

マレーシア
放射線利用研究事前調査団及び
長期調査員報告書

平成元年 2 月

国際協力事業団

海 七
J R
89-045

LIBRARY

国際協力事業団

19640

113
63.9
SPC.

C.

JICA LIBRARY



1076228(4)

19670

序 文

マレーシア政府は、貧困率の引下げ、民族間の所得格差の是正を目的とした新経済政策（1971年－1990年）の最終段階に当る、第5次マレーシア計画（1986年－1990年）の重点目標として、安定成長を実現するための民間の役割拡大と工業部門の促進を掲げており、この中で、生産性の向上、産業基盤の多様化及び生産物の質的変換・向上等に資するための研究開発の促進に力点を置いている。

これを背景として、マレーシア政府は、同国における原子力分野の研究開発及び広報普及の機関である総理府原子力庁（UTN）における放射線（特に電子線）利用の基盤的研究開発に係る技術移転についての協力を我が国に要請してきた。

これを受けて当事業団は、マレーシア政府の要請の内容を確認し、本件協力の妥当性を検討するとともに、協力基本構想及び実施運営体制等につき、マレーシア側関係機関と協議することを目的として、昭和63年6月4日から6月11日まで、日本原子力研究所高崎研究所研究部長・町末男氏を団長とする事前調査団を派遣した。

また、本調査団とマレーシア関係機関との協議の中でのマレーシア側からの要請に基づき、マレーシア側が建設を予定している電子線照射試験施設の基本設計についての技術的助言のため、電子線照射施設の基本設計等に関する調査及び、基本設計レベルでの工事費積算を目的として、昭和63年12月13日から12月27日まで、長期調査員を現地に派遣した。

本報告書は、同事前調査団及び長期調査員の現地における調査内容及び討議結果をとりまとめたものである。

最後に、本件調査にご協力をいただいた外務省、科学技術庁、日本原子力研究所、及び在マレーシア大使館、その他関係機関の方々に対し、心より感謝の意を表するとともに、今後のご支援をお願いする次第である。

平成元年2月

国際協力事業団

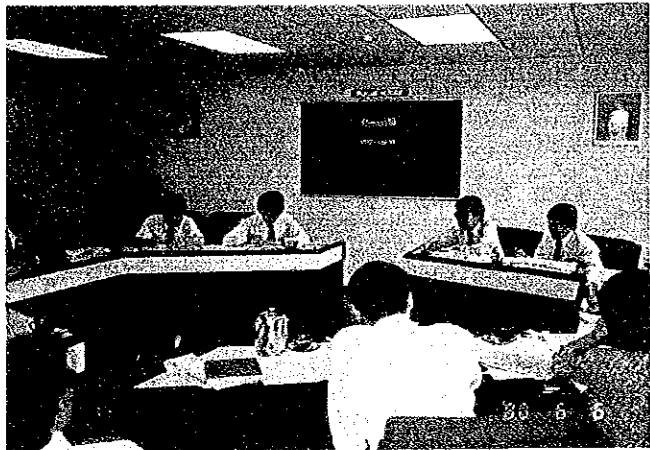
理事 玉 光 弘 明



◀ 事前調査団メンバー

青山団員
大竹団員
町 団長
吉田団員
井上団員

▼ 事前調査団討議風景

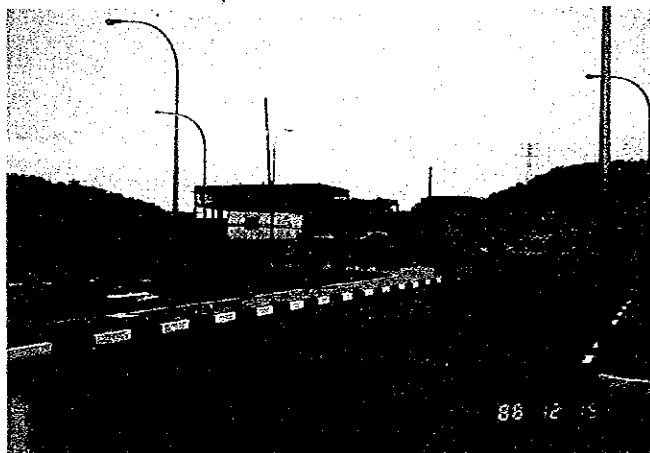


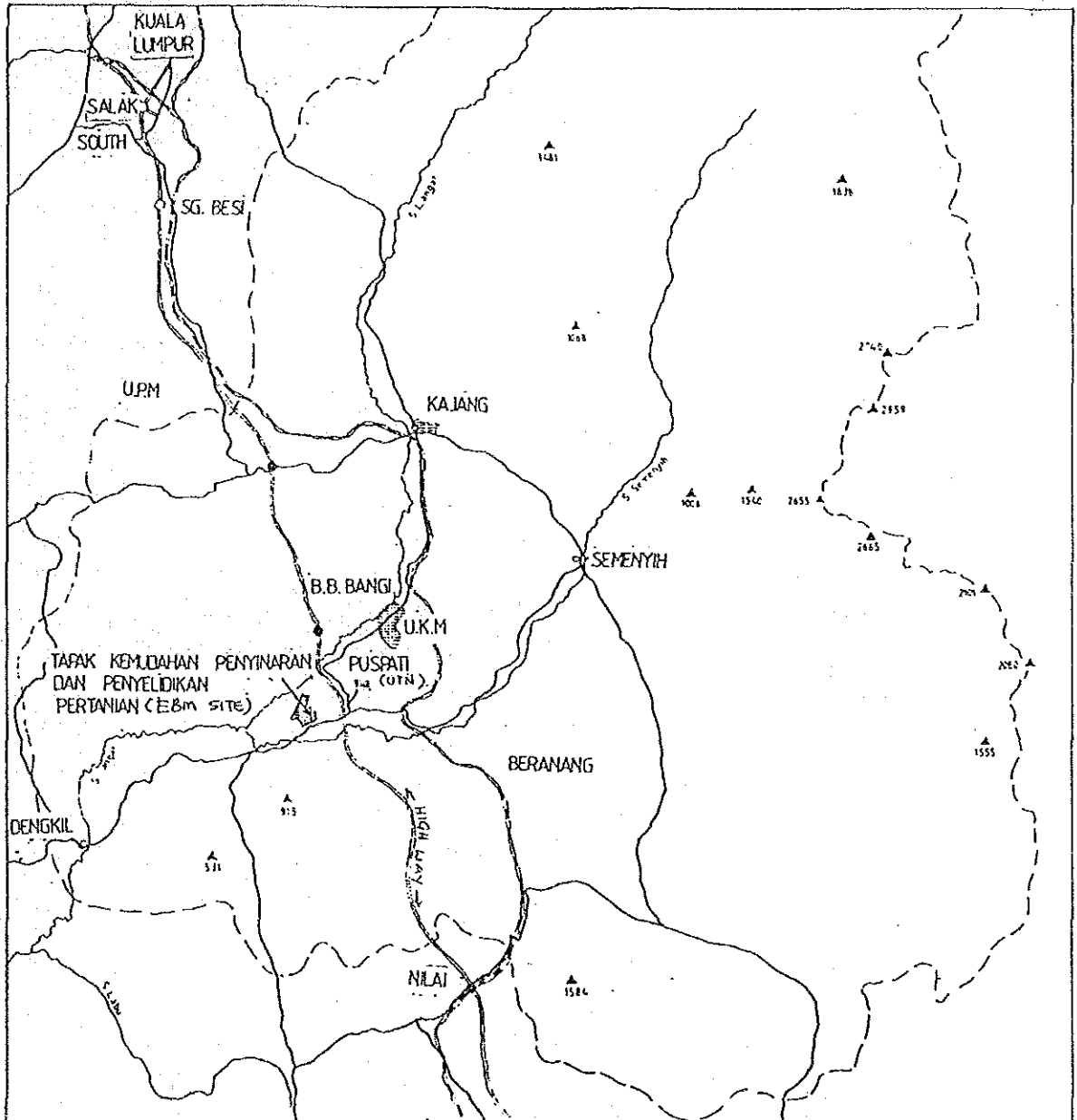
▼ 長期調査員調査風景



大手調査員
鈴木調査員
四本調査員

▼ 電子線利用施設建設予定地





目 次

序 文
写 真
地 図

I 事前調査団	1
1. 事前調査団の派遣	3
1-1 調査団派遣の経緯と目的	3
1-2 調査団の構成	3
1-3 調査日程	4
1-4 主要面談者	4
2. 要 約	6
2-1 協力内容及び当面のスケジュール	6
2-2 プロジェクトの実施体制	6
2-3 本プロジェクト協力と他の研究協力との区分け	6
2-4 技術協力の妥当性	7
3. 要請の背景及び内容	8
3-1 第5次マレーシア計画の中での位置付け	8
3-2 マレーシア原子力開発の現状	8
3-3 要 請 の 内 容	9
4. 日本の他の協力との関連	10
5. 第三国（国際機関を含む）の協力概要	11
6. プロジェクトの実施計画	12
6-1 目 的	12
6-2 実施計画概要	12
7. 相手国のプロジェクトの実施体制	12
7-1 実施機関の組織及び事業概要	12
7-2 プロジェクトの予算措置	17
7-3 建物・施設等計画	19
7-4 カウンターパートの配置計画	19

