



科 技 新 知

太空競賽下的犧牲者 與太空科技之應用

助理教授 梁燕祝

助理教授 孫允平

空軍上校 張政仁

提

要

有中國近代「力學之父」、「應用數學之父」之稱的大陸科學家、上海大學校長錢偉長，2010年7月30日早晨在上海逝世，享年98歲；他與錢學森、錢三強，並稱大陸科學界「三錢」，其中前兩錢對於中共飛彈火箭科技等太空任務的貢獻，首屈一指；作者在多年的學術研究生涯中，唯一買的一本中文書，即是錢偉長著作的彈性力學。相較於大陸，台灣雖然沒有擠進具備獨立發射衛星能力的少數國家之一，但對於現代的太空科技與過去的發展歷史，也不容錯過。本文除了傳述太空競賽過程中，科學家的偉大外，因意外或試驗性階段而犧牲的人，更是值得後進緬懷紀念與記取其錯誤，並轉化其實貴經驗成為最有價值的成果。本文介紹過去太空競賽下的犧牲者，包括倉促進行的未成熟的設計產品與政治性考量而勢在必行的壯烈任務，以及戲劇性的成功救援等；此外，這些犧牲造就的美麗人生－人類受惠於太空科技的影響，簡單地介紹太空科技的應用，希望讓讀者對於太空科技發展過程有不一樣的視野。

壹、前言

現今太空科技對於人類社會生活的進步與改善，是靠數十年來各國科學家的技



術經驗累積而傳承。不可諱言地，美國與蘇聯的太空競賽是促成此項科技蓬勃發展的主因，在此炫麗燦爛的背後，到底隱藏多少黑暗的秘密，意外造成犧牲的慘痛代價與現在我們享受的成果互相的呼應。所謂飲水思源，更應該對於過去人類的付出致以崇高的敬意。本文依循著對於科學家的研究發展精神，以及參與實地測試或技術訓練的人員的腳步，對於生死關頭的意外以及太空外或地球上資源的璀璨畫面，進行一系列的介紹，以期提高讀者對於太空科技的了解與興趣。

貳、太空競賽

自從1957年蘇聯成功發射第一顆人造衛星Sputnik 1號之後，人類便開啟了一連串的太空競賽。近期則為美國與中國大陸的太空科技互相較量，在大陸成功擊毀位於800km的低軌衛星後，很多西方國家指責其技術不佳，造成的垃圾碎片影響地球大範圍；隔年美國也展示他的地面襲擊能力，在發射前通知所有相關衛星之國家，但獨缺中國大陸，雙方較勁意味濃厚。表1為太空競賽的重要紀事。

一、蘇聯時代的秘密：從美蘇令世人驚奇的太空成就中，其榮耀的背後夾雜著一連串發生的災難，在太空發展史上，因為蘇聯的機密保護下，一直無法窺視其全貌；這些過程混合著政治、人性與命運，也打破了完美科技的神話。相較於火箭烈焰熊熊地運送衛星、太空梭，太空人在到達預定軌道的過程中，承受極高的G力衝擊，在深險的太空環境中，極小計算上的誤差也會造成太空人或太空船被困在軌道上的意外，或甚至於整個任務無法達成，造成幾千幾億經費的損失。因為美國的英雄事蹟，我們常常在各種資訊媒體中獲得，甚至於拍成電影廣為流傳；反之，蘇聯的資訊就很難探究其幕後真相，經過了幾十年才可能公諸於世，本文以蘇聯太空發展時代的真相為主，試著讓讀者瞭解當時的太空人在榮耀光芒背

表1 太空競賽的重要紀事

時間	國家	衛星或人物	備註
1957	蘇聯	Sputnik 1 號(83 kg)	Sputnik 2 號(507 kg)同年發射
1958	美國	Explorer(8 kg)	載重量遠不及蘇聯
1961	蘇/美	蘇 Gagarin(108min)/ 美 Alan(15min)	美國研發的火箭航程遠不及蘇聯
1969	美國	Apollo 13	氧氣罐發生爆炸損壞太空飛行器，最後安全回返
1979	蘇聯	禮砲 6 號	發動機故障，啟動備用發動機，但太空人承受 20.6G 的重力返航
2007	美國	『太空快速反應聯合辦公室』成立	軍艦/飛機雷射光/殺手衛星/太空雷預先佈設
2007	中共	反衛星雷射武器攻擊 800km 衛星	成功達成任務
2008	美國	SM-3 攻擊 247km 衛星	USA-193 成功達成任務



後所承受的壓力，這不是普通人可以承受的偉大任務。

史上最大的傷亡損失

蘇聯死傷最慘重的意外發生在1960年10月，首席設計師庫斯米齊揚格 (Mikhail Yangel) 所領導的團隊正進行他最引以為傲的計畫；R-16洲際飛彈 (R-16 ICBM) 原設計用來投射核彈到美國，為廣為宣傳太空火箭計畫成果，特別將發射展示安排在偉大的十月革命紀念日，戰略飛彈部隊總司令尼德林 (Nedelin) 元帥親自進行測試，許多高階軍官與工程師均到場參觀歷史性的一刻，為展示任務勢在必行的決心，尼德林搬了張椅子坐在飛彈下方，所有的人均圍坐在旁 (根據赫魯雪夫的儿子塞格赫魯雪夫陳述)。在發射過程中，電力問題一直出現，安全處理程序應該先將燃油抽光解除火箭的功能，再進行故障排除，但工程師在解決問題時意外啟動點火按鈕，105公噸的燃油沖洩而下，發射台在幾秒內變成一團火球 (圖1)，這愚蠢而瘋狂的舉動造成126人當場喪生，包括被燒得不成人形的尼德林，此為太空史上傷亡最慘重的單一太空任務紀錄。(其實中國大陸在發展太空任務時也發生火箭偏移掉落到村落，造成整個村莊夷為平地，但實際傷亡統計人數並未公開！)

