

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別終了時評価報告書

1. 研究課題名

メキシコ遺伝資源の多様性評価と持続的利用の基盤構築 (2013年8月～2018年8月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：渡邊 和男 (筑波大学 生命環境系 遺伝子実験センター 教授)
2. 2. 相手国側研究代表者：Dr. Jose Fernando De La Torre Sanchez
(メキシコ合衆国 メキシコ国立遺伝資源センター 所長)

3. 研究概要

メキシコは、トウモロコシ等の世界的に重要な作物の起源地であり、遺伝資源の宝庫と言われており、遺伝資源の保全を重要な国家戦略としている。国立農牧林研究所 (INIFAP) のもとに遺伝資源保全のためのメキシコ国立遺伝資源センター (CNRG) が設立されたものの、遺伝資源保全に関する知識や経験が不足しているのが課題である。

本プロジェクトは、下記の3つの研究題目から構成されている。すなわち、1) 農業上重要であるにもかかわらず遺伝的多様性の解析が遅れているメキシコ原産の植物遺伝資源 6 作物 (ハヤトウリ、アボカド、カカオ、ウチワサボテン、アマランサス、食用ホオズキ) について多様性解析法を開発し、遺伝的多様性について評価するとともに、CNRG の組織や機能及び運営方法等についての方向付けを行なう。また、2) ハヤトウリ、アボカド、カカオ等の熱帯原産植物種に多い難貯蔵性種子に対する長期保存法を確立する。さらに、3) 遺伝資源の国際利用を図る上で重要な利益配分モデルの事例を構築し、メキシコ政府へ申請を試みることで、遺伝資源の利用手続きのための国際ルールの整備の支援を図る。そして、3 研究題目の共同研究で得た成果を CNRG における遺伝資源管理業務に活用するとともに、メキシコ政府の遺伝資源に関する国家戦略の立案に活かすことで、遺伝資源の保全管理と持続的利用に裨益することを目指す。

- (1) メキシコ国立遺伝資源センター (CNRG) において対象種の遺伝的多様性が評価され、その持続的利用の基礎が確立する。
- (2) 対象種の長期にわたる安定した保全手法が確立する。
- (3) CNRGの遺伝資源へのアクセスと利益配分 (ABS) の方策が定められる。

4. 評価結果

総合評価：A+

(所期の計画をやや上回る取り組みが行われ、大きな成果が期待できる)

当初対象とした種子保存が可能なウチワサボテン、アマランサス、食用ホオズキの 3 作物と栄養体で

なければ保存できないハヤトウリ、アボカド、カカオの3作物、合計6作物に加えて、プロジェクト開始後に相手側からの要請によって加えたバレイショとバナラの2作物、総合計8作物について、国内研究機関等からCNRGへの分譲を実現した。その上、遺伝的多様性を評価し、液体窒素を用いる長期保存の手法を開発して、遺伝資源の長期保存の開始に至った。また、中米諸国、カリブ海諸国に対してプロジェクトの成果を広める活動を行い、遺伝資源取り扱い技術の移転を推進している。持続性の観点では、メキシコと日本の両国での予算確保等により、プロジェクト終了後もこの活動をメキシコ側と共同で実施する体制を構築した。以上のことから、所期の計画をやや上回る取り組みが行なわれたと評価できる。

また、メキシコ原産のハヤトウリ5系統を、メキシコ政府から「情報に基づく事前の同意 (PIC: prior informed consent)」を取得し日本へ導入することで、作物遺伝資源の国境を越えた取引を促進するための利益配分モデルの事例を示すことができたことは、国際社会からも評価を受けるものである。また、日本の民間種苗会社とメキシコ政府の協力協定締結を仲介するなど、今後の「生物の多様性に関する条約の遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分に関する名古屋議定書」(名古屋議定書)を利用した国際ルールの遵守に基づくメキシコから日本への遺伝資源の導入が、本事業を先駆けとして、可能となりつつあることは高く評価できる。

