

出國報告（出國類別：實習）

## 衛星資料在颱風分析與預報之研究

服務機關：交通部中央氣象局

姓名職稱：廖美慧 技佐

派赴國家：美國

出國期間：96年5月30日至96年8月27日

報告日期：96年11月16日

## 摘要

人類活動導致溫室氣體大量累積，使全球氣候暖化，是造成海面溫度上升的主要原因。雖然影響颱風發展的因素很多，颱風與地球環境暖化之關係也尚不清楚，但海面溫度及大氣環境中的水氣含量確是颱風生成與發展的關鍵要素之一。目前衛星遙測海表水面溫度的觀測方式依其觀測原理可分成二種，一是由衛星上酬載的紅外輻射探測儀所推算的紅外輻射海面溫度，另一是由微波輻射儀所測得的微波輻射海面溫度。雖然紅外輻射海面溫度不論是在空間解析度或在精確度上都遠高於微波輻射海面溫度，但是會受到雲的影響只能觀測到無雲區域的海面溫度。而微波輻射可不受雲干擾能穿透雲層，直接量測雲下的海面水溫，但就空間解析度或精確度而言遠低於紅外輻射海面溫度。目前本局的衛星遙測海面溫度是以紅外輻射海面溫度為主，本次出國研習的主要目的即是學習如何利用 EOS 地球觀測衛星系列 AQUA 衛星上所酬載之 AMSR-E 被動式衛星微波輻射儀的微波輻射資料反演出微波輻射海水表面溫度及大氣中的水氣含量，可提供數值預報及天氣分析在監測及分析颱風結構參考。

## 目次

一、 目的	4
二、 過程	6
三、 心得	14
四、 建議	18
表一、 AMSR-E 儀器特性	19
表二、 Level 1A 資料內容概述	20
表三、 Level 2A 資料內容概述	21
表四、 Level 2 Ocean products 資料內容概述	22
表五、 Level 2 Land products 資料內容概述	23
表六、 Level 2 Rain Rate products 資料內容概述	24
表七、 Level 3 Snow water Equivalent 資料內容概述	25
圖一、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) – 89.0 GHz H , ascending pass。	26
圖二、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) – 89.0 GHz V , ascending pass。	26
圖三、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) - 89.0 GHz H , descending pass。	27
圖四、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) - 89.0 GHz V , descending pass。	27
圖五、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Cloud Liquid Water 。	28
圖六、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Sea Surface Temperature 。	28
圖七、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived	

from Wentz Algorithm – Water Vapor° .....	29
圖八、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Wind Speed over Ocean° .....	29
圖九、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Surface Soil Moisture, Ancillary Params, & QC EASE-Grids .....	30
圖十、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Rain Rate/Type GSFC Profiling Algorithm .....	30
圖十一、Sample image: AMSR-E/Aqua Daily L3 Global Snow Water Equivalent EASE-Grids .....	31
圖十二、Sample image: AMSR-E/Aqua 5-Day L3 Global Snow Water Equivalent EASE-Grids .....	32

## 一、目的

根據美國國家大氣科學研究中心氣候分析部主持人 Trenberth ,2005 年在 Science 雜誌上發表的論文中指出：「人類活動對颶風存在及發展的區域環境有很明顯的影響。一般而言，會使颶風及降水更加強烈。但目前並無完整的理論基礎可以將颶風數目的增加或移動路徑的改變，歸因於人類的活動。」同時 Trenberth 也指出「高的海表面溫度的確會使大氣環境裡的水氣含量增加，進一步使對流可用位能增加，讓大氣環境在颶風形成前的對流運動更容易發生。」。而由觀測資料也確實顯示海表面溫度 (sea surface temperature ; SST)、海面水汽含量及可用位能都有增加的趨勢。

美國勞倫斯利福摩爾國家實驗室 (Lawrence Livermore National Laboratory) 聯合東英大學氣候研究中心 (Climatic Research Unit) 等 10 個研究中心，使用 22 個不同的電腦氣候系統模型，於 2006 年 9 月發表的最新研究顯示，20 世紀間熱帶大西洋和太平洋的暖化與人類活動有直接關聯。在太平洋、以及「孕育颶風」的大西洋，海面溫度均有所上升，這不太可能只是單純的自然因素。該論文的主要作者，利福摩爾國家實驗室氣候模型交叉比對計畫主持人 Benjamin Santer 指出，「在現實世界中，我們正在進行一場燃燒石化燃料和排放溫室氣體的失控實驗。最終的結論是，在颶風孕育溫床上的海洋表面溫度升高趨勢，並不能僅以自然現象來解釋，造成這些變化的原因必須包含人類活動所加諸的大幅影響。」

而國內許多海洋專家近年來在研究海面溫度與颶風方面，也發現當颶風形成後會將海洋深層的冷水帶至海洋表面，引發海水表面溫度下降，且下降幅度可達 4 - 6°C 之劇，而這種海水表面冷卻現象會再回饋至大氣，而形成大氣邊界層風速顯著減弱。另由研究中發現海洋暖渦對於颶風強度發展所扮演的物理角色，即海洋暖渦能抑制颶風所引起的海表面溫度冷卻，且能使颶風強度能在短時間內快

速增加。

人類活動導致溫室氣體大量累積，使全球暖化，是造成海面溫度上升的主要原因。雖然影響颱風發展的因素很多，颱風與人為影響之關係也尚不清楚，但海面溫度及大氣中的水氣含量的確是颱風生成與發展的關鍵要素之一。微波輻射儀可觀測到雲下水象粒子的垂直分佈，本次出國研習的主要目的即是學習如何利用地球觀測系統（Earth Observing System；EOS）系列之 AQUA 衛星上所酬載之被動式衛星微波輻射儀（Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS；AMSR-E）的微波輻射資料反演出微波輻射海水表面溫度、大氣中的水氣含量、降雨率等資料，以供數值預報及天氣分析在颱風上的監測及分析上使用。

## 二、過程

### 職此次赴美研習行程與工作內容

日期	行程與相關工作內容
5月30日	台北 → 洛杉磯
5月30日	洛杉磯 → 威斯康辛
6月1日	和 CIMSS/SSEC 榮譽研究員 Allen Huang，資深研究員 Bormin Huang, 研究員 Jun Huang 討論目前氣象局在 AMSR-E 處理及使用狀況，排定三個月的學習時程表。
6月2日 – 6月30日	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 熟悉 CIMSS 有關 AMSR-E 衛星資料接收及處理狀況</li> <li>2. 學習操作、建立及測試 Level 2 Ocean Products for Direct BroadCast version <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ install JPEG、zlib、gzip、hdf、hdf-eos library</li> <li>➤ set up 10 ancillary files : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ice climatology file</li> <li>2. Land/sea Mask table</li> <li>3. Static wind and vapor climatology file</li> <li>4. Static salinity correction climatoloty file</li> <li>5. Ancillary input file name</li> <li>6. Static SST climatology</li> <li>7. High resolution TBs coefficients</li> <li>8. Low resolution TBs coefficients</li> <li>9. Medium resolution TBs coefficients</li> <li>10. Very-low resolution TBs coefficients</li> </ol> </li> <li>➤ Create a script file for running this software package</li> </ul> </li> </ol>

