



# 發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫 期中自評簡報

其他特色研究領域：

中央大學學生衛星發展

## Development of NCU Student Satellite

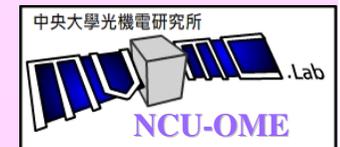
本年度計畫：自民國98年01月至民國98年12月

Jan 2009 – Dec 2009

執行單位名稱：光機電工程所 Institute of  
Opto-Mechatronics Engineering

報告人：江士標 Shyh-Biau Jiang

歷年經費核撥：太空中心、工學院、機械系、地科院、太空所  
李建中院長 顏炳華主任 林志光主任 趙丰院長 陳志臣院長





# 發展中大學生衛星 - 光機電工程所實績

C、微衛星系統設計  
整測  
基礎建設



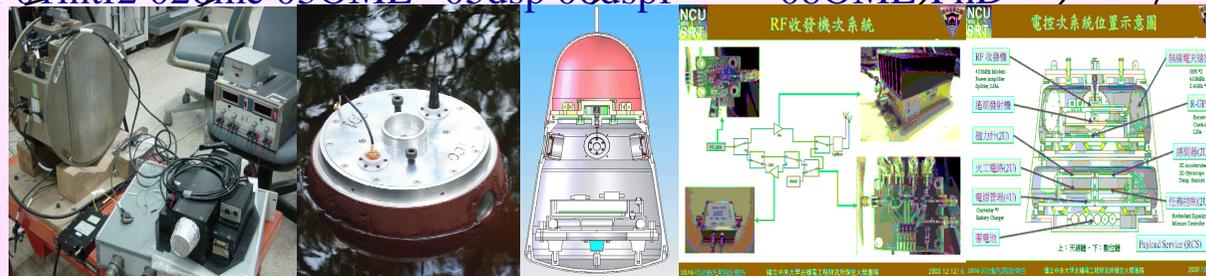
A、機電整合課程創新 => 光機電工程所 電控系統整合 軟體實作 人才培育 教學管道

1988 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

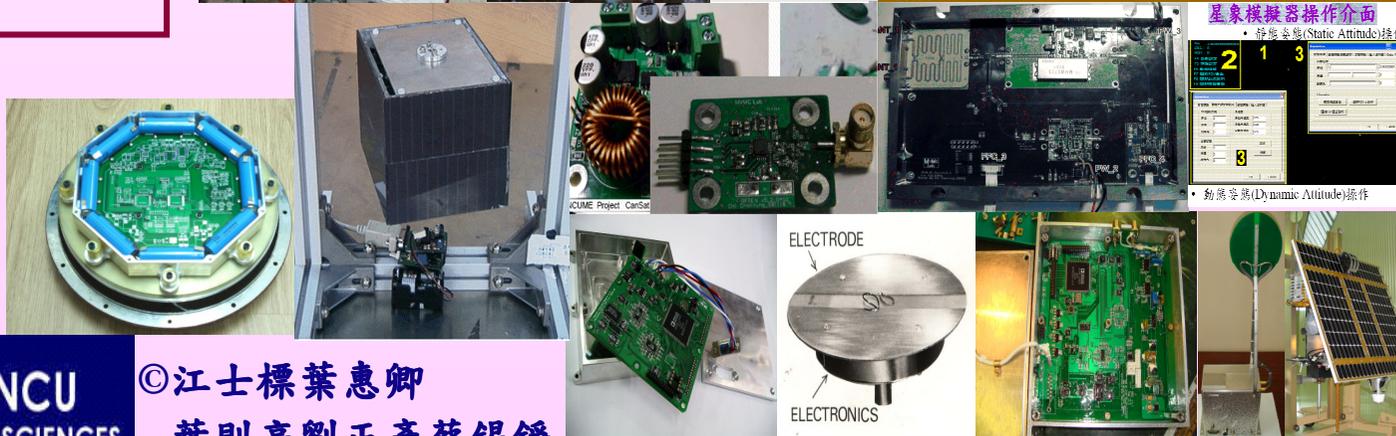
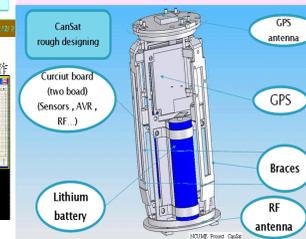
92intf1 99uc 00dspr 01intf2 02ome 03OME 05dsp 06dspt 08OME-PhD

中大學生  
衛星

B、科學酬載  
微衛星計畫  
自主關鍵  
技術實績

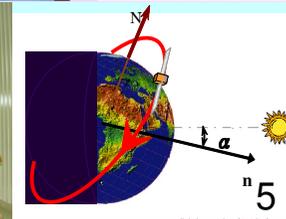


中央大學光機電研究所  
NCU-OME



NCU  
SPACE SCIENCES

©江士標葉惠卿  
葉則亮劉正彥蔡錫錚





# 發展中大學生衛星 - 光機電工程所

## 研究現況及研究發展里程碑圖

微衛星  
及  
酬載  
整測廠

### 整測廠房規格

- 無塵：Class 1000
- 溫度：22±3℃
- 濕度：55±5% RH
- 照度：600Lux
- 高度：190 (cm)
- 空間：緩衝室、機房、無塵室

### 灌膠用真空艙規格

- 抽氣量：100 mTORR, 多少時間內達到?
- 尺寸大小：約 450×450×100(mm)

### 測試用真空艙規格

- 尚無經費籌建
- 抽氣量：1e-? TORR, 多少時間內達到?
- 尺寸：450×450×100(mm)
- 紅外線熱電板：? Watt; 熱控方式?, 熱控溫度範圍?, 熱控速率?

### 溫度循環櫃規格

- 容量：50×75×60 (cm) - (W×H×D)
- 溫度：從25 °C 升/降至150/-40 °C 45/60分鐘
- 濕度範圍：20~98%RH
- 濕度精度：±1.5%RH
- 溫度精度：±1℃

### 電子槍規格

- 電子加速電壓：0.5-30KV
- 電子流：1p~2µA可隨束變
- 電子束解析：3.0nm-30KV
- 真空室：150mmφ, 66mmH, 120mm Door, 10<sup>-2</sup> Pa (0.75x10<sup>-4</sup> Torr) 三分鐘達到
- 平台操控：X Y Z @20mm, +30mmH, R=360°, Tilt=-75°~+50°

### 振動測試機規格

- 頻率範圍：2-3000 Hz
- 最大加速度：100 g
- 最大位移量：25mm(p-p)
- 最大定額出力：600kgF (sine / random)
- 最大荷重：120kgW
- 尺寸：約450×450×100mm

### 化學抽風櫃規格

- 風速：>0.5m/s 噪音 <70dB
- 內部尺寸：1000mmW x570mmDx 1000mmH (窗 770mmH)

### 無線電特性儀規格

- 頻率：100K~4.5GHz btee
- 通道：2, -55~-10dBm
- 解析：1Hz, 0.05dB @ 72~123dB, noise 0.004dB rms

發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫

學生衛星地面接收站

- 天線：(1)144-146MHz 17dBi SWR 1.5, (2) 430-440MHz 20.9dBi SWR 1.3。
- 天線定位：電腦遙控, 精度±5度, 解析1度, 旋轉360度, 仰角0-180度
- 發射：5-75Watt 144-148MHz 430-450MHz USB, LSB, CW, FSK, AM, FM, WFM, 50 Ohm
- 接收機：-77dBm SNR 12dB 解析 1Hz
- 接收放大：10-600MHz 40dB, P1dB 17dBm,

●跨領域人才培育計畫  
●雲端分散平行運算程式競賽得獎

C、微衛星系統設計  
整測  
基礎建設

A、機電整合課程創新 => 光機電工程所 電控系統整合 軟體實作 人才培育 教學管道

1988 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

92intf1 99uc 00dspr 01intf2 02ome 03OME 05dsp 06dspf 08OME-PhD

B、科學酬載  
微衛星計畫  
自主關鍵  
技術實績

Pico  
Sat  
懸吊  
自轉  
伺服  
遙控

探空  
四號  
輝光  
光度  
計

太空  
M  
R  
M  
磁力  
計

探空  
六號  
回收  
艙

追星  
儀星  
目錄  
篩選  
星象  
模擬  
安裝  
設計  
輔助

M  
R  
M  
磁力  
計  
精  
進

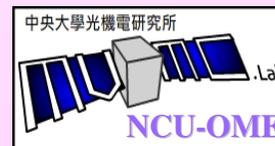
自主通訊  
模組：半  
雙功，發  
射：  
1.6Watt\*2,  
接收：  
433MHz -  
83dBm@  
500Kbaud,  
2.4GHz版  
本最後測  
試調整中

