

第四章 MASTER 系統與影像資料說明

本章分別闡述 MASTER 任務、成像光譜儀的諸元特色、影像光譜標準偏差值及各波段間的相關矩陣與協變方矩陣圖。

4-1 任務說明

MASTER 係由 NASA 的 Ames 研究中心、噴射推進實驗室(Jet Propulsion Laboratory, JPL)與 EROS 資料中心共同發展的儀器。MASTER 的發展是藉由 ASTER 與 MODIS 兩者進行科學的研究計畫，其中最早的 ASTER 與 MODIS 兩個衛載的成像儀器已安置於 1999 年 12 月 18 日所發射的第一顆地球觀測系統(Earth Observing System, EOS)平台上，表 4-1 與 4-2 分別描述這三種儀器的特性。MASTER 任務可分為主要與次要部分，概述如下：

(1)主要任務為：

1. 收集如同 ASTER 與 MODIS 的陸地資料，以支援確認 ASTER 與 MODIS 地球物理檢索演算法(Geophysical Retrieval Algorithms)。
2. 提供優於星載所收集的高空間解析度資料，作為製圖等研究及比較。
3. 提供一個附加的輻射率定以幫助 EO-1 之 ASTER 與 MODIS 在飛行過程中成果的特性描述。

(2)次要任務：

1. 為大氣與海洋測量的計畫中現行所使用的 MODIS 空載模擬器，提供其備用儀器。
2. 為了地區尺度(Local-Scale)的研究，提供對熱紅外多光譜掃瞄器(Thermal Infrared Multispectral Scanner)一個範圍更寬之光譜與動態範圍(Dynamic range)的選擇。

4-2 儀器架構

儀器的構成有三個主要的部分：掃瞄光譜儀、數位設備及儲存系統。當光譜收集時以二向色光束分離鏡(Dichroic Beam Splitters)，分別將波長分離為四種，分別為可見光與近紅外(VNIR:1~11)、短波近紅外(SWIR:12~25)、中紅外(MIR:26~40)及熱紅外(TIR:41~50) [Hook et al., 2001]，如圖 4-1。

MASTER 儀器與 MODIS 計畫所發展的 MAS(MODIS Airborne Simulator)有相似處，然而兩者具有兩點主要的不同：

- (1) MASTER 支援多種掃描速度，允許藉由多種高度與像元尺寸獲得連續影像。
- (2) MASTER 儀器的波段位置設定與 ASTER 及 MODIS 較近似。

表 4-1 ASTER 與 MODIS 儀器特性(EO-1 載台)

儀器	ASTER	MODIS
空間解析度	15 m (4 個波段, VNIR)	250 m (2 個波段)
	30 m (5 個波段, SWIR)	500 m (5 個波段)
	90 m (5 個波段, TIR)	1000 m (29 個波段)
波段數目	14	36
光譜範圍	0.5—12 μm	0.4—14 μm
帶寬 (km)	60	2330
提供立體成像功能	有	無
Quantization (bits)	VNIR : 8	12
	SWIR : 8	
	TIR : 12	

表 4-2 MASTER 儀器諸元

波長範圍	0.4-13 μm	
波段數目	50	
像元數目	716(16 bit)	
IFOV	2.5 mrad	
全部視角	85.92°	
載台類型	DOE King Air Beachcraft B200 NASA ER-2 NASA DC-8	
像元尺度與 最大航程	B200	5–25 m、700 海哩
	ER-2	50 m、3700 海哩
	DC-8	10–30 m、5403 海哩
掃描速度	6.25/12.5/25 rps	
Digitization (bit)	16	

