衛生福利部食品藥物管理署

109年度計畫期末報告

計畫名稱：**109年度「輸入食品風險分析」委託辦理計畫**

計畫類別：□委託研究　■委託辦理　□補捐助　□自行研究

計畫編號：109TFDA-FS206

GRB 編號：PG11001-0110

執行期間： 109 年 12 月 10 日 至 110 年 8 月 31 日

執行機構：國立臺灣大學

計畫主持人：姜至剛

共同主持人：無

計畫參與人員：孫銘宗、馮騏偉

中 華 民 國 110 年 8 月 30 日

*本研究報告僅供參考，不代表本署意見

109 年度研究成果報告表

計畫名稱	109 年度「輸入食品風險分析」		
計畫編號	109TFDA-FS-206-01	填寫日期	2021/08/10
執行機構	國立臺灣大學	計畫主持人	姜至剛教授
計畫期程	109 年 12 月 10 日至 110 年 8 月 31 日		

已達成目標及其他成果：

1. 資料蒐集：蒐集臺灣博碩士論文知識加值系統、期刊文獻資訊網及美國、歐盟、韓國、香港等國之輻射相關研究及管制措施。
2. 評估報告：參酌台灣、日本及香港之輻射檢測資料，針對輸入食品風險進行評估，並提出評估報告。
3. 教育訓練：分別於 7 月 21 日、7 月 28 日，安排「毒道之處—看不見的危機」基礎與進階之教育訓練各 1 場次，共約 300 人次。
4. 專家會議：於 8 月 3 日召開專家會議，邀集 7 位專家學者，針對執行成果及未來政策方向聽取專家意見。
5. 政策建議：提出實施高風險管制措施、提高資訊揭露能見度之建議。

性別統計分析成果：（若無，無需填寫）

（計畫主持人以條列方式逐項填寫，若篇幅不足，可另附頁說明）

目錄

中文摘要 ..... - 1 -

英文摘要 ..... - 2 -

壹、緒論 ..... - 4 -

一、食品輻射檢測計畫綜論 ..... - 6 -
二、食品風險感知與溝通 ..... - 7 -
三、我國管制措施現況 ..... - 8 -

貳、材料與方法 ..... - 9 -

參、結果 ..... - 15 -

一、日本輻射監測資料 ..... - 15 -
二、游離輻射曝露與癌症及遺傳效應風險評估 ..... - 22 -
三、年度與區域間食品游離輻射檢出比較 ..... - 25 -
四、各國風險分析資料蒐集 ..... - 27 -
五、教育訓練 ..... - 41 -
六、專家會議 ..... - 41 -

肆、討論 ..... - 43 -

一、風險評估之侷限 ..... - 43 -
二、輻射風險 ..... - 44 -
三、各種管制措施之比較 ..... - 45 -

伍、結論與建議 ..... - 47 -

一、實施高風險管制措施 ..... - 48 -
二、提高資訊揭露能見度 ..... - 50 -

參考文獻 ..... - 52 -

附件 1、食品安全風險感知相關文獻清單

附件 2、教育訓練相關資料

附件 3、專家會議相關資料

中文摘要

我國自全球約 170 個國家輸入食品及其相關產品，根據行政院農業委員會資料，2019 年我國農產品進出口貿易值為 212.4 億美元，其中進口值就高達 156.7 億美元。主要的來源國家，分別為美國、中國、巴西、紐西蘭、日本、泰國、澳大利亞等；如以批次計算，則自日本輸入之產品為大宗。為確保民眾飲食的衛生安全與品質，輸入食品管理之必要性益顯重要。本計畫係依據行政院農業委員會農產品進出口量 2020 年統計資料，了解主要輸入我國之國家與產品種類，針對日本食品輻射風險進行國際間檢驗數據的蒐集，包括 2018、2019、2020 年日本厚生勞動省食品輻射劑量監測資料、香港食物安全中心邊境檢測資料，並配合 2019 年國家攝食資料庫，評估相關食品對於國人各年齡層（孩童、青少年、成年、老人、育齡女性）健康的影響。結果顯示，日本進口食品總重量佔台灣總進口食品的 1.6%，風險評估結果會使孩童每年平均增加 0.001762 毫西弗暴露量（0.000472 – 0.003088）、青少年每年平均增加 0.002308 毫西弗暴露量（0.000622 – 0.004030）、成人每年平均增加 0.002814 毫西弗暴露量（0.000673 – 0.005094）、老年人每年平均增加 0.002406 毫西弗暴露量（0.000503 – 0.004597）、育齡女性每年平均增加 0.002334 毫西弗暴露量（0.000575 – 0.004182），約佔國際輻射防護組織建議『非背景輻射』的游離輻射年劑量不超過 1 毫西弗之 0.17-0.28%；所產生的癌症及遺傳效應增加風險為孩童每人每年平均 1.00×10^{-7}，青少年每年平均 1.32×10^{-7}，成人每年平均 1.18×10^{-7}，老年人每年平均 1.01×10^{-7}，育齡女性每年平均則為 9.80×10^{-8}，癌症及遺傳效應風險部分各年齡層皆低於 10^{-6}，依據 US EPA 癌症及遺傳效應風險等級是可以歸類為可忽略之風險。儘管如此，我國自福島核災事故發生後所採取之管制措施，迄今未曾改變；民眾之風險感知仍強，對福島五縣市食品存有疑慮。因此，本計畫除上述風險評估數據更新外，並蒐集各國管制措施，進行分析、比較，從而提出實施高風險管制措施、提高資訊揭露能見度之建議，期能精進風險管理，保障國人健康。

關鍵字：風險分析、食品安全、輸入食品、風險管制

英文摘要

Taiwan imports food and related products from approximately 170 countries worldwide, with the United States, China, Brazil, New Zealand, Japan, Thailand, and Australia being major importers. This shows a close relationship between imported food and people's diet; therefore, indicating the importance and necessity of proper food management for imported foods. Based on the collection of relevant import and export data, this study will help us in (1) understanding the major importing countries and the products being imported. Thereby (2) collecting international and domestic border inspection data for representative health concerning products. Furthermore, (3) developing a risk assessment model based on food ingestion data to determine the health impact of imported food toward different age groups (i.e., children, adolescents, adults, elderly, and women of childbearing age). The results show that according to the 2020 statistics of agricultural products imports and exports from the Council of Agriculture of the Executive Yuan, the total weight of food imported from Japan accounts for 1.6% of the total food imported from Taiwan. The results of risk assessment estimate that will lead to the extra annual exposure of children by 0.001762 millisieverts（0.000472–0.003088）, the extra annual exposure of 0.002308 millisieverts for adolescents（0.000622 – 0.004030）, the extra annual exposure of 0.002814 millisieverts for adults（0.000673 – 0.005094）, the extra annual exposure of 0.002406 millisieverts for the elderly（0.000503 – 0.004597）, and the extra annual exposure of 0.002334 millisieverts for the women of childbearing age（0.000575 – 0.004182）. This estimation accounts for approximately 0.17-0.28％ of the annual ionizing radiation dose recommended by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) for "non-background radiation" not to exceed 1 millisievert. The increased risk of cancer is 1.00 x 10^{-7} per

year for childhood, 1.32 x 10^{-7} per year for adolescents, 1.18 x 10^{-7} per year for adults, 1.01 x 10^{-7} per year for the elderly, and 9.80 x 10^{-8} per year for women of childbearing age. The cancer risk of each aged group is less than 10^{-6}. According to the cancer-risk concerns of US EPA, all these findings can be classified as negligible risk.

Despite this, the control measures adopted by our country since the Fukushima nuclear disaster have not changed so far; the public's perception of radiation risk continuously increases, and there are still doubts about the food in the five prefectures near Fukushima. Therefore, in addition to the above-mentioned risk assessment data be updated, this project has also collected and compared the regulation of various countries. Finally, we propose recommendations for implementing the restricted regulation for the high-risk product, and improving the visibility of information disclosure, hoping to improve risk management and protect the health of our people.

Keywords: Risk analysis, food safety, imported food, risk regulation

壹、緒論

食品安全的危害（Hazard），是指食品中之生物性、化學性或物理性物質，可能潛在影響到人體健康或產生負面影響。生物性危害，包含細菌性食品中毒、黴菌或寄生蟲等；化學性危害，包含食品中化學物質，如不肖業者為增加奶粉中蛋白質含量，違法添加俗稱「塑化劑」之三聚氰胺；從中謀取暴利、食品添加物，如違反添加蘇丹紅至月餅鹹鴨蛋蛋黃中，使其呈現橙紅色；農藥殘留、動物用藥殘留、環境汙染物質，如雞蛋被驗出含戴奧辛；物理性危害，則包括金屬、灰塵、小石頭或玻璃碎片等（FAO/WHO, 2006）。2011 年 3 月 11 日，日本宮城縣東方外海發生地震，造成福島第一核電廠設備損毀、爐心熔毀、輻射釋放等災害，大量放射性物質汙染周遭的土地與海洋；除環境受到嚴重影響外，也使食品產生物理性危害之可能，因而引發國際高度關注。

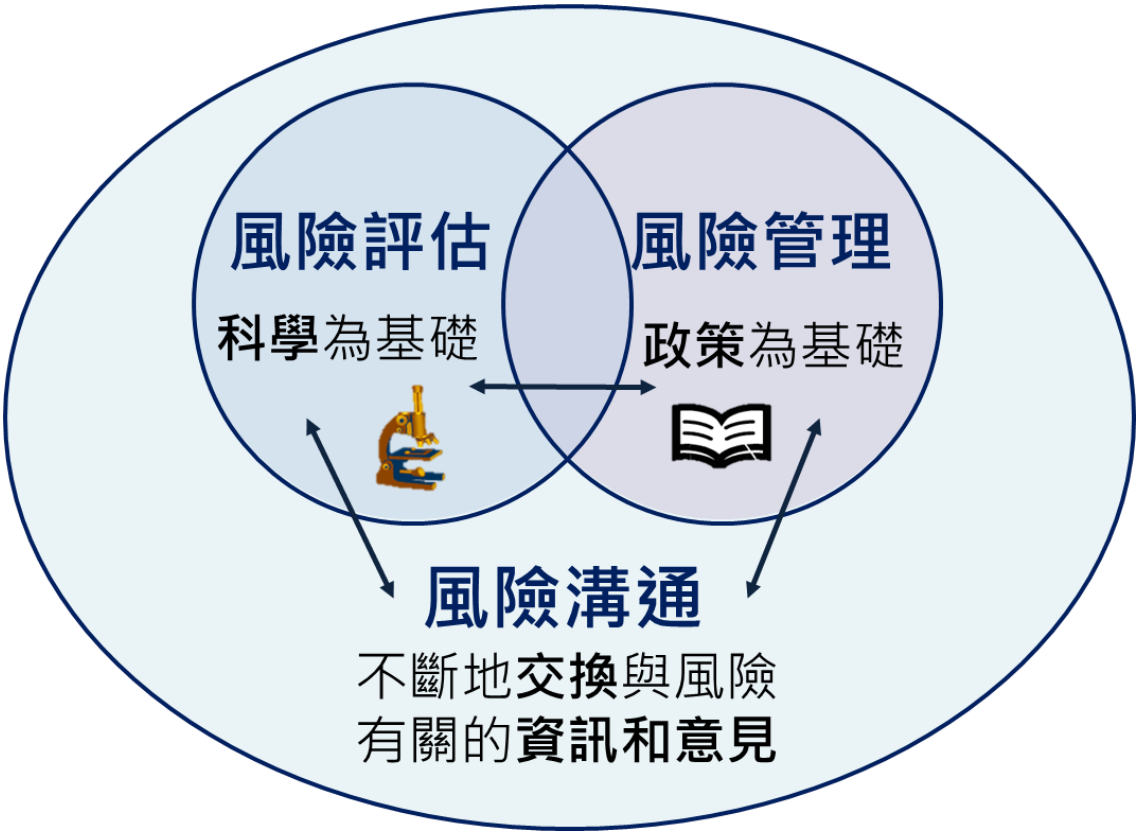
為了維護國人健康安全，我國自 2011 年 3 月 25 日起，暫停受理報驗日本福島、茨城、櫪木、群馬、千葉縣等 5 縣生產製造之食品，並加強日本輸台食品之輻射檢測，於邊境查驗自日本輸入之產品輻射值。此外，為求福島五縣市食品輻射風險評估資料之精確，本團隊於 2018 年 8 月接受食藥署委託，執行「107 年度『日本食品取樣檢驗與調查研究』委辦計畫」（以下簡稱「107 年度計畫」）；並於同年 10 月間前往福島五縣市，實地採集樣品 301 件，調查日本食品輻射汙染狀況，整體評估國人食用安全，確保國人健康風險無慮。

「107 年度計畫」之調查結果顯示，所有採樣食品皆符合衛生福利部食品藥物管理署公告標準。然而，台灣於 2018 年 11 月 24 日舉行「禁止開放福島五縣食品」公投，投票票數為 779 萬票贊成、223 萬票反對；此一投票結果，顯示台灣民眾對於福島五縣市食品輸入之安全性，仍存有疑慮。其次，「107 年度計畫」之檢測結果，迄今已逾 2 年，在日本國內食品管制上，也朝向鬆綁方向進行，其所發生的游離輻射風險變化，亦有待進一步確認。我國政府主管機關有必要持續

監控福島相關五縣市食品之輻射檢測情形，以更新風險評估數據，也可經由繼續針對日本輸入食品進行風險評估，俾利提供最新科學證據，確保食藥署持續關注日本食品輸入，保障國人健康之目的。

本計畫延續之前「107 年度計畫」之風險分析研究，接受委託就日本輸入食品之輻射風險，進行延續追蹤研究。風險分析由風險評估、風險管理及風險溝通構成（如圖一）：風險評估係以科學數據為基礎，進行風險辨識及評量；風險管理則是以風險評估結果為依據，制訂符合將風險盡可能降至最低之管理政策；風險溝通，則是將風險評估結果或風險管理政策之重要內容，對利害關係人、一般民眾進行傳播與交流。茲以風險分析架構，將本計畫之研究背景，分述如下。

圖一、風險分析架構



一、食品輻射檢測計畫綜論

為使我國管理政策達到保護國人健康之目的，同時符合國際間相關規範，本團隊曾於 2018 年接受食藥署委託，執行「日本食品取樣檢驗與調查研究」，前往福島、茨城、櫪木、群馬、千葉縣等 5 縣進行實地採樣，共採回 301 項樣本（乾香菇、沙丁魚、果乾、米、牛奶、小麥粉/麵粉、茶葉、貝類、蔬菜、冰淇淋），並轉交通過財團法人全國認證基金會認證之「台灣電力股份有限公司放射試驗室」、「國立陽明大學食品檢驗分析實驗室」及「國立屏東科技大學災害防救科技研究中心放射性分析備援實驗室」等三個單位，進行銫 134 與銫 137 含量檢測。檢驗結果顯示，301 項樣本檢測結果皆符合衛生福利部食品藥物管理署公告標準（Cs-134＋Cs-137 標準：飲料及包裝水 ＝10 Bq/Kg；乳品及嬰兒食品 ＝50 Bq/Kg；其他食品為 100 Bq/Kg），惟其中 40 項樣本（30 項乾香菇、3 項茶粉、4 項糙米、2 項鮮奶、1 項柿乾）有微量檢出，包括：乾香菇微量檢出率為 30/48 = 62.5%、茶葉微量檢出率為 3/23 = 13.0%、米微量檢出率為 4/52 = 7.7%、牛奶微量檢出率為 2/16 = 12.5%、果乾微量檢出率為 1/14 = 7.1%。此外，沙丁魚 20 項樣本、小麥粉 33 項樣本、貝類 2 項樣本、蔬菜 59 項樣本、冰淇淋 34 項樣本等，均未檢出。

國際間針對日本福島核災事件的監測多以銫 134、銫 137 為主，較少見鍶 90 相關監測報告。因此本團隊於 2019 年，再度執行食藥署「日本食品檢驗與調查研究」，針對專家學者較有疑慮的中等揮發性放射元素鍶 90 進行檢測。該研究計畫係將「107 年度計畫」完成採樣之日本福島、茨城、櫪木、群馬、千葉等 5 縣生產食品，選出 31 件銫 134、銫 137 微量檢出或較高風險之樣本，進行鍶 90 含量分析；數據顯示 31 項檢驗結果均為未檢出，輻射含量皆小於儀器最小可測量值（<MDA），顯示日本福島、茨城、櫪木、群馬、千葉等 5 縣生產食品中，並無受到鍶 90 污染之證據。本團隊連續 2 年就日本食品進行採樣檢測，分別針對放射性元素銫 134、銫 137 及鍶 90 進行檢測，雖然部分樣品有微量檢出，但結果皆

符合衛生福利部食品藥物管理署公告標準。

二、食品風險感知與溝通

儘管風險評估結果顯示，日本輸入食品對國人的輻射風險是低於標準值的，但我國民眾對日本相關食品已形成既有的風險感知，不因上述風險評估結果而改變，仍對日本食品存有疑慮。為此，本團隊主持人姜至剛教授於食品安全與健康研究所之指導研究生，以「福島核災事故發生 9 年後的食品風險感知：以臺灣食品安全相關研究所為例」為題（郭品君，2020），並以國內六所食安研究所師生為對象，分析其食品風險感知。

該研究所提出之問卷中，「對福島核災事件後日本食品的風險感知」，關於福島核災事件發生後，日本食品會受到放射性物質影響多久時間，認為 11-50 年有 22 位，佔 31.4%，比例最高；其次 6-10 年則有 18 位，佔 25.7%；最後，認為影響時間為「永遠」者共計 10 位，佔 14.3%。由前述可知，填答者認為日本食品受到放射性物質 11-50 年及永遠影響的比例佔 45.7%，推測填答者認為日本食品受到放射性物質影響時間較長。「關於放射性、環境中的輻射對健康影響的看法」，題目包括「自己隨時暴露在輻射中」答對 53 位，比例為 75.7%；「放射性物質累積在人體內永遠無法消除」答對 50 位，比例為 71.4%；「無論暴露多少劑量的輻射，都會造成身體突變」答對 58 位，比例為 82.9%。數據顯示，多數受測者對該方面知識瞭解程度較高。

此外，在 70 位受訪樣本中，針對我國政府處理福島核災事件整體風險管理之看法，信任者有 52 位（非常信任 5 位、信任 27 位、有點信任 20 位），佔 74.3%；針對政府處理福島核災事件公開且透明揭露資訊看法，信任者有 43 位（非常信任 5 位、信任 25 位、有點信任 13 位），佔 61.4%；針對政府處理福島核災事件訂定食品輻射標準的科學性看法，信任者有 52 位（非常信任 9 位、信任 27 位、有點信任 16 位），佔 74.4%；針對政府處理福島核災事件進口日本食品的邊境抽驗

看法，信任者有 46 位（非常信任 9 位、信任 22 位、有點信任 15 位），佔 65.7%。由此可知，受訪者對我國政府處理福島核災事件的看法，不論是整體上的風險管理、公開且透明揭露資訊、監測日本進口食品的系統、訂定食品輻射標準的科學性或進口日本食品的邊境抽驗，填答者普遍對政府抱持信任態度，信任比例皆大於 60%。

該研究得出結論，大於 70%填答者未曾經拒絕購買日本食品，並發現專業人士對輻射相關知識比一般民眾高，且關心輻射食品對健康之影響，以及主動搜尋食品安全相關資訊，顯示大多數食品安全相關研究所師生對於福島核災後之日本食品風險感知較低。

民眾對食品安全之風險感知，會影響其對政府風險管理、資訊揭露及邊境抽驗的信任程度。尤其，「禁止開放福島五縣食品」公投通過後，迄今已經超過 2 年，日本食品進口相關議題勢必將再次浮上檯面。提供最新數據資料的風險評估報告以增進有效風險溝通，可更適切回應民眾的風險感知；更能制定符合科學性風險分析結果的行政管制措施，有助風險管理政策之精進。

三、我國管制措施現況

日本福島核災事件發生時，各國皆因緊急應變考量採取「地區式」的管制，也就是禁止包括福島在內附近縣市的食品進口；伴隨 10 年的時間流逝，輻射之影響或者說是風險程度，已經有所改變。依世界貿易組織（WTO）規範，WTO 會員採取食品安全檢驗措施，應有科學根據，且不應構成對國際貿易的隱藏性限制；因此如美國、歐盟等國家，已逐漸調整其管制密度。

行政機關曾於 2016 年 12 月提出兩階段開放規劃，初期仍禁止福島地區食品來臺，但針對福島縣以外的群馬等 4 縣市，改由高風險管控、逐批檢驗的方式辦理；擬在第 1 階段實施 6 個月後，進行檢討與評估，作為後續管制措施調整之參考（行政院 2016 年 12 月 2 日公布：「日本食品輸臺說明」，網頁網址

https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/32832bac-22f2-45fa-8ec2-59db11fc03fa)。然，此一政策未能取得一致認同而未能執行。目前，台灣仍維持福島五縣市食品禁止輸入之管制，部分原因源於 2018 年公投結果；此外，如能更完善國人食農教育及食安分析能力，必增進其判斷基準及銜接國際食安觀點。

我國福島五縣市食品禁止輸入之管制措施，自 2011 年事故發生後迄今，10 年間未嘗因應風險情勢變更而有所調整。為能制定正視風險現況、符合科學基礎之食安風險管理政策，遵守 WTO 國際貿易規範並與美、歐等先進國家管制措施同步；也為能提供民眾最新食安資訊，進行良好、充分之風險溝通。

綜合上述，本計畫就風險評估結果是否改變、風險溝通策略能否精進，進行研究；同時，蒐集各國風險管理措施進行比較，期能提供政府優化精進風險管理措施之參考依據。

貳、材料與方法

本計畫之資料蒐集，主要可區分為「資料庫檢索」及「網路搜尋」二種途徑。前者利用「國家圖書館期刊文獻資訊網」、「博碩士論文知識加值系統」及「華藝線上圖書館」三個線上資料庫，以「風險感知＆食品」、「進口食品＆日本」、「風險分析＆食品」進行檢索；後者則瀏覽美國、歐盟、日本、韓國、香港及台灣之食品安全及輸入管制相關機關之網站。

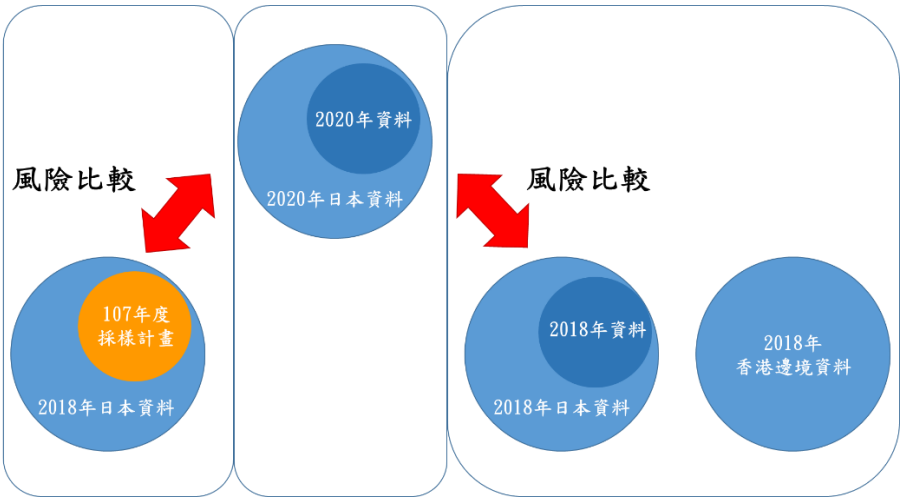
食品安全之理性探討，必須導入風險分析模式；亦即，食品安全議題，係基於科學風險評估作成風險管理決策，並經過與專業人士、利害關係人及民眾充分進行風險溝通。因此，風險管理者如能具備風險分析之專業知識，更有利於政策之說明及推行。為使風險分析之相關知識傳遞予食藥署同仁，本計畫安排 2 場風險分析教育訓練，期能提供同仁於工作執行時，能以風險分析模式制訂相關政策，提高與民眾風險溝通之效能。此外，為求研究成果之精確，以及政府部門、研究

團隊及專家學者三方之良好溝通，本計畫亦邀請相關領域專家學者召開 1 場專家會議，針對執行成果及未來政策方向，聽取專家意見及建議。

風險評估之方法與流程，係參照「107 年度計畫」，並以 2020 年日本官方輻射檢測資料進行。國際間相關邊境輻射檢測資料僅有少數國家完整公告，如香港有持續公告每月邊境檢測日本輸入產品輻射含量結果，且香港地區自 2018 年 7 月 24 日起有條件開放日本茨城、櫪木、千葉及群馬等地區，因此以香港輸入日本食品相關檢測資料進行風險評估。

為了避免年度、檢測方法、檢測極限、產品品項等其他變因影響，所以最終以「107 年度計畫」、2020 年日本官方輻射檢測、2018 年日本官方輻射檢測、2018 年香港官方輻射檢測的結果，進行分析及多方比對（如圖二）。

圖二、本計畫風險比較之結構



首先，本計劃依照「風險評估」四步驟：危害辨識 (Hazard Identification)、劑量反應評估（Dose Response Assessment）、暴露評估(Exposure Assessment)以及風險特徵描述（Risk Characterization），進行資料收集與分析方法建立，以下分項說明：

一、危害辨識（Hazard Identification）

依據國際原子能總署（International Atomic Energy Agency, IAEA）2015 年發表的 The Fukushima Daiichi Accident 報告，福島第一核電廠 1 至 3 號機屬於沸水式反應爐（Boiling Water Reactor, BWR），在地震發生當下控制棒立即插入爐心，成功停止核分裂連鎖反應達到停機狀態。但燃料棒中仍有衰變熱（Decay Heat）持續產生，後續因海嘯造成電力設備損壞，冷卻系統無法正常運作，造成：