1969年，美國在登月競賽已經佔有領先趨勢後，蘇聯準備發射第二代火星發射器，成功的展示火星發射器將是對美示威的最佳表現，該火星探測器由強大的新型質子火箭運載，推力是過去傳統火箭的三倍，但相對的，帶來的麻煩也多三倍 (請參閱表2[2])，只是在政治考量下，仍值得一試。三次試射均不成功，最致命的一次意外墜落在無人的地方，但為效忠政府勢在必行，其它陸陸續續的意外多如牛毛，但受到當局封鎖資訊，真實內幕有如灰燼般消失得無影無蹤。



圖1 1960年十月R16意外(左)，尼德林(中)，庫斯米齊揚格(右) [1]



表2 蘇聯1969年質子火箭測試過程

1969 年/ 發射時間	火箭規格/負載	衛星軌道/ 任務功能	結果
20 Jan 04:14	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Soyuz 7K-L1 #13L</u>	高軌橢圓形軌道 太空載具測試	失敗 第二節引擎失效，利用發射失效系統 回收太空載具
19 Feb 06:48	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Luna E-8 #201</u>	高軌橢圓形軌道 登月艇	失敗 第一節引擎失效，無人駕駛月球表面 自動探測車變成流浪在太空
27 Mar 10:40	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Mars-2M #521</u>	日心軌道* 火星觀測	失敗 第三節引擎點火失敗
2 April 10:33	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Mars-2M #522</u>	日心軌道 火星觀測	失敗 第一節引擎失效
14 June 04:00	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Luna E-8-5 #402</u>	高軌橢圓形軌道 搜集月球樣本	失敗 最上節引擎點火失敗
13 July 02:54	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Luna 15 (Luna E-8-5 #401)</u>	高軌橢圓形軌道 搜集月球樣本	成功 太空載具任務稍後失敗
7 Aug 23:48	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Zond 7 (Soyuz 7K-L1 #11)</u>	高軌橢圓形軌道 搜集月球樣本	成功
23 Sep 14:07	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Kosmos 300 (Luna E-8-5 #403)</u>	高軌橢圓形軌道 最後完成的為低 軌軌道 搜集月球樣本	失敗 最上節引擎因為氧氣槽之閥門漏氣而 失敗
22 Oct 14:09	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Kosmos 305 (Luna E-8-5 #404)</u>	高軌橢圓形軌道 最後完成的為低 軌軌道 搜集月球樣本	失敗 上層控制系統功能失常
28 Nov 09:00	Proton-K/D 8K82K/11S824 <u>Soyuz 7K-L1E #1</u>	中軌軌道 飛行測試	失敗 在測試上層 D 區時，第一節引擎失效

註*：日心軌道指以太陽為中心，類似各行星環繞著太陽的軌道設計。

封鎖資訊對科技發展的阻礙

普列謝茨克(Plesetsk)是蘇聯北方的發射站，專門用來發射極軌的軍事衛星(衛星軌道通過南北極，是與同步衛星呈90度的軌道)，曾經是全世界最繁忙的發射中心，與拜科努爾(Baikonur)同為蘇聯的兩大發射站，一旦質子火箭發射失敗，拜科努爾就會被放棄，普列謝茨克將會成為蘇聯太空重地(圖2[3])。1980年3月18日Vostok火箭在普列謝茨克太空中心準備發射間諜衛星，災難仍然發生，相關影片與畫面都被銷毀，而且殉難者的喪禮也不准拍照，連續三次的大爆炸，靠近火箭的年輕戰鬥小組成員49位全都死亡(圖3[4])；只要是大火無法燒掉的，蘇聯均設法消除，但永遠抹不去的是許多參與者和親人的痛苦記



憶。(This can never be forgotten!)
為何要如此封鎖一切消息？最大的原因來自於1960年代的美蘇惡性競爭，當初美國正在研發雙子星雙人太空船，同時蘇聯亦研發較大的聯合號太空船，赫魯雪夫急於享受更多太空第一的榮耀，蘇聯工程師快速設計出可以搭載三人進入軌道的日出二號太空船，當日出二號太空船成功著陸時，布里茲涅夫正忙著想辦法把赫魯雪夫趕出政治舞台，可是太空競賽仍如火如荼地進行著。

日出二號1965年3月18日發射，舉世矚目第一位在太空中悠遊漫步的太空人——蘇聯的亞力克西李奧納夫(圖4)，其實很少人知道他差點成為第一位死在太空

的人，這也是近年釋出的蘇聯驚人歷史秘辛之一。李奧納夫在返回太空船時，因為太空衣膨脹超過預期的程度，無法彎臂或彎腿，更遑論進入船艙，只能無助地飄浮在艙外，驚慌失措加速他的呼吸與脈搏造成身體失壓，渾身大汗讓護目鏡開始起霧，緊急時刻他冒險讓太空衣減壓以鑽進船艙；但他的恐

怖之旅還沒結束，主減速火箭在回程時失效，無法啟動自動導航系統，太空人必需以手動的方式回航，所以回航時嚴重偏離軌道，落在烏拉山的針葉林區，在深夜酷寒的溫度下等待滑雪巡邏隊救援，但是在公開接受表揚大肆宣傳時，李奧納夫未曾提及任何一項差點讓他送命的災難。



圖2 蘇聯兩大太空中心(Plesetsk & Baikonur)



圖3 蘇聯Vostok火箭在普列謝茨克太空中心的發射台重新加油時爆炸(1980. 3. 18)

火箭在回程時失效，無法啟動自動導航系統，太空人必需以手動的方式回航，所以回航時嚴重偏離軌道，落在烏拉山的針葉林區，在深夜酷寒的溫度下等待滑雪巡邏隊救援，但是在公開接受表揚大肆宣傳時，李奧納夫未曾提及任何一項差點讓他送命的災難。



蘇聯最成功的火箭聯合火箭在1996年發生兩次嚴重的爆炸，打破了一向認為極佳的可靠性，它曾經發射超過1100個太空載具，調查報告顯示兩次災難都是因為零件缺陷造成的，過去因為政治動機讓真相模糊化，但冷戰之後，蘇聯社會開放，這段隱藏的往事世人得以知曉，其實這些資訊的公開，本來是可以挽救一些人的生命。例如：美國第二位太空人Eugene A. Cernan也曾經和李奧納夫一樣穿著太空衣在真空中掙扎求生存。

