

出國報告(出國類別：其他)

赴日參加
2010 國際輻射源安全管制研討會
— 第三屆亞太區域輻射防護會議

出國報告

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：郭子傑技士

派赴國家：日本

出國期間：99年5月23日至5月29日

報告日期：99年7月16日

摘 要

本次職赴日本東京參加 2010 年 5 月 24 日至 5 月 28 日第三屆亞太區域輻射防護會議 (AOCRP-3)，主要探討的主題包括：1.氫、2.緊急應變、3.輻射度量、4.輻射控管、5.放射性廢棄物管理、6.天然／商品輻射、7.劑量學、8.標準、準則與規範、9.醫療輻射曝露、10.游離輻射健康效應、11.環境輻射、12.輻防為全球核擴張的一部分等 12 項，分別以專題演講、口頭報告及論文發表的方式進行，以瞭解亞太地區目前輻射防護之管制經驗與發展趨勢，並於會後參訪長瀨-藍道爾株式會社、日本化學分析中心 (JCAC) 和放射線醫學綜合研究所 (NIRS)。本報告說明 AOCRP-3 會議及參訪內容，並從會議發表之論文和主題分布的統計比較，概述我國與日本、韓國及中國之輻射防護現況，並就氫氣管制之國際趨勢、國外輻射意外事故、射源保安措施、ICRP 第 103 號建議和 IAEA 基本安全標準及輻防文化等 5 方面提出個人心得與建議供參。

目 次

	頁碼
摘 要.....	2
目 次.....	3
壹、 出國目的與行程.....	4
貳、 會議內容.....	5
一、亞太區域輻射防護會議（AOCRP）簡介.....	5
二、第三屆亞太區域輻射防護會議（AOCRP-3）概況.....	7
參、 心得與建議事項.....	37
肆、 參考資料.....	44
伍、 致謝.....	46
陸、 附錄.....	47

壹、出國目的與行程

一、目的

此次赴日本公差之目的為參加第三屆亞太區域輻射防護會議（Asian and Oceanic Congress for Radiation Protection 3, AOCR-3），以瞭解國際間目前輻射防護之發展趨勢，並藉由研討會蒐集亞太地區及歐美等國家輻射防護之最新動態及重點管制工作，以達到經驗交流的目的。會後並安排參訪長瀨-藍道爾株式會社(Nagase Landauer, Ltd)、財團法人日本化學分析中心(Japan Chemical Analysis Center, JCAC)和獨立行政法人放射線醫學綜合研究所(National Institute of Radiological Sciences, NIRS)，以瞭解當地輻射防護相關機構之實際運作情形。

二、行程

日期	行程	備註
5月23日(日)	台北桃園國際機場→東京成田機場→Tower Hall Funabori (船堀)	往程
5月24日(一) ↓ 5月28日(五)	1.參加第三屆亞太區域輻射防護會議(AOCR-3) 2.參訪行程(Technical visit)	1.東京都 2.茨城縣、千葉縣
5月29日(六)	東京→東京成田機場→台北桃園國際機場	返程

貳、會議內容

一、亞太區域輻射防護會議（AOCRP）簡介

AOCRP 係由國際輻射防護協會（International Radiation Protection Association, IRPA）授權亞太地區輻射防護協會（Asian and Oceanic Association for Radiation Protection, AOARP）舉辦，與會國採會員制，主要為亞洲及大洋洲國家。AOCRP 每四年召開一次，第一屆（2002年）在韓國首爾，第二屆（2006年）在中國北京。今年適逢第三屆會議，於2010年5月24至28日在日本東京舉行（圖1），由IRPA、AOARP及日本保健物理學會（Japan Health Physics Society, JHPS）聯合舉辦，來自31個國家、4個國際組織（IRPA, IAEA, WHO, ICRP）共487位專家、學者及輻防人員共同與會（報名人數為33個國家，共456人，圖2）。會議共計5天（含參訪），以專題演講、口頭報告及壁報論文發表的方式進行，其探討的主題包括：氡（Radon）、緊急應變（Emergency Preparedness and Response）、輻射度量（Radiation Measurement）、輻射控管（Radiation Control and Management）、放射性廢棄物管理（Radioactive Waste Management）、天然／商品輻射（NORM/TENORM）、劑量學（Dosimetry）、標準／準則與規範（Standard, Criteria and Regulation）、醫療輻射曝露（Exposure to Medical Radiation）、游離輻射健康效應（Health Effects of Ionizing Radiation）、環境輻射（Environmental Radioactivity）、輻防為全球核擴張的一部分（Radiological Protection as Part of the Global Nuclear Expansion）等12項，皆為近年輻射防護領域之熱門議題（圖3）。

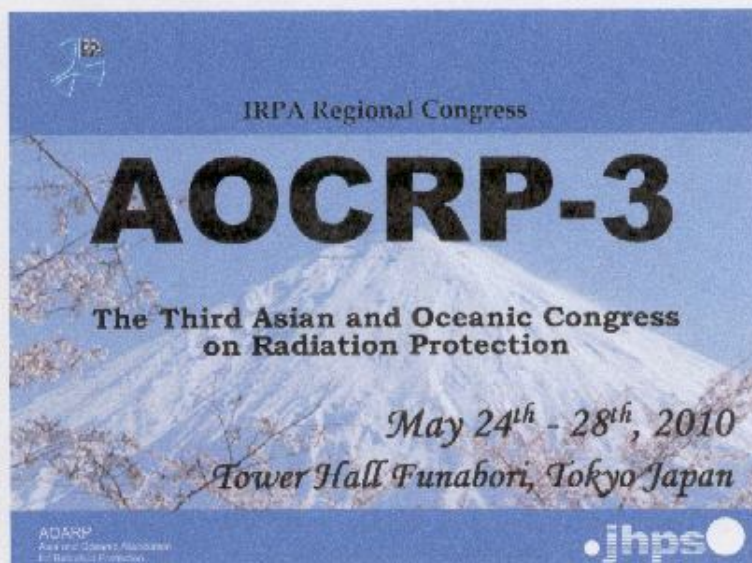


圖1：大會海報

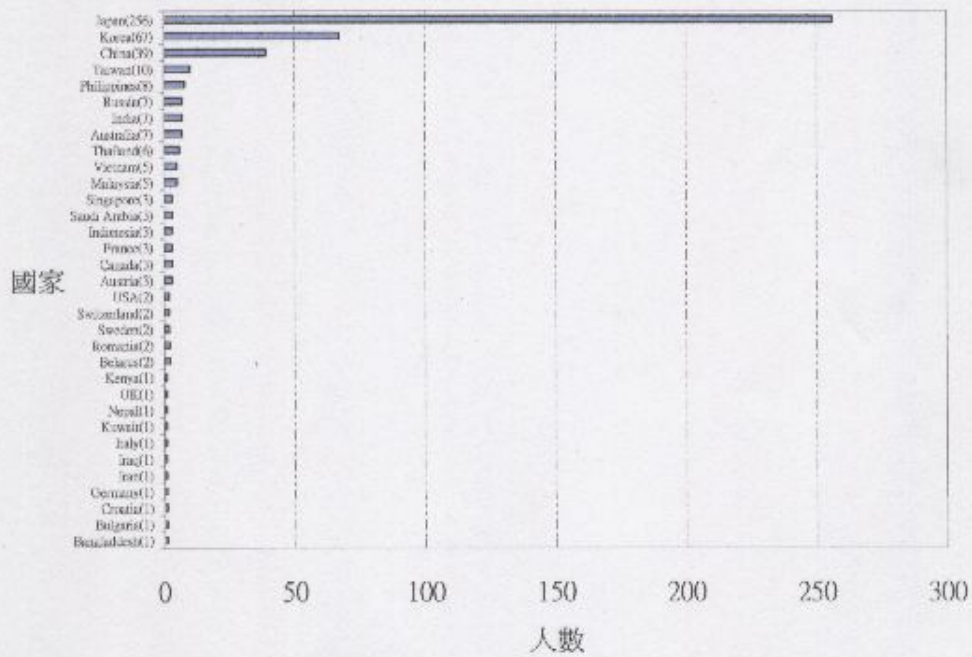


圖 2：AOCRP-3 之參加國家與人數

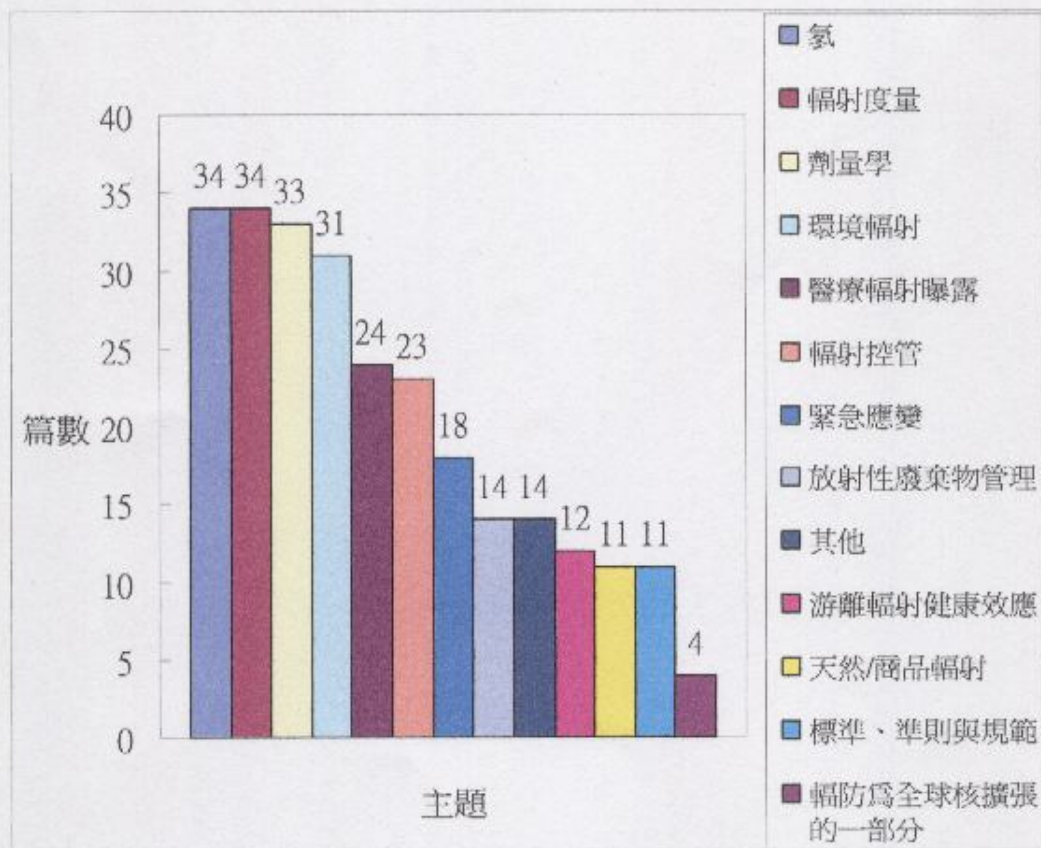


圖 3：AOCRP-3 各主題發表篇數統計

(註：以亞太地區：日本、韓國、中國、台灣、菲律賓、澳洲、印尼、越南、泰國、馬來西亞和印度等 11 國為主)

二、 第三屆亞太區域輻射防護會議（AOCRP-3）概況

（一）議程簡介

日期 \ 議程	上午	下午
5月24日	Opening→	AOARP & FNCA→ OP
5月25日	RC→OP→	Poster Presentation
5月26日	RC→IRPA→	IAEA→WHO
5月27日	RC→OP→	SS→ICRP
5月28日	Technical visit	

說明：詳細議程請見附錄

Opening：開幕式

OP：口頭報告(Oral presentations)

RC：進修課程(Refresher Courses)

Poster Presentation：壁報論文發表

大會(含特別議程)：AOARP & FNCA、IRPA Associated Societies Forum、
IRPA、IAEA、WHO、SS(Student Session)、ICRP Special Session

5月26日下午應邀參訪長瀨-藍道爾株式會社

（二）開幕式(Opening Session)、AOARP & FNCA session

1. 開幕式

由 Japan Atomic Energy Commission 前主席家藤洋一 (Fujiie yoichi) 先生
發表專題演講 (圖4)：

**Keynote Address****“Nuclear Science Technology for Sustainable Development of Mankind –Transition of the civilization based upon Chemical Reaction to that based upon Nuclear Reaction–”**

Yoichi Fujiie

Former Chairman of Japan Atomic Energy Commission, Japan

人類以智慧發展出的科學技術（science technology），成為支撐當代文明（civilization）的基礎。自 17 世紀工業革命後，人類大量利用化學反應（chemical reaction）迅速發展現代文明。然而化學能源大量消耗的結果，造成溫室效應和二氧化碳排放等問題。無論從資源或環境保護的角度來看，我們都必須思考下一步該怎麼做，否則將面臨沒有未來的困境。1985 年德國科學家倫琴（Wilhelm Röntgen）發現 X 射線，開啓了原子（核）的世界，也使得人類文明從化學反應支配的時代，慢慢進展到核反應（nuclear reaction）的時代。未來，核能科技不僅能生產電力能源，也能製造出化學能源（如人造石油等），以維繫人類的生存與發展。

核反應和化學反應之 6 大差異如下：

Chemical Reactions	Nuclear Reactions
1. Electrons react outside nucleus.	1. Protons and neutrons react inside nucleus.
2. The same number of each kind of atom appear in the reactants and products.	2. Elements transmute into other elements

Chemical Reactions	Nuclear Reactions
3. Isotopes react the same.	3. Isotopes react differently.
4. Depend on chemical combination.	4. Independent of chemical combination.
5. Energy changes equal $1\text{E}+03$ kJ/mol.	5. Energy changes equal $1\text{E}+08$ kJ.
6. Mass reactants = mass products.	6. Mass changes are detectable.

