

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



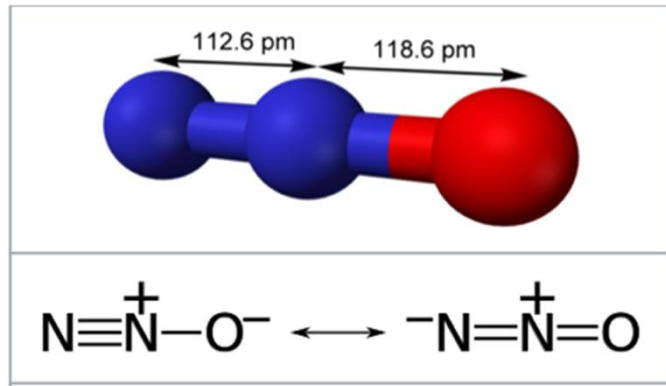
PM: 南澤 究

国立大学法人東北大学大学院 生命科学研究科
特任教授

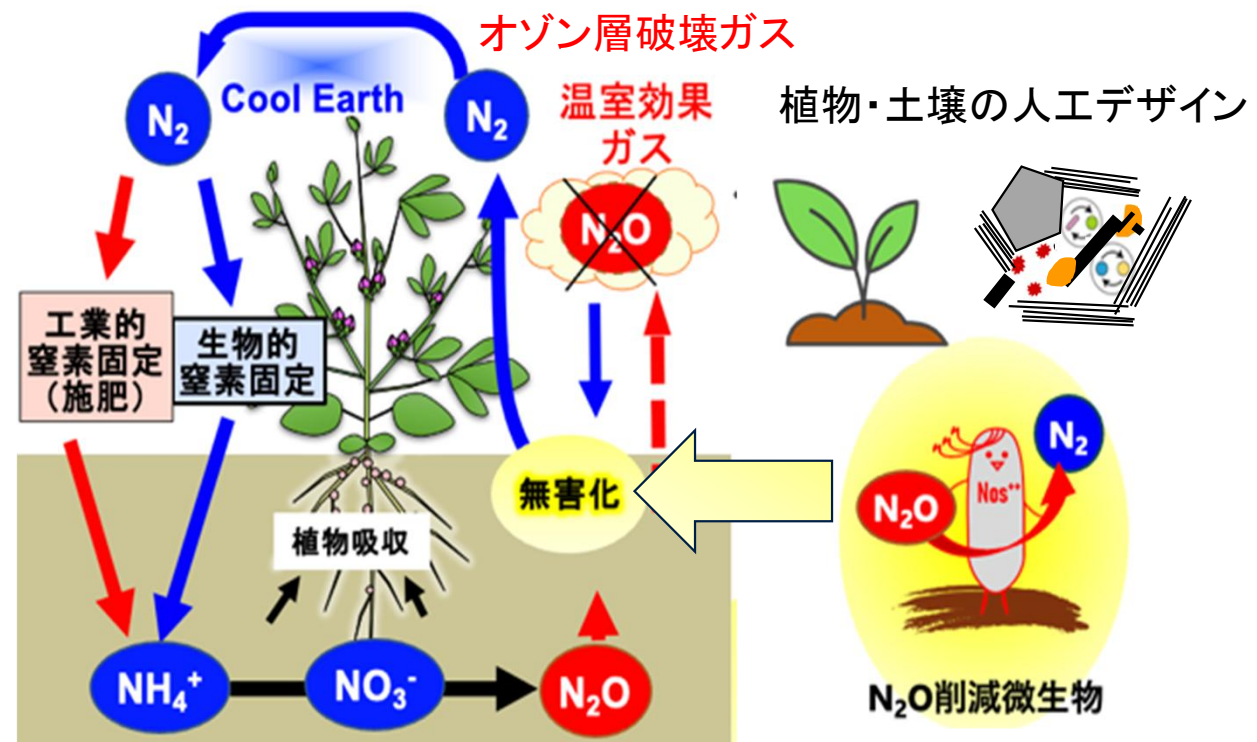
参画機関: 国立大学法人東北大学、
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
再委託機関: 帯広畜産大学、東京農工大学、岩手大学、龍谷大学、
東京大学、理化学研究所、福島国際研究教育機構、
愛媛大学、産業技術総合研究所、
十勝農業協同組合連合会、ナガセヴィータ、レンゴー

