

栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

「バイオ技術領域」

令和3年度成果

令和4年3月

文部科学省

資料 1「栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業（FS）」の概要

アドオン額：25,000千円（文科省）

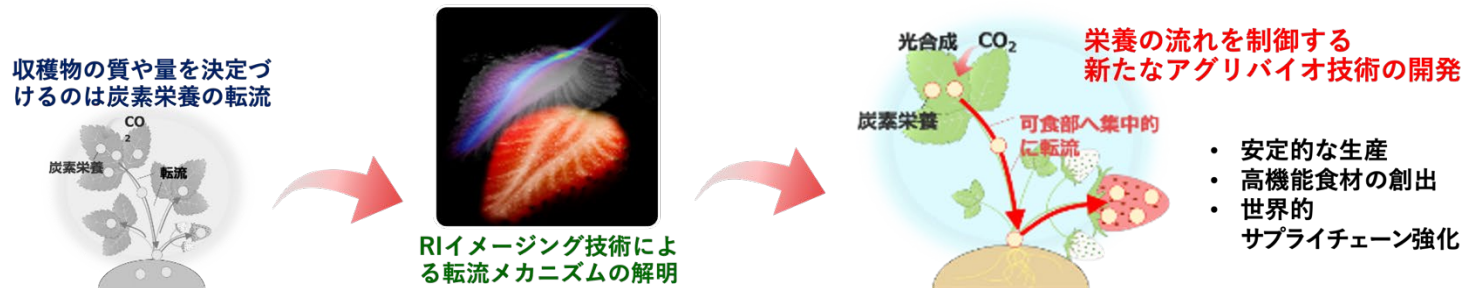
元施策・有/PRISM事業・新規/継続予定

課題と目標

- （課題）持続可能な農業に向けて植物の栄養の流れを制御する技術開発の需要が高まりつつあるが、RI実験の難しさのため、産学官外部ユーザからの多様なニーズに応えられていない状況にある。
- （目標）RIイメージング装置を試作し、広視野観察や評価環境のデモを行い、食品加工メーカーや農業に直結した地方自治体からのニーズを確認し、本格実施に対する賛同を得る。

「施策名」の概要

- 元施策：量子科学技術研究開発機構（QST）運営費交付金「量子ビーム応用研究」のうち、新たな農作物生産技術開発のための植物RIイメージング技術の体系化（R3年度：68,000千円）
- PRISMで実施する理由：元施策で実施しているRIイメージング技術を用いた作物生産技術の開発は、RI施設（QST 高崎研）での実験が必要であり、民間企業や農業に近いフィールドで活動する地方自治体・大学・研究開発法人の研究者の参画を難しくしている。PRISMでこの障壁を緩和する環境整備を実施することで、企業等からの投資誘発効果が見込まれる。
- テーマの全体像：作物体内の栄養等元素動態を制御し、持続的な農業による安定した食料生産を実現する。



出口戦略

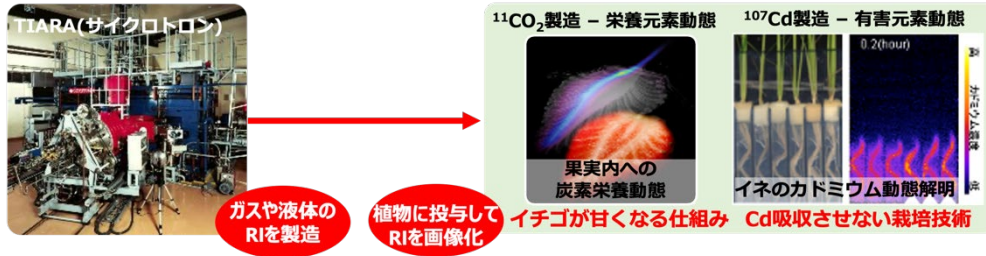
- 食品加工会社等と共同した栄養元素動態を制御する栽培技術の開発や総合工事業者（ゼネコン）と共同した土壌中の有害汚染物質の除去技術の開発を想定している。

民間研究開発投資誘発効果等

- 民間投資誘発効果として、新技術の特許出願や実施許諾が見込まれ、さらには装置メーカーや農業資材企業との連携も進み、PRISM完了後からは、年間1億円以上の投資が見込まれ、農業振興への貢献が期待できる。
- 民間からの貢献額：FS初年度は民間からの参加はない。本実施となる来年度からは民間企業等の参画について同意を得ている。

アドオン（文科省）：25,000千円
元施策名：（量子ビーム応用研究）68,000千円

持続可能な農業に向けて植物の栄養の流れを正確に計測しこれを制御するための植物RIイメージング技術の需要が高まりつつあり、これを用いた効率的な研究を進めるためRIイメージング技術の体系化を進めている。



