

日本—アセアン科学技術協力
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
評価調査団報告書

平成 3 年 11 月

国際協力事業団
社会開発協力部

11/11/03

JICA LIBRARY



1095716(5)

23273

日本—アセアン科学技術協力
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
評価調査団報告書

平成 3 年11月

国際協力事業団
社会開発協力部

國際協力事業団

23273

序 文

1983年5月、当時の中曽根首相はアセアン諸国歴訪の際、アセアン諸国と科学技術の成果を分かち合うとの観点からの技術協力を提唱した。本構想に基づき、同年11月より12月にかけて、東京で開催された高級事務レベル会合及び閣僚会議で協力内容が検討された。これを受け、アセアン科学技術委員会（ASEAN-COST）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分野で協力を実施することに合意した。

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アセアン側よりプロジェクト方式技術協力を要請してきたため、1985年8月以降、アセアン諸国に一連の調査団を派遣したが、マレーシアについては、1987年11月18日に討議議事録（R/D）の署名を了し、「日本—アセアン科学技術協力」の一環として、同日より4年間の協力期間で本プロジェクトが開始された。

今般、当事業団はその協力の終了に当たり、過去4年間の技術協力の進捗状況及び目標達成度を把握することにより本プロジェクトの評価を行うことを目的として、1991年6月16日から6月22日まで、科学技術庁無機材質研究所総合研究官猪股吉三氏を団長とする評価調査団を派遣した。

本報告書は、本調査団による、調査・協議結果について取りまとめたものである。

ここに、本調査団の派遣にご協力頂いた関係機関の方々に対し、深甚の謝意を表するとともに、あわせて今後のご支援をお願いする次第である。

平成3年11月

国際協力事業団
理事 玉光弘明



ミニッツ署名

[中央左より 小泉所長(JICAマレーシア事務所), Ms. Azmah, 猪股団長,
Dr. Tajuddin (SIRIM所長), Dr. Ong, Ms. Aishah]



SIRIMでの協議

(左より Dr. Ong, 猪股団長, 牧島団員, 坂元団員, 魚団員, 早川リーダー)

目 次

序文

写真

1. 評価調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の経緯と目的	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 調査団の日程表	2
1-4 主要面談者	3
2. プロジェクトの実績	5
2-1 プロジェクトの活動実績	5
2-2 プロジェクト投入実績	7
(1) 日本側投入実績	7
① 専門家派遣	7
② 研修員受入れ	12
③ 機材供与	15
④ ローカルコスト負担	18
(2) マレーシア側投入実績	19
① プロジェクト実施体制	19
② カウンターパート配置	20
③ ローカルコスト負担	20
2-3 マルチラテラル活動	21
(1) 共同研究	21
(2) トレーニング	22
(3) 域内セミナー	23
3. プロジェクトの評価	25
3-1 当初計画と実績	25
3-2 項目別評価	27
(1) プロジェクト実施体制	27

(2) カウンターパートへの技術移転状況	28
(3) 供与機材の活用状況	28
(4) 技術移転到達度及びその手法	28
3-3 マルチラテラル活動協力	28
3-4 マレーシア側からの評価	29
3-5 総合評価	30
4. フォローアップ協力	33
4-1 マレーシア側要請内容	33
4-2 協力継続の必要性	33
4-3 協力計画	33
4-4 留意点等	34
5. 調査団からの提言	35
5-1 事前評価の重要性	35
5-2 長期派遣専門家の重要性	36
付属資料	39
1. ミニッツ	41
2. プログレスレポート	51
3. 学会発表レポート	71
3-1 Rare-earth Additions in Ceramics and Glasses	71
3-2 Formation and Crystallization of Glass System Containing Rare-earth Oxides	79
4. JICA 購入機材活用度	91
5. セラミックテクノロジーセンターの説明資料	103

1. 評価調査団の派遣

1-1-1 調査団派遣の経緯と目的

ここに評価の対象となったプロジェクトは、1983年に当時の中曽根首相が提唱した、ASEAN 諸国と科学技術を分かち合うための構想に関連して発足したものであり、ファイナセラミックスプロジェクトは、マレーシアが、ASEAN 側のホスト国となっている。

1985年の予備調査団(外務省1, 無機材質研究所1, 科学技術庁1, JICA 1の計4名)のマレーシア訪問, 1986年の無機材質研究所所長をはじめとする実施協議チーム(無機材質研究所3, JICA 1の計4名)のマレーシア訪問, 及び1987年バンドンでの実施計画の調印(本作関係; 科学技術庁1, 無機材質研究所1)を経て, マレーシア側 SIRIM(科学技術環境省/マレーシア標準工業研究所)と日本側 NIRIM(科学技術庁/無機材質研究所)とが深く関係するような形で, このプロジェクトを進行させることを決定した。1988年には国内委員会も設置され, 実施計画の合意に基づき, SIRIM 所長, Dr. Ahmad Zaharudin Idrus, 及びセラミックス部門を統括する研究部長, Dr. Ong Khong Seng が, NIRIM を訪問し, 日本側研究者との討論を通じ, 協力の概要と供与予定機材の基本方針を合意し, 協力計画が実行に移されることとなった経緯がある。

このプロジェクトは, 酸化物, 及びガラスの3分野の先端的セラミックスを対象に, マレーシア側では SIRIM が, 日本側は NIRIM が中心となり進行させるよう計画されていて, それぞれ下記のような具体的研究活動を行いながら, 先端的セラミックスの基礎研究を行う際に必要となる研究環境の強化を図ることを目的としている。

- ① 酸化物, 非酸化物, 及びガラスセラミックスの合成
- ② セラミックスの化学的, 物理的特性及び構造に関する特性についての分析及び解析
- ③ セラミックスの物理的特性の測定
- ④ 計測機器作法の習得
- ⑤ 実験により得たデータの分析及び評価・手段の学習

1-2 調査団の構成

- | | | |
|---------------------|--------|---------------------------|
| (1) 団 長 (総括・研究協力) | 猪股 吉三 | 科学技術庁無機材質研究所総合研究官 |
| (2) 団 員 (研究協力) | 牧島 亮男 | 東京大学工学部材料学科教授 |
| (3) 団 員 (協力企画) | 坂元 思無邪 | 科学技術庁無機材質研究所管理部企画課長 |
| (4) 団 員 (計画評価・業務調整) | 魚 英行 | 国際協力事業団社会開発協力部社会開発協力第一課職員 |

1-3 調査団の日程表

派遣期間、1991年6月16日～6月22日（7日間）

調査日程及び調査・協議内容は以下の通りである。

月日	曜日	日程	調査・協議概要
6月16日	日	成田→クアラルン (香港経由) プール	移動 (CX501、CX721)
17日	月	クアラルンプール	午前 日本大使館表敬 JICA事務所にて打合せ 午後 SIRIM (工業研究部長) 表敬 日本人専門家チームとの打合せ 夜 JICA事務所主催夕食会
18日	火	クアラルンプール	マレーシア側プロジェクト関係者との協議 (全般評価)
19日	水	クアラルンプール	マレーシア側プロジェクト関係者との協議 (マルチ活動、今後の協力)
20日	木	クアラルンプール	ミニッツ作成
21日	金	クアラルンプール	午前 ミニッツ署名 午後 EPU表敬 夜 団長主催夕食会
22日	土	クアラルンプール → 成田	移動 (MH092)

1-4 主要面談者

(1) マレーシア側

マレーシア標準工業研究所 [Standards and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM)]

- | | |
|----------------------|---|
| ・Tajuddin Bin Ali | Controller (所長) |
| ・Ong Khong Seng | Director of Research & Technology Development
(工業研究部長) |
| ・Nik Ahmad Kamil | Head of Ceramic Technology Center (CTC)
(セラミック技術センター長) |
| ・Ramli Salleh | Deputy Head, CTC |
| ・Chang Boon Ping | Senior Research Officer, CTC |
| ・Nor Azmah Abd Kadir | Research Officer, CTC |
| ・Aishah Isnin | Research Officer, CTC |

(2) 日本側

在マレーシア日本大使館

- | | |
|-------|-------|
| 天木 直人 | 公使 |
| 赤木 利行 | 二等書記官 |

JIAC マレーシア事務所

- | | |
|-------|----|
| 小泉 純作 | 所長 |
| 湊 芳郎 | 次長 |
| 永田 邦郎 | 所員 |

プロジェクト日本人専門家チーム

- | | |
|--------|---------------------------------|
| 早川 順四郎 | 長期専門家 [チームリーダー・セラミックス研究 (非酸化物)] |
| 平川 伸明 | 長期専門家 (業務調整) |
| 北野 一郎 | 長期専門家 [セラミックス研究 (ガラス)] |
| 嶋津 正司 | 長期専門家 [セラミックス研究 (酸化物)] |

2. プロジェクトの実績

2-1 プロジェクトの活動実績

このプロジェクトの目標は、1990年度の調査ミッションが関与したミニッツに記されているように、「「ファインセラミックスの特性解析研究」を通じ「マレーシアにおける先進セラミックスの基礎研究に必要な基盤を整備する」」ことにあった。予定した活動と、実行された活動の結果には食い違いも見られるが、すべての活動は、この目標に沿って行われている。

このプロジェクトを開始するまで、マレーシアでは、先端セラミックスの研究は全く行われていなかったが、本プロジェクトを通じ、最新の機材が多数供与・移転され、一応の研究成果も上がり、近い将来のセラミックス研究の核となる床面積約2,000㎡の Ceramic Technology Center 用の建物も完成し、プロジェクト終了後も、マレーシア側独自で研究が続けられるところまで、先端セラミックスの研究環境が整えられた。1995年迄に先端セラミックス部門 (Advanced Ceramics Unit) の研究者数を現在の6名から30名に増員する計画と聞いていて、このプロジェクトを発端にマレーシアの先端セラミックス研究がかなり大きく前進したことになる。なお、分野別活動実績 (具体的な研究結果、実験結果) は以下の通りである。

・酸化物

原料 (混合物) 焼成を行って目的物質を合成する場合、反応温度を知らなければ合理的な焼成温度を設定できない。この温度を知る手段として、DTA は非常に有効である。例えば、原料 PbO , La_2O_3 , ZrO_2 , TiO_2 , (0.9 : 0.1 : 0.5 : 0.5 モル比) の混合物を焼成して、PLZT を合成する場合、混合物の DTA データによって次のことが明らかになった。混合物の反応は、三つの段階を経て行われている。第一段階は $770^\circ\text{C} \sim 840^\circ\text{C}$ 、第二段階は $840^\circ\text{C} \sim 920^\circ\text{C}$ 、第三段階では $920^\circ\text{C} \sim 1,020^\circ\text{C}$ で反応が起っており、反応のもっとも活発な温度は、 960°C である。 PbO は高温において揮発性であり、 Pb が揮発する。 PbO の融点は、 886°C である。その温度以下での反応を十分に行っておく必要がある。そこで、電気炉内焼成温度プログラムを三段階に設定し、特に第一段階反応時間を長く (2 hr) 選定することによって、 Pb 揮発を抑えて、PLZT 単一相の物質を得ることができた。PLZT が単一相であったか否かは、XRD 像から格子定数を計算し、すべての X 線回折ピークが計算値と一致したことで、単一相と判定することができた。この例で、使用した機器は、天秤、混合ボールミル、超音波振とう機、電気炉、DTA、XRD などである。

・非酸化物

β -SiC-B-C系加工焼結におけるB-C系焼結助剤添加量(当初の計画では固定したが、カウンターパートの意志で増加。B:0.5~1.0% 4水準 C:0.8%~3.2%)及び焼結温度(1,900℃~2,100℃)の焼結体の性質(密度;微構造組織,物性)に及ぼす影響をカウンターパート自身が実験してデータ解析することを最低限の目標に設定してきた。現在,同焼結実験による焼結体調製(合成)が,中途段階であるため,諸性質の測定は焼結実験と並行してこれから本格的に行われるので,系統的試験結果(無機材質研究所派遣研修中データを除く)は,ほとんど得られていない(活動の遅ればかりでなく,機材の整備段取りにも起因)。

・ガラス

希土類アルミナ珪酸塩ガラスの基礎組成(モル%)を $(58-y)\text{SiO}_2 \cdot 24\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (18-x)\text{La}_2\text{O}_3 \cdot x\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot y\text{RO}_2$ とし,Rとして結晶核成分Sn,Ti,Zrを選んだ。yの量を2,4,6と増加させると $y \geq 6$ で失透することが判ったので,yを4固定した。xについては,0,6,9,12,18と置換したが,何れも1,550℃溶融で,透明なガラスが得られた。これらガラスのDTA測定で,Tg,結晶化温度Tcを求め,また,密度 ρ ,硬度Hv,屈折率nを測定した。Tg,Tc, ρ は明らかに組成によって変わるが,Hv,nはほとんど組成に依存しないことが判った。更に一部の組成について二段階熱処理による結晶化を試み,XRD測定を行ったが,現在のところ,単独結晶核成分だけでは透明結晶化ガラスが得られていない。

また,ガラス分野からは,マレーシア側カウンターパート筆頭著者とする付属資料3に示される学会発表がなされている。

2-2 プロジェクト投入実績

(1) 日本側投入実績

① 専門家派遣

専門家派遣実績は、以下に記されている通りである。

(a) 長期専門家（計：6名）

氏名	専門分野	派遣期間	備考
長谷川 泰	プロジェクト・リーダー 兼 ガラス研究指導	'89.03.09 ~'90.02.20 (1年間)	工学博士 元・無機材質研究所 (株)日立製作所
平川 伸明	業務調整	'89.03.09 ~'91.11.17 (2年 8ヶ月間)	(財)国際協力 サービス・センター
嶋津 正司	酸化物研究指導	'90.09.06 ~'91.11.17 (1年 2ヶ月間)	理学博士 前・無機材質研究所
早川 順四郎	プロジェクト・リーダー 兼 非酸化物研究指導	'90.10.03 ~'91.11.17 (1年 1ヶ月間)	元・(株)三井金属鉱業
北野 一郎	ガラス研究指導	'90.11.17 ~'91.11.17 (1年間) '91.11.18 ~'92.11.17 (1年間)	工学博士 (株)日本板硝子 (フォローアップ協力期間)
斉藤 正史	業務調整	'90.11.09 ~'92.11.17 (1年間)	(財)国際協力 サービス・センター (フォローアップ協力期間)

(b) 短期専門家 (計: 24名)

氏 名	専 門 分 野	派遣期間	備 考
白 崎 信一	酸化物研究指導 酸化物研究セミナー発表	'88.12.18 ~'88.12.24 (1週間) '91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所
松 本 大	ビッカ-硬度計据付試運転	'89.09.03 ~'89.09.09 (1週間)	㈱松沢精機
山 下 昌彦	S E M 据付試運転	'89.09.28 ~'89.10.07 (10日間)	㈱日立計測エンジニアリング
佐 藤 忠夫	S E M 研究指導 1	'89.10.16 ~'89.10.29 (2週間)	工学博士 無機材質研究所
和 田 正夫	S E M 研究指導 2	'89.10.16 ~'89.10.22 (1週間)	㈱日立計測エンジニアリング
堤 正幸	S E M 運転指導	'89.10.16 ~'89.10.29 (2週間)	無機材質研究所
安 田 茂	ホットプレス据付試運転	'90.03.18 ~'90.03.31 (2週間)	㈱日新技研
熊 谷 和利	高温焼結炉据付試運転 高温焼結炉操作指導	'90.03.18 ~'90.03.31 (2週間) '90.07.01 ~'90.07.07 (1週間)	㈱大亜真空

氏名	専門分野	派遣期間	備考
長谷川 安利	非酸化物研究指導	'90.03.25 ~'90.07.28 (4ヶ月間) '90.08.10 ~'90.10.09 (2ヶ月間)	工学博士 無機材質研究所
田中 英彦	非酸化物研究指導 非酸化物研究セミナー 発表	'90.03.25 ~'90.04.05 (12日間) '91.05.26 ~'91.06.08 (2週間) '91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所
渡辺 明男	酸化物研究指導	'90.05.07 ~'90.09.14 (4ヶ月間)	無機材質研究所
羽田 肇	酸化物研究指導	'90.05.10 ~'90.05.20 (10日間)	無機材質研究所
横井 進	XRD、DTA/TG据付試運転	'90.05.13 ~'90.06.02 (3週間)	㈱リガク
井上 悟	ガラス研究指導 ガラス研究セミナー発表	'90.05.27 ~'90.06.09 (2週間) '91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所
牧島 亮男	ガラス研究指導	'90.07.29 ~'90.08.25 (1ヶ月間)	工学博士 東京大学 教授

氏 名	専 門 分 野	派遣期間	備 考
早川順四郎	非酸化物研究指導	'90.08.10 ~'90.08.18 (1週間)	元・(株)三井金属鉱業
森田 一樹	ガラス研究指導	'90.09.23 ~'90.10.06 (2週間)	工学博士 東京大学 助手
北野 一郎	ガラス研究指導	'90.09.30 ~'90.10.06 (1週間)	工学博士 (株)日本板硝子
松田 伸一	酸化物研究指導	'91.02.19 ~'91.03.16 (1ヶ月間)	工学博士 無機材質研究所
渡辺 健一	平面研削盤据付試運転	'91.05.26 ~'91.06.01 (1週間)	(株)岡本工作機械製作所
後藤 優	ファインセラミックス研究全般 セミナー発表	'91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	理学博士 前 無機材質研究所 所長 前 新技術開発事業団 専務理事
貫井 昭彦	ガラス研究セミナー発表	'91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所
山岡 信夫	非酸化物研究セミナー 発表	'91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所
池上 隆康	酸化物研究セミナー発表	'91.09.29 ~'91.10.05 (1週間)	工学博士 無機材質研究所

◎ 長期派遣専門家

プロジェクト開始前のマレーシアのセラミックス研究体制に関する実情調査が、必ずしも十分ではなかったため、当初、無機材質研究所はマレーシア側カウンターパートの実力を過大に評価した。したがって長期派遣専門家派遣1名の派遣で、このプロジェクトの推進は可能と考えていた。

この認識に従い、2年目(1988年)の途中から調整員1名に加え、ガラス分野の長期派遣専門家1名の現地プロジェクト・サイトへの常駐を図った。しかしながら、事前調査の不十分さ、プロジェクト開始時のマレーシア側カウンターパートのフライングセラミックスに関する認識不足、プロジェクト・サイトへの機材の手当ての遅れ等にも起因し、この専門家は体調を崩し、任期半ばで帰国した。

その後約1年間は、長期派遣専門家が不在の状況で経過した。酸化物系及び非酸化物系については無機材質研究所の研究者の中期の派遣で、この期間をつないでいる。

この、つなぎの期間中にマレーシアは、日本に各分野1名ずつ計3名の長期派遣専門家の派遣を要請してきた。このように多数の長期派遣専門家の派遣は、当初予定しなかったことであったが、短期派遣専門家による調査結果から、その必要性を認識するに至り、1990年度の途中から各分野1名ずつの計3名体制をとるに至った。この時期は、日本からの供与機材がかなりまとまって到着しつつある時期でもあったから、これら中期及び3名の長期派遣専門家の派遣は、このプロジェクトを混乱に陥れないための最後のチャンス拾い上げたもののように、結果としてかなりきわどいものであった。

