


113

マレーシア  
サラワク木材有効利用研究計画  
終了時評価報告書

平成11年1月  
(1999年1月)

JCA LIBRARY  
  
J1151453(6)

国際協力事業団  
林業水産開発協力部

113  
887  
FFC  
BRARY

林業  
99-001







マレーシア  
サラワク木材有効利用研究計画  
終了時評価報告書

平成11年1月  
(1999年1月)

国際協力事業団  
林業水産開発協力部



1151453(6)

## 序 文

国際協力事業団は、マレーシア政府の技術協力の要請を受け、サラワク木材有効利用研究計画を平成5年4月より計5年間にわたり実施してきました。

当事業団は、本協力の協力実績の把握や協力効果の測定を行うとともに、今後両国が取るべき措置を両国政府に勧告することを目的として、平成9年11月26日から12月6日まで、名古屋大学名誉教授 木方洋二 氏を団長とする評価調査団を現地に派遣しました。調査団は、マレーシア政府関係者と共同で本計画の評価を行うとともに、プロジェクト・サイトでの現地調査を実施し、成果の確認を行いました。そして帰国後の国内作業を経て、調査結果を本報告書に取りまとめました。

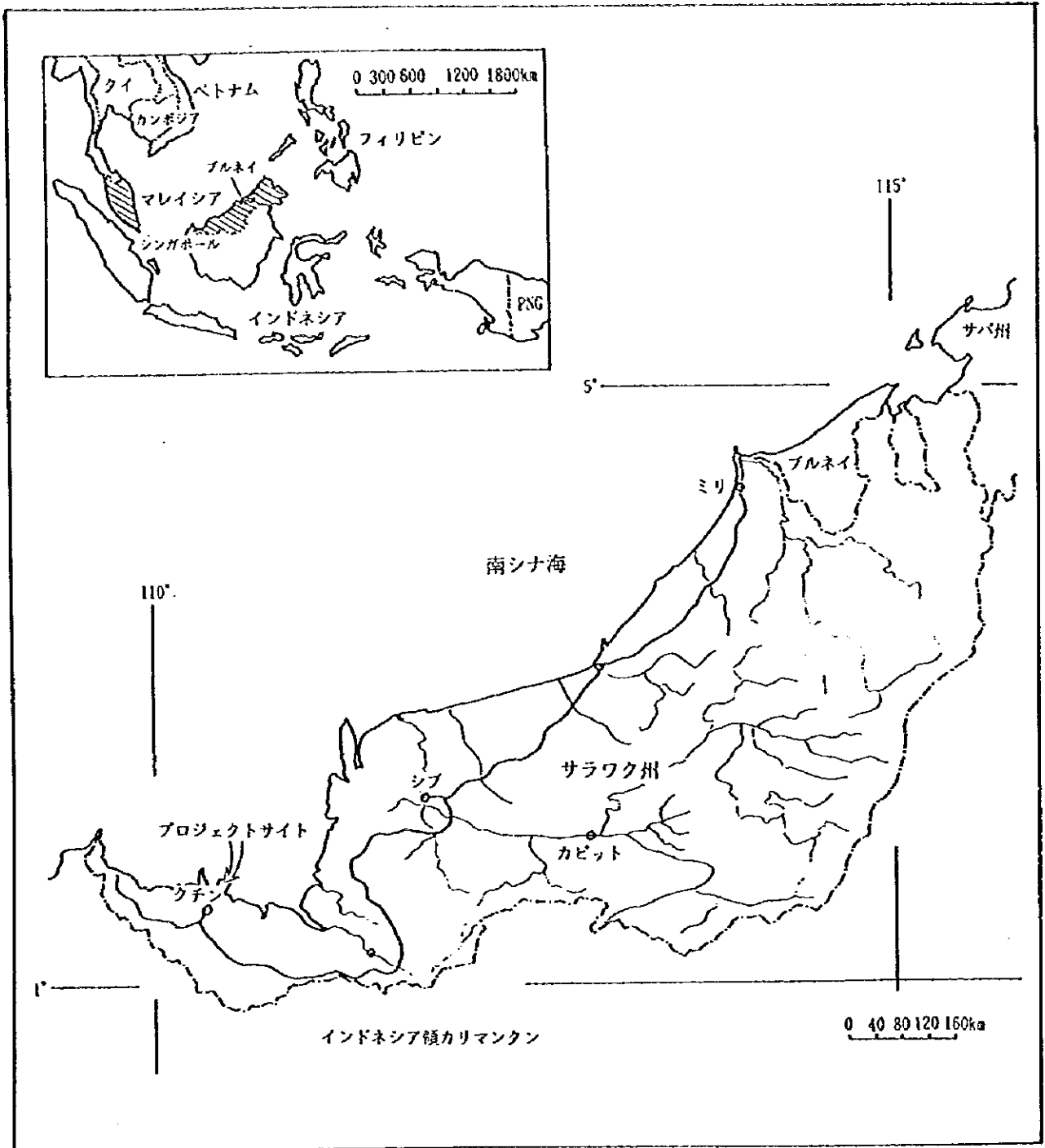
この報告書が今後の協力のさらなる発展のための指針となるとともに、本計画により達成された成果が同国の発展に資することを期待いたします。

終わりにこのプロジェクトの実施にご協力とご支援をくださった両国の関係者の皆様に、心から感謝の意を表します。

平成11年1月

国際協力事業団  
理事 亀若 誠

# プロジェクト位置図





両評価チームによる専門家へのインタビュー



合同委員会にて調査団より評価報告書の説明を行う



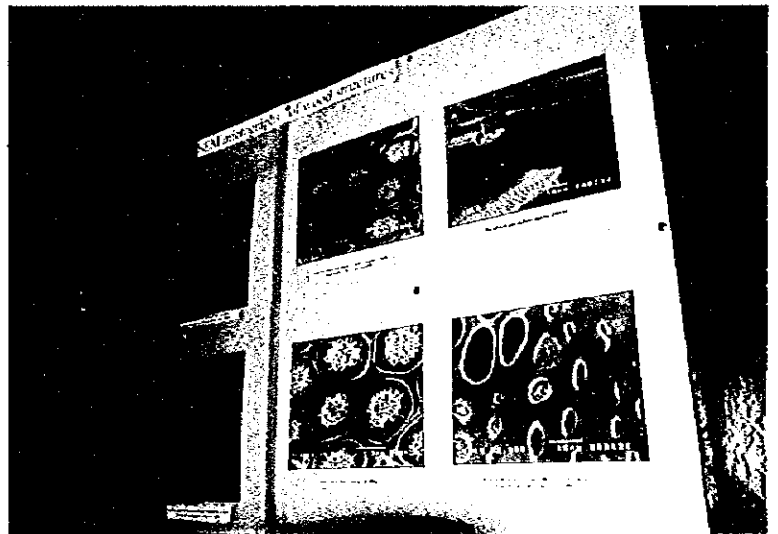
合同評価報告書へサインを行う  
Dr. Peter Kho (マレーシア側評価団長)  
木方団長 (日本側調査団長)



木材標本ライブラリー ▶



走査型電子顕微鏡による木材組織の識別 ▶



合板のJAS（日本農林規格）  
検査データ証明書 ▶



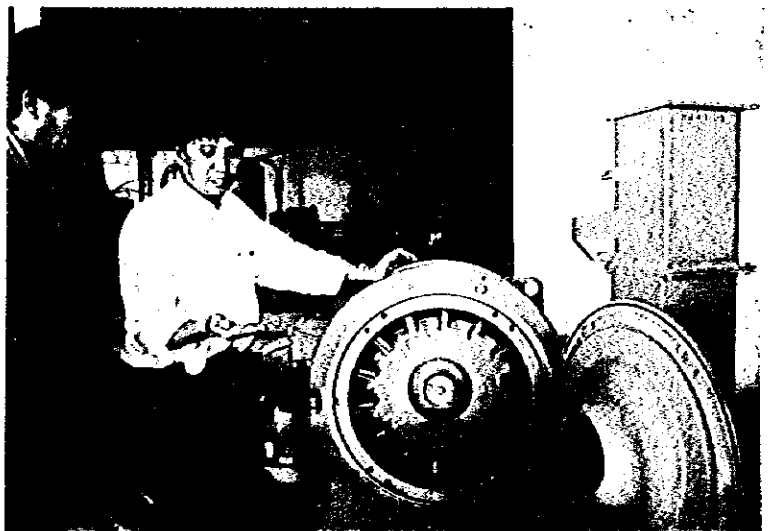
木材塗装研究室での聞き取り調査（左から）  
木口短期専門家、Mr. Kanda（カウンターパート）、  
林鶴彦団員、Mr. Hanid（マレーシア側評価団員）、  
藤井調査団員、Dr. Kho（マレーシア側評価団員）



未利用材の有効利用としてパーティクルボード  
製造技術と性能評価試験を行っている。  
さまざまなウッドチップ



Mr. Nigel（カウンターパート）によるチップの紹介





# 目 次

序文	
プロジェクト位置図	
写真	
第1章 終了時評価調査団の派遣	1
1-1 プロジェクト要請の背景	1
1-2 現在までの経緯	1
1-3 協力内容	1
1-4 終了時評価調査団派遣目的	1
1-5 終了時評価の方法	2
1-6 調査団の構成	2
1-7 調査日程	2
1-8 主要面談者	3
第2章 プロジェクト全体評価	5
2-1 計画達成度	5
2-2 評価結果の分析	8
第3章 分野別評価	17
3-1 木材特性	17
3-2 製材および機械加工	19
3-3 木材乾燥	20
3-4 木材積層接着	21
3-5 パーティクルボード	23
3-6 材質改良	24
第4章 評価結果の総括	27
4-1 評価の総括	27
4-2 教訓	27
4-3 提言	28

## 資料

1	プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) .....	33
2	合同評価報告書 .....	34
3	活動実績一覧 .....	54
4	日本側およびマレーシア側実績一覧 .....	55
5	カウンターパート配置一覧 .....	58
6	供与機材リスト .....	60
7	組織図 .....	72
8	プロジェクト作成の論文リスト .....	73

## 第1章 終了時評価調査団の派遣

### 1-1 プロジェクト要請の背景

サラワク州は世界でも有数の木材生産地域である。しかし近年、過剰伐採が指摘されている。このためITTO (International Tropical Timber Organization) は持続的経営を実現するため、伐採量を減少させること、そのために国際的な援助が必要であることを勧告した。これを受けたマレーシア国政府およびサラワク州政府は伐採量を減少させつつ、木材関係収入を確保するためには、木材利用技術を向上し、資源を効果的、効率的に利用することが必要であるとして、わが国に技術協力を要請してきた。

### 1-2 現在までの経緯

- 1992年4月 事前調査
- 1992年7月 長期調査
- 1992年12月 実施協議
- 1993年10月 計画打合せ
- 1995年11月 巡回指導

### 1-3 協力内容

サラワクの木材、特に未利用樹種および早成樹種の利用研究を次の分野で行う。

- ① 木材特性
- ② 製材および機械加工
- ③ 乾燥
- ④ 木材積層接着
- ⑤ パーティクルボード
- ⑥ 材質改良

### 1-4 終了時評価調査団派遣目的

本調査団では、これまで実施した協力活動を当初計画に照らし、プロジェクトの活動実績、管理運営状況、カウンターパートへの技術移転状況などについて調査分析し、JPCM手法 (JICA Project Cycle Management手法) に基づきプロジェクトの計画達成の把握と評価分析を行う。

また、評価結果に基づいて、今後のプロジェクトの展開および協力方針について相手国側と協議し、提言を行う。

### 1-5 終了時評価の方法

本終了時評価は、JPCM手法に基づいて行われた。JPCM手法による評価とは、プロジェクト管理のツールであるPDM（プロジェクト・デザイン・マトリックス）を利用し、評価時点での計画の達成度を踏まえたうえで、評価の5項目（目標達成度、効果、効率性、計画の妥当性、自立発展性）の観点から行う多面的な評価である。

標記調査は、JPCM手法に沿って、日本側調査団派遣以前の事前国内作業により、R/D、TS1、定期報告書に基づいて既存PDMを修正し、プロジェクト目標を「TRTTC（木材研究技術訓練センター）が木材利用効率・付加価値向上のための研究を自立発展的に行う能力を獲得する」こととし、本プロジェクトの成果を、（1）TRTTCにおける研究管理の向上、（2）基礎的研究技術の移転、（3）研究者の研究能力の向上、とした。評価調査に先立ち、JPCM手法の概略についてマレーシア側評価関係者に説明を行い、修正PDMに関してマレーシア側の同意を得たうえでそのPDMに基づき評価を実施した。

評価調査報告書は3日間にわたる関係機関ならびにカウンターパート、専門家への聞き取り調査、および2.5日間にわたる合同評価会での協議を通じてまとめた。

### 1-6 調査団の構成

総括	木方 洋二	名古屋大学名誉教授
協力評価	田熊 秀行	農林水産省経済局国際部技術協力課海外技術協力官
木材利用	藤井 智之	農林水産省森林総合研究所企画調整部企画科企画室長
木材加工	林 良興	農林水産省森林総合研究所木材化工部材質改良科長
計画評価	萩原 律子	国際協力事業団林業水産開発協力部林業技術協力課
評価分析	今泉 博史	(株)パデコ

### 1-7 調査日程

日順	月日(曜日)	調 査 行 程		
		午 前	午 後	夜
1	11月23日(日)		移動 (JL723便) 13:00 東京→19:35 KL	
2	24日(月)	8:30 ホテルチェックアウト 9:00 在マレーシア日本大使館表敬 10:00 JICAマレーシア事務所 打合せ 11:00 連邦経済企画庁対外援助局 (Mr. Rajang) 表敬	JICAマレーシア事務所 との昼食会 14:00 FRIM見学 移動 (MH2620便) 17:00 KL→18:45 クチン	