しかしながら、RIを取り扱う植物を対象としたイメージング実験の難しさのため、産学官外部ユーザからの多様なニーズに応えられていない状況にある。



【PRISM】

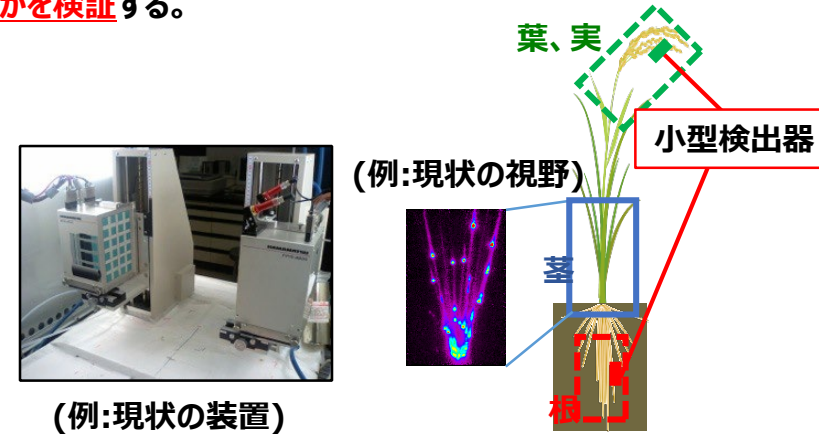
- 研究フローのオートメーションで参画障壁を低減
- (FSとして)農研機構と共同で上記課題の調査・検討

具体的には、(1)RIイメージング装置の開発によるイメージング実験の高効率化、(2)光合成能モニタリング装置および(3)リモートアクセス対応システムの導入による遠隔制御可能な植物育成・AI解析技術の開発、(4)非密封RI自動投与装置の開発によるRI取り扱い障壁の低減、について検証する。

【FSにおける開発内容】

(1) RIイメージング装置（試作機）の開発

小型放射線検出器を作製し、視野拡大やイメージング装置数の増加を模擬した測定ポイント数の増加によって、作物生産性に直結するような炭素栄養動態について、農家等のニーズの高い対象植物（イネ等）の植物全身モデルの構築が可能かどうかを検証する。



(2) 光合成等モニタリング装置の導入

RIイメージング実験中やその前後で、実験に供試される植物（イネ・イチゴ等）の育成環境（温度・湿度・照度・二酸化炭素濃度）とそれに応じた光合成機能をモニタリングするための装置を導入し、植物生理機能の総合的な解析を可能にする。

(3) リモートアクセス対応システムの開発

遠隔地からの実験参加を容易にする。

(4) 非密封RI自動投与装置の開発

RIの取り扱いを自動化することで、民間等の参加障壁を低減する。

資料3「栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業（FS）」の目標達成状況

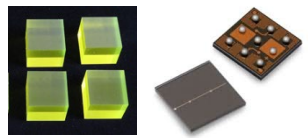
○施策全体の目標

農業に直結する産学官の研究現場からRIイメージング研究への参画を促すため、放射性同位元素を取り扱う植物実験の障壁を取り除く。具体的には、実験に供試される植物準備のリモート化、実験の自動化、解析のオンライン化といった研究フローのオートメーションを実現する。元素動態を非破壊で追跡するRIイメージング技術を活用し、「栄養の流れを制御する」新たな栽培技術を開拓する。

事業名等 (※個別に目標を設定している場合)	当年度目標	目標の達成状況
① 栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業（FS）	[具体的な研究内容] (1) RIイメージング装置（試作機）の開発 (2) 光合成等モニタリング装置の導入 (3) リモートアクセス対応システムの開発 (4) 非密封RI自動投与装置の開発	(1) 試作機を導入済みで計数回路調整中、マシンタイム実験において評価試験を実施し、視野拡大等の要求性能を確認 (2) センサー類を導入済み、上記評価試験に組入済み (3) 簡易装置で評価済み、本実施での導入向け必要項目策定 (4) 遠隔操作が可能なシリジポンプで評価試験を実施し、実験者の被曝低減を確認
	[FSのゴール] (1) 試作機有用性調査のため農研機構と共同で評価 (2) 5機関以上の企業・自治体に対するヒアリング (3) 2機関以上から次年度の本格実施に対する賛同	(1) 農研機構との共同実験を下期マシンタイムで計画 (2) ・食品加工会社（企業A）ヒアリング済み ・コンサルティング会社（企業B）ヒアリング済み ・食品加工会社（企業C）ヒアリング済み ・地方自治体（A県）ヒアリング済み ・地方自治体（B県）ヒアリング済み ・農業生産法人（企業D）ヒアリング済み ・通信会社農業事業部（企業E, F）ヒアリング済み ・電力会社（エコファーム事業部）ヒアリング調整中 (3) 食品加工会社（企業A）、地方自治体（A県）と次年度共同研究合意、コンサルティング会社（企業B）および食品加工会社（企業C）と秘密保持契約下で次年度計画を協議中

