



# Introduction to Space Payload

## **Space Payload Laboratory**

Instructor: Chi-Kuang Chao

Department of Atmospheric Science, National Central University

Graduate Institute of Space Science, National Central University

July 17, 2017

# 內容



- 研究人員
- 研究方向
- 發展歷程
- 實驗室現況
- 未來展望



<http://spl.ss.ncu.edu.tw/>



# 現有人力 (13 名)



教師	1	趙吉光 (中大) 。
專任助理	2	劉宛昀 (中大) 、朱宴達 (中大) 。
博士班	3	茅雅韻 (中大) 、洪晟銘 (中大) 、林崇聖 (中大) 。
碩二	2	范振宇 (中大) 、陳怡姘 (中大) 。
碩一	1	鍾絜如 (中大) 。
大學部	4	洪萱芸 (中大) 、李孟潔 (中大) 、張瑋庭 (中大) 、 黃唯蓉 (中大) 。

碩士班	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
通過率	1/1	0/0	1/3	2/3	0/3	5/6	2/2	3/6	1/2	4/4	3/4	1/5



# 畢業學生 (19名)



胡紹賢	96 級碩士畢	中大太空所助理、NC State 碩士、VT 博士班、GE Healthcare 電子工程師。
林再文	98 級碩士畢 104 級博士畢	中大太空所博士班。 宗臣科技工程師。
沈裕德	99 級碩士畢	宏瀨科技工程師 (研發替代役)、和椿科技工程師。
朱宴達	99 級碩士畢	中大太空所助理、廣達電腦產品經理。
茅雅龍	101 級碩士畢	中大太空所博士班。
徐妤婷	101 級碩士畢	中大太空所助理、研華科技工程師、中山科學院電子所技佐。
倪健航	101 級碩士畢	中大物理系助理 (研發替代役)。
陳冠文	101 級碩士畢	欣興電子高級工程師 (研發替代役)。
周彥含	101 級碩士畢	台積設備工程師。
彭偉杰	102 級碩士畢	明泰科技工程師。
吳柏宏	102 級碩士畢	瑞鼎科技工程師。
蔡豐名	103 級碩士畢	中山科學院飛彈火箭所技佐 (研發替代役)。
陳立恆	103 級碩士畢	台達電子韌體資深工程師。
曹智涵	103 級碩士畢	奕力科技工程師 (研發替代役)。
洪晟銘	104 級碩士畢	中大太空所博士班 (與中科院合作, 產學合作培育研發菁英計畫)。
高珮庭	105 級碩士畢	
曾從恩	105 級碩士畢	
蔡秉翰	105 級碩士畢	
林宗琪	105 級碩士畢	

# 教育部補助大專院校產學合作培育 研發菁英計畫 (與中科院合作)

- 大學畢業後六年： $30K \times 13.5m \times 6yrs = 2,430K$ .
- 碩士畢業後四年： $6K \times 12m + 8K \times 12m + 45K \times 13.5m \times 4yrs = 2,598 K$ .
- 博士四年研發模式： $6K \times 12m + 8K \times 12m + 520K \times 4yrs = 2,248 K$ .  
畢業後一年，可超越碩士畢業：  
 $(2,598K - 2,248K)/(75K - 45K) < 1yrs$ .
- 碩博士五年研發一貫模式： $520K \times 5yrs + 75K \times 13.5m = 3,612.5 K$ . 薪資永遠領先。

## 國家中山科學研究院與國立中央大學地科學院 合作意願書

本企業單位 國家中山科學研究院 為協助大學提升博士培育學用合一，建立論文研究由大學與產業界共同指導，共同培育博士務實致用研發能力，茲同意依教育部「協助大學校院與企業產學合作培育研發菁英計畫補助作業要點」，與國立中央大學地科學院合作下列事項：  
地科學院

- 一. 從國立中央大學地科學院，甄選於 太空科學、遙測影像、探空及衛星酬載、電離層探測、地波雷達、測海雷達等領域具有潛力之碩博士研究生 2 名，(以下類別可複選)
  - 碩博士五年研發一貫模式:招收碩士一年級新生，以碩士修課一年後選讀博士，博士第一年及第二年於學校修課，第三年及第四年於產業或法人實作研發並完成論文，共計五年完成博士學位。
  - 博士四年研發模式:
    1. 招收博士一年級新生：以博士班第一年及第二年於學校修課，第三年及第四年於產業或法人實作研發並完成論文，共計四年完成博士學位。
    2. 招收碩士班二年級以上學生：以選修讀博士班機制成為博士新生，博士班第一年及第二年於學校修課，第三年及第四年於產業或法人實作研發並完成論文，博士班修讀四年後完成學位。
- 二. 負責學生篩選作業及學生學習成效評估方式 (含淘汰機制)，依 國家中山科學研究院 需求媒合獲選學生。
- 三. 依 國家中山科學研究院 之領域需求，協調獲選學生之指導教授設定專題目標，並提供相應之課程改革及產學合作方式。

### 國家中山科學研究院

擬定下列研究議題並參與學生評選作業

1. 地波雷達、測海雷達等相關技術開發
2. 越地平線天波、地波雷達傳播特性研究
3. 高頻地波雷達抗電離層干擾技術研究
4. 環境監測技術研究
5. 衛星等級酬載研製

- 一. 同意依教育部每年補助之獎助學金總額，連續提供至少等額(20 萬/每人每年)人才培育之經費予地科學院，做為學生獎學金及計畫維運費進行相關課程修正、教師發展、學生至企業實習或進行論文研究等。
- 二. 指派一名企業單位內技術成員擔任學生導師(mentor)，與指導教授合作，提供學生在校訓練期間與實習期間給予必要的諮詢與技術協助。
- 三. 同意與地科學院配合教育部共同辦理成果發表或研討會，以分享經驗交流

其他約定事項：

- 一. 除非與指導教授另有約定之外，學生於參與企業單位研究計畫期間所產出之研究成果由企業單位與學生議訂之。
- 二. 企業單位得要求與獲選學生或指導教授另簽訂保密協議。
- 三. 建議合作企業單位與指導教授另簽產學合作計畫，增進雙方長期合作互動。
- 四. 每學年度從當年 8 月 1 日至次年 7 月 31 日。

國家中山科學研究院

院長：張冠群

(簽章)



國立中央大學地科學院

院長：朱延祥

(簽章)

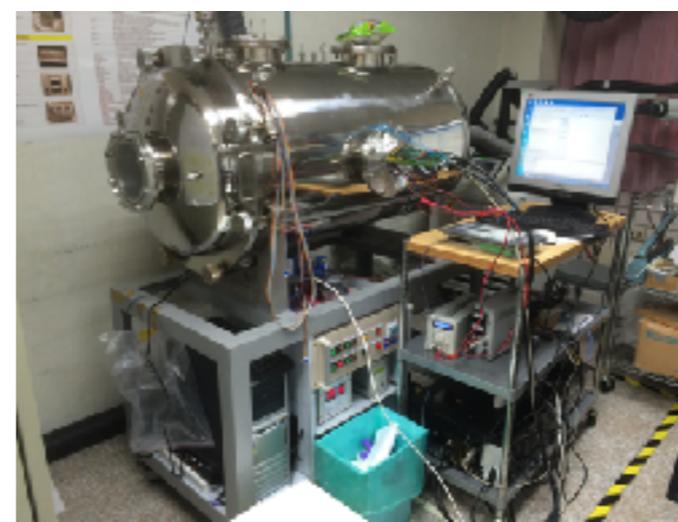
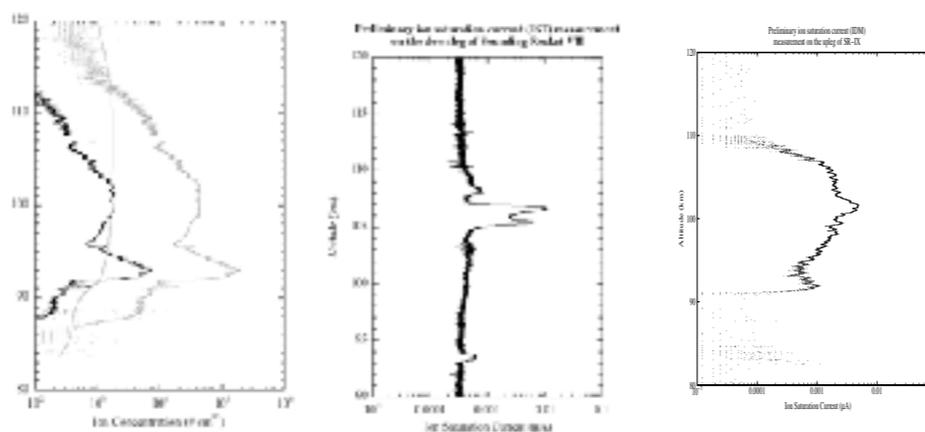
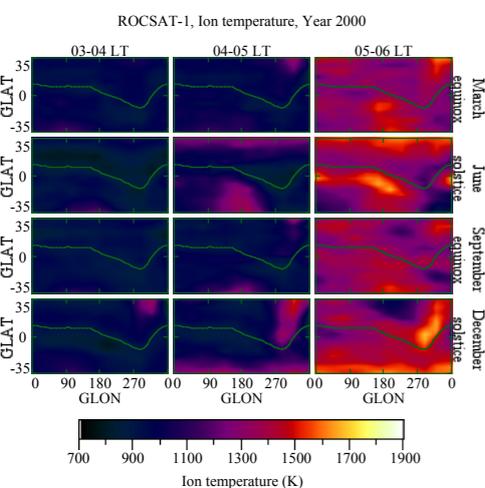
朱延祥

