

食料・農業・農村をめぐる情勢の変化 (食料安定供給のための生産性向上・技術開発)

令和4年12月
農林水産省

目 次

1. 食料・農業・農村基本法における生産性向上・技術開発の位置づけ	
① 食料・農業・農村基本法における生産性向上・技術開発の位置づけ	3
② 農業分野の技術開発・研究開発の変遷（基本法施行後）	4
③ 新たな政策課題への対応 （これまでの研究成果と現在研究中の事例）	5
2. 基本法制定以降の情勢の変化	
（1）土地生産性・労働生産性	
① 日本及び諸外国の生産量、耕地面積、農業経営体数の推移	7
② 日本及び諸外国の米・小麦・大豆の土地生産性の推移	8
③ 日本の米（水稻）の単収について	9
④ 日本及びオランダにおける施設野菜の生産性	10
⑤ 日本の水稻・小麦・大豆の単位面積当たりの労働時間の推移	11
⑥ 付加価値に着目した労働生産性	12
（2）生産性向上に向けた技術開発	
① 生産性向上につながる先端技術	14
② 世界のスマート農業市場の予測等	15
③ 海外企業の動き （海外における農機データプラットフォームの動向）	16
④ スマートフードチェーンの構築による生産性向上等	17
⑤ 農業経営体におけるデータ活用の現状	18
⑥ デジタル技術を活用した新たな農業・農政への変革（DX）	19
⑦ eMAFFとeMAFF地図	20
⑧ スマート農業実証プロジェクトの実証成果 （2019年度採択の水田作30地区）	21
⑨ スマート農業実証プロジェクトの実証成果 （水田作及び果樹作での個別事例）	22
⑩ スマート農業の導入推進における課題	23

⑪ 農作業委託によるスマート技術の導入	24
⑫ 農業支援サービス事業の普及に向けた課題	25
⑬ 品種の開発（育種）の役割について	26
⑭ 日本における登録品種の出願者属性別の内訳等	27
⑮ 世界の主要な種苗会社の売上・シェア等	28
⑯ 品種開発に要する労力（シャインマスカット）	29
⑰ 日本における品種登録出願数の推移等	30
⑱ 日本の品種開発の課題と対応の方向性	31
（3）研究開発力	
① 我が国の基礎生命科学分野における論文引用数の推移	33
② 日本及び諸外国のバイオテクノロジー及び 食品化学における特許出願件数の推移	34
③ 日本及び諸外国の農業研究開発予算の動向	35
④ 諸外国の農業研究開発施策の動向①（米国、欧州、韓国、タイ）	36
⑤ 諸外国の農業研究開発施策の動向②（中国、イスラエル）	37
⑥ 日本及び諸外国の農業・食品分野における 研究開発型スタートアップの状況	38
⑦ 海外のスタートアップ支援の事例	39
⑧ スタートアップの現状と課題	40
⑨ 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）の 職員数・収入額の推移	41
⑩ 地方自治体の公設試験研究機関（地方公設試）の 職員数等の推移	42
⑪ 都道府県の普及員数等の推移	43
⑫ 民間活力を活かした研究開発体制の事例（オランダ・国内）	44
3. 論点	46

1. 食料・農業・農村基本法における 生産性向上・技術開発の位置づけ

食料・農業・農村基本法における生産性向上・技術開発の位置づけ

○ 現行基本法上の条文上の扱い

- － 食料の供給は農業の生産性の向上を促進しつつ行われるものと位置づけられ、農業の生産性については、農業生産の基盤の整備による農地と農業用水の有効利用を通じて向上する規定のみ。
(第2条第3項、第24条)
- － 農業技術は、農地等の限られた農業資源を効率的に利用し、生産性向上を促進し、農業の持続的な発展を図るための基礎的な要素であることから、その研究開発及び普及の効率的な推進を図るため、
 - ① 国全体の研究開発目標の明確化
 - ② 産学官の連携の強化
 - ③ 地域の特性に応じた普及の推進等を図っていく旨の施策の基本的方向を規定。(第29条)

○ 基本法制定前後の想定と課題

- － 旧基本法においては、生産性の向上を図るため、農業生産の基盤の整備及び開発とともに、農業技術の高度化が謳われている。
(旧基本法第9条)
- － 一方、基本法下においては、生産性の向上としては、専ら、大規模化、大区画化といった農業基盤の整備により追求し、品種開発を始めとする技術開発については、農業の競争力の強化に向けた差別化のため、食味等の品質向上等に重点を置いてなされてきたのが実態。
- － また、基本法制定時には想定されていなかった、データ処理技術や通信技術の高度化など情報技術、インフラ、インターネット上のサービスが急速に発展しているが、これは、農業の労働生産性、資本生産性を平行して向上させていくためには重要なものであり、この導入に関しては、農業生産の基盤と同様、データ基盤の整備が必要な状況となっている。

食料・農業・農村基本法（関係部分抜粋）

第一章 総則

(食料の安定供給の確保)

第二条

3 食料の供給は、農業の生産性の向上を促進しつつ、農業と食品産業の健全な発展を総合的に図ることを通じ、高度化し、かつ、多様化する国民の需要に即して行われなければならない。

第二章 基本的施策

第三節 農業の持続的な発展に関する施策

(農業生産の基盤の整備)

第二十四条 国は、良好な営農条件を備えた農地及び農業用水を確保し、これらの有効利用を図ることにより、農業の生産性の向上を促進するため、地域の特性に応じて、環境との調和に配慮しつつ、事業の効率的な実施を旨として、農地の区画の拡大、水田の汎用化、農業用排水施設の機能の維持増進その他の農業生産の基盤の整備に必要な施策を講ずるものとする。

(技術の開発及び普及)

第二十九条 国は、農業並びに食品の加工及び流通に関する技術の研究開発及び普及の効果的な推進を図るため、これらの技術の研究開発の目標の明確化、国及び都道府県の試験研究機関、大学、民間等の連携の強化、地域の特性に応じた農業に関する技術の普及事業の推進その他必要な施策を講ずるものとする。

農業基本法（関連抜粋）

第二章 農業生産

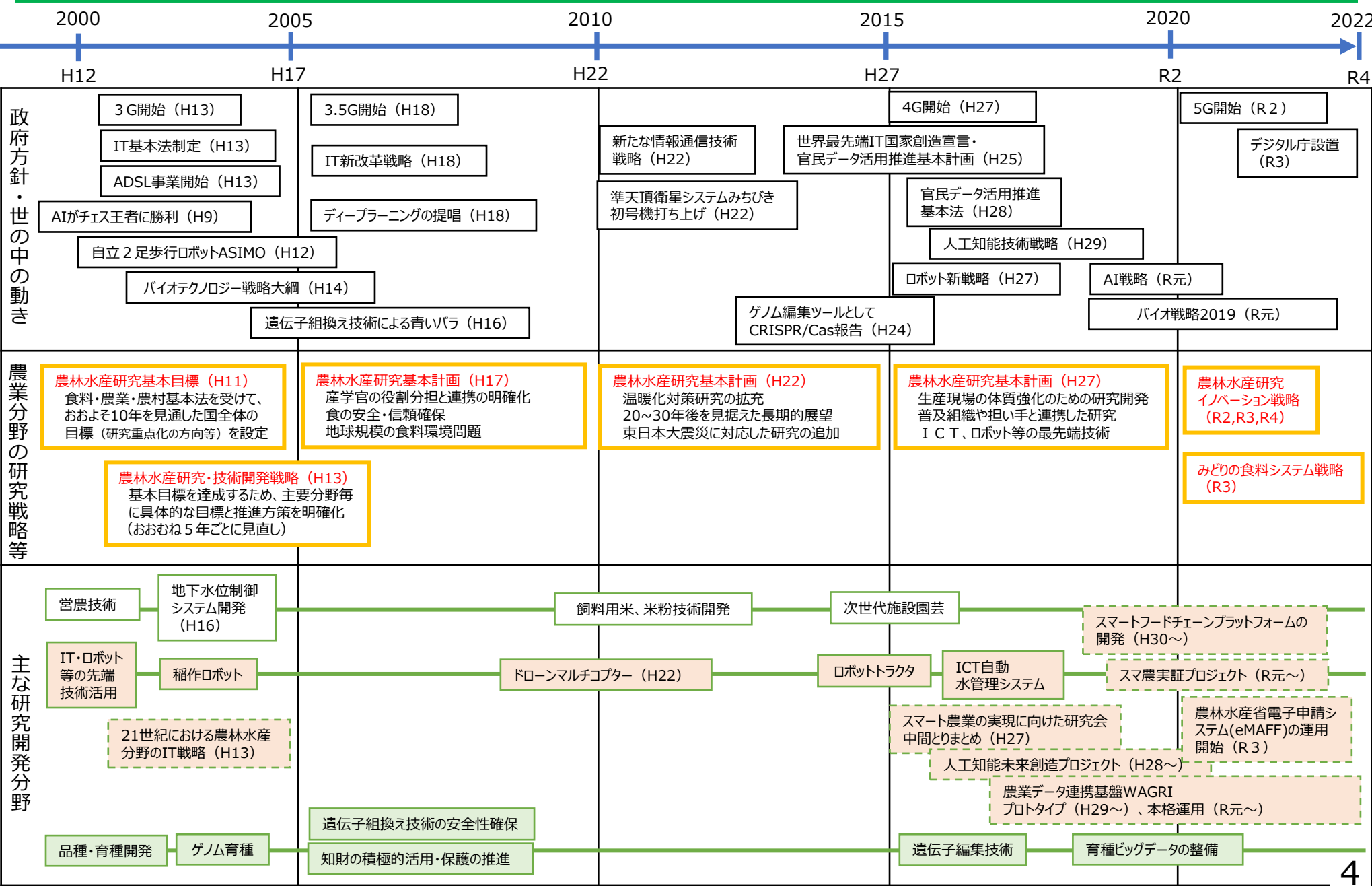
(国の施策)

第二条 国は前条の目標を達成するため、次の各号に掲げる事項につき、その政策全般にわたり、必要な施策を総合的に講じなければならない。
二 土地及び水の農業上の有効利用及び開発並びに農業技術の向上によって農業の生産性の向上及び農業総生産の増大を図ること。

(農業生産に関する施策)

第九条 国は、農業生産の選択的拡大、農業の生産性の向上及び農業総生産の増大を図るため、前条第一項の長期見通しを参酌して、農業生産の基盤の整備及び開発、農業技術の高度化、資本装備の増大、農業生産の調整等必要な施策を講ずるものとする。

農業分野の技術開発・研究開発の変遷（基本法施行後）



新たな政策課題への対応（これまでの研究成果と現在研究中の事例）

- これまで、その時々政策課題に対応した研究開発に重点的に取り組んできた。
- 例えば、2015年のパリ協定を契機とする脱炭素化等の動きに先駆けて、温室効果ガスの削減など環境負荷軽減に資する研究や、防災・減災や食の安全・安心に関する研究に取り組み、優れた成果を生み出している。

環境負荷軽減（メタン削減・炭素貯留の拡大）

中干し延長によるメタン削減技術の開発



（農研機構）

中干し期間を慣行より1週間程度延長することでメタン発生を約30%削減できる技術を開発。マニュアルを作成し、環境にやさしい水田の水管理を普及。

J-クレジットの認証



（福井県）

2020年に策定したJ-クレジット制度におけるバイオ炭の農地施用の方法論の高度化に向け、各種バイオ炭による炭素貯留量の係数を検討中。

農地土壌への炭素貯留の推進



（福井県）

炭素貯留、 N_2O 排出削減等の効果を持つバイオ炭資材と地域に適したバイオ炭製造・施用体系を構築中。農地における炭素貯留を加速化。

防災・減災、食の安全・安心

ため池防災支援システム



ため池の決壊危険度のリアルタイム予測、予測情報・被害状況の共有ができるシステム。運用を開始し、既に全ての地方自治体でシステムを利用可能。

鳥インフルエンザウイルスゲノム解析の自動化



次世代シーケンサーの解読データからウイルスの塩基配列等を自動で同定するソフトウェア。感染ルートの解明と早期の警戒体制構築に貢献。

牛ゲップ由来のメタン削減技術の開発



（NHK）

カシューナッツ殻液を飼料に添加することにより、牛ゲップ由来のメタンが6（搾乳牛）～20%（乾乳牛）低減。

2. 基本法制定以降の情勢の変化

(1) 土地生産性・労働生産性

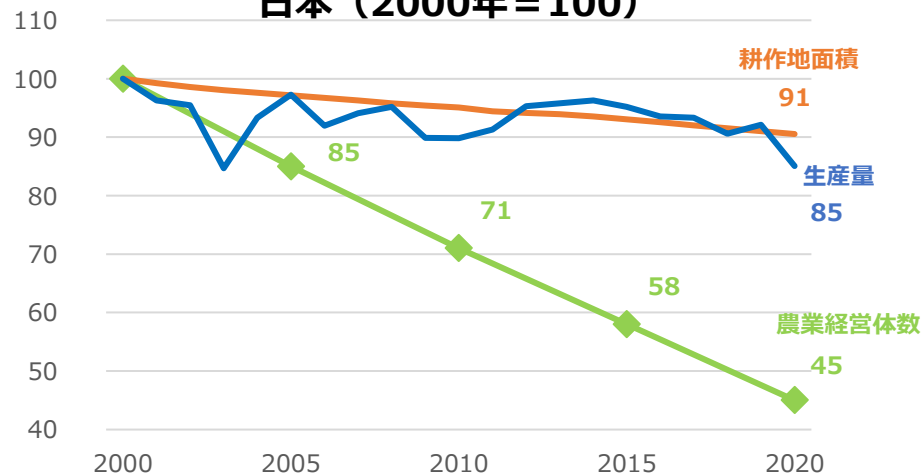
- － 今後、農業者の減少や高齢化が急速に進む中で、食料を安定的に供給するためには、土地生産性や労働生産性の飛躍的な向上が必要。
- － 過去20年間、海外では、農業経営体数や耕作地面積が減少している中、生産量を維持・増加させている。
- － 一方、我が国では、機械化の進展や規模拡大等によってこれまで労働時間を大きく低減してきたものの、この20年間は減少率が縮小しており、更なる労働生産性の向上には、技術的なブレークスルーが必要。

日本及び諸外国の生産量、耕地面積、農業経営体数の推移

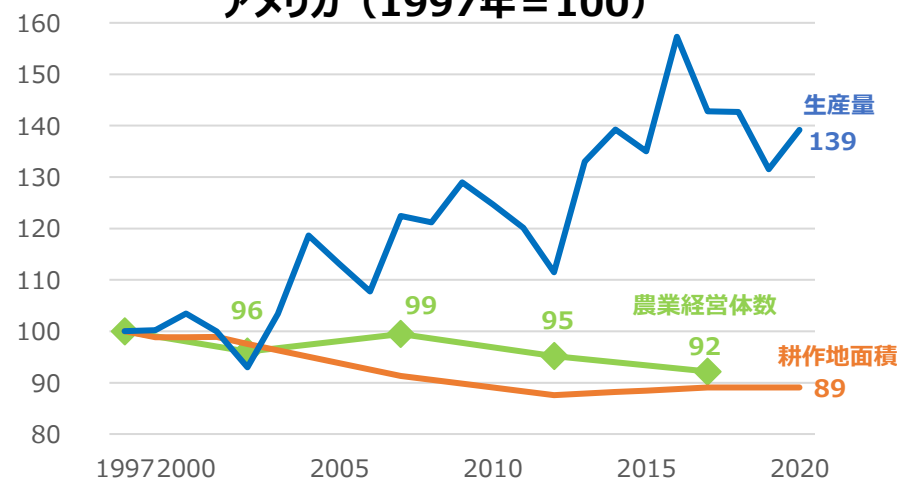
- 日本においては、2000年以降、耕作地面積や農業経営体数が減少し、同様に生産量（穀類）も減少している。
- 一方、アメリカ及びフランスにおいては、耕作地面積や農業経営体数が減少する中でも、生産量は維持または増加させている。
- 中国については、耕作地面積や農業経営体数を微増させる中、生産量を大幅に増加させている。
- 食料安全保障の実現のため、耕作地面積、農業経営体数が減少する中においても、生産量を維持・拡大させる方策を考える必要があるのではないか。

日本及び諸外国の穀類（米、小麦、大豆、とうもろこし）の生産量、耕地面積、農業経営体数の推移

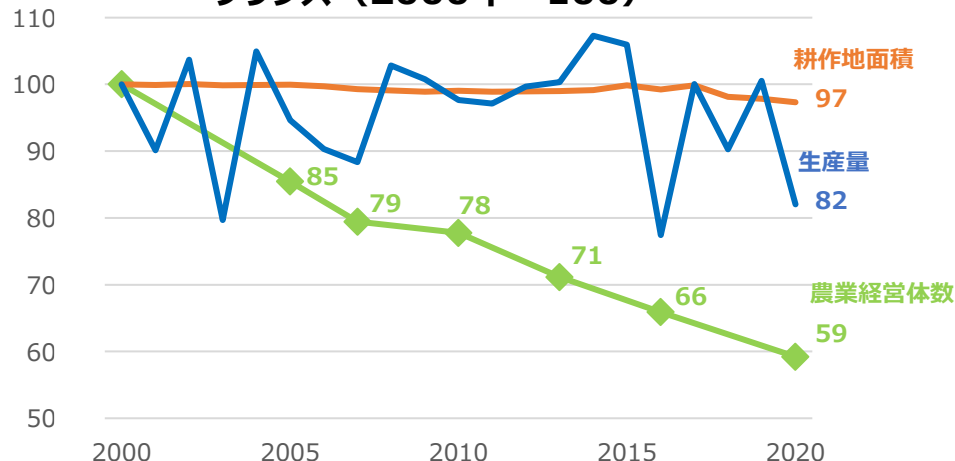
日本（2000年 = 100）



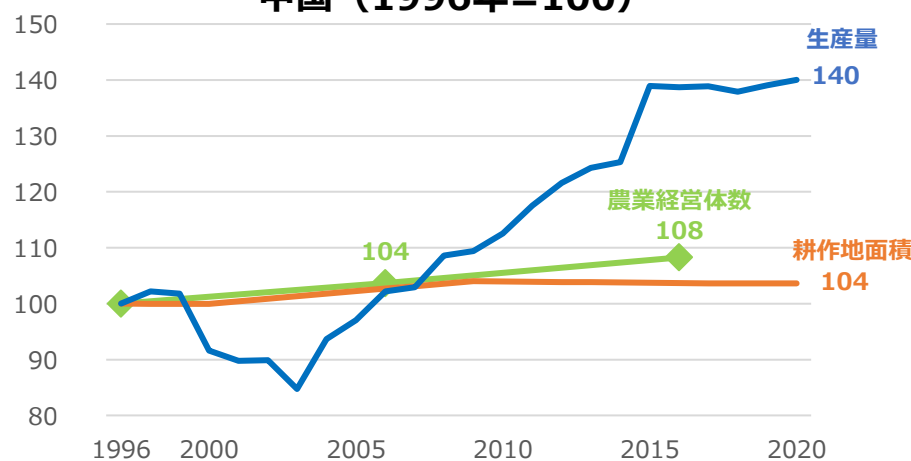
アメリカ（1997年 = 100）



フランス（2000年 = 100）



中国（1996年 = 100）



資料：生産量、耕地面積はFAOSTATを基に農林水産省で作成

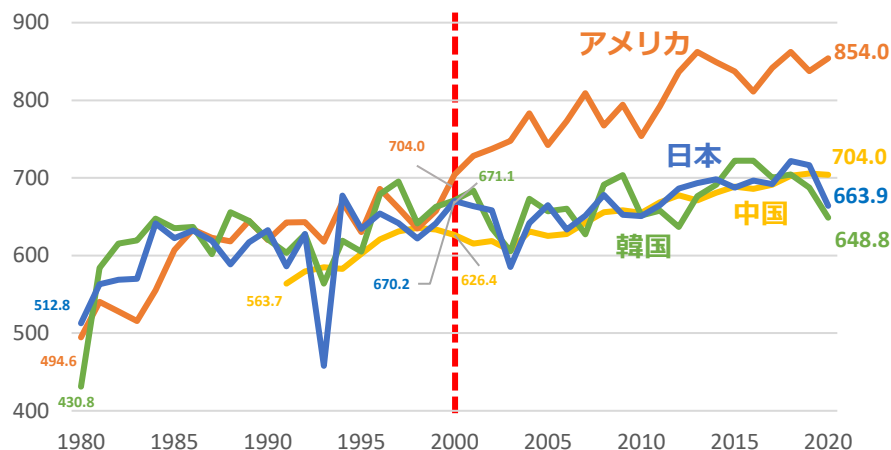
農業経営体数は農林水産省「農林業センサス」（日本）、USDA「Census of Agriculture」（アメリカ）、EU統計局「Eurostat」（フランス）、国家統計局「农业普查」（中国）を基に農林水産省で作成

日本及び諸外国の米・小麦・大豆の土地生産性の推移

- 2000年以前は、各国の単収に大差はなかったが、2000年以降、米はアメリカ、小麦は中国、大豆はアメリカ及びブラジルが単収を増加させ、日本を大きく上回っている。
- 日本においては、過去20年間に於いて、大幅な単収の向上は図られておらず、大豆については減少傾向。
- 農業経営体が減少し、農地資源に限界がある中で、安定的な食料供給を行うには、単収の向上に取り組む必要がある。