（一）反應器壓力槽（Reactor Pressure Vessel, RPV）內冷卻水不足，溫度持續上升，冷卻水因溫度上升形成大量水蒸氣，水蒸氣隨後與燃料護套中金屬反應產生大量氫氣，雖因一次圍阻體（Primary Containment Vessel, PCV）充滿氮氣沒有造成立即損害，但後續因洩壓過程造成氫氣進入二次圍阻體（反應器廠房）與氧氣結合產生爆炸，造成大量高度揮發性元素的外洩。

（二）因燃料棒餘熱持續產生，最終導致爐心熔毀(core melt down)並破壞反應器壓力槽外洩至一次圍阻體中。另 4 號機因與 3 號機共用管線，3 號機大量產生的氫氣由共用管線進入四號機反應器廠房內，氫氣接觸氧氣後產生爆炸。

不同放射性元素的釋放時間和釋放量，取決於揮發溫度：

高度揮發性元素：氙 Xe、氪 Kr 等惰性氣體，銫 Cs、碘 I、碲 Te，以及這些元素的相關化合物，在事故的初期就因保護燃料棒的燃料護套損毀而完全洩漏至反應器壓力槽內，之後隨著氫氣爆炸外洩至環境中。

中等揮發性元素：鍶 Sr 和鋇 Ba 在事故的中期、爐心熔融破壞反應器壓力槽階段洩漏，洩漏程度較低。

低揮發性元素：鋯 Zr、鈮 Nb 和鋼系元素（鈾 U、鈽 Pu、鎿 Np、鋂 Am）及其氧化物的沸點遠高於爐心熔融的溫度，因此只有微量洩漏。

根據該報告內容指出，由於此次災害主要是爐心熔融，主要洩漏為高度揮發性元素。因此，日本厚生勞動省自事故發生後隨即進行食品中碘 131、銫 134、銫

137 含量檢測；另因碘 131 半衰期僅為 8 天，因此自 2012 年 6 月起不再進行碘 131 檢測。故，本計畫係以國際間食品輻射標準之銫 134、銫 137 含量，確立危害辨識標的。

二、劑量反應評估（Dose Response Assessment）

依據國際放射防護委員會第 119 號報告所列，一般民眾攝入每單位放射性核種的約定有效劑量（Committed Effective Dose），銫 134 的劑量為 $1.9x10^{-8}$ 西弗/貝克，銫 137 的劑量為 $1.3x10^{-8}$ 西弗/貝克，依此轉換基準，可將食品受輻射污染予以推導並量化。另依據國際放射防護委員會第 103 號報告，每 1 西弗輻射曝露會增加成年人 4.2%、全年齡 5.7%的癌症及遺傳效應之風險，當確立年度輻射曝露量後，可依此演算出癌症及遺傳效應之風險。

三、暴露評估（Exposure Assessment）

本計畫攝食量擷取國家攝食資料庫 2019 年國人 17 大類食品(A.全穀雜糧類、B.乾豆堅果類、C.油脂類、D.家禽類及其製品類、E.家畜類及其製品類、F.魚、水產類、G.蛋類、H.乳品類、I.水果類、J.蔬菜類、K.糖及糖果零食類、L.飲料類、M.酒類、N.調味料類、O.複合食品、湯品及其他類、P.嬰幼兒食品、Q.保健食品類）平均攝食資料，依年齡粗分為孩童 0-3、3-6、6-12 歲、青少年 12-16、16-18 歲、成人 19-65 歲、老年人≥65 歲、育齡女性 15-49 歲(表一)。

表一、國人孩童、青少年、成人、老年人、育齡女性平均攝食率

2019 年攝食資料庫	孩童			青少年		成人	老年人	育齡女性
平均攝食率 (g/Person/day)	0-3 歲	3-6 歲	6-12 歲	12-16 歲	16-18 歲	19-64 歲	≥65 歲	19-49 歲
A.全穀雜糧類	68.90	124.10	159.97	176.73	177.38	175.98	189.83	133.12
B.乾豆堅果類	26.03	49.58	54.63	67.50	66.81	97.41	73.26	77.88
C.油脂類	2.69	7.64	12.40	14.22	13.97	12.97	9.44	12.40
D.家禽類及其製品類	11.59	26.26	43.84	48.80	54.05	40.89	17.08	41.00
E.家畜類及其製品類	22.42	63.96	88.93	105.59	109.13	98.97	65.07	82.52
F.魚、水產類	19.83	27.72	36.91	39.28	43.19	54.18	54.41	45.05
G.蛋類	16.74	33.97	42.09	47.30	42.36	35.02	20.37	36.55
H.乳品類	70.66	107.66	92.40	78.10	71.36	51.51	26.91	62.60
I.水果類	63.46	83.31	82.26	76.19	87.69	155.83	152.54	125.45
J.蔬菜類	61.67	141.42	189.45	193.61	186.42	298.27	361.87	236.97
K.糖及糖果零食類	17.01	32.10	34.91	35.15	32.33	22.51	12.15	26.54
L.飲料類	481.41	252.68	333.46	480.72	546.58	612.18	405.54	535.93
M.酒類	0.29	0.61	1.60	10.11	19.33	49.84	11.91	15.31
N.調味料類	5.91	15.54	27.77	31.89	34.35	29.03	17.28	28.62
O.複合食品、湯品及其他類	123.72	274.32	338.20	361.73	356.47	403.47	308.06	338.07
P.嬰幼兒食品	51.44	3.60	0.06	0.00	0.00	0.07	0.09	0.00
Q.保健食品類	0.65	1.32	0.43	0.18	0.54	2.01	8.31	0.89
總計	1044.43	1245.79	1539.33	1767.09	1841.96	2140.15	1734.13	1798.89

輻射檢測資料包含：(一)「107 年度計畫」相關採樣資料。(二) 日本厚生勞

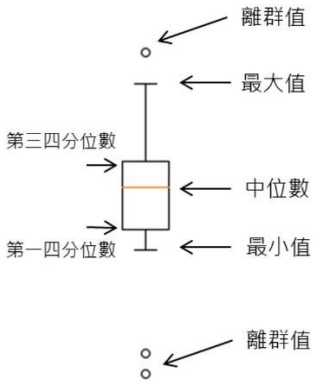
動省食品輻射劑量監測資料（網址：https://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/index_food_radioactive.html）。報告中將食物種類區分為農產品、飲料水、野生鳥獸肉、畜產品、水產品、牛乳和嬰兒食品、其他類。本計畫彙整分析日本厚生勞動省 2018、2019、2020 年共 32,686 筆流通品監測報告。（三）香港食物安全中心邊境檢測資料（食物安全中心網址：https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/japan_nuclear_incidents.html）彙整 2018、2019、2020 年資料共 292,497 筆。

日本進口量占比，依據行政院農業委員會農產品進出口量 2020 年統計資料（行政院農業委員會農業統計資料查詢系統，網址：http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/tradereport.aspx），台灣農產品總進口重量為 353.6 萬公噸，日本進口農產品重量為 5.9 萬公噸，佔台灣總進口的比例為 1.6%。

假設國人攝食未特別挑選進口國家產地，食品放射性元素含量採用「檢測平均值」，進行暴露評估：

輻射曝露劑量（mSv/Person/year） =
食品中 Cs-134 + Cs-137 平均值（Bq/Kg） x
國人攝食率（g/Person/day） x
1.6%（日本進口重量比例） x
10^{-3}（單位轉換 g/Kg） x
1.9×10^{-5}（攝入每單位放射性核種產生之約定有效劑量，mSv/Bq） x
365（單位轉換 day/year）。

在暴露劑量上，採用極端值處理後的食品輻射含量計算，其方法為盒鬚圖法（box and whisker plot），說明如下：



利用四分位距（interquartile range, IQR）將第一個四分位數減去 1.5IQR 取得下限最小值、第三個四分位數加上 1.5IQR 取得上限最大值，去除極端值（離群值）能減少抽樣的不準確性（江舟峰，食品安全風險評估基礎與實務），分析結果將以平均值（下限值-上限值）表示，此方法之食品輻射曝露劑量估算方式，將以視覺化呈現，更能符合一般民眾之認知模式，簡單易於理解。

四、風險特徵描述（Risk Characterization）

國際放射防護委員會（International commission on radiological protection, ICRP）於 2007 年出版的 ICRP publication 103 報告中提出，一般民眾接觸來自「非背景輻射」的游離輻射，延續 ICRP publication26 之建議，亦即年劑量不超過 1 毫西弗（1mSv/yr）。當上述食品輻射中銫 134、銫 137 含量經與國人平均攝食率計算後，可以推導出可能暴露的游離輻射量，進一步演算出癌症及遺傳效應之風險。

參、結果

一、日本輻射監測資料

日本當地對於福島核災事件，進行了多種不同面向的研究討論。首先是利用

地理位置的差異，區分為福島（距核電站約 50 公里）、東京（約 230 公里）、大阪（約 580 公里）地區；其次，將飲食來源區分為市場購買或直接食用福島當地食物兩種情況；攝食量部分則根據年齡、性別、懷孕等狀況區分為十種類別。結果顯示，Cs 134 和 Cs 137 所引起的平均有效劑量，福島地區分別為 19、120 微西弗、東京地區 6.1 微西弗和大阪地區 1.9 微西弗；福島地區因攝食導致甲狀腺癌的終生歸因風險（LARs）保守情況為 1×10^{-5}–9.8×10^{-5}，占總暴露量 12–30%（Michio et al, 2014）。另外，亦有執行外部暴露、食物攝入及空氣吸入等綜合性評估計算累積輻射劑量者。結果顯示，2012 年所累積之平均年輻射劑量為 0.89 至 2.51 毫西弗，額外增加的輻射劑量導致終生癌症發生率最多增加 1.03 至 1.05 倍，此等發生率於流行病學上並不具有特別意義（Harada et al., 2014）。

2021 年，有研究利用日本官方監測資料，估算因攝入含放射性銫的食物所產生的暴露劑量，並以此檢驗當前食品輻射法規標準制訂的效果。結果顯示，在法規制訂標準下，年暴露劑量的中位數、第 95 個百分位數及第 99 個百分位數分別為 0.0430、0.0790 和 0.233 毫西弗；未進行管制的狀況，則分別為 0.0479、0.207 和 10.6 毫西弗。此一研究結果，表示實施食品輻射監管措施，的確有助確保食品中放射性物質殘留量管制的有效性（Minoru et al., 2021）。

日本厚生勞動省自 2011 年福島核災事件後，即開始針對全國農產品、飲料水、野生鳥獸肉、畜產品、水產品、牛乳和嬰兒食品、其他類等產品進行輻射劑量監測。2018、2019、2020 年共 32,686 筆流通品監測報告（表二）：超過衛生福利部食品藥物管理署公告標準（Cs-134＋Cs-137 標準：飲料及包裝水 10 Bq/Kg；乳品及嬰兒食品 50 Bq/Kg；其他食品 100 Bq/Kg）共 38 件，分別為農產品中的蕈類 23 件、五加科植物 10 件(漉油、遼東楤木芽)、蕨類 1 件，其他類中的蕈類加工 3 件、米製品 1 件(表三)；總違規比率約為 0.116%，分布地區包括福島、群馬、茨城、新潟、宮城、長野、岩手、山行等八縣(如圖三)。

圖三、銫-134 與銫-137 總和超過標準之區域分布

地區	總計
未標示地區	1
山形縣	4
岩手縣	11
長野縣	3
宮城縣	4
新潟縣	3
千葉縣	0
櫪木縣	0
茨城縣	5
群馬縣	4
福島縣	3

註：地圖中所框製之區域為目前我國管制輸入之地區

表二、2018、2019、2020 年日本厚生勞動省公告輻射監測報告

銫-134 與銫-137 總和檢測結果整理

年度		2018	2019	2020
流通品檢測樣本數		7,772	15,598	9,316
農產品	<25 Bq/Kg	2667/2694	5490/5547	3564/3618
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	10/2694	33/5547	22/3618
	51 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	*10/2694*	*18/5547*	*11/3618*
	>100 Bq/Kg	**7/2694**	**6/5547**	**21/3618**
畜產品	<25 Bq/Kg	338/338	855/855	458/459
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	0/338	0/855	*1/459*
	51 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/338	0/855	0/459
	>100 Bq/Kg	0/338	0/855	0/459
水產品	<25 Bq/Kg	879/879	1626/1627	962/962
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	0/879	*1/1627*	0/962
	51 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/879	0/1627	0/962
	>100 Bq/Kg	0/879	0/1627	0/962
牛奶及嬰兒食品	<25 Bq/Kg	789/789	1671/1671	1130/1130
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	0/789	0/1671	0/1130
飲料水	<10 Bq/Kg	208/208	564/564	230/230
野生鳥獸肉	<25 Bq/Kg	41/42	24/24	23/24
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	*1/42*	0/24	*1/24*
	51 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/42	0/24	0/24
	>100 Bq/Kg	0/42	0/24	0/24
其他	<25 Bq/Kg	2822/2822	5296/5310	2886/2893
	25 Bq/Kg ~ 50 Bq/Kg	0/2822	*5/5310*	*5/2893*
	51 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/2822	*5/5310*	*2/2893*
	>100 Bq/Kg	0/2822	**4/5310**	0/2893

註：檢驗結果/總檢驗數量

輻射超過標準值共 38 件（以粗體字黃底呈現）；微量檢出共 584 件（以斜體字藍底呈現）。

表三、銫-134 與銫-137 總和超過標準之明細

都道府縣	食物種類	日文名稱	英文名稱	Cesium total (Bq/Kg)
福島縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	430
福島縣	其他	マイタケ粉末	Grifola frondosa, powdered	160
福島縣	其他	とちもち	Rice cake (containing buckeye)	130
群馬縣	農產品	ウラベニホテイシメジ	Urabenihoteishimeji (mushroom)	510
群馬縣	農產品	タラの芽	Aralia sprout	200
群馬縣	農產品	シシタケ	Scaly hedgehog	150
群馬縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	120
新潟縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	260
新潟縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	150
新潟縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	110
茨城縣	農產品	サクラシメジ	Purplish waxgill (mushroom)	670
茨城縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	350
茨城縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	310
茨城縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	130
茨城縣	農產品	アミタケ	Jersey cow mushroom	120
宮城縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	1700
宮城縣	農產品	マツタケモドキ	Matsutakemodoki (mushroom)	560
宮城縣	農產品	ワラビ	Pteridium aquilinum	360
宮城縣	其他	シイタケ粉末	Shiitake; powdered	160
長野縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	290
長野縣	農產品	ショウゲンジ	Gypsy mushroom	210
長野縣	農產品	ショウゲンジ	Gypsy mushroom	200
岩手縣	農產品	ムラサキシメジ	Blewit (mushroom)	380
岩手縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	270
岩手縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	260
岩手縣	其他	コウタケ	Koutake (mushroom)	240
岩手縣	農產品	サクラシメジ	Purplish waxgill (mushroom)	140
岩手縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	140
岩手縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	140
岩手縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	130
岩手縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	130
岩手縣	農產品	サクラシメジ	Purplish waxgill (mushroom)	110
岩手縣	農產品	クロカワ	Kurotake (mushroom)	110

山形縣	農產品	サクラシメジ	Purplish waxgill (mushroom)	300
山形縣	農產品	サクラシメジ	Purplish waxgill (mushroom)	190
山形縣	農產品	コシアブラ	Koshiabura	120
山形縣	農產品	コウタケ	Koutake (mushroom)	120
—[註]	農產品	コシアブラ	Koshiabura	130

[註]在日本官方檢測資料中未顯示出產地

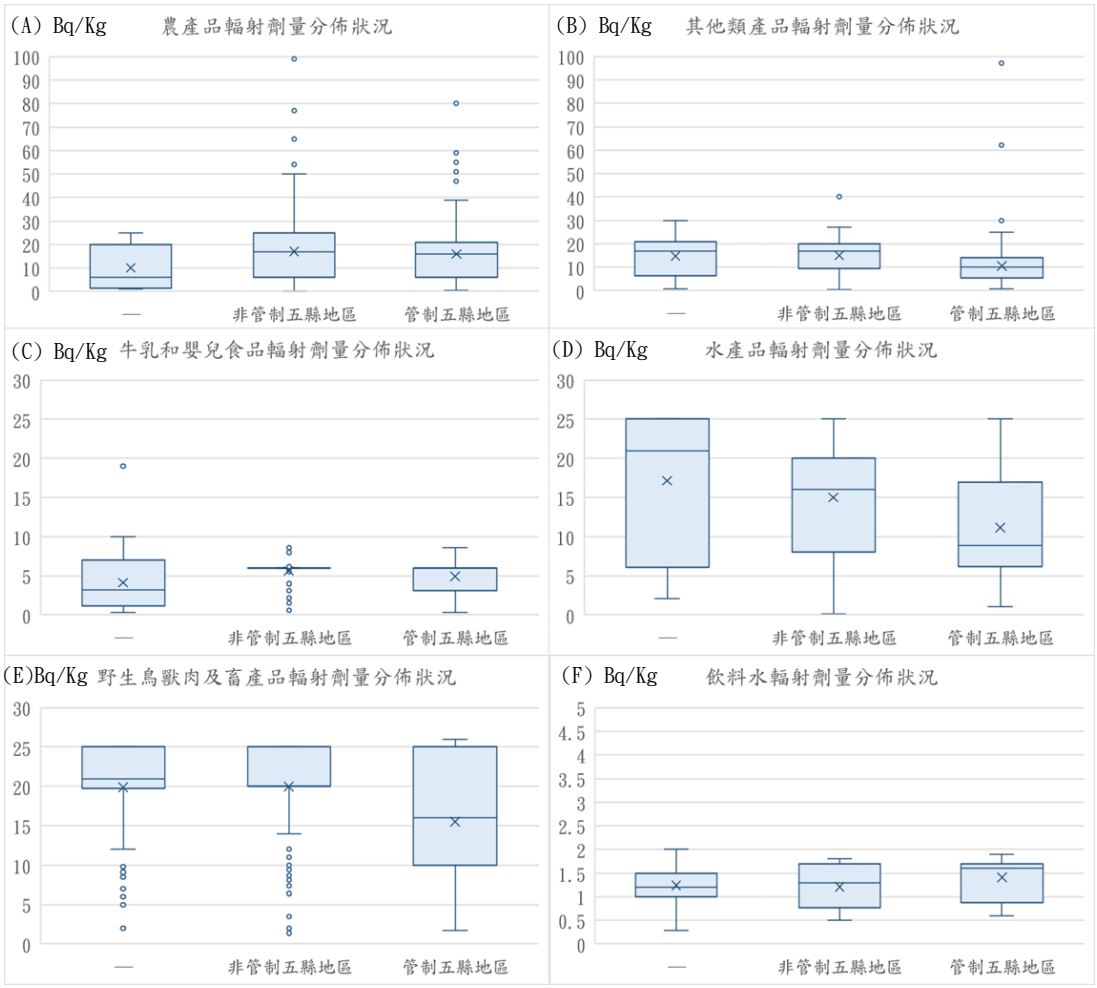
將 2020 年日本官方檢測資料進行我國管制地區（福島、茨城、櫪木、千葉及群馬）與非管制地區的劃分，可以發現各類產品，地區管制和輻射檢出值以盒鬚圖法 (Whisker box plot)表示，統計結果顯示管制與非管制區域並無差異（圖四），以輻射檢出產品件數進行定性分析，管制五縣地區可以涵蓋約 61.1%的產品(表四)。而農產品中的蕈類在宮城縣的平均值遠高於其他地區，主要是 2020 年 11 月 25 日抽驗的蕈類(日文名稱：コウタケ)輻射劑量 1700 Bq/Kg，遠高於食品輻射標準(圖四 G、表三、表五)。

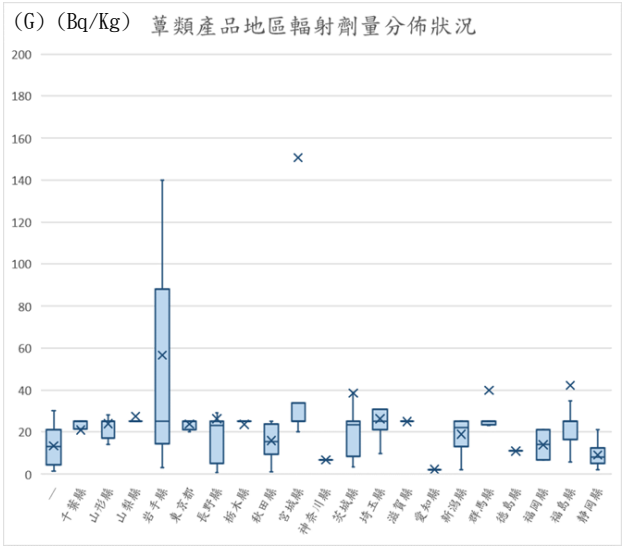
表四、定性分析

管制地區與非管制地區輻射檢出件數

檢出件數(比例)	2018年	2019年	2020年
管制之五縣地區	58(55.8%)	135(49.3%)	149(61.1%)
非管制地區	39(37.5%)	105(38.3%)	90(36.9%)
未標示產地之資料	7(6.7%)	34(12.4%)	5(2.0%)
總計	104	274	244

圖四、各種類產品輻射劑量分佈狀況





註：〝—〞表示日本官方檢測資料中未顯示出產地

二、游離輻射曝露與癌症及遺傳效應風險評估

食品中輻射劑量方面，為與「107 年度計畫」進行風險比較，代表樣本之選擇會與先前計畫相同；然因先前採樣計畫之限制及日本官方檢驗食品名稱差異，所以本計畫將 F.魚類、水產類從原本限定沙丁魚、貝類修正為所有水產品，I.水果類從限定果乾修正為所有水果及其加工品。下表五為日本厚生勞動省 2020 年日本地區（包含福島、櫪木、茨城、千葉、群馬五縣）流通產品銫 134 以及銫 137 檢測總含量（Bq/Kg）。

表五、風險評估用輻射含量數值（經極端值處理）

Cs134+Cs137 (Bq/kg)	代表樣本	下限值	平均值	上限值
A.全穀雜糧類	糙米、小麥粉(n=20)	2	7.21	17
B.乾豆堅果類	紅豆、大豆、大豆加工品等(n=151)	1.8	15.7	25
C.油脂類	—	—	—	—
D.家禽類及其製品類	雞肉、雞肉加工品(n=85)	8.6	18.87	25
E.家畜類及其製品類	豬肉、牛肉、豬肉加工品(n=300)	1.4	19.67	26
F.魚、水產類	所有水產品(n=744)	0.11	14.55	25
G.蛋類	雞蛋、鵪鶉蛋(n=108)	10	19.35	25
H.乳品類	牛奶(n=771)	0.32	3.9	9.4
I.水果類	水果及其加工品(n=532)	0.68	16.14	25
J.蔬菜類	蔬菜、乾香菇(n=2755)	0.47	18.61	49
K.糖及糖果零食類	餅乾、蜂蜜、麻糬、和菓子等 (n=182)	2	13.18	25

L.飲料類	茶葉(n=11)	0.7	3.26	7.6
M.酒類	清酒、葡萄酒、梅酒(n=87)	1.1	11.33	25
N.調味料類	醬油、味噌、鹽、番茄醬(n=131)	0.92	15.15	25
O.複合食品、湯品及其他類	冰淇淋、抹茶粉(n=21)	9.6	16.88	21
P.嬰幼兒食品	嬰兒奶粉(n=45)	1.4	5.8	8.7
Q.保健食品類	—	—	—	—

國人攝食率依 2019 年國家攝食資料庫計算各年齡分別為孩童平均每日總攝食約 1.3 公斤食物，青少年平均每日總攝食約 1.7 公斤食物，成人平均每日總攝食約 2.1 公斤食物，老年人平均每日總攝食約 1.7 公斤食物，育齡女性平均每日總攝食約 1.7 公斤食物。

平均輻射曝露劑量結果顯示，因攝食日本食品導致國人增加輻射曝露量，孩童每人**每年平均** 0.001762 毫西弗，青少年**每年平均** 0.002308 毫西弗，成人**每年平均** 0.002814 毫西弗，老年人**每年平均** 0.002406 毫西弗，育齡女性**每年平均** 0.002334 毫西弗。在暴露劑量上，採用極端值處理後的食品輻射含量計算，其方法為盒鬚圖法（box and whisker plot），利用四分位距（interquartile range, IQR）將第一個四分位數減去 1.5IQR 取得下限值、第三個四分位數加上 1.5IQR 取得上限值，去除極端值能減少抽樣的不準確性(江舟峰，食品安全風險評估基礎與實務)，分析結果將以平均值（下限值-上限值）表示。處理後各類食品輻射含量上限值分別為 A.全穀雜糧類 17 Bq/Kg、B.乾豆堅果類 25 Bq/Kg、D.家禽類及其製品類 25 Bq/Kg、E.家畜類及其製品類 26 Bq/Kg、F.魚、水產類 25 Bq/Kg、G.蛋類 25 Bq/Kg、H.乳品類 9.4 Bq/Kg、I.水果類 25 Bq/Kg、J.蔬菜類 49 Bq/Kg、K.糖及糖果零食類 25 Bq/Kg、L.飲料類 7.6 Bq/Kg、M.酒類 25 Bq/Kg、N.調味料類 25 Bq/Kg、O.複合食品、湯品及其他類 21 Bq/Kg、P.嬰幼兒食品 8.7 Bq/Kg（表五）。攝食日本食品導致國人增加輻射曝露量，孩童每人**每年最高** 0.003088 毫西弗，青少年**每年最**

