

行政院原子能委員會  
委託研究計畫研究報告

原子能科技醫學農業工業等應用之資料研析

Data collection on the application of atomic energy technology in  
medicine, agriculture and industry

計畫編號：109B013

受委託機關(構)：秀傳醫療財團法人彰濱秀傳紀念醫院

計畫主持人：洪光威主任

聯絡電話：04-7073299

研究期程：中華民國 109 年 10 月 20 日至 109 年 11 月 30 日

研究經費：新臺幣 34 萬元

核研所聯絡人員：林洺秀副研究員

報告日期：109 年 11 月 27 日

## 目 錄

目 錄.....	I
中文摘要.....	1
ABSTRACT.....	2
壹、計畫緣起與目的.....	3
貳、研究方法與過程.....	7
參、主要發現與結論.....	15
一、印度.....	15
二、印尼.....	17
三、馬來西亞.....	18
四、新加坡.....	20
五、泰國.....	20
六、越南.....	23
肆、參考文獻.....	25

## 中文摘要

原子能的民生應用範圍廣泛，已涵蓋醫、農、工業等領域。本計畫設計問卷調查以及相關政府研究機構等網路蒐集，了解印度、印尼、馬來西亞、新加坡、泰國及越南六個國家的原子能科技應用在醫、農、工業、環境之資料。

## **Abstract**

Atomic energy has a wide range of livelihood applications, covering medical, agricultural, and industrial fields. This project This project designs questionnaire surveys and relevant government research institutions and other Internet collections to collect the information about the application of atomic energy technology in medicine, agriculture, industry, and the environment in six countries including India, Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand and Vietnam.

## 壹、計畫緣起與目的

原子能的民生應用範圍廣泛，除了核能發電外，並且已涵蓋醫、農、工業與環境等領域。例如使用 X 光射線於內科和牙科方面來診斷骨折和蛀牙已有超過五十年的歷史。另外也應用於癌症治療，我們經由使用仔細調整過焦點的輻射線來殺死癌細胞並可避免對鄰近的健康細胞造成太大傷害，此外可經由注射放射性同位素進入體內及應用電腦輻射偵檢造影器，來診斷無法以 X 光直接清晰透視的內臟組織。輻射亦可應用在醫學器材的消毒，例如針筒消毒，由於一般高溫的消毒會把藥膏和繃帶的品質破壞，而由於輻射本身不具高熱，因此輻射消毒滅菌，有廣泛應用之趨勢。

放射照相術在工業上的應用就如同醫師利用 X 光射線一樣地廣泛，此種技術可用於檢視金屬鑄件或焊接部位的隙及缺陷(通常這些隙縫或缺陷是很難使用其他方法偵測出來的)，亦可用於度量極微小的厚度，如金屬薄片，此片放射照相術亦可用於檢視建築物或雕像的結構缺陷。輻射尚有很多其他方面的應用，如藝術品鑑定及食物保存方面，利用輻射照射保存食物既不會降低食物原有的天然養分，並且也不會含有放射性。除此之外考古學家亦可利用碳-14 的放射衰變計算出史前時期古物的正確時間。

輻射照射在農業的應用，用於防治病蟲害，抑制發芽，殺蟲、滅菌，品種改良及延長食品保存期限等，增加農作物和食物的產量，或提高農作物的經濟價值。利用輻射照射保存食物，既不會降低食物原有的天然養分，也不會有放射性殘留。如圖 1，核研所利用輻射照射抑制鬱金香球莖，防止倒伏，可確保不受溫度影響而陡長增進觀賞價值；而亦利用輻射照射抑制大蒜發芽。



圖 1 核研所應用輻射照射於鬱金香與大蒜之試驗

又如中國水仙花之鱗莖經 5~10Gy  $\gamma$  射線照射後栽植時，花莖與葉片之生長受到抑制，可使植株矮化，不會倒伏，其花之形狀大小及芳香均不受影響，提升觀賞品質。另一利用輻射照射雄東方果實蠅致使不孕性，造成防治之效果。另外儲物經 1.5KGy 輻射照射，則可徹底防治儲物害蟲之再發生，照射之儲物項目包括禾穀類、豆類、乾果、鮮果及加工食品等。以 0.2~0.6 KGy 照射外銷菊花可有效的防治蟲害，且不傷害切花品質。又馬鈴薯與大蒜輻射照射後，可達到抑制發芽，延長貯存期限等效果。表 1 為農委會台中區農業改良場所列之輻照農業用途之使用目的與範圍。

