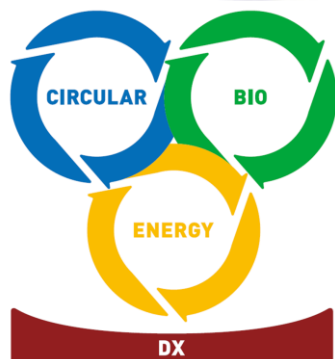


# アグリテックレポート

～食料安全保障と環境問題の観点から～



国際戦略ユニット

(協力：アグリ・フードテックユニット)

イノベーション戦略センター (TSC)

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

©NEDO 2024

1. はじめに
2. 世界の農業の現状
  - 世界の農業基礎情報 ～人口推移と食料需要、食料価格、労働者数、生産量
  - 食料安全保障 ～主要国の食料自給率、食料安全保障リスク事例
  - 農業における環境側面 ～GHG排出
3. 農業に関わる国際合意と欧米の農業関連政策
  - 国際合意 ～環境側面での農業に関わる合意・目標
  - 政策動向 ～欧米の農業関連政策
4. 世界のアグリテック動向 ～欧米を中心とした技術開発動向
  - 肥料
    - コラム NEDOの農業分野での取組例①②③
  - 精密農業関連技術
    - コラム NEDOの農業分野での取組例④
  - 環境制御型農業（CEA：Controlled Environment Agriculture）
    - コラム NEDOの農業分野での取組例⑤⑥⑦⑧
5. まとめと考察



# 1. はじめに

- コロナパンデミック、異常気象、ロシアによるウクライナ侵略などの影響により、2020年以降、食料価格は高騰し、途上国では飢饉が広まるなど世界は様々な食料サプライチェーンの課題に直面した。世界の人口は増え続けており、食料需要が増加の一途をたどる中、食料需給を中心とした**食料安全保障**は日本のみならずグローバルな喫緊の課題となっている。
- 一方、農業は環境への対応にも迫られている。生態系に与える農薬の影響や肥料の自然界への流出による地下水や河川の汚染問題。さらに、世界がカーボンニュートラルを目指す中、農業分野でのGHG排出削減も求められ、**環境問題**に即した持続可能な農業への転換が不可欠となっている。
- 国内に目を向けると、今年（2024年）『食料・農業・農村基本法の一部を改正する法律案』が国会で成立。改正のポイントとしては、世界と共通する食料安全保障の強化と環境問題に対応した農業への転換に加え、生産基盤の確保など農業の持続的発展のための生産性の向上が挙げられている。
- 本レポートでは、農業を取り巻く世界の現状と、諸問題を解決するアグリテック（農業に関わる技術）に関する世界及びNEDOの開発動向を、食料安全保障と環境問題の切り口でまとめた。本レポートが、国内の農業関係者やスタートアップを目指す研究開発者の参考となることを期待するものである。

## 2. 世界の農業の現状

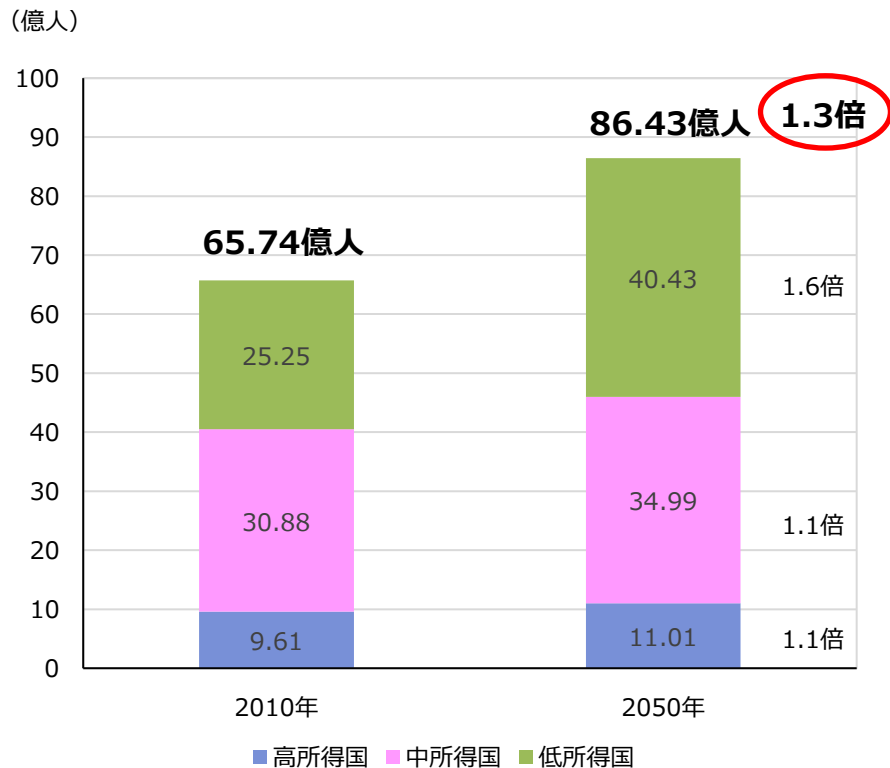
世界の農業基礎情報 ～人口推移と食料需要、食料価格、労働者数、生産量

食料安全保障 ～主要国の食料自給率、食料安全保障リスク事例

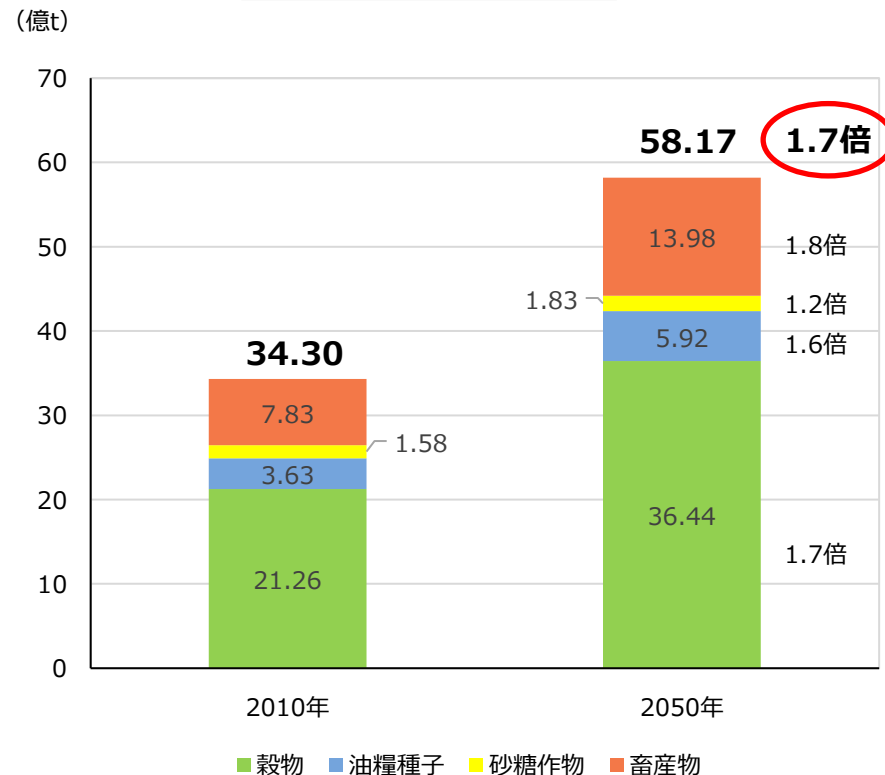
農業における環境側面 ～GHG排出

- 2050年には世界の人口は途上国を中心に90億人近くまで増加（2010年比1.3倍）。
- 食料需要は2010年比1.7倍（58.17億t）となり人口増加率を上回る。

### 世界の人口推移の予測



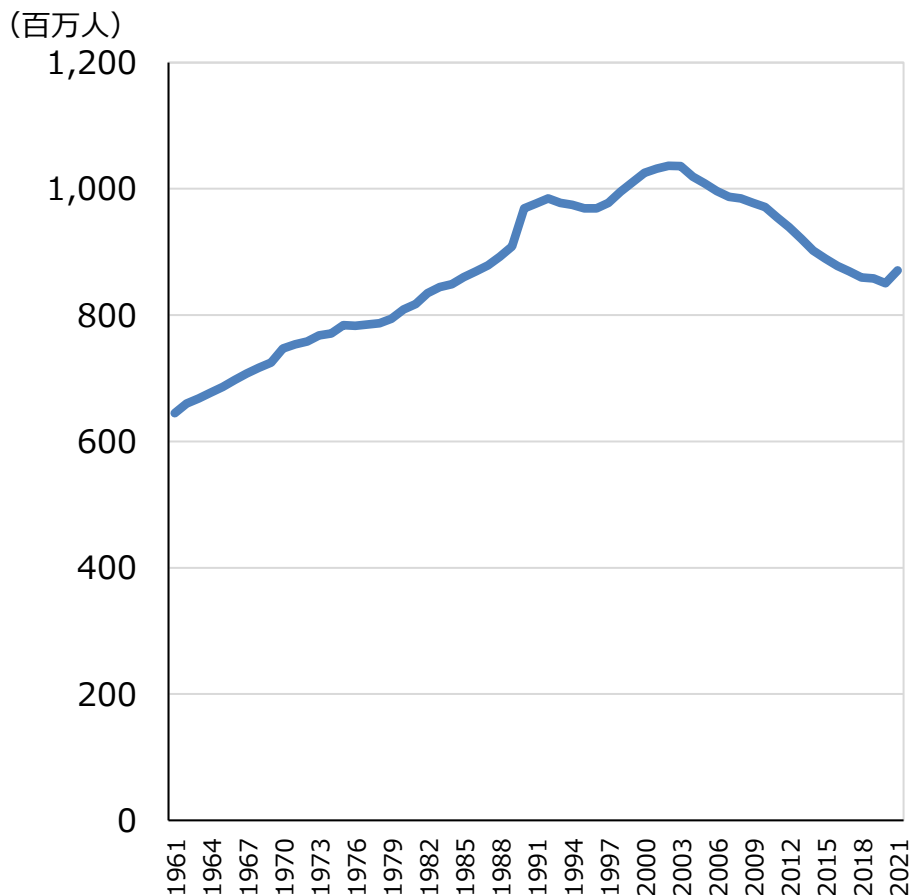
### 世界の食料需要予測



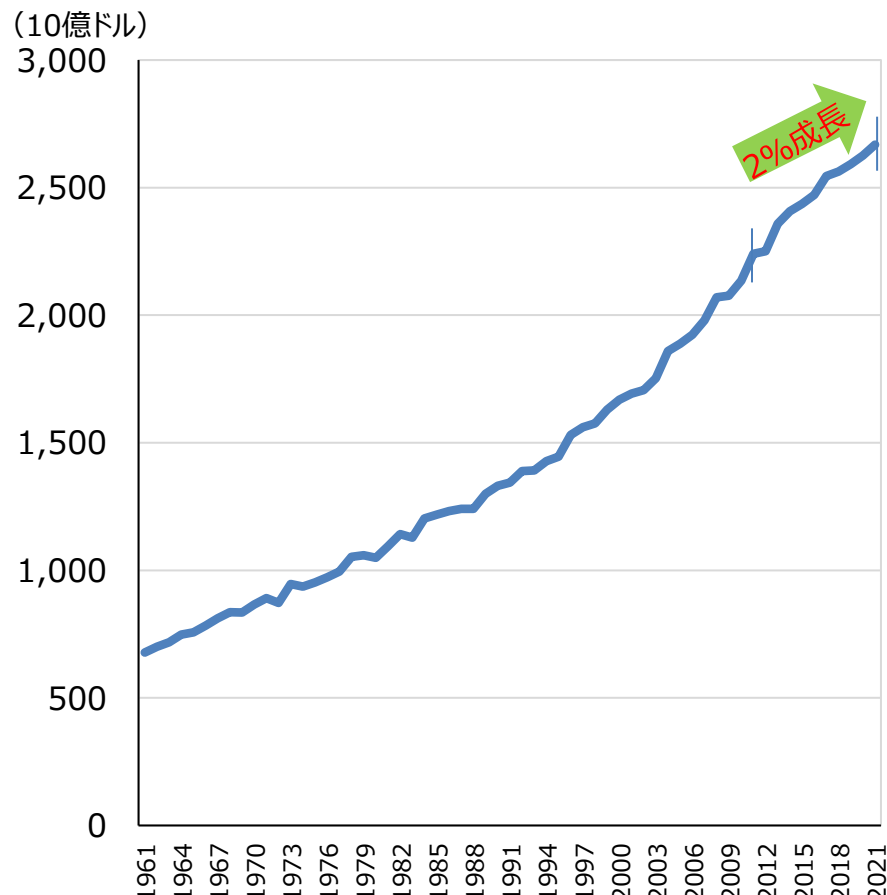


- 世界の農業労働者数は2002年をピークに減少基調。
- 労働者数が減る中、2010～2021年の農産物生産額は2%の平均成長率を確保。

### 世界の農業労働者数



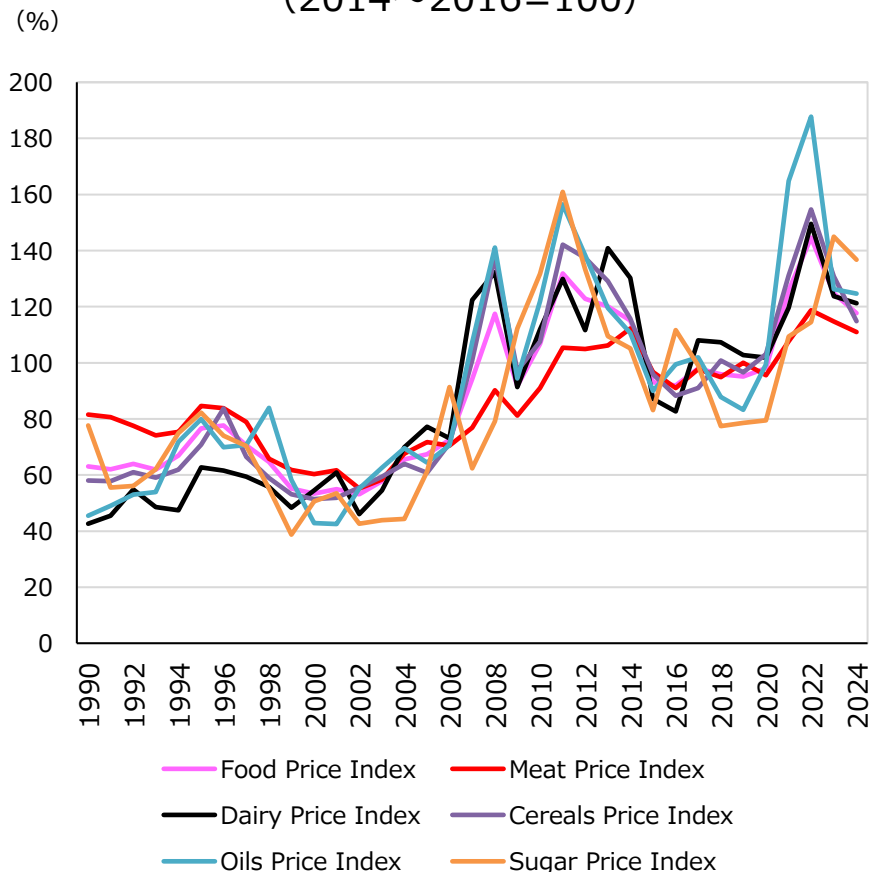
### 世界の農作物生産額



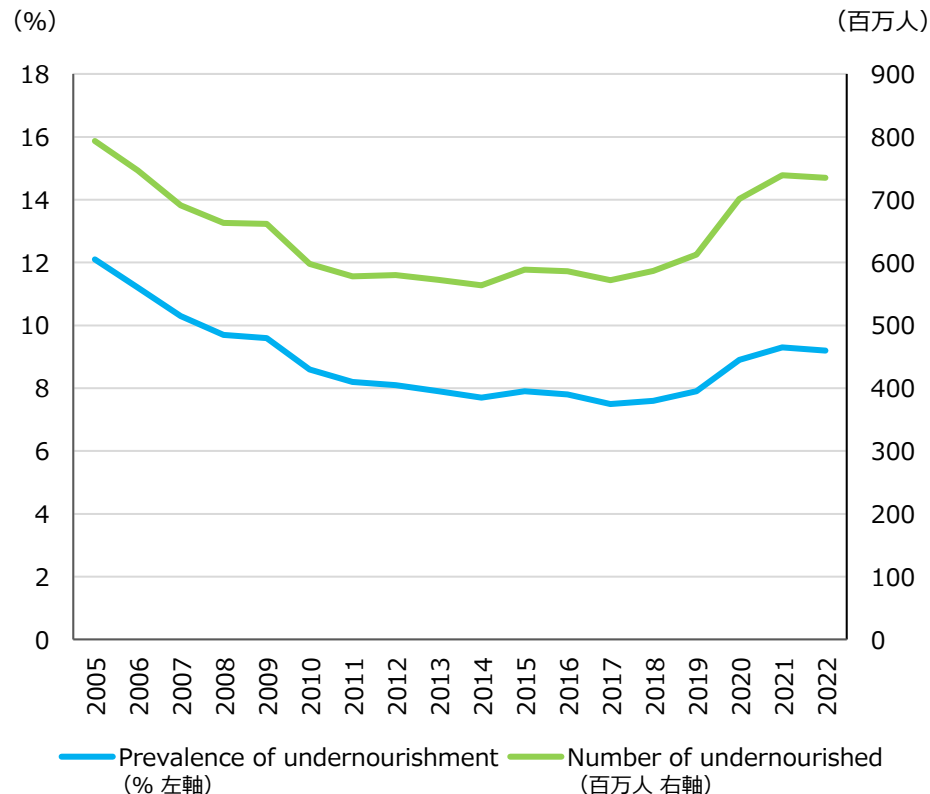
出典：TFP indices and components for countries, regions, countries grouped by income level, and the world, 1961-2021 (USDA) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

- 食料価格はコロナウイルス感染症やロシアのウクライナ侵略に起因し2022年に史上最高値を記録しサプライチェーンの脆弱性を露呈。その後戻すも長期的には上昇傾向。
- 世界の飢餓人口はアフリカの人口増により2017年より上昇傾向、7億人を超える。

### 世界の食料価格の推移 (2014~2016=100)



### 世界の飢餓人口の推移



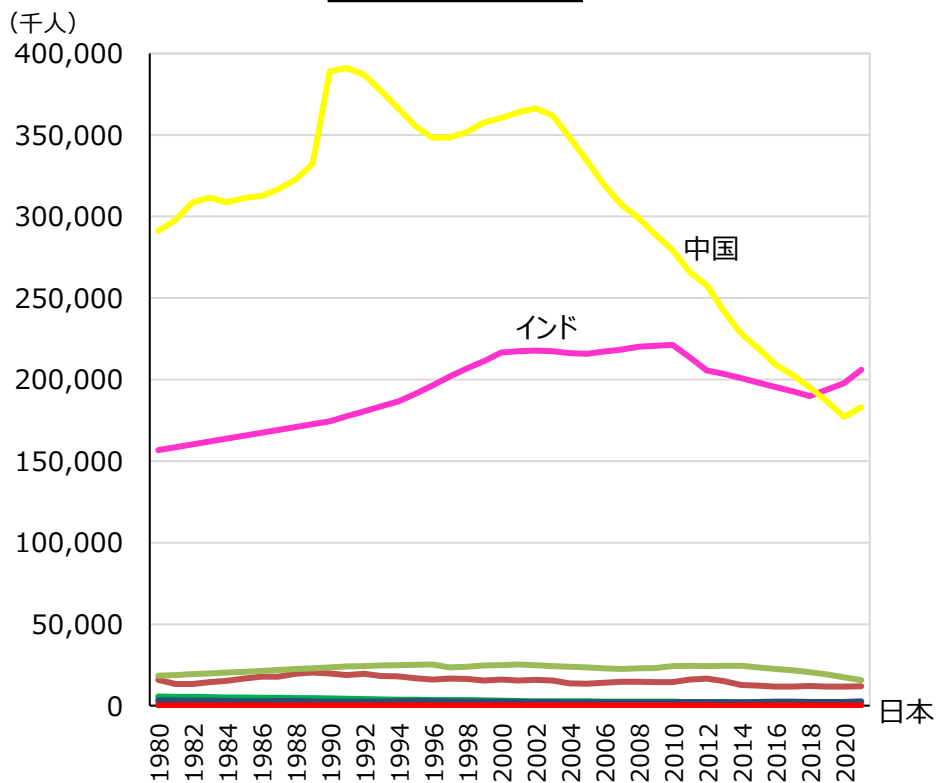
出典：Annual FAO Food Price Indices (FAO) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

出典：Suite of Food Security Indicators (FAOSTAT) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

