

原子能科技學術合作研究計畫

115 年度計畫研究領域及主題

一、核能與除役安全科技 (N1)

研究建議 (計畫期程)		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
1	人工智慧應用於國際上核電廠除役管制作業之探討	核電廠除役是一項複雜且重要的工作，其核心目標為保障工作人員與公眾的安全、減少環境影響、實現廢棄物的安全處置管理，最終實現廠址解除除役管制。除役期間的除污作業管理相當重要，這不僅涉及放射性污染的去處與廢棄物分類處理，還需確保安全貯存及最終處置。目前，國際機構如國際原子能總署(IAEA)和經濟合作發展組織核能署(OECD-NEA)已制定《核設施除役安全標準》及 MARSSIM 手冊，提供相關規範與最佳作業指導。美國、德國和日本，則根據自身需求制定具體計畫，同時逐步向數位化、智慧化及基於風險管理的方向發展，結合國際合作與技術創新，提升除役工作的效率與安全性。 鑑於我國核電廠已逐步進入除役階段，本研究以現行除役作業程序為基礎，探索人工智慧(AI)技術在除污作業中的應用潛力。透過結合 AI 技術與現代監測設備，期以提升除役期間相關作業的管制作為，減少環境風險，並針對管制機關在除役作業的管制視察及審查，提出具體建議及管制要項，確保除役過程的作業安全。本計畫研究重點如下 (以下擇一主題進行研究)： - 蒐集研析各國除役計畫中，除污作業之現況、規範與經驗，作為人工智慧分析方法參照之標準。 - 彙整人工智慧技術在核電廠除役期間的應用研究，聚焦除污作業中的關鍵需求，並提出人工智慧應用的可行方案與未來發展方向，以精進管制視察及審查的效率及技術創新。	核安管制組 吳景輝 02-2232-2117 chhwu@nusc.gov.tw
2	人工智慧應用於核電廠除役數據監控技術之研究	人工智慧技術正處於蓬勃發展階段，處理複雜資訊及學習能力亦有所增進，包括大數據分析、深度學習及數位決策等方面，若能應用於我國核電廠除役管制作業，協助蒐集分析國際核能先進國家所累積的經驗，結合人工智慧技術與現	核安管制組 吳景輝 02-2232-2117 chhwu@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		代監測設備，逐步向數位化、智慧化及風險管理之方向發展，有助於提升除役管制作業之效率與安全性。 本研究主要基於現行除役管制標準與規範，探索人工智慧技術在除役過程中的應用，研究項目聚焦於數據監控之潛力，並提出具體作法建議，協助管制機關提升管制效率並精進管制能力，確保除役各項作業能符合安全與管制要求。本計畫研究重點如下（以下擇一主題進行研究）： 1. 探討國際核電廠除役期間，以人工智慧技術應用於除役數據監控之案例，如環境輻射、人員劑量等參數，作為管制參考。 2. 評估人工智慧技術運用於即時偵測異常並生成警示的潛力，提升管制工作的準確性與時效性。	
3	核電廠廠址離散放射性粒子之管制技術研究	有關核電廠除役之最終狀態偵檢作業，主要係參考國際核能先進國家之作法，作為我國解除除役管制之參考。而美國 Zion 核電廠在解除除役管制過程中，由於美國核管會（USNRC）於確認偵檢時發現存在離散放射性粒子 (Discrete Radioactive Particles, DRPs) 之議題。這些粒子體積小（通常在毫米或微米範圍內）且放射性強度較高，能夠在短時間內對局部區域造成甚高的輻射劑量。由於其多部會輻射偵檢與廠址調查手冊 (MARSSIM) 第 1 版 (NUREG-1757) 及其相關技術文件，並未提供關於如何偵檢或評估民眾曝露於 DRPs 劑量之詳細技術指引，因此管制審查之時程較預期為長。故美國核管會於 MARSSIM 第 2 版草案中提及：「在處理離散放射性粒子時，如果儀器的劑量轉換因子模型假設為「點射源」而非「平面射源」，則進行外釋輻射標準評估時不能使用高量測值比較基準 (Elevated Measurement Comparison, EMC)。 基於上述考量，美國核管會於 2024 年針對「關於支援具有環境離散放射性粒子污染廠址之執照終止的污染控制、輻射偵檢及劑量模型考量草案臨時工作導則」徵求公眾的意見。本研究	核安管制組 吳景輝 02-2232-2117 chhwu@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		重點如下： 1. 彙整研析國際核電廠廠址離散放射性粒子之污染控制、輻射偵檢及劑量模型等技術資料，以及相關導則及管制作法，提供管制參考。 2. 以美國 Zion 核電廠為研析對象，就污染控制、輻射偵檢等項之解除管制作法進行探討，彙整為管制建議供參。	
4	輻射對於核電廠鐵系金屬材料受到微生物腐蝕之影響研究	微生物腐蝕為核電廠組件局部腐蝕之機制之一，鋼材表面受到微生物催化而產生的化學反應可能造成孔蝕現象，而微生物並非單一存在，可能共存著不同類群的微生物，如鐵氧化菌可以鐵等元素作為電子共體而引起腐蝕，硫酸鹽還原菌則是造成金屬腐蝕的主要菌種且具輻射抗性，這些微生物可能會互相影響並且貼附在生物膜中，形成複雜的群聚，透過協同代謝影響電化學過程，導致金屬表面發生局部腐蝕。核電廠環境中存在的條件可能讓微生物生長產生改變並影響後續的腐蝕，且該環境存在輻射，輻射可能對微生物造成損傷，但有些菌種對低劑量輻射存在抗性，輻射劑量對於微生物產生的影響，以及微生物對於輻射的敏感程度，值得加以探討。 目前我國核電廠已陸續除役，由於機組環境改變，核電廠內輻射劑量已較運轉時為低，因此本研究重點係就輻射環境對於微生物腐蝕特性進行探討，評估不同輻射劑量照射下鐵氧化菌與硫酸鹽還原菌共存生長對於鋼材腐蝕之影響，以提出管制建議。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以 2 年為限。	核安管制組 曹松楠 02-2232-2146 sntsau@nusc.gov.tw
5	美洲新型反應器設計歷程及發展趨勢比較研析	在全球積極推動淨零碳排的趨勢下，新型反應器作為重要減碳方案之一，其發展備受矚目。國際間已提出多種創新型態的反應器設計，包括高溫氣冷式反應器、熔鹽式反應器等不同類型，深入理解這些反應器的設計理念與發展歷程，對掌握未來核能發展方向至關重要。 本研究重點主要以美洲國家為對象，針對美國、加拿大等國所發展之新型反應器，就其發展	核安管制組 林佳慧 02-2232-2127 chlin@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		歷程資料或文獻加以廣泛蒐集，並透過資料梳理與文獻回顧等方式，比較不同反應器設計構思或優劣勢，探討各國所採不同新型反應器設計內涵及差異性，以掌握新型反應器發展脈絡，深化管制技術量能。	
6	國際核融合技術發展趨勢探討	由於核融合具有產生巨大能量，且反應過程產生之核種半衰期較短，其處理上較容易等優點，成為全球高度關注之新興能源形式，如國際熱核融合實驗反應爐（ITER）等計畫亦吸引各國投資發展。核融合仿效太陽的能源產生過程，透過高壓力或高溫度將輕原子核融合成更重的原子核，同時釋放出巨大的能量，未來有可能出現商用核融合電廠，但其組件材料必須更能抵禦高能核融合中子之不斷轟擊，尚須觀察其發展趨勢及應用之可能性。 本研究規劃先就國際間核融合發展資訊廣泛蒐集資料，就其未來可能發展路徑或結合新型技術之可能性，探討未來核融合技術發展趨勢、設計優勢或劣勢，以及管制可能需關注議題，提供管制參考。	核安管制組 林佳慧 02-2232-2127 chlin@nusc.gov.tw
7	美洲非輕水式反應器技術內涵評估	新型反應器具有較小的功率輸出、工廠模組化生產與組裝之可行性，以及較短建造工期等特性。在技術層面而論，其中非輕水式反應器運用氣體或液態金屬作為冷卻介質，與傳統核反應器使用輕水冷卻劑有所不同。此外，由於採用新型材料，其燃料元件的設計在尺寸和結構上也與傳統束狀燃料截然相異。儘管相關技術目前仍處於研發階段，尚未實現規模化應用，但從核安監管之前瞻性考量，深入理解其技術特性有其必要。 本研究重點係以安全管制角度，就美洲核能使用國家如美國、加拿大等，先期以非輕水式反應器為研究對象，包括能量產生效率、反應可控性、材料需求、安全性及評估指標等方面，蒐集國際技術評估資訊，以協助管制機關瞭解國際非輕水式反應器技術發展之特性，深化管制技術量能。	核安管制組 林佳慧 02-2232-2127 chlin@nusc.gov.tw
8	美洲新型反應器前瞻	當前全球核電廠仍以傳統反應爐為主，新型	核安管制組

