



マレーシア  
ファインセラミックス（特性解析）研究  
アフターケア調査団報告書

平成11年9月

国際協力事業団  
社会開発協力部

社協一
J R
99 - 037

## 序 文

国際協力事業団はマレーシアに対するプロジェクト方式技術協力「ファインセラミックス（特性解析）研究」を1987年（昭和62年）11月から4年間にわたって実施した。これは日本・ASEAN科学技術協力の一環として、マレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）において、セラミックスの化学的・物理学的解析や実験データの評価・分析を行ったもので、技術協力は1年間のフォローアップ協力を経て、成功裏に終了した。

プロジェクトはそのあと、同分野の第三国研修などを通じて自立的発展を遂げてきたが、技術協力開始から10年以上を経過した段階で、供与した各種機材の修理と電子セラミックス分野の更なる発展を図るため、マレーシア政府は我が国に対してアフターケア協力を要請してきた。

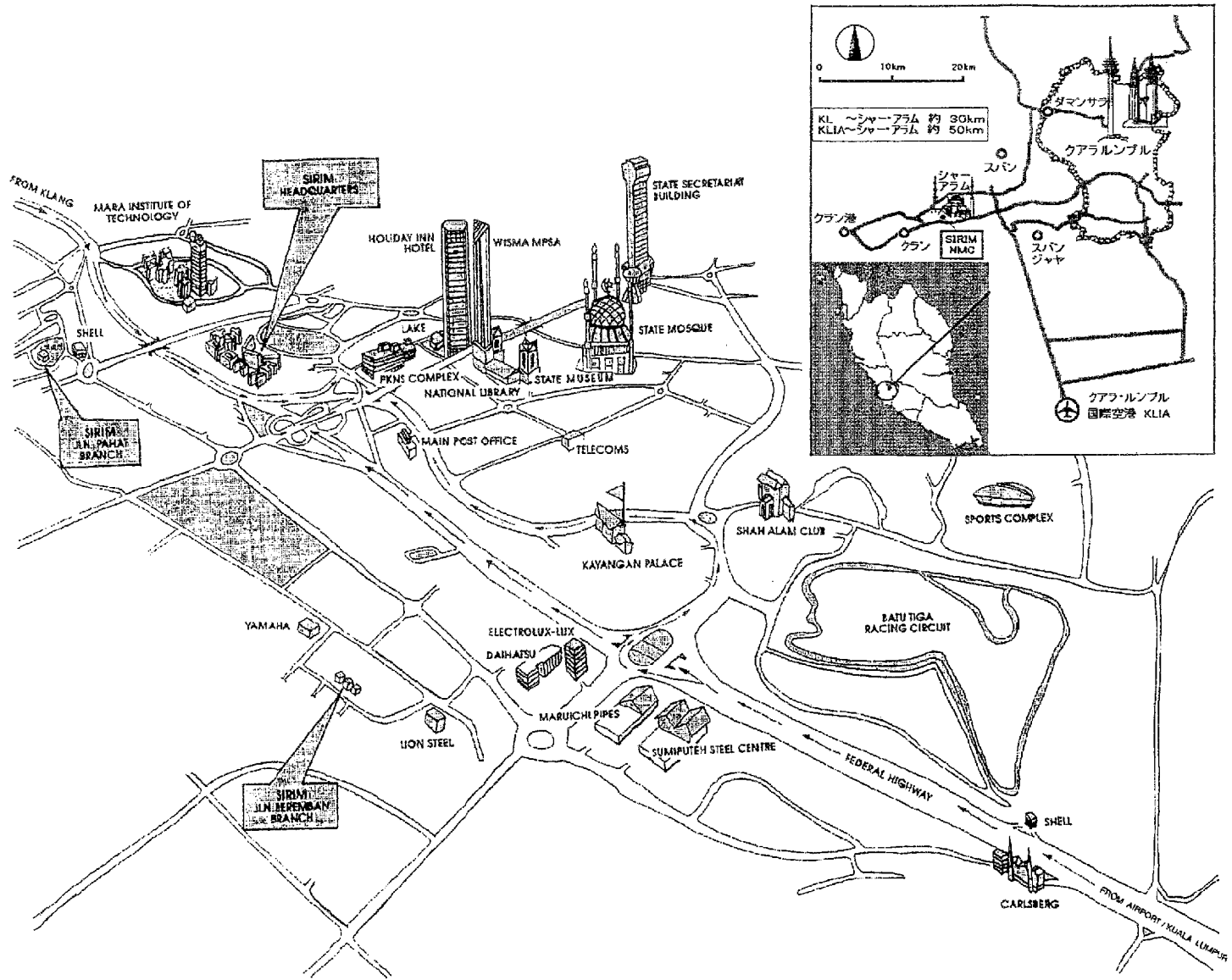
これを受けて当事業団は、1999年（平成11年）8月1日から同7日まで、科学技術庁無機材質研究所総合研究官 貫井 昭彦氏を団長とするアフターケア調査団を現地に派遣した。その結果、要請の妥当性が確認され、1999年10月から2年間にわたってアフターケア協力を実施することになった。

本報告書は同調査団の調査・協議結果を取りまとめたもので、今後のプロジェクト展開に広く活用されることを願うものである。

ここに、本調査にご協力頂いた外務省、科学技術庁、在マレーシア日本大使館など、内外関係各機関の方々に深く謝意を表するとともに、引き続き一層の御支援をお願いする次第である。