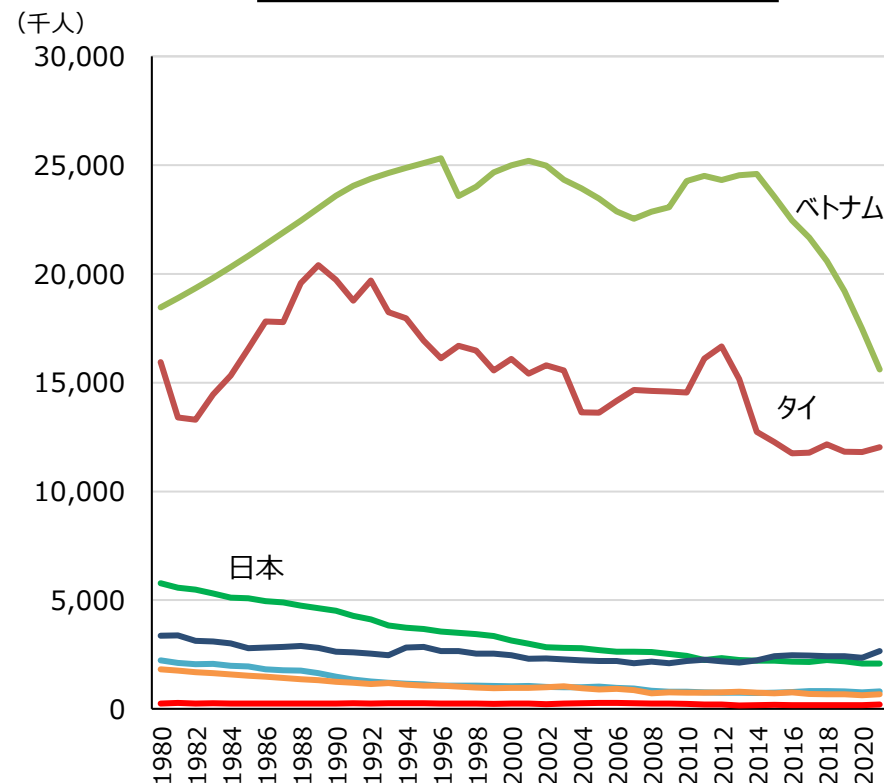


■ 中国、ベトナム、タイが減少に転じており、人口増が続くインドが世界最多となっている。  
 ■ 日、米、欧はほぼ下げ止まりつつある。

### 農業労働者数



### 農業労働者数 (中印を除く)

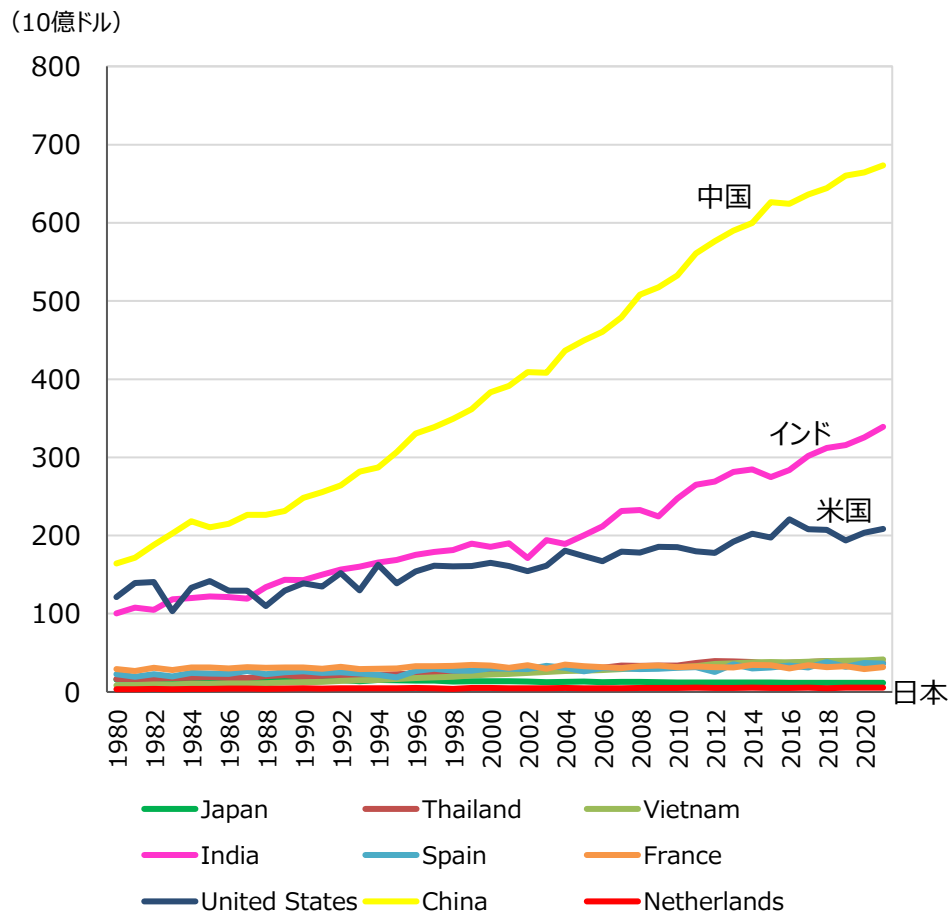


Japan (green), Thailand (red), Vietnam (light green), India (pink), Spain (light blue), France (orange), United States (dark blue), China (yellow), Netherlands (dark red)

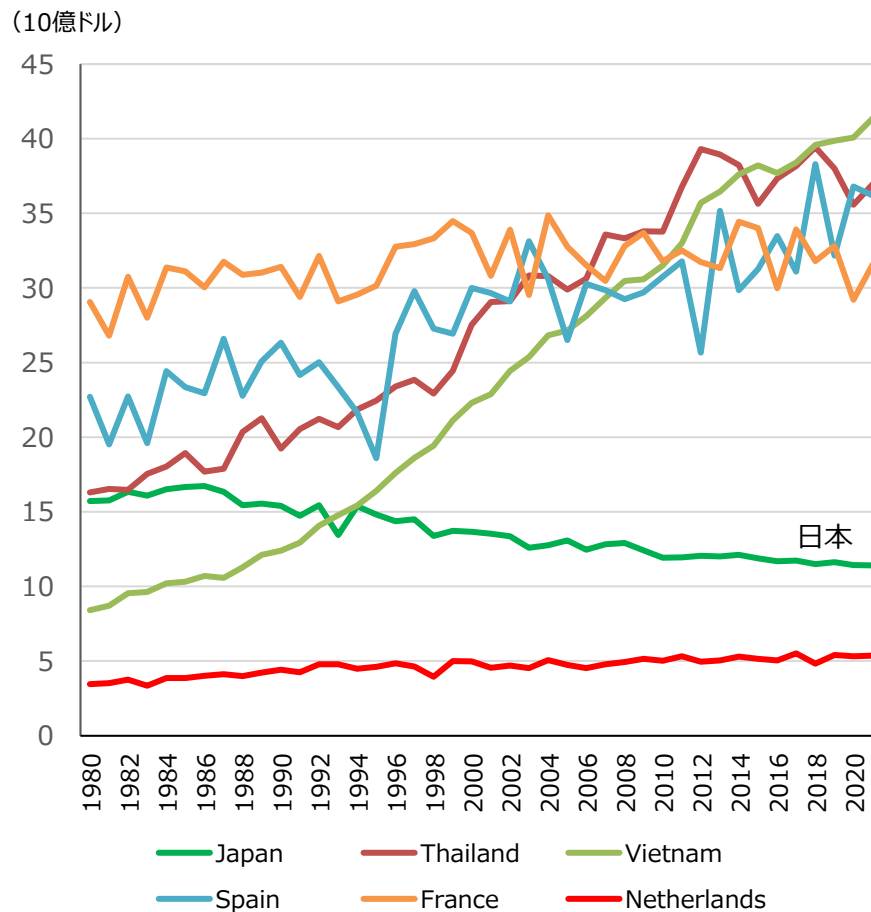
Japan (green), Thailand (red), Vietnam (light green), Spain (light blue), France (orange), United States (dark blue), Netherlands (dark red)

■ 国別生産額は、中国、インド、米国の順で3か国が他国を大きく引き離し、また成長基調が続く。  
 ■ その他の欧州・アジア諸国及び日本の生産量は、上位3か国とは大きな乖離がある。

### 農作物生産額

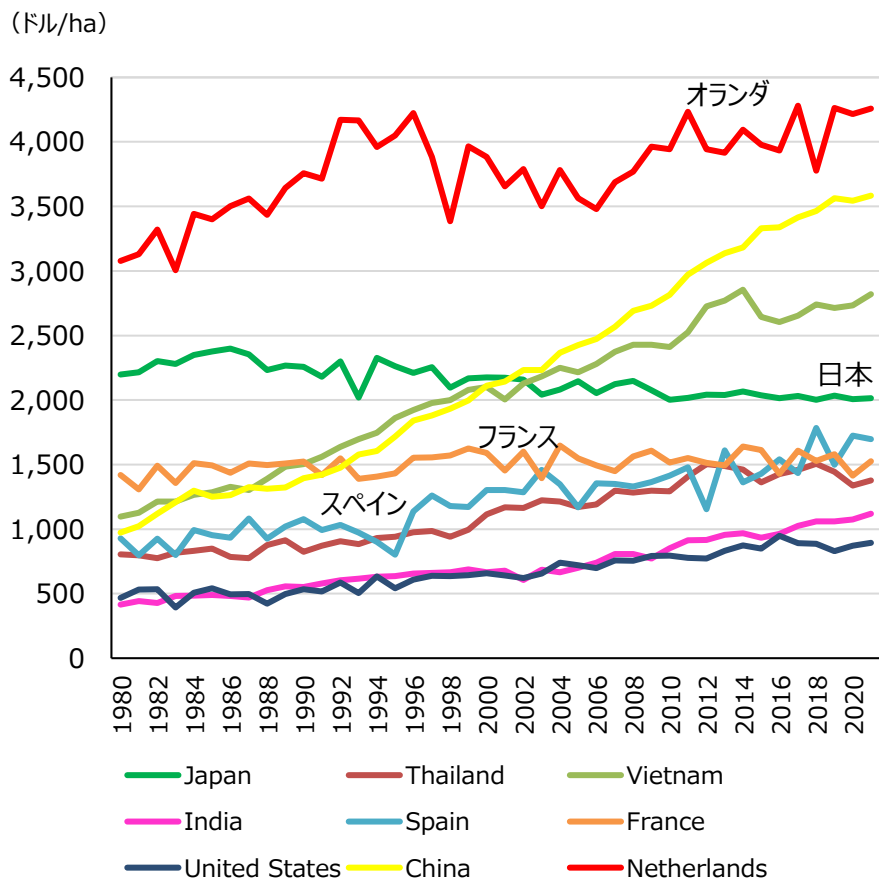


### 農作物生産額（米中印を除く）

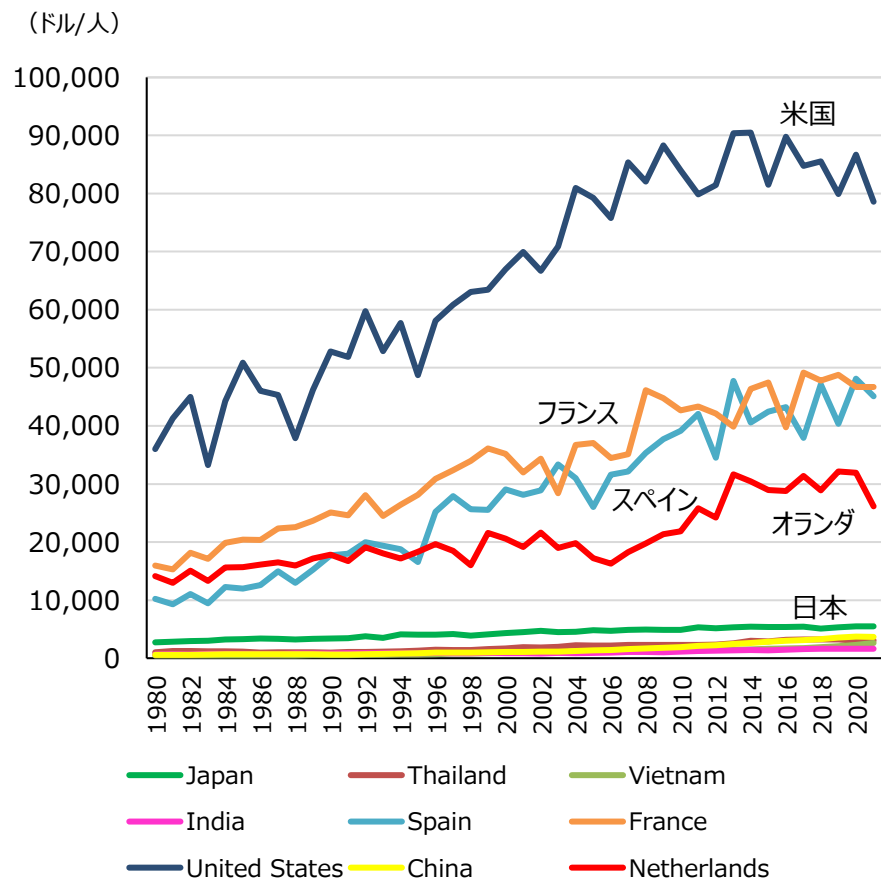


■ 土地生産性はオランダが、労働生産性では米国が突出して高い水準にある。  
■ 日本は、土地生産性では西・仏より高いが労働生産性では低い。

土地生産性

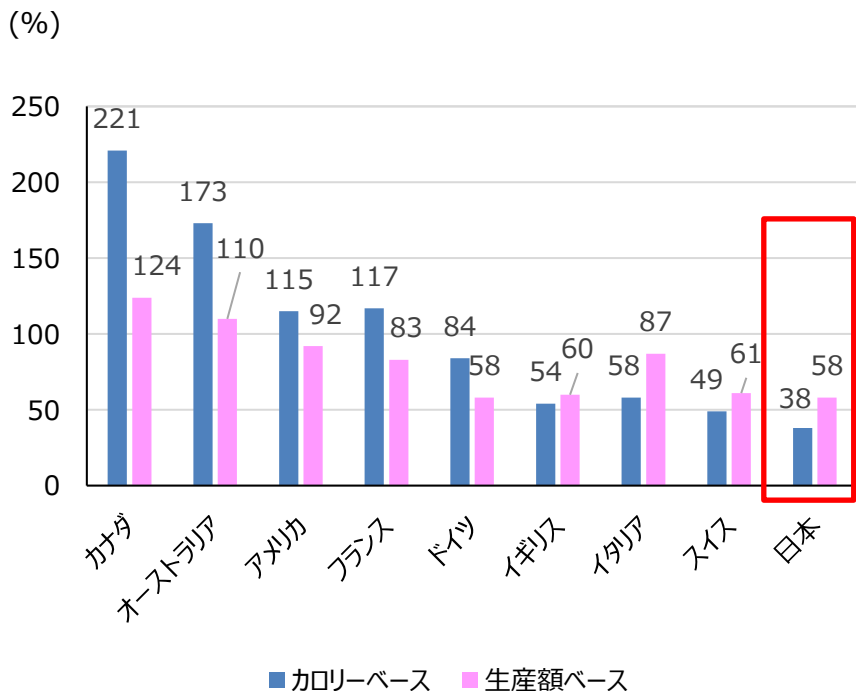


労働生産性



- 諸外国との比較で日本の食料自給率はカロリーベース、生産額ベースともに低い。
- 日本は食料自給率が減少を続ける中、2020年制定の『食料・農業・農村基本計画』で2030年の自給率目標を生産額ベースで75%、カロリーベースで45%とした。

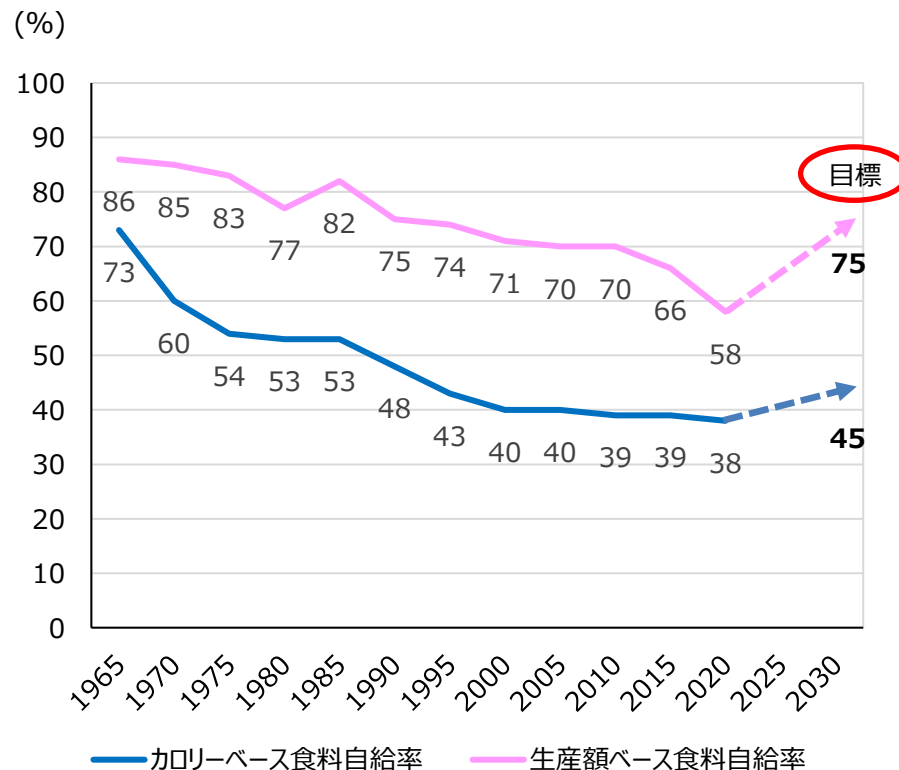
### 主要国の食料自給率



日本の数値は2022年度、諸外国の数値は暦年、オーストラリアのみ2020年の数値

出典：我が国と諸外国の食料自給率（試算）（農林水産省）を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

### 日本の食料自給率推移と目標



出典：日本の食料自給率（農林水産省）を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

- 近年、大規模生産国が国内事情や政治的理由で、食料・肥料共に一方的な輸出規制を実施するケースが散見され（下記左部）、世界的な需給や価格に影響を与えている。
- 輸出規制は、食料に加え、肥料とその原料にも及び、リン鉱石とカリウムは2020～2022年で3.5倍に価格が高騰。輸出国の偏りは、食料安全保障上のリスクとして顕在化。

## トルコ

2020年4月、レモン輸出で世界シェア13%のトルコが輸出規制を実施。コロナ対策・消毒用国内受領が理由。

## ロシア

2023年7月、黒海を経由するウクライナ産穀物の輸出に関する合意から一方的に離脱。

## インド

2023年7月、世界最大のコメ輸出国（シェア4割）インドが、国内価格の安定を理由に輸出を部分的に禁止。

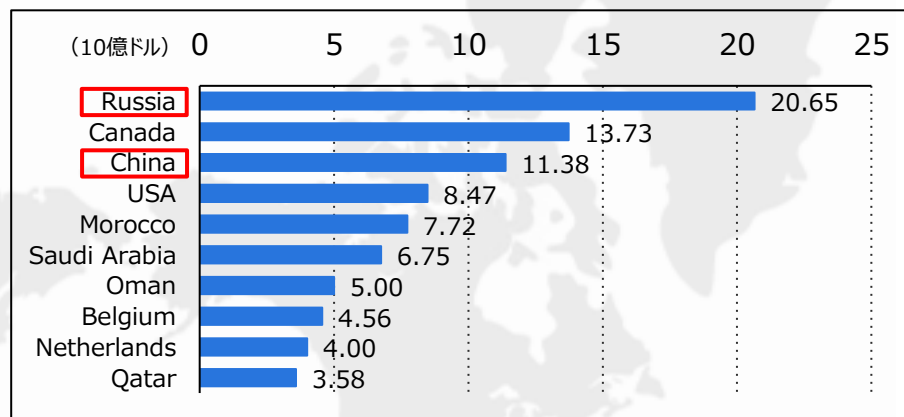
## ロシア

2022年11月、肥料及び同原料の最大輸出国が対露制裁対抗でユーラシア経済連合域外への輸出を制限。

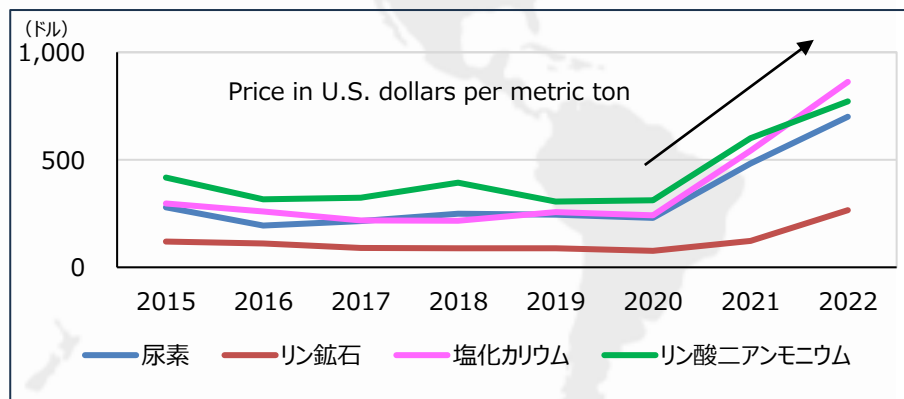
## 中国

2023年12月、化学肥料の原料である尿素とリン酸アンモニウムの輸出規制を強化。日本は後者の9割を依存。

## 肥料輸出国Top10（2022年）



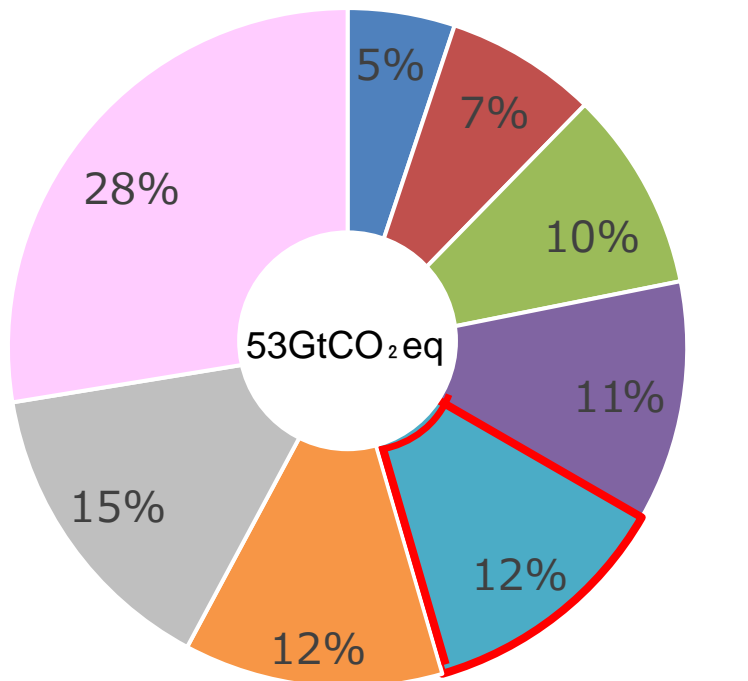
## 肥料原料の価格推移



- 世界のGHG排出量は、53Gt (CO<sub>2</sub>換算、2021年時点、人為的要因による排出)。
- うち、農業由来は、約6.5Gt (CO<sub>2</sub>換算) であり、総量の12%を占める。
- 農業由来の中では、家畜関連が63%を占めるが、作物生産関連も37%を構成する。