研究開発の背景と概要

一酸化二窒素(N_2O)とは



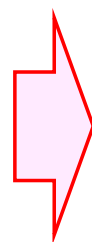
- ・二重三重結合により**化学的に安定**
- ・ CO_2 の**約300倍の温暖化係数**
- ・長寿命温室効果ガス(半減期121年)
- ・成層圏**オゾン層破壊物質**(健康被害)
- ・人為的排出源の**52%は農業**



人為的な N_2O 排出を削減する微生物資材を開発！

社会実装のイメージ

N₂O削減ダイズ根粒菌



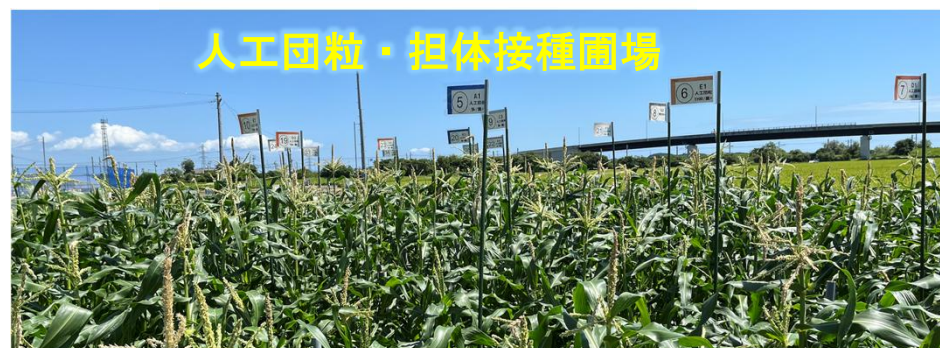
根粒菌接種圃場



N₂O削減人工団粒・担体



人工団粒・担体接種圃場



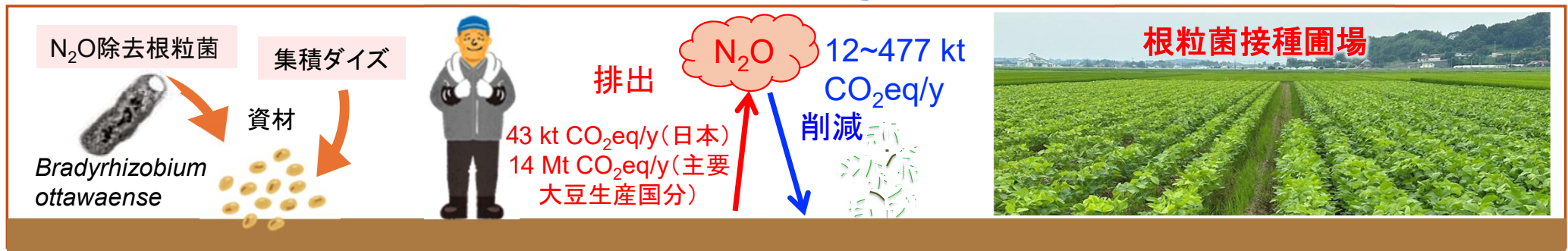
微生物のN₂O除去能を活用し大豆・小麦・トウモロコシ・野菜の栽培時に発生する温室効果ガスN₂Oの削減が、実験室と一部圃場で実現。

今後、食用・エネルギー作物の栽培に必須な技術に！

2029年度の最終目標

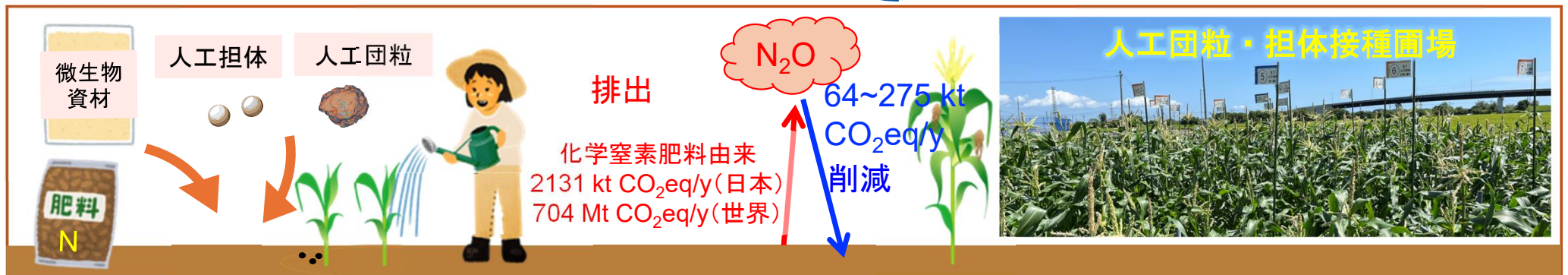
➤ ダイズ由来N₂Oを12~477 ktCO₂eq/y 削減

内訳: 12 ktCO₂eq/(日本)・465 ktCO₂eq/y(世界)
収穫期50%削減: 普及率42%(日本)・5%(世界)