3. 學習操作、建立及測試 Level 2 Land Products for Direct  
Broadcast version

- set up 23 ancillary data files
  1. classification parameters
  2. Retrieval parameters for three channels
  3. Retrieval parameters for regression file
  4. Retrieval parameters for 4 channels
  5. Retrieval parameters for 6 channels
  6. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Jan
  7. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Feb
  8. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Mar.
  9. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Apr.
  10. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for May.
  11. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for June
  12. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for July.
  13. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Aug.
  14. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Sep.
  15. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Oct.
  16. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Nov.
  17. Global annual minimum PR at 10.7 GHz for Dec.
  18. TB model parameters
  19. Program control parameters
  20. Snow-impossible database
  21. Soil-type database
  22. Open/in land water percentage



	<p>23. Topography database</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Create run amsre land product script</li> </ul> <p>4. 學習操作、建立及測試 Level 2 Rain Rate Products for Direct Broadcast version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ set up 8 ancillary files             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Climatological sea surface temperature</li> <li>2. Elevation data</li> <li>3. Land/sea mask data</li> <li>4. Metadata information file</li> <li>5. One layer rain structure data file ( over land)</li> <li>6. One layer rain structure data file ( over ocean)</li> <li>7. Surface type data</li> <li>8. Freezing level data</li> </ol> </li> <li>➤ Create a operation script file</li> </ul> <p>5. 學習操作、建立及測試 Level 2 Snow Products for Direct Broadcast version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ set up 6 ancillary data files             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. AMSR-E L2A file name database</li> <li>2. Snow impossible mask database</li> <li>3. Global SWE density database</li> <li>4. MODIS global forest density database</li> <li>5. MODIS global forest fraction data file</li> <li>6. Intermediate output file name</li> </ol> </li> <li>➤ Create AMSR-E SWE script file for running</li> </ul>
--	--

<p>7月1日 – 7月31日</p>	<p>1. 學習操作、建立及測試 Level 2 Ocean Products for NSIDC/DAAC/NASA operational version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ set up 9 ancillary files <ul style="list-style-type: none"> <li>1) ice.dat</li> <li>2) mergwin_vap_v2.txt</li> <li>3) mk_tb_salinity_climate.txt</li> <li>4) ocean_input_file.txt</li> <li>5) Reynolds_clim.txt</li> <li>6) Tables_amsr_v4.lis</li> <li>7) Tb_coefs_amsr_lores0.lis</li> <li>8) Tb_coefs_amsr_mdres0.lis</li> <li>9) Tb_coefs_amsr_vlres0.lis</li> </ul> </li> <li>➤ Create L2oceanL2a_file shellscript to run this package</li> <li>➤ Output data file : <ul style="list-style-type: none"> <li>1) HDF-EOS product file set</li> <li>2) an intermediate file</li> <li>3) log file</li> </ul> </li> </ul> <p>2. 學習操作、建立及測試 Level 2 Land Products for NSIDC/DAAC/NASA operational version</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ set up 23 ancillary files : <ul style="list-style-type: none"> <li>1) clsprms.dat</li> <li>2) invprms_pr3ch.dat</li> <li>3) invprms_regre.dat</li> <li>4) invprms_tb4ch.dat</li> <li>5) invprms_tb6ch.dat</li> </ul> </li> </ul>
-------------------------	---

	<p>6) ldwat.dat</p> <p>7) minpr10_01.dat</p> <p>8) minpr10_02.dat</p> <p>9) minpr10_03.dat</p> <p>10) minpr10_04.dat</p> <p>11) minpr10_05.dat</p> <p>12) minpr10_06.dat</p> <p>13) minpr10_07.dat</p> <p>14) minpr10_08.dat</p> <p>15) minpr10_09.dat</p> <p>16) minpr10_10.dat</p> <p>17) minpr10_11.dat</p> <p>18) minpr10_12.dat</p> <p>19) modprms.dat</p> <p>20) prgprms.dat</p> <p>21) snowimp.dat</p> <p>22) texture.dat</p> <p>23) topo.dat</p> <p>➤ creat L2land shell script</p> <p>➤ output data files :</p> <p>    1) HDF-EOS product file set</p> <p>    2) intermediate file</p> <p>    3) log file</p> <p>3. 學習操作、建立及測試 Level 2 Rain Rate Products for NSIDC/DAAC/NASA operational version</p>
--	--

- set up 7 ancillary files :
  - 1) clim\_sst.dbase.asc
  - 2) sfctype93.dbase.asc
  - 3) wilheit\_A.dbase.asc
  - 4) elev.dbase.asc
  - 5) igeomask\_petty.asc
  - 6) rainstructures\_land.rdc.1lyr.dbase
  - 7) rainstructures\_ocean.rdc.1lyr.dbase
- create L2rain script file
- output data file set :
  - 1) HDF-EOS product file set
  - 2) an intermediate file
  - 3) log file

4. 學習操作、建立及測試 Level 2 Snow Products for NSIDC/DAAC/NASA operational version

- set up 4 ancillary files
  - 1) combined\_snowImp\_and LOCI\_mask\_EASE\_Both\_V2
  - 2) globalSWE\_Density\_V2.sgi
  - 3) MOD09A1\_25x25km\_ForestDensityGlobal\_V2.dat
  - 4) MOD12Q1IGBP\_25x25km\_ForestFractionGlobal\_V2.dat
- Create L3\_snow shell script file
- Output data files :
  - 1) HDF-EOS product file set
  - 2) Intermediate file
  - 3) Log file

<p>8 月 1 日 -</p> <p>8 月 26 日</p>	<p>1. 學習輻射傳遞模式 RTTOV 的建立、使用及應用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ install RTTOV8.7</li> <li>➤ 建立 5 個 modules : <ul style="list-style-type: none"> <li>1. RTTOV-K</li> <li>2. RTTOV_TL</li> <li>3. RTTOV_AD</li> <li>4. RTTOV_CLD</li> <li>5. RTTOV_SCATT</li> </ul> </li> <li>➤ 修改 test_script for AIRS</li> <li>➤ reformat input profile for Local</li> <li>➤ reformat output radiance file</li> <li>➤ update RTTOV coefficient for IASI coefficient file using Kcarta</li> <li>➤ a couple of new code bugfixes : <ul style="list-style-type: none"> <li>1) rttov_iniscatt_ad.F90</li> <li>2) rttov_calcemis_mv.F90</li> <li>3) rttov_calcemis_ad.F90</li> <li>4) rttov_calcemis_k.F90</li> <li>5) rttov_calcemis_tl.F90</li> </ul> </li> <li>➤ 申請加入 MetOffice NWP SAF 的 RTTOV user group</li> </ul> <p>2. 學習輻射傳遞模式 SARTA 的建立、使用及應用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ install SARTA</li> <li>➤ add IASI 的 coefficient data</li> <li>➤ test IASI L1 的 RTP reader</li> </ul>

8月27日	美國 → 台北
8月28日	抵達台北

### 三、心得與成果

衛星資料目前在氣象、礦產、土地測量、農林業、海洋、地震及都市計劃等方面都有廣泛的應用，透過衛星資料處理技術及相關資料分析等研究開展氣象預報、國土普查、農作物估算、森林調查、災害監測、環境保護、海洋預報、環境沙漠化監測、地震測報、洪水監測、都市規劃…等領域的應用，有效促進公益事業的發展，可創造巨大的社會效益和經濟效益。目前本局的衛星資料主要以可見光、紅外線及微波資料為主，其中微波資料有穿透雲層的特性，能有效的量測到雲下大氣、海洋及陸地相關參數。本次出國的主要目的即是學習如何利用 AMSR-E 微波資料，反演大氣及海洋等相關參數，供颱風監測、分析及預報參考。

