

出國報告（出國類別：研習）

赴加拿大研習地震速報系統應用 發展與技術轉移報告

服務機關：交通部中央氣象局地震測報中心

姓名職稱：陳榮裕技士

派赴國家：加拿大

出國期間：95年7月27日至95年8月7日

報告日期：95年10月18日

摘要

本次出國研習之地點主要為加拿大地質調查所Sidney分部，主要目的為學習最新之地震觀測觀念與電腦發展技術，並觀摩學習比較加拿大國家地震觀測網(CNSN)的運作方式、資料處理分析及應用發展。期能將地震測報之最新觀念與技術應用於本局之寬頻地震觀測系統，並於技術轉移後由本中心同仁持續研究發展。以下即就本次研習所汲取之經驗作一些摘要：(1) 由於寬頻地震儀之紀錄頻寬較寬廣及感應器較靈敏，能夠記錄完整地震波形，對於利用地震波形逆推震源機制解所需之資料提供充分良好來源。藉由資料處理技術之改良，更有助於中央地震矩逆推震源機制解向中型地震規模之地震解析。未來發展應用著重於地震震源機制解之精準度提昇及資料整合提供上網之開發，及後續地震觀測之應用等。(2) 地震訊號整併，並傳輸回中心端接收處理儲存。不僅系統維護簡單，人力需求相對較為簡化，這與本局目前已運作之地震觀測系統可做為借鏡。(3) 短週期地震觀測儀器已逐漸被寬頻地震儀取代。(4) 建置異地備援系統，以防人為或天然災害意外造成地震資料庫之毀損。(5) 自動化資料燒錄儲存及系統管理，有助資料備份時節省人力及人為疏失。(6) 透過全球衛星定位(GPS)對地殼變化有其敏感性，並比對連續地動訊號，以探討地表變形測量與地震微地動(seismic tremors)之關聯性可進行其觀測定位。利用高弘博士發展出SSA之掃瞄程式，希望能就台灣地區之地震訊號之偵測，對地動及地體動力學成因能有更深入了解。(7) 加拿大與美國合作建置海底纜線觀測系統之海神計畫(Neptune)，將於明(2007)年由加拿大先行設置4套寬頻地震儀及相關地球科學監測系統，可做為本局將來發展及建置海底纜線地震觀測系統之參考。

赴加拿大研習地震速報系統應用發展及技術轉移報告

目 次

壹、 研習目的	1
貳、 研習單位簡介	7
一、 沿革	7
二、 目前活動	8
三、 地震構造背景	9
四、 地震監測網	10
參、 過程與心得	19
肆、 結論與建議	27

壹、 研習目的

台灣位於太平洋西緣之島弧造山帶中，北連琉球島弧、南接菲律賓島弧，整體而言，台灣處於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊碰撞擠壓構造帶上。在台灣附近，菲律賓海板塊朝西北方向碰撞，且在斜交式碰撞作用下，菲律賓海板塊向西北隱沒到琉球島弧下，而屬於歐亞大陸板塊之南中國海則下插至菲律賓海板塊下(圖1)。

就板塊構造模式而言，台灣島位於其西的歐亞大陸板塊和其東的菲律賓海板塊的接合線上，並以1條狹長之花東縱谷所分隔，亦是兩板塊碰撞後之縫合線。受到更新世主要造山運動所致，在縫合線西邊構造代表歐亞大陸板塊上之前陸褶皺衝斷帶，包含中央山脈、西部麓山區、台地及海岸平原；東邊是屬於向西推進之新第三紀島弧的一部分，也就是在菲律賓海板塊前導邊緣上的呂宋弧，圖2標示台灣地質分區狀況。由於板塊間之擠壓碰撞造就台灣地區地震頻繁，就地震分布而言，可歸納為3個地震帶：(一)西部地震帶、(二)東部地震帶、(三)台琉(東北)地震帶。其中大部分地震發生在後兩者地區，然而綜觀台灣地區災害性地震，台灣地區自1898年至1988年地震，總計有97個災害性地震。雖然海上地震規模及數目遠比陸上來得大及多，但是從統計結果不難發現位於陸地上的地震所造成之災害較為嚴重。其中又以發生在台灣西部地區的地震造成的災害最大，尤其是西南部的嘉南地區。主要原因是台灣西部開發較早、人口密集，另外西部所發生的地震震源較淺，所引發的災害也就較大。加上近年來經濟建設迅速發展，各大都會區人口密度提高，高樓型建築物迅速增加，地震所帶來之潛在災害危險也大幅增加。

1999年9月21日位於中台灣西部麓山帶發生規模(Mw)7.6之強烈地震，震央位置接近南投縣集集鎮(東經120.89度，北緯23.82度，地震深度約8~10公里)，它是由屬於逆衝型的車籠埔斷層突然斷裂錯動而引起。由於該斷層斷裂長度約90公里，最大錯動距離達10公尺，因此斷層沿線及以東上盤地區因斷層錯動及激烈地動而造成嚴重破壞。伴隨在主震發生之餘震更是不計其數，此地震規模之大亦屬20世紀台灣島內規模最大地震，災害之大更是前所未有。

1906年Reid以彈性回跳說(Elastic rebound theory)說明地震成因，當岩層變形累積相當的能量時，超越岩層所能承受的應力就會發生地震，而釋放能量之後又開始累積下一次地震的能量。而觀察得到之斷層構造錯動，即產生地層破裂及相對移動現象的地震，一般而言，地殼板塊受擠壓後之應力累積往往會經既有之斷層破裂而釋放。因此，在探討地震發震模式時，也必須同時了解地震斷層構造；不了解地震斷層破裂構造，就無法了解地震發震及孕震機制。由於台灣地體構造複雜，無法全由地表破裂斷層、地震序列分布走向判斷震源機制解，希望藉由地震學的震源機制研究，能更清楚的了解本研究地區的地體構造及地震成因。因此，如何由震源機制解之特性了解地震發震構造是相當重要的議題。

本局自89年參與國科會「地震及活斷層研究」跨部會大型整合計劃，配合中研院及中央大學現有寬頻測站位置，90年設置龍潭、安塑、小琉球、旗山、永康、西林、古坑、綠島、利稻等9站；91年設置雙連埤、六角、嘉蘭、成功、甲仙、大坪頂、阿里山、壽山、春日、鹽寮、松安等11站。並於安塑、旗山、西林、綠島、利稻、雙連埤、成功、阿

里山、春日、松安等站設置強震感應器，藉以彌補近震及較大地震紀錄滿格缺失。92年間，配合行政院南海計畫於東沙島設置永久測站，資料透過衛星將地震資訊即時傳輸回本局；期間並接管國立中央大學先前所設置的6個測站，地點分別為獅頭山、南澳、坪頂國小、八卦山、富里、中大6個地方。93年又增設彭佳嶼、三貂角、雙溪泰平分校及南沙群島太平島站等4站。為加強監控東南外海地震，94年增設蘭嶼站。目前本局在台灣地區寬頻地震站已達32站，再加上透過即時地震訊號交換系統取得中央研究院地球科學研究所12站地震波形，總計測站數已達44站。

