



日本福島311核災回顧與省思

作者簡介



辛毓民上校，畢業於陸軍官校物理系78年班(正58期)、國防大學陸軍學院91年班、理工學院應化所95年班、戰爭學院97年班；曾任排長、連長、營長、群指揮官，現任化校防護課程組組長。



吳權恩上士，畢業於嘉南藥理大學食品科技系、化校士高班99-2年班；曾任班長、副排長，現為化校防護課程組教官。

提要

- 一、回顧日本311地震後，海嘯及福島核電廠災損、自衛隊動員救災與災後復原狀況，除了地震與海嘯所帶來的立即性災害外，未來最令人擔憂的是國家經濟損失與輻射造成的傷害與污染。
- 二、311核災後，世界各國核能政策出現分歧看法，核能安全問題再次引發熱烈討論。全球減碳議題、供電需求與國家發展等權衡，各國全面強化核電廠的安全機制，檢討核能發展，並激發再生能源與綠能發展，以達逐步減核之目標。
- 三、本文從日本核災救援歷程分析，探討國軍面臨核災須從培育核災應變諮詢專家、提升輻射偵測能力、增購輻射防護裝備、強化跨區增援應變、落實複合災害演練等面向，完成整備與規劃，期建構專業即時救援能量，因應未來各類型大規模複合性災害救援之挑戰。

關鍵詞：福島、地震、海嘯、複合性災害、核災、核射線

前言

日本於2011年3月11日發生芮氏規模9級地震，造成福島核電廠反應爐一連串的災情。時至今日，核災已屆滿1年，世界各國包含我國都不斷檢視核電廠安全、檢討核能政策，甚至提出「減核」或「廢核」的議題。本文在回顧日本311核災發生與救援歷程，藉探討各國能源政策改變，探究各國救災、防災的精進作為，並省思我化學兵救援能量，作為未來精進參考。

311核災事件回顧

一、事件過程

(一)地震發生

日本時間2011年3月11日14時46分，本州東北部外海發生大規模地震，日本氣象廳(JMA)公布震央為北緯38.1度、東經142.86度，震源深度24公里，地震規模達芮氏9.0級。JMA將此次地震官方名稱定為「平成23年(2011年)東北地方太平洋地震」，而此次規模是世界地震觀測史上少數幾個規模達芮氏9.0以上之地震。¹

(二)海嘯發生

地震發生後，JMA立即發布海嘯警報，並預估各地海嘯高度，第一波海嘯在地震後約10多分鐘即襲擊東北沿海

，隨之而來的一波波海嘯伴隨著越來越大之浪高，對日本東岸影響長達3小時以上。宮城縣仙臺市遭高達10公尺海嘯襲擊，海嘯深入內陸達1公里；另外，日本東北地方包括福島、岩手、北海道東岸，分別觀測到2.5~7.3公尺高的海嘯，日本國土地理院評估海嘯淹沒範圍達400平方公里。²

(三)福島第一核電廠事故

日本境內共有21座核電廠55個商業運轉核能發電機組，此次地震中，共有11個機組，包含宮城縣女川核電廠1~3號機組、福島縣福島第一核電廠13號機組、福島第二核電廠1~4號機組、茨城縣東海第二核電廠2號機組等，均受強震自動停機。其中福島第一核電廠因廠址高度不足，海水浸入廠區，將緊急供電系統破壞，而緊急海水供應設備因被海嘯帶來的大量垃圾堵塞而失效，³福島第一核電廠情況持續惡化，引發一連串事故。福島第一核電廠事故重要時序如表一。

二、災損狀況

東日本地震和海嘯依日本警察廳在核災屆滿一周年，公布確認死亡人數為15,852人，並有3,287人失蹤，上述傷亡數字大多為海嘯造成，而在各地避難設施避難民眾約達342,509人，⁴未來最令人恐懼的即是國家經濟損失與放射線造成的傷害

1. 林哲民、柯永彥、許尚逸、張毓文、邵守麗合著，〈2011年3月11日日本東北外海地震特別報導〉《土木水利》，第38卷第2期，2011年4月，頁8、9。
2. 同註1，頁12。
3. 徐懷夏，〈日本311福島核災之教訓及我國核能電廠因應措施〉，臺灣電力公司出版。
4. Juju Wang，〈前進岩手：311周年觀察報告〉，<http://www.peopo.org/portal.php?op=viewPost & articleId=98539>，2012年3月12日下載。