高 0.004030 毫西弗，成人每年最高 0.005094 毫西弗，老年人每年最高 0.004597 毫西弗，育齡女性每年最高 0.004182 毫西弗。

在國家攝食資料庫中，孩童的年齡層包含 0-12 歲，但 0-3 歲孩童健康風險與食物攝取種類（表六）與成年人差異很大，所以額外就此一年齡層進行試算；結果顯示攝食日本食品導致 0-3 歲孩童增加輻射曝露量每人每年平均 0.000987 毫西弗。依據國際放射防護委員會第 103 號報告，每 1 西弗輻射曝露會增加全年齡 5.7%的癌症及遺傳效應之風險，故所產生的風險為每人每年平均 5.63 x 10^{-8}。

表六、0-3 歲兒童平均攝食率及輻射劑量平均值

	平均攝食率 (g/Person/day)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)
	0-3歲	
A.全穀雜糧類	68.90	7.21
B.乾豆堅果類	26.03	15.7
C.油脂類	2.69	—
D.家禽類及其製品類	11.59	18.87
E.家畜類及其製品類	22.42	19.67
F.魚、水產類	19.83	14.55
G.蛋類	16.74	19.35
H.乳品類	70.66	3.9
I.水果類	63.46	16.14
J.蔬菜類	61.67	18.61
K.糖及糖果零食類	17.01	13.18
L.飲料類	481.41	3.26
M.酒類	0.29	11.33
N.調味料類	5.91	15.15
O.複合食品、湯品及其他類	123.72	16.88
P.嬰幼兒食品	51.44	5.8
Q.保健食品類	0.65	—

依國際放射防護委員會（International commission on radiological protection, ICRP）於 2007 年出版的 ICRP publication 103 報告中提出，職業暴露以年劑量不超過 20 毫西弗（1mSv/yr）為限；一般民眾接觸來自「非背景輻射」的游離輻射，年劑量不超過 1 毫西弗（1mSv/yr）。本次計算結果，各年齡層皆低於標準值有百

分之一以上的差異；依據國際放射防護委員會第 103 號報告，輻射曝露所產生的癌症及遺傳效應增加風險為孩童每人每年平均 1.00×10^{-7}，青少年每年平均 1.32×10^{-7}，成人每年平均 1.18×10^{-7}，老年人每年平均 1.01×10^{-7}，育齡女性每年則為平均 9.80×10^{-8} 。

三、年度與區域間食品游離輻射檢出比較

與「107 年度計畫」進行風險的比較（表七），各年齡平均攝食暴露量約佔 2020 年日本資料 17.8 至 28.0%（表八），雖然檢出量相當低，但仍存在差異。為了瞭解其中原因，所以將「107 年度計畫」之採樣結果直接以 2018 年日本官方數據代替，結果顯示，攝食日本食品導致國人增加輻射曝露量，孩童每人每年平均 0.001555 毫西弗，青少年每年平均 0.002040 毫西弗，成人每年平均 0.002460 毫西弗，老年人每年平均 0.002120 毫西弗，育齡女性每年平均 0.002047 毫西弗，各年齡平均攝食暴露量約佔 2020 年日本資料 87.4 至 88.4%（表八）。

接下來再利用香港邊境查驗資料來加以驗證。

香港地區於 2018 年 7 月 24 日開始有條件開放茨城、櫪木、千葉及群馬四縣之產品，截止至 2020 年 12 月 31 日共檢驗蔬菜 86 件、水果 99 件、奶粉 5 件全數皆符合標準。而不包含茨城、櫪木、千葉及群馬四個縣的日本產品 2018 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日共檢測了 292,497 件產品，其中有 2 件茶碳粉產品微量檢出，銫 137 分別為 19、22 Bq/Kg。由於其他類產品皆未檢測出輻射殘留量，因此設定檢測極限與日本厚生勞動省相同，MDA 一般食品為< 20 Bq/kg、乳品及嬰兒食品< 10 Bq/kg 進行風險評估。計算結果顯示日本食品導致國人增加輻射曝露量，孩童每人每年平均 0.002908 毫西弗，青少年每年平均 0.003880 毫西弗，成人每年平均 0.004693 毫西弗，老年人每年平均 0.003802 毫西弗，育齡女性每年

平均 0.003923 毫西弗，各年齡平均攝食暴露量約佔 2020 年日本資料 158.0 至 168.1%（表八）。此外，參酌 2021 年 12 月份英國 Food Standards Agancy 公布之 Post-Fukushima Nuclear Power Plant Accident：UK Import Radiological Risk Assessment，結果顯示其曝露之承諾有效劑量（committed effective dose，CED）為 0.0016 mSv/年，與表八之「2020 年日本資料」估算結果相當（網址：https://www.foodstandards.gov.scot/downloads/Post_Fukushima_Nuclear_Power_Station_accident_-_UK_Import_Radiological_Assessment.pdf）。

表七、銫-134 與銫-137 總和之輻射數值比較

107 年度計畫 (日本流通品+採樣檢驗結果)			2018 日本流通品		2020 日本流通品	
Cs134 + Cs137(Bq/kg)	平均值	最高值	平均值	最高值	平均值	最高值
A.全穀雜糧類	1.02	1.51	9.65	21	7.21	17
B.乾豆堅果類	8.78	18	12.21	25	15.7	25
C.油脂類	—	—	—	—	—	—
D.家禽類及其製品類	7.1	25	14.85	25	18.87	25
E.家畜類及其製品類	14.39	25	18.78	25	19.67	26
F.魚、水產類	1	1	11.24	25	14.55	25
G.蛋類	16.7	25	17.66	25	19.35	25
H.乳品類	0.94	1	3.37	20	3.9	9.4
I.水果類	1.01	1.13	13.81	25	16.14	25
J.蔬菜類	2.36	22.61	15.8	360	18.61	1700
K.糖及糖果零食類	11.86	18	10.22	25	13.18	25

L.飲料類	1	1	3.95	11	3.26	10
M.酒類	5.99	17	6.17	20	11.33	25
N.調味料類	10.14	25	10.56	25	15.15	25
O.複合食品、湯品及其他類	1.33	11.9	13.1	11	16.88	21
P.嬰幼兒食品	1	1	6.32	9.6	5.8	8.7
Q.保健食品類	—	—	—	—	-	-

表八、食物輻射曝露量結果比較

	107年度計畫	2018年香港邊境	2018年日本資料	2020年日本資料
	年暴露量(mSv/Person/year)（相較2020年結果）			
孩童(0-12歲)	0.000437 (24.8%)	0.002908 (165.0%)	0.001555 (88.3%)	0.001762
青少年(13-18歲)	0.000647 (28.0%)	0.003880 (168.1%)	0.002040 (88.4%)	0.002308
成人(19-65歲)	0.000655 (23.3%)	0.004693 (166.8%)	0.002460 (87.4%)	0.002814
老年人(>65歲)	0.000428 (17.8%)	0.003802 (158.0%)	0.002120 (88.1%)	0.002406

註：以 107 年度計畫輔以日本公告食品輻射檢測結果，導入台灣「國家攝食資料庫」；2018 年香港邊境乃以香港公告檢測結果導入台灣「國家攝食資料庫」；2018 年日本資料乃以日本 2018 年公告檢測結果導入台灣「國家攝食資料庫」。

四、各國風險分析資料蒐集

檢索資料庫並刪除重複資料後，取得「進口食品＆日本」博碩士論文 32 筆、「風險感知&食品」博碩士論文 15 筆、「風險分析&食品」博碩士論文 10 筆；「風險感知&食品」期刊論文 5 筆、「進口食品&日本」期刊論文 21 筆、「風險分析&食品」期刊論文 9 筆（清單詳附件 1）。以下，分就「各國輻射相關研究」、「各國

管制措施」及「風險感知」四方面，整理歸納如下。

（一）各國輻射相關研究

本計畫參考、比較之資料，橫向為世界主要國家或地區，如英國、美國、韓國及香港等之輻射監測情況、暴露量及計算方式；縱向則為「107 年度計畫」，進行相關數據分析，評估輻射檢驗情形是否發生變化。經檢視各國監測資料後，發現香港檢驗資料較為詳細，經與食藥署討論後，同意以其監測資料作為風險評估之主要參考數據。

1.英國

英國公共衛生局於日本福島核災事件後，針對其空氣、雨水、土壤、當地牛奶等進行一系列監測，同時執行輻射劑量的評估。空氣監測劑量部分，與未發生事件前的平均值沒有差異；當地牛奶部分，均未檢出放射性銫 134、銫 137，但是有檢出微量的碘 131 0.3 貝克/公升。輻射劑量評估，依年齡區分為一歲、十歲以及成人，暴露途徑則考量了空氣吸入、食物攝取、沉降在地表的放射性物質。監測結果顯示，因日本福島核災事件所增加之額外劑量最高為 2.0×10^{-7} 西弗，與英國人口的平均輻射曝露年劑量（2.7×10^{-3} 西弗）相比，其劑量非常的低。英國公共衛生局於 2013 年 3 月 29 日的報告中也聲明，此事件所釋放之放射線物質不會對英國造成公共健康風險。

2.美國

利用太平洋藍鰭金槍魚來評估輻射風險，攝食量則區分為一般消費者（消耗量每天每人 66 公克）與高攝食族群自給型漁民（消耗量每天每人 339 公克），計算因食用受福島放射性同位素污染水產所產生之額外劑量，一般消費者與自給型漁民分別為 0.9 與 4.7 微西弗，此劑量遠小於人類一般行為，例如：牙科 X 射線

（5.0 微西弗）、遠程飛行（40 微西弗）或其他背景天然放射性之劑量。另外有關癌症機率風險部分，自給型漁民水產品攝食量較高，所產生之癌症風險每千萬人可能增加 2 個病例。

3.加拿大

針對日本福島核災事件進行水產品的輻射風險評估，其所使用數據包括：第一、2013 年東京電力公司對福島第一核電站（FDNPS）半徑 20 公里範圍內海域中，各種海水魚和貝類進行的放射性測量資料；第二、日本漁業廳（JFA）2013 年 7 月發布的新聞稿資料，分別有 100 件、1952 件水產品樣本。水產品攝食量部分，加拿大每年每人平均消耗量為 8.8 公斤（可食用重量），並假設兒童水產品食用量與成年人相同。風險評估結果，銫 134、銫 137 對成年人的年輻射劑量為 1.3 微西弗，對兒童的輻射劑量為 0.9 微西弗；與魚類中天然存在的放射性元素（釙 210、鐳 228）相比，其危害可謂微不足道。

4.韓國

為評估日本福島核災事件後，對於韓國民眾所增加的風險，利用韓國食品藥品安全部（MFDS）於 2012-2013 年所監測放射性碘 131、銫 134、銫 137 的資料，食物種類包括農產品、畜產品、乳製品、水產品與加工食品共 8496 筆。劑量部分假定輻射檢測最小可測量（minimum detectable amount, MDA）為 0.5 Bq / kg，利用放射性濃度的平均值進行計算；攝食量則使用韓國 2008-2010 年國家健康與營養調查（KNHANES）的攝食資料庫，為了以保守方式估計，僅使用食品消耗量第 95 個百分位水平進行計算。風險評估結果顯示，攝食日本食品導致增加之輻射曝露量，各年齡層每年平均劑量皆小於 1 毫西弗，終生承諾的有效劑量為 2.957-3.710 毫西弗；癌症發生率部分，終生攝食輻射食品所產生之實體癌、甲狀腺癌及白血病之癌症風險，分別為每十萬人可能產生實體癌 14.4 至 18.1 例、甲狀腺

癌 0.4 至 0.5 例及白血病 1.8 至 2.3 例。研究結果表明，在韓國，現階段日本食物攝入不會增加輻射劑量或增加致命癌症的風險。

5.香港

自日本福島核災事件發生到 2020 年 12 月 31 日止，香港邊境檢測共抽樣檢測 752,986 件樣本，不合格件數 3 件，分別為 2011 年 3 月 23 日所採樣的白蘿蔔輻射劑量碘 131 為 260 Bq/kg；蘿蔔輻射劑量碘 131、銫 134、銫 137 分別為 800、25、26 Bq/kg；菠菜碘 131、銫 134、銫 137 分別為 1000、8.5、19 Bq/kg；微量輻射檢出數量 68 件，食物種類包括紅蘿蔔、芹菜、燕麥片、藍莓汁、乾香菇、茶粉。另外，自 2018 年 7 月 24 日准許茨城、櫪木、千葉及群馬四個縣輸入以來，該些地區共檢測 190 件樣本，檢測結果皆低於檢測極限；由於檢測結果較無風險危害，所以食物安全中心宣布於 2021 年 1 月 1 日起，將輻射檢測日本食品納入每年的恆常食物監測計劃內，不再特別公告。

（二）各國管制措施

我國曾檢驗出微量輻射殘留但符合我國法規標準的日本茶葉，是由非屬暫停受理報驗之五縣的靜岡所生產；因此，並非暫停受理報驗之五縣以外的日本食品就可以「零檢出」，其仍有輻射殘留之可能性。目前我國所採取的管制措施模式，是否真正符合科學精神而與國際上之普遍作法接軌，能否杜絕風險較高之食品進入我國，有無其他精進措施，值得進一步深究。

在分析我國風險管理模式有無精進空間之前，或可參考其他國家的作法。依本計畫之研究，目前其他國家風險管理模式約可區分為：禁止特定縣市「全部」食品輸入，未禁止之縣市要求檢附相關證明，如我國；禁止特定縣市「部分」食品輸入，未禁止之縣市或食品要求檢附相關證明，如韓國、香港；參考日本「非流通品」清單，對特定食品輸入管制，如美國；未禁止特定縣市或食品輸入，僅

要求檢附相關證明，如歐盟。以下即針對歐盟、美國、韓國及香港之管理模式，提出簡要介紹。

1.歐盟

歐盟各國對日本食品輸入，並無針對特定縣市或品項禁止輸入之規定，而係詳列部分縣市之特定食品，要求輸入時須檢附官方輻射檢驗證明；必須檢附證明輸入之縣市，包括福島、山形、山梨、靜岡、茨城、長野、新瀉、群馬及宮城等9縣市。其中，以福島所列品項較多，包括菇類、水產品（活魚、甲殼類、軟體動物、海藻及黃條鰤、紅魽、真鯛、黃帶擬鯵、黑鮪、白腹鯖以外之部分魚種）、柿子、部分山菜（蜂斗菜之莖葉及花蕾、楤木屬、竹筍及漉油）；山形、山梨及靜岡等三縣市，包括菇類、漉油；茨城、長野及新瀉等三縣市，僅有漉油一項；群馬包括菇類及部分山菜（竹筍、漉油）；宮城縣則包括菇類、部分山菜（楤木屬、竹筍、歐洲蕨及漉油）。此外，各都道府縣中，前揭輻射檢查證明對象品項之使用比例超過50%之食品及飼料，亦須檢附官方輻射檢驗證明；於前揭品項中，在上述輻射檢驗對象縣市以外之縣市生產、加工者，或其使用比例超過50%之食品及飼料，則須檢附官方產地證明（歐盟委員會第2019/7632號，網頁網址：https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019R1787#document1）。

2.美國

美國與歐盟之管制措施雖然不同而有「管制輸入」之措施，然其與歐盟之表述方法相同，係詳列管制輸入之縣市及其食品品項；其餘未在表列者，則不管制輸入。據此，遭美國管制輸入部分食品之縣市，包括青森、岩手、宮城、山形、福島、茨城、櫪木、群馬、埼玉、千葉、新瀉、山梨、長野及靜岡等14縣市；每一縣市管制輸入之品項，繁簡不一、各有不同。另須注意者為，此一管制輸入品項並非一成不變，而是適時依據日本「非流通品」公告進行調整。

以核災發生地之福島為例，目前管制輸入之品項包括：一、生乳；二、蔬果：野生遼東楤木、許氏平鮪、竹筍、非結球性葉菜類（小松菜、茼蒿、小白菜、日本蕪菁、紅葉萵苣、菠菜等）、結球性葉菜類（高麗菜、白菜、萵苣）、十字花科花蕾類（綠花椰菜、白花椰菜）、栗、野生蜂斗菜、紫萁、野生漉油、奇異果、原木香菇、原木珍珠菇（露天）、野生菇類、茨果蕨、歐洲蕨、米、大頭菜、梅、蜂斗菜、野生蟒蛇草、柚；三、水產品：山女鱒（養殖除外）、珠星三塊魚、鰻魚、紅點鮭（養殖除外）、鯉魚（養殖除外）；四、肉類：熊肉、牛肉、野豬肉、銅長尾雉肉、環頸雉肉、野兔肉、鴨肉。較 2020 年 12 月相比，新增許氏平鮪此一水產品為管制輸入之品項。

再以岩手縣為例，於 2020 年之前，管制輸入之品項為竹筍、原木栗茸（露天）、原木香菇（露天）、原木珍珠菇（露天）、野生菇類、野生芹、紫萁、野生漉油、歐洲蕨、岩魚（養殖除外）、熊肉、鹿肉、銅長尾雉肉，共計 13 項；然而在今年 5 月之後，則刪除野生芹及岩魚（養殖除外），共計 11 項。另外，青森、崎玉、山梨及靜岡的野生菇類、山形的熊肉、長野的野生菇類、漉油及鹿肉等品項，繼續維持管制輸入（美國食品藥物管理署 Import Alert 99-33，網頁網址：https://www.accessdata.fda.gov/cms_ia/importalert_621.html）。

3.韓國

韓國的管制措施型態較為複雜，既有禁止輸入特定縣市部分食品之手段，也有要求檢附官方證明文件之手段（韓國食品醫藥品安全處，進口食品輻射安全資訊，網頁網址：https://radsafe.mfds.go.kr/CFQCC02F01）。以禁止輸入而言，韓國禁止輸入之縣市包括福島、群馬、櫪木、茨城、宮城、千葉、神奈川、岩手、長野、埼玉、青森、山梨、靜岡及新瀉等 14 縣市，相較於美國管制輸入之 14 縣市，韓國多了神奈川而少了山形。

以福島之禁止輸入品項而言，包括：一、生乳；二、水產品類；三、蔬果：

波菜、野菜、大頭菜、梅、柚、栗、奇異果、黃豆、紅豆、米、菇類、竹筍、遼東楤木、莢果蕨、漉油、紫萁、山葵、歐洲蕨及土當歸等；其餘縣市，也各有禁止輸入之不同食品。此外，須檢附官方輻射檢驗證明者，包括北海道、東京、神奈川、愛知、三重、愛媛、熊本、鹿兒島等 8 縣市之所有水產品，以及除前揭停止輸入品項及水產品外，宮城、山形、福島、茨城、櫪木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、長野、靜岡等 13 縣市之所有食品。

最後，韓國要求須檢附官方產地證明者，包括北海道、青森、岩手、宮城、福島、茨城、櫪木、群馬、千葉、東京、神奈川、愛知、三重、愛媛、熊本、鹿兒島以外之所有水產品，以及前揭除前揭停止輸入品項及水產品外，宮城、山形、福島、茨城、櫪木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、長野、靜岡等 13 縣市以外之所有食品。

4.香港

針對日本福島核災事件，香港邊境管理單位為食物環境衛生署及食物安全中心，管制措施主要包括：福島之水果、蔬菜、奶、奶類飲品及奶粉，禁止輸入（目前僅剩餘福島地區產品禁止進口）；其餘四縣市之水果、蔬菜、奶、奶類飲品及奶粉，則須檢附官方輻射檢驗證明及輸出業者證明；福島五縣市之肉類及家禽、禽蛋、水產品、野味，亦須檢附官方輻射檢驗證明（香港食品安全中心，網頁網址：https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/programme_rafs_fc_01_30_Nuclear_Event_and_Food_Safety.html）。食物輻射標準則採用《食品法典委員會》突發性核或放射性事故後受污染食物中，放射性核素的指引限值 碘 131：100Bq/kg、銫 134 : 1000Bq/kg、銫 137 : 1000Bq/kg。

表九、各國輸入食品風險分析管理措施（停止輸入、管制輸入）比較

	台灣	韓國	香港	歐盟	美國
福島	酒類以外，全部禁止輸入	1.乳品類：未殺菌牛乳 2.水產品 3.其他類：菠菜、野菜(かきな)、大頭菜、梅、柚、栗、奇異果、大豆、紅豆、米、菇類、竹筍、遼東楤木、莢果蕨、漉油、紫萁、山葵、歐洲蕨、土當歸	蔬果、牛乳、乳飲料、奶粉	無此管制措施	1.乳品類：生乳 2.水產品：山女魚(養殖除外)、珠星三塊魚、鰻魚、紅點鮭(養殖除外)、鯉魚(養殖除外) 3.肉類：熊肉、牛肉、野豬肉、銅長尾雉肉、環頸雉肉、野兔肉、鴨肉 4.其他類：野生遼東楤木、竹筍、非結球性葉菜類(小松菜、茼蒿、小白菜、日本蕪菁、紅葉萵苣、菠菜等非結球性葉菜類)、結球性葉菜類(高麗菜、白菜、萵苣)、十字花科花蕾類(綠花椰菜、白花椰菜)、栗、野生蜂斗菜、紫萁、野生漉油、奇異果、原木香菇、原木珍珠菇(露天)、菇類、莢果蕨、歐洲蕨、米、大頭菜、梅、蜂斗菜、蟒蛇草、柚
茨城		1.乳品類：未殺菌牛乳 2.水產品 3.茶類 4.其他類：菠菜、野菜(かきな)、荷蘭芹、竹筍、漉油、菇類			1.水產品：鰻魚、鉗魚(養殖除外) 2.肉類：野豬肉 3.其他類：原木香菇、竹筍、野生漉油、野生菇類

櫪木		1.水產品 2.茶類 3.其他類：菠菜、野菜(かきな)、菇類、竹筍、茨果蕨、胡椒木、漉油、遼東楤木、紫萁、歐洲蕨、栗			1.肉類：野豬肉、鹿肉 2.其他類：野生遼東楤木、竹筍、野生胡椒木、野生紫萁、野生漉油、野生歐洲蕨、野生茨果蕨、原木栗茸(露天)、原木香菇、原木珍珠菇(露天)、野生菇類
群馬		1.水產品 2.茶類 3.其他類：菠菜、野菜(かきな)、菇類			1.水產品：山女魚(養殖除外)、紅點鮭(養殖除外)2.肉類：熊肉、野豬肉、銅長尾雉肉、鹿肉 3.其他類：野生菇類、野生漉油、野生遼東楤木
千葉		1.水產品 2.茶類 3.其他類：菠菜、野菜(かきな)、竹筍、菇類			1.水產品：鯉魚、銀鮒、鰻魚 2.肉類：野豬肉 3.其他類：香菇
宮城		1.水產品 2.其他類：竹筍、茨果蕨、遼東楤木、漉油、紫萁、蕎麥、大豆、米、菇類			1.水產品：山女魚(養殖除外)、珠星三塊魚、岩魚(養殖除外) 2.肉類：熊肉、野豬肉、鹿肉 3.其他類：紫萁、竹筍、野生漉油、野生遼東楤木、原木香菇(露天)、野生菇類、歐洲蕨
神奈川		茶類			
岩手		1.水產品 2.其他類：漉油、紫萁、歐洲蕨、芹、竹筍、蕎麥、大豆、菇類			1.水產品：岩魚(養殖除外) 2.肉類：熊肉、鹿肉、銅長尾雉肉 3.其他類：竹筍、原木栗茸(露天)、原木香菇(露天)、原木珍珠菇(露

					天）、野生菇類、野生芹、紫萁、野生漉油、歐洲蕨
長野		漉油、菇類			野生菇類、漉油、鹿肉
埼玉		菇類			野生菇類
青森		水產品、菇類			野生菇類
山梨		菇類			野生菇類
靜岡		菇類			野生菇類
新瀉		漉油			漉油、熊肉
山形					熊肉

表十、各國輸入食品風險分析管理措施（輻射檢驗證明）比較

	台灣	韓國	香港	歐盟	美國
福島		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	肉(含蛋)、水產品	菇類、水產品(活魚、甲殼類、軟體動物、海藻及部分魚種(鰤魚(黃條鰤)、紅鮭、真鯛、黃帶擬鯵、黑鮪、白腹鯖)除外)、柿子、部分山菜(蜂斗菜(莖葉及花蕾)、楤木屬、竹筍及漉油)	無此管制措施
茨城		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬果、牛乳、乳飲料、奶粉（並須檢附輸出業者證明書） 2.肉(含蛋)、水產品	漉油	
櫪木		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬果、牛乳、乳飲料、奶粉（並須檢附輸出業者證明書） 2.肉(含蛋)、水產品		
群馬		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬果、牛乳、乳飲料、奶粉（並須檢附輸出業者證明書） 2.肉(含蛋)、水產品	菇類及部分山菜(竹筍、 漉油)	
千葉		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬果、牛乳、乳飲料、奶粉（並須檢附輸出業者證明書） 2.肉(含蛋)、水產品		
宮城	1.水產品 2.乳製品、嬰幼兒食品、糖果、餅乾、穀類調製品	除停止輸入品項及水產品外之所有食品		菇類、部分山菜(楤木屬、竹筍、歐洲蕨及漉油)	
神奈川		1.水產品 2.除停止輸入品項及水產品外之所有食品			

岩手	水產品				
長野		除停止輸入品項及水產品外之所有食品		漉油	
埼玉	乳製品、嬰幼兒食品、糖果、餅乾、穀類調製品	除停止輸入品項及水產品外之所有食品			
青森					
山梨				菇類、漉油	
靜岡	茶類產品	除停止輸入品項及水產品外之所有食品		菇類、漉油	
新潟		除停止輸入品項及水產品外之所有食品		漉油	
山形		除停止輸入品項及水產品外之所有食品		菇類、漉油	
東京	1.水產品 2.茶類產品 3.乳製品、嬰幼兒食品、糖果、餅乾、穀類調製品	1.水產品 2.除停止輸入品項及水產品外之所有食品			
愛媛	產品	水產品			
愛知	茶類產品	水產品			
大阪	茶類產品				
北海道		水產品			
三重		水產品			
熊本		水產品			
鹿兒島		水產品			

