

出國報告（出國類別：其他）

參加第 13 屆 PSAM 國際會議報告

服務機關：行政院原子能委員會輻射偵測中心

姓名職稱：林明仁技士、林彥宏技士

派赴國家：韓國

出國期間：105 年 10 月 2 日至 105 年 10 月 7 日

報告日期：105 年 12 月 29 日

摘 要

第十三屆國際安全度評估與管理會議(PSAM 13)會議主要是討論安全度評估與管理的應用，會議中由各國專業人士提出相關論文並結合安全複雜技術系統、經濟和環境需求，包含方法、技術和新觀念的綜合應用。透過各國專業人士提出相關論文及討論，使與會人員得以吸收不同經驗，藉以改善目前複雜的安全防範技術系統。此會議於韓國首爾市喜來登華克山莊飯店舉辦，近400人參加此會議。會議分為大會演講和分組討論兩個部分，內容涉及環境風險評估、弱點分析方法、風險管理、可靠性研究、火災風險分析、安全度評估工具、不準度與靈敏度分析、反應器停機安全度評估方法、安全性研究以及 PSA 領域全部主題，吸引眾多國際專家學者與會，並就各自研究的領域和研究成果做精彩的學術報告。

一、目的

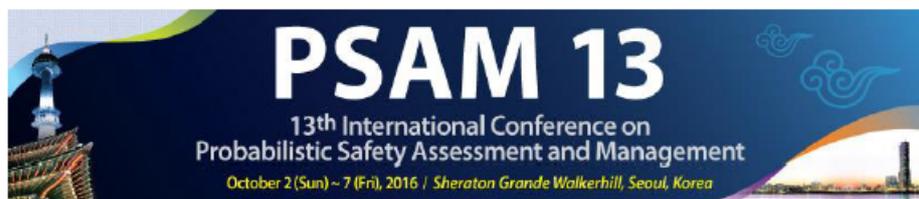
第十三屆國際安全度評估與管理會議(PSAM 13)會議主要是討論安全度評估與管理的應用，會議中由各國專業人士提出相關論文並結合安全複雜技術系統、經濟和環境需求，包含方法、技術和新觀念的綜合應用。使各產業能預先評估其未來可能風險及預先制定因應辦法，以降低風險發生機率及當事故發生時所造成的衝擊。風險評估與管理可應用於各行各業，尤其悠關公共安全的航空業、能源業及發電廠、消防、環境和永續發展業、資訊、醫療、核能產業、海洋、運輸業、廢棄物管理與回收等，而透過各國專業人士提出相關論文及討論，使與會人員得以吸收不同經驗，藉以改善目前複雜的安全防範技術系統。參加 2016 第十三屆國際安全度評估與管理會議(PSAM 13)，主要係為瞭解國際間安全度評估相關領域的研發現況，蒐集最新的相關資料。日本 311 福島核電廠事故後，各國均對電廠安全及輻射災害應變整備相當重視。派員參加瞭解核災事故風險評估及因應作為，吸取國外經驗，提升台灣應變技術，使得能維持與先進國家相同水準。並藉由與國際友人接觸建立友誼的機會，促進經驗交流，奠定日後進行相關技術資訊交換與合作機會的基礎。此外，強化輻射災害風險管理及緊急應變作為，作為未來我國整合環境輻射監測系統及災害應變整備之參考，以達國土的安全與永續發展。

二、行程

整個會議期程總共為 4 天，議程主要以專題演講及廠商展示為主，每天議程以 3-4 個研究主題進行研討，會議行程安排大致如下：

時間	行程與工作內容
10月2日(日)	桃園國際機場 → 仁川國際機場→ 報到
10月3日(一)	國際輻射研究研討會，第 1 天。開幕典禮、會議演講及討論會
10月4日(二)	國際輻射研究研討會，第 2 天。討論會、會議演講、廠商展
10月5日(三)	國際輻射研究研討會，第 3 天。討論會、會議演講、廠商展
10月6日(四)	國際輻射研究研討會，第 4 天。討論會、會議演講、廠商展
10月7日(五)	仁川國際機場→ 高雄小港國際機場

