

出國報告（出國類別：其他）

## 赴日本地震與海嘯機構就相關觀測技術 與作業舉行交流會議

服務機關：交通部中央氣象局 地震測報中心

姓名職稱：蕭乃祺 簡任技正

派赴國家：日本

出國期間：民國 104 年 08 月 19 日至 08 月 25 日

報告日期：民國 104 年 11 月 24 日

## 摘要

為瞭解日本最新地震與海嘯監測技術與業務的進展，有效提升我國測報作業水準與人員專業能力及國際觀，中央氣象局指派地震測報中心蕭乃祺技正赴日本參訪地震與海嘯機構，就相關觀測技術與作業舉行交流會議。參訪單位包括（一）山梨日本電氣株式會社、（二）日本防災科學技術研究所、（三）名古屋大學減災研究中心。交流會議結果可以提供中央氣象局（一）進一步瞭解日本最新地震與海嘯監測技術與業務的進展，有效提升我國測報作業水準與人員專業能力及國際觀、（二）開創與國際知名防災研究機構於科技資源、研究合作、訓練觀摩以及其他地震、海嘯相關防災議題之長期交流合作機會、（三）提升對於地震及海嘯防災海纜觀測系統架構與技術了解，有效掌握我國東部海域海底地震儀觀測系統擴建案的建置期程與內容，強化臺灣東部海域地震與海嘯的監測防災能力。

# 目 錄

摘要 .....	2
目錄 .....	3
一、目的 .....	4
二、參訪單位簡介 .....	5
三、參訪過程 .....	8
四、心得及建議 .....	27

## 一、目的

臺灣位於全球地震活動最為活躍的環太平洋地震帶上，依據中央氣象局地震活動觀測的統計，每年平均發生近 4 萬起地震，其中規模 6 以上有感地震每年發生約 2~3 次，歷史上亦發生多次造成大量人員傷亡與經濟損失之災害地震。同時我國位於太平洋西側，四面環海，無法免於來自海域大規模地震引發的海嘯威脅，歷史上也曾發生海嘯災害之紀錄。另外大屯火山緊鄰北臺灣人口密集都會區，雖然目前並無噴發的跡象，但由於其緊鄰大臺北都會區，附近並有 2 座核電廠，因此其威脅也不可忽略。綜合言之，地震、海嘯與火山是我國必須嚴肅面臨的天然災害。中央氣象局之地震測報作業已有多年實務運作經驗，但有關火山地震之監測，以及海嘯預警之防災推動，則相對缺乏實務經驗。因此必須努力向世界各國的先進單位研習與合作，藉由學習這些國際單位的科技開發與實務運作，來提昇並落實我國相關防災業務之推動。

日本同樣位於環太平洋地震帶上，受地震、海嘯與火山的威脅。1995 年阪神地震發生後，日本積極建置現代化的地震監測網，在強化地震監測與防災能力有長足的進步並累積許多經驗。日本自 2007 年開始對公眾發布緊急地震速報服務（臺灣稱為強震即時警報，又稱地震預警），為世界第一個對公眾提供強震警報的國家，該系統曾經在 2011 年 3 月日本東外海地震發生規模 9.0 時發揮很好得成效。日本也是全世界受海嘯侵襲最頻繁的國家，因此不管在預防海嘯的基礎建設、沿岸地區海嘯防災地圖、警報設施皆有完善的準備與規劃，並在實際海嘯警報發布作業實務上累積許多的經驗。另外日本境內現有多座存在噴發機會的火山，近年來也有多次噴發的經驗，因此其在觀測設備建置、火山觀測作業都有完整的整備。

中央氣象局於今（104）年開始執行「地震及海嘯防災海纜觀測系統擴建」案，計畫由東部海域原有海纜觀測系統的尾端位置，接續鋪設長度約 70 公里的光纖海纜，並於路徑沿線 3 處位置裝設海底地震海嘯觀測設備，內含地震、海嘯及其他相關觀測儀器，以強化臺灣東部海域地震與海嘯的監測防災能力。本案由日本電氣株式會社（NEC）負責承做，工作期程總計 3 年。為能進一步瞭解 NEC 執行此重大建置案的規劃與技術，特別

安排拜訪位於山梨縣儀器製造海底設備的工廠，實地參觀海底地震、海嘯觀測儀器的製造現場與流程，並親自與工程師針對儀器規格與技術進行討論，對於整體地震及海嘯防災海纜觀測系統的架構能更深入的了解，同時對於採購案的建置期程與內容能有更佳的掌握。

此行目的為瞭解日本最新地震與海嘯監測技術與業務的進展，以提升我國測報作業水準與人員專業能力及國際觀，本局指派地震測報中心蕭乃祺技正赴日本參訪地震與海嘯機構，就相關觀測技術與作業舉行交流會議。規劃參訪地點包括「山梨日本電氣株式會社」(NEC Yamanashi, Ltd.)、「日本防災科學技術研究所」(National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, NIED)以及「名古屋大學減災研究中心」(Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University, DMRC)等單位。

