

調 查 報 告

壹、案由：2011年¹3月，日本福島核災發生後，行政院原子能委員會旋於同年4月全面體檢方案要求各核電廠建立斷然處置程序以因應複合式災害。多年來國內權責單位即以系爭程序為由不斷宣稱臺灣不致發生爐心熔毀式核災。然天有不測風雲，我國若不幸發生類似日本福島核災等級事故，系爭程序是否確能發揮其宣稱功效？且系爭程序起動時，核電廠既已處於極為危急狀態，如何確保現場有足適的第一線留守人員臨危而謹守崗位並切實執行該程序等情，實有詳究之必要案。

貳、調查意見：

2011年²3月11日，日本福島核災發生後，行政院原子能委員會（下稱原能會）旋依行政院於同年4月間核定之「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，要求台灣電力股份有限公司（下稱台電公司）建立機組斷然處置程序以因應複合式災害。嗣於2018年4月間公布「核能電廠斷然處置程序指引(Ultimate Response Guideline, 簡稱URG)-原能會安全評估報告」，致使國內權責機關多年來即以此程序為護國寶器，不斷宣稱臺灣因此不致發生福島核災式的爐心熔毀核災。109年10月間，台電公司參加本院調查研究案「我國對於核災救災與復建總社會成本於法律面及執行面之分析」座談會，

¹ 本報告年份表示方式：如屬國內者，以民國表示，於年代前不贅註「民國」二字；如屬國外或涉及國際事務者，則以西元年份表示，亦不於年代前贅註「西元」二字，以力求文字精簡一致。又依文書作業手冊規定，外文或譯文，悉以西元表示之。

² 本報告年份表示方式：如屬國內者，以民國表示，於年代前不贅註「民國」二字；如屬國外或涉及國際事務者，則以西元年份表示，亦不於年代前贅註「西元」二字，以力求文字精簡一致。又依文書作業手冊規定，外文或譯文，悉以西元表示之。

對於監察委員詢問如何因應臺灣爐心熔毀核災，即自信滿滿表示因「斷然處置程序」，臺灣不會發生如此嚴重核災。然而，天威難測、風雲瞬變，我國若發生類似日本福島核災等級的災害，該程序能否發揮其宣稱之功效，確能有效保障國人澈底絕緣於核電廠之毀滅性災變？且「斷然處置」程序起動時，核電廠往往已處於極為驚恐危急之際，如何確保第一線留守人員臨危而仍死守崗位？如何確保未有人臨時逃避或離職、仍有足夠人員死守現場按部就班執行斷然處置完整全套程序？均顯有疑慮，實有詳究之必要，爰立案調查。

案經函請原能會、台電公司就有關事項提出說明併附佐證資料到院，嗣諮詢核能電廠實務操作與理論相關領域專家學者，復詢問原能會及台電公司相關主管人員，業調查竣事。茲臚述調查意見如下：

- 一、日本福島核災發生後，行政院核定之「我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」旋要求台電公司建立機組「斷然處置程序」以因應全球益趨複雜莫測之複合式天災，國內權責機關爰多年來幾乎視此程序為保命符，不斷宣稱臺灣核能安全已升級，不致發生福島式核災，然此程序最終成敗關鍵端賴現場工作人員原地死守，此乃人性嚴酷考驗，相關單位對此長期皆避而不談，更有專業訓練及操作經驗等要素，皆未臻可靠無虞，尤有甚多不確定因素迄未充分掌控，全球核電廠莫不對嚴重核災恐懼謹慎以待，詎該公司竟長期對外宣稱因「斷然處置程序」為萬無一失之機制，臺灣無須憂慮爐心熔毀核災，殊有違失，經濟部洵難辭監督不力之咎。

- (一)2011年3月31日，日本福島核災發生後，時任總統馬英九於國家安全會議311專案第五次會議裁示：「三座運轉中核電廠及一座興建中核電廠，應再予以總

體檢」，旋由原能會、經濟部、台電公司、放射性物料管理局、核能研究所等單位共同檢討現有核能機組因應事故之能力以及天災發生之後救災過程中，潛在可能發生設備喪失功能的危險要項，並參酌國際組織及世界核能先進國家對現有機組所採行的改善措施。原能會遂研提「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，提請100年3月31日原能會委員會議討論通過後，於同年4月8日簽陳行政院，並於同年4月19日奉行政院修正核定施行，內容分為「核能安全防護措施」與「輻射防護及緊急應變機制」兩部分，其中「核能安全防護措施」(原能會主辦，經濟部協助督導，台電公司受檢)中第6項機組斷然處置程序之建立：包括檢討與建立機組斷然處置之通報、運作方式、機制、設備、程序及因應做法。

- (二)上揭斷然處置程序係我國就日本福島核災因層層通報導致救援措施延宕之缺失，經檢討後之因應做法。嗣於107年4月間，原能會公布「核能電廠斷然處置程序指引-原能會安全評估報告」在案。依前開「核能電廠機組斷然處置程序」指引(沸水式電廠)(106年7月21日修訂5版)、「核能電廠機組斷然處置程序」指引(壓水式電廠)(106年9月12日修訂5版)(下統稱「斷然處置程序」)，「斷然處置」係指「當電廠面臨複合式災害，廠區發生大規模損壞，致使機組面臨全面喪失廠外電源及廠內既有之固定式交流電源或喪失反應爐補水狀況時，必須採取決斷行動做好即便廢棄反應爐也要將水注入的準備。台電公司採最保守假設，要求於1小時內，完成注水設備之列置，隨時準備將生水或海水注入反應爐，經研判已達需進行斷然處置注水狀況時，立即將可用水源注入反應爐，確保核燃料受水覆蓋，防止放射性物質外釋，

避免大規模民眾疏散。此時，即便需注入海水，可能造成反應爐無法再使用，但保障民眾健康與安全，仍是台電公司毫無猶豫之最優先考量……」。

系爭「斷然處置程序」背景說明同時亦指出：「福島事故後，台電公司已實施核安總體檢，包括建置防海嘯牆(從根本解決造成福島核電廠事故的原因)、購置電源車、移動式發電機、延長電池供電能力等防災能力強化措施，再加上原即已有之氣冷式柴油發電機及位於高處之氣渦輪發電機(完全不受海嘯侵襲)等確保電廠絕對有電之措施，已可使類似日本福島核災事故發生的可能性降至最低，而無須依賴斷然處置措施。斷然處置措施僅係以上種種防護屏障再進一步假設被突破時，台電公司更深一層用以保障人民安全之緊急應變救援措施」等語。

- (三)台電公司等國內相關權責機關多年來即以系爭「斷然處置程序」為保命符，不斷宣稱臺灣核能安全已升級，經由國內各核電廠預先規劃的強化防範措施，維持爐心冷卻能力，以阻絕及侷限核災於各核電廠內，絕不讓福島核災在臺發生，已能確保民眾生命財產安全。此分別有經濟部102年出版之核能議題問答集載明略以：「福島核災是因為發生超大型複合式天災，福島一廠的防災能力不足且搶救過程決策延誤所致。我國核電廠原即有5重防災優勢，核安總體檢後又新增『斷然處置措施』及防海嘯牆興建規劃，總計較福島一廠多出7重防災優勢。國際專家亦認定我國核能電廠符合國際核安標準，即使發生類似福島天災亦可安全無虞……」「我國在汲取福島核災的經驗之後，特別建立了『斷然處置措施』……類似福島的核能災變並不會在臺灣發生」。原能會、台電公司亦分別查復略以：「台電公司因