太空  
氣象  
科學  
衛星  
酬載  
ESE  
MS  
AM  
EI  
BCU  
9月  
發射

探空  
八號  
回收  
艙  
精  
進

學生  
罐頭  
衛星  
專題

中大學生  
衛星



期刊論  
文接受  
4  
投稿中  
2



©江士標葉惠卿  
葉則亮劉正彥 計 蔡錫錚



# 發展中大學生衛星 - 光機電工程所

## ● SWOT分析

S1) 從大一開始以管道式教學培訓，每位同學都有嘗試的機會，100%輔導驗收過關。

S2) 系統動態鑑別與控制，感測、處理、致動，完整的系統整合實踐能力。

O1) 運用元件進行系統功能規劃設計，軟體+硬體+根據數據資料從事打樣設計 => 客製化的能力，完整的整測與維修能力，可以技術創新、同時滿足太空規格要求。

W1) 任務的科學意義、感測效能的物理校正需要科學團隊的導引與合作。

T1) 期刊論文的發表、教授資格的獲得 => 論文寫作投稿  
作業制度的建立。



# 中大機械系光機電組-光機電工程所 – 機電控制系統整合設計實作 論文發表 作業流程的建立

1. IEEE Transactions on Instrumentation & Measurement 兩篇最後  
修訂 Decision for Manuscript ◦

※ IM-09-2030R1 An Innovative Ultrasonic Time-of-Flight Measurement Method Using  
Peak Time Sequences of Different Frequencies

※ IM-09-2129R Implementation of Ultrasonic Time of Flight Measurement by Peak Time  
Sequences of Two Different Frequencies

From: c.ingelin@ieee.org Wed, 11 Nov 2009 08:38:58 UT ; Wed, 11 Nov 2009 08:45:27 UT

Your manuscript, referenced above, has received a positive review...

2. 追星儀星圖目錄篩選方法，草稿中

3. ESEMS - AMEI，草稿中

4. 微電鍍設備研發 - 今年已接受四篇，往年多篇





# 發展中大學生衛星 - 光機電工程所

- 本年度重大研究突破與發展：

- 1) 衛星接收站無線電特性功能的建立與驗證
- 2) 酬載端無線通訊模組的建立，功率發射成功
- 3) 星目錄篩選、星象模擬、容錯系統、CanSat雛型

- 五年五百億計畫經費之差異：

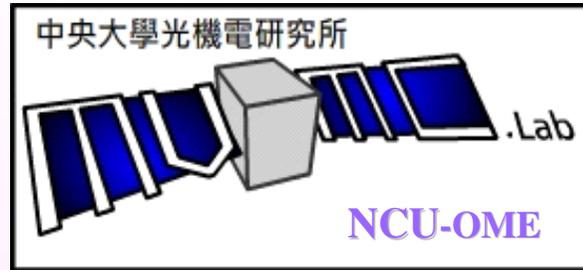
- 1) 通訊實作能力、整測基礎建設的建立、效率提昇

- 未來發展與規劃：

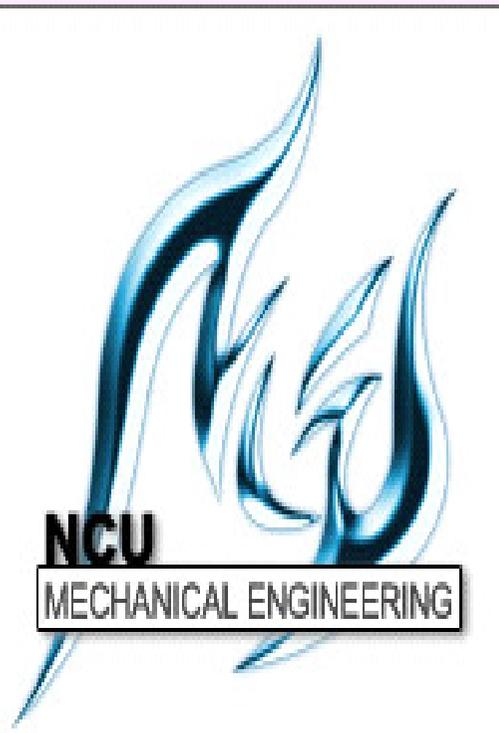
- 1) 計畫爭取：學生衛星與科學酬載入軌測試的機會。
- 2) 基礎建設：機械動態特性參數測試、真空測試、等設備的建立。
- 3) 關鍵實作技術：姿態控制方法與關鍵技術的自主、感測精度提昇。



# 發展中大學生衛星 - 光機電工程所 合作夥伴 Project Partnership

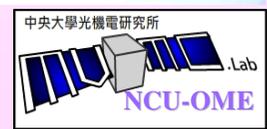
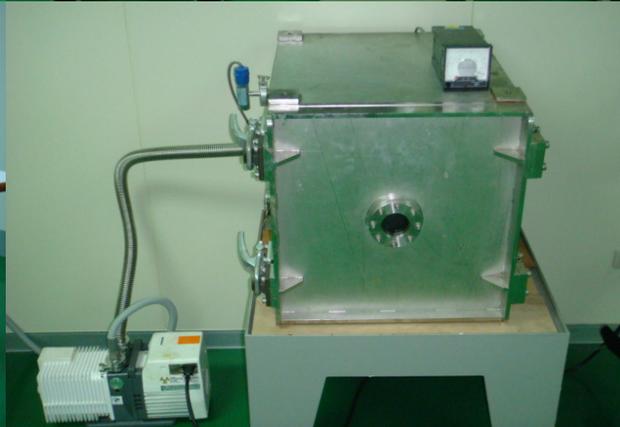
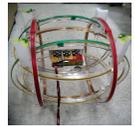


CSIST





# 中大微衛星及酬載 設計整測中心 整測廠



©江士標葉惠卿  
葉則亮劉正彥蔡錫錚



# 中大微衛星及酬載 設計整測中心 整測廠 設備規格

## 整測廠房規格

- 無塵：Class 1000
- 溫度：22±3℃
- 濕度：55±5% RH
- 照度：600Lux
- 高度：190 (cm)
- 空間：緩衝室.機房,無塵室

## 灌膠用真空艙規格

- 抽氣量：100 mTORR, 多少時間內達到?
- 尺寸大小：約 450×450×100(mm)

## 測試用真空艙規格

- 尚無經費籌建
- 抽氣量：1e-? TORR, 多少時間內達到?
- 尺寸：450×450×100(mm)
- 紅外線熱電板：? Watt; 熱控方式?, 熱控溫度範圍?, 熱控速率?

## 溫度循環櫃規格

- 容量：50x75x60 (cm) - (WxHxD)
- 溫度：從25 °C升降至150/-40 °C 45/60分鐘
- 濕度範圍：20~98%RH
- 濕度精度：±1.5%RH
- 溫度精度：±1°C

## 電子槍規格

- 電子加速電壓：0.5~30KV
- 電子流：1p~2μA可隨束變
- 電子束解析：3.0nm-30KV
- 真空室：150mmφ, 66mmH, 120mm Door, 10<sup>-2</sup> Pa (0.75x10<sup>-4</sup> Torr) 三分鐘達到
- 平台操控：X Y Z @20mm, + 30mmH, R=360°, Tilt=-75° ~+50°

## 振動測試機規格

- 頻率範圍：2~3000 Hz
- 最大加速度：100 g
- 最大位移量：25mm(p-p)
- 最大定額出力：600kgF (sine / random)
- 最大荷重：120kgW
- 尺寸：約450×450×100mm

## 化學抽風櫃規格

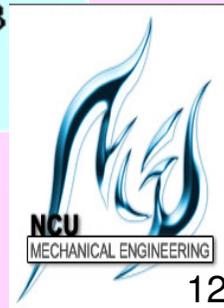
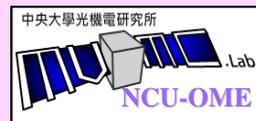
- 風速：>0.5m/s 噪音 <70dB
- 內部尺寸：1000mmW x570mmDx 1000mmH (窗 770mmH)

## 無線電特性儀規格

- 頻率：100K~4.5GHz btee
- 通道：2, -55~10dBm
- 解析：1Hz, 0.05dB @ 72~123dB, noise 0.004dB rms