本次至美國研習之成果主要分成二個部分：

#### (一)、AMSR-E 資料處理部分：

AMSR-E 是一種被動式微波輻射儀，酬載在 AQUA 衛星上，有 12 個頻道 6 種頻率，其頻率範圍從 6.9 到 89.0 GHz (表一)，每一個頻率都可以分別量測水平及垂直極化二種輻射量。是由美國和日本共同合作修改 ADEOS-II 上的 AMSR 而產生的一項觀測儀器，目前全球產品的作業流程是由日本的 EOC/JAXA 負責由 Level 0 packet data 處理成 Level 1A observation counts 的資料，然後將 Level 1 的產品送到美國 Remoted Sensing Systems 的 AMSR-E Science Investigatorled Processing (SIPS)，把 Level 1 資料加工處理成 Level 2A Resampled Brightness Temperatures。再將 Level 2A 的產品傳送給 Global Hydrology Resource Centers

SIPS 處理成 Level 2B 和 Level 3 的標準產品。

AMSR-E/AQUA/EOS 主要用途是反演一些地球物理參數，藉以觀察及監測地球環境系統，其所能反演的參數包括降水量（precipitation）、水氣含量（water vapor）、雲液態水含量（cloud liquid water）、海面風速（ocean wind speed）、海面溫度（sea surface temperature）、土壤濕度（soil moisture）、雪覆蓋量（snow cover）等等參數，這些資料都有助於進一步瞭解地球氣候變遷。AMSR-E 標準產品如下：

（所有產品作業程序及圖、表都是由 NASA 提供）

參數名	資料內容	其他說明
AMSREL1A	Raw Observation	資料內容如表二。
AE_L2A	亮度溫度（Brightness Temperature）。(表三)	Swath Spatially-Resampled 的亮度溫度資料，其地面解析度有 56 公里、38 公里、24 公里、21 公里、12 公里和 5.4 公里。(圖一、圖二、圖三、圖四)
AE_Ocean	風速（Wind Speed） 水氣（Water Vapor） 雲液態水（Cloud Liquid Water） 海面溫度（Sea Surface Temperature）。(表四)	Wind Speed 的地面解析度有 38 和 21 公里。 Water Vapor 的地面解析度是 21 公里。 Cloud Liquid Water 的地面解析度是 12 公里。 Sea Surface Temperature 的地面解析度是 56 和 38 公里。(圖五、圖六、圖七、圖八)
AE_Land	地表土壤濕度(Surface Soil Moisture)。(表五)	地面解析度是 25 公里，附加產品有地表種類（surface type）、植被水含量（vegetation water content）、地表溫度（surface temperature）、QC 參數。(圖九)
AE_Rain	降雨率(Rain Rate)(表	降雨率（Rain Rate）和降雨型態（Rain type）。(圖



	六)	十)
Level 3 Daily Products		
AE_DySno	雪水當量 (Snow water equivalent) (表七)	日平均雪水當量。(圖十一)
AE_5DSno	雪水當量 (Snow water equivalent)	5 日平均雪水當量。(圖十二)
AE_MoSno	雪水當量 (Snow water equivalent)	月平均雪水當量。(圖十三)

(二). 輻射傳輸模式部分：

目前最常用的輻射傳輸模式可算是 RTTOV8.7，是由歐洲 MetOffice 所發展，適用的波段範圍紅外線是在  $3-20 \mu\text{m}$  微波範圍是在  $10-200\text{GHz}$  之間，不僅可計算 forward radiance 也可產生 Jacobian matrix。整個模式含有五個模組，包括 RTTOV\_K 模組、RTTOV\_TL 模組、RTTOV\_AD 模組、RTTOV\_CLD 模組和 RTTOV\_SCATT 模組。RTTOV\_8 全部是用 Fortran 90 重新編譯，coefficient file ingest 部分可用 ASCII 格式也可用 binary 格式，一般建議是如果頻道數目多於 1000 個的觀測輻射儀，最好用 binary 方式，可節省大量讀取 coefficient files 的時間。在計算 gaseous transmittances 方面之改進如下：

- 1、改進 water vapour transmittance 計算能力。
- 2、line-by-line transmittances 將 water vapour line 和 water vapour continuum 分開。
- 3、simulate IASI radiances

RTTOV 在模擬 transmittances 的技術是以 regression scheme 為主，也就是將 user input 的 profile 中的變數當作是 predictors，再由 reference profile 算出二者間的 regression，即是

$$d_{i,j} = d_{i,j-1} + \sum_{k=1}^k a_{i,j,k} x_{k,j}$$

RTTOV-8 的 predictors 比 RTTOV-7 多了 2 個，目前有 Fixed gases、water vapour (line)、O3、water vapour (continuum) 和 CO2 五種 predictors。

#### 四、建議事項

CIMSS/SSEC 是一個對衛星遙測資料研究很先進的單位，大約有 250 個各有專長的工作人員，不論在設備、技術或是學術上都能在衛星遙測方面佔有一席之地。尤其在衛星資料校正及產品研發方面，有諸多傑出成果，如溫濕剖面、對流層變動、水氣含量、臭氧含量、穩定指數、懸浮粒子、陸表溫度、海表溫度、雲量、雲高、雲相、水氣雲導風、颱風追蹤、降水估計等等，還參與國際上衛星觀測儀器開發、預先校準、發展輻射模式、預報作業系統...等研發工作，是一個學習環境很好的研究單位。

微波輻射儀可觀測到雲下水象粒子的垂直分布，本次出國研習的主要目的即是學習如何利用 EOS 地球觀測衛星系列 AQUA 衛星上所酬載之 AMSR-E 被動式衛星微波輻射儀的微波輻射資料反演出微波輻射海水表面溫度、大氣中的水氣含量、降雨率等資料，以供數值預報及天氣分析在颱風上的監測及分析上使用。因為衛星遙測是屬於高科技的技術，不論是在輻射校正、地理校正或是大氣、地面及海洋參數的反演技術都不斷發展更新，甚至於針對不同的新的衛星輻射儀，輻射傳輸模式也都有特別適用的版本。我國氣象局在衛星發展方面應與國內、外專家學者加強連繫，積極加入各種國際性的衛星資料作業或研究組織，在衛星觀測作業或政策臨時改變時，可以事先獲得正確訊息，另在衛星應用產品開發、校驗及應用方面的研究，也可提升作業技術及產品資料品質，可做更進步、更廣泛的應用。

表一、AMSR-E 儀器特性

Table 1. AMSR-E PERFORMANCE CHARACTERISTICS						
CENTER FREQUENCIES (GHz)	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89.0
BANDWIDTH (MHz)	350	100	200	400	1000	3000
SENSITIVITY (K)	0.3	0.6	0.6	0.6	0.6	1.1
MEAN SPATIAL RESOLUTION (km)	56	38	21	24	12	5.4
IFOV (km x km)	74 x 43	51 x 30	27 x 16	31 x 18	14 x 8	6 x 4
SAMPLING RATE (km x km)	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	10 x 10	5 x 5
INTEGRATION TIME (MSEC)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	1.3
MAIN BEAM EFFICIENCY (%)	95.3	95.0	96.3	96.4	95.3	96.0
BEAMWIDTH (degrees)	2.2	1.4	0.8	0.9	0.4	0.1

表二、Level 1A 資料內容概述

Category	Description
Data format	HDF
Spatial coverage and resolution	Coverage is global between 89.24°N and 89.24°S, except where gaps occur between satellite swaths. The sampling interval at the earth's surface is 10 km for the 6.9-GHz to 36.5-GHz channels, and 5 km for the 89.0-GHz channel.
Temporal coverage and resolution	See AMSR-E Data Versions for a summary of temporal coverage for different AMSR-E products and algorithms. Each half-orbit granule spans 50 minutes.
File naming convention	Example: "P1AME020602173MA_P01A0000000.00"
File size	Each half-orbit granule is approximately 37.5 MB.
Parameter(s)	Observation counts, antenna temperature coefficients, offsets for calculating antenna temperatures, calibration temperature counts, and ancillary data

