

目標 5

2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出



目標5のプログラムディレクター



【P D】

千葉 一裕

東京農工大学 学長

2050年までに、未利用の生物機能等のフル活用により、地球規模でムリ・ムダのない持続的な食料供給産業を創出

【専門分野】

生物有機化学、有機電解反応等

【主な経歴】

2013年7月 東京農工大学大学院農学研究院副院長として、日本の国立大学としては初めて国連食糧農業機関 (FAO) と包括的連携協定の締結を主導するなど、国際的な研究活動、人材育成に積極的に取り組む

2020年4月 東京農工大学学長に就任

自らの研究成果に基づくスタートアップ企業 (JITSUBO (株)) を創業しており、研究成果の社会実装に関する豊富な知見・経験を有する

目標 5

課題設定の背景

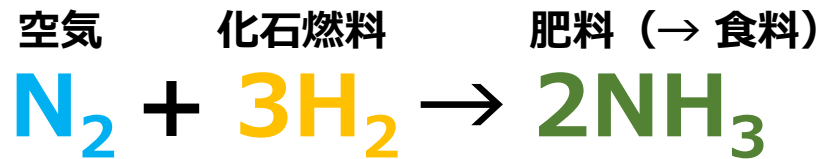
食料供給産業は 温室効果ガス排出・土壌劣化要因の一つ



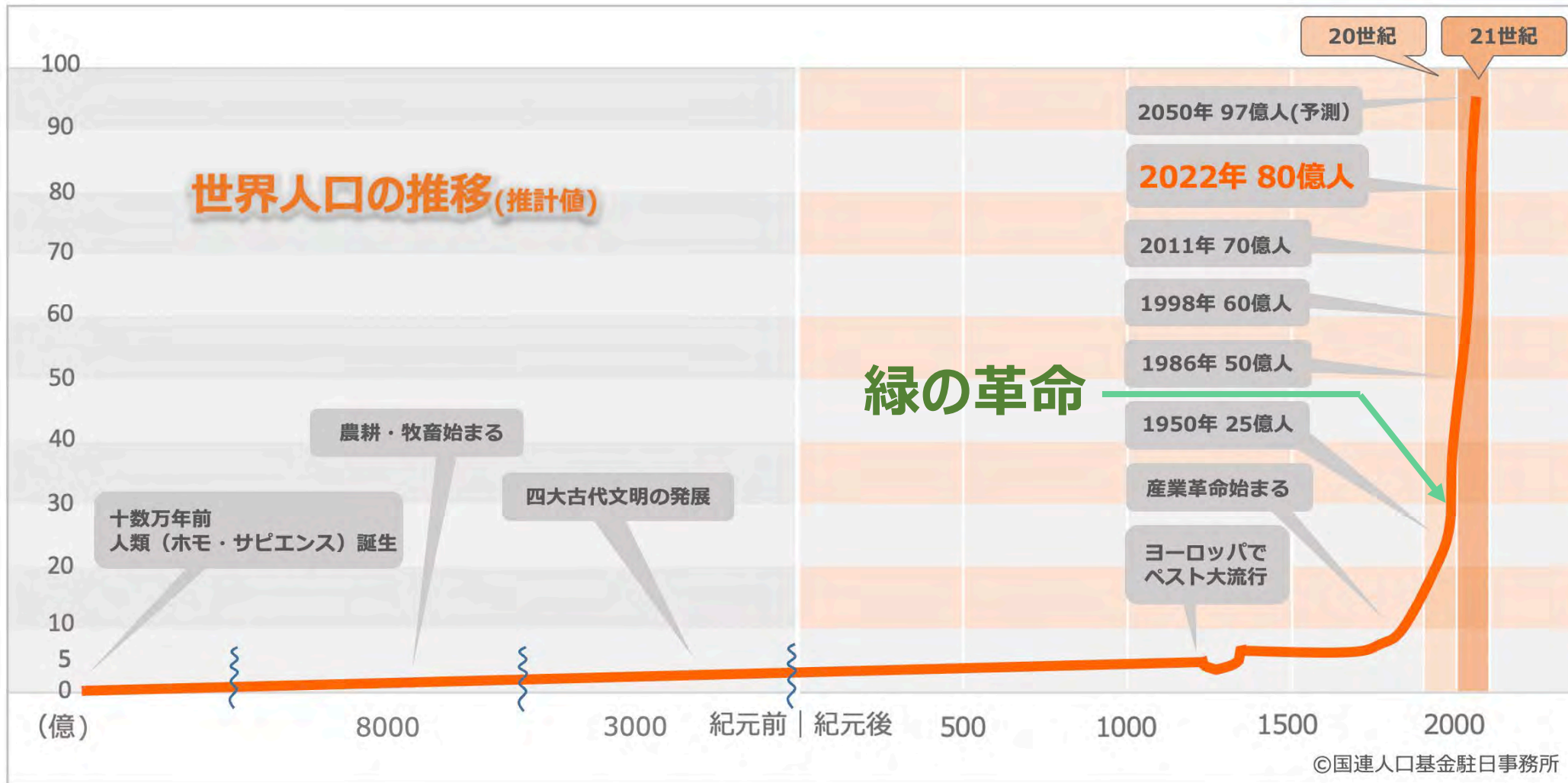
世界的に**環境破壊**と**食料争奪戦**が加速している

人類は100年前、「化石燃料」を使い 「空気→肥料」技術により 大量の「食料」を入手

「緑の革命」に繋がる重要発明の一つ：

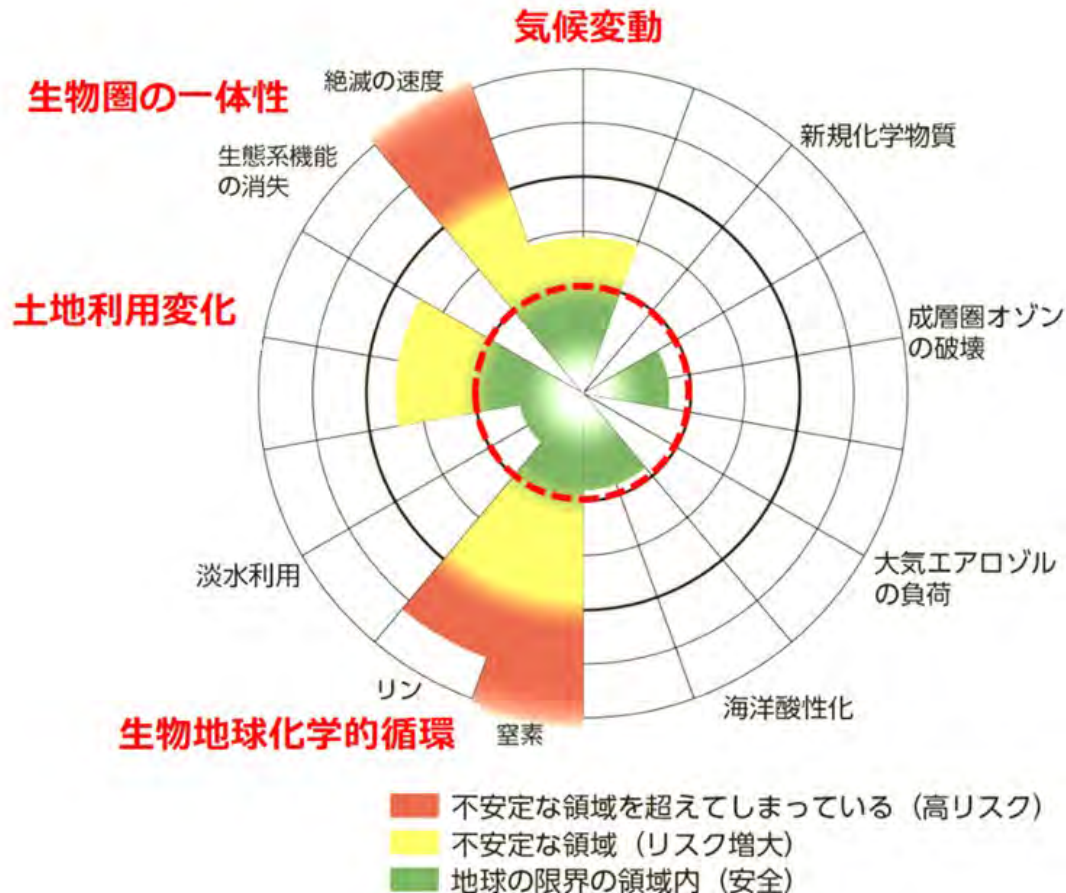


「緑の革命」は世界人口の急激な増加をもたらす



出展：国連人口基金駐日事務所HPを基に作成

地球は既に「限界」を超えてしまった

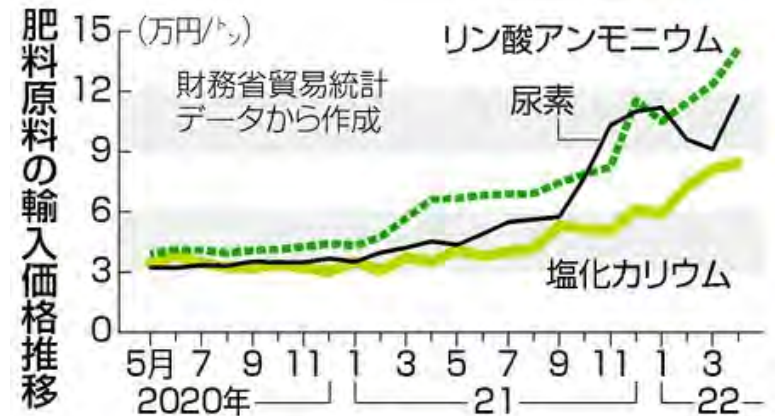


<https://energy-shift.com/news/11c0a513-437b-466a-9ad1-18157508551e>

● 温室効果ガスの急速な増加

(二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、)

