

出國報告〈出國類別：其他-參加會議〉

赴澳大利亞參加「輻射照射應用於植物檢疫風險管理研討會」報告書

服務機關：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

行政院衛生福利部食品藥物管理署

姓名職稱：植物檢疫組 陳素琴 科長

食 品 組 許雅真 研究副技師

派赴國家：澳大利亞

出國期間：105 年 6 月 13 日至 105 年 6 月 17 日

報告日期：105 年 9 月 12 日

系統識別號：C10501870

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：赴澳大利亞參加「輻射照射應用於植物檢疫風險管理研討會」報告書

頁數：23 頁 含附件：是

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

農委會動植物防疫檢疫局/陸怡芬/02-33432052

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳素琴/農委會動植物防疫檢疫局/科長/02-23431448

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他(參加會議)

出國期間：105年6月14日-105年6月18日 出國地區：澳大利亞

報告日期：105年9月12日

分類號/目：F7/農產品檢疫及家畜保健

關鍵詞：澳大利亞、植物風險管理、輻射照射、檢疫處理、研討會

內容摘要：

輻射照射處理應用於植物風險管理研討會 (Ionizing Irradiation for Managing Phytosanitary Risk) 係由澳大利亞農業暨水利部 (Australian Government Department of Agriculture and Water Resources, DAWR) 於105年6月15日至17日於該國昆士蘭省布里斯本市舉辦之國際研討會議，共計邀請14國37位植物檢疫及食品安全人員與會。本次研討會主要討論議題為輻射供檢疫處理之有效性及保持商品市場價值、對執行者及消費者之安全性，以及有效管理輸出入過程中採行游離輻射之方式；課程內容有輻射執行之技術面（包括射伽馬射線、電子束及X光之劑量測量及一般性處理）、國際間使用游離輻射為檢疫處理之現況、相關之國際標準、輻射於貨品及包裝材之處理效果、商業及民眾接受度，以及主管機關之角色與功能；並實地參觀輻射處理商業運轉設施。DAWR希冀經由研討會將輻射供檢疫處理之有效性及安全性傳達予受邀國代表，提供受邀國代表對於輻射照射應用的不同思維，考量納入檢疫處理措施之可行性，以期未來能有更多國家將其應用於輸出果品檢疫處理，降低有害生物入侵輸入國之風險，以達保護生態環境及兼顧順暢貿易之目的。

目次

摘要

壹、前言-----	1
貳、行程及紀要-----	2
參、課程暨研討會內容-----	4
肆、心得與建議-----	14
伍、致謝-----	16
陸、附表-----	17
柒、附圖及附件	

摘要

輻射照射處理應用於植物風險管理研討會 (Ionizing Irradiation for Managing Phytosanitary Risk) 係由澳大利亞農業暨水利部 (Australian Government Department of Agriculture and Water Resources, DAWR) 105年6月15日至17日於該國昆士蘭省布里斯本市舉辦之國際研討會議，共計邀請14國37位植物檢疫及食品安全人員與會。本次研討會主要討論議題為輻射供檢疫處理之有效性及保持商品市場價值、對執行者及消費者之安全性，以及有效管理輸出入過程所採行游離輻射之方式；課程內容有輻射執行之技術面（包括伽瑪射線、電子束及X光之劑量測量及一般性處理）、國際間使用游離輻射為檢疫處理之現況、相關之國際標準、輻射於貨品及包裝材之處理效果、商業及民眾接受度，以及主管機關之角色與功能；並實地參觀輻射處理商業運轉設施。DAWR希冀藉由舉辦研討會將輻射供檢疫處理之有效性及安全性傳達予受邀國代表，提供受邀國代表對於輻射照射應用的不同思維，並考量納入檢疫處理措施之可行性，以期未來能有更多國家將此檢疫處理方式應用於輸出農產品檢疫處理，以降低植物有害生物隨農產品貿易傳入之輸入國之風險，以達保護生態環境及兼顧順暢貿易之目的。

壹、前言

輻射照射處理應用於植物風險管理研討會 (Ionizing Irradiation for Managing Phytosanitary Risk) 係由澳大利亞農業暨水利部 (Australian Government Department of Agriculture and Water Resources, DAWR) 主辦，目的係向受邀國家傳達輻射照射處理進行植物檢疫風險管理之有效性及安全性。

本次研討會於 105 年 6 月 15 日至 17 日於昆士蘭省布里斯本市史丹佛廣場飯店 (Stamford Plaza Hotel) 舉行，包含二日會議 (15 日及 16 日) 及一日實地參訪行程 (17 日)；與會國家包括主辦國澳大利亞、汶萊、柬埔寨、菲律賓、泰國、緬甸、越南、印尼、印度、韓國、馬來西亞、紐西蘭及我國等 14 國，計 37 位政府人員參加。

研討會主要討論議題為輻射供檢疫處理之有效性及保持商品市場價值、對執行者及消費者之安全性，以及有效管理輸出入過程所採行游離輻射之方式；課程內容有輻射執行之技術面 (包括伽瑪射線、電子束及 X 光之劑量測量及一般性處理)、國際間使用游離輻射為檢疫處理之現況、相關之國際標準、輻射於貨品及包裝材之處理效果、商業及民眾接受度，以及主管機關之角色與功能；並實地參觀輻射處理商業運轉設施。DAWR 希冀藉由舉辦研討會將輻射供檢疫處理之有效性及安全性傳達予受邀國代表，提供受邀國代表對於輻射照射應用的不同思維，並考量納入檢疫處理措施之可行性，以期未來能有更多國家將此檢疫處理方式應用於輸出農產品檢疫處理，降低植物有害生物隨農產品貿易傳入輸入國之風險，以達保護生態環境及兼顧順暢貿易之目的。

本次研討會由防檢局植物檢疫組陳素琴科長與衛生福利部食品藥物管理署食品組許雅真研究副技師於 105 年 6 月 13 日至 6 月 17 日同赴該國與會，以瞭解澳大利亞及紐西蘭應用輻射照射檢疫處理現況。

貳、行程紀要

本次研討會由DAWR主辦，於昆士蘭省布里斯本市史丹佛廣場飯店舉行，研討會中針對輻射照射處理等相關議題進行專家說明及討論，並安排實地參觀輻射照射處理設施，以及參訪當地著名布里斯本植物園瞭解當地植物相，行程如下：

日期	主要行程內容
6月13日 (星期一)	23:50 自桃園國際機場出發，搭乘澳洲航空 QF388 班機至澳大利亞昆士蘭省布里斯本市。
6月14日 (星期二)	1. 10:45 抵達澳大利亞昆士蘭省布里斯本國際機場，由澳大利亞 DAWR SPS Capacity Building Program 研究員 Dr. Zamir Hossain 接機。 2. 入住 Stamford Plaza Brisbane Hotel
6月15日 (星期三)	1. 各國與會代表報到。 2. 大會主席澳大利亞 DAWR SPS Capacity Building Program 組長 Dr. Ian Naumann 舉行開幕式。 3. 昆士蘭省農漁部副局長 Mr. Malcolm Letts 致歡迎辭。 4. 各國與會代表自我介紹。 5. 澳大利亞 DAWR 官員 Mr. Matt Smyth 簡報「Irradiation: Overview of technology and history of application」。 6. 拍攝全體大合照。 7. 澳大利亞 DRAW 官員 Ms. Alicia de Mamiel 簡報「National regulatory roles and responsibilities」。 8. 昆士蘭省農漁部官員 Mr. Peter Leach 簡報「Treatments and efficacy-Irradiation and other post-harvest treatments」。 9. 澳大利亞 DAWR 官員 Dr. Craig Hull 簡報「Fruit flies in Australia and their management」。

	<p>10. 分組討論</p> <p>11. 昆士蘭省衛生局官員 Ms Paula Veevers 簡報「Framework of radiation protection legislation in Australia」。</p> <p>12. 澳大利亞與紐西蘭食品標準局 Dr Michelle Hyde 簡報「Food irradiation and safety」。</p> <p>13. Dr. Zamir Hossain 主持課程討論及總結。</p> <p>14. DAWR 設宴招待與會代表。</p>
<p>6 月 16 日 (星期四)</p>	<p>1. 上午前往 Steritech 公司參訪輻射照射處理流程及設施。</p> <p>2. 下午參訪布里斯本植物園(Brisbane Botanical Garden)。</p>
<p>6 月 17 日 (星期五)</p>	<p>1. 大會主席 Dr. Ian Naumann 及 Dr. Zamir Hossaine 主持課程討論及實地參觀進行總結。</p> <p>2. 紐西蘭威靈頓省初級產業部 Ms. Eileen Nowland-Walker 簡報「New Zealand experiences, consumer acceptance」。</p> <p>3. 澳大利亞 DAWR 官員 Mr. James Allan 簡報「NPPO oversight of the export pathway」。</p> <p>4. Steritech 公司 CEO Mr. Murray Lynch 簡報「The Steritech Success Story」。</p> <p>5. 新南威爾斯省初級產業部 Ms. Fay Haynes 簡報「New South Wales “A states perspective”」。</p> <p>6. 大會主席 Dr. Ian Naumann 總結研討會成果並主持閉幕。</p> <p>7. 17：30 前往布里斯本國際機場，搭乘澳洲航空 QF387 班機。</p>
<p>6 月 18 日 (星期六)</p>	<p>05：25 抵達桃園國際機場。</p>

