

112 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：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(1/4)

執行期間：

全程：自 112 年 01 月 01 日 至 115 年 12 月 31 日止

本期：自 112 年 01 月 01 日 至 112 年 12 月 31 日止

主管機關： 核能安全委員會

執行機關： 國家原子能科技研究院

目 錄

【112 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	i
第一部分	1-1
壹、 目標與架構	1-2
一、 總目標及其達成情形	1-2
二、 架構	1-12
三、 細部計畫與執行摘要	1-16
貳、 經費執行情形	1-24
一、 經資門經費表 (E005)	1-24
二、 經費支用說明	1-25
三、 經費實際支用與原規劃差異說明	1-25
第二部分	2-1
壹、 成果之價值與貢獻度	2-1
貳、 檢討與展望	2-6
參、 其他補充資料	2-7
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合	2-7
二、 大型科學儀器使用效益說明	2-7
三、 其他補充說明(分段上傳)	2-7

【112年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	112-2001-04-30-01					
計畫名稱	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(1/4)					
主管機關	核能安全委員會					
執行機關	國家原子能科技研究院					
計畫主持人	姓名	高○○	職稱			
	服務機關	國家原子能科技研究院				
	電話	(03)471-1400	電子郵件			
計畫類別	☒ 政策計畫 ☐ 一般計畫 ☐ 基礎研究 ☐ 前瞻計畫					
重點政策項目	☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 亞洲·矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☒ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 文化創意產業科技創新 ☐ 其他_____					
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設					
計畫群組及比重	生命科技___% 環境科技___% 數位科技___% 工程科技_100_% 人文社會___% 科技創新___% 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。					
執行期間	112 年 01 月 01 日 至 112 年 12 月 31 日					
全程期間	112 年 01 月 01 日 至 115 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)	人力(人/年)			
	112	191,959	79			
	113	226,000	80			
	114	80,100	79			
	115	394,800	78			
	合計	892,859	316			
	112 年度	經常門	經費項目	預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費			
			材料費			
			其他經常支出			
			小計	10,456	10,319	98.7
	資本門	資本門	土地建築			
			儀器設備			
			其他資本			

			支出			
			小計	181,503	181,498	99.9
			經費合計	191,959	191,817	99.9
政策依據	- PRESTSAIP-01090302000000 六大核心戰略產業推動方案：(二) 開發精準預防、診斷、治療照護系統 - PRESTSAIP-01090402030800 六大核心戰略產業推動方案：4.8 建立太空零件檢測平台及進行國產元件飛試驗證 - PRESTSAIP-01090606000000 六大核心戰略產業推動方案 (六) 提升重大產業關鍵原物料自主性 - PRESTSAIP-0105BIO0400000000 生醫產業創新推動方案 四、「推動特色重點產業」：提出「發展利基精準醫學」、「發展國際級特色診所聚落」及「推動健康福祉產業」三項特色重點產業。推動重點如下： - PRESTSAIP-0105BIO0000000000 生醫產業創新推動方案，行政院蘇院長於成果指示：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。 - EYGUID-01110000000000 行政院 111 年度施政方針，伍、教育、文化及科技之四、十二、十三項及捌、勞動、衛生福利及環境保護。 - NSTP-20210000000000 國家科學技術發展計畫(110 年至 113 年)，「打造六大核心戰略產業」、「持續推動產業創新優化轉型」、「培力新世代優質人力」、「厚實基礎研究能量，跨域整合挑戰重大議題，促成跨學科和跨領域及原子科技基礎研究間的項目融合協作」及「強化前瞻基礎建設計畫」等五大議題。 - 科技發展策略藍圖 (民國 108 年至 111 年)：第四章「科學技術研發布局」，我國科研未來布局 -- 強化基礎研究有助於厚實國家未來競爭力。第五章 小國大戰略：我國的科學技術發展的指導方針之「鞏固基礎研究」與「鼓勵科研應用」。 - 核安會 111 年度施政目標「推廣原子能科技創新，培育跨域人才」、「建立原子能關鍵技術，促進產業加值」。					
本計畫在機關施政項目之定位及功能	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。為契合總統的國家發展戰略方向、政府科技發展政策及參考國際現況及發展趨勢，彌補我國基礎科學研發與產業應用的缺口，本計畫將建置國內目前仍缺乏的能量區間介於 30~70 MeV 迴旋加速器，其應用範疇從基礎科學到醫學、農業、工業、能源、太空、國防等領域。 國家原子能科技研究院(由核能研究所改制，以下簡稱國原院)現有一座 30 MeV 中型迴旋加速器，具有多年的運轉經驗及大量的科技人才，在原子能科技應用的技術研發，累積了超過 50 年的經驗。對於新建及運維 30~70 MeV 之迴旋加速器，與未來的國家中子與質子科學應用研究發展，實為國內不二選擇。本計畫規劃四年期					

	(112~115 年)在國原院建置一座國家實驗室級 70 MeV 迴旋加速器，協助我國基礎科研、生醫產業、太空及國防科技、半導體及材料產業等發展，與提供跨領域合作契機以及預估未來二十年可帶動國內數十億至數百億產值效益。 本計畫執行將有助於提升國內重要科技與產業技術之國際競爭力，掌握關鍵研發、技術與產品的自主能力。預期可達成的效益，包括研製與生產醫用(診斷與治療)重要放射性同位素與核醫藥物，提供國人醫療需求；進行中子技術研發，推廣應用與服務於半導體業、機械工業、原子能科技、航太工業、醫藥業、農業和國防工業各領域；建立模擬太空輻射試驗之設施及標準度量專屬技術，協助台灣太空產業所需晶片供應鏈與關鍵元件自主化，強化國內太空科技研究與產業發展所需基礎設施。		
計畫摘要	計畫總目標為：(1)建置 70 MeV 迴旋加速器與放射性同位素研製實驗室，包括加速器本體(含射束線)與氣固體靶站設施原廠製作、運送以及現場安裝測試驗收與訓練；(2) 建置質子照射驗證分析實驗室，包括質子照射模擬分析平台與質子束量化分析平台建置，以及質子束(含準直器)建置與運轉測試，可量測質子束能量 30~70 MeV、通率 $10^8 \sim 10^{12}$ p/(cm²·s)；(3)建置中子應用研究實驗室，包括建立中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s 之中子源靶站、可檢測厚塊結構材料之快中子照相設施、可進行材料內部觀測及分析判定之熱中子繞射設施；(4)完成輻射安全評估與完善系統可用度提升作業，以及(5)完成土木工程建造與廠用系統設計及建置。前述第(1)~(4)項屬性為科技研發，第(5)項屬於公共建設，完成 70 MeV 迴旋加速器建置後，將有助於我國的基礎科研、生醫產業、太空及國防科技、半導體及材料產業等方面發展，並提供跨領域合作的平台。 112 年之計畫年度目標包含以下五項：(1) 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案合約簽訂；(2) 質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，監測質子束電流範圍達 1 nA~100 nA，以及射束穩定性監測系統量測範圍大於 3 cm 直徑與訊雜比大於 50 倍；(3) 1 個快中子靶站、1 個熱中子靶站 (中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s) 及熱中子繞射儀器的整體規劃及基礎設計；(4) 建立加速器本體室及各靶室之射源項及主屏蔽分析計算模型與參數，蒐集加速器廠商運轉維護資料，建立數據分析模擬基礎；(5) 委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計、完成建造工程採購發包，以及取得開工前建造執照 (占總工程之 20%)。		
計畫目標與預期關鍵成果之達成情形		原設定 (系統帶入計畫書填寫資料，不可修改)	達成情形 (系統帶入管考填寫資料，可修改)
	計畫目標 1：	預期關鍵成果 1	完成 70 MeV 迴旋加速器採購合約簽訂。 (1) 70 MeV 迴旋加速器採購案於 3 月完成

	70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案合約簽訂。 (科技發展)		規格為質子能量範圍需涵蓋 28~70 MeV，最大電流 ≥ 1 mA。	簽約，70 MeV 迴旋加速器規格符合質子能量範圍 28~70 MeV，最大電流≥ 1 mA。第一期款已於 6 月完成支付。 (2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。 (3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。
		預期關鍵成果 2	完成 70 MeV 迴旋加速器固體靶系統採購合約簽訂，規格為可承受最大質子能量 ≥ 70 MeV，可承受最大電流 ≥ 500 μ A。	(1) 70 MeV 迴旋加速器固體靶系統採購案於 3 月完成簽約，70 MeV 迴旋加速器固體靶系統規格符合可承受最大質子能量≥ 70 MeV，可承受最大電流≥ 500 μA。第一期款已於 6 月完成支付。 (2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。 (3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會