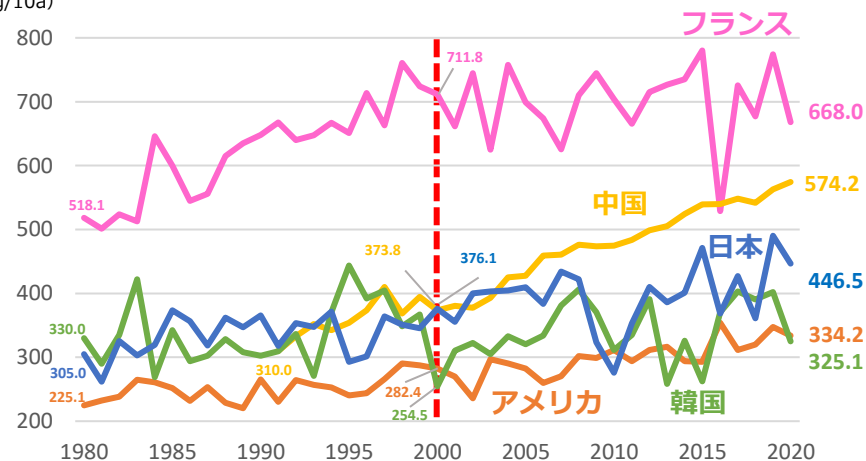
○米

(kg/10a) ※10a基準



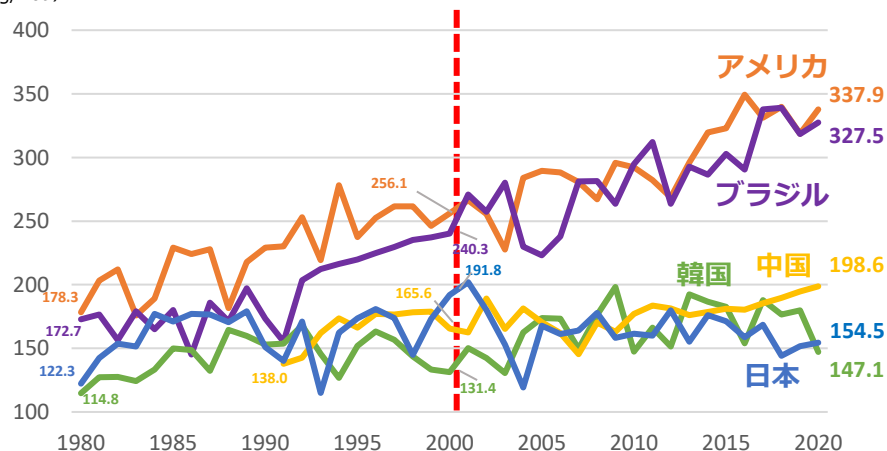
○小麦

(kg/10a)



○大豆

(kg/10a)



過去20年間の変化率

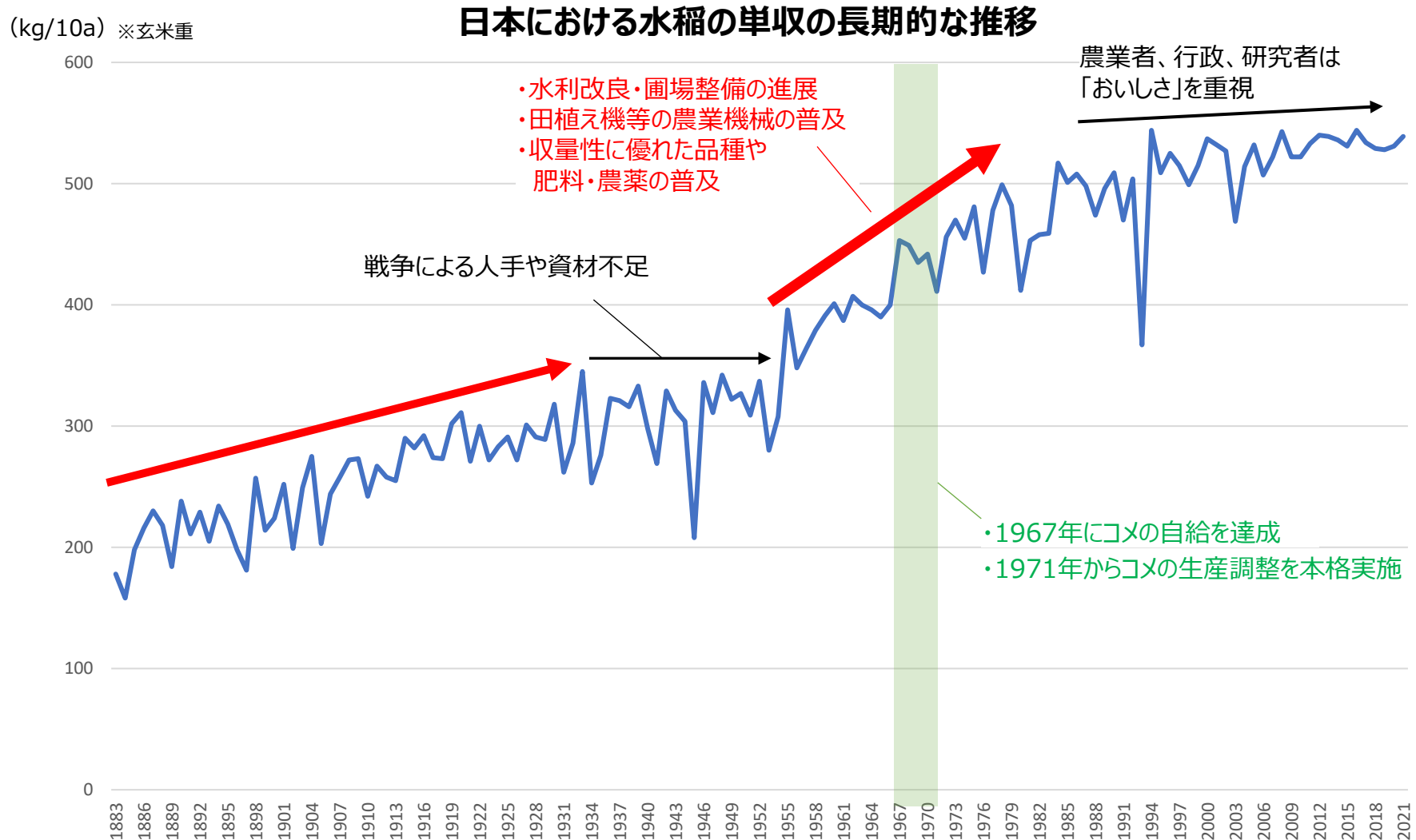
	日本	アメリカ	中国	韓国	フランス	ブラジル
米	106%	122%	113%	101%	—	—
小麦	120%	119%	146%	120%	101%	—
大豆	79%	130%	115%	121%	—	132%

資料：FAOSTATより農林水産省にて作成

注：1999～2001年の3か年平均に対する2018～2020年の3か年平均の比を算出
変化率が1割増加の国・品目のセルに着色

日本の米（水稲）の単収について

- 米について、日本では栽培技術の向上や品種改良等を積み重ね、記録が残されている1883年以降の100年間で単収は約3倍（約180kg→約500kg）に増加。
- その後、米の供給過剰を背景として、良食味を求める消費者ニーズに応える品種開発に重点を置くことによって、単収の伸びは鈍化。2000年代以降は、単収はほぼ増加していない（2000年 537kg → 2021年 539kg）。

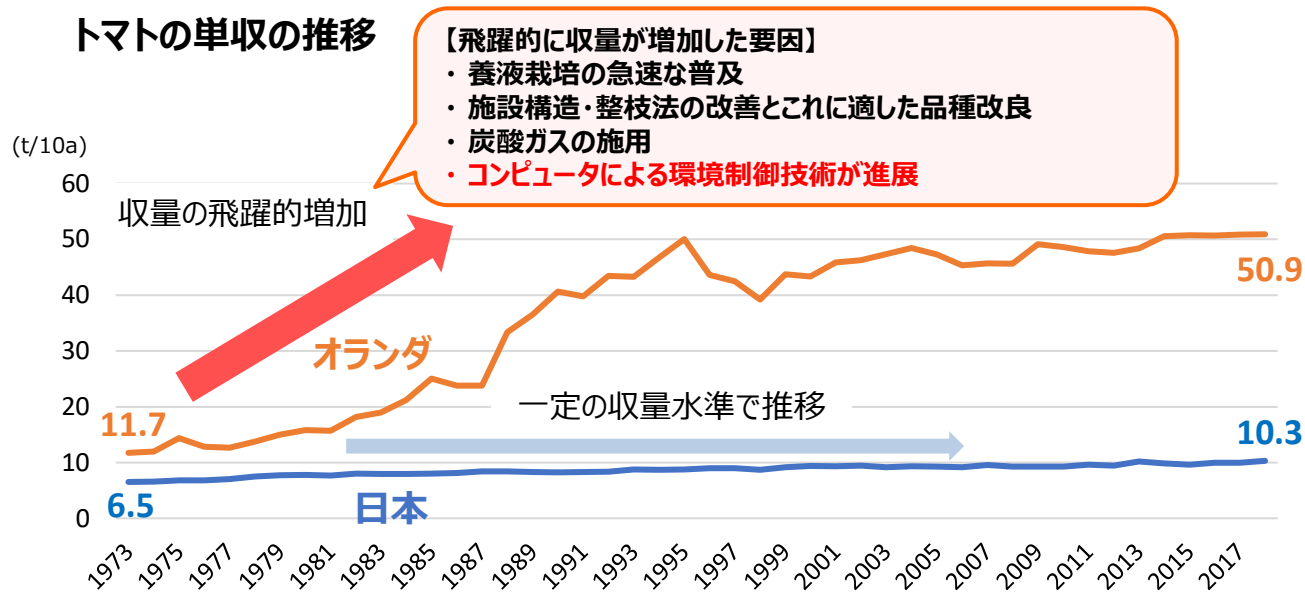


資料：農林水産省「作物統計」

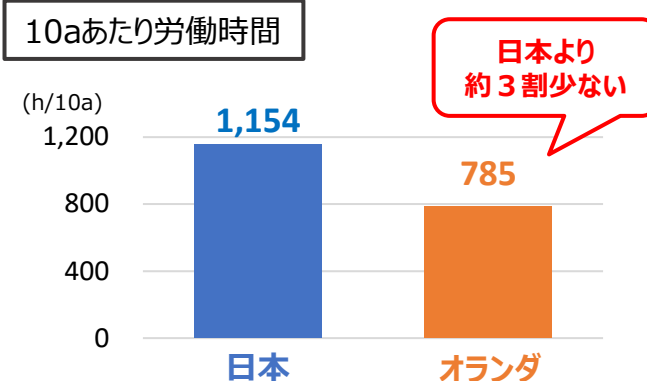
日本及びオランダにおける施設野菜の生産性

- 施設栽培が大宗を占めるトマトについて、オランダの10 a 当たり収量は、養液栽培や炭酸ガス施用の普及により、1980年代より増加。中でも、コンピュータによる環境制御技術が進展した1985年以降は、飛躍的に増加。
- 一方、日本の10a当たり収量は、低い水準で伸び悩み。労働時間についても、日本とオランダでは大きな開きが生じている。
- イチゴ、きゅうりについても、オランダと比べて単収には大きな開きがある。

トマトの単収の推移



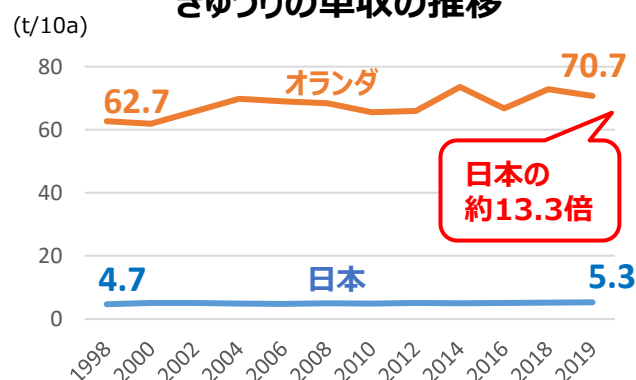
大玉トマト栽培における労働時間



イチゴの単収の推移



きゅうりの単収の推移



収量1トンあたり労働時間



資料：オランダ中央統計局「Centraal Bureau voor de Statistiek」、農林水産省「野菜生産出荷統計」＜冬春トマト＞、＜イチゴ＞、＜きゅうり（露地含む）＞より農林水産省にて作成

資料：WageningenUR「Quantitative Information on Dutch greenhouse horticulture 2016 2017」、農林水産省「営農類型別経営統計」（2016年）より農林水産省にて作成

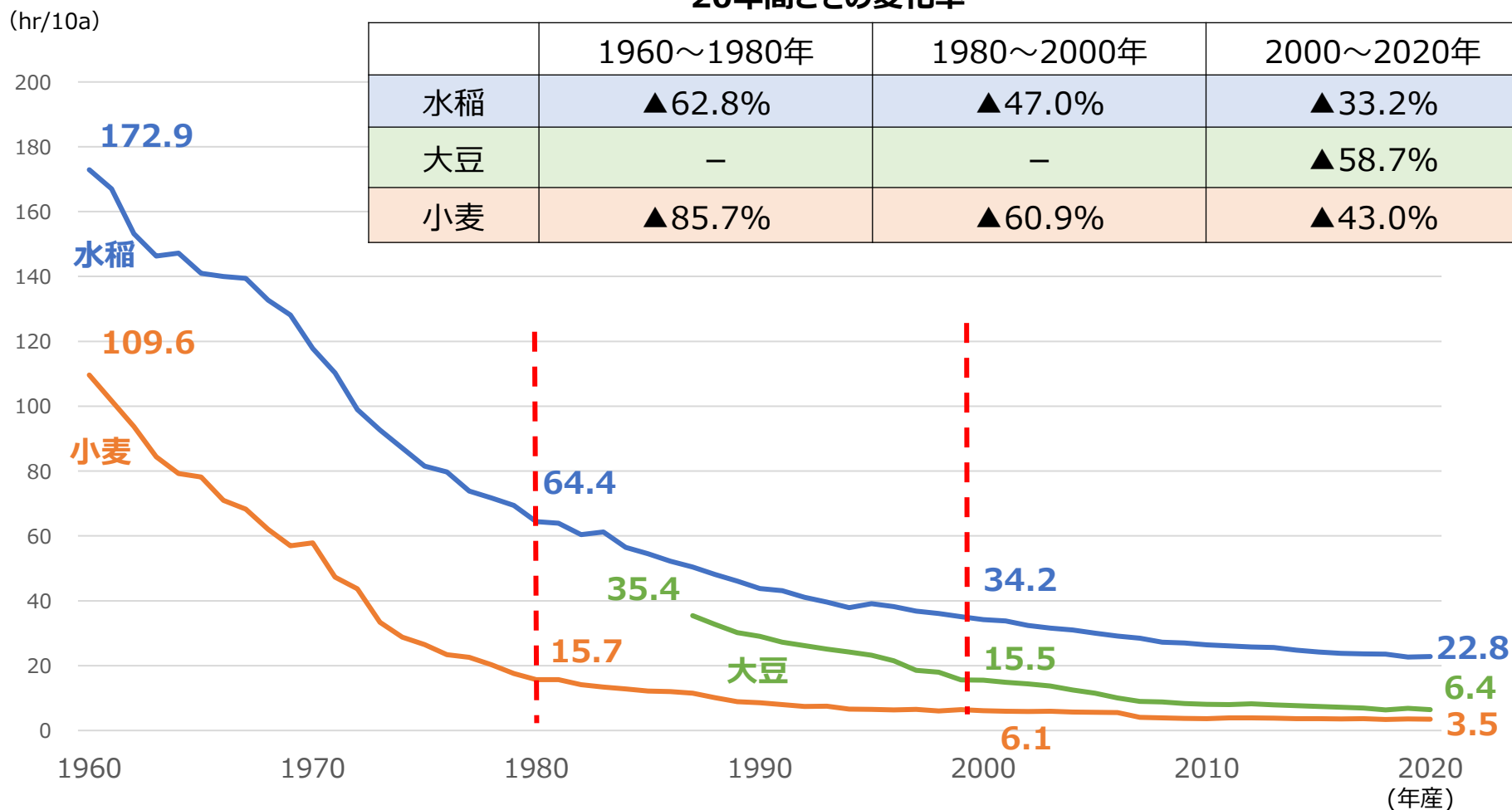
日本の水稲・小麦・大豆の単位面積当たりの労働時間の推移

- 1960年以降、水稲・小麦・大豆ともほ場整備や機械化の進展等により労働時間が大幅に減少。
- ここ20年間における減少率は以前より小さくなってきており、更なる労働生産性の向上に向け、技術的なブレイクスルーが必要。

10a当たり労働時間の推移（全国平均）

20年間ごとの変化率

	1960～1980年	1980～2000年	2000～2020年
水稲	▲62.8%	▲47.0%	▲33.2%
大豆	—	—	▲58.7%
小麦	▲85.7%	▲60.9%	▲43.0%



資料：農林水産省「農業経営統計調査」

注：1994年産までは直接労働時間、1995年産以降は直接労働時間と間接労働時間の合計。

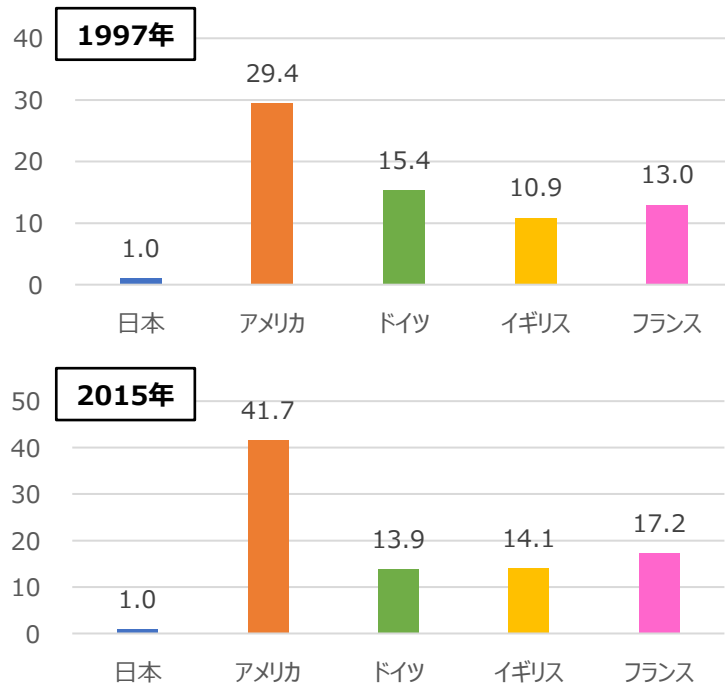
付加価値に着目した労働生産性

- 日本の農林水産業の付加価値労働生産性の水準は先進諸国と大きな差。
- 日本の労働生産性平均上昇率は停滞傾向にあり、2010年以降は、-1.1%へと落ち込んでいる。これは、長期デフレにより、価格が上がらなかったことも要因の一つと考えられる。
- また、日本では、企業の経営がなされている欧米と比べ、利益を上げるために生産性を上げる意識、コスト意識が低いと考えられ、このことが労働生産性が著しく低い一因となっている可能性。

○労働生産性の算出方法

$$\text{労働生産性} = \frac{\text{付加価値額}}{\text{労働投入量}} \quad (\text{具体の算出方法は資料(注)のとおり})$$

農林水産業の付加価値労働生産性の各国比較 (日本 = 1とした指数)

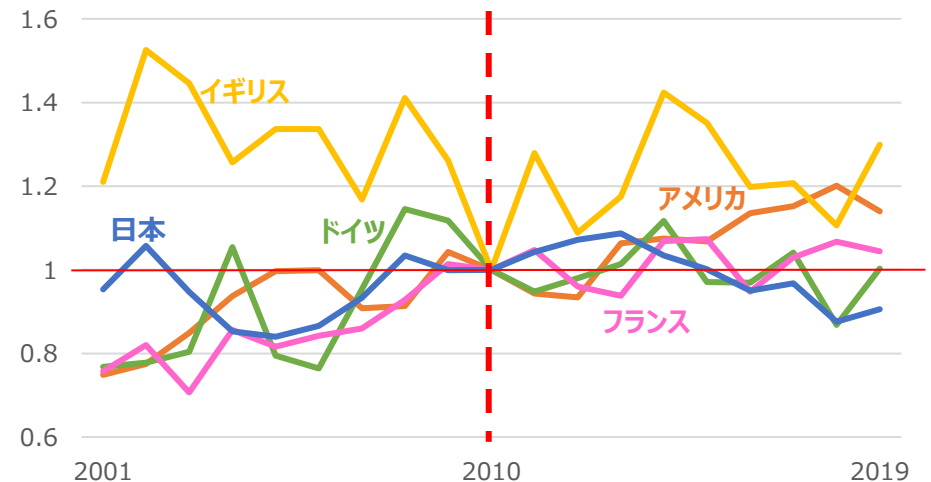


資料：公益財団法人 日本生産性本部「生産性レポートVol.7 産業別労働生産性水準の国際比較」を基に農林水産省作成。

注：KLEMSデータベース及びJIPデータベースを使用。

付加価値額を労働時間で除した値を購買力平価(PPP)換算し、各国の労働生産性の比率を算出。

各国の農林水産業の付加価値労働生産性の時系列比較 (各国の2010年を1とした指数)



<平均上昇率>

	1998～2019年	(前半) 1998～2009年	(後半) 2010～2019年
日本	0.3%	1.4%	-1.1%
アメリカ	2.9%	4.8%	1.5%
ドイツ	1.6%	4.1%	0.0%
イギリス	2.7%	4.9%	2.9%
フランス	1.9%	3.4%	0.5%

資料：公益財団法人 日本生産性本部「労働生産性の国際比較2021」より抜粋。

注：OECD等公表データを使用。

PPP換算した付加価値額を労働投入（就業者数や総労働時間）で除して算出。

2010年時点の実質付加価値労働生産性を1として指数化して推移を比較。

2. 基本法制定以降の情勢の変化

(2) 生産性向上に向けた技術開発

- ー 農業分野においても、ITやロボット技術など先端技術を活用した、生産性を飛躍的に向上させる技術革新（ブレークスルー）が起きており、これの実用化、普及が課題。
- ー また、データ処理技術・通信技術等の情報技術も進展しており、農業分野においてもこうした技術進展を取り込めるよう、ソフト面・ハード面含めたデータ基盤をしっかりと提供していくことも必要。
- ー スマート農業については、産学官が精力的に推進してきた結果、研究開発や社会実装の面で一定の成果があった一方、その実装に当たっては導入コストの低減が課題。そのため、農業支援サービス事業者へのアウトソーシングが必要。
- ー 農業支援サービス事業者の育成が急務であるが、資金面・普及面での課題が存在。
- ー 生産性向上には品種開発も重要であるが、国や都道府県の研究開発力は弱体化しており、将来的な新品種の供給体制に不安。現行の国・都道府県を中心とした育種システム・体制の刷新が必要。