測試時發生的意外

瓦仁丁邦達仁科(Valentin Bondarenko，圖5)在1961年3月進行15天的低壓艙純氧的隔離艙環境訓練，期間他在高氧環境下吃、睡與工作，直到完成某些測試收拾裝備要拆除身上感測器時，他丟了一個沾有酒精的棉花球到垃圾桶，酒精棉球打到加熱食物的電熱器上，純氧環境瞬間起火，壓力艙又無法第一時間打開救援，邦達仁科被送到醫院時，是完全燒傷的病人，只存活一天，臉部及四肢末端沒皮膚，沒有頭髮，沒有嘴唇和眼睛，但還對值班醫師痛苦地說話，醫師靠近燒焦的氣味中聽到他說：『太痛了，想辦法，快止痛！』，邦達仁科的死訊直到1986年才公開。

美國因為蘇聯資訊的封鎖，無法由蘇聯邦達仁科失敗的經驗中學習，在1967年，阿波羅一號三位太空人進行飛行測試；在與蘇聯邦達仁科相同的高壓純氧隔離艙內，三位太空人是因為電線的某處產生的火花造成太空艙內純氧環境迅速燃燒，太空人在18秒內即被濃煙嗆死(圖6)。究其原因，易燃的材料設計、高濃度的氧氣環境、以及無法快速開啟的逃生艙門，都是致命的理由，但假如有前車之鑑可以避險，或許意外不會再發生。

改良的設計解救了生命

在尼德林事件損失了這麼多生命之後，1983年9月，蘇聯Uni-T10A火箭發



圖4 亞力克西李奧納夫



圖5 Valentin Bondarenko

1937年2月16日出生於烏克蘭

蘭[5]



射前90秒，機件故障造成燃油溢出迅速起火，下令棄船的指令因為通信纜線被燒壞無法傳遞，當火焰吞噬火箭時，備份的無線電指令啟動了棄船機制（這是工程師在累積多次的意外之後，設計了很重要的備份措施），逃生系統脫離火箭後六秒，整個發射台大爆炸。所以在完美成功的世界裡，往日的悲劇可供未來借鏡，避開危險。



圖6 阿波羅一號犧牲的三位太空人[6]

政治力對於政策影響多大？

1986年挑戰者號意外，假如美國知道兩年前蘇聯Uni-T10A火箭的爆炸詳情，就不會因為自信與盲目而重蹈覆轍，聯合號重返載具已經測試多次無人試飛，不但四次都沒有成功而且每次都出現新問題，但因為蘇聯政治壓力日增，因此構思了一項由資深太空人完成的太空壯舉：『發射兩艘載人太空船聯合一號與二號，然後互相靠泊與人員換乘』。這項誇大不實的任務，在任務控制中心的工程師根本都還沒準備好之下進行，柯瑪洛夫駕駛聯合一號升空時，令人害怕的故障訊息很快地顯示在地面控制中心內，一開始先是太陽能板不能打開，緊接著控制系統故障，所以聯合二號根本不敢隨後發射，所有的努力都用在讓聯合一號安全返航。其實在美蘇登月競賽的高峰期，不管柯瑪洛夫如何巧妙

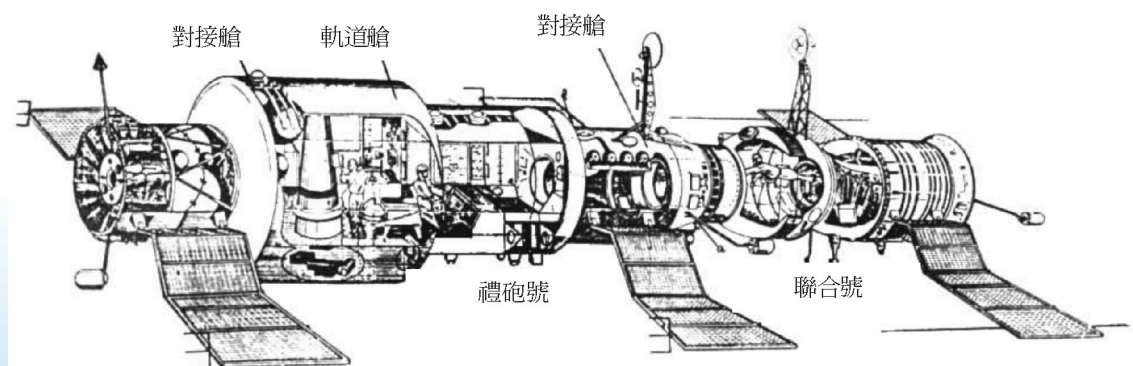


圖7 禮砲號與聯合號對接示意圖(來源:中國百科網)



地駕駛太空船，當聯合一號送上發射台時，他都注定要走上黃泉路。當時是蘇聯慶祝十月革命的大日子，此類失敗的消息隨著柯瑪洛夫破碎的遺體一起埋葬，不准公開。

人在未保護狀態下於太空環境可以存活多久？

1969年7月美國在太空競賽上搶先到達終點線，登陸月球。蘇聯為了面子，宣稱他們著重在美國沒有的禮砲號太空實驗站計畫(圖7[7])，三位正選太空人(圖8)在發射前兩天做最後一次體檢，其中一位肺部發現黑點而全部遭撤換，這看來似乎不公平的決定救了他們的性命。