平成11年9月

国際協力事業団  
社会開発協力部  
部長 田中由美子



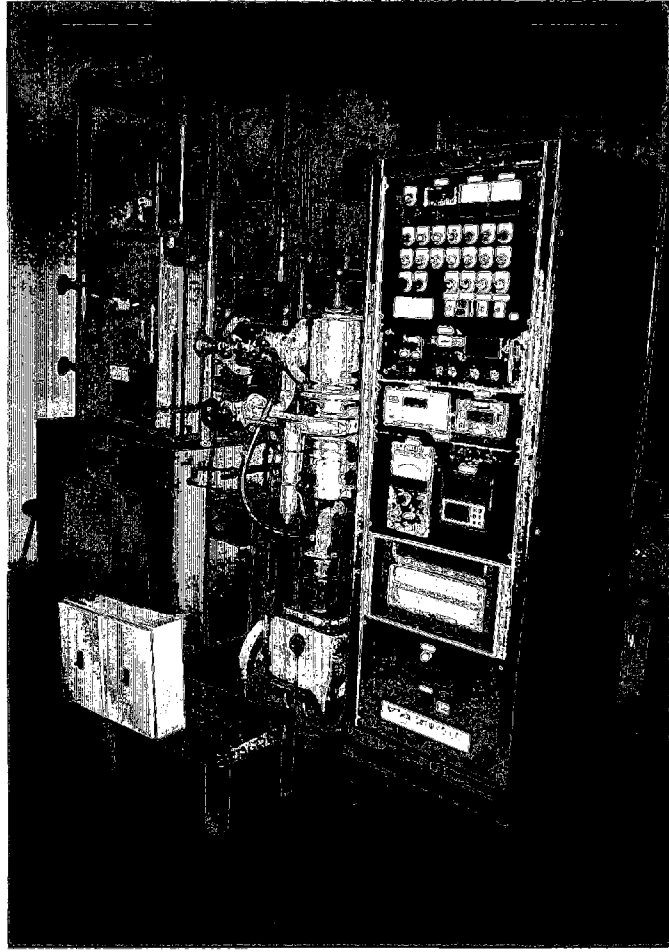
SIRIM Berhad 位置図



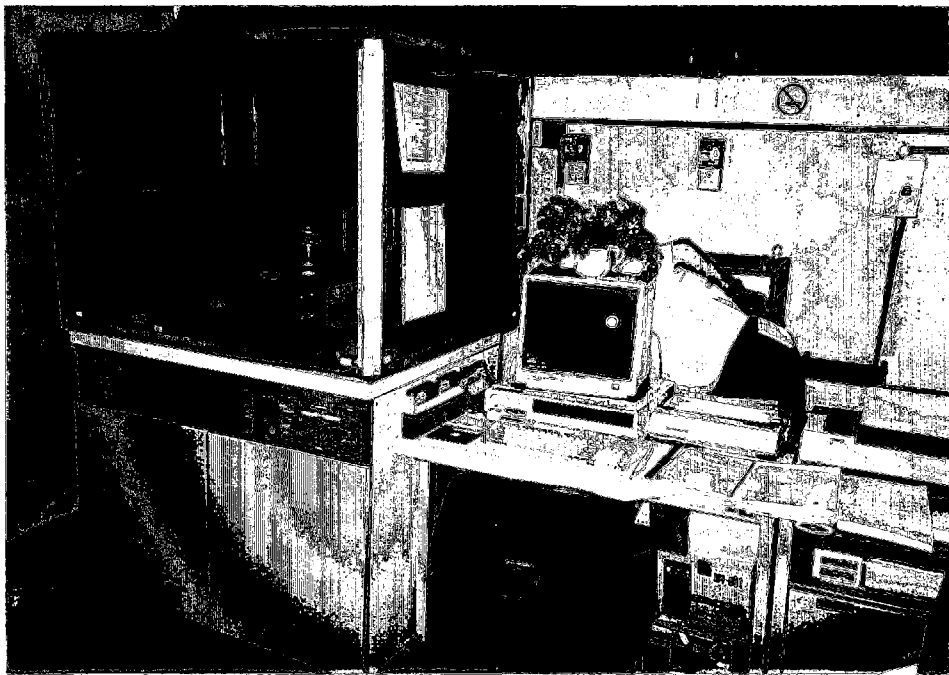
写真一 調査団員（左から水口団員、貫井団長、羽田団員）



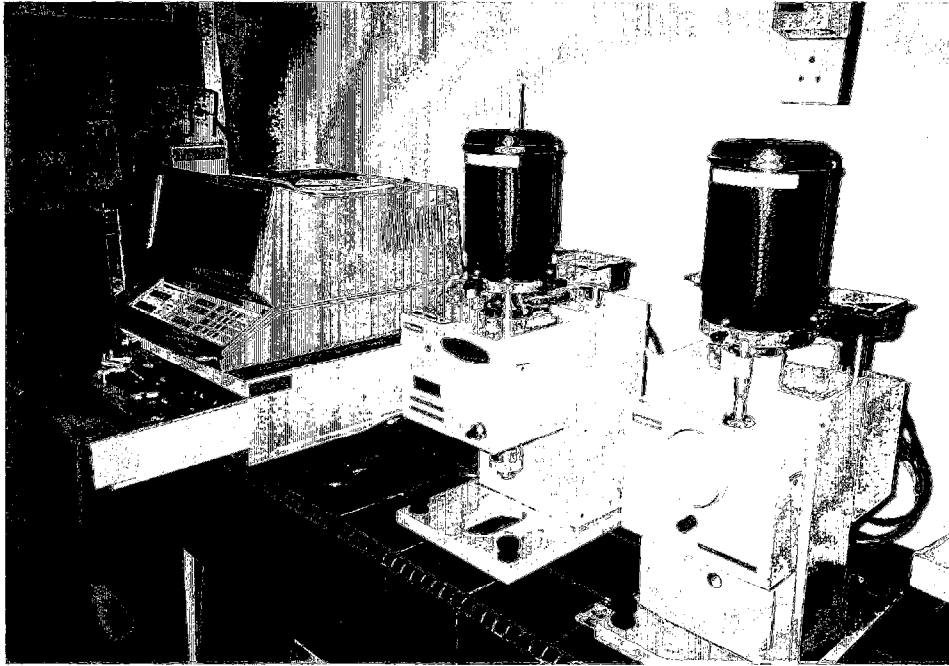
写真二 協議の様



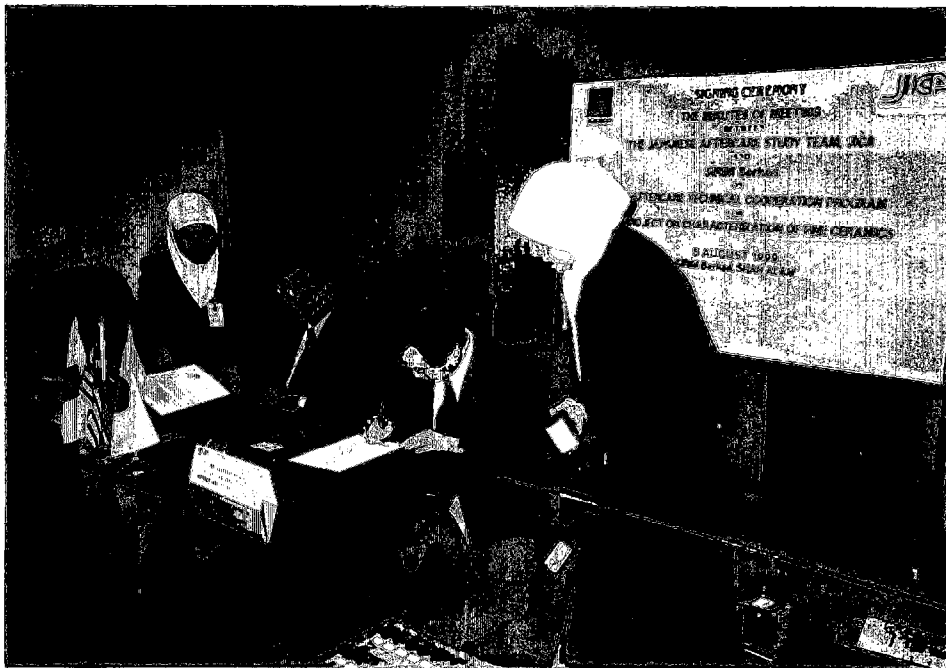
写真一 3 真空加圧焼結炉 (1989年度供与)



写真一 4 粉末 X 線回折装置 (1989年度供与)



写真一 5 示差熱・熱重量分析装置 (1989年度供与)



写真一 6 ミニッツ署名

# 目 次

## 序 文

SIRIM Berhad 位置図

## 写 真

第 1 章	アフターケア調査団派遣.....	1
1 - 1	調査団派遣の経緯と目的.....	1
1 - 2	調査団の構成.....	2
1 - 3	調査日程.....	2
1 - 4	主要面談者.....	3
第 2 章	要 約.....	4
第 3 章	要請概要.....	7
3 - 1	アフターケアプロジェクト要請の背景.....	7
3 - 2	アフターケアプロジェクトの目的.....	7
3 - 3	マレーシア側要請内容.....	7
第 4 章	電子セラミックス分野の現状.....	10
4 - 1	総 論.....	10
4 - 2	パウダー調整.....	11
4 - 3	材料加工.....	11
4 - 4	素性解析・性能評価.....	12
4 - 5	プロジェクト終了後のセラミックス工業センターの実績.....	12
4 - 6	機材保守管理状況.....	15
第 5 章	電子セラミックス分野の将来展望.....	17
第 6 章	アフターケアプロジェクト実施の妥当性.....	18
第 7 章	アフターケアプロジェクト概要.....	19
7 - 1	監督機関及び実施機関.....	19

7 - 2	プロジェクトサイト.....	23
7 - 3	協力期間.....	23
7 - 4	マレーシア側予算.....	23
7 - 5	カウンターパート配置計画.....	24
7 - 6	日本側投入計画.....	24
7 - 6 - 1	活動計画.....	24
7 - 6 - 2	専門家派遣.....	24
7 - 6 - 3	研修員受入れ.....	25
7 - 6 - 4	機材供与.....	26
7 - 6 - 5	既供与機材の修理・アップグレード.....	26

第8章	プロジェクト実施上の留意点.....	28
-----	--------------------	----

付属資料

1 .	協議覚書（ミニッツ）.....	33
2 .	アフターケア調査対処方針表.....	42
3 .	プロポーザル.....	45
4 .	派遣前 日本側質問書.....	54
5 .	派遣前 マレーシア側質問回答書.....	56



## 第1章 アフターケア調査団派遣

### 1-1 調査団派遣の経緯と目的

1983年5月、当時の中曽根康弘首相がASEAN諸国を歴訪した際、ASEAN諸国と科学技術の成果を分かち合うための技術協力を提唱した。この構想を受けて日本政府とASEAN科学技術委員会（COST）が協議した結果、1985年5月にはバイオテクノロジー、マイクロエレクトロニクス及びマテリアルサイエンスの3分野における協力を、ASEAN各国のナショナルプロジェクトとして行うことが合意・調印された。

これら3分野のうち、マテリアルサイエンス分野についてはマレーシアがプロジェクト方式技術協力を要請したため、国際協力事業団（JICA）は1985年8月に予備調査団、1986年3月には実施協議調査団を派遣した結果、1987年11月にJICAマレーシア事務所とマレーシア科学技術環境省との間で、本「日本・ASEAN科学技術協力 マレーシア ファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクト」の実施に係る討議議事録（Record of Discussions：R/D）が署名・交換され、マレーシア標準工業研究所（Standards and Industrial Research Institute of Malaysia：SIRIM）をサイトとする4年間のプロジェクトが発足した。

プロジェクトは研究協力を目的とし、酸化物・非酸化物・ガラスセラミックスの合成、セラミックスの化学的・物理学的・構造的特性についての分析及び解析、セラミックスの物理学的特性の測定、実験機器操作法の習得、実験により得られたデータの分析及び評価・手段の学習の5項目を活動目的として設定した。我が国はこれに対し、長期専門家（6名）、短期専門家（24名）の派遣、機材供与（2億円超）、研修員受入れ（13名）を行った。さらに、1991年6月に派遣された評価調査団とSIRIMによるプロジェクト評価並びに討議に基づき、ガラスセラミックス研究に対する1年間のフォローアップ協力が行われ、プロジェクトは大きな成果をあげた。

これ以後も、1994年から1998年にかけて第三国研修（日本から毎年専門家1名を派遣）を行うなど、協力は継続的に行われてきた。

この間の1996年、実施機関であったSIRIMは100%政府持ち株会社として公社化され、名称が「SIRIM Berhad」となった。

今般マレーシア政府は、電子セラミックス分野の更なる技術の向上と、今後の持続的継続を期待して、その研修課題の提案、供与機材の選定、専門家派遣、今後の研究活動に対するプロジェクトのアフターケア協力を我が国に要請してきた。要請では、セラミックス分野におけるパウダー調整、材料加工、素材解析・性能評価の短期専門家派遣と、供与済み機材の修理・更新が求められている。