三、會議課程

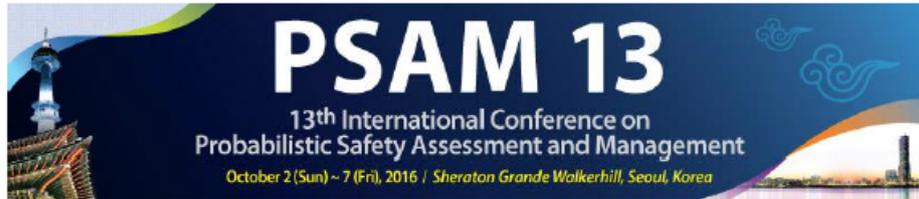


October 2 (Sun)

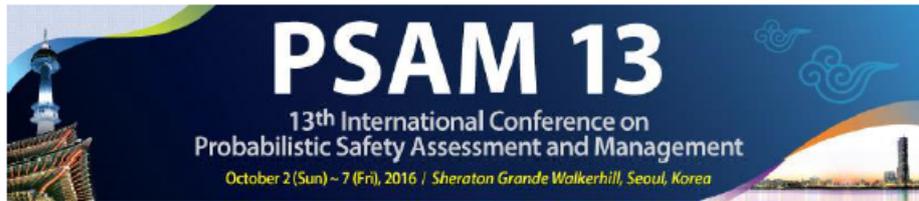
12:00 ~ 19:00	Registration
18:30 ~ 20:00	Mingling Reception

October 3 (Mon)

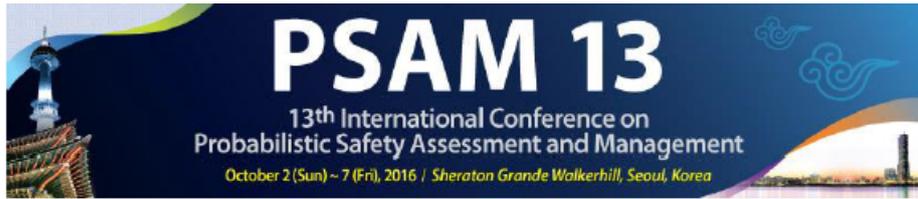
08:50 ~ 09:00	Opening Ceremony
09:00 ~ 10:00	Plenary Lecture 1 <i>A Perspective on the Use of Risk Information</i> George APOSTOLAKIS Nuclear Risk Research Center-Japan (United States)
10:00 ~ 10:30	Coffee Break
10:30 ~ 12:10	Special Session 1 <i>OECD/NEA FIRE Project</i>
	Technical Session 1
	T01-01 Advanced Method in PSA I
	T09-01 Radioactive Waste PSA
	T07-01 Human Reliability-I (HRA data)
12:10 ~ 13:30	T05-01 PSA Applications (I)
	T03-01 SA-SFP Analysis
	T02-01 Seismic Hazard and Seismic PRA Method
	Lunch
	Special Session 2 <i>Integrated Deterministic and Probabilistic Computational Safety Assessment (IDPSA)</i>
13:30 ~ 15:10	Technical Session 2
	T01-02 Advanced Method in PSA II
	T04-01 Environmental Risk Assessment (I)
	T07-02 Human Reliability-II (Digital MCR)
	T05-02 PSA Applications (II)
15:10 ~ 15:40	T03-02 SA-PRA1
	T02-02 Seismic PRA - Practices
	Coffee Break
	Technical Session 3
	T01-03 Advanced Method in PSA III
15:40 ~ 17:20	T04-02 Environmental Risk Assessment (II)
	T07-03 Human Reliability-III (HRA application 1)
	T05-03 PSA Applications - External Event
	T03-03 SA-CFVS Analysis
	T02-03 Fire PRA
18:30 ~ 20:00	Welcome Reception



