

# 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、

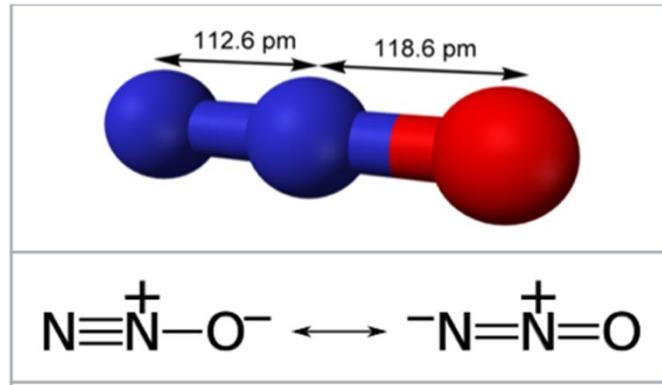
東京大学、理化学研究所、福島国際研究教育機構、

愛媛大学、産業技術総合研究所、

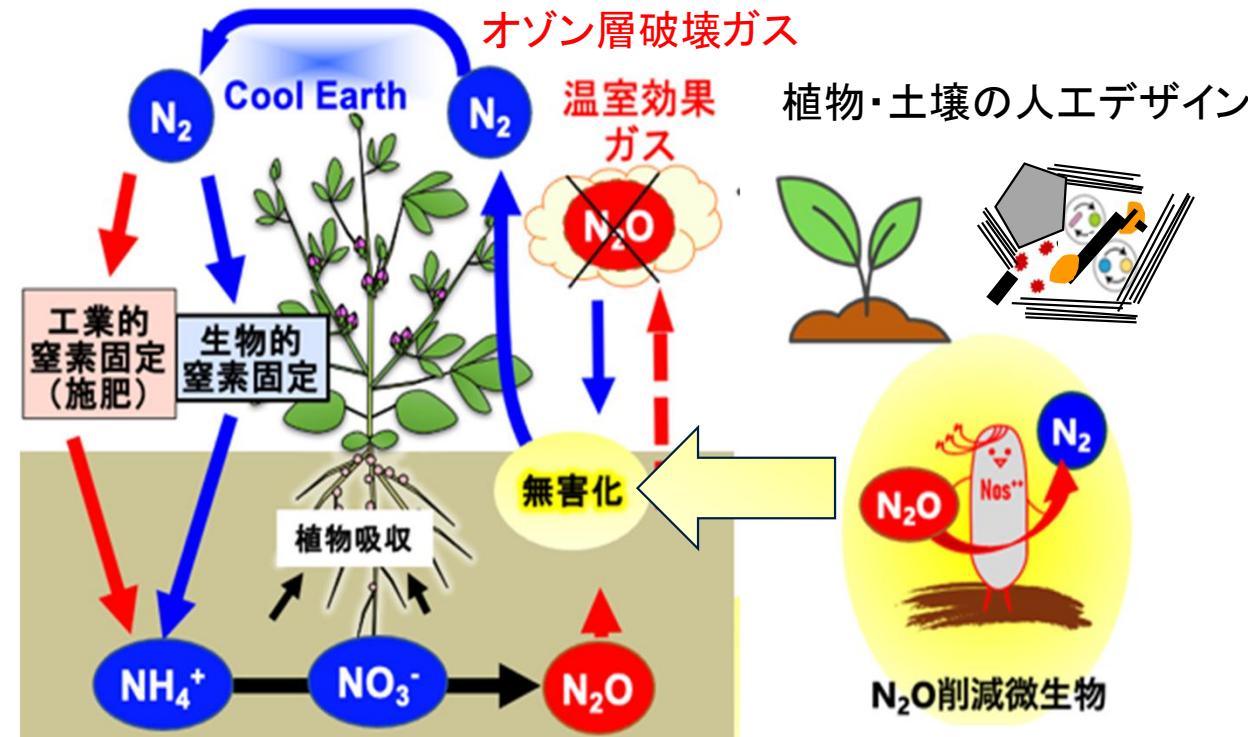
十勝農業協同組合連合会、ナガセヴィータ、レンゴー

## 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

N<sub>2</sub>O削減ダイズ根粒菌



根粒菌接種圃場



N<sub>2</sub>O削減人工団粒・担体



人工団粒・担体接種圃場



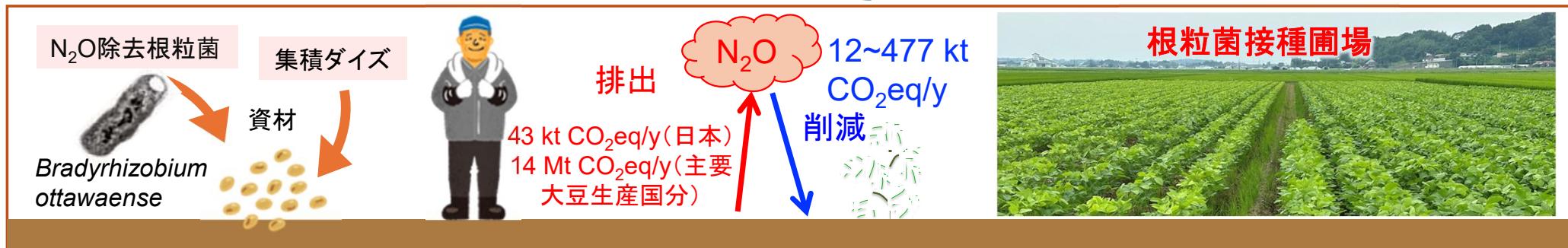
微生物のN<sub>2</sub>O除去能を活用し大豆・小麦・トウモロコシ・野菜の栽培時に発生する温室効果ガスN<sub>2</sub>Oの削減が、実験室と一部圃場で実現。