應國內核電廠面臨類似日本福島事故情境下建立斷然處置措施，事先規劃並備妥移動式電源及注水泵，以救援核電廠喪失所有電源及最終熱沉的超過設計基準事故情境。不論由地震/海嘯、火山爆發或其他天然災害所導致的超過設計基準事故，均屬於斷然處置措施能夠因應之情境。……」及107年4月24日提出「核能電廠斷然處置程序指引原能會安全評估報告(定稿版)」審查結論載明略以：「綜合審查與視察結果，本案台電公司核能電廠所採用事件導向之『斷然處置程序指引』，能避免發生類似福島事故的情境，可強化核電廠安全之深度防禦。……」等語足憑。

(四)然而，日本福島核災之所以發生，係直接肇因於311巨震9.0的規模造成逾14公尺高的海嘯，已遠超過福島電廠參考該國歷史上曾經歷過的最嚴重天然災害所訂定之設計基準³。則人類歷史相較於地球年齡既渺小而微不足道，國內相關權責機關如何確保臺灣未來發生複合式天災的規模及程度，不會遠超過各核電廠所採行的強化設計基準，恐怕無人敢掛保證，此觀原能會表示略以：「現今許多災害的發生都是超乎預期的」等語自明。

甚且，「斷然處置程序」所賴以維繫的關鍵成敗因素甚多，除要求廠內人員於大難來臨時原地死守之人性嚴酷考驗，此外，是否已將「各核電廠周遭甫陸續發現之活動斷層⁴納入防震強化設計及考量」、

³ 資料參考來源：101年8月3日行政院院臺科字第1010041863號函備查之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。

⁴ 90年代國內學術界已發現，臺灣北部區域的大地構造為拉張構造環境，正斷層即為活動斷層，台電公司卻長期忽略這些陸域斷層以及向海域延伸的可能性，致未能及時發現並評估海域斷層對核能電廠的影響。福島核災後，立法院決議要求核能電廠進行地質總體檢，經濟部及台電公司遂於102年及103年共計以新臺幣2,500萬餘元經費完成相關地質調查，惟該等地質調查報告既引用經濟部中央地質調查所98年報告的附圖，報告中並載明核四廠外海存在

「中研院調查發現大屯火山下方有一岩漿庫，且過去6,000年曾有噴發跡象，證實大屯火山屬於活火山……」等不確定因素納入充分評估與考量，以及「如何使斷然處置程序不致繁雜耗時，足讓第一線留守人員與其備援人員易於熟稔及操作」、「相關權益的補償與身家照顧等措施之預先規劃及安排，是否已足讓第一線留守人員臨危確能堅守崗位」、「緊急冷卻水等生水、海水緊急備用水源、備用電源遭逢巨震及海嘯侵襲，是否依然正常運作」等等（以上擇要詳後述），凡此攸關該程序成敗的不確定因素甚為繁多，該程序實難謂完全可靠無虞，然台電公司未將上揭甚多不確定因素據實告知國人，反而長期宣稱因該程序爐心熔毀核災絕對不會在臺灣發生，顯有違失，經濟部洵難辭監督不力之咎。

二、鑒於天災多變並有愈發劇烈難測的不確定性，國內各核電廠「斷然處置程序」既係以日本福島核災為模擬預想情境，然未來多樣驟變的各類天災，不可能皆依照福島核災之發生情境及發展順序，以此處置程序恐難擔「保命符」之重任。詎原能會及台電公司竟稱不論由地震、海嘯、火山爆發或其他天災所導致超過設計基準之事故，均屬「斷然處置措施」能夠因應之情境，明顯樂觀過度，除降低國人對核災的危機感及警戒心，更已導致相關單位輕忽核災事故之衝擊而疏於防災整備，種種負面效應亟應行政院嚴予正視，督同所屬檢討改善。

一條長約 90 公里的活動正斷層而成為影響核四廠安全最大的控制斷層，此事實攸關全體國人生命及財產安全甚鉅，卻未全面進行深入調查及討論……。（資料來源：本院 107 年 12 月 24 日院台調壹字第 1070800529 號函派查：「美國核能管制委員會頒布之核能電廠地震與地質選址準則，規定廠址半徑 8 公里內不可有活動斷層……福島核災後重新進行核四廠地質總體檢，地質報告中新發現 10 條海域斷層，其中 7 條已認定為活動斷層，陸域斷層與海域線型斷層間之關係為何？根據最新地質調查報告，核四廠址是否仍符合美國核管會核能電廠選址準則規定？……」等情案調查報告）。

- (一)台電公司提送之「斷然處置程序指引」，係經原能會聘請相關領域之學者專家與該會同仁組成審查專案小組，除就**通報程序及系統與執行**相關內容進行審查外，並針對「斷然處置程序指引」技術方法論部分進行審查。在通報程序部分召開1次審查會議，提出5項審查意見；在執行面及技術方法論部分則召開3次審查會議，提出68項意見，審查期間並赴現場視察，針對所提文件與現場設備組件狀況進行查證，業將查證結果反映於審查意見中。經彙總相關審查意見及建議，原能會於107年4月24日提出「核能電廠斷然處置程序指引原能會安全評估報告(定稿版)」(下稱安全評估報告)。
- (二)固然「斷然處置程序」係經過上述審查程序並由原能會邀請經濟合作暨發展組織核能署(Organization for Economic Cooperation and Development/Nuclear Energy Agency，下稱OECD/NEA)代為籌組之獨立專家小組，協助完成檢視台電公司執行壓力測試成效，以及國際核能機組業主組織(沸水式反應器業主組織(BWROG)、壓水式反應器業者組織(PWROG))等國際專家來臺辦理研討會亦評論略以：「斷然處置指引(URGs)之發展具有深度防禦概念，現有多樣與大量的移動式設備可視為強項之一」、「一致給予肯定並表示相關策略是建構在合理分析基礎上，有效且創新，非常具有參考價值，足以防範類似的福島事件」，或稱「具備學理上的可行性、經電廠模擬器模擬驗證、經電廠人員實際驗證(年度自我訓練、年度緊急計畫/核安演習等)完成」等語。
- (三)惟查，該「斷然處置程序之前提及上述專家評論恐均僅就防範類似日本福島核災類的事件，就「天災

類型與其破壞力本具有隨時空驟變的不確定性，尤以地震及其所引發海嘯災害之錯綜複雜性及複合成性更無以預測，災害情境甚難百分之百重演⁵，該程序恐不足以因應日後複雜莫測的複合性天災，顯不宜以此自滿。此觀原能會核能研究所所為之「影響斷然處置措施成效若干關鍵技術」簡報⁶自承略以：「結論：影響斷然處置成效之關鍵因素很多，……：心態上宜謙虛，不要認為斷然處置萬無一失……」等語益明。