由於寬頻地震儀之紀錄頻寬較寬廣及感應器較靈敏，能夠記錄完整地震波形，對於地震定位及規模計算能夠更為精準並彌補傳統速度型及加速度型所記錄之地震波訊息不足，對於利用地震波形逆推震源機制解所需之資料提供充分良好來源。藉由完整斷層面破裂過程之地震波形紀錄，更有助於了解台灣及鄰近地區大地構造與地震活動之震源相關研究。因此，本局除了寬頻地震觀測儀器之建置外，並積極建置相關資料處理系統。希望建置1套從資料即時傳輸、處理、儲存之完全自動化地震觀測系統。其中部分相關技術及經驗還須仰賴先進國家或單位，也就是本次出國研習最主要目的。

加拿大地質調查所(Geological Survey of Canada, GSC)高弘博士從事寬頻地震觀測網發展及地震震源研究已有多年的經驗，並在地震觀測及地體構造上獲得顯著的成果。位於加拿大溫哥華島之加拿大地質調查所太平洋Sidney分部掌管加拿大西半部之所有地震監控作業，為加拿大西部地區最重要之地震觀測實務作業中心，並建置完成一相當完整且實用之地震資料庫，並亦有相當優異之觀測成果表現，值得本局參考與

研究其在地震觀測資料處理及管理等方面之應用。故本次赴加拿大研習選定上述單位為學習觀摩之對象。

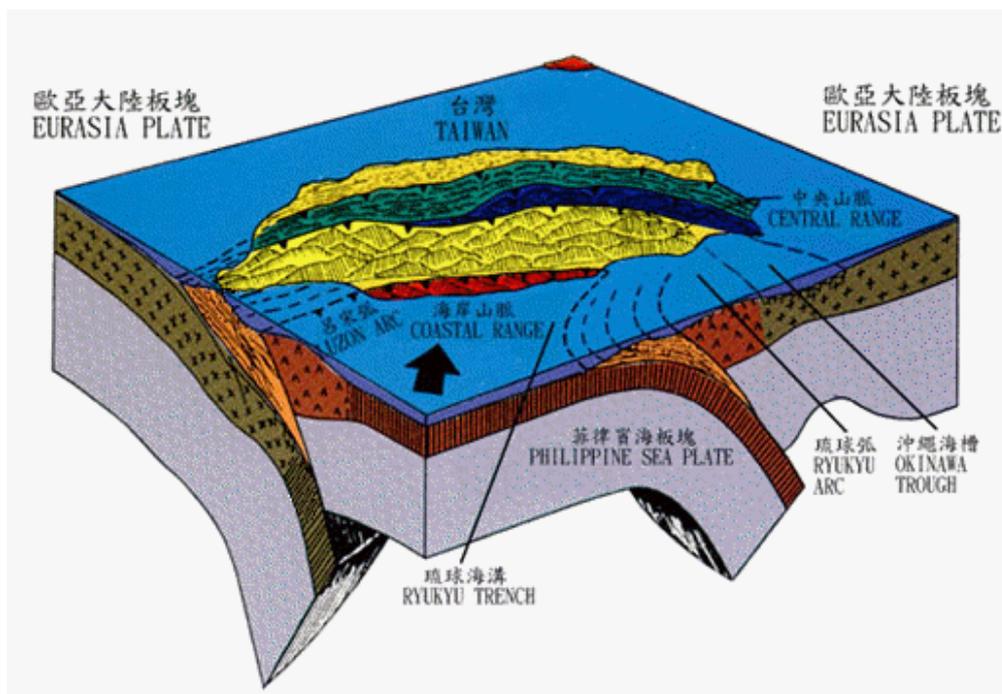
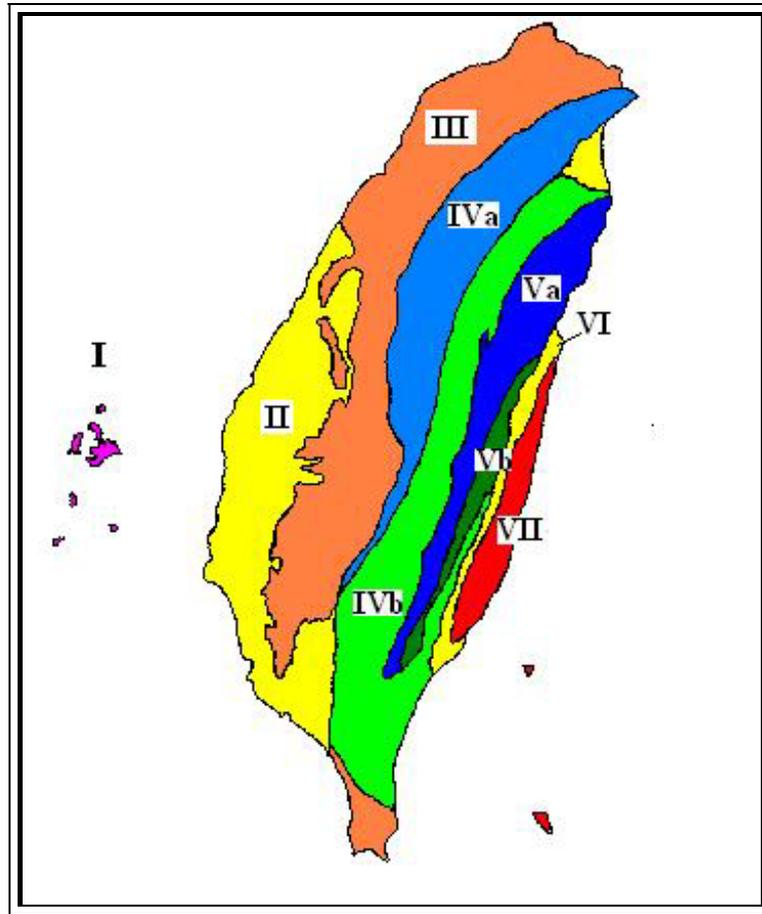


圖 1、台灣地區地體構造示意圖（修改自 Angelier, 1986）。



- | | |
|--------------|-------------|
| I 澎湖群島 | V 中央山脈東側地質區 |
| II 濱海平原 | Va 太魯閣帶 |
| III 西部麓山地質區 | Vb 玉里帶 |
| IV 中央山脈西側地質區 | VI 東部縱谷 |
| Iva 雪山山脈帶 | VII 海岸山脈地質區 |
| IVb 脊梁山脈帶 | |

圖2、台灣地質分區。

貳、 研習單位簡介

本次赴加拿大研習之單位為加拿大地質調查所(Geological Survey of Canada, GSC)太平洋Sidney分部。位於溫哥華島上，卑斯省會維多利亞市北方28km處之Patricia港灣，跟溫哥華隔著90km之喬治亞海峽，而與美國西雅圖市中間相隔Juan de Fuca海峽距離約150km，圖3為研習地點所在位置地圖。此次前往加拿大地質調查所太平洋Sidney分部研習是從台北飛抵溫哥華，搭乘巴士再轉渡輪抵達目的地，圖4為該分部辦公室之航照圖，圖5為該分部辦公室建物設施。