表 1 輻照農業用途之使用目的與範圍

使用目的	使用範圍
1.抑制發芽	馬鈴薯、甘藷、洋蔥、大蒜
2.延長儲存期限	木瓜、芒果
3.防治害蟲	米、煙草、紅豆、綠豆、大豆、小麥、麵粉
4.雄不孕性	東方果實蠅、甜菜夜蛾
5.殺蟲滅菌	淡水魚(殺滅中華肝吸蟲等)、豬肉
6.檢疫照射	果蔬檢疫照射等
7.動物飼料滅菌	動物飼料等
8.品種改良	冬瓜、稻米
9.抑制生長	水仙花

環境方面，科學家使用同位素技術可以研究水資源的品質和水量。他們使用水中的天然同位素來確定水的來源、年齡、易受污染的程度，以及水資源如何在地上和地下相互移動和彼此間相互作用。也可以使用同位素技術去繪製出包括隱藏在地下的地下水庫的水資源、規模，並了解其受氣候變遷的影響。

本計畫的主要目的為：

- 1.收集的資料涵蓋新南向中印度、印尼、馬來西亞、新加坡、泰國及越南六個國家。
- 2.收集原子能科技在醫學臨床應用的統計資料，包括有放射診斷、核醫治療設備、核醫藥物等。

3.延伸收集原子能科技在該 6 個國家之農業、工業以及環境應用的資料。

4.研析該 6 個國家其原子能應用之重點發展領域。

## 貳、研究方法與過程

本計畫蒐集印度、印尼、馬來西亞、新加坡、泰國與越南等六個國家原子能醫農工環境等民生應用之資訊。因此設計有調查問卷(如下所附),透過亞太核醫生物聯盟的日本專家松田教授和畑澤順教授,盡力尋求該六國之專家填寫問卷以納入調查資料中。若無法取得問卷資料則另外利用網路蒐集各國資訊,網路資料來源包括國際原子能總署 IAEA、各研究對象國家之相關主管機關與研究機構官網與文獻資訊等。而問卷設計係參照國際原子能總署 2018 年援助亞太地區之經費項目分佈去了解各國之原子能相關經費使用重點為何、各國放射醫療、核醫醫療之設備等等現況。

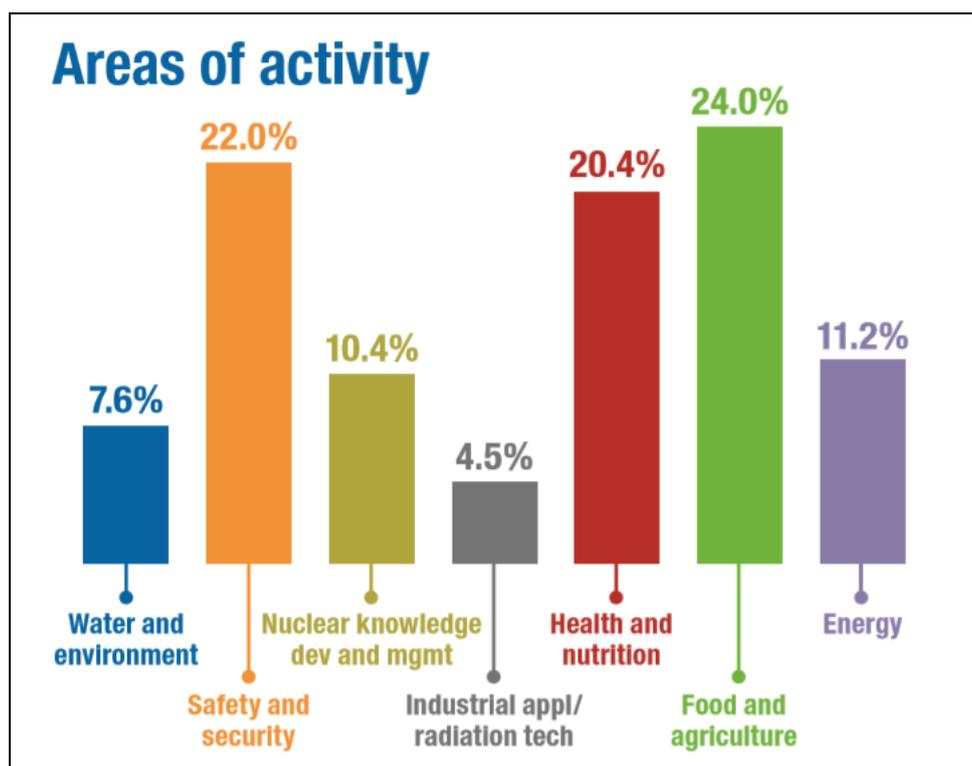


圖 2 國際原子能總署 2018 年援助亞太地區之經費項目分佈  
IAEA 在亞太地區於 2018 年援助經費支出 25.3 百萬歐元,支出分布如圖 2。其中水與環境佔 7.6%,保安佔 22.0%,核知識推