表三、Level 2A 資料內容概述

Category	Description
Data format	HDF-EOS
Spatial coverage and resolution	Coverage is global between 89.24°N and 89.24°S. Data are resampled to spatial resolutions ranging from 5.4 km to 56 km.
Temporal coverage and resolution	See AMSR-E Data Versions for a summary of temporal coverage for different AMSR-E products and algorithms. Each swath spans approximately 50 minutes.
Tools for accessing data	See Software and Tools for help reading these data. The AMSR-E Swath-to-Grid Toolkit is a suite of software tools distributed with NSIDC's Passive Microwave Swath Data Tools (PMSDT) that subsets and grids Levels 1B and 2A AMSR-E swath data.
Grid type and size	These are swath data; they are not gridded.
File naming convention	AMSR_E_L2A_BrightnessTemperatures_X##_yyyymmddhhmm_f.hdf
File size	Each half-orbit granule is approximately 80 MB.
Parameter(s)	Brightness temperatures and ancillary data

表四、Level 2 Ocean products 資料內容概述

Category	Description
Data format	HDF-EOS
Spatial coverage and resolution	<p>Spatial coverage is confined to global oceans and seas between 89.24°N and 89.24°S.</p> <p>The Level-2B ocean swath product (AE_Ocean) contains sea surface temperature (SST) at 56 km and 38 km resolution, near-surface wind speed at 38 km and 21 km resolution, columnar water vapor at 21 km resolution, columnar cloud liquid water at 12 km resolution, and quality flags. The Level-3 gridded products provide global ocean coverage at 0.25° 0.25° gridded resolution.</p>
Temporal coverage and resolution	See AMSR-E Data Versions for a summary of temporal coverage for different AMSR-E products and algorithms. Each Level-2B granule spans approximately 50 minutes.
Tools for accessing data	Please visit NSIDC's HDF-EOS Web site for tools that work with HDF-EOS data. This documentation will be updated as tools become available for AMSR-E data.
Grid type and size	The Level-3 grids are 720 rows by 1440 columns. Cell spacing is 0.25° x 0.25°.
File naming convention	<p>AMSR_E_L2_Ocean_X##_yyyymmddhhmm.hdf</p> <p>AMSR_E_L3_DailyOcean_X##_yyyymmdd.hdf</p> <p>AMSR_E_L3_WeeklyOcean_X##_yyyymmdd.hdf</p> <p>AMSR_E_L3_MonthlyOcean_X##_yyyymm.hdf</p>
File size	Half-orbit Level-2B granules are approximately 9.2 MB each. Level-3 granules are 12 MB to 14 MB each.
Parameter(s)	SST (°C), near-surface wind speed (m/s), columnar water vapor (mm), and columnar cloud liquid water (mm) over the oceans

表五、Level 2 Land products 資料內容概述

Category	Description
Data format	HDF-EOS point format
Spatial coverage and resolution	This product covers global land surfaces, excluding snow-covered and densely vegetated areas. Input brightness temperature data at 10.7 GHz, corresponding to a 38 km mean spatial resolution, are resampled to a global cylindrical 25 km EASE-Grid cell spacing.
Temporal coverage and resolution	For a summary of temporal coverage for different AMSR-E products and algorithms, see the AMSR-E Data Versions Web page . Each half-orbit granule spans approximately 50 minutes.
Tools for accessing data	For general tools that work with HDF-EOS data, see the NSIDC's HDF-EOS Web page.
Grid type and size	Global cylindrical EASE-Grid
File naming convention	AMSR_E_L2_Land_X##_yyymmddhhmm_f.hdf
File size	Each half-orbit granule is approximately 0.61 MB.
Parameter(s)	Surface soil moisture ( $\text{g cm}^{-3}$ ) Vegetation/roughness parameter ( $\text{kg m}^{-2}$ )