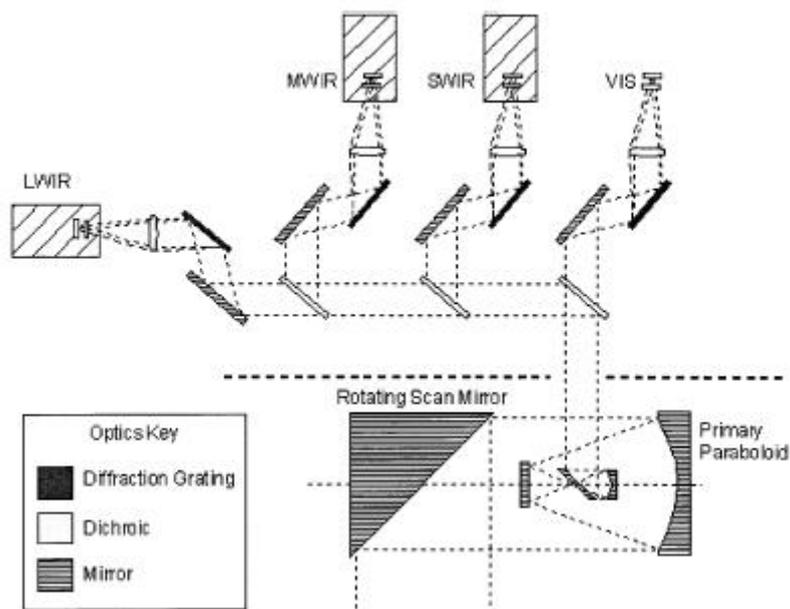


圖4-1 MASTER光學的設計[Hook, 2001]

4-3 儀器輻射率定

目前 MASTER 所使用的載台有三種，分別為 King Air Beachcraft B200、NASA DC-8 及 NASA ER-2。由於每個儀器都有其獨特的操作環境，故需在每個載台上進行一個確認實驗[Hook et al., 2001]。JPL 與亞利桑那州立大學共同於 1998 年以 Lake Meade 和 Ivanpah Playa 兩個實驗區完成 B200 測試，並且兩團隊於隔年以 Lake Tahoe 和 Ivanpah Playa 兩實驗區各自完成 DC-8 之測試，此外 JPL 也於 2001 年以 Lake Tahoe 實驗區完成 ER-2 測試，在每次測試中皆採用低、中及高三種高度進行測試。以下僅就本研究所使用之 DC-8 載台所完成之測試結果進行說明，測試高度於 Lake Tahoe 分別為 4065、6067 與 8417m，另外於 Ivanpah Playa 高度分別為 3457、5530 與 7624m，其測試結果如附錄一[JPL (C), 2003]。

由附錄一表中可發現，在波長為 0.94 與 1.876 μm 範圍附近及第 22 波段處 (2.2 μm) 其輻射百分比差異較大，這分別由於大氣吸收之水吸收帶與可能地表具有含氫氧根(Hydroxyl-Bearing)的泥土所影響。此外，於 TIR 波段的最短與最長波長中百分比差異較大，這是因為分別受到水與二氧化碳吸收的影響。然而在這個測試實驗中並未紀錄中紅外(MIR)波段的測試結果，其原因為訊雜比低所導致。

4-4 MASTER 影像

測試影像為 2000 年 9 月 27 日，NASA/JPL 於太平洋周邊國家所執行之 PACRIM II 計畫所拍攝，計畫中包含台灣地區的西部、南部、921 地震區及墾丁 [Chen et al., 2001]，計畫飛行航線如圖 4-2 所示。本次使用載台為 DC-8(圖 4-3)，同時具有 AIRSAR(Airborne Synthetic Aperture Radar)與 MASTER 兩儀器。任務包含收集地理與大氣資料以提供海岸分析、海洋、林業、地質、水文及考古等應用。PACRIM II 計畫台灣地區為由中央大學太遙中心配合 JPL 進行，本研究使用之數據為向 JPL 申請後，經由網路由 JPL 下載獲得。研究中所使用之影像拍

