

農業生態系のデジタル化に成功

1. 研究の背景と開発目標

研究の背景と必要性

現代の農業では、農業生態系における植物、微生物、土壌の複雑なネットワークを解明することが求められています。しかし、従来の方法では篤農家の経験に依存する部分が大きく、科学的な形式知化が進んでいませんでした。そこで、これらのネットワークをデジタル化し、客観的かつ効率的に分析する技術の開発が急務となっています。

技術開発目標

農業生態系における植物-微生物-土壌の複雑な相互作用をデジタル化し、データドリブンな仮説探索を可能にするシステムを構築することを目指します。これにより、有機農法の効果を科学的に立証し、持続可能な農業の実現に貢献します。

2. 達成した成果の概要

①

マルチオミクス解析により、特定の有機態窒素が土壌中に蓄積し、作物生育を促進することを明らかにしました。これにより、有機農法の一環として太陽熱処理の効果が証明されました。(図1)

②

コマツナを対象としたフィールドアグリオミクス解析により、異なる農法が作物生育に与える影響をデジタル化しました。これにより有機態窒素が作物収量に直接関連することが示されました。(図1)

③

無菌栽培の実験で、アラニンが栄養源として、コリンとアラニンが生理活性物質として作物の生育を促進することが分かりました。これにより、作物の根から吸収される有機態窒素の役割が明確になりました。(図2)

【具体的成果】

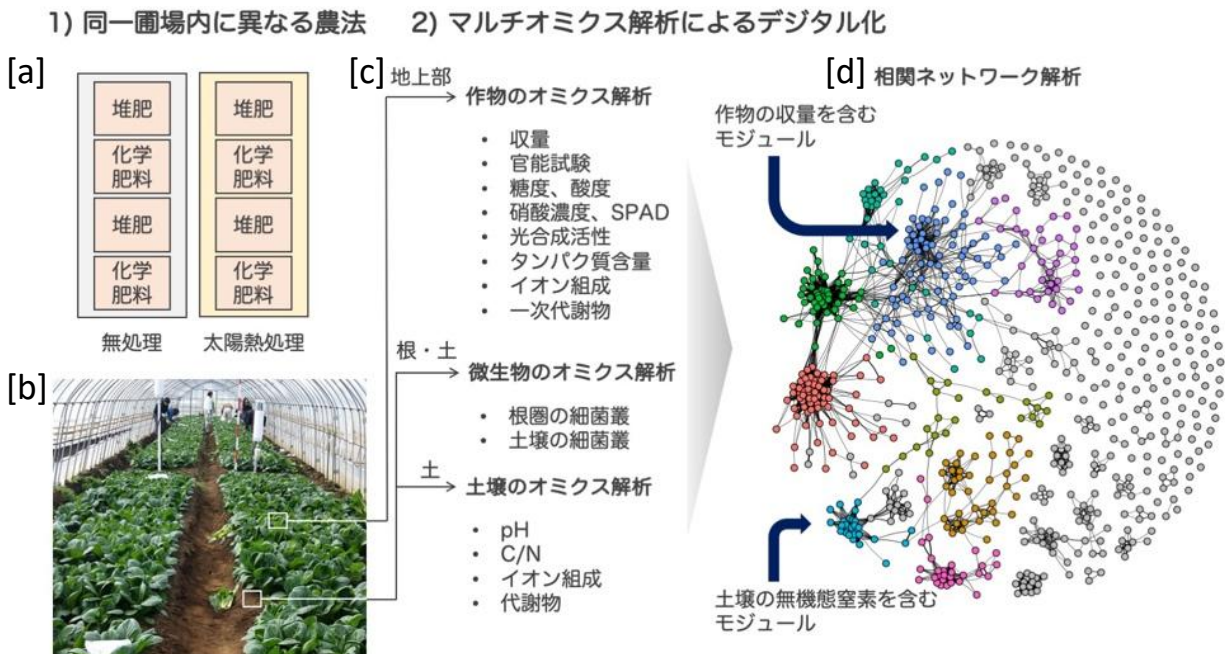


図1 農業生態系のデジタル化

同一圃場を分割して[a]、異なる農法によりコマツナを栽培し[b]、マルチオミクス解析を実施した[c]。取得した全データを統合した相関ネットワーク解析により、農業生態系をデジタル化することに成功した[d]。その結果、有機態窒素が作物収量に関連することが分かった(図2「e」)。

