



食のダイバシティ(多様性)維持のための ロボット活用

第461回機振協セミナー

2023年5月29日（月） オンラインセミナー

（一財）機械振興協会経済研究所

調査研究部 森 直子

※事後配布のため、一部改変

自己紹介

2019年4月より（一財）機械振興協会経済研究所に在籍
（サービスロボット、ドイツ中小企業など担当）

（公財）日本生産性本部、海外経済協力基金開発援助研究所、国際協力銀行、政策研究大学院大学COEオーラル・政策研究プロジェクト、（公財）NIRA総合研究開発機構などを経て現職。

（一財）機械振興協会経済研究所の前には、国際標準化、地方活性化、中小企業支援政策、東日本大震災復旧・復興インデックス、北東アジア協力、日本的経営管理手法の海外移転など幅広い分野の調査研究を担当。

目次

1. 提言
2. 「食」をめぐるロボット活用を考える背景
3. 「食」をめぐるロボット市場（農水産業、食品産業）
4. 「食」の関連分野にロボットを導入するにあたっての問題・課題（農業）
5. 「食」の関連分野にロボットを導入するにあたっての問題・課題（食品産業）
6. 食の“多様性”維持のためのロボット活用へ向けて



1. 提言



サービスロボットの市場発展および産業の成長に 関する調査研究委員会 (通称「サービスロボット研究会」) 研究会委員の構成

<委員長>

川村 貞夫 立命館大学 立命館グローバルイノベーション研究機構
機構長代理／特別招聘研究教授

<委員> (50音順)

上村 沢雄 デロイトトーマツコンサルティング合同会社
産業機械・製造業セクター コンサルタント

高本 陽一 株式会社テムザック代表取締役議長

結城 崇 株式会社エクサウィザーズ AIケア事業 Care Tech部
事業推進グループ グループリーダー

<委員代理／オブザーバー>

松尾 潤二 株式会社テムザック 企画本部 副本部長

<経済研究所事務局>

北嶋 守 機械振興協会経済研究所 所長代理 兼 調査研究部長

森 直子 機械振興協会経済研究所 研究副主幹 (PL)

笠原 良太 機械振興協会経済研究所 リサーチアシスタント

※肩書はいずれも、令和4年度のもの

「食のダイバシティ(多様性)維持のための ロボット活用に向けた提言」

- 提言 1 : 「食のダイバシティ (多様性) 」を維持するためのロボット活用を考える
- 提言 2 : 食のダイバシティを守るためのロボット開発への投資を誘発するため、「長期的・社会的評価」など新たな評価軸を設定する柔軟な発想を持つ
- 提言 3 : ロボットの導入が「食」をめぐる産業に新たな魅力を創出し、新たな就業者を生み出すような地域の“エコシステム”、仕組みづくりを政策的に強力に後押しする



2. 「食」をめぐるロボット活用を考える背景

「人手不足」「少子高齢化」という社会課題に ロボット活用で対応する2つの視点

➤ 人手不足問題の解消に**役に立つロボット**を考える



➤ 2015年の「ロボット新戦略」

「日本を世界最先端のロボット・ショーケース化 ～ **ロボットを日常の隅々にまで普及** ～」

⇒ 「**農林水産業・食品産業**」が、「ものづくりサービス」「介護・医療」「インフラ・災害対応・建設」とともに**ロボット開発重点分野**に。

➤ サービスロボットと人々の生活支援

⇒ 少子高齢化のなかで、人々の**生活の基盤である衣食住**の維持・向上に**ロボット活用**。

⇒ 生命維持の根本である「**食**」の分野でのロボットを含む先端技術の活用が注目。



食をめぐる諸問題①

世界の問題

➤ 迫る食糧危機と農業人口の減少⇒「量」の貧困

⇒国連の推計によると2050年代には100億人に迫る世界人口。
必要な食糧を生産する手立ての確保が必至。

SDGs 第2の目標「飢餓をゼロに」

⇒「飽食の時代」の問題であるフードロス。

⇒ILO統計では世界の農業就労人口が2000年の
10億人から2019年には8億8千万人に減少。



➤ “生物” “食文化”など“多様性維持”問題⇒「質」の貧困

⇒大規模な農地開墾でダメージをうける周辺生態系。

⇒効率的な食糧生産・供給が可能な食への依存による健康問題。

⇒地元の食材でつくられてきた食文化の喪失。

食をめぐる諸問題①

世界の問題（続き）

➤ 食糧生産の“持続可能性”問題

- ⇒ 激減する世界農業就労者人口がもたらす農業事業撤退危機。
- ⇒ 地球温暖化に伴る気候変動や農業資材・肥料の世界的価格高騰など不確実性の増大。
- ⇒ 土壌流出・喪失や水資源の制約による農業環境の悪化。
- ⇒ 水産資源枯渇。水産養殖場の環境悪化防止問題。
- ⇒ 大規模で効率的な農業・漁業を推し進めると失われがちな栽培種の多様性。 ★種の脆弱性の拡大：栽培種バナナ

➤ 「食」の危機を技術で救おう

- ⇒ フードテック：2025年には700兆円（予想）の市場
- ⇒ 自動化、ロボット化、IoT化、スマート化、DX活用など
- ⇒ 有機／自然農法拡大、多様な地域の食の保護等を第2の目標に

食をめぐる諸問題①

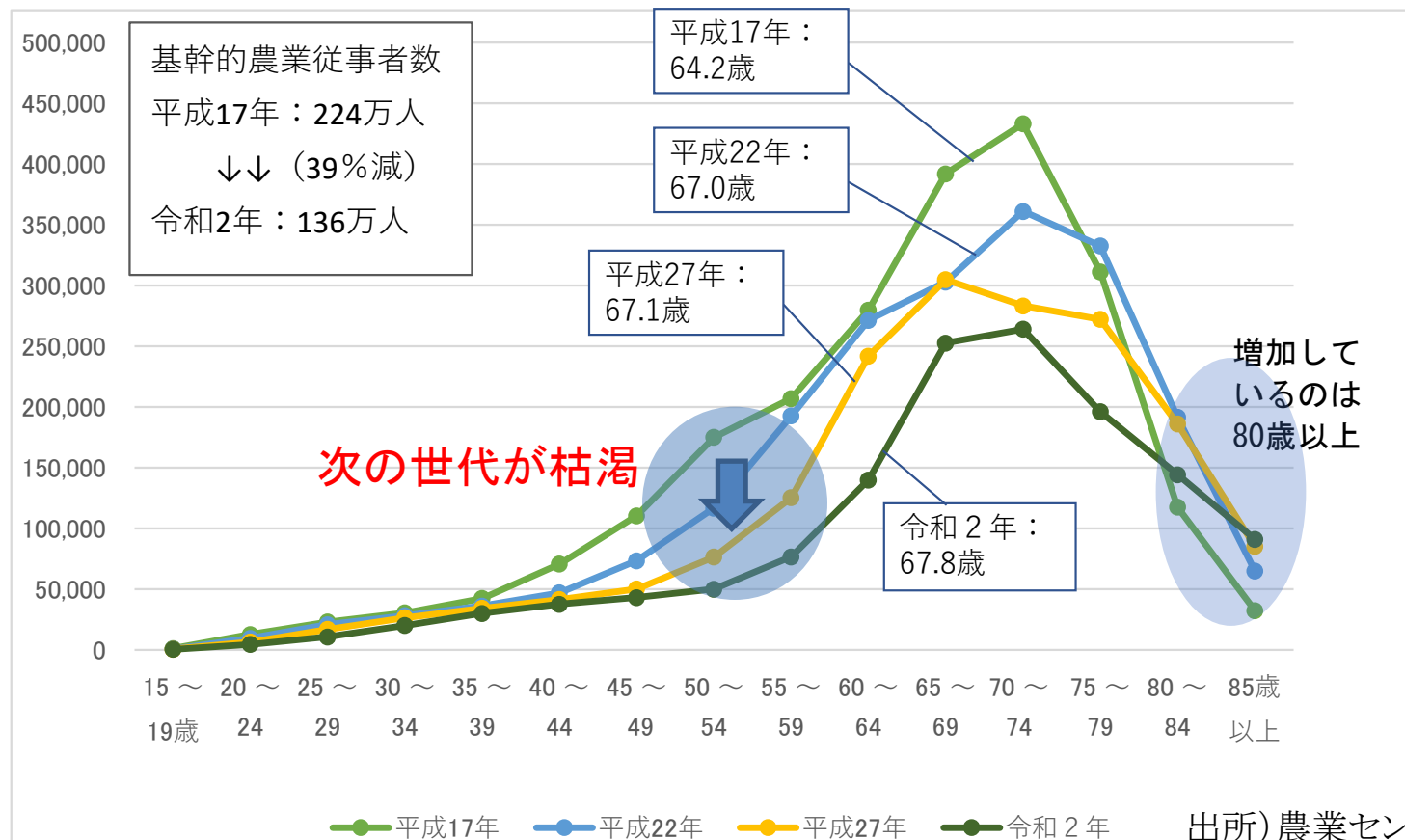
日本の問題

- 超高齢化がもたらす農水産業人口減、農地の減少、水揚げ量の減少 ⇒ 「量」の貧困へつながる問題
 - ⇒ 農業センサスによると2005年から2020年までの15年間に基幹的農業従事者数は、224万人から136万人に約39%減。
 - ⇒ 農地はピーク時（1961年）から2021年にかけて約29%減少。
 - ⇒ 漁獲量はピーク時（1984年）から2018年にかけて約1/3に減少。
 - ⇒ 食料安全保障の観点から食料自給率が問題に。

- 荒廃農地の増加問題と地域社会の衰退問題
 - ⇒ 「質」の貧困へつながる問題
 - ⇒ 農業従事者の超高齢化により廃業の増加。荒廃農地の増加へ。
 - ⇒ 地域の衰退による、小規模生産種の生産の大幅減少、撤退。
 - ⇒ 人手不足と超高齢化による、地域の食品加工場や飲食店の撤退。

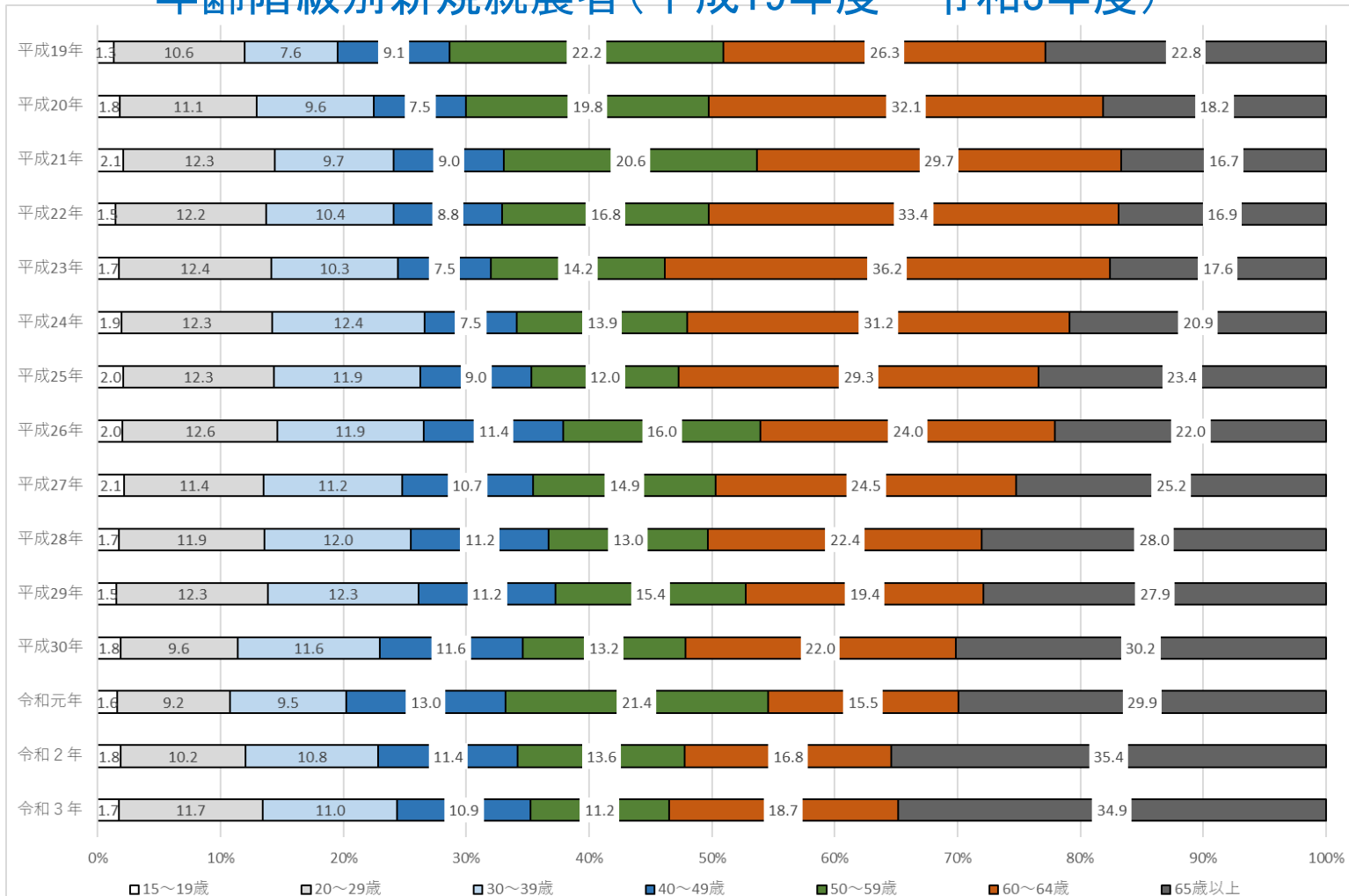
急減し、超高齢化する 農業従事者（日本）

	15～ 19歳	20～ 24	25～ 29	30～ 34	35～ 39	40～ 44	45～ 49	50～ 54	55～ 59	60～ 64	65～ 69	70～ 74	75～ 79	80～ 84	85歳 以上	総数
平成17年	1,306	12,836	23,145	30,686	42,490	70,853	110,563	175,100	207,089	279,934	391,988	433,158	311,365	117,566	32,593	2,240,672
平成22年	851	9,673	20,955	28,337	36,226	47,143	73,628	116,876	192,811	271,460	303,060	361,017	332,611	191,605	65,184	2,051,437
平成27年	771	6,728	17,106	26,629	34,446	41,585	50,229	76,662	125,460	242,076	304,826	283,371	272,243	186,158	85,474	1,753,764
令和2年	607	4,661	10,796	20,252	30,219	37,702	43,231	50,169	76,733	140,047	252,668	264,193	196,217	144,412	91,131	1,363,038