そのため、SIRIM Berhadの現状を調査したうえで、要請の妥当性の確認及びアフターケア協力計画を策定することを目的として、アフターケア調査団が派遣されることになった。

## 1 - 2 調査団の構成

### (1) 統括

貫井 昭彦 科学技術庁 無機材質研究所 第9研究グループ 総合研究官

Dr. Akihiko Nukui, Leader ; Supervising Researcher, 9th Research Group, National Institute for Research in Inorganic Materials, The Science and Technology Agency

### (2) 研究協力

羽田 肇 科学技術庁 無機材質研究所 第4研究グループ 総合研究官

Dr. Hajime Haneda, Research Cooperation ; Supervising Researcher, 4th Research Group, National Institute for Research in Inorganic Materials, The Science and Technology Agency

### (3) 協力企画

水口 佳樹 国際協力事業団 社会開発協力部 社会開発協力第一課

Mr. Yoshiki Mizuguchi, Cooperation and Planning ; Staff, First Technical Cooperation Division, Social Development Cooperation Department, JICA

## 1 - 3 調査日程

日順	月日	曜日	移動及び業務
1	8月1日	日	成田 クアラルンプール ( JAL 723 )
2	8月2日	月	午前 JICAマレーシア事務所打合せ 午後 マレーシア標準工業研究所 ( SIRIM Berhad ) 表敬・協議
3	8月3日	火	終日 SIRIM Berhadと協議 ( 機材調査 )
4	8月4日	水	終日 SIRIM Berhadと協議
5	8月5日	木	午後 ミニッツ署名・交換
6	8月6日	金	午前 在マレーシア日本大使館報告 JICAマレーシア事務所報告 夜 クアラルンプール発 ( JAL 724 )
7	8月7日	土	成田着

## 1 - 4 主要面談者

### (1) マレーシア標準工業研究所 (SIRIM Berhad)

Dr. Ariffin Hj. Mohd. Aton	President & Chief Executive
Hj. Abdul Aziz Abdul Manan	Senior Vice President
Chong Chok Ngee	Vice President
Yahaya bin Ahmad	Senior General Manager
Wan Zaharah Wan Mohamad	General Manager
Teng Wan Dung	Researcher

### (2) 日本大使館

片桐 広逸	二等書記官
-------	-------

### (3) JICAマレーシア事務所

岩波 俊和	所長
渡邊 泰介	所員

## 第2章 要約

ファインセラミックス(特性解析)研究アフターケア調査団はマレーシア政府の要請に基づき、1999年8月1日より6日までマレーシア側関係者(マレーシア標準工業研究所：SIRIM Berhad)とファインセラミックス(特性解析)研究プロジェクトのアフターケア協力に関する協議を行った。調査団はアフターケアプロジェクトに対するマレーシア側の要請の確認を行うとともに、協力の妥当性及び実施条件に関する調査・協議を行った。その結果、アフターケア協力の実施内容に両者は合意した。双方は合意内容をミニッツ(付属資料1)にまとめ、1999年8月5日に訪問先のSIRIM Berhadにて署名・交換を行った。

調査・協議対象は主に以下の事項に関するものである。

- ・アフターケアプロジェクトの妥当性
- ・プロジェクト実施機関
- ・プロジェクト協力期間
- ・プロジェクトにおいて供与された機材の補修及びアップグレード
- ・電子セラミックス分野の技術向上及び継続的発展
- ・カウンターパート
- ・専門家派遣
- ・研修員の受入れ

(1) ファインセラミックス(特性解析)研究プロジェクト、フォローアッププロジェクト、第三国研修プログラムを経たSIRIMの活動状況及び研究実績、また、現在のSIRIM Berhadの活動状況と将来の研究計画を確認し、アフターケアプロジェクトの必要性及び妥当性を検討した。その結果、本アフターケアがマレーシアにとって必要性が高く、本協力の実施が妥当であることを確認した。

(2) アフターケアプロジェクト実施機関はSIRIM Berhadのセラミックス工業センター(Ceramics Technology Center : CTC)である。

(3) 協力期間は1999年10月1日～2001年9月31日とすることとなった。

(4) 機材の修理・アップグレードの要請は1987年から1991年に行われたファインセラミックス(特性解析)研究プロジェクトにおいて供与された装置に関するものである。一般的に保守・管理を徹底し、厳密な運用を継続したとしても、ほとんどの機器は10年を経ると劣化し、精

度の低下やシステムの部分改良等の補修が必要となる。また測定機器に付随し、測定データの解析に供するデータベースの古色化も生じる。SIRIM Berhadにおいて機器は良好に管理・運用されてきた。しかし時の経過からかんがみると、設置より約10年を経た今回のアフターケアプロジェクトの実施は妥当であり、時宜を得ている。実際の機器の修理・アップグレードに関してはマレーシア側からの要請に従い、供与された装置のうち、5つの装置（真空焼結炉、高温焼結炉、X線回折装置、示差熱分析装置及び走査型電子顕微鏡）を中心に管理状況、運用状況及び故障状況の調査を行ったうえで、要請の妥当性を協議・検討した。その結果、調査団の提案を加味し、修理・アップグレードを施すべき装置に優先順位を付け、プロジェクト予算の範囲内で順次実施していくこととなった。

(5) 電子セラミックス分野の技術向上及び継続的發展に関しては、マレーシア側から以下の3つの研究カテゴリーを対象としたい旨、要請された。粉末調整、プロセッシング、素性解析・性能評価である。これらの研究カテゴリーは電子セラミックス分野の展開における技術向上には基本的なものであり、妥当なカテゴリーであることが確認された。同時にこの分野の展開に際し、これまでに供与された機材では手薄であり、本質的な材料開発が困難なことから、新たに機材の供与が検討された。その結果、調査団の勧告を基に“誘電性ヒステリシス測定装置”の供与が優先されることとなった。

(6) カウンターパートはファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクトに参加した研究者がそのまま担当する。ただし、10年間に種々の異動があり、主たる研究者は残っているが、他の研究者が多くのCTCを離れている。したがって、充実したプロジェクト活動に支障を来す危険があることから、新たなカウンターパートの導入が急務となることを指摘した。それに対し、SIRIM Berhad側は新たに2名の研究者を参加させるとした。さらに、これまでのプロジェクトで培われた技術の継承等の指摘に留意すべく、SIRIM Berhad内他部門に異動した元カウンターパートをアフターケアプロジェクト開始に伴い、担当する部門に戻す考えを示した。

(7) 専門家派遣に関しては、上記電子セラミックスの3研究カテゴリーに対応する短期専門家の要請がマレーシア側からあった。その点に関し、協議・検討した結果、今回のアフターケアの主要の目的の1つに既供与機材の修理・アップグレードがあることから、それに対応する専門家の派遣を考慮すべきであるとの調査団のコメントを基に、電子セラミックス関係1名及び修理・アップグレードに関し2名とすることに双方が同意した。なお、電子セラミックス分野の更なる短期専門家の派遣要請に対しては、アフターケアプロジェクトでは専門家

の派遣に限りがあることから、調査団は個別専門家派遣の制度を説明し、新たに申請を行うよう勧めた。

- (8) マレーシア研修員の日本側研究機関への受入れに関しては、1名を充当することとした。この1名はマレーシア大学を卒業した者を電子セラミックス分野の展開のため、研究員としてSIRIM Berhadが採用したもので、電子セラミックスを扱ううえでの基礎知識及び基礎技術の習得が必要であることによる。

概して、本アフターケア協力は時宜を得たものであり、SIRIM Berhadがマレーシアのセラミックス研究の中核機関として継続・発展するのに重要な役割を果たすものと思われる。

## 第3章 要請概要

### 3 - 1 アフターケアプロジェクト要請の背景

このアフターケアプロジェクトはマレーシア・日本間で行われた「ファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクト」を補完するものとして要請された。このプロジェクトは1987年より1991年まで4年間、マレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）で行われ、更にガラスセラミックス分野については1年間のフォローアップ協力を行った。このプロジェクトの目的はマレーシアにおけるファインセラミックス分野の基礎的研究の基礎を固めることであった。プロジェクトは非酸化セラミックス、酸化セラミックス及びガラスセラミックスの分野で活動が行われ、2億円を超える供与機材を用いて科学技術庁無機材質研究所の協力の下に成功を収めて終了した。

プロジェクトを通じて得られた知識・技術は1994年から1998年にかけて行われた第三国研修によって、インドネシア、フィリピン、タイ、カンボディア、ヴィエトナム、ラオス、パキスタン、スリ・ランカ、バングラデシュ及びボスニア・ヘルツェゴヴィナに移転されている。

SIRIM Berhadは1996年に公社化され、名称も「SIRIM Berhad」となった。

SIRIM Berhadのセラミックス工業センター（Ceramics Technology Center：CTC）は供与機材を有効に用いてセラミックス分野の研究を引き続き行っている。現在までSIRIM Berhadは、いくつかのプロジェクトが行われている機械セラミックス分野において継続的な発展をしてきており、技術移転も行われている。