◎ 短期派遣専門家

短期派遣専門家は、主として、供与機材の備え付け、試運転、ないしこれらの機器に関するセミナー等のために機器のメーカーから派遣された人達、及びこれらの機器を用いて行う研究の指導のために、無機材質研究所や東京大学から派遣された研究者からなっている。これら短期派遣専門家の派遣は、ほぼ適切であったと考えている。

また、このプロジェクトの進捗状況の調査のために調査団の構成員として派遣された、無機材質研究所の研究者やJICAの職員の活動も、プロジェクトの問題点を明らかにし、対応策を模索するのに大変有効であったと判断される。

② 研修員受入れ

マレーシアからの研修員の受入れ実績の概要は、以下の通りである。

年度	カウンターパート氏名	所 属	研修期間	研修内容
88	Dr. Ahmad Zaharudin (drus	S I R I M Controller (当時)	'88.11.07 ~'88.11.12 (6日間)	全体計画の 打合せ
	Dr. Ong Khong Seng	S I R I M Director of Research	'88.11.08 ~'88.11.20 (2週間)	全体計画の 打合せ及び 関連機関の 視察
	Dr. Radzali Othman	U S M Associate Professor	'88.12.05 ~'88.12.28 (3週間)	ガラス研究
	Mr. Ramli Salleh	S I R I M Research Officer	'89.03.27 ~'89.08.11 (5ヶ月間)	酸化物研究
	Mr. Saidin Karim	S I R I M Research Officer	'89.03.27 ~'89.06.24 (3ヶ月間)	非酸化物研 究および SEM操作
Dr. Abdul Hamid Bin Yahaya	U M Lecturer	'89.03.27 ~'89.06.24 (3ヶ月間)	非酸化物研 究及びホト ルス 操作	

年度	カウンターパート氏名	所 属	研修期間	研修内容
89	Mr.Chang Boon Ping	S I R I M Research Officer	'89.08.29 ~'89.11.26 (3ヶ月間)	ガラス研究
	Ms.Aishah Isnin	S I R I M Research Officer	'90.03.27 ~'91.01.27 (10ヶ月間)	酸化物研究
	Ms.Josefina R.Celorigo	I T D I (7イビ)	'90.03.27 ~'90.09.23 (6ヶ月間)	酸化物研究
90	Mr.Ismail Ahmad	S I R I M Research Officer	'90.09.04 ~'90.12.28 (4ヶ月間)	酸化物研究
91	Ms.Nor Azmah Abdul Kadir	S I R I M Research Officer	'91.04.02 ~'91.04.28 (1ヶ月間)	非酸化物 研究
	Mr.Nazarrudin Baharom	S I R I M Research Officer	'91.06.10 ~'91.09.22 (3ヶ月間)	非酸化物 研究
	Mr.Teng Wan Dung	S I R I M Research Officer	'91.07.02 ~'91.09.08 (2ヶ月間)	X R D 応用技術

なお、1991年度は、更に2名の研修員受入れを予定している。氏名・時期・研修内容は次の通り。

- ① Mr. Mohamad Zahid Abudl Malek (SIRIM) '92.03~ (3カ月) ガラス研究
- ② Mr. Saidin Karim (SIRIM) '92.03~ (1カ月) SEM応用技術

このプロジェクトの、研修員受入れ枠は、3 person/yearであった。当初、日本側は、日本的な感覚で、マレーシア側が、この受入れ枠を、最大限活用してくるであろうと予期したが、実績はこの期待を裏切るものであった。受入れリストに見られる如く、これまでに日本研修を経験した研究者、ないし、既に研修予定がセットされている研究者、合計10名のうち、滞在期間が6カ月以上となった例は、Ms. Aishah(10カ月)、Mr. Ramli(8カ月)、Ms. Josefina(フィリピンからの受入れで、6カ月)の3例のみであり、他は4カ月の1例を除き、3カ月以下程度の短期間の日本滞在であったから、マレーシア側がこのシステムを良く利用したとは思えない。

マレーシア側カウンタ・パートの人数は3分野の合計で、平均6名の研究者が張り付いた状況で推移したが、これらの研究者の多くは、このプロジェクトの期間中プロジェクトの専任ではなく、他のプロジェクトないし、SIRIMあるいは大学の独自の研究計画との掛け持ちであった。この事情が、短期滞在しか実現できなかった最大の理由と思われる。この項は、後述するマレーシア側投入実績のうちの、カウンタ・パート配置、2・2・(2)・②とも関係するので、参照されたい。

③ 機材供与

機材の供与実績は以下の通りであり、いずれも最新の装置が設置され、研究の遂行に使用されている。

年度	資 機 材 名	業 者 名
88	Digital Micro Hardness Tester	デジタル微小硬度計 松沢精機
	Scanning Electron Microscope	走査型電子顕微鏡 日立製作所
	小 計	
89	Electric Furnace	機能セラミック用焼結炉 ソエツト高熱工業
	Programmable Power Supply	出力制御装置 アドテック
	Digital Data Logger	デジタルデータ自動記録装置 東京測器研究所
	Iron Mold	鉄製鋳型 富士ダイス
	Printing Stand Model	スクリーン印刷機 シガルー
	Vacum Sintering Furnace	真空加圧焼結炉 日新技研
	Powder X-Ray Diffractometer	粉末X線回析装置 リガク
	High Temperature Sintering Furnace	常圧雰囲気炉 大亜真空
	Siliconit Bar	棒状シリコニット ソエツト高熱工業
	Kantal Wire	カンタル線 カンタルワイヤ
	CP Tube	炉芯管CPチューブ 日本化学陶業
	Fire & Heat Proof Brick	耐火耐熱レンガ イライト工業
	Kauwool	耐火断熱無機質繊維 -----
Caster	鋳型 旭硝子	

年度	資	機	材	名	業 者 名
89 続き	Platinum Wire		白金線		-----
	Flame Burner		フレームバーナ		筑波光化学
	Thermal Analyzer/ Differential Thermal Analyzer		示差熱・熱重量分析装置		リガク
	Multi Spectro Color Meter		多光源分光測色計		スガ試験機
	Hydrostatic Pressure Extrusion Equipment		冷間静水圧圧縮機		理研機器
	Electric Glass Melting Furnace		ガラス電気溶融炉		モトヤマ
	LF Impedance Analyzer		インピーダンス分析器		横河ヒューレット パッカド
	Multimeter		マルチメーター		同 上
	High Voltage Supply		高圧負荷装置		東京テクニカ
	Precision Cutter		精密切断機		リファインテック
	Digital Indicating Controller		デジタル調節計		チノー
	Digital Program Controller		デジタルプログラム制御計		チノー
	Hybrid Temp Recorder		多点温度記録計		チノー
	Thermocouple Sensor		熱電対センサー		チノー
	Platinum Crucible		白金ルツボ		田中貴金属 工業
	Platinum Bar		白金棒		田中貴金属 工業
Stainless Steel Roll		白金棒接続保持金具		筑波光化学	
	小		計		

年度	資	機	材	名	業 者 名
90	Laboratory Planetary Mill		遊星粉碎混合機		リッチェジャパン
	Carbon Coater		カーボンコーター		盟和商事
	Glass Thermal Dilatometer		ガラス熱膨張計		陽新技研
	Recording Spectrophotometer		分光光度計		日立製作所
	Universal Testing Machine		万能試験機		島津製作所
	Precision Surface Grinding Machine		精密平面研削盤		岡本工作機械製作所
	Automatic Voltage Regulator		自動電圧調整機		松永製作所
	小 計				
91	X-ray Tube for XRD		X線回折用管球		リガク
	Sample Holder for DTA/TG		高温用試料ホルダー		リガク
	Fast Firing Electric Furnace		超高速昇温電気炉		モトヤマ
	Thermal Mechanical Analyzer		熱機械分析装置用高温型圧縮 TMA/日付加ユニット		リガク
	Draft Chamber		ドラフトチャンバー		ダルトン
	System Metallurgical Optical Microscope		金属顕微鏡		オリンパス
	Software for XRD		X線回折用ソフト		リガク
	Continuous High Speed Centrifuge		連続高速遠心器		国産遠心器
	Automortar with Pestle		自動乳鉢		ヤマト科学
	Porosimeter		水銀圧入式ポロシメーター		加藤工機
	小 計				
	糸 巻				十

(2) 現地調達購入機材

年度	資	機	材	名	業 者 名
91	Spare Parts for SEM		SEMスペアパーツ		Mecomb Malaysia

このプロジェクトが発足した当初、無機材質研究は、マレーシア側の研究体制の詳細な調査と、供与機材の打合せのため、日本側ミッションのマレーシアへの派遣を考慮し、実現の可能性を JICA に打診したが果たせなかった経緯がある。マレーシア側の研修者派遣の枠を利用したマレーシア側のキーパーソンの日本への受入れは可能であったから、この方法でこの打合せに対応することとし、プロジェクト 2 年目の当初、マレーシア側から 2 名の責任者レベル担当者（当時の SIRIM の所長；Dr. Zaharuddin とセラミックス部門を統括する部長；Dr. Ong Kong Seng）が、無機材質研究所を訪問し、無機材質研究所の各分野の責任者との話し合いによって、供与機材の大筋が決定された。こうして決定された機材は、プロジェクトを推進するのにはいずれも必要な機材であったが、この二人の責任者レベルの訪問者は、プロジェクトの実行上のキーパーソンといえる人達ではなく、機材を受入れることの意義や、受入れに伴って必要とされるカウンターパートの張り付け、機材の導入に必要な受入れの準備作業（スペースの確保、空調、電力や冷却水の確保、等）の重要性、プロジェクトの波及効果を的確に判断する能力には欠けていた。

したがって、供与機材は、マレーシアの科学技術の事情をあまり知らない日本側研究者の提案を、マレーシア側がそのまま受入れる形で決定されたことになっている。つまり、マレーシア側はこの段階で主体性を発揮できる状況になかったということに日本側が気付かなかったのである。プロジェクト開始時のこの状況は、事前評価プロセスの不足に起因するものであり、このことが、このプロジェクトをサポートする長期派遣専門家や日本側研究者を、必要以上に悩ませる結果となった。また、供与機材が、すべて SIRIM に設置されたことや、現地の事情から、マレーシアの二つの大学から派遣された研究者のプロジェクトへの実質的な参加・協力が稀薄になってしまった点は、必要に応じて複数の機関がプロジェクトの遂行に関与するものと了解していた、日本側の初期の認識と異なるものであった。

④ ローカルコスト負担

このプロジェクトの推進に必要なローカルコストのうち、カウンターパートの人件費、電力料、水道代、一般管理費、供与機材の国内輸送費等を除き、プロジェクトの推進に必要な、その他の経費のほとんど（原料、試薬、資材購入費、通信運搬費、事務用品費、事務補助員賃金等）はプロジェクト側の負担となっている。

問題は、このプロジェクトをスムーズに進行させる上での、予算上の補完関係の樹立にあったが、マレーシア側は、終始先方の予算の詳細を明らかにしようとせず、また、マレーシア側からこの補完関係に関する協力はほとんど得られなかった。

(2) マレーシア側投入実績

① プロジェクト実施体制

◎ プロジェクトを推進する組織及びリーダーシップ

プロジェクト発足当時は、工業研究部門 (Industrial Research) の Research 部門 (総員24名) の一つとしてのセラミックス研究課 (Ceramic Technology) があり、この課の先進セラミックス (Advanced Ceramics) 係 (総員6名) が、このプロジェクトに協力することになっていた。この工業研究部門の部長が、Dr. Ong Kong Seng である。彼のポジションは SIRIM 所長に直結している。1990年に組織改革があり、前記セラミックス研究課は Ceramic Technology Center に昇格したが、実質は余り変わっていない。

したがって、実質的なリーダーシップは、Dr. Ong Kong Seng か Ceramic Technology Center の Advanced Ceramics 部門の長である Mr. Ramli によって発揮されなければならないのだが、前者は、プラスチックの専門家で、セラミックスの研究には疎く、後者は、セラミックスの研究にまだ口が浅く、研究活動そのものの理解に欠けるところがあり、先進セラミックス研究の体制として十分な体制が組まれていたとは思われない。

◎ プロジェクトの推進に割かれた研究者

総員で当時6名体制であったが、この6名が、プロジェクトの専任で活動したわけではなかった [2-2-(2)・②、参照]。

◎ プロジェクト用の実験スペース、電力、水の供給等の施設上の問題

プラスチック研究棟の一部を借用して、供与機器を設置したが、設置スペースへの供給電力量の不足や、電源電圧の変動、冷却水供給量の不足、水質の悪さへの不満、空調設備の不備、ダストの室内への侵入等、数多くの問題に悩まされている。1991年には Ceramic Technology Center (CTC) のための実験棟が完成したが、1990年度の調査団は、プロジェクト終了時 (1991年11月) まで、既設の供与機材を、この CTC 実験棟に移転しないように申し入れた。移転による、プロジェクト推進計画の遅れを懸念してのことであった。

◎ プロジェクトへの SIRIM の技術的サポート体制

前記した供与機器の設置に伴う供給電力量の不足や、電源電圧の変動、冷却水供給量の不足、水質への不満、空調設備の不備、ダストの室内への侵入等、の問題は、SIRIM の技術支援体制がしっかりしていれば、研究者を悩ます程の問題にはなり得ないのであるが、とりわけ電力と水の供給に関して、多くの問題があった。

例えば、XRD を設置の後、たびたび電源が遮断するので、原因の特定を、先方技術

課・電気施設の専門家に依頼したところ、「安定化電源、AVRの設置が必要」との気付きを得て、かなり高価であったがAVRを手配、先方に設置した。しかしながら、設置の後もトラブルが続き、結局、「この装置のために配電された電源容量の不足が原因」であることが判り、この問題を解決した後は、AVRを取り外しても、トラブルは起きなかった。したがって、AVRの手配は、本当は不要であったのであり、不要不急の物品を手配してしまったことになってしまっている。

日本側関係者は、SIRIMの技術的サポート体制そのものがあまり信頼できるものではないことを、このような経験を通じて学んできている。

◎ 予算上のサポート体制

前記2-2(1)④及び、後述する2-2(2)③に示したように、マレーシアの国情を考える時、日本側の研究者には納得の行かないものであった。

② カウンターパート配置

この評価の時点でのカウンターパートの配置は、酸化物1名、非酸化物3名(実質は2名)、ガラス2名であり、調査団が訪問の都度指摘してきた、人員不足の問題点は(1990年度の調査団は、各分野実質3名体制を要望)、一向に改善されなかった。これらのカウンターパートが、実際はプロジェクト専任ではなかった点を考慮すると、マレーシア側のプロジェクト実施体制は、日本側には極めて不満なものであった。ちなみに、特定分野のカウンターパートが、実質1名であるということは、もしもこの1名が、研修のため日本を訪問することになると、プロジェクトサイトにはカウンターパートが不在になることを意味する。このカウンターパート不足の事実が、先に述べたように、マレーシア側が日本での研修枠を十分に消化できなかった事情に関係していると思われる。

③ ローカルコスト負担

このプロジェクトの推進に必要なローカルコストのうち、カウンターパートの人件費、電力料、水道代、一般管理費、供与機材の国内輸送費等は、マレーシア側が負担した。

2-3 マルチラテラル活動

日本・アセアン科学技術協力プロジェクトの特徴である域内多国間協力（マルチラテラル活動）は、プロジェクト期間中に下記の通り実施された。本マルチラテラル活動の目的は、アセアン各国がそれぞれホスト国となり実施されている材料研究プロジェクトの成果・研究手法などをホスト国のみならず、広くアセアン各国に普及することにある。各参加者は、自国に戻りマルチラテラル活動で習得した知識を自国の研究に役立てることができ、日本・アセアン間での研究者の交流、研究知識・技術を共有するという観点からも、有意義に遂行された。

(1) 共同研究

① 1990年度

期 間：1990年8月5日～1990年11月2日

参 加 者：Ms. Chutima Tantigate [非酸化物セラミックス研究]

Researcher,

Thailand Institute of Scientific and Technological Research
(TISTR)

THAILAND

Ms. Nanick Sulistarihani [非酸化物セラミックス研究]

Researcher,

Ceramic Research and Development Institute (CRDI)

INDONESIA

研究テーマ：The Sintering of Silicon Carbide by Hot Pressing

[炭化けい素の加圧焼結]

② 1991年度

期 間：1991年5月12日～1991年8月11日

参 加 者：Ms. Junanita Banal Salvador [ガラスセラミックス研究]

Senior Science Research Specialist,

Industrial Technology Development Institute (ITDI)

PHILIPPINES

Dr. Laddawan Pdungsap [酸化物セラミックス研究]

Assistant Professor,

Mahidol University

THAILAND

研究テーマ：Aluminosilicate Glass-Ceramics Doped with Rare-Earth Oxides

[希土類酸化物アルミノ珪酸塩ガラスセラミックス]

(資料6・Technical Report 参照)

Piezoelectric Ceramics Composed of Lead Zirconate Titanate (PZT)

Modified by Lanthanum

[含ランタン・鉛ジルコニウムチタン酸塩の圧電セラミックス]

(資料7・Technical Report 参照)

(2) トレーニング

① 1990年度

期 間：1990年11月18日～1990年12月16日

参 加 者：Ms. Pg. Anak Norhasimah bt Pg. Hj. Ibrahim

Engineer,

Public Works Department

BRUNEI DARUSSALAM

Ms. Sri Cicih Kurniasih Tarmudi

Researcher,

Ceramic Research and Development Institute (CRDI)

INDONESIA

Ms. Natividad Ramoso Villostas

Senior Science Research Specialist,

Industrial Technology Development Institute (ITDI)

PHILIPPINES

Mr. Tung Siew Kong

Professional Officer,

National University of Singapore (NUS)

SINGAPORE

Ms. Porntip Laoprasopwattana

Researcher,

Thailand Institute of Scientific and Technological Research

(TISTR)

THAILAND

タイトル：ASEAN Regional Training Programme on Instrumentation of Fine Ceramics

[ファインセラミックス関連機器操作研修]

研修内容：i) 測色計・粒度分布計・ビッカース硬度計・加圧焼結炉・常圧雰囲気炉
の操作法習得

ii) 工場・研究所見学（イボ-及びスランバン）

iii) 講義受講（4回）

② 1991年度

期 間：1991年5月12日～1991年6月12日

参 加 者：Mr. Muljadi

Researcher,

Research & Development for Applied Physics (IIP)

INDONESIA

Ms. Ma Teresa Vidanes Navarro

Senior Science Research Specialist,

Industrial Technology Development Institute (ITDI)

PHILIPPINES

Ms. Lee Chong Guek

Laboratory Technician,

National University of Singapore (NUS)

SINGAPORE

Mr. Nimit Sriprang

Instructor,

Chiang Mai University

THAILAND

タイトル：ASEAN Regional Training Programme on Characterization of
Ceramic Powder

[セラミック粉末特性解析研修]

