

先端情報処理研究

松浪早紀 尾関陽斗 小木曾太一

目次

- 研究概要について
- 業界の課題
- 現状の業界取り組み
- 現状分析
- 課題解決のための提案
- 活用する技術
- 現状分析 AI（人工知能）、生成AI、ロボット
- 提案内容
- 実現に向けたアプローチ
- 期待できる効果（まとめ）
- 参考文献

先端情報処理技術





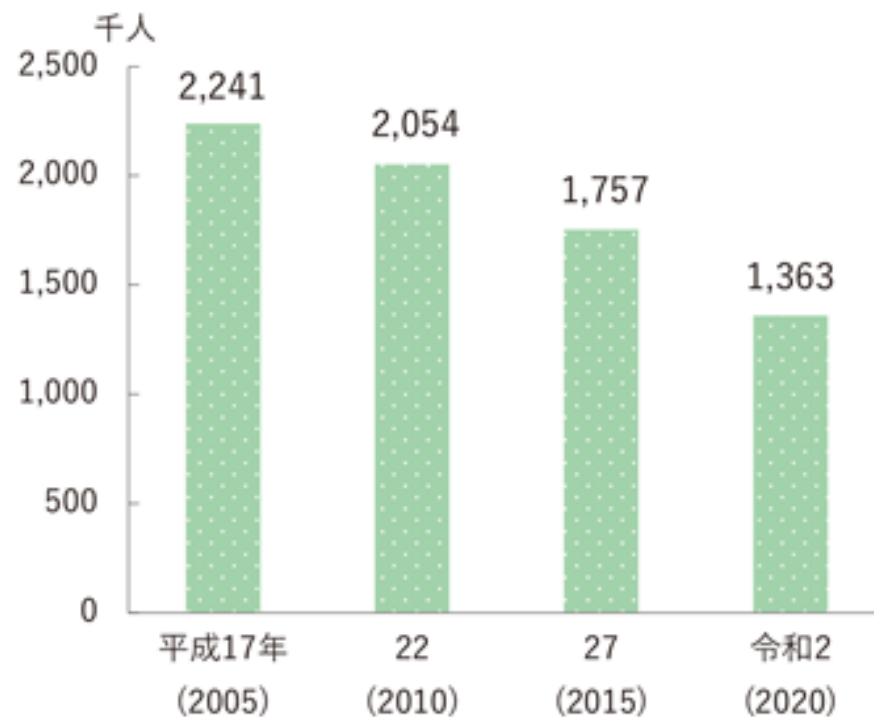
農業

業界の課題（農業）

- ・高齢化が進み、農業人口が減少
- ・農地集約にともない、経営規模が拡大化
- ・農業は新規就農者にとって、熟練を要する作業が多い

業界の課題（農業）

図表 特-1 基幹的農業従事者数



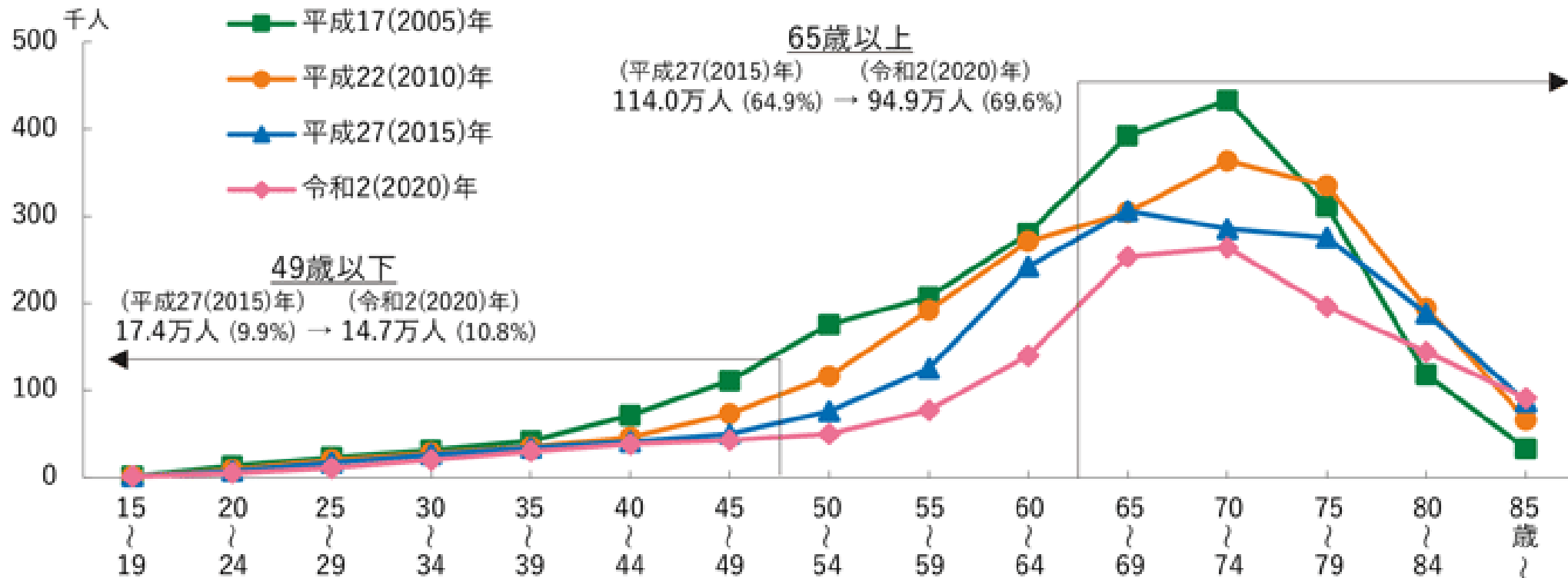
資料：農林水産省「農林業センサス」、「2010年世界農林業センサス」
(組替集計)