- (四) 詎原能會及台電公司明知災害情境絕對不會百分之百重演，竟稱：「超過設計基準事故，均屬於斷然處置措施能夠因應之情境」云云，原能會函復本院略以：「台電公司因應國內核電廠面臨類似日本福島事故情境下建立斷然處置措施，事先規劃並備妥移動式電源及注水泵，以救援核電廠喪失所有電源及最終熱沉的超過設計基準事故情境。不論由地震/海嘯、火山爆發或其他天然災害所導致的超過設計基準事故，均屬於斷然處置措施能夠因應之情境。」但原能會、台電公司主管人員於本院約詢時表示略為：「核災發生率低，但事故影響卻是極大化」、「斷然處置是建立在事故風險評估上，無法百分之百防範事件再發生，但是已設想各種可能的狀況，亦經由中央及地方政府召開各式審查或公聽會」、「沒有一次事故是重現的，以福島事故來重現時，增加了水密門等，確保廠內電源可供使用……但如果事故情況超過福島事件時，就建立備用水源的措施」、「斷然處置就是維持有水有電，但管制立場不會認

⁵ 資料參考來源：未來十年我國災害管理發展趨勢及因應策略之研究，內政部消防署委託研究報告，100年12月；我國因應重大天然災害風險之公共設施安全係數研究，原行政院研究發展考核委員會編印，100年12月。

⁶ 廖俐毅，核安管制技術支援中心，102年1月23日。

為百分之百無虞，要求台電持續蒐集國際資料及精進作為」等語，足證原能會及台電亦深悉核災情境不會百分之百重演，「斷然處置程序」或可降災，但並非萬靈丹、保命符，無法使我國百分之百免於核災。

(五)據上凸顯原能會及台電公司對外宣稱，不論地震、海嘯、火山爆發或其他天然災害，斷然處置措施皆能因應，實不無樂觀過度而有輕敵致疏於防備的可能。縱使「斷然處置程序」可增加防禦縱深，為所有防護屏障失效時之最後緊急應變救援措施，然如上所述，仍須仰賴第一線留守人員熟稔程序並死守崗位切實執行，任何環節稍有差池，恐陷現場台電工作人員及周遭民眾於萬劫不復之境，相關主管人員豈能不審慎謙卑以對。

國內相關權責機關並不斷向國人宣稱，國內核電廠目前所為之各項核能安全防護及「斷然處置程序」，已足以因應各種各樣發生時間及類型皆難以逆轉之複合式天災，長此以往，恐讓國人誤以為臺灣核電廠得天獨厚，不致發生爐心熔毀式核災，而降低國人對核電的危機感及警戒心，更已導致相關單位輕忽核災事故造成之衝擊而疏於防災整備，甚且成為核電廠緊急應變區經檢討後由5公里僅微幅增加為8公里⁷重要理由之一，與先進國家顯有落差，所產生之種種負面效應行政院亟應嚴予正視，督同所屬檢討改進。

三、核能機組係依運轉狀態而對應各該程序書進行操作，「斷然處置程序」既為目前提供核電廠第一線人員迅速反應的準則，以防止大規模複合式災害肇生的核子

⁷ 資料參考來源：原能會針對台電公司龍門核電廠緊急應變計畫區評估檢討修正報告之審查評估報告，102年4月。

事故，相關程序自應力求簡明清楚，讓第一線留守人員與備援人員易於熟稔並加以遵循迅速應變。惟專家質疑核電廠原已有「緊急運轉程序」及「嚴重事故處理指引」，今另增加「斷然處置程序」恐易使運轉員於急難慌亂時混淆不清。此外，核電廠「緊急操作程序書」進階改版尚有核二廠展延至111年4月以後始能完成修訂，各廠FLEX⁸策略文件更仍待原能會耗時審查，在在凸顯台電公司先前自詡的「斷然處置程序」仍有欠完整尚待改進，然該公司竟長期對外宣稱「斷然處置程序」可因應各類天災，甚可使臺灣避免發生福島式爐心熔毀核災，洵有欠當。

(一)核能機組運轉狀態分為正常運轉(Normal Operations)、異常事件或暫態(Abnormal Events/Transients)、事故(Accidents)與嚴重事故(Severe Accidents)等4類，各類狀態均備有對應程序書以供遵循應變，包括運轉程序書(Operating Procedures)、異常運轉程序書(Abnormal Operating Procedures)、緊急運轉程序書(Emergency Operating Procedures, 下稱EOP)及嚴重事故處理程序書(Severe Accident Management Procedures, 下稱SAMP)，依事件或事故演變情形，據以執行對應的程序書。

現行各核電廠面對事故處理(Accident Management Regime)即依據建立的緊急運轉程序書EOP，以及嚴重事故處理程序書SAMP執行。

⁸ 美國核能管制委員會((Nuclear Regulatory Commission, 簡稱NRC))在福島事故後的檢討，要求核電業界整合包括多機組且超過設計基準之廠外事故，實施多樣化具彈性的策略(Flexible and Diverse Coping Strategies, 簡稱FLEX)，採用移動式設備及各式運轉員因應措施，做為事故救援深度防禦之一環，原能會亦要求台電公司將FLEX的作法納入我國應變之因應機制(資料來源：原能會網站，https://www.aec.gov.tw/share/file/regulation/1V7ZSJzXZyUjUHwhN2DE5Q_.pdf，2011年11月29日)。

EOP及SAMP將機組的關鍵參數及實際徵候作為決策導向，建有反應爐、一次圍阻體、二次圍阻體、放射性物質控制流程與緊急措施，指引電廠人員適當的控制機組。應變以「深度防禦」為理念，目的在於維持燃料、反應爐、一次圍阻體及二次圍阻體完整性，以防止或降低機組潛在的威脅，維護公眾安全。

(二)核電廠原本異常操作程序書與三哩島事故後發展之緊急操作程序書(EOP及SAMP)，係以判斷機組徵候(Symptom-basis)作為啟動時機與各項行動依據，仰賴機組狀況參數作為行動準則，適用於機組內部事故之處理。此部分，現行電廠程序書已提供完整處理流程，足以控制事故惡化情勢，而其行動依據建立在機組參數的徵候基礎上，可有效因應與處置設計基準的事故，但在處理來自電廠外部大規模損害之複合式災害上則有其限制性。加以大規模複合式災害的影響是廠區全面的衝擊，為確保反應爐安全，時限上，複合式災害處理上有時間的急迫性，機組迴圈式的參數判斷與處理流程，不及應付事故惡化程度。

(三)自日本福島核災發生後，面對來自電廠外部大規模損害之複合式災害，相關救援設備、監控儀器及通信設施可能同時失效，台電公司爰據以因應擬訂斷然處置程序指引，以建立完整的處置流程，提供核能電廠第一線人員迅速反應的準則，減緩與控制反應爐、圍阻體與用過燃料池喪失冷卻或完整性的威脅，在事件惡化演變成為事故甚或嚴重事故前，中斷事件狀態之繼續惡化。

簡言之，斷然處置措施乃為防止機組狀況惡化至「嚴重事故」之前，特於現行緊急操作程序新增之

一「深度防禦(Defense-in-Depth)」處置程序。此與美國核能協會(Nuclear Energy Institute, 簡稱NEI) 12-06 Diverse and Flexible Coping Strategies(簡稱FLEX)Implementation Guide之概念相仿。

