

ブラジル・アマゾン森林研究計画フェーズ2 運営指導調査団報告書

平成13年7月

国際協力事業団

序 文

国際協力事業団は、ブラジル国政府からの技術協力の要請を受け、平成 10 年 10 月から同国においてアマゾン森林研究計画フェーズ 2 を開始しました。

当事業団は、協力開始後 3 年目にあたり、本計画の進捗状況や現状を把握し、同国のプロジェクト関係者や派遣専門家に対し、適切な助言と指導を行うため、平成 13 年 6 月 3 日から 6 月 17 日まで、独立行政法人森林総合研究所理事藤原敬氏を団長とする運営指導調査団を派遣しました。

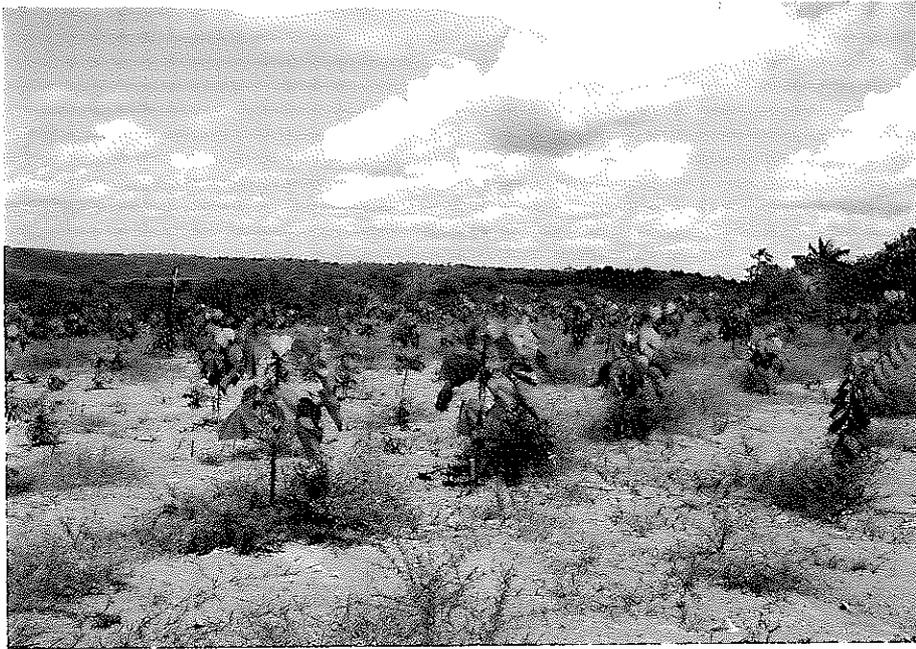
調査団は、ブラジル国政府関係者との協議及びプロジェクト・サイトでの現地調査を実施し、プロジェクトの運営や事業内容等を検討し、必要な指導を行いました。そして帰国後の国内作業を経て調査結果を本報告書にとりまとめました。

この報告書が本計画の今後の推進に役立つとともに、この技術協力事業が両国の友好・親善の一層の発展に寄与することを期待いたします。

終わりに、この調査にご協力とご支援をいただいた関係者の皆様に対し、心から感謝の意を表します。

平成 13 年 7 月

国際協力事業団
理事 後藤 洋



Santa Claudia の植栽試験地 (12ha)。在来樹種 6 種の植栽試験を行っている (写真は Pau de balsa (*Ochroma lagopus*) と Cedro (*Cedrela odorata*) の混植地)。



Efigenio de Sales 植栽試験地 (3ha)。Mogno (*Swietenia macrophylla*) 他 3 樹種について木炭施用効果の比較試験を行っている。



ZF-2 のベルトトランセクト (20m×2,500m) 内に設置した気象観測装置。



ZF-2 のベルトトランセクトに設置した 1m×4m の稚樹調査枠。同型の調査枠が林内の異なった地点に多数設置され、稚樹の成長特性に関するデータを収集している。



ZF-2 の方形試験区 (9ha) プロット内に最近形成されたギャップの様相。



苗畑：植栽用苗木に育苗及び寒レイ紗による被陰試験等苗木の成長特性に関する試験を行っている。



Jatoba (*Hymenaea courbaril*) の被陰試験。

目 次

序 文

写 真

1	運営指導調査団（中間評価）派遣	1
1 - 1	調査団派遣の経緯と目的	1
1 - 2	調査団構成	1
1 - 3	調査日程	2
1 - 4	主要面談者	3
2	調査結果要約	5
2 - 1	結論	5
2 - 2	提言	6
3	全体評価	7
3 - 1	評価方法	7
3 - 2	計画達成度	10
3 - 3	評価4項目による評価	12
4	各分野の成果の達成状況	28
4 - 1	分野1：森林型の分布様式	28
4 - 2	分野2：天然林の動態	28
4 - 3	分野3：立地特性	29
4 - 4	分野4：種子の生理生態	30
4 - 5	分野5：立地適応性	31
4 - 6	問題点とその対応策	32
5	プロジェクト運営上の留意点	33

附属資料

1	協議議事録（合同評価報告書）	37
2	中間評価調査表	59
3	投入実績表	81
4	カウンターパート及び技術者・研修生リスト	90
5	論文リスト	93
6	インタビュー／質問票	97
7	立地適応性分野荒廃地植栽試験地	104
8	ブラジル熱帯雨林保全プログラム（PPG7）参加国会議議事録	106

1 運営指導調査団（中間評価）派遣

1 - 1 調査団派遣の経緯と目的

(1) 調査団派遣の経緯

アマゾン森林研究計画フェーズ 1	1995 年 6 月 1 日～1998 年 5 月 30 日（3 年間）
フォローアップ協力	1998 年 6 月 1 日～1998 年 9 月 30 日（4 ヶ月）
事前調査団	1998 年 4 月 15 日～4 月 30 日
R/D 署名（事務所長署名）	1998 年 8 月 20 日
フェーズ 2 協力開始	1998 年 10 月 1 日～2003 年 9 月 30 日（5 年間）
運営指導調査団	1999 年 4 月 12 日～4 月 27 日

(2) 目的

プロジェクト協力中間にあたり、JPCM 手法により計画達成度（投入、活動、成果、プロジェクト目標）を把握し、評価 5 項目のうち 4 項目（効率性、目標達成度、妥当性、自立発展性）の観点から評価を行うとともに、評価結果に基づいてプロジェクト後半の運営方針について指導・提言を検討し、伯側と協議する。評価結果及び提言は協議議事録としてとりまとめ、伯側と署名交換する。

なお、評価は日伯双方から評価メンバーを選出し、合同で実施する。

1 - 2 調査団構成

総括	藤原 敬（森林総合研究所 理事）
森林型の分布様式 / 天然林動態 / 種子の生理生態	石塚 森吉（森林総研 植物生態研究領域長）
立地特性 / 立地適応性	太田 誠一（森林総研 立地環境研究領域長）
計画管理	松下 香（JICA 森林・自然環境協力部 森林環境協力課）
評価分析	藪田 元（アイ・シー・ネット 研究員）

1 - 3 調査日程

	月日			調査内容	
1	6.3	Sun		移動	
2	6.4	Mon	10:31 14:00 15:00 16:00	ブラジル到着 JICA 事務所打ち合わせ ブラジル協力事業団 ABC 科学技術省表敬 MCT	
3	6.5	Tue	09:00 11:16 13:00 14:30 15:15 17:00	世銀ブラジル事務所 PPG7 担当 ブラジル発 マナウス着 マナウス日本総領事館 JPCM 手法及び評価手法説明会 専門家との打ち合わせ	
4	6.6	Wed	08:00 09:00 10:00 14:00 16:00	プロマネインタビュー INPA 所長表敬 分野別インタビュー (天然林動態、立地特性) 分野別インタビュー (種子生理生態、立地適応性) 分野別インタビュー (森林型の分布様式)	
5	6.7	Thu		(総括、石塚団員、太田団員) 現地調査(試験林視察:天然林)	(園田団員、松下団員、通訳) アマゾナス州農牧業開発院 (IDAM) 西部アマゾン農牧業研究公社 (EMBRAPA Amazonia Ocidentar) アマゾナス州ブラジル環境再生天然 資源院 (IBAMA)
6	6.8	Fri		現地調査(試験林視察:荒廃地試験地)	
7	6.9	Sat		協議議事録(合同評価報告書)案作成	
8	6.10	Sun		合同評価	
9	6.11	Mon		合同評価	
10	6.12	Tue		合同調整委員会、協議議事録署名	
11	6.13	Wed		資料整理、団内打ちあわせ	
12	6.14	Thu	14:25	マナウス発	
13	6.15	Fri	09:00 10:00 19:20	JICA 事務所報告 大使館報告 ブラジル発	
14	6.16	Sat		移動	
15	6.17	Sun		成田着	

1 - 4 主要面談者

(1) ブラジル協力事業団 (ABC)

Marcos Lins Favstino	Cooperacao Tecnica Bilateral Recebida
Mariana Tavares Rezende	Cooperacao Tecnica Bilateral Recebida
Marcos Loureiro	Cooperacao Tecnica Bilateral Recebida

(2) 科学技術省 (MCT)

