

農業の脱炭素化と農業電化への期待

2023年10月

早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科

准教授 野津 喬

1. 自己紹介
2. 農業の脱炭素化の重要性
3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題
4. 実現に向けた方向性
5. まとめ

1. 自己紹介

2. 農業の脱炭素化の重要性

3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題

4. 実現に向けた方向性

5. まとめ

自己紹介

早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科
准教授 野津 喬(のづ たかし) (博士(公共政策分析))

1998～2013年 農林水産省勤務

- ・鳥獣被害防止特措法の立法(2007～2009)
- ・6次産業化法の立法(2009～2010)
- ・バイオマス活用推進基本計画の改正(2010～2011)
- ・農山漁村再エネ法の立法(2011～2013) など

2014年～2020年 実践女子大学

2020年～ 早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科
(現職)

本日お話しすること

農林水産省が2021年に策定した

「みどりの食料システム戦略」を切り口として、

農業の脱炭素化と農業電化の方向性について

お話しします。

1. 自己紹介

2. 農業の脱炭素化の重要性

3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題

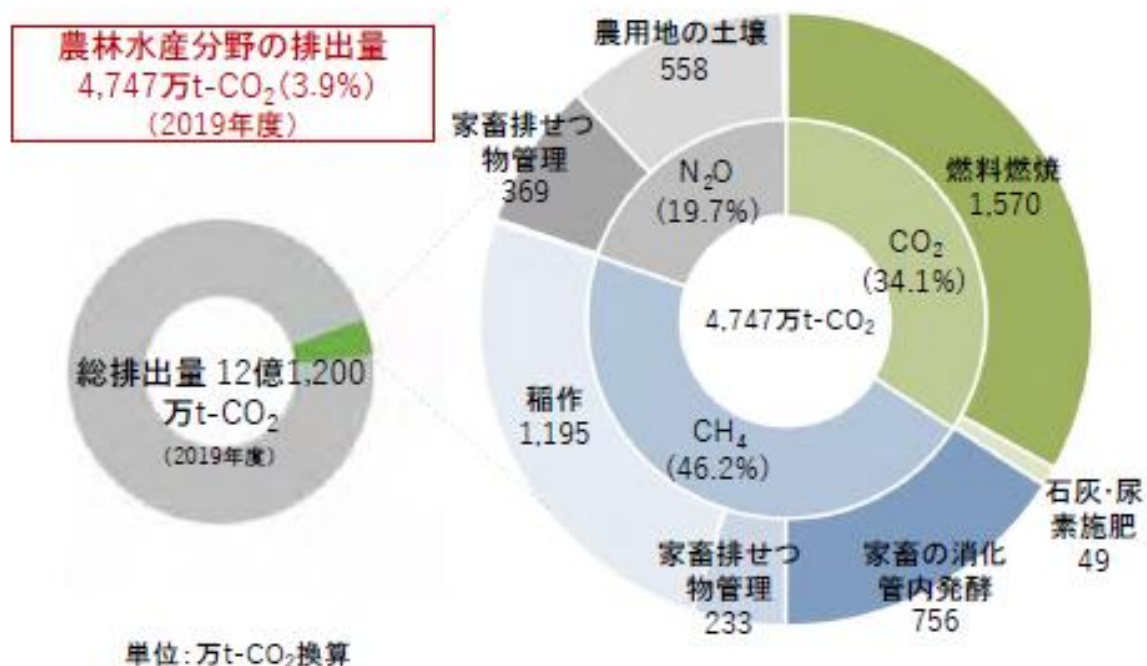
4. 実現に向けた方向性

5. まとめ

地球温暖化と農業

日本の温室効果ガス排出量に占める農林水産分野の割合は4%程度

■ 日本の農林水産分野のGHG排出量



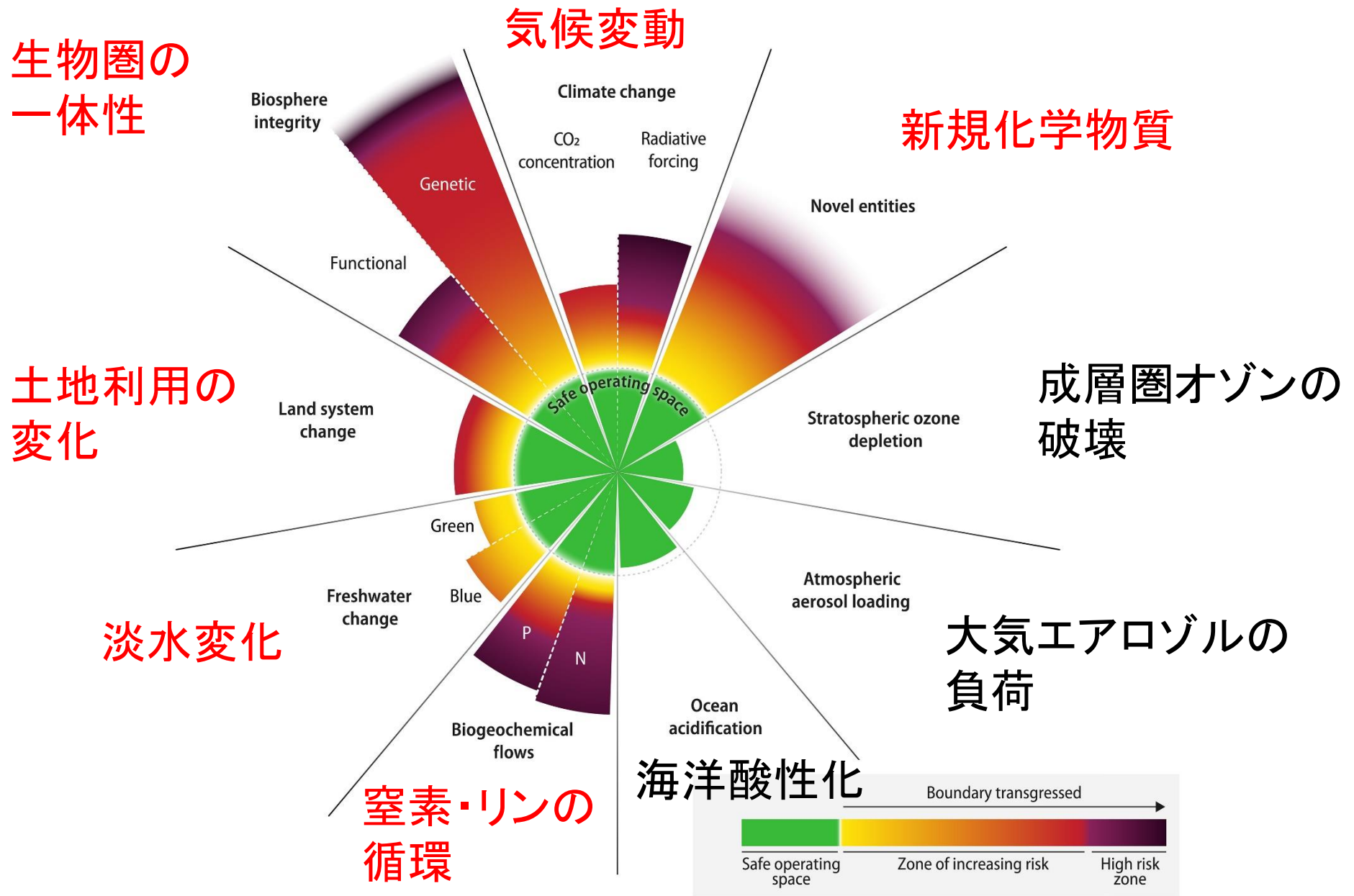
* 温室効果は、CO₂に比べメタンで25倍、N₂Oでは298倍。

出典: 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)

(出典) 農林水産省農産局農業環境対策課(2021)「農業分野における気候変動・地球温暖化対策について」

みどりの食料システム戦略(抜粋)

・・・地球の限界を意味する「プラネタリー・バウンダリー」は、9つの項目のうち・・・4項目で境界をすでに超え、今後は、生態系の均衡が不可逆的に移行し、負の現象が連鎖的に起こるとされている。食料・農林水産業が利活用してきた土地や水、生物資源などのいわゆる「自然資本」の持続性にも大きな危機が迫っており、早急かつ大胆な取組が求められている。・・・



(出典) Richardson, Katherine, et al. "Earth beyond six of nine planetary boundaries." *Science Advances* 9.37 (2023): eadh2458.

みどりの食料システム戦略(抜粋)

・・・地球の限界を意味する「プラネタリー・バウンダリー」は、9つの項目のうち・・・4項目で境界をすでに超え、今後は、生態系の均衡が不可逆的に移行し、負の現象が連鎖的に起こるとされている。食料・農林水産業が利活用してきた土地や水、生物資源などのいわゆる「自然資本」の持続性にも大きな危機が迫っており、早急かつ大胆な取組が求められている。・・・