中華民國 105 年 月 日

# 研究方向



- **太空酬載**（安置在**衛星**與**火箭**的科學儀器）
- 研發與製作科學酬載，執行科學任務。
- **環境測試**（測試元件與模組的耐受度）
- 發展獨特測試環境，如電漿艙、熱真空艙。
- **電離層物理**（太空天氣與太空通訊干擾）
- **全球**電離層頂部電漿動力行為（**衛星**）。
- **台灣**上空電離層電漿不規則體（**火箭**）。

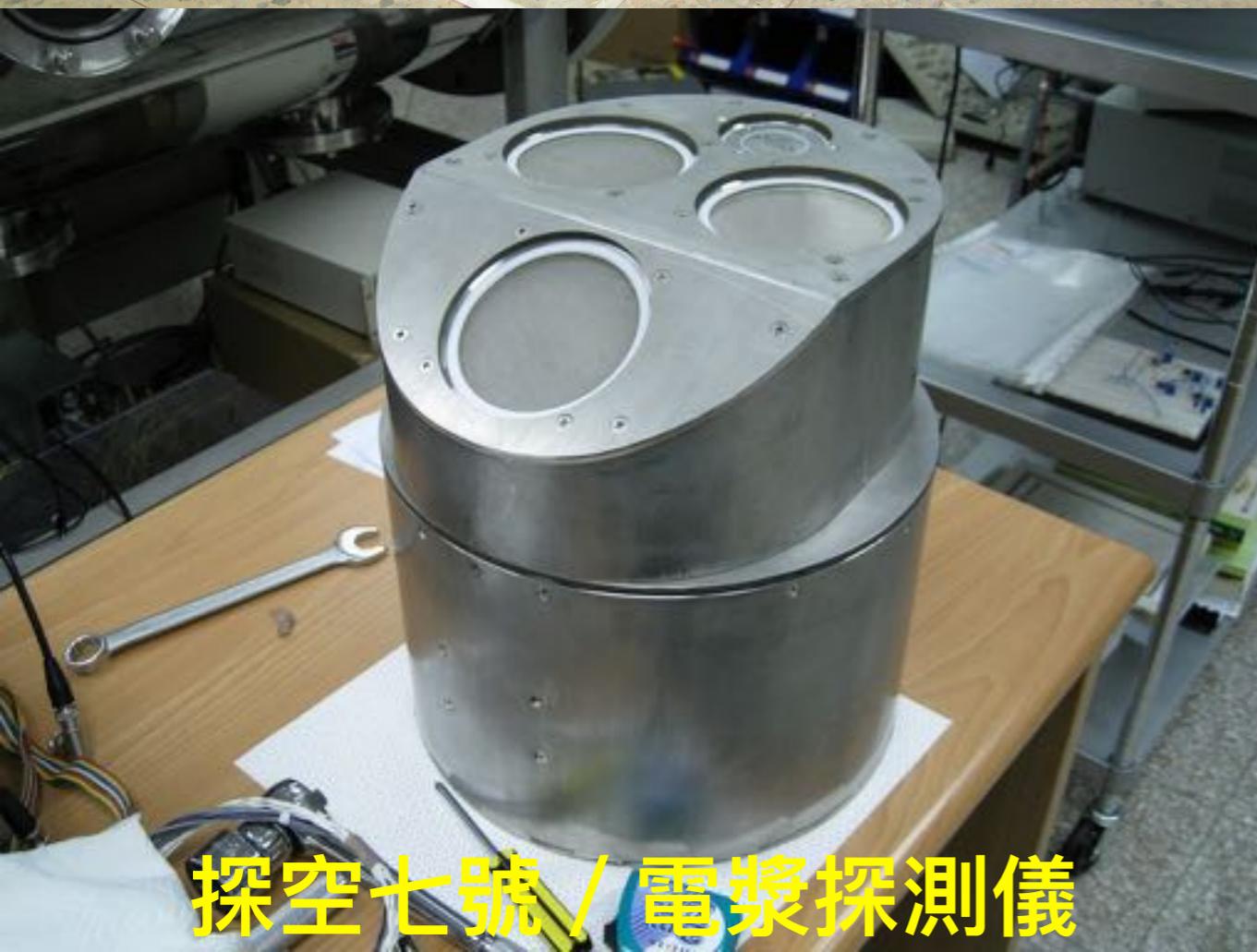




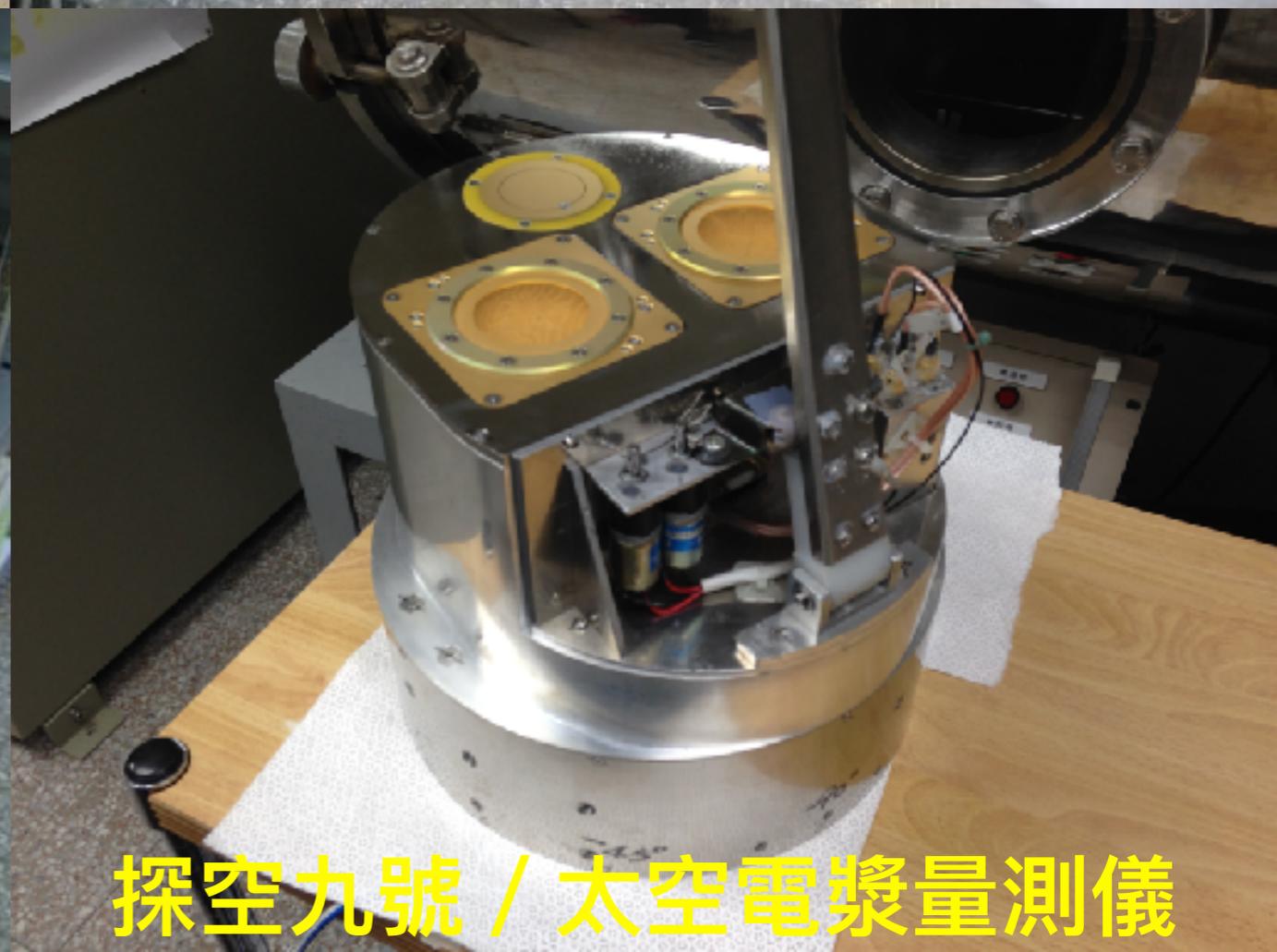
探空三號 / 三甲基鋁酬載



探空五號 / 離子探測儀



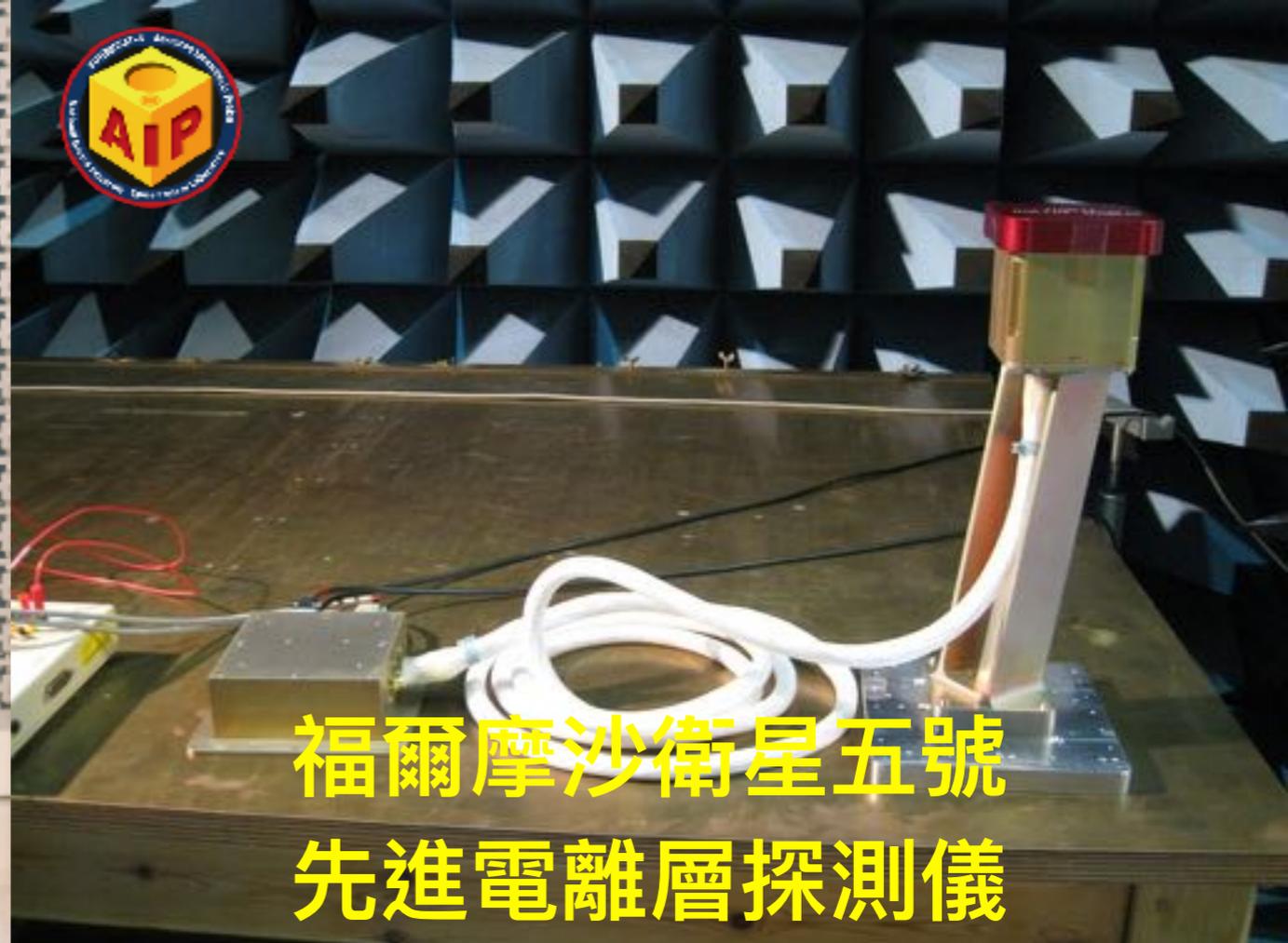
探空七號 / 電漿探測儀



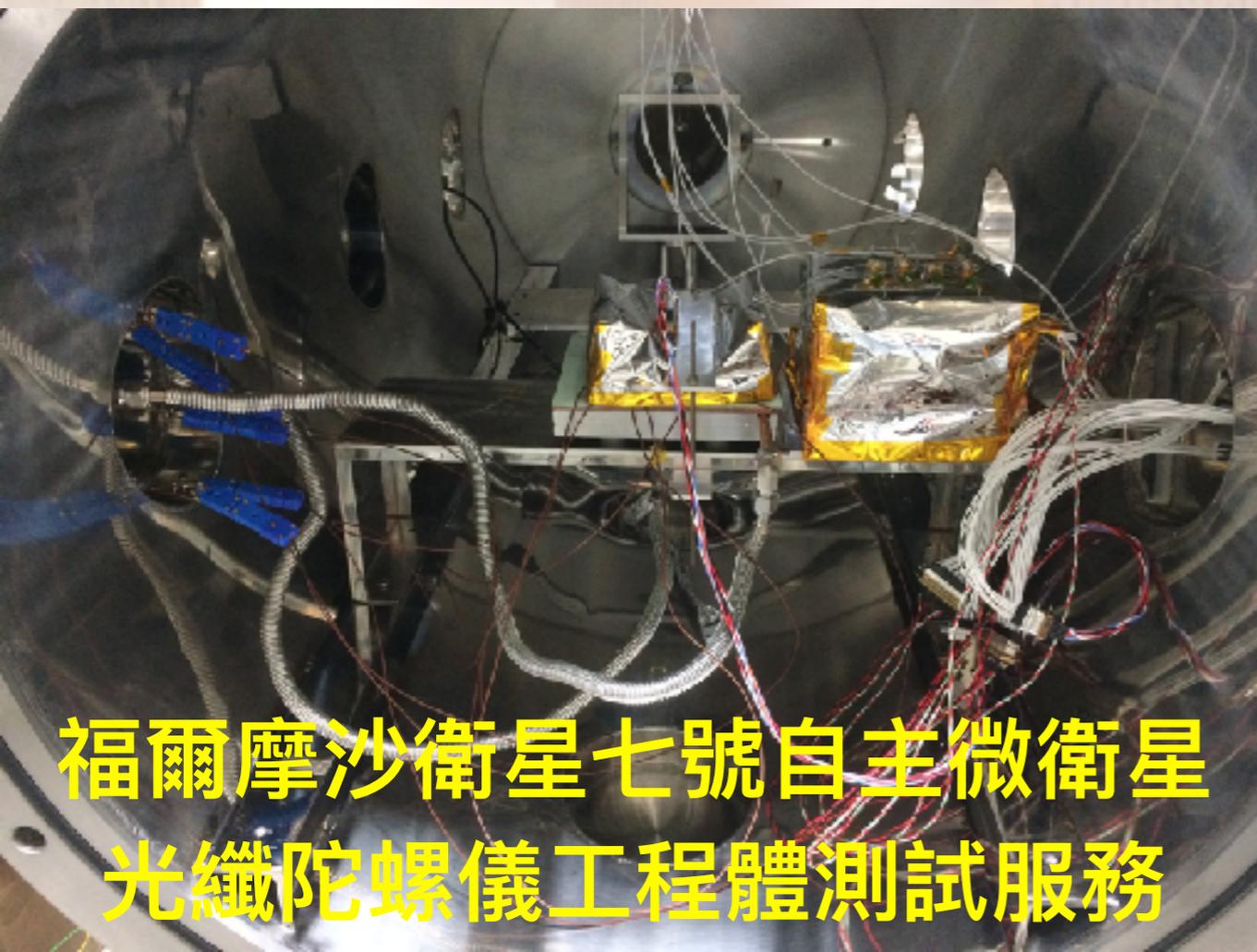
探空九號 / 太空電漿量測儀



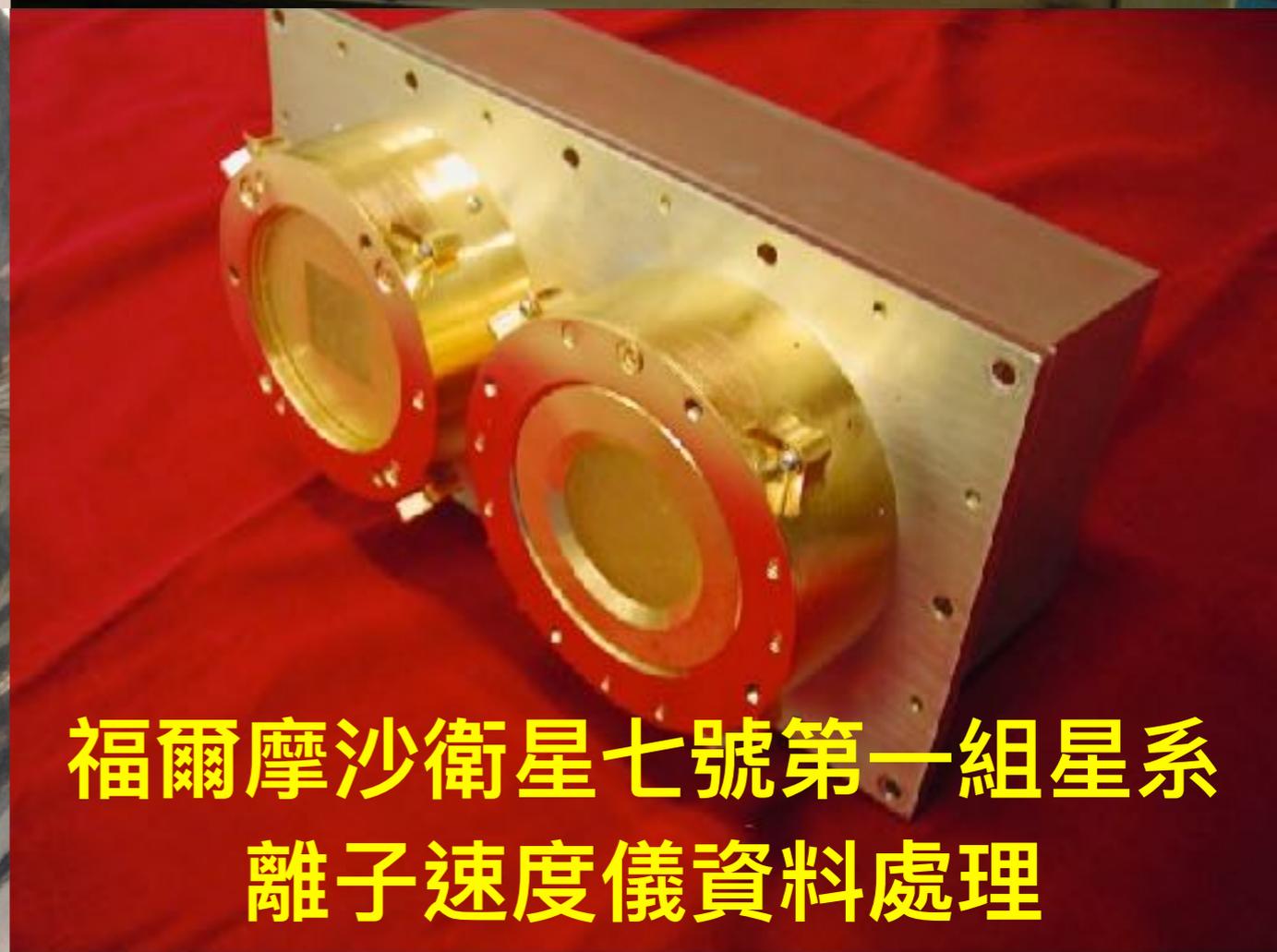