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

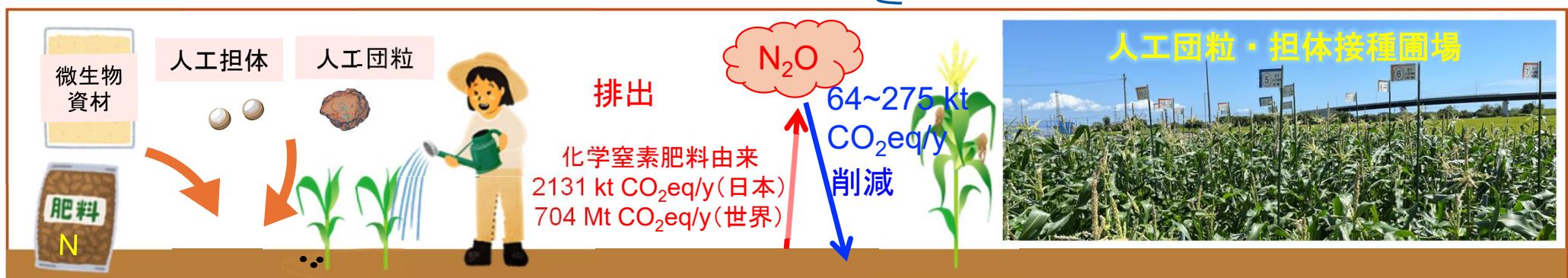
- ダイズ由来 $N_2O$ を12~477 ktCO<sub>2</sub>eq/y 削減

内訳: 12 ktCO<sub>2</sub>eq/(日本)・465 ktCO<sub>2</sub>eq/y(世界)  
収穫期50%削減: 普及率42%(日本)・5%(世界)



- 一般作物由来 $N_2O$ を64~275 ktCO<sub>2</sub>eq/y 削減

内訳: 64 ktCO<sub>2</sub>eq/y(日本)・211 ktCO<sub>2</sub>eq/y(世界)  
肥料由来N<sub>2</sub>O30%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)



