

ブラジル連邦共和国
アマゾン農業研究協力計画
終了時評価報告書

平成7年1月
(1995年1月)

国際協力事業団
農業開発協力部

ブラジル連邦共和国アマゾン農業研究協力計画終了時評価報告書

37

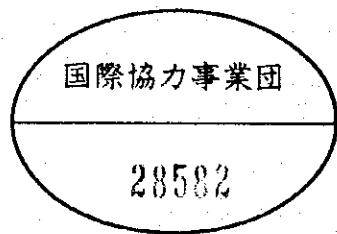
ブラジル連邦共和国
アマゾン農業研究協力計画
終了時評価報告書



28582

平成7年1月
(1995年1月)

国際協力事業団
農業開発協力部



序 文

ブラジル連邦共和国アマゾン農業研究協力計画は、平成2年6月28日に署名された討議議事録（R/D）に基づき、東部アマゾン農林研究センター（CPATU）で、アマゾン湿潤熱帯地域の有用植物資源と特定経済作物に関する研究活動を強化して同地域に適合した生産システムの開発に寄与することを目的として、平成2年6月28日から5年間の予定で協力が行われてきました。

プロジェクト終了を約6カ月後に控え、平成6年12月10日から25日までの16日間、国際協力事業団農業開発協力部畜産技術協力課長 村上正博を団長とする評価調査団を派遣し、ブラジル側評価チームと合同で、これまでの活動実績、目標達成度などについて総合的な評価を行うとともに、当初協力期間終了後の対応策について協議を行いました。

これらの評価調査結果は、日本・ブラジル双方の評価チームによる討議を経て、合同評価報告書として取りまとめられ、署名のうえ両国政府関係機関に提出されました。

本報告書は、調査・協議の結果を取りまとめたものであり、今後広く関係者に活用され、本プロジェクトならびに関連する国際協力の推進に寄与することを願うものであります。

最後に、本調査の実施にあたり、ご協力を頂いたブラジル国政府関係機関、わが国関係各位に対して厚くお礼申し上げますとともに、本プロジェクトに対するなお一層のご支援をお願いする次第であります。

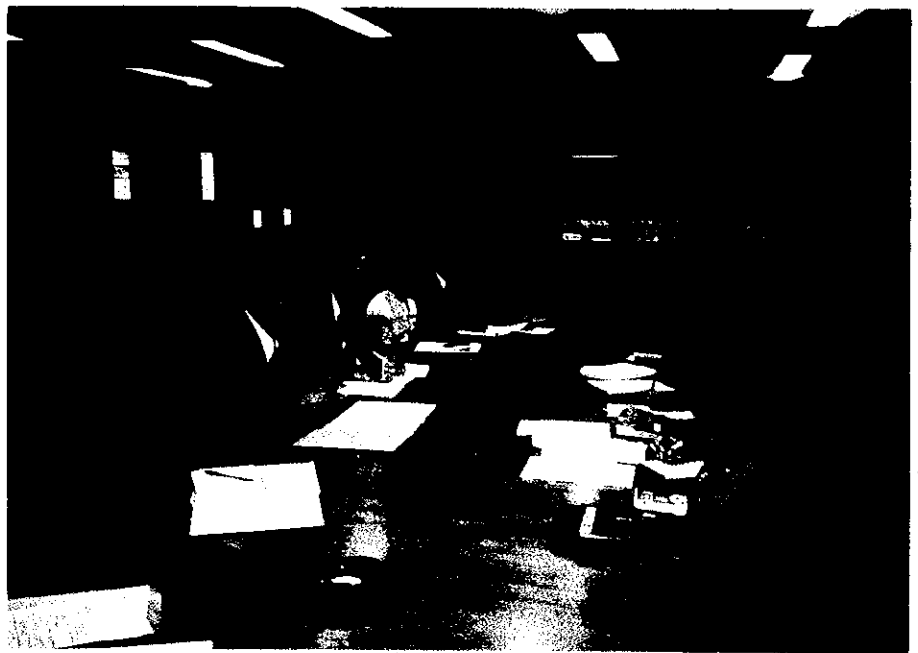
平成7年1月

国際協力事業団
理事 田口俊郎

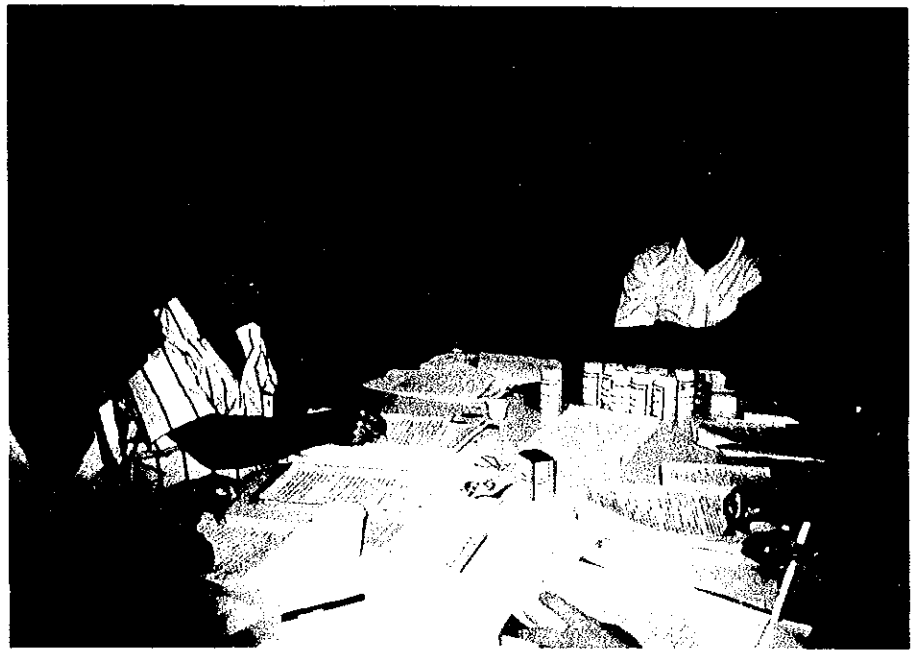
プロジェクト位置図



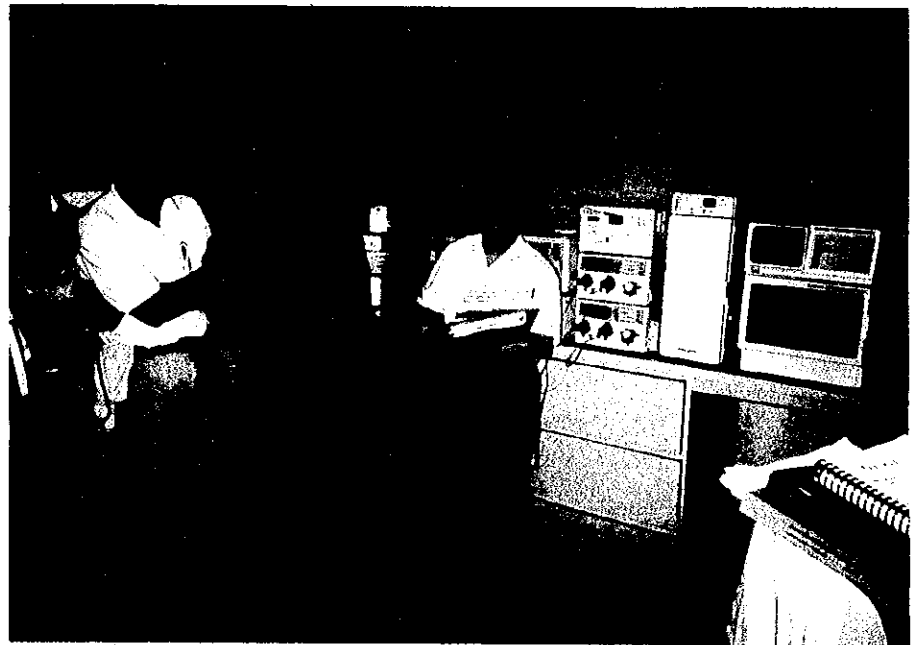
▶
ブラジル農牧研究公社
(EMBRAPA) 表敬



▶
合同評価委員会



▶
化学実験棟視察





▶
ガラス室視察（コショウフザ
リウム菌に拮抗作用のある微
生物の探索）



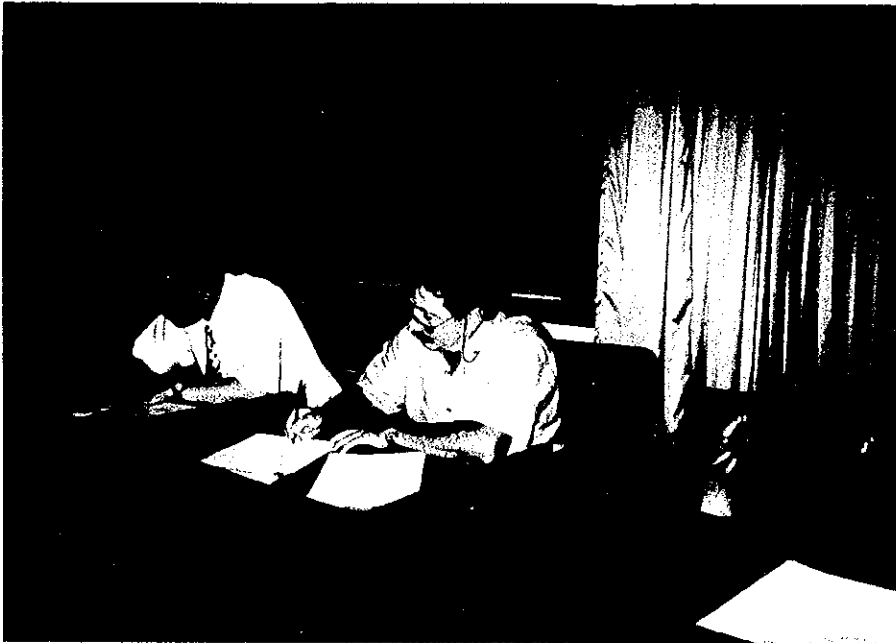
▶
ガラス室視察



▶
圃場視察（ジャボランジーの
栽培化試験）



◀
第4回合同委員会



◀
合同評価報告書の署名



◀
ブラジル農牧研究公社（EMB
RAPA）総裁への評価調査結
果報告

目 次

序文	
プロジェクト位置図	
写真	
第1章 評価調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査内容	2
1-3 調査団の構成	4
1-4 調査団の日程	4
1-5 主要面談者	7
1-6 終了時評価の方法	8
第2章 要 約	9
第3章 協力実施の経過	15
3-1 相手国の要請内容と背景	15
3-2 暫定実施計画（T S I）	17
3-3 協力実施プロセス	21
3-4 中間評価実施とフィードバックの状況	23
3-5 他の協力事業との関連性	24
第4章 目標達成度	26
4-1 案件目標と上位計画との整合性	26
4-2 案件目的の達成状況	27
4-3 アウトプット目標の達成状況	28
4-4 インプット目標の達成状況	39
第5章 案件の効果	43
5-1 効果の内容（プロジェクト実施の効果）	43
5-2 効果の広がりと受益者の範囲	46
第6章 自立発展の見通し	49
6-1 組織的自立発展の見通し	49
6-2 財務的自立発展の見通し	51

6-3	物的・技術的自立発展の見通し	52
6-4	その他管理運営上の制約要因	54
第7章	プロジェクト活動進捗の促進要因と阻害要因	55
7-1	目標達成、案件の効果発現、実施効率性、自立発展性の確保 等に対する促進要因	55
7-2	目標達成、案件の効果発現、実施効率性、自立発展性の確保 等に対する阻害要因	58
第8章	延長の必要性	61
8-1	協力期間延長の要否	61
8-2	延長期間と内容	62
第9章	評価結果総括	64
9-1	評価の総括	64
9-2	とるべき措置	65
9-3	教訓と提言	66
資料		
1	プロジェクト方式技術協力終了時評価調査表	71
2	プロジェクト方式技術協力終了時現況表	81
3	終了時評価結果要約フォーマット	82
4	研究協力課題別進捗状況表	84
5	合同評価報告書（日本語、ポルトガル語）	87
6	第4回合同委員会議事録（日本語、ポルトガル語）	170
7	専門家派遣実績表	172
8	カウンターパート研修員受入実績表	173
9	調査団派遣実績表	174
10	セミナー、学会等における発表実績表	175
11	研究協力課題別カウンターパート配置表	178
12	東部アマゾン農林研究センター（CPATU）組織図（日本語、ポルトガル語）	179
13	供与機材リスト	181
14	東部アマゾン農林研究センター（CPATU）の基本計画	234

15	修正討議議事録（R/D）および暫定実施計画（T S I）	256
16	延長協力への移行表	272

第1章 評価調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

国際協力事業団は、現地法人 J A M I C の解散に伴い、北部アマゾン地域の邦人移住者の農業支援を行う目的でパラ州トメアス郡第2トメアス移住地に設置したアマゾニア熱帯農業総合試験場 (I N A T A M) を日本・ブラジル両国の譲渡契約に基づき、1986年1月にブラジル側に無償譲渡した。

ブラジル政府は、同試験場をブラジル農牧研究公社 (E M B R A P A) 傘下の東部アマゾン農林研究センター (C P A T U 、旧湿潤熱帯農牧研究センター) の地域試験場のひとつとして位置づけるとともに、これを機に同試験場の有効利用とアマゾン地域の天然資源の利用と再生産技術の確立に関する C P A T U の調査・研究活動を支援するためにプロジェクト方式技術協力をわが国に要請した。

この要請を受けて、わが国は1986年11月にコンタクト調査団、1987年3月に長期調査員、さらに、1988年1月に実施協議調査団を派遣し、協力内容のフレームワークに関する確認とプロジェクトの円滑な立ち上げに必要な諸手続きについて実施機関ベースで意見交換を行い、交換公文 (E / N) の前段となる討議議事録 (R / D) の締結を行った。

その後、1989年1月の日伯年次協議の結果を踏まえて、1990年6月28日に本プロジェクトの修正 R / D の署名・交換、口上書の交換が行われ、アマゾン湿潤熱帯地域での有用植物資源と特定経済作物に関する研究活動の強化を図り、もって、同地域に適合した生産システムの開発に寄与することを目的として、1) 薬用植物の同定と利用に関する研究、2) 天然染料の同定、抽出・利用方法の確立、3) 組織培養技術による経済作物の改良、4) コショウと特定熱帯果樹に関する栽培技術の開発、5) コショウ油・オレオレジンの抽出と特性調査を主要な協力活動に位置づけ、1995年6月27日まで5年間の協力が実施されている。

具体的な研究協力課題は以下のとおりである。

I. アマゾン湿潤熱帯地域における植物資源の評価と利用に関する研究

①アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究

②アマゾン地域の植生における植物色素(天然色素)の同定に関する研究

II. 特定経済作物の生産性向上に関する研究

① in vitro 技術によるアマゾン地域経済性植物の改良

②アマゾン地域におけるコショウの遺伝性質が病害と収穫に及ぼす影響の研究

③ Fusarium solani. f. sp. piperis に拮抗作用のある微生物の調査

- ④クブアス天狗果病菌の疫学・伝染病学
- ⑤クブアス天狗果病菌の生物学および生理学
- ⑥アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的分析
- ⑦パラ州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究
- ⑧コショウ油・オレオレジンの抽出と特性調査

1995年6月27日をもって当初の5年間の協力期間が終了するにあたり、1994年12月10日から25日までの期間、プロジェクトの実績を総合的に評価し、協力終了後のとるべき措置について協議し、その結果を両国政府関係機関に報告・提言することを目的として本調査団が派遣された。

なお、調査の目的は以下の3点である。

- 1) プロジェクト開始より、1995年6月27日のプロジェクト終了時までの実績（予定を含む）を調査し、その達成度を評価すること。
すなわち、日伯双方のこれまでの投入実績の確認を踏まえ、5年間にわたる協力における目標達成状況の把握、協力効果の測定とプロジェクト移管の必須条件となる自立発展性の判定に主眼を置きつつ、プロジェクトの総合評価を実施する。
- 2) 協力期間終了後のとるべき対応策について協議し、その結果を両国政府関係機関に報告・提言すること。
- 3) 今後の技術協力をより適切かつ効率的に実施するため、評価結果を協力計画の策定やプロジェクトの実施にフィードバックさせること。