世界のGHG排出内訳 (2021年)  
(LULUCF含まず)

LULUCF: Land Use, Land Use Change and Forestry



- 廃棄
- 非産業用燃焼
- 生産プロセス
- 燃料精製
- 農業
- 産業用燃焼
- 輸送
- 発電

出典: EdgarEDGAR/JRC Annual greenhouse gas (GHG) emissions worldwide from 1990 to 2022 by sector (Statista) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

農業由来のGHG排出内訳 (2021年)

圃場でのエネルギー消費

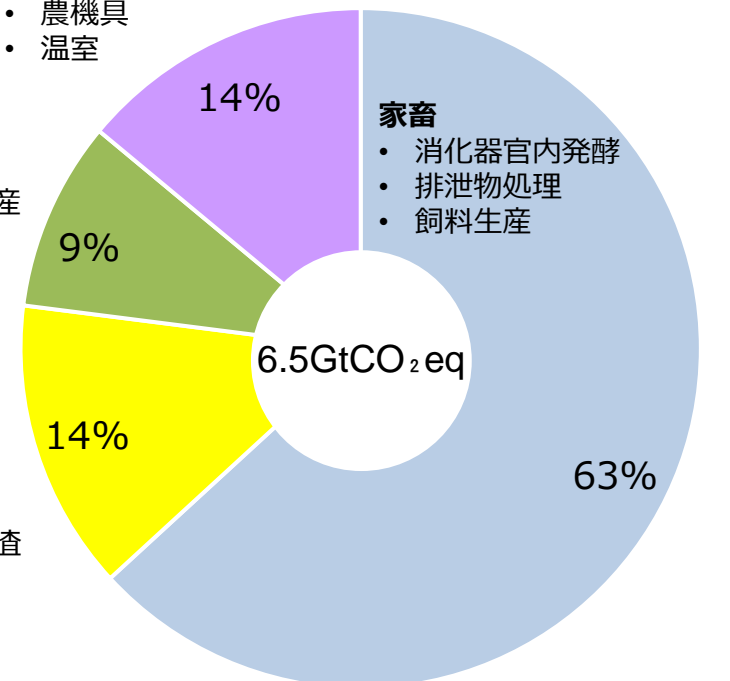
- ・ 農機具
- ・ 温室

化学肥料

- ・ 肥料生産
- ・ 輸送

作物生産

- ・ 稲作
- ・ 耕起
- ・ 焼畑
- ・ 作物残渣



- 家畜飼育
- 作物生産
- 化学肥料
- エネルギー

出典: FAO Emissions from agriculture and forest land worldwide in 2021 by component (Statista) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

### 3. 農業に関わる国際合意と欧米の農業関連政策

国際合意 ～環境側面での農業に関わる合意・目標

政策動向 ～欧米の農業関連政策

- 二つのCOP、すなわち生物多様性条約と気候変動枠組条約の国際会議においても、農業と食料に必要な環境対応の側面が、それぞれで採択された宣言等に盛り込まれている。

## 第15回 生物多様性条約締約国会議

### 「昆明・モンリオール 生物多様性枠組」

～COP15（2022年）で採択～



2020 UN BIODIVERSITY CONFERENCE  
COP 15 - CP/MOP10-NP/MOP4  
Biological Conservation Building a Shared Future for All Life on Earth  
KUNMING - MONTREAL

#### 【ビジョン】

「2050年までに、生態系サービスを維持しつつ（中略）、生物多様性が評価され、保全され、回復され、賢明に利用される」自然と共生する世界

#### 【農業にも関連する2030年ターゲットの例】

- 自然再生：劣化した生態系の30%の地域を回復
- 汚染防止・削減：
  - ・ 農業と有害性の高い化学物質のリスク半減
  - ・ 環境に流出する過剰な栄養成分の半減
  - ・ プラスチック汚染の防止・削減
- 農林漁業の持続的管理：
  - ・ 生産システムの強靱性及び長期的な効率性と生産性、並びに食料安全保障に貢献
- 持続可能な消費：食料廃棄の半減等

## 第28回 気候変動枠組条約締約国会議

### 「持続可能な農業・強靱な食料システム・気候変動 対応に関する首脳級宣言」

（エミレーツ宣言）

～COP28（2023年）で採択～



#### 【目的】

食料・農業分野の持続可能な発展と気候変動対応に向けた迅速な変革

- ・ 持続可能な食料安全保障
- ・ 農業・食料システムにおける水の統合管理
- ・ 土壌の健全性・生物多様性の強化などを含む

#### 【2025年までに強化する五つの行動分野】

- ① 各国の国家適応計画等へ食料システム・農業を統合
- ② 食品ロス・生態系損失・GHG排出の削減、所得・生産性の向上等に向けた公的支援の再検討
- ③ 民間を含む、あらゆる形態の資源動員の拡大
- ④ 持続可能な生産性の向上、イノベーションの推進
- ⑤ WTOに基づく公平で透明性のある多国間貿易システム



- 2050年までの農業生産量40%増加と環境フットプリント50%削減の同時達成を目標とし、そのための研究開発をAIやデジタル分野、バイオ関連で推進する研究戦略を掲げる。

## 農業イノベーションアジェンダ (AIA)

2050年までの農業生産量40%増加と環境フットプリント50%削減の同時達成を目指す。

農業イノベーションの実現による以下の目標を掲げる。

### <目標>

- 将来の世界の食料ニーズに対応するため、2050年までに農業生産量を40%拡大。
- 2030年までに食品ロスと食品廃棄を50%削減
- 2050年までに土壌健全性と炭素貯留を強化し、農業分野における再エネ推進により農業部門のカーボンフットプリントを半減。
- 2050年までに水への栄養分流出を30%削減
- バイオ燃料の推進によりエタノール混合率を2030年15%、2050年30%を目標。

(2020年2月公表)

## 米国農務省 科学研究戦略 2023~2026

USDA Science and Research Strategy 2023 - 2026

気候変動に対処して食料増産を実現する持続可能で強靱な農業を五つの優先研究で推進。

1. 革新的なテクノロジーと実践の加速
  - 精密環境管理・意思決定支援ツール開発
  - デジタルツイン構築、AIと自律型ロボットの融合、AI活用診断システム、3Dプリンティング活用
  - 先進的微生物、窒素循環、など
2. 気候に配慮したソリューションの推進
  - 農業排出・吸収の定量分析モデリング
  - 気候変動指標の開発
  - AI活用センシングによる気候配慮型 (Climate-smart) 意思決定ツール
  - 農業・食品分野のバイオ技術・バイオ製造、など
3. 栄養安全保障と健康の強化
4. 回復力のある生態系の育成
  - 精密農業・土壌活力強化技術
  - 水質・水量変化予測、など
5. 研究の行動への移行

(2023年5月公表)



■ 持続可能な食料システムを、『Farm to Fork (F2F) 戦略』として規定、『共通農業政策 (CAP) 』により各国の実施計画を策定。但し、肥料高騰などの環境下、農家の反発も強い。

## F2F戦略（農場から食卓まで）

欧州グリーンディール政策の中核として、EUの持続可能な食料システムへの包括的なアプローチを明示

(2020年5月)

### <目標>

以下の2030年数値目標を設定。

- 農薬使用を50%削減\*
- 一人当たり食品廃棄物を50%削減
- 化学肥料の使用を少なくとも20%削減
- 家畜・養殖用抗菌剤の販売を50%削減
- 農地の少なくとも25%を有機農業で使用等

二国間通商協定でもサステナブル条項を入れるなどして、EU食料システムの国際標準化をもくろむ。

\*農薬50%削減は、農家の強い反対により、その義務化は撤回された。(2024年2月)

## 共通農業政策2023～2027（新CAP）

「気候変動に係る行動」「景観や生物多様性の保全」「知識やイノベーションの育成」など10の目標を設定し、これらの目標に対する加盟国別の実施計画を策定。Farm to Forkの目標達成に寄与。

(2023年1月施行)

## 自然再生法

欧州全域での生態系を回復するための法律。各国は劣化した陸と海の生態系を2030年までに30%、2040年までに60%、2050年までに90%回復させることが目標。

(2024年6月EU理事会が承認)

## 森林破壊防止のためのデューデリジェンス義務化

コーヒー、大豆などの7品目及びその派生商品の販売にあたり、生産された農地で森林伐採や森林劣化が行われていない事の証明が企業に義務付けられる。

(2023年6月施行)

- 農業部門における土壌への炭素貯留の促進やGHG排出抑制効果の定量的な計測、レポート、評価に関する施策をEU及び米国が実施。

### 炭素除去の認証枠組みを導入する規則案



- 欧州委員会が2023年11月発表。
- BECCS/DACCSに加え、森林再生や、土壌改善などによりCO<sub>2</sub>を土地に吸収させるカーボン・ファームの促進を目的とした、任意の認証制度を想定。
- グリーンウォッシングを回避し、農地の炭素貯留を排出権取引制度に組み込む狙い。
- 認証方法詳細は、規則成立後関連法案で決定予定。
- 精密施肥などは規則案でカーボン・ファームの定義に入らず、農業団体は不満を表明。

### GHGの測定・監視・報告・検証に投資



- USDAが2023年7月に3億ドルの資金提供を発表、「インフレ抑制法（IRA）」に基づく拠出。
- 「農林業におけるGHG計測・モニタリング連邦戦略」を推進し、GHG定量化・追跡・炭素隔離有効性評価を実施。
- 土壌炭素モニタリング、研究ネットワークの確立、データ管理・インフラの拡大、評価モデル・ツールの改善等を含む。
- カーボンクレジットによる農家へのインセンティブを見込む。
- IRAはUSDAの「保全プログラム」に計195億ドルを拠出。環境改善奨励や保全技術支援等、GHG削減に焦点。

### バイオ燃料用作物生産の排出を計測・評価



- エネルギー省傘下のARPA-Eの「SMARTFARM」プログラム（2021～2024年、20百万ドル）。
- 作物生産現場でのGHG排出を計量し、生産者へのインセンティブ供与でGHG削減、土壌貯留促進を図る。
- ドローン、センサー等による定量化プロジェクト5件を採択。

改正のポイント： ①食料安全保障の強化、②環境問題に対応した農業への転換、  
③農業の持続的発展のための生産性向上

### 食料安全保障の抜本的な強化

- ① **食料安全保障を柱として位置付け**
  - ・国全体としての食料の確保(食料の安定供給)に加えて、**国民一人一人が食料を手に入れることができるようにすることを含むものへと再整理**
- ② **食料安定供給の基本的考え方を堅持し、輸入の安定確保に関する新たな位置付け**
  - ・食料安全保障の確保については、過度な輸入依存の低減の観点から、**輸入・備蓄とともに行う国内の農業生産の増大が基本**
  - ・食料安定供給に当たっての**生産基盤の重要性の視点を追加**するとともに、**輸入相手国の多角化や輸入相手国への投資の促進など、輸入の安定確保について新たに位置付け**
- ③ **農産物の輸出に関する政策的意義について位置付け**
  - ・農産物の輸出について、**国内生産基盤の維持の視点を追加**するとともに、**増大する海外需要に対応し、農業者や食品事業者の収益性の向上に資する輸出の促進が重要である旨を位置付け**
- ④ **生産から消費までの関係者の連携促進（「食料システム」という新たな概念の位置付け）**
  - ・食料供給の持続性を高めるため、**生産・加工・流通・小売から消費者を含む概念として食料システムを新たに位置付け**（同時に、**関係団体の役割や食品事業者のより主体的な役割の明確化等**）
- ⑤ **適正な価格形成の促進と消費者の役割の明確化**
  - ・食料の価格形成において、**農業者、食品事業者等の関係者の相互理解と連携の下に、農業生産等の合理的な費用や環境負荷低減のコストなど、食料の持続的な供給に要する合理的な費用が考慮された適正な価格形成を促す視点を、消費者の役割も含め明確化**
- ⑥ **円滑な食品アクセスに関する新たな位置付け**
  - ・幹線物流やラストワンマイル等の課題がある中で、**円滑な食品アクセスの確保に関する施策を新たに位置付け**

※上記のほか、農業生産に不可欠な生産資材の安定確保、食品事業者に関する施策の追加など必要な見直しを行う。

等

### 環境と調和のとれた産業への転換

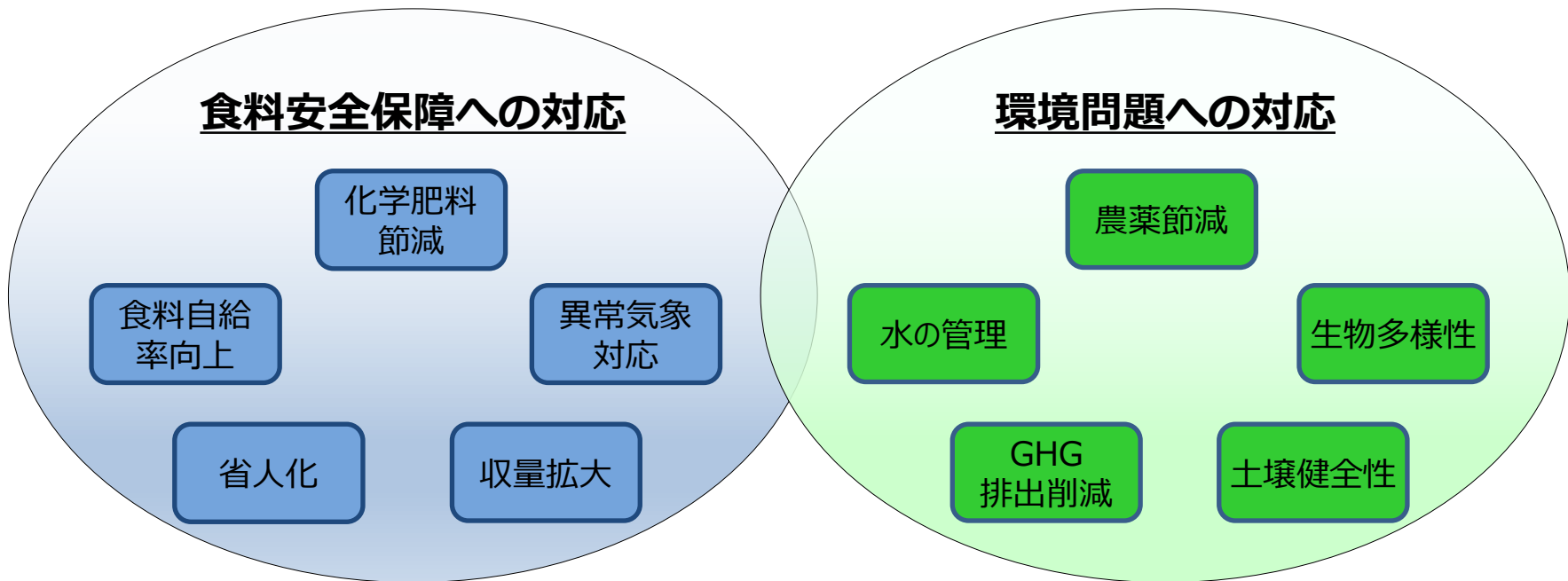
- **環境と調和のとれた食料システムの確立を柱として位置付け**
  - ・食料供給が環境に負荷を与えている側面にも着目し、**多面的機能に加え、環境と調和のとれた食料システムの確立を位置付け**
  - ・その上で、**環境等の持続性に配慮した取組の促進などについて明確化** 等

### 人口減少下における生産水準の維持・発展と地域コミュニティの維持

- ① **生産基盤の確保に向けた担い手の育成・確保とそれ以外の多様な農業人材の役割の明確化**
  - ・**担い手の育成・確保を引き続き固りつつ、農地の確保に向けて、担い手とともに地域の農業生産活動を行う、担い手以外の多様な農業人材も位置付け**
- ② **農業法人の経営基盤の強化を新たに位置付け**
  - ・農業者が急速に減少する中で、**食料供給に重要な役割を果たす農業法人の経営基盤の強化も位置付け**
- ③ **将来の農業生産の目指す方向性の明確化**
  - ・食料の安定供給を図るためにも、**スマート農業の促進や新品種の開発などによる「生産性の向上」、知的財産の確保・活用などによる「付加価値の向上」、****「環境負荷低減」といった将来の農業生産が目指す方向性を位置付け**
  - ・特に、より少ない農業者で食料供給を確保しなければならなくなる中で、**サービス事業者の育成・確保を位置付け**
- ④ **近年増大する食料・農業のリスクへの対応の明確化**
  - ・**防災・減災や既存施設の老朽化への対応も視野に、農業水利施設等の基盤の整備に加え、保全等も位置付け**
  - ・**家畜伝染病・病害虫の発生予防・まん延防止の対応についても位置付け**
- ⑤ **農村振興の政策の方向性の明確化**
  - ・**農村との関わりを持つ者（農村関係人口）の増加や農村RMOの活動促進、多面的機能支払による「地域社会の維持」を位置付け**
  - ・**農泊の推進や6次産業化など地域資源を活用した産業の振興を位置付け**
  - ・**鳥獣害対策や農福連携などについて明確化** 等

- 世界的に農業は、収量拡大による**食料安全保障**問題の克服とGHG排出削減や農薬、肥料の節減による**環境問題**への対応を同時に求められている。
- ✓ 2050年の世界の人口は、2010年比で1.3倍の86億人超となり、その際の食料需要は、同1.7倍に膨らむことが予測されている。世界の農業労働者が減少している中で、農業は長期にわたり収量を拡大し、飢餓人口も削減していくことが不可欠となる。  
一方で、コロナパンデミックやロシアのウクライナ侵略などで世界はグローバルな食料サプライチェーンの脆弱性にも直面。食料や肥料の主要輸出国の国内事情や政治的背景による輸出制限、異常気象などが、食料価格の歴史的な高騰や食料需給の問題を引き起こしており、従来以上に食料安全保障が重要な課題となり、各国は食料システムの強靱化に向けた政策を打ち出している。
- ✓ 農業はGHG排出総量の12%を占め、農薬、肥料の自然界への流出などの問題も抱えており、生物多様性条約と気候変動枠組条約に関する二つのCOP国際会議でそれぞれ農業分野での環境対応目標が設定された。これらの国際合意に対応する政策の一例として、米国では『AIA』、欧州では『F2F戦略』において肥料の削減数値などを含む目標を定め、持続可能な農業への転換を進めている。さらに農地への炭素貯留や生態系回復といった貢献も期待されている。

■ 食料安全保障と環境問題に向けた課題解決のための要素を以下に分類。



※  
ここに示した要素は、本レポートの構成を踏まえて便宜上分類したものであるが、必ずしも「食料安全保障」「環境問題」のどちらか片方の問題のみに対応するものではない。



第4章では、アグリテックがこれらのどの要素に有効であるかをプロットし、その動向をまとめる。

## 4. 世界のアグリテック動向 ～欧米を中心とした技術開発動向

### 肥料

コラム NEDOの農業分野での取組例①②③

### 精密農業関連技術

コラム NEDOの農業分野での取組例④

### 環境制御型農業（CEA：Controlled Environment Agriculture）

コラム NEDOの農業分野での取組例⑤⑥⑦⑧

- 海外での政策や取組を基に食料安全保障と環境問題の解決に資し、かつNEDOが関係するアグリテックを検討した結果、肥料、精密農業、環境制御型農業（CEA）の三つのアグリテックに収斂した。各要素との関係を示したものが下図となる。
- ✓ 肥料においては、GHG削減のみならず、バイオ技術の活用等を通じて、特定国に集中する化学肥料への依存度を軽減する可能性を秘めている。
- ✓ デジタル技術が進化させる精密農業は、省人化・収量拡大とともに、農薬・肥料の節減等を通じて、環境問題へ寄与する期待が大きくなっている。
- ✓ また、環境制御型農業（CEA）は、環境課題に対応するのみならず、収量拡大や異常気象への対応等々により食料安全保障にも寄与するものとなる。