				議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。
		預期關鍵成果 3	完成 70 MeV 迴旋加速器氣體靶系統採購合約簽訂，規格為可承受最大質子能量 ≥ 30 MeV，可承受最大電流 $\geq 100 \mu\text{A}$	(1) 70 MeV 迴旋加速器氣體靶系統採購案於 3 月完成簽約，70 MeV 迴旋加速器氣體靶系統規格符合可承受最大質子能量 ≥ 30 MeV，可承受最大電流 $\geq 100 \mu\text{A}$。第一期款已於 6 月完成支付。 (2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。 (3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。

	計畫目標 2： 質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，監測質子束電流範圍達 1 nA ~100 nA，以及射束穩定性監測系統量測範圍大於 3 cm 直徑與訊雜比大於 50 倍。(科技發展)	預期關鍵成果 1	完成質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，於 30 MeV 迴旋加速器執行驗證，設備監測質子束總輸出電流範圍達 1 nA~100 nA。	於 30MeV 場域完成質子射束線出口端定位模組架設與質子電流量測模組遠端操控連線測試，實測質子電流輸出範圍 0.1~106 nA，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。
		預期關鍵成果 2	完成射束穩定性監測系統組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍至少 3 cm 直徑，訊雜比 50 倍以上。	完成射束穩定性監測系統設計組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍達 5cm 直徑，訊雜比已達 100 倍的挑戰目標。
	計畫目標 3：1 個快中子靶站、1 個熱中子靶站(中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s) 及熱中子繞射儀器的整	預期關鍵成果 1	完成 1 個快中子靶站及 1 個熱中子靶站(中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s)，及熱中子繞射儀器的整體規劃及基礎設計，完善中子實驗室細部規範。	(1)完成 1 個熱中子靶站之中子產率模擬，在 Ta 靶、質子能量 70MeV、質子電流 1 mA 等條件下，中子產率大於 $8.0E+14$ n/s。 (2)完成 1 個快中子靶站之中子產率與能譜模擬，已建立接近單能中子能譜的模擬方法。

	體規劃及基礎設計。 (科技發展)			(3)完成連續波模式及脈衝模式之熱中子繞射儀器的優劣評估，將優先採用連續波模式。 (4)進行中子實驗室附屬設施之概念設計，包括氣、水、電、天車、地板強度、消防、照明、及屏蔽門等重要項目的基本要求，以利配合後續儀器安裝及運作需求。
		預期關鍵成果 2	完成中子靶站之中子能譜與產率計算及分析，模擬及優化靶站中子效能。	(1) 完成中子靶站的模擬與優化，相關成果彙整成兩份研究報告「熱中子靶站 MCNP 程式計算模式暨概念設計報告」及「快中子靶站 MCNP 程式計算模式報告」。 (2) 分析結果顯示，飛行導管的開口尺寸愈大，中子通率愈高；在相同的中子通率條件下，於飛行導管 10 m 處，重水緩速層可以比 PE 緩速層獲得更高的熱快比；反射層部分鈹最好，其次為石墨，鉛最差。 (3) 28.5 MeV 質子與質子電流 0.4 mA 的操

				作條件下，在飛行導管 10 m 處開口尺寸 10 cm x 20 cm，40 meV 以下的熱中子通率，若要求熱快比大於 1，其值約在 $1\text{E}+05\text{ n/cm}^2/\text{s}$ ，若不要求熱快比大於 1，其值可往上增加。
	計畫目標 4：建立加速器本體室及各靶室之射源項及主屏蔽分析計算模型與參數，蒐集加速器廠商運轉維護資料，建立數據分析模擬基礎。(科技發展)	預期關鍵成果 1	建立加速器廠館各室中子能譜計算模式，完成與國際研究結果比對。	(1) 完成修正固體靶室點射源計算。 (2) 完成修改設計後之質子照射實驗室點射源計算。 (3) 完成「MCNP 點射源中子能譜計算國際案例驗證」(NARI-17371R)、「熱中子靶站局部屏蔽概念設計」(NARI-171283R)、以及「射束線轉角洩漏造成射源項之模擬計算與分析」(NARI-17297R)三份研究報告。
		預期關鍵成果 2	建立加速器廠館主屏蔽計算模式與參數，符合設施輻安需求。	完成 70MeV 迴旋加速器廠館主屏蔽劑量率計算與分析，確定輻射管制區域劃分符合本院輻射防護計畫之規定。
		預期關鍵成果 3	訪談國內迴旋加速器應用機構及代理廠商	(1) 彙整表列國內迴旋加速器清單及關鍵

			運維經驗，蒐集與研析運轉維護數據和系統設計文件，建立數據分析方法論，俾以識別重要系統及設備。	參數，訪談國內迴旋加速器運維經驗，研析失效模式與效應分析之方法論。 (2) 完成「70 MeV 迴旋加速器運轉後期可用度提升之先期研究:失效模式與效應分析」研究報告(NARI-17252R)。 (3) 考量 70MeV 迴旋加速器本身尚未建造，是以相關運轉數據無法取得，因此本計畫前兩年均以建立定性分析模型為主，預計至第三或第四年採用業界可參用之數據將其帶入前述提及之定性模型，方可識別重要系統及設備。第一年所建立之定性模型為失效模式與效應分析，可做為第二年所建立之定性故障樹模型分析之基礎。
	計畫目標 5：委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及	預期關鍵成果 1	委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計(占總工程之 10%)。	已完成新建工程設計監造採購發包、地形測量與地質鑽探，工程會原則同意基本設計報告。已完成廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計並經審查核定。

	迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計、完成建造工程採購發包，以及取得開工前建造執照 (占總工程之 20%)。(公共建設)	預期關鍵成果 2	完成建造工程採購發包(占總工程之 5%)。	已完成採購簽核作業，以公開招標最有利標決標方式執行。已辦理 2 次公告招標皆流標，目前以追加工程預算方式辦理第 3 次招標。
		預期關鍵成果 3	取得開工前建造執照 (占總工程之 5%)。	廠館細部設計已於 12 月 21 日通過特殊結構審查，依據結構外審專業意見及起造人變更修正資料，後續將配合桃園市政府建管處安排複審時間，預計於 113 年 1 月下旬取得建照。
計畫效益與重大突破	請盡量以條列方式，總字數 600 字為限，說明本計畫實際達成之效益及影響 1. 客製化規格 70MeV 加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站最終以 2,258 萬美元簽約，以美元兌台幣匯率 31 折算，較報價節省 1 億 3 千萬台幣設備費。 2. 於 30 MeV 迴旋加速器執行驗證設備監測質子束總輸出電流範圍達 0.1 nA ~100 nA，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA，並儲備質子射束線審查能力。 3. 監測儀後端可整合計量(含劑量通量等物理量)量測系統，調整射束變化的影響，作為校驗技術之立基。 4. 完成 3 種(50, 60, 70MeV)快中子靶站之中子產率與能譜模擬。 5. 建立中子產率模擬相關實驗設計與屏蔽分析之重要評估依據。 6. 完成主屏蔽輻射劑量率計算與分析，針對 70 MeV 加速器設施之建造，具體提出樓板與屏蔽牆厚度之調整建議，粗估可節省工程費用約九百萬元新台幣，並如實完成 70 MeV 申照關鍵之評估。 7. 完成快中子靶室屏蔽牆厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，以做為土建設計之重要參考依據。 8. 完成場館一樓地板厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，以做為土建設計之重要參考依據。			

	9. 完成基地調查，以利廠館基本設計與細部設計作業執行。 10. 完成廠館基本設計，並經核安會核定與工程會審議通過。 11. 已通過委託台北市技師公會辦理之特殊結構審查作業。			
遭遇困難與因應對策	如計畫遭遇困難或落後，請說明原因及因應對策；如無請填寫「無遭遇困難或落後」。 1. (1)執行困難：本期計畫因美元兌新台幣匯率與國際原物料價格大幅上漲，致使經費不足以支應鉛室建置所需相關之經費。評估 70 MeV 迴旋加速器進行 Tl-201、I-123 備援放射性同位素製程，Tl-201 固體靶鉛室最少需求 3 座，I-123 氣體靶鉛室最少需求 1 座，以及其他新同位素(鈾-225、鋨-82、銅-67)生產鉛室、機械手臂之建置等。 (2)解決策略：112 年進行 114 年計畫科技預算請增，已於 113 年 1 月 3 日獲行政院核定經費增加 2.01 億，70 MeV 迴旋加速器安裝驗收所需鉛室建置費用將由此經費支應。 2. (1)遭遇困難：因國內工程物價持續上漲及缺工情形嚴重，本計畫廠館新建工程發包已歷經 2 次流標，且皆無廠商投標。 (2)因應對策：重新檢討設計項目之預算合理性，透過市場行情分析與洽詢潛在營造廠報價，以追加工程預算至符合市場行情方式再次辦理招標，並精進招標文件內容，及持續積極洽詢優質營造廠家，以提升發包機會。			
後續精進措施	1. 質子實驗室 A1、A2 及 A4 的射束線，在經過選向磁鐵（4-way Switch）轉向後，呈現了束徑發散的情況，即質子運動的軌跡不再是理想的圓形。在初期階段，這種非正圓形的束徑僅能在出口端的附近有效應用，並且目前尚未展現出具有前瞻性應用價值的特點。 根據規劃，預計在 116 年進行質子射束線的運轉測試。透過對 A1、A2 及 A4 射束出口端實地測試的評估，旨在確認轉向結果的準確性並引入改進方案，以期望能夠拓展質子設施的應用區域並提高其處理質子束的能力。 這種非正圓形束徑的發散特性可能對質子實驗室的操作和應用產生一些限制。然而，透過詳盡的實驗評估，研究團隊將確保轉向結果的可靠性。同時，計劃引入改進方案，或許透過調整磁場配置或改進選向磁鐵的設計，以克服這一挑戰，使質子實驗室能更好地適應未來的科學研究和醫療需求，提升其科學研究和應用的效益。 2. 對於廠館新建工程經費之追加，主要措施為向行政院申請經費請增，並將視不足額度由本院自籌款支應，以利工程建造尾款支付。			
計畫連絡人	姓名	周○○	職稱	
	服務機關	國家原子能科技研究院		

