

出國報告(出國類別:學術研討會)

赴日本參加 The 31st International
Symposium on Space Technology and
Science

返國報告

服務機關：海軍軍官學校

姓名職稱：葉憶瑤助理教授

派赴國家：日本

報告日期：106年07月10日

出國時間：106年06月02日—06月10日

摘要

第 31 屆太空科技與科學國際研討會(The 31st International Symposium on Space Technology and Science, 31st ISTS)，於 2017 年 06 月 03 日至 2017 年 06 月 09 日於日本松山市 (Matsuyama, Japan) 舉辦。本人研究論文“Ant-colony-based Track Coordination for the Planning of Earth Observation Missions”獲選為該會議的發表論文，遂赴日本松山市參加會議，進行論文口頭報告並藉此機會與世界各國學者相互交流。

31st ISTS 會議是相當重要且盛大的太空科技與科學國際研討會，議程範圍相當廣泛及豐富，包含航太工程、太空科學、材料科學、電力與先進推進系統、系統工程與知識科技、衛星通信與導航等科技議題，與會的學者包含歐、亞、美等世界各國學者。每天有來自不同領域的傑出學者的精采演講與論文發表，不但獲得相當多的研究發展新資訊外，亦藉此交換研究心得，對於自己未來研究上的發展能夠有新的想法與思維，著實獲益良多。

目次

一、目的.....	4
二、會議過程.....	4
三、心得與建議	6
四、附錄	
附錄一：發表論文中英文摘要	8
附錄二：活動照片	10
附錄三：大會議程截錄.....	13

出席國際會議心得報告

一、目的：

此行主要目的為參加在日本愛媛縣松山市所舉辦之第 31 屆太空科技與科學國際研討會(The 31st International Symposium on Space Technology and Science, 31st ISTS)，並於該會議中發表學術研究成果，與國際學者專家進行討論與交流研究心得，亦藉此與會時機聆聽國際專家學者發表論文，汲取相關研究之發展現況與未來方向。

二、會議過程：

本次第 31 屆太空科技與科學國際研討會(The 31st International Symposium on Space Technology and Science, 31st ISTS) 於 2017 年 06 月 03 日至 2017 年 06 月 09 日在日本愛媛縣松山市縣民文化會館舉行。ISTS 會議為每兩年舉辦一次的國際學術研討會，是由日本宇宙航空開發機構 (Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA) 以及日本航空太空科學協會 (The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, JSASS) 組織所主辦。該會議是亞洲相當重要且盛大的航太技術與科學的國際學術研討會，議程範圍相當廣泛及豐富，包含航太工程、太空科學、材料科學、電力與先進推進系統、系統工程與知識科技、衛星通信與導航等 20 個科技議題。

本人於 2017 年 6 月 2 日上午由高雄左營出發搭車至小港國際機場，出關後搭機前往日本關西機場，隨後搭乘長途地鐵前往松山市區並辦理住宿事宜與會議前整備。隔日抵達縣民文化會館並依會議議程辦理報到手續，領取研討會論文集與議程相關資料及參加本次 31st ISTS 國際學術研討會。會議議程包含大會專題演講(Organized Session)、論文報告(Technical Session Oral)、研究生成果報告(Finalist Student Session)與海報發表(Technical Session Poster)四個部分，參加的學者包含歐、亞、美等世界各國。議程中亦邀請了許多傑出的國際學者與會演講。本人此次發表的研究論文“Ant-colony-based

Track Coordination for the Planning of Earth Observation Missions”，獲選為該會議的口頭發表論文，於地球觀測與數據應用議題的口頭報告議程中發表，也藉此機會與國際學者交換研究心得。

本次報告的研究論文，主要內容是運用 Ant Colony System (ACS) 演算法於衛星軌道協商作業以求解地球觀測任務計畫排程。ACS 模擬了蟻群覓食行動的費落蒙分泌、自然蒸發、再分泌補強的濃度變化以及路徑選擇的迭代操作過程，用來成功發現優質路徑以求解問題。本文的作法是採用 ACS 求解旅行商路徑問題的思維，將所有地面興趣點位設定為路徑的節點，節點與節點之間的子路徑為費落蒙鋪設的標地，成功路徑的定義是子路徑的節點總數最大（亦即可拍攝的地面興趣點的數量最多）且子路徑之間的節點移轉成本最低（例如衛星本體旋轉所需時間最短）。

