

# 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）

「バイオ領域」

【継続事業】

施策説明資料

令和4年3月  
文科省

## 量子ビーム応用研究

量子ビームプラットフォームの最先端技術を開発するとともに、量子ビームの優れた機能を総合的に活用し、量子技術イノベーション戦略における主要技術領域の量子科学技術研究へ貢献するとともに、経済・社会的にインパクトの高い先端的研究を着実に遂行する。

TIARA(サイクロトロン)

### イオンビーム

放射線生物効果、**農業生命**、RI医療応用研究等の推進

- サイクロトロンを用いたRI栄養元素・RI有害元素の製造
- RIイメージング技術を用いた植物生理機能解明研究と農学応用

### QST独自の植物RIイメージング研究

<sup>11</sup>CO<sub>2</sub>製造 - 栄養元素動態

果実内への炭素栄養動態

イチゴが甘くなる仕組み

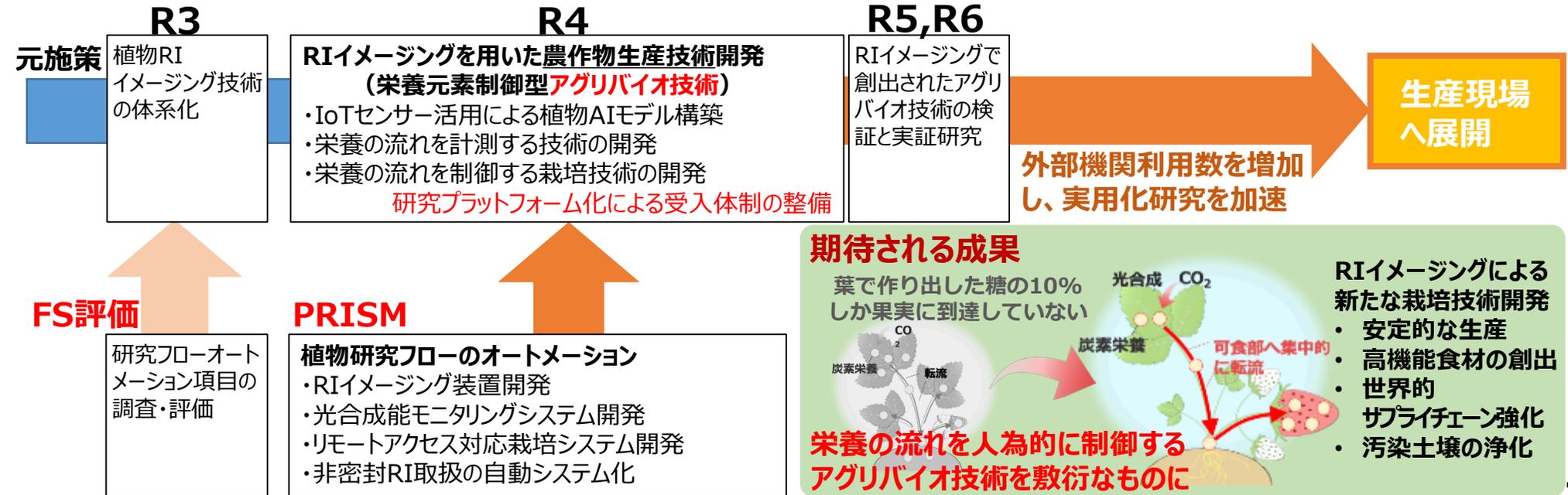
<sup>107</sup>Cd製造 - 有害元素動態

イネのカドミウム動態解明

Cd吸収させない栽培技術

ガスや液体のRIを製造 → 植物に投与してRIを画像化

## <ロードマップ> (元施策内テーマ：量子ビーム技術を用いた生体機能の解明と植物・微生物の機能改良)



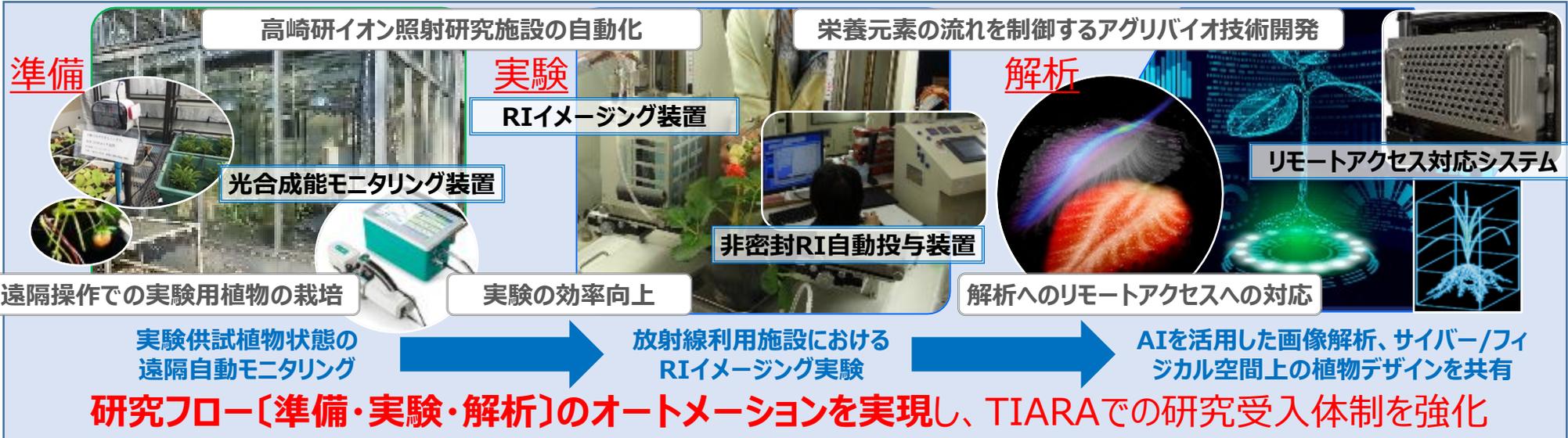
# 資料 2 - 1 「栄養の流れを制御するアグリバイオ技術による持続可能な農業」の概要①

(府省庁名 アドオン：50百万円/元施策「量子ビーム応用研究」：68百万円)

