

農林水産研究イノベーション戦略について

2019年5月

農林水産省

農林水産技術会議事務局

目次

0 はじめに

- 1 農林水産研究イノベーション戦略について
- 2 農林水産研究イノベーション戦略骨子
- 3 農林水産研究イノベーション戦略が目指す姿

I 世界の中の日本の立ち位置

1 我が国の現状

- ① 高齢化の進展
- ② 人口減少
- ③ 気候変動

2 異分野の動き

- ① 次世代自動車
- ② 医療

3 農業分野の動き

- ① 食
- ② スマート農業
- ③ 育種
- ④ バイオ素材・バイオマス

II 実現を目指す農林水産業・関連産業

1 総論

2 各論

- ① 食
- ② スマートフードチェーン
- ③ 育種
- ④ バイオ素材・バイオマス

III 研究開発環境

1 挑戦を促す研究支援制度

2 農業者と研究者の連携促進

3 性能・コスト・品質を意識し、他産業等とも連携した研究開発

4 農業現場や都道府県を含めたデータ収集・利活用

農林水産研究イノベーション戦略について

- 農林水産研究では、生産現場が直面する課題を解決するための研究開発や、地球温暖化の進行など中長期的な視点で取り組むべき研究開発、レギュラトリーサイエンス等について、総合的に推進してきているところである。
- このような中、科学技術は日進月歩の進歩を続け、世界に大変革をもたらしている。自動車、医療、物流、エネルギー、バイオ、農業等多様な分野で新サービスが生まれ、戦略の差が国際競争力を左右する時代ともなっている。
- このため、科学技術の力を活用することにより、我が国の豊かな食と環境を守り発展させ、農林水産業の国際競争力の強化につなげていけるよう、農林水産研究のうち、特に、農林水産業以外の多様な分野との連携を強めることによりイノベーション創出が期待できる分野を対象として、戦略を策定することとした。
- 本戦略では、我が国農業が抱える課題と、海外・異分野の動向、我が国の取り組み等を踏まえた上で、実現を目指す農林水産業・関連産業の姿と対応方向を整理した。
- 本戦略は、農林水産分野に世界トップレベルのイノベーションを創出することを念頭に置いた、「挑戦的な戦略」である。このため、本戦略を「統合イノベーション戦略」等の政府方針に反映させていくことで、関係府省等と協力して内容の深化・具体化を進め、政府全体で強力に推進することにより、目指す姿の速やかな実現を目指す。

農林水産研究イノベーション戦略骨子

我が国の課題や海外・異分野の動向を踏まえ、我が国の強みを核として、我が国農林水産業・関連産業が世界に大きく貢献する研究開発を戦略的に進め、**世界トップレベルのイノベーションを創出**。

戦略の位置付け

内閣府が策定する総合イノベーション戦略を踏まえ、農林水産分野の研究において、今後進めるべき戦略的な研究等を検討・提示。

我が国の課題とニーズ

高齢化の進展

人口減少 (労働不足、需要減少)

気候変動

異分野・海外の動き

(異分野)

次世代自動車(無人自動車)

- コネク特、自動化、共有化、電動化の流れ
- プラットフォーム形成で異分野企業が躍進

医療

- 研究へのビッグデータとAIの活用
- ヒトゲノム解読のコストが激減(1990年の百万分の1)



次世代シーケンサー
ヒト全ゲノム解析が約10万円で実現

研究開発環境

- 経産省(NEDO)は、技術戦略等を数多く策定
- 米国ではDARPAチャレンジ(アワード)やSBIR制度等、ベンチャー育成の仕組みが確立

これまでの取組

食

- 日本食の長寿効果が科学的に証明(国立がんセンター)
- 日本食の世界的評価
- 世界初の機能性食品制度
- 世界に誇る医療と長寿

スマートフードチェーン

- 数多くのスマート農業機械
- スマートフードチェーンを研究中
- 国が整備する農業データ連携基盤
- センシング技術特許に強み
- 世界に誇るコールドチェーン

育種

- ジーンバンクの遺伝資源は世界トップレベル
- イネゲノム解読で世界をリード
- 国産ゲノム編集技術を開発中

バイオ素材／バイオマス

- カイコの物質生産は世界トップ(中国が追い上げ)
- リグニン／セルロースナノファイバーでは日本が先行

研究開発環境

- 基礎研究、国主導の応用研究、民間活力を活かした応用研究を推進
- 府省連携事業(SIP等)を活用・推進

世界に打ち勝つ研究開発

世界に誇るおいしくて健康に良い食づくり

- 世界に誇る医療と食のデータを連結させ、科学に基づく「健康な食」の解明と、その生産・流通・供給システムを構築
- 「おいしくて健康に良い食」の科学的な解明
- 国内外で「健康な食」の生産・流通システムの構築・輸出
- 医療と食のデータ連携



誰でも快適に働け、ニーズに合致した生産・流通・販売を実現

- 国が整備するデータ連携基盤、多様なスマート農機群を核に、各社の農機・ドローン・センサー・ソフトウェアが接続し、これらがデータを活用したスマート農業が展開
- 未来農機等の連結を可能とする標準化
- センシング、需要・出荷予測等と精密管理技術により生産量や出荷時期を自在に制御
- 農業データ連携基盤のゲノム・食データベースとの連結