參、課程暨研討會內容

本次研討會由目前任職於澳大利亞 DAWR 風險分析成就卓越中心 (SPS Capacity Building Program, CBR) Dr. Ian Naumann 組長擔任主席，議程主要分成三部分，第一部分為課程說明，安排澳大利亞及紐西蘭官員針對輻射執行之技術面（包括伽瑪射線、電子束及 X 光之劑量測量及一般性處理）、國際間使用游離輻射為檢疫處理之現況、相關之國際標準、輻射於貨品及包裝材之處理效果、商業及民眾接受度，以及主管機關之角色與功能向與會人員進行說明；第二部分綜合討論，透過分組討論及結果分享，了解與會各國，目前應用輻射照射於檢疫處理現況；第三部分則為實地參觀，安排實地參觀輻射處理商業運轉設施。

一、課程說明

課程內容針對輻射執行之技術面（包括伽瑪射線、電子束及 X 光之劑量測量及一般性處理）、國際間使用游離輻射為檢疫處理之現況、相關之國際標準、輻射於貨品及包裝材之處理效果、商業及民眾接受度，以及主管機關之角色與功能向與會人員進行介紹。

(一) 輻射照射回顧及應用沿革(Irradiation: Overview of technology and history of application)

放射線於 19 世紀初被發現，1916 年即有研究人員發現適當劑量之輻射照射可以防止節肢動物繁殖，1942 年美國開始使用 X 光對漢堡肉進行輻射保存利用，開啟以放射線抑制食品品質降低之研究。

輻射照射方式依射源大致分為以下 3 類：(1)伽馬線(Gamma irradiation)： ^{60}Co ， ^{137}Cs 等放射性射源；(2)電子束(Electron accelerators)：能量在 10 Mev 以下；(3) X 光(X-Ray machines)：能量在 5 Mev 以下。其能量乃位於高能量處，較紫外光(UV) 能量階強些，頻率： 10^{18} - 10^{23} Hz，波長 3×10^{-10} - 3×10^{-14} M，能量： 4×10^3 - 4×10^7 ev。輻射照射單位主要分為 Gy（格雷）為放射線量的單位，即 1 公斤的物質由放射線吸收 1 焦耳 (Joul) 的能量稱為被照射 1 Gy；而 Rad (雷德)乃指 1 公克的物質由放射線吸收 100 耳格(erg)之能量稱為被照射 1 Rad。

輻射照射又依應用情形及處理效果，按劑量分為低、中、高 3 種標準，低劑量(100-1,000 Gy)可抑制蔬菜發芽，防止蟲害並延長農產品之貯藏期；中劑量(1,000-10,000 Gy)則可延長農產品室溫保藏期；高劑量(10,000 Gy 以上)常應用於香料以及調味料之消毒。

國際相關組織對於使用輻射照射之原則，早在 1980 年國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA)/糧農組織 (Food and Agriculture Organization, FAO)/世界衛生組織 (World Health Organization,WHO) 等組織之委員會，蒐集相關資料以及有關照射食品安全性之實驗結果，作成結論為經輻射照射之食品並無毒害；並於 1997 年正式宣告為食品照射劑量低於 10 KGy(目前食品照射範圍內常用的吸收劑量限值)，經檢測結果確認不會影響食品成分及營養。

輻射照射主要應用在食品加工或醫療產業上，國際植物保護公約組織 (International Plant Protection Convention, IPPC) 於 2003 年公布國際植物防疫檢疫措施標準第 18 號 (INTERNATIONAL STANDARDS FOR PHYTOSANITARY MEASURES NO.18, ISPM 18) 規範包括可使用伽馬射線、電子束及 X 光 3 種射源，並使用 Gray 作為吸收劑量的單位，同時在國際植物防疫檢疫措施標準第 28 號，則對部分有害生物亦訂定處理劑量。

輻射照射應用於檢疫處理濫觴於 1930 年臺灣對果實蠅所進行之防治研究，美國則於 1966 年展開輻射照射處理技術之研發，1986 年美國 FDA 同意輻射劑量 1,000 Gy 應用於檢疫處理，2004 年美國夏威夷州水果經輻射照射後可輸銷美國本土，同年 12 月澳大利亞芒果獲准經輻射照射方式後可輸銷紐西蘭，2005 年起許多農產品生產國家亦相繼提出相關研究。

(二)主管機關之角色及功能(National regulatory roles and responsibilities)

澳大利亞為保護國民健康、人身安全以及生活環境免受輻射影響，對於輻射源之使用訂有嚴格管控措施，應用於植物檢疫措施之輻射照射處理方式亦同。主要由以下四個機構負責，權責如下：

1、澳大利亞輻射防護與核能安全局 (Australian Radiation Protection and Nuclear safety Agency, ARPANSA)

IAEA 基於國際共識，於為構築保護人類高水準安全，並遠離輻射之有害影響，訂有輻射照射安全標準(Radiation Protection and Safety of Radiation sources: International Basic Safety Standards)。澳國根據 IAEA 之規範訂定輻射安全標準(Australia Regulation Protection and Nuclear Safety)，於 1997 年設立 ARPANSA 執行澳大利亞輻射防護及核能安全，負責建置管理架構，制定國家標準、規範及準則。

2、省及領地法規(State and Territory regulators)

依據 ARPANSA 所訂定之輻射安全標準，訂定相關執行辦法或管理措施，以確保輻射照射設施在各省級領地轄管範圍內，符合輻射安全標準，並確保申請使用業者遵守相關法令規範。

3、澳大利亞與紐西蘭食品標準管理局 (Food Standards Australia New Zealand, FSANZ)

FSANZ 依據「Food Standards Australia New Zealand Act」於 1991 年設立，屬於法定獨立機構，主要制定食品標準以確保安全食品供應，維護澳大利亞及紐西蘭國民之健康。至與輻射照射標準主要依據澳大利亞與紐西蘭輻射照射食品標準(Australia New Zealand Food Standards Code- Standard 1.5.3- irradiation of food)，其中，訂有蔬果類之輻射標準，包括核准使用輻射於蔬果之項目、劑量、使用射源、紀錄保存以及標識要求。法規之執行則由各省及地區之食品安全相關部門執行；相關之邊境管制則由 DRAW 負責執行。

4、澳大利亞農業暨水利部(Australian Government Department of Agriculture and Water Resources, DAWR)

主要負責制定使用輻射照射於植物檢疫相關規定，以確保輻照設施符合輸入國之植物檢疫要求，相關工作如下：

- (1) 處理設施註冊：驗證該設施符合輸入國之植物檢疫要求，包括輻照設施的審核、標準作業程序、產品安全並確保設施符合輸入國規定及 ISPM 18 之規範。
- (2) 輸出業者註冊：審核輸出業者具備驗證合格設施並輔導正確導入執行輻射照射程序。
- (3) 輸出植物檢疫：由 DAWR 授權人員確認輸出產品及其包裝與標識符合輸入國要求，進行輸出檢疫並有完整紀錄。
- (4) 植物檢疫證明書之核發：確認符合輸入國檢疫要求後核發。
- (5) 輸入產品之輻射檢疫處理：須申請檢疫處理許可 (Quarantine Approved Premises, QAP)、處理設施須符合「Quarantine Approval Premises Criteria 4.2」及「64A of the Quarantine Act 1908」等相關規定。

除澳大利亞外，其他國家對於輻設照射之管理亦極為重視，依權責由各國不同政府部門負責與執行，主要包括核能安全、食品安全以及植物檢疫。以泰國為例，由原能和平辦公室 (Office of Atoms of Peace, OAP) 制訂輻射安全使用規範，食品安全則由健康食品藥物管理署 (Ministry of Public Health food and Drug Administration, FDA) 負責，至於植物檢疫工作則由泰國農部 (Department of

Agriculture, DOA)執行。

(二) 輻射照射及其他檢疫處理優劣(Treatments and efficacy-Irradiation and other post-harvest treatments)

為避免植物有害生物隨農產品貿易傳播，危及農業生產環境安全，輸出前檢疫處理業為重要檢疫措施之一，以鮮果為例，目前所採行之檢疫處理方式包括低溫、蒸熱、溫湯、藥劑燻蒸及輻射照射處理等，惟低溫、蒸熱及溫湯處理後，往往引起果實障害，影響果食品質或儲架壽命，為解決此項問題，近年所研發重點係應用低劑量輻射照射處理鮮果實，可使滅除感染於鮮果實之有害生物(如果實蠅及象鼻蟲)，亦不影響鮮果實品質及儲架壽命，且無輻射殘留問題。

