

IoT、ビッグデータ、AIは農業をどう変えるか

2017年8月29日

株式会社日本総合研究所
創発戦略センター
井熊 均

0-1. 創発戦略センターの紹介

創発戦略センターは、「Think」(思考)だけでなく、「Do」(実行)を行うプロフェッショナルを標榜し活動しています。社会的課題の解決を目的とし、新たな社会システムの構築や先端事業の実現に取り組んでいます。最近では、アジアを中心として積極的に海外へ展開しています。



新たな社会システム

- ✓ 社会が抱える課題を把握し、新たな社会システムの構築に向けた支援を行っています。
- ✓ 国・自治体への政策立案、モデル事業運営、企業へのアドバイザー業務等を通じ、PFI、CSR、インパクトビジネスなどの分野で多くの成果を挙げてきました。



井熊 均 (いくま ひとし) 専務執行役員 創発戦略センター所長
早稲田大学大学院理工学研究科修了。三菱重工業を経て、日本総研。専門は、事業計画、事業運営、産業政策、環境／エネルギー、ベンチャービジネス論、地域経営。内閣府・経済産業省・総務省の委員、早稲田大学非常勤講師等を務める。



先端事業

- ✓ 新しい価値を見出し、ビジネス実現の支援を行っています。
- ✓ 異業種企業や異なる技術の連携によるバリューアップを図り、コンソーシアムや事業会社の設立など数多くの実績を有しています。



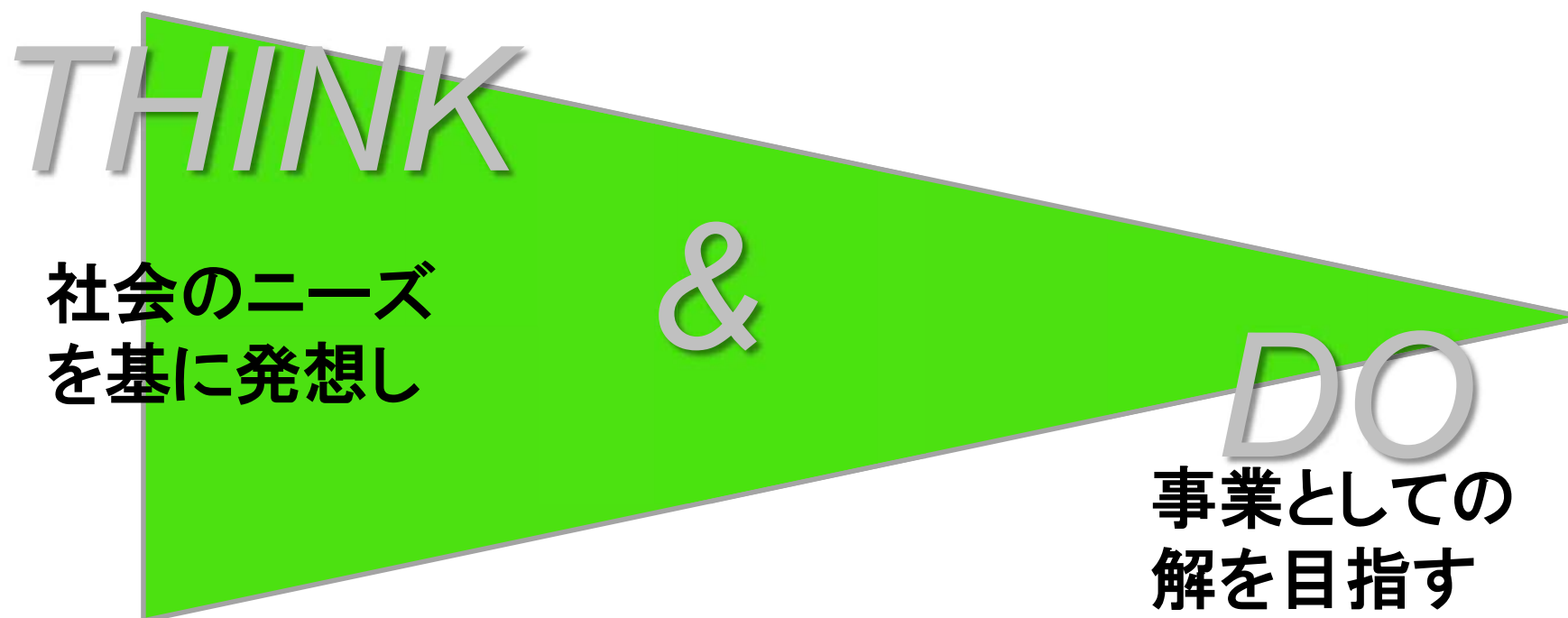
足達 英一郎 (あだち えいいちろう) 理事
一橋大学経済学部卒業後、民間研究機関を経て日本総研。専門は、企業の社会的責任の観点からの産業調査、企業評価。経済同友会社会的責任経営委員会WGメンバー、ISO26000作業部会日本エクスパート、三菱商事環境・CSRアドバイザーコミッティー委員、等を務める。



海外展開

- ✓ 日本国内での経験を元に、新興国・途上国といった新たな領域で、社会的課題の解決に資する先端事業、社会システムの実行支援を行っています。
- ✓ 現地企業や政府と協力し、様々な事業を実施しています。

0-2. 創発戦略センターの紹介



「本当の価値と経済的な価値に橋を架けたい。」

0-3. 創発戦略センターの紹介

【インキュベーション注力期】

1990年代中盤～2000年代前半

インキュベーション戦略の下、コンソーシアム活動を通じてベンチャー企業や新たなビジネスの立ち上げ等に注力。

◇ISVジャパン(土壌汚染処理) ◇ファーストエスコ(省エネサービス) ◇イーキュービック(省エネモニタリングサービス)



【構造改革注力期】

1990年代後半～現在

構造改革の流れに沿って、公的事業の改革、電力自由化、環境と金融等に関わる事業の立ち上げ等に注力。

◇PFI市場の立ち上げ ◇公共団体向けアドバイザリー業務の実施 ◇環境と金融に関するサービスの立ち上げ



【グローバル活動注力期】

2000年代中盤～現在

新興国市場の重要性向上に鑑み、ローカル・インテリジェンスの獲得を旨として中国、東南アジアの活動を開。

◇天津エコシティ、タイ・アマタ工業団地等スマートシティプロジェクト推進 ◇日本初の中国SRIファンドの立ち上げ



【現 状】

2010年代前半～現在

地域コミュニティを舞台とする事業へのニーズが拡大

◇地域エネルギー事業 ◇次世代地域交通サービス(COSMOS)コンソーシアム ◇ギャップシニアコンソーシアム

0-4. 創発戦略センターの紹介

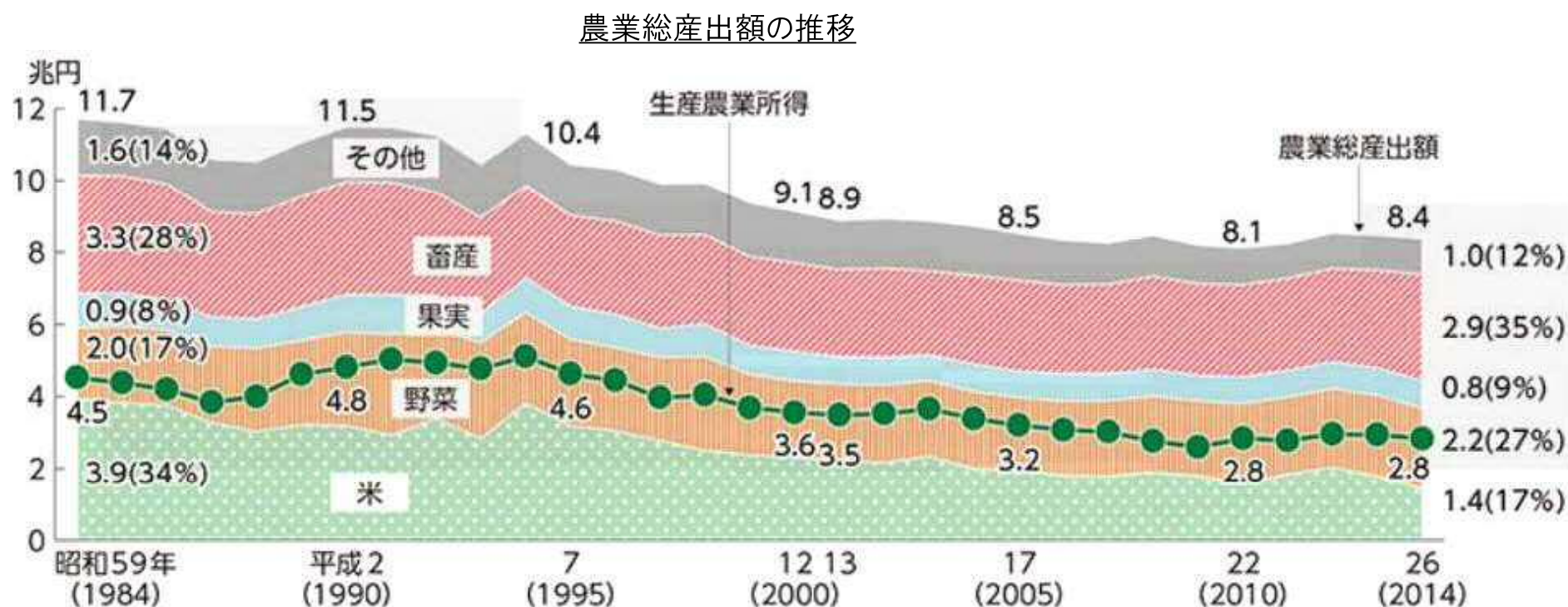
■ 近年、IoT関連の活動が拡大

- 中国電力会社との協働による次世代省エネシステム
中国二大電力会社の一社と、省エネと生産効率を同時に改善する次世代型のシステムを開発中。
- コミュニティ向け次世代交通システム
自動運転技術を使いニュータウン等を対象にした交通サービスの地域関連システムを開発中。
- シニア向けサービス関連システム
自治体と共同で民間主導のシニア向けサービス拠点を作り、シニアとのコミュニケーションをサポートするシステムを開発中。
- 農業データPF
国が進める農業関連データのプラットフォーム構築事業の立ち上げに参画。
- 次世代農業ロボット
日本総研独自の多機能型ロボットを開発中。

I .日本の農業の現状

1-1. 農業生と就業人口の推移

- 日本農業は長期にわたり衰退傾向が続き、農業産出額、農業従事者数ともに大きく低下。
 - ✓ 農業産出額は10兆円を大きく割り込み、8兆円台にまで減少。
 - ✓ 耕作放棄地面積(主観ベース)は42.3万haまで増加。(2015年)



出所：農林水産省「平成27年度 食料・農業・農村白書」

1-2. 農業生と就業人口の推移

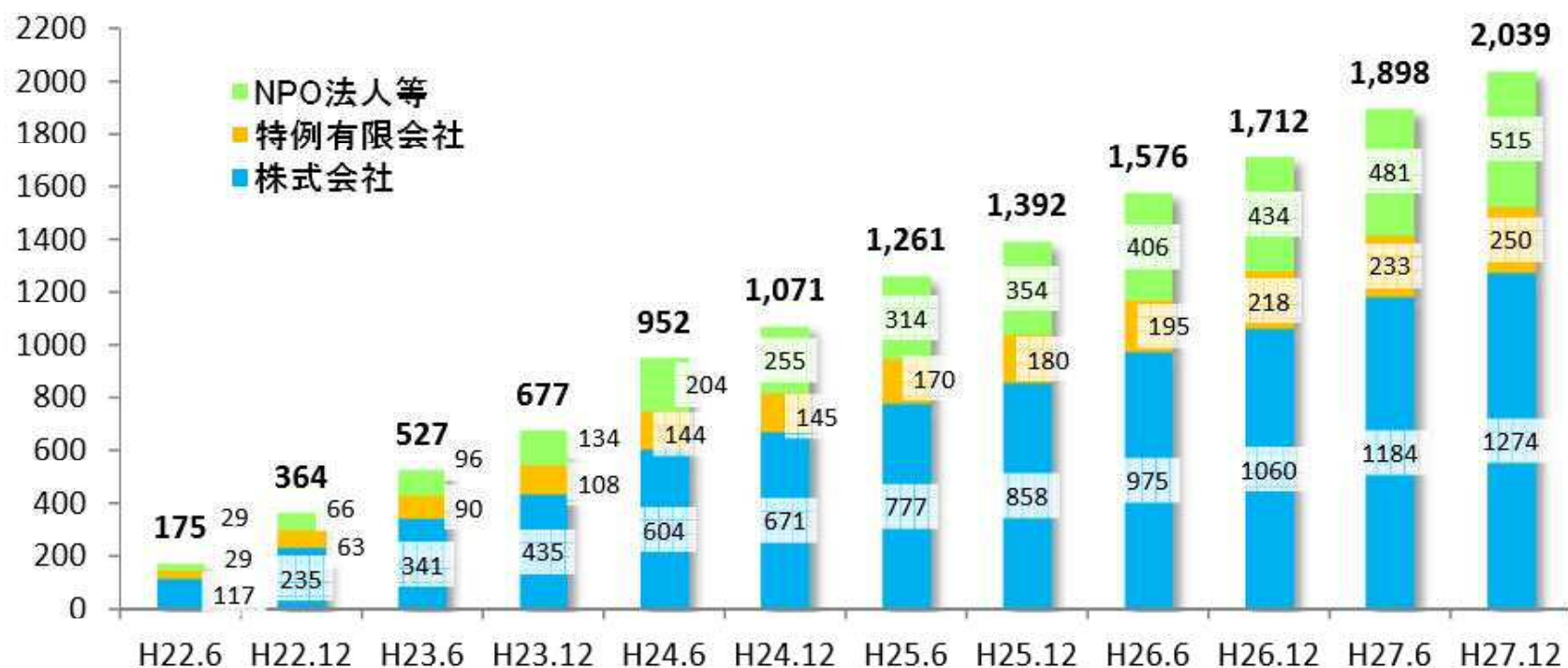
- 離農者の増加により、販売農家数は1990年の半数程度にまで減少
 - ✓ 農業就業人口は200万人を切る。
 - ✓ 平均年齢は約66歳。
 - ✓ 女性と高齢者が支える。