（三）風險感知

風險管理是對風險的結構性反應，而風險溝通是風險管理的一環，是發展公眾風險感知（risk perception）、銜接風險評估而形成決策的重要過程。因此，無論是制定風險管理措施，亦或是研擬風險溝通策略，都必須以風險感知因素為前提；唯有立基於風險感知因素的風險管理措施與風險溝通策略，才能減少風險溝通的障礙，降低風險管理的成本，提高風險管理的效益。

風險本身的特性會影響風險感知程度，主要得區分為三種類型：第一是恐懼風險（Dread Risk），凡風險屬於難以控制、易引發恐懼、具有災害的潛在性、致命的後果及風險與帶來的利益不相等，如核能武器與核電廠所形成的風險等，均屬之。第二是未知風險（Unknown Risk），舉凡風險屬於未被發掘的、未知的、新興的以及傷害情形未明朗者，如化學技術；第三則是暴露到風險的人數（Slovic, 1987）。

風險感知係指人類對各種風險的主觀感受與評估，如許多社會心理學者所認為：風險感知受到先天直覺，以及後天取得資訊與分析資訊能力之影響。FAO/WHO（2018）整理影響人們風險感知較高的因素，例如風險屬於人為、風險難以控制、風險的科學數據不清楚或不完整、屬於新興風險、非自願暴露風險、許多人在同一時刻皆會受到影響、風險所生後果具嚴重性、或立即性、敏感族群（如孩童、嬰兒和懷孕婦女）易受影響、風險與所致利益不相等、風險被視為道德上的錯誤（如詐欺行為）。

反之，影響人們風險感知較低的因素，例如風險屬於天然、風險可受控制、風險的科學數據清楚或完整、屬於熟悉風險、得以自願選擇暴露風險與否、人們在長時間受到影響、風險產生的後果不具嚴重性或立即性、敏感族群不受影響、風險與帶來的利益相等、風險不被視為道德上的錯誤。

有學者認為，政府機關對風險溝通中訊息、管道的釋放方式，不但可能影響

公眾的風險感知，甚至反映其對政策的信任與否。然而，類似石化廠、工業區或核能發電廠等這些具有科技風險的公共設施，很容易產生「鄰避」現象；這種情形發生的原因，大部分是出於專斷、單向的決策模式，以及當地居民缺乏表達管道。如政府機關或開發業者未與當地居民做好風險溝通，各自對決策或風險的接受程度不同，很容易導致地區衝突抗爭發生。因此，以在地公眾感知為基礎的風險溝通是民主決策下的產物，也是科學民主化的一種表現；唯有透過雙向互動、多元開放的溝通管道，政府機關將風險知識傳達給一般大眾，方能符合民主政治之要求。

此外，風險案件的資訊來源與傳遞機制，決定風險對社會的影響程度。部分學者提出「風險的社會強化」（social amplification of risk）架構，即風險案件的消息來源，藉由多重傳播途徑（如專家學者、利益團體、政府單位及新聞媒體等）將訊息傳遞給不同群體，並持續反覆回饋，產生「漣漪效應」（ripple effect）。傳播途徑對公眾風險感知的影響，可能對既有的風險感知造成強化（amplification）或淡化（attenuation）效果。風險案件可能由受影響的個人，逐步擴大影響層面至社區、利益團體，乃至於成為重大社會議題。公眾風險感知也可能因媒體誇大報導，或呼應已遭汙名化的特定議題（如農藥使用、瘦肉精等），進一步得到強化。由於跨領域研究盛行與知識結構漸趨複雜，不同領域間的界限逐漸模糊且相互影響，相關資訊也在此間快速傳遞散佈，媒體似將長期存在的環境問題，轉化為迫在眉睫的災難。例如日本福島核災事件中，新聞報導是現代社會中創造集體風險感知的重要機制之一，不同風險論述彼此在新聞媒體上相互競合、對話，因而產生共同的問題意識，強化人們共同承擔風險的集體感。伴隨科技發展而產生的風險感知，不只反映出現代人心理上對不確定性風險的焦慮感，更影響社會關係的發展，尤其鄰近性（proximity）影響公眾如何感知風險及其可接受的程度。

影響食品安全的風險認知因素亦是如此，針對高風險或高爭議之食品案件，政府機關必須以開誠佈公、主動積極的態度充分揭露相關資訊，否則容易產生民

眾對政府提供資訊的疑慮;不信任感一旦產生,更可能影響民眾風險認知的形成,將提高風險溝通的難度，不利於風險管理。

綜上所述,由 FAO/WHO(2018)整理的影響風險感知因素,其與 Slovic(1987)所提出之因素部分重疊，如風險難以控制、屬於新興的風險、風險會帶來嚴重的後果及風險與帶來的利益不相等。

五、教育訓練

本計畫分別於 110 年 7 月 21、28 日進行署內同仁的教育訓練，主題為食品安全與風險分析「毒道之處—看不見的危機（一）」、「毒道之處—看不見的危機（二）」,內容包含認識毒理學相關概念，以及其與食品安全、風險分析架構及風險評估等重要議題之關連性，並帶入生活實例進行教學。俾利學員能瞭解危害辨識、劑量反應關係、暴露評估、危害特徵描述等風險評估步驟流程，在面對食品安全事件時可以以更全面的角度解析問題。參與教育訓練人次共約 300 人次，授課相關資料與學員簽到記錄，請參照附件二。

六、專家會議

本計畫於 110 年 8 月 3 日召開「109 輸入食品風險分析」專家會議，邀請 7 位專家出席會議,會中討論熱烈並獲得諸多寶貴意見與建議,會議記錄及簽到表,請參照附件三。茲將專家建議與本團隊回應，摘錄如下。

專家一、日本與我國檢測模式相差較大，這樣的比較是否存在疑慮？本團隊回應：我國使用純鍺偵檢器來測量食品輻射，可實際測出食品中所含微量輻射與核種；而日本輻射檢測儀器包含 Ge、CsI 及 NaI 三種，各有不同偵測極限，其使用之原因為需要檢測大量的產品。測量方式的差異導致在比較上會有誤差，所以

本團隊參考 2018 年日本官方檢驗資料、2018 年香港邊境資料進行比對，以降低方法差異的影響。

專家二、報告中所指「標準」為哪一國？乳品之標準為 50 貝克，修正後是否影響最後結果？本團隊回應：以我國衛生福利部食品藥物管理署公告標準食品輻射為標準（銫 134 與銫 137 總和在所有食品為 100 Bq/Kg；乳品及嬰兒食品為 50 Bq/Kg；飲料及包裝水為 10 Bq/Kg），相關數據修正後不會影響結果。

專家三、0-12 歲，有對應到嬰幼兒食品，但嬰兒年齡範圍是指 0-1 歲，幼兒年齡是在 0-3 歲，年齡層是否可以再細分 0-1 或 0-3 歲？本團隊回應：攝食資料庫當中有 0-3 歲孩童此一年齡層，可以針對易感受族群再進行分析，此已於「參、結果二、游離輻射曝露與癌症及遺傳效應風險評估」中呈現。

專家四、攝食量、暴露量之相關性，正相關是否很明顯？四個年齡層看起來，相關性似乎不是很高？本團隊回應：因為「蔬菜類」涵蓋較多高風險農產品（輻射平均值較高），導致攝食蔬菜類較多的族群暴露量較高，並非直接與整體攝食量直接呈現正相關。

專家五、地點、品項檢測到的數據較高，應瞭解原因並進行原因分析。本團隊回應：目前日本網站所公布之資料，其品項、內容等，尚無法進行相關之原因分析。

專家六、簡報檔 P.9，是指所有種類的食品嗎？本團隊回應：依照國人攝食資料庫分類類別，在分類中找出代表的產品後再進行評估。

專家七、檢測方法未來可設法與日本一致，如此就不必再經換算。如因受限於我國之儀器設備，考量長期管理效益，是否要提升我國之設備或技術？本團隊回應：我國使用純鍺偵檢器來測量食品輻射，是國際間高度肯認之精密儀器，可實際測出食品中所含微量輻射與核種；而日本輻射檢測儀器包含 Ge、CsI 及 NaI 三種，各有不同偵測極限，其使用之原因為需要檢測大量的產品。兩者檢測的目的性不同，應視情況目的而定，分別選擇檢測儀器。

肆、討論

一、風險評估之侷限

（一）各年度暴露量百分比差異除與進口量、攝食量相異有關外，最主要的原因為「107 年度計畫」是委託我國檢測單位檢測食品中銫 134 及銫 137 放射性比活度，檢驗方法是依據 2016 年 5 月 19 日部授食字第 1051900834 號公告訂定之「食品中放射性核種之檢驗方法」實施，此方法輻射檢測最小可測量（minimum detectable amount, MDA）為 1 Bq / kg。而 2020 年日本官方檢測資料，其測量方式包含 Ge、CsI 及 NaI 三種，各有不同偵測極限：Ge 的敏感度最好、偵測極限最低，CsI 的敏感度最差。另外，依日本厚生勞動省所公告之針對食物含放射物質監測方法（http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/index_food_policies.html），在測量結果處理上，確認銫 134 與銫 137 總和的檢測極限只須等於或低於標準限值的 1/5 即能完成檢驗，此亦造成風險評估的數值被高估，導致在年暴露劑量上，2020 年風險評估結果高於「107 年度計畫」之數據。為避免上述情形影響風險比較，另外以 2018 年日本及 2018 年香港官方資料進行分析，結果顯示上述差異亦與最小可測量值不同有關(表八)。

（二）本研究以圖像概念式之盒鬚圖法進行風險評估曝露之估算，其目的在於利用視覺化概念之呈現方式，易於理解；蒙地卡羅運算評估模式係一精準之計算模擬，惟其計算過程較為複雜，於一般民眾而言恐較難理解。盒鬚圖法與蒙地卡羅皆為風險評估之計算方法，本研究於一般民眾與專業溝通之間，經權衡採盒鬚圖法。本研究之計算曝露劑量結果，與 2021 年英國發表之報告曝露數據相近。

（三）本研究以平均攝食率作為代表性參數進行評估，無法描述每一個人的攝食行為，亦無法精確判斷每一個人的曝露風險。

（四）日本厚生勞動省發布的食品輻射查驗結果，包括各種日本當地特有的

種類，較難直接與國人攝食習慣連結，國人實際接觸日本生產食品之總量，可經由二國飲食習慣介接調查得到更精準之推估。

（五）日本食品輸入重量，參考行政院農業委員會農產品進出口量 2020 年統計資料，佔所有進口食品 1.6%（行政院農業委員會農業統計資料查詢系統）。該數據包含大宗食品，與民眾風險感知之日本食品於台灣市場比例有所落差，國人實質食用日本進口食品比例，如能經由民眾消費市場之田野調查，亦可更為精準之估算。

二、輻射風險

輻射曝露風險為線性無閾值（linear no threshold），係指低劑量的暴露也會造成健康上的風險，如細胞傷害或分子結構產生非致死的變化，異常增生後會造成癌症風險增加，且輻射引起的癌症，其機率與輻射劑量成正比。國際間針對相關輻射風險的說明方式不盡相同，WHO(World Health Organization)與 US EPA(Environmental Protection Agent)指出飲水中致癌物質所造成的「可接受風險」為 10^{-4}到 10^{-6}，低於 10^{-6}可歸類為「可忽略之風險」；加拿大利用輻射檢測的結果，與天然存在放射性元素（釷 210、鐳 228）相比較；英國參考國人平均輻射年暴露劑量進行比較；韓國則參考國內癌症統計資料，進行發生率的比較。

本次研究輻射曝露所產生的癌症及遺傳效應增加風險，分別為孩童每人每年平均 1.00×10^{-7}、青少年每年平均 1.32×10^{-7}、成人每年平均 1.18×10^{-7}、老年人每年平均 1.01×10^{-7}、育齡女性每年平均 9.80×10^{-8}；依據 US EPA 癌症風險等級之劃分，應可歸類為「可忽略之風險」。另根據我國衛生福利部癌症統計數據，所有癌症部位的年齡調整發生率約為每 10 萬人 305.4 例（衛生福利部癌症發生資料，網頁網址：https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4141&pid=12682）。而本研究結果顯示，癌症風險仍明顯低於臺灣癌症發生率。

三、各種管制措施之比較

總結以上國家對日本災區食品的輸入管制措施（表九、十），得將其區分為數種類型，包括：第一、特定縣市「全部」食品禁止輸入。第二、特定縣市「特定」食品禁止輸入。第三、特定縣市特定食品檢附官方輻射檢驗證明後始得輸入。進一步而言，雖然各國各有不同管制措施，然可歸納管制核心在於，特定縣市中全部或部分品項的食品得否輸入；其次，即使未禁止輸入之縣市或食品，是否存在輸入前提，如是否須檢附何種證明或進行何種形式之查驗。以上數種管制措施，各有其優缺點，茲簡要分析如下。

（一）特定縣市「全部」食品禁止輸入：以台灣為例

此種措施之優點在於：首先，管制上可以做到滴水不漏—針對該遭禁止輸入之縣市食品，因為不論該縣市之食品有無風險或有多高風險，一律禁止輸入，將其杜絕於境外。其次，此種管制措施得節省行政成本，因為無須耗費人力或其他資源對輸入食品進行任何檢驗或查核檢附之證明文件。

而其缺點在於：此種管制措施，與歐、美等國家並不一致，亦與現今自由貿易之世界潮流，存在若干落差；尤其我國已成為世界貿易組織（WTO）會員多年，會員國之間自有國際貿易規則必須遵守，無法完全憑藉自身意願制定管制政策或進行管理措施，否則容易引起我國與日本二國間之糾紛。尤其，經本計畫之風險評估，福島五縣市食品之檢測結果皆符合我國標準，是否需要投注這麼大的行政資源與社會成本，專注在福島五縣市，而忽略日本其他地區輸入食品之安全，值得各界慎思。

（二）特定縣市「特定」食品管制輸入：以美國為例

此種管制措施，立基於日本之國內檢測結果，作為其管制基準。日本依其檢

測結果，將特定縣市之「特定」食品設定為「非流通品」；美、日二國之間基於信任關係，參照此一「非流通品」之品項，納為管制輸入之列。此一模式，優點在於以科學基礎之客觀事實為依據，日本檢測超標者代表該項食品風險較高，則進行管制輸入；其次，因其參照日本國內「非流通品」之品項，簡單明確節省行政成本之耗費，並且可以減少二國間之貿易爭端。

其缺點在於，非流通品可能混在流通品中輸入，如美國管制輸入岩手之鹿肉，可能混雜於其他未管制輸入縣市之鹿肉，一起輸入；此種非流通品之混入，於辨識上極為困難，從而增加檢驗之難度。其次，參考日本之檢測數據，恐因「球員兼裁判」引起質疑；惟，本計畫認為，日本政府之輻射檢測、非流通品之設定，乃為保障其國民之食品安全與身心健康，非為產品輸出而為之；日本政府亦不可能為了產品順利輸出，罔顧自己國民健康而對數據造假。因此，上述「球員兼裁判」而可能造假之質疑，現實中應無發生之虞。

（三）檢附官方輻射檢驗證明：以歐盟為例

此種管制措施，要求食品輸入時必須檢附輻射檢驗符合標準之官方證明。此種管制措施，側重於輻射殘留之檢測數值，不論產地、品項為何，只論輻射檢測結果，將管制對象聚焦於輻射「風險所在」，應為值得肯定之作法。其缺點則為，輻射檢驗數據可能受到若干外力影響，包括檢測儀器靈敏度、檢測方式等，從而對數據產生不同解讀；尤其，即使檢測數據符合標準，但仍有驗出輻射殘留者，如遇有要求「零檢出」之言論，是否真能獲得民眾信任而輸入，有待商榷。因此，此一措施固然基於科學而較為可取，但仍存在部分不確定因素。

此外，為求上述 3 種管制措施確實達成管制目的，尚有「檢附官方產地證明」、「邊境檢驗」等二種輔助措施，茲分述如下。

「檢附官方產地證明」措施之優點，在於方便主管機關判別食品產地來源，以免誤認產地情形發生，一定程度上可提高消費者「安心」程度。而其缺點則在

於，實務上曾經發生偽造產地證明之案例，如何杜絕此一情形發生，恐存在一定難度，且亦增加行政成本支出；其次，此種措施僅為產地（產品來源）之客觀呈現，是否存在風險並非基於何種科學證據或論述，與提高消費者健康「安全」並不必然存在正相關。

邊境查驗，係於食品輸入時進行查驗，確認食品符合標準始得放行；又可區分為「逐批查驗」或「抽批查驗」。此種管制措施之優點在於直接、有效，透過機械儀器之幫助，對輸入之食品進行輻射檢測，篩選出高風險食品。而其缺點則為，輸入食品數量、種類繁多，檢驗人力有限，即便逐批查驗，也不可能「逐項查驗」；其次，檢測儀器也有靈敏度之不同，如欲進行高強度之查驗，勢必耗費大量行政成本。且部分生鮮食品保存期較短，等待檢測期間過長，或者保存方式不佳，皆有產生食品腐敗之可能性，進而面臨國家賠償爭議。

伍、結論與建議

本次研究利用 2020 年日本官方輻射檢測資料，以日本國內可流通產品估算。輻射風險評估結果顯示日本輸入食品會使孩童每年增加 0.001762 毫西弗暴露量（0.000472 – 0.003088）、青少年每年增加 0.002308 毫西弗暴露量（0.000622 – 0.004030）、成人每年增加 0.002814 毫西弗暴露量（0.000673 – 0.005094）、老年人每年增加 0.002406 毫西弗暴露量（0.000503 – 0.004597）、育齡女性每年增加 0.002334 毫西弗暴露量（0.000575 – 0.004182）。依國際放射防護委員會 ICRP publication 26 報告中提出，一般民眾接觸來自非背景輻射的游離輻射，年劑量不超過 1 毫西弗（1mSv/yr）。本次計算結果，各年齡層為標準值的 0.17-0.28%；產生的癌症及遺傳效應增加風險，依據 US EPA 癌症風險等級之劃分，各年齡層皆低於 10^{-6}，應可歸類為「可忽略之風險」。

從日本公布之官方資料中可以發現，輻射超標產品不限於分布在我國管制地

區，以輻射檢出產品件數比例進行定性分析，管制五縣地區僅可以涵蓋約 49.3-61.1%。顯見以食品安全角度思考，我國管制措施應該從目前的「地區管制」方式轉變為「高風險管制」；此外，政府亦應將此一風險評估報告，結合各種溝通管道，與產官學民等群體，進行風險溝通。茲將風險管制及風險溝通之建議，分述如下。

一、實施高風險管制措施

日本 311 核災事件發生時，各國皆因緊急應變考量採取「地區式」的管制，也就是禁止包括福島在內附近縣市的食品進口。伴隨 10 年的時間流逝，輻射之影響或者說是風險程度，已經有所改變。日本當地針對食品放射性物質的管理除了持續監控及公開相關資訊外，也有訂定食品的檢查計畫。若監測發現食品有超過輻射標準值時，會將其回收、銷毀及同一生產批次的食物一併處理；並且以縣或部分區域為單位進行出貨管制等措施，當持續檢查結果低於標準值時，才有可能解除相關的限制，此方法結合特定產品與地區式的管制概念。國際間雖非所有國家都放寬或解除管制，惟大部分國家即使不全面開放，也分別進行不同程度的政策調整。例如美國雖仍管制日本 14 縣市的食品輸入，但管制輸入之「特定品項」則依輻射檢驗數據機動調整，而非只管制「特定地區內的全數食品都不能進口」；另外，歐盟則是未禁止日本食品的輸入，而僅要求「特定地區的特定食品」須檢附官方輻射檢驗證明。美國、歐盟皆為世界上食品安全管制之優等生，且為國際貿易之主要經濟體，其管制措施應有可供我國參考借鏡之處。

目前管制地區之食品，依本計畫最新數據風險評估之計算，顯示輻射檢測的平均值並無特別高的跡象（參照圖四、各種類產品輻射劑量分佈狀況）。而於目前我國並未特別管制的縣市，如新潟、宮城、長野、岩手、山形等地，亦曾發現輻射超標但符合我國法規標準的產品，產品類別多為農產品中的蕈類、五加科植物（漉油、遼東楤木芽）、蕨類等及其加工製品（參照表三、銫-134 與銫-137 總和

超過標準之明細)。顯示輻射檢出產品非以管制區域為限，某些輻射檢出產品，仍可能自未管制地區輸入我國（表四、定性分析：管制地區與非管制地區輻射檢出件數)。因此，我國應調整現行「地區管制」之策略，改採「高風險管制」，俾利提高國人健康保障。

進一步而言，何謂「高風險管制」？以美國為例，其管制品項係參考日本政府之檢驗數據，如曾有驗出而風險較高之品項，即管制輸入，並且不斷視最新數據而更新；自 2011 年事故發生後，調整管制輸入品項次數超過 40 次。2019 年迄今 3 年內，亦調整約 10 次；最近的一次調整為 2021 年 5 月，管制輸入新增許氏平鮭一項水產品。再以歐盟為例，其並未有停止輸入之管制手段，然亦參考日本之檢驗數據，要求若干風險較高之品項，應檢附輻射檢驗合格證明，始得輸入；且與美國相同，不定期進行滾動式調整，以反應最新檢驗數據與風險程度。在(EU) 2019/1787 of 24 October 2019 第 11 點並且表明：「由輸入時執行的管制表明，日本政府正確執行歐盟法律規定的特殊條件，在進口管制 7 年多來，未曾發現不遵守規定之情形。因此，在輸入時保持低頻率的管制是適當的」。

綜上所述，本計畫建議兼採美國與歐盟之管制特色，將管理措施由現行特定地區全部食品皆禁止輸入，調整為特定地區高風險食品禁止輸入。進一步而言，美國所管制輸入之品項，如福島的水產品、茨城的鰻魚，我國亦比照禁止輸入；而美國未管制輸入但歐盟要求檢附輻射檢驗證明者，如福島的柿子、群馬的竹筍，我國則比照歐盟要求輸入時須檢附輻射檢驗證明，俾利進行監控與限制（圖五)。此種管制措施之調整，將可以使風險管理更加精準，大幅提高預防高風險食品輸入之強度，更有效保障我國民眾的食品安全與身心健康。

圖五、建議管制措施

美國禁止輸入之品項，我國亦比照禁止輸入；而未禁止輸入但歐盟要求檢附證明者，則比照歐盟辦理

二、提高資訊揭露能見度

我國食品安全風險評估，與國際接軌而有其可信度。惟民眾面對部分重大食安議題，有時仍會感到不安，甚者無法信任風險評估結果或風險管理措施。然而，政府實際上已在相關部會之網頁上刊載日本輸入食品檢測、核子事故、輻射等諸多資訊，例如：食藥署「日本輸入食品輻射檢測專區」（網頁網址：https://www.fda.gov.tw/TC/site.aspx?sid=2353&r=589371957）、原委會「緊急應變」中便有「什麼是輻災」、「對人的影響」、「後福島事故專區」（網頁網址：https://www.aec.gov.tw/%E7%B7%8A%E6%80%A5%E6%87%89%E8%AE%8A--5.html）、行政院食安辦食品安全資訊網「闢謠及檢驗專區連結」（網頁網址：https://www.ey.gov.tw/ofs/4F36D2A74BA4CB25）等，皆刊載豐富的宣導多媒體，包括資訊揭露、闢謠澄清，顯見政府在風險溝通十分用心。本計畫進一步建議政府可提高資訊揭露之能見度。政府可以針對關注食安問題之專家學者及代表性團體，如主婦聯盟、消基會、董氏基金會等，主動提供福島五縣市食品相關檢測數據及相關資訊，並定期追蹤回應。其次，善用傳統媒體與新興媒體，建立良好溝通管道，協同傳遞食安相關資訊，主導食安事件話語權。日本食品進口之風險溝通，不但涉及食品安全、國際貿易、原子核能等專業問題，更涉及諸多政府掌握

而較難為外界所知之資訊；經由提高資訊揭露能見度，加上產官學民共同合作，相信資訊揭露更能有效傳遞。

參考文獻

1. 日本厚生勞動省食品中放射性物質檢查結果
   https://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/0000045250.html
2. 行政院農業委員會農業統計資料查詢系統
   http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/trade/tradereport.aspx
3. 日本農林水產省農業生產統計
   http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kensaku/bunya2.html
4. 香港食物安全中心對日本進口食品進行輻射水平的檢測概況
   https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/japan_nuclear_incidents_2020-12.html
5. 歐盟委員會第 2019/7632 號
   https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019R1787#document1
6. 美國食品藥物管理署 Import Alert 99-33
   https://www.accessdata.fda.gov/cms_ia/importalert_621.html
7. 韓國食品醫藥品安全處「進口食品輻射安全資訊」
   https://radsafe.mfds.go.kr/CFQCC02F01
8. 韓國食品醫藥品安全處「進口食品資訊系統」
   https://impfood.mfds.go.kr/CFCII03F01/getCntntsList?page=1&limit=10&cntntsView=list&cntntsSn=49674&searchCondition=all&searchInpText=%EC%9D%BC%EB%B3%B8
9. Karl K. Turekian（2012）Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California
10. Nanao Kamada（2012）Radiation doses among residents living 37 km northwest of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant
11. Michio Murakami（2012）Estimation of thyroid doses and health risks resulting from the intake of radioactive iodine in foods and drinking water by the citizens of Tokyo after the Fukushima nuclear accident
12. Fisher, N. S.（2013）Evaluation of radiation doses and associated risk from the Fukushima nuclear accident to marine biota and human consumers of seafood. Proceedings of the National Academy of Sciences,110(26),10670-10675.
13. Michio Murakami（2014）Estimated Dietary Intake of Radionuclides and Health Risks for the Citizens of Fukushima City, Tokyo, and Osaka after the 2011 Nuclear Accident
14. Brown, J.（2014）. Assessment of radiation doses in the UK from the Fukushima Daiichi Nuclear accident. Journal of Radiological Protection,34(2), N41.
15. Harada, K. H.（2014）Radiation dose rates now and in the future for residents neighboring restricted areas of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(10), E914-E923.
16. Nikolaos Evangeliou（2014）Global and local cancer risks after the Fukushima Nuclear Power

Plant accident as seen from Chernobyl: A modeling study for radiocesium (134Cs & 137Cs)
17. Michio Murakami（2015）Correction: Estimated Dietary Intake of Radionuclides and Health Risks for the Citizens of Fukushima City, Tokyo, and Osaka after the 2011 Nuclear Accident
18. Moon, E. K.（2016）Estimates of radiation doses and cancer risk from food intake in Korea. Journal of Korean Medical Science, 31(1), 9-12.
19. Michio Murakami（2018）Estimation of Dietary Intake of Radionuclides and Effectiveness of Regulation after the Fukushima Accident and in Virtual Nuclear Power Plant Accident Scenarios
20. Jennifer A. Kenyon（2020）Distribution and Evolution of Fukushima Dai-ichi derived 137Cs, 90Sr, and 129I in Surface Seawater off the Coast of Japan
21. Minoru Osanai（2021）Estimation of Effect of Radiation Dose Reduction for Internal Exposure by Food Regulations under the Current Criteria for Radionuclides in Foodstuff in Japan Using Monitoring Results
22. FAO/WHO. (2006). Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities: Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
23. FAO/WHO. (2018). Risk communication applied to food safety: handbook: Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization.
24. Slovic, P. (1987). Perception of risk. Science, 236(4799), 280-285.
25. The Fukushima Daiichi Accident. Report by the Director General. IAEA,2015
26. The Fukushima Daiichi Accident. Description and Context of the Accident.IAEA,2015
27. ICRP,2012. Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).
28. ICRP,2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103.
29. Codex Secretariat,2011. Codex Guideline Levels for Radionuclides in Foods Contaminated Following a Nuclear or Radiological Emergency.
30. 江舟峰，食品安全風險評估基礎與實務
31. Food Standards Agancy（2021）. Post-Fukushima Nuclear Power Plant Accident：UK Import Radiological Risk Assessment.