注：1) 各年2月1日時点の数値

2) 平成17(2005)年の基幹的農業従事者数は販売農家の数値

業界の課題（農業）

図表 特-2 年齢階層別基幹的農業従事者数



資料：農林水産省「農林業センサス」、「2010年世界農林業センサス」（組替集計）

注：1) 各年2月1日時点の数値

2) 平成17(2005)年の基幹的農業従事者数は販売農家の数値

農林水産省より

現状の取り組み

スマート農業を
推進します

スマート農業実証プロジェクト実施地区

◎ 2019年度から**全国217地区**で展開。

全国	水田作	48 (30, 12, 1, 1, 3, 1)
	畑作	28 (6, 7, 1, 4, 7, 3)
	露地野菜	45 (10, 12, 9, 9, 2, 3)
	施設園芸	30 (8, 6, 3, 7, 4, 2)
	花き	5 (1, 2, -, 2, -, -)
	果樹	34 (9, 9, 5, 8, 3, -)
	茶	6 (2, 2, -, 1, 1, -)
	畜産	21 (3, 5, 5, 2, 3, 3)
	合計	217 (69, 55, 24, 34, 23, 12)

令和元年度採択	69地区
令和2年度採択	55地区
令和2年度採択（緊急経済対策）	24地区
令和3年度採択	34地区
令和4年度採択	23地区
令和5年度採択	12地区

北海道

水田作	4 (2, 1, -, -, 1, -)
畑作	7 (2, 1, 1, 1, 1, 1)
露地野菜	3 (-, 2, -, -, 1, -)
果樹	1 (-, -, -, 1, -, -)
畜産	8 (1, 1, 2, 2, 1, 1)
合計	23 (5, 5, 3, 4, 4, 2)

東北

青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島	
水田作	8 (5, 2, -, 1, -, -)
畑作	2 (-, 1, -, -, 1, -)
露地野菜	6 (3, -, 1, 1, -, 1)
施設園芸	3 (-, -, 1, 1, 1, -)
花き	2 (1, 1, -, -, -, -)
果樹	4 (1, 1, 1, 1, -, -)
合計	25 (10, 5, 3, 4, 2, 1)

関東甲信・静岡

茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨、長野、静岡	
水田作	5 (4, 1, -, -, -, -)
畑作	2 (-, 1, -, -, 1, -)
露地野菜	14 (2, 2, 4, 5, -, 1)
施設園芸	6 (2, 2, -, 2, -, -)
果樹	7 (2, 2, 1, 2, -, -)
花き	1 (-, -, -, 1, -, -)
茶	2 (1, -, -, 1, -, -)
畜産	2 (1, 1, -, -, -, -)
合計	39 (12, 9, 5, 11, 1, 1)

東海

岐阜、愛知、三重	
水田作	5 (1, 2, -, -, 1, 1)
畑作	2 (-, -, -, 2, -, -)
露地野菜	1 (-, -, 1, -, -, -)
施設園芸	5 (1, 1, -, 1, -, 2)
花き	1 (-, 1, -, -, -, -)
果樹	3 (1, -, -, 1, 1, -)
合計	17 (3, 4, 1, 4, 2, 3)

近畿

滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山	
水田作	4 (3, 1, -, -, -, -)
露地野菜	3 (-, -, 1, 2, -, -)
果樹	7 (2, 2, 2, 1, -, -)
茶	1 (-, 1, -, -, -, -)
合計	15 (5, 4, 3, 3, -, -)

中国・四国

鳥取、島根、岡山、広島、山口、徳島、香川、愛媛、高松	
水田作	6 (5, 1, -, -, -, -)
畑作	2 (1, -, -, -, -, 1)
露地野菜	7 (2, 3, 1, 1, -, -)
施設園芸	1 (-, -, 1, -, -, -)
果樹	8 (2, 2, 1, 1, 2, -)
畜産	3 (-, -, 1, -, 1, 1)
合計	27 (10, 6, 4, 2, 3, 2)

九州・沖縄

福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄	
水田作	6 (2, 3, 1, -, -, -)
畑作	8 (3, 2, -, -, 3, -)
露地野菜	7 (3, 2, 1, -, -, 1)
施設園芸	13 (5, 3, 1, 1, 3, -)
果樹	3 (1, 1, -, 1, -, -)
茶	3 (1, 1, -, -, 1, -)
畜産	6 (1, 2, 1, -, 1, 1)
合計	46 (16, 14, 4, 2, 8, 2)

農林水産省

※各ブロックの品目毎の（ ）内の数字は、左から令和元年度、令和2年度、令和2年度（緊急経済対策）、令和3年度、令和4年度、令和5年度の採択地区数である。（2023年4月現在）