	電話	(03)471-1400	電子郵 件	
--	----	--------------	----------	--

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、目標與架構

(計畫目標與架構之呈現方式應與原科技計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：(1)建置 70 MeV 迴旋加速器與放射性同位素研製實驗室，包括加速器本體(含射束線)與氣固體靶站設施原廠製作、運送以及現場安裝測試驗收與訓練；(2) 建置質子照射驗證分析實驗室，包括質子照射模擬分析平台與質子束量化分析平台建置，以及質子束(含準直器)建置與運轉測試，可量測質子束能量 30~70 MeV、通率 $10^8 \sim 10^{12}$ p/(cm²·s)；(3)建置中子應用研究實驗室，包括建立中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s 之中子源靶站、可檢測厚塊結構材料之快中子照相設施、可進行材料內部觀測及分析判定之熱中子繞射設施；(4)完成輻射安全評估與完善系統可用度提升作業，以及(5)完成土木工程建造與廠用系統設計及建置。前述第(1)~(4)項屬性為科技研發，第(5)項屬於公共建設，完成 70 MeV 迴旋加速器建置後，將有助於我國的基礎科研、生醫產業、太空及國防科技、半導體及材料產業等方面發展，並提供跨領域合作的平台。
2. 分年目標與達成情形：請填寫為達成上述計畫總目標，各年度計畫分年目標及其達成情形。

年度 ¹	分年目標 ²	達成情形 ³
112	O1 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案合約簽訂。	【O1KR1】 (1) 70 MeV 迴旋加速器採購案於 3 月完成簽約，70 MeV 迴旋加速器規格符合質子能量範圍 28 ~ 70 MeV，最大電流 ≥ 1 mA。第一期款已於 6 月完成支付。 (2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。

		(3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。 【O1KR2】 (1) 70 MeV 迴旋加速器固體靶系統採購案於 3 月完成簽約，70 MeV 迴旋加速器固體靶系統規格符合可承受最大質子能量 ≥ 70 MeV，可承受最大電流 ≥ 500 μA。第一期款已於 6 月完成支付。 (2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。 (3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。 【O1KR3】 (1) 70 MeV 迴旋加速器氣體靶系統採購案於 3 月完成簽約，70 MeV 迴旋加速器氣體靶系統規格符合可承受最大質子能量 ≥ 30 MeV，可承受最大電流 ≥ 100 μA。第一期款已於 6 月完成支付。
--	--	---

		(2) 完成 2023 年上、下半年之「70 MeV 迴旋加速器製造進度查核報告」審核。 (3) 加速器廠商 Best 公司派員到院進行會議討論 70 MeV 廠館設計細節及本院 70 MeV 運轉人員赴加拿大駐廠訓練事宜。 【O2KR1】 於 30MeV 場域完成質子射束線出口端定位模組架設與質子電流量測模組遠端操控連線測試，實測質子電流輸出範圍 0.1~106 nA，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。 【O2KR2】 完成射束穩定性監測系統設計組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍達 5cm 直徑，訊雜比已達 100 倍的挑戰目標。 【O3KR1】 (1) 完成 1 個熱中子靶站之中子產率模擬，在 Ta 靶、質子能量 70MeV、質子電流 1 mA 等條件下，中子產率大於 8.0E+14 n/s。 (2) 完成 1 個快中子靶站之中子產率與能譜模擬，已建立接近
	O2 質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，監測質子束電流範圍達 1 nA~100 nA，以及射束穩定性監測系統量測範圍大於 3 cm 直徑與訊雜比大於 50 倍。 O3 1 個快中子靶站、1 個熱中子靶站（中子產率$\geq 10^{14}$ n/s）及熱中子繞射儀器的整體規劃及基礎設計。	

		單能中子能譜的模擬方法。 (3) 完成連續波模式及脈衝模式之熱中子繞射儀器的優劣評估，將優先採用連續波模式。 (4) 進行中子實驗室附屬設施之概念設計，包括氣、水、電、天車、地板強度、消防、照明、及屏蔽門等重要項目的基本要求，以利配合後續儀器安裝及運作需求。 【O3KR2】 (1) 完成中子靶站的模擬與優化，相關成果彙整成兩份研究報告「熱中子靶站 MCNP 程式計算模式暨概念設計報告」及「快中子靶站 MCNP 程式計算模式報告」。 (2) 分析結果顯示，飛行導管的開口尺寸愈大，中子通率愈高；在相同的中子通率條件下，於飛行導管 10 m 處，重水緩速層可以比 PE 緩速層獲得更高的熱快比；反射層部分鈹最好，其次為石墨，鉛最差。 (3) 28.5 MeV 質子與質子電流 0.4 mA 的操作條件下，在飛行導
--	--	--

		管 10 m 處開口尺寸 10 cm x 20 cm，40 meV 以下的熱中子通率，若要求熱快比大於 1，其值約在 $1\text{E}+05 \text{ n/cm}^2/\text{s}$，若不要求熱快比大於 1，其值可往上增加。 【O4KR1】 完成主屏蔽分析所需之加速器室及各靶室與質子照射室之射源項模擬計算與分析。完成「MCNP 點射源中子能譜計算國際案例驗證」(NARI-17371R)、「熱中子靶站局部屏蔽概念設計」(NARI-171283R)、以及「射束線轉角洩漏造成射源項之模擬計算與分析」(NARI-17297R)三份研究報告。 【O4KR2】 完成 70MeV 迴旋加速器廠館主屏蔽劑量率計算與分析，確定輻射管制區域劃分符合本院輻射防護計畫之規定。 【O4KR3】 (1) 彙整表列國內迴旋加速器清單及關鍵參數，訪談國內迴旋加速器運維經驗，研析失效模式與效應分析之方法論。 (2) 完成「70 MeV 迴旋加速器運轉後期可用度提升之先期研
--	--	---

		究:失效模式與效應分析」研究報告(NARI-17252R)。 (3) 考量 70MeV 迴旋加速器本身尚未建造，是以相關運轉數據無法取得，因此本計畫前兩年均以建立定性分析模型為主，預計至第三或第四年採用業界可參用之數據將其帶入前述提及之定性模型，方可識別重要系統及設備。第一年所建立之定性模型為失效模式與效應分析，可做為第二年所建立之定性故障樹模型分析之基礎。
	O5 委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計、完成建造工程採購發包，以及取得開工前建造執照（占總工程之 20%）。（公共建設）	【O5KR1】 已完成新建工程設計監造採購發包、地形測量與地質鑽探，工程會原則同意基本設計報告。已完成廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計並經審查核定。 【O5KR2】 已完成採購簽核作業，以公開招標最有利標決標方式執行。已辦理 2 次公告招標皆流標，目前以追加工程預算方式辦理第 3 次招標。 【O5KR3】 廠館細部設計已於 12

		月 21 日通過特殊結構審查，依據結構外審專業意見及起造人變更修正資料，後續將配合桃園市政府建管處安排複審時間，預計於 113 年 1 月下旬取得建照。
113	O1 70 MeV 迴旋加速器、1 個氣體靶站與 2 個固體靶站原廠製造進度與品質掌控；Ac-225 同位素先期研究。 O2 電子元件質子照射模擬技術可達 90% 均勻照射劑量與質子能量解析度小於 1.5 MeV。 O3 1 個快中子(> 1 MeV) 靶站結構 與工程設計與採購以及熱中子繞射之基礎測試設備建立與功能設計驗證。 O4 加速器本體室及各靶室之射源項計算與屏蔽分析，導入 PRA 技術，建立迴旋加速器各系統組件關聯性，識別關鍵失效組合。 O5 建築基地之地盤改良、地基開挖、基礎工程與屏蔽地基施作，以及地下室空間整建(占總工程之 25%)。(公共建設)	-
114	O1 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2	-