1971年備選的三位太空人成功完成首次與軌道實驗室靠泊，並在禮砲一號停留三周，以下為當初意外時最後一刻的對話[8]：

地面站：『請注意！這是最後三圈軌道的時間表。』

太空人：『整天都是不同的修正！』

地面站：『第23號表格給我們。』

太空人：『等一下！沒時間了！有燒焦氣味！』

地面站：『聽到了，等待資訊。』

太空人：『等資訊？就是有氣味！我是楊托三號。』

地面站：『我在聽。』

太空人：『聽什麼？我們找不到煙的來源。』

地面站：『煙！已經冒煙了？』

太空人：『是有煙，儀表板封閉很緊沒法打開！我們會用螺絲起子試看看，但是我們找不到螺釘！』

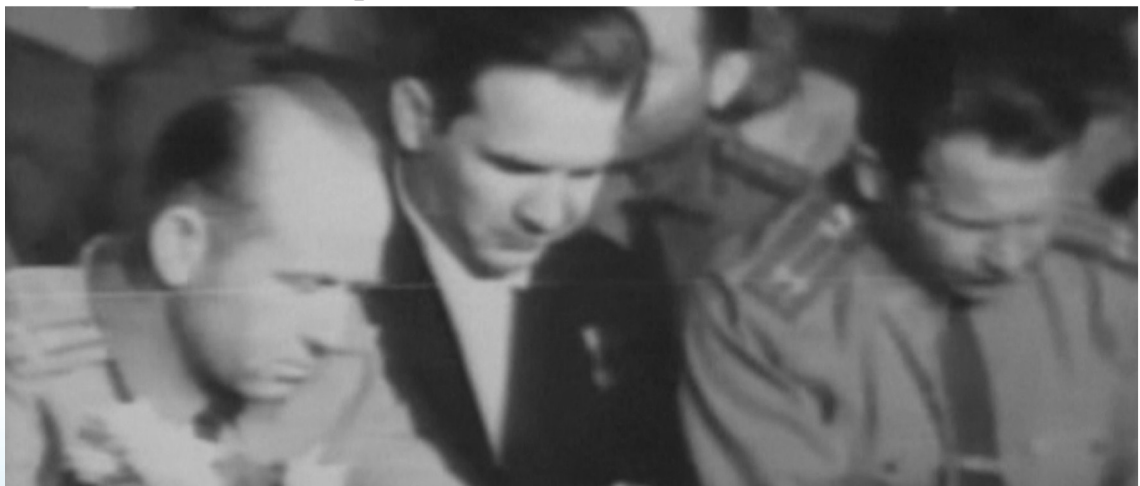


圖8 禮砲號太空實驗站計畫被汰換的三位正選太空人



地面站：『聽到了，關掉一切不必要的系統。』

太空人：『已經關了，但是你聽懂沒有？我們不知道是什麼東西燒了。或許是電纜，但是我們無法檢查，氣味從儀表板底下冒出來。我們打開儀表板有一條燒焦的電線，但仍然有氣味。』

地面站：『如果你們離開太空站，而且準備分離，必須依照步驟，但是最後一步只能由我們下令。』

太空人：『慢著，沒時間了，讓我們談嚴肅的事情，若我們有緊急狀況就會離開並關閉艙門，對！關閉艙門…』

太空人：『好，但我們要嘗試…』

地面站：『太空站一切沒問題，氣味會消失的！』

地面站：『如果有人需要，可以使用醫藥。』

至此，似乎危險已過去，沒有再發生緊急狀況，禮砲計畫被宣傳成比登月還偉大的任務，並打算凱旋而歸。在最接近地球軌道時，太空人啟動一系列火箭讓返回艙與其他部分分離，但爆炸螺栓的力量震開閥門，迅速抽出返回艙的空氣，因為返回艙很小，太空人沒發配太空衣，他們在迅速抽真空的環境存活20秒。

太空人可以承受多少地心引力(抗G力)？

通常會造成太空人返航承受比預期還要大的重力，最大原因來自於無法依循正常的回航軌道，而此原因可能是地面控制中心的失算讓點火時間延誤或發動機故障。蘇聯的阿波羅13號成功救難記，發生在1979年4月聯合33號與禮砲六號會合的任務。禮砲六號太空人發現聯合號發動機故障，噴焰的方向異常，這是歷經約2000次成功任務之後，聯合號主發動機第一次故障。太空人Nikolay Rukavishnikov(2002年10月心臟病發亡，享年70歲)雖有三次太空任務經驗，但在太空船後方發動機發生爆炸時，首次遇到這麼危急的狀況：補給品只有五天，既無法靠泊太空船也幾乎無法返回地球。控制中心想辦法讓太空船啟動備用發動機返航地球緊急著陸；(1)假如備用發動機無效，則五天後太空船內將會是怎樣的

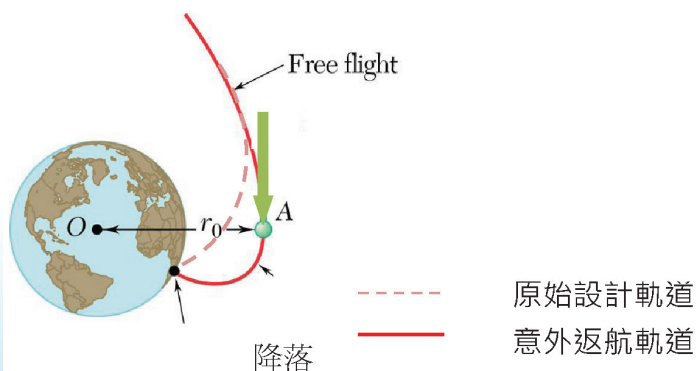
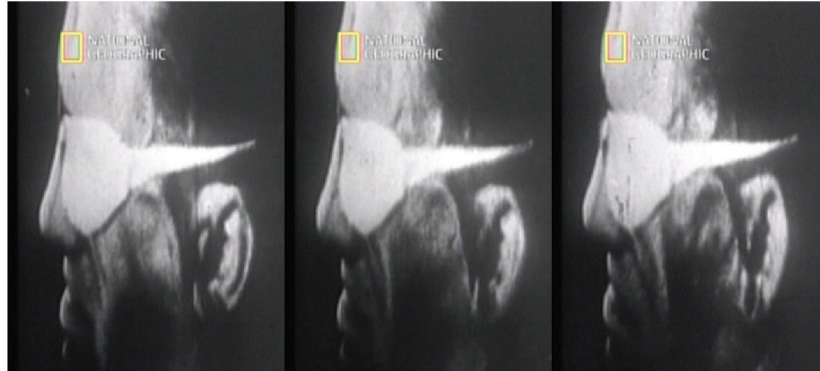