1-2 調査内容

以下の調査項目に従って、現行プロジェクトの目標達成度の判定、協力効果の測定、自立発展性の見通しの判定を行う。

さらに、プロジェクト移管後のさらなる自立発展性の確保のための方策についてブラジル側に助言・指導する。

(1) プロジェクトの当初計画

① 上位計画との整合性

案件選定時における上位計画（国家開発計画等）や農業政策との関連を捉え、評価調査時点での上位諸計画との整合性、プロジェクトの上位計画への貢献度について調査する。

② 当初計画の妥当性

主に、プロジェクト開始時に作成された討議議事録（R/D）および計画打合せ調

査団派遣時に策定された暫定実施計画（T S I）などに基づき、これまでの到達状況を考慮し、協力目標や計画設定の妥当性などを評価する。

（2）プロジェクトの投入

① 日本側の投入

専門家派遣、機材供与、研修員受入、調査団派遣、ローカルコスト負担などのその他各種事業について日本側の投入実績を調査し、計画と相違がある場合には、その原因について考察する。また、これらの投入の適切さについて評価、帰国研修員の動向、既供与機材の利活用状況、維持管理体制についての調査も行う。

② ブラジル側の投入

土地・建物・施設、カウンターパートの配置、運営経費の負担などについてブラジル側の投入実績を調査し、計画と相違がある場合には、その原因について考察する。

また、これらの投入の適切さについての評価も行う。

（3）プロジェクト活動

主に、実施協議調査時に策定された基本計画（R/Dのマスタープラン）、計画打合せ調査時に策定された暫定実施計画（T S I）に定められた協力課題に沿って、実施状況を調査し、達成度を判定する。また、目標達成のために貢献した主要な要因、あるいは未達成となるに至った原因についての考察も行う。

（4）プロジェクト実施の効果

技術面、制度面、経済面、社会・文化面および環境面で、すでに発現している協力効果の内容、発現の程度および広がりについて調査するとともに、長期的な視野に立って、将来的にどのような効果の発現が期待されるのか、受益者の範囲を含めて可能な範囲で考察を試みる。

また、ブラジル側カウンターパートや政府関係機関の計画や活動、さらには末端の受益者である生産者にどのような影響を及ぼしているのかについても考察する。

（5）プロジェクトの管理運営体制

プロジェクト運営組織の行政組織上の位置づけ、その行政能力を調査し、かつ前記（2）②のブラジル側の投入の調査結果（とりわけスタッフの配置状況等）をもとにして、協力期間終了後の自立発展の可能性を組織的、財務的および物的・技術的等の側面から考察する。また、プロジェクト運営のための合同委員会などの委員会の機能とその活動状況についても調査する。

（6）プロジェクト終了後の対応方針

当初協力期間終了後、本プロジェクトのあり方についても考察し、日本側・ブラジル側がそのためにとるべき対応策について、そのような結論に至った判断根拠を付して、

評価調査団としての提言を行う。

(7) その他

その他重要と判断される事項について調査または提言を行う。

1-3 調査団の構成

(担当分野)	(氏名)	(所属先・役職名)
団長／総括	村上 正博	国際協力事業団農業開発協力部 畜産技術協力課長
団員／植物病理	家城 洋之	農林水産省果樹試験場興津支場病害研究室長
団員／栽培	福元 将志	農林水産省果樹試験場栽培部栽培第一研究室長
団員／天然物化学	関田 節子	厚生省国立衛生試験場生薬部主任研究官
団員／計画評価・ 業務調整	金子 健二	国際協力事業団農業開発協力部 畜産技術協力課職員

1-4 調査団の日程

ブラジル連邦共和国アマゾン農業研究協力計画終了時評価調査団日程

日順	月日	曜日	調査日程	宿泊地	調査内容	
					午前	午後
1	12月10日	土	東京→		移動	
2	11日	日	ブラジル	ブラジリア	移動	
3	12日	月	ブラジリア→ ベレーン	ベレーン	JICAブラジル事務所打合せ、大使館表敬、ABCおよびEMBRAPA表敬 ベレーンに移動	
4	13日	火	ベレーン	〃	ベレーン支所打合せ 総領事館表敬	14:00 CPATU表敬・打合せ 合同評価チーム打合せ(調査対処方針確認) 15:00 全体会議 (CPATU場長によるプロジェクト実績紹介等)

5	14日	水	〃	〃	各試験圃場の視察	各研究棟の視察・ 分野別インタビュー (送粉昆虫課題)
6	15日	木	〃	〃	分野別インタビュー (薬用植物・ア イソザイム分析)	分野別インタビュ ー(植物病理)
7	16日	金	〃	〃	分野別インタビュー (天然色素・オ レオレジン)	分野別インタビュ ー(植物病理・組 織培養)
8	17日	土	〃	〃	補足調査	資料整理
9	18日	日	〃	〃	資料整理	
10	19日	月	〃	〃	合同評価委員会(合同評価レポート 作成・協議)	
11	20日	火	〃	〃	合同委員会および合同評価レポート 署名	
12	21日	水	ベレーン→ブラ ジリア	ブラジ リア	JICAベレーン支所、在ベレーン 日本国総領事館報告	
13	22日	木	ブラジリア	ブラジ リア	JICAブラジル事務所、在ブラジル 日本大使館、EMBRAPA、ABC 報告	
14	23日	金	ブラジリア→サン パウロ		資料整理、移動	
15	24日	土	サンパウロ→		移動	
16	25日	日	東京			

プロジェクトサイトにおける詳細評価調査日程表

日順	月日	曜日	調 査 内 容
1	(12月) 13日	火	14:00 CPATU表敬 日伯合同評価調査団の打合せ（調査日程、方法などについて） 15:00 CPATU場長によるプロジェクトの概要説明（於：CPATU講堂） ・日伯双方の投入実績 ・プロジェクト実施上の問題点 ・研究課題の進捗状況
2	14日	水	8:30 CPATU果樹試験圃場の視察 9:30 薬用植物導入・繁殖圃場の視察 10:30 コショウおよびクプアスの圃場・ガラス室での試験の視察 14:00 組織培養研究室の視察 14:40 植物病理学研究室の視察 15:20 食品加工研究室の視察 16:00 研究課題別進捗状況の発表・カウンターパートからの聞き取り調査 （於：CPATU食品加工研究室） パラ州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究（ブラジル側調整官：Marcia Maues、派遣専門家：中村 純）
3	15日	木	8:30 アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究 （ブラジル側調整官：Irenice Rodrigues、派遣専門家：渡辺高志） 10:30 アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的分析 （ブラジル側調整官：Carlos Martins、派遣専門家：梶田 忠） 14:00 クプアス天狗果病の疫学、伝染病学 （ブラジル側調整官：Angela Nunes、派遣専門家：清水 理・遠藤忠光）
4	16日	金	8:30 アマゾン地域におけるコショウの遺伝性質が病害と収量に及ぼす影響の研究 （ブラジル側調整官：Fernando Carneiro） 9:30 アマゾン地域の植生における植物色素（天然色素）の同定に関する研究 （ブラジル側調整官：Fatima de Nazare、派遣専門家：楠原圭子） 10:30 コショウ油およびオレオレジンの抽出と特定調査 （ブラジル側調整官：Celio Melo、派遣専門家：大村哲夫） 14:00 クプアス天狗果病の生物学および生理学 （ブラジル側調整官：Ruth Stein、派遣専門家：遠藤忠光） 15:00 <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>piperis</i> に拮抗作用のある微生物の調査 （ブラジル側調整官：Ruth Stein、派遣専門家：遠藤忠光） 16:00 <i>in vitro</i> 技術によるアマゾン地域経済性植物の改良 （ブラジル側調整官：Oriel Lemos）
5	17日	土	資料整理
6	18日	日	資料整理
7	19日	月	8:30 合同評価委員会（合同評価報告書の作成）
8	20日	火	11:00 合同評価委員会（合同評価報告書の署名・交換） 15:00 第4回合同委員会

1-5 主要面談者

[ブラジル側関係者]

ブラジル協力事業団 (ABC)

Mr. Nelson de Oliveira 二国間協力受入課長
Mr. Marcos Lins F. 日本担当官

ブラジル農牧研究公社 (EMBRAPA)

Mr. Murilo Xavier Flores 総裁
Ms. Elsa Angela B. Brito da Cunha 理事
Ms. Ariadne Maria da Silva 国際協力局日本担当官

東部アマゾン農林研究センター (CPATU)

Mr. Dilson Augusto Capucho Frazao 所長
Mr. Luiz Octavio de Moura Carvalho 管理部長
Mr. Emanuel Adilson Souza Serrao 研究部長

[日本側関係者]

アマゾン農業研究協力計画派遣専門家

栄田 剛 チームリーダー
徳森 栄春 業務調整員
遠藤 忠光 長期専門家/植物病理
清水 理 長期専門家/栽培
楠原 圭子 短期専門家/天然物化学
中村 純 短期専門家/訪花昆虫
大村 哲夫 短期専門家/オレオレジン
渡辺 高志 短期専門家/薬用植物
梶田 忠 短期専門家/アイソザイム分析

日本国大使館

渡辺 俊夫 公使
島田 和彦 一等書記官

JICAブラジル事務所

鎌木 功 所長
小松 電玄 次長
米崎 紀夫 所員
マウロ井上 所員

ベレーン総領事館

須山 章 総領事

早川 咲子 領事

JICAベレーン支所

沢地 真 支所長

松本 明博 所員

大西 康弘 所員

1-6 終了時評価の方法

日本・ブラジル合同編成による終了時評価調査団により、プロジェクトの当初計画、双方の投入実績、活動実績、プロジェクト実施の効果、プロジェクトの管理運営体制、プロジェクト移管後の自立発展性の見込みなどについて評価調査を行うとともに、当初の協力期間終了後の対応方針について検討し、これらの結果を合同評価レポートに取りまとめ、合同評価調査団として両国政府関係当局に提言した。

日本側評価調査団は出発に先立ち、本プロジェクトに関する年次報告書、四半期ごとの業務状況報告書、専門家報告書、その他関係資料の検討を行い、プロジェクトの概要・進捗状況などをあらかじめ把握して調査に備えた。そして、現地では、ブラジル側評価調査団と調査方針を双方で確認したのち、プロジェクトで用意した調査用資料を参考にし、施設の視察、日本人専門家・カウンターパートからの聞き取り調査などを行い、ブラジル側評価調査団と協議しながら合同評価調査団としての調査結果を取りまとめた。

第2章 要 約

本プロジェクトは、アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源と特定作物に関する研究活動を強化することによって、同地域に適合した生産システムの開発に寄与することを目的として、ベレーン市にある東部アマゾン農林研究センター（EMBRAPA/CPATU）で、1990年6月28日から5年間の予定で協力が行われてきた。

協力の具体的な活動内容は、以下のとおりである。

- 1) I. アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源の評価と利用に関する研究活動
(次のものを含む)
 - ①薬用植物の同定および利用
 - ②天然染料の同定と抽出・利用
- II. アマゾン地域における特定経済作物の生産性向上に関する研究（次のものを
含む）
 - ①組織培養技術の利用による経済作物の品種改良
 - ②コショウおよび特定熱帯果樹の栽培技術の開発
 - ③コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査
- 2) 事業に必要な情報、標本、資料および研究報告の交換
- 3) プロジェクト基本計画で述べられている分野での両国の研究者の研究能力の開発、
研究成果の公表（ただし、合同委員会で合意される原則に従う）
- 4) 両政府の関係当局間で合意されるその他の事項・活動

今回、1995年6月27日の当初の5年間の協力期間の終了を約6カ月後に控え、1994年12月10日から25日までの間、終了時評価調査団を派遣し、

- 1) R/D、TSIに基づき、プロジェクト開始から現時点までの協力活動実績を調査し、その達成度を評価する。
- 2) 協力期間終了後のとるべき対応策について協議し、その結果を両国政府関係機関に
勧告する。
- 3) 今後の技術協力を適切かつ円滑に実施するため、評価結果を協力計画策定やプロジェクト実施にフィードバックさせること。

の3点を目的として、有識者から構成されるブラジル側評価調査団と合同評価会議での協議を重ね、評価結果と結論を導き出した。

なお、評価の手法としては、プロジェクト関係者に対するインタビュー、討議、関連施

設の視察などを通じ、評価の対象としては、プロジェクトの当初計画、双方の投入実績、活動実績、プロジェクト実施の効果、プロジェクトの管理運営体制、プロジェクト移管後の自立発展性の見込みなどの諸点を取り上げ、これにつき調査を行った。さらに、プロジェクトへの投入については、T S Iに基づき評価を行った。

また、評価結果は合同評価報告書に取りまとめられ、日本側評価調査団長およびブラジル側評価調査団長により署名・交換が行われた。そして、合同報告書の内容については、1994年12月20日に開催された第4回合同委員会で報告され、承認を得た。

合同評価調査結果については、本報告書の各論と合同評価報告書に詳細に記載されているが、その要旨は次のとおりである。

(1) 日本側・ブラジル側のインプット内容の目標達成状況

日本側の投入については、長期7名、短期21名の専門家派遣（本年度末までにさらに2名の短期専門家の派遣を予定）、21名の研修員受入（当初協力期間終了までに4名の研修員の受入れを予定）および1994年度分を含め2億6136万7000円（C I F）に達する資機材供与に要約される。

なお、プロジェクトの初期段階は、長期専門家の派遣は低調に推移したが、協力課題の進捗状況に基づいた短期専門家の適時派遣やカウンターパートの本邦での研修により、技術移転は適切に実施された。さらに、協力期間中に、計画打合せ調査団、2度の巡回指導調査団が派遣され、課題別詳細活動計画の進捗状況を調査、運営上の問題点と技術的問題に関する解決策の検討が行われるなど、プロジェクト運営の適正化が図られてきた。

ブラジル側の投入については、既存の研究圃場・建物・施設の提供にとどまらず、プロジェクトの円滑な実施のために必要な化学実験棟の増築・植物病理実験室の改修、各協力課題に対する研究員・実験室技師などの配置、456万3000ドルに達する運営費（役務費、資機材費および維持管理費等）の負担に要約される。

財政的に厳しい状況下にあるにもかかわらず、プロジェクト実施体制の整備・強化に向けたブラジル側の努力は評価に値する。

(2) 目標達成度

① アマゾン湿潤熱帯地域における植物資源の評価と利用に関する研究

a. アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究

データベース用資料の作成、さく葉標本作製、薬用植物誌作成が行われているが、特に、薬用植物誌の作成、解説用データベースの作成、さく葉標本の作製・保存に関する継続的な協力が必要である。

また、薬用植物の含有有用成分の分離・同定については、アルカロイド、エメチ

ンの定量分析法、栽培試験に関する基礎的技術の移転を完了した。さらに、組織培養苗の育成、順化を含む系統保存のための薬用植物の栽培試験技術、成分分析技術の確立に向けた協力の継続が必要である。

b. アマゾン地域の植生における植物色素（天然色素）の同定に関する研究

有用天然色素の抽出、分離方法などの研究手法の技術移転を完了した。さらに、食品色素としての適正確認や利用方法に関する研究を深化させ、応用研究を可能とするためには、染料植物色素の抽出方法、溶剤の選択方法、抽出色素の分離・精製・同定ならびに利用方法の確立に向けた協力の継続が必要である。