消費者や現場が求める品種を早く確実に作る

- 世界トップレベルの遺伝資源とゲノム解析技術を核に「育種プラットフォーム」を形成。民間育種を活性化
- 画像解析による作物形質の分析・把握システム
- ビッグデータ(作物の形質情報、ゲノム情報等)の蓄積・活用
- AIを活用した効果的な育種システム



農林水産資源の活用領域を拡大

- カイコによる物質生産等、バイオ素材開発・生産プラットフォームを形成
- 有用生物のゲノム情報の解読・機能解明・情報集積
- 素材メーカーや医薬品メーカーとの共同による新素材、動物医薬品の開発
- リグニン・セルロース等のバイオマス由来素材大量生産技術の開発



優れた研究開発成果を生み出すシステム

- 海外・他産業技術活用を含む挑戦的な研究の加速化
- 性能・コスト・品質を同時に意識し、他産業等とも連携した研究開発
- アワードを通じたベンチャー育成(DARPAモデル)の導入
- イノベーション戦略を毎年作成

農林水産研究イノベーション戦略が目指す姿

食

世界に誇るおいしくて健康に良い食づくり

- ・ 科学に基づく「おいしくて健康な食」の解明
- ・ 個人の体質・年齢・健康状況等に応じたおいしくて健康な食事・食材の提案



玄米食
高機能であり、健康長寿につながる

- ・ 健康に良い品種の開発・提供
- ・ 食のニーズや健康増進効果のフィードバック

育種

消費者や現場が求める品種を早く確実に作る

- ・ 民間等がゲノムデータや最新AI育種施設を活用し、効果的な育種を展開
- ・ 育種が活性化し、国内外の多様なニーズを捉えた品種を戦略的に創出



Field Scanalyzer
カメラにより作物成長の推移を正確かつ迅速に測定

研究開発環境

優れた研究開発成果を生み出すシステム

- ・ 性能・コスト・品質を意識し、他産業等とも連携した研究開発
- ・ アワードを通じたベンチャーの育成
- ・ 毎年の戦略策定

スマート フードチェーン

誰でも快適に働け、ニーズに合致した生産・流通・販売を実現

- ・ 各社の農機・ドローン・センサー・ソフトウェアが接続し、これらがデータを活用したスマート農業が展開
- ・ 高齢者でも新規就農者でも思い通りに快適な農業生産を実現
- ・ 個々の消費者・事業者オーダーメイドな農作物を生産・流通



流通や農業に革新をもたらす可能性があるドローン

- ・ バイオ素材等の製造に適した植物等の提供
- ・ バイオ素材の製造上の課題等のフィードバック

バイオ素材 バイオマス

農林水産資源を活用した新ビジネスを創出

- ・ 有用生物(カイコ等)や地域資源(リグニン等)を活用した新たな素材・医薬品の商用生産が実現
- ・ 農林水産資源の価値が高まり、農山漁村の所得が増大



天然のミノムシの糸

農業

他産業

資源の活用領域の拡大・所得向上



日本ベンチャー大賞

創造力を発揮でき快適・高所得で持続可能な農林水産業の実現
個人の状況に応じた食(日本型健康食)の提供による健康寿命の延伸



I 世界の中の日本の立ち位置

高齢化の進展

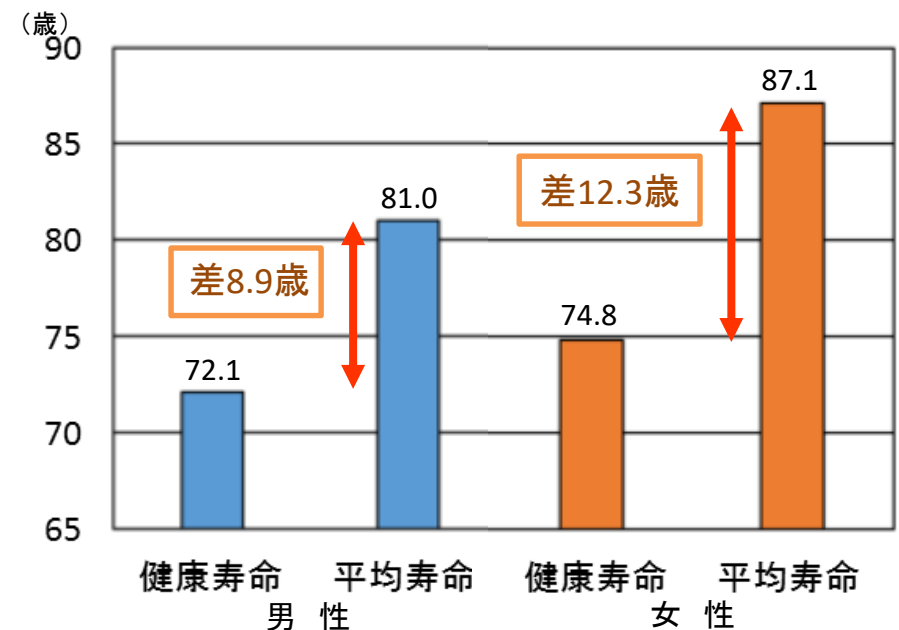
- 我が国の高齢化率は25%を超えて世界一のレベル。今後、世界の多くの国で高齢化が進む中、我が国は高齢化社会の克服に向けて世界に先駆けて取り組み。
- 「平均寿命」より相当短い「健康寿命」を伸ばし、平均寿命との差を縮めることが期待。

我が国は世界一の高齢化社会 高齢化率(%)

