

# 出國報告（出國類別：考察）

## 臺越森林資源調查技術交流

服務機關：行政院農委會林務局

姓名職稱：吳技正俊奇、葉課長堃生

派赴國家：越南

出國期間：107年11月10日至11月16日

報告日期：108年2月14日

## 目次

壹、目的.....	3
一、前言.....	3
二、擬瞭解議題.....	3
貳、行程安排及聯繫.....	4
參、考察過程紀要.....	5
一、 FIPI 森林資源調查技術交流研討會.....	5
(一)    FIPI 簡介及國家森林資源調查體系.....	6
(二)    航遙測科技應用.....	7
(三)    越南林業部門的碳貯存和溫室氣體清冊計算.....	11
二、 參訪森林樣區設置調查流程.....	14
三、 拜會越南國立林業大學.....	17
肆、心得與建議.....	19
一、 加強與國際間的技術交流合作.....	19
二、 在航遙測技術應用方面.....	20
附錄一:參訪過程照片.....	23
附錄二: 現場稽核文件-工作前檢查表、工作中檢查表.....	28

# 壹、目的

## 一、前言

隨著全球暖化及氣候變遷的加劇，森林在溫室氣體減量及氣候變遷調適的功能越來越受到國際間的重視，因此對於森林資源的監測與調查更顯重要。臺灣於民國 104 年完成第 4 次的全國性森林資源調查，爾後以 5 年為一輪進行持續性的複查更新，在森林資源的監測與碳匯核算上，也累積有相當的技術及經驗。配合政府推動新南向政策，林務局於第 10 屆「臺越農漁業合作會議」提案，與越方加強森林資源調查及監測之技術交流，初步將以派員互訪的方式深化合作，獲越方同意並納入該次會議結論：「雙方將加強森林調查監測技術之合作，以打擊非法採伐及毀林，減緩氣候變遷效應」，爰林務局於 107 年度編列出國預算，規劃赴越南考察森林資源調查業務。

## 二、擬瞭解議題

本次考察目的主要在瞭解越南的國家森林資源調查體系，並分享我國相關體系及作法，精進雙方的調查監測技術，並進一步探詢未在林業領域合作的機會及可行性，規劃擬瞭解議題如次：

- (一) 瞭解越南國家森林資源調查監測體系推動組織、架構，包含航遙測技術的運用。
- (二) 瞭解越方之森林資源調查資料應用在森林碳匯及林業溫室氣體清冊之核算機制，以及相關報告發佈、數據資料庫管理的模式。
- (三) 與聯合國糧農組織(FAO)合作推動「減少毀林與森林退化產生的碳排放及森林永續經營」(REDD+)及相關監測之模式。

除了瞭解越方作法外，我方亦將準備簡報，就相關議題分享我國的執行情形。

## 貳、行程安排及聯繫

查越南的森林資源調查監測業務係由「農業及鄉村發展部」下的「森林調查與規劃研究所」(Forest Inventory and Planning Institute, 以下簡稱 FIPI)執行，但林務局以往並未曾與該所進行聯繫或接洽，因此本案的最初是透過林務局派員參與 APEC 打擊非法採伐及相關貿易專家小組會議之場合，經洽詢出席會議的越南林業行政局代表-國際合作處副處長 Dr. Tran Hieu Minh，Dr. Tran 表示渠與 FIPI 的所長 Dr. Nguyen Nghia Bien 熟識，可以協助轉介，因此在副處長介紹下，業以電郵聯繫上 FIPI 所長 Dr. Nguyen Nghia Bien(阮義邊)，阮所長表示非常歡迎林務局派員參訪，並指派 FIPI 訓練及國際合作組組長 Nguyen Dinh Hung 協助安排行程，訂於 11 月中旬赴越南河內市(FIPI 所在地)參訪。除了透過電郵聯繫以外，為求正式與慎重，另外將我方參訪計畫及團員名單行文至我國駐越南代表處，請其代轉越南農業及鄉村發展部之森林調查與規劃研究所(FIPI)。在我方參訪團員部分，本案出國預算編列 2 名員額，奉派由林務局森林企劃組吳俊奇技正及農航所資源調查課葉課長堃生出國參訪，另林務局同時於 107 年農業科技計畫國際合作領域研提計畫，補助宜蘭大學王兆桓教授隨同前往。

FIPI 為我方參訪人員安排的行程，主要有三個目的地，包含：

- (一) 於 FIPI 舉行交流研討會，議程包括國家森林資源調查體系、航遙測科技應用、資料庫管理及溫室氣體林業清冊編撰等，由雙方分別簡報目前的做法，並進行 Q&A 討論。
- (二) 赴 Ba Vi 國家公園林地，瞭解越方森林樣區的設置與調查實作(後來因天候不佳，改至越南國立林業大學附屬林地進行)。
- (三) 赴越南國立林業大學(Vietnam National University of Forestry, VNUF)，拜會 GIS、森林資源調查與航遙測相關領域之學者。

## 參、考察過程紀要

### 一、FIPI 森林資源調查技術交流研討會

越南森林資源調查與規劃研究所位於首都河內市的清池郡，園區內有主要的研究辦公大樓，以及一棟可開放遊客參觀的林業博物館。與 FIPI 的研討會由阮所長全程主持，並依照我方參訪需求規劃有「國家森林資源調查體系」、「航遙測科技應用與森林製圖」、「資料數據管理及報告系統」、「溫室氣體林業清冊編撰」等議題，會議全程均以英文進行，FIPI 由各業務負責的單位主管或副主管進行簡報，而我方也就相關議題準備簡報資料，並於雙方報告完後進行討論與交流，表 1 為 FIPI 參加會議的主要成員之單位及職稱。

表 1: 越南 FIPI 參加研討會議的主要成員

姓名	職稱
Dr. Nguyen Nghia Bien	所長
Dr. Nguyen Dinh Hung	訓練與國際合作組組長
Mr. Ho Manh Tuong	規劃與財務組組長
Mr. Vu Tien Dien	森林資源與環境中心主任
Mr. Nguyen Cao Tung	遙測與資訊技術中心主任
Dr. Le Anh Hung	遙測與資訊技術中心副主任
Mr. Vu Quang Hien	訓練與國際合作組職員
Mr. Pham Ngoc Hai	訓練與國際合作組職員