研修内容：i) 走査型電子顕微鏡・粉末 X 線回折装置・粒度分布計・示差熱分析装置
を使用しての未知粉末特性解析

ii) 工場見学（スランゴール）

iii) 講義受講（3回）

iv) 成果発表

(3) 域内セミナー

本プロジェクト研究活動4年計画の総決算として、プロジェクト R/D 期間終了寸前を

迎えた時点で日本・アセアン域内ファインセラミックスセミナーが実施された。本域内セミナーはマルチラテラル活動を含む、本プロジェクトの直接的・間接的アセアン各国に及ぼしたであろう成果発表の機会提供、招待日本人専門家によるファインセラミックスに関する最先端技術の紹介、日本・アセアンのセラミックス研究者が一堂に会しての技術的・人的交流の場提供など、誠に意義深い目的に基づいて企画・開催されたものである。実施内容は、次の通り。

期 間：1991年10月1日～1991年10月2日

タイトル：ASEAN-JAPAN Regional Seminar on Fine Ceramics

参加者：日本人短期専門家	7名
日本人長期専門家	4名
アセアン研究者	15名
マレーシア研究者	
・マレーシア標準工業研究所	19名
・政府機関	5名
・大学	10名
・民間企業	14名
特別参加	7名
	――
	計81名

3. プロジェクトの評価

3-1 当初計画と実績

当初計画と実績の対応の状況は下記の通りである。

プロジェクト当初計画表

	1987	1988	1989	1990	1991
1. Signing the Record of Discussions	X				
2. Acceptance of Japanese Experts					
3. Counterpart training of Malaysian Researchers:					
3.1. Oxides group					
3.2. Non-oxides group					
3.2. glass-ceramics group					
4. Delivery of research equipment					
5. Research activities:					
5.1. Synthesis of samples					
5.2. Identification and analysis of samples					
5.3. Measurement of Physical properties					
5.4. Study and interpretation of data					
6. Seminars					
7. Report and evaluation of the project					
8. End of project					X

プロジェクト実績表

	1987	1988	1989	1990	1991
1. Signing the Record of Discussions.	X				
2. Acceptance of Japanese experts.					
2.1. Long-term technical Experts.					
2.2. Research Experts.					
2.3. Installation Experts.					
2.4. Project Coordinator.					
3. Counterpart training of Malaysian Researchers:					
3.1. Management (Dr. Ong Khong Seng and Dr. Ahmad Zaharuddin Idrus)					
3.2. Oxides group Mr. Ramli Salleh Miss Aishah Isnin Miss Josefina R. Celorica Mr. Ismail Ahmad					
3.2. Non-oxides group Dr. Abdul Hamid Yahaya Mr. Saidin Karim Mrs. Nor Aznah Abd. Kadir Mr. Nazarrudin Baharua					
3.4. Glass-ceramics group Dr. Radzali Othman Mr. Chang Boon Ping					
4. Delivery of research equipment					
5. Research activities:					
5.1. Oxides research					
5.2. Non-oxides research					
5.3. Glass-ceramics research					
6. Seminars					
6.1. The Application of Scanning Electron Microscope for Materials Research			X		
7. Report and evaluation of the project					
8. End of project					X
Note:					
===== Planning Schedule					
_____ Implementation Schedule					

全体に、計画に遅れが見られ、人事交流や派遣の計画には、予定枠を消化しきれなかった状況が見て取れる。原因は2-2-(1)-①~③、及び2-2-(2)-②に記した点にあったと考えられる。プロジェクトで行われた、実験研究の状況は、プロジェクト活動実績の項で述べた通りであるが、どの分野も、当初の目的に沿った研究活動を目指したが、日本側研究者の目で見ると、現状はまだ、本物の研究からほど遠い状況で、調査研究の域を脱していないと言える。マレーシアのプロジェクト発足当時の状況を振り返れば、仕方がないことであろう。

研究活動に深みを付与するには、どうしても長い時間が必要である。このプロジェクトを大局的に見た場合の当初計画は、2-1項に記したように「ファイナセラミックスの特性解析研究」を通じ、「マレーシアにおける先進セラミックスの基礎研究に必要な基盤を整備する」ことにある。この見地からすれば、実績のすべては、この目的に沿うものであった。マレーシア側研究者が研修した知識や経験にしても、供与した研究用機材にしても、彼等が将来、このプロジェクトが関与したセラミックスの研究分野で、どのような研究を行うにせよ、必ず役に立つものである。

マレーシア側で、この計画に最初の合意を与えたのは、当時の SIRIM の所長、Dr. Mansor であった。当時は、この計画が、ファイナセラミックスの基礎研究に関するプロジェクトであるとの認識がかなり明確にあったようであるが、Dr. Zaharuddin を経て、現所長 Dr. Tajuddin に至る間に次第に応用志向への要望が強くなった経緯が調査の結果明らかになった。日本側は、この状況を認識したが、計画途中での方針転換は好ましい結果を生まない、との判断から、プロジェクト期間中、初期の方針を変えなかった。この判断は正しかったと言える。

3-2 項目別評価

(1) プロジェクト実施体制

事前評価の不足に起因し、当初、日本側は、マレーシア側の研究遂行能力を過大に見誤った時期があり、これが初期の対応の遅れにつながった。同じ理由に起因し、マレーシアに派遣する長期派遣専門家の派遣の遅れや、長期派遣専門家の現地での激務を、日本の国内委員会が正確に予想、把握できなかった点も初期の対応の遅れに拍車をかけたものと考えられる。日本側は、これらの問題点を、初期のプロジェクト運営から実際に学びつつプロジェクトを運営したのであり、結果として、日本側は1989年度の末頃から軌道修正に入り、1990年度には、遅れを取り戻すべく、3名の長期派遣専門家を派遣するに至った。これらの長期専門家と現地調整員のなみなみならぬ努力が、成功・不成功の分岐点で、プロ

プロジェクトを成功側に引き寄せたものと考えられる。

(2) カウンターパートへの技術移転状況

カウンターパートの Advanced Ceramics の現状に関する理解、認識に大きな進歩が見られ、供与機材を中心とした実験研究により、これらのセラミックスの基礎研究に必要な機材の操作、操作の意味、得られる実験データの解釈法等に関する技術移転が、かなり進行したと評価できる。

(3) 供与機材の活用状況

購送機材の活用状況については、付属資料4に示されている通りである。

プロジェクト活動実績の中の機材供与の項で述べたような供与機材決定の経緯を考慮し、マレーシア側カウンターパートの人数の不足を考えれば、これらの供与機材の活用の現状は、驚きに値する。マレーシア側カウンターパートの努力もさりながら、日本側長期派遣専門家、調整員、ならびに短期派遣者の熱意の反映と考えられる。

(4) 技術移転到達度及びその手法

先進セラミックスに関する知識、供与機材の操作、操作の意味等をどの程度理解しているのかについては、3分野のそれぞれについて、代表的な機材を1種類(ペレット作製機、ホットプレス装置、及び示差熱分析装置)選び、それを担当者が操作するのを検分し、同時に関連事項に関し技術的な質問を試みることで、到達度をチェックした。

どの分野の研究者も、一応の理解は示していたが、理解の状況は、決まった手順、一般常識、ないし説明をそのまま鵜呑みで理解しているといった状況である。自発的な問題意識や、自発的な問題の解決、自発的な操作手順の改善、応用動作としての経験の利用、といった獲得した知識や技術を自ら発展させて行くことができる状況を理想とするなら、現状は、その状況からはまだ遠いものである。供与機材の操作や、操作の意味をどの程度理解しているのかについては、100点法で90点程度は与えて良いだろう。十分な基礎知識の獲得には、まだ長い時間が必要である。『ローマは1日にしてならず』の例えを思い出す必要がある。

3-3 マルチラテラル活動協力

マレーシアは、トレーニング及び共同研究を2回ずつ消化したが、これらを主催するのに、マレーシアのカウンターパートの実力に不足があった点は否めない、しかしながら、先進セ

ラミックスに関し、他の ASEAN 諸国から、実力でマレーシアのカウンターパートを凌駕する研究者が、このトレーニングや共同研究に参加したこともあって、この試みは、マレーシアの研究者へのよい刺激になったようである。付属資料1. ミニッツの2.4.2.にも記されているが、今後のマルチラテラル活動を円滑に進めるためには、ASEAN 域内の材料科学分野の情報交換のためのネットワークづくりも大切である。

3-4 マレーシア側からの評価

マレーシア側の主たる研究者である、Mr. Ramli, Mr. Chang, Ms. Aishah,及び Ms. Azmah に個別にこのプロジェクトに対する問題点や評価の聞き取りを行った。

皆が一様に、推進したプロジェクト自体は有意義であったと結論している。この状況は、このプロジェクトの実質的なプロジェクト・リーダーである Mr. Ramli の次のような発言によく現れている。

- 『1985年の時点では、マレーシア側は、ファインセラミックスとは何かについて具体的に、しっかり認識を持っていなかったのだから、この当時を思い出すと、現状の大きな進歩に感慨を感じる』 RA
- 『われわれは、1991年から1995年にかけて、政府から総額 8 million M\$を投入して、Advanced Ceramics (酸化物、非酸化物、ガラス、及び複合材料を対象としている)に関するプロジェクトを推進するが、今回のこの JICA プロジェクトがなければ、この現状は勝ち取れなかった』 RA

もっとも個別ヒアリングの結果では、今回のこのプロジェクトに対して、全く受け身で、『このプロジェクトは、すべて日本が行ってくれるプロジェクトであり、マレーシア側は、ただついて行けばよい』との立場から、手前勝手に日本側を批判する場合もある。これらを含めたコメントのうち、もっともな内容を含み、重要と思われるものを挙げれば、次のようになる。

- 『日本側は4年間の協力と言うけれども、協力が実効を帯べたのは、研究者の中期規模(3カ月程度)の派遣が実現し始めてからであって、実質は1.5年ではないか』
- 『マレーシア側と日本側の初期のコミュニケーションの不足が、このプロジェクトのスタートを遅れさせた』
- 『セラミックス関係の文献や図書が少なく、SIRIMでは勉強できない。プロジェクトでも、

書籍を集めたが、不十分』

- 『化学の出身であり、セラミックスの基礎研究がしたかったのでこのプロジェクトに参加したが、当初はセラミックスについて何も知らなかった。無機材質研究所で研修を受けたのがとても為になった』
- 『短期であったが、無機材質研究所で研修を受けたのがとても為になった』
- 『日本からの短期の研究者派遣が、2週間～1カ月程度では短かすぎる』
- 『基礎研究を最初に試みたのは、正しかったと思う。実力と自信をつけた後、次第に応用に移行すればよい』
- 『プロジェクトの狙い・アイデアはとってもよかったが、機器の到着の遅れは問題であった』
- 『カラスの長期派遣専門家は、毎週1回のミーティングを持ってくれる。これは研究の進歩に極めて有効である』
- 『プロジェクトの進行に関する初期の合意の形成の段階（1985～1986年の時点）で、マレーシア側と日本側の間に、現状認識に関し誤解があったものと思われる』

3-5 総合評価

前項で述べたように、マレーシア側は、このプロジェクトを延長するような形で、1991年から1995年にかけて、総額8 million M\$（約4億円）の政府から資金を投入し、Advanced Ceramicsに関するプロジェクトを推進することになったのである。

このプロジェクトの総合評価は、この現状に象徴的に反映されていると見ることができるだろう。このプロジェクトを通じ、二国間に友好的な人間関係が構築できたことも勘案すれば、政治的に決められ、事前評価が必ずしも十分でない状況でスタートしたプロジェクトにしては、十分な成果が得られたとあって差支えないだろう。

以上の項目別評価、マレーシア側評価、及びプロジェクト評価調査団による評価を総合すると要点は以下のようになる。

(1) 日本側からの投入

日本側が行った長期・短期専門家派遣、研修員受入れ及び機材供与は適切かつ十分なものであった。マルチラテラル活動に関しても、短期派遣専門家、経費助成等、必要な支援を行いその成功に貢献した。

(2) マレーシア側の努力

マレーシア側はこのプロジェクトへのカウンタ・パートの配置、プロジェクトオフィス及び実験スペースの提供、運営経費の一部負担策を通じ、プロジェクトの成功に貢献した。

(3) プロジェクトの成果

- ① R/Dに記されたこのプロジェクトの研究予定項目は、いずれもほぼ100%達成され、「マレーシアにおける先進セラミックスの基礎研究に必要な基盤を整備する」という初期の目標も達成された。
- ② マルチラテラル活動を通じて、本プロジェクトの成果が、他の ASEAN 諸国の当該分野の研究者にも提供され、ファインセラミックス特性解析研究における ASEAN 域内のレベルの向上に貢献し得たと判断される。
- ③ マレーシア側は、本プロジェクトを発展・拡大する目的で、組織として、付属資料5で示される、セラミックテクノロジーセンターを新設し、このセンターの中に新たにつくった先端セラミックス課を位置させた。セラミックテクノロジーセンター用の研究棟も建設し、先端セラミックスの研究の継続に必要な予算の手当ても終え、人員確保のスケジュールも既に作成していることから、本プロジェクトは継続的に発展・拡大して行くことと思われる。

4. フォローアップ協力

4-1 マレーシア側要請内容

ミニッツの Annex II に記されている通りである。

4-2 協力継続の必要性

ファインセラミックスの特性解析の3分野において、ガラスセラミックスの分野が、基礎分野で比較的よい成果を上げており、このプロジェクトに適したカウンターパートにも恵まれていて、マレーシア側からも継続の要請があった。既に約60種類のガラスの溶解を行い、特性付け研究に関するデータの積み重ねが行われてきているが、このフォローアップ協力によりこれらの研究がより進展する。

ちなみに、ガラス分野以外の2分野（酸化物及び非酸化物セラミックス）は、マレーシアの政府予算による研究に移行する。

4-3 協力計画

4-1 に記されたマレーシア側の要請により日本側は、1991年11月18日～1992年11月17日のフォローアップ期間に、下記の協力事項を実行する。

a) 機材供与

先方で入手困難な薬品等の消耗品、供与機材のスペアパーツ等の供与。

b) 研修員の受入れ

1名を1992年4月以降3カ月間受入れる。

c) 共同研究

共同研究を希望する研究者を ASEAN 諸国からマレーシアに受入れ、3カ月間の共同研究を行う。この際、長期専門家の協力指導は不可欠である。

d) 日本からの長期派遣者

長期派遣専門家1名： 北野一郎博士

調整員1名： 齊藤正史氏

e) 日本からの短期派遣専門家

必要に応じて考えるが、日本側協力研究者の負担をできるだけ軽減するよう配慮する。

4-4-4 留意点等

1) マレーシア側カウンターパート

このフォローアップ協力に必要なマレーシア側カウンターパートは3名であるが、現在確定しているのは2名である。フォローアップ協力の開始時、1991年11月18日には3名体制になるよう機会あるごとに念を押しておく必要がある。

2) 研究への取組み姿勢

期間が限られているので、研究の対象を発散させず、着実にデータを積み重ねることが大切。

5. 調査団からの提言

これまで、このプロジェクトに関わってきた経験を基に、今後この種のプロジェクトへの対応に際しての留意事項について述べておきたい。

5-1 事前評価の重要性

このプロジェクトには、プロジェクトを実際に推進する専門家による、マレーシア側の研究環境の事前調査が決定的に不足していた。

このプロジェクトに関し、実行予定機関のメンバーを加えた最初の調査団“日・アセアン科学技術協力予備調査団”の派遣は、1985年8月（滞在期間5日）のことであり、この時点で既に、マレーシアが希望する無機材質研究は、科学技術庁、無機材質研究所とリンクするものと外務省、科学技術庁レベルでは考えていた模様である。

この調査団の構成は、外務省1、無機材質研究所1、科学技術所庁1及びJICA 1の計4名である。団員の中で、セラミックスに関する研究を評価できるのは、無機材質研究所から派遣した主任研究官1名のみであり、予備調査も、ほんの形式にすぎなかったことが理解できる。

2度目の調査団“日・アセアン科学技術協力を係わる実施協議調査団”は、無機材質研究所のメンバーを主とする形で構成された。無機材質研究所からは、所長、企画課付き主任研究官1名、企画課長がこの協議に加わっている。この調査団が、実際に協力する分野の必要な協議事項について詳細な議論を行い得なかったことは、メンバーの構成が、プロジェクト対象の実務者でないことから明らかである。

ASEANプロジェクトの全体計画の調印は、1987年にバンドンで行われた。マレーシアプロジェクトの実行も、この時点までの経緯を踏まえて決定されたのである。

問題は、この後、研究協力を実際に担当する研究者（プロジェクト対象の実務者）による現地調査、ないし実際に担当する研究者レベルでの実施協議プロセスを経ないで、専ら無機材質研究所側が、どのような協力ができるのかを独自に検討し、マレーシア側が、この検討結果を、そのまま、単に追認する状況で、実施計画の調印が行われ、機材供与計画の検討に入らざるを得なかった点にある。

JICAは、JICAプロジェクトの慣行からであろう、実行計画の調印に至るまでの間に、このプロセスをどうしたらよいかに関し、開かれた議論の場や、このプロセスに必要な時間や予算を用意しなかった。このことが、この問題の直接的な原因である。

当然であるが、事態の進行がいかにか急であったとは言え、このプロジェクトを具体的に支援実行する側、つまり科学技術庁や無機材質研究所も、状況を正確に把握し、必要なプロセスを、独自で考えてみる機会を失した点は、反省しなければならない。

この顛末に事前評価の重要性を改めて強調するものである。

事前評価に関連して検討すべきは、

- | | |
|--------------------|--|
| ① 国内委員会の組織： | 協力実務の担当者、協力機関の関係者、協力実行プロセスの策定 |
| ② 相手側の実行能力： | 相手側の熱意、相手側 C/P の熱意、相手側の科学・技術のレベル、プロジェクトに投入できる実質的な研究者数、関係機関、スペースや予算の支出能力、研究支援体制、プロジェクト実施体制の把握 |
| ③ 協力テーマの妥当性： | 相手側社会の中でのプロジェクトの位置付け、発展性・貢献度の評価、長期派遣専門家の特定にも配慮した協力テーマの策定（仮） |
| ④ 長期派遣専門家： | 必要性、適性をそなえた長期派遣専門家の候補者の特定、長期派遣専門家のオリエンテーション・現地調査→採用 |
| ⑤ 長期派遣専門家の現地赴任： | 現地チーム及び国内委員会とともに協力テーマの具体的遂行案を策定 |
| ⑥ 実施計画の具体案への合意・調印： | JICA、相手側関係機関、日本側協力機関国内委員会 |

5-2 長期派遣専門家の重要性

実施計画の具体案が妥当なものであり、日本側協力機関や国内委員会が、いかに協力したとしても、優れた長期派遣専門家の協力が得られなければ、発展途上国でのプロジェクトの成功は、望めないであろう。長期派遣専門家に要求される資質は、下記のようなものであろう。

- ① 健康状態に支障がなく、人格円満で、協力プロジェクトに熱意を持ち、サービス精神が旺盛なこと
- ② プロジェクトの推進に必要な外国語に不自由しないこと
- ③ 協力テーマの内容に通じ、推進に必要な科学的ないし技術上の知識を有し、先方の様々なレベルの質問や協力要請に対応できること
- ④ 様々なレベルの実験や作業を厭わず、率先して行えること

勿論、長期派遣専門家への要求が増えれば、それだけ適格者は少なくなるわけだし、少ない対象者を確保しようとするれば、処遇の改善も必要かも知れない。真に優れた長期派遣専門家が得られるのであれば、高給で雇用しても、余りある成果が期待できる、という場合もあるであろう。

協力テーマに関係する人材が、日本国内で払底している場合にはとりわけ、このような人材の確保は困難である。ファインセラミックス研究分野の研究者・技術者は現在このような状況にあり、人材の確保は困難な状況にある。

付属資料

1. ミニッツ	41
2. プロGRESSレポート	51
3. 学会発表レポート	71
3-1 Rare-earth Additions in Ceramics and Glasses	71
3-2 Formation and Crystallization of Glass System Containing Rare-earth Oxides	79
4. JICA 購入機材活用度	91
5. セラミックテクノロジーセンターの説明資料	103

1. ミニッツ

MINUTES OF MEETING

BETWEEN

THE JAPANESE EVALUATION TEAM

AND

THE MALAYSIAN AUTHORITIES CONCERNED

WITH THE TECHNICAL COOPERATION PROJECT ON

CHARACTERIZATION OF FINE CERAMICS

UNDER JAPAN-ASEAN COOPERATION

ON MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY

MINUTES OF MEETING
BETWEEN
THE JAPANESE EVALUATION TEAM
AND
THE MALAYSIAN AUTHORITIES CONCERNED
WITH THE TECHNICAL COOPERATION PROJECT ON
CHARACTERIZATION OF FINE CERAMICS
UNDER JAPAN-ASEAN COOPERATION
ON MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY

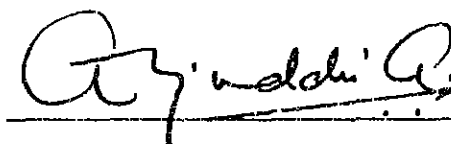
The Japanese Evaluation Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as JICA), headed by Dr. Yoshizo Inomata, National Institute for Research in Inorganic Materials (hereinafter referred to as NIRIM), Science and Technology Agency, visited Malaysia from June 16 to 22, 1991 for the purpose of evaluating the achievements of the ASEAN-JAPAN Project on Characterization of Fine Ceramics (hereinafter referred to as "the Project"), as agreed to in the Record of Discussions signed between the Malaysia and Japan side on November 18, 1987.