一、 沿革

加拿大地質調查所隸屬於加拿大國家資源部之地球科學局 (Earth Sciences Sector of Natural Resources Canada)，早在1864年加拿大卑斯省還是英國殖民地時，為自然資源開採就已成立至今，主要任務是提供專業地球科學知識，包括地質、地形、水文資訊、海洋資源、能源礦產、地表與地下構造及地球動力過程等從事經濟發展、公眾安全、環境保護等所需資料來源，並且兼負全加拿大地球科學知識之解釋及宣導。是加拿大地球科學資料收集及研究的主要代表單位，地球科學科學界中屬於世界級之專業技術調查單位，主要工作是探究加拿大天然資源、環保和研究技術更新之永續發展。加拿大地質調查所本部位於加拿大東部之渥太華(Ottawa)，並兼具加拿大國家資料中心(Canadian National Data Centre (Seismology))及地磁實驗室。另外還有Dartmouth、魁北克(Quebec)、Calgary、溫哥華(Vancouver)及Sidney

等分部(如圖6)。值得注重的是加拿大地質調查所所提供之資料非常豐富，且為了充分被運用，所收集之資料均可免費自由下載，其成果也是世人所矚目，這跟本局(政府單位或是國內研究單位)做法完全不同。

二、目前活動

加拿大地質調查所太平洋Sidney分部主要從事地質科學領域研究，其目標在加強過去地質歷史及演化過程，及對加拿大西部地區危害度評估。尤其是加拿大西部的"加拿大山脈"(Canadian Cordillera) 及加拿大西海岸的大陸邊緣進行地質學領域和地球物理學的科學研究，包括對地震危險的評估、反射地震學、地磁、古地磁學、地熱學、重力、海洋沉積學等，涉及關於地震學和地體動力學等多項研究計畫。其中地震監測及研究、海洋科學研究及板塊動力學研究是該分部主要3大工作項目。

(一)地震監測及研究：統籌加拿大西部國家地震危害計畫之執行，主要目的在了解加拿大西部地震成因及災害之相關性。

(二)海洋科學研究：針對加拿大西部海域利用地球科學方法從全球性及區域性觀點進行海洋環境研究，包括海底繪圖，沈積層分布，活動斷層，以及沿著美洲大陸邊緣的地質作用。

(三)板塊動力學研究：對地殼活動之監測和調查，研究結果並支援地震危害的評估。

三、地震構造背景

由於加拿大西部板塊構造是由北美板塊受到太平洋板塊向東擠壓，造就Cascadia隱沒帶，在兩大板塊中還夾雜著Explorer、Juan de Fuca及South Gorda板塊，圖7為加拿大西部外海之板塊構造模型。明顯看出板塊間之伸張、錯移、擠壓等複雜構造，其中包含南邊連結美國舊金山之San Andreas斷層，北邊連結Queen Charlotte斷層。圖8為加拿大西部板塊構造之立體示意圖。這與台灣地區同屬板塊隱沒下插之構造，地質組成成分很相似，因此，地震發震模式與台灣也似乎非常相似。每年在加拿大西部地區之地震紀錄就超過1000個地震。而太平洋海岸地區是加拿大最容易發生地震的地區，尤其在溫哥華島西邊的離岸地區，在過去70年期間已經發生規模5以上或是足以引起損害程度的地震就已經超過100個。圖9為加拿大地震分布圖，地震沿著加拿大西海岸集中與活躍，主要原因是位處於環太平洋地震帶板塊活動有關。此地區之地殼板塊間藉由滑移、碰撞、隱沒及張裂等形態交互作用，大約以2-10毫米/年的速度彼此移動，尤其是環太平洋地區發生過不少災害性地震。圖10為加拿大歷史前10大地震分布位置，其中1700年卑詩省之Cascadia隱沒地震帶發生規模9.0地震為最大，其次1949年卑詩省之Queen Charlotte島外海發生規模8.1地震，斷層破裂長度達500公里以上（圖11）。也因為加拿大較大及破壞性地震幾乎都集中在西部環太平洋地區，因此，加拿大地質調查所太平洋Sidney分部設置於溫哥華島上對該地區地震觀測之重要性更是不言可喻。

四、地震監測網

為監測地震活動及地震災害評估，加拿大地質調查所在加拿大地區設置100部以上高感度(High-gain)地震儀及60部以上低感度(Low-gain)強震儀，觀測資料即時傳回資料處理中心，圖12是加拿大國家地震觀測網(CNSN)測站分布位置。由於加拿大地廣人稀，為有效及精確監測地震發生位置，另外由加拿大產官學界共同出資設置90個北極星衛星寬頻地震觀測站(Polaris VSAT broadband seismograph stations)，圖13為北極星衛星寬頻地震網分布圖，硬體配置，包含衛星天線、太陽能板、電池組及寬頻地震儀（圖14）。加拿大高緯度北極圈地震監測實驗(Canadian High Arctic Seismic Monitoring Experiment，CHASME)在北極圈地區設置7個臨時寬頻地震觀測站，藉以改善北極圈地區測站覆蓋率不足，並針對北極圈地區之地殼及上部地函構造研究提供資訊，圖15為CHASME測站分布位置。