➤ 一般作物由来N₂Oを64~275 ktCO₂eq/y 削減

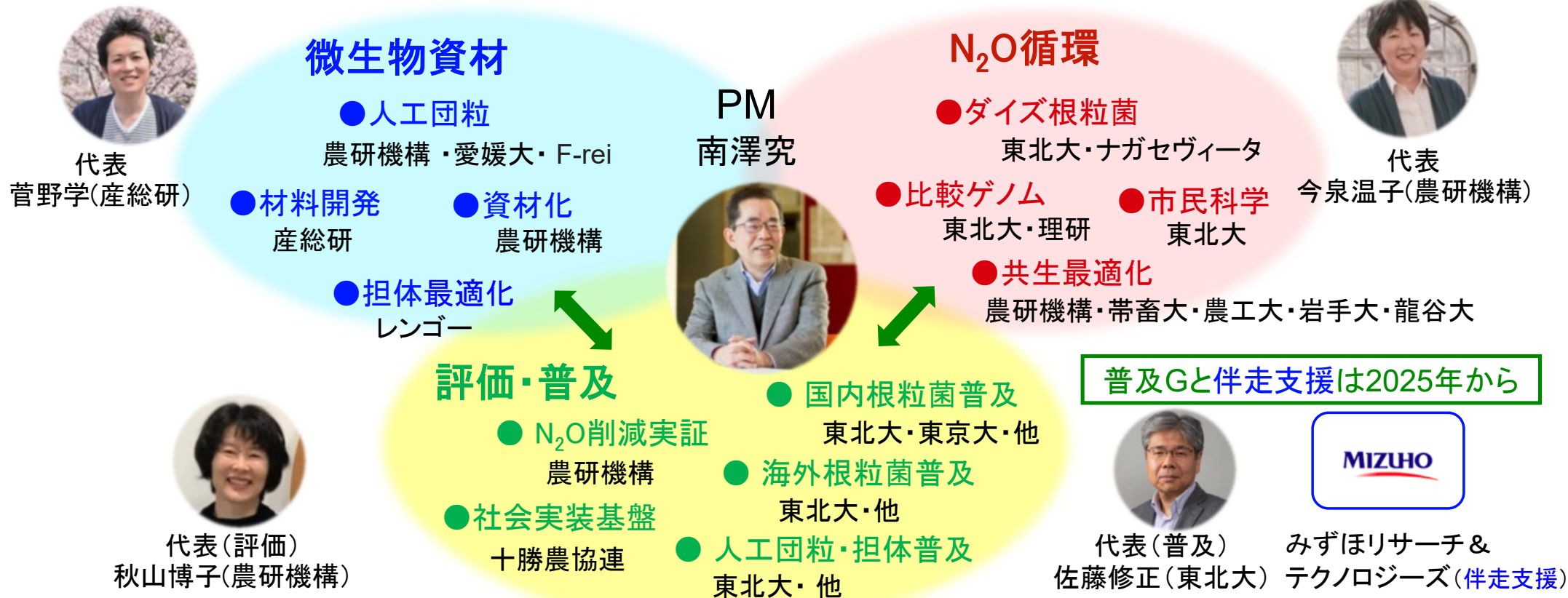
内訳: 64 ktCO₂eq/y(日本)・211 ktCO₂eq/y(世界)
肥料由来N₂O30%削減: 普及率10%(日本)・0.01%(世界)



参画企業などが、2050年まで商業規模プラントと製品を世界的にさらに普及(80%削減)

実施体制

(実施期間2020-2027年度)