During their stay in Malaysia, the Team observed the Project sites, exchanged views and had a series of discussions referring to the Progress Report with the Malaysian authorities concerned in respect of the project activities.

As a result of the discussions, both parties agreed to report on the results of the evaluation and recommend the Follow-up Cooperation on the Glass Ceramics Research Programme to their respective governments as referred to in the attached document.



DR. YOSHIZO INOMATA
Leader,
Evaluation Team
Japan International Cooperation
Agency, JAPAN



DR. AHMAD TAJUDDIN BIN ALI
Controller,
Standards and Industrial
Research Institute
of Malaysia, MALAYSIA

June 21, 1991
Shah Alam,
Malaysia

ATTACHED DOCUMENT

The Project had been jointly implemented by Japan and Malaysia with the view of strengthening the fundamentals of basic research on Fine Ceramics in Malaysia.

This evaluation covers the period from November 18, 1987 to June 21, 1991. The list of participants from the Malaysian side and Japanese side appears as Annex I.

1. Overall Evaluation

1.1. The Malaysian side reported the progress of the research activities and both sides expressed full satisfaction on the achievements.

1.2. Both sides agreed that the close cooperation between Japan and Malaysia had resulted in the success of the Project.

2. Evaluation of the Project

2.1. Research Project Performance

Both sides expressed satisfaction on the research activities as follows:

2.1.1. Oxide ceramics research

The effects of Manganese doping on the piezo-electric properties of Lanthanum-modified Lead Zirconate Titanate (PLZT) have been studied.

2.1.2. Non-oxide ceramics research

The effects of Boron and Carbon as additives on the hot-pressed Silicon Carbide with relation to mechanical properties have been studied.

2.1.3. Glass-ceramics research

The effects of different nucleating agents and mutual replacement of Y_2O_3 and La_2O_3 on the properties of the aluminosilicate glasses and glass-ceramics have been studied.

2.2. Exchange of Researchers

2.2.1. Despatch of Experts

Both sides agreed that the experts had imparted their knowledge to the Malaysian counterparts.

2.2.2. Counterpart Training in Japan.

Both sides agreed that the Malaysian researchers had benefited greatly from the trainings in Japan.

2.3. Provision of Equipment

Both sides felt that the equipment provided had been put to good use and well maintained.

2.4 Multilateral Activities

2.4.1. Both sides concurred that Multilateral Activities which include Regional Training Programme and Collaborative Research Work had been successfully implemented. As a future

activity, an ASEAN-JAPAN Regional Seminar on Fine Ceramics will be held from October 1 to 2, 1991.

2.4.2. Both sides recommended that an ASEAN Network on exchange of technical information on Materials Science and Technology be set up.

2.5. Technology Transfer

Both sides held the opinion that the process of technology transfer had been implemented smoothly.

3. Follow-up Technical Cooperation

Title:

Glass-ceramics Research Programme

Objective:

Characterization of Rare-earth Aluminosilicate Glasses with additional oxides such as B_2O_3 , CaO, MgO, Li_2O etc.

Duration:

From November 18, 1991 to November 17, 1992.

Provision of Equipment:

Provision of additional equipment and spare parts for the existing equipment supplied by JICA

Counterpart Training in Japan:

One researcher for 3 months

Multilateral Activity:

Collaborative Research Work

Scope of Work:

Please refer to Annex II

Provision by Malaysian side:

Malaysian side will allocate M\$ 100,000 in the form of emolument for contract researcher, equipment & accessories, repair & renovation, travel & transport and consumables.

Programme Implementation:

The Programme will be jointly implemented by the Malaysian Team and the Japanese Team.

- a) The Malaysian Team consists of
 - . Leader/Director of Research & Technology Development
 - . 3 researchers
- b) The Japanese Team comprises
 - . Long-term experts
 - Leader/expert on Glass-ceramics
 - Coordinator
 - . Short-term experts whenever necessary.

4. Other Matters

4.1. Malaysian side may seek JICA's assistance in getting short-term experts for the realignment of equipment should the experts cannot be obtained through Malaysian efforts during the reinstallation of the major equipment.

4.2. Malaysian side requested JICA to reconsider the acceptance of the two trainees who had been nominated earlier.

LIST OF PARTICIPANTS

Malaysian Side:

- | | | |
|----|--------------------------------------|--|
| 1. | Dr. Ahmad Tajuddin bin Ali | Controller
SIRIM |
| 2. | Dr. Ong Khong Seng | Director
Research & Technology
Development
SIRIM |
| 3. | Mr. K. Thiruchelvam | Senior Assistant Director
Science and Technology
Division
Ministry of Science,
Technology and the
Environment |
| 4. | Mr. Nik Ahmad Kamil
Nik Abu Bakar | Head
Ceramic Technology Centre
SIRIM |
| 5. | Mr. Ramli Salleh | Deputy Head
Ceramic Technology Centre
SIRIM |
| 6. | Ms. Jayamalar a/p Savarimuthu | Head
Corporate Promotion Unit
Corporate Affairs
Division
SIRIM |
| 7. | Mr. Chang Boon Ping | Senior Research Officer
Advanced Ceramics Unit
Ceramic Technology Centre
SIRIM |
| 8. | Ms. Nor Azmah Abd Kadir | Research Officer
Advanced Ceramics Unit
Ceramic Technology Centre
SIRIM |
| 9. | Ms. Aishah Isnin | Research Officer
Advanced Ceramics Unit
Ceramic Technology Centre
SIRIM |

ANNEX I (contd)

10. Mr. Mohamad Zahid Abdul Malek
Research Officer
Advanced Ceramics Unit
Ceramic Technology
Centre
SIRIM
- Japanese Side:
1. Dr. Yoshizo INOMATA
Leader
JICA Evaluation Team
(Supervising Researcher,
NIRIM)
2. Prof. Akio MAKISHIMA
Member
JICA Evaluation Team
(Professor,
Tokyo University)
3. Mr. Shimuya SAKAMOTO
Member
JICA Evaluation Team
(Head of Planning
Section, NIRIM)
4. Mr. Hideyuki UO
Member
JICA Evaluation Team
(JICA HDQ)
5. Mr. Junsaku KOIZUMI
Resident Representative
JICA Malaysia Office
6. Mr. Kuniaki NAGATA
Assistant Resident
Representative
JICA Malaysia Office
7. Mr. Junshiro HAYAKAWA
JICA Long-Term Expert
Japanese Project Leader/
Non-oxide Ceramics
8. Dr. Ichiro KITANO
JICA Long-Term Expert
Glass Ceramics
9. Dr. Masaji SHIMAZU
JICA Long-Term Expert
Oxide Ceramics
10. Mr. Nobuaki HIRAKAWA
JICA Project Coordinator

ACTIVITIES FOR GLASS-CERAMICS RESEARCH 1991/1992

ACTIVITIES FOR GLASS-CERAMICS RESEARCH	'91	'92										
	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT	NOV
Rare-earth Aluminosilicate Glasses and related Glass-ceramics												
1. Melting of Rare-Earth Aluminosilicate glasses with B ₂ O ₃ , CaO, MgO, Li ₂ O etc.												
2. Measurement of the properties of the above prepared glasses . Vickers microhardness . The coefficient of linear expansion . Density . Transformation temperature of the glass . Refractive index												
3. Crystallization of the related glasses: . Effect of additives . Optimization of crystallization conditions												
4. Measurement of the properties of glass-ceramics : . Vickers microhardness . The coefficient of linear expansion . Density . Refractive index												
5. XRD analysis of the crystallized glasses												
6. Report writing												
7. Presentation												X
8. Project termination (Nov 17)												X
Manpower : 3 persons												

2. プログレスレポート

PROGRESS REPORT OF THE MALAYSIA-JAPAN PROJECT ON CHARACTERIZATION OF FINE CERAMICS

1. BACKGROUND.

The Malaysia-Japan Project on Characterization of Fine Ceramics is one of the projects which was carried out under the ASEAN-JAPAN Cooperation on Materials Science and Technology. The Record of Discussions on the agreement to the project was signed by the Secretary General, Ministry of Science, Technology and the Environment of Malaysia and the Resident Representative in Malaysia, Japan International Cooperation Agency on behalf of the Government of Malaysia and the Government of Japan respectively. The duration of the project was scheduled for four years from November 18, 1987 till November 17, 1991.

2. SUMMARY OF PROGRESS.

2.1. Project Schedule.

The project has been formulated to include four main components, they are:

- i. Acceptance of Japanese experts to Malaysia.
- ii. Counterpart training of Malaysian researchers in Japan.
- iii. Delivery of research equipment to Malaysia.
- iv. Research activity on oxides; non-oxides and glass-ceramics.

The detailed schedule of the original planning is given as Table 1.

2.2. Actual Implementation.

The Original schedule (Table 1) was taken as a guideline to implement the project. Thus, the actual programme is given as Table 2.

Table 1: Original schedule of the project.

	1987	1988	1989	1990	1991
1. Signing the Record of Discussions	X				
2. Acceptance of Japanese Experts					
3. Counterpart training of Malaysian Researchers:					
3.1. Oxides group					
3.2. Non-oxides group					
3.2. glass-ceramics group					
4. Delivery of research equipment					
5. Research activities:					
5.1. Synthesis of samples					
5.2. Identification and analysis of samples					
5.3. Measurement of Physical properties					
5.4. Study and interpretation of data					
6. Seminars					
7. Report and evaluation of the project					
8. End of project					X

Table 2: Actual Implementation Schedule

	1987	1988	1989	1990	1991
1. Signing the Record of Discussions.		X			
2. Acceptance of Japanese experts.					
2.1. Long-term technical Experts.					
2.2. Research Experts.					
2.3. Installation Experts.					
2.4. Project Coordinator.					
3. Counterpart training of Malaysian Researchers:					
3.1. Management (Dr. Ong Khong Seng and Dr. Ahmad Zaharuddin Idrus)					
3.2. Oxides group					
Mr. Ramli Salleh					
Miss Aishah Isnin					
Miss Josefina R. Celorica					
Mr. Ismail Ahmad					
3.2. Non-oxides group					
Dr. Abdul Hamid Yahaya					
Mr. Saidin Karim					
Mrs. Nor Azmah Abd. Kadir					
Mr. Nazarrudin Baharom					
3.4. Glass-ceramics group					
Dr. Radzali Othman					
Mr. Chang Boon Ping					
4. Delivery of research equipment					
5. Research activities:					
5.1. Oxides research					
5.2. Non-oxides research					
5.3. Glass-ceramics research					
6. Seminars					
6.1. The Application of Scanning Electron Microscope for Materials Research			X		
7. Report and evaluation of the project					
8. End of project					X
Note:					
===== Planning Schedule					
_____ Implementation Schedule					

2.3. Project Cost.

The actual expenditure and budget allocated by the Government of Malaysia for the project are as follows.

item	allocated	spent
Travel & Transport	11,000.00	2,536.82
Supply & Consumables	40,000.00	60,098.20
Equipment & Accessories	110,000.00	45,716.98
Repair & Renovation	19,000.00	52,791.48
Professional Services	54,000.00	3,343.48
Total	234,000.00	164,486.96

The figure was updated until June 6, 1991 and excluded hospitality and petrol for PAJERO which are being paid under separate allocation.

2.4. Equipment provided by JICA.

The equipment and tools provided by JICA for the project are as follows:

1. Polaroid camera
2. Typewriter
3. Paper cutter
4. Word Processor with
 - transformer
 - sheet feeder
 - font card
 - image reader
 - mouse
 - multiplan software

5. Cash box
6. Calculator
7. Electric thermo pot
8. Photocopy machine with
 - A3, A4R, B4 and B5 cassettes
 - Automatic document feeder
 - 10 bins sorter and pedestal
9. Steel cabinet
10. NEC Powermate Computer with
 - Lotus Release 36 software
 - Keyboard
 - Plotter
 - Power regulator
 - Mouse
 - Pinwriter
11. Facsimile machine

2.4.2. Research equipment

1. Optical microscope with attachment
2. Volt-ampere tester
3. Digital Microhardness Tester with
 - transformer
 - TV display device
 - automatic measuring device

- test table
 - digital printer
 - polaroid camera
 - stand
 - spare parts and consumable
 - specimen inclining device
4. Scanning Electron Microscope with
- Cooling water circulator
 - Energy Dispersive X-Ray Spectrometer
 - Power Stabilizer
 - Ion Sputter
 - Polaroid camera
 - liquid nitrogen vessel
 - liquid nitrogen pump
 - carbon coater
 - consumable parts
5. D.C. Microvolt - Ammeter
6. Ball mill roller with
- 5 mm and 10 mm ϕ SiC ball
 - 5 mm and 10 mm ϕ Si₃N₄ ball
 - Nylon pots
7. Electronic analytical balance
8. Drying Oven
9. Ultrasonic cleaner with transformer

10. 30 mm ϕ tube furnace with consumable parts
11. 70 mm ϕ tube furnace with consumable parts
12. Programmable Power Supply device TR6120A
13. Programmable Power Supply device TR6150
14. Digital data logger with consumable parts
15. Electrode printing table with
 - vacuum pump
 - silk screen frame
16. Hot Pressing Machine with
 - Hydraulic power unit
 - R.F. Power generator
 - Control panel
 - transformer
 - Consumable parts
17. X-Ray Diffractometer with
 - Pulse height analyzer and ratemeter
 - data collecting computer
 - voltage stabilizer
 - cooling water circulator
18. Magnetic stirrer hot plate
19. High temperature vacuum furnace with
 - Power supply unit
 - vacuum system

- control panel
 - consumable parts
 - optical pyrometer
20. Optical fibre unit with standard accessories
21. Universal illuminator with
- lamp
 - transformer
22. Thermo, AC and voltage recorder
23. Digital humidity meter
24. Digital surface thermometer
25. Ultrasonic cleaner with lotion
26. Chemical balance
27. Electronic even balance
28. Cutting machine with spare blades
29. Differential thermal analyzer with
- TG & DTA circuit unit
 - Power supply unit
 - recorder
 - consumable parts
30. Multispectro colour meter with
- printer
 - stabilizer

- transformer
 - standard plate
 - consumable accessories
31. Hydrostatic pressure machine with consumables
32. Glass melting furnace with
- control panel
 - spare heating elements
 - crucibles
 - consumable parts
33. LF Impedance analyzer
34. Multimer with accessories
35. Precision cutter with
- spare blades
 - standard accessories
36. Parts for furnace construction
- digital temperature indicator - 2 units
 - Digital programme controller
 - Hybrid temperature recorder
37. Annealing furnace
38. Muffle furnace with transformer
39. Analytical balance
40. Electric tool set with transformer

41. Auto-dry dessicator with transformer
42. Laboratory planetary mill with accessories
43. ABBE refractometer
44. Die for square bar
45. Demented carbide die
46. Vacuum dessicator

2.5. Multilateral activities.

Besides the bilateral cooperation between Malaysia and Japan, the project also cooperated with other ASEAN member countries under the Multilateral Programmes. The programme involves:

2.5.1. Regional Training.

One participant has been nominated and accepted from each ASEAN member countries for the Regional Training in 1990. The training was conducted in SIRIM on the aspect of instrumentation for fine ceramics research. The trainees were trained on operation of Hot-pressing machine, vacuum furnace, particle size analyzer, X-Ray Diffractometer and Scanning Electron Microscope. The training was conducted for one month from November, 19 to December 15, 1990 by Malaysian researchers with the assistance from Japanese experts.

According to Cha-Am Meeting of the Sub-committee on Materials Science and Technology, the training should be offered to junior researchers at technician level. However, the educational and experience level of the participants are higher than expected. Thus the formulated training programme could not fully benefit them.

From this experience, we formulated a more interesting training programme for 1991. Same number of candidates was nominated and accepted from ASEAN member countries. However, the candidate from Brunei was unable to join the group. The training was scheduled from May 13 to June 11, 1991.

Every trainee was provided with a different unknown material. They were then asked to characterize the materials using X-Ray Diffractometer, Scanning Electron Microscope, Differential Thermal Analyzer and Particle Size Analyzer. Thus, at the end of the training period, they should be able to identify and characterize the given materials.

2.5.2. Collaborative Research.

The Collaborative Research programme for 1990 was carried out for a period of three months from August 6 to November 1, 1990. Five nominations have been received, two each from Indonesia and Philippine and one from Thailand. The candidates (from Indonesia and Thailand) have been accepted to work on the microstructure of silicon carbide. The material was sintered using Hot-press and the microstructure and physical properties of sintered specimens were then measured. The participants were in the opinion that, only 60% of scheduled activities have been done. This was due to the lack of facilities such as Bending strength testing machine, crusher and fracture toughness measurement apparatus.