※再掲

生物圏の
一体性

気候変動

新規化学物質

土地利用の
変化

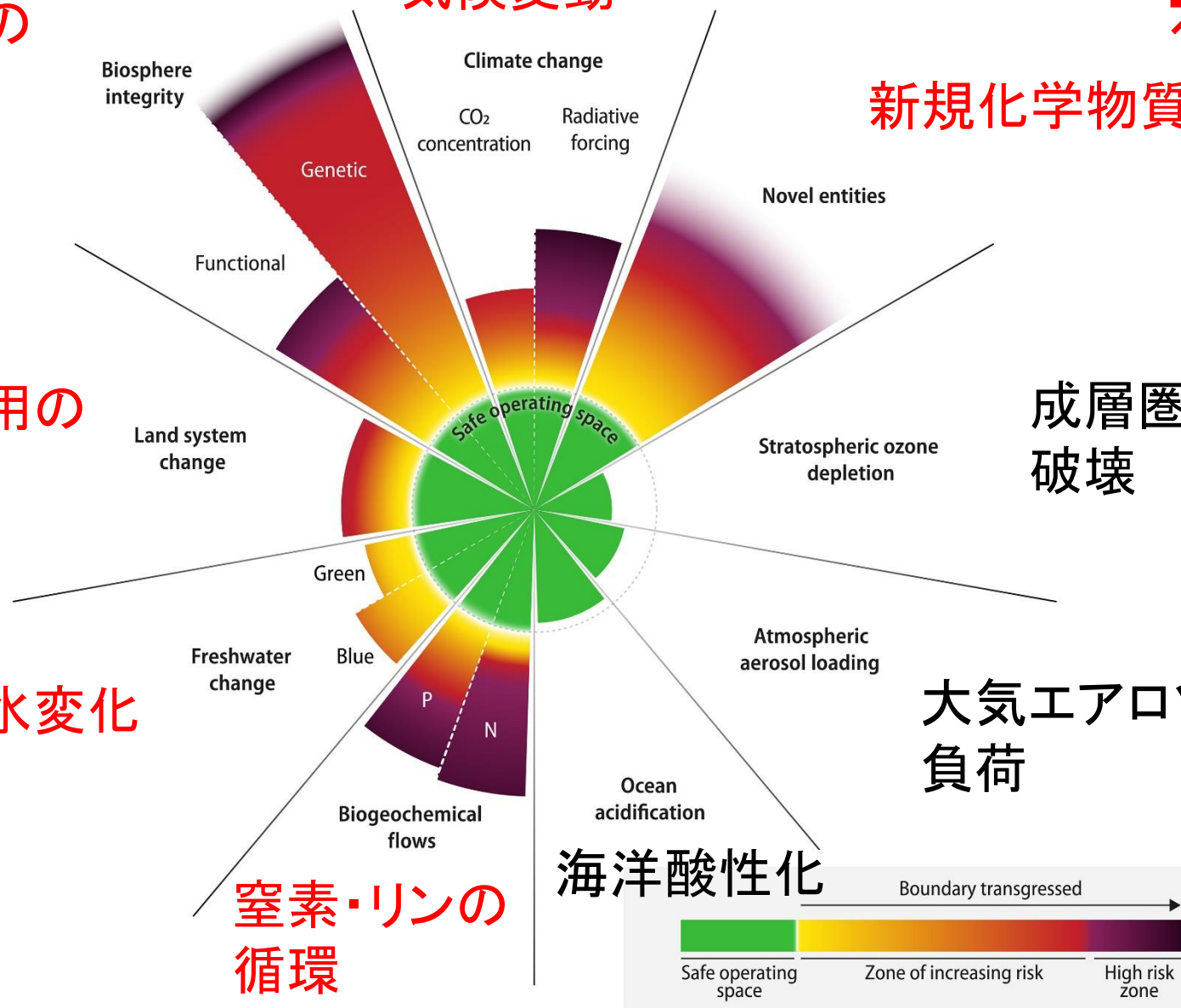
成層圏オゾンの
破壊

淡水変化

大気エアロゾルの
負荷

窒素・リンの
循環

海洋酸性化



(出典) Richardson, Katherine, et al. "Earth beyond six of nine planetary boundaries." *Science Advances* 9.37 (2023): eadh2458.

みどりの食料システム戦略（抜粋）

・・・**温暖化**が進む中、全国各地での記録的な豪雨や台風等の頻発、高温が農林水産業における**重大なリスク**の一つとなっており、作物の収量減少・品質低下、漁獲量の減少など、**生産現場に大きな影響**が生じている。・・・

・・・**政府**として・・・**2050年カーボンニュートラルの実現**を目指すことを宣言して取り組んでいく中、**食料・農林水産業の分野においても、これに積極的に貢献していく必要がある。**

主要国の環境政策

○ 各国・地域が、食と生物多様性に関わる戦略を策定。EU、米国では具体的な数値目標を提示。

EU



「ファーム to フォーク」(農場から食卓まで) 戦略 (2020年5月)

欧州委員会は、欧州の持続可能な食料システムへの包括的なアプローチを示した戦略を公表。

今後、二国間貿易協定にサステナブル条項を入れる等、国際交渉を通じてEUフードシステムをグローバル・スタンダードとすることを目指している。

- 次の数値目標(目標年: **2030年**)を設定。
 - 化学農薬の使用及びリスクの**50%削減**
 - 一人当たり食品廃棄物を**50%削減**
 - 肥料の使用を少なくとも**20%削減**
 - 家畜及び養殖に使用される抗菌剤販売の**50%削減**
 - 有機農業に利用される農地を少なくとも**25%に到達**
- 等

米国 (新政権の動き)



バイデン米国大統領会見 (2021年1月27日)

「米国の農業は世界で初めてネット・ゼロ・エミッションを達成する」

国内外における気候危機対処のための大統領令 (ファクトシート)

- パリ協定の目標を実施し、米国がリーダーシップを発揮
 - 化石燃料補助金の廃止を指示
 - 気候スマート農法の採用奨励を指示
- 等

米国 (農務省) 「農業イノベーションアジェンダ」

(2020年2月 (トランプ政権))

米国農務省は、2050年までの農業生産量の**40%増加**と環境フットプリント**50%削減**の同時達成を目標に掲げたアジェンダを公表。さらに技術開発を主軸に以下の目標を設定。

- **2030年までに**食品ロスと食品廃棄物を**50%削減**
 - **2050年までに**土壌健全性と農業における炭素貯留を強化し、農業部門の現在のカーボンフットプリントを**純減**
 - **2050年までに**水への栄養流出を**30%削減**
- 等

(出典)農林水産省(2021)「みどりの食料システム戦略参考資料」

みどりの食料システム戦略の全体像

みどりの食料システム戦略（概要）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation (MeaDRI)

令和3年5月
農林水産省

現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、内食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメイキングへの参画



「Farm to Fork戦略」(20.5)

2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大



「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)

2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

農林水産業や地域の将来も見据えた持続可能な食料システムの構築が急務

持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

2050年までに目指す姿

農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現

低炭素農業の転換、健全な食料システムの実現を目指す

に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減

- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した

輸入原材料調達の実現を目指す

- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現

戦略的な取組方向

2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）

2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、

今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）

※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。

2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。

補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。

※革新的技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。

地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。

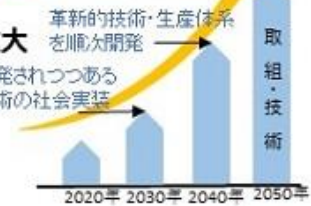


ゼロエミッション持続的発展

革新的技術・生産体系の速やかな社会実装

革新的技術・生産体系を順次開発

開発されつつある技術の社会実装



期待される効果

経済 持続的な産業基盤の構築

- ・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）
- ・国産品の評価向上による輸出拡大
- ・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大

社会 国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大

- ・生産者・消費者が連携した健康的な日本型食生活
- ・地域資源を活かした地域経済循環
- ・多様な人々が共生する地域社会

環境 将来にわたり安心して暮らせる地球環境の継承

- ・環境と調和した食料・農林水産業
- ・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献
- ・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減