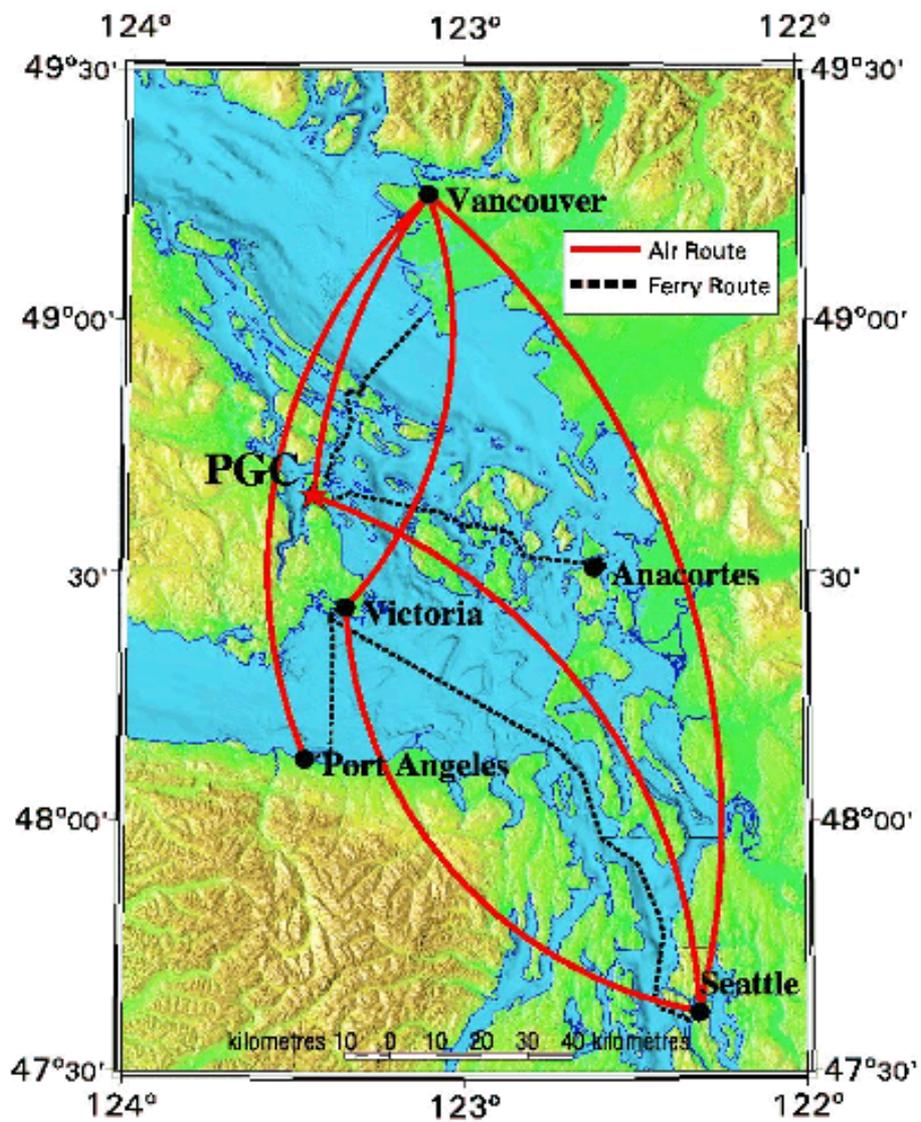


圖3、加拿大地質調查所太平洋Sidney分部所在位置，圖中星號位置為該分部所在位置。



圖 4、加拿大地質調查所太平洋 Sidney 分部辦公室航照圖，位於 Patricia 港灣旁。



圖 5-1、加拿大地質調查所太平洋 Sidney 分部單位告示牌。



圖 5-2、加拿大地質調查所太平洋 Sidney 分部正門。



圖 6、加拿大地質調查所分部位置。

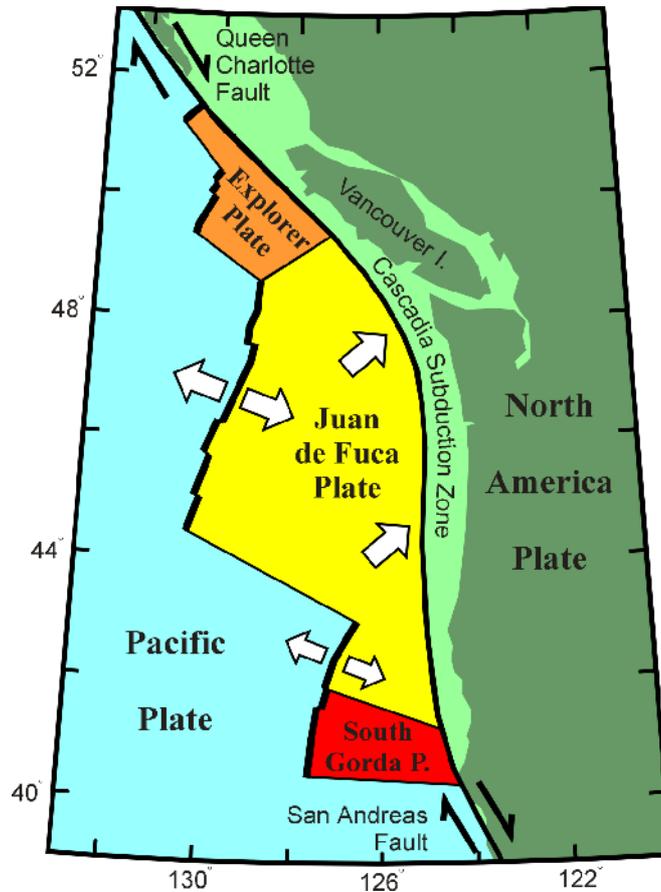


圖 7、加拿大西部外海之板塊構造模型示意圖。

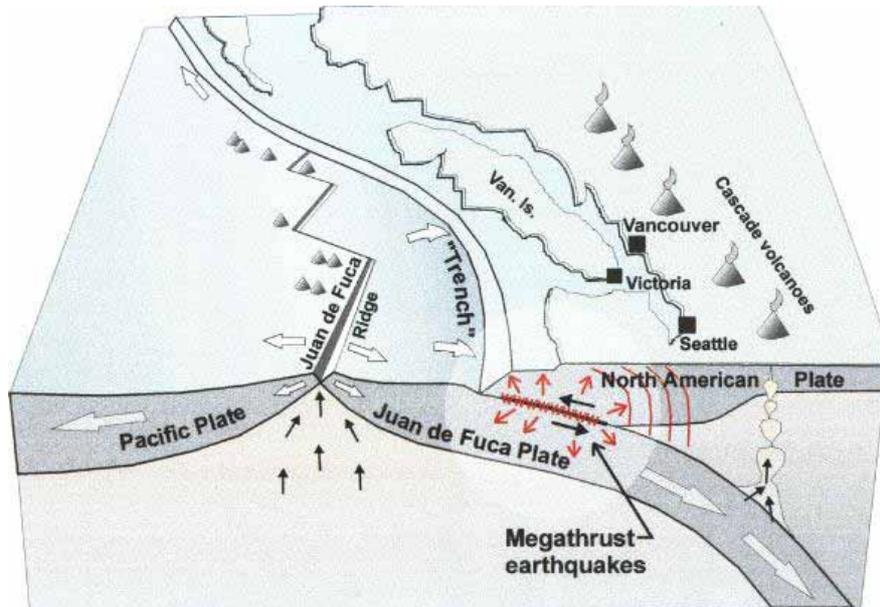


圖 8、加拿大西部板塊構造之立體示意圖。

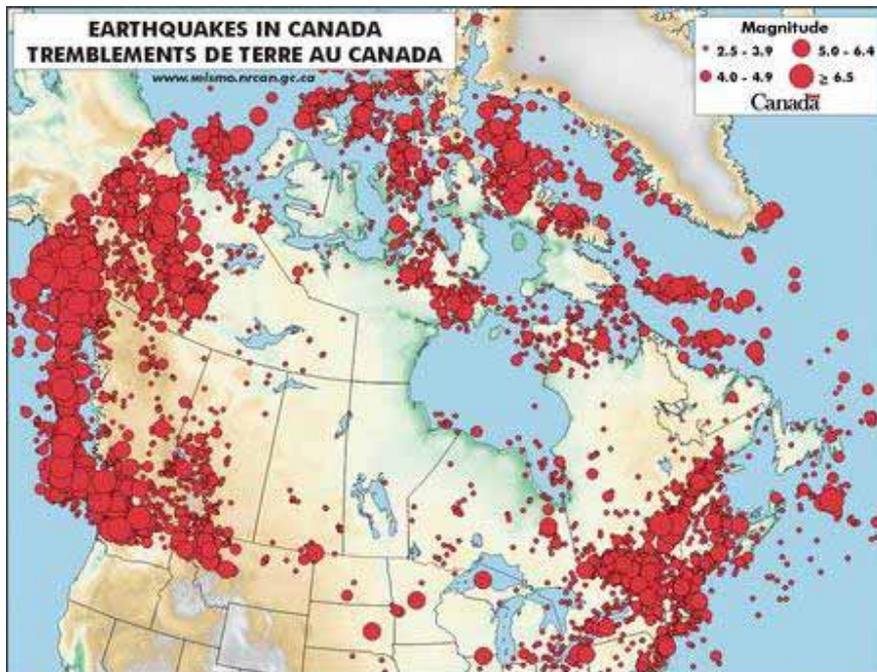