廣佔 10.4%，工業輻射技術應用佔 4.5%，健康與營養佔 20.4%，糧食與農業佔 24.0%，能源佔 11.2%。

而有關各國放射醫療之質子相關設備則參閱國際粒子放射治療合作組織 PTCOG，核醫相關設備則參閱 IAEA Nuclear Medicine DataBase (NUMDAB)。

**問卷** **The trend & current status of the applications of nuclear energy technology on medicine, agriculture, industry & environment in India, Indonesia, Malaysia, Vietnam & Singapore**

**The investigations and analyses of this questionnaire aim to understand the livelihood applications of atomic energy technology in your country and look forward feasible recommendations for following business promotion.**

**Name of your country:** \_\_\_\_\_

**Fund allocation:**

1. How much is the funding allocation for atomic energy technology in US dollars in your country? \_\_\_\_\_

What is the percentage of atomic energy technology expenditure in the overall technology expenditure? \_\_\_\_\_%

2. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on water resources and environmental protection: \_\_\_\_\_  
(US\$),

The percentage of the expenditure on water resources and environmental protection is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

3. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on safety and nuclear security: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on safety and nuclear security is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

4. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on nuclear knowledge promotion and communication: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on nuclear knowledge promotion and communication is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_  
 %

5. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on industrial applications: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on industrial applications is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

6. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on medical and health applications: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on medical and health applications is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

7. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on food and agricultural applications: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on food and agricultural applications is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

8. Among the funding for nuclear technology, how much is estimated to be spent on nuclear energy: \_\_\_\_\_ (US\$),

The percentage of the expenditure on nuclear energy is as the funding for nuclear technology? \_\_\_\_\_%

**Radiology & Nuclear Medicine:**

1. What is the number statistics of your country's nuclear medical system?

Number of hospitals (medical centers, regional hospitals...)	Total number of beds	Number of hospitals with nuclear medicine equipment	Source and year of information

2. What is the size of your country's nuclear medicine market?

<b>Drug market (US\$)</b>	<b>Equipment market (US\$)</b>	<b>Population</b>	<b>GDP per capita</b>	<b>Medical expenditure (US\$) and % per capita</b>	<b>Radiological diagnosis (US\$)</b>	<b>radiopharmaceuticals (US\$)</b>	<b>nuclear medicine equipment (US\$)</b>	<b>Source and year of information (US\$)</b>

3. What is the statistics of the number of radiotherapy equipment in your country?

<b>Particle Therapy</b>		<b>Boron neutron capture therapy</b>	<b>Medical Linear Accelerator</b>	<b>Remote after-loading brachytherapy</b>	<b>Tomotherapy/Halcyon</b>	<b>MRI LINAC</b>	<b>Cyber Knife</b>	<b>Gamma Knife</b>	<b>Co-60 Teletherapy</b>
proton	heavy charged particle								

4. What is the statistics of the number of nuclear medicine equipment in your country?

<b>Nuclear Medicine Specialist</b>	<b>PET Center</b>	<b>SPECT/CT, SPECT</b>	<b>Cyclotron</b>	<b>Source and year of information</b>

5. What is the average growth trend of the radiological diagnosis market in your country in the past five years since 2015? \_\_\_\_%; What

is the annual growth rate since 2015? \_\_\_\_\_.

6. What is the average growth trend of the Nuclear medicine market in your country in the past five years since 2015? \_\_\_\_\_%; What is the annual growth rate since 2015? \_\_\_\_\_.

7. What is the average growth trend of the Nuclear Medicine Equipment Market in your country in the past five years since 2015? \_\_\_\_\_%; What is the annual growth rate since 2015? \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_.