## 背景・現状・実施内容

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。そこで、**植物研究フローのオートメーションを行うことで研究参画の障壁をクリアし、共同研究数を増加させることで様々な農業現場のニーズに対するアグリバイオ技術の導入を促進**する。

- (1) **RIイメージング装置**の開発：撮像対象の多様化に応えるため、視野の拡大で効率化を計り、供試植物毎の特色を三次元的に捉えるためのイメージングシステムを開発する。
- (2) **光合成能モニタリングシステム**の開発：供試植物の光合成能等生理状態の経時変化を自動的にモニタリングし、データベース化するためのシステムを開発する。
- (3) **リモートアクセス対応栽培システム**の開発：育成環境をモニタ・制御するシステムに接続し、外部利用者による効率的な実験準備や、AI解析の結果を元にサイバー空間内に植物をデザインし、データ共有を可能にするためITインフラを整備する
- (4) **非密封RI取扱の自動システム化**：利用者の被ばく低減や安全を目的とした非密封RIの運搬・自動投与装置の開発し、イオン照射研究施設で検証のための実験を実施する。



**民間企業** [食品加工会社等のグローバルサプライチェーン強化]  
**地方自治体** [地方自治体における農業の6次産業化構想]  
**大学研究者** [ムーンショット5分野事業、CREST事業等、共同研究等]

**多くのユーザーが栽培技術開発に参加できる  
植物RIイメージング研究プラットフォームを構築**

# 資料 2 - 1 「栄養の流れを制御するアグリオ技術による持続可能な農業」の概要②

(府省庁名 アドオン：50百万円/元施策「量子ビーム応用研究」：68百万円)

