

出國報告(出國類別：開會)

# 「AMS太空磁譜儀計畫審查會及無人登月 載具計畫需求研討會」出國報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院

姓名職稱： 聘用技正 林玉蘭

派赴國家：美國

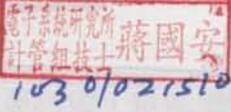
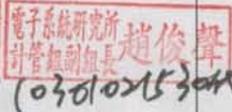
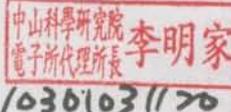
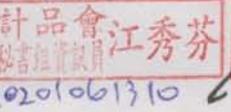
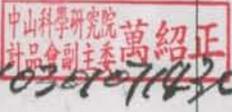
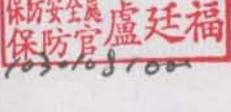
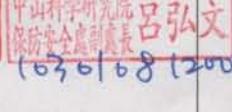
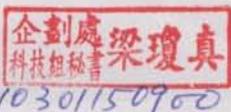
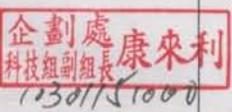
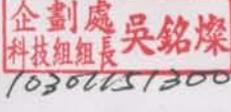
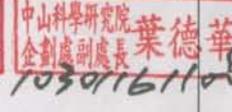
出國時間：102 年 12 月 9 日至 12 月 15 日

報告日期：102 年 12 月 27 日

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	AMS太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會出國報告		
出國單位	電子系統研究所 工程測試組	出國人員級職/姓名	聘用技正/林玉蘭
公差地點	美國華盛頓 D.C.	出/返國日期	<u>102.12.09 / 102.12.15</u>
建議事項	<p>一、此次很榮幸代本院赴美國航空太空總署NASA總部進行AMS-02計畫現況報告、本院科技能量簡報與NASA無人登月載具Moon Lander計畫相關核心技術提報，美國航空太空總署NASA肯定中科院之技術與能量，並讚許中科院在AMS太空磁譜儀16國參與之大型國際合作計畫及亞洲監控中心的卓越貢獻，本院可持續爭取與NASA長期合作，提昇本院太空科技能量及國家能見度。</p> <p>二、美國航空太空總署人員預定104年1月蒞院進行實驗室現勘訪問，建議本院Moon Lander有關專業單位作好關鍵技術能量展示與行銷，爭取建案成功。</p>		
處理意見	<p>一、本院已積極爭取NASA無人登月載具Moon Lander計畫建案，進而推動和美國航空太空總署之長期合作關係(Long Term Collaboration)。</p> <p>二、系發中心跨國計畫已在進行美國 NASA 人員來院訪問規劃，將把握機會展示本院尖端科技與能量，以爭取建案成功。</p>		

國防部軍備局中山科學研究院  
102年度出國報告審查表

出國單位	電子系統研究所 工程測試組	出國人員 級職姓名	聘用技正/林玉蘭
單位	審 查 意 見		簽 章
一級單位	請掌握會辦期程，至遲應於返國後 25 天內將核定之出國報告送達企劃處報局；3 個月內完成電子檔上傳公務資訊網及本院工作資訊網。		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>
計品會	<p>1.此次派員赴華盛頓 D.C.總部提報本院科技能量與AMS-02計畫執行成效，爭取與NASA合作發展登月載具及月球資源探測器計畫，值得肯定與嘉許。</p> <p>2.本院正值轉型之際，科技行銷國際相對重要，大型國際合作計畫的參與，可提昇本院能見度與科技能量。</p> <p>3.月球資源的前瞻探索不僅擴展全人類的知識，對下一代教育亦有極大的貢獻；太空科技的獲得與建立，對國防太空武器系統研製有很大的助益。</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
保 防 安 全 處	案內論著業經產製及業管單位完成審查，同意以一般文件發表，本處無附加意見。		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
企 劃 處	<p>一、案列102年出國計畫第102046號，記載赴美參加會議並配合提報亞洲監控中心監控現況，瞭解無人登月載具計畫需求，爭取承接計畫機會等，內容詳盡並符合核定出國計畫主旨。</p> <p>二、請將奉核報告電子檔及紙本裝訂5份送本處續辦。另請於返國後3個月內，將報告電子檔登錄行政院資訊網及本院圖書館工作報告資訊網。</p>		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
批		示	
			

## 國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

一、此次本院派遣一位同仁至美國華盛頓 D.C.航空太空總署總部參與 AMS 太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會，均能本著為本院與國家爭取榮譽的信念，謙和有禮、認真努力、展現專業，深獲 NASA 總部各位高階主管與科學家的肯定。

二、本次出國人員於出國前進行多次簡報預演與討論，出國期間的工作內容與進度均能符合預期目標。本次出國報告技術內容豐富、記載詳實並輔以圖片說明，成效良好。

三、本院同仁此行與航空太空總署人員、中研院代表、國家太空中心代表均充份交流與互動，展現友善與誠意，對日後長期監控合作及發展前瞻先進太空計畫有所助益。

附件二

出國報告審核表

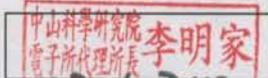
出國報告名稱：AMS 太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會出國報告

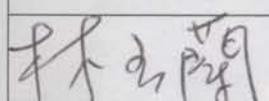
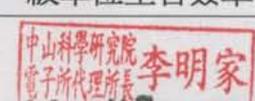
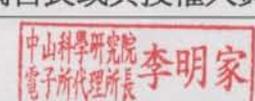
出國人姓名 (2人以上, 以1人為代表)	職稱	服務單位
林玉蘭	聘用技正	中科院 電子研究所 工程測試組
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：102 年 12 月 09 日至 102 年 12 月 15 日	報告繳交日期：102 年 12 月 27 日	
出國人員自我檢核	計畫主辦機關審核	審 核 項 目

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.依限繳交出國報告。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.格式完整(本文必須具備「目的」、「過程」、「心得」及「建議事項」)。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3.無抄襲相關資料。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.內容充實完備。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5.建議具參考價值。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6.送本機關參考或研辦。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7.送上級機關參考。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8.退回補正, 原因:
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 不符原核定出國計畫。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(4) 抄襲相關資料之全部或部分內容。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(5) 引用其他資料未註明資料來源。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(6) 電子檔案未依格式辦理。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(7) 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9.本報告除上傳至出國報告資訊網外, 將採行之公開發表:
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(1) 辦理本機關出國報告座談會(說明會), 與同仁進行知識分享。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(2) 於本機關業務會報提出報告。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(3) 其他 <u>                    </u> 本報告已(將)於 103 年 1 月 10 日辦理知識分享。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10.其他處理意見(凡勾選項 3 者, 請於「建議事項」明確說明不予刊登理由):
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(1) 報告內容屬 <u>          </u> 件, 嚴禁上傳出國報告資訊網。
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	(2) 報告內容屬普通件, 不涉機敏, 資料可對外公開。
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(3) 報告內容屬普通件, 唯部分章節述及限閱資訊, 為避免遭有心人士不當運用而產生後遺, 請准比照機密資訊, 不予刊登出國報告資訊網。

請加會保防官及其主管核章





出國人簽章	計畫主辦機關審核人	一級單位主管簽章	機關首長或其授權人員簽章
			

報 告 資 料 頁			
1.報告編號：	2.出國類別： 開會	3.完成日期： 1021227	4.總頁數： 36
5.報告名稱：「AMS 太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會」出國報告			
6.核准 文號	人令文號 部令文號	102/12/06 國人管理字第 1020020790 號 102/12/05 國備獲管字第 1020017923 號	
7.經 費	新台幣：145,490 元		
8.出(返)國日期	102.12.09 至 102.12.15		
9.公 差 地 點	美國華盛頓 D.C.		
10.公 差 機 構	美國航空太空總署總部		
11.附 記			

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：AMS 太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會出國報告

頁數 36 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院/林玉蘭/(03)4712201 轉 353159

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

林玉蘭/中山科學研究院/電子所工程測試組/聘用技正/353159

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：

102.12.09 至 102.12.15

出國地區：

美國華盛頓 DC

報告日期：102/12/27

關鍵詞：AMS、太空磁譜儀、反物質、暗物質、宇宙射線、NASA、CERN、ISS、

POCC、無人登月載具、Moon Lander

內容摘要：

本次出國赴美國NASA總部開會源起於AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer) 太空磁譜儀監控任務計畫執行現況報告及詹森太空中心AMS計畫經理邀請本院於NASA總部作科技能量簡報並討論合作研發無人登月載具可行性