3	25日(火)	プロジェクト事務所にて専門家との打合せ	資源計画省、 サラワク州森林局、 TRTTC表敬	
4	26日(水)	JPCM説明会	TRTTC施設見学	
5	27日(木)	森林局、STA聞き取り調査	TRTTC聞き取り調査	
6	28日(金)	木材工場視察	木材工場聞き取り調査	
7	29日(土)	資料整理		
8	30日(日)	評価報告書案作成		
9	12月1日(月)	合同評価会(カウンターパート から成果報告)	合同評価会(分野別評価会)	
10	2日(火)	合同評価会(分野別評価の報告)	合同評価会(合同評価報告書 (案)の検討)	
11	3日(水)	合同評価報告書最終確認	合同調整委員会開催 (合同評価報告書署名)	
12	4日(木)	報告取りまとめ	移動(MH371便) 14:10 クチン→15:50 KL	
13	5日(金)	9:30 JICAマレーシア事務所へ 11:00 在マレーシア日本大使館報告	資料整理	団長以外団員 移動(JL724便) 23:00 KL→
14	6日(土)	団長のみ(MH056便) 1:30 KL→ 8:40 名古屋着 他団員→ 6:20 東京着		

#### 1-8 主要面談者

##### <連邦経済企画庁>

K. Thillai Nadarajan Principle Assistant Director, External Assistance  
Section  
Fadzie Akram Principle Assistant Director, Agriculture Section  
Hidah Misran Assistant Director, External Assistance Section

##### <サラワク資源計画省>

Zaidi K. Zainie Permanent Secretary  
Encik Abdullah Upang Principle Assistant Secretary  
(Joint Committee Chairman)

##### <サラワク森林局>

Dr. Lee Hua Seng Acting Director of Forests, Saravak  
Mr. Tan Yaw Kang Deputy Director of Forests, Saravak  
Encik Ali Yusop Sr. Assistant Director  
Mr. Abang Abdul Hamid Sr. Assistant Director of Forest Research Center  
(マレーシア側評価団員)

Mr. Lai Khim Kuet	Sr. Assistant Director of Protection
< Sarawak Timber Association >	
Mr. Barney Chan	General Manager
Dr. Peter Kho	Research and Technical Manager (マレーシア側評価団員)
< Sarawak Timber Industry Development Corporation >	
Mr. Ting Kong Guok	Grading Officer (マレーシア側評価団員)
< T R T T C >	
Mr. Ling Wang Choon	Senior Assistant Director
Mr. Wong Ting Chung	Assistant Director
Mr. Nigel Lim	Assistant Director
Mr. Alik Duju	
Mr. Andrew Tukau	
Mr. Ismail Sulaiman	
Mr. Ting King Boh	
Mr. Siti Hanim Sahari	
Mr. Kandau Jenang	
Mr. Thian Vui Kuet	
< 在マレーシア日本大使館 >	
米田 雅人	二等書記官
< コタキナバル総領事館 >	
真城 英一	副領事
< J I C A マレーシア事務所 >	
西牧 隆杜	所長
寺西 義英	次長
松本高次郎	所員
< プロジェクト専門家 >	
中井 孝	リーダー
西尾 久光	業務調整専門家
斎藤 藤市	長期専門家
佐久間博文	長期専門家
木口 実	短期専門家

## 第2章 プロジェクト全体評価

### 2-1 計画達成度

(プロジェクトの計画内容がどこまで達成できたか、その度合いを「プロジェクト要約」ごとに把握し、「実績」の欄に記述)

プロジェクトの要約	指 標	実 績	外部条件
<p>&lt;Super Goal&gt; サラワク州の森林資源保全のため持続的森林経営が達成される</p>	<p>木材伐採量および生産量 木材産業における歩留まり向上 未利用材利用量</p>	<p>・PFEとPFE以外の両方のエリアにおいて、1992年の1880万m<sup>3</sup>から1995年の1610万m<sup>3</sup>へ削減された。 (出典：森林局資料)</p>	
<p>&lt;上位目標&gt; TRTTCによる未利用材の利用効率促進・付加価値向上の研究結果が木材加工産業に活用される</p>	<p>セミナー・ワークショップ実施回数 セミナー参加企業数 技術を導入した企業数</p>	<p>・JICA、STAの支援によりセミナーを2回開催 ・木材業界から機械強度試験の実施依頼</p>	<p>林業政策、木材市場に大きな変化がない</p>
<p>&lt;プロジェクト目標&gt; TRTTCが自立発展的に木材利用効率・付加価値向上のための研究を行う能力を獲得する</p>	<p>1. 研究に必要な資機材の整備管理利用状況 2. 研究成果の取りまとめ状況 3. TRTTCによる新研究課題の提案状況</p>	<p>・各研究者は研究成果をレポートとして取りまとめた ・第12回マレーシア森林コンファレンス開発エキスポでプロジェクトの紹介および成果の発表を行ったほか、第1回サラワク林産セミナーでプロジェクトの全協分分野の研究成果の発表(14件)を行う ・新研究課題として「集成材による木造橋の建設」がTRTTCより提案され、意欲的に実施</p>	<p>TRTTCが継続的に技術開発ならびに普及活動を行う 産業界がTRTTCの開発した技術を受け入れる</p>
<p>&lt;成果&gt; 1. TRTTCの研究環境が改善される 2. サラワク産樹種の材質特性が解明される 3. サラワク産材の利用および加工技術が開発される 4. 研究者の研究能力が向上する</p>	<p>1. 研究の際の機材の有効利用 2. 材質特性が解明された樹種 3. 利用および加工技術が開発された樹種 4-1. 移転された基礎研究技術 4-2. 研究レポート数および水準</p>	<p>・サラワク産フタバガキ科樹木9属4亜属95種の識別分類が行われた。また、物理的性質のデータが集積され、光学および走査型電子顕微鏡を用いて密度・含水率分布(8樹種)を解明 ・一連の防腐処理技術、耐久性評価のほか、サラワク産9樹種についてインサイジングおよび防腐剤の注入性</p>	<p>TRTTCの予算が確保される カウンターパートが定着する</p>

プロジェクトの要約	指 標	実 績	外部条件
	5. 実施または参加した セミナー・ワークショップの数 6. データベースの構築 7. 取得した資格および 認定書	<p>が解明され、続いて、塗装性、防腐剤浸透性に影響を与える木材表面組織の解析、および木材の腐朽機構が解明された</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サラワク州内 212工場のうち21工場について生産性に対する因子解明調査が行われ、サラワク産3樹種の鋸断性が解明された</li> <li>・サラワク産9樹種の乾燥性が解明され、急速およびスケジュール乾燥試験についての技術移転が行われた</li> <li>・サラワク産接着製品の接着性能試験、フィンガージョイント加工を含む集成材製造に関する一連の技術移転が行われた</li> <li>・木材からチップおよびフレークを作成し、接着剤を塗布してホットプレスでパーティクルボードを製造する全工程の技術および性能評価試験についての技術移転が行われた</li> <li>・研究成果の発表数 (14件)</li> <li>・国際研究集会で「サラワク産フタバガキ科の識別」と題してプロジェクト研究成果の一部が発表された。また、マレーシア化学学会において「パーティクルボード製造におけるサラワク産アカシアマンギウムの評価」と題して同じく研究成果の一部が発表された</li> <li>・サラワク産木材の木材特性および木材加工特性のデータベースを構築した</li> <li>・JASの認定工場として認められる</li> </ul>	

プロジェクトの要約	指 標	実 績	外 部 条 件
<p>&lt;プロジェクトの活動&gt;  T S I に定められた下記  の課題ごとに、研究課題  の設定、講義ならびに演  習、研究成果の取りまと  め、学会・セミナーでの  発表を行う</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 木材特性</li> <li>2. 製材および機械加工</li> <li>3. 乾燥</li> <li>4. 木材積層接着</li> <li>5. パーティクルボード</li> <li>6. 材質改良</li> </ol>	<p>(日本側投入)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専門家派遣</li> <li>・ 機材供与</li> <li>・ 研修員受入</li> <li>・ ローカルコスト負担</li> </ul> <p>(マレーシア側投入)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カウンターパート配置</li> <li>・ 土地・施設の提供</li> <li>・ ローカルコスト負担</li> </ul>	<p>(日本側投入)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専門家派遣</li> <li>長期10名</li> <li>短期21名</li> <li>・ 機材供与</li> <li>1993年～1997年</li> <li>4億9300万円</li> <li>・ 研修員受入</li> <li>1993～1997年：9名</li> <li>・ ローカルコスト負担</li> <li>一般現地業務費</li> <li>1993～1997年</li> <li>1135万2000円</li> <li>現地研究費</li> <li>1993～1997年</li> <li>71万5000円</li> </ul> <p>(マレーシア側負担)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カウンターパート配置</li> <li>木材特注2名</li> <li>製材・機械加工1名</li> <li>木材乾燥1名</li> <li>木材積層・接着3名</li> <li>パーティクルボード1名</li> <li>材質改良1名</li> <li>・ 土地施設の提供</li> <li>専門家オフィス</li> <li>実験室</li> <li>倉庫</li> <li>・ ローカルコスト負担</li> <li>1993～1997年</li> <li>2003万7150リンギット</li> <li>*1997年は、11月末現在で 表示</li> </ul>	<p>資機材が遅滞なく搬入さ  れる</p> <p>前提条件：研究用の試験  材が安定的に確保され  る</p>

## 2-2 評価結果の分析

### (1) 目標達成度

(プロジェクトの「成果」が、「プロジェクトの目標」の達成にどれだけつながるか、その見込みを検討)

(1) プロジェクトの各「成果」が「プロジェクト目標達成」につながった度合い	成果の達成度	プロジェクト目標達成につながるのを阻害した要因、促進した要因
	<p>(成果1) 導入されたすべての機材は有効利用されており、かつ一部の特別な機材を除き維持管理に関する技術も移転され、よく維持管理されている。これらの導入された機材を有効に用いて得られたデータで多くの技術レポートが発表あるいは現在準備中であり、積極的な研究姿勢および新研究課題の提案、意欲的な実施につながっており、TRTTCの研究環境はハード、ソフトとも大幅に改善された。</p> <p>(成果2) サラワク産木材の木材特性および木材加工特性のデータベースの構築により、応用研究に結び付けるための基礎研究環境が改善された。</p> <p>(成果3) 樹種識別のために木材の組織構造の解析および接着や塗装性に関して木材表面の組織構造の解析、さらに木材を構造的な部材として利用するために各種強度性能および物理的な性能に関するデータの収集が必要であり、そのため走査顕微鏡による木材表面の立体的な組織構造の解析、強度性能、乾燥、切削など木材加工に際して基礎になる樹幹内密度、含水率分布についての研究が行われた。 木材組織構造の解析、樹幹内密度・含水率分布、曲げ強度試験方法についての技術移転は完了しており、TRTTC側独自で研究を行うことが可能となった。これらサラワク産樹種の材質特性のデータ集積を通じて材質特性が解明されるとともに利用および加工技術が開発された。</p> <p>(成果4) 多様な樹種、形状の原木丸太に対する適正な製材や機械加工条件を明らかにすることにより、加工材の品質、製品歩留まり、加工能率の向上を図るとともに、過去、難加工材として利用価値の低い材の利用拡大が可能となった。そのためサラワク産材の鋸断性を評価するための実験指導および州内 212製材工場のうち21工場について生産性に対する因子解明調査指導を行い、製材作業分析の手法が技術移転され、サラワク産材の利用および加工技術の開発に貢献した。</p> <p>(成果5) 急速乾燥試験およびスケジュール乾燥試験に関する技術移転が行われ、樹種に応じた適正な乾燥スケジュールを通じてサラワク産材の効</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基礎的研究の必要性に対する認識不足が見受けられた。</li> <li>・基礎的なデータの重要性に対する認識が欠如していた。</li> <li>・自主的かつ継続的な研究の必要性についての認識が不足していた。</li> <li>・カウンターパートのサポートをする研究補助者の能力不足が今後阻害要因となる可能性があるが、各カウンターパートの研究に対する前向きな姿勢が研究を促進した。</li> <li>・進捗・必要性に応じた的確な資源の投入が行われた。</li> <li>・充実していた実験機材により、研究が促進された。</li> <li>・十分な予算の確保により、機材に不足を来すことはなかった。</li> </ul>

	<p>率の低コストの乾燥技術が確立された。</p> <p>(成果6)          接着性能に及ぼす木材表面特性の影響、サラワク産接着製品の接着性能試験、木材の積層接着技術とその評価に関する研究を通じて、積層接着の基礎技術が移転された。これにより、利用および加工技術開発に貢献するとともに研究者の研究能力も向上した。</p> <p>(成果7)          サラワク州内の製材、工場廃材などを原料としたパーティクルの調整、ボードの製造および性能評価に関する研究、サラワク州内の製材工場における廃材算出の現状と利用状況調査、木材の化学的特性の把握、パーティクルボード製造技術についての技術移転を通じて、TRTTCは製造したパーティクルボードから試験体を作成し、性能評価試験を単独で行うことができるようになった。これは、研究者の研究能力を向上させるとともに利用・加工技術の開発に貢献した。</p> <p>(成果8)          防霉処理に対するインサイジング効果の把握、加圧・減圧反復防霉剤注入装置(Oscillation Pressure Method: OPM)、防霉処理材耐久性の評価試験に関する技術移転により、木材の耐久性、耐候性を向上させ付加価値を高めることが可能になった。</p> <p>(成果9)          TRTTCで行われた機械特性試験の結果、TRTTCがJASの認定向上として認められた。</p> <p>(成果10)          木材特性分野においては、セミナーでの発表5件、国際研修会での発表1件、ワークショップでの講義・技術指導2件という成果をもたらした。</p> <p>(成果11)          製材・機械加工分野においては、第1回林産セミナーにおいて、「帯鋸維持についての診断」という題で成果が発表された。</p> <p>(成果12)          木材乾燥分野においては、第1回林産セミナーにおいてサラワク産材9樹種の乾燥特性、条件、所要日数などの研究成果が発表された。</p> <p>(成果13)          木材特性の分野では、1996年10月ロンドンで行われた国際研究集会において「サラワク産フタバガキ科の識別」と題して発表がなされたのをはじめ、セミナーでの発表が5件、ワークショップでの講義・技術指導2件という成果に結び付いた。</p> <p>(成果14)          木材積層・接着分野では、「木材パネルのフォルムアルデヒドの測定」および「サラワク産接着製品の接着性能」という題で、第1回林産セミナーで発表された。</p> <p>(成果15)          パーティクルボードの分野では、1996年11月のマレイシア化学学会で「パーティクルボード製造におけるサラワク産アカシアマンギウム</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家とカウンターパートの十分なコミュニケーションが技術移転に大いに貢献した。</li> <li>• 日本側、特に森林総研との密なコミュニケーションが研究および技術移転の支援要因として大いに貢献した。</li> </ul>
--	--	--

