

INTERNATIONAL[®]
SPACE UNIVERSITY

ISU

SPACE
STUDIES
PROGRAM

The Netherlands
25 June – 24 August

2018

研修報告書

JAXA

森 葉月

www.isunet.edu



isussp



@spaceuniversity



@isu_ssp

Partners:

Netherlands
Space
Office



TU Delft



Universiteit
Leiden

NOORDWIJK
HOLLAND'S WEST BEACH

Gemeente Delft



LEIDEN
keytodiscovery

Holland
Rijnland
HOLLAND'S WEST BEACH

provincie
ZUID HOLLAND

NL SPACE
Global Challenges, Netherlands Space Solutions



1. 研修目的
2. 国際宇宙大学(International Space University) スペーススタディーズプログラム 2018(Space Studies Program 2018)について
3. 研修概要
4. 研修内容
 - (1) フェーズ 1:Core Lecture Series
 - (2) フェーズ 2:Department Focus
 - (3) フェーズ 3:Team Project
 - (4) その他の活動
5. 現地での生活

1. 研修目的

本研修に参加する目的は以下のとおり。

■ 海外の宇宙ビジネス、産業振興、新たなパートナーシップの考え方について知見を広げる

新事業促進部で新たな事業やアイデアの立案等の参考とするために、海外の宇宙ビジネスの戦略、産業振興の有益な手法、新たなパートナーシップのための考え方、進め方について、海外参加者と意見を交わしながら学ぶ。

また、特にホストであるオランダ宇宙局(NSO)は宇宙開発利用と産業振興を目的として立ち上げられた組織であるとともに、協力機関であるESA ESTECも産業振興および新規宇宙ビジネスについては積極的に行っている組織である。オランダは独自の地球観測衛星を保有していないのにも関わらず自国内の農業や水管理などの応用だけでなく、欧州諸国や宇宙先進国に対しても地球観測応用の製品やサービスを提供するビジネスを行ってきた実績があり、今回のプログラムに参加することでそのオランダの強みについても学ぶ。

■ 技術系/事務系の枠を超えた宇宙関連分野における横断的な知識・考え方を身につける

宇宙での新たな事業を検討するために最低限必要だと日々感じている宇宙開発に関する基礎的/横断的な知識や考え方を学ぶ。

■ 国際協力における交渉/調整能力の取得、ネットワーク構築

今後国際協力はより一層必要であると感じている中、その中で必要となるコミュニケーション能力、特に交渉や調整における技術を身につける。また、その国際協力を今後より速やかに実施するためにも海外とのネットワークを構築する。

2. 国際宇宙大学 (INTERNATIONAL SPACE UNIVERSITY)

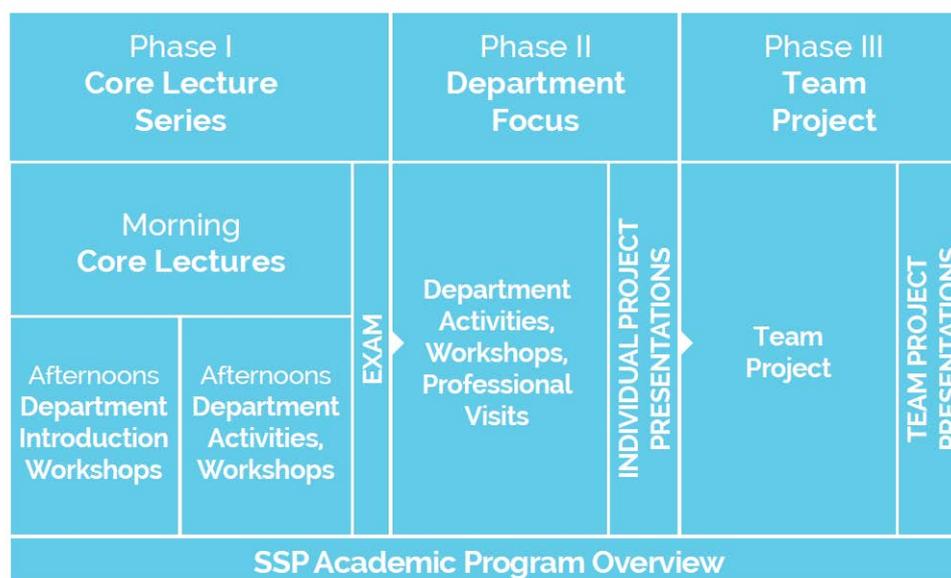
スペーススタディズプログラム 2018 (SPACE STUDIES PROGRAM)

国際宇宙大学

国際宇宙大学(以下 ISU)は、1987 年に設立された国際的な高等教育機関である。フランス・ストラスブール郊外に中心拠点を置き、宇宙分野における将来の人材を大学院レベルで育成することを目的としている。Interdisciplinary(学際的)、International(国際的)、Intercultural(異文化的)からなる“3Is”を基本的な理念としている。2ヶ月の Summer Studies Program (SSP)及び1年の Masters of Space Studies(MSP)等からなる。大学の創設者は XPrize Foundation、Singularity University、Planetary Resources 等を創設した Peter Diamandis 他 2 名。同創設者は Space Generation Advisory Council(SGAC:宇宙世代諮問委員会)も創設し、次世代の宇宙分野の学生や専門家の教育及びネットワークに関して非常に関心が高い。Alumni(卒業生)は世界各国の宇宙機関や関連企業、研究機関、アカデミアで活躍しており、卒業後も繋がりが強い。