與會人員:NASA人類探索運作部前瞻探索系統研究所所長Dr.Jason C.Crusan、副所長暨詹森太空中心AMS計畫經理Dr.Trent Martin、計畫執行長Dr.Nantel Suzuki、外部關係辦公室太空運作研究所國際計畫專家Ms. Shari Kamm、國際事務辦公室資深國際計畫專家Mr.Justin Tilman、詹森太空中心AMS計畫執行長Dr.Ken Bollweg、中央研究院李世昌院士，國家太空中心衛星機械組陳嘉瑞組長、衛星導航組林宗臣組長、中科院電子所聘用技正林玉蘭小姐。

與會人員先行自我介紹，接著展開中研院李院士作AMS計畫執行成果、國家太空中心陳組長作科技能量簡報、中科院林小姐作本院科技能量簡報與AMS國際合作計畫執行成效及AMS亞洲監控中心運作現況簡報；NASA所長Dr.Jason C.Crusan作人類探索運作部月球探索計畫簡報、計畫執行長Dr.Nantel Suzuki作技術推廣簡報、國際計畫專家Mr.Justin Tilman作NASA國際合作成效簡報。

# 目 次

壹、目的.....	08
貳、過程.....	10
參、心得.....	19
肆、建議事項.....	20
附件一、英文縮寫對照表.....	21
附件二、本院科技能量簡報.....	23
附件三、NASA 資源探勘任務簡報.....	35

# AMS太空磁譜儀計畫審查會及無人登月載具計畫需求研討會之出國報告

## 壹、目的

本次出國赴美國NASA總部開會源起於AMS-02 (Alpha magnetic Spectrometer) 太空磁譜儀監控任務計畫，AMS-02計畫為諾貝爾物理獎得主暨中研院院士-丁肇中博士主持，主要目的是將磁譜儀架設於國際太空站ISS (International Space Station,ISS)，以尋找宇宙射線中的「反物質」(anti matter)、 「暗物質」(dark matter)，進而探討宇宙形成之原因。

AMS-02為執行15年至20年太空偵測實驗計畫，有美國、俄羅斯、瑞士、法國、德國、義大利....台灣等十六國參與研究，在AMS-02磁譜儀發射前，本院電子所就有參與負責AMS-02電子系統與資料擷取系統 (Data Acquisition System, DAQ) 研發與測試，深受丁院士肯定。於2011年5月16日，美國NASA之太空梭「奮進號」(Endeavour) 搭載AMS-02太空磁譜儀，於佛羅里達州甘迺迪太空中心(Kennedy Space Center)發射台順利升上太空至國際太空站。

三天後(5月19日)太空磁譜儀正式部署於國際太空站ISS上，系統開始啟動執行宇宙射線之資料蒐集。因為磁譜儀為24小時不間斷持續運作，故丁院士在瑞士日內瓦歐洲粒子物理研究中心(CERN)946館成立AMS-02監控中心(Payload Operation and Control Center, POCC)，以監控太空磁譜儀之健康狀況、校正、資料傳輸控制、與蒐集資料評估分析。

地面監控中心需24小時監控全儀器運作情形，以後若有故障情形，則為問題排除之重要依據。而所獲得之科學資料(Science Data)則提供高能物理學家研究、解讀、篩選，探討與判斷反物質尋獲的根據及分析計算，做成論文解釋宇宙的起源。

繼瑞士日內瓦設立AMS歐洲地面監控中心後，台灣受NASA認證獲選籌設亞洲監控中心(Asia POCC)，於去年2012年07月01日在本院龍源園區正式啟用，加入AMS-02監控研

究團隊之輪值作業。馬英九總統出席典禮表示，相當肯定研究團隊努力，馬總統說，AMS 亞洲監控中心能夠設在台灣，更代表中華民國的科技實力真正贏得了國際社會的重視。

本院於去年 AMS 監控中心成立前後，電子所就派遣六位種子專家，前往美國詹森太空中心與歐洲日內瓦 AMS監控中心，進行系統監控培訓及會議研討任務。六位前輩取得實務值班經驗後，返國做為我們的種子教官至今，教導後進在亞洲監控中心相關運作技術與經驗傳承，以做為AMS-02計畫15至20年亞洲監控中心執行之延續發展。

而今年本院系發中心跨國計畫之六位研發替代役男，於年初開始投入本院AMS 亞洲監控中心訊號監控的值班任務，接受六位種子教官前輩之專業指導監控技術與注意事項，雖然基本的監控操作任務已經熟悉，但要更深入了解操作原理意義與整個AMS計畫運作和獨立值班操控以及突發狀況、解決問題、緊急應變等部分，丁肇中院士要求值班相關人員需到CERN 監控中心接受進一步的訓練，本院亦於今年4月派遣7位同仁赴CERN完成訓練課程並經過認證，詹森太空中心AMS計畫經理Dr. Trent Martin 與軟體開發工程師Dr. Peter Dennet定期蒞院進行執行Asia POCC現況審查與稽核，並於9月進行監控軟體更新與昇級

監控中心區分為五個監控位置，分別是 LEAD, DATA, PM, TEE, Thermal，目前亞洲監控中心先承接 PM 與 TEE 兩項任務，以後視實際狀況調整。而 AMS 磁譜儀上設計有不同的型態的偵測器，為 了要能分精確偵測及量測分辨出不同的宇宙粒子，其中主要的偵測器有TRD (Transition Radiation Detector)、TOF (Time of Flight) 、Tracker 、RICH (Ring-Image Cherenkov Detector)、及ECAL (Electromagnetic Calorimeter)等5個偵測器，以及其它的子系統如TTCS溫控系統、ACC(Anti-Coincidence Counter) 、DAQ 等系統。PM分項主要任務是監控TOF, RICH 跟ECAL偵測器; TEE分項主要任務是監控TRD與ACC, Tracker與TTCS溫控系統，主要監控各偵測器與子系統的健康狀況，如溫度壓力和電源系統是否正常運作；另外則是蒐集科學資料，如粒子的訊號trigger, 偵測器上的occupancy, calibration, 以及event size 等等。

本次出國任務主要內容為: 1.參加AMS太空磁譜儀計畫審查會議提報目前執行現況, 2.簡報本院科技能量及本院參與無人登月載具Moon Lander相關技術領域, 3.研討Moon Lander建案可行性。

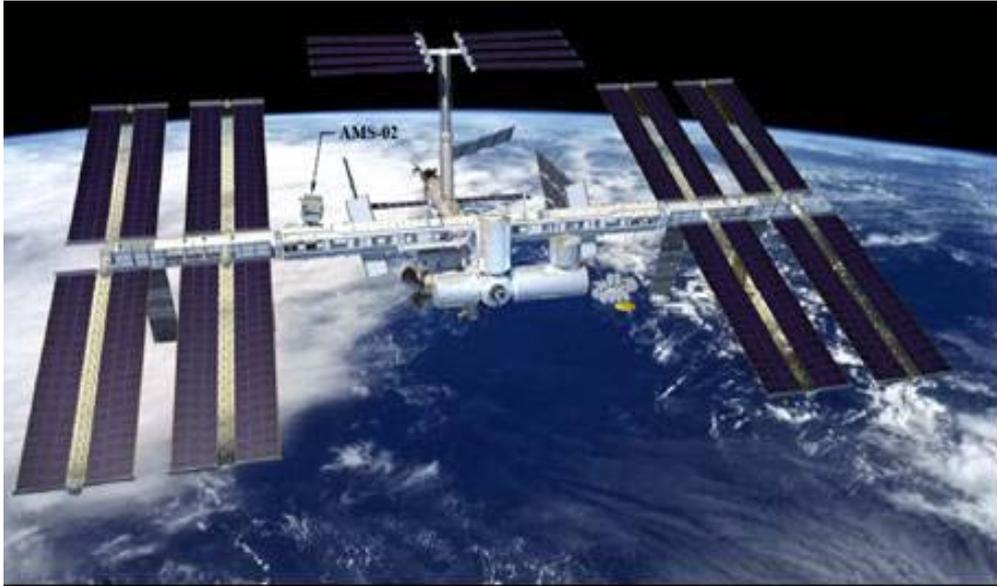


圖 1. AMS-02 磁譜儀於國際太空站 ISS 示意圖

## 貳、過程

本次出國計畫由電子所測試組聘用技正林玉蘭執行。於NASA總部與中央研究院李世昌院士，國家太空中心衛星機械組陳嘉瑞組長、衛星導航組林宗臣組長及NASA人類探索運作部前瞻探索系統所副所長暨詹森太空中心AMS計畫經理Dr. Trent Martin會合完成報到手續後，隨即由外部關係辦公室太空運作所國際計畫專家Ms. Shari Kamm陪同前往NASA總部會議室進行會議。與會人員:NASA人類探索運作部前瞻探索系統所所長Dr. Jason C. Crusan、副所長Dr. Trent Martin、計畫執行長Dr. Nantel Suzuki、外部關係辦公室太空運作所國際計畫專家Ms. Shari Kamm、國際事務辦公室資深國際計畫專家Mr. Justin Tilman、詹森太空中心AMS計畫執行長Dr. Ken Bollweg、中央研究院李世昌院士，國家太空中心衛星機械組陳嘉瑞組長、衛星導航組林宗臣組長、中科院電子所聘用技正林玉蘭小姐，大家互相交換名片、自我介紹並握手致意。