## 研究開発目標、出口戦略

栄養の流れを制御する新たな栽培技術をRIイメージング技術で開拓していくため、多様な作物でも撮像可能な三次元RIイメージング装置を構築し、植物実験準備のリモート化やRI実験の自動化を行い、研究フローのオートメーションを実現する。さらに、IoTセンサーや植物のモニタリングで得られるビックデータを活用した植物AIモデルにより、データ共有、解析の高速化や仮想実験を可能にする研究プラットフォームを構築し、生産現場に近い民間および地方自治体との共同研究の実施可能数を増加させる。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、総合工事業者と共同した土壌中の有害汚染物質の除去技術の開発を出口戦略とする。

## PRISMで推進する理由、元施策がどのように加速されるか

RIイメージングを用いたアグリオ技術の開拓には、イオンビーム照射設備や観測設備の整ったQST高崎研での実験が必要となる。QSTの元施策で実施しているRIイメージングを用いた農作物生産技術開発では、民間企業や地方自治体、研究開発機構・大学研究者といった外部ユーザーの向けの環境整備が十分でない。そこで、PRISMによるリモート化・自動化によって煩雑な植物研究フローをオートメーション化することで、作物生産現場での活用を想定したアグリオ技術の開発研究への企業、自治体、大学等の参画増が見込まれる。共同研究（研究課題）数の増加とそれに伴う多様な栽培技術の開拓の相乗効果により、元施策で進められているRIイメージング技術の体系化が加速されるとともに生産現場への活用が促進される。

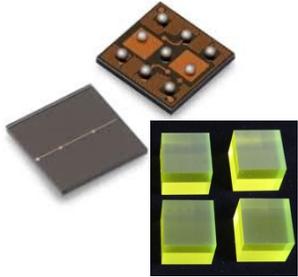
## 戦略の位置づけ、市場拡大効果

バイオ戦略2020では、「3.2 2030年に向けた全体目標と社会像」において、実現が想定されている社会像として「②多様化するニーズを満たす持続的な一次生産が行われている社会」が掲げられている。RIイメージングで開拓した栄養の流れを制御するアグリオ技術による作物生産安定化技術や高機能食品開発技術を、企業、自治体、大学等と共に開発し、これを作物生産現場へ展開する事により、差別化・高品質化による機能性食品生産プロセスを確立するとともに、数百億円規模の食品市場におけるイノベーションの創出を図る。