圖9 陡峭的返航軌道示意圖



情況不難想像。

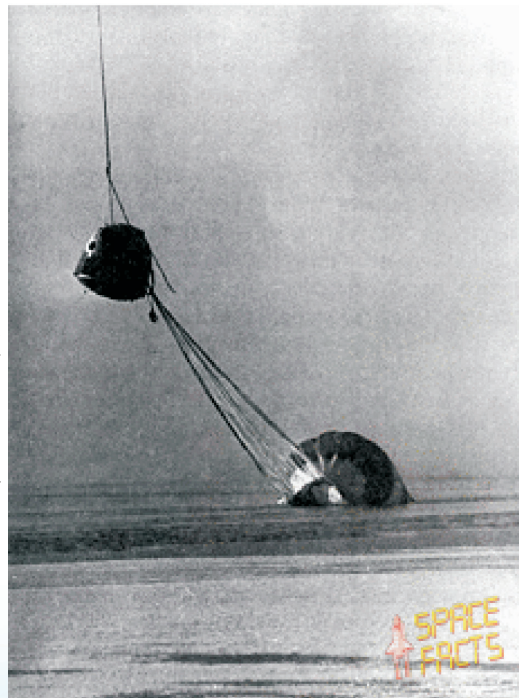
(2) 假如備用發動機成功啟動，這表示返航的軌道將會很陡峭，如圖9所示。一般飛行員訓練抗G力時，大多在10G以內，但這



次的意外造成返航 圖10 太空人的耐G力測試(連續畫面，請注意臉部肌肉)[時需要到20G的耐 國家地理頻道]

力(圖10[8])，當人在承受20G以上的耐力時，連骨骼都可能壓碎，實際數據顯示太空人Nikolay在20.6G的狀況下返回地球，但至少他們活下來。所有的東西：骨骼和太空船上的構件都可能飄浮裂開。回航後太空船掉落在阿爾泰山的深雪裡，在危急時刻太空人做了正確的決定：因為不知會掉落在哪裡，所以降落傘纜繩只切斷一條，讓太空船最後懸掛在懸崖邊的樹梢上頭。

1976年10月聯合23號和禮砲五號自動接泊失敗後受命返航，下降時地面控制中心算錯發動機點火時間，造成陸路著陸地點偏移，他們掉在結冰的坦吉茲湖上。雖然不論飛行員或太空人都進行過水上求生訓練，但當日晚上結冰湖面強風與濃霧下，直昇機無法救援，能存活確是奇蹟。太空人朱道夫談及當時太空船是倒栽在湖面下，管線進水無法供應外界空氣，太空人頭朝下在太空船裡等待，湖水溫度零下22度，出船艙絕對沒機會，除了等待別無他法，但自我循環系統的氧氣因電力不多而供應量不足，所以機組人員決定在清醒時關閉電力系統(只留標燈與無線電)，快意識不清



時再啟動，整晚重複這些動作直到白天 圖11 直升機救援隊將聯合23號太空船拖離湖面[9]
直升機救援隊因為無法吊起過重的太空



船，直接將太空船拖離湖面到岸邊為止(圖11)。

第一位繞地球的太空人Gagarin英雄事蹟？

蓋格林(Gagarin)(圖12)在享受第一位繞地球飛行的太空人風光的背後，實際上他在返航時遭遇的生死存亡的一刻。太空船在脫離裝備艙返回地球時因為拉扯造成失控翻滾旋轉，假如太空船沒脫離裝備艙，則防熱罩無法打開保護太空船，但脫離後姿態不正確根本無法對準方位回航，幸運的事在最後幾分鐘發生，在重返之前幾分鐘裝備艙分離了，所有影響偉大成功畫面的因素都予以掩蓋，因此以前根本不知道Gagarin曾發生意外狀況。Gagarin於1968年於飛行訓練時意外喪生，對於他的死有多方臆測，太空人在成為英雄風光後，常常會掩飾不好的行為，他左眉頭的疤就是妻子捉到他和護士偷情弄傷的，所以還有人報導說他因為肚子太肥不適合太空人形象而自殺。太空人都被要求嚴格保密，就和我們國家過去參與黑貓中隊的成員一般，只看到巴士載著一些軍官進進出出，不知他們去哪裡。蘇聯最早的太空返航設計，並不是以太空船著陸，而是太空人自己以降落傘安全落地。伊留申是蘇聯首席飛機設計師，他的兒子維拉德米爾伊留申，很自然地也期待自己成為第一位太空人，在1961年，因為他的家世背景讓他成為第一位試飛員，他在順利升空後，繞行軌道三次也無法在一萬到二萬呎間跳傘脫離，所以在沒有減速火箭輔助下，太空船直接硬著陸，伊留申身受重傷，後來政府公佈他車禍受傷，雖讓人質疑，但五天後Gagarin的成功飛行，世人對於搜尋真相的熱情也相對減低。伊留申將軍事後也告訴他人，他未曾上過太空，當初參與測試飛行的是假人伊凡。

蘇聯的謠言工廠

蘇聯成就了很多太空任務的第一，但在阿波羅11號登月後，自認為落後的蘇聯謠傳了很多新聞。包括在早於美國登月前他們發射的遙控探月車，其實是由人駕駛的，是俄國KGB人員駕駛的。還有神話敘述阿姆斯壯和艾德林在月球表面，遇到老俄國太空人幫他們修太空船離開月球，後來連蘇聯的太空人自己在遇到艾德林時也問他，這是不是真的？



圖12 第一位繞地球飛行的太空人蓋格林

二、中共的發射浩劫：1996年2月14號Gagarin[10]



大陸長征三號火箭試射升空，根據大陸官方報導，發射當時正好有一陣風，導致火箭偏斜，墜毀在一個小村莊，損失約20人。但是，在過去大陸發展太空科技的年代，對於中外媒體展示其成果，是必要的程序。1995年1月長征二號發射時，就有安排一

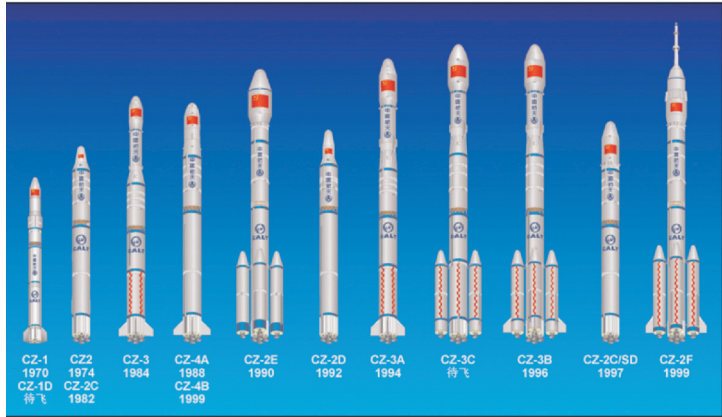


圖13 大陸長征火箭系列[11]