2. AOARP & FNCA 大會

(1) AOARP 大會

亞太地區輻射防護協會 (Asian and Oceanic Association for Radiation Protection, AOARP)，成立於 2000 年 12 月，是一個由亞洲和大洋洲地區和輻射防護相關之協會 (associated society) 所組成的國際組織，其目的是鼓勵和促進各輻防協會間的訊息交流。目前加入 AOARP 的協會共 7 個 (如下)，泰國和越南等其他國家也考慮加入。

Australasian Radiation Protection Society (ARPS) 澳大利亞輻射防護協會
 China Society of Radiation Protection (CSRP) 中國輻射防護協會
 Indian Association for Radiation Protection (IARP) 印度輻射防護協會
 Japan Health Physics Society (JHPS) 日本保健物理協會
 Korean Association for Radiation Protection (KARP) 韓國輻射防護協會
 Philippine Association for Radiation Protection (PARP) 菲律賓輻射防護協會
 Malaysian Radiation Protection Association (MARPA) 馬來西亞輻射防護協會

本次 AOARP 大會係由上述各輻防相關協會代表簡報其國內之輻射防護業務及管制作業現況 (圖5、圖6)。

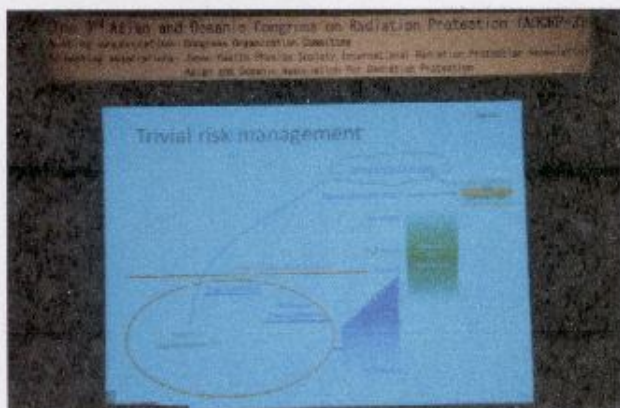


圖5：日本簡報輻射防護之風險管理



圖6：菲律賓、馬來西亞簡報輻防保安措施

(2) FNCA 大會

FNCA(Forum for Nuclear Cooperation in Asia)是於 1999 年由日本主導而成立的合作架構 (framework)，目的是使亞洲各國之核能技術都用在和平用途。目前參與的國家計日本、韓國、中國、菲律賓、澳洲、印尼、越南、泰國、馬來西亞和孟加拉等 10 國。本次 FNCA 大會係由上述各國代表簡報該國輻射防護與放射性廢棄物管理 (RP&RWM) 之現況。

AOARP 及 FNCA 大會主要係藉由會員分別上台報告該國輻射防護業務現況，以期有更多週邊國家或組織加入。我國非上述兩組織之成員，尚無機會藉由簡報與其他各國分享輻防管制經驗。或許可以考慮以非官方組織 (協會或學會) 之名義申請加入，以增加國際之能見度。

(三) 研討會議程：口頭發表(Oral presentations,OP)、進修課程(Refresher Courses,RC)、壁報論文發表(Poster Presentation)

1. 口頭發表(OP)－專題演講(Keynote Lecture)：

OP-1 氡 (Radon) – The Newest International Trend about Regulation of Indoor Radon

氡在本次大會被列為首要議題，也是日本、中國發表最多的壁報論文。專題演講部份邀請 Italian National Institute of Health(INIH)的 Francesco Bochicchio，分別從 WHO, ICRP 及 IAEA 的觀點論述室內氡氣管制之國際趨勢。WHO 於 2005 年建立國際氡氣計畫 (International Radon Project)，由超過 30 個國家的專家提出建議，並於 2009 年 9 月 21 日公布「世界衛生組織室內氡氣手冊(WHO handbook on indoor radon: a public health perspective)」，該手冊主要以流行病學的角度來探討氡氣 (Radon-222) 與肺癌間之關係。WHO 對室內氡氣的控制採取比其他國際組織更嚴格的限制標準，將室內氡濃度的參考基準 (reference level) 由 200 貝克/立方米 (Bq/m^3) 下修至 100Bq/m^3 ；各國可以依社會、經濟與生活狀況的差異加以調整，但最高不宜超過 300Bq/m^3 。

ICRP於2007年第103號報告提出氡氣最大約束值 (maximum constraints)：住家 (dwellings) 不超過 600Bq/m^3 ，工作場所 (workplaces) 不超過 1500Bq/m^3 (表1)。另於2009年11月公布的報告 (Statement on Radon, ICRP Ref 00/902/09) 指出：由於2007年103號報告的吸入與攝入放射性核種劑量轉換因子 (dose conversion values) 尚在修訂中，屆時將對ICRP-65號報告中氡氣的劑量轉換因子一併作修訂。目前暫時使用相同的劑量轉換因子，則相同濃度因風險增加會導致有效劑量 (effective dose) 為原計算值的2倍，因此住家氡氣濃度的最高參考基準 (the upper value for the reference level) 從 600Bq/m^3 修正 (revise) 到 300Bq/m^3 。

ICRP於2007年發行建議書 (ICRP-103) 後，IAEA開始著手對基本安全標準 (IAEA Safety Series No.115, BSS) 作修訂。目前草案3.0 (draft 3.0) 中對於室內氡氣防治的建議包括：(1)住家氡氣濃度的參考基準不超過 300Bq/m^3 ，並建議住家以最適化的考量 (considered optimized) 降低室內氡濃度。(2)工作場

場所氡氣濃度的參考基準不超過1000 Bq/m³，否則應以最適化（optimized）進行改善措施。

Table Recommended Maximum Constraints for Radon-222[†]

Situation	Maximum Constraint
Domestic dwellings	600 Bq m ⁻³
Workplaces	1500 Bq m ⁻³

[†]Head of chain activity level.

表1：ICRP-103 氡-222氣最大約束建議值

總結WHO, ICRP及IAEA對室內氡氣管制的國際趨勢為：住家最高的參考基準不宜超過300 Bq/m³；工作場所則建議以1000 Bq/m³作為職業曝露的防護要求（occupational radiological protection requirements）。

OP-4 輻射控管（Radiation control and management）－

Radiological Accident and Incident in Thailand and Lesson to be Learned

本次大會有關輻射源之安全管制部份，邀請 Thailand Institute of Nuclear Technology 的 Nanthavan Ya-anant 就泰國 Samut Prakarn 輻射事故之經驗與教訓發表專題演講。

一、事故經過

2000年2月1日，有人持著分解的遠隔治療機（teletherapy devices）去廢鐵回收站（junkyard）賣錢，回收站工人拆解時，射源（source）從套件（housing）中掉出但未被察覺。2月18日上午泰國「和平使用原子能辦公室」（Office of Atomic Energy for Peace, OAEP）接到 Samut Prakarn 醫院通知，有2位疑似遭受

輻射照射的病患送醫 (P5 及 P6, 表 2), 已確認出現遭高劑量照射後的早期臨床和血液學徵狀。當日中午 OAEP 派員到醫院進行調查, 另指派 2 位保健物理專家到廢鐵回收站調查, 並偵測到裸露的射源反應。於當晚 8 時確認為輻射意外事故。2 月 19 日晚上確定了裸射源的位置, 並於隔日送到 OAEP 安全地存放。

二、裝置及射源資料 (圖 7、圖 8)

該遠隔治療機於 1969 年由德國西門子公司進口, 安裝在泰國的 Ramathibodi 醫院。1981 年該機台更換 196 TBq(5300Ci)之 Co-60 射源。1994 年由於該裝置保固期限已到, 無法再獲得原廠協助, 醫院在未經授權下把裝置賣給另一家公司。該公司把源頭 (head) 從倉庫移到無足夠保安措施的停車場, 使得不相干的人可自由進出而遭竊。被竊之 Co-60 射源為圓柱形, 高 1.5 英吋, 直徑 1 英吋, 2 月 18 日被發現時的活度約 15.7 TBq(425 Ci)。



圖 7 : The teletherapy head with the missing source drawer assembly was found after the accident

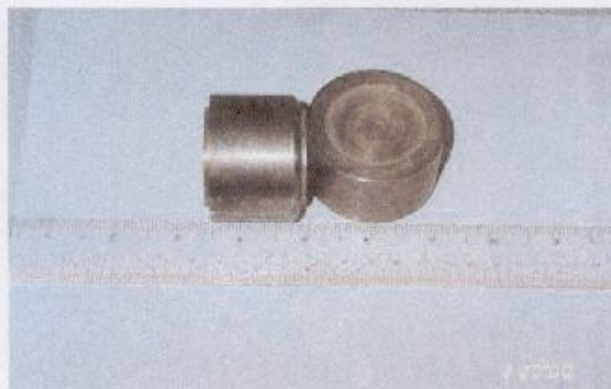


圖 8 : Cylindrical pieces from the source assembly

三、事故處理

事故發生後共 10 人確認接受到高劑量照射並住院 (表 2), 其中 3 人在 2 個月內死亡, 4 人嚴重放射性燒傷 (burns), 3 人有噁心、嘔吐等臨床表徵, 但無燒傷。2 月 24 日下午泰國駐 IAEA 代表請求協助, IAEA 派遣由醫療和輻

射安全專家組成的 5 人代表團前往泰國曼谷協助處理並展開調查，這份調查報告於 2002 年 2 月由 IAEA 公布 (THE RADIOLOGICAL ACCIDENT IN SAMUT PRAKARN)，為泰國近年來最嚴重的輻射意外事故。

TABLE II. IDENTIFICATION CODES, AGE, GENDER AND EARLY CLINICAL DATA OF THE ACCIDENT VICTIMS

ID	Age (years)	Sex	Involvement	Clinical symptoms and signs
P1	40	M	Scrap collector	Burns, nausea, vomiting, epilation, amputation
P2	25	M	Associate of P1	Burns, nausea, vomiting, epilation
P3	19	M	Associate of P1	Burns, nausea, vomiting, epilation
P4	23	M	Younger brother of P1's wife	Burns, nausea, mild vomiting
P5	20	M	Junkyard employee	Burns, nausea, vomiting, epilation, diarrhoea, epistaxis, fever; death on 18 March 2000
P6	18	M	Junkyard employee	Nausea, vomiting, epilation, diarrhoea, fever; death on 9 March 2000
P7	45	F	Junkyard owner	Nausea, vomiting, epilation, diarrhoea
P8	44	M	Husband of P7	Nausea, vomiting, epilation, epistaxis; death on 24 March 2000
P9	33	F	Maid of P7; junkyard worker	Nausea, vomiting, headache, epilation
P10	75	F	Mother of P7	Nausea, vomiting

表 2：泰國 Samut Prakarn 輻射意外事故受害者資料

四、經驗和教訓

1. 設施經營者 (operating organization) 的教訓：

(1) 由於沒有相關規定，以致醫院無法將廢棄射源 (disused source) 返還給製造商 (西門子公司)。

(2) 供應商 (local supplier company) 未經主管機關同意而獲得並持有射源。

(3)設施經營者對持有之廢棄射源未儘速處理，任憑其長時間放置，增加了失竊的風險。

(4)設施經營者將射源移置至不安全（unsecured）的地點貯放，增加了失竊的風險。

(5)貯放處無法防止非授權接近（unauthorized access）射源，以致遭竊。

2.泰國當局學到的經驗和教訓：

(1)管制措施若確實執行的話，應足以控管（control and regulate）合法的設施經營者（legal persons）。

(2)主管機關（regulatory authorities）應制訂方法，對射源自始至終（lifetime）都能確實掌握。包括發照時就要考慮到射源不用時之報廢處置等問題。

(3)主管機關應檢視現行法規體系並適時修訂，以達到符合 IAEA 之基本安全標準（BSS）。

(4)設施經營者應保存正確而最新的射源料帳清冊，主管機關應列管這些射源之紀錄。

(5)對射源之轉讓和貯存，主管機關應定期稽查（routine inspections）有無不法情事，以防範事故於未然。

(6)主管機關應針對無主射源（orphan sources）的發現和處置擬訂應變方案，以增進處理效能。

OP-8 標準、準則和規範 (Standard, criteria and regulation)