アジアモンsoon地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

みどりの食料システム戦略（抜粋）

4 具体的な取組

(1) 資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進

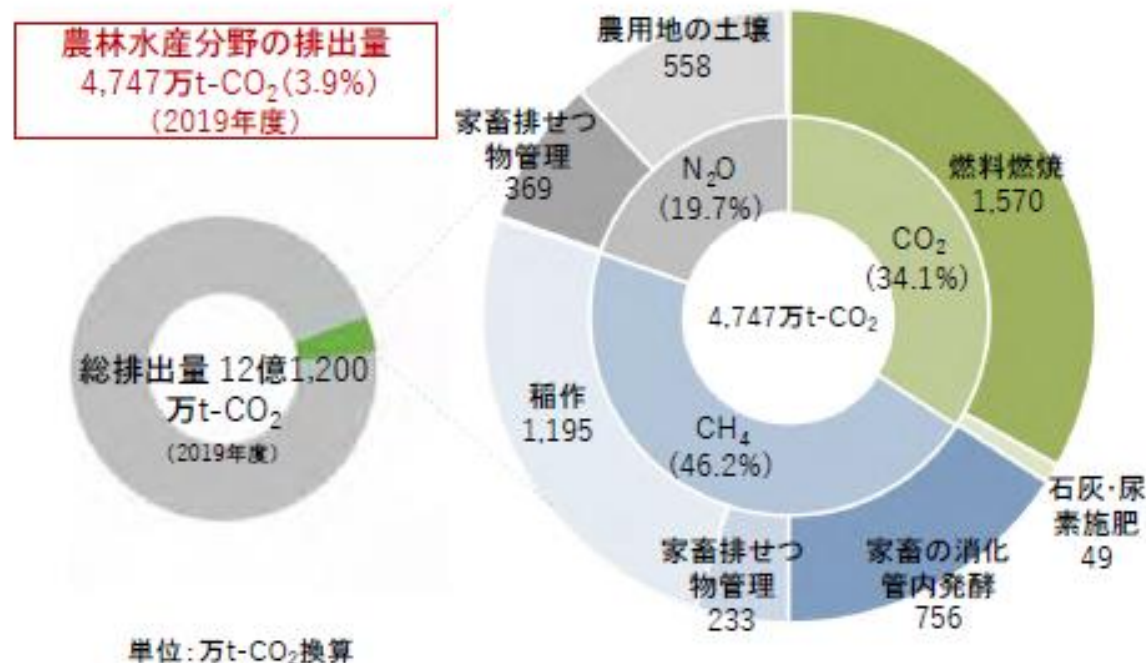
① 持続可能な資材やエネルギーの調達

- ・ 営農型太陽光発電、バイオマス・小水力発電等による地産地消型エネルギーマネジメントシステムの構築
- ・ 農山漁村の活性化に資する再エネ事業者等の取組を可視化するためのロゴマークの導入
- ・ 小水力発電、地産地消型バイオガス発電施設等の導入
- ・ . . .

1. 自己紹介
2. 農業の脱炭素化の重要性
- 3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題**
4. 実現に向けた方向性
5. まとめ