堆鄉民圍坐在看台上觀賞發射過程。所以，1996年的意外，要怎麼掩飾而不讓媒體發現，實在很難；據當時在現場報導的外國媒體所述，中外媒體全被留置在現場五小時，派一個師以上的解放軍封鎖現場並清理村莊，火箭上的六位太空人全部罹難，<http://www.youtube.com/watch?v=2qVaXFhu7NE&feature=related>上有媒體偷拍的畫面。最後的原因是火箭的控制系統有問題，陀螺儀在前一次測試時就有狀況，但換新之後狀況似乎良好，可是真正發射進行時，在火箭升空後，馬上偏橫向飛行，咻地一下就往遠處墜落，變成飛來橫禍，失控的火箭讓現場專家們意識到一場災難已經無法避免，實際的傷亡人數與大陸報導的恐有很大的出入。圖13為大陸發展的長征火箭系列。

參、太空科技之應用

太空科技對於軍事防衛、攻擊，民生交通與通訊，地球資源探測與監控，氣象與氣候觀測，甚至於醫藥、材料等在無重力場或真空環境等先進研發技術的提升都有很多的貢獻，包括地球生物在外太空環境的適應問題探討。例如：2008年11月，美國奮進號太空船搭載兩隻蜘蛛進行無重力適應實驗，起初在無重力環境下，蜘蛛結的網亂七八糟，但經過幾週後，牠們適應了環境，織出完美對稱的網，到底人類身體相較於昆蟲、猴子、狗等動物，對於外太空環境適應的程度或存活的壽命長短，可以用相對比例估算出來嗎？不禁讓人很好奇！本文不討論太空生物服務技術部分，只簡略提供以下四項主題：全球衛星定位系統、地球資源探勘、環境暖化/氣候研究、哈伯望遠鏡等。

一、全球衛星定位系統(GPS)：在太空競賽的年代，大量的軍事科技迅速地發展，這些價值連城且投資了好多人血汗與生命的成果，在美蘇冷戰結束後，很自然



地成為造福人類生活的最佳科技，其中全球衛星定位系統就是最好的例子。GPS本來是美國國防部於1973年為了解決導航系統的精確度而開發。原來用於軍事用途的六個軌道（軌道半徑26560公里，中軌衛星）、24顆衛星，在冷戰結束後，釋放給民間使用作更精確的定位應用，最初的應用在於車輛上搭配電子地圖以做為汽車資訊導航，隨著通訊業務的急速需求，搭配行動電話使用成為GPS很重要的應用。而因為微機電與奈米科技的快速發展

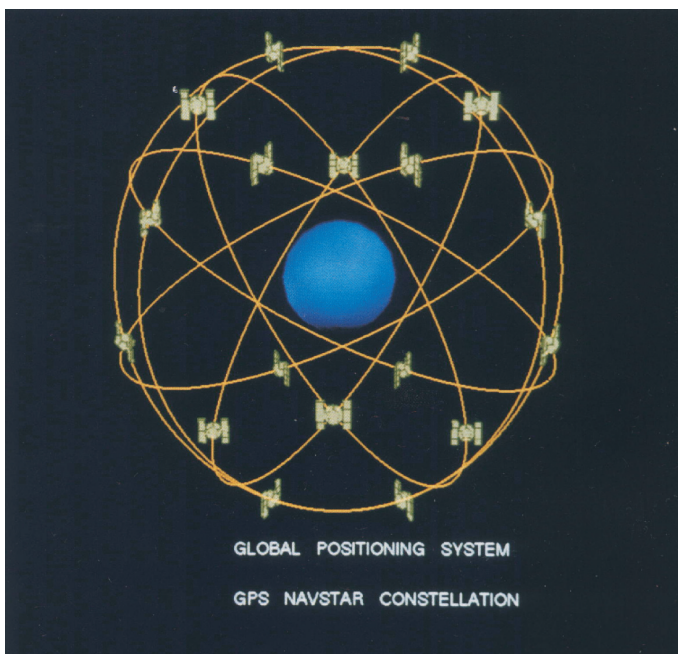


圖14 Global Position System(GPS)六軌道24顆衛星環繞地球全域

，GPS的用途也隨著科技的進步，可以製作成更小更省電的模組，所以本來用在汽車上的裝置，縮小到應用在行動電話的裝置，到最近小如手錶的穿戴型設計業已出產。

二、地球資源探勘：

地球上很多雨林地帶、高山峻嶺、甚至於海洋湖泊，都可以透過衛星來偵測探勘。由於地面或飛機搜尋的範圍有限，且人力可及的範圍，在氣候或災難時都可能造成人員損傷。具備精密照相功能或偵測感應儀器的衛星，是地球資源探勘的最佳選擇，圖15為非洲撒哈拉沙漠-Richat結構體的空照圖：這究竟是什麼？從太空中很容易就可看到毛利塔尼亞

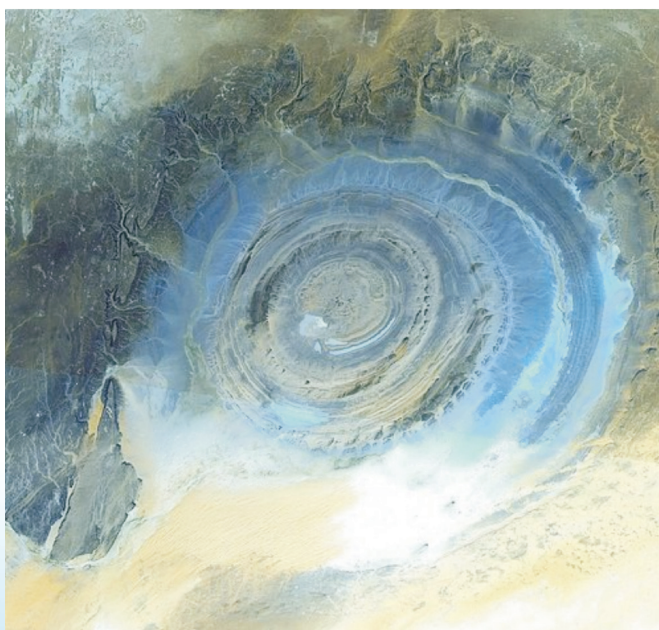


圖15 非洲撒哈拉沙漠-Richat結構體的空照圖



的撒哈拉沙漠中有個Richat結構，因為它將近有50公里寬的大小。過去曾被認為是個隕石撞擊坑的Richat結構，但因為其中央地形是平坦的，且找不到因為震波造成的岩石變化，所以不一定是隕石撞擊坑。是由火山爆發造成的嗎？也沒看到火成岩或火山岩堆成的圓頂。另外由Richat結構的層層沉積岩看來，學者大多認為是因為抬升的岩石受侵蝕的結果。資料來源：NASA[12]。