② 特定経済作物の生産性向上に関する研究

a. in vitro 技術によるアマゾン地域経済性植物の改良

コショウの組織培養苗の生産を可能とし、その他数種の作物で組織培養による新系統の育成の見通しを得た。さらに、コショウ植物体の滅菌技術の確立、対象作物の組織培養技術、培養系の確立、フザリウム抵抗性品種開発の基本技術の確立が必要である。

b. ブラジル・アマゾン地域におけるコショウの遺伝性質が病害と収穫に及ぼす影響の研究

コショウの品種別生産量、フザリウム罹病程度の調査、 γ 線照射したコショウの苗木の生産性調査を行った。また、本課題の研究の継続によりフザリウムに抵抗性を有し、生産性向上のための系統が得られる可能性がある。

c. Fusarium solani, f. sp. piperisに拮抗作用のある微生物の調査

コショウのフザリウム病の発生状態を明らかにした。今後は、防除対策のため土壌中のpH調整、有機物施用による発病抑制効果の検討、拮抗菌、抵抗性誘導微生物と菌根菌の検索と試験圃場レベルでの効果確認試験が必要である。

d. クブアス天狗巣病菌の疫学・伝染病学

クブアス天狗巣病の発生消長を明らかにした。ただし、気象条件との関係解明にはさらなるデータの集積が必要である。また、薬剤による天狗巣病の防除試験については、ポット・圃場試験を通じて、有効薬剤を明らかにした。今後は、耕種的防除を含む総合防除体系の確立についての研究が必要である。

e. クブアス天狗巣病菌の生物学・生理学

カカオとクブアスの天狗巣病では、系統が異なる病原菌によることを明らかにし、発生生態に関する調査も行った。今後は、病原菌の寄主範囲、系統分化の解明に向けた研究が必要である。

f. アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的分析

遺伝特性調査・分類を行い、デンプンゲルを用いたアイソザイム分析実験技術の移転を行った。さらに、ポリアクリルアミドゲルによる方法も含むアイソザイム分析実験技術の移転と実験技術の向上が必要である。さらに、データ解析技術の確立、アイソザイム分析の育種への応用についても協力が必要である。

g. パラー州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究

ウルク、クブアス、バクリ、ブラジルナッツの訪花昆虫の調査と標本作製を行った。ウルクとバクリの受粉様式に関する調査は完了したが、クブアスとブラジルナッツについては候補昆虫の検証評価が残されている。今後、クブアスとブラジルナッツに関する飼育・増殖技術の移転と応用研究が必要である。

h. コショウ油・オレオレジンの抽出と特性調査

抽出原料の品質調査、抽出法の選択、抽出技術の移転を行った。抽出技術の一層の向上とともに、コショウ油と粉末化されたオレオレジンの食品、化粧品への応用が期待される。

(3) 案件の効果

協力課題のうち、「アマゾン湿潤熱帯地域の有用植物資源の評価と利用」「コショウおよびクブアス等熱帯果樹に関する栽培技術・病害防除技術の検討」「コショウ油およびオレオレジンの抽出および特性調査」については具体的な研究成果を得ており、CPATUで開催されるワークショップ、セミナー、学会誌における発表を通じて、国内、とりわけ同地域の研究者、農業技術普及員に対して積極的な普及が図られている。今後、これら成果の生産現場への応用と普及のためには、現場対応型技術としての完成に向けた実証研究と技術普及活動の推進を必要とするものが多いが、これらの研究に対して確固たる基礎を提供した意味で、本プロジェクトの果たした役割は大きい。

また、カウンターパートへの技術移転の着実な進捗とともに、1) 各専門家の研究成果と科学的思考、方法論の提示と移転、2) 研究手法の移転、3) 研究機材の供与による研究手段の著しい質的向上などの点で顕著な効果もたらされており、CPATUの研究体制の強化に結びついている。

なお、本プロジェクトで得られた数々の成果は、個々の研究分野のみならず、CPATU、アマゾン地域の関係研究機関、大学などが行っている同地域の農業研究全体に総合的に作用し、研究活動の活性化に貢献している。

(4) 自立発展性の見通し

本件実施機関である東部アマゾン農林研究センター(CPATU)は、アマゾン湿潤熱帯地域での農林畜産の総合研究の中核的機関に位置づけられており、優れた研究員と高い研究水準を誇っている。1994年には特例措置により研究員などの新規採用が実施さ

れており、プロジェクトの管理・運営組織の強化に結びついている。

さらに、各協力課題に対する研究協力で高い水準の知識、技術の移転を受けたカウンターパートの定着率はきわめて高く、組織面での一層の自立発展が期待される。

また、国内の景気後退、累積債務問題を抱えて財政的に厳しい環境下にあるにもかかわらず、CPATUは、プロジェクト活動の遂行に必要な研究施設の建設、資機材調達、電力・水の安定供給に対して可能な限りの努力を積み重ねてきている。

一方、農務省は、農牧研究活動に対して高いプライオリティーを付しており、ブラジル農牧研究公社(EMBRAPA)の予算にも優先配慮がなされている。また、CPATUは、EMBRAPAからの予算交付に高く依存している一方で、自助努力に基づく研究資金の確保に努めている。さらに、世界銀行の融資プロジェクト「Projeto BIRDⅢ」を通じて、長期間にわたり中断されていた設備投資を推し進めており、研究施設の近代化が図られている。このような状況を踏まえると、財務面での自立発展も十分に期待される。

そして、日本人専門家による技術指導や研修員受入を通じて移転された知識や技術は、研究者個人のみならず、CPATUの組織レベルでの普及、定着、発展が図られており、CPATU全体の技術水準の向上が顕著に認められる。プロジェクトの技術的發展を図るうえで、本プロジェクトで育成されたカウンターパートがさらなる知識・技術の検閲を積み、中核的・指導的存在に成長することが期待される。また、アマゾン地域の環境保全と持続可能な農業開発に関する研究活動を前進させようとするブラジル側の政策は、プロジェクト活動を継続発展させるにきわめて重要で、自立発展性確保に大きく資すると考えられる。

(5) プロジェクト活動の進捗に関する促進要因と阻害要因

日本側の促進要因として、実施機関の選定の適切性、調査団派遣の妥当性、阻害要因の排除に向けたリーダーと在外事務所の適切な指導、国内支援機関や民間企業の支援・協力、ローカルコスト負担事業の機動的・弾力的な投入、供与機材の選定の妥当性、ブラジル側の要因としては、プロジェクトの協力課題と上位計画の重点課題との整合性、国際機関からの融資、CPATUの研究員の高い技術吸収能力、環境問題への世論の高まりがあげられる。

一方、日本側の阻害要因としては、長期専門家のリクルート難、供与機材の到着の遅延、現地調達の困難性、ブラジル側の要因としては、農業技術普及員・生産者との連携不足、初期段階でのCPATU側の脆弱な実施体制、厳しい財政環境、供与機材の保守・維持管理体制の確立、要員の育成の遅れがあげられる。

(6) 延長の必要性

効率的な研究活動の実施とより多くの研究成果を得るために、アマゾン湿潤熱帯地域における基幹作物であるコショウおよびクブアス等熱帯果樹を対象として、病害・土壌肥料を中心に据えた栽培技術の開発を中心に、以下のとおり協力課題を整理・統合した2年間（1997年6月27日まで）の延長協力が必要との結論に達した。

- ① アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源の評価と利用に関する研究活動
 - a. 薬用植物の同定と利用に関する技術の確立
 - b. 有用色素資源植物からの色素抽出、抽出色素の分離・精製・同定および利用方法の確立
- ② アマゾン湿潤熱帯地域における特定経済作物の生産性に関する研究活動
 - a. コショウおよび特定熱帯果樹に関する栽培法の開発
 - ・耐病性苗の大量増殖法の検討
 - ・優良系統・台木の選抜と栽培法の検討
 - b. コショウおよび特定熱帯果樹の病害に対する総合防除法の開発
 - ・コショウフザリウム病被害回避対策の検討
 - ・クブアス天狗果病の発生生態ならびに総合防除法の検討

なお、延長協力については、最終的には国内関係各省との協議を経て決定されるが、延長の決定は、プロジェクト実施体制の整備・強化、各研究室間の協力体制の構築、カウンターパートの継続配置を前提に実施されるべきである。

(7) 評価の総括

本プロジェクトは、CPATUの研究機能の向上、研究活動の展開のための基礎を提供したにとどまることなく、アマゾン湿潤熱帯地域における経済性作物の安定生産と生産性向上、さらには、同地域における適正農業技術の研究に多大な貢献が認められる。今後は、効率的な研究活動の実施と研究成果の最終的な利用者である農業生産者への貢献を念頭に置き、農業技術普及組織との有機的な連携を図りながら、関係研究機関との共同研究・情報交換の推進、生産者にとって緊急性、重要性の高い技術的問題に対処する研究を積極的に導入していくことが望まれる。

なお、教訓・提言は以下のとおりである。

- ・地域の生産者に貢献する研究活動に発展させていくために、各研究室間およびCPATUと関係研究機関、生産現場との有機的な連携を心がけることが重要である。
- ・将来的な供与機材の維持管理・保守を保障する意味から、CPATUによる研究機材保守要員の配置、部品購入や機材更新のための計画的な予算措置が望まれる。

第3章 協力実施の経過

3-1 相手国の要請内容と背景

国際協力事業団は、ブラジル国パラ州第2トメアス移住地内に、邦人移住者に対する農業技術支援を目的とするアマゾニア熱帯農業総合試験場（INATAM）を有していたが、1981年に決着したブラジル法人撤退問題*に関し、同試験場を1986年1月15日付ブラジル外務省との譲渡契約に基づき、ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）に無償譲渡した。

EMBRAPAは、譲渡された試験場をアマゾン地域における農畜産業（一部林業・水産業を含む）の自然との調和のとれた農業技術開発を目的に1939年に設立され（当時はIAN：北ブラジル農業研究所と称した）、1976年に同公社傘下に入った東部アマゾン農林研究センター（CPATU、旧湿潤熱帯農牧研究センター）に移管することを決定した。

これを契機に、EMBRAPAは、CPATUの拡充を図ることを計画し、さらに、ブラジル政府としても、国土の2分の1を占める資源豊かなアマゾン地域の合理的な農業開発を推進することに高いプライオリティーを付していたことから、CPATUが中核的研究機関としての役割を果たすことを期待し、さらなる研究能力の引き上げを目的に、プロジェクト方式技術協力をわが国に要請した。

*ブラジル法人撤退問題

JICAがブラジル国内で移住者支援事業を行うために設立したJAMIC（主として土地分譲を行う目的の会社）およびJEMIS（主として融資を行う目的の会社）の両法人のステータスがブラジル国の民法に抵触しているとのブラジル政府からの指摘に基づき、これを解散し、以後の援護業務をブラジル国内の民間団体に委託することになった。

(1) 要請の経緯

- | | |
|----------|---|
| 1961年 | 第2トメアス試験農場設立 |
| 1974年 | アマゾニア熱帯農業総合試験場（INATAM）に発展改組 |
| 1981年 | ブラジル法人の解散決定 |
| 1986年1月 | 同決定を踏まえ、INATAMを譲渡契約に基づきEMBRAPAに無償譲渡 |
| 1986年5月 | EMBRAPA/CPATUよりEMBRAPA本部に技術協力要請書が提出される。 |
| 1986年9月 | 同要請書が農務省（CINGRA）、企画庁（SUBIN）の審査を経て外務省（ITAMARATI）宛に提出される。 |
| 1986年10月 | ブラジル外務省（ITAMARATI）より在伯大使館宛に、口上書をもって技 |

術協力の正式要請がなされる。

(2) 要請の内容

CPATUは、アマゾン地域における農畜産業（一部林・水産業を含む）の自然との調和のとれた開発を技術的に可能にするために必要な調査・研究を行う地域総合試験研究機関として設立され、その活動内容は以下の3つの具体的目標に沿って展開されている。

- 1) 湿潤熱帯地域の天然資源と社会・経済的資源の評価
- 2) 湿潤熱帯地域の天然資源と社会・経済的資源の利用
- 3) 湿潤熱帯地域に適した生産システムの開発

CPATUからの技術協力要請「熱帯湿潤地域開発のための農工業技術の育成」は、上記の具体的目標に沿って以下の6つの研究協力課題が設定されている。

- 1) 湿潤熱帯地域の天然資源と社会・経済的資源の評価
 - ・アマゾン地域の薬用植物の同定と利用方法の確立
 - ・アマゾン地域の天然染料の同定、抽出および利用方法の確立
- 2) 湿潤熱帯地域の天然資源と社会・経済的資源の利用
 - ・水産物未利用資源の加工
 - ・コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査
- 3) 湿潤熱帯地方に適した生産システムの開発
 - ・小型農業機械・機具の開発
 - ・in vitro技術利用によるアマゾン地域経済作物の品種改良

(3) 要請に対する日本側の対応

ブラジル政府からの技術協力要請を受けて、当事業団は、1986年11月に、要請内容に関するプロジェクト関係者との協議、協力の枠組みを検討するための基礎資料の収集、プロジェクト・サイトの現地調査などを行って、プロジェクト方式技術協力の可能性の検討に役立てることを目的にコンタクト調査団を派遣した。これにより、計画の背景、ブラジル側実施機関の研究体制、研究の方向と水準、既存設備・機材の整備状況、協力要請の内容、協力に関するブラジル側の負担措置などの調査、確認を行った。

さらに、コンタクト調査結果を踏まえ、協力内容の技術的検討、基本的計画案の作成を目的に、1987年3月から4月にわたり2名の長期調査員を派遣した。その結果、5つの研究課題（①薬用植物の同定と利用方法の確立、②天然染料の同定と抽出・利用方法の確立、③組織培養技術の利用による経済作物の品種改良、④コショウおよび特定熱帯果樹の栽培に関する技術の開発、⑤コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査）につき協力内容のフレームワーク案を策定した。

前記調査結果を踏まえ、1988年1月に具体的プロジェクト協力の協議を行うため、実施協議調査団を派遣し、交換公文(E/N)の前段として本プロジェクトに関する討議議事録(R/D)を締結した。

その後、1989年12月の日伯年次協議で、E/Nの締結にはなお多くの時間を要することから、日本・ブラジル双方とも、プロジェクト方式技術協力の開始にはE/Nの交換を省略し、口上書交換をもって協力開始することに同意した。

このような事情を踏まえ、1990年6月28日に、ブラジル農牧研究公社総裁、JICAブラジル事務所長およびブラジル協力事業団(ABC)長官との間で、修正R/Dの署名・交換と口上書の交換が行われ、アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源と特定経済作物に関する研究活動を強化して同地域に適合した生産システムの開発に寄与することを目標に、1990年6月28日から5年間にわたる協力が開始された。

3-2 暫定実施計画(TSI)

暫定実施計画(TSI: Tentative Schedule of Implementation)は、1991年12月に派遣された計画打合せ調査団により策定され、第1回合同委員会でブラジル側関係者と協議のうえ、合意のもとに署名・交換された。その内容は巻末資料15「TSI」のとおりであるが、概要について以下のとおり記す。

(1) 協力部門別活動(協力部門別課題の内容と目標とする到達点)

① アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源の評価と利用に関する研究

a. 薬用植物の同定と利用における研究

1) 薬学的・形態学的研究および、2) 天然物化学の研究は、研究対象となる植物に対して、さく葉標本作製して保存するとともに、薬用に供する部位の形態的特徴を捉え、採集場所・時期による変異を記載するなど、分類、分布、成分、薬効および民族的な用途を含む解説書などを作成する。また、薬用植物の形態的特徴に基づいて成分の同定を行い、化学・薬理学的試験を行う。これらの分野は初年度から始められ、第1年次では、Pilocarpus microphyllus (Rutaceae)、Cephaelis ipecuanha (Rubiaceae) を手がけることとする。

3) 栽培化・薬学的利用の研究については、前者は種の保存のために、それらの成育環境を明らかにし、後者はin vitroまたは簡単な動物実験によって有効成分を発見する。これらの研究は、1)、2)の研究が軌動に乗った段階で実施されることが必要であり、第3年次から開始することとする。

目標とする到達点:

1) 薬用植物の資料がまとまったか(アマゾンにおける薬用植物誌がないので、

分類、分布、成分、民族的な用途を記した解説書の作成が可能になったか)。

2) 数種類(2~3種類)の薬用植物について成分の同定ができたか。

3) 数種類(2~3種類)の薬用植物について栽培の見通しがついたか。

b. 天然色素の同定、抽出、利用

アマゾンにおける有用色素源植物を調査し、色素の化学的解明方法、抽出技術の確立を目的とする。

1) 天然物化学については、天然染料植物の色素の抽出および同定を行う。a.