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016 (概数値)
農業就業人口	260.6	260.1	251.4	239.0	226.6	209.7	192.2
うち女性	130.0	134.5	128.4	121.1	114.1	100.9	90.0
うち65歳以上	160.5	157.7	151.6	147.8	144.3	133.1	125.4
平均年齢	65.8	65.9	65.8	66.2	66.7	66.4	...

出所：農林水産省「農林業センサス」、「農業構造動態調査」

2-1. 企業参入と農業生産者の所得

- 農業改革により法人の参入が急増。
 - ✓ わずか5年で10倍に急増。
 - ✓ 株式会社による参入が過半を占める。
 - ✓ 株式会社参入により資金調達と投資行動に変化。



出所：農林水産省「一般企業の農業への参入状況」

2-2. 企業参入と農業生産者の所得

- 企業参入は進むが、農業生産者一人一人の所得は伸び悩み。

露地栽培野菜の所得水準

区 分	農業所得			収益性	
	粗収益	経営費	所 得	農業経営 関与者 一人当たり 農業所得	自営農業 労働1時間 当たり 付加価値額
	千円	千円	千円	千円	円
全国平均 【0.98ha】	5,195	3,336	1,859	834	671
0.5 ha 未満	2,137	1,519	618	303	320
0.5～1.0	4,239	2,707	1,532	684	510
1.0～2.0	7,869	4,769	3,100	1,303	802
2.0～3.0	11,859	6,819	5,040	1,813	1,066
3.0～5.0	17,768	11,222	6,546	2,265	1,240
5.0～7.0	26,390	18,227	8,163	3,046	1,302
7.0ha以上	40,929	26,134	14,795	4,851	2,234

出所：農林水産省「営農類型別経営統計（個別経営）」より作成

2-3. 企業参入と農業生産者の所得

施設栽培野菜の所得水準

区 分	農業所得			収益性	
	粗収益	経営費	所 得	農業経営関与者一人当たり農業所得	自営農業労働1時間当たり付加価値額
	千円	千円	千円	千円	円
全国平均 【4,260㎡】	11,284	7,046	4,238	1,675	938
2,000 ㎡ 未 満	5,196	3,139	2,057	939	692
2,000 ～ 3,000	9,666	6,289	3,377	1,431	789
3,000 ～ 5,000	14,413	8,653	5,760	2,050	1,067
5,000 ～10,000	16,595	10,418	6,177	1,967	925
10,000 ～20,000	26,668	17,114	9,554	3,317	1,387
20,000 ㎡ 以 上	33,161	20,234	12,927	3,513	1,461

出所：農林水産省「営農類型別経営統計（個別経営）」より作成

2-4. 企業参入と農業生産者の所得

畑作の所得水準 【豆・イモ・茶・サトウキビ等、北海道のみ】

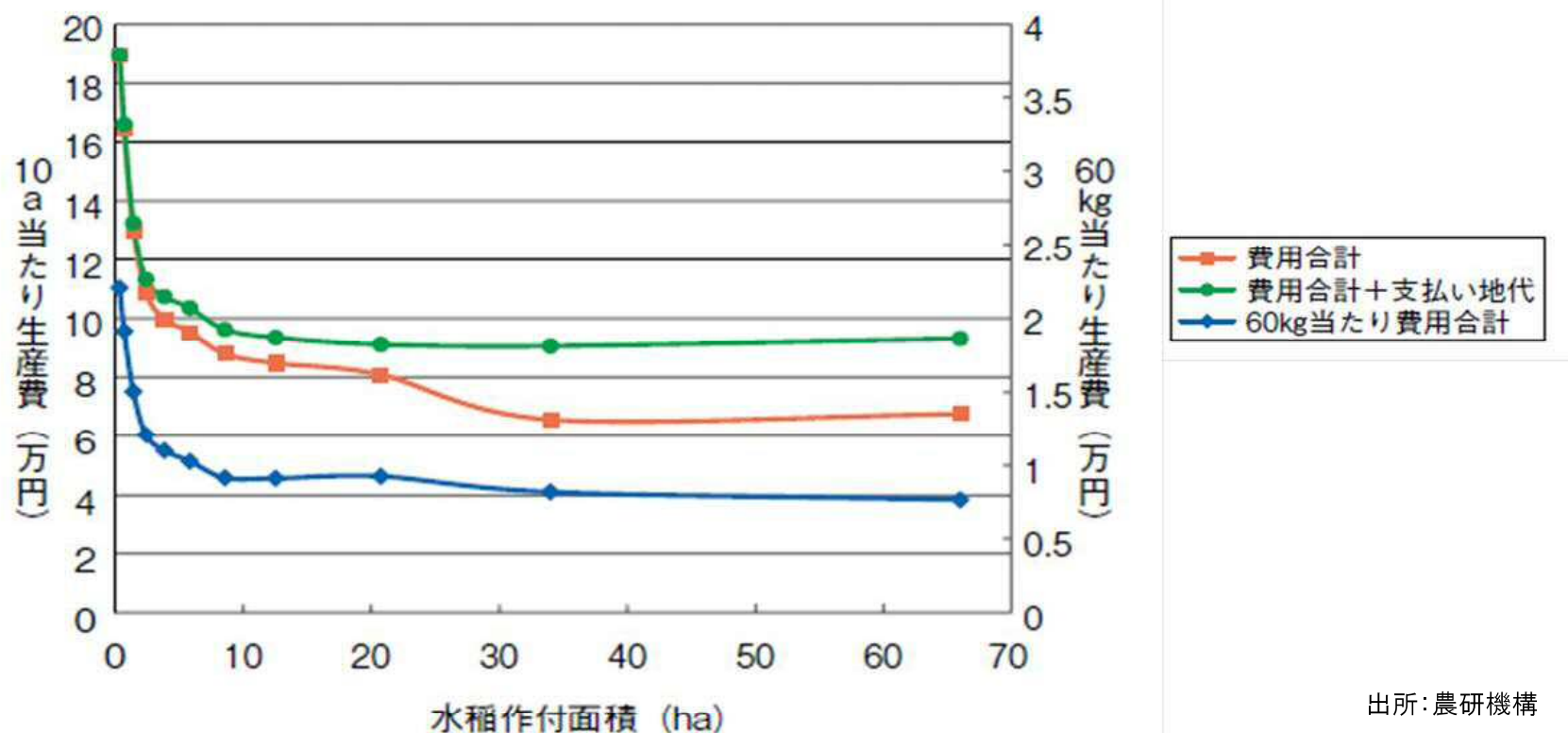
区 分	農業所得			収益性	
	粗収益	経営費	所 得	農業経営関与者一人当たり農業所得	自営農業労働1時間当たり付加価値額
	千円	千円	千円	千円	円
全国平均【25.2ha】	31,687	21,571	10,116	3,861	3,048
5.0 ha 未満	2,620	2,162	458	229	429
5.0 ～ 10.0	15,152	10,845	4,307	1,873	1,715
10.0 ～ 20.0	20,893	14,378	6,515	2,726	2,272
20.0 ～ 30.0	30,842	21,147	9,695	3,525	2,691
30.0 ～ 40.0	42,388	28,740	13,648	4,690	3,638
40.0 ha 以上	64,617	43,092	21,525	7,104	4,267

出所：農林水産省「営農類型別経営統計（個別経営）」より作成

3-1. 日本農業の特性

- 北海道等を除くと、離れた圃場(農地)をかき集めて規模拡大することが多い。
⇒分散圃場で移動時間、コストが増大。農機の稼働率も低下。

コメの作付規模と生産費の関係

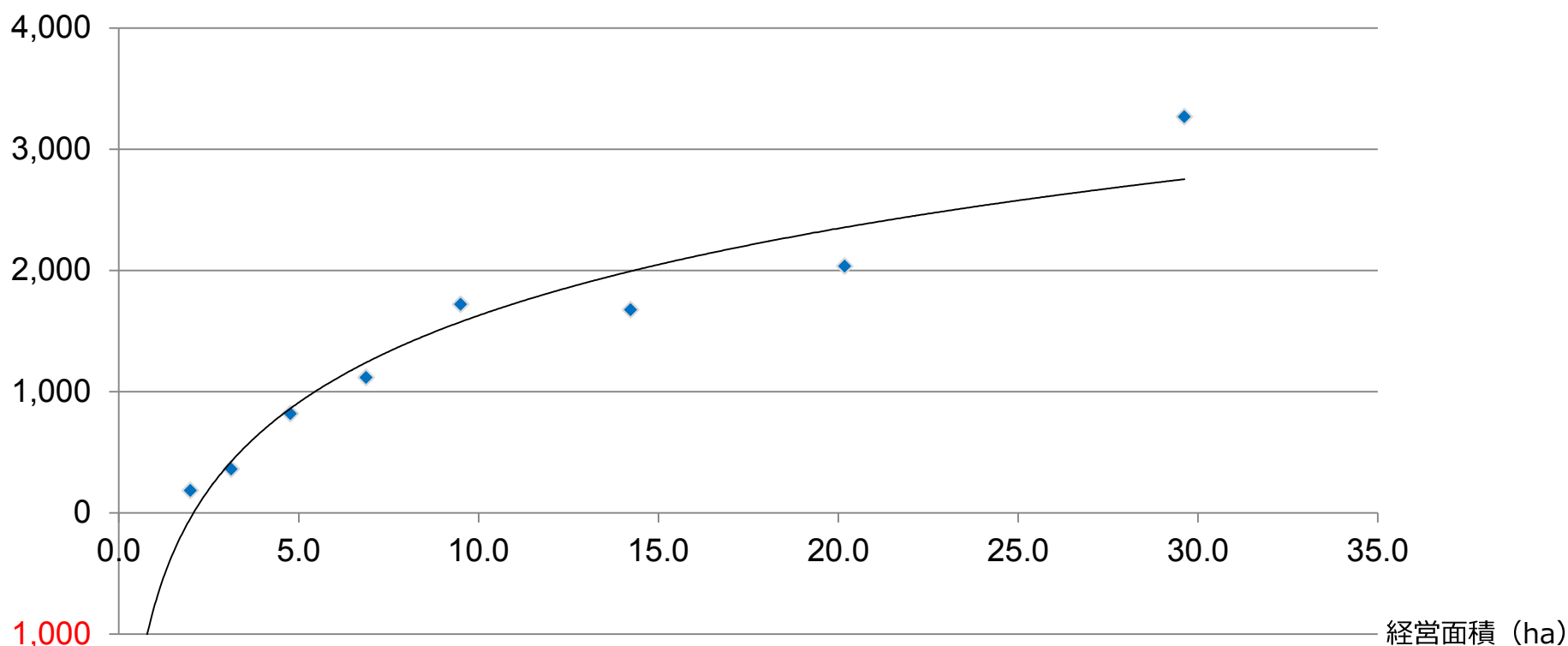


オペレーター1名+農機1台での営農形態では、10ha以上はコスト低減効果が少ない。
(農地がn倍になると、ヒト+農機もn倍になってしまう)