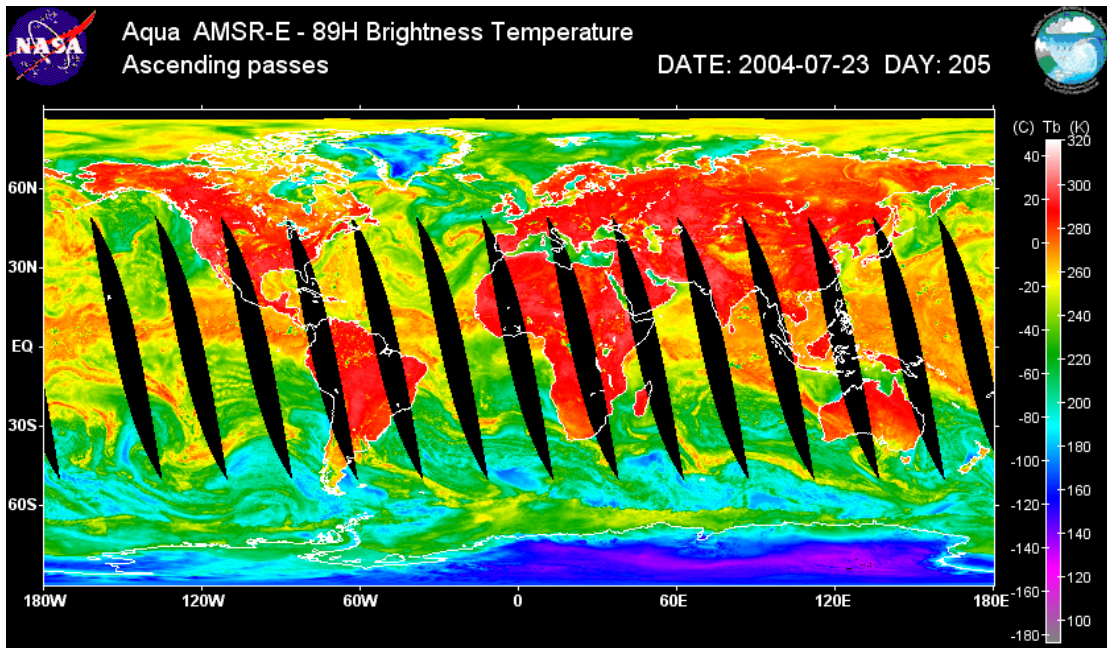


表六、Level 2 Rain Rate products 資料內容概述

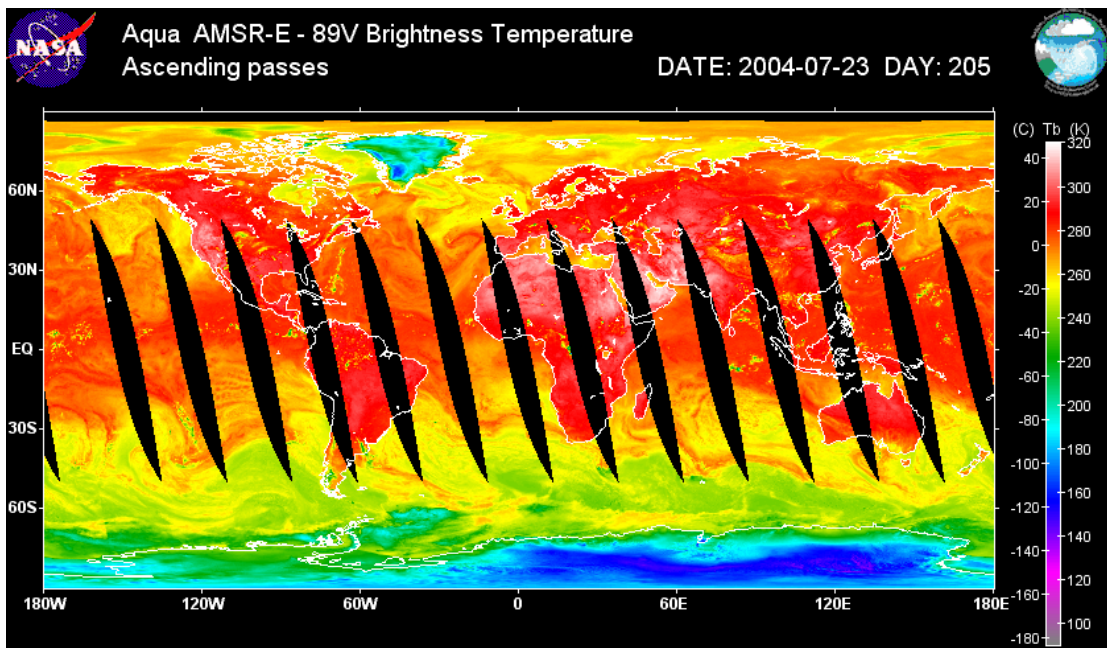
Category	Description
Data format	HDF-EOS
Spatial coverage and resolution	This data set offers coverage of all ice-free and snow-free land and ocean between 70°N and 70°S at a resolution of 5.4 km.
Temporal coverage and resolution	For a summary of temporal coverage for various AMSR-E products and algorithms, see the AMSR-E Data Versions Web page. Each swath spans approximately 50 minutes.
Tools for accessing data	For tools that work with AMSR-E data, see the Tools for AMSR-E Data Web page. For general tools that work with HDF-EOS data, see the NSIDC's HDF-EOS Web page.
Grid type and size	These are swath data.
File naming convention	AMSR_E_L2_Rain_X##_yyyymmddhh_f.hdf
File size	Each half-orbit granule is approximately 18 MB.
Parameter(s)	Rain Rate Rain Type (convective or stratiform) Rain Status Surface Type

表七、Level 3 Daily Global Snow Water Equivalent EASE-Grids 資料內容概述

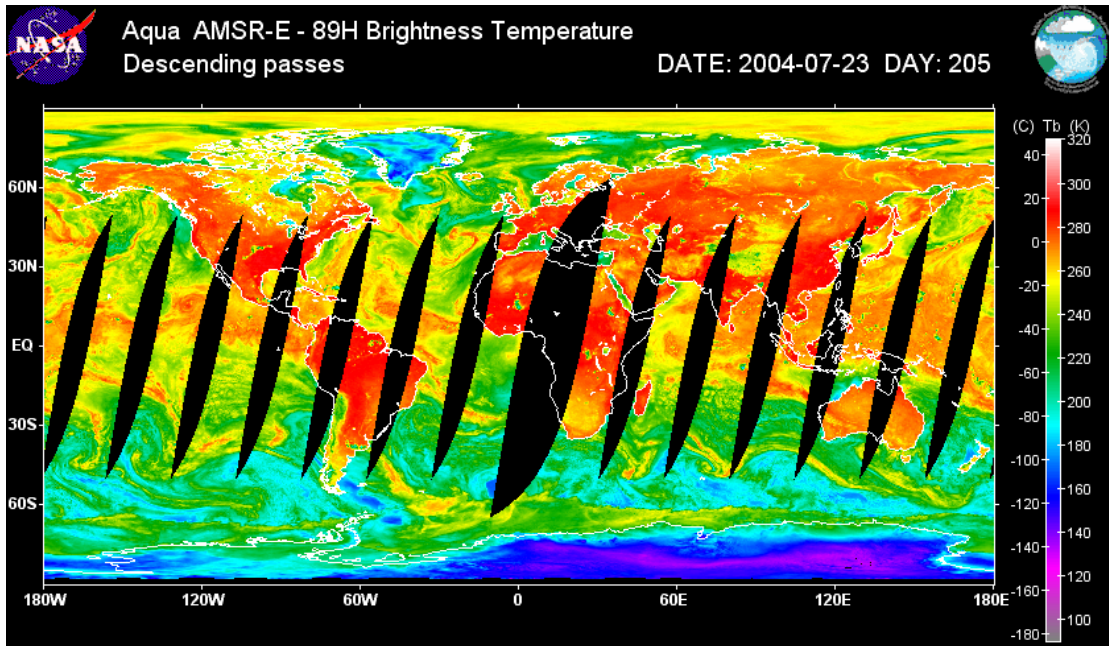
<b>Category</b>	<b>Description</b>
Data format	HDF-EOS
Spatial coverage and resolution	Northern and Southern Hemispheres at 25 km resolution
Temporal coverage and resolution	See AMSR-E Data Versions for a summary of temporal coverage for the various AMSR-E products and algorithms.
Tools for accessing data	See NSIDC's HDF-EOS Web page for tools that work with HDF-EOS data.
Grid type and size	Full Northern and Southern Hemisphere EASE-Grid projections (721 x 721)
File naming convention	AMSR_E_L3_5DaySnowX##_yyyymmdd.hdf AMSR_E_L3_DailySnowX##_yyyymmdd.hdf AMSR_E_L3_MonthlySnowX##_yyyymm.hdf
File size	Each daily, 5-day, and monthly granule is 2.1 MB.
Parameter(s)	Snow water equivalent (SWE) in mm; SWE data are scaled (refer to the Format section for more information)



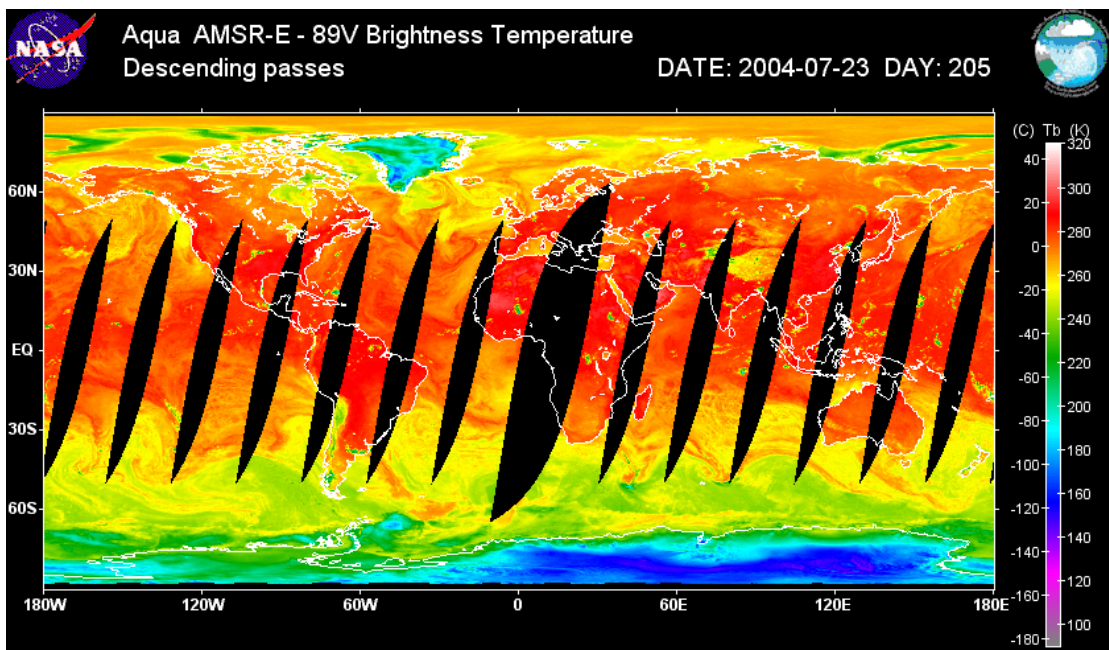
圖一、Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) – 89.0 GHz H , ascending pass ◦