## (一) FIPI 簡介及國家森林資源調查體系

FIPI 成立於 1961 年，是越南林業部門在森林資源調查與規劃領域的一個專責官方機構，歷經數次加強任務與編組後，目前直接隸屬於農業及鄉村發展部 (Ministry of Agriculture and Rural Development, MARD)，與林業行政局 (Vietnam Administration of Forestry) 為平行單位。FIPI 內部設有 6 個功能性的分組，有規劃財務組、科技與環境組、訓練及國際合作組、資訊與資料管理組，以及人事、行政部門；FIPI 轄下的外部單位有 6 個分所 (SUB-FIPI)，負責轄區內的調查工作以及配合的相關研究計畫，另外設有「遙測與資訊技術中心」、「林業發展與諮詢服務中心」、「森林資源與環境中心」等 3 個技術研究及提供服務的單位。FIPI 總共擁有職員約 400 名，其中包括 6 名博士、59 碩士、213 名工程師和 150 名技術人員。FIPI 主要負責的業務職掌包括：

1. 協助 MARD 頒佈部門策略、以及森林資源調查與規劃有關的國家標準。
2. 進行林業部門的基礎調查、規劃與預測，以及國家森林資源調查和評估方案。
3. 開發、維護和管理國家森林資源資料庫。
4. 執行森林生態、生物多樣性、以及應用 RS、GIS 和 GPS 在森林測繪和森林變遷評估的研究。
5. 提供政府有關於森林資源狀況和變化的必要資訊。
6. 彙編關於森林資源調查和規劃領域的準則。
7. 森林資源調查與規劃的教育與培訓技術轉移。
8. 與國內、國際組織合作進行科學研究和技術轉移。
9. 實施諮詢服務。

越南的國家森林資源調查可分為兩類體系，最早是以「國家森林資源調查與統計

專案 (National forest inventory and statistic project, NFISP) 的形式展開，於 1981-1983、1989-1992、1997-1999、2013-2016 等期間，共進行了四次的全國森林資源普查，NFISP 主要係彙編各省、郡的森林資源清查資料，以林業統計要覽的形式發佈。而自 1990 年開始，在聯合國糧農組織的技術協助下，展開「國家森林資源調查、監測與評估計畫」的專案(National Forest Inventory, Monitoring and Assessment Program, NFIMAP)，NFIMAP 是全由 FIPI 獨立執行的調查體系，由農業及鄉村發展部(MARD)給予預算支持，以系統取樣的方式調查全國的森林區域，每 8KM 設置一集團樣區；並導入衛星遙測技術，運用 Landsat 或 Spot 衛星影像鑑別森林區域，繪製林型圖。NFIMAP 以 5 年為一週期，於 1990 至 2010 年已完成 4 期的全國森林資源調查，由於越南積極投入造林的緣故，森林覆蓋率由 1990 年的 27.2%，逐期增加為 28.2%、34.3%、37.0%，至 2010 年達到 39.5%，森林覆蓋率呈現穩定的增加趨勢。NFIMAP 在 2011 至 2015 年因組織重整的原因暫停調查一次，目前已在進行 2016~2020 年的第 5 期調查。

以 NFIMAP 最近一期(第 5 期，從 2016 年至 2020 年)調查為例，在調查展開前 FIPI 需先提報調查計畫送 MARD 核定，以確保預算的編列，第 5 期調查的總預算計 1800 億越南盾，相當於新台幣 2.4 億元 (我國第四次森林資源調查約投入 1.8 億台幣)。調查計畫的主要目標為：獲取全國森林面積、蓄積、碳儲存量的資訊，以及各主要林型的生態特徵，以提供林業政策制定、森林永續經營規劃、社會經濟發展及國際減量承諾的主要參據。調查計畫的主要工作項目包含：森林面積及覆蓋變化的清查、森林蓄積清查、森林生態系特徵清查、計算碳儲存及碳匯量，更新全國森林參考排放水準、建立整合性的森林經營資訊系統(Forest management information system)。

## (二) 航遙測科技應用

本議題由遙測資訊技術中心主任 Mr.Nguyen Cao Tung 就 FIPI 的遙測森林調查應用進行簡報。該部門負責任務之一，為發展以森林生態學、生物多樣性、遙感探測、GIS 及 GPS 等技術，進行森林測繪和變遷評估之相關應用研究為主。FIPI 利用遙測影

像進行大尺度森林資源調查自 1970 年代開始，可分為四個階段來說明：

1. 1970-1974 年：影像來源包括大地衛星 Landsat MSS 及航空照片，限於當時科技水準，電腦軟硬體運算能力有限，係採圖紙輸出形式輔以肉眼判釋為主，主要作用為森林資源調查及規劃之底圖。
2. 1985-1990 年：改用大地衛星 Landsat TM 於森林調查計畫製作森林繪圖，影像解析力由 79 公尺提升為 30 公尺，此階段仍以圖紙輸出形式輔以肉眼判釋。
3. 1991 後：開啟使用數位形式遙測資料進行森林資源與土地利用製圖等應用之先端，影像來源包括 1991-1995 年之 Landsat TM、1996-2000 年之 SPOT4、2001-2005 年之 Landsat ETM+、2006-2010 年之 SPOT5、2012-2016 年間 SPOT5、SPOT6、VNREDSAT1、Quickbird 等，所應用之面向包括美越戰爭後之脫葉劑對越南森林影響之相關研究，以及紅樹林復育、集水區經營等監測用途。

另外，遙測技術用於執行 NFIMAP 的全國森林資源調查計畫，主要在於繪製林型圖的部分，利用 Landsat、Spot 等衛星影像輔以現地調查資料，進行林型判釋特徵值的萃取，經由影像數值分析、地面檢核校正程序，完成全國林型圖的繪製。其作業流程如下圖 1 所示：

