

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：考察)

赴日本就福島事故後復原作業  
進行討論及實地參訪

服務機關：行政院原子能委員會 核能技術處

姓名職稱：徐明德處長、賴佳琳技士

派赴國家：日本

出國期間：106年7月9日至106年7月16日

報告日期：106年8月2日

## 摘要

2011年日本東北大地震引發福島第一核能發電廠核子事故(以下簡稱福島核電廠事故)至今已邁入第七年，期間各界除關注核能電廠安全措施強化、以及事故時民眾防護措施外，災後復原亦為相當重要的一環。為深入了解日本福島核電廠事故後環境、社會、經濟等復原進度與實際執行情況，以期能進一步將相關對策與作法應用於臺灣的輻射災害防救能量，完備核子事故防災整體規劃中災後復原與重建這塊拼圖，特赴日本福島縣曾經列為避難指示區域之市町村進行實地考察，考察日期為106年7月9日至106年7月16日。

此次行程目的為了解福島目前重建進度，包括民眾居住環境的除污標準、返鄉作業程序與實際執行狀況等，行程主要可區分四大重點：(一)福島縣除污作業、民眾返鄉、復興現況訪談；(二)福島大學美麗福島未來支援中心與環境放射能研究所參訪交流；(三)避難指示解除區域第一線人員訪談；(四)避難指示區域復興據點考察與環境劑量率紀錄。透過與在地人員充分交流與溝通，可強化我國核子事故應變整備能量，並使災後復原重建之規劃更臻完備。

關鍵字：福島核電廠事故、災後復原、民眾返鄉

# 目 錄

摘要.....	1
壹、目的.....	3
貳、行程.....	4
參、工作紀要.....	5
一、福島縣除污作業、民眾返鄉、復興現況訪談.....	5
二、福島大學美麗福島未來支援中心與環境放射能研究所參訪交流.....	13
三、避難指示解除區域第一線人員訪談.....	17
四、避難指示區域復興據點考察與環境劑量率紀錄.....	24
肆、心得與建議.....	30
附圖：	
圖 1 福島縣內除污特別地區與污染狀況重點調查地區.....	7
圖 2 除污土壤與廢棄物之臨時儲存場與標示.....	8
圖 3 避難指示區域概念圖(資料來源：環境省).....	10
圖 4 浪江町與雙葉町之復興計畫(資料來源：浪江町、雙葉町).....	10
圖 5 各市町村之復興商圈.....	11
圖 6 個人輻射劑量器.....	12
圖 7 浪江町體內輻射曝露檢測站.....	12
圖 8 聯合訪談參訪紀錄.....	13
圖 9 環境放射能研究所分析棟設備一覽.....	15
圖 10 福島大學參訪紀錄.....	17
圖 11 飯館村興建中校區規劃圖.....	19
圖 12 飯館村參訪紀錄.....	19
圖 13 南相馬市震災前後人口比例(依年齡、性別區分).....	20
圖 14 住宅、道路空間的空間劑量率推移圖(資料來源：南相馬市役所).....	21
圖 15 南相馬市參訪紀錄.....	21
圖 16 浪江町避難與返還區域及空間劑量率劃分圖(資料來源：浪江町役場).....	22
圖 17 浪江町參訪紀錄.....	23
圖 18 返還困難區域邊界與避難指示區域環境劑量率紀錄.....	25
圖 19 雙葉町空間劑量率折線圖.....	28
圖 20 大熊町空間劑量率折線圖.....	28
圖 21 富岡町空間劑量率折線圖.....	28
圖 22 福島縣返還困難區空間劑量率分布圖.....	29
附表：	
表 1 除污進度(資料來源：福島縣除污對策課).....	7
表 2 環境劑量率紀錄.....	26

## 壹、目的

2011年3月11日，日本東北大地震引發海嘯侵襲，造成福島第一核能電廠發生核子事故，並釋放大量放射性物質，造成福島縣內11個市町村被下達疏散指示，居民被迫離開居住地進行避難。事故至今已邁入第7年，近2年來日本官方逐步解除避難疏散指示，開放民眾返還。返鄉作業所涉及之層面極廣，事先必須完成返還區域內之除污作業、整備民眾日常所需之硬體設備(如道路交通、水電、住宅、醫療院所、學校、民生物資等)，地方政府須訂定完善之民眾返鄉作業程序與復興計畫，並於民眾返還後追蹤輻射劑量及健康狀況。此次考察目的即為實地走訪福島縣內避難指示區域之市町村，深入了解福島縣內目前重建進度，考察事故後環境、社會、經濟等復原狀況與實際執行情形，以期能借重日本福島核電廠事故經驗，進一步將相關對策與作法應用於臺灣的核子事故防災作業中，使我國核子事故防災整體規劃之災後復原與重建更臻完備。

## 貳、行程

此次行程自 2017 年 7 月 9 日起至 7 月 16 日，共計 8 天，赴日本福島核電廠事故後避難指示區域、福島環境再生事務所、及福島大學進行實地訪問與考察，行程如下：

日期	地點	工作內容
7 月 9 日	台灣→日本仙台	去程
	仙台→福島市	
7 月 10 日	福島環境再生事務所	與福島縣廳除污對策課及福島環境再生事務所聯合訪談。
7 月 11 日	川俣町役場 川俣町立川俣南小學 川俣町山木屋郵便局 川俣町立山木屋幼稚園&中小學 川俣町臨時儲存場 葛尾村臨時儲存場	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境輻射劑量率紀錄</li> <li>● 復興據點與除污廢棄物臨時儲存場參訪</li> </ul>
7 月 12 日	福島大學	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 福島縣避難地區復興事業訪談與意見交流。</li> <li>● 環境放射能研究所參訪。</li> <li>● 復興廳福島復興局訪談。</li> </ul>
	美麗福島未來支援中心 環境放射能研究所	
7 月 13 日	飯館村役場	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 第一線人員訪談：民眾返鄉與除污現況。</li> <li>● 環境輻射劑量率紀錄</li> <li>● 復興據點參訪</li> </ul>
	南相馬市役所	
7 月 14 日	浪江町役場	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境輻射劑量率紀錄</li> <li>● 復興據點與除污廢棄物臨時儲存場參訪</li> </ul>
	小高車站、小高郵便局、浪江車站、國道 6 號、富岡車站、富岡町役所、富岡町毛萱除污廢棄物臨時設置處	
7 月 15 日	田村市役所、猶葉町役場、川內郵便局、郡山車站東口	回程
	郡山→東京	
7 月 16 日	東京→台灣	

## 參、工作紀要

此次行程目的為了解福島目前重建進度，包括民眾居住環境的除污標準、返鄉作業程序與實際執行狀況等，行程主要可區分四大重點，敘述如下：

- 一、福島縣除污作業、民眾返鄉、復興現況訪談。
- 二、福島大學美麗福島未來支援中心與環境放射能研究所參訪交流。
- 三、避難指示解除區域第一線人員訪談。
- 四、避難指示區域復興據點考察與環境劑量率紀錄。

### 一、福島縣除污作業、民眾返鄉、復興現況訪談

#### (一) 訪談單位

地點	單位
福島環境 再生事務所	環境省福島環境再生本部
	環境省綜合環境政策局 環境保健部放射線健康管理担当參事官室
	福島環境再生事務所
	福島縣除染對策課
	除染情報推廣中心
福島大學	復興廳福島復興局

#### ● 福島縣廳除污對策課

負責福島縣事故地區除污計畫、土地及環境重建與復原等相關工作。

#### ● 復興廳福島環境再生事務所

隸屬於福島復興再生總局，負責處理福島核電廠事故外釋放射性物質對環境造成的污染，並於福島縣推動除污作業。

#### ● 復興廳福島復興局

隸屬於福島復興再生總局，負責與各行政機關及民間相關企業協商東日本大地震災後的復興業務。

## (二) 訪談內容

訪談內容可分為三大題綱：1.民眾返鄉前置作業：除污作業；2.民眾返鄉時：作業程序與做法；3.民眾返鄉後：居住環境劑量標準與民眾輻射防護，敘述如下。

### 1. 民眾返鄉前置作業：除污作業

除污目的為快速減低環境輻射劑量率，以期能減少對人類健康及生活環境造成之影響。權責機關可區分為中央(表面除污)與地方(日常生活場所的除污)，除污進度及除污目標詳見表一。