## 具体的な研究成果

### (1) RIイメージング装置（試作機）の開発

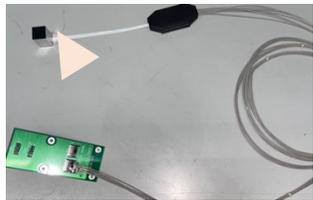
#### 植物実験用小型放射線検出器の開発



シリコン半導体素子  
とGAGGシンチレータ

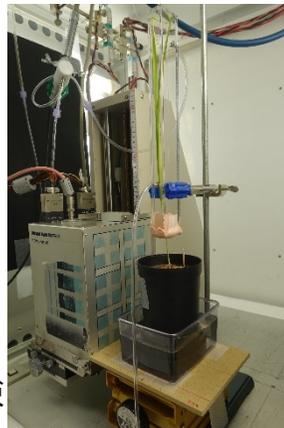


PET計数回路の応用



小型検出器とプレアンプ

農研機構と共同でイネを  
対象とした実証試験



農研機構と下期マシンタイムで2回の（イネ・  
イチゴ）評価試験を行い、視野拡大についての  
有用性を実証（1回目完了、2回目見込）

### (2) 光合成モニタリングシステムの開発

#### 光合成モニタリングセンサーの導入



LED光源付  
光合成能測定  
センサー



Raspberry Piセンサ  
基板を用いた  
環境モニタリング

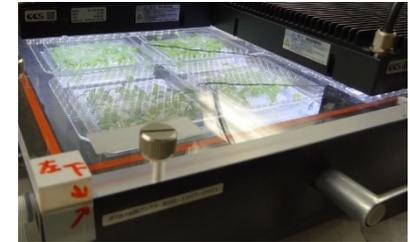
### (3) リモートアクセス対応システムの開発



リモート対応型の植  
物育成庫を放射線  
管理区域内に設置

農研機構との共同評価試験において遠  
隔地間（つくば-高崎）での供試植物  
栽培における有用性を実証（見込）

### (4) 非密封RI取扱システムの開発



実験時のカギとなる $^{11}\text{CO}_2$ 投与方式を  
手動から自動化することで実験者の被  
ばく量を50%以上低減することに成功

放射線管理区域外の生産現場に本技  
術の成果を展開するための知財を確保



試作した  
・師管流センサー  
・制御端子  
を使った実証試験

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」

ヒアリングの結果、これらの取組について  
民間・地方自治体からニーズがある回  
答が得られ目標達成

## FSのゴールに向けて

(ゴールの設定) 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行い、② **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(県農林水産部、県農業試験場等)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 農研機構と共同で、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回実施する予定。イメージングプロトコル等の実験計画を策定中。

➤ ② 食品加工会社から主力清涼飲料水の原材料となる多年生植物の木本類の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。



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。



コンサルティング会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。



地方自治体から県特産品であるイチゴ品種の高品質化に向けた開発にニーズがあるとの回答を得ている。

地方自治体からトマトの整枝作業といった栽培技術の開発にニーズの可能性有りとの回答を得ている。

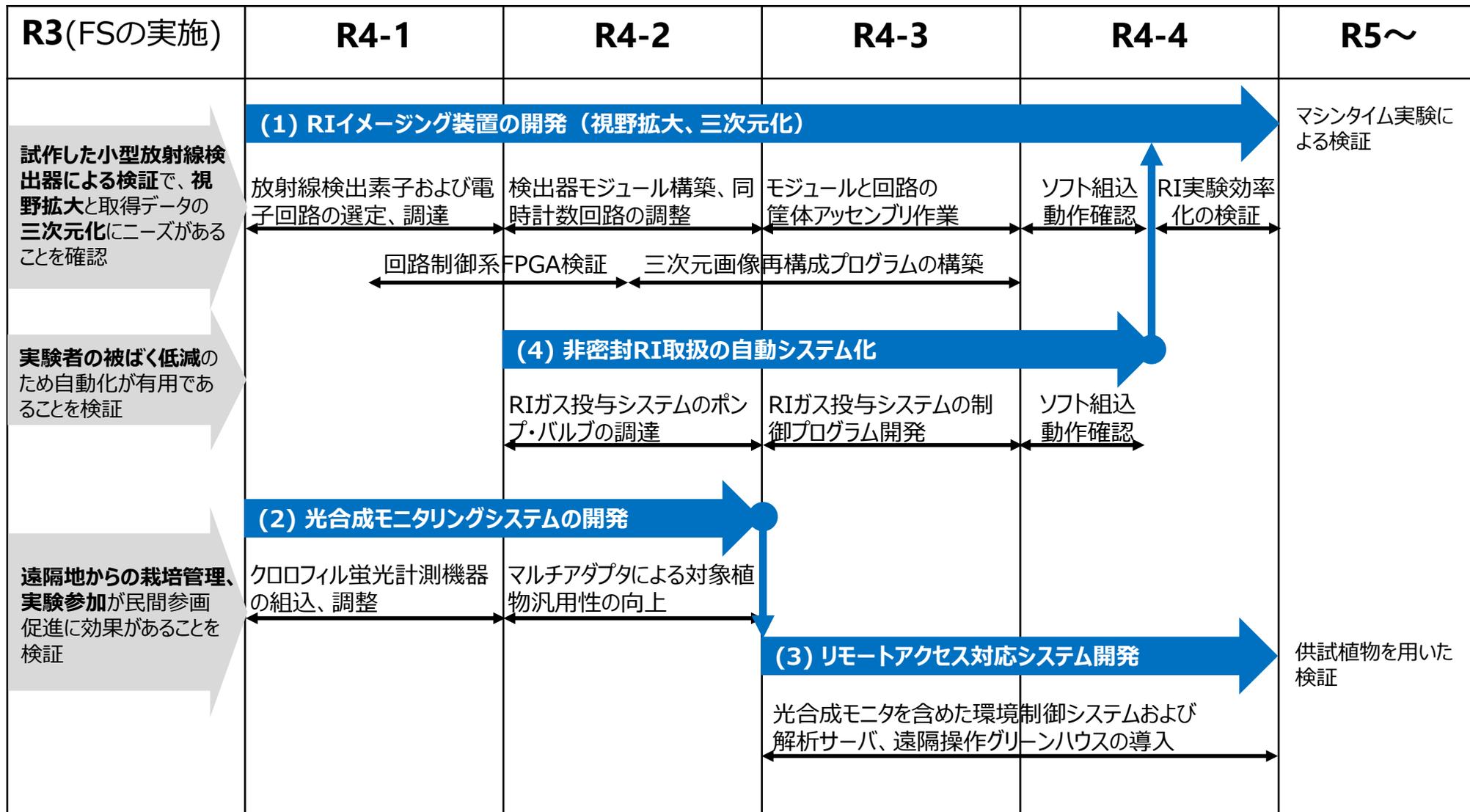
農業生産法人株式会社から栽培技術開発に向けてニーズがあると回答を得ており、協議を開始。

