

調 查 報 告

壹、案由：據審計部109年度中央政府總決算審核報告，為有效執行核子事故緊急應變，行政院原子能委員會核能研究所及輻射偵測中心召集相關單位組成「核子事故輻射監測中心」，對海陸空進行輻射偵測。惟空中輻射偵測系統故障頻繁且多年未更新、數據圖像化整合系統尚未完備、無人機偵測量能待建立、以及空中輻射偵測任務支援問題等情，實有進一步瞭解之必要案。

貳、調查意見：

為瞭解據審計部民國（下同）109年度中央政府總決算審核報告，行政院原子能委員會（下稱原能會）所屬核能研究所及輻射偵測中心為有效執行核子事故緊急應變，召集相關單位組成「核子事故輻射監測中心」，對海陸空進行輻射偵測，惟空中輻射偵測系統故障頻繁且多年未更新、數據圖像化整合系統尚未完備、無人機偵測量能待建立及空中輻射偵測任務支援問題等情，案經請審計部、原能會於110年12月21日到院簡報說明案情後，再函請前揭機關提供相關說明及卷證資料，並於112年1月18日上午詢問原能會相關主管及承辦人員。全案業調查竣事，茲將調查意見臚陳如下：

- 一、我國雖規劃於2025年邁向非核家園目標，惟現有3座核能電廠均位處斷層線上，又目前用過之核子燃料因找不到最終處置場址，仍需長期留置於反應爐廠區內的冷卻池或安全性較低之貯存設施中，均有發生核子事故之巨大風險¹，查原能會雖依法建立核子事故緊急

¹ 本院 110 財調 0029 號調查報告、111 財調 0035 號調查報告。

應變體系，惟107年至111年間執行之核安演習空中輻射偵測訓練，間由非核子事故輻射監測中心成員內政部空勤總隊支援飛行人員、載具及參與訓練，其適法性及權責顯未盡明確，且現有空中輻射偵測飛行訓練量能亦有不足，均顯國內核子事故緊急應變體系未盡完備，核有未洽：

- (一)查原能會為有效執行核子事故緊急應變，依據「核子事故緊急應變法」第6條第1項²規定成立核子事故輻射監測中心，並於94年訂定「核子事故輻射監測中心作業要點」。依該作業要點第4點規定，指定所屬核能研究所及輻射偵測中心分別擔任北部及南部核子事故輻射監測中心之專責機關，召集交通部中央氣象局、國防部陸軍司令部、行政院海岸巡防署海洋巡防總局（現改制為海洋委員會海巡署艦隊分署）及核子反應器設施經營者等單位組成核子事故輻射監測中心，並由核能研究所、輻射偵測中心及國防部陸軍司令部執行空中輻射偵測，依「核子事故緊急應變法」第9條第1項³規定，辦理人員、車輛及環境（包含陸上、空中及海上）等之輻射偵測、研判事故程度與影響範圍、提供充分資訊及技術予各級災害應變中心等。
- (二)鑑於100年間日本發生311福島核災，原能會為落實「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告」中有關空中輻射偵測作業之檢討與精進，於101年至102年間自美國引進空中輻射偵測系

² 「核子事故緊急應變法」第6條：「為有效執行核子事故緊急應變，核子事故發生或有發生之虞時，依事故可能影響程度，中央主管機關成立核子事故中央災害應變中心及輻射監測中心；國防部成立核子事故支援中心；地方主管機關成立核子事故地方災害應變中心。……」

³ 「核子事故緊急應變法」第9條：「核子事故輻射監測中心，應辦理下列事項：一、實施人員、車輛及環境等之輻射偵測。二、研判事故程度與影響範圍、民眾輻射劑量評估及防護行動建議作業。三、提供充分資訊及技術予各級災害應變中心。四、其他由核子事故中央災害應變中心指示之事項。」

統 (Aerial Measuring System)，供我國於發生核子事故時可進行大範圍輻射污染偵測，以強化空中輻射劑量偵測與地面污染調查評估技術。核能研究所及輻射偵測中心陸續依核子事故緊急應變法第16條⁴規定，訂定北部及南部核子事故輻射監測中心之空中輻射偵測作業程序書（下稱空中輻射偵測作業程序書），以執行空中輻射偵測作業。