4-1. 地球規模課題解決への貢献

【課題の重要性とプロジェクトの成果が課題解決に与える科学的・技術的インパクト】

植物遺伝資源の安定的長期保存は遺伝資源を将来に引き継ぐ意義があり、地球規模で取り組むべき課題の一つである。本プロジェクトは、世界第5位の生物多様性を有するメキシコを起源とするハヤトウリ、アボカド、カカオ、ウチワサボテン、アマランサス、食用ホオズキの6作物、プロジェクト開始後に相手国から要請を受けて追加したバレイショとバナラを対象作物とした。国際機関が保存している主要穀物以外の作物について、分子マーカーによる遺伝的多様性解析を行ない、コアコレクションを整備した意義は高い。

また、アルミニウム製クライオプレートを使った簡易な凍結保存法を同国に導入し、バレイショ、ハヤトウリ、アマランサス、食用ホオズキ等の超低温保存技術を確立した。遺伝資源は所有者個人に帰属するのではなく、国家管理の財産であるとの考え方にに基づき、国内の大学や農業研究機関等に分散保存されてきた遺伝資源をCNRGに収集・保存するバックアップ体制を整備したことも重要な成果である。さらに、CNRGの遺伝資源を「遺伝資源へのアクセスと利益配分 (ABS)」に基づいて日本への国際移転の実例を示したことも特筆される。これらのことから課題解決への貢献は大きいと判断される。

ただし、遺伝的多様性解析については、表現型形質の評価が全体に遅れており、今後の研究の継続が求められる。

【国際社会における認知、活用の見通し】

CNRGは、本プロジェクトの支援を受けてジーンバンク機能の整備とそれに必要な活動方策を構築してきた。終了時現地調査の時点で、作物、林木、家畜、微生物の5カテゴリで4,000形質を超える遺伝資源データベースを整備していたが、まだ作成途上であり、プロジェクト終了時点でようやく所内公開に至った状況である。中米地域やカリブ海諸国の間では、プロジェクト活動の一環で実施したジーンバンク長会議や遺伝資源取扱技術に係る第三国研修を通じてCNRGの活動はすでに広報されている。まずは商

品作物としての注目度が高いカカオやアボカド遺伝資源のデータを早期に公開して、国際社会での活用が期待できる。

ただし、所有する遺伝資源のデータベースを公開し、国際社会の認知を受け、活用に至るにはまだ対応の時間を要するものと推察される。

【他国、他地域への波及】

ジーンバンク研究や事業の意義の中米地域やカリブ海諸国への波及は、上記のように、すでに始まっている。また、遺伝資源の国際利用を図る上で「遺伝資源へのアクセスと利益配分（ABS）」は極めて重要な課題であるが、元々の提供国に対する利益配分に配慮したルールに基づく植物遺伝資源の国際分譲はこれまで事例は少ない。本プロジェクトでは、学術利用（非商業的利用）を目的とした遺伝資源の分譲として、メキシコのハヤトウリ遺伝資源 5 系統の筑波大学への分譲を実現した。メキシコから日本への初めての「情報に基づく事前の同意（PIC）」に基づく素材移転となり、名古屋議定書の ABS クリアリングハウスに登録され、国際的に認知された遵守証明書（IRCC）の交付に基づくものである。この事例をもって、メキシコが遺伝資源のアクセスと利益配分ルールに基づく国際分譲のプロトコルを実証したこととなる。ジーンバンクの技術や遺伝資源の分譲は今後徐々に波及していくものと思われる。

【国内外の類似研究と比較したレベルや重要度】

メキシコ在来の植物遺伝資源をジーンバンクに収集・保存して、メキシコ国内でのバックアップ保存体制を整備し、対象作物の遺伝的多様性を評価してコアコレクションを選定し、さらに種子や栄養体の特性に応じた長期保存手法を確立してマニュアルを作成し、実用化に至ったことは高く評価され、得られた研究成果は重要な意義をもっている。

今後は、遺伝資源の産業利用・実用化を促進する観点から、例えばカカオの生産性、品質、病害抵抗性等の表現型形質の多様性についても、研究を進めていくことが期待される。そして、それによってデータベースの重要性がさらに高まることが期待される。