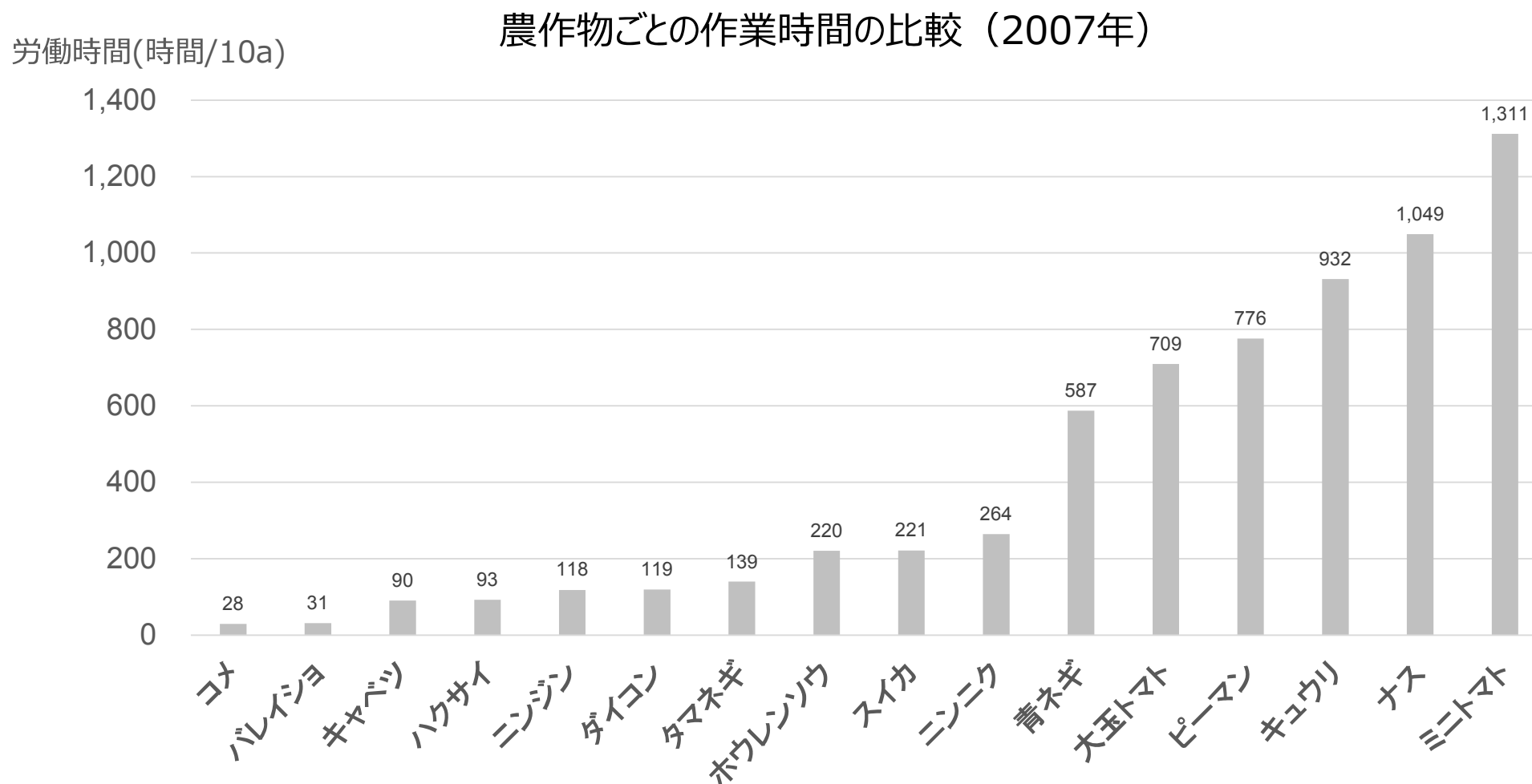
3-2. 日本農業の特性

- 露地での野菜栽培では、規模拡大しても農業粗収益は比例して増加せず。
 - ✓ 農地が広くなると、高単価だが手間のかかる農産物が作れず。作りやすい低単価な品目に。
 - ✓ 同一品目でも、見回り頻度や手入れの水準の低下により、品質が低下し単価下落。

自営農業労働 1 時間当たり付加
価値額 (円)

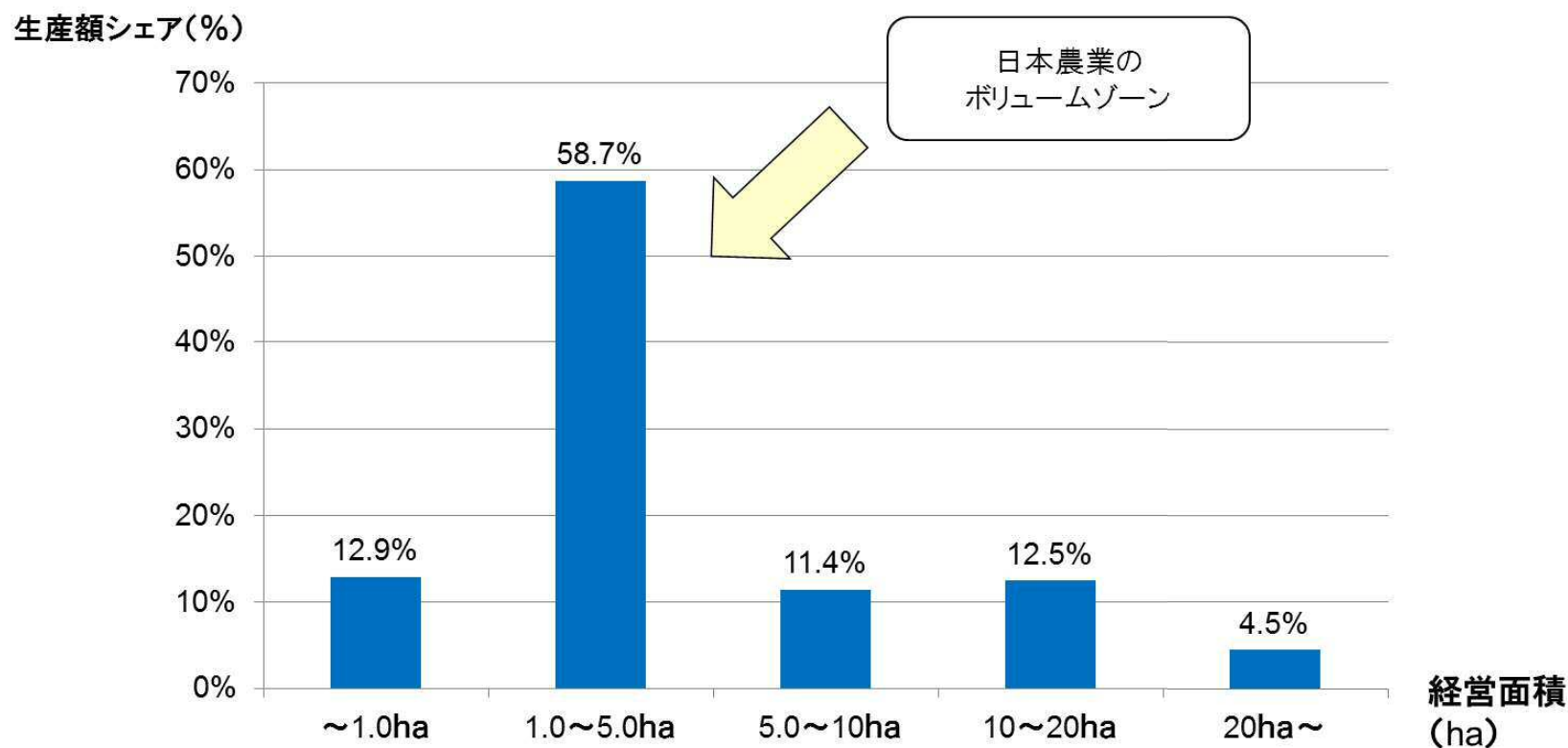


3-3. 日本農業の特性



3-4. 日本農業の特性

- 日本農業のボリュームゾーンは数ha規模。今度の農地拡大を踏まえても、分散した10ha程度の農地が典型例。
- スマート農業は分散型の中規模圃場もターゲットに。



Ⅱ.期待高まるスマート農業

1-1. スマート農業が注目される背景

■ 一般的な背景

光接続や無線LANなど高速情報通信網の普及

スマートフォン、タブレットなどの携帯端末の普及

スーパーコンピュータから携帯端末まで分析機能の飛躍的進歩

センサー類の革新的な進歩

センシング、データ通信、分析の大幅なコストダウン

国内外の多様なプレーヤー、サービスの登場

■ 農業特有の背景

就業人口の減少

作業環境改善、経営改善への要請

技術、ノウハウの継承

1-2. スマート農業が注目される背景

■ 他分野との比較：農業分野の高い自由度

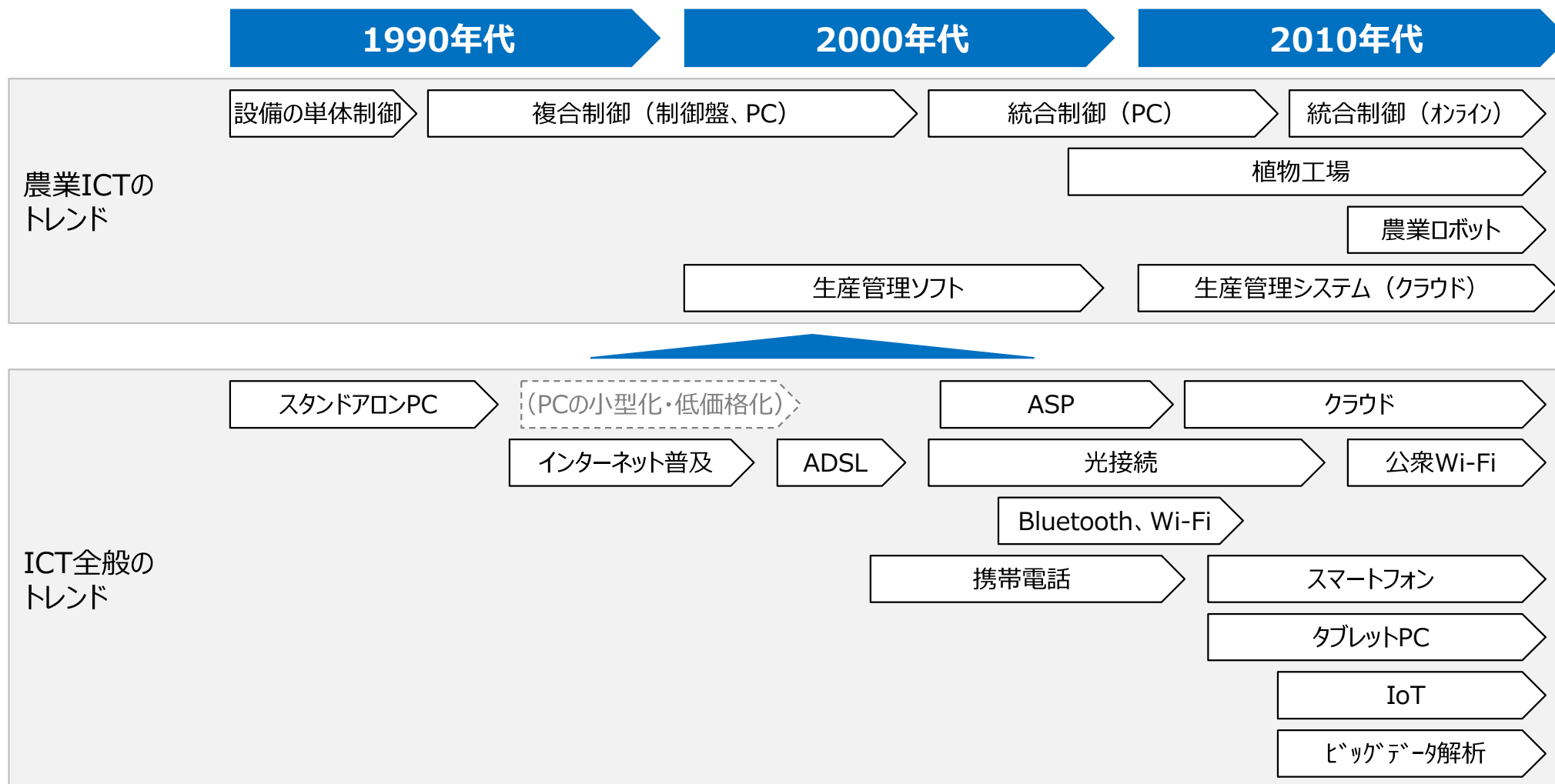
自動運転の技術レベル

自動運転レベル		自動化の内容	開発技術
レベル1	SAE※ レベル1	・車両の自動化システムが、人間の運転者をときどき支援し、いくつかの運転タスクを実施することができる。	・自動ブレーキ（アイサイト等）
レベル2	SAE レベル2	・車両の自動化システムが、いくつかの運転タスクを事実上実施することができる一方、人間の運転者は、運転環境を監視し、また、残りの部分の運転タスクを実施し続けることになる。	・アクティブクルーズ（MobilEye EQ等） ・オートパイロット（TESLA） ・プロパイロット（日産）、等
レベル3	SAE レベル3	・自動化システムは、いくつかの運転タスクを事実上実施するとともに、運転環境がある場合に監視する一方、人間の運転者は、自動化システムが要請した場合に、制御を取り戻す準備をしておかなければならない。	・エンハンスド・オートパイロット（TESLA）等
レベル4	SAE レベル4	・自動化システムは、運転タスクを実施し、運転環境を監視することができる。人間は、制御を取り戻す必要はないが、自動化システムは、ある環境・条件下のみで運転することができる。	・（開発段階：Google Car）
	SAE レベル5	・自動化システムは、人間の運転者が運転できる全ての条件下において、全ての運転タスクを実施することができる。	—