## 二、參訪單位簡介

本次參訪舉行交流會議的單位包括山梨日本電氣株式會社、日本防災科學技術研究所以及名古屋大學減災研究中心，以下為相關單位簡介：

### (一) 山梨日本電氣株式會社

山梨日本電氣株式會社隸屬於日本電氣株式會社海洋網路事業部，為 NEC 製造海底光纖通訊系統中海底通訊與觀測設備的工廠。日本電氣株式會社為日本知名的跨國科技企業，提供產品涵蓋電子、資訊、通訊、網路等相關設備，事業版圖跨及北美洲、拉丁美洲、歐洲、中東、非洲、亞洲、大洋洲及兩岸三地等。

NEC 海洋網路事業部主要業務為提供全世界商業用海底光纖通訊系統與防災用海底觀測系統，項目包括系統中海底光纖纜線、海底通訊設備、海底觀測設備及陸上站設備的設計、生產、整合與測試，而其中轄下的山梨日本電氣株式會社則專門負責海底設備的生產與測試。NEC 海洋網路事業部轄下另有 2 個製造海底光纖通訊系統所需設備的工廠，分別位於宮城縣與九州福岡市，其中福岡市工廠負責光纖海纜的製造，宮城縣工廠則負責陸上站設備製造。

山梨日本電氣株式會社成立於 1998 年，位於日本山梨縣（Yamanashi）大月市（Otsuki）富士山旁，其營運目標為運用專門的技術與設備，提供可在深海中作業的高可靠性、高品質海底通訊與觀測設備，工作範圍主要包括儀器零件的採購、生產線的設計與設置、生產與測試技術的開發與品質控管等。主要生產的設備主要包括光纖海纜中繼器（repeater）以及海底地震、海嘯觀測設備。

## （二）日本防災科學技術研究所

日本防災科學技術研究所 NIED 為日本文部科學省（Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, MEXT）轄下的國立研究開發法人，任務主要針對日本所面臨的自然災害進行基礎科學的研究與防災技術的開發，並建置觀測網進行實地觀測。NIED 組織架構因任務所需，除行政管理的單位外，依作業目標主要包括以下 4 個部門：

- 觀測、預測研究部（Department of Monitoring and Forecasting Research）
- 減災實驗研究部（Department of Disaster Mitigation Research）
- 社會防災整合研究部（Department of Integrated Research on Disaster Prevention）
- 防災、減災研究推動中心（Research Center for Reinforcement of Resilient Function）

各部門轄下分設許多研究中心、實驗室、辦公室與資料中心等，依據任務需要進行相關研究與業務推動。

NIED 總部位於日本茨城縣（Ibaraki）筑波市（Tsukuba），另在兵庫（Hyogo）縣三木（Miki）市設有兵庫地震工程研究中心，新潟（Niigata）縣長岡（Nagaoka）市設有冰雪防災研究中心，同時該中心在山形（Yamagata）縣新庄（Shinjo）市設有新庄冰雪環境實驗室。

日本防災科學技術研究所主要工作項目包括：

- 地震、火山活動研究
- 地殼活動觀測、預測技術開發
- 地震、海嘯即時監測技術開發
- 火山活動監測、預測技術開發

- 地震、火山監測網建置與維護
- 都會區複合式水災預測研究
- 降雪監測、減災研究
- 利用三維大尺度振動台進行地震工程研究
- 社會防災政策研究
- 國際合作推動

### (三) 名古屋大學減災研究中心

名古屋大學減災研究中心 DMRC 隸屬於日本名古屋大學，任務主要針對日本中部地區地震、海嘯、暴雨與洪水等天然災害的行為與防治進行相關研究，並透過社會合作將成果提供地方政府、企業與民眾災害預防與緊急應變參考。在推動減災尖端研究與執行社會合作研究的目標下，DMRC 組織內部設置社會合作部門（Social Cooperation Division）與研究合作部門（Research Cooperation Division），分別擁有專任研究員與特聘教授進行相關研究與合作，並透過名古屋大學災害管理辦公室（Disaster Management Office, Nagoya University），與名古屋大學內包括環境學研究所（Graduate School of Environmental Studies）、工學研究所（Graduate School of Engineering）、醫學研究所（Graduate School of Medicine）以及教育與人類發展研究所（Graduate School of Education and Human Development）等相關研究所共同合作。

名古屋大學減災研究中心成立於 2012 年 1 月，位於名古屋大學減災館（The Disaster Mitigation Research Building）內，其中心目標主要針對日本中部地區將發生的大規模天然災害，利用各種技術進行模擬與預測研究，以規劃提出區域性大規模災害的防災政策，並透過政府、學術、企業跨單位領域的共同合作，減少大天然災害發生實的損失，實現安全的生活環境。其主要任務包括：

- 進行日本南海海溝（Nankai Trough）發生大規模地震時所需災害整備工作的情境模擬
- 建立日本南海海溝發生大規模地震時高精確度的災害損失評估
- 建立日本伊勢灣（Isewan）發生超級颱風時高精確度的災害損失評估

- 發展新一代天然災害監測技術
- 建立合乎社會需求的理想防災標準

### 三、參訪過程

本次參訪安排同時配合中央氣象局辛在勤局長赴日本、韓國考察氣象、地震業務推動情形行程，蕭乃祺技正於 8 月 19 日出國，8 月 25 日返國，期間包括來回國際航班、搭乘新幹線從東京至名古屋以及例假日，詳細參訪過程如下：

8 月 19 日（星期三）

由臺北松山機場搭乘中華航空航班至日本羽田機場，由於此次參訪單位位置除包含東京近郊的山梨縣、茨城縣外，並需搭乘新幹線至名古屋市，因此考量交通時間與搭乘新幹線方便因素，選擇入住東京品川地區的飯店。