	個固體靶站交運；符合 GMP 鉛室購置與 Cu-67 同位素先期研究。 O2 建立質子束量化分析技術與劑量分布量測系統之量測範圍可達水平面大於 5 cm 直徑與軸向大於 10 cm 深度。 O3 1 個熱中子繞射平台與 1 個熱中子靶站 (中子產率大於 10^{14} n/s) 之細部及工程設計與採購。 O4 完成細部屏蔽分析計算與各設施與設備活化分析計算，以及輻安評估報告相關章節之撰寫，輻安評估報告通過原能會審查，取得加速器安裝許可；參考迴旋加速器廠商運維策略，解析系統潛在弱點。 O5 迴旋加速器支撐基座施工、屏蔽牆、屏蔽樓板與屏蔽屋頂施工 (占總工程之 35%)。(公共建設)	
115	O1 完成迴旋加速器與放射性同位素實驗室建立，包括 70 MeV 迴旋加速器(含 4 條射束線)、1 個氣體靶站與 2 個固體靶站及 1 個鉛室現場安裝測試與驗收；	-

	Tl-201 與 I-123 放射性同位素製程準備。 O2 完成質子照射驗證分析實驗室建立，包括質子束建置與整合運轉測試，可量測質子束能量 30~70 MeV、通率 $10^8 \sim 10^{12}$ p/(cm²·s)，符合驗證規範。射束調控組件模擬結果與量測差異小於 5%。 O3 完成中子應用研究實驗室建立，包括 1 個熱中子繞射平台及 1 個熱中子靶站之製造、現地組裝與功能測試。 O4 建立 70 MeV 迴旋加速器運維策略。 O5 完成屏蔽門及公共設施興建、廠用系統建置、試運轉作業與驗收，以及館舍使用執照、綠建築標章，與智慧建築標章申請取得(占總工程之 20%)。(公共建設)	
--	--	--

備註：

1. 年度：請依計畫書期程撰寫，須填寫全程，第一年度請置於最上。單年計畫僅填寫該年度即可。
2. 目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。
3. 達成情形請依目標簡要說明進展或重要成果，未來年度可填「-」。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

說明：

1. Best 公司於 112 年 11~12 月才提出質子照射實驗室四向磁鐵更新設計，導致實驗射束設計必須修改，固體靶室射源項計算調整，故相關

屏蔽計算必須搭配重新計算，70 MeV 迴旋加速器廠館主屏蔽分析研究報告需滾動修訂並因此拉長撰寫時間以符合最佳現況。

2. 因國內工程物價持續上漲及缺工情形嚴重，本計畫廠館新建工程發包已歷經 2 次流標，經檢討以追加工程預算至符合市場行情方式辦理招標，目前正進行第 3 次公告招標中。
3. 已於 112 年 12 月 21 日接獲台北市結構技師公會函覆本計畫廠館細部設計已通過特殊結構審查。目前進行建照申請補件複審掛件流程，預計於 113 年 1 月下旬取得建照。

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
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(1/4)	191,959/ (191,817)	高○○	國家原子能科技研究院	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(1/4)的年度目標分別為： 1. 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案合約簽訂 2. 質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，監測質子束電流範圍達 1 nA~100 nA，以及射束穩定性監測系統量測範圍大於 3 cm 直徑與訊雜比大於 50 倍	1-1. 加速器廠家依據本院客製化規格報價 70MeV 加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站金額為 2,682 萬美元，因已超出計畫核定經費，經議價，最後以 2,258 萬美元簽約，共調降 424 萬美元，若以美元兌台幣匯率 31 折算，節省 1 億 3 千萬台幣設備費。 2-1. 完成質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，於 30 MeV 迴旋加速器執行驗證設備監測質子束總輸出電流範圍達 0.1 nA~100 nA，滿足產業界驗證需求，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。

			3. 1 部快中子靶站、1 部熱中子靶站 (中子產率可達大於 10^{14} n/s, 70 MeV/1 mA)設計及熱中子繞射儀器的整體規劃及基礎設計	2-2. 完成射束穩定性監測系統設計組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍達 5cm 直徑，訊雜比已達 100 倍的挑戰目標，未來提供實驗室等校正驗證需求。 2-3. 結合現有 30 MeV 迴旋加速器，提供產業質子照射測試，進行耐輻射產品開發與太空輻射驗證人才培育。 2-4. 建立質子射束線審查能力，因應質子照射驗證分析實驗室選向磁鐵組 (4-way switching)射束模擬資訊，評估 A3 射束可在出口端下游 2 m 內，維持質子射束徑約為 30 mm，質子射束標準差 σ 約為 5 mm。 3-1. 完成 3 種(50, 60, 70MeV)快中子靶站之中子產率與能譜模擬。 3-2. 完成 2 種熱中子靶站之中子產率模擬，Ta/70MeV/1mA 條件之中子產率 $8.0\text{E}+14$ n/s；Be/28.5MeV/0.4mA 條件之中子產率 $6.3\text{E}+13$ n/s。 3-3. 完成熱中子繞射儀器的整體規劃及附屬設施之概念設計，用以提供
--	--	--	--	---

			4. 完成加速器本體室及各靶室與照射室之射源項計算及主屏蔽分析，蒐集研析加速器廠商運轉維護資料，建立數據分析模擬基礎	儀器佈置的大致位置及氣、水、電、天車、地板強度、消防、照明、及屏蔽門等重要項目的基本要求，以利配合後續儀器安裝及運作需求。 4-1. 完成主屏蔽輻射劑量率計算與分析，作為後續細部設計之輻射屏蔽分析的重要依據。 4-2. 協助進行 70 MeV 中型迴旋加速器廠館屏蔽牆與天花板厚度初步評估，作為土建設計參考，建議補強部分屏蔽牆厚度，並考慮減少一樓天花板厚度，粗估可節省工程經費約九百萬元，使計畫資源得以更有效配置。 4-3. 完成快中子靶室屏蔽牆厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，提供本計畫中子應用實驗單位增設局部屏蔽設計的依據。 4-4. 完成一樓地板厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，提供本計畫土木工程建造單位進行廠館設計的依據。 4-5. 透過廠家協助，取得義大利國家實驗室同型之 70MeV 迴旋加速器運轉員操作手冊，並進行系統解構，
--	--	--	---	---

			5. 委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計、完成建造工程採購發包，以及取得開工前建造執照（占總工程之 20%）	後續將作為失效模式與效應分析之依據。 5-1.完成基地調查，以利後續設計執行。 5-2.完成廠館基本設計，基本設計報告經核安會審查同意後提送工程會審議，工程會已原則同意。完成細部設計並經院內外專家審查核定。 5-3.已完成特殊結構審查作業，刻正辦理建照申請補件與複審作業。
--	--	--	--	--

三、細部計畫與執行摘要

本段落資料由系統自動帶入，部分項目請依執行進度更新，完整執行內容請以附件上傳方式提供。

細部計畫 1	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(1/4)	計畫性質	政策計畫
主持人	高○○	執行機關	國家原子能科技研究院
計畫規劃內容			
計畫目標	1. 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案合約簽訂。 2. 質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，監測質子束電流範圍達 1 nA ~100 nA，以及射束穩定性監測系統量測範圍大於 3 cm 直徑與訊雜比大於 50 倍。 3. 1 個快中子靶站、1 個熱中子靶站 (中子產率 $\geq 10^{14}$ n/s, 70 MeV/1 mA)及熱中子繞射儀器的整體規劃及基礎設計。 4. 完成加速器本體室及各靶室與照射室之射源項計算及主屏蔽分析，蒐集研析加速器廠商運轉維護資料，建立數據分析模擬基礎。 5. 委託工程顧問公司簽約執行地質調查以及迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部規劃設計、完成建造工程採購發包，以及取得開工前建造執照 (占總工程之 20%)。		
重點描述	1. 完成 70 MeV 迴旋加速器、氣固體靶站之規格訂定、成立採購案、廠商評選與採購合約簽訂。 2. 完成質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝測試，以及開發射束穩定性監測系統。 3. 完成 1 個快中子靶站與 1 個熱中子靶站及熱中子繞射儀器之整體規劃及基礎設計。 4. 建立加速器本體室及各靶室之射源項及主屏蔽分析計算模型與參數，研析加速器廠商運轉維護資料。 5. 完成迴旋加速器廠館土木工程與廠用系統細部設計與工程採購發包。		
預期成果	1. 3 月 15 日與 Best 公司完成 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站採購合約簽訂，簽約金額 2,258 萬美元，規格分別為：(1)迴旋加速器質子束能量範圍 28~70 MeV，最大輸出電流 1 mA；(2)固體靶站系統(一式兩組)，可承受最大質子能量 ≥ 70 MeV，可承受最大電流 $\geq 500 \mu A$ ；(3)氣體靶站系統(一式一組)，可承受最大質子能量 ≥ 30 MeV，可承受最大電流 $\geq 100 \mu A$ 。 2. 完成質子照射模擬分析平台與射束定位系統設備組裝與測試，於 30 MeV 迴旋加速器執行驗證，設備監測質子束總輸出電流範圍達 1 nA ~100 nA。 3. 完成射束穩定性監測系統組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍至少 3 cm 直徑，訊雜比 50		