出所： http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/detakatsuyokiban/dorokotsu_dai1/siryou3.pdf をもとに日本総研作成

1-3. スマート農業が注目される背景

- 情報通信技術の革新、農業関連システムの開発の進展を受け、2010年頃より農業ICTの普及が促進。



1-4. スマート農業が注目される背景

■ スマート農業の普及で、農業従事者みなが儲かる「アグリカルチャー4.0」の時代へ。

アグリカルチャー1.0	紀元前～	天水農業から灌漑農業へ。B技術と農業土木。四大文明の基盤。
アグリカルチャー1.5	18世紀～	ヨーロッパの「農業革命」。三圃式農業から輪栽式農業へ。産業革命を支え。
アグリカルチャー2.0	1940年代～	化学肥料の実用化。高収量品種による「緑の革命」。
アグリカルチャー3.0	1960年代～	農業機械の普及。農業大国における大規模農業の台頭。
アグリカルチャー3.5	2000年頃～	部分的なICTの活用。植物工場や生産管理システム。
アグリカルチャー4.0	2010年代後半～	IoTを活用した「農業従事者みなが儲かる農業モデル」の実現。

書籍紹介:IoTが拓く次世代農業 アグリカルチャー4.0の時代



第1章 ビジネス化が進む農業

第2章 IoT化する農業

第3章 アグリカルチャー4.0の時代

第4章 アグリカルチャー4.0を牽引するIoT

第5章 アグリカルチャー4.0の推進策

著者:三輪泰史・井熊均・木通秀樹

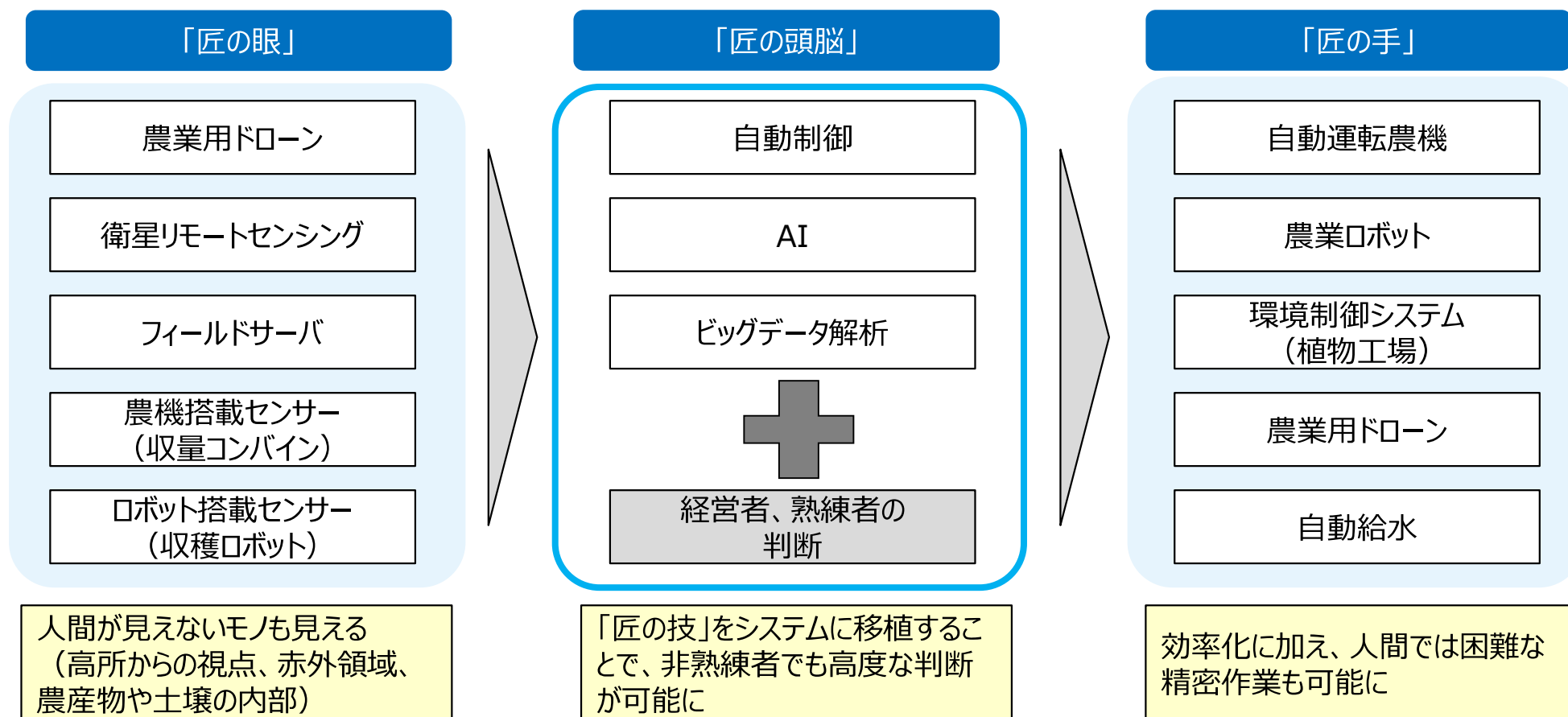
出版社:日刊工業新聞社

出版日:2016年10月27日

Ⅲ.スマート農業の現状

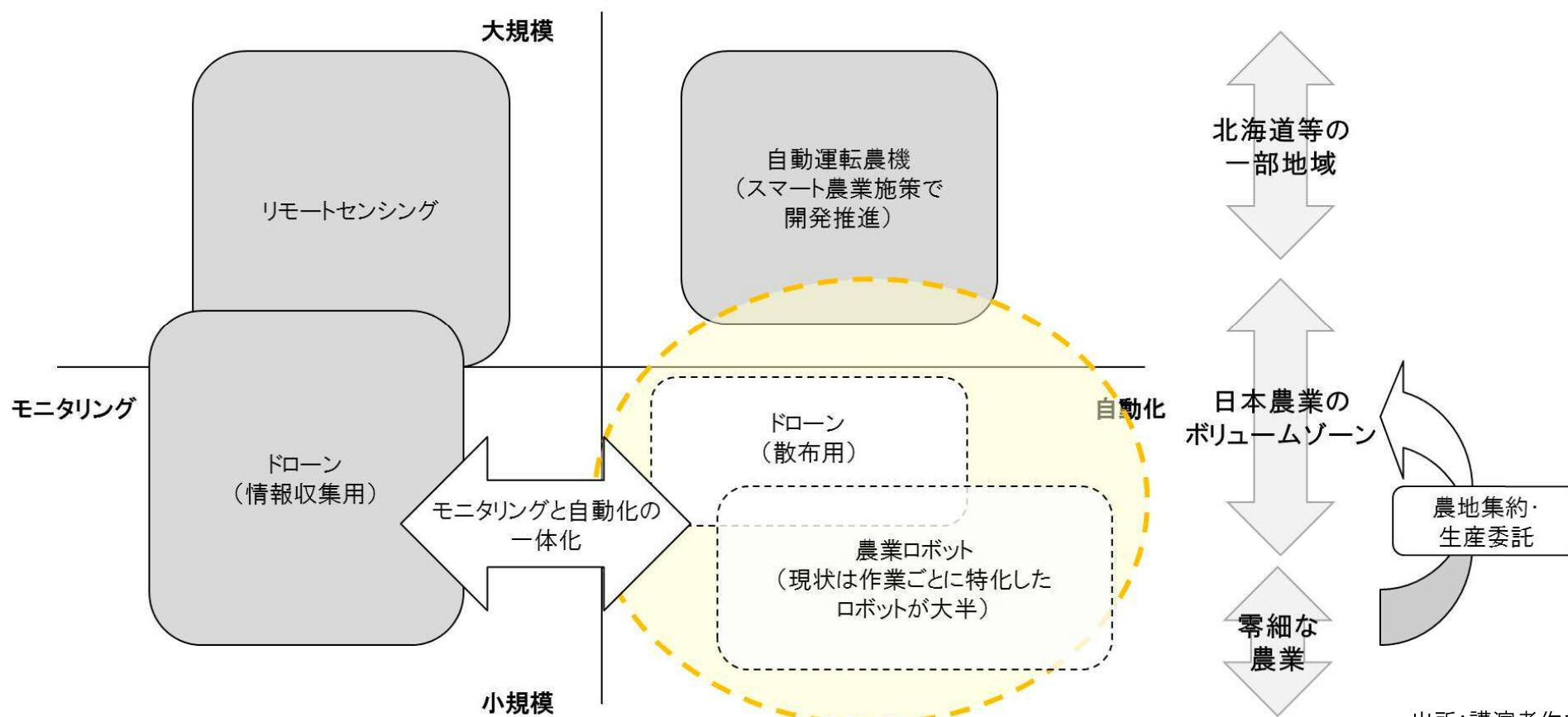
1-1. スマート農業の基本コンセプト —「匠の技」のシステム化—

- 技術革新が目覚ましいスマート農業技術は、匠の農家の「眼」、「頭脳」、「手」を代替・支援することが可能。効率化と付加価値向上を両立させることで、農業の競争力は大きく向上。



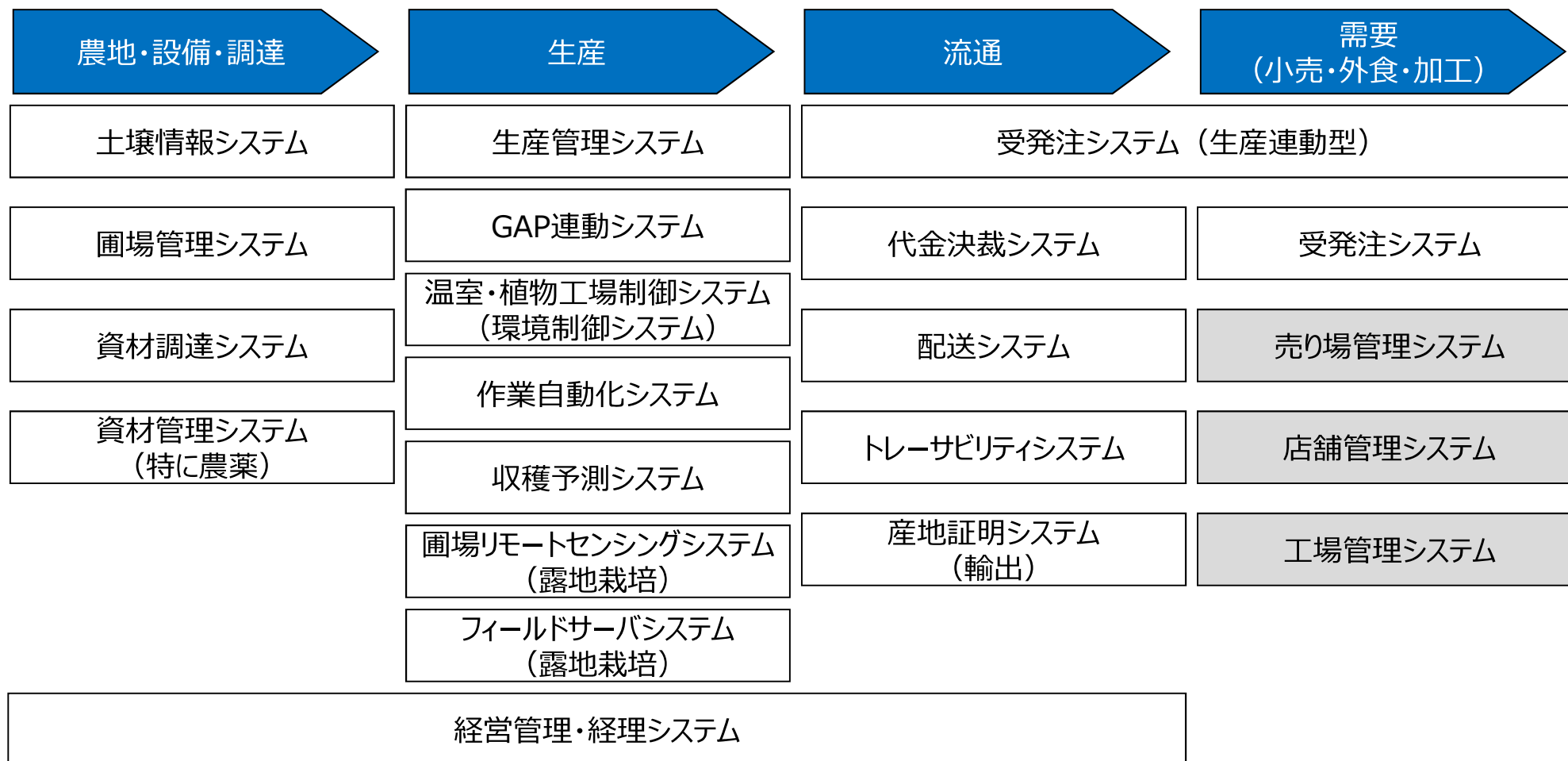
1-2. スマート農業の適用範囲の広さ

- スマート農業は、集約的な大規模農業だけでなく、分散圃場を中心とした中小規模農業にも効果を発揮。
- 今後は、自動運転農機を活用した栽培受託や、ドローン等を活用したモニタリングを担うアウトソーシング事業者が台頭すると想定。