	<p>の評価」という題で発表したのをはじめ、林産セミナーでも「廃材利用についての展望」という題で発表が行われた。</p> <p>(成果16)</p> <p>材質改良の分野では、セミナーでの発表4件、ワークショップでの講義・技術指導2件という成果に結び付いた。</p>	
(2) プロジェクトの各活動が成果につながった度合い	<p>活動の状況</p>	<p>成果につながるのを阻害した要因、促進した要因</p>
	<p>(活動1：木材特性)</p> <p>日本側から長期専門家3名、短期専門家4名が派遣される。</p> <p>① 木材表面の組織構造の解析、各種強度性能および物理特性に関するデータ収集のため、樹種の組織構造の解析に関して電子顕微鏡を用い、識別技術の習得活動が行われた。</p> <p>② 木材の接着、塗装、防腐処理などにおける接着剤、塗料、防腐薬剤の木材内への浸透性や付着性の樹種による違いを明らかにするために、電子顕微鏡を用いて木材表面の立体的な組織構造の解析を行った。</p> <p>③ 木材加工の基礎になる物理的データ収集のための、樹幹内における密度・含水率分布を明らかにするための技術移転活動が行われた。</p> <p>④ サラワク産材の強度データ収集のため、小試験体による強度試験、非破壊強度試験、製材品の実大曲げ強度試験、強度等級区分および区分結果の整理方法などに関して技術を習得した。</p> <p>(活動2：製材・機械加工)</p> <p>短期専門家3名が派遣され、主に加工材の品質、製品歩留まり、加工能率の向上を目的とし過去には利用価値の低かった材の利用拡大を目的とした活動が行われた。</p> <p>① サラワク産材の鋸断性を評価するため、サラワク産の代表的な3樹種について帯鋸歯や帯鋸機械の条件設定方法、製材品の寸法精度および表面粗さの測定、製材時における消費電力の測定法などに関する技術移転の活動がなされた。</p> <p>② サラワクにおける製材工場の実態把握および製材工場の生産性向上に障害となっている原因を明らかにするため、州内の21工場について工場規模、原木使用量、生産量、機械・設備類、製材品の品質などに関して調査指導を行った。</p> <p>③ 難切削材を含むサラワク産材のフィンガー加工とフィンガージョイント材の強度性能評価に関する技術移転活動がなされた。</p> <p>④ 製材機械診断および品質管理、スギの木取り試験、製材作業分析などに関する技術習得活動が行われた。</p> <p>(活動3：木材乾燥)</p> <p>長期専門家1名、単位専門家4名が派遣される。</p> <p>① サラワク産材の効率的かつ低コスト乾燥技術確立のためサラワク産樹種の試験体を使用し、急速乾燥試験によるその材の乾燥特性の測定、急速乾燥試験結果に基づく板材の適正な乾燥スケジュールの推定に関する技術移転のための活動がなされた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・TRTTC側の基礎研究に対する認識不足から「樹幹内の密度・含水率分析の解明」については基礎的すぎるとして、TRTTCテクニカルレポートには掲載されなかった。</li> <li>・充実していた実験機材が成果促進を促した。</li> <li>・カウンターパートのプロジェクトに取り組む姿勢が意欲的であった。</li> <li>・短期専門家のみで、長期専門家が派遣されなかったが、成果の促進を阻害するものではない。</li> <li>・カウンターパートによるデータの収集・備蓄の継続に対する必要性の認識不足が促進を阻害した。</li> <li>・充実していた実験機材が成果を促進した。</li> <li>・カウンターパートのプロジェクトに取り組む姿勢が意欲的であった。</li> </ul>



	<p>② 難乾燥材の高周波加熱・減圧乾燥処理、乾燥性能評価についての技術移転活動がなされた。</p> <p>③ 高周波減圧乾燥技術、蒸気式乾燥技術および熱板乾燥技術などに関する技術習得活動がなされた。</p> <p>(活動4：木材積層・接着)</p> <p>長期専門家2名、短期専門家3名が派遣される。</p> <p>主な活動は、サラワク産材による積層接着製品の製造を目的とする接着技術の確立、接着強度性能および耐久性の研究活動。</p> <p>① 木材表面の接触角および表面粗さの測定、積層接着により作成された試験体の接着性能に関する技術移転活動がなされた。</p> <p>② 工場から入手した合板、床板、集成材の接着性能試験の技術移転活動がなされた。</p> <p>③ 集成材製造工程に関する技術、性能評価に関する各種試験方法についての技術移転活動がなされた。</p> <p>④ 集成材の製造、加工および性能評価に関する技術が習得された。</p> <p>⑤ 「集成材による木造橋の建設」に関して技術指導活動がなされた。</p> <p>(活動5：パーティクルボード)</p> <p>長期専門家2名、短期専門家4名が派遣される。</p> <p>主な活動は、木材の有効利用を目的としサラワク産材および製材、工場廃材などによるパーティクルの調整、ボードの製造および性能評価。</p> <p>① 木材工業における製品の歩留まりおよび廃材性能評価調査に関して技術指導活動が行われた。</p> <p>② 未利用樹種を含む数樹種の化学的特性の測定方法に関して技術移転活動が行われた。</p> <p>③ 廃材または造林樹種を原料としたさまざまなパーティクルの最適調製条件および接着剤の種類・添加量などがボード製造に及ぼす影響。アカシアマンガウムなどのサラワク産造林樹種からのボード製造および性能評価に関する技術指導活動がなされた。</p> <p>④ 用途、樹種木材積層接着技術ならびにパーティクルボード製造に関しての技術が習得された。</p> <p>⑤ ボード製造に関する基礎技術の移転のための活動が行われた。</p> <p>(活動6：材質改良)</p> <p>長期専門家3名が派遣される。</p> <p>主な活動目的は、木材の高付加価値のための防腐剤処理効果の把握、防腐処理材の耐久性の評価、木材腐朽機構の解明。</p> <p>① インサイジング技術、注入装置の操作、防腐処理プログラムの作成、浸透状況の評価に関する技術移転活動が行われた。</p> <p>② OPM (Oscillation Pressure Method) の操作方法の技術移転のための活動が行われた。</p> <p>③ 防腐処理材の耐久性試験、電子顕微鏡による腐朽機構の解明、腐朽の評価方法に関する技術移転のための活動が行われた。</p> <p>④ 薬剤の難注入樹種の注入性の向上および耐久性の評価に関する技術が習得された。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品の品質を高めるためには、さらに多くの樹種に関するデータの収集が必要である。</li> <li>・充実していた実験機材が成果を促進した。</li> <li>・カウンターパートをサポートする実験助手の数が少ないことがさらなる成果の促進を阻害する可能性がある</li> <li>・充実していた実験機材が成果を促進した。</li> <li>・カウンターパートのプロジェクトに取り組む姿勢が意欲的であったことが成果の促進につながった。</li> <li>・充実していた実験機材が成果を促進した。</li> <li>・カウンターパートのプロジェクトに取り組む姿勢が意欲的であったことが成果の促進につながった。</li> <li>・基礎データに対する認識の甘さが研究成果の促進を部分的に阻害した。</li> </ul>
--	--	--

## (2) 効果

(プロジェクトが実施されたことにより生じる直接的、間接的なプラス・マイナスの効果を検討)

効果の広がり	効果の内容 (制度、技術、経済、社会文化、環境面)
(1) 直接的効果 (プロジェクト目標レベル)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRTTCの各研究者は、研究に対する姿勢が前向きとなり、新研究課題の提案および意欲的な実施、機材の自己調達、セミナーの主催、学会等への参加による研究成果普及への取り組みなど自主性が発揮されるようになった。</li> <li>• TRTTCの各研究者は、専門家による論文指導により、学術論文の数および質を以前より大幅に向上させた。</li> <li>• TRTTCの各研究者は他分野との共同研究を実施しているほか、セミナーなどにおいても自信を持って説明・技術指導・研究成果の普及が行えるレベルまでになった。</li> <li>• さらには、民間の木材工場あるいは木材業界から、技術的質問・照会、木材の強度試験などの依頼がなされるようになり、TRTTCが研究機関として認められるようになった。</li> <li>• TRTTCの研究環境がソフト、ハードとも大幅に向上し自立発展的に研究を行える環境になった。</li> <li>• TRTTCの各研究者は、基礎研究の重要性を認識するようになり、応用研究を行うための措置が確立された。</li> <li>• TRTTCの各研究者は、基礎データベースの構築の重要性を認識するようになり、自立発展的に研究を行うための基礎が確立された。</li> </ul>
(2) 間接的効果 (スーパーゴールおよび上位目標レベル)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 歩留まり率もプロジェクト終了時にはプロジェクトの結果として改善が期待できる。</li> <li>• 未利用材・未利用樹種の有効利用に関しても研究が実施され、将来の伐採量の削減および資源の有効利用に貢献した。</li> <li>• TRTTCの研究成果の発表を通じて、森林資源の持続的利用に対する木材工業界の人人の関心が高まった。</li> <li>• TRTTCの研究がきっかけとなり、未利用材・未利用樹種の研究に対する関心を通じて、間接的に目標に貢献した。</li> </ul>

## (3) 効率性

(プロジェクトの「投入」から生み出される「成果」の程度を把握し、手法、方法、費用、期間などの適切度を検討)

(1) 投入のタイミングの妥当性 (日本側) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家の派遣：長期10名 短期21名</li> <li>• 機材の供与 4億9300万円</li> <li>• 研修員の受入 9名</li> </ul> (相手側) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 土地・施設、機材の措置</li> <li>• カウンターパートの配置</li> <li>• ローカルコストの負担</li> </ul>	(日本側) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家の派遣：TSIに基づき、機材供与および研修員受入時期・内容を考慮した適切な投入が行われた。</li> <li>• 機材の供与：コーティング機材の搬入を除きすべてスケジュールどおり行われた。</li> <li>• 研修員受入：おおむね効率的・効果的な受入が行われた。</li> </ul> (マレーシア側) <ul style="list-style-type: none"> <li>• 土地・施設・機材：専門家の執務室、各分野の研究室、機材の据え付けなどは、プロジェクト開始に先立って行われていた。</li> <li>• カウンターパートの配置：プロジェクト開始時に全分野に配置されていた。さらに新規に2名(木材積層・接着)が配置された。</li> </ul>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>ローカルコスト負担：プロジェクトの進捗・必要性に応じて適宜投入が行われ、プロジェクト運営に支障を来すようなことはなかった。</li> </ul>
<p>(2) 投入と成果の関係 (投入の量・質と成果の妥当性)</p> <p>(相手側)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>土地、施設、機材の措置</li> <li>カウンターパートの配置</li> <li>ローカルコストの負担</li> </ul>	<p>(日本側)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>専門家の派遣：森林総合研究所を中心としてT S Iの技術移転計画に基づき派遣が行われ、技術移転内容の一貫性・整合性の面では効果・効率はおおむね問題ない。</li> <li>機材の供与：1993年度～1997年度の総額は4億9300万円で量的には十分であり、技術移転に大きな貢献を果たした。一部高度な機材の投入もあったが、自立発展性の観点から考えた場合、発展性のある機械ということでこれらの機材の貢献度は大きい。</li> <li>研修員受入：森林総合研究所において中心的に行われ、専門家の派遣時期および指導内容と整合した効率的・効果的な研修が実施された。</li> </ul> <p>(マレーシア側)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施設・機材：プロジェクト活動のためには十分な土地・施設スペースが提供されており、機材などについてもマレーシア側が負担すべきものは必要に応じて適宜投入された。いずれも成果を得るためには十分なものである。</li> <li>カウンターパートの配置：一応全分野に配置されており、途中から2名追加され、妥当と思われる。</li> <li>ローカルコストの負担：適宜必要に応じて行われており、マレーシア側の負担すべき故障機材の修理・スペアパーツの調達のほか、一部必要機材の調達もほかの予算で行い、問題ないと思われる。</li> </ul>
<p>(3) 無償資金協力など他の協力形態とのリンク／OE C F 第三国、国際援助機関による協力とのリンク</p>	特になし
<p>(4) その他</p>	両国の文化の相違により、専門家とTR T T Cの研究者の間に部分的にコミュニケーションギャップが生じたが、両者のよい人間関係により効率性を損なう事態には至らなかった。

#### (4) 計画の妥当性

(評価時におけるプロジェクト計画の妥当性を検討)

<p>(1) スーパーゴールおよび上位目標との妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>開発政策との整合性</li> <li>受益者ニーズとの整合性</li> </ul>	<p>プロジェクト計画時のスーパーゴール「サラワク州の森林資源保全のため持続的森林経営が達成される」および上位目標「TR T T Cによる未利用材の利用効率促進・付加価値向上の研究成果が木材加工産業に活用される」は、現段階においても重要性は高く、したがって本プロジェクトの計画は妥当性がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>サラワク州の森林開発政策は、「森林の持続的利用」であり、木材伐採量を削減させながら同州内の木材産業を発展させようとするものである。これは現在も継続して実施されており、当プロジェクトのスーパーゴールおよび上位目標と開発政策とは整合性がある。</li> </ul> <p>受益者とは民間木材産業界であり、受益者ニーズとは、未利用樹種・未利用材の利用ならびに高品質製品の製造を可能にする技術の確立である。これらの技術はまたは、原木伐採量削減に伴う木材生産量の減少を効率的</p>
---	--

	<p>な木材利用と高付加価値製品の製造で補うことを可能にする技術でもある。</p> <p>これらの技術の開発はスーパーゴールおよび上位目標達成のために必要不可欠の要素である。したがって、受益者ニーズとスーパーゴールおよび上位目標は整合性がとれている。</p>
<p>(2) プロジェクト目標の妥当性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・スーパーゴールおよび上位目標との整合性</li> <li>・実施機関の組織ニーズとの整合性</li> </ul>	<p>プロジェクト目標は、「TRTTCが自立発展的に木材利用効率・付加価値向上のための研究を行う能力を獲得する」である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上記プロジェクト目標は、スーパーゴールおよび上位目標の達成のためには必要不可欠のものであるが、要請時点では、TRTTCにおいては、木材利用効率・付加価値向上のための研究活動がほとんど実施されていなかったことから考えると、プロジェクト目標は妥当である。</li> <li>・TRTTC（実施機関）の組織ニーズは、サラワク州政府の開発政策のもとで木材の研究開発能力の向上を通して森林の経時的利用を達成しようとするものであり、したがって本プロジェクト目標、特に木材利用効率の向上は組織ニーズと整合性がとれ、妥当である。</li> </ul>
<p>(3) スーパーゴール、上位目標、プロジェクト目標、達成および投入の相互関連性に対する計画設定の妥当性</p>	<p>プロジェクト開始以前から専門家により目標、成果および投入の関連性を踏まえた調査に基づき計画が設定され、これに基づき技術移転が予定どおり行われた。その結果、TRTTCの各研究者の研究能力は当初の計画どおり向上した。したがって、計画の設定は妥当であった。</p>
<p>(4) 妥当性を欠いた要因 (ニーズ把握状況、プロジェクトの計画立案、相手国実施体制、国内支援体制などの観点から記述)</p>	<p>特になし。</p>