附件 1、食品安全風險感知相關文獻清單

一、進口食品＆日本（論文）

二、風險感知＆食品（論文）

三、風險分析＆食品（論文）

四、風險感知＆食品（期刊）

五、進口食品＆日本（期刊）

六、風險分析＆食品（期刊）

進口食品&日本（論文）

作者	年份	論文	畢業系所
連耿汶	2020	臺灣食品安全風險評估：以日本進口食品輻射及國內花生製品中黃麴毒素之暴露風險為例	國立臺灣大學食品科技研究所
郭品君	2020	福島核災事故發生9年後的食品風險感知：以臺灣食品安全相關研究所為例	臺灣大學食品安全與健康研究所
盧韻如	2020	原產地證明電子化相關法律問題之研究－以進口食品產地爭議為核心	東吳大學法律學系
吳季芳	2020	食品安全管制之研究	銘傳大學法律學系碩士班
楊雲霖	2019	臺灣食品安全政策與食安警察建立之可行性評估研究	國立屏東科技大學食品安全管理研究所
陳詩雨	2018	食安專業背景人員對具健康風險進口食品食安報導之感知量測－ 以網路新聞報導基改食品、瘦肉精美牛及日本核災後食品為例	臺北醫學大學食品安全碩士學位學程
李昕錞	2018	臺灣食品安全跨域治理分析 --以2015.7至2018.6為範圍	國立中山大學公共事務管理研究所
蔡源炳	2018	針對食品安全風險管理之落實與探討	國立嘉義大學食品科學系研究所
潘誼鎂	2018	我國食品安全風險溝通法制之建構	國立交通大學科技法律研究所
李光耀	2018	食品安全風險管理之法原則 —以預防原則與比例原則為中心	國立高雄大學政治法律學系碩士班
陳萱霖	2017	消費者對核災區蘋果願付價值之估計	中興大學應用經濟學系所
鄭欣怡	2017	食品攙偽行為之刑法評價與防制	國立政治大學法律學系
曾郁茹	2016	以糧食供應系統來看日台糧食自給的問題	淡江大學亞洲研究所碩士班
黃世嫻	2016	臺灣主要水果產業出口結構與競爭力實證分析	臺中科技大學企業管理系碩士班
陳柚伶	2016	政府風險溝通之研究－以日本福島核災事故後調整特定地區食品輸台管制措施為例	國立臺灣大學政治學研究所
黃銀玲	2016	台灣進口蔬果食品安全檢測問題與改善策略之研究	正修科技大學經營管理研究所
黃馨葳	2015	食品輸入管理與WTOSPS協定規範合致性之研究－以我國針對日本輸入食品輻射管制措施為中心	國立政治大學國際經營與貿易學系
朱新民	2015	我國食品檢驗稽核機制對國家安全意涵之研究	國立政治大學國家安全與大陸研究碩士在職專班
吳靜宜	2014	台灣與日本食品安全制度之比較研究:兼論進口美國牛肉安全管理措施	淡江大學亞洲研究所碩士在職專班

邱婷萱	2014	福島核電廠事故對台灣環境輻射造成之影響	義守大學資訊工程學系
劉小鈴	2014	媒體資訊傳播認知對民眾食品安全認知與消費行為之影響	大葉大學休閒事業管理學系碩士在職專班
邱鈺婷	2014	兩岸消費者信任產銷履歷的程度對購買行為之比較研究—以新北市和上海市為例	臺北市立大學國民小學教師在職進修公民與社會教學碩士學位班
林詠婕	2014	食品安全之民事損害賠償研究	國立高雄第一科技大學科技法律研究所
武文瑛	2014	食安風暴政府治理之風險感知與溝通分析－以黑心油品事件為例	國立臺灣大學國家發展研究所
劉昌樺	2014	食品安全行政調查之研究	東海大學法律學系
鄭淑珍	2013	來源國形象、產品知識、信任對消費者購買意願之影響－以日本食品為例	國立政治大學行政管理碩士學程
吳明美	2013	我國輸入食品查驗制度之研究	輔仁大學法律學系碩士在職專班
陳穎佳	2012	經濟成長對日、台人民飲食生活的影響	淡江大學亞洲研究所碩士班
梁家芸	2011	知識、信任與製造地對產品購買意願之影響—以日本福島電廠核災為例	中央大學企業管理學系
孫敏超	2011	WTO爭端解決機構所適用審查基準之研究－以SPS協定之風險評估為中心	國立交通大學科技法律研究所
徐瑢恩	2007	日本市場對臺灣茶葉潛在需求可能性之研究	臺灣大學農業經濟學研究所
劉凱翔	2007	有機農業法規及政策之研究	臺灣大學農藝學研究所

風險感知&食品(論文)

作者	年份	論文	畢業系所
許小璿	2020	塑膠微粒的風險認知:以臺灣大學生及研究生為例	臺灣大學食品安全與健康研究所
宋彥德	2020	新聞／留言立場與文化世界觀對科技利益風險感知與來源可信度的影響－以基改馬鈴薯為例	臺灣大學生物產業傳播暨發展學研究所
陳品儒	2020	臺北市食品安全風險感知、資訊來源與政策信任度之研究	臺灣大學食品安全與健康研究所
丁心恬	2020	台北市母親對食品安全的政府信任與風險感知及採取避險行為的關係	臺北醫學大學／公共衛生學系碩士班
李櫻妍	2020	傳統食品創新與發展探討—以台灣精華食品股份有限公司為例	國立暨南國際大學／新興產業策略與發展碩士學位學程
施禹晨	2020	中高齡者對食品添加物、食品安全的認知與態度相關之研究-以南投縣為例	南開科技大學／福祉科技與服務管理所
藍婕予	2019	綜合活動學習領域教師對食品安全之認知、風險感知與行為的研究----以臺南市國中為例	臺灣師範大學公民教育與活動領導學系
林育辰	2019	台灣民眾對核災食品的風險感知： 2018年公投結果與問卷調查分析	國立陽明大學／食品安全及健康風險評估研究所
陳品儒	2019	臺北市食品安全風險感知、資訊來源與政策信任度之研究	國立臺灣大學／食品安全與健康研究所
蔡蕙而	2018	臺灣即食生菜沙拉中金黃色葡萄球菌中毒之微生物風險評估	臺灣大學食品科技研究所
賈培娟	2018	台北市母親對食品安全的信任與風險感知及採取保護行為的關係	臺北醫學大學／公共衛生學系暨研究所
吳佳芸	2015	商品的負面印象烙印與接受度相關性初探-以民眾對Q彈澱粉食品之態度為例	國立臺灣大學職業醫學與工業衛生研究所
張瑋珊	2010	溝通沒做好 風險免不了－－從毒奶粉、砷油事件看政府的風險溝通	臺灣大學新聞研究所
游雯淨	2009	民眾與專家對於食品安全風險感知差異性及食品安全管理風險溝通之研究	開南大學／公共事務管理學系
林慧敏	2008	不同群體對基因改造食品的知識能力與風險感知	長榮大學職業安全與衛生研究所

風險分析&食品(論文)

作者	年份	論文	畢業系所
林佑諭	2020	學校營養午餐畜禽食材之重金屬監測與膳食暴露評估	中興大學食品安全研究所
賴心騏	2019	我國食品風險分析法制之研究 —以歐盟食品安全局風險評估之法制為借鏡	中原大學財經法律研究所
陳宜娟	2019	實施ISO22000:2018及HACCP-以中小企業月子餐公司之個案研究	中興大學食品暨應用生物科技學系所
鐘麗琴	2016	運用風險管理評析臺日食品安全管理制度—以食用油為例	淡江大學亞洲研究所碩士在職專班
賴建州	2015	光譜分析市場鮮乳之研究	國立暨南國際大學光電科技碩士學位學程在職專班
楊岱欣	2014	歐盟與我國食品管理法制之比較研究	中央大學法律與政府研究所
嚴昱如	2013	食品法典委員會標準制定之研究－以萊克多巴胺最大殘留量之標準制定為中心	交通大學科技法律研究所
李成鈞	2011	風險分析在歐盟食品安全管理體系中之實踐與挑戰	淡江大學歐洲研究所碩士班
祝仁同	2011	泰國的農業、食品出口和經濟成長之三項研究	中興大學應用經濟學系所
林慧敏	2008	不同群體對基因改造食品的知識能力與風險感知	長榮大學職業安全與衛生研究所

風險感知&食品（期刊）

作者	年份	篇名	期刊
俞蘋	2019	健康與傳播理論觀點：食品安全資訊接收管道、風險認知與感知、資訊分享管道與預防措施間的模型建構	新聞學研究
林宗弘 蕭新煌 許耿銘	2018	邁向世界風險社會？台灣民眾的社會資本、風險感知與風險因應行為	調查研究-方法與應用
江舟峰	2017	台灣如何因應當前迫切的健康風險管理與溝通的問題	土壤及地下水污染整治
劉飛	2013	食品安全風險、風險感知與農民工消費實踐－基於廣州市的質性研究	中國飲食文化
周桂田	2007	Public Trust and Risk Perceptions: A Preliminary Study of Taiwan's GMOs, 2003-2004	科技醫療與社會

進口食品&日本（期刊）

作者	年份	篇名	期刊
莊育權 康峰誌 陳俞伶	2018	國人食用BSE發生國丹麥之進口牛肉健康風險評估	食品藥物研究年報
劉重廸	2018	臺灣參與CPTPP之SWOT分析	止善
薛景文	2017	食品標示作為日本進口食品安全補充性措施之簡析--從貿易法的觀點審視	月旦醫事法報告
古閔喜之	2017	台灣香蕉外銷自由化之後的銷日香蕉生產、外銷和日本市場	地理研究
黃與旂 林幸君 張靜貞 方煒 徐世勳	2017	臺灣完全人工光型植物工廠之產業關聯分析	農業經濟叢刊
何中平 黃乃芸 邱祥帆 吳宗熹 潘志寬	2015	供人食用動物油脂之國際輸入法規探討	食品藥物研究年報
陳宜君 張國益	2014	農藥殘留標準對國際貿易影響的探討－不同農藥的敏感度分析	農林學報
	2012	臺灣地區放射性落塵及食品與飲水之放射性含量調查	台灣地區放射性落塵與食品調查半年報
	2012	臺灣地區放射性落塵及食品與飲水之放射性含量調查	台灣地區放射性落塵與食品調查半年報
劉凱翔	2012	有機農業全球發展趨勢	臺中區農業改良場特刊
吳宗熹 劉翠玲 林淑莉 馮潤蘭 蔡淑貞	2012	100年度臺灣輸入食品查驗調查分析	食品藥物研究年報
	2011	臺灣地區放射性落塵及食品與飲水之放射性含量調查	台灣地區放射性落塵與食品調查半年報
陳瑞榮	2010	GMO作物研發現況與發展趨勢	植物種苗
郭慶老	2007	日本對於進口食品的檢查體制及其問題點	漁業推廣
劉少玲	2004	日本對大陸進口食品的現狀與檢查管理制度	食品市場資訊
郭漢臣	2004	日本對於進口食品及相關產品之報驗及檢驗措施	標準與檢驗
陳世雄	2003	有機農產品主要進口國之認證要求	臺中區農業改良場特刊

葛瑞絲・史考格斯德	2002	Canada, the WTO and the Internationalization of Food Safety Measures: Balancing Trade Interests with Democratic Norms	加拿大研究
邱垂炎	1993	考察日本進口食品檢查制度及標示規定報告	檢驗雜誌
蘇淑珠 游俊國 李樹其 劉兆宏 周薰修	1993	醬油中雙十二烷基硫酸硫胺明檢驗方法之探討	藥物食品分析
李佳蓉	1990	柴諾貝爾事件後日本對進口食品所採行之安全措施	食品工業

風險分析&食品(期刊)

作者	年份	篇名	期刊
徐竣鋒 吳立雅 林金富 吳秀梅	2020	食品潛在重金屬風險之分析與管制研擬	食品藥物研究年報
樊岱杰 吳立雅 林金富 吳秀梅	2019	年菜餐廳稽查專案之風險分析	食品藥物研究年報
牛惠之	2018	國家安全與跨國食品貿易－由食品安全風險分析機制與民意在WTO的SPS協定的缺席論之	全球政治評論
吳立雅 蘇秋霞 林秉鴻 李明鑫	2018	臺灣食品大數據風險分析－以社會網絡分析探討油品之交易流向管理為例	食品藥物研究年報
盧冠宏 潘怡君 沈立言	2016	臺灣食品安全事件的省思：從危機處理提升至風險管理	中國飲食文化
李寧修	2016	風險社會下食品行政管制模式之轉型：以行政機關採行之「預防性下架」措施為中心	臺大法學論叢
林昱梅	2015	論食品安全管理法制中之預防原則：以歐盟與臺灣為中心	臺大法學論叢
鄭維智	2015	回顧我國食品管理之演進及精進	臺灣臨床藥學雜誌
劉翠玲	2012	臺灣進口食品趨勢與風險分析	農業生技產業季刊

附件 2、教育訓練相關資料

一、　會議議程

二、　授課簡報

衛生福利部食品藥物管理署

110年度「毒道之處—看不見的危機（二）」教育訓練

時間： 110年 7 月 28日(三) 9：30～12：00

地點： 衛生福利部食品藥物管理署藥粧大樓二樓B201會議室
（同步視訊）

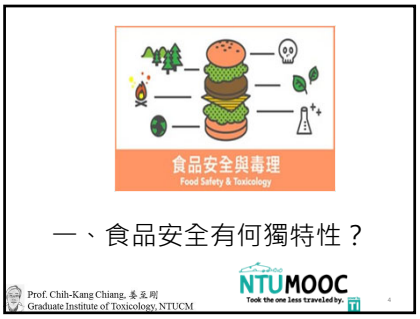
目的：藉由第(一)階段課程，已初步使學員認識毒理學及風險分析相關概念，本課程將進階引入風險分析架構、風險評估並帶入生活實例進行教學。俾利學員能瞭解危害辨識、劑量反應關係、暴露評估、危害特徵描述等風險評估步驟流程，在未來遇到食品安全事件時可以以更全面的角度，解析相關問題。

講師：國立臺灣大學毒理學研究所 姜至剛 教授

課程表：

時　間	內 容	講師
09：30~09：40	報到	
09：40~10：30	食品安全與風險分析	姜至剛
10：30~10：40	休息	
10：40~11：20	生活中風險評估實例	姜至剛
11：20~12：00	綜合座談	

National Taiwan University
毒道之處
～ 風險人生-生活中風險評估實例 ～
臺灣大學醫學院
姜至剛 教授
毒道之處
看不見的飲食危機!
TaFSPA
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM


食品安全與毒理
Food Safety & Toxicology
一、食品安全有何獨特性？
NTUMOOC
Took the one less traveled by.
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
4

飲食型態進化論
Fruits
Grains
Dairy
Vegetables
Protein
ChooseMyPlate.gov
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
7

食藥署:餿水油
精煉成品沒問題
原載民國74年11月聯合月刊第52期
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
2

飲食型態進化論
直立人（北京人）
距今50萬年前
天然洞穴，打製石器。
以採集、漁獵為生，懂
熟食，用火禦敵。
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
5

飲食文化進化論
吃飽
吃好
吃巧
吃健康
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
8

天竺鼠
我們不是
【餿水油震撼】
與豬爭食
原載民國74年11月聯合月刊第52期
【餿水油震撼】
回鍋油都到那裏去？
原載民國73年12月23日聯合報第3
楊憲宏
http://e-info.org.tw/taxonomy/term/41313
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

飲食型態進化論
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
6

怎麼吃，才叫健康吃？
無毒無負擔！
食品安全
毒理分析
Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM
9

食物？

生存！ 100% 純淨！？

食品資訊來源的不全面

科學專業的判斷 → 客觀的食品安全

- 行政單位、食品業者的專業與誠信
- 給予消費者充足的食品資訊
- Stakeholder!

消費者心理的判斷 → 主觀的食品安心

半致死劑量—LD_{50}

水中毒事件

- 2005年 二月
- Matthew Carrington
- Chico State University in California
- 五加侖的水

食物的天然性及複雜性(II)

食物	已鑑定“非營養”化學物質
切達乾酪起司	160
柳橙汁	250
香蕉	325
番茄	350
酒	475
咖啡	625
牛肉（烹煮）	625

二、毒理學基本概念

- 2-1毒性劑量效應
- 2-2如何決定多少劑量對人體有毒？ --ADI值
- 2-3如何訂定食品檢驗標準？

砒霜才是治病良藥 原來我們都誤會了潘金蓮！

三氧化二砷（學名：Arsenic trioxide，藥品名：**Asadin**），俗稱砒霜...，使得**急性前骨髓性白血病(APL)**的五年無病生存率躍升至90%以上，**達到基本“治癒”標準。**

http://www.readhouse.net/articles/130024632/

“非營養”物質存在的目的？

2-1 毒性劑量效應

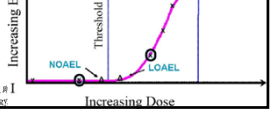
所有的物質都是毒物，沒有一種不是毒物。只要劑量正確，就可以把毒物變成仙丹。

- Paracelsus (1493-1541)

2-2如何決定多少劑量對人體有毒？

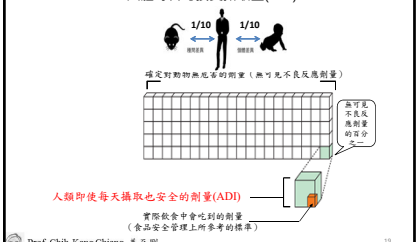
判斷是否有毒性的方法

- 單次給予物質的急毒性試驗
- 持續給予物質的慢毒性試驗
- 基因毒性
- 致癌性
- 生殖與發育毒性



2-2 如何決定多少劑量對人體有毒？

人體每日可接受攝取量(ADI)



變動中的食安環境

- 不論是在開發中或已開發國家，**確保食品安全以保護公共衛生與促進經濟發展**仍然是個重大的挑戰
- **加強食品安全系統**以減少及預防食品衍生的疾病
- **食因性風險**所危害人們的健康可以是**生物性、化學性**或是**物理性**

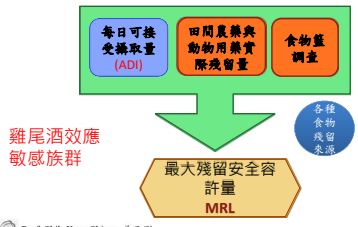
3-2 食物中的化學危害

2013年05月14日

- 不肖業者在澱粉中違法添加工業用黏著劑「**順丁烯二酸**」，製成 **粉圓、黑輪、板條**等產品，長期 食用可能造成洗腎風險
- 成本考量，創造加倍Q彈口感
- 食品藥物管理局新聞稿指出，根據科學文獻資料顯示，順丁烯二酸的**急毒性低，對於人類不具有生殖發育、基因等毒性，且亦無致癌性**
- 林口長庚醫院臨床毒物科主任林杰樑認為，毒板條、毒粉圓等都是國人常吃的食物，一碗150g就超量

2-3如何訂定食品檢驗標準？

最大殘留安全容許量—MRL



雞尾酒效應
敏感族群

變動中的食安環境

- 1991年，於FAO/WHO聯合食品標準、食品化學與食品貿易研討會中，提議Codex Alimentarius Commission (CAC)將**風險評估概念**納入決策處理的過程中
- 1991及1993年，第19、20屆 CAC基於**風險評估**的食品安全決策及標準，同意研討會的建議，也鼓勵相關法典委員會，制定統一的標準
- 1995年召開**風險評估**專家會議
- 1997年召開**風險管理**專家會議
- 1998年召開**風險溝通**專家會議

3-3 食品添加劑

2015年01月29日

- 衛生局在新東陽國道客運京站門市部，抽驗「新東陽香辣豆乾」，結果檢出**二甲基黃**，已要求業者將產品下架、回收
- 二甲基黃為工業用染色劑，
- 屬人體致癌物質，為**非法色素**
- 規定為**不得檢出**

三、變動中的食安環境

3-1 食因性疾病
3-2 食物中的化學危害
3-3 食品添加劑
3-4 農藥殘留
3-5 環境汙染物
3-6 動物用藥

3-1 食因性疾病

3-4 農藥殘留

2016年04月15日

- 行政院消保處稽查**連鎖火鍋店**，其中**五家業者青菜、蝦子被驗出農藥和添加物超標**，不乏知名店家如老四川、小蕃牛等；其中還有業者的青江菜被驗出農藥芬普尼超標140倍

3-5 環境汙染物

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

4-1 風險分析

風險由什麼構成？

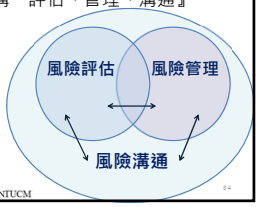
風險 = 物質的毒性 × 暴露量的多寡

量！ 量！ 量！

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

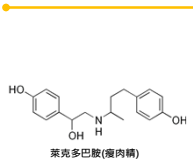
風險分析簡介

使學習者掌握『風險分析』的核心概念，進而了解其架構『評估、管理、溝通』三者的關係。



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

3-6 動物用藥



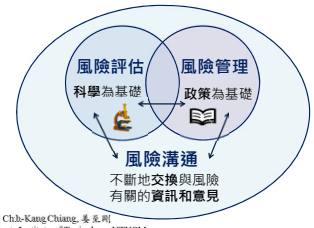
萊克多巴胺(瘦肉精)

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

綠頭薯條

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

4-2風險分析架構



Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

四、食品安全與風險分析
(Food Safety & Risk Analysis)

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

4-2.1風險評估

危害性鑑定
劑量-效應評估
暴露評估
風險推估(風險量化)

Prof. Chih-Kang Chiang, 姜至剛
Graduate Institute of Toxicology, NTUCM

4-2.2風險管理

◆根據風險評估之結果**規劃出一套可行且維護公眾健康之管理系統**，必須徵求多方意見，考量風險、利益、公眾評價、保護消費者健康、提供研究和促進公平貿易等相關因素，**在對的時機實施適當的防止、控制和監測方案**，包括規章管理措施的制定，最終目的是降低風險的發生。

食品安全檢驗與動植物防疫檢疫SPS 第五條之5

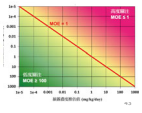
為達到應用適當的檢驗或防檢疫保護水準觀念的**一致性**，以防範人類、動物與植物生命或健康風險，會員在不同情況下所採行之適當保護水準，應**避免**恣意或無理的區別，而導致歧視或**對國際貿易造成隱藏性的限制**

consistency 一致 | transparency 透明 | international trade restrictions 國際貿易限制

1.3.2 RISK21 Matirx

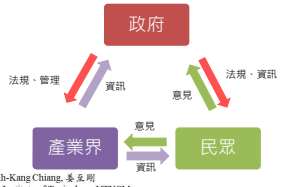
- RISK21 Matrix(矩陣)是一個簡單、高效能、透明化且視覺化之健康風險評估方法。
- RISK21矩陣係以計算暴露限值(Margin of exposure, **MOE**)做為風險關注與否判斷標準，**MOE < 1 表示風險需要關注**。

$$\frac{\text{毒性推估值 RfV(POD)}}{\text{暴露總量估算值}} = \text{MOE}$$



4-2.3 風險溝通

◆以**風險作為討論的核心**，互相表達意見與資訊，將風險評估的結果與風險管理決策過程呈現給給民眾



五、應用食品安全風險分析對國家政府的利益

實際案例

氟派瑞農藥

萊克多巴胺風險分析

1.3.2. The margin of exposure(MOE) 暴露限值

- MOE作為測量在特定環境暴露下，可能產生的健康副作用，當MOE增加，環境潛在附作用減少。
- MOE通常需要考慮數種**不確定因素**如物種間差異性，及搭配完整的資料庫，以作為風險評估的判斷依據。

4-2.3風險溝通

◆以**風險作為討論的核心**，互相表達意見與資訊，將風險評估的結果與風險管理決策過程呈現給給民眾

照護溝通：針對要預防的危害進行溝通，偏向單向的資訊傳播，如公衛教育。

共識溝通：為了達到特定議題的共識所進行的所有互動。

危機溝通：通常為緊急情況後進行的溝通。

1.3.2.氟派瑞農藥新定標準議題

農藥放寬 專家怨背黑鍋

氟派瑞農藥新定標準議題

Fluopyram (氟派瑞)

REASONED OPINION

EFSA Journal

Modification of the existing maximum residue levels for fluopyram in various crops

European Food Safety Authority (EFSA)

Table 3: Overview of the toxicological reference values

	Source	Year	Value	Study	Safety factor
Fluopyram					
ADI	EFSA	2013	0.012 mg/kg bw per day	2 year, rat	100
ARfD	EFSA	2012	0.5 mg/kg bw	Acute neurotoxicity, rat	100

ADI, acceptable daily intake; ARfD: acute reference dose; EFSA: European Food Safety Authority; bw: body weight.

