

評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：ブラジル連邦共和国	案件名：(科学技術) 地球環境劣化に対応した環境ストレス耐性作物の作出技術の開発
分野：農林水産－農業－農業一般	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：農村開発部畑作地帯第一課	協力金額（評価時点）：3億7,000万円
協力期間	(R/D)：2010年3月4日～ 2015年3月3日 (5年間)
	先方関係機関：ブラジル農牧研究公社 (Embrapa) ダイズ研究所
	日本側協力機関：独立行政法人国際農林水産業研究センター (JIRCAS) (*代表研究機関)、 国立大学法人東京大学、独立行政法人理化学研究所 (RIKEN)
他の関連協力：	
<p>1-1 協力の背景と概要</p> <p>ブラジル連邦共和国（以下、「ブラジル」と記す）は、人口約1億8,000万人、国土面積約851万2,000km²を有し、コーヒー、タバコ、ダイズ等の輸出大国である。特にダイズに関しては、2006/7年には5,840万tが生産され、世界のダイズ総生産量の約1/4を占めている。また、アメリカに次いで世界第2位の生産量を誇っている。一方、世界におけるダイズの消費は増え続け、特に中国では人口の増加や食生活の変化に伴うダイズの消費拡大が著しい。このような状況のなか、ブラジルは、既に世界最大の農産物貿易黒字国であるとともに、世界最大規模の農用地開拓可能地帯を有しており、食糧供給国としての役割を強く期待されている。しかし、急激な人口増加と工業化による温室効果ガスの上昇によって地球の温暖化が進み、作物耕作地における干ばつ・作物の収量の減少・食糧や飼料の確保といった世界的な問題が生じている。そのような状況のなか、ダイズやトウモロコシ等、大規模生産で比較的降水量の少ない地域においても栽培されている作物を対象とした干ばつ等の環境ストレスに強い品種の開発は、世界的にも最も重要な育種目標となってきた。従来の育種方法により干ばつに強い系統の選抜と育種への利用が試みられているが、近年、世界的に進展している作物のゲノム研究の成果を基に、遺伝子組み換え技術による作物の開発が注目されるようになった。</p> <p>本プロジェクトでは、これまでの環境ストレス耐性遺伝子群に関する研究結果や急速に進展しているダイズのゲノム解析技術を基盤として、ダイズの乾燥等の環境ストレスに対する耐性獲得に関与する遺伝子群やその発現を制御するプロモーターを明らかにする。そして、これらの遺伝子やプロモーターをダイズに導入することで干ばつに強い品種を作出する。さらに、圃場条件において乾燥ストレスに対する耐性等を評価し、耐性遺伝子とプロモーターの最適の組み合わせを明らかにするとともに、耐性レベルが向上した形質転換系統を選抜し、環境ストレス耐性の作出技術の開発を行う。なお、本プロジェクトは、「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業のひとつであり、環境・エネルギー等を含めた地球規模課題に対し、開発途上国と共同研究を実施するとともに、途上国側の能力向上を図ることをめざすことを目的としている。</p>	
<p>1-2 協力内容</p> <p>(1) 上位目標</p> <p>環境ストレスに適応したダイズが開発され、ブラジルのダイズ生産の安定化に資する。</p>	

(2) プロジェクト目標

環境ストレス耐性ダイズの作出技術が開発される。

(3) 成果

- 1) 環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子が同定される。
- 2) ストレス応答性プロモーターの単離と有用遺伝子との組み合わせの最適化が行われる。
- 3) プロモーターと有用遺伝子の組み合わせが導入されたダイズ系統が得られる。
- 4) 環境ストレス耐性を示す組み換えダイズ系統が選抜される。

(4) 投入（評価時点）

日本側：

長期専門家派遣 延べ 1 名、 短期専門家派遣 計 9 名、 日本側研究機関で活動に従事した研究者 計 27 名、 研修員受入 計 6 名、 機材供与（ブラジル側へ） 総額 6,200 万円、 機材調達（日本の研究機関向け） 総額 1,800 万円、 ローカルコスト負担 総額 2,700 万円