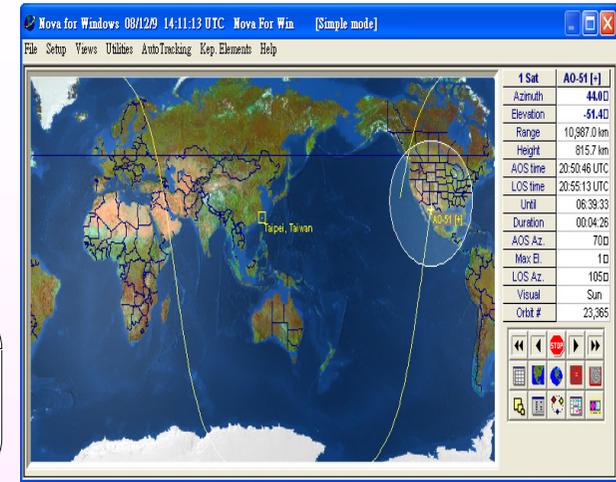
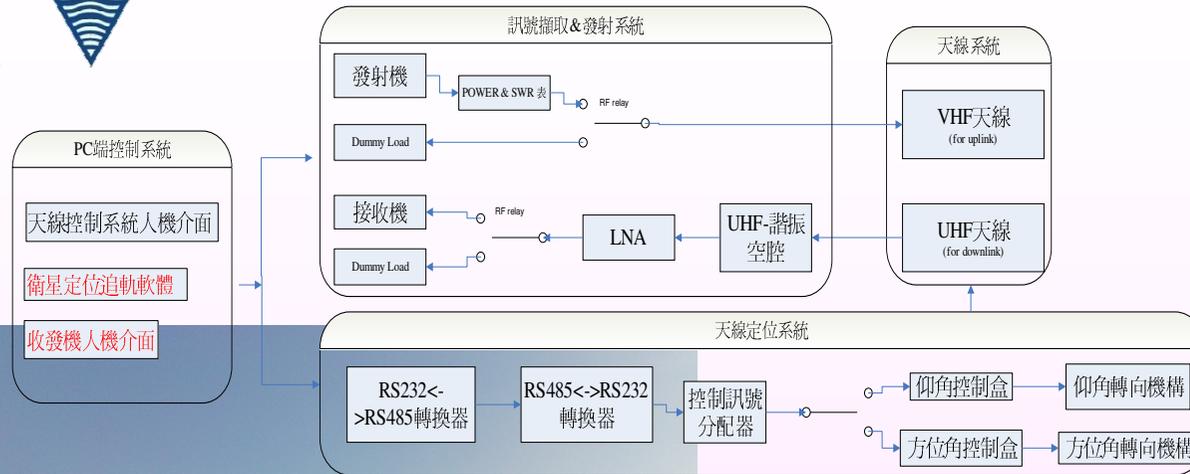
發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫

©江士標葉惠卿  
葉則亮劉正彥蔡錫錚





# 中大微衛星及酬載 設計整測中心 - 地面接收站



示範接收目標簡介: <http://www.amsat.org/amsat-new/echo/index.php>

## 1. 軌道衛星特性

OSCAR Designation: AMSAT-OSCAR 51      Oscar Number: AO-51  
 International Designator: 2004-025K      Norad Number: 28375  
 Common Name: Echo      Alternate Name: OSCAR-E  
 Satellite Type: Microsatellite      Launch Date: 28 June, 2004  
 Launch Location: Baikonur Cosmodrome      Launch Vehicle: Dnepr

Apogee: 818.00      Perigee: 696.00  
 Inclination: 99.97      Period: 99.97  
 Dimensions: ~25cm cube      Weight: 11.140 Kg

AO-51 Operational Frequency

Analog Uplink:  
 145.920 MHz FM (PL - 67Hz)  
 145.880 MHz FM (QRP, No PL)  
 1268.700 MHz FM (PL - 67Hz)

Analog Downlink: 435.300 MHz FM  
 2401.200 MHz FM

PSK-31 Uplink: 28.140 MHz USB  
 Digital Uplink: 145.860 MHz 9600 bps, AX.25  
 1268.700 MHz 9600 bps AX.25  
 Digital Downlink: 435.150 MHz 9600 bps, AX.25  
 2401.200 MHz 38,400 bps, AX.25  
 Broadcast Callsign: ECHO-11  
 BBS Callsign: ECHO-12

## 2. 通訊規格

Uplink: 145.880, 145.920 MHz FM  
 Downlink: 435.300 MHz FM

## 3. 接收可行性評估:

接收能力 VS. 地面站損耗概算

AMSAT AO-51 分析

	Down Link	Up Link	Up Link
Frequency	435.3	145.92	1268.5
Max Range	3000	3000	3000
Min Range	800	800	800
Maximum Path Loss	154.72	145.22	164.01
Min Path Loss	-143	-134	
Ground Station / Echo	Echo	Ground Station	Ground Station
Tx Power (Watts)	1.00	5.00	5.00
Tx Power (dBm)	30.00	36.99	36.99
Tx Feeder Loss (dB)	0.20	3.00	3.00
Tx Antenna Gain (dBi)	2.00	6.00	12.00
EIRP (dBm)	31.80	39.99	45.99
Polarisation Mismatch Loss (dB)	3.00	3.00	3.00
Ionospheric propagation loss (dB)	1.00	1.00	1.00
Rx Antenna Gain (dBi)	10.00	2.00	2.00
Rx Feeder Loss (dB)	3.00	0.20	0.20
Rx Noise Floor (dBm)	-130.00	-136.00	-136.00
Max Range Received Signal (dBm)	-119.92	-107.44	-120.22
Quality Assessment (S/N dB)	10.06	30.56	17.76

結論:

依上述評估,若採用 10dB 以上的天線,則輸出至天線饋電線的訊雜比在最佳情況下至少 >10dB.

1. 若我們選用更好的天線(註 1)接收時,可保證其 S/N 接收機所需的最小 S/N(註 2)此時使用 LNA 克服路徑損失(註 3)便可有玻璃保至接收機端的訊號品質

2. 當我們使用功率夠大的發射機(註 4)時,便可克服路徑損失和滿足到天線增益(註 5)的要求,使衛星所接收到的能量符合其要求

註 1: 選用天線增益 = 23.8dBi @ 430MHz

註 2: 接收機靈敏度 = 0.5uV S/N=12dB @30~3000MHz

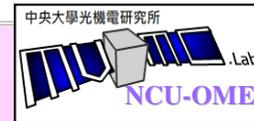
註 3: 路徑損失相移 = 7dB

註 4: 發射機功率 = 5~75W @430~450MHz

註 5: 天線增益約 = 18dBi



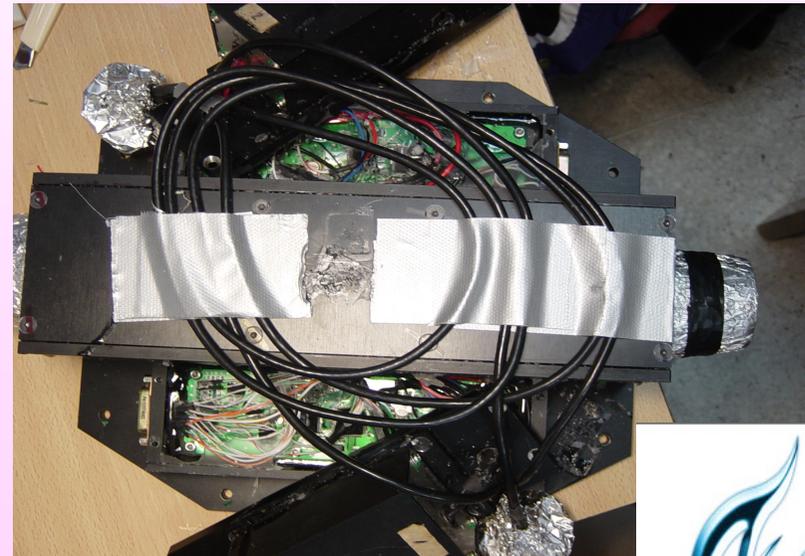
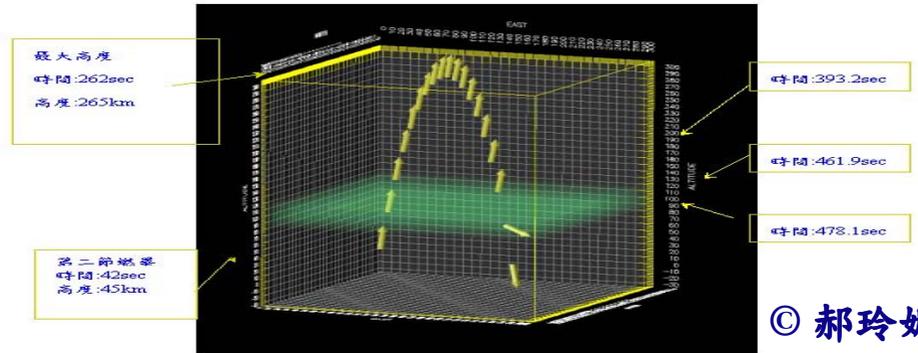
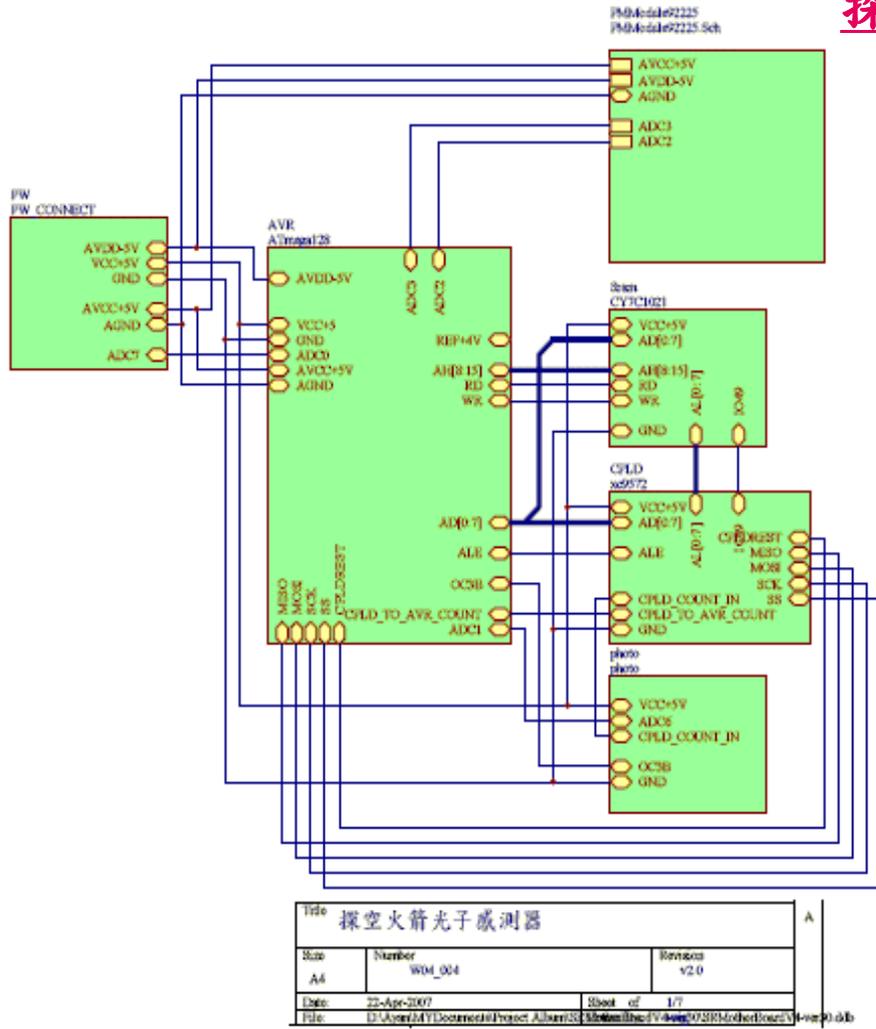
©江士標 葉則亮



