

研究成果展開事業
共創の場形成支援プログラム
育成型

終了報告書

「持続可能な農業生産性向上を実現する
プラズマアグリサイエンス拠点」

プロジェクトリーダー	氏名	白谷 正治
	所属機関	国立大学法人九州大学
	部署	プラズマナノ界面工学センター
	役職	副学長 兼 プラズマナノ界面工学センター長

2025年4月

1. 拠点ビジョンの作り込み

育成型開始当初の拠点ビジョンは、「CO₂排出の極端に少ない持続可能な農業生産社会の実現」であった。これは、窒素循環の破綻と貧困・紛争地域の食料問題に端を発したもので、窒素循環の破綻と食料生産の悪循環という2つの地球規模の課題解決への貢献を目指すものであった。育成型期間中に、農業事業者や社会実装にあたる担当者、自治体関係者など様々な価値観を持ったステークホルダーと、ビジョンワークショップ、インキュベーションワークショップ、研究課題リーダー会議、全体会議における議論を実施し、ビジョンおよび産学官共創シナリオを見直した。

見直しの結果、農業生産における悪循環と地球規模の課題である窒素循環の破綻の回復について、参画者や農業事業者、大学研究者が分かりやすいビジョンとすることとなった。これを踏まえて、窒素循環の破綻と食料生産の悪循環をより分かりやすく、地球環境に関する悪循環と食料生産に関する悪循環とした。また、各ステークホルダーの身近な問題である経済、経営についての悪循環が密接に関わることから追加し、これら3つの悪循環の解決を拠点が向き合う社会課題に据えた。これらの議論の下、**拠点ビジョンを「プラズマ農学で切り拓くレジリエンス型食料生産技術体系の構築と国際普及」とし、「世界の農業事業者が肥料の問題から解放されあらゆる場所で食料生産が可能となった社会」を目指すこととした。**加えて、学理構築に関する大型の外部資金獲得などから、プロジェクトを整理する必要性を拠点内で議論し、プロジェクトマップの作成と、検討技術の社会実装に対する評価を踏まえた拠点運営を実施することとした。

2. 拠点ビジョンからのバックキャストによるターゲット・研究開発課題の見直し

プロジェクト開始当初、拠点ビジョン達成のために設定した3つのターゲット（**プラズマ照射機構解明、環境適応性付与と成長促進、CO₂排出のない窒素肥料作製**）に対応する形で、プラズマアグリ科学班、作物学班、環境農学班の3つの研究開発課題を設定した。これに追加して社会実装と人材育成を研究開発課題とした合計5つの研究開発課題を設定した。

ビジョンワークショップやリーダー会議などの議論を基に、設定した拠点ビジョンから、従来の3つのターゲットを発展させて、**①プラズマ制御技術とデータベース基盤の構築、②植物環境適応性デザインの制御技術の確立、③土壌や水、肥料等の環境保全型技術の確立**とし、ターゲットを明確化した。新たに追加された農業経済に関する悪循環の解消の達成のためには様々なステークホルダーの巻き込みが必要であり、これを実現するため、**④食料生産における環境レジリエンス指標の確立**を4番目のターゲットとして追加した。

研究開発課題については、各ターゲットを担当する4課題と社会実装を担当する1課題とで5つの研究開発課題とした。つまり、育成型における、プラズマアグリ科学班、作物学班、環境農学班を発展させ、**①プラズマ照射制御機構の向上と照射装置の開発、②プラズマ照射種子の農業適用技術の開発、③プラズマ照射による農業環境の向上**とした。残るターゲットである、食料生産における環境レジリエンス指標の確立に対しては、新たに**④環境レジリエンス指標の開発・提唱**を設定した。育成型で設定した社会実装班については重要な取り組みであるため、これを展開して**⑤社会実装普及に向けたフィールド研究と社会受容性の検証**を設定し、人材育成については、それぞれの研究開発課題の有機的連携の中で実施するとして課題とはしなかった。