1) と実験内容が類似しているため、同様に第1年次の中ごろから開始し、2) 食品添加物への応用については、同定された天然色素の着色料としての食品への利用を検討するものである。本課題は2年次から開始することとする。

目標とする到達点:

1) 4種類の植物の成分の同定ができたか。

2) 1~2の植物の利用方法の見通しがついたか。

② アマゾン湿潤熱帯地域における特定経済作物の生産性に関する研究

a. 組織培養による経済作物の改良

1) 組織培養による増殖技術の開発では、対象植物の無病苗と高収量品種の普及を目的とする。本課題は材料の滅菌条件の確立から取り組み、増殖の条件へと移行する。

2) 病害抵抗性育種における技術の開発では、1)と同様な技術により、コショウのフザリウム病などの病害抵抗性に対する育種法を開発する。

3) 上記1)2)は第1年次から開始する。

目標とする到達点:

1) 6~7種類の植物のうち2~3の植物で優良個体の増殖技術が得られたかどうか。

2) コショウフザリウムの無菌個体が得られたかどうか。

b. コショウと特定熱帯果樹に関する栽培法の開発

i. 生産性と耐病性に関するコショウ植物の評価

マレーシア、インドネシア、インドからすでにコショウ(*Piper nigrum*)30種を収集し、圃場に栽植、自然発病により観察中である。抵抗性の評価のためのガラス室内での人工接種技術の移転を行う。また、収集範囲を他の*Piper*属にも広げ、接ぎ木親和性のある台木品種を探索することとする。

ii. コショウフザリウム病の生物的防除に関する研究

病原菌フリーの挿し木穂に非病原性フザリウム菌を感染させたあとに植えつけ、

病原菌の侵入を阻止する方法が想定される。ほかにネギ科作物の混植も有効である。非病原性フザリウム菌の探索法、防除効果検定法に関する指導を行う。iとあわせ、本病害対策の見通しを立てる。また、目標としては、フザリウム病のため5～6年しかなかった栽培寿命（無病なら12年）を2～3年延長できるようにする。

iii 熱帯果樹病害の病原とその防除法に関する研究

CPATUでは、本課題のなかに「クブアス天狗巣病菌の疫学・伝染病学」と「クブアス天狗巣病菌の生物学および生理学」の2つのプロジェクトを設定している。

クブアスには、天狗巣病が新梢感染し、着果枝を枯らすため大きな問題となっている。クブアスの近縁植物であるカカオにも天狗巣病があり研究の蓄積があるが、クブアスの病原菌との異同が明らかでない。現在、各地から収集した菌種について病原性と形態的な差異を検討中である。

また、各種近縁植物に対する病原性を比較するためガラス室内で人工接種を試みているが、成功していない。一方、本菌は果樹の地表で落下した被害枝上に子実体（キノコ）を形成し、胞子を飛散させるが、その時季を確定することは防除上最も重要である。そこで、胞子トラップと携行用気象観測装置とを各地分場の果樹園に設置し、回帰関係を解析することを予定している。主な研究は本場で実施するものとし、病原菌の分類、人工接種法、疫学的研究、データ解析、各種防除法の試験などに関する技術の移転を行う。

IV アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的分析

アマゾン各地から収集した各種果樹と経済作物（クブアス、パタワ、アサイ、チンポー、ウルク、ブラジルナッツ、ガラナ）を本場内と分場内に栽植しているが、これらのなかから栽培および経済特性の優れた個体を選抜し、将来は育種も計画している。その際、問題となる遺伝的異同を明らかにするため、アイソザイム分析を行う。

V パラー州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究

ブラジルナッツやクブアスは他花受粉性のため生産性が安定しないことから、これらに有効な送粉昆虫を探索・同定し、繁殖を図ろうとするものである。ブラジル国内では研究実績がないので、外国の文献を収集し、整理している。すでにミツバチの飼育を開始し、対象果樹上での行動を観察している。あわせて、各種訪花昆虫の収集を行っている。本研究では、ハチの分類・同定と繁殖技術の移転を行う。

VI 生産性を考慮したコショウと生木支柱混植栽培法に関する生理生態学的研究
トメアスのINATAM圃場のうち、8haの整備をCPATUの負担で終了
(1990年12月)している。1991年1月には一部の生木支柱を植栽予定しており、
生木支柱として果樹5種類を用意する。これまでに得られたデータをもとに、植
栽間隔も変えた試験区を作る予定である。本研究は、カピトン・ポッソ分場で行
っている混植試験をベースにしており、植物群落の光合成能力を調査し、最も効
果的な混植形態の検討を行うことを目的としており、光質の測定、光合成測定お
よびデータ解析に関する技術の移転を行う。

目標とする到達点：

- 1) コショウ病害対策の見通しを得たか。
- 2) 重要熱帯果樹(クブアス、アサイ、カスターニャ等)の病害対策の見通しを得たか。
- 3) 2~3熱帯果樹の遺伝的特性が明らかになったか。
- 4) 1~2熱帯果樹における受粉昆虫に利用の見通しを得られたか。
- 5) コショウの安定栽植法の見通しを得られたかどうか。

c. コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査

i. 抽出用原料に状況調査

非常に価格変動の激しい市況産品が対象原料であり、その市場動向をかなり正確に把握し、そのデータのなかから使用すべき原料の種類を決定する。

ii. 抽出法を選択(装置/溶媒の選択)

当初、液化炭酸ガスによる超臨界抽出法がその第一候補としてあげられていたが、本研究の目的があくまでも即実用化のための国内生産にあることが明確になったため、あまりにも未知数の多い超臨界抽出法よりも従来どおりの水蒸気蒸留法/有機溶媒抽出法をとるべきであると判断し、その範囲内で検討することにした。

有機溶媒の選択については、その入手の難易度、価格、作業効率などを考慮するとともに、ブラジル国内消費が目的であることから考えて、ブラジルの食品衛生法、食品添加物法による規制・基準の範囲からも判断する必要がある。現時点では、エチルアルコール、エチレン・ジ・クロライド、アセトンの3種類をその候補としてあげる。

目標とする到達点：抽出方法が確立されたか(採算的な側面を含めて)

(2) 専門家派遣

日本側から派遣する専門家は、オレオレジンを除くすべての協力課題ごとに長期専門

家を派遣することとし、オレオレジンの分野については短期専門家派遣で対応する。

また、長期専門家の専門外である小課題については、必要に応じて短期専門家を派遣することとする。

(3) 研修員受入

各課題別に3～5名の研究員(カウンターパート)、若干名の実験室技師(テクニコ)が配置されている。研究員には、CPATUのみならず、関係研究機関であるパラ連邦大学とエミリオ・ゴルエジ博物館の研究者も含まれている。研究員の水準は一般に高く、多くは修士の学位を有しており、留学経験を有する者もいる。

本プロジェクトでカウンターパート研修員として受入対象となるのは主に研究主査または副主査クラスである。

(4) 資機材供与

前回の長期調査時に策定された機材供与計画の確認をした。

3-3 協力実施プロセス

(1) 当初協力期間

1990年6月28日から1995年6月27日

(2) 協力の必要性の確認

1986年11月にコンタクト調査団を派遣し、要請内容の確認と整理を行うとともに、同調査結果に基づき、協力内容の技術的検討ならびに協力の基本計画(案)の作成を行うことを目的に、1987年3月に長期調査員が派遣された。

(3) 技術協力R/D

1988年1月に実施協議調査団が派遣され、協力内容のフレームワークに関する確認とプロジェクトの円滑な立ち上げに必要な諸手続きについて実施機関ベースでの意見交換が行われ、E/Nの前段となるR/Dの締結が行われた。

その後、1989年1月の日伯年次協議の結果を踏まえて、1990年6月28日に本プロジェクトの修正R/Dの署名・交換と向上書の交換が行われ、1990年6月28日から1995年6月27日まで5年間の協力が開始された。

(4) 協力実施プロセス

協力実施プロセスの概略を以下のとおり記す。

- ① 要請発出 1986年10月
 - ② コンタクト調査 1986年11月28日～1986年12月11日(14日間)
- (担当/氏名/所属)

団長 仁科 雅夫 JICA農業開発協力部調査役

協力政策	永目 伊知郎	外務省経済協力局技術協力課事務官
協力企画	中原 松美	農水省経済局国際協力課係長
研究計画	後藤 昭	農水省熱帯農業研究センター主任研究官
業務調整	石橋 隆介	JICA農計部農林水産技術課長代理
③ 長期調査		1987年3月8日～1987年3月28日(21日間)
(担当/氏名/所属)		
総括/熱帯作物	仁科 雅夫	JICA農業開発協力部調査役
有機化学	安井 健	農水省食品総合研究所分析栄養部研究員
④ 実施協議		1988年1月22日～1988年2月7日(17日間)
(担当/氏名/所属)		
団長	仁科 雅夫	JICA農業開発協力部調査役
協力政策	永目 伊知郎	外務省経済協力局技術協力課事務官
協力企画	佐竹 元吉	厚生省国立衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場
育種	長谷川 聖人	農水省熱帯農業研究センター調査情報部技術調整官
協力企画	都倉 祥夫	農水省大臣官房企画室技術調整室
業務調整	岩谷 寛	JICA農業開発協力部畜産開発課
R/Dの署名・交換		1988年2月3日
⑤ 長期調査		1990年4月9日～1990年4月25日(16日間)
(担当/氏名/所属)		
技術協力計画兼 オレオレジン	仁科 雅夫	(社)海外農業開発協会理事
薬用植物兼 天然色素	佐竹 元吉	厚生省国立衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場長
組織培養兼育種	岡 成美	農林省農業生物資源研究所分化制御研究室長
植物病理	小泉 銘冊	農水省果樹試験場興津支場病害研究室長
修正R/Dの署名・交換		1990年6月28日
⑥ 専門家派遣開始		1990年8月23日
⑦ 計画打合せ		1991年12月3日～1991年12月21日(19日間)
(担当/氏名/所属)		
総括/団長	山縣 正安	JICA農業開発協力部畜産技術開発課長

天然物化学	佐竹 元吉	厚生省国立衛生研究所筑波薬用植物栽培試験場長
植物病理	小泉 銘冊	農水省果樹試験場興津支場病害研究室長
土壌肥料	芝野 和夫	農水省熱帯農業センター沖縄支所地力維持研究室長
オレオレジン	小山 靖人	高砂香料工業株式会社物流部専務部長
業務調整	田和 正和	J I C A 農業開発協力部農業開発課
⑧ 巡回指導／中間評価		1992年11月8日～1992年11月19日（12日間）
（担当／氏名／所属）		
団長／総括	山口 公章	J I C A 農業開発協力部畜産技術協力課長
天然物化学	関田 節子	厚生省国立衛生試験所生薬部主任研究官
栽培技術	鈴木 邦彦	農水省果樹試験場栽培部栽培第2研究室長
業務調整	安藤 孝之	J I C A 農業開発協力部畜産技術協力課
⑨ 巡回指導		1994年2月20日～1994年3月3日（12日間）
（担当／氏名／所属）		
総 括	栄田 剛	J I C A 筑波国際農業研修センター所長
栽培技術	鈴木 邦彦	農水省果樹試験場栽培部栽培第2研究室長
天然物化学	関田 節子	厚生省国立衛生試験所生薬部主任研究員
業務調整	二村 昌治	J I C A 農業開発協力部畜産技術協力課

3-4 中間評価実施とフィードバックの状況

1990年6月28日の協力開始以来2年4カ月余りを経過した1992年11月に派遣された巡回指導調査団は、実施協議調査と計画打合せ調査の段階で設定された計画の進捗状況を調査、確認し、必要に応じ暫定実施計画（T S I）の見直しを行うことで、プロジェクト運営をより適切なものとするを目的として中間評価調査を行った。

中間評価調査では、これまでの日本側・ブラジル側の投入実績を整理、確認するとともに、11のテーマの協力課題について進捗状況を精査し、残り2年半を見通しながら1993年度以降の年次協力計画を策定した。

なお、中間評価調査結果をまとめると以下のとおりである。

（1）研究課題について

本プロジェクトの進捗状況の調査、確認が行われた結果、課題10「異なる生木支柱がコショウ栽培に与える生態生理学的研究」については、ローカルコスト不足から試験圃場の開墾が行われたにすぎず、すでに開墾後1年を経過していたため、コショウや支柱

作物の栽植を行うためには再整備が必要で、さらに、供与材料としての苗木の育成から開始する必要があったことから、当初協力期間終了時点での所期の目標達成は困難との判断により、CPATU側の研究内容としては本課題を継続するが、プロジェクトの協力課題から削除することで合意した。

ただし、光合成などの生理学的な研究は、課題1「アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究」のなかで扱うこととなった。

(2) 専門家派遣について

暫定実施計画(TSI)に沿った長期専門家(特に組織培養)の派遣が検討され、国内事情で長期専門家のリクルートが困難な場合は、3カ月程度の短期専門家の派遣による対応が提案された。さらに、短期専門家の派遣期間についても可能な限り長期間(3カ月程度)の設定に努めることとなった。

(3) 研修員受入について

ブラジルでは、研究者が方法論、実験室技師が手法を担当するといった役割分担が明確化されており、慣習となって根づいている。このような状況下、日本で研修指導を担当した研究者からは、本邦での研修ではブラジル側研究者が手や体を使って進んで技術移転を受けようとする姿勢に欠けるとの指摘がなされていることから、調査団からCPATU関係者に対して本邦研修では日本の方式を積極的に取り入れるようにとの助言・指導がなされた。

(4) 機材供与

専門分野の立場からの供与機材計画の検討の必要性が浮き彫りにされ、この結果、関係する専門家の助言のもとに、連動機器、付属品・消耗品を考慮に入れた供与機材の仕様検討の重要性が確認された。また、TSIと比較すると、機材供与計画は大幅に遅延しているが、プロジェクト・サイト側の適切な対応により技術移転上の大きな支障とはなっていない。

3-5 他の協力事業との関連性

従来から伯政府、政界の一部には、資源ナショナリズムに立脚した「アマゾン地域に外国を入れない」政策が残っていたことから、同地域への外国の関与は政治的に困難な面もあり、諸外国の技術協力の実績は少ない。

わが国の協力としては、従来、移住事業を通じ、入植地の造成、学校、診療所、公民館などの設置運営により、社会資本の充実・補完、農業試験場の設置運営、日系移住者に対する営農指導、営農融資、さらには文化活動などに対し、ブラジル地域社会への貢献をも考慮した施策を実施(旧JAMIC、JEMIS両法人による)してきているが、政府べ

ースの技術協力としては、従来の個別専門家派遣以外の実績はない。

本件協力に関係する他の協力事業は以下のとおりである。

(1) 個別専門家派遣事業

① 協力機関

日本、国際協力事業団

② 事業内容

長・短期個別専門家の派遣

③ 日本側インプット

Mr. Shinichi Terada	(1965年2月～1969年12月、栽培・病理)
	(1973年3月～1973年6月、栽培・病理)
Mr. Morio Chiba	(1965年2月～1969年12月、土壌肥料)
Mr. Tatsuya Sumida	(1968年7月～1970年12月、コショウ)
Mr. Akira Iseki	(1968年8月～1971年6月、土壌)
Mr. Yasuto Koyama	(1970年 短期、果汁)
Mr. Nobuhiro Mabuchi	(1971年6月～1975年12月、病理)
Mr. Akira Watanabe	(1972年6月～1972年8月、短期、病理)
Mr. Yasushi Iwasa	(1972年9月～1975年9月、土壌)
永田 巖	(1972年12月～1976年9月、食品加工)
橋本 悟郎	(1977年～1979年、食品加工)
木村 哲夫	(1982年9月～1983年8月、熱帯果樹加工)

第4章 目標達成度

4-1 案件目標と上位計画との整合性

本案件の目標は、アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源と特定経済作物に関する研究活動の強化を図ることで、「同地域に適合した生産システムの開発に寄与する」ことである。しかし、プロジェクトの目的・目標が達成されても、プロジェクトがその国、その地域の上位計画、すなわち国家開発計画あるいはセクター計画と整合性がなければ、意味を持たない。そこで同国および地域の農業開発政策との整合性について検討する。

(1) 本プロジェクトに関連する国家開発計画ならびにセクター計画

① 国家開発計画

1985年3月の民政移管後、新共和国第1次国家開発計画(85~89年)が公表されているが、依然、具体的な開発プロジェクトやプログラムは明示されていない。

つまり、旧軍政下の国家開発計画によって策定された農業開発計画に基づき、本プロジェクト協力も位置づけられている。

以下、軍政下を実施された主な農業プロジェクトを概括する。

a. 農務省管轄下の特別計画

- ・日伯セラード農業開発プログラム (PRODECER)
- ・低地灌漑プログラム (PROVALZEA)
- ・灌漑用器具購入のための融資プログラム (PROFIR)
- ・農業エネルギー・プログラム (CAGERG)
- ・農村社会開発プログラム (PRODECOR)

b. 各省間特別計画

- ・アマゾン農政鉱業開発計画 (POLAMAZONIA)
- ・北西部開発計画 (POLONOROESTE)
- ・東北部開発計画 (POLONORDESTE)
- ・セラード開発計画 (POLOCENTRO)
- ・ブラジル経済圏特別計画 (PERGEB)