Esper Cavalheiro	Secretariat for Policies and Programs of Science and Technology (SEPCT)
Isabel Canto	Genral Co-ordinator for the Amazon Programs, SEPCT
Cesar Zucco	Consultant for SEPCT, Federal University of Santa Catarina
Christina Dal Pian	Consultant for SEPCT, Federal University of Rio Grande de Norte
Marilda Morici Goncalves	Assistant of the Amazon Program, SEPCT

(3) 国立アマゾン研究所 INPA

Warwick Estevan Kerr	Diretor
Fernando Paulo Teles	Assessor de Projetos Especiais e Captacao
Charles Clement	Coordenador da Cooperacao de Acoes Estrategicas
Joao Ferraz	Coordenador (Site Characteristics)
Niro Higuchi	Pesquisador (Natural Forest Dynamics)
Joaquim dos Santos	Coordenador da CPST
Antonio D. Nobre	Pesquisador (Distribution Patterns of Forest Types)
Antenor P. Barbosa	Pesquisador (Site Adaptability)
Isolde Ferraz	Pesquisadora (Seed Ecophysiology)

(4) 世界銀行ブラジル事務所

Christph Diewald	Coordinator, PPG7
Josef Lloyd Leitmann	Senior Program Officer

(5) アマゾナス州農牧業開発院 (IDAM)

Jose Melo de Oliveira	Presidente
Alfredo da Silva Pinheiro	Diretor Tecnico

Eda Maria Oliva Souza Gerente de Projetos JICA

(6) 西部アマゾン農牧業研究公社 (EMBRAPA Amazonia Ocidental)

Dorremi Oliveira Chefe Geral Interino

Marcelo Rossi Pesquisador

(7) アマゾナス州ブラジル環境再生天然資源院 (IBAMA)

Malvino Salvador Chief of Technical Division

(8) 在ブラジル日本大使館

鈴木 勝也 特命全権大使

横地 洋 二等書記官

松本 英昭 三等書記官

(9) 在マナウス日本国総領事館

河合 弘 総領事

森 利之 領事

(10) アマゾン森林研究計画フェーズ2 長期派遣専門家

佐藤 明 チーフアドバイザー

松本 征吾 業務調整

飯田 滋生 天然林動態 / 立地適応性

(11) JICA ブラジル事務所

松谷 広志 事務所長

伊藤 高 次長

篠山 和良 所員

マウロ井上 所員

(12) ベレーン支所

芳賀 克彦 支所長

島 準 所員

(13) 通訳

Dirceu 佐藤

2 調査結果要約

プロジェクト関係者とのインタビュー、プロジェクトサイトの視察を踏まえ、6月10～11日に行われた日伯合同評価委員会において合同評価報告書を作成するとともに、12日開催されたプロジェクト合同調整委員会席上において付属資料1のとおりプロジェクト中間評価についての協議議事録を作成した。

2 - 1 結論

(1) プロジェクトの意義とオリジナリティの確認

ア) 世界の森林研究の中での位置づけ

ブラジルは、過去においてパルプ原料として木材生産性の極めて高い造林地造成する点において、外国から導入した早生樹種を選抜育種することにより国際的に極めて水準の高い成果を上げてきた。アマゾン地域の荒廃地回復に取り組むに当たり、在来樹種を基礎としたより多様性のある森林を造成することが課題となり、国立アマゾン研究所（INPA）の行っているアマゾンの天然林に関する広範な基礎的な研究をバックグラウンドにしたアマゾン地域の荒廃地回復のための研究が重要となっている。森林型の分布様式、天然林の動態、種子の生理生態特性、土壌特性に関する幅広い研究結果が、荒廃地回復のための在来樹種による様々な造林様式の立地適用性を解明するために統合される、というのが、このプロジェクトの重要な技術的なオリジナリティである。このことは地球サミット以来の生態的に健全な「持続可能な森林経営」の内容を体現するものであり、そのような文脈の中で国際的なアマゾン熱帯林保全のプロジェクトである PPG7 などとともにアマゾンの自然研究の重要な3つのプロジェクトの一つと位置づけられている。

イ) ブラジルの研究者養成戦略上の位置づけ

アマゾン地域を中心とする東北部開発のために研究者技術者の養成が課題であるが、研究者が定着しないなどの問題を抱えている。このためブラジル科学技術省（MCT）としても本年から人材開発のために新たに投入することとしている5～6億ドルの資金のうち、40%は北部・東北部の地域に配分するなどこの地域の人材育成に戦略的重点を置いている。このような中で当該地域の学術拠点である INPA の役割は重要であり、同機関のうち、当該地域の資源の保全再生という地球的な課題を含んだ人材養成の一部が本プロジェクトに期待されている。

(2) プロジェクトの達成度

プロジェクトの5つの分野は全体としては成功裏に実施されている。試験区・試験林の設定によって天然林と人工林を長期にわたってモニタリングする基礎が固まった。また、リモセン・土壌試験・種子生理生態学などの研究機材が整備され、メンテナンス問題も解決しつつある。

リモセン技術の改良、原生林・土壌・種子・苗木・在来種の植林という面で着実に実績が積み重ねられた。研究成果は学术论文・ワークショップなどの形で公表されたが、学術雑誌に掲載された論文の数は不十分であったことから、国際的に認められた雑誌に掲載される論文を作成する努力が求められている。また、プロジェクトは INPA の森林分野の研究の人材を養成する上で貢献した。

プロジェクトが予定通り進行するならば、プロジェクトが終了するまでにアマゾン降雨林の生物学的・生態学的な情報が明らかになり、持続可能な森林経営のための技術開発に貢献する可能性を持っていると結論できる。

2 - 2 提言

(1) 研究成果の普及推進

学术界・政府機関・民間機関に対してまとまった報告書を作成しその普及をすることが重要であり、このプロジェクトに相対的に欠けている面である。セミナー・ワークショップ・学術誌・インターネットなどあらゆる機会を通じて普及すべきである。

(2) PPG7 等他の計画・研究機関との連携

本プロジェクトの上位目標に向け、PPG7との連携をより強化することが重要である。また、アマゾンの荒廃地回復に取り組んでいる他機関（EMBRAPA、IBAMA、IDAM 等）との連携を組織的に行う必要がある。

(3) 新たな試験林の造成

経済的に有用な樹種だけでも 50-150 種といわれているアマゾンの樹種のうち現在試験対象としているのは限られた数種である。この分野での研究を推進できるのは INPA しかなく、できるだけ多くの樹種について造林方法と樹種の立地適応性についての情報を収集する必要がある。

(4) プロジェクトチーム内の学術的な意見交換

多くの分野が平行して研究を進めており、この統合がプロジェクトの基本的なコンセプトになっているが、未だ不十分な点があり、強化すべきである。

3 全体評価

3 - 1 評価方法

(1) JPCM 手法の適用

評価は、JPCM 手法に沿って実施した。本プロジェクトにおいてはプロジェクト開始間もなく PCM 手法の短期専門家が派遣され、INPA において 5 日間のワークショップを行って PDM と PO / APO が作成されている。中間評価はこの PDM と PO / APO をベースに計画達成度を把握し、評価 4 項目（目標達成度、効率性、計画の妥当性、自立発展性）の視点から評価を行い、提言を作成した。

(2) PDM の見直し

通常、評価に先立ち PDM を見直し、必要に応じて修正を加えることになっている。現地調査に先立ち PDM の検討を行ったところ、以下のことが判明した。

5 つの成果は、プロジェクト目標のブレイクダウンとなっている。すなわち、5 つの研究分野の成果が具体的なひとつの事象に収斂するような構成にはなっていない。このため、プロジェクト目標は 5 つの研究分野から構成される成果の要約としての全体像を表すような表現となっている¹。また、プロジェクト目標と成果には共通の指標が採用されている。

プロジェクト目標および成果（5 つの研究分野）について設定された指標はマニュアルの作成、データベースの構築、論文等の公表、試験林の造成であるが、具体的な到達目標や、その質や有用性を判断するための基準は明示されていない（一部については、PO / APO にはそれに近いものが示されている）。

PDM 作成時から評価時に至るまで大きな計画修正が行われていないことから、計画変更を反映するための修正は必要ない。

プロジェクト目標と成果については、理想的には、各分野の研究成果が森林保全と荒地回復にどの程度有用であるかを客観的に判断できる指標が求められるところである²。しかし、多くは基礎研究の段階にある本プロジェクトの研究成果について、森林保全や

¹ PDM 上はこのような構成であるが、実際には、5 つの分野はいずれ統合されることが想定されている。3 - 3 (1) 目標達成度「評価の方法論」の脚注を参照。

² 作成された PDM におけるプロジェクト目標の指標は「以下（成果レベルの指標）に示されたような 5 つの研究分野における具体的な研究目標がアマゾン地域の森林保全と荒地回復に効果的な水準で達成される」であるが、「・・・に効果的な水準」であるかどうかをどのように判断するかは示されていない。

荒地回復への将来的な有用性を、中間評価の段階で客観的に判断できる指標を設定することは難しいと考えられた。

そこで、中間評価においては、まず各研究分野における到達目標をできる限り具体的に確認し、それと対比しつつ成果の達成状況を把握すること、さらに、達成された（あるいは達成されると見込まれる）研究成果の位置付けと意義・有用性を定性的に確認することに力を注ぎ、PDMの修正は特に行わないとの方針を設定した。現地調査でPDMや指標をじっくり議論するだけの日程がとれないことも考慮した結果である³。