スペーススタディズプログラム

スペーススタディズプログラム(以下 SSP)は毎年違う都市で開催される、9 週間に及ぶプログラム。主な構成は以下の通り。



SSP では横断的かつ国際的な知識を得ることを目的としており、宇宙活動に関する基礎を学ぶ講義のフェーズ 1、7つの分野の中で1つを選び実践的な活動を行う Department のフェーズ 2、4つのテーマから1つを選び、約 130 ページに及ぶレポート、1時間のプレゼン等数々の成果物をチームでまとめあげる Team Project のフェーズ 3がある。

3. 研修概要

研修期間

2018年6月23日(土)～8月25日(土)

開催都市

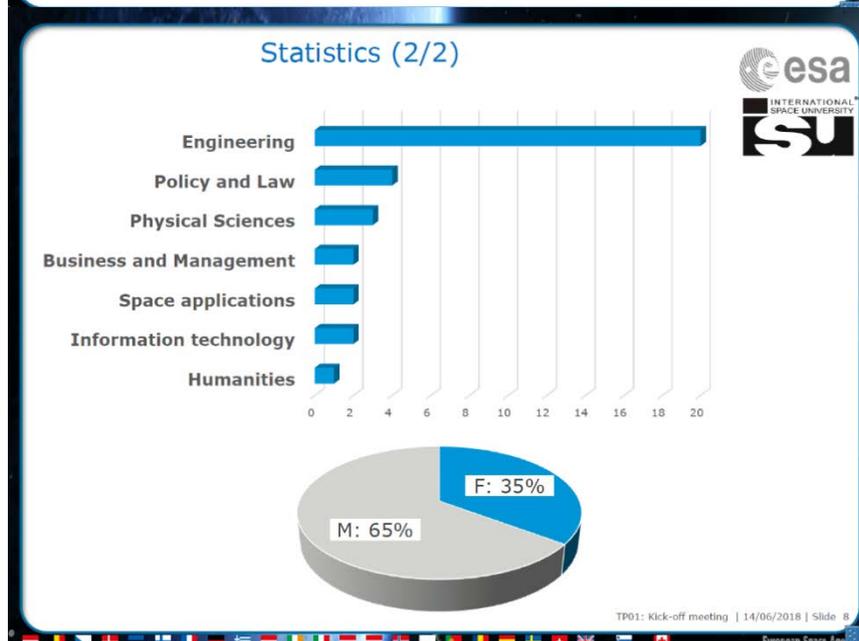
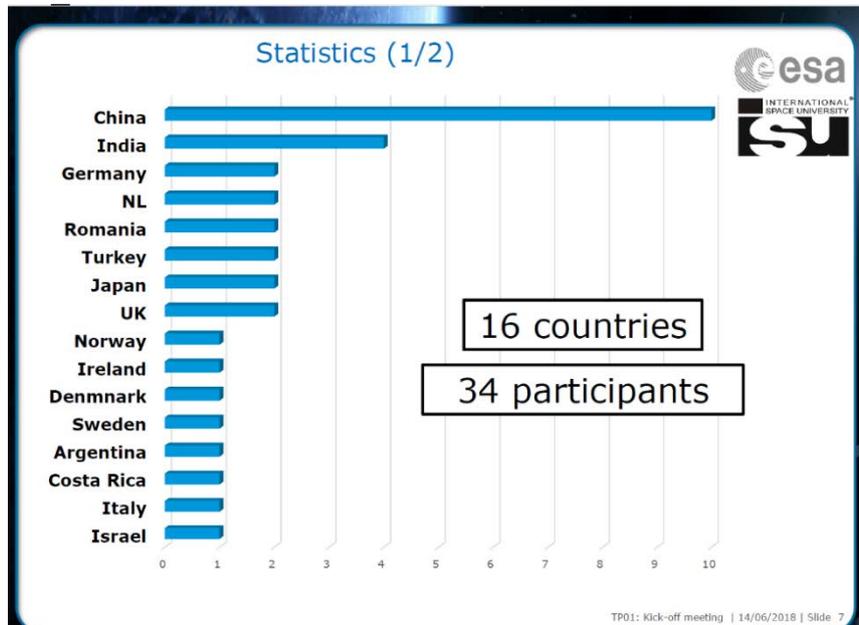
オランダ デルフト

参加者

135名(36カ国)

日本人はJAXAから1名、東北大学から学生が2名。

【参考】私が所属したチームプロジェクトの統計



ホスト

本 SSP のメインホストはオランダ宇宙局 (Netherlands Space Office: NSO) であり、例年と違い 3 機間で共同開催された。

デルフト工科大学 (DELFT UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU DELFT))

1842 年に設立されたオランダのオランダ最古の工科大学。社会への応用を重視しており、産業界からも高い評価を受けている。航空宇宙学部は大学の中でも規模が大きい。本プログラムのメインのキャンパスとして参加者はこの大学の寮に滞在し、講義を受けた。



ライデン大学 (LEIDEN UNIVERSITY)

1575 年に設立されたオランダ最古の大学。古代から天文学や法律において非常に権威があり、宇宙法の分野でも多くの専門家や論文を発表している。講義や外部講演、卒業式等のイベントに参加するために訪問した。



Universiteit Leiden



ヨーロッパ宇宙機関 ESTEC (ESA SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY CENTRE)