しかしながら電子セラミックス分野の知識及び機材の不足・故障から、本分野においては継続的な発展が望めない状態である。そのためマレーシア政府は、本分野におけるアフターケアプロジェクトを要請してきた。

### 3 - 2 アフターケアプロジェクトの目的

アフターケアプロジェクトの目的は以下の2つである。

- (1) 電子セラミックス分野における更なる技術力の向上
- (2) 既に供与された機材の修理及びアップグレード

### 3 - 3 マレーシア側要請内容

マレーシア側より要請のあったプロポーザルの概要を以下に示す（詳細は付属資料3参照）。

#### (1) 短期専門家派遣

以下の3分野の短期専門家派遣。

- 1) パウダー調製

粉末調製とは材料選択、化学式の決定や粉末の化学的合成法を含んでいる。要請範囲は誘電体／絶縁体（酸化物）、セラミックス伝導体（酸化物／非酸化物）と電気光学的セラミックス（酸化物／ガラスセラミックス）であり、市販の工業材料として適当であるものとする。

## 2) 材料加工

材料プロセッシングとは加圧法、カスティング（流し込み法）やプロセッシングにおける他のテクニックによる試料の粉末調整を含んでいる。通常の焼結や加圧焼結（JICA供与のホットプレス装置＝熱間加圧装置）における焼結過程の研究も伴う。

## 3) 素性解析・性能評価

キャラクタリゼーション（素性解析）と性能評価とは破壊／非破壊分析による焼結性試料の素性解析を含む。これは電子セラミックス材料として応用できるかどうかを評価するということであり、粉末調整と材料プロセッシングと密接に関連している。

## (2) 供与機材

機材については以下のものの新規供与を要請している。

- ・ Dielectric Hysteresis Display（誘導体ヒステリシスディスプレイ）
- ・ Frequency Response Analyzer（周波数特性解析機）
- ・ Piezoelectric Testing Station（圧電試験機）

## (3) 既供与機材の修理

既供与機材の修理として、表3-1のものが要請されている。

表3-1 修理要請機材

No.	機材名		メーカー名	供与年月日 (現地到着)	備考
	英名	和名			
JICA053	Vacuum Sintering Furnace with spare parts (Hot Press)	真空加圧焼結炉	日新技研	1989年度 (1990.2)	修理・調整 現地法人なし
JICA065	High Temperature Sintering Furnace (CAF)	常圧雰囲気炉	大亜真空	1989年度 (1990.3)	修理・調整 漏圧問題 現地法人なし



(4) 既供与機材のアップグレード

既供与機材のアップグレードとして表3 - 2のものが要請されている。

表3 - 2 アップグレード要請機材

No.	機材名		メーカー名	供与年月日 (現地到着)	備考
	英名	和名			
JICA059	Powder X-ray Diffractometer (XRD)	粉末X線 回折装置	リガク	1989年度 (1990.2)	ソフト及びデ ータ更新
JICA080	Thermal Analyzer TG-DTA with standard and optional accessories	示差熱・熱重量 分析装置	リガク	1989年度 (1990.5)	ソフト及びデ ータ更新
JICA026	Scanning Electron Microscope (S2500) with consumable parts (SEM)	走査型電子 顕微鏡	日立製作所		ソフト及びデ ータ更新
JICA029	Energy Dispersive X-ray Spectrometer	分散X線分光計	ケベックス	1988年度 (1989.8)	
JICA030	Automatic Voltage Stabilizer	自動電圧安定器	日立製作所		
JICA031	Ion Sputter	イオン			
JICA032	6×7 Roll Film Camera	ロールフィルム カメラ			
JICA033	Polaroid Camera	ポラロイド カメラ	1988年度 (1989.9)		
JICA034 & 035	Liquid Nitrogen Vessel	液体窒素容器		Tori-sha	
JICA036	Take-out device	搬出機			
JICA037	D.C. Microvolt Ammeter	交流微電圧 電流計	TOA		

## 第4章 電子セラミックス分野の現状

### 4-1 総論

マレーシアには現在、電子材料の分野に関する多くの海外企業が進出している。例えば、日立製作所をはじめ半導体分野におけるほとんどの日本企業の工場が存在している。これに呼応して誘導体やバリスタ、発振子等のパッシブデバイスの日本を代表するようなメーカーが軒を連ねているといった現状である。マレーシアの低廉な人件費が進出の理由であることはもちろんであるが、先端産業では不可欠な現地労働者の質が比較的優れていることも大きな動機の1つとなっている。ところが1998年来の経済危機を背景に、いくつかの海外資本企業が撤退するという局面もあり、マレーシアの大きな国内問題となっている。そのような状況下において、経済界は海外資本だけに頼るのではなく、地場産業を発達させることが安定的な経済発展の要件と考えるようになってきた。

一方、セラミックスに関しては食器、衛生陶磁器を中心とした伝統的な瀬戸物が地場産業での主流であり、電子・情報化社会では不可欠な電子セラミックスに関する純粋国内企業は皆無に等しい状態に置かれている。マレーシア政府は電子材料や情報産業が21世紀を支える産業であると位置づけており、当該分野の産業育成とその基盤となる研究を推進したい意向である。この分野での研究機関としてはマレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）が想定されている。ところが本分野の技術・研究基盤は十分でなく、SIRIM Berhad自体もさることながらマレーシア全体においても独自に発展させることができないのが現状である。すなわち先進諸国の援助を必要としている典型的な分野である。

SIRIM Berhadは日本の工業技術院をコンパクトにしたような機関である。規模は小さいものの分野は基礎から応用まで多岐にわたっている。現在、セラミックス関係ではセラミックス工業センター（Ceramic Technology Center：CTC）と先端材質研究センター（Advanced Materials Research Center：AMREC）が関係している。CTCは直接現在の産業と関係している部分を担当しており、AMRECはタームの長い研究を担当することとなっており、一応の仕訳がなされている。このような機関の目的から、CTCでは地場産業と密接に関係し、その技術向上レベルとコンサルタント業務を行っている。この目的遂行のため研究分野では自身のレベルアップと産業界に直結するような技術の向上を望んでいる。一方、AMRECはアフターケアの本プロジェクト遂行時にはなかった機関である。電子・情報産業育成をめざして組織されたものであり、将来的にはマレーシア北部に新たな建屋を伴った研究所として移転する計画がある。セラミックス分野を担当する研究者はCTCより派遣されていることから分かるように、この2つの組織は密接な関係にあるが、今回のプロジェクトはCTCから要請されている。

本アフターケアでの主要要請である電子セラミックスも、酸化物セラミックス分野の一環とし

て、本プロジェクト当初協力期間中が一部取り組まれてきた。対象物質としては主としてチタン酸ジルコン酸ランタン鉛 (PLZT) セラミックスが選択された。本材料は超音波診断装置、ソナーや超音波洗浄機等に用いられる発振子あるいは工作機械等の精密な移動を可能とするアクチュエーターとして用いられているばかりでなく、類縁の材料ではコンデンサ材料として実用化している典型的な電子セラミックスである。セラミックス(特性解析)研究プロジェクトにおいてはPLZTセラミックスの作成と基本的な結晶構造解析、微構造解析及び2、3の物性測定を行ってきた。その結果、これらのピエゾ計測並びに「共振 - 反共振」特性の計測法についてSIRIM Berhad側は習熟することができた。そのあと、これらの結果を発展させることでカウンターパートは博士資格を英国の大学で取得できるまでにレベルアップが図られた。

#### 4 - 2 パウダー調整

上記のようにマレーシアでは既に伝統的なセラミックス分野が成熟しており、同時にこれに関連した伝統的な分野におけるパウダー調整は、個別的なJICA研修を通して十分な技術レベルに達している。また、ファインセラミックス分野においてもセラミックス(特性解析)研究プロジェクトを経験したことで、十分な技術が植え付けられたものと判断される。ファインセラミックスでの実験室規模のパウダー調整と産業界でのそれとはかなりギャップはあるものの、本質的なものではなく、産業界の成熟とともに乗り越えられるものと判断される。しかしながら、現在日本で行われている最先端の電子セラミックスに対しては十分とはいえず、将来、この分野も手掛けるのであれば別の機会に技術移転が必要であると考えます。

#### 4 - 3 材料加工

従来型の発振子あるいはコンデンサ材料を対象とした場合、エンジニアリングセラミックスとは異なり、実験室規模での試料の大きさ、形状とも実用材料と同様であるため、粉体の成型法にも伝統的な陶磁器のそれとさほどのギャップはない。すなわち、SIRIM Berhadにおいても十分な対応が可能な状況となっている。また、焼結後の試料の加工も単純な形状であればSIRIM Berhadで十分な対応が可能である。

パウダー調整と同様であるが、先進的な電子セラミックスの場合、全く成型法が異なっており、この分野に挑戦するには別の方策が必要とされよう。ただし、先進的な材料であっても基本的な物性が上記の従来型のセラミックス材料と異なることがないのが、電子セラミックスの特徴となっている。したがって、特性的な面を十分にクリアしさえすれば、先進加工技術の技術移転だけでよりレベルの高い段階まで移行できる。