8. プロジェクト協力の基本計画	21
8-1 協力の方針	21
8-2 協力の範囲と内容	21
8-3 協力計画	23
9. 相手国側との協議結果	25
10. 協力実施にあたっての留意事項等	25
11. 提言	25
<付属資料>	
1. マレーシア側当初協力要請書（別添Ⅰ）	26
2. 調査団に対するマレーシア側協力要請書（別添Ⅱ）	42
3. 調査団討議議事録（別添Ⅲ）	55
Ⅱ 長期調査員調査	59
1. 長期調査員の派遣	61
1-1 長期調査員派遣の経緯と目的	61
1-2 構成	61
1-3 調査日程	61
1-4 主要面談者	63
2. 調査概要及び成果	64
2-1 調査概要及び提言	64
2-2 電子加速器の出力性能の検討	64
2-3 選定対称となる電子加速器の仕様性能	66
2-4 電子加速器構成装置の建屋内配置の検討	68
2-5 放射線遮蔽の検討	70
2-6 加速器照射施設の建屋内の配置	74
3. 基本設計に関する調査	75
3-1 遮蔽施設計画	75
3-2 建築計画	76
3-3 構造計画	78
3-4 設備計画	82
3-5 概算コスト	83

4. 実施設計及び工事に当たっての留意点	85
4-1 コンクリート単位容積重量	85
4-2 マスコンクリートの温度ひび割れ対策	86
4-3 地 質 調 査	86
4-4 消 化 設 備	87
5. 付 属 書 (Conceptual Drawing of Electron Beam Building in Malaysia)	89

事前調査団

1. 事前調査団の派遣

1-1 調査団派遣の経緯と目的

(1) 本件は、昭和60年6月、工業及び農業の2分野での放射線利用に関する基礎研究に対してマレーシア政府より協力要請があったものであり、協力実施機関は、総理府原子力庁(UNITENAGA NUKLEAR:UTN)である。

現在、マレーシア政府は産業構造の変換を目指し、第一次産業の工業化に力を入れており、本件は第5次マレーシア計画の重点事項として取り上げられ、施設・カウンターパート等に関する予算は手当済ということであり、マレーシア政府は放射線を利用することによりパームオイル・ゴム・木材等の主要製品の加工技術の高度化・工業化を目指している。

(2) さらに、昭和61年7月の「日・マ」技術協力年次協議において、マレーシア政府は本件に対する協力を強く要請越したことから、我が方は昭和61年度中に事前調査団を派遣することを約束した経緯がある。

(3) これを受けて、我が方は昭和62年3月を目途に事前調査団派遣を検討していたところ、昭和62年1月、マレーシア政府から本件プロジェクトに関する予算が昭和63年度(予算は暦年)配布となったので調査団派遣を延期してほしい旨の申し入れがあり、調査団派遣を延期したが、昭和62年7月の「日・マ」技術協力年次協議において、マレーシア政府は本件プロジェクトに対する予算が昭和63年度から配布されることが決定したため、事前調査団の早期派遣を再び要請越した。

(4) この間、我が方では、関係各省と数次にわたり協議を重ねた結果、我が方の本プロジェクトに対する協力分野等についての基本的合意が得られたため、マレーシア政府の要請の内容を確認し、我が方の協力可能範囲、分野及び内容等について、マレーシア関係機関と協議を行うとともに関連施設を視察し必要な調査の上、本プロジェクト実施の可能性を検討するため、本事前調査団が派遣された。

1-2 調査団の構成

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| (1) 町末男 (総括・照射利用計画) | 日本原子力研究所高崎研究所 研究部長 |
| (2) 青山利勝 (協力政策) | 外部省経済協力局技術協力課事務官 |
| (3) 吉田健三 (照射施設計画) | 日本原子力研究所高崎研究所
開発部照射施設課長 |
| (4) 井上義夫 (協力計画) | 科学技術庁原子力安全局 放射線安全課長補佐 |
| (5) 大竹祐二 (協力企画・業務調整) | JICA社会開発協力部海外センター課職員 |

1-3 調査日程

昭和63年 6月4日 (土)	15:00	クアラルンプール着 (JL721)
5日 (日)	10:00 ~ 12:00	日本側関係者との打合せ (マレーシア事務所)
6日 (月)	11:00 ~ 16:30 20:00 ~ 22:00	UTN関係者との討議及び施設視察 (UTN) UTN所長主催夕食会
7日 (火)	09:00 ~ 16:30	UTN関係者との討議 (UTN)
8日 (水)	09:30 ~ 11:30 11:30 ~ 16:30	Medical Industry 視察 UNT関係者との討議 (UNT)
9日 (木)	08:30 ~ 17:00	関連工場視察 (H&R Johnson Malaysia Sdn. Bhd. 及び Cathay Roofing Tiles Sdn. Bhd.)
10日 (金)	10:00 ~ 12:00 14:00 ~ 16:00 20:00 ~ 22:00	UNT関係者との討議及び討議議事録署名 (UNT) 調査結果報告 (マレーシア事務所) 団長主催夕食会
11日 (土)	09:00 ~ 11:00 22:45	EPU関係者との討議 (EPU) クアラルンプール発 (JL722)

1-4 主要面談者

(1) NUCLEAR ENERGY UNIT (UTN)

Datuk M. Chazali	Director-General
Adnan Hj Khali	Director of Planning
Razali Hamzah	Director of Operations
Daud Mohamad	Head of ISI
Norimah Yusof	Head of Medical Sterilization Group
Dahlan Hj Mohd	Head of Radiation Processing Group
Muhd Noor B. M. Yunus	Head of Engineering Department
Razley Mohd Nordin	Research Officer

(2) ECONOMIC PLANNING UNIT (EPU)

Wong Pog Har	Principal Assistant Director
	External Assistant Section
Wan Norma Wan Daud	Assistant Director
	External Assistant Section
Ong Yew Chee	Assistant Director
	Industry Section

(3) 日本側関係者

後藤 健	在マレーシア日本大使館	一等書記官
松崎 孝雄	JICAマレーシア事務所	所長
林 典伸	JICAマレーシア事務所	次長
成田 明敏	JICAマレーシア事務所	所員
堀 令司	マレーシア工科大学	JICA専門家

2. 要 約

2-1 協力内容及び当面のスケジュール

UTN側より要請の内容について、最初要請を出した1985年から3年経過していることから、一部要請内容にも変化があったとして、

- ① 電子線による表面塗装
- ② 医療用具の電子線滅菌
- ③ 穀類(米、ココア豆、コショウ)の電子線殺菌・殺虫

に関する技術移転要請の説明があった。

これに対し、当方より穀類の照射については、我が国でも許可されていないことから、本プロジェクトとしては当面見送ることとした旨説明し、合意された。

また、本プロジェクトは上記項目に関する基盤的技術を日本よりUTNに移転することを目的とするもので、さらにUTNからマレーシアの民間等に対し商業化のための技術移転はマレーシア側で実施されるものであることが合意された。

今回の調査では、実施の詳細なスケジュールについては討議しなかったが、調査団としては、機材の整備について2-3年を要することから合計4-5年の協力期間が必要であると考えている。

当面のスケジュールとしては、実施協議調査団を89年度初めに派遣するのに先立ち、機材を設置する建屋の予備設計、必要な機材の調査、実施計画の詳細検討を行うため、日本側より長期調査員を今年度に派遣する必要がある。

2-2 プロジェクトの実施体制

- (1) 予算措置については、電子加速器用建屋及び遮蔽、Co-60施設、研究開発棟、グリーンハウスを含むものとして'88-'90の3年間でM\$ 2,500万(約125億円)が認められている。しかし、4施設の建設費として不足する不安もあるので、この点についてBPUに質問したところ、日本側より電子加速器の設置に必要な遮蔽及び建屋の概略図面を提供されれば、マレーシア側で必要経費を算定し、それについてBPUが予算のコミットをするとの確認が得られた。そこで日本側から7月半ばを目途に図面をマレーシア側に送付することとした。
- (2) 人員措置については、UTN側のプロジェクト要請書の中に示されており、必要を満たしていると思われる。但し加速器の運転と保守には別途に人員の手配が必要である。
- (3) 建屋については、現在のUTNから約3km離れた新しいサイトに建設予定であり、現在はCo-60施設の基礎工事が行われている。加速器用建屋の建設は、89年開始する予定である。

2-3 本プロジェクト協力と他の研究協力との区分

本プロジェクト協力は、技術移転を目的とする技術協力であり、必要な機材、専門家派遣、

研修生受け入れ等を日本側が行うものである。現在、日本の原子力研究所（原研）と UTN との間で実施されている協力は研究協力であって、両者が対等な立場で分担、協力して特定課題について研究を実施し、成果をシェアするものである。このように 2 つの間にはその枠組み、目的、内容について明確な区分があることを相互に確認した。