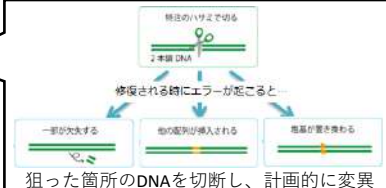
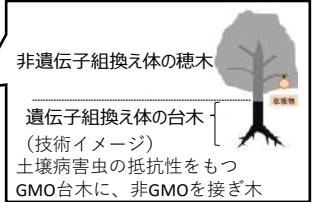
生産性向上につながる先端技術

- ITやロボット、AI等の先端技術の著しい進展を背景に、農業分野においても、生産性向上に貢献するスマート農業（欧米では精密農業）や画期的な育種技術の開発や普及が国内外で進められてきた。

【スマート農業関係の技術（例）】

自動運転	作業軽減	センシング/モニタリング	環境制御	経営データ管理	生産データ管理
ロボットトラクタ - 有人－無人協調システムにより、作業時間の短縮や1人で複数の作業が可能 (例：無人機で耕耘・整地、有人機で施肥・播種) 1人当たりの作業可能面積が拡大し、大規模化に貢献	自動操舵システム - 自動で正確に作業できるため、大区画の長い直線操作などでも作業が楽になる。非熟練者でも熟練者と同程度の精度、速度で作業が可能 - 作業の重複幅が減少し、単位時間あたりの作業面積が約10～25%増加	収量センサ付きコンバイン - 収穫と同時に収量・水分量等を測定し、ほ場ごとの収量・食味等のばらつきを把握 - 翌年の施肥設計等に役立てることが可能	ハウス等の環境制御システム データに基づきハウス内環境を最適に保ち、高品質化や収量の増加・安定化が可能 	経営・生産管理システム - ほ場や品目ごとの作業実績が見える化 - 記録した情報をもとに、生産コストの見える化や栽培計画・方法の改善、収量予測等に活用可能 - 機能を絞った安価な製品から、経営最適化に向けた分析機能等が充実した製品まで幅広く存在	
 (技術イメージ) 人は斜面に立つことなく操作	リモコン草刈り機 急傾斜地等での除草作業で使用可能な、リモコンにより遠隔操作する草刈機	ドローン/人工衛星 センシングによりほ場間のばらつきを把握し、適肥やばらつき解消により収量が増加		 (技術イメージ) 航空画像マップで圃場見える化	家畜の生体管理システム 牛の分娩兆候や反芻状況、生乳量など情報を一元管理
農業データ連携基盤（データ連携プラットフォーム）					

【育種関係の技術（例）】（※新たな育種技術 NPBT）

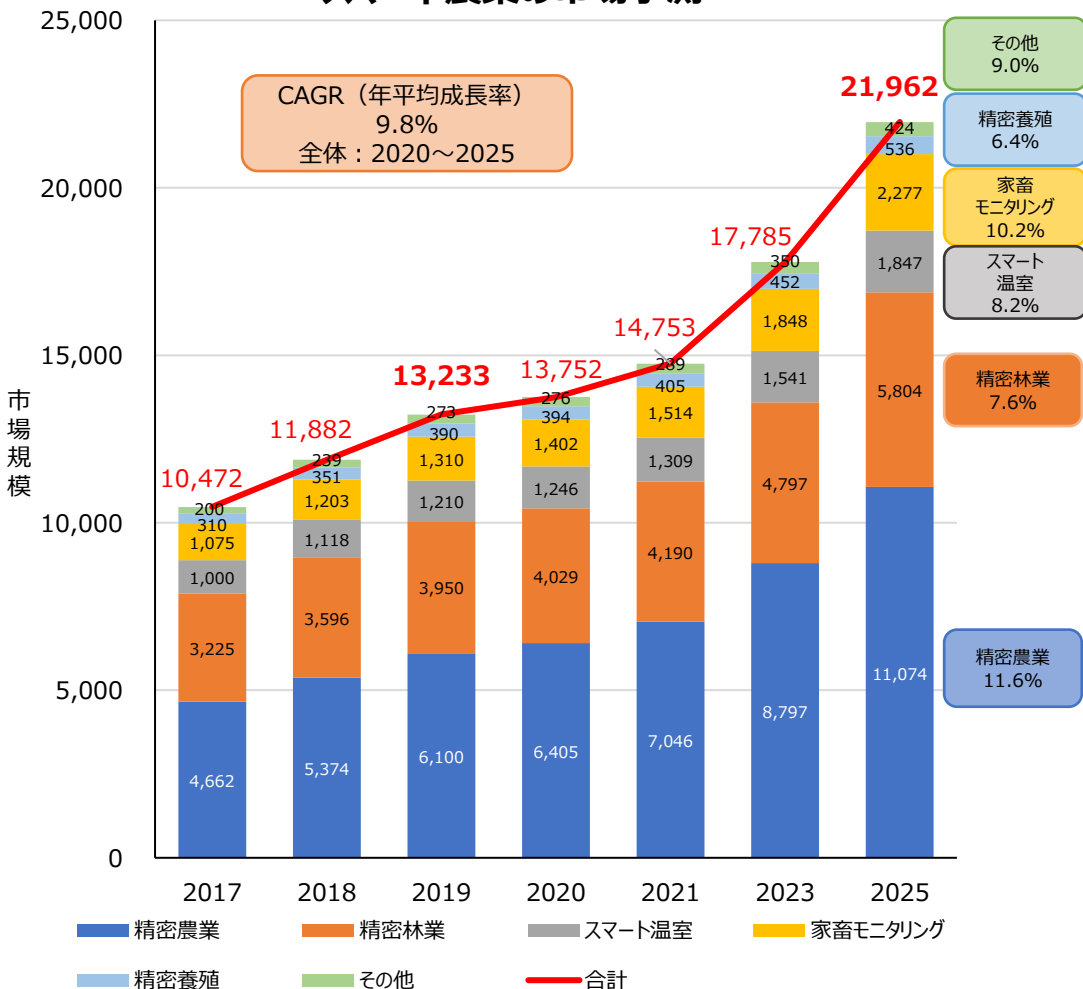
慣行（突然変異育種法）の育種効率を高める技術	慣行（交雑育種等）の育種年限を短縮する技術	その他
ゲノム編集技術（CRISPR/Cas等） オリゴヌクレオチド誘発突然変異導入技術（ODM） 	シスジェネシス／イントラジェネシス 遺伝子組換え台木を利用した接ぎ木 アグロインフィルトレーション 	逆育種 Seed Production Technology (SPT)

世界のスマート農業市場の予測等

- 世界のスマート農業市場は、2019 年は約 132 億ドルで、2025 年には約 220 億ドルに、日本国内のスマート農業市場は、2019 年約 8 億ドルから、2025 年は約 14 億ドルとなるとの予測。
- 国内市場のみにとどまらず、世界のスマート農業市場の取り込みも視野に研究開発や普及を進めていくことが重要。

(単位：百万ドル)

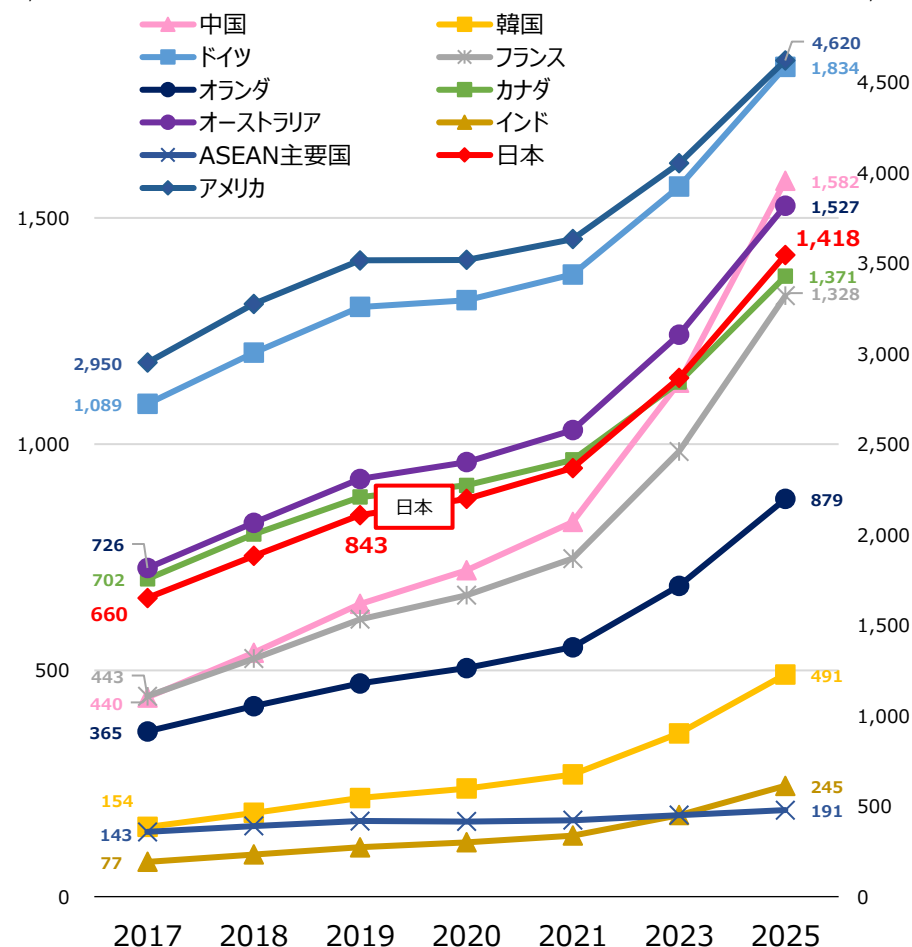
スマート農業の市場予測



(単位：百万ドル)

アメリカ以外
2,000

スマート農業市場の国別推移



資料：特許庁「令和2年度特許出願技術動向調査結果概要 スマート農業」中のグラフ（「Smart Agriculture Market Globalforecast to 2025 (M&M)」より三菱ケミカルサーチにて作成）を基に農林水産省にて作成
注：市場規模の数値は、スマート農業関係のハードウェア、ソフトウェア、サービスの販売額の総額。

海外企業の動き（海外における農機データプラットフォームの動向）

- 欧米では農機メーカーが主導し、農機に関するデータプラットフォームを構築。①国際非営利組織AgGateway、②米国ジョンディア社が主導するDataConnect、③ドイツDKE-data社が運営するAgri Router。

①AgGateway（国際非営利組織、2005～）

- **デジタル農業の推進のための標準化を行う事**を目的に設立。
※本拠地アメリカ、主要大陸に拠点を設置
- 農機や生産領域に留まらず、フードバリューチェーンの幅広いテーマに関連する相互運用性を向上させる標準化に取り組む。
- オープンソースのデータ交換技術**ADAPT**、契約、在庫、請求、売上報告などのデータ連携を目的に農薬・肥料等500万以上のアイテムの製品共通コード等を定めた**AGIIS**等を提供する等、様々な活動を実施。

ADAPT Toolkit	異なるソフトウェアとハードウェアシステムをシームレスに接続できる精密農業のためのオープンソース。共通API、およびオープンソースと独自のデータ交換プラグインの組み合わせで構成。
AGIIS (AgGateway's Ag Industry Identification System)	農業会社間の効率的な連携の基本的な構成要素として550万の事業体と、作物保護化学物質、種子、肥料に至るまで23万の農産物のデータを格納。

【主な参画企業等】 緑字：農機メーカー

ジョンディア、クラス、アグコ、CNH、バイエル（化学メーカー）、シンジェンタ（化学メーカー）等

- ※ 他にも、農業小売、農業資材メーカー、農機メーカー、ICT企業等、参加者は広範。北米だけで200社以上が参画。

資料：農林水産省「令和2年度海外異分野動向調査報告」、AgGateway HP

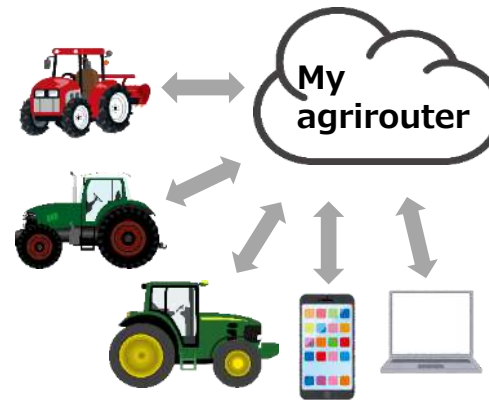
②Data Connect（米国、2022～）



資料：John Deere UK&IE ホームページ

- ジョンディア社（米国の農機メーカー）、クラス社（欧州最大の農機メーカー）、365FarmNet（クラス社の子会社）がプラットフォーム間の連携を図る。
- 農機から取得できる農業情報をリアルタイムで確認することができるデータの連携基盤。デバイス・メーカーを問わずデータの共有が可能。

③Agri Router（欧州、2017～）



ドイツDKE-data社が展開する農業プラットフォーム。農業機械やソフトウェアが生成する種々のデータを、他のシステムに連携・転送することが可能。

【主な参画企業等】 緑字：農機メーカー
サームドイツファール、アグコ、CNH、ホルマー、クーン、トプコン、クローネ、ノルトツッカー（砂糖メーカー）、ザルビオ（化学メーカー-BASFのブランド）

※ コンソーシアム21社、パートナー企業41社参画（2019年時点）

スマートフードチェーンの構築による生産性向上等

- 生産（川上）から販売・消費（川下）までの様々なデータを繋ぎ、これらデータの相互利用を可能とするスマートフードチェーンを構築することにより、農業や食品産業等のフードチェーン全体の生産性の向上を図っていくことが必要。
- 農林水産省では、内閣府の研究開発プログラム「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」の下、スマートフードチェーンの構築や各種機能実証等を進めている。

生産（川上）（生産・収穫・選別）

流通・加工（川中）（集荷・輸送・貯蔵・加工）

販売・消費（川下）

スマートフードチェーンプラットフォームの構築

- ・生産から販売・消費までのデータ連携の実現、開発したシステムの実装
- ・生産・出荷データのフォーマット標準化、需要・収穫予測システムを活用した需給マッチング
- ・生産者や流通関係者がスマートフードチェーンを活用して農産物の流通情報等を消費者へ公開する新たな規格の検討（JAS制度活用検討）



【精密な出荷予測システムの構築】

- ・実需者ニーズに応えるドローン、衛星画像や生育モデルを用いた出荷予測（キャベツ・レタス等）



【適正品質を確保する収穫技術の開発】

- ・栽培条件と品質変動の関係を踏まえた生産支援システム開発（バレイショの打撲抑制等）



【ロボット農機の開発】

- ・遠隔監視下でのほ場間移動のための、自動走行システムや安全に走行できる農道等の設計手法
- ・中山間に対応するための小型化やロボスタ化、および果樹の防除の自動化



【共同物流システムの開発】

- ・各産地や農業者の出荷情報に基づくAIを活用した共同物流マッチング



【鮮度センサの開発】

- ・近赤外分光法等を用いて品質変化を見える化、食品流通過程における鮮度評価の高度化（カットキャベツ、トマト等）



【需要予測システムの開発】

- ・ID-POS※等を活用した消費者動向の把握と需要の予測



【農産物・食品の輸出促進】

- ・ブロックチェーン等を活用したトレーサビリティシステムの確立による相手国業者等の取引円滑化
- ・多温度帯コンテナによる積載率の向上



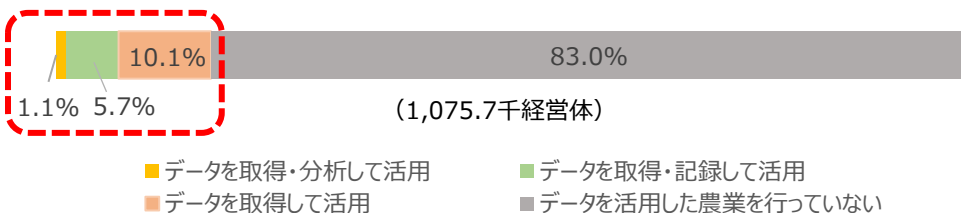
※「ID-POS」とは、POS（商品の販売）データに顧客情報を付加したもの。購買情報を分析することができる。

農業経営体におけるデータ活用の現状

- 諸外国ではデータを活用した農業経営が広まりつつあるが、日本における農業経営体のデータの活用は十分進んでいるとは言い難い。
- 2020年農林業センサスによれば、データを活用した農業を行っている農業経営体数は17%にすぎず、認定農業者又は認定新規就農者のいる経営体で見ても35%程度。また、農業経営主年齢別でみると、40歳代以下では比較的進んでいるが、50歳代以上層のデータ活用は低い水準にとどまっている。

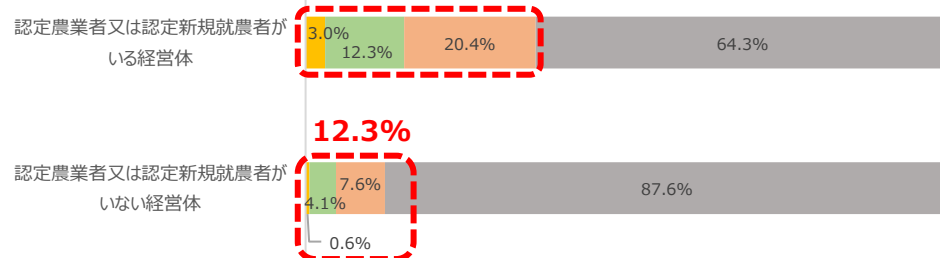
データを活用した農業を行っている農業経営体の割合（全国）

17%



データを活用した農業を行っている農業経営体の割合
（認定農業者又は認定新規就農者の有無別）

35.7%



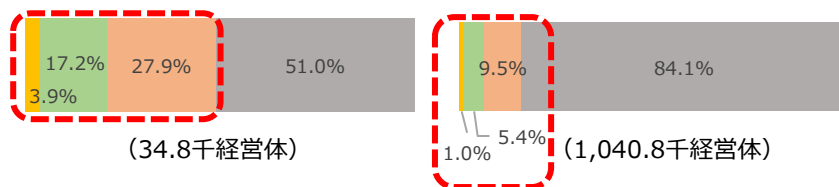
データを活用した農業を行っている農業経営体の割合
（北海道・都府県別）

北海道

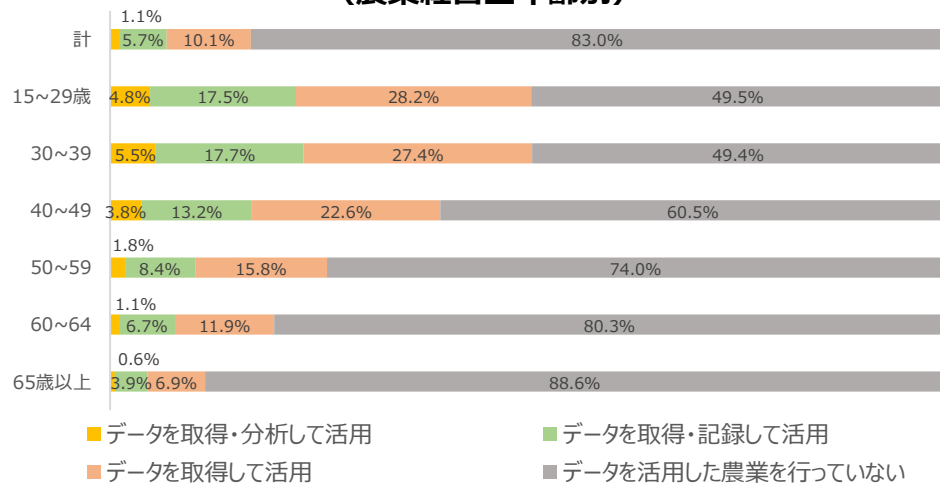
都府県

49%

16%



データを活用した農業を行っている農業経営体の割合
（農業経営主年齢別）



資料：農林水産省「2020年農林業センサス（概数値）」（組替集計）より作成

注1：「データを取得して活用」とは、気象、市況、土壌状態、地図、栽培技術などの経営外部データを農業経営に活用することをいう。

注2：「データを取得・記録して活用」とは、経営外部データに加え、財務、生産履歴、土壌診断情報などの経営内部データをスマートフォン、P Cなどの機器に記録して農業経営に活用することをいう。

注3：「データを取得・分析して活用」とは、上記のデータに加え、センサー、ドローン、カメラなどを用いて、ほ場環境情報や作物の生育状況といったデータを取得し、分析して農業経営に活用することをいう。

デジタル技術を活用した新たな農業・農政への変革（DX）

- 農業者の高齢化や労働力不足が進む中、農業を社会の変化に機動的に対応しながら持続的に成長できる産業とするには、発展著しいデジタル技術を積極的に活用して、経営の高度化や生産から流通・加工、販売等の変革を進め、生産性の向上を図ることが不可欠である。また、農業の担い手や関連産業の事業者がデータに基づく経営を実践できるよう、行政は行政手続のオンライン化等を通じ、データ活用に向けた環境整備を行う必要がある。
- このため、農林水産省では、「農業DX構想」（2021年3月策定）に基づき、データ駆動型の経営により、消費者ニーズに的確に対応した価値を創造・提供できる農業（FaaS（Farming as a Service））の実現に向けて様々なDXプロジェクトを展開している。

農業DX実現のためのプロジェクト

デジタル社会の本格的到来／
デジタル3原則を徹底したデジタルガバメントの実現

ロボット、AI、IoTなどスマート農業の現場実装の加速化
（2025年度にほぼ全ての担い手がデータに基づく経営を実践）

eMAFF地図による現場の農地情報の一元的管理（2022年度～）

農山漁村起業促進プラットフォーム・INACOMEによる農村地域課題の解決（2020年度～）

eMAFFによる法令や補助金などの行政手続のオンライン化と業務の効率化
（2022年度までにオンライン化率100%を目指す）

RPA、AI-OCR、BIツール等の業務への積極活用（随時）

データサイエンティストの育成とEBPMの実行（2020年度～）

行政手続のオンライン化を可能にする農林水産省共通申請サービス（eMAFF）（2021年度から運用開始）、農林水産省地理情報共通管理システム（eMAFF地図）の整備（2022年度から一部運用開始）