スマート農業とは

「ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業」ー農林水産省より

主な目的

- ・農作業の効率化
- ・農作業における身体負担の軽減
- ・生産性の向上
- ・熟練者の技術・ノウハウのデータ化
- ・新規就農のしやすさ
- ・環境保全

など

現状の業界取り組み

(株)アグリロボトラクタMR1000A 1,000万～1,500万

- GPSと自動運転技術による精度の高い作業を実現
- 耕うん・代かき・肥料散布・粗耕起の作業に対応

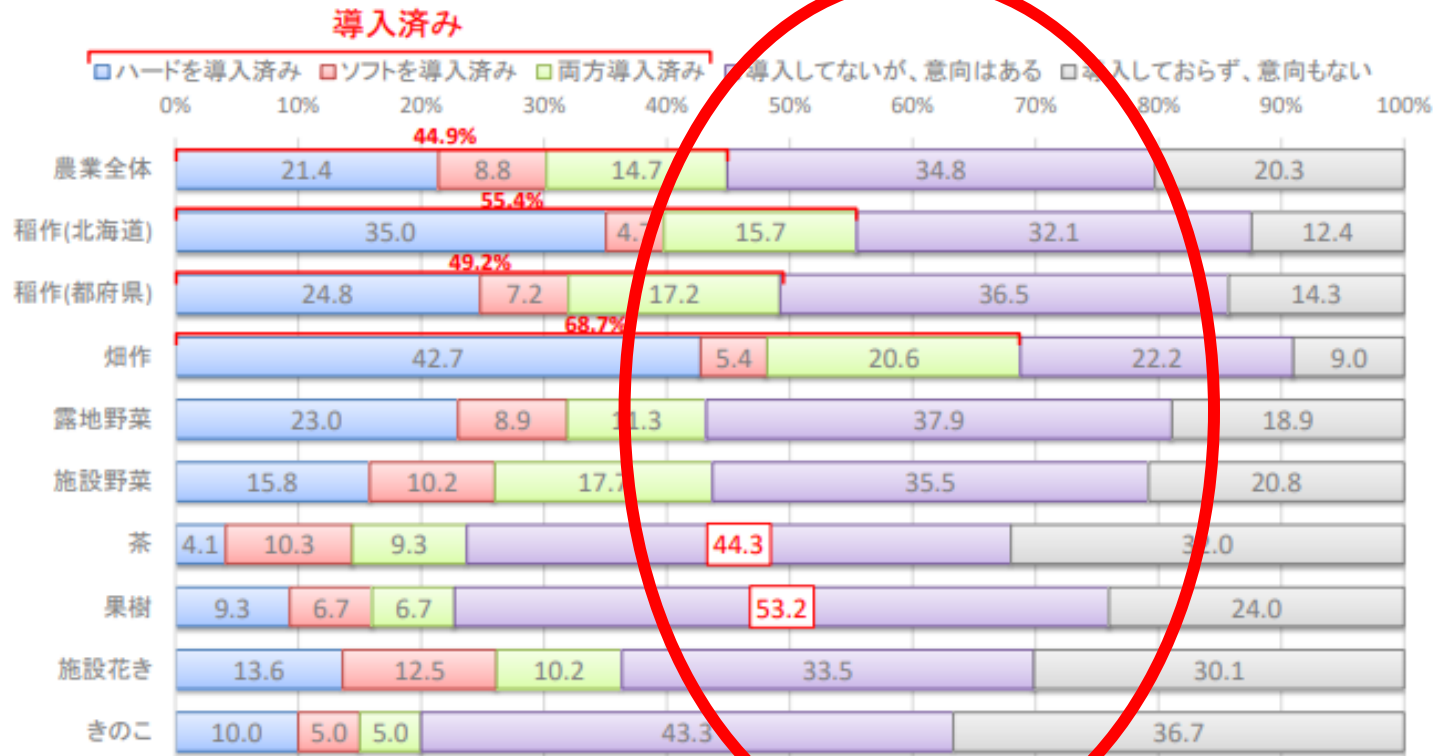
ピーマン自動収穫ロボット「L」

- 吊り下げ式で移動することで路面状況の影響を受けない
- 4つのバッテリーを搭載する形式を採用し、バッテリー交換を行うことで8時間以上の連続稼働を可能

現状分析

スマート農業について(導入状況、農業全体及び耕種)

- ・農業全体では「導入済み」は44.9%となった。
- ・業種別(耕種)では、「導入済み」は畑作(68.7%)及び稲作(北海道:55.4%、都府県:49.2%)で高くなった。また、「導入していないが、意向はある」は「果樹」(53.2%)、「茶」(44.3%)で高くなった。