(3) 合同評価

R/D およびモニタリング・評価計画に基づき、中間評価はブラジル側との合同評価として実施された。ただし、ブラジル側評価チームの参加は日数が限られたため、情報収集と整理・分析および合同中間評価報告書のドラフト作成は日本側チーム（運営指導調査団）が中心になって行い、その上にたってブラジル側評価チームと合同評価ミーティングで意見交換を行って報告書を詰めるという形となった。

ミニッツ署名の直前になってブラジル側から、ブラジル側の科学者が評価作業に十分参加していないことについて問題視する声が出された。MCTはプロジェクトの科学技術的な評価を重視しており、ブラジル側科学者が実質的に参加しなかった今回の評価は日本側だけで行ったものであり合同評価とは言えないのではないかと、との指摘であった。

ブラジル側から科学者が十分参加できなかったのは、主にブラジル側内部の連絡・調整が不十分だったことに起因していたことから、最終的には合同評価であるとの認識の一致を見たが、終了時評価ではこのような問題が起きないように、十分注意すべきである⁴。

(4) 評価の作業手順

評価作業は、以下のような手順で実施した。

現地調査出発前 専門家、主任カウンターパート、および INPA 所長に対する質問票を作成し

³ 現地調査で評価手法の説明を行った際、研究成果の質や有用性をどのように評価すべきかという問題提起を行い、プロジェクト関係者の意見を求めたところ、以下のような指摘があった。終了時評価の手法を検討する際には、ぜひ参考にしてもらいたい。

- ・ 研究論文の質を評価するのであれば、いくつかの標準的な評価基準が存在するはずなので、それを用いることができる。（あくまでも研究論文としての質の評価であり、有用性の評価でないことに注意）
- ・ 審査を経て学術誌に掲載された論文は、上記の評価基準を満足させているはずであり、一定の水準にあると言える。
- ・ 研究成果の有用性を測るためには、その研究成果を誰がどのように利用したかを見ればよい。

⁴ 「運営指導」の側面が強い中間評価に比べ、終了時評価ではより科学的な側面が重要となる。終了時評価を準備するにはブラジル側と十分な連絡・調整を行い、ブラジル側が適切な科学者あるいは研究者を評価メンバーとして選出できるように注意する必要がある。

(付属資料 6)、予め送付・回収した。2 名の帰国長期専門家からも回答を得た。ただし、INPA 所長からは、質問の一部にしか回答が得られなかった。

- 初日 (6 月 5 日) プロジェクト・チーム全員に集ってもらい、2 時間ほどで評価手法の説明とスケジュール確認を行った。その後、日本人専門家からヒアリングを行った。
- 2 日目 (6 月 6 日) 一日かけて、プロジェクトマネージャー (研究分野 3 の主任カウンターパートを兼務) およびカウンターパートから、分野別にヒアリングを行った。時間の関係上、二手に分かれてヒアリングを行った。
- 3 日目 (6 月 7 日) 二手に分かれ、研究分野 2 (天然林の動態) の試験地の視察および研究成果のプレゼンテーション、マナウス市内の関係機関 3 ヶ所⁵からのヒアリングを行った。
- 4 日目 (6 月 8 日) 研究分野 5 (立地適応性) の試験地の視察を行った。
- 5 日目 (6 月 9 日) 日本側評価チーム内で議論の上、合同中間評価報告書のドラフトを作成した。
- 6 日目 (6 月 10 日) 半日程度かけてドラフト報告書をブラジル側評価チームに説明し、その内容について議論を行なった。
- 7 日目 (6 月 11 日) 1 日かけて、ブラジル側評価チームと報告書の内容を詰めるための議論を行った。
- 8 日目 (6 月 12 日) 合同調整委員会において、合同中間評価報告書の署名を行った。

⁵ アマゾナス州ブラジル環境再生天然資源院 (IBAMA)、西部アマゾン農牧業研究公社 (EMBRAPA)、アマゾナス州農牧業研究院 (IDAM)

3 - 2 計画達成度

(1) 投入実績

日本側の投入実績

(ア) 専門家派遣

合計 7 名の長期専門家（派遣分野：チーフ・アドバイザー、業務調整、森林型の分布様式、天然林の動態 / 立地適応性）、及び合計 11 名の短期専門家が派遣された（派遣分野：森林系の分布様式、天然林の動態、立地特性、立地適応性、PCM 手法）。

(イ) 機材供与

中間評価時まで、約 1 億 500 万円相当の機材（本邦調達 32,097 千円、現地調達 72,343 千円）が供与された。主として立地特性分野と種子の生理生態分野の研究室機材が供与された。

(ウ) カウンターパート研修

6 名のカウンターパートが日本で研修を受けた（研修分野：天然林の動態、立地特性、立地適応性）。

(エ) ローカルコスト負担

一般現地業務費 17,258 千円、造林対策費（施設等整備費）16,642 千円が提供された。

ブラジル側の投入実績

(ア) カウンターパート配置

延べ 27 名のカウンターパートが配置された。また、技術者、ドライバー、秘書などの補助要員が配置された。

(イ) プロジェクト運営予算

1998～2000 年に、合計 R \$ 31 万（約 1800 万円相当）の予算が配分された。

(ウ) 土地・建物・施設

INPA 研究施設（V8、GISLAB）、INPA 試験林（ZF2）、荒廃地回復試験地（合計 15ha）が提供された。

(2) 活動実績

P0 に示された活動計画はほぼ順調に実施されている。活動項目別の具体的な実績および最終的な実績の見通しは、付属資料3 に示すとおりである。

(3) 成果の達成度

各研究分野における成果の達成状況については第4章に詳細を記述する。

(4) プロジェクト目標の達成度

PDM に示されたプロジェクト目標は「INPA において、アマゾン地域の森林保全と荒廃地回復を目的として、生物学および生態学的な知識が深められ、技術が改良される」である。合同中間評価報告書では、プロジェクト目標の達成度を以下のように記述している。

全体として本プロジェクトは順調に目的を達成しつつあり、各研究分野で重要な生物学的・生態学的知識が得られつつある。PDM で定められた指標の中間的な達成状況は表3 - 1 のとおりである。

研究資機材や試験林など研究の基盤設備はほぼ完了し、様々なデータの収集、蓄積、分析が進められている。これまでに学術論文が3篇、研究要旨が51篇、研究報告書が4篇、学位論文が5篇公表された。

表 3 - 1 各成果についての指標の中間達成状況 (2001年6月現在)

研究分野	マニュアル	データベース/データ収集	学術論文	試験林
1. 森林型の分布様式	(技術マニュアル1編を作成予定)	衛星画像と樹幹時系列画像の収集、植生地図の作成がほぼ終了(空中写真の収集が開始予定)。	2 要旨	-
2. 天然林の動態	-	トランゼクトでのデータ収集が予定された3回中2回終了。9haの方形試験区(quadrates)のセンサスが予定された2回中1回終了。	5 要旨 2 修士論文 1 研究報告書	9haの試験区 (さらに1ヶ所の試験区を設置予定)
3. 立地特性	-	研究室およびフィールドでのデータ収集がほぼ50%完了。	7 要旨 1 学士論文 3 研究報告書	-
4. 種子の生理生態	(7~10樹種について種子ハンドブックを作成予定)	種子の生理生態についてのデータ収集がほぼ50%完了。	2 学士論文 20 要旨 3 学術論文	-
5. 立地適応性	-	11樹種の成長特性についてのデータ収集が進められている。(さらに10~15樹種についてのデータ収集を予定)	17 要旨	試験林2ヶ所 (さらに試験林を設置予定)

3 - 3 評価4項目による評価

ここでは、中間評価で標準的に用いられる評価の4項目(目標達成度、効率性、計画の妥当性、自立発展性)に沿った評価結果を示す。各項目について、ブラジル側と合同で作成し署名された合同中間評価報告書(原文は英語)に記述した内容を枠内に示し、その下に補足的な解説、分析、備考などを付け加えた。

(1) 目標達成度

本プロジェクトは順調にプロジェクト目標を達成しつつある。各分野について、達成された中間的な成果、およびプロジェクト目標を効果的に達成するために必要な課題・努力を以下に要約する。

もし実施中および今後予定された研究活動が予定通り完了すれば、本プロジェクトは、アマゾンの森林保全と荒廃地回復のための技術開発に有用な多くの生物学的・生態学的情報をもたらすであろう。

このような目標を達成する過程において、本プロジェクトは研究能力強化の面でもまた重要な役割を果たしている。第一に、本プロジェクトが提供した資機材は INPA の研究能力増大を可能とした。第二に、本プロジェクトの実施により大学生や大学院生の研究活動への参加を増加できたことは、アマゾンの森林研究のための人材育成において重要な貢献である。

評価の方法論

研究プロジェクトという性格上、本プロジェクトでは、プロジェクトの最終成果がひとつの事象、ひとつの数字に収斂しにくい形となっている。通常の PDM のロジックでは、プロジェクトの成果とプロジェクト目標は手段と目的の関係にある。しかし本プロジェクトにおいては、プロジェクト目標は、5つの研究分野から構成される成果の要約としての全体像を表す形となっている。すなわち、成果はプロジェクト目標の内容の分解（ブレイクダウン）である⁶。

さらに、プロジェクト目標の指標とされる「5つの分野における具体的な研究目標」や「アマゾン地域の森林保全と荒廃地回復に効果的な水準」が何を指すのか、PDM には必ずしも明示されていない⁷。前者については、P0 に示された「研究目標 (Targets)」を参考にして具体的な判断基準を得ることもできるが、後者については、何を以て「効果的な水準」とするのか、客観的な判断の基準を定めることは容易でない。