### (5) 自立発展の見通し

(最終評価時における自立発展の見通しを、自立発展に必要な要素が整備されつつあるかを記述)

	自立発展の見通し	
	中間評価時	終了評価時
<p>(1) 制度的側面 (政策的支援、スタッフの配置・定着状況、類似組織との連携、運営管理能力などの観点から記述)</p>	<p>サラワク州政府においては、木材産業が財政収入の柱であるという背景から、森林資源の持続的経営が重要な政策課題としてあげられており、TRTTCの組織強化については今後とも人的・予算的な支援が期待できる。</p> <p>カウンターパートは6分野に9名（うち1名は現在所長代行）が配置されている。高学歴かつ留学経験を持つカウンターパートが多く、能力の面からは自立発展性は高いが、今後、さらなる発展のためにはより多くの人員配置が必要であろう。</p>	<p>サラワク州の現在の開発政策は、プロジェクト目標を強力に支援するものである。サラワク州の財政収入は木材産業からのものが中心となっており、財政基盤を維持するためには開発政策に基づく森林資源の持続的利用と木材産業の育成・発展が必要不可欠の条件となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・TRTTCは、州政府の開発政策遂行のために研究を行っており政策的支援も受けている。今後ますます森林資源の重要性は増すことが予想され、Government Owned Companyに移行後もこの政策的支援の体制は変わらず制度的に確立されたものであり、自立発展の可能性は高い。</li> <li>・カウンターパートはプロジェクト開始以来</li> </ul>

		自立発展の見通し	
		中間評価時	終了評価時
			<p>定着しており、途中で新たに2名追加された。全員、研究に興味を抱き自立発展の可能性は高いと思われる。特に日本での研究後は、その傾向は顕著であり、この点での自立発展の可能性は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TRTTCの類似組織としてはマレイシア森林研究所 (FRIM) があり、TRTTCは、研究面で進んでいるFRIMの研修に参加したり、自主開催のワークショップなどにFRIMの研究者を講師として招へいしたり、また、共同で研究を行うプロジェクトを計画したりして、交流を図っている。</li> <li>• 運営管理能力については、幹部担当者がこの種の組織運営に不慣れなこともあり、改善の余地はあると思われる。Government Owned Companyへの移行後のスタッフ数は、基本的に変わらないが、不確定の要素もある。</li> <li>• Government Owned Companyへの移行後も、TRTTCの組織そのものは、現状の森林局にとどまることは決定している。</li> </ul>
(2) 財務的側面 (必要経費の資金源、公的補助の有無、自主財源、経理処理状況などの観点から記述)	<p>新研究棟の建設、Kuching郊外のBintawaにおける訓練部門の拡充のための施設建設を行うなど、予算は比較的潤沢に確保されており、ローカルコストの不足によって活動に支障を来したことはない。TRTTC全体で、5年間(1996~2000年)に計1585万マレイシアドルの予算確保が見込まれているなど、予算面での自立発展性は高い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 運営経費およびプロジェクト予算とも現状は十分であり、プロジェクト終了後およびGovernment Owned Company移行後も状況は変わらないと予想される。</li> <li>• Government Owned Company移行後の予算に関しては、不確定要素が多いが、自主財源確保の道も開ける可能性がある。</li> </ul>	
(3) 技術的側面 (移転された技術の定着状況、施設機材の保守管理状況、現地の技術的ニーズとの合致状況との観点から記述)	<p>現在は基礎的な研究技術を順次移転している段階であるが、カウンターパートの研究能力のポテンシャルをかんがみれば、研究基盤の確立に伴って、今後順調に技術がTRTTCへ移転・定着されるものと期待される。</p> <p>機材の保守管理についてはおおむね適切に行われているが、機材供与が相当な数にのぼること、日本で調達した機材が多数であることから、予算および部品入手ルートの両面から、プロジェクト終了後の機材保守管理体制の整備を順次進めていくことが不可欠であろう。</p>	<p>移転された技術はすでにTRTTCに定着しており、TRTTCはプロジェクトの各分野において、</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 研究者の海外機関への派遣</li> <li>② 海外の研究者の招聘</li> <li>③ セミナーの定期的な開催</li> </ol> <p>などの構想を持っており、さらに、研究者はセミナーなどでの研究成果の発表、講義、新研究課題の提案・意欲的な実施など研究能力の向上は進んでおり、この傾向はさらに進むと思われる。したがって、自助努力に基づく自立発展の可能性は高い。</p>	

自立発展の見通し	
中間評価時	終了評価時
<p>また、現地の技術的ニーズについては、廃材利用など、民間向上において直接生産応用できる技術のニーズがきわめて高いが、本プロジェクトで実施されているそれらの技術開発のための基礎技術を含めた研究活動は、現地ニーズと合致するものであって、将来的にTRTTCが進むべき方向が示唆されている。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・供与された機材の維持管理はおおむね適切に行われており、またそれらの機材は今後研究を継続するにあたって十分なものである。また、TRTTCは保守管理の重要性を十分に理解しており、プロジェクト終了後の機材保守管理体制の整備も、予算および部品入手の両面から順調に進んでおり、自立発展に支障を来すような事態になる可能性はないと思われる。</li> <li>・木材産業界のニーズは、近年より応用的なものへと移行しているが、プロジェクトの指向している基礎研究においても廃材の利用等民間産業界が直接被益するような技術開発もすでに行われており、また、現地のニーズに十分対応できるレベルまで一部はすでに達しており、自立発展の可能性は高い。</li> </ul>
(4) その他	特になし

## 第3章 分野別評価

### 3-1 木材特性

#### (1) プロジェクト目標・上位目標との関係

樹種識別のため木材組織の識別法の確立と木材標本ライブラリーの整備（A. 1）、木材を構造的な部材として利用する場合に必要な製材の機械的性質に関して、強度的性質、製材品の実大強度試験、非破壊試験（A. 2）、木材有効利用のための最終用途適性区分に関する木材材質指標、密度分布（A. 3）に関する研究法を移転することを目的としている。

これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、蓄積されたデータや成果がサラワクにおける木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

#### (2) インプット達成状況

研究に要する機材は協力期間中に終了見込みである。引張試験機を除いてすべて設置が終了し、順調に維持、管理、利用されている。走査型電子顕微鏡はサラワク州では本プロジェクトで供与されたものが唯一であり、林業研究所など他機関研究者からも共同研究利用に関心が持たれており、同国研究者の自立発展にはよい刺激となっている。

研究指導については長期専門家3名（リーダー兼務1名、木材強度、木材性能各1名）、短期専門家2名（木材組織、強度性能）の派遣、機材据え付け短期専門家1名、カウンターパート2名の日本国内での研修が終了している。

#### (3) 活動・成果達成度

（A. 1）では光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡の使用法、各種観察試料作成方法、木材普及機構、木材接着機構の解明のための顕微鏡的観察技術が移転された。その結果、ルーペによる木材組織分類を行っていた状態から、高度な顕微鏡的木材識別、分類が可能となり、分類の精度が属レベルから種レベルまで引き上げられた。顕微鏡観察技術は木材組織のみにとどまらず防腐、接着などの分野との共同研究へ応用できることが彼ら自身の認識となり、発展の可能性が認められている。さらに、サラワク産フタバガキ科、非フタバガキ科の樹木識別分類法を研究して、材標本が整備されており、種レベルでの記載が正確になった。

これらの結果、2つの国際研究集会で3件、TRTTC/STA (Sarawak Timber Association) セミナー発表2件、TRTTC/JICAセミナー発表4件、国内セミナー発表1件があり、さらに、国際木材識別ワークショップへ研究参加し標本が提出さ

れるようになった。

(A. 2)においては、強度的性質に関して木材の容積密度、含水率が強度に及ぼす影響、製材品の実大強度試験における標準試験法の概念と理論、各種試験機の原理と使用法、サラワク産5樹種および未利用樹種の実大材による曲げ試験法、非破壊試験法、曲げ試験法と非破壊試験の関係について、等級区分においてはその考え方と強度性能、密度、含水率などの区分特性の実際について移転された。なお、引張強度研究法については近日中に短期専門家が派遣され、移転が行われる予定である。この結果、TRTTCでは初めて実大材の曲げ強度試験が行われ、この試験が持つ意味、さらには製材品の等級区分に関するデータ備蓄の必要性が認識され、今後データが備蓄されるようになった。

各種非破壊強度試験が行えるようになり、製材の機械的等級区分法を提案するためのデータ備蓄ができるようになった。最終用途適性についてはTRTTC内で木材組織、木材強度の2グループが共同研究体制を組み、森林局要請によるチーク造林材の材質に即応した。

これらの十数種のサラワク産樹種に関する強度性能に関する成果として、国際研究集会発表5件、TRTTC/STAセミナー発表1件、TRTTC/JICAセミナー発表1件、国内セミナー1件、そのほかTRTTCなど国内出版物2件が出された。さらには、企業からの構造用合板について受託試験を実施し、その結果はこの企業がマレーシアにおける初めての構造用合板JAS認証工場とされることに貢献した。

#### (4) 今後の展望と課題

木材組織分野では独自にサラワク産非フタバガキ科樹木の分類指標化、サラワク産樹種の物理的、組織的特性解明、サラワク産材のコンピューター識別を手がけは始めている。また、カウンターパート研究者は林業学校で教授し、私企業からの要請に応じて認定のための木材識別や助言を行っており、着実に研究能力を伸ばしており、十分、行政や企業の要請に応えていけるであろう。しかし、その部下となる職員の教育と効率的な働きを助長させなければならないが、この点は今後彼らが担わなければならない課題である。

木材強度分野では研究者と助手が一体となって仕事ができおり、着実に力をつけている。TRTTC自身すでに古典的な手法による膨大なデータ蓄積がなされているが、それらのデータは死蔵されたままである。今後、移転された新手法によるデータの備蓄を行いつつ、古いデータと突合せを行ってそれを活用していく必要がある。

#### (5) 教訓および提言

木材組織的変異および材質研究に対するTRTTC内の評価が低いため、共通のデー



タベース構築のための試験・研究、およびそのための基盤整備が軽視されている。TRTTC全体の研究に対する助言で言及しているように、試験材を研究的価値をあらしめるように、木材市場から購入するのではなくみずから供給すること、また、6分野の研究試料の共通化の基礎として木材特性分野が位置づけられるべきである。

未利用・低利用樹種の有効利用のために、肉眼、ハンドレンズおよび光学顕微鏡のそれぞれのレベルでサラワク産木材の識別データの早期供給が望まれる。

### 3-2 製材および機械加工

#### (1) プロジェクト目標・上位目標との関係

多様な樹種、形状の材料に対する適正な製材や機械加工条件を明らかにすることにより加工材の品質、歩留まり、加工能率の向上を図るとともに、これまで軟加工材として利用価値の低い材の利用拡大が期待できる。

製材技術の改良・工場設計のガイドラインの課題(B. 1)においては製材品の品質に影響を与える基本因子、木取り法、製材作業工程のモデル化について、また、難切削材の適正加工条件の解明(B. 2)のためサラワク産材の切削エネルギーおよび難切削材に対する適正歯型の研究法の移転を行ってきた。これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、備蓄されたデータや成果がサラワクにおける木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

#### (2) インプット達成状況

帯鋸ステライト自動溶接機に関してはすでに設置は終了しており、取り扱いについても短期専門家1名が派遣され、技術移転が行われた。その他の機材に関してもすべて据え付け、操作技術の移転を終わり、順調に稼働、維持、管理されている。

丸鋸昇降盤の据え付けによって、従来、古い大型の鋸盤を用いて作製していたため、著しく劣っていた各種強度試験片の精度向上にも大いに貢献している。短期専門家2名(製材・機械加工)派遣、カウンターパートの日本国内研修1名(製材)が終了している。

#### (3) 活動・成果達成度

(B. 1)に関しては鋸断の理論、帯鋸製材の理論、帯鋸製材機の診断法、帯鋸の歯の研磨、摩耗、切削力の測定法について講義と実習し、製材品の品質管理法および実際のサラワク州の21製材工場の調査を通じて製材作業工程調査法を移転した。

(B. 2)についてはサラワク産樹種3種の製材を行い、切削条件設定法、製材品の

品質、消費電力測定法などを技術移転した。この結果、サラワク州の製材工場に一定のフォーマットに基づいた帯鋸の診断ができるようになった。また、同州の製材工場で未経験な小径未成熟クルイン材の製材最適木取り法の研究に着手できた。

製材工場の調査を通じて製材作業分析が行われ、合理的な作業工程のモデルを提案できるようになった。また、今まで研究とはほど遠い状態であったTRTTC製材担当カウンターパートとスタッフたちが科学的なデータを取り、それに基づく製材を行う考え方を持つようになった。この成果としてはサラワク州製材工場調査結果に関する報告1件、および帯鋸診断法についてTRTTC/STAセミナーで発表1件があり、さらに、サラワク産製材の鋸断特性、およびサラワクにおける製材事業の短期予測に関する2つの報告が予定されている。

なお、難切削材の製材に関する適性歯型形状を求める方法に関しては協力期間内に短期専門家が派遣され、技術移転された。

#### (4) 今後の展望と課題

現在、製材および機械加工技術の研修と試験・研究とを、現状では同一部局で対応しているが、人的資源および内容的にも、将来的には現状のTRTTCの訓練事業は別途独立した部局が担当し、研究と分けるべきであろう。1998年1月からの行政組織改革における対応が注目される。

#### (5) 教訓および提言

カウンターパートは国内の行政対応、工場指導などに忙殺されているので、移転された技術をさらに支援スタッフに教え、それらを使って自前の研究を発展させるだけの余裕がないようにみられる。スタッフの充実と、(4)に述べた組織的対応が必要であろう。