攝時間為當日上午 5 點 11 分至 33 分，拍攝起點約為東經 $121^{\circ}17.2'$ 、北緯 $25^{\circ}15.6'$ (淡水河出海口外海處)，終點為東經 $119^{\circ}55.32'$ 、北緯 $23^{\circ}7.98'$ (台南外海處)，飛機航向 212.3° ，太陽角(Solar Zenith) 34.2° ，GPS 平均高度 8413m(MSL)，掃描速度為 12.5 rps，原始影像尺寸規格為 716(像元) \times 15869(像元) \times 50(波段)。相關攝影姿態、飛行高度與各波段中心波長如圖 4-4。影像中心位置約為東經 $120^{\circ}36.3'$ 、北緯 $24^{\circ}11.8'$ ，地理位置約為台中東海大學附近，航線示意圖如圖 4-5。

本研究擷取原始影像部分地區，影像尺寸規格為 360(像元) \times 360(像元) \times 50(波段)，座標位置約為東經 $120^{\circ}8'$ 、北緯 $23^{\circ}30'$ ，地理位置為嘉義縣東石鄉之鰲鼓濕地，如圖 4-6。

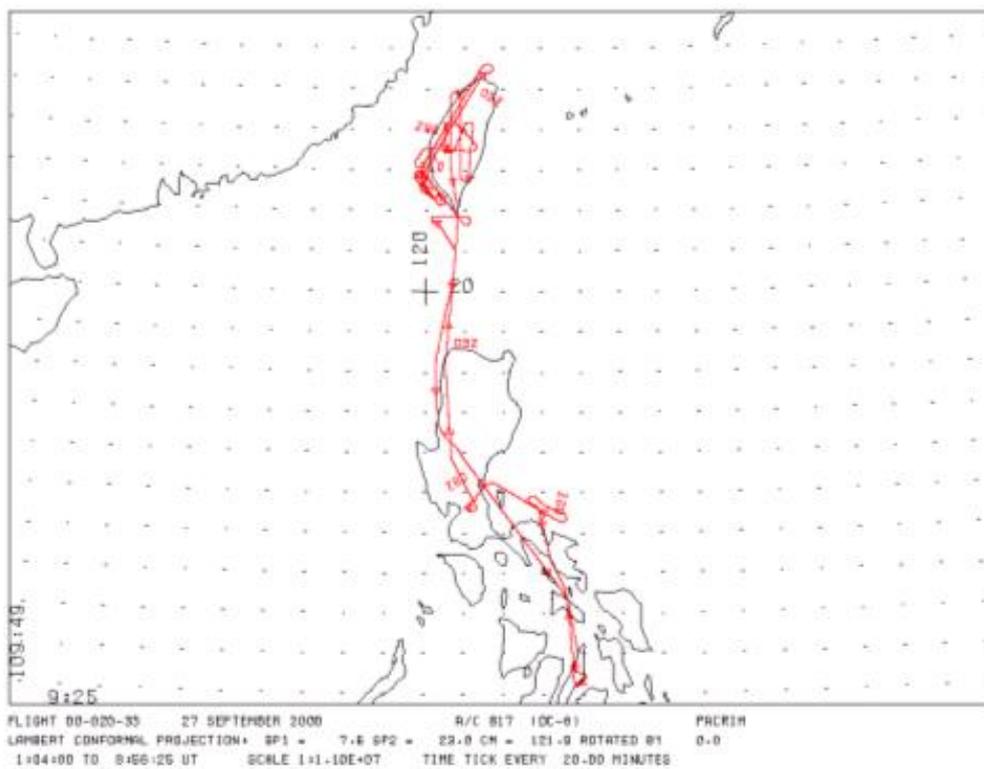


圖4-2 PACRIM 2000拍攝飛行航線[JPL (B), 2003]



圖4-3 DC8飛機外觀[JPL (D), 2003]