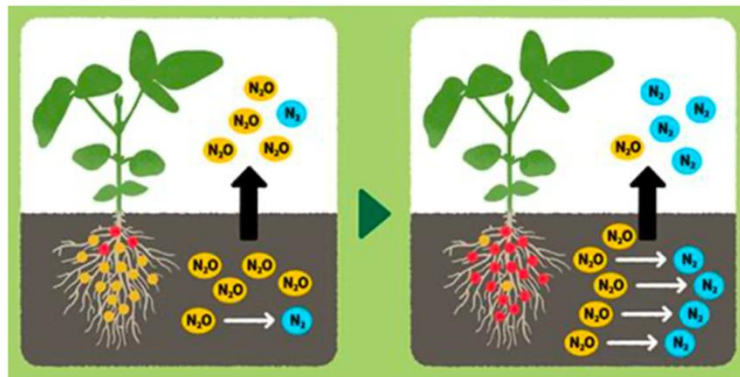


普及Gと伴走支援を含めた推進体制を構築し、役割分担を明らかにして実施中。
→N₂O削減資材の社会実装(資材開発・効果評価・製品化とその普及)を加速

「根粒菌」の主要な研究開発戦略と実施スケジュール

「ダイズと根粒菌の育種」

- N_2O 削減根粒菌
- 土着根粒菌
- が共生する根粒



| 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|-------------|----------|-----------|----------|
| 南日本への対応技術開発 | 米国への技術展開 | 種子増殖と試験普及 | 最終目標への普及 |

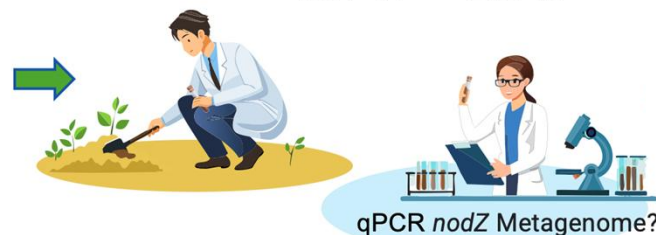
農業技術クラブ加盟会員(農業関係専門紙/誌など30社)の投票で特に優れた研究成果とし「2025年農業技術10大ニュース」に選定！

「土壌診断等による資材選択」

1. 栽培履歴調査



2. 土壌採取・土壌分析



| 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|--------|------------|------|------|
| 診断技術開発 | 北海道・本州圃場実証 | 普及開始 | 普及拡大 |

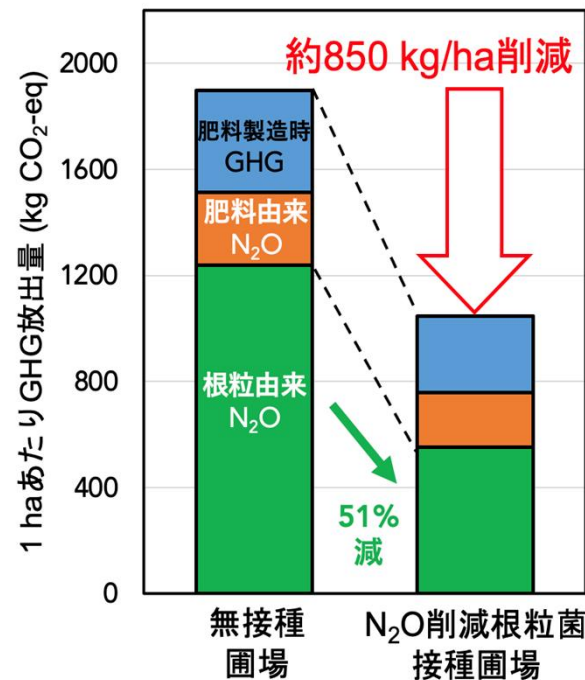
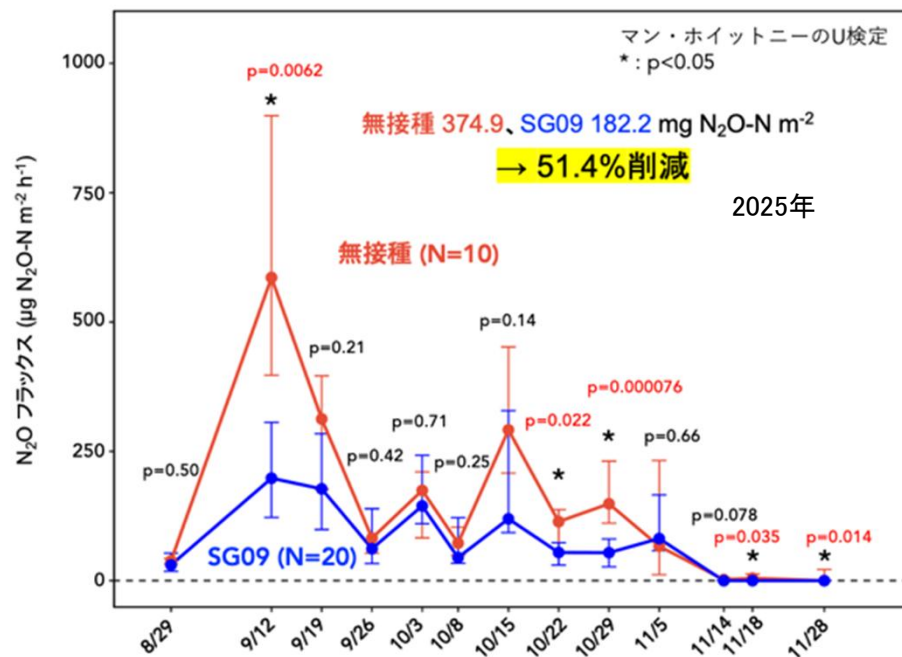
事業実施体制案(ビジネスモデル)