表一 2011~2012年日本福島第一核電廠重要時序表

時 間	相 關 事 件
2011年 3月11日	地震後，海嘯淹沒廠區，福島第一核電廠1號與2號機組冷卻系統失效，造成冷卻水位下降與反應爐內溫度與壓力上升。
3月12日	■ 福島第一核電廠正門測得超標70倍之輻射量。 ■ 官方於第一時間疏散周邊3公里內居民，後續將疏散範圍跨大至20公里，撤離約21萬人。 ■ 1號機組因冷卻水位降低，燃料棒局部暴露產生高溫而分解水蒸氣產生氫氣發生爆炸。
3月13日	■ 日本原子力安全保安院(NISA)將福島事故分級為第4級。 ■ 3號機組冷卻系統故障。
3月14日	3號機組發生氫氣爆炸。
3月15日	■ 2號機組凌晨發生爆炸，官方建議撤離範圍20公里外30公里內之民眾留在室內。 ■ 4號機組雖處停機狀態，但貯存之使用過的燃料棒因地震停電後冷卻水無法循環，造成燃料棒暴露產生氫氣導致爆炸。
3月16日	3號、5號及6號機組燃料貯存池溫度有偏高現象，3號機組冒出白煙。
3月17日	4號機溫度升高。
3月18日	原子力安全保安院將福島核災事故等級從4級提升至5級(國際原子能總署核能事故分級表如表二)。
3月19日	福島第一核能發電廠接上輸配電纜，正常供電。
3月20日	日本官方證實，福島第一核電廠附近的牛奶及茨城縣菠菜已遭放射性碘污染，自來水檢測出輻射物質。
3月22日	世界衛生組織表示日本食物輻射污染比預期嚴重。
3月26日	東電在核電廠外海測出放射碘131超標1250.8倍。
4月3日	東京電力公司在燃料池周圍500平方公尺範圍塗抹防擴散塗料，防止放射性微粒擴散。
4月4日	為容納高放射性廢水，福島核電廠開始排放11,500公噸的低放射性廢水至大海。
4月8日	福島縣限制銷售生產的菠菜、葉菜類、花菜及生奶類食品；茨城縣限制銷售生產的菠菜及生奶類食品，栃木縣及群馬縣限制銷售生產的菠菜等葉菜。
4月12日	日本原子力安全保安院宣布，將福島核災事故等級從5級提升至7級，與1986年車諾比事件並列為全球歷年來最嚴重核災。
5月5日	首批核廠工作人員進入1座反應爐建物。
5月23日	國際原子能總署(IAEA)專家團抵日，調查並研究日本控制核災計畫。
7月9日	首相菅直人表示，清理受損的福島第一核電廠，並讓這座核電廠除役，要花上好幾十年。
8月23日	日本警察廳公布因地震死亡人數已累積至15,726人，失蹤人數達4,593人，其中並無因福島核災事故而死亡者。
11月12日	媒體首度至福島核電廠採訪。
11月 17~29日	福島地區稻米樣本輻射超標，日本宣布銷售禁令。
12月16日	日本表示福島輻射外釋終獲控制，達冷停機狀態。
12月21日	根據官方及核電廠營運商東京電力公司(TEPCO)的福島核廠清理「路線圖」，福島完成廢爐恐需費時40年。
2012年 2月22日	東京電力公司表示，將以水泥大幅覆蓋福島第一核電廠反應爐附近太平洋的海床，防止輻射污染擴散，覆蓋面積超過7萬3,000平方公尺。

2月24日	日本當局表示，福島周圍部分地區恐將永遠成禁區。
6月3日	國際原子能總署對日本福島核災報導，自6月3日後即不再更新。

資料來源：一、行政院原子能委員會網站，〈福島第一核電廠事故時序〉。
 二、日本原子力災害對策本部，〈2011年第一、二核能電廠事故〉。
 三、國際原子能總署。
 四、陳蓉，〈日本核災大事記〉，華視新聞網。
 五、作者整理。

表二 國際核能事件分級制度基本架構

等 級	準則1	準則2	準則3
	廠外衝擊程度	廠內衝擊程度	安全防禦衰減程度
7級 (最嚴重意外事故)	極大量放射性物質外釋：造成廣泛性環境之影響		
6級 (嚴重意外事故)	發生極顯著放射性物質外釋：造成廣泛性環境之影響		
5級 (廠外意外事故)	有限度之放射性物質外釋：造成須部分實施區域性緊急計畫	嚴重之核心或放射性屏蔽毀損狀態	
4級 (廠區意外事故)	輕微放射性物質外釋：造成民眾輻射暴露達規定限值程度	局部性核心或放射性屏蔽毀損狀態，工作人員有致命性暴露發生	
3級 (嚴重事件)	極小量之放射性物質外釋：造成民眾輻射暴露尚未達規定限值程度	發生大量污染擴散及工作人員有輻射急性效應發生	接近發生事故狀態，喪失安全防禦功能程度
2級 (偶發事件)		重要污染擴散及人員超暴露狀況	發生潛在安全影響之事件
1級 (異常警示)			發生功能上偏差
0級 (未達級數)	無安全顧慮		

資料來源：原能會，《核子事故緊急應變民眾防護手冊》，<http://www.ace.gov.tw>

與污染。

(一)核災造成的經濟損失

1.地震、海嘯加上引發之核子事故的多重打擊，將本已脆弱的日本經濟進一步拖入谷底。據專家推估，日本大地震經濟影響的消除至少需要十年時間；而放射性物質外釋不僅對日本的工業生產、電力供應造成嚴重影響，同時也令日本農業、食

品加工和出口受到衝擊。

2.聯合國祕書長減災風險特使 Margareta Wahlstrom，在日本311大地震周年紀念活動上，公開了去年全球各大自然災害所造成的經濟損失數據，統計結果以日本311地震、海嘯，以及後續引發的福島核能危機，所造成的經濟損失最大，達2,100億美元(逾新臺幣6兆3千億



元)。⁵

3.據日本「東京商工調查公司」的一項調查顯示，日本至少有1,356家上市公司，因為「東日本大地震」而受到損失，損失金額總計高達4兆日幣，合新臺幣將近1兆5千億。調查指出，這項數據證明東日本大地震，對日本產業界造成了巨大的衝擊，包括電力公司在內的服務業，損失占整體的68.7%最多。製造業損失占21.7%、金融保險業損失占2.4%、運輸業損失占2.3%。以細目來說，各上市公司中，以「東京電力公司」的損失最為慘重。受到福島核災事故的影響，光是東京電力公司，損失金額就達到2兆日幣，占損失總額的一半。⁶

(二)輻射造成的傷害與影響

1.根據東電的報告指出，災後2萬名工作人員中，有167位輻射暴露達100毫西弗，超過日本災前規定核電廠員工每年暴露的輻射量上限(災後提高至250毫西弗)。其中有6位接受的輻射劑量超過250毫西弗，最高的甚至達到679毫西弗；而核子事故後，有上萬噸的輻射廢棄物被倒入太平洋中，輻射物質銈-137會沉澱海底，因

