

## 第4章

セラード地帯における  
日伯両国の農業関連協力事業

## 第4章

# セラード地帯における日伯両国の農業 関連協力事業

日伯両国によるセラード地帯における農業開発協力の特徴の一つに、資金協力と技術協力が併行して実施されたことがあげられる。技術協力は、セラード農業研究センター（CPAC）と JICA の研究協力として 1977 年から実施された。CPAC はセラード地帯の研究活動の中心機関として現在まで活動している。

また、JIRCAS と EMBRAPA は 1972 年以來「共同研究」を続けている。これら技術協力と研究活動は、プロデセール事業地以外の地域農業の発展に必要な農業技術を開発し、穀物生産の増大に貢献した。

本章では、日伯両国による技術及び共同研究の成果がプロデセール事業地にどのように普及したのか、この部分に焦点を置いて検討を行った。また、セラード地帯における日伯両国の資金協力事業である「セラード灌漑計画（PROFIR）」と「ゴイアス農村電化計画」を取り上げ、その実施成果を検討した。

### 4.1 技術協力

#### 4.1.1 技術協力の背景と経緯

長い間、作物栽培には不適とされてきたセラード地帯で農業生産を行うためには開発に必要な資金融資とともに、土壌改良や作物・品種の選定、栽培方法及び営農技術の開発と確立のための試験研究が不可欠であった。このため、日伯両国政府は、セラード地帯の農業開発を効果的、効率的に進めるため以下の「セラード農業開発研究協力計画」と「セラード農業環境保全計画」を技術協力で実施した。

##### (1)【セラード農業開発研究協力計画 フェーズ Ⅰ】

「セラード農業開発研究協力計画」フェーズ（1977～1985年）は、1977年に JICA のプロジェクト方式技術協力として実施された。同技術協力は、ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）との間で 8 年間に亘り、主としてセラード農牧研究所（CPAC）において実施された。技術協力では、セラード地帯における土壌、気候及び植物資源の利用に関する研究を通じて、大豆栽培や土壌 - 作物 - 水分系の有効利用にかかる基礎技術が開発された。

## (2)【セラード農業開発研究協力計画 フェーズII】

第2期プロデセール試験的事業は、1985年からミナス・ジェライス州からバイア州及びマトグロソ州で実施されることとなった。これに伴いブラジル政府は、フェーズIIで開発された技術をこれら地域に適用、普及させるための技術研究協力を日本政府に要請し「セラード農業開発研究協力計画フェーズII（1985～1992年）」が開始されることとなった。

## (3)【セラード農業環境保全計画】

上述の「セラード農業開発研究協力計画」のフェーズI及びフェーズIIでは、セラード地帯における農業生産性及び収量の向上を目指して、活発な農業技術開発が行われてきた。しかし、急激なセラード農業開発の拡大に伴い、自然生態系の破壊、セラード地帯に生息する固有の多様な生物種の減少、土壌の浸食、土地の荒廃、気象変動、連作障害、モノカルチャーによる病害虫の大発生など自然環境に及ぼす影響が発生するようになってきた。これにより、自然環境保全や持続的な農業生産を営むための環境資源評価及び研究の強化が必要とされた。このような状況からブラジル政府は、1992年に「天然資源の管理及び保全に重点を置いた、セラード地帯の持続的農業開発のための科学的技術支援」に関するプロジェクト方式技術協力を日本に要請した。

同要請に基づき「セラード農業環境保全研究計画」（1994～1999年）が開始されることとなった。同技術協力では、作物保護、土壌肥料、リモートセンシング、生産システム、水質調査、病害虫防除、農業機械等の研究協力が実施され、持続可能かつ環境に配慮した農業技術が開発された。

### 4.1.2 技術協力の内容と実績

前述のJICAによる技術協力の概要と実績は、次頁の図4.1.1のように整理される。技術協力による成果は、プロデセール事業及びセラード農業開発における農業生産性の向上に大きな役割を果たした。本節では、これら研究協力事業（フェーズI、II及び環境保全研究計画）の内容と、その成果の発現の仕組みについて検証する。

年	1972	77	1980	85	1990	92	94	96	97	98	99	2000	01
事業名	(JICA) セラード農業開発研究協力計画:フェーズ1	フェーズ2			セラード農業環境保全研究計画			環境モニタリング調査					
	(JIRCAS) ブラジルの畑作に関する研究	中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析 (継続中)											
		農牧輪換 (~2002)											
		南米大豆 (~2006)											
	セラード農業開発研究協力計画:フェーズ1 (1977~1985)			フェーズ2 (1985~1992)			セラード農業環境保全研究計画 (1994~1999)						
目的	ミナス・ジェライス州における、セラード地域の農業開発計画のための指針となる農業生産の基礎技術の開発を図る。			目的: フェーズ1で開発された技術を、新たな入植地区(バイア州、マツ・グロソ州)において適応させるためのさらなる開発・普及・発展を行う。			目的: 環境に対するインパクトを最小限に食い止め、天然資源を保全する総合的農牧業開発のためのセラード生態系の合理的利用技術を確立する。						
管理機関	ブラジル農牧研究公社 (EMBRAPA)			管理機関: EMBRAPA			管理機関: EMBRAPA						
実施機関	セラード農牧研究所 (CPAC)			実施機関: CPAC			実施機関: CPAC						
協力研究機関	ミナス・ジェライス州農業研究公社 (EPAMIG) ウベラバ農業試験場 (EEAU) パトス・デ・ミナス農業試験場 (EEAP) アルト・バライバ 開拓計画農業試験場 (EEAPADAP)			協力研究機関: バイア州農牧研究公社 (EBDA) マツ・グロソ州農牧研究公社 (EMPA)			協力研究機関: マラニオン州農牧研究所 (EMAPA) トカンチンス州立大学 (UNITINS)						
投入実績	<p>日本側: (専門家派遣): 長期19名、短期31名、計50名 植物病理、昆虫、作物栽培、土壌・作物・水分系、農業気象、農業経営及び経済分析</p> <p>(研修員受入れ): 33名 (機材供与): 706百万円 (含む輸送費)</p>			<p>投入実績:</p> <p>日本側: (専門家派遣): 長期11名、短期14名、計35名 作物栽培、植物病理、昆虫、土壌・作物・水分系、農業機械、農業気象、農業経営、経済分析、土壌微生物</p> <p>(研修員受入れ): 20名 (資機材供与): 217百万円 (含む輸送費) 携行機材24百万円 (含む輸送費) (ローカルコスト負担事業): 38百万円 ・サンフランシスコ農業試験場灌漑施設整備 ・セラード関係3州日伯農業研究セミナー開催 ・技術普及のための研究報告書出版、等</p>			<p>投入実績:</p> <p>日本側 (専門家派遣): 長期10名、短期20名、計30名 作物保護、土壌肥料、リモートセンシング、生産システム、水質調査、病害虫防除、農業機械他</p> <p>(研修員受入れ): 23名 (資機材供与): 247百万円 (ローカルコスト負担事業): 43百万円 ・国際熱帯サバンナシンポジウム開催 ・国際半乾燥熱帯作物研究所 (INCRISAT) からのパールミレットの品種導入 ・実験用ガラス室修繕</p>						
伯側	<p>・新研究棟建設 (土壌物理、害虫、栽培研究)</p> <p>・運営諸経費の負担 - 専門家用住宅や車両等の便宜供与等に関わるローカルコスト</p>			<p>伯側:</p> <p>・試験圃場の土地・建物及び施設の提供、実験室の改造、実験棟建設等 - 57百万円 ・運営諸経費の負担 - 専門家用住宅や車両等の便宜供与等に関わるローカルコスト ・カウンターパートの配置</p>			<p>伯側:</p> <p>・土地、建物、試験圃場等の提供 ・運営諸経費の負担 - 人件費や車両等の便宜供与、特別セミナー開催費、等に関わるローカルコスト ・カウンターパートの配置</p>						
<b>セラード環境モニタリング調査 (1992~2000)</b>													
目的	農業開発と環境保全の両立を目指し、プロジェクト事業の実施が自然環境に与える影響を調査する。			投入実績: 毎年1回の調査団派遣、(専門家派遣): 長期1名			日本側: (研修員受入れ): 5名						
実施協力機関	CAMPO社、EMBRAPA、CPAC			伯側: 運営諸経費の負担 - 人件費や車両等の便宜供与、等に関わるローカルコスト			(投資金額): 284百万円 (含む機材供与)						

図4.1.1 日伯セラード農業開発協力事業に関わるJICAによる技術協力の概要と実績

(1) 「セラード農業開発研究協力計画」フェーズ (1977~1985年)

