

# 行政院及所屬機關出國報告

(出國類別：實習)

## 農業調查最新進展： 遙測及地理資訊系統之應用

**Recent Advances in Agricultural Surveys:  
Remote Sensing and GIS Applications**

服務機關：行政院農業委員會林務局農林航空測量所

姓名職稱：李茂園 技士

派赴國家：印度

出國時間：106年11月22日至106年12月14日

報告日期：107年3月6日



## 摘要

參加亞非農村發展組織(African-Asian Rural Development Organization, AARDO)於 2017 年 11 月 22 日至 2017 年 12 月 12 日舉辦之「農業調查最新進展：遙測及地理資訊系統之應用能力建構計畫」，主要訓練地點位於印度新德里之印度農業統計研究機構(India Agricultural Statistics Research Institute, IASRI)。

本訓練計有埃及、約旦、馬來西亞、阿曼、巴勒斯坦、蘇丹、斯里蘭卡、尚比亞及我國等 9 位會員國代表參加，藉由邀請印度當地多位著名學者專家，使與會各國代表熟悉遙測及地理資訊系統的基本概念，並了解相關軟體之使用方式，進而將最新技術應用在農業調查相關領域，提升各國之農業水準。訓練內容主要包括(一)農業調查抽樣技術、(二)遙測基本原理、(三)地理資訊系統介紹、(四)遙測及地理資訊系統在農業調查上之應用等四大主題，並使用開源軟體進行遙測及地理資訊系統之實機操作，主辦單位另安排參觀印度之遙測衛星接收站及資料處理中心、馬哈拉諾比斯國家作物預估中心、印度氣象局、植物表型體中心(Plant Phenomics Center)、德拉敦(Dehradun)之林業試驗所、北阿坎德邦空間應用中心(Uttarakhand Space Application Center)，使與會各國代表了解印度農業科技之最新進展。

**關鍵詞：**遙測、地理資訊系統、農業統計、農業調查、AARDO。

## 目次

一、目的	1
二、過程	3
三、心得與建議	19
四、附錄	22

## 一、目的

本次奉派出國計畫係由亞非農村發展組織(African-Asian Rural Development Organization, AARDO)邀請參訓，AARDO 成立於 1962 年，總部位於印度新德里，成員來自亞洲及非洲共 33 個國家，其中正式成員有 17 國來自非洲，15 國來自亞洲，另有 1 協會成員為韓國農漁村公社。AARDO 之宗旨在於消除亞非國家之文盲、飢餓、貧窮及疾病，並發展農村建設。我國自 1968 年開始加入該組織，並積極參與許多計畫，近年來更持續加強與 AARDO 及其會員國間之相關合作，以提升我國於目前國際社會之能見度。

訓練課程係由 AARDO 委託印度農業統計研究機構規劃辦理，主題為「農業調查最新進展：遙測及地理資訊系統之應用」。主要目的係為使 AARDO 會員國之參訓學員熟悉遙測及地理資訊系統的基本概念，並了解相關軟體之使用方式，進而將最新技術帶回各會員國後，拓展應用在農業調查等相關領域，提升各國之農業產量及技術水準，同時亦促使各會員國成員間互相交流，了解各國於遙測及地理資訊系統之最新發展。本次訓練計畫計有埃及、約旦、馬來西亞、阿曼、巴勒斯坦、蘇丹、斯里蘭卡及尚比亞及我國等 9 個會員國派員參加 (詳表 1)。

表 1 參加學員名冊

Country	S.No.	Name and Particulars
ROC (Taiwan)	01	MR. LI, MAO YUAN Technician Aerial Survey Office Forest Bureau NO. 100, Sector 2, Heping W. Rd, Zhongzheng Dis., Taipei City 100, ROC (Taiwan) Tel: +886223332670(O), Email: ikonos168@gmail.com
Egypt	02	Dr. (MR). MOHAMED EZZAT ABDELHADY KHALIFA Professor (Head) Department of Pedology Desert Research Centre (DRC) Mathra, Egypt Tel: +2023903272 (O), +20339033272(R) Email: m_ezzat28@hotmail.com
Jordan	03	MR. ADEL MOH'D SALEM ELSAHLE Specialist Center for Land Use Planning and Surveying Ministry of Agriculture Amman-Jordan Tel: +962796725157(O), 6277640646 Email: adelalsahleh@gmail.com
Malaysia	04	MR. MUHAMMAD ZAMIR BIN ABDUL RASHID Research Officer Crop and Soil Research Centre Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) Head Quarters Persiaran Mardi-UPM, 434 Serdang, Selangor, Malaysia Tel: 0+60389536714(O), +60192036220(R) Email: zamirar@mardi.gov.my
Oman	05	MR. ASHRAF ZAHIR AHMED ALSHAQSHI Head Pastoral Resources Section Zizwa, Aldakhliyah Oman Tel: 96825219175(O), 96899073438(R)

		Email: alshaqsi2004@hotmail.com
Palesine	06	MR. RAED Y. M ABUALROB Design Engineer Designs Division Ministry of Agriculture Ramallah, West Bank, Palestine Tel: 00970597070345 (O), 00972403304 (R) Email: eng.raed21@hotmail.com
Sudan	07	MR. EMAD ELDIN ADAM MORGAN ELAMIN Expert (GIS & RS) Central Administration of Planning & Agriculture Economics Department of Agriculture Ministry of Agriculture & Forest Sudan Tel: 775328 (O), +24991284026 (R) Email: elamin.emad@yahoo.com
Sri Lanka	08	MS. DEVIKA CHITHRANAYANA RAJAPAKSE Assistant Director of Agriculture (Research) Natural Resources Management Centre Ministry of Agriculture No. 5 Sarasavi Mawatha, Peradeniya, Sri Lanka Tel: +94812388355 (O), +94718157827(R) Email: devraja12@yahoo.com
Zambia	9	MR. JOSEPH CHEELO Agricultural Specialist Ministry of Agriculture Office of the Provincial Agricultural Coordinator Chipata, Eastern Province, Zambia Tel: +260695846270(O) Email: rocheelo@yahoo.co.uk

## 二、過程

本計畫訓練時間為 2017 年 11 月 22 日至 2017 年 12 月 12 日止計 21 日，  
訓練內容主要包括(一)農業調查抽樣技術、(二)遙測基本原理、(三)地理資訊系統

(GIS)介紹、(四)遙測及地理資訊系統在農業調查上之應用等四大主題。(詳表 2)

表 2 訓練課程表

Date	Timings	Topic	Speaker
<b>22.11.17</b> <b>(WEDNESDAY)</b>	10.00-11.00	<b>Inaugural Session</b>	
	11.00-11.30	<b>Tea</b>	
	12.30-13.00	Orientation Session	<b>Tauqueer Ahmad &amp; Prachi Misra Sahoo</b>
	14.00-15.15	Planning and Organizational Aspects of Sample Surveys	<b>Tauqueer Ahmad</b>
	15.30-16.30	Overview of Sampling Schemes -I	<b>Ankur Biswas</b>
<b>23.11.17</b> <b>(THURSDAY)</b>	10.00-11.15	Overview of Sampling Schemes -II	<b>Kaustav Aditya</b>
	11.45-13.00	National Agricultural Statistics System	<b>Tauqueer Ahmad</b>
	14.00-15.15	Crop yield estimation using Crop Cutting Experiments technique	<b>Tauqueer Ahmad</b>
	15.30-16.45	Hands on various sampling techniques	<b>Pradeep Basak &amp; Deepak Singh</b>
<b>24.11.17</b> <b>(FRIDAY)</b>	10.00-11.15	Principles of Remote Sensing	<b>Shefali Agarwal, IIRS</b>
	11.45-13.00	Principles of Digital Image Processing	<b>Shefali Agarwal, IIRS</b>
	14.00-15.15	Remote Sensing Practical –I (Introduction to DIP Software: ILWIS)	<b>Prachi Misra Sahoo &amp; Gopal Krishna</b>
	15.30-16.45	Remote Sensing Practical –II (Data Loading, Image Interpretation, other basic operations and Geo-registration)	<b>Prachi Misra Sahoo &amp; Gopal Krishna</b>
	<b>25.11.17</b> <b>(SATURDAY)</b>	10.00-11.15	Introduction to Geographic Information System (GIS) & Data Models in GIS
11.45-13.00		Spatial Data Analysis of Raster & Vector Data	<b>Prachi Misra</b>

<b>27.11.17</b> <b>(MONDAY)</b>	14.00-15.15	Remote Sensing Practical –III (Image Enhancement Techniques)	<b>Sahoo</b> <b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
	15.30-16.45	Remote Sensing Practical –IV (Classification and Accuracy Assessment)	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
	10.00-11.15	Indian EO Programme to support Agricultural Monitoring	<b>SAC, ISRO</b> <b>(Prakash</b> <b>Chauhan)</b>
	11.45-13.00	Land Recording System and Crop Production Estimation in UP	<b>V.K. Singh</b> <b>(Director,</b> <b>Agriculture, UP)</b>
	14.00-15.15	GIS Practical –I (Introduction to Quantum GIS)	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
	15.30-16.45	GIS Practical –II (Creating and Editing Spatial Data using QGIS Software)	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
<b>28.11.17</b> <b>(TUESDAY)</b>	10.00-11.15	Remote Sensing Applications in Agriculture	<b>M. Manjunath, ,</b> <b>NRSC, Hyderabad</b>
	11.45-13.00	Introduction to Global Positioning System (GPS) and Indian Navigation System	<b>Anil Rai</b>
	14.00-15.15	GIS Practical –III (Joining Spatial & Attribute data and Creation of Thematic Layers using QGIS)	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
	15.30-16.45	GIS Practical –IV (Querying from Spatial Data)	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>
<b>29.11.17</b> <b>(WEDNESDAY)</b>	10.00-11.15	Technology fusion for Agricultural Surveys and Resource Planning	<b>A.K. Choubey</b>
	11.45-13.00	Remote Sensing Applications in Climate Change Studies	<b>B. Bhattacharaya,</b> <b>SAC</b>
	14.00-15.15	GPS Practical –I: Introduction and Data collection using GPS	<b>Prachi Misra</b> <b>Sahoo &amp; Gopal</b> <b>Krishna</b>