此，影響最大的是海底魚類和在海底活動的生物。科學家目前已發現海底魚類的銈輻射劑量比以前高了1,000倍。⁷

2.日本林野廳公布福島縣森林落葉含銈-137，去年9~11月從福島縣雙葉町及浪江町收集的落葉超標44倍，平均每公斤含440萬貝克(Bq)。⁸

3.福島縣已淪為「輻島縣」，災區自殺率增加1成，超過7,000家工商業受災，以福島核電廠為中心20公里緊急撤離區成為空城，福島核災對環境、社會甚至政治影響，逐漸浮現。⁹

4.福島核子事故被判定為最高級7級的核災，20公里的緊急撤離圈讓30萬居民成為聯合國定義的環境災民，受災工商業7,014家，其中2,289家休(廢)業，20公里圈內100%休(廢)業。¹⁰

5.去年11月檢測其4號機前的海底污泥，1公斤的輻射量高達160萬貝克。¹¹

6.CNN今年1月報導，禁區成了死城，雜貨店裡物品過期，時間在這裡停止，剩下的只有流浪動物。雖說政府已劃定禁區，保護民眾，但輻射物質卻會隨著風向、雲霧、雨雪等氣象條件，飄到不同地方

5. 陳怡君，〈2011災難年！自然災損破紀錄，全球經濟耗損3,800億美元〉，<http://www.nownews.com/2012/03/07/11490-2792061.htm>，2012年3月15日下載。

6. 中廣新聞網，〈311大地震造成日本產業界1兆5千億臺幣災損〉，<http://times.hinet.net/news/internationality/7694193>，2012年3月15日下載。

7. 陳維真，〈福島輻射陰影居民恐懼未除〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/mar/11/today-fo7.htm>，2012年3月15日下載。

8. 大公網，〈福島落葉超標44倍〉，<http://www.takungpao.com/news/world/2012-03-06/08/875.html>，2012年3月15日下載。

9. 同註4。

10 魏紘鈴，〈311遊行訴求核電歸零〉，<http://news.msn.com.tw/news2561598.aspx>

11 林宜箴，〈311核災周年臺灣5千人上街反核〉，<http://times.hinet.net/news/life/7605945>

，形成輻射熱點(hot spot)；¹²旅日作家劉黎兒在著作《我們經不起一次核災》中寫道，距離福島250公里外的東京，有部分地區成為輻射熱點。連700公里外的大阪河川也測到輻射物質銫-137。她認為，核災問題將會纏繞日本至少未來100年，日本只好變成與輻射共生的社會，原本容許的輻射劑量是1年1毫西弗，核災後卻大幅放寬標準，連小孩的容許量都增加到1年20毫西弗。¹³

7.福島核子事故後清理的10項目標已完成6項，東京電力公司和經濟產業省的最新事故處理路線，詳細列出對於已經毀損的核電廠完成及待完成的工作項目。受損的反應器冷卻功能已經恢復，同時放射性物質釋放也進一步的減少。根據日本政府與東京電力公司所估計的時程，福島核電廠1至4號機完全拆除與除役工作約需要40年，除役的工作先從移除用過的核燃料

內的燃料棒開始，估計要花2年，接著移除反應爐內的燃料，估計要花25年，最後才是拆除核電廠。¹⁴

三、動員救災

(一)自衛隊救援時序

311核災事故共投入107,000隊員救災，執行生還者及失蹤者搜尋、運送救難物資、照顧災民、搬運屍體、清理瓦礫等工作，¹⁵福島核一廠事故救災部署如圖一，表三為自衛隊救援時序概況。¹⁶

(二)自衛隊投入之救援裝備

除了地震與海嘯所帶來的毀滅性破壞，導致自衛隊前進災區搶救不易之外，而最高核災等級7的輻射外釋災害更加重了搶救困難度，圖二為中央特殊武器防護隊投入此次搶救任務之裝備。¹⁷

四、災後復原

此次複合性災害，¹⁸挑戰了以往的單項防救文化，使得日本政府的救災單位由

- 12 受天氣和地理條件影響，放射物質擴散並不均勻，有時會出現某一熱點地區放射水準強於周邊的情況，http://big5.ce.cn/gate/big5/intl.ce.cn/qjss/201107/02/t20110702_22517018.shtml
- 13 〈日本311周年深入福島核災第一線：核災問題將纏繞日本100年〉，http://tw.money.yahoo.com/mag_article_print/adbfd_a_120308_8_31jc7，2012年3月15日下載。
- 14 彙整自中華民國核能學會編印，《臺電核能月刊》網站。
- 15 黃菁菁，〈日自衛隊形象提升〉《中時電子報》，<http://tw.myblog.yahoo.com/sunponyboy-IDF/article?mid=39333>，2012年3月15日下載。
- 16 黃漢華，原子災害對策本部，《2011年福島第一、第二核電廠事故》，2011年6月17日。
- 17 日本自衛隊化學防護隊官網，www.mod.go.jp/index.html
- 18 複合性災害(compound disaster)，學術上，複合性災害並無明確定義。通常是指一個災害發生後，也引發其他類型災害。這樣的概念往往利用原生災害、二次災害(亦稱衍生災害)來說明。以發生的時間點來看，最早發生衝擊的災害稱之為原生災害，而由原生災害引發的其他種災害稱之為衍生災害。然而，原生、衍生的順序性或許還不足以形容交互影響的複合關係，往往是多種災害同時造成直接損害，甚至直接損害亦引起間接損害，致使災害成因與損失間無法區分因果，且損害相對於單一災害而言顯著非常複雜，因此稱為複合性災害。吳杰穎、邵珮君、林文苑、柯于璋、洪鴻智、陳天健、陳亮全、黃智彥、詹士樑、薩支平著，《災害管理學辭典》(臺北市：五南圖書出版股份有限公司，2007年1月)，頁83。



圖一 日本自衛隊福島核一廠救災部隊部署圖



資料來源：日本自衛隊官網，<http://www.mod.go.jp/index.html>

表三 311事件日本自衛隊救援時序表(2011年3月11日~5月5日)