本研究協力の課題と成果は下図の 4.1.2 のとおりである。

研究課題	成果及び貢献
<b>(植物病理)</b>	
マメ科牧草 (Stylosanthes) の炭そ病に対する抵抗性の研究	炭そ病に抵抗性のある品種を選定した。
Stylosanthesの炭そ病菌の種類と寄生性の分化について	2種類の炭そ病菌が関与していることが明らかになった。
Stylosanthesの炭そ病に対する品種・系統の抵抗性と幼苗検定	防除のための抵抗性検定法ができることが明らかになった。
キヤッサ' 母' ク ウィルズ(Cassava mosaic virus)に関する研究	ウィルス病の性質を明らかにする研究が行われた。
セラード' における主要作物病害の発生実態調査と地理的分布	主要作物の病害虫の防除技術を明確化した。
セラード' 地帯の稲に対する主要病害の生態に関する研究	稲のいもち病、ごま葉枯病、褐色葉枯病の耐性系統の選抜を行った。
<b>(昆虫)</b>	
セラード地帯におけるモロコシ' ラメイガ (Elasmopalus lignosellus) の生態と防除に関する研究	生態が明らかになり、防除法の研究が進められた。
小麦のモロコシ' ラメイガの生態と防除	生態と防除法の研究が行われた。
セラード地帯において大豆を加害するカメムシに関する研究	発生分布と生態、発生予察、防除法に関する研究が行われ
ダイズのカメムシ類の生態と防除	薬剤による防除試験が行われた。
セラード地帯における主要害虫の発生調査	主要害虫及び天敵相の解明がなされ、大豆害虫防除マニュアルが作成された。
柑橘類を加害するカイガラムシとアブラムシの生物的防除に関する研究	主要害虫及び天敵相の解明がなされた。
<b>(作物栽培)</b>	
セラードにおける大豆栽培体系の改善に関する研究	品種と施肥量の関係を明らかにした。
大豆栽培における雑草防除法について	機械除草及び除草剤処理の併用が有効と認められた。
雑草防除に関する基礎的研究	雑草の種類と発芽特性について研究が行われた。
セラードにおける大豆・小麦栽培法の改良	深層施肥、深耕、不耕起栽培の組合せが有効と判明した。
大豆品種の開花期と成熟期の推定法	気象データによって推定できることが明らかになった。
大豆の生育収量に及ぼすリン酸の施肥量、品種及び栽植密度の影響	品種によって施肥量、栽植密度が異なることが明らかになった。
大豆害虫に対する抵抗性の品種間の差異	大豆害虫に対する抵抗性のある品種を選抜した。
<b>(土壌・作物・水分系の有効利用)</b>	
セラードにおける大豆根群の発達	石灰とリン酸の下層土への施用による効果が判明した。
セラードにおける作物根の発達	作物根の発育障害がアルミニウムイオンが主要因であることが判明した。
セラード土壌に生育する大豆の無機栄養に及ぼす石灰及びリン酸肥料施用の影響の解析	作物の肥培管理に対する指針がなされた。
セラード土壌における緑肥窒素の肥効に関する研究	緑肥の効果とその利用法が解析された。
セラード地帯の天然資源と農業調査へのリモートセンシング技術の応用	土地利用区分地図作成に対する指針がなされた。
リモセン技術によるセラード土壌、植物調査	土壌・植生図、土地利用図が作成された。
<b>(農業気象)</b>	
セラードの灌漑大豆畑における蒸発散率について	水資源量の評価のための基礎研究が行われた。
セラードの気象データを元にした蒸発散ポテンシャル推定法	気象データの解析法の技術移転が行われた。
<b>(農業機械)</b>	
セラード土壌における機械作業に伴う土壌硬度と根系発達に関する研究	土壌硬度と根系発達の関連性について研究が行われた。
セラード土壌における大豆の根系発達と耕起法について	耕起法の作業技術体系についての研究が行われた。
セラード地域における大豆栽培管理の機械化に関する研究	農業機械の利用による土壌改良の必要性の確認が行われた。
<b>(農業経営及び経営分析)</b>	
ゴール・プログラミング方法の農業経営計画への適用	この方法をセラードにおける農場経営計画に適用し、検証が行われた。

図 4.1.2 「セラード農業開発研究協力計画」フェーズ における研究課題と成果

(2) 「セラード農業開発研究協力計画」フェーズ II (1985~1992年)

本研究協力の主な課題と成果は下図の 4.1.3 のとおりである。

研究課題	成果及び貢献
<b>(セラード地域における土壌・作物・水分系の有効利用)</b>	
有機物(緑肥・作物残滓・その他)を施用した土壌の肥沃度判定	セラード土壌における窒素肥沃度の判定方法が確立され、投入肥料の適正化によるコスト削減につながることとなった。 セラード土壌における土壌有機物の形態と量的変化を解明した。
乾期における灌漑下における畑作物に有効な養分吸収量及び水分供給量の推定	乾期栽培における灌漑水の決定とその方法を確立し、現場での生産コストの大幅削減、養分の溶脱を防ぎ病害虫の軽減という効果をもたらした。 セラード土壌から発生するNO <sub>2</sub> の測定法を開発した。
作物根の伸長を阻害する作土下の圧密層の改善	連年機械化栽培における土壌圧密層の生成と防止法を解明した。
有効根粒菌(=リゾリウム)の検索並びに摂取法	有効な大豆根粒菌の新接種技術の開発により、接種根粒菌の定着を確認した。
<b>(セラード地域における作物保護)</b>	
主要作物の病害発生調査	主要作物の発生病害調査を行い、主要病害を解明し調査法を開発した。
主要作物のウィルス病の同定及び諸性質の解明	マメ科ウィルス病のいくつかを同定した。それらの抵抗性品種の検定、伝染機構の解明も行われた。
主要作物病害の生理、生態的性質の究明と防除法の検討	大豆・フェジョン豆の菌核病の発病機構が解明され、防除法を開発した。
主要作物の害虫発生調査	豆類の加害害虫(カメムシ他)の調査を行い、その害虫を同定した。
主要害虫の生態解明	稲の茎及び穂への加害害虫(カメムシ他)の生活サイクルを解明した。
主要害虫の生物学的防除法の開発	カメムシの卵寄生蜂2種類を導入し、7種のカメムシに寄生することが解明された。昆虫寄生性糸状菌利用によりカメムシとゴムノキに付くグンバムシの防除研究を行った。
<b>(セラード地域に適した作物の栽培法)</b>	
大豆栽培における水分不足の影響解明	セラード耕地の水分損失を評価するために土壌水分変動モデルを構築した。大豆水分のストレスに対する対策を示し、その方法を開発した。
環境条件に対する生育反応に基づいた大豆栽培法の改善	大豆栽培において重要な品種の生理特性及び、乾・雨期における適正品種の特性解明を行った。 作物の根の生態的調査を行い、セラード土壌と作物根の生育反応特性を解明した。特に土壌圧密層による作物根の生育障害の解析法として根系調査手法が技術移転され、踏圧害解消技術の開発につながった。 気象、干ばつ被害、作物収量、地形等のデータから干ばつ被害発生の気象予測期待値を求めて、データの解析手法の技術移転を行った。これにより気象災害の予測が可能になり、作物や作付時期の選定により被害を回避する方法を現場に示すことが可能になった。 小麦のアルミニウム耐性の簡易迅速検定を可能にする染色法を確立し、耐性の大きい品種の存在を確認した。
<b>(セラード地域に適した営農方式)</b>	
営農方式の経営評価(企業、協同組合、個人農園における経営調査)	営農方式の評価のため、現地調査により実態把握を行った。土地利用方式が確立途上にあることが判明した。
農業機械化(トラクター並びに耕起機具の効率的利用)	農業機械の作業試験用自動化システムの開発を行い、測定及び解析法の技術移転を行った。 自動化システムによってトラクターの燃費と速度について検定を行った。車載用データ記録解析装置を開発し、処理解析手法の技術移転を行った。それらにより作業能率向上とエネルギー節減技術を確立する事が可能になった。

図 4.1.3 「セラード農業開発研究協力計画」フェーズ II における研究課題と成果

(3) 「セラード農業環境保全研究計画」(1994～1999年)

本環境保全研究計画の課題と成果は下図の4.1.4に示すとおりである。



図 4.1.4 「セラード農業環境保全研究計画」の研究課題と成果

#### (4) ワークショップの開催

この「セラード農業環境保全研究計画」においては、ワークショップが EMBRAPA / CPAC にて開催された。なお、本件技術協力が終了した後も、表 4.1.1 に示すような自然環境保全に関する研究（合計 27 件）が継続して実施されている。

表 4.1.1 CPAC における環境保全に関連する継続研究リスト（一部を抜粋）

研究課題
・セラード地帯の生物多様性の評価、回復、維持管理について
・セラードの植生と河畔林における生物多様性の回復と保全
・ブラジル中西部の州とトカンチンス州の農業土壌土地区分図の作成
・セラードの自然資源に対する農業活動による影響評価と貢献
・セラードのアグロエコシステムに対する環境インパクトの評価方法の解析
・セラードの薬用植物保全のための生物学的調査と収集
・セラードの小規模農家におけるアグロフォレストリーシステム
・セラードにおける穀物の生産のためのアグロフォレストリーシステム

#### 4.1.3 セラード環境モニタリング調査

研究協力と同時に日伯両国は、セラード地帯における大規模農業開発が自然環境に与える影響を把握するために、プロデセール試験事業地を対象とした「セラード環境モニタリング調査（1992～2000年）」を実施した。この環境モニタリング調査は、プロデセール事業第1期及び第2期事業地において1992年から1996年まで実施された。同様に第3期事業地においては、1994年の事業開始前から2000年まで同調査が実施された。

環境モニタリング調査では、「土壌浸食」、「水質・水量」、「植生」、「昆虫」といったモニタリング指標が用いられた。その成果は、「MONITORAMENTO AMBIENTAL NOS PROJETOS AGRICOLAS DO PRODECER」（プロデセール事業地における環境モニタリング）として出版され、関連した調査データや調査手法は持続的な農業開発を進める上で貴重な資料となっている。これらの指標を用いた定点観測による環境モニタリング調査の結果、蓄積された基礎的なデータや調査手法は、CAMPO 社、EMBRAPA / CPAC 等の機関に引き継がれ、セラード地帯における農業開発の際に活用されている。なお、環境モニタリングの実施体制図は図 4.1.5 に示すとおりである。