3. 運営/研究体制とマネジメントの仕組み構築（持続可能性の具体化含む）

拠点運営・研究体制としては、育成型で設定していた研究戦略のみならず、産業戦略を設定し、これを担当する副PL2名と産学官連携、知財戦略、拠点戦略担当者を配置した。研究戦略担当が研究アイディアと研究管理を受け持ち、産業戦略担当が事業アイディアと企業探索を受け持って、それぞれがフィードバックすることで持続的な取り組みを実現することとした。

研究成果を社会実装するにあたって、育成型期間中に設立された九大オープンイノベーションプラットフォーム（九大 OIP）と連携し、大学と個別企業をシームレスに実装し、世界水準の知と富の流れの実現に向けた仕組みを構築した。育成型期間における議論と見直しにより、代表機関が目指す「総合知で社会変革を牽引する大学」における共創の場のベストプラクティスとしてその成果を横展開し、世界を制するための「産業が変わる」新エコシステム構築の必要性を確認した。この実現のためには、大学を中心としたステークホルダーの結集により、産業に集積された知と富の大学への大きな還流を実現するための組織作りが今後必要であることを確認した。また、経済とともに重要である人材の持続可能性について、拠点を中心としたエコシステム内をシームレスに循環し、持続的に新しいリーダーシップ人材を輩出するシステムが今後必要であることを確認した。

4. 研究開発課題の成果

各研究開発課題で得られた主な成果を以下に示す。

①**プラズマアグリ科学班**：窒素固定について、開始当初よりも4倍以上高効率で20倍程度高スループットが可能なプラズマ照射に成功するとともに、プラズマ源の小型化に成功した。加えて理論計算により、最終目標に迫る効率が現状のシステムでも達成可能であることを明らかにした。

②**作物学班**：プラズマ照射種子における分子生理機構に関して、DNA修飾の変動が選択的に起きることを明らかにした。環境変動適応性付与に資する成果である。加えて、プラズマ照射によるイネとソルガム種子の発芽・生育促進効果について、定量的遺伝子発現解析を実施し、関与するシグナルを明らかにした。また、モデル植物を用いて、プラズマ照射による植物細胞への活性酸素の直接導入をリアルタイムイメージングによってとらえることに成功した。加えて参画企業と共に、プラズマ照射した種苗の種苗業界における位置づけ、有効性を明らかにした。

③**環境農学班**：プラズマ照射有機資材についてプラズマによる成長、収穫特性の向上を明らかにした。加えて、プラズマ照射腐葉土について、土壌改良効果があることを示唆する結果を得た。また、プラズマ処理による水への窒素固定について、反応条件の改良によるエネルギー消費量の最小化に取り組み、世界的に見ても高い効率とスループットを実現した。同時にプラズマ照射水の病原抵抗性の獲得などを明らかにした。これらの成果は病原抵抗性を獲得させる肥料という農業資材開発として期待できる。

④**社会実装班**：育成型期間中に多くの農業関連団体と換金性作物についてプラズマ照射試験を実施し、社会実装に向けた検討を実施した。得られた結果を基に、九大 OIP からの支援としてスタートアップ立ち上げに向けた予算配分を受け、CEO 候補と共にスタートアップ立ち上げ議論を深化させた。加えて海外研究者、自治体などを巻き込んだ。また社会実装に不可欠な経済性指標を検討し新たに設定するに至った。

⑤**人材育成班**：育成型期間中、若手研究者を派遣し、プラズマ源の設置、使用法指導を実施するとともに、外国人留学生を受け入れて教育に当たった。人材育成、研究拠点を海外に設置するための動きをアジア、アフリカ地域を中心に実施した。ケニアの大学と協力関係を構築した。その他、高校生への教育なども実施した。

5. 今後の活動について

今後は、持続可能な形で研究や社会実装が、発展の要となり、多くのステークホルダーからの理解を得られるために対話をベースとして社会実装シナリオを具体化するとともに、シナリオに理論的裏付けをする必要がある。そのため、外部資金の獲得や共同研究の実施による実証試験の実施と、事業開発を実施する。加えてコンソーシアム事業を立ち上げ、ステークホルダーを獲得する。