約 2500 人の技術者や科学者が働く ESA 最大のセンター。様々な試験施設、センターがあり、ESA ミッションの多くがこのセンターで試験される。Concurrent Design (開発のプロセスを構成する複数の行程を同時並行で進め、各部門間の情報共有や共同作業を行い、開発期間の短縮やコストの削減を図る手法)を進めるために、コンピューターや様々なソフトやツールがある Concurrent Design Facility (CDF) があり、私が参加した Team Project では 2 週間ほど、模擬 CDF (本当の CDF は改修工事中)に通い、CD の手法でミッション検討を行った。他にもビジネスインキュベーションセンターのようなベンチャー企業の育成を支援するような施設もある。



4. 研修内容

(1) フェーズ 1: CORE LECTURE SERIES

① CORE LECTURES

約 4 週間に渡り、基本的な知識を身につける講義のフェーズ。1 講義 60 分、全体で 57 コマ。1 日に 3~4 コマあり、中間テスト及び期末テストがある。(また、毎朝ノンネイティブ、授業の復習をしたい人のために 1 時間の Kahoot*を使った補修授業もあった。) 授業でとりあげられる分野は以下のとおり。下記の分野は Department の 7 つのコースになっている。

*Kahoot はオンラインの無料クイズアプリ。

- Space Applications
- Space Engineering
- Human Performance in Space
- Space Humanities
- Space Management and Business
- Space Policy, Economics and Law
- Space Sciences

基本的な内容のものが多く、宇宙関連分野について広く浅く横断的に学ぶことができるようになっていいる。資料には、より深く勉強したい人はどのような本や資料等を見たらよいか等も紹介されていた。資料は Google Drive にて共有され、Core Lecture Notes という全授業のポイントをまとめた資料も共有された。講義者は ESA、NASA 関係者多く、他はあまりいなかった。「世界の宇宙開発動向」という授業でロシア人(ただし ESA 職員)及び中国人からの講義はあったが、インドや他のアジア諸国、南米、アフリカ、中東等の講義者はいなかった。日本人としては、東北大学の吉田先生が 1 つロボティクスのワークショップを持っているだけに留まる。

第 3 週の頭に行われた中間テストは紙で行われ、各講義から 1 問選択式、記述式、True or False 形式の 50 問が出題された。最終的な期末試験では紙で行われる選択式の試験(45 分)とコンピューターで実施する論文式の試験(2 時間)に分けられ、論文式の試験では Interdisciplinary Question として横断的な質問が 3 題出題され、そのうち 2 つを回答する。

【所感】

事務系としては今まで一度も授業という形で勉強したことがなかった宇宙システム工学、宇宙生命学、宇宙物理学、天文学について網羅的に学ぶことができ非常に勉強になった。また宇宙政策、宇宙法、宇宙ビジネスなど自分の仕事で携わったことのある分野については、海外の視点や教え方についても学ぶことができ有意義だった。はやぶさ 2、BepiColombo 等欧州との共同ミッション、及び IKAROS、ETS-8 のような他ではあまり実践されていないような珍しいプロジェクトやニッチな技術において JAXA のプロジェクトが紹介されることはあったが、全体的に講義で紹介される内容が NASA/ESA/欧米企業中心となっているように感じた。中国、ロシアは 1 講義合同で持っていて、自国の宇宙開発をアピールしていた。JAXA/日本のプレゼンスを高めるためには、日本人もレクチャーする側に立つ必要があると強く感じた。