	倍以上。 4. 完成 2 種熱中子靶站模擬，高強度條件下的中子產率(Ta/70MeV/1mA)達 8.0E+14 n/s，高射束操作時間條件下的中子產率(Be/28.5MeV/0.4mA)達 6.3E+13 n/s。完成快中子靶站的中子能譜模擬，能譜符合需求。完成熱中子繞射儀器的整體規劃。 5. 完成加速器廠館主屏蔽分析。 6. 完成廠館設計監造發包。 7. 完成廠館基本設計、細部設計與結構外審。 8. 完成建造工程採購發包。 9. 開工前建照取得。		
計畫投入			
預算數（千元）／ 決算數（千元）／ 執行率	191,959 (千元)/ 191,817 (千元)/ 99.9 %	總人力（人年） 實際／（規劃）	79.7/(79)
其他資源投入	無		
主要工作項目	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象	
1.迴旋加速器與放射性同位素研製實驗室	請以條列方式填寫重要成果，質量化的產出與效益、重大突破皆可，並請依是否屬於預期成果，分類說明 ■ 預期成果部分 1.提出 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站之採購案，並與 Best 公司於 3 月 10 日完成議價，國原院與 Best 公司於 3 月 15 日完成合約用印生效。於 6 月 6 日完成 70 MeV 迴旋加速器第一期款付款相關文件資料查驗，Best 公司 6 月 15 日完成寄送付款通知文件(Invoice)及公司匯款帳戶資訊，6 月 20	請依實際發生撰寫(勿寫預期，除非非常確定)，若有特定對象，如媒合成功廠商、補助廠商等，請挑具代表性者列出名稱；若無特定對象，請以群體方式描述，例如設計界、一般消費者等 使用者：國家原子能科技研究院 合作對象：加拿大 Best 加速器公司及本院同位素所、電資所	

	日完成第一期款結報流程。 2.依據 Best 公司提供 70 MeV 迴旋加速器廠館介面設計資料(圖 1-1)，完成院內報告「核能研究所採購之 Best 70p 迴旋加速器與廠館介面報告」(報告編號：INER-P0362R)。 3.Best 公司提供加速器電器規格基本資料，並提供射束線配置計算，以配合廠館基本設計使用。(圖 1-2) 4.10 月 30 日至 11 月 3 日、12 月 12 日至 12 月 14 日兩段期間 Best 公司派員到院進行 70 MeV 廠館設計細節與待釐清議題進行討論。 5.Best 公司分別 6 月 13 日及 11 月 29 日提供 112 年上、下半年度製造進度證明文件，並經同位素所審核完成。 6.已完成 30 MeV 加速器運轉人員訓練課程(課程 36 小時與實務訓練 170 小時)並取得 3 張運轉人員證書。(圖 1-3) 7.完成開發 1 台中子輻射監測儀原型機(量測能量上限高達 5 GeV)及 1 台加馬輻射監測儀原型機(量測範圍達 0~10 Sv/h)，並取得輻防所輻射度量實驗室校正合格報告。 8.完成輻射監測網與儀控系統規格報告書(報告編號：NARI-17251)。(圖 1-4) 9.與國內具建置鉛室經驗廠商共同討論完成「同位素相關實驗室與鉛室空間設計」及「製藥區、操作區、維	
--	--	--

	修區」人員出入動線規劃，其中製藥區包含 5 流規劃設計，並完成同位素傳輸方案評估。(圖 1-5~1-14) 10.完成 1 座 I-123 氣體靶鉛室、1 座固體靶接收鉛室與 2 座 TI-201 操作鉛室規格制定，並依氣體靶鉛室規格制訂機械手臂規格。 11.完成研究報告「70 MeV 迴旋加速器放射性同位素相關實驗室規劃設計」(報告編號:NARI-17264)。 12.彙整比對全球 Ac-225 研製方法與膠囊靶設計方案，並完成研究報告「銨 225 的生產、純化與檢驗方法簡介」(報告編號:INER-17029)。 13.觀摩國內外核醫製藥廠廠區規劃，並參與「第 36 屆歐洲核醫學國際會議」及實地參訪國際鉛室原廠 (Comcer、TEAM、Von Gahlen)、INFN LNL 研究機構進行技術交流討論。 ■ 非預期成果部分 無	
2.質子照射驗證分析實驗室	■ 預期成果部分 1. 於 30 MeV 場域完成質子射束線出口端定位模組架設與質子電流量測模組遠端操控連線測試，實測質子電流輸出範圍 0.1~106 nA，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。(圖 2-1、表 2-1) 2. 完成射束穩定性監測系統設計組裝，於國家游離輻射標準實驗室執行測試，量測範圍達 5cm 直徑，訊	使用者：國家原子能科技研究院 服務對象：太空中心、學研機構及國內廠商 合作對象：同位素所、長庚大學醫學影像暨放射科學系、長庚醫院質子暨放射中心、中研院物理所、台北醫學院附設醫院質子中心。

	國內業界(半導體業龍頭公司與鋼鐵業龍頭公司)、國內學研單位(本院、同步輻射中心、中央大學及清華大學)共同研議我國及本計畫之中子技術發展。具體建議包括：(1)著重中子與 X 光與在科學研究中的互補性、(2)中子散射設施的安全運作、(3)中子活化樣品管理措施、(4)中子設施要以用戶為運營中心、(5)中子儀器的發展和規格取決於應用、(6)培養儀器建造和中子應用的人力、(7)加強國際合作等。	合作對象：美國 NIST、美國 ORNL、日本 RIKEN、英國 ISIS、國內學術界
4.系統工程	■ 預期成果部分 完成主屏蔽輻射劑量率計算與分析，作為後續細部設計之屏蔽分析的重要依據。 ■ 非預期成果部分 協助進行 70 MeV 中型迴旋加速器廠館屏蔽牆與天花板厚度初步評估，作為土建設計參考，建議補強部分屏蔽牆厚度，並考慮減少一樓天花板厚度，粗估可節省工程經費約九百萬元，使計畫資源得以更有效配置。	使用者：國家原子能科技研究院 合作對象：本院原能所、同位素所、材料所、輻防所及機械所 使用者：國家原子能科技研究院 合作對象：本院機械所及台○○曦公司
5.土木工程建造	■ 預期成果部分 1. 完成新建廠館基本設計作業，基本設計報告已經原能會核定並提送工程會審議，工程會已原則同意。 2. 完成新建廠館細部設計作業，並經院內外專家審查核定。 ■ 非預期成果部分 無	使用者：國家原子能科技研究院 服務對象：本院同位素所、材料所、物理所、機械所 合作對象：台○○曦公司
本年度效益、影響、重大突破		