輻射照射雖早已被應用於滅除農產品上有害生物之處理方式之一，後國際植物保護組織(International Plant Protection Convention , IPPC)制訂國際規範 ISPM18，亦逐漸為各國所重視。然檢疫處理方式之選定，首要應符合輸入國之規定，如目標市場國家不允許使用輻射照射方式處理鮮果實，則即使輻射照射為一有效處理方式，亦毋須納入考量。

輻射照射已為針對果實蠅之有效檢疫處理方式之一，2011 年澳大利亞認可輻射照射為檢疫處理措施，同時亦為國際規範認可為 150 Gy 殺滅果實蠅科(Tephritidae)之檢疫措施，主要原理為利用輻射照射害蟲，干擾其正常細胞功能，使其發生延緩或停滯新陳代謝作用，無法發育及羽化，達到殺蟲目的。

澳大利亞應用輻射照射處理之鮮果實輸出量雖少，惟逐年增加，至 2015 年已達 2,002 公噸，此外，輸出市場迅速擴展，輸出品項包括芒果(紐西蘭/美國/馬來西亞)、番茄(紐西蘭)、辣椒(紐西蘭)、荔枝(紐西蘭/美國)、木瓜(紐西蘭)、櫻桃(印尼)、李子(印尼)、葡萄(越南)、柑橘(越南)、柿子(泰國)等。

各項處理方式均有其優劣，以輻射照射為例，具適合空運、可滅除多種有害生物、包裝後處理以及可大量處理等優點，惟其造價昂貴為其劣勢。綜整相關檢疫處理方式之優劣如附表 1。

(三) 澳大利亞果實蠅防治管理(Fruit flies in Australia and their management)

澳大利亞西部為地中海果實蠅疫區，而東部則為昆士蘭果實蠅疫區，部分輸出果品輸出前採行輻射照射為檢疫處理方式，即使如此，生產高品質農產品仍為重點，良好果實蠅防治管理對於鮮果實輸出仍至關重要，因此，以往澳國所採行化學防治管理模式，則由害蟲綜合防治管理取而代之。

澳國為維持二區之非疫狀態，除沙漠及半旱生草原等非地中海果實蠅及昆士蘭果實蠅適生區之天然地理屏障外，另根據 ISPM 26 標準建置果實蠅監測系統及緊急撲滅計畫、採行包括鮮果實於疫區及非疫區間移動管制措施，並就單一商業運輸路徑全時路障以及例行性監測等。

為使果實蠅疫情根除，自 1996 年以來，聯邦及昆士蘭政府長期合作進行包括東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis*)、瓜實蠅(*Zeugodacus cucurbitae*)及新幾內亞果實蠅(*B. trivialis*)滅除計畫，所需經費每年大約 40 萬澳幣，建立昆士蘭果實蠅不孕性雄蟲技術花費 2 仟 2 百萬澳幣，並於南澳建置相關設施所需經費計 370 萬澳幣。

現行管理措施包括大區域蟲害綜合管理 (Area wide management, AW-IPM)、不孕性雄蟲技術(Sterile Insect Technique)、大量誘捕(Mass trapping)、系統性管理(Systems Approaches)，以及開發新果實蠅防治策略(National Fruit Fly Strategy)如雌蟲誘餌及化學食餌等，期成為日後防治果實蠅之利器。

(四) 澳大利亞輻射防護立法(Framework of radiation protection legislation in Australia)

澳大利亞為聯邦制，行政區域劃分為 1 個聯邦、6 個省及 2 個自治領地，即具有 9 個司法管轄區，負責在其管轄範圍內的輻射安全。相關法令規定分別為 1999 年輻射安全法案(Radiation safety Act1999)、1998 年澳大利亞輻射防護與核能安全法案(Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Act 1998)、2006 年輻射防護法(Radiation Protection Act 2006)、輻射控制法案(Radiation Control Act1990)、輻射防護法(Radiation Protection Act、輻射防護與控制法案(Radiation Protection and Control Act 1992)、輻射防護法(Radiation Protection Act 2005)、輻射法(Radiation Act 2005)及輻射安全法案(Radiation Safety Act1975)。

輻射防護規定，係透過聯邦省和領地司法管轄區負責輻射防護立法。輻射防護立法須考量輻射劑量限值、人體許可接受量、輻射設施註冊管理、安全規章、使用責任、監管機構權限及 強制執行規定及罰責。

輻射防護和核能安全則由 ARPANSA 負責，管理輻射源，代表澳大利亞進行國際安全討論，以及訂定國家標準和準則。設有輻射衛生委員會(Radiation Health Committee, RHC)提供 ARPANSA、輻射健康及安全諮詢委員會(Radiation Health & Safety Advisory Council, RHAC)的有關輻射防護事項，包括聯邦草案制定、國家政策，法規及標準等建議，以及發生輻射防護和核能安全相關事件時緊急處理意見。

(五) 食品輻射及安全 (Food irradiation and safety)

食品輻照研究始於 1900 年代，初期應用於抑制農產品內之微生物、殺滅食品中之有害生物、延遲蔬果的熟化、抑制馬鈴薯及洋蔥發芽以及降低新鮮蔬果貯運過程中腐爛率。

在澳大利亞任何以新的方式處理的食品皆須向 FSANZ 申請該項產品之食品標準，而澳大利亞農業部植物生物安全部門對於國外植物產品欲以輻射照射處理輸往該國的審查標準，則包括該輸出國植物檢疫機關是否有足夠的能力與訓練合格的檢疫人員以監督及審查輻射照射場作業，輻射照射場照射劑量的讀取、劑量的校正、處理劑量的變化量控制、員工的訓練、紀錄的保管、回溯方式及處理後的安全確認是否皆能達到要求，是否訂定有標準作業程序以及輸出前檢疫如何落實等。

應用輻射能量照射食品，大眾對於處理食品中殘存輻射物質，及其安全性有所疑慮，甚而擔心有致癌性，或認為輻射照射食品中的成分被破壞殆盡而失去其營養價值，這所有疑問，只能藉由食品化學之研究分析，方能解開這疑惑。因此，全世界的食品安全專家，進行許多食品安全測試外，另一方面進行輻射照射化學研究，得知輻射可以產生活潑自由基和游離產物，然這些物質在短時間內即轉變成穩定產物，並藉由相關試驗結果證明應用低輻射劑量照射食品安全性高。

FSANZ 也彙整相關資料及實驗數據，針對鮮果實及蔬菜進行相關研究，2014 年的報告指出，鮮果實及蔬菜營養成分主要影響因子為品種、季節、產區以及成熟度；另外也有相關研究指出，營養成分對於輻射敏感度所有不同，較敏感的包括 Vitamin C, Thiamin, Vitamin E, Vitamin A；中度敏感的則為 β -carotene, Vitamin K (in meat)；低敏感度為 Vitamin D, Vitamin K (in vegetables), Riboflavin, Vitamin B₆, Vitamin B₁₂, Niacin, Folic acid, Pantothenic acid, Biotin 及 Choline 等。然在輻射劑量 ≤ 1 kGy 處理下，營養成分如 Vitamin C 及 Carotene 與對照組無明顯差異，如附表 2。

(六) 紐西蘭經驗及消費者接受(New Zealand experiences, consumer acceptance)

在紐西蘭應用輻射處理方式的產品皆須經 FSANZ 審查同意，食品標準代碼 (Food Standards Code, FSC) 包括核准品項、最小及最大劑量以及標籤內容。

FSANZ 核准品項計番茄、柿子、芒果、荔枝、木瓜、麵包果、山竹、釋迦、紅毛丹、龍眼、楊桃、辣椒、南瓜、油桃、蜜瓜、岩瓜、草莓、葡萄、桃、梅、杏、櫻桃及蘋果 24 種；另荔枝、龍眼、芒果、木瓜、甜椒及番茄等 6 種蔬果可使用輻射照射於檢疫處理，至輻射照射劑量則視標的有害生物而定。

澳大利亞辣椒及番茄於 2011 年前可經賽滅松(Dimethoate)處理後輸銷紐西蘭，2011 年紐西蘭禁用賽滅松，辣椒及番茄無法輸銷紐國，經澳大利亞向紐西蘭申請以輻射照射方式處理後，2013 年紐國初級產業部係依國際規範(ISPM/IAEA)、FSANZ 相關研究以及科學文獻，經審核同意辣椒及番茄可經由輻射照射後輸入。

紐西蘭透過消費者教育包括政府支持、企業利用網路、新聞媒體、相關雜誌與消費者溝通或企業溝通以消弭消費者對輻射照射農產品之疑慮。

(七) 植物檢疫輸出程序及監督(NPPO oversight of the export pathway)

目前澳大利亞芒果經輻射照射處理可輸往紐西蘭、馬來西亞及美國等國家，預估 2015/2016 年產季生產 58,000 公噸芒果，輸出量達 7,000 公噸，其中經輻射照射處理輸銷數量為 700 公噸。