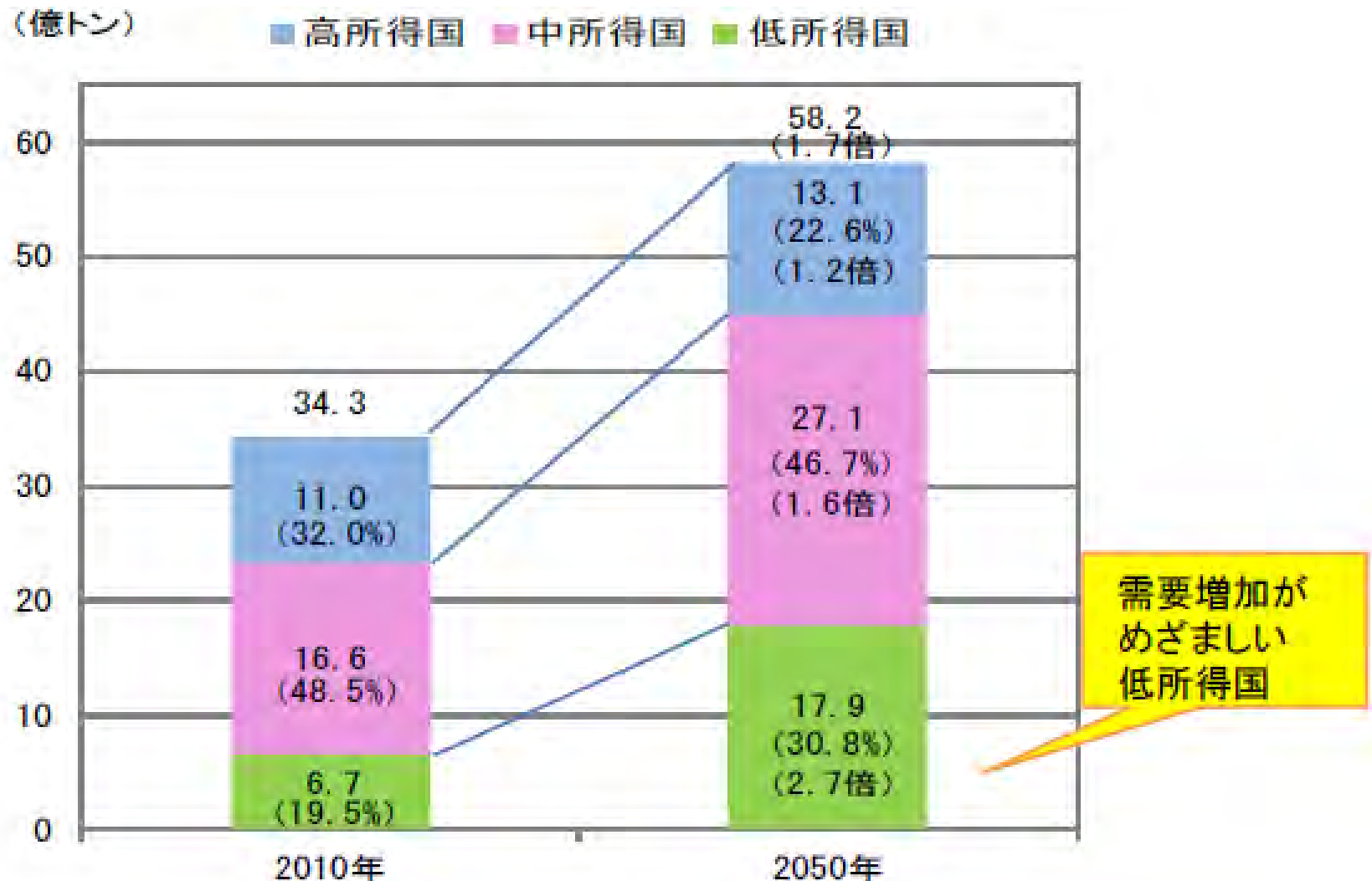
● 過剰な窒素肥料の使用、不足するリン肥料



<https://www.jiji.com/jc/article?k=2022060100971&g=eco>

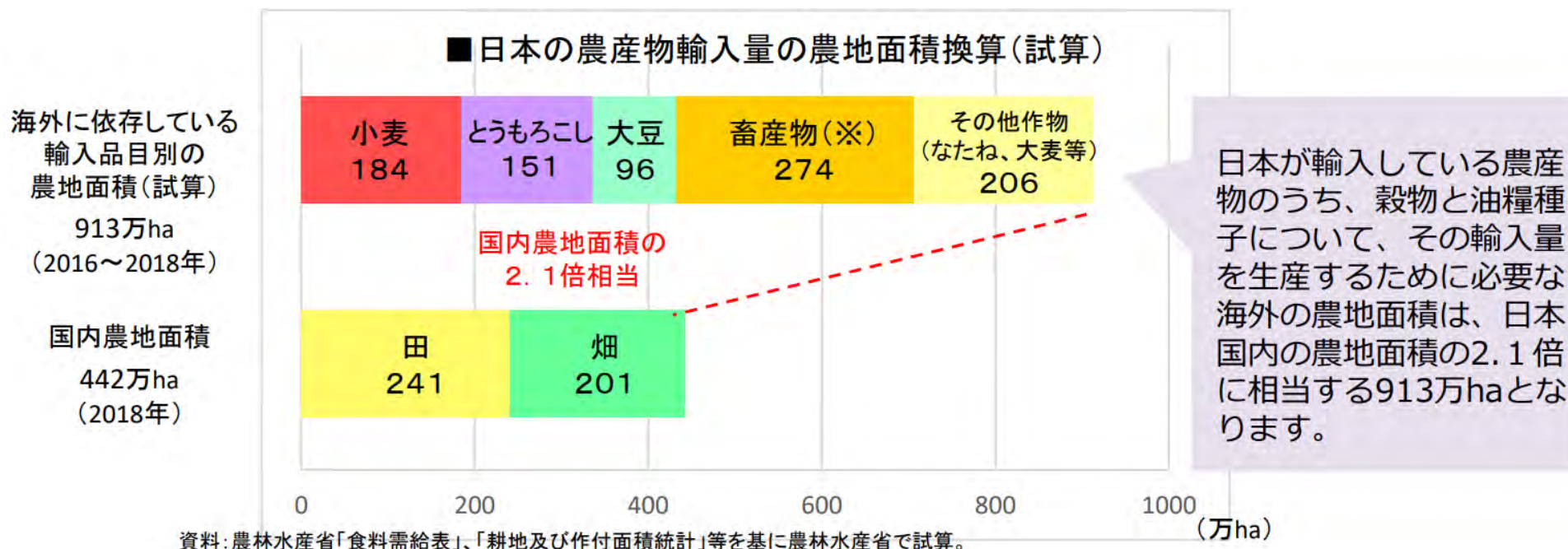
● 食による健康維持の危機

2050年の食料需要は 2010年の**1.7倍**（世界）



農林水産省「2050年における世界の食料需給見通し」（令和元年9月）より

日本の農産物輸入量を農地面積に換算すると 海外で2.1倍の農地を使っている



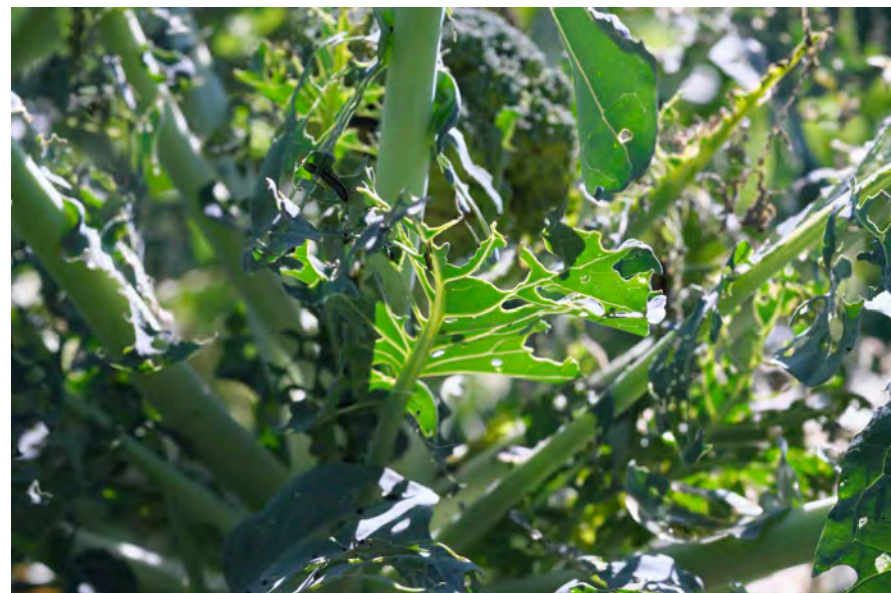
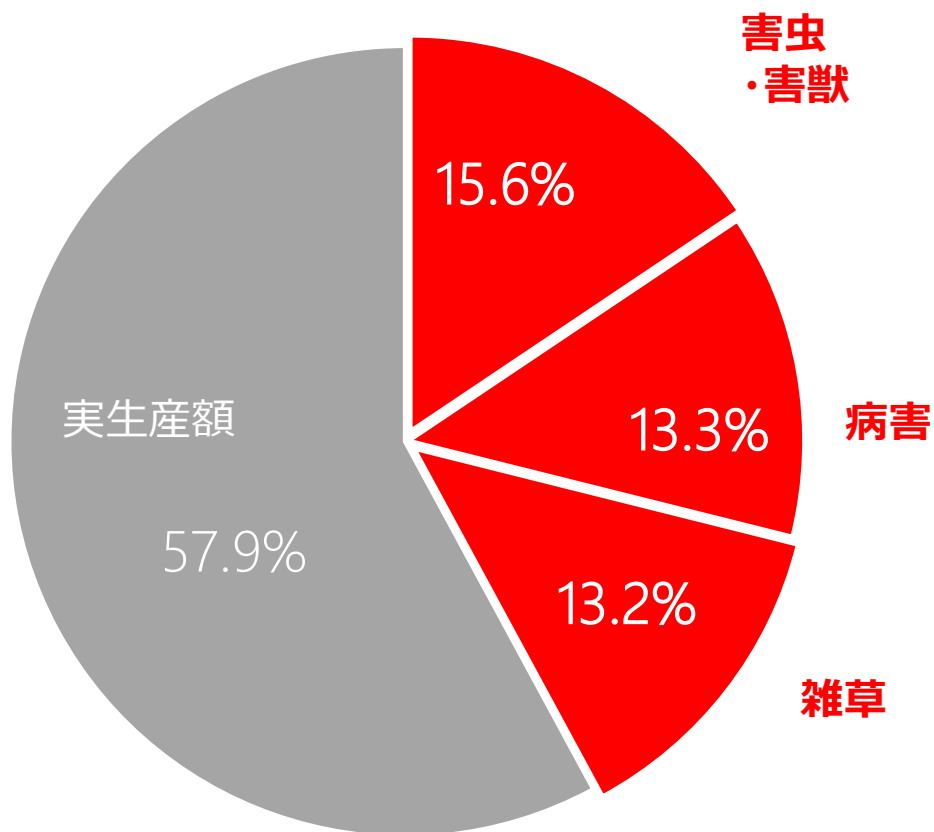
日本が輸入している農産物のうち、穀物と油糧種子について、その輸入量を生産するために必要な海外の農地面積は、日本国内の農地面積の2.1倍に相当する913万haとなります。