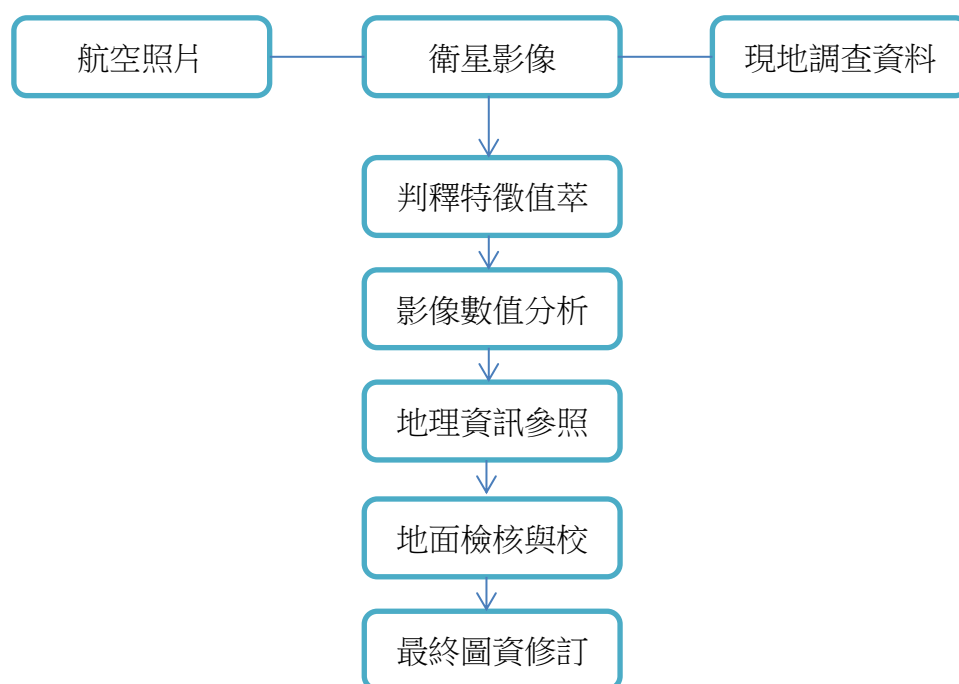
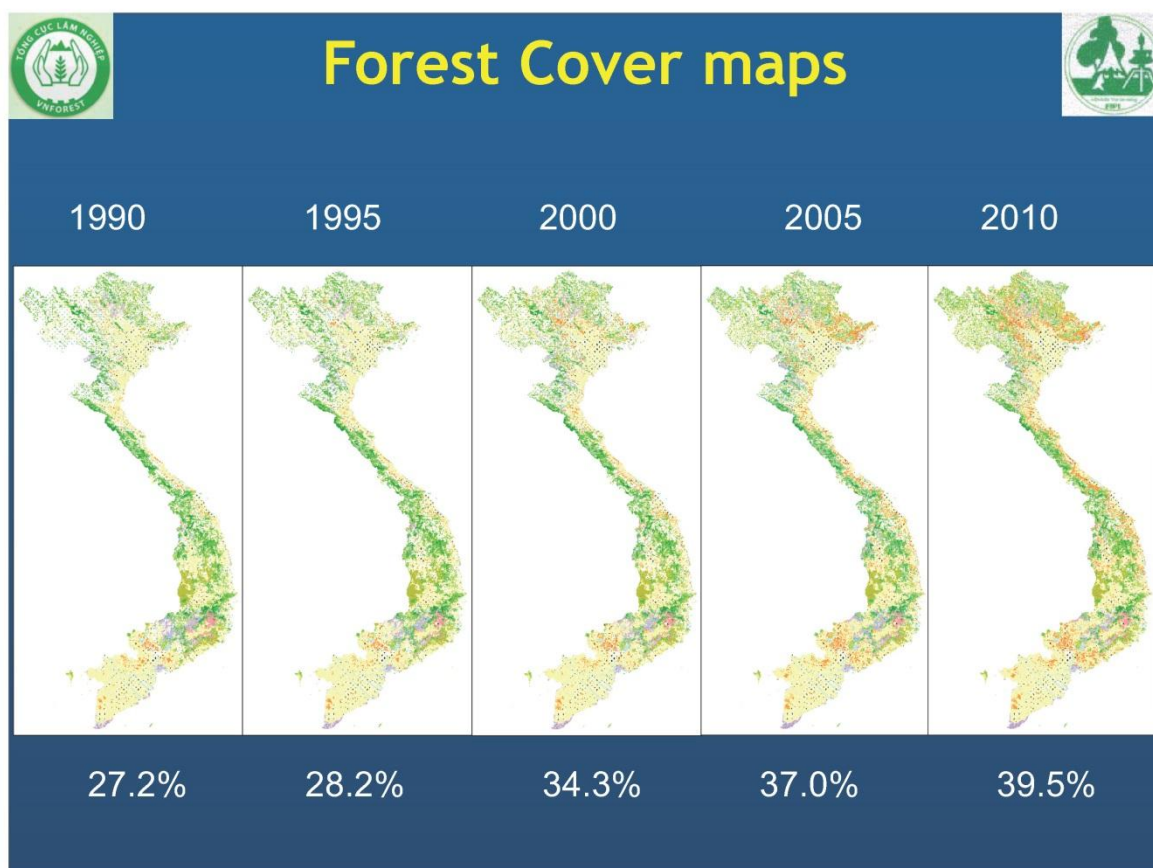




圖 1: 遙測技術應用於 NFIMAP 之作業流程圖

綜合各期 NFIMAP 繪製的林型圖，可獲得越南森林覆蓋率的變化資訊，成果如下圖 2 所示。



第 5 期 NFIMAP 調查(2016-2020 年)係就前(第 4)期 NFIMAP 專案產製之圖資為基底(產自 SPOT-5 或同精度等級衛星影像)，自 2016 起以 2 年為週期進行更新，規劃之更新作業原則如下：

1. 採用中解析度衛星影像，如 Landsat、Sentinel-2 等，並以時間序列分析方式(time series)偵測變化。
2. 就偵測出之變化處，更新於既有之基本圖資，惟相關方法仍持續研究發展中。

從影像取得面向來分析，FIPI 早期尚有使用航攝影像，然因需求頻率改變，航攝成本負擔重，且其有法國政府之協助，是以後期大量採用 SPOT 衛星作為其影像來源。越南國土面積數倍於台灣，所需的影像數量也數倍於台灣，為取得涵蓋全國國土之無雲影像，其影像時間跨度仍會涵蓋數個月份，此必然遭遇植物物候在影像上的變異。會議中詢問 FIPI，有關時間序列分析進行變遷偵測時，如何就影像上林地變異，與植物物候產生之影像變異進行區分，其做法係採用深度學習方法，就大量同地點不同時期的影像進行分析，找出物候曲線，輔助林地變異偵測之資訊校正。此法需有大量不同時期之影像資源，衛星影像有固定的運行軌道，除卻氣候因素，是較能被掌握取像週期的工具，加上法國政府支援，在取得高品質 SPOT 衛星影像較無經費上的顧慮。

從地圖比例來分析，觀其 NFIMAP 專案使用之地圖比例尺，係依應用尺度而有不同的選擇，全國規模調查至地區性調查所使用之比例尺，從 1:100,000 至 1:10,000 不等，而我國第四次森林資源調查使用符合比例尺 1:5,000 精度規範之航攝圖資進行判釋數化，其空間精確度遠遠較高。越南所使用之軟體與設備，以及判釋方式方式，則與當今主流國家相近，例如影像處理軟體有 ERDAS, ENVI, eCognition；GIS 軟體使用 ARC/GIS, Map/Info, Microstation, Google earth engine...等。使用之衛星影像有 Quickbird, IKONOS, SPOT5, ASTER, ALOS, LANDSAT, Sentinel, MODIS, NOAA 等，至於林型判讀方式，包括數位影像自動分類與 on screen 人工判讀，其中影像分類演算法與現今之主流演算法皆相同，亦即包括物件式及像元式之分類方式。

FIPI 亦分享使用遙測技術遇到的問題與限制:

1. 自 1990 年以來所編制的森林資源數據，係源自於各種不同類型的資料來源
2. 具有不同投影系統的地形圖：包括 UTM-印度泰國，HN 72，VN2000 等，以及具有不同的原始比例尺，包括 1：10,000、1：50,000 等
3. 歷次使用的分類系統及對森林的定義不同
4. 使用的方法不同：包括實地調查、視覺判讀、數值影像分類等
5. 歷年的森林地圖製作等級並不相同

## 6. 最終圖籍的格式不同：包括紙本、數值形式的圖籍

觀其所遭遇問題，係因科技進步，以及調查目的改變，導致資料型態、規格、尺度等產生差異，這是使用地理資訊工具所需面臨的課題，在我國及其他國家亦有類似的情形。

在其他最新科技應用部分，本局代表在會中分享空載光達(Airborne Lidar)技術於森林資源調查的應用情形，在針葉樹林型有較佳的測試結果，已建立有 5 種針葉林型的材積關聯式，然而在闊葉樹林型因林冠覆蓋較密，不易建立地表高程模式(DTM)，因此在闊葉樹林型無法建立可靠的材積關聯式。越方則表示 Lidar 技術應用於地形微變異有其重大貢獻，也是目前對於山崩地滑監測之重要工具，然而對於林業之其他應用研究目前仍僅限於局部、個案性質的研究計畫，未導入國家調查體系，其是否能應用於森林蓄積推估或生物量與碳存量推估，FIPI 亦仍在測試研究階段。至於無人航空載具(UAV)的應用部分，經詢問相關官員，因越方 UAV 相關感測技術尚在起步階段，又受法規因素限制，目前 FIPI 並未進行 UAV 於林業調查應用之研究。

### (三) 越南林業部門的碳貯存和溫室氣體清冊計算

#### 1. 越南林業溫室氣體國家清冊及森林碳匯估算：

越南是聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)的締約國，並於1998年簽署京都議定書，屬於非附件一的發展中國家，雖未被賦予減量的義務，然而越南在1994年即於聯合國的協助下，首度展開國家溫室氣體清冊的編撰工作。越南溫室氣體清冊的編撰，係由自然資源與環境部(MONRE)統籌，決定溫室氣體清冊編製方法，並協調其他部會提供各部門排放資料，農業和農村發展部(MARD)負責提供關於農業和LULUCF的大部分資料，以及執行REDD+計畫。各部會提交的排放數據，由MONRE組成技術專家小組進行審查，審查通過後再往上提交UNFCCC。

在林業溫室氣體編製的部分，主要仍採用IPCC 2003年「土地利用、土地利用改變和林業良好做法指南」(GPG-LULUCF 2003)，將土地分為6個大類別(即森林、

農耕地、草原、濕地、定居點和其他土地)，並將每個類別再細分為維持森林使用土地和轉換非森林使用土地，以收益損失法計算森林土地維持林地的固碳量，估算的碳庫包含生物量(地上部和地下部)、死有機質(枯死木和枯落物)和土壤，亦即IPCC指南定義的所有的碳庫都包括在內，惟在死有機質和土壤有機質的部分係採取層級1(Tier1)的資料，即活動數據由國際提供或國內概略值、活動係數採用IPCC預設值；在生物量地碳庫則活動數據採用國內調查結果，而相關轉換係數仍採用IPCC預設值，FIPI以往並未如臺灣一樣，以全國尺度大規模地進行轉換係數的調查建置。

在活動數據的來源部分，越南亦面臨跟臺灣一樣的問題，即國家森林資源調查的數據更新頻率，無法滿足溫室氣體清冊需兩年更新一次的需求，因此須採用其他政府機關發佈的統計數據。即便越南使用衛星影像來作全國森林資源調查繪製林型圖的基礎，然其國土幅員狹長，南北橫跨近2000公里，無法單從衛星影像掌握每年森林面積變化資訊，以滿足國家清冊需兩年更新一次的需求，且考量不同衛星影像解析度不一問題，因此在經過討論後才採用現行資料來源的模式(詳下表2)。越南林業清冊的森林總面積，仍採用各省林業政府機關發佈的統計數據加總而成，此為MARD每年定期彙整發布的統計數據，而各林型的面積及蓄積始採用FIPI的NFIMAP調查成果，取其各林型的所佔比率，乘以上開彙整的總面積統計資料，再進行各林型活動數據的計算。由此可見越南的國家森林資源調查，與各省發佈的森林面積統計，也尚未整合與接軌。FIPI的官員認為行政機關發佈的統計資料，有各自數據蒐集的模式，而全國森林資源調查係由一個組織以一致的方法、頻率進行系統性的調查，而產生對於整體森林資源的評價結果，兩者應無整合的必要，而溫室氣體國家清冊的活動數據，應植基於行政機關發佈的統計數據為宜。

表2:越南林業部門溫室氣體清冊之數據來源

IPCC 分類	活動數據(AD)	活動數據來源	發表頻率
5.A.森林	森林面積和蓄積	森林總面積由各省政府林業機關發布統計數據彙編而成(MARD 統計數據)。	每年

		各林型的面積及蓄積採用 FIPI 的 NFIMAP 調查成果，取各林型的所佔比率，乘以上開彙整縣市統計資料而得的森林總面積。	每 5 年
<b>5.B. 農耕地</b>	長年為農耕的面積	越南統計總局(GSO)	每年
<b>5.A.2- 5.F.2 轉換為其他土地</b>	森林轉變為其他土地利用的面積	由越南土地管理總局(GDLA，在自然資源與環境部轄下)發佈的土地利用轉變的矩陣統計數據	每 5 年
<b>5.A.2-5.A.2 維持為森林土地</b>	森林維持為森林土地(扣除商業伐採、非法盜伐、薪材採集、森林火災、林地崩塌等)	林業行政局發佈的統計資料	每年

## 2. 與FAO合作推動聯合國減少毀林及相關排放計畫(UN-REDD )

聯合國自2008年推動UN-REDD計畫，越南於2010年加入該計畫，獲得聯合國糧農組織FAO的經費援助與技術支持，REDD計畫在越南是由FIPI負責執行，FAO提供的協助包含：

- (1) 發展各主要林型的生物量生長模式。
- (2) 建立國家森林參考排放水準(FREL/FRL)，提交給UNFCCC，此為執行REDD計畫的要件之一，作為減量效益的參考基準。
- (3) 發展品質保證及控制程序(QA/QC protocol)。
- (4) 用中解析度具時間序列的衛星影像，建立森林覆蓋變遷地圖，估算碳量變化。