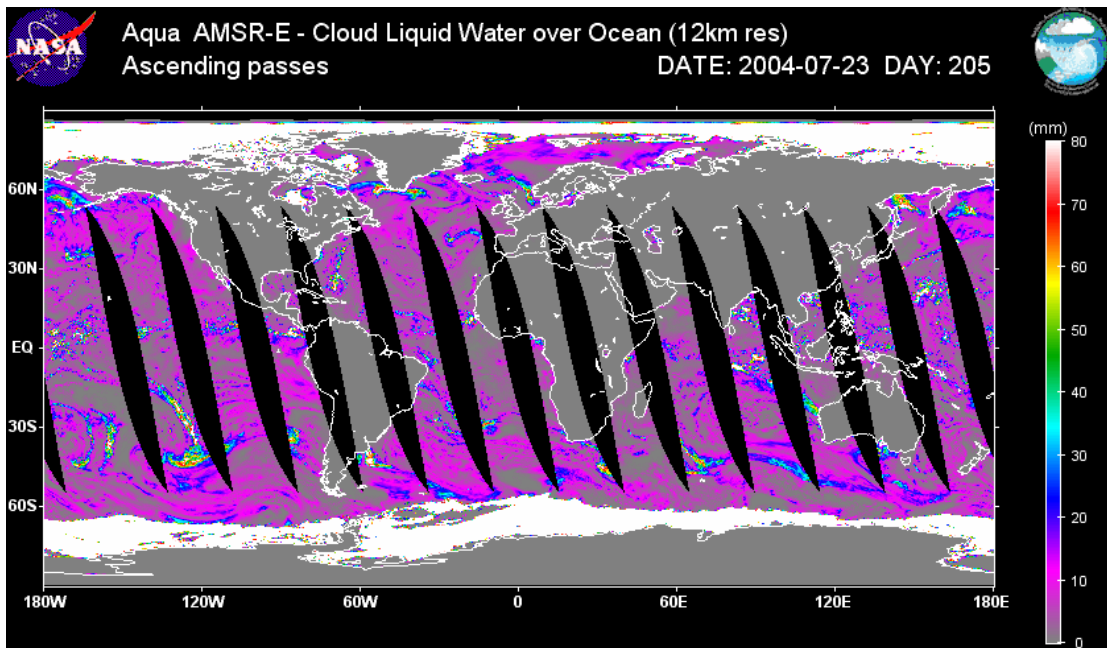
圖二、Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) – 89.0 GHz V , ascending pass ◦



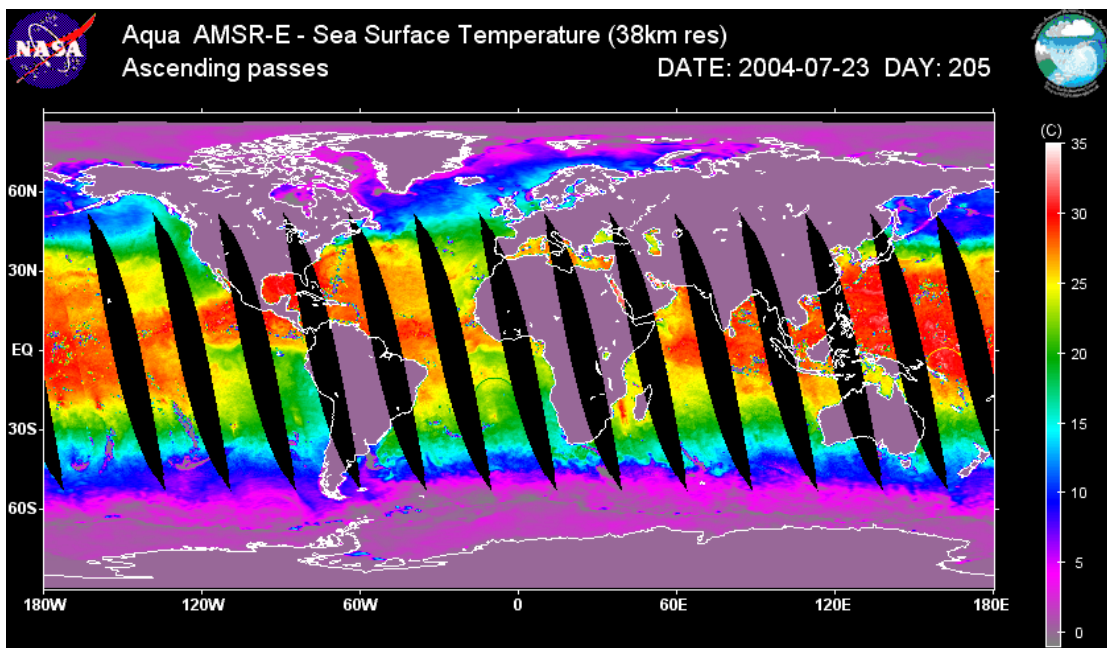
圖三、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) - 89.0 GHz H , descending pass ◦



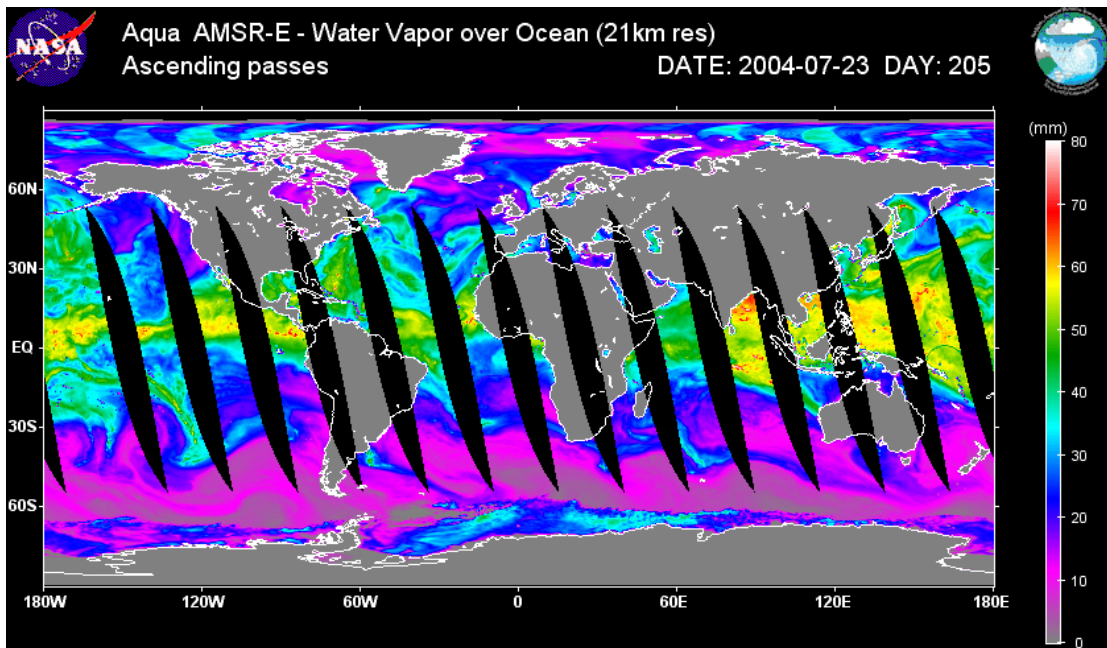
圖四、 Sample image: AMSR-E/Aqua L2A Global Swath Spatially-Resampled Brightness Temperatures (Tb) - 89.0 GHz V , descending pass ◦