以輻射照射芒果輸出程序為例，說明相關部門如何透過行政程序、系統性認證、經註冊包裝廠以及認證輻射照射處理設施，控管輻射照射輸出芒果鮮果實，以符合輸入國之檢疫要求，相關程序如下：

- 1、DAWR 建立相關行政程序以符合輸入國規定或相關工作計畫，須確保相關單位符合輻射照射處理服務、認證標準及工作計畫程序規定。
- 2、輸出前檢疫處理須確認產品識別 (product identification)、輻射照射處理檢查、輸入國檢疫規定、相關防蟲措施及文件等檢疫措施符合規定。
- 3、包裝及標示確認產品未受檢疫有害生物或其他管制項目 (垃圾、土壤及雜草種子) 污染、不可用使用過之包裝材料、使用之木質包裝材符合國際規範或輸入國規定、包裝須有防蟲措施，避免輻射照射後再被污染、包裝外標示須有處理設施資料並可追溯，以及包裝須清楚標示經輻射照射處理。
- 4、輸出檢疫於輻射照射處理前進行，以目視檢查芒果是否附有土壤、動植物殘體及其他檢疫污染物。
- 5、輻射照射處理設施認證及處理程序審查，輻射照射處理設施須符合輸入國檢疫單位設置輻照設施標準及 ISPM18 規定，執行芒果鮮果實輻照處理前，須向所在國檢疫單位或其授權單位登錄及經 DAWR 認證通過。
- 6、輸出前依輸入國處理基準，進行芒果鮮果實輻射照射處理。植物檢疫由輸出業者授權人員進行，處理前或處理後檢查係根據輸入國的要求。檢查比例除輸入國特別要求外，依規定取樣 600 個或 2% 比例。
- 7、於儲藏及運輸過程須包持包裝防蟲安全性，避免再被污染，如須途經其他港口

運至澳洲檢疫單位指定港口時，須以密閉式貨櫃運輸。

(八) Steritech 公司簡介(The Steritech Success Story)

Steritech 公司成立近 40 年，於墨爾本、雪梨及布里斯班皆設有公司，相關事業單位目前於亞洲太平洋地區居於領先地位。主要業務係使用伽瑪輻射照射、環氧乙烷(EtO)及熱處理技術進行包括醫療用品、藥品和化妝品、動物用藥和寵物產品、動物飼料、農業和漁業產品包裝、藥材、香料及熱帶水果，以及接受澳大利亞 DAWR 委託執行進口貨物之檢疫熱處理。(餘詳如參訪內容)

(九) 新南威爾斯省應用經驗(New South Wales “A states perspective”)

澳大利亞櫻桃輸出主要維塔斯馬尼亞省佔 52%，其次為維多利亞省佔 23%，新南威爾斯省則為 19%。2015/2016 年產量為 5,600 公噸，產值為 7,600 萬澳幣，輸出量達 1,000 公噸。

新南威爾斯省 (New South Wales, NSW)，簡稱新省，是澳大利亞洲人口最多的一省，位於澳洲的東南部，維多利亞省以北、昆士蘭省以南，首府雪梨。屬澳洲農業大省，主要農產品有櫻桃、蘋果、釀酒葡萄及堅果，其中柑橘、藍莓及夏威夷豆更具領先地位。新南威爾省初級產業部(Department of Primary Industries, DPI)致力採行安全、可靠及非化學處理方式處理包括昆士蘭果實蠅、地中海果實蠅及蘋果蠹蛾等檢疫有害生物，同時針對處理方式與果實品種及成熟度進行研究。除例行果園病蟲害綜合防治 (IPM)、大規模防治管理，以及生產端進行檢疫處理外，同時，2016/2017 年進行非疫區及生產端應用輻射照射研究，並將櫻桃鮮果實生產管理導入生物安全管理方案(Biosecurity Management Program)。NSW DPI 採用多管齊下方式，防治檢疫有害生物，以行動支持其櫻桃鮮果實產業。

二、綜合討論(Panel discussion)

綜合討論時透過分組討論及結果分享，了解與會各國，目前應用輻射照射於檢疫處理現況。與會人員分為三組就各自國家之有關輻射安全、食品安全及植物檢疫權責單位、目前開放或輸出鮮果實輻射照射處理之檢疫條件等進行討論，並派代表進行說明。經彙整討論內容如附表 3-5。

討論其間，我方代表說明因我國為東方果實蠅及瓜實蠅等果實蠅發生地區，目前芒果等鮮果實輸銷日本、韓國、美國、紐西蘭及澳大利亞等國，須經蒸熱或冷藏等物理檢疫殺蟲處理並經檢疫合格後始得輸出，目前所採行之檢疫處理方式主要為蒸熱或低溫冷藏殺蟲處理，近年來，我國除持續研發及改進檢疫殺蟲技術外，

自 2001 年委請學校研發進行輻射照射及電子束等殺蟲處理技術以及相關評估作業。另說明我國食品安全部分，由衛生福利部食品藥物管理署(Food and Drug Administration, Ministry of Health and Welfare, TFDA)負責，現行食品輻射照射處理標準，係由衛生署(衛生福利部前身)於 1983 年公告，另有關食品包裝標章部分，則為衛生署依食品衛生管理法第 17 條於 2001 年公告規定，公告可照射之食品計有脫水蔬菜、調味料、香辛料、冷凍畜肉、冷藏禽肉、中藥材原料、科學中藥、大蒜、洋蔥、豆類、穀類及馬鈴薯等。經輻射照射處理之食品，其包裝上應顯著標示輻射照射處理標章，以供民眾辨識。致輻射防護相關法規訂定，則為原子能委員會(Atomic Energy Council, AEC)權責。

三、實地參訪

(一) 澳大利亞昆士蘭省芒果輻射照射處理場

為瞭解該輻射照射場地配置、輻射照射運作、劑量確認、操作管理與臨場檢疫場地設置情形，澳方特別安排參訪設置於澳大利亞昆士蘭省布里斯本市 Narangba 鎮之 Steritech 公司輻射照射處理場。

輻射照射處理場址係經 ARPANSA 認可設置，為鐵皮廠房，出入口採單層鐵捲門設計，場地分為辦公區、待照射區、輻射照射區、照射完成區及冷藏區等 5 大工作區，區隔明顯。輻射照射處理設施為水泥庫體，分為照射區、屏蔽區、射源貯水池及控制室，輻射照射射源為 ^{60}Co ，全自動化控制，以自動化軌道式輸送，採下進上出雙層單面照射設計，照射時間短(以芒果為例，30-40 分鐘)，人員須通過訓練領有操作執照者方可操作。另設有照射前檢疫區及照射後檢疫區 2 小區塊，以分別儲放未經處理與處理過之貨品。

據陪同澳方官員表示，目前可輸往紐西蘭之品項，除芒果外尚有荔枝、番茄、木瓜及甜椒等，劑量係依照 ISPM18 之規定辦理。澳方檢疫人員主要在照射前執行檢疫，一般貨品處理時間 30 至 45 分鐘，輻射照射劑量之檢測係使用固態之輻染膠片劑量計(Radiation dye film, RDF)，現場工作人員表示，RDF 因具有高穩定及再現性、具固態型式操作簡易、無須前處理以及價格低廉等優點，因此目前為多數輻射照射場量劑量所採用。據我方瞭解，因 RDF 之準確度與環境條件(包括溫度、濕度、貯存時間以及可見光)有絕對影響，因此現場向工程師詢問如何確認不同批次 RDF 反應再現性，場方代表說明，輻射照射檢測結果確實會因環境條件改變，該公司為獲得準確的測量結果，處理前必須建立 RDF 對環境條件之反應及校正數據。此外，Steritech 公司每年須接受農業部查核 2 次，以確保符合輸入國相關規定，另每季或更換輻射射源時須測試劑量分布。

參訪中我方代表提問有關發現果實蠅蟲體時之處置措施，澳方檢疫人員表示，因無法直接判定處理效果，為免果實運抵輸入國時亦須進一步確認害蟲種類而影響通關時程，因此鮮果進場前會提醒業者務必先落實受害果篩除工作。處理完成後不再開箱，處理時，檢疫人員毋須在場監督，輻射照射處理完成後則依該批貨品接受之輻射劑量由 Steritech 公司人員簽發處理證明後，傳送予 DARW 檢疫人員據以核發植物檢疫證明書。處理完成之貨品無須有檢疫標識，可直接送至該公司之冷藏室暫時貯放，或由堆高機在開放空間中直接送至冷藏貨車運送。經照射後其外包裝箱依紐西蘭規定蓋有經輻射照射字樣戳章，惟無須標示於每個鮮果實上。輻射照射處理後均須將相關資料做成紀錄，送交澳大利亞農業部植物生物安全司。

(二) 參訪布里斯本植物園(Brisbane Botanical Garden)