The Basic Safety Standards (BSS) - The Current Status

國際原子能總署 (IAEA) 出版的各項安全標準，向來是世界各國修訂輻射防護相關法規／標準時之重要依據。本次大會特別邀請 IAEA 的 Eliana Amaral 就 IAEA 之安全標準現況發表專題演講。

(一) IAEA 安全叢書第 115 號

IAEA 於 1996 年與 5 個國際組織 (FAO, ILO, NEA/OECD, PAHO, and WHO) 共同發行「安全叢書第 115 號」(IAEA Safety Series No.115)，名稱爲「國際游離輻射防護與射源安全之基本安全標準」(International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources.)，簡稱「基本安全標準」(Basic Safety Standard, BSS)。ICRP 於 2007 年發行新建議書 (第 103 號) 後，IAEA 等國際機構即提供專業意見，著手對 IAEA 基本安全標準 (BSS) 進行修訂，目的是爲了納入第 103 號建議書的內容以形成新的基本安全標準。

(二) 國際原子能總署 (IAEA) 安全相關出版物－IAEA 安全標準

1. IAEA 以「安全叢書」(Safety Series) 爲名義出版的「安全標準」至今已超過 200 種：

(1) 安全標準的涵蓋範圍包括：核子安全 (NS)、輻射安全 (RS)、運輸安全 (TS)、廢棄物安全 (WS) 和一般安全 (GS) 等 (圖 9)。

(2) IAEA 安全標準分爲：「安全基本法則」(Safety Fundamentals)、「安全要求」(Safety Requirements) 和「安全導則」(Safety Guides) 3 個層次 (圖 10)。

2. 目前已經出版的 IAEA 安全標準：

(1) 安全基本法則：包括安全叢書第 110 號－核子設施的安全 (The Safety of Nuclear installations, Safety Series No.110, 1993)、安全叢書第 111-F 號－放射性廢棄物管理原則 (The Principles of Radioactive Waste Management, Safety

Series No.111.F,1995)、安全叢書第 120 號—輻射防護和射源安全 (Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, Safety Series No.120,1996)。

IAEA 正對這 3 種出版物進行修訂 (DS298)，將合併成一份「安全基本法則」。

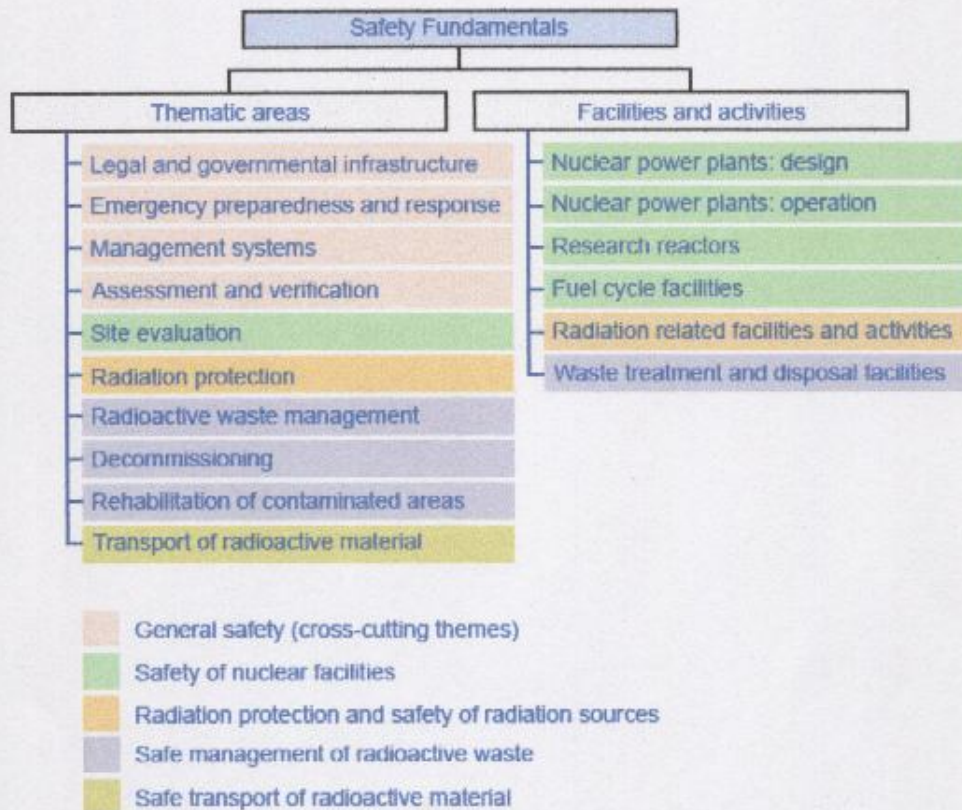


圖 9：IAEA Safety Standards 的總體架構

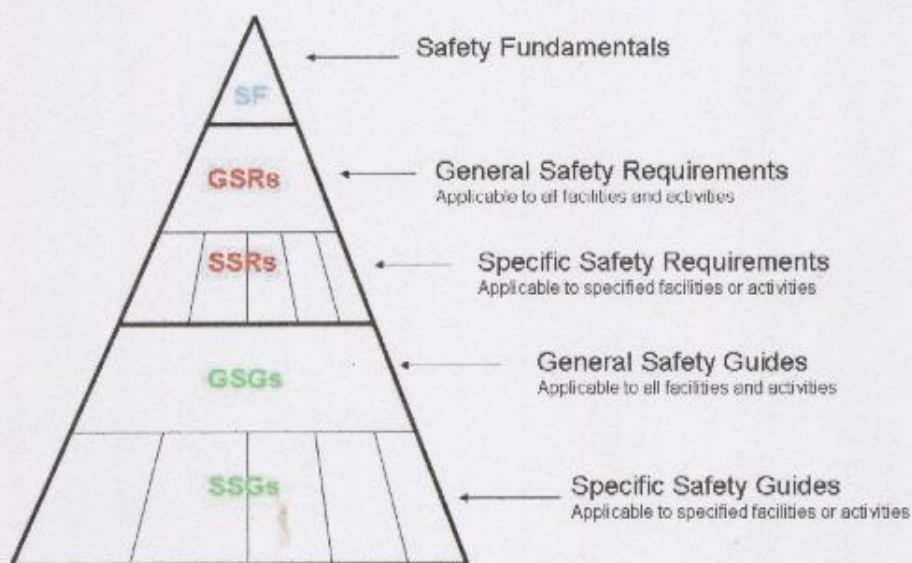


圖 10：Safety Standards Categories

(2)輻射防護的安全要求：射源安全基本標準(International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series No.115,1996)，目前正在修訂之中（DS379）。

(3)輻射防護的安全導則：從 RS-G1.1 職業輻射防護(Occupational Radiation Protection, 1999)到 RS-G1.9 射源的分類(Categorization of Radioactive Sources, 2005)計 9 項。

3.目前正在制訂的輻射防護安全標準（Draft Safety Standards）包括：

DS379 - International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation (revision of the BSS)

DS401 - Justification of Practices

DS410 - National Strategy for Regaining Control over Orphan Sources and Improving Control over Vulnerable Sources

DS411 - Orphan Sources and Other Radioactive Material in the Metal Recycling and Production Industries

DS421 - Protection of the public against exposure to natural sources of radiation including NORM residues

DS427 - Radiological Environmental Impact Analysis for Facilities and Activities

DS434 - Radiation Safety of Radioisotope Production Facilities

2. 進修課程(RC)：

RC-1 Radiation Protection System: History of Dose Limits and Constraints

進修課程第一場係邀請 CERN(European Organization for Nuclear Research) 的 Hans Menzel 發表輻防體系的歷史回顧，及劑量限度與劑量約束的觀念。

(一) 輻防體系的歷史回顧：

從 1895 年倫琴發現 X 射線、貝克發現的放射性物質，到 1928 年 ICRP 成

立。ICRP 是相當具有歷史的國際組織，1950 年改成目前的名稱 ICRP

(International Commission on Radiation Protection)，目前共設有 5 個專門委員會 (Committee)。1990 年 ICRP 提出的第 60 號建議書，成為現在先進國家輻射防護的基準。

(二) 劑量限度與劑量約束的觀念：

1. 劑量限度 (dose limits)：

劑量限度是對職業 (occupational) 曝露和公眾 (public) 曝露所採取的限值，但不適用於醫療曝露 (表 3)。其目的在於防止確定效應，並將機率效應限制在可以接受的程度。劑量限度適用於計畫曝露情境與個人關聯 (individual-related)。

Table Recommended dose limits

Type of limit	Occupational	Public
Effective dose	20 mSv per year, averaged over defined periods of 5 years and not exceeding 50 mSv in any single year	1 mSv in a year, or exceptionally more in a single year provided that the average over 5 years does not exceed 1 mSv per year
Annual equivalent dose in:		
Lens of the eye	150 mSv	15 mSv
Skin	500 mSv	50 mSv
Hands and feet	500 mSv	-

表 3：劑量限度

2. 劑量約束 (dose constraints)：

劑量約束是在計畫曝露情境下對個人劑量的一種射源關聯 (source-related) 之限制，被視為在對該射源防護最適化 (optimization) 中的劑量之上限 (upper bound)。對於職業曝露，劑量約束是一種射源關聯的個人劑量值，用於限制最適化過程所考慮的各種選擇的範圍。劑量約束可說是最適化的具體指標 (圖 11)，將成為輻射防護未來的發展趨勢。

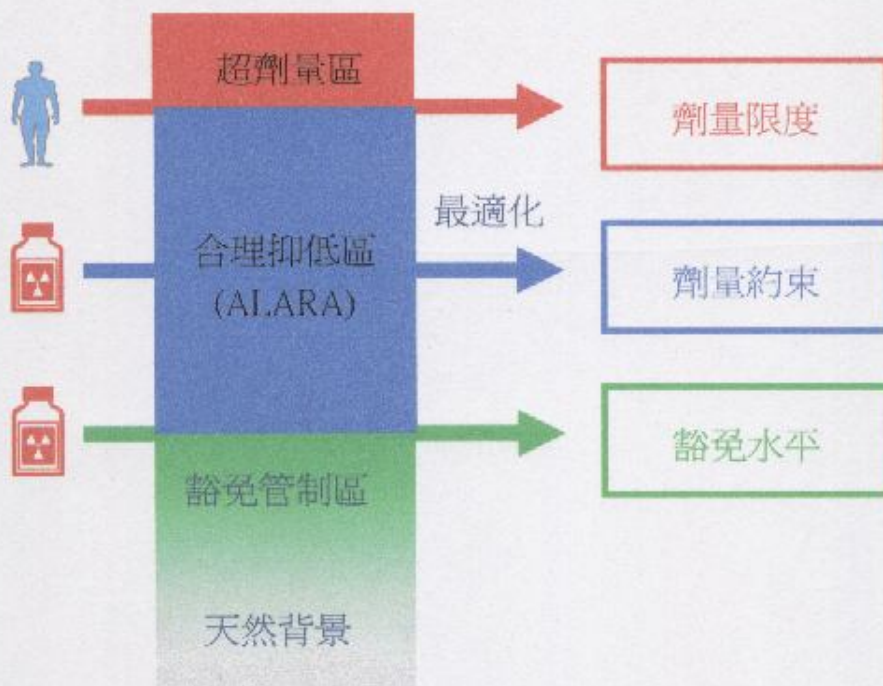


圖 11：劑量限度與劑量約束

3.以下以兩張圖可簡要說明劑量限度與劑量約束對於一般民眾和工作人員防護上的差異 (Illustrating the difference between a dose limit and a dose constraint to protect members of the public or individual workers, 圖 12、圖 13)：