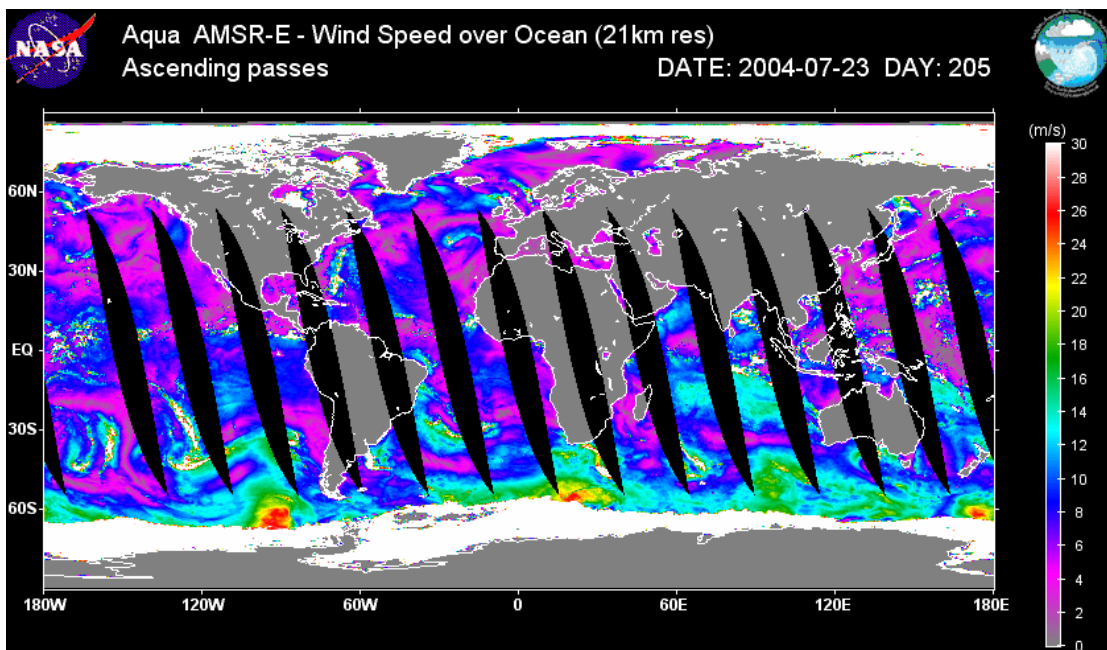
圖五、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Cloud Liquid Water ◦



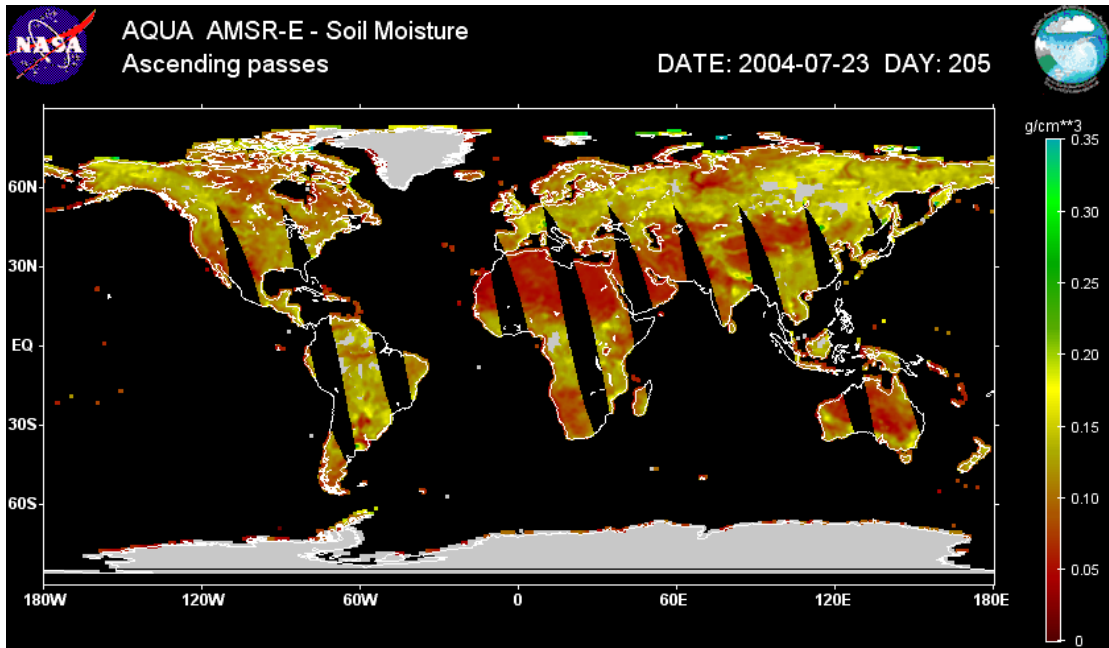
圖六、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Sea Surface Temperature ◦



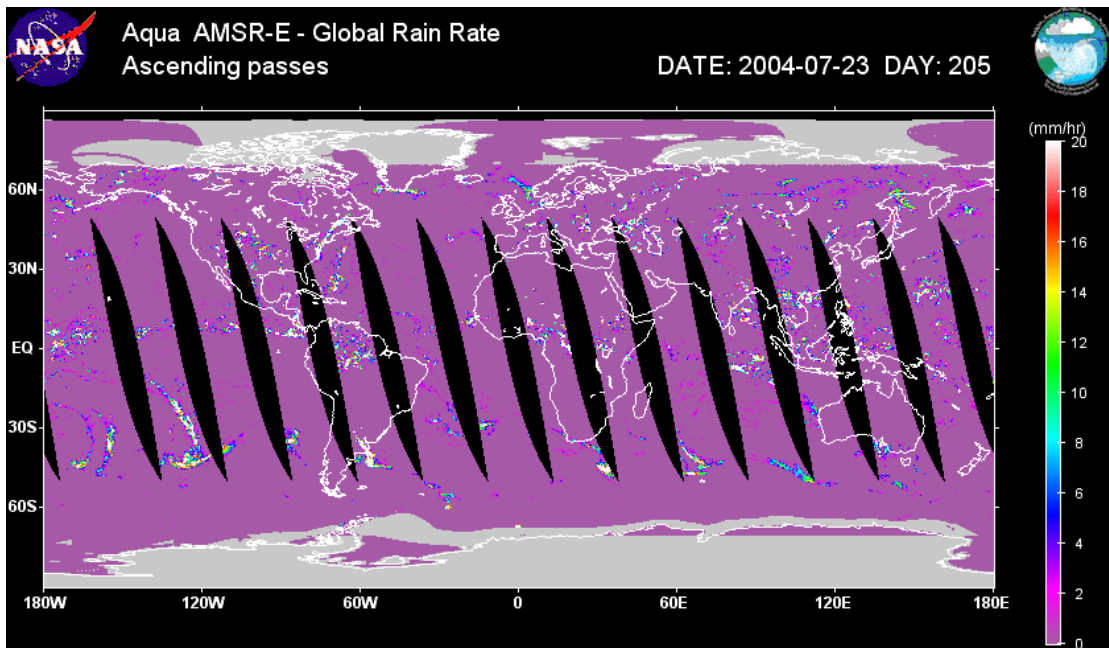
圖七、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Water Vapor ◦