4-2. 相手国ニーズの充足

【課題の重要性とプロジェクトの成果が相手国ニーズの充足に与えるインパクト】

メキシコ政府が自国の遺伝資源の重要性を認識し、遺伝資源センター設立構想を抱いたところから本プロジェクトの日本側実施機関に支援を求め、事前に研究者をメキシコに派遣してプロジェクト案を練り、実施に至った経緯がある。本プロジェクトを通じて、ジーンバンクに必要な資機材が整備され、技術者や研究者の能力向上が図られ、自らジーンバンク機能を果たすことができるようになったことから、相手国ニーズに与えるインパクトは高いと評価される。

【課題解決、社会実装の見通し】

現在 CNRG はジーンバンクとしての基盤ができた段階であるので、今後は植物の他に動物、微生物等のジーンバンクの活動も強化・継続していく必要があるだろう。幸い、メキシコ政府が自国の遺伝資源の重要性を認識しており、また CNRG 所長が国内 ABS 委員会の委員でもあるので、活動継続に係る国の支援が期待できる。そのため、課題解決や社会実装の見通しは高いと推察される。また、わが国は、相手国の新たな

ニーズに応じて、引き続き支援していくことが重要であると思われる。

【継続的發展の見通し（人材育成、組織、機材の整備等）】

本邦における研修により遺伝資源の保存、解析技術のスキルを習得した研究者が多く養成され、メキシコ側若手研究者の育成にも成功しており、これらの人材による研究の發展が期待できる。メキシコ政府の支援も期待できるので、人材、組織、機材の整備等を含めた継続的發展の見通しは極めて高いと推察される。

【成果を基とした研究・利用活動が持続的に發展していく見込み（政策等への反映、成果物の利用など）】

メキシコ政府の遺伝資源の重要性認識と本プロジェクトの成果から、政策等への反映は十分見込まれる。それに加えて、CNRG の研究員自ら競争的資金の獲得に挑むなど活動を積極的に進める意識が重要で、それによって持続的な發展の可能性がさらに高まると期待される。メキシコ国外務省が第3国研修のための予算を2017年度から3年間確保し、JICA と共同で、中南米・カリブ海諸国の研究者や技術者に対して研修を行なうことも明るい材料である。その際には、プロジェクトで作成したプロトコールやマニュアル等が活用されるものと思われる。

4-3. 付随的成果

【日本政府、社会、産業への貢献】

メキシコの遺伝資源に関心をよせる日本の企業がすでに本プロジェクト関係機関を通じて同国にコンタクトするなど、日本の社会や産業への展開がすでに始まっており、今後も日本農業や民間産業への貢献が期待できる。また、プロジェクトで開始した CNRG による中米諸国やカリブ海諸国の遺伝資源研究機関に対する第3国研修を通じて、日本のプレゼンスを示すことへの貢献も期待される。

【科学技術の發展】

日本のジーンバンク事業の成果を基盤にして、遺伝資源の長期保存法を確立し、一方、分子マーカーの活用技術は確実に進展した。今後、遺伝資源の収集・保存と遺伝的多様性評価を継続実施することによってメキシコの遺伝資源の評価が進むことが期待される。また、遺伝的多様性だけでなく、栽培特性、品質等の形質的多様性の評価を追加することによって、ジーンバンクの価値がさらに高まることが期待される。また、ジーンバンクが国際的に公開されれば、メキシコの遺伝資源を利用した育種や栽培分野の研究がさらに發展することも期待される。

【世界で活躍できる日本人人材の育成（若手、グローバル化対応）】

日本のポストドクトラルフェロー1名が、プロジェクト応募以前の準備期間からプロジェクト実施期間にわたり長期に滞在し、研究及び技術指導を通じて新知見を獲得し、経験を深めたことは特筆される。しかしながら、世界で活躍できる人材育成の観点からは成果は限定的であると言わざるを得ない。筑波大学とメキシコの大学附属機関との間で最近締結された連携協定のもとで、大学生レベルでのメキシコとの短期間交流が、メキシコのプロジェクトサイトや CNRG の近くにあるグアダラハラ大学を相手機関として進められており、今後の取り組みの發展が期待される。