② アマゾン地域開発計画

アマゾン地域開発が本格化し始めたのは、アマゾン横断道路の開発開始(1970年)以降で、この道路に沿って行われた植民計画による農牧開発が進められるようになったほか、地下資源の開発に伴う農牧開発が計画されている。そのなかで各省間開発特別プログラムとして、前掲の「アマゾン地域農牧および鉱物資源拠点開発プログラム (POLAMAZONIA: Programa de Polos Agropecuarios e Agrominerais da

Amazonia) が1974年に開始され、アマゾン地域のなかで開発の可能性が高い拠点を選定し、これら拠点の開発を通じて同地域の経済・文化水準を全国レベルに引き上げることを目的としている。

また、POLAMAZONIAや他の特殊プログラムを通して行われている各部門における努力をひとつに集結して、総合的な生産システムを開発することを目的として、1976年にブラジル農牧研究公社(EMBRAPA)傘下の地域総合農畜産業(一部林産・水産業も含む)試験研究センターとしてCPATUが設立された。

(2) 協力計画の妥当性

アマゾン地域は、ブラジルで最も開発が遅れた地域である。同地域の経済は、農林水産の一次産業が基盤となっているにもかかわらず、農産物の大部分は南部からの移入に依存しているため、消費者購入価格は国内で最も高い。一方で、世界最大の熱帯降雨林を有し、この保全と多様な生物資源の探索・開発・利用が求められている。すなわち、熱帯降雨林を保全しながら、地域住民の生活水準を向上させ貧困撲滅を図るという地球的課題と国内的課題の2つの相克する大きな命題を抱えている地域である。

本プロジェクトの実施機関であるCPATUは、1939年創立のIAN(Instituto Agronomico do Norte)から起算して55年の歴史を有する農林畜産の総合研究所で、同国の経済成長と発展に伴ってアマゾン地域農業研究に果たした役割はきわめて大きい。しかし、1980年以降は景気後退に起因する財政難に陥り、新しい課題に挑戦するには研究施設と人材面で能力不足状態にあったことから、研究機能の強化が急務となっていた。

本プロジェクトは、前述のブラジル政府の推進するアマゾン地域開発計画に合致したもので、組織培養、植物病理学、生化学などを含む総合研究によりアマゾン地域の重要経済作物であると同時に同地域の農業開発に先導的役割を果たしている日系農家の基幹作物であるコショウ、クプアスなどの安定生産、生産性・品質向上への貢献が期待されている。

4-2 案件目的の達成状況

本プロジェクトの案件目的は、当初協力期間に設定されたとおり「生薬学、食品化学、組織培養、植物病理、栽培、土壌肥料の分野におけるの協力を通じて、アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源および特定経済作物に関する研究活動を強化し、もって同地域に適合した生産システムの開発に寄与すること」である。そして、この目的を達成するために、ブラジル側は、既存のブラジル農牧研究公社(EMBRAPA)東部アマゾン農林研究センター(CPATU)を拠点として位置づけ、実施体制の強化を図りながら、1)有用植物の同定と利用に関する研究、2)天然色素の同定・抽出・利用方法の確立、3)

組織培養技術による経済作物の改良、4) コショウおよび特定熱帯果樹に関する栽培法の開発、5) コショウ油・オレオレジンの抽出と特性調査のための研究を日本側の協力を得て実施してきた。

上記の課題の当初協力期間の具体的な成果については、次項「アウトプット目標の達成状況」に詳細に記載されているが、本プロジェクトは設定された非常に幅広い研究課題に対して研究協力が実施され、双方の努力により全体としては順調に進展し、日本・ブラジル両国関係者の熱意と努力、強い相互信頼関係のもと、これまでに多くの成果をあげるとともに、T S I の到達目標を達成しつつある。基本的には技術移転の完了度は高まっているが、ブラジル側の研究の歴史が浅いことなどの諸事情により、当初計画に比して進捗に遅延を来し、満足すべき成果が十分に収められていない課題やすでに基礎的な成果は得られているが、今後さらにデータを追加することなどにより十分な目標の達成が期待される課題が一部に認められた。

本プロジェクト期間中に、プロジェクトの成果として多数の研究報告が学会誌、広報誌などを通じて発表されるとともに、報告書として関係機関に配布されており、研究者や農業生産者に新たな知識や技術の波及が図られている。

しかし、案件目標の達成までには、研究活動による問題の解析、研究成果の現場対応型技術への発展・確立のための応用研究、農業生産者への技術普及など多くの要素が関係している。一般的に、農業研究の場合、研究に長年月を要する場合が多く、その成果が目標達成に至るまでにはさらに長い時間を必要とする。

本案件では、設定されたアウトプット目標が、1995年6月27日の当初協力期間終了日までに十分に達成されることは困難で、さらに、次章で述べるように、各方面で多くの協力効果が発現し始めているが、協力継続によりその広がりは今後さらに拡大し、深化することが期待されることから判断して、「アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源および特定経済作物に関する研究活動を強化し、もって同地域に適合した生産システムの開発に寄与すること」という案件目標は達成途上にあると評価される。

4-3 アウトプット目標の達成状況

本件技術協力R/Dで合意された本プロジェクトの目指すアウトプット目標は、次の項目に関する技術協力を実施することにある。

(1) プロジェクトの活動 (R/Dで規定)

a-1. アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源の評価と利用に関する研究

①薬用植物の同定および利用

②天然染料の同定と抽出・利用

a-2. アマゾン地域における特定経済作物の生産性向上に関する研究

- ①組織培養技術の利用による経済作物の品種改良
- ②コショウおよび特定熱帯果樹の栽培技術の開発
- ③コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査

b. プロジェクトに必要な情報、標本、資料および研究報告の交換

c. プロジェクト基本計画で述べられている分野での両国の研究者の研究能力の開発、研究成果の公表（ただし、合同委員会で合意される原則に従う）

d. 両国政府の関係当局間で合意されるその他の事項・活動

1991年12月に実施された計画打合せ調査時に、R/Dで合意された本プロジェクトの目指すアウトプット目標をもとに、暫定実施計画（TSI）が策定されるとともに、以下の11の研究課題（中課題）が設定された。

I. アマゾン湿潤熱帯地域における植物資源の評価と利用に関する研究

- ①アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究
- ②アマゾン地域の植生における植物色素（天然色素）の同定に関する研究

II. 特定経済作物の生産性向上に関する研究

- ① in vitro技術によるアマゾン地域経済性植物の改良
- ② ブラジル・アマゾン地域におけるコショウの遺伝性質が病害と収穫に及ぼす影響の研究
- ③ Fusarium solani, f. sp. piperisに拮抗作用のある微生物の調査
- ④ クプアス天狗果病菌の疫学・伝染病学
- ⑤ クプアス天狗果病菌の生物学および生理学
- ⑥ アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的分析
- ⑦ パラー州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究
- ⑧ 異なる生木支柱がコショウ栽培に与える生態生理学的研究*
- ⑨ コショウ油およびオレオレジンの抽出と特性調査

*1992年11月の巡回指導調査（中間評価）時に、進捗状況の調査、確認が行われ、その結果、課題II-⑧「異なる生木支柱がコショウ栽培に与える生態生理学的研究」は、ローカルコスト不足から試験圃場の開墾が行われたにすぎず、1992年11月以降の活動で所期の目標を達成することは困難との判定により、協力課題からは削除することになった。さら

に、同課題に含まれる「コショウの生理生態学研究」は、課題Ⅰ-①「アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究」のなかで扱うこととなった。

ちなみに、研究課題別の目標達成度の要約は、巻末資料4「研究協力課題別進捗状況表」のとおりであるが、それぞれの研究課題に対する技術協力活動の目標達成状況は以下のとおりである。

(1) アマゾン湿潤熱帯地域における植物資源の評価と利用に関する研究

薬用植物を中心とするアマゾン湿潤熱帯地域における植物に関する研究と色素源植物を扱うアマゾン地域の植生における植物色素（天然色素）の同定に関する研究から構成されている。

① アマゾン地域における薬用植物の採集、繁殖と評価に関する研究

本課題は、CPATUにより提出された36種類の文献ならびにBotanical Abstracts、Chemical Abstractsを用いて文献調査を行い、現在の利用の有無を調査し、分類学的、形態学的研究を行うとともに、既存の文献にはない薬用植物を伝統医療の残っている集落を中心に調査し、それらの結果を薬用植物誌としてまとめること、この調査により有用植物を選別し、生育環境、栽培方法、成分の化学的研究を行うことを目的に実施されている。

a. 薬用植物120種以上について分類、分布、成分、薬効、民族的な用途について記載した解説書のデータベース用資料作成と薬用植物誌の作成

リストアップされた種について、日本語・ポルトガル語による解説資料の作成が短期専門家とカウンターパートで分担して進められているが、コンピューター入力については継続して実施する必要がある。さく葉標本作製については、現在、97種について実施済みとなっており、協力期間終了時にはすべてが完了する予定である。

b. 薬用植物の含有有用成分の分離・同定（含有アルカロイド、エメチンの定量分析と優良系統の選抜）-樹間ならびに圃場栽培による系統間、施肥、灌水、光量の違いによる生育特性調査、組織培養苗の圃場移植成績

薬用植物の試験栽培はイペカ、ジャボランジーを中心に採集、組織培養などによる増殖を経て、樹間と寒冷紗、熱帯果樹のひとつであるマラクジャ（パッションフルーツ）による庇蔭下で条件の違いによる生育調査などを実施中である。灌水、庇蔭、施肥などの要因による栽培試験は、開始後4経過程度であり、さらに規模を大きくして庇蔭の精度を高めるなどにより試験を継続する必要がある。成分分析法が確立されつつあるので、さらに検討を続けることが重要である。

以上のとおり当初協力期間終了時までに、薬用植物誌のリストアップ、さく葉標

本の作製は完了するが、コンピューター入力・翻訳などが残されており、継続して実施する必要がある。一方、有用植物として、イペカ、ジャボランジーの生育調査栽培試験が行われており、ほかに約20種の植物の移植が始められた。これらの植物のうち、イペカ、ジャボランジーの成分分析法が確立されつつあるので、今後の検討により成分面からの有用評価が可能となると考えられる。

② アマゾン地域の植生における植物色素（天然色素）の同定に関する研究

本課題は、色素原料植物を広く調査し、色素成分の既知の植物については、成分研究を実施し有望個体を選抜する。成分未知の植物については色素の化学的解明、抽出条件を検討し、色素の分離が可能となった時点で、利用方法を確立することを目的に実施されている。

a. アマゾンにおける有用色素源植物の調査、色素の化学的解明方法および抽出技術の確立

研究に指定された4種類の染料植物（ウルク、アサイ、カラホーショ、ジェニパポ）について抽出方法、溶剤の選抜方法の確立に関する技術移転が進められており、ウルクの抽出色素含量測定方法の移転は研修員受入を通じて完了済みである。

現在、含量測定は同センターで実施されており、高含量個体を選抜中であり、他の3種についても抽出方法の検討が行われている。プロジェクト終了時までには、抽出方法、溶剤の選抜方法の確立が見込まれる。

b. 抽出された染料の分離、精製、同定、利用方法の確立

研修員受入を通じて、本邦でウルクの分離、精製方法が移転済みとなっているが、現地ではまだウルクの分離・精製は行われていない。他の3種は、短期専門家により分離、精製および同定に関する予備テストが行われた。今後、精製技術の確立・同定に向けた協力が期待される。

また、対象色素の食品添加物としての適性を確認し、利用方法を確立することについての検討も残された課題である。

以上のとおり、研究対象としてあげられた4種類の色素植物のうちウルクは、色素成分の分析法の技術移転が完了し個体の選抜が可能となったが、色素の分離・精製には至っていない。他の3種（ジェニパポ、アサイ、カラホーショ）は、色素成分の化学的解明が進行中で、ウルク同様に、今後、色素の分離・精製を経て利用方法の確立に関する技術移転が残されており、自立発展の基礎固めのための協力が必要と判断される。

(2) 特定経済作物の生産性向上に関する研究

① in vitro技術によるアマゾン地域経済性植物の改良

本課題は、コショウ、ガラナなど経済作物を対象として滅菌条件の検討を含む組織培養技術の確立と組織培養苗の育成と順化を目的として実施されてきている。

a. 滅菌条件の検討

コショウの種子滅菌は問題なく、バクリは胚培養の滅菌も可能で、ブラジルナッツ、イペカ、ウルク、マラブアマの組織の滅菌は達成されている。ガラナ、クブアス、コショウの茎頂など植物体の滅菌は未達成となっており、プロジェクト終了までにコショウの植物体の滅菌方法が検討される予定となっている。

b. 組織培養技術の確立

バカバとデンドを除く8作物については培地の検討がなされ、ブラジルナッツ、ウルク、イペカ、ジャボランジー、マラブアマの5種類は植物体の形成が達成され、一部については、圃場に定殖されている。プロジェクト終了までに、ジャボランジー、イペカの大量増殖法とバクリの再分化についての検討が行われる予定となっている。

c. コショウの組織培養による無病苗の育成と再分化条件の解明、抵抗性スクリーニングの技術開発によるフザリウム抵抗性品種の開発と圃場検定

種子由来の胚軸・葉の無菌培養組織からカルスが得られ、一部については再分化ができた。コショウの組織培養は、植物体の除菌・酸化が障害となっており、プロジェクト終了までにはその克服が期待される。

d. コショウのプロトプラスト培養の研究

コショウの葉からプロトプラストを単離することができたが、コロニーの形成までには至っていない。今後、プロジェクト終了までにコロニー形成と再分化のための培地の検討が行われることになっている。

なお、組織培養技術の開発は、多分に経験によるところが大きく、対象植物種の違いによってその方法が異なる場合が多い。したがって、専門家の派遣とともに、失敗を恐れずカウンターパートが経験を蓄積することが重要であり、その蓄積に比例して達成度は飛躍的に向上すると思われる。研究実施に必要な機材・施設はかなりのレベルに達しており、今後、周辺設備や機器などの速やかな整備が行われるならば、コショウ植物体の滅菌技術の確立、対象作物の組織培養技術と培養系の確立、フザリウム抵抗性品種を開発するための基本技術の確立など、今後に残された課題の進展が期待される。

② ブラジル・アマゾン地域におけるコショウの遺伝性質が病害と収量に及ぼす影響の研究

コショウの品質およびγ線照射苗木の生産、フザリウム罹病程度の調査検討、耐病

性台木の選抜についての検討とフザリウム対策の見通しを得ることを目的に実施されている。

a. コショウの品種別生産量、フザリウム罹病程度の調査検討

ブラジルのほかインド産のコショウ計12品種を供試し、フザリウム病多発3圃場（トメアス、カスタニャール、カピトン・ポッソ）に植えて試験を行い、植えつけ6～8年目の毎年の収量（kg/ha）とフザリウム病による枯死株率をみると、供試品種のなかで、Kottanadan-1、KuthiravallyおよびApraの3品種が有望とみなされた。これらの品種は外見、品質ともによく、国際市場で十分受け入れられるであろうが、ただ従来品種であるGuaiarinaに比較すると品種特性が異なるので、導入にあたっては耕種基準を変える必要がある。

本試験は継続中であり、1994年の収量、発病調査の成績を踏まえて統計処理を行ったあとに結論が出される予定である。

b. 放射線照射によるフザリウム抵抗性品種の突然変異誘発

1977年、当時の実用品種Singapuraの挿し木に、サン・パウロ州立大学付属農業放射線研究センター（CENA/USP）で7.5と3.0Krの γ 線を照射した。その後、芽条を切り戻して得られた幼苗にフザリウム菌を接種し、ここでの生存個体を全部INATAMの汚染圃場に植えた。本病の多発条件下で最終的に3本の生存個体が得られた（栄養繁殖第1代）。

上記の個体から挿し木を得て、再び汚染圃場に移植、評価を続けた（同第2代）。選抜個体から得られた挿し木（同第3代）は、トメアス農業協同組合（CAMTA）と中西農場の圃場に植えつけられ、特性調査が続けられた。ここで選ばれた個体からの挿し木（同第4代）は、生産者段階の坂口農場と稲田農場に配られ、現在、幼木の状態で管理されている。