農業者とダイレクトな情報の受発信ができるスマートフォン・アプリ（MAFFアプリ）の運用（2020年5月～）

農林水産分野におけるデジタル変革の主要なプレイヤーと役割

主要なプレイヤー

役割

農業者・食品事業者など

データを活用して消費者・利用者に優れた顧客体験を提供

IT企業・アグリテック企業など

ITベンダー、スマート機械・機器開発メーカー、ソフトウェア開発企業、ITコンサルなど

農業者や食品事業者等に優れたデジタル技術やデータを活用したサービスを提供

国・地方の行政機関/各種の研究機関

データに基づく政策や研究成果を通じて、農業者やIT企業・アグリテック企業などが活動しやすい環境や経営に有用なツール（制度、資金、技術、知見等）を提供

政策担当職員/研究者

データに基づき農業者やアグリテック企業等に有用な政策や研究を企画立案・実行

内部管理業務担当職員

デジタル技術を活用した業務見直しにより、政策や研究の企画立案や実行に集中できる環境を作る

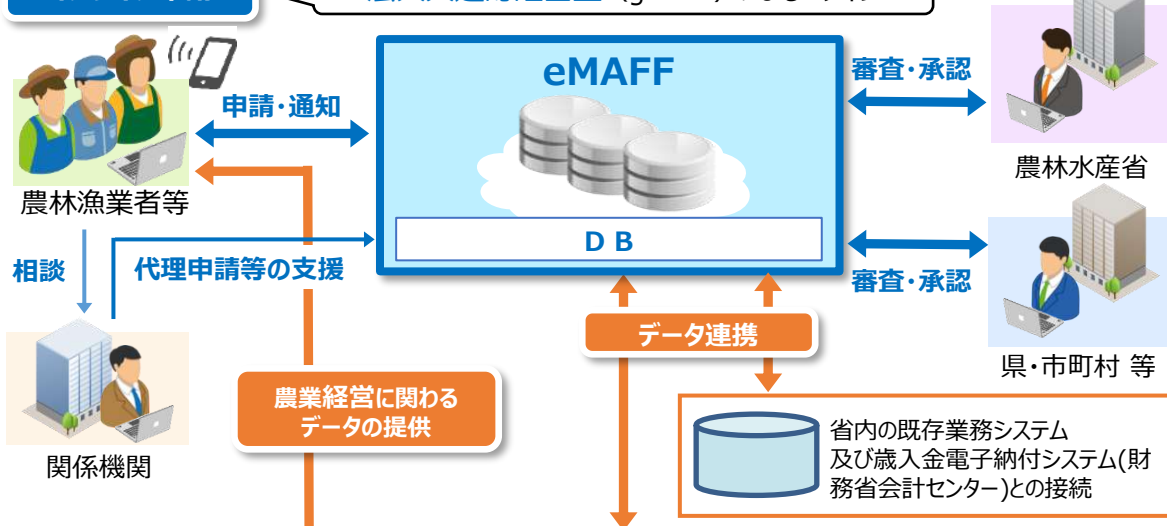
eMAFFとeMAFF地図

- 農林水産省共通申請サービス（eMAFF）は、農林水産省が所管する約3,300の行政手続をオンライン化し、利用者の利便性を向上させるもの。農林水産省地理情報共通管理システム（eMAFF地図）は、農業に必要不可欠な農地に関する様々な制度のデータをデジタル地図の技術を活用して統合し、農地関係業務の抜本的に効率化するもの。
- eMAFF/eMAFF地図に集約される鮮度の高いデータは、申請者自ら経営に活用できるほか、申請者の同意を得た上で農林水産省や地方自治体、民間機関等が、農業経営の発展に貢献できる政策やサービスの企画立案に活用可能。
- さらに、eMAFF/eMAFF地図に集約されるデータと他のデータを組み合わせ、食料、農業、農村の各施策に活用できるようにするためのデータ活用基盤の整備や人材の育成・確保等を進めていく必要。

eMAFFとeMAFF地図

オンライン申請

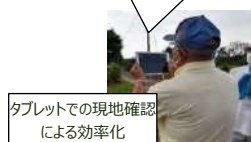
法人共通認証基盤（gBizID）によるログイン



eMAFF地図

（農地の現場情報を統合）

日本型直接支払い関係の3台帳
共済台帳
水田台帳
農地台帳
筆ポリゴン
不動産登記簿情報



地図、農地区画、気象、土壌、育成予測等の関連データ

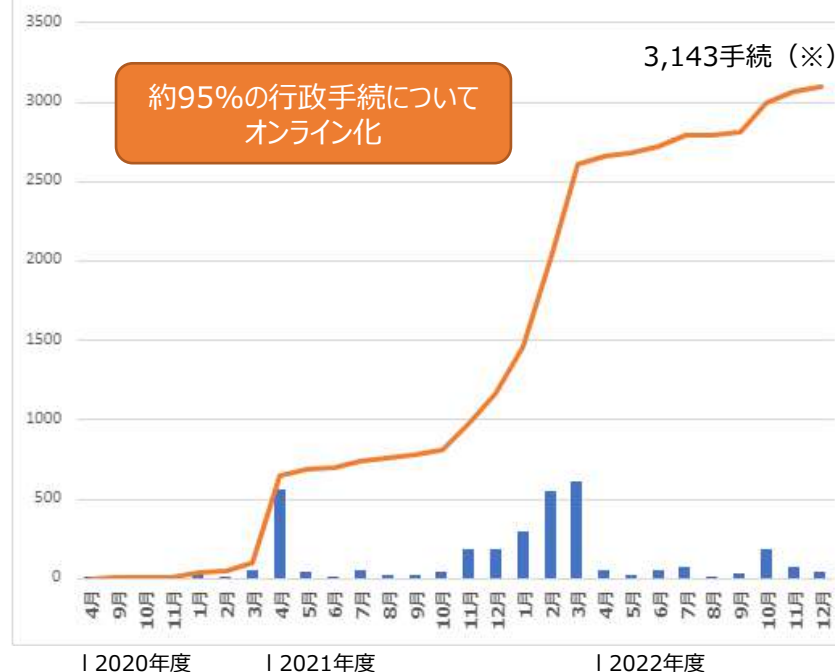


農業データ連携基盤
個別事業システム 等

eMAFFによるオンライン実装手続数

2022年12月8日時点

オンライン化数の推移(月次)

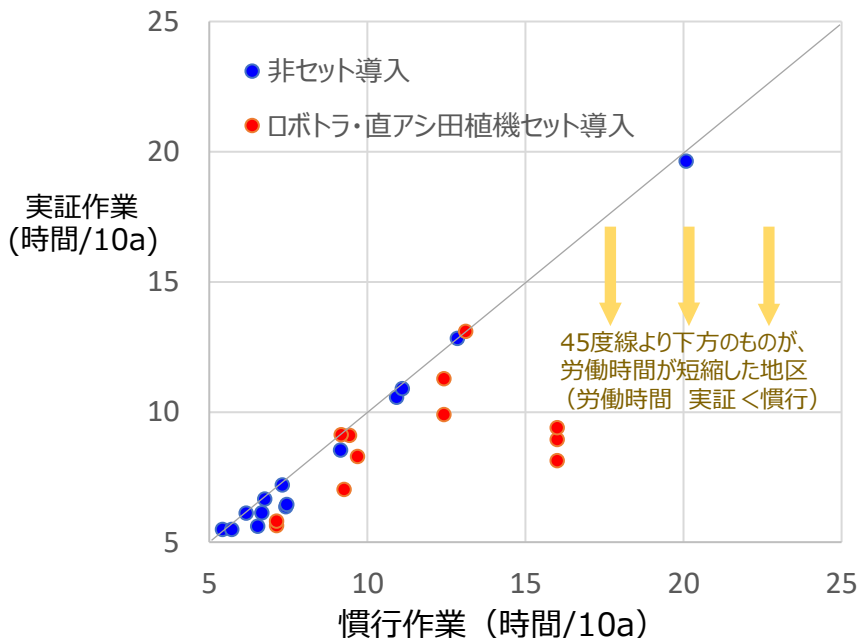


※オンライン化済手続数は、カウントの仕方で異同があり得る。

スマート農業実証プロジェクトの実証成果（2019年度採択の水田作30地区）

- 生産性向上等を飛躍的に推進する切り札として、2013年以降の政府の各種戦略等において、ロボットやAI等の先端技術を活用したスマート農業を推進していくことが明記され、これまで産学官一体となってスマート農業に関する研究開発や普及に向けた取組を推進。
- 2019年度以降、全国205地区で生産性や経営改善に関する実証を行う「スマート農業実証プロジェクト」を展開。
- 2019年度に採択された水田作30地区では、総労働時間は平均9%削減、単収は平均9%増加した（各農場平均）。

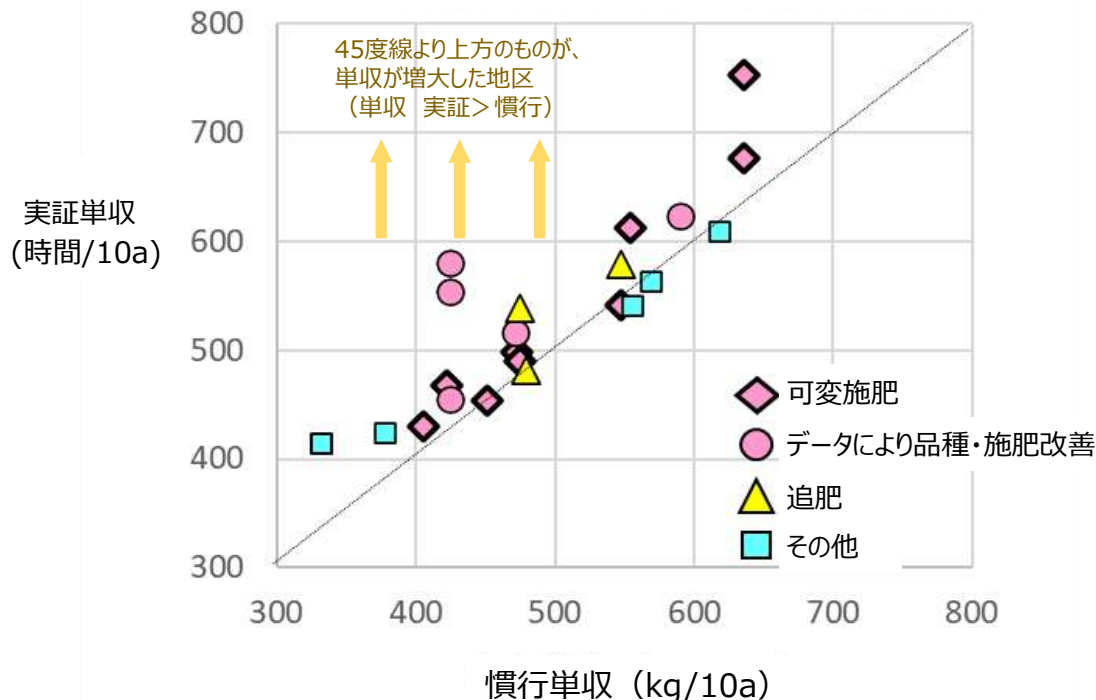
実証と慣行の10a当たり労働時間分布図



【労働時間の削減効果】

- ✓ 労働時間は平均9%削減
- ✓ 実証地区の約3割にて、10%以上の削減効果
（正確な比較が可能であった実証地区数ベース）
- ✓ 自動運転トラクタ及び直進アシスト田植機をセット導入した地区では、セット導入していない地区と比べて、より大きく削減

実証と慣行の10a当たり単収分布図



【単収の向上効果】

- ✓ 単収は平均9%増加
- ✓ 単収増加は、センシングデータ等に基づく可変施肥や、それに加えて品種構成・施肥設計を改善した地区において顕著にあらわれた

スマート農業実証プロジェクトの実証成果（水田作及び果樹作での個別事例）

- 水田作では、自動運転トラクタ・田植機やドローン等の利用により労働時間の削減が図られたほか、収量コンバインのデータを活用した施肥の適正化等により単収が向上した事例が見られた。
- 果樹では、環境データ等の活用により施肥や給水が最適化できたことにより、単収増や品質向上につながり、増加した機械・施設費を差し引いても利益増につながる事例が見られた。

大規模水田作 (雇用型法人)

主な導入技術

- ・ 収量コンバイン
- ・ 営農管理システム

経営面積：160ha
実証面積：160ha



収量コンバイン

実証結果

- ・ 収量コンバインによる収量データを活用し、圃場ごとに品種・作型の配置を最適化することで、**単収が10%以上増加**。
- ・ 営農管理システムを活用し、圃場ごとの労働時間データ等に基づき作業計画・人員配置を効率化。**総労働時間を7%削減**。
- ・ 実際に農機の最大稼働面積まで経営展開し、経費増を抑制。**単収向上による収入増加を図り、利益6.5万円/10aを確保**。

	10a当たり（千円）	
	慣行区	実証区
収入	128.2	142.0
経費	80.9	77.1
うち機械・施設費	12.1	14.6
うち労働費	13.7	12.8
利益	47.3	64.9

果樹 (みかん)

主な導入技術

- ・ 気象ロボットによる環境モニタリング
- ・ マルドリ栽培※
- ・ AI選果機

経営面積：2.9ha
実証面積：0.3ha



気象ロボットによるマルドリ栽培

※園地の地面をマルチで覆い、ドリップにより点滴給水と施肥を同時に行う栽培方法

実証結果

- ・ 気象ロボットによる環境データや各種作業記録、果実重等をクラウドシステムで集積。集積したデータを活用し、給水・施肥を最適化したマルドリ栽培により、**単収を83%増加**。
- ・ 選果時間は、AI選果機により慣行並みに抑制。**(作業効率1.6倍)**
- ・ 単収増と品質向上により販売収入が約2倍に増加。機械・施設償却費の増加にもかかわらず、**10a当たりの利益が約45万円増大**。

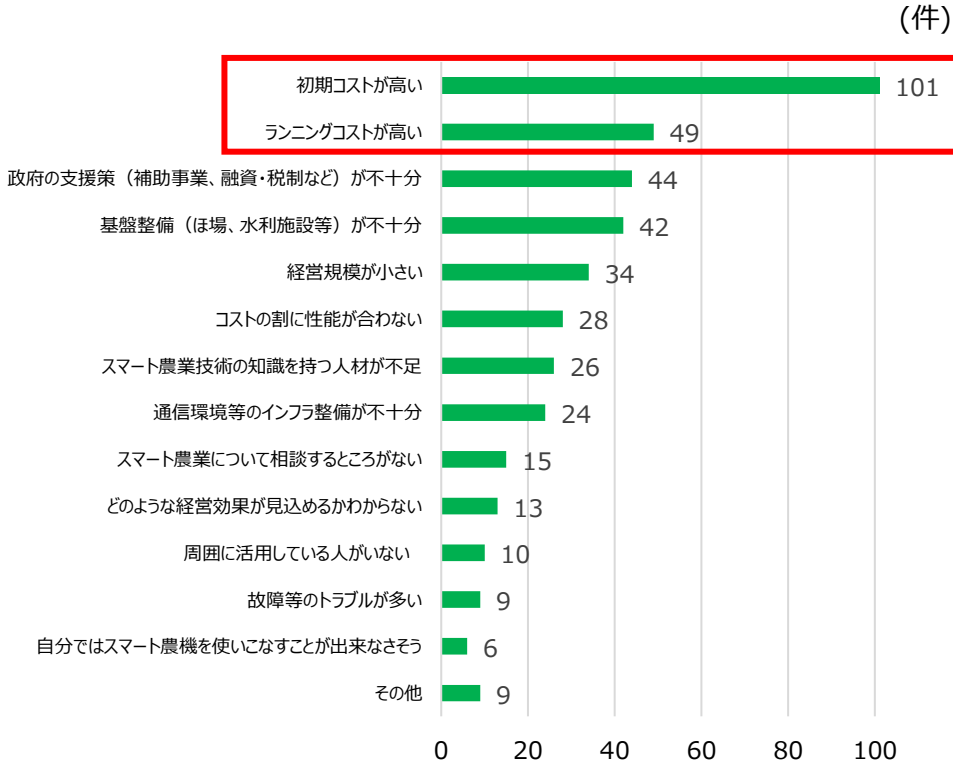
	10a当たり（千円）	
	慣行区 (スプリンクラー)	実証区 (マルドリ方式)
収入	1,030	2,229
経費	962	1,713
うち機械・施設費	122	151
うち労働費	321	312
利益	68	516

スマート農業の導入推進における課題

- スマート農業実証プロジェクト等を通じて、労働時間の削減や収量増大等の効果を確認できた一方で、初期コスト、ランニングコストがネックとなってスマート農業の導入が進まないという実態があり、スマート農業実証プロジェクトにおいても、導入コスト（機械・施設費）等が利益を圧迫し、赤字になっている事例も確認されている。
- スマート農業を推進する上で、導入コストを低減していくことが必須であり、そのためには農業者が個別に高額なスマート農機を導入するのではなく、スマート農業技術を活用したサービスを展開する農業支援サービス事業者へのアウトソーシング（作業委託）を推進する必要。

導入を希望するものの現時点で導入していない理由

（農業者178名、複数回答可）



上記178名のうち**37.1%**が「収益上のメリットがあれば、価格に関わらず購入したい」と回答。

＜実証プロジェクトの事例＞

経営概要（2020年度）	実証内容
労働力構成：家族4名 臨時雇用3名	自動運転トラクタ、直線アシスト田植機 水管理システム、ドローン（防除等）、 自動運転アシストコンバイン、 自動箱並べ機、自動操舵システム、 可変施肥肥料散布機
経営面積：水田23.1ha トマト0.3ha	
実証面積：23.1ha	

経営体当たり（千円）

	慣行区 （2018年度）	2020年度
収入	34,700	41,550
水稻	29,395	35,319
トマト	4,223	6,124
その他	1,082	108
経費合計	29,117	43,028
種苗費	1,500	1,134
肥料費	3,031	4,384
農薬費	865	944
機械・施設費	4,596	15,466
労働費	9,990	7,992
（労働時間（時間））	（6,660）	（5,328）
その他費用	9,135	13,109
利益	5,584	-1,478

農作業委託によるスマート技術の導入

- スマート技術を用いた、例えば、ドローンによる防除の代行、データを駆使したコンサルティングなどのサービスを提供し、農業者をサポートする農業支援サービスが登場。
- 農業者が、スマート技術による作業をアウトソーシングすることにより、農業者のスマート技術導入にかかる過剰投資が防げることとなる。

サービス事業体 (農協、農薬・肥料等の販売会社等)

提供サービスの一例

専門作業受注型

農作業を受託して
農業者の負担を軽減



- ・ドローンによる防除、追肥作業
- ・リモコン草刈り機等を活用した畦畔管理の代行

データ分析型

農業関連データを分析して
解決策を提案



- ・ドローンを活用した作物の生育状況のセンシング
- ・生産や市況のデータを分析、最適な出荷時期を提案

農作業委託によるスマート技術導入のイメージ・メリット

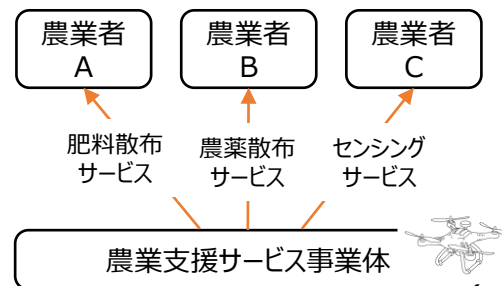
農業者が個別にスマート農機を購入



農業者のデメリット

- 導入コストが高額な上、維持費も必要
- 個別に導入すると稼働面積・稼働時間が限定的となり、費用対効果が低くなる
- 操作ノウハウの習得が必要
- スマート技術は技術革新のスピードが速く、導入後すぐに陳腐化する可能性

農作業委託によりスマート技術導入



農業者のメリット

- サービス料の支払いのみで、高額な導入コストや維持費は不要
- 操作ノウハウの習得が不要
- 常に新製品によるサービスが受けられる

サービス事業体のメリット

- 多くの顧客を獲得することにより、導入や維持に要する費用を賄うことができる

事例 鹿児島県経済農業協同組合連合会

【概要】

JA鹿児島県経済連の若手職員20名をドローンオペレーターとして育成・配置。JA組合員から防除作業を受託し、ドローンを活用した農薬散布作業を代行。

【サービス内容】

- ・ JA組合員からの作業申請の後、JA職員がほ場確認や薬剤選定を行い、県経済連職員が水稻、かんしょ、茶等様々な品目でドローンによる防除作業を実施。
- ・ 一回の防除作業は約5名（オペレーター、薬剤調合者、ほ場案内者等）で実施。

作業料金:約2,600円/10a(薬剤費込、料金は薬剤により変動) 作業時間:約20分/ha ※JA南さつま(かんしょ)の例

農業支援サービス事業の普及に向けた課題

- 農業支援サービス事業体は農業機械の導入等の初期投資のコスト負担、人材育成、農業者とのマッチング等の課題を抱えている。
- 初期投資コストの負担低減や、農業者ニーズに応えられる人材の育成を進めるとともに、農業支援サービス事業体の認知度向上やマッチングができるような環境整備を検討する必要。
- 初期投資コストを円滑に回収するためにも、一定の顧客数が必要であり、農業者の認知度向上が重要。

課題

初期投資のコスト負担

サービスの提供に必要な農業機械の導入など、**初期投資等のコストが高額**となり、回収までに長い時間を要する。

サービス事業体のサービス立ち上げに必要な初期費用

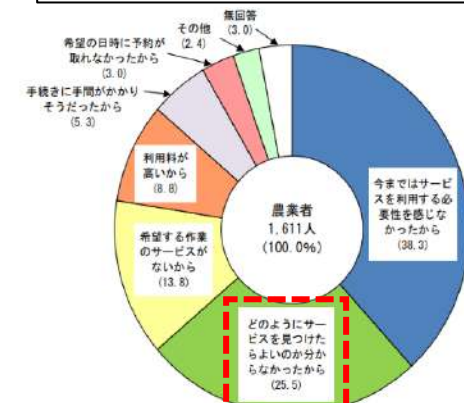
- ・ サービスの開発・実証
- ・ サービスの提供に必要な農業機械等の導入
- ・ 農業機械のオペレーター等専門人材の育成
- ・ サービスの実施のためのシステム開発