2-4 技術協力の妥当性

- (1) マレーシア側 (UTN) の方針として、放射線利用分野の拡充を今後の重点施策としており、本プロジェクトはその施策を実現するものとして期待されており、優先度が高い。
- (2) 本プロジェクトによってマレーシアに移転する技術は日本などの先進国で産業利用が拡大しているものであり、産業の発展近代化を目指すマレーシアにとって有用なものである。
- (3) 本プロジェクトの実施に必要なマレーシア側のインフラストラクチャーについては、これまでの国際機関、日本政府による人材養成協力によって、相当に整備されている。
- (4) 本プロジェクトの分野に関連の深い放射線工業利用研究については、日本原子力研究所が UTN との研究協力実施取決めを締結し、水平協力を実施しつつあることから、将来的にも両国間協力による発展が期待できる。
- (5) 本プロジェクトはマレーシア国内の生活水準を高めることを目的としており、技術移転の結果、いわゆるブーメラン効果により直ちに日本の産業界がマイナスの効果を受けるようなことは考えられない。

3. 要請の背景及び内容

3-1 第5次マレーシア計画の中での位置付け

1986年4月から開始された第5次マレーシア計画 (Fifth Malaysia plan) は、新経済政策 (NEP) (1971年 - 1990年) の最終段階に当るものであり、貧困率の引下げ、民族間の所得格差の是正を目的とする NEP の達成を助長しようとするものである。

その基本戦略は安定成長を実現するための民間の役割拡大と工業部門の開発促進に重点を置いており、主な重点施策は次のとおりである。

- (1) 民間セクターの役割拡大
- (2) 経済の効率的運営
- (3) 国内資金の活用
- (4) 農業セクターの再活性化
- (5) 工業開発への刺激
- (6) 人的資源開発
- (7) 研究開発 (R and D) の促進
- (8) 地域計画の改善
- (9) 女性の開発役割

特に(7)研究開発についてはマレーシア経済の国際競争力をつけさせるため、生産性の向上、産業基盤の多様化を目指しており、資源に基礎を置く産業の最終生産過程や高度の加工を達成するため生産過程、生産開発の研究開発に重点が置かれている。

かかる観点より、工業・農業プロジェクト、食品関連プロジェクト、医学・生物学プロジェクト等への応用可能な汎用性のある「放射線利用技術」は、研究開発を促進する要となる技術として位置付けられ、経済企画庁 (EPU) では UTN に対し、88年 - 90年の予算措置として、Co-60施設 (カナダより購入予定)、電子加速器用施設 (含遮蔽施設)、研究開発棟、グリーンハウスの建設費として、M\$ 2,500万 (約12.5億円) が認められ、88年度においては、Co-60の施設の着工建設が予定されている。

3-2 マレーシア原子力開発の現状

マレーシアの原子力開発は、1972年の原子力研究センター (PUSPATI) の設立によって始まるが、設立当初、科学技術・環境省の下にあった PUSPATI は、1983年総理府の下の原子力庁 (UTN) に再編され現在に至っている。

マレーシアには現在原子力発電計画はないが、UTNに研究炉が設置されており、右研究炉は、アメリカGA社製 TRIGA-II型 (出力1MW) で、1975年に発注され1982年臨界に達した。

現在、この研究炉を使って放射化分析、アイソトープ製造、中性子ラジオグラフィ等々の利用研究が進められている。

3-3 要請の内容

当初要請時のマレーシア側の本プロジェクトへの技術協力要請分野は放射線（電子線）を利用した

- ① 木材の表面塗装技術
- ② 穀類の照射技術

であった（詳細、別添Ⅰ）が、時間的経過もあり、マレーシア側より本調査団に対して、要請内要を放射線（電子線）利用による

- ① 木材を含む各種材料の表面塗装技術
- ② 医療用具の滅菌技術
- ③ 穀類（米、ココア豆、コショウ）の殺菌・殺虫技術

に一部変更したい旨、提示があった。（詳細、別添Ⅱ）

4. 日本の他の協力との関連

(1) 日本原子力研究所(原研)との放射線利用分野における協力

1987年12月、原研とUTNとの間に政府間口上書による合意に基づき、放射線照射利用分野における協力実施取決めが締結された。本協力は水平的な研究協力であり、共同研究人材の交流、情報交換によって協力を推進するものであり、機材の供与は行われぬ。最初の共同研究課題として、マレーシアの主要産品であるパームオイルの生産工程で生ずるセルローズ系廃棄物(油しぼりかす、空果房)の放射線処理による有効利用技術の開発研究が進められている。年間2名程度の研究者の交流、情報交換会議、運営委員会が行われている。

(2) JICAによる工作機械の供与等

1980年JICAによりUTNに対し工作機械の供与が行われた。また、放射線防護分野における研修員受入れが行われている。

(3) 科学技術庁の原子力研究交流制度による協力

1985年以降上記研究交流制度によりマレーシアから年間3-5名(3-6カ月)の研究者を研究機関に受入れており、また、年間1-2名の日本人研究者(約1カ月)をマレーシアに派遣している。協力分野は放射線利用、研究炉利用、放射線防護等が主である。

(4) RCA/IAEA協力

IAEAが進めているRCA(アジア地域における原子力協力協定)の一環として、工業、医学、農業分野における放射線利用技術について、加盟国であるマレーシアに対し、専門家派遣、研究者受入れ等の協力を実施している。

以上のように、これまでに日本がマレーシアに対し日本が行っている協力は、人材交流を中心とした研究交流であり、研究開発用機材の提供はほとんど行われていない。しかしながら、UTNには小型研究炉の他に目立った機材がなく、研究推進の障害となっている。

本プロジェクトにより、放射線利用分野の研究開発に不可欠な機材の供与と専門家派遣を行うことは、当該分野の研究開発および技術移転を推進する上できわめて効果的なものである。

5. 第三国（国際機関を含む）の協力概要

(1) オーストラリアとの協力

1979 年以来、オーストラリア原子力委員会 (AAEC) との間で研究炉利用の分野を中心とした緊密な協力が実施されてきた。これまで、人材養成（第 1 期）、研究施設整備（第 2 期）、研究開発（第 3 期）が実施され、人材養成では約 40 人が AAEC に派遣された。1988 年 2 月に第 3 期が終了し、第 4 期はまだ開始されていない。本協力では大型機材供与は行われていない。

(2) IAEA による協力

IAEA 協力ではアイソトープ、放射線の農業利用を中心とする 10 課題について協力研究プログラムに参加している。また、技術協力プロジェクトとしては、原子力発電の Feasibility study, 放射能分野、放射線照射工業利用、非破壊検査等、年間約 50 万米ドルの支援を得ている。

(3) その他

フランスが食品照射、イタリアが非破壊検査分野での協力を提案中であるといわれている。

また、カナダは先般 UFN の 20 万 Ci Co-60 施設を受注した。

なお、マレーシアは核拡散防止条約に署名しており、IAEA のフルスコープセーフガードを受け入れている。

6. プロジェクトの実施計画

6-1 目的

本プロジェクトの目的は、表面塗装の電子線硬化及び医療用具の電子線滅菌技術をUTNにおいて確立し、マレーシアの経済および生産技術の発展に貢献することである。

6-2 実施計画概要

- (1) 主要機材として、①電子加速器本体及び付帯設備、②コンベアシステム、③表面塗装システム及び、④関連測定装置を整備する。
- (2) 上記機材を設置する照射室および建屋（電子線利用試験棟）はマレーシア側が用意するが照射室の設計図面を提供する。
- (3) 上記機材の設置、運転を行い、これらを用いた表面塗装の電子線硬化及び医療用具の滅菌技術を移転するために必要な専門家を派遣するとともに、研修員を受け入れ訓練する。
- (4) プロジェクトの期間は1989年より5年間とする。

7. 相手国のプロジェクトの実施体制

7-1 実施機関の組織及び事業概要

本プロジェクトの実施機関である、原子力庁（UTN）は、科学技術・環境省の下に組織されていた原子力研究センター（PUSPATI）が、1983年に総理府の下に改組されたものである。原子力庁（UTN）に関わる組織機構を図1及び図2に示す。