- (三)據審計部查報，依空中輻射偵測作業程序書規定，係由國防部陸軍航空特戰部隊（下稱航特部）派遣飛行人員及提供飛行載具裝載空中輻射偵測系統，由化學兵群於機上操作儀器執行偵測。然108年及109年度核安演習因航特部全面換裝，無法支援飛行載具，原能會改請內政部空中勤務總隊（下稱空勤總隊）支援飛行載具，且因國防部所屬化學兵群偵檢人員與空勤總隊隸屬不同部會，致化學兵群偵檢人員並未登上該總隊之飛行載具執行演習，僅支援地面後勤維安等作業。核能研究所及輻射偵測中心為因應航特部無法支援飛行載具，分別於108年12月及109年11月修正「空中輻射偵測作業程序書」，將空勤總隊納入參與單位。惟上開核子事故緊急應變基本計畫及「核子事故輻射監測中心作業要點」，空勤總隊尚非屬核子事故輻射監測中心成員；復依輻射偵測中心提出之109年核安第26號演習支援北部輻射監測中心心得報告提及，空中輻射偵測任務基於法源基礎，應優先向航特部請求支援飛行人員及載具，且於實際發生事故時空勤總隊應優先執行災害搶救（如：人命搜救之空中救難、

⁴ 「核子事故緊急應變法」第16條：「中央主管機關應依核定之緊急應變基本計畫，辦理下列事項：……五、作業程序書之彙整及編修。」

救災人員、裝備、物資之空中運輸等），是否有足夠量能支援空中輻射偵測，仍須評估及考量。是以，原能會請求空勤總隊支援空中輻射偵測任務，並將其納入相關作業程序書之適法性及是否妥適，仍有商榷餘地。又原能會雖於108年及109年度請求空勤總隊支援核安演習空中輻射偵測任務，惟核能研究所及輻射偵測中心未積極邀請航特部參加空中輻射偵測飛行實作訓練，恐不利空中輻射偵測任務之執行等。

(四) 針對上情原能會查復，核子事故輻射監測中心成員包括原能會（核能研究所、偵測中心）、陸軍司令部等機關，空中輻射偵測作業自103年起，核能研究所即與國軍建立偵測合作機制及相關飛行參數傳遞機制，以利飛行官可順利協助完成飛行任務，並由化學兵群監控空中輻射儀器正常運作。108年、109年航特部因換裝未能支援空中輻射偵測作業，但化學兵群仍持續參與空中輻射儀器操作及陸域車載式偵測實作訓練。110年核安第27號演習空中輻射偵測，已由國防部所屬化學兵群與原能會應變人員，共同登上空勤總隊飛行載具執行任務，而該會近年均定期拜會空勤總隊，迄今協調合作順暢等語。

(五) 對於本院詢及空勤總隊支援飛行任務之適法性、應否律定法制化規範，及爭取直升機專責使用權及時應變一節，原能會先回復，核子事故整備及應變作業已訂有「核子事故緊急應變法」專法，未於該法中明訂事項仍可依「災害防救法」及「輻射災害防救業務計畫」中相關整備應變機制適用；該會於110年5月間拜會空勤總隊時，該隊表示職掌任務已涵括空中救災、救難及其他相關演習訓練，建議暫不

將其納入輻射監測中心編組成員等語。嗣原能會於112年1月間本院詢問後再補充說明，為避免萬一發生核子事故時產生權責不清疑義，律定法制化明確規範仍有其必要，已於112年2月間洽商空勤總隊同意納入輻射監測中心編組成員，並請該隊持續配合相關演訓等語。綜上，原能會現行洽請空勤總隊支援空中輻射偵測飛行任務之適法性及權責顯未盡明確，既已洽請該隊同意納入輻射監測中心編組，自應賡續辦理後續法制化程序，俾能確定權責，及時應變。

- (六)續查，原能會復稱國防部化學兵群偵檢人員雖未參與108年及109年空中輻射飛行偵測實作訓練，但仍持續參與空中輻射儀器操作及陸域車載式偵測實作訓練，雖然陸域與空域訓練場域不同，但使用儀器設備及操作軟體均相同，陸域實作訓練及空域飛行訓練並無太大差異，同樣能達相當訓練效益等語。而對於本院詢及陸域、空域之周遭環境條件、載具、座位、空間顯有不同，是否確無太大差異一節，原能會則查復，安排陸域車載取代飛行載具辦理訓練係因飛行資源取得不易，為確保偵檢人員於上機前熟稔空中輻射偵測儀器操作、數據判讀及故障排除等實作流程，爰規劃成本較低的陸域車載式實作訓練為空中偵測整體訓練的一部分，有助於提升未來於飛行載具上實際執行時之成效等語。審諸上情，空中輻射偵測飛行實作訓練執行量能及飛行資源顯有不足，此由原能會108年出國報告建議事項提及：「為避免受限直升機調度問題，而且空中偵測系統機動性高，建議宜規劃多元管道之機載工具來源，諸如軍方、空勤、或與私營航空公司簽約等」可見一斑，又原能會107年出國報告心得也提