然而，在實際的搜尋求解問題上卻涉及到多目標決策的議題，也就是在不同的決策目標條件下，求得的最佳化排程解均存在相互衝突的特質，例如滿足最早完成的目標需求可能連帶犧牲了影像解析度的品質，反之亦然。本文的研究方向為提出新的多目標函數最佳化應用於多衛星取像排程方案，主要利用球面幾何分析與軌道協商的概念，並結合以截尾柯西分布函數為基礎的取像時間法則以及蟻群算法為基礎的地面興趣點取像法則，進而獲得柏拉圖前緣曲線，亦即具權衡特性的多組排程場景。

會議過程中，除了每天有來自各國的優秀學者發表與分享自己的研究論文外，大會也邀請來自不同領域傑出學者與業界研究精英進行精采的演講與討論會，分享自己的研究成果與研究經驗，皆深入相關議題的最新發展與前瞻性的研究方向。個人藉此良機了解與吸收國際上相關研究之發展現況，並與國際研究學者討論與交換意見，吸取研究經驗與方法，以激發未來研究方向。

三、心得與建議：

此次大會的主要學術議程有大會專題演講、論文報告、研究生成果報告與海報發表等四個部分，大會期間每天有來自不同領域傑出學者的精采演講與論文發表，不但提供了各國寶貴之研究成果，亦增進國際視野，獲得相當豐富的研究發展新資訊。與會人士亦積極參與，相互交流交換研究心得，對於個人研究上的發展能夠激發新的想法與思維，同時增加研究的深度與廣度。會中日本芝浦工業大學與台灣海洋大學等學術單位共同研究發表的遙測數據運用讓我印象深刻，該團隊結合遙測，無人機，與大數據技術探討高雄登革熱爆發可能因素，將航太與資訊科技結合並應用於公共衛生與防疫領域，更證實了衛星遙測技術所提供的多樣性環境氣候參數與病媒生態、棲息地及疾病暴露風險有高度相關性。該篇研究成果使得衛星遙測應用更貼近民生運用，也更具多樣化。

此外，本人也利用會議中場休息時間，參觀了本次會議於縣民文化會館一樓大廳舉辦以「國際宇宙展示會」為主題的大型展覽會，會中展示了日本航太工業的近期發展與研究成果。其中令我印象深刻的是 JAXA 展示的小惑星探查機 HAYABUSA2 模型，以及日本富士通株式會社陳展的軌道計算與分析軟體(ORBITER FORCE)，尤其是後者對未來研究多有助益，該軟體具有友善的圖形用戶操作界面，並可依使用者需求設定特殊參數，這有助於驗證及研究取像排程演算法間的差異，除了方便參數調整以觀察模擬結果，更可以與美國公開的免費軟體套件相互比對，以提高研究數據的精準程度。

感謝科技部的研究計畫補助，能夠參加此次 31st ISTS 國際學術研討會，除了在會議中發表學術研究成果，更藉由這個場合與國際學者及專家交流，進行學術討論與研究心得交換；另外，也藉此與會時機聆聽國際專家學者演講與論文發表，吸收研究經驗與了解國際相關議題的研究現況與方向。茲有幾點建議如下：

- (一)此會議不僅是學術研究成果的發表交流，大會亦注重產業與學術研究的結合。因此除了學術論文發表之外，大會更安排產業界人士與會演講，以及設立成果展覽。不但在學術上有所收穫，亦吸收到不少相關研究以及產業需求的新知。

這讓本人聯想到預於 2017 年 8 月 25 日發射升空的福爾摩沙衛星五號為我國首枚自主發展的高解度光學遙測衛星，將提供解析度黑白兩米、彩色四米衛星影像，延續福衛二號遙測任務。建議國內相關業管機關能夠推動各種多元管道，例如公開提供相關遙測數據，鼓勵跨領域合作研究，將所拍攝影像廣泛應用於政府施政、防災勘災、國土安全、環境監控、科技外交、學術研究及國際人道救援協助等用途，使台灣太空科技的運用層面得以跟上國際腳步。