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
	應用之可能性探討	反應器及核融合技術尚未臻至實際應用階段。普遍認為新型核反應器較傳統核電廠具有低碳排放特性，可作為實現減碳目標的重要選項。另外，這類新型反應器的部署具備高度靈活性，不但能以拖車或船舶運輸，為偏遠地區提供穩定電力供應，還可作為船舶動力或工業製程所需的熱源，應用範疇相當廣泛。基於國際核電持續發展之趨勢，應對於國際間新型反應器未來可能應用方向、適用情境、應用可行性及前瞻性應用加以掌握，同時觀察其應用實績 本研究重點規劃蒐集美洲核能先進國家之新型反應器可能應用概況或情境之相關資料，包括應用潛力、可能應用區域或限制、適用情境、成本效益評估及商業化方向，以及各國對其可能管制方向或應用限制，提供管制參考。	林佳慧 02-2232-2127 chlin@nusc.gov.tw
9	小型模組化反應器被動安全設計之自然對流機制有效性評估	近年國際間小型模組化核電廠 (Small Modular Reactor, SMR) 之研究發展快速，透過將反應器體積縮小，以及多個組件模組化方式，使其能減少建造時間，且多半採用被動式安全設計。然而，將反應器體積減少，其設計與傳統大型電廠有所不同，如一體式之一次側系統、餘熱移除系統與緊急爐心冷卻系統等。這些被動式系統乃是採用自然對流冷卻機制，簡化泵、管路和閥門等組件。由於自然對流之熱傳能力較強制對流為低，且其流體速度與熱傳機制會受許多參數的影響，包括熱源/冷卻區域之溫差、幾何配置之流阻/熱阻大小以及流體之紊流/層流特性等，基於小型模組化反應器發展迅速，有必要對此類型反應器之熱流安全設計加以了解，掌握核安管制相關資訊。 本研究希望藉由蒐集國際間小型模組化反應器設計及安全分析評估資訊，以管制角度出發，就被動式設計、熱流分析等面向加以探討，以評估其特性及安全性，並與傳統反應器安全設計進行比較，提出兩者特徵差異性，提供管制機關參考。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以 2 年	核安管制組 張禕庭 02-2232-2118 ytchang@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		為限。	
10	小型模組化反應器熱流模式建立與意外事故暫態分析	輕水式小型模組化反應器(Light-Water Small Modular Reactor, LWSMR) 具較小尺寸之設計與較低的操作壓力而採用較薄的壓力槽之特性，且爐內熱流模式有別於大型傳統輕水式反應器，該反應器之冷卻水自然循環，其原理是利用冷、熱水密度不同造成的壓力差做為水流驅動力，不需要外加冷卻水泵，可避免電力驅動組件故障及外部冷卻水管路斷裂引起的意外事故。由於輕水式反應器可再細分為壓水式及沸水式兩種類型反應器，擬就壓水式小型模組化反應器作為本次研究對象，掌握其熱流模式及發生意外事故之可能演變過程及時序。本研究重點如下： 1. 針對壓水式小型模組化反應器內部熱流狀態，建立冷卻水自然循環之分析模式，提供管制參考。 2. 就壓水式小型模組化反應器歷經意外事故時，探討暫態熱水流行為，以確認其設計效能與安全性，作為管制機關參考。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以2年為限。	核安管制組 方集禾 02-2232-2150 chfang@nusc.gov.tw
11	輕水式小型模組化反應器組件材料抗氬及抗腐蝕能力評估	輕水式小型模組化反應器(Light-Water Small Modular Reactor, LWSMR)為SMR發展類型之一，如主要系統集中至單一壓力槽內，較小尺寸的設計與較低的操作壓力而採用較薄的壓力槽等，所採用之材料與大型傳統輕水式反應器有所不同，有必要對其可能影響加以評估，確認所用材料在設計壽命內能夠維持安全性；此外，輕水式反應器主要之腐蝕環境來自於輻射分解效應造成的氧化性環境，透過水質分析，以確認LWSMR材料是否仍具維持結構完整性之能力。 本研究規劃先以與傳統反應器設計較接近之輕水式小型模組化反應器為研究對象，輕水式SMR 所採用縮小尺寸並且更薄之鋁合金護套材料，與傳統核電廠有所不同，須自管制角度，就國際間小型模組化反應器組件材料及其採用之燃料護套材料，與水化學特性加以探討，並與傳	核安管制組 黃郁仁 02-2232-2164 yrhuang@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		統大型反應器水化學及燃料護套材料所處環境性質進行比較分析，提出兩者特性、差異部份及管制要項，提供管制機關參考。本計畫研究重點如下（以下擇一主題進行研究）： 1. 評估輕水式小型模組化反應器所採用之鋁合金燃料護套材料設計及安全性，提出管制建議。 2. 探討輕水式小型模組化反應器之爐水環境，鋁合金燃料護套材料可能產生的劣化現象，提供管制參考。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以2年為限。	
12	核電廠除役期間作業安全或人員訓練之管制要項研析	核電廠之除役作業涉及拆除、除污、廢料處理工程技術及燃料貯存、輻射防護、工程作業等，除須執行各項安全管理作業外，亦有賴於除役實務作業時，針對關鍵要項如工序、作業方式、人力資源與財務等之工程管理，妥善規劃並執行。 此外，針對除役人員訓練，應系統性就人員技術訓練及經驗傳承加以探討，瞭解相關資料保存情形，以能在安全的前提下完成相關作業。本計畫研究重點如下（以下擇一主題進行研究）： 1. 針對國內核電廠進行除役實務作業時，提出管制機關所應關注之工程管理要項。 2. 以美國 Zion 核電廠為研析對象，就污染控制、輻射偵檢等項之解除管制作法進行探討，彙整為管制建議供參。 3. 探討國內核電廠除役期間人員訓練管理策略（包括訓練方式、訓練媒介等）、經驗回饋作法及應用情形，並針對拆除作業、重點操作步驟或重要緊急事件應變等不同訓練條件進行評估，以作為管制參考。	核安管制組 林宣甫 02-2232-2168 xflin@nusc.gov.tw
13	生成式人工智慧(AI)應用於核電廠運轉人員執照試題之探討	隨著人工智慧(Artificial Intelligence)技術逐步發展與進步，其應用服務也越來越廣泛，逐漸邁向智能化及生活化趨勢，融入現代社會之運作中，在某些專業領域，也已逐漸能夠輔助或擔當部分作業。由於核電廠安全管制具專業性，且資料量龐大，如能結合當前快速發展之生成式人工	核安管制組 余福豪 02-2232-2122 yufuhao@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		智慧技術，運用其高效運算特性，及多模態人工智慧模組與自然語言等相關技術之結合，產出一套具適性選題能力之出題程式，可精省人力運用及增進作業效能。 本計畫目標旨在探討生成式人工智慧應用於管制機關辦理核電廠運轉人員測驗或人員內部訓練之可能性，重點關注在其分析過去運轉人員執照測驗試題能力與對受測者認知程度之評估。本計畫研究重點如下（以下擇一主題進行研究）： 1. 探討人工智慧如何透過診斷受測者之認知程度，提出能對應受測者所需範圍及深度之核電廠運轉人員或管制人員訓練測驗試題。 2. 透過分析生成式人工智慧產出試題之過程與結果，並與過去試題內容進行比較，從而瞭解人工智慧運用於運轉人員測驗方面的潛力和限制。	
14	核電廠除役期間對於火災防護作業之影響探討	核電廠進入除役期間，因受系統設備拆除作業、動火作業及搭設臨時性火源之影響，而須對廠內消防系統配置、防火區劃進行必要之調整。拆除過程也可能因作業所需，移除防火填塞、防火套管等防火阻隔材料，而影響原防火區劃時，管制要求及防火配套措施也可能隨之變更。另考量核電廠部分區域受輻射劑量影響，消防人員進入火場時，滅火情境亦可能有所不同。 此外，核電廠原安裝之警報系統如探測器等亦可能隨除役作業需求移除，如能透過模擬方式評估火載量變化，以及臨時性防火區劃或增設臨時性消防安全設備等措施有效性，則能強化核電廠除役期間火災防護能力。本計畫研究重點如下（以下擇一主題進行研究）： 1. 針對國際間核電廠隨除役進程以致防火區劃變更情形加以探討，評估臨時性防火區劃或增設臨時性消防安全設備等措施有效性，並提出我國核電廠除役期間火災防護之相關管制建議。 2. 探討國際間核電廠隨除役進程所採取防火措	核安管制組 余福豪 02-2232-2122 yufuhao@nusc.gov.tw

研究建議（計畫期程）		主要研究內容	備註
編號	建議名稱		
		施或管制方式，作為管制機關執行核電廠除役期間火災管制作業之參考。 3. 研析核電廠廠區事故時，消防人員進入火場之注意事項。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以2年為限。	
15	除役核電廠廠區地下水相變化核種傳輸分析	地下水是放射性核種傳輸至人類生活環境重要媒介，需考慮母岩特性對放射性活度通量的影響，以及流場對於核種傳輸之變化，並評估核種藉由平流、吸附作用及衰變作用的傳輸情形。 本研究透過數值模擬來瞭解除役核電廠廠區地下水放射性核種傳輸模式，掌握各種條件下核種傳輸過程及傳輸行為，精進我國核電廠地下水重要安全分析技術。研究重點如下： 1. 研析多相變化核種於除役場址土壤傳輸過程，並提出管制建議。 2. 探討流場變化對核種傳輸過程之影響，提供地下水防護建議。 3. 探討等溫及非等溫條件下，多相變化之核種在飽和-非飽和區域耦合傳輸行為評估。	核安管制組 陳訓元 02-2232-2156 yufuhao@nusc.gov.tw
16	核設施演習情境研究	我國核設施陸續進入除役階段，惟除役前期仍有事故風險，仍須進行緊急應變計畫演習，除役核設施的組態與運轉中核電廠大有不同，過去運轉中核設施的演習情境已不太適用除役核設施。 本研究期藉由美國聯邦緊急事務管理署(FEMA)針對核電廠提出之 Radiological Exercise Program After Action Reports 進行研析，探討核設施演習情境設定，研究結果並提出我國核設施除役階段演習情境規劃之建議。本研究重點： 1. 研究美國 FEMA 對各核設施 Radiological Exercise Program After Action Reports 有關演習情境態樣。 2. 針對前述情境態樣，提出未來國內針對除役核設施演習情境規劃之建議。	保安應變組 周宗源 02-2232-1906 cychou@nusc.gov.tw

原子能科技學術合作研究計畫

115 年度計畫研究領域及主題

二、放射性物料安全科技 (N2)