圖 9、加拿大地震分布圖，主要地震分布在西部地區，尤其是環太平洋地區發生過不少災害性地震。

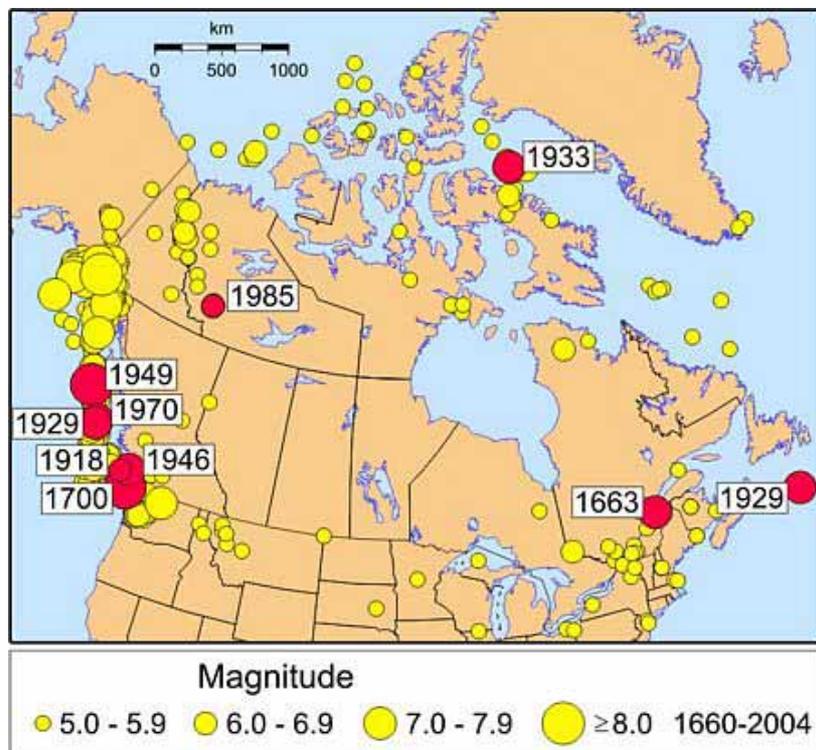


圖 10、加拿大歷史前 10 大地震分布位置。

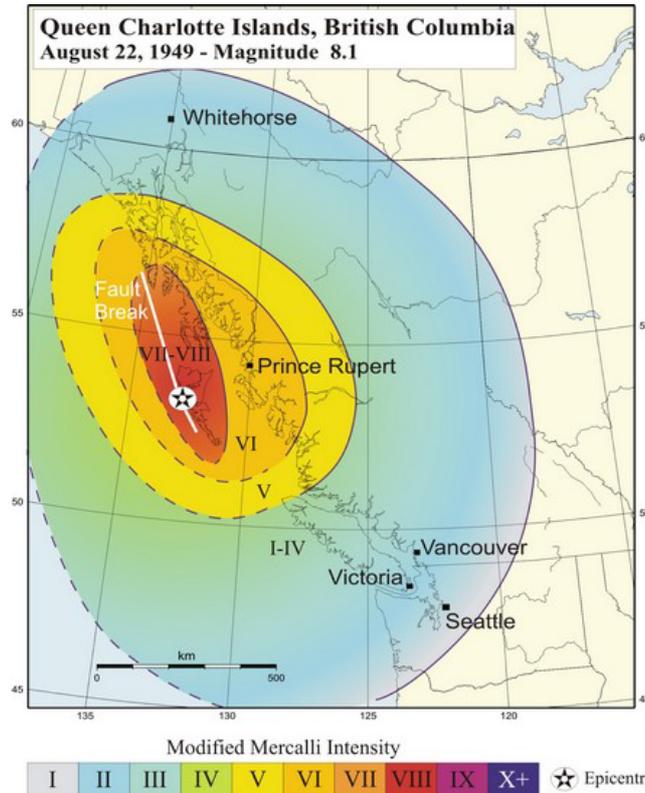


圖 11、1949 年卑詩省之 Queen Charlotte 島外海發生地震規模 8.1，斷層破裂長度達 500 公里以上。

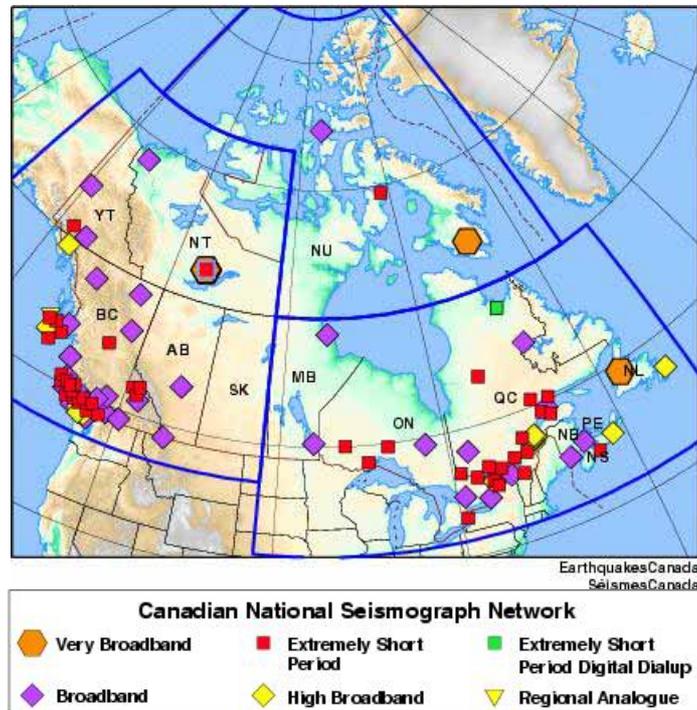


圖 12、加拿大國家地震觀測網(CNSN)測站分布位置。

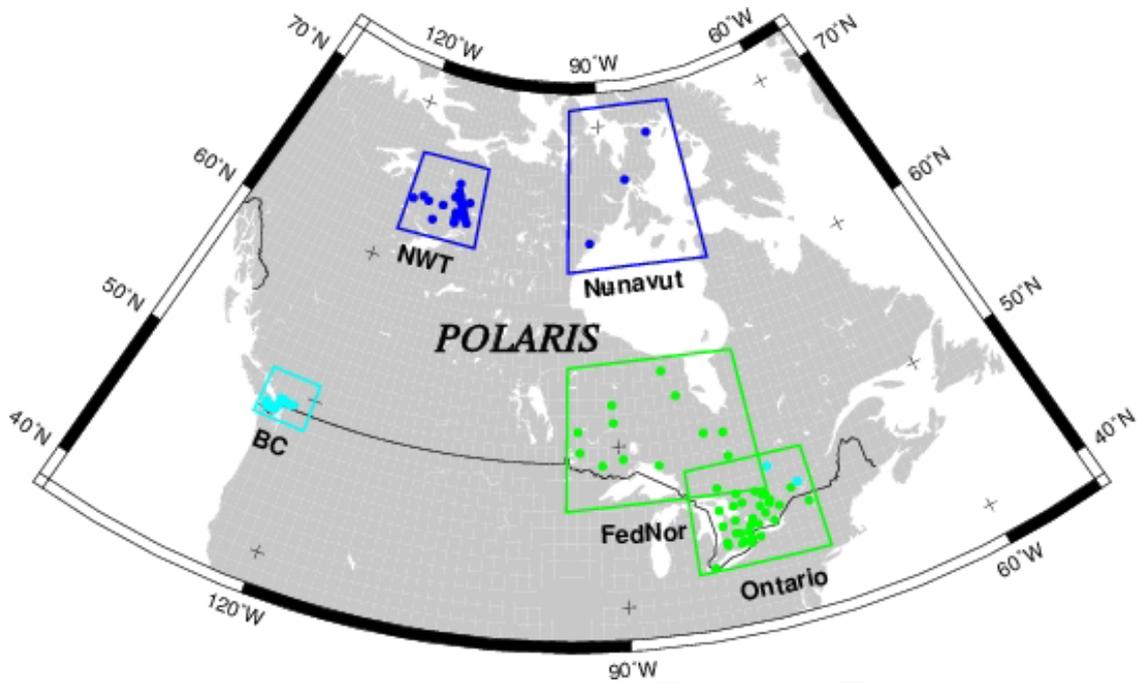


圖 13、北極星衛星寬頻地震網分布位置。

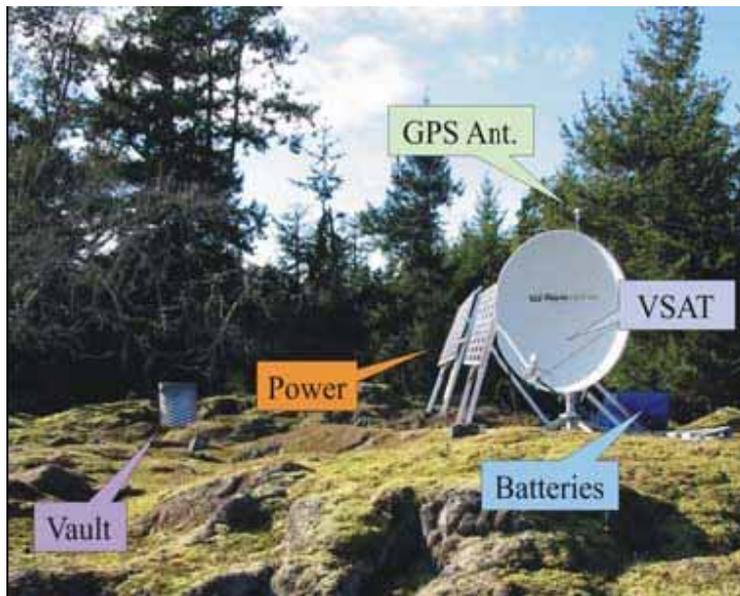


圖 14、北極星衛星寬頻地震測站硬體配置，包含衛星天線、太陽能板、電池組及寬頻地震儀。