日本の温室効果ガス排出量に占める農林水産分野の割合は4%程度

■ 日本の農林水産分野のGHG排出量



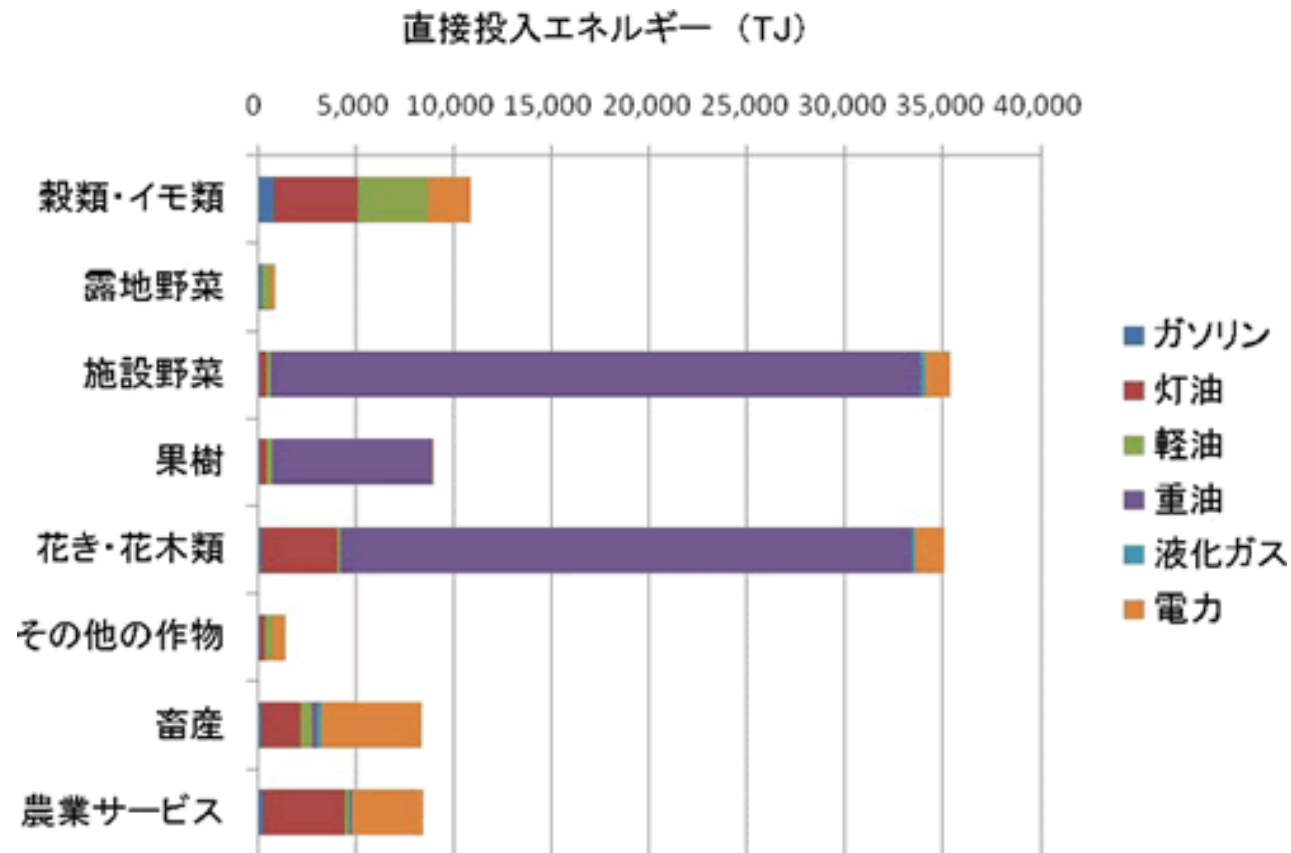
* 温室効果は、CO₂に比べメタンで25倍、N₂Oでは298倍。

出典: 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)

(出典) 農林水産省農産局農業環境対策課(2021)「農業分野における気候変動・地球温暖化対策について」

農業の脱炭素化の必要性

ただし農業分野は化石燃料への依存度が極めて高く、脱炭素化の取り組みが急務



(出典) 吉田修一郎(2011)「水田農業とエネルギー問題」

農業の脱炭素化の現状と課題

取り組み事例がごく少ない農業分野における太陽光発電の自家利用について、事業着手の前提となる農業者の価値観や志向を明らかにするため、**先進事例の事例調査(ケーススタディ)**を実施（野津, 2022）

(データソース)農林水産省再エネ事例集
太陽光発電 60 ⇒ うち自家利用 14

(事業類型)

営農事業 8 (施設園芸4、露地栽培1、育苗1、畜産2)

営農事業以外 6 (食品加工製造5、農協1)

課題① (コスト)

- ・**全事例**において、太陽光発電の自家利用を行う場合、**コストが課題**として認識

→自家利用による光熱費低減，補助事業による補助金，余剰売電による売電収入を積み上げてようやく，コスト的に見合ったものになる

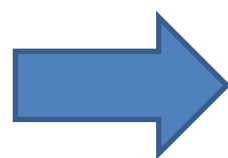
- ・コストに関連して、**電力需給変動への対応**も課題として認識