國防部軍備局中山科學研究院出國人員工作計畫日程表

(102年09月09日至102年09月15日，共計7日)聘用技正林玉蘭

日期	星期	行程		公差地點	工作項目	備考
		出發	抵達			
102.12.9	一	桃園			由台灣桃園機場搭機前往美國 華盛頓	夜宿 機上
102.12.10	二		華盛頓	華盛頓	參加中研院李院士主持之審查 準備會議，預先演練12月11 日及12日NASA對AMS計畫及未 來無人登月小艇之審查會簡報。	夜宿 華盛頓
102.12.11	三			華盛頓	參加美國航太總署總部對太空 磁譜儀(AMS)計畫之審查會 議，本院參與(AMS)計畫關鍵核 心技術簡報。	夜宿 華盛頓
102.12.12	四			華盛頓	參加美國航太總署總部對無人 登月小艇計畫之審查會議，本 院參與無人登月小艇計畫關鍵 核心技術簡報。	夜宿 華盛頓

國防部軍備局中山科學研究院出國人員工作計畫日程表

(102年09月09日至102年09月15日，共計7日)聘用技正林玉蘭

日期	星期	行程		公差地點	工作項目	備考
		出發	抵達			
102.12.13	五			華盛頓	參加無人登月載具系統需求、細部規格研討會議，與 NASA、Academia Sinica、NSPO 介面整合之合作模式研討。	夜宿 華盛頓
102.12.14	六	華盛頓			赴機場搭機返回	夜宿 機上
102.12.15	日		桃園			返抵國門

## 工作紀要

一、進行 AMS 監控中心現況研討，並提報本院與各國合作研發的 AMS-02 中 5 個探測器 sub-detector 電子系統 electronics system，由本院負責電路 Layout design、生產製造、共同執行功能測試 function test 與環境測試 environment test。

AMS 資料傳輸路徑：如下圖 2 所示，AMS 全系統負責資料傳輸之區塊可各為三大部分，

a.) 承載 AMS 的國際太空站 ISS(如圖 1)

b.) 馬歇爾太空中心之 HOSC

c.) 與歐洲的 AMS 指管中心 POCC。

整體而言，AMS 的資料傳輸在系統層級上主要分為資料下載或命令上傳兩個路徑。

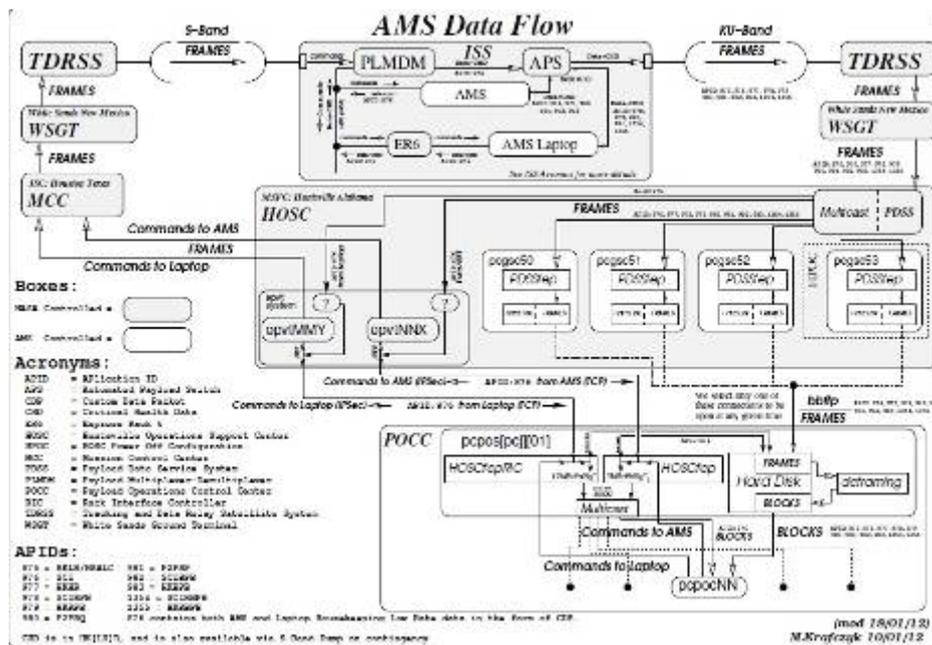


圖 2. AMS 全系統傳輸路徑

資料上傳由 POCC 為命令端，無論送到 AMS 或 AMS Laptop 的控制命令，皆須通過 MSFC 的 Huntsville Operations Support Center (HOSC) 中之 EHS Remote Interface System (ERIS) 系統，其功能為 NASA 官方保密之用途，將命令編碼為特殊格式送出 (frame)。該命令經過美國德州休士頓的 Johnson Space Center 之 Mission Control Center、New Mexico 州之 White Sands Ground Terminal (WSGT)、最後經由高空之 Tracking and Data Relay

Satellite System(TDRSS)使用S-band 頻帶傳至國際太空站ISS。

資料下載則由國際太空站 ISS 送出，使用Ku-Band 頻帶將特殊格式之數據送到 TDRSS，經過地面的WSGT 接收後，直接傳輸到HOSC。在此有四台伺服機提供儲存，僅有一台為接收端主要伺服機，其餘三台為備份機台。HOSC 接收的資料最後會傳送到歐洲AMS 的監控中心POCC，在POCC 執行反格式化程序(Deframing)，儲存AMS 和側錄裝置AMS laptop 兩者的資料。

AMS Streams Data 通分為兩種: housekeeping data跟 science data, housekeeping為偵測器的健康與狀態的即時資料。而science data 是經過buffer儲存後再play back回到 AMS的電腦，是AMS主要探測粒子訊號與分析的資料。

目前本院Asia POCC六位種子教官與今年四月赴瑞士歐洲粒子研究中心CERN受訓完成之六位研發替代役共同執行亞洲監控中心Asia POCC之監控任務，並於今年9月配合美國詹森太空中心完成軟體昇級工作。預訂明年3月底再派二位研發替代役赴瑞士歐洲粒子研究中心CERN受訓，將共同參與Asia POCC之監控任務。

二、進行本院科技能量及本院參與無人登月載具 Moon Lander 相關技術領域簡報，簡報資料如附件二，內容首先介紹本院國防與軍民通用科技，國際合作計畫(包含 AMS 計畫、ALMA 計畫, VLBI 計畫)，先後通過美國航空太空總署 National Astronaut and Space Administration ,NASA、史密松太空物理觀測台 Smithsonian Astrophysic Observatory,SMA、美國無線電波天文觀測台 National Radio Astronomy Observatory,NRAO 等大型科學機構的認證，AMS 計畫國際合作的 16 個參與國家，由諾貝爾獎得主丁肇中院士主持，本院在 AMS 計畫參與的工作內容，熱傳結構分析關鍵技術介紹、電子系統研製合作的國家、亞洲監控中心能量介紹，並說明在無人登月載具計畫中本院所具備之推進系統 Propulsion 研發製造能量以及光學導引技術 Lidar，參與福衛五號遙測光學酬載電子單元(RSI/EU)、指令數據處理單元(CDMU)、電源控制與配置單元(PCDU)、福衛七號光纖陀螺儀(FOG)研製計畫，EMI/EMC 測試能量與環境應力篩選(Enviroment Stress Screen)能量，結論時說明本院在太空技術領域具備能量與經驗，並有意願與國家太空中心 NSPO 一起和 NASA 合作 Collaborate 執行無人登月載具計畫。