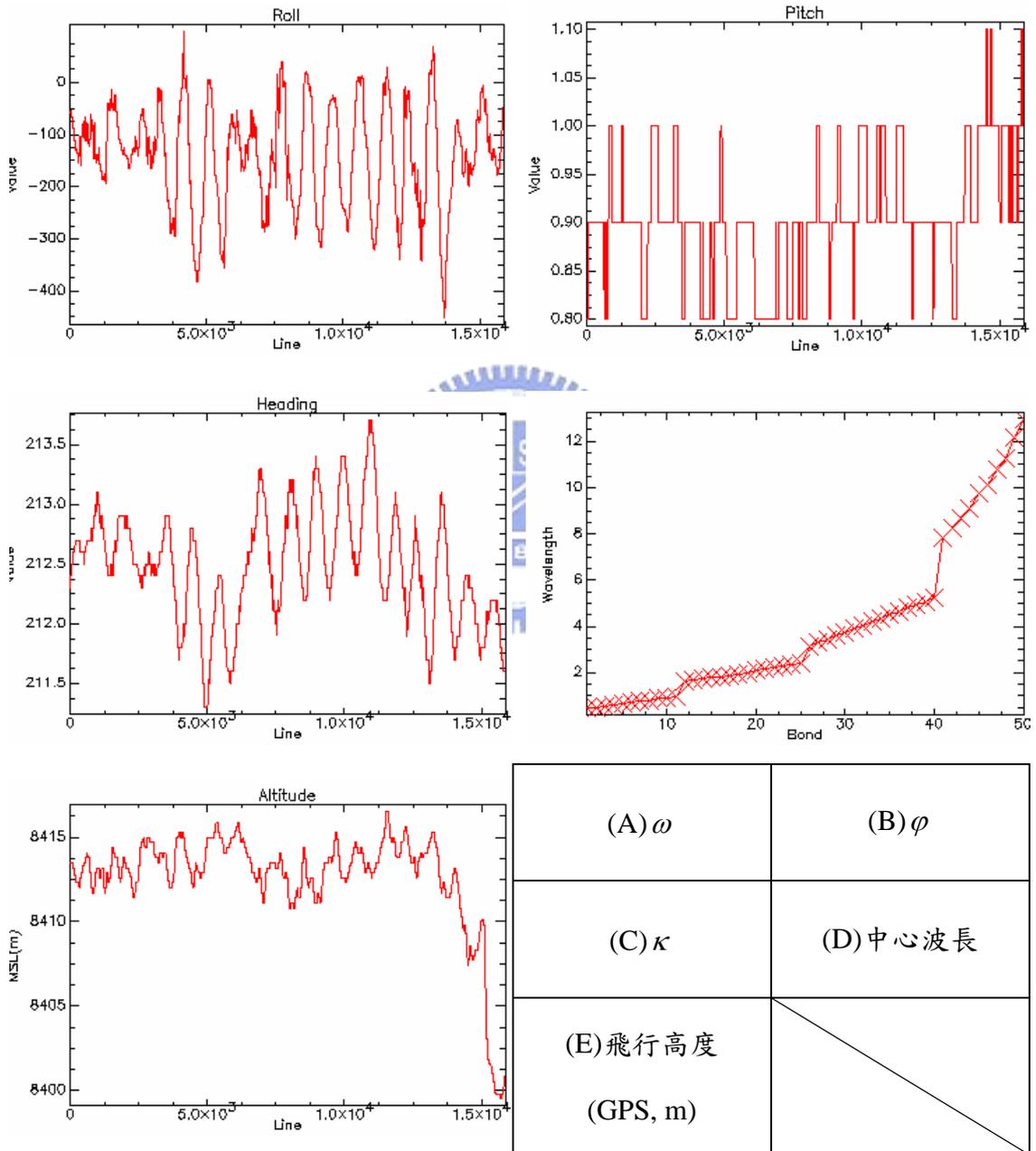


圖4-4 攝影姿態與各波段中心波長



圖4-5 MASTER影像拍攝飛行路線示意圖