及：「空中輻射偵測技術門檻較高，且需不同技術背景(如駕駛、儀器維護人員、偵測人員、數據分析人員等)專業團隊，互相協調分工合作才能進行，不容許任何環節出現失誤或偏差，是並不容易普及推廣的技術」，顯見空中輻射偵測必須由相關專業技術人員於空域飛行中協同合作方可順利完成，現行陸域車載訓練是否確與空域飛行實作訓練無太大差異，原能會允宜審慎評估，並賡續策進現有飛行實作訓練方式及量能，以利空中輻射偵測技術及經驗傳承。

(七)綜上，我國雖規劃於2025年邁向非核家園目標，惟現有3座核能電廠均位處斷層線上，又目前用過之核子燃料因找不到最終處置場址，仍需長期留置於反應爐廠區內的冷卻池或安全性較低之貯存設施中，萬一破裂均有發生核子事故之巨大風險。查原能會雖已依法建立核子事故緊急應變體系，惟107年至111年執行之核安演習空中輻射偵測訓練，間由非核子事故輻射監測中心成員內政部空勤總隊支援飛行人員、載具及參與訓練，其適法性及權責顯未盡明確，且現有空中輻射偵測飛行訓練量能亦有不足，核有未洽。允宜賡續檢討策進，俾利執行空中輻射偵測，以完備核子事故緊急應變體系，強化整體應變效能。

二、查國內現有空中輻射偵測系統啟用已逾8年，仍存有：高階放射性能譜量測電腦系統(SPARCS系統)之資料擷取傳送單元(ATU)無備品、軟體之進步型視覺化資料處理系統(AVID系統)已逾6年未予更新，且迄今仍待建立發展自主空中偵測能力等情，難謂有當，原能會允宜賡續辦理各項改善更新工作及加強研發相關電腦資訊系統，以穩定空中輻射偵測系統維運量能，

提升核子事故輻射偵測執行效率：

- (一)查原能會參據日本於福島核子事故時使用飛行載具進行地面大範圍輻射偵測，於101至102年間自美國能源部國家核子保安總署（National Nuclear Security administration, Department of Energy）引進（無償提供）4套空中輻射偵測系統（Aerial Measuring System），以強化國內於發生核子事故時，大範圍輻射污染調查與核子事故應變能力。空中輻射偵測系統係由硬體高階放射性能譜量測電腦系統（Spectral Advanced Radiological Computer System, SPARCS）及軟體進步型視覺化資料處理系統（下稱AVID系統）組成，其中SPARCS系統包含偵檢器箱、資料擷取傳送單元（ATU）及筆記型電腦（AVID系統安裝於此）等。
- (二)據審計部查報，空中輻射偵測系統取得（101年至102年間）至今已逾9年，各項零件陸續出現問題，近年來執行空中輻射偵測任務及訓練時，SPARCS系統時有突然斷電又重新開機，致部分時段偵測數據有漏失，且部分過去偵測數據無法保存供查閱，電池蓄電困難等情。空中輻射偵測系統之維運面臨設備老舊與技術傳承兩大問題：SPARCS系統之資料擷取傳送單元（ATU）美方並未提供備品，倘故障損壞將致空中輻射偵測系統無法使用，AVID系統自上次（105年間）更新至今因美方未同意授權更新，致尚無數據即時通信等新版AVID系統功能；而核能研究所僅有1人具備空中輻射偵測系統故障排除及修復技術，均不利空中輻射偵測執行及系統維運。現階段核能研究所雖具備維修能量，惟仍存有SPARCS系統零組件缺料與AVID系統無法更新之隱憂，持續落實本土維運能力，方為空中輻射偵測技術能量維持

之重要關鍵等。

(三)原能會則查復，目前共有4套SPARCS空中輻射偵檢系統及1份零組件備品供平時故障檢修時使用，萬一發生核子事故可互為備援及滿足應變量能需求；又該會核能研究所已自主培訓超過4人，具備空中輻射偵測系統故障排除及修復技術，足以因應現階段空中輻射偵測儀器例行維護。因資料擷取與傳送單元(ATU)為美國軍規管制品，無法由一般商業管道採購取得，為有效解決ATU無備品問題，該會核能研究所自109年開始進行SPARCS系統升級評估，110至111年完成SPARCS硬體系統升級可行性評估，112至113年已編列相關硬體系統升級經費，分批升級現有空中輻射偵測SPARCS系統，可提升系統作業穩定性，並有利於建構本土化自主維護及檢修能力。至於AVID軟體係由美國提供，目前國內使用版本可滿足空中偵測作業需求，尚無更新急迫性，而新版AVID軟體現階段美方並未對外開放授權使用，後續將持續透過台美民用核能合作管道，協商AVID版本更新等語。