8 月 20 日（星期四）

在臺灣 NEC 公司的協助安排下，參訪山梨日本電氣株式會社，實地瞭解電纜式海底觀測設備的製作過程。當日參訪由日本 NEC 公司海洋網路事業部的吉田直樹（Naoki Yoshida）部長親自接待（圖一），並率領山梨日本電氣株式會社的廠長及相關技術人員共同與會。行程主要包括簡報會議與工廠導覽 2 個部分，詳細過程如下：

#### （一）簡報會議介紹 NEC 海底纜線事業與山梨縣工廠（圖二）

首先透過會議簡報的方式，山梨日本電氣株式會社的同仁介紹 NEC 海底纜線事業與山梨縣工廠的生產海底通訊與觀測設備的流程。日本 NEC 為目前國際上幾個有能力建置光纖海纜系統的公司之一，其過去所鋪設的海纜長度超過 20 萬公里，包括商業用通訊海纜系統以及科學與防災用海纜觀測系統。完整光纖海纜系統的設備骨架主要可以分為 3 個部分，包括海底光纖纜線、海底設備及陸上站設備，在日本 NEC 公司海洋網路事業部轄下，分別由位於九州福岡市、

山梨縣與宮城縣 3 個不同的工廠分別製作，最後再將完成的設備送至九州福岡市的工廠做最後的組裝與整合測試。

瞭解地震海嘯防災用的海纜觀測系統是本次參訪最主要的目的，日本目前在日本氣象廳（Japan Meteorological Agency, JMA）、日本防災科學技術研究所 NIED、日本海洋研究開發機構（Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, JAMSTEC）、東京大學地震研究所（Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, ERI）等幾個單位的委託下，NEC 公司已在日本國土東側太平洋海域建置完成 10 個海纜觀測系統（圖三），最早的系統可追溯至 1979 年，目前仍正常使用中。10 個海纜觀測系統的建置目的主要皆以監測地震與海嘯活動為主，因為日本東側海域北邊為太平洋板塊與北美版塊的碰撞隱沒帶，南邊為菲律賓海板塊與歐亞板塊的碰撞隱沒帶，地震與海嘯的威脅嚴重，2011 年 3 月 11 日東日本外海規模 9.0 地震與其所引發的海嘯是一個典型的範例。

海纜觀測系統依據觀測儀器安裝方式的不同，可以分為嵌入式（In-line）與節點式（Node）兩大類，嵌入式意指觀測儀器直接先嵌入於光纖海纜中，安裝時與海纜一起鋪設於海床上；節點式則是觀測儀器與海纜分開安裝與鋪設，利用水下機械手臂在海底安裝接觀測儀器，然後再透過節點與海纜連結。早期的系統皆是嵌入式，其優點是技術純熟、價格相對便宜，近期則因水下技術成熟，因此發展節點式的海纜觀測系統，其優點是延展性佳、備援性高，目前歐美幾個海纜系統皆採節點式，而日本海洋研究開發機構最新的 2 個海纜系統 DONET、DONET-II，以及本局第一期的海纜觀測系統皆採用節點式。

2011 年 3 月 11 日東日本外海發生大規模地震後，為強化該海域地震、海嘯的監測能力，日本政府編列大筆預算，請日本防災科學技術研究所 NIED 委託 NEC 採用 In-line 的方式，在日本東北海域建置 150 個地震、海嘯的海底觀測站，海纜長度約 5600 公里，稱為 S-Net。本局新執行的臺灣東部海域海纜觀測系統擴建案，採用與 S-Net 相同的海底觀測設備，皆在山梨日本電氣株式會社進行製作與測試。

## （二）參觀海底觀測設備模型實體模型

本次參訪過程實際目睹海底觀測設備的實體模型（圖四），並透由工程師親自的講解與問題回答，對於本局即將安裝的海底觀測設備的設備外觀、儀器功能、設備安裝有進一步的瞭解。

整體海底觀測設備長 2.2 公尺，外體為可抗 8000 米水深的鈦合金金屬外殼，兩端分別與纜線連接，並在安裝時與海纜一起鋪設至海床上。本設備為一複合式海底觀測設備，整合地震、海嘯及其他相關觀測儀器至單一系統架構。觀測儀器包括速度型地震儀、加速度型地震儀、傾斜儀、海嘯壓力計、水下聽音計等。設備內同時安裝運作所需之相關模組與元件，包括訊號處理模組、資料傳輸模組及電力供應模組等。其中觀測儀器的功能如下：

- 速度型地震儀：偵測微小地震活動。
- 加速度型地震儀：偵測有感地震。
- 傾斜儀：提供三軸向地震儀設置的傾斜角
- 海嘯壓力計：偵測海嘯
- 水下聽音計：記錄地震 T 波相（T phase）

### （三）參觀海底設備製造生產線

在山梨工廠人員的陪同下，實地進入海底設備製造的生產線參觀。由於海底設備為精密的光纖通訊設備，整個生產線都在無塵室中進行，包括灰塵、溫度、濕度都必須嚴格的控制，因此我們進去參觀前皆需更換無塵衣後方能進入（圖五）。