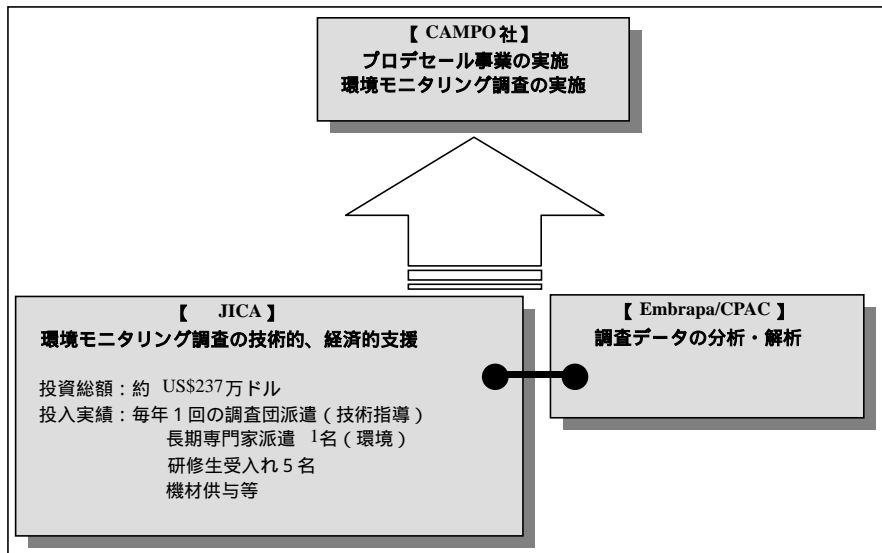


図 4.1.5 環境モニタリング調査の実施体制

プロデセール事業地においてはモニタリング調査の結果、次のような成果を得た。

**a) 土壌浸食**

事業地によって異なる土壌浸食量を示した。これは、各事業地によって気象や土壌が異なること、浸食防止のための等高線畝が適正に実施されているか否か要因と考えられる。

セラード農業開発においては、不耕起栽培の他、通常 30m 幅で等高線畝を設置して土壌浸食を抑制しているが、基準以上に拡大すると侵食抑制効果を低下させる可能性がある。通常、セラードの主要土壌であるラトソルは、一般に土壌浸透性は良い。しかし激しい機械化農業活動は、土壌の団粒構造を破壊し、硬盤層が形成されることにより浸透性が悪化する。その結果、土壌表面流水が増えて、土壌浸食を招くこととなる。

**b) 水量・水質**

調査事業地における入植事業の実施による水質の悪化は見られなかった。これは、化学肥料や農薬の適正な施用量と取り扱いの遵守、等高線畝や河川沿いの個別保留地（河畔林）等による土壌保全システム、などが機能したことによるものといえる。

但し、水量に関しては、事業地（Gerais de Balsas 地区）によっては水位の低下が見られた。これは、近隣の森林伐採により水源涵養が減少したことや灌漑による水使用の増加等の影響があったと考えられる。

**c) 昆虫多様性**

セラードの生物多様性は、種及び群集レベルで変化を把握することによりインパクトをはかることができる。今回の調査では、採集の容易な夜行性のリンシ目（蛾類）を対象とした。これらは、11,000 種以上にのぼるが、セラードに生息する昆虫のわずか 10% にしか過ぎない。事業地内のセラード、カンポ・スージョ、河畔林における調査において、それぞれの種の多様性と異種性を確認することができた。

生態系が多様な種で構成されていることは、種間の均衡を維持することになり、特定の種の異常発生による害虫化を防ぐことにもなる。従って、害虫駆除のための安易な薬剤散布に頼るのではなく、天敵を利用した生物的防除の導入を図ることが適策である。

**d) 植物種の多様性**

調査地である第 3 期事業地「Gerais de Balsas 地区」におけるセラードと河畔林の間にある湿地地において植生の変化が見られた。水位の低下によって土壌の乾燥化が起こったため、湿地帯に生えるイネ科植物や水生植物が減少し、木本性植物が侵入し始めたことが確認された。

植生に影響を受けやすいものに野火があるが、牧草地における人工的な火入れによる延焼はセラード植生の多様性を損なう。また、農地との境界において外来種の侵入が見られた。外来種は、自生種を駆逐し、その多様性のある植生を脅かす危険性を持っている。

#### 4.1.4 国内の農業普及システムとの関連性

---

これまで述べてきたような研究協力事業は、プロデセール事業が開始される以前より実施され、その成果はセラード地帯での農業開発を技術面から支援する重要な役割を果たした。ここでは、これらの事業により開発された農業技術がどのようにして末端の農家へ移転・普及され、生産性の向上に結びついたかについて、連邦政府及び州政府の農業関係機関や CAMPO 社等との協力関係から明らかにする（図 4.1.6 参照）。

##### (1) 連邦政府レベル及び州レベルの農業技術普及システム

###### 1) ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）による技術研究と農業技術指導普及公社（EMATER）による普及活動

政府レベルで開発された基礎技術は、EMBRAPA を主とする全国の農業研究機関の連携による技術協力システム（「全国農牧調査研究システム」）により州・生産者レベルにおいて共有されている。

州レベルにおいては各州 EMATER や普及担当部署が普及を実施する。EMATER の活動は主に小規模農家（小農）を対象とする技術支援であり、各農牧研究公社や農業試験場等で開発された農業技術を普及する役割を担っている。第 1 期事業では EMATER/MG の協力を得ていたが、第 2 期以降では、プロデセール事業入植農家への普及に EMATER は関与していない。

###### 2) セラード農牧研究所（CPAC）を主とした普及活動

CPAC の活動の目的は、セラード地帯の農業開発における多様な問題を取り上げ、調査や試験研究を通じて、農業技術開発を行うことである。同時に関係する各州の EMBRAPA の機関や協力関係にある州農業試験場と共に、共同試験や巡回技術指導も実施する。農家と CPAC の間に位置する州農業試験場は、CPAC で開発された農業技術を各地の気象、地形、土壌、社会経済等の諸条件に適応した実用可能な農業技術とするための実証試験を実施する役割も果たしている。

また、プロデセール事業地内においては入植農家が圃場の一部を CPAC に提供して実証試験を行ってきた。その結果、各地域に適応した農業技術が開発され、生産性の向上及び収量の改善に貢献することとなった。

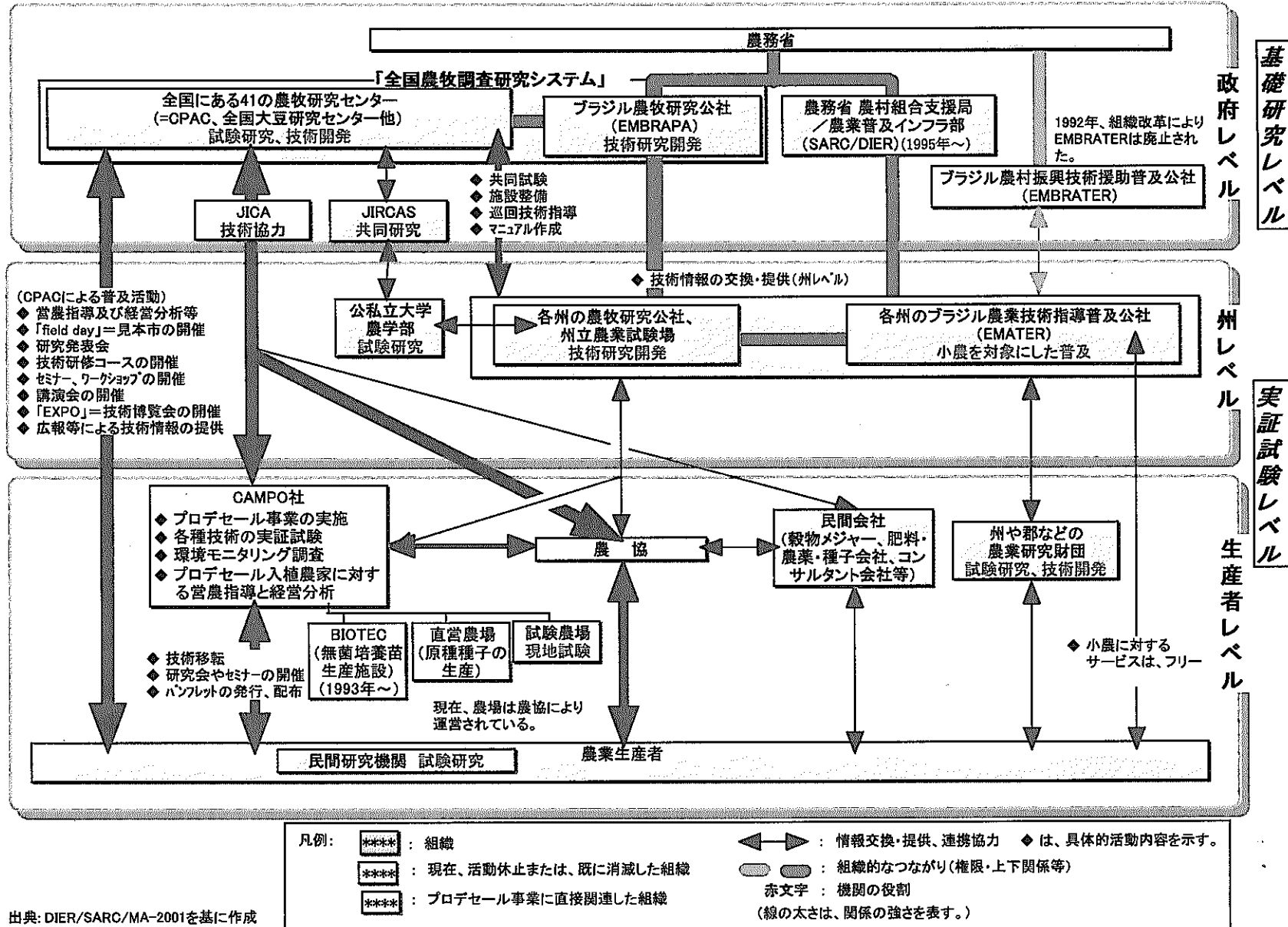


図 4.1.6 農業技術普及の仕組み

このような経緯を経て開発された有用技術は、関連の研究・普及機関のみならず農協や種子・肥料・農薬等を扱う会社等へも公開（販売や提供）されることで、セラード地帯におけるより広範囲での普及が行われた。また、JICA による技術研究協力事業が進められていた際に、派遣専門家の協力により各農業研究及び普及機関、CAMPO 社、農協、生産農家を対象として、次のような技術移転活動が実施された。