此外，在2010-2016期間，芬蘭協助越南FIPI改善國家森林資源調查的取樣樣區系統。

越南執行的REDD計畫包含REDD+的5項活動，包含減少毀林造成的碳排放、減少森林退化造成的碳排放、保育森林碳貯存、永續經營森林及加強森林碳匯。執行REDD計畫的國家，被要求在自願性的基礎下，向UNFCCC提交森林排放參考水準(FREL/FRL)，此為一段參考時間內每年森林二氧化碳排放量或移除量，與REDD活動執行期間的排放量或移除量相較，即為實施REDD活動的減碳績效，亦為依結果論實施支付的基礎，此FREL在批准前需先依規進行技術評估(TA)。越南所提交的FREL，和其林業溫室氣體清冊的資料相較，由於差異還相當大(如下表3)，因此科技評估報告(TAR)建議，越南必須協調溫室氣體清冊(GHG-I)和森林參考排放水準/森林參考水準(FREL/FRL)之間，需要使用一致性的活動資料和排放係數。

項目	<u>森林參考排放水準</u> 森林參考水準 (FREL/FRL)	國家溫室氣體清冊 National GHG-I (LULUCF)
林地轉移成非林地 or (毀林 in FREL/FRL)	21,224	22,551
非林地轉移成林地 or (再造林 in FREL/FRL)	(29,426)	(22,170)
林地維持林地 or (復育、劣化 in FREL/FRL)	8,974	(24,780)

## 二、參訪森林樣區設置調查流程

在研討會議後的次日，FIPI 安排了野外考察行程，了解外業的森林樣區設置與調查測量方法。原先預定到巴維國家公園(Ba Vi National Park)，但因為天候的關係和安全的考量，故改到越南河內郊區的國立林業大學實驗林場，由訓練與國際合作組職

員 Mr. Pham Ngoc Hai 和 Mr. Vu Quang Hien 講解 FIPI NFIMAP 的樣區設計與調查項目。

1. FIPI 的 NFI4 在地面樣區取樣設計方面，採用系統集團取樣(Systematic Cluster Sampling)，以間隔 8 km x 8 km 設置一個集團樣區(Cluster)，一個集團包含排列呈 L 型的 5 個圓形樣區(中間 1 個，向北 2 個，向東 2 個，樣區間隔 150 m)，如下圖 3、4 所示。

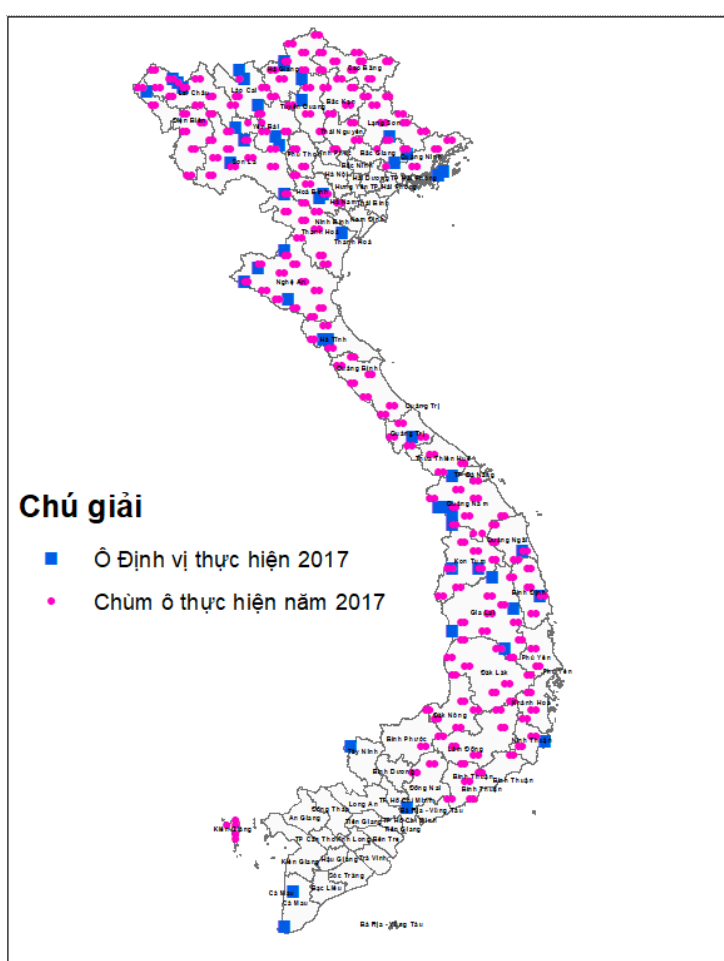


圖 3：越南 NFI 的樣區設計，係採 8km\*8km 的系統集團取樣設計。

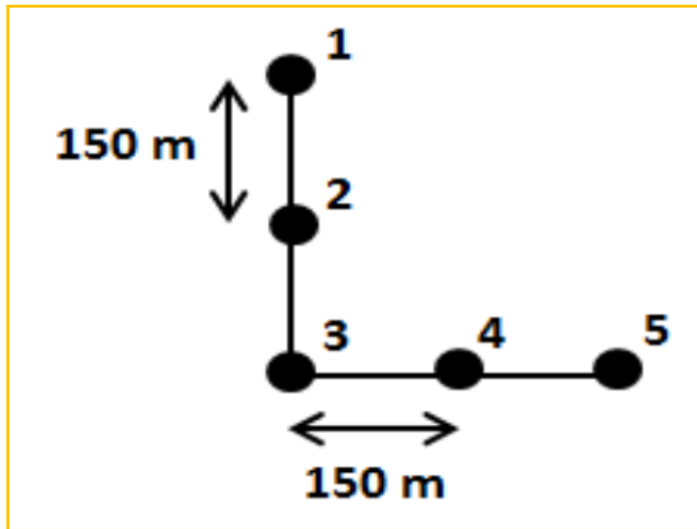


圖 4: 一個集團(Cluster)包含 5 個圓形樣區(plot)。

2. 每個圓形樣區採用同心圓樣區，具有 3 個半徑 17.84 m、12.62 m 和 5.64 m，個別代表 0.10 ha、0.05 ha、0.01 ha 的圓形面積。

(1) 大同心圓(0.10 ha)樣區主要用於調查天然林、木竹混濬林。

(2) 中同心圓(0.05 ha)樣區主要用於調查人工林。

(3) 小同心圓(0.01 ha)主要用於調查竹子。

(4) 小樣區(4 m x 4 m)兩個，位於中心點的東方 10 m 處和西方 10 m 處，主要用於調查更新苗木和幼木。

3. 需記錄量測的樣木為樹幹高 1.3 m 的  $DBH \geq 6 \text{ cm}$ ，4mx4m 小樣區記錄的苗木為  $H \leq 50 \text{ cm}$ ，幼木為  $H > 50 \text{ cm}$  且  $DBH < 6 \text{ cm}$ 。