【知財の獲得や、国際標準化への取り組み、生物資源へのアクセスや、データ入手手法】

特許等に繋がった成果や開発技術はない。凍結保存用アルミニウム製クライオプレートを用いたガラス化法及び乾燥法を技術移転し、ハヤトウリやバナラなどの微細植物組織の凍結保存技術を確立し、同様の事例を集めて、「クライオプレートを用いた超低温保存マニュアル (Manual of Cryopreservation methods using Cryo-plate)」として刊行し、メキシコ国内や海外での学会で配布したことは、技術の国際標準化への取り組みとして特記すべき成果と言える。

また、2017年8月20日、日本は名古屋議定書の締約国となり、国内措置である「遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分に関する指針」(ABS指針)が施行されたが、本課題における学術非商業利用での日本とメキシコ間のハヤトウリに関する材料移転が評価されて、研究代表者が所属するつくば機能植物イノベーション研究センターが文部科学省ナショナルバイオリソースプロジェクト(NBRP)のABS支援事業の分担組織となったことは、研究代表者等の努力が結実したものと高く評価できる。これによって、同センターが、研究課題終了後も少なくとも5年間(2021年度まで)、国内の学術機関がメキシコをはじめとする諸外国から遺伝資源を取得する際の国際分譲プロトコールに係る助言等の支援を続けることになり、成果の継続と発展のベースが構築された。

【その他の具体的成果物(提言書、論文、プログラム、試作品、マニュアル、データなど)】

超低温保存のマニュアルを英文で作成して国外にも配布した点は高く評価できる。原著論文総数26件のうち国際誌発表20件、相手国側研究者との共著論文7件で、共著論文数がやや少ないものの、比較的多くの原著論文と数多くの学会発表がなされ、研究の高度化が図られた。遺伝資源のデータベースは現在構築途上にあり、プロジェクト終了段階でようやくCNRG内で公開となった。

【技術および人的ネットワークの構築(相手国を含む)】

ポストドクトラルフェローを含む日本側研究員3名がプロジェクト期間を通じて中長期に滞在し、技術開発や技術移転に努めた。特にその内の2名は超低温保存またはジーンバンク運営管理の知識や経験に富んだ研究者であった。また、もう一人のポストドクトラルフェローは、INIFAPとの新規の協力協定や協力大学であるグアダハラ大学との協力協定の締結に尽力した。メキシコ側では、遺伝資源保全のネットワークを形成し、異なる組織間の連携が組織化された。さらに、CNRG所長のみならずINIFAPや国の行政機関である農畜水産農村開発食料省(SAGARPA)の責任ある立場の人々が毎年のように日本を訪問し、プロジェクト実施機関やJICAおよびJSTと意見交換を実施して、プロジェクト運営上の課題や考え方等の共有を図った。このようなことから、技術および人的ネットワークの構築はよくなされたと評価できる。

4-4. プロジェクトの運営

【プロジェクト推進体制の構築(他のプロジェクト、機関などとの連携も含む)】

研究代表者、中核となる参画研究者とCNRG所長や上位機関INIFAPや国の行政機関SAGARPAの責任ある立場の人々の相互の訪問やTV会議等を通じてプロジェクト推進体制が構築された。また、メキシコ側の研究者や技術者が日本側の実施機関での技術研修を受け、人的な繋がりを築くことによって推進体制

が強化された。さらに、協力大学との協定の締結により、日本の学生のメキシコ現地での短期研修も実施された。また、日本人研究者が3名中長期に滞在して、技術を移転したことは高く評価できる。このようなことから、推進体制の構築は優れていたと判断できる。