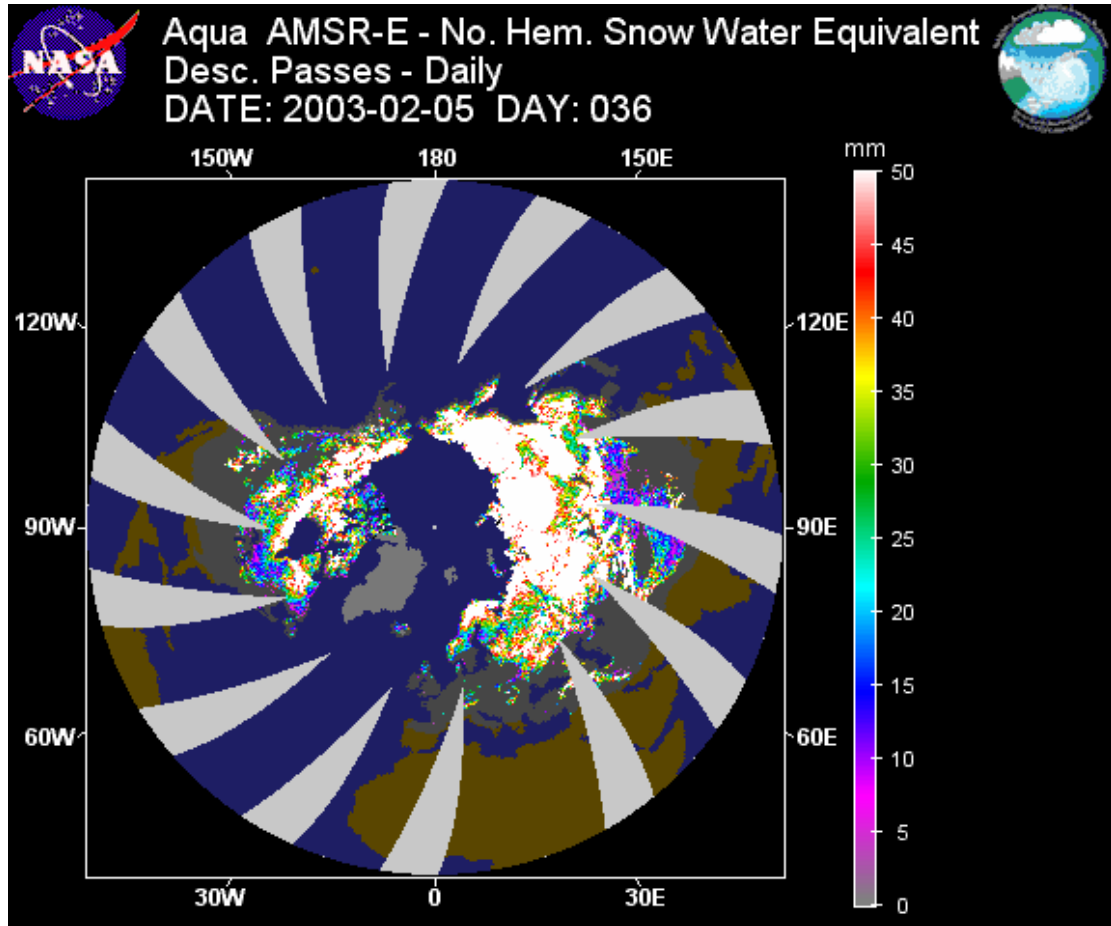
圖八、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Ocean Products derived from Wentz Algorithm – Wind Speed over Ocean ◦



圖九、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Surface Soil Moisture, Ancillary Params, & QC EASE-Grids

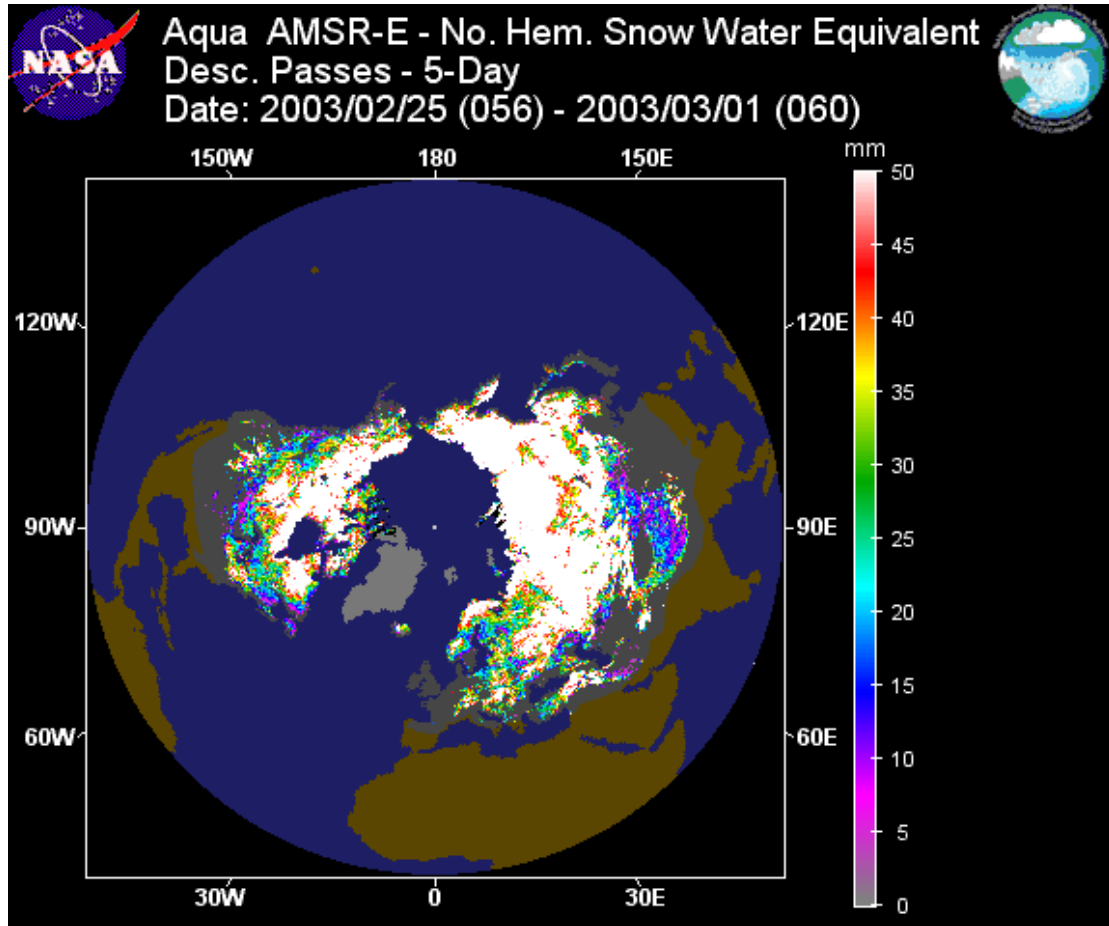


圖十、Sample image: AMSR-E/Aqua L2B Global Swath Rain Rate/Type GSFC Profiling Algorithm



圖十一、Sample image: AMSR-E/Aqua Daily L3 Global Snow Water Equivalent EASE-Grids





圖十二、Sample image: AMSR-E/Aqua 5-Day L3 Global Snow Water Equivalent EASE-Grids