福爾摩沙衛星一號  
電離層電漿電動效應儀



福爾摩沙衛星五號  
先進電離層探測儀



福爾摩沙衛星七號自主微衛星  
光纖陀螺儀工程體測試服務

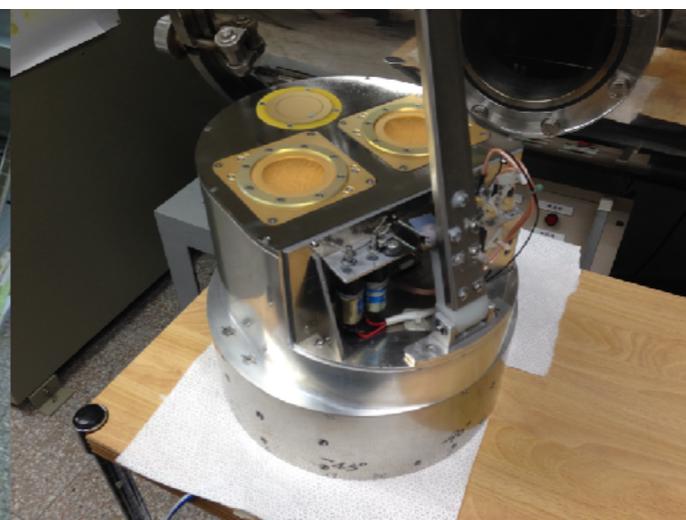


福爾摩沙衛星七號第一組星系  
離子速度儀資料處理

# 發展歷程（第一期五年）



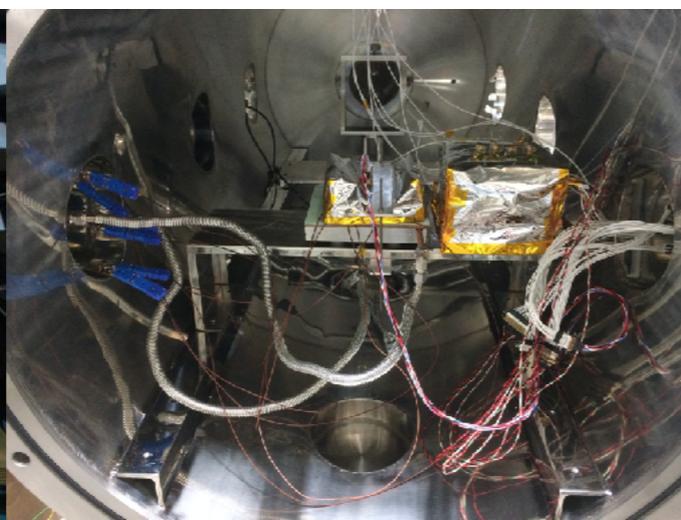
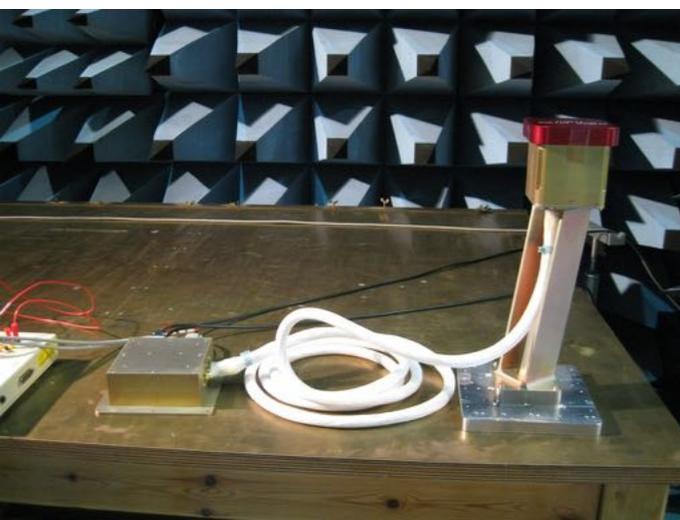
- 經費來源：發展國際一流大學 / 太空科技與天文研究。
- 發展目標：酬載研發基礎設施，包括設計、分析、製作、校正、測試、資料處理等能力建立。
- 合作對象：國家太空中心。
  - 探空五號 / 離子探測儀（2004-2006）。
  - 探空七號 / 電漿探測儀（2006-2010）。
  - 探空九號 / 太空電漿量測儀（2008-2014）。



# 發展歷程（第二期五年）



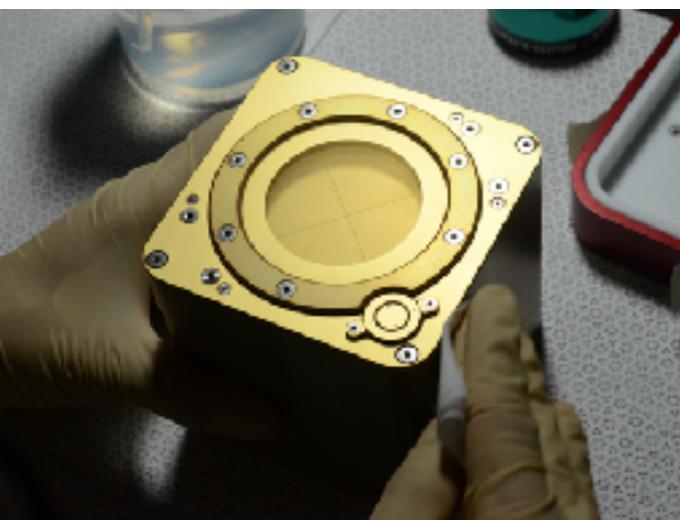