針對不同除污目標，日本政府並未各別設定除污基準，而統一將地表高度 1 公尺的空間劑量率高於  $0.23 \mu\text{Sv/h}$ (相當於全年額外曝露劑量  $1\text{mSv}$ )之區域列為除污特別地區(學生活動場所則以地上 50 公分為量測高度)，並於 2016 年 2 月所出版的《除污技術指引》中已原則性規範了不同除污對象之除污作業施行方式，此次訪談更進一步的釐清執行面上除污細節，訪談重點彙整如下：  
住宅用地：除污範圍為以居民住家為中心向外拓展 20 公尺，每戶約需花費 2 至 3 週進行除污作業；此外學校也是除污的重點之一。

森林：基於減低居住於森林周邊生活環境的空間劑量率的觀點，森林邊緣 20 公尺範圍會去除落葉等堆積有機物及其殘留物；另外，森林邊緣 20 公尺以外的森林，因一般民眾不會進入，目前的作法為不除污，日本中央已展開調查研究並根據最新知識見解探討其應對方式。

湖泊及河川：水具有阻擋效果，對於周邊空間劑量率的影響極小，因此河川及湖泊原則上不實施除污，一旦河川湖泊的水乾涸導致阻擋效果消失時，空間劑量率會變高，若屬於一般大眾時常活動的場所，就會實施除污。

除污產生的水：會先集中於臨時儲存場，經處理設施去除放射性物質(凝聚沉澱)，使其數值低於飲用水標準值的  $10\text{Bq/kg}$  以下，再流放至河川或排水溝。

除污土壤與放射性廢棄物：表面除污需剷除土壤表面 5 公分的泥土，將被污染的泥土蒐集起來放入大型沙包內，外頭須清楚標示內容物與分類，存放至各村的臨時儲存場(圖 2)；臨時儲存場外圍 5 公尺處設有鐵皮圍籬，防止非工作人員靠近；為了讓環境復原到災前狀態，未來將會把存放在臨時儲存場的除污土壤移至中期貯藏設施。

所有除污人員在執行除污作業前皆須接受講習，並於執行期間全程配戴劑量配章。

表 1 除污進度(資料來源：福島縣除污對策課)

	中央主管機關	地方主管機關
權責區域	「除污特別地區」 (圖 1 中藍色區域)	「污染狀況重點調查地區」 (圖 1 中橘色區域)
範圍	福島縣內 11 個市町村	92 個市町村(包含福島縣內與縣外)
作業內容	表面除污	日常生活場所的除污
除污目標	(1)住宅用地、(2)農地、 (3)森林、(4)道路	福島縣內(36 個)：(1)住宅用地；(2)農地、 草地；(3)森林、(4)道路；(5)公共設施 福島縣外：(1)住宅用地；(2)農地、草地； (3)森林、(4)道路；(5)學校與幼兒園；(6) 公園與運動設施
每日除污作業人數	約 3000 人 (最多曾到 2 萬人)	約 6000 人 (最多曾到 1.5 萬人)
除污進度	2017 年 3 月完成	92 個市町村：80 個已完成，12 個進行中。
除污費用(已花費)	1 兆 3000 億日圓	1 兆 3000 億日圓
除污土壤 暫時處置方式	臨時儲存設施(仮置場)	
	267 個	856 個
放射性污染廢棄物 處置方式	中期貯藏設施、臨時焚燒設施。 總計已搬運了 309,605 平方公尺之除污土壤(統計至 2017.06.07)	



圖 1 福島縣內除污特別地區與污染狀況重點調查地區  
(資料來源：福島縣除污對策課)



臨時儲存場(南相馬市)



臨時儲存場(葛尾村)



臨時儲存場(川俣町)



臨時儲存場告示(葛尾村)



臨時儲存場外標示(川俣町)



除汚廢棄物收納袋



内容物與分類標示



内容物與分類標示

圖 2 除汚土壤與廢棄物之臨時儲存場與標示

## 2. 民眾返鄉時：作業程序與做法

環境省於 2017 年 4 月 1 日公布之避難指示區域概念圖如圖 3，依據《避難指示區域內的活動(20170519 原子力受害者生活支援團隊)》，各區之定義如下：

- **【返還困難區域】** 預估全年累積劑量高於 20 毫西弗的地區，或 2012 年 3 月空間劑量率數值推估全年累積劑量 50 毫西弗以上的地區。
- **【居住限制區域】** 預估全年累積劑量可能超出 20 毫西弗的地區。此地區為了將來的居民返還，以重建社區為目標，計畫性實施除污並盡早復原基礎設施。
- **【避難指示解除準備區域】** 預估全年累積劑量確實低於 20 毫西弗的地區。該地區雖然持續實施避難指示，為了讓居民返還，已迅速實施復原與復興支援對策並實施環境整備。

依據《安全放心之返鄉對策相關基本原則(根據劑量水準具體化防護措施)

(20131120 原子力規制委員會)》，國家解除避難指示的條件為：(1)空間劑量率推算出的全年累積劑量率應確實低於 20 毫西弗；(2)日常生活必須民生基礎設施大致復原、充分推動以孩童生活環境為中心的除污作業；(3)與縣、市町村及居民達成協議。

避難指示解除後，居民可選擇返鄉，地方政府需提出居民生活預定規劃及輻射防護層面對策等復興計畫，內容包括：(1)掌握並管理居民曝露劑量；(2)採取降低居民曝露劑量之措施(如遮蔽或翻修)；(3)緩解輻射健康疑慮之對應措施(如健康諮詢、健康檢查)；(4)輻射健康疑慮之風險溝通對策(如專家團隊之建立)。次此訪談亦攜回浪江町與雙葉町之復興計畫如圖 4。

在產業復興方面，除了由民間企業自行形成的產業支援體系外，日本官方也積極促進地區產業復興，其中一例為透過福島大學積極輔導居民從事新的工作，利用大學附近一處長期未運作空地，向外採購原料，輔導受災居民製作麻糬、冷凍豆腐與白蘿蔔等加工食品。此外，返還地區的公路旁也新建許多公路休息站及大型賣場，販售生鮮食品、日常用品、餐飲等，提供返鄉居民與復原重建工作人員之飲食及採購日常用品的地點；同時，日本官方也希望透過這些商圈，能夠聚集居民於此地交流，做為復興的據點與起點(圖 5)。