(※) 輸入している畜産物の生産に必要な牧草・とうもろこし等の量を当該輸入相手国の単収を用いて面積に換算したもの。
大豆油の搾りかすや小麦ふすま等も飼料として活用。

注: 1年1作を前提

出典: 知ってる? 日本の食料事情2022

作物生産の 42%は 害虫や病害等で消失



100%=世界の可能作物生産額(≒165兆円)

Sharma et al. (2017)

「食料ロス・食料廃棄」と「農地での廃棄」を合わせて 年間 **約25億トン**がムダに捨てられている

- 食料ロス・食料廃棄は、世界全体で人の消費向けに生産された**食料の約1/3**、量にして年間**約13億トン**

出典：FAO 2011 Global Food Losses and Food Waste



©FAO / O. ARGENTI

Central wholesale market
in Pakistan



© H. GRABER

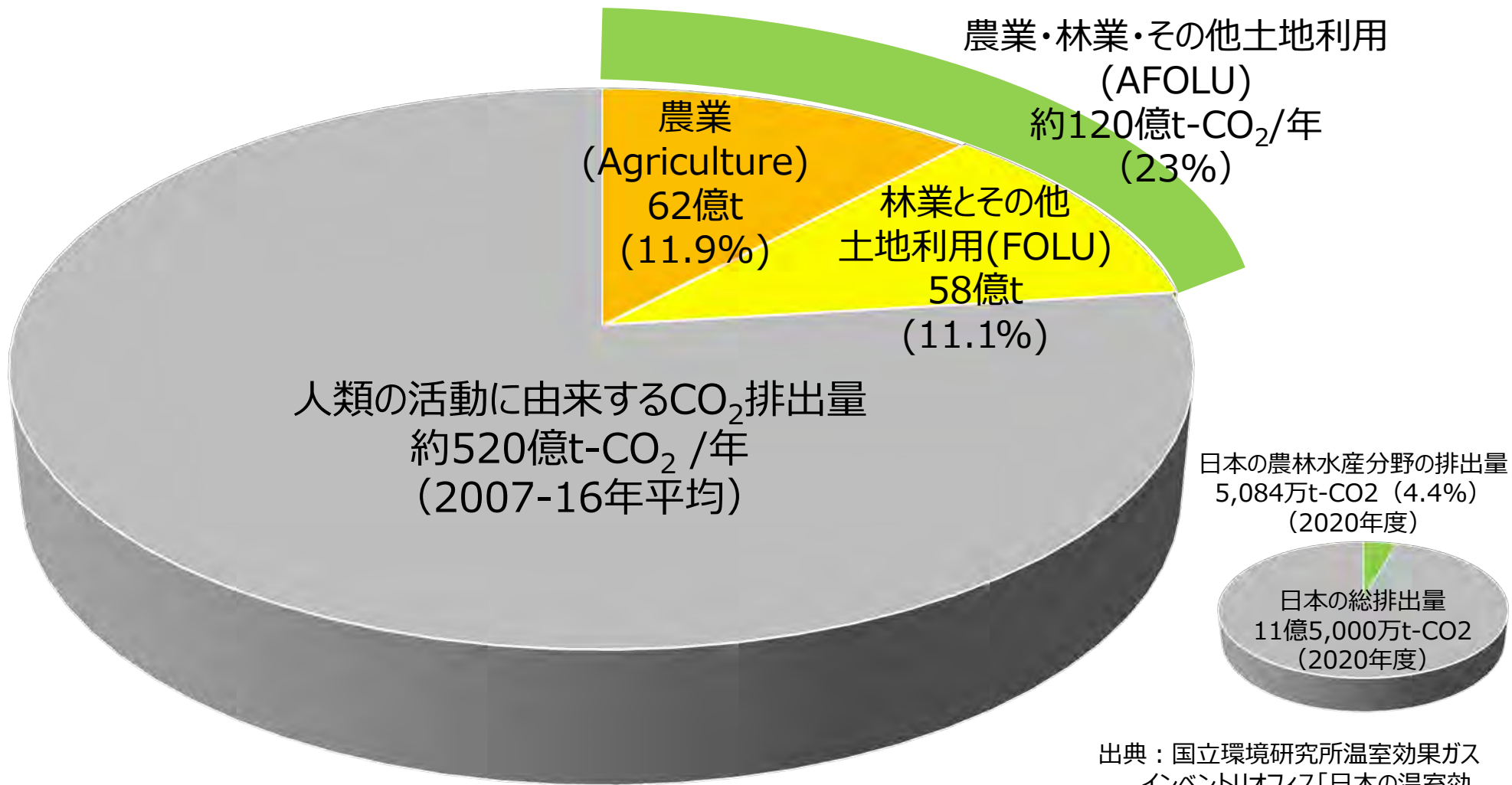
French fries production
in The Netherlands



©FAO / G. DIANA

Rickshaws transporting milk
in Bangladesh

農林業由来の温室効果ガス排出量(CO₂換算)



単位：億t-CO₂ 換算 (2007-16年平均)
出典：IPCC 土地関係特別報告書 (2019年)

出典：国立環境研究所温室効果ガス
インベントリオフィス「日本の温室効
果ガス排出量データ」を基に農林水
産省作成

「食べ物」の供給は地球と人間社会を圧迫している



農林水産事業に革新をもたらす



食料安全保障の強化

海外依存の生産量追求型からの脱却
高付加価値食品の輸出拡大

社会保障費を大幅削減

防災減災・疾病予防・環境対策

事業・産業としての自立化

事業の成立を要素技術波及の駆動力に

全ての人を支える「食」を

フードロスを適正にアップサイクル
無理のある生産法の回避

持続できる食料供給技術と 社会システムの構築

環境破壊型からの脱却
フードマイレージ削減

土・水・大気の価値の適正化

目指す重要機能に正当な資金を還流

革新的 食の供給

温室効果ガス (CO₂, CH₄, N₂O) を
土壌・海洋に貯留

目標 5

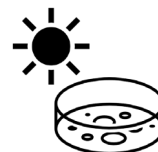
プログラムの構成

① 新たな食資源、食料生産手法を探求する

生産の持続性を生物間の相互作用系の自律性と強靱性に求める

地域資源を基軸として生産性を向上させる技術体系を目指す

- サイバー空間で設計・実装 藤原徹 東京大学教授
劣悪な環境でも育つ強靱化作物を迅速に作出
- 微生物個別情報から完全解析 竹山春子 早稲田大学教授
土壌の生産性と元素循環機能を最大化
- 畜産業の振興と牧草地の健全化を推進 小池聡 北海道大学大学院教授
個別遠隔情報管理で低メタン排出牛を普及
- 家畜・穀物不要の革新的生産システム 清水達也 東京女子医科大学教授
太陽光で駆動する循環型培養食料製造法



② 失われている収穫と食を取り戻す

病害、害虫、雑草による減収は世界合計で42%

世界の消費向け食料の1/3 (~2/3)が廃棄されている

- 化学農薬に依存しない害虫防除の革新 日本典秀 京都大学大学院教授

レーザー照射で飛翔害虫を打ち落とす



- フードロス優れた食料に再生 由良敬 お茶の水女子大学教授

昆虫を食品、飼料として高機能化・高生産化



- 栄養成分情報のAI解析 高橋伸一郎 東京大学大学院教授

地球の持続第一の「食と健康」新機軸



③ 「収益」を増やす

人と自然が共存できる食料供給の姿を価値化
従来の農業慣行による食料には「負の要素」がある

- 科学的根拠に基づく社会波及力のある持続的事業の価値を高める
(全プロジェクト)

食料供給産業の革新

おいしく食べ続けられる未来を拓く

科学的根拠
新概念・新機軸

Science

農薬を使わない害虫、雑草防除
有機物からGHGへの変換抑制
空気から食べものを創る
GHG生成抑制技術
土壌による炭素吸収、固定
ゲノム編集技術の新展開
健康に寄与する食品組成と構造
超長期保存食と調理法の革新