- 1-1. 加速器廠家依據本院客製化規格報價 70MeV 加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站金額為 2,682 萬美元，因已超出計畫核定經費，經議價，最後以 2,258 萬美元簽約，共調降 424 萬美元，若以美元兌台幣匯率 31 折算，節省 1 億 3 千萬台幣設備費。
- 2-1. 於 30MeV 場域完成質子射束線出口端定位模組架設與質子電流量測模組遠端操控連線測試，實測質子電流輸出範圍 0.1~106 nA，評估質子通率範圍約在 $5E7 \sim 1E11$ [p/(cm²·s)] 之間，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。
- 2-2. 建立質子射束線審查能力，因應質子照射驗證分析實驗室選向磁鐵組(4-way switching)射束模擬資訊，評估 A3 射束可在出口端下游 2 m 內，維持質子射束徑約為 30 mm，質子射束標準差 σ 約為 5 mm。
- 2-3. 完成射束穩定性監測系統設計、組裝與測試，量測範圍達 5 cm 直徑，訊雜比評估已達 100 倍，未來後端可整合計量量測系統，調整射束變化的影響，作為校驗技術之立基。
- 3-1. 完成快中子靶站之初步設計與規劃，50~70MeV 條件下的中子能譜符合業界需求。(圖 3-1)
- 3-2. 完成 2 種熱中子靶站之優選方案：高強度條件下的中子產率(Ta/70MeV/1mA)達 $8.0E+14$ n/s，高射束操作時間條件下的中子產率(Be/28.5MeV/0.4mA)達 $6.3E+13$ n/s。(圖 3-2)
- 3-3. 完成熱中子繞射儀器的整體規劃及附屬設施之概念設計，用以提供儀器佈置的大致位置及氣、水、電、天車、地板強度、消防、照明、及屏蔽門等重要項目的基本要求，以利配合後續儀器安裝及運作需求。(圖 3-3)
- 3-4. 舉辦「台灣中子科學國際諮詢會議」，國際知名中子設施(如美國 NIST、美國 ORNL、日本 RIKEN、英國 ISIS)、國內業界(半導體業龍頭公司與鋼鐵業龍頭公司)、國內學研單位(本院、同步輻射中心、中央大學及清華大學)共同研議我國及本計畫之中子技術發展。
- 4-1. 完成主屏蔽輻射劑量率計算與分析，作為後續細部設計之輻射屏蔽分析的重要依據。
- 4-2. 協助進行 70 MeV 中型迴旋加速器廠館屏蔽牆與天花板厚度初步評估，作為土建設計參考，建議補強部分屏蔽牆厚度，並考慮減少一樓天花板厚度，粗估可節省工程經費約九百萬元，使計畫資源得以更有效配置。(表 4-1)
- 4-3. 完成快中子靶室屏蔽牆厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，提供本計畫中子應用實驗單位增設局部屏蔽設計的依據。(圖 4-1)
- 4-4. 完成一樓地板厚度與輻射劑量率的靈敏度分析，提供本計畫土木工程建造單位進行廠館設計的依據。(圖 4-2)
- 4-5. 透過廠家協助，取得義大利國家實驗室同型之 70MeV 迴旋加速器運轉員操作手冊，並進行系統解構，後續將作為失效模式與效應分析之依據。
- 5-1. 完成基地調查，以利後續設計執行。
- 5-2. 完成廠館基本設計，基本設計報告經核安會審查同意後提送工程會審議，工程會已原則同意(圖 5-1)。完成細部設計並經院內外

專家審查核定。

5-3.已通過委託台北市技師公會辦理之特殊結構審查作業。

遭遇困難與因應對策

執行計畫過程中所遭遇困難、執行落後或與原規劃不符之因應措施及建議，如無遭遇困難或落後情形者，請填寫「無」即可。

1. (1)執行困難：本期計畫未包含鉛室建置經費，評估以 70 MeV 迴旋加速器進行 Tl-201、I-123 備援放射性同位素製程：Tl-201 固體靶鉛室最少需求 3 座，I-123 氣體靶鉛室最少需求 1 座，上述 4 座鉛室與其他新同位素(銅-225、鋨-82、銅-67)生產鉛室、機械手臂之建置經費需協助支援。
(2)解決策略：規劃進行 114 年計畫科技預算請增或由其他研究計畫經費、核醫藥物銷售收入部分比例來提撥支援。
2. (1)遭遇困難：因國內工程物價持續上漲及缺工情形嚴重，本計畫廠館新建工程發包已歷經 2 次流標，且皆無廠商投標。
(2)因應對策：重新檢討設計項目之預算合理性，透過市場行情分析與洽詢潛在營造廠報價，以追加工程預算至符合市場行情方式再次辦理招標，並精進招標文件內容，及持續積極洽詢優質營造廠家，以提升發包機會。

貳、經費執行情形

一、經資門經費表（E005）

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 112 年度決算，故請填列機關初編決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	112 年度					113 年度 預算數	114 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	191,959	159,129	32,688	191,817	99.9	226,000	80,100	
一、經常門小計	10,456	10,045	274	10,319	98.7	30,035	24,615	
(1)人事費	-	-	-	-	-			
(2)材料費	-	-	-	-	-			
(3)其他經常支出	-	-	-	-	-			
二、資本門小計	181,503	149,084	32,414	181,498	99.9	195,965	55,485	
(1)土地建築	-	-	-	-	-			
(2)儀器設備	-	-	-	-	-			
(3)其他資本支出	-	-	-	-	-			

		112 年度 決算數 (執行率)	113 年度 預算數	114 年度 申請數	備註
科技計畫總計		191,817 (99.9%)	226,000	80,100	
一、細部計畫 1	小計	191,817 (99.9%)	226,000	80,100	
	經常支出	10,319 (98.7%)	30,035	24,615	
	資本支出	181,498 (99.9%)	195,965	55,485	

二、經費支用說明

(請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

- i.本年度編列經常門業務費 10,456 千元，佔計畫總經費 5.45 %。主要用途為支應計畫執行所需之實驗物品材料、設備設施維護、水電清潔、國內外公差、委託學術單位研究等費用。累計至 112.12.31 預算執行率為 98.7 %。
- ii.本年度編列資本門設備費 181,503 千元，佔計畫總經費 94.55 %。主要用途為支應購置計畫執行所需之機器設備，資訊軟體設備、系統開發費、雜項設備費。累計至 112. 12.31 預算執行率為 99.9 %。
- iii.截至 112.12.31，經常門與資本門合計之執行率為 99.9 %。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

(如有執行率偏低、保留數偏高、經資門流用比例偏高等情形，均請說明。)

1. 112 年採購案「70 MeV 迴旋加速器及其附屬設備之採購」(採購案號： FS1120108)辦理預算保留，本案於 112 年 3 月 15 日訂約，履約期限為訂約日起 45 個月內完成，契約金額：美金 22,580,000 元，以匯率 33 估算，再加上印花稅

696,931 元，折合新台幣 745,836,931 元。本案係以分年預算一次發包方式辦理(112 年度 172,587,000 元，113 年度 126,165,931 元，114 年 335,313,000 元，115 年 111,771,000 元)，112 年度預算扣除已完成支付契約第一期款 139,476,660 元及印花稅 696,931 元，餘 32,413,409 元已辦理保留。保留款將用於支付契約第二期款，預計於 113 年 9 月底前完成第二期款付款作業。

2. 委託長庚大學可靠度科學技術研究中心，執行「半導體元件耐輻射可靠度之關聯性研究」計畫，委託計畫經費 686,000 元整。第一期及第二期契約價金各為 205,800 元(契約總價 30%)及 205,800 元(契約總價 30%)，已經本院審核通過，分別已於 112 年 4 月 28 日及 112 年 7 月 18 日支付完成。因委託單位無法順利預約國內質子照射作業，於 12 月初才完成相關質子照射試驗，目前已進入實測資料分析程序，導致本案需延至 113 年第一季才能完成 SCI 期刊投稿事項，而影響經費執行率。本案第三期款 274,400 元(契約總價 30%)，預計於 113 年 1 月初完成驗收及餘款結報作業。

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、成果之價值與貢獻度

(請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即多年期科技計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。)

一、學術成就(科技基礎研究)

1. Experiment on Improving Output Efficiency of Cyclotron Ion Source System 已投稿 RADIATION PHYSICS AND CHEMISTRY，目前期刊編輯審閱中。
2. 完成「加拿大、義大利、法國 70 MeV 迴旋加速器設施暨米蘭科技大學和巴黎 OECD/NEA 參訪」出國報告(INER-F1430)，本報告彙整參訪各國 70 MeV 迴旋加速器製造廠商，蒐集相關硬體及周邊設備資料，進行意見交聯並建立未來合作聯繫管道。
3. 完成「核能研究所採購之 Best 70p 迴旋加速器與廠館介面報告」研究報告(INER-P0362R)，本報告主要彙整本院所採購之 70MeV 迴旋加速器及廠館設備系統等相關資訊，提供加速器使用者、建築師及施工人員參考使用。
4. 完成「70MeV 迴旋加速器廠館輻射偵測儀建置規畫評估」研究報告(INER-17145R)，本報告主要為評估 70 MeV 迴旋加速器廠館之輻射偵測儀佈局與規畫，以滿足未來 70 MeV 迴旋加速器廠館之輻防安全需求。
5. 完成「Best 70p 迴旋加速器設計規格與國際驗收經驗」研究報告(INER-17215R)，本報告主要為研析 BCSI 公司於 2015 年在 INFN LNL 實驗室建置 70 MeV 迴旋加速器之測試數據與經驗，相關技術資訊有助於未來 70 MeV 中型迴旋加速器建置後的規格驗收與測試過程中需考量之相關因素，並能順利推展 70 MeV 中型迴旋加速器之順利建置完成。
6. 完成「國原院 70 MeV 迴旋加速器建置進度報告(112 年)」研究報告(NARI-P0365R)，本報告主要記錄本院 70 MeV 迴旋加速器採購過程、招標所需相關之文件，以及加速器本體之施工進程。
7. 完成「70 MeV 迴旋加速器放射性同位素相關實驗室規劃設計」研究報告(NARI-17264)，本報告主要借鑒 052 館 30 MeV 迴旋加速器與附屬相關設施之維護及運轉經驗，依使用者需求進行 70 MeV 放射性同位素研製實驗室規劃設計。
8. 完成「銅 225 的生產、純化與檢驗方法簡介」研究報告(INER-17029)，本報告綜覽文獻關於核醫藥物級銅 225 之生產、分離純化、品管標準、品質檢驗方法等，分析整理文獻回顧，以提供未來本院生產銅 225 同位素之參考。
9. 針對 70 MeV 迴旋加速器熱中子靶站之概念設計，完成「Performance evaluation of a low-dimensional thermal neutron moderator with proton energy of 28.5 MeV」SCI 論文一篇撰寫並投稿 Nuclear Engineering and Technology，發現緩速體扁平化的效益，其在熱中子的表現並沒有如冷中子的表現那般突出。
10. 本計畫衍生之銫同位素活度比對相關研究：APMP supplementary international

comparison of activity measurement of Cs-134 and Cs-137 in brown rice 已被 SCI 學術期刊 Metrologia 接受並獲得刊登(Metrologia. 2023, 1A:60)(IF: 2.748)