新規就農者の高齢化も進む（日本）

年齢階級別新規就農者（平成19年度～令和3年度）

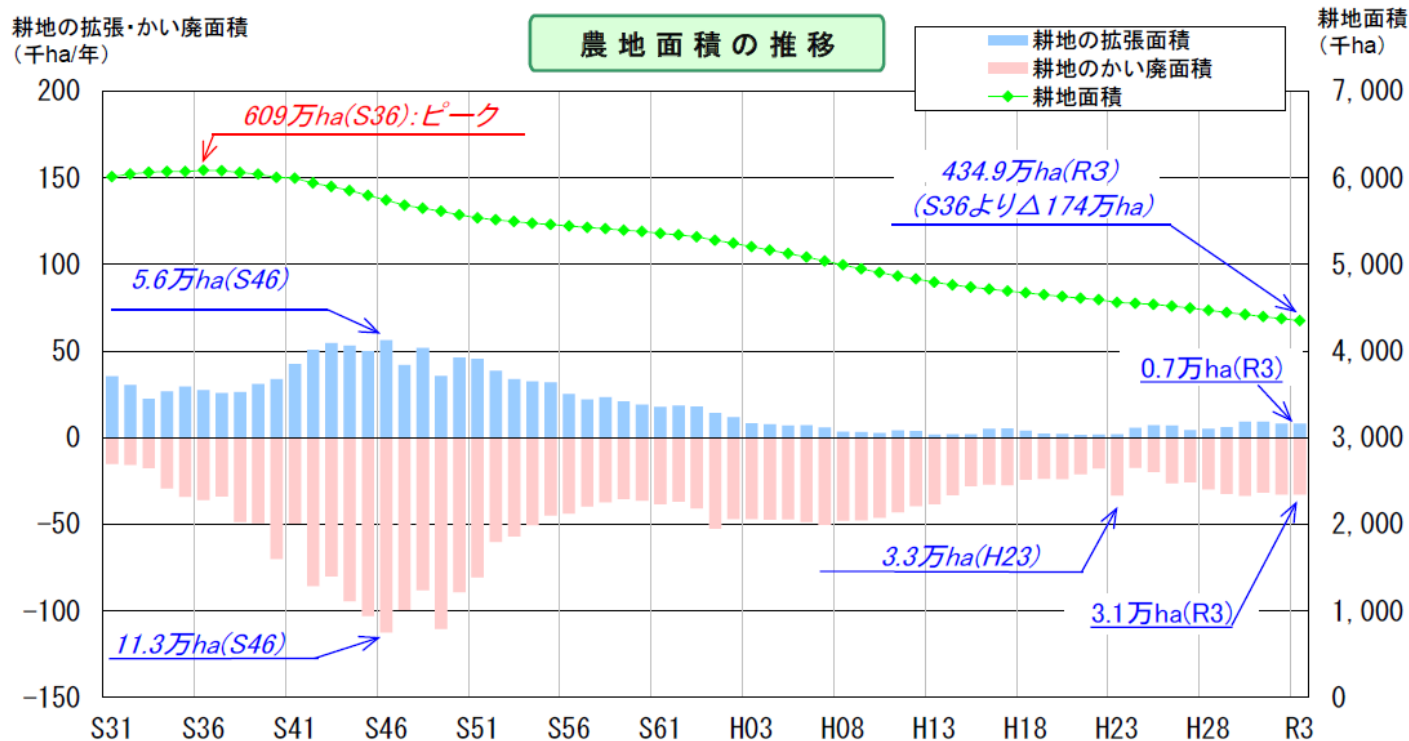


出所) 新規就農者調査

農地面積の減少（日本）

農地面積の推移

- ① 我が国の農地面積は、昭和36年～令和3年の半世紀の間に、約113万haが農用地開発や干拓等で拡張された一方、工場用地や道路、宅地等への転用や農地の荒廃等により約283万haがかい廃されたため、609万haから434万9千haへと減少。
- ② 食料の安定供給の確保、多面的機能の発揮を図っていくためには、今後とも国内農業の基盤である農地を確保していく必要。