時間	相關事件
3月11日	防衛省設立災害對策本部，政府發布大規模災害派遣命令，隨後發布核電災害派遣命令。
3月12日	■東北方面隊約派遣100名隊員搭乘50輛汽車出發至核電廠執行災民撤離運輸作業。 ■中央特殊武器防護隊派遣20名隊員搭乘7輛車到達核電廠外圍。 ■第44普通科連隊約30人在核電廠周邊執行災民撤離疏導作業。 ■第6化學防護隊(郡山)的8名隊員從駐地出發前往核一廠。 ■中央特殊武器防護隊進入1號機組廠房，第二批20人進入1號機組廠房污染區遂行任務，第三梯隊開始進入。 ■第12化學防護隊在二本松對受污染民眾進行除污作業。
3月15日	廠外指揮中心已完全撤退至福島縣廳，中央特殊武器防護隊15名隊員在福島縣立醫大病院設置人員消除站。
3月16日	自衛隊進行3號機空中灑水前準備，因所受劑量大幅超過工作人員允許上限(50毫西弗／年)，因此，放棄任務。
3月17日	■陸上自衛隊直升機對3號機用過燃料池進行灑水作業。 ■警察的灑水車對3號機用過燃料池進行灑水作業。 ■自衛隊消防車對3號機用過燃料池進行灑水作業。

3月18日	- 東京電力公司進行核電廠空中拍攝、劑量與溫度監測任務。 - 東京電力藉由美軍的高壓灑水車對3號機用過燃料池進行灑水作業。 - 第7化學防護隊及第5化學防護隊到達郡山地區實施支援作業。
3月20日	第2化學防護隊支援給水及開設沐浴站作業。
3月21日	自衛隊派遣74式裝甲車，前掛推土板充當高輻射污染地區臨時推土車，將核電廠附近道路上之高劑量障礙物清除，以利後續大型機具進入核電廠搶救。
3月22日	東京電力公司藉由混凝土泵浦車對4號機用過燃料池進行灑水作業。
3月31日	1艘載著反應爐冷卻作業所需淡水的美軍接駁船，在海上自衛隊船艦的領航下抵達福島第一核電廠專用碼頭。
4月1日	對共同燃料池周邊500 m ² 範圍進行2,000 公升飛散防止劑的試驗性散布作業。
4月10日	藉由遠端遙控重型機具，以進行廠界內瓦礫堆的清除作業。
4月12日	為掌握4號機用過燃料池內保存之燃料狀況，開始對用過燃料池水進行取樣作業。
4月13日	為防止地面上的放射性物質四處飛散，對於共同燃料池山側約400m ² 之範圍進行飛散防止劑(1,000 公升)的試驗性散布作業。
4月14日	為掌握3、4號機反應爐廠房狀況，以無人直升機進行影像拍攝作業。
4月15日	基於海嘯因應對策，將反應爐注水泵浦之臨時柴油發電機及泵浦控制盤移往高處設置。
5月3日	藉由無人履帶式傾卸車(crawler dump)，對於3號機反應爐廠房西側約4,000 m ² 之範圍進行飛散防止劑的散布作業。
5月5日	關於1號機反應爐廠房內部作業環境的改善，已完成導管(duct)的鋪設作業，並開始啟動現場的排氣風扇，對空浮進行取樣作業。
5月5日後	大多數的廠區作業為瓦礫堆的撤除作業；飛散防止劑的灑布作業；注水、取樣及影像拍攝作業，資料記錄公布僅至6月13日。

資料來源：作者整理，參考自日本自衛隊官網，<http://www.mod.go.jp/index.html>

傳統的災害對策委員會編組變成正式組織。因此，日本國會於2011年12月6日正式成立復興廳，¹⁹而相較於地震與海嘯的一次性傷害，放射性物質外釋所產生的核污染與核電廠報廢所需的資金與時間，才是日本在災後所面臨復原的最大問題。

(一)福島縣府官員表示，縣內設有

113個偵測點，學校等公共場所設有1萬8,000個點，還檢查土壤、河川、湖泊、海洋和農產品，以免食物污染。²⁰

(二)日本政府用水泥將受到高輻射污染的海底污泥封起來，面積約5個東京巨蛋大小。²¹

(三)日本約有104個市町村，要進行

19 曹烜，〈震災復興重建日將成立復興廳〉，http://www.taiwannews.com.tw/etn/news_content.php?id=1818480，2012年3月12日下載。

20 黃漢華，〈日本311周年深入福島核災第一線〉，<http://news2.pchome.com.tw/magazine/report/po/gvm/7273/2/133053120087427007001.htm>，2012年3月17日下載。

21 張明筑，〈福島核災一周年，臺灣核電政策的反思〉，<http://ap.ntdtv.com/b5/20120319/video/91637.html>，2012年3月17日下載。



圖二 中央特殊武器防護隊投入此次搶救任務之裝備



核生化偵檢車示意圖



資料來源：日本自衛隊化學防護隊官網，<http://www.mod.go.jp/index.html>

土壤除污，日本環境省估計受到輻射污染的土壤約1,500萬至2,800萬立方公尺，設施占地面積約3~5平方公里，因處理極度困難，預計最快2015年才能完成處理。²²而災害廢棄物高達2,253萬公噸，至今處理不到5%。

(四)日本發生大地震引發核危機影響是持續的，核電廠報廢造成的核污染，核

垃圾的分類、運輸、賠償，包括輻射污染對南韓、中國等東亞地區食品的影響，對國際社會的責任，都是不可忽視的。日本政府最大的危機就是無法對核子事故造成最終的危害做出清晰的預測。雖然從災後重建，製造業、民生等各方面都在穩步地恢復，但是地震和海嘯引發多大程度的放射性物質外釋，核垃圾到底危害了哪些地