		2017年	2050年
1位	日本	27.0	36.4
2位	スペイン	19.4	36.3
3位	ポルトガル	21.5	35.6
4位	ギリシャ	20.4	35.5
5位	韓国	13.9	35.3

出典：国際連合人口部「World Population Prospects; The 2017 Revision」(2017年6月21日公表)65歳以上人口の全人口に占める割合

平均寿命より8歳以上短い健康寿命

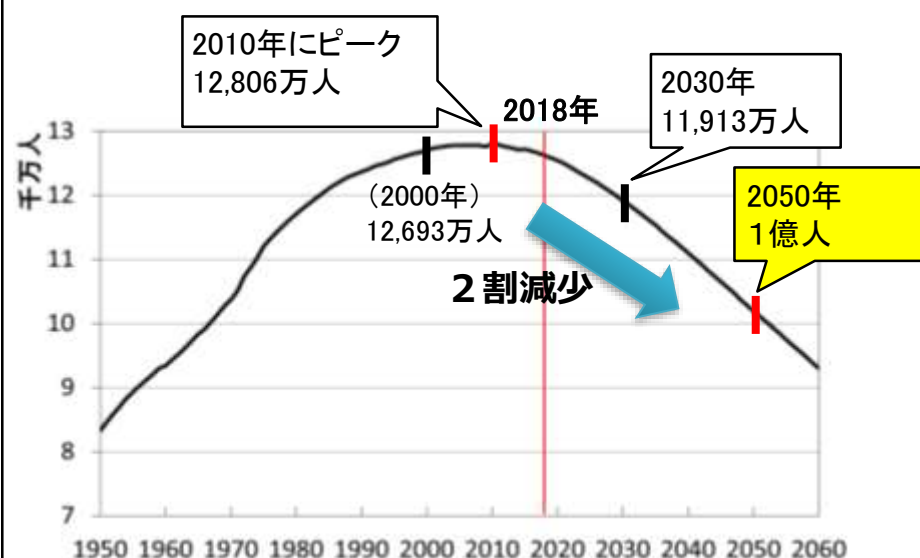


出典：2018年版高齢社会白書(内閣府)

人口の減少

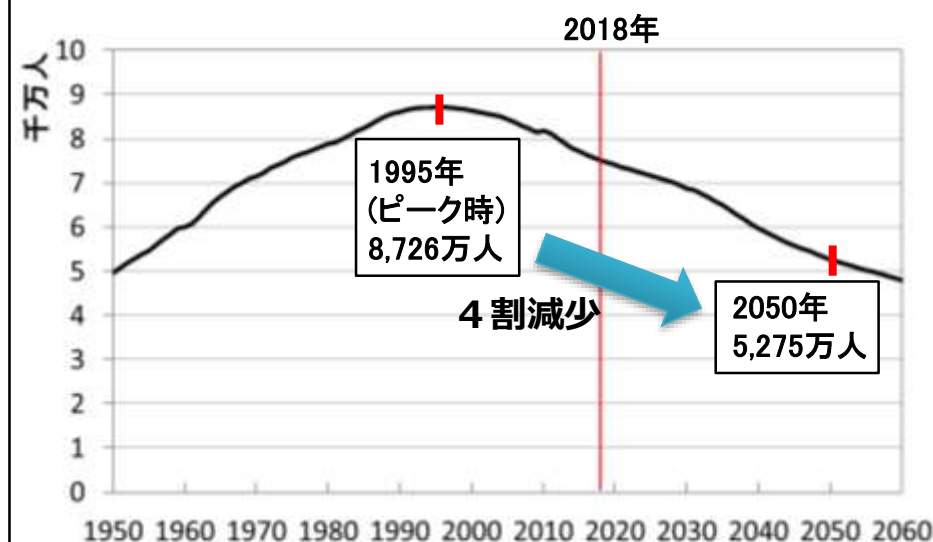
- 我が国人口は年々減少を続け、2050年にはピーク時から2割減少する見通し。
- 生産年齢人口はそれ以上に減少して4割減少する見通し。労働力不足は深刻な課題。

人口推移



出典：2018年以降：国立社会保障・人口問題研究所
「日本の将来推計人口(2017年4月)」
2017年まで：総務省「国勢調査」、「人口推計(各年10月1日現在)」

生産年齢(15歳～64歳)人口



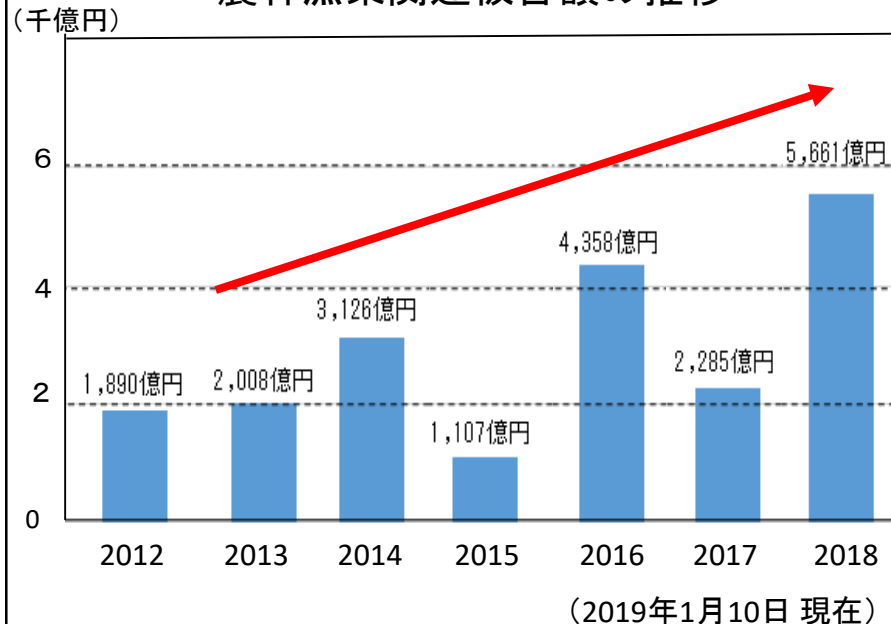
出典：2018年以降：国立社会保障・人口問題研究所
「日本の将来推計人口(2017年4月)」
2017年まで：総務省「国勢調査」、「人口推計(各年10月1日現在)」 7