### **技術研修及びセミナーの開催**

連邦政府及び州政府の農業改良普及員や技術指導員、CAMPO 社、プロデセール事業の参加農協及び入植農家を対象として実施された。

### **各種パンフレットや出版物の発行、配布**

日伯の専門家による研究報告書やセラード地帯に適応した農業に関する出版物がポルトガル語、英語、日本語によって発行された。

**入植者への営農指導及び経営分析等** JICA 派遣専門家はセラード地帯の各地で営農相談会に参加した。また、ブラジリア近郊の農家を対象にして随時、技術的助言や営農指導を行った。これにより研究成果を彼らの営農に直接役立てることとなった。

#### **BOX-4.1 【CPAC の普及活動】**

- 1) CPAC では以下のような目的と方針に基づき研究普及活動が行われた。
  - ・ 目的：セラード地帯のアグリビジネスからの需要に基づき、質の高い情報や技術を体系化し、誰もがいつでも使える形とする。技術移転を促進し、資金面での共同パートナーを通じたフィードバックを行う。（例えば、民間会社に資金を拠出してもらい、CPAC において2~3年のプログラムとして研究開発を行う。）
  - ・ 方針：農業技術が末端の農家まで伝わったかどうかサポートすることを重視する。
- 2) 技術情報の伝達手段と技術移転の方法（農業生産性の向上につながる情報の伝達手段）
  - ・ チラシ：テーマを絞り、Q&A 問答方式で農業技術を誰にでもわかりやすく説明。技術レベルは初級者に対応。
  - ・ 小冊子：漫画形式で農業入門者を対象とするが、各技術レベルにも対応する。
  - ・ ホームページ：農家のニーズを電子メール等により把握して書籍や冊子の形で配布。
- 3) 技術移転の方法
  - ・ 「Field day」の開催（州や大学の圃場に置いて、様々な技術や商品を公開する見本市）
  - ・ 研究発表会の開催、 ・ 講習会の開催、 ・ 技術博覧会の開催、
  - ・ 電話や電子メールによる相談の実施、 ・ Field day on TV 放映の実施

**表 4.1.2 CPAC による技術普及の実績（2000 年）**

普及方法	実施回数
「Field Day」(Dias de Campo)	28 回
研究発表会	33 回
研修コース（小・中・大農レベルに応じたコースで、技術をフィードバックする）	314 時間
セミナー、ワークショップ	16 回
講演会	250 時間
「EXPO」技術博覧会	25 回
チラシなどによる技術公開	57 回

## (2) 生産者レベルでの農業技術普及

連邦政府レベルにおいては、セラード地帯向けの農業基礎技術が開発されたが、それは基礎研究レベルとも言い換えることができる。次に、その基礎技術を各生産地域に適応した技術開発を行った州政府及び生産者は、農業技術の実証試験レベルであったといえる。

実証試験レベルにある農家自身は、お互いに他の農場を視察したりすることで情報の交換や技術レベルの向上に努めている。その他、篤農家及び州と郡が中心となって民間会社を取り込んで、研究財団を設立している例もある。これらの財団は、EMBRAPA及び州政府によって開発された研究成果や基礎技術を基にして、実証試験を行い最終的に生産性の向上を図っている。

また、プロデセール事業に参加している農協の中には州立大学、農業試験場、研究所、CAMPO や民間会社などと連携しながら、農業技術の実証試験を行っている農協がある。その実証圃場は先述の通り、プロデセール事業地内の入植農家から提供されている。その他、プロデセール事業に参加している農協の技術部は農家に対して技術指導を行っていた。例えば農薬の散布方法や農薬の空きビン処理等、環境保全に関わる啓蒙活動が行われており、各農家が環境に対しても高い意識をもっていることが調査より判明した。

### **BOX 4.2** 【バイア財団】

西部バイア州の農業開発及び研究支援を目的として 1997 年に設立された。現在は、1)大豆の品種選抜、2)トウモロコシの品種選抜、栽培技術の研究、3)綿の施肥、害虫防除の体系化試験、天敵利用を中心とする農家支援を行っている。

- ・ 同財団の年間予算は R\$40 万である。5 カ所に試験圃場を持ち、現在、職員 20 人、研究者 1 人、農業技術者 4 人から構成される。
- ・ 運営費は、基本的に会員である 30 の農家が収める R\$1,000 / 月の会費によってまかなっている。
- ・ 会員の多くは 1,000ha 以上の大農地所有者により構成される。肥料会社や穀物メジャーも年に 1 回、資金を負担。準会員の会費は R\$400-500 / 年である。
- ・ 試験圃場は各農家が提供しており、各 30ha 程度で行っている。EMBRAPA より大豆の種子を譲り受け、4 年前からこの地域に適応する大豆の適正品種の選抜と施肥試験を行っている。
- ・ 研究成果は公表し、ワークショップも開催している。
- ・ 同財団は、農協との共同研究を通じて営農栽培技術の開発も実施しており、今後も研究やモニタリングを継続する予定である。

### (3) CAMPO 社による技術普及支援

プロデセール第 1 期事業時には、JCAMPO 社はパラカツ地区内の同社の試験圃場において、CPAC、ミナス・ジェライス州農牧公社（EPAMIG）や日本人専門家が協力して新技術の適応試験を行った。また、同社は、パラカツ及びイライ・デ・ミナス地区において、ミナス・ジェライス州農業普及公社（EMATER/MG）の農業技師及び日本人派遣専門家が、関連研究機関や農協と協力して技術普及を行った。コロマンデル地区でも CAMPO 社の技師が同様に技術普及を実施している。同社の農業技師 1 人が担当指導した入植農家の数は、パラカツ地区では 10 戸、イライ・デ・ミナス地区では 13 戸である。

技術指導を行うに当たり CAMPO 社は、EMBRAPA、EPAMIG、EMATER/MG と共に「生産者技術指導用マニュアル」を作成した。また、EMATER/MG もそのマニュアルを活用しながら、各農場に適する作物を選定して営農栽培計画の作成を行った。また、それを銀行の技術部に提出して融資の許可を得る、といった指導も行われた。

第 2 期事業では、CAMPO 社はバイア州農牧研究公社（EPABA）と連携して技術普及及び普及面で多大な貢献をした。同社はプロデセール入植事業各地区内に試験圃場を設置し、そこで CPAC や入植農家と連携して実証試験を行い、各事業地区に適した技術開発を行った。

CAMPO 社は 3 期に亘るプロデセール事業を通じて、関係農協と技術協定を結び、プロデセール事業開始後、3～5 年間は開墾・営農栽培等の技術指導を農協及び入植農家に対して強力に行った。その際にも事業実施地域ごとに詳細な営農栽培マニュアルを作成し、農協の指導員を活用しながら一緒に技術指導を行った。その後は農協の指導員により行われたが、技術情報は同社より提供された。

#### BOX 4.3 【CAMPO 社 「BIOTEC (Biotecnologia バイオテクノロジー部門)」】

CAMPO 社はパラカツ地区に「BIOTEC」という無菌培養の育苗施設をもっており、そこでは現在、バナナの無菌組織培養苗が 9～10 万本 / 月生産されている。受注生産の形をとっており、生産農家は様々な品種の中から栽培したい品種を選んで発注する。1 本当たりの購入価格は、R\$1.2～2.1（＝US\$0.6～1.1）/ 本）である。

また、農家自身が持ち込んだバナナ苗を増殖するサービスも行われている。プロデセール事業の入植農家のみならず、一般の農家も苗を購入できる。

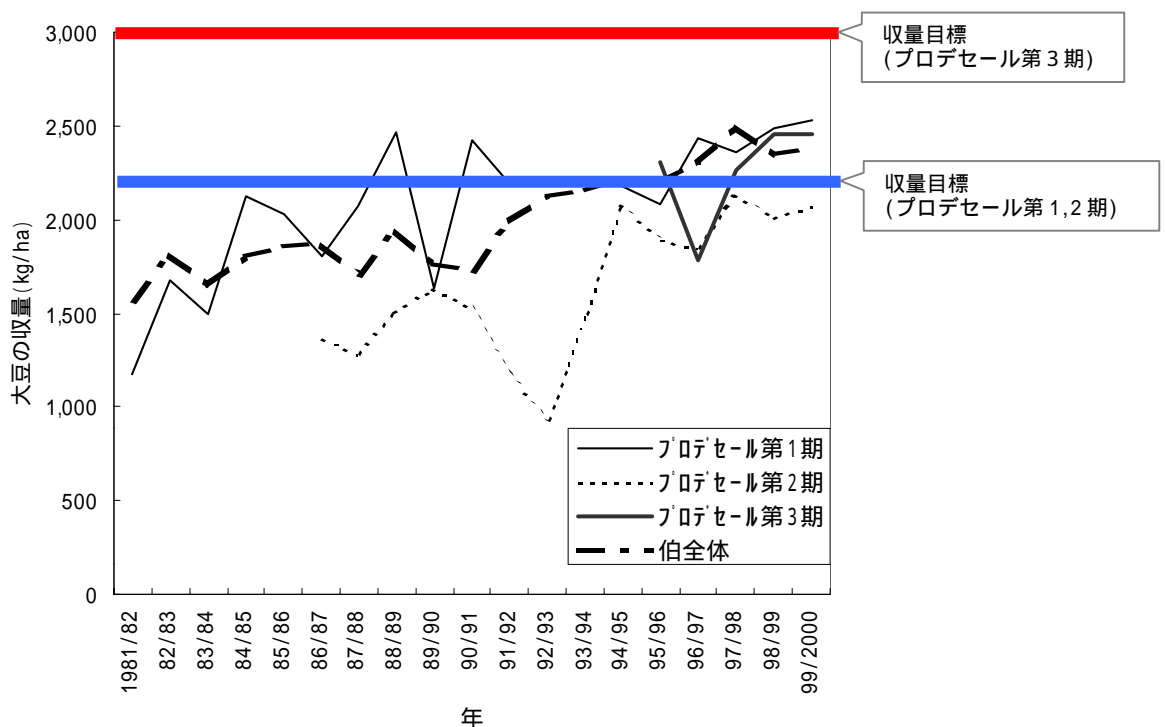
### (4) 日伯研究協力事業の技術普及による成果

これまでの日伯研究協力事業は、CPAC 等の研究機関に対して以下のような効成果をもたらした。

各専門家の試験研究による成果、科学的思考や方法論の提示とその移転  
 研究手法の移転  
 生産現場への成果の普及  
 研究機材の供与による研究手段の著しい向上