#### 4 - 4 素性解析・性能評価

セラミックス（特性解析）研究プロジェクトでは、まず基礎的な電子セラミックスの理解と技術の習得を目標とした。前記したようにこの技術習得は十分なされており、したがって、新たな特性をもつ材料探索には十分適用できると考えられる。一方、実際の工業化を考えた場合、コンデンサのヒステリシス測定や製品の耐久性の試験をしていく必要がある。アフターケアプロジェクトではこの点に特に着目して対応していく必要がある。

以上をクリアすることにより、従来型コンデンサ材料の実用化には十分対応が可能だと考えられる。一方、半導体セラミックスを利用したバリスタ等の特性解析に関しては、前回のプロジェクトでは全く対象としていなかったために、評価法習得が不十分である。ただし、測定技術に大きな差があるわけではなく、現有の測定装置でも評価可能な領域である。以上のことから、半導体セラミックス分野では個別的な対応がなされることが望ましい。薄膜のような先進的な電子材料においては全く異なった測定法や装置が必要であり、これに対応していくためにはやはり別途の方策を考えていく必要がある。

#### 4 - 5 プロジェクト終了後のセラミックス工業センターの実績

プロジェクト終了後、CTCはプロジェクトによって得られた成果を独自に発展させている。セラミックス関係の論文を数多く発表し、また研究によって得られたものを製品化している。これらはマレーシア産業界においても注目を集めており、更なる商業化について企業との連携も行っている。さらに、企業や大学の研究機関に対してセミナーを開催するなど国内における研究成果の普及も精力的に行っていることに加え、プロジェクトによって得られた成果及びそれらを発展させた成果を第三国研修によって周辺諸国にも広める努力を行っている。これらから、プロジェクトにおいて得られた成果はCTCにおいて順調に発展しており、またその普及広報にも力を入れているといえ、マレーシア国内におけるセラミックス分野の先駆者として積極的に活動していることから、CTCの自立発展性は高いといえる。発表論文、研究により得られた製品、第三国研修及びセミナー・ワークショップそれぞれの実績について、以下に示す。

##### (1) 論文

- 1) 3rd ASEAN Science and Technology Week, Sept. 21-23, 1992, Singapore
  - ・ Microstructure of Sintered Kaolin Alumina Mixtures
  - ・ Properties of Rare Earth Aluminosilicates Glasses and Glass Ceramics
- 2) Slip casting of Zirconia, Bandung, 1993
- 3) Characterization of Lanthanum Alumina Silicate Glasses and Their Related Glass Ceramics, Intl. Conf. On Recent Advances in Materials and Minerals Resources, 1994

- 4) Standardization of Fine Ceramics Activities in Malaysia, Intl. Workshop on Standardization of Fine Ceramics, 1994
- 5) Development of High Performance Ceramics Multilayer Electronic Packages by Hot Pressing, 1994
- 6) Development of Silicon Nitride-Based Composite, 1994
- 7) Reformulation of Porcelain Body using Malaysian Materials, Wan Zaharah et al., PACRIM 2, 1996
- 8) A Study on Malaysian Clay as a Potential Material for Producing Light-weight Clay Aggregates, Zuraida Ahmad et al., PACRIM 2, 1996
- 9) Ceramics in Malaysia : An Industry Overview and R & D Activities in SIRIM, Wan Zaharah, The 14th Japan-Korea Ceramics Seminar, 23-26 Nov. 1997
- 10) Ceramics Technology and Electronic Ceramics Research Experience Wan Zaharah, Seminar Piezo, 13, March, 1997
- 11) Development of Ceramic Ink for direct Ink-Jet Printing of Ceramics, WD Teng, J Am Ceram, 1997
- 12) Crystallization and Microstructural Development of Barium Magnesium Silicate prepared by Sol-Gel and Melt routes, U. Sarah, 1997
- 13) Technology Management : Technology Transfer and Commercialization, Wan Zaharah, The 5th ASEAN and Technology Week, 1998
- 14) Impedance Spectroscopy of CuO-doped Y-TZP Ceramics, Ramesh S., 1998
- 15) Interfacial Bonding Reaction between Sialon and Stainless Steel, Aishah Isnin, et al., 24, August, 1998
- 16) Properties and Microstructure of Porous Ceramics from Datomite, WD Teng, PFAM VIII, 1999
- 17) Densification Behaviour of CuO-doped Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ceramics, Ramesh S., PFAM VIII, 1999
- 18) Advanced Ceramics Industry in Malaysia, Wan Zaharah, MITI, 4th March 1999
- 19) Development of Inert Media as Catalyst Carrier Support for Application of Petrochemical Industries, Wan Zaharah, 21-23, May 1999
- 20) Transfer of Production Technology of Ceramic Membrane Filters for Multipurpose Application, Wan Zaharah, 1999

## (2) 研究により得られた製品

CTCではセラミックスに関する製品の研究・開発を行っており、以下の製品はCTCにおいて作成され、マレーシア国内の企業に販売されている。これら製品に対する産業界の興味は

高く、現在製品化の交渉を行っている。

- 1) Alumina Grinding Media
- 2) Zirconia Ceramics Cutter
- 3) Alumina for Electrical Insulation Products
- 4) Bone China
- 5) Lightweight Clay Aggregates

### (3) 第三国研修

第三国研修は、企業、大学のほかインドネシア、フィリピン、タイ、カンボディア、ヴィエトナム、ラオス、パキスタン、スリ・ランカ、バングラデシュ及びボスニア・ヘルツェゴヴィナを含めて下記の日程で開催された。日本も短期専門家を派遣するなど、本研修に対するサポートを行った。

- 1) 1995年3月12日～25日
- 2) 1995年11月26日～12月10日
- 3) 1996年10月21日～11月9日
- 4) 1997年10月5日～26日
- 5) 1998年8月2日～16日

### (4) セミナー・ワークショップ

セラミックスに関するセミナー・ワークショップを企業、大学、政府機関を対象に下記の日程で開催しており、セラミックス分野の研究・開発成果の普及に努めている。

- 1) 材料のマイクロ解析に関するワークショップ  
1992年12月17日
- 2) セラミックス顕微鏡に関するセミナー  
1993年2月12日～13日
- 3) 温度解析システムセミナー  
1994年3月29日
- 4) セラミックスコートワークショップ  
1994年7月25日
- 5) セラミックス産業のための素性解析コース  
1994年8月2日～3日
- 6) ファインセラミックスワークショップ  
1995年5月29日

7) ピエゾセラミックスセミナー

1997年3月13日

8) 伝熱特性に関する東南アジアシンポジウム

1995年11月12日～15日

9) Opportunity in the Silica-based Industries セミナー

1998年4月16日～17日

10) マイクロ解析セミナー

1999年6月28日

#### 4 - 6 機材保守管理状況

調査団はプロジェクトにおいて供与された機材の保守管理状況の調査を行った。時間的な制約から、調査の対象とした機材は既供与機材のうち、アフターケアプロジェクトにおいて修理・アップグレードが要請されているものである。

概して機材の保守・管理状況は非常に良好である。各機材について管理責任者を定め、使用者・使用時間等の管理簿の記入を義務づけており、よく管理されているといえる。また利用状況についても多くの技術者・研究者が使用していることから非常に良好である。CTC以外の他の研究所の研究者が使用している記録も多数残っており、プロジェクトによって供与した機材は十分活用されている。また、1998年に購入した1,800万円ほどの蛍光X線分析装置などマレーシア側が独自で購入した機材も多数あり、同様に良好な管理下で用いられている。ただし、修理要請機材である「High Temperature Sintering Furnace (常圧雰囲気炉)」については1992年より故障しており、使用に耐え得ないことから、使用されておらず管理簿も存在しない。

以上のことから機材については順調に自立発展していると考えられる。ただし、供与した機材の多くが日本製であり、更に比較的小さなメーカーによって作製された機材が多いことから、これら機材の修理についてマレーシア側は苦慮している。マレーシア独自で修理することが技術的に難しく、シンガポール等他国に修理依頼を行ったものの、対処できる企業が見つからず、結局日本に修理・アップグレードを要請した経緯がある。今回修理の要請依頼があった機材についても、マレーシアが独自に修理を試みたが対応できなかったものであり、本当の意味で自立発展を促すことを考えた場合、機材についてはマレーシア国内における現地調達の可能性も考慮に入れる必要があると思われる。

各機材の調査結果を表4 - 1に示す。

表 4 - 1 既供与機材の保守・管理状況

要請概要	機材名	機材状況	使用状況	管理状況	管理簿の有無	管理簿の内容
修理	Vacuum Sintering Furnace (Hot Press) 真空加圧焼結炉	炉内温度が設定温度まで達しない	良好 月に1～20回使用	良好	あり	日付、使用者名、炉の温度
	High Temperature Sintering Furnace 常圧雰囲気炉	炉内圧力が漏れて真空状態を作れない	故障のため 1992年より使用せず	不良	なし	-
アップグレード	Powder X-ray Diffractometer (XRD) 粉末X線回折装置	機材が古いことから、既存のOSとの整合性がない	良好 ほぼ毎日	良好	あり	日付、時間、使用者名、サンプル名、サンプル数、使用電力、カウントNo.
	Thermal Analyzer (TG-DTA) 示差熱・熱重量分析装置	使用中に突然電源が消え、データが消滅する	良好 ほぼ毎日	良好	あり	日付、使用時間、サンプル、使用者名、目標温度
	Scanning Electron Microscope (SEM) 走査型電子顕微鏡	バックスキヤタが作動せず、スキヤニングシステムが同期しない	良好 2～3日に1回	良好	あり	日付、時間、サンプル、使用者名、ポラロイド数