為使海底觀測設備可以承受 8000 公尺水深高壓的環境，同時設備內部必須為真空的狀態，因此設備的組裝與製作需要特殊技術與設施。整個設備的生產流程，首先為儀器面板與零件的組裝、光纖接續與焊接，並在焊接完成後進行初步的振動測試。下一個步驟為海底設備的組裝，由於設備內部必須為真空狀態，因此儀器置入抗高壓的金屬外殼後，必須進行嚴格的氣密封裝，以確保整個設備內部為真空狀態。完成設備的組裝與密封後，利用後高壓氬氣進行密封測試，並透過振動台實際進行振動測試，最後進行功能測試後完成整個設備的製作，放入倉庫後等待交貨。

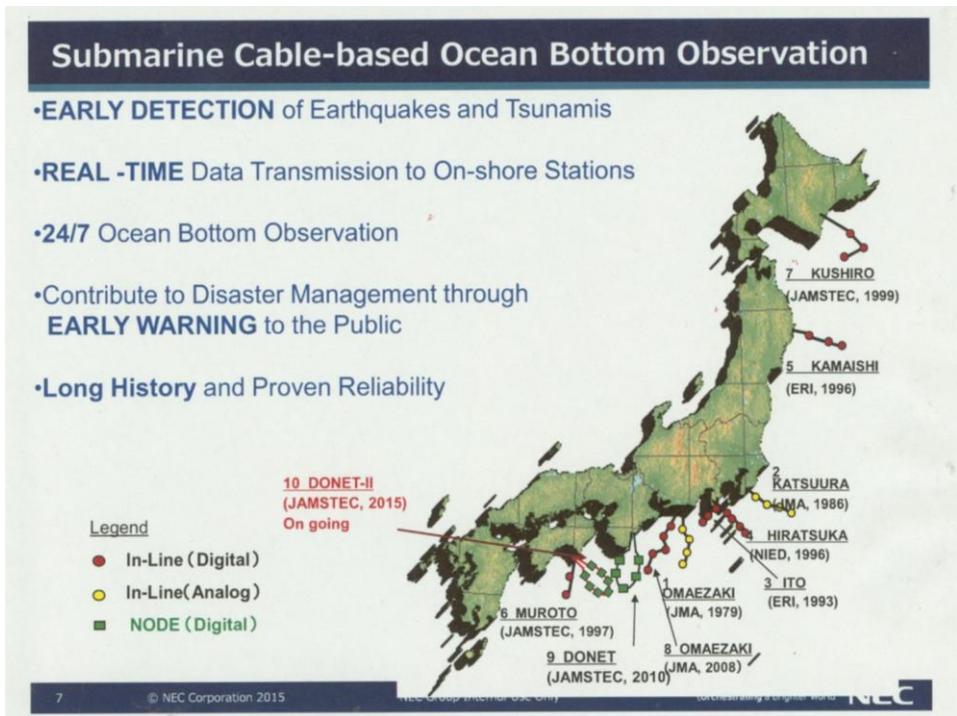
海底設備組合室依據設備生產流程有秩序的安排規劃，整個空間劃分為儀器面板、零件組合區、真空密封組合區、海底設備組合區、光纖與電線焊接區、振動測試區、設備包裝區以及後功能檢測區。



圖一、中央氣象局辛在勤局長（左四）、蕭乃祺技正（左五）與日本 NEC 公司海底網路事業部部長吉田直樹先生（左三）及山梨日本電氣株式会社同仁合影。



圖二、與山梨日本電氣株式会社人員舉行交流會議。



圖三、日本現有海纜觀測系統分布圖。



圖四、海底觀測設備實體模型。



圖五、參觀海底設備製造生產線需更換無塵衣。

8月21日（星期五）

參訪位於日本茨城縣筑波市的日本防災科學技術研究所 NIED 總部，首先拜會該研究所的岡田義光（Yoshimitsu Okada）理事長及米倉實（Yonekura Minoru）理事，雙方就日本防災科學技術研究所與中央氣象局的業務進行討論與交流（圖六）。NIED 為日本文部科學省轄下的國立研究開發法人，主要針對日本所面臨的自然災害，包括地震、火山、大雨、暴雪等自然現象索可能引起的災害，進行基礎科學的研究與防災技術的開發，並建置大型的實驗平臺進行災害模擬與地震、火山觀測網進行監測，中央氣象局則職司臺灣天氣與地震的預測與監測。本次雙方首長的碰面，除分享各自對於天然災害監測與測報的經驗外，同時開啟未來合作的契機。

參訪行程包括參觀大尺度地震振動臺、大尺度降雨模擬實驗場、地震與火山監測網資料中心，並實地參訪筑波寬頻地震站，詳細過程如下：

#### （一）參觀大尺度地震振動臺

大尺度地震振動臺（圖七）就位於 NIED 總部的園區內，建置於 1970 年，為目前世界第 2 大的地震振動臺。地震振動臺主要功能為進行結構物的振動實驗，透過實際將測試用的結構物擺設於振動臺上，模擬結構物在大地震期間的破壞過程與機制，其模擬結果將有助於工程師開發更安全的耐震技術與結構設計，減少結構物在大地震時的損害。

NIED 園區內的地震振動臺可測試的結構物大小為 14.5 公尺×15 公尺，振動輸入方向為單軸水平向，輸入地震頻率 DC 至 50Hz，輸入振動的速度值與加速度值則分別為 1m/s 與加速度 5 m/s<sup>2</sup>。