- 經費來源：邁向頂尖大學 / 太空天氣與日地環境監測。
- 發展目標：由探空火箭酬載邁向衛星酬載。
- 合作對象：
  - 國家太空中心：福衛五號 / 先進電離層探測儀（2012-2017Q4）與福衛七號 / 光纖陀螺儀測試（2014）。
  - 中山科學院：探空八號（2013）與九號（2014） / 姿態量測儀、探空十號（2014） / 數位姿態量測儀。



# 福衛五號 / 先進電離層探測儀



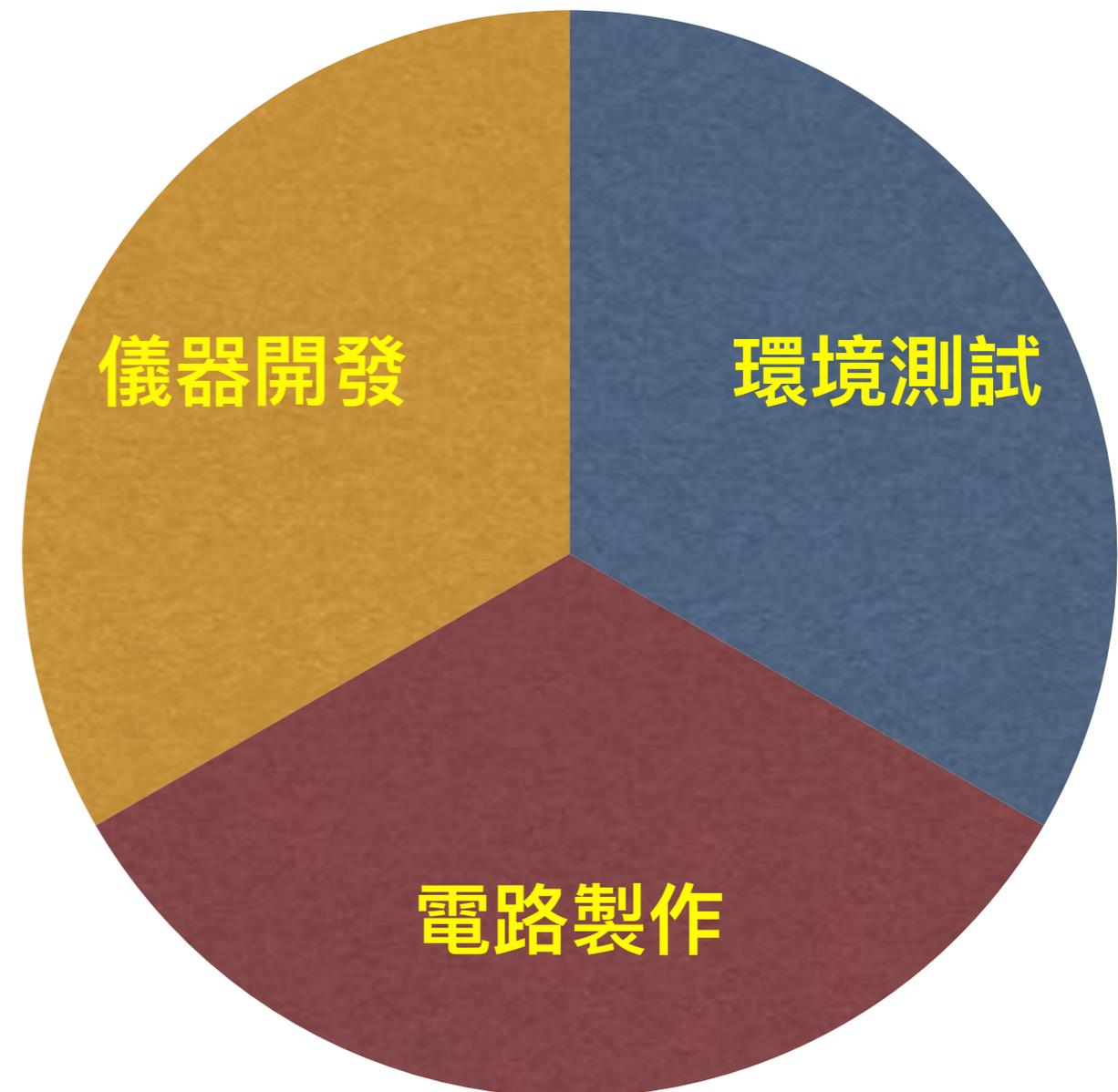
- 首創以**單一探測器**達成量測多種電漿特性的儀器。
- 以**分時**的方式，達成完整的電離層背景電漿量測（如**離子密度**、**離子速度**、**離子溫度**、**電子溫度**）。
- 可以最高取樣率（每秒取樣 **8,192** 次）量測電漿不規則體的細微結構，空間解析度由公尺級邁向數十公分級。
- 儀器業經**探空九號**飛行測試，驗證各量測模式與功能皆符合預期。福衛五號預計 2017 年第三季升空。