電力会社ファーム事業から園芸施設開発のニーズがあると回答を得ており、協議を開始

➤ ③ 食品加工会社および地方自治体の農業試験場とはR4年度の本施策の実施に向けて共同研究契約を締結することに合意した。コンサルティング会社および食品加工会社とはNDAを締結し、来年度本実施に向けた研究計画の詳細について協議を進めている。

<植物研究フローのオートメーション>

PRISMによってRIイメージング技術体系化を推進し、構築した研究プラットフォームによるアグリバイオ技術の研究開発を促進



## 資料5 PRISM実施に伴う事業効果等

### PRISM施策実施に伴う事業効果

研究フローのオートメーションによりRIイメージング利用の共同研究（研究課題）数が増加。多様な品種での新たな栽培技術の開発研究につながる。（我が国の作物生産額第2位、3位のトマト、イチゴの市場規模は、国内だけでも約4,000億円（H29年、農林水産省統計部『平成29年 生産農業所得統計』）。

### 民間研究開発投資誘発効果、財政支出の効率化

栄養の流れを制御する新たな栽培技術の特許出願や実施許諾が見込まれ、さらには農業装置メーカーや農業資材企業との連携も進み、本施策の実施によって民間参入障壁の低減が実現したPRISM完了後、令和8年度からは、年間1億円以上の新たな投資が見込まれ、我が国の農業振興への貢献が期待できる。

### 民間からの貢献額（マッチングファンド）・出口企業

栄養の流れを制御する実証に向けた共同研究（人件費、物品費等を含む：400万円/年×4社）や、新たな栽培技術の実証試験のための共同研究（供試植物作成費、温室等栽培施設利用費等を含む：50万円/年×4社）といった貢献が見込まれ、PRISM本実施以降の3年間で5,400万円のマッチングを目標とする。

新たな栽培技術開発についてはコンサルティング会社および食品加工会社を、技術の生産現場への展開については農業生産法人および電力会社、汚染土壌の浄化事業については大手ゼネコン、各県JAや現場への栽培技術の普及指導については地方自治体をそれぞれ出口企業として想定している。

### 国研・大学における研究への寄与

学術的成果創出貢献：北大、秋田県立大、東北大、筑波大、群馬大、東大、東京農大、東京農工大、東工大、名大、京都府立大、近畿大、広島大、九州大、琉球大、環境研、農研機構、原子力機構、高輝度光科学研究センター、以上計15大学、4機関との共同研究に貢献する。さらに、ムーンショット5「作物強韌化」およびJST-CREST「植物頑健性」との連携を進める。