(四)經檢視原能會107年4月24日安全評估報告結論：「審查結果後續仍有部分需長時間精進之事項納入管制要求，包括台電公司須依本會的要求，實施美國NRC NTTF⁹第4.2項徵候導向有關FLEX策略之建立，並在執行NTTF第8項有關因應超過設計基準事故之要求時，納入『斷然處置程序指引』做介面整合之考量。」

並據原能會查復略以：「美國NRC發布『超過設計基準事件的救援』(MBDBE)之FINAL RULE時雖已移除程序整合要求，但法規指引RG 1.226及FLEX業界指引NEI 12-06仍有整合需求，故要求台電公司在完成FLEX後，進行『斷然處置程序指引』與『緊急操作程序書/指引』的整合作業」、「台電公司目前正辦理FLEX Support Guidelines(簡稱FSG)之建置，各核電廠之緊急操作程序書/指引正在辦理進版中，除役中電廠及運轉中電廠均將進行更新，完成更新後各電廠之緊急操作程序書/指引之徵候導向，將再考量與徵候導向之FLEX策略與事件導向之斷然處置程序指引中相關策略進行整合，並參考美國業界作法，針對各電廠相關程序書及相關指引之進入/離開檢討並提出適切之規劃及說明」等語。

再據經濟部早於102年6月10日召開「核四安檢專家監督小組」第四次會議紀錄¹⁰，林宗堯顧問補充說

⁹ NRC 因應福島事故所成立之專案小組(Near-Term Task Force, NTTF)。

¹⁰ 經濟部 102 年 6 月 20 日經核字第 10205200730 號書函。

明：「【斷然處置措施】理論上根本用不到，台電新創【斷然處置措施Ultimate Response Guideline, URG】，但台電千萬不要把【斷然處置】與現有的【緊急運轉程序Emergency Operation Procedure, EOP】和【嚴重事故處理指引Severe Accident Mitigation Guidelines, SAMG】三種程序攪和在一起，弄的運轉員無從依循；其實嚴重事故發生時，儀表的可靠度才是最重要，電廠參數的正確取得才是最重要的，有了正確的參數，人員才能應變依循……」等內容。

- (五)據上顯見，核電廠操作程序因應核能機組運轉狀況對應有其各自相關程序書，「斷然處置程序」為建構在既有緊急操作程序中，防止機組惡化的新增處置程序，亦須配合配合核電廠異常運轉程序書(AOP)、緊急運轉程序書(EOP)執行。

然而，原能會查復台電公司相關程序仍在進階改版中，其中緊急操作程序書進版執行情形據台電公司指出，雖核一廠及核三廠已完成¹¹，核二廠卻展延至111年4月間始能完成修訂¹²，各廠FLEX策略相關文件卻仍待原能會耗時審查¹³，遑論後續落實演練及運作，洵不利第一線人員操作上手，難以在危機關頭隨機迅速應變，凡此在在凸顯台電公司先前所自詡的斷然處置程序仍有欠完整尚待改進，然該公司竟長期對外宣稱該程序可因應各類天災，甚可使

¹¹ 台電公司補充，核一廠、核三廠緊急操作程序書進版於110年2月、103年12月完成。

¹² 台電公司查復本院110年5月10日詢問資料：「預計於110年6月1日前完成核二廠EPG/SAG Rev. 4 FLOW CHART進版、技術支援指引個廠化、涵蓋相關的設定點更新(EPG/SAG Rev. 4 Vol. I-VI)及核二廠EOP程序書及嚴重事故處理指引程序書修訂。」該公司再表示核二廠EOP時程展延至111年4月30日前完成。

¹³ 台電公司查復本院110年5月10日詢問資料略以，核一廠及核三廠之FLEX策略已納入斷然處置程序指引，目前FLEX相關文件原能會仍在審查中。核二廠則參考美國同型電廠(PERRY電廠)建置程序書1451.4「FLEX救援設備指引(FSG)」納入斷然處置程序書中相關策略，當機組狀況已達FLEX策略使用時機之條件後，電廠依FSG策略執行。

臺灣避免發生福島式爐心熔毀核災，洵有欠當。

四、台電公司縱已於103年起陸續完成各核電廠耐震餘裕評估及各廠房水密性能力驗證等工作，並依原能會要求重新就地震源特徵相關地質調查成果進行海嘯模擬，惟各核電廠水災危害再評估計畫報告迄未完成，至今SSHAC level 3 報告¹⁴仍在原能會審查中，尤以對系爭新地震源可能風險之評估更乏明確說明，肇使核電廠目前對抗未來劇烈地震危害之能力，欠缺完整資料而不足以驟下判斷，國內相關權責機關、單位豈能不斷對外宣稱「斷然處置程序」如同保命符可保證核電廠安全萬無一失？凡此重重疑竇，允由行政院轉促所屬重新確實檢核，以為適切之因應及處置。

(一)依台電公司「斷然處置程序」啟動時機，係以電廠狀況(Site-specific Basis)作為啟動時機，包括當(1)反應爐喪失以蒸汽驅動補水以外之電力驅動補水能力、或(2)機組喪失廠內外所有交流電源(包括喪失廠外電源、廠內緊急柴油發電機(EDG)、第五台EDG、氣渦輪發電機等原固定式電源)、或(3)機組強震急停，且交通部中央氣象局同時發布海嘯警報，以上三項條件其中之一成立時，立即執行「機組斷然處置程序指引」程序書，進入注水前之設備列置先期準備程序。是依上述總檢討報告及「斷然處置程序」內容，其所設定之異常天災類型為強震及其所引發之海嘯災害。

¹⁴ 日本福島核災發生後，台電公司因應我國核能管制機關原能會之要求，針對核能電廠執行「NTTF 2.1: Seismic」地震危害重新評估的部分，執程序則依循美國「地震危害分析資深委員會(Senior Seismic Hazard Analysis Committee, 簡稱 SSHAC)」所訂定第3層級(簡稱 SSHAC Level 3)之程序並參考美國 Diablo Canyon 核能電廠執行地震危害重新評估的程序與考量的技術議題，建立適用於台電公司指定目標工址的地震源特徵(Seismic Source Characterization, SSC)模型、地震動特徵(Ground Motion Characterization, GMC)模型與地震危害度分析輸入文件(Hazard Input Document, HID)，進行機率式地震危害度分析(Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA)並建立地震動反應譜(Ground Motion Response Spectrum, GMRS)之用。資料來源：<http://sshac.ncree.org.tw/>。

(二)回顧日本福島核災，直接的成因為規模9.0的地震並導致超過14公尺高的海嘯，遠遠超過福島電廠參考歷史上曾經歷的最嚴重天然災害所訂定之設計基準；雖然日本東北海岸在歷史上曾發生過更大型的海嘯，然福島一廠廠址的設計卻僅能防護溯上高程達5.7公尺的海嘯。