## 第5章 電子セラミックス分野の将来展望

前記したようにファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクトでは、酸化物セラミックス分野での強誘電体、例えばチタン酸ジルコン酸ランタン鉛（PLZT）について試料作成と基本的な評価法の確立を主たる対象として行ってきた。しかしながら前記のように、工業化にあたってはこれだけは不十分であり、強誘電体のヒステリシス測定に関する計測を行っていく必要がある。そのため本アフターケアでの対応が望まれる。

現在のマレーシアの本分野では、多くの人々が海外法人工場で働いており、潜在的な技術力は高まっているものと考えられる。そのためアフターケアプロジェクトにより、これらの技術を基本的に立ち返って理解することが可能となり、潜在的な技術力と組み合わせれば、地場産業的な電子セラミックスの育成は、少なくとも経済的なことを抜きにすれば、可能であると考えられる。

マレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）においては研究者は現在のところ3名が担当している。うち1名は先端材質研究センター（Advanced Materials Research Center：AMREC）に所属しているが、本プロジェクトの本拠になるセラミックス工業センター（Ceramics Technology Center：CTC）では近い将来（1999年10月）、更に2名の新人の採用を考えており、合計5名を充当する計画となっている。CTC全体では17名（主任研究員3名、研究員12名、技術者2名、将来は合計19名）の規模の機関になるので、この分野の意気込みを示すものであると考えられる。SIRIM Berhadは、ステアタイト磁器のような絶縁材、あるいはAINのような非酸化物系高熱伝導度基板材料の研究を行ってきた。将来は、CTC、AMRECの両組織で強誘電体系（圧電体やコンデンサ）の研究を更に発展させたい意向をもっており、それが本プロジェクトの申請の背景となっている。ただ、第4章などで指摘したとおり、人の出入りの多い機関であり、技術の伝達が不十分になりがちな点が不安材料として残っている。本プロジェクトに関する限りは、主要カウンターパートがドクター取得直後で、すぐには本機関を離れるような状況にないため、幾分かはこの不安は少ないといえる。

## 第6章 アフターケアプロジェクト実施の妥当性

これらの調査結果より、プロジェクトとしてあげた成果はセラミックス工業センター( Ceramics Technology Center : CTC )において順調に発展しているといえる。機材の保守・管理についても適切に行われており、CTCの精力的な活動実績をみても、今後とも順調に成果をあげていくことが予想される。

また更なる研究に必要な機材についてはプロジェクト終了後もCTC自身で継続的に購入し、これまでに修理が必要であった機材やアップグレードが必要であった機材についても、できる限りCTCで解決するよう努力を行っている。

セラミックス分野はその応用性の高さから将来的にも発展が見込まれ、マレーシア国内の本分野においてCTCの占める割合は大きい。電子セラミックスに対してもCTC自身で研究・開発を行っており、そのポテンシャルは秘めているものの、本分野に対する経験が少ないことから更に発展させるまでには至っていない。また強誘電体系に対する興味も強く、発展・普及させる意向も強いことから、いま少しの研究技術を移転することによって独自に発展させ、またマレーシア国内及び第三国に対して普及させることができると考えられる。

アフターケアプロジェクトに対して要望された機材の修理・アップグレードについては、研究用に日本で特注によって調達・輸送したものであったため、マレーシア側の努力にもかかわらずその修理・アップグレードは不可能であった。これらについてはその機材を作成したメーカーによって修理・アップグレードする以外に方法がなく、またこれら機材の修理及び電子セラミックス分野に対する協力によってCTCの更なる自立発展が見込まれることから、アフターケアプロジェクト実施の妥当性は高いといえる。

## 第7章 アフターケアプロジェクト概要

調査団は前述の理由からアフターケアプロジェクトの実施が妥当と判断し、実施に必要な協議・調査を行った。マレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）が公社化されるなどの組織的な動きがあり、プロジェクト実施当時よりアフターケアプロジェクト実施に係る諸条件が変更しているためである。そのため、監督機関・実施機関の体制、カウンターパート配置計画、マレーシア側予算等の確認を行ったうえで、専門家派遣計画、カウンターパート受入計画、機材供与計画等、アフターケアプロジェクトの全体計画について協議し、その詳細を決定した。

### 7 - 1 監督機関及び実施機関

アフターケアプロジェクトの監督機関はSIRIM Berhad、実施機関はSIRIM Berhad傘下のセラミックス工業センター（Ceramics Technology Center：CTC）である。SIRIM Berhad及びCTCの組織をそれぞれ図7 - 1、図7 - 2に示す。

SIRIM Berhadは「マレーシア標準工業研究所（Standards and Industrial Research Institute of Malaysia：SIRIM）」として設立された。設立目的はマレーシア産業・工業における標準化、マレーシア産業基盤の確立、工業に対する様々な研究・開発である。

1996年に100%政府持ち株式会社として公社化され、名称もSIRIMから「SIRIM Berhad」に変更となった。

SIRIM Berhadは日本からの多くの技術協力を受けており、1999年8月現在、以下の協力を受けた実績がある。

#### (1) プロジェクト方式技術協力（実施中）

・ AIシステム開発ラボラトリ	1995年3月1日～2000年2月29日
・ SIRIM計量センター（フェーズ）	1996年3月1日～2000年2月29日
・ 化学物質リスク管理	1998年4月1日～2002年3月31日

#### (2) プロジェクト方式技術協力（終了）

・ 金属工業技術センター	1978年2月20日～1988年3月31日
・ 国立計量研究所	1981年7月13日～1985年10月6日
・ ファインセラミックス（特性解析）研究	1987年11月18日～1992年11月17日
・ 鑄造技術	1988年10月12日～1993年10月11日
・ 鑄造技術アフターケア	1998年3月2日～1999年3月31日
・ 有害化学物質評価分析及び産業廃棄物処理	1993年9月9日～1997年9月8日

(3) 開発調査

- ・ 工業標準化・品質管理振興開発計画 1990年～1991年
- ・ 計量センター拡充計画 1993年

(4) 個別派遣専門家

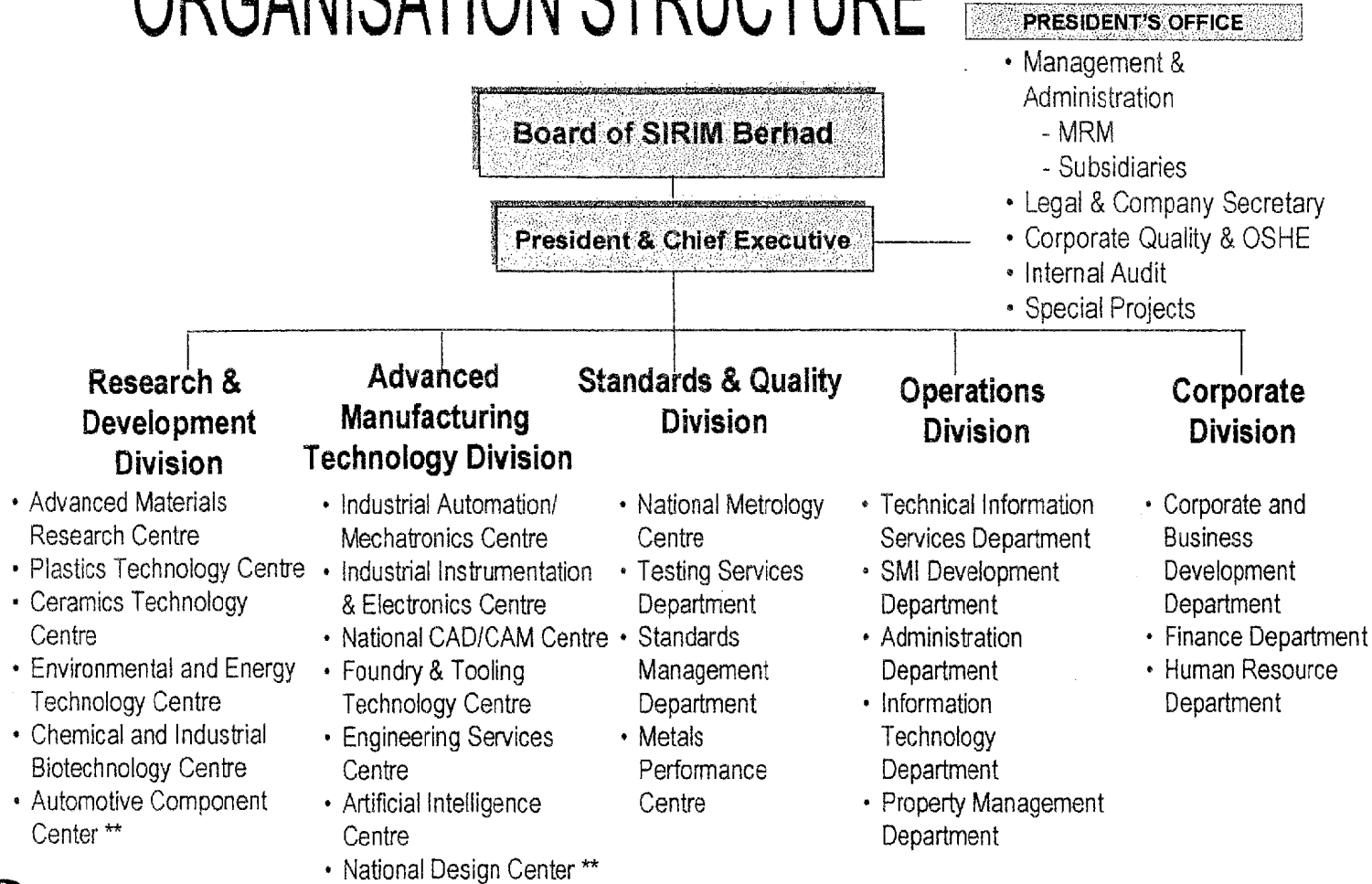
- ・ 吉田邦彦（金型設計製造） 1992年3月10日～1995年3月9日
- ・ 村松憲三（IEC65） 1999年4月5日～2000年4月4日
- ・ 短期専門家（JIS認定制度導入、高品位物質等）