【具体的成果】（つづき）

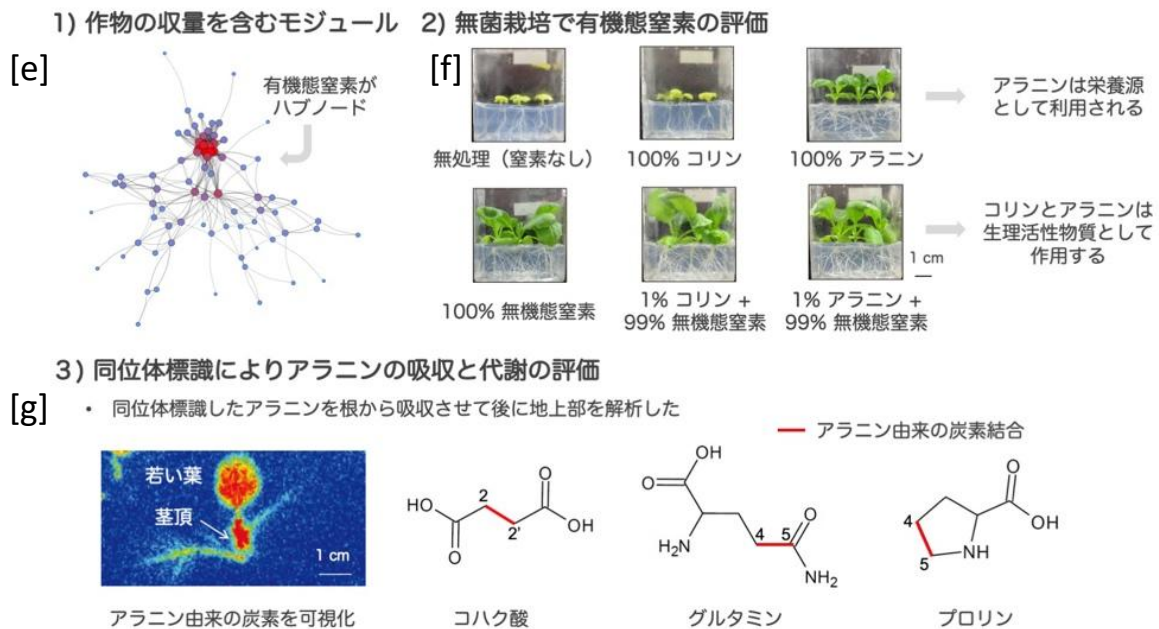


図2 作物生育に及ぼす有機態窒素の影響

無菌栽培の実験により、アラニンが栄養源として、コリンとアラニンが生理活性物質として作物の生育を促進することが分かった[f]。アラニンは根から吸収され、コハク酸、グルタミン、プロリンに代謝されることも明らかになった[g]。

3. 社会実装の展望と波及効果

想定されるユーザー（成果の受け渡し先）と活用方向

本研究成果は、農業技術者、研究者、農業関連企業などが主なユーザーとなります。デジタル化された農業生態系データは、農法の最適化や新たな農業技術の開発に活用され、その結果として、最終的に農業従事者が現場で活用できる技術の創出につながります。

社会実装の実績

現時点では特になし

今後の発展可能性と期待される波及効果

今後、さらなるデータ収集と解析技術の高度化により、農業生態系の理解が深まり、持続可能な農業の実現が期待されます。また、この技術はグローバルに展開可能であり、世界中の農業生産性向上と環境保護に貢献する可能性があります。

研究課題名：持続可能な循環型社会を実現する「農業環境エンジニアリングシステム」の開発

実施機関：国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 高度解析センター、国立大学法人福島大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人愛媛大学、福島県、株式会社前川総合研究所、味の素株式会社、株式会社サーマス、株式会社ちとせ研究所、株式会社ユーグレナ、株式会社ジャパンバイオフィーム、花王株式会社、ナガセサンバイオ株式会社、ネオファーマジャパン株式会社、サンエイ糖化株式会社、株式会社大地のいのち、アクプラント株式会社、株式会社カネカ、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門、株式会社クニエ、株式会社DGCテクノロジー