<b>30.11.17</b> <b>(THURSDAY)</b>	15.30-16.45	GPS Practical –II: Data Download using GPS	<b>Prachi Misra Sahoo &amp; Gopal Krishna</b>
	10.00-11.15	Area and Yield estimation of Horticultural crops	<b>Tauqueer Ahmad</b>
	11.45-13.00	Applications of Remote Sensing and GIS for Crop Acreage Estimation in North Eastern Hilly Regions	<b>Prachi Misra Sahoo</b>
	14.00-15.15	MID- TERM APPRISIAL	
<b>1.12.17</b> <b>(FRIDAY)</b>	15.30-16.45	Applications of Remote Sensing and GIS for Land Use Statistics	<b>Anil Rai</b>
	10.00-11.15	Crop Production and Forecasting using Remote Sensing	<b>S. S. Ray, NCFC</b>
	11.45-13.00	Remote Sensing and GIS for Drought Assessment	<b>S. S. Ray, NCFC</b>
	14.00-15.15	Demonstration of FASAL Soft	<b>S. S. Ray, NCFC</b>
	15.30-16.45	Visit to MNCFC	<b>S. S. Ray, NCFC</b>
<b>02.12.17</b> <b>(SATURDAY)</b>	<b>Demonstration of Crop Cutting Experiment and Field visit to Agra</b>		
<b>04.12.17</b> <b>(MONDAY)</b>	10.00-11.15	Principles of Microwave Remote Sensing	<b>C. Patnaik, SAC, Ahmedabad</b>
	11.45-13.00	Applications of Microwave Remote Sensing in Agriculture	<b>-do-</b>
	14.00-16.45	Presentation by the Participants	<b>Tauqueer Ahmad &amp; Prachi Misra Sahoo</b>
<b>05.12.17</b> <b>(TUESDAY)</b>	10.00-11.15	Hyperspectral Remote Sensing and its Application in Agriculture	<b>R.N. Sahoo, IARI</b>
	11.45-13.00	Drone Remote Sensing for Precision Agriculture	<b>R. N. Sahoo, IARI</b>
	14.00-15.15	Remote Sensing for Plant Phenomics	<b>R.N. Sahoo &amp; C Viswanathan</b>
	15.30-16.45	Visit to Plant Phenomics Centre, ICAR- IARI	<b>C Viswanathan &amp; R.N. Sahoo</b>
<b>06.12.17</b> <b>(WEDNESDAY)</b>	10.00-11.15	Applications of Remote Sensing and GIS in Water Resources	<b>M. Chowdary, RRSC North, New Delhi</b>

	11.45-13.00	Application of GIS and Remote Sensing in Agroforestry	<b>Tauqueer Ahmad</b>
	14.00-15.15	Remote Sensing for Crop Growth and Crop Simulation Modeling	<b>V.K. Sehgal, IARI</b>
	15.30-16.45	Visit to Satellite Data Receiving Station, IARI	<b>V.K. Sehgal, IARI</b>
<b>07.12.17-09.12.17</b> <b>(Thurs -Sat)</b>	<b>Visit to Indian Institute of remote Sensing, Dehradun</b>		
<b>11.12.17</b> <b>(MONDAY)</b>	10.00-11.15	Crop yield estimation using small area models for spatial data	<b>Hukum Chandra</b>
	11.45-13.00	KRISHI- A Geoportal of ICAR	<b>Rajender Prasad</b>
	14.00-15.15	Agro Advisory Services of IMD	<b>Dr. Kamaljit, IMD</b>
	15.30-16.45	Visit to IMD	<b>Dr. Kamaljit, IMD</b>
<b>12.12.17</b> <b>(TUESDAY)</b>	10.00-11.15	Visit to National Agricultural Science Museum	
	11.45-13.00	Visit to Advanced Supercomputing Hub for OMICS Knowledge in Agriculture (ASHOKA)	
<b>Valedictory function</b>			

上列課程內容摘要如下：

### (一) 農業調查抽樣技術

印度是一個以農業為基礎的國家，其經濟在很大程度上仰賴農業。目前，農業佔全國 GDP 的三分之一，且提供了 70% 以上的就業機會。因此，印度的國家發展在很大程度上取決於農業的發展。農作物產量的資訊對於規劃不同農業部門間的資源非常重要。

農業調查抽樣的技術，在印度已有悠久的歷史。在 15 世紀的莫臥兒 (Moghul) 時期，便開始收集基本農業統計資料及進行地籍測量，以滿足稅收及管理的需要。在 18 世紀英國統治後，印度開始系統性的收集農業統計資料，主要仍是為農產品的收入管理需要，這反映了當時政府的主要利益來源仍是依靠土地稅收。

隨後，便將這些資訊用於作物預測，以滿足英國的貿易利益。其中，小麥是在 1884 年最先進行產量預測，到 1900 年，油籽、大米、棉花和甘蔗也逐步被添加到預測作物名單中。

隨著時代的演進，目前的農業統計對印度經濟政策的規劃具有重要意義。農業統計可涵括土地利用、農業生產(包括畜牧業)、成本和價格、持股數量和規模、農業人口構成、所有權和租賃權、農業機械和電力等。農作物的產量估算，是基於該作物的種植面積和單位面積產量推估出的。在印度，作物面積是在採用全面調查的方式，而單位面積產量是根據抽樣調查的方法估計的。然而因為印度國土範圍大，農地分布範圍廣，雖廉價人力可做抽樣調查，但仍需利用遙測和地理資訊系統等技術來快速且大規模估算作物面積，並驗證抽樣調查及產量估算之正確性，因此，遙測及地理資訊系統技術與人力調查兩種方式，在印度為相輔相成之工具，缺一不可。

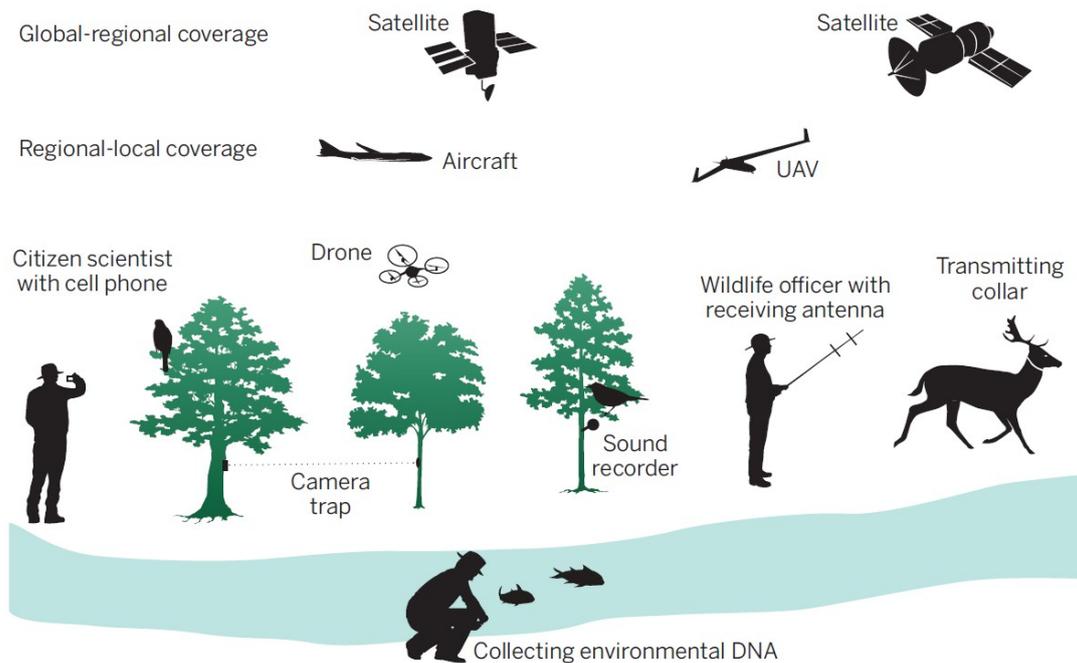
與本主題有關之訓練課程有：

- 印度農業統計系統
- 抽樣方式
- 產量估計
- 園藝測量

## (二) 遙測基本原理

遙測全名為遙感探測(Remote Sensing)是一種不接觸物體，而獲得地表資訊的一種科學量測方式，是通過感測和記錄反射或發射的能量，進而處理、分析與應用這些資訊。遙測技術最早可以追溯到 1858 年利用熱氣球在巴黎上空拍下的第一張空照圖開始。其基本原理是：「任何物體在絕對零度以上都能反射、散射、吸收，或穿透電磁波」。由該物體的獨特性質，以不同光譜特性的輻射波方式，散放電磁波，這種特性稱為某物體的光譜特徵。遙測可分為廣義的與狹義的兩種

定義。廣義的遙測可包括重力測量、地磁測量、電磁波遙測甚至人眼觀測、聲音紀錄等等。狹義的遙測則泛指利用衛星、飛機或近年興起之無人機(Drone)，搭載感測器獲取地表影像等資訊，並進行研究與分析的技術。」這些感測器包含目前所常見的航攝數位相機、多光譜掃描儀、高光譜掃描儀、光達系統、合成孔徑雷達系統及熱成像系統等。依感測器特性，又可分為主動式及被動式遙測，主動式遙測如光達系統、合成孔徑雷達系統，係由感測器主動發出電磁波，再接收分析地表物體反射之電磁波稱之；而被動式遙測則多指航攝數位相機、多光譜掃描儀、高光譜掃描儀及熱成像系統等等，這類感測器並不會主動發射電磁波訊號，僅接收地表物體反射太陽光之電磁波並加以記錄分析。



與本主題有關之訓練課程有：

- 遙測學介紹
- 印度太空計畫介紹
- 遙感物理學
- 數值影像處理技術

- 精度評估
- ILWIS 開源軟體實作

### (三) 地理資訊系統介紹

地理資訊系統 (GIS) 是包含輸入、儲存、查詢、分析和顯示有關地理資訊的硬體、軟體、資料、人員和過程的系統。不同於一般的資訊系統，GIS 可處理經地理定位(geo-referenced)的資料，即帶有座標的資料。地理定位的資料一般可用來描述地表空間任何物體的位置和屬性，在 GIS 系統中，地理資料分成 2 部分儲存：空間(spacial)資料，與空間位置幾何特性有關；屬性(attribute)資料，提供空間資料的相關資訊。GIS 發展至今，已可廣泛應用於農林資源調查、環境影響評估、災害預測、國土管理、都市規劃、交通運輸、公共設施管理、精緻農業等領域。