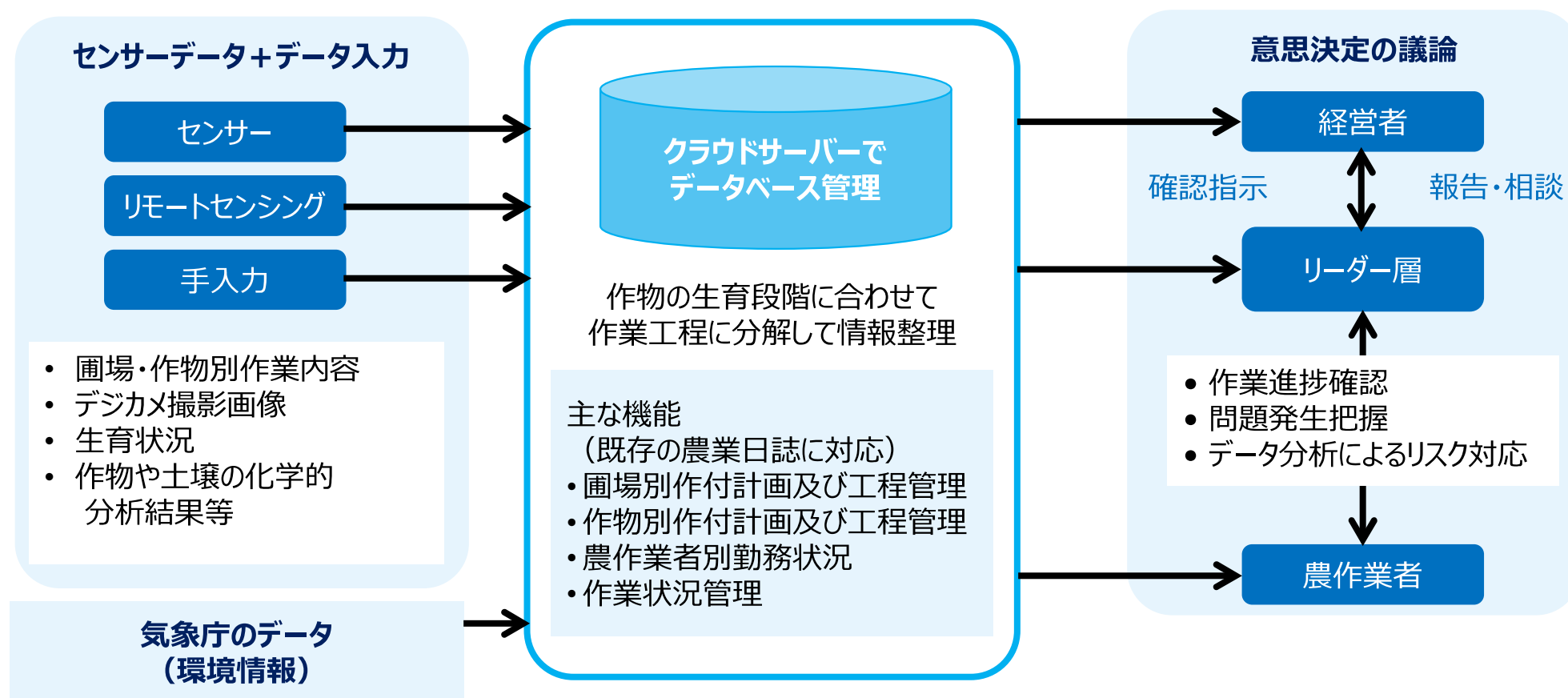
2-1. 「匠の頭脳」：農業ICTの俯瞰図

- 農業生産、資材管理、流通管理等を目的とした農業ICTが次々と上市され、普及。大手SIerからベンチャー企業まで、多くの企業が多種多様なシステムを提供。



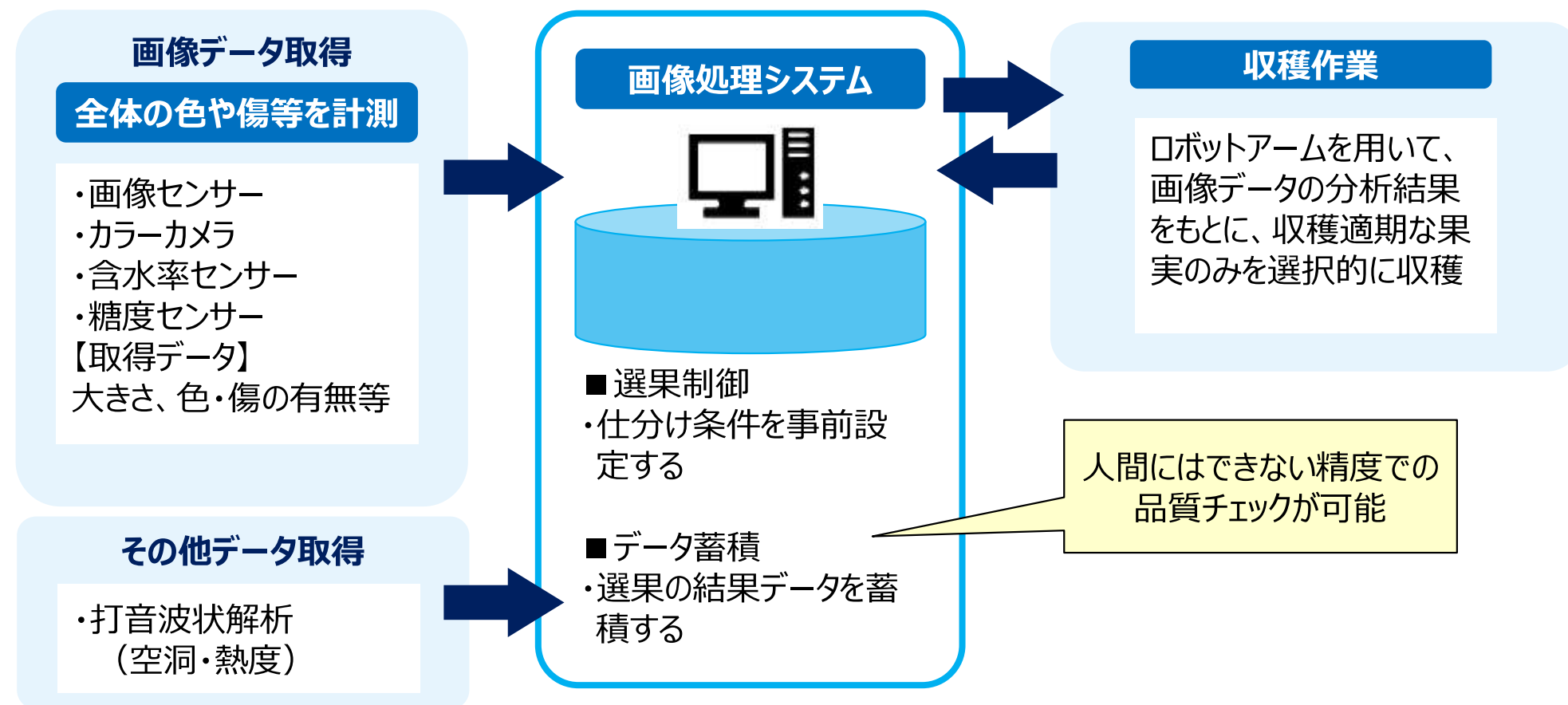
2-2. 「匠の頭脳」:生産管理システム(例)

- 農業生産プロセスの見える化、記録、計画策定等を行うシステム。他の農業ICTシステムの基盤となる中核的なプラットフォーム。



3. 「匠の手」: 農業ロボット(例: 収穫ロボット)

- 農作物の鮮度を保ちながら、大量の収穫物を正確・迅速に選果するシステム。省力化だけでなく、目視では判断できない品質チェックによる高品質化が可能。



大分類	小分類	社名・団体名	事例
自動運転	運転支援トラクター	農研機構	自動直進田植機
		農研機構	自動追従トラクタ
		農研機構、クボタ	自動操舵トラクタ
		井関農機	トラクター用走行支援システム「リードアイ」
	自動運転トラクター	クボタ	自動運転トラクター
		ヤンマー	自動運転トラクター「ロボトラ」
		北海道大学	自動運転トラクター
	自動運転農機(コンバイン等)	ヤンマー	インテリジェントコンバイン(脱穀・選別状況、流量等を瞬時に把握)
農業ロボット	播種・定植ロボット	農研機構	全自動田植えロボット(GPS+姿勢センサー)
		パナソニック	植物工場での自動定植ロボット
		スプレッド	植物工場での自動定植ロボット
	除草ロボット	富士重工	草刈りロボット
		農研機構	畦畔除草ロボット
		岐阜県情報技術研究所	アイガモロボット
	ドローン、ヘリ	DJI	農業用ドローン「Agras MG-1」
		クボタ	農業用無人ヘリコプター
	収穫ロボット	パナソニック	トマト収穫ロボット
		スキューズ	トマト収穫ロボット
		信州大学	ハウレンソウ収穫ロボット、キャベツ収穫ロボット
		農研機構	イチゴ収穫ロボット
		シブヤ精機、新農業機械実用化促進株式会社	イチゴ収穫ロボット
		前川製作所	イチゴ収穫ロボット
		大阪府立大学	トマト収穫ロボット
		高知工科大学	ピーマン収穫ロボット
		長崎大学	アスパラガス収穫ロボット
	梱包ロボット	農研機構	イチゴパック詰めロボット
		ヤンマーグリーンシステム	イチゴパック詰めロボット
アシストスーツ	果樹収穫アシストスーツ	クボタ	ラクベスト
		ニッカリ	果樹用腕上げ作業補助器具
	パワーアシストスーツ	東京農工大	パワーアシストスーツ
		和歌山大学	パワーアシストスーツ

IV. アグリカルチャー4.0 実現のポイント

1-1. スマート農業が乗り越えるべきハードル

- 期待高まるスマート農業だが、普及を阻むハードルが存在。これらの課題を乗り越えるための方策が不可欠。

①投資額の高さ

- ✓植物工場、自動運転農機、農業ロボット等は非常に高額。導入可能な農業者は限定的。

②付加価値の低さ

- ✓例えば植物工場のように、効率化や省力化の観点のみで投資回収することは困難。「効率化＋ α 」の付加価値創出が課題。（例：機能性強化、オーダーメイド型、新品種等）