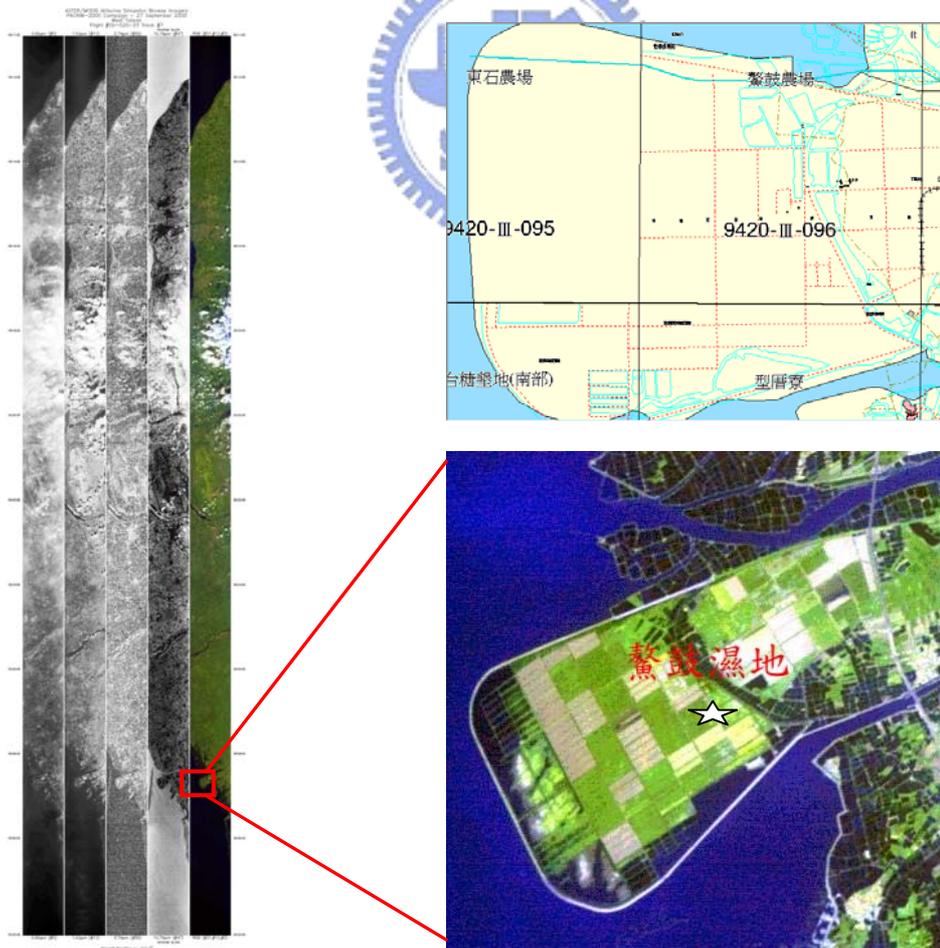
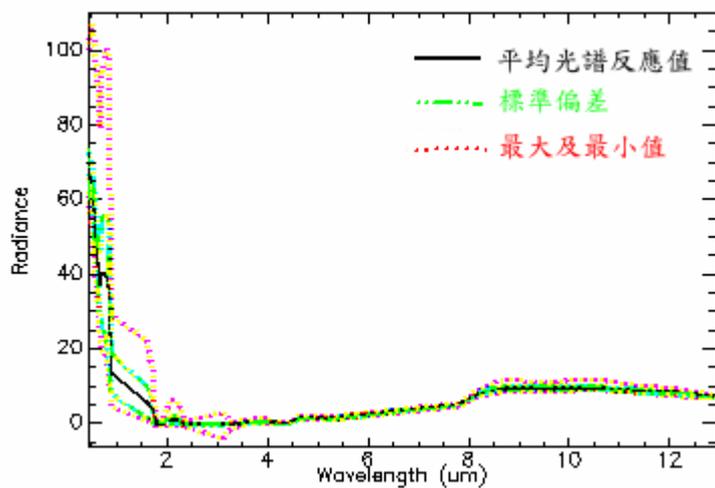