### 避難指示区域概念圖(2017年4月1日)

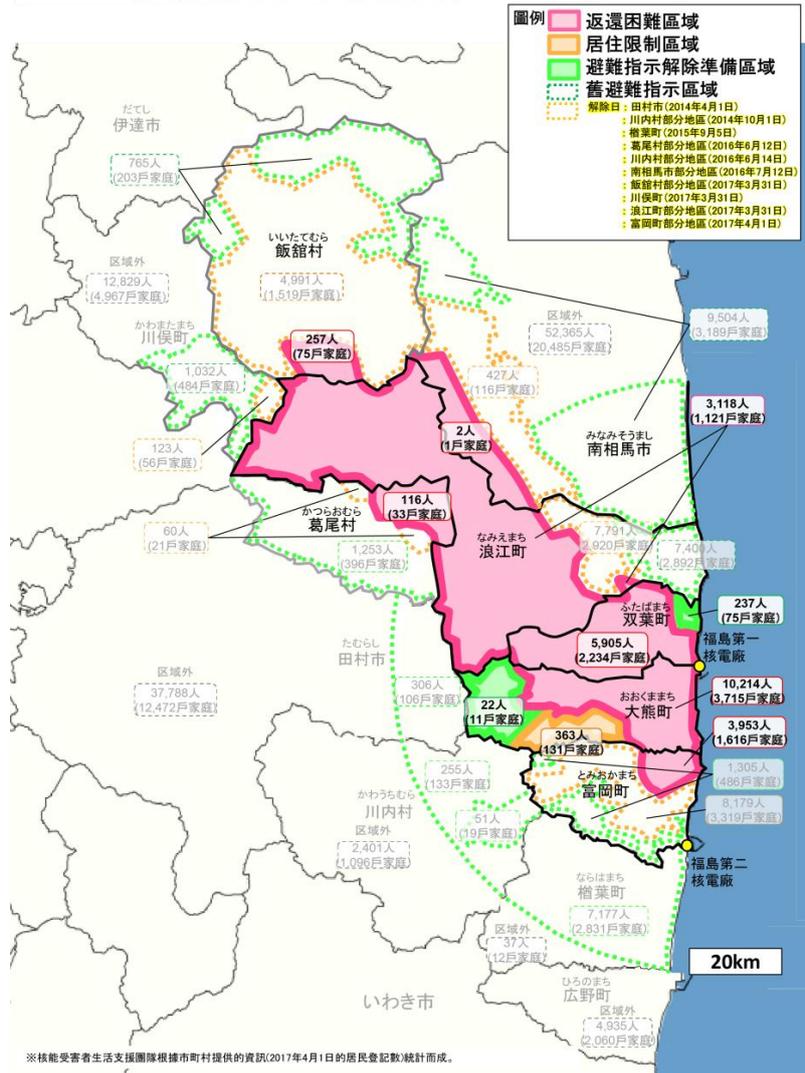


圖 3 避難指示區域概念圖(資料來源：環境省)



圖 4 浪江町與雙葉町之復興計畫(資料來源：浪江町、雙葉町)



圖 5 各市町村之復興商圈

### 3. 民眾返鄉後：居住環境劑量標準與民眾輻射防護

依據《安全放心之返鄉對策相關基本原則(根據劑量水準具體化防護措施)(20131120 原子力規制委員會)》之規定，返鄉後居民之劑量限制應採用國際輻射防護委員會(ICRP)第 109 號出版物「既存曝露」之概念，長期目標為每年低於 1 毫西弗。

返鄉後居民曝露劑量評估，並非是空氣劑量率推算出的曝露劑量，而是以個

人劑量偵測為基礎，因此日本政府無償提供返還居民每人一具個人輻射劑量器，居民可自由選擇是否配戴，各市町村需規劃劑量計回收計讀之頻次(每1-3個月)與地點，並記錄市民之個人劑量；部分市町村(如浪江町)則每戶配置一具可即時顯示個人累積劑量之計讀器供居民使用(圖6)。若民眾之計讀結果有異、或是針對輻射曝露之健康風險有相關疑慮，可與諮詢員或當地醫生進行面談，根據居民之生活作息、飲食等狀況提供建議。另外，部分市町村役所附近，亦設有體內輻射曝露檢測站(圖7)，可協助追蹤民眾健康狀況。在輻射防護層面，每個市町村需配置諮詢員，協助居民在返還後能夠自行掌握與理解個人劑量，並提供民眾降低輻射曝露對策建議或健康諮詢；除此之外需整備據點提供諮詢員作業，以單一窗口方式執行下列功能：(1)組成科學與技術支援專家網絡(由輻射防護專家、環境監測專家、保健醫療福利相關人員組成)；(2)舉辦研習，讓諮詢人員熟悉輻射相關知識；(3)持續掌握個人偵測劑量數值，以管理居民健康；(4)提供返還居民諮詢機制。

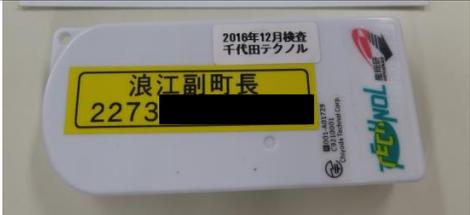
	
<p>浪江町個人輻射劑量器</p>	<p>南相馬市個人輻射劑量器</p>
	
<p>浪江町累計劑量顯示面板</p>	<p>南相馬市個人輻射劑量器</p>

圖6 個人輻射劑量器



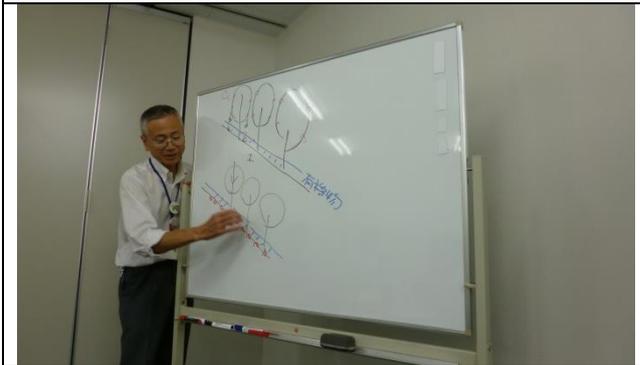
圖7 浪江町體內輻射曝露檢測站



訪談照片



環境省小沢副本部長講解



除汚情報中心青木先生講解森林除汚方式



致贈紀念品



參觀福島環境再生事務所(1)



參觀福島環境再生事務所(2)



參觀福島環境再生事務所(3)



合影留念

圖 8 聯合訪談參訪紀錄

## 二、福島大學美麗福島未來支援中心與環境放射能研究所參訪交流

### (一) 訪談單位

#### ● 福島大學

福島大學為福島市當地的國立大學，一直以來與福島縣內各市町村及非營利組織共同合作：(1)支援東日本大震災後的避難者與災民；(2)測量各地的環境輻射劑量率；(3)調查農林畜牧業產品的實際傷害等。

#### ● 美麗福島未來支援中心(Fukushima Future Center for Regional Revitalization; FURE)

設立於 2011 年 4 月，負責推動與協調前述行動，同時有組織地支援各地的復原與重建作業，官方介紹引述如下：「針對東京電力福島第一核電廠事故引起的災害，以科學角度調查並研究其發生的事實，根據其事實預測災害的變遷，以協助復原與重建」。

#### ● 環境放射能研究所(Institute of Environmental Radioactivity; IER)

2013 年 7 月因福島核電廠事故的契機而設立，主要研究目的為研究福島核電廠事故後外釋的放射性物質對環境造成之影響，領域包括環境輻射偵測、放射性污染物質取樣分析、放射性生態學等。

### (二) 訪談內容

#### ● 美麗福島未來支援中心

當日首先拜訪福島大學中井勝己校長，說明此趟來意並交流復原行動至今的執行情況，繼而由初澤敏生主任、鹽谷弘康教授、間野博教授、天野和彥教授依序分享南相馬市地區的產業復興、飯館村的災民支援、避難地區的都市計畫及城鎮建立、以及避難所的支援運作和防災教育。

福島大學訪談中透露出學者對於福島縣這塊土地的關切與熱情，相較於政府機構著重於硬體設備建立，福島大學的研究偏重未來的產業復興(軟實力)與災民支援。以疏散避難為例，災害時的短期疏散避難與收容對於個人與群體關係尚不致造成太大困境，然而一旦疏散時間拉長，災民心理層面問題及日後復原則是一項複雜且值得探討的議題。相較於環境的復原，災民內心的重建與恢復更為重要。福島核電廠事故後，在統計傷亡人數時發現因事故後心理壓力間接造成死亡的人數攀升，福島地區的自殺人數相較於日本其他地震海嘯受災地區也顯著高出許多，且擴及各年齡層。另外，研究學者也發現各地區因為補償金額