22 楊明珠，〈日震周年輻射廢棄物難處理〉，http://www.taiwannews.com.tw/etn/news_content.php?id=1589539，2012年3月17日下載。

區，日本當局到現在還很難預測。²³

(五)東京大學教授兒玉龍彥估計，單土壤環境污染最少得花800兆日圓，保守估計福島核電廠釋出的放射性物質是廣島原子彈的30倍(日本政府承認以銫-137計算是廣島的168倍)，導致100公里範圍輻射污染劑量是5微西弗／小時，200公里範圍輻射污染劑量是0.5微西弗／小時，300公里外的靜岡茶樹遭輻射污染，除污最少800兆，相當於10年的日本國家預算。²⁴

(六)災後編列6.7兆日圓重建預算，但目前執行率只有55%。²⁵

國際核能政策的轉變

核災後，世界各國核能政策出現分歧看法，核能安全問題引發熱烈討論，全球多數國家的人民也紛紛要求停止核電廠商轉或興建，但由於全球減碳議題、供電需求與國家發展等問題，使得各國除全面強化核電廠的安全機制外，另外，就是逐步減核，並發展可再生能源或綠能產業，已成為各國未來能源發展首要目標。以下為核災後，全球國際核能政策的轉變：²⁶

一、美國：福島核災不會改變美國政策

美國白宮於2011年4月15日表示，儘管日本福島核電廠發生事故，目前美國並未改變對於核能發電的政策方向。總統歐巴馬於3月30日在一場以能源政策為主題

的演講中表示，設定2025年對進口能源依賴的比重降低1/3維持不變，並且積極開發國內自產替代能源，並下令以日本的核災經驗，全面檢查所有的核能設施。2011年7月15日美國宣布將提高核能安全的法規，並發展新的反應爐以及小型反應爐。10月6日美國能源部將總金額1億7,700萬美元的研究經費，分配給美國麻省理工學院(MIT)、麻州Lowell大學及羅德島核能科學研究中心。

美國核能業界、核管會以及政府決策官員們於11月15日達成共識，將記取日本的教訓，採行加強措施來增加美國核能設施的安全能力，儘管美國核電廠有傲人的運轉記錄，仍然要提升應付極端自然災害挑戰的能力。

二、德國：國會通過廢核政策

德國政府於2011年4月19日宣布，即刻停止7座老舊反應爐3個月，並於5月9日推出「六點計畫」準備加速廢核行動，包括環境部長及經濟部長都主張，籌資50億歐元推廣風力發電、20億歐元提高建築物能源效率、10億歐元為氣候基金。

德國總理也決定，將加速完成廢核的政策，改為再生能源及天然氣，並且要求內閣規劃完成新的能源方案。德國國會在7月11日正式通過廢核的政策，17座核電廠確定在2022年全部關閉，德國政府也因

23 謝夢，〈外媒預測大地震將至少影響日本經濟10年〉，<http://finance.sina.com.hk/news/3/2/1468159/1.html>，2012年3月17日下載。

24 劉黎兒，〈廢核救家園，收拾核災費用禍延數代〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/oct/241today-family2.htm>，2012年3月17日下載。

25 劉力仁，〈前進311災區福島縣已淪「輻」島縣〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/mar/10/today-life1.htm>

26 作者彙整自中華民國核能學會編印，臺電核能月刊網站，2011年5月～2012年2月。



應廢核，加速風能、再生能源與電網²⁷等環保電能開發。

三、日本：採三階段逐步廢核

由於學者研究報告指出，濱岡核電廠所在地有活躍斷層，評估30年內有87%的機率會發生高達8級地震，日本首相菅直人於2011年5月6日下令，要求中部電力公司濱岡核電廠暫停運轉。5月10日再宣布，將放棄原先規劃占50%的核能源政策，改為增加再生能源與節約能源。

同年8月11日，日本政府宣布將採三階段方式，逐步降低對核能發電的依賴，第1階段為期3年，第2階段到2020年，最後階段到2050年，目前(2012年)日本54座反應機組中有38座停止運轉。

四、義大利：公投廢核

因應日本福島核災，義大利政府於2011年4月25日宣布，暫停原訂的重建核能工業計畫1年，並於5月11日提出修正案，將無限期暫停審查核能電廠興建案，此舉讓政府有充裕的時間，收集科學的證據再行評估。

另國會在6月12日投票通過舉行公投，義大利民眾於6月29日以94%的多數否決了核能發電，投票率超過有效門檻50%。

五、瑞士：國會通過廢核政策

瑞士上議院在2011年9月28日表決通過廢核政策，並在20年內完成廢除核能發電，按照政府的規劃，核電廠將依順序於2019年、2022年、2029年及2034年除役，將以開發水力發電及再生能源，來補充不

足的電力，必要時不排除進口電力及重啟石化燃料。

六、法國：放棄核能不切實際

法國總理2011年5月3日對法國電力公司核電廠員工演說時表示，福島事件發生後，核能計畫會被迫延後，核能安全管理會再增加，但是法國電力公司繼續開發核能發電的增設不會改變。同年，在烏克蘭核能高峰會議中再度表示，全盤放棄核能發電的想法不切實際，福島核災發生後，不可能毫無作為，但採取武斷式的反對核能也不應該。

七、英國：致力核能發展

面對福島核電廠災變的衝擊，英國健康及安全官署(HSE)於2011年5月3日決定延後3個月完成新核電廠設計的審查案。然英國政府於7月21日宣布將致力於核能發展，下一步要興建新式的反應器機組，英國能源部長Charles Hendry表示：核能發展必須建立在民眾信心之上，並藉由科學證據證實其安全性，交由嚴格及獨立的監督單位控管。

