

二酸化炭素の効率的資源化の実現のための植物光合成機能やバイオマスの利活用技術等の基盤技術の創出

(平成 23 年度設定)

1. 戦略目標名

二酸化炭素の効率的資源化の実現のための植物光合成機能やバイオマスの利活用技術等の基盤技術の創出

2. 達成目標

- 光合成機能の統合的理解と、それに基づく光合成効率向上のための基盤技術の創出
- 多様な環境に適応した多様な植物の機能解析・育種研究を通じた、炭素貯留向上・高品質バイオマス開発のための基盤技術の創出
- バイオマス分解・代謝の解明や、ゲノム合成技術等の活用を通じた、バイオマス利活用の効率向上・高度化のための基盤技術の創出

3. 将来実現しうる重要課題の達成ビジョン

本戦略目標は、主に光合成やバイオマス生産に着目した植物科学研究を基盤に、その研究成果を活用し、二酸化炭素を資源化する革新的技術、バイオマスを効率的に利活用する技術の開発を、異分野連携の下に進めていくものであり、これまでの技術を飛躍的に向上させるとともに、新たなブレークスルーとなる革新的技術を獲得するための取組である。

本戦略目標下の研究によって、光合成機能の解明による光合成効率の向上やバイオマスの増産、バイオリファイナリー技術の多様化・高度化等、植物を通じた二酸化炭素の資源化のための基盤技術の創出を実現する。これらの研究成果を大学等の研究ネットワークや企業等による実証・実用化研究につなげることにより、高い二酸化炭素固定機能や劣悪環境耐性等を有するバイオマス作物の開発、新たなバイオマス分解微生物・酵素等による効率的バイオマス利活用技術の確立等の実現を目指す。

本戦略目標で開発された技術をさらに発展させ、エネルギー供給の低炭素化、エネルギー利用の高効率化・スマート化を実現するためには、社会への実証・幅広い普及が必要である。そのためには、グリーンイノベーションの社会実証に関する施策との連携や、民間企業との技術開発研究の交流、途上国等への技術支援の加速につなげていくことが求められる。

これらにより、バイオリファイナリーの低コスト化・多様化や、バイオマスエネルギーも活用した分散型エネルギーシステムの確立・普及を通して、グリーンイノベーションの目標実現に向けた重要課題「エネルギー供給の低炭素化」及び「エネルギー利用の高効率化及びスマート化」の達成、さらには、気候変動に対応した持続可能な社会の実現に貢献することを目指す。

4. 具体的内容

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 4 次評価報告書では 20 世紀後半以降の地球温暖化は、人類が化石燃料を消費するなどして排出した温室効果ガスの増加が原因である可能性が非常に高いとされ、今後も温度上昇が続くことが予測されている。このような地球規模の温暖化を抑制し、化石燃料に依存しない持続可能な社会を構築するためには、再生可能エネルギーの確保や物質生産システムの抜本的転換が必要である。本戦略目標においては、これらの問題を解決するために、光合成による植物の二酸化炭素固定能力の増強を基盤に、バイオマス利活用、二酸化炭素資源化を促進することで化石資源の代替とし、戦略的に二酸化炭素削減を進めて持続可能な資源としての利活用に関する基盤研究を行う。

具体的な研究の内容としては以下の研究を想定する。

○光合成機能の統合的理解と、それに基づく光合成効率向上のための基盤技術の創出

- ・比較ゲノム解析を利用した葉緑体代謝システムの解析
- ・炭素代謝過程の改良と二酸化炭素固定効率の向上

○多様な環境に適応した多様な植物の機能解析・育種研究を通じた、炭素貯留向上・高品質バイオマス開発のための基盤技術の創出

- ・メタボロームなどの統合オミックス解析による代謝制御ネットワークの解析
- ・C3 光合成機能の改良と、C3 型光合成生物への C4 光合成導入
- ・光合成シンク／ソースの最適化研究
- ・ゲノム設計・分子育種によるバイオマス生産性向上、新規バイオマス植物の創出

○バイオマス分解・脂質合成システムの解明を通じた、バイオマス利活用の効率向上・高度化のための基盤技術の創出

- ・バイオマス分解微生物育種研究、新たな酵素の開発による、バイオマス利活用効率の向上
- ・植物育種とマテリアル化学・工学と連携した新素材開発研究
- ・ポリ乳酸等続く新しいバイオプラスチック素材の創出、高機能化

5. 政策上の位置付け (政策体系における位置付け、政策上の必要性・緊急性等)

本戦略目標は、「科学技術に関する基本政策について」に対する答申 (平成 22 年 12 月 総合科学技術会議) の「エネルギー供給の低炭素化」の「バイオマス利用等の再生可能エネルギー技術の研究開発を戦略的に推進する」ことに貢献する。

また、新成長戦略 (平成 22 年 6 月 閣議決定) の「1. グリーン・イノベーションにおけ

る国家戦略」の木質バイオマスの熱利用、空気熱利用、地中熱・太陽熱の温水利用等の普及に資する。さらに、成長戦略実行計画（工程表）の「低炭素型産業の立地推進、世界拠点化に向けた取組の推進」「資源エネルギー確保戦略の推進」「革新的技術の開発の前倒し、重点化（CCS（二酸化炭素回収・貯留）、原子力、次世代自動車、バイオリファイナリー、洋上風力等）」に貢献する。