図1：原子力関連行政組織

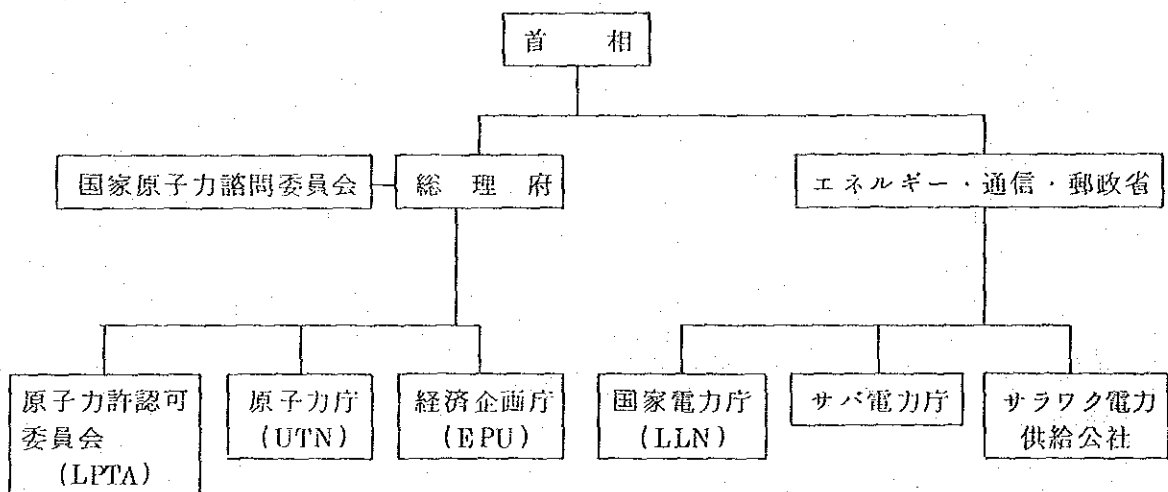
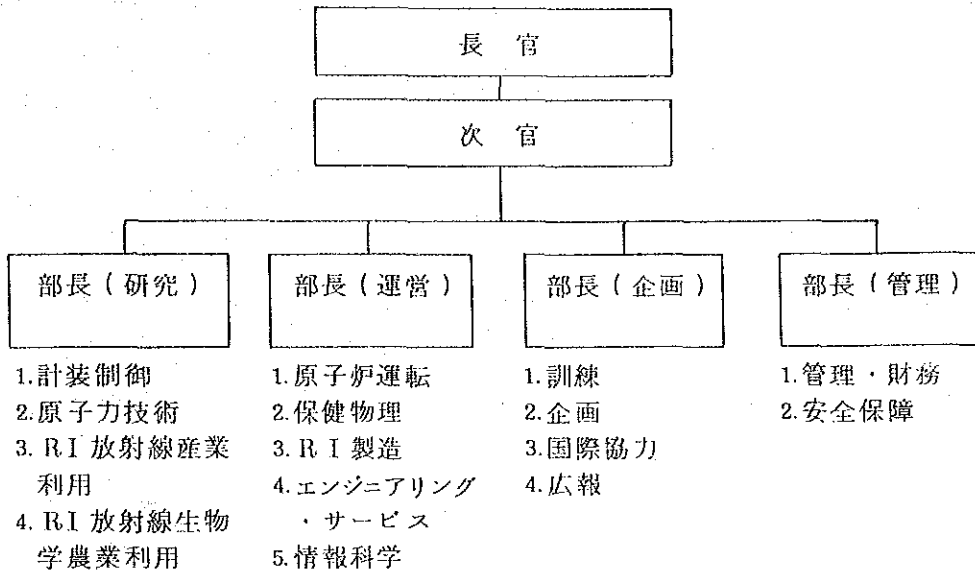


図 2：原子力庁 (UTN) 組織図



原子力庁の設立目的は、

- (1) 農業、工業、医学及び教育の様々な分野において、原子力の科学技術の応用の紹介及び促進
 - (2) 原子力及び原子力エネルギーに関する諸問題の調整
- であり、これに基づき、表1及び表2に示すような様々な研究活動とサービスを実施している。

(1) Research Activity

表 1

At present, research activities are divided into three programmes namely:

(a) Application of isotopes and radiation in biology and agriculture:

- food irradiation
- mutation breeding
- soil-plant relationship studies

(b) Nuclear Technology:

- detector fabrication
- neutron radiography
- materials technology
- nuclear fuel chemistry
- applied physics

(c) Application of Isotopes and Radiation in Industry:

- use of isotopes in hydrology and sedimentology
- use of tracer in industry
- use of isotopes in geology
- non-destructive testing (NDT)
- instrumental neutron activation analysis
- radiation processing

(2) Services

表 2

Beside the above research activities, UTN also provides services in the following fields:

(a) Radiation protection:

- waste treatment
- personnel monitoring
- calibration of nuclear instrument

(b) Analysis:

- neutron activation analysis
- tritium
- delayed neutron (to be made available)
- Nitrogen-15
- Carbon-14 (to be made available)

(c) Non-destructive testing

(d) Maintenance of nuclear instrument

(e) Irradiation service

- isotope production
- reactor utilization
- cobalt-60 irradiation

(f) Other services

- consultancy
- training course

また原子力庁における、人員配置状況は、表3の通りである。

NUCLEAR ENERGY UNIT
MANPOWER (1988)

表 3

OVERALL : 546

Division of Research Development	- Research Officer	-	80
	Technician	-	36
	Supporting of staff	-	58
			<u>174</u>
Division of Operation	- Research Officer	-	20
	Technician	-	52
	Supporting of staff	-	135
			<u>247</u>
Division of Planning	- Research Officer	-	11
	Technician	-	0
	Supporting of staff	-	15
			<u>26</u>
Division of Administration	- Management	-	3
	Supporting of staff	-	96
			<u>99</u>

7-2 プロジェクトの予算措置

第5次マレーシア計画の中で、原子力庁における放射線利用施設等のために1988-1990年の3年間に、M\$2,500万(約12.5億円)の予算措置が認められており、現在建設中のCo-60の照射施設等と合わせて、本プロジェクトに必要な電子線利用試験棟(遮蔽施設を含む)の建設が、マレーシア側の予算措置で実施される見込である。

原子力庁に対する第5次マレーシア計画の概要は表4に示すとおりである。

NUCLEAR ENERGY UNIT
PROJECTS UNDER THE FIFTH MALAYSIA PLAN (1986-1990)

表 4

1. Development of Radiation Processing Facilities (M\$13.8M)
2. Agricultural Research Facilities (M\$8M)
3. Development of additional R&D blocks (M\$2.6M)
- * 4. Development of infrastructure of PUSPATI Complex and new site
- * 5. Housing for essential staff
- * 6. Central store and training school
- * 7. Acquisition of additional equipment

* To be requested under the mid-term review.

また、原子力庁で現在実施されている研究開発プロジェクトの1988年度における予算措置を表5に示す。

R & D PROJECTS ALLOCATION FOR 1988

表 5

Project	Sector	Budget (M\$)
1. Nuclear Techniques in Plant and Soil Science Studies	A	260,000
2. Induced Mutations for Plant Improvement	A	200,000
3. Preservation of Food by Gamma Irradiation	A	250,000
4. Applications of Radiotracer Techniques and Nuclear Gauging in Industrial Sector	I	1,085,000
5. Standardization of Radiation Dose Measurement	I	180,000
6. Incineration of Low Level Radioactive and Toxic Wastes	I	306,000
7. National Research Group on Radiation Processing of Natural Rubber	I	1,429,000
8. Radioisotopes for Medical Application	M	382,000
9. Development of a Small-Angle Neutron Scattering (SANS) Instrument for Materials Studies	S	530,000
10. Study on Environmental Radiation and Radioactivity	S	50,000
11. Nuclear Reactor Operations and Utilization Technology	S	170,000
12. Planning and Policy Studies on the Nuclear Power Option for Malaysia	S	26,000
		<u>4,868,000</u>

7-3 建物・施設等計画

今回の調査団とマレーシア側の関係者との協議の中で、本プロジェクトに係る電子線の照射試験を行なう建屋（試験棟）及び遮蔽施設等の基本設計、必要な機材についてのマレーシア側との協議及び調査のため、長期調査員を派遣する方向で検討することが確認された。

7-4 カウンターパートの配置計画

マレーシア側から提出されたプロジェクト要請書（別添Ⅰ、Ⅱ）を踏まえ、本プロジェクトに対する必要な人員配置は、以下の通りである。

The manpower to be involved in the maintenance of the EBM facilities and the research activities is given below.

Project (field)	Profession	Supporting staffs
1. Operation and Maintenance of the EBM.	1 Engineer	2 Technicians
2. Surface coating	5 Research Officers	5 Laboratory Assistants
3. Sterilization of Medical Products	6 Research Officers	3 Laboratory Assistants 1 Technician

また、電子加速器の保守・管理分野を除く、2つの技術分野のカウンターパートの配置予定は以下のとおりである。

(1) 表面塗装技術分野

Name	Job Title (% involvement)	Highest Degree/Field
1. Dahlan Hj. Mohd.	R.O. (100)	M.Sc./Surface Coating
2. Mohd Hilmi Mahmood.	R.O. (100)	M.Sc./Polymer Chem.
3. Hussin Mohd Nor.	R.O. (40)	M.Sc./Chemistry.
4. Nik Ghazali Nik Salleh.	R.O. (40)	M.Sc./Chemistry.
5. Zaidon Ashaari.	study leave for M.Sc. Degree.	

Laboratory Assistants:

1. Sharifah Hanisah Syed Abdul Aziz.
2. Halimah Mohamad.
3. Zainum Said.

Temporary supporting staff: 2

(2) 医療用具の滅菌技術分野

Name	Job Title (% involvement)	Highest Degree/field
1. Norimah Yusof (Coordinator)	Senior R.O. (70)	Ph.D./Rad. Biology.
2. Wan Manshol Wan Zin.	R.O. (50)	Ph.D./Polym. Chem.
3. Mohamad Harun.	Senior R.O. (30)	M.Sc./Material Sci.
4. Noriah Md. Ali	R.O. (60)	M.Sc./Physics-Dosi.
5. Md Yusof Md Ali	Senior R.O. (30)	M.Sc./Physics-Safe.
6. Md Nor Md Yunus	Senior R.O. (30)	B.Sc./Eng.-Irrad.Pt.