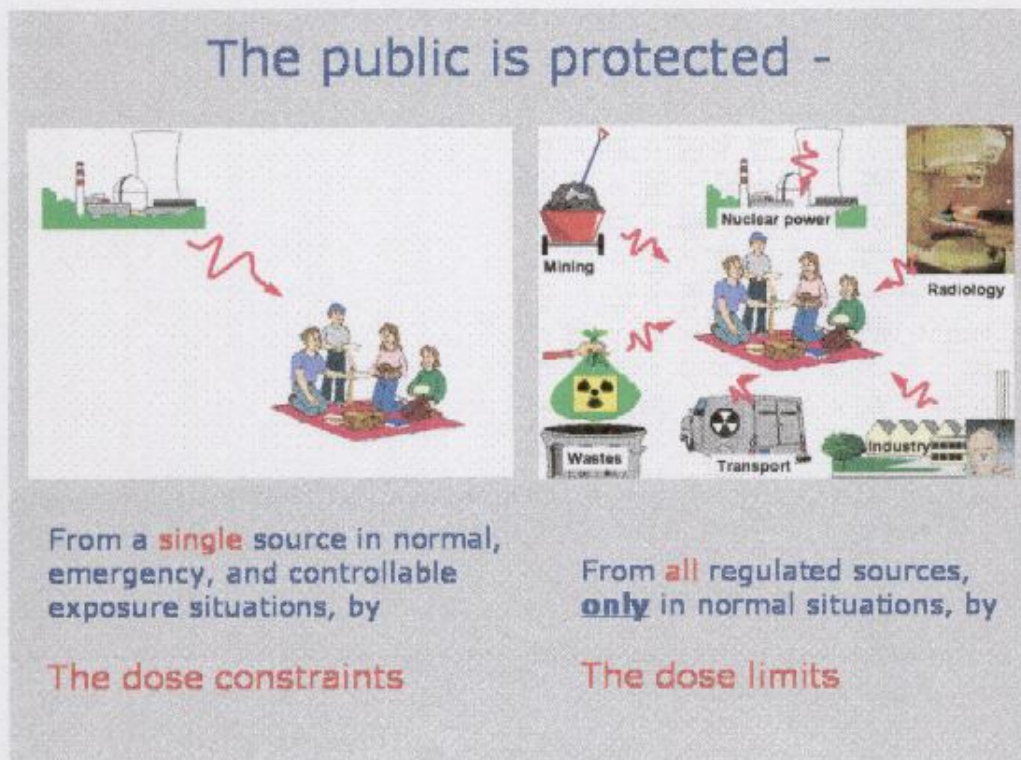


圖 12：一般民眾之防護

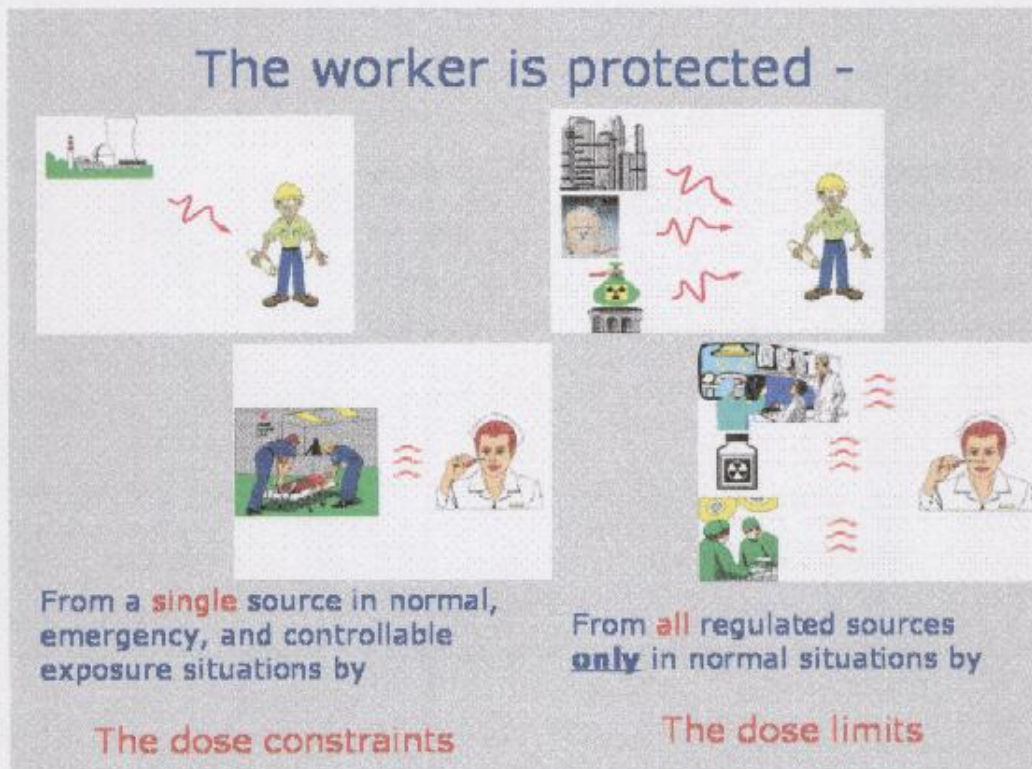


圖 13：工作人員之防護

RC-9 Enhancing Radiation Protection Culture in Young Generation and the General Public

隨著科技的進步，輻射在醫療領域的應用持續而顯著地增加；在全球二氧化碳排放量限制下，強調低碳能源的開發與使用，使核能在國際間成為新能源選項；此外，天然放射性物質（NORM），如氡氣的防治等也成為輻防關切的議題。有鑑於此，如何發展並持續強化民眾的輻防文化（radiation protection culture, RP culture）顯得更加重要，尤其是針對年輕一代。

雖然輻防文化意識的提升和教育都有其必要性，但常面臨的瓶頸是：輻防專業人員為此提出的一些議題或方法，包括想藉由輻防方面的專業知識來教導民眾，其呈現的效果往往是單向而有限的。

法國僅次於美國，是世界第二大核能電力生產國，至今總共有 19 座核能

電廠、58 個反應爐，其核能發展經驗值得各國學習。本次大會邀請法國核子防護評估研究中心 (Centre d'etude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucleaire, CEPN) 的主席 Jacques Lochard，以「加強年輕世代及一般大眾的輻防文化」為題，分享法國最近的經驗：將輻防文化的基本元素 (basic elements) — 科學 (science) 倫理 (ethics) 和藝術 (art)，藉由展覽 (exhibition, 圖 14~15) 和專題討論 (workshops, 圖 16~17) 等方式，散播在一般大眾和國中、小學生之間。

位於法國東部的「工業、技術暨科學中心」(Industrial, Technical and Scientific Centre, CCSTI) 就從輻防之發展和歷史的觀點，於 2007 年 10 月至 2008 年 3 月在 Montbéliard 的 The Science Pavillon 舉辦一場名為 “Did you say Radiation Protection? - Stories of X-rays, radioactivity...” 的展覽。其特色是藉由不同方法結合上述科學、倫理和藝術等元素來闡釋輻防文化，包括 X 射線及放射性物質於本世紀應用在研究、醫療、工業和軍事等領域與發展。由於倫理和藝術等輻防文化的概念比較抽象而不易表達，Jacques Lochard 主要以照片 (圖 14、圖 15) 和短片的呈現來向與會者解說此概念，這就是一種輻防文化的溝通的方式，也獲得與會者的熱烈回響，現場鎂光燈閃爍不斷。

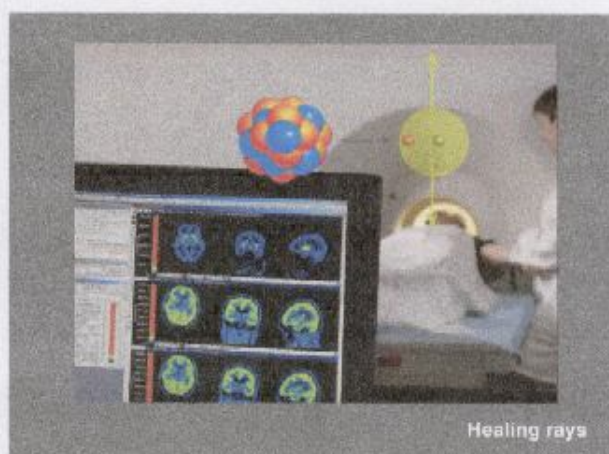
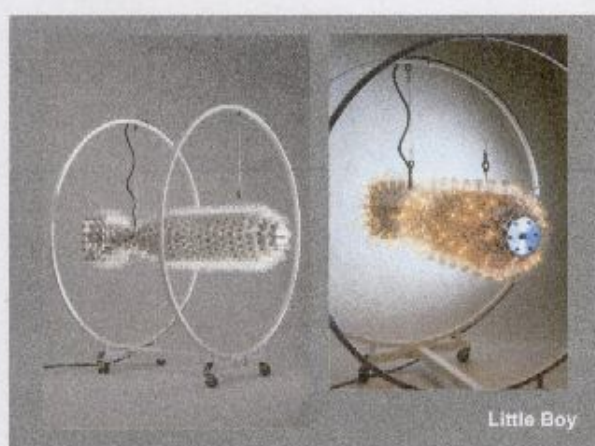


圖 14、圖 15：藉由展覽向大眾傳闡釋輻防文化

Workshops

- Multidisciplinary approach facilitated by the teaching staff of each school in partnership with radiation protection experts from universities, research centres, authorities, ...)
- Practical works
- Presentations by experts
- Visits of laboratory



圖 16：藉由 Workshops 向學生傳遞輻防文化

The model of development of RP culture at school

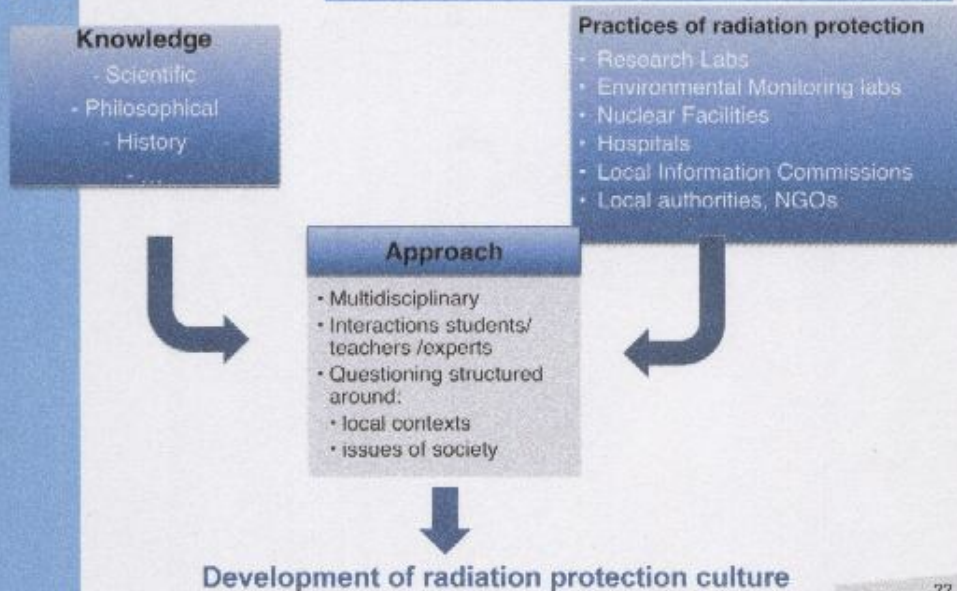


圖 17：學校發展輻防文化的模式

3. 壁報論文發表 (Poster Presentation)

本次會議壁報論文發表計 189 篇，其探討的主題包括：氫、緊急應變、輻射度量、輻射控管、放射性廢棄物管理、天然／商品輻射、劑量學、標準／準則與規範、醫療輻射曝露、游離輻射健康效應、環境輻射、輻防為全球核擴張之一部分以及其他未分類等共 13 項。



圖 18：壁報論文發表

我國在本次會議發表之壁報論文計 8 篇，其主題、論文名稱和發表單位如表 3。

4. AOCRP-3 口頭 (OP) 及壁報論文發表統計

本次會議亞太地區主要 11 國家 (日本、韓國、中國、台灣、菲律賓、澳洲、印尼、越南、泰國、馬來西亞和印度) 就 13 主題 (含其他類) 發表之口頭及壁報論文計 262 篇，詳如圖 3 及表 4。發表篇數前 5 名之國家依次為日本 (133 篇)、韓國 (66 篇)、中國 (33 篇)、我國 (8 篇) 和泰國 (6 篇)，合計 94%；發表篇數前 5 名之主題依次為氫 (34 篇)、輻射度量 (34 篇)、劑量學 (33 篇)、環境輻射 (31 篇) 和醫療輻射曝露 (24 篇)，佔所有主題之 58%。

若以上述 11 國家發表前 4 名 (我國、日本、韓國和中國) 之主題及篇數而言 (圖 19~圖 22)：我國較偏重醫療輻射曝露，排名第 3，或許和我國近

表 3：我國在 AOCRP-3 發表之壁報論文資料

主題	壁報論文名稱、發表單位及發表人
輻射度量	<p>PASSIVE RADIATION MEASUREMENT AT SYNCHROTRON ACCELERATOR OF TAIWAN LIGHT SOURCE Fu-Dong Chang¹, Joseph C. Liu, Rong-Iiun Sheu, Chiao-Rong Chen</p> <p>國家同步輻射研究中心 張富東研究員</p>
	<p>Air kerma standard and measurement comparison on source strength determination for HDR ¹⁹²Ir brachytherapy in Taiwan Jeng-Hung Lee¹, Shi-Hwa Su¹, Ming-Tsung Hsieh¹, Ing-Jane Chen¹, Shih-Ming Hsu^{2,3}</p> <p>行政院原子能委員會核能研究所 李振弘研究員</p>
劑量學	<p>PRELIMINARY INVESTIGATION OF A NEW TYPE OF PROPYLENE BASED GEL DOSIMETER Chi-Tsung Chiang^{1,2}, Ji-An Liang², Pi-Hui Hung¹, Bor-Tsung Hsieh^{1,3}</p> <p>中臺科技大學醫學影像暨放射科學系暨研究所 姜繼宗醫師</p>
	<p>DETERMINATION OF THE REFERENCE TAIWANESE ADULT FROM CT IMAGE ANALYSES C. J. Tung^{1,2}, S. F. Tsai², H. Y. Tsai¹, I. J. Chen³</p> <p>長庚大學醫學影像暨放射科學系 董傳中教授</p>
醫療輻射曝露	<p>ESTIMATION OF DELIVERED RADIATION DOSE AND INDUCED CANCER RISK FOR THE HEAD COMPUTED TOMOGRAPHY Hong-Chou Chang^{1,2}, Cheng-Ching Yu¹, Fang-Yuh Hsu^{1,3,4}, Tou-Rong Chen⁵, Yau-Sheng Tsan^{2,6}, Guan-Lan Chen⁷</p> <p>國立清華大學原子科學技術發展中心 許芳裕教授</p>
	<p>Analysis of Effective Dose and Organ Dose for Pediatric Patients Undergoing Selected X-Ray Examinations Shann-Hong Yeh and Huei-Ling Shiu</p> <p>慈濟技術學院放射醫學科學研究所 葉善宏教授</p>
	<p>POPULATION DOSE OF MEDICAL DIAGNOSTIC EXPOSURE IN TAIWAN C. J. Tung^{1,2}, C. H. Yang², C. Y. Yeh¹ and T. R. Chen³</p> <p>長庚大學醫學影像暨放射科學系 董傳中教授</p>
	<p>Dose Measurements for Gamma Knife with Radiophotoluminescent Glass Dosimeter and Radiochromic Film Shih-Ming Hsu¹, Jeng-Hung Lee², Fang-Yuh Hsu³, Hsiu-Wen Lee⁴, Shih-Kai Hung^{5,6}, Yi-Jen Liao⁷, and Moon-Sing Lee^{5,6,7}</p> <p>中國醫藥大學生物醫學影像暨放射科學學系 許世明教授</p>