**Agricultural applications:**

1. What is the status of the application of radiation technology in agriculture in your country?

Agricultural output (US\$)	Agriculture accounts for% of the overall technology	Number of agricultural research and development institutions	Output value of atomic energy technology in agriculture (US\$)	Application of atomic energy technology in agriculture (quantity or amount)				Source and year of information
				Extending the shelf period of products	Sterile insect technique/ insect pest control	quarantine	variety improvement	

2. Please provide representative cases regarding the use of atomic energy technology in agriculture in your country.

\_\_\_\_\_

**Industry applications:**

1. What is the status of the application of radiation technology in industrial applications in your country?

industrial output (US\$)	Industry accounts for% of the overall technology	Number of businesses that apply atomic energy technology in industry	Output value of atomic energy technology in industry	Application of atomic energy technology in industry (quantity or amount)				Source and year of information
				Non-destructive testing	Elemental composition analysis	Material quality improvement	Medical material sterilization	

2. Please provide representative cases regarding the use of atomic energy technology in industry in your country.

---

**Environmental protection**

1. What is the status of the application of radiation technology in environmental protection in your country?

Number of businesses that apply atomic energy technology in environmental protection	Output value of atomic energy technology in environmental protection	Application of atomic energy technology in environmental protection (quantity or amount)				Source and year of information
		Water resources	Soil and Water Conservation	pollution remediation	Environmental inspection	

2. Please provide representative cases regarding the use of atomic energy technology in environmental protection in your country.

---

**Finally, please provide your kind suggestions regarding collaborations of the atomic energy technology between your country and Taiwan:**

1. Possible institute of collaboration: \_\_\_\_\_
2. Possible channels of collaboration: \_\_\_\_\_
3. Possible strategies of collaboration: \_\_\_\_\_

## 參、主要發現與結論

### 一、印度

醫：通過COVID-19時代的創新與合作以行出更好的癌症護理，醫療保健的各個方面都受到了冠狀病毒大流行的影響，癌症護理也不例外。但它也是提供了快速創新和建立新夥伴關係的機會，2020年10月柏林世界衛生高峰會中，國際原子能機構表示“由於最近的技術進步，放射療法比以往任何時候都更加精確和有效，副作用更少，曝露時間也更少。”而世衛組織的戰略目標是為90%的子宮頸癌婦女提供優質的治療和護理，IAEA合作夥伴的多元化聯盟支持各國在這一議題上的進展與合作動員。印度塔塔紀念中心（Tata Memorial Center）放射腫瘤學教授Supriya Chopra表示近距離放射療法之體內部放射治療是浸潤性宮頸癌婦女唯一可用的治療方法，近距離放射療法是一種內部放射療法，可從人體內部發出輻射—放射源靠近或位於腫瘤內部以破壞癌細胞，同時保留健康的周圍組織。

國際原子能機構2017年3月起擴大與印度的合作，利用印度的新訓練設施的全球中心核能夥伴計畫（Global Centre for Nuclear Energy Partnership, GCNEP）提供培訓機會。在國際原子能機構的協助下，印度還可以向其他國家的專家提供其他研究設施的使用。例如在癌症護理和控制領域，印度已向亞洲和非洲的幾個國家捐贈了Bhabhatron radiotherapy machines放射治療機，並希望與國際原子能機構密切合作，在這些受益國家建立相關的專家人力資源。而印度已建立由100多個癌症護理中心組成的全國性網絡，其中亦配置有高級專家。在國際原子能機構的支持下，印度將擴展該網絡並將其轉換為區域或全球網絡，以便與其他國家的癌症

護理專業知識交流。

**農：**由於核相關分子技術的進步，現在可以準確地選擇和繁殖動物。IAEA 2019年提供了常規的動物鑑定和DNA檢測服務，透過孿生育種計畫幫助印度南部小農戶改善其本地羊群，提高其繁殖力（每胎出生的羔羊數量），從而提高羊肉產量。

**工：**IAEA於2018年10月於印度舉辦第27屆IAEA核融合能源研討會（FEC 2018），透過一系列核融合能源會議，促進了核融合研究與開發方面的科學技術成果交流。在國際熱核實驗反應器ITER組織和歐洲原子能共同體（Euratom）等國際組織的參與下，以及40多個國家和幾個研究機構的合作，為關鍵物理和技術問題以及與使用核融合作為能源直接相關的創新概念提供一個討論論壇。展示核融合電廠的技術可行性以及這種能源生產方法的經濟可行性，核融合現在面臨的新挑戰、解決這些挑戰的方式，以及決定當前和未來幾十年的研究方向。