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
1	除役廢棄物檢測及分類管制技術研究	- 蒐集國際除役廢棄物之主要放射性核種的測量靈敏度資訊，並建立除役廢棄物各種核種快速檢測技術，研擬多放射性核種檢測的管制規範草案。 - 研析國際上核電廠除役廢棄物由產生至暫時貯存或處置之流程管理，提出除役核電廠廢棄物流程管理之管制重點。 - 研析國際上除役核電廠輻射特性調查階段，污染廢棄物種類、數量及劑量評估技術，及其相對之管理資訊，並提出適用我國之除役放射性廢棄物之評估技術及管制措施。	核物料管制組 馬志銘 02-2232-2324 cmma@nusc.gov.tw
2	除役廢棄物表面輻射劑量轉換係數資料庫研擬分流量測行動基準研究	- 蒐集並評估分析國際上核電廠除役廢棄物由拆除至進行各項分流處置之流程管理，提出輻射度量技術應用之管制重點。 - 蒐集並評估分析除役廢棄物低污染與低活度之輻射分布特徵，探討除役廢棄物分流流程管理與實際量測存在之差異分析。 - 運用低污染與低活度除役廢棄物之核種活度與表面輻射劑量率關係以及轉換係數資料庫，研擬除役廢棄物分流處置之量測行動基準之管制建議。	核物料管制組 馬志銘 02-2232-2324 cmma@nusc.gov.tw
3	放射性廢樹脂減量與減碳技術研究	- 蒐集國際上最新減碳技術處理廢棄樹脂方法 - 放射性廢棄物安定化處理技術於源頭減容相關案例研析。 - 離子交換樹脂與低碳核種去除材料特性之差異比較與驗證。 - 電廠除役後比較分析樹脂與低碳材料之減容效果與後續效益。 - 提出低碳材料安定化技術應用於放射性廢棄物減容之可行性及放射性廢棄物處理管制要項建議。	核物料管制組 馬志銘 02-2232-2324 cmma@nusc.gov.tw
4	放射性廢棄物貯存設施之老化管理評估研究	- 蒐集國際組織或其他國家對放射性廢棄物貯存設施老化管理要求。 - 蒐集國際及我國放射性廢棄物貯存設施老化管理經驗。 - 建立國內放射性廢棄物貯存設施老化管理模式。 - 提出放射性廢棄物貯存設施老化管理之評估要項建	核物料管制組 馬志銘 02-2232-2324 cmma@nusc.gov.tw

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
		議。	
5	放射性廢棄物貯存設施廠房結構之非線性動力歷時分析評估技術研究	1. 研析核一廠除役新建低放貯存庫案例之「非線性動力分析」。 2. 研析「非線性動力分析」適用之分析程式、規範需求與接收標準。 3. 探討大型 RC 牆外殼之耐震行為，研析破壞模式、分析設定與建立參考案例。	核物料管制組 蘇聖中 02-2232-2359 scsu0401@nusc.gov.tw
6	人工智慧技術於放射性廢棄物及其設施之管理研究	1. 蒐集國際間採取人工智慧技術應用於放射性廢棄物管理資料。 2. 研析應用人工智慧技術於放射性廢棄物及其設施管理之法規。 3. 以人工智慧技術建立初步之放射性廢棄物管理模式。 4. 提出適用我國放射性廢棄物管理評估之人工智慧技術應用概念及方式。	核物料管制組 馬志銘 02-2232-2324 cmma@nusc.gov.tw
7	低放射性廢棄物盛裝容器老化管理技術研究	1. 蒐集國際低放盛裝容器之規範與認證標準，以及失效案例，研析桶槽老化管理策略。 2. 評估低放盛裝容器材料組合，釐清金屬或合金異材所衍生之腐蝕行為。 3. 評估環境因子防護措施失效時所導致之容器加速腐，建置多種極端環境模擬實驗，量測容器材料電化學參數與腐蝕產物，並結合非破壞性監測技術，針對金屬/合金材料組合提出優先退件清單與防護建議。 4. 研析國際低放盛裝容器關鍵檢測需求規範，結合老化機制與腐蝕評估成果，提出盛裝容器老化管理管制建議。	核物料管制組 郭柏慶 02-2232-2382 pckuo@nusc.gov.tw
8	用過核子燃料乾貯設施營運安全管制技術研究	1. 研析國際間破損用過核子燃料管制技術及乾貯密封鋼筒環境腐蝕劣化之研究。 2. 研析用過核子燃料護套氫腐蝕後表面磨耗行為之影響 3. 研析國際間乾式貯存設施長期貯存老化管理方案，研提我國乾貯設施老化管理之管制建議。	核物料管制組 袁懿宏 02-2232-2331 yhyuan@nusc.gov.tw
9	用過核子燃料室內乾貯設施安全評估技術研究	1. 研析國際乾式貯存設施營運之結構安全性要求規範。 2. 研析國內氣候條件之室外乾貯設施與室內乾貯設施熱流特性分析。 3. 研擬我國室內乾貯設施之通風設計與結構設計參數。 4. 提出我國乾式貯存設施營運之老化管理與維護監測技術發展建議。	核物料管制組 袁懿宏 02-2232-2331 yhyuan@nusc.gov.tw

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
10	用過核子燃料特性資料庫與分析技術研究	1. 建置用過核子燃料特性簡化計算模型。 2. 建置用過核子燃料簡化模型資料庫及使用者介面開發。 3. 建置用過核子燃料輻射源項與衰變熱模擬計算分析。 4. 建置用過核子燃料特性計算能力。	核物料管制組 袁懿宏 02-2232-2331 yhyuan@nusc.gov.tw
11	高燃耗用過核子燃料貯存管制技術研究	1. 蒐集國際間高燃耗用過核子燃料管制技術之研究。 2. 研析國際間高燃耗燃料長期貯存老化管理方案。 3. 研析國內外高燃耗用過核子燃料裝載處理條件，並彙整擴充本土化資料庫。 4. 研提國內之高燃耗燃料執照申請安全審查流程與項目管制建議。	核物料管制組 袁懿宏 02-2232-2331 yhyuan@nusc.gov.tw
12	放射性廢棄物處置破碎帶水力傳導係數異質異向性研究	1. 蒐集國內外有關破碎帶之水力傳導係數相關試驗數據。 2. 研析國內外有關熱與力作用對於水力傳導係數影響之理論。 3. 研發破碎帶岩石樣本水力傳導係數試驗技術。 4. 評估破碎帶鄰近岩體水力傳導係數之異質異向性。	核物料管制組 謝正驥 02-2232-2314 cchsieh@nusc.gov.tw
13	放射性廢棄物處置現地應力量測影響因子研析	1. 數值分析之研究文獻蒐整與研析。 2. 分析模型建立與參數驗證。 3. 材料異質性對誘發裂隙之影響分析。 4. 地層弱面對誘發裂隙之影響分析。	核物料管制組 謝正驥 02-2232-2314 cchsieh@nusc.gov.tw
14	放射性廢棄物處置設施緩衝材料評估技術及超鈾核種分析技術研究	1. 研析低放處置設施緩衝與回填材料安全需求與設計概念。 2. 蒐集分析緩衝與回填材料重要材料特性與環境作用(水、力、化學、劣化)參數。 3. 進行緩衝與回填材料重要參數驗證與安全評估模擬。 4. 透過批次及管柱實驗，針對 TEVA 及 TRU 等樹脂對各種 TRU 核種的溶解、分離純化等複雜化學前處理及計測程序進行基礎研究，以期提升其分離效率，精進廢棄物中活度濃度之分析能力。	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw
15	放射性廢棄物處置設施機率式斷層位移危害度分析研究	1. 蒐集國際最終處置設施斷層位移危害度分析案例。 2. 彙整國際斷層位移危害倡議計畫(FDHI project)之新一代相關模型。 3. 研析新一代斷層位移模型，包含主要和次要斷層，以及正、逆和平移斷層類型。 4. 研提我國最終處置設施斷層位移危害度之國際參數適宜性建議。	核物料管制組 謝正驥 02-2232-2314 cchsieh@nusc.gov.tw

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
16	放射性廢棄物處置設施耐震設計研究	1. 依據近期地質、大地工程資料進行國內放射性廢棄物最終處置設施的地震危害度分析。 2. 研提國內處置設施設計地震加速度歷時。 3. 進行放射性廢棄物最終處置場進行結構體累積絕對速度(CAV)地震危害度分析。 4. 進行放射性廢棄物最終處置設施累積絕對速度-最大地表加速度(CAV-PGA)聯合地震危害度分析。 5. 研提放射性廢棄物最終處置設施耐震設計準則建議。	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw 蘇聖中 02-2232-2359 scsu0401@nusc.gov.tw
17	放射性廢棄物處置設施耐震設計之設計地震波選定研究	1. 進行機率式地震危害度分析求出設計反應譜。 2. 進行參數拆解分析求出控制地震。 3. 根據控制地震找出 seed motions。 4. 根據 seed motions 以及設計反應譜得到設計地震波。	核物料管制組 陳俊斌 02-2232-2382 cpchen2@nusc.gov.tw
18	用過核子燃料處置設施安全評估技術研究	1. 用過核子燃料最終處置的關鍵核種研析。 2. 用過核子燃料處置容器、處置孔與處置隧道及處置場整體配置之尺寸與材質分析。 3. 處置容器、處置孔與處置隧道及整個處置場之核臨界安全評估。 4. 用過核子燃料最終處置場所需之工程參數與機率模型及可靠度研析。 5. 用過核子燃料最終處置場風險評估。	核物料管制組 陳俊斌 02-2232-2382 cpchen2@nusc.gov.tw
19	用過核子燃料處置廢棄物罐研究	1. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐之設計考量。 2. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐之材料特性考量。 3. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐之抗腐蝕分析。 4. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐之承載力分析。 5. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐核子臨界分析。 6. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐輻射劑量分析。 7. 用過核子燃料最終處置廢棄物罐熱傳分析。	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw
20	用過核子燃料處置熱-水-力-化學耦合效應研究	1. 國際間用過核子燃料最終處置熱-水-力-化學耦合效應評估與不確定分析方法資訊蒐集與研析。 2. 建立用過核子燃料最終處置熱-水-力-化學耦合效應之評估模式及其模式驗證。 3. 建立用過核子燃料最終處置耦合效應之不確定性分析方法與分析結果說明。 4. 提出用過核子燃料最終處置耦合效應評估與不確定分析方法之審查重點或注意事項。 5. 最終處置系統岩體裂隙熱-水-力-化學耦合參數分析 6. 最終處置系統岩體裂隙熱-水-力-化耦合數值模擬工	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
		具研究開發。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	
21	用過核子燃料處置緩衝材料乾縮行為評估	1. 研析國際緩衝材料乾縮實驗及相關研究成果。 2. 設計緩衝材料乾縮實驗設備。 3. 量測緩衝材料於不同溫度下變形量和乾縮率。 4. 評估緩衝材料於不同溫度下乾縮特性。 5. 評估緩衝材料於不同溫度下裂隙發展特性。 6. 提出緩衝材料乾縮特性評估之相關審查重點及注意事項。	核物料管制組 陳俊斌 02-2232-2382 cpchen2@nusc.gov.tw
22	用過核子燃料處置生物圈生態系統描述模型研究	1. 國際間用過核子燃料最終處置生物圈生態系統描述模型資訊蒐集與研析。 2. 建立生態系統描述模型(含地景演化分析)及核種傳輸模式。 3. 設計與評估生物圈潛在曝露群體之輻射劑量。 4. 提出用過核子燃料最終處置生物圈生態系統描述模型之審查重點或注意事項建議。	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw
23	放射性廢棄物處置之長期安全評估場址外部作用研究	1. 研析全球氣候變遷情節對處置設施安全效應。 2. 提出全球氣候變遷對最終處置設施安全評估的管制建議。 3. 古氣候與大尺度地質變化對處置設施之影響評估。 4. 古應力與現地應力場評估。 5. 未來的人類活動對處置設施之影響評估。	核物料管制組 謝正驥 02-2232-2314 cchsieh@nusc.gov.tw
24	放射性廢棄物處置核種平流-延散傳輸模式並與吸附試驗參數研究	1. 研析國際間隨機遊走理論於核種平流-延散(ADE)於處置場安全分析之應用。 2. 非吸附與吸附核種ADE實驗參數分析。 3. 利用隨機遊走理論ADE核種傳輸模式，輸入吸附試驗實驗參數進行傳輸行為驗證。 4. 提出處置場核種平流-延散傳輸模式分析方法之審查重點或注意事項。	核物料管制組 葉斌 02-2232-2357 yehpin@nusc.gov.tw
25	放射性廢棄物處置天然類比國內可能案例評估研究	1. 蒐集並研析國際天然類比工作團隊(NAWG)近年的研究案例內容及成果。 2. 蒐集並研析國內可能的天然類比研究地區資訊，並進行相關之地質環境研究。 3. 彙整國內可能天然類比地區與核廢料處置安全相關之特性研究成果。 4. 提出以國內案例進行天然類比研究之要項建議。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	核物料管制組 謝正驥 02-2232-2314 cchsieh@nusc.gov.tw