Supporting staff: 4

8. プロジェクト協力の基本計画

8-1 協力の方針

協力の目的を達成するために、機材の供与、専門家の派遣、カウンターパートの研修を有機的・効率的に組み合わせて協力を実施する。機材設置場所である UTN に所属する研究者、技術者への放射線利用の基礎技術の移転を第一義的目的とするが、マレーシア側のプロジェクトとして実施される、UTN から産業界への技術移転を容易にするため、本プロジェクトへの民間技術者の参加を奨励する。

8-2 協力の範囲と内容

電子線照射による表面塗装の硬化及び電子線照射による医療用具の滅菌の基本的技術に移転するため下記の協力を行う。

(1) 機材供与

① 電子加速器・付帯設備

加速エネルギー	0.5 ~ 3.0 Mev
電流	50 mA
スキャン巾	1.2 m
ビーム方向	垂直

加速器本体の運転に必要な付帯設備を含む

② コンベアシステム

医療用具および塗装済板状材料を照射室内に連続的に搬送し、電子ビームの下を通過させたのち、照射室外に持ちだすことの出来るコンベアシステム

巾	1.2 m
搬送速度	2 m/min ~ 20 m/min

③ 塗装システム

鋼板、アスベスト・セメント平板、石こうボード等の表面に塗料を塗布し、及び塗装前に紙またはプラスチックシートをラミネートすることのできるシステム。

塗装巾	1.2 m
-----	-------

④ 試験・測定装置類

- 線量測定装置 (電子線用)
- 塗装・硬化試験装置
- 塗膜表面試験装置
- 菌数測定装置
- その他

これらの機材をUTNに設置し、試験運転を行う。

(2) 専門家派遣及び業務内容

① プロジェクトチームリーダー

プロジェクトを円滑に実施するため、総合的な運営管理業務、技術指導の現地での総括を行う。

② 業務調整

プロジェクトチームリーダーを補佐し、プロジェクトの円滑な運営に係る調整業務を行う。

③ 表面塗装の電子線硬化技術

- ・塗料の選定と硬化反応
- ・塗布技術
- ・ラミネート技術
- ・照射技術（硬化に必要な線量の決定、酸素効果等）
- ・不活性ガスシステム
- ・製品試験法
- ・基材前処理技術
- ・市場開発（経済評価、付加価値など）

④ 医療用具の電子線滅菌技術

- ・材料選定、医療用具の選定
- ・照射方法（線量分布、片面・両面照射、包装形態）
- ・殺菌率と線量の相関（必要線量の決定）
- ・菌数測定法
- ・材料の照射による劣化防止
- ・全体システムの検討
- ・市場開発（経済評価、付加価値など）

⑤ 電子加速器の運転、保守技術

⑥ 線量測定技術

⑦ 放射線防護、安全技術

(3) 研修員の受入れ

専門家派遣の項でのべた③～⑦について、現地での技術移転を補完するためにUTNの研究者・技術者を受入れ、日本の専門機関において研修を行う。

8-3 協 力 計 画

前節に記した協力内容についてのスケジュールを表6にまとめて示す。

'89～'90年に電子加速器とコンベアシステムを完成し、'91年から医療用具の滅菌を開始する。表面塗装の電子線硬化については必要施設を'91年に設置し'92年に本格的開発を開始する。

'89年は機器の製作と研修員の日本での訓練に重点をおく。

表 6

年度 (FY)	1988	'89	'90	'91	'92	'93	備考
(1) 調査 事前調査 実施協議 長期調査員	—	—					
(2) 施設建設・整備 加速器本体・付帯設備 コンベアシステム 表面塗装用施設 遮蔽・建屋		製作 発注	据付・調整 運転開始 製作・据付	製作・据付			マレインジア調整備
(3) 専門家派遣 総括及び業務調整 施設据付・調整 表面塗装 医療用具滅菌 線量測定・放射線防護 加速器の運転・保守		着工 完成	2m/m 1m/m 2m/m 4m/m	59m/m×2 1m/m 27m/m	27m/m		
(4) 人材養成(研修員受入) 表面塗装 医療用具滅菌 線量計測 加速器の運転・保守		4m/m 2m/m 2m/m	6m/m×2 ×2 ×3		4m/m 4m/m		

9. 相手国側との協議結果

本調査団と、UTN関係者との協議結果については、別添Ⅲのとおり会議議事録を作成し、確認した。

10. 協力実施にあたっての留意事項等

- (1) 本プロジェクトの対象としている技術はマレーシアにとっては先端的な技術であり、研究開発要素も含まれているので、日本側から派遣するプロジェクトチームリーダー、専門家の質、量を高くすることが重要である。またマレーシア側のマンパワーの質、量についても配慮が必要である。
- (2) 供与する機材を設置する照射室及び建屋はマレーシア側にて整備することとしているので、その工期と機器の完成時期との整合、設置に係る建屋、照射室との取り合い等の円滑化が必要である。
- (3) カウンターパートであるUTNは研究機関であるが、本プロジェクトの成果は民間に移転されるべきであることから、民間技術者の参加を求め、養成することが重要である。
- (4) プロジェクト実施途上において、技術面・研究開発面の成果、問題点、進め方について両国の専門家が定期的に十分な討議を行い、効率的かつ効果的なプロジェクト推進が重要である。そのため技術検討委員会（年2回開催）の設置を提案する。
- (5) 原研の協力に加え、本プロジェクトの技術に関連のある国内産業界の協力が必要であり、協力を得るための枠組を設置する。

11. 提 言

- (1) 電子加速器用の遮蔽施設および建屋の建設を促進するため、その基本設計に係る技術的アドバイスを行うこと及びプロジェクトの内容についても更に検討するため、長期調査員を63年中に派遣することを提案する。
- (2) 本プロジェクトは研究開発の要素を含むことから、実施途上において両国専門家による十分な討議検討が必要であり、そのため技術検討委員会の設置と年2回程度の開催を提案する。
- (3) 本プロジェクトの効果的推進のためには、技術的支援を原研が行うことは勿論であるが、当該技術の工業利用を実施している産業界の協力が不可欠であり、それらの力を結集するため、支援グループとしての国内プロジェクト推進委員会を設置することを提案する。メンバーとしては、原研、原産会議、加速器メーカー、電子線による表面処理を産業化している会社、医療用具の照射線滅菌を産業化している会社等より選定する。

I. TITLE OF PROJECT:

Utilization of radiation in agriculture and industry

II. BACKGROUND

1. The Nuclear Energy Unit (UTN) under the Prime Minister's Department is a national agency responsible in coordinating and promoting the development and advancement of nuclear science and technology in the country. This Unit was known previously as the Tun Ismail Atomic Research Centre (PUSPATI). The organisation chart of UTN is as in appendix 1.
2. The UTN is equipped with a TRIGA MARK II research reactor which has been in operation since June 1982. A 10,000 Ci cobalt-60 will also be available at the UTN by early 1985.
3. At present, research activities are divided into three programmes namely;
 - (a) Application of isotopes and radiation in biology and agriculture:
 - food irradiation
 - mutation breeding
 - soil-plant relationship studies.
 - (b) Nuclear Technology:
 - detector fabrication
 - neutron radiography
 - materials technology
 - nuclear fuel chemistry
 - applied physics
 - (c) Application of Isotopes and Radiation in Industry:
 - use of isotopes in hydrology and sedimentology
 - use of tracer in industry
 - use of isotopes in geology
 - non destructive testing (NDT)
 - instrumental neutron activation analysis
 - radiation processing.

4. Beside the above research activities, UTN also provide services in the following fields:
- (a) Radiation protection:
 - waste treatment
 - personnel monitoring
 - calibration of nuclear instrument
 - (b) Analysis:
 - neutron activation analysis
 - tritium
 - delayed neutron (to be made available)
 - Nitrogen-15
 - Carbon-14 (to be made available)
 - (c) Non-destructive testing
 - (d) Maintenance of nuclear instrument
 - (e) Irradiation service
 - isotope production
 - reactor utilization
 - cobalt-60 irradiation
 - (f) Other services
 - consultancy
 - training course
5. In order to broaden its research and service activities, UTN plans to set up a semi-pilot irradiation facilities, this includes the Cobalt-60 and Electron Beam Machine (EBM) facilities. Under the Fifth Malaysia Plan (1986 - 1990), UTN has requested from the Government the semi-pilot facility of cobalt-60 including the building and the supporting facilities and equipment while the EBM and related facilities will be requested through the 'Project-type assistance' from Japan. However, the basic research equipment related to EBM will be requested from the Government (See Appendix 2).

Table 1: Manpower for the Projects

Project	Profession	Supporting staffs
1. Operation and Maintenance of the EBM.	3 Engineers	3 Technicians
2. Wood-surface coating	5 Research Officer	5 Laboratory Assistants
3. Irradiation of grain	4 Research Officer	4 Laboratory Assistants

6. It is hope the EBM will compliment the cobalt-60 facilities in our research and development. The cobalt-60 facilities will be utilized mainly for:

- mutation breeding
- food irradiation
- vulcanization of natural rubber latex and
- sterilization of medical products

While the EBM will be utilized for:

- wood-surface coating
- irradiation of grain

PROJECT DESCRIPTION:

7. Sub-Project 1: Wood-surface coating

The research activities will concentrated on improvement of low quality wood such as rubber wood and wood product and construction based material through surface coating. (See Appendix 3).