(二)此次於會中發表個人的研究成果，在論文報告的過程中，經由與會專家學者的發問與建議，對於研究內容能夠更完善，亦有助於未來的研究發展方向。例如有學者建議本人，國際間競相發展的合成孔徑雷達衛星，其具備日夜均可拍攝影像的優勢，其拍攝模式更加多元及高複雜度，目前所提的演算法是否得以應用，或是需要配合設定相關參數調整模擬實驗，也是值得討論的方向。所以，如果能夠多參與國際研討會，研究能量經常能在學術交流的過程中受到啟發與提升，建議能夠增加研究經費補助的機會，鼓勵年輕學者與學生赴國外參加國際學術研討會，增加研究廣度與深度。

(三)鼓勵本校教師能夠爭取研究經費，利用寒暑期赴國外參加國際學術研討會，不但有助於提升本校整體研究能量，亦可藉由國際學術交流吸收新知，將所獲得的資訊與經驗利用課堂教學時機與學生分享，豐富教學內容，提高學生學習興趣，增進教學效果。

附錄一：發表論文中英文摘要

(一) 論文英文摘要：

Ant-colony-based Track Coordination for the Planning of Earth Observation Missions

Yi-Yao Yeh^{1*}, Sheng-Yi Li², and Feng-Tai Hwang³

¹ Department of Information Management, R.O.C. Naval Academy

² Department of Electrical and Electronic Engineering, National Defense University

³ National Space Organization (NSPO)

The scheduling of satellite imaging increases in complexity with the need to satisfy additional constraints. A considerable amount of theoretical work has been carried out on single- or multi-satellite scheduling problems based on single-objective optimization. However, relatively little work has dealt with multi-objective optimization in a multi-satellite scheduling scenario. This paper proposes a novel imaging scheduling algorithm to provide multi-objective optimization for multi-satellite. The concept of orbit coordination is introduced and geometry analysis is incorporated to obtain a Pareto front as a set of trade-off solutions. Moreover, this study developed a truncated Cauchy probability distribution function for the search algorithm as well as Ant Colony Optimization to efficiently obtain a sequence of tasking areas with imaging times. The proposed scheme is highly adaptive to real-world satellite imaging optimization problems and makes available a greater body of information to help the mission planners in the selection of final imaging plans.

(二)論文中文摘要：

以蟻群算法為基之多軌道協調 機制求解衛星取像排程

葉憶瑤^{1*}, 李勝義², 黃楓台³

¹海軍軍官學校資訊管理系

²國防大學電機電子工程學系

³國家太空中心

衛星取像排程是一個包含很多重要限制因素的極複雜問題，其主要目的是盡可能滿足最多的地面取像需求。在如何獲得單一目標最佳化排程場景方面，單衛星最佳化與多衛星最佳化取像排程是重要的研究範疇。然而，在實際的搜尋求解問題上卻涉及到多目標決策的議題，也就是在不同的決策目標條件下，求得的最佳化排程解均存在相互衝突的特質，例如滿足最早完成的目標需求可能連帶犧牲了影像解析度的品質，反之亦然。本論文的研究方向為提出新的多目標函數最佳化應用於多衛星取像排程方案，主要利用球面幾何分析與軌道協商的概念，並結合以截尾柯西分布函數為基礎的取像時間法則以及蟻群算法為基礎的地面興趣點取像法則，進而獲得柏拉圖前緣曲線，亦即具權衡特性的多組排程場景。本研究結果除了能提供給規劃者更多有用的排程場景，使其能進一步結合質性分析以選出最終的排程序列，更希望藉由軌道協商的派工模組等相關技術，期能對全球防災相關議題有所應用與貢獻。

附錄二：活動照片



31st ISTS 國際學術研討會會場(愛媛縣縣民文化會館)



31st ISTS 國際學術研討會會場(區分為本館及別館)



