

本報告僅供委員參考

新型核能技術發展及核子保防相關法制研究

法制局 康世宗 撰

中華民國 114 年 4 月

新型核能技術發展及核子保防相關法制研究

目 次

摘 要

壹、前言.....	1
貳、新型核能技術發展趨勢.....	2
一、新型與小型模組化反應器之發展.....	2
二、核融合之技術發展.....	4
參、歐盟核子保防法制之簡介.....	7
一、歐盟原子能共同體條約有關核子保防之規定.....	7
二、歐盟核子保防規則及其最新修正案.....	10
三、歐盟核子保防工作之執行及違反之處罰.....	12
肆、問題研析與建議.....	16
一、我國核能安全管理及核子保防應變相關法令分析.....	16
二、研議設置核能技術發展及核子保防專責管理組織.....	23
三、評估制定核能技術發展及核子保防專責法規之可行性..	25
四、掌握國際發展趨勢，適時研修氣候變遷因應法相關用語	26
五、修正核子管制及保防規範，以應機關改制並與國際接軌	27
伍、結論.....	29
參考文獻.....	30
附錄：「新型核能技術發展及核子保防相關法制研究」專題研究報告 （初稿）座談會紀錄及參採情形.....	32

摘 要

鑑於新型核能技術及核子保防發展趨勢，不僅攸關國家能源能否適足供應，也涉及到電力供應鏈及核子防護等安全性問題，在2011年的日本福島電廠事故發生後，相關議題逐漸受到關注，如何完整規範及建構更為周延之核能技術發展及核子保防之相關法制，容有進一步檢視及研究之必要。本報告爰參酌歐盟法制及國際條約，就相關法制問題加以研析，提出相關建議，俾供本院委員問政及立法之參考。

新型核能技術發展及核子保防相關法制研究

壹、前言

核能或核子動力（nuclear power）係利用可控核反應來獲取能量，然後產生一定之動力、熱量或電能。包括核分裂、核衰變和核融合等反應，例如：透過放射性燃料鈾分裂過程所釋放的熱能，使水沸騰製造水蒸氣，以驅動渦輪機產生動能等。生產核電工廠稱為核能發電廠，至於將核能轉化為電能之裝置則包括反應爐及汽輪發電機等設施。核能在反應爐中被轉化為熱能，熱能將水變為蒸汽並推動汽輪發電機組發電。核能是利用水蒸氣熱能原理，但發電過程並不直接產生二氧化硫或其它化石燃料有關的污染物，也被視為是一種潔淨能源（Clean Energy）。因核能不直接產生二氧化碳，故而部分環境保護者支持使用核能來減少溫室氣體的排放，以緩解或避免全球暖化等氣候變遷現象¹。

溯自1954年²世界第一座民用核能發電廠啟用以來，依核能安全委員會指出，據國際原子能總署（International Atomic Energy Agency，IAEA，下稱原能總署）官網資料顯示：2022年包括我國核三廠2部機組，全球共416部核能機組運轉中。其中以美國94部最多，法國、中國大陸各56部次之，東亞部分為：韓國26部、日本12部。全球核能機組共提供近2萬5千億度電力，全球核能發電佔比約為9.2%。至於各國是否使用核能及其使用情形，係依照各國自身的需求及經濟發展的相關狀況而定，漸次區分形成如美國、日本、法國、中國等本身有核能發電廠並使用核能的國家，或如德國、義大利等

¹社團法人中華民國核能學會全球資訊網，核能安全，網址：

<http://archived.chns.org/s.php?id=4&id2=27.html>，最後瀏覽日期：114年3月19日。

²本報告有關年分之使用，原則以民國紀年表述，惟涉及外國法制或立法例部分，改採西元紀年表述。

強調非核但可能進口核能產生之電力的國家，以及澳洲、馬來西亞等未使用核能的國家等各種情形³。

核能發電因1986年車諾比核災、2011年日本311大地震引發福島核事故災害及俄烏戰爭中，核能發電廠成為攻擊目標後，相關安全議題再度引發關注，不過近年來在淨零、氣候變遷等綠電趨勢下，核能減碳的優勢又重新獲得重視。如何在確保核能發電安全的前提下，同時達成最有效的兼顧降低二氧化碳排放量之目標，引發新型核能技術發展及核子保防之相關法制問題討論。在現代民主法治原則要求下，我國已於民國(下同)92年1月15日制定公布核子反應器設施管制法全文。從而，如何完整規範及建構更為周延之核能技術發展相關法制，同時兼顧核能安全管理及核子保防之目標？歐盟法制及相關國際條約如何規定？容有進一步檢視及研究之必要，本報告爰就相關法制問題加以研析，提出相關建議，俾供委員問政及立(修)法之參考。

貳、新型核能技術發展之趨勢

一、新型與小型模組化反應器之發展

(一) 第四代反應器與加速驅動系統之技術發展

核能發電優點在於所需燃料少、發電穩定度高及過程不會直接產生碳排放等，可有效降低國家及相關企業的電力排碳係數；另外核能發電較少受到自然因素之干擾，不會因為天候、季節及日夜溫差等產生發電量之差異，有利提供電網穩定之供電。但是核能發電亦因核廢料、核能安全及核武擴散等風險，受到社會高度矚目及嚴

³立法院第11屆第1會期教育及文化委員會第14次全體委員會議，立法院公報第113卷第52期，委員會紀錄，113年5月29日，頁345。

格檢視。核能反應時常伴隨著高輻射性的廢棄物，其中危險性最高、放射性可達萬年之久的高階核廢料（high level waste, HLW），如用後燃料棒（spent fuel）等，常常衍生後續處理及儲存地點等爭議。因此，核能發電的安全性始終無法令人安心。

基此，為了降低核能發電衍生事故等風險，已有許多科學家及民間企業陸續投入新一代核能技術研發，其中可大致區分為：核分裂技術的「第四代核能反應」與「核融合技術」二大類型。除有關「核融合技術」將於後續章節中論述外，各國為建立溝通及交流「第四代核能反應」技術之國際平台，於2000年成立了第四代反應器國際論壇(Generation IV International Forum, GIF)，目的是要提升核能發展之永續性及經濟性，並強化其安全管理及防範核武擴散等保防措施。GIF共計將6種型式的核子反應器設定為研發標的，包括超高溫反應器、氣冷式快中子反應器、鈉冷式快中子反應器、鉛冷式快中子反應器、熔鹽式反應器及超臨界水冷式反應器。另外，尚有加速器驅動次臨界反應器(Accelerator Driven Subcritical Reactor, ADS)等新的反應器設計概念，預期目標可大幅減少用過核子燃料最終處置時間。惟上述所有研發標的或設計新概念，均與能實際商轉運用仍有相當的距離⁴。

（二）小型模組化反應器

小型模組化反應器(Small Modular Reactor, SMR)是在2011年日本福島事故後逐漸受到矚目的反應器設計概念，SMR並不是一種特定的反應器型式，而是其特性符合功率較小(原能總署定義為功率小於

⁴核能安全委員會，「展望全球核能發電趨勢，我國核電廠延役推動現況暨發展新型核能成為永續能源之規劃」專題報告（下稱核安會專題報告），立法院第11屆第1會期教育及文化委員會第14次全體委員會議，頁19。

300MWe)、重要組件可在工廠內模組化生產及組裝的反應器，都可稱為SMR。與大型電廠相比，SMR的安全性本質上可以達到比大型電廠更安全的程度。另外，SMR發生事故機率較低、且因其爐心較小，即使不幸發生事故可能造成外洩的輻射源項也相對較少，因此一旦事故發生，可有效縮小其周圍受影響的範圍。由於SMR的功率規模較小、模組化設計及安全性提高，具備可降低建廠成本以及選址彈性等優勢。但也有缺點，如輕水式SMR與傳統反應器產出相同發電量時，可能產生較多的用過核子燃料等。美國Argonne國家實驗室(ANL)的研究顯示：SMR用過核子燃料的數量較傳統大型壓水式反應器增加10%左右。國際上SMR 大部分尚在設計研發階段，也可能有成本過高問題，例如美國猶他州電力供應組織，因預估成本大幅增加等因素，宣布終止原規劃於Idaho國家實驗室興建NuScale公司SMR計畫⁵。由此可見，近來國際社會上，有關SMR發展技術雖然受到高度重視，但仍存在如何有效管控成本及若干技術發展瓶頸等問題有待克服。