In 1991 two candidates out of the four nominations are being accepted for the collaborative Research Programme. Two nominations came from the Philippines and one each from Indonesia and Thailand. The candidate from Thailand is being accepted to work on oxide-ceramics research. One of the Philippines candidates is being accepted to do glass-ceramics research. The programme is on-going, started from May 13, 1991 for a period of three months. The programme will be completed on August 10, 1991.

2.5.3. Seminars.

A two-day seminar on the application of Scanning Electron Microscope for materials research had been conducted on 19 and 20 October 1989. The seminar was opened to local researchers and industrialists.

Another two-day ASEAN-JAPAN Regional Seminar on Fine Ceramics is being planned for 1st and 2nd October 1991. Speakers from ASEAN member countries as well as Japan are invited to present their papers. A total of 21 abstracts of papers have been received by the organizing committee. Out of these, 20 papers have been accepted to be presented at the seminar. In addition, six papers are expected from Japanese speakers making a total of 26 papers.

On top of that, a series of talks have been given by both short- and long-term experts from time to time.

2.6. Progress of Research Activities.

The implementation of the project was very slow at the initial stage. Acceptance of experts and counterpart training can only be done about one year after the signing of the Record of Discussion. Actual research activity was started about three months later. Research on non-oxide ceramics especially can only be initiated two years after the date of signing the Record of Discussion. The first equipment delivered to Malaysia was about two year from that date.

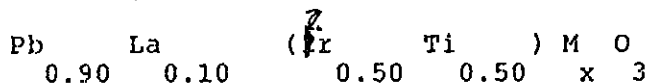
After August 1989, the project became active and implemented smoothly. The success of the research project is hampered by the time constraint and capability of researchers. Since, fine ceramics is very new to this country, the experience of researchers was limited. Thus, experiments have to be repeated several times due to mistakes that have been done. Therefore the success of the project should not be measured on breakthroughs in research but on the increase of experience and knowledge of the researchers concerned.

The summary of the research activities of each group is as follows.

2.6.1. Oxides group.

The group is doing the research on Lanthanum modified lead zirconate titanate. The effect of metal element addition was done in NIRIM, Japan. The purpose of this study is to see the effect of Aluminium, Iron and manganese on the piezoelectric properties of lanthanum modified PZT specifically the mechanical quality factor, Q_m .

The pure starting materials were prepared according to the composition of



$\text{Mx} = \text{Fe, Al \& Mn.}$

The impurities were added to the principle constituent in the range of 0 - 10 mole %.

The parameters measured on the sintered body are the electrical properties, microstructures and the oxygen diffusions coefficient.

Conclusions that can be drawn from the study are:

1. The mechanical quality factor of PLZT ceramic prepared depends on the oxygen vacancies.
 - a) Manganese doped PLZT
 - high oxygen diffusion coefficient
 - high Q_m value
 - b) Aluminium and Iron doped PLZT
 - low oxygen diffusion coefficient
 - low Q_m value
2. The grain size did not influence the Q_m value.

The study on PLZT is continuing in SIRIM. Dr. Matsuda advises the oxide group not to continue the study on the effect of manganese on PLZT but to choose another dopant for the continuing research.

Chromium doped PLZT is now being chosen. The end member of PLZT and PLCr had been prepared but at this stage we are having problem with calcination temperature of the PLCr. The other composition will be done after obtaining the result of DTA of 0.5 mole ratio of PLZT & PLCr. Since there is no hot press equipment for oxide material, the sintering of the sample will be conducted by using the tube furnace with oxygen gas flowing. We hope by this August we will be able to get data for these studies.

For these sintered sample the same parameters will be measured that is the electrical properties, densities and microstructures.

2.6.2. Non-Oxides group.

The research work for non-oxide ceramics group is the characterization of silicon carbide-based ceramics.

The starting materials used were:

- 1) Beta - silicon carbide from Neitsui Tautsu.
- 2) Boron from H. Starch (Amorphous metallic).
- 3) Carbon from Phenolic Resin residue.

The materials were prepared and mixed in the composition of:

Sample No.	Sic (wt %)	B(wt %)	C(wt %)
HBS1 - 5	96.5 - 98.5	0.5	1.0 - 3.0
HBS6 - 10	96.5 - 98.5	0.5	1.0 - 3.0
HBS11 - 15	96.5 - 98.5	0.7	1.0 - 3.0
HBS16 - 20	96.5 - 98.5	1.0	1.0 - 3.0

The prepared powder was hot-pressed, at sintering temperature range of 1800°C - 2100°C.

Until now a total of 10 comparatives were sintered and the others are still in the process of being hot-pressed and characterized.

The samples were prepared and characterized against the following mechanical properties:-

- 1) Density
- 2) Youngs modulus
- 3) Bending strength
- 4) Hardness
- 5) Fracture toughness

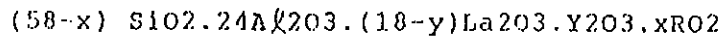
Apart from these, the samples were also investigated on the microstructural behaviour and their relation with the mechanical properties.

From investigation until now, the samples show that the strength is affected by the amount of additives and the sintering temperature due to the development of microstructure behaviour.

2.6.3. Glass-Ceramics group.

The project on glass-ceramics had been carried out according to the planned schedule. To date, a total of 60 batches of rare-earth aluminosilicate glasses have been made.

The general formula of the glass is



where $x = 2, 4, 6$
 $y = 0, 6, 9, 12, 18$ and
 $R = \text{Sn}, \text{Ti}, \text{Zr}.$

15 representative glasses were characterized by measuring the following properties.

- a) density
- b) refractive index
- c) microhardness
- d) transformation temperature (T_g) and melting point (T_m) of the glass.

Based on the data obtained from DTA and knowing the T_g and T_m of the glasses, heat-treatment was carried out. A two-step heat-treatment was adopted.

The nucleation temperature was fixed at 900°C and the holding time was between 1 to 5 hours.

The crystallization temperature was between 1010°C - 1140°C and the holding time was between 15 minutes to 3 hours.

The heat-treatment process is still in progress, after which the specimens will be characterized against the following properties.

- a) density
- b) refractive index
- c) microhardness
- d) linear thermal expansions
- e) XRD and
- f) SEM

3. PLANS FOR THE FOLLOW-UP OF THE PROJECT.

3.1. The Organisation of the project.

Considering that exciting findings have been obtained in the glass-ceramics studies and these warrant further investigations, it is proposed that the sub-programme on glass-ceramics be extended for one more year.

The proposed follow-up period is from November 18, 1991 to November 17, 1992.

In the present study, the following oxides are used in glass forming: SiO₂, Al₂O₃, La₂O₃, Y₂O₃, SnO₂, TiO₂, ZrO₂. It is envisaged that further interesting glass-ceramics can be obtained if other oxides such as B₂O₃, CaO, MgO, Li₂O, P₂O₅ and BaO were combined with the former glasses. The proposed extended study will also investigate the effect of colouring rare-earth oxides such as Nd₂O₃, Er₂O₃, Pr₂O₃, CeO₂ etc on the optical and mechanical properties of the glasses and glass-ceramics produced.

Three researchers will be assigned to carry out the programme. The key personnel in this project is Mr. Chang Boon Ping who will be assisted by Mr. Mohamad Zahid and a contract researcher.

3.2. Budget Requirement From JICA for the project.

3.2.1. Equipment and Materials

- a) equipment
- b) chemicals
- c) crucibles
- d) heating elements

3.2.2. Local cost

- a) travel within Malaysia
- b) travel outside of-Malaysia

3.2.3. Multilateral activities

3.3. Tentative schedule of Implementations.

Please refer to Appendix 1.

3.4. Requests by the Malaysia Counterpart.

3.4.1. Despatch of experts.

A long term expert who specialises in glasses and glass-ceramics is requested for a term of one year.

A project coordinator is requested for a term of one year.

A short term expert in glass is requested for 2-3 months.

3.4.2. Counterpart training in Japan.

A three-month (March to May) counterpart training for one Malaysian researcher is requested.

3.4.3. Precision equipment.

A Raman spectrometer for determining the structure of glasses is requested.

3.4.4. Provision of local cost.

The Malaysian side will allocate M\$100,000 for the project, the details of the allocation are as follow:

Emolument for a Contract Researcher	\$ 20,000
Equipment & Accessories	\$ 30,000
Supply & Consumables	\$ 10,000
Repair & Renovation	\$ 30,000
Professional Services	\$ 5,000
Travel & Transport	\$ 5,000
Total	<u>\$100,000</u> =====

4. FUTURE IMPLEMENTATION PROGRAMME.

The future implementation programme is given in Table 3.

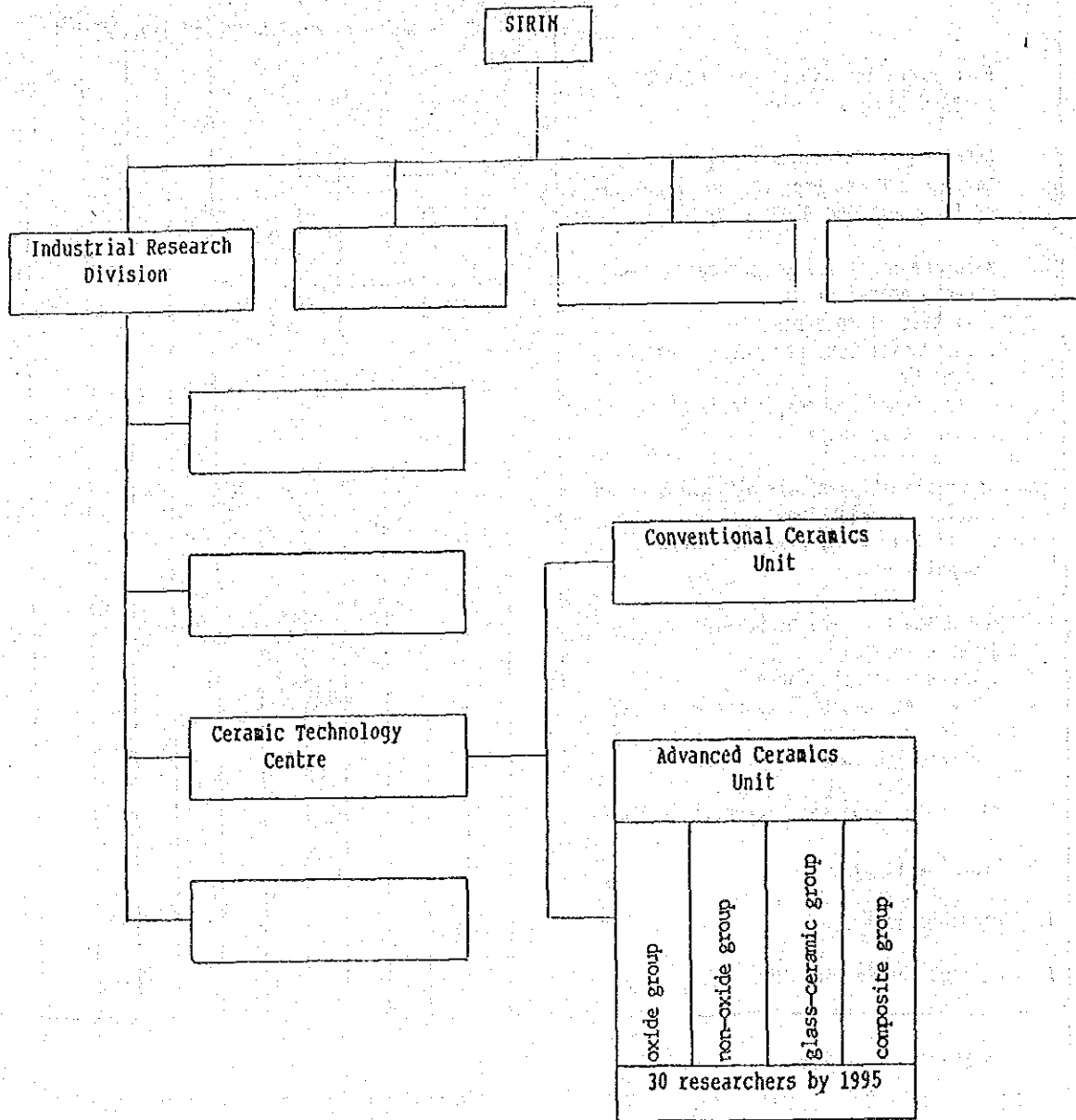
Table 3: Future Implementation Schedule

	1987	1988	1989	1990	1991
1. Counterpart Training in Japan.					
Mr. Teng Wan Dung					
Mr. Mohamad Zahid (?)					
Mr. Saidin Karim (?)					
2. Seminar					
ASEAN-JAPAN Regional Seminar on Fine Ceramics					
3. Delivery of research equipment					
4. Research activities					
4.1. Oxide ceramics research					
4.2. Non-oxide ceramics research					
4.3. Glass ceramics research					

ACTIVITIES FOR GLASS-CERAMICS RESEARCH 1991/1992

ACTIVITIES FOR GLASS-CERAMICS RESEARCH	91	1992										
	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV
Rare-earth Aluminosilicate Glasses and related Glass-ceramics												
1. Development of aluminosilicate glass batches and the preparation of specimens by incorporating B ₂ O ₃ , CaO, MgO, Li ₂ O etc							→					
2. Measurement of the properties of the above prepared glasses. . Vickers microhardness . The coefficient of linear expansion . Density . Transformation temperature of the glass . Refractive index								→				
3. Crystallization of the related glasses: . Effect of additives . Optimization of crystallization conditions									→			
4. Measurement of the properties of Glass-ceramics: . Vickers microhardness . The coefficient of linear expansion . Density . Refractive index										→		
5. XRD analysis of the crystallized glasses											→	
6. Report writing												→
7. Presentation												X
8. Project termination (Nov 17)												X
Manpower: 3 persons												

ORGANIZATION STRUCTURE



3. 学会発表レポート

3-1 Rare-earth Additions in Ceramics and Glasses

TECHNICAL PAPERS OF THE
FIRST REGIONAL CONFERENCE ON
MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY

1ST--3RD MARCH 1990 KUALA LUMPUR

THEME: MATERIALS FOR THE 90'S

MMS

Organised by:
The Malaysian Materials Science & Technology Society

RARE - EARTH ADDITIONS IN CERAMICS AND GLASSES

Radzali Othman
School of Materials & Mineral Resources Engineering
Universiti Sains Malaysia
31750 Tronoh, Perak Darul Ridzuan

ABSTRACT

Rare-earth technology is fast emerging and capturing the imaginations of ceramicists and glass scientists. The concentration of rare-earth ores in amangs from tin-mining activities provides an added impetus to such studies. Rare-earth compounds have been successfully incorporated in body compositions of ceramics and glasses for specific and improved properties. This paper reports on the microstructural observations of two such systems, viz. rare-earth glasses (with Y_2O_3 , La_2O_3 , and CeO_2 additions) and partially stabilised zirconia (with Y_2O_3 addition). Other known additions to ceramics and glass systems are also reviewed.

BRIEF REVIEW OF RARE-EARTH APPLICATIONS

One glance at a compilation of what is essentially the patent literature of rare-earths in the United States [1], one cannot but be astounded by the volume and scope of rare-earth technology and applications. These include applications of rare-earths in the chemical industry, chemical processes, pollution control, electronic devices, single crystal preparations, and in phosphors and luminescents.

Against this background, it is the aim of this paper to focus on a few better known examples of rare-earth technology in ceramics and glasses, and reports on the experimental results from studies conducted on partially stabilised zirconia and rare-earth silicate glasses. The rare-earth group of elements, also called the lanthanides, is composed of fifteen elements from atomic numbers 57 to 71. Yttrium, atomic number 39, is not a rare-earth element; however, it is found naturally occurring with the rare-earths.

On the ceramic front, one is frequently confronted with lanthanum chromite ($LaCrO_3$) which is used for electric heating elements for furnaces. Another familiar material for ceramic application is the lead lanthanum zirconate-titanate (PLZT) powders that are suitable for ferroelectric, anti-ferroelectric and electrooptic applications. Another material that every microscopists might find close at hand are the lanthanum hexaboride (LaB_6) single crystals used as cathodes in electron guns of the electron microscopes (SEM, STEM). It is also reported that [1] that rare-earths are used in the production of ferrite and garnet materials for microwave-type devices and magnetic head cores.

Equally, the incorporation of rare-earth oxides, amongst other oxides, in zirconia has generated an intense research activity and paving the way to circumvent the brittleness that has plagued and limited the use of ceramic materials in structural engineering applications. Stabilisation of zirconia with yttria (Y_2O_3) and ceria (CeO_2) to effect toughening and strengthening of ceramic products have been reported [2]. Much more recently, it has also been reported [3] that a much more denser silicon nitride, another candidate structural ceramic material, can be produced by sintering a nitrated mixture of silicon with other oxides, including Y_2O_3 , to produce what is referred to as sintered silicon nitrides (SSN's).

Similarly on the glass front, cerium oxide has been used for a long time to act as catalysts in providing photoelectrons for the homogeneous nucleation of gold in the production of ruby glasses [4], as well as the incorporation of trace amount of CeO_2 in photosensitive glasses. More recently, much work has been reported for oxynitride [5] and halide [6] glasses, and these systems contain rare-earth additions. Deliberate incorporation of rare-earth oxides in glass-forming systems has been traced to the work conducted and reported [7,8,9] by Makishima and his colleagues at the National Institute for Research in Inorganic Materials, Tsukuba, Japan.

The premise for what seems to be a singling-out process of an essentially minor, and often expensive, addition in these ceramic and glass compositions is the fact that ores containing rare-earths, such as monazite, are disseminated in granites, etc. and also naturally concentrated in alluvial tin deposits. Monazite comprises essentially of cerium, lanthanum and dysprosium in the form of phosphates. A SEM micrograph and EDX trace of a possible rare-earth source, supplied and processed by our colleagues at PUSPATI, are shown in Figures 1 and 2.

The rare-earth market worldwide is forecast to grow from US\$343 million in 1988 to US\$459 million in 1995. The trend is shifting from low cost, mixed rare-earth products to expensive, highly purified separated materials [10]. This growth is prompted by the emergence of new high-tech applications. Among the fastest growing of the value-added use of rare-earths is the afore-mentioned yttria stabilised zirconia for structural components. Yttria consumption itself is forecast to reach 5,600 metric tons per year by 2000, a five-fold increase from 1987 [11].

YTTRIA STABILISED ZIRCONIA

Zirconia exhibits three well-defined polymorphs, i.e. monoclinic, tetragonal and cubic phases, which are stable up to 1170°C, 2370°C and 2680°C, the melting point of zirconia, respectively. Tetragonal to monoclinic transformation upon cooling results in a large volume change (3 -5 %) that is normally sufficient to exceed the elastic and fracture limits of large components made from pure zirconia. The additions of stabilising oxides, such as MgO, CaO, Y₂O₃ and other rare-earth oxides have been and are actively being investigated. Stabilisation carried out to completion would maintain the cubic phase, whilst the addition of insufficient amount of stabilising oxide would produce a partially stabilised zirconia (PSZ) consisting of an intimate mixture of two or more phases, e.g. a mixture of the cubic and tetragonal phases. Inevitably, CaO is the most widely used stabilising oxide since Y₂O₃ and other rare-earths are more expensive. However, the use of Y₂O₃ is still necessary due to the degradation of CaO or MgO stabilised zirconia at high temperatures.