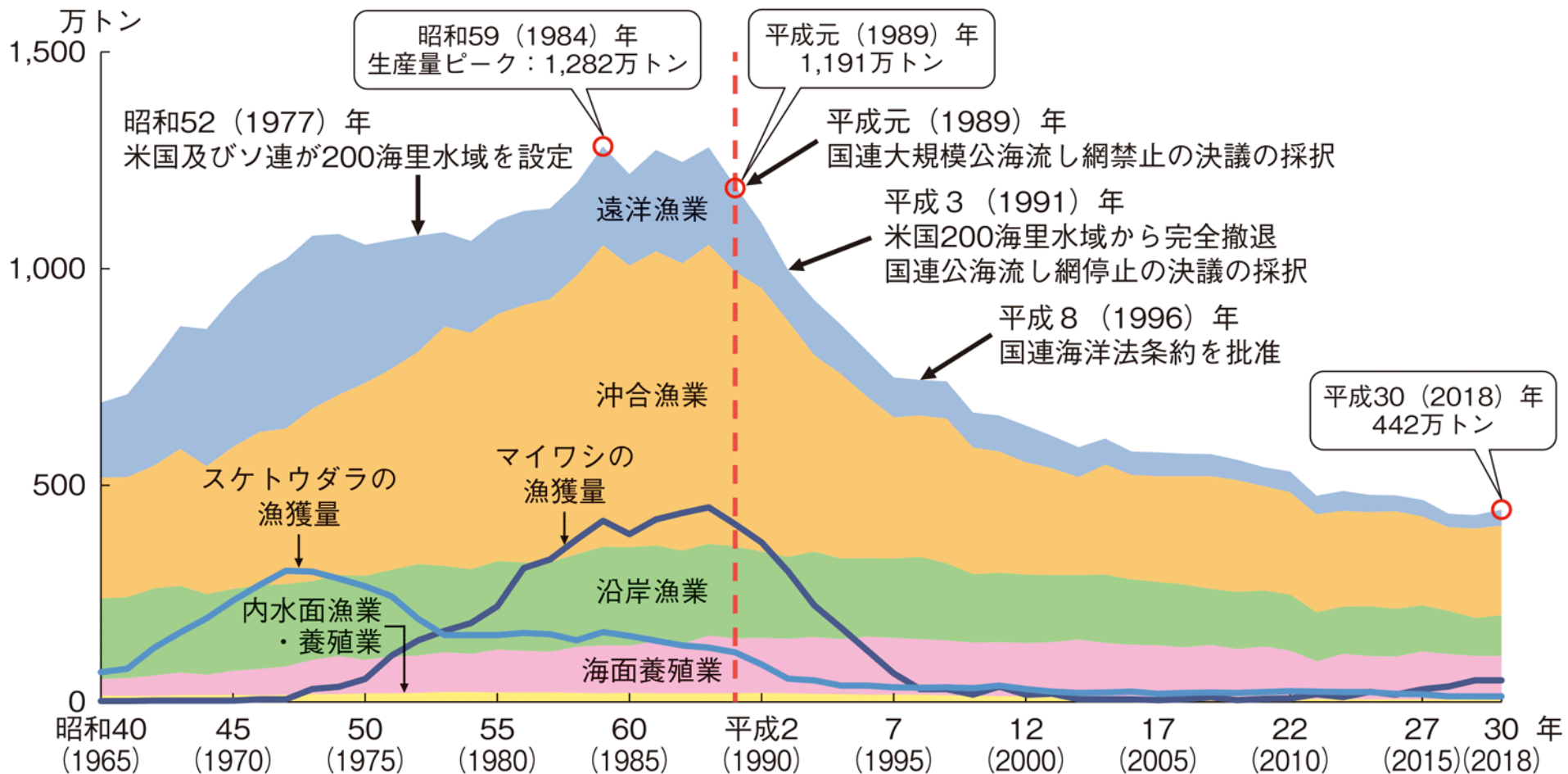


※1:出典「耕地及び作付面積統計」

※2:耕地のかい廃は、自然災害、転用、荒廃農地等の面積の合計

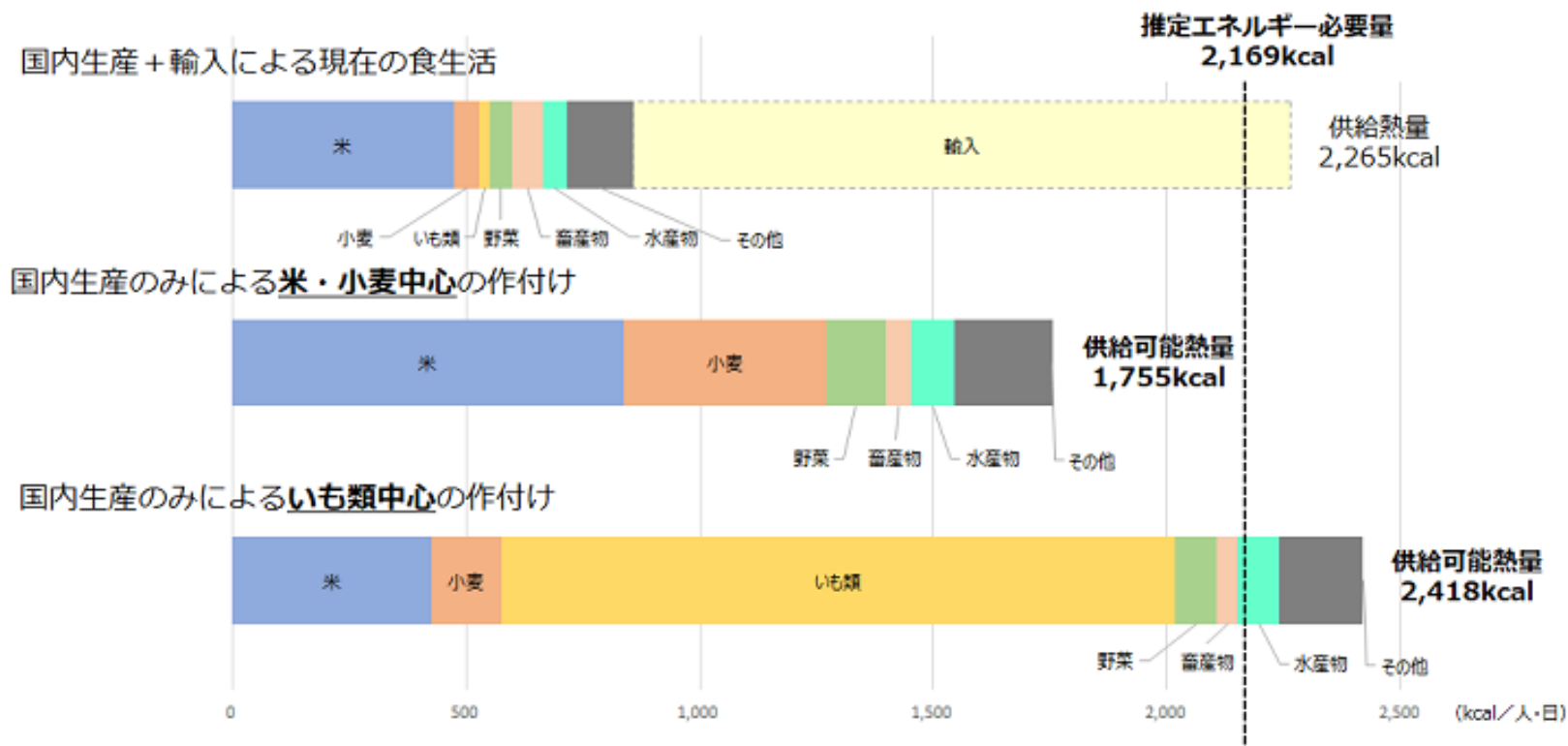
出所) 農林水産省
「荒廃農地の
現状と対策」

漁獲量の減少（日本）



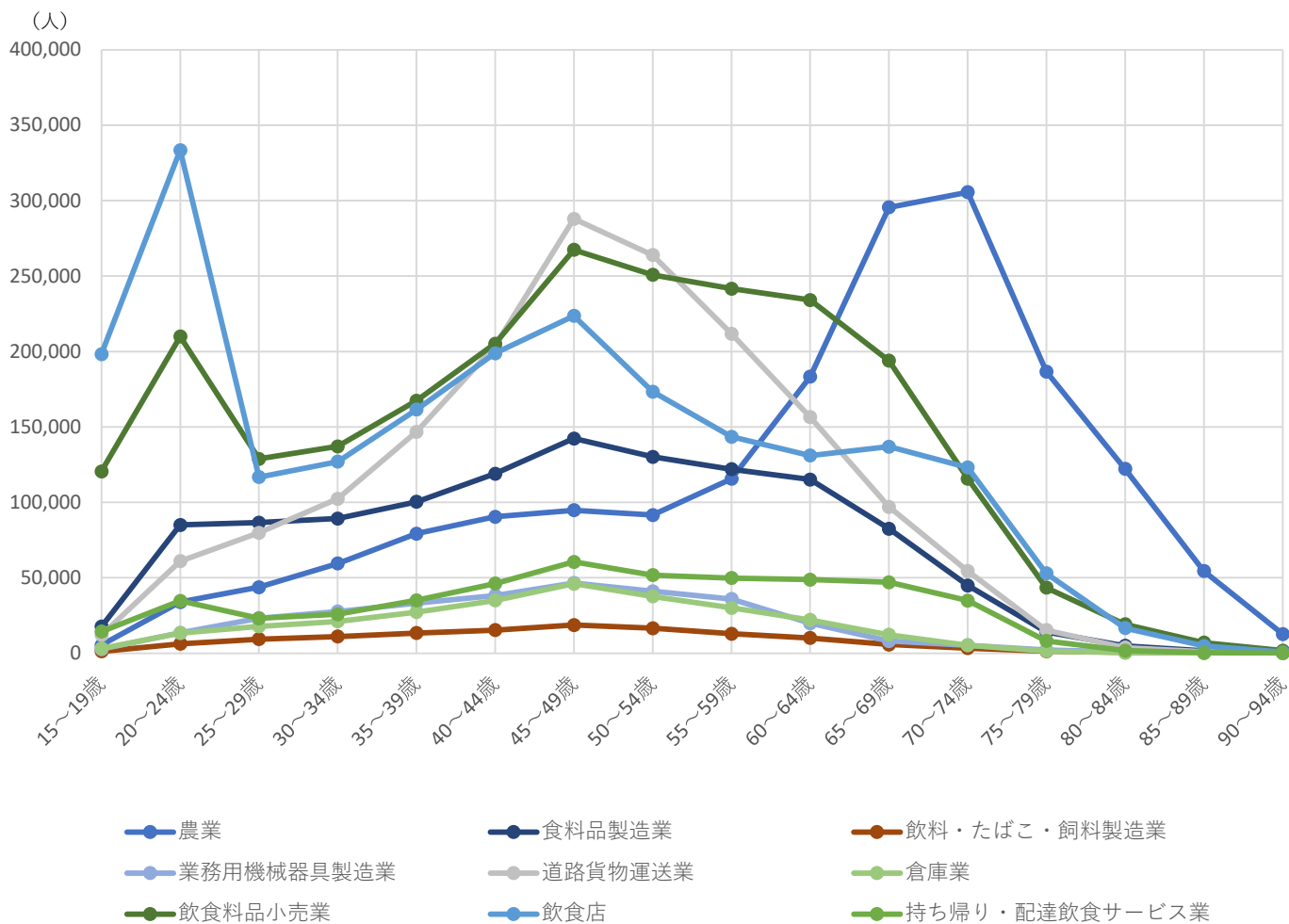
日本は食料自給率が低い

令和3年度の食料自給力指標

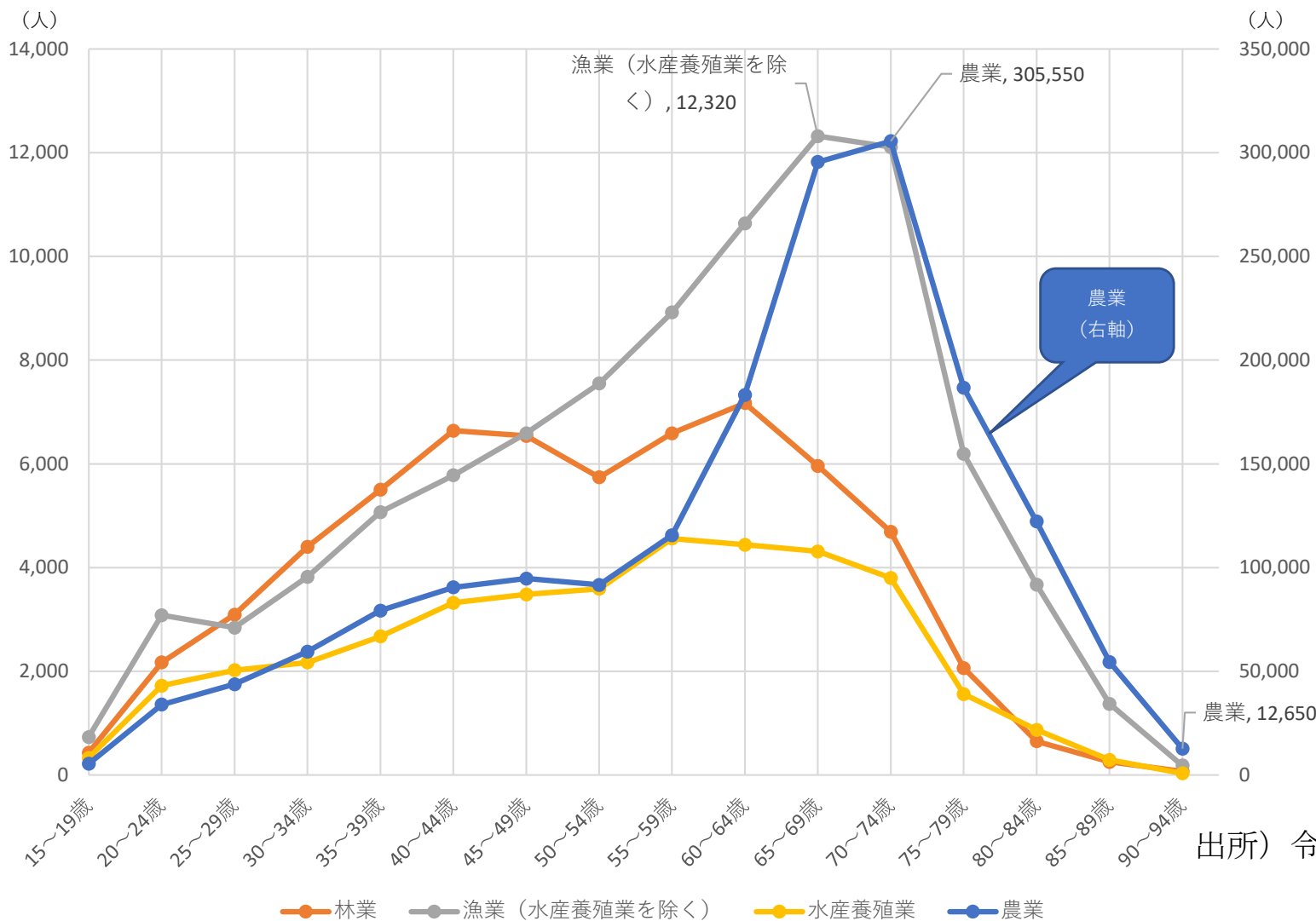


出所) 農林水産省「日本の食料自給力」 (https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyu_ritu/012_1.html)

「食」に関する産業でも 人手不足の構造は異なる（日本）



「食」に関する産業でも 人手不足の構造は異なる（日本）（続き）



食をめぐる諸問題①

日本の問題（続き）

➤ 「食」をめぐる“**持続可能性**”問題

- ⇒「人手不足」を超えて、農水産業の持続可能性を問う事態か？
- ⇒撤退した小規模生産者からの農地の集約、漁業権等の再編成が進まない（最適化の停滞・後退）。新規就業者の枯渇。
- ⇒農業従事者の超高齢化により廃業の増加。荒廃農地の増加へ。
- ⇒小規模な食品加工業・飲食店の衰退。地元の素材で作られてきた食の継承者の途絶。★「**食**」の**多様性の喪失危機**

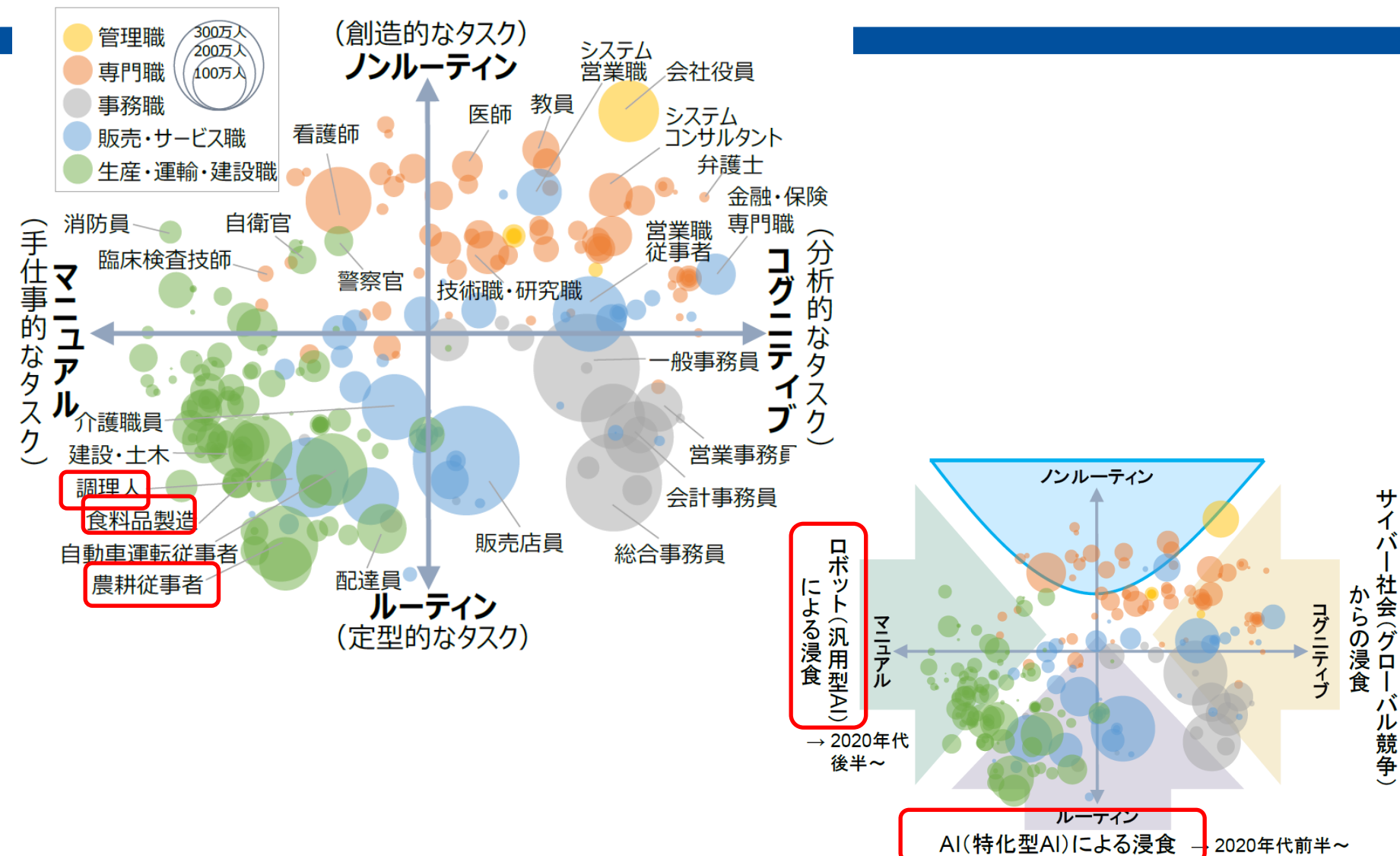
➤ 「食」の危機を技術で救おう。“スマート農業”⇒**総花的な取り組みがどこに向かうのか？**