自 Steritech 公司返程途中，DAWR 特別安排造訪布里斯本植物園，該公園為一景觀公園，成立於 1970 年，並於 1978 年對外正式開放，位於庫薩山腳，佔地 128 英畝(52 公頃)，昆士蘭省最大的亞熱帶植物園。

園區規劃為熱帶雨林、盆景花園、原生植物、日式庭園、香草及藥草園、沙漠植物、蕨類館及仙人掌館，各館區皆有其特色，以蕨類館為例，可以看到世界各地不同之蕨類植物，另香草及藥草園，則可欣賞藥食兼用之藥草及烹飪用香料植物。期間，處處可見積極復育原生植物及動物，顯見澳洲政府對於生態保護不遺餘力。

肆、心得與建議

一、我國採行輻射照射之評估建議

- (一)我國加入世界貿易組織之後，農產品進出口量大增，亟須發展有效且安全的檢疫處理方法，輻射照射處理有其優點，亦逐漸被一些主要農產品生產國家所接受，加強對輻射照射技術的研究進而推廣應用至實際的檢疫業務亦為日後發展方向。
- (二)加強對有外銷潛力的農產品的輻射照射處理研究，如花卉類及無法以冷藏或蒸熱方式處理的果品(如草莓、蓮霧及釋迦等)，為因應輻射照射技術應用於植物檢疫處理於國際間漸受重視，本局自 2001 年起，補助研究單位進行相關科技計畫，同時，亦進行電子束之相關研究，建議基於原有研究結果，評估將輻射照射處理納入現有處理選項；另一方面，如何使大量農產品能在一定時間內照射劑量均勻，亦將為重要研究方向。
- (三)此外，使用輻射照射處理無法直接由外觀判定處理效果，因輻射照射之原理系利用經照射處理後完全抑制有害生物的正常發育及繁殖能力，無法達到立即殺死有害生物的反應，因此照射處理後的個體通常外表沒有明顯變化，無法直接判定處理效果。如發展輻射照射處理技術同時，亦應發展能快速鑑別輻射照射處理後有害生物(如果實蠅)死活的技術並撰述文章發表。

二、向外國申請以輻射照射檢疫處理鮮果實輸銷考量

- (一)以輻射照射之檢疫處理方式向國外提出輸銷申請，國外亦會依國際規範同等效力及互惠原則，要求其鮮果實可以相同方式處理後輸臺，例如美、澳已明確提出如該國同意我國鮮果品以輻射照射處理方式輸入，亦請我方同意該國鮮果實以同樣方式輸臺。目前與我國水果生產種類相近之東南亞各國（大多為果實蠅疫區，其鮮果無法輸臺）之部分水果（泰國：荔枝、龍眼、芒果、山竹、鳳梨、紅毛丹；越南：紅龍果）已可採輻射照射處理方式輸美國及澳大利亞，如上述該關國家向我國申請鮮果實採此種檢疫處理方式輸臺，因其生產成本較我國低且鮮果產期長，對我國水果產業勢必造成嚴重衝擊。
- (二)鮮果實採輻射照射處理輸出期間，須邀請輸入國（美國或澳大利亞）檢疫人員來臺會同本局人員執行設施認證及輻射照射檢疫處理作業，且其來臺所需費用均須由我方支應，倘我國鮮果輸出數量未達經濟規模，則將增加業者輸出成本，影響果品價格競爭力。
- (三)鮮果實採輻射檢疫處理之方式與現行蒸熱檢疫處理方式相較，無論對鮮果處理後之品質影響、檢疫處理設施建置成本、輸出檢疫作業要求、檢疫作業時間及交通運輸並無明顯優勢。以我國芒果蒸熱輸出檢疫作業流程為例，則為先於包裝場選果後

運至蒸熱檢疫處理廠，於進行蒸熱檢疫處理完成後再重新選果包裝，復於輸出前執行輸出檢疫，相關作業可於一個工作天內完成。比較兩種作業方式所需時間相近，而採輻射處理作業方式亦須邀請目標國檢疫官來臺會同辦理檢疫處理作業，並無法降低我國鮮果輸出成本，就成本與時間而言，相較目前輸出檢疫作業並無優勢。

(四)輻射照射廠設置多位於貨物主要輸出之機場及海港距離近，經輻射處理後檢疫合格之鮮果實可快速輸出，有效降低運輸成本，而我國目前可進行商業運轉之輻射處理廠原子能委員會核能研究所位於桃園市及中國生化科技股份有限公司位於台中市，離鮮果產地及輸出港埠距離遠，未來如採輻射處理方式辦理鮮果輸出，需考量廠商意願。

(五)我國目前進行商業運轉之輻射處理廠如日後擬運用於處理鮮果實勢必影響現有流程，業者是否有配合意願仍待考量。輻射設備處理廠房造價成本(800至1,000萬澳幣)高、安全防護設施要求高，同時須具備冷藏設備，以供農產品儲藏；另我國鮮果產期短輸出量有限無法全年運作，是否達到經濟效益亦應精算；且國人對於輻射安全多有疑慮時，所產生核廢料如何處理，亦為一項難題。

三、國人對輻射處理果品安全疑慮之消弭

國人日益重視食安問題，輻射處理產品皆受度仍有疑慮，例如有機認證尚未接受輻射產品，雖透過知識傳遞及教育，或可提高輻射處理產品之接受度，惟仍有部分國人堅持反對輻射農產品；又目前我國鮮果實輸出市場以日本、韓國及世界各地華人市場為主，該關市場對輻射照射產品接受度仍市場評估重點指標，且日本及韓國等國尚未同意採行以輻射照射作為檢疫處理方法之果實輸入。

四、澳大利亞檢疫觀念宣導落實，我國亦與時俱進

DARW 業將檢疫觀念宣導與教育工作落實於邊境管制區域與澳洲領土內，除於布里斯本機場出入境處張貼精美之檢疫宣導海報，並於旅客出入境行進動線範圍、檢疫櫃檯等處放置多國語言之檢疫資訊摺頁。宣導海報及摺頁內容包括旅客不可攜入或寄到澳洲知各類物品圖片及名稱，並簡要述明違反檢疫規定之罰則，以收宣導實效。我方代表返國時，回程班機上空服員提醒乘客注意動植物檢疫相關規定，入境途中醒目大型棄置箱提醒旅客注意，尤以行李轉盤上方撥放宣導短片，提供等待行李旅客觀看，依現場觀察，確實能收宣導效果，顯見我國對相關宣導工作日益精進，對於降低重大疫病害蟲入侵風險及減少民眾違規情事實所助益。

伍、致謝

本次研討會及參訪行程除感謝澳大利亞農業暨水利部之安排及經費支持，並承澳洲辦事處居中聯繫，使此行順利圓滿，併致謝忱。

六、附表

附表 1、各項檢疫處理方式之優劣比較

處理方式 Technology	空運 Suitable for air freight	適用範圍 Approved for a wide range of pests	屬化學處理 Chemical free	包裝後處理 Can be treated in packaging	處理量 Through put	設備費用 Cost of facility	備註 Remarks
Irradiation	Yes	Yes (generic Fruit fly treatment)	Yes	Yes	High	Very High	
Methyl bromide	Yes	Yes	No	Yes	High	High	
VHT	Yes	No	Yes	No	Low	Low	1.5-10 tons/day 2.Hot water dipping is not used in AU
Cold treatment	No	No	Yes	Yes	Higt	Higt	1.Treatment periods 14-20 days 2.Onshore and in-transit

附表 2、FSANZ 以輻射劑量 ≤1 kGy 處理鮮果實及蔬菜營養成份分析

Fruit	Carotene	Vitamin C	Other compounds
Pome	<u>1 study</u> • Apple: no change (unpublished)	<u>2 studies</u> • Apple: -13% after 1 month, then +48-57% after 2-6 mo • Apple: -25% to -51% after 14 d (unpublished)	Not determined
Stone	<u>2 studies</u> • Apricot: no change • Apricot, cherry, peach, plum: no change (unpublished)	<u>3 studies</u> • Apricot: -26% after 3 d, no change after 7 d • Cherry: no change • Apricot, peach, plum: no change. Cherry: variable (unpublished)	<u>2 studies</u> • Apricot: no change in antioxidant capacity • Cherry: -21% anthocyanins
Berry	Not determined	<u>2 studies</u> • Strawberry: -14% to +5% • Strawberry: no change (unpublished)	<u>1 study</u> • Blueberry: phenolics similar or increased
Citrus	<u>3 studies</u> • Grapefruit: no change (2 studies) • Orange: +33% after 9 d	<u>8 studies</u> • Grapefruit: no change (2 studies) • Lemon, mandarin (Ellendale): no change, mandarin (Imperial): -43% to -60% after 3 wk • Lime, orange, mandarin: appear to decrease but study is limited by only AA measurement and limited statistical analysis • Mandarin (clementine): no change (2 studies) • Orange: no change • Blood orange: AA higher in irradiated fruit after 1-6 weeks storage	<u>5 studies</u> • Grapefruit: transient decrease in flavones in early season fruit, no change lycopene and limonin (3 studies) • Mandarin (clementine): no change (2 studies)
Tropical	<u>6 studies</u> • Mango (Kensington pride): no change	<u>14 studies</u> • Custard apple: no change	<u>4 studies</u> • Litchi: no change in flavonoids