三、NASA 人類探索運作部前瞻探索系統所所長 Dr.Jason C.Crusan 作資源探勘任務簡報，簡

報資料如附件三，NASA 任務分項包括登月小艇(Lunder Lamder)、探測器(Rover)、採樣器(Sampling)、分析酬載(Analysis Payload)、及發射載具(Lunch Vehicle)，酬載包括一個鑽探頭(drill)、一個加熱樣本之工具(Oven)、一組三個不同磁譜儀(a suit of three different spectrometers)導引航向以及描繪月球表面風化層(Lunar Regolith)揮發物之特性。Dr.Jason C.Crusan 說明 The Resource Prospector Mission 資源探勘號任務團隊包括內部與外部最好的團隊，包含潛在國際合作夥伴(Potential International Partnerships)。一起探勘位在月球極地區域易揮發之水與冰，利用月球產生氧氣與推進燃料能夠使人類探索新的任務架構啓動，RPM 是希望能在 2018 年發射，RPM is targeted for lunch in 2018。其原理利用中子與近紅外線的規格以找尋含氧材料，利用鑽動系統挖掘 1 公尺深之核心樣本，以 150°C 在氧氣與揮發物萃取裝置次系統(Oxygen & Volatile Extration Node,OVEN)內進行樣本加熱，在月球先進分析儀次系統(Lunar Advanced Volatile Analysis,LAVA)內進行揮發物形式與量(氫氣、氮氣、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、水、氦氣、氨、硫化氫、二氧化硫)之確認，以 OVEN 系統將樣本加熱至反應溫度(150-900°C)，將氫氣經過加熱之土壤以捕捉氧氣，在 OVEN 系統中製造水份，利用 LAVA 次系統進行照相並定量水份。

NASA 設計參照任務 (NASA Design Reference Mission)，NASA 之規劃只與合作夥伴候選人討論：

#### Cruise Phase:

- 5 天直接由地球至月球傳輸 w/DSN S-band
- 利用姿態控制系統 ACS(Post-TL1)旋轉至 1rpm
- 執行系統檢查
- 執行 2 個軌道修正(Trajectory Correction Maneuvers,TCMs)
- 執行 2 個中子規格校正

#### Contingency/Off nominal(意外事故)

- 執行外加 2 個軌道修正(Trajectory Correction Maneuvers,TCMs)TCMs
- 加熱之異常現象，旋轉/不旋轉的燃料邊緣

#### Landing there:降落月球表面

TCM 旋轉方式為穩定垂直於太陽的姿態

資料終端裝備(Data Terminal Equipment,DTE) 與 omni 天線通訊

巡航過程中通訊連接，用以作酬載校正(Payload Calibration)以及出爐步驟(Bake-out Operation)

於分離後啓動電源(在丟棄遮蔽物後)

NASA 人員作任務說明:

(一)探勘 Propecting:

- 1.當探勘時，探測儀器找尋較大的 H<sub>2</sub>O/OH 表面，其它揮發氣體與氧氣
- 2.當找到較大的的 H<sub>2</sub>O/OH 表面時，決定螺旋鑽或向月球球心鑽
- 3.進行採樣與量測逐步形成的揮發物

(二)在地圖上表示 Mapping:

- 1.將揮發物和樣本持續經過不同環境，安置、保存、測試與限制，並在地圖上表示

(三)論證 Demonstrating

主要任務得結論，由月球風化層萃取出的氧氣，將會用減少的氫氣驗證，2 個可能的就地資源利用(In Site Resource Utilization,ISRU)方法測試，一為當地揮發物的產生，一為由乾噪風化層水份的產出

四、合作可行性討論 Collaboration discussions

(1)NASA 肯定中科院之技術與能量，並讚許中科院在 AMS 太空磁譜儀 16 國參與之大型國際合作計畫及亞洲監控中心的卓越貢獻。

(2)Moon Lander 登月小艇計畫，NASA 肯定本院在相關領域之科技能量，將擇日蒞院進行現勘工作及研討未來合作 collaboration 模式。

(3)會後大家合影留念，並確認 1 月初詹森太空中心 Dr.Peter Dennet 蒞院進行太空單板電腦研討會議，Moon Lander 登月小艇計畫 NASA 人類探索運作部前瞻探索系統所所長 Dr.Jason C.Crusan、副所長 Dr.Trent Martin 規劃於 1 月中蒞院訪問。



圖 3.會議結束後與會人員於美國航太總總署總部會議室一起合影



圖 4.本院代表與外部關係辦公室太空運作研究所國際計畫專家 Ms. Shari Kamm 合影

## 參、心得

### 一、會議心得

- 1.此次緊急奉派出國，感謝各級長官協助與指導，方能圓滿完成任務，此次在美國航空太空總署 NASA 總部向其高階主管 high ranking 簡報本院科技能量與航太經驗，深感無比榮耀。
- 2.美國航空太空總署的資訊安全亦作得十分嚴謹，進出總部大樓物品均需經過 X 光檢查，會議期間隨時有人陪同，甚至進出洗手間，惟相機可以攜入，可能因隨時有人陪同因此可以於航空太空總署內適時使用相機。
- 3.此次看到美國航空太空總署對未來願景的規劃及人類資源的尋求與探索，深感敬佩，我國航太科技若能與其接軌，不僅大幅提昇全國研究機構與教育資源的科技水準，亦給下一代研究人員與學子們更高更遠的科學研究方向與領域。

### 二、成果

- 1.此次參訪已達到對本計畫預期的效益，通過了美國航空太空總署對本院 AMS-02 計畫執行現況的審查，並完成簡報本院科技能量，NASA 肯定本院在太空計畫的科技能量與寶貴經驗，考量與本院合作登月計畫。
- 2.完成蒐集 International Space Exploration Coordination Group (國際太空探索整合團隊)發表的 The Global Exploration Roadmap(全球探索發展規劃)重要技術報告，各先進國家太空研究機構對未來月球資源探測計畫、近地目標計畫、登陸火星計畫都在作長遠的規劃與研究，將進行 Resource Potential(潛在資源)、Human Mission Target(人類任務目標)、Atmosphere(大氣)三個 Knowledge Domain (知識領域)的探索與量測。
- 3.完成蒐集美國航空太空總署總部策略計畫辦公室發表的 The Origins of International Participation in the Space Station(國際參與太空站建置之源起)，對於了解國際太空站 ISS 建置歷程及國際合作時遇到的困難點有相當大的助益，日後本院將可參考此模式進行後續各項國際合作計畫。
4. 完成蒐集 International Space Exploration Coordination Group (國際太空探索整合團隊)發表的 Benefits Stemming from Space Exploration(太空探索衍生對人類之貢獻)重要技

術報告，內容說明太空探索對於科學與技術創新的貢獻，並達到文化與激勵的目的。

#### 肆、建議事項

一、此次很榮幸代本院赴美國航空太空總署NASA總部進行AMS-02計畫現況報告、本院科技能量簡報與NASA無人登月載具Moon Lander計畫相關核心技術提報，美國航空太空總署NASA肯定中科院之技術與能量，並讚許中科院在AMS太空磁譜儀16國參與之大型國際合作計畫及亞洲監控中心的卓越貢獻，本院可持續爭取與NASA長期合作，提昇本院太空科技能量及國家能見度。

二、美國航空太空總署人員預定104年1月蒞院進行實驗室現勘訪問，建議本院Moon Lander有關專業單位作好關鍵技術能量展示與行銷，爭取建案成功。

## 附件一 英文縮寫對照表 **ACRONYMS**

AMS (Anti Mater Spectrometer)  
ALC (AMS Laptop Computer)  
AOS (Acquisition of Signal)  
APS (Automated Payload Switch)  
CHD (Critical Health Data)  
CDP (Customer Data Packet)  
DMC (Data Management Coordinator)  
DST (Daylight Saving Time)  
DTE (Data Terminal Equipment)  
EHS (Enhanced HOSC System)  
ERIS (EHS Remote Interface System)  
ECAL (Electromagnet Calorimeter)  
FIFO (First In First Out)  
FEP (Front End Processor)  
HOSC (Huntsville Operation Support Center)  
HRDL (High Rate Data Link)  
HRFA (High rate Radio Frequency Antennas)  
HCOR (HRDL Communication Outage Recorder)  
HKLR (House Keeping Low Rate)  
HKHR (House Keeping High Rate)  
HKRPB (House Keeping Play Back from Laptop)  
HKBPB (House Keeping Play Back from JBUX)  
IVoDS (Internet Voice Distribution System)  
ISRU (In Situ Resource Utilization)  
ISS (International Space Station)  
JMDC (J-crate Main DAQ Computer)  
KSC (Kennedy Space Center)  
LAVA (Lunar Advanced Volatile Analysis)  
LOS (Loss of Signal)  
MCC (Mission Control Center @ JSC)  
MSFC (Marshall Space Flight Center)  
NASA (National Astronaut and Space Administration)  
NRAO (National Radio Astronomy Observatory)  
OPS (Operation Payload Supporter)  
OC (Operation Coordinator)  
OCR (Operational Change Request)  
OVEN (Oxygen & Volatile Extration Node)