農業者からの認知度不足

農業者からの認知度が依然として低く、サービス内容等の情報も十分に農業者に届いていない。

一定以上の顧客を確保できず、稼働率が低ければ過剰投資のリスク。

今後農業支援サービスを利用する意向がある者のうち、現在サービスを利用していない理由



資料：農林水産省
「令和3年度農業支援サービスに関する意識・意向調査」

スキルの高い人材の不足

農業者のニーズに十分にに応えられるスキルを持った人材が確保できなければ、機械を効率的に活用できない。

農業者からの声

- ・ 作業をお願いできる労働力だけではなく、習熟したオペレーターを確保したい。（水稻）
- ・ 花卉園芸は専門性が高い作業が求められるため、求める人材がなかなかいない。（花卉）
- ・ 経験年数や内容は詳細に教えてもらいたい。大型トラクタに乗ってもらいたく、操縦できるかも知りたい。（露地野菜）
- ・ かかる費用だけでなく、技術の成熟度を把握する必要がある。（水稻、露地野菜）

資料：農林水産省
「令和2年度農業支援サービスに係るニーズ等調査委託事業報告書（抜粋）」

対応方向

機械導入等、支援サービス事業体にかかる**初期投資コストの負担軽減**を進める必要。

一層の情報発信を図るとともに、**農業者とマッチングできる環境整備**を進める必要。

農業に関する**技術・知見や経験**が十分にあり、ニーズにあったサービスのできる**人材の育成**を進める必要。

サービス事業体自身の経営拡大（顧客確保）が重要

品種の開発（育種）の役割について

- 優れた品種開発は、①他の農業技術と比べて農業者にとって導入コストが小さい、②広域的な普及による経済効果大きい、③多収や施肥量低減、病虫害の抵抗性、品質向上など、農業者や消費者の幅広いニーズに対応可能であるなどの特長・利点を有しており、生産性の向上等に大きく貢献してきた。
- 多種多様な農業生産上の条件・課題がある日本の農業の特性を踏まえ、多様な特性を備えた品種が作物ごとに育成されてきた。

これまで日本で開発された品種事例

（写真提供：農研機構）

収量性の向上

水稻：にじのきらめき



高温耐性で病害にも強い良食味品種。多収で業務用としても活用され、栽培面積が拡大している。

大豆：フクユタカA1



「フクユタカA1号」「フクユタカ」
「フクユタカ」の栽培性と加工適性はそのままに、難裂莢性を導入し、収量を多くした品種。

良食味・高品質

ブドウ：シャインマスカット



マスカット香を有し皮ごと食べられる大粒ブドウ品種。販売単価の向上に寄与。短期間で主力品種に成長。

カンショ：紅はるか



しっとりとした肉質と極めて高い糖度が特徴。青果用主力品種として全国に普及。輸出拡大に貢献。

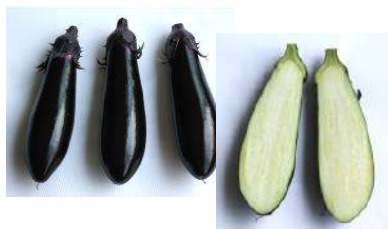
省力化・日持ち向上

イチゴ：恋みのり



大粒で収穫・調製作業の省力化が可能な品種。果実が適度に固く、日持ち性が優れ輸出に適する。

ナス：あのみり



ミツバチ等による受粉をしなくても実が大きくなる品種。省力栽培に寄与。

製パン適性・病害抵抗性

小麦：ゆめちから



国内品種で最もグルテン含量が高く、国産小麦の用途拡大に貢献。病害抵抗性も強く、パン・中華麺用小麦の約3割の国内シェアを占める。

水田活用（飼料）

水稻（WCS用）：つきすずか

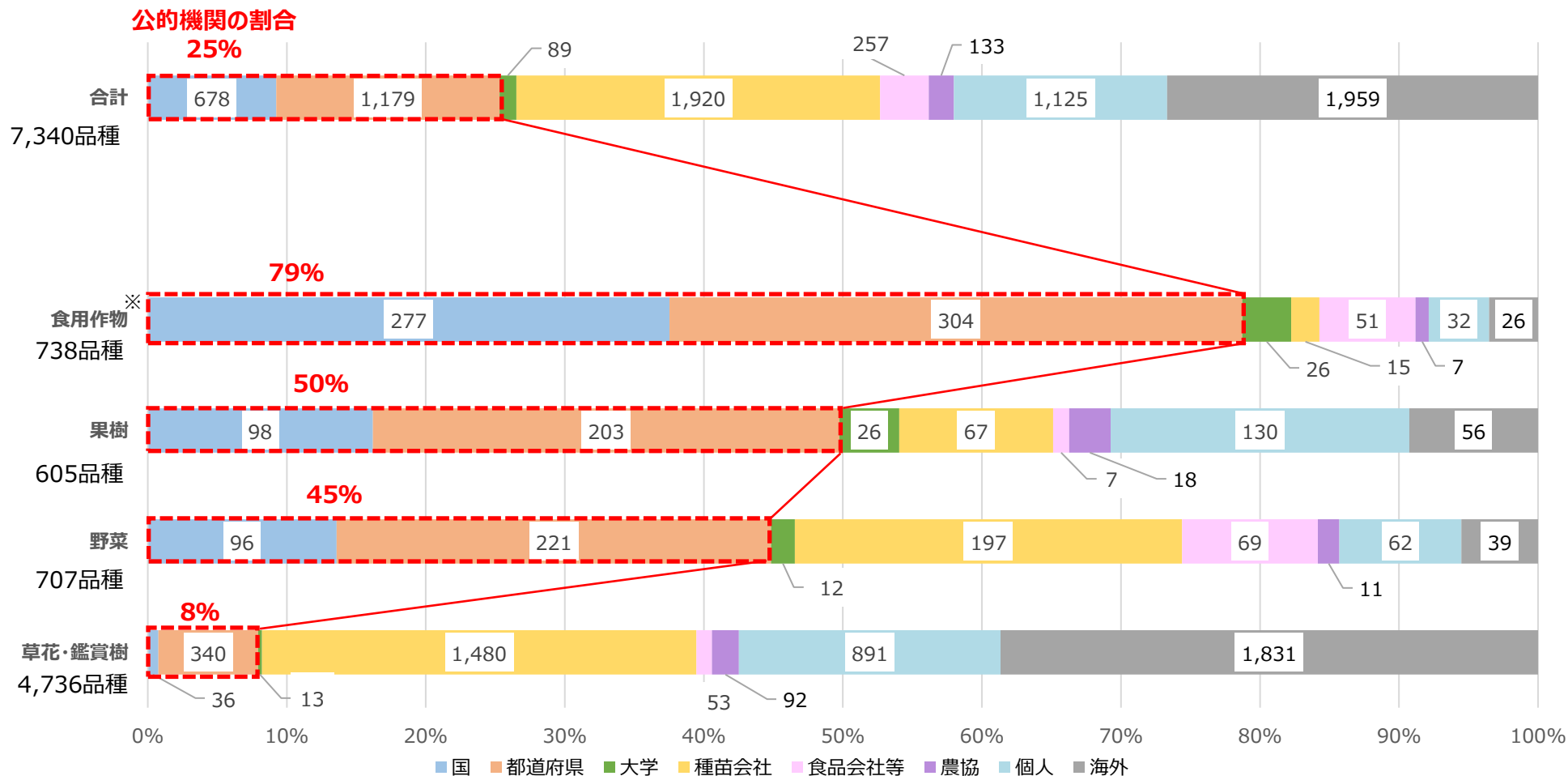


穂が短く、牛の栄養になる茎葉部分が多い稲発酵粗飼料（WCS）専用品種。

日本における登録品種の出願者属性別の内訳等

- 日本の有効登録品種数のうち、穀物やいも類といった食用作物（野菜や果樹は除く）の8割は国等の公的機関が育成したものである一方、野菜や草花・鑑賞樹の過半は民間の種苗会社や個人育種家などの非公的機関によるものが占めている。

日本における有効登録品種数（出願者属性別）



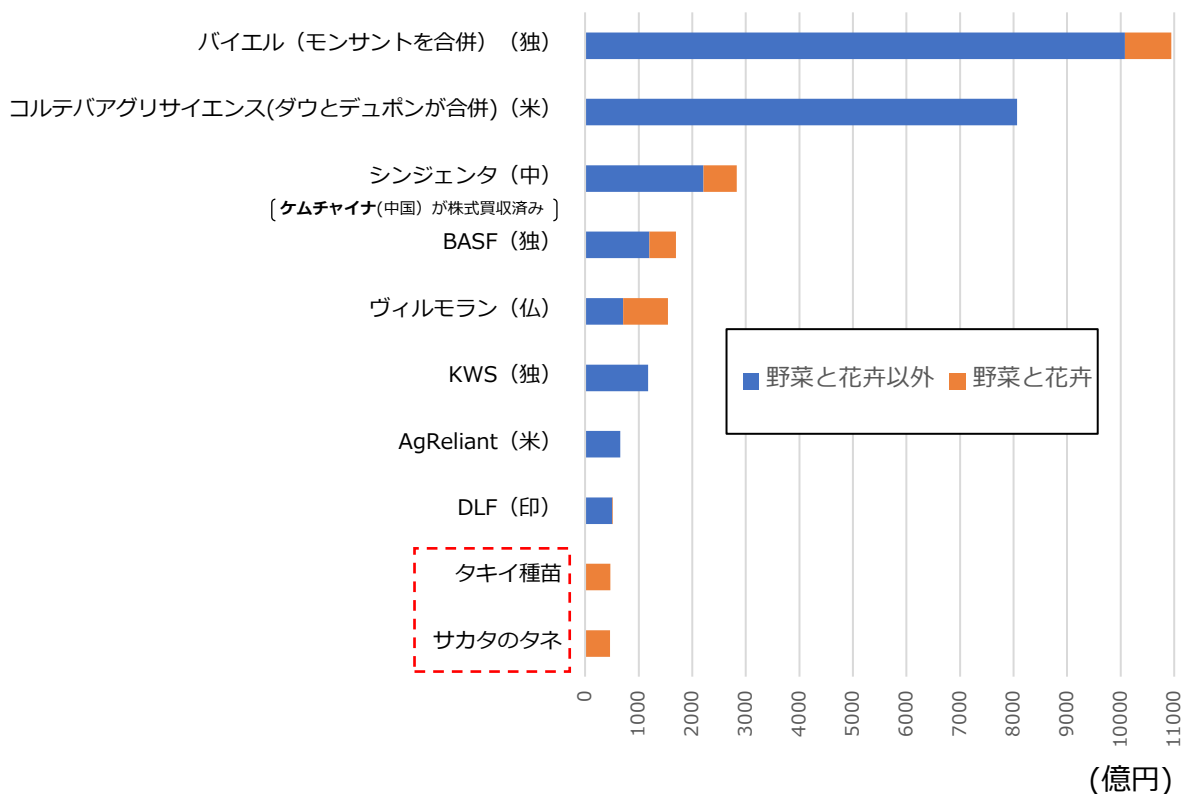
資料：農林水産省知的財産課調べ（2020年度末時点）

注：食用作物は稲、麦類、豆類、雑穀類などの穀物（観賞用、野菜用を除く）、かんしょ、ばれいしょ等のいも類

世界の主要な種苗会社の売上・シェア等

- 世界の主要な種苗会社は近年大幅な再編があり、バイエル（モンサントと合併）（独）、コルテバアグリサイエンス（ダウとデュポンが合併）（米）、シンジェンタ（中国のケムチャイナの子会社化）（中）等が上位を占めており、日本からは、サカタのタネ及びタキイ種苗が世界上位10社に入っているが上位との格差は拡大している。
- 世界の種苗販売の大半は主要穀類が占めているが、日本の種苗会社は野菜や花卉に特化。サカタのタネ及びタキイ種苗は、多くの国に展開しているグローバル企業で野菜種子においては上位を占めており、特に、サカタのタネはブロッコリーで高い世界シェア、タキイ種苗は東南アジアのキャベツで高いシェアを有している。
- 国内市場の拡大が見込めない一方、種苗の国際競争が激化が見込まれており、我が国種苗会社のさらなる輸出拡大や海外展開が重要。

世界の主要な種苗会社の種苗売上高（2017年）



資料：ITPGR調べ(2017)

野菜種子及び花卉種子の主要会社のシェア

	販売実績 (億円)	シェア (%)
バイエル（モンサント）	922	17.0
ヴィルモラン	886	16.3
シンジェンタ	661	12.2
BASF	522	9.6
タキイ種苗	503	9.3
サカタのタネ	491	9.0
DLF	11	0.2
その他	1,784	32.8

資料：ITPGR調べ(2017)

我が国の種苗会社の海外展開事例

サカタのタネ

- ・ブロッコリーの約65%、トルコギキョウの約75%、パンジーの約30%の世界シェア

タキイ種苗

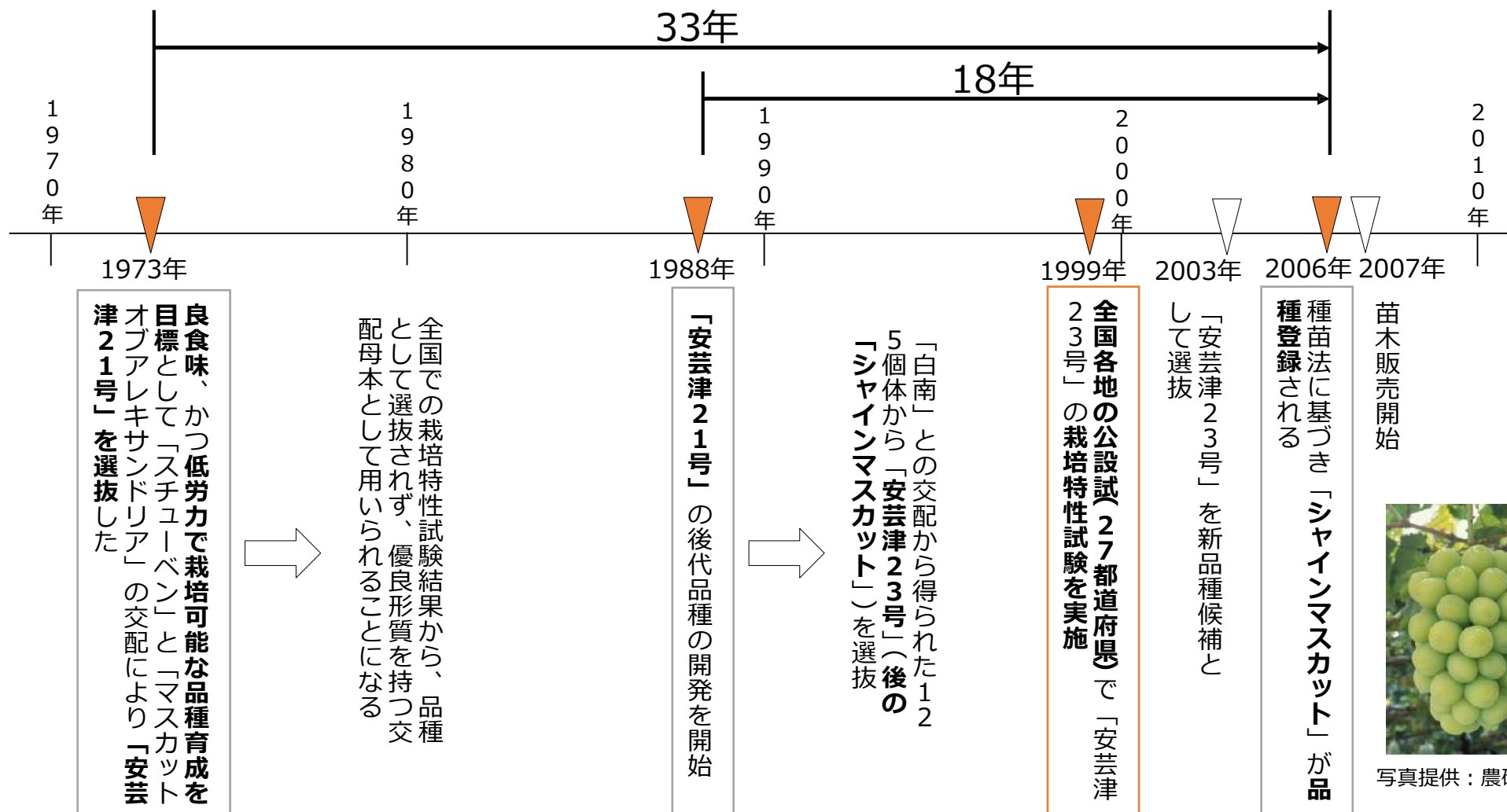
- ・キャベツのインドネシアでのシェア約70%、タイでのシェア約50～60%
- ・観賞用ヒマワリ及びハボタンの世界シェア約70～80%

資料：BASF社プレスリリース

品種開発に要する労力（シャインマスカット）

- 品種開発には人的・財政的なコストが大きいだけでなく、10年以上の時間が必要。さらに、多くの研究機関・研究者による協力が必要な場合もある。
- 例えば、農研機構が開発したぶどう品種「シャインマスカット」は品種登録まで、親系統（安芸津21号）の選抜から33年、親系統の交配試験開始から18年を要し、その間、多くの研究機関が品種開発に携わった。

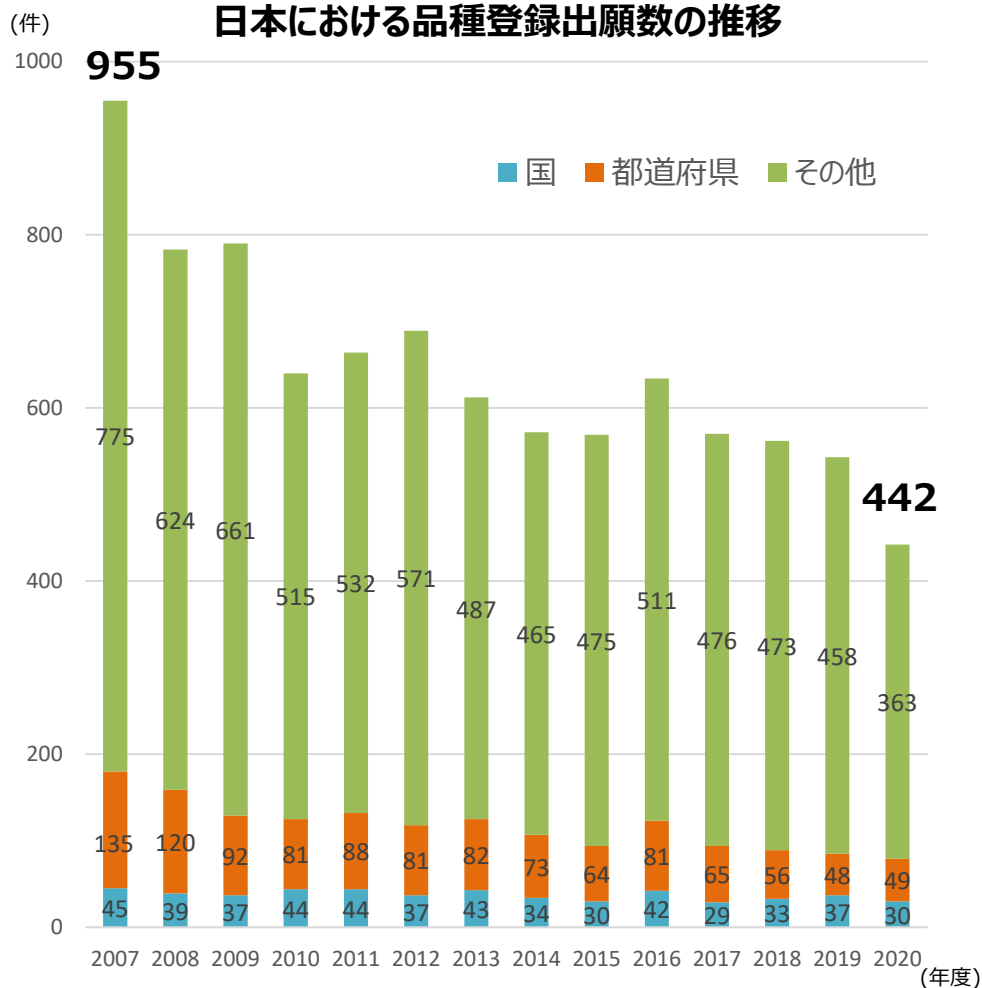
農研機構におけるシャインマスカットの品種開発経過



日本における品種登録出願数の推移等

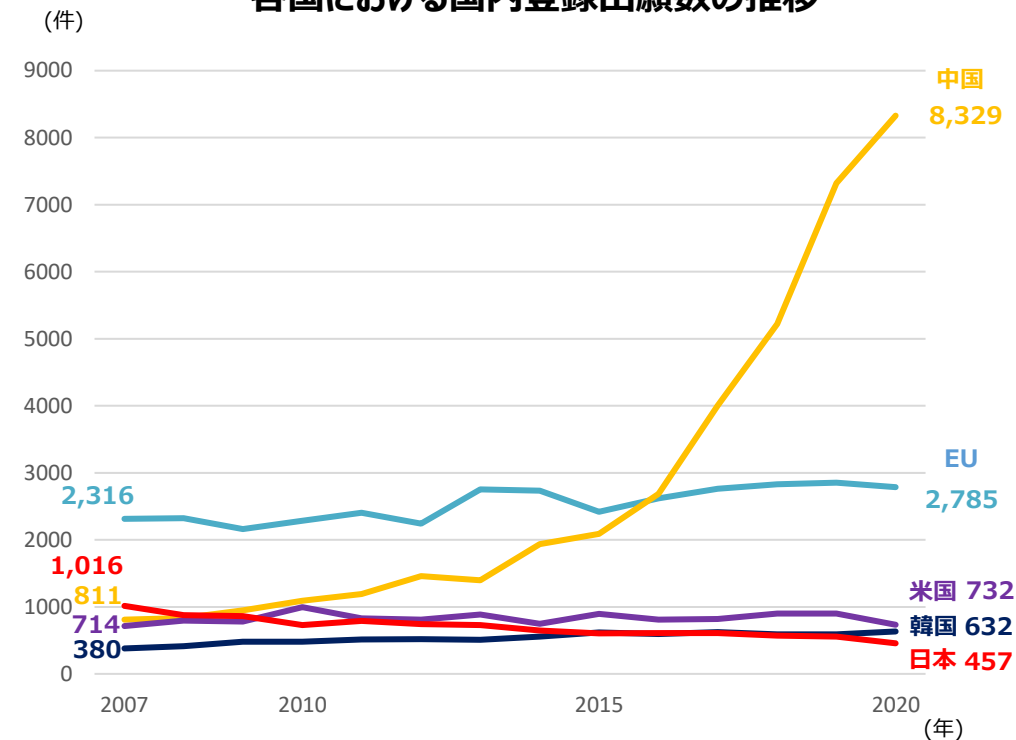
- 品種の開発には人的及び財政的に大きな負担が生じることから、日本の農業市場が縮小傾向にあること、及び、近年の厳しい財政状況の下、公的機関を中心に品種開発投資が減少しており、その結果、品種登録の出願件数はピークであった2007年の955件から2020年には442件に半減している。
- また、中国が国内の登録出願数を大きく伸ばす一方、2020年には日本は韓国と比べても国内登録出願数が少なくなっている。
- 新品種については、出願された年から10～20年後に一般的に普及することを踏まえれば、国内の品種開発におけるイノベーション力の減少により、将来的に活用可能な国産品種の選択肢が狭くなり、海外品種への依存を強めることになるおそれ。