大鼠 NOAEL : 1.2 mg/kg/day

攝食暴露量 (mg/Kg/day) = 茶葉中氟派瑞含量 (ppm = mg/kg) X 國人茶葉攝食率 (mL/Kg/day) X 沖泡稀釋因子 X 單位轉換 10^{-3}

年齡分層	茶葉攝食率 (mL/kg/day)
孩童 (0–12歲)	12.601 (Max: 49.174)
青少年 (13–18歲)	9.680 (Max: 71.023)
成人 (19–64歲)	14.204 (Max: 145.691)
老年人 (≥65歲)	12.934 (Max: 82.946)

資料來源
1.國人茶葉攝食率(國家攝食資料庫，茶葉飲料類)
2.單位轉換：1 kg = 10^6g
3.沖泡稀釋因子=0.0375 (15g茶葉原料沖泡400 cc水)
4.氟派瑞溶解度：pH 7、16 mg/L at 20°C

萊克多巴胺風險分析

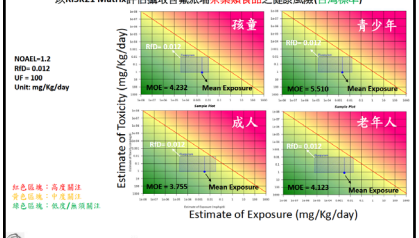
- 乙型受體素(β-agonist)的一種，是類交感神經興奮劑，添加在動物飼料中可以促進蛋白質合成、加速脂肪轉化與分解、增加動物瘦肉比例，在動物的使用量分別為 5-20 mg/kg、10-20 mg/kg 及 10-30 mg/kg。

➢動物用藥殘餘濃度對人體影響評估。

豬肉內臟及其他可食用部分萊克多巴胺殘餘容許量

	部位	台	Codex	美	加	澳	日	韓	紐
豬	肌肉	0.01	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01
	肝	0.04	0.04	0.15	0.04	0.2	0.04	0.04	0.04
	腎	0.04	0.09	-	0.09	0.2	0.09	0.09	0.09
	脂肪	0.01	0.01	-	-	0.05	0.01	0.01	0.01
	肺	-	-	-	-	-	-	0.09	-
	其餘可食用部位	0.01	-	-	-	-	0.04	0.01	-

以RISK21 Matrix評估攝取含氟派瑞茶葉類食品之健康風險(台灣標準)



食品添加物聯合專家委員會 (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)

- 六位志願者的實驗中，分別給予受試者 67、133、200、333和597 μg / kg·bw（每公斤體重給予的劑量值）的口服萊克多巴胺
- 發現在口服劑量 133 μg / kg·bw 時，受試者開始出現輕微心血管反應
- 但 67 μg / kg·bw 則未觀察到心血管跡象。
- 因此將每公斤體重服用 67 μg 的萊克多巴胺，設定為萊克多巴胺的「無可見作用程度（Non-Observed-Effect Level, NOEL）」
- 每日攝取容許量(ADI) 為 1μg/kg b.w.。

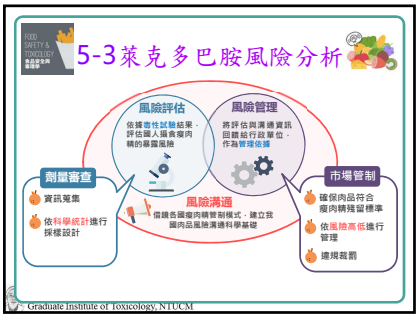
萊克多巴胺風險分析

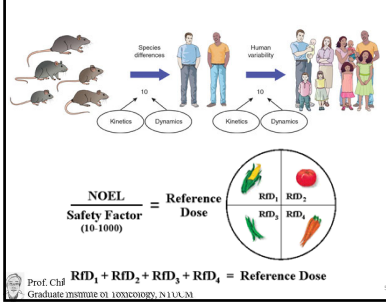
世界衛生組織食品添加物專業委員會於會議中萊克多巴胺建議最大殘留限制（MRLs）如下表所示：

種類	脂肪 (μg/kg)	腎臟 (μg/kg)	肝臟 (μg/kg)	肌肉 (μg/kg)
牛	10	90	40	10
豬	10	90	40	10

	CODEX (ppb)	每天可容許最大攝取量(公斤)
牛肉	10	每天吃6公斤，約36克6盎司牛排超標
豬肉	10	每天吃6公斤豬排超標
豬肝	40	每天吃1.5公斤豬肝超標
豬腎	40	每天吃1.5公斤，約5副豬腎超標
其餘可食用部位	10	每天吃6公斤超標

5-3萊克多巴胺風險分析





萊克多巴胺風險分析

- 台灣比照國際食品法典委員會（CODEX）進口豬肉萊克多巴胺殘留標準：
  - 肌肉 0.01ppm
  - 肝 0.04ppm
  - 腎 0.04 ppm
  - 脂肪 0.01ppm
- 而我國國人每年吃90萬噸豬肉，來自美國冷凍豬只占1%。
- 在2012年前已開放進口1萬8000多公噸，去年則進口6萬4000多公噸，而使用的萊克多巴胺含量，換算下來，每年每人吃到含萊克多巴胺的美國牛是3公斤。而根據CODEX計算，每天要吃6kg的牛肉才會超標，遠高於進口的牛肉含量。

各暴露族群之萊克多巴胺每日暴露劑量

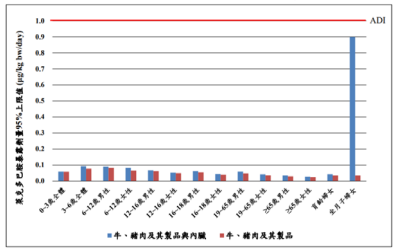
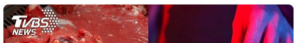


圖 1 各暴露族群之萊克多巴胺每日暴露劑量 95%上限值

TVBS新聞網

比「搖頭丸」還毒！醫再驚語：萊劑毒性是250倍

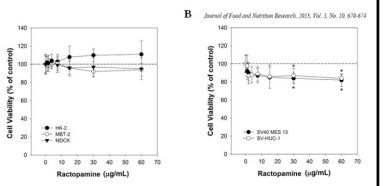
王翊綺
2020年10月22日 週四 下午8:09 [GMT+8]



回顧文獻
Pharmacol Ther (2017) 180:161-180.

原始研究之論文
Pharmacol Exp Ther (2014) 350(1):124-9.

萊克多巴胺
生殖泌尿道（含腎臟）毒性？



900~60000 ppb　　900~60000 pp

C.N. Aroeira 等人在 2019 年的研究發現，餵食豬隻萊克多巴胺(5–20 mg/kg)
[illegible] 在 1.35 μg/L (ppb)以下-->人呢？？

國人愛吃溫體豬
進口豬肝腎市場小

?

國產溫體豬
肝腎口感好

進口冷凍豬
肝腎口感差

!

考量我國飲食文化
正確解讀坐月子婦女萊劑暴露風險

Pharmacology of human trace amine-associated receptors: Therapeutic opportunities and challenges☆

Mark D. Berry a,*, Raul R. Gainetdinov b,c, Marius C. Hoener d, Mohammed Shahid e

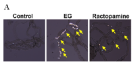
Table 3
Functional activity (EC_{50}) and bin ective and selective TAAR1 agoni

	Mouse TAAR1	
TAAR1 agonists	EC_{50} [μM]	Eff. [%]
Miscellaneous nonselective comp		
Apomorphine[d]	2.5	59
Ractopamine[e]	0.016	100
3-Iodothyronamine[f,g]	0.090	61
Clonidine[h]	0.21	

表3, 50%作用劑量 (EC50)變成是 0.016 μM → 作者誤植

Berry et al. Pharmacology & Therapeutics 180 (2017) 161–180

果蠅吃的都是含10ppb的食物！
人只吃一塊肉(<10ppb)啊！



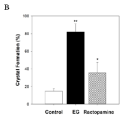


Figure 2. EG- and ractopamine-induced crystal deposition in the Malpighian tubules of *Drosophila*. (A) The micrographs show representative polarized stereoscopic for the flies with no EG- and 10 ppb ractopamine-supplemented *Drosophila* Malpighian tubules. (B) Rates of crystal formation in control, 0.1% EG, and 10 ppb ractopamine-treated *Drosophila* (n = 150 for each group). **$P = 0.001$, $P = 0.01$,

3.4. *Drosophila* Lifespan

To test whether the effect of 10 ppb ractopamine was associated with a decreased mortality rate, the lifespans of Drosophila were measured after supplementing their food with 10 ppb ractopamine. The mean life span significantly reduced after administration of ractopamine-supplemented food compared with the control group ($P < 0.05$) (Figure 4).

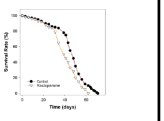


Figure 4. Lifespan of control and ractopamine-treated flies. Cumulative survival distributions by administration of 10 ppb ractopamine. Flies treated with ractopamine showed significant life-span reduction compared with control group (n = 150 for each group, $P = 0.05$ from log-rank test).

Journal of Food and Nutrition Research, 2015, Vol. 3, No. 10, 670-674

易感族群應注意

- 心血管疾病患者
- 老人
- 孕婦
- 幼兒

- 攝食過量可能引起心悸、血壓上升、頭暈、噁心…等症狀

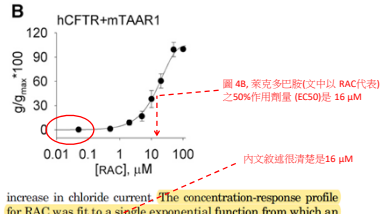


圖 4B, 萊克多巴胺(文中以 RAC代表)之50%作用劑量 (EC50)是 16 μM

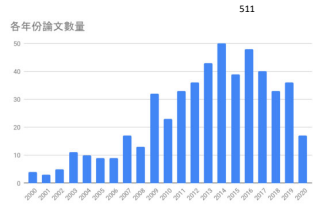
內文敘述很清楚是16 μM

increase in chloride current. The concentration-response profile for RAC was fit to a single exponential function from which an EC_{50} value of 16 ± 4 μM was calculated (Fig. 4B). TYR exerted a similar concentration-dependent response with an EC_{50} of 34 ± 6 nM (Fig. 4C). EPPTB blocked the effect of RAC (EC_{80} = 36 μM) in a concentration-dependent manner (Fig. 4D), with an

Tsai et al. J Pharmacol Exp Ther 350:124–129, July 2014

萊克多巴胺
生殖泌尿道（含腎臟）毒性？

萊克多巴胺有關的文獻發表



利用不同生物的萊克多巴胺研究，與其研究簡要關鍵發現

小鼠：K. A. Page 等人在 2004 年針對萊克多巴胺和克倫特羅 (clenbuterol) 對小鼠脂肪組織的研究發現瘦肉精加速、增加了脂肪組織的凋亡，可能可佐證瘦肉精在畜牧業中的功效。

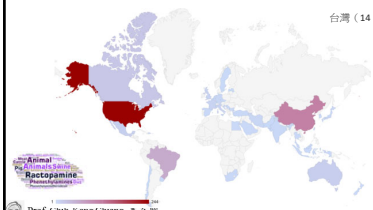
大鼠：E. A. Ricke 等人在 1999 年利用大鼠的研究發現，萊克多巴胺飲食可以減少大鼠的體脂肪；同樣是本土研究的陽明大學藥理所何靖凱和蔡東湖等人，在 2014 年利用大鼠靜脈注射萊克多巴胺來研究在各臟器的分布，則發現萊克多巴胺在動物體內各臟器的濃度分佈如下：腎 > 肺 > 脾 > 心 > 肝 > 肌肉 > 血漿 > 腦。

狗：M. J. Yaeger 等人在 2012 年利用高劑量萊克多巴胺，研究對狗的心肌毒性。發現當狗口服1 mg/kg 萊克多巴胺時，9 隻狗有 7 隻出現心律不整。解剖後可發現心肌壞死症狀。

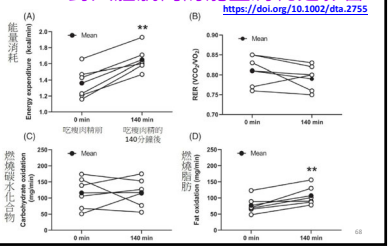
翡翠水庫水源新興污染物之監測探討研究

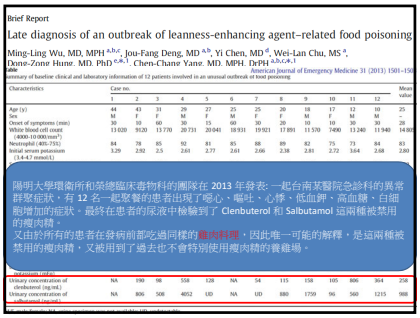
β-促效藥	salbutamol, clenbuterol, ractopamine, bromiburterol	污水處理廠放流水	ND-9 ng/L[a]
		醫療機構排放水	ND-173 ng/L[a]
		區域排水	ND-33 ng/L[a]
		河川	ND-12.8 ng/L[a]

萊克多巴胺有關文獻發表地區



克倫特羅（Clenbuterol）對人體肌肉的能量消耗之影響

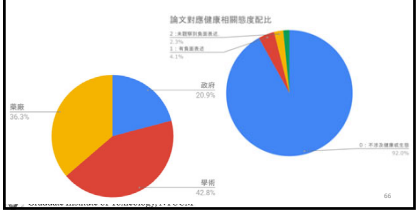




陽明大學環衛所和榮總臨床毒物科的團隊在 2013 年發表一起台南某醫院急診科的異常群聚症狀，有 12 名一起聚餐的患者出現了噁心、嘔吐、心悸、低血鉀、高血糖、白細胞增加的症狀，最終在患者的尿液中檢驗到了 Clenbuterol 和 Salbutamol 這兩種被禁用的瘦肉精。

又由於所有的患者在發病前都吃過同樣的豬肉料理，因此唯一可能的解釋，是這兩種被禁用的瘦肉精，又被用到了過去也不會特別使用瘦肉精的養雞場。

研究對象與關注方向



Occurrence of β-blockers and β-agonists in hospital effluents and their receiving rivers in southern Taiwan

- The most frequently detected compounds were propranolol, atenolol, acebutolol, and ractopamine, which were found in >70% of the collected samples.
- 83% of water samples contained three or more target compounds.
- 不過…… 2011 年前，我國沒有進口過含萊克多巴胺的肉品，也未開放畜牧業使用，那為什麼還能在國內的汙水量到呢？

Desalination and Water Treatment Vol 32, 2011 - Issue 1-3

台灣豬?美國豬? 傻傻分不清楚

- 國產生鮮豬肉追溯

- 推動包裝食品之豬肉及豬可食部位原料之原產地標示規定
- 政府落實稽查

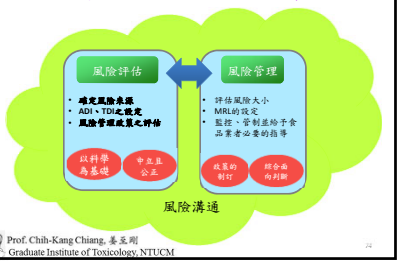
風險分析
風險由什麼構成？

風險 = 物質的毒性 × 暴露量的多寡

暴露量　暴露量　暴露量

《減糖大作戰 The Truth about Sugar》

食品安全風險分析



Feedback！

Thank You!

From farm to table

http://www.cdc.gov/foodsafety/outbreaks/investigating-outbreaks/production-chain.html

姜至剛 醫師

TaSPA
台灣食品安全促進協會

02-23123456, 88347

食品安全與風險分析

~風險溝通~

臺灣大學醫學院
毒理學研究所
姜至剛 教授

4.1.1.2. 食品安全風險溝通的重要性

- WHO據全球食源性疾病負擔統計顯示，全球每年約有六百萬人因食入受汙染的食物而生病，並造成42萬人死亡
- 有效的食品安全風險溝通能夠改善：
  -民眾的身體健康
  -增進消費者對食品供應、管控系統的誠信
  -改善環境
  -提升生活品質

4.1.1.4. 食品安全風險溝通的定義以及重要性

- ✓ 有效的食品安全風險溝通定義為食品安全危害和風險相關因素的信息和意見能夠有效地於民眾之間交流。
- ✓ 食品安全風險溝通的重要性在於保護公共健康(包含人、動植物和環境)以及民眾生活品質(包含相關的社會經濟因素)。
- ✓ 食品安全風險溝通的目標是藉由提供資訊使民眾在知情的狀況下做出決定，免除食品安全風險，同時促進利益團體間的對話和理解，改善整體風險分析的效率。

課程大綱

- 4-1風險溝通簡介
- 4-2風險溝通的策略
- 4-3緊急情況下的風險溝通

4.1.1.3. 食品安全風險溝通的目標

- 食品安全風險分析的總體目標為透過提供訊息來保護人們的身體健康，並使決策者做出適當的風險管理決策
- 執行風險管理決策過程中，促進其一致性及透明度
- 改善食品安全風險分析的效率
- 協助制定與提供有效的信息和教育計劃
- 加強公眾對食品安全供應的信任和信心
- 加強所有參與者間的關係及相互尊重
- 與感興趣的各方交換相關知識、態度、價值觀與資訊對於食品安全和相關風險的看法。

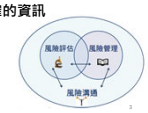
4.1.1.4. 食品安全風險溝通的定義以及重要性

- ✓ 食品安全風險溝通可能同時影響健康風險以及商業利益。提供完整資訊(包含健康風險和商業利益)才能讓民眾對於食物選擇做出明智的決定。
- ✓ 深入了解民眾對食品安全風險的看法才能發展有效的風險溝通，民眾的態度，意圖和行為決定其看待風險的角度。
- ✓ 不同類型的食品安全問題需要不同的風險溝通方式。緊急食品安全事件(例如爆發食源性疾病)需要快速反應，而長期存在的食品安全問題(例如食物中微量的黃麴毒素)則需要與消費者和利益團體持續溝通。

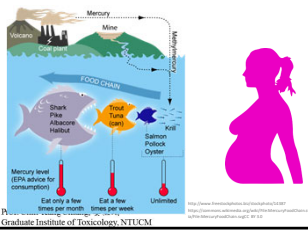
4.1.1.1. 何謂風險溝通

- 風險評估者、風險管理者、消費者與利益相關者，持續且互動性的交換風險相關資訊與意見的過程

-雙向對話
-提供利益相關者**即時、明確的資訊**
-以**易懂**字句傳達
-徵求**回饋**以改進管理模式



甲基汞



4.1.2.1. 風險溝通的模式

- 風險溝通須仔細的規劃、實施與管理，以確保有效的結果
- 溝通開始前便明確指出責任與目標
- 理想的情況下由風險溝通專家來設計與執行風險溝通的步驟

4.1.2.1. 風險溝通的模式

- 風險溝通須仔細的規劃、實施與管理，以確保有效的結果
- 風險溝通的兩種主要模式：
  1. 由**風險管理團隊**的一員負責協調風險溝通任務
  2. **風險分析團隊**中的一個或數個風險溝通專家負責規劃、設計與執行風險溝通過程
- 不論哪種模式皆須明確界定風險溝通的責任
- 確保**利益相關者**參與溝通過程，且傳達與接收的訊息皆被清楚的接收與理解

4.1.2.3. 利益相關者的角色

- 辨別潛在問題或提供資訊來源
- 指出風險評估的問題或對風險特徵提出意見
- 利益相關者的參與程度根據：
  - -決策制定的複雜度、不確定性與爭議性
  - -解決問題的急迫性
  - -參與者真正影響到決策制定的程度

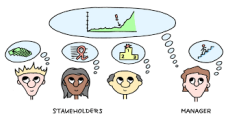
4.1.2.6. 吸引利益相關者的策略

- 良好的風險溝通應包含風險分析不同階段，所參與其中的利益相關者
- 訊息溝通技術的進步，提供吸引利益相關者關注的管道，如網站討論平台、廣播、call-in 節目…等

Meeting Techniques	Non-meeting Techniques
公聽會 簡報 問答會議 市政廳會議 小組討論會議	免費熱線電話 網站 廣告傳單 電視與廣播 新聞報導

4.1.2.2. 利益相關者

- 可能受特定議題影響或可能影響議題的個人或一群人，如：政府、工會、大學、研究機構、媒體與消費者



4.1.2.4. 辨識利益相關者

- 受風險管理決策影響者
- 提供資訊與專業知識者
- 曾涉入相似情況風險者
- 曾對相似的角色過程感到興趣者
- 未參與其中會感到生氣者

4.1.2.7. 風險溝通的對象

內部風險溝通 發生於風險分析團隊內，包含風險評估者、風險管理者、風險溝通者

外部風險溝通 為風險分析團隊與外部利益相關者(包含社會大眾)間的溝通

4.1.2.3. 利益相關者的角色

- 利益相關者參與風險溝通能夠促進彌合語言、認知、感知與價值
- 增強風險分析的過程與結果，使風險評估的結果與管理選項透明化
  - -減少風險評估結果的反對
  - -增加風險管理決策的接受度

4.1.2.5. 利益相關者的類型

- 農夫與食品生產者
- 食品處理者、製造商、批發商與零售商
- 消費者
- 擁護團體
- 大學與研究機構
- 公衛與醫療團體
- 政府部門
- 私營部門協會
- 工會、貿易協會
- 媒體

主動參與 ⟺ 被動參與

4.1.3.1. 食品安全風險溝通的面向

- 風險感知包含理性與感性的面向，因此風險溝通同樣需要並用理性與感性思維
- 進行風險溝通前應瞭解與尊重理性與感性因素是如何影響人們做出風險判斷

食品安全風險分析

理性(技術性)訊息 vs **感性(非技術性)訊息**

分析食品中的危害物質對人體健康造成影響及降低危害的選項與花費

暴露於風險後所產生的情緒(憤怒、恐懼)

風險溝通

4.1.3.2. 食品安全風險感知

- 風險溝通應提供風險相關的科學性資訊並解決情緒方面的溝通，因為一般民眾對於科學性的數據難以做出判斷
- 更廣泛的風險非技術性訊息通常是透過媒體、消費者來強調
- 解決風險溝通中情感因素的問題需倚賴人們的主動關心，有助於瞭解所面臨的風險

4.1.3.5. 風險感知的重要性

- 不論技術性風險評估結果為何，人們如何看待風險將會反應在對風險的態度與表現
- 瞭解人們對於風險的感受為風險溝通相當重要的一環
- 風險溝通者應在進行風險溝通，主動瞭解食品安全風險議題將如何影響人們的感知

4.2.1.2. 有效的風險溝通要素

4.1.3.3. 風險感知

- 風險感知程度會影響風險管理決策的接受度
- 風險感知越高，風險降低的期望越高
- 可被接受的風險定義為：增加安全性的好處不值得以透過改變或限制風險產生的過程

輻射污染食品

- 在某些情況下，減少特定風險的擬議措施被大眾認為比本身風險更具危害
- 風險管理者需確認是否提供足夠資訊，解決一般大眾對於風險感知的疑問

4.2.1.3. 風險溝通原則

- 確保公開透明
- 即時性
- 了解溝通對象
- 專家參與溝通
- 溝通過程中建立專業知識(正確觀念)
- 成為可靠的訊息來源
- 分擔責任
- 區分科學性與價值判斷
- 考慮風險感知

4.1.3.4. 影響風險感知的因素

- **風險感知程度會影響風險管理決策的接受度**
  - -恐懼
  - -可控制性
  - -天然與人工
  - -可選擇性
  - -孩童
  - -知覺
  - -知道自己為可能受害者
  - -風險利益權衡
  - -誠信

4.2.1.1. 風險溝通的策略

4.2.1.4. 風險溝通的挑戰

- **有效食品安全風險溝通的主要挑戰：**
  - 制度不完善與資源不足
  - 辨認所有的目標聽眾並瞭解其風險感知
  - 建立並維持有誠信的食品安全資訊來源
  - 傳達風險評估的不確定性，並指出它的來源與應對措施
  - 瞭解專家與目標聽眾之間的知識差異
  - 清楚與即時的傳達訊息

4.2.2.1. 資訊與政府機構的信任

- 民眾對於資訊與政府機構的信任為有效的食品安全風險溝通的要素之一
- 不被信任的食品安全風險訊息無法成為風險資訊的來源，且可能會影響健康、環境、農產品貿易與經濟