結構物耐震設計是目前減少大地震災害最有效的防治方式，只要結構物在大地震的時候不要倒、小地震的時候不要壞，就可以減少大量的人員傷亡以及財物損失，因此透過地震振動臺的實驗，模擬結構物振動甚至破獲過程的情形，對於地震災害的防治上非常重要。

#### （二）參觀大尺度降雨模擬實驗場

大尺度降雨模擬實驗場同樣位於 NIED 總部內（圖八），降雨實驗的範圍 50 公尺×75 公尺，場高 16 公尺，可模擬的降雨量每小時 15 至 300 毫米，為全世界

最大規模的降雨模擬實驗場。實驗場功能為透過實際的降雨實驗，模擬豪雨或颱風季節期間，設計不同地質狀況或城市化模型，研究可能造成的山崩、土石流、土壤侵蝕、都市洪水等災害，進而設計安全的防護模式。另外，降雨模擬實驗場也可用來進行其他的應用研究，例如下水道與管道口的排水檢驗、大雨期間光纖與雷達通訊的衰減情形等。

臺灣同樣在梅雨及颱風季節遭受豪大雨的威脅，加上山區範圍大，每年都會可能造成土石流與水災，例如民國 98 年莫拉克颱風時雨量超過 100 毫米，所導致的山崩、土石流造成大量人員傷亡，並造成大規模範圍的水災。因此，類似的 NIED 降雨模擬實驗場的設置，並針對臺灣在地的地質條件與都會發展，進行模擬實驗，對於降雨災害的防範是非常重要且必需的。

### (三) 參觀地震與火山監測網資料中心

參觀 NIED 地震與火山監測網資料中心，由青井真 (Shin Aoi) 博士介紹 NIED 現有地震與火山觀測網分布狀況，並實際透過展示螢幕監看即時收錄的紀錄波形 (圖九)。

日本在 1995 年阪神地震發生後，日本政府委由 NIED 積極建設高密度的地震觀測網，以嚴密監控日本的地震活動。2007 年 10 月日本開始對公眾發布緊急地震速報 (Earthquake Early Warning, EEW)，期望在大地震發生後而強烈震波侵襲前，對於較遠的都會區或特定建設與設施提出強震警報，而強震即時警報發布主要就是依據此地震觀測網的地震紀錄。NIED 的地震觀測網根據地震儀器以及監測目的的不同，可分為下列 3 個地震觀測網，測站分布情形如圖十所示：

- 高感度地震觀測網 (Hi-net)：由 800 個安裝高感度地震儀的測站所組成，可以偵測極微小的地動訊號。為避免地表人為雜訊干擾，地震儀皆安裝在深井內，深度一般為 100 公尺。地震儀的訊號會即時傳至 NIED 筑波總部的資料處理中心，以進行自動地震定位，另外也會同時傳輸至日本氣象廳，以提供日本氣象廳緊急地震速報系統使用。
- 強震觀測網 (K-NET and KiK-net)：由 1000 個安裝強震儀的測站所組成，稱為 K-NET，強震儀可以忠實記錄中大型以及災害性地震，主要用來評

估地震災害風險使用。K-NET 儀器皆安裝於地表，另外 Hi-Net 中約有 700 個測站同時安裝有強震儀，稱為 KiK-net。

- 寬頻地震觀測網 (F-net)：共 70 個站，每個站安裝寬頻地震儀，可以記錄到非常寬頻帶的地震訊號，適合進行活動斷層活動以及地球內部構造等相關地震學研究。為能獲得優良的地震儀訊號，儀器皆擺設在觀測山洞內，並保持一定溫度與濕度的控制，可以有效避免人為、天然與儀器本身的雜訊。

地震觀測網紀錄除即時傳回至 NIED 資料處理中心外，並同時還傳送到幾個單位進行資料交換 (圖十一)，包括日本國內的氣象廳與東京大學地震研究所，以及日本國外的韓國氣象廳 (Korea Meteorological Agency, KMA) 與臺灣中央研究院地球科學研究所。目前中央氣象局與 NIED 並沒有即時交換地震儀的訊號，不過為了強化臺灣東部海域強烈地震的監測能力，除了擴增東部海域海底地震儀觀測站外，與 NIED 針對該海域附近島嶼的測站進行資料也是未來可以努力的方向。

2011 年 3 月 11 日東日本外海發生大規模地震後，日本防災科學技術研究所規劃在日本東北海域建置大規模的海底地震觀測網 (S-net) (圖十二)，以監測日本海溝的地震與海嘯活動。S-net 總共由 6 條海纜所組成，其中 5 條由北到南以垂直日本海溝的方式鋪設，另外 1 條則是沿著日本海溝，總長度約度約 5600 公里，規劃設置的海底觀測點為 150 個。

NIED 另外建有監測火山活動的觀測網，稱為 V-net，針對日本境內 11 個活火山進行嚴密的監測。每個觀測站皆安裝 GPS、傾斜儀 (tilt meter)、高感度及寬頻地震儀等觀測儀器，所記錄的資料可以用來評估岩漿的累積、轉移與噴發。