綜言之，目前有關第四代反應器與相關加速驅動系統之技術發展，及針對SMR相關發展技術尚未達成熟穩定之狀態，仍有待國內相關部門持續透過執行基礎研發計畫，蒐集相關資料、規劃執行初步熱流分析及爐心模擬計算等，或透過國際合作等方式，以期掌握國際新技術並培育相關人才，才能進一步評估SMR相關技術發展成熟度及後續應用情況。

二、核融合之技術發展

(一) 發展概況

核融合又稱融合反應，是指將兩個較輕的核結合而形成一個較

⁵核安會專題報告，同前註，頁19-21。

重的核和一個極輕的核（或粒子）的一種核反應形式。兩個輕核在發生融合時因它們都帶正電荷而彼此排斥，然而，如果兩個能量足夠高的核迎面相遇，它們就能相當緊密地聚集在一起，過程中產生質量耗損而釋放出巨大的能量，這個反應叫做核融合⁶。被國際視為一種潔淨的新能源，相較傳統核能發電更具有安全性、低放射性污染及核廢料大幅減少等優點。簡言之，目前的核能發電，多是利用輻射物質鈾進行「核分裂」反應來發電，理論上透過「核融合」方式，就如同太陽發出的光和熱，能釋放出更多能量，也極少有放射性廢棄物的問題。雖然一直以來核融合都存在著電力消耗高於產出等問題，惟近期美國於聯合國氣候變化綱要公約第 28 次締約方大會（COP28, 下稱第 28 屆聯合國氣候峰會）會議上宣布：啟動與 35 國合作研發核融合科技的相關計畫。基此，核融合因無溫室氣體排放，是持續潔淨能源技術代表，與核分裂相較，核融合電廠只產生少量短半衰期的低放射性廢棄物。

目前研發核融合的相關科技技術，可概分為：磁約束核融合（Magnetic Confinement Fusion, MCF）及慣性約束核融合（Inertial Confinement Fusion, ICF）兩項主流技術。全球約有 145 座國際研究用核融合裝置，主要集中於歐盟、美國、中國和日本，其中美國擁有最多，達 36 座，這些國家的研究聚焦於包括法國南部的國際熱核融合實驗反應爐（International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER）等計畫（目前計有 35 個國家加入），其共同目標則是各國最終的商業化規劃。且美國、歐盟、日本和中國均已制定各自的核融合商業化方案，並預期於 2050 年時完成相關示範電廠的建

⁶郭逸，〈「人造太陽」核融合是能源救星？各國加碼研發搶進 40 兆美元市場〉，《ESG 遠見電子報》，113 年 1 月 11 日，網址：<https://esg.gvm.com.tw/article/42056>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 19 日。

設工程。綜言之，核融合技術是一個極具挑戰性的領域，涉及複雜的科學技術及工程建設等問題，具極高的技術門檻並需要大量的研發時間及經費挹注。要達成核融合發電目標，大致可分為三大階段，包括(一)建立高溫電漿控制及量測技術，(二)核融合反應控制技術及相關材料開發，(三)核融合示範電廠建立。目前國際上的研究最多只進展至第二階段，且面臨了諸多挑戰，包括核融合反應的是否能穩定控制，以及進一步研發能承受極端高溫的材料等⁷。

因應目前各國積極發展態勢及技術競爭加劇，我國行政法人國家原子能科技研究院自 112 年 3 月起，與成功大學、清華大學及國家實驗研究院高速網路與計算中心共同合作，執行「磁約束高溫電漿研究整合型計畫」。規劃於 112 年 3 月至 116 年 2 月底，4 年內完成國內首套小型球形托卡馬克研究用實驗裝置，命名為 FIRST (Formosa Integrated Research Spherical Tokamak)。目標是建構相關場地空間整備及輻射保安程序作業，並完成 FIRST 機構細部設計及進行 FIRST 的組裝工作與系統整合並進行電漿點火測試等工作⁸。換言之，目前國際上眾所矚目之核融合發電，為各國積極投入研發之新能源項目，儘管尚未達到可以商業化之普及應用階段，我國各界仍應藉由建立國內相關核融合先期研究設施，奠定並強化核融合技術之基礎研究，並積極培育相關領域之專業技術人才，以利與國際核融合發電技術合作接軌，及未來形成商業化市場規模時得以順利銜接應用。

(二) 法制與實務問題

由於第四代新型反應器與加速驅動系統之技術發展及小型模組

⁷核安會專題報告，同註 4，頁 19-21。

⁸核安會專題報告，同註 4，頁 21-22。

化反應器，現階段仍屬技術發展探知試驗階段而技術尚未達成熟穩定之實用狀態，且未有形成市場規模之運作實績，因此目前仍面臨許多挑戰，包括反應器技術仍須進一步精進研發，或者面臨成本過高、缺乏審查法規之全盤規劃，以及人才培育等問題有待克服；而核融合的技術發展上，目前更是面臨技術面瓶頸，及如何穩定量產以形成具備市場經濟規模等重大挑戰，短時間尚難成為能源的穩定供應選項。而我國為因應未來核能技術可能逐步進展，現階段仍需持續掌握國際發展趨勢，並賡續透過研發計畫方式與國內外各領域專家學者進行技術開發合作及培育相關人才，以應未來技術及專業人力能量需求⁹。

基此，有關全球核能發展趨勢議題，以前瞻或新興產業3D+1C的發展模式為例，從科學探索(Discovery)、技術發展(Development)、交貨(Delivery)到商業化(Commercialization)等4個階段，不論第四代新型反應器與加速驅動系統之技術發展、小型模組化反應器或核融合等，多還停留在前面2個發展階段，距離全面商業化及形成市場規模或產業聚落等仍需相當時日始能達成。因此，未來規劃我國能源安全政策措施、制(訂)定或修正相關法規計畫或藍圖時，自應參照有關國際新型技術開發及國際相關規範或機制，釐清法規或實務上適用之相關問題，以與時俱進，並符實需。

參、歐盟核子保防法制之簡介

一、歐盟原子能共同體條約有關核子保防之規定

(一) 基本說明

基於有效控管各國避免投入發展核子武器軍備競賽之目的，確

⁹核安會專題報告，同註4，頁23-24。

保核物料及相關技術僅限於和平用途，國際間漸次建構相關核子保防規範體系。目前歐洲聯盟組織體架構下，成立歐洲原子能共同體（The European Atomic Energy Community, Euratom，下稱歐原能體）的主要目的，即是確保核物料不被轉用於其原定用途外之其他使用用途。基此，歐原能體建立一套自身之核子保防體系規範，與原能總署之核子保防機制非常近似¹⁰。

歐原能體本身所建構之核子保防體系，主要依據為歐洲原子能共同體條約（下稱本條約）之相關規範，並以此為基礎，制定核子保防之細節性規範（secondary legislation 原譯為「派生法」），尤其是執行核子保防作業之相關規則（Regulation）。此外，歐原能體及其會員國基於執行核不擴散條約（The Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons, NPT）之目的，與原能總署簽訂多邊核子保防協定及相關附加議定書。歐原能體亦與向歐原能體供應核物料或使用核燃料服務之第三國簽署核子合作協議¹¹。

本條約第 2 篇第 7 章載明核子保防條款，尤其是本條約第 77 條要求歐盟執委會（European Commission）應確保民用核物料不變更其預定用途，並遵守歐原能體在國際協定下所應負之保防義務。基此，歐盟執委會有兩項主要任務，分別規範於第 77 條第 a 項及第 b 項，併同其他相關規範，歸整分述如下¹²。

1. 本條約第 77 條第 a 項規定（泛歐盟類）之核子保防：歐盟執委會應確保第 197 條所定義之核物料「並未從使用者申報之預定用途中被移作他用」（本條約第 77 條第 a 項）。基此，歐原能體應履行

¹⁰ 李貴英，〈歐洲聯盟核子保防法制之新發展〉，《月旦法學雜誌》，第 354 期，113 年 11 月，頁 91。

¹¹ 同前註，頁 91-92。

¹² 李貴英，同註 10，頁 92-95。

之義務涵蓋確保經營者遵守歐原能體保防規定、監控與評估經營者核物料料帳及控制系統（nuclear material accounting and control system）之績效，以及查核核物料未移為他用，確認經營者聲明之可信度。歐原能體保防措施適用於所有歐盟會員國已登錄之物料平衡區（Material Balance Areas, MBAs），亦即使用或生產核物料之地區。2020 年底英國脫歐後，MBAs 之數量隨之下降。此外，位於 12 個歐盟會員國境內，超過 290 多個極少量核物料使用者，已被歸類為一個虛擬物料平衡區，亦即所謂之「掌握所有 MBA」（Catch all MBA, CAM）。根據歐盟執委會於 2023 年底公布之 2020 年至 2021 年核子保防報告，2020 年歐盟與英國有超過 61 萬 6 千噸核物料，其中約有 706 個接受歐原能體檢查並作成結論。