日本における品種登録出願数の推移



資料：農林水産省知的財産課調べ

各国における国内登録出願数の推移



- ・ 日本の出願数はピーク時から半減
- ・ 現在は、中国を大きく下回り、韓国の出願数にも及ばない

資料：UPOV ※"Residents"を国内出願分として集計

日本の品種開発の課題と対応の方向性

- 食料の安定供給に向けて、生産性向上をはじめとした課題に対応した画期的な品種を開発していくことが必須であり、そのためには品種開発力を充実・強化することが不可欠。
- 一方、品種開発には長い時間を要し、今後は十分な人材や資金が得がたくなること等から、現行の育種システムや体制を前提として対応していくことは困難。
- このため、AIやビッグデータ等の先端技術を活用し、品種開発にかかる時間や労力を大幅に効率化する次世代型の育種システムを構築する必要。

日本の品種開発の課題

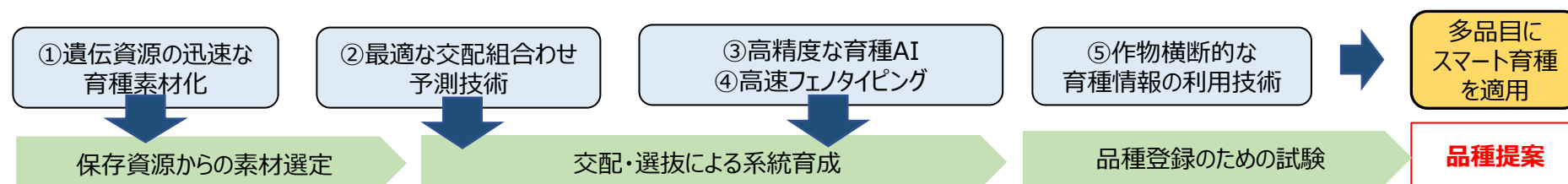
- ✓ 品種開発には多くの人材・資金・時間が必要であるが、厳しい財政事情や国内市場の縮小を見通しての投資の縮小、また、公的研究機関と民間企業との連携が十分でないこと等を背景に**品種開発に関する研究開発力は弱体化**。
- ✓ これまで、基本的に国内市場に向けた品種開発を重視しており、海外市場にも通用するの品種開発への意識が低い。
- ✓ **品質や食味の向上を追求**し、世界的に高く評価される品質等を確立したが、小麦や大豆など食料安全保障の観点からも**増産が求められている作物の収量性等は海外と比べて向上していない**。
- ✓ 食料の安定供給に向けて、**収量性だけでなく、肥料利用効率の向上等の環境負荷軽減に資する品種開発も必須**。
- ✓ 育種人材の育成には、品種開発にかかる様々な工程に必要となる技術・知識の習得に時間とコストを要し、**従来型の品種開発体制を充実・強化していくことは困難**。

品種開発力の充実・強化は不可欠

現行の育種システム・体制を刷新する必要

対応の方向性

- **AIやビッグデータ等の先端技術を活用**し、遺伝資源から迅速な素材選別、交配や選抜における最適な組み合わせ予測、様々な育種情報を活用した効率的な試験等を組み合わせた**次世代型育種システム（スマート育種）を構築**
- これにより、国や都道府県だけでなく、大学、民間企業等の**日本における産学官の育種機関**において、育種計画や選抜過程等を時間的、労力的に大幅に効率化し、**画期的な品種を短期間で育成できる環境を整備**
- 次世代の新品種の開発費用が回収できるよう知的財産の保護、開発費用を上乗せした適正価格、ライセンスによる知財収入の確保



2. 基本法制定以降の情勢の変化

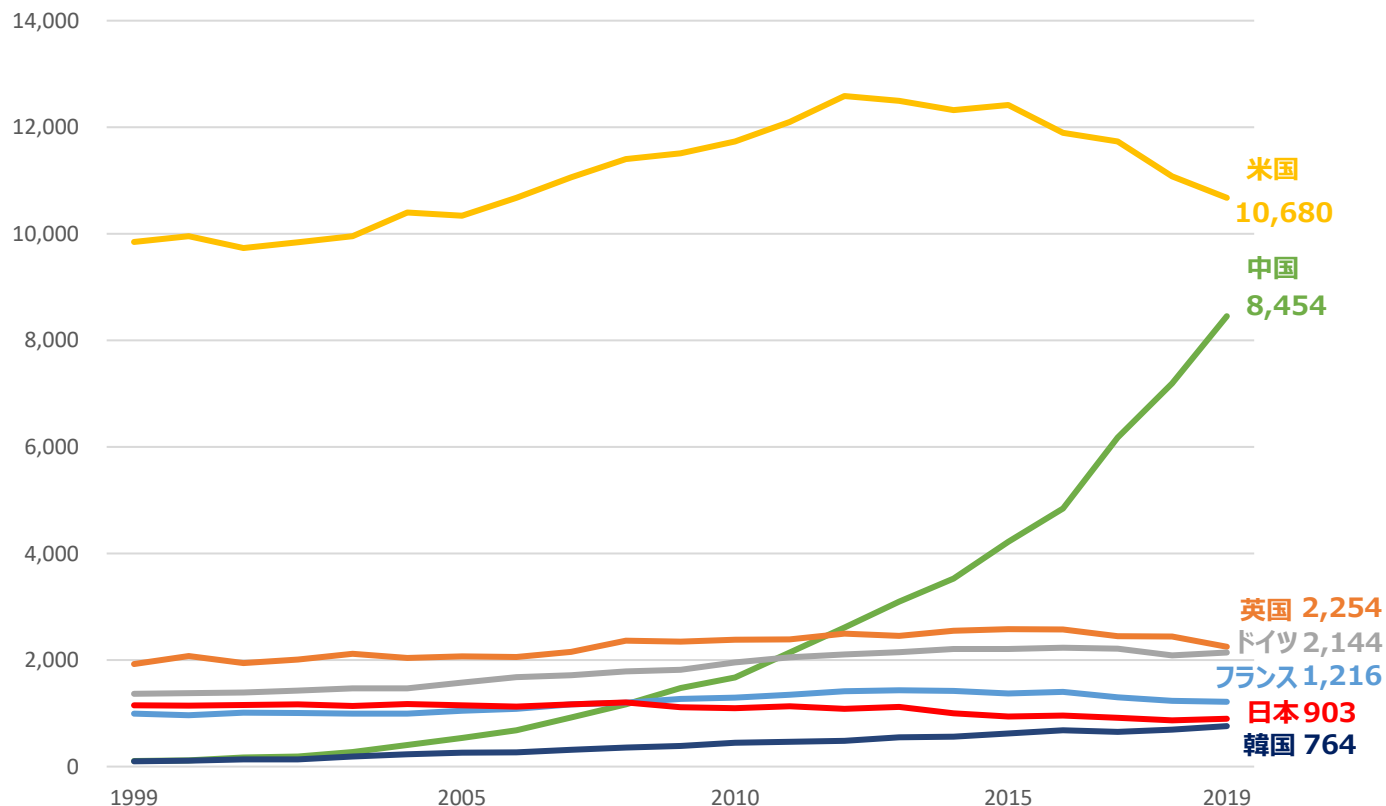
(3) 研究開発力

- ー 諸外国に比べて研究開発力が相対的に低迷する現状を打破するため、民間企業の活力を導入しつつ、研究開発の基盤となる人材・資金・環境面での改善を図っていく必要。
- ー デジタル化やグローバル化に伴って技術進展速度も加速度的に増大する中、異分野を含めた産学官連携の量的・質的な深化を図っていくことが重要。
- ー 優れた技術シーズをイノベーションにつなげるためには、迅速で小回りのきく研究開発型スタートアップの役割が重要であるが、農業分野でのスタートアップの創業は低位。

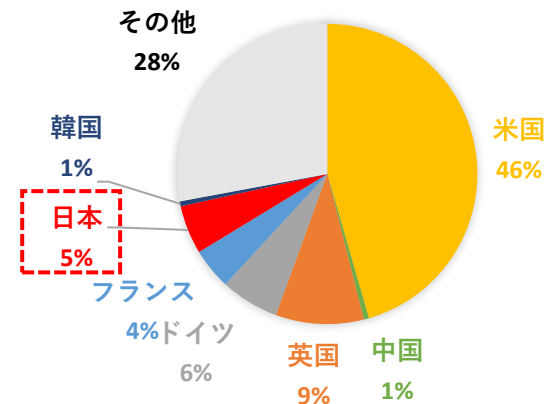
我が国の基礎生命科学分野における論文引用数の推移

- 2019年基礎生命科学分野における論文シェアは米国が25%、日本は2%。日本の基礎生命科学分野の論文数は2008年をピークに減少傾向。
- 中国の論文数は2012年以降、世界2位となり、その後も大きく増加し続けている。

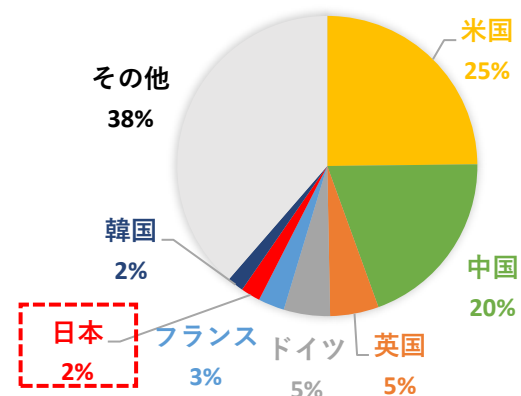
Top10%補正論文数の推移 分野：基礎生命科学
(分数カウント法)



2000年シェア



2019年シェア



基礎生命科学に含まれる分野：農業科学、生物学・生化学、免疫学、微生物学、分子生物学・遺伝学、神経科学・行動学、薬理学・毒性学、植物・動物学

Top10%補正論文数：被引用回数が各年各分野で上位10%に入る論文の抽出後、実数で論文数の1/10となるように補正を加えた論文数を指す。

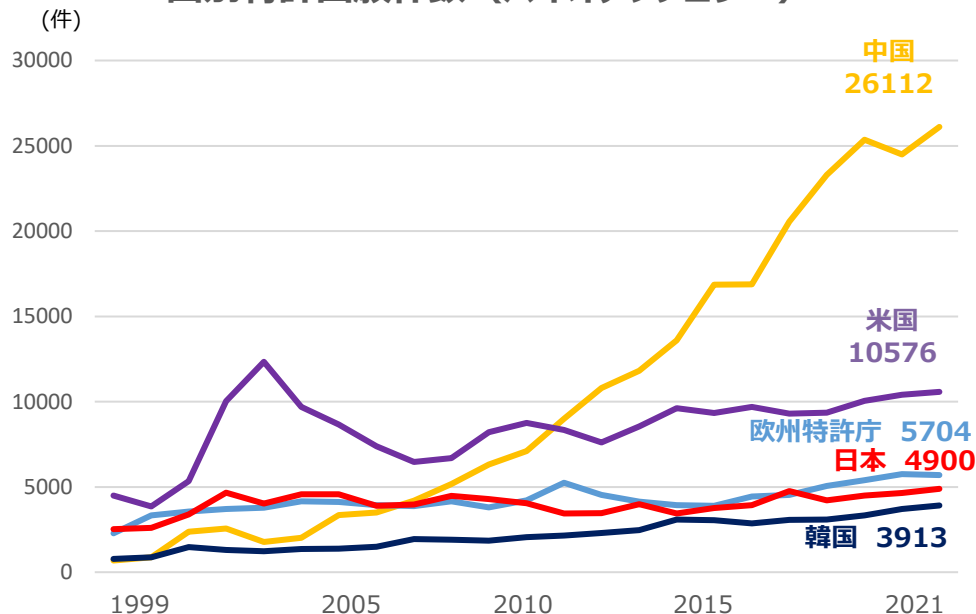
分数カウント法：機関レベルでの重み付けを用いた国単位での集計。例えば、日本のA大学、日本のB大学、米国のC大学の共著論文の場合、各機関は1/3と重み付けし、日本2/3件、米国1/3件と集計する。したがって、1件の論文は、複数の国の機関が関わっていても1件として扱われる。

資料：文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2021」を基に農林水産省にて作成

日本及び諸外国のバイオテクノロジー及び食品化学における特許出願件数の推移

- バイオテクノロジー分野における特許出願数は、2011年に中国が米国を追い越し第1位となっている。
- また、食品化学分野では、中国の特許出願数が突出して多いものの、2017年をピークに減少。
- 食品化学に関する日本の特許出願は減少傾向。

国別特許出願件数（バイオテクノロジー）



バイオテクノロジー：

酵素、微生物関連技術、遺伝子工学関連技術 等

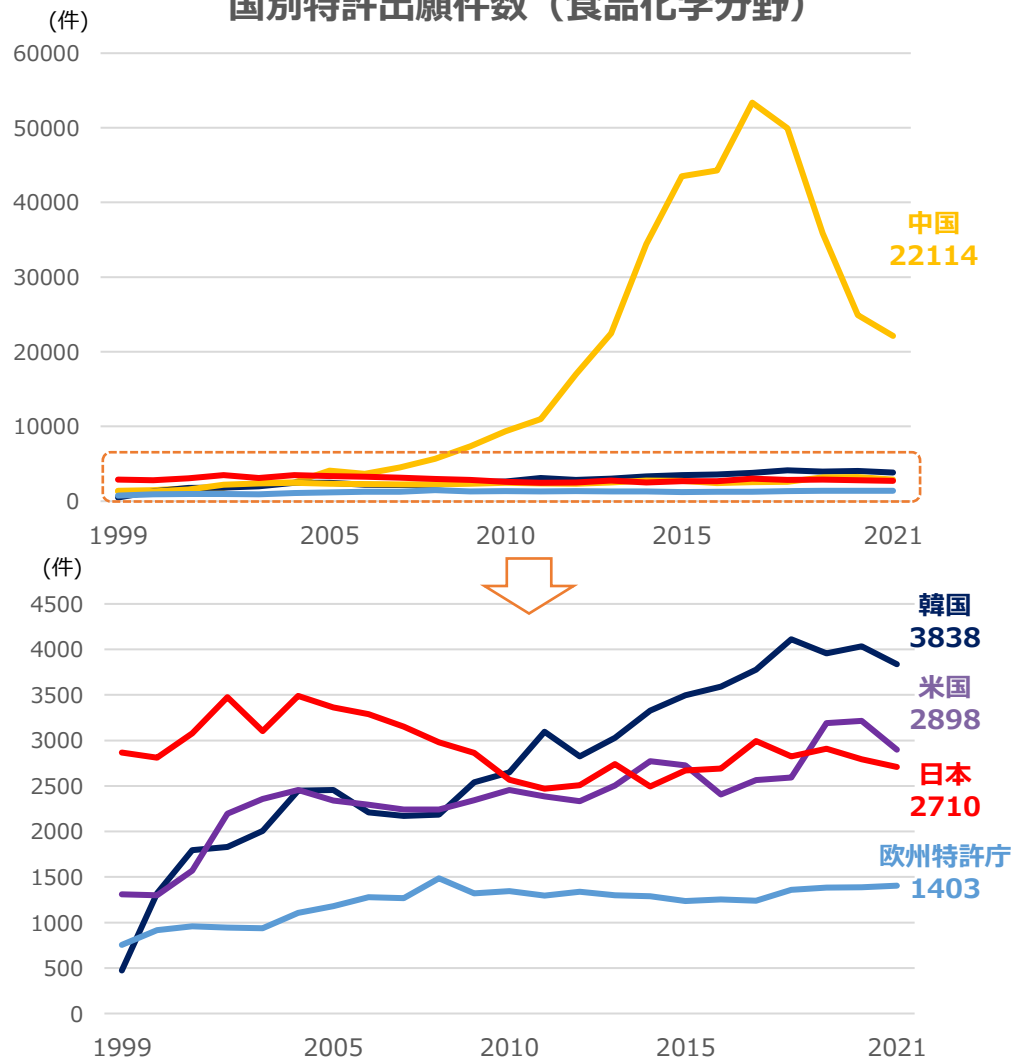
食品化学：

植物関連技術（交配方法、遺伝子型を改変するための処理、培養技術 等）、食品の保存に関する技術、ベーキング関連技術、飲料関連技術 等

資料：WIPO「Statistics database」を基に農林水産省にて作成

注：出願された国における件数カウント

国別特許出願件数（食品化学分野）

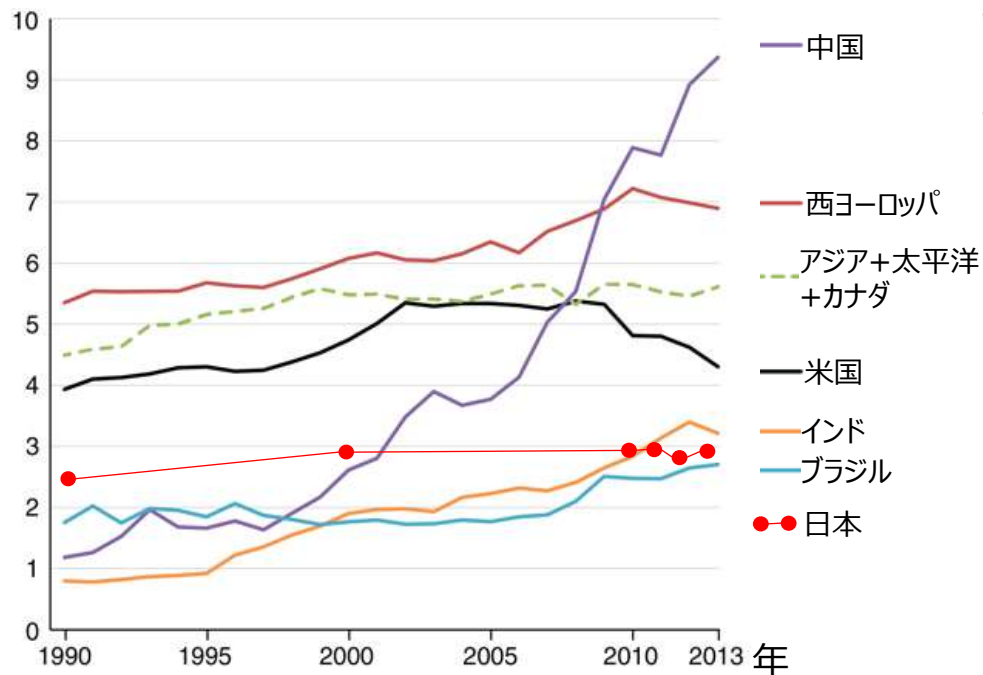


日本及び諸外国の農業研究開発予算の動向

- 近年、中国やインド等の新興国が、農業分野への公的投資を増大する傾向。日本の公的投資額は横ばいで推移しており、米国や中国等と比べ低位。
- 米国では、公的投資は2010年頃から減少している一方、民間からの研究開発投資が増大。

農業分野の研究開発への 公的投資額の推移

2011年の購買力平価換算値
(10億米ドル)



PPP = purchasing power parity.

Source: USDA, Economic Research Service and Agricultural Science and Technology Indicators (ASTI), Organisation for Economic Cooperation and Development.