#### (四) 參觀筑波寬頻地震儀測站

最後的行程是就近實際參觀 F-net 寬頻地震網的筑波站，同樣由青井真博士負責解說介紹。筑波站位於筑波市近郊的半山上，挖掘橫向的山洞擺設寬頻地震儀 (圖十三)，以避免背景雜訊的干擾。山洞長度約 40 公尺，洞內以門區隔幾個房間，由洞口到最深分別為訊號傳輸室、儀器測試室與觀測室。



圖六、辛局長與日本防災科學技術研究所岡田義光理事長（右二）及米倉實理事（右一）討論交流。



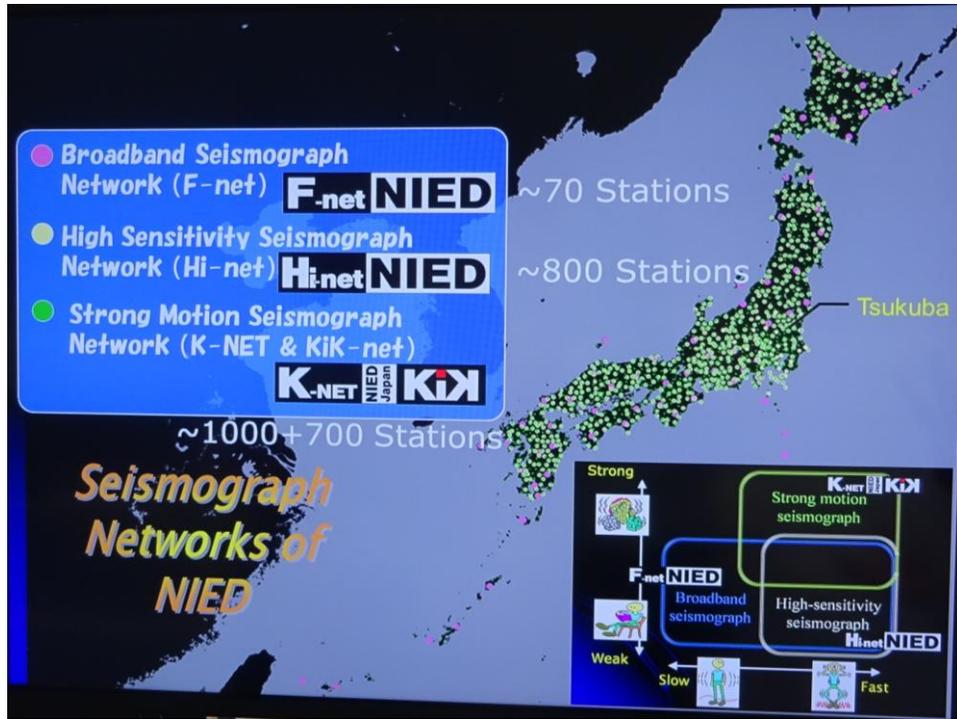
圖七、NIED 大尺度地震振動臺外觀。



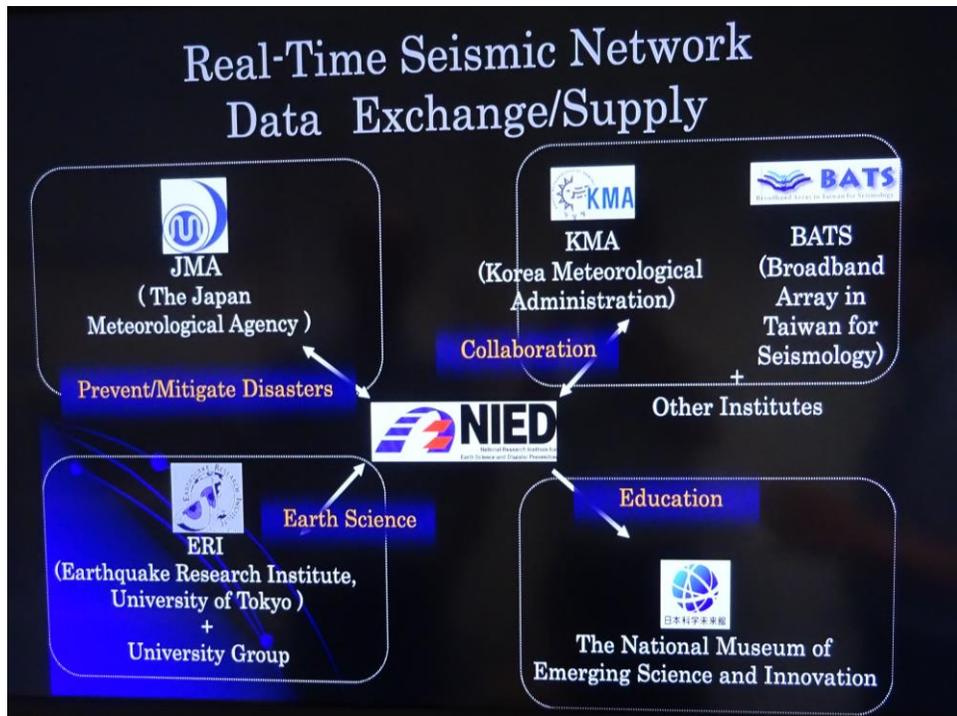
圖八、NIED 大尺度降雨模擬實驗場模擬降雨情形。



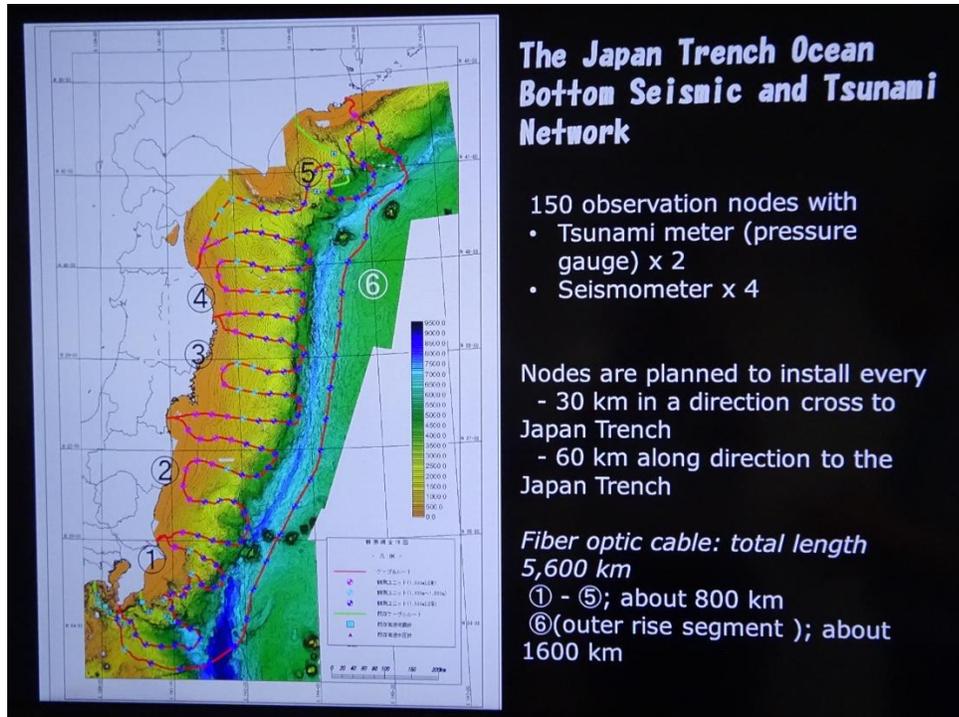
圖九、青井真博士在 NIED 地震與火山監測網資料中心介紹即時資料接收情形。



圖十、NIED 地震觀測網測站分布情形（資料來源：NIED）。



圖十一、NIED 地震資料與外界交換情形（資料來源：NIED）。



圖十二、S-net 海纜鋪設路徑與觀測站位置（資料來源：NIED）。



圖十三、筑波地震站山洞內儀器擺設情形。

8月24日（星期一）

在中央氣象局國外顧問金田義行（Yoshiyuki Kaneda）博士的陪同下，參訪名古屋大學減災研究中心 DMRC，以及研究中心所在的位置名古屋大學減災館。金田義行博士專長為地震與海嘯的模擬研究，目前為名古屋大學減災研究中心的特聘教授。參訪行程首先與金田義行博士舉行會談（圖十四），了解 DMRC 成立目的與工作任務，以及減災館的使用現況。