健康な生き方の提供

感染症発生機会の低減

生産者への適正な資金環流

防災・減災、修復コスト低減

環境汚染による健康被害低減

高齢化をプラス要素に

全ての人に水と食べ物を

不均衡摩擦・紛争の抑止

社会への波及
知的価値の拡張

Business

GHG抑制食料生産法
培養食料 フードテック
スマート農林水産業
高品質・高生産性農林水産事業
おいしさ健康概念と価値化
食品生産流通プラットフォーム

目標 5

プログラムの運営・管理

① 挑戦的な研究開発を推進する

- 従前の研究開発手法による**限界を認識し**、新たな提案の**革新性、強み、生みだされる新たな価値を明確にする**
- **国際ベンチマークを明確にして、問題点の把握とその克服方法、類似の方法、既存の別の方法との違いや優位性を明らかにする**
- **民間等からの資金提供や投資を受け研究開発、事業開発を進める体制の構築が見込まれるかを判断**
- **今後の社会から求められるニーズに合致し、起業や事業化による開発の加速スキームを描く**

② 事業性を見抜くため グローバルな観点から斬新性や競争力を評価する

**広く認知されている目標に対する研究開発や事業開発には
海外を中心にすでに巨額の資金が投下されている**

その中で、さらなる先進性と事業性を確保するビジョンと構想力が必須

事業性の観点が独創的かつ先進的である（次は何かを見抜いている）

当該分野の産業構造や市場が急速に変化することを見抜いた新事業であること

事業のキーとなるコアテクノロジーに明らかな優位性がある

認知されているキーワードに基づく開発事例は無数にある

「地球の持続性」「脱炭素農業」「健康寿命延伸」など重要事項に直結している

そのメカニズムの適切性、合理性から逸脱していないかを公正に検証

自分たちの見かけの優位性に没入しない

○ 専門家を入れた『開発戦略ラウンドテーブル』を設置

目的

- ・起業や事業化による開発の加速スキームを描く
- ・民間等からの資金提供、事業開発を進める体制の構築
- ・国際ベンチマークの明確化

開発戦略と対話

Business

Science

* 社会実装に向けた
研究と事業の融合

社会への波及
知的価値の拡張

科学的根拠
新概念・新機軸

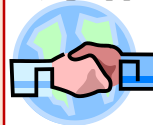
開発戦略ラウンドテーブル (RT)



RT委員

江戸川 泰路 : 江戸川公認会計士事務所
代表パートナー
奥谷 雅子 : 佐藤総合法律事務所
弁理士

対話



プログラマネージャー (PM)

<各プロジェクトとの対話の例>

- ・社会実装 (起業、事業会社へのスピノフ等) の策定
- ・幅広い投資家を呼び込むための明確なビジョンの策定
- ・ビジョンを実行するための事業戦略・知財戦略の策定
- ・社会実装手段を踏まえた開発計画の策定

シンクタンク機能

<国際ベンチマーク比較>
類似研究、知財分析
競合ベンチャー調査

社会との接点

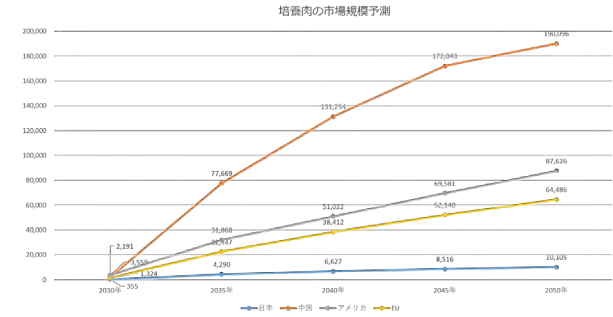
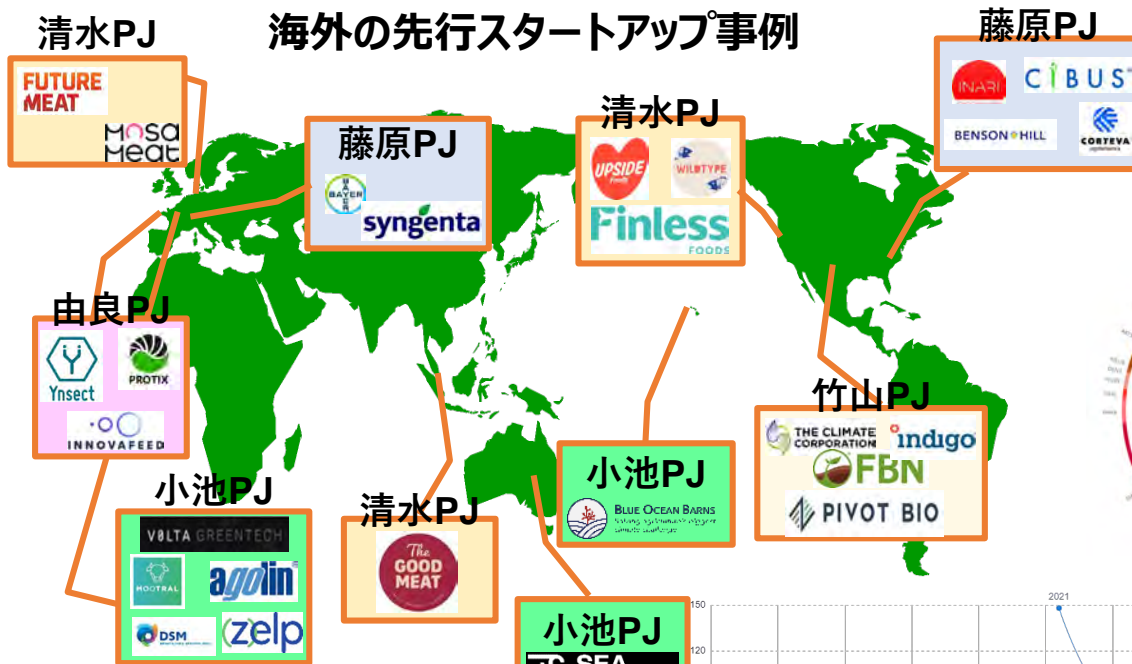
<社会実装に向けて>
ビジネスプラン作成
外部発信

取組みと実績 (開発戦略ラウンドテーブル)

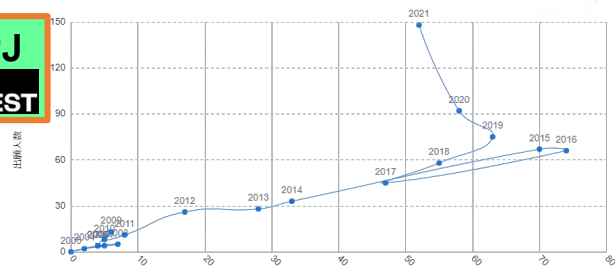
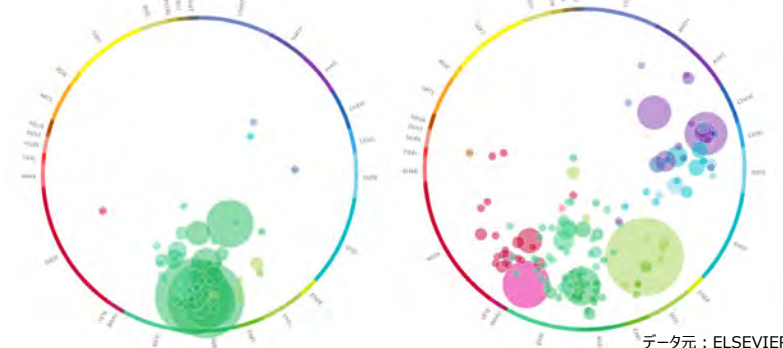
主な取り組み

- 海外動向や市場規模の予測
- 国際レベルでの論文や知財の調査

→ 結果を踏まえ、PMと社会実装を戦略化

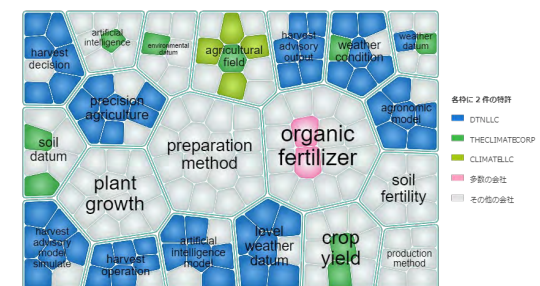


市場規模予測 (上)・論文分析 (下)