4.2.2.2. 公開透明的風險溝通

- **公開的風險溝通**表示利益相關者有機會參與風險分析過程

利益相關者
- 提證據
- 管理選項之討論
- 評論擬定稿前

- 吸引利益相關者與民眾關心食品安全風險議題，促進對風險分析過程的信任，尤其是風險溝通

4.2.2.3. 即時反應的風險溝通

- **即時的風險溝通**對於保護民眾健康與維持公眾信任是相當的重要，能避免謠言的產生
- **早期的風險溝通**同樣能夠避免謠言與錯誤資訊所造成的負面感知
- 為了達到即時與透明的風險溝通，需盡快對風險的不確定性進行確認與說明

美國蔬果農藥殘留的風險溝通

- 美國Environmental Working Group (EWG)每年會公布蔬果農藥殘留量較高的前12種蔬果，儘管**殘留劑量皆遠低於法定標準**，名單的公布便會使民眾產生負面的風險感知
- 風險溝通的**挑戰**：解決EWG公布名單所造成的負面風險感知

4.2.2.2. 公開透明的風險溝通

- **透明的風險溝通**表示利益相關者與大眾皆能瞭解在風險分析的過程，政策是如何被決定出來的
- 允許大眾明白政策決定的過程有助於建立機構或組織的可信任度
- 完全揭露訊息可能會造成問題，因此合理與一致的溝通透明度是可以被接受的

加拿大肉品感染李斯特菌事件之風險溝通

- 2008年加拿大爆發肉品感染李斯特菌，產生57件案例並造成23人死亡。當事件剛發生時已經確定是由李斯特菌所引起，但尚未確定其來源
- 當事件爆發後4周才確定其感染源為肉品，而告知其風險時，受影響範圍已擴及整個國家
- 風險溝通的挑戰：當發現風險來源的不確定性時，告知民眾潛在的健康風險

美國蔬果農藥殘留的風險溝通

- 食品農業聯盟發起運動以消除消費者的負面感知，並主張：
  -農藥的殘留皆受到政府嚴密的管控
  -除少數例外，多數名單上蔬果農藥殘留皆在容許範圍內
  -EWG公布的並非事實，可能引起民眾的恐慌
- 食品農業聯盟並**引用許多研究文獻**與**專家意見**支持其論述，強化資訊來源的可信度
- 當溝通訊息產生衝突，民眾會傾向相信訊息來源較可靠的一方

4.2.2.2. 公開透明的風險溝通

公開 \ 透明	+	-
+	1	2
-	3	4 ✗

加拿大肉品感染李斯特菌事件之風險溝通

- **風險溝通的行動：**
  事件爆發當下加拿大公共衛生機構選擇不溝通，直到確定感染來源才進行告知
- 延遲風險溝通進行導致廣泛的批評，使政府的信譽受損
- 適當的風險溝通應告知已存在的風險以及其不確定性，並提供避免受李斯特菌感染的應對措施

4.2.2.4. 風險溝通規劃的重要性

- 規劃為製定有效的食品安全風險溝通過程的核心
- 透過事先的風險溝通規劃以促進事件爆發當下的風險溝通應變反應

4.2.2.5. 瞭解食品安全風險的性質

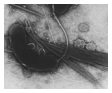
- 瞭解食品安全風險議題的性質有助於執行適當的風險溝通
  - -可能受影響的人
  - -影響程度
  - -所造成的後果
  - -急迫性
- 沒有適當瞭解風險性質可能會因此提供錯誤的資訊、誤導並造成民眾不信任，進而影響公眾健康、環境與貿易

4.3.1.1. 緊急情況下的風險溝通

- 與非緊急情況下的風險溝通不同
- 往往是為了在緊急需求下，提供各個利益相關者及時最新的情況報告
- 溝通資訊需要在短時間內且諮詢比一般情況更多的機構
- **所有的風險溝通皆應透過一個個體或機關進行協調，以確保一致的訊息及避免造成混淆**

霍亂爆發期間的風險溝通

- 整個非洲發生霍亂的頻率相當頻繁，且受感染人數增加的非常迅速。透過教育預防措施能夠有效的限制疾病的傳播
- 風險溝通的挑戰：為了避免霍亂疫情反覆發生，須制定良好的協調、即時且有效的風險溝通



美國生菜感染大腸桿菌O157:H7

- 2006年美國發生大腸桿菌O157:H7汙染所引起食因性疾病
- 事件當下美國政府立即進行危害辨識，由公衛機構監督蔬果的安全性，並指出菠菜為可能的污染來源
- 風險溝通的挑戰：食品安全風險包含不確定性，且可能會造成立即性的危害

4.3.1.1. 緊急情況下的風險溝通

- **食品安全緊急情況下的風險溝通**：
  - 溝通訊息需要隨著得到的資訊越多或風險管者行動改變時而能及時改變→ 情勢變更
  - 風險溝通在高度的媒體聚焦及壓力下進行
  - 有效的溝通需要充足的準備以提供所有的利益相關者即時且準確資訊

霍亂爆發期間的風險溝通行動

- 因應整個非洲霍亂的爆發，建立起大規模的風險溝通策略
- 建立多個利益相關者網絡，以便在疫情爆發期間提供有關預防霍亂與個人衛生資訊
- 訓練志工教導霍亂的預防措施
- 所有地區加強腹瀉監測
- 發送新聞稿以提高公眾意識
- 透過不同溝通管道與方法傳達資訊給不同目標聽眾，如:家庭訪問、社區會議...等
- 完善的風險溝通計畫能進行良好的協調、即時且有效的風險溝通

FDA所採取的行動

- 告知民眾不要生吃波菜，並事先通知全國相關工業協會停止採收、運輸與販售菠菜。
- 由食品零售商與製造商向FDA提供民眾對食產品的疑慮與不安，FDA便能立即回應消費者所關心的議題
- FDA每日發布新聞稿，利用媒體與消費者進行溝通，於官網提供最新資訊，並提供民眾諮詢專線
- FDA定期與產業界、媒體召開電話會議，期間也會與政府官員進行簡報
- 緊急情況下的風險溝通須直接並更頻繁的與利益相關者進行討論

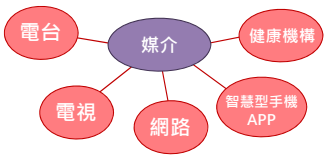
4.3.1.1. 緊急情況下的風險溝通

- 緊急應對團體的**成員**應具備：
  - 對於有效的風險溝通方法有所認識
  - 能在緊急情況下提供緊急應對團體建議
  - 能提供建議給傳遞公開訊息的發言人

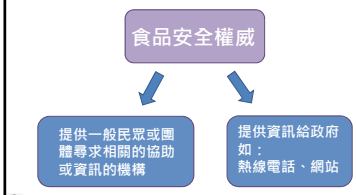
4.3.1.2. 國家控制措施的選擇與溝通

- 提供充足且透明化的溝通資訊，排除不必要的顧慮及過度反應
- 說明面對不確定性要如何處理與選擇控制措施
- 需透過觀察大眾對風險的感受與消費行為，去考量什麼才是大眾所顧慮的(public concern)，而提供相對的溝通資訊
- 溝通要區分不同的目標族群，並找出簡單明確的溝通方式

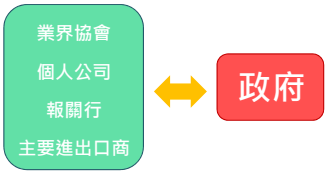
4.3.3. 與一般民眾的風險溝通



4.3.3. 與一般民眾的風險溝通



4.3.2. 產業界與政府間的溝通



4.3.3. 與一般民眾的風險溝通

- 應在緊急情況發生的早期就開始公共溝通的行動
- 必須對抗媒體或利益團體所提出的錯誤說法與訊息

4.3.3.與一般民眾的風險溝通

- 要考慮民眾對於議題的**感受**及**普遍的知識程度**
- 藉由利益相關者的回饋了解他們所擔心的部分，這些資訊有助於風險管理項目的確認及風險溝通策略的進行
- 確保溝通資訊能夠降低大眾不必要的顧慮及相對的行為

4.3.2. 產業界與政府間的溝通

- 在食品安全緊急情況下，產業界與政府間的溝通基於下列原因而具有重要目的：
  - 產業界需要注意**規則與指南**
  - 來自政府與產業界的溝通資訊應是**一致且互補的**
  - 產業界應是一個重要的**資訊來源**(產品或材料追蹤資料、意見、動態數據)
  - 產業界需能**適當且快速地應對**風險管理行動與改變
  - 國家食品安全權威應提供業界資訊，
    如：調查如何執行、關注重點、重點風險管理項目、合法地行動

4.3.3. 與一般民眾的風險溝通

- 食品安全緊急情況下的溝通要盡可能的明確且不應低估事件的嚴重性：
  - 已知的食品安全緊急情況有哪些
  - 牽涉其中的食品
  - 有什麼風險？是否為已知的風險？
  - 怎樣的暴露程度會造成傷害
  - 大眾該怎麼做(若購買或取得受影響的產品)？
  - 如何取得額外的資訊

4.3.2. 與一般民眾的風險溝通

4.3.4. 與風險溝通相關的國際或區域機構

- 當涉及緊急情況的產品與國際貿易有關時，即需要國家食品安全權威建立國際同行的連結，以分享數據及相關資訊
- 整合資源、決定統合緊急情況的方式、支持沒有能力進行全面性風險評估的國家

4.3.5.2. 緊急應對的準備

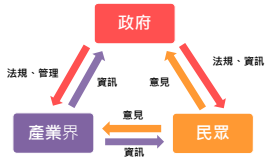
- 國家食品安全的權威應考量：
  - 國家的FSER計畫與團隊
  - 涉及MACG的組織策畫
  - 數據與資料儲存
  - 科學諮詢機構
  - 決策制定的便利工具(清單、模板、決策樹)
  - 有效的溝通工具與策略

MACG: Multiagency coordination group

4.3.4. 與風險溝通相關的國際或區域機構

- WHO | International Network of Food Safety Authorities **(INFOSAN)**
- 是一個由FAO及WHO所經營的全球性網絡
  - 傳遞相關訊息
  - 提供有價值的訊息來源
  - 建議及支持各國家的食品安全權威
- 協調有涉及食品安全危機的多個國家

風險溝通



4.3.5.1. 食品安全緊急應對

- 食品安全緊急應對
  Food Safety Emergency Response(FSER)：
  與一般風險溝通最大的不同在於影響決策制定的因子
  - 時間壓力
  - 高不確定性
  - 多部門的合作需求增加
  - 高階官員的參與
  - 強烈的即時溝通需求

Feedback！

附件 3、專家會議相關資料

一、　會議議程

二、　會議紀錄

三、　會議簡報

「輸入食品風險分析」專家會議議程

時間：中華民國 110 年 8 月 3 日（星期二）14：00

地點：國立臺灣大學醫學院 203 討論室

連結：https://ntucc.webex.com/ntucc/j.php?MTID=m68325e807227bd537566b59dbd21002f

主席：姜至剛教授

與會者：

國立臺灣大學醫學院內科洪冠予教授

國立臺灣大學醫學院毒理所劉興華教授

國立臺灣大學食品科技研究所潘敏雄特聘教授兼所長

國立成功大學工程科學系傅龍明特聘教授

輔仁大學食品科學系陳炳輝教授

國立屏東科技大學食品科學系陳與國副教授

衛生福利部食品藥物管理署(退休) 薛復琴研究員

一、主席致詞

二、風險評估報告內容簡報

三、專家學者發言討論

四、散會

109 年度「輸入食品風險分析」委託辦理計畫
專家會議會議記錄

時　　間：110 年 8 月 3 日星期二下午 2 時

地　　點：國立臺灣大學醫學院 203 討論室

主　　席：姜至剛教授

出席人員：(敬稱略)

洪冠宇、陳炳輝、陳興國、傅龍明、薛復琴、潘敏雄、劉興華(依姓氏筆畫順序)

列席人員：

衛生福利部食品藥物管理署(下稱食藥署)食品組：蕭簡任技正惠文、廖科長姿婷、林技正冠宇、林技士詩涵

臺灣大學(下稱臺大)：孫博士銘宗、馮騏偉

一、主席宣布開會：(略)。

二、討論事項：109 年度「輸入食品風險分析」委託辦理計劃之風險評估報告

三、專家發言要點與臺大回應

(一) 傅龍明 教授

1. 日本與我國檢測模式相差較大，這樣的比較是否存在疑慮？
2. 若要進行採樣是否應往北方檢測，看起來北方輻射污染較為嚴重？

臺大回答：

1. 我國使用純鍺偵檢器來測量食品輻射，可實際測出食品中所含微量輻射與核種；而日本輻射檢測儀器包含 Ge、CsI 及 NaI 三種，各有不同偵測極限，其使用之原因為需要檢測大量的產品。測量方式的差異導致在比較上會有誤差，所以本團隊參考 2018 年日本官方檢驗資料、2018 年香港邊境資料進行比對，以降低方法差異的影響。
2. 數據結果發現非管制區域也有產品超標的狀況，其產品種類是具有一致性的。政府機關未來如有必要，可再評估是否納入北方區域之檢測。

(二) 陳興國 副教授

1. P.11 之超過標準所指「標準」為哪一國？乳品之標準為 50 貝克，修正後是否影響最後結果？

2. P.16 攝食資料庫為 2018 年，為目前最新數據，本計畫應可使用。

臺大回答：

1. 以我國衛生福利部食品藥物管理署公告標準食品輻射為標準（銫 134 與銫 137 總和在所有食品為 100 Bq/Kg；乳品及嬰兒食品為 50 Bq/Kg；飲料及包裝水為 10 Bq/Kg），相關數據修正後不會影響結果。
2. 本報告所採用之數據，係我國 2018 年國家攝食資料庫（網頁網址：https://tnfcds.nhri.edu.tw/index.php）最新數據之呈現。

(三) 薛復琴 研究員

1. 0-12 歲，有對應到嬰幼兒食品，但嬰兒年齡範圍是指 0-1 歲，幼兒年齡是在 0-3 歲，年齡層是否可以再細分 0-1 或 0-3 歲？
2. 超標的蕈菇類是否有特定問題？養殖或野生？建議針對蕈菇類等估算輻射暴露劑量，以供未來輸入管制之參考。
3. 總結第二，所謂「未限制日本食品進口」，應指若採取與日本相同之管制措施？
4. 日本國內雖檢測結果大部分未超標，且癌症風險等級為可忽略之風險，但輻射檢測值仍有微量上升，是否與其逐步解除管制食品有關？

臺大回答

1. 攝食資料庫當中有 0-3 歲孩童此一年齡層，可以針對易感受族群再進行分析，此已於「參、結果二、游離輻射暴露與癌症風險評估」中呈現。
2. 依據資料所示，無法判斷超標的蕈菇類屬養殖或野生。報告中已針對蕈菇類等估算輻射暴露劑量「表五、風險評估用輻射含量數值」，可供未來輸入管制之參考。
3. 「未限制日本食品進口」之用語，已修正為「目前日本國內可流通產品」。
4. 日本地區針對高風險產品（包含流通品和非流通品）會進行輻射監測，相關產品在可控風險下正逐步開放並且公告，目前無明確證據顯示會造成輻射檢出值上升之情勢；惟此為關鍵性議題，值得後續執行相關計畫，追蹤分析。

(四) 陳炳輝 教授

1. 攝食量、暴露量之相關性，正相關是否很明顯？四個年齡層看起來，相關性似乎不是很高？
2. 輻射暴露量越高，是否癌症風險就越高？

3. 2018 年之採樣計畫，風險評估並未納入育齡女性，以後是否會列入考量？

臺大回答

1. 因為「蔬菜類」涵蓋較多高風險農產品（輻射平均值較高），導致攝食蔬菜類較多的族群暴露量較高，並非直接與整體攝食量直接呈現正相關。
2. 依據國際放射防護委員會第 103 號報告，每 1 西弗輻射暴露會增加成年人 4.2%、全年齡 5.7%的癌症及遺傳效應之風險，此結果導致不一定輻射暴露量越高，癌症風險越高。
3. 因 2018 年攝食資料庫未含「育齡女性」之分類，無法列入計算；目前之研究報告，均已列入「育齡女性」之計算。

(五) 潘敏雄 特聘教授兼所長

1. 採樣部分對應實際數據比較，風險是可忽略的。2018 年如能取得台灣相對應的產品，應可進行更精細像是背景值之類的比較。
2. 地點、品項檢測到的數據較高，應瞭解原因並進行原因分析。
3. 個人認為邊境管制、高風險產品實際測量、持續不定期追蹤當初污染源較大的產品地區仍有必要，以利後續進行邊境管制。

臺大回答

1. 引用者為原能會現有資料。
2. 目前日本網站所公布之資料，其品項、內容等，尚無法進行相關之原因分析。
3. 已於「伍、結論與建議一、實施高風險管制措施」中予以補充高見。

(六) 劉興華 教授

1. P.9，是指所有種類的食品嗎？
2. 平均值、最大值之外，有無信賴區間的表示方式？
3. 整體看起來似乎只有暴露評估，寫法上應再調整。

臺大回答

1. 依照國人攝食資料庫分類類別，在分類中找出代表的產品後再進行評估。
2. 風險評估結果各年齡層平均年增加為『建議可耐受非背景游離輻射標準值』的 0.08-0.1%，數值較小，利用信賴區間無法精確表示其意涵，所以以點估計展現。
3. 完整風險評估包括「危害辨識」、「劑量反應評估」、「暴露評估」及「危害特徵描述」，已於「參、風險分析結果」完成呈現。

(七) 洪冠予 教授

1. 日本進口食品目前對政府是否為一個議題？如果是的話，未來可在適當時機向政府相關部門建言公布相關數據及結果，以利進行風險溝通。
2. 我國現行管理作為（對福島五縣採嚴格作法，其他地區只要檢附證明），似乎較他國為寬鬆，此部分落差民眾會感覺似乎有點大。未來如何進行風險管理？福島五縣之外圍地區需要選擇一些項目正面表列，以食品品項進行風險區分（區分幾類可以再做討論）；並採取階層式、以不同管制密度，滾動式檢討。
3. 檢測方法：未來可設法與日本一致，如此就不必再經換算。如因受限於我國之儀器設備，考量長期管理效益，是否要提升我國之設備或技術？可能的話，建議政府應補助姜教授的團隊進行持續性檢測、交流、精進核心能力。

臺大回答

1. 已於「伍、結論與建議二、提高資訊揭露能見度」中予以補充高見。
2. 已於「伍、結論與建議一、實施高風險管制措施」中予以補充高見。
3. 我國使用純鍺偵檢器來測量食品輻射，是國際間高度肯認之精密儀器，可實際測出食品中所含微量輻射與核種；而日本輻射檢測儀器包含 Ge、CsI 及 NaI 三種，各有不同偵測極限，其使用之原因為需要檢測大量的產品。兩者檢測的目的性不同，應視情況目的而定，分別選擇檢測儀器。

四、 食藥署發言要點

(一)蕭惠文 簡任技正

1. 對管理單位來說，需要科學數據驗證是否安全，民眾要求可能是「安心」的程度，從安全到安心，最後管理政策要落在哪一點，還需要考量許多因素，先藉由本計畫來釐清管制五縣市及其他地區之差異。
2. 日本官方資料中蕈菇類超標情形較多，日本非管制地區之菇類，在我國邊境檢測上並未有超標狀況。

(二)廖姿婷 科長

1. 從福島核災之後就有對日本食品進行管制，若經費許可，會持續進行研究。
2. 目前我國邊境輻射管制共檢測17多萬件，僅有少數產品有微量檢出，皆未有超標狀況。

衛生福利部食品藥物管理署

109年度「輸入食品風險分析」專家會議

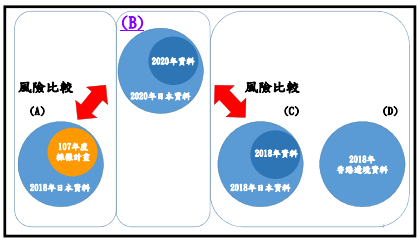
執行單位：國立臺灣大學
計畫主持人：姜至剛教授

研究背景

2011年3月11日，日本外海發生地震，造成福島核電廠損毀，放射性物質汙染周遭的土地與海洋。為了維護國人健康安全，我國自2011年3月25日起，暫停受理報驗日本福島、茨城、櫪木、群馬、千葉縣等5縣生產製造之食品，並加強日本輸台食品之輻射檢測。

民國107年本團隊接受食藥署委託，執行「日本食品取樣檢驗與調查研究」，前往福島、茨城、櫪木、群馬、千葉縣等5縣進行實地採樣並進行銫134與銫137含量檢測，檢驗結果顯示，所有樣本檢測結果皆符合衛生福利部食品最物管理署公告標準，惟其中40項樣本（30項乾香菇、3項茶粉、4項鏈米、2項鮮奶、1項柿乾）有微量檢出。

日本福島核災事件至今已超過10年，數據資料的更新能使風險評估更符合現況，科學性風險分析的結果也有助於精進行政管制措施。



本計劃參與人員

參與性質	姓名	服務機構/系所	在本研究計畫內擔任之具體工作性質、項目及範圍
計畫主持人	姜至剛	國立臺灣大學醫學院毒理學研究所	計畫協調規劃、結案執行。
計畫執行人員（專任）	孫銘宗	國立臺灣大學醫學院毒理學研究所	計畫執行、評估報告撰寫、期末報告撰寫。
計畫執行人員（兼任）	馮駿偉	國立臺灣大學公衛學院食品安全與健康研究所	計畫執行、評估報告撰寫、期末報告撰寫。

議題一、風險評估報告

107年度採樣計畫 最終採樣數量

	福島	茨城	櫪木	群馬	千葉	總計
乾香菇	12	8	10	11	7	48
沙丁魚	0	4	非產地	非產地	16	20
果乾	8	4	1	1	0	14
米	8	10	11	7	16	52
牛奶	3	3	5	5	0	16
小麥粉	3	7	9	10	4	33
茶葉	1	3	10	1	8	23
貝類	0	1	非產地	非產地	1	2
蔬菜	20	13	13	12	1	59
冰淇淋	7	6	9	4	8	34
總計	62	59	68	51	61	301 (件)

輸入食品風險分析期末審查會議

時間：中華民國110年8月25日(星期三)10：00
地點：衛生福利部食品藥物管理署藥粧大樓
B201 會議室
一、主席致詞
二、報告內容
議題一、風險評估報告
議題二、風險管理措施建議
三、答詢(統問統答)
四、散會

本計畫目的為進行
107年度「日本食品取樣檢驗與調查研究」
與2020年日本官方資料
風險分析的比較

107年度採樣計畫 最終暴露劑量結果

嬰童(0－12歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.000437 mSv/year
最大輻射暴露劑量估算：0.009369 mSv/year

青少年(13－18歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.000647 mSv/year
最大輻射暴露劑量估算：0.013931 mSv/year

成人(19－64歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.000655 mSv/year
最大輻射暴露劑量估算：0.015296 mSv/year

老年人(≧65歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.000428 mSv/year
最大輻射暴露劑量估算：0.011732mSv/year

平均輻射暴露劑量（mSv/Person/day）=
食品中Cs-134以及Cs-137檢測最平均檢含量（Bq/Kg）x 國人平均攝食率（gr/Person/day）x1.4%（2017年日本食品進口重量比例）x10^{3}（單位轉換gr/Kg）x 1.9x10^{-3}（國人攝餐時核種產生之約定有效劑量，mSv/Bq）

最大輻射暴露劑量（mSv/Person/day）=
食品中Cs-134以及Cs-137檢測最大檢含量（Bq/Kg）x 國人平均攝食率（gr/Person/day）x10%（高佔日本食品進口重量比例）x10^{3}（單位轉換gr/Kg）x 1.9x10^{-3}（國人攝餐時核種產生之約定有效劑量，mSv/Bq）

1. 來自「非背景輻射」的游離輻射，年劑量不超過 1毫西弗（1 mSv/yr）（國際輻射防護組織ICRP）。
2. 海鮮類，依健食品類目前沒有檢測報告顯示輻射含量，帶兒的部本檢出。
3. 平均攝食率無法精準超過每一個人的攝食行為，亦無法精準判斷每一個人的暴露風險。
4. 目前採用的301項檢測平均值、最高檢測值結果作為暴露量評估，無法精準判斷個體暴露少量高風險產品。
5. 2018年日本厚生勞動省發布的福島、茨城、櫪木、群馬、千葉五縣產檢結果，雖與國人攝食習慣互聯，國人實際攝取五縣生產食品之攝量需方案調查。
6. 日本食品輸入告量以2017年為例，估所有進口食品1.4%，該數據包含大宗食品，如步以10%為高估比例。
7. 所有評估內容皆為平均數值，熱端攝食行為日前難以列入評估。

本次研究案分析

日本公布資料分析

- 資料時間：2018年至2020年 流通品
- 資料庫檢測數量：32686件
- 檢測結果超出法規標準：38件
- 檢出超標樣本之區域：
  福島、群馬、茨城、新潟、宮城、長野、岩手、山形

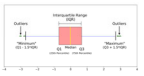
日本檢驗超標產品種類

- 農產品-蕈類23件、五加科植物10件(漆油、遼東楤木芽)、蕨類1件
- 其他-蕈類加工3件、米製品1件

II. 定量分析依風險評估之四大步驟進行

2020年日本公布資料分析

- 危害辨識（Hazard Identification）
  - 食品高經常暴露於時間輻射帶在污染之食品
- 劑量反應評估（Dose Response Assessment）
- 暴露評估（Exposure Assessment）
- 危害特徵描述（Risk Characterization）



輻射暴露劑量（mSv/Person/day） ＝
食品中Cs-134以及Cs-137檢測含量（Bq/Kg） x 攝入平均攝食率（g/Person/day） **x1.0%**
（2020年日本食品進口重量比例） x 10^{-3}（單位轉換g/Kg） x 1.9×10^{-3}（攝入放射性核種產生之約定有效劑量；mSv/Bq）