11. 完成「熱中子靶站 MCNP 程式計算模式暨概念設計報告」(NARI-17383R)研究報告一篇，分析不同緩速層(PE、鈹與重水)、不同反射層(石墨、鉛與鈹)與不同飛行導管開口尺寸組合，找出飛行導管出口處熱中子通率最大的配置。
12. 完成「快中子靶站 MCNP 程式計算模式報告」(NARI-17290R)研究報告一篇發現使用 JAEA JENDL-5 的 Li 質子截面數據之計算結果，比使用 LANL ENDF/B-VII.0 的 Li 質子截面數據之計算結果，更接近日本東北大學做的量測結果。
13. 在匈牙利布達佩斯的 UCANS10 國際研討會(112.10.16)上口頭發表「Neutron Researches Using Cyclotron Accelerator at NARI」會議論文一篇，向國際中子界介紹本院 70MeV 中子計畫的規劃與執行現況，打開國際能見度，並爭取國際合作。
14. 在國內中子年會(112.11.03)上海報發表「Neutron Facility at NARI: Current Status and Future Plans」會議論文一篇，向國內中子領域學術界的專家學者說明本院 70MeV 中子計畫的規劃與執行現況，開拓國內中子用戶。
15. 於 2023 第十五屆破壞科學研討會(112.03.24)發表「核研所非破壞檢測技術發展現況與未來規劃」會議論文一篇，說明中子影像及分析技術的應用領域，在與其他技術的運用配合下，除可以提升於非破壞檢測工作的檢測速率及準確性，有可擴展檢測應用的領域，降低組件非預期的失效與破壞，提升運轉安全。配合 70 MeV 加速器的建立，建置熱中子繞射科學站，補足國內中子繞射實驗需求，協助國內產學界提升學術品質及產業技術。
16. 完成「熱中子靶站局部屏蔽概念設計報告」(NARI-17283R)研究報告一篇，作為後續熱中子靶站設計與輻射屏蔽計算的重要參考。
17. 完成「MCNP 點射源中子能譜計算國際案例驗證」(NARI-17371R)研究報告一篇，驗證 MCNP 點射源中子能譜計算國際案例，結果證明本計畫採用之分析方法確實可行。
18. 完成「70 MeV 迴旋加速器質子照射驗證分析實驗室規劃」(NARI-17418R)研究報告一篇，完成質子照射驗證分析實驗室功能區配置規畫，設置四條質子射束線，規劃有質子射束標準化量測區、掃描照射區、質子單點照射區及複合式太空環境模擬測試區，未來可供國內太空質子輻射科學研究與產業技術服務應用。

二、技術創新(科技技術創新)

1. 研究具潛力之伴同式放射診療核種之製程與國際接軌，如鈾-225(Ac-225)、銅-67(Cu-67)，並進行能量、靶材及靶體設計研討，有助伴同式診療藥劑與個人化醫療之發展以嘉惠國人。
2. 建立質子射束線審查能力，因應質子照射驗證分析實驗室選向磁鐵組(4-way switching)射束模擬資訊，評估 A3 射束可在出口端下游 2 m 內，維持質子射

束徑約為 30 mm，質子射束標準差 σ 約為 5 mm。並於 30MeV 場域完成質子射束線出口端定位模組架設與質子電流量測模組遠端操控連線測試，實測質子電流輸出範圍 0.1~106 nA，評估質子通率範圍約在 $5E7 \sim 1E11$ [p/(cm²·s)] 之間，確認質子射束監測電流可達 0.1 nA 挑戰目標。

3. 建立中子靶站模擬設計技術，掌握質子截面資料庫對 $9\text{Be}(p,n)$ 中子產生反應數值模擬的影響，確認 JAEA JENDL-5 截面相較於 MCNP 內定的 LANL ENDF/B-VII.0 可信度更高，後續將以 JAEA JENDL-5 截面進行中子靶站設計，優化並提高中子靶站的中子通率。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1. 與 Best 公司完成 70 MeV 迴旋加速器及 1 個氣體靶站與 2 個固體靶站採購合約簽訂，簽約金額 2,258 萬美元，節省國家公帑約 424 萬美金(以美元換台幣匯率 31 元計，約 1 億 3 千萬台幣)。
2. 國原院目前 30 MeV 迴旋加速器生產之核醫藥物包含凍晶製劑和放射性同位素(Tl-201、Ga-67、In-111)，以及未來 70 MeV 迴旋加速器將研製之 Ac-225、Cu-67、Sr-82 放射性同位素，現正與國外公司洽談合作意願，未來該國外廠商將可提供我國生產核醫藥物之國外運輸及銷售管道，進軍國際市場。
3. 跨出現有 30 MeV 迴旋加速器質子應用，積極與國內高能粒子平台單位交流，已與北醫附醫質子中心合作。加速累積實務經驗，驗證計畫開發質子射束分析平台穩定性，擴展質子照射試驗整合能力。
4. 本年度進行中子相關設施之開發，開發過程中就邀請國內半導體龍頭公司派員共同討論，在設計階段就納入潛在用戶的需求，未來建置完成後能順利無縫使用，有利本計畫中子之未來應用，亦有助持續深化我國半導體業之國際競爭力。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 70 MeV 迴旋加速器建置完成後，將與 30 MeV 迴旋加速器相互備援，穩定國內核醫藥物生產(鉈-201, 碘-123)，造福國人健康；研發治療用醫用同位素(銻-225, 銅-67)製成核醫藥物，提升本院核醫藥物至治療層次，提高癌症患者存活率。
2. 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(國原院)、70-230 MeV 高能質子迴旋加速器 2 座，本計畫建置 28-70 MeV 迴旋加速器，能達到穩定供核醫藥物與緊急備援的雙重目標，填補我國基礎科學研發與產業應用的缺口，協助我國之生醫產業、太空及國防科技、半導體及材料產業等發展，影響甚遠。
3. 新一代放射精準醫療除使用 gamma-核種(γ)及 beta-核種(β)外，alpha-核種(α)近年來已是前瞻性發展的治療新藥領域，美洲與亞太等世界先進國家皆積極研發具有商業化潛力的新核種如銻-225(Ac-225)、銅-67(Cu-67)與銦-82(Sr-82)，應用

於腫瘤診斷治療與心臟造影，以診斷性放射藥劑進行有效病患篩選，並施以治療性放射藥劑，促進個人化精準醫療發展。故 70 MeV 迴旋加速器之建置是極為核心及關鍵的一環，亦可提供鉈-201 放射性同位素生產備援以及開發新治療型核醫藥物，造福嘉惠國人，善盡政府回應國人醫療需求之責任。

4. 質子標準化技術的開發，可應用於質子檢測射束的校正或驗證，更長遠為質子治療醫用游離腔的校正服務，有助於強化量測準確性，精進質子耐輻檢測，提升民眾輻安信心。
5. 開發 30~70MeV 的高能量快中子源，可用於我國輻射劑量計之校正，可提升我國輻射醫療環境之劑量監測的精準度，有助輻射治療民眾及相關醫療從業人員之健康。
6. 中子照相應用技術的開發，可應用於如飛機船舶葉片檢測、鋼材焊道檢測、橋樑結構檢測、機場核敏感材料及塑膠炸藥檢測等必需在現場執行的重要安全檢測工作，有助於社會維安及民生保全，本年度完成一件「數位中子影像-葉片流道檢測」技術服務案。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