【プロジェクト管理および状況変化への対処（研究チームの体制・遂行状況や研究代表者のリーダーシップ）】

研究代表者は、ペルーに設置されている国際バレイショセンター（CIP）等での研究経験が長く、スペイン語でのディスカッションが可能であり、かつ、生物遺伝資源管理や名古屋議定書あるいは国際移転にかかる経験や知識が豊富であることが、強いリーダーシップとともにプロジェクトの運営管理、特に遺伝資源管理や国際移転ルールの確立と運用実証に大きく貢献したと思われる。また、参画した日本人研究者も研究代表者に協力的であった。そのため、プロジェクトの管理や状況変化に対する対処が非常に優れていたと言える。

【成果の活用に向けた活動】

CNRG と共同で、中米諸国とカリブ海諸国のジーンバンク長会議を開催し、また、ジーンバンク技術に係る第三国研修を企画・実施するなどプロジェクトの成果の活用に向けた活動はすでに開始されており、優れていると言える。

ただし、収集した遺伝資源のデータベースの枠組みや遺伝的多様性の解析は進んだが、まだ CNRG 外に対して公開されておらず、構築の途上にあると言わざるを得ない。

【情報発信（論文、講演、シンポジウム、セミナー、マスメディアなど）】

論文発表や2016年12月にカンクンで開催された「生物の多様性に関する条約」の第13回締約国会議（CBD/COP13）での広報活動、2017年8月のイランでの国際バイオテクノロジー学会における本 SATREPS の紹介など、情報発信は十分なされたと言える。また、2017年3月には、メキシコから日本へのハヤトウリ遺伝資源の国際移転を実施し、マスメディアで取り上げられた。名古屋議定書のルールに準拠したメキシコから日本への初めての生物遺伝資源の国際移転を実証したことは特筆される。また、そのプロセスをまずは日本語論文として発表した意義も大きい。

なお、ジーンバンクのデータの「情報公開」については、課題となっている。

【人材、機材、予算の活用（効率、効果）】

日本のジーンバンク事業を支えてきた国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構のOBを活用して、プロジェクト目標の達成、すなわちメキシコのジーンバンクの基本骨格や業務の確立、運営方法の構築に貢献させた点は大いに評価できる。ただし、日本の若手研究者の育成への貢献は十分とは言えない。

5. 今後の研究に向けての要改善点および要望事項

- (1) カカオのフィールドコレクションについて、各系統の遺伝的多様性評価に基づいてコアコレクションを設定することができたが、今後は農業上あるいは産業上重要な栽培特性、食用形質などの評価を

行ない、DNA マーカーと形質情報を総合化したカカオのデータベースの構築のための研究をメキシコ側と協力して進めていただきたい。それによって、メキシコのカカオ遺伝資源の国際的評価がさらに高まり、活用の機会も増えると思込まれる。

- (2) 本プロジェクトでは、植物遺伝資源を研究対象としたが、CNRG は植物遺伝資源に加えて動物遺伝資源と微生物遺伝資源も対象としているので、それらについても今後の指導や協力を継続してもらいたい。
- (3) 現在構築中の遺伝資源データベースはスペイン語のデータベースであるが、近い将来は英語のデータベースとし、国際的に公開することを期待したい。
- (4) 植物遺伝資源の保存は世界的にみても重要であるので、継続的に取り組むようメキシコ政府に働きかけてもらいたい。
- (5) コアコレクションの設定の手順を一般的に分かり易く記述しておくこと、ジーンバンクの利点・制約をふまえて今後の展開に大きく貢献すると思われる。

以上

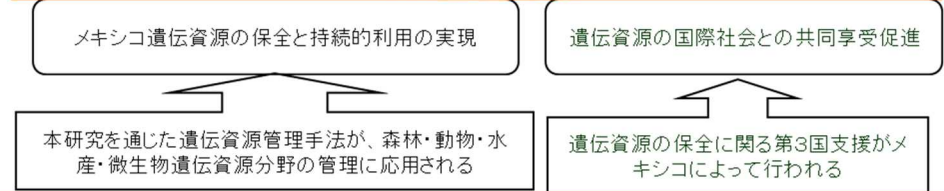
JST成果目標シート

研究課題名	メキシコ遺伝資源の多様性評価と持続的利用の基盤構築
研究代表者名 (所属機関)	渡邊 和男 筑波大学生命環境系・遺伝子実験センター・教授
研究期間	平成24年採択(平成24年6月1日～平成30年3月31日)
相手国名	メキシコ合衆国
主要相手国 研究機関	メキシコ合衆国/国立農牧研究所(INIFAP)/国立遺伝資源センター(CNRG)