八、中共：將依賴西方核能技術

福島核災後，中共於2011年12月19日暫停核發核電廠建設許可，同時也開始檢討安全管制的標準，並提早結束反應器機組的自行開發計畫，這意味著中共將會更加依賴西方的核能技術，11月間美國Exelon電力公司，和中國CNNC集團簽訂顧問服務合約，就是一個例證。

九、我國：穩健減核，打造綠能低碳環境

總統馬英九先生於2011年11月3日說

27 電網：以雙向數位科技建立的輸電網路，用來傳送電力，可以偵測電力供應者的電力供應狀況與使用者的電力使用狀況，用來調整家電用品的耗電量，達到節約能源、降低耗損的目的，如在電量低的時段給電池充電，在高峰時反過來給電網提供電能。語見維基百科。

明：政府的能源政策是要穩步減核，打造綠能低碳環境，逐步邁向非核家園。現有的核一、核二及核三廠不延役，核四廠則要確保安全無虞後才會商轉，如果核四廠能在2016前商轉，核一廠將提前除役。²⁸

行政院原子能委員會於2012年3月1日表示，核一、核二、核三廠的總體檢報告，預計在4月完成，並送行政院核備，3座核電廠均以歐盟壓力測試規範進行壓力測試，約1到2個月會對外公佈。²⁹

臺灣電力公司於2012年3月9日表示：臺灣核電廠在強震下均可停機，相關設備也不致因強震受損，這1年多來展開的多項強化設施，考量包括各階段電力系統可能震垮或淹沒、道路中斷、水源喪失、照明喪失及夜間人力配置等各種情境，確保機動性與處理時效，陸續增設多重、多樣且獨立的備用電源、水源及氣源。今年6月電源車運抵後，總計有26臺柴油發電機、20臺大型消防水泵、40臺排水泵、9臺移動式空壓機等完整救援措施；假設所有備用電源失效，核電廠在山上高處還建有生水池，內裝3.7萬噸以上的淡水，不需依靠電力，利用重力原理，就可將淡水直接灌入反應爐內冷卻爐心。核安防護總體檢在原能會嚴格監督下，逐步完成檢查與強化措施，目前營運中的3座核電廠，並無立即及明顯重大缺失，而進行總體檢時則特別注意耐震與防海嘯能力。³⁰

我化學兵現有能力與精進作為

回顧日本311福島核災事故歷程，再一次驗證軍隊在災害救援中為不可缺席之角色，而國軍化學兵部隊化生放核的專業能力，就是我國面臨核子事故時，國家無可替代的強大應變能量。面對未來全球極端氣候的變遷，在可能面臨的複合式災害救援挑戰，國軍化學兵各層級須提升它的強度與深度，完成各種救援整備與規劃，期建構專業、專精、機動、迅速之完整救援能量，以因應未來嚴峻、大規模的複合性災害救援需求。茲提出個人淺見，期待有拋磚引玉之效：

一、培訓核災應變諮詢專家，建置各級核災諮詢小組

日本自衛隊於福島核電廠事故發生時，並未馬上投入核電廠搶救，原因包括防護裝備不足、對核子事故可能造成的災害認識不清，最重要的是無人立即提供自衛隊決策層對核子事故的專業諮詢建議，導致部隊除無法立即投入搶救外，投入救援的部隊也造成一些輻射的傷害。

核子災害造成的範圍及危害，必須有專業的應變能力、完備的救援體系與熟練的應變措施，方能於災害發生時，藉由足夠的專業能力，精準完成危害辨識與評估，避免貿然派遣救援人員進入污染區，導致作業人員接受輻射暴露劑量超標或吸入放射性物質造成體內輻射，反而錯失搶救

28 楊兩青，〈總統：2016若核四穩定商轉，核一提前除役〉，http://news.rti.org.tw/index_newsContent.aspx?nid=325810，2012年3月17日下載。

29 呂欣懋，〈核電廠總體檢，最快4月初完成〉，<http://www.cna.com.tw/News/aIPL/201203010140.aspx>，2012年3月17日下載。

30 中央通訊社，〈確保核安，臺電：人民安全為重〉，<http://news.msn.com.tw/news2562258.aspx>



先機。

目前國軍對輻射防護的專業認知，大都僅限於化學兵部隊，一般部隊仍嫌不足。雖然化學兵學校已開設相關班隊戮力培訓，協助考取原子能委員會輻防員(師)證照者，已有50餘位，³¹並分布於國軍各單位。然有鑑於日本核災的警訊，國軍各單位必須積極落實政策，除選優培訓專業人才外，並於軍團(防衛部)、聯兵旅級與化學兵群，將取得相關證照的輻防人員管制運用，定期複訓或藉由狀況演練方式，強化應變諮詢功能。期能在核子事故發生時，立即成立核災諮詢組，提供各級災害救援決策長官最佳的應變處理程序及部隊輻防安全建議，迅速投入救援，將災損降至最低。

二、強化核訓中心輻防課程，建立部隊核災救援觀念

國軍部隊核生化防護知識的建立，主要來自各軍種核生化訓練中心施訓獲得，而國軍輻射偵測能力亦僅止營、連級所配賦之AN/VDR-II野戰輻射偵測器，然而，這些知識建立的規劃與裝備籌購的原始精神，主要是針對部隊在傳統核子武器威脅下，如何利用地形、地物應急防護與執行戰場核爆後的環境輻射值偵測，對當前核災救援的各類型任務部隊而言，輻射防護的概念已明顯不足，必須深切檢討修正，以肆應國軍平時災害救援，戰時應急防護的目標。

為強化核生化訓練中心輻射防護課程，建立部隊核災救援防護觀念與知能，各軍種業管可依據國防部93年訂頒的核生化訓練中心設置規定，針對軍種一般輪訓部

隊與納編核災救援的各類型任務部隊，依輻射防護需要、支援核子事故災區救援等任務性質，適當增加所需輻射防護或救援程序等相關課程，檢討修正並呈報核定，同時嚴格管制考取原能會輻防員(師)證照的幹部，列為專責、專業師資，統一管制運用，建立各類型部隊輻射防護觀念與擴大核災救援能量，以避免造成部隊官兵無可彌補的傷害，並發揮任務部隊最大救援能量。