現在までのところ、フザリウム病に対して抵抗性を示し、しかも生産性の高い有望突然変異体は発見されていないが、引き続き調査を行う予定である。

以上のとおり、既存栽培品種および γ 線照射を行った個体より抵抗性個体の選抜を汚染圃場で行い、有望なものが得られる可能性があるため、もうしばらくの間継続調査を行う必要がある。また、本試験では抵抗性個体の選抜を行うため汚染圃場に植えているが、効率的に行うためには簡易検定法の開発を行う必要がある。

③ Fusarium solani f. sp. piperisに拮抗作用のある微生物の調査

コショウ・フザリウム菌に拮抗作用のある微生物を探索し、同定し、コショウの発病に対する影響を検討するとともに、交叉抵抗性を誘導する微生物の探索を行い、フザリウム対策の見通しを得ることを目的に実施されている。

a. 拮抗微生物の探索、分離、同定と発病に対する影響

コショウ土壌から186菌株を分離し、拮抗作用の強い16菌株を得た。このうち、分離菌の1菌株(E-15)が最も強い拮抗性を示し、さらに、この菌株は病原菌の菌糸伸長を阻害し、胞子形成を阻止するなどの作用特性を明らかにした。

拮抗菌利用の基礎資料として、フザリウム菌の土壌中の菌量と発病との関係を明らかにするとともに、本病原菌は、コショウの根の先端部、中間部、地際部からも侵入し、感染することを明らかにした。

現在、拮抗菌(E-15)をコショウの根に処理したものおよび処理苗とネギあるいはニラ苗をフザリウム菌汚染土壌に混植し、発病抑制効果についての試験を実施中である。

b. 交叉抵抗性の誘導微生物の探索

コショウの健全株から内生菌27菌株を分離するとともに、日本から非病原性フザリウム菌製剤・培養菌の供与を受け、コショウで発病抑制効果に試験を行う準備ができたので近日中に実施予定である。プロジェクト終了時までには、非病原性フザリウム菌の利用による交叉防御法が応用可能か否かの判断が下せるであろう。

また、近年、VA菌根菌が病害抵抗性を賦与することが明らかにされているので、これについてもCPATUおよび日本から得た8菌株を用いての試験を準備中である。

以上のとおり、生物的防除を確立するための第1段階にあるといえる。今後、さらに拮抗作用の強い微生物を探索・収集するとともに、それらを用いて*in vivo*(土壌中)で強い拮抗作用が発揮できる条件の解明を行う必要がある。また、非病原性菌ならびにVA菌根菌については、生物防除への利用の可能性について早期に試験を行う必要がある。

④ クブアス天狗巣病の疫学、伝染病学

クブアス天狗巣病(*Crinipellis perniciosa*)について、胞子飛散と発病との関係、気象条件とキノコの発生消長のデータを収集・解析して、薬剤による効果的防除法の確立を図ることを目的に実施されている。

a. 胞子飛散と発病との関係

本病の多発圃場にスライドグラスを静置し、胞子の飛散消長を調べた結果、胞子の飛散は5～8月に多く、7月に最高に達した。さらに、ガラス室内でクブアス幼苗を用いて、胞子の濃度を変え($10^4 \sim 10^6$ 個/ml)で接種試験を行った結果、 5×10^5 個/mlの胞子懸濁液を接種すると100%感染発病し、病徴は接種21～28日後に発現した。伝染源となる担子胞子は風と雨によって運ばれ、温度27℃、湿度95%

以上の条件で2～4時間で発芽し、感染を引き起こすことが確認された。現在、本病の感染機構を明らかにするため、苗木に接種を行い経時的（接種直後、2時間～3週間後）に試料を採種して、病原菌の侵入部位と侵入方法について光学顕微鏡、走査電子顕微鏡による観察を行っている。

b. 気象条件とキノコの発生活消長のデータ収集と解析

病徴を示した発病枝は2～12週間かかって枯死し、その後、キノコの形成が感染して約50週間後に始まった。発病枝にキノコ形成が見られるのは、月平均降雨量250mm以下で、湿度80～89%の時期、つまり乾期に入って降雨に遭遇した時で、ピークは6月中旬～7月中旬であった。

圃場内で樹上と地表面に切り落とした発病枝でのキノコ形成量を比較した結果、樹上の枯れ枝の75%で形成が見られたのに対して、地表に落下した枯れ枝では37%で形成されたにすぎず、キノコ形成量も少なかった。

これまでの知見を総合して、本病の伝染環をまとめることができた。

なお、本調査はa.と並行して現在も実施中であり、キノコの形成、孢子飛散と発生活消長と気象条件との関係について、最終的にデータを解析処理する予定である。

c. 薬剤による天狗巣病の防除試験

6種類の薬剤を供試して、ポット・場内激発圃場で効果確認試験を行った結果、圃場試験でホリクール液剤2000倍散布区の発病が少なく、効果がみられた。現在、大規模圃場試験を実施中である。

一方、圃場で樹型と薬剤付着との関係を検討した結果、直立枝、交叉枝などを剪除して、樹冠に空間を設ける「開心自然型」の樹形で最もよい成績が得られた。

現在、耐性菌出現に備えて作用機作の異なる薬剤を検索中である。

以上のとおり、伝染源となる天狗巣病菌のキノコ形成条件、時期、孢子飛散などの生態面および有効な薬剤が明らかとなったので、今後は防除に向けた圃場での耕種的方法と薬剤散布を組み合わせた実証試験を行う必要がある。その場合、病理部門のみで実施するのではなく、栽培部門と協力して実施すべきである。

⑤ クブアス天狗巣病の生物学および生理学

同一族のカカオとクブアスに発生する天狗巣病菌の系統の違い、また各地で発生する天狗巣病菌の異同を明らかにするとともに、その発生活生理生態学的特性を解明し、防除の見通しを得ることを目的に実施されている。

a. カカオとクブアスに発生する天狗巣病菌の系統

カカオとクブアス天狗巣病菌を用いてキノコ（子実体）・担子孢子の形態を比較したが、大差は認められなかった。接種試験の結果、クブアス菌はクブアスに対し

でのみ病原性を示し、カカオを侵さないこと、逆にカカオの菌はカカオのみを侵し、クプアスに対して病原性を示さないことが確認された。しかし、過去の試験報告によると、カカオ由来の菌をクプアス幼苗に接種すると胚軸の部分に稀に発病が認められた例があり、この点について再度接種試験を行って確認する予定である。

b. 各地で収集したクプアス天狗巣病の異同解析

各地の発生樹から採種した天狗巣病菌菌株の培養的性質と栄養要求について比較試験を行った結果、若干差が認められたが、形態的には大差は認められなかった。

c. 天狗巣病の発生生態

1991～1993年の3カ年間、圃場の成木上で見られる天狗巣病の発病枝数を調べた結果、年間を通じて発生が見られたが、最高に達するのは8月であった。

圃場の成木と切り取った発病枝を網室に吊しておいた条件下で、キノコの形成消長を調べた結果、雨季から乾季に移るころ、すなわち5～7月に最も多いこと、さらに、発病枝は完全に枯死して乾燥しないとキノコが形成されないことが明らかになった。現在、人工培地でのキノコの大量形成法に関する検討を行っている。

d. 天狗巣病原菌の生理生態的特性の解析

すでに報告された文献の調査と既往関連試験で得られた知見の取りまとめを行う予定である。

以上のとおり、現在のところカカオの天狗巣病菌はクプアスに感染しないので、カカオ栽培地に植えても被害が見られないことが明らかになったことは成果である。病原菌の発生生態については、協力課題④と重複しているが、今後は統一課題として実施して成果をまとめるべきである。

⑥ アマゾン地域における特定熱帯果樹の遺伝特性の生化学的解析

栽培的・経済的特性の優れた熱帯果樹の個体を選抜するための基礎技術として、生化学的分析（アイソザイム）による遺伝子型決定の試みを実施されてきている。

a. 特性調査・遺伝特性の分析

ガラナ、コショウ、ヤシ類の特性調査が行われ、プロジェクト終了までには、チンポー、ウルク、バクリ、ブラジルナッツ、クプアス、バタドスの遺伝特性調査が終了する見込みである。

b. アイソザイム分析実験技術の移転

1992年にポリアクリルアミドゲルを用いたアイソザイム分析実験技術の移転が行われたが、当時のカウンターパートの流出により、本分析実験技術の定着が図れず、新たなカウンターパートに対して技術の再移転を実施することになった。1994年に、カウンターパートの本邦での技術研修とそれに引き続く短期専門家の技術指導によ

って、デンブングルを用いたアイソザイム実験技術の移転がおおむね完了している。

c. 熱帯果樹類のアイソザイム分析による遺伝子型の決定

分析方法の習得と予備的なスクリーニングのために、デンブングルによる次のふたつの実験が実施されている。

木本と草本を含む13種の植物についての予備実験では、コショウ、ウルク、マラクジャ、バタタドス、パパイヤ、ジャボランジー、ボルドで良好なバンドが得られているが、クプアスでは良好なバンドが得られず、酵素抽出方法の改良や電気泳動用緩衝液の選定などの工夫を行う必要がある。

フザリウム抵抗性系統を含むコショウの26系統についてアイソザイム分析が実施された。9酵素種について分析を行い、5酵素種のバンドパターンについて系統間の差異が認められ、うち3酵素種については遺伝子型の決定がなされている。しかし、フザリウム抵抗性系統を特定するようなバンドパターンの差異の確認はできていない。

以上のとおり、短期専門家などの努力や適切なカウンターパートの受入れにより、アイソザイム分析の基本的な技術の移転は急速に進展しているが、ポリアクリルアミドなどによるアイソザイム分析実験技術の確実な移転、データ解析技術と本分析技術の育種への応用法の確立などに対する協力が必要とされる。

⑦ パラー州における経済性植物の送粉昆虫の同定と飼育技術に関する研究

パラー州における経済的に重要な植物の受粉に関与する訪花昆虫の探索、同定、生態の調査を行うとともに、飼育技術を開発して作物の安定生産に資することを目的に実施されている。

a. 訪花昆虫の調査、標本作製

ウルク、クプアス、バクリ、ブラジルナッツを対象に研究が実施されているが、ウルクとバクリについて訪花昆虫の標本作製と同定が完了し、クプアスとブラジルナッツについては追加採集が行われている。

b. 受粉様式の調査

対象植物のうち2種（ウルクとバクリ）は調査を終了し、前者は数属のハナバチ、後者は鳥類による受粉の可能性が明らかにされている。クプアスとブラジルナッツは候補昆虫の検証評価が残されている。

c. 送粉昆虫の飼育方法の習得

バクリ以外の他の対象植物は、カウンターパートが研修時に既存のハナバチ類の飼育方法を習得し、情報を入手している。

d. 送粉昆虫の飼育増殖技術の開発

ウルク、バクリは花粉媒介者の自然個体群密度の上昇を促進させた。今後、クブアスとブラジルナッツは既存のハナバチ類の飼育方法の応用を試みることになっている。

派遣専門家の努力や研修員受入先による適切な研修の実施等により、本課題に関する技術移転は順調に行われているが、クブアスとブラジルナッツの候補昆虫の検証評価、クブアスとブラジルナッツに関する飼育・増殖技術の移転と応用が今後の検討課題として残されている。

⑧ コショウ油・オレオレジンの抽出と特定調査

コショウの精油、オレオレジンの製造のための技術を確立するために、分析技術と機器操作法を習得し、特性調査と食品・化粧品への応用を検討することを目的とする。

a. 抽出原料の状況調査

パラ州南東部のコショウ主産地サンタ・マリア、イガラッペアスー、カスタンニャール、トメアス地域から採集されたコショウの選別、乾燥など厳密かつ注意深い処理を実施し、品種・産地による品質の差異についてデータが得られた。

b. 抽出法の選択、抽出技術の移転

パイロットプラントでの選択、実験、実験手法の移転が行われ、本課題に対する協力は達成された。

c. コショウ油、オレオレジンの特性調査

コショウ油、オレオレジンの特性調査項目である外観、色、芳香、フレーバー、精油含量、比重、屈折率、ピペリン含量、残留溶媒などのうち、外観、色、芳香、フレーバーについて調査済みで、残る項目も、今期収穫物で実施して到達目標達成の見込みである。

d. 食品・化粧品への応用

オレオレジンの粉末化（スプレードライ）、コショウ油、オレオレジンの商品化は今後の検討が期待される。

パイロットプラントでの技術移転が完了した抽出原料の状況調査、コショウ油・オレオレジンの特性調査は、当初協力終了時には目標が達成される見込みである。食品・化粧品への応用は、ブラジル国内消費を目的とすることから、ブラジルの食品衛生法、食品添加物法による範囲での検討が必要で、CPATU内での結果が期待される。

4-4 インプット目標の達成状況

日本側・ブラジル側のインプット目標の達成状況（投入実績）は以下のとおりである。

(1) R/D時

R/Dで合意された日本側・ブラジル側のインプット計画（投入計画）は以下のとおりである。

① 日本側の投入目標

a. 専門家の派遣

i. 長期専門家：R/D、T S Iで、日本側はチームリーダー、調整員に加え、以下の分野の専門家を派遣することになっている。

1) /生薬学：1991年8月から1年間（天然物化学）

2) /食品化学：1992年から

3) /組織培養：1991年1月から

4) /植物病理：1991年から最終年度まで

5) /栽培：1993年8月から（昆虫学）

6) /土壌肥料：1993年8月から

ii. 短期専門家：T S I上、必要に応じて派遣する。（3～5名/年）

b. 研修員受入

協力の全期間にわたり、年間3～5名を受け入れる。

c. プロジェクトに必要な資機材などの供与

協力の全期間にわたり技術移転に必要とされる資機材の供与を実施する。

d. 調査団の派遣

以下の調査団を派遣する。

初年次（1990/91）：計画打合せ調査団

プロジェクトの本格的展開にあたり、暫定実施計画（T S I）を策定し、円滑な運営を行うために、ブラジル側政府関係機関との協議を行う。

2年次（1991/92）：巡回指導調査団

協力中のプロジェクトに関して、技術上・運営上の問題点を摘出し、派遣専門家、カウンターパートに技術的指導と必要な助言を行う。

3年次（1992/93）：巡回指導調査団（中間評価）

実施協議調査・計画打合せ調査段階で想定された計画の進捗状況を確認し、必要に応じてT S Iの見直しを行い、中間評価以降のプロジェクト運営をより適切なものとする。

4年次（1993/94）：巡回指導調査団

協力中のプロジェクトに関して、技術上・運営上の問題点を摘出し、派遣専門家およびカウンターパートに技術的指導と必要な助言を行う。

5年次（1994/95）：終了時評価調査団

第三者（有職者）から構成される両国合同評価調査団により目標達成度の判定、協力効果の測定、自立発展性の把握を行うとともに、ブラジル側へのプロジェクトの移管の可否、当初協力期間終了後の日本側のとるべき措置について検討を行う。

e. その他

特記事項なし

② ブラジル側の投入目標

a. カウンターパート配置

1) 当該プロジェクトの長：協力の全期間

2) 専門家のカウンターパート：ブラジル側は、日本人長期・短期専門家に対し必要なカウンターパートを配置する。

3) 実験室技師：協力の全期間

4) 圃場作業員：協力の全期間

5) 事務職員・役務職員：協力の全期間

6) 日本人専門家の秘書：協力の全期間

b. 土地、建物、付帯施設：協力の全期間

c. 当該プロジェクトの運営費：協力の全期間

(2) 終了時評価調査時

上記当初協力R/Dで合意された日本側・ブラジル側のインプット内容の目標達成状況は次のとおりである。

① 日本側インプット目標達成状況

a. 専門家派遣

本プロジェクトの協力期間中に、下記の専門家が派遣された（巻末資料7「専門家派遣実績表」参照）。

1) 長期専門家 7名

2) 短期専門家 21名

プロジェクト終了までに2名の短期専門家派遣が予定されている。

b. 研修員受入

1994年12月現在、合計21名の研修員を受け入れた（巻末資料8「カウンターパート研修員受入実績表」参照）。

なお、詳細実施計画の各分野を担当しているカウンターパートに関しては、研修

員受入計画は、CPATUプロジェクト責任者も含め、年次計画に基づいて適切に実施された。

さらに、プロジェクト終了までに数名の研修員受入が予定されている。

本プロジェクトにおいては、帰国研修員の定着率は非常に高く、すでに帰国した研修員20名中、19名（うち1名は国内で博士課程修得中）は現職にあって研究の第一線で活躍しており、研修により移転された技術の定着と活用が顕著である。

c. 資機材の供与

協力期間中に下記の資機材が供与された。（巻末資料13「供与機材リスト」参照）

- 1) 1993年度まで：約2億986万7000円（輸送費を含む）
- 2) 全協力期間（1994年度分を含め）：2億6136万7000円

d. 調査団の派遣

プロジェクト開始後、1991年12月に計画打合せ調査団を派遣し、プロジェクト運営の実施に必要なTSIを策定し、合同委員会で承認を得た。

1992年11月には、第1回巡回指導調査団を派遣し、これまでの研究協力の成果を中間評価（プレエバリュエーション）し、プロジェクト終了時に到達すべき研究課題の目標（研究課題別最終目標水準）の設定を行うとともに、プロジェクト運営をより適切なものとするためTSIの見直しと研究課題の整理を行った。