⁶ PCM 手法分野専門家報告書 (1999 年 3 月) P.8 より。ただし、短期専門家の帰国報告の際には第 1 ~ 4 分野の研究が第 5 分野に収斂するのではないかという議論があり、プロジェクト目標の再検討の必要性が指摘されている。その後、再検討は行われていない。この点については「(4) 計画の妥当性」で詳述する。

⁷ PDM の記述によると、成果の指標であるマニュアル、データベース、論文、試験林などが「具体的な研究目標」であると解釈される。しかし、マニュアル、データベース、論文、試験林などは、プロジェクト目標である「深められた知識と改良された技術」の形式あるいは形態であり、内容そのものではない。したがって、「深められた知識と改良された技術」の内容あるいは「質」を判断すべき指標が求められ、それが「アマゾン地域の森林保全と荒廃地回復に効果的な水準で」という文言で表現されていると見ることができ、このままでは具体的な判断基準とはなっていない。

以上を考慮して、中間評価における目標達成度の評価においては、主に以下の3点に着目することにした⁸。

各研究分野（成果）の指標達成状況（表3 - 1）。

各研究分野においてP0に示された活動が予定通り研究目標を達成しつつあるかどうか。

各分野で達成された（および達成される見込みの）研究成果は、何のために必要とされるのか。どのような新しい知識、技術が得られるのか。どのように「アマゾン地域の森林保全と荒廃地回復」に役立つのか（研究の位置付けと意義、有用性の確認）。

全体としての評価

各研究分野の活動がほぼ順調に実施され所期の成果を生み出していること、各分野の研究成果について、その位置付けと一定の意義、有用性が確認されたことから、全体としては「順調にプロジェクト目標を達成しつつある」という評価となった。方法論的にやや客観性を欠くとはいえ、プロジェクト参加者、評価者およびその他の関係者は本プロジェクトのこれまでの成果について共通してこのような印象を持つことから、これは妥当な評価結果であると考えられる。

副次的な効果：研究能力増強と人材育成

さらに、プロジェクト目標には含まれていないが重要な副次効果として、資機材供与によるINPAの研究能力増強と大学生・大学院生の教育を通じた人材育成への貢献を取り上げた。特にアマゾン地域の研究者の養成はMCTの重要な政策目標でもあることから、本プロジェクトの貢献をここに明記しておくべきであると考えられる。

研究分野別の評価

各研究分野の目標達成度については、これまでの研究成果の総括、研究の位置付け、意義、有用性、プロジェクト後半で効果的に目標を達成できるための課題あるいは留意事項、の三つの観点から、以下のように取りまとめた。

⁸ このうち と は事実に基づく客観的評価が可能である。しかし、については主観的、定性的な評価となり、方法論的な厳密さにやや欠ける面がある。さらに、基礎研究の側面が強い本プロジェクトにおいては、将来的な有用性を中間評価の時点で判断することに相当の無理があることに注意しておく必要がある。

研究分野 1：森林形態の分布

植生を分類し地図化するためのリモートセンシング技術を改良するため、新たなアルゴリズムを用いた手法が採用され、マナウス周辺地域の詳細な植生分類図が作成された。採用された手法は、リモートセンシングによる森林荒廃地の探知技術を大きく進歩させる可能性を持つ。作成された植生分布図は、プロジェクト初期の重要な成果のひとつとして、ブラジルにおいて本プロジェクトの知名度を高めるために要な役割をも果たした。ブラジルへの技術移転を進めるとの観点から、技術のさらなる改良、技術マニュアルの完成、およびブラジル側の人材増強が必要である。

研究分野 2：天然林の動態

天然林の構造と動態を明らかにするために、一次林の長期的なモニタリングのための試験区が設定された。試験区からは、在来種の生態学的特性についてのデータが蓄積されつつある。持続的な森林管理や在来種を用いた荒廃地回復のための戦略を決定するためには、このような情報が不可欠である。有用な情報を得るためには、他の研究分野との統合の強化、および、さらなるデータの蓄積、加工、分析が必要である。

研究分野 3：立地特性

各種の植生における土壌の物理的・化学的特性についてのデータ収集はほぼ 50% 終了し、天然林の土壌特性との比較分析が進められている。このような分析は、様々な樹種の立地適応性を決定するために用いる立地区分の方法を確立するために不可欠であるとともに、荒廃地の土壌管理技術を開発するための基礎情報ともなる。プロジェクト終了までに有効な成果を得るためには、適切な人数の研究者を確保すること、および研究資機材の適切な維持管理が必要である。

研究分野 4：種子の生理生態

適切な種子取り扱い技法を開発することを目的に、産業的に重要であることが知られている約 150 樹種のなかから 60 の在来樹種について、種子の生理生態についてのデータ収集が続けられている。3 樹種については学术论文で情報が公開された。このような情報は、大規模な苗木生産のために種子を収集、貯蔵し、発芽させる際に不可欠なものであり、ひいては、造林が可能な在来樹種数の増加を可能とする。種子採取に継続的な努力を払うことにより研究材料（種子）が確保できれば、データ収集が予定通りに進み、このコンポーネントは十分な成果を挙げることができるであろう。

研究分野 5：立地適応性

8 樹種を対象に、様々な環境要因に対する苗木成長の反応について試験が進められている。また、11 樹種について、混植を含む植栽手法および土壌改良手法の違いによる成長特性の試験が行われている。これらの試験の結果は在来樹種の適切な苗木生産技術を見出しアマゾンの荒廃地に適した植林システムを開発するために有用である。プロジェクトの残り期間に予定されている追加的な植林試験を実施するためには、資機材の維持管理を適切に行い、試験林を設置・維持管理するために必要なフィールド要員数を確保することが求められる。

(2) 効率性

全体として、本プロジェクトは予定通り円滑に進捗してきた。いくつかの制約条件や弱点がみられるものの、本プロジェクトは効率的に実施されてきたと言える。

研究者の配置

日本側、ブラジル側が配置した研究者は、ともに十分な学術的背景と専門知識を持っている。さらに、大学生・大学院生を本プロジェクトにおける研究活動に参加させることにより、5つの研究分野の大半では、十分な人数の研究者が配置された。

その点、研究分野 1（森林型の分布様式）はいくつかの制約があった。INPA はプロジェクト開始早々に二人の技術者を採用したものの、この分野における追加的な研究者を確保することはできなかった。配置されていた主任カウンターパート研究者は、健康上の理由により、継続的にプロジェクトの研究活動に参加することができなかった。日本側からこの分野に派遣された長期専門家は、2年間の任期のうち最初の 1 年間の多くの時間を研究機材の修理と調整に費やし、技術マニュアルを作成することなく帰国しなければならなかった。その結果、ブラジル側への技術移転はほとんど実施されていない。今後、短期専門家の追加的な派遣と日本でのカウンターパート研修により技術移転が行われる予定である。

日本側の長期専門家、ブラジル側の主任カウンターパート研究者（各分野 1 名）は共に博士レベルのものが多く、経験・知識ともに豊富で、十分な能力を備えている。ブラジル側は、適切な人数の研究者を確保する努力の一環として、様々な財源を活用して大勢の大学生・大学院生を本プロジェクトに参加させてきた。その結果、研究分野 1（森林型の分布様式）を除く 4 分野では、ブラジル側の人員配置に大きな問題は生じていない。

研究分野 1（森林型の分布様式）の制約については、上記に加え、以下の点を指摘できる。

効率的に技術移転を受けることができる研究者はこの分野の専門家である必要があるが、そのような専門家を雇用するためには多額の報酬を用意する必要がある。特に、生活環境の劣るマナウスにおいてはより高い報酬が求められ、これを INPA が用意することは簡単でない。

人間関係を含むいくつかの理由により、この研究分野では主任カウンターパート以外の研究者が定着しなかった経緯がある。

カウンターパート研修

ほとんどのカウンターパート研修は非常に効果的であり、その成果は本プロジェクトの研究活動に良く活用されている。

プロジェクト前半には 6 名がカウンターパート研修を受けた。質問票への回答を見るかぎり、研修生はこれを高く評価している。一方、日本側の長期派遣専門家からは、一部の研修生から期間が短すぎたとの声が出ていたこと、研修後数ヶ月で遠方に国内留学してプロジェクトを離れた例があることなどが報告された。全体としては、効率的に実施され十分な効果を上げたと判断できる。

資機材

主に研究分野 1、3、4 について、重要な資機材が供与され、研究活動に良く活用されている。資機材の内容、品質、数量は概ね適切だったが、仕様決定の遅れや通関手続きなどのために、一部の機材はタイムリーに到着しなかった。

電源の不安定、高温多湿な環境、水質の悪さに加え、マナウスにおいてはメーカーなどによる技術サービスを利用しづらくスペア・パーツの入手も困難なことから、ほとんどの研究室機材は維持管理上の問題に悩まされてきた。このため、資機材の修理のために多くの時間と費用をかけざるを得なかった。電源の問題は、ノー・ブレイク設置によりある程度改善されたが、まもなく設置される発電機により、ほぼ解消される見込みである。しかしながら、適切な措置が講じられない限り、資機材の維持管理問題は、研究活動にとって今後も大きな障害となるであろう。日本側が技術的な助言やメンテナンス・サービスについての情報を提供すれば、ブラジル側による研究室機材の維持管理が促進されるであろう。