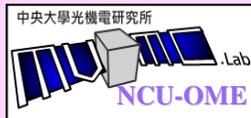


# 中大太空科學與光機電工程團隊合作－探空及衛星科學酬載自主自製

## 探空四輝光計



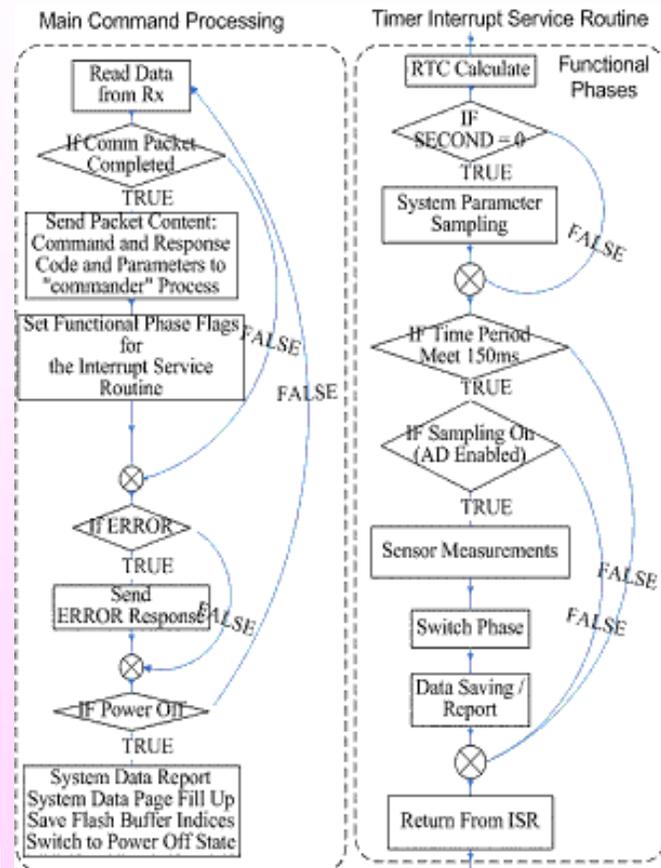
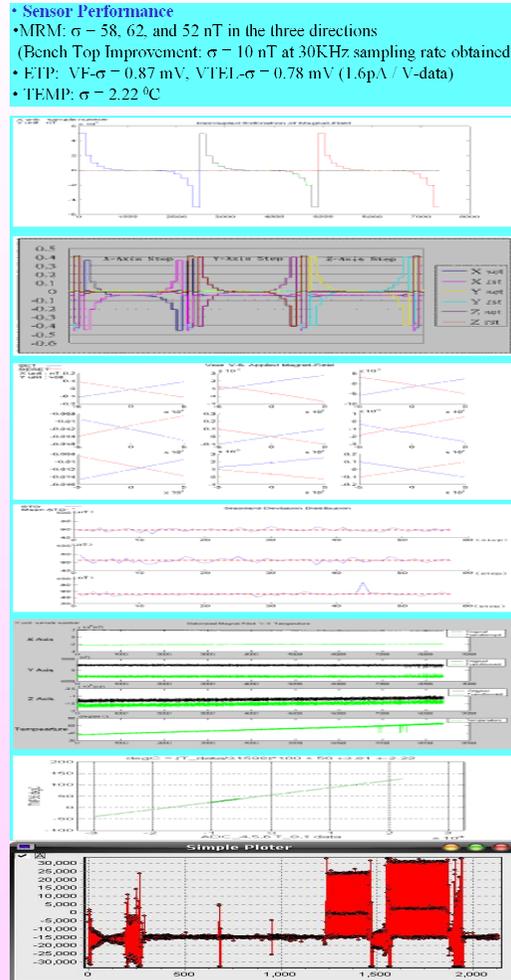
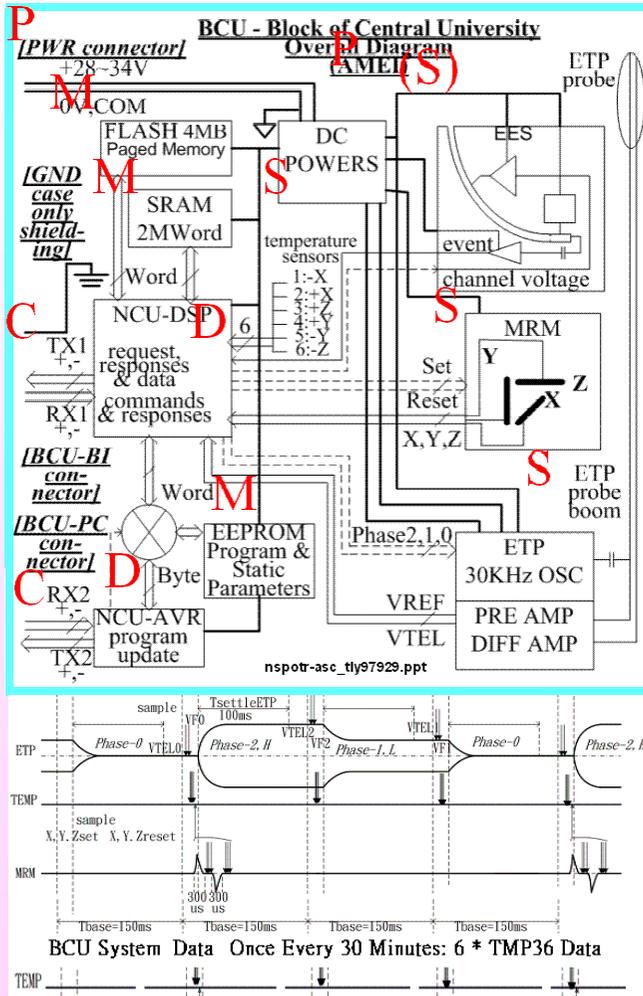
© 郝玲妮 江士標



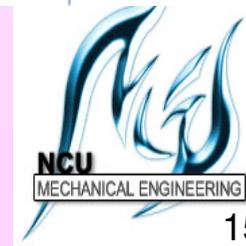
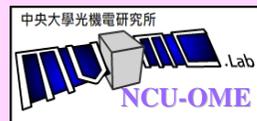