さらに、1994年2月には、第2回巡回指導調査団を派遣し、第1回巡回指導調査団が策定した課題別詳細活動計画の進捗状況を調査、プロジェクト運営上の問題点と技術的問題点を把握し、プロジェクト終了時までの活動計画の検討を行った。

このような調査団は、プロジェクトの全体的な運営に重要な役割を果たしてきた（巻末資料9「調査団派遣実績表」参照）。

e. ローカルコストの負担

主として日本人専門家の現地での技術移転活動を支援するため、現地業務費として1994年12月までに2237万5000円（約18万5337ドル）が支給された。

② ブラジル側インプット目標達成状況

a. 土地・建物・施設の提供

ブラジル側はR/Dに従い試験圃場、建物、施設を本プロジェクトに提供した。また、自らの予算で化学実験棟の増築、植物病理実験室の改修を行い、施設の拡充を図った。

b. 運営経費の確保

ブラジル側によって支出されたプロジェクトの運営経費は、日本人専門家のカウンターパート、事務・技術職員の役務費、研究活動に不可欠な試験・研究費（設備

費、資機材購入費、備品費など)をはじめ、供与機材の通関・引き取りに要する費用、日本人専門家の送迎のための費用、通信費、研修員を送り出すための費用などがある。

ブラジル側は、協力開始から1994年12月までに約456万3000ドル相当のプロジェクト運営経費を支出している。ちなみに、役務費は、全体予算の約65%を占めており、また、施設整備費は約7%を占めている。ブラジル側の予算措置は、プロジェクトの円滑な運営に貢献した。財政難からEMBRAPA全体の施設建設費は凍結状態にあったにもかかわらず、1992年に化学実験棟の増築、植物病理実験室の改修が行われた。

c. カウンターパートの配置

ブラジル側により、CPATUの所長(プロジェクトの長)をはじめ、プロジェクト実施に必要とされる研究課題別カウンターパート、実験室技師、圃場作業員、事務職員、役務職員の配置が行われた。

第5章 案件の効果

5-1 効果の内容（プロジェクト実施の効果）

本プロジェクトの性格上、また、取り巻く情勢から短期間で効果を発現することがむずかしい状況にあったにもかかわらず、両国の関係者が協調して並々ならぬ努力を傾注し、期待以上の成果を得たことは高く評価することができる。

研究成果の具体的内容については、4-3「アウトプット目標の達成状況」で記述したが、全協力期間を通じて以下のようないくつかの高いレベルの効果が発現している。

なお、以下に述べる効果は、現在、すでに発現しているものであるが、それらは今後、ブラジル側の取り組み姿勢に準じて、時間の経過とともに一層拡大し、かつ深化していくものと期待される。

(1) 各分野における成果

本プロジェクトでは、分野的には以下の6分野に対する技術協力が実施されており、次のような成果が得られている。

① 生薬学

植物資源の豊富なアマゾン地域は、既知・未知の薬用植物の宝庫で、現在でも各国の研究者により新医薬資源の探索が続けられている。現在までに数種類の文献が発行されているが、植物学的記載によるものがほとんどであり、内容が不十分であるため使用範囲が限られている。

本協力課題では、生薬学の立場で、現在薬用として使用されているものに焦点を合わせ、従来の植物的記載のほかに、生薬の形態、薬用情報、化学成分をも記載した薬用植物誌を作成することを目的としている。本誌作成により、アマゾン地域での有用薬用資源情報がより広範囲に行き渡り、同地域の薬用植物開発の基礎となることが予測される。

また、既知の薬用植物に関しては、その成分獲得を目的とする乱獲により植物資源が減少したり、耕地開発のための絶滅が危惧されている。本課題によりイベカ、ジャボランジーの栽培化が可能となった。これらの成果は他の薬用植物にも応用され、資源の枯渇を防御する一歩になるであろう。

② 食品化学

アマゾン地域は、熱帯植物特有の色素植物が豊富であるが、含有成分の分離を経ずに一次的処理による製品が利用されているにすぎない。また、同地域ではコショウの大規模栽培が行われているが、有効利用されていないことが指摘されていた。したがって、これら製品の使用地域も限られ、ブラジル国内に普及していない。本協力課題

により、植物色素成分、コショウ油・オレオレジンの化学的分析手段、抽出技術が導入された。これにより含有成分の解明が可能となり、高品質個体の選別、成分の分離精製を経た食品・化粧品への開発が見込まれ、ブラジル各地域への波及が期待される。

③ 組織培養

多くの対象作物についての滅菌条件が明らかにされており、ブラジルナッツ、ウルク、イペカ、ジャボランジー、マラプアマは植物体の形成が達成されている。重要経済作物のコショウは、種子由来の胚軸と葉の無菌培養組織からカルスが得られ、一部について再分化が可能となるとともに、葉のプロトプラストの単離が達成されている。

組織培養技術の発展は、育種分野での本技術の意義の理解と研究者の経験の蓄積に負う部分が多いが、カウンターパートの経験を一層深めるために継続的な研究への取り組みが重要である。

④ 植物病理

長期専門家3名が派遣され、CPATUのカウンターパートとの共同研究の結果、かなりの成果があがりつつあるといえる。大きく分けると、コショウのフザリウム病とクブアスの天狗巣病防除対策確立のための2課題である。前者のコショウのフザリウム病は、既存品種のなかから抵抗性個体が見つかり、これらについては実用化への試験を進める必要がある。γ線照射による突然変異誘導による抵抗性個体の作出は現段階では確認されていないので、今後とも新たにγ線照射を行うとともに、抵抗性個体の選抜を行うための早期、簡易検定法を開発して、抵抗性個体を得る努力をすべきである。一方、生物的防除の開発は、現在のところ培地上で拮抗作用の強い有望な菌を分離した第1段階である。今後は、非病原性菌、VA菌根菌を含めて防除の可能性について一層の努力が必要である。また、試験は、病理分野と栽培分野が共同で行う必要がある。

後者のクブアス天狗巣病は、病原菌の子実体の形成条件、時期、消長や伝染源となる子実体からの担子胞子の飛散状況などの発生生態が解明されたこと、カカオの天狗巣病菌はクブアスに感染しないことが確認されたので、カカオの栽培地でクブアスの栽植が可能であること、さらに本病防除に効果が高い薬剤が選抜され、薬剤付着の多い樹型として「開心自然型」が優れていることなどが明らかにされたのは成果である。今後は、本課題の最終目標である防除対策の確立のため、実証圃場で栽培分野との共同試験として実施すべきである。

⑤ 栽培

当初から、結実安定のための送粉昆虫に関する課題、優れた栽培特性を有する個体選抜の基礎技術として遺伝特性の生化学分析が実施されてきた。

前者では、訪花昆虫の調査と標本作製、受粉様式の調査、送粉昆虫の飼育方法の習得と送粉昆虫の飼育増殖技術の開発について研究・技術移転が順調に行われてきている。後者については、特性調査と遺伝特性の分析、アイソザイム分析実験技術、熱帯果樹類のアイソザイム分析による遺伝子型の決定に関する技術移転が実施されてきたが、カウンターパートの流出により移転された分析実験技術の定着が図れず、本課題の遂行が危惧された。しかし、その後、新たにカウンターパートに対する本邦技術研修の実施と短期専門家の派遣により技術移転の停滞を取り返すことができた。

これら2課題は栽培技術を確立するための周辺技術であり、栽植密度、樹高、剪定などの栽培の中核技術の開発が必要とされることから、果樹栽培の長期派遣専門家により対応がなされている。これまで、植物病理と協力して、クブアスの天狗果病に対する防除薬剤の効果確認試験と組み合わせ、防除効果を高める樹形への改善試験が実施された。その結果、開心自然型が防除効果を高めることが明らかにされ、今後の土壤肥料、病害と一体となった栽植方式を確立するための端緒が開かれた。

⑥ 土壤肥料

これまで土壤肥料研究は、主要対象病害であるコショウのフザリウム病が土壤病害の一種であることから、植物病理研究と密に連携をとりながら実施されてきた。近年、植物根と共生するVA菌根菌と称される一連の土壤微生物が、植物の栄養成長を促進して病害に対する抵抗性を高める働きのあることが明らかになっており、本プロジェクトでも、コショウの病害抵抗へのVA菌根菌の利用についての土壤肥料的な研究が実施されている。わが国でも、土壤微生物学的研究の歴史は浅く、成果の達成には比較的長年月を要するので、今後の粘り強い取り組みが求められる。加えて、土壤中に生息する病原微生物やVA菌根菌等の有用微生物は、土壤の理化学的性質や土壤微生物相の状態など多くの土壤因子によって大きく影響されるので、さまざまな角度から土壤肥料研究の推進と他分野とのより一層の連携強化が必要である。

(2) 研究能力の向上

本プロジェクトでは、専門家派遣、カウンターパート研修員受入による研究指導により、新しい研究の進め方、高度な研究手法と機材の操作方法についての技術移転が急速に進められており、CPATUの研究能力の飛躍的向上がもたらされている。

一例をあげると、薬用植物の含有成分分析では、ガスクロマトグラフィー(GC)、ガスクロマトグラフィー付き質量分析計(GC-MS)、核磁気共鳴装置(NMR)、液体クロマトグラフィー(HPLC)などの高性能の分析機器を用いた分離法の移転により、精度の高いデータが得られるようになった。このような高度かつ先駆的手法を駆使した研究が実施されるようになってきた。

さらに、CPATUの研究施設は、CPATUと共同研究を行っているエミリオ・ゴエルジ博物館やパラ州連邦大学などの関係研究機関の研究者にも開放されており、CPATUの研究員（直接のカウンターパート）を媒介としてこれら研究者にも技術波及が進んでおり、地域的レベルでの研究能力の向上が図られている。

(3) 将来に対する研究の展望

研究成果の生産現場への普及のためには、今後、さらに応用研究の積み重ねを要する課題も多いが、それらの研究に対して確固たる基礎を提供した意味で、本プロジェクトの果たした役割は大きい。CPATUでは、本プロジェクトの実施を通じて得られた成果を現場対応型技術としての完成度を高め、アマゾン湿潤熱帯地域に根差した農業開発に貢献するために、生産者に対する技術普及を積極的に推進させるための具体的な行動計画を策定しようとの気運が芽生えてきている。移転された技術と将来的に生み出される成果の地域的普及、国内普及については、CPATUを中心としたブラジル側関係機関の積極的な自助努力に基づいて展開されるべき課題であるが、現場対応型技術の開発に向けた応用研究に対する協力については、今後その必要性と可能性が検討されるべきと思われる。

(4) 研究環境の整備

供与機材による研究環境の整備が研究活動の活性化に大きな効果をあげていることはいうまでもない。本プロジェクトを通じて、化学実験棟、組織培養研究室、植物病理研究室を中心に、高性能の研究機材が多数導入され、研究活動に利活用されており、効率性、試験精度および能率の向上のみならず、新しい研究領域への拡大を可能にして、関係研究者の意欲を高進させるとともに、CPATU全体の研究能力の引き上げをもたらしている。

さらに、研究者間の研究室の相互利用、他の関係研究機関との共同研究、関係研究機関の研究者への施設の開放により、研究活動の地域的な活性化が期待される。

なお、CPATUはアマゾン地域で最も近代的な実験機器を装備した農業研究の中核的機関に発展を遂げており、今後は、地域のレファレンス・ラボラトリーとしての役割が期待される。

5-2 効果の広がりや受益者の範囲

本プロジェクトの実施による直接的な効果は、本プロジェクトの実施機関であるCPATU、研究課題を担当する研究者・実験室技師（テクニコ）に強く現れており、その影響は斬新的で、深く、かつ幅広いものである。

他方、間接的な効果は、アマゾン湿潤熱帯地域に対するものであるが、現在のところま

では、研究成果のなかの一部は現場対応型技術への移行段階にある程度であり、大きなインパクトを与えているとはいいがたい。しかし、コショウ、クプアスを中心とした特定熱帯果樹の安定生産のための栽培病害対策と育種的研究は、組織培養、遺伝特性、植物病理、植物生化学などを包括する総合的研究により大きく進展し、生産改善に資する品種改良、栽培体系の開発と確立を経て、プロジェクトの最終受益者である農業生産者に恩恵を及ぼすことができるものと確信する。

また、アマゾン湿潤熱帯地域の未利用または用途の確立していない薬用植物と天然色素を中心とする有用植物資源の評価と利用（特に、薬用植物の情報管理、標本作製、遺伝資源の保存）に関する研究上の成果は、原生林の保持、生態系の保全と開発のみならず、新品種育成の可能性を拡大する基礎として将来に期待される。

プロジェクト実施における効果は、今後の2年間の延長協力により集大成化・完結され、ブラジル側の自助努力に基づく技術普及活動の推進と生産・流通現場への適用により、顕現化・具体化が進むものと考えられる。

(1) プロジェクト成果の発表など

広汎な研究部門を抱えるCPATUに対して、広汎な分野の協力を通じて研究基盤の強化に取り組んでいることは、本プロジェクトの特徴のひとつである。その結果として、協力期間中に、その成果をまとめた多数の研究論文などが学会誌、広報誌などを通じて広く発表され、アマゾン地域をはじめとして国内の研究者の知識・技術水準の向上に貢献している。さらに、CPATU内セミナー・講習会、各種学会、ワークショップなどで研究成果の発表や情報交換が頻繁に行われるとともに、報告書の形でCPATUの研究者のみならず、同地域の関係研究機関の研究者、農業技術普及員などに配布されている（巻末資料10「セミナー、学会等における発表実績表」参照）。

(2) カウンターパート研修員の活躍

カウンターパート研修員のなかからは、研究の推進・指導者として活躍している者も多く出ており、本邦での技術研修を通じて習得した知識・技術を活かして研究に従事しており、それぞれの研究協力課題で中核的な存在として高く評価されている。

(3) 技術的成果の普及の可能性

アマゾン地域の生態系の維持・保全と農業開発の両立を命題とする本プロジェクトでは、有用植物資源、コショウ・クプアスなどの湿潤熱帯性植物を対象とした研究協力が進められており、すでに、基礎的・基盤的な研究技術の移転は達成段階に至っている。広汎な協力課題のなかでも、薬用植物の同定と利用、天然色素の抽出・同定・利用、コショウ・クプアスの病害栽培対策、コショウ油・オレオレジンの抽出と特性調査では、すでに数多くの具体的成果が得られている。

さらに、CPATUの個々の研究分野のみならず、アマゾン地域の州立農業試験場、大学などの関係研究機関が取り組んでいる農業研究に総合的に作用し、地域的な研究活動の活性化に大きな貢献を及ぼしている。

すでに記述したように、本プロジェクトで得られた技術的成果は、今後の応用研究の推進により現場対応型技術としての完成度を高め、コショウや熱帯果樹の栽培に携わるアマゾン湿潤熱帯地域の農業生産者への普及が期待される。現在のところ、生産者への成果の普及は端緒の段階であるが、現地実証試験を経て現場対応型技術としての完成度を高めるにしたいが、成果の利用が急速に拡大していくことは疑いの余地がない。