- ⇒集約化した農地での、センサー活用や自動走行農機の導入による省力化。
- ⇒施設園芸の大型化、高度化、スマート化による効率UP。
- ⇒果樹園などでの自動運搬装置などの導入による省力化。
- ⇒陸上養殖施設の推進による水産業の活性化。
- ⇒小規模食品加工業での自動化機器（ロボット含む）の導入による省力化。



3. 「食」をめぐるロボット市場 (農水産業、食品産業)

食に関する産業の労働は ロボット（汎用型AI）や特化型AIで代替可能？



「食」をめぐる産業でロボットは どれだけ貢献できると目されたのか

➤ 経済産業省及びNEDOの2010年推計：

ロボットの潜在的な市場規模予測

農林水産分野： 2020年に約1,200億円（2012年約10億円）

食品産業分野： 2020年に約1,000億円（2012年約20億円）

- ・ ただし、農林水産分野のうち約600億円は農業物流、約300億円は酪農・畜産によるものとする。
- ・ **土地利用型農業と露地・施設栽培は約60億円、漁業・水産養殖業は約170億円とした。**

ロボット革命の具体像

＜農業＞

- ・ 2020年までに**自動走行トラクターの現場実装を実現**
- ・ 省力化などに貢献する新たなロボットを**20機種以上導入**



＜水産業＞ 養殖網・船底洗浄ロボット

世界、国内ともに 農業ロボット市場規模は小粒

- 「**農業ロボット**」市場は2020年度に3億円、2022年度に10億円と推計。
 - ・無人農業機械（自動化レベル2）：トラクタ、コンバイン、田植機 2.8億円⇒10億円
 - ・自動収穫ロボット 0.2億円⇒0.2億円
- 「農業スマート化関連機器／システム」のうち、「農業用ドローン」市場は、2019年度に22億円、2021年度に51億円と推計。
- スマート農業関連では、人工光型植物工場や養液培養プラントの「施設／プラント」が、2019年度に543億円、2021年度に441億円と推計。
 栽培環境制御装置や灌水・給水管理装置や光源を含む「施設園芸構成機器／システム」が、2019年度に86億円、2021年度に81億円と推計。
栽培環境モニタリングシステムや水田水管理システムや自動操舵システム、農業ロボット・農業用ドローンを含む「スマート化関連機器／システム」が、2019年度に100億円、2021年度に144億円と推計。

出所) 富士経済 (2022) 『次世代アグリ & 食糧ビジネスの最前線と将来展望2022』。

富士経済 (2022) 『2022年版 ワールドワイドロボット関連市場の現状と将来展望 No.2』

世界、国内ともに 農業ロボット市場規模は小粒（続き）

- アグリテック・フードテック（スマート農業、植物工場、次世代型養殖技術、代替たんぱく質）の2021年度における市場規模は、718億円と推定。

出所）矢野経済研究所（2023）『2023年のアグリテック・フードテックの展望』。

- 農業機械工業会によると、2022年の農業機械 生産金額（作業機を除く）は4,328億円で、国内向けが2,272億円。
- 既に農業機械は大きな市場を形成している。さらに、“スマート農業”の中心となる人工光型植物工場や養液培養プラントなどの施設、そして環境モニタリングシステムなどの市場も確立されているが、農業ロボットの市場は未発達。

世界、国内ともに 水産関連ロボット市場規模も小粒

- 水産養殖関連の機器／システムの市場は、陸上および沖合養殖システムや水温調節機器などを含む「施設／プラントおよび構成機器市場」が、2019年度に20億円、2021年度に120億円と推計。
- 漁業環境モニタリングシステムや自動給餌システムや水産用ドローンを含む「スマート化関連機器／システム」が、2019年度に0.3億円、2021年度に2億円と推計。

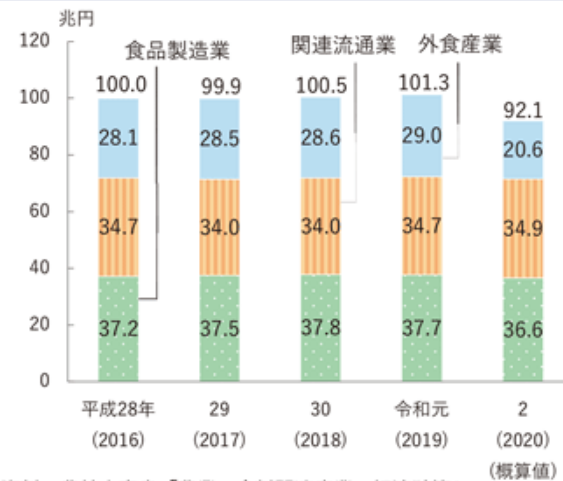
出所) 富士経済 (2022) 『次世代アグリ & 食糧ビジネスの最前線と将来展望2022』。

- 水産養殖には新規参入が増加しているものの、自動化やスマート化はまだ進んでいない。

世界、国内ともに 食品製造業での新たなロボット活用への期待

- 世界の「食品ロボットシステム」市場は、**2021年度に2億2,220万米ドル、2030年度には5億5650万米ドルに成長すると予想される。**
 - ・食品ロボットシステム：食品・飲料産業におけるピッキング、パッキング、パレタイジングなどの作業を行うロボット。
- 以前から包装された食品を扱う工場では、工程間の搬送や、出荷用の箱を荷台積み上げ等に産業用ロボットを活用。
- 惣菜盛付けなど直接食品を扱う作業へのロボット活用が進む。
- 日本国内の食品産業（食品製造業、関連流通業、外食産業）の国内生産額は、2020年度で92兆1,000億円規模。
- 日本国内の2021年の食品機械（専用機中心）の国内販売額は、5,731億円。
- 新たに開発される食品ロボットの市場規模は、未知数。

図表 1-4-1 食品産業の国内生産額



資料：農林水産省「農業・食料関連産業の経済計算」

注：食品製造業には、飲料、たばこを含む。

出所) 農林水産省
「令和3年度 食料・農業・**26**
農村白書」

<参考>立命館大SIPチームによる ロボットハンド(エンドエフェクタ)市場の推計

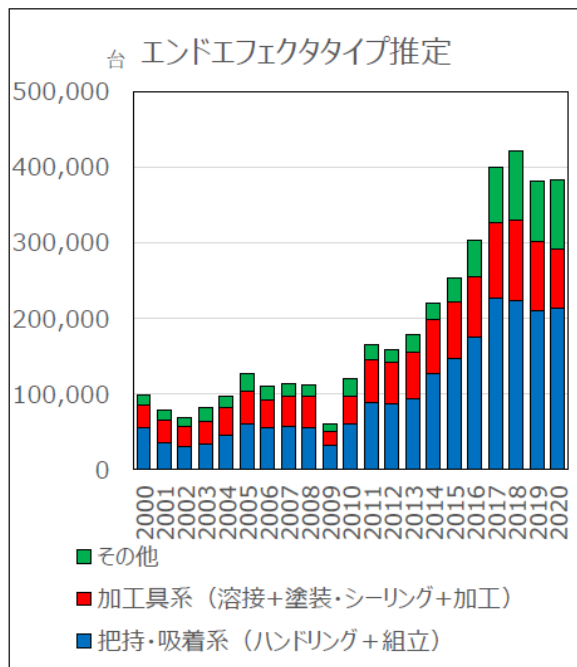
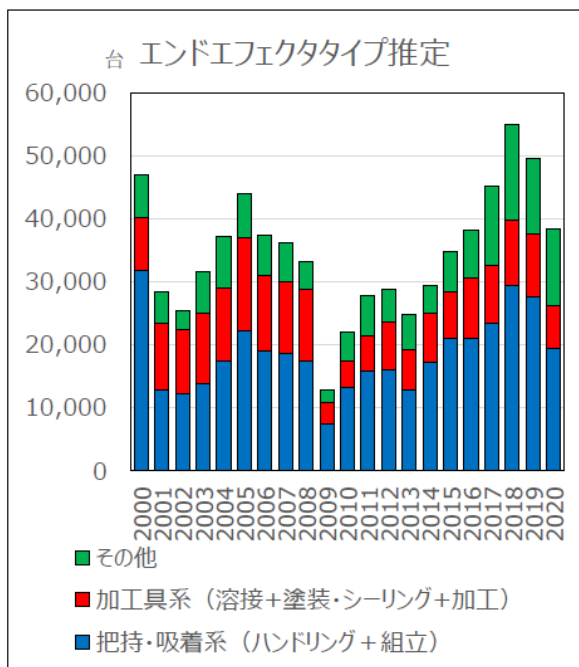
EE推定市場規模

国内：約 1 0 0 億円

海外：約 1 0 0 0 億円

国内

海外



○JARAの需要動向調査の用途区分から
2020年の日本国内市場規模を推定

施工具系：6,728台 18%
(IFR：Welding, Dispensing, Processing)
ハンドリング系：23,105台 51%
→推定規模 100億円～120億円
(IFR：Handling, Assembling, Disassembling)
その他：12,103台 31%
(IFR：Others, Unspecified)

○IFR World Robotics 2021の用途区分から
2020年の世界市場規模を推定
総台数 383,545台

施工具系：79,414台 21%
(IFR：Welding, Dispensing, Processing)
ハンドリング系：213,192台 55%
→推定規模 950億円～1200億円
(IFR：Handling, Assembling, Disassembling)
その他：90,939台 24%
(IFR：Others, Unspecified)

○エンドエフェクタの区分

施工具系：スポット溶接ガン、アーク溶接トーチ、塗装スプレーガン、ディスペンサ、グラインダ、はんだごて等
ハンドリング系：把持ハンド、多指ハンド、吸着ハンド、すくいあげハンド その他：ウエハ専用、検査用カメラなど専用

情報収集資料作成協力
Sier協会 小平氏 高本氏
市場規模推定は小平氏による

＜参考＞IFR資料による 世界の業務用サービスロボット市場の概観

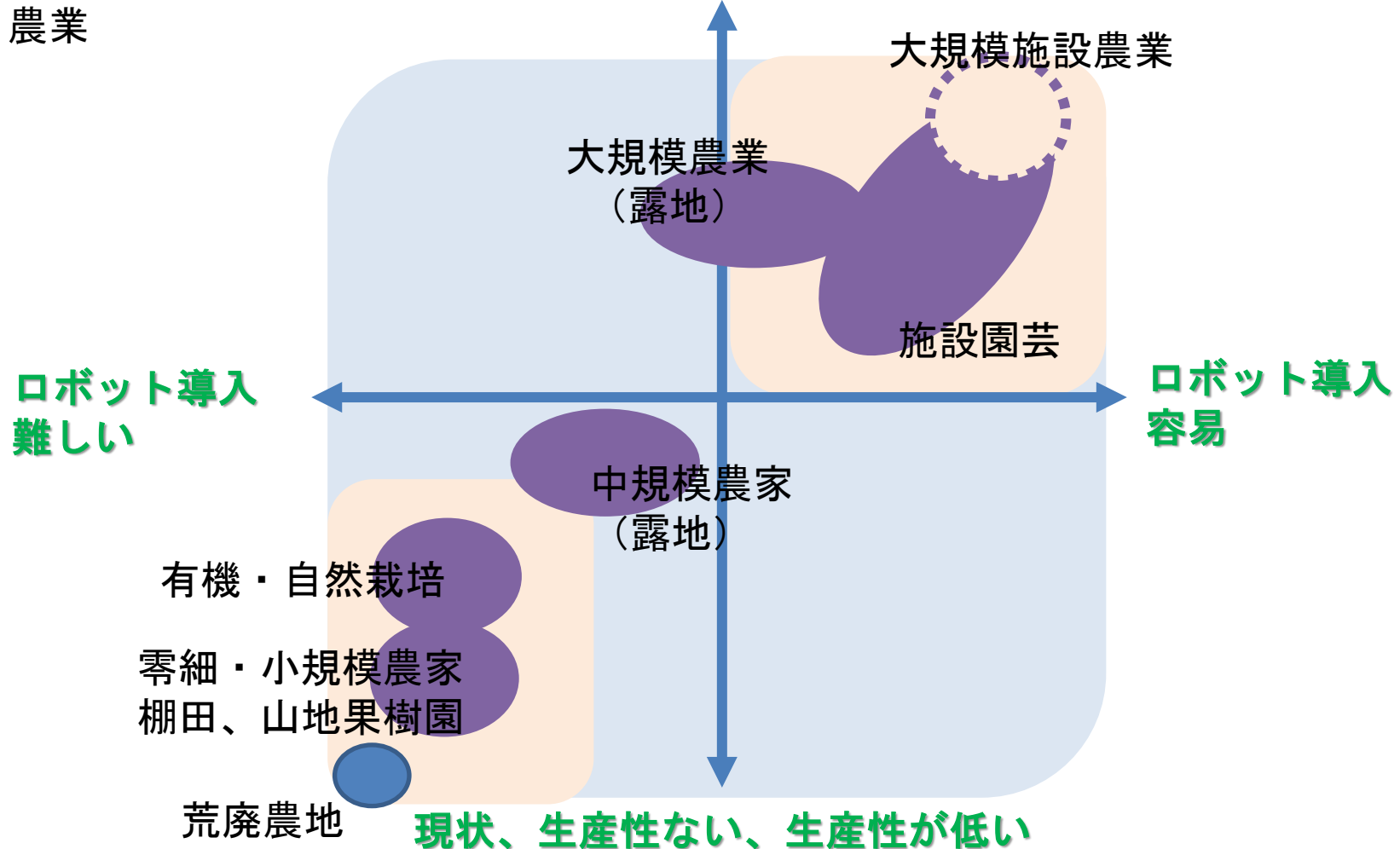
	＜2019年版＞ 2018年 販売額 (千ドル)	＜2020年版＞ 2018年 販売額 (千ドル)	＜2020年版＞ 2019年 販売額 (千ドル)		＜2021年版＞ 2019年 販売額 (千ドル)	＜2021年版＞ 2020年 販売額 (千ドル)
業務用ロボット	9,220,806	8,452,890	11,142,218	業務用ロボット	5,955,080	6,660,321
屋外用ロボット	1,032,608	1,290,967	1,332,687	農業ロボット	905,573	952,349
業務用清掃ロボット	113,093	151,745	188,275	業務用清掃ロボット	209,725	316,329
検査・メンテナンスロボット	223,458	95,537	220,539	検査・メンテナンスロボット	194,744	253,795
建設・解体ロボット	60,861	78,041	90,298	建設・解体ロボット	77,418	95,415
物流システム	3,659,357	901,038	1,889,102	輸送・物流システム	903,707	1,002,624
医療ロボット	2,815,147	4,109,014	5,275,862	医療ロボット	3,271,239	3,641,125
救助・警備ロボット	2,332			探索・救助・警備ロボット	28,020	48,010
防衛	1,029,139	1,489,196	1,724,210			
自動航行船、水中ロボット(民生用)	53,249	101,049	103,485			
パワースーツ	56,058	56,772	82,827			
モビリティプラットフォーム(一般向け)	8,658	10,468	15,779			
広報ロボット、娯楽移動ロボット	158,301	154,588	219,154	ホスピタリティロボット	247,205	249,075
その他の業務用ロボット	8,545	14,477	18,604	その他の業務用ロボット	117,448	101,598
家庭用・個人用ロボット	2,478,842	4,711,573	5,659,708	消費者用ロボット	3,851,106	4,428,755