本館二樓報到處



本館一樓國際宇宙展示會場



論文発表現場(別館第 15 會議室)



國際宇宙展示會場 A-0 JAXA 展示區
(小惑星探査機 HAYABUSA2 模型)

附錄三：大會議程截錄

Final Program x

www.ists.or.jp/final-program/

[n-1] Earth Observation: Advances in Operations and Data Application

Session Date	June 7 (Wed) 16:00 – 17:40
Room	Meeting Room 15
Chairpersons	Akihiko Kuze (Japan Aerospace Exploration Agency, Japan)
	Tamotsu Igarashi (Remote Sensing Technology Center of Japan, Japan)

2017-n-01 (16:00 – 16:20)

Ant-colony-based Track Coordination for the Planning of Earth Observation Missions

Yi-Yao Yeh¹, Sheng-Yi Li², Feng-Tai Hwang³

¹R.O.C. Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan (R.O.C.), ²National Defense University, Taoyuan, Taiwan (R.O.C.), ³National Space Organization (NSPO), HsinChu, Taiwan (R.O.C.)

2017-n-02 (16:20 – 16:40)

2017-m-17 (17:00 - 17:20)

Design and Ground Test of a 6 Meters Pumpkin Super-pressure Balloon

Zhu Rongchen^{1,2}, Wang Sheng¹, Yang Yanchu¹, Liu Qiang¹

¹Academy of Opti-electronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, ²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

2017-m-18 (17:20 - 17:40)

Development of a New Super-Pressure Balloon with a Net for High-Altitude and Long-duration Flights

Daisuke Akita¹, Yoshitaka Saito², Ken Goto², Kyoichi Nakashino³, Takuma Matsuo⁴, Kiyoho Matsushima⁵, Hiroyuki Hashimoto⁵, Shigeyuki Shimadu⁶

¹Department of Transdisciplinary Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan,

²Institute of Space and Astronautical Science, JAXA, Sagami-hara, Japan,

³Department of Aeronautics and Astronautics, Tokai University, Kanagawa, Japan,

⁴Department of Mechanical Engineering, Meiji University, Kanagawa, Japan, ⁵Fujikura Parachute Company Ltd, Fukushima, Japan,

⁶Nakada Industrial Company, Shizuoka, Japan

Session n-1)

June 7 (Wed) 16:00 – 17:40 [Meeting Room 15]

Earth Observation: Advances in Operations and Data Application

Chairpersons: Akihiko Kuze (Japan Aerospace Exploration Agency, Japan)

Tamotsu Igarashi (Remote Sensing Technology Center of Japan, Japan)

2017-n-01 (16:00 - 16:20)

Ant-colony-based Track Coordination for the Planning of Earth Observation Missions

Yi-Yao Yeh¹, Sheng-Yi Li², Feng-Tai Hwang³

¹R.O.C. Naval Academy, Kaohsiung, Taiwan (R.O.C.), ²National Defense University, Taoyuan, Taiwan (R.O.C.), ³National Space Organization (NSPO), HsinChu, Taiwan (R.O.C.)

2017-n-02 (16:20 - 16:40)

Heuristic Algorithm for Simultaneous Nadir Overpasses Estimation during Metop-A End of Life Phase

Carlos Vera¹, Pier-Luigi Righetti²

¹Telespazio VEGA Deutschland at EUMETSAT, Darmstadt, Germany, ²EUMETSAT, Darmstadt, Germany

2017-n-03 (16:40 - 17:00)

A Graph-Theoretic Approach to Optimal Planning of Satellite Downlink Operation

Kazunori Someya¹, Takuto Ishimatsu², Yosuke Nakamura³, Yuya Kakehashi³, Naoki Ishihama¹

¹Research and Development Directorate, Research Unit III, JAXA, Tsukuba, Japan,

²The University of Tokyo, Tokyo, Japan, ³ERG project Team, JAXA, Sagami-hara, Japan

2017-n-04 (17:00 - 17:20)

The Importance of Earth Observations and Data Collaboration within Environmental Intelligence Supporting Arctic Research

Joseph Casas

NASA Marshall Space Flight Center, Huntsville, Alabama, USA