(電力需給の**時間変動**) 2事例

(電力需給の**季節変動**) 3事例

需給の時間変動

→ 施設園芸・・・加温のためのエネルギーが必要となるのは気温が大きく下がる夜間



昼間に太陽光発電で発電した電気(エネルギー)を何らかの形で夜間まで貯めておく必要

<農家の発言>

蓄電池の価格が非常に高価なために、費用対効果の面で導入は難しい

需給の季節変動

→ 農業は他産業と比較して、季節ごとのエネルギー需要変動が大きい

(例1) **春の田植え**と**秋の収穫**にエネルギー消費の多くが集中する**水稲作**

(例2) 比較的エネルギー需要が安定している**施設園芸**ですら、**加温**に必要なエネルギー消費は**冬季に集中**

→ **太陽光発電**の発電量の季節変動

課題②（取り組みの効果）

- ・ 企業イメージ向上への期待 1事例のみ

→ 太陽光発電の自家利用**単体でのイメージアップは困難**

→ 「地域の環境や地球環境を良くしたい」という**非経済的動機**

1. 自己紹介

2. 農業の脱炭素化の重要性

3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題

4. 実現に向けた方向性

5. まとめ

農業電化による脱炭素化の展開に向けて

農業電化による脱炭素化に必要な観点

- ① 農業の領域拡張
- ② フードチェーン全体の観点

農業電化による脱炭素化の展開に向けて

農業電化による脱炭素化に必要な観点

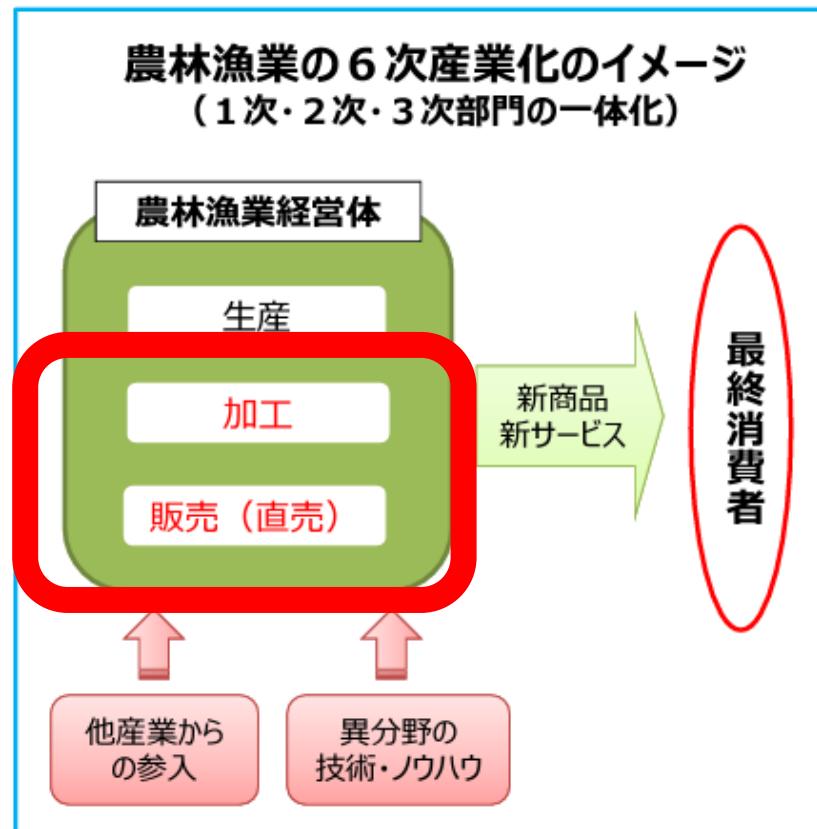
①農業の領域拡張

②フードチェーン全体の観点

農業の領域拡張(その1)