【参考】講義内容

Week 1				
June 26, 2018	L-01	HUM	Origins of the Space Age	Jeffrey Hoffman
	L-02	PEL	Legal Foundations of International Space Activities	Tanja Masson-Zwaan
	L-03	PEL	Economic Rationales and Costing of Space Programs	Walter Peeters
June 27, 2018	L-04	SCI	Microgravity	Jeffrey Hoffman
	L-05	ENG	Orbital Mechanics	Pieter Visser
	L-06	MGB	The Context of Commercial Space	Christian Sallaberger
	L-07	SCI	The EM Spectrum & the Observable Universe	Karen O'Flaherty
June 28, 2018	L-08	INTER	Orbits and Applications	Bart Root
	L-09	APP	Introduction to Space Applications	Radboud Koop
	L-10	SCI	Building stars, planets and life in the Universe	Ewine van Dishoeck
	L-11	MGB	Business Management and Planning of Space Projects	Christian Sallaberger
June 29, 2018	L-12	HPS	Introduction to Human Performance in Space	Volker Damann
	L-13	ENG	Rockets and Space Propulsion	Marc Naeije
	L-14	HUM	The Arts and Space	Ruth McAvinia
	L-15	APP	Satellite Telecommunications	Ana Bolea Alamañac
Week 2				
July 2, 2018	L-16	APP	Commercial Satellite Communications Industry	Xavier Lobao
	L-17	HUM	Space Futures	James Dator
	L-18	HPS	Human Adaptation and Countermeasures	Volker Damann
	L-19	MGB	Financial Issues and Techniques of Space Projects	Walter Peeters
July 3, 2018	L-20	HUM	New Governance for Space	James Dator
	L-21	MGB	Space Marketing and Communications	Walter Peeters
	L-22	HUM	Communicating Space	Juan de Dalmau
	L-23	PEL	Policy Rationales for Space Activities	John Logsdon
July 4, 2018	L-24	HUM	Spaceship Earth	James Dator
	L-25	HPS	Space Psychology	Guillaume Weerts
	L-26	MGB	International Space Business	Walter Peeters
	L-27	PEL	Major Space Players I: US and Europe	John Logsdon, Kai-Uwe Schlogl
July 5, 2018	L-28	HPS	Environmental Control and Life Support Systems	Volker Damann
	L-29	INTER	(Swarm) Robots	Chris Verhoeven
	L-30	PEL	Major Space Players II: Russia, China	Gongling Sun, Olga Zhdanovich
July 6, 2018	L-31	ENG	Space Mission Operations	Jutta Huebner
	L-32	SCI	The Solar System and Exoplanets	Daphne Stam
	L-33	SCI	The Space Environment and Space Weather	Bernard Foing
Week 3				
July 9, 2018	L-34	INTER	Space Missions for Astronomy - from ideas to plans to practice (1)	Peter Roelfsema
	L-35	INTER	Space Missions for Astronomy - from ideas to plans to practice (2)	Peter Roelfsema
	L-36	PEL	National Implementation of Space Law	Neta Palkovitz
July 10, 2018	L-37	APP	Space Based Positioning, Navigation and Timing	Nityaporn Sirikan
	L-38	INTER	Space Situational Awareness and Space Debris Mitigation	Ruediger Jehn
	L-39	MGB	Space Entrepreneurship and New Business Models	Michael Hess
July 11, 2018	L-40	APP	Introduction to Remote Sensing	Su-Yin Tan
	L-41	HPS	Space Physiology and Medicine I	Steven Platts
	L-42	SCI	The Moon and other Near-Earth Objects	Bernard Foing
July 12, 2018	L-43	HPS	Space Physiology and Medicine II	Steven Platts
	L-44	APP	Current and Future Trends in Global Navigation Satellite Systems	Rafael Lucas Rodriguez
	L-45	PEL	Intellectual Property Rights Based on Activities in Outer Space	Theodore Ro
July 13, 2018	L-46	ENG	Space Systems Engineering and Mission Design	John Connolly
	L-47	APP	Current and Future Space Remote Sensing	Su-Yin Tan
	L-48	ENG	Spacecraft Subsystems I	Martha Hess
Week 4				
July 16, 2018	L-49	INTER	Landscapes of the Future	Chris Kievid
	L-50	INTER	Space Architecture and Design	John Connolly
	L-51	HUM	Cultural Rationales for Space Activities	Kerrie Dougherty
July 17, 2018	L-52	HPS	Medicine in Space	Kris Lehnhardt
	L-53	ENG	Launch and Atmospheric Entry	Martha Hess
	L-54	ENG	Spacecraft Subsystems II	Danielle Wood
July 18, 2018	L-55	MGB	Emerging Commercial Space Industry	Gary Martin
	L-56	INTER	A Future with Innovation	Omar Hatamleh
	L-57	SCI	Cosmology: Origin and Fate of the Universe	Mikhail Marov
July 19, 2018	Core Lecture Exam			

② WORKSHOPS (WS)

フェーズ 1 と 2 の時期に計 7 つのワークショップが開催され、参加者は選択希望を出し、ISU 側が志望理由等を鑑み配属を決める。1 回の WS の所要時間は約 3~4 時間。参加したワークショップは以下のとおり。

- The Politics of Space Mining・・・将来の月面で採掘について、宇宙先進国、宇宙開発途上国、宇宙に全く進出していない国に分かれ、UNOOSA で弁論するシミュレーションゲームを実施。
- Space Debris・・・コンピューターラボで ESA 開発のデブリ観測ソフト MASTER の使い方を学び、チーム対抗で数々のお題に答えていく。デブリがどのような軌道、角度に多いか、またどのような大きさのものがあるか等について MASTER でシミュレーションした。
- Create a Space Nation・・・火星で新しい国家を作ることになった場合、どのように統治していくかについてチームで議論。中国人が多いチームだったので、共産主義を押されたのが印象的だった。
- Space Outreach Through Museums and Space Centres・・・ハーグにある科学館に行き、その科学館の広報策について学んだ後、宇宙の展示企画をする場合の計画書をチームで作成。
- Updating Space International Cooperation Tools in the Context of New Space・・・CNES の国際部から国際協力について ESA や CNES の方法について紹介された。話が長すぎて題名の "New Space" のところまでなかなかいかなかった。
- Living with Disruption・・・現在の産業を全く変えてしまうような破壊的技術が開発されたときのシミュレーションゲームを実施。エンドレスに使える推進薬が開発され、燃料が切れることがなくなった場合、どういふ影響が現在の宇宙産業及び地上にあり、どのようなケースが考えられるかを検討。
- Interplanetary Abundance・・・地球、月、火星において毎ラウンド何か事象が置き、それに伴い各エリア及びその各産業にどのような影響が出るかを検討するトレーディングカードゲームに取り組んだ。

【所感】

色々なシミュレーションで将来やその先の地球での宇宙産業界、月・火星への活動領域拡大及びそれに伴う産業・地上への影響等について考えさせられることが多くあり、非常におもしろかった。見解の違う参加者と意見を合わせて 1 つのアンサーを出すことが非常に難しかったときもあったが、様々な国やバックグラウンドから来た参加者の考えを知ることができ、どのように人と交渉すべきか、どのように議論を回すかなどのコミュニケーションの良い勉強にもなった。

(2) フェーズ 2: DEPARTMENT FOCUS

Core Lecture の 7 分野の中から 1 つを選択し、その分野に関して Core Lecture より一歩踏み込んだ内容の講義、フィールドワーク、専門家や関連機関の訪問や意見交換、グループワーク等により、その分野の知見をより深める。最終的には個人もしくは 2 名でのレポート/ポスター及び 15 分のプレゼン(2 名の場合 30 分)をすることが求められている。各チーム約 25 名で、Chair として専門家が 1 名、Technical Assistant(TA)が 1 名補助として着く。期間としては、約 10 日。Department 配属希望は 3 つまで出し、ISU 側が志望理由等を鑑み配属を決める。