8. Sub-Project 2: Irradiation of grain

Rice is a staple diet in the country. Up to 25% of the production is loss due to infestation by insects and microbes. Research works on disinfection of the insect and microbe on rice will be carried out. (See Appendix 4).

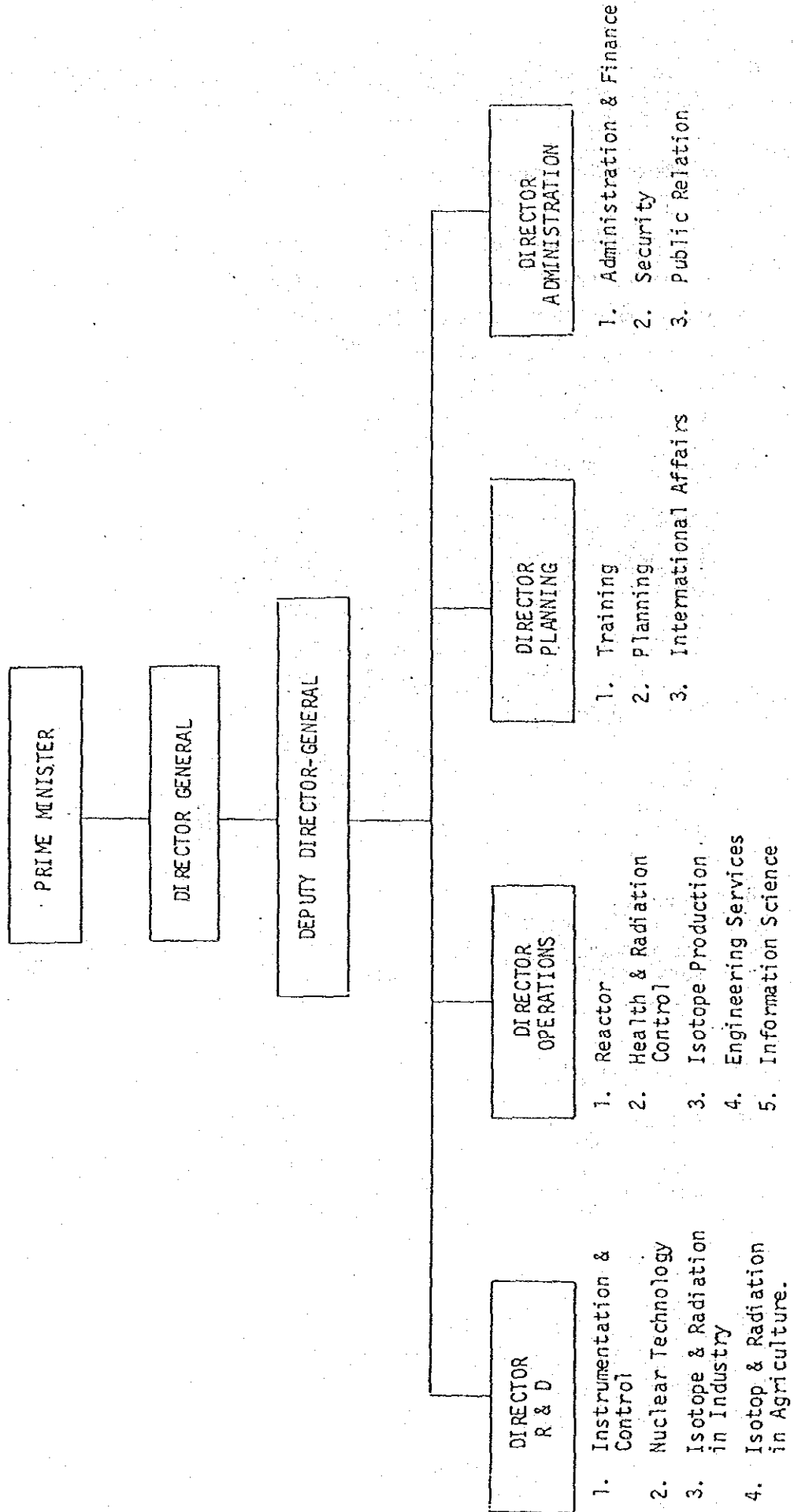
9. Manpower

The manpower to be involved in the maintenance of the EBM facilities and the above research activities is given in Table I.

III. ASSISTANCE REQUIRED

10. Assistance is requested for provision of expert services (see Appendix 5), manpower training related to the projects (see Appendix 6) and supply of Electron Beam Machine together with related machineries (see Appendix 7).

NUCLEAR ENERGY UNIT
PRIME MINISTER'S DEPARTMENT
MALAYSIA



RESEARCH EQUIPMENT FOR THE PROJECT

Item

Thermomechanical and Thermal Gravimetric Analyser
Differential Thermal Analyser
UV/visible spectrophotometer
G.C. - mass spectrometer
Gas chromatography
Thin layer chromatography system
Water distillation unit
Amino Acid Analyser-
Titration, Ultrafiltration apparatus
Ice-flake maker
Electrophoresis unit
Bench centrifuge
Mechanical shaker
Water bath - shaker
Balance
Moisture - balance and moisture meter
Kjedhl apparatus
Penetrometer, viscometer & colorimeter
Laminar flow cabinet
Aerobic incubator
Anaerobic incubator
Coolspin centrifuge
Oven/steriliser
Microscopes - compound , stereo
 - inverted
Vacuum sealer
Diff. scanning colorimeter
cutter, grinder

Thermoluminescence reader
Potentiometer, red perspex and radiochromic
dosimeters
Oscillotitrator
Furnace
Universal Testing Machine - low load
high load
Automatic Titrator
Fume cupboard
Fourier Transform Nuclear Magnetic
Resonance Spectrophotometer (Multinuclei)
High Performance Liquid Chromatograph
Gel Permeation Chromatograph
Wood grinder
Computer terminal
Electron spin resonance spectrophotometer
Elemental Analyser
Gas Liquid Chromatograph
UV Radiation Reactor

Sub-Project 1: Wood-Surface Coating

Background:

Rubberwood is in plentiful supply in Malaysia. The availability of rubberwood is also assured through the systematic replanting programmes of rubber plantation encouraged by Malaysian Government. Malaysia has 1.78 million hectares of rubber plantation in Peninsular Malaysia alone. However, the rubber tree reaches the end of its prime production in 25 years after which it is no longer economical to produce latex but interestingly, rubberwood utilisation begins then. About 3% (45,000 hectares) of rubber tree are felled each year. Based on an average estimated green wood production of about 260 cubic meters per hectare, the estimated of rubberwood is about 13.5 million cubic metres per year if branches of 10 cm diameter and above are included. However, at present only around 10% of the available usable rubber logs is extracted for timber production.

Project Description:

The wood-surface coating project would require an electron beam machine of 300 kV capacity.

The reasonable choice of EBM for the wood-surface coating would be the Transformer type EBM.

The electron beam curing of coating or EBC process is an approach by radical chain polymerisation induced by exposure to electron radiation. The accelerator equipment with voltages of 150 to 400 kV consumes a minimum amount of energy.

Free radical polymerisation requires unsaturated resins as paint binders and polymerizable liquid monomers as reactive diluents. Their cross-linking yields a high molecular weight network, the coating, without any emission of organic solvents or clearance products. Moreover, the radiochemical formation of the paint film occurs extremely fast.

It is known that atmospheric oxygen inhibit free radical polymerisation, therefore an inert gas blanket of pure nitrogen is required in the radiation chamber. The oxygen content should be less than 500 ppm.

There are several limiting factors, in one way or another would interface the execution of the project. Firstly, the cost of the inert gas blanketing is expensive. It is more expensive than the overall consumption of radiation energy. Secondly, the price of raw materials (monomer and resin) is equally expensive. However, the problem with the raw materials is more likely to be solved. There is a joint efforts being undertaken by the Heavy Industry Corporation of Malaysia, HICOM and the National Petroleum Industry, PETRONAS to introduce a Petrochemical Industry utilising the raw materials available in this country. This petroleum-based industry is expected to produce various petrochemical products such as monomers and resins, etc.

It was discussed earlier, (see Background) there was an abundant supply of wood in the country. The proposed petrochemical industry would compliment to the need arises from the wood-based industry which utilises a lot of petrochemical products mentioned above.

Benefit:

There is a great potential for wood-based industries in manufacturing for the growing export market. The following items have been identified as especially suitable for joint-venture: knock-down furniture, souvenir and handicraft items, turned wooden objects, toys and sporting equipment, educational objects, prefabricated housing, rayon, pulp and paper, panels and carved doors, and other joinery items.

Besides above, products that can be manufactured include fibreboard, particle board, chipboard, mouldings, laminated parquet, round/turned objects, prefabricated timber house and a whole range of furniture and furniture component. Only modern mass production technique, manufacturing items of high quality demanded is lucrative for export market and could make this industry most profitable. In this respect the wood-surface coating technique offers a fascinating properties to the semi-finished and finished products. It provides a beautiful surface and resistant to moisture and fungal attack.

The emergence of rubberwood is another eminently suitable material for furniture manufacturing to replace the traditional furniture timbers which becoming increasing ^{scarce} scarce. Its suitability has been demonstrated.