## 食料安全保障への対応

- 省人化
- 収量拡大
- 化学肥料節減
- 異常気象対応
- 食料自給率向上

## 技術

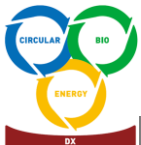
- 肥料
- 精密農業  
関連技術
- CEA

## 環境問題への対応

- GHG  
排出削減
- 土壌健全性
- 生物多様性
- 水の管理
- 農薬節減

※  
本レポートでは、精密農業を屋外、CEAを屋内で行う、AI等デジタル技術を含む最新技術を用いる農業として扱っている。



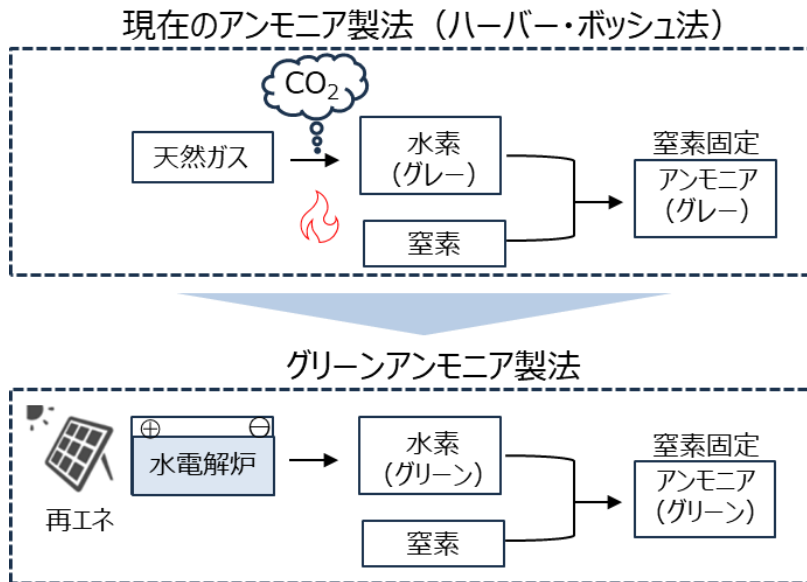


# 肥料

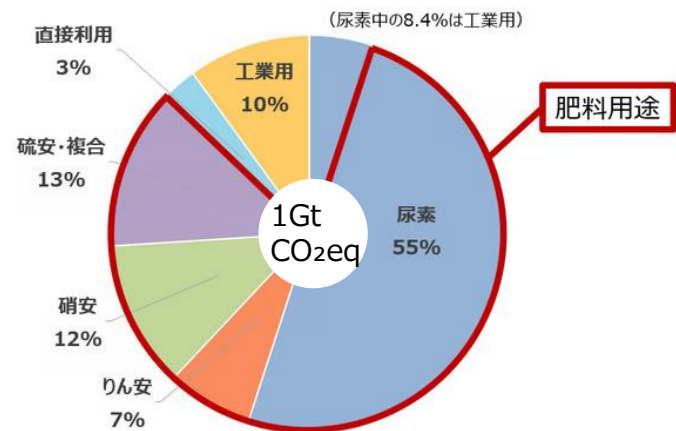
■ CO<sub>2</sub>排出の少ない低炭素窒素系肥料の開発が進む。

■ **グリーンアンモニアを使用した窒素系肥料** GHG 排出削減

現在のハーバー・ボッシュ法によるアンモニア合成は、化石燃料を使用するためCO<sub>2</sub>を排出。世界のGHG排出量の1.8%（約1Gt）を占め、用途の8割が農業肥料とされている。再エネを使用しCO<sub>2</sub>を排出しない水電解炉で製造したグリーンアンモニアの製造が進められており、北欧の肥料会社YARAはインドの再エネ会社アクメと2027年より年間10万tの供給契約を結ぶ。



世界全体でのアンモニアの生産用途



（出典）日本エネルギー経済研究所及びNEXANT（2012年）

出典：資源エネルギー庁  
（中央の数値はNEDOイノベーション戦略センター加筆）

■ **プラズマによる窒素固定** 化学肥料 節減 GHG 排出削減

落雷による窒素固定をプラズマ技術を使い人工的に行い、空気、水、再エネだけでアンモニアを使用せずに窒素肥料の製造をもくろむ。圃場オンサイトで製造するため輸送時に発生するGHGも削減。米国ARPA-Eの実証プロジェクトでスタートアップNitricityが実施。

- 『F2F戦略』で化学肥料削減目標を掲げる欧州のメーカーを中心にバイオ系肥料の開発が進む。
- バイオ系肥料は天然資材を原料とするため、特定国への依存リスクを軽減する可能性をもつ。

## ■ バイオスティミュラント (BS)

化学肥料  
削減

GHG  
排出削減

土壌健全性

生物多様性

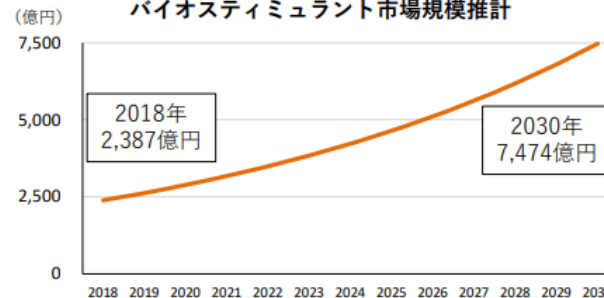
植物や土壌の活性を高め、植物のストレスを軽減し病害に対する抵抗性を高め生育を促進する資材。微生物、植物及び海藻エキス、アミノ酸、フミン酸、ミネラル塩及び一部の化学物質など天然由来の資材が多い。欧州では2022年の新肥料法でBSが定義されており欧米を中心に2018～2030年の間で年率10%以上での成長が予測されている。100%天然由来のものは有機肥料として認証取得が可能。欧州委員会ではBSは域内調達可能で特定国に依存する化学肥料削減の一施策としている。

スペインFIMA2024でのBSの展示、有機農業やリジェネラティブ農業向けにアピール



写真：FIMA2024にて撮影

バイオスティミュラント市場規模推計



出典：NTTデータ経営研究所調べ

出典：農林水産研究イノベーション戦略2021（農林水産省）

## ■ バイオ炭 (Biochar)

化学肥料  
削減

GHG  
排出削減

土壌健全性

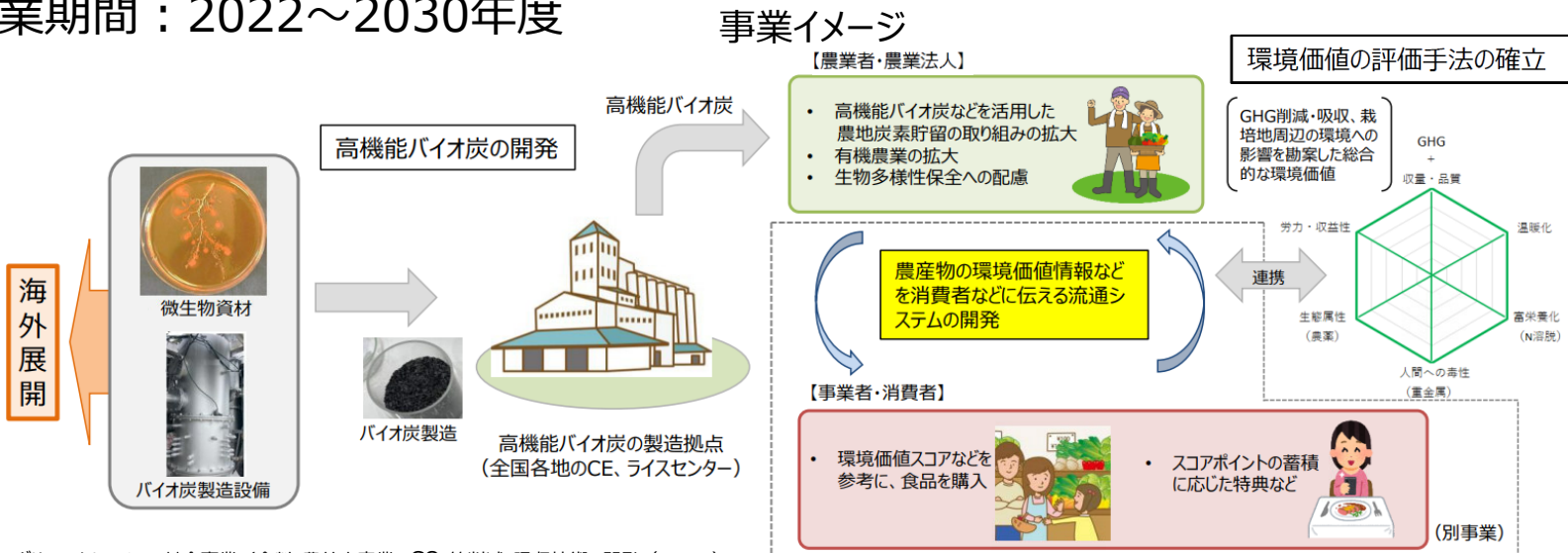
生物多様性

もみ殻や畜糞、樹皮などのバイオマスを炭化した炭は、土壌の保水性や透水性の向上、中和作用、水質の浄化といった土壌改良効果をもち、作物の収穫量を増やすことが可能。同時に炭の中のCO<sub>2</sub>を長期間土中に貯留する事が可能で、欧州バイオ炭産業コンソーシアム (EBI) では気候変動へのネガティブエミッションツールとも位置付けている。

■ グリーンイノベーション基金事業／食料・農林水産業のCO<sub>2</sub>等削減・吸収技術の開発  
 ～農業副産物を活用した高機能バイオ炭の製造・施用体系の確立～  
 (参画機関：株式会社ぐるなび、片倉コープアグリ株式会社、ヤンマーエネルギーシステム株式会社、全国農業協同組合連合会、農業・食品産業技術総合研究機構)

目的と概要：

- バイオ炭の普及拡大を図るため、製造・施用コストを削減するとともに、農作物の生育促進などを助ける有用微生物の機能を付与することにより、農作物の収量性を向上させる高機能バイオ炭を開発する。
- 農地炭素貯留の取組によって生産された農産物の「環境価値」を客観的に評価する手法を確立し、当該価値を取引価格に転嫁できるようにすることで、バイオ炭農法の収益性を改善し、農業者の導入インセンティブを付与。
- 事業期間：2022～2030年度



■ ムーンショット型研究開発事業

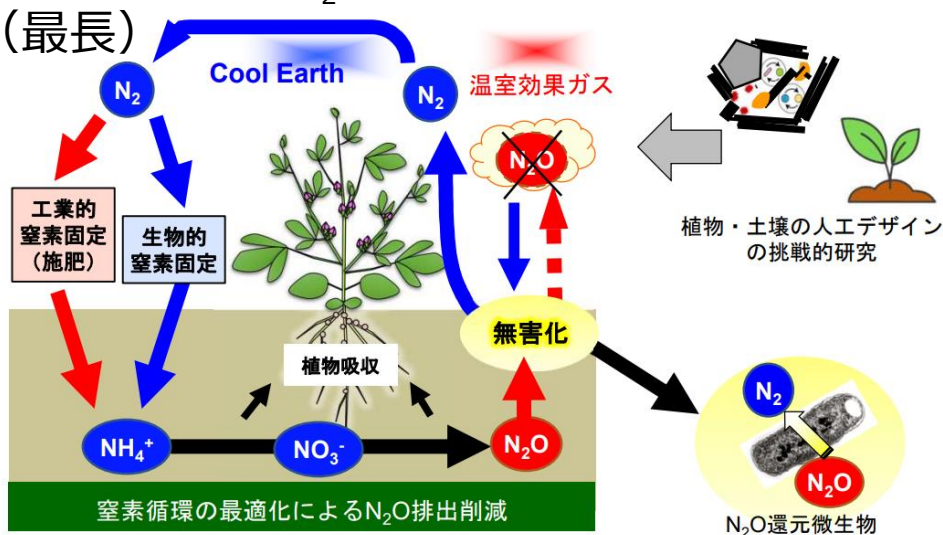
～資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減～

(参画機関：東北大学、東京大学、農業・食品産業技術総合研究機構)

目的と概要：

- 農地における温室効果ガスに係る循環技術を確立・実証し、2050年までに農地由来温室効果ガス $N_2O$ （一酸化二窒素）の大幅な削減を目指す。
- $N_2O$ は $CO_2$ の265倍もの地球温暖化係数を持つ温室効果ガスで、人為的排出源の59%が農業由来。農地からの $N_2O$ 排出の原因は主に化学窒素肥料。
- 自然の窒素循環系では大気中の窒素ガスが微生物により固定され、アンモニア、硝酸に変化し、最終的には窒素ガスとして大気に戻る。
- プロジェクトでは $N_2O$ 無害化微生物の物質循環機能を活性化し、圃場からの温室効果ガスの排出を抑制。
- 事業期間：2020～2029年度（最長）

$N_2O$ 無害化循環イメージ



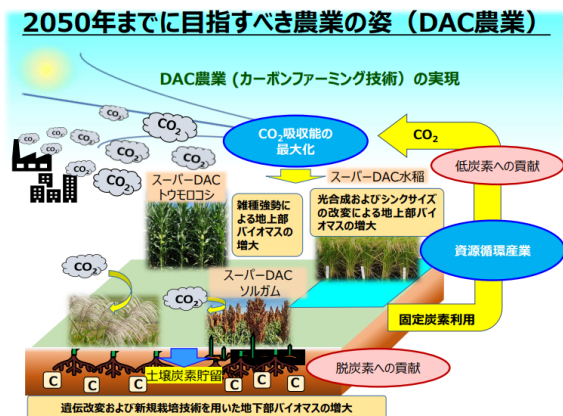
■ ムーンショット型研究開発事業

～炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現～

(参画機関：農業・食品産業技術総合研究機構、東京農工大学、名古屋大学、東京大学、京都大学、信州大学、埼玉大学、滋賀県立大学)

目的と概要：

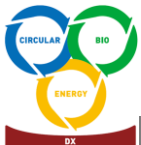
- 農作物のCO<sub>2</sub>吸収の特性を利用。CO<sub>2</sub>固定能力を飛躍的に改良し、バイオマス生産能力を飛躍的に増大させた作物を開発することで、得られたバイオマスを脱炭素に貢献可能なエネルギーや有用物質の製造につなげる新しい農業（DAC農業）の実現を目指す。
- 3種類の作物、水稻（イネ）、トウモロコシ、ソルガムのバイオマスを飛躍的に増大する品種開発をゲノム編集技術、近縁野生種との交雑等により行う。また農耕地の炭素貯留特性を最大限に活かすために、地中に残される作物の地下部（根と茎）を増やす。
- 作物バイオマスの生産から利用における、環境への影響や経済性についての評価も実施。
- 事業期間：2022～2024年度



DAC農業実現に向けた課題、開発目標、実施体制

技術的課題	2030年の達成目標	研究開発テーマ
農作物のCO <sub>2</sub> 固定能力の倍増	1 スーパー-DAC作物開発 水稻、収取量1.5倍 トウモロコシ 莖葉2倍	● 課題I CO <sub>2</sub> 吸収・固定能を増強したスーパー-DAC水稻の開発 ● 課題II 作物バイオマスの増大による炭素固定に関する研究
バイオマスの地中貯留	2 地下部バイオマスの増大 & 農地炭素貯留評価技術 開発 ソルガム 根・地下茎 2倍	● 課題II 作物バイオマスの増大による炭素固定に関する研究
バイオマスの地上部による資源循環・利用	3 スーパー-DAC作物による 資源循環ブレイクスルー の解析・調査	● 課題III DAC農業からの資源利用 工程の経済価値・環境負荷評価

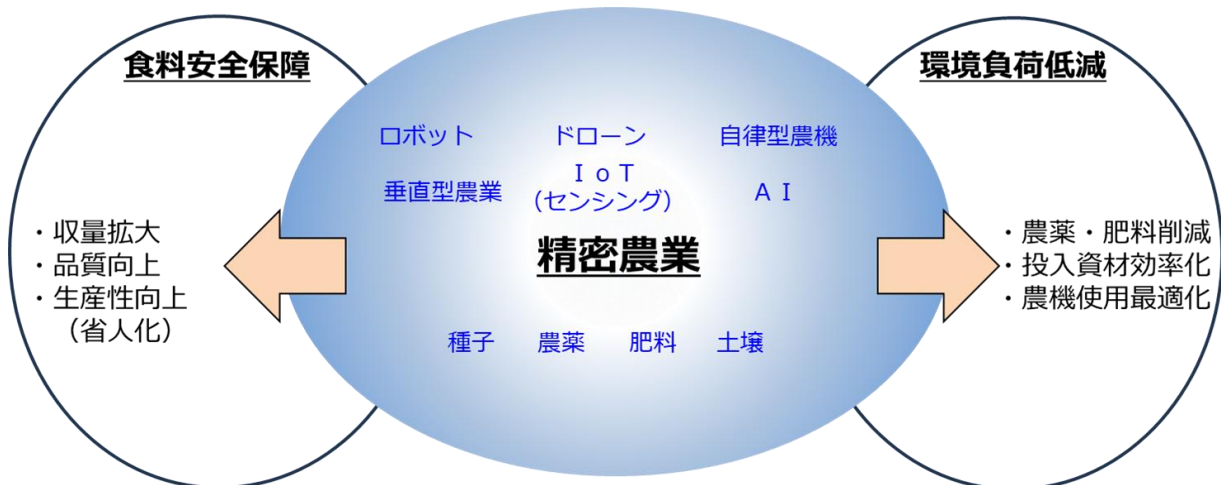
代表機関：農研機構  
 参画機関：課題I（東京農工大、農研機構、名古屋大、東京大、京都大）  
 課題II（農研機構、名古屋大、東京農工大、信州大）  
 課題III（農研機構、埼玉大、東京大、滋賀県立大）



# 精密農業関連技術

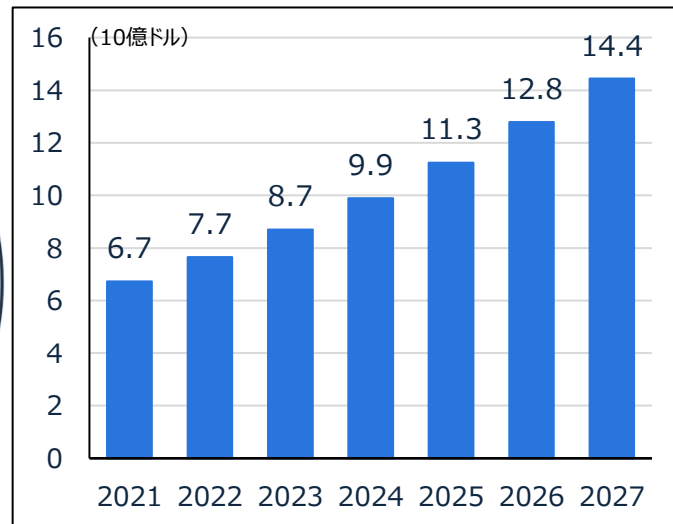
- 収量拡大と品質向上を目指しつつ、投入資材量が抑制可能な農法として、90年代に登場した精密農業が挙げられる。多様な土壌で構成される圃場をきめ細かく管理し、記録に基づき、場所に応じて播種、農薬、肥料等の投入量を変え、地力維持、収量拡大、品質向上と同時に環境負荷低減を目指す農法である。
- 近年のセンシング、デジタル技術により、より精密に、さらに省人化が可能となり欧米を中心に様々な業種やスタートアップ（SU）が参入して、データ駆動型精密農業が潮流となる動きがある。
- 米国のAssociation of Equipment Manufacturers（AEM）の調査によればテクノロジーを活用して精密農業を実践した農家では、収量4%増、肥料7%効率化、農薬量9%減、化石燃料消費6%減、水使用量4%減の結果が報告され、更なる余地があるとしている。

## デジタル技術が精密農業を進化させる



出典：NEDOイノベーション戦略センター作成

## 世界の精密農業テクノロジーの市場規模



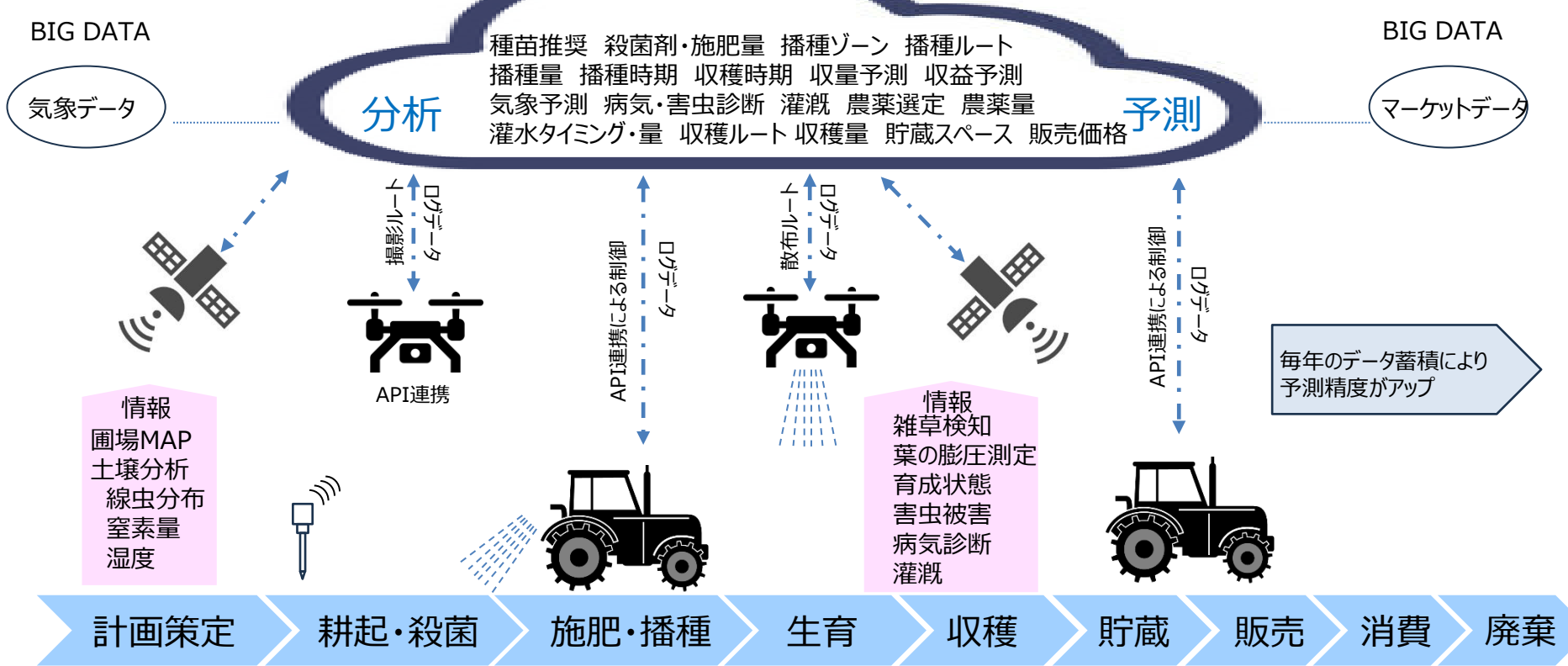
出典：Forecast market value of precision agriculture worldwide from 2021 to 2027 (Statista) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成