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	名古屋議定書に基づく遺伝資源へのアクセスとその利用に伴う利益の公正で衡平な配分(ABS)の国際的事例構築 メキシコ原産の作物等の研究を通じた日本国内の産業への貢献(ハヤトウリ等)
科学技術の発展	メキシコにおける生物多様性の保全(森林生態系の保全)
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	遺伝資源へのアクセスと利益配分の事例 超低温保存プロトコルの普及(パレイショ、アボカド等熱帯樹木等)
世界で活躍できる日本人人材の育成	国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議におけるリーダーシップ、レビュー付国際雑誌への論文掲載など) 日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画による日本人研修生の受入・指導
技術及び人的ネットワークの構築	メキシコ国および中南米・カリブ海諸国の遺伝資源関係者ネットワーク
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	植物遺伝資源の超低温保存マニュアル 遺伝資源(植物、微生物、動物)管理統合データベース 論文:パレイショ遺伝資源の多様性と保全等に係る研究レビュー、エゴマ遺伝資源の増殖及び超低温保存法の開発

JST上位目標



JST達成目標

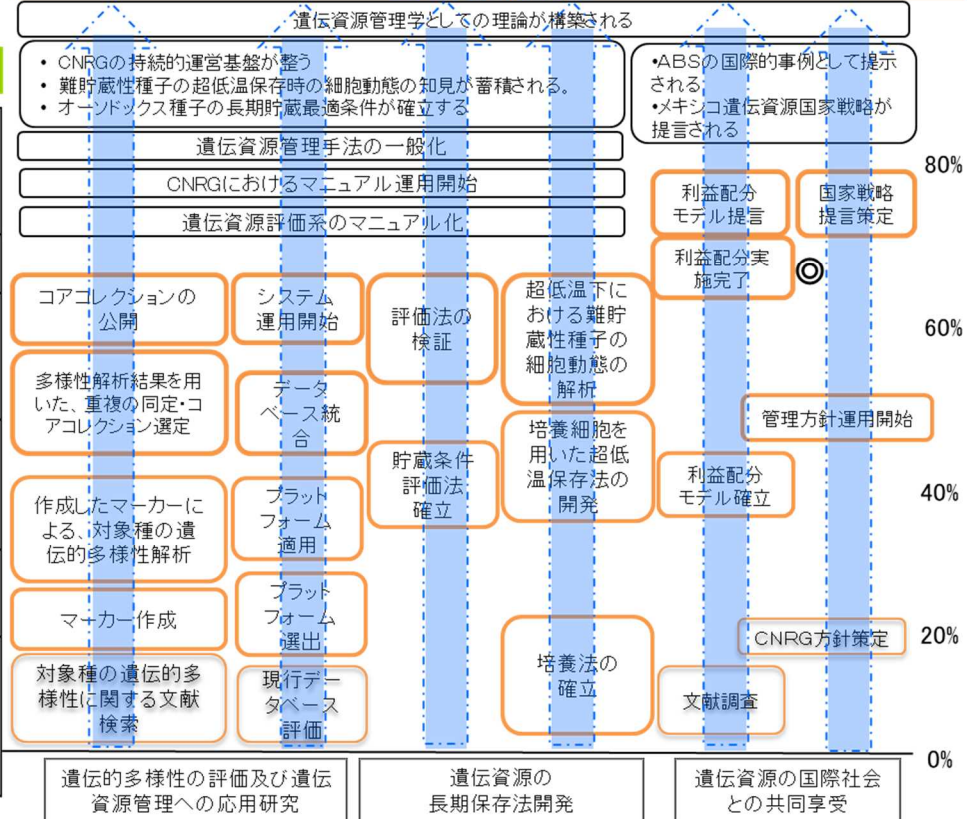


図1 成果目標シートと達成状況 (2018年5月時点)