現時点の主な成果(根粒菌)

根粒菌資材では在来根粒菌との競合が課題ですが、これに対して土壌診断による資材効果の高い圃場の選定を行ない、生産者圃場試験において N_2O 放出量を約51%削減することに成功しました。さらに、大豆品種と根粒菌株の組合せを最適化することで資材効果をさらに高めようとしています(前掲「2025年農業技術10大ニュース」)。

N_2O フラックスの時系列変化 (中央値 \pm IQR)



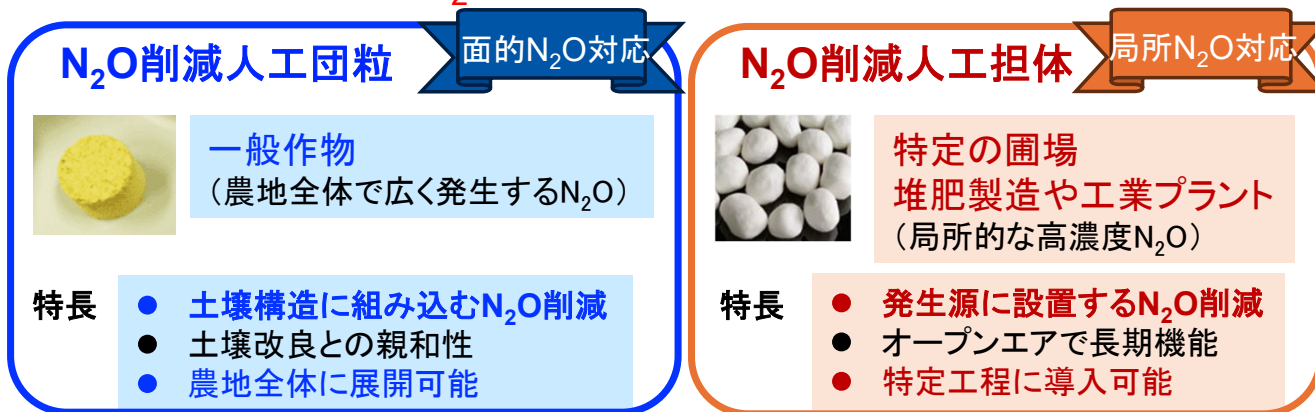
具体的な社会実装のイメージ（人工団粒・担体）

1. 発生様式の把握



2. 資材と適用戦略決定

— N_2O 発生様式に応じて選択する2つの資材 —



背景・課題

肥料由来 N_2O は

- ・ ダイズ以外の多様な作物圃場でも多く発生
- ・ 発生様式は作物・管理条件で異なる

(a) 面的に広く発生する圃場

(b) 局所的に高濃度で発生する圃場やプラント

⇒ 作物に依存しない汎用的な削減技術が求められる

⇒ N_2O 発生様式対応型資材

人工団粒 人工担体 を開発

3. 圃場・工程へ導入

適切な施用方法の情報と
セットで製品を提供

- GHG排出削減
- Scope3 削減への貢献
- 収量を落とさない環境対応農業
- 農地外（堆肥・工業）への展開可能性



研究開発項目と実施スケジュール(人工団粒・担体)

| 研究開発項目 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 |
|------------------------------------|------------------------------|--|----------------------|--------------|-------------------------|
| 高性能な人工団粒・人工担体の作成 | ラン藻・堆肥・鉱物・接着物質・形状等の検討による高機能化 | 原料・微生物を選定した担体試作品のN ₂ O削減能評価 | 最適化プロトタイプ完成、事業化目標値設定 | 実証試験をしながら微調整 | N ₂ O削減資材製品化 |
| 人工団粒・担体の大量製造 | | 微生物を導入させた人工団粒・担体の生産規模の拡大と方法確立 | | 実生産ラインの試験稼働 | |
| パイロットスケールにおけるN ₂ O削減能評価 | 圃場適用課題の洗い出し | | 付加価値の創出(土壌改良、収量等) | 環境影響評価等 | |
| 人工団粒・担体の製品化 社会への普及 | ビジネスモデル立案・実証(企業の協力) | 伴走支援開始 | パイロット実証、利用プロトコル策定など | 製品仕様改良・試験販売 | |