# 實驗室現況

SPL

- **環境測試**：電漿施放、溫度循環、熱真空、振動等。提供學術與產業界測試服務。
- **儀器開發**：設計軟體、數位開發板、測量儀器等。支援系所教學與研究的合法版權使用。
- **電路製作**：單 / 多層電路板製作、插入與表面接著組裝、標準校正與測試設備等。加速原型體的製作與功能驗證。



S4-805-1

太空酬載實驗室-核心設備  
Space Payload Laboratory-Core Facilities

連絡電話:

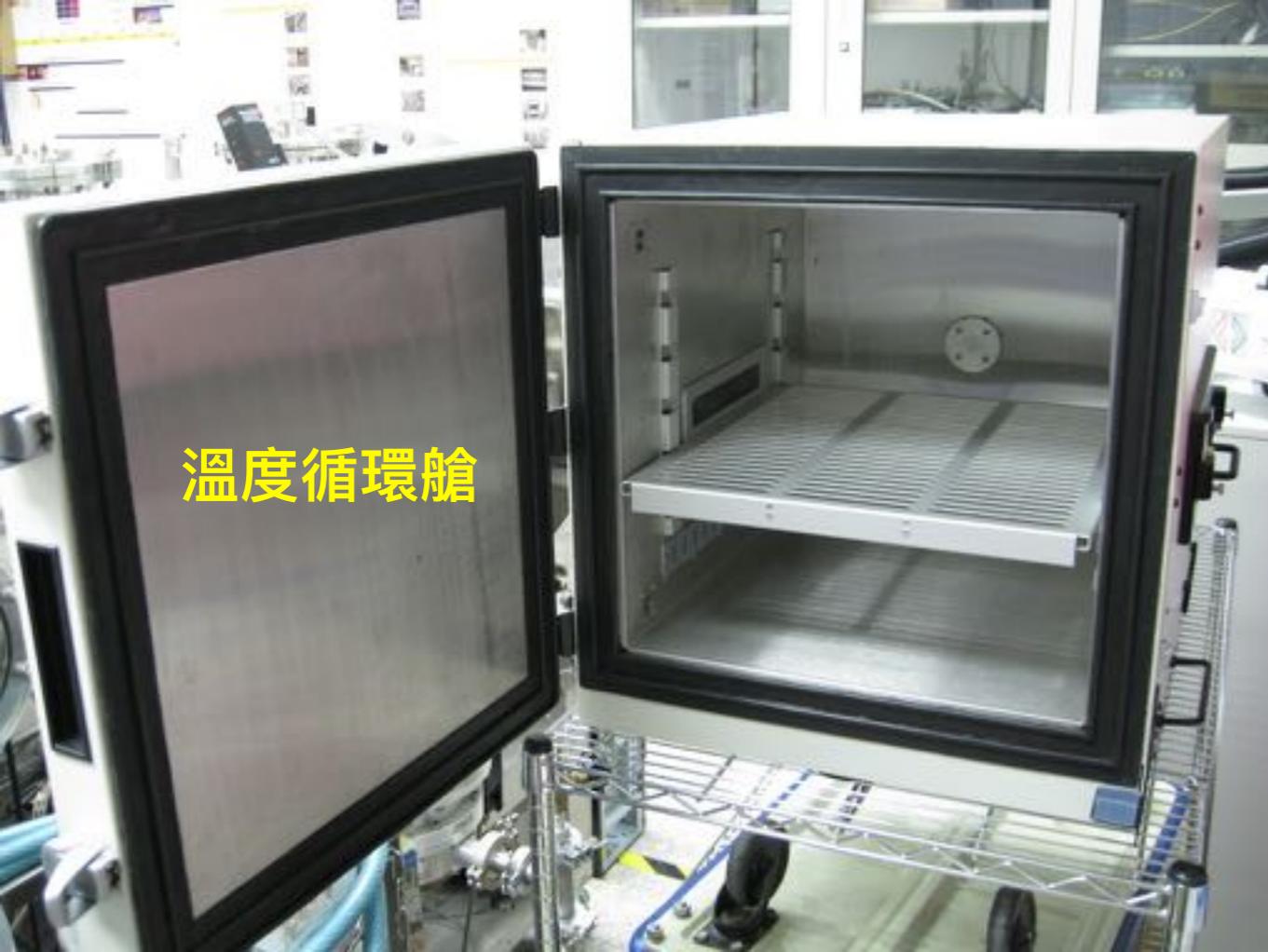
留言板



S4-820

太空酬載實驗室  
教學設施  
Space Payload Laboratory-Learning Facilities





溫度循環艙



溫度循環機



溫控與量測系統



空氣壓縮機



空氣乾燥塔



振動產生器

抽氣機



控制顯示器



振動前級放大器



振動測試機台

太空電漿模擬艙



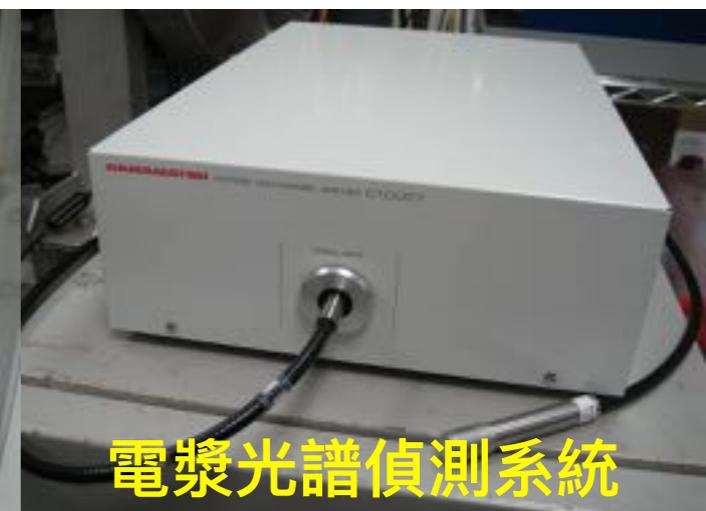
太空電漿模擬艙

功能：提供太空電漿酬載測試與校正之用。  
尺寸：內徑 70 公分，長 1.5 公尺。  
壓力： $10^{-6}$  托耳（最低）， $10^{-4}$  托耳（操作）。  
殘留氣體識別：1-100 amu。  
流量控制：0 (min: 0.02)-10 sccm,  $\pm 1.0\%$ 。  
電漿物種：以施放氬氣與氮氣等惰性氣體為主。  
電漿溫度：1,000-2,000 K。  
電漿密度： $10^3$ - $10^6$  #  $\text{cm}^{-3}$ 。  
電漿光譜識別：200-950 nm,  $< 2$  nm FWHM。