研究分野 2、5 については、試験林が設置された。荒廃地における試験林のための適切な土地を見つけるのに長時間を要した。第 1 フェーズで設置された苗畑が拡張された。

研究室機材の維持管理問題

電源の安定化により大幅な解決が期待されるものの、研究室機材の維持管理は、今後も本プロジェクトの効率性に大きな影響を与える恐れのある問題のひとつである。

長期専門家からは、「日本製の機器の大半は、電圧、電流の変動への対策が十分でないようで、故障しやすい」「マナウスのような陸の孤島では、故障しても修理できるところがない」「故障した機器を現地で修理することに限界を感じる」「INPA が真剣にローカルコストの確保を考えないと、プロジェクトが終わったらしばらくの間に維持管理できなくなる可能性が大きい」などの指摘があった。

カウンターパートからは、一部の機器について詳細な英文マニュアルが完備していなかったとの報告があったほか、メーカーとのコミュニケーションを助けてもらいたい（日本人が連絡をとってくれた方が親身になって相談にのってもらえるため）、今後不足するスペアパーツなどを十分に提供して欲しい、などの要望が挙げられた。

予算

日本側による特別措置（造林プロジェクト推進対策費）は、苗畑や試験林の設置と運営に不可欠な予算を提供した。

ブラジル側はカウンターパート予算の増額に努力を払ってきた。しかし、MCT から配分された予算が年度の早い時期に利用できていれば、より良く活用することができたであろう。

MCT による予算配分の問題

MCT は予算の確保に一定の努力を払ってきたと見られる。しかし、MCT からの予算配分には二つの問題があった。ひとつは、実際に予算が利用可能となるタイミングの遅れである。たとえ十分な金額が約束されていても、実際に利用可能となるのは年度の後半まで遅れ、短期間では予算を有効に活用することができなかった。二つ目は、本プロジェクトへの予算配分について MCT と INPA の間に文書化された合意がなく、実際に予算が配分されるかどうか不確実であったことである。このような状態では、研究活動を計画的に進めることは難しく、その結果、活動の効率性が低下した。

この問題は、中間評価の機会に INPA と MCT との間で再認識されたと考えられるが、今後ブラジル側の予算配分・執行体制にどのような改善が見られるのか、十分注意を払う必要がある。

プロジェクト運営と共同作業

プロジェクト運営は、管理面あるいはオペレーションの面では良かったが、技術的側面ではやや弱かった。

月例会議は、管理上あるいは手続き上の諸問題について意思決定する場として良く機能した。しかし、科学的なデータや情報をプロジェクト全体で共有し、研究活動全体の統合を図ることができるような機会は少なかった。本プロジェクトの5つの研究分野間で、より密接な統合を図ることが必要である。

チームワーク強化と研究活動統合の重要性

これまでの活動では科学的側面でのチームワークと研究活動の統合は、全体としては必ずしも十分ではなく、その改善を通じて本プロジェクトの効率性をさらに向上させることが必要と考えられた。

これまでも日常の個人ベースでの研究者間の科学的情報の交換や分野間での連携が図られてきているが、チーム全体で情報や意見を交換するための効率的な仕組みができておらず、プロジェクトとしての組織的な科学的データ・情報の共有化と、それによる各分野のより効率的な研究推進ならびに統合は、未だ不十分なレベルの止まっていると判断された⁹。

その背景には本プロジェクトの対象範囲が広範で、しかも基礎的な研究が必要とされるため、5年間という限られた期間のなかでは個別具体的な事象への統合をはかりにくいこと¹⁰、プロジェクト初期は資機材や施設の整備に比重が置かれた分野もあったことが指摘できる。また、一部にチームワークに対して消極的なブラジル側研究者がいることや、日本側とブラジル側の相互理解が不十分であったことなどが影響している。

得られた情報や研究成果を共有し異分野間で相互に活用することにより、限られた期間に最大の成果を挙げることが必要である。

日本人専門家とカウンターパート研究者は、本中間評価を通じ、科学的知見の統合を一層進めることの必要性を再認識した。具体的な対応は今後、プロジェクト内で検討することになるが、例えば定期的な技術会議をより効果的に行うこと、本プロジェクトの最終的な研究成果をひとつの出版物に取りまとめること、などのアイデアが出されている。

⁹ ここでいう統合とは、各分野の研究結果を互いに活用しつつ研究を進めること、および、研究結果を体系的に整理して取りまとめることを意味する。

¹⁰ この点については「計画の妥当性」の節でさらに説明する。

その他

フィールドの作業要員の人数が十分でないため、樹種によっては、試験を行うために必要な数の種子を集めることができない。

フィールド作業要員の不足

研究分野4（種子の生理生態）および研究分野5（立地適応性）の各種試験を行うためには、適切な数量の種子を確保する必要がある。しかし天然林からの種子採取は、樹木の密度が低い、開花や結実の時期が必ずしもはっきりしない、など様々な制約があり、多くの労力を要する作業である。このため、この両分野の研究を行ううえで作業要員の人数が大きな制約となり、試験対象樹種の数が増えるなど、活動の効率性に影響を及ぼすことが懸念される。今後、MCT および INPA がフィールド作業要員確保のために、予算配分を含む、適切な措置をとることが必要であり、その動向に注意を払う必要がある。

(3) 計画の妥当性

上位目標・プロジェクト目標の妥当性

アマゾンの熱帯降雨林の保全と回復はブラジル政府の最優先課題のひとつである。森林資源が減少しつづけてきたことに対し、ブラジル政府は一連の政策を講じてきた。森林資源の持続的な利用（大統領令 1282 号、1994 年）、森林伐採のための供託金および植林義務（Brazilian Forest Code 第 20・21 条）、荒廃地回復事業への低利融資（Brazilian Forest Code 第 19・20・21 条、IN001/MMA/96）などである。

このような政策とあいまって、実用的な植林技術の開発、なかでもアマゾン地域の経済樹種の植林技術の開発に対するニーズは高まりつつある。

このように、上位目標およびプロジェクト目標は十分妥当であり、本プロジェクトは引き続き高い必要性と重要性を保っている。

実用的な植林技術へのニーズの高まり

ブラジル政府は一連の政策によりアマゾン熱帯降雨林の保全と回復に取り組んできた。上記の諸政策のほかにも、2000年4月に「国家森林計画（Programa Nacional de Floresta: PNF、法令 No.3420）」を打ち出すなど、生態系の保護を可能とする森林の持続的な開発を奨励している¹¹。

本調査のなかでブラジル政府の関連政策全体の動向をレビューすることはできなかったが、マナウスにおけるの関連機関（アマゾナス州ブラジル環境再生天然資源院：IBAMA、西部アマゾン農牧業研究公社：EMBRAPA、アマゾナス州農牧業研究院：IDAM）へのヒアリングを通じて、少なくともアマゾナス州においては実用的な植林技術に対するニーズがさらに高まりつつある現状が確認できた。

IBAMA 森林資源の利用を統括管理している IBAMA は、木材企業が植林義務を果たせるように必要な技術指導と監督を行う立場にある¹²。IBAMA マナウス事務所によると、これまで収奪的な林業が中心だったアマゾナス州においては、植林についての知識や技術の蓄積が全くと言ってよいほどない。大学や各種研究機関に問い合わせせてみても、植林に関する実用的なノウハウは体系化されていなかった。このため、IBAMA は実際に行われつつある植林をモニタリングしながら、手探りで植林のノウハウを蓄積しようと努力している。

EMBRAPA アマゾン地域においても植林の重要性が高まったため、EMBRAPA では 1991 年からユーカリの複数のクローンを中心とした外来樹種やアマゾンの在来種からなる 50 の経済樹種のスクリーニング試験を開始した¹³。その結果を踏まえ、1997 年からさらに対象を 25 樹種に絞り込んで、5 つの州にまたがる 15 ヶ所の植栽地で試験を実施している。

¹¹ この法令に基づき、2000～2003年のブラジル全土における施策に対して総予算 R\$ 2億7千万を配分する計画が、環境省により作成されている。全部で10項目の目的が定められているが、その中で本プロジェクトと関連が深いものとしては、地方の中小規模の所有地、特に収奪的な農牧業による荒廃地等において植林事業を計画的に展開すること、森林の環境機能（炭素固定、生物多様性と水資源の保全等）を評価すること、森林関係の組織、特に林業技術の開発と普及に関わる組織や制度の強化を図ることなどが目的とされている。（ブラジル国「バラ州荒廃地回復計画調査」プログ्रेसレポート、平成12年11月、2-7～2-8）

¹² Brazilian Forest Codeの規程に従い、天然林から木材を切り出す企業は、単位材木量あたり一定本数の植林を行わなければならない。植林に代えて供託金を支払う方法もあったが、IBAMA マナウス事務所によると、現在は専ら義務植林を条件に伐採許可を出しているとのことである。なお、植林は木材企業が自ら行う必要はなく、植林業者に委託することができる。現在、アマゾナス州には植林業者が3社存在する。

¹³ この調査は一部にオーストラリアの資金援助を得て行われた。

IDAM アマゾナス州では最近になって、企業や農家が行うアグロフォレストリーや植林事業に低利の融資を開始した。農牧業の実用技術を普及している IDAM はこの制度を技術面から支援する立場にあり、本プロジェクトのような基礎研究が、企業や農家が実際に活用できる実用的な技術につながることに大きな期待を寄せている。