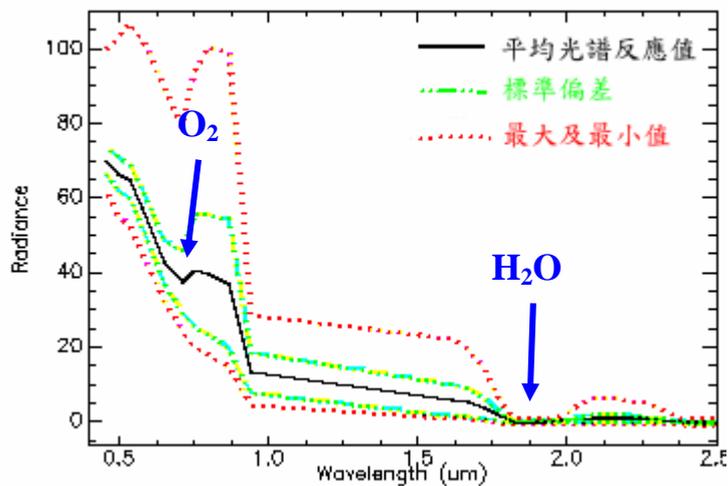
圖4-6 測試區之MASTER影像(R: # 21、G: # 12、B: # 3)

4-5 統計數據

影像經統計計算後之平均光譜反應值與標準偏差等反應曲線如圖 4-7 所示。圖(A)為全部波長範圍之光譜反應值，圖(B)為擷取 0.4~2.5 μm 波長之光譜反應曲線。由圖可發現在某些波段位置其光譜反應值有明顯的劇烈變化，乃由於受到水及氧等不同吸收作用所影響，如波段 16~18 (1.830~1.932 μm) 附近為受到水的吸收作用。



(A) 全部波段



(B) 0.4~2.5 μm 波長

圖4-7 MASTER影像之平均光譜、標準偏差及最大與最小值反應曲線

此外，相關矩陣及協變方矩陣圖如圖 4-8。圖中(A)顯示不同波段間協變方的變化量，可發現在紅光到近紅外光間有大的變方值存在(深紅色區域，從波段 7-10 處)，而深藍色區域其變方值相對較小；圖(B)中之深色(深紅及深藍色)部份代表波段間存在高相關性。

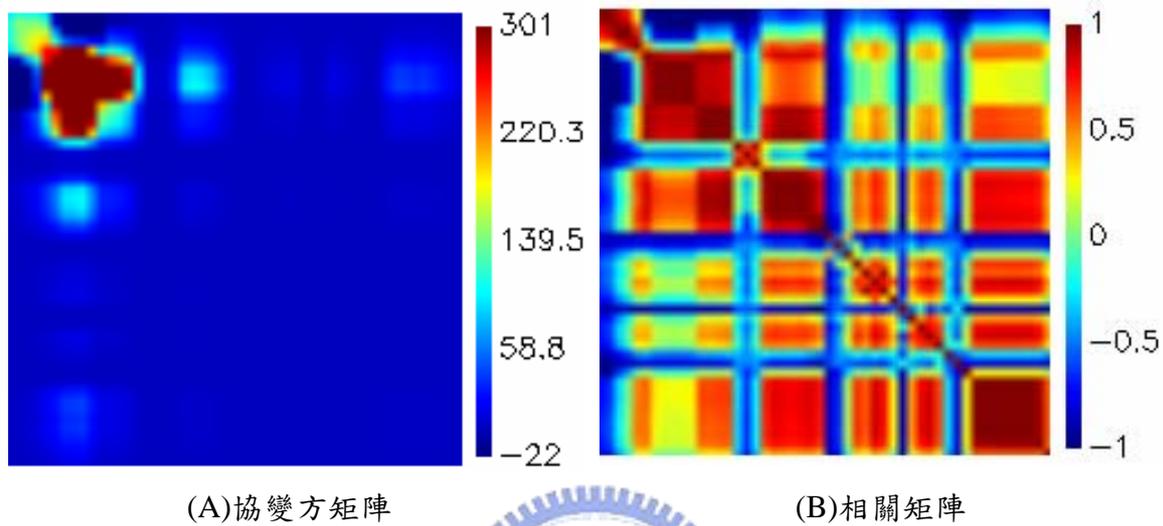


圖4-8 MASTER影像之協變方矩陣與相關矩陣圖

