

出國報告（出國類別：參加國際研討會）

第 31 屆太空科技與科學國際研討會
The 31st International Symposium on
Space Technology and Science

服務機關：國防大學理工學院動力及系統工程系

姓名職稱：陳幼良 教授

派赴國家：日本

出國期間：106/06/02~106/06/10

報告日期：106/06/19

摘要

本次參加之國際研討會為第三十一屆太空科技與科學國際研討會(31st International Symposium on Space Technology and Science (31st ISTS)，於 6 月 3-9 日假日本愛媛縣松山市縣民文化會館(Matsuyama-Ehime, Japan Himegin Hall)舉行，大會以“開啟太空探索的新紀元(Open up a New Age of Space Discovery) 為主題。計有大會會議演講、論文發表、海報、學生會議、展覽以及參觀愛媛大學等活動。此次研討會除 ISTS 外，另結合 ISSFD (International Symposium on Space Flight Dynamics) 以及 NSAT (Nano- Satellite)，主題廣泛、內容多元豐富。參與會議的論文發表者及聽講者(包含學者教授、研究生、產業界研究人員)超過 1,000 名，遍及世界各國，研究領域十分廣泛，研討會領域包括太空技術，太空科學，航天醫學、太空政策和法律的最新研究和發展信息，促使從事太空活動研究領域的專家之間的合作。這次會議提供不同區域學者及業界代表面對面的交流機會，將新的研究方法與應用經驗相互觀摩學習，可進一步建立業務或研究關係，及尋找未來合作的夥伴，並期望能對相關領域的最新科學知識交流有所貢獻。

本次會議投稿篇數為 1,000 餘篇，學術討論範圍計有：未來太空運輸系統、小型飛行器、推進系統、混合燃料火箭、材料特性、結構設計與實驗、衝擊、振動與控制、軌道動力學，導引與控制、飛行軌跡設計與最佳化、流體動力學和氣動熱力學、微重力科學與技術、熱控、廣播和導航、地球觀測、太空生命科學、航天動力系統、太空環境和碎片、系統工程和信息技術、航天教育、太空法律、政策和國際合作、安全與任務等主軸，極為豐富。

我們此行發表“火工衝擊實驗與有限元素模擬之衝擊響應頻譜分析(Shock Response Spectrum Analysis of Pyroshock Experiment and Finite Element Simulation)”，藉設計三種材料的彈體(鋼、鋁和鉛)，比較火工衝擊模擬實驗在不同速度下衝擊響應的分析結果，提供運用在太空中的航天器、載具和衛星當受到衝擊時之衝擊響應頻譜分析之方法。參與學者積極提問，討論熱烈，此行除參與者能吸取新知外，經由與國外學者交流，可增廣見聞，有助於未來教學研究之精進。

目次

摘要.....	2
目次.....	3
目的.....	4
過程.....	4
心得及建議.....	7
附件一：獲邀發表論文簡報.....	8
附件二：參與交流研討之相關照片	122

目的

- 1.赴日本四國愛媛縣松山市參加第三十一屆太空科技與科學國際研討會，發表研究成果。
- 2.與國際學者進行學術交流。
- 3.觀摩日本航太工業的發展。

過程

此次研討會於 6 月 3-9 日假日本四國愛媛縣松山市縣民文化會館(Matsuyama-Ehime, Japan Himegin Hall)舉行。6 月 3 日 1000-1700 時開始接受與會人員報到。6 月 4 日 1400-1500 時由太空人 Takuta Ohnishi 演講。6 月 5 日 0900-1000 時為大會開幕式，由總務委員會主席 Prof. Yasuhito Morita 宣布開幕，並由議程主席 Mr. Seiya Ueno 發表演說，接著有包含愛媛縣長及其他與會貴賓致詞主持開幕，旋即 1000 開始由太空人 Takuta Ohnishi (JAXA)發表大會演講，介紹他在國際太空站任務中執行的實驗及活動並談到人類太空飛行的未來。此外，主題演講有國際太空計畫和新太空。當晚 1830 時大會舉辦 ISTS 開幕歡迎宴會，由愛媛縣縣長 Tokihiro Nakamura 主持，參與貴賓計松山市市長 Katsuhito Noshi、ISTS 委員會會長、宇宙航空研究開發機構理事長、日本航空宇宙學會會長等。並準備精緻餐點、祝酒詞和日本當地民俗表演，另介紹和提供當地名產生魚片和清酒，與會人員共聚一堂，自由交流，氣氛熱絡，賓主盡歡。6 月 6 日開始依大會規劃之場地區分各議題，實施分組報告與意見交流，並另備有張貼海報場地。