不同等因素，造成區域間災民的對立，此一問題逐漸成為復興過程中新的阻礙。福島大學的教授們提出了「韌性社區」的概念，利用人與人之間強大的連結力作為協助災民重建的關鍵。日本居住環境大多以街區為單位，市町村平時會於公民館(里民活動中心)舉辦各種活動，鄰里間的關係緊密；因此，研究學者認為，災後居民生活的復興與重建關鍵在於交流場所的提供及活動的推動。爰此，日本在復原重建的臨時住宅中設置咖啡廳，由居民自行營運，除可增加生活收入外，同時也創造了一個交流互動的場域、以及情報交換地點，鄰居彼此會在此處聚集、聊天及談心。同樣的概念還有「關東煮計畫」，由日本官方補助災民在臨時住宅附近擺設關東煮攤位，創造災民據點。災民若願意走出戶外與他人交流、相互扶持，就能減少獨自待在家中鬱鬱寡歡，進而發生意外與輕生的機會。

● 環境放射能研究所

首先由難波謙二所長介紹環境放射能研究所，再由 Mark Zhelenyak 及 Vastyl Ioshchenko 兩位來自烏克蘭具車諾比事故復原處理經驗的特任教授，分享福島核電廠事故後於放射生態學方面的研究成果，簡報事故後森林與水源的放射性濃度分布變化及未來之對策，以及如何因應執行各地區之產業及經濟復興作業。

當日也順道參訪了環境放射能研究所分析棟之設備與儀器，包含純鍺偵檢器(Standard Electrode Coaxial Ge Detectors)、自動化低背景純鍺偵檢器(Ultra Low Background Ge Detectors)、電子顯微鏡、同位素質量分析儀(Isotope Ratio Mass Spectrometry(IRMS))等；詳細資料如圖 9、圖 10。

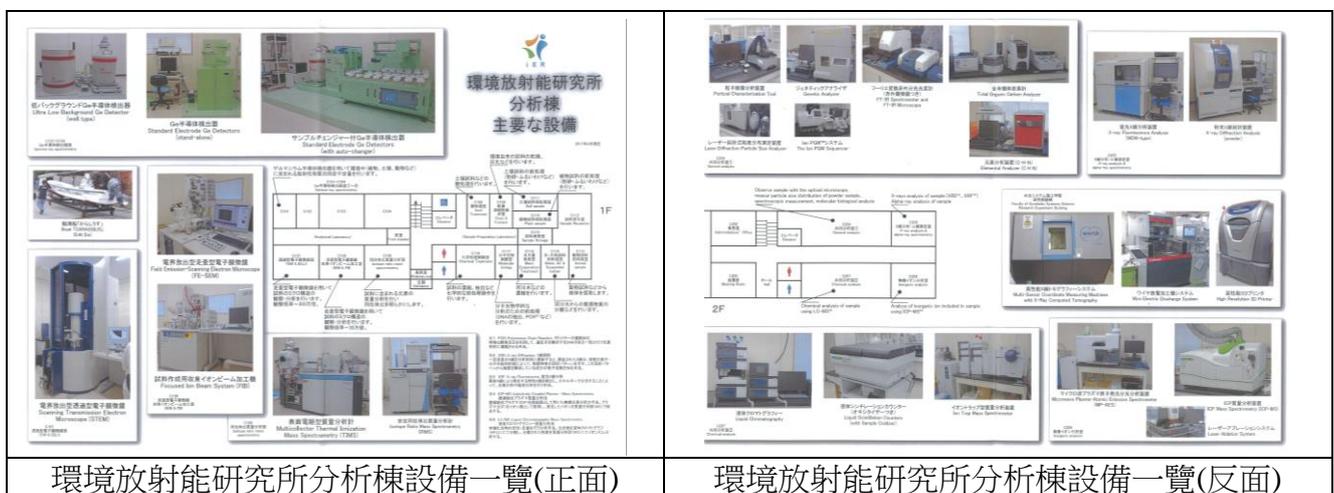


圖 9 環境放射能研究所分析棟設備一覽



拜訪中井勝己校長



與初澤敏生主任會談



鹽谷弘康教授講解復原狀況



間野博特任教授講解都市復興成果



天野和彥特任教授講解災後民眾支援內容



難波謙二所長講解 IER 設立過程



Vastyl Ioshchenko 特任教授講解研究成果

研究團隊參觀環境放射能研究所分析棟

研究團隊參觀環境放射能研究所分析棟

低背景純鉛偵檢器

圖 10 福島大學參訪紀錄

### 三、避難指示解除區域第一線人員訪談

#### (一) 訪談單位

地點	單位	
飯館村	飯館村役場	
南相馬市	南相馬市役所 復興企画部	環境回復推進課
		企画課
		被災者支援推進課
浪江町	浪江町役場	

福島核電廠事故後，飯館村、南相馬市、浪江町皆被下達居民疏散避難指示，2017年4月1日環境省公告之資料顯示，浪江町絕大部分區域仍被劃為返還困難區、飯館村及南相馬市亦仍有少部分區域為返還困難區。各市町村之役場及役所為政府機關人員與在地居民直接接觸的管道，負責辦理民眾返還登記、災民補助、劑量諮詢等作業，並執行上級單位命令，角色類似臺灣之市區公所。

## (二) 訪談內容

### 1. 飯館村災民支援與復興現況

飯館村面積約 230 平方公里，位於福島第一核電廠西北邊，為避難指示區域中距離電廠最遠的市町村，冬天最低溫可達攝氏-10 度，居民主要經濟活動為農耕。飯館村曾被選為全日本最美麗的 60 個鄉村之一，村民間的關係緊密。福島核電廠事故發生之初並未將飯館村列入避難指示區域，後經證實飯館村因位於輻射塵下風處，空間輻射劑量率達到避難標準，在 2011 年 5 月才被下達疏散避難指示，因避難時間相較其他地區晚，以致當時未能有足夠空間妥適安置飯館村疏散民眾，也間接造成後續返鄉作業更加困難。

2017 年 3 月起，除了長泥區外，飯館村已全面開放民眾返還，村內的硬體設備、生活環境等大致已整建完成，目前正在整修村內唯一一間包含幼稚園、小學及中學的學校，預計於 2018 年 4 月啟用(圖 11)；據統計，避難前村內的 400 名學生中僅有 60 人有意願返鄉。住宅設施部分，飯館村總計興建 3 棟公民住宅，每棟可容納 15-20 戶；醫療院所則於 2016 年 9 月開始營運，每週僅 2 日看診。目前興建中的公路休息站(道之驛)預計將於 2017 年 8 月啟用，屆時將會販售當地居民種植的農產品。

飯館村避難前有 5,990 名居民，截至 2017 年 7 月 1 日之返鄉人口為 437 人，約佔全村人口的 7.3%。回到家鄉的大部分都是高齡長輩，因懷念故土及想要繼續從事農耕生活而返還；年輕人則考量子女教育及自身工作問題，多選擇繼續在外地就學與生活。返回飯館村從事農耕的民眾，未來於農作物收成後可選擇販售，販售前必須將農作物送到福島市或南相馬市進行輻射劑量檢驗；若選擇不販售，飯館村會另外給予農耕戶 50 萬至 100 萬不等之補助金，以鼓勵農耕。

經詢問當前最主要的目標，三瓶真先生表示希望能有更多的年輕人願意返鄉，而具體做法則為先將現有生活機能整備完成，積極辦理活動、並透過報章雜誌將消息向外發布，讓避難在外的居民看見飯館村的能量，也讓大家知道飯館村已經準備好了，隨時迎接居民返還。