2. 本條約**第 77 條第 b 項**規定（**外溢類**）之核子保防：歐盟執委會應確保「共同體符合其與第三國或國際組織簽署之協定所承擔之任何特定保防義務」（本條約第 77 條第 b 項）。該項規定涵蓋兩種類型之協定：其一為歐原能體與第三國就核能和平用途之合作所締結之雙邊協定，包括核物料不擴散、保防、實體保護與出口管制之承諾（亦即核子合作協定），係由歐原能體與澳洲、加拿大、日本、英國、美國與烏茲別克等國所簽署者；其二為歐原能體、歐盟會員國（分為無核武與擁有核武之歐盟會員國，目前僅餘法國為擁有核武之唯一國家）與原能總署之間締結執行核不擴散條約之多邊保防協定及其各自之附加議定書。

3. 本條約**其他**相關規定：本條約**第 78 條至第 85 條**規定歐盟執委會如何執行完成其任務。經營者必須向歐盟執委會提供有關設施之資訊，亦須申報其設施之「基本技術特性」（本條約第 78 條）並提供其擁有之核物料相關資訊。經營者必須保存及製作操作紀

錄，俾便進行核實（本條約第 78 條及第 79 條）。本條約核子保防條款如有必要修正時，係採特別之簡化修約程序（本條約第 76 條及第 90 條）。本條約第 85 條另規定如為因應新情勢之需要，得調整適用核子保防措施之程序。依簡化修約程序即可修正條約規定，無須召開政府間會議，亦無須會員國批准，可見具有彈性調整空間。

（二）小結

上述泛歐盟類及外溢類等核子合作協定下之所有項目，歐盟執委會於本條約架構下，均可啟動核物料料帳及控制系統實施保防查核。履行本條約第 77 條第 b 項外溢類保防規定，係以第 77 條第 a 項泛歐盟類規範作為基礎。此外，與澳洲、加拿大、美國及日本簽署之核子合作協定要求各方交換核物料及其他項目之年度餘額資料，歐盟執委會亦需履行義務。另歐盟執委會也在自願基礎上向原能總署報告若干附加資訊，例如：核物料之生產、庫存與國際移轉、若干相關設備及非核物料之出口，以及有關鈾、鎳之活動或相應持有量等。基此，歐盟執委會與原能總署間彼此合作，協力管理並使用共同儀器及工具對核子設施進行聯合檢查，以共同落實核子保防相關工作。

二、歐盟核子保防規則及其最新修正案

（一）基本說明

歐盟訂定核子保防規則（下稱「本規則」）之沿革，最早可追溯至 1950 年代。於 2005 年 2 月 8 日通過歐盟執委會第 302/2005 號規則，再次修正，進一步規定核物料使用者（經營者）之義務，其規

範重點如下¹³。

1. 2005 年本規則重點：本規則為本條約之細節性或技術性規定，規範重點包括：第 1 章有關訂定依據、適用範圍及用詞定義等規定；第 2 章有關基本技術特性及特殊保防條款等規定，並要求經營者應向歐盟執委會申報設施之基本技術特性；第 3 章有關經營者應建立核物料帳冊及控制系統規定；第 4 章有關國家間移轉之相關規範；第 5 章特別規範條款；第 6 章適用於擁有核武會員國領域之特殊規定。此外，歐盟會員國應為其領域內之各別場址指定一名場址代表向歐盟執委會提供一份聲明，包含對場址之整體描述，以滿足其要求及規定時限等。本規則並規定經營者應維持核物料統計及控制系統有效運作，且應符合最新國際標準規範等。
2. 2023 年底本規則之最新修正案：為因應近年來核子領域及人工智慧等科技發展日新月異，歐盟執委會提出此修正案，以確保核子保防體系之有效性及提升效率，並已於 2025 年 2 月 18 日通過。

修正重點如下：(1) 適用範圍：擴大到包括處置用過燃料及廢料之設施，及受核子合作協定所管制之品項，凡持有、出口、進口或轉讓該等品項之任何個人或企業，亦受新規則所拘束。(2) 用詞定義：明確修正部分用詞定義內容，例如：「經營者」與核物料「類別」之定義，並區別「無核武器會員國」與「擁有核武器會員國」等。此外，關於核物料之料帳之核算，建立相關原則規範，包括：「等效原則」、「等效標準」、「比例原則」、「聯合料帳」及「料帳建庫」等。(3) 基本技術特性申報及時限：引進電子申報及提供額外資訊方式，並導入「設計保防」新時限等。(4) 微

¹³ 李貴英，同註 10，頁 95-97。

量核物料使用者特殊規範：寬免其提交活動計畫之最後期限與導入電子提供方式，及訂定特別保防條款等。(5) 聯合料帳及義務交換：新增聯合料帳及義務交換規定，並導入授權義務交換請求之格式。(6) 核物料以外品項存量及移轉規定：係有關核物料以外之品項移轉之新規定，如該品項受任何核子合作協定所拘束，應同時導入非核物料、核設備或核技術之通知格式。(7) 設施基本技術特性申報之問卷：在「設計保防」概念下，問卷已根據歐原能體之最新設計資訊問卷進行修正，包括核設施除役及其處置等。

(二) 小結

本規則及其最新修正案，究其修法意旨可大致歸納分析如下：

1. 因量制宜：導入累進或漸進式量能報告方式，以減輕微量核物料使用者之負擔；2. 超前部署：納入「設計保防」規定，將保防考量預先納入專案規劃之先期階段，以避免延誤或衍生額外費用；3. 建立範本：為新型核子設施（如深層地下處置場）等提供技術資訊範本；4. 明確闡述：為各種國際核子合作協定範圍內之核子設備及技術，提出更為明確闡述之報告或資料；5. 數位資訊：為符合歐盟執委會數位策略，爰增訂提供電子報告等要求；6. 完備配套：修正其他法規，例如：核子設施安全規則、用過核燃料及放射性物質管理規則等，故本規則需進一步配套修正，使其與其他核領域法規用字用語及相關規範相符。

三、歐盟核子保防工作之執行及違反規定之處罰

(一) 基本說明

歐盟執委會位於盧森堡之能源總署核子保防司負責執行核子保防工作，下設5組，其主要職掌包括：1. 核子設施經營者所提供之所有

核物料數量、位置與使用資訊之蒐集分析；2. 經營者月度申報資料之查核並與先前申報資料比對；3. 核查不同使用者所提申報資料，尤其是相互運送核物料或從對方接收核物料之使用者；4. 實地檢查核子設施以驗證申報內容是否覈實；5. 所有主要核子設施均指派聘僱檢查員前往查核；6. 核子保防活動年度報告之發布；7. 為說明所持有之庫存及其使用目的，對供應歐盟核物料之非歐盟國家（第三國）提交年度報告。細部檢查作業、技術事項及違反之處罰，摘要說明如下¹⁴：

1. 檢查作業：實施檢查作業為保防體系核心之一。根據本條約第 77 條相關規定，檢查之分類如下：（1）計畫性檢查（Planned inspections）：提前通知經營者實施檢查，以便其規劃運作時間表，由於許多類型之核子設施，將核物料移轉出預定用途之技術可行性不高，因此，大多數檢查皆為計畫性檢查。（2）突襲及臨時通知檢查：指在未事先通知相關經營者之情況下突襲檢查或在 48 小時或甚至更短時間內臨時通知之情況下進行。依歐盟執委會於 2023 年底公布之 2020 年及 2021 年核子保防報告，2020、2021 年曾分別執行此類檢查各 82、62 次。如不配合，得向歐盟法院院長申請強制命令。必要時，歐盟執委會本身得以書面方式發布命令以進行檢查，惟該命令嗣後仍需取得歐盟法院院長之追認。查核工作得採用包括實體查核、利用遠端資料傳輸或使用稽核等方式，評估經營者核物料料帳及控制系統之適當性。
2. 檢查技術：使用最先進之測量、分析、封隔及監測技術，例如：
 - （1）確認核物料之數量及特性之「非破壞性」技術。
 - （2）高精密度測定核物料樣品特性之「破壞性」技術。
 - （3）測定質量、體積及密度之「常規測量」方法。
 - （4）無人值守模式下操作測量系統，進行遙感偵測蒐集資料。