IFR SD strongly discourages the creation of time-series data, compiling data from different issues of this publication. (IFR (2022), World Robotics 2021 – Service Robots, p.22)



4. 「食」の関連分野にロボットを 導入するにあたっての問題・課題（農業）

同じ農業でも生産性やロボット導入の容易さは大きく異なる



大規模農地では、自動走行農機 (トラクタ、ハーベスターなど) が実用化

- 国内外で、大規模農地用の農機には、自動運転機能の搭載が始まっている。(ただし、ヒトが搭乗型のものも含む)

例：ヤンマー 自動運転トラクタ「ROBOT TRACTOR」

販売価格：約1200万円

クボタ 自動運転田植機「アグリロボ田植機」

販売価格：約300万円～500万円

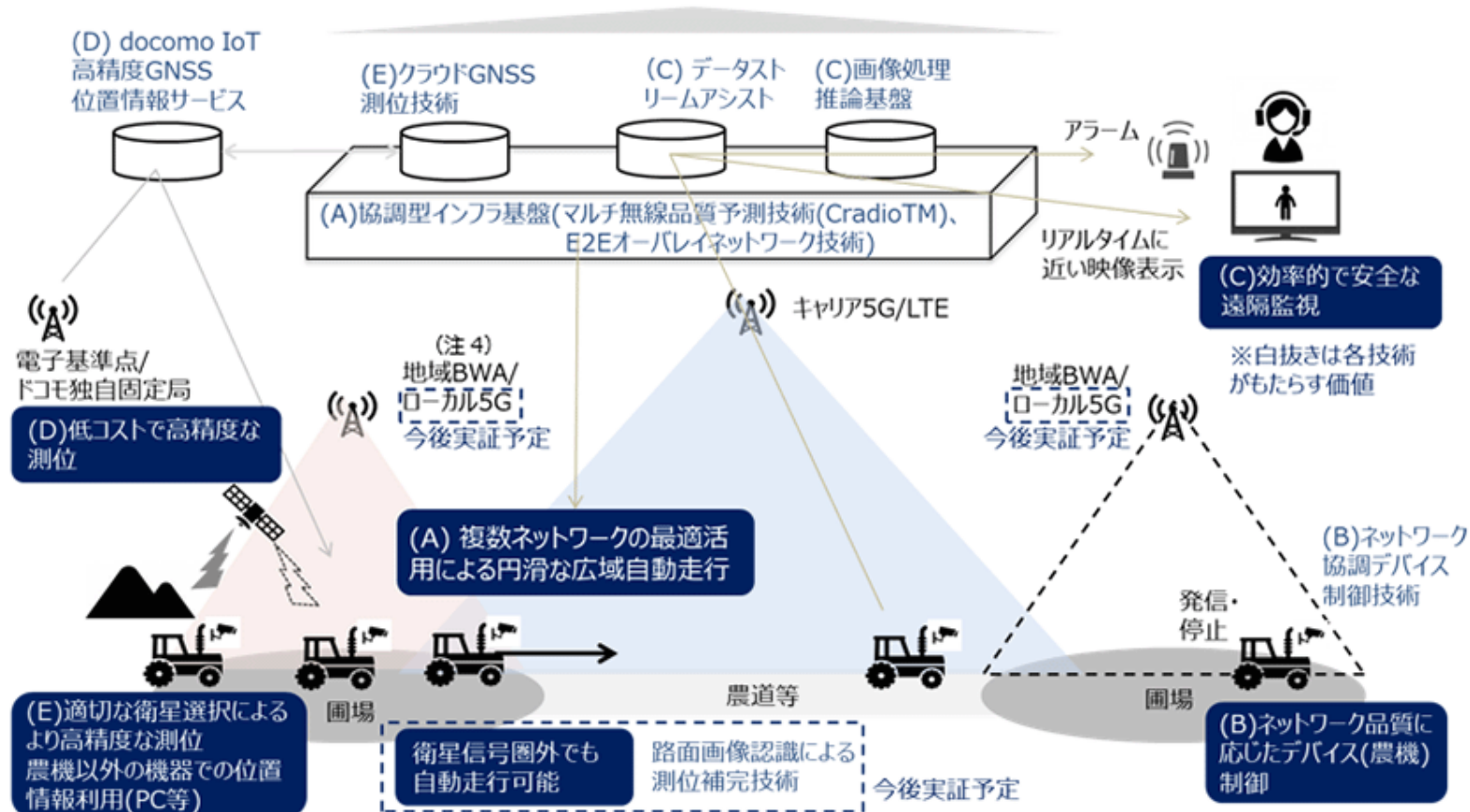
- 無人自動運転の農業機械（農業ロボット）に限っても、技術的には実用化レベルのものが複数開発済。商品化直前のものも多い。

例：農研機構農業技術革新工学研究センター 自動運転田植機

立命館大学・オサダ農機（露地野菜生産ロボット化コンソーシアム）
キャベツ自動収穫機

大規模農地では、自動走行農機の広域管理 の実証実験も開始

北大、岩見沢市、NTT、NTT東日本、NTTドコモによる無人トラクタ管理システム
安全で円滑な広域自動走行等を通じた農業の生産性向上に貢献



大規模施設園芸向け自動収穫ロボットの 開発が進行中

- 国内外で、大規模施設園芸作物（トマト、イチゴ等）の自動収穫・搬送ロボットの開発が実用化段階にたどり着く、あるいは実用化直前までになっている。

例：国立大学法人宇都宮大学/アイ・イート株式会社
いちご自動収穫ロボット

デンソー/浅井農園 トマト自動収穫ロボット

パナソニック トマト自動収穫ロボット

AGRIST ピーマン自動収穫ロボット

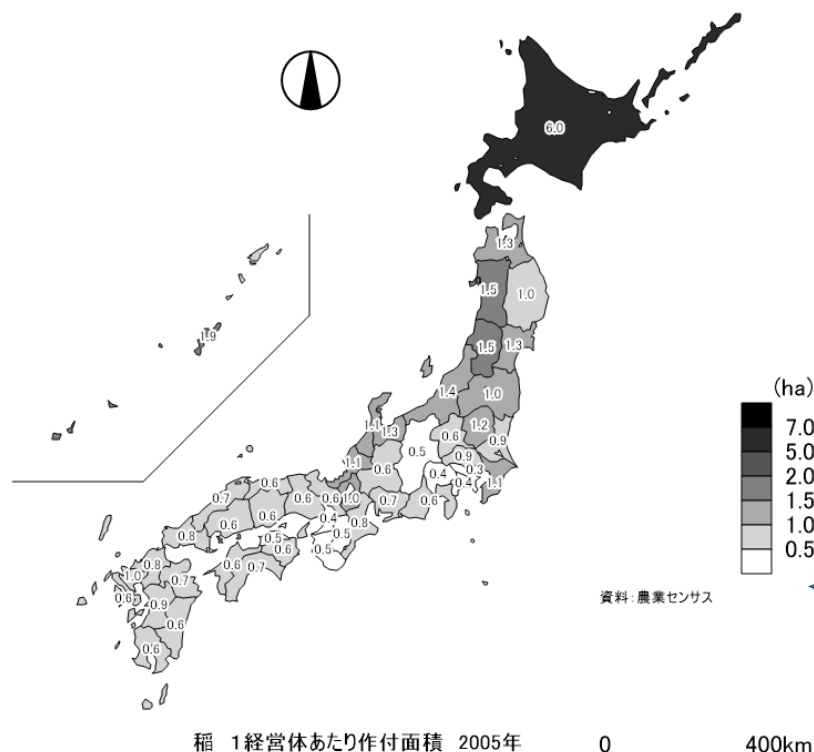
- 単位時間での収穫効率（は、ヒトによる収穫より劣るが、長時間連続作動により全体的な生産性を確保。現状、完全無人化ではない（圃場のどこかにヒトの作業員が必要）