三、發展無人偵測系統，提升輻射偵測能力

311福島核電廠事故發生後，日本輻射偵測計規劃106個偵測點，分別由中央、地方、警察、自衛隊及科研單位分工合作，然因污染區域廣大，輻射偵測速度緩不濟急，導致擴散預測與通報延宕，造成嚴重污染與人員傷損事件，實值得我國引以為警惕。

目前我國具備輻射偵測專責機構除原能會核研所、核電廠內的輻射偵測隊與幾所大學核工系外，能執行大區域環境輻射偵測作業的單位大概只有國軍部隊，然目前一般部隊配賦的AN/VDR-II野戰輻射偵測器，僅適用於核爆後的高輻射環境劑量偵測，相對於核電廠事故所外釋的放射性物質，低劑量高靈敏度的要求則相對明顯不足。

化學兵部隊近年雖購置高靈敏度之輻射偵測器，以及在核生化偵檢車上安裝核種分析儀，但數量仍非常有限，若發生全國性的核子意外事故，除原能會所轄的單位外，國軍也僅能由化學兵部隊以現有高靈敏的輻射偵測器，執行地面、定點的輻

31 陸軍化學兵學校統計至101年4月1日止。

射監測，對空中放射性雲團追蹤偵測、放射性核種地面沉降分布推估、射源搜索、核災輻射塵影響的偵測等，實力有未逮，同時救援人員投入災區，對輻射危害的等級也是難以評估的。

因此，化學兵專業部隊須持續增購輻射偵測儀器，強化基礎輻射偵測能力外，確實檢討災區輻射偵測人員的安全，適時建議主管機關規劃發展地面無人載具(UGV)搭載輻射偵測系統，深入熱區執行輻射劑量監(偵)測，評估救援人員使用防護具的等級與安全距離的擬定，確保救援人員進入熱區的安全；同時利用空中無人載具(UAV)實施大地區輻射偵測，追蹤放射性雲團，推估放射性核種地面沉降分布，以利緊急計畫區劃定與迅速發布災民撤離通告，降低災區人命的傷損。

四、籌購輻射防護裝備，保護救援部隊安全

回顧311事故發生之初，日本自衛隊進入福島第一核電廠1號機廠房污染區救援時，僅穿著一般拋棄式化學防護服(C級防護服)，造成人員嚴重輻射傷害。由此可見，缺乏基本輻防知識與經驗，除無法立即搶救傷者，錯失救援時間外，防護裝具嚴重不足，更可能造成另一起救援人員需被救的窘境，不可不慎。

面對核電廠事故，可能外釋高劑量、高穿透性的輻射，以國軍現有之77式碳纖防護服或化學兵部隊配賦的A級防護裝具，均無法有效防止放射線造成的體外輻射；若因任務須於高輻射劑量環境下作業，救援人員勢必面對心理與生理的風險壓力，必須審慎面對。而我化學兵部隊雖藉由原能會核安基金，逐年採購鉛衣及個人輻射劑量警報器，但數量極為有限，實無法滿足大規模核災動員投入之救援兵力的防

護需求，建議比照衛生署防疫物資屯儲模式，由相關主管機關購置、儲備足量之防護具(如鉛衣、鉛裙或鉛質護頸等裝具)或藉由徵購徵用機制，完成平時調查與儲備，避免事故發生，應變不及，錯失救援先機，造成無法挽回的傷害。

此外，更值得國軍深思與借鏡的是，此次災害發生後，由於地震與海嘯所造成的破壞，導致路面嚴重毀損、災區動線障礙處處、輻射落塵滿布災區，自衛隊運用高機動性、不易受地形限制之輪型裝甲運兵車加裝中子遮蔽板，透過裝甲基本輻射防護能力，再以中子遮蔽板強化，提高輻射防護效果，增加災區滯留時間，有效清除道路障礙、深入災區執行災情蒐報，與降低救援人員長期滯留災區，造成大量輻射污染之危險性。未來我國軍執行核子事故災害救援演練時，可將此模式先期納入如兵棋推演研討課題，再逐步藉由實兵演練完備救援整備，以肆應未來災害發生時，能快速實施救援。

五、律定救援責任區域，常態跨區增援應變

國家重大災害救援，國軍全面投入，相互支援，並非只限單一兵科或單一軍種之責任，國軍依據「核子事故緊急應變法」及「國軍核子事故支援中心作業要點」，從事核子事故災害救援相關準備，以降低輻射災損及做好污染管控，妥慎收容災民，恢復國家秩序為首要任務。

我國歷年核災應變演習規模，動員人數約1,000人左右，屬小區域動態演練。然以民國100年新北市核安演習為例，由於同年發生日本福島核電廠事故，演習狀況設定疏散區半徑達20公里，以大臺北地區(新北市、臺北市)居住約600萬人，於



災害發生時要進行疏散實有困難，臺灣大學大氣科學系的實驗顯示，在風向、風速有利條件下(東北風)，核一、二電廠飄出的輻射塵，約3小時內即會籠罩大臺北地區，造成污染範圍相當廣大，受污染民眾人數可能相當驚人，就當前單一作戰區化學兵部隊開設消除作業通道，執行輻射偵測與消除作業能量，是無法在短時間內完成。

921地震後，開啟化學兵部隊跨區增援的模式，88風災更將全國三軍化學兵部隊投入南部災區，執行防疫消毒工作，跨區增援已成常態。然全球極端天候與我國先天的地理位置，幾乎每年都有大小不等的災害發生，化學兵部隊幾乎無役不與，但隨著國軍組織再造，「精實案」、「精進案」乃至「精粹案」後，兵力裁減比例極大，因此，必須有創新思維，發揮智慧與創意，解決已到眼前的挑戰。