1. 選派樊○○及翁○○兩員參加第 36 屆歐洲核醫學會年會(36th Annual Congress of the European Association of Nuclear Medicine, 36th EANM)，並實地參訪義大利 COMECER、TEMA 等鉛室原廠，與實務經驗豐富的原廠研究人員交流，探討放射性同位素發展趨勢、鉛室製作之法規要求面與製藥工業面的考量以及 Best 公司 70 MeV 迴旋加速器建置環境討論，包括壓差、溫溼度等；參訪 INFN-LNL 實驗室(National Institute for Nuclear Physics-Legnaro National Laboratories, INFN-LNL)，深入瞭解迴旋加速器建置、鉛室設計與製藥法規規範。綜合本次會議與實地參訪的內容，瞭解國際核子醫學研究發展現況與趨勢，相信對於未來核醫藥物研究規劃與推動應有相當大的助益，可準確掌握科學研究的趨勢，有利於本院「建置 70 MeV 迴旋加速器計畫」及同位素所研究計畫之發展。
2. 派員赴羅馬尼亞參與「2023 年第 23 屆國際放射核種量測與應用會議(ICRM)」，分享本院放射活度度量與國際比對成果，吸取先進國家於核醫藥物核種分析、量測計量、校正標準、活化輻安等技術發展經驗，將視野向外延伸，擴大技術交流的國際網絡。
3. 選派鄭○○及李○○兩員參加第十屆緊湊加速器型中子源國際會議(10th International Meeting on the Union for Compact Accelerator-driven Neutron Sources, UCANS10)，並拜訪德國的於利希中子科學中心(Jülich Centre for Neutron Science, JCNS)、匈牙利 LvB 緊湊加速器型中子源(LvB CANS)、匈牙利中子中心(Budapest Neutron Centre, BNC)及 Mirrotron 中子光學總部暨實驗室(Mirrotron's Neutron Optics HQ & Labs)等單位及設施，收集獲知許多國外中子設施的最新資訊，掌握國際中子源的發展方向與商業市場趨勢，並成功與世界各國主要中子源的計畫或單位負責人建立國際中子人際網絡，有利於本院中子計畫之發展。

4. 112 年 9 月 5~8 日「台灣中子科學國際諮詢會議」，邀請與會專家包含美國 NIST、美國 ORNL、日本 RIKEN、英國 ISIS 等知名中子設施的 5 位國外專家，以及兩位來自國內台積電與中鋼公司的業界專家，加上國內同步輻射中心、中央大學及清華大學等學研單位的 3 位學者，整場會議共計約有 50 人參加，藉由接軌國際的產學研交流，進行中子的技術發展、廠房建置、中子應用…等主題研討，提供詳實可用的中子諮詢資訊與建言，協助中子設施建置，並完成會議論文 1 冊。
5. 完成加速器運轉專業人員訓練與考證，共 3 名人員取得運轉證照。
6. 機械所與輻防所共組「太空環境驗證與質子應用技術團隊」，執行人員養成。參與之工作人員獲得質子照射驗證分析實驗室規劃、質子射束線審查能力、質子束模擬、定位、與電流計測等訓練，對於國內太空科技人才之培育有實質的貢獻。
7. 派李○○參加第七屆中子及渺子學校，學習中子理論，提升本院中子人才知識能量。
8. 執行國外中子設施實習，派員前往澳洲 ANSTO 中子設施，完成 1 人次訓練。過程中收集中子儀器建置、中子實驗執行及設施運作概況資訊，並與相關中子專家建立聯繫管道，用以提供儀器設置及附屬設施配置參考。
9. 完成開發 1 台中子輻射監測儀原型機(量測能量上限高達 5 GeV)及 1 台加馬輻射監測儀原型機(量測範圍達 0~10 Sv/h)，並取得輻防所輻射度量實驗室校正合格報告。未來將可銷售本院開發之中子輻射監測儀及加馬輻射監測儀器設備。
10. 112 年 3 月 30 日參與中科院龍園園區之耐輻射光纖技術發表會，提報「耐輻射光纖測試數據暨核研所輻射驗證技術發展現況」會議簡報，推廣國原院輻射驗證技術服務，推動太空產業產學研合作生態圈。
11. 派員參與長庚大學「質子蒙地卡羅模擬 MCNPX/TOPAS/PTSim 與射束調控」技術會議，進行理論與實際上機之討論，透過技術交流提升遷移計算和模擬評估能力。
12. 於第十五屆破壞科學研討會中，分享本院非破壞檢測技術發展現況、經驗與成果，展示中子照相成果對國內學研界的可能協助，協助 70 MeV 加速器建置完成後的可能後續應用，並建立與國內其他單位技術聯繫管道及技術合作機會。

貳、檢討與展望

(請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

1. 本計畫配合國家推動太空科技發展政策，建置「質子照射驗證分析實驗室」，在 70MeV 迴旋加速器運轉測試前，為增加人員質子照射實測經驗與質子測試技術驗證，且因應國內產業太空元件質子輻射測試需求，已積極參與國內高能粒子平台單位的交流，不僅限於院內現有的 30 MeV 迴旋加速器質子應用，致力於擴大合作範圍，與國內的醫療機構展開合作，以共同推進高能質子平台的應用領域。已與北醫附醫質子中心等展開密切合作，透過這種合作，得以加速累積實務經驗，後續將持續與清華大學、長庚大學與中科院等執行學術交流，進一步擴展在質子照射試驗整合方面的能力。透過實際的合作交流與應用，能夠更全面地了解質子照射在醫療和其他領域的實際效果，同時可以滾動式精進質子射束分析平台，確保其穩定性和可靠性。
2. 跨領域合作不僅有助於提高的實務能力，也為國內高能質子平台的發展提供了寶貴的經驗和支持。持續推動質子技術的應用，以促進相關領域的發展，並為未來的研究和應用奠定更堅實的基礎。

在輻射安全分析方面，目前已完成加速器廠館的主屏蔽輻射劑量率計算和分析，除確定土建設計符合輻防要求外，並作為輻射安全分析報告的重要依據，對於本院申請加速器安裝及測試具有重大意義，未來可依此發展之評估方法，協助中子靶站與實驗室的輻安評估。

如此積極的合作和技術不斷革新的態勢，不僅有助於確保執照的取得，也有助於提高整體輻射防護體系的水準。透過不斷努力，期望能夠為未來的輻射防護領域做出更為卓越的貢獻，實現更高水平的輻射安全和效益。

3. 國原院於 112 年 12 月 11 日與 Best 公司總裁初步討論雙方核醫藥物生產銷售合作事宜，Best 公司表示對於國原院現有之凍晶製劑和放射性同位素(Tl-201、Ga-67、In-111)及未來將研製之 Ac-225、Cu-67、Sr-82 都有合作意願，並可提供國外運輸及銷售管道，雙方正在擬定初步合作方向之合作意願書 (Letter of Intent, LOI)，未來我國生產之核醫藥物不僅能提供國內醫療單位臨床使用，更能進軍國際市場，打開台灣生醫產業知名度。
4. 目前已採追加預算方式進行廠館新建工程施工招標，將積極洽詢潛在優質營造廠家參與投標，並辦理工程預算請增作業，以期廠館新建工程能如期如質完成。
5. 中子研發第一年著重在模擬與設計，目前僅使用 MCNP 進行模擬，為確保模擬的可信度，第二年將引入不同的模擬工具如 PHITS 或 GEANT4 用以比對及確認；另外也正與國外知名機構如德國 Jülich Centre for Neutron Science (JCNS) 中子科學中心洽談合作，由他們擔任第三者來評估本計畫的模擬過程與結果，

確保本計畫模擬設計的可信度。

參、其他補充資料

一、跨部會協調或與相關計畫之配合

(請說明本計畫是否與其他科技計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何，若有共同之成果，亦請說明分工與貢獻；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，請強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

本計畫建置之 70 MeV 迴旋加速器能量範圍為 28-70 MeV，由於核醫藥物 Ga-67 目前僅能利用 30 MeV 迴旋加速器之 24.5 MeV 能量質子射束照射產製，缺乏穩定的備援生產機制，為使擴大 70 MeV 迴旋加速器能量應用範圍，並可穩定產製 Ga-67 同位素，且與 30 MeV 迴旋加速器互為備援，本院申請 113 年科發基金計畫將利用 30 MeV 迴旋加速器的 28 MeV 質子射束，模擬 70 MeV 迴旋加速器最低質子射束能量(28 MeV)，研究與開發質子射束降能產製 Ga-67 同位素之技術，目標建立核醫藥物 Ga-67 生產備援機制以強化檸檬酸鎳[Ga-67]核醫藥物穩定供應鏈，確保國人醫療需求與健康福祉。

二、大型科學儀器使用效益說明

本計畫若有編列經費購買、維運之大型科學儀器，請簡述經常性作業名稱、儀器用途、實際使用情形、使用效益…等。

無

三、其他補充說明(分段上傳)

如有其他利於審查之相關資料，如：計畫成果完整說明、績效自評意見暨回復說明…等。

無