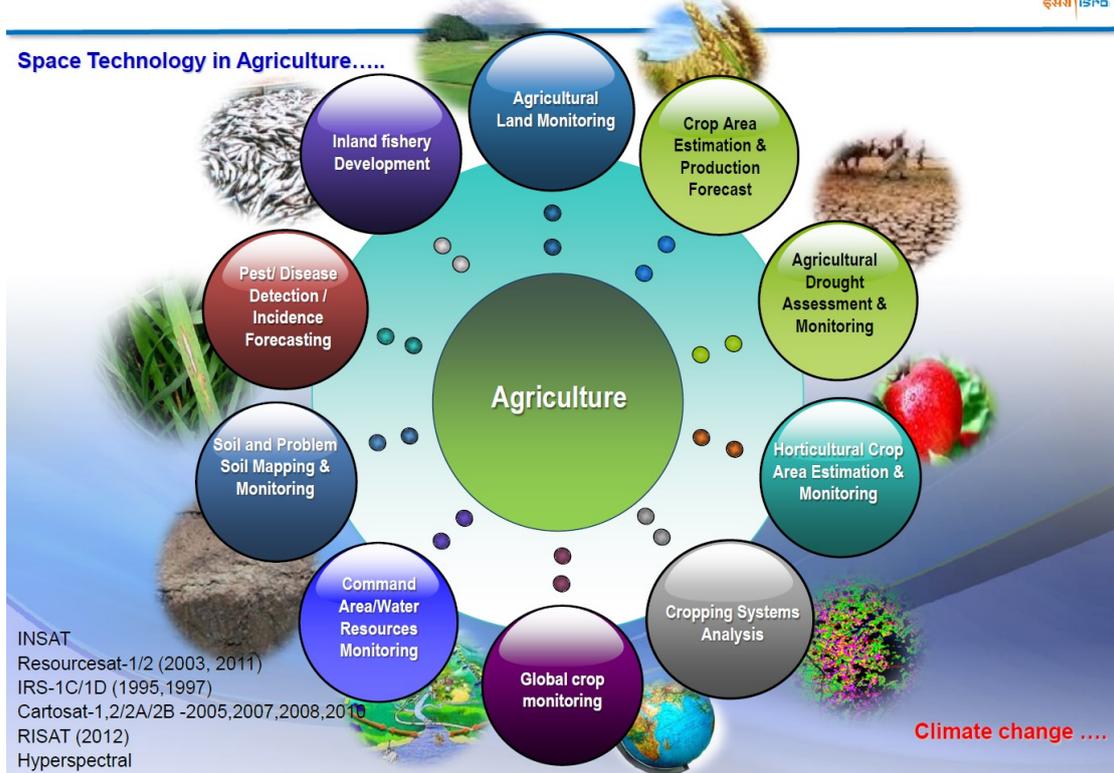
與本主題有關之訓練課程有：

- GIS 簡介
- GIS 資料模式
- 空間資料分析
- 全球定位系統 (GPS)
- QGIS 開源軟體實作

### (四) 遙測及地理資訊系統在農業調查上之應用

與會者由前述課程了解遙測和 GIS 的基礎概念後，再進一步介紹其進階的概念，及如何使用遙測和 GIS 的技術配合開源軟體在實務上之應用，如農林調查、水資源、土地利用統計，作物模擬模式等。另外也介紹微波遙測，高光譜遙測，無人機遙測，關於表型體的遙測等最新發展的課程等等。

## Remote Sensing Applications in Agriculture



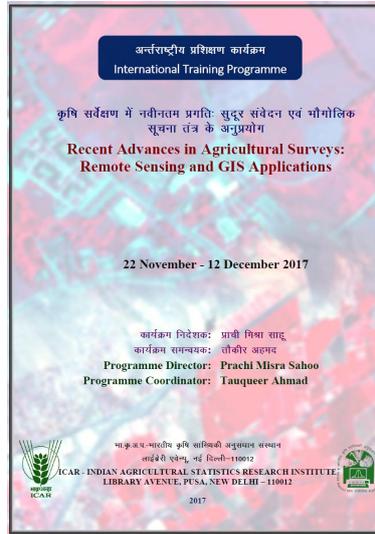
與本主題有關之訓練課程有：

- 農業遙測概論
- 遙測於作物清查之應用
- 遙感於作物產量預測之應用
- 遙感於作物生長和乾旱監測之應用
- 遙感於國土永續管理之應用
- 作物模擬模式
- 印度東北丘陵區作物種植面積估算
- GIS 與遙感在農林複合經營中的應用
- 水資源管理
- 流域管理

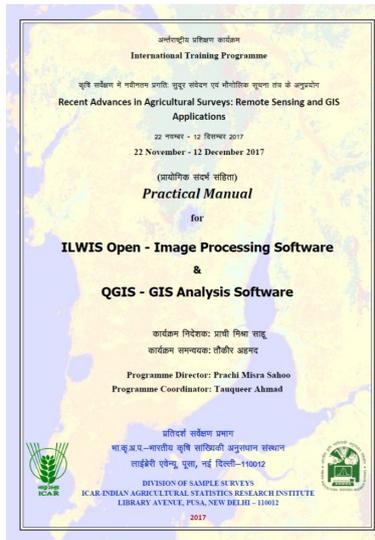
(五) 教材：

本次訓練課程提供以下 2 份紙本教材：

1.參考手冊：包括部分課程內容之講義、期刊論文。



2.開源軟體操作手冊：包括 ILWIS 影像處理軟體及 QGIS 地理資訊系統分析軟體。



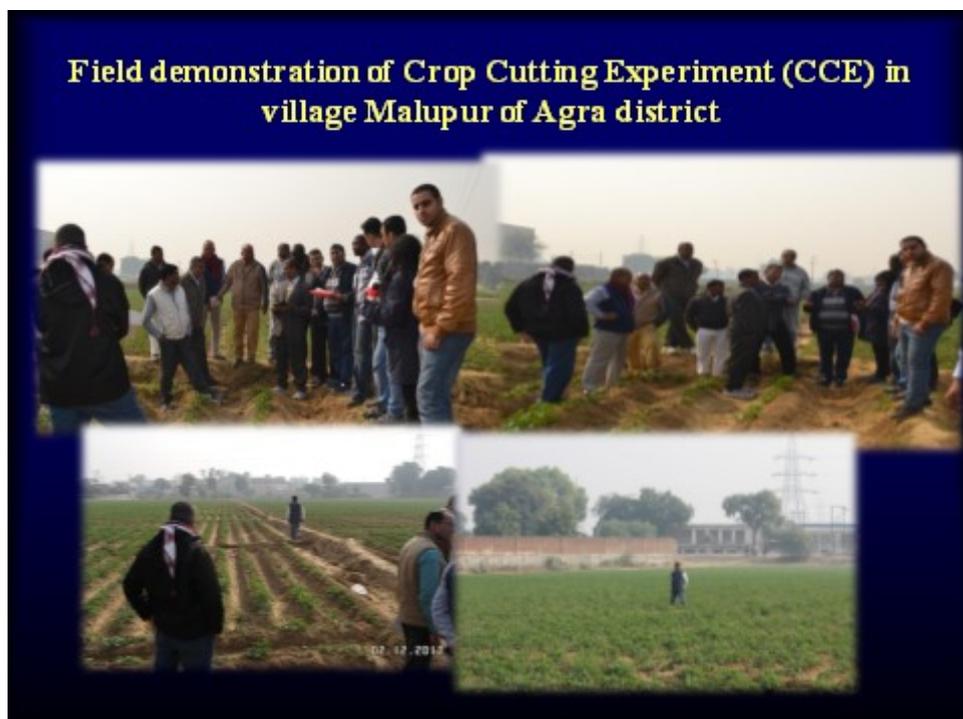
3.AARDO 同時也提供了部份講師之簡報電子檔，供各國學員回國後自行參考使用。