4. 樹高測量：以測高儀器測量靠近樣區中心點的直立樣木，天然林實際測量 7 株樹高，人工林測量 5 株樹高。



5. 所有的野外調查工作均由 FIPI 的六個分所(SUB-FIPI)人員進行，總所負責方法、標準的訂定，提供完整的工作手冊和表格，並進行 QA/QC 控管。目前 FIPI 亦開發行動裝置軟體，使調查員能使用平板裝置在野外進行調查，並可透過無線網路將調查資料傳回 FIPI 總部資料庫，然而並未像臺灣導入 RFID 晶片的應用，使用 RFID 最大的優點為複查時可直接以感應晶片的方式，尋找要更新樣木的資料，無須再用肉眼辨識鋁牌號碼並於紙本上比對，惟晶片的耐候性是另一要克服的議題。此外，考量現場作業彈性，FIPI 並未強制要求均使用平板調查，亦可接受現場以紙筆紀錄，回辦公室後在線上登打上傳資料的雙軌模式。
6. 樣區的 QA/QC 由 FIPI 的資訊與資料庫管理組負責，所有上傳資料庫的調查成果，皆會由程式自動檢核內容是否完整、是否有明顯的錯誤，才能通過上傳。另外，針對所有上傳資料庫的樣區資料，FIPI 每年皆會抽選 5% 的樣區至現場進行複測，此 QA/QC 為一獨立的作業程序，無須原調查人員陪同，惟年度抽測完成後需要撰寫 QA/QC 報告，目的是為了找出是否有系統性的偏差並予以糾正，並瞭解成果資料的不確定性，如果一個分所被抽到兩個樣區檢測結果不合格，則該分所該年度所有上傳資料均被凍結，調查人員須重新被訓練並找出原因，視情況須重做調查或解除凍結。

### 三、拜會越南國立林業大學

透過 FIPI 的引介，我們拜訪越南國立林業大學(Vietnam National University of Forestry, NVUF)，由該校副校長 Dr. Tran Quang Bao 及國際合作組組長 Dr. Hoang Van Sam 接待並舉行面談，由 Dr. Hoang Van Sam 介紹學校的發展現況。

越南國家林業大學於 1964 年設立，當時總部位於廣甯省(Quang Ninh Province)董特發(Dong Trieu)。於 1984 年將大學總部遷移到河內(Hanoi)川美市(Chuong My)宣邁鎮(Xuan Mai town)，在此期間，該大學實施了多學科、多層次、多部門大學的發展，以滿足人民的需求與應對國家的科技任務。該校於 2008 年，配合南部各省林業部門的需求，合併農業和農村發展部的第二林業高中，並於東奈省(Dong Nai

province)董博姆區(Trang Bom District)董博姆鎮(Trang Bom town)設立了第二校區，以培養林業專業人才。2016年教育和培訓部簽署了關於建立越南國立林業大學南部校區的決定。目前該大學正在培訓：

1. 30 個大學級別的專業:

林產品加工技術、農村工作、材料技術、機電一體化工程技術、室內設計、建築工程、機械工程、資訊系統、景觀設計、林業 (英語、越南文)、育林、森林資源經營、都市林業、環境科學、生物技術、農業獎勵、自然資源管理 (英語、越南文)、工商管理、經濟學、會計學、農業經濟學、土地管理、自然資源與環境管理、植物保護、作物科學、汽車技術與工程、工業設計、社會工作。

2. 7 個碩士級別的專業:

林業、林產品加工技術、機械工程、森林資源經營、農業經濟學、環境科學、經濟管理。

3. 5 個博士級別的專業：

育林、森林資源調查和規劃、機械工程、林產品加工技術、森林資源經營。

截至目前為止，該校已培訓了博士 50 名、碩士 2,300 名、工程師和學士 32,000 名。對越南政府機關部門與社會經濟的全面發展，做出了重要的貢獻。此外，該大學還為老撾(Laos)和柬埔寨(Cambodia)等國家培訓了 300 多名工程師和碩士。該大學始終促進、加強和擴大與世界許多國家的大學合作(已有 50 多所)，也積極與世界許多培訓機構、研究機構和國際組織進行國際合作，並獲得了許多國內外榮譽的獎項。

越南國立林業大學與我國特有生物研究保育中心簽有生物多樣性保育合作的 MOU，每兩年均會派員互訪，副校長 Dr. Tran Quang Bao 在 2016 年曾率員來台參

加「臺越生物多樣性保育研討會」，在 2018 年理應由 NVUF 舉辦專家交流會議，但該校一直無法籌得經費舉辦。另該校有提供英文授課的林業學程，歡迎台灣學生到該校交流與進修，也歡迎台灣的林業專家至該校交流與研習。

## 肆、心得與建議

### 一、加強與國際間的技術交流合作

我國森林資源調查體系在早期係由美國進行輔導及技術協助，但自民國 79 年第三次調查以後即由林務局獨立完成調查，自 104 年第四次調查後改以每五年為一期進行連續性調查的模式，符合國際上各主要國家的作法。而越南為聯合國的會員國，亦為聯合國氣候綱要變化公約的締約國，可接收到聯合國或其他先進國家的豐富資源與技術，且其投入於森林資源調查監測的人力及經費，均較我國為高。經本次參訪的交流與分享後，可以發現雙方的體系各自的優缺點，例如我方採航攝影像為基礎，在製圖上對於精度的要求較高，另外在光達及 UAV 的應用研究也較多，而越方有專責的機構負責資源調查業務及相關技術研發事宜，對於衛星遙測技術在森林區域鑑別、林型分類上的應用較為充分。雙方對於在林業溫室氣體國家清冊的更新期程，與森林資源調查成果產出的期程不一，各自採取不同的解決方法，越方對於我方以年度樣區複查的生長資料，推估未複查樣區生長量的作法表達興趣；另外亦詢問在樣區調查中導入 RFID 晶片應用的流程，在研討會上也彼此分享未來改善及精進的作法，總體而言，透過這樣的經驗交流，實有助於提升技術應用的普遍性。在台灣的林業界而言，固有其傳統上技術體系的發展脈絡，然而也被認為是較保守與封閉，較少跟國際林業有所交流與互動，建議爾後可增加公務出國預算的編列，擴大進行其他國家林業機關間的互動，或是在委託做研究或技術研發時，置入國際交流的經費，實際面對面的訪問溝通，應較網路搜尋引擎尋找資料，較有效益的多。

FIPI 在會中亦詢問我方甫發射的福衛五號衛星影像，以及所遭遇的影像品質問題，因其可提供 2 米解析度的全色和 4 米解析度的多波譜彩色影像，對於森林區域的影像分類判釋應有助益，故詢問是否能免費取得我國福衛五號的衛星影像資料。目前

福衛五號影像並非屬開放性資料，然而這部分國家太空中心亦正檢討研議，並發展圖磚技術(Data Cub)作為資料共享的平台，因此衛星影像資料的流通應為後續合作的可行方向。