POCC (Payload Operation Control Center)  
POD (Payload Operation Director)  
PRO (Payload Rack Officer)  
PB (Play-Back)  
PLMDM (Payload Multiplex De-Multiplex)  
PDSS (Payload Data Service System)  
PM (Photo-Multiplier) (TOF/ECAL/RICH)  
POIC (Payload Operation Integration Center)  
RT (Real Time)  
RIC (Rack Interface Controller)  
RPI-OPS (Remote Principal Investigator)  
RICH (Ring Image Cherenkov Counter)  
SCI (Science Data)  
SMA (Smithsonian Astrophysics Observatory)  
TCM (Trajectory Correction Maneuver)  
TDRS (Tracking Data Relay Satellite)  
TOF (Time of Flight)  
TRD (Transmission Radiation Detector)  
TTCS (Tracker Thermal Control System)  
TEE (Prefix with T) (TRD/TRACKER/TTCS)  
UDP (User Datagram Protocol)



---

---

# *Overview and Capabilities of CSIST*

*Elaine Lin, Director  
International Cooperation Program Office  
CSIST, Taiwan, ROC*

---

---

1



## *Outlines*

---

---

- Introducing CSIST
- AMS program in CSIST
- Lunar Lander – What CSIST may contribute
- Summary

2



# Who we are?



Under the self-reliant national defense policy, **Chung Shan Institute of Science and Technology (CSIST)** was founded in 1969 for the research and development of national defensive systems and those critical modules and components.

3



To enhance competitiveness of local industry, CSIST had started conducting dual-use technology programs, guided and budgeted by the Ministry of Economic Affairs (MOEA) since 1995.

4



# International Cooperation Projects





## **International Cooperation Projects (cont.)**



Project Name	Project Goal	Qualification Organization	Time
<b>AMS</b>	To detect high energy charged particles in earth orbit	<b>NASA</b>	<b>1995</b>
<b>SMA</b>	Sub-millimeter Array deployed at the 4080m summit of Mauna Kea to explore the universe	<b>SAO</b>	<b>2003</b>
<b>ALMA</b>	Millimeter/sub-millimeter Array deployed at the 5000m Atacama plateau to explore the universe	<b>NRAO</b>	<b>2006</b>
<b>GLT</b>	To deploy an Radio Telescope at the 3500m Ice Sheet in Greenland, together with SMA, ALMA to form a VLBI	<b>NSF, NRAO and SAO</b>	<b>2013</b>

AMS-02

AMS is an international collaboration of 16 countries in 3 continents, 60 institutes and 600 physicists and engineers

Professor Samuel C. C. Ting of MIT leads the program



## *AMS Project*

- Alpha Magnetic Spectrometer, AMS, is an international collaboration of 16 countries in 3 continents, 60 institutes and 600 physicists and engineers.
- The purpose of AMS is to detect and distinguish those high energy charged particles in the universe.
- Nobel laureate professor Samuel C. C. Ting of MIT leads the program .
- Be a major member in Taiwan team, CSIST joined the AMS project since 1995.



## AMS Architecture

- There are five sub-detectors and a permanent magnet in the AMS, the primary functions of electronics system are interfacing, control, communicating and data processing.
- Electronic systems is manufactured by CSIST in AMS-01, and is designed, manufactured and tested by CSIST in AMS-02.



AMS-02 System Integration Test



Electronic System Assembly



## AMS Electronic Systems

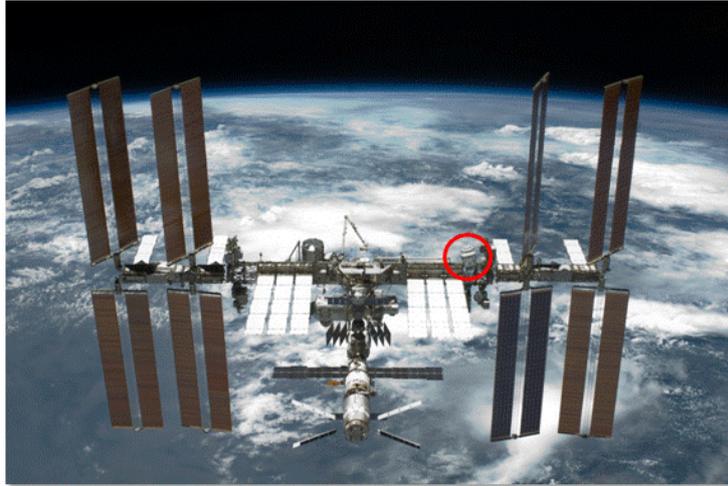
- There are : 32 crates, 650 micro-processors and PCB modules, 300,000 data channels; the total weight of Elec. Syst. is 1 ton .





## AMS on ISS

- AMS-02 was carried by space shuttle Endeavour on May 16, 2011, and was mounted on the ISS on May 19, 2011.
- AMS-02 will stay on board the ISS to detect particles in the universe for 15~20 years.



## AMS POCC

- AMS Payload Operation and Control Centers (POCC) were setup globally (US, Europe, and Asia) to monitor status of AMS, data transmission and scientific analysis.
- AMS Asia POCC is located at Longyuan Research Park of CSIST.



POCC at CERN, Europe



POCC at CSIST, Asia



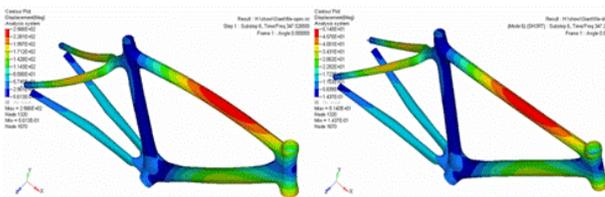
# Lunar Lander that CSIST May Contribute



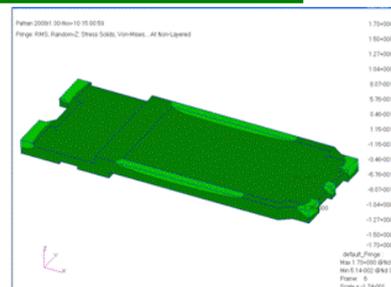
- Structural and Thermal Analysis
- Propulsion
  - Retro Motor
  - Thrusters for Attitude Control
- Guidance, Navigation and Control
- On-board Computer and Power Module



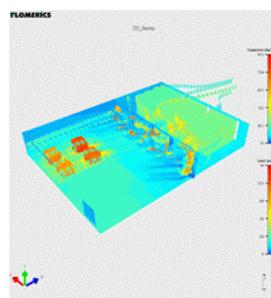
# Structural and Thermal Analysis



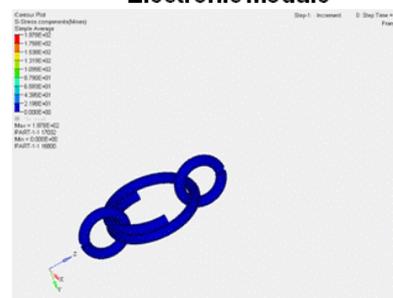
Active Vibration Control of Composite Frames (before and after control)