**環境：**同位素和輻射技術的應用尚包括水資源開發和管理，印度同位素水文學實驗室利用同位素技術在北阿坎德邦的高歌地區振興乾燥的溫泉，使約5000村民一年四季得到24小時的水源供應。也在Amaravati區Anjangaon村追蹤地下水保護區，在確定的區域成功鑽探（深度為60m）得到產量約為30,000 L/h並且是常年供應的優質水，可供應給5-6個村莊以供飲用和灌溉。在Madurai附近、Nalgonda區及蘭契市區等地區則利用同位素水文學技術進行地下水調查及地下水補給。

## 二、印尼

**醫：**在2020年5月IAEA捐助印尼RT-PCR（即時-逆轉錄-聚合酶鏈反應）的病毒檢測設備，以用於懷疑受Covid-19感染患者的擦拭檢體做檢測，可預防或降低該疾病的傳播。該設備除了Covid-19檢測，尚有中東呼吸綜合徵冠狀病毒（Mers）、寨卡病毒、埃博拉病毒等檢測。印尼BATAN是獲得類似儀器援助的50多個國家之一；除了RT-PCR設備外，IAEA還提供印尼實驗室工作人員的個人防護設備等其他援助。

**農：**大豆產品是印尼的主食，也是大多數人口的重要蛋白質來源。印尼每年消費超過200萬噸大豆，但國內僅生產約80萬噸，故印尼需依賴大豆進口。IAEA協助印尼政府透過核技術開發的新大豆。政府2018年由BATAN同位素與輻射應用中心，啟動了振興全國大豆產業的計畫，四管齊下的計畫包括土地優化利用，改良生產品種，病蟲害防治和耕種方法。使用由BATAN並與IAEA、聯合國糧食及農業組織（FAO）合作開發的新大豆品種，在過去的三十年中，BATAN通過植物突變育種開發了12個大豆品種。

**工：**設置和維護研究反應器是一個複雜的過程-從選址、設計到核燃料的調試、反應器運轉和維護，在此過程的每個步驟中，各國都可以要求IAEA提供同儕評審服務，以協助它們加強核安全與維持研究反應器的性能，確保有效和可持續地使用。IAEA於2019年在印尼進行OMARR（Operational and Maintenance Assessment for Research Reactors）同儕評審任務，幫助整個設施在其生命週期內實現所有財務和人力資源的最佳利用，提供有關燃料與功率轉換相關運轉和維護、品質保證、管理系統等改善建議。預期結果包括更有效的長期運營，更好的性能，改善的安全和安

全文化以及優化的人力和財力資源利用。

**環境：**輻射監測方面，印尼表示，近年來放射性物質使用量迅速增長，因此有必要監測放射性物質的流量。BATAN規劃及執行2020年至2024年開發國家輻射監測系統SPRKK，針對每種放射性物質及流量進行控制，而印尼所有的放射性物質及各監視結果必須定期報告給監督主管機構BAPETEN。SPRKK其跨單位間協調合作，執行環境中或與公共安全相關的戰略位置處，如港口等設置監測系統以監視其輻射曝露值。目前在Belawan，Bitung，Batam，望加錫，泗水和雅加達的港口安裝門框檢測器，一個港口安裝6-7個監視器，以確保跨國界的貿易都是安全的。而藉著該輻射監測系統，萬一發生輻射源外洩等各種非預期事情，該監測系統可以提供預防或早期警報的功能。

### 三、馬來西亞

馬來西亞一年平均約花費13百萬美元在原子能科技之研發與應用上，其中水資源及環境保護方面經費佔原子能科技技術經費的百分比是15.4%、核安保全方面經費佔原子能科技技術經費的百分比7.7%、核知識推廣與溝通方面佔3.8%、工業應用方面經費佔38.5%、醫療及衛生應用方面經費佔15.4%、農業應用方面經費佔15.4%、核能發電相關研發方面經費佔3.8%。

**醫：**馬來西亞擁有144間公立醫院、240家私立醫院，共42,300個公立醫院病床數、16,000個公立醫院病床數；具核子醫學設備的醫院數6間，有41床政府核准之隔離核醫設施用床。核醫市場方面，藥品市場約10億美元，設備市場出口約103億美元、進口約103億美元。該國有超過70位以上的核醫專科醫師，核醫設備分類的