、 、 についてはこれまで説明したとおりであるが、効果を上げた要因として 研究機材の供与の役割も非常に大きい。CPAC の創設時には、研究施設の整備が不十分であったが、研究機材供与によりセラード農業の技術研究に大きく寄与する所となった。また、研究施設の充実によって優秀な人材が集まるようになった。バイア州農牧研究公社 (EBDA) やマツグロッソ州農牧研究公社 (EMPA) においても、機材供与により研究レベルが著しく向上した点がヒアリング結果から分かった。現在も供与機材を有効に活用しながら、試験研究及び技術開発が継続して行われている。

セラード地帯における特有の農業技術が、JICA との研究協力事業等によりこれまで開発されてきた。そして、農業普及システムを通じて、その基礎技術は各研究諸機関や民間会社等によるセラード各地での実証試験を経て確立された技術へと至ったことが明らかになった。その技術が生産者農家まで普及し、穀物生産が行われた結果、穀物 (特に大豆) の収量増加に結びついていることは図 4.1.8 のグラフが示すとおりである。



出典：CAMPO 社の資料をもとに作成

図 4.1.7 大豆収量の年次変化 (プロデセール事業期別、ブラジル国全体)

しかし、このような農業普及システムにもかかわらず、プロデセール事業地区の中にはスタート時から普及された農業技術が思い通りの収穫に結びつかなかった地区もあった。これは、予想外の気候変動や気象の変化に加えて、その地域に適応した技術研究が十分に確立されていなかったことなどが指摘される。

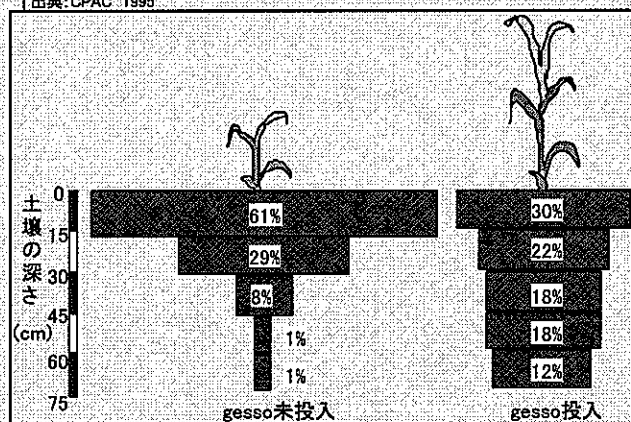
**BOX 4.4 【土壌改良剤の投入について】 -CPAC の研究成果と穀物収量向上の事例-**

セラード地帯の土壌中のカルシウムとリン酸の欠乏、並びにアルミニウムの高含有量は根の伸長を阻害する原因となっている。また、銅、マンガン、亜鉛などの微量元素や水分の含有量が少ないために、作物の根が伸びにくい。そこで「gesso (石膏)」を投入すると、根がより下層へ伸長して、地表面から 160cm 位まで水分の吸収が可能になる。また、根の活動も活発化し、より養分を吸収するようになる。図 4.1.8 は gesso 投入による根の伸長の比較を示したものである。また、表 4.1.3 は gesso 投入による穀物の収量を比較したものである。

**表 4.1.3 gesso 投入による穀物の収量差**

gesso \ 穀物名	トウモロコシ	小麦	大豆
未投入	3.2(t/ha)	2.2	2.1
投入	5.5(t/ha)	3.5	2.4

出典: CPAC 1995



**図 4.1.8 gesso 投入によるトウモロコシ根の伸長差**

「gesso」を導入している農家はまだ少ないが、普及は 6 年前くらいから各地で始まっている。また、作物の品種改良も同時に導入することにより生産性はより一層向上する。既に広く導入されているセラードの土壌改良技術として、石灰とリン酸の投入があげられる。石灰投入によって酸性であるセラード土壌を中和することにより、収量が伸びることが実証されている。表 4.1.4 は石灰投入による穀物収量の差を表したものである。

**表 4.1.4 石灰投入による穀物の収量差**

石灰投入量 \ 穀物名	米	大豆
未投入	1,320(kg/ha)	900
投入	1,800(kg/ha)	2,280

出典: CPAC 1995

その他、土壌の下層におけるリン酸の不足を解消することによっても収量は増加する。石灰とリン酸の下層土への施用は大豆根群の下層土への伸長に効果的であることが実証されている。



## 4.2 共同研究協力

### 4.2.1 背景と経緯

---

セラード開発の技術開発・試験研究は、JICA だけでなく農林水産省国際農林水産業研究センター（JIRCAS）による伯側との共同研究という形でも行われてきた。同センターは、その前進である旧熱帯農業研究センター（TARC）が発足されて以来、中南米諸国との共同研究を主としてブラジル国を対象地域として行ってきた。但し、それらの研究はセラード地帯のみを対象として始められたのではなく、ブラジル及び南米農業全般に対する技術研究を目的としたものである。それらは実施形態や実施時期の違いから、大きく次の三つに分類できる。この他、中南米に所在する国際研究機関との共同研究や JICA プロジェクトに対して研究者の派遣も行っている（4.2.2 参照）。

ブラジルの畑作に関する研究（1972～1996年）

中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析（1993年～現在）

総合的研究（1992～2002年）と広域型研究（1997～2006年）

#### (1) ブラジルの畑作に関する研究

16世紀から近年までブラジルの農業は、テラ・ロッサ土壤の肥沃な土地地帯を開拓しながら拡大してきた。その結果、肥沃な土地地帯は20世紀半ばまでに開拓が進み、連作障害や土壌流出といった問題が顕著になり、セラード地帯のような低肥沃度土地の広がる農業未開発地へ、土壌改良を前提とした大規模畑作を拡大する一因となっている。このような状況から、土壌肥沃度の低下や土壌流亡を防止し、地力の維持増進を図る持続的な畑作ファームングシステムの確立と農業技術の開発支援を目的とした「ブラジルの畑作に関する研究（1972～1996年）」が実施された。

#### (2) 中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析

「中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析」（1993～）では、メルコスール諸国（ブラジル、アルゼンチン、パラグアイ、ウルグアイ）の農業特性と技術改善に関する調査が実施された。この調査では、a)それまでの中南米の農牧業の主体が放牧を主体とした肉牛生産と大豆を中心とした穀作で、草地の低生産性や穀作の連作障害が大きな生産の阻害要因であったということ、b)放牧草地と穀作を組み合わせた農牧輪換技術は両者の生産性の維持向上に有利な形となる可能性がある といった二つの事実が示された。それらの調査解析結果を踏まえて、総合的研究プロジェクトと広域型研究プロジェクトの実施計画が策定された。

さらに、急速に普及しつつあった不耕起栽培の現状と問題点について情報収集、現地調査及び解析を行った。

### (3) 総合的研究と広域型研究

前述の調査解析を基にして、セラード地帯を含めたブラジル及び南米の農業において、持続性と環境保全を視野に入れた 2 つの研究プロジェクトが実施されることとなった。

1) 総合的研究プロジェクト：「ブラジル中南部における持続型農牧輪換システムの開発」

2 つの研究プロジェクトのうちの 1 つは、個別技術の開発にとどまらず、経済・経営的評価を含めた複数の研究分野からなる総合的なアプローチである。この目的の背景には、未開発の広大な農耕可能地を有する南米諸国を食料供給地帯とするためである。加えて、先に行われた「中南米の農業特性と技術の改善方向に関する調査解析」の結果を踏まえて、総合的研究プロジェクト「ブラジル中南部における持続型農牧輪換システムの開発（略称：農牧輪換）」（1996～2002）が計画され、実施に移された。

2) 広域型研究プロジェクト：「南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究」

前述した「調査解析」において、複数の国に共通な重要研究課題に対しては、当該国を対象とした研究協力方法が有効で、かつ効率的であると認識された。同じく、農牧輪換体系の重要な構成要素である大豆作の問題点が解析された。この結果、広域型研究プロジェクト「南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究（略称：南米大豆）」（1997～2006）が策定された。

同計画ではブラジル、パラグアイ、アルゼンチンとの多国間の研究協力や JICA との研究・連携により大豆の総合的生産・利用技術開発が行われる。南米の大豆栽培地の拡大に伴い、長年の作付け地における病害虫等の発生や雑草の密生による生産の障害や土壌浸食を押さえ、持続可能な安定的な生産を量的・質的の両方の面から克服することが目的である。第 1 期（1997～2000 年）においては、大豆の成分・病害虫抵抗性育種、土壌管理、病虫害防除、耐干性機構の解明等が行われている。

## 4.2.2 共同研究事業の内容と実績

「ブラジルの畑作に関する研究(1972～1996年)」における研究課題と成果は下図 4.2.1 に示す。また、JIRCAS による共同研究事業の変遷は次頁の図 4.2.2 のように整理される。