■ 精密農業の中核をなす精密農業支援システム。農家が手書きで記録していた作業日誌を単純にデジタル化したものから、センシングツールをはじめ様々なデータと連携して、種苗選定から販売価格推奨まで、あらゆる場面で農家の意思決定に必要な情報を提供、処方し、さらには農機の制御まで行うものも存在。

## 精密農業支援システムのイメージ

- 省人化
- 化学肥料 節減
- 収量拡大
- 食料自給 向上率
- GHG 排出削減
- 水の管理
- 土壌健全性
- 生物多様性
- 農業節減



- 自社の種苗、農薬、肥料の処方推奨が可能のため、農家の困り込みを狙う大手農薬・肥料メーカーが参入。FieldView、Cropwiseの発祥はSUやソフト製作会社であったが様々なM&Aの変遷後今に至る。以下は各社の機能の一例。  
（各社とも地域や作物により扱える機能が異なる。日本展開はxarvioのみ。）

メーカー	BAYER	Syngenta	BASF
システム名	FieldView	Cropwise	xarvio
データ元	衛星画像、農機具ログ、気象データ、 苗種・作物	衛星画像、気象データ 苗種・作物	衛星画像、気象データ 苗種・作物
可視化機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>耕作履歴管理</li> <li>生育・病害マップ</li> <li>可変播種マップ</li> <li>農薬撒布マップ</li> <li>可変施肥マップ</li> <li>収量分析・土壌状態マップ</li> <li>脱穀量・貯蔵スペース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可変播種マップ</li> <li>農薬撒布マップ</li> <li>可変施肥マップ</li> <li>播種優先マップ</li> <li>病気・害虫・雑草監視</li> <li>収穫ルート</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地力マップ</li> <li>生育マップ</li> <li>雑草マップ</li> <li>平均植生</li> <li>土壌マップ</li> <li>標高・傾斜マップ</li> <li>可変施肥・播種マップ</li> </ul>
分析・予測機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>種子処方</li> <li>収量予測</li> <li>圃場天候予測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>種子処方</li> <li>収量、収益</li> <li>農薬、肥料の推奨散布日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>天候予測</li> <li>散布時期</li> <li>育成ステージ予測</li> <li>雑草管理</li> <li>病害防除アラート</li> </ul>
連携機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>連携している農機具、ドローンに マップをエクスポート可</li> <li>Trimbleの自動操舵と連携</li> <li>John Deereと連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連携している農機具、ドローンに マップをエクスポート可</li> <li>CNH、John Deereと連携</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>連携している農機具、ドローンに マップをエクスポート可</li> </ul>

- 欧州では地球観測光学衛星（Sentinel-2）の画像データを使い多くのSUが参入。
- 簡単で安価の個人農家向けから、内容が充実した企業農家向けまで様々なラインアップがある。（以下はスペインで開催された国際農業機械展示会FIMA2024での展示例）

## ■ xFarm（イタリア）

農家起業のSU。年間195～2,400ユーロで管理ソフトを提供。ユーザー数は30万人以上。

可視化機能：

圃場マップ（衛星画像）、天候データ、圃場湿度、病気、害虫、農機メンテ履歴、農機耕運履歴、在庫管理、レポート

予測機能：

作付け計画、播種時期、農薬・肥料散布、収量、財務

以下の自社センシングツールと連携

土壌湿度センサー、害虫センサー、天候センサー、GNSS

肥料大手のYARAと提携し作物の栄養管理データを補完



## ■ ISAGRI（フランス）

シンプルな営農管理アプリ。圃場ごとのアクティビティを手入力でインプットし行動を管理。天候センサーとの連携は可能だが、農機との連携はせず。ユーザー数は5か国で15万人。



## ■ Agricolum（スペイン）

手入力の圃場管理アプリ。2圃場までは**無料**。9圃場で14ユーロ/月。スペインで5万人以上が使用。



- 大手農機メーカーは自動運転技術や精密農業アプリを開発するSUを買収してハード、ソフトの両輪で精密農業分野を強化。
  
- John Deere Operations Center  
 世界最大の農機具メーカーは画像データの機械学習のBlue River TechnologyやADAS開発のBear Flag Robotics等のSUを買収し、この分野を強化。  
 John Deere Operations Centerアプリでは営農管理から農機制御（Level3）まで可能。  
 データはBAYERのFieldViewとも連携可能。
  
- CLAAS Connect  
 精密農業用アプリ会社365FarmNetを傘下に持つドイツの農機メーカーCLAASは精密農業管理ソフトに自動操舵機能、農機管理等を加えた、単一のクラウドベースの営農プラットフォームCLAAS Connectを2024年に発表。  
 圃場管理と農機管理がシームレスに可能。ISOBUS接続で他社農機の制御も可能。



Connectの圃場マップ



農機の自動操舵コックピット



他社農機用ISOBUS接続キット



CLAASの巨大農機

- Microsoft、Alphabet、IBM等が参入、農薬・肥料大手と提携し農業に関わる膨大なデータを収集し統合、AI解析を通じて精度の高い予測を提供する農業ソリューションプロバイダーを目指す動き。
- **Microsoft**（MS）はAzure Data Manager for Agricultureプレビューバージョンを2023年3月14日に発表。バリューチェーンを含め農業のあらゆるフェーズでの意思決定支援を行うツール開発を目指す。**BAYER**と提携し相互にデータを補完。MSはBAYERに衛星、気象データを提供、BAYERはMSに農業関連専門データを提供。
- **Alphabet**はムーンショットとして育成してきたアグリテック事業を**Mineral**としてスピンオフ。企業、農家、研究者、育種家が「作物の収量を予測し、生産量を増やし、廃棄物を削減、化学物質と水を最小限に抑える」持続可能な農業を実現するために高性能AIモデルの開発を目的とし農業データを収集。カメラ搭載探査車、衛星画像、農機具、公共DBをソースとし、世界の農地の10%を既に調査・分析済み。また、**Syngenta**とも提携し農業データを同社より収集。
- **IBM**は2018年にWatson Decision Platform for Agricultureを立ち上げ、気象データ、圃場センシングツール等をAIによる予測分析で農家の営農活動の意思決定を支援。2020年には予測精度向上を狙い、北欧の肥料大手**YARA**と提携し農場データの収集を強化。2021年にAIによる予測機能を強化したEnvironmental Intelligence Suiteをリリース。

- 欧州宇宙機関では2014年にSentinel-2 for Agricultureプロジェクトを立ち上げ、早い時期から衛星の農業分野への活用の実証を行ってきた。それが奏功し多くのSUや企業がこの衛星データ（無料）を使い、精密農業支援システムの開発に取り組んでいる。
- ピクセル解像度に限界があるため、早期の害虫、病気検知は出来ず、ドローンや地上センサーとの組み合わせが求められる。

## 概要

省人化 化学肥料 節減 水の管理 土壌健全性 農業節減

国籍：ESA（欧州宇宙機関）

衛星種別：気象・地球観測衛星（農業支援、森林監視、土地被覆変化、自然災害監視等の支援）

打ち上げ年：2015年（2A）、2017年（2B）

機能：マルチスペクトルデータ：可視光、近赤外光、短波長赤外光にわたる13バンド、5日周期、10～20mの空間分解機能、ほぼ全世界をカバー

## 農業への利用分野

圃場マップ

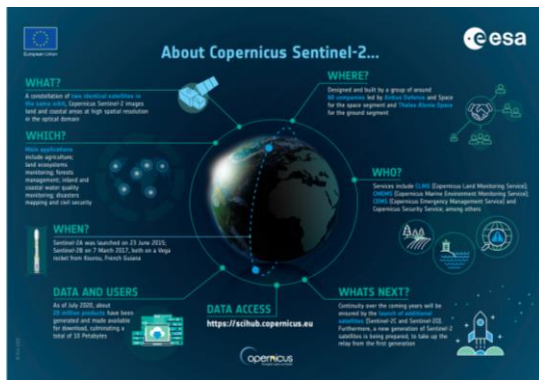
土壌水分と灌漑需要

クロロフィル含有量の推定

作物の育成状態

農業支援も目的であることが記載されている

SENTINEL-2のNDVIイメージ  
NDVI: Normalized Difference Vegetation Index  
(正規化植生指数)



出典：Copernicus



出典：USGS

■ 地上IoTデバイスとしては気象センサー、土壌湿度センサー、害虫センサー、土壌窒素濃度センサー等が存在。SIMカードと電池（一部は太陽光）を内蔵し、スマートフォン上のアプリと通信を行う。また、精密農業支援システムとデータ連携するものもある。（以下はスペインで開催された国際農業機械展示会FIMA2024での展示）

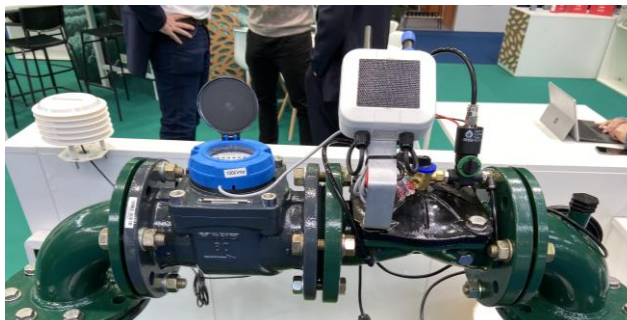
省人化 化学肥料 節減 水の管理 土壌健全性 農業節減



xFarmの気象、土壌湿度、害虫センサー  
同社の精密農業支援システムと連携



IG4の気象、土壌（湿度、栄養分）センサー



SPHERAGの灌漑遠隔制御システム  
太陽光駆動の土壌湿度センサーと水道バルブ  
遠隔制御機器



ISAGRIの気象センサー  
同社の精密農業支援システムと連携

- 農業用ドローンの用途は①センシングと②散布。①は衛星画像では捉えきれない高解像度カメラ映像（RGB、マルチスペクトル）による害虫・病気検知を含む育成状態の監視と土壌モニタリング等、②は丘陵地等トラクタが入りにくい圃場や中規模圃場での播種、農薬、肥料散布。
- ドローン市場の全体収益は、2028年までに47億ドルに達する予想。XAGやDJI Agriculture等農業専用のメーカーが存在。2022年時点で約11%が農業用と見られている。
- DJIが2021年時点で76%シェアを持つが、米国の禁輸リストに加えられる。
- 今後はバッテリーの進化による運航の長時間化と無線給電等の機能が期待される。

省人化

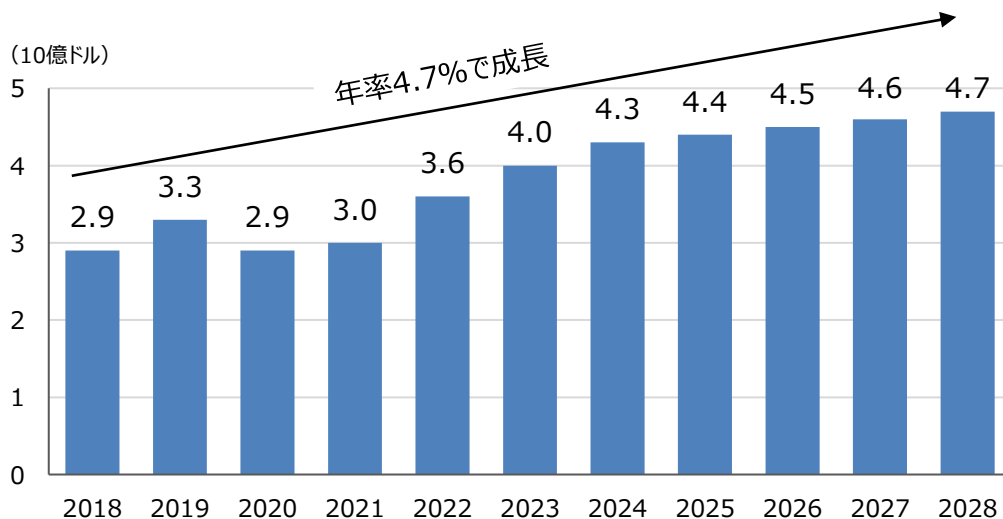
化学肥料  
節減

水の管理

土壌健全性

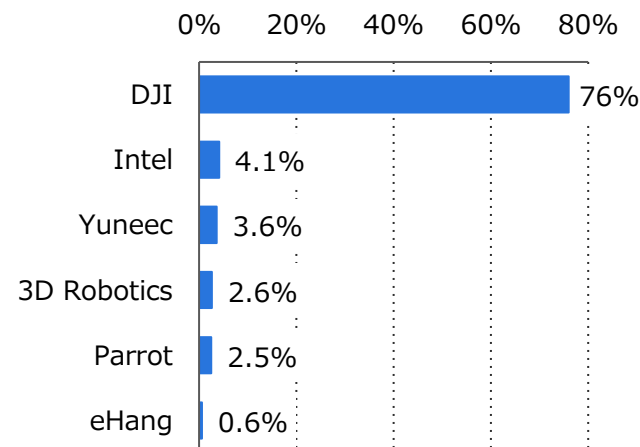
農薬節減

世界のドローン市場の収益予測



出典：Drones-market data & analysis (Statista) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成

世界の主要なドローンメーカー市場シェア（2021）



出典：Global market share of consumer and commercial drone manufacturers in March 2021, based on sales volume (Statista) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成



- アフターマーケット用の自動操舵システムでトラクタのISOBUS（国際標準ISO11783）に接続してハンドルを制御。自動運転のクライテリアではLevel1の運転補助。基本セットはISOBUS接続用ハンドル、GNSSレシーバー、モニターの3点セット。
- 多くのSUが中国製ODM3点セットとSentinel-2の画像を組み合わせ、市場に参入。安いものでは5千ユーロから販売されており、価格も手頃で現在の農機資産を活かしながら精密農業を始められるため、農家にとって導入のハードルは低い。
- Trimbleの機器は可変播種、施肥、農薬スポット散布の機能もあり。さらにBAYERのFieldViewとも連携。
- 農林水産省は作業の重複幅が減少し、非熟練者でも熟練者と同等以上の精度、速度で作業が可能であり、単位時間あたりの作業面積が約**10～25%増加**の効果があるとしている。

省人化

化学肥料  
節減

水の管理

土壌健全性

農薬節減



Trimbleの基本セット  
ISOBUS接続ハンドル  
GNSS、モニター



Trimbleのシステム  
BAYERのFieldViewから制御




Trimbleの可変播種システムと農薬スポット散布システム



■ 完全自動運転農機（Level3）は既に市場投入されているが価格は従来モデルと比較して倍以上。

省人化 化学肥料 節減 農薬節減

タイプ	メーカー	製品名	概要	価格
トラクタ	John Deere (米国)	Autonomous 8R	カメラ6台・ECU (Nvidia) を搭載、4GB/sの高速処理で画像認識、データは常時クラウドにアップしてAI機械学習	50~80万ドル
	CLAAS (独)	XERION 12.650	CLAASはメーカーに依存しない自動化と自律運転のAPI標準化を推進する世界初のコンソーシアム3A-ADVANCED AUTOMATION & AUTONOMYを立ち上げ、本機もこれに対応。	95万ドル~
	Monarch (米国)	MK-V	2台の3Dカメラと6台の標準カメラを搭載しECU (Nvidia) とJetsonエッジAIでデータを処理。 EV、70HP、主にワイン農場用。	75千ドル~
除草機	FarmDroid (デンマーク)	FD20	播種と除草の両作業を自動化する全自動フィールドロボット。8mmの精度で各植物の間の雑草を機械的に除去。太陽光をサブ電源として使用し 最大24時間稼働、最大6.5ha/日をカバー。	97千ユーロ~
	NAÏO Technologies (仏)	TED	ワイン農場の除草ファームロボット、除草剤を使わず正確な機械除草を行う。1日8時間の自律稼働、EV、作業量5ha/日。	20万ユーロ~
噴霧機	FEDE (西)	KFAST	果樹園で自走しながら高精度に農薬散布が可能のため、生産性向上、農薬量減と作業者の農薬暴露を無くすことが可能。2025年発売予定。	

- トラクタのEV化は100HP以下のセグメントで進められており、よりパワーの求められるセグメントではマルチ燃料タイプ、圧縮メタン、ハイブリッドディーゼル、FC等が検討されている。

区分	メーカー	製品名	HP	概要
100 HP 以下	Kubota (日)	LXe-26	26	リチウムイオンバッテリー搭載、1時間の急速充電で平均3~4時間の連続稼働
	Case (CNH) (オランダ)	Farmall 75C Electric	75	110kWhリチウムイオンバッテリー搭載、最大トルク320Nm、4時間作動
	Fendt (AGCO) (米国)	e100 Vario	75	100kWhリチウムイオンバッテリー搭載、5~7時間作動
100 HP 以上	John Deere (米国)	Multi-fuel トラクタ	168	マルチ代替燃料タイプ（植物油、バイオディーゼル、再生可能ディーゼル等）、実証中
	New Holland (CNH) (オランダ)	圧縮メタン トラクタ	270	6.7リッターメタン燃料エンジン（堆肥ベースのバイオガス）、ディーゼルとの比較でバイオLNG使用時はCO <sub>2</sub> 排出量を年間878t削減可能、実証中
	STEYR (CNH) (オランダ)	ハイブリッド CVT トラクタ	260	ディーゼルと電動モーターの組合せで10~15%の燃費節約が期待可能、最大260HP、実証中
	Fendt (AGCO) (米国)	FCトラクタ	-	燃料電池、100kW（134HP）電気モーター 農地用水素インフラの確立を目指し実証中

■ EV、■ 代替え燃料

GHG 排出削減

### Case (CNH) Farmall 75C Electric



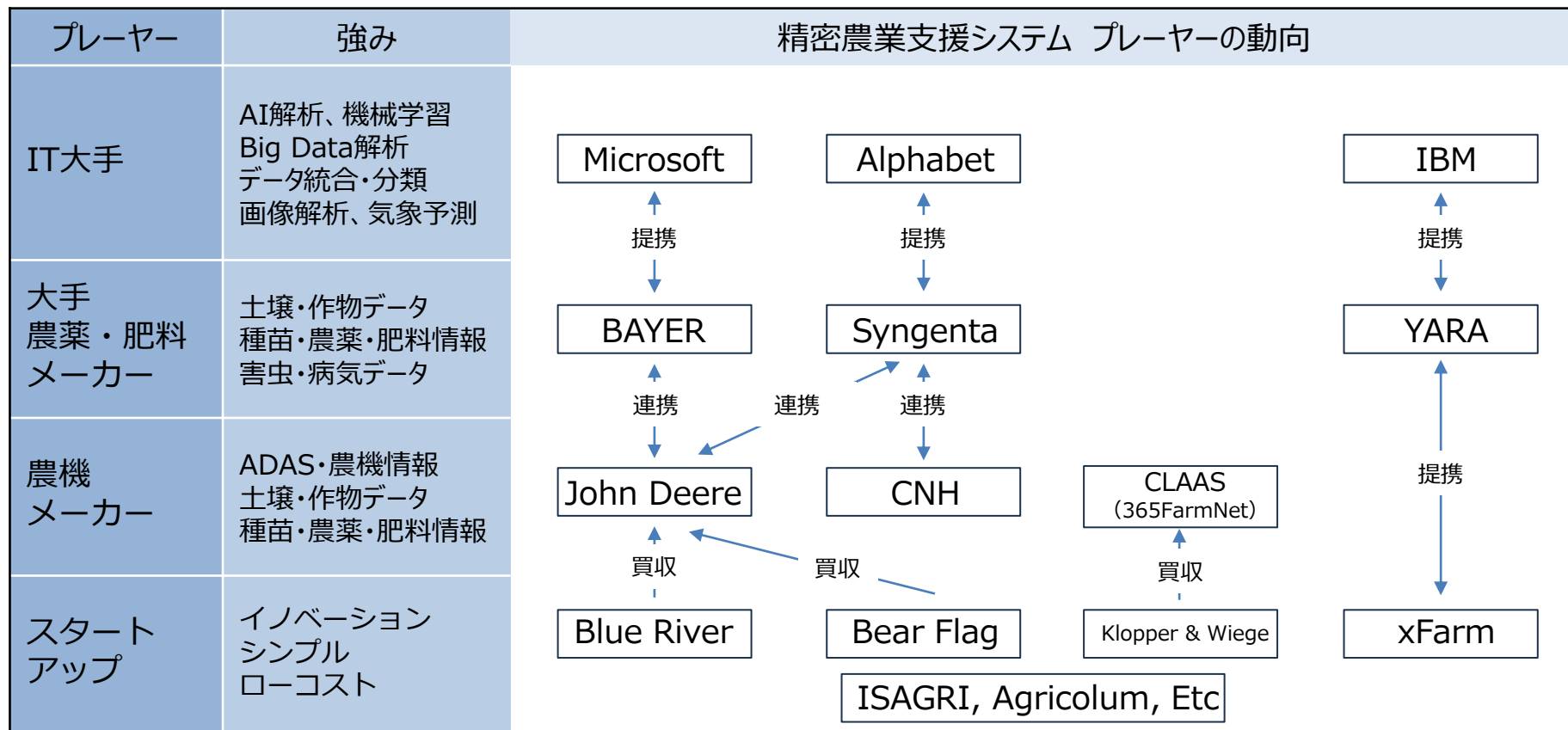
出典：CNH ホームページ

### John Deere Multi-fuel



写真：CES2024にて撮影（別モデル）

- 農薬・肥料、農機、ITの大企業とSUが入り交じり参入。
- 各社固有のシステムを有するも、データや技術の不足部分を補完し合いながら精度アップと機能を拡充。合従連衡しつつ、営農プラットフォームを目指す動き。
- 農機メーカーは販売機会拡大を狙いAPIを開示し、他社アプリ上で自社農機の操作を可能としている。
- SUの安価で簡易なシステムはユーザー数も多く、農業のDX化に奏効。