名古屋大學減災研究中心成立於 2012 年 1 月，成立目的主要綜合地震工程、地球科學與社會科學等相關領域，針對日本中部地區的地震、海嘯、暴雨與洪水等天然災害的行為與防治進行相關研究，並將成果提供地方政府、企業與民眾參考。該中心同時設置展覽館與圖書館，將相關研究成果與技術以科普方式展示給地區民眾參觀了解，並提供政府官員與志工的訓練課程。

名古屋大學減災館於 2014 年 3 月建置完成，含屋頂共 5 層樓（圖十五），建築物底層與屋頂建有隔震系統，可以在大地震發生時有效隔離強烈的振動。減災館為一座多功能的防災專用基地，除館內 3、4 樓提供名古屋大學減災研究中心及名古屋大學災害管理辦公室從事天然災害科學研究、防災技術開發與社會防災推動外，同時為提高防災意識與防災科普教育需要，館內設 1、2 樓設有展覽館、圖書室及會議室，並固定邀請防災相關專家學者進行專題演講，另外當名古屋地區發生重大天然災害時，該館的會議空間也馬上轉型為當地政府的應變中心，除了的避震系統可以確保建築物安全外，館內也備有相當豐富的設備、醫藥與物資，提供當地政府救災所需。相較於國內，除一般大學沒有相同的整合機構外，即使政府也沒有類似的防災專用基地，提供天然災害防治所需的研究、開發、教育、整備與應變，而名古屋大學減災館的設立與運作非常值得臺灣政府參考。

行程中參觀防災館內展覽館，首先映入眼簾的是一幅高達 2 層樓的布幔（圖十六），內容展示日本南海發生設想最大規模地震時，日本中部地區幾個半島預估海嘯高度的與到達時間，由於海嘯波高以實際的高度展示，淺顯易懂但令人印象深刻。另外展覽館內展出許多科普教育的模型、器具與海報（圖十七），介紹包括地質、地體構造、地震、海嘯、結構安全等相關領域的學識，提供參觀民眾可以對於天然災害的形成與防