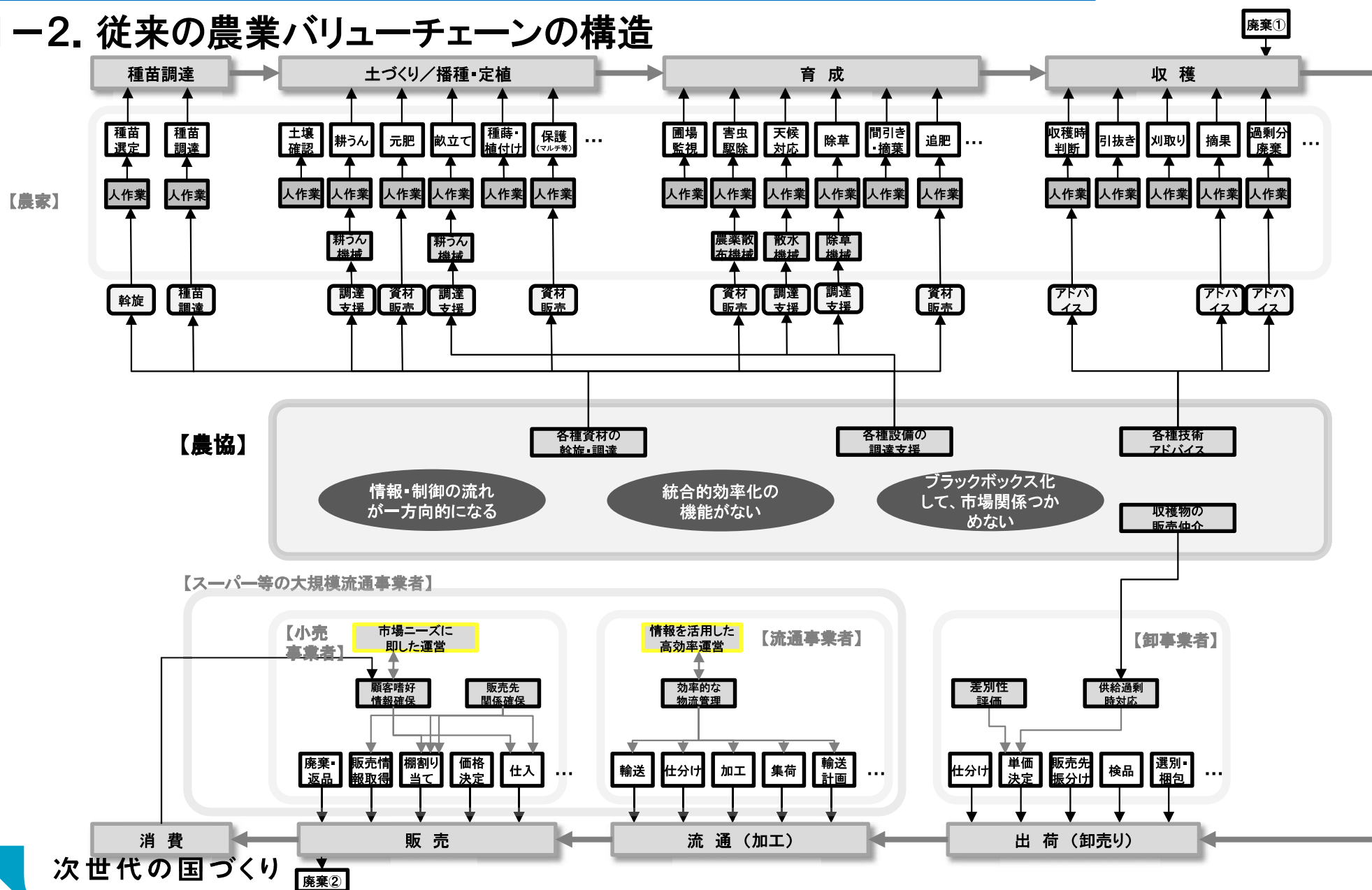
③共通化、互換性

- ✓農機メーカーごとに独自仕様となってしまうと、農業従事者の使い勝手が低下。（習熟期間がコスト要因）
- ✓農機・ロボットと生産管理システムの連携や、農機・ロボット間の連動等の互換性が欠如。

④法規制

- ✓自動運転農機や農業用ドローンの活用には、法規制の緩和やガイドライン策定が不可欠。検討が進んでいるが、いまだ課題あり。（例：農地間の公道も自動運転できるか）

1-2. 従来の農業バリューチェーンの構造



2. アグリカルチャー4.0の実現のための8つのポイント

- ①持続的で「儲かる農業」に的を絞った研究開発・実用化
- ②基礎研究機関を3カ所程度に集約。各地の研究機関はサテライトと位置付け
- ③匠の技と農業IoTの融合（官民共同のオープンイノベーション）
- ④オープンな農業データベースの構築
- ⑤需給マッチングプラットフォームの構築。オーダーメイド型栽培の実現
- ⑥農業IoTの機器の仕様の共通化。連動性と互換性を確保
- ⑦規制緩和と集中的な投資のための「農業IoT特区」の立ち上げ
- ⑧需要家とセットでのアジアを中心とした海外展開

3-1. 需要と供給を結ぶマッチングプラットフォーム

効果①：ニーズ起点での需給マッチング

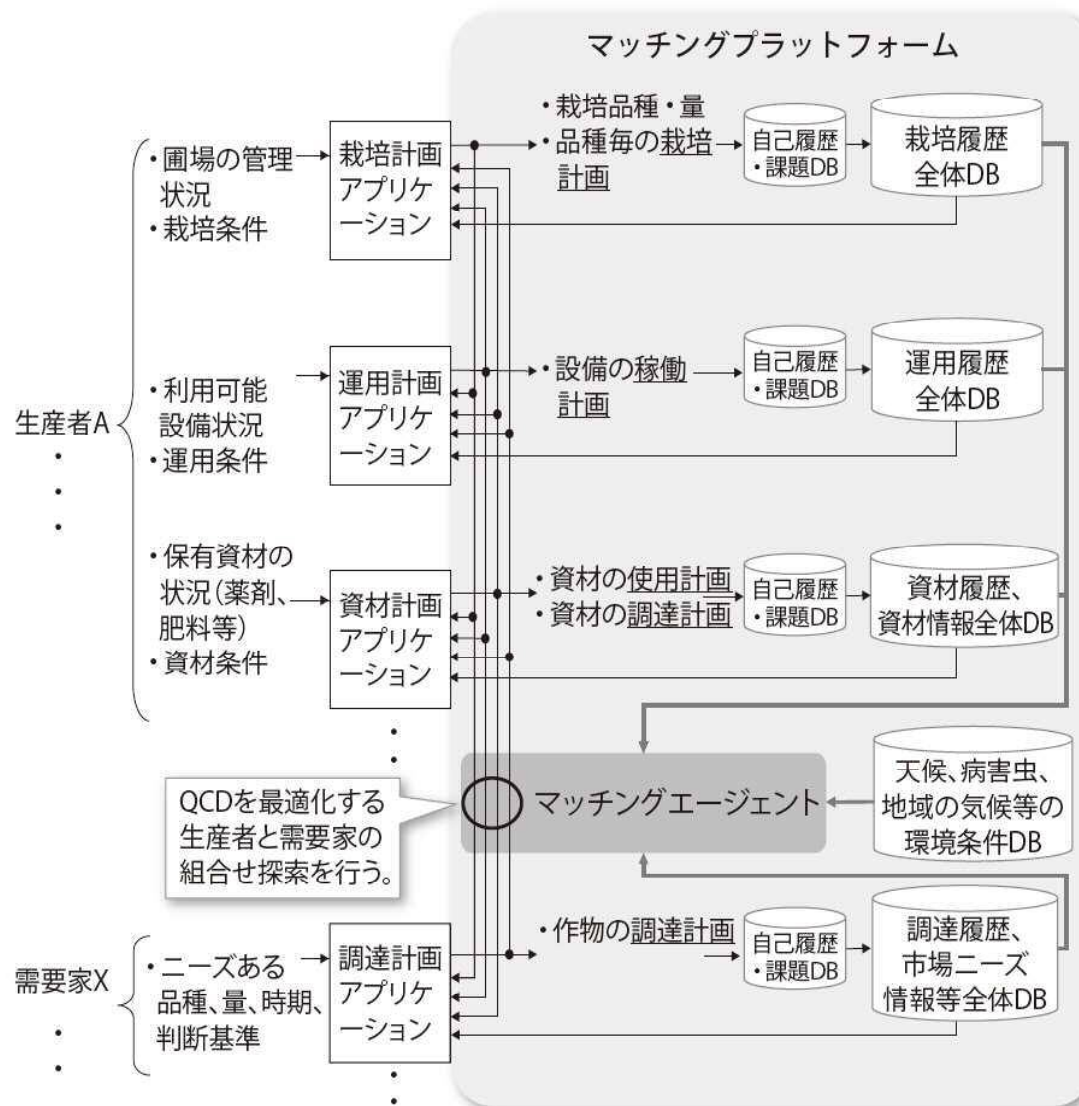
- ・ 需要家から農産物のニーズを集約し、調達計画を策定。
- ・ 調達計画を基に生産者が生産計画を策定し、農産物を栽培。
- ・ 量と質を考慮した需給マッチングを実現。将来は「オーダーメイド型」に。

効果②：公的データ・研究成果の共有化

- ・ 需要家ニーズに応える農産物栽培のための公的データ・研究成果を共有化。
- ・ 生産者の技術力を底上げ。

効果③：農業者の参加によるビッグデータ蓄積

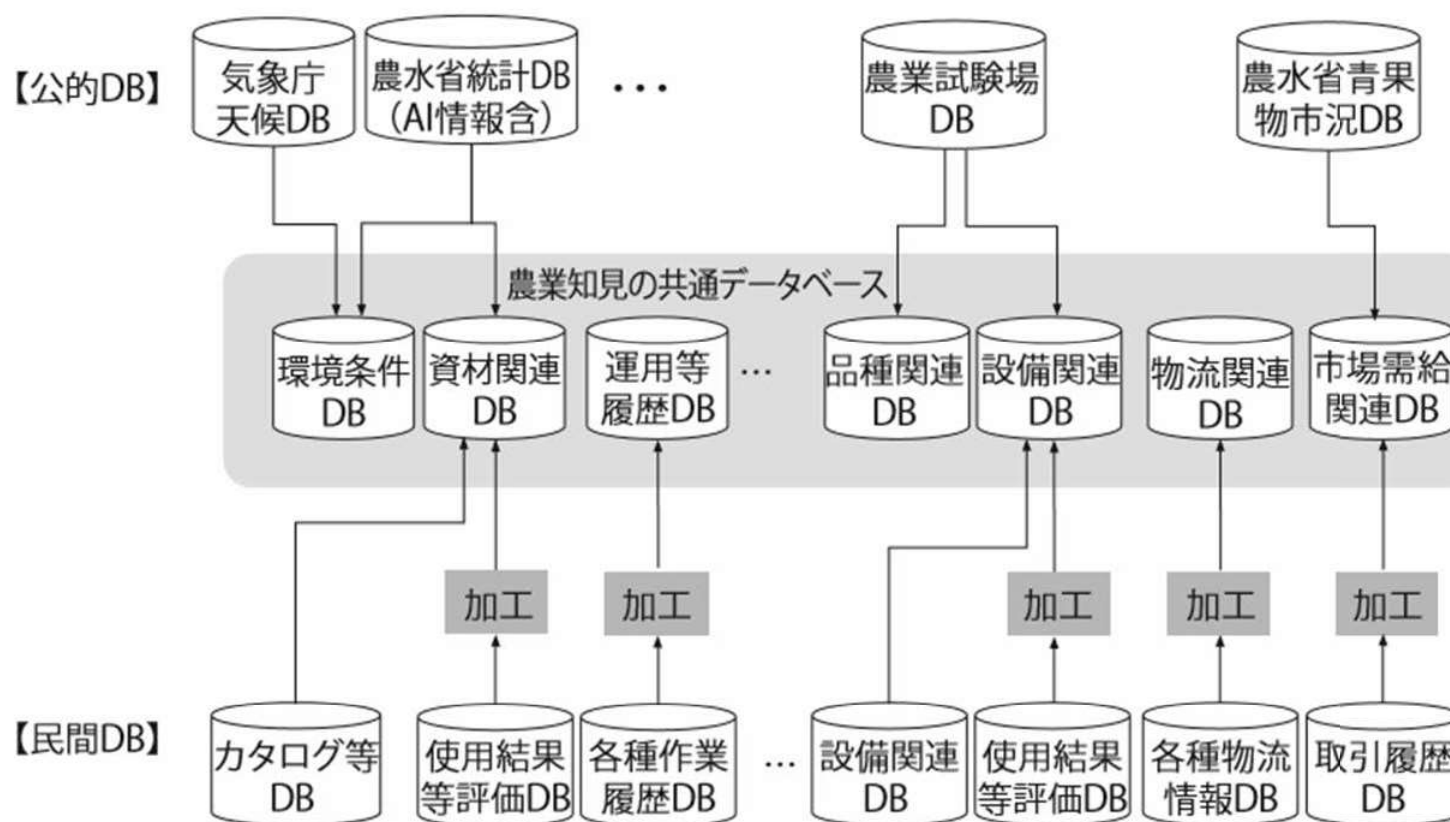
- ・ 農業者が自主的に栽培履歴データ等の一部を匿名化して提供。
- ・ 匠の技をデータとして集約。新たな研究開発の促進も。