## (六) 實地考察

### 1.參觀阿格拉地區(Agra)農作物產量推估方式

本次課程安排赴新德里附近之阿格拉地區參觀農地圖籍資料記載方式，並

現場演示農作物產量推估方式，印度是以  $5 \times 5$  平方公尺作為單位採樣區域，得到單位區域之產量後，再視該田地之面積大小範圍換算為整體產量。



## 2. 植物表型體中心(Plant Phenomics Center)

參觀新德里之植物表型體中心，了解印度如何利用環境控制與自動化高效

能外型資料取得，結合生物資訊分析，或精確控制外表型的基因型資訊或選拔指標，將成果應用於育種的精確外表型篩選，迅速育成新品種，以取得品種、種苗生產之產業優勢。



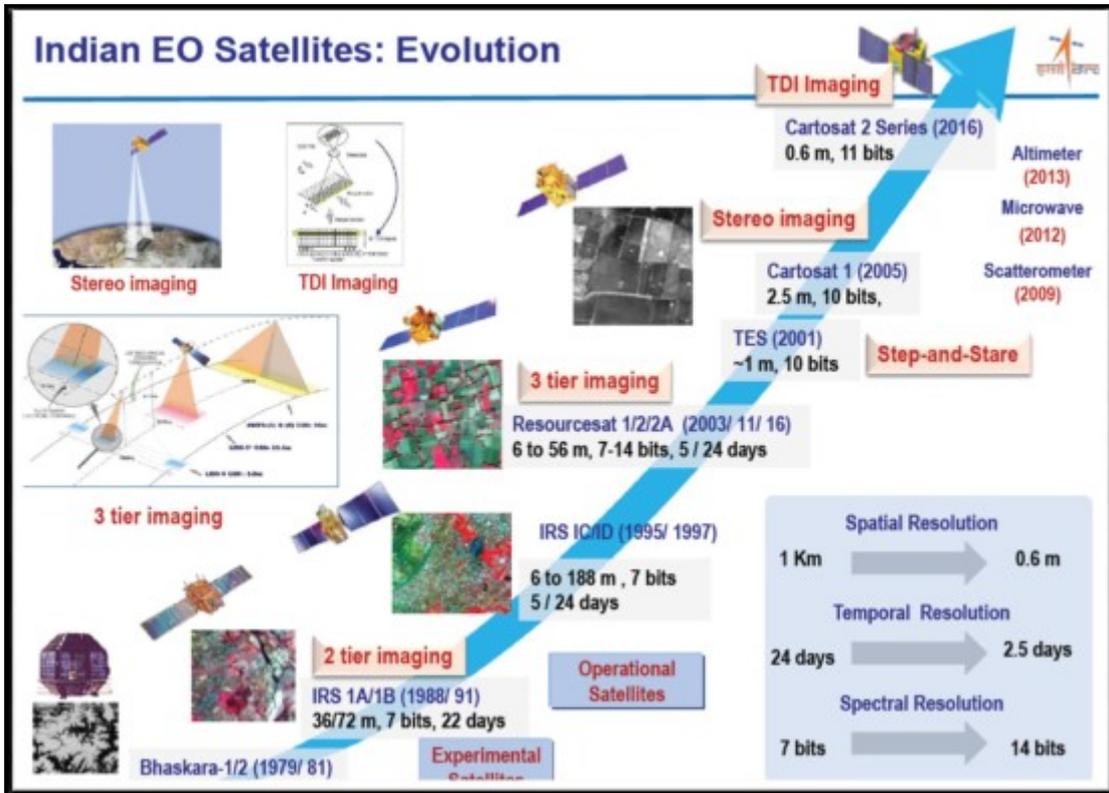
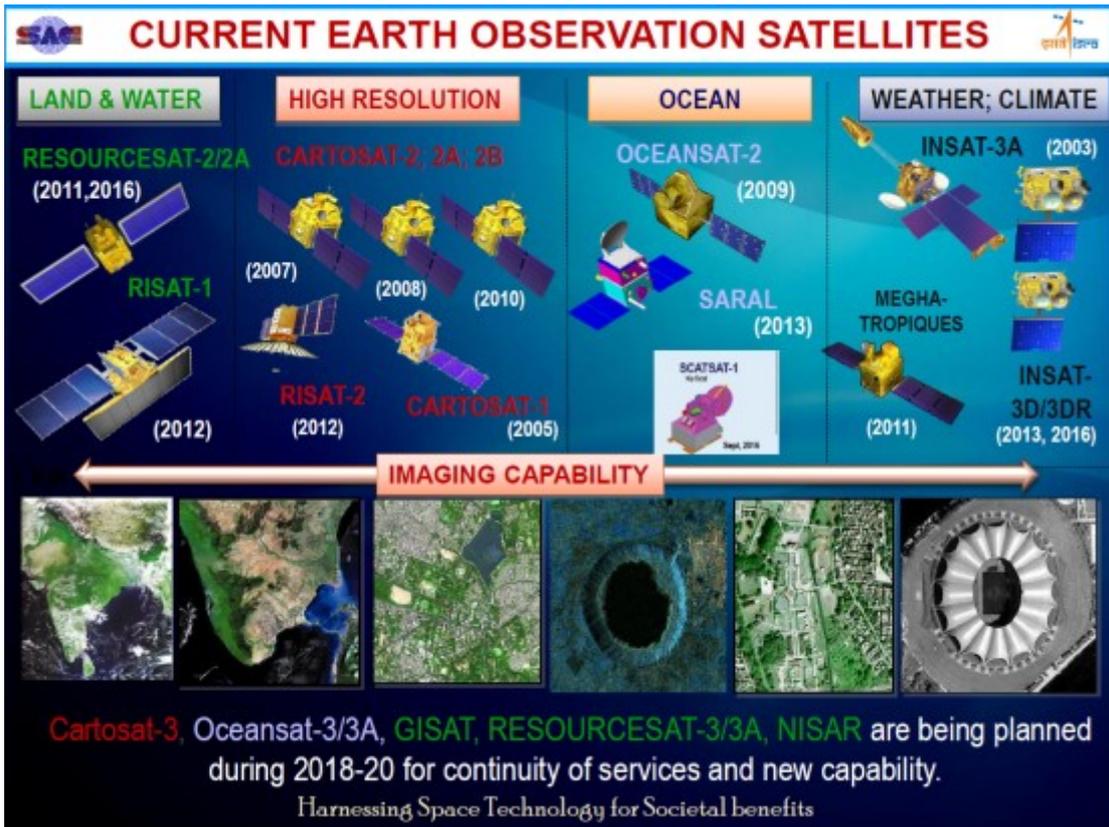
在該中心外，另由講師示範如何使用手持式高光譜感測器(Hyperspectral Sensor)，偵測不同物體之光譜特性。



### 3. 參觀印度農業研究機構(IARI)位於新德里之衛星資料接收及處理中心

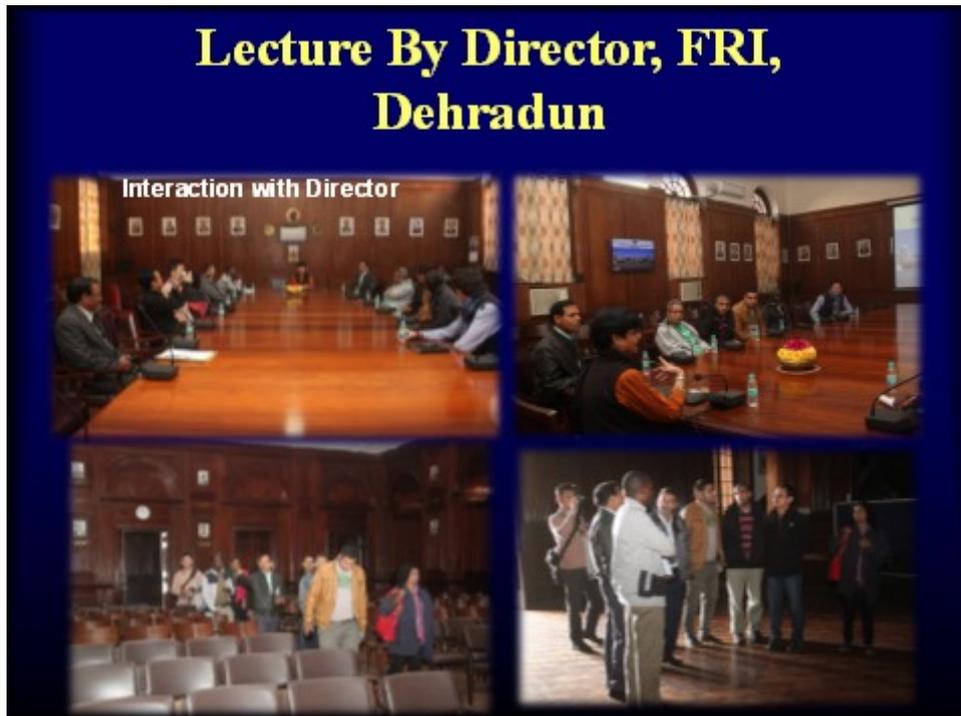
印度之太空科技實力位居全球前幾名，近年來已自行發射多顆衛星，其中不乏各種地球資源衛星，尤其 2016 年發射之 Cartosat-2 衛星，解析度最高可達 0.6 公尺，但目前僅限印度軍方使用。本次參訪之衛星資料接收及處理中心可獨立操作並接收衛星資料，但並未對外販售，僅提供政府機關或學術研究。其中特別的是該中心之衛星操作界面軟體，為印度自行開發，並非向其他國家採購之套裝軟體。





#### 4. 赴印度北方參觀德拉敦(Dehradun)之林業試驗所(Forest Research Institute, FRI)

FRI 是在英國殖民時期 1906 年即成立，負責組織和領導當時印度的林業研究，當時也對印度林業官員和森林護管員進行培訓，在印度獨立後被正式命名為林業試驗所及學院。1988 年，FRI 被歸入印度政府環境、森林和氣候變化部的印度林業研究和教育委員會（ICFRE）的行政機構。



FRI 因占地廣大，園區內建置了昆蟲學、病理、造林及木材等博物館，本次同時參訪了木材博物館，其中展出了多種著名且常見的商業木材。館中另有一重點館藏是 1919 年從山上砍下的 Deodar (*Cedrus deodara*) 樹的橫斷面，距今已有 7 百多年，利用判讀年輪可以清楚地了解自然和氣候事件。

## Visit to Museum, FRI Dehradun



### 5. 參觀馬哈拉諾比斯國家作物預測中心(Mahalanobis National Crop Forecast Center, MNCFC)

該中心以印度統計學家 P.C.Mahalanobis 的名字命名，隸屬農業部，成立宗旨在利用印度太空部太空研究組織(Indian Space Research Organisation, ISRO)開發的最新技術和方法，提供國家級甚至地方級的 11 種主要作物預測及乾旱情況評估。預測方法包括利用遙測衛星影像及 GIS 等空間資訊技術。



### 三、心得及建議

- (一)、本次訓練期間適逢每年印度空汙最嚴重時期，每日空氣品質指數(AQI)均在 300 至 700 左右，相較於台灣當時因境外汙染，使 AQI 指數達到 100 以上而人心惶惶，足見印度空汙之嚴重。且由印度衛星資料接收中心講師提供之衛星影像上，即可清楚辨識出該空汙主要係因新德里周遭農村之農民收割後，就地焚燒廢棄稻草所致。然進一步詢問印度政府是否有具體之解決方法，講師表示此為長久以來之複雜問題，其中尚牽涉選舉等政治因素，故短期內恐無法解決。相較於我國農民環保意識明確，及政府持續推動並嚴格執行相關法令，幸無此問題之產生。
- (二)、在技術方面，綜觀此次參訓之各國，中東及非洲等國多未全面應用遙測及 GIS 技術於農業生產上，因此本次訓練之基礎技能對各國甚為重要。且因非洲國家經濟狀況較為拮据，AARDO 以往在實作軟體上係以 ArcGIS 等套裝軟體進行教育訓練，非洲國家無法大量負擔該軟

體之採購及維護費用，故本次訓練改以免費開源軟體，期能使該國代表回國後能順利推動該技術，使其應用於該國農業生產，提升糧食產量。相較於我國自 1980 年代即開始推動國土資訊系統，目前已廣泛應用其基礎技術於各領域。