問い合わせ先：029-836-9118（理化学研究所バイオリソース研究センター 植物-微生物共生研究開発チーム）

土壤環境と微生物と作物の関係を解明

1. 研究の背景と開発目標

研究の背景と必要性

持続可能な農業を実現するためには、作物の収量と品質を同時に向上させることが求められます。しかし、土壤環境と微生物との関係は非常に複雑で、従来手法ではその全体像を把握することが困難でした。これらの要素間の相互作用を解明することは、効率的かつ持続可能な農業を目指す上で重要です。

技術開発目標

ダイズ圃場における植物-微生物-土壤のネットワーク構造を解明し、作物収量と品質を向上させるための科学的根拠を提供することを目指します。また、土壤環境の安定性が作物生育に与える影響を明らかにすることを目標とします。

2. 達成した成果の概要

①

ダイズ圃場において、植物-微生物-土壤のネットワークを解析し、収量と品質が異なる制御下にあることを明らかにしました。特に、土壤環境の安定性が作物生育に正の影響を与えることが分かりました。(図1)

②

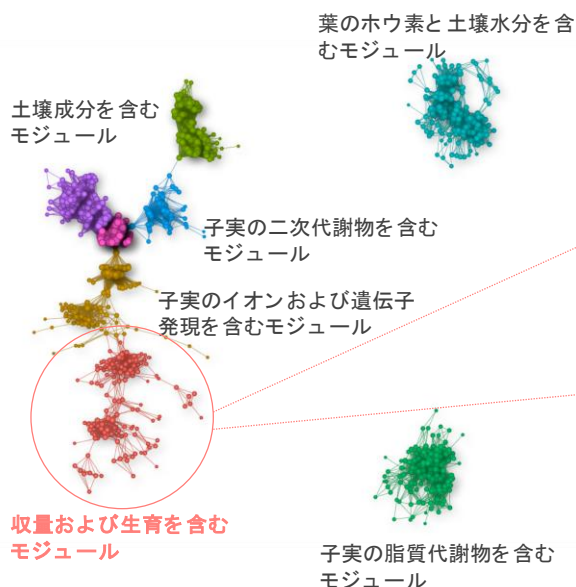
土壤および根圏微生物が作物収量に関与することを示しました(図1-2)。これにより、土壤微生物を利用した持続可能な農業技術の有用性が示唆されました。

③

圃場データを基にした統合解析により、水分およびECセンサーのデータから作物生育の新たな指標を見出しました(図1-2)。これにより、土壤環境の安定性が作物の生育に与える影響を定量的に評価できるかもしれません。

【具体的成果】

1) ダイズ圃場の農業生態系ネットワーク



2) 収量および生育を含むモジュール

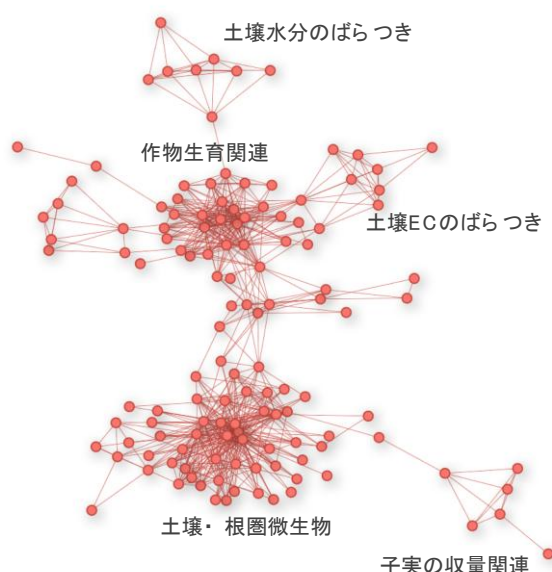


図1 農業生態系のデジタル化によりダイズ圃場の植物-微生物-土壤の関係性を可視化

3. 社会実装の展望と波及効果

想定されるユーザー（成果の受け渡し先）と活用方向

本研究成果は、農業技術者、研究者、農業関連企業などが主なユーザーとなります。デジタル化された農業生態系データは、農法の最適化や新たな農業技術の開発に活用され、その結果として、最終的に農業従事者が現場で活用できる技術の創出につながります。

社会実装の実績

現時点では特になし

今後の発展可能性と期待される波及効果

今後、さらなるデータの蓄積と解析技術の進展により、農業生態系の理解が深まり、持続可能な農業技術の開発が促進されることが期待されます。これにより、地域や作物に応じた最適な農法の開発が可能となり、農業の生産性向上と環境保護に貢献することが期待されます。