展示攤位的內容亦有可觀之處，參展者有宇宙航空研究開發機構(Japan Aerospace eXploration Agency, JAXA)，日本電氣、三菱重工、三菱電機、川崎重工、富士通、住友重機等機構，展示與航太相關的實驗設備與產品，凸顯日本在航太領域的發展成果。JAXA 是日本負責日本航空太空開發政策的國家研究與發展法人，包括研究、開發和發射人造衛星、探測小行星和未來可能的登月工程。三菱重工(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES,LTD)業是日本綜合機械製造商，也是日本最大的國防工業承包商，為三菱集團的旗艦企業之一。其業務範圍相當廣泛，涵蓋交通運輸、船舶、航空太空、鐵路車輛、武器、軍事裝備、電動馬達、發動機、能源、空調設備等各種機械機器設備之生產製造。

大會以“開啟太空探索的新紀元(Open up a New Age of Space Discovery) 為主題。計有大會演講、分組論文發表、海報、學生會議、展覽以及參觀愛媛大學等活動。

6 月 6 日本團隊聽取由日本 Naoto Nakamura 研究生發表“Structural health monitoring using tilted FBG type optical fiber sensors”，內容述為 TFBG 型光纖傳感器在高溫下軸向拉伸應變下測

量 TFBG 傳感器的透射光譜（傾斜角度 3°標準長度 3 mm），以研究溫度和應變變化的影響。結果證實，TFBG 傳感器能夠獨立於溫度測量應變。以及由日本 Michihiro Yamamoto, 研究生發表“Dispersion simulation of multifunctional PANI/carbon nanomaterials”，內容為利用耗散粒子動力學（DPD）模擬聚苯胺（PANI）中碳材料的分散行為。以及日本 Ryohei Aoki 研究生發表“Analysis of material characteristics of magnetic elastomer for fluid force control”，內容為適當的磁場方向和可行的材料來降低磁性彈性體的能力。通過實驗證實，當從試樣的側面而不是底部施加磁場時，可以容易地控制磁性彈性體的強度，使用矽膠與鐵粉的組合可以達到 5 倍的硬度。

6 月 7 日聽取日本 Tatsuaki Okada 研究生發表“In-Flight Performance of Thermal Infrared Imager on Hayabusa2 and Its Implications to the Observations of Asteroid 162173 Ryugu”。內容為 Hayabusa2 上的熱紅外成像儀 TIR，檢測天體巡航階段，特別是地球和月球在地球前後的觀測，暗示了小行星 Ryugu 的可探測性。以及日本 Shota Iwabuchi, 發表“A study of Reusable Landing Shock Absorber System for Exploration on Planet”。內容是提出一種可重複使用的起落架，可以降低地面上著陸器著陸時的影響和姿態穩定性。該系統採用電磁能量再生器，將運動能轉化為電能，作為減震器。經數值模擬來估計減震和能量收集的效率。