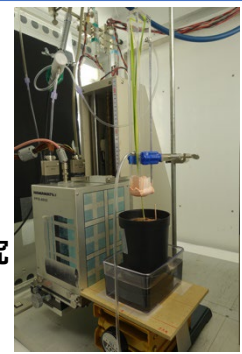
○ 栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業（FS）

(1) RIイメージング装置（試作機）の開発

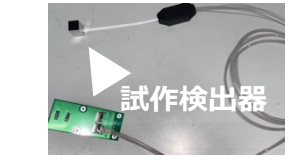


・農研機構（作物研究部門）と
→ **イネ**で検証

・農研機構（九州沖縄農業研究センター）と
→ **イチゴ**で検証



イネを対象としたマシンタイム検証実験



GAGGシンチと半導体光電子増倍管で小型検出器を開発

(2) 光合成モニタリング装置の導入

機能測定センサー類を導入
マシンタイム実験
で有用性を検証済み



(3) リモートアクセス開発

遠隔地から実験参加

(4) RIガス取扱の自動化

実験者の被ばく低減

放射線管理区域外で本技術を展開するために

特許出願「師管流測定法」（2021-130988）

特許出願準備中「師管流制御法」



○ FSのゴール設定

① 試作するRIイメージング装置を用いた広視野観察や評価環境のデモを**農研機構と共同**で行い、②上記取り組みについて**5機関以上**の食品加工メーカー等および農業に直結した地方自治体に対するヒアリングを行い、すべてからニーズがある旨の回答を得る。③ 加えて、**2機関以上**から次年度の本格実施に対する賛同を取り付ける。

① 農研機構との共同検証

農研機構（作物研究部門および九州沖縄農業研究センター）と**共同研究契約**を締結。高崎研イオン照射研究施設の下期マシンタイムを**確保**し、本施策で導入した技術の評価を含めた**RIイメージング実験を2回実施し、視野拡大等装置開発の必要性を確認した**。次年度に向けて、装置開発に係る新たなイメージングプロトコル等の実験計画を策定。

② 民間企業、地方自治体へのヒアリング

- 飲料・食品企業グループ研究開発部門**の原材料となる果実の安定生産に向けた研究開発にニーズがあるとの回答を得ている。
- コンサルティング会社および通信会社農業生産部門(2社)**から次世代施設園芸に適したモニタリング装置の開発に関連したニーズがあるとの回答を得ている。
- 食品加工会社**から主力商品の原材料となるトマト栽培に向けた研究開発にニーズの可能性有りとの回答を得ている。
- 地方自治体 (A県、B県)**において県内生産品開発にニーズがある。
- 農業生産法人**において栽培技術開発にニーズがある。
- 電力会社 (エコファーム事業)**とヒアリング調整中。

③ 本格実施への賛同

- 来年度実施（共研）に賛同
- NDAを締結、来年度グラントを共同申請
- NDAを締結し、来年度以降は協議中
- 来年度実施（共研）に賛同

資料 5 「栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業（FS）」の民間からの貢献及び出口の実績

○民間からの貢献額：PRISM本実施以降3年間で5,400万円相当

本実施時の共同研究に参画する研究員の人件費や技術開発に係る物品費として4,800万円、RIイメージング実験に供試もしくは評価試験時に提供される植物の栽培育成費や施設使用費として600万円が見込まれる。

当年度当初見込み	当年度実績
<p>当年度はFSとして、RIイメージング研究への参画を促すため、放射性同位元素を取り扱う植物実験の障壁を取り除くための取り組みを農研機構と共同で検証した。</p>	<p>当年度実績としての民間からの具体的な貢献はないが、FSとしての検証内容についてのヒアリングを民間企業に対して実施した結果、研究に参画する研究者の人件費として800万円/年、RIイメージング実験の技術開発に係る物品費等として800万円/年、RIイメージング実験および評価試験に供試される植物の育成栽培費として100万円/年、植物の育成に使用する園芸施設等の利用費として100万/年が本実施となる来年度以降の3年間見込めることがわかった。</p>

○出口戦略 ……食品加工会社等と共同した栄養元素動態を制御する栽培技術の開発や総合工事業者（ゼネコン）と共同した土壌中の有害汚染物質の除去技術の開発を想定している。

当年度当初見込み	当年度実績
<p>民間企業等と共同する場合、放射線管理区域の実験室外で本施策を進める必要があり、各機関の栽培施設で栄養の流れを計測する技術開発に取り組んだ。</p>	<p>放射線管理区域外の各機関の栽培施設で実施できる測定法を開発し、特許出願（※）を行った。</p> <p>（※）特願（2021-130988「植物の育成管理システム、植物の育成管理方法、師管転流速の測定方法及び師管転流速の算出プログラム、植物の生産方法」）</p>