44.9%

現状分析

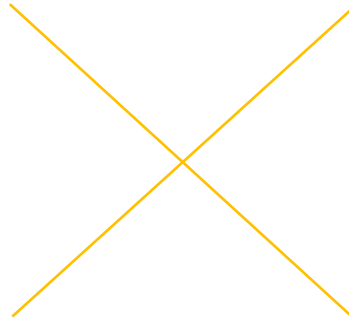


課題解決のための提案

裾野を広げるスマート農業

活用する技術

ロボット



生成AI

ロボットとは

<定義>

「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」と定義している。

あらかじめプログラムされた指示や、AIによる判断に基づいて、人が操作しなくても自立して自動で動くことができる

カメラ・赤外線・音センサー・温度センサーなどを使って、周囲の状況の変化をリアルタイムで感知し、それに応じて動作を変えることが可能

目的に応じた作業をする



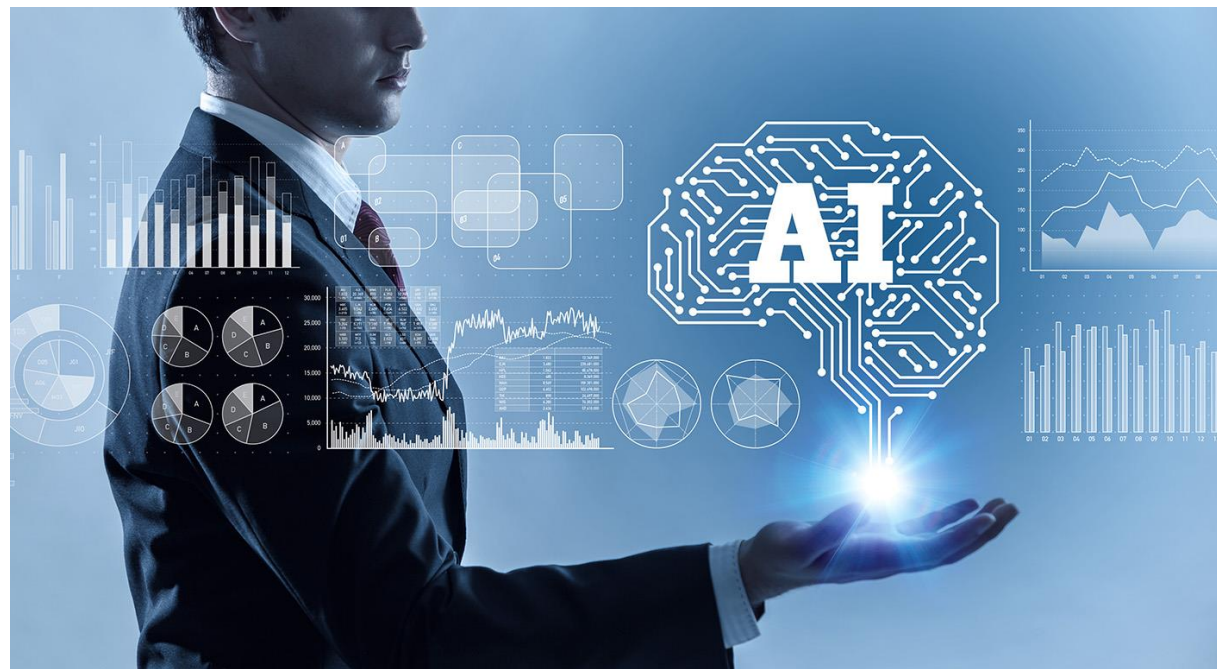
AI(人工知能)とは

Artificial Intelligenceの略で、人工知能のこと。

自動車、医療、教育、金融、食品など幅広い分野や業種で利用されている。

近年では、機械への学習などの技術開発が盛んに行われている。

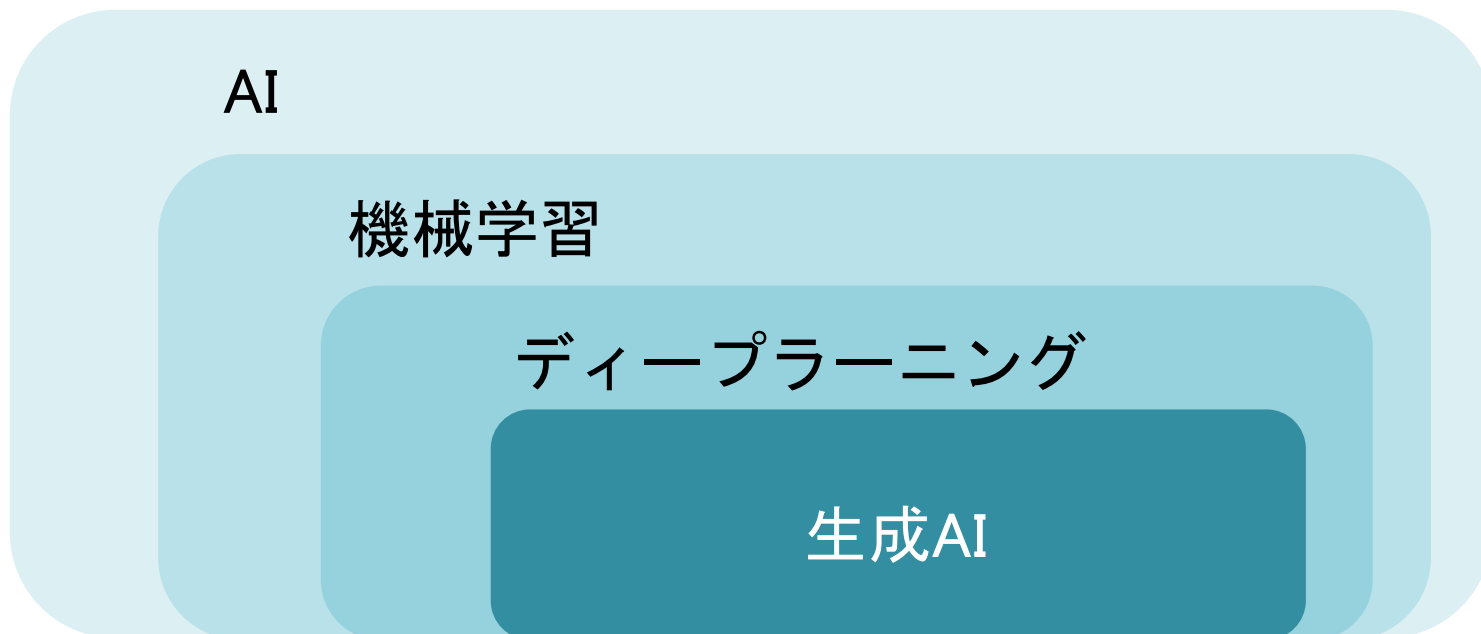
生成AIの利用者は急速に拡大していて、コンテンツ制作やカスタマーサポートなどのサービス分野で大きな期待がされている。