研究主題(計畫期程)		主要研究內容	備註(聯絡人及聯絡方式)
編號	名稱		
26	放射性廢棄物處置國際資訊研析	1. 放射性廢棄物最終處置國際合作現況資訊蒐集。 2. 針對所蒐集之放射性廢棄物最終處置國際合作現況資訊進行彙整分析。 3. 研析放射性廢棄物最終處置國際合作現況對我國放射性廢棄物最終處置作業之影響。 4. 針對我國放射性廢棄物最終處置提出國際合作之相關建議。	核物料管制組 陳俊斌 02-2232-2382 cpchen2@nusc.gov.tw

原子能科技學術合作研究計畫

115 年度計畫研究領域及主題

三、輻射防護與放射醫學科技 (N3 領域)

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
1	以輻射防護觀點研析小型模組化反應器設計與輻防管制要項	近年國際上有關小型模組化反應器(Small Modular Reactor, SMR)研究發展迅速，設計類型與原理各有不同，部分設計係將現行大型反應器縮小尺寸再進行修改；亦有提出新的設計架構。未來台灣如有引入此類型反應器，對 SMR 其輻射安全特性與輻防管制措施需提前掌握因應，本計畫工作項目如下：。 1. 參考國際 SMR 之發展過程與應用現況，了解各類型 SMR 有關輻防之關鍵特性。 2. 針對各類型反應器於建造、運轉、意外與除役等階段，比較與我國之壓水式與沸水式核電廠的差異性與可能優缺點。	輻射防護組 林駿丞 02-2232-2206 cclin@nusc.gov.tw
2	鋼鐵業門框式輻射偵檢儀特性與品保規範研析	目前國內具熔煉爐之鋼鐵業者已建立鋼鐵輻射偵檢制度，於鋼鐵廠門口裝置門框式輻射偵檢儀，對進入之廢鋼原料及運出之生產鋼材成品進行輻射監測，以確保有效防範含放射性物質之廢金屬原料進入廠區或發生放射性物質誤熔事件。為精進各鋼鐵廠對廢鋼鐵原料之偵檢程序，研析門框式輻射偵檢儀廠牌與型號之偵測效率與靈敏度等差異，以建立相關測試標準規範相關專業技術，本計畫研究內容如下： 1. 檢視與驗證國內輻射偵測業者就鋼鐵業門框式輻射偵檢儀之測試標準與品保規範相關技術能力。 2. 調查與訪視國內輻射偵測業者執行鋼鐵廠門框式輻射偵檢儀相關測試程序與偵測技術，整合實務且可行之測試標準程序。	輻射防護組 李博修 02-2232-2210 bslee@nusc.gov.tw
3	輻射照射物件之活化評估與管制建議	輻射照射為利用各種可發生游離輻射，如加馬射線、中子、質子、重離子等，施加於各種有機生物體或無機物件之上，以達到滅菌、防腐、材料改質等目的。其中使用中子、質子或重離子等高能量粒子輻射照射物件，有可能因為核反應而造成材料活化，導致材料被照射後具有放射性，例如外太空之高能量粒子輻射可能會造成人造衛星上之電子元件活化。我國國家太空中心已邀請國內多個輻射相關研究與應用的設施共同	輻射防護組 蕭展之 02-2232-2186 cchsiao@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		成立「臺灣太空輻射環境驗測聯盟」，以建立國內完整的輻射測試環境、規範與驗證機制，並規劃提供多種能量的質子/重離子、中子、電子與光子的輻射照射服務，以協助研發抗輻射電子物件，並藉由學術研究合作以提供核安會輻防安全評估與管制措施參考，本計畫研究內容如下： 1. 探討元件受到質子/重離子與中子輻照後可能引發的活化潛勢。 2. 發展評估方法以利量化元件輻照後引發之物質活化的特性。 3. 提出輻照測試後元件的管制建議。	
4	醫用加速器型 BNCT 輻射防護屏蔽材料對劑量分佈影響研究	傳統硼中子捕獲治療 (Boron Neutron Capture Therapy, BNCT) 主要依賴核反應器作為中子源，惟因高成本、低可及性及對環境的潛在影響等因素，限制其臨床應用。國際間近年開發加速器型 BNCT (AB-BNCT) 可直接於醫療機構安裝使用，提升此治療技術的臨床可行性。AB-BNCT 設計係以中子通量穩定準確輸出為目標，並考量醫療場所使用需求，國際陸續開發出使用不同型態及規格之加速器作為粒子加速元件 (如迴旋或直線加速器型)；為確保中子輻射安全並優化空間利用，有效的屏蔽材料與結構設計成為關鍵，本案研究重點如下： 1. 蒐集、彙整國際多元 AB-BNCT 設備規格、輻防屏蔽設計及輻防管制法規等資訊。 2. 探討 AB-BNCT 相關工作人員職業曝露之潛在風險，提出輻射防護措施建議。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
5	利用人工智慧(AI)輔助管理電腦斷層(CT)輻射劑量之研究	電腦斷層掃描(CT)檢查結合人工智慧(AI)技術，可優化醫學影像，並從低劑量影像中準確提取診療資訊，減少因影像模糊或診斷不足導致重複拍攝；同時可藉 AI 進行病患檢查結束後相關數位資料管理，提升臨床醫護人員在輻防資訊收集過程的行政效率，本計畫研究內容如下： 1. 蒐集臨床 CT 檢查影像掃描數據，比較 AI 應用後影像優化效果。 2. 探討 AI 預測不同掃描參數對 CT 檢查影像品質與病人輻射劑量之可行性。 3. 提出 AI 應用於 CT 影像優化之開發原則、流程或相關技術建議。 4. AI 使用於病人輻射劑量大數據管理，並協助	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		制定適當診斷參考水平相關研析。	
6	低劑量 CT 技術在肺癌篩檢中的影像品質保證與法規建議研析	低劑量電腦斷層掃描(Low-Dose Computed Tomography, LDCT)因輻射劑量低、檢出率高且屬非侵入性檢查，已成為肺癌高風險人群早期篩檢的重要技術。為確保 CT 設備在低劑量掃描條件下維持高影像品質，同時符合輻射劑量規範，以降低肺癌篩檢中的誤診率及輻射曝露風險，本案重點研析如下： 1. 將蒐集研析國際間醫療曝露品質保證作業關於 LDCT 之影像品質、劑量規範、技術管理及認證機制等相關文獻。 2. 實地評估我國 LDCT 影像品質與輻射劑量分布現況，建立 LDCT 影像品質保證與輻射劑量最適化作業建議。 3. 研提 LDCT 輻射醫療曝露品質保證標準建議。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
7	結合免疫調控與即時監測以優化硼中子捕獲治療之精準醫療效益 (三年期計畫)	腫瘤內免疫抑制泛指腫瘤微環境中出現的免疫抑制現象，使腫瘤細胞逃避免疫系統的監視與攻擊，並助長生長與轉移，為實體腫瘤常見特徵。隨醫學進步，可透過周邊血液間接偵測免疫抑制情況。放射治療對此有雙向影響：既能直接破壞腫瘤細胞以激發免疫，又可能加劇免疫抑制情況。藉檢測放射治療前後血液免疫細胞子群變化，適時採取調節策略，可減弱免疫抑制同時增強毒殺型 T 細胞活性，實現免疫活化與腫瘤控制，為精準醫療及臨床研究提供先期研究資料。 本計畫研究需求規劃三年期，研析建立 BNCT 治療對腫瘤免疫微環境的即時監測平台，實現 BNCT 結合精準用藥之優化醫療。 第一年(115 年)： 1. 文獻研析 BNCT 技術之國際輻射安全管制、研究發展現況與輻射醫療應用相關經驗。 2. 收集 BNCT 適應症癌種（如腦癌、頭頸癌、黑色素瘤）之腫瘤與周邊血液樣本。 3. 針對免疫亞群與抑制相關關鍵分子進行標準化檢測與變化分析。 第二年(116 年)： 1. 建立整合式即時監測平台。 2. 運用多重檢測技術，即時追蹤經 BNCT 治療後腫瘤反應與免疫狀態。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		第三年(117 年)： 1. 結合精準藥物進行免疫微環境調控。 2. 優化 BNCT 療效並監控免疫相關不良反應。	
8	粒子治療設施筆尖型射束輻射醫療曝露品質保證標準法規建議研析 (二年期計畫)	放射治療追求照得不偏不倚，照得不多不少。隨著國內粒子放射治療需求之興起，質子中心及重粒子治療中心已快速增長，治療技術也在不斷演進，特別是筆尖式光束掃描(PBS)技術，已成為強度調控質子治療(IMPT)的未來趨勢，尤重於粒子輸出、掃描位置及劑量分布等之精準度要求。因此，醫療曝露品質保證程序需要與時俱進，以適應新治療技術發展。惟，有鑑於國內市面已存在多元型態粒子治療設施，且各依設備原廠之驗收程序執行測試，在品質保證設計與管理上存有不同程度的差異，造成的輻射風險尚有疑慮，爰有必要審慎評估並研訂一套共通性品保作業程序及統一標準供醫界依循執行，期使確保粒子治療的品質與安全。 本研究需求規劃二年期，研析建立筆尖式粒子射束治療曝露品保標準草案建議及其共通性品保作業程序建議，以供核安會未來納法之技術參考。 第一年(115 年)研究重點需求如下： 1. 粒子治療醫療曝露品質保證作業相關國際文獻蒐集與研析。 2. 根據國內不同廠牌之粒子射束傳遞技術和設備硬體，研訂我國粒子治療設施共通可行之非年度品保項目、實施頻次、誤差容許值及作業程序草案，並於國內所有設施完成實地訪視與試行，收集數據與分析，進行差異比較研究。 3. 辦理跨設施研討會或實作教育訓練，整合非年度品保作業之共識與驗證量測方法，據以提出我國適用之非年度品保標準及其作業建議。 第二年(116 年)研究重點需求如下： 1. 根據國內不同廠牌之粒子射束傳遞技術和設備硬體，研訂我國粒子治療設施共通可行之年度品保項目、誤差容許值及作業程序草案，並於國內所有設施完成實地訪視與試行，收集數據與分析，進行差異比較研究。 2. 辦理跨設施研討會或實作教育訓練，整合年度品保作業之共識與驗證量測方法，據以提出我	輻射防護組 梁詠慈 連絡電話： 02-2232-2194 電子郵件： ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		國適用之年度品保標準及其作業建議。 3. 研提一套我國適用之粒子治療設施筆尖式射束輻射醫療曝露品質保證標準納法建議以及品保作業程序指引。	
9	核設施廠址外釋之最終狀態偵檢案例研析	我國核一、二廠及核三廠 1 號機，共 5 部機組之運轉執照屆期，目前已停止運轉，開始進入除役作業，其中「最終狀態偵檢」是為確認廠址內的土壤與建築物之殘餘放射性應符合解除管制相關規範後，才能解除管制，並進一步進行廠址外釋或再利用，因此「最終狀態偵檢」之規劃、執行、評估與決策方法，須借鏡歐、美先進國家之實務經驗，進而研析並參採嚴密且可行之審查機制與管制作為於我國核電廠除役作業。 本研究須對具有核電廠除役經驗之歐美國家，就廠址土地及建築物外釋規劃、評估方法、偵檢方式及決策擇定等相關實務案例進行研究分析，提出我國可行之「最終狀態偵檢」輻防管制建議，本研究重點如下： 1. 國際除役核設施之廠址外釋最終狀態偵檢規劃、執行、評估與決策作方案例研析。其中包含：該案例之最終狀態偵檢設計、導出濃度指引水平(DCGL)的制定與應用、品質保證流程、數據評估方法等。 2. 分析國際核設施廠址外釋案例，提出審查重點或管制建議，提供國內研擬輻射安全管制措施之參考。	輻射防護組 沈煜翔 02-2232-2223 yhshen@nusc.gov.tw
10	工作場所氦氣環境輻射劑量評估調查	氦是無色無味的放射性氣體，自基岩材料中釋出，穿過土壤後於空氣中被稀釋。室內氦氣有健康上的風險，長時間吸入會增加罹患肺癌的機率。氦氣濃度受工作場所空氣通風狀況影響，進而造成不同濃度及輻射劑量。由於肺癌為國內十大癌症之一，氦氣亦是造成肺癌之原因之一，故工作場所的氦氣輻射劑量為民眾所關注之議題。 參考國際相關文獻，目前國外對特定類型工作場所的氦氣情形特別關注，包括地下礦井、隧道及地下工程、肥料製造工廠、石油生產設施、觀光洞穴、地下坑道、車站地下樓層、地下商店街、工廠地下倉庫、醫療院所地下室、大型飯店地下室、零售業地下室倉庫等場所，本計畫研究內容如下：	輻射偵測中心 劉任哲 07-3709206 #307 rjliu@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		1. 參考國際文獻作法及考量國內實務狀況，選擇國內適當工作場所，執行氬氣活度濃度調查工作。 2. 瞭解工作場所氬氣輻射劑量評估，探討工作場所氬氣在不同場域之輻射劑量分布。	
11	環境試樣中鎔-99 質譜分析方法研究	鎔-99 為純貝他衰變之核種，其最大貝他能量為 293.8 keV，半衰期為 2.115×10^5 年。鎔-99 為核分裂產物，主要存在於用過核燃料中，在放射性廢棄物的貯存及對周邊環境輻射的影響尤為重要。此外，在核電廠除役作業中，鎔-99 也是除役後廢棄物可能殘留的關注放射性核種。因此，需建立環境中鎔-99 分析與量測方法。 國際上鎔-99 的分析方法主要以液態閃爍計數器及各類型的質譜儀進行量測。目前已建立以液態閃爍計數器進行海水中鎔-99 的分析方法，1 公升海水樣品的最小可測量值約為每公升 0.03~0.04 貝克。考量環境中鎔-99 含量極低及文獻中質譜儀的最小可測量值更低且無需使用放射性之鎔-99m 作為示蹤劑，因此嘗試研究以質譜儀分析環境中鎔-99 含量，以降低現行方法的偵測極限、提升檢測效能，並作為電廠除役環境監測之用，本計畫研究內容如下： 1. 蒐集國內外針對鎔-99 以不同分析方法之 5 年內最新相關文獻與報告 2. 探討與比較在高鹽分基質中(如：海水)不同分析方法之可能干擾因素與元素 3. 開發與建立以質譜儀分析的前處理方法 4. 建立與比較不同分析方法的偵測極限及分析時間	輻射偵測中心 林品均 07-3709206 #311 pclin@nusc.gov.tw
12	鈾-241 放射化學分離技術及量測方法建立	在過去 80 年，因全球的核試爆落塵及核子活動，造成鈾元素(Plutonium)於環境中的沉積。此外，由於我國核能電廠面臨除役相關工作準備，放射性廢棄物及環境中的鈾元素分析及相關監測工作成為相當重要。其中，較重要的鈾同位素主要包括：鈾-238 (87.7 年)、鈾-239 (24,110 年)、鈾-240 (6563 年)、及鈾-241 (14.4 年)。 這些鈾同位素於廢料或環境中可能存在非常微量，加上特別的核物理特性，使其不易進行偵測；通常，在量測前需要進行複雜的放射化學分離程序，接著再利用特定的放射性分析或質譜分析方法進行量測，屬於難測核種。除了鈾-241	輻射偵測中心 林品均 07-3709206#311 pclin@nusc.gov.tw