出所：講演者作成

3-2. 農業界の「知」を集約しオランダを凌駕する研究体制に

- 日本農業の技術力の高さの要因の一つは、農業生産者の創意工夫から生まれるボトムアップ型の研究開発力。
- 公的研究機関、大学、民間企業の研究成果と、農業生産者の「匠の技」を集約することで、オランダのワーゲニンゲンURを凌駕する「バーチャル・フードバレー」を立ち上げ。



出所: 講演者作成

4-1. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』

DONKEY

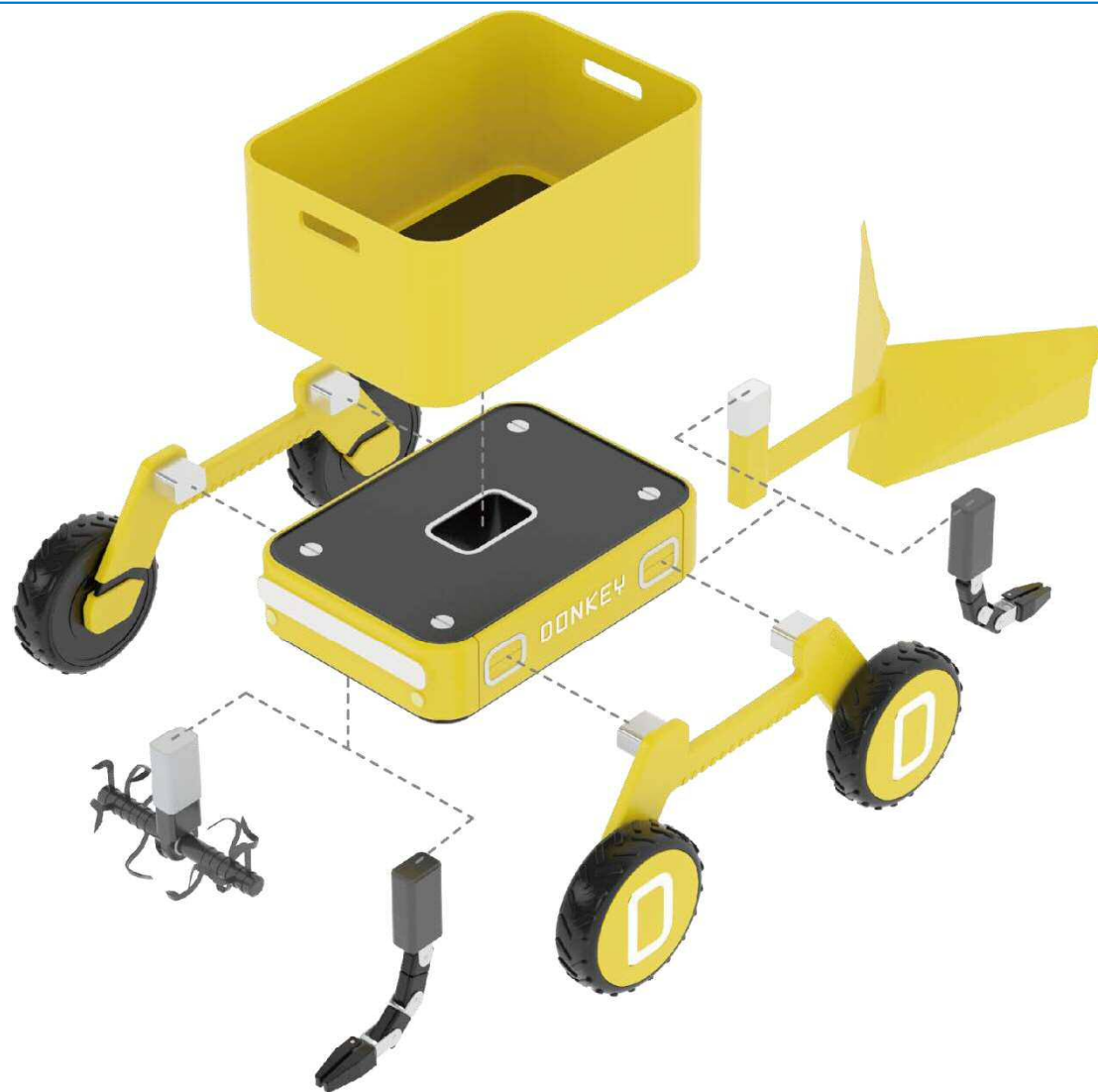
agriculture 4.0



* 上記はイメージグラフィック

出所：日本総合研究所

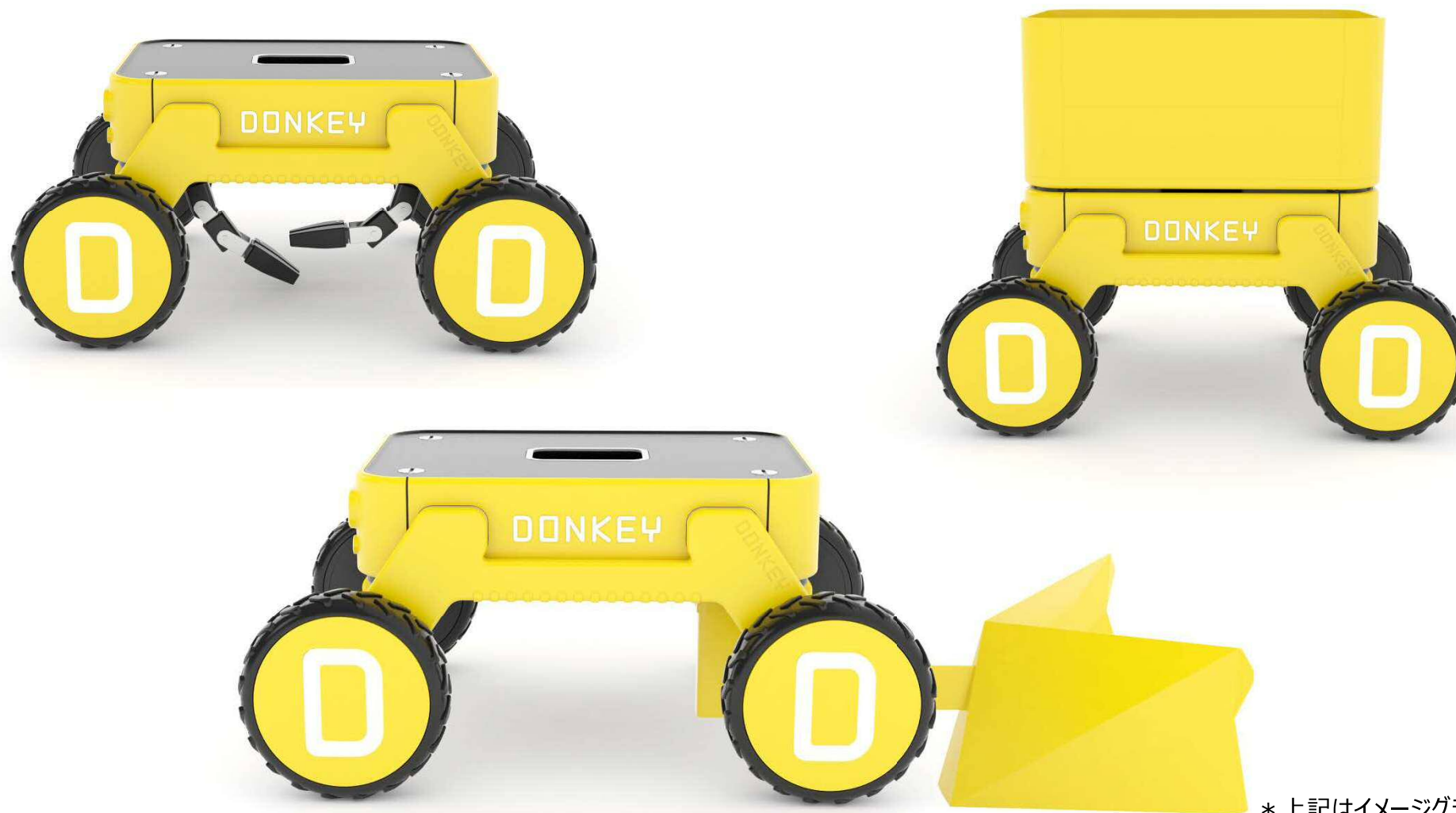
4-2. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』



* 上記はイメージグラフィック

出所：日本総合研究所

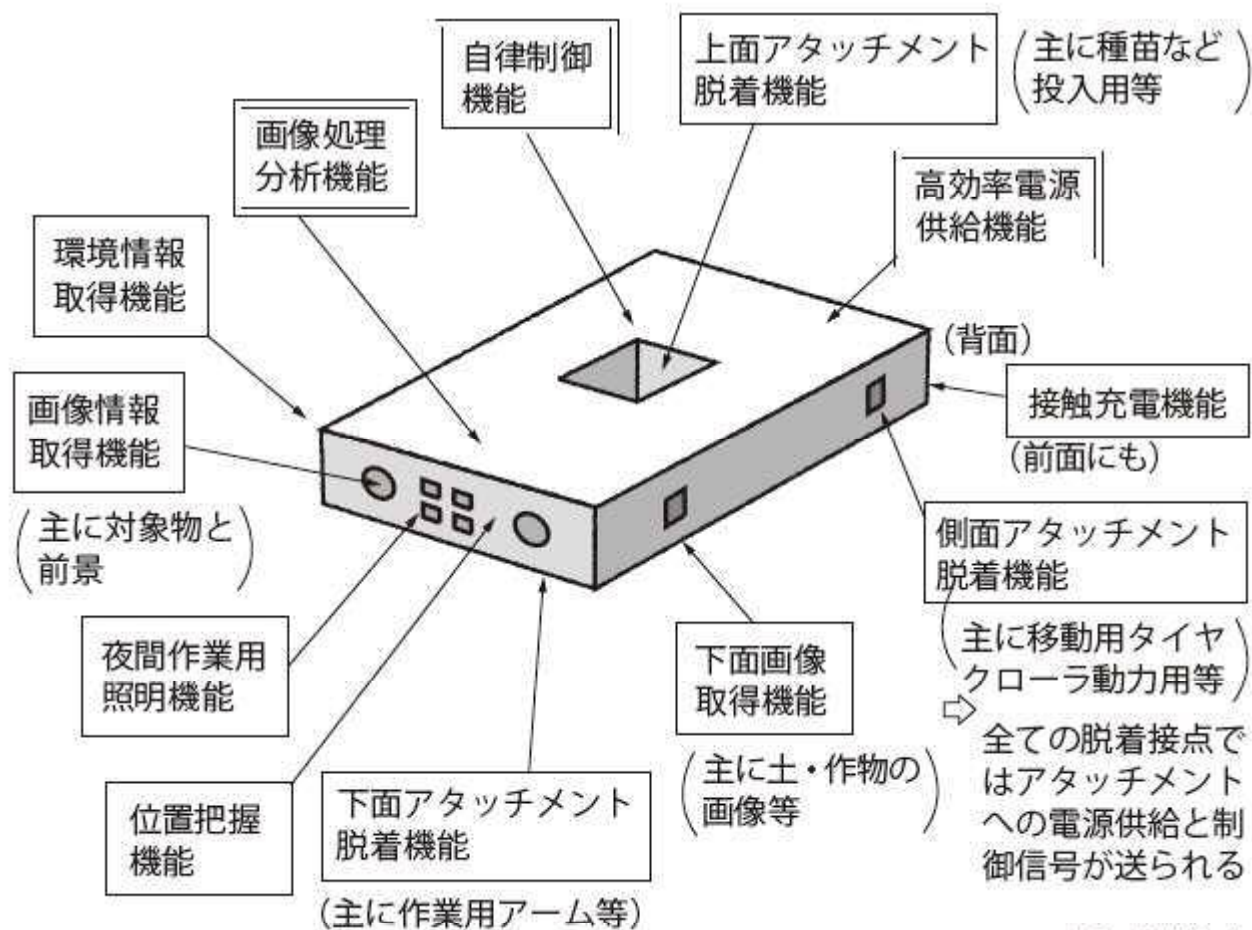
4-3. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』