在来樹種に焦点をあてる意義

PDM には明示されていないが、本プロジェクトの研究活動は専らアマゾンの在来樹種を対象としている。そして、実用的な植林技術の開発を指向する以上当然のことであるが、本プロジェクトは、在来樹種のなかでも 50～150 樹種あると言われる有用樹種を主なターゲットとしている。中間評価を通じてこの点が明確に確認された。

在来樹種を対象とすることは、本プロジェクトに大きな意義を与えている。一般に、在来樹種を用いた植林は外来樹種に比べて生態学的により健全である。世界の生物多様性を誇るアマゾンの森林資源を守るためにも、実用的な植林技術が存在する在来樹種の数が多ければ多いほど良いといえる。しかし、在来樹種の植林については知識と経験の蓄積が乏しいため、まずは、本プロジェクトに含まれるような広範な基礎研究をバックグラウンドにした取り組みが重要である。アマゾンの天然林に関する幅広い基礎研究を蓄積してきた INPA において本プロジェクトを実施することの意義もここにある。

プロジェクト・デザインの妥当性

ブラジルでは、外来樹種の植林には長い歴史があるものの、在来樹種の植林についてはほとんど経験がない。このため、在来樹種を用いた生態学的に健全な植林を行うための効果的な技術を開発するためには、まず一次林についての基本的な知識を蓄積しなければならない。

このような観点から、本プロジェクトはアマゾンの森林保全および荒廃地回復に不可欠な研究分野のほぼ全てを包括的にカバーしており、適切にデザインされていると言える。

研究プロジェクトとしての性格付け

本調査でヒアリングした関係者の一部から、本プロジェクトについて「何を狙っているのかわかりにくい」「成果が見えにくい」という指摘があった。これは、本プロジェクトが研究プロジェクトであり、しかも基礎研究を重視していることと関連していると考えられる。

本プロジェクトは、アマゾン地域における森林保全と荒廃地回復という現実問題に焦点をあてながらも、必ずしも、終了までに具体的な実用技術を示すことを目標としていない。アマゾ

ンの熱帯降雨林については分かっていないことが多く、幅広い分野における基礎研究の積み重ねとその体系化から始める必要があるからである。言わば、本プロジェクトは「実用技術を指向した包括的な基礎研究」である。

一般に、プロジェクトがより具体的で有用な成果を挙げるほど、援助国あるいは被援助国からのサポートが得やすい。この点、本プロジェクトはやや不利であると考えられる。そこで、本調査においては、本プロジェクトの意義とオリジナリティーをあらためて整理し、合同中間評価報告書の結論部分に明記した。

5つの研究分野の統合

本プロジェクトがカバーする研究分野は幅広く、必要な分野をほぼ全て網羅していると言える。5つの研究分野は、そのうち4つの分野の研究結果が、最終的には、第5の研究分野に収斂されるという関係にある。すなわち、森林系の分布様式、天然林の動態、種子の生理生態特性、土壌特性に関する幅広い研究結果が、荒廃地回復のための在来樹種による造林技術（立地適応性）を解明するために統合される、というのが本プロジェクトの基本的なコンセプトである¹⁴。

もっとも、このような統合は5年間という限られた期間で完了できるわけではない。例えば研究分野3、4、5のように、部分的には統合しやすい分野もあるが、全体として統合されるには、プロジェクト終了後も引き続いて研究活動を進める必要がある。

終了までに具体的な成果を示すためにも研究テーマをより明確に絞り込んだ方が良い、との考え方もある。しかし、本プロジェクトは「実用技術を指向した包括的な基礎研究」として出発したのであるから、5つの研究分野に対して包括的に協力することはむしろ適切であり、現在の協力範囲を大きく修正する必要性は認められない。その代わりに、将来的な統合を確かなものにするために、統合や体系化に向けての具体的な道筋を明らかにすること、および、プロジェクト終了後の自立発展性を高めておくことが極めて重要である。

いずれにせよ、残されたプロジェクト期間のなかで可能な限り研究の統合を進めることが望まれる。研究者間の情報共有を促進し、研究活動の統合を進めるとともに、研究結果の集大成と体系化に向けての努力を開始する必要がある。

¹⁴ このような形の統合は、主に日本側評価団や国内委員会のメンバーが共通して抱いているイメージである。プロジェクトの内部には、必ずしもこのような流れで統合されるとは限らないのではないが、との意見もあり、具体的な統合の道筋については、より詳細に検討を加えて行く必要があると考えられる。

(4) 自立発展性

技術/人材資源面

INPA の研究者はプロジェクト終了後も引き続き研究活動を継続し、発展させて行けるだけの十分な能力を持っていることから、ほとんどの研究分野において、技術面では高い自立発展性が期待できる。また、大学生・大学院生の研究への参加が継続されるならば、INPA の研究人材体制も強力なものにとどまるであろう。

研究分野 1 (森林型の分布様式) については、もしプロジェクト終了までに短期専門家とカウンターパート研修により技術移転が完了するならば、INPA は新たな技術を活用することが可能となろう。しかし、INPA が独自に技術開発を進められるようになるためには、この分野に高い資質を備えた研究者を追加的に配属する必要がある。

ほとんどの研究分野の主任カウンターパートは、独力で研究活動を継続、発展させていけるだけの資質と経験を備えていると見られる。

ただし、日本人専門家からは、研究分野 1 (森林型の分布様式) の主任カウンターパートは他のプロジェクトも担当しているため本プロジェクトの活動への参加が少なく、その代わりとなる研究者も配置されていないこと、また研究分野 5 (立地適応性) の主任カウンターパートにやや協調性と柔軟性に欠ける面があることなどから、この 2 分野についてプロジェクト終了後の技術的な自立発展性を心配する意見が出された。

研究分野 1 については上述のとおり、プロジェクト後半に短期専門家を派遣し、同分野の技術者を日本で長期研修することで、最低限の技術移転、すなわちプロジェクトが開発した技術を INPA が独力で森林研究のために使いこなせるようになる段階までの技術移転を行う予定である。さらに高度な技術移転、すなわち INPA が独力でさらなる技術の改良・開発をできるまでの技術移転は、十分な資質を備えた研究者を新たに配属しなければ難しい。優秀な研究者を雇用するには高い報酬を用意する必要があるが、これまでの経緯を考えると、INPA がこれを用意できる見込みはあまり高くないと言わざるを得ない。

研究分野 5 については、日本側とブラジル側が個別の技術的側面について、これまでそれぞれ独自に活動を進めてきた傾向が強かった。この分野の技術的な自立発展性を高めるためには、まず、共同作業を効率的に行うために双方が努力し、良い研究成果を上げる必要がある。そして、この分野が本プロジェクトにおける統合の最大の焦点であることから、今後はプロジェクトに参加する研究者全員がこの分野に関心を払い、十分なコミュニケーションを保ちながら様々な形でサポートして行くことが望ましい。

プロジェクト終了時までに研究分野 5 を中心として研究活動の統合が進み、研究結果が体系

的に整理され、なおかつ将来の実用技術開発に向けての研究目標や研究の手順、手法などが適確に提示されるようであれば、本プロジェクトの技術面での自立発展性は十分に確保されると考えられる。

財政面

INPA の研究活動の発展は、財源の利用可能性に大きく依存している。外部からの資金援助が継続的に得られれば、本プロジェクトの自立発展性も確保されるであろう。

これまでの MCT からの予算配分額は JICA の現地業務費支出額の半分に過ぎない。金額にして3年間で約 1800 万円であり、これは事前調査時（1998 年 4 月）に予想された金額の 3 分の 1 である。しかも、前述のように、予算が実際に利用可能となるタイミングは非常に遅かった。

今回の調査では INPA の研究予算の全体像を把握することはできなかったが、研究費の大部分は国際／国内研究協力による外部からの資金援助で賄われていると見られる¹⁵。

従って、本プロジェクトが終了した後に INPA が研究を継続するとしても、MCT からの予算配分に多くを期待することはできない。本プロジェクトの財政面の自立発展性は、外部からの資金援助が得られるかどうか大きく依存する。

現時点では、将来 INPA が本プロジェクトの研究活動を継続するために外部からの資金援助を得られるかどうかについて、その可能性を判断することは難しい。資金援助を得られる可能性を高めるためには、多くの卓越した研究成果を生産することによって INPA の研究能力の高さを実証的に示すことが何よりも重要であり、またより具体的で有用な研究成果を多くあげ、それを分かりやすく関係者に普及・広報する努力が求められる。

組織制度面

長い歴史を持つ INPA は科学技術上の確固たる地位を築いており、アマゾンの熱帯降雨林についての指導的な研究機関として、組織制度面の高い自立発展性が期待される。一方、本プロジェクトに関する限り、科学的情報はほとんど他機関と共有されていないように見受けられる。そのような情報交換は専ら研究者個人のレベルで行われており、組織間レベルのものにはなっていない。

¹⁵ 「ブラジル・アマゾン森林研究計画：事前調査団／長期調査員報告書」（1995 年 2 月）および「ブラジル・アマゾン森林研究計画：フェーズ 2 事前調査団報告書」（1998 年 9 月）による。