相手国側：

研究者等の配置 29 名（中間レビュー時）、 機材購入費 総額 1 億 100 万円、 ローカルコスト（光熱費等の負担）、 土地・施設提供： 日本人専門家及び研究者の執務室、 バイオテクノロジー棟（既存、新規）、 温室、 試験圃場など

2. 評価調査団の概要

調査者	総括： 永代 成日出 JICA 国際協力専門員 科学技術 計画・評価： 国分 牧衛 国立大学法人東北大学 教授／SATREPS 研究主幹 科学技術 計画・評価： 佐藤 雅之 独立行政法人科学技術振興機構（JST）地球規模課題国際協力室 上席主任調査員 協力企画： 和田 剛 JICA 農村開発部畑作地帯第一課企画役 評価分析： 道順 勲 中央開発株式会社海外事業部専門部長（農業開発）
-----	--

調査期間	2012 年 9 月 18 日～2012 年 10 月 11 日	評価種類： 中間レビュー
------	----------------------------------	--------------

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

成果 1：環境ストレスに対する耐性獲得に関与する有用遺伝子が同定される。

アウトプット 1 の 3 種類の指標とも、既にその目標値を達成しており、アウトプット 1 は達成された。

成果 2：ストレス応答性プロモーターの単離と有用遺伝子との組み合わせの最適化が行われる。

アウトプット 2 の 3 種類の指標とも、既にその目標値を達成しており、アウトプット 2 は達成された。

成果 3：プロモーターと有用遺伝子の組み合わせが導入されたダイズ系統が得られる。

指標 3-1 の形質転換効率の目標値は達成されていない。他の 2 つの指標（指標 3-2 及び指標 3-3）は、目標値を達成している。

成果 4：環境ストレス耐性を示す組み換えダイズ系統が選抜される。

アウトプット 4 には、6 個の指標があり、そのうち、2 つの指標は達成されている（指標 4-4

及び指標 4-5)。その他の指標については、良い成果が出つつあり、残り期間のプロジェクト活動が円滑に進捗すれば、プロジェクト終了時までにはすべての指標が達成されるものと期待される。

プロジェクト目標：環境ストレス耐性ダイズの作出技術が開発される。

指標 1、指標 2、指標 3 については、その数値目標を達成している。指標 4 については、乾燥耐性応答の特徴を有する系統が 1 つあることが確認されている。今後、プロジェクト活動が計画どおり順調に進捗すれば、プロジェクト終了時までには環境ストレス耐性をもつ複数のダイズの系統が選定されることが期待される。既に述べたように、アグロバクテリウム法の形質転換効率がまだ低い。形質転換効率が一定程度高くなれば、環境ストレス耐性ダイズの作出技術が十分満足できる水準で開発されたと評価できるであろう。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性：高い

地球規模における気候変動への対応の必要性、ブラジルにおける耐乾性・耐暑性のダイズ品種開発の必要性、ターゲットグループのニーズとの整合性、ブラジルの国家開発政策等との整合性、日本の援助方針との整合性等の観点からみて、本プロジェクトの妥当性は高い。

(2) 有効性：プロジェクト終了時には、本プロジェクトの有効性が高くなることが期待される。

プロジェクト活動が計画どおり進捗すれば、プロジェクト終了時までには環境ストレス耐性の複数の系統が選抜されると期待される。遺伝子同定のために多くの有用な活動が実施されており、それは、プロジェクトの目標を達成するチャンスを増加させている。重要な点のひとつは、アグロバクテリウム法による形質転換効率を向上させることである。効率の高いアグロバクテリウム法が確立すれば、環境耐性ダイズにかかわる遺伝子技術が十分満足できる水準に達したといえ、そして、プロジェクトの有効性が高いといえる。

(3) 効率性：満足できる水準

材料移転契約 (MTA) 締結に時間を要していること、アグロバクテリウム法による形質転換効率が低いこと、また、新規のバイオテクノロジー棟の建設が遅れたことなどがあったものの、これまでのところ、本プロジェクトの効率性が満足できる水準であるといえる。