圖 11 飯館村興建中校區規劃圖



圖 12 飯館村參訪紀錄

## 2. 南相馬市災民支援與復興現況

南相馬市面積約 398.5 平方公里，其中約有 55% 為森林，居民經濟活動以農業和製造業為主。行政區可區分為原町市、相馬郡小高町、相馬郡鹿島町三大區塊。福島核電廠事故時，共計造成南相馬市 1,122 人死亡，其後南相馬市部分區域被列入避難指示，災民被疏散至區域外或其他市町村避難；2016 年 7 月 12 日部分解除南相馬市避難指示，居民陸續返還，目前返還人口約 53,917 人。相較其他地區，南相馬市之居民返還歷時較久，醫療院所、學校、居民活動中心等硬體設備皆已大致完工，居民返還比例也相對較高(75%)。但如同其他地區，返還者多為中老年人，櫻井勝延市長指出，災後返還的人口中 15 歲以下的青少年比例降低約 50%(圖 13)，青壯年人口缺乏造成勞動力不足，成為南相馬市復原重建與產業復興時的一大阻礙；此外返還之生育年齡人口男女比例嚴重失衡，未來也恐將衝擊生育率及家庭結構。

此次除拜訪市長外，也訪問了南相馬市復興企劃課的職員，在除污作業方面，南相馬市自 2012 年 6 月即從高劑量區開始著手進行「生活圈(不含農地)」的除污，並建置存放除污土壤的臨時儲存場；農地則延遲至 2014 年 2 月開始除污。「生活圈」與「農地」除污皆已在 2017 年 3 月結束。透過除污，住宅地區、道路空間的空間劑量逐漸降低(圖 14)。為促進民眾返鄉意願，目前積極辦理各項活動推廣南相馬，如 2017 年 7 月底的相馬野馬追祭典、2018 年世界機器人日等，除能吸引觀光客前來，也進而創造當地的就業機會。

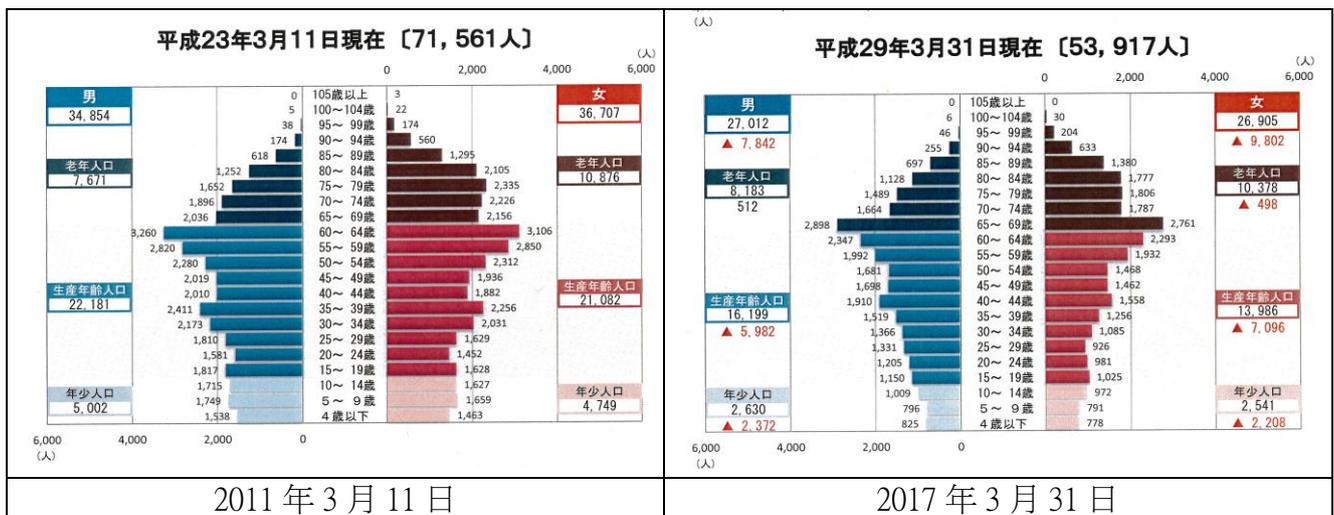
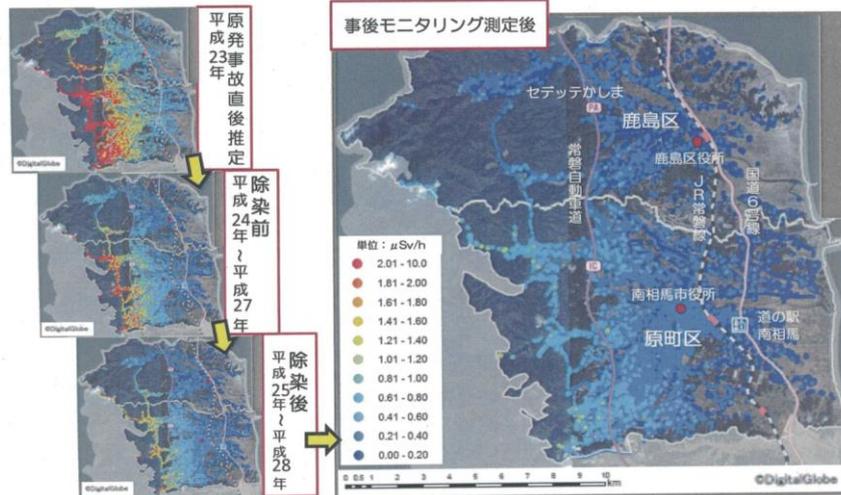


圖 13 南相馬市震災前後人口比例(依年齡、性別區分)

## 宅地・道路の空間線量率推移



原発事故直後のマップは、除染前の数値を基にした推定値を表しています。

圖 14 住宅、道路空間的空間劑量率推移圖(資料來源：南相馬市役所)



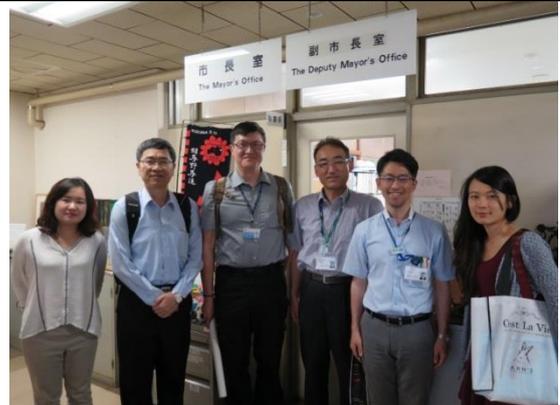
櫻井勝延市長介紹相馬野馬追祭典



贈送紀念品



訪問復興企画部課員



合影留念

圖 15 南相馬市參訪紀錄

### 3. 浪江町災民支援與復興現況

浪江町面積約 223.14 平方公里，2017 年 3 月 31 日解除部分避難指示區域(圖 16)，所解除區域(A 區與 B 區)災前人口數佔整個浪江町的 83%，統計至 2017 年 5 月 31 日止，總返還人口計 234 人(165 戶)，約佔災前之總人口數 21,434 人(7,671 戶)之 1%，未返還者多居住在福島市(70%)及福島縣外地區(30%)。產業方面，浪江町之主要經濟產業為農業和漁業，福島核電廠事故前約有 1,000 個企業，災害時一度停止運作，部分企業轉到福島縣外重新營業；2013 年 2 間企業在浪江町重新開張，統計至 2017 年 6 月，町內已有 66 間企業營運中。除了企業返回，浪江町也積極的創造誘因吸引廠商：例如 2016 年 10 月浪江町役場週遭創立了一個小型的商店街，計有 10 間商店進駐營業；2018 年在浪江町北部北幾世橋、2019 年於南部大平山，皆預計創立產業專區，重振當地經濟。

居民生活環境方面，硬體重建部分包含公宅、學校、診所、商業設施、交流情報交換中心(如公民館)、交通運輸等皆已完工或興建當中，未來希望透過 AI 科技(如小型無人機)、IT 技術等協助民眾復興經濟。浪江町更設立除污檢驗委員會，委員會組成包括日本原子力研究開發機構、財團法人電力中央研究所、福島大學環境放射能研究所、弘前大學醫療綜合研究所等專門機構，主要目的是希望能透過該委員會消除居民對除污後之疑慮與不安全感。浪江町同時也成立輻射健康與除污廢棄物處置諮詢窗口，提供民眾免費諮詢。