由於核子事故具有時序性、固定模式，災害發生依令開設各類消除設施，以目前各作戰區化學兵部隊僅一個營級具備這樣的能力，對災害救援而言，實力有未逮。為解決兵力不足的缺憾，各作戰區化學兵幕僚機構與化學兵部隊，必須先期相互協調，劃定救援責任區域，建立常態跨區增援應變機制，同時輔導部隊策定各類型、各責任區域救援方案。如中部化學兵部隊，必須建構南北支援的應變模式，第一時間跨區增援，直接投入責任災區搶救，南、北化學兵部隊亦須完成北上與南下增援中北部或中南部的預擬案以為因應，期藉相互支援，發揮化學兵部隊最大效能。

結語

日本福島核災已屆滿1年，各國核能政策的看法仍無法一致，但相同的是，各國政府除了對核電廠的安全措施，更加嚴慎與小心應對外，也開始針對再生能源實施研究。

「安全」是無可取代的，面對核災救援，唯一的方法就是降低救援人員所接受的輻射劑量，與增加在核輻射污染區的救援時間，因此，熟練的輻防知識教育、專業的應變諮詢、完善的輻防編組、充足的防護裝具、有效的救援機具及各類的應變計畫與靈活的兵力運用，將是化學兵在兵力精簡狀況下，協助核子事故災害救援，避免災害擴大，確保國民安全的成功保證。

參考文獻

一、書籍

吳杰穎、邵珮君、林文苑、柯于璋、洪鴻智、陳天健、陳亮全、黃智彥、詹士樑、薩支平著，《災害管理學辭典》(臺北市：五南圖書出版股份有限公司，2007年1月)。

二、期刊

林哲民、柯永彥、許尚逸、張毓文、邵守麗，〈2011年3月11日日本東北外海地震特別報導〉《土木水利》，第38卷第2期，2011年4月。

三、網路資料

1.徐懷夏，《日本311福島核災之教訓及我國核能電廠因應措施》，臺灣電力公司。

2.Juju Wang，〈前進岩手：311周年觀察報告〉，<http://www.peopo.org/portal.php?op=viewPost&articleId=98539>

3.陳怡君，〈2011災難年！自然災損破紀錄，全球經濟耗損3,800億美元〉，

<http://www.nownews.com/2012/03/07/11490-2792061.htm>

4.陳維真，〈福島輻射陰影居民恐懼未除〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/mar/11/today-fo7.htm>

5.魏紘鈴，〈311遊行訴求核電歸零〉，<http://news.msn.com.tw/news2561598.aspx>

6.林宜箴，〈311核災周年臺灣5千人上街反核〉，<http://times.hinet.net/news/life/7605945>

7.〈日本311周年深入福島核災第一線：核災問題將纏繞日本100年〉，http://tw.money.yahoo.com/mag_article_print/adbf/d_a_120308_8_31jc7

8.黃漢華，原子災害對策本部，〈2011年福島第一、第二核電廠事故〉，2011/6/17。

9.曹姮，〈震災復興重建日將成立復興廳〉，http://www.taiwannews.com.tw/etn/news_content.php?id=1818480

10.黃漢華，〈日本311周年深入福島核災第一線〉，<http://news2.pchome.com.tw/magazine/report/po/gvm/7273/2/133053120087427007001.htm>

11.張明筑，〈福島核災一周年，臺灣核電政策的反思〉，<http://ap.ntdtv.com/b5/20120319/video/91637.html>

12.楊明珠，〈日震周年輻射廢棄物難處理〉，http://www.taiwannews.com.tw/etn/news_content.php?id=1589539

13.謝夢，〈外媒預測大地震將至少影響日本經濟10年〉，<http://finance.sina.com.hk/news/3/2/1468159/1.html>

14.劉黎兒，〈廢核救家園，收拾核災費用禍延數代〉，[http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/oct/241today-](http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/oct/241today-family2.htm)

[family2.htm](http://www.libertytimes.com.tw/2011/new/oct/241today-family2.htm)

15.劉力仁，〈前進311災區福島縣已淪「輻」島縣〉，<http://www.libertytimes.com.tw/2012/new/mar/10/today-life1.htm>

16.楊雨青，〈總統：2016若核四穩定商轉，核一提前除役〉，http://news.rti.org.tw/index_newsContent.aspx?nid=325810

17.呂欣懋，〈核電廠總體檢，最快4月初完成〉，<http://www.cna.com.tw/News/aIPL/201203010140.aspx>

18.中文維基百科，〈核子事故緊急應變法〉，<http://zh.wikisource.org/wiki/>

19.彭啟明，〈全球暖化氣候異常正視核災危機風險增高〉，http://httpL/www.cdnews.biz/cdnews_site/docDetail.jsp?coluid=141&docid=101496490

20.日本自衛隊化學防護隊官網，<http://www.mod.go.jp/index.html>

21.中廣新聞網，〈311大地震造成日本產業界1兆5千億臺幣災損〉，<http://times.hinet.net/news/internationality/7694193>

22.大公網，〈福島落葉超標44倍〉，<http://www.takungpao.com/news/world/2012-03-06/08/875.html>

23.黃菁菁，〈日自衛隊形象提升〉《中時電子報》，<http://tw.myblog.yahoo.com/sunponyboy-IDF/article?mid=39333>

24.中央通訊社，〈確保核安，臺電：人民安全為重〉，<http://news.msn.com.tw/news2562258.aspx>

25.TVBS，〈福島核災屆周年恐怖核熔危機揭密〉，2012/3/11。

收件：101年9月10日

修正：101年9月12日

接受：101年9月13日