### 3-3 木材乾燥

#### (1) プロジェクト目標・上位目標との関係

サラワク産材の効率的かつ低コスト乾燥技術を確立するため、樹種に応じた適正な乾燥スケジュールを確立(C. 1)し、さらに、一般的に利用されている蒸気式の乾燥方法以外に、特に難乾燥材に対して高周波乾燥法などの特殊な乾燥法を応用し、効果を明らかにする(C. 2)。また、乾燥にかかわる特殊因子や平衡含水率の解析法(C. 3)を移転する。これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、蓄積されたデータや成果がサラワクにおける木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

## (2) インプット達成状況

供与機材はすべて完全に据え付けられ、正常に作動し、日常の研究活動に利用されている。日本側から乾燥に関する長期専門家1名（チームリーダー兼務、乾燥）、短期専門家1名（特殊乾燥）、機材据え付け短期専門家2名が派遣を終わっており、TRTTC側カウンターパート1名（乾燥）について日本国内研修を完了している。

## (3) 活動・成果達成度

課題（C. 1）に関しては、急速乾燥法の基礎となる木材乾燥の理論、方法、解析法を講義し、サラワク産9樹種の急速乾燥実験を行って方法、結果を取りまとめ、報告書の作成方法を習得させた。さらに、この実験情報を活用し最適乾燥スケジュール作成方法を理論と実習を通じて移転した。特殊乾燥法としては減圧乾燥法および太陽熱利用乾燥法の理論と技術に移転した。また、乾燥にかかわる基礎因子と特殊因子、平衡含水率の概念と実測法を教授した。これらの教程を通じて乾燥の基礎と実務に関する技術移転が十分に達成された。

成果としてサラワク産9樹種およびその他の木材の乾燥特性に関しTRTTCテクニカルレポート1件およびTRTTC/STAセミナー発表1件、高周波乾燥についてTRTTC/JICAセミナー発表1件、未成熟小径クルイン材の乾燥法について国際研究集会発表1件、人工乾燥技術コース講義テキストなど2件がある。

## (4) 今後の展望と課題

サラワク州の木材産業がより高度に発展するためには、人工乾燥は重要課題である。この点で本プロジェクトで移転された知識・技術は木材工業サイドの要望に十分応えられるものであるが、そのためにはTRTTC側でカウンターパート以外のスタッフによく技術を教育し、さらに自分たちで多くの樹種について乾燥技術試験を行い、データとノウハウを備蓄する必要がある。

## (5) 教訓および提言

そのためには、当面、サラワクでは適用材の市場性などで制約のある最新装置を応用した難乾燥材の乾燥まで試験・研究の範囲を広げるべきではない。サラワク産木材の有効利用のためには、樹種識別、材質変異を基礎として、多数の樹種の乾燥スケジュールの充実を図るべきである。

## 3-4 木材積層接着

### (1) プロジェクト目標・上位目標との関係

サラワク産材から積層接着製品を製造するため、サラワク産材の接着性の解明と最適接着剤の選定による接着技術の確立、積層接着製品の強度性能および耐久性に関する研

究を通じて研究開発能力を養成し、自立的な研究を促すことを目的とする。このための課題として（D. 1）サラワク産の樹種別の接着性試験、（D. 2）積層接着試験として集成材の性能に及ぼす因子の解析とフィンガージョイント技術、（D. 3）積層製品の性能評価試験のための強度性能、耐久性能について研究・指導を行う。これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、蓄積されたデータや成果がサラワク州における木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

### （2）インプット達成状況

本プロジェクト課題推進に要する供与機材はすべて移転され、研究推進に供されて、維持、管理は適切に行われている。木材積層接着の長期専門家2名、短期専門家1名、機材据え付け短期専門家2名の派遣が行われたが、調査時点で長期専門家1名が集成材の研究指導にあっていた。TRTTC側カウンターパート2名（集成材強度試験および接着試験）について日本国内での研修が終了している。

### （3）活動・成果達成度

課題（D. 1）の強度性能に関してはサラワク産材の接着性能試験、集成材用挽き板の曲げ強度試験、フィンガー加工された挽き板の曲げ強度試験、およびフィンガー形状と曲げ強度性能との関係の試験法を理論と実践を通じて集成材製造にかかわる因子を解析したうえで、実大集成材を製造し、その曲げ強度性能試験法を講義、実験した。この結果、集成材製造にかかわる標準試験法は習得され、センピラー材の集成材の曲げ試験において成果がみられた。

アランバツ材を用いた6mの実大グルーラムビームが12体製造された。これを接合し36mのシングルスパン集成材木造橋が建設されることとなった。また、（D. 2）の耐久性能試験に関しては、接着製品の屋外暴露試験の設計方法およびその評価方法を講義し、さらに、6m実大グルーラムビームについて屋外暴露試験の準備にとりかかっている。講義による耐久性能の理解は深められていると思われるが、材質改良分野での耐候性試験の実施と関連させて暴露試験を始める予定である。

これまでの成果はグルーラムのデザイン、フィンガー加工挽き板性能についてTRTTC/JICAセミナーで発表2件、グルーラムの曲げ性能について国際セミナーで発表1報、サラワク産材接着性能、接着剤のホルマリン問題でTRTTC/STAセミナー発表2報、表面形状と接着性能についてTRTTC/JICAセミナー発表1件、未成熟小径クルイン材の水溶性イソシアネート接着および接着木材製品の性能評価について国内セミナーで2件が発表された。

#### (4) 今後の展望と課題

実大集成材の曲げ試験を実施するには、既設の強度試験機では容量不足で、他の研究機関の試験機の借用を考慮する必要がある。

接合接着の基礎的な研究技術は移転されたが、集成材の構造的利用に関する多くの課題を解決するにはさらに地道な努力が必要である。

#### (5) 教訓および提言

集成材による木造橋の製造は順調に進展した。しかし、「集成材木造橋の建設」は本来的には研究業務とはなり得ない。TRTTCの自立的発展の観点からは、この分野の基礎的研究技術および解析能力を十分に留意して移転することが必要である。「集成材木造橋の建設」から基礎的な研究の重要性を学び、国際的にコミュニケーションによって先進研究者から指導を受けることで技術的発展は可能と期待される。

### 3-5 パーティクルボード

#### (1) プロジェクト目標および上位目標との関係

木材の有効利用を図るために、サラワク産材、工場廃材などを原料として、パーティクルボードの製造、ボード性能の評価に関する研究を行うことを目的としている。これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、蓄積されたデータの成果がサラワクにおける木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

#### (2) インプット達成状況

研究遂行のための供与機材はすべて移転が終わり、日常的に研究に利用されている。維持管理もよく行われており、刃の研磨ではJICAプロジェクト以外のTRTTCの近郊工場の技術者も巻き込んで維持している。ダブリングフレーカーの刃間隙の調整は高度な技術を要するが、よく習得して管理している。

パーティクルボードに関する長期専門家2名（1名はチームリーダー兼務、1名は現在指導中）、短期専門家2名、機材据え付け短期専門家2名の派遣が終わっている。カウンターパートの日本国内研修（パーティクルボード）1名が終了している。

#### (3) 活動・成果達成度

課題（E. 1）のパーティクルボードの製造技術においては、各木種ボードの特性とパーティクルの調製法、一連のパーティクルボード製造機械類の調製法を講義し、実習させた。これに基づきサラワク産各種原料を用いてボード製造のためのチップの最適調製法、接着剤の混合法、加熱圧縮法の理論と実際の製造実験を行った。さらに複合ボー

ド製造として単板貼りオーバーレイボードの製造実験をした。また、(E, 2)のパーティクルボードの性能評価試験においてはパーティクルの諸性能がボードに与える影響として、パーティクル含水率および木材の密度因子の解析法、単板貼りオーバーレイパーティクルボードの性能試験法を技術移転した。これらの結果、各種木質ボード類の特性および製造方法の概要が十分理解され、さらにボード製造機械の調製法も習得された。

サラワク産各種木材資源を原料とした各種のパーティクルボードの製造が行われ、寸度安定性の良好なボードが製造されるようになった。また、複合ボードの製造試験も順調に進められている。パーティクルの含水率がボード性能に与える影響に関して、最適含水率が存在することを実験的に解明できた。木材の密度とボードの性能の関係が調べられた。単板貼りオーバーレイパーティクルボードの強度性能を明らかにした。

これらの成果としてアカシアマンガウム材パーティクルボードの性能についてTRTTC/STAセミナー発表1件、パーティクルボード用マンガウム材の性質評価を国内化学会で発表1件、サラワク産人工林材を使ったパーティクルボード製造を国際研究集会発表1件、サラワク産広葉樹材および未成熟小径クルイン材パーティクルボード製造、およびメタン合板複合ボードに関してTRTTC/JICAセミナー発表3件、接着木製品の性能評価で国内木材接着セミナーで発表1件がある。

#### (4) 今後の展望と課題

短期間に広範囲の知識と技術を習得しており、日常的な作業となると大変手際よく行えるのであるが、研究目的を考えた一連の試験体の製造・作製にあたってはさらに訓練が必要と考えられる。今後、協力終了まで十分に専門家の教示を仰ぎ、専門的知識習得と経験を積むことによって、この分野の研究の発展が期待される。

しかし、一方、試験・研究成果の活用については、現在はサラワク州にパーティクル業界が存在しないことから、他州業界や将来的に設置された際の貢献が期待される。

#### (5) 教訓および提言

さらなる発展のためには、所内の共用制度などの共同試験・研究体制のいっそうの整備が望まれる。

### 3-6 材質改良

#### (1) プロジェクトの目標・上位目標との関係

木材の耐久性、耐候性を向上し木材使用寿命を長くし、高付加価値化するために、難浸透性樹種に対する防腐剤の浸透性向上処理効果の把握、防腐処理材の耐朽性の評価、木材の普及機構の解明とともに、耐久性向上処理法としての塗装性に及ぼす樹種や木材

特性の影響の解明、塗装材の耐候性の評価を行うことを目的とする。これらの実行を通じてTRTTC研究者がサラワク産樹種について自立的、自発的に研究を行い、備蓄されたデータや成果がサラワク州における木材加工産業によって、広範囲の木材資源を利用するために活用されること、ひいては、サラワク州の森林資源保全のための持続的森林経営が達成されることが最終目標である。

## (2) インプット達成状況

塗膜暴露試験のための屋外暴露架台設置を含め、すべての機器、装置は供与を終了している。材質改良に関する長期専門家1名、短期専門家2名、機器据え付け短期専門家1名を派遣し技術移転を行った。評価時点では耐候性評価の短期専門家による暴露試験場の設置と評価試験法の移転進行中であった。2名のサラワク側カウンターパートは日本国内における防腐、耐候性に関する研修を終了している。土埋木試験地がサラワク州側で2カ所設置され、防腐剤注入処理木材の試験に供されている。

## (3) 活動・成果達成度

課題(F. 1)の防腐薬剤の浸透性を改善するためのインサイジング法の考え方と、加工機械の取り扱い、およびサラワク産材15樹種について処理を実施した。さらに、防腐薬剤注入装置の操作方法、防腐処理プログラム作製方法を講義し、防腐剤(CCA、CCB)による注入処理を実験し、結果の解析、評価を行った。また、加圧・減圧反復防腐剤注入装置(OPM)の原理と実験をサラワク産材5種について実施した。

課題(F. 2)では処理木材の耐朽性試験として、屋外抗試験法(土埋木試験)および室内実験法の実習を行った。室内試験については設備の関係で日本におけるカウンターパートの研修の過程で実施した。さらに、走査型電子顕微鏡による腐朽機構の解析を、実際に使用されていた薬剤処理電柱を試験材料として行った。

課題(F. 3)の木材の塗装技術では、塗装仕上げ特性に関して各種塗装仕上げ方法を屋内、屋外に大別して特長を講義し、塗装の実技指導が行われた。透明仕上げおよび青変菌汚染木材の漂白塗装を実習した。塗装性に及ぼす樹脂成分などの木材成分の評価に関しては講義を行い、現在、ソックスレー抽出分析による樹脂含量の評価を行っている。

耐候性試験のための暴露試験用塗装試験片の調製が終了し、屋外暴露試験用架台の設置が行われた。これらの活動成果として木材防腐に関しては、難注入材のインサイズ試験でTRTTC技術レポート1報、TRTTC/STAセミナー発表1件、CCA注入クルイン材電柱の防腐試験、CCA処理木材の顕微鏡的腐朽機構の解明でTRTTC/JICAセミナー2件、塗膜の耐候性に関してTRTTC/JICAセミナーで1件が発表された。

#### (4) 今後の展望と課題

耐久性能に関して従来世界的に行われてきた試験法は温帯地域のデータをベースにしている。今回実施されつつある屋外暴露試験法は熱帯地域での嚆矢となるもので、研究法の開発も含まれることになる。プロジェクトの期間中に試験を終わることはできないので、今後の日本側研究者との密接な連携と共同研究が望まれる。

#### (5) 教訓および提言

技術移転は順調である。カウンターパートが今後研究者として自立することが望まれる。しかし、防錆分野と塗装・表面処理を1人のカウンターパートが担当することは、物理的に制約が生じると思われることから、カウンターパートおよび助手の増員が望まれる。



## 第4章 評価結果の総括

### 4-1 評価の総括

暫定実施計画ならびに年間活動計画に従ってプロジェクト活動はおおむね順調に実施され、以下のような成果が達成された。当初のプロジェクト目標はほぼ達成したと判断できる。

- (1) TRTTCの研究環境は向上した。研究に必要な機材および設備は供与され、効果的に利用され、よく維持されている。
- (2) 研究開発の基礎的技術は移転された。フタバガキ科や非フタバガキ科などの主要木材樹種のみならず、未利用樹種や早生樹種などを含むサラワク産材の用途別分類のためのデータベース作成のための基礎情報を得るのに要求される研究技術が、活動の実施を通してカウンターパートに移転されている。
- (3) 研究者の研究能力は向上した。サラワクの木材工業の要求に応じて、有効利用のためのいくつかの研究分野にわたって、クルインの小径材の有効利用のための材質加工特性研究プロジェクトがTRTTCにより独自に実施されている。また、TRTTCによってセミナーが2回実施された。