(四)綜上可見，國內現有美國提供之空中輻射偵測系統啟用已逾8年，仍存有高階放射性能譜量測電腦系統(SPARCS系統)之資料擷取傳送單元(ATU)無備品、軟體之進步型視覺化資料處理系統(AVID系統)已逾6年未予更新，且迄今仍待建立發展自主空中偵測能力等情，難謂周妥。原能會允宜賡續辦理各項改善更新工作及加強研發相關電腦資訊系統，以穩定空中輻射偵測系統維運量能，提升核子事故輻射偵測執行效率。

三、查原能會建置之輻射數據圖像化整合系統，尚未完成整合顯示空中輻射偵測數據功能，又規劃辦理之無人

機執行空中輻射偵測技術開發計畫，迄今尚未建立自行執行無人機空中輻射偵測量能等，均未盡周妥，允宜賡續研謀策進，俾完備輻射數據圖像及彌補有人機空中偵測可能之限制：

- (一)查原能會（輻射偵測中心）於108年間開發「核子事故應變階段輻射數據圖像化整合系統」，係為建置核子事故應變階段所需圖資，將實際偵測之輻射數據及資訊以地圖方式整合呈現，供中央災害應變中心決策者參考，輻射偵測分為陸上（車載）、海上及空中（有人機及無人機）輻射偵測。據審計部指出，輻射數據圖像化整合系統僅具顯示陸上及海上輻射偵測輻射數據功能，尚未開發顯示空中（有人機及無人機）輻射偵測數據功能，又截至該部查核日（110年4月14日）止，國防部尚未將108年及109年度核安演習陸上輻射偵測之數據介接至輻射數據圖像化整合系統。而原能會（輻射偵測中心）說明係因國防部介接規格之技術問題仍待解決，致無法將輻射數據介接至輻射數據圖像化整合系統等語。
- (二)據原能會查復，「核子事故應變階段輻射數據圖像化整合系統」包含：固定式監測站數據、3座核能電廠緊急應變計畫區範圍等圖資、應變作業中陸域車載偵測與海上偵測等動態輻射偵測數據介接。未即整合國防部陸上輻射偵測數據一節，除涉及軍方需確保資訊安全後始匯出原始數據，而前揭圖像化整合系統亦須建置即時接收及數據格式轉化技術，故未能及時介接。該會輻射偵測中心已於110年完成國防部陸域輻射偵測數據即時介接至圖像化整合系統，且實際運用於110年核安第27號演習中。而空中輻射偵測數據尚未彙整至圖像化整合系統，係受

限AVID軟體保護功能，無法直接輸出空中偵測原始數據檔。為能完成空中輻射偵測數據整合，該會輻射偵測中心已規劃將空中輻射偵測分布圖檔，以圖層套疊方式至圖像化整合系統，已於111年完成先期評估作業，預計於112年度完成空中輻射偵測數據顯示功能等語。觀諸上情，原能會輻射數據圖像化整合系統尚未完成整合顯示空中輻射偵測數據功能，難謂周妥，允宜賡續研謀推動，俾完備輻射數據圖像。

(三)續查，原能會鑑於核子事故初期放射性物質外釋期間及高劑量區域等，並不適合派遣有人機執行空中輻射偵測作業，及考量緊急應變決策資訊需求等，前於107年5月間由該會核能研究所訂定「無人機執行空中輻射偵測技術開發計畫書」，規劃於108至110年度完成：選用適合執行空中偵測之飛行載具、無人機飛行穩定性測試、小尺度範圍熱點污染偵測技術、開發無人機偵測數據即時無線傳輸能力、配合核安演習進行演練展示等工作項目，以建立無人機空中輻射偵測能力。據審計部指出，截至109年底止，核能研究所雖已完成無人機空中偵測之偵檢器採購、偵檢系統掛載Z字型飛行測試等，並將偵測數據整合至有人機空中輻射偵測AVID系統，然並非自行編列預算購置無人機，係以公開招標方式由得標廠商提供無人機及專業操作人員，並由廠商於核安演習時執行無人機空中輻射偵測演練。又核能研究所108年及109年度辦理無人機空中輻射偵測技術之研發與測試，採購合約並未約定於發生核子事故時，廠商須提供服務之條款，倘不幸發生核子事故，均有發生無無人機可供偵測之疑慮。