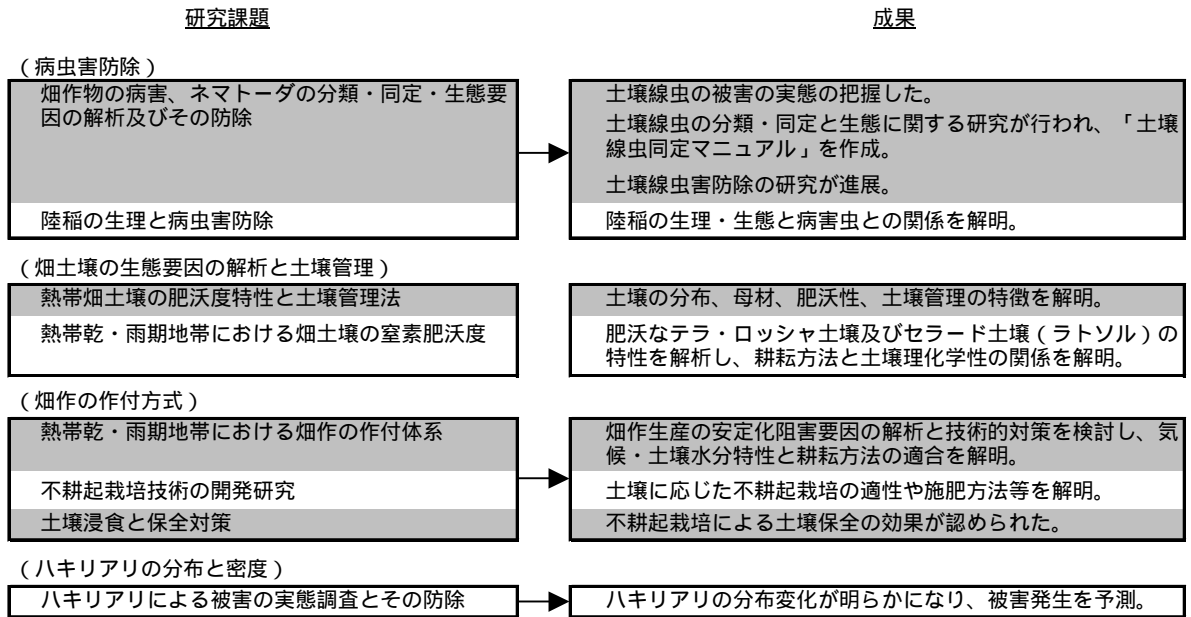


図 4.2.1 「ブラジルの畑作に関する研究」における研究課題と成果

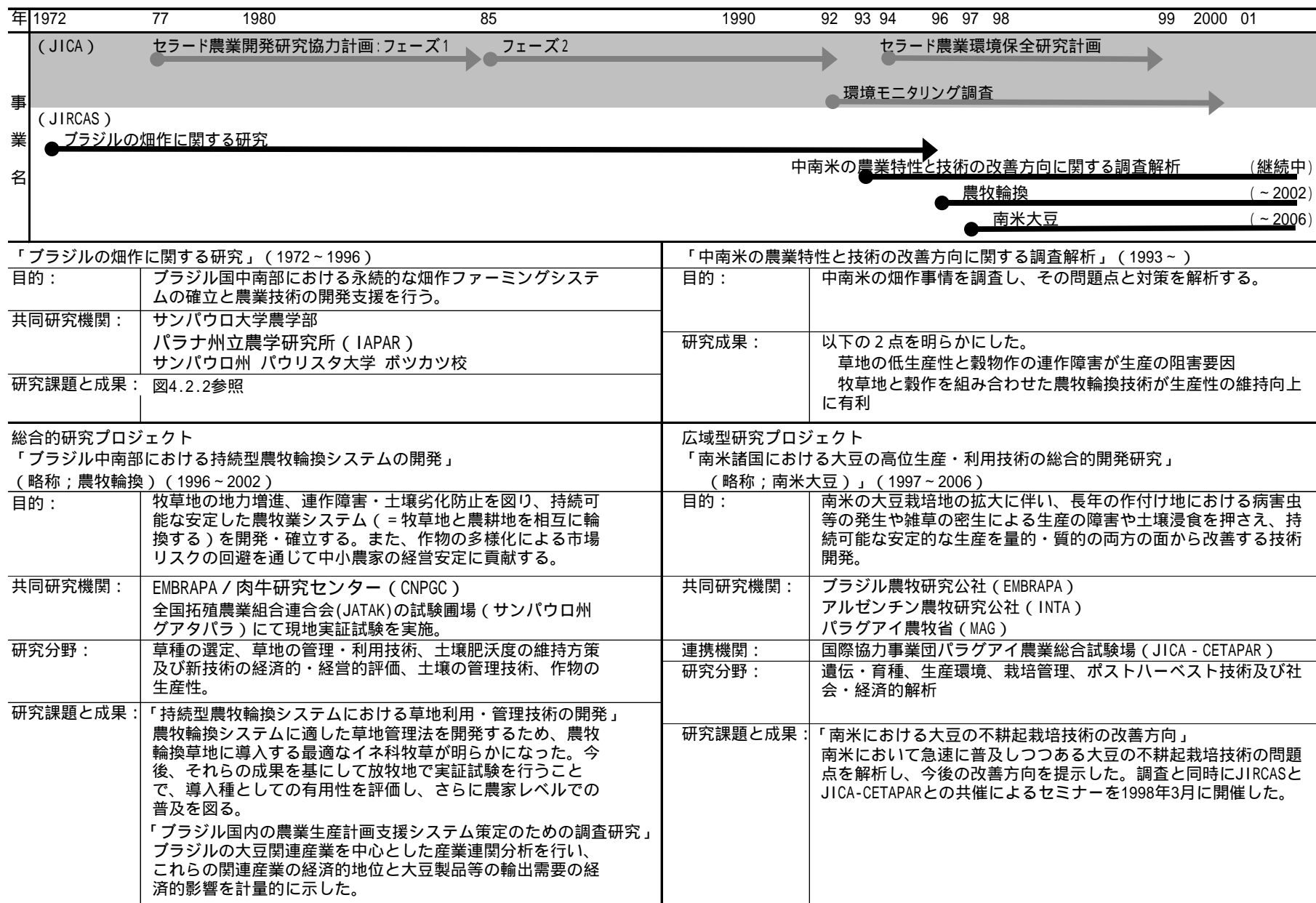


図4.2.2 JIRCASによる共同研究事業の変遷

### 4.2.3 国内の農業普及システムとの関連性

JIRCAS と EMBRAPA は、セラード地帯の農業開発が本格的に始まる以前から共同研究を実施してきた。その成果はプロジェクトの共同研究機関を通じて、国内の農業普及システムに乗せられ、各地域で実証試験が行われた後、現場に適応した技術となって導入されて行った。特に、共同研究の相手でもある EMBRAPA を中心とした「全国農牧研究システム」(下記 Box 参照)は研究者同士のネットワークを利用して情報の共有をうまく図りながら、効果的・効率的に技術開発と研究を連携して進めようという形態の優れたシステムである。

#### BOX 4.5 【EMBRAPA による技術協力・連携・普及システム - 「全国農牧調査研究システム」】

JICA や JIRCAS との共同研究パートナーである EMBRAPA はブラジル全国を統括する「全国農牧調査研究システム」を運用している。これは技術開発や研究協力において、技術情報の交換や連携等を行うための連携協力システムであり、このシステムに関連する全国の農業機関数はあわせて 400 以上にも及ぶ。それらは全国及び州レベルでの研究を行う EMBRAPA、農学部を中心とする大学研究機関、民間企業の農牧研究部門等から構成される。EMBRAPA はブラジリアの本部を含めて全国で 39 の事務所から構成され、農業、林業、畜産、水産業、環境等の多分野での活動をしている。また、研究者は各研究セクションに亘る技術交換を、技術データベースから情報を入手することで容易に行える。

このシステムにおける目的は「国内における食糧供給の確保と生産の増大、及び国際競争力の強化を図るために、自然資源の有効利用と環境保全に配慮しつつ生産性の向上をはかること」である。同時にその活動は国内だけでなく国際分野とも広く関連しての技術協力を行うことになっており、EMBRAPA が技術開発・試験研究に多大な力を注いでいることがわかる。

最初の JIRCAS の共同研究プロジェクトである「ブラジルの畑作に関する研究」プロジェクトは、テラ・ロッサ土壤を主とする中南部地域の持続的な農業技術開発の支援を目的としたもので、セラード地帯の農業開発のための農業技術開発をターゲットに始められたものではなかった。しかし、中南部にもセラード土壤(ラトソル)はかなり存在し、ラトソルにおける様々な解析も合わせて実施されており、この研究の一部はセラード地帯の開発に活かされることとなった。例えば、研究課題の一つである不耕起栽培は、表 4.2.1 に示すようにセラード地帯を含めて現在、急速に普及しつつある。

また、「南米大豆」プロジェクトにおいて進められている育種を始めとする総合的な大豆の研究は、セラード地帯の農業技術開発に十分活かされるところとなっている。パラナ州にある EMBRAPA の全国大豆研究センター ( CNPSO ) においては大豆の育種を始めとして、技術研究開発や様々な実証試験が行われている他、食用大豆の普及にも力を入れている。

現在、「南米大豆」プロジェクトにおいて進められている育種を始めとする総合的な大豆の研究はセラード地帯の農業技術開発に十分活かされるところとなっている。

表 4.2.1 世界各国における不耕起栽培の普及面積の推移 ( × 1,000ha )

国名	1973/74	1983/84	1996/97
<b>ブラジル</b>	<b>1</b>	<b>400</b>	<b>6,500</b>
アルゼンチン	-	-	4,400
パラグアイ	-	-	500
ウルグアイ・チリ・ボリビア	-	-	250
アメリカ	2,200	4,800	19,400
オーストラリア	100	400	1,000
世界合計	2,301	5,600	38,700

R.Derpsch(1998)らによる推定値。

(出典：国際農業研究成果情報第 6 号 農林水産省国際農林水産業研究センター)

## 4.3 セラード灌漑機器融資事業

### 4.3.1 背景と経緯

灌漑機器融資事業計画 ( PROFIR: Program for Financing Irrigation Equipment、以下、PROFIR ) は、ブラジル国全土を対象とした「PROFIR NATIONAL」とセラード地帯を対象とした「PROFIR OECF( 現 JBIC )」とがある。ここでの PROFIR は、PROFIR OECF を指す。同事業計画は大豆、小麦を中心としてトウモロコシ、フェジョン豆等の基礎食料の増産、自給率の向上が目的としたいわゆる OECF のツーステップローンである。セラード地帯の約 130 万 ha の既存農家を対象にセンターピボットやスプリンクラー等、灌漑機器の導入資金の一部を供与することにより、農業開発を支援する。ひいてはブラジル国の食料自給率の向上と経済発展に寄与することを目的とした。