6 月 9 日由本人發表“Shock Response Spectrum Analysis of Pyroshock Experiment and Finite Element Simulation”。火工衝擊(Pyroshock)是指火工裝置爆炸所引發之高強度、高頻率的暫態機械響應。本研究設計三種材料的彈體(鋼、鋁和鉛)，實驗以 40、50、60 m/s 三種速度撞擊，藉由火工衝擊模擬試驗機進行測試，所得加速度與時間的關係，利用 MATLAB 程式轉換成衝擊響應頻譜(SRS)。另利用 ANSYS/LS-DYNA 有限元素軟體進行模擬，並與實驗結果比較，由 SRS 結果顯示模擬與實驗的差異不大。運用所得模型針對不同速度與不同材料衝擊進行 SRS 分析，經實驗和模擬顯示，高強度金屬(鋼、鋁)的衝擊響應 G 值比低強度金屬(鉛)較為高。對同一材料增加速度，衝擊響應的 G 值隨著增加，但鋼和鋁在速度約 90 m/s 以上，鉛在 120 m/s 以上，則逐漸呈現穩定值。三種材料隨著速度增加到 150 m/s 時以上，彼此的衝擊響應的趨勢亦逐漸接近。本研究建立的 LS-DYNA 模型，可做為火工衝擊模擬器之另一種選擇，在不同速度下衝擊響應的分析結果，可供承受火工衝擊的結構設計時，作為選擇適合材料性質之參考。

另參觀松山城，松山城位於松山市中心。本丸在勝山（城山）山頂，而二之丸、三之丸在山腳下的平地，是一座平山城。位於山頂本壇的大天守是日本 12 座現存天守之一。其天守為連立式，也與姬路城並列三大連立式平山城之一。到 1933 年為止松山城仍有 40 座古代建築留存，但由於數次火災，自 1949 年起僅餘 21 座，現存古建築物數量僅次於京都府的二條城（28 座）。松山城留存的古建築有幕末重建的大天守、現存甚少的望樓型二重櫓之野原櫓（騎馬櫓）以及位於本丸的深達 44 米的水井等。

亦順道造訪道後溫泉本館，道後溫泉本館為位於日本愛媛縣松山市道後溫泉的一間溫泉公共浴場，為 1894 年所建，現被列為「國家重要文化財」，並成為道後溫泉地區的象徵。「道後溫泉本館」包括六棟，其中前四棟屬於國家重要文化財：神之湯本館棟 - 建於 1894 年，為三層樓建築。三樓西北側的房間曾經由夏目漱石使用過，又被稱作「少爺之間」。又新殿・靈之湯棟 - 建於 1899 年建立，作為皇族泡湯專用，二樓為「玉座之間」。道後溫泉本館由於歷史悠久，吸引很多當地人及觀光客到此泡湯體驗，形成日本特殊的文化。

從此次研討會議程及活動的安排，看出主辦單位計畫的周詳與細心，全力推銷當地的特產與文化，展現出他們民族地方的特色。

心得及建議

日本太空科技與科學國際研討會(ISTS)乃國際間航太方面知名會議，兩年舉辦一次，參與學者遍及世界各國，學術討論分為：航太技術、科學、醫學、政策和法律等不同議題。此次研討會除 ISTS 外，另結合 ISSFD (International Symposium on Space Flight Dynamics) 以及 NSAT (Nano- Satellite)，主題廣泛、涵蓋領域極為豐富。參與會議的論文發表者及聽講者超過 1,000 名，遍及世界各國，可透過此會議將研究成果發表於國際，並與相關研究人員交流甚至洽談合作，是該研討會的目的也是參與者最大的收穫。

日本在航太領域的研究發展居於世界領先國家之一，經由此次研討會的接觸，深深體會航太工業乃尖端科技之呈現，涵蓋的專業十分廣泛，日本在此領域的扎根很深，學界業界的合作也很緊密，從他們發表的一些研究成果可窺知一二。會中經由交流也知曉中央研究院和成功大學也參與日本航太計畫並已有成果展現。