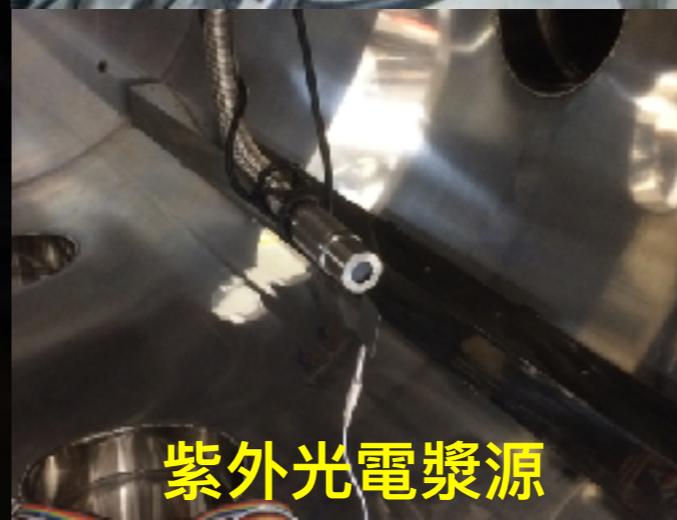
後擴散式電漿源



監控系統



電漿光譜偵測系統



紫外光電漿源



氣體流量控制器

## 熱真空艙

功能：測試太空酬載在真空與熱的複合環境。

尺寸：內徑 60 公分，長 1.0 公尺。

終極壓力： $8.8 \times 10^{-5}$  (冷)  $\sim 2.1 \times 10^{-4}$  Pa (熱)。

熱電偶數目：10 組 (=  $3 \times 2$  組 +  $1 \times 4$  組)。

熱交換板尺寸：400 mm x 500 mm。

熱交換板溫度範圍： $-40^{\circ}\text{C}$  to  $80^{\circ}\text{C}$ 。

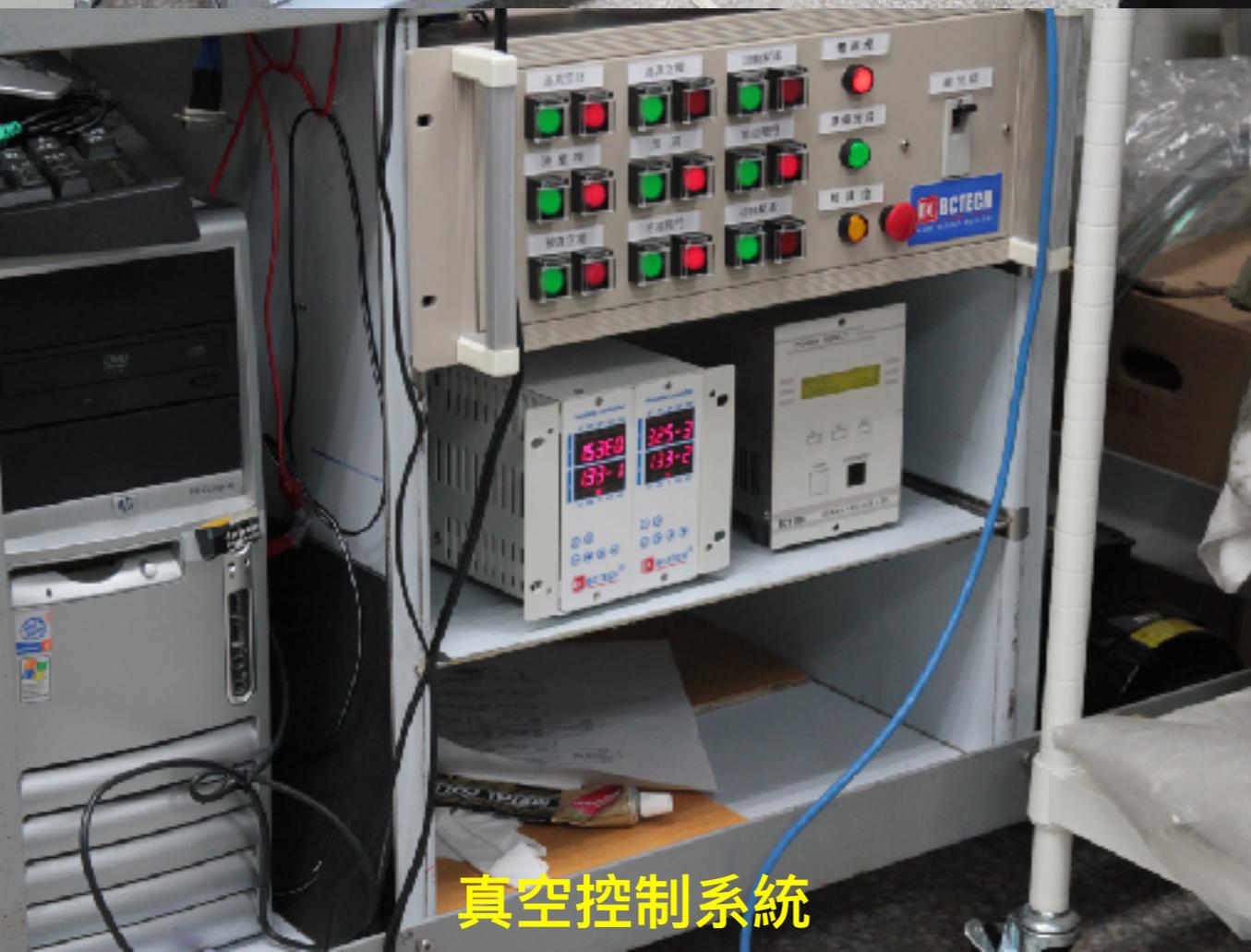
熱交換板溫度均勻度： $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。

升溫速率 (常溫至  $+80^{\circ}\text{C}$ )： $+3.31^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

降溫速率 ( $+80^{\circ}\text{C}$  至  $-40^{\circ}\text{C}$ )： $-4.15^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。