私は関連機関/企業訪問やフィールドワークが多く、業務に役立つネットワークが構築できる点、より実践的に宇宙利用の実態について学ぶことができる点及びオランダはアプリケーションについては非常に進んでいる国であるため、国としての宇宙利用推進に向けた活動をより理解したいという点いから、第一志望に Space Applications を希望した。活動及び最終レポートについては以下の通り。

Chair: Dr. Su-Yin Tan

(Lecturer, Geography and Environmental Management, University of Waterloo)

- GIS & Mars Exploration Workshop・・・GIS(Geographic Information Systems)のソフトウェアを使い、火星探査ミッションでローバーをどこに着陸させるとよいかを検討。またオランダ近辺を様々なレーダーやセンサーで観測した衛星画像の比較などもした。
- Newtec(ベルギー)企業訪問・・・衛星通信のための地上での端末やシステムを製造しているベルギーの企業を訪問。Newtec が開発している機器がどのように地上でのサービスに使われているかの事例などについて学んだ。
- Future Trends in Space Telecommunications & Technology Workshop・・・通信衛星を利用した新たなアプリケーション、ビジネスモデルをグループごとに提案。
- CGI(オランダ)企業訪問・・・ヨーロッパに本社を置く大手コンサル会社。様々な分野で衛星データを利用したアプリケーションを顧客に提案している。ワークショップとして、ロッテルダムの港を運営している会社に衛星データを使った新たなサービスをグループごとに提案。



- ISIS(オランダ)企業訪問・・・小型衛星の製造、試験、打上げ調達等一連をサービスとして提供するオランダのベンチャー企業。ワークショップとして、2Uの小型衛星にカタログから様々な機器を組み合わせ、顧客に魅力的な小型衛星及びそのサービスをグループごとに提案。
- GPS Geocaching Exercise in the Hague・・・GeocachingとはGPSを利用した宝探しゲーム。GNSS受信機をもとに、ハーグの町の中にあるお宝を探す。森、ビル群等色々なところを4時間歩き回り、どのようなところで信号が受信しづらいか、どれくらい正確か、また何機の衛星がその時その上を飛び回っているのかを学んだ。
- Ground Truth Field Trip- Texel Island・・・丸1日オランダ北部のユネスコ世界遺産にも登録されているWadden Islandsの1つであるTexel島に遠征。Wadden Islandsは干満の差が大きい。①Royal Netherlands Institute for Sea Researchで海洋調査のためのどのように衛星データが利用されているか、②干満の影響を受ける湿原のフィールド調査、③Ecomareという動植物保護・研究施設で衛星データがどのように利用されているかについて理解を深めた。



- NLR (Netherlands Aerospace Centre)訪問・・・NLRはイノベーティブな航空宇宙に関する軍民両用の技術の研究開発を産業界のパートナーとして研究開発を行う研究機関。ワークショップとして問題を提示され、宇宙技術を使いどう解決するかについてチームごとに発表。ワークショップ後はDLRと共同出資のGerman-Dutch Wind Tunnelも視察。
- Inmarsat Burum Ground Station 企業訪問・・・オランダ北部に位置するBurumの地上局を訪問。International Maritime Satellite Communication Systemにより使用されている29の地上局のうちの1つ。通信衛星がどのように地上アプリケーションに活用されているか紹介された。
- Cubesat Workshop and Environmental Testing・・・キューブサットに搭載する光センサーのソフトウェアのプログラミングについて学び、Departmentとして1つ実際にプログラミングをした。翌日TUDelft内のクリーンルーム内にある真空環境試験施設を使い、実際にデータがとれるかを試験した。他2つのDepartment(Engineering/Science)との合同。各Departmentから一人クリーンルーム内の試験に立ち会うことになり、たまたま私は当日が誕生日だったため選ばれた。



- s&t 企業訪問…大量の衛星データの加工技術を得意とする技術会社。データの加工のみならず、そのデータのアプリケーションをマーケットに持っていくことを目的としている。ワークショップとしてデータの加工について習うはずだったが、プログラムの調子が悪く、参加者の PC でアクセス/ダウンロードできなかったため、s&t が排出、支援するアプリケーション企業の概要紹介等に終わった。
- Final Presentation…現在、各国の多くの衛星が様々なリモセンデータをとっている中、国際協力により情報共有を活発にし、より効率的にデータを取得、解析、利用できないか、という問題意識のもと、ESA の HQ で弁護士として働く Tom Meinert 氏と合同で”International Cooperation in Remote Sensing Data”を発表。リモセンデータの現在の国際協力枠組の取り組みやその問題点、data fusion 等の技術的な課題や今後の連携案についてレポート及びプレゼンを行った。NOAA × Amazon Web Service (AWS) の衛星データプラットフォームがうまくいっている事例を見つけ、大手 IT 企業を巻き込む点は日本でも応用できると感じた。2 人で取り組むことにより、ESA/JAXA のより一歩踏み込んだ情報や見解も得ることができ、ESA/JAXA の考え方の相違点も見つけられることができおもしろかった。