航太科技可說是科技發展的領頭羊，從事尖端的研究，不能僅以市場需求考量。政府可以前瞻的規劃，整合優秀的人才，給予足夠的支持，或可讓我國在此領域不致落後領先國家太多，否則尖端科技發展永遠受制於人。正值我政府宣示國機國造、國艦國造的國防發展方針的此時，我們樂見政府對國防自主的重視，然而國防工業的發展必須持之以恆，結合業界、學界及研發機構，設定明確的目標，全力的投入，庶幾有成。冀望能在關鍵技術與創意上與國際相接軌，並延伸至國內的相關產業及研究方向上，藉以提高我國之競爭力。

以觀摩學習的態度參加此次國際研討會，深深感覺教學與研究所承擔負的責任；看到國際間各學者最近研究成果，對材料材質改善、量測技術、性能提升，設計創意等都不遺餘力，個人認為應多鼓勵我國相關學者與研究人員參加類似之國際交流會議，讓從事科技研究人員拓展視野、得到更多的啟發，期能立足於競爭的世界舞台。同時，深感英文能力表達之重要性，此後亦當持續鼓勵研究生參加國際研討會，以培養其表達與溝通的能力。

31th ISTS

Shock Response Spectrum (SRS) Analysis of Pyroshock Experiment and Finite Element Simulation

Presenter : Yu-Liang Chen
Prof. of Department of Power
Vehicle and Systems Engineering

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

Outline

- 1.Introduction
- 2.Shock Response Spectrum
- 3.Pyroshock experiment
- 4.Numerical simulation
- 5.Results and discussion
- 6.Conclusion

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

1. Introduction

Strong shocks and continuous vibrations can generate ruptures and cause damage to the component structure and result in further severe damage and mechanical failure.

- Reduce instrument's accuracy of aircraft, satellite and rocket.
- Cause components failure or damaged.
- Rupture of the wire of the integrated circuit under the centrifugal acceleration.
- Explosive impact: the short duration, high amplitude oscillation waveform will cause severe damage to the targets.

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

1. Introduction

- ◆Pyro-shock is the shock caused by the explosive device acts (ex: initiator, igniter, gas generator....).
- ◆Because of Pyro-shock, the electronic model or minor model, near the pyrotechnic devices, would be transient failure or permanent failure.

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

1. Introduction

In 1932, Biot first proposed the concept of **Shock Response Spectrum (SRS)** when studying the effect of earthquake on building structures. SRS is suitable in the following fields.

- ◆Spacecraft take off and land
- ◆Rocket or missile launch and explode when hitting the target
- ◆Satellite, Spacecraft, Space station running
- ◆Shock absorbers
- ◆Seismic detection
- ◆Transportation, construction, electronics, shipbuilding industry

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

1. Introduction(acquiring impact data)

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

1. Introduction

Pyro-shock (blast/impact) test: need experimental field, equipments, time consuming, costly....

Pyro-shock experiment (gas gun simulator): easy to execute and repeat the experiments, high reliability, low cost, low risk

***LS-DYNA finite element analysis:** simple, reduce cost, change experimental parameters such as projectile shapes, impact velocities, materials easily

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

2. Shock Response Spectrum

SRS is the curve by drawing the peak response of each SDOF against frequency of a series SDOF damping system when experiencing impact.

SDOF Equation of motion $m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = c\dot{x} + kx$

Fourier Transformation $H(\omega) = \frac{\tilde{Y}(\omega)}{\tilde{X}(\omega)}$

Convolution integral $\dot{y}(t) = \int_0^t \dot{x}(\tau) h(t-\tau) d\tau$

Unit-impulse response function $h(t-\tau) = \frac{1}{m\omega_d} \sin \omega_d(t-\tau) \exp[-\zeta\omega(t-\tau)]$