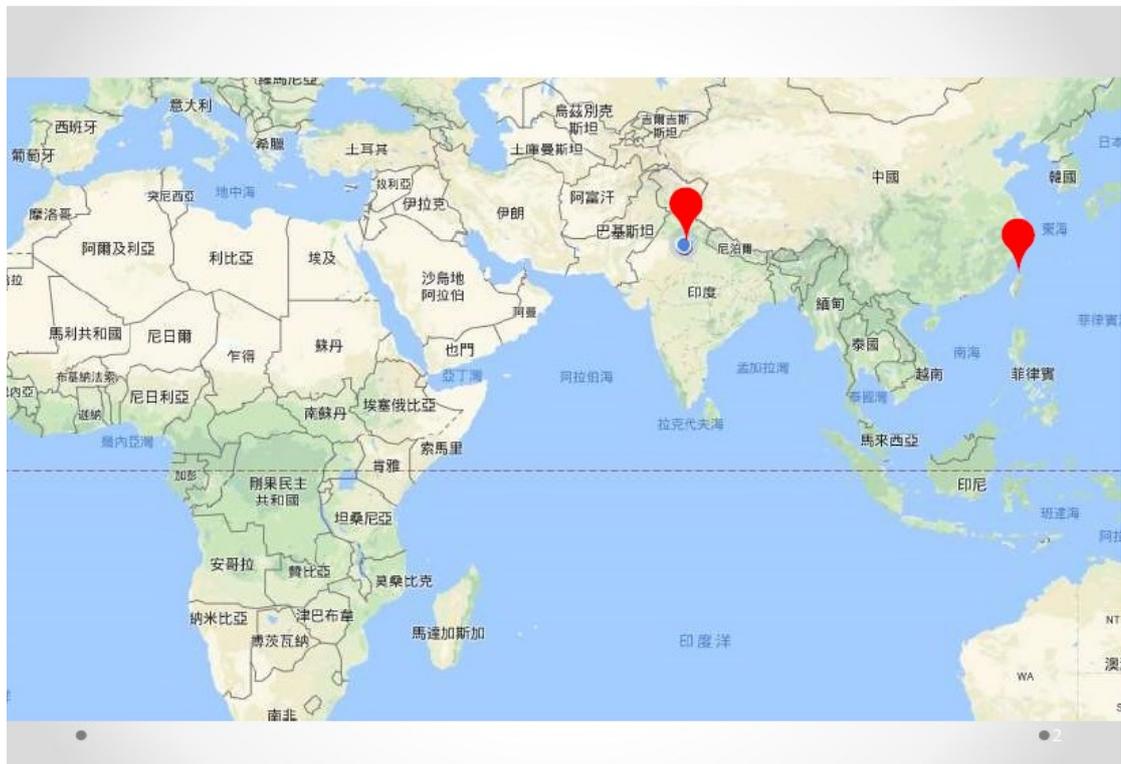
(三)、有關印度無人機之發展，目前規定所有無人機飛行都須經過印度民航局及國防部門的許可，事實上自 2014 年 10 月以來，在印度已是禁止使用無人機的，但並非每個人都真正了解到這一點。總之，在印度民航局完成製定無人機商業用途之法規前，私人機構和個人都是禁止的。在法規制訂方面，印度與我國類似，都將參考美國 2015 年所公布之商用無人機規範草案制訂相關法規。

(四)、本次訓練接觸來自印度太空研究組織(NSRO)之國家遙測中心(National Remote Sensing Centre, NRSC)人員，得知雖印度之遙測衛星廣泛應用，但都市計畫及細部製圖等仍然需要航空攝影，因此，該中心之空中勤務及數值製圖部門(Aerial Services & Digital Mapping Area, AS&DMA)在 2013 年即著手更新購置大像幅數位相機、空載光達系統(LIDAR)及合成孔徑雷達系統(SAR)，並於 2014 啟動飛機更新計畫，以汰除 1990 年代購入之 2 架 King Air B200/B300 型航遙測飛機。由此可知，印度雖國土範圍廣闊，須藉由遙測衛星影像來協助其快速管理及監測全國之農地，然細部之航空攝影仍有其必要性，而我國國土不大，已有福衛五號影像可自主長期監測國土變化，但對於我國欲朝向精緻農業發展及國土永續經營之趨勢，仍需藉由高解析度之航攝影像來協助，建議應先加速推動飛機更新計畫，以汰除目前僅存 1 架 1960 年代購入之老舊航遙測飛機。

(四)、印度雖國民所得不高，貧富差距明顯，但參觀印度衛星科技後了解，

目前印度除可製造衛星外，亦有基地及火箭可自行發射衛星，甚至受其他國家委託代為發射，增加政府之收入，此係印度政府全力推動太空技術之發展之決心所致。而我國因人口及資源未及印度龐大，故僅全力專注自行研發福衛五號衛星，並已順利運作。藉由本次與各國代表談論得知，許多國家對印度及歐美等國之衛星影像需求甚殷，尤以免費提供之低解析度衛星影像，如 Landsat 等。我國過去之福衛二號衛星影像，其 2 公尺解析度已接近先進國家之高解析度衛星影像，於國際間之知名度及應用程度卻不若其他國家之衛星影像，倘福衛五號順利接收影像後，可透過 AARDO 或其他我國參與之國際組織提供其他會員國應用，應有助於我國突破現今之外交困境，提高國際能見度。

#### 四、附錄(遙測及 GIS 於台灣之應用簡報內容)



# Introduction of Taiwan(R.O.C.)

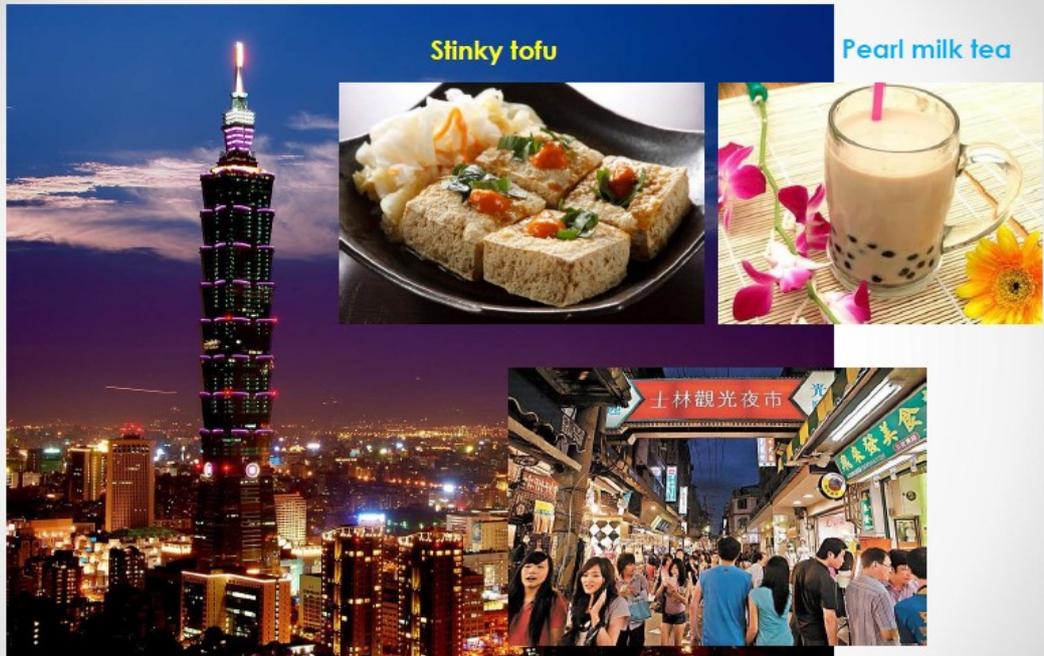
## General information

Population	23 million
Area	36,000 km <sup>2</sup>
Forest areas	219.7 million km <sup>2</sup> (60.71% of land area)



•

• 3



Stinky tofu

Pearl milk tea

•

• 4

# RS Data Providing

## National Space Organization

- Satellite Images



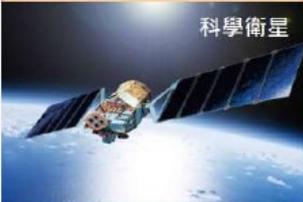
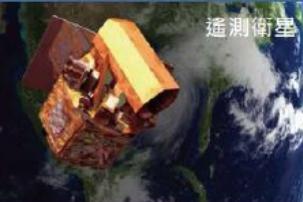
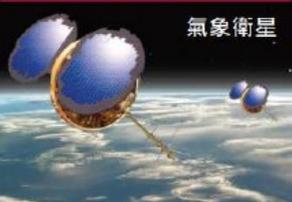
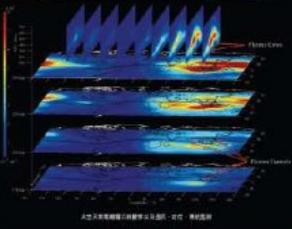
## Aerial Survey Office

- Aerial Images

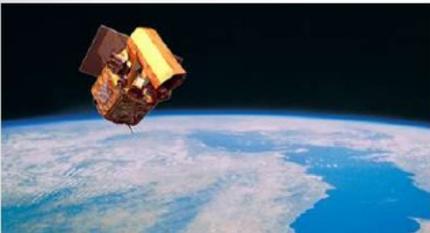


- 1991 National Space Project Office(NSPO)
- 2005 National Space Organization



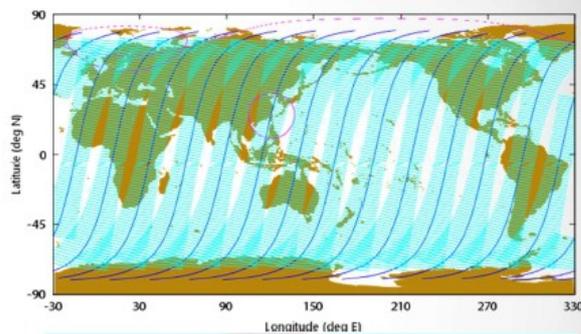
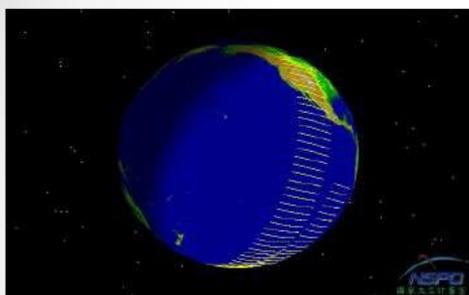
FORMOSAT-1	FORMOSAT-2	FORMOSAT-3
福衛一號	福衛二號	福衛三號星系
科學衛星	遙測衛星	氣象衛星
		
		
88年1月~ 93年6月	93年5月 ~ 現在	95年4月 ~ 現在
JAN 1999 ~ June 2004	MAY 2004~ AUG 2016	APR 2006~ Present

# FORMOSAT-2




Item	Description
Mission	Earth Remote Sensing and Science
Weight	760 kg
Size	Hexagonal, height 2.4 meters, outer radius approximately 2.06 meters
Orbit	Sun-synchronous at 891 km
Re-visit Cycle	Daily revisit
Ground Sampling Distance	2m (PAN), 8m (MS)
Swath	24 km
Launch Date	May 21, 2004
Decommissioned	August, 2016

# FORMOSAT-2 Daily Revisit Capability



FORMOSAT-2 has taken images more than 5 times of the Earth lands since its launch.