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		外，其餘銻同位素皆屬於阿伐釋放核種，且無適當的加馬線釋出。 銻-241 為純貝他釋放核種，釋出低能量貝他粒子，其最大貝他能量在 20.8 keV，可利用液態閃爍計數儀進行量測，其餘銻同位素則可以阿伐分析儀或質譜儀進行分析。此研究中，主要在建立及開發以放射化學方法進行銻同位素於環境試樣中的分離，並利用液態閃爍計數儀方法進行銻-241 同位素的定量分析，本計畫研究內容如下： 1. 蒐集國內外針對銻-241 放化分離及偵測之最新相關文獻與報告 2. 建立銻同位素的放射化學分離技術 3. 評估銻同位素分離時之干擾核種影響 4. 建立液態閃爍計數儀之銻-241 淬息曲線 5. 建立液態閃爍計數儀之銻-241 量測方法 6. 評估液態閃爍計數儀之銻-241 最小可偵測活度(MDA)	
13	開發海水環境中高效率並具選擇性之核種濃縮材料	福島事故後開發高效率並具核種選擇性之濃縮材料，目前仍是各國針對海水中重點核種監測工作。由於海水中的核種活度均極其微量，進行核種檢測時，必須運送大量海水回到實驗室，再藉由不同的前處理方法，如：分離、濃縮與共沉澱，才可達到最小度量活度，樣品預處理作業費工費時。離子交換法是選擇性分離放射性核種的重要方法。無機離子交換劑的抗輻射照射性能極佳，且易被減容固化處理，因此在溶液中濃縮處理放射性核種也具有獨特優勢。擬藉此計畫開發本土高效率並具選擇性之核種濃縮材料，期能在台灣鄰海取樣或利用樣品載送期間，進行樣品預濃縮，以提升檢測效能，本計畫研究內容如下： 1. 蒐集國內外針對放射性核種銻-137 或銻-90 等不同選擇性吸附材料之最新相關文獻與報告。 2. 比較不同材料在高鹽分基質中(如：海水)作為銻-137 或銻-90 等備選吸附材料之可行性。 3. 開發與建立以離子交換劑作為對放射性核種銻-137 或銻-90 等的主要選擇性吸附材料。 4. 利用一式管柱實驗建立與比較不同選擇性吸附材料對於放射性核種銻-137 或銻-90 等的去除效率。	輻射偵測中心 林品均 07-3709206#311 pclin@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
14	核子事故污染土壤之長半衰期核種分析研究	核子事故會造成陸地土壤環境含有大量放射性核種，其中短半衰期放射性核種如 Xe-133、I-131、Cs-137 等核種會對人體造成顯著影響，可利用傳統放射性測量方法進行分析掌握其影響分析；但對於長半衰期核種而言，雖其含量少卻因長達數萬年以上，在核子事故發生後很長一段時間仍可在環境樣本中被測定，同時也成為後期的關注放射性核種，該等受污染土壤之後續處置方式亦為關注焦點，本計畫研究內容如下： 1. 探討核子事故污染土壤之長半衰期關注核種，並彙整國際間分析技術，做為未來環境試樣放射性分析技術發展與精進之方向。 2. 蒐集國際核子事故污染土壤之後續處理、除污、減容，再利用或處置之案例及相關活度濃度管制建議。	輻射偵測中心 林品均 07-3709206 #311 pclin@nusc.gov.tw
15	環境加馬輻射能譜偵檢器之周圍等效劑量轉換方法開發	為配合輻射偵測技術建立及新世代智慧輻射監測站計畫，偵測中心已建置環境加馬輻射能譜遙測系統可定性分析核種，為求與現行全國 63 站之輻射遙測監測系統之劑量率進行驗證比對，希冀建立現場加馬能譜進階轉換為周圍等效劑量之方法，本計畫研究內容如下： 蒐集研析國際間有關環境加馬能譜之周圍等效劑量轉換作法，並針對不同轉換方法(如：蒙地卡羅模擬、G(E) function、能譜區間量測等)進行優劣分析比較；並依上述研析結果，建置一套周圍等效劑量轉換之分析系統，提供碘化鈉、溴化鉀等加馬輻射能譜偵檢器進行劑量率之轉換，增加現有環境輻射監測站之加馬輻射能譜數據多元性，以利能於事故早期能提供環境中各種放射性核種及輻射劑量率等完整訊息供決策參考。	輻射偵測中心 柯亭含 07-370-9206#125 koth@nusc.gov.tw
16	開發以鹼性膜(AEM)電解濃縮海水中氚活度方法	日本於 2023 年 8 月起將福島第一核電廠核災後含氚廢水排放至海洋，因此氚核種為目前各國海域輻射監測關注重點核種；氚核種在海水中的活度極低，現行量測方法無法直接測得海水中氚活度，需先經濃縮前處理。國際上主要以電解方式濃縮氚，如傳統的鹼性電解法及質子膜(PEM)電解法。傳統的鹼性電解法無法分離電解所產生的氫氣及氧氣，具有較高的危險性，而質子膜電解法的電極材料為貴重金屬，成本較高。鹼性膜電解法可將氫氣及氧氣可分別由陰極及	輻射偵測中心 林品均 07-3709206#311 pclin@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		陽極排出且無需使用貴重金屬作為電極材料。因此，擬藉由本計畫開發以鹼性膜(AEM)直接電解海水的方式，以提升檢測技術及效能，本計畫研究內容如下： 1. 蒐集國內外針對氙電解濃縮之相關文獻與報告。 2. 研究電壓對氙分離效果之影響。 3. 研究體積濃縮倍率與氙濃縮之關聯性。 4. 探討提升 AEM 反應裝置電解效率對於增加氙活度的可行方案。	
17	新興 FLASH 質子射束劑量評估研究 (二年期計畫)	由於質子射束較佳之物理特性，近年來成為癌症精準治療的利器之一，其中 FLASH 治療以極短時間搭配超高劑量率給予劑量，希望在相同的治療效果下減少其對正常組織之傷害，為目前放射治療發展的前端研究重點，本研究需求規劃二年期，各年研究重點如下： 第一年(115 年)： 1. 文獻研析質子 FLASH 技術之國際輻射安全管理相關經驗，研擬國內適用的輻防建議，以確保給予質子 FLASH 射束之可行性。 2. 設計 FLASH 質子射束用石墨熱卡計雛形，發展石墨與水吸收劑量轉換因子、雜質修正等各項修正因子評估方法。 第二年(116 年)： 1. 利用石墨熱卡計經由質子射束造成的溫度變化推算出 FLASH 質子射束之絕對劑量。 2. 利用 TRS-398 建議規格之游離腔，量測 FLASH 質子射束的絕對劑量，以評估游離腔於超高劑量率下再結合效應的修正方式。 3. 建立 FLASH 質子射束絕對劑量之建議量測程序，以奠定相關放療及生醫產業的分析基礎。	輻射防護組 呂雅萱 02-2232-2358 yhlu@nusc.gov.tw
18	老年人膽固醇高低對自主神經與周邊神經病變的相關性與長期追蹤影響	隨著年齡增長，許多老年人會出現神經退化的問題，這可能影響自主神經系統及周邊神經，導致心臟功能調節異常及感覺、運動功能下降。研究顯示，血液中的膽固醇濃度與糖尿病相關的神經病變有密切關聯，特別是膽固醇過低時，可能會增加糖尿病的風險，並加劇神經病變的惡化。 I-123 MIBG 心臟影像掃描是一種專門用來	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytlia@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		評估心臟交感神經功能的核醫學檢查，能協助了解老年人心臟神經退化的程度。透過核醫造影，搭配膽固醇監測與周邊神經傳導檢查，可更準確地了解膽固醇水平如何影響神經健康，特別是在糖尿病相關的神經病變。 本研究計畫將使用 I-123 MIBG 心臟影像掃描與周邊神經傳導檢查來評估老年人神經系統功能，並探討其與血液膽固醇水平的關聯性。研究設計如下： 1. 招募 60 歲以上的老年受試者，依據血液膽固醇濃度分為正常膽固醇組與低膽固醇組。記錄受試者的健康狀況，包括是否患有糖尿病或其他神經功能的疾病。 2. I-123 MIBG 心臟影像掃描，評估心臟交感神經功能，觀察神經退化程度。合併周邊神經傳導檢查與血液檢測，分析膽固醇、血糖等代謝指標 3. 透過統計方法比較膽固醇水平與心臟神經造影、周邊神經健康之間的關聯性分析。	
19	交感神經活性對於阿茲海默症患者腦中 β -類澱粉蛋白沉積的相關性	本研究旨在探討交感神經活性對於阿茲海默症患者腦中 β-類澱粉蛋白沉積的相關性，採用正子造影和單光子造影結合的方法進行橫斷面研究。阿茲海默症作為最常見的失智症，其病理特徵包括 β-類澱粉蛋白斑塊與神經原纖維糾結，導致認知功能逐漸退化，本計畫研究內容如下： 研究設計中，患者接受影像檢查與認知功能評估，以探索交感神經活性與類澱粉蛋白沉積變化的相關性及對認知功能的影響。本研究重點如下： 1. 結合兩項影像造影技術，執行交感神經活性與類澱粉蛋白變化的檢查。 2. 使用 SUVR、Centiloid 分析及潛在改變量模型（LCSM）進行橫斷與長期關聯性數據評估分析。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
20	多蕾克鎳肝功能正子造影 (Ga-68 Dolacga PET scan) 於肝癌射頻燒灼治療之臨床研究	本研究旨在評估 Ga-68 Dolacga 作為肝癌患者射頻燒灼術治療前後及追蹤期間的影像檢查，用以評估肝臟功能變化、治療效果及腫瘤復發。 本研究收案早期肝癌(腫瘤$\leq$3cm)與中大型肝癌(腫瘤$>$3cm)合併肝硬化患者，進行射頻燒灼	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		術(RFA 治療)，以 Ga-68 Dolacga PET scan 進行治療前後及追蹤期間之影像檢查，比較不同腫瘤大小患者的肝臟功能變化，評估 Ga-68 Dolacga 在腫瘤復發中的診斷價值，以及分析射頻燒灼術對肝臟功能的長期影響；比較不同肝癌大小的肝功能差異，並評估 Ga-68 Dolacga 在追蹤射頻燒灼術治療後肝功能恢復的應用；以及評估 Ga-68 PET scan 在制定中大型肝癌(>3cm)射頻燒灼術治療策略的價值。 本計畫已於 114 年展開先期研究，將收案 10 位早期肝癌患者，完成相關臨床前評估、Ga-68 Dolacga scan 肝癌術前評估造影與射頻燒灼術治療、Ga-68 Dolacga scan 術後療效評估等作業。115 年將持續推動，規劃之研究重點如下： 1. 繼續追蹤 114 年收案患者，進行相關臨床評估；或新增 10 位早期肝癌患者收案，進行 Ga-68 Dolacga scan 肝癌術前評估造影與射頻燒灼術治療；Ga-68 Dolacga scan 術後療效評估。 2. 新增收案 5 位中大型肝癌患者，分析所有患者的影像及臨床資料。	
21	多蕾克鎳肝功能正子造影 (Ga-68 Dolacga PET scan) 於胰臟癌治療劑量之臨床研究 (二年期計畫)	轉移性胰臟癌患者肝功能常異常，影響化療劑量選擇。本研究旨在利用多蕾克鎳肝功能正子造影(Ga-68 Dolacga)，輔助醫師決定化療藥物 nal-IRI 的劑量，以提升治療效果並降低副作用。 針對黃疸指數異常且具肝臟轉移的胰臟癌患者。採用 3+3 劑量遞增設計，根據患者肝功能(bilirubin level)及多蕾克鎳正子造影結果，分為 12 組，分別給予不同劑量的 nal-IRI。評估指標包括：安全性、藥物動力學參數、生物標記、腫瘤反應率、無惡化存活期、整體存活期。 本計畫已於 114 年展開先期研究，將完成最低劑量組收案，並初步評估其安全性及療效。115、116 年將持續推動，規劃之研究重點如下： 第一年(115 年)： 1. 完成中劑量組收案。 2. 評估安全性及療效。 第二年(116 年)： 1. 完成高劑量組收案。 2. 評估安全性及療效。 3. 發表研究成果。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
22	整合全卷積變換器神經網路之大腦類澱粉蛋白沉積智能精準定量輔助診斷系統	AI 在醫學影像分析中的應用日益成熟，尤其在 PET 影像分析領域，AI 技術正逐步取代傳統的手動分析方法。類澱粉蛋白沉積是阿茲海默症的重要病理標誌，早期精準的正子影像自動檢測與分割可有效輔助診斷與治療，對早期診斷具有重要意義。變換器模型(Transformer)在圖像分割與自然語言處理中的應用取得突破，特別是在醫療影像中，其全局特徵學習能力展現出極大的潛力，本計畫研究內容如下： 1. 整合全卷積變換器神經網路 (Fully convolutional transformer neural network, FCT) 的方法，結合卷積神經網路(CNN)和變換器模型，既保留局部特徵提取能力，又強化全局依賴關係的學習，最終生成像素級分割圖或沉積量預測值，加強正子影像分辨率。 2. 再利用臨床正子類澱粉蛋白影像模型訓練，並結合交叉熵損失與均方誤差(MSE)進行優化。 3. 性能評估則使用 Dice 系數、IoU、ROC-AUC 等指標進行全面驗證，並與傳統方法進行基準比較。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
23	應用 Ga-68-APD 執行全身血管造影評估動脈炎/動脈硬化的範圍與區域特性	動脈炎/動脈硬化是包括兒童及成人最常見的後天性心臟病，也是國人十大死因最常見的名列前茅的重點性疾病。目前臨床既有的方法包含各項血液檢查及各器官的影像學檢查都缺乏兼具區域性及綜合性的全覽性優點，本計畫擬採用新開發的 Ga-68-APD 作為偵測全身性血管炎/動脈硬化定位的應用研究，本計畫研究內容如下： 1. 以川崎病小鼠動物模式，進行相關的組織病理檢查與既有的血管炎/動脈硬化血液學檢查(包含血球計數，各項炎症指標，血脂肪測量等) 2. 進行各器官超音波，電腦斷層(CT)以及磁共振造影(MRI) 影像檢查，確認血管炎/動脈硬化的全身性分布。 3. 進行 Ga-68-APD 在相關血管炎造影之影像，與不同期程小鼠犧牲後的組織病理分析佐證比較，已驗證 Ga-68-APD 造影之優勢。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
24	CXCR4 發炎造影劑 Ga-68-APD 於顱內動	顱內動脈粥狀硬化所導致的血栓及中風，造成全球人類的最大死因，然而，動脈粥狀硬化早	輻射防護組 梁詠慈