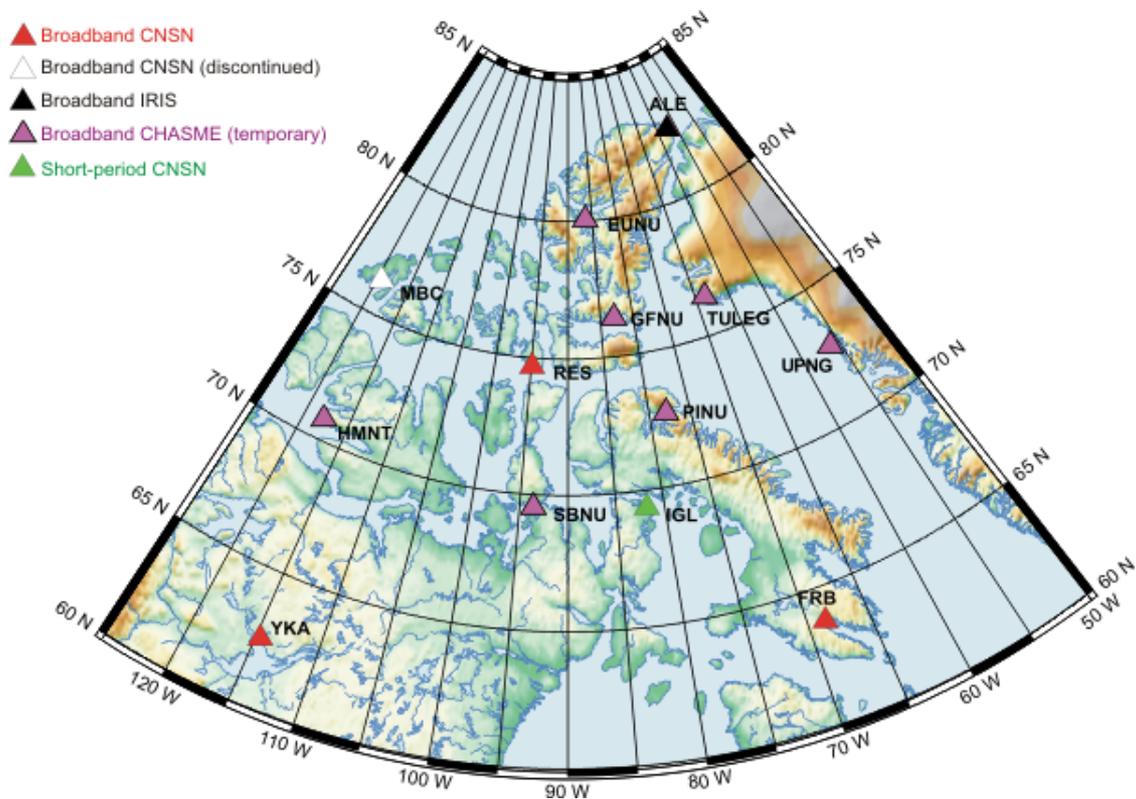


圖 15、加拿大高緯度北極圈地震監測實驗測站分布圖。

參、 過程與心得

本局自 89 年參與國科會「地震及活斷層研究」跨部會大型整合計畫，從 90 年起與中央研究院地球科學研究所合作建置寬頻地震觀測網，並移植該所處理地震震源機制解之中央地震矩張量震源機制解(CMT)。目前本局之硬體設備大致已具備自動化資料傳輸、定位及儲存功能，由於資料傳輸及系統架構與中研院地球科學研究所不同，為求資料處理流程盡可能自動化作業，經過大架構修改後，目前能以最簡便方式處理資料並做地震訊息發布功能，而現階段之研究發展工作及未來幾年發展應用著重於地震震源機制解之精準度提昇及資料整合提供上網之開發及建置，後續地震觀測資料之應用等。因此，職此次赴加拿大研習的最主要目的，即是寬頻地震資料處理過程之系統改進及資料觀測應用，以期能順利完成本局寬頻地震網的發展。