	<ul style="list-style-type: none"> • Mango (Tommy Atkins): no change or increased (2 studies) • Mango (Zebda): no change (2 studies) • Pawpaw: no change 	<ul style="list-style-type: none"> • Guava: -3% to -34% • Litchi (Shahi): -20% to -30%; Litchi (China and Tai So): no change (2 studies) • Mango (Keitt): fluctuate, -10% to -30% at day 1 and 9-15 • Mango (Kensington Pride): no change • Mango (Tommy Atkins): no change after 0, 18 d • Mango (Tommy Atkins): -50% to -76% after 5-15 d • Mango (Zebda): no change (2 studies) • Pawpaw: no change (3 studies) • Pineapple: no change 	<ul style="list-style-type: none"> • Mango (Tommy Atkins): no change or increase in phenolics, effect on total antioxidant activity variable • Mango (Zebda): similar or increased phenolics (2 studies)
Other	<u>1 study (unpublished)</u> <ul style="list-style-type: none"> • Grape: no change (unpublished) • Honeydew melon: decreased after 1d, no change after 14d (unpublished) • Rockmelon: no change (unpublished) 	<u>5 studies</u> <ul style="list-style-type: none"> • Grape: no change (2 studies, 1 unpublished) • Honeydew melon: no change • Kiwifruit: -4% to -18% after 1-3 wk (approximate change) • Persimmon: no change • Rockmelon: no change (2 studies, 1 unpublished) 	Not determined
Vegetable	Carotene	Vitamin C	Other compounds
Cucurbit	<u>1 study</u> <ul style="list-style-type: none"> • Zucchini: no change (unpublished) 	<u>1 study</u> <ul style="list-style-type: none"> • Zucchini: not determined due to low levels in control • Zucchini: no change (unpublished) 	No data
Fruiting vegetables	<u>2 studies</u> <ul style="list-style-type: none"> • Capsicum: no change • Tomato and capsicum: no change (unpublished) 	<u>3 studies</u> <ul style="list-style-type: none"> • Capsicum: no change • Tomato: lower rate of accumulation, but no difference after 21 d 	<u>1 study</u> <ul style="list-style-type: none"> • Tomato: delayed accumulation of lycopene

		• Tomato and capsicum: no change (unpublished)	
--	--	--	--

附表 3、現行各國應用輻射照射檢疫處理之農產品項及處理條件

國家	輸入國	產品別	照射方式	劑量 (Gy)
Australia	New Zealand	Mango, Papaya, Tomato, Litchi, Capsicum	Gamma	400
Australia	Malaysia	Mango	Gamma	400
Australia / Queensland	Australia / other	Mango	Gamma	400
Australia	USA	Mango	Gamma	400
India	USA	Mango, Pomegranate	Gamma	400
Mexico	USA	Carambola, Clementine/Mandarin/ Tangerine (<i>Citrus reticulata</i>), Fig, Grapefruit (<i>Citrus paradise</i>), Mango, Manzano Peppercorn (<i>Capsicum pubescens</i>), Pitahaya/Pitaya, Pomegranate,	Gamma	150
		Guava	Gamma	400
Pakistan	USA	Mango	X ray	400
South Africa	USA	Grape, Litchi, Persimmon	Gamma	400
Thailand	USA	Dragon Fruit, Litchi, Mango, Mangosteen, longan, Rambutan, Pineapple	Gamma	400

USA / Hawaii, Florida	USA / mainland	Abiu, Atemoya, Banana, Breadfruit, Capsicum spp., Carambla, Citrus, Cucurbita spp., Dragon fruit, Eggplant, Jackfruit, Litchi, Longan, Mangosteen, Melon, Moringa pods (Drumstick), Papaya, Pineapple,	X ray, Gamma	150
		Mango	X ray, Gamma	400
		Banana, Breadfruit, Cowpea (pod), Curry leaf, Dragon fruit, Guava, Jackfruit, Mangosteen, Melon, Moringa pods (Drumstick), and Sweet Potato Cut flowers and leis	X ray, Gamma	400
Vietnam	USA	Dragon fruit, Litchi, Longan,	Gamma+E- Beam	400
Philippines	USA	Mango	Gamma+E- Beam	150
		Mango		165
		Mango		300
		Litchi, longan, Rambutan		400
Dominican Republic	USA	Mango	Gamma	400
Ghana	USA	Eggplant, Okra, Pepper	Gamma	400
Malaysia	USA	Carambola, Jackfruit, Papaya, Pineapple, Rambutan	Gamma	400
Jamaica	USA	Mango	Gamma	150

附表 4、各國經認核應用於農產品檢疫處理之輻射照射設施

輸出國	設施名稱	射源	核准時間	備註
USA	Hawaii Pride	X-ray	2000	
	Pa'ina Hawaii	⁶⁰ Co	2012	
	Food Technology Service Inc.	⁶⁰ Co	2011	
	Sadex	E-beam	2009	
	National Center for Eb Research	E-beam	2012	
	Gateway America	⁶⁰ Co	2013	
Southern States	NCEBR	E-beam	2012	
	Gateway America	⁶⁰ Co	2013	
	Sadex Corporation	E-beam	2009	Multipurpose
Mexico	Sterigenics	⁶⁰ Co	2008	Multipurpose
	Benebion	⁶⁰ Co	2011	
India	Krushak	⁶⁰ Co	2007	Multipurpose
Thailand	Synergy Health Ltd	⁶⁰ Co	2008	Multipurpose
	Thai Irradiation Center	⁶⁰ Co	2007	Multipurpose
Viet Nam	An phu Irradiation	⁶⁰ Co	2009	Multipurpose
	Son Son Corporation	E-beam	2008	
Australia /Queensland	Steritech	⁶⁰ Co	2009	Multipurpose
China	Pingxiang,	E-beam	2015	Treat fruit imported from Vietnam
South Africa	HEPRO	⁶⁰ Co	2012	Multipurpose
Dominican Republic	*	⁶⁰ Co	-	
Ghana	*	⁶⁰ Co	-	
Jamaica	*	⁶⁰ Co	-	