October 4 (Tue)	
09:00 ~ 10:00	Plenary Lecture 2 <i>The Risk of Nuclear Power</i> Soon Heung CHANG Handong Global University (Korea, Republic of)
10:00 ~ 10:30	Coffee Break
10:30 ~ 12:10	Special Session 3 <i>External Hazards PSA: Status and Insights</i>
	Technical Session 4 T01-04 Digital I&C Reliability and Cyber Security T08-01 Structural Reliability I T07-04 Human Reliability-IV (HuREX framework) T05-04 PSA Applications (III) T03-04 SA-SAMG application T02-04 Seismic and Tsunami Fragility
12:10 ~ 13:30	Conference Lunch
13:30 ~ 15:10	Special Session 4 <i>PSA R&C: What is needed?</i>
	Technical Session 5 T01-05 Multi-unit PSA T08-02 Structural Reliability II T07-05 Human Reliability-V (HRA application 2) T05-05 PSA Applications (IV) T03-05 SA-PRA2 T02-05 Tsunami PRA
15:10 ~ 15:40	Coffee Break
15:40 ~ 17:20	Special Session 5 <i>OECD/NEA ICDE Project</i>
	Technical Session 6 T01-06 L2 and L3 PSA I T01-07 Data and Parameter Estimation I T08-03 Structural Reliability III T07-06 Human Reliability-VI (External HRA) T05-06 PSA Applications - Data Analysis T03-06 SA-accident Analysis T02-06 Extreme External Events I - Methods



October 5 (Wed)	
09:00 ~ 10:00	Plenary Lecture 3 <i>TBD</i> Akira YAMAGUCHI University of Tokyo (Japan)
10:00 ~ 10:30	Coffee Break
10:30 ~ 12:10	Special Session 9 <i>History, Current Status and Future Development of PSA Tools</i>
	Technical Session 7 T01-08 L2 and L3 PSA II T11-01 Risk Assessment Models for Transportation T07-07 Human Reliability-VII (HRA application 3) T05-07 PSA Applications (V) T03-07 SA-PRA3 T02-07 Extreme External Events II - Practices
12:10 ~ 13:30	Lunch
13:30 ~ 17:30	Special Session 6 <i>HRA Status and Research Issues: Where are We and Where are We Heading on?</i>
13:30 ~ 15:10	Technical Session 8 T01-09 Data and Parameter Estimation II T11-02 Transportation Accident Prevention Methods T07-08 Human and Organizational Factors-I (MCR modernization) T05-08 PSA Applications (VI) T12-01 PSA in Space & Aviation Area(I) T10-01 Industrial Safety 1
	Technical Session 9 T01-10 Uncertainty and Sensitivity T07-9 Human and Organizational Factors-II (Procedure and education) T05-9 PSA Applications - Advanced/Research Reactor (1) T12-02 PSA in Space & Aviation Area(II) T10-02 Industrial Safety 2
15:10 ~ 15:40	Coffee Break
15:40 ~ 17:20	Technical Session 9 T01-10 Uncertainty and Sensitivity T07-9 Human and Organizational Factors-II (Procedure and education) T05-9 PSA Applications - Advanced/Research Reactor (1) T12-02 PSA in Space & Aviation Area(II) T10-02 Industrial Safety 2
18:30 ~ 20:00	Conference Dinner



October 6 (Thu)	
09:00 ~ 10:00	Plenary Lecture 4 <i>Korean Experience of Risk Management in Chemical Industries</i> Hyuck-myun KWON Occupational Safety and Health Research Institute(OSHRI), KOSHA (Korea, Republic of)
10:00 ~ 10:30	Coffee Break
10:30 ~ 12:10	Special Session 7 <i>Radioactive Waste Safety Assessment: Recent Development and Issues</i>
	Technical Session 10 T01-11 PSA Practice and Experience I T07-10 Human Reliability-VIII (New HRA method) T05-10 PSA Applications - Advanced/Research Reactor(2) T06-01 Risk-Informed Regulation 1
12:10 ~ 13:30	Lunch
13:30 ~ 17:30	Special Session 8 <i>Multi-Units Risk and Safety Goals</i>
13:30 ~ 15:10	Technical Session 11 T01-12 Advanced Nuclear System T01-13 PSA Practice and Experience II T07-11 Human and Organizational Factors-III (Safety/organizational culture) T05-11 PSA Applications - Level 2 T06-02 Risk-Informed Regulation 2
	15:10 ~ 15:40
15:40 ~ 17:20	Technical Session 12 T01-14 Non Reactor Nuclear System T01-15 PSA Practice and Experience III T05-12 PSA Applications – Modelling & Simulation T06-3 Risk-Informed Regulation 3