→ 農業の6次産業化

(例: 夏季にサツマイモを生産、冬季にペースト品に加工・販売)



(出典)農林水産省大臣官房新事業・食品産業部(2021)「6次産業化の推進について」

農業の領域拡張(その2)

→ 農業のスマート化 + 地域課題解決

- ・AI・IoTを活用した農業生産の省力化／低炭素化
- ・再生可能エネルギーを契機とした耕作放棄地解消
- ・災害時の電力供給
- ・脱炭素化を契機とした地域コミュニティ再生 等

(出典)米原市「エコビレッジ構想」(ヤンマーホールディングス作成)

* ECO VILLAGE 構想を紹介中 ▶ <https://youtu.be/F-7M8L-WbY> イメージ図

●先行地域 (柏原地区耕作放棄地群)

1 富農型太陽光発電
ソーラーシェアリングにより、再生エネルギーと地域産品を生産。CO2の削減に貢献する。

2 環境配慮型グリーンハウス (コンセプトモデル)
滋賀県産材やリユースの断熱パイプ等を使って環境に配慮したグリーンハウスを設置する。

3 環境配慮型グリーンハウスを利用したスペース
地域コミュニティを活性化、新しいコミュニティ作りするためのスペース

4 農産連携
環境配慮型グリーンハウスで、障がい者等に作業しやすい環境と作業支援ツールを提供、働く場を提供する。

5 有機栽培による緑肥栽培
昨今需要の高いインテグリア緑肥を中心とした園芸を栽培し、マーケットへの参入を目指す。

6 有機栽培による野菜等栽培
野菜や果実などの栽培を行い、商品化を行う。

低GHGな食料生産 (ECO VILLAGE)

市有地における太陽光発電設備設置
民間施設における太陽光発電設備設置
民間施設における大型蓄電池設置

大型蓄電設備

EVカー及び充電スタンド (公用車)

滋賀県東北部工業技術センター

市関係施設

民間施設

米原市庁舎

ヤンマー中央研究所

空き家利用ツーリズム
空き家利用コワーキング
空き家をリノベーションして宿泊施設やワーキングスペースに転用。

貨客混載 Maas
貨物輸送と共に地域住民のインフラの一つとして整備。

プロダクト化
栽培されたものを商品化し、販売する。自動販売機などを使用。

●先行地域かつ促進区域 (米原駅周辺民生施設群)

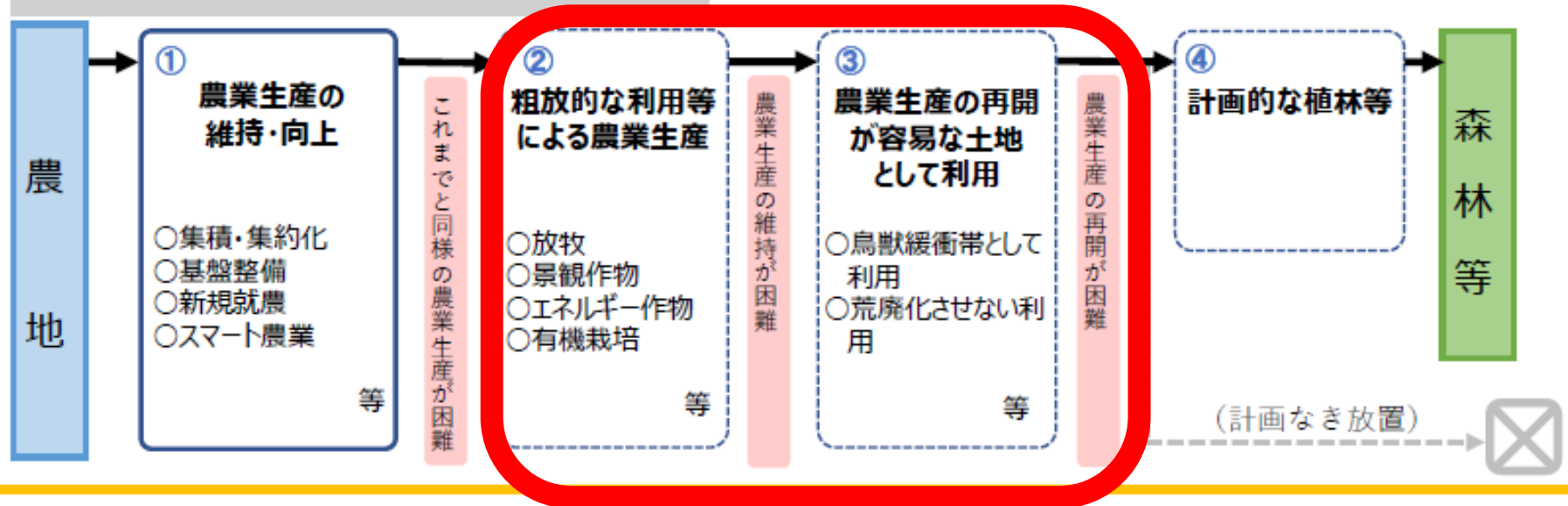
滋賀県米原市から日本全国へ本プロジェクトのノウハウやスキームを、滋賀県米原市から日本全国へ展開する。

土地利用の施策

(人口減少社会における長期的な土地利用の在り方)