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
	脈粥狀硬化的診斷效果評估	期並無任何病症，唯有早期發現，才是避免進一步惡化的主要關鍵，Ga-68-APD 已驗證對於心血管的動脈粥狀硬化診斷具有臨床應用價值，本研究將針對中風的病患進行學術研究用人體臨床試驗，確認顱內動脈粥狀硬化診斷的有效性，本計畫研究內容如下： 1. 建立以迴旋加速器產製 Ga-68 技術。 2. 建立以合成盒自動產製 Ga-68-APD 的技術。 3. 申請 IRB 與 TFDA，針對中風的病患進行 Ga-68-APD 學術研究用人體臨床試驗，確認顱內動脈粥狀硬化診斷的有效性。	02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
25	Ga-68-APD 放射影像在癌症治療心毒性風險評估中的應用	癌症治療已被證實會帶來心血管疾病的風險，成為癌症倖存者除癌症相關死亡外的主要死因，如何建立有效的心毒性風險與治療效果評估成最大挑戰，心毒性的表現 CXCR4 蛋白可能的機制與 miR-200c/Zeb 相關的調節機制有關。 計畫利用新穎的 CXCR4 放射性核醫藥物 Ga-68-APD 的精準放射影像技術，以支持風險評估平台的建立並加強相關新藥開發的評估機制： 1. 建立心毒性動物模型，並運用放射性核醫藥物 Ga-68-APD 進行放射影像的測試與驗證。 2. 分析 Ga-68-APD 的放射影像數據，探討其與心臟毒性發生或惡化的關聯性。 3. 利用已知藥物治療心毒性，並結合 Ga-68-APD 放射影像進行病情預後評估，提供有效的臨床應用依據。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
26	纖維母細胞活化蛋白抑制劑(FAPi)在發炎性疾病的臨床應用與分子影像評估 (三年期計畫)	活化纖維母細胞在慢性發炎疾病中扮演重要角色。FAPi-PET 是一種新型的核醫影像檢查，能精準地標示活化纖維母細胞，有助於診斷和評估相關疾病，如類風濕性關節炎和間質性肺病。 探討 FAPi-PET 在類風濕性關節炎和間質性肺病中的應用價值，並建立一套更精準的疾病診斷和評估系統。 本研究需求規劃三年期，各年度規劃之研究重點如下： 第一年(115 年)： 1. 建立 FAPi 影像分析方法。 2. 探討其與疾病活性的關聯性。 第二年(116 年)： 1. 比較 FAPi 與其他影像技術的診斷效能。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		2. 結合臨床數據建立綜合評估系統。 第三年(117 年)： 1. 利用人工智能開發創新影像分析工具。 2. 提升診斷準確度和預後預測能力。	
27	人工智慧輔助染色體雙中節自動化分割與位置辨識	雙中節染色體分析(Dicentric Chromosome Assay, DCA)是國際認可的輻射劑量評估黃金標準，因其準確性高，特別適用於無法取得物理劑量計的輻射意外曝露情境。然而，傳統 DCA 分析需耗費大量時間和專家資源，難以在大規模輻射事故中快速處理樣本。 本計畫聚焦於開發基於人工智慧與深度學習的染色體自動化分割與雙中節辨識系統。研究重點需求如下： 1. 自動化染色體分割技術開發建立：構建高效的影像處理演算法，實現染色體的自動檢測與分割。 2. 發展雙中節染色體自動辨識模型：基於機器學習技術，設計可自動辨識雙中節染色體的 AI 模型。 3. 建構劑量-效應曲線：利用自動化數據分析進行輻射劑量-效應曲線的建立，達成自動化且快速劑量估算。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
28	輻射生物效應監測與應用-血液中生物標記測定技術標準化之建立	為強化輻射從事人員的輻射安全與防護，除劑量佩章及監測儀測定外部輻射強度外，輻射生物效應也需同時監測。人員接受外部輻射照射後，將誘發身體細胞 DNA 產生斷裂及受損，累積過多的不必要照射將使細胞走向細胞凋亡以致無法恢復，故早期監測輻射生物效應將有效預防後續不可逆的傷害或災害。 本研究將建立輻射生物效應專一性的生物標記(Biomarker)，利用細胞傷害所產生的血液分子開發標準化技術監測輻射生物傷害，研究重點如下： 1. 測定血液游離蛋白質、Exosome 分子、免疫細胞比例與 γH2AX 的表現，利用綜合判定方式建立輻射傷害標準化技術。 2. 將利用染色及主要流式細胞儀建立血液中各類分子。 3. 生物材料以小鼠動物實驗或健康人血液檢體	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (聯絡人及分機)
編號	名稱		
		為主，模擬短時間(數天)至長時間(數週)受到低劑量輻射照射後的影響。	
29	FCH 正子藥物在副甲狀腺異常診斷中的應用	氟化膽鹼(F-18 fluorocholine, FCH)是一種常用於分子影像學的正子藥物，可評估細胞膜合成的代謝活動。近年來，FCH PET-CT技術在副甲狀腺異常的診斷與治療管理中展現獨特優勢。高血鈣症通常由副甲狀腺亢進引起，需要精準定位病灶以進行後續手術。然而，傳統鎝-99m藥物對低細胞活性或小病灶的檢測能力有限，影響診斷準確性。 本研究探討 FCH PET-CT 在副甲狀腺異常診斷中的應用，重點如下： 1. 比較 FCH PET-CT 與鎝-99m 藥物在病灶檢測中的表現，特別是對低細胞活性及小病灶的偵測能力。 2. 分析副甲狀腺亢進病灶的 FCH 代謝模式，建立影像學特徵數據庫，以評估膽鹼代謝異常與病灶分布的關聯性。 3. 探討 FCH PET-CT 於術前評估及術後療效驗證的價值，包括多病灶分布與代謝狀況的檢測，以及術後治療效果的評估。 4. 比較 FCH PET-CT 與傳統技術的敏感性、特异性及預測值，以驗證其臨床優勢。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw
30	鎰-68/鎳-177 標誌成纖維細胞活化蛋白造影(Ga-68/Lu-177 FAPi scan)於膽管癌的診斷與治療之臨床前研究	膽管癌早期診斷困難，治療效果不佳。現有的診斷方法如 FDG PET/CT 存在偽陽性問題。theranostics 技術，如 Ga-68/Lu-177 標誌的放射性藥物，在其他癌症治療中顯示出潛力，本計畫研究內容如下： 1. 利用 TAA(Thioacetamide)誘發鼠建立膽管癌模型。 2. 透過 Ga-68 FAPi PET 及組織染色確認膽管癌細胞中 FAP 的表達。 3. 建立與優化 Ga-68/Lu-177-FAPi 的製備流程。 4. 藉由動物實驗，使用 Ga-68/Lu-177-FAPi 對膽管癌動物模式進行成像和治療，評估其診斷和治療效果。	輻射防護組 梁詠慈 02-2232-2194 ytliang@nusc.gov.tw