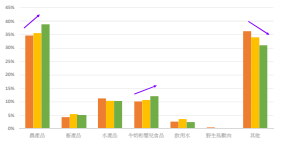
本暴露劑量上，採用箱鬚圖理論的食品輻射含量計算，其方法為盒鬚圖法（box and whisker plot），利用四分位距（interquartile range，IQR）將第一個四分位數減去1.5IQR取得下限值，第三個四分位數加上1.5IQR取得上限值，去除極端值能減少抽樣的不準確性（立寿喔，食品安全風險評估基礎與實務），分析結果將以平均值（下限值-上限值）表示。

各年度輻射檢測結果整理

年度		2018	2019	2020
流通品檢測樣本數		7,772	15,598	9,316
農產品	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	2647/2694	5490/5547	3564/3618
	>100 Bq/Kg	28/2694	34/5547	33/3618
畜產品	<25 Bq/Kg	338/338	855/855	458/459
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/338	0/855	1/459
	>100 Bq/Kg	0/338	0/855	0/459
水產品	<25 Bq/Kg	879/879	1626/1627	962/962
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/879	1/1627	0/962
	>100 Bq/Kg	0/879	0/1627	0/962
牛奶和嬰兒食品	<25 Bq/Kg	789/789	1671/1671	1130/1130
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/789	0/1671	0/1130
	>100 Bq/Kg	0/789	0/1671	0/1130
飲料水	<25 Bq/Kg	208/208	564/564	230/230
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/208	0/564	0/230
	>100 Bq/Kg	0/208	0/564	0/230
野生鳥獸肉	<25 Bq/Kg	41/42	24/24	23/24
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	1/42	0/24	1/24
	>100 Bq/Kg	0/42	0/24	0/24
其他	<25 Bq/Kg	2822/2822	5296/5310	2936/2953
	≦5 Bq/Kg ~ 100 Bq/Kg	0/2822	10/5310	7/2953
	>100 Bq/Kg	0/2822	4/5310	0/2953

數量	
超過標準	38
檢量檢出	584

流通品種類檢驗比例



農產品、牛奶及嬰兒食品檢驗比例增加

風險評估用輻射含量數值（經極端值處理）

Cs134+Cs137 (Bq/kg)	代表樣本	下限值	平均值	上限值
A.金針菇類	鮑菇、小蕈菇(n=20)	2	7.21	17
B.乾菇類	乾菇、大菇、大菇加工品等(n=151)	1.8	15.7	25
C.加工品	–	–	–	–
D.香菇及其加工品	鹹肉、鹹肉加工品(n=85)	8.6	18.87	25
E.香菇以及其他蕈菇	豬肉、牛肉、雞肉加工品(n=100)	1.4	19.67	26
F.魚、水產類	所有水產品(n=744)	0.11	14.55	25
G.蔬菜	蔬菜、鮮蔬菜(n=108)	10	19.35	25
H.果品類	牛奶(n=771)	0.32	3.9	9.4

Cs134+Cs137 (Bq/kg)	代表樣本	下限值	平均值	上限值
I.水果類	水果及其加工品(n=532)	0.68	16.14	25
J.蔬菜類	蔬菜、乾蔬菜(n=2755)	0.47	18.61	49
K.穀及雜糧等食品	麵粉、糖蜜、麵糰、粉圓等類(n=182)	2	13.18	25
L.飲料類	茶類(n=11)	0.7	3.26	7.6
M.調味	酒類、醋類酒、梅酒(n=87)	1.1	11.33	25
N.調味料類	醬油、味噌、醬、番茄醬(n=131)	0.92	15.15	25
O.混合食品、點心及其他類	冰淇淋、抹茶粉(n=21)	9.6	16.88	21
P.嬰幼兒食品	嬰兒奶粉(n=45)	1.4	5.8	8.7
Q.飲料類	–	–	–	–

2018-2020年日本檢驗超標地區個數

地區	總計
未標示地區	1
山形縣	4
岩手縣	11
長野縣	3
宮城縣	4
新潟縣	3
千葉縣	0
栃木縣	0
茨城縣	5
群馬縣	4
福島縣	3

I. 定性分析 管制地區與非管制地區輻射檢測結果

檢出件數(比例)	2018年	2019年	2020年
管制之五縣地區	58(55.8%)	135(49.3%)	149(61.1%)
非管制地區	39(37.5%)	105(38.3%)	90(36.9%)
未標示產地之資料	7(6.7%)	34(12.4%)	5(2.0%)
總計	104	274	244

結果顯示：
管制五縣地區可以涵蓋約 49.3-61.1%輻射檢出產品

依年齡分層

核查（0-12歲）

	平均攝食率 (g/Person/day) 0-3歲	3-6歲	6-12歲	Cs134 + Cs137 下限值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 上限值(Bq/kg)
A.金針菇類	64.46	126.16	156.67	2	7.21	17
B.乾菇類	16.62	40.18	54.83	1.8	15.7	25
C.加工品	2.69	7.64	12.49	–	–	–
D.香菇及其加工品	11.58	26.19	41.84	8.6	18.87	25
E.香菇以及其他蕈菇	23.42	62.94	86.81	1.4	19.67	26
F.魚、水產類	19.82	47.72	56.91	0.11	14.55	25
G.蔬菜	18.74	33.87	41.89	10	19.35	25
H.果品類	78.68	107.66	92.89	0.32	3.9	9.4
I.水果類	83.48	80.31	92.39	0.68	16.14	25
J.蔬菜類	61.47	141.42	189.45	0.47	18.61	49
K.穀及雜糧等食品	17.69	32.14	34.91	2	13.18	25
L.飲料類	491.33	232.68	233.84	0.7	3.26	7.6
M.酒類	0.39	0.61	1.46	1.1	11.33	25
N.調味料類	5.91	15.54	27.77	0.92	15.15	25
O.混合食品、點心及其他類	173.73	274.52	338.39	9.6	16.88	21
P.嬰幼兒食品	15.16	2.82	0.96	1.4	5.8	8.7
Q.保健食品類	0.65	0.32	0.42	–	–	–

輻射暴露劑量： **0.001762** （ 0.000472 – 0.003088 ）mSv/year　平均值（下限值-上限值）

依年齡分層

青少年
(13-18歲)

	平均攝食率 (g/Person/day) 12-16歲	16-18歲	Cs134 + Cs137 下限值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 上限值(Bq/kg)
1. 穀類雜糧類	176.75	177.48	2	7.21	17
2. 乾豆類果類	87.50	86.81	1.8	15.7	25
3. 油脂類	14.20	13.97	—	—	—
4. 蛋類與其製品類	48.80	54.81	8.6	18.87	25
5. 蔬菜類及其製品類	165.38	169.13	1.4	19.67	26
6. 魚、介、水產類	39.38	43.19	0.11	14.55	25
7. 畜類	47.38	45.94	10	19.35	25
8. 乳品類	76.19	72.39	0.32	3.9	9.4
9. 水果類	76.19	87.69	0.68	16.14	25
10. 蛋豆類	180.81	186.42	0.47	18.61	49
11. 穀類雜果等食類	31.45	32.32	2	13.18	25
12. 飲料類	460.72	248.38	0.7	3.26	7.6
13. 酒類	16.11	19.32	1.1	11.33	25
14. 調味料類	31.89	34.31	0.92	15.15	25
15. 複合食品、混合及其他類	361.75	350.47	9.6	16.88	21
7. 嬰幼兒食品	0.89	0.89	1.4	5.8	8.7
8. 保健食品類	0.12	0.14	—	—	—

輻射基露劑量： **0.002308** （ 0.000622 – 0.004030 ）mSv/year　平均值（下限值-上限值）

依年齡分層

育齡女性
(19-49歲)

	平均攝食率 (g/Person/day)	代表樣本	Cs134 + Cs137 下限值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 上限值(Bq/kg)
1. 穀類雜糧類	133.12	糙米、小麥粉			
2. 乾豆類果類	77.90	紅豆、大豆、大豆加工品等	2	7.21	17
3. 油脂類	11.00		1.8	15.7	25
4. 蛋類與其製品類	41.00	雞肉、雞肉加工品	—	—	—
5. 蔬菜類及其製品類	83.52	豬肉、牛肉、雞肉加工品	8.6	18.87	25
6. 魚、介、水產類	45.05	所有水產品	1.4	19.67	26
7. 畜類	38.52	雞蛋、鵝卵蛋	0.11	14.55	25
8. 乳品類	65.90	牛奶	10	19.35	25
9. 水果類	125.45	所有水果加工品	0.32	3.9	9.4
10. 蛋豆類	196.97	蔬菜、根菜類	0.68	16.14	25
11. 穀類雜果等食類	38.54	柳松、睡蓮、杏鮑、和菓子等	0.47	18.61	49
12. 飲料類	535.93	茶葉	2	13.18	25
13. 酒類	13.31	清酒、葡萄酒、梅酒	0.7	3.26	7.6
14. 調味料類	28.92	醬油、味噌、醬、番茄醬	1.1	11.33	25
15. 複合食品、混合及其他類	338.97	冰淇淋、蛋黃粉	0.92	15.15	25
7. 嬰幼兒食品	0.58	嬰兒奶粉	9.6	16.88	21
8. 保健食品類	0.09		1.4	5.8	8.7

輻射基露劑量： **0.002334** （ 0.000575 – 0.004182 ）mSv/year　平均值（下限值-上限值）

各年齡層癌症風險

	癌症增加風險
預查(0-12歲)	1.00×10^{-7}
青少年(13-18歲)	1.32×10^{-7}
成人(19-65歲)	1.18×10^{-7}
老年人(>65歲)	1.01×10^{-7}
育齡女性(19-49歲)	9.80×10^{-8}

依據國際放射防護委員會第 103 號報告，每一西弗輻射基露會增加**成年人 4.2 %**、**全年齡 5.7 %**的癌症及遺傳疾患的風險

致癌風險等級
IS EPA 飲用游泳池分成 3個:
(1)**風險發生率低於10^{-6}者為「可忽略風險」**
(2)**風險發生率介於10^{-6}-10^{-4}者為「可接受風險」**
(3)**風險發生率高於10^{-4} 者為「不可接受風險」**

https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap10.pdf

依年齡分層

成人
(19-64歲)

	平均攝食率 (g/Person/day)	代表樣本	Cs134 + Cs137 下限值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 上限值(Bq/kg)
1. 穀類雜糧類	175.90	糙米、小麥粉			
2. 乾豆類果類	87.40	紅豆、大豆、大豆加工品等	2	7.21	17
3. 油脂類	12.97		1.8	15.7	25
4. 蛋類與其製品類	48.80	雞肉、雞肉加工品	—	—	—
5. 蔬菜類及其製品類	96.97	豬肉、牛肉、雞肉加工品	8.6	18.87	25
6. 魚、介、水產類	54.19	所有水產品	1.4	19.67	26
7. 畜類	51.92	雞蛋、鵝卵蛋	0.11	14.55	25
8. 乳品類	51.52	牛奶	10	19.35	25
9. 水果類	152.40	所有水果加工品	0.32	3.9	9.4
10. 蛋豆類	188.57	蔬菜、根菜類	0.68	16.14	25
11. 穀類雜果等食類	22.51	柳松、睡蓮、杏鮑、和菓子等	0.47	18.61	49
12. 飲料類	612.38	茶葉	2	13.18	25
13. 酒類	49.84	清酒、葡萄酒、梅酒	0.7	3.26	7.6
14. 調味料類	29.93	醬油、味噌、醬、番茄醬	1.1	11.33	25
15. 複合食品、混合及其他類	451.47	冰淇淋、蛋黃粉	0.92	15.15	25
7. 嬰幼兒食品	0.47	嬰兒奶粉	9.6	16.88	21
8. 保健食品類	3.91		1.4	5.8	8.7

輻射基露劑量： **0.002814** （ 0.000673 – 0.005094 ）mSv/year　平均值（下限值-上限值）

2020年日本公布資料分析 結果

預查(0 - 12歲)
輻射基露劑量估算：
0.001762（ 0.000472 – 0.003088 ）mSv/year

青少年(13 - 18歲)
輻射基露劑量估算：
0.002308（ 0.000622 – 0.004030 ）mSv/year

成人(19 - 64歲)
輻射基露劑量估算：
0.002814（ 0.000673 – 0.005094 ）mSv/year

老年人(≥65歲)
輻射基露劑量估算：
0.002406（ 0.000503 – 0.004597 ）mSv/year

育齡女性(19-49歲)
輻射基露劑量估算：
0.002334（ 0.000575 – 0.004182 ）mSv/year

1. 來自『非背景輻射』的游離輻射，**基劑量不超過1毫西弗**（1 mSv/yr）(國際輻射防護組織(ICRP))。
1. 平均攝食率無法精準掘近每一個人的攝食行為，亦無法精準判斷每一個人的基露風險。
2. 目前採用檢驗數據平均值結果作為基露量評估，**無法精準判斷個體基露少量長期危害**。
3. 日本厚生勞動省發布的福島、茨城、栃木、群馬、千葉五縣垂驗結果，**難與個人攝食習慣互聯**，國人實際接觸五縣生產食品之地量需另案調查。
4. 日本食品輸入含量以**2020年**為例，佔所有進口食品1.6%。
5. 所有評估內容皆為**平均數值**，極端攝食行為目前難以列入評估。

2018香港邊境管制資料 (D)

依年齡分層

老年人
(≥65歲)

	平均攝食率 (g/Person/day)	代表樣本	Cs134 + Cs137 下限值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 平均值(Bq/kg)	Cs134 + Cs137 上限值(Bq/kg)
1. 穀類雜糧類	189.83	糙米、小麥粉			
2. 乾豆類果類	74.36	紅豆、大豆、大豆加工品等	2	7.21	17
3. 油脂類	8.44		1.8	15.7	25
4. 蛋類與其製品類	17.68	雞肉、雞肉加工品	—	—	—
5. 蔬菜類及其製品類	63.47	豬肉、牛肉、雞肉加工品	8.6	18.87	25
6. 魚、介、水產類	34.41	所有水產品	1.4	19.67	26
7. 畜類	26.37	雞蛋、鵝卵蛋	0.11	14.55	25
8. 乳品類	36.84	牛奶	10	19.35	25
9. 水果類	132.34	所有水果加工品	0.32	3.9	9.4
10. 蛋豆類	161.87	蔬菜、根菜類	0.68	16.14	25
11. 穀類雜果等食類	15.15	柳松、睡蓮、杏鮑、和菓子等	0.47	18.61	49
12. 飲料類	495.34	茶葉	2	13.18	25
13. 酒類	11.81	清酒、葡萄酒、梅酒	0.7	3.26	7.6
14. 調味料類	17.28	醬油、味噌、醬、番茄醬	1.1	11.33	25
15. 複合食品、混合及其他類	198.98	冰淇淋、蛋黃粉	0.92	15.15	25
7. 嬰幼兒食品	0.09	嬰兒奶粉	9.6	16.88	21
8. 保健食品類	0.35		1.4	5.8	8.7

輻射基露劑量： **0.002406**（ 0.000503 – 0.004597 ）mSv/year　平均值（下限值-上限值）

各年齡層癌症風險

每西弗輻射暴露會成年人 4.2 %、全年齡 5.7 %的癌症及遺傳疾患的風險

Table A.4.4. Detriment adjusted nominal risk coefficients for cancer and heritable effects (10^{-2} Sv^{-1}).

Exposed population	Cancer		Heritable effects		Total	
	Present	ICRP 60	Present	ICRP 60	Present	ICRP 60
Whole	5.5	6.0	0.2	1.3	5.7	7.3
Adult	4.1	4.8	0.1	0.8	4.2	5.6

[a] Values from Tables A.4.1a, A.4.1b, and *Publication 60*.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 103, 2007

資料分析

- 地區：不包含茨城、櫪木、千葉及群馬四個縣
- 資料時間：2018年1月1日至2020年12月31日
- 資料庫檢測數量：292497件
- 微量輻射檢出：2件

- 地區：茨城、櫪木、千葉及群馬
- 資料時間：2018年7月24日至2020年12月31日
- 共檢驗蔬菜86件、水果99件、奶粉5件全數皆符合標準

風險評估

- 資料時間： 2018年香港邊境檢測資料
- 攝食暴露量：國人飲食資料庫
- 檢測極限設定與日本厚生勞動省相同，MDA一般食品為<20 Bq/kg、乳品及嬰兒食品<10 Bq/kg
- 輻射劑量：

名稱	採樣日期	Iodine-131	Caesium-134	Caesium-137	Caesium-134+137
茶皮粉	2018/12/10	-	-	19	19
茶皮粉	2018/12/5	-	-	22	22

年度資料分析比較

2020年日本公布資料分析(B)
與
107年度採樣計畫分析(A)
2018年日本公布資料分析(C)
2018香港邊境管制資料 (D)

107年度採樣計畫 vs. 2020年日本資料
輻射數值比較(依台灣攝食資料庫分類)

香港邊境資料分析結果

嬰童(0-12歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.002908 mSv/year

青少年(13-18歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.003880 mSv/year

成人(19-64歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.004693 mSv/year

老年人(>65歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.003882 mSv/year

育齡女性(19-49歲)
平均輻射暴露劑量估算：0.003923 mSv/year

1. 來自「非背景輻射」的游離輻射，年劑量不超過 1毫西弗（1 mSv/yr）(國際輻射防護組織ICRP)。
2. 平均攝食率無法精準描述每一個人的攝食行為，亦無法精準判斷每一個人的暴露風險，
3. 目前採用檢驗數據平均值結果作為暴露量評估，無法精準判斷個體暴露少量高風險產品，
4. 日本食品輸入含量以估所有進口食品1.6%。
5. 所有評估內容皆為平均數值，極端攝食行為日前難以列入評估。

平均輻射暴露劑量（mSv/Person/day）＝
食品中Cs-134或Cs-137檢測平均濃含量（Bq/Kg） x 國人平均攝食率（g/Person/day） x1.6%（2020年日本食品進口重量比例） x 10^{-3}（換入放射性核種產生之劑交易劑量，mSv/Bq）

食物輻射暴露量結果比較
平均攝食量

	107年度計畫 (A)	2018年日本資料 (C)	2018年香港邊境 (D)	2020年日本資料 (B)
	年暴露量(mSv/Person/year) (2018&2020年結果)			
嬰童(0-12歲)	0.000437 (24.8%)	0.001555 (88.2%)	0.002908 (165.0%)	0.001762
青少年(13-18歲)	0.000647 (28.0%)	0.002040 (88.4%)	0.003880 (168.1%)	0.002308
成人(19-65歲)	0.000655 (23.3%)	0.002460 (87.4%)	0.004693 (166.8%)	0.002814
老年人(>65歲)	0.000428 (17.8%)	0.002120 (88.1%)	0.003802 (158.0%)	0.002406

107年度採樣計畫 vs. 2020年日本資料

- 兩計劃數值差異，主要來自於檢驗方法不同，導致輻射檢測最小可測量值（minimum detectable amount, MDA）相異
  - 我國食品放射性核種之檢驗方法，MDA為 1 Bq/kg
  - 日本厚生勞動省，MDA一般食品為<20 Bq/kg、乳品及嬰兒食品<10 Bq/kg

各年齡層癌症風險

	癌症增加風險
嬰童(0-12歲)	1.22 x 10^{-7}
青少年(13-18歲)	1.63 x 10^{-7}
成人(19-65歲)	1.97 x 10^{-7}
老年人(>65歲)	1.60 x 10^{-7}
育齡女性(19-49歲)	1.65 x 10^{-7}

依據國際放射防護委員會第 103 號報告，每一西弗輻射暴露會增加**成年人 4.2 %、全年齡 5.7 %**的癌症及遺傳疾病的風險

致癌風險等級
US EPA 飲用水風險等級分成 3類：
(1)風險發生率低於10^{-6}者為「可忽略風險」
(2)風險發生率介於10^{-4}-10^{-6}者為「可接受風險」
(3)風險發生率高於10^{-4} 者為「不可接受風險」

https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/iwachap10.pdf

107年度採樣計畫 vs. 2020年日本資料
輻射數值比較

107年度使用數據來源	107年度採樣計畫 Cs134 + Cs137 (Bq/Kg) 檢體	平均值	最大值	2020年日本資料 Cs134 + Cs137 (Bq/Kg) 平均值	最大值
● 107計畫採樣	全穀雜糧類	1.02	1.51	7.21	17
● 2018日本數據	家禽類	7.1	25	18.87	25
	家畜類	14.39	25	19.67	26
	水產類	1	1	14.55	25
	乳品類	0.94	1	3.9	9.4
	水果類	1.01	1.13	16.14	25
	蔬菜類	2.36	22.61	18.61	1760
	飲料類	1	1	3.26	10

※參考「日本食品取樣檢驗與調查研究」報告

總結

1. **日本食品輻射檢測資料顯示：超過法規標準的食品分布，不以福島等五縣地區為限。**
2. **本次研究利用2020年日本檢測資料計算，以日本國內可流通產品估算，各年齡層平均年增加「超過可耐受背景游離輻射標準值」的0.08-0.14% 。**
3. **與107年「日本食品取樣檢驗與調查研究」計畫進行暴露劑量比較，因最小可測量值(MDA)不同而存在差異。此外，再分別以2018年日本及香港檢測資料進行分析，結果顯示上述差異亦與最小可測量值不同有關。**
4. **在癌症風險部分各年齡層皆低於10^{-6}，依據US EPA 癌症風險等級是可以歸類為可忽略之風險**

※可耐受背景游離輻射標準值年劑量不超過1毫西弗（1mSv/yr）)

議題二、風險管理措施建議

- 日本福島災區食品之輸入管制措施比較。
  - 以韓國、香港、歐盟及美國為例
  - 各國輸入食品風險分析管理措施（停止輸入）比較
  - 各國輸入食品風險分析管理措施（輻射檢驗證明）比較

各國輸入食品風險分析管理措施（輻射檢驗證明）比較

	台灣	韓國	香港	歐盟	美國
福島		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	肉(含蛋)、水產品	菇類、水產品(活魚、甲殼類、軟體動物、海藻及部分魚類(鯛魚(黃條鯛)、紅魚、真鯛、赤管鮭魚、黑鮪、白腹鯖魚除外)、稻(子、部分山區種小菊芽及花瓣)、根木屬、竹筍及蕈菇)	
茨城		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬菜、牛乳、乳飲料、奶粉(需檢附輸出原產證明書) 2.肉(含蛋)、水產品	蕈菇	
櫪木		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬菜、牛乳、乳飲料、奶粉(需檢附輸出原產證明書) 2.肉(含蛋)、水產品		
群馬		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬菜、牛乳、乳飲料、奶粉(需檢附輸出原產證明書) 2.肉(含蛋)、水產品	菇類及部分山菜(竹筍、蕈菇)	
千葉		除停止輸入品項及水產品外之所有食品	1.蔬菜、牛乳、乳飲料、奶粉(需檢附輸出原產證明書) 2.肉(含蛋)、水產品		
宮城	1.水產品 2.農產品、嬰幼兒食品、雞蛋、飲乾、飲類調製品	除停止輸入品項及水產品外之所有食品		菇類、部分山菜(根木屬、竹筍、歐洲蕨及蕨菜)	
神奈川		1.水產品 2.除停止輸入品項及水產品外之所有食品			

各國輸入食品風險分析管理措施（停止輸入）比較

	台灣	韓國	香港	歐盟	美國
福島		1.乳品類：未超過牛乳 2.水產品 3.其他類：蔬菜、野菜(小麥仙)、大豆芽、紅豆、米、菇類、竹筍、櫻桃根木、莞蕨、蕨菜、紫芋、山藥、歐洲蕨、土當歸	蔬菜、牛乳、乳飲料、奶粉		1.農品類：生乳 2.水產品（以北海(魯鮭除外)，珠星三塊魚、鰈魚、紅點鮭(魯鮭除外)、鮭魚(魯鮭除外) 3.肉類：鴨肉、牛肉、野鴨肉、鹿肉或鴨肉、環頸雉肉、野鳥肉、鴨肉 4.其他類：野生櫻桃根木、竹筍、非結球性葉菜類(小松菜、筒菜、小白菜、日本鮮菜、紅葉萵苣、莖葉等非結球性葉菜類)、結球性葉菜類(萵苣菜、日當、萬苣)、十字花科花蕾類(綠花椰菜、白花椰菜)、黃、野生蜂斗菜、紫芋、野生蕨菜、竹筍、歐洲蕨、原木香菇、原木珠魚菇(露天)、菇類、莞蕨、歐洲蕨、米、大頭菜、梅、蜂斗菜、櫻桃、梅
茨城	輻射檢驗證明 原產地證明	1.乳品類：未超過牛乳 2.水產品 3.其他類：蔬菜、野菜(小麥仙)、昆蟲芹、竹筍、蕨菜、山蕗			1.水產品：鰈魚、鉛魚(魯鮭除外) 2.肉類：野鳥肉 3.其他類：原木香菇、竹筍、野生蕨菜、野生櫻桃
櫪木		1.水產品 2.穀類 3.其他類：蔬菜、野菜(小麥仙)、菇類、竹筍、莞蕨、櫻桃根木、蕨菜、歐洲蕨、原木香菇			1.肉類：野鳥肉、鹿肉 2.其他類：野生櫻桃根木、竹筍、野生胡椒木、野生莞菜、野生蕨菜、野生歐洲蕨、野生莞菜蕨、原木菇類(露天)、原木香菇、原木珠魚菇(露天)、野生菇類

風險管理措施建議

- 實施高風險管制措施

  「地區管制」之策略，改採「高風險管制」

  兼採美國與歐盟之管制特色
- 提高資訊揭露能見度

美國禁止輸入之品項，我國亦比照禁止輸入；而歐盟需檢附證明者，則比照歐盟辦理