【所感】

様々な実践的な活動を通し、衛星データのアプリケーションについて学ぶことができた。また、新多くの企業訪問があったため、コネクションも作れて非常に有意義だった。特に印象に残ったのは ISIS での小型衛星のワークショップと Texel Island での湿地の調査だった。小型衛星のワークショップでは、いかにミッションにより搭載される機器が違い、取捨選択が求められるかを感じた。より小型化、高精度化した機器が必要であることは理屈ではわかっていたが、いかに小型化が様々なことを実現させるかを感じた。また、Texel Island の干満の差には驚いた。また、オランダは国土として受ける水の影響の大きさを感じ、この Department 活動全体を通して感じたが、衛星データの利用について宇宙以外の分野でも積極的に活用されていることがわかった。

(3) フェーズ 3: TEAM PROJECT (TP)

4つのプロジェクトに分かれ、それぞれのチームで Executive Summary(16 ページの概要パンフレット)、Final Report(最大 A4126 ページ)、Final Presentation(1 時間)を最終成果物として完成させる SSP の最大のプロジェクト。各チーム約 35 名で、Chair として専門家が 1~2 名、TA が 1 名補助として着く。活動の後半になれば論文活動を支援してくれるネイティブスピーカーの Editor も来てくれる。Team Project(以下 TP)は SSP 全般を通して、最初の週から少しずつ時間はとってあり、ミッションステートメントや参考文献調査など適宜提出物が求められた。Department 活動が終わってから最後の 3 週間は TP に専念するために時間がとられている。Department 同様、配属希望は 3 つまで出し、ISU 側が志望理由等を鑑み配属を決める。

本年のテーマは以下の通り。

- Space-aided Climate Change Adaption: Floods and Air Quality Management
- Active Space Debris Removal Based on Eco-Design Approach
- Lunar Nights Survival
- Weather Forecasting and the Power Industry: Smallsat System for Energy Providers and Consumers

私は宇宙機関として今後月面探査及びデブリ除去はホットピックであり、国際共同ミッション等で進めるべき大型プロジェクトだと感じているため、そのようなテーマについて様々な知識、経験、バックグラウンドを持った参加者と議論したいと思い、これらを優先的に希望した。また、第 3 希望に衛星のアプリケーションも重要な分野であると感じており、オランダならではの知見もあるのではと思ったため、気候変動のテーマを選択した。結果としては、デブリのチームに配属された。

プロジェクトの中ではそれぞれの提出物ごとに色々な作業を担当したが、ベースとしてビジネスのグループに所属し、我々のミッションを実現するためのビジネスモデルについて他 5 名ほどと検討し、その部分のレポートを書き上げた。また最後の Executive Summary と Final Report に向けてはさらに Editing グループに属し、成果物全体の内容のとりまとめ、チーム間のコンテンツの調整、編集を行い、積極的に TP 活動に参加できた。



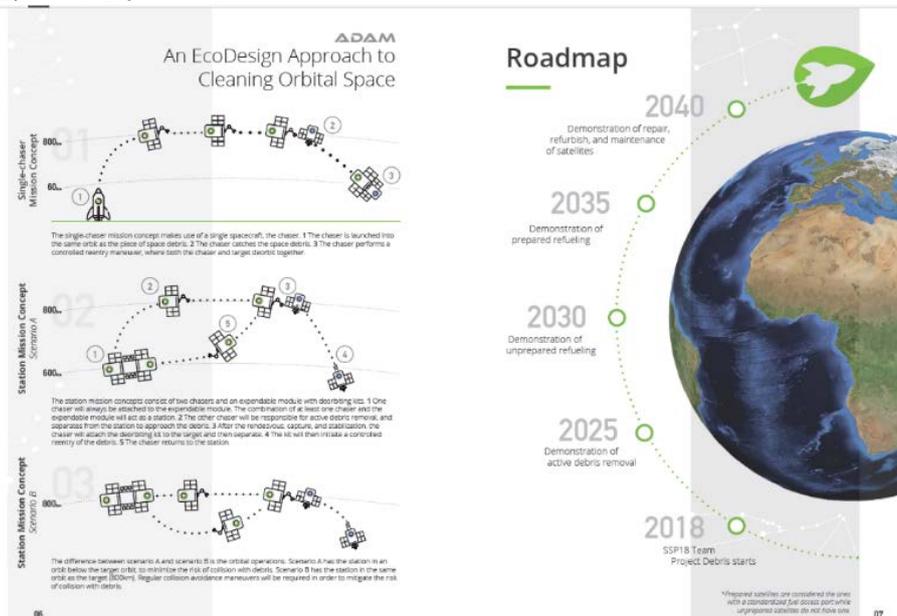
最終的に提案したミッションの概要は以下。

内容…開発に当たって、検討したコンセプトを ecological impact parameter で数値化し、より地球の環境への影響が少ないシナリオを検討するエコデザインのアプローチを取り入れ、最終的にはチエーサーとステーション、補給キットを用いたデブリ除去サービスを提案。