- ISO（国際標準化機構）の場では、米国規格協会（ANSI）とドイツ規格協会（DIN）がスマート農業に関する戦略諮問グループ（SAG）を主導（2021年～）。このSAGの最終報告を受け、両協会から新たな専門委員会（TC）の設立が提案された。
- この提案を受け2023年10月新たに「データ駆動型アグリフードシステム」に関するTC347が設置。今後農業食品分野におけるテクノロジーのデータを標準化することを目指し、相互運用性を向上し、データ駆動型意思決定システムの推進を図る。

## ISOにおける農業関連の標準化活動状況

### ISO/TC23

#### 「農業・林業用トラクタ及び機械」

（1952年～）

これまでに農業関連で400以上の標準を公表。以下のような分科委員会（SC）がある。

- SC4 トラクタ
- SC6 収穫物保護設備
- SC19 農業用電子設備 他

※ISOBUSのベースとなる ISO 11783 も SC19で検討され公表されたもの

### ISO/TC347

#### データ駆動型アグリフードシステム

（2023年10月設置）

ドイツのDINが事務局となり、農業・食品システムにおけるデータ標準化の議論を開始。以下のSCが設置予定。

- 持続可能モデル/アグリフードシステムにおける指標・データ
- 温室、制御環境、都市農業 他

■ 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業  
 ～燃料電池搭載農業用トラクタの実用化に向けた実証研究～  
 (助成事業者：株式会社クボタ)

目的と概要：

- FCV以外での燃料電池利用の拡大によるCN社会の実現及び農業分野での水素利用により、水素需要を高め、地方における水素インフラの普及に寄与。
- 高出力と作業時間の長さでバッテリーよりも優位性のある燃料電池を利用し、CO<sub>2</sub>削減効果の大きい「水素・燃料電池を応用した次世代中大型トラクタ」を開発。
- 事業期間：2021～2024年度

FCトラクタ試作機

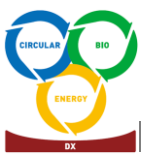


出典：株式会社クボタ ニュースリリース

FC/HDVロードマップ



出典：燃料電池・水素技術開発ロードマップ (NEDO)



# 環境制御型農業（CEA : Controlled Environment Agriculture）

- 環境制御型農業（CEA）は一般に、保護・管理された屋内環境で作物や植物を栽培することを指し、年間を通じ高度に制御された環境で行う農業。
- GHG排出や水の利用で環境に与える負荷が大きい農業を持続型に転換させると同時に食料調達を強靱化する都市型農業と位置付けられている。（OECDによれば世界の水使用量の約7割を農業用が占めている。）

- 省人化
- 異常気象対応
- 供給依存低減
- 収量拡大
- 水の管理
- 農地転換抑制

## 代表的な栽培方法

### エアロポニクス

プラントの根を露出させ、栄養素を含んだミストを直接根にかける。

#### 特徴

- 根が酸素を取り入れやすくプラントの成長速度が速い
- 水の使用量を最大95%削減
- 殺虫剤・農薬不要
- 土壌不要（CO<sub>2</sub>排出削減）



出典：NASA

### ハイドロポニクス

プラントの根を培養液に浸ける。培養トレイを垂直に重ねることにより床面積あたりの収量増も可能。

#### 特徴

- 水の使用量を最大95%削減
- 殺虫剤・農薬不要
- 土壌不要（CO<sub>2</sub>排出削減）



出典：USDA

### アクアポニクス

魚の養殖と野菜の水耕栽培に用いる水を循環させ魚の排泄物を微生物に分解させ、プラントがその微生物を栄養素として吸収。

#### 特徴

- 水の使用量削減
- 殺虫剤・農薬不要
- 肥料不要
- 土壌不要（CO<sub>2</sub>排出削減）



出典：USDA

## 水量によるレタスの収穫量比較

	水量	収量 (㎡当たり)
露地	250L	3.9kg
ハウス	20L	41kg
CEA	1L	100kg

出典：Why Controlled Environment Agriculture (CEA) is the future of Farming (DANTHERM GROUP) を基にNEDOイノベーション戦略センター作成



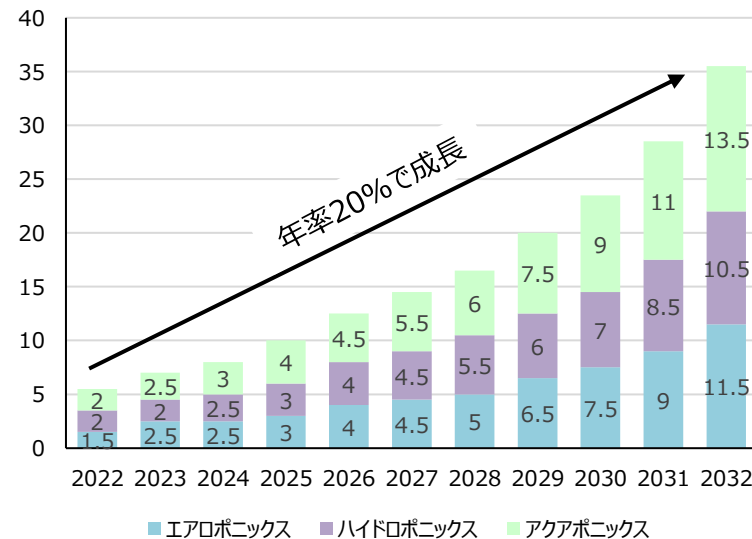
- 米国では食料調達の高効率化と農業の脱炭素に向け、USDA、NIFA、DOE等がCEAの革新的技術とビジネスモデル開発に向け多大な投資を行っている。以下はその一例。

2022年6月、USDAは都市型農業開発のために43.1百万ドルの拠出を発表。  
 2022年10月、USDAは27州の都市型農業プロジェクトに対して14.3百万ドルを拠出。  
 2023年1月、USDAは革新的プロジェクトのプランと実装に7.5百万ドルを拠出。  
 2023年2月、USDAとNIFAは持続的農業に対して70百万ドルの拠出を発表。  
 2023年9月、DOEはCEAのエネルギー/水効率技術開発のために2.5百万ドルを拠出し、2年間のアクセレータープログラムを実施。

## CEAのメリット

- 食料安全保障
  - 面積当たりの収量増
  - 異常気象、自然災害の影響を受けにくい
  - 精度の高い収量予測
  - 省人化
- 環境負荷低減
  - 水の使用量減
  - 肥料の使用量減
  - 殺虫剤、農薬不要
  - 森林の農地転換抑制
  - 都市部での栽培が可能のため、輸送時のCO<sub>2</sub>削減

(10億ドル) 主要栽培方法の世界成長予測



- 日本人のSUであるOishii Farmが伝統技術である施設園芸を活かし、世界最大の高級イチゴ植物工場Mugen Farmをニューヨーク近郊に開設。
- 世界で初めて蜂による自然受粉を用いて安定量産に成功。
- 日本品種を改良、生育するのに必要な独特の気候（霧雨、湿度、気温、光量、風量）を工場内で再現。
- 農薬不使用、再エネ活用、水の完全循環システム、CO<sub>2</sub>調整、自動収穫ロボット等を活用。
- 露地栽培が中心の米国のものと比べ糖度が高く、ミシュランレストラン向けの直販でブランディングに成功、後に高級スーパーで8個入り50ドル/箱のプレミアム価格での販売開始。



## Mugen Farm

2022年5月オープン。74,000平方フィート以上の広さを誇り、同社の初期農場と比較してエネルギー使用量が60%、水の使用量が40%削減。マンハッタンに近いジャージーシティに位置する都市型農業。安川電機と提携し、完全自動化工場を目指す。



出典：農研機構（Oishii Farmとは関係ありません）

■ 革新的ロボット研究開発基盤構築事業  
 ～果菜作物収穫システムの開発～（助成事業者：ヤンマーホールディングス株式会社）

目的と概要：

- 多品種少量生産にも対応可能な産業用ロボットの実現に向け、鍵となる、「ハンドリング関連技術」「遠隔制御技術」「ロボット新素材技術」「汎用動作計画技術」等の要素技術に係る基礎・応用研究について、産業界と大学等研究機関とが協調して推進する研究開発を支援。
- 果実と果菜の収穫ロボットを実用化するため、不定形である作物構造及び果実を認識する果菜認識システムと、認識した果実を傷つけず収穫するためのエンドエフェクタに関する研究開発を実施。
- 事業期間：2020～2022年度

革新的ロボット研究開発基盤構築事業の展開イメージ



出典：革新的ロボット研究開発基盤構築事業（NEDO）

大玉トマト収穫ロボット試作機  
 2022年国際ロボット展NEDOブースで出展



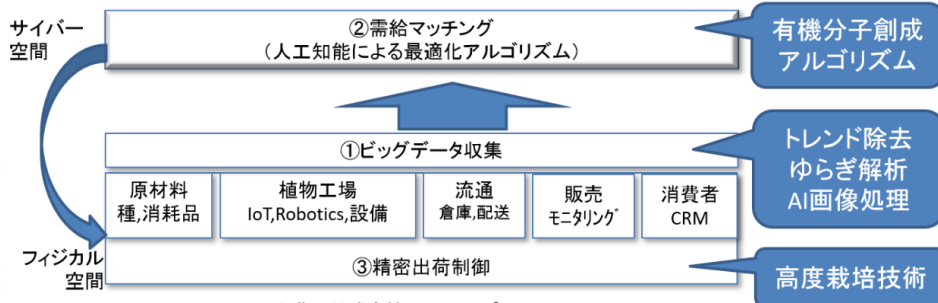
出典：ヤンマーホールディングス株式会社 ニュースリリース

■ 人工知能技術適用によるスマート社会の実現  
 ～AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発～  
 (助成事業者：株式会社ファームシップ)

目的と概要：

- 政府は2017年に策定した「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」の中で、人工知能（AI）技術の社会実装が求められる重点分野として、「生産性」、「健康、医療・介護」及び「空間の移動」の三つを設定。
- それら3分野において、AI技術やサイバー・フィジカル・システム（CPS）などの実フィールドでの実証を行い、技術の有効性の検証を進めるために、研究開発プロジェクトを実施。
- 農業現場のデータを収集する仕組みを整備し、種・資材の調達から消費者購買行動に至るまでの生産～流通にかかる有効なビッグデータを収集しAI技術によって解析することで野菜などの生産量や需要量を予測し、迅速かつ的確な需給のマッチングを行うシステムを開発。生育制御、生産量調整技術・画像解析・有機半導体液肥センサによる生産効率化の検証を実施。
- バリューチェーン全体を効率化し、現場での無駄・ロスを20%削減を目標とした。
- 事業期間：2018～2022年度

研究開発全体像イメージ



出典：株式会社ファームシップ ニュースリリース

次世代農業のバリューチェーン効率化



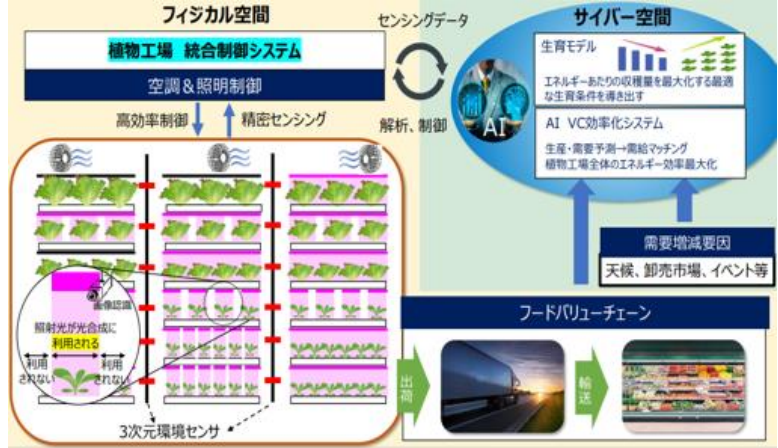
出典：AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発 (株式会社ファームシップ)

■ 脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム  
 2022年度公募 ～革新的省エネ植物工場技術の開発～  
 (助成事業者：株式会社ファームシップ)

目的と概要：

- 天候や異常気象に影響されない閉鎖型人工光植物工場（以後植物工場とする）野菜は、品質や生産安定性等により、需要拡大が続いている。これに伴い、植物工場の照明や空調による電力消費も拡大しており、省エネ化が大きな課題である。
- 植物工場において、環境ばらつきをIoTで観測する技術と、植物生育環境を照明・空調などをIoTで制御する技術を開発する。これらをサイバー空間において、エネルギーを最小化するAI制御方法を構築し、フィジカル空間を制御する技術を開発する。
- 事業期間：2022～2024年度（本テーマ）

システムの全体イメージ



**【見込まれる成果】**  
 照明関連のエネルギー削減30%、空調のエネルギー削減効果 52%設備や消耗品、廃棄ロス削減により、コストも2割削減でき、普及効果が見込める。

出典：脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム（NEDO）

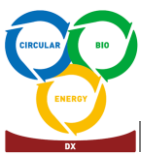
■ 第44回 NEDOピッチ (アグリテック ver.) を開催 (2021年11月2日)

目的と概要：

- NEDOとオープンイノベーション・ベンチャー創造協議会 (JOIC ; 事務局NEDO) は、オープンイノベーションを創出することを目的として、スタートアップ企業によるピッチイベント「NEDOピッチ」を開催。
- 第44回 NEDOピッチ (アグリテック ver.) では、農業が抱える課題の解決を目指すスタートアップ企業5社が、以下のテーマで登壇。
  - 植物が持つメカニズムで熱と乾燥の両方から守る  
アクプランタ株式会社
  - 月面でも農業を可能にする  
株式会社TOWING
  - 高度な自律走行技術を持つ農作業ロボット  
株式会社レグミン
  - 開発ペースの速さが特徴のゲノム編集による品種改良  
グランドグリーン株式会社
  - ピンポイントに薬剤を利用し、農薬利用の安全性を高める  
株式会社アグロデザイン・スタジオ



- 肥料は、環境対応と特定国への依存リスク軽減という観点から、欧州を中心に海藻や微生物等の天然由来の資材を使用したバイオ系の研究開発が推進されている。また製造時にCO<sub>2</sub>排出の少ない低炭素窒素系肥料の開発も進められている。
- あらゆる場面で農家の意思決定に必要な情報の提供・処方を目指す精密農業支援システムは、センシング技術の進化やAI技術の導入により、さらなる精度向上が可能となりつつある。農機では省人化に向けレベル3の自律走行技術は確立されるも価格の関係で当面はアフターマーケット用の自動操舵システム（レベル1）が主流となるとみられる。新エネ農機は、100HP以下はEVとなる傾向だが、それ以上のセグメントではサプライチェーンの構築も含め代替燃料、ハイブリッド、FC等が模索されている段階。
- 大手農薬・肥料メーカーの主導で開発されてきた精密農業支援システムには近年はスタートアップ、農機メーカー、さらにはIT大手も参入してきており、これら立場の異なるプレイヤーが互いに技術やデータを補完し合い、合従連衡をしつつ、営農プラットフォームを目指す動きがある。
- 米国ではCEAを食料調達の高付加価値の農業と位置付けており、政府により多大な投資が行われている。イチゴのような高付加価値の食物について量産に成功する事例も見られ、さらなる市場の拡大が期待される。



## 5. まとめと考察



農業において、世界全体で食料安全保障と環境問題への対応が求められている。本レポートでは、その解決に資すると期待されるアグリテックの動向について調査した結果をまとめた。

- 欧米では、生物多様性と気候変動に配慮した農業への転換に向け、さまざまな目標や規則案が相次いで打ち出される中、農薬・肥料メーカー、農機メーカー、IT大手企業がデジタル技術を駆使して、投下資材を最小限に抑え、高品質作物の最大の収量獲得を目指す精密農業やCEAを推し進めている。
- 精密農業による農薬・化学肥料使用量の節減と並行して、BSなどのバイオ系肥料の普及が進めば、更なる環境負荷低減を成し得ると同時に、肥料自給率向上を実現、食料安全保障問題の緩和にも重要な要素となり得る。
- 農業関連メーカーが持つ種苗、土壌、肥料等の農業データとその処方ノウハウ、そこにIT企業が擁する気候予測、データ解析、AI等の先端技術が加わることにより、精密農業支援システムの予測精度は高まり、より生産性が高く、環境負荷の低い科学的農業が実現可能となる。  
さらに生産局面に留まらず、流通、消費、廃棄のデータを実装する事により、食料サプライチェーン全体を見据えたシステムの構築も可能になるものと考えられる。
- 今回の日本の『食料・農業・農村基本法』改正の目的の一つは農業の持続的発展。アグリテックは、農業における新3K（感動、かっこいい、稼げる）の実現、若い世代の後継ぎ、非熟練者の就農、新規事業者の参入を通じて、将来の農業を支えていく可能性を持つ。
- NEDOでは、コラムでもご紹介したとおり、カーボンニュートラルと農工連携の観点で関連事業者や研究機関と共同で、各種プロジェクトの組成及び実施に取り組んでいるところであり、こうした海外での技術動向も考慮に入れつつ、今後も引き続き推進していきたい。

- 最後に、本レポート執筆にあたりスペインで開催されたFIMA2024（国際農業機械展示会）を取材、そこで感じた事を2点述べ終わりとしたい。

一つ目は会場には10代と思われる若者（農家の後継ぎ）が多くみられ、ゲーム感覚で各社の自動操舵システムに触れ、巨大なCLAASの農機のコクピットに喜々として乗り込んでいたこと。農機メーカーも彼らを次のターゲットと位置づけ積極的に呼び込む施策を行っていたのが印象的。デジタル技術により非熟練者の農業への参入ハードルは低くなったとも考えられ、次世代の農業の担い手は、デジタル技術の融合等を進めることで確保可能なのではないかと感じた。

二つ目はスタートアップ（SU）についてであるが、データ駆動型精密農業はまだ黎明期であり、ビジネスチャンスがあると見込んだSUが自動操舵システムや精密農業支援システムの市場に参入していた。多くのSUが無償で入手できるSentinel-2の衛星画像を使っていたことも印象に残った。日本でもTellus※の取組等が進められているが、こうした仕掛け作りを一層推進していくことも必要ではないかと感じた。 ※ 日本発の衛星データプラットフォームサービス