代表  
菅野学(産総研)

### 微生物資材

- 人工团粒

農研機構・愛媛大・F-rei

- 材料開発

産総研

- 資材化

農研機構

- 担体最適化

レンゴー

### 評価・普及

- $N_2O$ 削減実証

農研機構

- 社会実装基盤

十勝農協連

代表(評価)  
秋山博子(農研機構)

### PM

南澤究



### $N_2O$ 循環

- ダイズ根粒菌

東北大・ナガセヴィータ

- 比較ゲノム

東北大・理研

- 市民科学

東北大



代表  
今泉温子(農研機構)

- 共生最適化

農研機構・帯畜大・農工大・岩手大・龍谷大

普及Gと伴走支援は2025年から



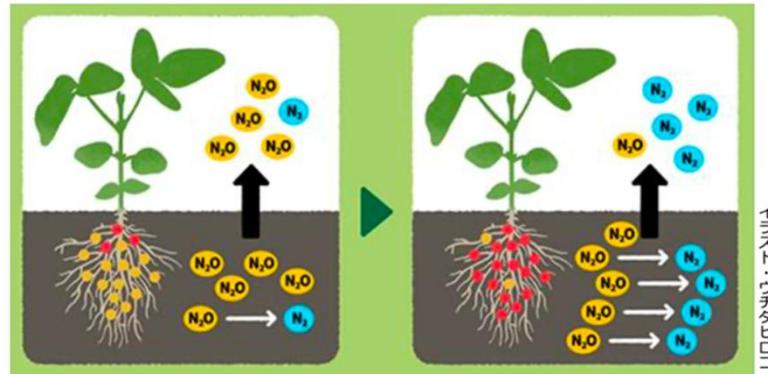
代表(普及)  
みずほリサーチ &  
佐藤修正(東北大)  
テクノロジーズ(伴走支援)

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。  
→ $N_2O$ 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!

