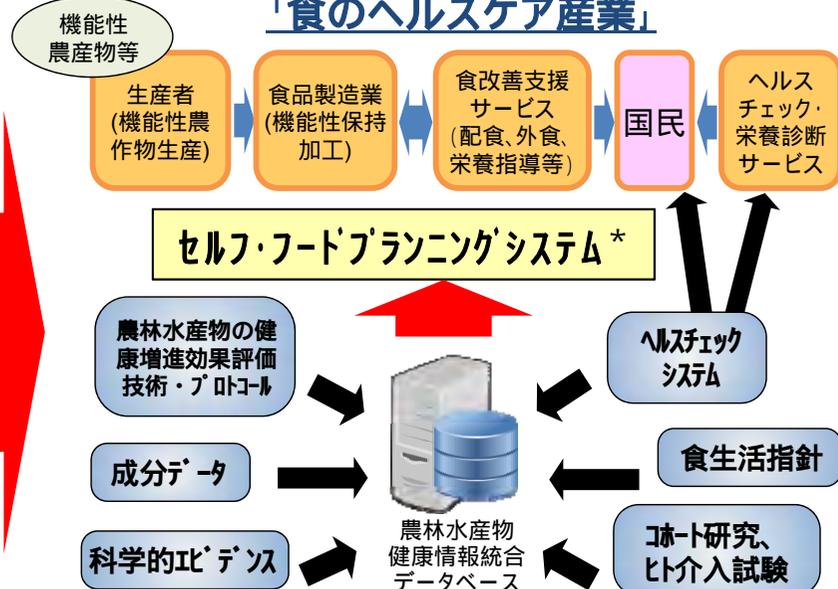
ヘルスチェックシステム(健康～軽度不調)

健康～軽度不調を評価するバイオマーカー等の開発(睡眠の質、代謝機能、ストレス、腸内環境、認知機能等)

大規模コホート研究等のヒト試験による検証



「食のヘルスケア産業」



規制改革(生鮮食品の機能性表示等)、規格化・国際標準化(JAS、ISO等)、事業環境整備、食育等

*セルフ・フードプランニングシステム: 自分の健康を維持するために自分で食や食生活をデザインするシステム。

4. バイオテクノロジーによるイノベーションがもたらす新たな経済社会像等 - 地域生物資源を活用したバイオ産業の創出 -

【直面する課題等】

中山間・離島地域を中心に、地域の基幹産業たる農林水産業の弱体化が深刻。

地域生物資源の活用による新産業と雇用の創出が期待される。しかしながら、機能性素材等の開発は発展途上。

世界の医薬品売上げ上位10品目のうち7品目が**バイオ医薬品**。日本は大幅な輸入超過の状況。



バイオテクノロジー・生物機能の高度活用によるイノベーション

【目指すべき経済社会像（ビジョン）】

我が国が強みを有するバイオ技術を用いて、地域の生物資源を活用した**バイオ産業**を創出・振興。

石油化学プロセスから**バイオプロセス**によるものづくりへの転換。(スマートセルインダストリー)

農山村地域等における産業・雇用の創出、地方創生を実現。



【バイオテクノロジー・生物機能の高度活用による新産業の創出・産業システムの改革】

植物・昆虫等を用いて医薬品等の有用物質を開発

優れたタンパク質生産機能等を有する**植物・昆虫**を用いて**バイオ医薬品**等を開発・生産

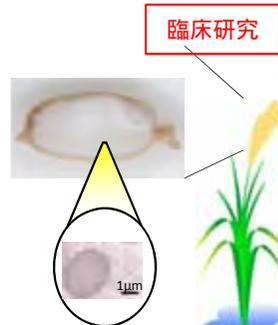
<先行開発例>



ヒト骨粗鬆症検査薬
GMカイコ医薬品
(農研機構, ニット・ホーム・メディカル)



イクターフェロン
生産イコ
(産総研, ホクサン)



スギ花粉米
(農研機構)

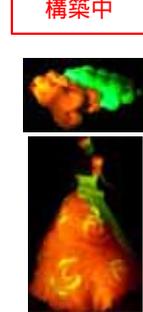
生物機能を活用し、高機能素材・高付加価値品を生産

多様な機能を持つ生物を物質生産工場として利用(スマートセル)。石油化学プロセスでは実現できない**高機能素材・高付加価値品**を生産。

<先行開発例>



人工クモ糸繊維
(スパイバー)



光るシルク
(農研機構)



改質リグニンによる
新素材開発
(森林総研, 産総研等)

5. 研究開発促進のための基盤整備・環境整備

1. オープンイノベーションの推進

産学官・異分野連携研究開発プラットフォームの構築・強化

・「知」の集積と活用」の加速化、産学官連携研究開発拠点の整備等

政府系研究開発機関等による、生物情報ビッグデータ、生物資源の収集・整備、民間等への提供体制の構築

府省連携・産学官連携による研究開発プロジェクトの推進(各省施策、次期SIP、PRISM等)