スライド	書誌	URL
4	農林水産省「日本の食料自給率」(2023.08.7)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/012.html">https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/012.html</a>
4	国土交通省「食料安全保障を支える農林水産業・食関連産業の持続的な発展について」(2022.11.15)	<a href="https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001521610.pdf">https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001521610.pdf</a>
4	農林水産省「みどりの食料システム戦略の実現に向けて」(2022.6)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/attach/pdf/32-8.pdf">https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/kikaku/goudou/attach/pdf/32-8.pdf</a>
4	UNICEF "The State of Food Security and Nutrition 2023" (2023.7)	<a href="https://data.unicef.org/resources/sofi-2023/">https://data.unicef.org/resources/sofi-2023/</a>
6	農林水産省「2050年における世界の食料需給見通し」(2019.9)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/iki/j_zyukyu_mitosi/attach/pdf/index-12.pdf">https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/iki/j_zyukyu_mitosi/attach/pdf/index-12.pdf</a>
7	USDA "International Agricultural Productivity" (2023.9.29)	<a href="https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/">https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/</a>
8	FAO "World Food Situation" (2024.4.5)	<a href="https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/">https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/</a>
8	FAO "The State of Food Security and Nutrition in the World 2023" (2023.12.12)	<a href="https://www.fao.org/documents/card/en?details=cc3017en">https://www.fao.org/documents/card/en?details=cc3017en</a>
8	FAO "FAOSTAT Suite of Food Security Indicators"	<a href="https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS">https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS</a>
9	USDA "International Agricultural Productivity" (2023.9.29)	<a href="https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/">https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/</a>
10	USDA "International Agricultural Productivity" (2023.9.29)	<a href="https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/">https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/</a>
11	USDA "International Agricultural Productivity" (2023.9.29)	<a href="https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/">https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/</a>
12	農林水産省「我が国と諸外国の食料自給率（試算）」	<a href="https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/attach/pdf/013-4.pdf">https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/attach/pdf/013-4.pdf</a>
12	農林水産省「日本の食料自給率」(2023.08.7)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/012.html">https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/zikyuu_ritu/012.html</a>
13	World Bank "How export restrictions are impacting global food prices" (2022.7.6)	<a href="https://blogs.worldbank.org/en/psd/how-export-restrictions-are-impacting-global-food-prices">https://blogs.worldbank.org/en/psd/how-export-restrictions-are-impacting-global-food-prices</a>
13	OECD Library "Turkey has subjected lemons to export control amid a rising domestic demand"	<a href="https://www.oecd-ilibrary.org/sites/0d2529e7-en/index.html?itemId=/content/component/0d2529e7-en">https://www.oecd-ilibrary.org/sites/0d2529e7-en/index.html?itemId=/content/component/0d2529e7-en</a>
13	REUTERS "Black Sea grain deal expires after Russia quits" (2023.7.18)	<a href="https://www.reuters.com/world/europe/black-sea-grain-deal-expire-monday-if-russia-quits-2023-07-17/">https://www.reuters.com/world/europe/black-sea-grain-deal-expire-monday-if-russia-quits-2023-07-17/</a>
13	USDA "India's rice exports increased by almost 49 percent in 2020 and then rose 46 percent more in 2021 to more than 21 million tons before peaking in 2022 at 22.1 million" (2023.9.27)	<a href="https://www.ers.usda.gov/topics/crops/rice/rice-sector-at-a-glance/">https://www.ers.usda.gov/topics/crops/rice/rice-sector-at-a-glance/</a>
13	CNBCAFRICA "India's rice export ban to hurt millions globally. These countries will be the worst hit" (2023.8.1)	<a href="https://www.cnbcfranca.com/2023/indias-rice-export-ban-to-hurt-millions-globally-these-countries-will-be-the-worst-hit/">https://www.cnbcfranca.com/2023/indias-rice-export-ban-to-hurt-millions-globally-these-countries-will-be-the-worst-hit/</a>
13	GLOBAL TRADE ALERT "Russian Federation: Temporary ban on exports of fertilizers (Feb-Apr 2022)" (2022.5.1)	<a href="https://www.globaltradelert.org/intervention/101270/export-ban/russian-federation-temporary-ban-on-exports-of-fertilizers-feb-apr-2022">https://www.globaltradelert.org/intervention/101270/export-ban/russian-federation-temporary-ban-on-exports-of-fertilizers-feb-apr-2022</a>
13	農林水産省「第13号特別分析トピック：我が国と世界の肥料をめぐる動向」	<a href="https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/iki_rki_rp/monthly/attach/pdf/4index-98.pdf">https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/iki_rki_rp/monthly/attach/pdf/4index-98.pdf</a>
13	REUTERS "Asian fertilizer buyers turn away from key exporter China amid growing curbs" (2023.12.18)	<a href="https://www.reuters.com/markets/commodities/asian-fertilizer-buyers-turn-away-key-exporter-china-amid-growing-curbs-2023-12-18/">https://www.reuters.com/markets/commodities/asian-fertilizer-buyers-turn-away-key-exporter-china-amid-growing-curbs-2023-12-18/</a>
13	Statista "Statistics report on the global fertilizer industry" (2023.11.23)	<a href="https://www.statista.com/study/106183/global-fertilizer-industry/">https://www.statista.com/study/106183/global-fertilizer-industry/</a>
14	EDGAR/JRC "Annual greenhouse gas (GHG) emissions worldwide from 1990 to 2022, by sector" in STATISTA (2023.9.8)	<a href="https://www.statista.com/statistics/1423179/global-ghg-emissions-by-sector-annual/">https://www.statista.com/statistics/1423179/global-ghg-emissions-by-sector-annual/</a>
14	FAO "Emissions from agriculture and forest land worldwide in 2021, by component" in STATISTA (2023.11.8)	<a href="https://www.statista.com/statistics/1254324/agricultural-forest-land-emissions-worldwide-by-component/">https://www.statista.com/statistics/1254324/agricultural-forest-land-emissions-worldwide-by-component/</a>
16	環境省「昆明・モントリオール生物多様性枠組について」(2022.12.22)	<a href="https://www.biodic.go.jp/biodiversity/private_participation/business/post2020_target/">https://www.biodic.go.jp/biodiversity/private_participation/business/post2020_target/</a>
16	環境省「昆明・モントリオール生物多様性枠組（仮訳）」(2023.1.23)	<a href="https://www.env.go.jp/content/000107439.pdf">https://www.env.go.jp/content/000107439.pdf</a>
16	農林水産省「COP28における食料システム・農業に関する首脳宣言」(2023.12)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/COP28.html">https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/COP28.html</a>
16	農林水産省「COP28における食料システム・農業に関する首脳級宣言」(2023.12)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/attach/pdf/COP28-4.pdf">https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/attach/pdf/COP28-4.pdf</a>
16	農林水産省「COP28イレミネーション宣言（仮訳）」(2023.12)	<a href="https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/attach/pdf/COP28-3.pdf">https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kanren_sesaku/attach/pdf/COP28-3.pdf</a>
17	USDA "Agriculture Innovation Agenda"	<a href="https://www.usda.gov/aiia">https://www.usda.gov/aiia</a>
17	USDA "Ag Innovation White Paper" (2023.2)	<a href="https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/agriculture-innovation-agenda-vision-statement.pdf">https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/agriculture-innovation-agenda-vision-statement.pdf</a>
17	USDA "Science and Research Strategy, 2023-2026: Cultivating Scientific Innovation" (2023.5)	<a href="https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/usda-science-research-strategy.pdf">https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/usda-science-research-strategy.pdf</a>
18	European Commission "Farm to Fork strategy"	<a href="https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en">https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en</a>
18	European Commission "Farm to Fork targets - Progress" (2020.5)	<a href="https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/farm-fork-targets-progress_en">https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/farm-fork-targets-progress_en</a>
18	農林水産省「Farm to Fork 戦略に関する調査」	<a href="https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/attach/pdf/230410-41.pdf">https://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/attach/pdf/230410-41.pdf</a>
18	euronews.green "EU Policy. Governments caught off guard by von der Leyen's U-turn on pesticide cuts" (2024.2.6)	<a href="https://www.euronews.com/green/2024/02/06/governments-caught-off-guard-by-von-der-leyen-s-u-turn-on-pesticide-cuts">https://www.euronews.com/green/2024/02/06/governments-caught-off-guard-by-von-der-leyen-s-u-turn-on-pesticide-cuts</a>
18	European Commission "The common agricultural policy: 2023-27" (2021.12.2)	<a href="https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en">https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en</a>
18	European Commission "Nature restoration law"	<a href="https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en">https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en</a>
18	European Commission "Just and sustainable economy" (2022.2.23)	<a href="https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/p_22_1145">https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/p_22_1145</a>
18	European Parliament "Towards deforestation-free commodities and products in the EU" (2023.4.11)	<a href="https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698925/EPRS_BRI(2022)698925_EN.pdf">https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698925/EPRS_BRI(2022)698925_EN.pdf</a>
18	European council "Environment Council, 17 June 2024"	<a href="https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/env/2024/06/17/?_cf_cl_tl=J4mkTG84pSdWks8fv7K2u1t5627047jGfKl9FIghwv-1718941730-0-0-1-1-4287">https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/env/2024/06/17/?_cf_cl_tl=J4mkTG84pSdWks8fv7K2u1t5627047jGfKl9FIghwv-1718941730-0-0-1-1-4287</a>
18	JETRO 「EU、2023～2027年の共通農業政策について暫定合意」(2021.7.1)	<a href="https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/8fa46549c657d52.html">https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/07/8fa46549c657d52.html</a>
19	European Commission "European Green Deal: Agriculture proposes certification of carbon removals to help reach net zero emissions" (2022.11.30)	<a href="https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/p_22_7156">https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/p_22_7156</a>
19	JETRO 「欧州委、炭素除去の認証枠組みを導入する規則案を発表」(2022.12.6)	<a href="https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/12/c32b97e28c745f7.html">https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/12/c32b97e28c745f7.html</a>
19	USDA "New Investments to Improve Measurement, Monitoring, Reporting and Verification of Greenhouse Gas Emissions" (2023.7.12)	<a href="https://www.usda.gov/media/press-releases/2023/07/12/hidden-harris-administration-announces-new-investments-improva">https://www.usda.gov/media/press-releases/2023/07/12/hidden-harris-administration-announces-new-investments-improva</a>
19	USDA "Draft-Federal-Ag-and-Forest-MMRV-Strategy" (2023.7.12)	<a href="https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/Draft-Federal-Ag-and-Forest-MMRV-Strategy.pdf">https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/Draft-Federal-Ag-and-Forest-MMRV-Strategy.pdf</a>
19	ARPA-E: Systems for Monitoring and Analytics for Renewable Transportation Fuels from Agricultural Resources and Management	<a href="https://arpa-e.energy.gov/technologies/programs/smartfarm">https://arpa-e.energy.gov/technologies/programs/smartfarm</a>

スライド	書誌	URL
20	首相官邸ホームページ「食料・農業・農村基本法の改正の方向性について」(2023.12.27)	<a href="https://www.kantei.go.jp/jp/singi/nousul/pdf/20231227kaisei_gaiyou.pdf">https://www.kantei.go.jp/jp/singi/nousul/pdf/20231227kaisei_gaiyou.pdf</a>
26	資源エネルギー庁「アンモニアが“燃料”になる?! (前編)」(2021.1.15)	<a href="https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johateikyoo/ammonia_01.html">https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johateikyoo/ammonia_01.html</a>
26	NEDO「アンモニアを燃料としてカーボンニュートラルの実現に貢献！」	<a href="https://green-innovation.nedo.go.jp/article/carbon-neutral-ammonia/">https://green-innovation.nedo.go.jp/article/carbon-neutral-ammonia/</a>
26	ITIF "Current ammonia production is responsible for 1.8 percent of global CO2 emissions" (2023.4.17)	<a href="https://itif.org/publications/2023/04/17/climate-tech-to-watch-green-ammonia/">https://itif.org/publications/2023/04/17/climate-tech-to-watch-green-ammonia/</a>
26	日本肥糧アンモニア協会「アンモニアは2016年時点において世界で約1億7600万トン生産されていますが、そのうち約8割が肥料用に消費されています。」	<a href="http://www.jaf.or.jp/ammonia.html#:~:text=%E8%82%A5%E6%96%99%E3%81%AE%E7%94%9F%E7%94%A3%E3%82%92%E9%80%9A%E3%81%98%E3%80%81%E9%A3%9F%E6%96%99,%E3%82%82%E3%81%AE%E3%81%AB%E3%81%AA%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%8F%E3%81%99%E3%80%82">http://www.jaf.or.jp/ammonia.html#:~:text=%E8%82%A5%E6%96%99%E3%81%AE%E7%94%9F%E7%94%A3%E3%82%92%E9%80%9A%E3%81%98%E3%80%81%E9%A3%9F%E6%96%99,%E3%82%82%E3%81%AE%E3%81%AB%E3%81%AA%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%8F%E3%81%99%E3%80%82</a>
26	Icon-Rainbow「太陽光パネルの無料アイコン 2」	<a href="https://icon-rainbow.com/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E3%83%91%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%81%AE%E7%84%A1%E6%96%99%E3%82%A2%E3%82%A4%E3%82%B3%E3%83%B3-2/">https://icon-rainbow.com/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E5%85%89%E3%83%91%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%81%AE%E7%84%A1%E6%96%99%E3%82%A2%E3%82%A4%E3%82%B3%E3%83%B3-2/</a>
26	NIH "Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture" (2022.8.15)	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36008570/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36008570/</a>
26	YARA "Yara and ACME signed a binding agreement for supply of green ammonia" (2024.3.1)	<a href="https://www.yara.com/corporate-releases/yara-and-acme-signed-a-binding-agreement-for-supply-of-green-ammonia/">https://www.yara.com/corporate-releases/yara-and-acme-signed-a-binding-agreement-for-supply-of-green-ammonia/</a>
26	Arpa-e "Non-Equilibrium Plasma for Energy-Efficient Nitrogen Fixation"	<a href="https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/non-equilibrium-plasma-energy-efficient-nitrogen-fixation">https://arpa-e.energy.gov/technologies/projects/non-equilibrium-plasma-energy-efficient-nitrogen-fixation</a>
26	Nitricity "Renewable Nitrogen Fertilizer Pioneer Nitricity Raises \$20 Million In Series A Funding" (2022.10.18)	<a href="https://www.nitricity.co/renewable-nitrogen-fertilizer-pioneer">https://www.nitricity.co/renewable-nitrogen-fertilizer-pioneer</a>
27	European Commission "New EU rules have been adopted to cover various types of fertilising products (inorganic, organo-mineral and organic fertilisers, growing media, plant biostimulants etc.)" (2021.6.23)	<a href="https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12135-Technical-amendments-to-the-annexes-to-the-Fertilising-Products-Regulation">https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12135-Technical-amendments-to-the-annexes-to-the-Fertilising-Products-Regulation</a>
27	European Biostimulants Industry Council (EBIC) "EU Regulation Ensures that Biostimulants Are Safe and Effective"	<a href="https://biostimulants.eu/highlights/eu-regulation-ensures-that-biostimulants-are-safe-and-effective/">https://biostimulants.eu/highlights/eu-regulation-ensures-that-biostimulants-are-safe-and-effective/</a>
27	European Commission "Ensuring availability and affordability of fertilisers" (2022.11.9)	<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0950(01)">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0950(01)</a>
27	EBIC "Plant biostimulants can alleviate a secondary food security crisis triggered by the conflict in Ukraine"	<a href="https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2022/04/20220425-EBIC-position-Ukraine-COM-communication-final.pdf">https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2022/04/20220425-EBIC-position-Ukraine-COM-communication-final.pdf</a>
27	EBIC "Function defines biostimulant products"	<a href="https://biostimulants.eu/issue/function-defines-biostimulant-products/">https://biostimulants.eu/issue/function-defines-biostimulant-products/</a>
27	EBIC "What are biostimulants made of?"	<a href="https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2019/10/EBIC-Brochure-English.pdf">https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2019/10/EBIC-Brochure-English.pdf</a>
27	日本バイオスティミュラント協議会「7. BSの分類」	<a href="https://www.japanbsa.com/biostimulant/definition_and_significance.html">https://www.japanbsa.com/biostimulant/definition_and_significance.html</a>
27	農林水産省「農林水産研究イノベーション戦略2021」(2021.6)	<a href="https://www.affrc.maff.go.jp/docs/innovate/attach/pdf/index-3.pdf">https://www.affrc.maff.go.jp/docs/innovate/attach/pdf/index-3.pdf</a>
27	The European Biochar Industry Consortium (EBI) "EBI Whitepaper" (2020.10)	<a href="https://biochar-industry.com/wp-content/uploads/2020/10/Whitepaper_Biochar2020.pdf">https://biochar-industry.com/wp-content/uploads/2020/10/Whitepaper_Biochar2020.pdf</a>
27	The European Biochar Industry Consortium (EBI) "Biochar is mitigating climate change"	<a href="https://www.biochar-industry.com/why/">https://www.biochar-industry.com/why/</a>
27	European Commission "The initiative would extend this list by adding pyrolysis and gasification materials ('biochar)'"	<a href="https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12135-Fertilising-products-pyrolysis-and-gasification-materials_en">https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12135-Fertilising-products-pyrolysis-and-gasification-materials_en</a>
28	NEDO「農業副産物を活用した高機能バイオ炭の製造・施用体系の確立」(2022.12.19)	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100954911.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100954911.pdf</a>
29	NEDO「資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減」	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100923465.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100923465.pdf</a>
29	NEDO「資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減」	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100943571.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100943571.pdf</a>
30	NEDO「炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現」(2022)	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100958130.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100958130.pdf</a>
30	NEDO「炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現」(2022)	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100958156.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100958156.pdf</a>
32	特許庁「第5世代の精密農業 日本から発信するコミュニティベース精密農業」	<a href="http://www.tokugikon.jp/pikonsbi/256/256tokusyu03.pdf">http://www.tokugikon.jp/pikonsbi/256/256tokusyu03.pdf</a>
32	Statista "Forecast market value of precision agriculture worldwide from 2021 to 2027" (2022.8.16)	<a href="https://www.statista.com/statistics/721921/forecasted-market-value-of-precision-farming-worldwide/">https://www.statista.com/statistics/721921/forecasted-market-value-of-precision-farming-worldwide/</a>
32	AEM "THE ENVIRONMENTAL BENEFITS OF PRECISION AGRICULTURE QUANTIFIED" (2024.3.21)	<a href="https://www.aem.org/news/the-environmental-benefits-of-precision-agriculture-quantified">https://www.aem.org/news/the-environmental-benefits-of-precision-agriculture-quantified</a>
33	ピクトアーツ「トラクター - アイコン」	<a href="https://free-icon.org/07-illustration/0692-download-image.html">https://free-icon.org/07-illustration/0692-download-image.html</a>
33	シルエットイラスト「ドローンのシルエット05 アイコンイラスト」	<a href="https://www.silhouette-illustr.com/illust/24392?google_vignette">https://www.silhouette-illustr.com/illust/24392?google_vignette</a>
33	ICOON MONO「人工衛星アイコン3」	<a href="https://icoon-mono.com/license/">https://icoon-mono.com/license/</a>
34	BAYER "Digital Farming's Leading Platform"	<a href="https://www.cropscience.bayer.us/tools/fieldview">https://www.cropscience.bayer.us/tools/fieldview</a>
34	Climate "Digital Farming's Leading Software Platform"	<a href="https://climate.com/">https://climate.com/</a>
34	Cropwise "DIGITAL FARMING CONNECTED"	<a href="https://www.cropwise.com/">https://www.cropwise.com/</a>
34	Xarvio "xarvio Digital Farming Solutions Plan Smarter.Grow Better"	<a href="https://www.xarvio.com/us/en.html">https://www.xarvio.com/us/en.html</a>
34	Xarvio「新しい農業で収量アップを実現」	<a href="https://www.xarvio-japan.jp/">https://www.xarvio-japan.jp/</a>
35	xFarm "Yara International and xFarm Technologies partner to advance Sustainable Farming across Europe" (2023.11.14)	<a href="https://xfarm.ag/en/blog-posts/yara-international-e-xfarm-technologies-collaborano-per-far-progredire-lagricoltura-sostenibile-in-europa">https://xfarm.ag/en/blog-posts/yara-international-e-xfarm-technologies-collaborano-per-far-progredire-lagricoltura-sostenibile-in-europa</a>
35	xFarm "A company started by farmers, for farmers"	<a href="https://xfarm.ag/en/the-company">https://xfarm.ag/en/the-company</a>
35	xFarm "Precision Farming"	<a href="https://xfarm.ag/en/precision-agriculture">https://xfarm.ag/en/precision-agriculture</a>
35	ISAGRI "EUROPEAN LEADER IN AGRICULTURAL SOFTWARE"	<a href="https://www.isagri.com/">https://www.isagri.com/</a>
35	Agricolum "CUADERNO DE CAMPO"	<a href="https://agricolum.com/">https://agricolum.com/</a>
36	Jones Deere "Operations Center"	<a href="https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/data-management/operations-center/">https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/data-management/operations-center/</a>
36	Jones Deere "Operations Center"	<a href="https://www.deere.co.uk/en/campaigns/ag-tur1/operations-center/">https://www.deere.co.uk/en/campaigns/ag-tur1/operations-center/</a>
36	Claas "One platform, multiple options: new CLAAS connect digital ecosystem launches in 2024"	<a href="https://www.claas.co.uk/news-testimonials/current/claas-news/one-platform--multiple-options--new-claas-connect-digital-ecosystem-launches-in-2024/2837374">https://www.claas.co.uk/news-testimonials/current/claas-news/one-platform--multiple-options--new-claas-connect-digital-ecosystem-launches-in-2024/2837374</a>