October 7 (Fri)	
09:00 ~ 10:00	Plenary Lecture 5 <i>TBD</i>
10:00 ~ 10:30	Coffee Break
10:30 ~ 12:10	Technical Session 13 T01-16 Dynamic PSA T01-17 PSA Practice and Experience IV T02-8 Extreme External Events III - Practices
	12:10 ~ 13:30

四、過程紀要

(一) PSAM13 會議是 Probabilistic Safety Assessment(PSA)領域最具權威的綜合性國際交流平臺，自 1992 年首次舉辦以來,保持著每兩年舉辦一次的傳統，會議內容涉及該領域國際最新的研究內容及研發進展，受到國際相關領域專家學者的廣泛重視。本屆 PSAM13 會議由 PSAM 國際聯合會(International Association for PSAM)、FNC Technology Co.、Lloyd' s Register (LR) 公司、Korea Hydro & Nuclear Power Co. 核電製造商以及韓國核能研究所 (Korea Atomic Energy Research Institute)等主辦，於韓國首爾市喜來登華克山莊飯店舉辦(圖 1)，近 400 人參加此會議。會議分為大會演講和分組討論兩個部分，內容涉及環境風險評估、弱點分析方法、風險管理、可靠性研究、火災風險分析、安全度評估工具、不準度與靈敏度分析、反應器停機安全度評估方法、安全性研究以及 PSA 領域全部主題，吸引眾多國際專家學者與會(圖 2 及圖 3)，並就各自研究的領域和研究成果做精彩的學術報告。



圖 1 第十三屆國際安全度評估與管理會議(PSAM 13)舉辦會場



圖 2 第十三屆國際安全度評估與管理會議大會演講一景



圖 3 第十三屆國際安全度評估與管理會議專題報告一景

(二) 參展單位展示

參展單位包括設備商、公司和研究單位共計6個單位。主要針對核電廠系統製造、輸出、系統安全相關之風險評估及管理工具和軟體等展示，如圖 4-圖 7。知名的 Lloyd' s Register 公司的 RiskSpectrum 風險管理軟體，應用在核電廠安全監控及風險評估領域已廣為採用。Korea Hydro & Nuclear Power Co. 核電製造商，提供 APR1400 型 1500MWe 壓水式反應器的設計和建造，號稱整合經驗和設計而更安全、更可靠、更高性能的反應器。另外，韓國核能研究所 (Korea Atomic Energy Research Institute)也參展，推出該所開發的核電廠風險評估及管理工具各種應用軟體，配合該國核電廠系統使用績效顯著。現今風險告知(Risk-informed)的技術整合在系統的安全性評估當中，強調可提供更可靠及更有效率的系統運轉。韓國民間公司 FNC Technology Co.，結合核能工業技術和人才，提供核電廠安全及性能相關的系統、人員訓練、以及工程技術供應給韓國的核能工業，展現韓國核工領域蓬勃發展且技術能力創新。



圖 4 第十三屆國際安全度評估與管理會議



圖 5 會議中展示最新核能電廠型式及安全設計概念



圖 6 FNC Technology 公司展示安全設計概念



圖 7 韓國核能研究所展示系統安全分析及評估軟體

五、心得及建議

(一) 心得

1. 第十三屆國際安全度評估與管理會議(PSAM13)會議為核能安全相關的大型年會，2 年舉辦 1 次，與會者眾多，場地亦非常大，每場會議發表的演講者也是在該領域擁有相當傑出的研究成果，並且在國際知名期刊上發表。本次會議發現韓國人出席非常踴躍，並發表大量的論文，可見韓國在核能工業的支持度相當高，全國達 24 機組，發電量達 22,562MWt，能力上已可自行建造核電廠並輸出相關技術，如圖 8。在會議中對電廠安全等風險評估也進行相當有深度的研究及探討，值得我國參考並努力迎頭趕上。