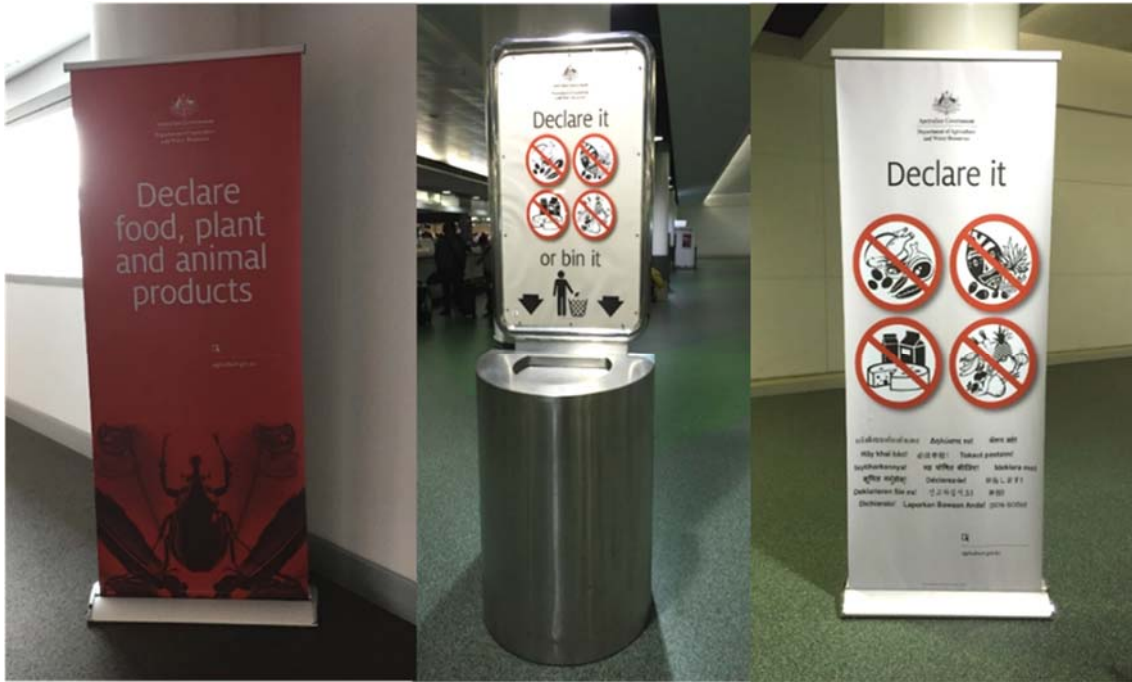
* : unpublished

附表 5、與會國之有關輻射安全、食品安全及植物檢疫權責單位

Roles and responsibilities country	Use of radiation – health and safety of public	Food safety	Phytosanitary
AUSTRALIA	Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) State and Territory Government Departments	Food Standards Australia New Zealand (FSANZ)	Australian Department of Agriculture and Water Resources
Brunei	The Ministry of Health	The Ministry of Health	Department of Agriculture and Agrifood
Cambodia	The Ministry of Health	Department of Drugs and Food	Department of Plant Protection sanitary and Phytosanitary
Korea	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)	Ministry of Food and Drug Safety	Ministry of Agricultural, Food, Rural Affairs
India	Atomic Energy Regulatory Board	Food safety & Standards Authority	Department of Agriculture, Cooperation & Farmers Welfare
Indonesia	Nation Nuclear Energy Agency	The National Agency of Drug and Food Control	Agriculture Quarantine Agency
Malaysia	Nuclear Agency Ministry of Science, Technology and Innovation (MOSTI)	Ministry of Health	Department of Agriculture
Myanmar	Department of Atomic Energy	The department of Food and Drug	Department of Agriculture
New Zealand	The Ministry of Health	Food Standards Australia New Zealand (FSANZ)	Ministry for Primary Industries
Philippines	The Department of Health,	Food and Drug Administration	Bureau of Plant Industry
Taiwan, R. O. C.	Atomic Energy Council (AEC)	Ministry of Health and Welfare(TFDA)	Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine(BAPHIQ)
Thailand	Office of Atoms of Peace (OAP)	Ministry of Public Health Food and Drug Administration (FDA)	Thailand Department of Agriculture
Vietnam	Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety (VARANS)	Agency of Food Safety	Ministry of Agriculture and Rural Development

附 圖

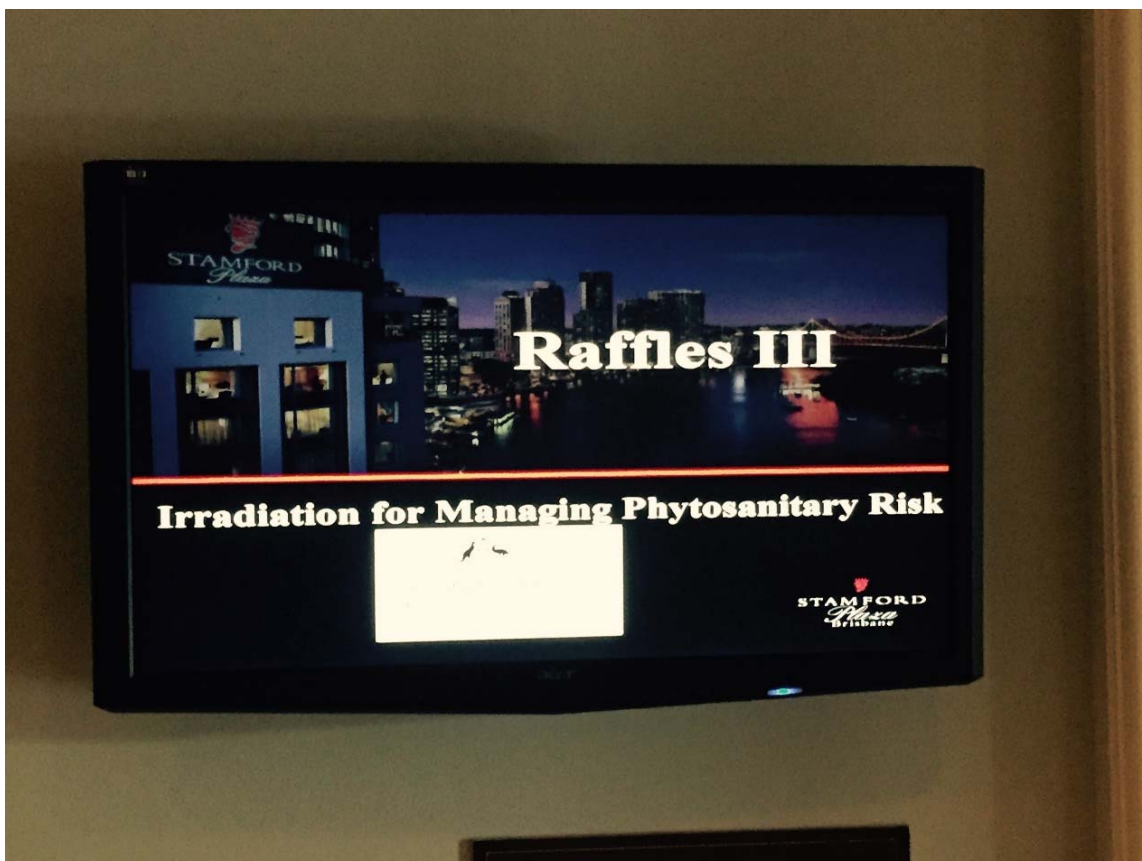
附圖：



附圖 1、布里斯本機場入境處明顯處設置提醒標語立牌及棄置箱



附圖 2、各國代表報到後與研討會主席 Dr. Ian Naumann (中)合影



附圖 3、研討會於 Stamford Plaza Hotel Brisbane Raffles 廳舉辦



附圖 4、研討會主席 Dr. Ian Naumann 致開幕詞



附圖 5、各國與會代表合影



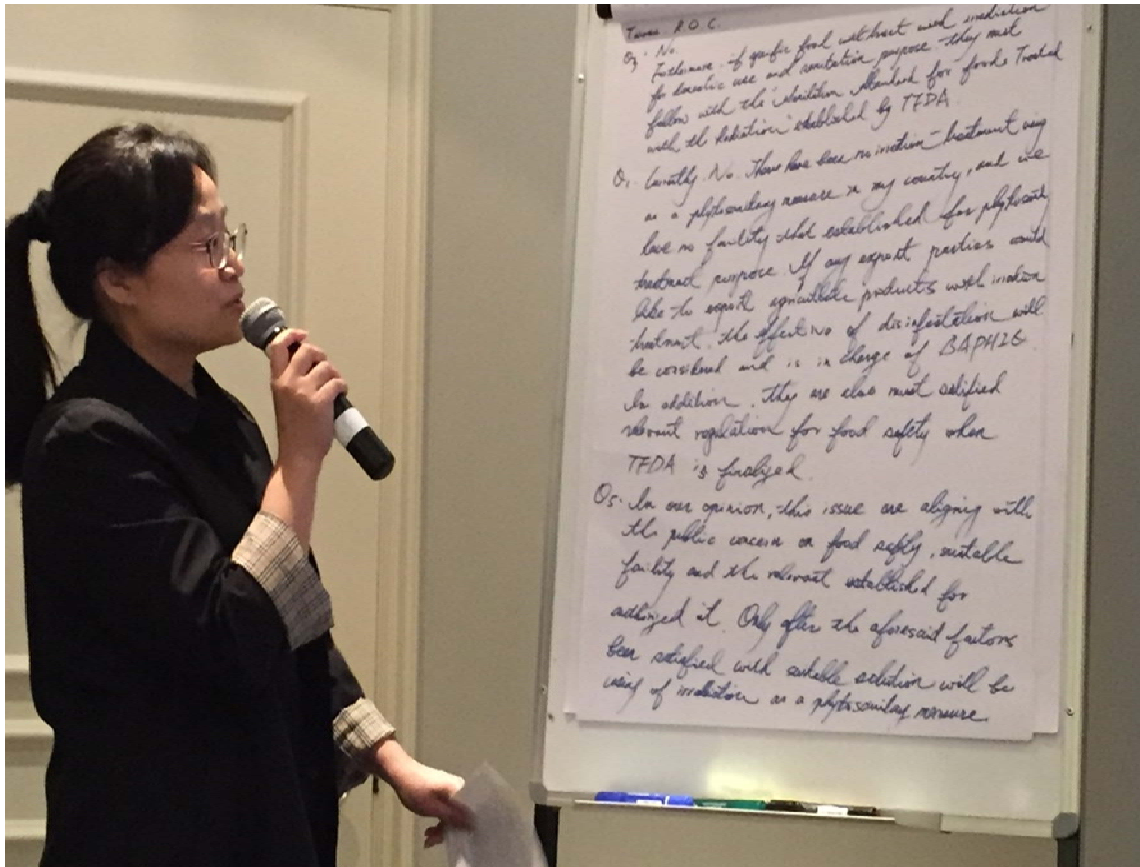
附圖 6、澳大利亞專家 Ms. Alicia de Mamiel 簡報



附圖 7、分組討論－印度 Dr. Sharma Arun Kumar 代表報告



附圖 8、分組討論－紐西蘭 Ms. Eileen Rachael Nowland-Walker 代表報告



附圖 9、分組討論－我方代表陳素琴科長代表報告



附圖 10、各國代表於晚宴後合影



附圖 11、赴 Steritech 公司參訪輻射照射場



附圖 12、出入口採鐵捲門設計並張貼警告標識



附圖 13、兩層設計之輻射照射設施(下進)