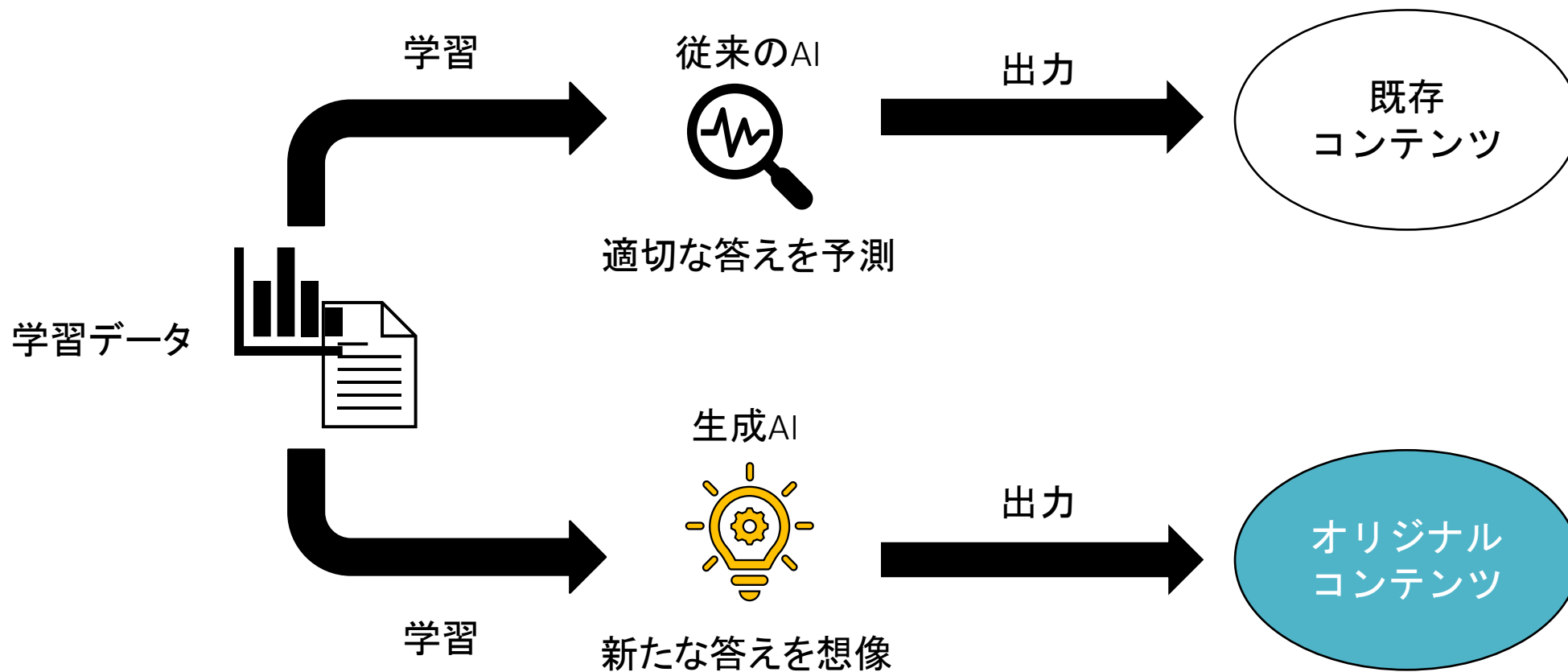
生成AIとは

生成系AI、ジェネレーティブAI（GenerativeAI）

データから学習したパターンや関係性を活用し、テキスト、画像、動画、音声など多岐にわたるコンテンツを新たに生成できる。



AIと生成AIの違い



提案①

生成AIを搭載した農業ロボット

生成AI搭載ロボット

概要

ほじょう

異なる圃場条件(地形、日照、水はけなど)に応じて、種まき、施肥、農薬散布、収穫のタイミングや方法を生成AIが提案・実行するロボット

従来のAIは限られた条件・作物に特化する傾向があるが、生成AIは大量の農業データと生成的理論をもとに、未知の環境でも適応的な作業手順を「生成」できる。また、天候や突発的な環境変化にも、創造的な対策案を出力する。

生成AIを使用する理由

従来のAI

- ・既存のデータから何かを「識別」したり「予測」する
- ・「既存のルールやデータに基づいて効率化する

生成AI

- ・既存のデータから「新しいものやアイデア」を生成
- ・「未知の状況に対し、過去の知識を創造的に組み合わせて新しい解決策を自律的に生み出し、個別最適化されたケアを実現する」

単に既存の情報を処理するだけでなく、新たなアイデアを生み出すことが重要！

農業の現場がもつ複雑性と不確実性を考えると、「生成」能力こそが、これからの農業ロボットに必要不可欠である

ロボットの搭載機能

・センサー群

多種多様なセンサーを搭載し、広範囲かつ詳細な情報を収集

・視覚センサー: 高解像度カメラで作物の色、形状など視覚的な情報を詳細にとらえる

・土壌センサー: 土壌水分、地温などをリアルタイムで測定する

・力覚センサー: アームの先端が物体に接触する際の力を検知し、デリケートな作業や衝突回避に利用する

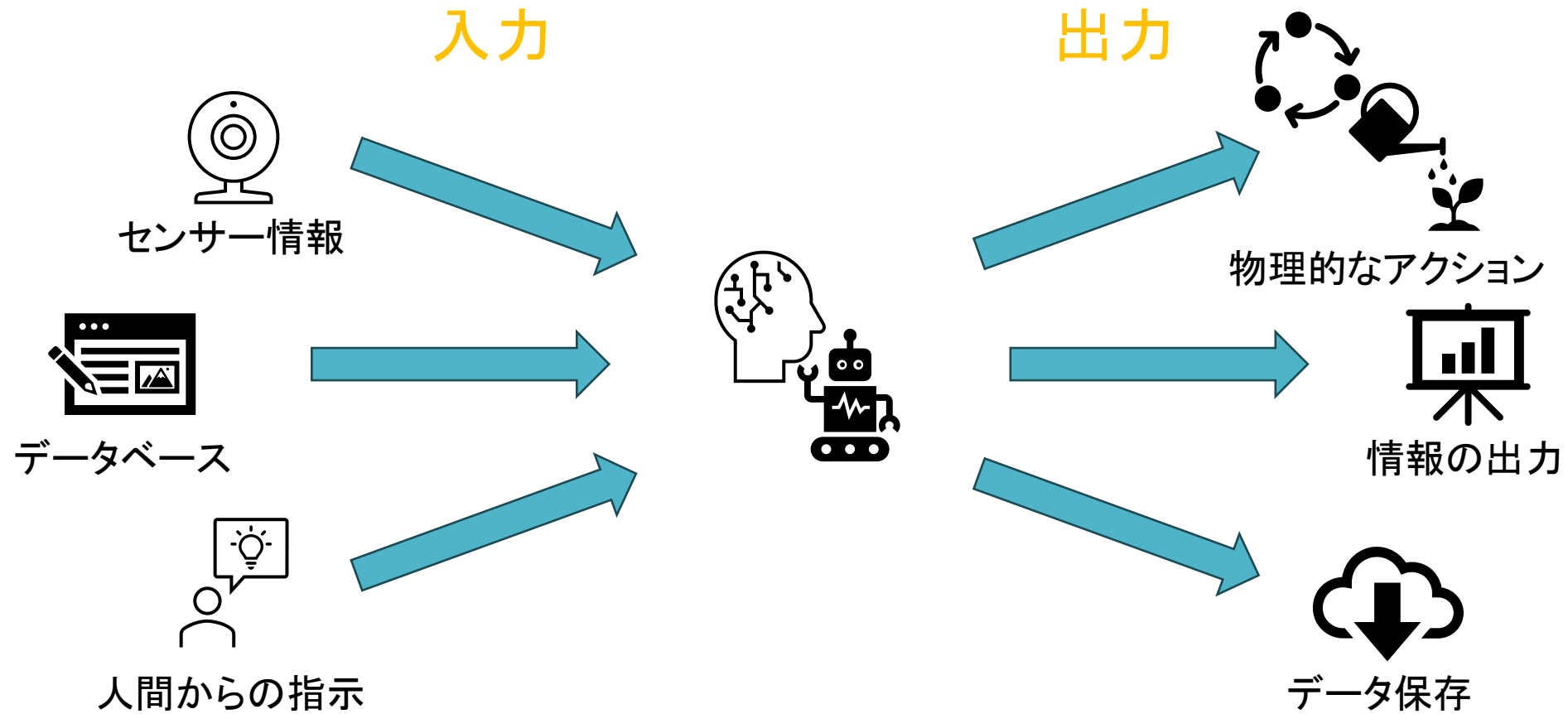
・多関節アーム（作物の収穫）

葉の裏側や密集した株の間など、複雑な位置にある果実にもアプローチできるようにする

・噴霧ノズル/散水ノズル

農薬や栄養剤の散布、水の供給

ロボットの入出力



生成AI使用例(水やり)