圖 8 韓國核能電廠發展現況及能量

2. 放射性廢料貯存也是近幾年相當熱門的議題。本次著重在放射性廢料貯存及運送安全，以及減容製程研究探討。包括：Jongtae 先生的高階放射性廢料貯存場的營運安全評估模式的建立、利用 DFN 軟體分析地底放射性廢物可能的遷移路徑、放射性廢物道路運輸的安全評估等。另外韓國的 KEPCO 國際核能研究所也探討低階核廢料的處理製程，以混合攪拌對於降低平均濃度是一個可行且有彈性的作法，且不會降低廢棄物處理的安全。必須在風險

意識和效益對策上來考量才有其意義。

位於新墨西哥州境內的地下核廢料永久儲存場「核廢料隔離先導場」(Waste Isolation Pilot Plant, WIPP) 從 1999 年起，便接收及儲存來自全美核武實驗室與核武設施的超鈾核廢料，該核廢場每年須處理的核廢料高達數千桶，採深層處置方式貯存。然而在 2014 年發生輻射外洩事件，目前完成事故區域復原，目前正進行重啟之文件審查及核准程序。會議中來自美國山迪亞國家實驗室相關學者談論 WIPP 各項安全分析的可靠性，如何透過風險管控分析確保重啟符合 EPA 及更新法規的要求及安全驗證等，一再顯示國際間對放射性貯存安全等風險的重視。未來幾年，世界各國會面臨到來自除役電廠大量的低放及高放廢棄物，我國也面臨核一及核二廠除役及核廢貯存等議題，我們身為台灣第一的輻射偵測單位當然也不能置身度外。

3. 風險管理早期以標準為基礎，藉由設計、安全係數及防禦設計等所制定的規訂來控制，對於鮮少發生或由其他非主要因素所衍生之破壞模式則常易被忽略。後來透過可能破壞模式分析，較傳統基於標準之管理模式更能找出問題，並可彌補規範不足之處。但基於風險的管理模式多著重於已知的破壞形式，對於無法預見之破壞因子所產生之破壞則無法分析。風險告知係以人為本體的管理方式，強調風險意識，結合破壞模式分析、安全評估報告、監測報告等綜合資訊進行評估，透過定性及定量分析結果，可以發現一般容易為人疏忽之潛在風險，對系統安全更有保障。日本核能風險研究中心的 George APOSTOLAKIS 執行長也一再強調風險告知對決策者的重要，且必須收集技術相關和技術中立相關的資訊，應用在風險評估上面。風險告知的安全管理觀念主要源自於核能電廠之安全研究，其基本概念為「在真實世界中並不存在絕對安全的設備或系統，人們所能做的只是如何合理的降低風險；所謂安全，正確的觀念應是了解風險的所在，依風險的大小，合理的分配所擁有的資源以降低風險」。特別須注意的是，人們可能會忽略較低發生機率的事件，但一旦失敗將造成重大災難及民眾生命財產嚴重損失。就決策面而言，清楚且完

整的安全風險訊息，有助於做出降低風險的決策。從這之中得到一個重點，目前市面上的風險及安全分析評估工具並不能預測未來，但它們提供決策者一個重要的觀念，就是目前當下的知識(Knowledge)，提供決策者做決策的重要依據。

4. 化學工廠意外常常造成人員生命傷亡及工廠財產嚴重損失，由此來談風險管理是再適切不過的事。從意外防範的角度，管制易燃、易爆高危險化學品、強化化學製程安全、建立化學設備管控安全、加強相關人員培訓等，都是預防工廠發生重大意外的方法。除此之外，廠外風險評估和緊急應變計畫，更是不可或缺的一環。如圖 9 所示。建立健全之危害化學事故應變指揮體系，事故指揮官應用正確危害應變處理流程，妥善應變與防二次危害，這些措施之落實及訓練可謂當務之急，如此才能有效執行減災及防救任務。