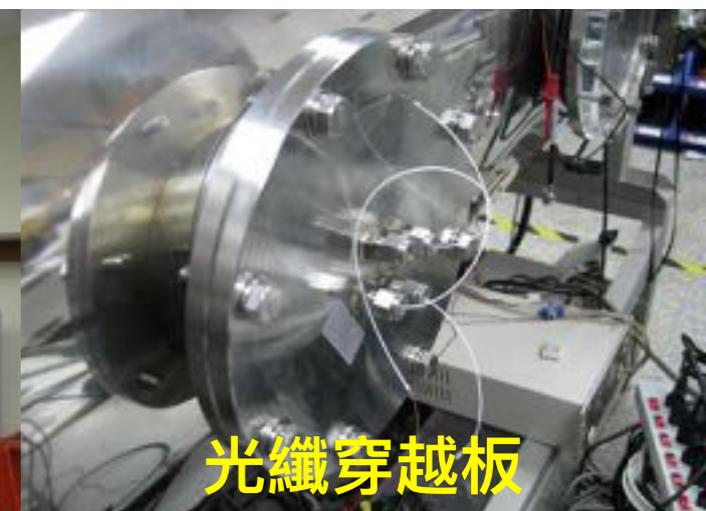
熱真空艙



真空控制系統



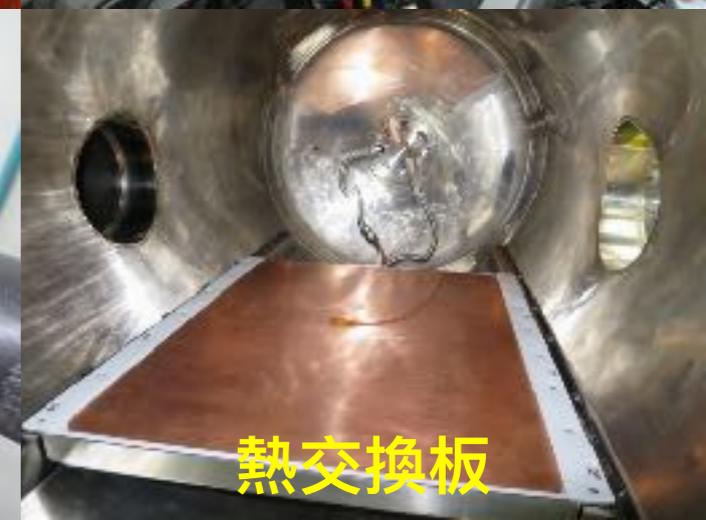
殘存氣體分析儀



光纖穿越板



熱流與熱電偶穿越板



熱交換板



無塵間

## 無塵間

功能：組裝與保存太空酬載之用。

尺寸：230 (W) x 230 (H) x 230 (D) cm。

無塵間潔淨等級：Class 10,000, 2 FFUs。

無塵桌潔淨等級：Class 1,000, 1 FFU。

無塵桌尺寸：150 (W) x 170 (H) x 90 (D) 公分。

防潮箱濕度：< 10 % RH。

防潮箱尺寸：60 (W) x 193 (H) x 66 (D) 公分。

其他週邊：兩台無塵室用推車、兩套無塵衣、兩個靜電防護座椅、一個靜電防護墊面。



功能測試



無塵桌  
低濕防潮箱



氧氣偵測器  
紫外光手電筒



電漿艙監控系統



酬載資料擷取系統



射頻量測系統



可攜式資料擷取系統



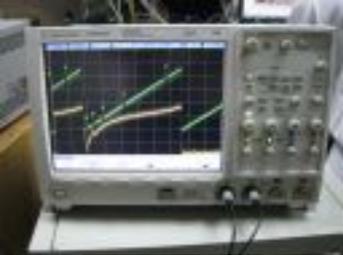
虛擬儀控教學設施



嵌入式軟體開發



機械與電路設計軟體



其他測量儀器



電路板雕刻機



紫外線曝光機



錫膏印刷機



半自動貼片機



貫孔電鍍機



熱風爐



多層板壓接機



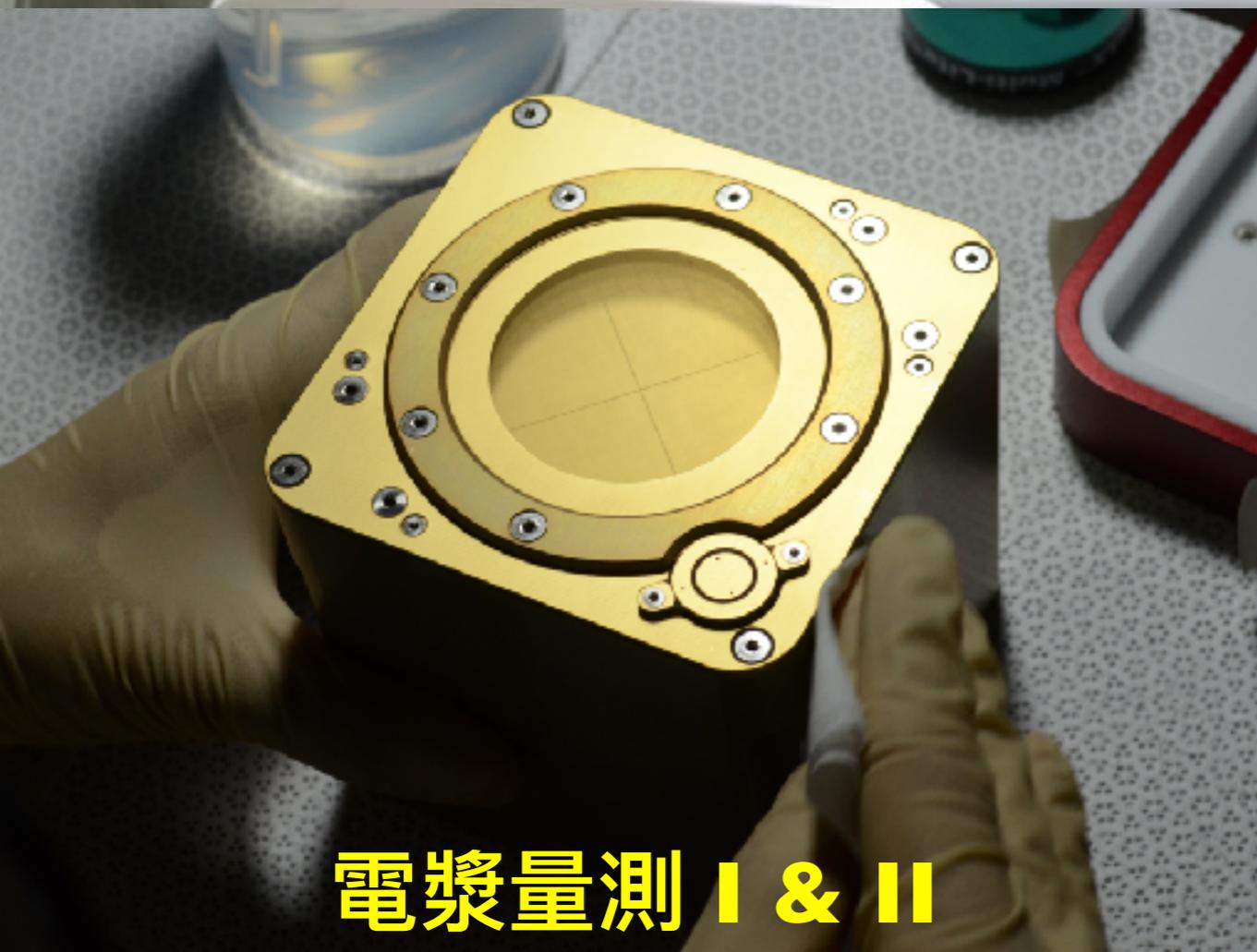
回流焊接爐



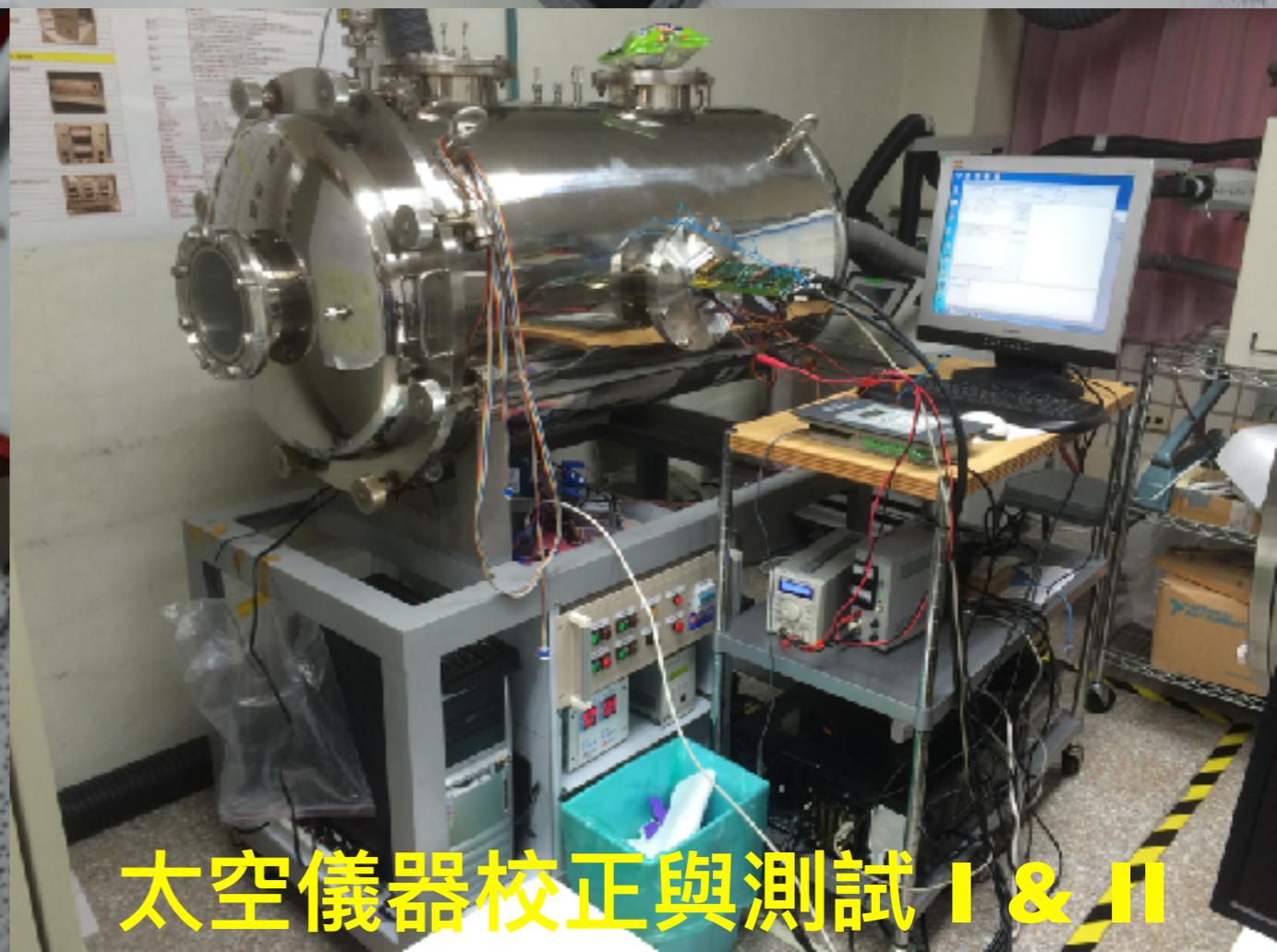
電路學 I



數位邏輯設計 I



電漿量測 I & II



太空儀器校正與測試 I & II



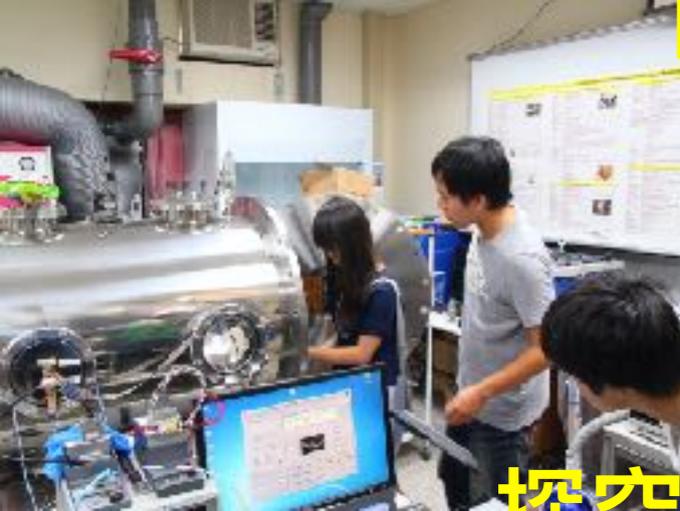
探空八號



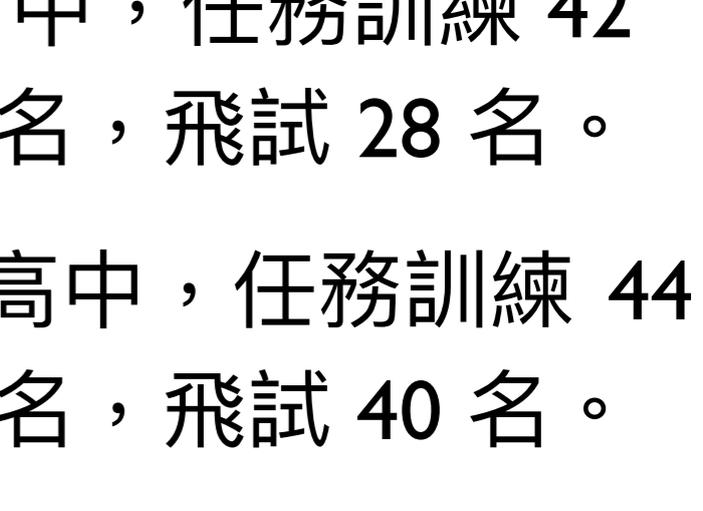
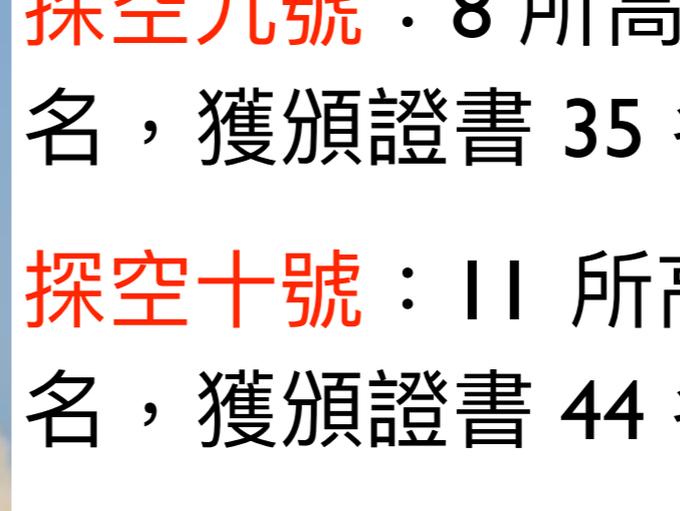
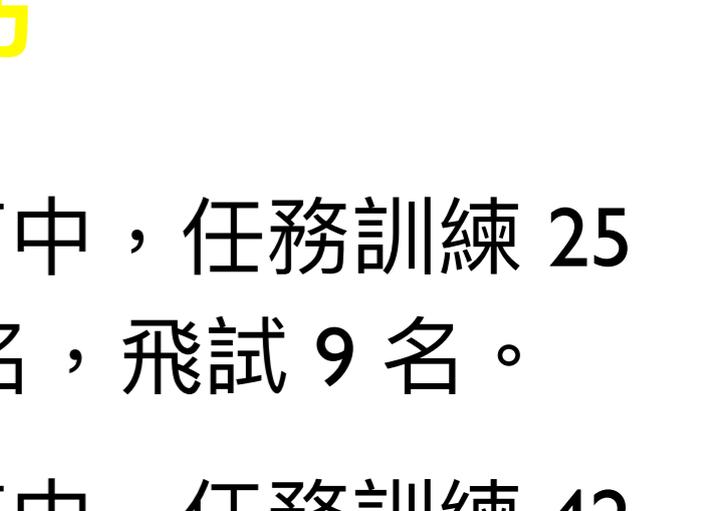
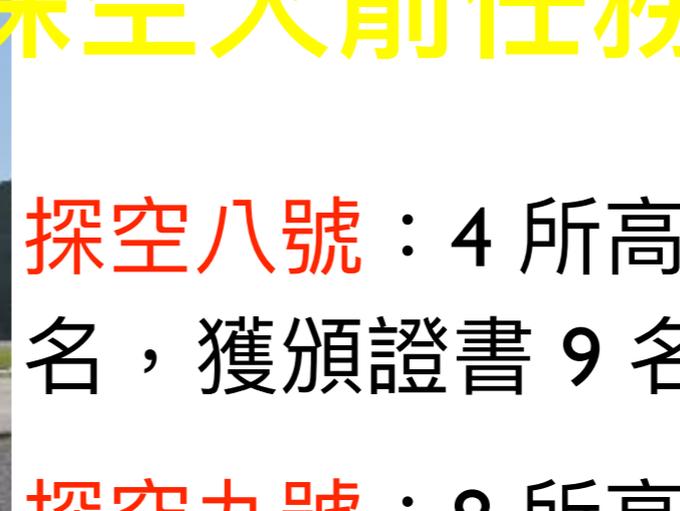
探空九號