依行政院101年8月3日院臺科字第1010041863號函備查之原能會所提「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」，原能會要求台電公司運轉中及正在興建的核電廠均須採相同的標準檢視設計基準，且在設計基準的分析上，亦要求台電公司證實能防護適當回歸期之自然事件，而有關「核能電廠安全防護措施」部分，總體檢的重點是檢討現有機組因應類似福島電廠事故之能力以及異常天災發生後可能潛在之設備功能喪失危險要項，其中地震的防範為「在地震釀成巨災時，福島一廠有效地將反應器停機，顯示日本電廠採用防震設計的強固性；原能會由過去日本核電廠的地震事件之經驗，近年來已要求台電公司執行必要的研究，包括核電廠附近海域、陸域地質補充調查，地質穩定性及地震危害度分析，以及三座核電廠耐震餘裕檢討評估。再依據耐震餘裕檢討評估結果，進行後續補強作業，以強化運轉中核能電廠的耐震設計基準。台電公司須依據美國相關法規規範採新技術標準重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計能力。台電公司須強化非耐震一級技術支援中心結構之耐震能力，以及完成美國NRC因應福島事故建議事項2.1及2.3有關地震之要求」。

(三)海嘯的防範則為「廠外水災對廠址及廠區/廠房的影響為本報告要求之項目，原行政院國家科學委員

會已提出核電廠海嘯威脅模擬之初步結果，台電公司須依據美國相關法規規範採行新的技術標準重新分析，並依重新分析之結果考量強化設計能力。在完成重新分析前，台電公司須依現行海嘯設計基準水位加6公尺高度築擋牆或水密能力之方式因應，採深水井或冷卻水塔做為緊急海水泵熱沉之後備。依照美國核管會近期專案小組報告建議事項2.1及2.3有關水災之要求，強化水災的救援能力並視需要更新設計基準。」上述地震及海嘯防護措施均要求完成美國NRC NTF報告建議事項2.1為地震重新評估(Seismic Reevaluation)部分，係指NRC要求營運中核能電廠反應器廠址需依目前資訊(包括最新的地質調查、地震紀錄與最新的分析理論方法等)重新評估地震對廠址安全之衝擊。若地震危害重新評估的結果高於核能電廠原設計，後續須依再評估結果進行分析決定電廠需強化的結構、系統與組件(Structures, Systems, and Components, 簡稱SSCs)項目，以確保核電廠對抗地震危害之能力。

- (四)據原能會查復，該會要求台電公司針對各核能電廠增設強震自動急停裝置，當地震強度達設計基準值之一半時，核能機組即自動停機，以確保遭受地震危害前，機組已及時安全停機。另於96年7月和98年12月依經濟部中央地質調查所(下稱中央地調所)將山腳斷層向北延伸至金山地區及核三廠鄰近之恆春斷層改暫列第二類活動斷層之新事證，依照美國核能法規，要求台電公司展開營運中電廠周邊地質調查，後續並針對核一、二、三廠各2串安全停機相關設備辦理耐震餘裕評估(Seismic Margin Assessment; SMA)工作，103年6月間陸續完成相關系統、設備、組件等必要耐震補強工作，使各核能

電廠2串安全停機路徑的系統或組件耐震能力提升，核一廠由0.3g提升至0.51g、核二廠由0.4g提升至0.67g、核三廠由0.4g提升至0.72g之耐震等級，確保核電廠之耐震餘裕，在震災後之安全設備設施仍能正常運作以維持電廠安全。另據台電公司表示，該公司於獲悉中央地調所於96年7月將核一/二廠間之山腳斷層延長並列為第二類活動斷層之地質新事證後，依序進行補充地質調查(99.11.10~101.6.29)、擴大地質調查(102.6.14~103.10.06)及再詳細地質調查(104.7.8~迄今)，調查結果海陸域總長已超過車籠埔斷層，長達81公里¹⁵，相關調查結果經原能會邀請專家審查，於105年12月1日同意備查。

(五)另台電公司對於海嘯危害之設計基準、古海嘯調查、海嘯牆及廠房水密性能力等執行情形，各核電廠水密能力已施作完成並經原能會備查。而針對海嘯危害設計基準部分，台電公司則查復如下：

1、福島電廠核災事故後，NTTF依據聯邦法規10CFR, Part 50, Section 50.54(f)，須對核電廠原有設計再進行有系統的檢視。原能會爰於101年間參考NTTF建議，以核管案件JLD-10102要求台電公司對國內各核能電廠重新評估水災(包括海嘯)之廠外危害。針對核管案件要求，台電公司於103年7月1日完成「核能電廠水災危害再評估計畫報告」並陳報原能會

原能會於103年10月30日針對前述報告提出尚需釐清海底火山、海底山崩、活動斷層與板塊界線活動等因素所誘發之海嘯等災害之可能性與潛在威脅等意見，因此，台電公司依據原能會意見

¹⁵ 海域：自金山海岸延伸至花瓶嶼東南側附近，長度40公里。陸域：自大漢溪柑園大橋附近延伸至金山中角地區，長度41公里。

重新辦理核能電廠海底火山、海底山崩及古海嘯調查暨評估工作以進一步釐清海嘯及水災影響，更新「核能電廠水災危害再評估計畫報告」，經原能會同意之報告提交期程為：核三廠109年1月提交，核一、二廠110年1月提交。

- 2、原能會於108年3月本案進度說明會亦要求各核電廠海嘯源模擬須引用SSHAC level 3計畫¹⁶之地震源特徵相關成果，並已於同年7月取得前述資料並重新進行海嘯模擬。核三廠預訂於111年6月提送補充報告；核一、二廠配合文化部108年3月水下文化資產調查專案小組第8次審查會議結論增加海域側掃聲納調查，並向原能會申請將原訂110年1月提交之期程變更為111年12月，原能會於109年5月准予備查。
- 3、核三廠所完成「核能電廠水災危害再評估計畫報告」（不含SSHAC）並已陳報原能會，重新評估可能最大海嘯(PMT)為CDL+11.36公尺(CDL：基本水準面)，低於現行執照基準(CLB)之海嘯設計基準值CDL+12.53公尺。
- 4、古海嘯調查：目前封存之核四廠106年9月15日獲原能會同意調查暫緩執行外，其餘核一、二、三廠已完成陸域古海嘯調查。依調查成果顯示，核一、二廠週邊金山平原區域最大可能海水溢淹高程約5公尺以下區域、核二廠八斗仔區域最大可

¹⁶ 計畫目的：本計畫目的係為協助台電公司因應我國核能管制機關—原能會之要求，針對核能電廠執行「NTTF 2.1: Seismic」地震危害重新評估的部分，執行程序則依循美國「地震危害分析資深委員會(Senior Seismic Hazard Analysis Committee, SSHAC)」所訂定第3層級(簡稱 SSHAC Level 3)之程序，並參考美國 Diablo Canyon 核能電廠執行地震危害重新評估的程序與考量的技術議題，建立適用於台電公司指定目標工址的地震源特徵(Seismic Source Characterization, SSC)模型、地震動特徵(Ground Motion Characterization, GMC)模型與地震危害度分析輸入文件(Hazard Input Document, HID)，進行機率式地震危害度分析(Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA)並建立地震動反應譜(Ground Motion Response Spectrum, GMRS)之用。資料來源：<http://sshac.ncree.org.tw/>。

能海水溢淹高程約10公尺以下區域；核三廠墾丁地區最大可能海水溢淹高程約5公尺以下區域。

- 5、再提高6公尺築擋牆部分，依台電公司查復略以，核一、二、三廠防海嘯能力提升評估規劃報告書經原能會同意備查在案，然後續發包及施工作業因分別辦理諸如水土保持計畫、土地使用問題，或台電公司核二廠仍待「核能電廠水災危害再評估報告」最終結論完成並獲相關專家學者核可、核三廠「核能電廠水災危害再評估報告(包含海底火山、海底山崩及古海嘯調查)」最終結論完成並獲相關專家學者核可等諸多因素，尚未完成。