### 「土壤診断等による資材選択」

#### 1. 栽培履歴調査

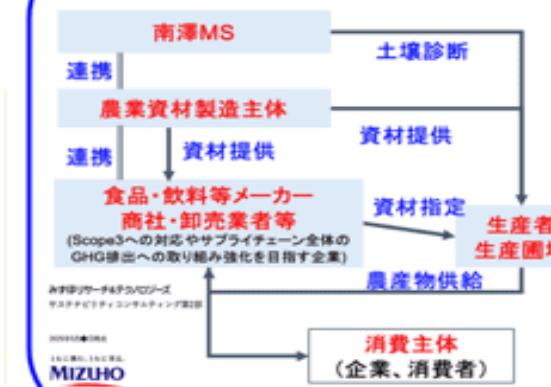


#### 2. 土壤採取・土壤分析



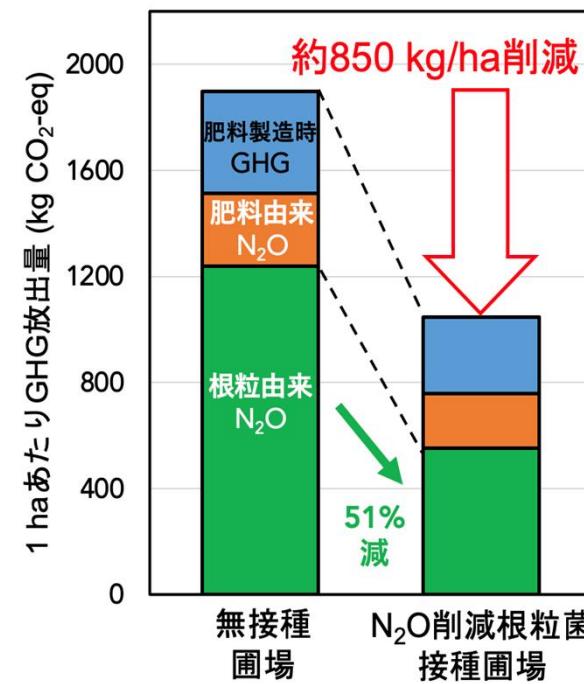
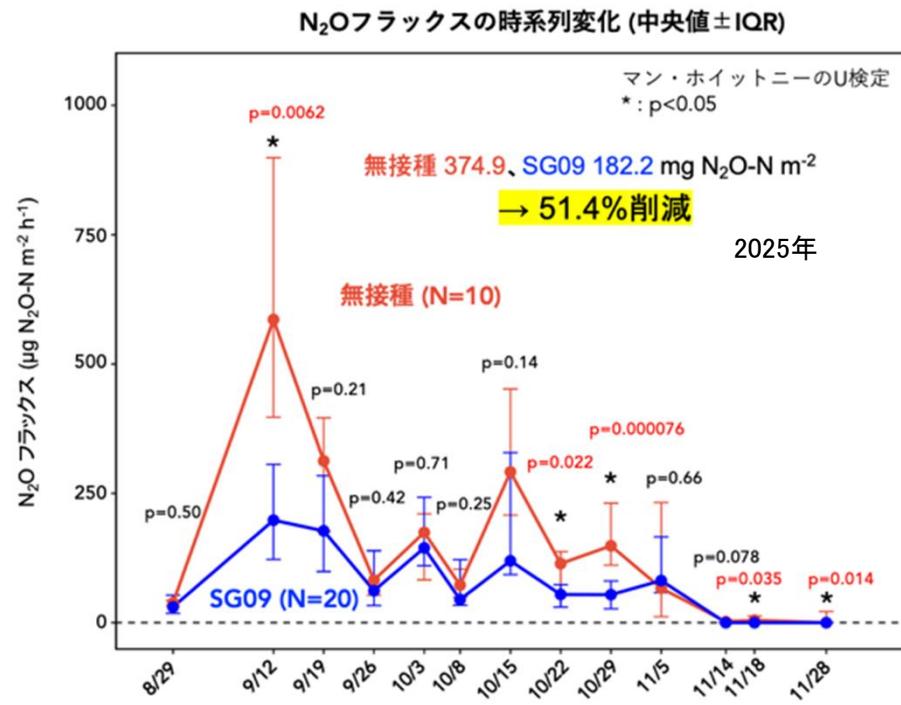
2026	2027	2028	2029
診断技術開発	北海道・本州圃場実証	普及開始	普及拡大

#### 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、これに対して土壤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 $\text{N}_2\text{O}$ 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」)。



## 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<sub>2</sub>O発生様式に応じて選択する2つの資材 —



### 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

#### 背景・課題

- 肥料由来N<sub>2</sub>O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<sub>2</sub>O発生様式対応型資材  
人工団粒  人工担体  を開発



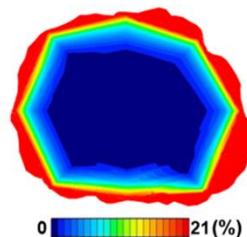
## 研究開発項目と実施スケジュール(人工団粒・担体)

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		最適化プロト タイプの完成、 事業化目標 値設定	実証試験をしな がら微調整	$N_2O$ 削減資 材製品化
	原料・微生物を選定した担体試作品の $N_2O$ 削減能評価				
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 $N_2O$ 削減能評価	圃場適用課題の洗い出し		付加価値の創出（土壤改良、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）	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	
	伴走支援開始				
パイロット圃場レベル			→ 人工団粒	→ 人工担体	→ 共通
より大規模、開放的なスケ ルでの $N_2O$ 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 $N_2O$ 無害化を実現する資材となる可能性！		