# 中大太空科學與光機電工程團隊合作 — 探空及衛星科學酬載 自主自製

科學實驗教育微衛星 ESEMS-太空氣象極區電磁儀器 AMEI 中央大學酬載 BCU

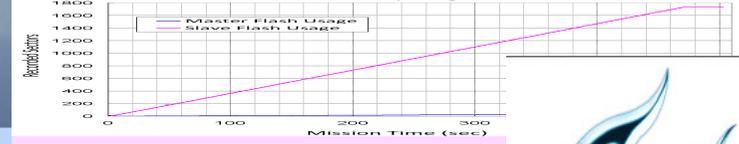
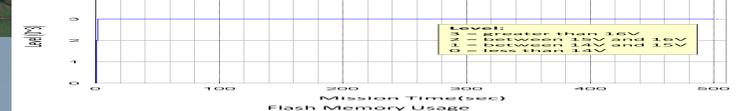
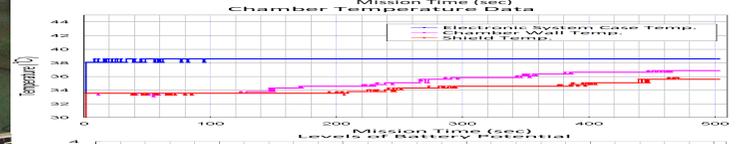
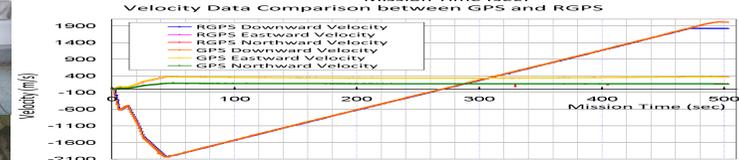
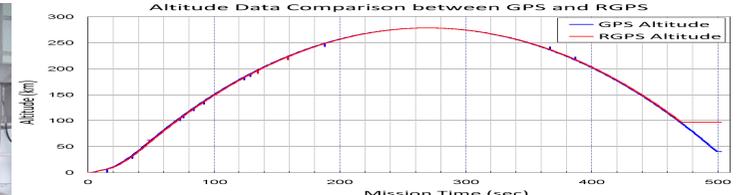
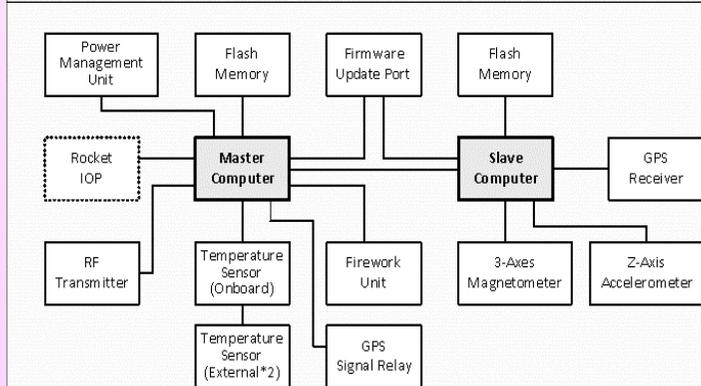
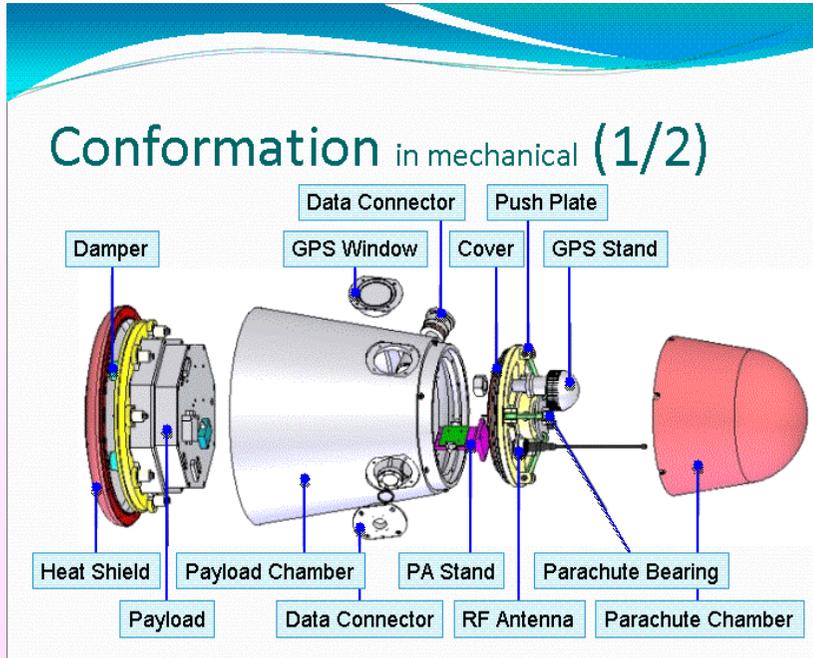


© 葉惠卿 江士標  
葉則亮 劉正彥

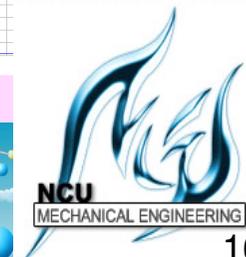
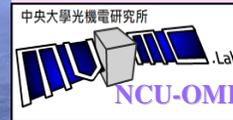