Dynamic Stress Simulation of Electronic Module



Thermal Simulation of Electronic Module



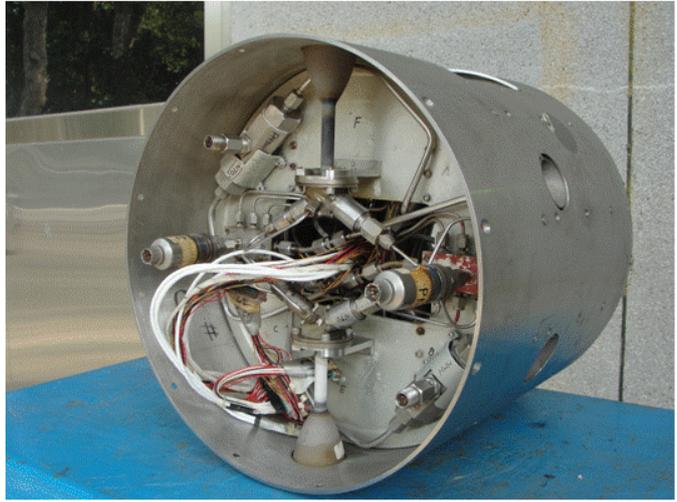
Non-linear structural analysis



## *Propulsion - ACS*



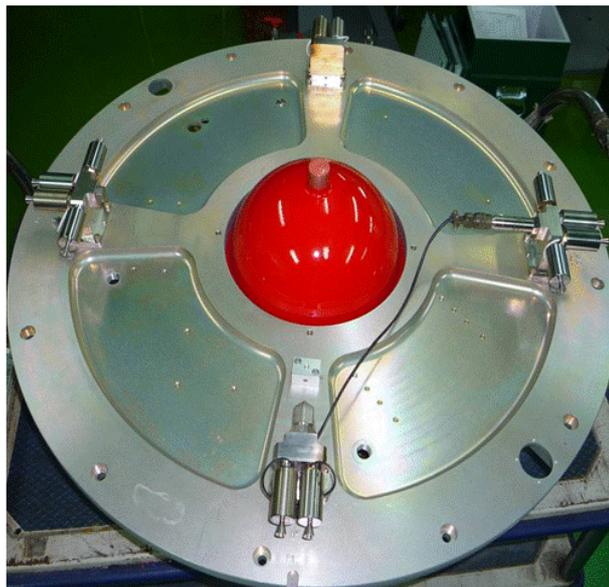
Thruster



Attitude Control Module



## *Propulsion - ACS*



Cold Gas Attitude Control Module



## Propulsion – Retro Motor



Carbon fiber motor case with metal flange



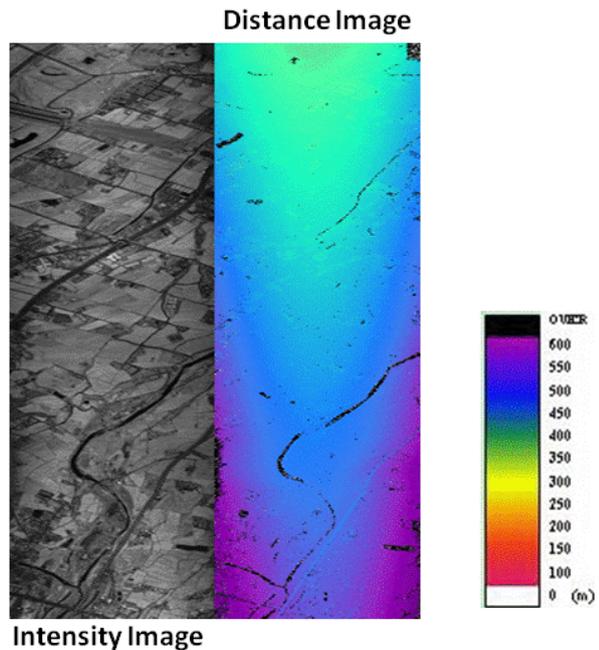
3D C/C nozzle with composite bell-shaped exit cone



## Guidance, Navigation and Control

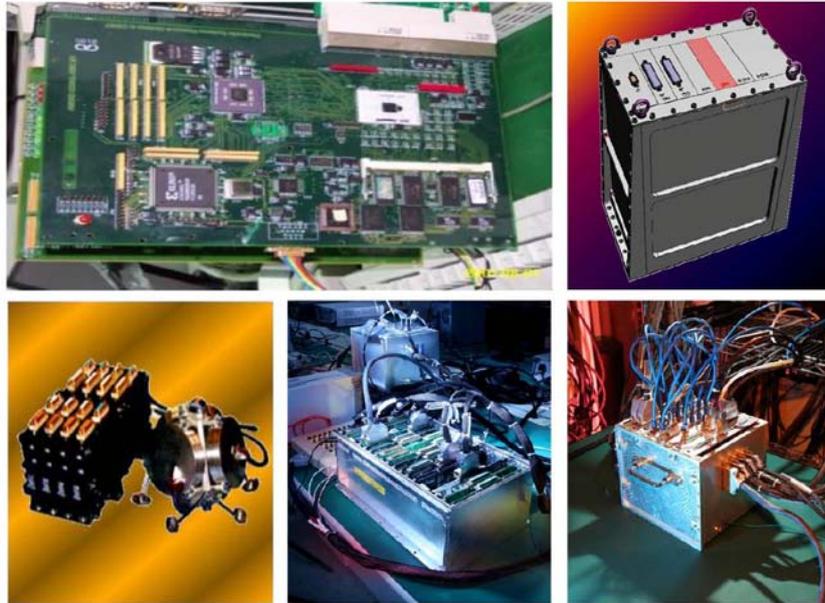


Lidar Imager





# On-Board Computer and Power Modules



JSBC in AMS-02, RSI/EU, CDMU, PCDU in FORMOSAT5, and FOG in FORMOSAT7. (from top left clockwise)



# Wideband Wireless Communication Systems



UAV data link and Satellite communication systems.



# Temperature/Vibration/Shock Test Facilities



Temperature cycling Test (left) and Vibration/shock Test (right) Facilities



# EMC Test Facilities



7mx4mx3m, 20mx14mx9, 9mx6mx6m, Anechoic Chambers.  
(from lower left clockwise)



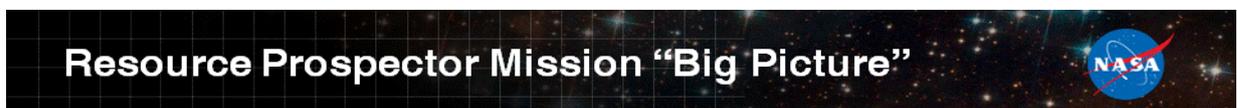
## *Summary*

---

---



- **CSIST is capable of and experienced in developing space electronics systems for scientific research projects.**
- **NSPO/CSIST team is willing to collaborate with NASA and other international teams for the Moon Resource Exploration Project.**



The Resource Prospector Mission (RPM) team consists of the best from inside and outside NASA, including potential international partnerships to prospect for volatiles (water ice) in the polar regions of the Moon.

Utilizing lunar resources to produce oxygen and propellants could enable new mission architectures for human exploration.

RPM is targeted for launch in 2018.

Mission elements include a lunar lander, a rover, a sampling & analysis payload, and a launch vehicle.

Payload consists of a drill, a small oven to heat the sample, and a suite of three different spectrometers to guide surface navigation and characterize the volatiles located in the lunar regolith.

# RPM Simplified Overview



Get there...

- Launch
- Cruise
- Descent & Landing
- Quick Checkout
- Roll-off Lander
- Quick Checkout
- Begin Surface Ops

Find & Mine Volatiles...



- Map surface** Use the Neutron Spec & Near-IR Spec to look for Hydrogen-rich materials
- Extract soil core** Use the Drill Subsystem to excavate up to 1[m] core sample
- Heat soil** Heat samples (150degC) in the OVEN Subsystem
- Determine Volatiles** Determine type and quantity of volatiles in the LAVA Subsystem, (H<sub>2</sub>, He, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>)

Utilize the volatiles...

- Super-heat soil** Heat sample to reaction temps (150-900degC) using the OVEN Subsystem
- Make water** Flow H<sub>2</sub> through the heated soil to capture oxygen and make water using the OVEN Subsystem
- Show me the water!** Image and quantify the water created using the LAVA Subsystem

National Aeronautics and Space Administration



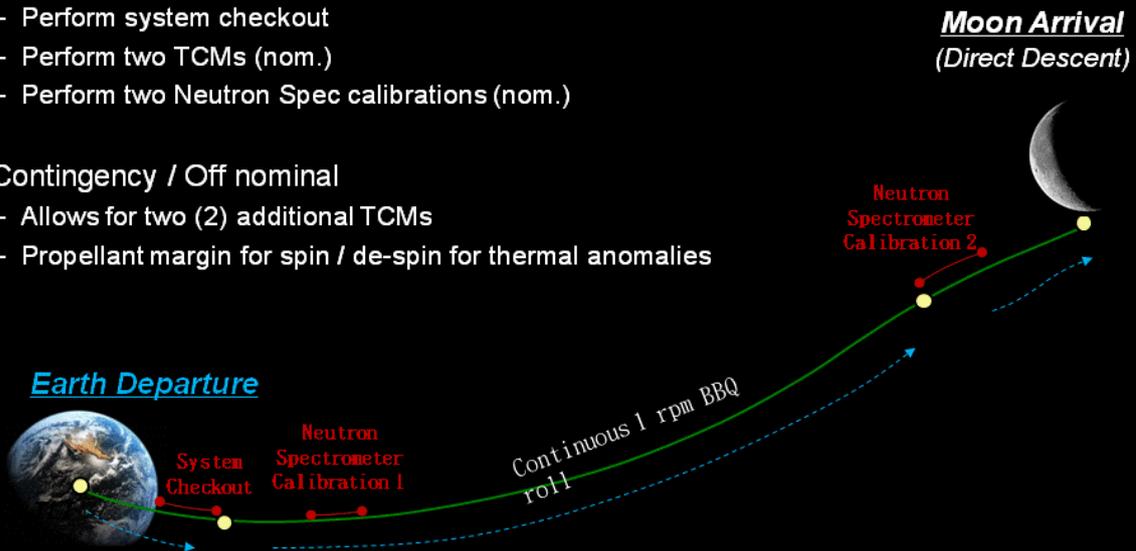
## NASA RPM Design Reference Mission

The following charts reveal the NASA Design Reference Mission (DRM) for RPM. Plans are preliminary and subject to discussions with candidate partners