他機関との連携強化の必要性

INPA はアマゾン熱帯降雨林の指導的な研究機関として確固たる学術上の地位を築いているが、他の機関との連携という点では、やや弱い面が見られる。

自立発展性の観点からは、今後は他機関との連携強化が望まれる。その主な理由は、既存の研究成果を活用することにより研究活動を効率的に進められること、実用技術の開発と普及を効果的に行うためには、科学技術的研究の範囲を超えた取り組みが必要になること、の二点である¹⁶。

既存研究成果の活用

研究を効率的に行うためには、既存研究の成果を十分に活用することが重要であり、他機関による研究とその成果につき、組織的に情報収集を行うことが必要である。

しかし、本プロジェクトでのこの種の組織的な情報収集は必ずしも充分ではなく、個人ベースで入手した情報も、プロジェクト内で広く共有されてこなかった面がある。前述の EMBRAPA によるスクリーニング試験に関する情報が必ずしもプロジェクト全体で共有されていなかったのがその一例である¹⁷。

本プロジェクト後半および終了後において、効率的に良い研究成果を上げてゆくためには、他機関からの情報収集を組織的に行い、プロジェクト内および他機関との間で十分に情報を共有することが重要である。

実用化と普及に向けた取り組み

本プロジェクトは包括的な基礎研究として出発したが、将来的には、幅広い分野の基礎研究の成果を体系化して、なるべく多くの在来樹種について実用的な植林技術を提供することを目指している。そして、PDM の上位目標にも明記されているように、いずれは開発された技術が普及し、実際の森林保全や荒廃地回復に活用されることが期待されている。

本プロジェクトの成果を土台に実用技術の開発や普及へと進んで行くためには、科学技術的な研究だけでは不十分である。社会経済、政策、法制度などの分野も視野に入れて、行政や生産者のニーズに適確に対応し、実用性の高い技術を開発したうえで、それを効率的に普及できる仕組みを作って行かなければならない。

そのような活動を INPA だけで行うことは難しい。行政や生産の現場により近いところで活

¹⁶ 前者は主に「効率性」と「自立発展性」に、後者は主に「自立発展性」に関連したイシューであるが、便宜上、ここでまとめて記述する。なお、「効果（インパクト）」の観点からも、研究成果を広く普及するために他機関との連携強化が望ましい。

¹⁷ この試験の存在につき、一部のブラジル側の研究者は承知していたとみられるが、日本人専門家とでこの研究について議論されたことはなかった。

動し、専ら実用的な技術開発と普及を行っている他の機関の協力が不可欠である。あるいは、INPA は基礎研究の成果を提供する役割に徹して、将来は、実用技術開発の中心的な役割はどのような他機関にゆずるという考え方もある。いずれにせよ、本プロジェクトが将来的な実用化と普及を目指している以上、INPA がそのような他機関との連携を強化することが自立発展性を高めることにつながる。

4 各分野の成果の達成状況

4 - 1 分野 1：森林型の分布様式

この分野は、リモートセンシング技術を用い、アマゾンの森林および荒廃地の類型化とマッピングを行うことを目的としている。なお、リモセン用の基礎的なハードウェアとソフトウェアはフェーズ 2 の初期に揃っている。

マナウス地域における森林と荒廃地の分類については、ランドサット TM および JERS-1 の衛星画像を用い、さらに最近のアルゴリズムを取り入れることにより従来よりも詳細な分布図が作成された。これにより 1987 年から 1996 年にかけて、森林の減少、荒廃地の拡大する様子が明らかになった。また、地形による太陽光の照射の違いによるランドサット TM データの乱れを取り除くため、マルチスペクトルデータに主成分分析を適用して補正を試みた結果、マナウス周辺における地形の輪郭の影響を取り除くことに効果的であった。また、樹冠の長期観測画像を 2 年間にわたり連続して記録し、樹冠の可視的な経時変化を示す画像のデータベースが作成されつつある。

「マナウス地域における森林と荒廃地の分類とその変化」、ならびに「画像スペクトルにおける地形の輪郭の影響除去法」に関する成果が、2000 年 9 月に開催された本プロジェクトの中間ワークショップにおいて発表され、要旨が印刷されている。

4 - 2 分野 2：天然林の動態

この分野は、アマゾンの熱帯降雨林の形成過程を理解するために天然林の構造と動態を明らかにすることを目的としている。ここで得られる基礎的な情報は、森林の持続的管理および荒廃地回復のための戦略決定に必要不可欠なものである。

【東西・南北のトランセクト】

フェーズ 1 では、INPA の試験林 (ZF-2) の典型的な地形 (台地、斜面、谷地) を横断する東西、南北方向の二本のトランセクト (20 x 2500 m) が設定され、直径 10cm 以上の林木の直径が測定された。フェーズ 2 では、このトランセクトにランダムに 52 のサブプロットが設置され、稚幼樹を含む直径 10cm 以下の林木も測定され台地 - 斜面 - 谷地の地形傾度に伴う木本種の組成のちがいが明らかにされた。また、両トランセクトの毎木調査 (直径 10 cm 以上) が 1996 年 (フェーズ 1) と 2000 年 (フェーズ 2) に行われ、この期間における林木の死亡本数と新たに直径が 10cm 以上に達する本数 (新界率) がほぼ等しいこと、バイオマス量に変化が見られないことが明らかになった。さらに、林木の直径成長の季節パターンが金属バンドのデンドロメータを用いて評価された。

【9 ha 方形試験区】

主要樹種の分散構造、ギャップ分布等林分の空間構造を明らかにするために、9 ha (300 m x 300 m) の方形区が台地上に設置された。現時点では、直径 10cm 以上の林木ならびにヤシ類、ツル類の位

置、直径等が調査されている。天然林における林木の分散構造はその樹種の更新特性（ギャップ依存更新、集中分布型更新、ランダム分布型更新等）を反映するものであり、更新の動態とともに天然林の保全、荒廃地の回復に必要な情報である。なお、方形区の設定を予定していた場所に予告なく道が切り開かれたため、当初の計画から作業が半年近く遅れているが今年末には追いつく。

この分野の成果としては、トランセクト、方形区それぞれの毎木調査のデータセット作成、林木の死亡率と新界率、および幹の生長パターンに関する研究についての二つの修士論文が出ている他、本プロジェクトの中間ワークショップにおいて、トランセクトに関する研究成果が5題発表され、それぞれ要旨が印刷されている。また、国際研究集会で2つのポスター発表がなされている。

4 - 3 分野3：立地特性

本分野は、天然林ならびに荒廃地の立地区分ならびに土壌管理手法の開発を行うための基盤を整備するため、天然林、荒廃地、荒廃地の植林地の土壌の物理・化学的特性や土壌気候の比較・解明、在来樹種の養分特性の解明、天然林の樹種分布と立地特性の関係解明、ならびに荒廃地植林木の成長と立地特性の解明を目的としている。植生条件、地域、地形などを異にする条件下での土壌の化学的、物理的な特性を比較・解明するための研究が開始されており、天然林、二次林、農牧跡の荒廃地、新旧造林地が対象として取り上げられている。天然林については ZF-2 地域に設けられた2本のトランセクト・プロットを中心に土壌調査と試料採取が行われ、二次林を含む荒廃地と荒廃地を対象とした造林地に関しては、本プロジェクトのフェーズ1で設けられ Presidente Figueiredo-Serraria 試験地、ならびに現フェーズ2で新たに追加設定された Presidente Figueiredo-Santa Claudia および Efigenio de Sales（以下 CAMES）の各試験地の計3箇所を対象として現地調査と試料採取が行われている。本研究課題では、それぞれの荒廃地の土壌の物理・化学的性からみた特徴を明らかにし、植栽樹種の立地適応性を解析するための基本情報を提供すると共に、荒廃地造林が土壌の物理・化学的に及ぼす影響、さらには地拵え時の機械耕耘や木炭施用などの効果を明らかにすることを目的として、多数の土壌試料の分析が現在進行中である。また造林に伴うより長期的な土壌回復過程を知る目的で在来樹種3種の20年生造林地と隣接する天然林の土壌化学性の比較検討も進められている。

一方で、土壌の水分や温度など物理環境についての情報も蓄積が進められつつあり、上記 ZF-2 の天然林調査地では台地と低地における土壌水分環境の違いが明瞭に示され、さらに二カ所の試験造林地において荒廃地と造林地における土壌水分環境と耕耘や木炭施用など地拵えの影響を知るためのモニタリングが行われている。

天然林土壌の物理・化学特性については、すでに多量のデータ蓄積が系統的に行われ、ティラ・フィルムとよばれる台地から斜面を経てイガラペと呼ばれる低地に至る一連の地形連鎖にそった土壌の分布様式とその特性が明らかにされ、蓄積されたデータはデータベースとしてまとめられている。また、在来樹種の養分特性を明らかにするため5樹種について器官別植物体試料の採取・調整が行わ

れ、主要ならびに微量養分元素の分析が進められつつある。

天然林から二次林、荒廃地、造林地への一連の変化に伴う、土壌の形態的、物理的、化学的变化に関する成果が中間ワークショップで発表され7編の要旨として公表されたほか、天然林の地形連鎖における土壌養分の分布様式や、ポット用土が苗木の生育に及ぼす影響、森林荒廃と復旧に伴う土壌変化などにつき卒業論文1編と報告3編が提出されている。

本研究分野で得られるデータ、知見は、天然林ならびに荒廃地の立地区分と土壌管理手法を開発するための極めて重要な基盤を提供するものであり、関連成果の学術論文への公表を促進することが極めて重要であるとの指摘を行った。