# 中大光機電與機械工程團隊 - 探空及衛星酬載 電控與主體系統 自主自製 探空回收艙六 (衛星本體之準系統)



©江士標 蔡錫錚





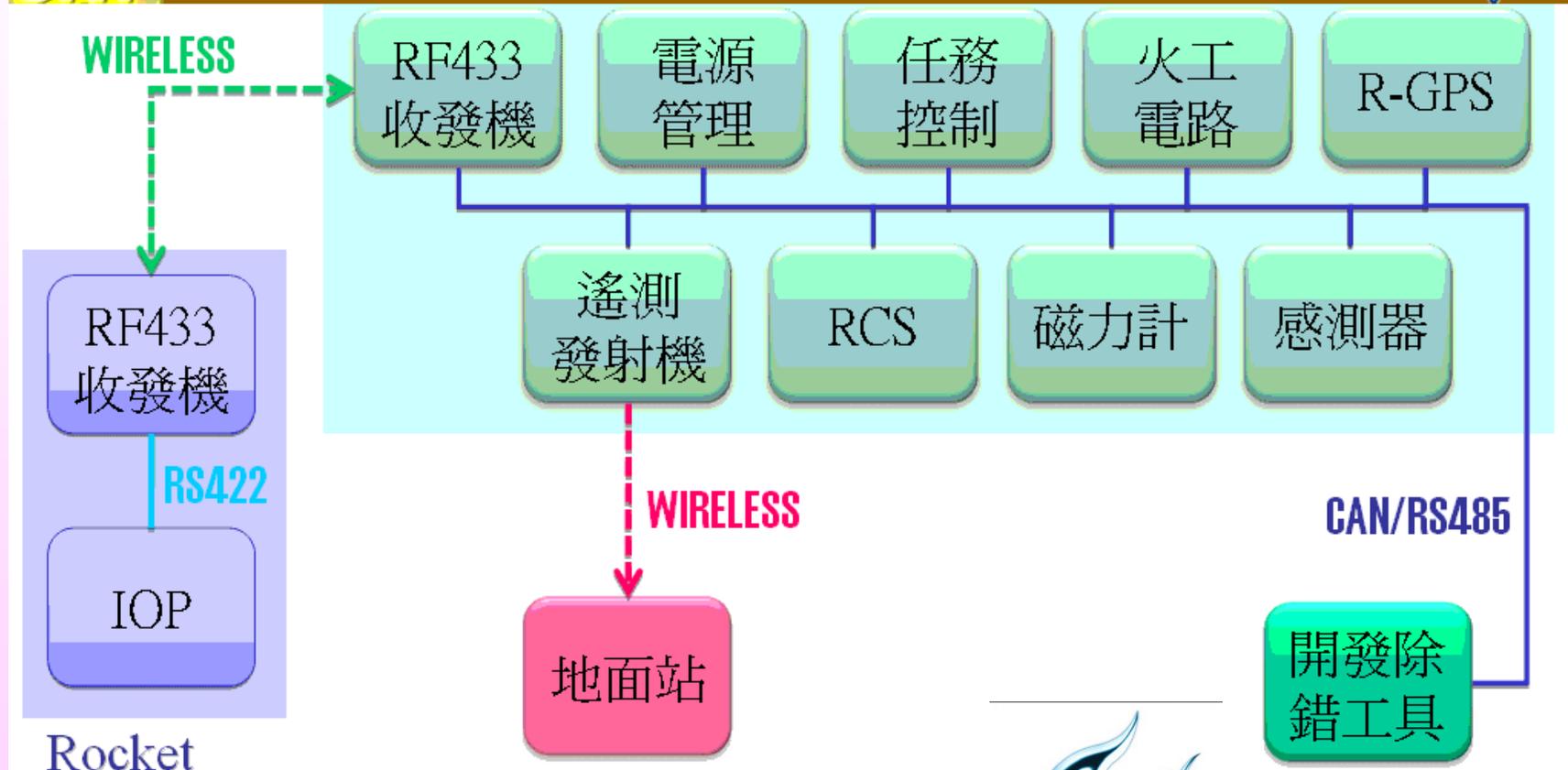
# 中大光機電與機械工程團隊-自主自製

## 探空及衛星酬載 電控與主體系統

### 探空回收艙八 電控架構 (衛星本體之準系統)



#### 電控次系統網路圖



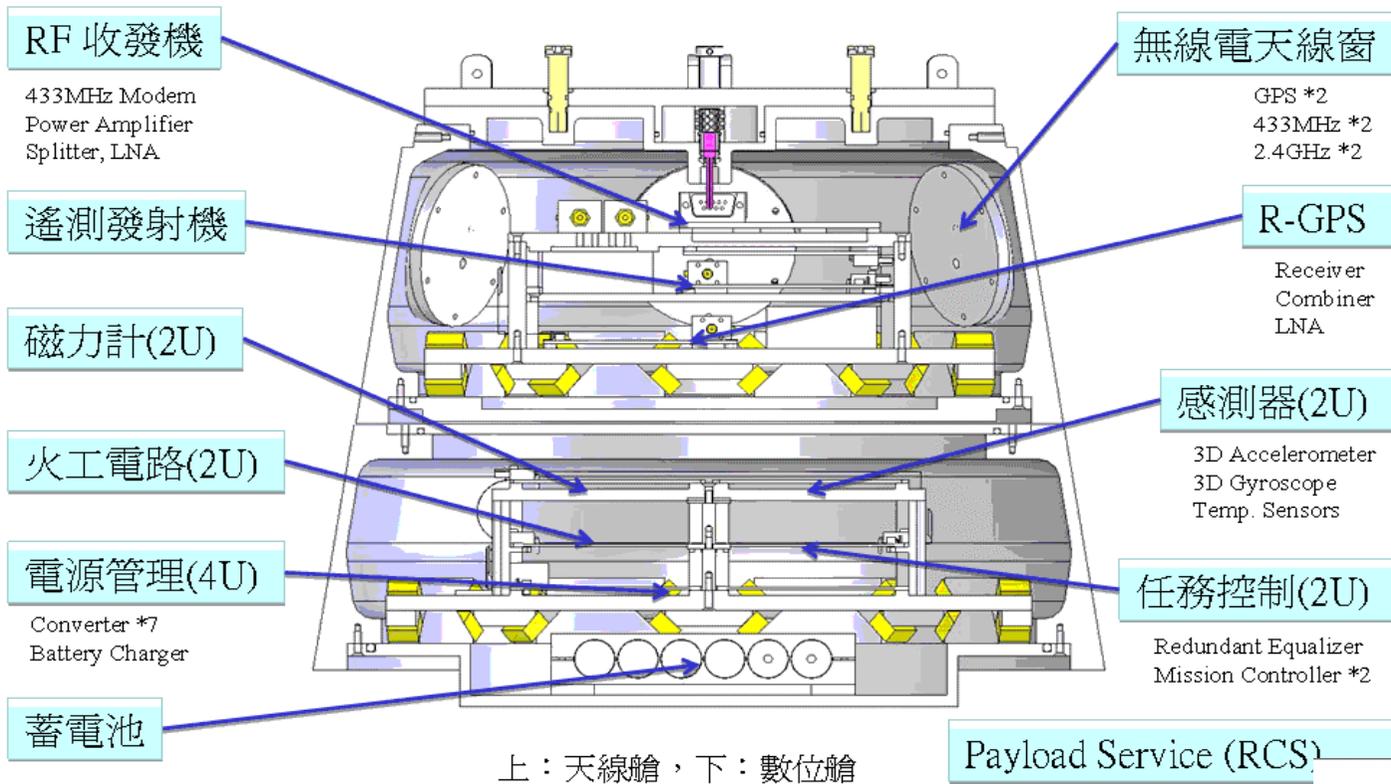


# 中大光機電與機械工程團隊-自主自製 探空及衛星酬載 電控與主體系統

## 探空回收艙八 實體架構 (衛星本體之準系統)



### 電控次系統位置示意圖

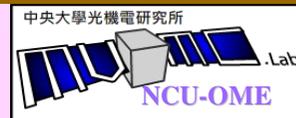


SR08-回收艙先期設計報告

國立中央大學光機電工程研究所探空火箭團隊

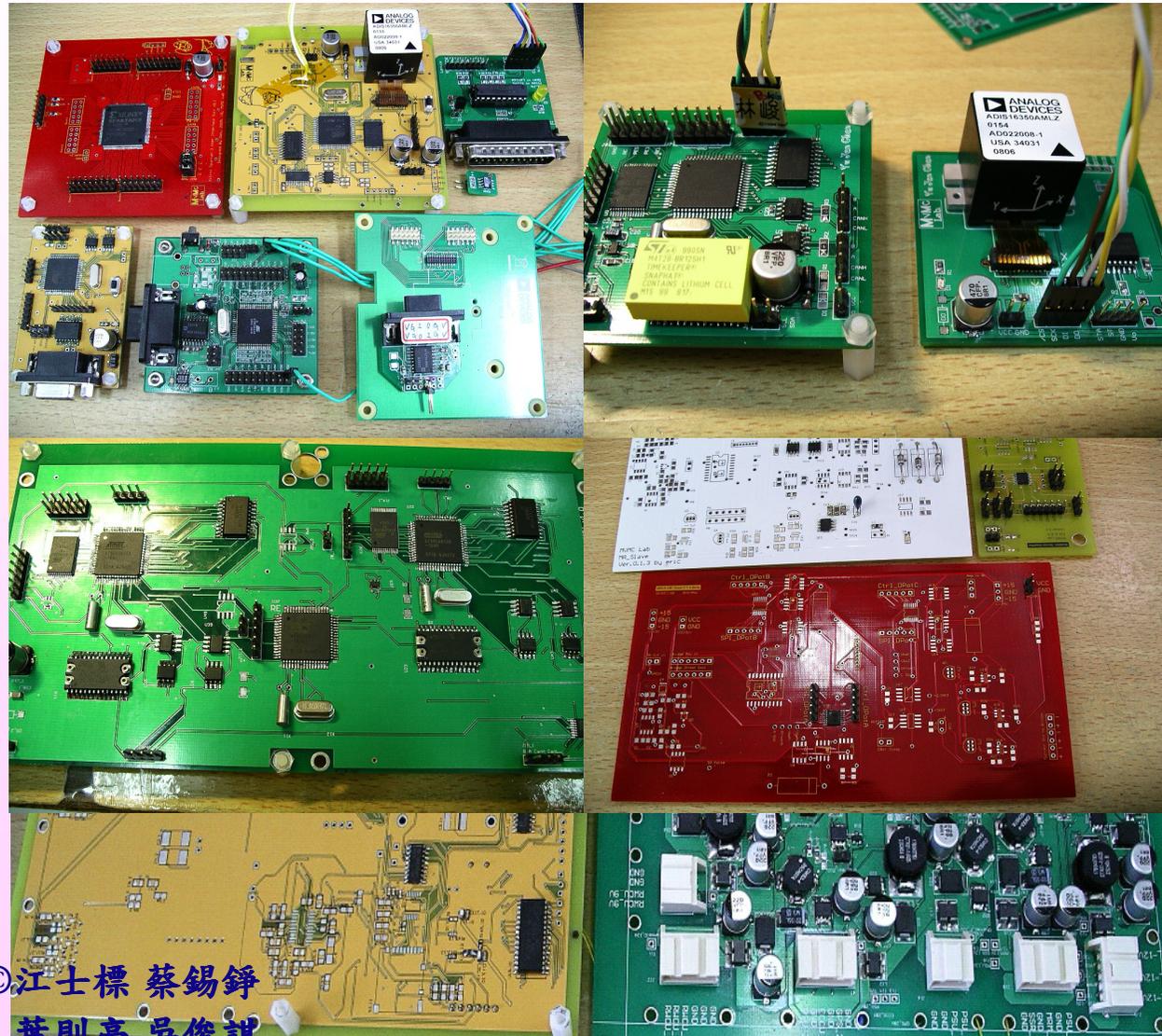
2008

©江士標 蔡錫錚 葉則亮 吳俊謀





# 中大光機電與機械工程團隊-自主自製 探空及衛星酬載 電控與主體系統 探空回收艙八 (衛星本體之準系統)



©江士標 蔡錫錚  
葉則亮 吳俊謀



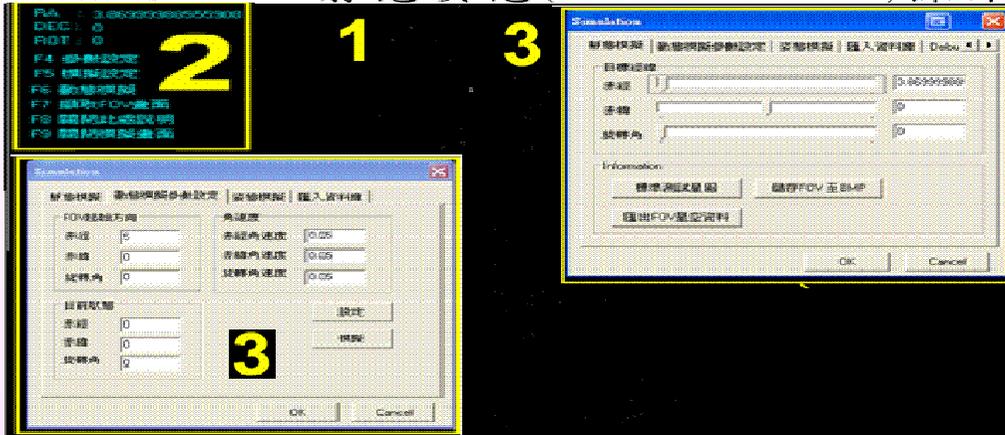


# 中大光機電與機械工程團隊－ 探空及衛星酬載 電控與主體系統 自主自製

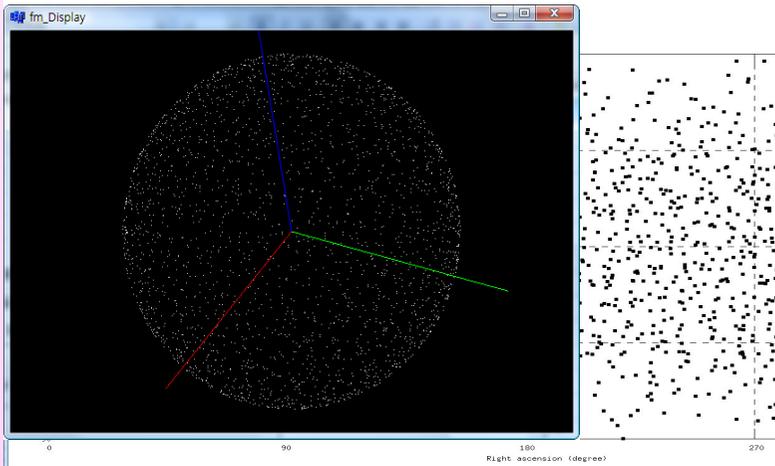