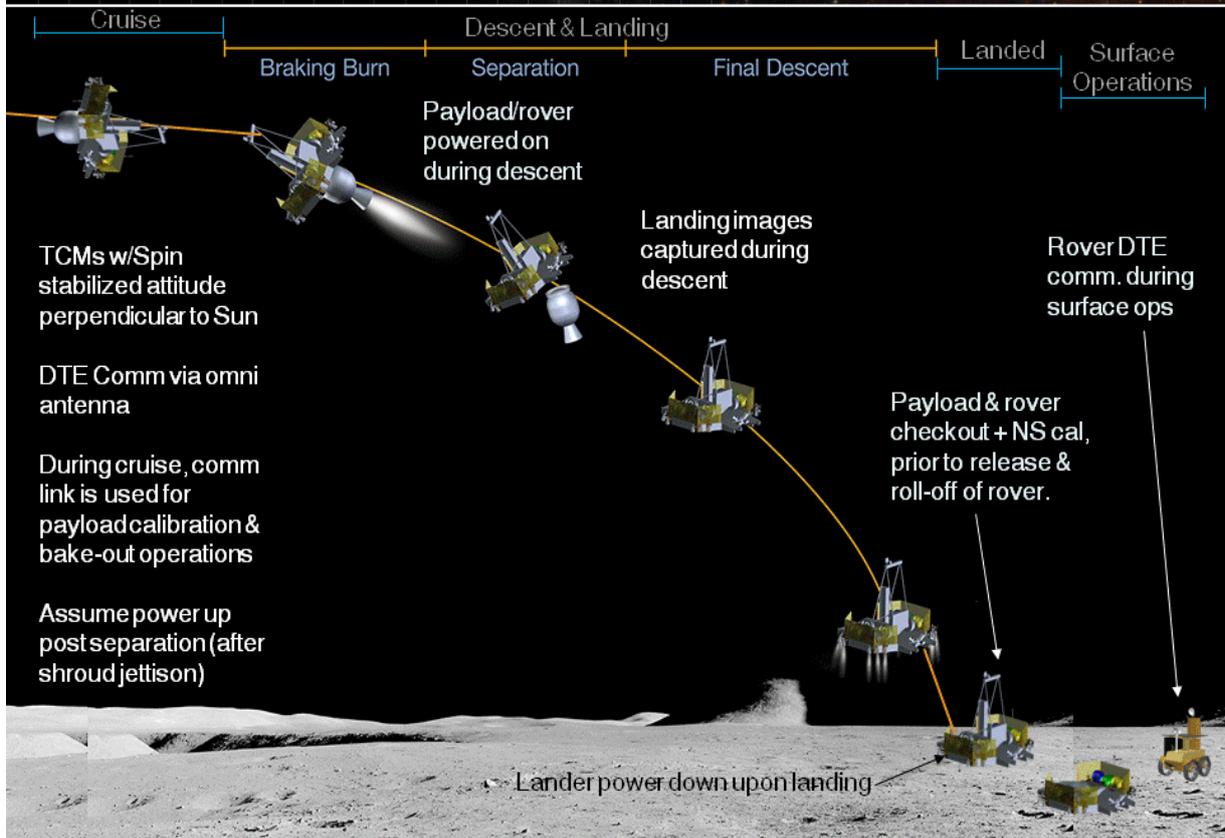
## Getting there... (NASA notional plan)



- Cruise Phase:
  - 5-day direct Earth to Moon transfer w/DSN S-band
  - Spin up to 1 rpm using Attitude Control System (post-TLI)
    - No de-spin during TCMs
  - Perform system checkout
  - Perform two TCMs (nom.)
  - Perform two Neutron Spec calibrations (nom.)
- Contingency / Off nominal
  - Allows for two (2) additional TCMs
  - Propellant margin for spin / de-spin for thermal anomalies



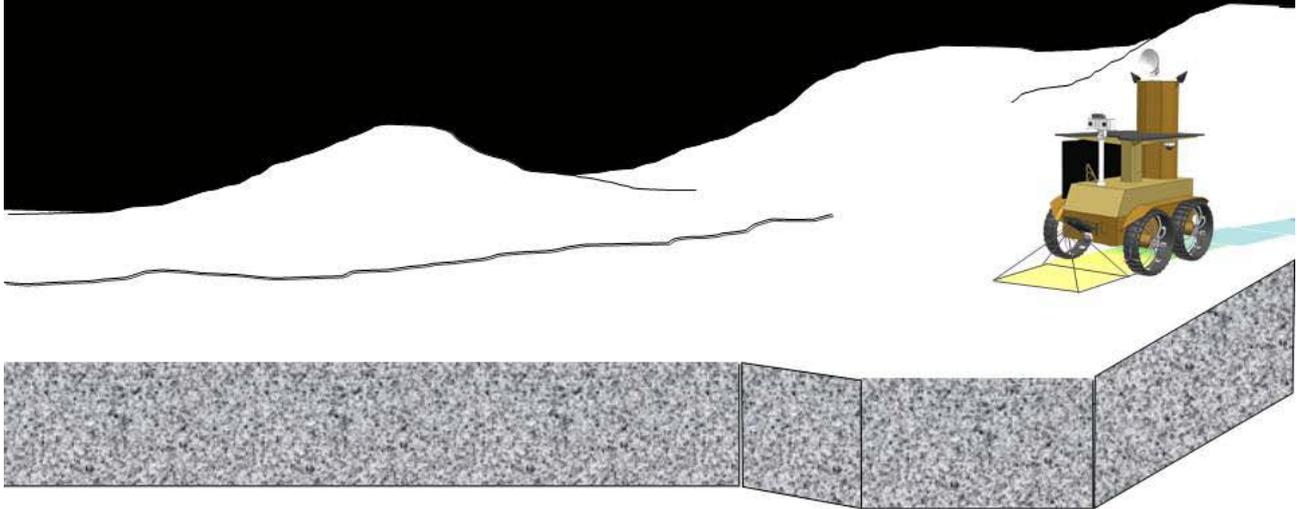
## Landing there... (NASA notional plan)



## Prospecting... (NASA notional plan)



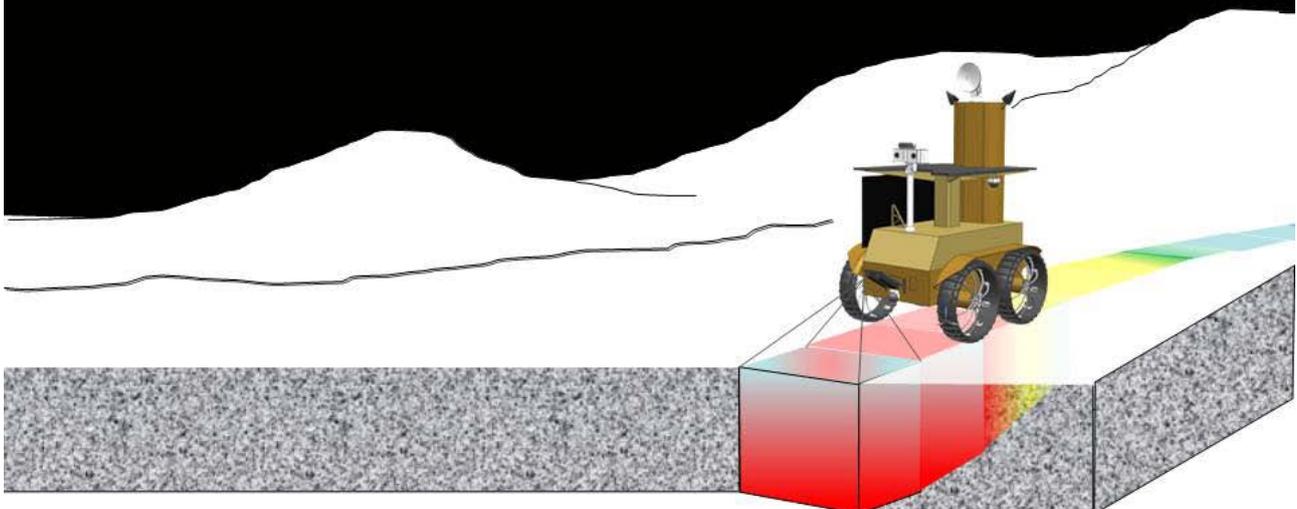
1. While roving, prospecting instruments search for enhanced surface H<sub>2</sub>O/OH, other volatiles and volumetric hydrogen