また、CPATUでは、技術普及活動の推進・強化を通じて、移転された知識や技術、得られた成果の普及を計画しており、この計画の実行によりアマゾン農業開発への一層の貢献が可能となる。

(4) 受益者拡大のための方策

本プロジェクトで得られた成果は、CPATUにおけるセミナー・講習会、各種学会、ワークショップなどの開催を通じて、アマゾン地域の関係研究機関の研究者、農業技術普及員、生産者に対し普及が図られてきている。

さらなる受益者拡大のためには、ブラジル北部の各州の農業技術普及公社との連携に基づく地域的な普及活動の推進・強化が望まれ、これにより研究成果が生産・流通過程まで広く伝達されることが期待される。

特に、プロジェクトの最終受益者である生産者段階での技術としての普及・定着を図るためには、コショウ、クプアスなどの生産地での現地実証試験と各地域の生産者に技術的情報を周知させるための展示試験圃場の設定などを積極的に展開することが重要であり、このようなことがブラジル側の今後の努力によって補完されるならば、本プロジェクトの成果は広く波及し、大きなインパクトをもたらすことになるであろう。

(5) その他

本プロジェクト期間中、個別第三国研修の実施を通じて近隣国で同時並行的に実施されている同種プロジェクト（ドミニカ・胡椒栽培技術開発）からの研修員を受け入れ、共通するコショウ栽培上の問題解決に向けた研究技術とCPATUに蓄積された知識・技術の移転に努めたことは、同種プロジェクト間での人的交流、情報交換の促進に寄与し、さらに、費用対効果の面でも優れていることが認められた。

第6章 自立発展の見通し

6-1 組織的自立発展の見通し

(1) 実施機関

本プロジェクトは、アマゾン湿潤熱帯地域における有用植物資源と特定作物に関する研究活動を強化して、同地域に適合した生産システムの開発に寄与することを目的として、有用植物資源の評価と利用に関する研究、特定経済作物の生産性向上に関する研究を総合的に実施したものである。ブラジル側実施機関である東部アマゾン農林研究センター（CPATU）は、1939年に設立された前身である連邦立北伯農業研究所（IAN: Instituto Agronomico do Norte）から起算して55年の歴史を有し、職員数609名（うち研究者135名）、敷地面積1700haを擁する農林畜産の総合研究機関である。また、同地域の農牧研究の統括・実施機関として優れた技術水準を有しており、パラ州のみならず、アマゾン地域に設置されている西部アマゾン農林研究センター（CPAA）などのEMBRAPA傘下の研究機関、各州の関係研究機関や大学などとの連携も密に保たれている。

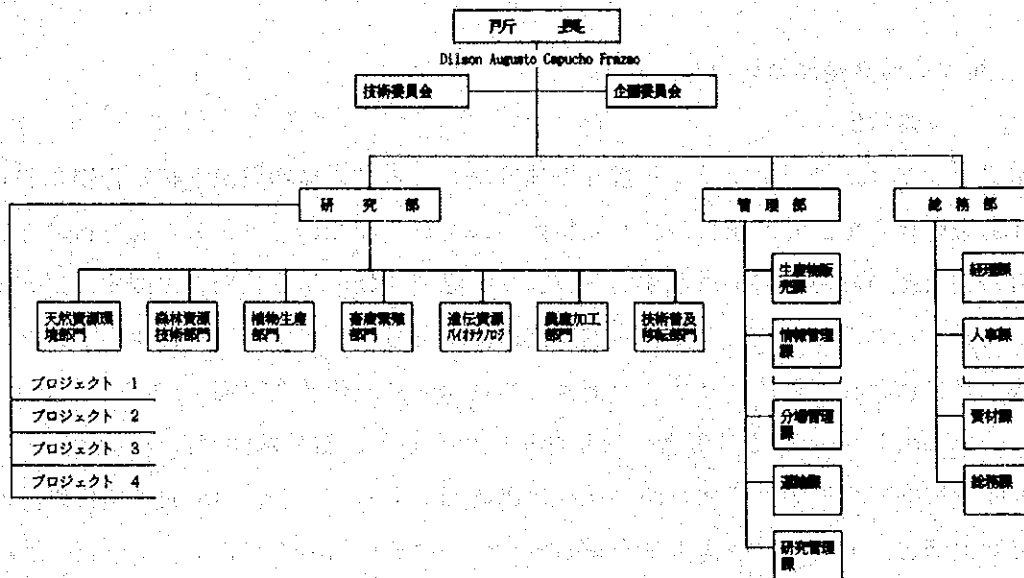
CPATUは、「情報収集と技術開発の推進により、ブラジル・アマゾン湿潤熱帯地域における農畜産業（一部林業・水産業を含む）の自然との調和のとれた開発を図ること」を目的に設置されており、連邦の農務省管轄のブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）の下部組織である。CPATUは、ブラジル経済の成長と発展に伴ってアマゾン地域の農業研究に果たした役割はきわめて大きいものの、特に、1980年以降は景気後退に起因する財政的に困難な状況が続いており、本プロジェクト開始時点では、新たな課題に挑戦するには施設・人材面で脆弱な体制にあった。

EMBRAPA傘下の40余りの研究機関は、連邦政府の方針により、1990年以降は新規採用の中断を余儀なくされていたが、研究員の高齢化に伴う研究能力の低下を回避するために、94年に特例措置として研究員などの新規採用が実施され、95年より配置予定にある。CPATUでも、95年から研究職、総務職での新職員の配置が計画されており、これによりCPATUは組織的に充実・強化されることとなろう。

また、本プロジェクトの実施を通じて基礎、基盤から先端に至るまでの幅広い技術の移転を通じて育成された研究員、技師を数多く有するCPATUは、技術面のみならず組織面でも強靱性を増したといえる。

東部アマゾン農林研究センター（CPATU）の運営組織は図1のとおりである。ちなみに、研究部は、天然資源・環境部門、森林資源技術部門、植物生産部門、畜産繁殖部門、遺伝資源・バイオテクノロジー部門、農産加工部門、技術普及・移転部門からなる。

図1 EMBRAPA/CPATU組織図



(2) 管理運営体制

前述のとおり、本プロジェクトは、ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）の管理のもとに、東部アマゾン農林研究センター（CPATU）で実施している。EMBRAPAは、ブラジルの農牧研究を統括し、州の研究機関を含めた農牧研究事業を調整する役割を担っている連邦政府（農務省管轄）の公社であり、CPATUはEMBRAPA管轄下の一研究機関である。

本プロジェクトの協力課題は、プロジェクトの実施協議の際に、CPATUと十分に協議のうえ決定され、現行のEMBRAPA企画システム(Sistema EMBRAPA de Planejamento)に合致している。また、日本人専門家から技術の移転を受け、これに基づき研究を実施していくカウンターパートの配置はおおむね適切であることが確認され、さらに、カウンターパート、関係者の多大な協力と支援のもとに、広汎な研究課題で数多くの研究成果をあげてきている。

東部アマゾン農林研究センター（CPATU）は、最高責任者である所長1名、部長3名を長とする研究員135名、その他職員を含め職員数609名から構成されており、3名の部長はそれぞれ研究部、管理部、総務部を掌握している。さらに、各研究協力課題別に配置されたカウンターパート、帰国研修員の定着率は非常に高く、移転された技術は組織内で定着・発展・波及が図られており、帰国研修員はそれぞれの研究分野で指導的な立場で研究指導にあたっており、本プロジェクトの実施は、研究者・技師の育成と能力向上を推進し、CPATUの組織の強化に貢献している。

本プロジェクトの運営管理のために、ブラジル農牧研究公社（EMBRAPA）、実施機関である東部アマゾン農林研究センター（CPATU）、日本側関係者からなる合

同委員会が設けられており、過去に、調査団派遣に合わせて3回開催された。合同委員会では、当年の活動の総括と問題点の解決策の検討を行うとともに、次年度の協力実施計画とその進め方を協議してきている。さらに、この協議結果を踏まえ、具体的な運営管理については、適宜、日本側のプロジェクト運営管理の責任者であるチームリーダーとセンター所長・部長との間で検討され、対処されてきている。また、技術的問題点の解決に際しては、日本側専門家と各研究室の専任者などと討議が行われ、必要に応じて、本プロジェクトの国内支援機関の関係者に相談がなされるなど、プロジェクトの計画的かつ円滑な運営が図られてきている。

ブラジル側の管理運営上の課題として、CPATUの持続的かつ自立的発展のため、供与機材・施設の適切な管理に向けて、管理計画の立案、機材台帳のコンピューター入力、管理規程の制定などを行うことが望まれる。

(3) 自立発展の見通し

CPATUは、本プロジェクトを通じて整備・拡充された研究施設を拠点として、移転された知識や技術の応用研究への積極的活用と研究活動の継続発展を図るために、「東部アマゾン農林研究センター基本計画(1993年)」(巻末資料14「東部アマゾン農林研究センター(CPATU)の基本計画」参照)を策定し、アマゾン湿潤熱帯地域の農業開発と技術普及のための活動を強化するとの方針を打ち出している。

この計画は、本プロジェクトによって得られた成果を現場対応型技術に発展させていくうえで重要と思われるが、計画の効果的・効率的な実施のためには、CPATUの研究室間の協力・支援体制の構築はもちろんのこと、さらには関係研究機関や生産現場との連携強化を図りながら研究活動を展開していく必要がある。

CPATU、EMBRAPA首脳部は、上記の方向に向けて意欲を示しており、日本側の技術協力の終了後に当該機関が自立的に発展していくことは十分に可能であると判断する。

6-2 財務的自立発展の見通し

1980年代以降、ブラジル経済の後退に起因する財政難が続いているにもかかわらず、CPATU、EMBRAPAは、本プロジェクトの研究活動の遂行に必要な施設建設・改修(化学実験棟の増築、植物病理研究室の改修)、カウンターパートの配置、資機材調達、電力・水の安定供給などに対して可能な努力を行ってきており、プロジェクト期間中(1994年10月まで)の投入は総額で456万3000ドルに達する。本プロジェクトに対するブラジル側の熱意、期待、そして評価は高く、プロジェクト予算は毎年増加の一途をたどってきており、特に1993年以降はプロジェクト活動の本格化に伴い全費目で投入は激増している。

(1) 必要経費調達の見通し

農務省から交付される EMBRAPA 予算は優先配慮されており、農牧部門の研究事業に国としての高いプライオリティーを付していると判断される。ここ数年、設備投資に関する予算は凍結状態にあったにもかかわらず、本プロジェクトの円滑な運営のために化学実験棟の増築と植物病理研究室の改修が行われたことは EMBRAPA 側の誠意の表れと高く評価される。今後の見通しについては、ブラジル国の財政事情に大きく左右されるであろうが、人件費・施設管理費の確保には心配が少ないものの、研究用資機材の調達は今後も厳しい状況が続くと予想される。

(2) 公的補助およびその安定性の見通し

1994年から EMBRAPA 傘下の研究機関に対して、研究施設の整備・拡充を目的に、世界銀行による融資プロジェクト「Projeto BIRD III」が実施中であり、CPATUにおいても研究棟の増築や改築、研究機材の整備が行われている。

このような状況を考慮すると、EMBRAPA から交付される設備投資費は非常に少なく、二国間もしくは国際機関の協力を受けながら機材等の整備を図っていくことが今後の課題となろう。

(3) 自主財源による費用回収状況

上位機関である EMBRAPA からの予算交付だけでなく、試験圃場での生産物や農産加工品の販売などを通じて研究資金の確保に努めている。今後の研究活動の発展次第ではあるが、本プロジェクトで得られた成果を商品化することで収益が期待できる部分も存在する。

6-3 物的・技術的自立発展の見通し

(1) 移転技術の内容・技術レベルの適正度

すでに前段でも述べたが、4-4「インプット目標の達成状況」に示すように、ブラジル側の要請に基づき、長期・短期専門家の派遣、研修員の受入れを通じて、広汎な研究協力課題において基礎・基盤的技術から先端技術まで非常に多様な技術の移転が行われてきている。これにより、ブラジル側のカウンターパートの技術水準は飛躍的に引き上げられるとともに、研究活動を継続発展するに必要とされる設備の整備も進展している。

(2) 要員配置状況

カウンターパートの配置は、巻末資料11「研究協力課題別カウンターパート配置表」に示すように、課題別にまた専門家派遣に応じて適切に行われている。

(3) 技術定着状況

長期・短期専門家による技術指導や研修員受入を通じて移転された知識や技術は、研究者個人のみならず、CPATUの組織レベルでの普及が図られており、研究所全体の技術の引き上げに結びついている。5-2でも述べたように、技術移転のための十分なカウンターパートが配置され、カウンターパートの定着率は非常に高く、移転された技術は組織内で定着、発展、波及が図られており、帰国研修員は各研究室で中核的な存在として成長が著しい。今後、各カウンターパートがさらに知識・技術の研鑽を積むことで、研究活動に貢献することが期待される。

(4) 後継者の育成計画

5-2でも述べたように、技術移転を受けたカウンターパートは、多数の研究論文を学会誌、広報誌などを通じて発表し、CPATUの他の研究員はもとより、関係研究機関の研究者に対する技術普及に積極的に取り組んでいる。

また、CPATUでは、若い研究員の教育を人材養成上の重点課題のひとつに位置づけており、修士・博士号の取得を目的とした海外留学のみならず、サン・パウロ大学など国内での学位取得にも力を入れている。

(5) 物的・技術的自立発展の見通し

機器分析による定性的・定量的研究技術の移転はおおむね終了段階にある。カウンターパートは、技術の習得に熱心で、これによりCPATU内で独自に植物成分の機器分析が行われることとなった。各課題を通して化学分析とりわけ成分定量分析への期待が大きく寄せられており、今後の対象試料は増加することは明らかである。しかし、現段階でも担当研究者が少なく、協力研究者となっているパラ連邦大学からの助力があるにしても、これら機器を駆使しての研究活動が本格化するには時間を要すると考えられる。

本プロジェクトの実施を通じて、研究機材は十分に整備され、基本・基盤的技術から先端技術に至るまで多様な水準の技術の移転を受けた。現在程度の研究規模であれば、試薬などの消耗品、部品の補給、保守・維持管理要員の育成が伴うのであれば、当面の恒常的な研究活動を継続させることは可能である。しかし、将来的には、高性能分析機器をはじめとした現有機材の保守・維持管理体制の整備、試薬や消耗部品の補給や経年劣化に伴う機材更新のための計画的な予算措置が必要である。

また、人員配置については、本プロジェクトの進捗とともに、質・量の両面での改善が図られてきており、技術移転を受けた研究者が異動した場合、技術の後継者が不在とならない体制の構築に向けた努力がなされており、最近、数年ぶりに新規採用が認められたとのことで、研究員などの増員によるプロジェクト実施体制の強化が望まれる。

さらに、本プロジェクトにおける技術的自立発展性の確保のためには、各研究部門間、各研究室間の連携強化をもとに、横断的な技術協力の実施を通じて組織的な技術の定着と発展を図ることが重要である。

以上のことから、物的・技術的自立発展についてはさらなるフォローが必要と判断する。

6-4 その他管理運営上の制約要因

本プロジェクトでは、カウンターパートの定着度は非常に高く、現在までに流出したものはわずかに1名のみである。これは、1994年2月23日にEMBRAPA本部が労使紛争問題に伴い解雇した28名のCPATU職員の1名で、「in vitro技術によるアマゾン地域経済性植物の改良」を担当、本邦での技術研修の経験を有する指導的な研究員であった。中核的な研究員の解雇に伴い、当課題の研究体制は著しく弱体化し、移転技術の研究室内の定着・発展が阻害されるとともに、効率的な研究活動の遂行に支障を来した。

管理機関であるEMBRAPAは、プロジェクトの円滑な実施のために、協力期間中は、技術移転の媒体であるカウンターパートの異動を避けるとともに、異動があった場合は、速やかな補充を行うようにすべきである。また、実施機関であるCPATUは、常に技術の後継者を育成することに配慮し、技術協力を組織的に受けとめるべく組織内での技術波及に努めることが重要である。

また、研究システムが日本と異なり、かなりの研究部門で研究者は口頭で指示、実働は実験室技師と分担に徹している。研究者と実験室技師との間で研究内容・目的などの討議または指導が十分に行われていない部門が多い。研究者自身が実働に携わり、習得した技術を継承するよう努力することが必要と考えられるが、国によるシステムの相違を理解させるための努力も必要である。