¹⁴ 李貴英，同註 10，頁 97-100。

- (5) 使用如數據分析資料系統等特殊資訊科技工具。
- (6) 固定式攝影監控系統或裝置。
- (7) 雷射掃描技術或定位裝置，用於檢測材料之移動或設施之變化。
- (8) 核物料封隔裝置之密封隔離技術等。

上述技術可提高檢查之有效性及效率，同時確保資料安全性，並盡可能減少對於相關設施運作之干擾程度。此外，歐盟執委會在法國北部之分析實驗室設有品質管理系統（Quality Management System），確保所有保防活動均有檔案紀錄。實體查核活動紀錄經分析後將結果傳達給經營者。如若未符標準時，觀察結果將被記錄並傳達給經營者，通常並附帶糾正或預防措施之要求。後續進行檢查作業時，檢查員會對該等觀察結果進一步管考追蹤。

3. 違反核子保防規定之處罰：對於違反規定者，有兩種處罰方式。第一種是針對「會員國」違反規定所採取之特別程序。第二種是針對「經營者」所採取之處罰。第一種情形，歐盟執委會得發布一項指令（Directive），責成會員國在一定期間內採取一切必要措施，以終止違規行為。若仍不遵從，得不附理由直接將此案提請歐盟法院審理。第二種情形，歐盟執委會得直接處罰個人或事業，處罰方式包括：警告、撤回財務或技術援助、在一定期間內將事業交由某位個人或管理委員會進行管理，及最嚴厲之收回部分或全部核物料之處罰等。

若干處理違規實例略以：在警告部分，歐盟執委會曾對英國 BNGSellafield Limited 公司發出警告，該公司不服，曾於 2006 年向歐盟法院提出撤銷之訴，嗣後該公司於 2009 年撤回告訴。又如 2021 年，歐盟執委會對違反規定之葡萄牙國家核子研究中心（Instituto Superior Técnico, Campus Tecnológico e Nuclear CTN, Portugal）發出警告。要求該中心需向歐盟執委會提交報告，述明改正違規行為所採取之相關措施。另將事業交由某位個人或管理委員會進行管理方

式，如對德國 Advanced Nuclear Fuels 採取為期 4 個月移交管理委員會監管之措施等類案，均為實際執行過違規處罰之相關案例¹⁵。

（二）小結

觀諸歐盟核子保防體系之建構，所涉法規體系完整、分工縝密，建立歐盟核子保防領域之基石。英國脫歐後，歐盟因應調整相關核子保防作業與修正法規規定，以符作業實需及科技日新月異之演變。而新冠肺炎疫情爆發，帶來旅行限制及造訪某些核子設施之不便等重大挑戰，歐盟執委會乃持續借助遠端資料傳輸等方式，依照各國公共衛生法規不間斷地履行其保防任務，以確保核物料不被移為他用，及符合所有國際核子保防義務。爰此，瞭解歐盟核子保防相關法規制度，及其如何運用科技等方法執行實務作業，對我國推動相關核子保防工作，具有相當參考價值及示範效果¹⁶。

基於上述歸納分析，有關本規則及其最新修正內容，確有值得我國參採之處，我國核能安全委員會等相關主管機關，除延續過往建立的國際交流基礎或管道，持續與歐盟等核能先進國家，在核子保防或核能安全管制、輻射防護、核事故應變、放射性廢棄物管理、核設施除役及核能技術發展等各方面建立實質互惠之交流管道外，亦應持續透過駐外人員蒐集或委託學者專案研究等方式，參考歐盟等先進國家最新修法趨勢，適時研修我國有關核能技術或核子保防之相關規範，必要時公部門得在「人為介入」¹⁷之前提下，利用人工智慧輔助從事設施檢查或法規適用裁罰等任務，以符數位時代下對核領域安全管理高效經濟之要求，但如何有效安排人力及分配預

¹⁵ 李貴英，同註 10，頁 99-100。

¹⁶ 李貴英，同註 10，頁 100。

¹⁷ 呂胤慶，《公部門中的人工智慧-人為介入作為正當使用人工智慧的必要條件》，初版，元照出版，113 年 10 月，頁 105-121。

算，使其發揮最佳效益，不致排擠其他核能發展及安全管理等事務之預算需求，有待相關主管機關妥為規劃研議。

肆、問題研析與建議

一、我國核能安全管理及核子保防應變相關法令分析

強化我國核能技術或核子保防相關管理或保護事項之法令規範，除有助釐清現行我國核能技術或核子保防相關法制規範之體系脈絡，找出其中可能已未符時宜規定或仍有待相關主管機關整合推動執行之處外，透過法制再造活化，更有利與現行時代潮流或國際規約趨勢進行接軌，如前所述，有關本規則及其最新修正內容，確有值得我國參採之處，我國核能安全委員會等相關主管機關，應參考歐盟等先進國家最新修法趨勢，適時研修我國有關核能技術或核子保防之相關規範。至於我國有關核能安全管理及核子保防應變相關法令，目前則分別規範於核子反應器設施管制法、放射性物料管理法、核子事故緊急應變法、原子能法、核子損害賠償法、氣候變遷因應法或游離輻射防護法及其個別之授權規定中；爰此，有關核能安全管理及核子保防應變相關法令，經歸納為核安管制防護及核子保防應變兩類法令，並綜整如表 1：

表 1：核能安全管理及核子保防應變相關法令一覽表

項次	核安管制防護體系 (種類、法令依據及名稱)	項次	核子保防應變體系 (種類、法令依據及名稱)
1	設施管制類： 核子反應器設施管制法第 1 條規定：「為管制核子反應器設施，確保公眾安全，特制定	1	核子保防類： 放射性物料管理法第 7 條第 2 項授權之「核子保防作業辦法」第 2 條序言規定：「本辦法用詞，定義

本法；本法未規定者，適用其他有關法令之規定。」同法第2條第1款至第3款有關核子反應器及其設施定義如下： 一、核子反應器：指裝填有核子燃料，而能發生可控制之原子核分裂自續連鎖反應之裝置。 二、核子反應器設施：指核子反應器與其相關附屬廠房及設備。 三、研究用核子反應器：以教學、研究或實驗為主要任務之核子反應器。 核子反應器設施管制法施行細則第16條規定：「核子反應器設施之除役，應依本法第二十一條第一項規定，於取得主管機關核發之除役許可後二十五年內完成（第1項）。拆除或移出之放射性污染設備、結構或物質，應貯存於主管機關核准之設施（第2項）。」。	如下：」。 一、核子保防物料，指下列各目之一者： （一）鈾或含鈾之物料；含鈾之物料指含有鈾之成分重量比在萬分之五以上者。 （二）鈾或含鈾之物料。 （三）鈾或含鈾之物料；含鈾之物料指含有鈾之成分重量比在萬分之五以上者。 （四）氚或含氚之物料：指用於核子反應器，且在連續十二個月內輸入或輸出之氚、重水（氧化氚）及其他氚化合物，其重量超過二百公斤且氚原子與氫原子之重量比在萬分之二以上者。 （五）前四目以外，其他經主管機關指定應列入核子保防物料者。 二、有效公斤：指鈾（包括濃縮鈾、天然鈾或耗乏鈾）、鈾或鈾按下列方法計算所得之重量。（下略）
---	---

		三、核子保防設施指下列各目之一者： (一) 研究用、動力用或其他核子反應器設施。 (二) 核子原料、核子燃料生產或貯存設施，用過核子燃料之處理、貯存或最終處置設施。 (三) 任何存有一有效公斤以上核子保防物料之場所或其他經主管機關指定之場所。 第 4 條規定：「第二條第一款第一目至第三目之核子保防物料，其持有、使用、輸入、輸出、過境、轉口、運送、貯存、廢棄、轉讓、租借或設定質權，應依核子原料運作安全管理規則或核子燃料運作安全管理規則向主管機關提出申請。」。 核子保防管制作業要點第 1 點規定：「為落實我國核子保防管制作業，依防止核武器蕃衍條約，並參照國際原子能總署規約，制定本要點。」。
--	--	--