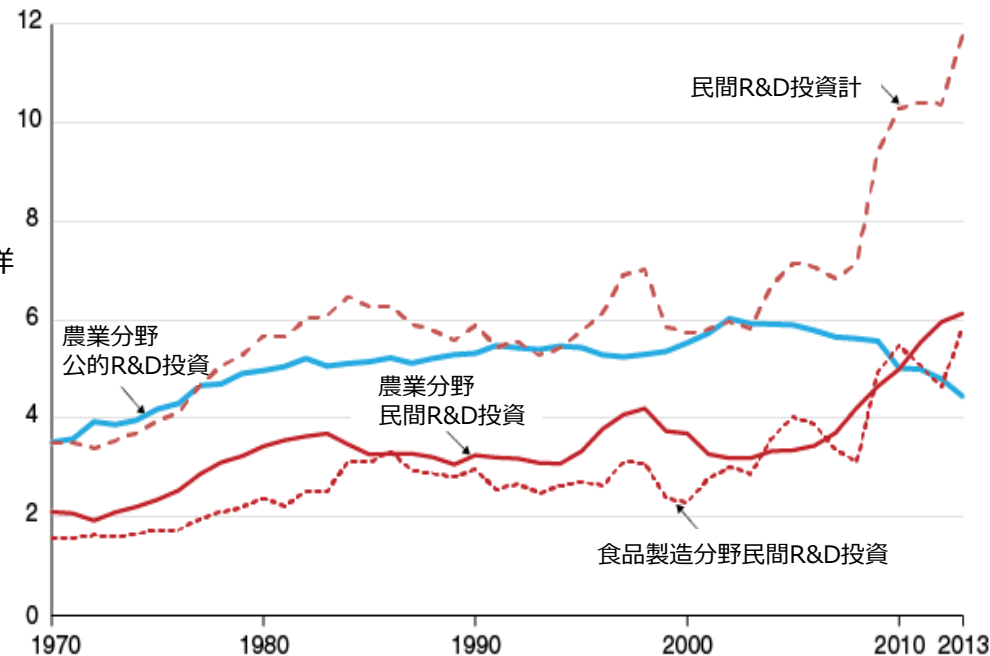
資料：Webサイト「SeedWorld.com」の2020年8月20日掲載情報

(<https://seedworld.com/members-innovate-private-funding-driving-plant-breeding-forward/>) 及びUSDA Economic Research Service「Heisey, Paul W., and Keith O. Fuglie. Agricultural Research Investment and Policy Reform in High-Income Countries, ERR-249, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, May 2018.」を引用、一部改変

注：日本については、林業・水産業を含むデータ

米国の農業・食品分野の研究開発への 公的投資・民間投資額の推移

2013年の購買力平価換算値
(10億米ドル)



Annual spending on research is adjusted for inflation by a research price index constructed by ERS. R&D = research and development.

Source: USDA, Economic Research Service.

資料：Webサイト「SeedWorld.com」の2020年8月20日掲載情報

(<https://seedworld.com/members-innovate-private-funding-driving-plant-breeding-forward/>) を引用、一部改変

諸外国の農業研究開発施策の動向①（米国、欧州、韓国、タイ）

- 欧米のみならず、韓国やタイなどの新興国でも、スマート農業等の研究や導入が進められている。



米国

- 2020年、**USDA農業イノベーションアジェンダ**を公表、2050年までに**農業生産性の40%増加**、2030年までに**食品ロスを半減**等の目標を設定。
- 雇用計画においても**環境に配慮したスマート技術開発**等が具体的措置として記載。
- スマート農業、気候変動等の分野で、様々な**民間企業が技術開発を推進**。



衛星画像による作物の病気と畑の健康状態を特定

資料：Climate Field View 2030年のフード&アグリテック



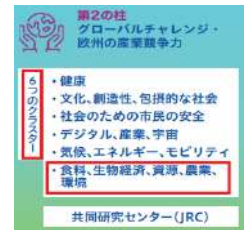
りんご収穫ロボット（米・NZで上市）

資料：Abundant Robotics HP



欧州

- 2021年から2027年まで、**総予算955億ユーロの研究開発プログラム Horizon Europe**を実施。「**グローバルチャレンジ**」の**6分野の一つに、食料・農業・環境等**が掲げられている。
- 農業のデジタル化に向け、「**アグリ-ガイアプロジェクト**」に**1,175万ユーロの支援**。中小企業中心の農業・食品産業分野で**AIエコシステムの構築**を目指している。



Horizon Europe NCP Japan Web サイトの資料より農林水産省にて作成

Agri-Gaia 概要図



資料：ビジネス+IT GAIA-Xとは何か (2021/04/06) Agri-Gaia Webサイト



韓国

- 政府は、**情報通信技術の農場レベルでの適用を促進**するとともに、若い革新的な農家を誘致することを目的とした「**スマート農業プロジェクト**」への投資を拡大。
- 農林業食品分野の2022年の研究開発予算は約1300億円（**国全体の研究開発費の4.4%**）、うち**スマート農業関連予算は745億円（57%）**。

スマートファーム・イノベーション・バレーのイメージ



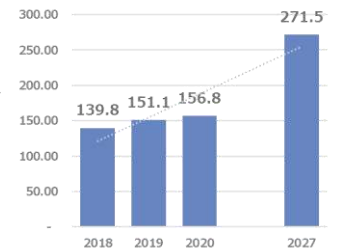
資料：G20農林大臣会合（2019）優良事例集



タイ

- 2015年発表の長期経済開発計画「**Thailand4.0**」の中で、**農業とバイオテクノロジーを重点分野の1つと定め、デジタル化による生産性の向上と環境にやさしい農業の実現**を目指している。
- 政府系の農業・農業協働組合銀行が、**農業分野に33億ドルの投資**を発表し、2020年から**スマート農業の導入**を支援。

タイのスマート農業の市場規模 (US百万ドル)



資料：Verified Market Research (2020) GLOBAL SMART AGRICULTURE MARKET に基づき作成

諸外国の農業研究開発施策の動向②（中国、イスラエル）

- 中国では、ここ10年間で農業研究開発予算を約3倍に増加させている。
- また、イスラエルでは、国家予算を投じて研究開発型ベンチャーに投資するVC（ベンチャーキャピタル）を創設するなど、スタートアップ育成に力を入れている。



中国

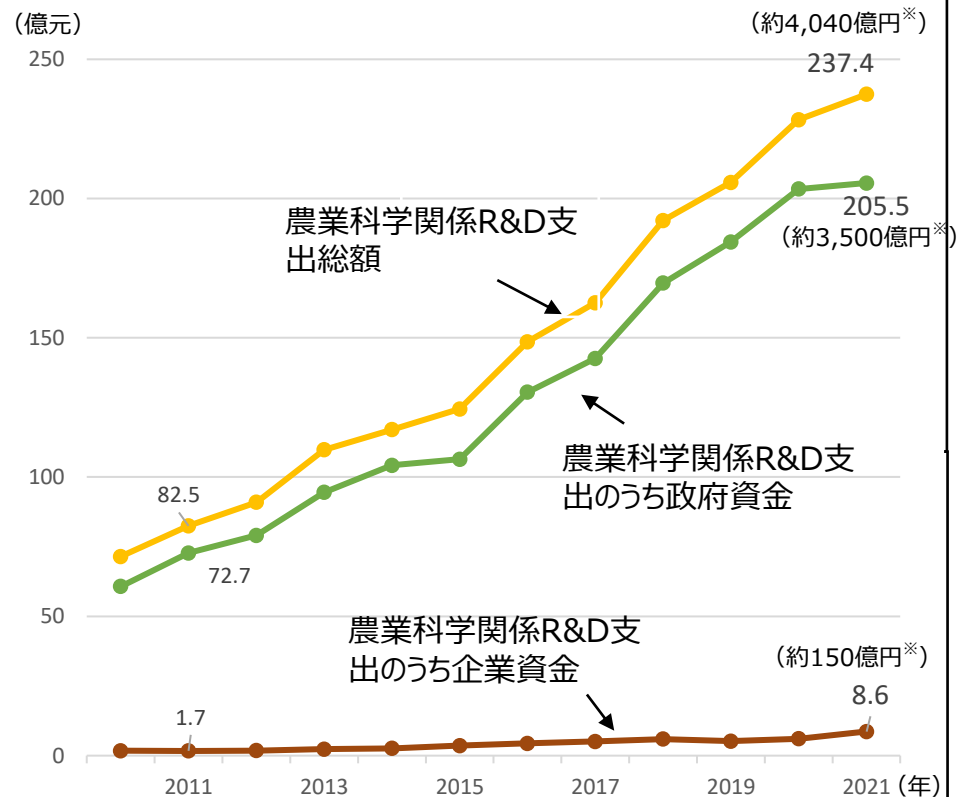
- 2017年、党中央委員会は「農業のグリーン開発を促進するための革新的な制度メカニズムに関する意見」を公表。2060年カーボンニュートラルを目指し、農業分野を重要なGHG排出源と位置づけ、生産力向上等の対策を実施。
- 農業研究開発予算はここ10年で約3倍に増加。



イスラエル

- 1990年代に、1億ドルの国家予算を投じ研究開発型ベンチャーに投資するVCを10社設立。これらのVCが総額210億ドルの資金を運用し、国内ベンチャー企業に出資することで、スタートアップを育成。
- イスラエル・イノベーション・オーソリティが、スタートアップ企業と多国籍企業間の共同研究開発事業を促進
- 米・イスラエルは二国間農業研究開発基金を通じて連携するMOUを締結。

中国の農業科学分野の研究開発への支出額の推移



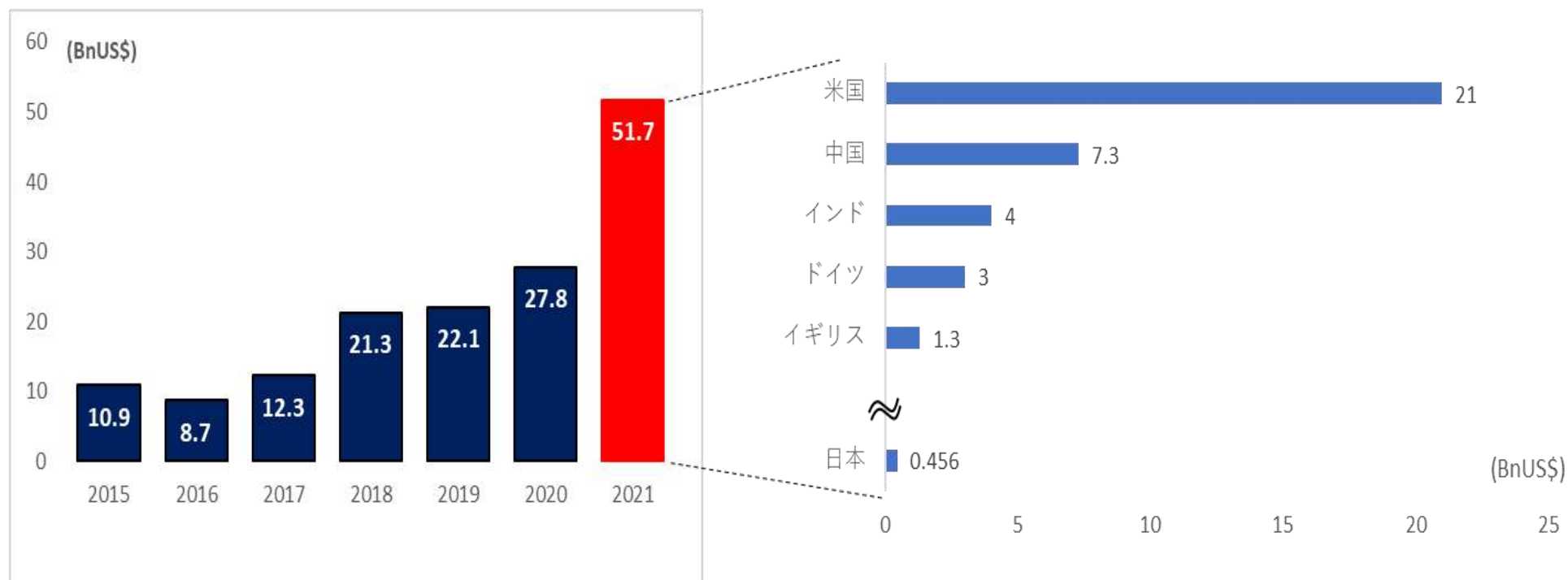
資料：中国科技統計年鑑（中華人民共和国国家統計局社会技和文化産業統計司・科学技術部戦略規劃司編）に基づき農林水産省にて作成

※1元 = 17.02円 (2021年平均)

日本及び諸外国の農業・食品分野における研究開発型スタートアップの状況

- 優れた技術シーズをイノベーションにつなげるためには、迅速で小回りのきく研究開発型スタートアップの役割が重要。
- 諸外国ではアグリ・フードテックへの投資が拡大基調にあるが、日本では諸外国と比べて投資額は圧倒的に少ない状況。
- 日本のアグリ・フードテック分野のスタートアップの統計的數字はないが、ベンチャーキャピタルへの聞き取りによると200社程度であり、そのうち成功している（売上が出ている）スタートアップは100社程度ではないかと言われている。

アグリ・フードテックの投資額の推移



資料 : Agrifunder「AgriFoodTech Investment Report 2022」
Agrifunder「Asia-Pacific AgriFoodTech Investment Report 2022」(右グラフ)

海外のスタートアップ支援の事例

- 米国ではスタートアップ創業の基盤として中小企業イノベーション研究プログラム（SBIR：Small Business Innovation Research）がひとつの成功要因としてあげられる。
- SBIR制度は、優れた技術（製品）を持つ中小企業の研究成果を商用化するために競争的な補助金を供与するプログラムであり、1億ドル以上の研究開発予算を有する省庁は毎年一定割合（約3%）の予算を、SBIR制度に拠出することが義務付けられている。
- 多くの国で米国のSBIR制度をモデルとした類似制度が導入されており、日本版SBIR制度でも研究開発補助金等にスタートアップへの支出目標を設定するとともに、随意契約制度を活用した政府調達等を促進する措置を設定。ただし、支出目標の達成を促進するインセンティブや義務付けはない。

米国のSBIR制度の概要

開始時期：1982年～

根拠法令：中小企業技術革新法（Public Law 97-219）

対 象：米国国内で研究開発を行う中小企業

予算規模：約23億6,203万ドル（2016年度）

実施機関：中小企業庁がプログラム全体を統括するが、プログラムの実施は各省庁（11省庁）が個別に実施。

制度の特徴：多段階選抜制、省庁の調達ニーズや政策課題に基づく公募テーマ、資金提供だけでなく、様々なハンズオン支援

■ 3段階の選定プロセス				
	目的	支援金額上限	期間	採用率
Phase 1	コンセプト実証 (F/S)	\$150,000	6ヶ月	約16%
Phase 2	Phase1の継続・発展 (R&D)	\$1,000,000 (Phase1の成果により決定)	1~2年	約59%
Phase 3	実用化	表彰のみ (プログラム外での資金調達を促進)	設定なし	—

図：経済産業省 総合調査研究「企業・社会システムレベルでのイノベーション創出環境の評価に関する調査研究」最終報告書（H27）より抜粋

※この他、バイ・ドール法やI-Corpsプログラム（研究者に対してアイデアを形にする方法や技術を商品化する方法を教え、起業準備を整えるもの）がスタートアップ創出に寄与。

日本のSBIR制度の概要

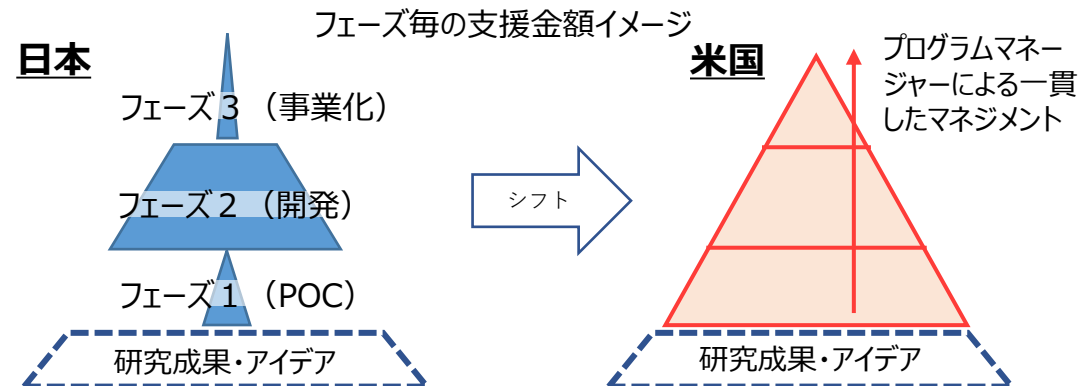
【1999年～2020年】

- 1999年より中小企業庁において米国SBIR制度を参考に日本版SBIR制度を実施。
- 中小企業等経営強化法に基づき、中小企業者等に対して研究開発に対する補助金等の支出機械の増大を図るとともに、その成果の事業化を支援。

成長企業の育成やイノベーションの創出につながっていないなど課題

【2021年～】

- 技術シーズから事業化まで一貫した支援が講じられるよう、
 - ・スタートアップ等に支出可能な補助金等に係る支出目標の設定や、
 - ・それら補助金等の効果を高めるために公募等の統一的なルールを設定するなど、SBIR制度を改革。



資料：CSTIイノベーション・エコシステム専門調査会資料（第3回）に基づき農林水産省にて作成

スタートアップの現状と課題

- 農林水産・食品分野はバリューチェーンの川上から川下まで様々な課題を抱えており、これら課題の解決において、独自の技術シーズを新規事業につなげ、革新的なイノベーションを創造するスタートアップの研究開発力に大きな期待が寄せられている。
- 一方で、農林水産業・食品産業の特性等から、SaaSやFinTech等IT系や製薬/創薬など他分野の提案に比べて劣後してしまい、アグリ分野への成長資金の流入が少ないのが現状。

アグリ・フードテック分野のスタートアップの声

農業系スタートアップはNEDOやJST事業で評価されにくい。
VCも時間のかかる研究に対しては投資を敬遠する傾向にある。

投資家からは農業分野は儲からないと判断されてしまう。長い時間軸で考え、社会的意義を考慮する投資の考えが醸成されるとよい。

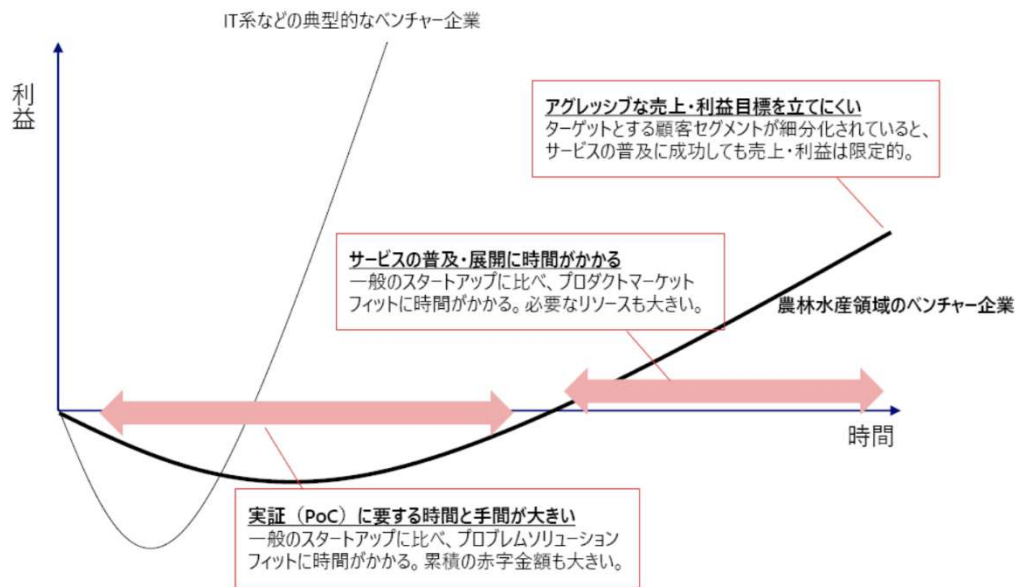
技術シーズ開発から始まるのでステージの進捗に合わせた支援が必要。農林水産分野はユーザーが多数存在し、一農家単位でのアプローチではスケールが見込めない。

米国に比べて投資家の投資額が少なく、投資タイミングも遅い。

日本の農林水産分野では、成功モデルとなるスタートアップがない。様々な取組を行っても、出口がなければ一過性のものとなってしまう。

アグリ分野の目利き人材がいない。審査委員を紹介して欲しいか。

(参考) アグリ分野のベンチャー・スタートアップの課題 (財務的視点)



Copyright © Nomura Agri Planning & Advisory Co., Ltd. All rights reserved

- ・ アグリ分野のベンチャーは、IT系ベンチャーと比べて利益回収までに時間を要する。

(株)メルカリは2013年に創業し2021年(創業8年目)の決算で売上高1,061億円。(株)ユーグレナは2005年に創業し2021年(創業16年目)の決算で売上高344億円。

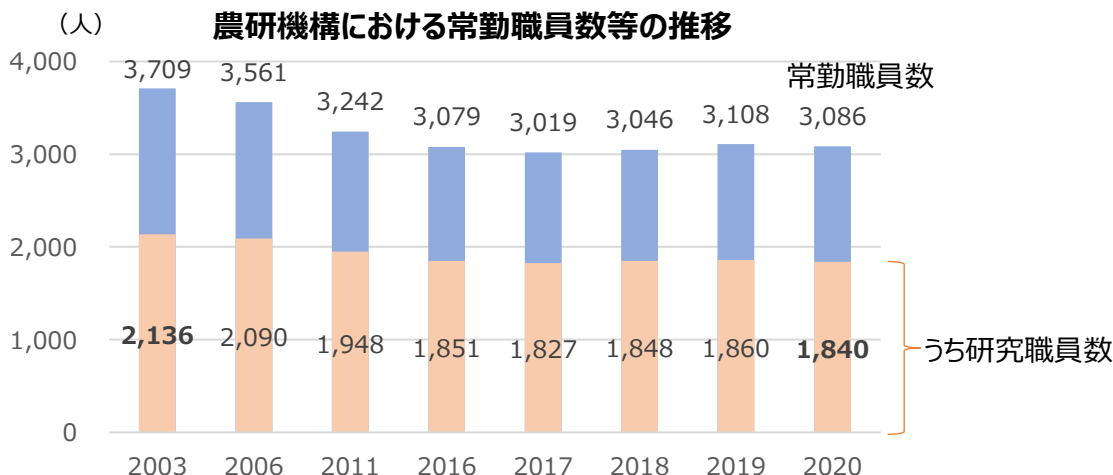
- ・ 農業関係のベンチャーはIRR率がITベンチャーと比べ低い。

資料：農林水産省 経営局金融調整課「令和3年度農林水産業研究分野における大学発ベンチャーの起業促進実証委託事業」報告書

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）の職員数・収入額の推移

- 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、2001年4月に12の農業系国立試験場が統合して発足。
- 常勤職員数のうち、研究職員数は2003年から2020年にかけて1割以上減少。
- 収入額に占める国からの運営費交付金は微減傾向で推移する中、民間企業等からの外部資金獲得額は近年大きく増加しており、2021年に2016年の3倍にあたる約6億7,800万円を獲得している。
- 他方、施設の老朽化が進んでおり、施設数全体の約半数は整備後40年を超えている。