年推動醫療品保之提升有關。日本是此次會議中各主題（除游離輻射健康效應外）發表最多的國家，可能是身為主辦國的原因，但也看出日本國內輻防相關單位對此次會議的重視。韓國發表之總篇數次於日本，在游離輻射健康效應方面則居冠，劑量學部分和日本不相上下。另值得一提的是韓國此次參加 Student Session 的學生人數最多，可推測其核能或輻防相關領域之人才培育受到重視。中國除輻射度量領域略勝韓國外，其餘主題均較日、韓兩國少（或相近），尤其醫療輻射曝露方面尚無發表，可能此方面之主題尚未受到重視；氫相關議題則和日本一樣，為其國內輻防議題之首。

由我國與日本、韓國及中國於本次會議發表之論文內容可知，輻射度量和劑量學仍為各國輻防領域研議之重心。中、日、韓 3 國在氫及環境輻射兩領域多有著墨（佔所有議題前 4 名），可作為我國輻防領域補強之參考。我國與日本、韓國及中國於本次會議發表之論文內容歸納比較如圖 23。

表 4：亞太地區各國發表之口頭及壁報論文篇數統計

主題 \ 國家	日本	韓國	中國	台灣	菲律賓	澳洲	印尼	越南	泰國	馬來西亞	印度	合計
氫	18	4	8	0	0	1	0	0	0	0	3	34
緊急應變	7	5	4	0	1	0	0	0	0	1	0	18
輻射度量	21	4	5	2	0	0	0	1	1	0	0	34
輻射控管	15	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	23
放射性廢棄物管理	7	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	14
天然/物品輻射	5	1	1	0	0	2	0	1	1	0	0	11
劑量學	13	12	5	2	0	0	0	0	1	0	0	33
標準、準則與規範	7	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	11
醫療輻射曝露	12	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	24
游離輻射健康效應	4	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
環境輻射	12	8	6	0	0	0	1	1	2	0	1	31
輻防為全球核擴張的一部分	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
其他	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
合計	133	66	33	8	1	3	2	4	6	2	4	262