気候変動の増大

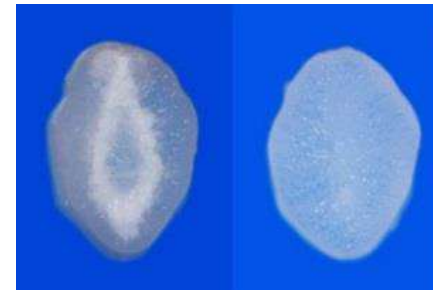
- 近年の気候変動の増大により、大雨、豪雪等の被害が相次ぎ、2018年の農林漁業関連被害額は5千億円を上回っている。
- 長年蓄積された営農技術が直ちに移転できない中で、温暖化の進展による生育障害は大きな問題。

増加する農林漁業関連被害

農林漁業関連被害額の推移



温暖化による被害



水稻: 温暖化の影響による白未熟粒(左)と正常粒(右)の断面



ブドウ: 温暖化の影響による着色不良果(左)と着色良好果(右)



うんしゅうみかん: 温暖化の影響による浮皮果(左)と正常果(右)



水産: ウニの食害による藻場の減少

次世代自動車の研究開発動向

- 現代生活を支える自動車業界は、100年に一度の大変革期を迎え、2019年には自動運転タクシーがサービスを開始予定。
- 「コネクト」、「自動化」、「シェア」、「電動化」が時代の潮流と見られている。

海外の自動運転車の開発状況

次世代自動車が実用化段階

フォード	2021年に完全自動運転車を量産
GM	2019年に無人タクシーサービスを開始予定
ウェイモ	ウォルマートへの送迎サービスを2018年夏より試験的に開始

次世代自動車の潮流 — CASE —

C: コネクト

クルマと人、車とクラウド、車同士がつながる。

A: 自動化

自動運転車

S: シェア

カーシェア、ライドシェア等

E: 電動化

電気自動車

※ 「CASE」は2016年10月のパリモーターショーで、ドイツダイムラー社の経営ビジョンとして提唱。

次世代自動車をめぐる動き

- 魅力的な次世代自動車の開発プラットフォームを形成することにより、米国企業のエヌビディアや中国企業のバイドウが飛躍。
- ライドシェア等のシェアリングエコノミーは、この10年で20倍以上の成長が期待。自動車業界では、製造業からサービス業に転換する動き。

次世代自動車にかかる
プラットフォームの形成の例

エヌビディア (米国)	強みの半導体を核として、次世代自動車の開発プラットフォームを形成。参加企業は開発用シミュレーター等を活用可能。トヨタ、テスラ等、370社が参加。
バイドウ (中国)	強みのAIと地図情報を核として、自動運転車開発のプラットフォームを形成。パートナー企業に、AI等のソースを公開。フォードなど約100社が参加。

プラットフォーム形成で情報・ノウハウの蓄積が加速化され、更に成長が加速。

ライドシェアの飛躍

シェアリングエコノミーの市場規模

2013年
約150億ドル

2025年
約3,350億ドル

PwC「The sharing economy – sizing the revenue opportunity」

モビリティサービスが飛躍する時代

ライドシェア:ドライバーがアプリ等を用いた仲介により、他人を有償(または無償)で自分の車に乗せて運送すること。

医療分野の研究開発動向

- ゲノム解析技術の進展により、ヒトゲノム解読コストは、1990年の百万分の1まで減少。13年、30億ドルの時間とコストを要したものが、現在は数日、1000ドルで可能。
- 研究へのビッグデータとAIの活用が進行中で、AIの活用で効果的な治療につながった事例も見られつつある。

ヒトゲノム解読の期間・コスト

1990年 ヒトゲノムプロジェクト
13年、30億ドル

2017年 次世代シーケンサー
数日、1000ドル



AI活用の先駆的事例

東京大学医科学研究所のヒトゲノム解析センターでは、膨大な医学論文を学習した人工知能(AI)を活用。

AIは診断が難しい60代の女性患者の白血病を10分ほどで発見し適切な治療法を助言。

女性の回復にAIが貢献。

IBM Watson



次世代医療をめぐる動き

- 世界各国が医療分野でのビッグデータ活用に注力する中、我が国では、次世代医療基盤法が2018年5月に施行。
- 日本型医療システムの海外展開に向け、2016年にはアジア健康構想に向けた基本方針が策定。

医療ビッグデータの活用に向けた動き

米国	プレシジョン・メディシン・イニシアティブ (2015年～) 100万人以上から遺伝子情報、代謝物質 情報、生活環境・習慣情報を収集。
中国	医療イメージング国家AI開放・革新プラッ トフォーム(2017年11月～) テンセントが中核となり、AIによる画像解 析を柱とした医療診断を推進。
日本	次世代医療基盤法(2018年5月施行) 認定事業者が病院等から患者の医療情 報を収集し、匿名加工。 匿名加工したデータは政府、民間で活用。