Figures 3 and 4 are presented to illustrate the microstructure of the fracture surface of zirconia specimens with and without rare-earth addition. The jagged fracture surface of the partially stabilised specimen, with 2.5 mol % Y₂O₃, indicates that much more energy is required to effect fracture, i.e. it is more tougher than the pure specimen. Varying the proportion of Y₂O₃ additions results in different microstructures which are manifested by differences in strength and other physical properties.

Perhaps of relevance to the theme of the paper, Y₂O₃ - ZrO₂ system, or other rare-earth additives, can be tailored to produce a ceramic consisting of 100% tetragonal phase, viz. tetragonal zirconia polycrystals (TZP) which has its own distinctive set of attractive properties.

RARE-EARTH SILICATE GLASSES

It has been reported that aluminosilicate glasses with additions of rare-earth oxides (Y₂O₃ and La₂O₃) are hard and exhibit high refractive index and elastic modulus values [7], as well as being very durable in alkali [8]. Similarly, glass-forming abilities of aluminosilicate glasses with other rare-earth oxides were also investigated and the upper limit of the amount of rare-earth oxide that can be incorporated decreases according to the lanthanide contraction [9].

In this paper, the results of Y₂O₃, La₂O₃ and CeO₂ additions to a soda-lime-silica glass are reported. Additions of 4, 8 and 12 weight % of the various oxides seem to produce good glasses [12]. Crystallisation in these rare-earth glass compositions were also investigated by thermal analysis [13] and the microstructural observations of the various crystalline phases after heat-treatment are shown in Figures 5, 6 and 7.

The distinct morphology of the crystalline phases merits further investigation of their characteristics and could possibly paved the way for the exploitation of such systems. This realm of materials with controlled crystallisation in an initially glass system is referred to as glass-ceramics [14, 15].

CONCLUSIONS

Rare-earth additions in ceramics and glass systems have been highlighted, and undoubtedly, a host of new compositions will evolve for specific applications. The potential growth of high-tech uses of rare-earths must surely call for a detailed assessment of our resources of the rare-earth materials in the country in view of the abundant amangs from our tin-mining activities. In consonant with the resource-based industrialisation of the country, the processing of these materials, as well as their incorporation in ceramics and glasses for specific properties, will be the main thrust of the research activities within the Ceramics Group at Universiti Sains Malaysia in Perak Darul Ridzuan.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Professor Akio Makishima and his colleagues within the Glass Research Group at the National Institute for Research in Inorganic Materials for their co-operation and hospitality during the stint with them. The author thanks SIRIM for that opportunity to be attached to the NIRIM Lab. in Tsukuba, Japan, under the JICA programme; Muhamad Dzahari Isa, Faridah Suboh and Sow Yeek Kooi of USM for their assistance.

REFERENCES

1. F. Villani, Rare Earth Technology And Applications, Chemical Technology Review No. 154, Noyes Data Corp. (1980)
2. R. Stevens, Zirconia and Zirconia Ceramics, Magnesium Elektron Publication No. 113 (1986)
3. R. Morrell, Handbook Properties of Technical & Engineering Ceramics, Part 1: An introduction for the engineer and designer, HMSO (1989)
4. H. Rawson, Properties & Applications of Glass, Elsevier (1980)
5. G. Leng-Ward & M.H. Lewis, in Glasses and Glass-Ceramics, Chapt. 4, M.H. Lewis (Ed.), Chapman & Hall (1989)
6. J.M. Parker & P.W. France, in Glasses and Glass-Ceramics, Chapt. 5, M.H. Lewis (Ed.), Chapman & Hall (1989)
7. A. Makishima, Y. Tamura & T. Sakaino, J. Am. Ceram. Soc., 61 [5-6], 247-49 (1978)
8. A. Makishima & T. Shimohira, J. Non-Cryst. Solids, 38-39 [Pt.II], 661-66 (1980)
9. A. Makishima, M. Kobayashi, T. Shimohira & T. Nagata, J. Am. Ceram. Soc., 65 [12], C-210 (1982)
10. Anon., Ceram. Ind., August (1989)
11. Anon., Ceram. Ind., 132 [3], 5 (1989)
12. R. Othman & A. Makishima, Proceedings 2nd National Symposium on Organometallic & Inorganic Chemistry, 178-85 (1989)
13. R. Othman & I. Matali, Prosiding Simposium Kimia Analisis Kebangsaan Ketiga, 1, 145-52 (1989)
14. P.W. McMillan, Glass-Ceramics, Acad. Press (1964)
15. Z. Simad, Glass-Ceramic Materials, Elsevier (1986)

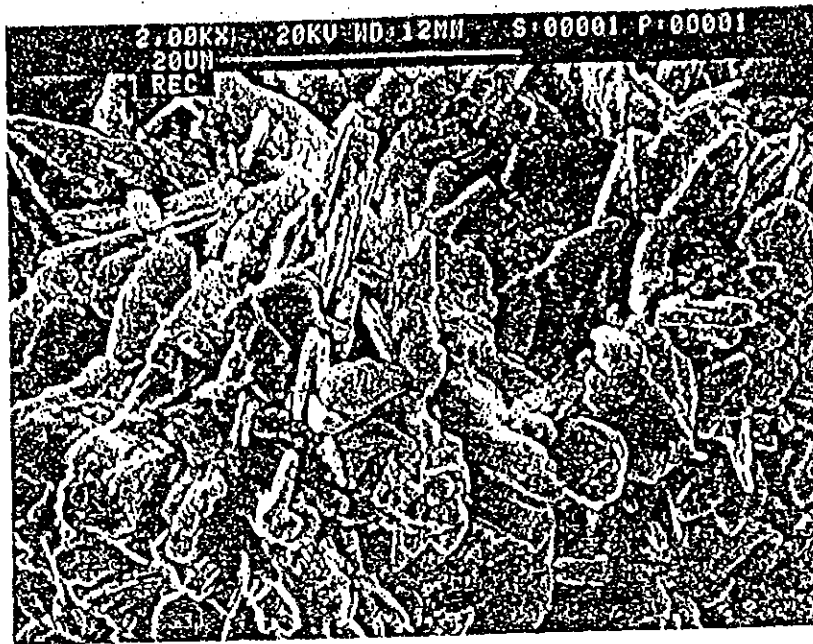


FIGURE 1 SEM micrograph of a processed rare-earth material

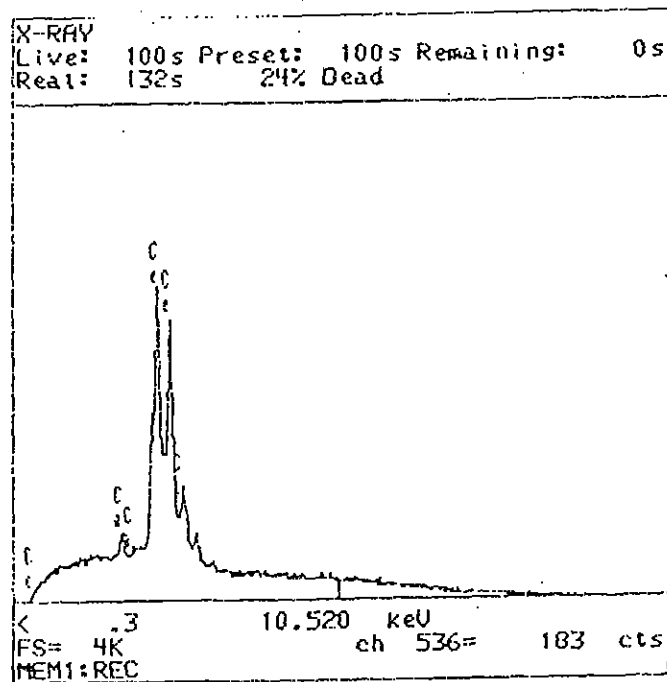


FIGURE 2 EDX trace of the rare earth material

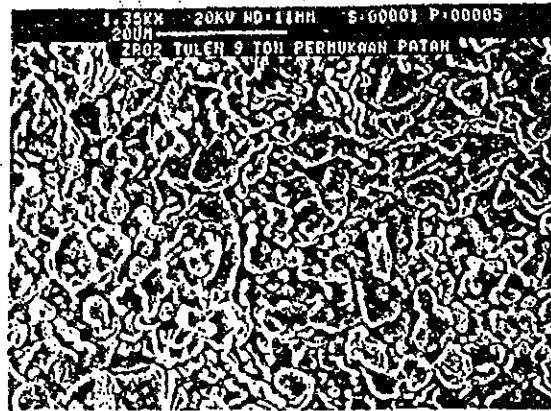


FIGURE 3 SEM micrograph of ZrO_2 without additions, $1500^{\circ}C$

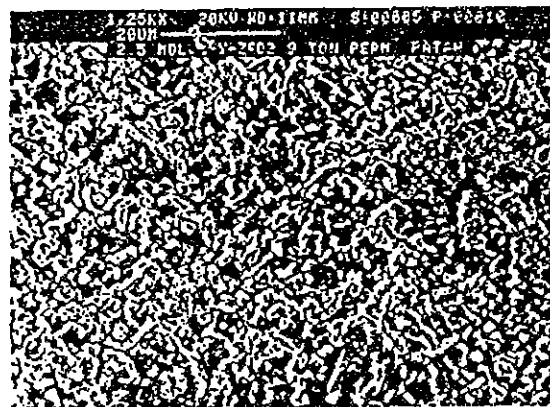


FIGURE 4 SEM micrograph of $ZrO_2 + 2.5$ mole % Y_2O_3

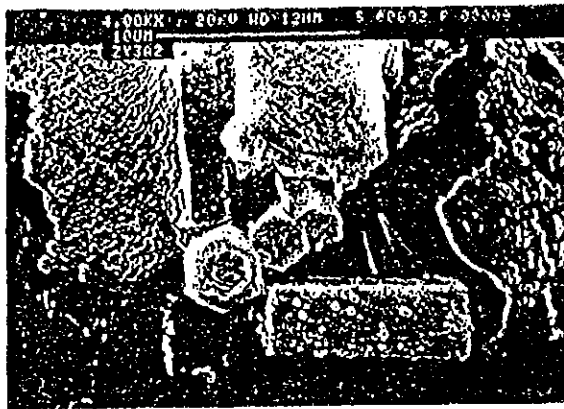


FIGURE 5 Rare earth glass heat-treated at 850°C, 2 hrs.

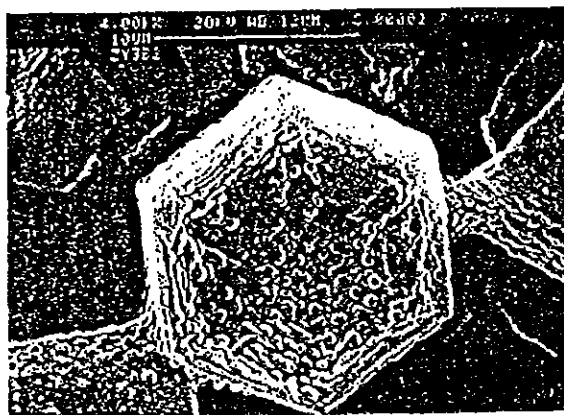


FIGURE 6 Rare earth glass heat-treated at 900°C, 2 hrs.



FIGURE 7 Rare earth glass heat-treated at 960°C, 2 hrs.

3 — 2 Formation and Crystallization of Glass System Containing
Rare-earth Oxides

Formation and Crystallization of Glass System
Containing Rare-earth Oxides

Radzali¹ Othman and Akio Makishima²

1. School of Materials and Mineral Resources
Engineering University of Science Malaysia,
30000 Ipoh, Perak Darul Ehsan, MALAYSIA.
2. National Institute for Research in Inorganic Materials
Sakuramura, Niiharigun, Ibaraki 305, JAPAN.

Abstract

The formation of $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$ glass containing Y_2O_3 , La_2O_3 and CeO_2 was carried out at 1450°C and quenched in air. Visual inspection and X-ray analysis indicated that all compositions yield good glasses. The glass samples were subjected to heat treatment at 950°C for 4 hours. The crystals formed were investigated by X-ray diffractometer and scanning electron microscope. Wallastonite ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) crystal were confirmed, whereas other crystals, which may contain rare-earth elements, can only be qualitatively described, this is due to the fact that, these new crystals had not been indexed before. Density measurement indicated that the values increased with the addition of rare-earth oxides.

Introduction

Briefly speaking, this investigation can be viewed in two perspectives. Firstly, the infinite compositions possible for the inorganic glass system which contains rare-earth oxides was looked into. Secondly, the types and shapes of crystals which can be derived from such compositions were determined. Regarding the formation and the characteristics of glass several studies had been reported on aluminosilicate glass which contained Y_2O_3 and La_2O_3 . These investigations showed that the glasses obtained were not only harder, but also possessed higher modulus of elasticity [1], and demonstrated high resistance to alkali [2].

For general information and application purposes, these findings enlarge the scope of selecting compositions for optical glass and glass fiber. Uptill now, optical glasses possess high refractive indices, however, the PbO content makes them rather soft; whereas glass fiber used in composite sometimes encounter a highly alkaline environment, for instance, the glass-fiber reinforcement cement (GRC). The addition of oxides of other rare-earth such as Sc, Ce, Pr, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er and Yb has also been reported [3].

On top of that, the nucleation and crystallization in glass has become a new field of technology by itself, generally known as glass-ceramic [4]. Among other things, crystallization can increase the strength of the products,

including surface crystallization [5], furthermore it endows enhanced thermal and chemical properties of the product.

This paper reports the preliminary investigation results on the $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$ glass system which contains Y_2O_3 , La_2O_3 and CeO_2 . The basic composition used had not been investigated before and is more complicated than the simple aluminosilicate ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) which had been widely reported.

EXPERIMENTAL

Y_2O_3 , La_2O_3 and CeO_2 powder of 99.9% purity, Al_2O_3 (99.9%), Na_2CO_3 (99.0%), CaCO_3 (99.0%), and clean silica sand, was weighed and mixed to obtain 30g of glass. The above mixture was introduced into an alumina crucible and melted in an electric furnace with SiC heating elements to 1450°C for 3 hours. The melt obtained was poured onto an aluminium plate and allowed to be cooled in air. Visual observation and X-ray diffraction studies had been carried out to evaluate whether good glass was formed as shown in Figure 1.

Density of the glass was determined by Archimedes method using water as a medium. Small pieces of glass sample G0, Y3, L3 and C3 were ground to fine powder for thermal analysis using RIGAKU thermoflex TG8110. Heat treatment on the samples were carried out at 950°C for 4 hours in an ADVANTEC Kanthal Super Ultra High temperature Furnace. Small strips of sample which had been heat treated was

ground to fine powder to enable the crystal phases to be determined by XRD. The fractured surface of the sample, before and after treated with HF acid was studied using SEM.

RESULTS AND DISCUSSIONS

All compositions formed glasses (Table 1). The glasses formed were free of gas bubbles. Density measurement (Figure 1) showed that density increased with increased amount of rare-earth oxides added. The effect on density is proportional to the molecular weight of the oxides concerned. However, the effect of the addition on the basic glass structure involves other factors such as the degree of ionicity and the coordination number [7].

The results of the thermal analyses appear as in Table 2. The first peak detected is the glass transition temperature, the subsequent peaks detected are due to crystallization. When more than one crystallization peaks is observed, it means more than one type of crystals are formed.

The appearance of the glass specimen before and after the heat treatment was shown in Table 3. All the glasses transform from transparent to opaque due to crystallization. The coloring in the system which contains CeO_2 is attributed to the color as a result of the Ce^{3+} and Ce^{4+} ions present in the system.

The XRD results are given in Figure 2. The sample G0 shows $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, and a few smaller peaks which had not been identified. The mechanism of the growth of the crystal is still being investigated. As for samples L3 and C3, the presence of wollastonite was detected besides several peaks which are peculiar to their respective composition. In connection with this, Figure 2 also indicated that wollastonite crystals were not detected in Y3, as found in other samples. The plausible explanation is that possibly the wollastonite crystal formed initially detected by DTA (Table 2) involves in a solid state reaction to give rise to an additional crystallization peak which could not be observed in other samples.

Observation by SEM was shown in Figure 3. Fractured surface observed directly without being acid leached was shown in Figure 3(a). It could be clearly seen that various forms of crystals exist, be it hexagonal and dendritic in shape. The fractured surface showed a distinct thin layer of glassy phase. This proved that glassy phase still exist in the matrix of the glass-ceramic product. In order to carry out qualitative elemental analysis on the crystals, leaching with 10% HF acid was carried out to expose these crystals. After 5 minutes leaching, glassy phase was still detected by EDX analysis. When the leaching time was increased by additional 10 minutes, observation under SEM showed that the crystals were being leached too. This is not unusual because HF acid was commonly used to remove thin glassy

layer on the specimen used for fractured surface study under SEM, it will attack glassy phase faster than crystalline phase. [4,8].

CONCLUSION

This study showed that good glasses can be obtained from the SiO₂ - CaO - Na₂O - Al₂O₃ system which contains rare-earth oxides. Furthermore, this system can produce interesting crystals which are still in their investigation stage.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first author would like to thank the Ministry of Science, Technology and Environment through SIRIM, and the Japanese International Cooperation Agency through NIRJM for making this preliminary study in Japan possible. The assistance rendered by Mr. Kahar. Puteh Mahadi, Mr. Mohd Sulutan and Mr. K. Seevatratnam is acknowledged.

REFERENCES

- 1) Akio Makishima, Yoshiaki Tamura and Teruo Sakaino, J. Am. Ceram. Soc., 61 [5-6], 247 - 49, (1978)
- 2) Akio Makishima and Takajiro Shimohira, J. Non-Cryst. Solids, 38 - 39, 661 -66, (1980)
- 3) Akio Makishima et al, J. Ma. Ceram. Soc., 65 [12], C- 120, (1982)
- 4) P.W. Mc Millan, "Glass Ceramics", Academic Press, London, 2nd Edn. (1979)
- 5) G. Patridge and P.W. Mc Millan, Glass Tech., 15[5], 127-33, (1974)
- 6) Radzali Othman, "Teori-teori Pembentukan Kaca" (Glass Forming Theories), Monograf KBSM - USM, (1989), Publishing
- 7) A. Buri, D. Caferra, F. Branda and A. Marotta Phys. & Chem. Glasses, 23 [1], 37-40, (1982)
- 8) Radzali Othman, Ph.D. Thesis, University of Sheffield (1982)

Table 1. Oxide Composition (weight %) of the glasses investigated.