技術ライフサイクル分析・技術分野マップ

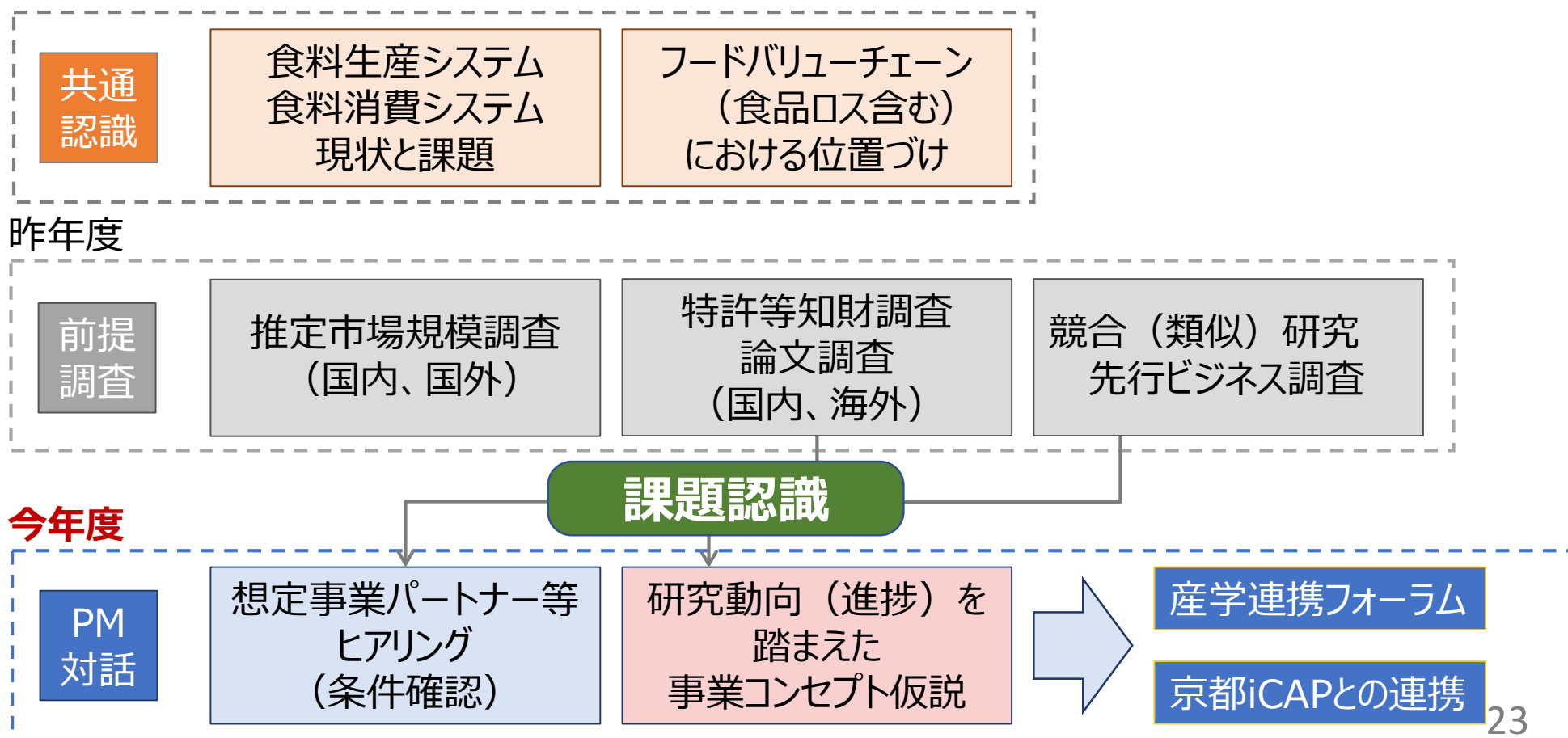
データ元: PATSNAP



調査結果を踏まえ、PMとの対話を行い、
社会実装（事業パートナーとの連携、起業化）をプッシュ



研究との融合：研究ビジョン、戦略の見直し



社会実装していく上で必要なプロジェクト認知度の向上、 企業（経営陣）との接点の拡大



ビジネスモデルを踏まえた企業の役割の明確化

起業を志向するビジネスパーソンとの接点拡大

産学連携フォーラム (大企業経営者とのマッチング)



社会テーマとプロジェクトの関わり
(事業構想) を順次発信

京都iCAPとの連携 (企業候補者とのマッチング)



京都大学を起点として拡大

知財の利活用に向けた課題

○ 社会実装に向けた取り組みの中で事業化に向けた課題が山積

研究開発
実証

論文
特許

起業化
企業提携

社会実装

- プロジェクト開始段階での知財戦略が不明
⇒ 社会実装の障壁となる
- 研究者（機関）の成果の散逸・死蔵・流出

- 研究受託者による成果の事業化が前提
 - 知財帰属に関する具体的な運用は当事者任せ
 - 起業（事業）化を進めるうえで、周辺特許までプロジェクトでカバーできない
- ↓
- 事業化未経験の研究者（機関）では限界

- 事業化にあたり他者への実施許諾が必須となるケースが多い
- 共有知財の場合、実施許諾の設定に共有権利者の同意が必須
- フォアグラウンドIPの取り扱いの制限（国外企業等との共有：日本が50%超）（IP移転の際の事前の国の承認）

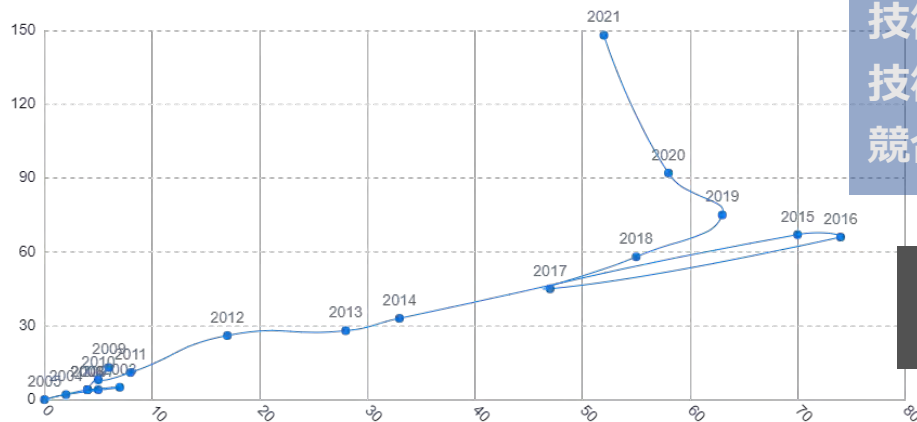
↓
研究開発成果の展開（社会実装）が進まず

各PMと開発戦略ラウンドテーブルとの対話を通じて課題解決に取り組む

知財分析を前提とした「ビジネス⇒知財戦略」の構築

研究成果を踏まえた社会実装（案）

＜技術ライフサイクル＞



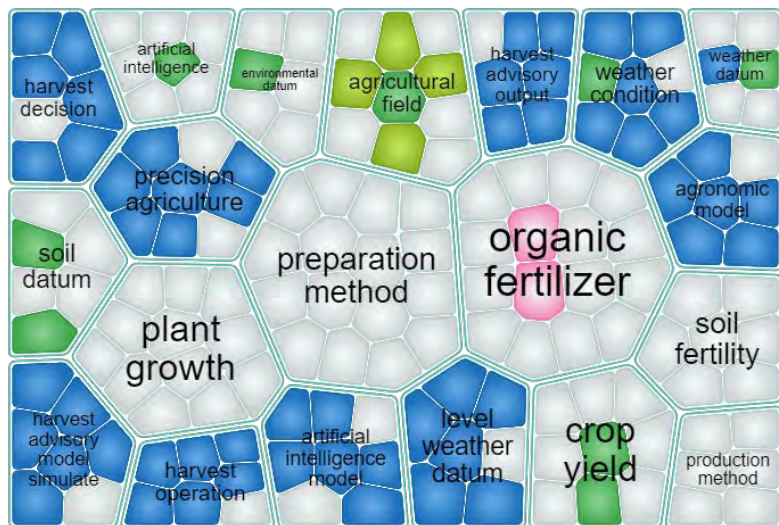
技術の鮮度（ライフサイクル）
 技術領域（主要技術分析）
 競合各社の取得知財領域（技術分野マップ）

過去分析
 ↓
 将来戦略

ビジネスモデル（＝パートナー選定）構築
 ビジネスプラン（収支計画）作成

知財戦略
 構築

＜技術分野マップ＞

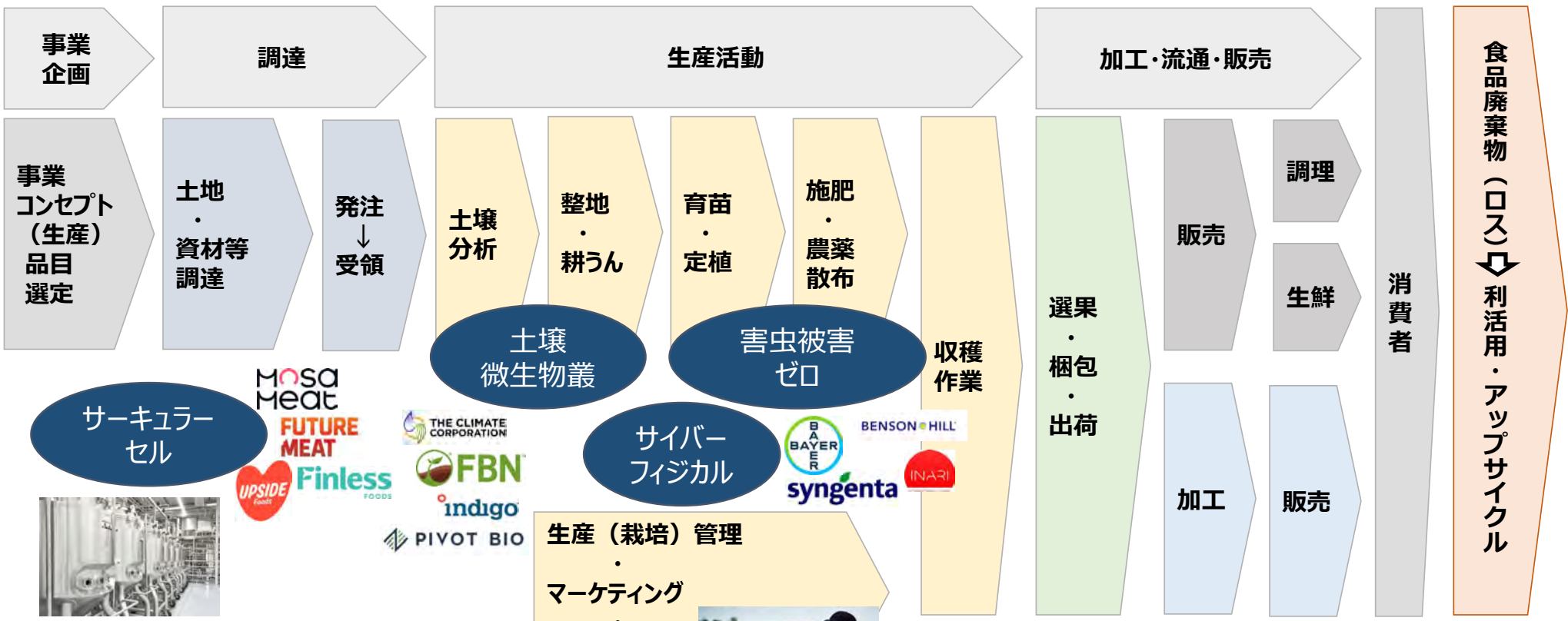


＜主要技術分析＞

A01G1 Horticulture; Cultivation of vegetables ... s G09F 3/00, G09F 7/00 [2006.01] 特許件数: 120	A01B79 Methods for working so... ally requiring the use... machines, see the rele... s for the machines) [2... 特許件数: 90	G06Q50 Systems or methods s... adapted for specific... sectors, e.g. utilit... (healthcare informat... [2012.01] 特許件数: 82	A01G22 Cultivation of spec... or plants not other... ded for [2018.01] 特許件数: 78
C05G3 Mixtures of one or more fertilisers with... a specifically fertilising activity [2020.01] 特許件数: 101	A01C21 Methods of fertilising [2006.01] 特許件数: 72	A01G7 Botany in gene... 06.01] 特許件数: 67	A01G25 Watering gard... elds, sports ... or the like (... pparatus or a... ons for ferti... uids A01C 23... zzles or outl... aying apparat... 5B) [2006.01] 特許件数: 62
C05F11 Other organic fertilisers [2006.01] 特許件数: 97	C12N1 Microorganisms, e.g. protozoa; Com... eof (medicinal preparations contai... m protozoa, bacteria or viruses A6... algae A61K 36/02, from fungi A61K... 特許件数: 70		