職於 7 月 27 日抵達加拿大溫哥華後，即拜訪服務於加拿大地質調查所太平洋 Sidney 分部的高弘博士，並在高弘博士安排下參觀該分部地震觀測系統架構設施(圖 16)及相關研究發展成果，並向該分部負責人 Garry Rogers 博士請益加拿大西部地區相關地震發震構造特性及未來發展重點方向。除此之外就該國地震觀測資料傳輸系統向技術人員 Andreas Rosenberger 及 Bob Macdonald 博士請教。所觀摩到的心得如下：

- 一、寬頻地震訊號運用在 CMT 時之濾波器處理頻寬之取捨：本局寬頻地震訊號運用在 CMT 做為波形反演，為消除人為地層速度構造所造成不良波形訊號，在使用固定之低頻帶通濾波(Bandpass filter)時，

由於受到地震訊號與背景雜訊比影響，中型($4.5 > M_w > 3.5$)區域地震或是較遠距離之地震波訊號無法明顯察覺，也無法以固定之帶通濾波頻段處理。此一問題與高弘博士商討之後，高弘博士以目前加拿大地質調查所在處理地震波形逆推方法提出建議：取地震訊號初達波前 100 秒背景雜訊及初達波後 100 秒之地震資料，兩筆資料藉由 FFT 轉換至頻率域比，取其頻段比須大於某一經驗值以作為帶通濾波頻段之範圍。就目前加拿大地區資料處理情況非常良好，有助於本局資料處理非常重要改良建議。

- 二、地震訊號整併：不同地震儀器之地震訊號均經同一傳輸作業系統，不論是短週期地震儀、寬頻地震儀或是強地動地震儀等不同儀器均由網路時間同一校時，並傳輸回中心端接收處理儲存。這可做為本局現行地震觀測系統之借鏡。
- 三、由於寬頻地震儀之紀錄頻寬較寬廣及感應器較靈敏，能夠記錄完整地震波形，對於地震定位及規模計算能夠更為精準並彌補傳統速度型及加速度型所記錄之地震波訊息不足，對於利用地震波形逆推震源機制解所需之資料提供充分良好來源。因此，加拿大之短週期地震觀測儀器已逐漸被寬頻地震儀汰換更新。
- 四、異地備援系統：加拿大地震觀測網雖然有東、西部地震觀測網之分，但是地震訊號接收後，除了 Sidney 分部及 Ottawa 本部各自儲存外，並透過網路及時交換，作為異地備援系統，以防人為或天然災害意外所造成之毀損。
- 五、自動資料燒錄系統及光碟儲存櫃：地震資料自動備份光碟燒錄機，

能由機器手臂自動換片、列印資料內容及張貼標籤於光碟片(DVD)上(圖 17)。備份光碟資料儲存櫃，每 1 個儲存櫃具可架設 12 個抽屜軌道，每 1 個抽屜軌道可放置 180 片光碟片，總計可放置 2160 片光碟片。每片光碟片容量如以 4.7Gb 估算，單一儲存櫃可放置 10Tb 容量(圖 18)。

六、地震微地動(seismic tremors)之觀測定位：地震微地動之觀測是最近幾年地震界之新發現，在加拿大透過全球衛星定位(GPS)作地表變形測量，觀測到地表變形有週期性變化。由於 GPS 對地殼變化有其敏感性，此一週期性變化是否有其成因值得探究，因此，加拿大地質調查所 Sidney 分部之成員思考其成因為何?並積極查閱歷史連續地動訊號，進而發現 GPS 觀測值出現巨幅變化時，環境背景地震動也比較吵雜，而地震觀測紀錄也出現關聯性之訊號。圖 19 為地動訊號及地震微地動之處理結果。因此，高弘博士發展出 SSA 之掃描程式，成功地進行地震微地動之觀測定位，並發表論文在自然(Nature)雜誌上。此次研習行程，除了了解地震微地動之原因，並取得 SSA 原始程式，希望能就台灣地區之地震訊號之偵測，對地動及地體動力學成因能有更深入了解。

七、海底纜線觀測系統：藉由Garry Rogers博士介紹解說加拿大與美國聯手合作建置海底纜線觀測系統 (Cabled Ocean Observatory) 之海神計畫(Neptune)，圖20為加拿大與美國合作建置海底纜線地震觀測網之海底纜線及節點位置圖。各種海底探測儀器藉由高速的光纖電纜網路連結，研究大範圍海洋學、地質、和海洋生態的演化過程。透過網際網路，海神計畫將提供給全球科學家、工程師、教育

工作者、決策者和各個年齡的學習者即時並且歸檔的數據。此一計畫將於明(2007)年由加拿大先行設置4套寬頻地震儀及相關地球科學監測系統，總經費6000萬加幣，換算為新台幣約18億元，其設置經驗可做為本局將來發展及建置海底纜線地震觀測系統之參考。