圖16 NewZeland_Egmont國家公園火山頂

紐西蘭Egmont國家公園的活火山，它最後一次爆發為1755年，因為地形位置的關係，雨林氣候的快速生長，讓正中央深綠色的森林地區與外圍放牧的草原顏色形成強烈的對比，尤其中央正圓形的生態發展，在這麼大區域的空照圖上可以看到很漂亮的正圓圖形，不禁對大自然的發展感覺到很有趣(圖16)。資料來源：NASA[13]。

新疆塔克拉馬干沙漠上沖積的雨林，2002年5月所拍的空照圖(圖17)，左邊為沖積扇水流尚在活動的範圍，藍色是莫勒切河河水流過的痕跡，有很多的細紋代表支流；右邊很明顯地是乾枯的河谷，只流下沙漠的痕跡，本圖含蓋的區域有 56.6×61.3 km，也只有衛星空照圖可能把整個區域完整地表現出來。資料來源：NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS。

三、環境暖化/氣候研究：

全球平均溫度的上升，造成各地氣候異常的情形，已經不再是新聞；甚至於全世界各地近年來，均深深地感受到暴雨、土石流、乾旱、極冷、高熱等災難的酷刑。瑞士以其冰河美景聞名於全世界，但融化的冰河造成的堰塞湖，在最近造成附近居民的恐慌，工程師以不斷地抽水來降低其危險性，但仍然隨時有崩塌的危險。位於不丹的喜馬拉雅山上，因為氣候的變遷造成永凍的冰原開始融化，衛星空照圖正可以精確地將不同的年代、同一氣候時段的圖綜合做比較，很明顯地可以看到冰河末端的冰融化後形成湖泊的情形，所以，控制二氧化碳排放量正是各國政府努力想解決的問題(圖18)。資料來源：NASA，Terra



satellite。

美國國家極軌監控環境衛星系統(National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System, NPOESS)是針對整合高性能、有效率、獨立花費的衛星系統，而設立的機構。如圖19，相較於同步衛星(高度約36000km)，此極軌衛星在地球上空約833km運行，衛星行進時速度約27000km/hr，此POES極軌衛星最大特色為可以持續地觀察地球(因為地球自轉，且衛星環繞方向成90度)，是為『空中之眼』。POES衛星每天約繞地球14趟，且每天幾乎可以掃描整個地球兩次。假如以三顆衛星群環繞設計，可以四小時內觀測整個地球。

圖20是由NOAA-16極軌衛星所拍攝的圖片，本影像記錄暴風雪傾卸30英吋的雪在東北方，明顯的白色尖形雪線顯示冰冷的前緣夾帶冬季暴風雪，以極低的溫度向西方前進的路線。

四、哈伯太空望遠鏡：

來自外太空的電磁波，因受到地球大氣的選擇性吸收的影響(X-光與 γ -



圖17 大陸新疆的扇型沖積原

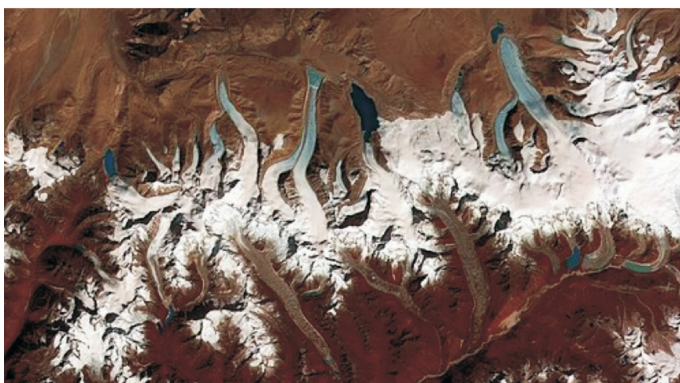


圖18 不丹的喜馬拉雅山融化的冰河

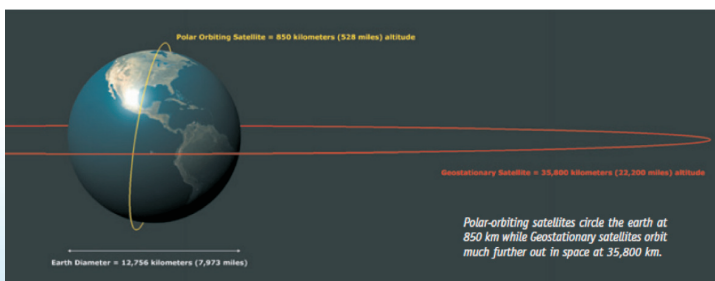


圖19 同步衛星與極軌衛星



射線會被氧與氮等空氣分子吸收、紫外線會被臭氧吸收、紅外線會被水與二氧化碳分子吸收、波長大於1公尺以上的電磁波會被電離層電子所反射)，只有可見光與無線電波得以傳抵海平面，位於大部份水氣之上的高山，除可見光與無線電波外，另可做紅外線天文觀測，因此世界主要天文台皆建於高山之上；為了彌補了地面觀測的不足，幫助天文學家解決了許多天文學上的基本問題，使得人類對天文物理有更多的認識，位於地球軌道的太空望遠鏡便孕育而生，由於它位於地球大氣層之上，因此獲得了地基