研究課題名：持続可能な循環型社会を実現する「農業環境エンジニアリングシステム」の開発

実施機関：国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 高度解析センター、国立大学法人福島大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人愛媛大学、福島県、株式会社前川総合研究所、味の素株式会社、株式会社サーマス、株式会社ちとせ研究所、株式会社ユーグレナ、株式会社ジャパンバイオフィーム、花王株式会社、ナガセサンバイオ株式会社、ネオファーマジャパン株式会社、サンエイ糖化株式会社、株式会社大地のいのち、アクプラント株式会社、株式会社カネカ、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門、株式会社クニエ、株式会社DGCテクノロジー

問い合わせ先：029-836-9118（理化学研究所バイオリソース研究センター 植物-微生物共生研究開発チーム）

様々なシーンの土づくりツールの技術開発

1. 研究の背景と開発目標

研究の背景と必要性

農業において、土壌環境の改善は作物生産性向上の鍵となります。しかし、地域や作物ごとに最適な土壌管理方法は異なり、従来の一律的なアプローチでは効果が限定的でした。多様な農業シーンに対応した土壌改良技術の開発が求められています。

技術開発目標

フィールドアグリオミクス解析により、土壌環境を改善する新しいツールと技術を開発し、地域や作物に応じた最適な土づくりを実現することを目指します。また、セシウム吸収抑制や湿害軽減、鮮度保持向上などの多面的な効果を持つ技術の実用化を図ります。

2. 達成した成果の概要

①

フィールドアグリオミクス解析により、ダイズとコマツナの収量増加や生育に関連する特定の土壌改良技術を評価しました(図1)。これにより、収量増加や作物生育だけでなく多面的な効果があることが明らかになりました。

②

セシウム吸収を抑制する技術や湿害を軽減する技術を開発し、これらの技術が土壌環境の改善に有効であることを示しました(図2-1、2)。特に、放射性物質の吸収抑制は、特定の地域での安全な作物生産に貢献します。

③

鮮度保持を向上させる技術の開発に成功し、この技術が市場での作物の価値向上に寄与することを実証しました(図2-3)。これにより、収穫後の管理が重要な農業分野での応用が期待されます。