關鍵零主件、軟體方法、設計實作技術

## 星象模擬器操作介面

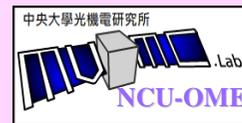
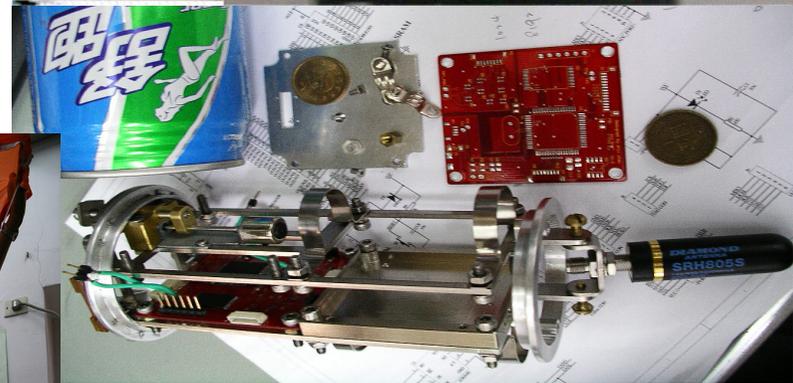
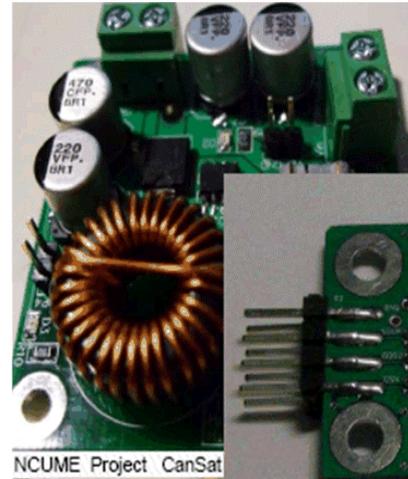
- 靜態姿態(Static Attitude)操作



- 動態姿態(Dynamic Attitude)操作



©江士標 蔡錫錚 葉則亮



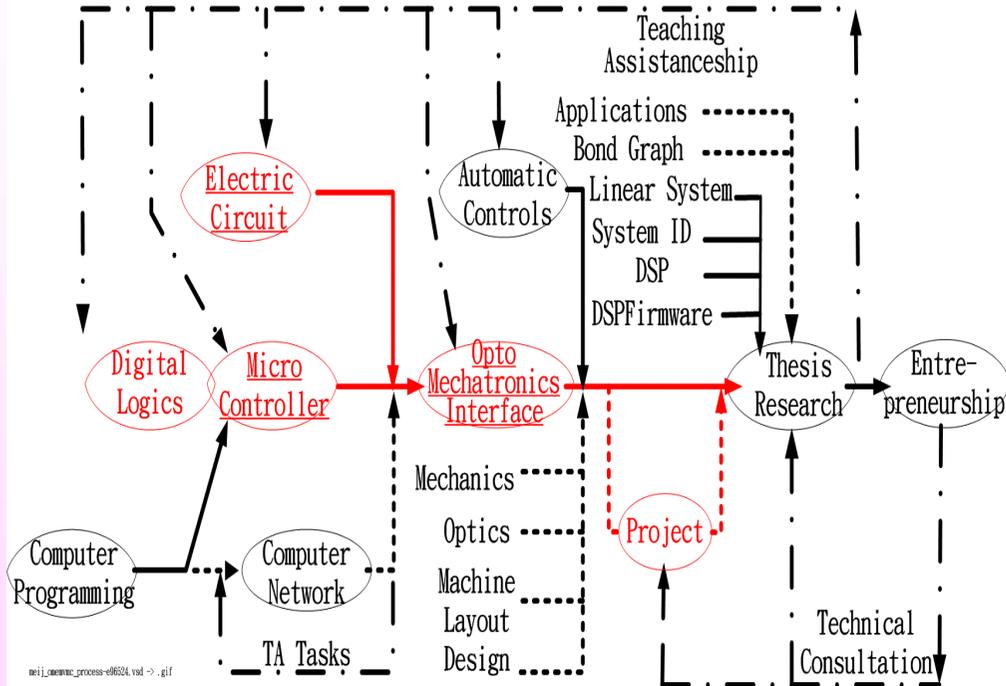


# 中大機械系光機電組-光機電工程所 - 機電控制系統整合設計實作 人才培育

NCU-ME-OME-MVMC A Production Line to Bring Up Youngsters to Be Hand-On Engineers in Mechatronics and Controls Systems

經常性的人才生產線: seven - eleven 全年全時運轉: 機電控制系統實作工程能力之培育

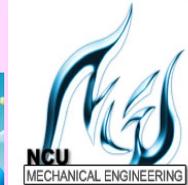
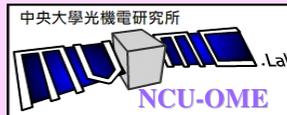
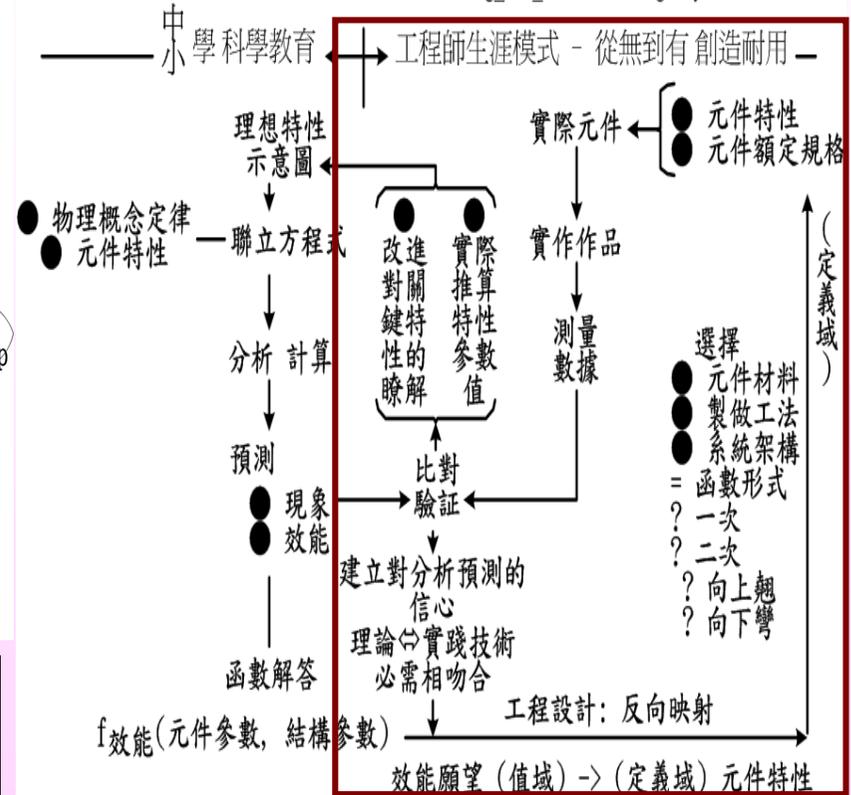
MOE-Sci\_EngB102  
跨領域人才培育