輻射防護類： 游離輻射防護法第 1 條規定：「為防制游離輻射之危害，維護人民健康及安全，特依輻射作業必須合理抑低其輻射劑量之精神制定本法；本法未規定者，適用其他有關法律之規定。」。 第 2 條第 2 款至第 6 款規定： 二、放射性：指核種自發衰變時釋出游離輻射之現象。 三、放射性物質：指可經由自發性核變化釋出游離輻射之物質。 四、可發生游離輻射設備：指核子反應器設施以外，用電磁場、原子核反應等方法，產生游離輻射之設備。 五、放射性廢棄物：指具有放射性或受放射性物質污染之廢棄物，包括備供最終處置之用過核子燃料。 六、輻射源：指產生或可產生游離輻射之來源，包括放射性物質、可發生游離輻	事故應變類： 核子事故緊急應變法第 1 條規定：「為健全核子事故緊急應變體制，強化緊急應變功能，以確保人民生命、身體及財產之安全，特制定本法（第 1 項）。核子事故緊急應變，依本法之規定；本法未規定者，依災害防救法及其他法律之規定（第 2 項）。」。 第 2 條第 1 款、第 5 款至第 8 款規定略以： 一、核子事故：指核子反應器設施發生緊急事故，且核子反應器設施內部之應變組織無法迅速排除事故成因及防止災害之擴大，而導致放射性物質外釋或有外釋之虞，足以引起輻射危害之事故。 五、緊急應變計畫區：指核子事故發生時，必須實施緊急應變計畫及即時採取民眾防護措施之區域。 六、整備措施：指於平時預為規劃、編組、訓練及演習之各項作為，俾核子事故發生或有發
--	---

	射設備或核子反應器及其他經主管機關指定或公告之物料或機具。 第 5 條規定：「為限制輻射源或輻射作業之輻射曝露，主管機關應參考國際放射防護委員會最新標準訂定游離輻射防護安全標準，並應視實際需要訂定相關導則，規範輻射防護作業基準及人員劑量限度等游離輻射防護事項。」。		生之虞時，能迅速採行應變措施。 七、應變措施：指核子事故發生或有發生之虞時，為防止事故持續惡化及保護民眾生命、身體及財產安全所進行之各項作為。 八、復原措施：指核子事故經控制不再持續惡化，至受事故影響區域可恢復正常生活狀況前，所需完成之暫時移居、地區進出管制、食物及飲水管制等相關防護措施。 第 23 條規定：「核子事故發生或有發生之虞時，核子反應器設施經營者應立即依核子反應器設施緊急應變計畫進行應變措施，並通報各級主管機關（第 1 項）。核子反應器設施經營者為前項通報後，應再依中央主管機關規定，定時將事故有關資訊通報各級主管機關或相關緊急應變組織（第 2 項）。」。
3	物料管制類： 依原子能法第 15 條規定授權	3	損害賠償類： 核子損害賠償法：

之「核子原料礦及礦物管理辦法」第 2 條序言規定：「本辦法所稱之核子原料礦及礦物，其涵義如左：」。 一、核子原料礦，指礦質可為核子原料者而言。 二、核子原料礦物，指原子能法第二條第二款所稱之鈾鈦礦物，其含有鈾、鈦成份重量比在萬分之五以上，或經行政院指定之其他礦物而言。 第 4 條規定：「核子原料礦之探採，由經濟部會商原子能委員會依礦業法之規定辦理。」。 第 7 條規定：「儲存核子原料礦物者，應按月將儲存及異動情形申報經濟部及原子能委員會。」。 第 8 條規定：「核子原料礦物之輸出，應報請原子能委員會核准（第 1 項）。前項核准應會商經濟部同意後為之（第 2 項）。」。	第 1 條規定：「本法依原子能法第二十九條之規定制定之（第 1 項）。原子能和平用途所發生核子損害之賠償，依本法之規定；本法未規定者，依其他法律之規定（第 2 項）。」。 第 8 條規定：「本法所稱核子損害，指由核子設施內之核子燃料、放射性產物、廢料或運入運出核子設施之核子物料所發生之放射性或放射性併合毒害性、爆炸性或其他危害性，所造成之生命喪失、人體傷害或財產損失。」。 第 11 條規定：「核子事故發生後，其經營者對於所造成之核子損害，應負賠償責任。」。 第 24 條規定：「核子設施經營者對於每一核子事故，依本法所負之賠償責任，其最高限額為新臺幣四十二億元（第 1 項）。前項賠償限額，不包括利息及訴訟費用在內（第 2 項）。」。 第 28 條規定：「核子損害之賠償請求權，自請求權人知有損害及負賠償義務之核子設施經營者時
---	--

			起，三年間不行使而消滅；自核子事故發生之時起，逾十年者亦同。」等。
4	其他政策願景或安全管理規定類： 例如： 氣候變遷因應法第 5 條第 3 項第 2 款規定：「二、為確保國家能源安全，應擬定逐步降低化石燃料依賴之中長期策略，訂定再生能源中長期目標，逐步落實非核家園願景」。 依放射性物料管理法第 15 條第 5 項授權之「核子原料運作安全管理規則」第 2 條規定：「核子原料之持有、使用、輸入、輸出、過境、轉口、運送、貯存、廢棄、轉讓、租借或設定質權，其安全管理適用本規則之規定。」。 依放射性物料管理法第 15 條第 5 項授權之「核子燃料運作安全管理規則」第 2 條規定：核子燃料之持有、使用、輸入、輸出、過境、轉口、運送、	4	其他保防應變類： 依核子事故緊急應變法第 5 條授權之「核子事故分類通報及應變辦法」第 2 條序言規定：「核子事故依其可能之影響程度，分類如下：」。 一、緊急戒備事故：發生核子反應器設施安全狀況顯著劣化或有發生之虞，而尚不須執行核子事故民眾防護行動者。 二、廠區緊急事故：發生核子反應器設施安全功能重大失效或有發生之虞，而可能須執行核子事故民眾防護行動者。 三、全面緊急事故：發生核子反應器設施爐心嚴重惡化或熔損，並可能喪失圍阻體完整性或有發生之虞，而必須執行核子事故民眾防護行動者。

貯存、廢棄、轉讓、租借或設定質權，其安全管理適用本規則之規定。」等。	依核子事故緊急應變法第43條第1項及預算法第21條授權之「核子事故緊急應變基金收支保管及運用辦法」第1條規定略以：「為落實核子事故緊急應變整備措施，因應事故發生或有發生之虞時之應變作業需要，特依……規定，訂定本辦法。」等。
---	--

資料來源：作者自行整理

綜上，相較歐盟依本條約第2篇第7章載明核子保防條款，並授權訂定本規則及其最新修正內容，我國有關核能安全管理及核子保防應變相關法令，目前則分別散見於核子反應器設施管制法、放射性物料管理法、核子事故緊急應變法、原子能法、核子損害賠償法、氣候變遷因應法或游離輻射防護法及其個別之授權規定中，許多規定是否足以因應現行實務需求及符合國際發展趨勢，且相關規範及業務，分別由經濟部、核能安全委員會、環境部或國家科學及技術委員會（下稱國科會）等其他相關主管機關掌理，是否能有效統籌相關事權，尚有待商榷。爰此，允宜研議成立跨部會「專責組織」或相關協調統合機制，及評估以「專法」方式加以規範等，以完備我國有關核能安全管理及核子保防應變相關之法制發展或健全其相關組織管理策略，確有值得進一步探討之處，容後分別研析有關內容並提出建議。

二、研議設置核能技術發展及核子保防專責管理組織

我國有關核能技術或核子保防相關法令及政策之擬議或研訂、行政計畫之執行內容、期程及實施方式等事項，因涉及經濟部、核能安全委員會、環境部或國科會等不同部會或相關內部單位各自權

責分工，例如：為強化核安韌性有關核原料或設施管理科學技術或防災應變之專業知能或方法等，有賴於建構專責的管理組織，與受有專業訓練之工作人員配合始能畢竟其功。參考上述歐盟依本條約第 2 篇第 7 章載明核子保防條款，並授權訂定本規則及其最新修正內容，例如：數位資訊化趨勢，為符合歐盟執委會數位策略，爰增訂提供電子報告等要求；另外，就完備配套法體系規範方面，近年來歐盟已修正核領域之其他法規，包括：核子設施安全規則、用過核燃料及放射性物質管理規則等，故需進一步配套修正本規則，使其更為清晰明確，俾與其他核領域法規用字用語及相關規範相符。爰此，提出類如：在行政院層級成立跨部門之「核能技術或核子保防相關政策及法令執行小組」或相關機制，俾有效整合規劃經濟部、核能安全委員會、國科會及數位發展部等部門工作之建議，以凸顯出現行我國經濟電力、國家科學、數位科技與核能安全部門及其各自隸屬單位間相互合作之重要性，及在事故未發生之平時即須特別注意做好相關協調整備工作。