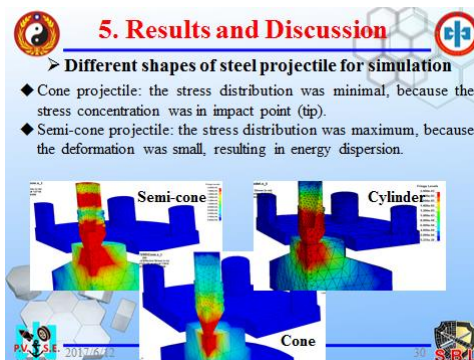
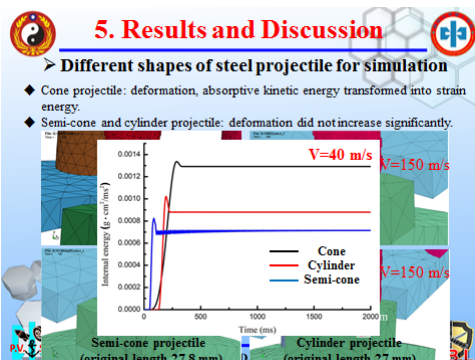
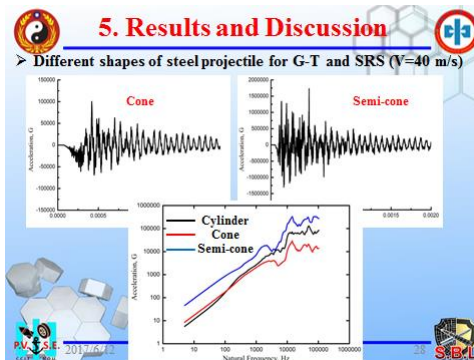
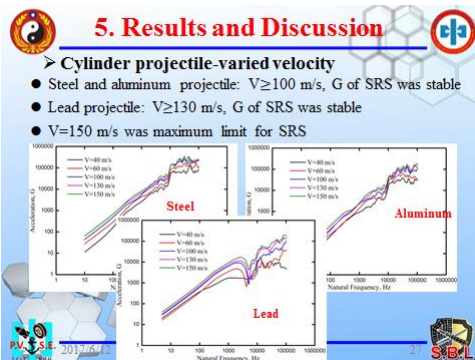
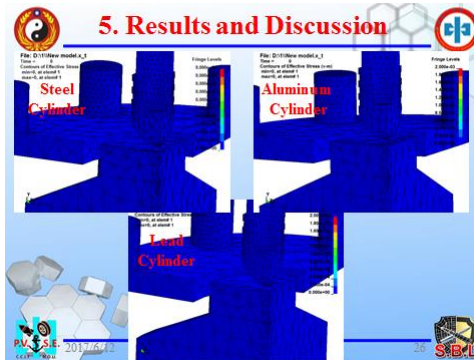
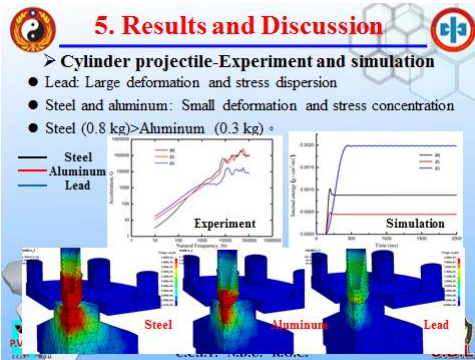
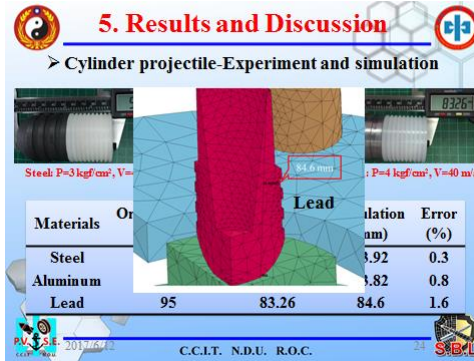
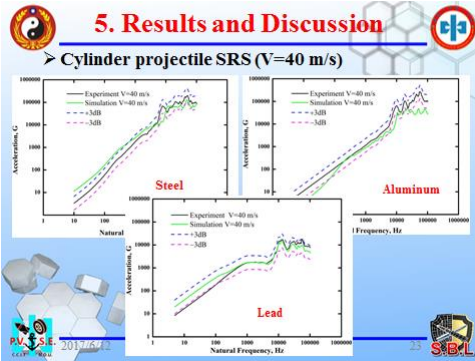
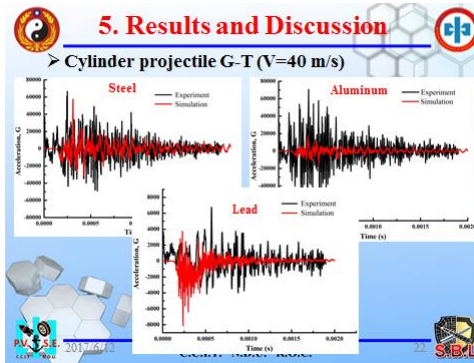
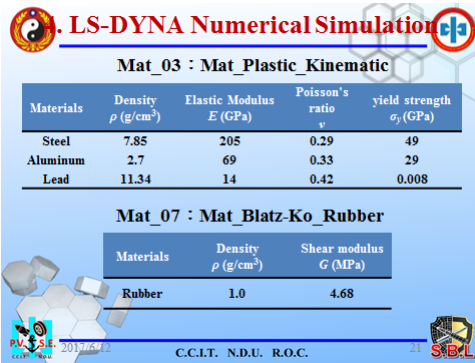
C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