數目統計如下，PET Center數目：政府部門（衛生部）為2、公共學術研究中心為3、私立醫院約11；SPECT/CT, SPECT數目：政府部門（衛生部）為6，其中包含9台伽瑪相機、5台SPECT / CT、2台PET / CT；Cyclotron數目：計有3台，政府部門（衛生部）為2、私立醫院為1。

**農：**米是馬來西亞的主食，年人均消費量在80公斤以上。它也是約30萬農民的收入來源。因此，由乾旱或其他天氣變遷現象引起的水稻減產可能對該國的糧食安全和農民生計產生深遠影響，開發更適合氣候變化的新水稻品種有助於減輕這種情況的可能性。IAEA和聯合國糧食及農業組織（糧農組織）已經幫助馬來西亞核工業發展了許多改良的作物品種，包括該水稻品種，這些品種更能耐受氣候變化。

**工：**國際原子能總署協助馬來西亞開發非破壞檢測技術和認證系統，馬來西亞的煉油廠，天然氣廠、製造工廠等設施的安全，如油管，鍋爐，壓力容器，飛機零部件和船舶，特別是接頭和焊縫等都使用非破壞檢測，以確保產品的品質及完整性。除此之外，還開發了各種儀器和檢測系統，例如量測密度、濕度、厚度、腐蝕以及材料界面等。

**環境：**在馬來西亞，已經展開與大氣和陸地環境有關的各種研究，包括調查大氣和陸地環境樣品中所含放射性核種、有毒微量元素以及有機污染物的濃度分析。利用各種分析技術來獲取大量數據，這些數據將提供有關大氣和陸地環境中污染物來源的分佈和識別的信息。未來的研究將包括這些污染物在大氣和陸地環境中的擴散模型。監測空氣微粒（PM10和PM2.5）中的放射性和非放射性

元素、監測雨水中的放射性和非放射性元素、以及放射性核種/空氣污染的遠程/跨界運輸建模。

#### 四、新加坡

新加坡被譽為東南亞金融中心，新加坡由於國家小，因此無核能發電規劃，採用天然氣發電。新加坡核技術應用主要在生醫/核醫領域上，生醫研究委員會隸屬於科學技術研究發展局The Agency for Science, Technology and Research (A\*STAR)。A\*STAR在四個關鍵領域制定了研發策略，以應對國家的挑戰；此四個關鍵領域：“城市與綠色”，“人工智慧的分析和信息”，“健康與醫療技術”以及“農業技術和水產養殖”。

新加坡的醫療、工業和科學研究方面，普遍使用X射線和加馬射線等游離輻射及放射性同位素，在高等院校亦使用輻射和放射性同位素進行相關科學的應用研究。領域包括核子醫學，放射診斷和放射治療以及醫材等物質的輻射滅菌；輻射還用於工業非破壞檢測等。而在放射醫療設備方面，依據PTCOG(Particle Therapy Co-Operative Group, 國際粒子放射治療合作組織)的資訊顯示，新加坡現已經在建置質子治療機，預計今年可以啟用。而亦規劃建置第二台質子治療機中，預計2021年可以啟用。

#### 五、泰國

**醫：**放射性同位素主要用於診斷疾病、醫療產品開發、以及經輻射過程開發化妝品。國家核技術研究所提供醫學和公共衛生研究中放射性同位素的生產服務，使用原子反應器生產放射性同位素，並使用放射性標記化合物進行診斷治療。其中所生產用於醫學的放射性同位素的化合物如碘-131化合物、Tc99m化合物、

Sm-153化合物和磷-32化合物。醫院和機構透過放射性同位素輻射來診斷和治療疾病，包括各種放射療法。

### 研究草藥功效以防止輻射對 DNA 所產生之影響

研究員：  
KANOKPORN BOONSIRICHAI (核能研究科主管)  
PREEYANUT AODPHONG (核能科學家)

#### 研究草藥功效以防止輻射對 DNA 所產生之影響

電離輻射類可能對 DNA 產生直接或間接影響，透過引誘而導致 DNA 鏈斷裂，以及通過引誘而產生自由基，同樣有可能會破壞 DNA 結構。許多泰國草藥具有抗氧化特性，因此，研究草藥功效利用其來降低輻射對 DNA 損害是另一種知識發展空間。