## 二、 森林資源調查體系精進方面

FIPI 的 NFI4 在地面樣區取樣設計方面，採用系統集團取樣(Systematic Cluster Sampling)，以間隔 8 km x 8 km 設置一個集團(Cluster)，一個集團包含 L 型排列的 5 個圓形樣區，每樣區又採用同心圓，以 3 個半徑調查不同的標的(小同心圓 0.01 ha 主要用於調查竹子，中同心圓 0.05 ha 主要用於調查人工林，大同心圓 0.10 ha 主要用於調查天然林和混交林)。台灣 NFI4 在地面樣區取樣設計方面，採用系統取樣法，以間隔 3 km x 3 km 設置一個樣區(以 0.01 ha 調查竹林，0.05 ha 調查一般林木，0.10 ha 調查含有 3 株以上胸徑大於 100 cm 的林木)。嚴格而言，台灣的取樣強度大於 FIPI 的取樣強度，只是國內採單一樣區的面積，低於越南 FIPI 的集團樣區面積，如果樣區內有大徑木存在時，對於每公頃蓄積量的推估較為敏感，對於現行樣區內具 3 株以上胸徑大於 100 cm 樣木，始擴大為 0.1 公頃樣區的標準，可以再檢討。另 FIPI 的圓形樣區內再設置 2 個 4X4m 的正方形小樣區，調查小於 50 公分的苗木，以及高於 50 公分但胸徑小於 6 公分的幼木，故可分析探討不同林分其林下苗木更新的優劣情形，此做法值得我方參考。

在樣區資料 QA/QC 的部分，FIPI 訂有嚴謹且獨立的程序，抽測各分所調查樣區的 5%，如各分所有 2 個樣區以上不合格者，FIPI 即介入對於調查隊員重新訓練及檢視各調查步驟，另執行 QA/QC 的目的並非為了及時發現個案的錯誤並予以糾正，而是為了找出及避免系統性的偏差，並獲取調查成果之不確定性數據，因此執行 QA/QC 後須撰寫報告。我方調查體系在 QA/QC 部分尚缺乏嚴謹的設計，後續可考量委託第三方單位來執行 QA/QC。

## 三、 在航遙測技術的應用方面

觀諸越南應用航遙測技術於森林資源調查所遭遇之限制，台灣也面臨相同的問

題，這是因為隨著科技持續進步，以及不同時期之調查目的改變，所導致之資料型態、分類尺度、精度等需求規格差異，這是 GIS 工作者所需面臨的課題，舉世皆然。早期遙測研究使用 Landsat 大地衛星影像，進展到近期福衛影像、SPOT6、SPOT7、Quickbird 等高解析度、多波段衛星影像等，其辨識出地類之尺度能力便有極大的差別，所因應產生之 GIS 圖資便存有資訊細節上的差異，復因任何量測皆存有誤差，各時期資料套合之細節必然不一致，必須有一定的前處理；另坐標系統亦然，從早期 GRS67、GRS80，到近期的 WGS84，而投影系統從的 UTM、TWD67 TM6、TWD67 TM3、TWD67 TM2，乃至於現今的 TWD97 TM2 等，都是因應科技的進步，以及更精確資料需求所產生的變化，現今的多數軟體皆已內建各種轉換機制，惟其間的轉換並非皆為無失真轉換。是以，GIS 工作者、決策者皆不能只對分析技術、演算法，或其衍生決策資訊感興趣，尚須對地圖來源、誤差原理等有一定的認識，才不會產生錯誤之需求或解讀。而在應用此類技術於長期監測與調查之前，也應對資料本身的尺度有事先的規劃與界定，無須貪多，才能避免因為時空所衍生的資訊落差，對後續資料應用產生困擾。

本次參訪有關遙測技術較值得借鏡的部分，係利用時間序列上之大量衛星影像，採用機器學習來進行土地覆蓋變異偵測並更新，以及過濾植物物候對判釋之影響的概念。係單期航遙測影像自動分類相關演算法之準確度已經到達瓶頸，無法突破的主因在於設計給計算機視覺運算與學習之資料類別與數量，仍有人為定義成分存在，以及相關運算未能將物候及其他影像物理因子考慮之緣故，

本局對林地資訊之掌握頻率，與世界各國相同，亦皆有持續提升的趨勢，然足以獲取精細資料之高品質航攝影像，因受限於攝影涵蓋規模，需以極高的成本始能於有限的時間內完成全區拍攝，同時亦須面臨起飛條件及局部氣候之不確定因素，如能在既有以航測技術所獲取之森林資源調查圖資基礎上，輔以衛星影像及機器學習進行變異資訊取得，再視需要以航空攝影或 UAV 取像進行分析後進行局部更新，或許是較為折衷而可行之方案，除了應用於森林資源調查領域之物候因素外，對於本局崩塌地目錄產製與更新所遭遇的陰影問題，或可藉由機器學習而推得更可靠的崩塌面積。

目前國內相關研究尚屬起步階段，可查詢到之相關論文係以稻作為主，應用於

林業領域者闕如，然本局擁有最確切的林地資訊與森林資源調查量能，以及農航所之高精度航攝影像，同時本國又擁有自主之福衛 2 號影像，累積超過 10 年定期記錄且具備空間資訊的大量影像資料，後續又有福衛 5 號影像加入，對於機器學習與時間序列分析相關應用研究，應有相當大的發揮空間。

附錄一:參訪過程照片



越南的森林資源調查與規劃研究所(FIPI)