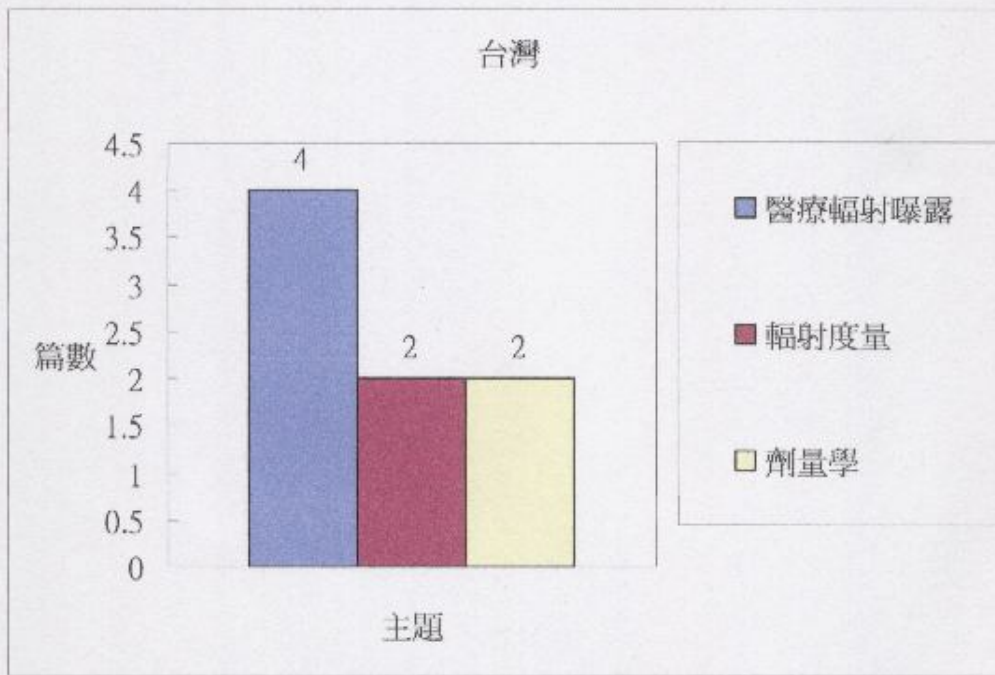


圖 19：我國於 AOCRP-3 發表之論文主題與篇數

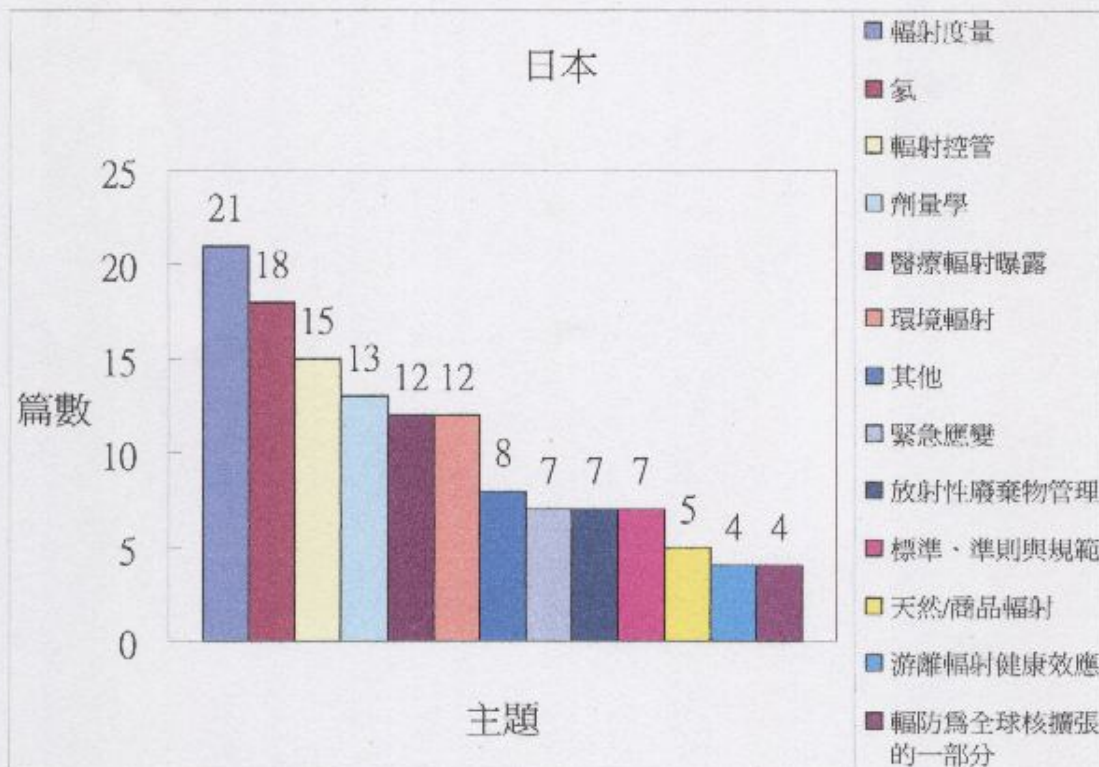


圖 20：日本於 AOCRP-3 發表之論文主題與篇數

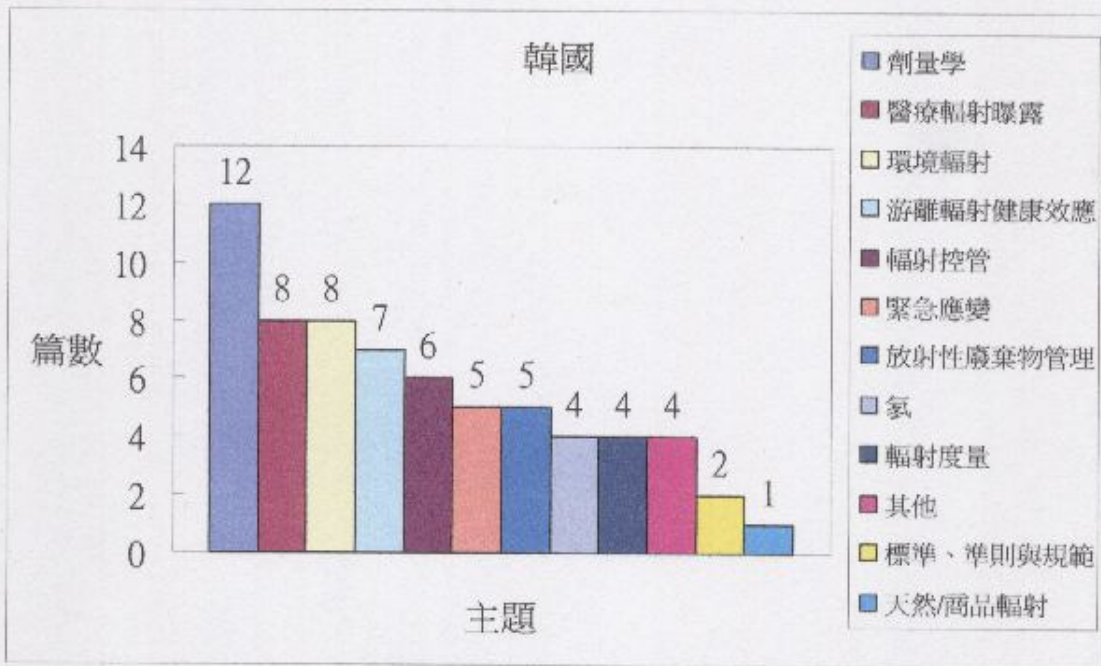


圖 21：韓國於 AOCRP-3 發表之論文主題與篇數

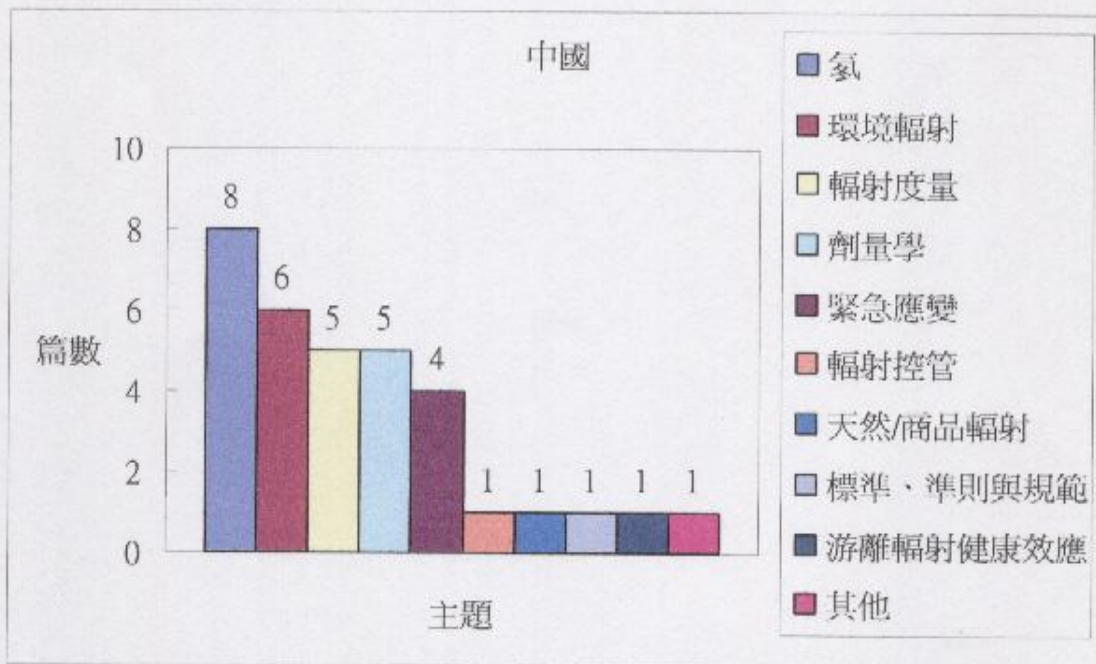


圖 22：中國於 AOCRP-3 發表之論文主題與篇數

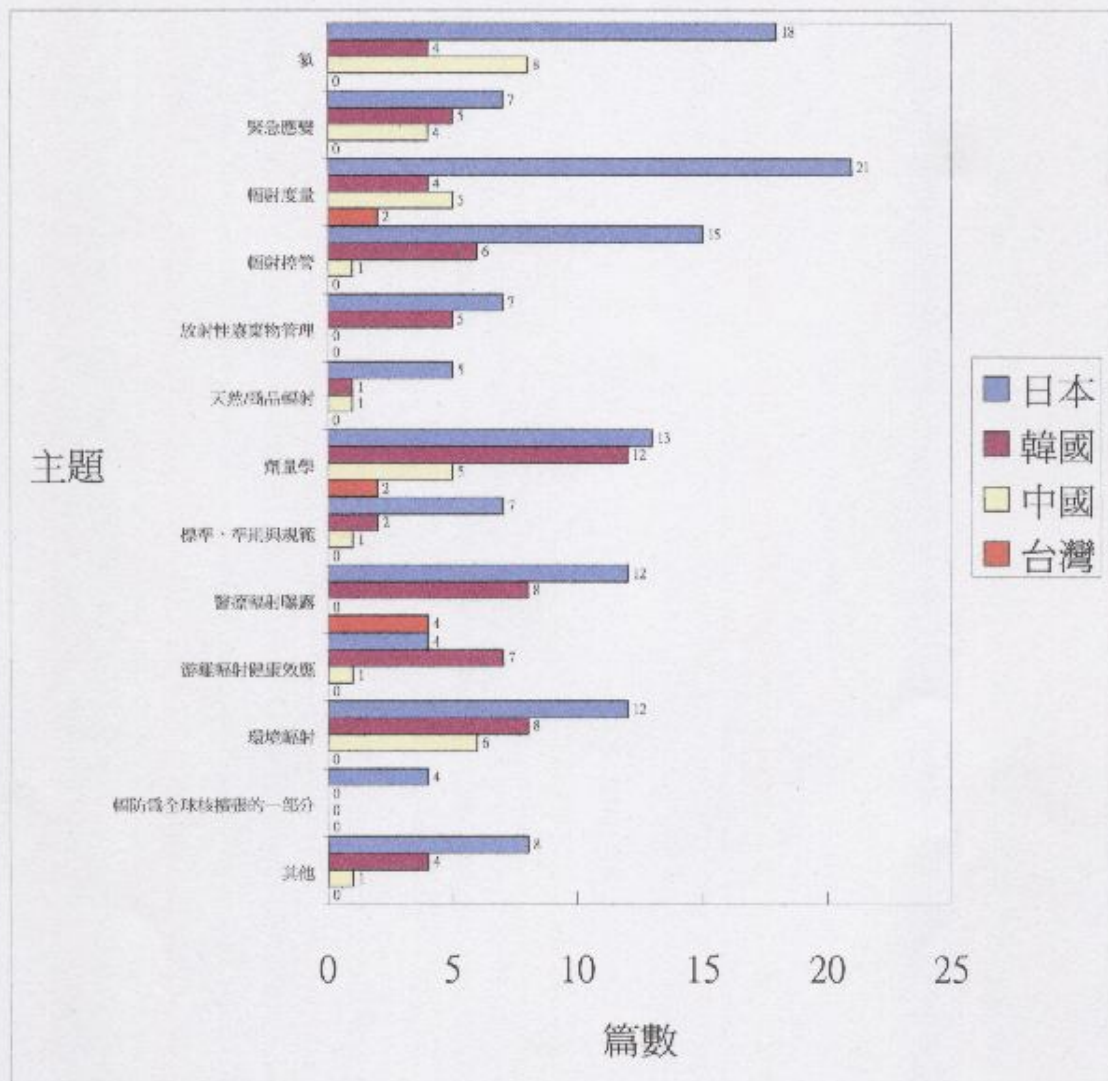


圖 23：我國與日本、韓國及中國於 AOCRP-3 發表之論文內容比較

(四) 特別議程(Special session): ICRP Special Session — Current and future topics on ICRP activities

ICRP 特別議程是由 CERN(European Organization for Nuclear Research)的 Hans Menzel 就 ICRP 的現況和未來發表專題演講，並與日本、韓國及中國等 ICRP 亞洲地區會員國共同討論 ICRP-103 建議書的採行(implementation)情形。

1. The 2007 Recommendations of the ICRP(ICRP Publication 103)摘要與討論：

(1) Consolidated key content of publications following 1990 recomm:

ICRP-103 建議書的內容與精神與 ICRP-60 相似。

(2) New radiation and tissue weighting factors:

採用新的輻射加權因數(WR) 及組織加權因數(WT)。

(3) Process based to Situation based :

以 ICRP-60 建構的輻防系統原區分為輻射作業(practice)與干預(intervention)，而 ICRP-103 則改為三種曝露情境：計畫曝露(planned exposure situation)、緊急曝露(emergency exposure situation) 和既存曝露情境(existing exposure situation)。

(4) A new(short) chapter to demonstrate protection of the environment:

開始引入對環境（人類以外的生物物種）的輻射防護。

(5) Fundamental principles unchanged:

維持 ICRP 輻射防護三原則：正當化(justification)、最適化(optimization) 及劑量限度(dose limits)。

(6) More emphasis on optimization in all situations:

強化輻防最適化原則，將相同的射源關聯原則應用於所有的曝露情境。

(7) Dose limits unchanged:

維持所有計畫曝露情境下之個人劑量限度。

2. ICRP 近期出版物 (Recent Publications) :

ICRP Publication 104: Scope of Radiological Protection Control Measures, 2007

ICRP Publication 105: Radiological Protection in Medicine, 2007

ICRP Publication 106: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, 2008

ICRP Publication 107: Nuclear Decay Data for Dosimetric Calculations, 2008

ICRP Publication 108: Environmental Protection: the Concept and Use of Reference
Animals and Plants, 2008

ICRP Publication 109: Application of the Commission's Recommendations for the
Protection of People in Emergency Exposure Situations, 2009

ICRP Publication 110: Adult Reference Computational Phantoms, 2009

ICRP Publication 111: Application of the Commission's Recommendations to the
Protection of Individuals Living in Long Term Contaminated Areas After a
Nuclear Accident or a Radiation Emergency, 2009

ICRP Publication 112: Preventing Accidental Exposures From New External Beam
Radiation Therapy Technologies, 2010

3. 未來關切的焦點 (future topics) :

(1) Reference Data for the Validation of Doses from Cosmic-Radiation
Exposure of Aircraft Crew (ICRU/ICRP joint report)

(2) Radiological Protection Education and Training for Healthcare Staff and
Students

(3) Lung Cancer Risk from Radon

4. 日本、韓國對 ICRP-103 建議書的採行情形 :

- (1) 日本：2008 年 1 月開始討論 ICRP-103 建議書內容，並於 2010 年 1 月提出將 ICRP-103 建議書內容納入法規體系之報告（圖 24）。

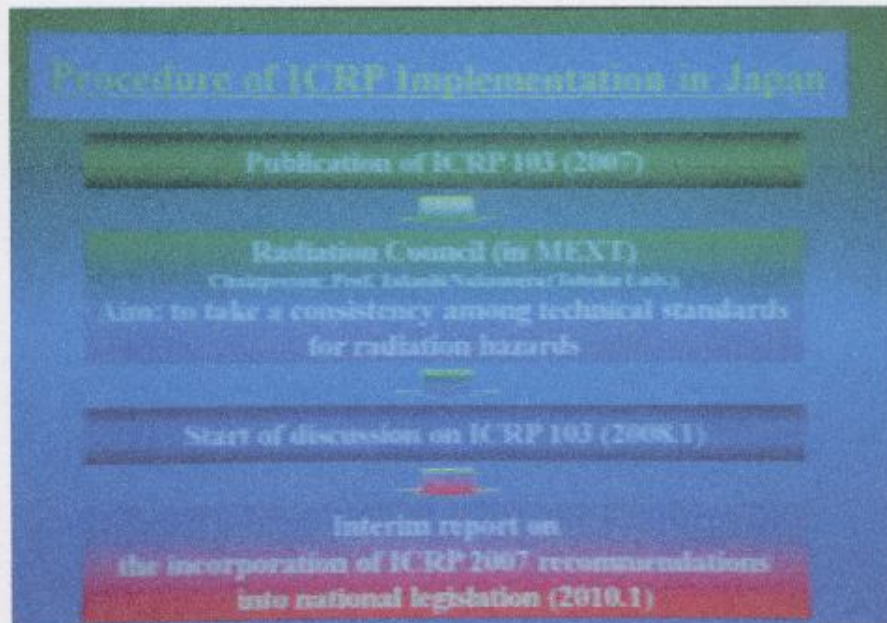


圖 24：日本對 ICRP-103 建議書的採行情形

- (2) 韓國：2007 年 3 月至 2012 年 2 月研議如何將 ICRP-103 建議書內容納入法規體系中，並提出草案；預計於 2012 年 3 月至 2013 年 12 月完成相關法規、標準之修訂（圖 25）。

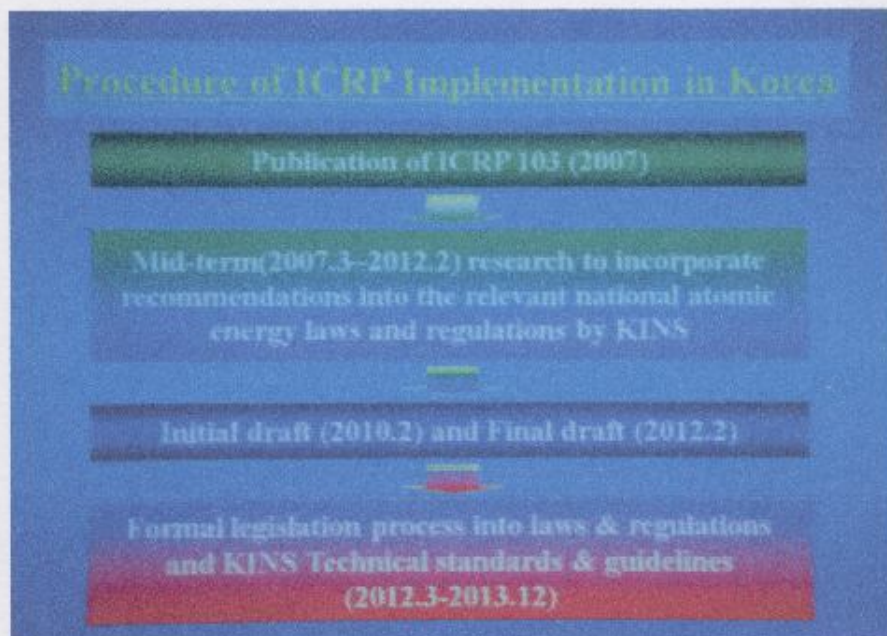


圖 25：韓國對 ICRP-103 建議書的採行情形

三、參訪行程 (Technical visit)

(一)長瀨-藍道爾株式會社

美國藍道爾 (Landauer) 公司成立於 1954 年，是全球最大且專門從事於個人及環境輻射劑量監測的跨國企業，其個人劑量監測服務涵蓋了美國、加拿大、英國、法國、日本和巴西等國。該公司於 1997 年成功研發光刺激發光 (Optically Stimulated Luminescence, OSL) 劑量監測技術，將輻射劑量監測領域帶進了一個新的時代。長瀨-藍道爾株式會社 (Nagase Landauer, Ltd) 則引進美國藍道爾公司的技術、設備、品質管制體系和管理模式，建立了完善的個人劑量監測實驗室，該公司目前是日本第二大個人劑量監測機構。

個人劑量監測技術的發展經膠片 (Film)、熱發光計量劑 (Thermoluminescence Dosimetry, TLD)、發展到光刺激發光 (OSL) 技術。OSL 技術同時具備了膠片和熱發光計量劑所具有的優點，卻沒有它們的缺點，可說是新世代的劑量監測系統。

本次參訪主要是由該公司的小林育夫博士介紹 OSL 技術用於個人劑量監測的 InLight 系統 (圖 26、圖 27)，小林博士也在 AOCRP-3 發表相關的壁報論文。此系統有不同的機型，以 InLight200 型為例，每次可以裝填 200 枚 OSL 劑量計，劑量計處理速度可達到每小時 280 枚。由於採用光學系統，既不用加熱也不需氮氣。此外，OSL 劑量計具有較寬的能量範圍 (5 keV 到 20 MeV)，劑量線性可以從 0.01 mSv 到 10 Sv，每次測讀只損失了 0.2% 的信號。