(4) インパクト：上位目標「環境ストレスに適応したダイズが開発され、ブラジルのダイズ生産の安定化に資する」達成の見通し。

上位目標は、目標年である 2019 年までに達成することは難しく、更に数年は必要であろう。現時点では、特に大きな波及効果は発現していないが、環境ストレス耐性のダイズの品種が商業化される段階に到達すれば、そのインパクトは相当大きなものになると考えられる。

(5) 持続性：政策面、組織面、資金面、技術面で本プロジェクトの持続性が確保されるであろう。

1) 政策面

ブラジルではダイズは、国内総生産、輸出、雇用の面において極めて重要な作物のひとつであり、連邦政府は、重要な生産セクターのひとつであると位置づけている。Embrapa ダイズ研究所の重要な役割のひとつは、地球温暖化が農業生産面に与える影響を少なくすることに貢献することである。したがって、本プロジェクトの政策面での持続性は確保されると判断される。

2) 組織面

Embrapa ダイズ研究所は、遺伝子組み換えダイズを開発するために必要な部署・組織体制、例えば、バイオテクノロジー、生態学、育種などの部署を有しており、高い資格をもつ研究者、テクニシャン、学生（ブラジル政府の奨学金をもらいつつ、Embrapa ダイズ研究所で研究活動に従事している）がいる。また、Embrapa ダイズ研究所は、民間企業と共同で遺伝子組み換えダイズ（除草剤耐性）の開発を成功させた実績を有する。したがって、環境耐性ダイズの開発を継続するために必要な組織面での持続性を有している。

3) 財政面

Embrapa は、機器類調達と新規のバイオテクノロジー棟建設などのためにかなり大きな予算を支出している。したがって、環境耐性ダイズの開発を継続するために必要な資金的持続性は確保されているといえる。

4) 技術面

Embrapa ダイズ研究所は、除草剤耐性の遺伝子組み換えダイズ開発実績を有する。また、Embrapa ダイズ研究所は、2003 年から JIRCAS と共同でストレス耐性ダイズの研究を行ってきた。したがって、Embrapa ダイズ研究所は、この分野で非常に高い専門性を有する。技術面で改善が必要な点は、アグロバクテリウム法による形質転換効率であり、現在、Embrapa ダイズ研究所が、そのプロトコルの最適化を進めている。いったん、プロトコルが最適化されれば、一定の望ましい効率で形質転換が継続可能となる。環境耐性ダイズの開発を効率的・効果的に継続するための技術的持続性は確保可能と考えられる。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

特になし。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

これまでのところ、プロジェクト進捗に大きなマイナスの影響を与えているわけではないが、MTA 締結に時間を要していることは、今後のプロジェクト活動に大きな影響を与える可能性がある。

3-5 結 論

プロジェクト活動の進捗は、おおむね計画どおりであり、大半の場合、計画以上の成果を生み出している。残りの2年半のプロジェクト期間のプロジェクト活動を円滑に実施するうえで、いくつかのリスクがある。そのリスクを低減させ、より良い成果を得るための提言について、提言の項目で記載する。

3-6 提言（当該プロジェクトに関する具体的な措置、提案、助言）

3-6-1 残りのプロジェクト期間にプロジェクトが対応すべき事項

- (1) 有用遺伝子の導入に係る形質転換効率改善に向けた技術の向上
- (2) 人員の適切な配置
- (3) コミュニケーションの改善

3-6-2 日本側が対応すべき事項

- (1) 人的交流分野の多様化
- (2) 日本人専門家の Embrapa ダイズ研究所への派遣

3-6-3 ブラジル側が対応すべき事項

- (1) MTA の手続きの迅速化
- (2) ミニッツ（M/M）にのっとったテクニシャンの雇用
- (3) 温室用の冷房システム導入に向けた予算措置

3-7 教訓（当該プロジェクトから導き出された他の類似プロジェクトの発掘・形成、実施、運営管理に参考となる事柄）

特になし。