同事業は、ミナス・ジェライス州、ゴイアス州、マツトグロッソ州、マツトグロッソ・ド・スル州、バイア州、ブラジリア連邦区のうち灌漑適地 10 万 ha を対象に事業を

実施した。ブラジル政府は、そのために必要な資金総額 137.5 百万ドルのうち約 120 億円の資金協力を OEECF (現 JBIC) に対して要請し、1985 年 3 月に借款調印がなされた。ブラジル国側の実施機関は農務省であり、ブラジル中央銀行 (借入人) を通じて融資が行われた。

セラード灌漑機器融資事業(PROFIR)	
事業概要	
事業名	: セラード灌漑事業 (PROFIR)
借入人	: ブラジル中央銀行
実施機関	: ブラジル農務土地改革省
借款契約調印	: 1985 年 3 月
貸付完了	: 1992 年 8 月
貸付承諾額	: 12,021 百万円
貸付実行額	: 約 117 億円

#### 4.3.2 協力の内容

---

##### (1) 実施体制

PROFIR の実施体制は図 4.3.1 の事業スキームに示すとおりである。OEECF からの資金はまずブラジル中央銀行へ供与され、仲介金融機関であるブラジル銀行等を通じてエンドユーザーである農家・農協に転貸されることになる。本協力事業の実施体制は事業全体の推進・調整役である農務省、融資全体の監理を担当する中央銀行・大蔵省(国庫局) 仲介金融機関等から構成されている。また、技術援助機関として EMBRAPA(ブラジル農牧研究公社) が灌漑機器調達のための資格審査、EMATER (州農業技術普及公社) が融資申請のために必要な F/S を実施している。

##### (2) 融 資

OEECF からブラジル中央銀行に対する貸付は 1988 年 1 月から 1992 年 8 月にかけてほぼ計画通りの約 117 億円(貸付承諾額 120 億円)が実行された。これを原資として 596 件のサブローンに融資が行われた。当初の資金調達計画では総事業費 137.5 百万ドルのうち、約 87.5 万ドル(64%)をブラジル政府、残り約 50 百万ドル(36%)を OEECF からの借款でまかなうこととされていた。

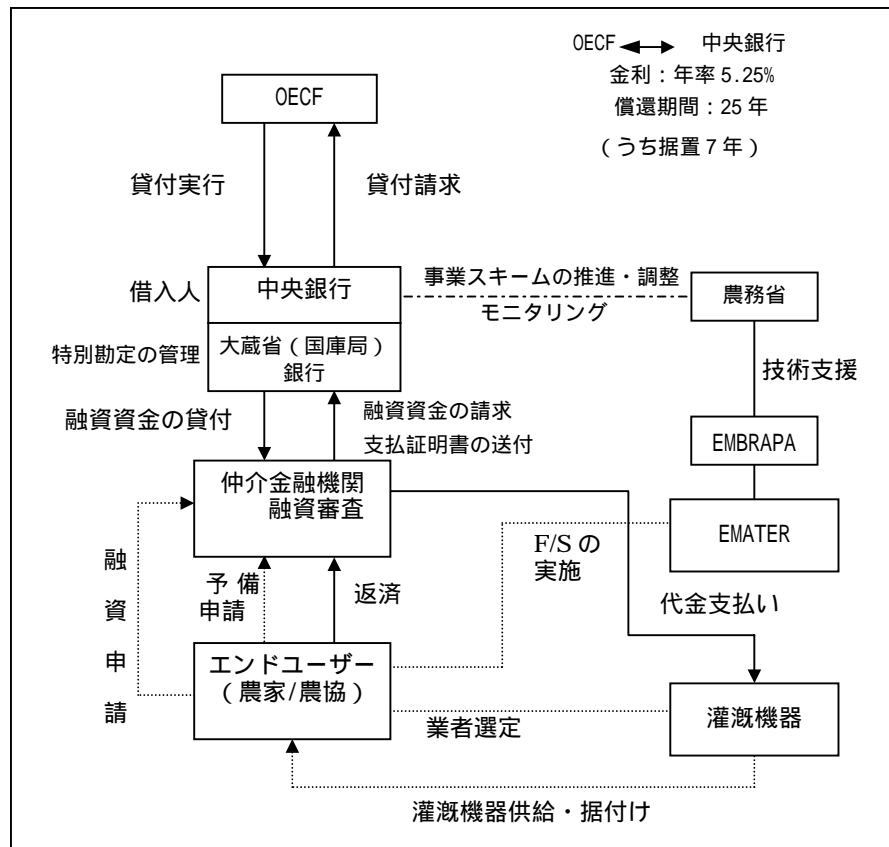


図 4.3.1 PROFIR の事業スキーム \*OEFC(現 JBIC)

### 4.3.3 事業の成果

#### (1) 融資実績

PROFIR 事業の実施成果については、1994 年に OEFC によって評価がおこなわれた。同評価報告書に基づく同事業の実施概要は次表 4.3.1 のとおりである。



表 4.3.1 PROFIR の概要

項目	実施成果
地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ミナス・ジェライス州、バイア州、ゴイアス州での融資実績が大きい。これはセラード農業開発が、この時期、これら3州を中心に展開されてきたことによる。</li> <li>・同事業は既存の優良農家を融資対象としていることから、農家が近代化、経営効率化を目的に灌漑機器導入を行ったものと見られる。</li> </ul>
エンドユーザーの規模	<ul style="list-style-type: none"> <li>・セラード地帯の農業開発は300～400haの広大な農地を対象とした機械化大型農業を目指している。そのため新規開墾、土壌改良、その他インフラ整備等に大きな初期投資が必要とされ、ある一定規模以上の農家(農業)でなくては資金調達が困難であり、採算が取れなくなる恐れもある。</li> <li>・さらには、灌漑機器の導入は初期投資に続く追加投資も必要となる場合が多い。従って農家規模別の融資分布(表4.3.2 PROFIR:件数ベース)は大農、中農への融資が中心となっている。</li> <li>・たとえ零細・小農であっても優良農家に対しては融資が実施されている。これらの融資は過去の債務返済状況を厳しくチェックし、公正な審査を通して行われた。</li> </ul>
灌漑機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代表的な灌漑機器としてはセンターピボット、コンベンショナル(半固定式散水器)及びセルフプロペラ(自走式散水器)等である。灌漑機器は地形や対象作物等によって選定されるがブラジルでは一般にセンターピボットが好まれているようである。</li> <li>・コンベンショナルやセルフプロペラはコーヒー等の果樹栽培に利用されている。これら灌漑機器は灌漑用水の散水の他に液肥や農薬の散布にも利用される。</li> </ul>
取扱銀行	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取扱銀行は農業信用(Rural Credit)取扱金融機関が対象。取扱銀行別の比率は表4.3.3のようにブラジル銀行が全体の65%を占めている。これは同銀行が民間へ移管された当時(1964年)から農業融資業務を担ってきた経験とノウハウの蓄積、充実したサービス網を有していることによる。</li> </ul>

同事業による農家規模別融資案件数と銀行別融資案件数は下表のとおりである。

表 4.3.2 農家規模別融資件数

農家規模	融資件数	構成比
零細・小農	77	12.9
中農	217	36.4
大農	300	50.3
不明、その他	2	0.4
合計	596	100.0

表 4.3.3 取扱銀行別融資件数

灌漑機器	取扱比 (件数)%
ブラジル銀行	65.0
全国信用組合銀行	14.0
CREDIREAL	11.0
その他	10.0
合計	100.0

## (2) PROFIR によるインパクト

### 1) 灌漑面積の拡大

灌漑機器の導入による最大の効果は、年 2～2.5 回の作付が可能になり、年間を通じて安定した農業生産が可能になったことである。同協力事業によって、推定約 3 万 ha( サブローン 596 件 × 50ha ) の新たな農地が灌漑されることになった。これは 1991 年時点の全国灌漑面積 ( 296 万 ha ) の 1% に相当する。また、「PROFIR/NATIONAL」によるセラード地域の灌漑面積は少なくとも 7 万 ha であることから、全体としては約 10 万 ha の農地が新たに灌漑されたことになり、同事業の当初計画は概ね達成された。融資対象となった灌漑機器は散水灌漑タイプのものであり、開水路による灌漑と比較して節水効果が大きいことから水資源の有効活用がなされているといえる。

また、肥料や農薬を灌漑水中に混ぜて散布することが可能であり無駄の少ない肥培管理を行うことが出来る。ただし、現在でも電力が供給されていない事業地が多く、灌漑機器やポンプの動力源としてディーゼル発電機が使用され、電力と比較して運転経費が割高となっている。

### 2) 農業生産性の向上

評価報告書では、次のように収量の比較を実施している。これによると収量は審査時の単収計画値を大きく上回っている。

表 4.3.4 主要作物の収量比較

(単位：ト/ha)

作物	ブラジル 平均	セラード地域一般		PROFIR サンプル農家	審査時の 計画値	
		平均	優良農家 試験圃場			
大豆	1.8	2.0	4.0	5.0	-	3.5
トウモロコシ	2.0	2.0	7.6	13.0	6.4	6.0
フェジョン豆	0.4	0.4	2.0	4.0	2.5	1.8
小麦	1.7	3.8	5.5	8.0	-	3.0

### 3) 農家収入の増加

農業粗収入を見ると、灌漑機器の導入以前には 389 US\$/ha であったが、灌漑機器の導入後には 755 US\$/ha と増加している。一方、農業支出は生産費等の増加により 318 US\$/ha から 592 US\$/ha へと増加している。この結果、平均農地面積 ( 約 320ha ) での農業純収入は約 23,000 US\$ から 52,000 US\$ へと大幅に増加した。