# Ground Stations



# Remote Sensing Application of FORMOSAT-2



11

# Land Use Monitoring

國土利用監測整合資訊網  
Integrated Land Use Monitoring

Home 中文 English



ID	Message	Date	Subject
----	---------	------	---------

# Land Use Monitoring

- Use high resolution satellite images which were then analyzed to locate **differences of ground feature** on images obtained from **different periods of time**.
- Screening of Change Areas with **Suspected** Violations
- All data are then uploaded to the online reporting system and reported to relevant units.
- These units will then dispatch inspectors to perform Field inspections.



# Land Use Monitoring

- Most of the images are from FORMOSAT-2, with additional images provided by SPOT.



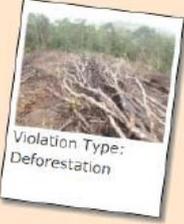
# Land Use Monitoring

- Summary of Notification and Report of Change Areas

**Hualien County**



Previous Imagery    Current Imagery



Violation Type:  
Deforestation

**Kaohsiung City**



Previous Imagery    Current Imagery



Violation Type:  
Illegal piling of sand  
and gravel

Examples of suspected changes report

# Land Use Monitoring

- satellite image **restrictions**

<p><b>Vegetation</b> ↕ <b>Built-Up Land</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• New Building Addition</li> </ul>	<p><b>Vegetation</b> ↕ <b>Bare land</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Land Grading</li> <li>• Soil, Stone</li> </ul>	<p><b>Vegetation</b> ↕ <b>Water Body</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Water Body Changed</li> </ul>
<p><b>Bare land</b> ↕ <b>Built-Up Land</b></p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• New Building Addition</li> </ul>	<p><b>Bare land</b> ↕ <b>Bare land</b></p> <p>Cannot be Interpreted</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Downward Excavation or Upward Stacking of Earthwork</li> </ul>	<p><b>Built-Up Land</b> ↕ <b>Built-Up Land</b></p> <p>Cannot be Interpreted</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rooftop Add-On</li> </ul>

# Climate Change



# Disaster management



# Disaster management

- Advantage of Formosat-2 : Revisit everyday
- Dammed Lake Monitor



# Disaster management

- Before (Natural color)
- FORMOSAT-2 03/27/2012 2M



- After (Natural color)
- FORMOSAT-2 06/17/2012 2M

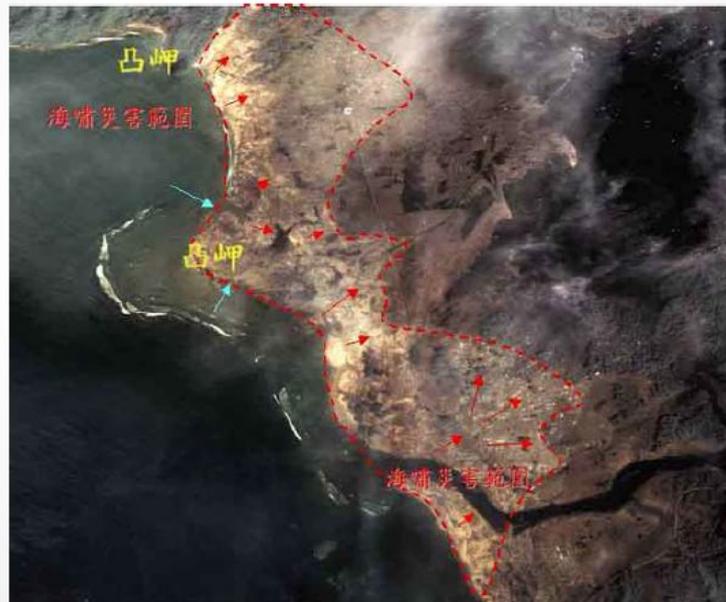


資料來源：太空中心；資料處理：太遙中心

# Member of Sentinel Asia

22	Philippines	66 Mines and Geoscience Bureau (MGB), Department of Environment and Natural Resources		
		67 Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (PAGASA)		🌐
		68 Philippine Council for Industry, Energy and Emerging Technology Research and Development (PCIEERD)		
		69 Philippine Institute of Volcanology and Seismology (PHIVOLCS)		🌐
		70 Manila Observatory (MO)		🌐
23	Singapore	71 NOAH Center of the University of the Philippines Resilience Institute 		🌐
		72 Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing (CRISP) 	🌐	🌐
24	Sri Lanka	73 Earth Observatory of Singapore (EOS) 		🌐
		74 Survey Department of Sri Lanka		🌐
25	Taiwan	75 Ministry of Disaster Management		🌐
		76 National Applied Research Laboratories (NARL) 	🌐	🌐
26	Thailand	77 Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University (CSRSR, NCU) 		🌐
		78 Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA) 	🌐	🌐
		79 Department of Disaster Prevention and Mitigation (DDPM)		
		80 Department of Water Resources (DWR) 		
		81 Royal Forest Department (RFD)		
27	United Arab Emirates	82 National Park, Wildlife and Plant Conservation Department		
		83 Royal Irrigation Department (RID)		
		84 Land Development Department (LDD)		
		85 Andaman Environment and Natural Disaster Research Center, Prince of Songkla University (ANED, PSU)		🌐
28	Vietnam	86 Mohammed Bin Rashid Space Centre (MBRSC) 	🌐	🌐
		87 Vietnamese Academy of Science and Technology (VAST)	🌐	🌐
		88 Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) 		

# 2004 Asian Tsunami



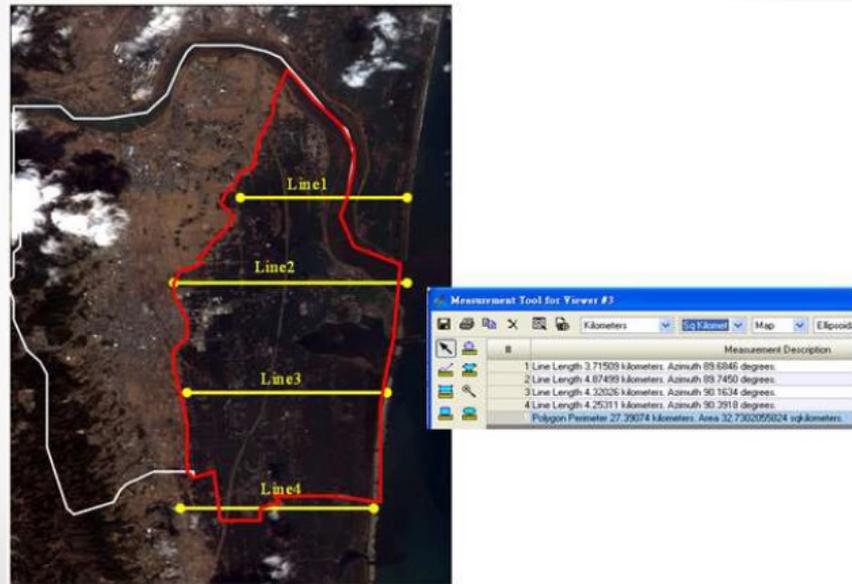
## 2007 South California forest fire



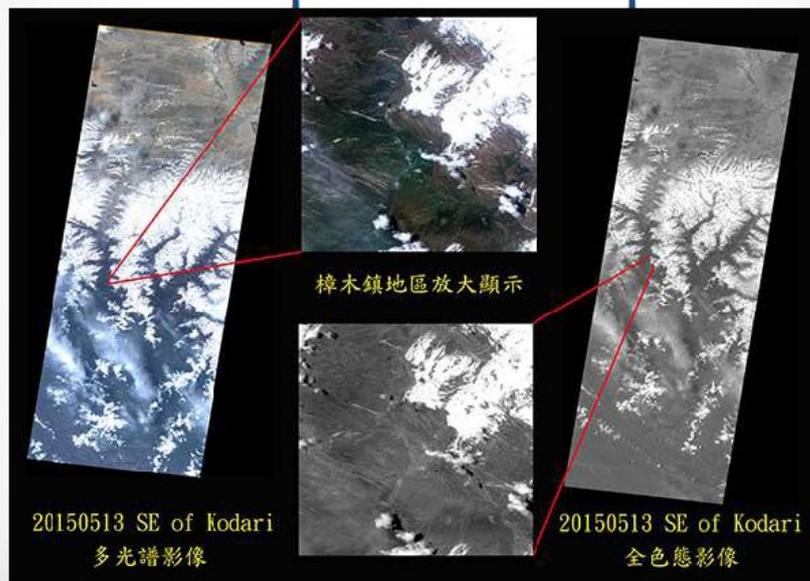
## 2008 Sichuan Earthquake



# 2011 Japan Earthquake and Tsunami



# 2015 Nipal Earthquake



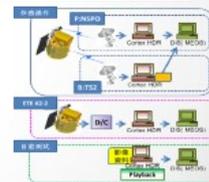
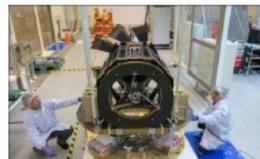
# 2006 ship oil spill

Provide an evidence  
Win an international lawsuit



# FORMOSAT-5

Mission: To build up Taiwan' s self-reliant space technology on the remote sensing satellite system and to continuously serve the global imagery users' community of FORMOSAT-2.







## RS Data Providing

### National Space Organization

- Satellite Images



### Aerial Survey Office

- Aerial Images





- Model : King air Beech-200
- From : 1979
- Operated by Nation Airborne Service Corps.



- Model : King air Beech-350
- From : 1993
- Operated by Nation Airborne Service Corps.