我國有關核能技術或核子保防相關法令及政策，因分散於不同體系之法令規範中，爰有關法令或業務之管理機關或單位，亦分散於不同之組織或編制中，以核能安全委員會體系為例，依核能安全委員會處務規程第 6 條第 1 款至第 6 款及第 9 款有關綜合規劃組掌理事項，包括：「原子能相關法規制（訂）定及修正之研擬（第 1 款）。核能、輻射、放射性物料安全管制相關政策、方案之研擬、規劃、推動、計畫編審及管制考核（第 2 款）。國際核能相關事務之合作、資料蒐集、協調聯繫及人員交流（第 3 款）。核子保防業務之視察、國際聯繫、執行、監督、審查及管制技術研究（第 4 款）。核能、輻射、放射性物料安全管制相關事務之溝通、訓練及出版品之編輯（第

5 款)。核能、輻射、放射性物料安全資訊公開作業規範與機制之建立及推動整合執行(第 6 款)……主管法規審議及發布之法制作業、法規疑義之研議及闡釋；違規裁處審議、行政救濟與國家賠償案件及法制相關業務之處理(第 9 款)。」等業務；依同規程第 7 條第 1 款有關核安管制組掌理事項，包括：「核子反應器設施安全管制與技術法規制(訂)定及修正之研擬(第 1 款)。」業務在內。另外，依同規程第 8 條至第 10 條，各條之第 1 款有關輻射防護組、保安應變組及核物料管制組等其餘業務組掌理事項，均包括各該業務組掌理法規與管制規範制(訂)定及修正之研擬等事項在內。爰此，我國有關核能技術或核子保防相關法令及政策相關業務，目前核能安全委員會就所涉各業務面向，分別由不同部門掌管，尚未設置專責之管理機關或單位。

綜上，為能有效推動我國有關核能技術或核子保防相關法令及政策相關業務或工作，建議研議設置有關核能技術或核子保防相關法令及政策之專責管理組織或相關機制，以利與歐盟等國際規範接軌，並期收事權統一之可行性及必要性。

三、評估制定核能技術發展及核子保防專責法規之可行性

如前所述，有關我國有關核能技術或核子保防相關法令，目前係分散於不同部門之法令體系中規範。然而，參考現行核能技術或核子保防相關法制規範內容，針對屬於全國性核子事故之處理等跨部會之核能技術或核子保防事項，訂有「全國核子事故處理委員任務編組及實施要點」，予以專責處理。另外，依放射性物料管理法第 7 條第 2 項授權之核子保防作業辦法，亦針對辦理核子保防相關作業或工作，以「專責之授權辦法」方式為特別之規範。簡言之，目前

有關我國有關核能技術或核子保防相關準備或管理規範，雖訂有全國性組織要點之「行政規則」或授權辦法之「命令」層級規範，惟考量跨部會業務之多元或複雜程度，參考全民防衛動員準備法第 2 章組織及權責（第 6 條至第 12 條）有關行政院設「全民防衛動員準備業務會報」等相關規範，未來是否評估適度提升法規範之位階，研議於相關「法律」層級中，以「專章」並授權訂定專責之「辦法」等方式，為周延及完整之規範者，例如：於核子反應器設施管制法（名稱可酌予修正）中，針對我國有關核能技術或核子保防相關準備或管理事項，以「專章」並授權訂定專責之「辦法」方式加以規範，或另行評估制定「專法」予以專責規範等，以臻完備。

綜上所述，為周延我國有關核能技術或核子保防相關準備或管理事項之相關法令體系，除目前已完成立法建構之核安管制防護及核子保防應變體系法令外，參考全民防衛動員準備法第 2 章組織及權責（第 6 條至第 12 條）有關行政院設「全民防衛動員準備業務會報」等相關規範之精神，就我國核能技術或核子保防相關準備或管理事項之相關法令，建議通盤檢討現行法規中相關之規範，避免產生法規適用上之矛盾衝突或重複規範等情形，並評估未來以「專章」並授權訂定專責之「辦法」方式加以規範，或另行評估制定「專法」予以專責規範等方式之可行性與必要性，俾完整規範相關業務或工作，期能與時俱進。

四、掌握國際發展趨勢，適時研修氣候變遷因應法相關用語

依氣候變遷因應法第 5 條第 3 項規定略以：「為因應氣候變遷，政府相關法律及政策之規劃管理原則如下……二、為確保國家能源安全，應擬定逐步降低化石燃料依賴之中長期策略，訂定再生能源中長期目標，逐步落實非核家園願景（第 2 款）。」。如前所述，如能透過

國際合作¹⁸等方式，掌握新型核能技術發展趨勢對確保國家能源安全之重要意義，在於強調新型核能技術，例如：核融合之技術發展，被國際視為一種潔淨的新能源，相較傳統核能發電，不僅更具有低放射性污染及核廢料大幅減少等優點，亦可有效降低核子事故發生機率，未來待核融合技術進一步發展，形成具市場規模後，將提升國民合理期待核能發電安全及穩定供應之信心。故而，上開氣候變遷因應法所稱「逐步落實非核家園願景」等用語，有無因應新型核能技術發展等情勢變遷需要，適時予以酌作文字修正或調整之空間，非無商榷之餘地。爰此，考量新型安全核能技術將逐漸發展成形，為期前瞻未來穩定核能電力供應之願景，明確國家能源安全之保障，建議主管機關環境部參考相關新型核能技術發展情形，適時研議調整或修正上開氣候變遷因應法第 5 條第 3 項第 2 款所稱「逐步落實非核家園願景」用語，例如：修正為「逐步落實無核害¹⁹家園願景」，俾臻周延。

五、修正核子管制及保防規範，以應機關改制並與國際接軌

核子反應器設施管制條例第 6 條規定略以：「核子反應器設施興建完成後，非經主管機關審核其終期安全分析報告、興建期間之檢查改善結果及系統功能試驗合格，不得裝填核子燃料。裝填核子燃料後，非經主管機關審核其功率試驗合格，並發給運轉執照，不得正式運轉（第 1 項）。前項運轉執照之有效期間最長為四十年，期滿須繼續運轉者，經營者應於主管機關規定之期限內申請換發執照。未依規定換發執照者，不得繼續運轉（第 2 項）。運轉執照之核發及換發……其他應遵行事項之辦法，由主管機關定之（第 3 項）。」。

復查本院委員羅智強、游顯等 21 人提案略以，鑑於全球淨零排

¹⁸ 呂晏慈，AIT 谷立言：美可供可靠能源 包括核能，工商時報，114 年 3 月 11 日，網址：<https://www.ctee.com.tw/news/20250311700113-439901>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。

¹⁹ 有關「無核害」用語，可參核子事故緊急應變法第 2 條第 1 款與災害防救法第 2 條及第 3 條之定義與規範。

放浪潮與碳邊境調整機制趨勢，第 28 屆聯合國氣候峰會上所聯合發布宣言，將核能發展作為低碳電力之來源，各國共同簽署倡議，承諾要在 2050 年之前，將核能發電提升到現行的 3 倍，為確保達成淨零排放的氣候承諾目標與我國能源安全之平衡，以維護國內能源供應結構之穩定，爰擬具「核子反應器設施管制法第六條條文修正草案」²⁰（下稱本草案）。本草案將核子反應器設施管制條例第 6 條第 2 項修正為：「前項運轉執照之有效期間最長為四十年，期滿須繼續運轉者，經營者得依主管機關規定申請換發執照，主管機關不得以屆期時限拒絕換發申請。未依規定換發執照者，不得繼續運轉。」。

依放射性物料管理法第 7 條第 2 項授權之核子保防作業辦法，及核子保防管制作業要點等規範，均強調「參照國際規範，落實我國核子保防管制作業」之重要性，因此，現行核子反應器設施管制條例、核子保防作業辦法及核子保防管制作業要點等相關規定內容，能否因應最新情勢發展，完整規範並達成妥善管理及防護各類放射性物料或核子設施之立法目的，尚有待主管機關進行整體檢討修正。爰此，除配合行政院組織改制，行政院原子能委員會已於 112 年 9 月 27 日改制為核能安全委員會，建議修正上揭法令規定有關主管機關用語，例如：核子反應器設施管制條例第 3 條，及放射性物料管理法第 2 條等相關組織於組改後之銜稱外；為因應情勢發展並參照國際規範，建構更為周延之核子設施管制及保防規範，建議核能安全委員會等相關主管機關適時評估調整上開核子反應器運轉執照相關規定，研採適度合理放寬之年限或申請換發期限並配套修正相關規定內容。期周延法制規範，以利與國際接軌。