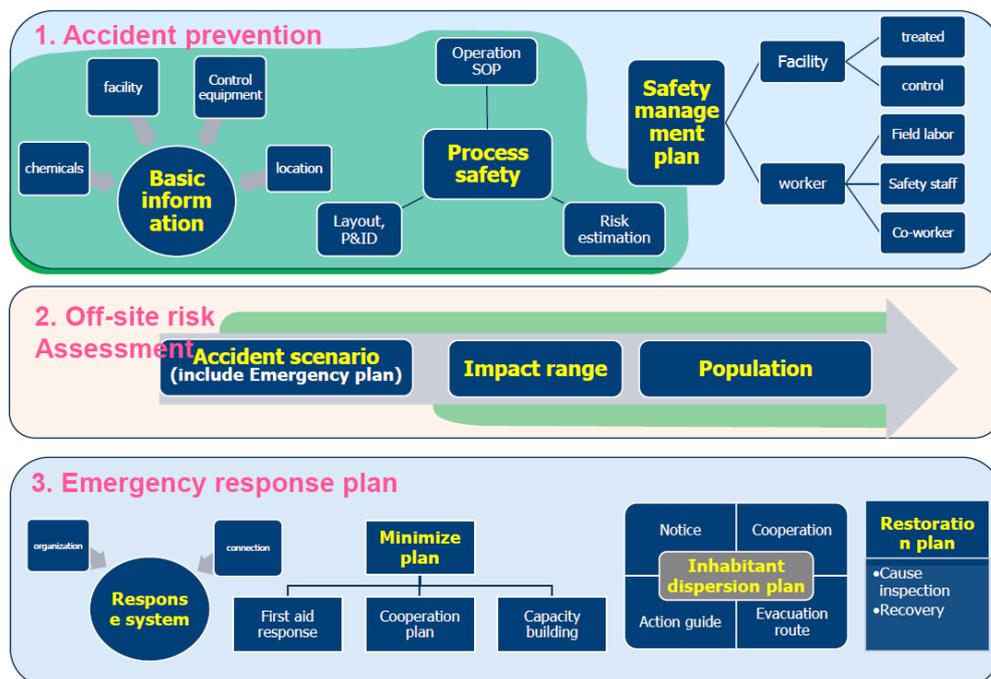


圖 9 風險管理計畫

5. 會議中也談到風險溝通與安全文化等議題。風險有一部份來自系統的风险，有一部分則來自人為的風險。人為錯誤通常被視為是負面的評價，不被預期

的決策錯誤。傳統的觀念被教導要消滅錯誤，但 Ronald 教授卻認為人為錯誤不是一件壞事，可用來激進安全文化，這是一個逆向思考的議題。他談到從人為錯誤中好好學習可避免意外再次發生，透過訓練、研討、設計遊戲、安全事件的啟發等方式，在風險文化工作圈中，將錯誤案例轉為正向力量。這確實是一件不錯的獲得。

正確的安全文化就像足球比賽一樣，意外就像必須經過層層的關卡才可能發生，這才是所謂的安全。這些關卡則是從設計層面、技術層面、管理層面以及人為層面等考量並落實，把危害造成意外的機率降至最低，值得我們深思及探討。

有關風險溝通，基於對暴露於風險中的人們，有必要讓他們知的權利。風險帶來恐懼與威脅，藉由風險資訊的流通，有助於克服人們心理上的恐懼威脅。專家特別強調，溝通成功的前提是要取得利害關係人的信賴。