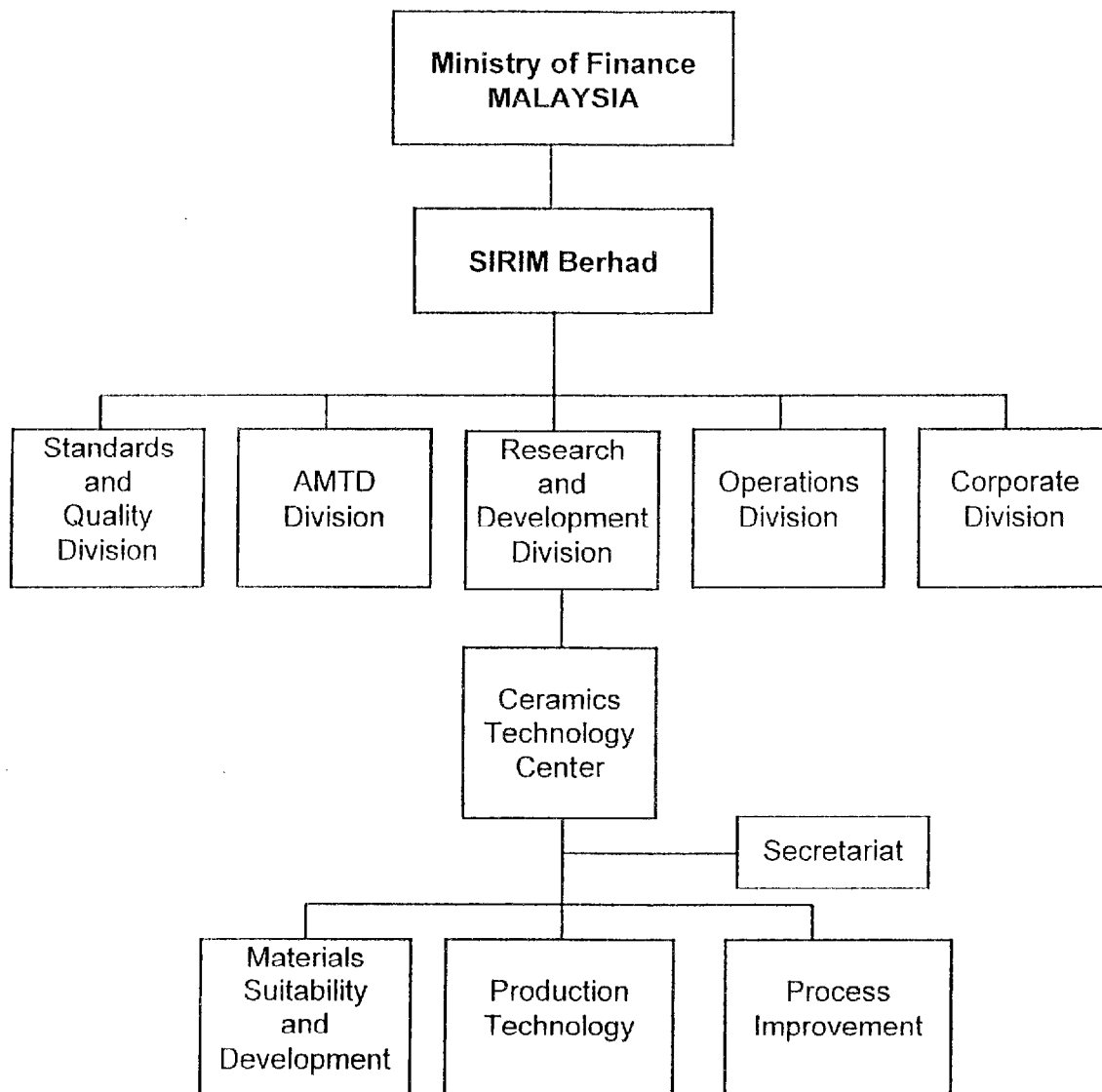
(5) 第三国研修

- ・ プレス・プラスチック金型 1994年～1998年
- ・ セラミックス解析計測化 1994年～1998年
- ・ APEC/PFP「基準・適合性」 1997年～2001年



# ORGANISATION STRUCTURE





• Staff allocation

General Manager	:	1
Researcher	:	15
Technician	:	3
Supporting Staff	:	3
<b>TOTAL</b>	:	<b>22</b>

☒ 7 – 2 Ceramics Technology Center Organisation Chart

## 7 - 2 プロジェクトサイト

プロジェクトサイトはCTCである。CTCはKuala Lumpur中心部から南へ約50kmのShar AlamにあるSIRIM Berhad内Block 18に設立されている。

SIRIM Berhadは大きな敷地をもち、全部で25のビル・研究所を所有している。

## 7 - 3 協力期間

プロジェクトの協力期間は1999年10月1日より2001年9月30日までの2年間である。

## 7 - 4 マレーシア側予算

1992年のフィンセラミックス(特性解析)研究プロジェクト終了以降のSIRIM Berhad及びCTCの予算実績を表7 - 1、表7 - 2に示す。アフターケアプロジェクトに対する予算についてはCTCが2000年度予算より確保することとなっている。

表7 - 1 SIRIM Berhadの予算実績

予算年度	実行予算 (百万RM*)	実行予算 (百万円)
1992	-	-
1993	39.6	130.68
1994	44.4	146.52
1995	48.3	159.39
1996	-	-
1997	-	-
1998	82.0	270.6
1999	73.0	240.9

\* : マレーシアリングgit 1 RM = 3.3円 (1999年8月現在)

表7 - 2 CTCの予算実績

予算年度	実行予算 (RM)	実行予算 (百万円)	政府関連 プロジェクト (RM)	政府関連 プロジェクト (百万円)
1992	-	-	890,500	3.0
1993	-	-	936,906	3.1
1994	-	-	270,000	0.9
1995	758,000	2.5	393,293	1.3
1996*	1,181,500	3.9	67,500	0.2
1997	1,290,000	4.3	404,500	1.3
1998	1,492,000	4.9	394,000	1.3
1999	1,680,000	5.5	1,127,000	3.7

\* : 1996年よりSIRIMは100%持ち株式会社(公社)となり、政府予算から切り離されている

## 7 - 5 カウンターパート配置計画

アフターケアプロジェクトにおいて、研究部門に配置されるマレーシア側カウンターパートは全部で4名である。カウンターパート名簿を表7 - 3に示す。

このうち1名についてはプロジェクト開始当初から継続してCTCの研究に携わっている研究者であり、1名は現地他部署に配置されているものの、アフターケアプロジェクト開始と同時にCTCに再配置される。残り2名については現在空席となっているが、アフターケアプロジェクト開始後3か月以内に大学学部卒以上の研究者を新規に採用する予定である。

それぞれのカウンターパートはセラミックス、特に電子セラミックスを専門としている研究者を中心に据え、その他機材の管理・運用に関する技術者も配置する。

表7 - 3 カウンターパート名簿

No.	氏名	職種	経験
1	Teng Wan Dung	CTC研究者 (Ph.D.)	XRD、SEM、DTA/TGを用いた材料形成の磁器絶縁、キャストリング、評価及び特性化及び材料、焼結標本のインピーダンス解析
2	Sheikh Abdul Rezan B. Shikh Abkul Hamid	研究者 (B.Sc.)	酸化アルミニウム及び電子セラミックス分野でプロジェクト最終年度に参加
3	未定	プロジェクト開始より四半期以内に採用予定	学部卒以上
4	未定		