## Prospecting... (NASA notional plan)



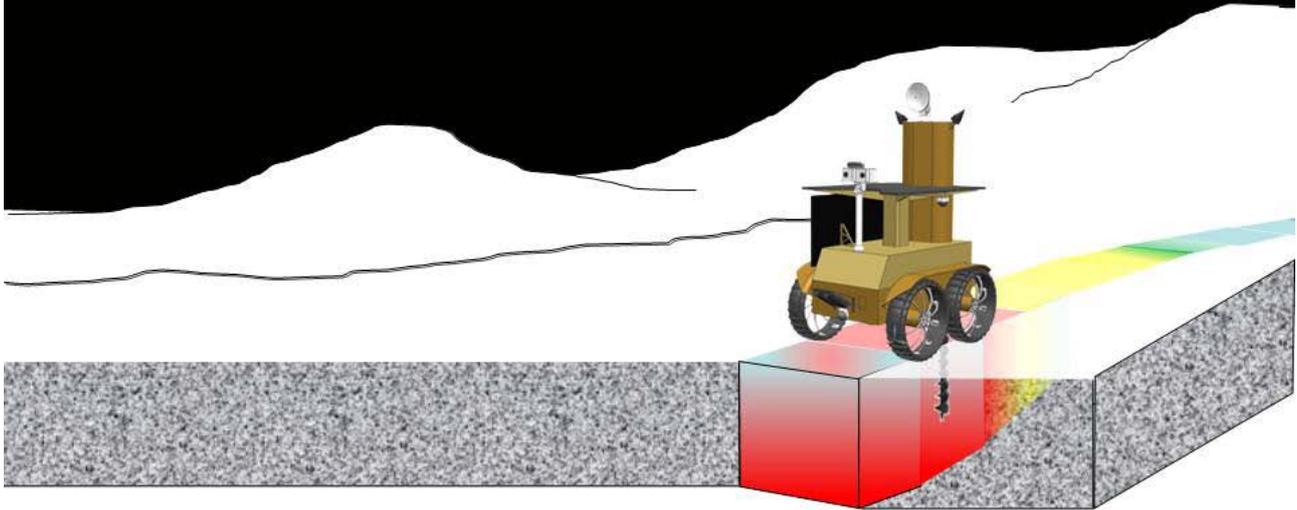
1. While roving, prospecting instruments search for enhanced surface H<sub>2</sub>O/OH and volumetric hydrogen
2. When enhancements are found decision made to either auger or core (sample)



## Excavating... (NASA notional plan)



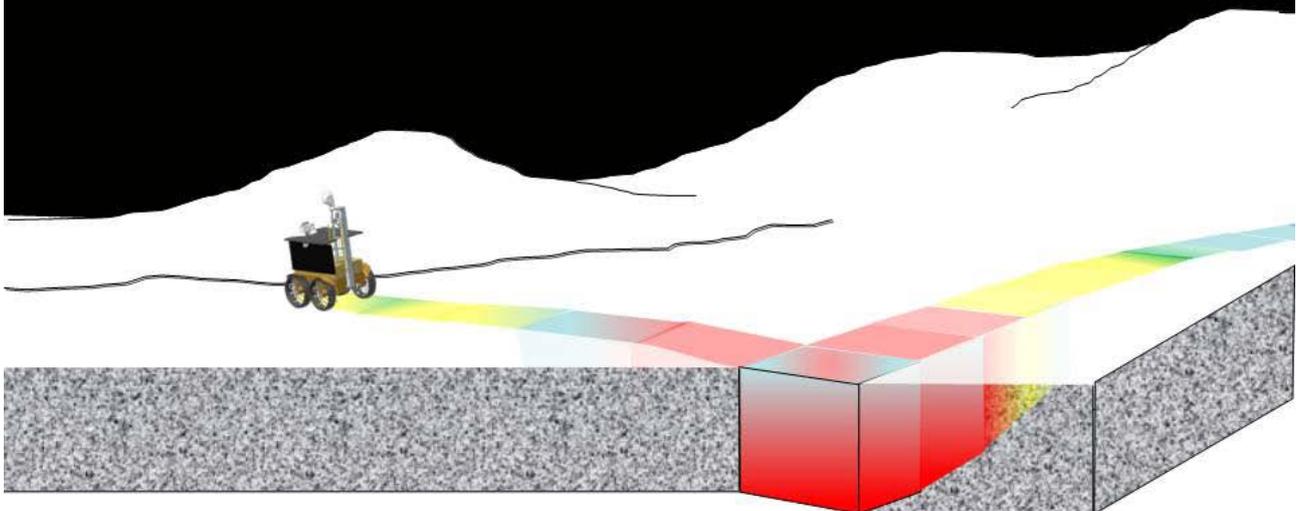
1. While roving, prospecting instruments search for enhanced surface H<sub>2</sub>O/OH and volumetric hydrogen
2. When enhancements are found decision made to either auger or core (sample)
3. Samples are processed and evolved volatiles measured



## Mapping... (NASA notional plan)



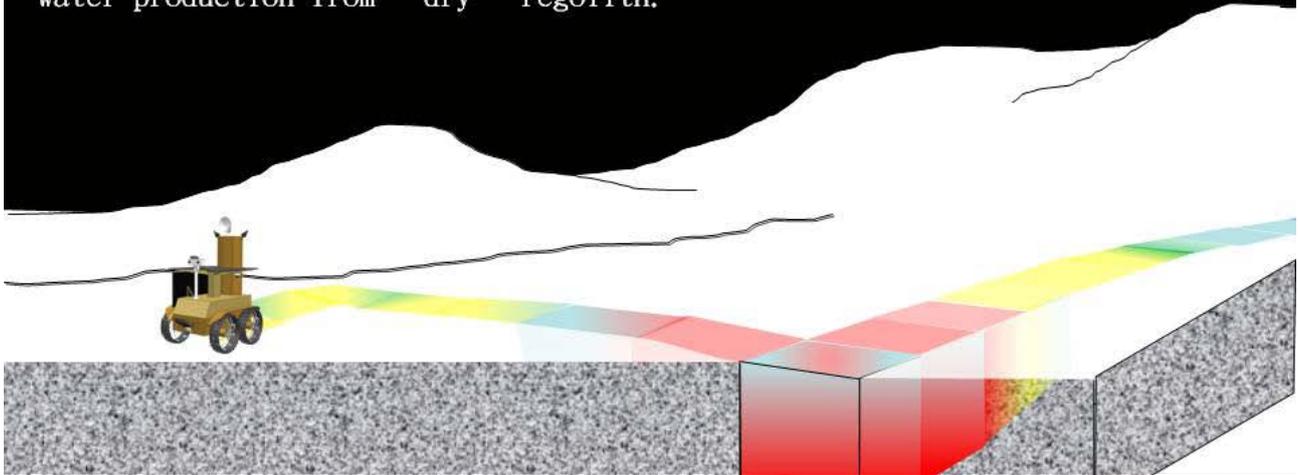
Mapping of volatiles and samples continue across a variety environments, testing theories of emplacement and retention, and constraining economics of extraction.



## Demonstrating... (NASA notional plan)



Concluding the primary mission, oxygen extraction from regolith will be demonstrated using hydrogen reduction, thus testing both possible ISRU pathways: local volatiles and water production from "dry" regolith.



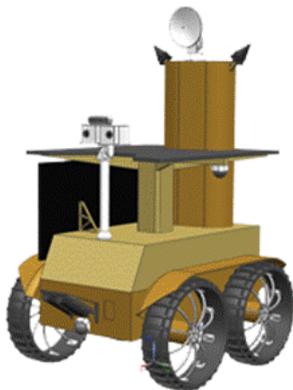
## The RPM Tool Box (NASA notional plan)



### Mobility

#### Rover

- Mobility system
- Cameras
- Surface interaction



### Prospecting

#### Neutron Spectrometer System (NSS)

- Water-equivalent hydrogen > 0.5 wt% down to 1[m] depth

#### NIR Volatiles Spectrometer System (NIRVSS)

- Surface H<sub>2</sub>O/OH identification
- Near-subsurface sample characterization
- Drill site imaging
- Drill site temperatures

### Sampling

#### Auger / Core Drill

- Subsurface sample acquisition
- Auger for near-surface assay
- Core for detailed subsurface assay

### Processing & Analysis

#### Oxygen & Volatile Extraction Node (OVEN)

- Volatile Content/Oxygen Extraction by warming
- Total sample mass

#### Lunar Advanced Volatile Analysis (LAVA)

- Analytical volatile identification and quantification in delivered sample with GC/MS
- Measure water content of regolith at 0.5% (weight) or greater
- Characterize volatiles of interest below 70 AMU