農研機構における常勤職員数等の推移

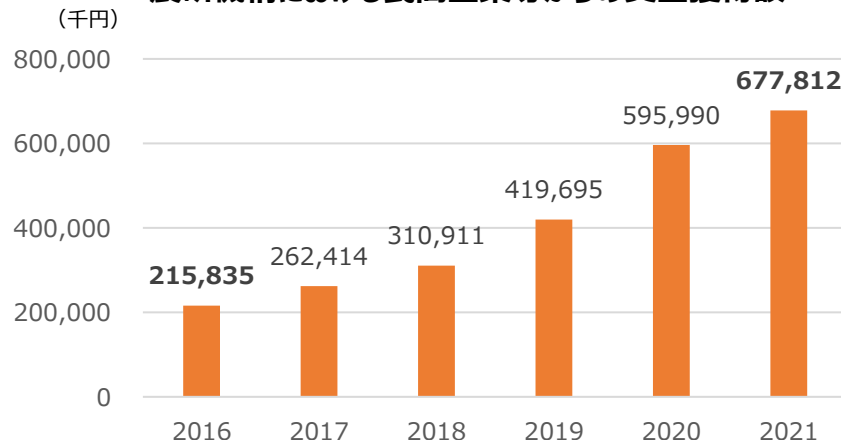


資料：農林水産関係試験研究機関基礎調査より農林水産省研究調整課にて作成

注1：常勤職員数等は各年度の1月1日現在の人数

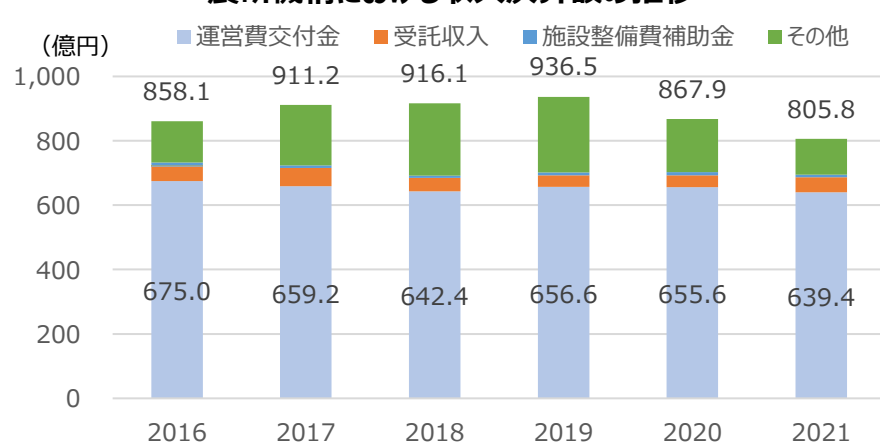
注2：農研機構に統合前の法人の職員数を含む。また、種苗管理センター及び生研センター業務分は除く。

農研機構における民間企業等からの資金獲得額



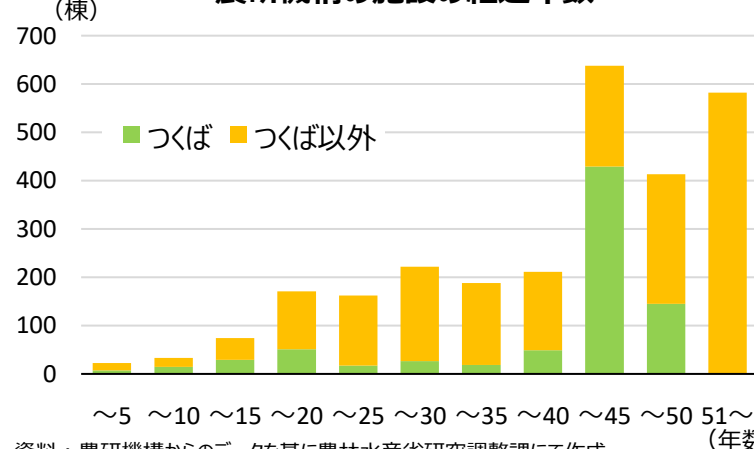
資料：農研機構の業務実績等報告書より農林水産省研究調整課にて作成

農研機構における収入決算額の推移



資料：農研機構の決算報告書より農林水産省研究調整課にて作成

農研機構の施設の経過年数

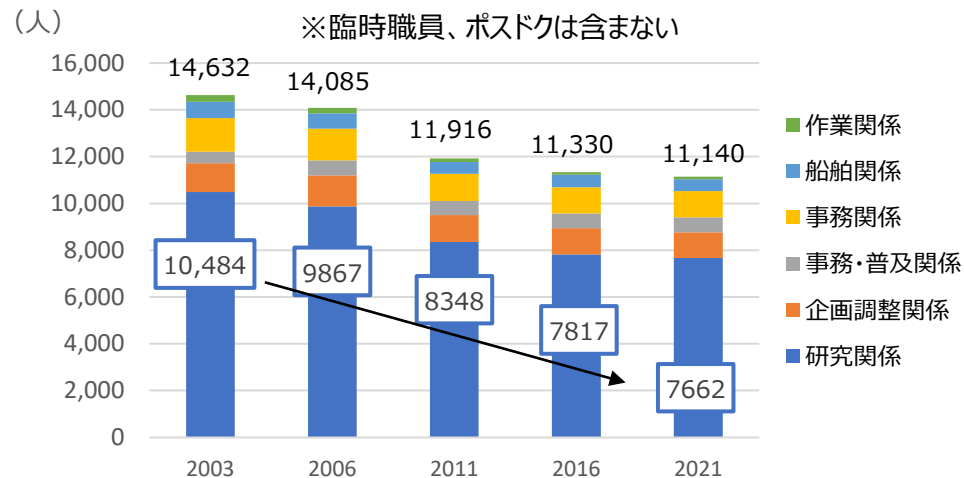


資料：農研機構からのデータを基に農林水産省研究調整課にて作成

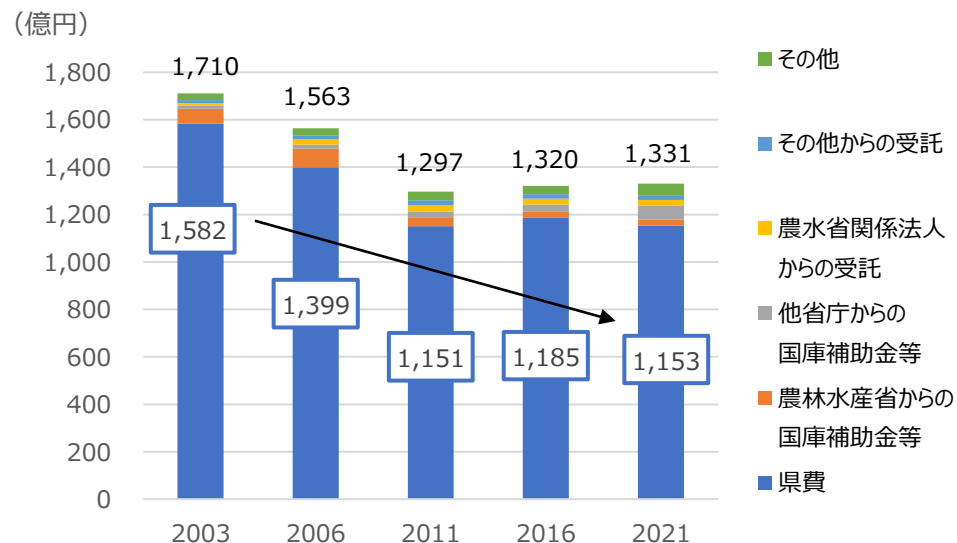
地方自治体の公設試験研究機関（地方公設試）の職員数等の推移

○ 地方自治体の公設試験研究機関は、各県ブランド品種の育成等に大きく貢献してきたが、職員数・予算とも過去20年間に大きく減少。

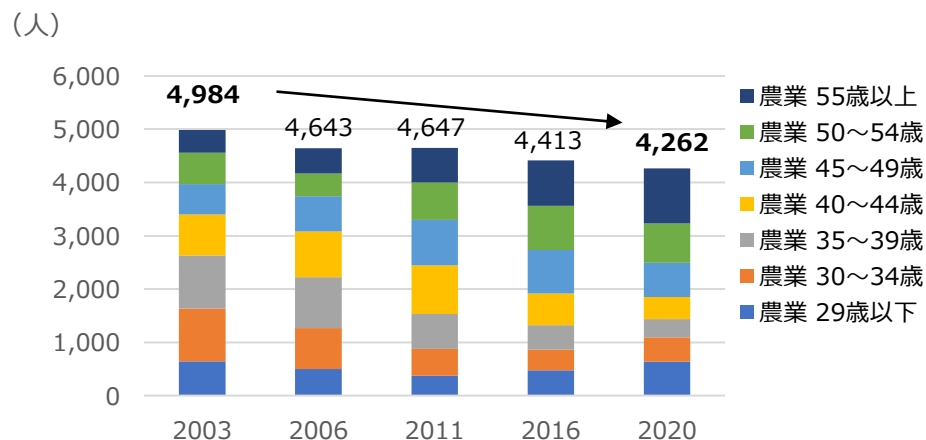
公設試の職員数の推移



公設試の予算の推移



研究職員数の推移（年齢別、農業）



（参考）公設試が開発したイチゴ品種の例



出典：JA静岡経済連
紅ほっぺ（静岡）



出典：JA全農ふくれん
あまおう（福岡）



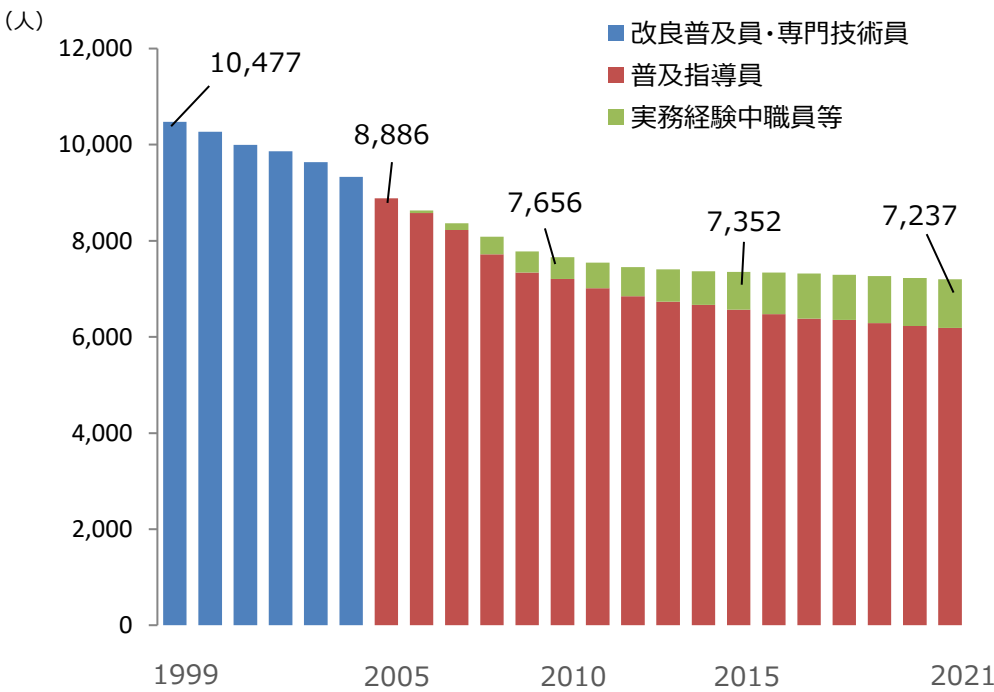
出典：栃木県
とちあいか（栃木）

資料：農林水産省「農林水産関係試験機関基礎調査」より作成

都道府県の普及員数等の推移

○ 都道府県の普及員数は、中期的に減少傾向にあるほか、高齢化が進んでいる。また、JAにおける営農指導員数も1999年の約1万6千人から2020年には約8割の約1万3千人となっており、現場において技術を伝える力が弱体化している。

普及員数の推移

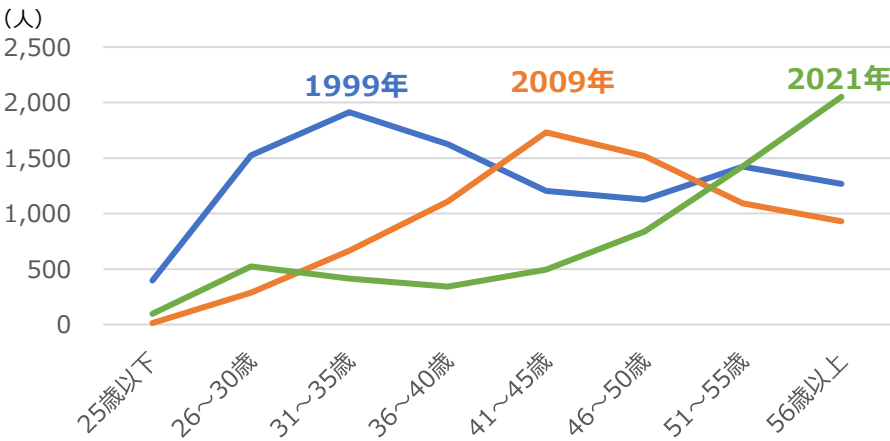


	2005	2010	2015	2021
協同農業普及事業交付金（億円）	218	36（※）	24	24

※：都道府県の裁量度を高め自主性を大幅に拡大する三位一体改革により、協同農業普及事業交付金の大部分を税源移譲。

資料：農林水産省「普及事業の組織及び運営に関する調査」

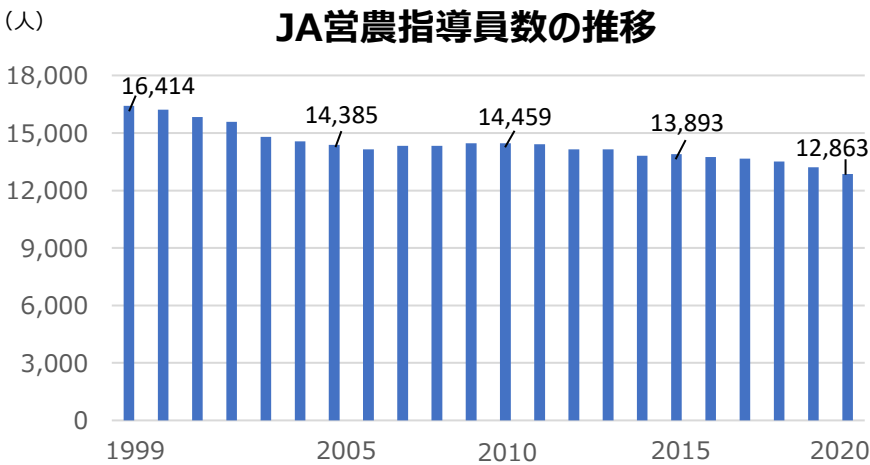
年齢別普及員数の推移



資料：農林水産省「普及事業の組織及び運営に関する調査」

注：1999年の人数は旧専門技術員と旧改良普及員を合計した人数。
2009年及び2021年の人数には実務経験中職員等を含まない。

JA営農指導員数の推移



資料：農林水産省「総合農協統計表」

民間活力を活かした研究開発体制の事例（オランダ・国内）

- オランダでは、農業や食品、ライフサイエンス等の研究に関わる大学・研究機関、企業を集約したフードバレー（ワーヘニンゲンUR）を形成。民間企業からの資金や人材などの民間活力を取り込んだ研究開発から社会実装、現場意見のフィードバックを受ける好循環型の共同研究を活発に行っている。
- また、国内においても、産業技術やエネルギー分野の研究開発を行っている産業技術総合研究所では、研究者だけでなく、企業名を冠した連携研究室（冠ラボ）の設置による現場のニーズに特化した研究設備を整備することにより、民間活力を活かしたプロジェクトを数多く実施している。

オランダ：民間企業・大学・研究機関が集積したフードバレーの形成

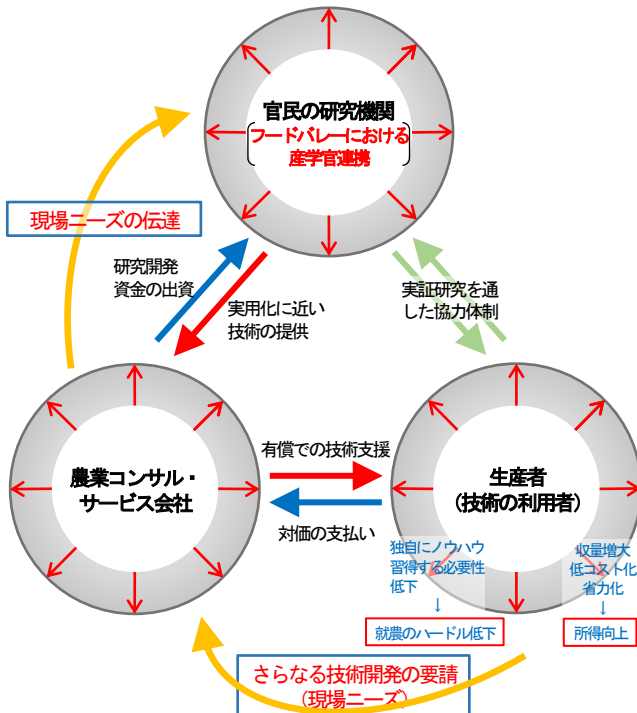
イノベーションが生じやすいシステム（環境）

オランダでは、ワーヘニンゲンに産学官共同の組織再編により設立したワーヘニンゲンURを中心に民間企業、大学、研究機関を集積したフードバレーを形成し、現場ニーズに即した先端技術を集中的に開発

また、民間コンサルタントが技術の橋渡し役として、研究機関と生産者を仲立ちすることで、技術ニーズ、先端技術の社会実装が好循環

【主な特徴】

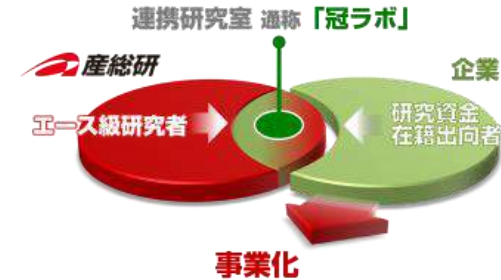
- ✓ 民間企業や大学等の研究機関の資金・人材・技術・施設等が集約
- ✓ コンサルタントがニーズに即した研究に資金を拠出



・民間活力を活用した技術開発・社会実装・現場の意見をフィードバックした技術開発を行う好循環型社会実装システムを構築

日本：産業技術総合所と民間企業との共同研究ラボ

産業技術総合研究所では、2016年度から企業のニーズにより特化した研究開発を実施するため、その企業を「パートナー企業」と呼び、パートナー企業名を冠した連携研究室（冠ラボ）を研究所構内に設置



・大型の資金提供を条件とし、企業から出向者を受け入れ産総研内で共同研究。企業ニーズにより特化した研究開発を実施

＜具体的な取組事例＞

アドバンスト・ロジスティクス連携研究室（豊田自動織機）



トヨタの高品質・高性能で環境にやさしい製品の開発力等に、産総研の高度なロボット技術等を適用し、車両の自律作業を可能とする知能化・自動化等の技術開発を加速

3. 論点

【ポイント】

- 諸外国では、農業経営体数や耕地面積が減少する中でも生産性を向上させ、農業（穀類）生産を増加させてきており、日本においても生産性向上の余地は存在。土地生産性や労働生産性を飛躍的に向上させるためには、ITやロボット技術など先端技術を活用した技術革新（ブレークスルー）が必要。
- また、諸外国と同様に日本でも先端技術を活用したスマート農業による生産性向上の取組が進められ、一定の成果があった一方、その実装に当たっては導入コストの低減が課題。そのため、農業支援サービス事業者へのアウトソーシングが必要であり、農業支援サービス事業者の育成が急務であるが、資金面・普及面での課題が存在。
- 生産性向上には品種開発も重要であるが、品種開発には長い時間を要し、また、国や都道府県の研究開発力は弱体化しており、現行の国・都道府県を中心とした育種システム・体制の刷新が必要。
- 世界的に農業の研究開発競争が加速化する中で、日本が劣後しないよう独法や民間の研究投資を充実させるとともに、優れた技術シーズをイノベーションにつなげるためには、研究開発型スタートアップの役割が重要であり、我が国で頑張る農業分野でのスタートアップの活性化が重要。

【論点】

- 人口減少により、農業経営体数が減少し、農地の有効利用も課題になる中で、食料の安定供給を実現するためには、特に国産化が求められる品目を中心に生産性の向上を推進していく必要があるのではないか。
- 生産性の向上については、スマート農業の導入が重要になるため、少ない人数で生産量を拡大する労働生産性の向上に向けた戦略的な技術開発、導入の推進を図る必要があるのではないか。その目的は付加価値の拡大を図るための生産性向上とするべきではないか。
また、スマート農業の実装にあたって農業者の過剰投資を招かないよう、アウトソーシング先としての、農業支援サービス事業者の育成・普及を図る必要があるのではないか。
- 農業者の支援にかかる事務負担の軽減や、スマート農業に必要なデータを充実する上でも、多様な主体がデータでつながる必要があり、行政との関わりが深い食料・農業・農村施策の分野においては、国及び自治体のDX化を進めていく必要があるのではないか。
- 品種開発は、農業の競争力の源であり、今後とも新品種の開発が維持されるよう、研究開発の充実、国・自治体・民間会社の連携を進める必要があるのではないか。また、品種開発に当たっては、海外市場も視野に入れた高品質な品種や、生産性向上の課題に対応した品種の開発を促進する必要があるのではないか。
- 基礎研究がこれまでの画期的な技術・品種開発を下支えしてきた一方、資金や人材、施設の老朽化を始めとした研究環境が諸外国に見劣りする中で、今後は民間投資も含めて資金調達を確保する等、研究基盤を強化する必要があるのではないか。