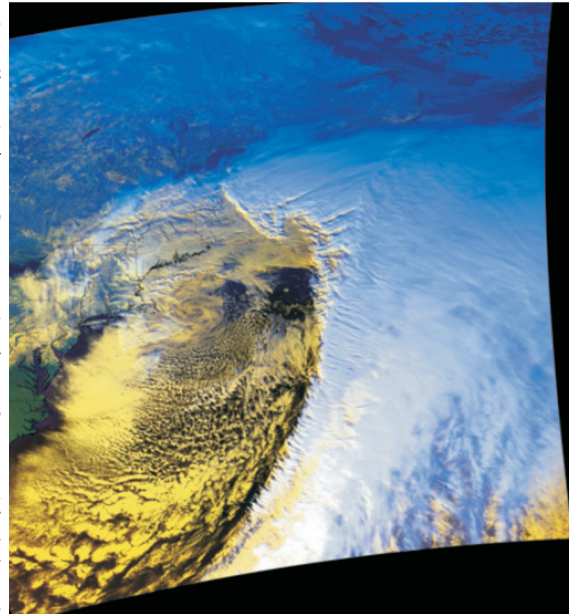


圖20 暴風雪侵襲的空照圖

望遠鏡所沒有的好處—影像不受大氣湍流的擾動、視相度絕佳，且無大氣散射造成的背景光，還能觀測會被臭氧層吸收的紫外線。

哈伯太空望遠鏡(Hubble Space Telescope, 圖21)是以天文學家愛德溫·哈伯(Edwin Powell Hubble)為名，是一具口徑為2.4公尺的反射式望遠鏡，搭載的科學儀器可偵測包括可見光、紅外線、紫外線及恆星等，於1990年發射之後，已經成為天文史上最重要的儀器，其寬視野行星照相機能提供天文學家獲得目前最深入、最敏銳的太空光學影像(圖22)。哈伯太空望遠鏡由美國國家航空暨太空總署(NASA)和歐洲太空總署(ESA)合作共同管理，透過接收地面控制中心的指令，並將各種觀測數據通過無線電傳輸回地球。



圖21 發現號太空梭在維修任務中拍攝的哈伯太空望遠鏡[15]



哈伯幫助天文學家解決了許多長期困擾問題，在太空物理及天文學領域有非常傑出的成就。例如天文學家利用哈伯觀察遙遠距離外的超新星，發現宇宙的膨脹也許實際上是在加速中；以及比以前更準確的測量出造父變星的距離，這讓我們對宇宙的擴張速率和年齡有更正確的認知。此外，由哈伯提供的高解析光譜和影像很明確的證實了盛行的黑洞存在於星系核中的學說，在60年代初期，黑洞在某些星系的核心被發現還只是一種假說，在80年代才鑑定出一些星系核心可能是黑洞候選者的



圖22 哈伯太空望遠鏡拍攝的圖片:從左上角起順時針方向、"Tadpole"星系、"錐形星雲"、兩個碰撞的螺旋星系，歐米加星雲中新星的誕生

工作，哈伯的工作卻使得星系的核心是黑洞成為一種普遍和共同的認知，未來更將著重於星系核心黑洞質量和星系本質的關聯上，對星系中黑洞的研究將在星系的發展和中心黑洞的關連上產生深刻與長遠的影響。

在1994年，哈伯也觀測到休梅克-李維9號彗星撞擊木星的影像，這對估計數個世紀才會發生一次的彗星碰撞木星的動力學，提供了關鍵性的學習機會；另外，它也被用來研究太陽系外圍的天體，包括矮行星冥王星和閼神星。

哈伯望遠鏡雖然對於太空物理有卓著的貢獻，但維持穩定的陀螺儀已經損壞、用於指向的望遠鏡功能也在衰減中、行星照相機也停止工作；另一方面，如果沒有再提昇來增加軌道高度，阻力會迫使望遠鏡在2010年重返大氣層。NASA在重新檢討之後，安排亞特蘭大號太空梭於2008年進行最後一次的哈伯維修任務，希望能讓哈伯太空望遠鏡持續工作至2013年；預計在2014年開始，詹姆斯·韋伯太空望遠鏡將發射升空，並逐步接替哈伯的工作。但是，哈伯在可見光通道及紫外通道的觀測能力，是無可替代的。韋伯太空望遠鏡的許多功能都遠超過哈伯，但將只觀測紅外線，在可見光和紫外線領域內無法取代哈伯的



功能。

肆、結論

成功不是偶然，太空科技的發展更是如此，須經過一項項謹慎思考與探索後，進行繁瑣細碎的實驗與確實的操作才能成功。這過程，偶而免不了犧牲，但在享受這些犧牲所帶來的輝煌成果時，請看看這些漂亮有趣的空照圖，或聽聽GPS導航告訴你要在那裡左轉右轉時，思考著堆疊這些豐碩果實所花費的心力、物力與人力，相信在未來，還有更多的太空科技發展技術能造福更多的人類。

參考文獻

1. <http://www.pbs.org/wgbh/nova/mir/1960.html>
2. [http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Proton_launches_\(1965%E2%80%931969\)](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Proton_launches_(1965%E2%80%931969))
3. <http://news.bbc.co.uk>
4. http://thestarlitecafe.com/poems/96/poem_813237.html
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Valentin_Bondarenko
6. <http://www.astronautmemorial.net/apollo1.htm>
7. <http://www.chinabaike.com/article/316/327/2007/2007022052359.html>
8. National Geographic Chanel, Red Space.
9. <http://www.spacefacts.de/mission/english/soyuz-23.htm>
10. <http://zh.wikipedia.org>
11. <http://blog.jackjia.com/?p=7651>
12. <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gallery-detail.asp?name=Richat>
13. <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=3881>
14. "The future of earth-sensing from space", Dave Jones, Vol. 13, No. 1, Jan, 2004, Earth Observation Magazine, Geography Mapping Earth Information.
15. <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>

作者簡介

助理教授 梁燕祝

學歷：國立成功大學航空太空工程研究所博士。現職：空軍官校教學部航空太空工程學系助理教授。

助理教授 孫允平

學歷：國立成功大學航空太空工程研究所博士。現職：正修科技大學機械系助理教授。

空軍上校張政仁

學歷：空軍官校79年班、國立成功大學航空太空工程研究所博士。現職：空軍官校教學部航空太空工程學系副教授兼系主任。