原子能科技學術合作研究計畫

115 年度計畫研究領域及主題

四、跨域合作與風險溝通 (N4)

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
1	原子能政策與法制之研究	就下列政策或法制議題擇一進行探討： 1. 跨境爭端處理：配合我國現行訴訟制度，並借鏡國際原子能法及國際環境法，進行原子能國際案件糾紛解決機制之法制建立與運作研究，探討我國原子能相關國際法律糾紛時，原子能國際爭議解釋機制，或跨國原子能發展協力治理下之預警機制，或我國行政訴訟制度下原子能訴訟之對世效力等議題，俾確立我方對於原子能國際案件紛爭之解決機制及法源依據。 2. 核子損害賠償：研析近年國際核子損害賠償制度所涉及輻射源、除役中核電廠、放射性廢棄物處理、貯存及處置設施，或因應極端氣候災害所涉及補償制度等議題，以及因應核融合、小型模組化反應器等新興核能科技之修法趨勢及賠償制度，提供主管機關做為日後核子損賠償法修法之參考。 3. 核子保防法規：因應國際第四代、小型模組化反應器發展趨勢，探討歐盟、國際原子能總署就設計保防(Safeguard by Design)之修法趨勢及實踐，就國內核子保防體系所涉料帳管理、檢查作業、違反規定處理、權責分工以及我國現有簽署之三邊保防協定與補充議訂書所涉國內法規等議題，提出政策或法規修訂建議，做為檢視及精進我國相關核子保防法規之基礎。 4. 性別平等政策：蒐集國際間性別與能源議題之相關經驗，包括性別主流化工具之運用、培育能源產業女性人才、提升能源領域中的性別比例，以及推動性別友善及工作家庭平衡之職場政策，透過借鑒國外作法，並結合我國實務經驗，進一步深化運用，發展符合我國脈絡之培訓教材，作為政府人員訓練教材及業務推動參考。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 汪若晴¹ 02-2232-2050 jocwang@nusc.gov.tw 綜合規劃組 林歲士² 02-2232-2080 stan@nusc.gov.tw 綜合規劃組 黃立元³ 02-2232-2084 lyhuang@nusc.gov.tw 綜合規劃組 謝瑩貞⁴ 02-2232-2077 angela325@nusc.gov.tw