パイロット圃場レベル

より大スケール、開放的なスケールでのN₂O削減効果の実証へ

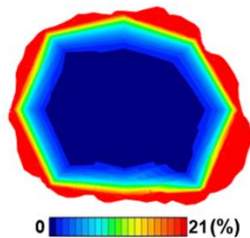
ダイズ以外の多様な栽培環境でも 肥料由来N₂O無害化を実現する資材となる可能性！



人工団粒の主な成果

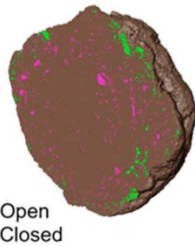
N₂O還元・細菌叢・物理化学性の深度分布

酸素濃度分布

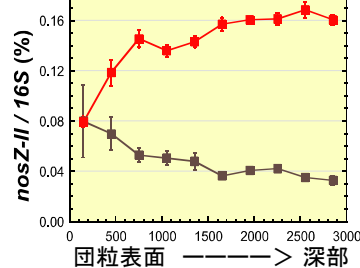


黄色土
Yellow

3次元孔隙構造



N₂O除去菌の深度分布



自然土壌団粒中のN₂O除去微生物ホットスポットの解明

→ 開放孔隙が少ない団粒の深部の微好気環境でN₂O除去菌は優占

作成した人工団粒での
N₂O除去能の確認



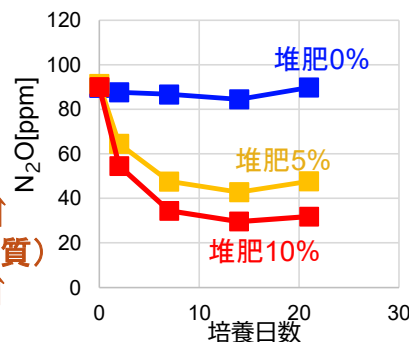
5株のN₂O除去微生物を
用いた適性評価

• 大量生産方
法の開発



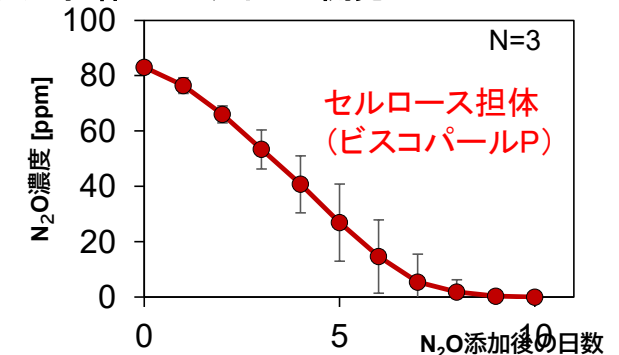
• N₂O除去能/
持続性の向上

• 物理的安定性 ↑
• 有機物(炭素基質)
の供給 ↑



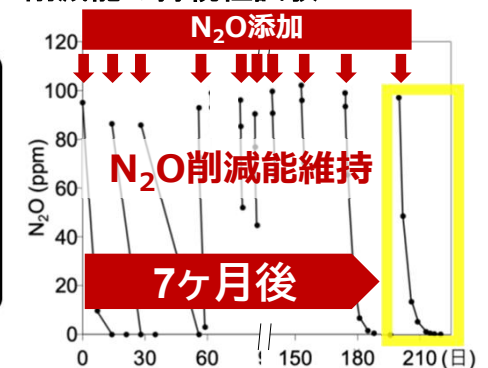
人工担体の主な成果

人工担体プロトタイプの開発



ビスコパールPとN₂O除去微生物を組合わせた
人工担体がN₂O除去することを確認

人工担体のN₂O削減能の持続性試験



人工担体のN₂O除去能が7ヵ月間持続することを確認

関連サイト紹介

プロジェクトホームページ



dSOIL 微生物による地球冷却

<https://dsoil.jp/>



市民科学プロジェクトホームページ



COOL EARTH 情報局

<https://dsoil.jp/cool-earth/lab/>