土壌がすでに湿っている、2～3日雨が
続く予報、周辺農家も控えている。

水やりは不要だろう。むしろ病害リスク
が高まるため避けるべきだ。

水やりを見送る。



柔軟性がある

生成AIロボットにより期待できる効果

〈品質向上〉

個体ごとに最適化された農作業

⇒ポテンシャルを最大限に引き出し、安定した品質を確立させる

〈資源の最適利用〉

必要な場所に、必要な分だけ最適なタイミングで供給する

⇒無駄な資源投入を徹底的に削減し、環境負荷を最小限に抑える

〈技術の継承〉

熟練農家の技術を生成AIが学習し、「再現可能な技術」として生成

⇒熟練者が引退してもロボットがその知識を生かして作業を継続し、さらに技術の最適化・進化していくことが可能

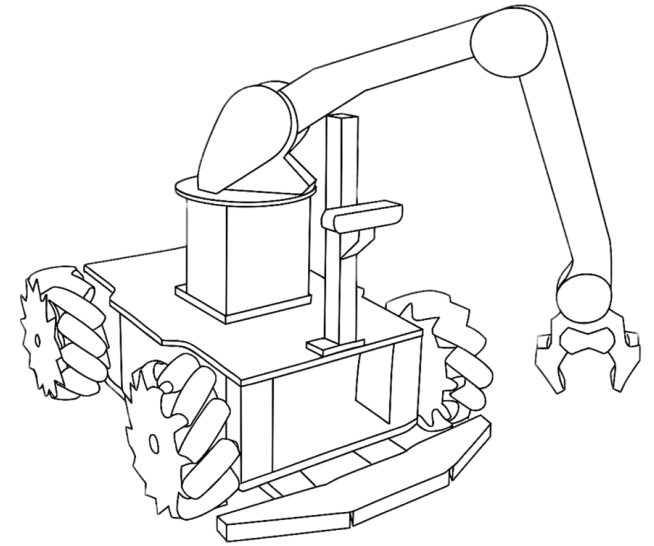
提案②

ハイブリッドで動く農作業ロボット
(エコロボット)

エコロボットの提案内容

ハイブリッド

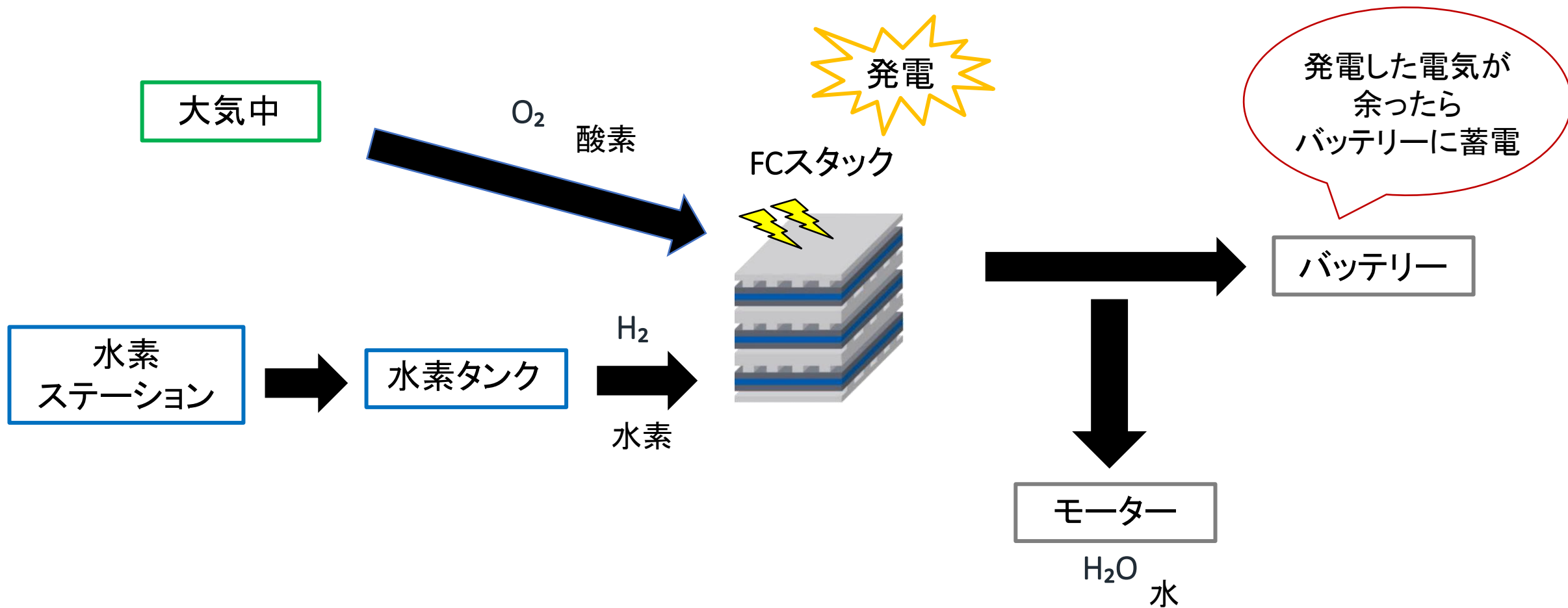
→水素と酸素で動くエコロボット



トヨタ自動車が開発した『ミライ』という燃料電池自動車の仕組みを用いる。

※トヨタ自動車は燃料電池関連の特許実施権を無償で提供しているため使用が可能である

燃料電池の仕組み



エコロボットの概要

<手順>

1. 空気を吸い込む
2. 水素と酸素をFCスタックへ送る
3. 化学反応で電気と水を発生
4. 電気をモーターに送る
5. モーターを回してエコロボットを動かす
6. 電気が余ったらバッテリーに蓄電
7. 水を車外に排出