用途及益處：為研究草藥功效以防止輻射對 DNA 所產生之影響，目前此屬試管測試研究階段，待進一步研究。

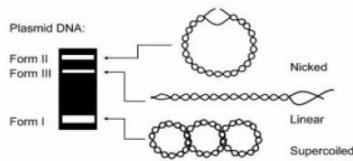


Fig.1 Plasmid conformations

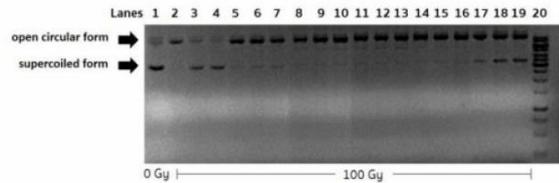


Fig.2 Effects of varying concentrations of medicinal plant extracts on gamma-radiation-induced strand breaks of plasmid pET-15b DNA at 100 Gy.



泰國核能技術研究所 (TINT)  
公共組織

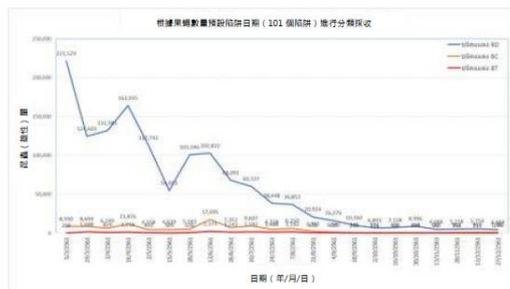
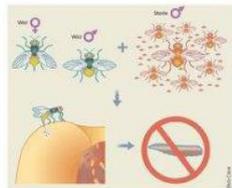
農：檢查國人食品的輻射含量結果、分析微生物污染、食品添加劑和微量元素。也應用在果蠅殺菌、開發大米、花卉與辣椒新品種。

### 利用不孕昆蟲技術防治果蠅之研究工作

#### 控制巴吞他尼府地區中經濟果樹的果蠅

整合巴吞他尼府農業局與農舍地區農業局，並於 2018 年期間利用不孕昆蟲技術來防治農舍地區的果蠅，總面積約 172,000 萊，該地區為巴吞他尼府種植水果的重要地區，例如：香蕉、芭蕉、橘子、芭樂和芒果等。

用途及收益：成功減少該地區果蠅數量 97.64%，使芭蕉、橘子、芭樂和芒果等水果危害減少 30% 以上，為該地區農民帶來至少超過 5600 萬泰銖之額外收入。



泰國核能技術研究所 (TINT)  
公共組織

工：進行生物柴油催化劑的研究，以及輻射聚合材料、生物

塑料之調查。例如蒸餾塔的分析基於可穿過蒸餾塔內部介質的伽瑪射線的特性，輻射的強度取決於介質的密度，核技術的應用石油和石化工業為了檢測蒸餾塔中的結構異常和蒸餾塔內的生產條件，從而導致對生產蒸餾的需求，無論是質量還是數量，通過這種核技術進行分析都可以知道結果。立即並繼續進行，而無需停止生產過程分析結果如果可以計劃在蒸餾塔內發現任何結構異常，以便提前購買損壞的設備，以幫助減少維護時間和生產條件它可以調節生產要素，減少原材料損失，從而降低生產成本。

用核技術提供元素分析，如使用X射線熒光（XRF），中子活化分析（NAA）以確定各種類型樣品中元素的類型和數量。

**環境：**採用穩定同位素技術分析地下水雨水，例如測量環境中的氬氣濃度值。

## 六、越南

**醫：**早期發現是減少傳染病傳播和預防疾病暴發的關鍵。核技術在控制傳染病中可是調查和預防人畜共患疾病暴發的可靠工具。當前，超過60%的人類傳染病源於動物。科學家發現，動物中超過75%的新疾病會傳染給人類。每年，約有26億人患有人畜共患疾病，近300萬人死於這些疾病。一些最廣為人知的人畜共患病是伊波拉病毒、嚴重急性呼吸系統綜合症（SARS）和COVID-19。RT-PCR是檢測COVID-19病毒的最準確方法。聯合國糧農組織/國際原子能機構動物健康和保護實驗室數十年來一直在幫助各國使用這種技術來檢測人畜共患病。在過去的幾十年中，國際原子能機構（IAEA）支持許多國家建立快速、準確地診斷技術，以及控制和預防疾病的能力。IAEA定期與諸如聯合國糧食及農業組織（FAO），世界衛生組織（WHO）和世界獸醫組織（OIE）等合作夥伴合作，為控制動物和人類的傳染病。