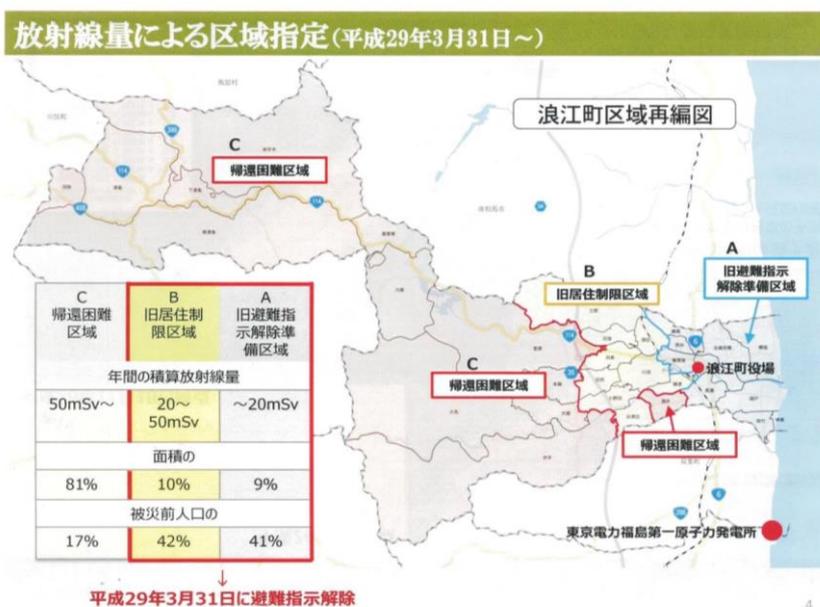


圖 16 浪江町避難與返還區域及空間劑量率劃分圖(資料來源：浪江町役場)



浪江町役場



浪江町役場外輻射偵測站



浪江町返還輻射疑慮諮詢窗口  
除污及災害廢棄物諮詢窗口



松本秀幸主任主査說明浪江町復原狀況



訪問情況



合影留念

圖 17 浪江町參訪紀錄

#### 四、避難指示區域復興據點考察與環境劑量率紀錄

此次考察全程攜帶本會之 RadEye PRD 輻射偵檢器，隨時計測福島市內舊避難指示區域(11 個市町村)之環境輻射劑量率，紀錄如圖 18 與表 2。大多數時間皆無異狀(低於  $0.2\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ )，少數偏遠地區數值會起伏跳動，大抵皆不致對健康造成影響。

考察行程中偶有接近或穿越返還困難區域，數值明顯上升，最高紀錄到  $1.33\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  之數值(圖 18)，顯示：(1)尚未解除避難指示區域不開放居民留宿及不允許一般民眾進入仍有其必要；(2)日本官方除污成果顯著，才會在返還區域邊界出現環境劑量率驟升驟降現象，顯示除污作業有其必要。

其中量測到之劑量最高值出現在 6 號公路(表 2、編號 26)，6 號公路為一南北縱向公路，部分路段行經雙葉町與大熊町尚未解除避難指示區域，目前官方紀錄雖已完成除污，然該區之環境劑量率仍不允許居民返還，僅開放六號公路使用，但行經車輛不得停留。為瞭解該區空間輻射劑量現況，本團隊自浪江町車站沿 6 號公路行駛，行經浪江町、雙葉町、大熊町、富岡町等地，沿途使用輻射偵測儀器紀錄空間劑量率。結果顯示，浪江町及雙葉町空間劑量率範圍落在  $0.08\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  至  $1.79\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  之間，大熊町空間劑量率範圍落在  $0.43\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  至  $5.0\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  之間，為輻射劑量最高的區域；而富岡町空間劑量率範圍則落在  $0.29\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  至  $0.82\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  之間；沿途數值起伏，總平均以大熊町的空間劑量率最高，雙葉町及富岡町的空間劑量率相對較低，離開返還困難區域後數值明顯下降。雙葉町、大熊町、及富岡町空間劑量率折線圖請分別參考圖 19、20、21，福島縣返還困難區空間劑量率分布圖請參考圖 22。

<p>返還困難区域邊界(富岡町)</p>	<p>返還困難区域邊界(葛尾村)</p>	<p>田村市役所前</p>
<p>飯館村役場前</p>	<p>川俣町役場前</p>	<p>浪江町役場前</p>
<p>川内村役場前</p>	<p>猶葉町役場前</p>	<p>南相馬市役所前</p>

圖 18 返還困難區域邊界與避難指示區域環境劑量率紀錄

表 2 環境劑量率紀錄

編號	量測日期	量測地點	大地座標	量測數據 ( $\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ )
1	7月10日	福島車站東口	37°45'15.0"N 140°27'39.0"E	0.05-0.07
2	7月11日	弁天山公園	37°44'31.0"N 140°28'12.0"E	0.09-0.12
3	7月11日	川俣町體育館	37°39'24.9"N 140°35'42.9"E	0.10
4	7月11日	川俣町休息站	37°36'19.5"N 140°40'19.2"E	0.07-0.09
5	7月11日	山木屋郵便局	37°36'17.8"N 140°40'20.0"E	0.12
6	7月11日	川俣町立川俣南小學校	37°39' 31.0' ' N 140°36' 25.0' ' E	0.05-0.07
7	7月11日	川俣町立山木屋小學校	37°36' 9.0' ' N 140°40' 35.0' ' E	0.07-0.1
8	7月11日	川俣町立山木屋幼稚園	37°36'07.6"N 140°40'35.4"E	0.27-0.30
9	7月11日	石森公園除污廢棄物臨時放置處（高屋敷）	37°35' 19.0' ' N 140°38' 58.0' ' E	0.20-0.38
10	7月11日	石森公園（高屋敷）	37°35' 19.0' ' N 140°38' 58.0' ' E	0.219
11	7月11日	浪江町（大字）	37°34' 53.0' ' N 140°42' 56.0' ' E	1
12	7月11日	葛尾村（返還困難區）	-	1.18-1.33
13	7月11日	葛尾村除污廢棄物臨時放置場	37°31' 31.0' ' N 140°44' 23.0' ' E	0.13-0.15
14	7月11日	葛尾村除污廢棄物臨時放置場	37°31' 24.0' ' N 140°44' 53.0' ' E	0.362
15	7月12日	福島大學校園廣場	37°41'03.7"N 140°27'16.2"E	0.138
16	7月13日	飯館村役場	37°40'44.7"N 140°44'07.9"E	0.12-0.37
17	7月13日	飯館村診所	37°40'42.3"N 140°44'09.4"E	0.45
18	7月13日	飯館村役所附近 7-11	37°41'42.7"N 140°44'46.0"E	0.12

編號	量測日期	量測地點	大地座標	量測數據 ( $\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ )
19	7月13日	南相馬土役所東廳舍	37°38'33.0"N 140°57'27.3"E	0.14
20	7月14日	小高車站	37°33' 47.0' ' N 140°59' 45.0' ' E	0.07-0.08
21	7月14日	小高郵便局	37°33'54.9"N 140°59'11.4"E	0.05
22	7月14日	浪江車站	37°29' 28.0' ' N 140°59' 23.0' ' E	0.2
23	7月14日	浪江車站月台	37°29' 33.0' ' N 140°59' 25.0' ' E	0.23-0.3
24	7月14日	浪江郵便局旁受災戶	37°29'33.8"N 140°59'30.8"E	0.19
25	7月14日	浪江町役場	37°29'39.7"N 141°00'02.3"E	0.067
26	7月14日	6號公路	-	0.29-5.0
27	7月14日	富岡毛萱除污廢棄物存放場	37°19'55.6"N 141°01'32.9"E	0.184
28	7月14日	富岡町綜合體育館	37°20' 53.0' ' N 140°1' 2.0' ' E	0.06
29	7月14日	富岡町葉之森	37°20' 12.0' ' N 140°0' 14.0' ' E	0.25-0.27
30	7月14日	富岡町葉之森返還困難區	37°21'46.6"N 140°59'44.6"E	0.29-0.58
31	7月15日	川內郵便所	37°19'46.0"N 140°49'37.0"E	0.04-0.07
32	7月15日	川內村役場	37°20'16.0"N 140°48'34.0"E	0.05-0.06
33	7月15日	田村市役所	37°26'25.9"N 140°34'34.0"E	0.05-0.06
34	7月15日	檜葉町役場	37°16'59.0"N 140°59'37.0"E	0.04-0.09