<必要なもの>

- FCスタック
(燃料電池スタック)
- バッテリー
- モーター
- 水素(水素タンク)
- 空気中の酸素

※FCスタック (燃料電池スタック)

1つのセル (電池) では出力が小さいため、
たくさんのセルを積み重ねたものをスタックと呼ぶ。
→スタックが本来のエンジンの役割を果たす。

水素の供給

➤ 水素の供給場所は？

主に水素ステーションで供給される。

- 固定式水素ステーション

都市部や高速道路沿いなどに設置されている

- 移動式水素ステーション

トラック型で地方やイベントなどの臨時供給が行われている



水素の危険性と対策



➤ 水素の危険と安全な取り扱い・具体的な対策

- 倒れるとバルブが破損する可能性がある

→倒れないようにする、万が一倒れてしまったときのために保護対策を取っておく

〈対策〉水素タンクを必ず立てる、周りに二重殻ケースで二次保護 → 詳しくはスライド(1)へ

- 水素の微量の漏れでも火災のリスクがある

→使い終わったら速やかに水素タンクのバルブを閉栓

〈対策〉設計で、自動的に閉栓できる機能を作る

また、人の手でも確認して二重確認を行って安全に配慮する → 詳しくはスライド(2)へ

- 高温度になるとバルブの破損や水素漏れのリスクが高まる

→水素タンクの温度上昇を防ぐ

〈対策〉即座に水素タンクを冷却できる装置を設置する → 詳しくはスライド(3)へ

水素タンクの保管

〈倒れるとバルブが破損する可能性がある スライド(1)〉

- 対策で挙げた二重殻ケースで二次保護を行う目的
 - ✓ 一次容器(正規の水素タンク)が破損したときの直接被害を減らす。
 - ✓ 衝突や刺突などの外力からの保護を行う。

水素タンクの保管

スライド(1)続き

➤ 基本構造

- ①内殻＝一時容器保持部：タンクを確実に支えるスリーブやクランプで固定。
- ②外殻＝保護ゲージ：剛性のある外郭で衝撃を吸収・分散。外殻と内殻の間には間隔を設ける。
- ③中間空間（ギャップ）：漏洩が発生した場合にガスを一時的に收容し、所定の排気経路へ誘導するための空間。
- ④指定の排気路：ガスは上方へ抜ける性質を利用し、外殻上部に安全な放散経路を設ける。
- ⑤衝撃吸収層：エネルギー吸収材や崩壊しにくい格子構造で直接衝撃緩和。

水素タンクのバルブ閉栓

〈水素の微量の漏れでも火災のリスクがある スライド(2)〉

➤ 自動的に閉栓できる機能にするためには？

電動バルブを使用する。

タンクの開閉にモーター制御式のバルブを使えば、自動で「開ける/閉める」が可能になる。

➤ モーター制御式のバルブとは？

燃料電池で発電した電気の一部を利用してモーターで開閉を行うバルブ。

手動操作なしで水素供給を自動制御でき、

作業状況や緊急時に素早く閉栓できるため、安全性と操作性の両立が可能。

モーター制御式バルブ

スライド(2) 続き

➤ 基本構造

- ①モーター部：小型モーターが回転。
- ②ギア機構：モーターの回転を減速・増力してバルブシャフトに伝達。
- ③バルブ本体：ボールバルブやゲートバルブ構造で流路を開閉。
- ④ハウジング：防水・防塵ケースで密閉。
- ⑤センサー：開閉位置を検知。

モーター制御式バルブ

スライド(2) 続き

➤ 制御プログラム

- ①初期化: 電源ON字にバルブを「閉」位置にリセット。
- ②動作条件チェック: 圧力・水素検知センサー・ロボット動作モードを確認。
- ③開指令: 条件が安全ならモーターを駆動して開く。
- ④異常時: ガス漏れ検知や衝撃字は即「閉」信号→バルブを閉じる。
- ⑤フェイルセーフ: 電源断時にはスプリングや機構で強制的に閉じる。

水素タンクの冷却

〈高温度になるとバルブの破損や水素漏れのリスクが高まる スライド(3)〉

水素タンクの冷却についての提案

パッシブ冷却方式＋(必要に応じて)小型のファン

①パッシブ冷却方式とは

ヒートシンクや放熱フィルターを用いて自然対流により水素タンクの熱を逃がす仕組みである。電力を使わず静かで安全性が高く、屋外の風や気流を活用して効率的に冷却できる。

②小型ファンによる補助冷却

温度が高くなった場合のみ作動し、タンクの熱を強制的に外部へ放出する装置である。必要な時だけ動くため消費電力を抑えつつ、冷却効率を向上させることができる。

水素タンクの冷却

スライド(3) 続き

①と②を組み合わせる理由

パッシブ冷却の安全性と静音性を維持しつつ、高温時にはファンで補助することで、常に安定した冷却性能を確保するためである。

➤水素タンク冷却のための基本構造

- ①ヒートシンク/放熱ファン: タンクの表面の熱を空気に逃がす。
- ②補助ファン(小型): 温度が高いときのみ動作して冷却を強化。
- ③温度センサー: タンク温度を監視して補助冷却の動作を判断。

水素タンクの冷却

スライド(3) 続き

➤制御のプログラム

- ①温度監視: 温度センサーでタンク温度を常時測定
- ②パッシブ冷却: 基本は自然放熱で放熱フィンが熱を逃がす
- ③補助ファン作動判断: 温度が設定上限を超えた場合、ファンをON
- ④冷却監視: 温度が安全範囲に戻るまでファンを作動
- ⑤安全停止: 異常な温度上昇が続く場合は、水素供給やロボット動作を停止

エコロボットにより期待できる効果

- 環境への負荷が少ない

→排出されるのは水のみであり、地球温暖化を防ぎ、持続可能な社会に貢献できる。これは、再生可能エネルギーの利用を促進するSDGs目標7(エネルギーをみんなに そしてクリーンに)、気候変動対策に取り組む目標13(気候変動に具体的な対策を)、陸域生態系の保全につながる目標15(陸の豊かさを守ろう)にも合致している。