日本の“大規模”農地＝農地の集約化 は限定的であり適用地に限られる

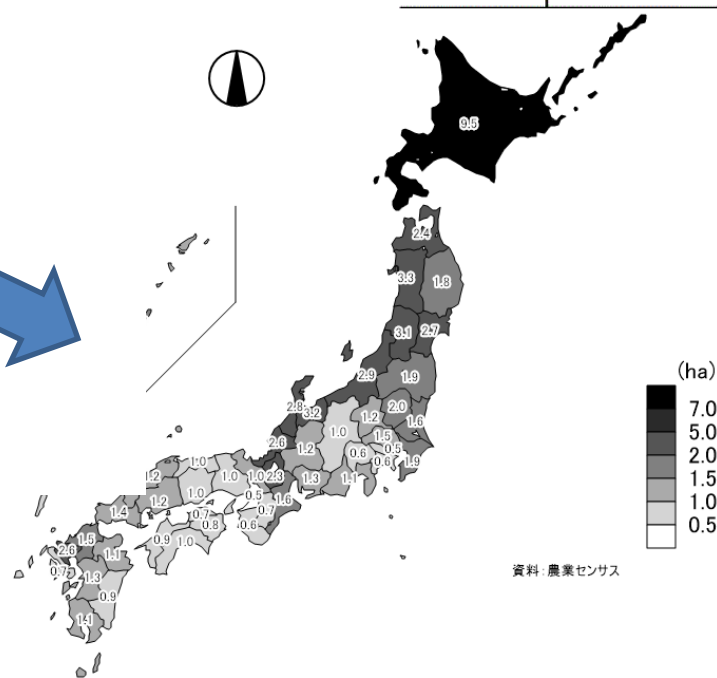
表3 1 農業経営体当たりの経営耕地面積

単位：ha

区分	全国	北海道	都府県
平成 22 年	2.2	23.5	1.6
27	2.5	26.5	1.8
令和 2	3.1	30.2	2.2



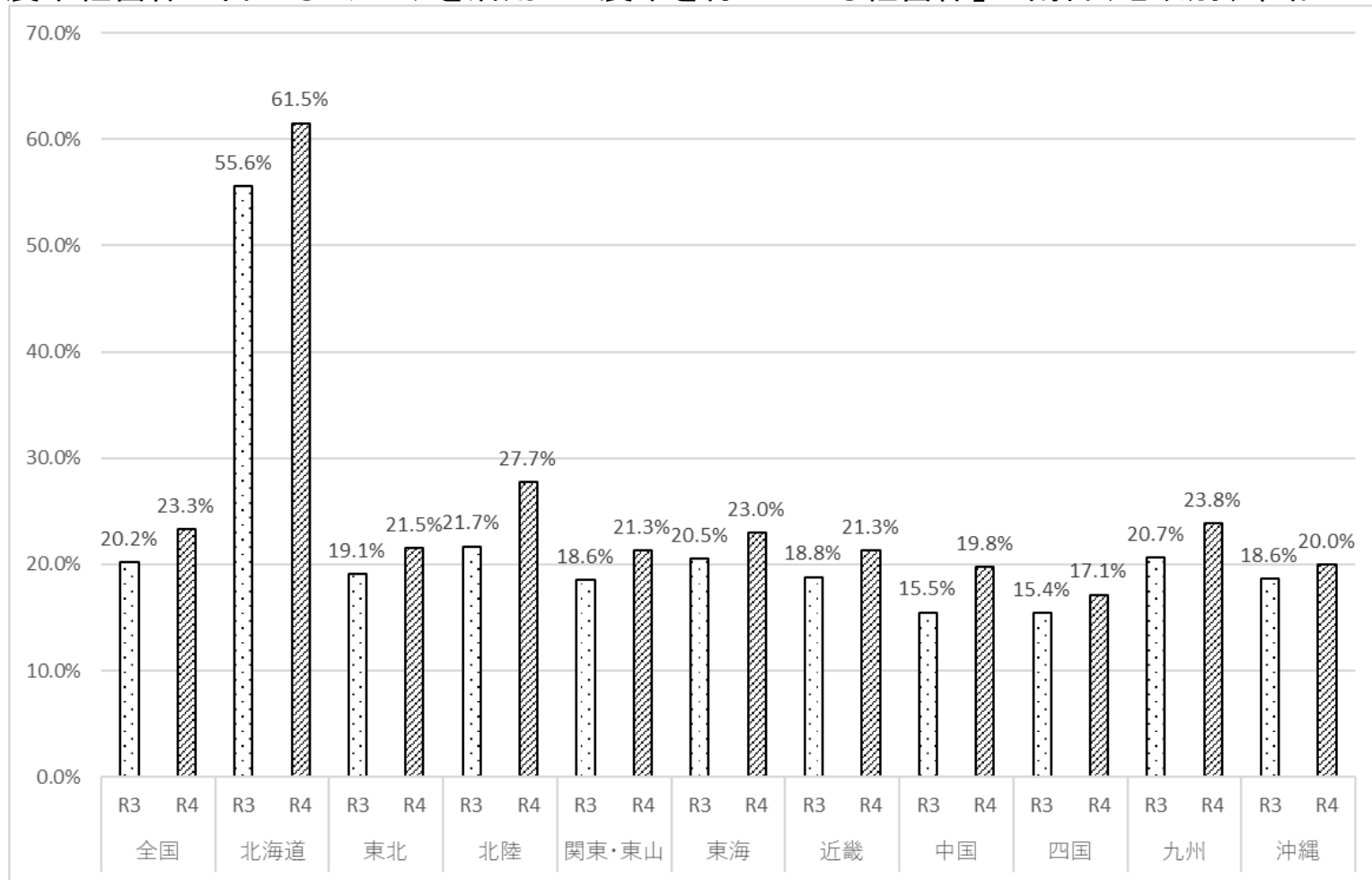
稲 1 経営体あたり作付面積 2005年



稲 1 経営体あたり作付面積 2020年

日本では、“大規模”農地でないと データ活用（スマート化）が低調

全農業経営体に占める「データを活用した農業を行っている経営体」の割合（地域別、令和3・4年度）



出所) 農業構造動態調査

現状の自動化農業機械、農業ロボットは高額過ぎる

【参考資料1】水稲作の機械化の状況

○ 我が国では水稲作において、トラクターと各種作業機の組み合わせ、田植機・播種機、コンバイン、乾燥機等による機械化一貫体系が確立されているところ。

トラクタ（25ps） 279万円、トラクタ（35ps） 474万円

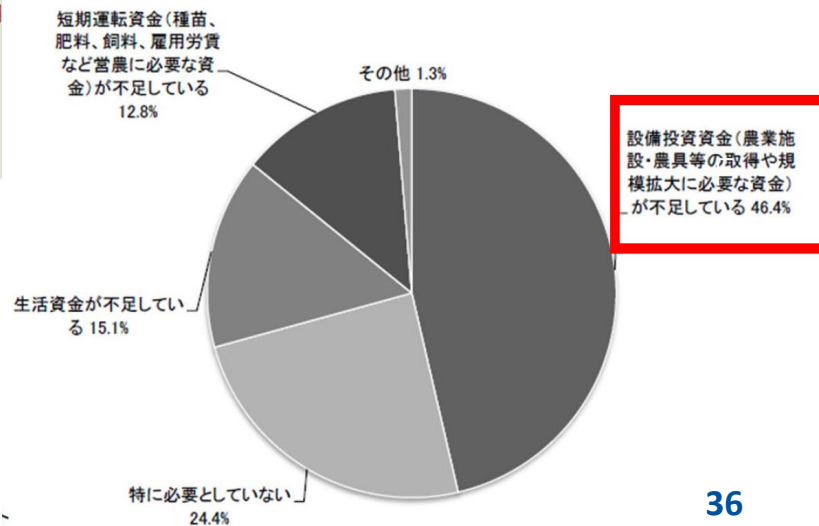
作目	耕うん・整地・基肥	育苗・移植・播種	追肥・除草・防除	収穫	乾燥・調製
水稲・麦類・大豆	・ブラウ 56万円  ・ロータリー 45万円  ・肥料散布機  ・溝掘機 	・田植機 126万円  ・不耕起汎用播種機  ・耕うん同時畝立て播種機 	・動力散布機 18万円  ・乗用管理ビークル  ・中耕除草機  肩掛け刈払機 7万円	・自脱コンバイン  ・汎用コンバイン  2条刈 268万円 4条刈 743万円	・穀物乾燥機  16石用 115万円

出所）農林水産省「米の生産コストに係る日韓比較」（平成28年2月）に農林水産省「令和3年度農業物価指数統計」の「農業水産資材の販売価格」「全国平均販売価格」の情報を加味。

出所：農林水産省「平成30年度新規参入者の経営資源の確保に関する調査結果」

- 従来の農業機械（左図参照）への投資で精いっぱいの高齢農業従事者。
- 新規就農者も設備投資資金が不足する状況で、現状以上の投資に二の足を踏みかねない。

図8 現在最も必要としている資金



農地の集約化へむかわず耕作放棄へ 大規模農地向け技術だけでは救えない農地

- 農地の減少要因の半分は、耕作放棄→荒廃農地によるもの。
- 「高齢化」が最大の理由。継承者なく、廃業へ。
- 大規模農地向け技術を活用する余地なく、生産性がゼロの土地の拡大が進む

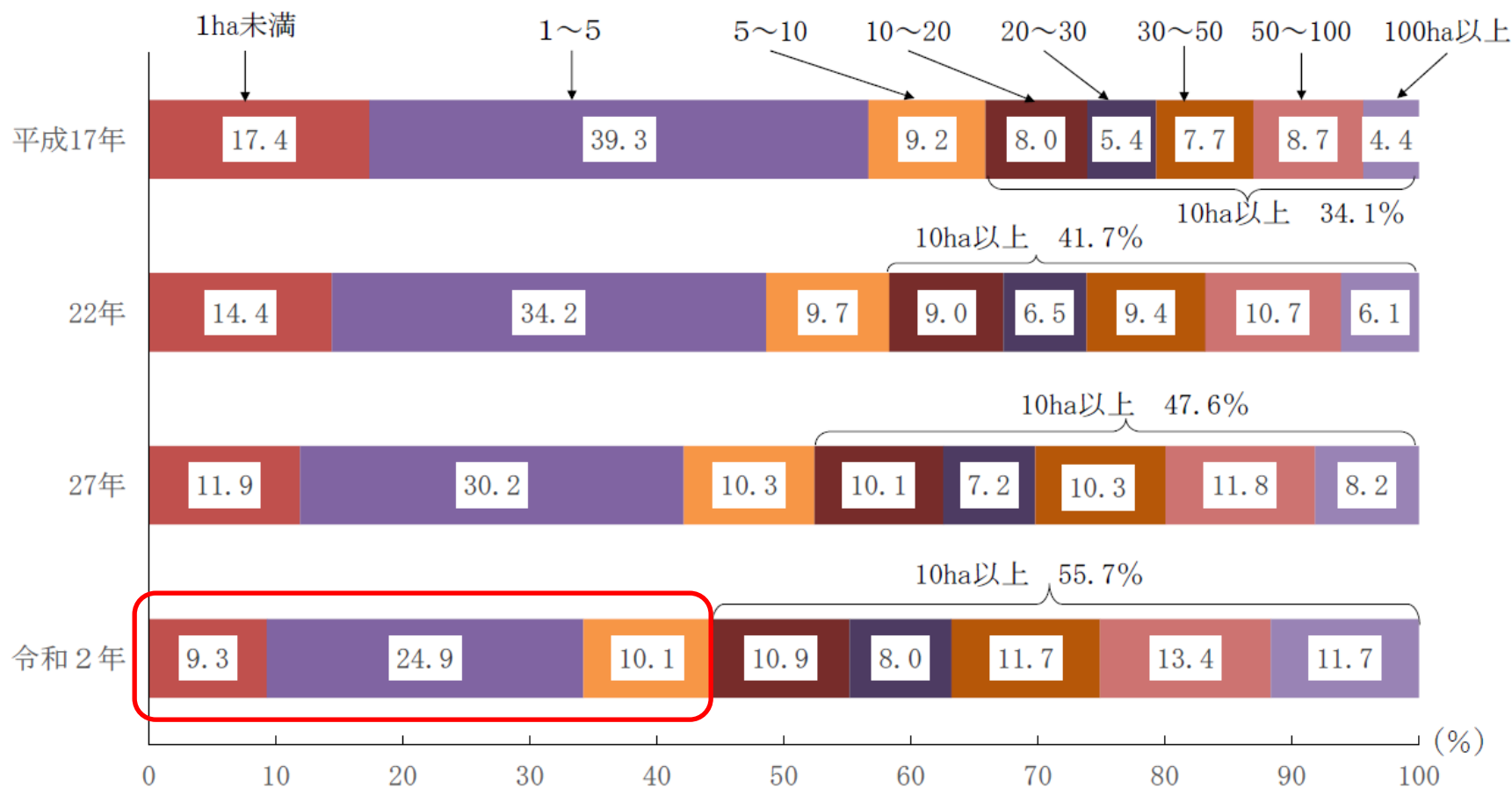
農地面積の減少要因

単位: ha

	平18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	令元	2	3
かい廃計	24,300	23,700	23,900	21,200	17,700	33,400	17,400	19,800	26,200	25,900	29,900	32,500	33,700	31,700	33,000	30,800
自然災害	52	56	23	49	186	16,800	1,400	1	335	82	1,430	...	...	...	...	...
荒廃農地 (耕作放棄)	11,400	10,400	9,760	9,770	7,790	7,870	6,940	9,530	13,000	13,500	16,200	19,300	14,500	13,200	15,100	12,800
非農業用途 への転用	10,510	11,210	11,910	9,066	7,983	6,996	7,119	8,382	9,894	10,165	9,860	...	...	...	...	...
植林・農林道 等への転用	2,294	2,058	2,205	2,254	1,753	1,737	1,916	1,845	2,901	2,181	2,408	...	...	...	...	...