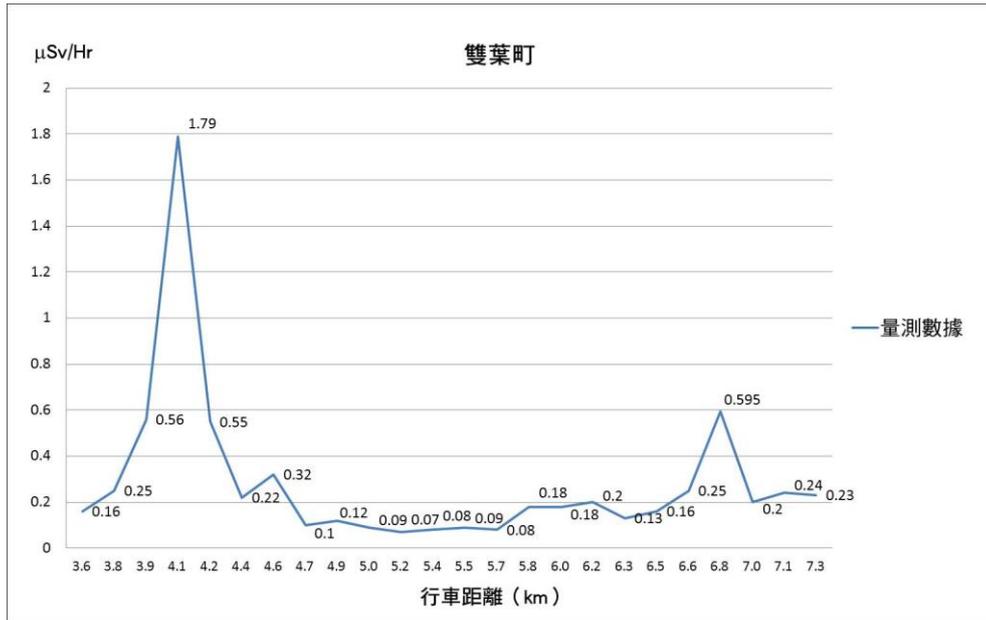


圖 19 雙葉町空間劑量率折線圖

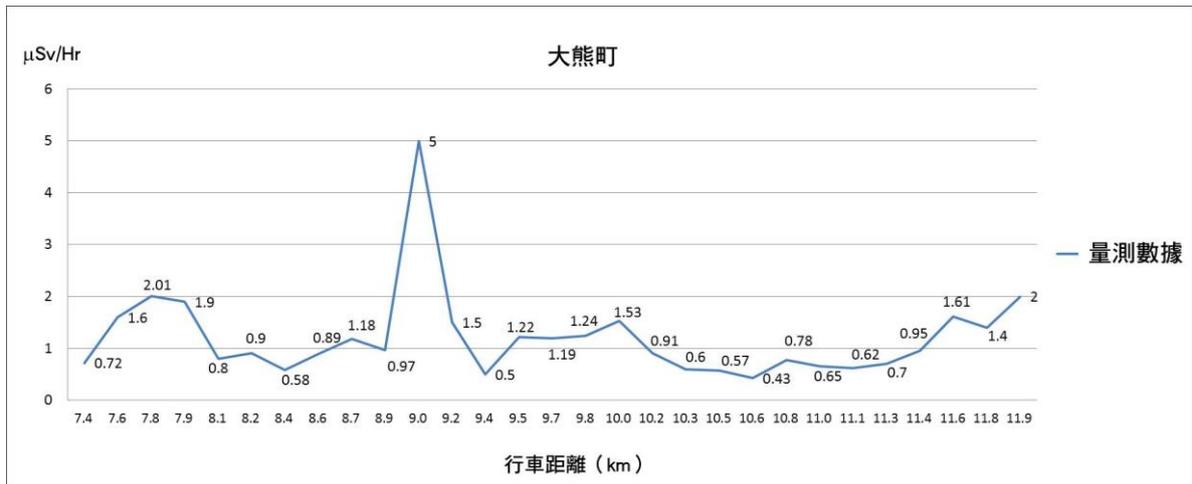


圖 20 大熊町空間劑量率折線圖

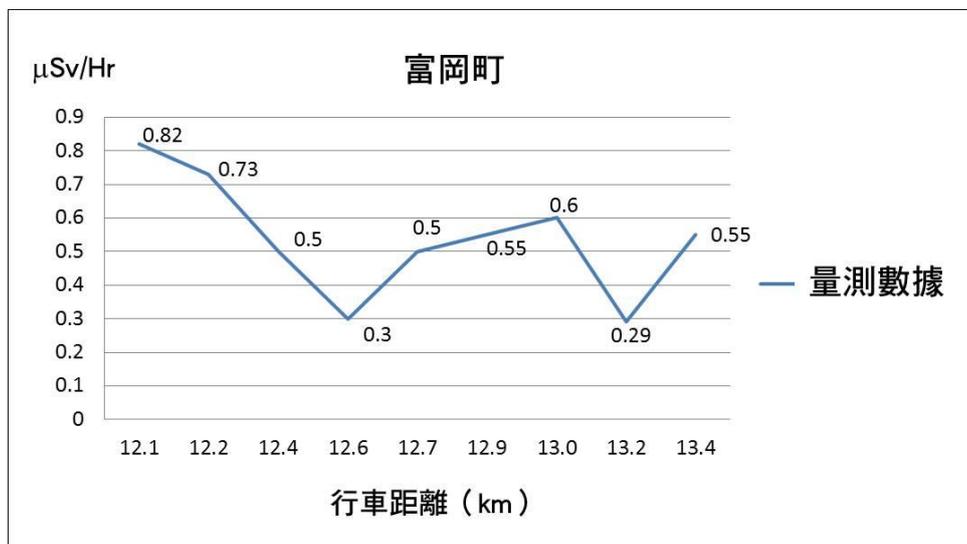


圖 21 富岡町空間劑量率折線圖

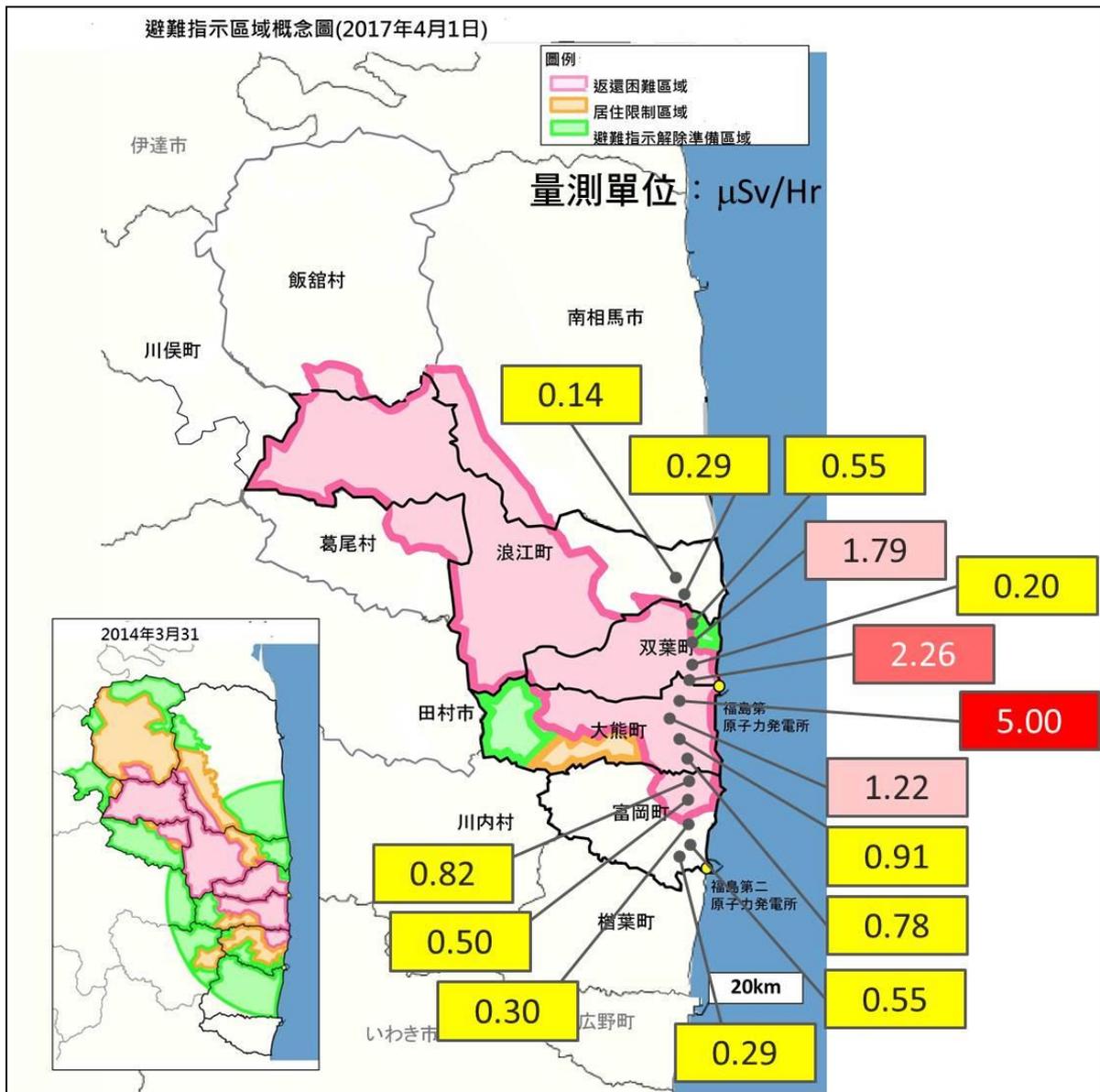


圖 22 福島縣返還困難區空間劑量率分布圖

## 肆、心得與建議

- 一、福島核電廠事故至今已六年有餘，返還困難指示解除地區之重建作業與復興規劃，皆須等待除污作業完成、返鄉條件皆成立後方能展開。日本針對不同除污目標(住宅用地、農地、森林、道路)各自詳細規範了不同作業機制，並以民眾活動最為頻繁的區域優先除污。日本中央除污作業已於 2017 年 3 月 31 日完成所有表面除污、地方除污作業尚有 12 個市町村在進行當中，期間已陸續開放民眾返鄉。現有避難指示區域已從原本的 11 個市町村降至 7 個市町村(浪江町、雙葉町、大熊町、飯館村、南相馬市、富岡町、葛尾村)的部分地區，避難指示區域面積也已有效縮小。民眾返鄉時作業程序，以及返鄉後劑量與居民健康追蹤、產業復興、地區重建等正如火如荼展開，成為目前福島縣災後復原最重要的課題。
- 二、目前除污土壤與廢棄物皆就近置放於除污地區內的臨時儲存場，數量高達一千多處，佔地面積龐大；這些土壤與廢棄物未來計畫逐步運送至位於返還困難區內大熊町及雙葉町的中期貯藏設施，目前以 2017 年底前運送 50 萬立方公尺的污染土壤為目標(優先運送保管於學校的污染土壤)，以避免壓縮到民眾返鄉後的生活空間。福島縣內污染土壤量約 1,520 萬立方公尺，未來土壤與廢棄物之減容與處置，仍為日本政府必須面對之一大挑戰。
- 三、此次拜訪福島縣廳除污對策課，該單位主要負責福島縣事故地區除污計畫、土地及環境重建與復原等相關工作，並訂定不同除污目標之作業程序、進行除污人員訓練與講習；考量我國地狹人稠，若面對與日本相同狀況，除污廢棄物與民眾生存空間之分配將成為無可忽略之課題；建議可邀請日方專家來台分享除污實務經驗。
- 四、福島核電廠事故後，福島大學美麗福島未來支援中心與環境放射能研究所應運而生，除從事放射生態學領域相關研究外，也與福島縣內各市町村及非營利組織共同合作支援避難者與災民，並持續監督環境輻射劑量率、調查農林畜牧業產品的放射性含量等。災後復原涉及許多面向，除了硬體的建築及設備外，人心也是不可忽略的一環。福島核電廠事故後福島縣自殺及孤獨死的比例激增，更顯示了心理層面復原重建的重要性。