### 4-2 教訓

- (1) 木材利用の基礎的試験・研究資料としての材質・強度特性のデータベースの重要性に対する研究所全体の意識が低い面がある。そのため、木材組織、材質・強度的性質（密度、含水率、収縮率、強度性能）の樹幹内分布、樹種内変異などの集積に必要な研究用木材を、研究所自体で研究的価値づけをした採取がなされていない。

現状では、たとえば、小径クルイン丸太の材質・加工特性に関するプロジェクトでは、樹種、生育地などが判明しない市場材を用いているため、試験・研究結果の普遍性が期待できないばかりでなく、結果の解釈を難しくしている。今後は6分野全体の共通試験材を作製して配布するために、植物分類学的証拠標本を伴った樹幹丸太を研究所自体で採取して、試験・研究に供与することが望まれる。所長にはそのためのリーダーシップの発揮が望まれる。

- (2) サラワク産木材の樹種が正しく同定され、それが正確な技術で試験・研究され、世界に向かってそのデータが発信された場合は、それ自体が高いオリジナリティを持ち、世界の木材科学・技術において独自の高い位置を占められることから、TRTTCは大いに自信を持って推進すべきである。
- (3) TRTTCの体質的に、業務全般にトップダウン方式が定着しており、研究の自

由度、研究者の自由な発想、民主的運営に制約がある。提言でも複数の項目にわたって記載したが、研究所として自立できるかどうかは自由な発想と自主性にかかっている。

- (4) 木材工業界との関係として、サラワク木材工業界は外資系企業と州内資本企業とではあらゆる面での落差が大きい。STAなど企業サイドからのTRTTCのJICAプロジェクトのアウトプットとして直接企業への技術サービスを要求しているようであるが、外資系企業に対する現状でのTRTTCの実際的応用技術の実力差は大きい。TRTTCはいたずらに応用技術に走ることなく着実に基礎的なデータを蓄積し、それらのデータをもとに企業との関係を持つべきであろう。もちろん、企業からの要請にさまざまなヒントもあり、それを取り入れ自己の発展課題とし企業へ返していくことは大切な相互作用である。

#### 4-3 提言

協力期間を通じてTRTTCは基礎的研究能力を獲得した。そこで、TRTTCにおける人材と予算を十分確保するとともに、継続的な機的研究活動により自立的に研究計画を実施することが必要である。評価に基づき下記の提言が出された。

- (1) 得られたデータの標準化のため、研究価値のある共通の研究試料を用いてTRTTCの研究活動を体系化する必要がある。
- (2) 研究計画および遂行上の適切なアドバイスを受けられるためのコミュニケーションネットワークの確立は、TRTTCの試験研究能力の実行可能性を助けるのに役立つ。
- (3) TRTTCが必要なときにコンタクトをとれるよう特殊機材のメーカーリストを作成しておくことが必要である。
- (4) TRTTC内での研究の実施に携わる、異なる分野間、上司と研究者およびアシスタントとの間での討論は、将来的には研究所としてのTRTTCのあり得べき研究活動にとって重要な要素である。
- (5) 木材産業界から改良技術の普及に対する強い要望があることから、プロジェクト上位目標達成のためには本プロジェクト終了後に研究結果の木材産業界への普及へ適切な努力が払われるべきである。たとえば、TRTTCの出版物の一覧表などの配布があげられる。
- (6) 研究プロジェクト成果の発展および木材産業界の要求に応えるために、TRTTCの図書館をさらに充実すべきである。
- (7) 国際研究機関と意見交換をし、先進情報を得るためのネットワークの確立が必要

である。

木材有効利用のために T R T T C の研究能力が向上するというプロジェクト目標は達成されたとの見解は両国の評価調査団で一致した。しかしながら、マレーシア側評価委員、特に木材産業界を代表する S T A からはさらなる技術力の向上は必要であるとして、追加的技術的支援に対する強い要請があった。T R T T C の自立発展のためには自助努力の必要があることを説明したうえで、現行協力を終了することとし、下記の文言を提言に盛り込むことで合意した。

- (8) 合同評価調査団は両国政府にアフターケア協力の可能性を検討することを示唆する。そこで、T R T T C はプロジェクト終了後の長期行動計画を策定し実施することが望ましい。行動計画を数年間実施した後、T R T T C の要請に応じて、事後評価の結果とマレーシア政府の要請書に基づき、アフターケア協力を検討することが期待される。上述の事後評価を適正に実施するため、T R T T C は J I C A マレーシア事務所に年間報告を提出することが求められる。



# 資 料



# 1 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

プロジェクト名：サラワ木材有効利用研究計画

協力期間：1993年4月1日～1998年3月31日

Narrative Summary プロジェクトの要約	Verifiable Indicators 指標	Means of Verification 指標入手手段	Important Assumptions 外部条件
<b>Super Goal</b> サラワク州の森林資源保全のため持続的森林経営が達成される。	木材伐採量及び生産量 木材産業における歩止まり向上 未利用材利用量	林業統計	
<b>Overall Goal</b> TRTTC による未利用材の利用効率促進・付加価値向上の研究成果が木材加工産業に活用される。	セミナー・ワークショップ実施回数 セミナー参加企業数 技術を導入した企業数	TRTTCによる調査	林業政策、木材市場に大きな変化がない。
<b>Project purpose</b> プロジェクト目標 TRTTC が自立発展的に木材利用効率・付加価値向上のための研究を行う能力を獲得する。	1.研究に必要な資機材の整備管理利用状況 2.研究成果のとりまとめ状況 3.TRITTC による新研究課題の提案状況	プロジェクト報告書 専門家、C/P、調査団による調査	TRTTC が継続的に技術開発並びに普及活動を行う。 産業界が TRTTC の開発した技術を受け入れる。
<b>Outputs</b> 成果 1.TRITTCの研究環境が改善される 2.サラワク産樹種の材質特性が解明される 3.サラワク産材の利用及び加工技術が開発される 4.研究者の研究能力が向上する	1.研究の際の機材の有効活用 2.材質特性が解明された樹種 3.利用及び加工技術が開発された樹種 4.1.移転された基礎研究技術 4.2.研究レポート数及び水準 5.実施又は参加したセミナー/ワークショップの数 6.データベースの構築 7.取得した資格及び認定書	技術レポート セミナー報告書	TRTTC の予算が確保される。 C/P が定着する。
<b>Activities</b> 活動 TSI に定められた下記の課題毎に、研究課題の設定、講義ならびに演習、研究成果の取りまとめ、学会/セミナーでの発表を行う 1.木材特性 2.製材及び機械加工 3.乾燥 4.木材積層接着 5.パーティクルボード 6.材料改良	<b>Inputs</b> 投入 (日本側) 専門家派遣 長期 4名×5年間 短期 必要に応じて 研修員受け入れ 機材供与 ローカルコスト負担 (マレーシア側) 運営経費カウンターパート、アシスタント 土地、建物、研究設備		資機材が遅滞なく搬入される  Pro-conditions 前提条件 研究用の試験材が安定的に確保される。

2 合同評価報告書

JOINT EVALUATION REPORT  
ON  
THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE EFFECTIVE WOOD UTILIZATION RESEARCH PROJECT IN SARAWAK,  
MALAYSIA

With about four months left until the termination of the cooperation period of the Effective Wood Utilization Research Project in Sarawak in Malaysia (hereinafter referred to as "the Project") on March 31, 1998, as stated in the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D"), the Japanese Evaluation Team organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Dr. Yoji Kikata, Professor Emeritus of Nagoya University, visited Malaysia in order to conduct an overall review and evaluation of the performance of the Project together with the Malaysian Evaluation Team headed by Dr. Peter C.S. Kho, Manager of Technical and Research at Sarawak Timber Association (hereinafter referred to as "STA").

The Joint Evaluation Team conducted interviews with the Japanese experts and the Malaysian counterparts assigned to the Project, had a series of discussions with the Malaysian authorities concerned (Ministry of Resource Planning, Forestry Department, and STA), made surveys and exchanged views among themselves.

As a result, the Japanese and Malaysian sides agreed to forward to their Governments a summary of the evaluation and recommendation which is referred to in the document attached hereto.

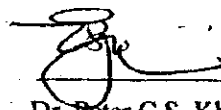
Kuching, 3 December, 1997

木元洋二

Dr. Yoji KIKATA

Leader

Japanese Evaluation Team



Dr. Peter C.S. Kho

Leader

Malaysian Evaluation Team



**SUMMARY REPORT OF THE JOINT EVALUATION  
ON  
THE EFFECTIVE WOOD UTILIZATION RESEARCH PROJECT IN SARAWAK,  
MALAYSIA**

**1. INTRODUCTION**

Based upon the Record of Discussions (hereinafter referred to as "the R/D") signed on 14<sup>th</sup> December, 1992, the Government of Japan and the Government of Malaysia have been implementing the Project since 1<sup>st</sup> April, 1993.

The Project is scheduled to be implemented for five (5) years and is to be completed on 31<sup>st</sup> March, 1998.

According to the R/D, the objectives of the Project are:

"to develop and improve wood processing technology as to promote effective and efficient utilization of timber in Sarawak compatible with the policy of sustainable forest management".

Based on the above description of the objectives and the detailed schedule of project activities described in the Tentative Schedule of Implementation (hereinafter referred to as "TSI"), and through a review of past documents and discussions with the parties concerned, the joint evaluation team created the Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM", attached at the end of the summary report) in order to conduct the evaluation more precisely. The super goal, overall goal, project purpose, and outputs of the Project defined in the PDM are as follows;

Super Goal: Sustainable forest management is accomplished in order to conserve the forest resources of Sarawak.

Overall Goal: Research results of effective and efficient utilization of a wider range of timber resources done by Timber Research & Technical Training Center (hereinafter referred to as "TRTTC") are applied by timber processing industry.

Project Purpose: TRTTC acquires capabilities to do research on effective and efficient utilization of timber.

Outputs:

1. Improvement of research environment at TRTTC.
2. Transferred fundamental research techniques.
3. Improvement of research abilities of researchers.

林

## 2. MEMBERS OF THE JOINT EVALUATION TEAM

### 2-1 The Japanese Evaluation Team

(1) Dr. Yoji KIKATA/Leader

Professor Emeritus  
Nagoya University

(2) Mr. Hideyuki TAKUMA/Cooperation Evaluation

Senior Technical Officer, Technical Cooperation Division,  
International Affairs Department,  
Economic Affairs Bureau,  
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)

(3) Dr. Tomoyuki FUJII/Wood Technology

Head of Office, Planning Coordination Office,  
Research Planning and Coordination Section,  
Research Coordination Division,  
Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), MAFF

(4) Dr. Yoshioki HAYASHI/Wood Processing

Director, Wood Improvement Section,  
Wood Chemistry Division,  
Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), MAFF

(5) Ms. Ritsuko HAGIWARA/Planning Evaluation

Project Officer, Forestry Cooperation Division,  
Forestry and Fisheries Development Cooperation Department,  
Japan International Cooperation Agency (JICA)

(6) Mr. Hiroshi IMAIZUMI/Evaluation Analysis

Senior Economist,  
PADECO Co., Ltd.

木方

木方

## **2-2. The Malaysian Evaluation Team**

- (1) Dr. Peter C.S. Kho/Leader  
Manager of Technical and Research  
Sarawak Timber Association
  
- (2) Mr. Abg. Abdul Hamid Karim  
Senior Assistant Director  
Forest Department Sarawak
  
- (3) Mr. Ting Kong Guok  
Executive Officer  
Sarawak Timber Industry Development Corporation

## **3. OBJECTIVES OF THE EVALUATION**

Objectives of the evaluation of the Project are as follows:

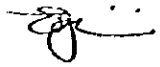
- (1) To execute a comprehensive evaluation of the achievement in accordance with the original plan described in the R/D, Tentative Schedule of Implementation, Annual Work Plans and PDM.
  
- (2) To make recommendations and suggestions concerning the measures to be taken after the termination of the cooperation period of the Project to the authorities of the respective Governments.

## **4. METHODOLOGY OF EVALUATION**

### **4-1. Survey**

The Project was evaluated jointly by the Japanese and Malaysian sides. The Team visited project sites for the inspection and had a hearing from Japanese long-term experts and Malaysian counterpart personnel.

木村



## **4-2. Items of the Evaluation**

### **4-2-1. Accomplishment of the Project**

Accomplishment of the Project was measured in terms of inputs, activities, outputs and project purpose, all of which accord with the R/D, TSI and PDM.

### **4-2-2. Analysis on Evaluation Issues**

#### **(1) Effectiveness**

Effectiveness was assessed by evaluating the extent to which the Project has achieved outputs and project purpose.

#### **(2) Impact**

Impact of the Project activities was identified as positive and negative changes produced by the Project directly and indirectly (including unexpected changes).

#### **(3) Efficiency**

Efficiency of the project implementation was analyzed focusing on the relationship between outputs and inputs in terms of timing, quality and quantity, and on linkage with other cooperation schemes of JICA and other organizations.

#### **(4) Relevance**

Relevance of the Project was reviewed as the validity of project purpose and overall goal in connection with the development policy of the Government of Malaysia and needs of the beneficiaries.

#### **(5) Sustainability**

Sustainability of the Project will be forecasted in organizational, financial and technical aspects by examining the extent to which the achievement of the Project will be sustained or expanded after the assistance is completed.

未了

## 5. RESULTS OF EVALUATION

### 5-1. Accomplishment of Inputs

#### 5-1-1 Cooperation by the Government of Japan

##### (1) Dispatch of Experts

###### (a) Long-term Expert

In accordance with the R/D, Team Leader and experts in the field of, Wood Properties, Sawmilling and Machining, Drying, Wood lamination, Particleboard, Wood Improvement and Coordinator were scheduled to be dispatched. During the cooperation period, ten (10) long-term experts in total were dispatched as planned. Experts in their respective fields contributed to the excellent performance of the Project.

###### (b) Short-term Expert

In accordance with the R/D, short term experts were dispatched when the necessity arose. During the cooperation period, twenty-two (22) short-term experts in total were dispatched including two expert scheduled to be dispatched by the end of the Project.

##### (2) Provision of Machine and Equipment

The machinery and equipment purchased in Japan valued at about 490 million Japanese Yen in total (planned by March 31, 1998) and those purchased in Malaysia valued at about 115,530 RM in total were provided.