圖 16-1、加拿大地質調查所地震觀測機房及地震訊息展示室。



圖 16-2、加拿大地質調查所地震觀測機房及地震訊息展示室。



圖 16-3、加拿大地質調查所地震觀測機房。



圖 17、地震資料自動備份光碟燒錄機，能由機器手臂自動換片、列印資料內容及張貼標籤於光碟片(DVD)上。



圖 18、備份光碟資料儲存櫃，圖中人物為高弘博士。

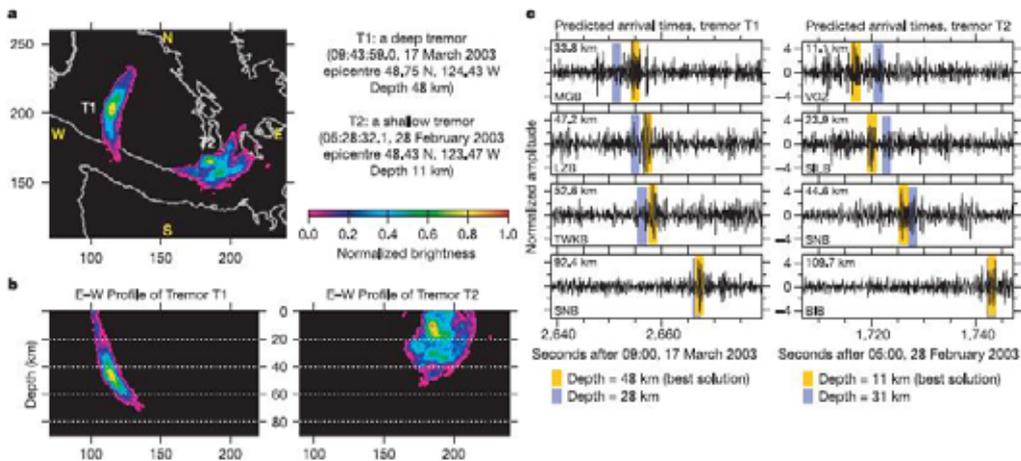


圖 19、由地動訊號關聯性，定位出微地動位置。

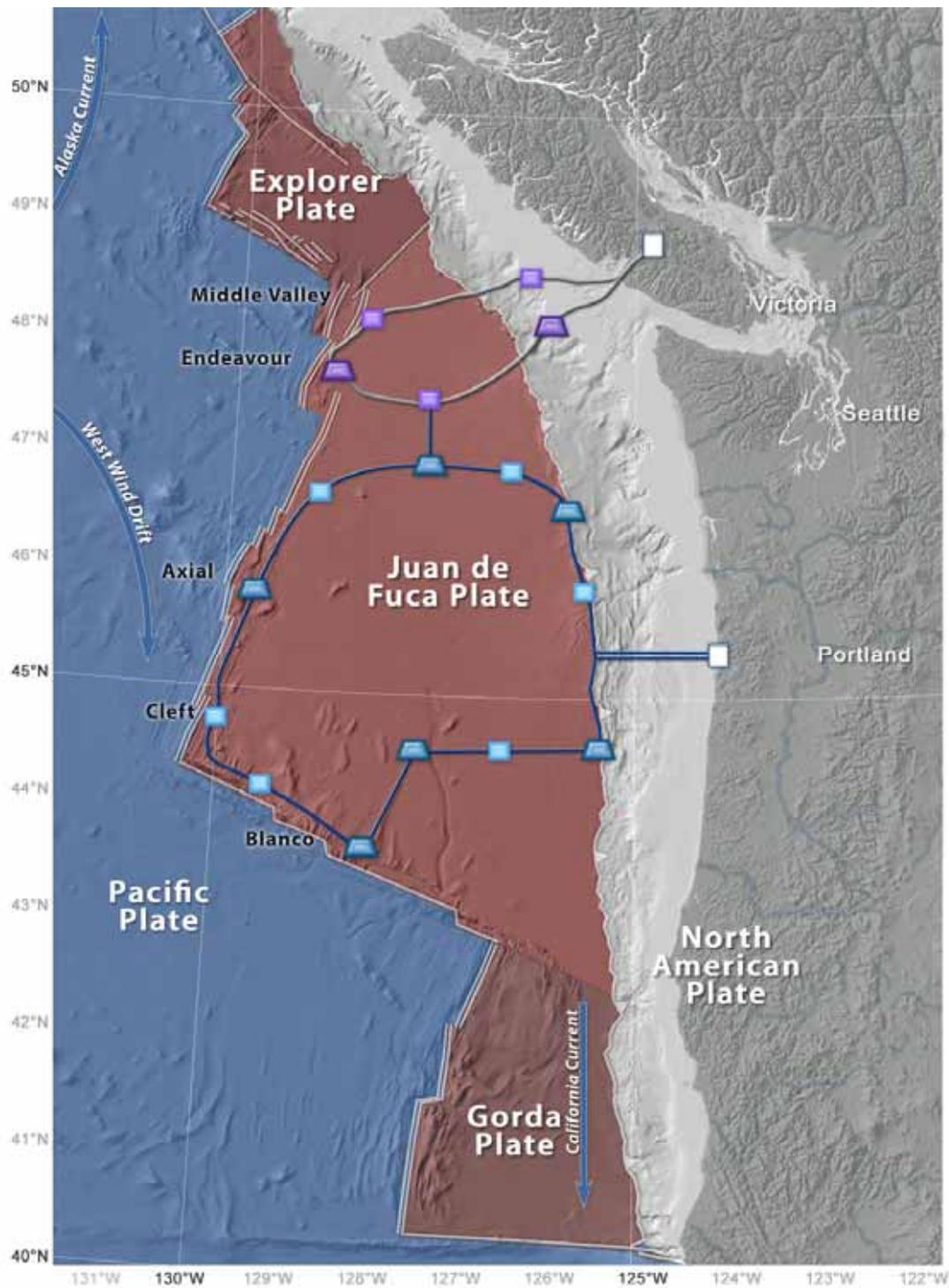


圖 20 加拿大與美國合作建置海底纜線地震觀測網之海底纜線及節點位置，紫色部分為加拿大負責，藍色部分由美國負責建置。

肆、 結論與建議

職在停留加拿大的研習過程中，在加拿大地質調查所高弘博士、Garry Rogers 博士、Andreas Rosenberger 博士及 Bob Macdonald 博士的指導與實際參觀其地震測報觀測相關工作情形，雖然僅有短暫 6 個工作天，卻獲得許多寶貴的知識與經驗，以下即就本次研習所得之經驗做一些結論與建議：

- 一、寬頻地震訊號運用在 CMT 時之濾波器處理頻寬之取捨：修正本局即時寬頻地震資料庫之儲存長度在初達波前至少增加至 100 秒以上，以利地震訊號初達波前背景雜訊及初達波後地震資料之頻率域比，取其頻段比須大於某一經驗值以作為帶通濾波頻段之範圍。有助於本局在 CMT 做為波形反演處理之改良。
- 二、地震訊號整併：不同地震儀器之地震訊號均經同一傳輸作業系統，不論是短週期地震儀、寬頻地震儀或是強地動地震儀等不同儀器均由網路時間同一校時，並傳輸回中心端接收處理儲存。不僅系統維護簡單，人力需求相對較為簡化，這可做為本局現行地震觀測系統之借鏡。
- 三、短週期地震觀測儀器已逐漸被寬頻地震儀取代，本局所屬之寬頻地震觀測網建站密度如能再增加，即可汰換短週期地震觀測網。
- 四、異地備援系統：本局可與國內大型資料庫中心合作，作為異地備援系統，以防人為或天然災害意外所造成之資料毀損。

- 五、自動化資料燒錄儲存及系統管理：地震資料自動備份光碟燒錄機，能由機器手臂自動換片、列印資料內容及張貼標籤於光碟片(DVD)上，有助資料備份時節省人力及人為疏失。
- 六、地震微地動(seismic tremors)之觀測定位：台灣地區與加拿大西部外海地區之板塊構造相似，也可透過全球衛星定位(GPS)作地表變形測量，觀測到地表變形有週期性變化。並檢視連續地動訊號，是否能發現 GPS 觀測值出現巨幅變化時，環境背景地震動也比較吵雜，而地震觀測紀錄也出現關聯性之訊號。利用高弘博士所發展出 SSA 之掃描程式，可進行地震微地動之觀測定位，希望就台灣地區之地震訊號之偵測，對地動及地體動力學成因能有更深入了解。
- 七、海底纜線觀測系統：加拿大與美國合作建置之海底纜線觀測系統 (Cabled Ocean Observatory) 之海神計畫(Neptune)，各種海底探測儀器藉由高速的光纖電纜網路連結，研究大範圍海洋學、地質、和海洋生態的演化過程。其設置經驗可做為本局將來發展及建置海底纜線地震觀測系統之參考。