(六)綜上以論，台電公司縱已於103年起陸續完成各核電廠耐震餘裕評估及各廠房水密性能力驗證等工作，並依原能會要求重新就依108年7月SSHAC level 3計畫所示地震源特徵相關地質調查成果，進行海嘯模擬，惟各核電廠水災危害再評估計畫報告迄未完成，至今SSHAC level 3 報告仍在原能會審查中，尤以對系爭新地震源可能風險之評估更乏明確說明，肇使核電廠目前結構系統及組件對抗未來劇烈地震危害之能力，欠缺完整資料而不足以驟下判斷，國內相關權責機關、單位豈能不斷對外宣稱「斷然處置程序」如同保命符可保證核電廠安全萬無一失？凡此重重疑竇，允由行政院轉促所屬重新確實檢核，以為適切之因應及處置。

五、「斷然處置程序」為十分複雜之程序，需有完整團隊熟練操作。台電公司對所需動員之相關組織、任務固皆已明定於程序書內，並列明「53位關鍵性人員」。然廠區內外人員及民眾如平時防救整備未達熟練反射之境，面對強震及海嘯等複合式災害驟然來臨，勢將驚恐慌亂、急於逃命而嚴重阻礙搶救工作及外部支援，且一旦啟動

「斷然處置程序」，即表示核電廠現場面臨大難，人員需原地死守，而台電公司非軍隊，並無阻止現場人員臨陣逃避、離職或棄守之強制力，行政院允宜督促原能會與經濟部偕同台電公司超前部署、未雨而綢，就攸關該程序成敗所繫的諸多因素及嚴峻人性考驗充分納入考量，重新評估該程序形成破口之風險，俾有備無患。

- (一) 「斷然處置程序」啟動後之關鍵階段為第1階段步驟程序：此主要為注水前之設備列置先備程序及進行反應爐控制性降壓。當機組斷然處置程序啟動時，立即執行「機組斷然處置程序指引」程序書，進入注水前之先期準備程序。此時需在1小時內，對反應爐注水流徑、反應爐緊急洩壓、圍阻體連通大氣環境、用過燃料池緊急補水等，完成以低壓、移動式注水設備列置之準備程序(包括廠用水或生水或海水水源之列置)，並進行反應爐控制性降壓。所有注水與圍阻體排氣流程均列置至維持最後一個手動閥於關閉位置，並測試所有動力設備性能。注水設備列置完畢，並不代表就需引動斷然處置注水。只要原運轉中之蒸汽推動補水設備持續運轉，則就暫時無須切換至斷然處置低壓注水。雖然現行電廠FSAR在廠區全黑之安全分析上證明，蒸汽推動之補水設備(如RCIC)最少可持續運轉8小時，而福島一廠經驗顯示RCIC可持續運轉將近1天。台電公司係採最保守要求，需於1小時內完成列置準備工作。並附註說明：原則上應以1小時完成注水列置為目標，但若於特殊情況(例如強震急停後發佈海嘯警報之狀況)，部分移動性設備可視實際狀況逐步列置。¹⁷

¹⁷ 注意及說明：a. 若屬於條件三「強震急停加海嘯預警」，則執行到此步驟 3 即暫停。且本步驟 3 中屬於廠房外移動式設備列置，需等海嘯過後再操作。b. 若海嘯確實侵襲廠區造成全

(二) 台電公司於109年11月27日以電核發字第1098132761號函查復本院：「福島50勇士係福島電廠發生核子事故後，自願留守在電廠內執行相關救援任務的人員總稱。台電公司無法調查假設情境下，人員願意留守電廠的意願，但對於所轄核能電廠核子事故發生後，所需動員之相關組織工作任務及人員名單皆已明定於程序書內，其中核一/二/三廠總動員人數分別為299人/350人/325人，皆已遠遠超過50人，另每年定期的訓練及演習，更已加強所屬人員的決心及能力以應對相關的核子事故。此外，為避免人員因受傷或其它突發因素無法接受動員，使人力低於常態性動員人數造成調度上的疑慮，台電公司更已訂定『53位關鍵性人員』緊急動員名單及所需執行任務於程序書中，以確保緊急應變組織不受其它因素干擾，如期如質發揮功效，使核子事故順利消弭。」

(三) 再依原能會及台電公司查復略以：

- 1、核子事故不會瞬間發生，而是有時序性及階段性而發展，但台電公司為掌握機組搶救時間，在斷然處置程序指引規定當機組狀況符合斷然處置程序任一啟動條件時，即需先行準備執行設備列置程序，以核能電廠既有值班人力配置，將可運用的水源及注水路徑列置完成，並建立移動式電源、氣源，以利萬一機組狀況惡化至符合執行斷然處置注水操作條件時，不論是以生水或海水為水源，核電廠均將逕行依規定程序將水注入反應

面性毀損(此時需通報管制機關及緊執會主任委員)，則立刻重新開始執行步驟 2「反應爐控制性降壓」及步驟 3「完成斷然處置設備列置」，以及以下步驟。c. 當海嘯確實侵襲廠區造成全面性毀損，在通報緊執會主任委員時應一併陳報電廠面臨之緊急狀況，並向緊執會主任委員預先報告當機組達到本指引所述之執行斷然處置注水操作(DIVing)條件時，不論是以生水或海水為水源，電廠均將逕行依程序進行斷然處置注水操作(DIVing)注水進入反應爐。

爐；而後續所需動員之人員名單、編組任務及各階段操作項目之人力調配皆已明定於核電廠相關程序書中，以確保有足夠人員執行斷然處置措施，並透過年度訓練及緊急應變計畫演練實際操演，加強人員執行之能力及熟悉度。

- 2、核電廠執行緊急應變人員的職責任務會與其所處職位專長有關，因此除非人員退休、離職或職務調動，否則不會有緊急應變任務異動的情況發生。台電公司在考量電廠安全營運配合例行的調動程序，但不應有異常頻繁的人員調動；此外，相關人員亦設有代理人的制度，可在必要時相互備援，再加上定期的年度訓練及緊急應變計畫演練實際操演，相關人員於異動後都能熟習緊急事故應變計畫之內容、執行步驟，及個人所擔任之緊急任務，使任務能順利推動。台電公司無法確認執行緊急應變人員的家人是否知悉渠等於緊急應變時所負責任務，但渠等家人應知道係在核能電廠工作，且在先前國內核能政策爭論的情況，再加上311福島事故的發生，渠等家人應會關心在核能電廠工作可能須執行的任務，此外因應不定期的不預警動員測試，渠等家人應能意識其在核能電廠的相關工作任務。

可見台電公司至今仍未正視第一線必須死守之員工及其家屬可能遭遇之問題，更遑論解決其問題。

- 3、基於上述包括對核電廠人員明確的任務指派、定期演訓、以及不預警測試結果，以及執行斷然處置之時機，原能會認為台電公司人員屆時不會棄守，台電公司亦表示有足夠信心認為人員屆時不會棄守，並應能依規定執行斷然處置程序。倘不