(参考) フードバリューチェーン上における各プロジェクトと競合ベンチャー

牛メタン削減



サーキュラーセル



昆虫システム



土壌微生物叢

害虫被害ゼロ

サイバーフィジカル

生産(栽培)管理
・
マーケティング
・
労務管理



収穫作業

食品廃棄物(ロス) ⇒ 利活用・アップサイクル

AI-Nutrition

社会課題解決に向けた研究領域の拡充（目標5を起点として）



各プロジェクトの知見

藤原PM：サイバーフィジカルシステム

竹山PM：土壌微生物/栽培管理

清水PM：サーキュラーセルシステム

日本PM：害虫被害ゼロ

小池PM：牛メタン削減飼料・システム

由良PM：昆虫の利活用

高橋PM：AI - Nutrition

数理科学連携の取り組み

<令和3～4年度> 数理科学連携を希望するプロジェクト(PJ)に対し、専門家の公募やマッチング、追加予算配分等で支援。



【サイバーフィジカルシステムを利用した作物強靱化による食料リスクゼロの実現】

○ 植物の器官を対象にした画像解析技術の高度化 (藤原PM)

・概要：撮影した画像より、葉など器官を三次元的に精度よく定量化する数理手法開発にチャレンジ。



・期待：植物器官各部位の効率的な定量化を実現、新しい育種法の効能評価を迅速化。

○ 植物の表現型に影響を与える遺伝子等の検出 (藤原PM)

・概要：決定木分析による機械学習を応用した関連解析システムの構築にチャレンジ。



・期待：植物表現型に影響を与える遺伝子等要因解析を効率化。データの収集・利用範囲を拡大。

【土壌微生物叢アトラスに基づいた環境制御による循環型協生農業プラットフォーム構築】

○ 土壌環境-マイクロバイーム深層相互関係の解析 (竹山PM)

・概要：多種類の計測データを用いて、土壌環境-マイクロバイーム深層相互関係解析にチャレンジ。



・期待：土壌環境のレジリエンス評価を高度化し、土壌中の環境と微生物群集との複雑な関係解明に貢献。



<令和5年度～> 3つのテーマが試行的研究から本格的研究にステップアップ、正式にコンソメンバーとして各PJに貢献。

新しい学際的な展開や成果に期待。

ムーンショット目標 5 の各プロジェクトが関わる **ELSI (Ethics, Legal, Social Issues)** について、専門家に講演をいただき、今後の推進に向け、プロジェクト関係者間で意見交換。

1) 松尾 真紀子 先生 (東京大学 公共政策大学院 特任准教授)

「研究開発とELSIを両輪で進めるために」 2023.1.26

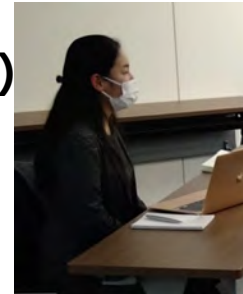
- ・ELSIって何？
- ・なぜELSI/RRIが必要か
- ・研究開発におけるELSIの位置づけの強化
- ・バイオ分野におけるELSI/RRIにかかわる具体的な活動事例



2) 地頭所 里紗 先生 (龍谷大学 政策学部 講師)

「フード・ネオフォビア研究の最前線」 2023.1.26

- ・フード・ネオフォビアとは
- ・学術的、実務的な背景、先行研究
- ・欧州、米国での研究潮流
- ・代替タンパク質に関する研究潮流、など



3) 山口 富子 先生 (国際基督教大学 教養学部 教授)

「遺伝子改変技術に係るELSIとは？」 2023.2.7

- ・ELSI/RRIとは何か？
- ・ELSIを考えることがなぜ必要なのか？
- ・遺伝子改変技術に関わるELSIの活動・論点

1. ー海外の取組、分子ロボットのELSI、ゲノム編集技術、など



○「国際連携」の明確化（PD裁量経費の活用）（2022.4～）

- ① 委託研究契約にもとづく連携
- ② 何らかの約定にもとづく連携
- ③ その他の連携

に区分した上でコンソからの提案を求め、

**「①」又は「②」であって①に発展する予定の案件」
に研究資金を追加配分。**

① 委託研究契約にもとづく連携

清水PM

- フィンランド・ヘルシンキ大：
培養食料生産の仕組みのライフサイクルアセスメント（LCA）を実施



② 何らかの約定にもとづく連携

藤原PM

- 国際コメ研究所（IRRI）、国際熱帯農業センター（CIAT）、ポリビア・サンアンドレス大：
開発した新品種の実証



竹山PM

- 独ライプニッツ農業景観研究センター（ZALF）：ダイズ栽培土壌データの比較解析

研究連携が具体化（契約・約定を締結予定）

社会コミュニケーション活動

セミナー



TV



書籍



- 新たな科学技術や情報が社会全体に貢献できる形に
- スマート社会構築への寄与を評価基準に
- 重要事項の選別とイノベーションを牽引する人材（才能）を発掘
- 未来の市場と事業を見据えたスタートアップによる挑戦を推進
- 環境問題や食料問題は、自分自身が大きな加害者になっていることを認識する
- 生活様式だけでなく、自分の仕事の目標設定やその進め方も含めて —

90億人がおいしく食べ続けられる社会を創る

— 自然を資本に地球規模の新事業を創出 —











以下、参考資料

目標 5

プロジェクトの進捗・成果
(前期 5 年中 4 年目)

目標5のプロジェクト一覧

研究開発プロジェクト	PM
 <p>サイバーフィジカルシステムを利用した作物強靱化による食料リスクゼロの実現</p>	<p>藤原 徹 (東京大)</p>
 <p>土壌微生物叢アトラスに基づいた環境制御による循環型協生農業プラットフォーム構築</p>	<p>竹山 春子 (早稲田大)</p>
 <p>藻類と動物細胞を用いたサーキュラーセルカルチャーによるバイオエコノミカルな培養食料生産システム</p>	<p>清水 達也 (東京女子医科大)</p>
 <p>先端的な物理手法と未利用の生物機能を駆使した害虫被害ゼロ農業の実現</p>	<p>日本 典秀 (京都大)</p>
 <p>牛ルーメンマイクロバイオーム完全制御によるメタン80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現</p>	<p>小池 聡 (北海道大)</p>
 <p>地球規模の食料問題の解決と人類の宇宙進出に向けた昆虫が支える循環型食料生産システムの開発</p>	<p>由良 敬 (お茶の水女子大)</p>
 <p>自然資本主義社会を基盤とする次世代型食料供給産業の創出</p>	<p>高橋 伸一郎 (東京大)</p>
 <p>低温凍結粉碎含水ゲル粉末による食品の革新的長期保存技術の開発</p>	<p>古川 英光 (山形大)</p>

※ 2023年9月現在、古川PMについては、作り込み中で、契約締結前である。



サイバーフィジカルシステムを利用した 作物強靱化による食料リスクゼロの実現



プロジェクトマネージャー

藤原 徹 氏 東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授

ムーンショット

従来、圃場で数年～数十年かかる品種改良を
サイバー空間でデザインし1年で育成可能に

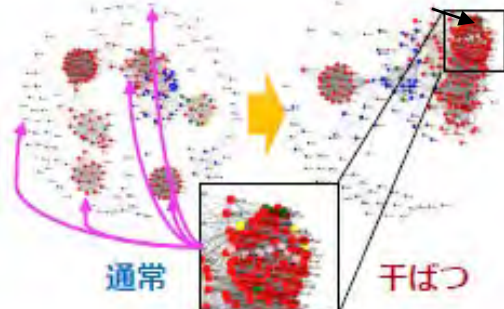
【2024年度のKPI】

・サイバーフィジカルシステム (CPS) のプロトタイプを用いて、環境適応能を高めた強靱化イネ系統を作成

進捗・成果：サイバー空間で干ばつ耐性イネのデザインを開始



干ばつ耐性関与遺伝子候補



・サイバー空間における発現ネットワーク解析により、干ばつ耐性との関与が推定される35の遺伝子を選定、作物の非破壊評価を可能にする『栽培計測プラットフォーム』の完成等を通じて、サイバーフィジカルシステム (CPS) の要素技術の開発