アジア健康構想

アジア健康構想に向けた基本方針



政府は2016年にアジア健康構想に向けた
基本指針を策定。日本型医療システムの
海外展開が視野に入れられている。

農林水産省も食の分野で
大きな貢献ができる可能性

食と健康に関する海外の動向

- 機能性食品の市場が世界的に拡大。韓国、タイ、台湾などASEANを中心に、食品の機能性表示の取組が進行中。
- 食による健康維持・増進効果に関する研究は欧州（地中海食）で先行。環境保全の観点からも食生活改革が提唱されている。

世界の食と健康に関する市場

- 世界の飲食物の市場規模

340兆円 → 680兆円
(2009年) (2020年)

- 世界の機能性食品原料の市場規模

7.5兆円 → 10.3兆円
(2018年) (2023年)

MarketsandMarkets社調べ

ASEANにおける機能性食品への関心の高まり



第15回ASEAN食品会議
(2017.11.13～18)



ASEAN機能性食品コンソーシアム
ワークショップ (2017.9.12～16)

研究成果を基にした健康な食事パターンの提案

- 地中海食ピラミッド
(1993)米NPO Oldways



- 食生活改革の提唱

世界30人以上の国際研究グループは、健康と地球環境のため、食生活を抜本的に改革するよう提唱(2019年1月 (英)Lancet誌)

食と健康に関する研究の進展

- 健康への関心の高まりから、健康食品等へのニーズが拡大し、機能性成分を多く含む野菜品種等が開発。
- 「食事バランスガイド」の遵守により、死亡率が低下することが科学的に証明。しかし、日本食の健康維持・増進効果に関する科学的エビデンスは不足。

機能性に富む農作物品種の開発

- タキイ種苗株式会社「ファイトリッチシリーズ」



京くれない



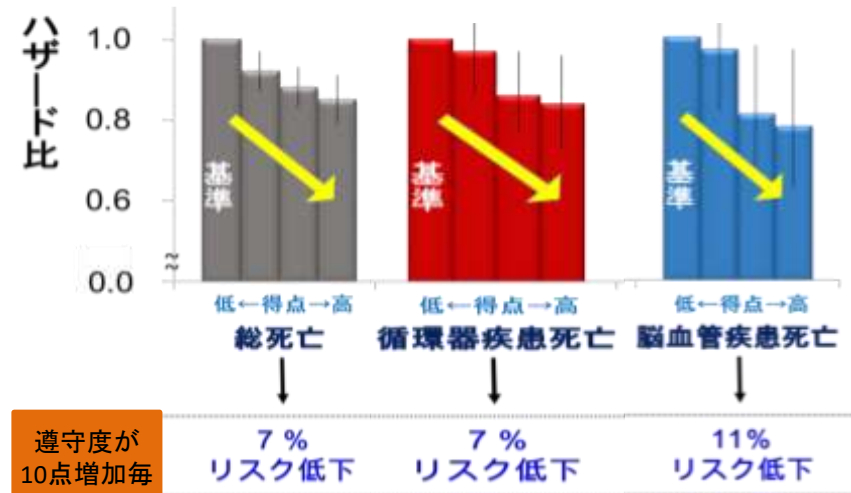
オレンジ千果

画像提供：
タキイ種苗株式会社

- ルチン高含有ダッタンソバ「満天きらり」
- B-グルカン高含有もち性オオムギ「きらりもち」
- ケルセチン高含有タマネギ「クエルゴールド」
- メチル化カテキン高含有緑茶「べにふうき」
- 等

食事バランスガイドの効果が証明

- 国立がん研究センターは8万人に及ぶ調査を行い、食事バランスガイドの遵守度を70点満点で判定。
- 遵守度が高い者ほど死亡率が低下することを解明。



我が国の機能性表示制度

- 食品の機能性表示制度として、日本は1991年に世界に先駆け「トクホ」を導入。
- 届出制の「機能性表示食品制度」が2015年から開始され、市場が急速に拡大。

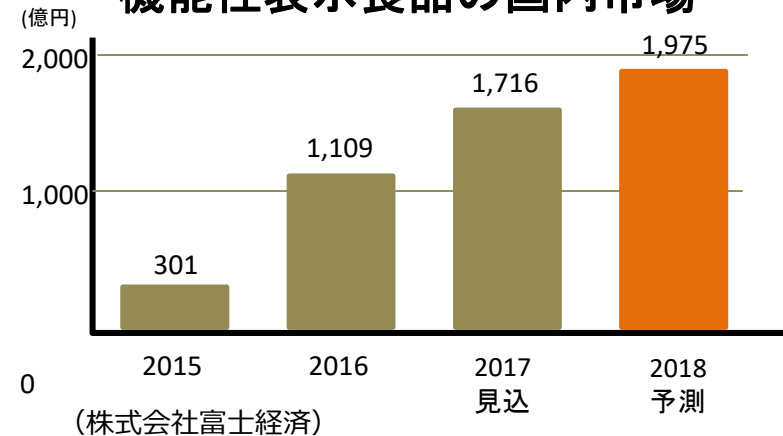
わが国における食品の機能性表示制度

- 特定保健用食品（トクホ）（1991年～）**許可制**
食品の機能性表示制度として**世界初**
- 栄養機能食品（2001年～）**許可・届出不要**
- 機能性表示食品（2015年～）**届出制**