Code	SiO	Al O	CaO	Na O	Y O	La O	CeO	Glass
GO	65	3	20	12	-	-	-	Yes
Y1	61	3	20	12	4	-	-	Yes
Y2	57	3	20	12	8	-	-	Yes
Y3	53	3	20	12	12	-	-	Yes
L1	61	3	20	12	-	4	-	Yes
L2	57	3	20	12	-	8	-	Yes
L3	53	3	20	12	-	12	-	Yes
C1	61	3	20	12	-	-	4	Yes
C2	57	3	20	12	-	-	8	Yes
C3	53	3	20	12	-	-	12	Yes

Table 2. DTA Investigation

Sample	Glass transition Temperature, °C	Crystallization Temperature. TC ₁	Crystallization Temperature. TC ₂	Others
GO	609	796	904	-
Y3	657	850	956	900 exo
L3	656	844	945	-
C3	643	876	1084	339 exo

Table 3. Appearance Changes before and after heat treatment

Sample	Before	After
GO	Colourless	Opague white
Y3	Colourless	Opague white
L3	Colourless	Opague white
C3	Amber	Opague purple

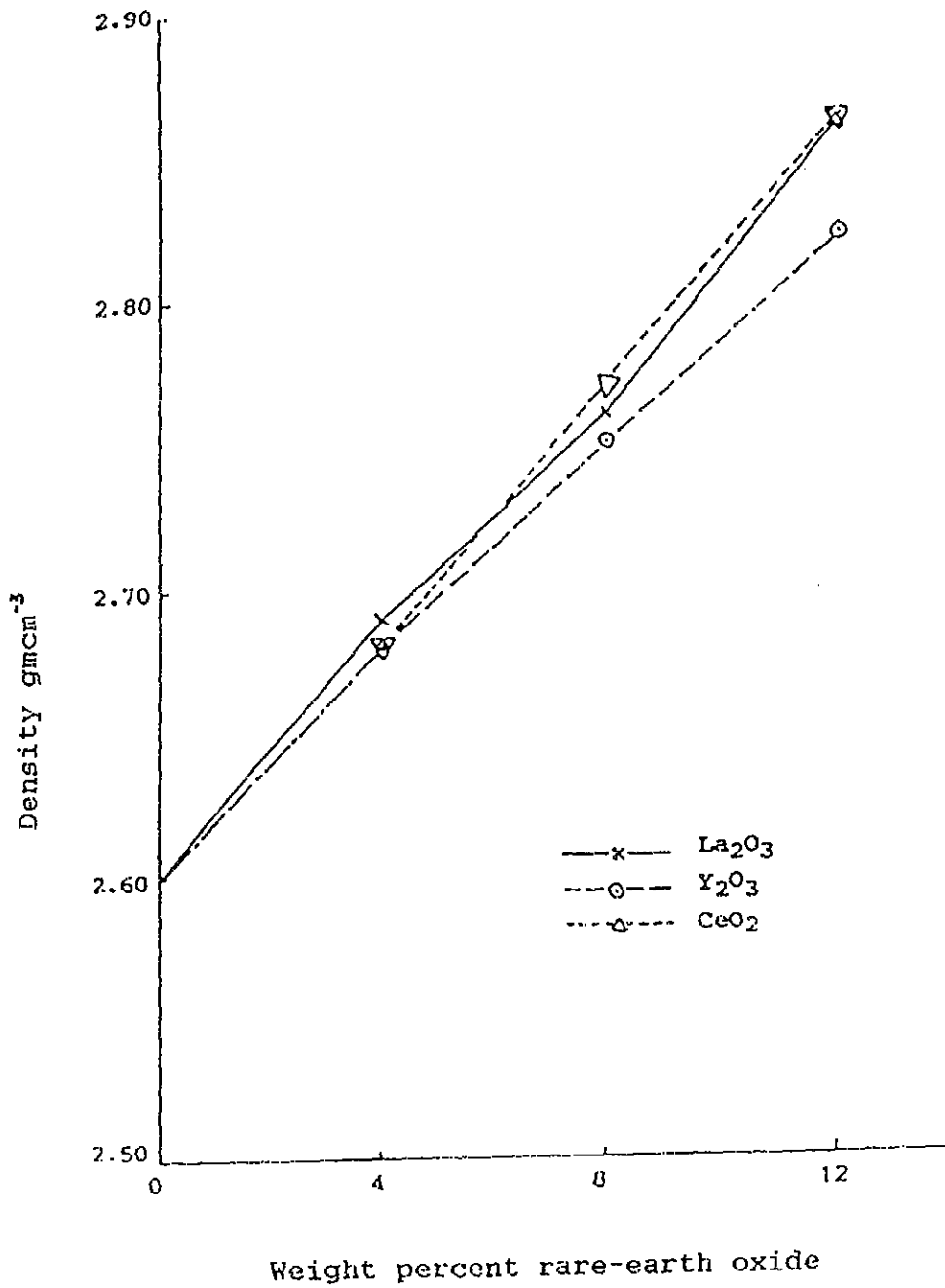


Figure 1. Density of the glass with composition^{ion} (weight percent) 3.0 Al₂O₃, 12.0 Na₂O, 20.0 CaO, (65-x)SiO₂, x = rare-earth oxide.

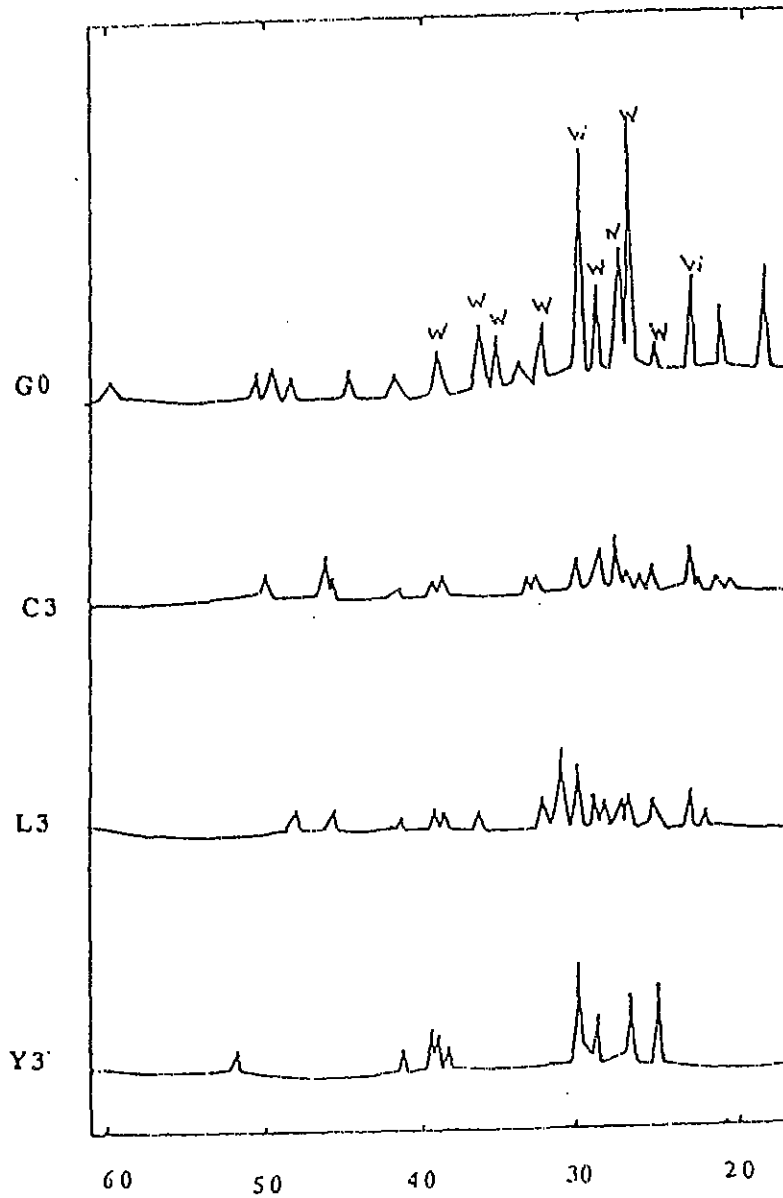
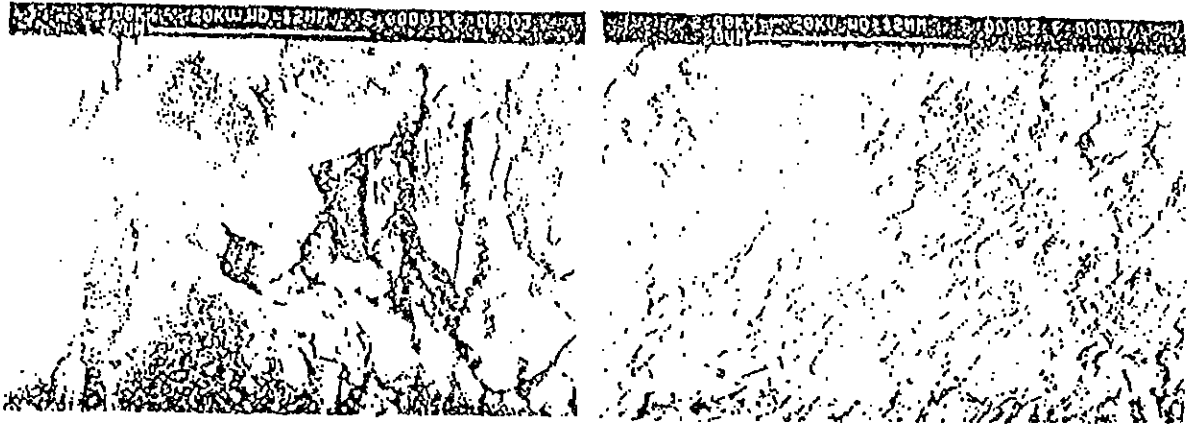
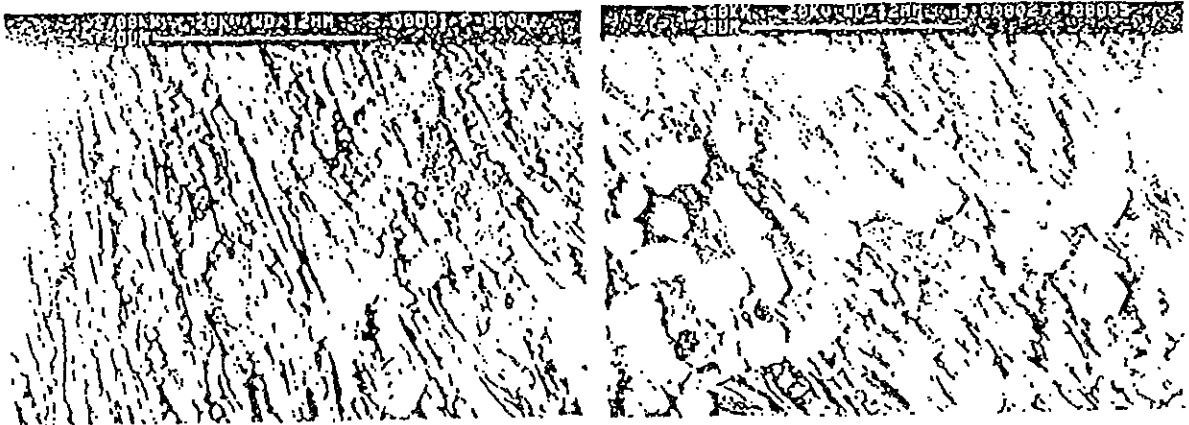


Figure 2. Diffractogram for glass samples G0, C3, L3 and Y3 heat treated at 950°C for 4 hours. (W = Wollastonite, $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)



(a) Without Acid Leached



(b) Acid leached, 1 minute

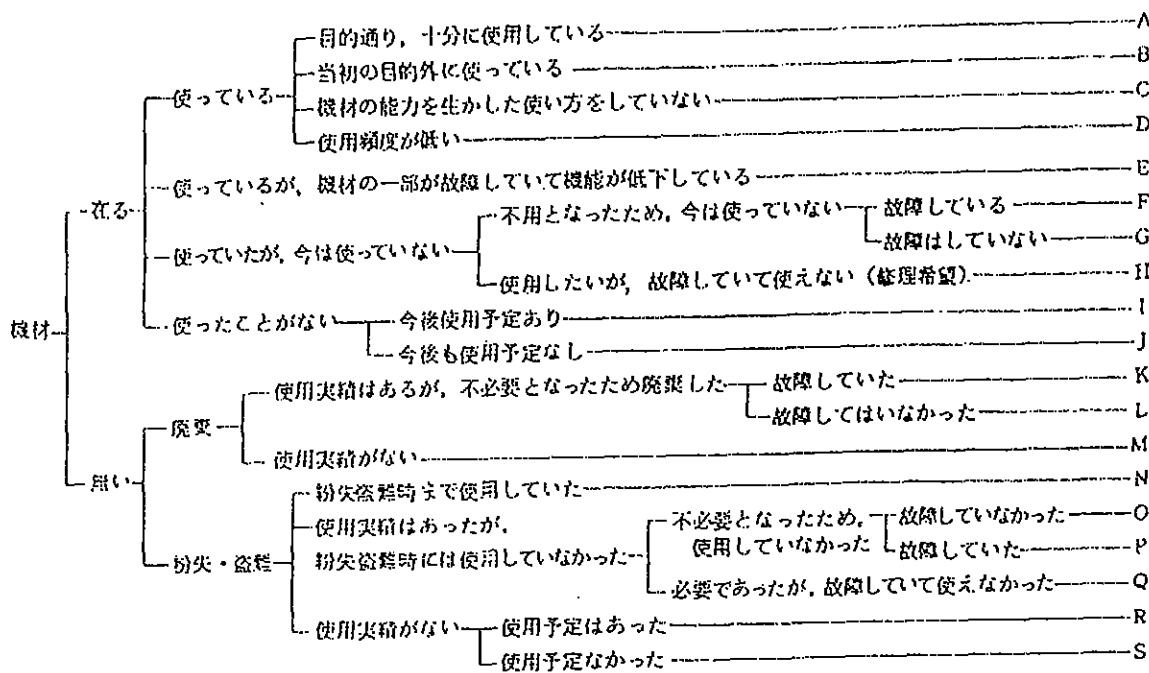
4. JICA購入機材活用度

JICA購入機材活用度

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

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

使用状況等の分類



Budgetの分類

- A = JICA 供与機材
 - A1 - 1988 (昭和63年度) 予算
 - A2 - 1989 (平成元年度) 予算
 - A3 - 1990 (平成2年度) 予算
- B = 専門家携行機材
 - B1 - 長谷川 泰 専門家
 - B2 - 平川 伸明 専門家 (本邦購送)
 - B3 - 平川 伸明 専門家 (現地調達)
 - B4 - 山下 昌彦 専門家
 - B5 - 田中 英彦 専門家
 - B6 - 牧島 亮男 専門家
 - B7 - 渡辺 明男 専門家
 - B8 - 早川 順四郎 専門家
 - B9 - 北野 一郎 専門家
 - B10 - 嶋津 正司 専門家
- C = 現地業務費
 - C1 - 現地業務費定期送金分
 - C2 - 現地業務費臨時支給分

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 0 0 1	Polaroid Camera (Impuls AF)	Project Office	M\$ 320.00	C 2	A
J I C A 0 0 2	Typewriter (AP110)	-ditto-	M\$ 1,090.00	C 2	A
J I C A 0 0 3	Micro Scope (SZH-131)	A/Ceramic Lab	¥ 567,000	B 1	A
J I C A 0 0 4	Paper Cutter (DN-1)	A/Ceramic Office	¥ 14,000	B 2	A
J I C A 0 0 5	Word Processor (Canoword4000) with Transformer	Project Office	¥ 491,800	B 2	A
J I C A 0 0 6	Printer (CW-TP40)				
J I C A 0 0 7	Sheet Feeder (CW-CF04)				
J I C A 0 0 8	Font Card (CW-CG12)				
J I C A 0 0 9	Image Reader (CW1M02A2)				
J I C A 0 1 0	Mouth (CW-MS01)				
J I C A 0 1 1	Software (MULTI PLAN)				
J I C A 0 1 2	{Missing Number}	-----	-----	---	---
J I C A 0 1 3	Cash Box (CW-B2G)	Project Office	¥ 11,400	B 2	A
J I C A 0 1 4	Calculator (HR-100S)	-ditto-	¥ 11,200	B 2	A
J I C A 0 1 5	Electric Thermo Pots (NCM220)	A/Ceramic Office	M\$ 301.00	C 1	A
J I C A 0 1 6	Copy Machine (NP3225) with A3-A4R-B4-B5 Cassette	-ditto-	M\$ 14,335.00	B M	A
J I C A 0 1 7	Automatic Document Feeder				
J I C A 0 1 8	10Bins Sorter & Pedestal				
J I C A 0 1 9	Cabinet	Project Office	M\$ 220.00	C 1	A
J I C A 0 2 0	Vehicle (Pajero) with Standard Accessories, Double Unit Air-conditioning & Side Step	SIRIM Administration	M\$ 52,646.11	B M	A
J I C A 0 2 1	Digital Micro Hardness Tester (DMH-2) with Standard Accessories, Spare Parts & Transformer	A/Ceramic Lab	¥ 3,840,000	A 1	A
J I C A 0 2 2	TV Measuring Device				A
J I C A 0 2 3	Automatic Micro Test Table & Measuring Position Setting Device				J #1
J I C A 0 2 4	Digital Printer (RP-80 II)				J #2

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 0 2 5	Polaroid Photographic Device (PM-10M-POLA)	A/Ceramic Lab	¥ 200,000	A 1	A
J I C A 0 2 6	Scanning Electron Microscope (S-2500)with Consumable Parts	SEM ROOM	¥ 28,000,000	A 1	A
J I C A 0 2 7	S2500 Display Unit				
J I C A 0 2 8	Cooling Water Circulator				
J I C A 0 2 9	Energy Dispersive X-Ray Spectrometer				
J I C A 0 3 0	Automatic Voltage Atabilizer				
J I C A 0 3 1	Ion Sputter (E102)				
J I C A 0 3 2	6x7 Roll Film Camera				
J I C A 0 3 3	Polaroid Camera				
J I C A 0 3 4	Liquid Nitrogen Vessel (CIBEL10)	-ditto-	¥ 100,000	B 4	A
J I C A 0 3 5	-ditto-	-ditto-	¥ 100,000	B 4	A
J I C A 0 3 6	Take-out Device	-ditto-	¥ 30,000	B 4	G *3
J I C A 0 3 7	D.C. Microvolt Ammeter (PM-18R)	-ditto-	¥ 300,000	B 4	J *4
J I C A 0 3 8	Ball Mill Roller (2step, A-type) with Silicon Carbide Ball (4kg) 5mm φ (SIC-11), 10mm φ (SIC-11) and Silicon Nitride Ball (4kg) 5mm φ (SUN-11), 10mm φ (SUN-11)	A/Ceramic Lab	¥ 618,400	B 1	A
J I C A 0 3 9	Electronic Analytical Balance (HRD-300)	Preparation Lab	¥ 328,500	B 1	A
J I C A 0 4 0	Vibration Insulated Stand (Quiet 21)	A/Ceramic Lab	¥ 280,000	B 1	A
J I C A 0 4 1	Specimen Inclining Device (Type III)	-ditto-	¥ 84,000	B 1	I *5
J I C A 0 4 2	Drying Oven (BNS-113S)	Preparation Lab	¥ 90,000	B 1	A
J I C A 0 4 3	Ultrasonic Cleaner (7500) with Transformer	-ditto-	¥ 128,000	B 1	A

