

國家中子與質子科學應用研究：70 MeV 中型迴旋加速器建置計畫(112-115 年度)

選擇方案及替代方案之成本效益分析報告

(一) 依據

依據預算法第 34 條：「重要公共工程建設及重大施政計畫，應先行製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，並提供財源籌措及資金運用之說明，始得編列概算及預算案，並送立法院備查」辦理。

(二) 計畫背景說明

依據蔡總統於(109)年 5 月 20 日就職演說時提出以 5+2 產業創新的既有基礎，打造「六大核心戰略產業」，使台灣成為未來全球經濟發展的關鍵力量。六大核心戰略產業中，包括「臺灣精準健康戰略產業」、「國防及戰略產業」、「民生及戰備產業」等三大產業，與原子能的應用息息相關。另行政院蘇院長於 109 年 8 月 27 日行政院科技會報「生醫產業創新推動方案成果」中指示：相關部會在「5+2 產業創新」基礎下，以「精準健康」為主軸，讓臺灣成為國際生醫創新研發樞紐，其中核醫藥物之生醫創新研發為「精準健康」的發展重點；此外，行政院 109 年 2 月 10 日政策指示：「積極推動我國太空科技發展」為未來台灣太空科技永續發展奠定良好基礎；並於 110 年 2 月 18 日第 3739 次院會提出「太空發展法草案」，為我國太空產業與活動首次立法，太空科技發展的重要性不言可喻；其中太空元件開發的抗輻射檢測技術，為我國太空科技自主關鍵技術及零組件開發的成敗關鍵之一。

為符合總統及上述政府科技發展政策指示，以及參考國際現況及發展趨勢，認為我國有必要建置一座國家級質子與中子科學應用之中型迴旋加速器。有鑒於我國目前已具備能量區間在 9.6 至 18 MeV 小型

迴旋加速器 12 座、15-30 MeV 中型迴旋加速器 1 座(核能研究所)、70-230 MeV 高能質子迴旋加速器 2 座，還缺能量區間在 30-70 MeV 迴旋加速器，是我國基礎科學研發與產業應用的缺口。綜觀國際上，能量區間在 30-70 MeV 之迴旋加速器其應用極為多樣，從基礎科學到醫學、農業、工業、能源、太空、國防等領域均有相當多的應用實例，足顯見其多元性。

核能研究所擁有全國唯一一座 30 MeV 中型迴旋加速器，擁有大量的技術人才與多年的運轉經驗，對於原子能科技應用的技術研發，具有超過 50 年的累積經驗，對於建置國家 30-70 MeV 之迴旋加速器與未來的科研及運維，為國內不二選擇。本計畫規劃四年期(112~115 年)在核能研究所建置一座國家級 70 MeV 迴旋加速器，協助我國之基礎科研、生醫產業、太空及國防科技、半導體及材料產業等之發展與提供跨領域合作契機。

(三) 選擇方案及替代方案

原能會核能研究所(以下簡稱核研所)為政府科技研發之國家級實驗室，本計畫為建置我國中子與質子科學研究 70 MeV 中型迴旋加速器，其設施建置的廠址方案主要為新建廠址，地點位於同位素組加速器館(052 館)旁，替選方案為改建廠址方案，地點位於放射性化學實驗室(016 館)。新建廠址(新土木工程建造)設計監造與建造方案，並為響應節能減碳之目標及實踐綠建築政策以及基於館舍屬公共建築物，依法設置無障礙設施等。新建廠址(新土木工程建造)方案與改建廠址方案之分析及評估。

方案 考量點	新建廠址 (052 館旁空地)	改建廠址 (016 館)
放射性同位素運送之便利性	與現有加速器與核醫製藥中心距離短，可建立通道與之串聯，運送放射性同位素之便利性、搭配性與互補性佳	與現有加速器與核醫製藥中心距離長，運送放射性同位素，需跨越中科院土地，便利性、搭配性與互補性差
環評需求性	環評需求較高	環評需求較低 (但書：若改建程度過大，可能被認定為新建)
設計規劃性	依實驗目的與研究需求，可進行新整廠配置規劃與設計，規劃設計性佳	因為 016 館為既有建築，實驗室為既有隔間，限制較多，無法依實驗目的與研究需求，進行館舍配置設計，規劃設計性差
輻防評估作業時程	為新建案，可進行整廠規劃，輻防評估作業容易	需先完成館舍除役，之後必須通過輻防審核，方可進行土木工程建造作業，需時較長
館場活化	無	有
經費估算	1544,735 千元	1547,735 千元 (含拆除、除汙、整備等作業)

另可配合國內現有加速器設施，具有互補性、獨特性及經濟性。

故本計畫新建廠址(新土木工程建造)方案為最具效益之可行性方案。

(四) 成本效益分析

本計畫於建設時期，完全由行政院專案核撥專款經費支應。本計畫為建置我國中子與質子科學研究能量，極大促進國家重要科學技術與產業經濟，且所投資興建的 70 MeV 中型迴旋加速器具備相關技術人才與運維經驗，整體計畫完成之可行性極高，設備建置完成啟動使用後，預期各子項計畫可產生之效益，說明如下：

1. 迴旋加速器暨放射性同位素研製國家實驗室：經試運轉測試符合規範

與正式運轉後，即可投入鈹-201 放射性同位素產製作業，預估每年應可達 50,000~60,000 千元收入。

2. 質子照射驗證分析國家實驗室：初期服務收入有限，待太空產業趨於成熟，驗證需求增加，預計每年應可達百萬元收入。
3. 中子應用研究國家實驗室：熱中子影像及繞射分析平台初期以培養國內學界中子研究人力經驗及能力，並進一步開發相關業界應用分析技術為目的，雖然相關服務收入有限，待相關分析應用成熟後，預估每年約有百萬元收入。