## 7 - 6 日本側投入計画

### 7 - 6 - 1 活動計画

アフターケアプロジェクトの活動計画を表7 - 4に示す。本協力においては大きく4つの分野での協力を行うこととする。それは 専門家派遣、 研修員受入れ、 機材供与及び 既供与機材の修理・アップグレードである。それぞれの内容について以下に示す。

### 7 - 6 - 2 専門家派遣

専門家派遣についてはアフターケアの規模、内容にかんがみ、すべて短期専門家で対処することとする。調査団による調査・協議により、派遣人数は3名とし、その分野は以下のとおりとする。また、併せて具体的な業務内容を記す。

なお、マレーシア側は パウダー調製、 材料加工及び 素性解析・評価の分野の短期専門家派遣を要請していたが、調査団はアフターケアプロジェクトでは修理・アップグレードの専



門家がより重要であると判断したうえで、協議においてこれをマレーシア側に申し入れ、マレーシア側はこれに同意した。

#### (1) 電子セラミックス

アフターケアプロジェクトにおいては、電子セラミックスを対象として取り組んでいく。とりわけプロジェクトの継続性を考慮すると、圧電体やコンデンサ等の強誘電体関係の評価が中心となる。本分野においては、基本的な評価については前カウンターパートの学んだ範囲で十分なことが可能であるが、強誘電体の評価で不可欠なヒステリシス曲線の計測については困難で、これに関する技術の移転とプロジェクト全体の推移を把握し得る短期専門家がぜひ必要である。

#### (2) 炉の修理

セラミックスの製造プロセスにおいては焼結や焼鈍等の熱処理関係のプロセスが不可欠である。したがって、本アフターケアプロジェクト推進にあたっては、炉を完全に維持していくことが必要である。このためには、オペレーターとしての知識だけではなく、装置の詳細を熟知した者があたる必要がある。本プロジェクトでは装置開発を目的とはしていなかったため、10年以上経過した装置の性能維持、向上を図るためには基本知識を有した専門家の派遣が必要である。

#### (3) X線回折装置アップグレード

粉末X線回折による無機材料の同定や構造解析はセラミックスのキャラクタリゼーションの第一歩である。これらの技術は常に更新されていくものであり、導入後10年経過したX線回折装置を現代の最先端の情報を取り入れたものにアップグレードすることが望まれる。これらの技術はプロジェクトにおいて対象としなかったものであり、したがって、当該分野での専門家を派遣し、上記目的に沿ったアップグレードを行う必要がある。

派遣時期については、電子セラミックスは供与機材の到着及び修理・アップグレードの完了を待って派遣する必要があることから、平成12年度後半になると予想される。炉の修理及びX線回折装置アップグレードは平成12年度前半に派遣することとする。

#### 7 - 6 - 3 研修員受入れ

アフターケアプロジェクトにおいて、CTC職員を2年間を通して1名、研修員として日本に受け入れ、研修を行うこととする。研修分野は電子セラミックス分野である。派遣時期、期間

は決定してはいるが、マレーシア側には平成12年度に1～3か月程度と伝えた。調査時には、マレーシア側は研修員の候補者としてCTC研究者のDr. Teng Wan Dung氏をあげていた。

#### 7 - 6 - 4 機材供与

機材供与はマレーシア側の要請を確認したうえで、その必要性・重要性を考慮し、優先順位を付けて日本側予算の許す範囲で対応することとした。順位付けした供与機材を以下に示す。

- (1) 誘電体ヒステリシス測定装置 ( Dielectric Hysteresis Measurement System )
- (2) 示差熱・熱重量分析装置 ( Differential Thermal Analyzer )
- (3) 圧電試験装置 ( Piezoelectric Testing Station )
- (4) 周波数特性解析機 ( Frequency Response Analyzer )

#### 7 - 6 - 5 既供与機材の修理・アップグレード

機材の修理・アップグレードはマレーシア側の要請を確認したうえで、その必要性・重要性に配慮し、優先順位を付けて日本側予算の許す範囲で対応することとした。順位付けした修理機材を以下に示す。

- (1) 真空加圧焼結炉 [ Vacuum Sintering Furnace ( Hot Press ) ]
- (2) 走査型電子顕微鏡 ( Scanning Electron Microscope )
- (3) 常圧雰囲気炉 [ High Temperature Sintering Furnace ( CAF ) ]

アップグレード機材については、粉末X線回折装置 ( Power X-ray Diffractometer ) 1機種のみである。

年	1999	2000	2001	備考
<b>活動内容</b>				
<b>機材の修理</b>				
真空加圧焼結炉		.....		
走査型電子顕微鏡		.....		
常圧雰囲気炉		.....		
<b>機材のアップグレード</b>				
粉末X線回折装置		.....		
<b>供与機材</b>				
誘電体ヒステリシス測定装置			現地到着	
示差熱・熱重量分析装置			◎	
圧電試験装置			◎	
周波数特性解析機			◎	
<b>短期専門家派遣</b>				
電子セラミックス		—		
炉の修理		—		
X線回折装置アップグレード			—	

注:

- ..... : 修理期間
- : 設置及び調整期間
- : 派遣期間

△ 1999.10.1 協力開始

△ 2001.9.30 協力終了

表7-4 アフターケアプロジェクトの暫定活動計画

## 第8章 プロジェクト実施上の留意点

今回実施されるアフターケアプロジェクトは、既に記したように主に2つの内容を含む。1つは1987～1991年におけるファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクトにおいて供与された機材の修理・アップグレードに関するものであり、もう1つは電子セラミックスの技術向上に関するものである。供与機材の修理やアップグレードが本アフターケア協力を通して必要かどうかの判断として、既供与機材がこれまでに有効に運用されていたかが焦点となる。今回、既供与機材の保守・管理状況、運用・利用状況や故障状況を調査した結果、供与機材は、各機材ごとに管理者を定め、保守・管理を良好な状態で行っていた。運用に関しても、使用簿に記入された事例をみると他研究組織の利用も含め、有効な運用状況にある。また故障機材についてもマレーシア標準工業研究所（SIRIM Berhad）側が独自に修理を試みたが、対応できなかったものがほとんどである。既供与機材の大部分が日本製であり、それらの装置メーカーのほとんどが当地あるいはアジア地区に代理店や支社がない。それゆえマレーシア側にとって正確な故障箇所の確認、故障部品の調達や修理作業の対応を困難にしている。このことは単にマレーシアのプロジェクト供与機材のみならず、他の諸国への供与機材に対しても共通にみられる問題ではなからうか。機材の長期有効利用の観点からして、本アフターケアの実施期間においても、その先においても、機器の整備・修理やアップグレードは必要となる。その対応策として機材供与された該当諸国の機関と日本装置メーカーとの密な連絡が要請される。しかしマレーシアのプロジェクトでみられるように、そのアプローチには限界がある。今回、修理・アップグレードに対応する専門家を投入したことは実用的に理にかなったものであり、今後その専門家を通して、整備・修理・アップグレード等に関しマレーシア側が自らのアプローチの方法を確固としたものにしていく必要がある。

電子セラミックス分野は世界的にみても最先端の研究・開発が行われている。最先端の研究・開発を行ううえで忘れてならないことは、広い裾野の上に富士山がそびえているように、対応する広い知識、設備や人材等の研究ポテンシャルに裏付けされた広範な開発基盤が要求されることである。もっともマレーシア側の要請においては、いたずらに最先端の技術をめざすものでなく、マレーシア地場産業との提携を意識したもので、既存技術の延長上に位置する実用的な技術の発展による材料開発を意図している。この要請は現在のマレーシアの材料開発ポテンシャルを考慮すると妥当な出発点であると思われる。それにしても短期間において電子セラミックスの材料開発は難しいが、実用上の知識が豊富な短期専門家が派遣されると思われることから、常にディスカッションを行いつつ、その材料開発の方向性を定める必要がある。マレーシア側が要請した3つの研究カテゴリーは、電子セラミックスを扱ううえでの基本的なアプローチである。それらのアプローチに対し、技術的な研鑽を通し、将来の発展の芽を作るべく地道な対応が望まれる。そ

の際、SIRIM Berhadでどのような電子セラミックスを扱うか、対象とすべき電子セラミックス材料を絞ることが必要である。その点に関し調査団は、電子セラミックスのなかで取り扱うべき対象材料について、SIRIM Berhadが提携を意図している地場産業を考慮し、具体的にコンデンサ等の候補をリコメンデーションしている。しかし本協力はあくまでファインセラミックス（特性解析）研究プロジェクトのアフターケアである。したがって将来において、広範な電子セラミックス分野での充実した材料開発が必要であれば、新たなプロジェクトを申請するのが筋であると思われる。

技術の継続に対してはカウンターパートの定着にSIRIM Berhadの努力が要請される。マレーシアには、独自の社会、組織の論理等が存在するところであるが、研究のアプローチや技術の継続等に支障を来たさないようなカウンターパートの配置に配慮が望まれる。

なお、マレーシア側は当初要請したとおり、電子セラミックス分野の発展を望み、更なる短期専門家の派遣を要請した。しかし予算上の関係からそのすべてを受け入れることは不可能であったため、調査団は個別派遣専門家の制度を説明して、マレーシア側の理解を得た。そのため平成12年度以降にマレーシア側より本分野の短期専門家派遣要請があるものと思われる。