Sub-Project 2: Irradiation of Grain

1. BACKGROUND:

Agriculture sector is the backbone of Malaysian Economy. In 1982, agriculture constitute 35% of export earning and employed 40% of the Malaysian total workforce. In 1979/1980 the area planted under rice were estimated to be 530,000 Ha.

The objective of National rice policy are to attain 80-85% self-sufficiency in rice and to provide adequate stock of rice in time of emergency such as severence of supply from overseas.

In order to achieve these objectives various measures have been taken and the expected increase in rice production will inevitably demand better method of handling and storage.

2. PROJECT DESCRIPTION:

Researches in many countries have shown that processing of rice with ionising energy between 0.3-1.0 kGy are sufficient to arrest germination in paddy; and control insect infestation and infection by molds and bacteria during long term storage.

In 1980, FAO/IAEA/WHO recommended that food irradiated at less than 10 kGy are wholesome i.e safe for human and animal consumption.

The project of utilising ionising energy for disinfestation processing of rice is on-going National Project Coordinated by UTN.

The project is conducted since 1982 in collaboration with various institutions in Malaysia: Malaysian Agriculture Research Institute (MARDI), Agriculture University (UPM), National University (UKM) and Malaysian Rice Marketing Board (LPN). By 1986, it is expected that the results of the project can be evaluated for transforming the research scale into pilot scale technology and eventually to commercial application.

The ionising treatment of the rice was carried out using gamma-cell 220 of activity 10,000 Ci at the UKM. UKM is the only public institution having such facility and its ability to handle large scale project in food treatment is very limited. A larger and more efficient facility such as EBM for treatment of larger quantities of grains is required to collect data for the purpose of technology transfer into industry.

Electron Beam will be economically desirable as an industrial process for grain treatment because of high processing speed and high utilization efficiency of radiation. The irradiation of grain is more efficient because of fluid-like flow of the grain during treatment compared to other group of foods. Continuous flow irradiation system can be more easily design for electron radiation processing them for gamma-rays.

Therefore, the EBM that will be acquired will make useful and important contribution toward the successful execution of the project.

3. BENEFIT AND JUSTIFICATION:

In order to achieve the objective of National Rice Policy, government have taken various steps such as double cropping, improvement of drainage and irrigation facilities, encouraging the use of high yielding and resistant varieties and the intensive use of modern technology such as mechanisation.

The other important function of government is to ensure adequate rice stock for population especially in the time of emergency. Further, Malaysia as a partner in ASEAN has agreed to establish the ASEAN FOOD SECURITY for common use by ASEAN nations.

The substantial increase in annual rice production to meet the National policy create enormous logistic and technical problems especially in term of storage facilities. Existing storage facilities have to be rehabilitated and new ones have to be built in order to meet the demand for storage of excess and off-season production. The problems become even severe due to unfavourable climatic condition of Malaysia. Average temperature of 34°C and RH 50-80% throughout the year are conducive to the attack by molds, insect and rodents. This is especially notable for rice stored in sacks for longer than 6 months. It has been quoted 5-100% of rice losses occurred during storage in commercial sector.

Many methods have been employed which include fumigation, heating and drying but ineffective to reduce the rice losses. With the prospect of project-type assistance, UTN and relevant authorities would be able to venture with utilization of ionising energy to provide alternative for reducing post-harvest losses of rice.

Expertise

Related to equipment

- (i) Design engineer 1 man-month

The expert is required to help in drawing the conceptual design and detail requirements of the would be facility.

- (ii) Experts for installation, testing and commissioning. 6 man-months

Related to Projects

Wood-surface coating

- (i) The expert will be required to assist researcher in the field of wood-surface coating using local soft wood and suitable monomers. 12 man-months

- (ii) The expert is required to help local scientist in technology transfer programme. 12 man-months

Irradiation of Grain

- (i) The expert is required to assist the researchers on the possibility of utilizing Electron Beam Machine (EBM) for irradiation of grain especially for rice. 12 man-months

- (ii) The expert will be required for technology transfer programme. 12 man-months

Appendix 6

Training

Related to Equipment

Electrical	1 person	2 man-months
Electronic	1 person	2 man-months
Mechanical	1 person	2 man-months

Related to Projects

Wood-surface coating	3 persons	18 man-months
Irradiation of grain	3 persons	12 man-months

A. Equipment

(i) Electron Irradiation System Transformer

- rectified type scanning electron accelerator.
- energy 0.5 - 1.5 MeV.
- power 30 - 45 kw.

(ii) Radiation shielding

Radiation leakage around the whole system kept below 0.5 mrem/hr (at the distance 10 cm apart from the entrance and exit slit).

(iii) Irradiation Atmosphere Control System

Oxygen concentration in the irradiation chamber kept below 5000 ppm Controlled by inert gas.

(iv) Conveyor system.

(v) Accessories

Blowers for primary and secondary window cooling, ozone and inert gas exhaust.

(vi) Service Tools and Spare Parts.

1. Radiation Curing of Surface Coatings

Objectives:

1. To carry out research works on the chemistry of surface coatings and related fields.
2. To establish facilities for radiation curing of surface coatings. With the availability of the facilities and relevant expertise at UTN, the centre therefore could play a leading role in introduction, promotion, and development of this technology in Malaysia.

Background and Justifications:

Radiation curing of surface coatings has been in use in Malaysia for quite some time. A number of industries are using ultraviolet technique for coating and curing purposes such as in printing, wood, electronic, and plastic industries.

With the electron beam, the variety and type of products that can be processed are broader. For example the electron beam can cure without difficulties, pigmented and thick coatings.

Apart from coating of wood-based substrates, this technique proves to be as popular in;

1. Products made from plastics. For examples; vehicle components, electrical components, and plastic films.
2. Metal coating. For examples; coloured steels, cans and metallized paper.
3. Substrates made from cement, gypsum and ceramics. For examples; roof tiles, decorative tiles, slate boards, room partitions, ceiling boards, thin finishings and ceramics.
4. Adhesive related works. For examples; plastic packagings and laminating films.
5. Paper coatings.

Table 1 indicates various types of wood processing industry and their number available in Malaysia.

Table 1: Production Unit of wood-based industries in Malaysia

Mill Type	Number
Sawmill	911
Plywood/Veneermill	54
Blockboard mill	12
Laminated products factory	6
Moulding factory	161
Woodchip mill	4
Chipboard/particleboard plant	3
Moulded particleboard plant	1
Wood-wool cement plant	1
Parquet flooring factory	17
Furniture factory and workshop	>2,000
Pre-fabricated house manufacturer	7

Tables 2 to 8 illustrate the production volumes of various types of industries, including their import and export values, deemed to have potential in applying the radiation coating and curing technique.

Table 2: Export of Timber Products from Malaysia

	Volume ('000 m ³)		Value (\$'000)	
	1985	1984	1985	1984
<u>1. Export of Timber Products from Penin. Malaysia</u>				
Sawntimber	1,615	1,832	578,753	647,393
Plywood	292.3	325.2	152,380	172,090
Blockwood	34.1	31.6	16,464	15,222
Veneer	33.3	43.5	14,529	18,674
Moulding	184.5	201.7	190,904	209,138
Logs	19.2	58.6	1,802	5,383
Total*	2,200.9	2,492.6	962,639	1,067,900
<u>2. Export of Major Timber Products by Sabah</u>				
Sawlogs	8,266	7,032	1,376,436	1,582,000
Sawntimber	983	854	371,974	319,259
Plywood	24.8	31.3	13,963	20,062
Veneer**(m ²)	76,350	98,905	50,962	60,076
Total	9,274**	7,917**	1,813,335	1,927,397
<u>3. Export of Major Timber Products by Sarawak</u>				
Sawlogs	11,486	8,981	1,403,411	1,227,118
Sawntimber	141.4	130.3	58,745	67,789
Plywood Plain***	12.6	2.9	9,976	16,692
Chipwood	-	-	6,077	6,692
Wooden Moulding	-	-	11,162	15,300
Wooden Dowels	-	-	25,911	48,406
Total	11,640	9,114	1,515,282	1,382,202
Grand Total	23,114.9	19,523.6	4,291,256	4,377,499

* Inclusive of chipboard and builder's carpentry.

** Volume excludes export of veneer.

*** Includes laminboard.

Table 3: Wood Products - Production and Value (Penin. Malaysia)

	Volume ('000 m ³)			Value (M\$'000)		
	1983	1984	1985	1983	1984	1985
Dressed timber	5.7	8.3	10.5	10,554	12,062	9,623
Plywood	619.7	530.1	497.0	433,414	269,545	257,675
Blockboard	63.0	41.4	34.1	34,896	21,219	19,419
Veneer	130.4	138.6	128.4	34,821	29,511	22,078
Moulding	76.5	82.4	82.6	77,722	79,860	75,888

Table 4: Production of ceramic tiles, cement roofing tiles, and asbestos cement flat sheet

Period	Ceramic tiles '000 no.	Ceramic roofing tiles '000 no.	Asbestos cement flat sheet '000 no.
1982	-	61,199	60,096
1983	-	63,655	77,630
1984	315,204	52,091	74,694
1985	269,594	27,391	85,666
1986	199,156	21,474	73,880

Table 5: Sales value of printing, publishing and allied industries

Period	Number of establishments	Sales value of own manufactured products
1982	135	\$876,840,000
1983	135	\$737,152,000
1984	132	\$818,961,000
1985	137	\$818,892,000

Table 6: Sales value of manufacture of tin cans and metal boxes

Period	Number of establishments	Sales value of own manufactured products
1982	17	\$175,884,000
1983	18	\$182,540,000
1984	18	\$198,793,000
1985	17	\$210,173,000
1986	16	\$215,899,000

Table 7: Export volume and value of various types of coated papers in 1986

Product	Quantity	Value \$ F.O.B.
Folding boxboard coated with artificial or syn. resins.	2,704.6 kg	1,472
Other paper and paperboard coated with artificial or synthetic resins.	102,186.74 m ²	323,466
Adhesive paper-backed with paper.	2,356,408.85 m ²	2,357,667
Other adhesive paper.	1,463,617.26 m ²	1,205,897
Other paper and paperboard, impregnated, coated etc.	326,457.24	926,352
Total	4,248,670 m ² *	4,814,854

* excluding quantity in kg.