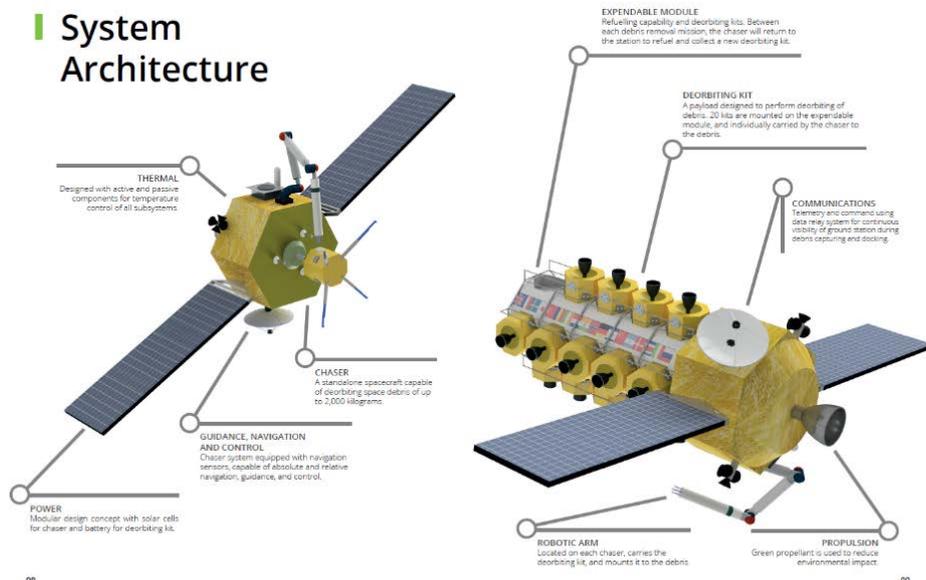
対象…デブリが現在最も多いと言われている SSO 軌道、高度 800km、インクリネーション 99° のエリアを選択。対象となるデブリの大きさは 2,000 キロ。

ビジネスモデル…民間企業として設立し、政府との PPP の枠組みを利用する。顧客は SSO で衛星を運用する運用事業者やメガコンステレーションを運営する事業者、将来的には他の軌道上サービス(燃料補給、修理、メンテナンス)も提供する。

法・政策での提案…国際的なレベルでは現在「軽減」しか言及されていない UNCOPUOS のガイドラインにデブリ除去活動などの「改善」についても言及するよう変更する。国内的にはデブリ除去活動のためライセンスの発行、宇宙機打上げのためのライセンスにデブリにならないような軽減策をとることを位置づける。



System Architecture



一連の TP の活動概要は以下の通り。

チーム名 : ADAM (Active Debris removal And Mitigation)

Chair: Ruediger Jehn (Co-manager ESA Space Situational Awareness Program)

Olga Zhdanovich (Consultant to ESA/ESTEC via Modis)

■ 講義

ESTEC 在籍の ESA の方からの ESA のデブリに対する取り組み、エコデザインを取り入れた宇宙機の開発方法等に関する講義、デブリに取り組むベンチャー企業 (CISLUNAR INDUSTRIES) の CEO からの講義、ライデン大学の宇宙法専門家からのデブリに特化した宇宙法や政策に関する講義を聴講した。このフェーズでは積極的に議事メモとりをするなど、チーム全員の理解の促進のために貢献した。

■ Literature Review

昨年からはまったプロセスで、1 人 6 文献本テーマに関係する参考文献を調査し、どのようにその文献が本プロジェクトに関係し、チームの検討に資するかをパラグラフにまとめる作業。また、ISU 指定の Anglia Ruskin University の引用方法で参考文献の情報をまとめることが求められた。時期としてはまだチーム活動を十分していない SSP 序盤の頃に提出を求められたため、チーム内でどのようなミッションにするかの検討もできておらず、この作業には全員違和感があった。私は宇宙機のエコデザインチームとして、ライフサイクルアセスメントや環境への影響に関する文献調査を実施した。

■ Team Project Plan

15 ページで作成するプロジェクトを進めるための計画書。チーム名、ミッションステートメント、取り組み意義や目的、活動概要、チーム内の組織や役割、リスクの検討、ロードマップをまとめる。私は Project Justification の部分を担当し、どうしてデブリ除去活動が必要かについて文章をまとめた。

■ Executive Summary

表紙、裏表紙含めぴったり 16 ページとして作成することが求められるプロジェクトの概要を紹介するパンフレット。ISU のマニュアル上で含めなければならない細かい情報等も決められている。Mission Statement やその正当性、実際に提案するプロジェクトの概要、ロードマップ、ビジネスモデル、法政策・広報の観点からの検討家等の内容を記載。かなりビジュアルにもこだわる。

■ Final Report

126 ページに及ぶ論文。我々のチームは各グループに分かれて検討を進めており、定常的にミーティングは行っていたものの情報共有がいたってない部分が多く、いざレポートを各チームが書き上げてくつつけたときかなりの矛盾が生じ、調整・編集するのが非常に大変であった。また最終の提出は Microsoft Word で求められるものの、ISU が提供するプラットフォームは Google Document だったため、ソフト間の書式等の崩れやバージョン管理も非常に気をつける必要があって大変だった。Editing グループは実質的に最後の最後まで Chair や Editor、各グ

ループのリーダーと中身の調整、執筆、編集をしていたため、提出ギリギリまで作業が発生し、直前の何日間は深夜早朝に及ぶ作業もあった。その分中身について理解することが求められ、また最後まで文書に入るコンテンツについてコントロールすることができたため、自分の意見も反映しやすく、大変だったがやりがいを感じた。

■ Final Presentation

Final Report の内容を 1 時間で発表する。質疑はその後 30 分。ISU のボードメンバー、スポンサー企業、外部講師など多くの関係者が評価のために訪れる。また YouTube でもライブ放映される。プレゼン形式は自由で、まじめにパワーポイントを使うもの、音楽や動画を流したり劇やミュージカル調にするものなど、何でもあり。我々のチームは全体を 10 部に分け、劇にテクニカルな説明を含めながら、現在のデブリの問題定義、プロジェクトを通し検討したミッションについて技術、エコデザイン、ビジネス、法・政策、広報の観点から提案した。Editing グループは最後の最後までレポートの編集に追われているため、簡単な役割を与えられ、他レポートの自分の担当部分を書き終えたチームメイトがプレゼンのために準備や衣装調達等をしてくれた。私は他の衛星と衝突してデブリを増やす衛星の役を担当した。