©江士標葉則亮蔡錫錚王迺慈

## 全年全時 電控韌體 打樣設計 系統整合 依規格客製化 100% 驗收

科學教育 工程科學教育 v.s 工程設計實作驗證 - 工程師賴以謀生活的思考模式  
nscdsg\_edu\_model.vsd -> .gif tlyeh 98514 rev 514





# 中大機械系光機電組-光機電工程所 - 機電控制系統整合設計實作 人才培育 實績

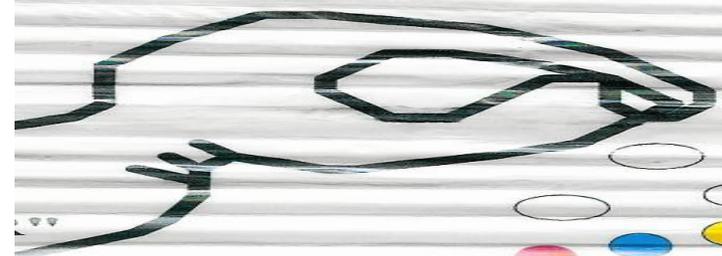
**衛星酬載工程 - 跨領域 機電控制系統實作工程能力 之 培育計畫**

時程 ↙ ↘ 工作項目	97 2月	97 3月	97 4月	97 5月	97 6月	97 7月	97 8月	97 9月	97 10月	97 11月	97 12月	98 1月	98 2月	98 3月	98 4月	98 5月	98 6月	98 7月	98 8月	98 9月	98 10月	98 11月	98 12月	備註			
E1: U 一上 微控制器	U							U	U	U	U	U	U														
E2: E 二下 電路與實驗課	E	E	E	E	E								E	E	E	E	E					U	U	U			
E3: F 三上 光機電介面課	F					F	F	F	F	F	F	F	F						F	F	F	F	F	F			
E4: O 三四 其他相關實作	O	O	O	O	O			O	O	O	O	O	O	O	O	O	O				O	O	O	O			
P 衛星酬載計畫: 工程計畫 設計+整測, P 免習、 P 實作、R 報告	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P				
(星光 I: 工程團隊) 光機電 94 大四->研一生	F 3人	F	F	F	F	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	↑年度 成長			
(星光 Ia: 工程團隊) 光機電 95 大三->四學生	E 45人	E	E	E	E	F	F	F	F	F	F	F	F	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	↑年 度成長			
(星光 Ib: 工程團隊) 光機電 96 大二->三學生	U 50人													E	E	E	E	E	U	U	F	F	F	F	↑年度 成長		
(星光 Ic: 工程團隊) 光機電 97 大一->二學生								資 背 景	U 5 人	U 家 長	U 抱 怨	U 一 上	U 太 操											↑年 度成長			
(星光 Id: 工程團隊) 光機電 98 大一-新生																					45 人	一 會 到	上 涼 爆	↑年 度成長			
<b>97-98 跨領域人才培育 B10-1&amp;2 計畫 96 入學 地科院-大氣系-太空組學生之培養</b>																											
(星光 IIa: 科學團隊) 地科大氣 96 大二學 生	S 4 0 人	S	S	S	S	S			U 5 人	U	U	U	U	U	U	E	E	E	E		E R	F E I P	F P	F P	F P	F P	↑年 度成 長

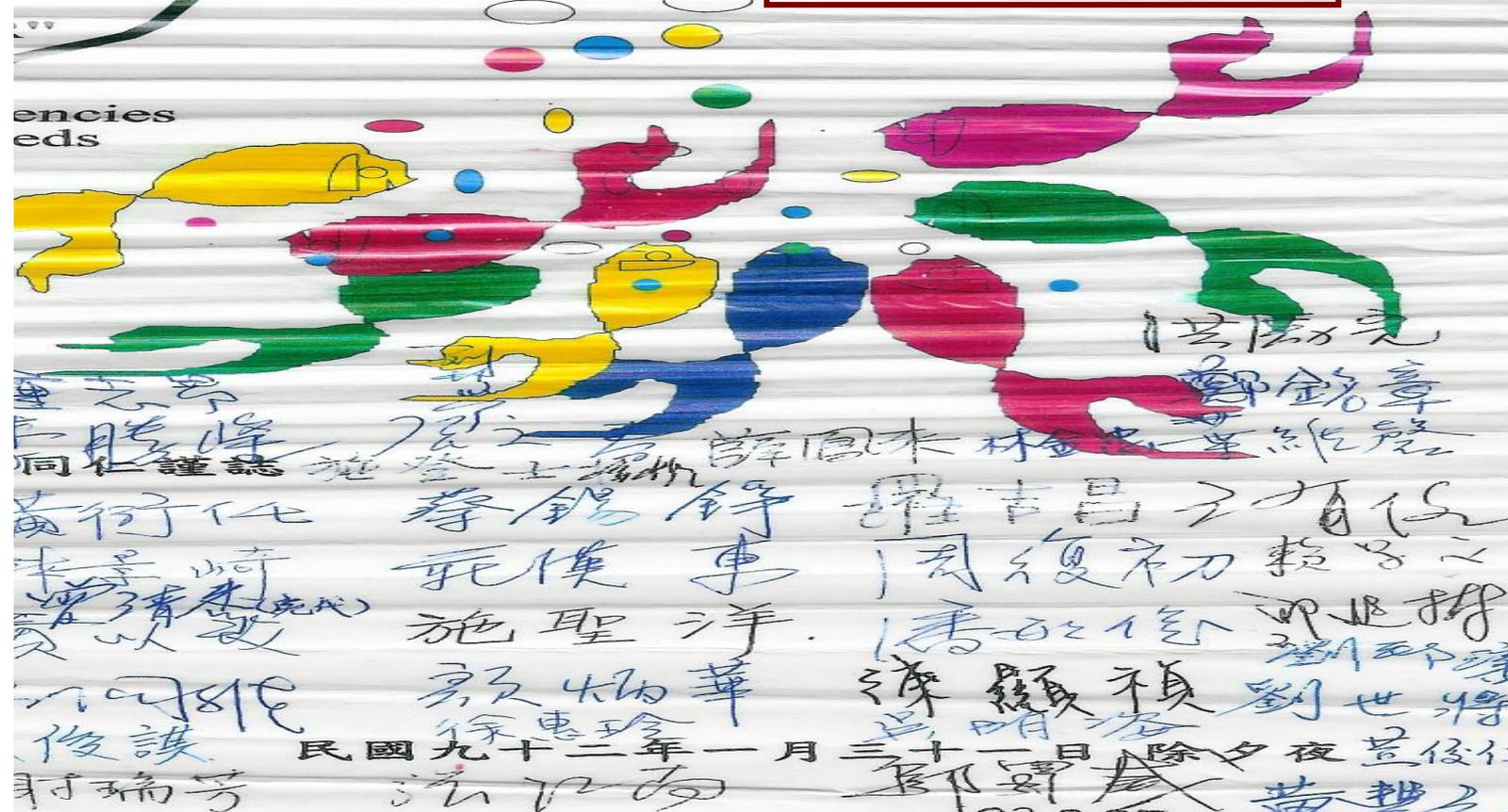
英 多年來  
教改”的支持

有底

The Key to Obtain  
Material Success  
from the Funding:  
• "Persistence"  
• "Internalization"



encies  
eds



黃衍化 蔡錫銓 羅吉昌 鄧金壽  
李景時 甄僕東 周復初 賴子之  
黃以敬 施聖洋 馮如信 鄧世輝  
黃可雅 顏炳華 陳顯禎 劉世將  
黃俊護 徐惠珍 鄧明裕 黃世俊  
黃村瑞 汪江如 鄧翠屏 黃世元

民國九十二年一月三十一日 除夕夜 黃世俊  
92.2.27