Table 8: The import and export/reexport value of plastic, prepolymer, polymer and related materials

Item	Year	Import (\$'000)	Export/reexport (\$'000)
Articles made from plastic materials in the form of film incl. vehicle components, self-adhesive plastic tapes.	1984	194,162	65,597
	1985	140,404	61,167
	1986	158,023	82,344
Condensation, polycondensation and polyaddition products incl. prepolymers.	1984	150,795	1,196
	1985	95,276	718.1
	1986	-	9,363
Polymerization and copolymerization products.	1984	351,452	2,712
	1985	365,710	2,282
	1986	-	36,998

Manpower:

Name	Job Title(% involvement)	Highest Degree/Field
1. Dahlan Hj. Mohd.	R.O.(100)	M.Sc./Surface Coating
2. Mohd Hilmi Mahmood.	R.O.(100)	M.Sc./Polymer Chem.
3. Hussin Mohd Nor.	R.O.(40)	M.Sc./Chemistry
4. Nik Ghazali Nik Salleh.	R.O.(40)	M.Sc./Chemistry
5. Zaidon Ashaari.	study leave for	M.Sc. Degree.

Laboratory Assistants:

1. Sharifah Hanisah Syed Abdul Aziz.
2. Halimah Mohamad.
3. Zainun Said.

Temporary supporting staff: 2

2. Radiation Sterilization of Medical Products

Objective:

1. To carry out research in medical products sterilization using electron-beam.
2. To promote and demonstrate the utilization of electron-beam for sterilization of medical products at commercial scale.

Background and Justifications:

Radiation sterilization of medical products is one of the very early application of ionizing radiation in industrial processing. The principle of this technology, known for more than 50 years, is based upon the elimination of microorganisms which cause the deterioration of products quality, by ionizing energy.

Ionizing radiation was first successfully utilized in 1956 when the electron beam from accelerator was introduced. However, many operating facilities at present are using radioactive sources mainly Cobalt 60 for commercial processing. The increasing demand for the large scale gamma ray source due to rapid growth in medical industry and the limited supplies of the radionuclides are encouraging the development of sterilization by electron beam as an alternative to the gamma sources. Some major advantages of electron beam are its suitability for sterilizing packages in which its depth penetration has to be controlled, its high dose delivery rate may allow the optimizing of energy in a desired location hence nominal sterilization level requires a very short exposure time, its direct energy into the products allows the electron beam to be operated at high level efficiencies and the EB sterilization can be used in-line or in a continuous process for shallow penetration applications at high speed.

Malaysia is not far behind in radiation sterilization technology. A private gamma irradiation plant, Ansell in Melaka is irradiating about 83% of medical disposable products manufactured in the country. The rest are either sterilized by chemical treatment using ETO (6.3%), steam (8.7%) or radiation abroad (2%) as illustrated by Table 1.

Table 1: Production of Medical Products in 1985

Item	Production (m ³ /year)			Main * manufacturers
	Gamma **	ETO	Steam	
Surgical dressings	600			1
Catheters (folley, surgical, etc.)	650	1,130		3
Sutures	207			1
Surgical gloves	30,000			2
Scalpel blades	40			1
Endotracheal tubes		10		1
Cotton wool, absorbent gauze and bandages			2,800	3
Raw talc			400	1
Petridishes, blood bag, specimen container, plastic bag, centrifuge tube		200		>1
Medical tubings, infusion set, syringes, trans- fusion set		1,000***		>1
Total	31,497 (85%)	2,340 (6.3%)	3,200 (8.6%)	
Grand Total:	37,037 m ³			

* - only those covered by the UTN survey.

** - sterilized by Ansell (M) Sdn. Bhd. or in other countries like U.K.,
U.S., West Germany, Singapore.

*** - estimated figure.

In 1985, the production of disposable medical products was in the region of M\$300 million with medical devices comprised two third of the value as shown in Table 2.

Table 2: Production of Disposable Medical Products

Group	Production (M\$ million)		
	1983*	1984*	1985**
Medical devices	166.1	192.0	210.0
Medicinal and Pharmaceutical products	74.3	77.1	80.0
Health-care items	11.4	11.0	12.0
Total	251.8	280.1	302.0

* Dept. of Statistics.

** Estimated.

More than 50% of these locally manufactured items are meant for export which comprise about 60 - 70% of country's total export of medical products annually. Table 3 shows Malaysian trade volume in medical products. The increase in export figures indicates that our medical industry is continually expanding. 16 out of 60 companies surveyed by UTN in 1986 were exclusively dealing with disposable items namely surgical gloves, catheters and surgical dressings. The number is expected to increase to more than 20 by 1988/89. Out of these 16, 10 are considering to use radiation sterilization.

At present, neither research nor commercial sale electron-beam facilities are available in the country. Thus the availability of the proposed facilities at UTN through JICA programme would be useful to UTN scientists for R & D activities through which the development of expertise in areas related to radiation sterilization such as packaging, material selection, manufacturing hygiene, product development etc. can be carried out. The activities would be geared towards promotion and demonstration of the medical products sterilization using electron-beam.

Table 3: Malaysian Import/Export of Medical Products

Commodity	M\$ million			
	1984		1985	
	Import	Export	Import	Export
Medical Devices*				
- Cotton wool, absorbent gauze and bandages.	5.0	5.3	3.9	4.6
- Other wadding, dressing and similar articles for surgical purpose.	6.5	2.5	6.3	2.5
- Other pharmaceutical goods.	6.7	10.1	7.7	12.4
- Medical and dental instruments and apparatus.	5.9	28.6	11.3	37.5
- Other medical, surgical and veterinary instruments and appliances.	18.5	8.3	2.8	13.3
Total	42.6	54.8	32.0	70.3
Percentage of grand total (%)	14.8	67.2	9.6	73.0
Grand total including medicinal and pharmaceutical products, medical instruments and appliances.	288.6	81.5	332.5	96.3

* As coded by Depart. of Statistics.

Manpower:

Name	Job Title(% involvement)	Highest Degree/field
1. Norimah Yusof (Coordinator)	Senior Res. Off. (70)	Ph.D./Rad. Biology.
2. Wan Manshol Wan Zin.	Res. Off. (50)	Ph.D./Polym. Chem.
3. Mohamad Harun.	Senior R.O. (30)	M.Sc./Material Sci.
4. Noriah Md. Ali	Res. Off. (60)	M.Sc./Physics-Dosi.
5. Md Yusof Md Ali	Senior R.O. (30)	M.Sc./Physics-Safe.
6. Md Nor Md Yunus	Senior R.O. (30)	B.Sc./Eng.-Irrad. Pt.

Supporting staff: 4

3. Grain Irradiation

Objectives:

For disinfection and disinfection studies of grain i.e. rice, cocoa beans and pepper.

Background and Justifications:

The primary purposes of irradiation are for disinfection and disinfection of grain. The recommended dose for these purposes are up to 1 kGy for rice and 6 kGy for cocoa bean. Joint FAO/WHO/IAEA recommended food/agriculture commodities irradiated up to 10 kGy are wholesome for human consumption.

Irradiation of food products of relatively low moisture contents (MC) including rice and cocoa beans (MC ca. of 6-14%) using EBM should be more cost effective as compared to Co-60/Ce-137 by virtue of the faster dose delivery and high volume of the products involved.

Normally, γ -rays from a radioactive source have been used for bulk irradiation where a strong penetrating power is necessary, whereas the electron beam with weaker penetrating power is more useful for on-surface and thin-layer irradiation such as disinfection of insect or fungus, disinfection of grain like the irradiation of rice and spices before packaging as well as disinfection of mold on fruit surface. Furthermore, irradiation with the electron beam could deliver much higher dose rate. This very nature of the electron beam irradiation allows food items such as rice grain, spices and fruits to be irradiated in much shorter time. Spices especially black pepper has great potential to be irradiated commercially.

Manpower:

Name	Job Title(% involvement)	Highest Degree/Field
1. Mohamad Lebai Juri	Senior R.O. (50)	M.Sc(Bio.)/Food Irrad.
2. Norimah Yusof	Senior R.O. (30)	Ph.D.Rad. Biology.
3. Radziah Ariffin	R.O. (50)	M.Sc./Biology.
4. Zainum Othman	R.O. (50)	M.Sc./Biology.

Temporary Research Officers: 3

Supporting staff: 8