・さらには、3種類の遺伝子の同時改変に成功 (世界初!)、品種改良の加速に貢献可能な成果。



土壤微生物叢アトラスに基づいた環境制御による循環型協生農業プラットフォーム構築



プロジェクトマネージャー

竹山 春子 氏 早稲田大学 理工学術院 教授

ムーンショット

土壤微生物の力で作物を生産

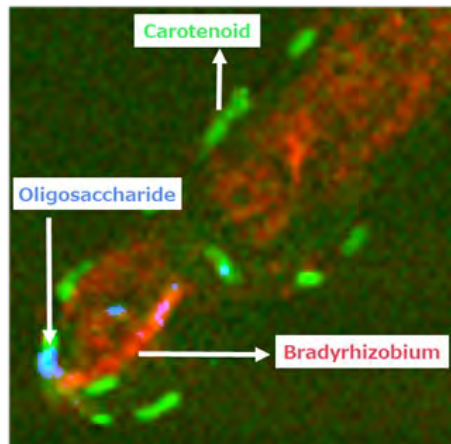
【2024年度のKPI】

- 多様な土壤に生息する微生物ゲノム情報の収集・解析を行い、データベース化した**微生物叢アトラス**を各種土壤で**完成**させるとともに、「**土壤健康度**」の概念を科学的に**明確化**。
- 「**農業環境エンジニアリングシステム**」の**プロトタイプ**を完成。

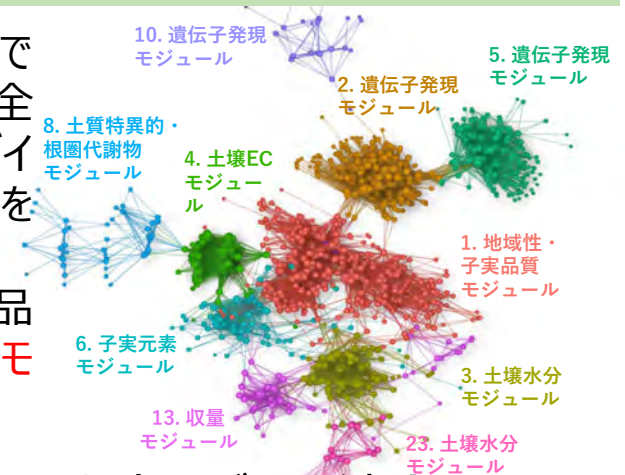
進捗・成果

ダイズの生育段階ごとに変化する**微生物叢**、**代謝産物**等の『**微生物叢アトラス**』を作成中
『**農業環境エンジニアリングシステム(AEES)**』構築のためのダイズの**統合オミクス解析**を実施

- ✓ 各地域のダイズと土壤約600サンプルの**微生物叢**と約3万の**シングルセルゲノム**を解析
- ✓ ラマン分光により根表面の**代謝産物**を検出



- ✓ 農業をサイバー空間でシミュレートするため、全国の6モデル圃場のダイズの**統合オミクス解析**を実施
- ✓ 農業生態系は地域・品種・土質を反映した**モジュール構造**を示す



→ これらをデータベース化し『**微生物叢アトラス**』を作成中。

→ これらに気象や生育モデルを統合し『**AEESプロトタイプ**』を構築中。



藻類と動物細胞を用いたサーキュラーセルカルチャー (CCC) によるバイオエコノミカルな培養食料生産システム



プロジェクトマネージャー

清水 達也 氏 東京女子医科大学 先端生命医科学研究所 教授

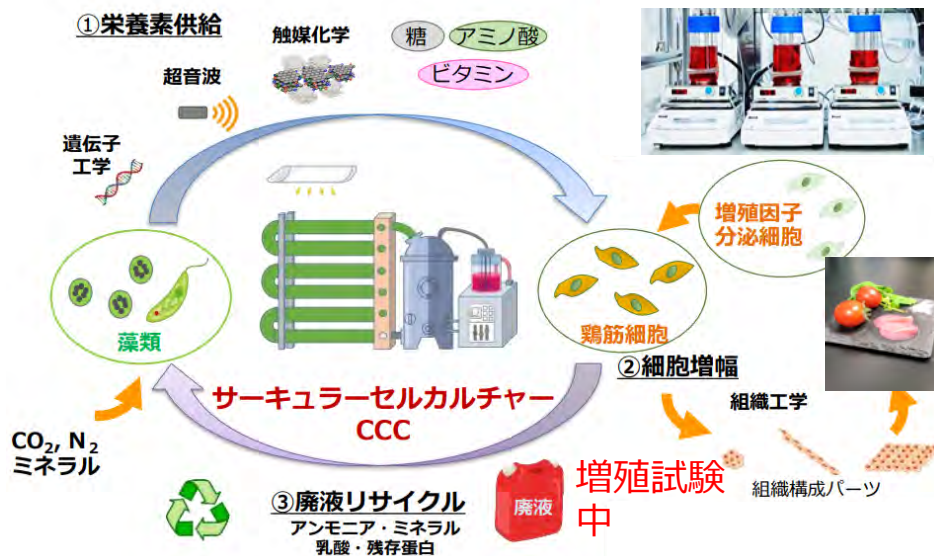
ムーンショット

資源循環型培養食料生産技術による食料生産の効率化

【2024年度のKPI】

- ・サーキュラーセルカルチャーで用いる藻類の分解率 **>80%**
- ・鶏胚筋由来細胞増殖の倍加時間 **<36h**
- ・廃液リサイクル率 **>80%**
- ・各プロセスを連結させたサーキュラーセルシステムの**プロトタイプを完成**、30日間で鶏胚由来筋細胞100g ($10^4 \rightarrow 10^{10}$ 個に増幅) の生産を達成、 $10 \times 10 \times 1$ cmの培養チキンを作製

進捗・成果：培養食料を生産、培養廃液を再利用するサイクルを達成



サーキュラーセルカルチャー (CCC) の要素技術を開発

- ① **カーボン系固体酸触媒の活用**により藻類分解率**70%以上**達成
- ② 増殖効果が高い**3種**の鶏臓器由来細胞を**組合せ**培養し、それを用いて鶏筋細胞の**増殖試験中**
- ③ **乳酸資化藻類**の作出により廃液の**リサイクル率50%以上**達成



先端的な物理手法と未利用の生物機能を 駆使した害虫被害ゼロ農業の実現



プロジェクトマネージャー

日本 典秀 氏 京都大学大学院 農学研究科 教授

ムーンショット

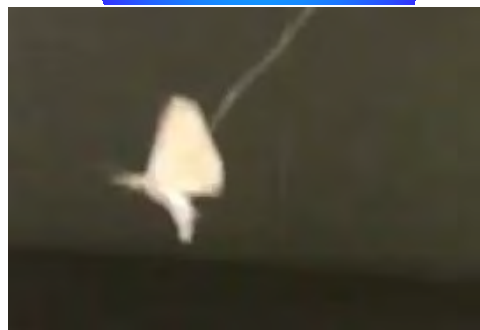
青色レーザー光など全く
新しい**害虫防除技術**

【2024年度のKPI】

- ・施設野菜における**常設型の害虫検知・追尾・レーザー殺虫技術**を開発。
- ・ゲノム編集やRNAiにより改変した**オールマイティー天敵**の施設栽培での防除効果を実証。
- ・害虫に感染して細胞質不和合を起こす**共生微生物による不和合虫放飼の害虫密度低減効果**を室内試験で実証。

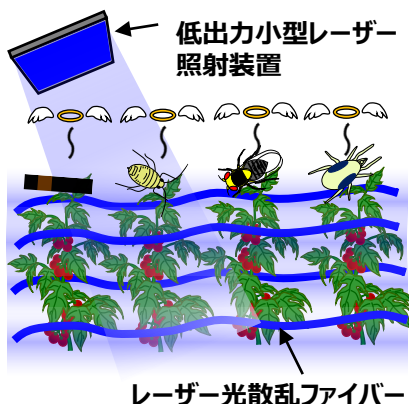
進捗・成果 青色レーザー光を活用した殺虫技術を開発

レーザー狙撃



【特許出願】飛行位置予測方法
位置、姿勢角、翅のはばたき周波数、翅の向き、両翅の角度などから、**0.03秒後**の位置を予測

拡散照射



- ✓ 飛翔する害虫をリアルタイムで検知・追尾して**レーザー狙撃**する技術を開発。
- ✓ 微小害虫に対する青色レーザー光を活用した**拡散照射による殺虫技術**を開発中。
- ✓ 改変する天敵の**行動量**（生態的パラメーター）の測定方法を開発。
- ✓ 共生微生物を**昆虫培養細胞中で維持**する培養・保存技術を開発。



牛ルーメンマイクロバイーム完全制御によるメタン 80%削減に向けた新たな家畜生産システムの実現



プロジェクトマネージャー

小池 聡 氏 北海道大学大学院 農学研究院 教授

ムーンショット

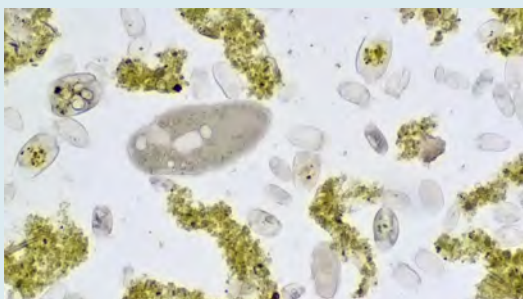
牛の反芻胃の**細菌叢のコントロール**
げっぷメタンの削減と生産性向上の
両立

【2024年度のKPI】

- ゲノム解析に基づいた**プレバイオティクス素材の探索**及び**代謝性水素の動態**の見える化。
- VFA 総量センサ**を搭載した**スマートビルプロトタイプ**を試作。
- メタン25%削減が可能な抑制資材候補を提示**し、生産現場への**普及指針（初版）**を策定。

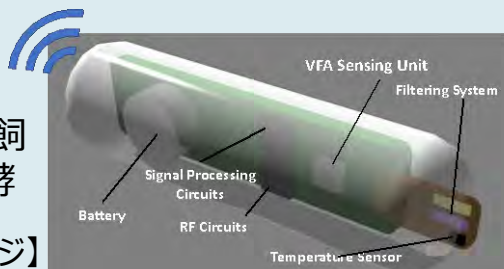
進捗・成果

げっぷに含まれるメタンを減らす菌を分離、特性を解明



【牛の反芻胃の内容液】
動き回るプロトゾア、細菌が飼
料片（緑色）を分解、発酵

【スマートピルの最終開発イメージ】



- ✓ 低メタン牛から分離した**新規プロピオン酸増強菌**が、**プロピオン酸前駆物質**を**大量生成**していることを確認。
- ✓ プロピオン酸増強菌と関係する微生物を探索し、**サポーター菌候補**を抽出。
- ✓ ルーメン内に留置するスマートピルの**透過膜**、0-200mMの**VFA（揮発性脂肪酸）**を測定する**センサ素子**を開発。
- ✓ **メタン抑制効果のある素材**について、**牛試験**を行い有効性を確認。