# 高中生參與探空火箭任務



探空十號



**探空八號**：4 所高中，任務訓練 25 名，獲頒證書 9 名，飛試 9 名。

**探空九號**：8 所高中，任務訓練 42 名，獲頒證書 35 名，飛試 28 名。

**探空十號**：11 所高中，任務訓練 44 名，獲頒證書 44 名，飛試 40 名。



## 高中生 / 大學生 參與人造衛星任務 (太空酬載導論)



**福衛五號**：7+2 所高中與中大，任務訓練 46 名，發射活動 10 名。

**福衛七號**：2016 暑假（桃園 / 中大第一梯次 39 名），2017 暑假（全國高中生 40 名 / 中大第二梯次 40 名）。

# 未來展望

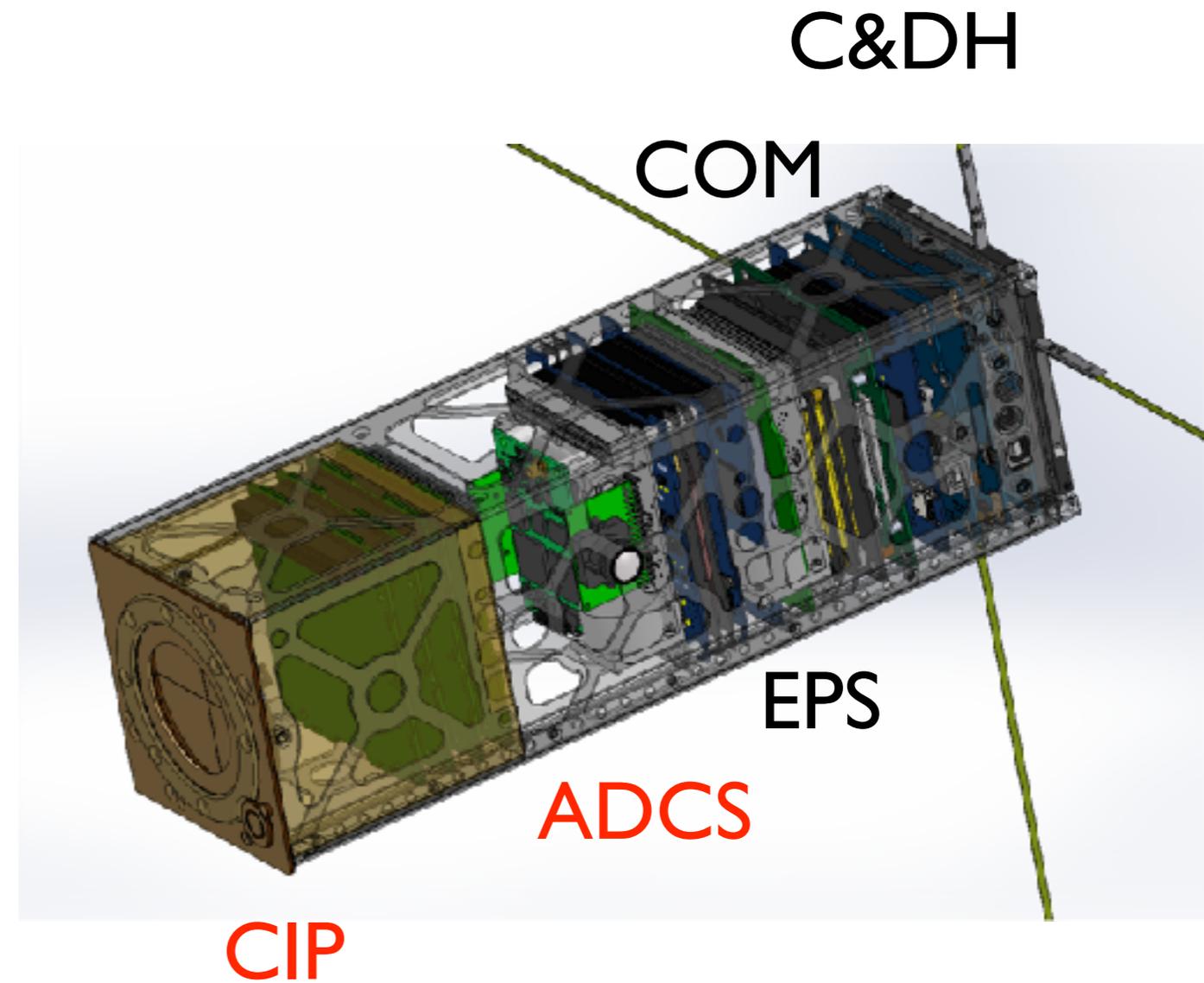


- 經費來源：研究計畫與實驗室收支專戶，完全自給自足。
- 發展目標：
  - 精進現有衛星酬載，可安置在微衛星與立方衛星。
  - 設置科學資料中心，提供儀器操作與資料服務。
  - 推動太空科普教育，帶領學生參加衛星發射活動。
- 合作對象：
  - 國家太空中心：福衛五號 AIP 科學資料中心 (2017-2018)、福衛七號 IVM 資料處理程式開發 (2016-2017)、IDEASSat CIP 與 STR (2017-2020)、探空火箭 CIP 與 STR (2017-2019)。
  - 中山科學院：立方衛星用 STR 追星儀 (2018-2021)。
  - 國際合作：INSPIRESat-I CIP (2016-2017)、ExoTerra CIP。

# IDEASSat 立方衛星



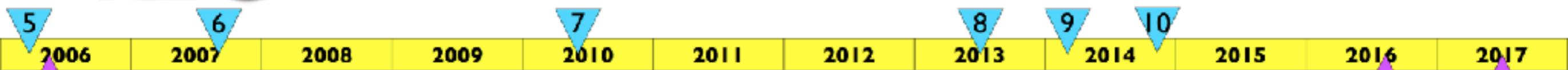
- CIP 科學酬載
- ADCS 姿態辨識與控制模組
- EPS 供電模組 + 太陽能板 + 電池
- COM 通訊模組 + GPS 定位模組 + 天線
- C&DH 控制模組 + 衛星本體





1 中華衛星一號電離層電漿電動儀 ROCSAT-1/IPEI

4 探空五號離子探測儀 SR-V/Ion Probe



3 發展國際一流大學及頂尖研究中心 / 太空酬載實驗室 SPL

7 邁向頂尖大學 / 先進太空電漿儀器研製計畫 AIP

5 福衛七號 IVM 科學資料庫



5 探空七號電漿探測儀 SR-VII/Plasma Probe

8 福衛五號先進電離層探測儀 FS-5/AIP

6 福五科資中心 FS-5



7 探空九號太空電漿量測儀 SR-IX/Space Plasma Sensor Package

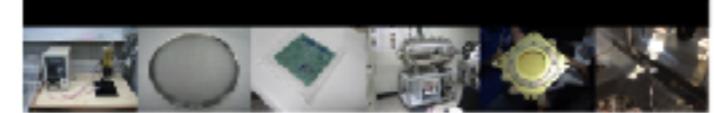
可行性評估 AIP-M



積光元件與光纖陀螺儀環境測試 MIOC/FOG TVT



跨領域計畫先進離子探測儀 Hybrid SR/AIP



衛星科學研究計畫 AIP



國防合作與探空八、九、十號姿態量測儀 ASM



高中生參與福七任務

立方衛星用追