4割強の零細農地を無視できない 新たな荒廃農地の出現を阻止する必要性

図 経営耕地面積規模別経営耕地面積の割合（全国）

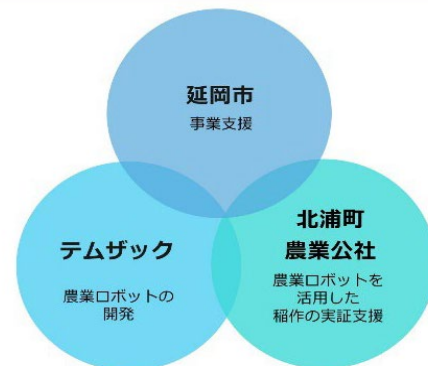
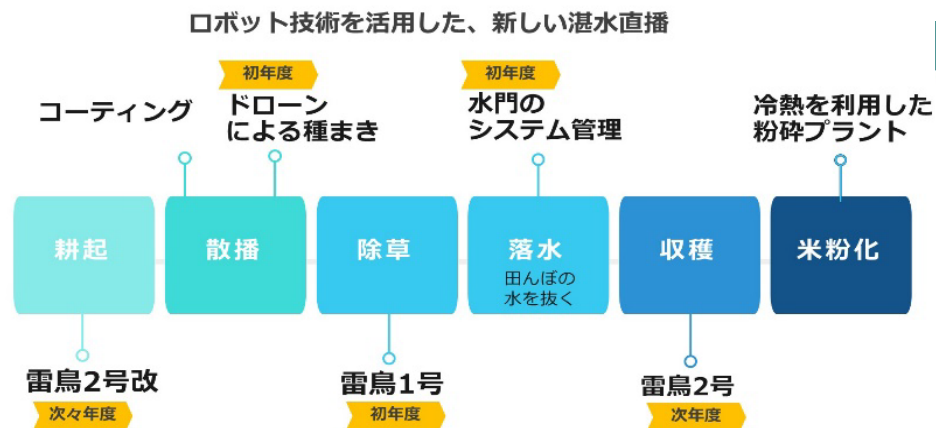


出所) 農林水産省「2020年農業センサス」

既にできてしまった荒廃農地を 新たな発想・取り組みで農地に復帰

- 耕作放棄地→荒廃農地になった元農地に生産性を取り戻すための試みは各地で自治体を中心となって実施されているが、一旦、生産性を失った土地を農地に戻すのは、資金・労力が必要。
- 生産性を維持・向上させるには、新たな価値づけによる工夫・仕掛けが必要。 ★小規模農地を農業の持続可能性、多様性維持に活用
- ロボット技術とスマート化を、新たな発想で活用して耕作放棄地再生に動く試みも。

「耕作放棄地」増加を食い止める！ スマート稲作改革



有機／自然農法の重視 効率化ではなく、“持続可能性”“多様性”の充足

- 令和3年度には農林水産省が「みどりの食料システム戦略」にて2050年までに「耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%（100万ha）に拡大することを目指す」とうたう。
（令和4年4月22日には、環境と調和のとれた食料システムの確立のための環境負荷低減事業活動の促進等に関する法律（みどりの食料システム法）が成立（5月2日公布、7月1日施行）
- **有機／自然農法は、持続的な農業を目指す試みの一つの大きな流れを形成。「食」の多様性維持の目的もある。**
- 「慣行農法（農薬、化学肥料等を使用した近代農法）」を前提とした農業機械を使用することが難しい場面が多い。
- 有機／自然農法による稲作は、「慣行農法」に比べて手間暇がかかることもあり、耕地が小規模にとどまる。
- **有機／自然農法を実施する農業法人が活用できる機械・ロボット（価格設定、技術等）の新たな開発が必要。**

有機／自然農法でのロボット活用の問題 従来の農機とは異なる技術開発の必要性

- 各地で散発的に有機／自然農法用のロボット開発が進むが、同じ発想が重なり、なおかつ実用化まで遠い。（地産地消型開発の限界）
- 例えば、水田除草ロボットが1990年代後半から異なる開発開始時期に異なる地域、異なる主体によって開発されているが、ほぼ同じ形態のロボットに。結果として同じ課題に直面し、実証実験段階にとどまる。

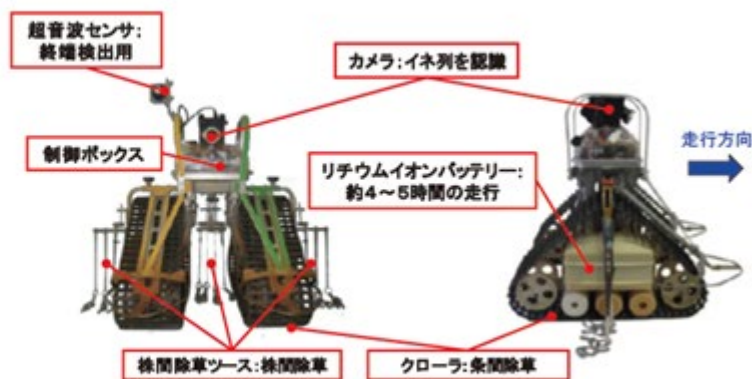
岐阜県情報技術研究所



←

エコ・ライス新潟

新潟県農業総合研究所



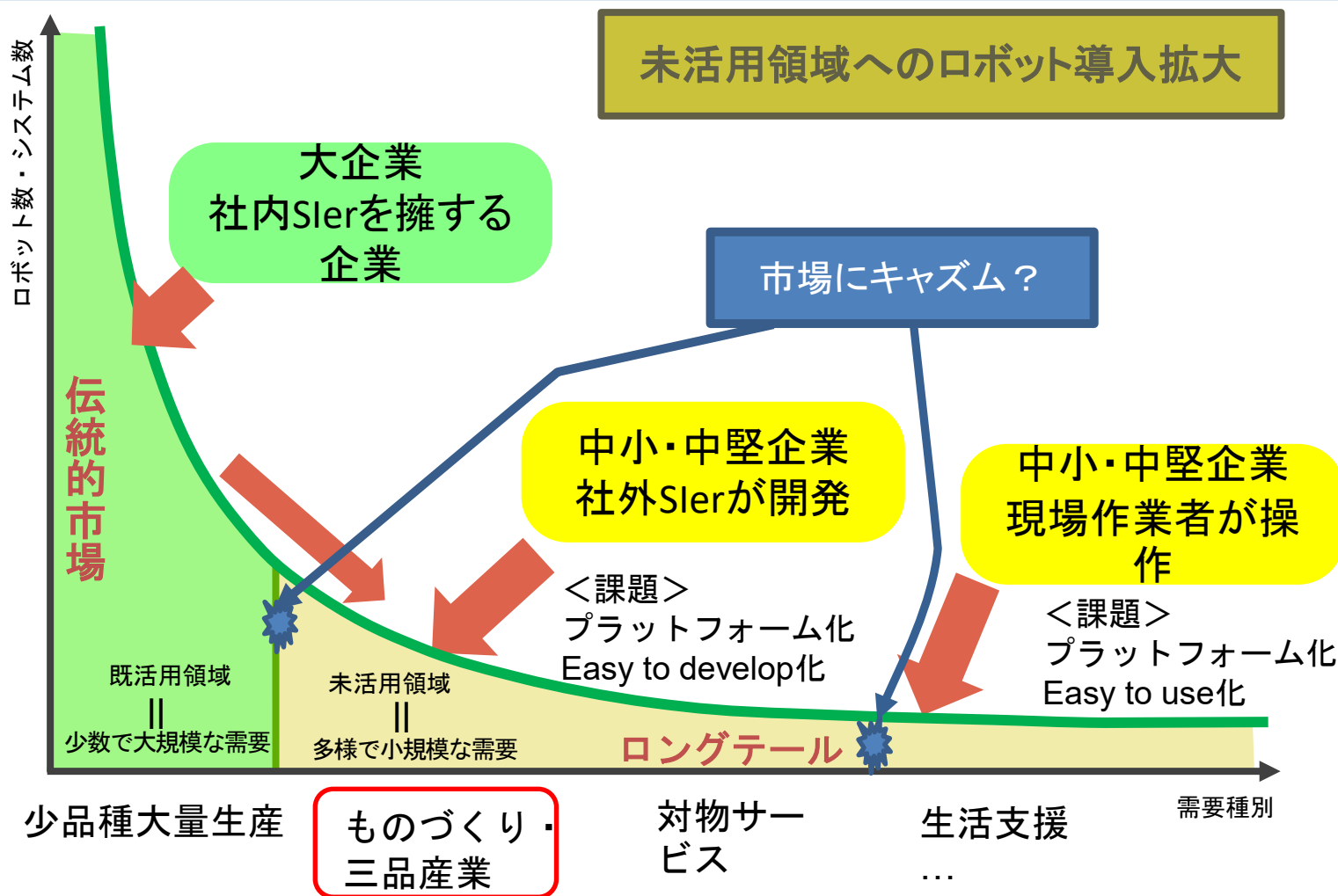
アイビーシステム

有機／自然農法でのロボット活用の問題 従来の農機とは異なる技術開発（続き）

- 井関農機(株)が有機米デザイン(株)と組んで、日本の大手農機メーカーとして初めて有機／自然農法用ロボット開発に取り組んだ水田除草ロボットが2021年に発売開始。
- 本体価格が約50万円。1枚の水田に1台必要な設定。複数箇所に分かれた水田管理をしている農家が多い現状で、普及への壁がある。
- 新たな発想で有機／自然農法の水田除草ロボット開発をするベンチャー企業（株）ハタケホットケなど）も登場しているが、資金調達に悩み、また全国展開の道筋が立っていない。

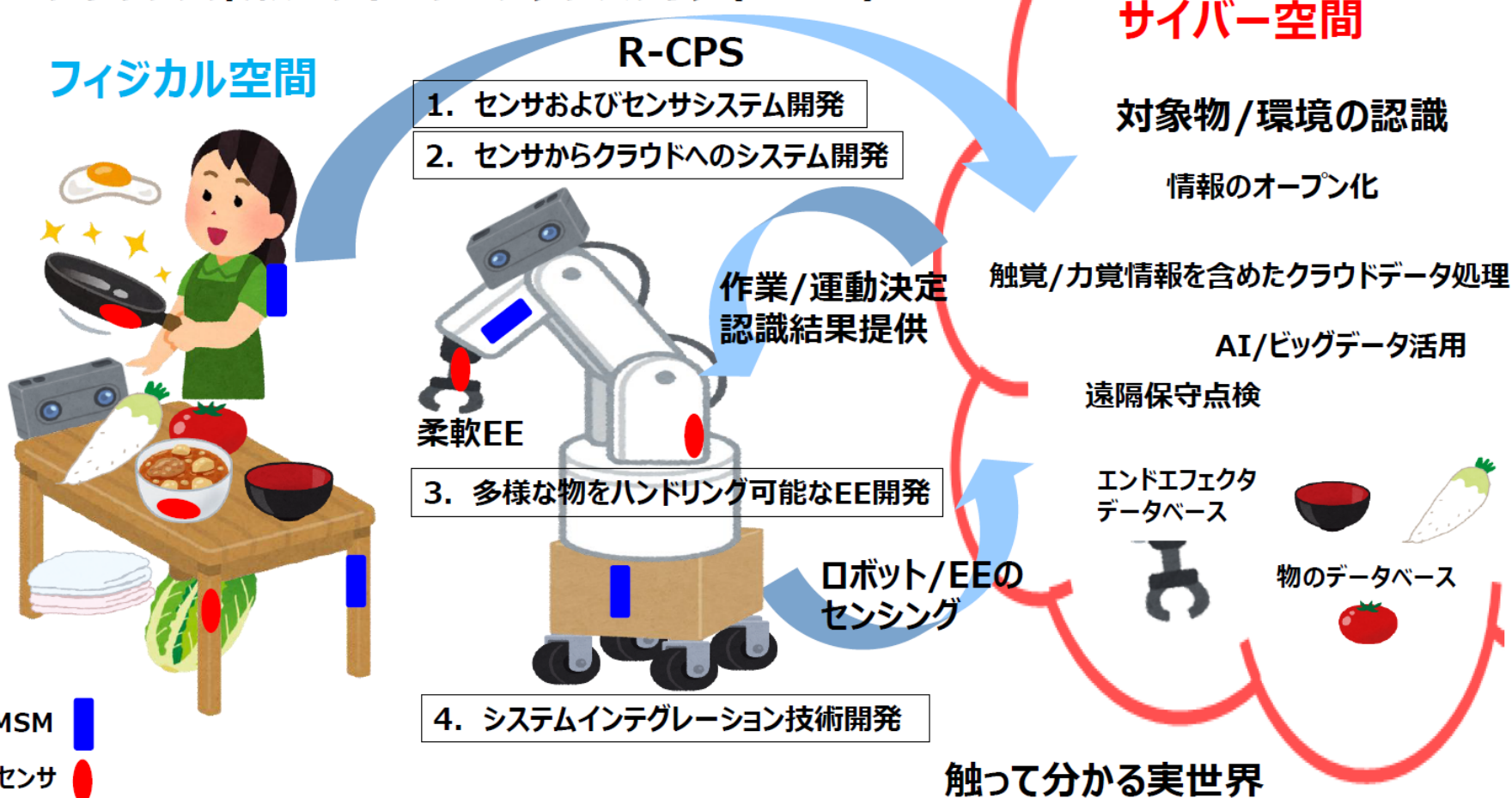
5. 「食」の関連分野にロボットを 導入するにあたっての問題・課題(食品産業)

食品産業へのロボット活用の難しさは 既に多く議論されている



特に、直接食品を扱うロボット用の エンドエフェクタ開発に焦点が当たっている

センサリッチ柔軟エンドエフェクタシステム (SSES)



惣菜、弁当の盛り付けロボットには 複数の企業が参入している

- 従来の、食品製造工場における、包装された食品の工程間の搬送や、出荷用の箱の荷台積み上げ等に産業用ロボットを活用していたロボットの活用から、惣菜や弁当盛付けなど直接食品を扱う作業へのロボット活用が進む。
- FOOM（国際食品製造総合展）などでは、惣菜や弁当の盛付ロボットが複数展示され、人気を集めている。

例：(株)アールティ 弁当におかずを盛り付けるためのヒト型双腕ロボット

コネクテッドロボティクス(株) ポテトサラダを盛り付けることもできる惣菜盛付ロボットシステム

(株)デンソーウェーブ 唐揚げなどを盛り付けるロボットシステム

立命館大学等SIPプログラム 料理盛付を実行するロボットシステム

食品ロボットの小規模企業への普及には IoT技術をもった人材の介在が壁

なぜ小企業へ
ロボットを普
及せねばなら
ないか？
→地域の「食」
の保護

R-CPSの今後の課題 **(特に小企業への普及促進)**

SIP実証実験 全国で50カ所程度実施

IoT-SIer企業型

【IoT-SIer】	【ユーザ】
マウンテンゴリラ	ブリューパブ（ビール）
ViAR&E	喜多酒造（日本酒）

個人IoT-SIer型

【IoT-SIer】	【ユーザ】
SIP技術者	はたしょうファーム（イチゴ）
（個人事業主）	

ユーザ企業内IoT-SIer型

【IoT-SIer】	【ユーザ】
ワボウ産業	ワボウ産業（エビ）
ゆば八	ゆば八（ゆば）

R-CPS利用は容易

しかし、
一定レベル（高度でなくてよい）の
IoT技術スキル人材の介在必要

街のIoT-SIer育成計画

- ・中小企業内人材育成
- ・退職/副業/再就職人材のDX
- ・企業生産性向上ためのリスキリング
- ・専門外分野学生教育
- ..