6. 受到車諾比及福島事故的影響，體內劑量測定和民眾及集體劑量評估仍頗受學者專家重視，如：研究碘-131 核種顆粒尺寸及吸入型態對吸收劑量的影響。研究結果顯示，碘-131 核種顆粒大小是影響吸收劑量的最主要因素。另外，進行個人及集體劑量評估時，氣象資料建議至少 3 年~5 年是較適當的。
7. 核災或核輻射意外事件對環境影響的衝擊確實是設施經營者和監督單位必須要面對且關注的事實。北京清華大學丁鴻從先生建議要把核子事故對環境衝擊的風險放進風險矩陣，如此考量可讓風險評估有更深層的意義，也具有不同的省思。
8. 廠外的緊急應變民眾防護行動及作為也有專家學者進行風險評估探討，韓國學者李永進先生就談到，在南韓這樣的人口密集地區，合理且正確的民眾防護行動更顯得重要，至於要執行掩蔽還是疏散，學者告訴我們，疏散必須考慮到交通阻塞、道路及橋樑因地震或海嘯毀壞及民眾恐慌等因素。透過風險評估分析，在事故初期，掩蔽是很好的做法，但掩蔽時間太長效果也會變差。另外，疏散則要考慮疏散速度，速度太慢可能導致民眾接受過多的輻射劑量。因此事故初期疏散可能會有上述問題，疏散成功關鍵是疏散速度。台灣的三

座核電廠雖位處於較低密度人口區，但卻緊鄰風景觀光地區，假日人口遊客如織，一旦發生事故，同樣會有相同問題發生，值得作為國內核安應變單位參考。

9. 此次會議因每天分數個會議廳舉行，每個會議廳有一個共同的主議題，其下再分為 4~6 篇論文探討。與會者僅能選擇其中一個主議題參加，故僅能擇要參加與工作相關或有興趣之議題。此次近 80 個場次的論文研討，有些論文只是概念的形，有些是方法論並以簡單的案例分析驗證，惟論文大部分偏重在營運管理方面，對於工程進行之風險評估與管理明顯較少，而有些則是實務的應用仍有值得我們參考。
10. 日本福島地區發生核子事故後，國際間無論是管制單位、營運業者或是研究機關，都積極對廠外天然災害的風險進行大規模分析工作，確認設計基準符合廠址現況之外，也期望能透過各種分析，作為設計及運轉改善的依據。目前國際間相當重視地震以及海嘯相關的安全分析工作，台灣的地理位置處於地震帶，國內研究單位應建立有關地震危害以及核能等級設備耐震能力評估的自主分析能力，以期能即時確認核能電廠的地震風險，確保運轉安全。

(二) 建議

1. 此次 PSAM13 會議近 80 個場次的議題及論文研討，大部分偏重在核能電廠系統、營運及管理風險和可靠度評估及管理，對於環境輻射及監測相關議題探討很少。或許對中心本身的業務並無直接相關，但從會議中可了解到國際目前在核能界熱衷的議題及最新發展趨勢，以及有些風險評估及管理的概念，例如：核電除役及核廢貯存、最新的風險管理模式、安全文化建立等等，仍有許多值得我們參考與學習，
2. 安全是動態的，計畫永遠趕不上變化。隨著環境的改變，必須隨時調整及因應。中心本為全國最專業的輻射偵測單位，對於技術也必須不斷精進及提升，才能保持領先地位。但鄰近中國大陸核電廠陸續興建運轉，數量愈來愈多，對台灣的核事故威脅也日益嚴重。所以中心除了技術及設備精進之外，人力也稍嫌薄弱，應更積極爭取人才及新血，以投入技術開發及因應未來龐大的工作量。
3. 此次會議了解風險告知的風險管理模式，強調風險意識，將各種潛在風險列出，結合各項安全相關資訊的評估，降低設施經營者的風險。現今政府在推動的內部控制作業，即為以此概念著手風險管控的工作。依風險的大小合理分配資源，達到降低風險的目的。
4. 核能安全無國界之區分，當日本、韓國、大陸等鄰近台灣附近的核能電廠發生事故時，可能會對台灣地區發生不同程度的影響，其中包括放射性物質擴散與沉降或是生態食物鏈汙染等問題，建議國內積極蒐集鄰近區域核能電廠設計、運轉與安全分析結果等資料，研擬事故後可行的因應措施，以維護國民眾在居住、飲食或日常活動的安全性。
5. 對於國際性研討會應持續參與，除了可實踐知識管理傳承經驗外，透過國際性研討會的平台所研發成果，可學習不同的思考方式及專業看法。