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
2	原子能新南向及中東歐政策研究	基於政府新南向及中東歐政策國家有關原子能科技民生應用發展現況，探討新南向或中東歐國家地緣關係、產業發展（涉及我國原子能民生應用較具優勢部分，如半導體、放射醫學、農業照射等）、法令規範及民情文化，盤點現行合作模式及交流管道，就資源共享、人才交流、技術輸出及區域鏈結等面向，提出政府推動原子能科技新南向或中東歐國家合作交流之可行性方案或具體措施。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 謝瑩貞³ 02-2232-2077 angela325@nusc.gov.tw
3	原子能人才培育計畫	就下列議題擇一研究或推動： 1. 核電人才培育：因應國內核電廠除役、核廢料處理及新世代核電技術等需求，於大專院校開設核子工程、輻射防護、放射化學、結構耐震、數位儀控、人工智慧、電漿物理、材料科學等相關課程、學程或訓練，培育核電人才。 2. 前瞻科學人才：因應未來科學的高度發展，射束科學、電漿物理、加速器或核子反應器設施等的相關理論模擬、科學實驗、學程設計或教學活動，是為開發前瞻領域的重點項目，以及培育基礎科學與尖端科技人才，不可或缺的利器。研究範疇包括：射束與材料分析、量子糾纏、微型化造影儀器、光核反應、用過燃料池水下攝影、脈衝電源、電漿尾場加速器等。 3. 人文與科技互融：透過大專院校人文及社會學科、跨域教學與活動導入原子能相關議題(如核廢料鄰避設施及瑞典、芬蘭等國成功標竿)，探討政府原子能事務所涉科學論證、利弊分析、社會認知、價值判斷等，或引入導入藝術、設計及文化等思維，以促進科技與人文互融的方式，引領學生跨域思考及多元溝通，培育學生解決社會問題之能力及核心素養，並強化學生社會責任。 ※請於計畫書敘明透過計畫執行可培育人力及跨學科範疇，將執行後的成效予以具體地衡量及檢視，並說明藉由計畫執行可培育人才之核心素養、跨域整合能力、設施儀器操作經驗等質化指標。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 蔡宜宏^{1、2} 02-2232-2104 yhysai@nusc.gov.tw 綜合規劃組 謝瑩貞³ 02-2232-2077 angela325@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
4	原子能科普教材之編撰、推廣暨應用成效研究	為強化推廣核災緊急應變民眾防護資訊，及面對核電廠除役、核廢料處理時在核安輻安的管制，需積極將原子能有關知識，且在考量性別、多元族群及分齡分眾之需求下，編撰成科普教材並實際推廣應用或融入學校資源開設課程，以提升全民原子能科普之素養並培育相關領域之人才，並使民眾了解核電廠除役及核廢料的問題，進而建立原子能有關公共事務的思維。本計畫研究內容可就以下議題擇一或二項進行研析與規劃： 1. 規劃運用數位科技，如虛擬與擴增實境技術(VR、AR)、人工智慧(AI)、手機或平板遊戲，製作原子能科普教材，以提供核電廠安全、核廢料處理、核事故民眾防護行動與輻射意外事件處理之知識或其他原子能民生應用有關之體驗等。 2. 配合 108 年課綱，以議題融入課程之設計理念，將原子能科普知識融入環境教育、海洋教育、科技教育、能源教育、防災教育或是性別平等教育等議題，並可運用影音或數位科技，製作適性分齡學習教材，包括影片、廣播節目、簡報或互動體驗等；亦可透過插圖、資訊視覺圖表類之媒材編撰桌上遊戲或書籍教材，透過簡單易懂與融入式的教學模式，俾增加教師運用於校園課程中，協助學生發現問題及習得原子能相關科普知識。 3. 以原子能科普知識為核心，結合自然科學、美術、閱讀及人文等跨領域課程，設計兼具趣味性與實用性的適齡化課堂實驗與手作課程，並進入校園辦理實體科普推廣活動。透過動手實作與多元學習模式，提升學生對原子能應用與安全議題的理解，並培養其批判思考能力與科學素養。此外，針對學生的學習成效與師生對活動的回饋進行評估與分析，作為本會未來設計標準化教案與擴大科普推廣活動的重要參考。 4. 考量不同性別與族群(可包括不同年齡學生、老師、新住民、原住民或網民等)對既有原子能科技與科普推廣教材進行需求分析，由不同對象之回饋分析或成效研究，可供未來編撰科普教材之參考，讓教材更符合大眾或市場需求，以增加推廣	綜合規劃組 李英源 02-2232-2073 yyli@nusc.gov.tw

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
		成效，並增進多元族群對原子能有關事務之認識。	
5	輻射災害心理健康支持(MHPSS)研究與指引研擬(二年期計畫)	全球對輻射災害與核子事故的應對，已從傳統的輻射防護認知延伸至心理層面的考量，越來越多國際機構（如世界衛生組織、國際原子能總署、經濟合作發展組織核能署）強調心理健康與心理社會支持(MHPSS)在減輕輻射災害衝擊與影響方面的重要性。近年來，各國已開始將心理健康支持納入輻射防護策略，並推動具體行動方針與應變機制。此外，第六屆國際核子緊急演習(INEX-6)並將輻射災害造成的健康衝擊，如心理健康(Mental Health)為主要演練議題之一，可見國際對輻射災害心理健康風險的重視。 本研究計畫(二年期)規劃之工作項目： 第一年主要為蒐集國際機構已發布之相關政策指引，如 WHO Framework for Mental Health and Psychosocial Support in Radiological and Nuclear Emergencies，及 OECD/NEA Practical Guidance for Mental Health and Psychosocial Support in Radiological and Emergencies 等，及相關之國際演練成果，彙整並研析輻射災害不同對象可能面臨的心理健康風險議題； 第二年則以實務使用為目標，研擬適用於我國之輻射災害心理健康支持（MHPSS）指引。	保安應變組 賴佳琳 02-2232-1903 cllai@nusc.gov.tw
6	原子能科技應用之風險溝通研究	研析國內外原子能科技民生應用所涉風險溝通及民意趨勢，作為政府民眾溝通策略之參考，就以下議題擇一進行研究： 1. 輻射照射應用於食品加工或基因改良之風險溝通研究。 2. 應用人工智慧輔助放射醫學診療之風險溝通研究。 3. 核融合、小型模組化反應器等新興核能科技之風險溝通研究。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 林歲士 02-2232-2080 stan@nusc.gov.tw
7	輻射照射技術於病媒、蟲害防治應用之技術發展	運用輻射照射技術開發或改進病媒、蟲害防治技術(例如昆蟲不孕技術)之研究，以達成控制、降低或防治由果蠅、飛蛾、采采蠅、蚊子、蒼蠅或節肢動物等所造成之疾病(如登革熱)、蟲害或農業損失其傳染、傳播、發生率或盛行率等。 ※請於計畫書敘明研究成果適用於本土病媒防治	綜合規劃組 陳文亮 02-2232-2068 wlchen@nusc.gov.tw

研究主題 (計畫期程)		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
		或農損效益。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	
8	原子能科技於重要產業應用之技術發展	運用原子能技術或設施於信賴產業、國家希望工程之技術發展，就以下議題擇一研究： 1. 半導體及人工智慧 (1)運用輻射或電漿技術於前瞻半導體製程或自主設備關鍵技術建立，研究範疇涉及次世代微影技術(beyond EUV)、蝕刻、離子佈植或材料合成技術、次世代半導體材料檢測技術等。 (2)研發輔助輻射作業之機器人，研究範疇涉及機器人輔助輻射作業之應用（包括機器人在高輻射劑量場域應具備之特性、遭遇問題和解決之道等）、提升機器人移動彈性（如管道、水下、爬行等）仿生技術、屏蔽環境下機器人通訊技術或遠端遙控人機介面、邊緣運算與多機器人協作開發等輻射場域作業之創新機器人研究。 (3)運用機器學習及數據分析輔助原子能科技應用研發，研究範疇涉及結合同位素科學用於氣候變遷評估、環境污染追蹤、水資源管理、作物營養管理及產源追溯，結合輻射應用科學於離子佈植、電漿應用等工業製程改善，結合放射醫學科技輔助病灶診斷及癌症精準治療，核融合電漿控制及穩定度開發等。 2. 次世代通訊及太空科技 (1)同位素電池研究。 (2)太陽電池電子束測試研究 (3)電晶體單事件效應(SEE)或總游離劑量(TID)之電學模型及製程研究。 (4)因應晶片單事件效應(SEE)之數位系統設計。 (5)AI 晶片、高頻寬記憶體(HBM)輻射效應及抗輻射技術研究。 (6)抗輻射電子設計自動化(EDA)研究。 (7)矽光子(Silicon photonics)元件輻射效應及抗輻射技術研究。 3. 精準健康：以原子能技術、儀器或設施，搭配前瞻創新性材料、技術、方法或用途，進行精準健康之疾病風險預測篩檢評估、免疫及健康檢測、中醫藥開發、治療或輔助藥物技術研發、研究方法替代方案開發等研究。	綜合規劃組 林歲士¹ 02-2232-2080 stan@nusc.gov.tw 綜合規劃組 何承軒² 02-2232-2082 chhe@nusc.gov.tw 綜合規劃組 陳文亮³ 02-2232-2068 wlchen@nusc.gov.tw

研究主題（計畫期程）		主要研究內容	備註 (需求單位窗口)
編號	名稱		
		4. 糧食安全及農業轉型：運用輻照技術於優化食品安全存量及健康等民生物資之技術發展，研究範疇涉及農糧保存、誘變育種、食品安全、抗逆境作物育種等輻射技術於農業及生命科學之研究。 5. 綠色成長與淨零轉型 (1)運用輻射改質、鍍膜製程或非破壞檢測技術於能源材料開發、缺陷檢測或碳封存技術之研究。 (2)開發適用於核融合反應器之低活化抗輻射材料。 ※請於計畫書敘明研究領域當前產業技術背景，以及研究成果預期效益。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 謝瑩貞⁴ 02-2232-2077 angela325@nusc.gov.tw 綜合規劃組 黃立元⁵ 02-2232-2084 lyhuang@nusc.gov.tw
9	同位素示蹤技術於民生及環境永續之研究	應用同位素示蹤及分析技術就民生改善及環境永續以下議題進行研究： 1. 海水酸化、溫室氣體排放等氣候變遷影響評估及調適研究。 2. 作物營養管理及產地溯源研究。 3. 民生建築及工業管線滲漏及溯源研究。 4. 其他有關環境永續、碳中和及氣候變遷調適研究。 ※計畫如需多年執行，請於計畫書敘明，以3年為限。	綜合規劃組 黃立元 02-2232-2084 lyhuang@nusc.gov.tw