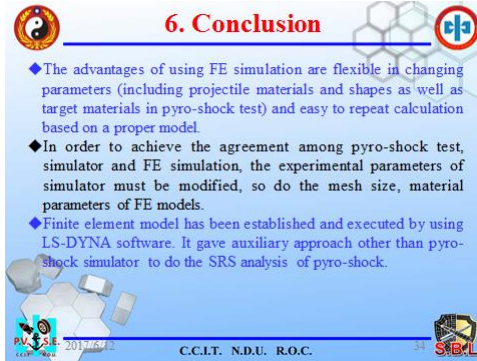
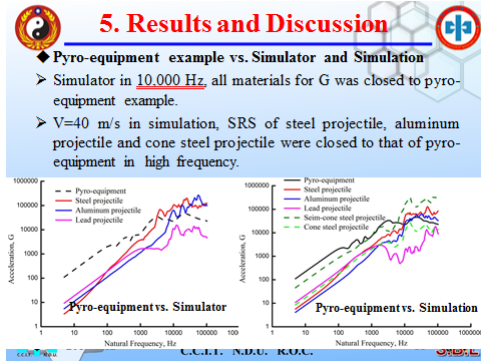
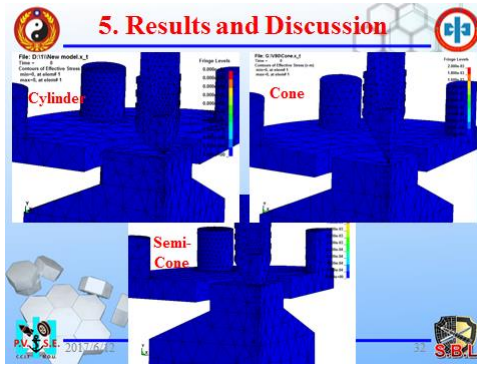
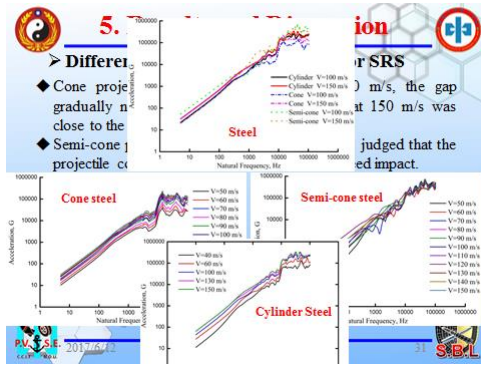
(a) Classical impulse (b) SRS of Classical impulse

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.

Runge-Kutta 4

C.C.I.T. N.D.U. R.O.C.





附件二：參與交流研討之相關照片