- 五、福島核電廠事故中放射性物質的外釋，對環境與生態造成了不可逆的影響。放射性生態學(如放射性森林學、放射性水源學)成為新興研究領域，日本相關研究所也應運而生。相較之下我國相關領域之研究較為缺乏，未來或許也可培育放射性生態

學領域之研究人員。

- 六、福島核電廠事故後，日本官方陸續釋出除污作業指引與民眾訪鄉之作業程序與法規資料，然而透過實際走訪避難指示解除區域、第一線人員之訪談，才能真正了解政策執行上所遇到的困難及阻礙。目前福島縣內各市町村的復原作業進度不一，田村市、川內村及南相馬市解除避難時間較早，民眾返鄉比例較高，硬體設備也較為完善；相較之下飯館村、川俣町、浪江町、富岡町等返鄉與復興作業仍在起步階段，目前首要之急為完備在地醫療院所、學校、商店等民生需求機構。因各市町村皆有其特色，發展出多元復興計畫，在民眾返鄉過程中亦面臨各式不同的挑戰，更顯示出地區重建與復興需考量在地歷史、地質環境條件與地方特色。未來除各市町村內各自展開居民返鄉與復興作業外，地區整合(如交通運輸、連鎖企業)也是一大挑戰，各市町村重建腳步不一，必將衝擊福島縣整體復原規劃。福島縣若想重新振興轄內產業與經濟，區域整合將成為不可忽略的課題，這些寶貴的實地經驗皆可做為我國的借鏡，建議未來可持續派員進行此類考察與訪談，持續更新日本福島復原資訊。
- 七、此次考察全程攜帶 RadEye PRD 輻射劑量計，並沿途記錄各市町村復興據點之環境輻射劑量率，大多皆無異狀(低於  $0.2\mu\text{Sv}/\text{Hr}$ )，少數偏遠地區數值會起伏跳動，大抵來說皆不致對健康造成影響。行程中偶有接近或穿越返還困難區域，數值明顯上升，最高紀錄到  $5.0\mu\text{Sv}/\text{Hr}$  之數值，顯示：(1)尚未解除避難指示區域不開放居民留宿及不允許一般民眾進入仍有其必要；(2)日本官方除污成果顯著，才會在返還區域邊界出現環境劑量率驟升驟降現象，顯示除污作業有其必要。
- 八、藉由此次考察行程，深入了解日本福島核電廠事故後環境、社會、經濟等復原進度與實際執行情況，並藉由與第一線人員實際訪談充分交流與溝通，獲取大量解除避難指示區域之環境除污與民眾返鄉作業規劃資料。借鏡日本福島核電廠事故之寶貴經驗，可強化我國核子事故防災整備能量，並使災後復原與重建之規劃更臻完備。建議彙整此次出國考察資料，一併考量我國國情與現況，產出輻災復原時期民眾返鄉作業導則。