「平成 23 年度科学・技術重要施策アクション・プラン」（平成 22 年 7 月）の「グリーン・イノベーション」における、「2. 3 課題解決に向けた取組」の「食料と競合しない木質系バイオマスの大量導入を目指して革新的製造技術の研究開発」や、施策パッケージ「木質系バイオマス利用技術の研究開発」の「木質バイオマス利用技術のための目的基礎研究（文部科学省）」に貢献する。

さらに、バイオマス活用推進基本法に基づき、平成 22 年 12 月に閣議決定された「バイオマス活用推進基本計画」における「バイオマスの活用の推進に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策」の「バイオマス又はバイオマス製品等を供給する事業の創出等」「バイオマス製品等の利用の促進」や、「バイオマスの高度利用に向けて中期的に解決すべき技術的課題」の「木質系バイオマスといったセルロース系バイオマスの効率的な糖化技術、エタノール以外の様々な化成品原料を生産する発酵技術等の開発」「バイオマスプラスチックの更なる普及に向けて、低コスト製造技術、耐熱性・耐久性を向上させる技術等の開発」に貢献する。

6. 他の関連施策との連携及び役割分担・政策効果の違い

最先端研究基盤事業の「低炭素社会実現に向けた植物研究推進のための基盤整備」により、本戦略目標の下での研究に資する解析基盤が整備される。また、「大学発グリーンイノベーション創出事業」により、グリーンイノベーションに向けた植物科学研究を中心とした大学等の研究ネットワークが構築される。

本戦略目標は、最先端研究基盤事業「低炭素社会実現に向けた植物研究推進のための基盤整備」で整備された基盤等を用いて、これまでモデル系生物を用いて行われてきた様々な生命機能の研究成果を活用し、効率的な二酸化炭素資源化やバイオマス増産に適した多様な生物種の解析等を展開する。バイオマス利活用技術に関しては、バイオ燃料創出等の先行事業の研究成果を最大限に活用するとともに、課題等を抽出して、長期的な展望を持つ基礎に立ち返った技術開発を推進する。

また、「大学発グリーンイノベーション創出事業」により構築される、大学等の研究ネットワークとの連携も図り、植物の光合成機能やバイオマスに関する研究成果を共有することで、二酸化炭素資源化技術開発を加速させる。

7. 科学的裏付け（国内外の研究動向を踏まえた必要性・緊急性・実現可能性等）

IPCC 第 4 次評価報告書では、人為的二酸化炭素排出量のおよそ 2 割が、森林減少等によ

るものと試算されており、地球温暖化の適応・緩和策の中でバイオマスエネルギー政策の相乗効果やバイオマスの将来性が高く評価され、光合成による二酸化炭素資源化技術の高度化が低炭素社会実現に大きく寄与することが予想されている。また、IEA の世界エネルギー展望 2010 においても、バイオ燃料利用が急増していくと予想されている。

光合成の代謝ネットワークやバイオマス生産に関わる生長制御や形態形成の解析、さらに植物の環境応答やストレス耐性研究など日本の植物研究分野における基礎科学技術水準は欧米と同等以上である。また、アジア諸国もバイオマス生産、作物生産の向上を目指した基盤研究に力を入れており、アジアにおける日本のリーダーシップを確保していくことが必要である。

日本においては、モデル系生物を利用して有用物質生産に関わる代謝物の網羅解析であるメタボロームや生長制御に重要な役割を果たすホルモンを対象にしたホルモノームなどの統合解析に大きな進展が見られることから、今後のバイオマス増産技術等への寄与が期待されている。さらに、乾燥、高温、塩害、酸性土壌などに劣悪環境耐性の研究や病害虫への感染耐性の研究でも世界をリードしており、その研究成果を発展させることが期待されている。

特に、二酸化炭素の資源化については、これまでモデル実験系で大きな成果を上げている葉緑体機能の解明を基にした光合成効率の向上に関わる研究や、二酸化炭素固定とバイオマス生産に関わる代謝制御ネットワークの解明と利用が有効であることが予想されるが、これらの知見がエネルギー、バイオマス作物に関する非モデル植物の遺伝子組換えなどには、まだ実現されていない。実用化のためには導入遺伝子を適切かつ厳密に制御するゲノム設計の技術が必要であり、今後、バイオマス生産向上に向けて導入遺伝子のゲノム設計や形質転換効率の向上を実現するための研究開発が必要である。また、植物の多様性に基づくゲノム情報解析を基に環境変化に対応した有用な遺伝子ネットワークの解明と利用も重要な長期的課題である。

さらに、二酸化炭素の資源化のためには、二酸化炭素を固定化したバイオマスの利活用に向けた研究が重要であり、バイオマスのエネルギー利用に関わる研究とともに、石油で作られている化学製品原料の代替研究が重要である。ポリ乳酸等のバイオプラスチックは実用化されているものの、コピー機やパソコン等の筐体を使用できる耐熱性のある新規バイオプラスチックの実用化は進んでいない状況である。これらの研究開発を実施することで、環境研究分野で国際的なイニシアティブを取ることが可能となる。

8. 留意点

本戦略目標下の研究を進めるに当たっては、理学系、農学系、工学系の異分野研究の融合を図ることが必要である。

また、CREST 及びさきがけの研究領域「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」を始めとする関連研究領域や先端的低炭素化

技術開発の関連研究などとも連携し、事業全体として効果的・効率的に研究を推進することが必要である。