# Digital Mapping Camera

- Frame by Frame  
-Leica DMC

**Digital Frame Camera**  
Patched Central Perspective

overlapping frame images

- Push broom  
-Leica ADS 40



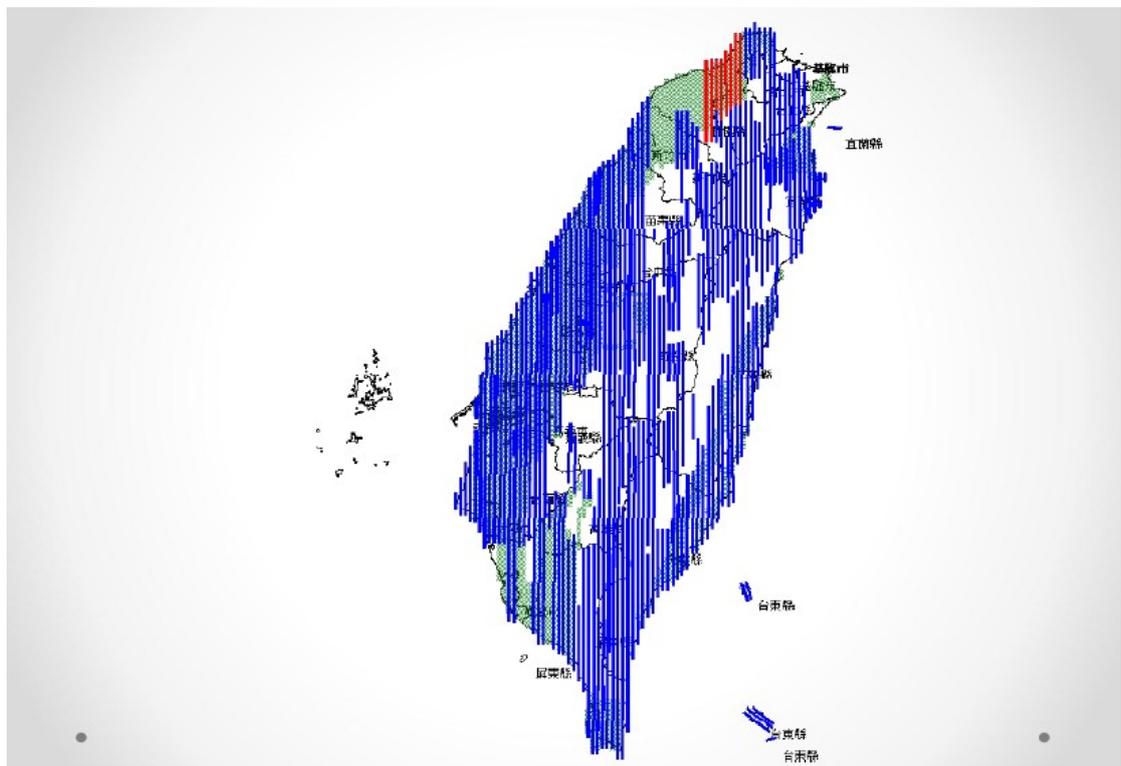
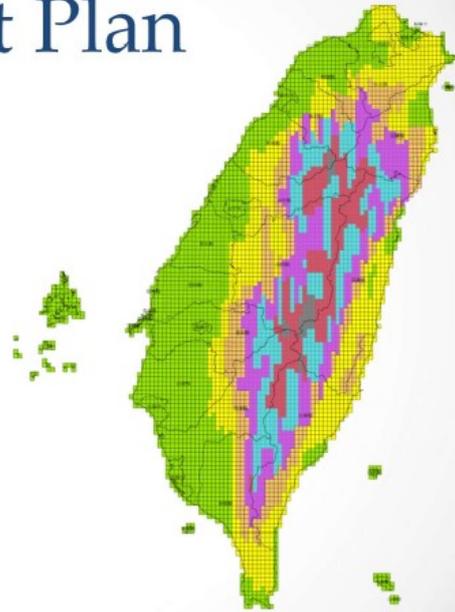
**Airborne digital sensor ADS40**  
Parallel Line Perspective

Each CCD line  
1 pixel wide by  
12,000 pixels long

100% overlap of pixel carpets

# Flight Plan

- 5000 Grids with 1.5'x1.5'
- 80 Lines
- Divided to 7 Flight-height
- 25 cm Resolution
- R、G、B、NIR 4bands
- Flight-direction N<->S







## Film (Scanned)

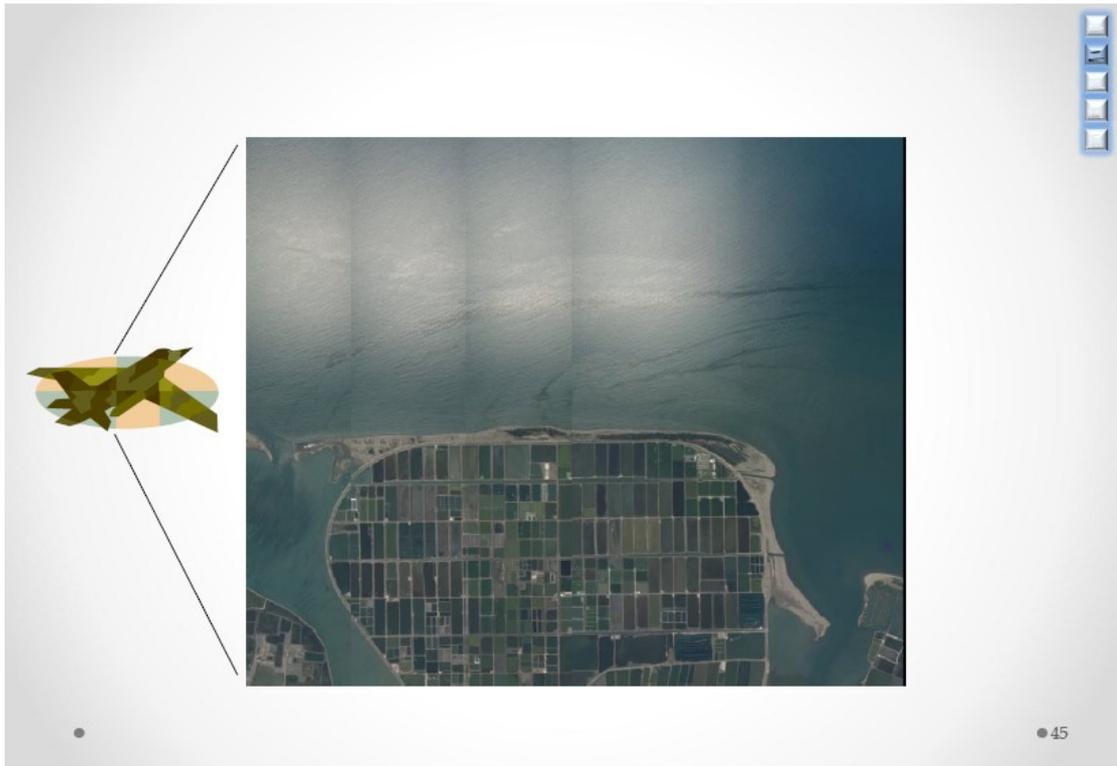


43

## Frame Images : DMC



44



## ADS 40 False Color Images



47

## Data Storage

各類圖資及儲存空間使用情形

Image Type	Amounts	capacity
Traditional (1976-2008)	3,747卷 共730,113張	233TB
DMC Images (2007~)	約207,013張	289TB
ADS40 Images (2008~)	約24,232公里	26TB
1/5000 Ortho Images	約76,361張	53TB

ASO Taiwan Image Service and Supply System(ATIS)



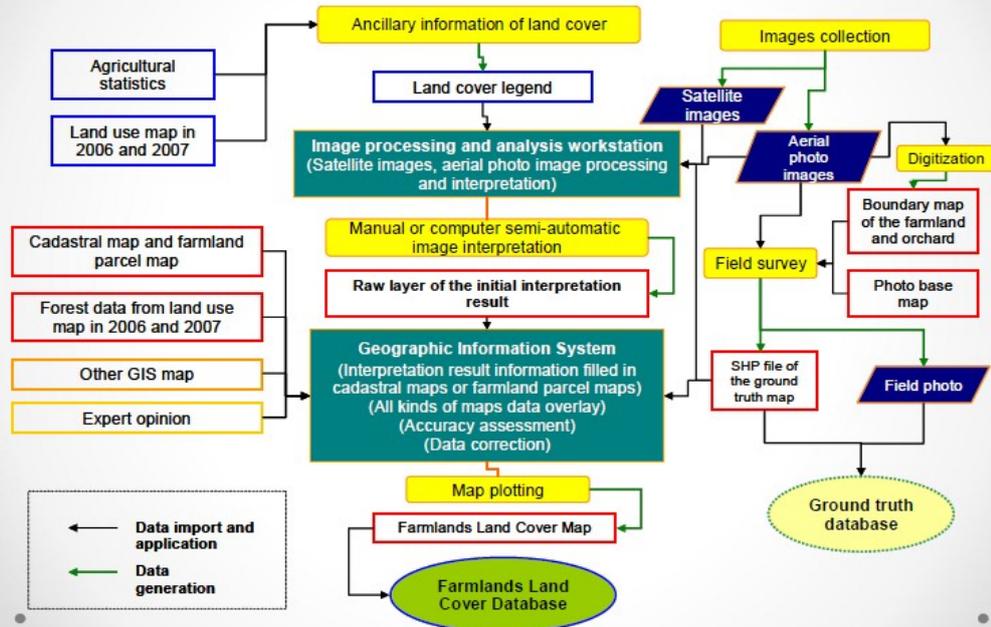
48

# Remote Sensing Application of Aerial Images



49

## Flow chart of Agriculture Survey



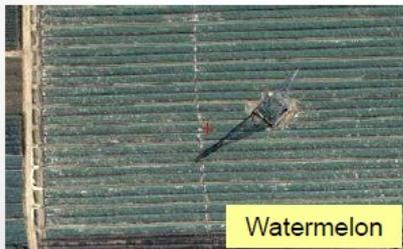
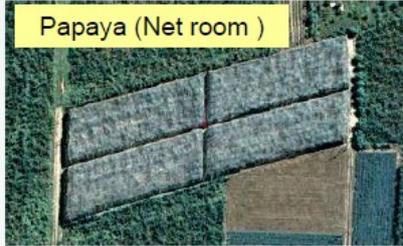
## Farm land images