(四)再據審計部查報，依據109年3月31日公布施行之

「民用航空法」之遙控無人機專章(第99條之9至第99條之19及第118條之1至第118條之3)第99條之10⁵規定，政府機關(構)所有之無人機，應辦理註冊，且無人機之操作人員應經測驗合格，取得交通部民用航空局發給操作證後，始得操作。又依「遙控無人機管理規則」第20條及第23條規定，無人機操作證分為學習、普通及專業操作證等3類，操作證之有效期限為2年，操作政府機關(構)無人機之人員須具專業操作證，且專業操作證屆期後，須經重新體格檢查及測驗合格後始得辦理換證。截至109年底止，核能研究所僅1人取得無人機專業操作證照，倘發生人員異動，亦恐面臨無專業操作人員困境。

- (五)對於上情原能會回復，為確保核子事故時無人機執行空中輻射偵測作業順利執行，該會已於111年招標規範中明訂，發生核子事故時得標廠商須接受緊急徵召，提供專業飛控人力與可執行空中偵測作業之無人機，協助執行應變所需之偵測作業，112年也將循此規範辦理。至於建立自行執行無人機空中輻射偵測能力及量能一節，該會於108年至110年進行無人機空中輻射偵測技術開發3年期計畫，旨在發展並建立國內無人飛行載具執行空中輻射偵測之能力，108至109年進行無人機空中偵測偵檢系統建置與各項軟硬體系統整合，110年則實地執行小區域無人機空中輻射偵測，已具備無人機空中輻射偵測技術；111年無人機空中輻射偵測進入維運期，經公開招標後由專業廠商專案提供1部無人機置於核能研究所，供平時演訓或發生核子事故應變備用，

⁵「民用航空法」第99-10條：「自然人所有之最大起飛重量250公克以上之遙控無人機及政府機關(構)、學校或法人所有之遙控無人機，應辦理註冊，並將註冊號碼標明於遙控無人機上顯著之處，且一定重量以上遙控無人機飛航應具射頻識別功能」。

另輻射監測中心亦賡續進行無人機操作人員培訓，迄111年底已自主培育4位具無人機操作證資格之飛手等語。

(六)原能會於112年4月中旬再提出補充說明略以，無人機空中輻射偵測之執行係採專業分工，由專業廠商提供無人機飛行載具及服務，該會輻射監測中心則負責空中輻射偵測技術研發。該會111年共委外辦理2次無人機訓練，第1次培訓單位為蒼穹科技有限公司(費用為9萬6,500元)，係針對無人機學科考試內容進行解說，並使用無人機飛行模擬器進行實際飛行前之操作練習；第2次培訓單位為飛岳影像創作有限公司(費用為9萬8,000元)，主要針對無人機術科考試進行教學及實際操作練習。另我國嘉義縣朴子市成立之「亞洲無人機AI創新應用研發中心」至112年2月已有產、官、學共35家進駐，該會經洽詢獲知，該中心目前尚無辦理空中輻射偵測之無人機飛手培訓課程，僅嘉義大學近期有辦理與農藥噴灑相關的無人機介紹課程，參加訓練課程都需繳費，僅少數講座課程免費，原能會對於未來有關無人機飛手培訓，將視訓練地點及時間方便性整體考量安排等語。

(七)衡諸上情，原能會核能研究所依規劃辦理無人機執行空中輻射偵測技術開發計畫，研發無人機空中輻射偵測技術、執行無人機空中輻射偵測所需之無人機、專業操作人員均委由廠商提供，尚未建立自行執行無人機空中輻射偵測量能。據109年空中輻射偵測系統維運作業年度執行報告載述，有人機空中輻射偵測易受地形及氣候影響，且氣候條件難以預估，建議應儘早建立無人機空中偵測之量能，以彌補惡劣地形及氣候環境對執行有人機空中偵測之

限制。是以，為避免核子事故發生時面臨缺乏無人機及專業操作人員之困境，原能會允宜賡續建置完善之無人機空中輻射偵測量能，並妥予培訓及維持該會具無人機操作證資格之飛手，俾彌補有人機空中偵測可能之限制。

- (八)綜上，原能會建置之輻射數據圖像化整合系統，尚未完成整合顯示空中輻射偵測數據功能，又規劃辦理之無人機執行空中輻射偵測技術開發計畫，迄今尚未建立自行執行無人機空中輻射偵測量能等，均未盡周妥，允宜賡續研謀策進，俾完備輻射數據圖像及彌補有人機空中偵測可能之限制。

參、處理辦法：

- 一、調查意見一至三，函請行政院原子能委員會檢討妥處見復。
- 二、調查意見函復審計部。

調查委員：鴻義章

蔡崇義

趙永清

田秋堃