幸發生最嚴重等級核災，且假設該核電廠人員屆時發生棄守狀況，原能會將督促台電公司調派總公司及各核電廠專業人員進行支援，並配合中央災害應變中心調度相關部會之專業人力，提供支援人員相關防護後進行後續的救援程序。

- (四) 由福島核災之慘痛教訓可知，若核子事故乃由地震等複合式天災所引起，外界馳援往往因道路斷裂、塌陷而無法及時趕赴現場，故台電總公司人員是否能於天災中及時趕抵核災電廠，實難預料，且原能會及台電公司雖堅稱「核子事故不會瞬間發生，而是有時序性及階段性發展」云云，然事故之所以稱為事故，乃其為非預料之中的意外，確如依時序、預想進展者，則非謂事故，係排演好的劇本。查福島核災係因100年3月11日14時46分發生地震後致機組急停、失去外部電源，再因海嘯來襲失去所有電源，致爐心外露、熔毀、爆炸等接連之過程，可預期的是強震及海嘯後勢必造成現場混亂、設備倒塌，餘震時亦須進行自我掩蔽，廠房內外因此而難以行動，甚至造成核災搶救工作的中斷，凡此皆非日本官方已預先設想模擬者，意即任何災害絕不可能依事先演習的劇本重演。
- (五) 尤有甚者，萬一嚴重核子事故不幸來臨，原能會及台電公司均認核電廠人員會堅守崗位完成斷然處置之使命，但亦不排除若發生棄守情況時，須調度相關人力救援。核電廠相關從業人員不斷受訓確保面對困境時仍能堅守廠區，設法讓核電廠可安全停機或執行「斷然處置」重大程序，長期辛勞付出，十分難能可貴。然「斷然處置程序」一旦啟動即表示核電廠處於極大危險之中，要求現場數十甚至數百人皆全員死守，以個人性命守衛核電廠及家園，此乃

人性莫大考驗，相關權益的補償與身家照顧等措施之規劃及安排，是否已足讓第一線留守人員，以及遠從台電總公司冒死前往救援人員與其家眷無後顧之憂，即使面臨生死危機，仍能堅守崗位。況且，系爭處置程序是否已足讓第一線留守人員與其備援人員易於熟稔及操作(詳上述調查意見)，以上種種考驗及危機處理等關鍵現實問題恐皆為「斷然處置程序」成敗所繫，行政院亟應督同所屬積極正視整備。

誠如福島核災斯時日本首相菅直人在《核災下的首相告白》乙書中紀錄：「福島核災爆發不久，就接到福島核電廠營運者東電社長的『撤離請求』，而他(首相)必須思考『政府能否要求人民為國捐軀』的制度問題，並且，要『放棄工作人員安全優先的鐵則』，做出艱難的『拒絕撤離』決定。」等內容可資印證，殊值深思。

- (六)據上，「斷然處置程序」關鍵步驟為啟動後須於1小時內對核電廠反應爐完成以低壓、移動式注水設備列置之準備程序。該公司對所需動員之相關組織、任務固皆已明定於程序書內，並列明「53位關鍵性人員」。然廠區內外人員及民眾如平時防救整備未達熟練反射之境，面對強震及海嘯等複合式災害驟然來臨，勢將驚恐慌亂、急於逃命而嚴重阻礙搶救工作及外部支援，且一旦啟動系爭「斷然處置程序」，端賴核電廠現場人員需原地死守，此乃人性莫大考驗，而台電公司非軍隊，並無阻止現場人員臨場逃避、棄守或離職之強制力，若因人員棄守致留守人員不足而必須由總公司緊急派員遠自外地馳援，卻極可能因道路斷裂陷落而無法及時趕赴，肇致該「斷然」處置程序無法及時斷然完成，行政院允宜督促原能會與經濟部偕同台電公司未雨而綢，就攸關該程序成

敗所繫的人性考驗要素充分納入預先考量，並重新評估該程序形成破口之風險，俾有備無患。

六、原能會及台電公司固已對「斷然處置程序」完成學理論證分析、壓力測試並經國際核能機組業主組織研討認其「具有深度防禦」、「非常具有參考價值」，然「國際核能機組業主組織」由國際核能業者所組成，並非公正第三者，其看法並非原廠或國際機構之認可，有否進一步獲國際認證以昭公信之必要，允宜研議檢討。至核電廠為因應爐水喪失事故，既已有爐心緊急冷卻系統等停機系統之原始安全設計，「斷然處置程序」則多建構於該原始安全設計範疇以因應超出設計基準之情境，俾供最終注水程序之決斷，二者目的縱有不同，但不容偏廢，原能會允應督促台電公司避免過度倚重「斷然處置程序」，致輕忽該原始安全設計所應有之災防效果，促使臨機應變得宜。

(一)依原能會審查斷然處置程序指引有關通報程序所參考國際規範之基礎，係建立在「東京電力公司缺乏因應嚴重災害的對策、誤判及處理不當、政府指揮中心步調紊亂等，都可能是災情擴大的原因」、「複雜的組織架構可能延緩緊急事故時決策執行」之經驗回饋及結論，認為斷然處置程序能有效阻斷爐心熔毀風險，並可發揮預期功效。

台電公司系爭斷然處置措施的安全分析理論基礎乃採用美國NRC認證許可的程式據以完成分析論證¹⁸，除業經國立清華大學採用前揭程式分析確認此一措施在學理上的可行性¹⁹，並由電廠模擬器完成模擬驗證

¹⁸ 程式為美國核管會認可之 RELAP 程式 (NUREG/CR-5535, RELAP5/MOD3 Code Manual, User's Guide, 1995)，從熱水流、熱傳導、核反應等進行分析。此程式發展時間已有 50 年以上，經過長時間的改進及累積經驗，並透過大量的實驗數據與程式分析結果比對，才逐漸發展出目前公認為可信的程式版本。

¹⁹ 台電公司在福島事故後委由清華大學完成核一、二、三廠「斷然處置程序」分析報告，該

²⁰之外，且在國際期刊或學術會議發表²¹。此外，實務執行上，已建立具體執执行程序書並增購設備經由電廠人員實際驗證完成；外部審查上，原能會業於102年間邀請OECD/NEA代為籌組之獨立專家小組協助檢視後之評論略以：「斷然處置指引之發展具有深度防禦概念，現有多樣與大量的移動式設備可視為強項之一」，以及國際核能機組業主組織，包含BWROG及PWROG國際專家來臺辦理研討會時亦一致給予肯定，並表示相關策略是建構在合理分析基礎上，有效且創新，非常具有參考價值，足以防範類似的福島事件。另，系爭斷然處置程序採用之設備係原設計所無之移動式設備，並無需原廠認證或認可，亦無須經過國際原子能總署等國際機構之認可。

(二)據原能會查復及台電公司沸水式核能電廠教材所載，核電廠因應設計基準之爐水喪失事故(Loss of Coolant Accident, 簡稱LOCA)，其原始設計有爐心緊急冷卻系統(Emergency Core Cooling System, 簡稱ECCS²²)，採多重性、多樣性的設計，其係假設事故發生時仍有緊急柴油發電機供電，以及緊要冷卻海水系統仍能運作之情況，在發生假設事故下，依設計規劃的救援設備，提供防護措施，確保機組安全。同時，核電廠亦須建立因應設計基準於LOCA下之異常