- 食料の安定供給のための農地の確保を前提として、有機農業や放牧など持続可能な土地利用とこれを支える農地・農業水利施設の整備

長期的な土地利用の検討の方向性 (概要)



(出典)長期的な土地利用の在り方に関する検討会中間とりまとめ(農林水産省, 2021)

農地と山林の遮断

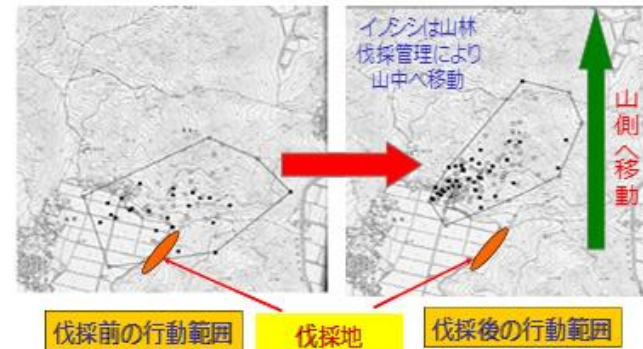
－緩衝地帯の設置－

- ◇野生動物は基本的に臆病で人を恐れる生き物。
- ◇隠れ場所がなく見通しの良い農地へ侵入するときは相当警戒する。
- ◇農地に接する山林などの間に緩衝地帯（バッファゾーン）を設置することにより、野生動物は農地に侵入しにくくなる。

農地と山林などとの間の管理による対策



<寺本憲之撮影>



滋賀県立大学「テレメトリー調査」より

(出典)野生鳥獣被害防止マニュアルー生態と被害防止対策(基礎編)平成18年3月版(農林水産省生産局, 2006)

農業電化による脱炭素化の展開に向けて

農業電化による脱炭素化に必要な観点

①農業の領域拡張

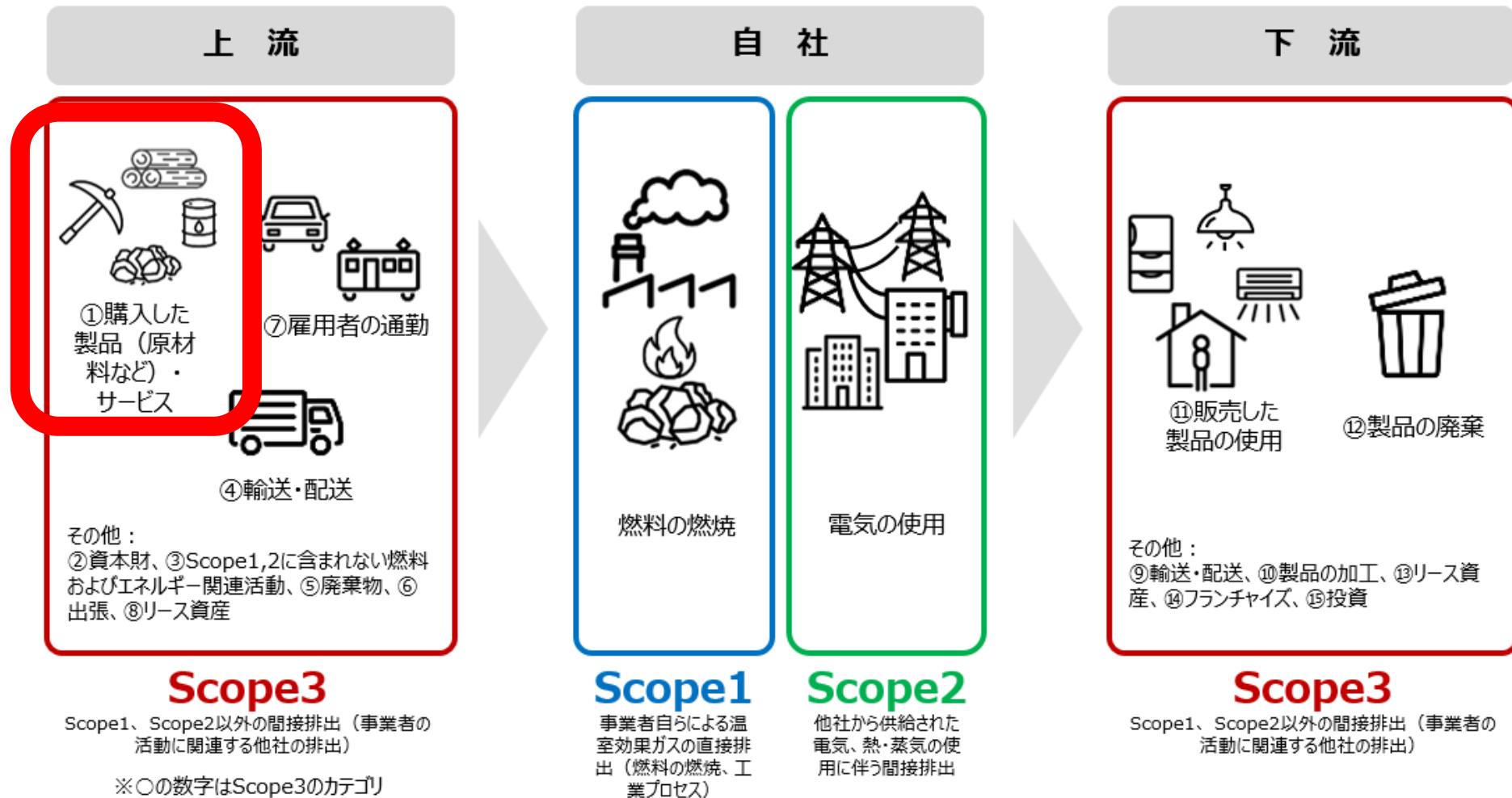
②フードチェーン全体の観点

みどりの食料システム戦略（抜粋）

・・・SDGsや環境に対する関心が国内外で高まり、重要な行動規範としてあらゆる産業に浸透しつつある。

・・・ビジネスにおいても持続可能性への取組が企業評価やESG投資等を行う上での重要な判断基準となりつつある。特に、食品企業にとっては、国際的に普及している持続可能性を評価する尺度を目指した企業活動を行うことが、市場における価値を高める上で重要になっている。・・・