圖 26：小林博士介紹 InLight 系統



圖 27：自動化劑量計測讀設備

InLight 系統具有極高的自動化程度，其綜合效率比自動型熱發光計量設備提高了四到五倍。其操作軟體具有完善的劑量管理、人員管理功能。系統可以調出任何使用時刻的系統狀態參數，為任何測量結果建立完整的回溯檔案。同時配合資料處理及報告列印系統，使得從劑量計發放、回收、測量到資料處理、報告列印變得簡單而快捷。InLight 系統被評價為領先現有熱發光個人劑量監測系統 15 年的技術，目前正在美國本土和世界各地推廣中。

(二) 日本化學分析中心

位於千葉縣的財團法人日本化學分析中心(Japan Chemical Analysis Center, JCAC)成立於 1974 年，主要為日本國內環境輻射的分析、資料收集與國際間的技術的交流。該中心是日本最具權威的環境放射性核種分析與輻射監測單位，亦建立完整的環境放射性核種分析數據資料庫 (<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>)。

JCAC 主要業務為：

1. 環境放射性分析：與日本各實驗室環境試樣放射性分析進行相互對照，包括：落塵、降雨、海水、土壤與海中沉積物等。
2. 環境放射性調查：(1)對美國核子艦艇靠港附近的海水、海中沉積物與海洋有機物等，進行放射化學分析。(2) 調查全國各地環境試樣中各種放射性物質含量 (Sr-90、Cs-137)。(3)各地氫濃度的度量，以評估氫與其子核對民眾造成的輻射劑量。
3. 非放射性物質的分析：如違禁藥品的分析。
4. 放射性活度資訊的收集與公開：將環境中放射性與輻射方面監測的資訊公開於教育科學部的「日本的環境放射能與輻射線」網站 (<http://www.kankyohoshano.go.jp>)，供一般民眾瀏覽。

JCAC 的實驗設備完善，有三部最先進的電漿質譜儀（ICP-MS，圖 28），可同時分析多種極微量元素（如 Pu-239、Pu-240）。日本政府為瞭解放射性 Kr-85 對環境造成的影響，委託 JCAC 對日本全國放射性 Kr-85 的平均濃度進行分析與調查（圖 29）。

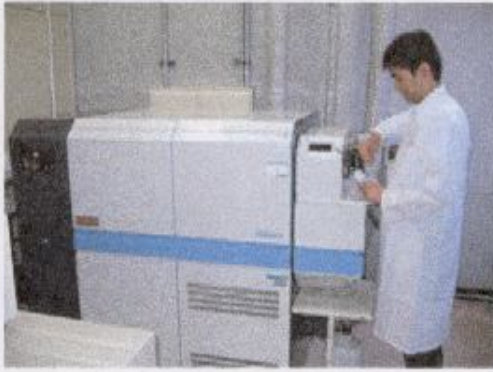


圖 28：ICP-MS 電漿質譜儀



圖 29：Kr-85 前處理、純化及測定裝置

此外，JCAC 亦參與亞洲各國、國際原子能總署(IAEA)及其他國際相關實驗室之比較實驗，以提昇環境放射性的分析水準，所得到的結果具有相當的一致性，確定了 JCAC 在日本中心實驗室的權威地位。

(三)放射線醫學綜合研究所

位於千葉縣的獨立行政法人放射線醫學綜合研究所(National Institute of Radiological Sciences, NIRS，圖 30)成立於 1957 年，擁有先進的重粒子放射線醫療設備，是世界上第一所大規模運用重粒子於腫瘤治療的研究單位。

NIRS 開發以醫療為目標的重粒子放射線裝置（Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba, HIMAC）。HIMAC 為同步加速器型式（圖 31），可分為離子源、前段直線加速器及同步加速器，其結構組成類似質子加速器，其能

量最高為 800MV，自 1994 年 6 月開始用於癌症治療。相對於質子治療，重粒子治癌技術更為先進、治療過程快速且副作用更小。



圖 30：放射線醫學綜合研究所



圖 31：HIMAC 加速器

重粒子放射線治療癌症的原理是利用碳元素原子核，經接近光速的加速產生高能量的粒子並精確打在癌細胞上。此種治療方式具有高效能、低傷害及療程短的特色，以肝癌治療為例，傳統放射線治療需進行三十次，重粒子治療僅需進行一至兩次。

由於重粒子加速不易，導致其加速器之體積過於龐大、相對儀器設備昂貴且治療費用較高。NIRS 為了將此技術普及化，於 2006 年研究開發出小型放射線癌症治療裝置，使用約 1/3 大小的 HIMAC 即可達到治療的效果，以大幅降低設置所需的場地及經費。目前包括美國、英國、法國、中國、韓國及義大利等國家，都曾派員至 NIRS 學習相關技術。

參、心得與建議事項

一、氡氣管制之國際趨勢

氡氣防治是本次會議重要議題，專題演講與論文發表為各議題之冠，足見氡氣為各國輻射防護關切的重點之一，由室內氡氣管制之國際趨勢可知一般住家最高的參考基準不宜超過 300 Bq/m³。

除瞭解室內氡氣管制之國際趨勢外，本次會議進修課程 8 (RC-8) 由 SENES(Specialists in Energy Nuclear and Environmental Sciences)的 Douglas B. Chambers 發表以” Prediction of the Variation in Risks from Exposure to Radon at Home or at Work” 為題的專題演講，強調氡氣曝露造成肺癌的風險。WHO 於 2009 年 9 月公布世界衛生組織室內氡氣手冊指出氡輻射是誘發肺癌的重要因素，目前研究結果顯示 6~15%的肺癌病患肇因於氡的曝露。ICRP 也將出版「氡氣造成的肺癌風險」(Lung Cancer Risk from Radon)，可見相關議題逐漸受到重視。

雖然惡性腫瘤連續 28 年高居我國十大死因榜首，其中又以肺癌為全國癌症死亡之首位(民國 98 年)，但因各國之氡氣濃度依地質及地形條件而異，故建議國內宜先調查氡氣濃度水平後，再考量是否評估氡氣曝露對罹患肺癌之相關性，這方面之流行病學或公衛資訊亦宜多瞭解，俾利向民眾溝通。

二、國外輻射意外事故

本次會議泰國當局就 2000 年 Samut Prakarn 輻射意外事故造成 3 人死亡之案例，提出專題報告及檢討改善之經驗回饋。2010 年 4 月 9 日印度 Mayapuriu 一處廢鐵回收站亦發生射源曝露之輻射意外事故，造成 1 人死亡。由於印度輻射防護協會 (IARP) 係 AOARP 成員之一，此重大輻射意外

事故有可能會於 2014 年第四次大會 (AOCR-4) 被提出討論。諷刺的是印度代表在本次大會 IRPA Associated Societies Forum 議程報告時，表示該國對輻防有貢獻之傑出人士榮獲 IARP 頒獎 (Awards, 圖 32)。由此可知一次輻射意外事故，不但可能造成民眾生命財產損失，亦可能登上國際版面影響國家聲譽，或讓輻防努力的成果毀於一夕。泰國和印度之經驗與教訓，值得我國參考並引以為戒。

此外，印度輻射事故引用了 IAEA 於 2008 年公布的國際核能及輻射事件分級 (International Nuclear and Radiological Event Scale, INES, 圖 33) 制度，INES 將事故 (件) 依嚴重程度分為 0 至 7 級，印度輻射事故由於涉及人員曝露，且死亡人數 (1 人) 在 3 人以下，屬於 INES 第 4 級意外事故。INES 係強調事故的嚴重性，可輔助緊急應變通報系統強調的時效性或急迫性。我國已採用此分級制度，若核能或輻射事故發生時，即可藉由簡單的數字 (0~7) 讓媒體及大眾瞭解其嚴重程度，是一種具體的溝通方式。



圖 32：印度 IARP 頒獎給對輻防有貢獻之傑出人士

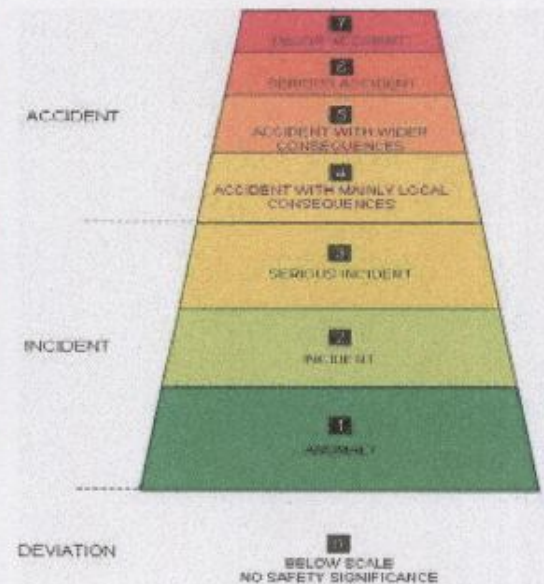


圖 33：國際核能及輻射事件分級制度

三、射源保安措施

分析泰國和印度兩案的共同點是：不論是泰國的 Ramathibodi 醫院或印度的 Delhi 大學，對於射源之永久停止使用（廢止）均未依規定向主管機關申報，而逕自轉賣給其他業者，最終導致不知情的人接受到高劑量的輻射曝露而造成傷亡。此外，設施經營者對停用射源未善盡保安管理，亦增加失竊的風險。關於射源停用和永久停用部分，我國已於「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」（簡稱設備物質管理辦法）第四章「申請停止使用或永久停止使用之許可」明確規範。至於射源保安部分，我國目前係採用 IAEA 於 2003 年 6 月提出之保安措施建議（IAEA-TECDOC-1355），並配合修訂設備物質管理辦法第 18 條第 6 款為「使用附表一第一類或第二類之密封放射性物質者，應提送保安措施說明文件。」建議可將「保安措施」之具體內容（表 4）明文規範於該辦法之附表中，使設施經營者能據以遵行，不致有模糊空間。

表 4：第一類或第二類之密封放射性物質保安措施項目
(IAEA-TECDOC-1355)

第一類密封放射性物質	第二類密封放射性物質
1. 射源裝於固定容器(裝置)中，且上鎖。	1. 射源裝於固定容器(裝置)中，且上鎖。
2. 射源專用貯存室上鎖，且可隔離非經授權人員進入。	2. 射源室上鎖，且可隔離非經授權人員進入。
3. 射源專用貯存室進出管制。	3. 射源室進出管制。
4. 能偵(監)測非經授權之侵入或竊取射源，並有警報。	4. 能偵(監)測非經授權之侵入或竊取射源，並有警報。
5. 對偵(監)測之警報(現場即時或遙控監控)，能及時反應處理。	

四、ICRP 第 103 號建議和 IAEA 基本安全標準

ICRP 於 2007 年發行建議書 (ICRP-103)，IAEA 等國際機構已提供專業的意見，並著手對 IAEA 基本安全標準 (IAEA Safety Series No.115, BSS) 進行復審和修訂，目的是為了納入 ICRP-103 建議書的內容，以形成新的基本安全標準 (IAEA new BSS)，目前正進行草案 3 版 (draft 3.0, 簡稱 DS379) 的修訂，最終修訂的 BSS 將成為各國修訂輻射防護相關法規／標準之依據。我國目前實施之游離輻射防護法 (民國 91 年)、游離輻射防護安全標準 (民國 92 年) 等即是以 1990 年 ICRP-60 及 1996 年 IAEA-115 等為依據 (1990→1996→2002，圖 34)。

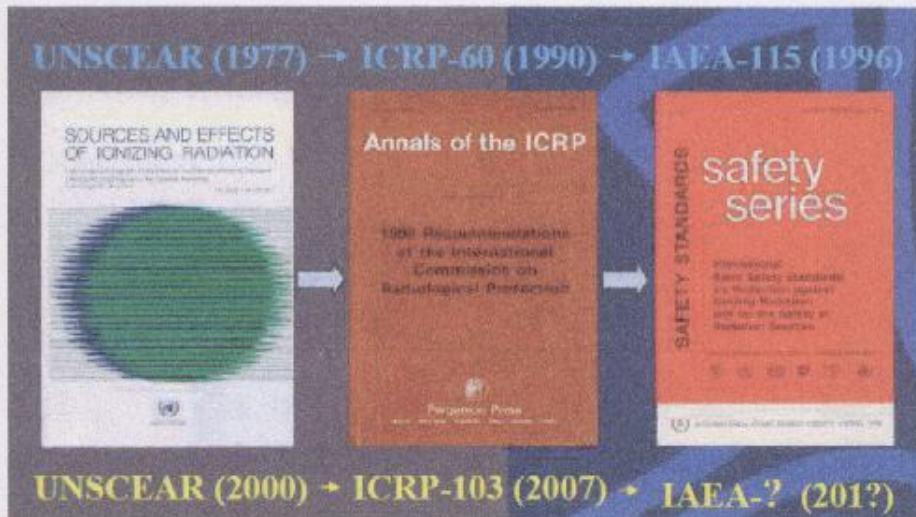


圖 34：三個主要國際組織：UNSCEAR,ICRP 和 IAEA 之關聯性

日本在本次會議報告表示：IAEA new BSS 公布時間可能是 2010~2011 年，new BSS 若於 2011 年公布，則其國內輻防法規／標準預計於 2015 年修訂 (圖 35)，韓國核能安全管制院 (Korea Institute of Nuclear Safety, KINS) 擬訂之修法時程為 2012 年 3 月至 2013 年 12 月 (圖 25、圖 36)。