※ 日本は世界で唯一、生鮮食品も表示対象



機能性表示食品の国内市場



生鮮食品の機能性表示食品(例)



温州みかん
β-クリプトキサンチン
(骨代謝を助ける)



大豆もやし
大豆イソフラボン
(骨の成分維持)

味覚センサーの開発・活用

- 九州大学等の研究成果により食の味覚を定量化できるセンサーが開発・実用化。企業等では、味覚センサーや味覚分析サービスを商品開発や販売促進に活用。
- ポータブル味覚センサーの開発が進行中。新たなサービスにつながる可能性。

味覚センサの開発・実用化

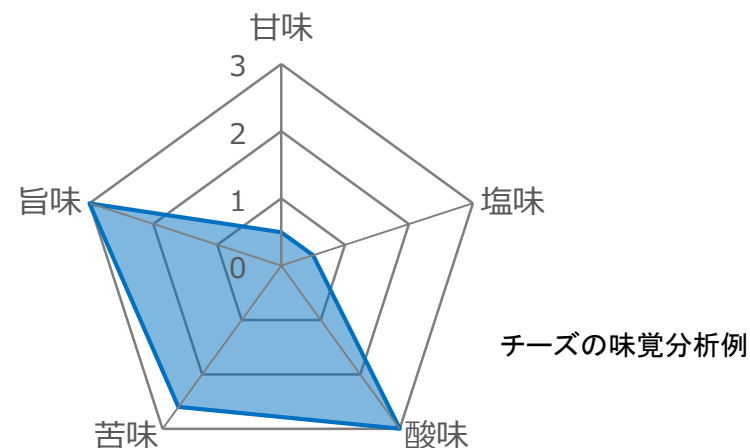
- 九州大学は世界で初めて味認識装置の開発に成功。
- 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジーは、人間の舌が感じる甘味・苦味・酸味・旨味・塩味をデジタル化して測定する「味覚センサー」を実用化。



株式会社インテリジェントセンサーテクノロジーの味覚センサー（経済産業省「第3回日本ものづくり大賞特別賞」を受賞）
経済産業省HPより

味覚分析を活用した商品開発・販売促進

- ベンチャー企業等により、AIと化学的センサーを組み合わせた味覚分析システムの開発が進展。
- 食品関連企業では、味覚センサーや味覚分析サービスを商品開発や販売促進に活用する動きが見られている。



米国のスマート農業

- 欧米などを中心に、ICTをはじめとする先端技術を活用した精密農業が展開。
- 米国では、大規模営農における生産性向上を目的に、大手企業により農業ICTサービスが提供され、生産者の囲い込みが進んでいるほか、AIを搭載した大型スマート農機の開発・実証が進展。

モンサント系列企業による農業ICTサービス

「The Climate Corporation」では、天気や農地など様々な農業データを提供したり、収量分析や施肥方法を提示する農業ICTプラットフォームを展開。



ジョンディア社による除草剤散布ロボット

同社が開発中の除草剤散布作業機には、傘下企業「Blue River Technology」のAIが搭載され、画像診断で作物と雑草を識別し、雑草にのみ除草剤を散布。



＜ジョンディア社（Blue River Technology）提供＞
除草剤散布ロボット「See & Spray」

欧州のスマート農業

- ・ 欧州では、生産性向上に加えて、環境保全を目的とした精密農業が普及。 土壌踏圧を低減する小型ロボット農機の協調作業に関する研究開発が進行中。
- ・ オランダではワーヘニンゲン大学等による農業データプラットフォームが構築。