**農：**輻射殺蟲技術（SIT）是另一種核技術應用的技術，可以幫助防止、控制甚至阻止媒介傳播。當前，關於如何使用SIT控制蚊子、病媒體的研究仍在持續進行中。而一些進入動物體後失活的疫苗會激活免疫系統抵抗感染，輻射疫苗現在是疾病控制的新選擇。輻射可以中和病原體而不影響病原體的結構。

**工：**為了實現因應全球氣候變化的2030年目標，幾乎所有形式的電力供應都將需要考量碳低排放量，而這可以增加核能的利用以達到“實現我們的目標要求-利用不排放溫室氣體的能源方式，核電是解決方案之一”。越南先後與俄國及日本簽訂協議，預計要興建第一、第二核能發電廠，但因經濟增長速度趨緩，且受福島核子事故的影響，至今尚未完成核能電廠建置。

核技術應用在工業上如檢查生產製程中各組件的錯誤，越南指出每天使用的電氣設備或電子產品，皆由數十至數千個電路板組件組裝而成。這些組件其中任一結構或電路中的缺陷將導致最終設備的功能發生故障，因此必須對設備進行檢查。組件故障檢查設備的一般原理為放射照相成像，亦即從X射線管發射X射線，穿過此產品後，被位於產品側的X射線偵檢器所接收並將其轉換為顯示在螢幕上的X射線圖像。X射線圖像顯示受測產品的材料密度，可協助人員輕鬆識別缺陷。

**環境：**在越南，透過可靠的核分析技術可追蹤環境及食品，例如對食品進行追溯和認證，以確保其來源是食品安全的重要方法。廣泛用於可追溯性資訊的方法是比較輕元素同位素對（例如  $^2\text{H} / ^1\text{H}$ ， $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ ， $^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$ ， $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$ ， $^{34}\text{S} / ^{32}\text{S}$ ）進行檢索和認證其生產來源。

## 肆、參考文獻

1. 輻射的應用，核能天地 1992 年 9 月號，  
[https://www.aec.gov.tw/%E4%BE%BF%E6%B0%91%E5%B0%88%E5%8D%80/%E5%8E%9F%E5%AD%90%E8%83%BD%E7%9F%A5%E8%AD%98/%E5%8E%9F%E5%AD%90%E8%83%BD%E6%B0%91%E7%94%9F%E6%87%89%E7%94%A8/%E8%BC%BB%E5%B0%84%E7%9A%84%E6%87%89%E7%94%A8--220\\_271\\_1088\\_1100.html](https://www.aec.gov.tw/%E4%BE%BF%E6%B0%91%E5%B0%88%E5%8D%80/%E5%8E%9F%E5%AD%90%E8%83%BD%E7%9F%A5%E8%AD%98/%E5%8E%9F%E5%AD%90%E8%83%BD%E6%B0%91%E7%94%9F%E6%87%89%E7%94%A8/%E8%BC%BB%E5%B0%84%E7%9A%84%E6%87%89%E7%94%A8--220_271_1088_1100.html)。
2. 原子能民生應用，中華民國核能學會婦女委員會  
<https://sites.google.com/site/wintaiwanchns/guan-yu-he-neng/he-neng-min-sheng>。
3. 輻射照射在農業上的應用，黃勝忠，臺中區農業專訊第二十六期，  
<https://www.tdais.gov.tw/ws.php?id=1750>
4. 核科學技術應對當前和新興發展挑戰，國際原子能機構通報，2018 年 11 月。
5. IAEA Technical Cooperation in Asia and the Pacific, IAEA, 2019.
6. 印度原子能部 Department of Atomic Energy,  
<http://www.dae.gov.in/>
7. 印尼國家核能局 National Nuclear Energy Agency Of Indonesia (BATAN) <http://www.batan.go.id/index.php/id/>
8. 馬來西亞核能局 Malaysian Nuclear Agency,  
<http://www.nuclearmalaysia.gov.my/new/index.php>
9. 馬來西亞南南協會  
<https://www.massa.net.my/agensi-nuklear-malaysia-nuklear-malaysia/>
10. 越南原子能局 Vietnam Atomic Energy Agency, <http://vaea.gov.vn/>

11. 粒子放射治療合作組織 Particle Therapy Co-Operative Group,  
<https://ptcog.ch/>
12. IAEA NUclear Medicine DAtaBase, <https://nucmedicine.iaea.org/home>