災有基本的認識，另外也展出家庭防範天然災害平日應準備的物資（圖十八），非常的實用。

除靜態模型與海報展示外，館內還設有 2 個實際模擬地震搖晃情形的展示。第 1 個是透過振動臺，藉由實際收錄到大地震的震波紀錄，模擬建築物在地震期間搖晃的情形（圖十九），同時也會模擬室內桌椅、櫃子翻覆的情形，令人印象深刻。另 1 個展示方式則是模仿攝影棚擁有聲光效果的方式，將大地震發生時的室內情形以投影機投射在牆壁上（圖二十），讓你有身入其境的感覺，同時該展示並搭配緊急地震速報的警報聲響，讓民眾可以很容易了解地震預警的方式與用途。

綜觀整個參訪名古屋大學減災研究中心與減災館的行程，對於整體防災作為有更寬廣的認知，另外也對日本對於提升防災意識與宣導科普教育的用心與巧思，深感敬佩。



圖十四、辛局長拜訪日本名古屋大學減災研究中心，與該中心金田義行博士進行交流討論。



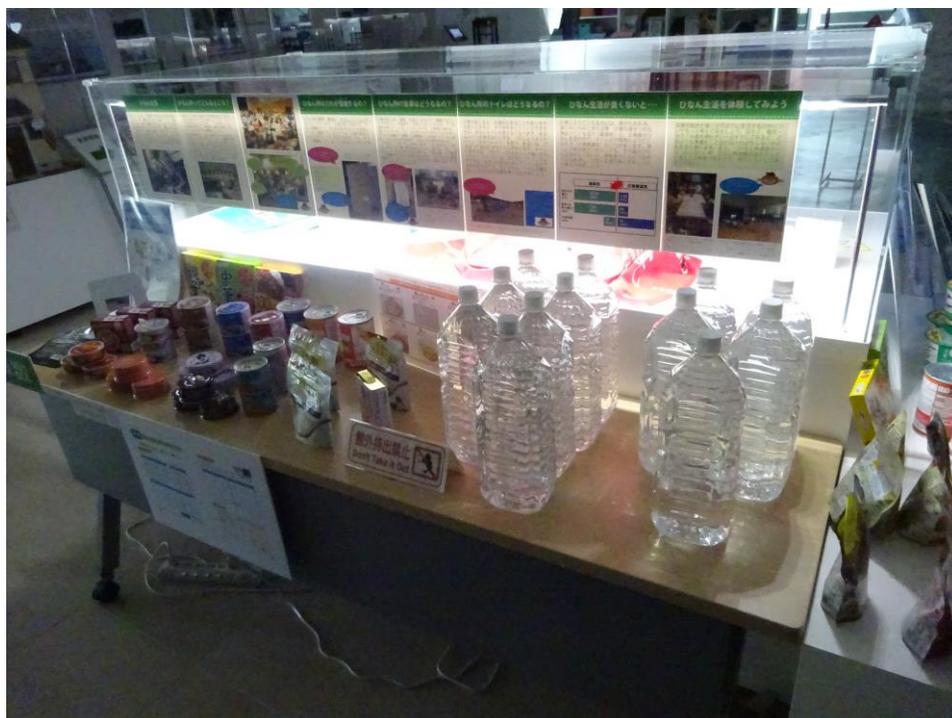
圖十五、日本名古屋大學減災館外觀。



圖十六、防災展覽館內高達 2 層樓大幅布幔，標示日本南海發生設想最大規模地震時，日本中部地區幾個半島的預估海嘯高度與到達時間。



圖十七、防災展覽館內展出科普教育的模型、器具與海報情形。



圖十八、防災展覽館內展出家庭防範天然災害平日應準備的物資。



圖十九、防災展覽館內振動臺模擬建築物在地震期間搖晃的情形。



圖二十、防災展覽館內模仿攝影棚聲光效果的方式，展示大地震發生時室內破壞情形。

8月25日（星期二）

搭乘中午 12 時 15 分中華航空班機，於下午 14 時 15 分返抵臺灣。

## 四、心得與建議

本次參訪提供以下心得與建議：

- （一） 2011 年 3 月 11 日東日本外海發生大規模地震後，日本政府編列大筆預算，在日本東北海域建置包含 150 個測站的海底地震觀測網 S-Net，以強化日本海溝的地震與海嘯監測能力。臺灣位於板塊碰撞帶上，東部海域的琉球海溝同樣具有發生大規模地震，並釀成海嘯的潛勢，雖然本局已於 104 年至 106 年執行地震及海嘯防災海纜觀測系統擴建案，在原有海纜觀測系統的尾端位置，接續鋪設長度約 70 公里的光纖海纜，並於路徑沿線 3 處位置裝設海底地震海嘯觀測設備。惟為完整監測該海域的地震活動，本局應於擴建案結束後，持續申請經費擴大海纜觀測系統的規模，並參考 S-Net 的方式，選擇適合地點建立另一個陸上站，讓海纜以迴圈的方式上岸，強化系統的備援能力。
- （二） 為減少地震儀的背景雜訊，提供高品質的地震紀錄，日本在測站的建置上花了許多的功夫，包括將儀器置入井下或建置觀測山洞。本局也在這種考量下，新一代的地震觀測網朝井下地震儀的方式建置，建議未來可以繼續申請經費，將目前地表上地震儀雜訊過大的測站更換，提高強震即時警報系統的效能。
- （三） 名古屋大學減災研究中心與名古屋大學減災館整合天然災害防治所需的研究、開發、教育、整備與應變功能，為一個全方位的防災專用基地，其設立與運作值得參考。另外日本對於提升防災意識與宣導科普教育的用心與巧思，值得參考與學習。