²⁰立法院第 11 屆第 1 會期第 5 次會議議案關係文書，院總第 20 號，委員提案第 11001269 號，113 年 3 月 13 日印發，委 255。

伍、結論

前瞻未來國家發展競爭力，舉凡：人才培育、科學技術、算力、電力及基礎建設等，都將影響國家整體發展的競爭力。尤其需要穩定且經濟的電力供應作為基礎。爰此，本報告針對新型核能技術發展或核子保防相關法制問題，參考歐盟法制、國際條約及有關研究文獻提出以下相關建議，俾供委員問政及立（修）法之參考：

- 一、安全穩定且經濟的電力供應基礎，為國家發展未來競爭力之重要關鍵，爰此，強健我國有關核能技術或核子保防相關管理或保護事項之法令規範體系，有其必要性。
- 二、區別我國有關核能技術發展及核子保防相關法令類型及其對應之法令進行整理分析，有助於釐清現行相關法令，針對分散規定於不同體系及未能專責管理等盲點，進一步尋求改進之道。
- 三、有關新型核能技術發展之科技專業知能或方法等，有賴於建構專責管理組織，與專業訓練工作人員配合始能克竟其功，建議研議設置核能技術發展及保防專責管理組織，以強化能源韌性。
- 四、建議通盤檢討現行核能法令，避免產生適用上之矛盾衝突等情形，評估未來以「專章」並授權訂定專責之「辦法」方式加以規範，或另行評估制定「專法」之可行性及必要性，以臻周延。
- 五、前瞻國家潔淨能源願景，適時研修氣候變遷因應法等相關法制：為掌握核能國際發展趨勢，前瞻未來穩定核能電力供應之願景，建議適時研議調整或修正相關法制用語，以資完備。
- 六、因應情勢發展，建構更為周延之管理規範：因應行政院組織改制及相關情勢變化，建議適時評估研採合理放寬核子設施運轉執照之年限或申請換發期限等相關法制規範內容，以符實需。

參考文獻

一、政府出版品

- 1、立法院第11屆第1會期第5次會議議案關係文書，院總第20號，委員提案第11001269號，113年3月13日印發。
- 2、立法院第11屆第1會期教育及文化委員會第14次全體委員會議，立法院公報第113卷第52期，委員會紀錄，113年5月29日。

二、專書

- 1、呂胤慶，《公部門中的人工智慧-人為介入作為正當使用人工智慧的必要條件》，初版，元照出版，113年10月。
- 2、趙嘉崇，《全面透視核能》，五南圖書出版，111年11月25日。
- 3、Serhii Plokyh 著，黎湛平譯，《原子與灰燼：核災的全球史》，貓頭鷹出版，113年7月。

三、期刊及學位論文

- 1、李貴英，〈歐洲聯盟核子保防法制之新發展〉，《月旦法學雜誌》，第354期，113年11月，頁91-100。
- 2、黃心華，〈日本福島災變對我國核能安全議題之啟示〉，《兩岸經貿月刊》，第233期，100年5月，頁14-17。
- 3、劉光瑩，〈瘋AI大缺電，各國都在研發小型核電SMR 台灣怎麼看？〉，《天下雜誌》，第813期，113年12月10日。

四、媒體與其他網路資料

- 1、台灣電力公司全球資訊網，網址：<https://www.taipower.com.tw/1136/1146/1153/3054/normalPost>，最後瀏覽日期：114年3

月 12 日。

- 2、行政院全球資訊網，網址：<https://www.ey.gov.tw>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。
- 3、呂晏慈，AIT 谷立言：美可供可靠能源 包括核能，工商時報，114 年 3 月 11 日，網址：<https://www.ctee.com.tw/news/20250311700113-439901>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。
- 4、社團法人中華民國核能學會全球資訊網，網址：<http://archived.chns.org/s.php?id=4&id2=27.html>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。
- 5、核能安全委員會全球資訊網，網址：<https://www.nusc.gov.tw>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。
- 6、郭逸，〈「人造太陽」核融合是能源救星？各國加碼研發搶進 40 兆美元市場〉，《ESG 遠見電子報》，113 年 1 月 11 日，網址：<https://esg.gvm.com.tw/article/42056>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 19 日。
- 7、國家科學及技術委員會全球資訊網，網址：<https://www.nstc.gov.tw>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。
- 8、經濟部全球資訊網，網址：<https://www.moea.gov.tw>，最後瀏覽日期：114 年 3 月 12 日。

附錄：「新型核能技術發展及核子保防相關法制研究」專題研究報告
(初稿)座談會紀錄及參採情形

時間：114 年 3 月 25 日（星期二）下午 2 時 30 分

地點：立法院法制局 304 會議室

主席：方組長華香（莊組長弘仔代理）

紀錄：康世宗

參加人員：

一、學者專家

東吳大學法學院系

李教授貴英

二、核能安全委員會

主任 何恭旻

科長 簡郁珊

科長 趙艷玲

三、環境部

科長 鍾敏慧

四、經濟部

副處長 彭富福

組長 黃裕龍

課長 劉修源

課長 蔡明益

專員 林英勝

技士 林詩婷

五、本局出席人員

吳副研究員欣宜

田副研究員華仁

林助理研究員淑靜

六、列席人員

牛委員煦庭辦公室主任 黃牧毅

發言要點：

東吳大學法學院系李教授貴英：

一、由於國際間有關新型核能技術之發展日新月異，例如SMR之運用日益廣泛，原能總署與相關國家亦針對當前核物料和平用途之確認與核實，皆於法規制定或實務操作上予以精進。本報告檢視歐盟法規及國際條約，探討核能技術發展及核子保防之相關法制，提出之若干建議，對於我國未來如擬進行相關立法內容之討論以及實務運作皆具有重要意義，應屬允當。以下提供幾點意見供參，期能有助於研究成果更為完善。

二、本報告第8頁有關secondary legislation，建議應譯為「派生法」以與原譯文相符。

三、本報告第10頁有關歐盟執委會於2023年底提出之第302/2005號規則修正草案，已於2025年2月18日通過，本報告相關內容請隨之修正。請參閱Council Decision (Euratom) 2025/492 of 18 February 2025 approving a Commission regulation on the application of Euratom safeguards, available at, <https://eur-lex.europa.eu/eli/dec/2025/492/oj/eng>。

參採情形：

一、第一點意見，贊同本報告建議，錄供參考。

二、第二點及第三點意見，均已參採修正或於括弧內註解說明。

核能安全委員會何主任恭旻（趙科長艷玲補充發言）：

- 一、有關核能電廠安全管制相關法令，原子能法針對核電廠核安、輻射防護、核子事故緊急應變、放射性物料管理與處置，包括核子保防等，分別訂定核子反應器設施管制法、游離輻射防護法、核子事故緊急應變法、放射性物料管理法、核子損害賠償法及相關子法。本會為前述相關法令之主管機關，於相關法令訂定時，均已參考國際核能法規及作法。本會也持續關注國際核能法規動態，滾動檢視修正，以強化法規及執行之周延性。
- 二、本報告有關研議設置專責管理組織及評估制定專責法規等建議，目前本會均已依上揭相關法令落實執行，執行面尚無窒礙。本會依法獨立行使職權，並由各部門依法令及專業職掌，透過各部門間橫向聯繫及專業分工合作，執行各項安全管制業務。其它如環評、勞安部分，則另由權責機關依主管之相關法令執行。目前管制法規體系尚屬完整，實務運作亦正常無礙，爰無設置相關業務之專責管理組織或評估制定專責法規之迫切需要。
- 三、核電應用為國家整體能源政策規劃，屬能源主管機關權責。本會是核安管制機關，在核子保防方面，我國已參考國際法規，並依我國與美國、原能總署三邊保防協定，於放射性物料管理法第 7 條及其授權之核子保防作業辦法，訂定相關管制規定。本會依國際作法執行相關管制監督，亦偕同原能總署進行相關核子保防檢查等查核作業。

參採情形：

- 一、第一點及第三點意見，核能安全委員會說明已參考國際法規，並透過國際合作，及依我國相關法令並滾動檢視修正，強化落實核安管制等有關工作，與本報告建議掌握國際發展趨勢，適時研修

相關法令，以強健我國有關核子保防相關管理或保護事項之法令規範體系等意見相符，爰錄供參考。

二、第二點意見，考量核能安全委員會目前有關核原料或設施之安全管理等相關法令仍散見於不同規範中，分由不同單位執掌，難以明確相關法源依據及收統一事權等功效，為強化核安韌性並參考上述歐盟核子保防規範之數位化趨勢等發展經驗，評估制定專責法規或研議設置相關業務專責管理組織有其必要性，爰仍維持本報告原有之建議。