附圖 14、兩層設計之輻射照射設施(上出)



附圖 15：輻射照射處理自動化操作系統(Steritech 公司提供)



附圖 16：輻射照射處理監控視窗(Steritech 公司提供)



附圖 17、經輻射照射處理貨品進行電腦控管



附圖 18、0.1-3.0 kGy 輻射照射劑量處理指示劑



附圖 19、輻射照射處理後貨品上膜打包



附圖 20、經輻射照射芒果貼上標識(Steritech 公司提供)



附圖 21、輸出檢疫區張貼果實蠅及關切檢疫有害生物海報



附圖 22、現場觀察 800Gy 輻射照射藍莓比較試驗結果



附圖 23、經 800Gy 輻射照射 30 分鐘藍莓(右圖，4 星期後觀察)仍具商業價值對照組(左圖)已呈現發霉現象



附圖 24、我方代表與澳方官員(左 1)及 Steritech 公司(右 2)人員進行討論



附圖 25、輻射照射處理後貯放之冷藏庫

COOL DYNAMICS REFRIGERATION QLD PTY LTD.
 U15/57 MORTIMER ROAD ACACIA RIDGE QLD 4110
 PO BOX 253 BRISBANE MARKETS QLD 4106
 24/7: (07) 3309 2115 Fax: (07) 3277 0311
 Email: admin@cooldynamicsql.net.au
 Commercial & Industrial Refrigeration

COOL DYNAMIC REFRIGERATION

GUIDELINES FOR TRANSIT & STORAGE PROPERTIES OF PRODUCE COMMODITIES

COMMODITY	OPTIMAL TEMP. °C	CHILL POINT °C	FREEZE POINT °C	TOP ICE	WATER SPRINKLE	OPTIMAL HUMIDITY %	MOISTURE LOSS RATE (1)	ETHYLENE FACTOR RATE (2)	OTHER IMPORTANT NOTES
BANANAS Ripening Storage	18	11		NO	NO	90/98	A	++	
	13.5	11		NO	NO	90/98	A	++	(3)
GINGER ROOT	15			NO	NO	85/90	Lr		ODOUR CAN PASS TO EGGPLANT
GRAPEFRUIT	15		-1	NO	NO	90/98	A	+	
LEMONS	15		-2	NO	NO	90/98	A	+	
LIMES	10	4.5		NO	NO	90/95	A	+	
MANGOES	15	4.5		NO	NO	90/98	H	++	
PAPAYAS	15	7		NO	NO	90/95	H	+++	
PINEAPPLES	15	7		NO	NO	90/95	H	+	CAN PASS TO AVOCADOS
POTATOES	4-15	-1.7		NO	NO	85/95	A	-	SKIN WOUND MAY NOT HEAL BELOW 13 °C
PUMPKINS	15	4.4		NO	NO	85/90	L		
SQUASH Button	7-10			NO	NO	85/90	A		
Hard Shell	15			NO	NO	85/90	Lr		
SWEET POTATOES & YAMS	15-18	12		NO	NO	85/90	A	-	
TOMATOES Mature (Green)	15	12		NO	NO	90/95	A	++	
Coloured (Ripe)	7-10	6		NO	NO	90/95	A	++	
AVOCADOS	7-10	6		NO	NO	90/98	A	+++	
CANTALOUPES	7-10	2.5		OK	NO	90/98	H	+++	
CUCUMBERS	7-10	4.5		NO	NO	90/95	Lr	+-	
EGGPLANT	7-10	4.5		NO	NO	90/98	Lr	--	
GUAVAS	7-10	2.5		NO	NO	90/98	H	++	
MELONS Honeydew	7-10	5		NO	NO	90/95	L	++	
ORANGES	7	3.5		NO	NO	90/98	A	+	
PEPPERS All	7-10	5.5		NO	NO	90/98	Ar	-	
TANGERINES	7		-1	NO	NO	90/98	A	+	
WATERMELONS	7-10	6		NO	NO	90/95	A	--	
ZUCCHINI	7-10			NO	NO	90/98	Ar	--	
APPLES	0-4	-2		NO	NO	95/100	L	+++	ODOUR CAN PASS TO FIGS
		-2		NO	NO	95/100	H	+++	

附圖 26、張貼於冷藏庫門之處理貯放儲藏條件表

	<h1>Certificate of Approval</h1>	
	United States Department of Agriculture	For: <u>Irradiation</u> Type of Facility
Animal and Plant Health Inspection Service	This treatment facility and associated equipment have been examined and found acceptable for use in the treatment of articles regulated under the provisions of quarantines and regulations administered by Plant Protection and Quarantine.	
Plant Protection and Quarantine	<u>Steritech Pty Ltd</u> Name of Facility	<u>Glenn Robertson</u> Operator
	<u>180-186 Potassium Street, Narangba Queensland 4504 Australia</u> Location	
	Conditions of Approval: 1. The facility must operate under the conditions in the compliance agreement, operational work plan, and addenda. 2. Treatments must follow approved process configurations. 3. See compliance agreement for conditions under which recertification is required.	
	<u>January 8, 2015</u> Date Approved	 Certifying Official
	<u>none</u> Expiration Date	<u>Pest Exclusion Specialist</u> Title

PPQ Form 482 (Feb. 2011)

附圖 27、USDA 核予 Steritech 公司輻射照射設施許可證明
(Steritech 公司提供)



附圖 28、Brisbane Botanic Gardens



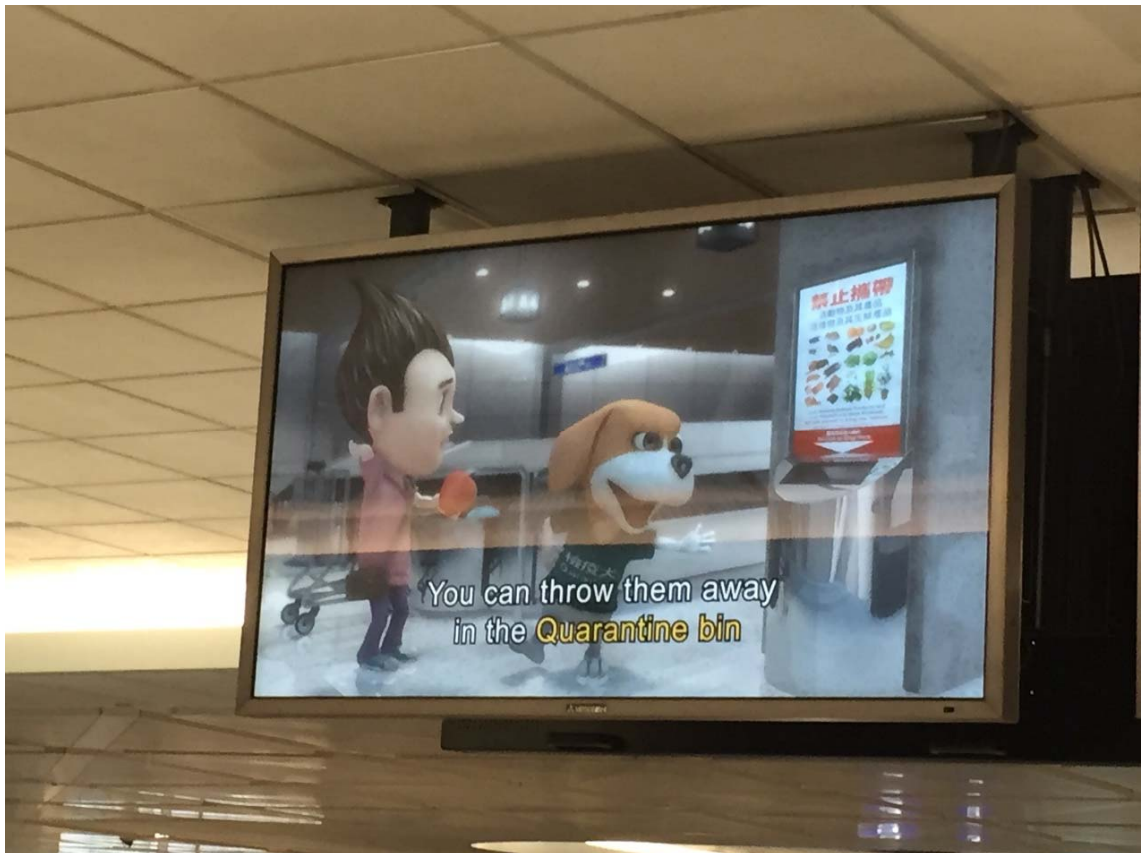
附圖 29、Brisbane Botanic Gardens 簡介告示牌



附圖 30：與 Dr. Ian Naumann 共同討論柑橘植株危害情形



附圖 31：綜合討論



附圖 32：桃園機場行李轉盤上方宣導入境旅客應遵守動植物檢疫規定