在 FIPI 舉行研討交流會議情形，左邊第三位是阮義邊所長



(左) 訓練與國際合作組組長：Dr. Nguyen Dinh Hung  
(右) 規劃與財務組組長：Mr. Ho, Manh Tuong



森林資源與環境中心主任：Mr. Vu Tien Dien





訓練與國際合作組職員：Mr. Pham Ngoc Hai (阿海)介紹 FIPI 的森林資源資料庫系統



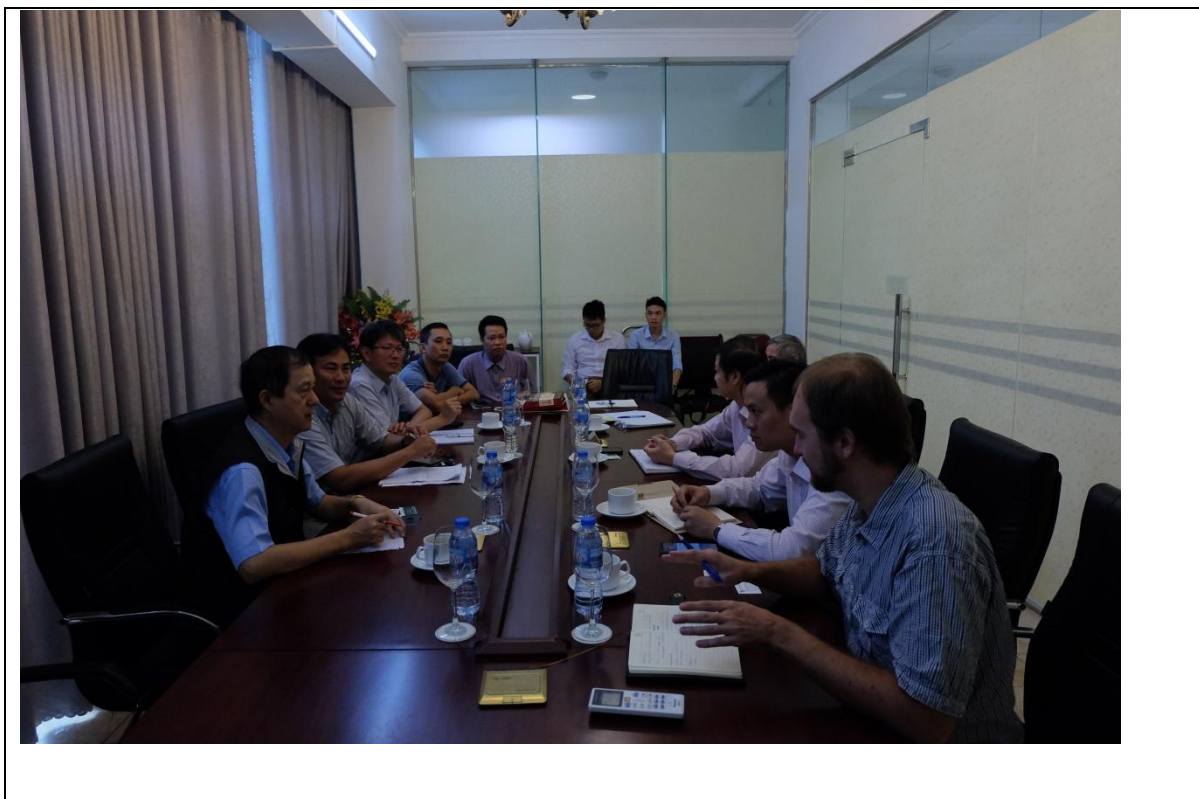
訓練與國際合作組 Mr. Vu Quang Hien 講解樣區取樣設計



示範設置樣區



圓心樣區以測距儀量測至中心點的距離



在越南林業大學(VNUF)舉行會談情形



與越南林業大學會談人員合影

附錄二: FIPI 研討交流會議程

<b>Time</b>	<b>Session</b>	<b>Responsibility</b>
<b>Day 1</b> <b>13 Nov 2018</b>	<b>Visit to FIPI headquarter and exchange knowledge and experience on NFI</b>	
08:30 - 08:40	Welcome remarks and participants introduction from FIPI side FIPI 方致歡迎詞及人員介紹	Dr. Nguyen Nghia Bien <i>Director General of FIPI</i> 所長 Nguyen Nghia Bien
08:40 - 08:50	Welcome remarks and participants introduction from Taiwan side 臺灣方致歡迎詞及人員介紹	Representative from Taiwan delegation 臺灣代表
08:50 - 09:00	Briefing on functions and duties of FIPI, and Implementing framework of NFI in Vietnam FIPI 職掌業務及越方國家森林資源調查之推動架構	Mr. Ho Manh Tuong <i>Head of Planning and Finance Division</i> 森林規劃與財務組 組長
09:00 - 09:10	Briefing on application of remote sensing technology for forest mapping in Vietnam 越方應用航遙測於森林製圖	Mr. Vu Tien Dien <i>Director of Forest Resources and Environment Center</i> 森林資源與環境中心 主任
09:10 – 09:15	Q&A on previous presentations	All participants
09:15 - 09:35	Briefing on Implementing framework of NFI and application of remote sensing technology in Taiwan 台灣國家森林資源調查推動架構及航遙測科技應用	Representative from Taiwan delegation
09:35 – 09:40	Q&A on previous presentation	All participants
09:40 - 09:55	Briefing on Database and reporting system	Dr. Le Anh Hung

<b>Time</b>	<b>Session</b>	<b>Responsibility</b>
	in Vietnam NFI 越南森林調查系統之資料庫及報告產製	<i>Deputy Director of Center for Remote Sensing and Information Technology</i> 遙測與資訊科技中心 副主任
09:55 – 10:00	Q&A on previous presentation	All participants
10:00 – 10:15	Briefing on Database and reporting system in Taiwan NFI 台灣森林調查系統之資料庫及報告產製	Representative from Taiwan delegation
10:15 – 10:20	Q&A on previous presentation	All participants
10:20 - 10:30	Tea break	All participants
10:30 – 10:45	Briefing on calculating the carbon sequestration and GHG inventory in Vietnam's forestry sector and collaboration with FAO to implement UN-REDD program 越方森林部門的碳吸存量計算及國家溫室氣體林業部門清冊計算，與 FAO 合作推動聯合國 REDD 計畫(減少毀林造成的碳排放量)	Dr. Nguyen Dinh Hung <i>Head of Training and International Cooperation Division</i> 訓練與國際合作組 組長
10:45 – 10:50	Q&A on previous presentation	All participants
10:50 – 11:05	Briefing on calculating the carbon sequestration and GHG inventory in Taiwan's forestry sector 台灣森林部門之森林碳吸存計算及國家溫室氣體林業部門清冊的計算	Representative from Taiwan delegation
11:05 – 11:10	Q&A on previous presentation	All participants
11:10 - 12:00	Discussion on all above issues	All participants
12:00 - 13:30	Lunch	All participants

<b>Time</b>	<b>Session</b>	<b>Responsibility</b>
13:30 - 15:00	Discussion on activities for cooperation on NFI between FIPI and Taiwan 討論雙方未來進一步合作的方向	All participants
15:00 - 15:15	Tea break	All participants
15:15-16:00	Visiting FIPI campus, including Vietnam Forest Museum and Botanic Garden 參觀 FIPI 園區，包含越南森林博物館及植物園	All participants
<b>Day 2 14 Nov 2018</b>	<b>Field trip to demonstrate forest sample plot measurement method in Vietnam (tentative at Ba Vi National Park, 60 km far from Ha Noi center)</b>	
08:00-09:30	Departure from FIPI to Ba Vi National Park	All participants
09:30-12:00	Demonstration of sample plot measurements in Viet Nam NFI 展示樣區調查設置方式	Mr. Vu Quang Hien <i>Staff of Training and International Division</i> and a technician of FREC
12:00 - 13:30	Lunch in a local restaurant	All participants
13:30 - 15:30	Visit some sightseeing locations in Ba Vi National Park 參觀 Ba Vi 國家公園景點	Mr. Vu Quang Hien And a technician of FREC
15:30 -17:00	Back to Hanoi	