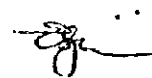
##### (3) Training of Malaysian Personnel in Japan

During the cooperation period, nine (9) counterpart personnel were accepted in Japan as trainees. They were able to improve their knowledge and techniques in Japan. After completing the training in Japan, all the trainees returned to their respective positions and disseminated the knowledge and techniques acquired in Japan to the counterpart personnel in the other fields, and to the persons concerned with the Project.

##### (4) Other Financial Support

For effective and smooth implementation of the Project, special measures have been taken to supplement a portion of the local expenditures in accordance with the R/D. These measures include national and international seminars on forest products, publication of research activities as well as cost for Japanese experts' activities such as field survey, travel allowance, office supplies, communications and others.

木方



## **5-1-2 Measures taken by the Government of Malaysia**

### **(1) Provision of Land, Buildings, Facilities, and Samples**

Necessary facilities as follows have been provided for the Project.

- 1) Land for project office and related facilities
- 2) Land for testing sites, provision of samples for testing
- 3) Buildings and facilities for the project office, experts rooms, laboratories, administrative rooms and others

### **(2) Appointment of Counterpart and Other Personnel**

During the cooperation period, thirteen (13) counterpart personnel including Project director in the fields of project management, Wood Properties, Sawmilling and Machining, Drying, Wood Lamination, Particleboard, Wood Improvement, and administrative personnel were appointed at TRTTC. They have been sufficiently qualified in their respective fields and contributed to the excellent performance of the Project.

### **(3) Allocation of Budget**

On an average annually four (4) million RM equivalent was allocated including salary of counterpart personnel and assistants and other operational cost for the Project at TRTTC.

## **5-2 Accomplishment of Activities**

### **5-2-1 Wood Properties**

The project has been conducted anatomical studies on wood structure and basic properties of dipterocarp and non-dipterocarp species in Sarawak. The project also has been conducted mechanical strength test on each species and the data have been compiled and analyzed for future reference in respect of timber quality and utilization. Following activities has been implemented.

#### **(1) Anatomical studies**

- Optical and scanning electron microscopies and various sample preparation methods for the study on the new identification of Sarawak timbers.
- Application of wood anatomical techniques to the studies on wood degradation and wood adhesion mechanism.
- Wood identification system of dipterocarp and non-dipterocarp species.

木方



## **(2) Mechanical properties**

- Standardized measuring methods and analysis of wood density and moisture contents
- Analysis of the effects of density and moisture content on mechanical properties
- Standardized full-size mechanical testing of sawn timber
- Full-size bending strength testing and grading of 5 lesser-known timber species in Sarawak
- Various non-destructive testing methods
- Relationship between full-size bending strength non-destructive parameter
- Analysis of the data for mechanical grading
- Method of tensile strength testing will be transferred

## **(3) End-use classification**

- Measuring methods and analysis of wood quality indices for end use classification (basic density, green moisture content, water absorption)
- Density and moisture content mapping in 6 timber species in Sarawak

### **5-2-2 Sawmiling and Machining**

The project has looked into the machining of refractory species. Sawmiling techniques to improve quality and yield have also been experienced. The project has also compile operational guidelines for factory design, utilizing the data from the above experiments. Following activities have been implemented.

#### **(1) Sawmilling**

- Measuring methods and analysis of fundamental factors affecting quality of sawn timber
- Log recovery studies in relation to various mill design
- Analysis of the production efficiency in 21 sawmills in Sarawak in relation to mill layout, machinery selection, log dimensions, number of workers.

#### **(2) Timber Machining**

- Measurement and analysis of cutting energy consumption of 3 timber species in Sarawak
- Study on the effective sawing time and surface finish using various sawtooth profiles and tipping materials will be conducted.

木方

### 5-2-3 Drying

The project drew up effective drying schedules according to the properties of various species. The project has also been conducted studies on drying properties of Sarawak species, and developed effective drying methods for refractory species. Following activities have been implemented.

#### (1) Drying Schedules

- Quick drying test to evaluate drying defects and to predict a schedule on established criteria on 9 timber species in Sarawak.
- Determination of optimum drying schedule of 25 mm nominal thick timbers of 9 species in Sarawak.

#### (2) Other Drying Method

- High radio frequency vacuum drying method for refractory species.
- Solar drying, high temperature drying and press drying.

#### (3) Drying Properties

- Outline of compilation of drying properties such as shrinkage, drying defects, discoloration, drying rate, etc.
- Determination of equilibrium moisture content of dried timber under different conditions.

### 5-2-4 Wood Lamination

The project has laid down manufacturing techniques and quality evaluation method for wood lamination through compilation of experimental data on glueability of Sarawak timber species. Following activities have been implemented.

#### (1) Gluing Techniques

- Evaluation method of gluability of Sarawak timbers
- Evaluation method of formaldehyde issue in wood based panels

#### (2) Wood Lamination Techniques

- Evaluation of factors affecting performance of laminated wood such as moisture content, surface roughness, strength variation of lamina
- Finger joint techniques and analysis of factors affecting on the performance of joint efficiency.

木方

—



### **(3) Mechanical Properties and Durability**

- Determination of strength value of laminated wood
- Manufacture of 6 m span gluelaminated timbers
- Methods to monitor the motion and deterioration of glue laminated timber by accelerating method.
- Outdoor exposure test of test pieces of glued laminated timber.(in progress)

### **5-2-5 Particleboard**

The project has looked into particle production, gluing, hot pressing, etc. for particleboard manufacture. Basic data on various properties have been compiled for quality evaluation.

Following activities have been implemented.

#### **(1) Manufacturing Techniques**

- Particle preparation and particleboard manufacturing techniques for lesser-known and plantation grown species in Sarawak
- Manufacturing techniques of various types of particleboard

#### **(2) Testing and Evaluation of Particleboard**

- Evaluation of variation of board and particle properties

### **5-2-6 Wood Improvement**

The project has been conducted on preservative treatment techniques, coating techniques and efficient evaluation methods. The treatment of refractory species has been received special attention.

#### **(1) Improvement of Preservative Penetration**

- Improvement of preservation penetration of 15 timber species in Sarawak by incising treatment techniques
- Determination of the effectiveness of oscillation pressure method on 11 timber species in Sarawak

#### **(2) Durability Evaluation**

- Graveyard test method
- Morphological studies on the decay and CCA distribution in CCA impregnated

木方

...

keruing timber

**(3) Coating Technology**

- Technology transfer of coating and finishing
- Development of weathering tests in the tropics. ( in progress)

**5-3 Accomplishment of Outputs**

**5-3-1 Improvement of research environment at TRTTC**

**(1) Effective use of equipment**

Almost all equipment introduced have been used effectively and maintained well in course of the project. Some maintenance skills have also been transferred as much as possible for the efficient utilization. Some other equipment, such as a Soxhlet extractor which is just set up and a tensile strength testing machine, are scheduled to be set up. But the studies using these equipment are scheduled.

By the use of the data obtained through the effective use of equipment, many research/technical reports have been published and considerable number of reports are under preparation.

**(2) Feasible research fields**

It is considered to be feasible for TRTTC to carry out research studies in all of 6 fields designed in the project as is expectable on the research activities transferred in the past 4 and two third years and also on the outputs of the project.

**5-3-2 Transferred fundamental research techniques**

Research techniques required to obtain the basic information for the data-base for the end-use classification of Sarawak timbers including not only major timber species of Dipterocarpaceae and non-Dipterocarpaceae species but also lesser-known and plantation grown species have been transferred to local counterparts through the implementation of the activities. Principles and theories necessary for development and improvement of wood processing techniques have also been transferred.

The followings are being conducted within the term of the project; techniques of the evaluation of various tooth profile and various saw tooth tipping materials, effect of

木方

extractives on coating, techniques of weathering test.

Data of wood quality and wood processing properties of Sarawak timbers.

Major data obtained through the implementation of the project are made a public through the presentations and the printed materials at academic meetings and seminars as follows.

### Wood properties

#### (1) Anatomical studies

- One part of an international book
- Two scientific reports at international academic meetings
- Six seminar reports

#### (2) Mechanical properties

- Eleven academic/technical/seminar reports
- As a result of the tests carried out by TRTTC on static bending and compression test of plywood requested, the requesting company has been authorized as the first JAS (Japan agricultural standard) structural plywood factory.

### Sawmilling and Machining

#### (1) Sawmilling

- One technical report
- One seminar report

#### (2) Timber Machining

- Data of sawing properties of the three Sarawak timbers. (unpublished)

### Drying

#### (1) Drying schedules

- One technical report in TRTTC Technical Report
- Two seminar reports
- Two training courses

#### (2) Other Drying Methods

- One seminar report

#### (3) Drying Properties

- Data of drying properties such as shrinkage, drying defects, discoloration has been obtained and compiled through the implementation of the study on the kiln drying schedules and other drying methods.

木方

Handwritten signature or mark.

### Wood Lamination

#### (1) Gluing Techniques

- Five seminar reports

#### (2) Wood Lamination Techniques

- Full-size glued laminated timbers have been manufactured with alan batu laminae and the fabrication of a 36 m single span bridge with the glue-laminated timber is in the final stage.

#### (3) Mechanical Properties and Durability

- One technical report at an international academic meeting
- Two seminar reports

### Particleboard

- Two technical reports at international academic meetings
- Four seminar reports

### Wood Improvement

#### (1) Improvement of Preservation Penetration

- One technical report in TRTTC Technical Report
- Three seminar reports

#### (2) Durability Evaluation

- Long term grave-yard test of eleven Sarawak timber species has been set up at two sites.

#### (3) Coating Technology

- One seminar report
- The technical transfer in this field is now on-going and the valuable data has been compiled.

### **5-3-3 Improvement of research abilities of researchers**

(1) Research projects on wood quality and properties of boards cut from small-diameter keruing logs that may affect on processing have been organized by TRTTC in several research fields of the projects for the effective utilization on request of Sarawak timber industry.

(2) Seminars were organized twice by TRTTC with the support of STA and JICA in the latter stage of the Project.

木方

- (3) Scientific and technical reports achieved in the Project were presented at national and international scientific meetings.

#### 5-4 Achievement of Project Purpose

The project purpose, i.e. "TRTTC acquires capabilities to do research on effective and efficient utilization of timber", has been achieved for the most part and will be completed through successful implementation of the stipulated activities by TSI as scheduled, owing to an efficient project management and effective technical cooperation between JICA experts and counterparts. In addition to the essential basic techniques, TRTTC has also acquired basic facilities and equipment for continuous research of effective and efficient utilization of timber, upon completion of the Project.

Scope of the technical transfer to TRTTC is focused on the fundamental methods and techniques for effective and efficient utilization of timber. Thus, since the project period is limited to five years, some applied techniques which will be achieved in the near future requested from timber industry can not be fully acquired by the end of the Project. In addition, those applied fields of efficient and effective utilization of timber remain as future important subject for technical development.

## 6. ANALYSIS ON EVALUATION ISSUES

### 6-1 Effectiveness

As reviewed in the previous chapter, the project purpose is expected to be achieved mostly as planned. Principles and theories necessary for development and improvement of wood processing techniques have also been transferred. In addition, research abilities of researchers at TRTTC are greatly improved judging from the following facts:

- (1) Research projects on wood quality and properties of boards cut from small-diameter keruing logs that may affect processing have been organized by TRTTC in several research fields of the projects for the effective utilization on request of Sarawak timber industry.
- (2) Seminars were organized twice by TRTTC with the support of STA and JICA in the latter stage of the Project.

木方

- (3) Scientific and technical reports achieved in the Project were presented at national and international scientific meetings.

## 6-2 Impact

### Direct Impact:

TRTTC researcher acquired basic techniques from JICA experts through a cooperation of the Project. They have already acquired abilities to implement research projects for themselves or to implement joint researches in other fields after the termination of the Project. In addition, they also acquired abilities to make a presentation of research results on the seminar by themselves.

Timber industry starts to pay attention to the new techniques developed by the Project. In addition, TRTTC has already been requested a mechanical strength test of plywood from timber industry. Judging from this situation, TRTTC are assumed to be recognized a trustworthy research institution from timber industry and also the research results of the Project are disseminating gradually.

### Indirect Impact:

The amount of logging in both permanent forest estates (PFE) and other non-PFE areas in Sarawak has reduced from 18.8 million cubic meter in 1992 to 16.1 million cubic meter in 1995 according to statistics available from Forest Department.

Recovery rate in the timber industry of Sarawak is expected to improve greatly as a result of the Project. Effective utilization of timber contributes to the reduction of amount of logging and sustainable resource management.

The research of more effective utilization of a timber resources also contributes to the reduction of logging and hence lead to sustainable resource management.

## 6-3 Efficiency

Overall efficiency of the Project has been good enough, and the progress was nearly as scheduled. Quality and quantity of input from both countries were adequate for the most part, while there was some delays in the timing of certain inputs, e.g. coating equipment.

Technical transfer in the field of wood lamination and coating techniques to the counterpart has been achieved though the human resources allocated to these fields are particularly limited. This successful transfer is attributed to an effort of counterpart and JICA expert.

It was crucial for the successful implementation of the Project that intensive efforts were made by TRTTC to secure land and facilities on time.

木方



Partly due to the difference of the culture, there was some communication gap between the JICA experts and counterparts. For the same reason, day-to-day communication on detailed technical issues was not always easy. Nevertheless, cooperation between experts and counterparts has been conducted satisfactory based on good human relation on the whole.

All equipment introduced have been used effectively and have been maintained in good condition. Most of the equipment provided was necessary for the effective implementation of the Project.

In spite of heavy and wide work load to the counterparts who have to share duties involved in project activities, the Project was implemented efficiently owing to the great efforts by the JICA experts and the counterparts.

#### 6-4 Relevance

At the time of commencement of the Project, effective wood utilization was regarded as an important issue for the sustainable forest management in Sarawak, and need for transfer of basic technology for effective and efficient utilization of timber was strongly recognized by policy makers as well as by timber industries. And this situation in Sarawak state does not change. In these respects, the super goal, overall goal and the purpose of the Project was quite relevant for the initial stage of introducing the effective and efficient utilization of timber for the purpose of sustainable forest management.

The action plan for the Project was well elaborated and clearly documented from the beginning. Construction of glue laminated timber bridge was added for the project purpose during the second joint committee meeting though it is difficult to be a research theme. However, this additional research activities never decreased the effectiveness of the Project in terms of applied techniques.