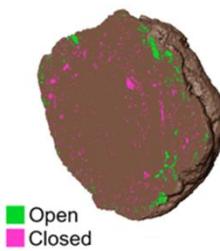
## 人工団粒の主な成果

酸素濃度分布

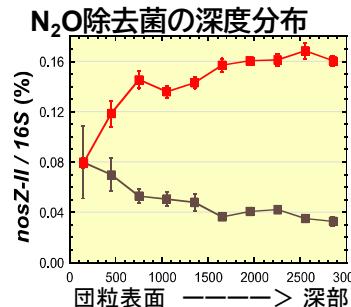


黄色土  
Yellow

3次元孔隙構造



N<sub>2</sub>O還元・細菌叢・物  
理化学性の深度分布



### 自然土壤団粒中のN<sub>2</sub>O除去微生物ホットスポットの解明

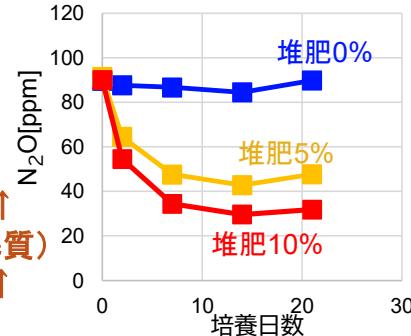
→ 開放孔隙が少ない団粒の深部の微好気環境でN<sub>2</sub>O除去菌は優占

- 大量生産方  
法の開発

作成した人工団粒での  
N<sub>2</sub>O除去能の確認



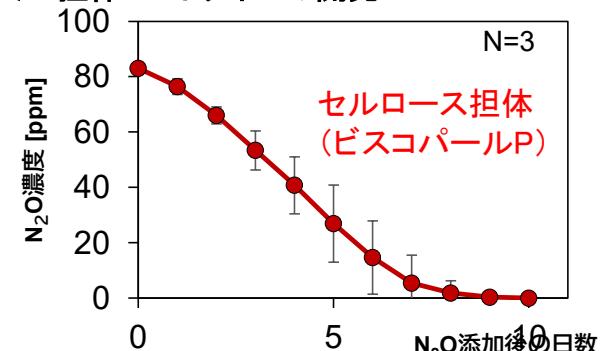
5株のN<sub>2</sub>O除去微生物を  
用いた適性評価



- N<sub>2</sub>O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↑

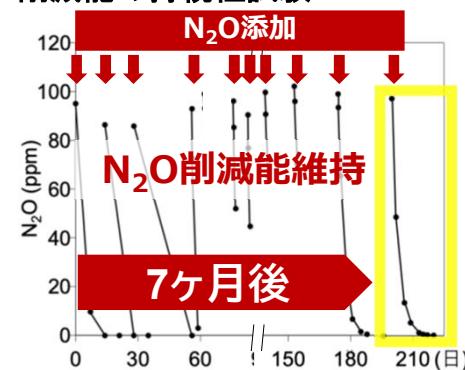
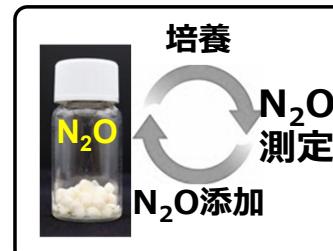
## 人工担体の主な成果

人工担体プロトタイプの開発



ビスコパールPとN<sub>2</sub>O除去微生物を組合せた  
人工担体がN<sub>2</sub>O除去することを確認

人工担体のN<sub>2</sub>O削減能の持続性試験



人工担体のN<sub>2</sub>O除去能が7カ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



Cool Earth via  
**dSOIL**

微生物による地球冷却

研究内容 / 研究組織 / 研究成果 / イベント / EN

SCROLL DOWN

MOONSHOT NEDO

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 via  
**dSOIL** 微生物による地球冷却

HOME / 参加しよう / コラム / ギャラリー / ポータル

“微生物による地球冷却”に一緒に取り組む

**COOL EARTH**  情報局

市民参加型プロジェクト  
**地球冷却微生物を探せ**  
参加者募集中

市民参加型プロジェクト  
**根粒菌大調査**  
参加者募集中

COOL EARTH 情報局  
<https://dsoil.jp/cool-earth/lab/>