報告係利用 RELAP5-3D 程式模擬斷然處置措施執行時之情境與步驟，計算在不同情境下所需注入生水或海水之最小流量，以確保尖峰護套溫度(PCT)不高於燃料護套明顯開始氧化所需之溫度(1500°F)。

²⁰ 核電廠模擬器為電廠依循美國所訂定之準則 ANSI/ANS-3.5-1993 進行建置，目的是用於培訓運轉人員熟悉反應器之正常操作及異常情況下之應變處置。ANSI/ANS-3.5-1993 內容涵蓋了模擬器專有名詞的定義、運轉性能、測試及驗證。

²¹ (1)101年9月9日，台電公司首次於第九屆國際反應器熱水流運轉及安全會議(NUTHOS-9)發表。(2)101年美國 Nuclear Engineering and Design 期刊 253(2012) 259-268 刊登。(3)102年獲得美國核能學會(ANS, American Nuclear Society)「超出電廠設計基準事故分析與管理(Beyond Design Basis Analysis and Management)」特殊貢獻獎提名。

²² 又稱安全注水系統(Safety Injection System)，具有兩項功能，即在事故發生後能冷卻爐心，以及增加停機餘裕。

(Abnormal)及緊急(Emergency)操作程序書，針對反應爐安全停機與維持燃料冷卻、圍阻體完整與放射性物質排放控制等各面向，提供相關人員據以執行應變操作，此為設計基準事件的保護措施。當在設計基礎事故下，ECCS的作用是使燃料護套的溫度、氧化程度、核心內氫氣的產生量、爐心的變形程度以及長期維持爐心於安全之低溫等，皆能符合核能法規對ECCS的要求。ECCS設備區分為高壓爐心注水系統(HPCI)、自動洩壓系統(ADS)、低壓爐心注水系統(LPCI)、爐心噴灑系統(CS)等，相互重疊而成多重保護爐心措施。

(三)原能會復表示，斷然處置措施係為因應如日本福島一廠之複合式災害所產生之可能超出設計基準之情境，**電源完全喪失致由電力驅動之ECCS已無法發揮預期之功能**，故建立斷然處置程序，提供電廠第一線人員能夠迅速果斷決策，以即時建立反應爐注水冷卻、圍阻體降壓與用過燃料池維持冷卻之救援能力。有關URG與ECCS間之技術與程序面，其相同者為目的均為將水注入反應爐，保持反應爐心燃料有水淹蓋，維持適當冷卻；不同之處為ECCS係因應設計基準事故之情境，與台電公司斷然處置因應超出設計基準之情境不同。

(四)依上述「斷然處置程序」內容所示：「所謂『斷然處置注水操作』，係指以正規設計之爐心注水系統以外之低壓力、注水量有限之消防車/消防泵/靠重力生水池等設備，經由圍阻體排氣、反應爐緊急洩壓，將水(包括廠用水或生水或海水)持續注入反應爐，而將反應爐安全的由高壓力轉換至低壓力狀態的操作。此注水操作亦可以DIVing(排氣、洩壓、注水)稱之。」查

核電廠緊急系統以沸水式核電廠為例²³包括備用硼液系統 (SBLC)、爐心隔離冷卻系統 (RCIC)²⁴、緊急爐心冷卻系統 (ECCS)、餘熱排除系統 (RHR) 等。其通報流程為提供決策依循外，其斷然處置注水(進行「排氣、洩壓、注水」DIVing)涉及反應爐壓力、補水能力、安全水位等操作，如該程序中列有「重要：執行控制性降壓為URG策略成功之關鍵步驟之一……」
「開始進行反應爐控制性降壓至10~15Kg/cm²(以便URG注水時反應爐緊急洩壓)，但保持RCIC運轉，同時儘可能維持反應爐高水位(但在L-8以下)……」。

「依照安全分析之要求，當需要斷然處置低壓注水而緊急洩壓時，其開始緊急洩壓之反應爐之壓力必須低於15Kg/cm²以下。執行控制性降壓之目的就是為了保持反應爐之壓力低於15Kg/cm²以下，以便於當緊急洩壓時能符合安全分析之假設。」

「……控制性降壓期間，仍須視壓力下降的速率及維持高水位目標，調整SRV²⁵開關的數量及時間，必要時(例如：同時發生破口事件，反應爐壓力下降太快時)，可將執行控制性降壓之SRV關閉。」

「……需決斷執行機組斷然處置注水操作時機：……其他顯有必要需進行斷然處置注水時。(例如，當繼續運轉RCIC顯然不利於機組安全、預期DC電源或操作氣源即將耗竭，SRV(含ADS²⁶)可能無法開啟時、或運轉RCIC/HPCI補水仍無法維持RPV水位時)」等操作，多仍建構在機組原始設計之ECCS設

²³ 台電公司沸水式核能電廠訓練教材。

²⁴ RCIC (爐心隔離冷卻系統) 設計目的為當反應爐與主冷凝器因故隔離，而飼水系統無法供給補充水至反應爐時，RCIC利用反應爐之餘熱蒸汽為動力，推動RCIC汽輪機，補水至反應爐，且配合RHR (餘熱排除系統) 之停機冷卻模式及蒸汽冷凝模式運轉，可冷卻反應爐水及降低反應爐壓力。

²⁵ 安全釋壓閥。

²⁶ 自動釋壓系統。

備（如RCIC、HPCI、ADS等）等內容，以供「執行斷然處置注水操作」。

- (五) 綜上所述，「斷然處置程序」從第一步驟之注水操作即相當繁複，僅僅任一細微環節或零組件於不測天災中損毀或失能，則斷然處置程序恐難以順利執行，勢將導致核電廠陷入不可逆的危險之中。
- (六) 由上足以明辨，原能會及台電公司固已耗時努力地對「斷然處置程序」完成學理論證分析、壓力測試並經國際核能機組業主組織²⁷於研討時認其「具有深度防禦」、「非常具有參考價值」，難謂毫不可取，相關人員的付出亦值肯認，惟其尚非原廠或國際機構之認可，有否進一步獲國際認證以昭公信，允宜研議檢討。
- (七) 至核電廠為因應爐水喪失事故(Loss of Coolant Accident, 簡稱LOCA)，既已有爐心緊急冷卻系統等停機系統之原始安全設計，「斷然處置程序」則多建構於該原始安全設計範疇以因應超出設計基準之情境，俾供最終注水程序之決斷，二者目的縱有不同，但不容偏廢，原能會允應督促台電公司避免過度倚重「斷然處置程序」，致輕忽該原始安全設計所應有之災防效果，以促使應變得宜。

²⁷ 此乃同業公會性質，為各國核電廠業者聯合之組織。

參、處理辦法：

- 一、調查意見一，提案糾正經濟部、台灣電力股份有限公司。
- 二、抄調查意見，函請行政院轉飭行政院原子能委員會偕同經濟部督促台灣電力股份有限公司確實檢討改進見復。
- 三、調查報告之案由、調查意見及處理辦法上網公布。

調查委員：田秋堃

趙永清

中 華 民 國 1 1 0 年 1 2 月 8 日

案名：核電廠斷然處置案

關鍵字：斷然處置程序、斷然處置措施、URG、福島核子事故、複合式災害、核電廠深度防禦。