### 4) 雇用機会の拡大

灌漑機器の導入により、年間を通じての継続雇用となった。また、生産量の増大により季節労働者数も増加している。

## 4.4 ゴイアス州農村電化事業

### 4.4.1 背景と経緯

ゴイアス州農村電化事業は、セラード地帯に位置するゴイアス州南部の農村部 7 地域の総面積 20 万 km<sup>2</sup> (ゴイアス州の約 6 割) を対象地として、電化率向上及び先に実施されている農業開発を通じての農業生産性向上の目的で実施された。具体的には、農業セクターへの電力需要への対応 (灌漑設備への電力供給拡充) と対象地域電化率の向上を図るべく電力供給設備の建設をすることである。

同事業は、OEFC (現 JBIC) による資金援助を受け、OEFC の融資対象は資機材調達における外貨分全額と内貨分の一部を合わせた 12,832 百万円である。1990 年当時、ゴイアス州の都市部における電化率は

92.1%であったのに対し、農村部では 31.8%と電化率が低かった。一方で同州の農業に従事する労働者数の対全就業者数比は、31.5% (1993, IBGE 資料) であり、農業は主要産業の一つであった。同州の農業地帯において生産性を向上させるためには灌漑設備の整備が不可欠であるが、その動力源の電力が不足しておりゴイアス州電力公社 (CELG) による送配電がない農場ではコスト高なディーゼル自家発電を行っているところもあった。このような状況下、州では農業の生産性向上について 1990 年から 1996 年の年間農業生産

増加率を 6.3%と設定し需要の増加に対する電力供給設備の増強を図った。

#### ゴイアス州農村電化事業

##### 事業概要

借入人 : ゴイアス州電力会社 (CELG)

実施機関 : 同上

保証人 : ブラジル連邦共和国

交換公文締結 : 1989 年 11 月

借款契約調印 : 1991 年 9 月

貸付完了 : 1997 年 12 月

貸付承諾額 : 12,832 百万円

貸付実行額 : 12,489 百万円

調達条件 : 一般アンタイト

貸付条件 : 金利 4.0%

(コンサルタント分については 3.25%)

償還期間 25 年 (うち 7 年据置)

### 4.4.2 事業の内容

#### (1) 実施体制

事業実施は図 4.4.1 に示すように CELG 総裁・理事会に直結した OEFC プロジェクトチームが設置された。この他に 7~8 人からなる入札担当チームと技術審査を行ったチームも別途構成された。

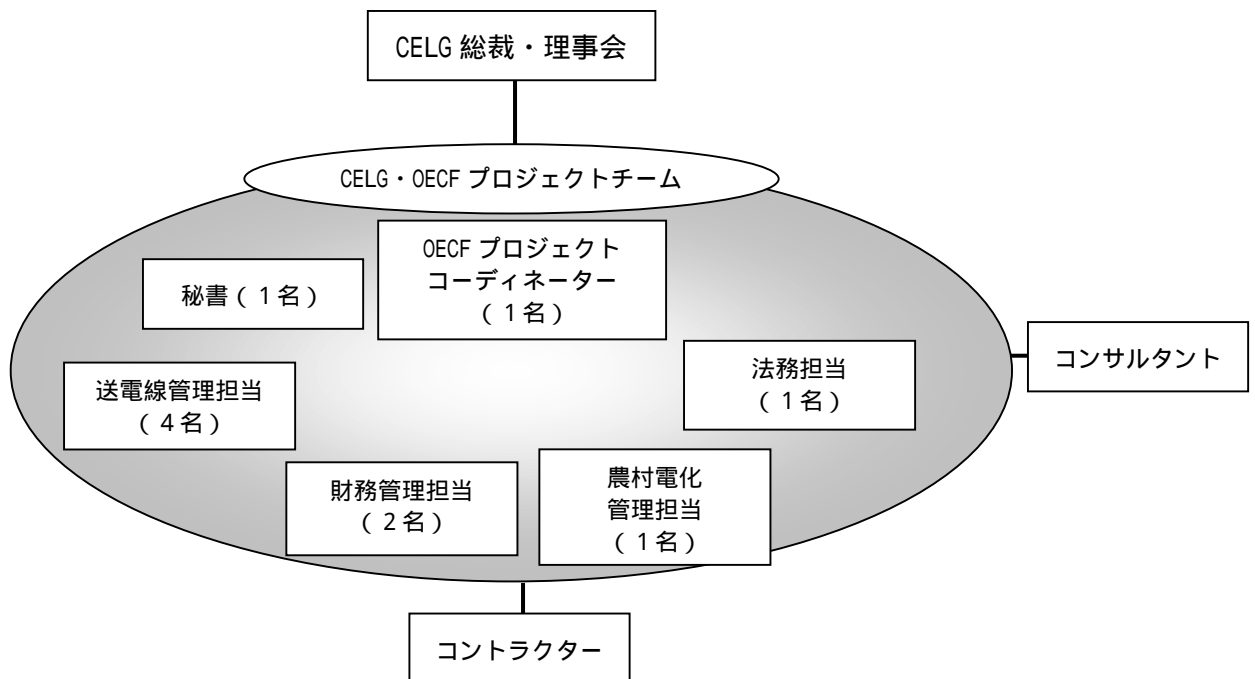


図 4.4.1 OECF ゴイアス州農村電化事業実施体制

(2) 事業内容

ゴイアス州による電化計画(マスタープラン)及び同事業実施中に生じた電力需要事情の変化に対応する必要から 1992 年 4 月と 1995 年 7 月の 2 回にわたり事業範囲の変更がなされた。1992 年の変更の背景にはブラジル国内の事情により 1988 年 11 月の同事業の審査から交換公文締結、事業実施に至るまでの間(約 3 年間)に、ゴイアス州内電力の需要事情に変化が生じ、事業範囲を見直した。また、1995 年の変更については、事業対象地における農村需要戸数の増大に加えブラジル国経済の安定化、景気回復でさらなる需要が急速に成長することが予想されることから、電力供給の絶対量を増加させることが必要とされたためである。

表 4.4.1 全事業費を円貨で見た場合の計画と実績の比較

項目	計画		実績		差違	
	全体	OECF	全体	OECF	全体	OECF
機材調達	12,787	9,047	24,216	7,806	11,429	-1,241
工事	6,276	1,512	9,835	3,705	3,559	2,193
コンサルタント	1,217	1,217	1,855	978	638	-239
監理費	1,892	0	299	0	-1,593	0
用地補償	67	0	38	0	-29	0
予備費	2,104	1,056			-2,104	-1,056
合計	24,343	12,832	36,243	12,489	11,900	-343
全事業費の OECF 資金の割合		52 %		34 %		

#### 4.4.3 事業の成果及び実績

ゴイアス州農村電化事業については、OECD によって 1998 年に評価調査が実施されている。同評価報告書に基づく実施成果は次のように要約される。

##### (1) 農村電化率の改善

表 4.4.2 のように 1997 年の電化率は事業実施前の 1990 年と比較すると 32% から 67% へと 35 ポイント上昇した。電化率が同事業前後の比較で飛躍的に向上し、同事業実施中、対象地域において他の新規電化プロジェクトは行われておらず、この電化率の向上は同事業によるものと見なされる。

表 4.4.2 ゴイアス州農村部電化率の推移

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
電化率(%)	31.8	36.3	39.7	46.3	49.7	59.2	63.5	66.8

出典：CELG 資料

##### (2) 農牧畜業の発展

###### 1) 灌漑面積の拡大

ゴイアス州電力公社 (CELG) が電力を供給する灌漑設備 (センターピボット) の数は 1991 年に 427 カ所であったのに対し、ゴイアス州農村電化事業完成後の 1997 年 12 月には 769 カ所となった。これに伴う形で同事業対象地域内での灌漑面積も拡大した。

表 4.4.3 ゴイアス州農村電化事業対象地における灌漑面積の推移

年	1991	1992	1993	1994	1995	1996
灌漑面積(ha)	38,162	46,829	54,607	62,066	68,710	70,767

出典：CELG 資料

###### 2) 農業生産量の増加

農業生産量の増減は電化による灌漑面積拡大のみでなく、耕地面積そのものの拡大、天候、政策、各農家の生産計画他、様々な要因が絡むもので、同事業が直ちに農業生産量増加に結びついたとはいえない。しかし、低コストで灌漑設備が利用できるようになったことから、二毛作、三毛作が可能になった (例えば豆を 1ha 生産する際の灌漑設備の電力コストはディーゼル発電の場合は 245 レアルであるのに対し、CELG の電力コストは 122 レアルと約 2 分の 1 のコストという報告もある)。

ゴイアス州の主要農産物の収量は増加傾向にあり、生産性は年々高くなっており、これは農村地域を集中的に電化したことで灌漑設備の利用が増加し、その効果が現れているものと考えられる。牧畜に関しても表 4.4.4 のように乳牛数と牛乳の生産量が増加した。これは農村部でも冷蔵庫の利用が可能となり、生産者側で牛乳を一定期間保存できるようになったことが関係している。

表 4.4.4 ゴイアス州乳牛数と牛乳生産量の推移

年	乳牛(頭)	牛乳生産量(リットル)
1990	2,340,950	1,071,966
1991	2,464,525	1,166,181
1992	2,550,140	1,276,464
1993	2,659,826	1,410,500
1994	2,636,546	1,409,351
1995	2,648,938	1,469,953

出典：CELG 資料

また、表 4.4.5 のようにアグロインダストリー関連の業務用冷蔵庫・貯蔵庫の数やその消費電力量が近年増加している。

表 4.4.5 ゴイアス州のアグロインダストリー関連電力消費の推移

年	業務用冷蔵庫		業務用貯蔵庫	
	数	電力消費量 (MWh)	数	電力消費量 (MWh)
1993	37	19,568	253	29,348
1994	41	31,074	267	47,664
1995	38	36,684	271	52,673
1996	42	51,098	279	52,617
1997	50	68,845	289	54,392

出典：CELG 資料