- 静かに作業ができる

→燃料電池はエンジンと比べて、作動音が非常に小さいため、農地や住宅地でも早朝深夜に限らず作業が行うことが可能である。



ロボットが担う農作業

農作業の主な手順



担い手が人からロボットに変更可能な箇所



ロボットでは担えない作業とその理由

➤土づくり

土壌の状態が場所ごとに大きく異なるためセンサーで正確に把握しても、それに応じた細やかな作業を自動で行うのは難しい。

➤耕運耕起

土の深さや硬さに応じて力の加減が必要であり、重機的な力が求められるためロボットでは難しい。

ロボットで担える作業とその理由

➤ 肥料の散布

肥料を一定量ずつまく作業は繰り返し動作であり、機械的に正確に制御できる。さらに、散布機センサーを組み合わせれば、広い畑でも均一に肥料を供給できる。

➤ 種まき

位置や間隔を事前に設定すれば、正確に繰り返し作業が可能。土壌に大きな力を加える必要もない。

➤ 水やり

水の量やタイミングをセンサーで管理でき、決まった動作で散水が可能。

➤ 除草

雑草の位置や形状をカメラやセンサーで判別でき、繰り返し機械的に取り除く動作が可能。

➤ 収穫

作物の位置や大きさをカメラやセンサーで検知でき、収穫の動作は繰り返し作業として実現可能。

担えるロボット

➤ 肥料の散布

生成AI搭載ロボット→○

作物や土壌の状態をセンサーや画像から分析し、必要な場所に必要な量を調整して散布できる。精密な管理に対応できる。

エコロボット→○

タンクなどで肥料を積み、設定量を均一に散布する作業を安定して行える。単純作業を効率よく担う。

➤ 種まき

生成AI搭載ロボット→○

最適な間隔や深さをデータから調整できる。

エコロボット→○

一定間隔で種を落とす物理作業に強い。

担えるロボット（続き）

➤ 水やり

生成AI搭載ロボット→○

作物や土壌の状態に応じて「必要なところだけに最適水量」を判断できる。

エコロボット→○

均一な散水を繰り返す作業に対応可能。

➤ 除草

生成AI搭載ロボット→○

画像認識で雑草を判別して選択的に除去できる。

エコロボット→×

同じ動作を繰り返すだけでは、作物や雑草を見分けにくい。

担えるロボット（続き）

➤ 収穫

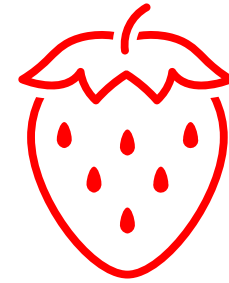
生成AI搭載ロボット→○

熟度や形状を見分け、選択的に収穫できる。

エコロボット→△

一斉に刈り取る作業などの単純な収穫は可能。

実現に向けたアプローチ



・モジュール化と段階的導入

最初からすべての機能を導入するのではなく、特定の機能に特化したロボット（生成AI精密散布ロボット、生成AI自動収穫ロボット）を開発

⇒技術の進展やコストダウンが進むにつれて、機能をモジュールとして追加していく形が現実的

・特定の作物や環境への特化

最初は特定の作物や、管理された温室環境に特化することで、機能の絞り込みと最適化を図り、開発リスクとコストを抑える

～モジュール化とは～

製品やシステムを構成する部品や機能を独立した単位（モジュール）に分割する手法

まとめ

農業の課題に対し、

- ①生成AIを搭載した農業ロボット
 - ②ハイブリッドで動く農業ロボット
- の提案

- ・作業の自動化や効率化による重労働削減
 - ・生成AIによる熟練農家の経験やノウハウのデータ化
⇒農業の敷居を下げ、新規就農者を後押しする
 - ・環境への配慮
- などが期待できる

今後の展開

本研究では、実証実験には至っていないが、既存技術との接続性や導入事例を踏まえ、提案するロボット技術の実現可能性を構想した。

今後は、実用化に向けた検証や応用展開が課題であり、産業との連携やプロトタイプ開発、現場応用などの可能性が考えられる。

参考文献

農林資産省 https://www.maff.go.jp/kyusyu/seisan/gizyutu/attach/pdf/sumatonougousamitto_suidensaku-6.pdf

農林水産・食品産業技術振興協会 https://www.jataff.or.jp/project/inasaku/koen/koen_R5_2.pdf

総務省 <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/html/nd300000.html>

ドコモビジネス NTTコミュニケーションズ <https://www.ntt.com/bizon/glossary/j-t/5g.html?msockid=39fe069c3f49609220a0137f3e4c615b>

燃料電池車の仕組み <https://ebinadk.com/fc-stack/>

AI画像 https://www.hitachi-solutions.co.jp/digitalmarketing/sp/column/ai_vol01/

ロボット画像 https://img.freepik.com/premium-photo/smart-robotic-futuristic-farmers-working-on-field-agriculture-technology-farm-automation_73899-11090.jpg?w=2000

ロボット農機 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/forum/R2smaforum/mattingu/robot.html>

三輪泰史『図解よくわかるスマート農業』日刊工業新聞社（2020年）

神崎洋治『最新AI技術がよ〜くわかる本』株式会社 秀和システム（2025年）

中野昭正『スマート農業』創元社(2024年)

参考文献

<https://www.sbbi.jp/article/st/140316>

海外ロボット導入事例

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10075499/?utm_source=chatgpt.com

https://pmarketresearch.com/auto/smart-weeder-market/?utm_source=chatgpt.com

時間短縮 https://featured.japan-forward.com/japan2earth/2023/06/3407/?utm_source=chatgpt.com

農業補助金 <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/attach/pdf/nougyousien-8.pdf>

農業賃金 [農作業料金・農業労賃に関する調査結果](#)

農林水産省(2025)『スマート農業をめぐる情勢について(令和7年8月版)』

https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/smart_meguji.pdf(2025年9月5日取得)

日本政策金融公庫(2025)『スマート農業に関する特別調査結果(令和7年3月27日)』

https://www.jfc.go.jp/n/release/pdf/topics_250327a.pdf(2025年9月5日取得)