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 0 4 4	Electric Furnace (TSH-740) -Siliconit Tubular Type- with Consumable & Spare Parts	Furnace Room	¥ 2,895,700	A 2	A
J I C A 0 4 5	Electric Furnace (SPSH-30) -Siliconit Spiral Tubular Type with Consumable & Spare Parts	-ditto-	¥ 2,184,300	A 2	A
J I C A 0 4 6	Programmable Power Supply (TR6120A) with Standarad Accessories	A/Ceramic Lab	¥ 1,472,000	A 2	D *6
J I C A 0 4 7	Programmable Power Supply (TR6150) with Standarad Accessories	-ditto-	¥ 1,167,000	A 2	D *7
J I C A 0 4 8	Digital Data Logger (TDS-302) with Standarad & Optional Accessories and Recording paper	-ditto-	¥ 966,000	A 2	D *8
J I C A 0 4 9	Iron Mold -12mm- (Dice, Punch, Spacer, Cutting Plate)	-ditto-	¥ 130,000	A 2	A
J I C A 0 5 0	Iron Mold -16mm- (Dice, Punch, Spacer, Cutting Plate)	-ditto-	¥ 157,800	A 2	A
J I C A 0 5 1	Receptacle stainless (Heating Receptacle, Piston Ring)	-ditto-	¥ 140,000	A 2	A
J I C A 0 5 2	Printing Stand Model (WHIT-3) with Printing Pattern (8mm dia)	-ditto-	¥ 212,000	A 2	D *9
J I C A 0 5 3	Vacum Sintering Furnace (NEV-HP3) with Spare Parts	Pilot Plant	¥ 36,300,000	A 2	A
J I C A 0 5 4	Hydraulic Power Unit (VA16-C-10-2.2-3001) with Oil and Spare Parts				
J I C A 0 5 5	R.F. Power Generator (NES-20) with Out Put Lead, Lead Cover and Spare Parts				
J I C A 0 5 6	Control Panel (NEXC-HP3) with Recording Paper				
J I C A 0 5 7	Transformer (AV-DN-50)				
J I C A 0 5 8	Cooling Water Circulator (TCA-8200CM2-2II)				

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	PLACE	PRICE	予算	活用度
JICA059	X-ray Generator and Goniometer (Geigerflex RAD-II C) with Standard Accessories and Spare Parts	XRD Room	¥ 14,690,000	A 2	A
JICA060	Pulse Height Analyser and Ratester [HV/PHA Unit (5320B1) Control Unit (5270H1)]				
JICA061	Data Collecting Computer (9560C2) with Software and Spare Parts				
JICA062	Voltage Stabilizer and Potential Transformer				
JICA063	Recirculation Pump (4811) [Air-cooled Water Supply System]				
JICA064	Nuova II Stirring Hot Plate (SP 15420-26)	Preparation Lab	MS 690.00	C 1	A
JICA065	High Temperature Sintering Furnace (VSF-6, 10A-2) [High Purity & Doping Furnace] with Spare Parts and Articles of Consumption	Furnace Room	¥ 25,500,000	A 2	D *10
JICA066	Vacuum System of C.A.F.				
JICA067	Vacuum Monitoring & Temperature Control System				
JICA068	Electric Power Supply of C.A.F.				
JICA069	Optical Fibre Unit (KLS-2100) with Standard Accessories	A/Ceramic Lab	¥ 315,800	B 1	I *11
JICA070	Universal Illuminator (LSD-W) with Lamp & Transformer	-ditto-	¥ 56,700	B 1	A
JICA071	Attachment for Olympus SZH Microscope	-ditto-	¥ 342,500	B 1	A
JICA072	Thermo, AC and Voltage Recorder (S-4)	-ditto-	¥ 131,600	B 1	A
JICA073	Digital Humidity Meter (HN-K) with Handy Type Sensor (HN-L18)	Experts Room	¥ 65,000	B 1	A
JICA074	Digital Surface Thermometer (HT-100) with Sensor (HT-2)	A/Ceramic Lab	¥ 65,300	B 1	I *12

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
JICA075	Ultra Sonic Cleaner(W-220R) with 5kg Lotion	Preparation Lab	¥ 208,750	B 1	A
JICA076	Chemical Balance(I,-160) with Transformer	-ditto-	¥ 470,000	B 5	A
JICA077	Electronic Even Balance (EB-630S)	-ditto-	¥ 145,000	B 5	A
JICA078	Electronic Balance(EW-300A)	-ditto-	¥ 48,000	B 5	D *13
JICA079	Cutting Machine (MC-100) with Blade and GC Dresser	-ditto-	¥ 316,000	B 5	A
JICA080	Thermal Analyzer TAS 100system Differential Thermal Analyzer (TG-DTA) (8112-BH) with Standard and Optional Accessories	A/Ceramic Lab	¥ 3,372,000	A 2	A
JICA081	TG & DTA Circuit Unit				
JICA082	Recorder for TG-DTA with Recorder Paper (100roll) and Recording Pen(30pcs x 3)				
JICA083	Power Unit (Thermoflex)				
JICA084	Multi Spectro Color Meter (MSC-1S-2B) with Standard Plate and Standard Accessory	-ditto-	¥ 4,293,000	A 2	D *14
JICA085	Measuring Unit and Printer for Color Meter with Harogen Lamp(12V,100W), Fuse and Printer Paper				
JICA086	Stabilizer for Color Meter				
JICA087	Transformer for Color Meter (FH-500)				
JICA088	Hydrostatic Pressure Extrusion Equipment(PV-3K-80-80-U112) with Standard Accessory, 18ø Oil 2cans and Spare Parts (Packing for Pressure Vessel) (Pressure Swich)	Preparation Lab	¥ 3,942,500	A 2	A

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 0 8 9	Electric Crucible Furnace (Glass Melting Furnace) (MSC-16-1520) with Spare Parts (Heater SIC A12-3 12pcs) (Thermocouple JIS B) (Compensation Cable)	Pilot Plant	¥ 3,226,200	A 2	A
J I C A 0 9 0	Control Panel for Electric Crucible Furnace with Spare Parts (Recording Paper) (Recording Pen) (Fuse, Lamp, Relay)				
J I C A 0 9 1	LF Impedance Analyzer (4192A)	A/Ceramic Lab	¥ 2,857,700	A 2	A
J I C A 0 9 2	Multimeter (3457A) with Standard Accessory	XRD Room	¥ 600,000	A 2	C *15
J I C A 0 9 3	High Voltage Supply (NO. 247) with Standard Accessory	A/Ceramic Lab	¥ 369,000	A 2	D *16
J I C A 0 9 4	Precision Cutler (RCA-005) with Standard Accessory and Spare Parts (Cutting Blade)	Preparation Lab	¥ 976,000	A 2	A
J I C A 0 9 5	Digital Indicating Controller (DK163) with Thyristor Regulator, Variable Resistor and Current Transformer	A/Ceramic Lab	¥ 243,900	A 2	G *17
J I C A 0 9 6	Digital Indicating Controller (SU07-R35-500) with Variable Resistor and Current Transformer	Pilot Plant	¥ 346,600	A 2	D *18
J I C A 0 9 7	Digital Program Controller with Thyristor Regulator, Variable Resistor and Current Transformer	-ditto-	¥ 285,600	A 2	G *19
J I C A 0 9 8	Hybrid Temp Recorder (AI560-NNN) with Accessories	-ditto-	¥ 450,900	A 2	A
J I C A 0 9 9	Optical Pyrometer (IR-U)	Preparation Lab	¥ 196,000	B 5	A
J I C A 1 0 0	Annealing Furnace (1400)	Furnace Room	¥ 180,000	B 6	A

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 1 0 1	NEC Powermate(Computer) (386/20) with Software(Lotus Release 36)	A/Ceramic Office	¥ 26,243.00	B 3	A
J I C A 1 0 2	Keyboard for Computer				
J I C A 1 0 3	Rolland Plotter (DXY 1200)				
J I C A 1 0 4	Uninterrupted Power Supply				
J I C A 1 0 5	Mouse for Computer				
J I C A 1 0 6	Pinwriter for Computer(PG300)				
J I C A 1 0 7	Muffle Furnace(SS-1525PKP) with Digital Controller and Transformer	A/Ceramic Lab	¥ 446,200	B 7	A
J I C A 1 0 8	Analytical Balance (AE-200)	Preparation Lab	¥ 285,000	B 8	A
J I C A 1 0 9	OK Cheker(153-DX) [Tester]	Experts' Room	¥ 17,100	B 8	A
J I C A 1 1 0	Electric Tool Set(HA-5A) with Transformer	A/Ceramic Lab	¥ 75,000	B 8	D *20
J I C A 1 1 1	Auto Dry Desicator(11-3267-0H) with Transformer	Preparation Lab	¥ 37,300	B 8	A
J I C A 1 1 2	Facsimile Machine(NEFAX 300)	Project Office	¥ 4,300.00	B 3	A
J I C A 1 1 3	Laboratory Planetary Mill(P-5) with Accessories	Preparation Lab	¥ 4,382,400	A 3	A
J I C A 1 1 4	ABBE Refractometer(Type 1T.4T) with Digital Thermometer	A/Ceramic Lab	¥ 275,500	B 9	A
J I C A 1 1 5	Die for Square Bar (Die, Punch, Spacer, wrench)	Preparation Lab	¥ 112,000	B 10	A
J I C A 1 1 6	Cemented Carbide Die (Die, Punch, Spacer)	-ditto-	¥ 84,000	B 10	A
J I C A 1 1 7	Attachment for Olympus SZH Microscope	A/Ceramic Lab	¥ 250,000	B 9	A
J I C A 1 1 8	Vacuum Desicator with Accessories & Spare Parts	-ditto-	¥ 226,530	B 8	I *21

INVENTORY NO	NAME OF EQUIPMENT	P L A C E	P R I C E	予算	活用度
J I C A 1 1 9	Attachment for Electric Tester	A/Ceramic Lab	¥ 156,000	B 8	I *22
J I C A 1 2 0	Carbon Coater (TB500E) with Carbon Fibre, 2 kinds each 20pcs	SEM ROOM	¥ 2,140,000	A 3	I *23
J I C A 1 2 1	Rotary Pump with Hose and Silicon Grease				
J I C A 1 2 2	Voltage Regulator				
J I C A 1 2 3	Glass Thermal Dilatometer (OTM-3000) with Spare Parts (※)	A/Ceramic Lab	¥ 3,101,000	A 3	A
J I C A 1 2 4	X-Y Recorder				
J I C A 1 2 5	Stepdown Transformer				
J I C A 1 2 6	Recording Spectrophotometer (U-3410) with Spare Parts	Ceramic Centre	¥ 6,750,700	A 3	I *24
J I C A 1 2 7	Universal Testing Machine (AG-5000E) with Standard Accessories and Spare Parts (※)	-ditto-	¥ 10,741,400	A 3	A
J I C A 1 2 8	Stepdown Transformer				
J I C A 1 2 9	Storage Cabinet				
J I C A 1 3 0	Control Unit & Recorder				
J I C A 1 3 1	Pre-cracker (MBK-603C) and Pop-in sensor				
J I C A 1 3 2	Precision Surface Grinding Machine (PSD-52UDX) with Standard Accessories	CAF ROOM	¥ 9,774,500	A 3	A
J I C A 1 3 3	Stepdown Transformer				
J I C A 1 3 4	Coolant System with Magnetic Dust Separator & Automatic Paper Filter				
J I C A 1 3 5	Micro Balancer, Wheel Adaptor for Micro Balancer				
J I C A 1 3 6	Automatic Voltage Regulator (SVC-10100A) With cable	XRD ROOM	¥ 1,350,000	A 3	I *25

機材リスト活用度について

番号	Inventory No		理由	由
* 1	JICA023	J	試料表面を顕微鏡で観察し、傷つけない所を2~3か所選んで硬度を測定している。Automatic にすると、傷のあるところも無差別に選んでしまうので、誤差が大きくなる。Digital Printer も Manual 測定には必要でない。	
* 2	JICA024	J		
* 3	JICA036	G	プラスチックチューブのため、液体窒素に耐えられない。	
* 4	JICA037	J	担当者によると、使用目的が不明。	
* 5	JICA041	I	まだ、その段階まで到達しておらず、将来使用予定。	
* 6	JICA046	D	プロジェクト研究活動の遅れによるものであって、必要機材であることは、確かである。	
* 7	JICA047	D		
* 8	JICA048	D		
* 9	JICA052	D		
* 10	JICA065	D	操作法習得の実験が済んでいるが、HP実験を優先しており、これが済み次第、系統的实验のため活用される予定。	
* 11	JICA069	I	まだ使用したことがないが、一度テストしたいと思っている。1991年10月頃使用予定。	
* 12	JICA074	I		
* 13	JICA078	D	同等の天秤があるため、予備として使用。	
* 14	JICA084	D	一時期、希土類元素を添加して着色させた時には使用した。今は、テーマが変わったので、使用していない。将来、着色ガラスセラミックスの研究をやりたいので、その時、また、使用する積もりである。	
* 15	JICA092	C	今後使用頻度大になる。	
* 16	JICA093	D	プロジェクト研究活動の遅れによるものであって、必要機材であることは、確かである。	
* 17	JICA095	G	手作りガラス溶融炉を作成する予定であったが、供与機材にあるので、作成をやめたため、使用していない。	
* 18	JICA096	D	プログラミングができないので、現在は、Digital Programme Controller (KP) に切り換えている。	
* 19	JICA097	G	信頼性がKPシリーズに比べて低いので使用をやめた。	
* 20	JICA110	D	SIRIM Machinery Shopが予想以上に協力してくれるので、使うチャンスがない。	
* 21	JICA118	I	真空ポンプが設置でき次第使用予定。使用頻度は大。	
* 22	JICA119	I	現在SIRIM Work shop で調整中。	
* 23	JICA120	I	機器が到着して間もないため、配線が未完了。	
* 24	JICA126	I	マレーシアにある代理店とコンタクトをとり次第、据付を行なう予定。	
* 25	JICA136	I	現在のXRD Roomの電気容量が足りないため、設置不可。しかし、CTC に移設後電気容量を満たせて、使用予定。	

5. セラミックテクノロジーセンターの説明資料

**CERAMIC TECHNOLOGY
CENTRE**

INTRODUCTION

The Malaysian ceramic sector is basically a clay based sector consisting of an exciting blend of traditional and modern industries where products for buildings, households and refractory applications are derived. In the next decade, the sector is set for a more dynamic and challenging growth in view of the rapid technological changes and competitions at home and abroad. Currently, manufacturers have little option except to improve their competitiveness through the refinement of quality products and services.

Realising the importance of enhancing the growth of the local ceramic industrial sector, a Ceramic Technology Centre has been established in SIRIM. The Ceramic Technology Centre, being the first technical institution of its kind in the country, is now available to provide the much needed technical assistance to the industry.

SIRIM

The Standards and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM) was established in September 1975 under the Ministry of Science, Technology and the Environment. SIRIM acts as the national nucleus for formulating and promoting standardization and quality. It also conducts industrial research, provides consultancy and technical support services, involves in technology transfer as well as other industrial related activities.

CERAMIC TECHNOLOGY CENTRE

The Ceramic Technology Centre (CTC) in SIRIM was formed in January 1990. Prior to that, it was known as the Ceramic Technology Section in the former Research Unit.

Objective

The objective of the CTC is to enhance the technological development and advancement of ceramic industrial sectors in Malaysia in the fields of conventional ceramics, and advanced ceramics.

Activities

The activities of the conventional ceramic cater for the present industrial needs, whereas *research and development in advanced ceramics caters for the future development of high performance materials in engineering and related industrial applications.*

Functions

- to conduct research and development on raw materials, products and processes utilising locally available natural resources.
- to provide consultancy and related technical services as a supporting role in solving the numerous technical problems confronted by the industry and in promoting the growth of new industries.
- to conduct various forms of programme aim at developing the technical skills of the industrial workforce and at encouraging the development of entrepreneurship.

R & D ACTIVITIES

The CTC is involved in various in-house and collaborative R&D projects.

1988 - 1992

- * products from refined kaolin.
- * electrical porcelain insulators.
- * synthesis of silicon carbide and nitride.
- * characterization of fine ceramics.

1991 - 1995

- * ceramic mechanical components.
- * lightweight aggregates.
- * bone china products.
- * mullite based refractory.

TECHNICAL SERVICES

A wide range of technical services are provided by CTC for the benefits of the ceramic industries, the material and machinery suppliers, investment and financial institutions, government agencies, entrepreneurs and individuals.

The CTC is equipped with the latest and modern laboratory facilities backed by qualified, and experienced technical personnels to serve the clients requirements.

The technical services provided are as follows:

COLLABORATIVE RESEARCH

- Entrepreneurs and industrialists are welcome to participate in collaborative research and development projects on a fully or jointly sponsored basis with SIRIM.

CONTRACT RESEARCH

- CTC has the capacity to offer a customized service for short term contract research.

CONSULTANCY SERVICES FOR SMALL AND MEDIUM SCALE INDUSTRIES

- Evaluation of raw materials for the establishment of processing industry or ceramic product manufacturing industry.
- Technical feasibility study.
- Selection of equipment and processes.
- Ceramic fabrication technology.
- Investigation into the manufacturing problems.
- Advice on process quality control.

TRAINING

- Short courses for junior managers, supervisors, plant operators and technicians. The programme is applicable to group or in-company training and manufacturers are welcome to discuss and plan the programme with CTC personnel.

- Incubator training for entrepreneur development for a duration of six to twelve months whereby the trainees are allowed to use the pilot facilities at CTC under close supervision by its technical personnel.

TESTING

- Investigative technological testings and evaluations of ceramic products that are not based on specified standards.*

*(Testings of products for compliance with standard specifications are referred to the Technical Services Division in SIRIM).

MAJOR FACILITIES AVAILABLE

Sample Preparation Equipment:

- * clay preparation unit
- * vacuum plaster mixer
- * deairing pugmill

Fabrication Equipment:

- * hot press
- * control atmosphere furnace

Characterisation of Ceramic Materials Equipment:

- * scanning electron microscope (SEM) with KEVEX.
- * X-ray diffractometer (XRD)
- * differential thermal analyser/thermal gravimetric analyser (DTA/TGA)
- * centrifugal particle size analyser

Testing Equipment:

- * dilatometer
- * modulus of rupture tester
- * compression tester

Oven and Furnaces

- * temperature gradient kiln

ENQUIRIES

Enquiries on the services of CTC may be addressed to :

HEAD
CERAMIC TECHNOLOGY CENTRE
SIRIM
P.O.BOX 35
40700 SHAH ALAM
SELANGOR DARUL EHSAN

TEL.NO : 5592601/5591630
FAX NO : (603)5508095

JICA