【具体的成果】

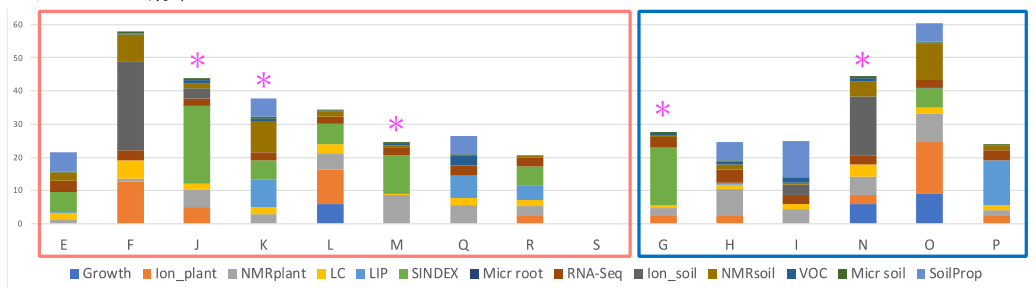
各シーズ農業技術の多面的な効果

* 個別共同研究・現地試験を開始

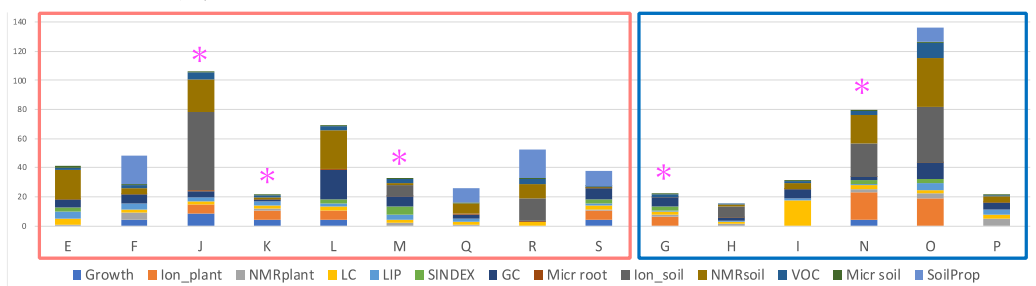
□ 有機質資材を活用

□ 微生物を活用

ダイズへの効果



コマツナへの効果

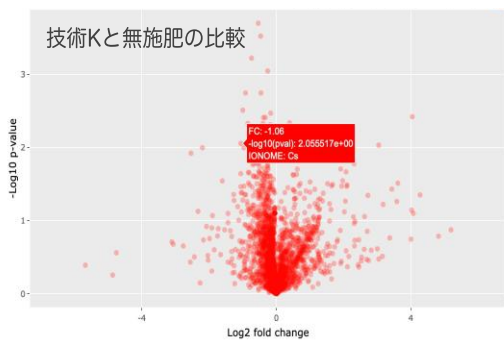


本データは慣行農法（化成肥料）と比較した測定項目（ $P < 0.05$ ）について分類別の割合の積算

図1 フィールドアグリオミクス解析によるシーズ農業技術の多角的な評価

【具体的成果】（つづき）

1) コマツナ葉のセシウム蓄積を抑える技術



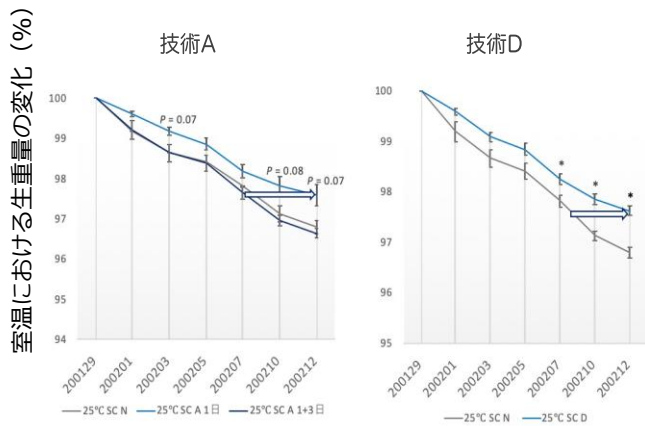
2) ダイズ圃場の湿害を大幅に軽減する技術



技術R

無施肥

3) レタスの鮮度保持を向上させる技術



Welch's t 検定 vs 無処理区
($P < 0.01$)
生鮮野菜の商品価値範囲
($> 95\%$)

図2 新しい効果を示すシーズ農業技術の例

1)はvolcano plotでx軸に変化倍率とy軸に有意差を示す。

3. 社会実装の展望と波及効果

想定されるユーザー（成果の受け渡し先）と活用方向

本研究成果は、農業従事者、農業技術者、研究者、農業関連企業が主なユーザーです。新しい土壌改良技術は、地域や作物ごとの最適な土壌管理を支援し、持続可能な農業を実現するために活用されます。

社会実装の実績

すでに一部の技術は実証試験を通じて効果が確認され、実用化されています（ニュースリリース：<https://www.euglena.jp/news/20210830-2/>）。これにより、地域の農業生産性の向上と環境保護が同時に進められています。

今後の発展可能性と期待される波及効果

今後、さらなる技術開発と普及活動により、広範な農業シーンでの応用が期待されます。これにより、持続可能な農業技術が地域ごとに最適化され、農業生産性の向上と環境保護に貢献することが期待されます。

研究課題名：持続可能な循環型社会を実現する「農業環境エンジニアリングシステム」の開発

実施機関：国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 高度解析センター、国立大学法人福島大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人愛媛大学、福島県、株式会社前川総合研究所、味の素株式会社、株式会社サーマス、株式会社ちとせ研究所、株式会社ユーグレナ、株式会社ジャパンバイオフィーム、花王株式会社、ナガセサンバイオ株式会社、ネオファーマジャパン株式会社、サンエイ糖化株式会社、株式会社大地のいのち、アクプランタ株式会社、株式会社カネカ、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門、株式会社クニエ、株式会社DGCテクノロジー

問い合わせ先：029-836-9118（理化学研究所バイオリソース研究センター 植物-微生物共生研究開発チーム）

微生物資材の分けつ促進効果について農業現場での実証

1. 研究の背景と開発目標

研究の背景と必要性

農業における生産性向上のためには、分けつ（茎の分岐）を促進することが重要です。特に、イネの分けつは収量に直結するため、その促進技術の開発が求められています。しかし、現場での実証データが不足しており、実用化には科学的根拠が必要です。

技術開発目標

イネ体内から分離された細菌を利用した微生物資材について、その分けつ促進効果を農業現場で実証することを目指します。また、その作用機序をフィールドアグリオミクス技術を用いて解析し、科学的エビデンスを提供します。