サプライチェーン全体を通じた排出削減の要請



（出典）資源エネルギー庁ホームページ

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/scope123.html>

農業者にとっても他人ごとではない

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 食品産業

～持続可能な社会と食品産業発展のために私たちにできること～

最新情報	17の目標と食品産業	SDGsとは?	SDGsの特徴	SDGsが誕生するまで
SDGsの目標とターゲット	食品産業にとっての価値	食品産業における取組	セミナー	関連サイト・FAQ

17の目標と食品産業とのつながり

目標13：気候変動から地球を守るために、今すぐ行動を起こそう

13 気候変動に
具体的な対策を



気候変動は開発にとって最大の脅威であり、その広範な未曾有の影響は、最貧層と最も脆弱な立場にある人々に不当に重くのしかかっています。気候変動とその影響に対処するだけでなく、気候関連の危険や自然災害に対応できるレジリエンスを構築するためにも、緊急の対策が必要です。

各社の取組

- 日本マクドナルド株式会社
- 株式会社アレフ
- 昭和産業株式会社
- 株式会社シジシージャパン
- 日清食品ホールディングス株式会社
- ワタミ株式会社
- モンデリーズ・ジャパン株式会社
- 森永乳業株式会社
- 大塚ホールディングス株式会社
- 株式会社なとり
- 株式会社セブン&アイ・ホールディングス

[新事業・食品産業部の取組はこちら](#)

[この目標に関するターゲットはこちら](#)

<注> ▶ 上記の目標の訳は、どなたにでもわかりやすいよう、公益財団法人 日本ユニセフ協会の広報資料から引用しています。
▶ 各企業の取組の多くは、SDGsの複数の目標に関連しています。

(出典) 農林水産省

https://www.maff.go.jp/j/shokusan/sdgs/goal_13.html

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～ の検討方向

食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現する「みどりの食料システム戦略」の検討を進め、来年3月中間とりまとめ、5月までに決定。

2050年のカーボンニュートラルの実現、生物多様性目標への貢献

→ 国際会議の動向も踏まえ、R3年度中に、農林水産省地球温暖化対策・気候変動適応計画及び農林水産省生物多様性戦略を改定



（出典）農林水産省（2021）「みどりの食料システム戦略参考資料」

みどりの食料システム戦略（抜粋） ※再掲

4 具体的な取組

(1) 資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進

① 持続可能な資材やエネルギーの調達

- ・ 営農型太陽光発電、バイオマス・小水力発電等による地産地消型エネルギーマネジメントシステムの構築
- ・ 農山漁村の活性化に資する再エネ事業者等の取組を可視化するためのロゴマークの導入
- ・ 小水力発電、地産地消型バイオガス発電施設等の導入
- ・ . . .

営農型太陽光発電の認知度と受容度（野津，2023）

- ・**営農型太陽光発電**が多く実施されている関東地域でも、営農型太陽光発電の消費者の**認知度は低い**
- ・消費者は営農型太陽光発電に対して**比較的良い印象**を持っている



図1 営農型太陽光発電のイメージ

表4 営農型太陽光発電の認知度の内訳

(1)全く知らなかった	38.2%
(2)あまり知らなかった	28.4%
(3)どちらでもない	9.7%
(4)やや知っていた	20.9%
(5)良く知っていた	2.8%

表5 営農型太陽光発電の受容度の内訳

(1)とても悪い	1.8%
(2)やや悪い	2.9%
(3)どちらでもない	27.7%
(4)やや良い	27.6%
(5)とても良い	40.8%

一般的な農業との比較

一般的な農業と比較すると、営農型太陽光発電の営農事業は、食料安定供給、地域活性化の面で有意に評価が低い**が、その差は大きいものではない**

表7 農業全般と営農型太陽光発電の比較

変数	一般的な農業	営農型太陽光発電	検定
食料安定供給	4.09	3.80	***
地域活性化	3.99	3.61	***

注：***，**，*は，それぞれ有意水準 1%，5%，10%で統計的に有意であることを示す。以下同じ。

一般的な発電事業との比較

一般的な太陽光発電と比較すると、営農型太陽光発電の発電事業は、**電力安定供給、地域活性化、景観影響**の点で**評価が高い**

→一般的に営農型太陽光発電は通常太陽光発電と比較して、発電電力量が小さくなるが...

→農業の持つプラスのイメージが影響？

表8 太陽光発電全般と営農型太陽光発電の比較

変数	太陽光発電全般	営農型太陽光発電	検定
メリット			
電力安定供給	3.74	3.88	***
地域活性化	3.41	3.61	***
温暖化解決	3.84	3.84	-
デメリット			
景観影響	3.46	3.20	***

1. 自己紹介
2. 農業の脱炭素化の重要性
3. 農業の脱炭素化と農業電化の課題
4. 実現に向けた方向性
5. **まとめ**

まとめ

- ・農業分野は化石燃料への依存度が極めて高く、脱炭素化の取り組みが急務
- ・農業電化による脱炭素化には、コスト、電力需給変動への対応、消費者からの適切な評価など、クリアすべき課題が複数存在
- ・農業電化による脱炭素化の実現には、六次産業化、スマート農業、地域課題解決など、農業の領域拡張と、食品産業・消費者を含めたサプライチェーン全体の観点が重要

ご清聴ありがとうございました。