人材育成プログラムが必要

食品ロボットの小規模企業への普及の 課題と解決法が見えてきている

ロボットビジネスの課題

1. 食産業ではシステム価格を300万円/ 1 システム程度要望
2. 専門家不在での日常運用の容易性
3. ヒューマン/環境フレンドリとロボットフレンドリの線引きの明確化

解決法

1. システム価格を500万円/ 1 システム程度以下を実現できる技術開発
 - ・ SIコスト削減のための要素開発（繋ぎやすいデバイス、低価格化）
 - ・ 新SI技術開発

新しいロボットアーム開発

2. ユーザ操作の容易化技術開発/CPS利用遠隔サポート技術開発
 - ・ Slerのインターネットによる管理業務

Slerの利益率向上

3. 経営者と研究者の正確な情報交換
線引き事例の蓄積とオープン化

目標の選択肢が多く、システム解の選択肢も多い



6. 食の“多様性”維持のための ロボット活用へ向けて

Rebecca Chesneyによる“フードテック”で 新たに認識されるべき食の価値

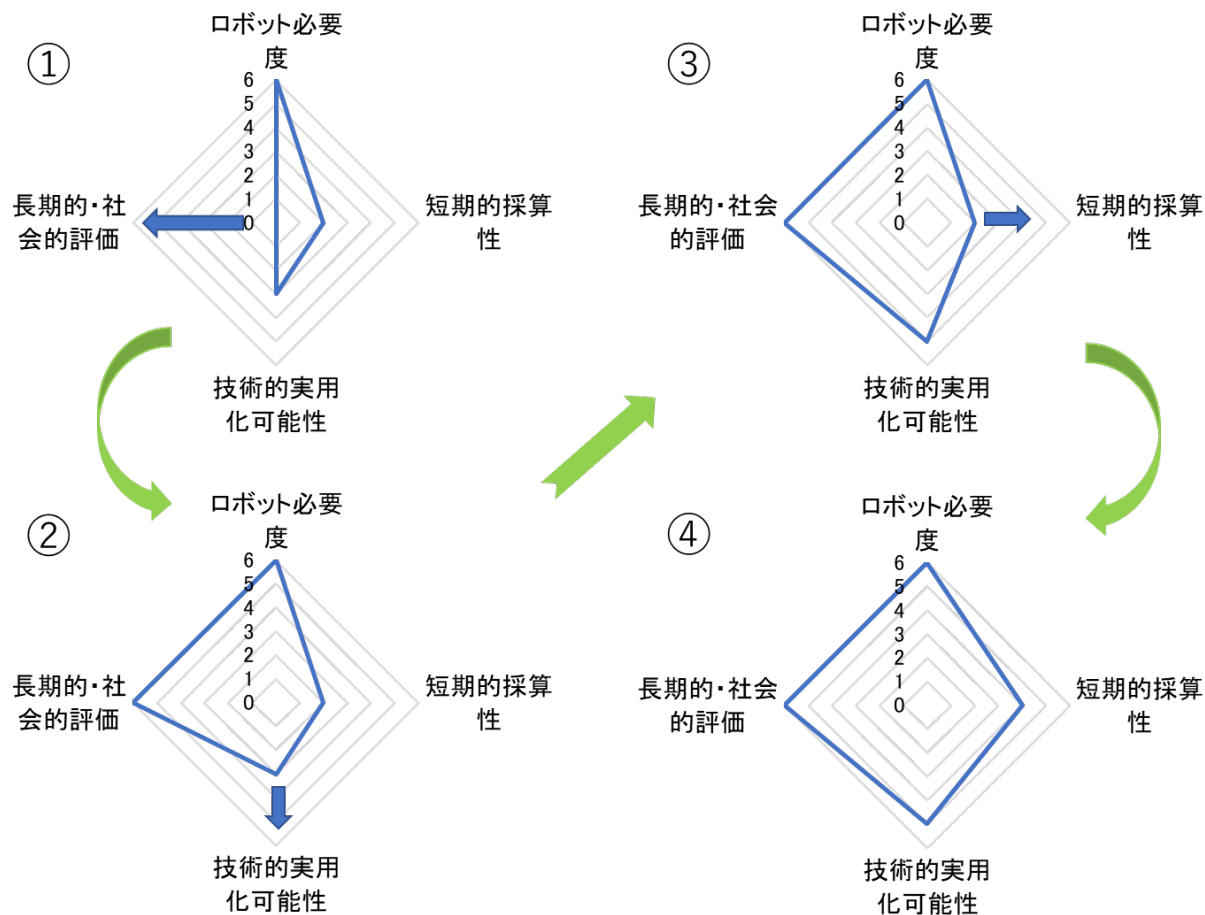
新たに認識
されるべき
食の価値

効率性	おいしさ	利便性
Discovery 発見する喜び	Comfort 快適性	community コミュニティの育 み
Familiarity 親しみ	Experimentation 発見する喜び	Cooperation 協力
Trust 信頼	Security 安心	novelty 新しさ
Inclusivity 包摂・参加	Individuality 個性の表現	fear 気遣い

出所) 田中・岡田・瀬川 (2020) 『フードテック革命』 図1-5を筆者加筆修正。
(原出所はSmart Kitchen Summit 2017, Presentation from Rebecca Chesney (IFTF))

「食」の多様性を維持するための ロボット開発投資を呼び込む評価軸の設定

➤ “持続可能性”という長期的・社会的価値を評価することで、多様性を維持するためのロボット開発投資を呼び込み、技術的実用可能性を高める。

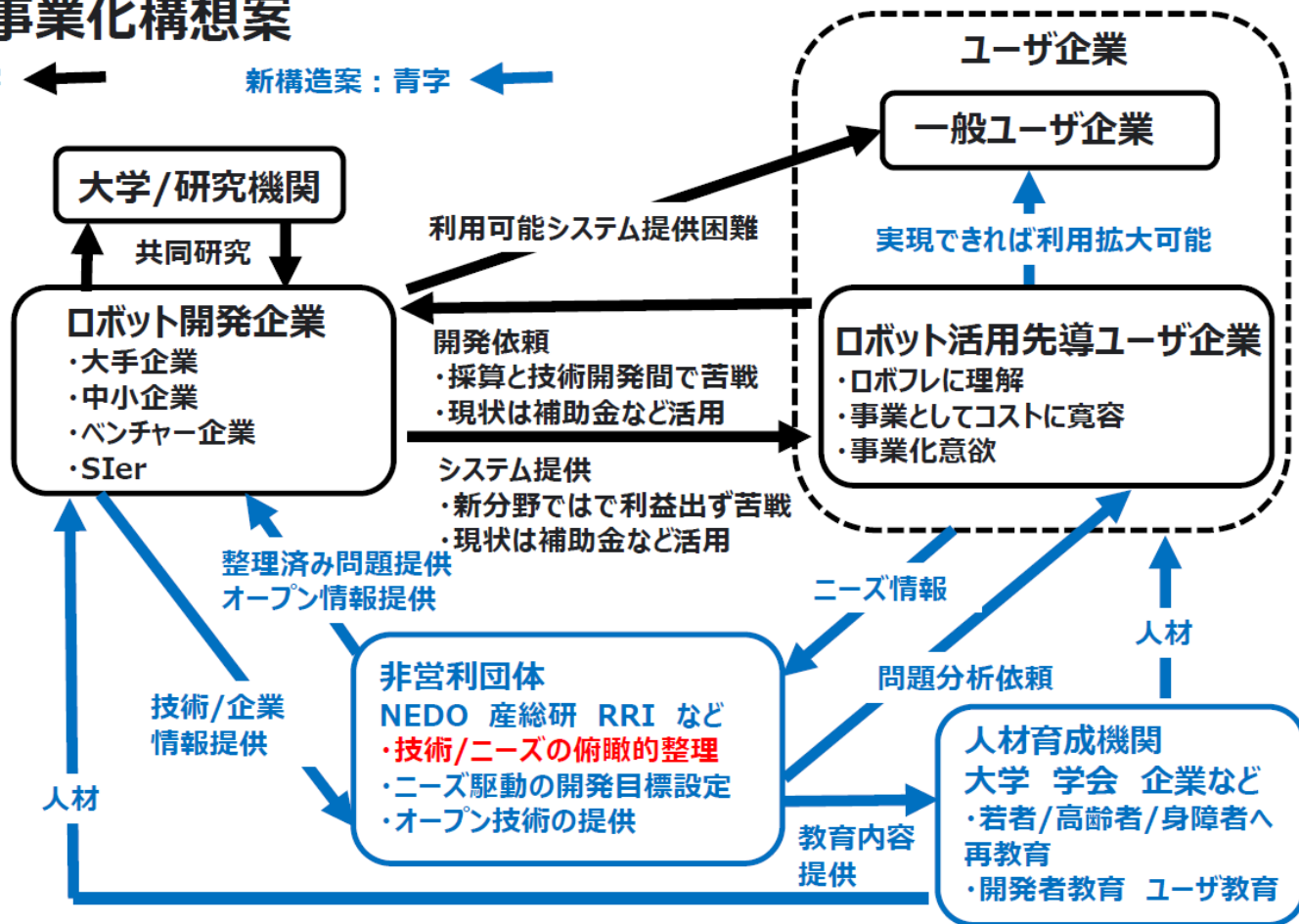


食品ロボットの開発と普及のための エコシステム構想を敷衍する

ロボット事業化構想案

現状：黒字 ←

新構想案：青字 ←



農業における新たなエコシステム構築と “カテゴライズされた汎用”を目指す取り組み

- 「地域の食文化の保存」、「地元食材の生産・消費維持」、「小規模農地の維持」など、“地域”がキーワードになるが、技術の地産地消には拘泥しないことが重要。
 - 個々の開発案件へのカスタムメイドの最適解を目指さず、ある程度の共通解を見つけたうえで、必要な種類のバリエーションを持つアタッチメントを付ける、複数台で動かすことで多様な需要に応える、“カテゴライズされた汎用”を目指す技術開発をする。
 - ・ 不整地自動走行ロボットにアタッチメントを付けて農業ロボットに
 - ・ 1台のロボットのサイズは小さいが、複数台が“群れ”で動くことで多様な面積の農地、多様な形状の農地への対応を可能にする
 - 従来の農業機械で全国的に普及した買い切り制度から、リース、レンタル、サブスクリプションなどを駆使した柔軟な農業ロボットの供給体制の確立へ 広域連携、広域調整の必要性
 - ・ サブスクリプションでアスパラガス収穫ロボットを供給：inaho
- ★ 農家側の意識改革を促しつつロボットを普及させる仲介者が必要

食の“多様性”維持のための ロボット活用へ向けて

- 食のダイバシティ（多様性）を維持することは、「食」に関する様々な“持続可能性”を維持・拡大することに深くかかわる。効率性、最適化を目指す従来の評価、価値とは別の、「長期的・社会的評価」といった視点を持つことが重要。
- 小規模・零細農業を小規模な食品加工業・飲食店を廃業に追い込まずに維持し、新たな付加価値を生み出す母体とするために、ロボット技術を含めた技術の活用方法を真剣に模索すべき。
- 狭い範囲での技術の地産地消や個々の開発案件へのカスタムメイドの最適解を目指さず、“カテゴライズされた汎用”ともいうべき適応範囲の広さを確保した技術開発を目指す。
- ロボットの導入が「食」をめぐる産業に新たな魅力を創出し、新たな就業者を生み出すような地域の、そして広域連携での“エコシステム”、仕組みづくりを政策的に強力に後押しする



ご清聴ありがとうございました