2. 達成した成果の概要

①

北海道の複数箇所で実証試験を実施し、微生物資材の分けつ促進効果が確認されました（図）。これにより、微生物資材の有効性が証明されました。

②

フィールドアグリオミクス技術を用いて、分けつ期に発現変動する遺伝子群を明らかにし、微生物資材の作用機序を解析しました。これにより、分けつ促進のメカニズムの一部が解明されました。

③

実証試験の結果を基に、科学的エビデンスに基づいた微生物資材の普及が進められています。これにより、持続可能な農業技術の開発が加速されました。

【具体的成果】

イネとエンドファイト（植物共生菌）の相互作用と農業環境データ解析

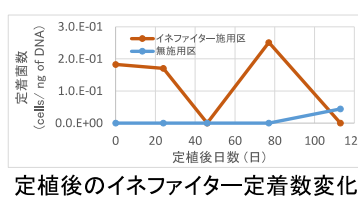
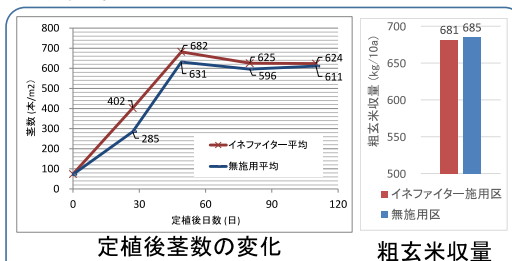
(株)前川総合研究所

2019 年度のイネ試験結果

イネファイター：イネ体内より分離された細菌を製剤化したイネ用微生物資材
分けつ促進により収量増加が期待できる

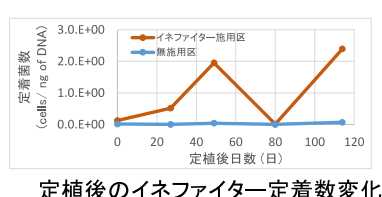
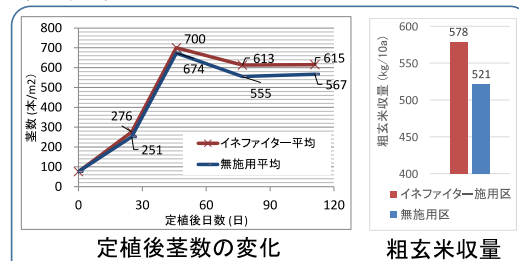


美唄圃場



初期茎数は増加したが穂数、収量に変化はなかった

栗山圃場



茎数は初期から増加し、穂数、収量が増加

イネファイター効果への根圏微生物の影響を明らかにするため、両圃場において生育ステージごとにサンプリングしたイネ葉身の遺伝子発現解析、根の微生物叢解析実施中

3. 社会実装の展望と波及効果

想定されるユーザー（成果の受け渡し先）と活用方向

本研究成果は、農業従事者、農業技術者、研究者、農業関連企業が主なユーザーです。微生物資材は、イネの生産性向上を目指す農家や農業技術者によって活用されます。

社会実装の実績

すでに実証試験により効果が確認され、実用化が進められています。これにより、微生物資材の普及が進み、持続可能な農業技術が広がっています。

今後の発展可能性と期待される波及効果

今後、さらなる研究と実証試験を通じて、微生物資材の効果をより広範な作物や地域で確認することが期待されます。これにより、微生物資材の利用が一般化し、農業の生産性向上と環境保護に貢献することが期待されます。

研究課題名：持続可能な循環型社会を実現する「農業環境エンジニアリングシステム」の開発

実施機関：国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 高度解析センター、国立大学法人福島大学、国立大学法人東京大学、国立大学法人筑波大学、国立大学法人愛媛大学、福島県、株式会社前川総合研究所、味の素株式会社、株式会社サーマス、株式会社ちとせ研究所、株式会社ユーグレナ、株式会社ジャパンバイオフィーム、花王株式会社、ナガセサンバイオ株式会社、ネオファーマジャパン株式会社、サンエイ糖化株式会社、株式会社大地のいのち、アクプラント株式会社、株式会社カネカ、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物機能利用研究部門、株式会社クニエ、株式会社DGCテクノロジー

問い合わせ先：029-836-9118（理化学研究所バイオリソース研究センター 植物-微生物共生研究開発チーム）