2. コア技術の開発、イノベーション創出の基盤となる先導的・基礎的研究の強化

3. 知的財産の適切な管理・運用

オープン戦略とクローズ戦略の的確な使い分け、研究開発段階からの戦略的知財マネジメントの計画・実施、知財マネジメント人材の育成

4. 総合的な研究開発・イノベーション人材の育成

大学、企業、研究機関の連携による、俯瞰的視野を持つ研究開発・イノベーション人材の育成(総合的・実践的な教育カリキュラムの構築・提供等)

5. 民間研究開発投資の促進、ベンチャー企業等の研究開発に対する支援

6. 産業化の促進にあたって検討すべき課題

1. バイオテクノロジー利用に対する国民・社会の受容の促進

バイオテクノロジー利用等に関する国民との**双方向コミュニケーションの強化**

消費者メリットを感じられるモノ(バイオテクノロジー農林水産物・製品)の**提示**による理解促進(遺伝子組換えカイコによる医薬品・化粧品、健康に良くおいしい農産物、低アレルギー農産物等)

マスメディアを通じた正確な情報発信 等

遺伝子組換え技術に対して国民が不安を感じている。国民・社会との丁寧なコミュニケーション、正確な情報提供等により、**ゲノム編集技術を正しく理解していただくことが重要**。

2. 規制改革、ルールの明確化等

ゲノム編集に対するルールの明確化

- ・ゲノム編集技術の利用に関するルールの明確化(カルタヘナ法の適否、食品安全等)
- ・ゲノム編集の取扱ルールに関する国際協調

生鮮食品の機能性表示食品制度の活用促進

- ・規制改革実施計画(平成29年6月閣議決定)の個別実施事項である「機能性食品制度の改善」「生鮮食品の機能性表示食品制度の活用促進」の検討・取組の推進
- ・農林水産物の健康増進効果評価技術・プロトコルの確立・運用等

コホート研究データ等の活用

- ・がん治療等の医療目的で実施されているコホート研究等のデータを、食品の健康増進機能の評価等に活用

3. 規格化・国際標準化

「新・緑の革命」等で開発した**画期的な品種の海外での登録**、適切な知財管理

機能性農林水産物の評価法・分析技術等の規格化(JAS)、国際標準化(ISO等)とASEAN地域を中心とした海外展開

4. ベンチャー企業等に対する事業化支援

JST大学発新産業創出プログラム(START)、NEDO研究開発型ベンチャー支援事業等の活用

(参考) 農林水産分野のバイオテクノロジー利用に関する状況

健康関連市場の急速な拡大、アジアにおける食市場の拡大で、日本の農林水産物の市場開拓・拡大の機会。日本のイネ等のゲノム研究・ゲノム育種は世界トップレベル。トマト等のゲノム編集農水産物の開発が進行。バリューチェーンの構築が不十分。育種等の研究開発において消費者・実需者のニーズを捉えきれていない。

1. チャンス

- ・健康関連市場の急速な拡大。アジアにおける食市場の拡大。
- ・農業競争力強化プログラム等による民間事業者の参入促進。
- ・生物情報ビッグデータの蓄積とゲノム編集技術の登場。新たな育種技術の確立による高付加価値農作物の生産・流通の可能性。



機能性農産物・食品開発



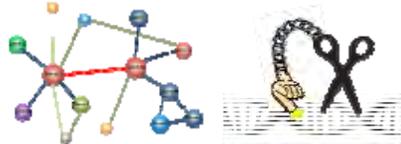
国産農産物の輸出力強化

3. さらに発展させるべき分野

- ・日本の農家による高品質な農作物の生産。
- ・世界トップレベルのイネ等のゲノム情報の蓄積・ゲノム育種。
- ・イネ、トマト、ジャガイモ、マグロ等のゲノム編集農水産物の研究開発。
- ・世界第6位の植物遺伝資源や豊富な育種素材。
- ・我が国の遺伝子組換えカイコを用いた有用物質生産技術。



高品質な農作物、育種素材



生体情報の蓄積
新たな育種技術

2. 備えるべき事象

- ・世界の大手種子企業が、再編により研究開発力・マーケティング力を強化。
- ・世界の大手種子企業が数年内のゲノム編集農作物の商業栽培を計画。国際機関との共同育種プログラムや基本技術の開発者と特許に関する提携の動き。
- ・世界の大手種子企業がバイオインフォマティクス企業と提携。
- ・欧米を中心に野菜・果樹の国際プロジェクトが複数進行、日本の貢献は弱い。
- ・国内では、遺伝子組換え農作物に対する受容性が低い。
- ・ゲノム編集に対する規制・管理が定まっていない。
- ・科学的根拠に乏しい、いわゆる「健康食品」の氾濫。

4. 改革すべき分野

- ・生産から消費までのバリューチェーンの構築が不十分。育種、栽培技術、流通加工技術の研究開発がバラバラに行われ、消費者・実需者のニーズを的確に捉えきれていない。
- ・規模の小さな生産法人・食品企業が多く、研究開発投資・研究人材が少ない。
- ・大規模コホート研究が不十分。
- ・健康増進効果の評価が不足。日本食のエビデンスが少ない。
- ・AI人材、バイオインフォマティシヤンの不足。

生産者・生産法人
生産者団体

流通加工業
中食・外食産業

消費者
多様なニーズ

バリューチェーンの構築