スライド	書誌	URL
37	Microsoft「Microsoft Azure Data Manager for Agriculture の発表: 農業/リユースチェーン全体のイノベーションを加速」(2023.4.11)	<a href="https://www.microsoft.com/ja-jp/industry/blog/sustainability/2023/04/11/announcement-microsoft-azure-data-manager-for-agriculture/">https://www.microsoft.com/ja-jp/industry/blog/sustainability/2023/04/11/announcement-microsoft-azure-data-manager-for-agriculture/</a>
37	Mineral "Our technology embraces the complexity of nature, unlocking plant secrets so the world can reimagine sustainable food production."	<a href="https://mineral.ai/knowledge/">https://mineral.ai/knowledge/</a>
37	Mineral "Introducing Mineral" (2023.1.11)	<a href="https://mineral.ai/blog/m-is-for-mineral/">https://mineral.ai/blog/m-is-for-mineral/</a>
37	AFN "BREAKING: Alphabet brings agtech startup out of stealth with data from 10% of world's farmland, 3 major customers" (2023.1.10)	<a href="https://agfundernews.com/breaking-alphabet-brings-agtech-startup-out-of-stealth-with-data-from-10-of-worlds-farmland-3-major-customers">https://agfundernews.com/breaking-alphabet-brings-agtech-startup-out-of-stealth-with-data-from-10-of-worlds-farmland-3-major-customers</a>
37	AG WEB "Mineral: Applying Silicon Valley 'Superpowers' To Agriculture" (2023.1.10)	<a href="https://www.agweb.com/news/business/technology/mineral-applying-silicon-valley-superpowers-agriculture">https://www.agweb.com/news/business/technology/mineral-applying-silicon-valley-superpowers-agriculture</a>
37	IBM "Yara and IBM launch an open collaboration" (2020.1.23)	<a href="https://newsroom.ibm.com/2020-01-23-Yara-and-IBM-launch-an-open-collaboration-for-farm-and-field-data-to-advance-sustainable-food-production">https://newsroom.ibm.com/2020-01-23-Yara-and-IBM-launch-an-open-collaboration-for-farm-and-field-data-to-advance-sustainable-food-production</a>
37	IBM「Yara International ASA 食糧問題の解決を目指して」(2021.9.14)	<a href="https://www.ibm.com/blogs/solutions/jp-ja/iot-yara/">https://www.ibm.com/blogs/solutions/jp-ja/iot-yara/</a>
37	IBM "Watson Decision Platform for Agriculture" (2019.1)	<a href="https://www.ibm.com/downloads/cas/ONVXE82A">https://www.ibm.com/downloads/cas/ONVXE82A</a>
37	IBM "Make your smart farm smarter"	<a href="https://www.ibm.com/products/environmental-intelligence-suite/agriculture">https://www.ibm.com/products/environmental-intelligence-suite/agriculture</a>
38	リモートセンシング技術センター「Sentinel-2A / 2B / 2C / 2D」	<a href="https://www.restec.or.jp/satellite/sentinel-2-a-2-b">https://www.restec.or.jp/satellite/sentinel-2-a-2-b</a>
38	Copernicus "SENTINEL-2 MISSION GUIDE"	<a href="https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/4180891/Sentinel-2-infographic.pdf">https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/4180891/Sentinel-2-infographic.pdf</a>
38	USGS "Sentinel-2 Alberta NDVI" (2016)	<a href="https://www.usgs.gov/media/images/sentinel-2-alberta-ndvi">https://www.usgs.gov/media/images/sentinel-2-alberta-ndvi</a>
38	Copernicus "Project database Sentinel-2 for Agriculture"	<a href="https://www.copernicus.eu/en/sentinel-2-agriculture">https://www.copernicus.eu/en/sentinel-2-agriculture</a>
39	xFarm "ENVIRONMENT AND CLIMATE"	<a href="https://xfarm.ag/en/environment-and-climate">https://xfarm.ag/en/environment-and-climate</a>
39	Agriexpo "xFarm"	<a href="https://www.agriexpo.online/ja/brod/x-farm/product-189200-149112.html">https://www.agriexpo.online/ja/brod/x-farm/product-189200-149112.html</a>
39	IG4 "Acerca de IG4 - Agricultura Razonada"	<a href="https://www.ig4.es/ig4.php">https://www.ig4.es/ig4.php</a>
40	Statista "Drones: market data & analysis" (2023.9)	<a href="https://www.statista.com/study/78525/drones-market-data-and-analysis/">https://www.statista.com/study/78525/drones-market-data-and-analysis/</a>
40	Statista "Global market share of consumer and commercial drone manufacturers in March 2021, based on sales volume" (2021.6)	<a href="https://www.statista.com/statistics/1254982/global-market-share-of-drone-manufacturers/">https://www.statista.com/statistics/1254982/global-market-share-of-drone-manufacturers/</a>
40	Statista "Share of the agriculture in drones market worldwide in 2022" (2023.10.16)	<a href="https://www.statista.com/statistics/729533/forecasted-market-size-of-drones-in-smart-agriculture-worldwide/">https://www.statista.com/statistics/729533/forecasted-market-size-of-drones-in-smart-agriculture-worldwide/</a>
40	Bureau of Industry and Security "s 77 Additions to the Entity List for Human Rights Abuses" (2020.12.18)	<a href="https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/2700-77-entity-list-additions-revised/file">https://www.bis.doc.gov/index.php/documents/about-bis/2700-77-entity-list-additions-revised/file</a>
41	農林水産省「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」	<a href="https://www.maff.go.jp/j/kambo/smart/forum/R2maforum/mattgu/system.html">https://www.maff.go.jp/j/kambo/smart/forum/R2maforum/mattgu/system.html</a>
42	John Deere "John Deere Reveals Fully Autonomous Tractor at CES 2022" (2022.1.4)	<a href="https://www.deere.com/en/our-company/digital-security/autonomous-tractor-reveal/">https://www.deere.com/en/our-company/digital-security/autonomous-tractor-reveal/</a>
42	Agtecher "The 8R 410 is available in five models offering 177 to 405 engine horsepower. List prices range from \$500,000 to \$800,000." (2023.11.9)	<a href="https://agtecher.com/autonomous-tractors-pros-cons/">https://agtecher.com/autonomous-tractors-pros-cons/</a>
42	CLAAS "CLAAS Claims Two of Three Davidson Prizes for Farm Equipment Innovation and Technology"	<a href="https://www.claas.ca/claas-central/media-center/news_stories/claas-claims-two-of-three-davidson-prizes-for-farm-equipment-innovation-and-technology-2861372">https://www.claas.ca/claas-central/media-center/news_stories/claas-claims-two-of-three-davidson-prizes-for-farm-equipment-innovation-and-technology-2861372</a>
42	AG Dealer.com "Base Price for the XERION 12.650 TERRA TRAC is \$953,743 USD on Claas.com"	<a href="https://www.agdealer.com/equipmentcorner/model/claas-xerion-12-series-tractor/">https://www.agdealer.com/equipmentcorner/model/claas-xerion-12-series-tractor/</a>
42	MONARCH "The world's first driver-optional, data driven, and 100% electric tractor"	<a href="https://www.monarchtractor.com/mk-v-electric-tractor">https://www.monarchtractor.com/mk-v-electric-tractor</a>
42	FARMDROID "FARMDROID FD20"	<a href="https://farmdroid.com/products/farmdroid-fd20/">https://farmdroid.com/products/farmdroid-fd20/</a>
42	FARMDROID "FARMDROID FD20 FACT SHEET"	<a href="https://pdf.agriexpo.online/ja/pdf-en/farmdroid/farmdroid-fd20-factsheet/190622-43685.html?open147331">https://pdf.agriexpo.online/ja/pdf-en/farmdroid/farmdroid-fd20-factsheet/190622-43685.html?open147331</a>
42	Irish Farmers Journal "The FarmDroid FD20 has a list price of Eur97,000 plus VAT. "	<a href="https://www.farmersjournal.ie/machinery/farm-machinery/ireland-first-autonomous-seed-n-weed-robot-gets-to-work-in-the-southeast-769012">https://www.farmersjournal.ie/machinery/farm-machinery/ireland-first-autonomous-seed-n-weed-robot-gets-to-work-in-the-southeast-769012</a>
42	naio Technologies "Ted, straddling vineyard robot"	<a href="https://www.naio-technologies.com/wp-content/uploads/2019/04/brochure-TED-ENGLISH-3.pdf">https://www.naio-technologies.com/wp-content/uploads/2019/04/brochure-TED-ENGLISH-3.pdf</a>
42	Future Farming "Mechanical weeding and cultivation in vineyards. Development start: 2018. Pricing: Sale. Eur 200,000 "	<a href="https://www.futurefarming.com/naio-ted-mechanical-weeding-and-cultivation/">https://www.futurefarming.com/naio-ted-mechanical-weeding-and-cultivation/</a>
42	Kubota "The Autonomous Sprayer Concept Model Co-developed with Pulverizadores Fede Receives the FIMA Technical Novelty Award 2024" (2024.2.21)	<a href="https://www.kubota.com/news/2024/20240221.html">https://www.kubota.com/news/2024/20240221.html</a>
43	Kubota "KUBOTA RELEASES LXE-261 COMPACT ELECTRIC TRACTOR IN EUROPE"	<a href="https://ke.kubota-eu.com/blog/news/kubota-releases-lxe-261-compact-electric-tractor-in-europe/#agriculture">https://ke.kubota-eu.com/blog/news/kubota-releases-lxe-261-compact-electric-tractor-in-europe/#agriculture</a>
43	CNH "CASE IH_Farmall 75C Electric wins Farm Machine Award 2024_3" (a/6584060-a793-4542-9d21-b2584f009a90)	<a href="https://media.cnh.com/emea/case-ih_farmall-75c-electric-wins-farm-machine-award-2024_3/a/6584060-a793-4542-9d21-b2584f009a90">https://media.cnh.com/emea/case-ih_farmall-75c-electric-wins-farm-machine-award-2024_3/a/6584060-a793-4542-9d21-b2584f009a90</a>
43	Fendt "Fendt e100 Vario: The battery-powered compact tractor" (2017.9.8)	<a href="https://www.fendt.com/us/fendt-e100-vario-press-release">https://www.fendt.com/us/fendt-e100-vario-press-release</a>
43	John Deere "Il motore MultiFuel: sostenibilita e basso impatto ambientale grazie ai biocarburanti" (2022.11.18)	<a href="https://www.deere.it/it/la-compagnia/news-e-media/comunicati-stampa/2022/it-motore-multifuel-sostenibilita-e-basso-impatto-ambientale-grazie-ai-biocarburanti.html">https://www.deere.it/it/la-compagnia/news-e-media/comunicati-stampa/2022/it-motore-multifuel-sostenibilita-e-basso-impatto-ambientale-grazie-ai-biocarburanti.html</a>
43	Future Farming "John Deere Tests Multi Fuel Concept" (2021.11.15)	<a href="https://www.futurefarming.com/smart-farming/john-deere-tests-multi-fuel-concept/">https://www.futurefarming.com/smart-farming/john-deere-tests-multi-fuel-concept/</a>
43	New Holland "New Holland debuts next generation of alternative fuel tractors with T7.270 Methane Power CNG" (2023.9.26)	<a href="https://agriculture.newholland.com/en/ie/europe/new-holland-world/news/2023/next-generation-of-alternative-fuel-tractors-with-t7-270-methane-power-cng">https://agriculture.newholland.com/en/ie/europe/new-holland-world/news/2023/next-generation-of-alternative-fuel-tractors-with-t7-270-methane-power-cng</a>
43	AG Dealer com "New Holland T7 Methane Power LNG Tractor" (2023.11.8)	<a href="https://www.agdealer.com/equipmentcorner/model/new-holland-t7-methane-power-lng-tractor/">https://www.agdealer.com/equipmentcorner/model/new-holland-t7-methane-power-lng-tractor/</a>
43	CNH "HYBRID CVT WINS SILVER MEDAL IN AGRITECHNICA AWARDS AS STEYR® BRINGS INNOVATION INTO THE FIELD" (2023.9.26)	<a href="https://media.cnh.com/emea/steyr/hybrid-cvt-wins-silver-medal-in-agritechnica-awards-as-steyr-brings-innovation-into-the-field/s/fb4017b-23af-4bf3-8442-84d97d29c256">https://media.cnh.com/emea/steyr/hybrid-cvt-wins-silver-medal-in-agritechnica-awards-as-steyr-brings-innovation-into-the-field/s/fb4017b-23af-4bf3-8442-84d97d29c256</a>
43	Fendt "Fendt shows first hydrogen tractor at German Hydrogen Summit" (2023.2.27)	<a href="https://www.fendt.com/int/fendt-shows-first-hydrogen-tractor-at-german-hydrogen-summit">https://www.fendt.com/int/fendt-shows-first-hydrogen-tractor-at-german-hydrogen-summit</a>

スライド	書誌	URL
44	PRECISION FARMING DEALER "Syngenta Announces Integration of Cropwise Platform with CNH Brands" (2023.11.20)	<a href="https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/5683-syngenta-announces-integration-of-cropwise-platform-with-cnh-brands">https://www.precisionfarmingdealer.com/articles/5683-syngenta-announces-integration-of-cropwise-platform-with-cnh-brands</a>
44	Syngenta "Syngenta Group and CNH Industrial connect digital applications to better serve farmers" (2023.11.13)	<a href="https://www.syngentaagroup.com/newsroom/2023/syngenta-group-and-cnh-industrial-connect-digital-applications-better-serve-farmers">https://www.syngentaagroup.com/newsroom/2023/syngenta-group-and-cnh-industrial-connect-digital-applications-better-serve-farmers</a>
44	Climate "Users of John Deere Operations Center can connect their accounts to Climate FieldView"	<a href="https://climate.com/friends/john-deere-operations-center/">https://climate.com/friends/john-deere-operations-center/</a>
44	xFarm "Yara International and xFarm Technologies partner to advance Sustainable Farming across Europe" (2023.11.14)	<a href="https://xfarm.ag/en/blog-posts/yara-international-e-xfarm-technologies-collaborano-per-far-progredire-lagricoltura-sostenibile-in-europa">https://xfarm.ag/en/blog-posts/yara-international-e-xfarm-technologies-collaborano-per-far-progredire-lagricoltura-sostenibile-in-europa</a>
44	Claas "1989 - 2019 - Company history"	<a href="https://www.claas.co.uk/company/history/company-history/company-history/1989-today?subject=CUK_en_GB">https://www.claas.co.uk/company/history/company-history/company-history/1989-today?subject=CUK_en_GB</a>
45	ISO "Data-driven agrifood systems"	<a href="https://www.iso.org/news/supporting-agrifood-systems">Data-driven agrifood systems</a>
45	ISO "Supporting agrifood systems through international standards"	<a href="https://www.iso.org/news/supporting-agrifood-systems">https://www.iso.org/news/supporting-agrifood-systems</a>
45	ISO "STRATEGIC ADVISORY GROUP REPORT ON SMART FARMING"	<a href="https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/publications/en/2023_SAG_SF_Final_Report.pdf">https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/publications/en/2023_SAG_SF_Final_Report.pdf</a>
45	DIN "New structures for data-driven agrifood systems"	<a href="https://www.din.de/en/innovation-and-research/smart-farming/new-structures-for-data-driven-agrifood-systems">https://www.din.de/en/innovation-and-research/smart-farming/new-structures-for-data-driven-agrifood-systems</a>
45	ANSI "HARNESSING THE POWER OF DATA IN THE AGRIFOOD INDUSTRY"	<a href="https://www.ansi.org/standards-news/all-news/2024/04/4-30-24-harnessing-the-power-of-data-in-the-agrifood-industry-join-us-tag-to-iso-tc-347">https://www.ansi.org/standards-news/all-news/2024/04/4-30-24-harnessing-the-power-of-data-in-the-agrifood-industry-join-us-tag-to-iso-tc-347</a>
45	農林水産省「ISOでデータ駆動型アグリフードシステムに関連する新たな規格の検討がはじまります」2024.3	<a href="https://www.maff.go.jp/j/ias/attach/pdf/hukyu-u-22.pdf">https://www.maff.go.jp/j/ias/attach/pdf/hukyu-u-22.pdf</a>
45	ISO "TMB resolutions (TMB resolutions - 2021 (Resolution 1- 100).pdf)"	<a href="https://www.iso.org/committees/4882545.html?r=00lhcBpgOraPTxt0YNO-jdmsMwCfBU15dyHxRKWmaotZToKn9daMB2D73pW&amp;view=documents#section=isodocuments-top">https://www.iso.org/committees/4882545.html?r=00lhcBpgOraPTxt0YNO-jdmsMwCfBU15dyHxRKWmaotZToKn9daMB2D73pW&amp;view=documents#section=isodocuments-top</a>
46	NEDO「NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ報告会」	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100957123.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100957123.pdf</a>
46	クボタ「NEDO水素・燃料電池成果報告会2023」(2023.7.14)	<a href="https://hydrogen2023.nedo.go.jp/wp-content/uploads/2023/06/A2-2.pdf">https://hydrogen2023.nedo.go.jp/wp-content/uploads/2023/06/A2-2.pdf</a>
46	クボタ「クボタ、開発中の「水素燃料電池トラクタ」を初公開」(2024.3.28)	<a href="https://www.kubota.co.jp/news/2024/management-20240328.html">https://www.kubota.co.jp/news/2024/management-20240328.html</a>
48	OECD "Agriculture irrigation accounts for 70% of water use worldwide"	<a href="https://www.oecd.org/agriculture/topics/water-and-agriculture/">https://www.oecd.org/agriculture/topics/water-and-agriculture/</a>
48	USDA "Hydroponics"	<a href="https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/hydroponics">https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/hydroponics</a>
48	USDA NIFA "Aquaculture Stakeholder Listening Session: Aquaponics"	<a href="https://www.nifa.usda.gov/events/aquaculture-stakeholder-listening-session-aquaponics">https://www.nifa.usda.gov/events/aquaculture-stakeholder-listening-session-aquaponics</a>
48	NASA "NASA SPINOFF" (2006)	<a href="https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2006/er_2.html">https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2006/er_2.html</a>
48	Congressional research service "Controlled Environment Agriculture (CEA) Production" (2023.8.31)	<a href="https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12485">https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12485</a>
48	Dantherm Groep "Why Controlled Environment Agriculture (CEA) is the future" (2023.8.1)	<a href="https://www.danthermgroep.com/en-gb/calorex/why-controlled-environment-agriculture-cea-is-the-future-of-farming">https://www.danthermgroep.com/en-gb/calorex/why-controlled-environment-agriculture-cea-is-the-future-of-farming</a>
48	Roland Berger "Controlled Environment Agriculture (CEA)" (2023.6.5)	<a href="https://www.rolandberger.com/en/insights/Publications/Controlled-Environment-Agriculture-(CEA).html">https://www.rolandberger.com/en/insights/Publications/Controlled-Environment-Agriculture-(CEA).html</a>
49	US Department of Energy "Water, Energy, and the Future of Farming" (2023.9.28)	<a href="https://www.energy.gov/eere/ledo/articles/water-energy-and-future-farming">https://www.energy.gov/eere/ledo/articles/water-energy-and-future-farming</a>
49	USDA "Trends, Insights, and Future Prospects for Production in Controlled Environment Agriculture and Agrivoltaics Systems" (2024.1)	<a href="https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/108221/eib-264.pdf?v=6749.4">https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/108221/eib-264.pdf?v=6749.4</a>
49	Statista "Statistics report on indoor farming" (2023.6.7)	<a href="https://www.statista.com/study/51572/indoor-farming/">https://www.statista.com/study/51572/indoor-farming/</a>
50	Oishii "The World's Largest Indoor Vertical Strawberry Farm"	<a href="https://oishii.com/pages/our-farms">https://oishii.com/pages/our-farms</a>
50	農林水産省「日本の高級イチゴを米国において垂直農法で栽培」	<a href="https://www.affrc.maff.go.jp/docs/innovate/attach/pdf/seika-4.pdf">https://www.affrc.maff.go.jp/docs/innovate/attach/pdf/seika-4.pdf</a>
50	Smart Agri「Oishii Farm. 200億円の資金調達で米国に世界最大の次世代植物工場を建設」	<a href="https://smartagri-jp.com/news/8531">https://smartagri-jp.com/news/8531</a>
50	AFN "Prioritizing taste over timelines": amidst ongoing market correction, vertical farming company Oishii raises \$134m Series B" (2024.2.27)	<a href="https://agfundernews.com/prioritizing-taste-over-timelines-amidst-ongoing-market-correction-vertical-farming-company-oishii-raises-134m-series-b">https://agfundernews.com/prioritizing-taste-over-timelines-amidst-ongoing-market-correction-vertical-farming-company-oishii-raises-134m-series-b</a>
50	農研機構「そよかの」	<a href="https://www.naro.go.jp/collab/breed/0300/0301/131361.html">https://www.naro.go.jp/collab/breed/0300/0301/131361.html</a>
51	Yanmar「「ヤンマー大玉トマト収穫ロボット」試作機を「2022国際ロボット展」へ出展」(2022.3.1)	<a href="https://www.yanmar.com/jp/news/2022/03/01/104681.html">https://www.yanmar.com/jp/news/2022/03/01/104681.html</a>
51	NEDO「革新的ロボット研究開発基盤構築事業」(2020.10.16)	<a href="https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101366.html">https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101366.html</a>
52	NEDO「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」	<a href="https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100137.html">https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100137.html</a>
52	NEDO「AI活用型サービスやAI開発運用基盤の開発など6テーマを採択」(2018.8.16)	<a href="https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101009.html">https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101009.html</a>
52	FARMSHIP「「植物工場等バリューチェーン効率化システム研究開発」がNEDOの研究開発プロジェクトに採択されました。」(2018.8.21)	<a href="https://farmship.co.jp/news/227/">https://farmship.co.jp/news/227/</a>
52	FARMSHIP「AIによる植物工場等バリューチェーン効率化システムの研究開発」(2022.6.16)	<a href="https://www.nedo.go.jp/content/100950147.pdf">https://www.nedo.go.jp/content/100950147.pdf</a>
53	Nedo「脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム」	<a href="https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100197.html">https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100197.html</a>
53	FARMSHIP「NEDO 脱炭素省エネプログラムで、革新的省エネ植物工場技術の開発、2年目目標を達成」(2024.3.29)	<a href="https://farmship.co.jp/news/1037/">https://farmship.co.jp/news/1037/</a>
54	ASCII「月面でも農業を可能に 次世代のアグリテック技術をもつスタートアップ5社」(2022.3.31)	<a href="https://ascii.jp/elem/000/004/087/4087511/">https://ascii.jp/elem/000/004/087/4087511/</a>
55	European Commission "Ensuring availability and affordability of fertilisers" (2022.11.9)	<a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0590(01)">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022DC0590(01)</a>
55	EBIC "Plant biostimulants can alleviate a secondary food security crisis triggered by the conflict in Ukraine"	<a href="https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2022/04/20220425-EBIC-position-Ukraine-COM-communication-final.pdf">https://biostimulants.eu/wp-content/uploads/2022/04/20220425-EBIC-position-Ukraine-COM-communication-final.pdf</a>
57	ファームコネクト「【衝撃】3Kはもう古い？農業のイメージは新3Kの時代です」(2023.1.6)	<a href="https://farm-connect.org/fo-become-a-farmer/3k/">https://farm-connect.org/fo-become-a-farmer/3k/</a>

# TSC Foresight 短信

## アグリテックレポート

～食料安全保障と環境問題の観点から～

2024年 7月 発行

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
イノベーション戦略センター (TSC)

- センター長                    岸本 喜久雄
- 事務局長                    植木 健司
- 国際戦略ユニット  
    ユニット長                徳弘 雅世  
    上席研究員                鈴木 茂雄  
    上席研究員                谷 昌道  
    主任研究員                藤島 孝太郎  
    研究員                    佐藤 優芽
- アグリ・フードテックユニット  
    ユニット長                宇木 俊晴  
    上席技術アナリスト        渡邊 直樹  
    主任研究員                二関 洋子  
    主任研究員                三代 順也

- ・本資料に掲載されている全てのドキュメント、画像等の著作権は、特に記載されているものを除き、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 イノベーション戦略センター（以下、NEDO TSC という。）に帰属します。
- ・本資料の内容の全部又は一部について、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことができます。  
ただし、NEDO TSC以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。
- ・本資料に掲載されている著作物を商業目的で複製する場合は、予め下記お問い合わせ宛にご連絡下さい。商業目的で複製とは、直接収益を得ることを目的に著作物を複製して販売すること等を指します。
- ・本資料の全部又は一部について、NEDO TSCに無断で改変を行うことはできません。
- ・本資料に関する問い合わせ先：  
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
イノベーション戦略センター  
電話 044-520-5200 E-Mail: tsc-unit-2024@ml.nedo.go.jp