(五) 財源籌措

本計畫屬於科技發展計畫，應以行政院專案申請預算支應，70 MeV 中型迴旋加速器建立，引進新穎迴旋加速器技術，充份研製與生產醫用重要放射性同位素與核醫藥物，提供國內醫院需求，同時亦可利用此設施從事中子應用，推廣在半導體業、機械工業、航天工業、醫藥產業、國土安全工業和農業等領域之應用與服務，建立專用的模擬太空輻射試驗之設施及標準度量技術，培育輻射驗證人才，解決台灣太空元件輻射驗證設施能量不足的技術缺口，進而建立我國太空產業供應鏈，促進關鍵元件自主化，完善國內太空科技研究與產業發展所需基礎設施。本計畫規劃 4 年期(112~115 年)，所需經費為 1,544,735 千元，112 年度 266,535 千元、113 年度 458,760 千元、114 年度 320,770 千元、115 年度 498,670 千元。本計畫屬「科技發展性質」的預算經費為 907,735 千元 (占 58.8%)，屬「公共建設性質」的預算經費為新台幣 637,000 千元(占 41.2%)。總經費新台幣 1,544,735 千元，其中，資本門 1,423,135 千元 (占 92%) 與經常門 121,600 千元 (占 8%)；分述如下：(1)資本門 1,423,135 千元：屬於資本門之實驗室設備設施經費 805,935 千元 (占 57%)以及屬於公共建設性質之實驗室設備設施經

費 617,200 千元 (占 43%)。(2)經常門 121,600 千元：經常門屬於科技發展性質經費 101,800 千元 (占 84%)以及屬於(公共建設性質之)工程管理性質經費 19,800 千元 (占 16%)。

(六) 資金運用

本計畫屬於科技發展計畫，應以行政院專案申請預算支應，資金運用於(一)建置迴旋加速器與放射性同位素研製國家實驗室。(二)建置質子照射驗證分析國家實驗室。(三)建置中子應用研究國家實驗室。(四)土木工程建造及(五)系統工程等。

第(一)~(三)項係以由迴旋加速器主體及其射束線延伸至放射性同位素研製(照射靶站與鉛室)、質子照射驗證分析與中子應用研究等國家實驗室，迴旋加速器與照射靶站之界面為射束線終端，迴旋加速器與中子照射設施或質子照射設施之界面亦為射束線終端。

- (一) 建置迴旋加速器與放射性同位素研製國家實驗室：完成 70 MeV 迴旋加速器之安裝、測試。完成 4 條射束線安裝與測試。完成醫用放射性同位素研究靶室 1 間。
- (二) 建置質子照射驗證分析國家實驗室：完成建置質子照射設施 1 間。完成質子束通量量化量測，並可於 10^9 至 $10^{13} \text{ p}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{cm}^{-2}$ 間調變。完成建置質子束射程(能量)評估與劑量量測系統。
- (三) 建置中子應用研究國家實驗室：；完成建立中子源，中子產率 $\geq 10^{15} \text{ n/s}$ 。完成快中子照相設施建置，鋼材檢測厚度 $\geq 5 \text{ cm}$ 。完成熱中子照相設施建置，符合 ASTM 標準。完成中子繞射設施建置，熱中子通率 $\geq 10^6 \text{ n/cm}^2\cdot\text{s}$ 。

第(四)~(五)項主要為整廠實驗室之土木工程、機電與系統工程等建造以及輻射安全評估與系統可用度提升。包括完成館舍之新建工程，包含地盤改良、下部結構(基礎)工程、上部結構(屏蔽結構)工程、建築

裝修、通風空調、儀電、機械設備、消防與公共設施等，並為響應節能減碳之目標及實踐綠建築政策，以及基於館舍屬公共建築物，依法設置無障礙設施。依據規劃與需求委由工程專案管理公司協助整體工程之營建管理，並於後續委託專業顧問公司或建築師進行設計與監造。完成館舍新建、輻射防護屏蔽、公用設施等之建置。完成輻射屏蔽分析、活化產物評估、人員劑量評估及輻防措施規劃與所界環境輻射劑量評估等，其中心建築物周邊最近道路的輻射劑量率小於 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 。

(七) 結語

本計畫由核研所負責執行，70 MeV 中型迴旋加速器建立後，可引進新穎迴旋加速器技術，充份研製與生產醫用重要放射性同位素與核醫藥物，提供國內醫院需求，同時亦可利用此設施從事中子應用，推廣在半導體業、機械工業、航天工業、醫藥產業、國土安全工業和農業等領域之應用與服務，建立專用的模擬太空輻射試驗之設施及標準度量技術，培育輻射驗證人才，解決台灣太空元件輻射驗證設施能量不足的技術缺口，進而建立我國太空產業供應鏈，促進關鍵元件自主化，完善國內太空科技研究與產業發展所需基礎設施。整體而言，70 MeV 中型迴旋加速器建立可創造穩定供應優質核醫藥物，以因應我國臨床醫療與個人化醫療需求。研發具有商業化潛力的新核種，應用於腫瘤治療與診斷，降低我國老年化社會日益增加之健康維護成本，並扶植業界進軍全球生技醫藥市場。加值我國太空科技、電子與半導體產業發展，並搶占國際市場大餅。提供國內業界發展尖端材料及組件等，開發高價值產品與進行品質驗證，提升我國產品出口競爭力。放眼未來更可支援量子材料與元件檢測、量子位元元件開發等新興科技之發展，為我國科技開拓新的應用領域。本 70 MeV 中型迴旋加速器建置案實具有不可取代性、前瞻性與創新性。