地球規模の食料問題の解決と人類の宇宙進出に向けた昆虫が支える循環型食料生産システムの開発



プロジェクトマネージャー

由良 敬 氏 お茶の水女子大学基幹研究院 教授

ムーンショット

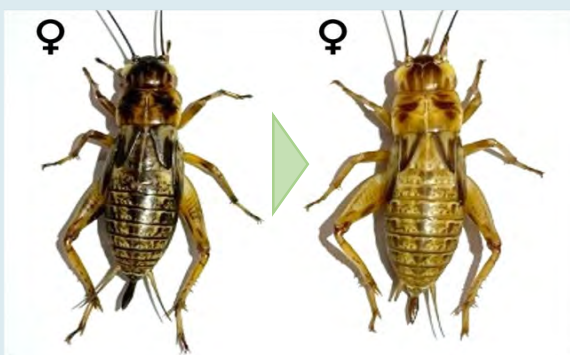
優良形質をもつ昆虫品種を作出、家畜化する。

【2024年度のKPI】

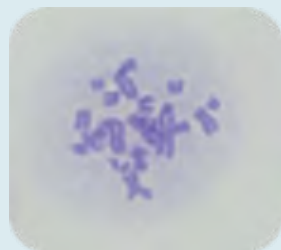
- ・コオロギについて、①大型（体重20%）系統、黒色から淡色に変化した系統、両食味の系統を作出、②家畜化に資する飼養標準（初版）の案を完成。
- ・ミズアブについて、①難利用有機性廃棄物を利用したミズアブ飼育システム、②養魚・畜産用飼料としての利用方法を提示。
- ・シロアリについて、家畜飼料としての機能性を実証、付加価値の向上と未利用木材活用の経済的・社会的意義を明示。

進捗・成果 コオロギの体色をコントロール、食用家畜化に道筋

WT(野生種) KO(ノックアウト)



【淡色のコオロギ系統を作出】
外骨格の体色を制御する遺伝子のノックアウトにより色素が抜けた系統の作出に成功。



【コオロギ粉の食品安全性評価】
染色体構造異常は見られず（*in vitro*染色体異常試験）。

- ✓ 昆虫の加工適性を高める白色化、ソフトシェル化に道筋。
- ✓ マウスを用いて、コオロギ粉の安全性を確認。（経口毒性、慢性毒性、染色体異常等）
- ✓ ミズアブでマダイ飼料中の魚粉を50%以上代替できることを確認。
- ✓ オオシロアリをブロイラー飼料中に2.5%添加すると、鶏肉中に機能性（抗老化効果等）成分が増加することを確認。



自然資本主義社会モデルを基盤とする 次世代型食料供給産業の創出



プロジェクトマネージャー

高橋 伸一郎 氏 東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授

ムーンショット

採血なしに**健康状態を把握し、健康寿命を延ばす食品**を提供

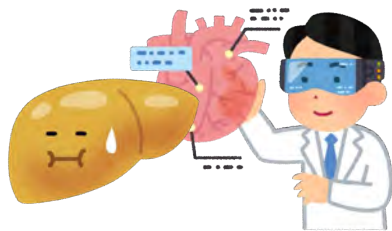
【2024年度のKPI】

- ・疾患を誘発/健康を維持する**血中メタボロームを解明し**、未来型食品の**最適な栄養成分比率**を提案。
- ・**老化加速ピッグ**の表現型を解析し、**老化の進行度を定量的に評価**。

進捗・成果 血中代謝物プロファイルのみで健康状態を把握できる可能性を実証

血中アミノ酸プロファイルのみで疾患の有無の判別に成功

⇒**継続的にモニターすることで先制医療の実現をサポート!**



老化を抑制する遺伝子を欠損させたピッグを作出

(ピッグは生理学的にも解剖学的にもヒトに近い)

⇒**食品の栄養素等と老化の関係解明が進展**

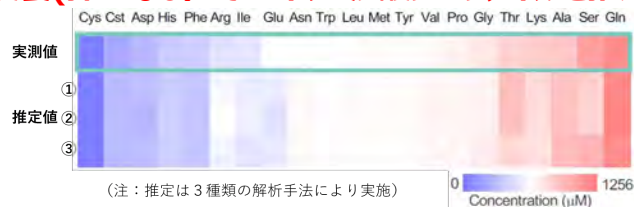


世界初!

老化加速ピッグ

分光分析で血中アミノ酸プロファイルを推定することに成功

⇒**非侵襲(採血なし)で血中アミノ酸プロファイルを推定可能**



健康寿命を延ばす
未来型食品の提供





低温凍結粉碎含水ゲル粉末による 食品の革新的長期保存技術の開発



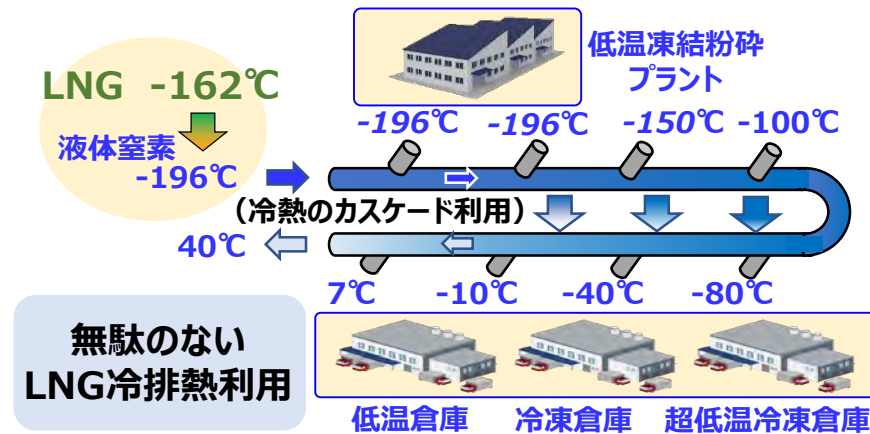
プロジェクトマネージャー

古川 英光 氏 山形大学大学院理工学系研究科 教授

提案時の研究概要

- ・液化天然ガス（LNG）の冷排熱を活用した余剰農水産物の低温凍結粉碎と長期保存技術の開発
- ・含水ゲル粉末を活用したエシカルな社会システムの構築

低温凍結粉碎による長期保存



エシカルな社会システムの構築

含水ゲル粉末の製造・保管のみならず、原料の集積から利用までをムリ・ムダなく実現する社会システムを構築



「含水ゲル粉末」を活用したコールドフードチェーンの実現

※契約締結前であり、今後、契約締結過程で変更される場合がある。

ONHK Eテレ サイエンスZERO～「もうムシできない! “昆虫食”が世界を救う」(2022/2/6)
昆虫食の可能性や課題～(由良PM 鈴木PI)

OTOKYO MX 「田村淳の訊きたい放題！」(2022/5/7)
近い将来食料危機が世界を襲う? タンパク質危機と注目されるフードテック、
代替タンパク質やフードテック等について解説～(竹山PM、下川PI)
https://s.mxtv.jp/variety/kikitai/bn_detail.html?id=bn_20220507&month=202205

北海道放送 「今日ドキッ！」～1.5℃の約束 牛は悪者じゃない! げっぶを退治せよ(2022/11/15)
～(小林PM)

ONHK ニュースウオッチ9～牛メタン削減と地球温暖化(2022/11/17)
COP27閉会、温暖化対策としてのメタン削減取組～(小林PM)

ONHK ニュース6～アブの家畜化に向けて効率的飼育化(2022/11/19)
アブを餌に魚を養殖 将来の食料確保などに期待～(由良PM)

ONHK 未来にドクン～10年後の食卓想定技術可能性(2022/11/19)
フードプリンターで寿司ネタ作成、試食～(中嶋PM)

日本テレビ 真相報道バンキシャ(2023/8/20)
牛のげっぶ博士 最先端の研究で地球を救う～(小池PM)

https://www.youtube.com/watch?v=fdLb_-0AsKM&list46=PLagjDvQ583URbsZT2mrls3hHyXbYRVtVA&index=4

先進的データマネジメント

- 2022年12月に「**生研支援センタームーンショット型研究開発事業におけるデータマネジメントに係る基本方針**」を策定、プロジェクトと共有。また、内閣府、NIIほかの御指導もいただきながら推奨スキームを策定、プロジェクトと共有。
- 各プロジェクトは、基本方針等に沿って、**データマネジメントプラン（DMP）**、**メタデータ（データカタログ）**を作成。各研究者と所属機関の責任者は、「**管理対象データ**」を適切に保管、管理。
- 目標5のメタデータ件数：158件（2021年度）→ 209件（2022年度）→ **225件*（2023年9月時点）**（*：255件の内訳：公開62、共有153、非公開・非共有10）
- 「メタデータ説明書」（第3版（2023.3.31））を受け、NIIシステム等へ登録したメタデータの内容更新（及びFAへのファイル提出）を全プロジェクトに依頼。さらに、「**管理対象データ**」の確実な保管・管理等を依頼。
- e-Rad 配分機関登録名変更申請（NARO → BRAIN、2023.9）
- データマネジメントの状況は**知財委員会**で確認し、共有。
- メタデータの入力作業軽減のため、**e-Radデータ転用を推奨**。希望の有無を、内閣府・NIIへ通知。次年度より実施要領中に明記予定。