#### 6-5 Sustainability

##### Institutional aspect:

Current policy of the Sarawak state government shows a strong support to the project purpose. Financial revenue in Sarawak mainly comprises timber industry. Sustainable utilization of forest resources based on the developing policy and development of timber industry are essential conditions in order to maintain the revenue. TRTTC is making a research to implement a development policy of state government. Thus, TRTTC should continue to be supported by the state government of Sarawak. Action plan of TRTTC after the termination of the Project is not available to the evaluation team, but TRTTC should have the subject of sustainable forest

木

...

management.

Project purpose, "Effective Wood Utilization", is essential factor for the sustainable forest management. Therefore the project purpose, "Effective Wood Utilization", will be established and the possibility of sustainable development of TRTTC is high.

Financial aspect:

Operating budget of TRTTC comes from state government and project budget comes from federal government. Sufficient budget is currently allocated for TRTTC. Malaysia government purchased some equipment for themselves during the project implementation. Current budget is expected to remain after the termination of the Project. Therefore, the possibility of sustainable development in terms of financial aspect is also high.

Technical aspect:

Technology transfer has already come to stay at TRTTC. TRTTC has an idea about each field in the Project as follows:

- ① Dispatch of researchers to overseas laboratory
- ② Invitation of foreign scientists
- ③ Holding research seminars

In addition, each counterpart acquired an ability of proposing new research projects and making a presentation of research results on seminar for themselves. Their abilities will be developed furthermore.

Equipment and machine provided by the Project are assumed to be more or less sufficient for continuing research activities even after the termination of the Project. TRTTC has also acquired basic techniques sufficient for meeting the demand from Sarawak timber industry. Even if the timber industry requested TRTTC to make a progress of research for the purpose of wood utilization and the necessity of strengthening about the human resources at TRTTC might happen, the sustainability of technical aspect is almost achieved.

## 7. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

### 7-1 Conclusion

Most of the project activities were implemented according to TSI and annual plan of operation, and following outputs were made.

Research environment at TRTTC is improved. Equipment and machine necessary for research are fully provided and have been used effectively and maintained well.

木方





Fundamental research techniques are transferred. Research techniques required to obtain the basic information for the data-base for the end-use classification of Sarawak timbers including not only major timber species of Dipterocarpaceae and non-dipterocarp species but also lesser-known and plantation grown species have been transferred to counterparts through the implementation of the activities. Research abilities of researchers are improved. Research projects on wood quality and properties of boards cut from small-diameter keruing logs that may affect processing have been organized by TRTTC in several research fields of the projects for the effective utilization on request of Sarawak timber industry. Seminars were organized twice by TRTTC.

Therefore, original project purpose is considered to have been achieved for the most part.

## 7-2 Recommendations

TRTTC has acquired the fundamental research abilities through the cooperation period. Thus, it is necessary to implement a research plan independently by successive fundamental research activities as well as to secure enough budget and strengthen human resources at TRTTC. Based on the evaluation, following recommendations were made.

1. Research projects and/or tests implemented in TRTTC should be operated systematically on common materials/specimens from the same source with scientific value in order to standardize the data obtained.
2. Established a communication network to get appropriate advises on planning of research projects and on the selection of methods required in the implementation should be very effective to help the feasibility of TRTTC in the research/testing ability.
3. It is recommended that a list of the supplier for specialized equipment be drawn up TRTTC so that they can get contact when needed.
4. Discussion within TRTTC, among researchers in different fields and also between a research director and researchers/research assistants in charge of the implementation is one of the essential factors for feasible research activities of TRTTC as a research institute in future.
5. It is expected by wood industry to disseminate the improved techniques. Therefore, after the termination of the Project, suitable efforts shall be made to disseminate the results of research projects to timber industry in order to attain the overall goal of the project. For example, Publication list of the TRTTC should be distributed.
6. In order to develop the results of research projects and to meet the requests from the timber industry, the library in TRTTC should be further improved.

林



7. Networking should be established to get advanced information and to exchange opinions with international research institutions.
8. The Joint Evaluation Team is suggesting that both governments consider the possibility of after-care cooperation. Therefore, it is admirable for TRTTC to draw up and to implement a long-term action plan after the termination of the Project. After the implementation of the action plan in several years, in response to the request of TRTTC, it is expected to consider the after-care cooperation based on the post-project monitoring and proposal from the Government of Malaysia. In order to implement the above-mentioned post-project monitoring properly, TRTTC is requested to submit annual reports to JICA Malaysia office.

木牙



Project Design Matrix (PDM)  
for  
The Effective Wood Utilization Research Project in Sarawak in Malaysia

Annex I.

Narrative Summary	Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumptions
<p><b>Super Goal</b></p> <p>Sustainable forest management is accomplished in order to conserve the forest resources of Sarawak.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-The amount of logging and timber production</li> <li>-Improvement of yield rate in timber industry.</li> <li>-The amount of utilization of a wider range of timber resources.</li> </ul>	Forestry Statistics	
<p><b>Overall Goal</b></p> <p>Research results of effective and efficient utilization of a wider range of timber resources done by TRITC are applied by timber processing industry.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-The number of seminar held by TRITC</li> <li>-The number that industry participated in seminar.</li> <li>-The number of industry which tried and/or introduced the techniques</li> </ul>	Survey by TRITC	There is no substantial change in forestry policies and timber markets.
<p><b>Project Purpose</b></p> <p>TRITC acquires capabilities to do research on effective and efficient utilization of timber.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. The condition of maintenance, management and utilization of equipment and machinery.</li> <li>2. The situation of completion of research results</li> <li>3. The situation of new research theme proposed by TRITC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Record of the Project.</li> <li>- Assessment by C/P, experts and the evaluation mission</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-TRITC is in charge of development and dissemination of wood utilization techniques.</li> <li>-The industry accepts the techniques developed by TRITC.</li> <li>-The budget for TRITC is sufficiently ensured to disseminate techniques.</li> </ul>
<p><b>Outputs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Improvement of research environment at TRITC.</li> <li>2. Transferred fundamental research Techniques</li> <li>3. Improvement of research abilities of researchers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Effective use of equipment in case of research                             <ul style="list-style-type: none"> <li>1-1 Feasible research fields</li> </ul> </li> <li>2. Transferred fundamental research techniques.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>2-1 Anatomized timber sorts of timber properties</li> <li>2-2 The sorts of testing and woods on utilization or processing techniques developed by TRITC.</li> </ul> </li> <li>3. The number and quality of the study reports</li> <li>4. Number of conducted and participated seminar and/or workshop.</li> <li>5. Developed Data-base</li> <li>6. Acquired certificate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technical reports</li> <li>- Seminar reports</li> <li>- Interview of researchers</li> </ul>	The attrition rate of C/P and labor assistant is minimized.
<p><b>Activities</b></p> <p>Establishment of research theme, lecture, collection of research results, and publication of academic society/seminar are done by TRITC according to the following themes stipulated by TSI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Wood Properties                             <ul style="list-style-type: none"> <li>A-1 Anatomical studies</li> <li>A-2 Mechanical properties</li> <li>A-3 End use classification</li> </ul> </li> <li>B. Sawmilling and Machining                             <ul style="list-style-type: none"> <li>B-1 Sawmilling</li> <li>B-2 Timber Machining</li> </ul> </li> <li>C. Drying                             <ul style="list-style-type: none"> <li>C-1 Drying schedules</li> <li>C-2 Other drying methods</li> <li>C-3 Drying properties</li> </ul> </li> <li>D. Wood lamination                             <ul style="list-style-type: none"> <li>D-1 Gluing techniques</li> <li>D-2 Wood lamination techniques</li> <li>D-3 Mechanical properties and durability</li> </ul> </li> <li>E. Particleboard                             <ul style="list-style-type: none"> <li>E-1 Manufacturing techniques</li> <li>E-2 Testing and evaluation of particle board</li> </ul> </li> <li>F. Wood Improvement                             <ul style="list-style-type: none"> <li>F-1 Improvement of preservation penetration</li> <li>F-2 Durability evaluation</li> <li>F-3 Coating technology</li> </ul> </li> </ul>	<p align="center">Inputs</p> <p>(Japanese Side)</p> <p>Dispatch of Experts:                      Long-term 4ps x 5 years                      Short-term as needed</p> <p>Training of counterparts                      Provision of Equipment and Machinery:                      Local cost support</p> <p>(Malaysian Side)</p> <p>Operation Costs                      Counterpart personnel                      Laboratory assistants                      Lands, Buildings and Facilities</p>	<p>Equipment and machinery are carried in without delay.</p> <hr/> <p><b>Pre-conditions</b></p> <p>Test materials for study are supplied without delay.</p>	

木

3 活動実績一覧

(サラワク木材有効利用研究計画：平成9年度第3四半期現在)

活動項目	予算年			平成5年度			平成6年度			平成7年度			平成8年度			平成9年度				
	月	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10
(1) 製材工場等調査			6/11-12 (2回) 9/8-11 (3回・5回) 11/21-26 (3回)	12/9-18 (2回)	6/17-18 (9回・4回)	9/28-10/1 (2回)	11/14-17 (4回)	6/5-10 (1回・5回・9回・9回)	8/6-11 (8回・5回・9回・9回)	12/12-13 (1回)				6/9 (1回)	10/27-31 (4回)					
(2) 木材防霉処理状況調査			6/11-12 (2回) 10/26-28 (3回)		10/10-14 (1回・3回)	10/26-2 (3回)		6/4-7 (3回)												
(3) 木材標本採取					9/22-26 (3回)	9/22-25 (3回)		7/17-20 (3回)	9/18-24 (3回)											
(4) 技術交換			1/12-16 (3回)					5/10-12 (3回)	7/5-8 (3回)					7/30 (3回)	9/2-6 (3回)	9/18-6 (3回)	1/14-17 (4回)			
(5) 学会・セミナー出席			9/19-23 (3回)							11/19-25 (3回)						11/12-14 (3回)	7/28 3-11-13 (3回)	6/18-21 (3回)	11/18-20 (3回)	
(6) TRITICとの定期会議			4/27 7/10 9/28-29 10/12		7/28 10/6 1/10			4/5 7/24 9/8 3/17 10/26 3/21					4/22 8/7 1/13 3/25		5/20 8/20 7/18 9/2 11/6					
(7) ショータイムミーティング			10/21					11/9												12/9

4 日本側およびマレイシア側実績一覧

専門派遣及び人材供与(その1)

(サラワク木材有効利用研究計画:平成9年度第3四半期現在)

期目	子算年 月	平成5年度			平成6年度			平成7年度			平成8年度			平成9年度				
		4	7	10	1	3	4	7	10	1	3	4	7	10	1	3		
長期 専門家	(1) 眞見博史 (リブ-乾木材乾燥) (2) 今村浩人 (リブ-乾木材乾燥) (3) 中井孝 (リブ-乾木材乾燥) (4) 黒田尚広 (木材特性: 強度・ 組構) (5) 須川豊伸 (木材特性: 組構) (6) 中井孝 (木材特性: 強度) (7) 眞見博史 (木材乾燥)	4/10			10/1			3/31			3/10						3/31	
		4/10			4/9			3/31			3/10						3/31	
		4/10			10/9													
短期 専門家	(8) 井上明生 (木材積層・接着) (9) 佐久間博文 (木材積層・接着) (10) 今村浩人 (ハーティクルボード) (11) 菊澤雄市 (ハーティクルボード) (12) 井上衛 (材質改良) (13) 西尾久光 (集積材) (14) 眞井智之 (木材特性: 組構) (15) 長尾博文 (木材特性: 強度) (16) 村田光司 (製材・機械加工) (17) 藤原勝敏 (製材・機械加工) (18) 高野勉 (製材・機械加工)																	

専任家派遣及び機材供与 (その2)

(サラワク木材有効利用研究計画：平成9年度第3四半期現在)

細目	子算年 月	平成5年度			平成6年度			平成7年度			平成8年度			平成9年度				
		4	7	10	1	3	4	7	10	1	3	4	7	10	1	3		
短期専門家	(19) 芦穂周造 (木材乾燥)																	
	(20) 宮武敦 (木材搬入・検査)																	
	(21) 高麗秀昭 (パーティクルボード)																	
	(22) 高麗秀昭 (パーティクルボード)																	
	(22) 川村二郎 (材質改良)																	
	(32) 木口実 (材質改良)																	
	(33) 鈴木徹夫 (機材据付：木材乾燥)																	
	(34) 伊三浩二 (機材据付：材質改良)																	
	(35) 高野博之 (機材据付：木材強度)																	
	(36) 井ノ坂正朝 (機材据付：木材搬入・検査)																	
	(37) 井ノ坂正朝 (機材据付：パーティクルボード)																	
	(38) 阿部徹 (機材据付：パーティクルボード)																	
(39) 井ノ坂正朝 (機材据付：木材搬入・検査)																		
(40) 水谷幸雄 (機材据付：木材乾燥)																		
(41) 高野博之 (機材据付：木材乾燥)																		
(42) (機材据付：木材強度)																		
供当年度 (百万円)				75		117		61		45		25 (計画)						
機材与				(92) 161		(93) 6												
機材与 機材与 機材与				4,170		2,944		1,820		3,874		1,060						

研修員受入れ、現地活動経費、相手国側投入要領、その他

(サラワク木材有効利用研究計画：平成9年度第3四半期現在)

細目	予算年 月	平成5年度			平成6年度			平成7年度			平成8年度			平成9年度			
		4	7	10	1	3	4	7	10	1	3	4	7	10	1	3	
研修員受入れ	(1) Andrew Tubau (木材特性：組織) (2) Alik Daja (木材特性：強度) (3) Peng Ting Chung (製材・機械加工) (4) Ismail Sulaiman (木材乾燥) (5) Ling King Boh (木材濃層・接着) (6) Nigel Lim Poon Teck (バーテ、ドナルド) (7) Kandau Jenang (材質改良) (8) Ling Wang Choon (材質改良) (9) Siti Hanis Sahari (木材濃層・接着)								9/3 11/20								8/5 11/8
現地活動経費	(1) 現地業務費 (千円) (2) 現地研究費 (千円)	1,431	689				2,315		2,456			2,546		2,630 (計画)			
相手国側 投入要領	ローカルコスト	R.M. 803,000.00			R.M. 2,500,000.00			R.M. 5,994,400.00			R.M. 3,400,000.00						
買付団	事前調査 実施協議 92/4/15 92/12/2	8			8			9			9			9			
リーダー会議	計画打合：TSI 10/17 10/24																終了時評価 11/23 11/4
調整員会議																	10/19 10/26