オランダ

- デジタル農業データプラットフォーム「akkerweb」では、各企業から様々な営農管理アプリケーション等が提供



出典：(蘭) ワーヘニンゲン大学HP

このアプリでは、圃場管理、センシング及び気象の各データと、目標収量から適切な追肥量を提示。

- 貴重な資源を効果的に活用する施設園芸が展開



・熱・電気・CO₂をすべて利用するトリジェネレーションシステム
・パイプラインにより工場の排CO₂を活用



雨水の活用

ドイツ

Fendt社が研究開発中の小型ロボット農機



自動走行小型ロボット農機「Xaver」
出典：(独) Fendt社

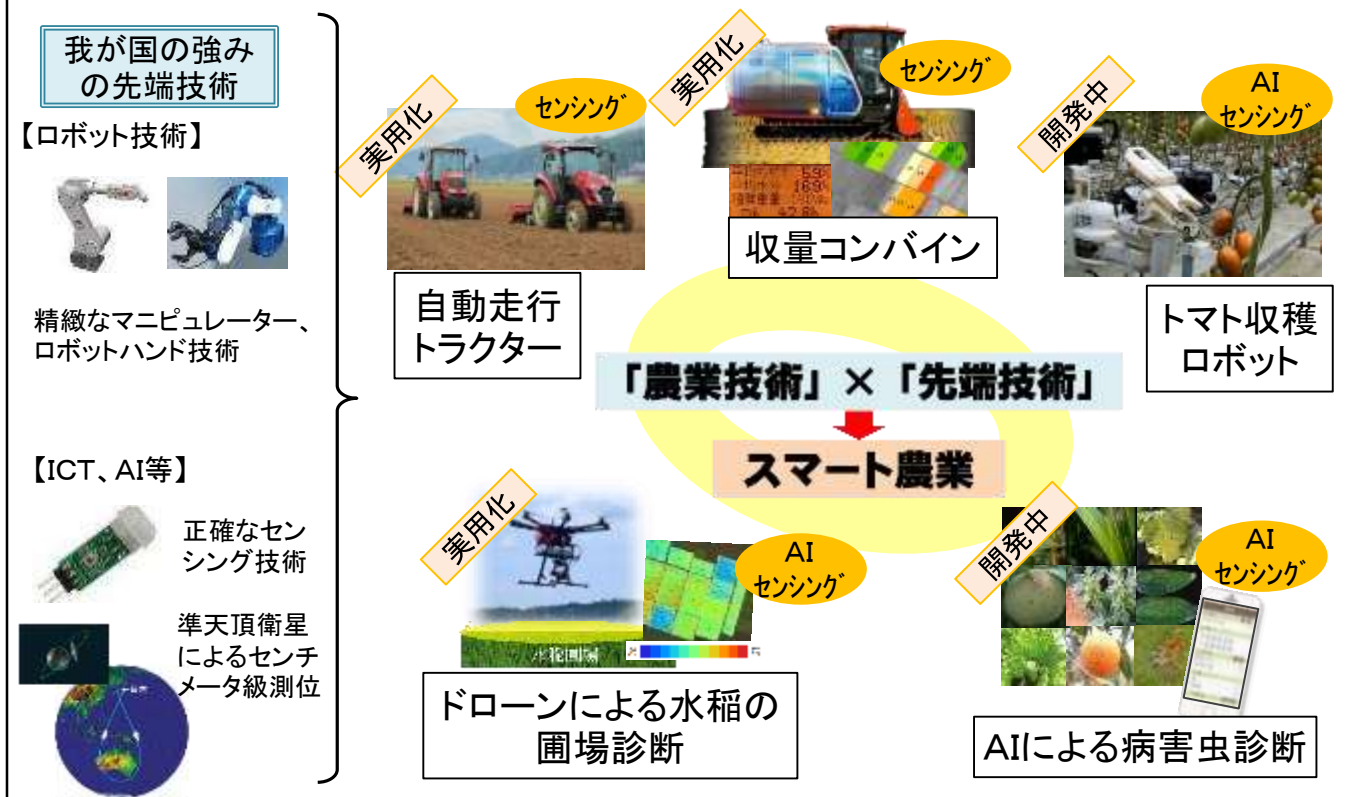
出典：(英) Haper Adams大学HP

小型ロボット農機群が協調し、耕うん・農薬散布・除草・収穫などの作業を精密かつ効率的に行う。精密管理で、農薬・肥料・種子などの資材費を節減しつつ収量アップで収益向上のほか、安全性向上や環境負荷軽減にも貢献。18

進展する我が国のスマート農業

- 我が国の強みであるロボット技術、ICT等の先端技術を活用し、栽培管理の自動化やセンシングなどの技術開発が進展。水稻のほか、野菜や果樹等でも進行中。
- 個々の技術の確立が進む中、今後は、生産現場に先端技術を導入して実証を行うなど、社会実装の加速化を進めることが課題。

我が国の強みを活かしたスマート農業の取組例



社会実装の加速化

ロボット・AI・IoT等の先端技術を
生産から出荷まで一貫した体系と
して速やかに現場に導入・実証
(スマート農業関連実証事業
2019～、)

スマート一貫体系のイメージ
(大規模水田作)