環境部鍾科長敏慧：

本報告有關因應新型核能技術發展，研議調整或修正氣候變遷因應法第 5 條第 3 項第 2 款所稱「逐步落實非核家園願景」用語，例如：修正為「逐步落實無核害家園願景」之建議，考量新型核能技術發展，目前仍存在相關技術是否已能成熟應用、與成本經濟效益原則是否符合及有無形成相當之社會共識等問題，且目前外界建議用語不一，例如：建議修正成「逐步落實零碳家園願景」等建議；另外，有關「無核害」之用語有無相關名詞定義？均有待凝聚社會共識，爰本部認為目前仍宜維持現行規定用語。

參採情形：

本報告提出掌握核能國際發展趨勢，前瞻未來穩定核能電力供應之願景，爰建議「適時」研議調整或修正相關法制用語。復以現行「非核家園」之用語，即便無核能發電廠之相關裝置或設施，許多學術或研究機關（構），出於核能研究、核子防護或醫學治療等教學、研究或實驗之目的，仍有維持一定數量「研究用」核子反應器或設施之必要，爰事實上無法期待達成完全「無核或非核」之目標或願景。至於有關「無核害」用語之定義，參考核子事故緊急應變法第 2 條第 1 款

與災害防救法第 2 條及第 3 條規定，對核子事故或輻射災害已有相關之定義或規範，爰仍維持本報告原有之建議內容，並於第 27 頁針對「無核害」予以引註補充說明，可參考核子事故緊急應變法第 2 條第 1 款與災害防救法第 2 條及第 3 條之定義與規範。

經濟部（台灣電力公司核能發電處）彭副處長富福：

尊重本報告提出之相關建議事項，無補充說明。

參採情形：

尊重本報告建議，爰錄供參考。

吳副研究員欣宜：

- 一、設立專責管理組織之可行性與限制：目前我國核能監管權限分散於不同機關，各自掌管不同領域，若成立專責機關，如何確保其權責不與現有機關重疊？另外，目前核能相關法規分散，如何調整法規層級使其適用於新機關，至關重要。再者，核子保防涉及高度專業技術，歐盟擁有完整的技術人員培訓機制，我國目前核能人才培育較為零散，如何確保新機關能即時具備足夠專業能力，亦為關鍵考量。簡言之，專責管理機關之設置需同步進行法制整合、權責劃分與人力資源規劃，避免行政重疊或監管失靈。
- 二、制定專法之必要性與挑戰：若制定專法，應明確界定其與現行法規之關係，避免重複立法或規範衝突。另外，尚應注意「核子保防」與「核能技術發展」之差異。核子保防屬於安全監管範疇，涉及核物料流向管理、反核擴散、輻射安全等議題，核能技術發展則涉及科技創新、能源政策、產業應用，若將二者納入同一部法律，應避免監管與發展目標衝突。
- 三、氣候變遷因應法修正之適切性：本報告建議氣候變遷因應法第 5

條第 3 項第 2 款「逐步落實非核家園願景」修正為「逐步落實無核害家園願景」，以適應新型核能技術發展趨勢。然而，「無核害」應有相關定義，以避免引發法律解釋爭議。

參採情形：

- 一、第一點意見，有關專責管理機關之設置需同步進行法制整合、人才培育與權責劃分等問題，本報告第 23 頁至第 25 頁已提出類如：在行政院層級成立跨部門之「核能技術或核子保防相關政策及法令執行小組」或相關機制，俾有效整合規劃相關部門工作等建議。另外，本報告第 29 頁結論三並已敘明有關人才培育或專業訓練工作人員之重要性等建議，爰相關建議錄供參考。
- 二、第二點意見，本報告第 25 頁及第 26 頁，已提出參考全民防衛動員準備法第 2 章有關行政院設「全民防衛動員準備業務會報」等相關規範之精神，及就我國核能技術或核子保防相關法令，建議通盤檢討現行規範，避免產生法規適用上之矛盾衝突或重複規範等情形，並多元評估未來以「專章」並授權訂定專責之「辦法」方式加以規範，或另行評估制定「專法」予以專責規範等方式，俾完整規範相關業務或工作等，爰相關建議錄供參考。
- 三、第三點意見，同環境部鍾科長敏慧參採情形。

田副研究員華仁：

- 一、建議增加有關核子保防定義之說明：本報告以核子保防為題，惟「核子保防」用詞有無明確定義，建議予以釐清，將有助於理解本報告之相關內容。
- 二、內文細節修正建議：本報告第 5 頁關於「COP28」譯為「聯合國氣候變化綱要公約第 28 次締約方大會」，第 28 頁譯為「第 28 屆聯合國氣候峰會」，建議統一表達方式或簡稱。

三、報告深入剖析新型核能技術與核子保防法制，議題選定極具前瞻性與重要性，不僅系統性梳理國際經驗，更提出切合我國國情的相關研析意見，惟建議可進一步說明專責法規應涵蓋的具體層面，透過更詳盡地闡述制定專責法規之考量面向，提供未來的立法工作提供更清晰的指引。此外，建議建構法制修正的策略架構，規劃短中長期優先處理的法律議題。對於擬定的專責法規，也應先行規劃其核心內容，並提出具體可行的策略架構，可更清楚強化相關論述。

參採情形：

- 一、第一點意見，有關「核子保防」相關定義等意見，核子保防作業辦法第 2 條，對於核子保防相關用詞已有明確定義，本報告並已於第 16 頁至第 18 頁具體引用相關規定加以說明，爰相關建議錄供參考。
- 二、第二點意見，已參採修正。
- 三、第三點意見，前段贊同本報告建議，錄供參考。後段有關建議進一步說明專責法規應涵蓋的具體層面等意見部分，以本報告第 25 頁及第 26 頁已有相關說明，不再贅述；至於規劃短中長期優先處理的法律議題及具體可行的策略架構等意見，涉及核能安全委員會等主管機關後續針對其主管法令或實務等全盤規劃事宜，爰相關建議錄供主管機關參考。

林助理研究員淑靜：

- 一、本報告內容以歐盟規範內容為介紹核心，惟本報告第 1 頁提到美國為最多核能發電廠之國家，且美國過去已發生過核洩漏事故，亦促使美國關注核能安全問題，另外我國核電廠主要從美國引進及參考其法規。因此，建議或可補充美國相關資料，有助充實本

報告內容。

二、氣候變遷因應法部分：本報告第 16 頁以我國「核安管制防護」及「核子保防應變」為例，檢索相關法規並歸納之，且於第 22 頁將氣候變遷因應法歸屬於「其他政策願景或安全管理」類之法規，建議補充歸納之關聯性。另本報告第 27 頁提到氣候變遷因應法第 5 條第 3 項第 2 款條文建議修正為「逐步落實無核害家園願景」，建議補充相關定義。

三、本報告第 29 頁結論四提到，建議通盤檢討現有核能法令，避免產生「適用上的矛盾」，建議補充說明其內容；如本報告提到人為介入，可使用 AI 輔助設施或提到歐盟部分有增訂提供電子報告等，或可將適用上之矛盾修正為未來修法上可朝向類此方向進行；另本報告介紹歐盟等外國核子保防法制時，建議補充外文名稱，以利查閱。

參採情形：

一、第一點意見，本報告第 1 頁提及美國為最多核能發電廠之國家，係引用相關統計資訊說明目前各國使用核能發電之狀況，惟本報告重點仍在核子相關「法制」問題之探討，鑑於近期歐盟相關核子保防法制已有最新修正內容可資借鏡，本報告並分別於目次、摘要、前言及第 7 頁至第 15 頁等，敘明係以歐盟相關法制規範內容為介紹核心，爰相關建議錄供參考。

二、第二點意見，考量氣候變遷因應法第 5 條第 3 項第 2 款所稱「逐步落實非核家園願景」之用語，尚難謂該規定與核能安全管理相關領域法制無涉，爰予歸納為「其他政策願景或安全管理」類之法規，其餘意見同環境部鍾科長敏慧參採情形。

三、第三點意見，有關避免產生法令「適用上的矛盾」情形部分，同

吳副研究員欣宜參採情形二；此外，本報告第 15 頁已補充必要時公部門得在「人為介入」之前提下，利用人工智慧輔助從事設施檢查或法規適用裁罰等任務，及第 24 頁提及參考歐盟數位化資訊發展趨勢等，可作為未來立（修）法之參考；另本報告於第 1 頁、第 7 頁至第 15 頁等介紹外國核子保防法制或組織時，原則均已註明原文及援引出處以利查閱，爰相關建議錄供參考。

散會：下午 3 時 35 分