一方、所期の目標をプロジェクトの残された期間中に効率的に達成するためには、研究者数の補強、研究用機材が良好に維持管理されることが必要と判断された。

4 - 4 分野4：種子の生理生態

この分野はアマゾン地域の経済樹種を対象に種子の生理生態に関するスクリーニングを行うことを目的にしている。研究の内容は、自然下における種子の生態を始め、種子の管理に関すること全般（種子の採取から貯蔵に至る全プロセスを対象）についてである。

最も基礎的な種子/果実の生物測定と形態の記載については35種（目標60種）が実施された。また、28種（目標40種）についてブラジル農務省の定める標準条件下における種子の休眠と発芽率の検定が行われ、さらに11種については異なる温度条件下で発芽率の試験が行われた。

種子の貯蔵に関する特性は、15種（目標25種）について明らかにされた。これらの種子は大雑把に、可能な限り乾燥または冷蔵させて長期間貯蔵することができるタイプ（orthodox 種子）、非常に短命なタイプ（recalcitrant 種子。アマゾン地域の樹種は20 or 15 以下の低温に耐えることができない）とその中間型に分けることができる。数種の非 orthodox 種子については、乾燥と低温に対する耐性が調べられた。

荒廃地回復のための実地試験としては、攪乱の程度の異なる様々な場所で10種のタネの直播き試験が行われた。実生の発生は表土のむき出しになった裸地が最も良い結果であったが、*Caryocar villosum* や *Parkia multijuga* のような大型種子のものだけが十分な大きさの稚樹を成立させた。また、*Carapa guianensis* and *C. procera* の稚樹の成立に及ぼす種子サイズの影響を天然林、二次林、人工林の3カ所で調べた結果、発芽勢や稚樹の成立と種子のサイズにはとくに関係が認められなかった。

これらの試験の結果は、9つの研究集会で発表され20の要旨および2つの大学卒業論文（理学士）が印刷されているほか、温度と種皮の浸透性が種子の発芽に及ぼす影響に関する論文が3編（*Maquira sclerophylla*, *Hymenaea coubaril*, *Ceiba pentandra*）刊行されている。また、攪乱の程度の異なる場所への直播き試験の論文が受理されているほかに、*Carapa guianensis* と *C. procera* の

種子の取扱いに関する論文、*Clarisia racemosa* の種子の発芽に及ぼす異なる温度の影響に関する論文を投稿中である。

4 - 5 分野 5 : 立地適応性

本分野は、在来樹種の苗木生産技術を開発するため環境要因に対する苗木の応答機構を解明すると共に、多様な荒廃地に対応した樹種選定と造林技術を開発するため荒廃地に植栽された在来樹種苗木の生育特性を解明することを目的としている。

アマゾン熱帯雨林の在来樹種につき苗木の生産技術を新たに開発するための多くの試験研究が実施されており、*Aniba rosaeodora* 種子の発芽条件や *Ochroma lagopus* 種子の休眠を破る方法が明らかにされた他、*Cedrela odorata*、*Vouacapoua pallidior*、*Aniba rosaeodora*、*Ceiba oentandra*、*Enterolobium schomburgkii*、*Ochroma lagopus* 等の在来樹種の苗木生育に対する、ポット用土、施肥、庇陰、根切り、ポットサイズなどの影響を明らかにする試験が行われ、多くの重要な情報が蓄積されている。また *Aniba rosaeodora* については挿し木ならびに山引き苗による苗木生産の可能性についての検討が行われている。得られたデータはデータベースに蓄積されると共に、これらの苗木生産技術に関する成果は学術集会において 12 編の要旨の形で公表され、アマゾンの在来樹種の苗木生産技術の開発に貢献することが期待されている。

一方、本研究分野では、放棄放牧地である Presidente Figueiredo-Santa Claudia および放棄農耕地の CAMES に各 12ha、3ha の試験造林地が造成されたことにより、荒廃地に植栽された在来樹種の生育特性解明の基盤が整備されている。Presidente Figueiredo-Santa Claudia 試験地ではアマゾン熱帯雨林の極相種あるいは中間種である *Carapa guianensis*、*Swietenia macrophylla*、*Hymenaceae courbaril*、*Dipterix odorata*、*Cedrela odorata* の 5 樹種の植栽区に併せて、これらの樹種を先駆種である *Ochroma lagopus* と交互に植栽した混植試験区、さらには機械耕耘区と無耕耘区を設け、在来樹種の成長特性とそれに対する混植や機械耕耘の効果に関するデータの収集が開始されている。

また、CAMES 試験地では *Aniba rosaeodora*、*Swietenia macrophylla*、*Hymenaceae courbaril* の生育に対するマメ科肥料木の混植や木炭施用の効果を評価するための試験が行われている。また同試験地では荒廃草地から二次林林縁を経て二次林内にかけてライン状に植栽した *Aniba rosaeodora* の生育をモニターしており、弱光下で同樹種の生育が最も良好であることが明らかになりつつある。これらの植栽試験地ならびにフェーズ 1 で造成された Presidente Figueiredo-Serraria 試験地のモニタリングによって 11 樹種の成長データがデータベース上に蓄積されつつある。これら植栽木の生育特性に関する成果は 5 編の要旨として公表されており、在来樹種の造林技術開発に多大の貢献が期待される。しかし一方、アマゾン全体で 5000 種以上、経済樹種だけでも 50~150 種にもものぼるとされる在来樹種のうち、本プロジェクトの試験に導入された樹種数は 11 と未だ限定的であり、汎用性の高い造林技術の開発のためには、プロジェクトの残り期間中にできるだけ多くの樹種（現実的には 10

～15種程度)の植栽試験を行うことが必要との指摘を行った。また「研究プロジェクト」として、成果の学術雑誌への公表が必要な旨、強く提言した。

一方、残されたプロジェクト期間中に追加的な試験植栽を行い、所期の目標を達成するためには、苗木生産用の種子採取や試験造林地の造成・維持・管理を行うための人員を確保すると共に、機材の良好な維持が必要と判断された。

4 - 6 問題点とその対応策

各分野ともに PDM の目標に沿って課題を推進している。分野 4 以外については、目標そのものが数値目標になっていないので、それぞれの達成度を数量的に評価することは困難であるが、インタビュー等から得られた最終目標のイメージに対しては、現時点でそれぞれ概ね 50～60%あるいはそれ以上の地点にいると判断され、大きな研究推進上の問題点は認められなかった。

ただし、分野 1 の「森林の分布様式(リモセン分野)」に関しては、ブラジル側への技術移転が十分に行われなかったという問題がある。この要因としては、ブラジル側のカウンタパートの病気、人の入れ替わり、強い要求にも係わらず新規採用が実現しなかった等、ブラジル側の体制が不十分であったことが大きい。日本側においても長期専門家による森林・荒廃地の分類図作成のプロトコルを示した技術マニュアルが完成していないことがある。そのため、今後、分野 1 について短期専門家を派遣し、森林・荒廃地の分類図のさらなる改良と技術マニュアルの作成を行い、技術移転を図ることとした。また、平成 14 年度における研修生の受け入れも検討することとした。

5 プロジェクト運営上の留意点

(1) 準高級受け入れ研修

協議議事録伯側署名者である科学技術省アマゾン地域研究調整官イザベルカント女史は、本プロジェクトの担当官であり、かつ、先進国サミットが提唱した PPG7 などとの統合を担当するキーパーソンであることから、準高級研修員としてできる限り早く受け入れることが望ましい。

(2) 合同評価の運営

合同評価に臨む伯側の体制は不十分であり、事前の情報収集・ドラフト作成は主として日本側が行い、その上にたって伯側のチームと合同評価会合での意見交換をおこなって報告書を詰めるという形となった。伯側が十分な量的質的な専門家による対応ができなかったという問題は、署名時点で伯側の内部問題として露呈し、科学技術省としては内部評価のプロセスを追加的に実施する意向を示している。相手国側の機関同士の連絡不十分に端を発した問題ではあるが、今後の最終評価などの実施の際に繰り返されないように留意すべき事項である。

(3) プロジェクトの将来に関する伯側の意向

プロジェクト合同調整委員会の席上で、伯側責任者から第三期のプロジェクト実施についての意図表明があった。

また、科学技術省表敬時に担当次官から、次の通り発言があった。

「次のフェーズについて検討すべき時にきている。ジャカラングプロジェクト（本プロジェクトの愛称）は順調に成果を上げている。第三・第四のフェーズを検討すべき段階。

現在アマゾンについての研究プロジェクトが沢山あり、その中で、先進国サミットが提唱し世銀が実施機関になっている PPG7（ブラジル熱帯林保全パイロットプログラム）の研究プロジェクト、米国・EC・ブラジルが共同で行っている LBA 計画（アマゾン大規模生物圏・大気圏試験計画：地球規模の大気物質循環の中でのアマゾン地域の役割を解明する国際的な研究計画）、日本の JICA と森林総研が協力しているジャカラングプロジェクトが3つの主な柱である。これらを全体的に統合化しようと考えている。

アマゾンの人材育成が課題となっている。連邦政府としても人材育成の資金を重点的に北部に投入してゆく考えである。現在のプロジェクトは INPA がパートナーとなっているが、単なる延長拡大でなくその他の分野についても拡大したい。未知の分野について

挑戦的に協力してほしい。人材が乏しい。博士レベルの人材を急速に養成する必要がある。質の高い研究者を養成するという要素を取り入れてほしい。」