経営管理 → 耕起・整地 → 移植・直播



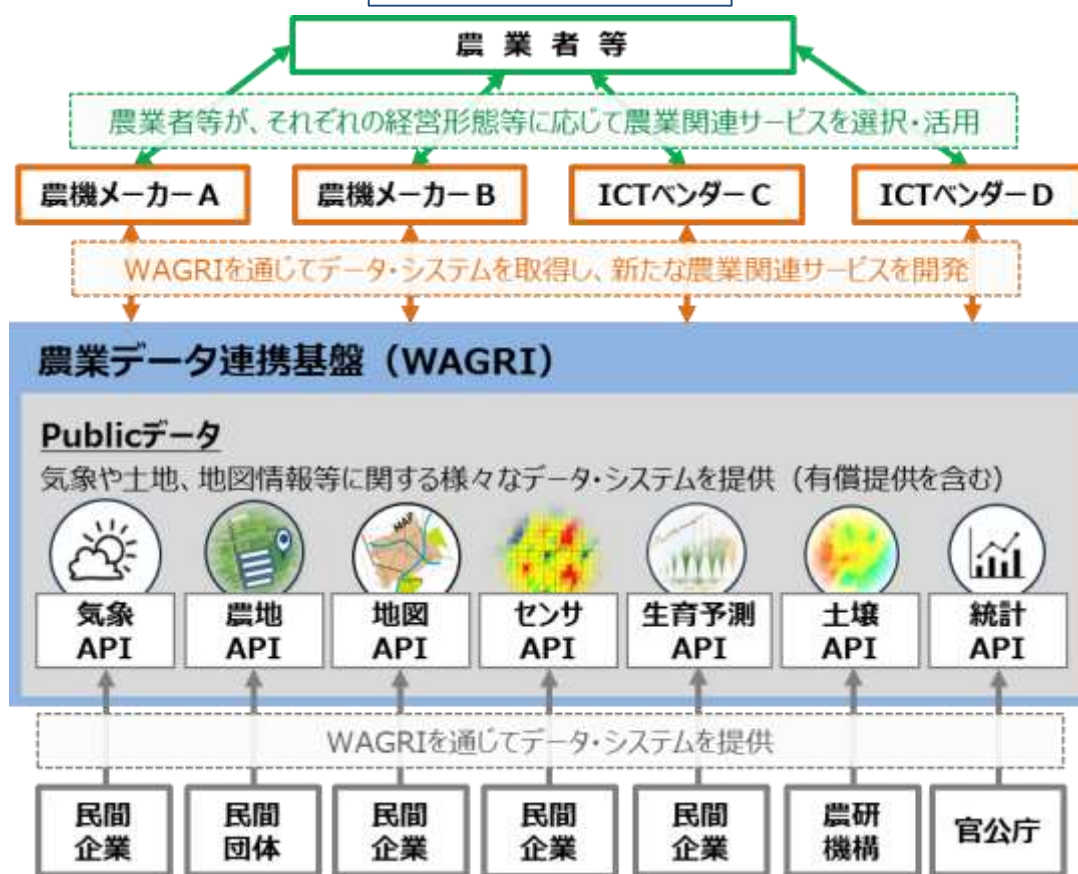
水管理 → 栽培管理 → 収穫



農業データ連携基盤の動き

- 農業の担い手がデータを使って生産性向上や経営改善に挑戦できる環境を生み出すため、様々なデータや異なるシステム連携・共有・提供機能を有するデータプラットフォーム（農業データ連携基盤：WAGRI）の構築を進めている（2019年4月より本格稼働予定）。

WAGRIの構造



WAGRIの機能

データ連携機能

ベンダーやメーカーの壁を超えて、様々な農業 ICT、農機やセンサー等のデータ連携が可能に

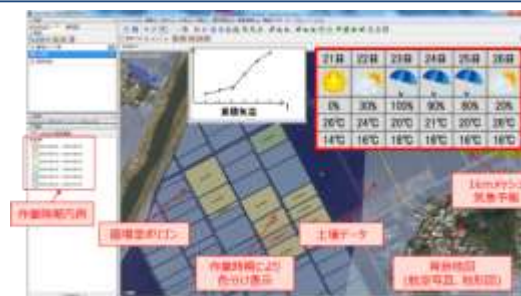
データ共有機能

データの共有によって、データの比較や、生産性の向上に繋がるサービスの提供が可能に

データ提供機能

土壌、気象、市況など様々な公的データ等を整備し、農家に役立つ情報の提供が可能に

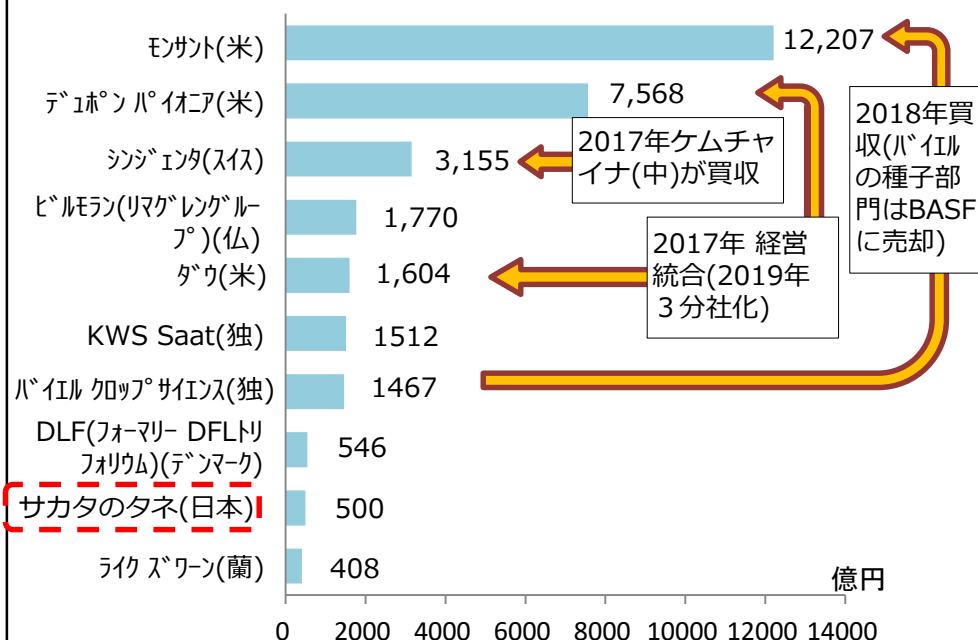
WAGRIを活用したICTサービスの例



バイオメジャーの巨大化とデータ重視型育種

- バイオメジャーの再編が進み、種苗メーカーが寡占化。
- ゲノム解析技術の進展等により短期間・安価でゲノム解読が可能となる中、ドイツのジーンバンクでは、主作物の大麦でゲノム情報等のビッグデータを蓄積中。

世界の主要な種苗会社の種苗売上高（2014年）



(資料：サカタのタネのNGO“ETC Group”2018年のレポート)

ドイツBRIDGE計画(2015～)

- ドイツのジーンバンク(IPK)を単なる遺伝資源の保存施設から研究・育種促進施設への転換を図る。
- オオムギ遺伝資源2万点について、ゲノム情報と形質情報を収集・結合させ、ITプラットフォームを形成。



ドイツジーンバンク(IPK)のオオムギ種子保管庫

出典：German Centre for Integrative Biodiversity Research HPより