* 上記はイメージグラフィック

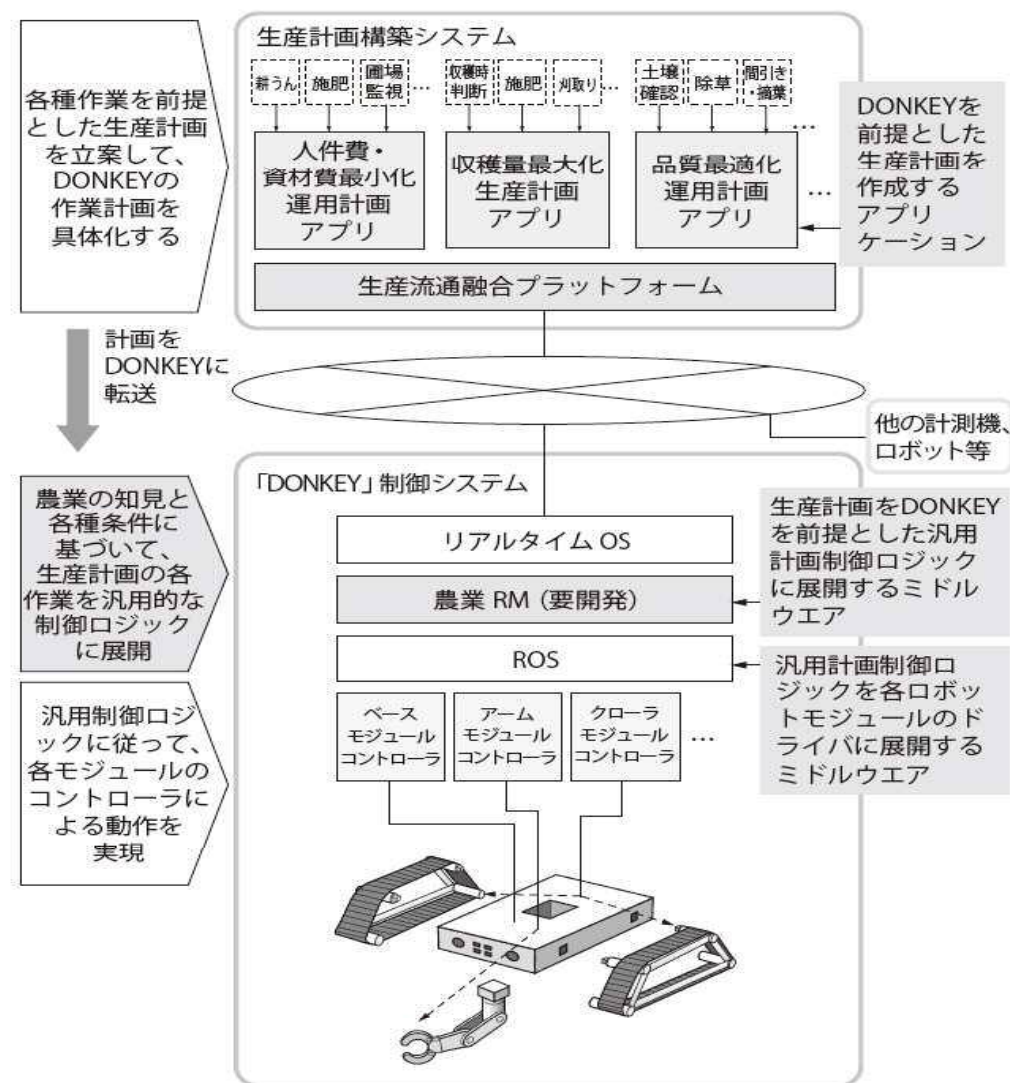
出所：日本総合研究所

4-4. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』



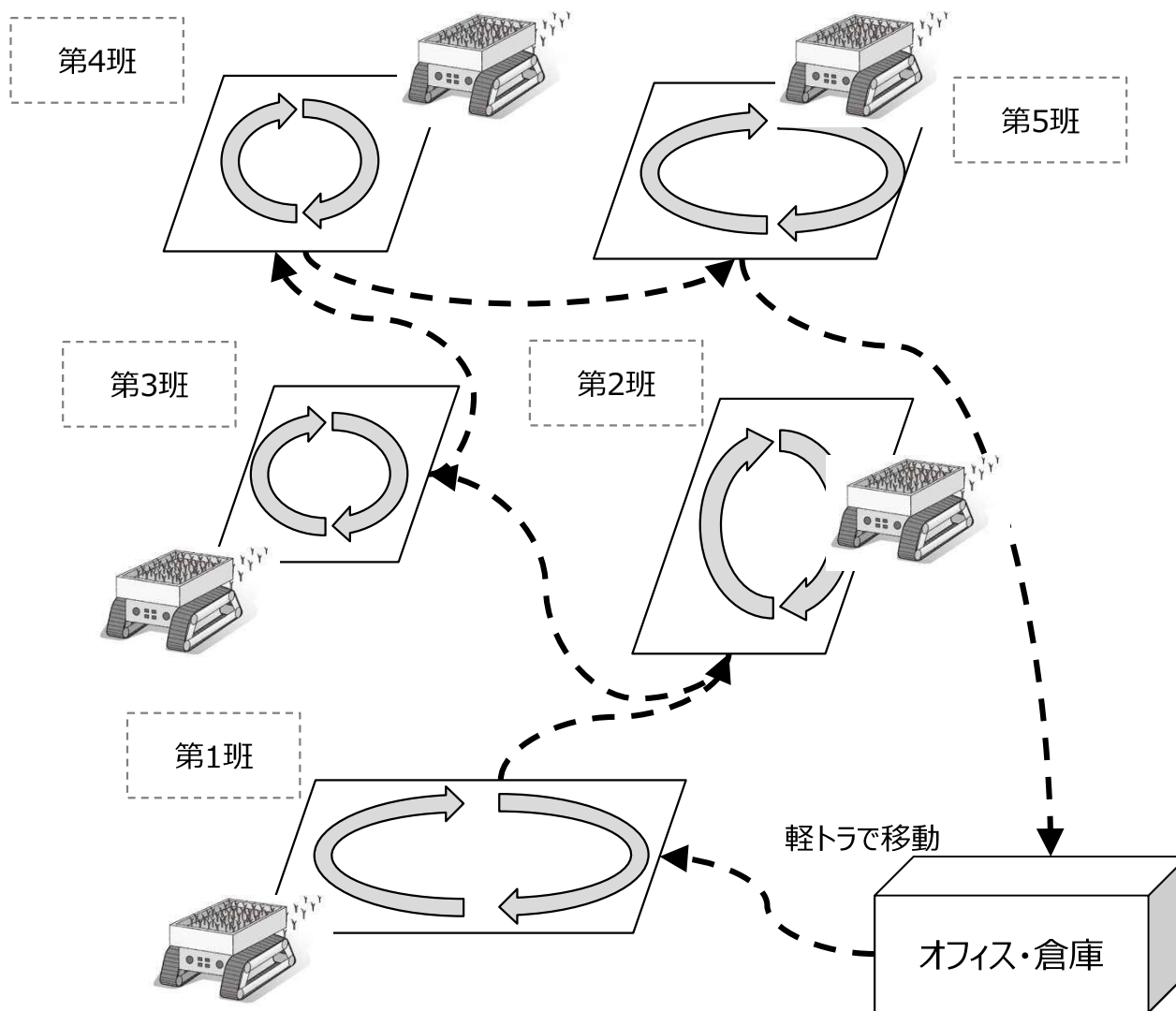
出所：筆者作成

4-5. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』



出所：筆者作成

4-6. 自律多機能型農業ロボット『DONKEY』



出所：講演者作成

【作業プロセス】

農業従事者は農業ロボットを搭載した軽トラックを運転し、各圃場にロボットを設置。各ロボットは自動運転で同時並行で稼働。作業終了後に農業従事者は軽トラでロボットを回収・交換。
(2台で1班を構成)

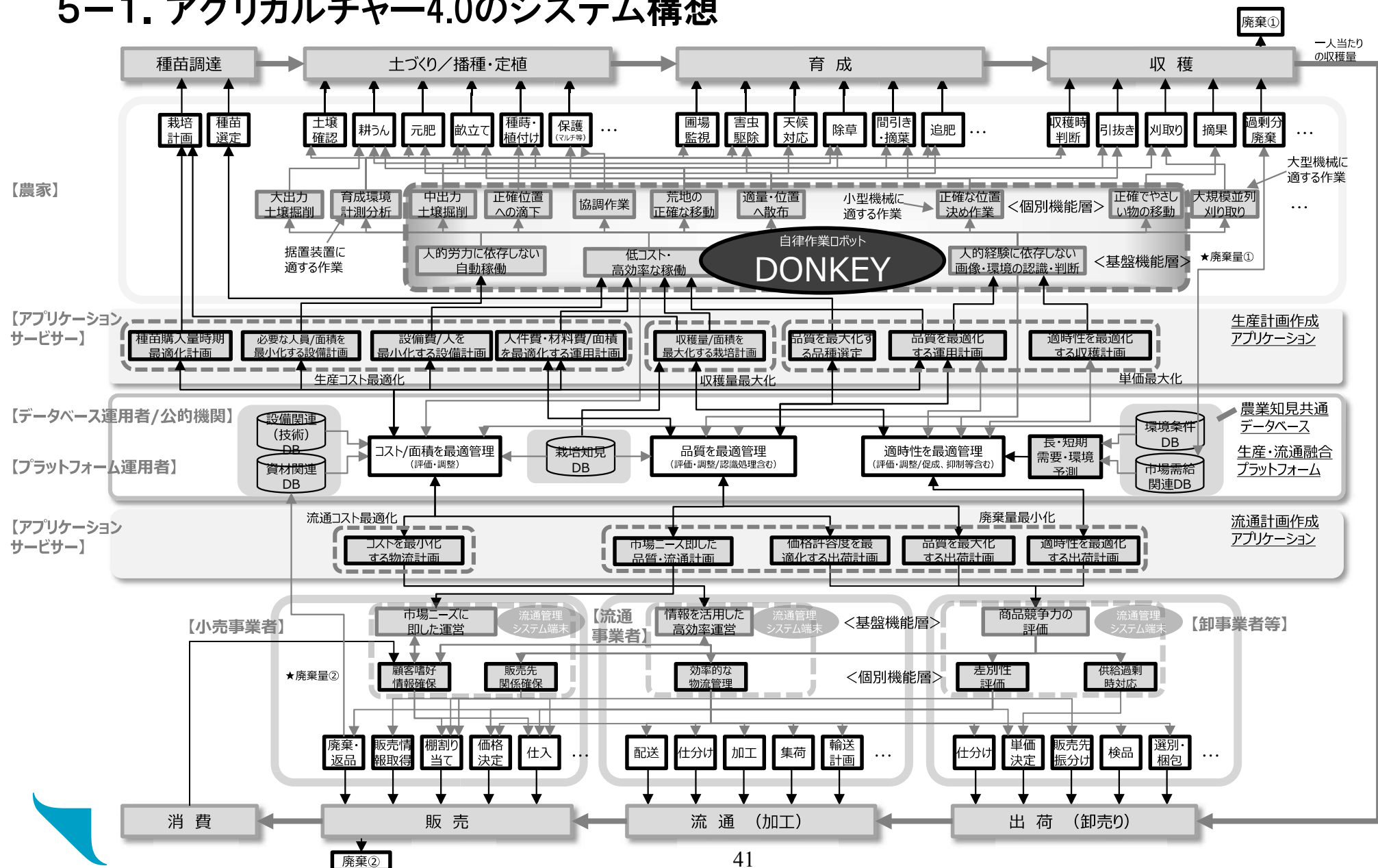
ポイント①：

1名の農業従事者の下で、複数の農業ロボットが同時に稼働。従来の農機のように圃場に常駐する必要なし。
(夜間も作業可能)

ポイント②：

圃場間の移動は軽トラックを利用。農機での移動に比べて所要時間が短縮。

5-1. アグリカルチャー4.0のシステム構想



5-2. 提案の成果

- ケーススタディーとして、露地での野菜栽培において、農業ロボットの活用により、農地面積を4倍に拡大しても、現状の単収・単価が維持可能と仮定した場合の収支を試算。（農機コストや運転コスト等は各種実証事業やメーカー・農業者へのヒアリングをもとに設定）

	現状		スマート農業の モデルケース
	2.0～3.0ha	5.0ha～	
平均作付延べ面積(a)	278.9	1,084.7	1,084.7
農業所得（千円）	5,390	13,040	23,391
農業粗収益（千円）	10,639	35,097	41,377
農業経営費（千円）	5,249	22,057	17,986
人員数（人）	2.53	2.90	2.40
一人当たり農業所得（千円/人）	2,130	4,497	9,746

出所：講演者試算

露地での野菜栽培で、農業IoTを駆使して現状の4倍の面積を同一人数で栽培し、かつ単価と単収を現状維持できれば、農業従事者1名あたりの年間収入は1,000万円弱に。

ご清聴ありがとうございました