## Aerial Image Interpretation and Stereo Plotting



## Recognize different fruit tree types in aerial images



## Recognize different types of banana in aerial images



## Interpretation Result with Fruit Tree



## Overlay With Cadastral Map



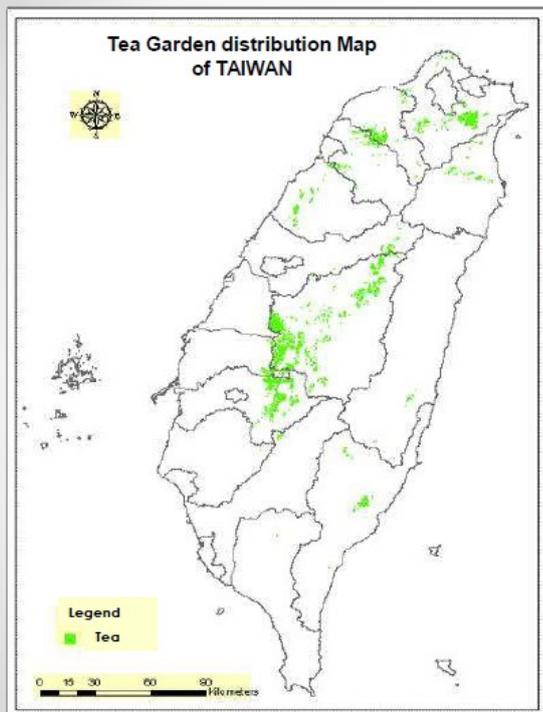
## Ground truth field work

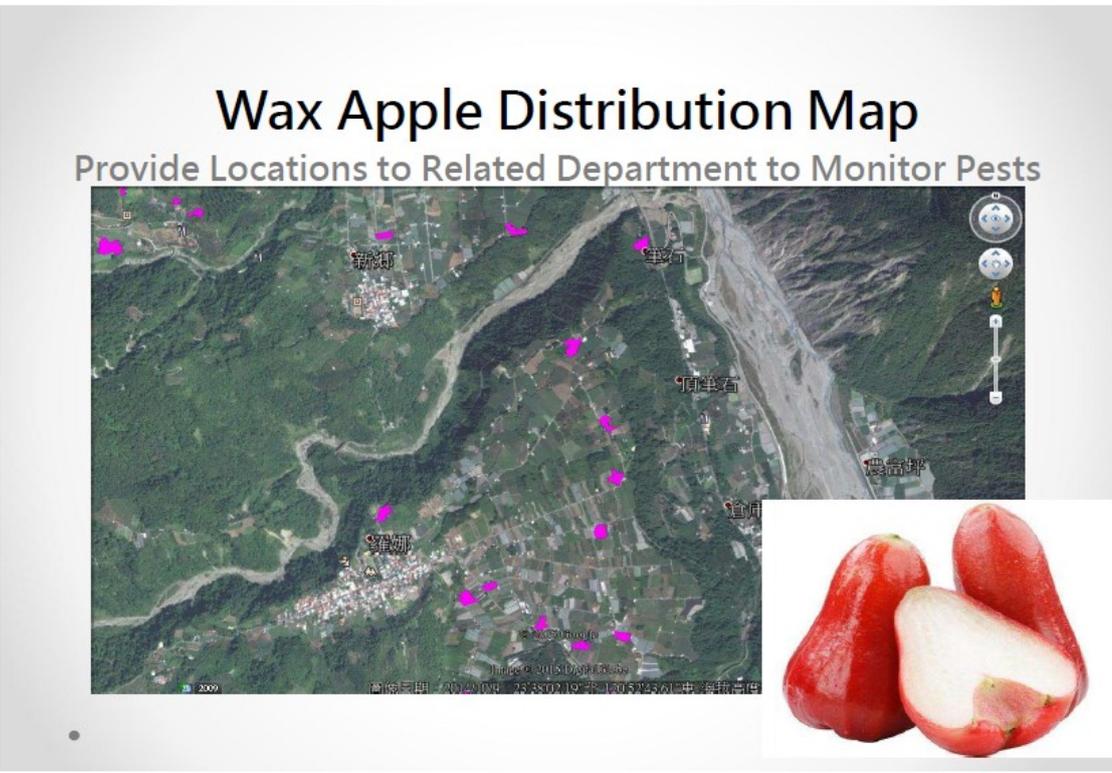
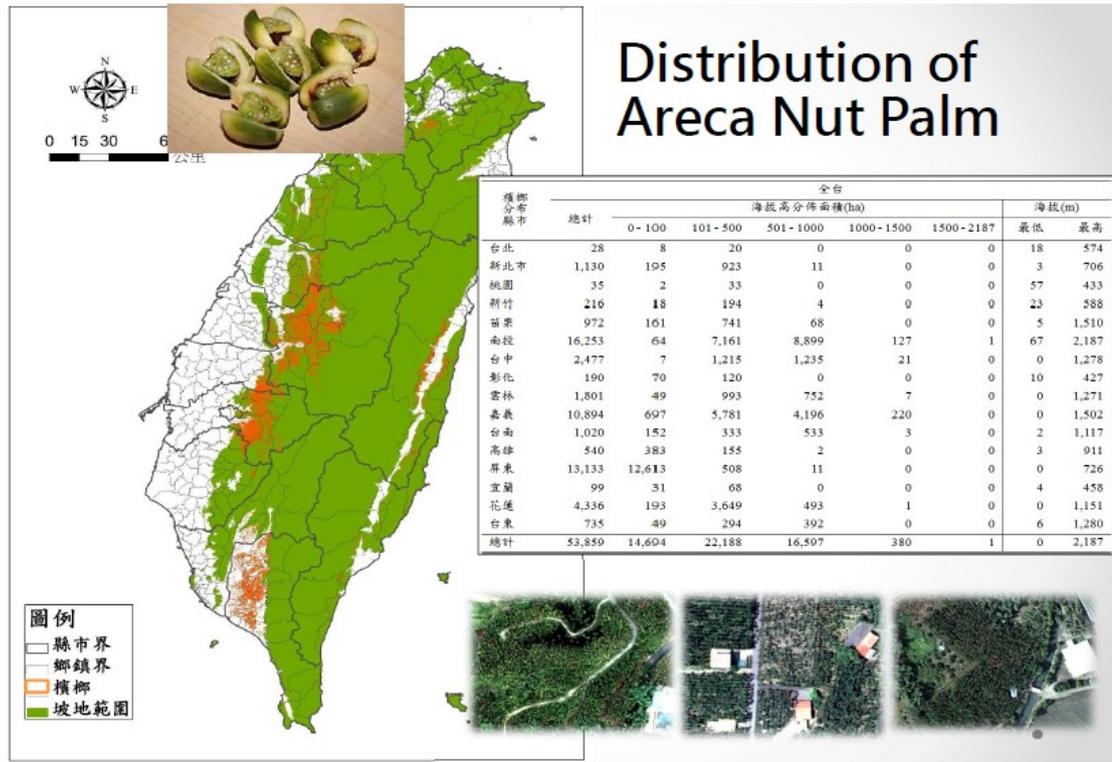


## Land Use map



# Tea Garden distribution Map of TAIWAN





### Comparison of Custard Apple Before and After Typhoon Nepartak



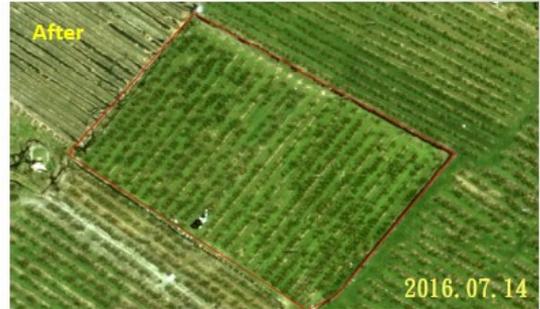
倒伏90%  
落葉15%

### Comparison of Custard Apple Before and After Typhoon Nepartak



倒伏5%  
落葉100%

### Comparison of Custard Apple Before and After Typhoon Nepartak



倒伏5%  
落葉30%

### Comparison of Custard Apple Before and After Typhoon Nepartak



倒伏100%  
落葉100%

1. Fallen leaves



2. Lodging

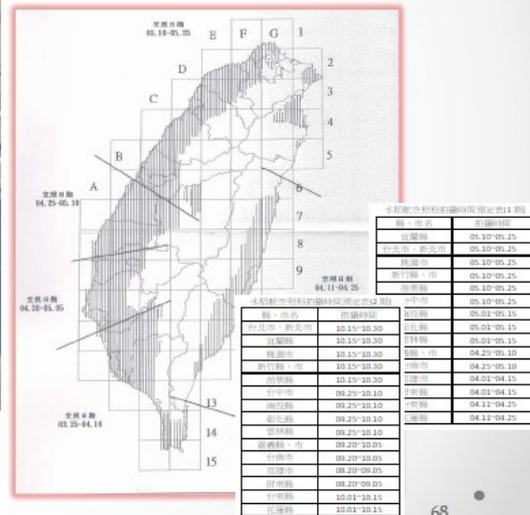


• **Rice Area Survey by Aerial Images**

To Estimate total production as the basis for government policy decisions



Photo Frequency: 2 times/year





## UAV or Drone

- Planning...
  - Fix-Wings UAV
  - Multi—spectrum Sensor or Hyper-spectrum Sensor
  - Large Area
  - To supplement aerial images



# UAV or Drone



Drone Images-  
cauliflower  
花椰菜

智慧國土NGIS2020計畫支持  
農業試驗所土壤調查研究室製圖

Drone Images-Cabbage 甘藍



Drone Images- Goose Farm



智慧國土NGIS2020計畫支持  
農業試驗所土壤調查研究室製圖

# Drone Images- Corn (harvesting)



智慧國土NGIS2020計畫支持  
農業試驗所土壤調查研究室製圖

561 records in a village



Drone image Interpretation

**圖例**

○其他	30
●水稻	365
●球莖甘藍	2
●番石榴	22
●馬拉巴栗	7
●園藝場	46
●混作甘藍/花菜	1
●甘藍	17
●結球白菜	23
●花菜	1
●瓜果類	42
●蔥	5

## Conclusions

- Remote Sensing is useful for **Agriculture Survey**, forest resource survey, mapping, disaster prevention rescue, and many other purposes.
- Due to climate change and extreme weather, new forms of disasters will happen more frequently in the future.
- Remote Sensing is good for **large-scaled** disasters and is a **necessary tool** in disaster management.



Thank You  
for  
Your Attention

78