圖 35：日本將 ICRP-103 建議書及 IAEA BSS 納入法規體系

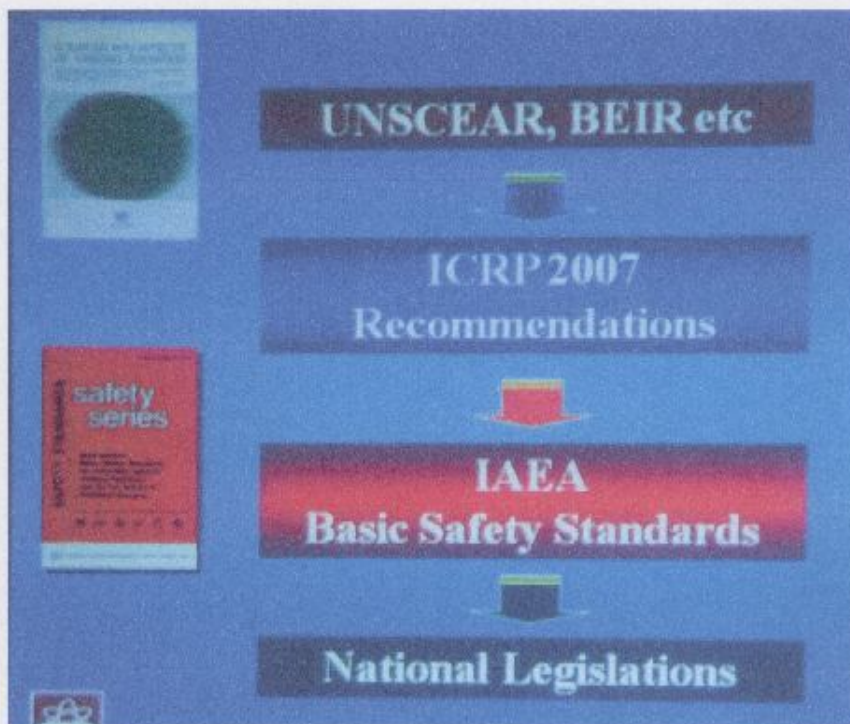


圖 36：韓國 KINS 將 ICRP-103 建議書及 IAEA BSS 納入法規體系

五、輻防文化

CEPN 主席 Jacques Lochard 用「駕車繫安全帶」的觀念來表達何謂「輻射防護文化」：政府為維護行車安全，不斷藉由宣導或取締，希望民眾駕車繫安全帶，但效果可能有限，因為民眾覺得不會發生在他身上。一旦民眾「自己」意識到行車安全，而繫安全帶以增加保障時，不用旁人提醒，上車自然就會繫安全帶。Jacques Lochard 認為輻射防護的文化形成也是如此，關鍵在於是否有內化到民眾心中。他在演講結束前放了兩圖片（圖 37、圖 38），代表民眾對輻防文化的迴響（reflection）。



圖 37：Drawings from a Belarus child（白俄羅斯孩童的繪畫）

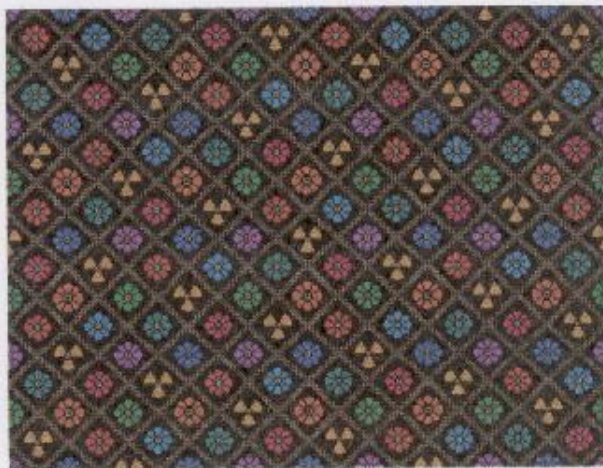


圖 38：A piece of traditional Belarus post-Chernobyl cloth（含輻射標誌的白俄羅斯傳統服裝圖飾）

輻防文化落實在輻射安全管理方面，設施經營者之內部管理尤顯重要。建議持續推動及輔導業者落實「輻射源之自主管理」，以提升業者的輻防文化；配合本會的監督與管制，將可使輻防安全管理達到事半功倍之效。輻防文化之公眾宣導、溝通方面，可參考法國 CEPN (<http://www.cepn.asso.fr/>) 的經驗，藉由展覽或研習等活動（圖 14~17），將輻防文化的理念傳播至一般大眾和學生之中。

肆、參考資料

1. AOCR-3. <http://www.aocrp-3.org/home.html>
2. Differences Between Nuclear and Chemical Reactions.
<http://library.tedankara.k12.tr/webchem/ppt/option/option.ppt#1>
3. WHO Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. WHO Press, Geneva, 2009.
4. ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103.
5. ICRP, International Commission on Radiological Protection Statement on Radon, Approved by the Commission in November 2009.
6. IAEA, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Draft Safety Requirements, DS379, January 2010.
7. The Radiological Accident in Samut Prakarn, IAEA, Vienna, 2002.
8. IAEA Publications, Documents & Reports.
<http://www.iaea.org/Publications/index.html>
9. ICRP recommendations. <http://www.icrp.org/remissvar/listcomments.asp>
10. Enhancing Radiation Protection Culture in Young generation and the General Public. Jacques LOCHARD, Director of CEPN. Third Congress of the Asian Oceanic Association for Radiation Protection. Tokyo, Japan. 24-28 May 2010.
11. The Science Pavillon - Scientific, technical and industrial culture centre (CCSTI) of Franche-Comté presents "DID YOU SAY RADIATION PROTECTION?"

-Stories of X Rays, Radioactivity..., Montbéliard - October 2007- March 2008

12. Centre d' étude sur l' Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire
(CEPN) <http://www.cepn.asso.fr/>
13. 長瀬ランダウア株式会社 <http://www.nagase-landauer.co.jp/index.html>
14. 北京藍道爾輻射監測技術有限公司
<http://www.bjldr.com/aboutus/aboutus.htm>
15. 財団法人日本分析センター <http://www.jcac.or.jp>
16. 財団法人核能資訊中心 <http://www.nicenter.org.tw>
17. 放射線医学総合研究所 <http://www.nirs.go.jp>
18. The Joint International Conference of Taiwan-Japan on Heavy-Ion Radiotherapy
<http://www.pohai.org.tw>
19. 重粒子應用於放射治療之成效
<http://ir.lib.ypu.edu.tw/handle/987654321/10482>
20. 行政院原子能委員會 <http://www.aec.gov.tw>
21. 行政院衛生署 <http://www.doh.gov.tw>
22. The International Nuclear and Radiological Event Scale- User' s Manual. 2008
Edition
23. Security of Radioactive Sources - Interim Guidance for Comment. IAEA
TECDOC Series No. 1355
24. 中華民國核能學會 <http://www.chns.org>

伍、致謝

首先要感謝輻防處的長官及同仁們的支持，以及秘書處、綜計處、人事室及會計室的協助；另要感謝日本 AOCRP 秘書處的協助，和同行的學者、專家們的照顧，使這次出國行程順利而圓滿。

陸、附錄

AOCR-3 會議議程 (The Conference Schedule)

24(Mon)							25(Tue)					
	Big Hall	Event Hall Zuisan	Event Hall Heian	Event Hall Fukuzo	Training Room	Exhibition Hall		Small Hall	Event Hall Zuisan	Event Hall Heian	Training Room	Exhibition Hall
9:00	Registration						9:00	CMV	CMV	CMV		Poster Session & Booth
10:00	OPS						10:00	RC-1	RC-2	RC-3		
11:00							11:00	OP-5	OP-6	OP-7	OP-8	
12:00		LS-1	LS-2			Poster Session & Booth	12:00		SPI-1	SPI-2		Poster Presentation Hour
13:00							13:00					
14:00	AOARP + FNCA						14:00					Poster Session & Booth
15:00							15:00					
16:00	OP-1	OP-2	OP-3		OP-4		16:00					Poster Session & Booth
17:00							17:00	IRPA AG Forum				
18:00	JHPS-GA						18:00					
19:00			Welcome Party				19:00					
20:00							20:00					
26(Wed)							27(Thu)					
	Big Hall	Event Hall Zuisan	Event Hall Heian	Event Hall Fukuzo	Training Room	Exhibition Hall		Small Hall	Event Hall Zuisan	Event Hall Heian	Event Hall Fukuzo	Exhibition Hall
9:00	CMV	CMV	CMV			Poster Session & Booth	9:00	CMV	CMV	CMV		Poster Session & Booth
10:00							10:00	RC-4	RC-5	RC-6		
11:00	IRPA						11:00	OP-9	OP-10	OP-11	OP-12	
12:00							12:00					
13:00		LS-3	LS-4				13:00		LS-5	LS-6		Poster Presentation Hour
14:00						14:00	ST SS					
15:00	IAEA						15:00		ST S-1	ST S-2	ST S-3	
16:00	WHO						16:00	ICRP				
17:00							17:00	INT				
18:00							18:00					
19:00							19:00		Farewell Party			
20:00							20:00					

CMV: Commercial Videos/DVDs of Sponsors (5-10 min, each)

LS: Luncheon Seminars

RC: Refresher Courses

OP: Oral Presentation session

24(Mon)

OPS: Opening Session

Opening Remarks

Toshiso Kosako, President of the Congress, Japan

Congratulatory Remarks

Jong Kyung Kim, President of AOARP

Kenneth R. Kase, President of IRPA

Keynote Address

“Nuclear Science Technology for Sustainable Development of Mankind

–Transition of the civilization based upon Chemical Reaction to that based upon Nuclear Reaction–”

Yoichi Fujii, Former Chairman of Japan Atomic Energy Commission, Japan

JHPS-GA: General Assembly of JHPS

25(Tue)

SPL: Special Luncheon Seminars

Special Lunch with “RAKUGO” in English, two different titles in each room

IRPA AS Forum

26(Wed)

IRPA: IRPA Special Session

“Promoting excellence in Radiation Protection”

IAEA: IAEA Special Session

“Long term management of disused sealed sources”

WHO: WHO Special Session

“Appropriate use of radiation in paediatric imaging: challenges and opportunities”

27(Thu)

ST: Information/Opinion exchanging session among Asian students supported by an AESJ project

ICRP: ICRP Special Session

“Current and future topics on ICRP activities”

INT: International Panel Discussion

Technical Visit in Chiba

Time	Event
0845	Pick up from Funabori Station To Japan Chemical Analysis Center (JCAC)
0945	Arrival to JCAC
10:00-12:00	<p><u>Institution tour</u></p> <p>Storage room of samples (inventory location for seawater samples)</p> <p>Sample preparation room (pre-processing room for soil samples and biological samples (drying, ashing, smashing, etc.))</p> <p>Building No.2 - analytical laboratory (pre-processing room for seawater samples to be measured by gamma-ray spectrometry, alpha-ray spectrometer, liquid scintillation counter, and ICP-MS)</p> <p>Measurement room of radon (radon measurement device)</p> <p>Building for measurement (germanium semiconductor detector, low background beta-ray counter, and neutron spectrometer)</p> <p>Building No.1 - analytical laboratory (analysis room of ^{90}Sr and ^{137}Cs)</p> <p>Chemical analysis room (^{85}Kr, ^{133}Xe measurement device)</p> <p>Database room of atomic ships (information management room for radioactivity investigation on atomic ships (gathering and disclosure of results by monitoring post))</p> <p>Room of the group for information gathering and disclosure (management servers of the internet website "environmental radioactivity and radiation in Japan" by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT))</p> <p><u>Question & answer</u></p>
12:10-12:30	Pick up from JCAC To National Institute of Radiological Sciences (NIRS)
12:40-13:25	Lunch (meeting room)
13:30-16:30	<p><u>Explanation about NIRS</u> (DVD: outline of NIRS (7-12 minutes), current practices of radiation medical treatment at Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba (HIMAC) (7-12 minutes))</p> <p><u>Institution tour</u></p> <p>HIMAC (explanation with scale model and visiting the ion-source room- 20-30 minutes, (if possible, treatment room - 20 minutes))</p> <p>Medical facility for radiation exposure (20-30 minutes)</p>

Research building for radon studies (30 minutes)

walking time between each building $10 \text{ minutes} \times 3 = 30 \text{ minutes}$

Questions and answers (30 minutes)

- 16:45 Pick up from NIRS
To Inage Station
- 17:00 Dissolution at Inage Station