※Executive Summary 及び Final Report については ISU のサイトからの閲覧が可能。Final Presentation についても ISU の YouTube チャンネルから視聴可能。



【所感】

デブリの様々な問題や現状の取り組み状況、軌道上サービスを進めている企業の活動等について学び、デブリ問題の将来展望について多くの専門家との意見交換を通し検討することができ、非常に勉強になった。また、英語の論文を書いたことがなかったため、形式や参考文献の引用の細かい方法等、様々な新しい知識がついた。そして何よりも、多国籍で専門分野も違う 25 名のメンバーからなるチームを一丸にまとめ、皆が納得できる成果物を作り上げるまでの大変さについて改めて感じたとともに、日本では得られない貴重な経験となった。

やはり TP のメンバーと過ごす時間は圧倒的に多く、色々なことを乗り越えた同士であるため、最後のプレゼンテーションが終わったときの達成感は言葉にも表せないものである。

(4) その他の活動

■ Evening Lectures

様々な分野の専門家からの講義を聴講することができた。私が一番印象に残った講義は韓国人初の宇宙飛行士イ・ソヨン氏の講演だった。前向きで明るい性格だが、韓国人女性として多くの苦労や努力もあり、今までの講義の中で一番人間らしく、心から話してくれているような気がした。「何事にも感謝する」、という自分の理念について語られていて、勇気付けられるような非常に好評の講義だった。

■ Public Events

The Hubble Space Telescope: What Went Wrong, How We Fixed It and Its Great Discoveries・・・NASA 宇宙飛行士 Jeffery Hoffman のハッブル望遠鏡を修理したときの経験について1時間語ってくれた。壮大なストーリーで終始おもしろかった。

International Astronaut Panel・・・オランダ人宇宙飛行士 Andre Kuipers、イタリア人宇宙飛行士 Paolo Nespoli の対談。ESA に偏った話であるように感じたが、宇宙での経験談は非常に興味深かった。

- Hague Peace Palace Visit・・・ハーグにある国連の国際司法裁判所や常設仲裁裁判所が入っている歴史的な建物。通常は一般見学にオープンされていないが、特別に訪問が許された。



- Airbus Defense and Space Visit・・・オランダのエアバスが新しくアリアン 6、ベガの構造系インテグレーションのために新設した工場を見学した。最初の挨拶は Airbus Defense and Space 全体の CEO である Dirk Hoke 氏が講演。エアバスは縦社会であるため、今後よりフラットで誰もが意見を言いやすいような会社に変えていきたいと改革を試みていることを説明された。

- Bremen/Luxembourg Visit・・・どちらかの町を選び、そこにある企業等を訪問するツアーが組まれた。Bremen を選択すると途中でオランダの電波天文研究機関 ASTRON、ドイツ OHB、エアバス、Luxembourg を選択すると SES に訪問できるというチョイスだったが、私は Department 活動で衛星通信関係企業には訪問したこともあり、OHB、エアバスの実際の製造現場を訪問してみたく、ブレーメンを選択した。ブレーメン市の中心の市庁舎では DLR×JAXA のはやぶさ 2 の展示がされており、市庁舎を訪問した際は夜だったため閉まっていたが、参加者皆が私に「JAXA だよ！」と伝えに来てくれて、非常に誇らしく思った。エアバスでは開発中の Orion、アリ

アン5を見せていただき、また Bartolomeo の実物大モデルで詳細な説明等を受けた。ここでまたま話をしたエアバスの方が新事業業務に関係する方だったので、ネットワーキングができ、非常に有効的だった。



■ Optional Events

Volvo Ocean Race・・・ボルボが主催する世界一のヨットレース。今年のレースのゴール地点がハーグで、レース自体は終わっていたものの、イベント等ははまだ開催されていた。Maritime の衛星利用例として、Inmarsat、SES、LeoSat の担当者が事業を紹介。その後実際のヨットに載っている通信機器を見せてもらった。

Startup Weekend・・・ESA BIC(Business Incubation Center)で開催されたイベント。成功しているベンチャー企業の講演後に、参加者が新しい事業アイデアをピッチし、評価を受けた。

■ Participant Talks

計7回、授業の合間にオプションな活動として、15分×4名の参加者が普段の仕事や活動について自由に発表できる場が与えられた。私は「JAXA 及び日本の宇宙産業界について」として、JAXA の活動、新事業促進部の取り組み、日本企業の紹介等を実施した。

■ Culture Night

毎週金曜日に5カ国ずつ、参加者が自信の国の文化について紹介するイベント。15分のプレゼン(形式は自由)、料理や飲み物の提供をする。他の2名の日本人とともに着物を着て、日本をおもしろおかしく紹介するプレゼン、カラオケを披露し、ドイツからの参加者が元柔道ドイツ代表選手だったため、その参加者に柔道のデモを行ってもらった。ごはんとしては現地で調達したお寿司、日本から持っていった抹茶のお菓子、飲み物を振舞い、大好評だった。



5. 現地での生活

■ 寮

夏休み中で空いている TU デルフトの比較的新しく、綺麗な寮を使用。女性は基本 1 人 1 部屋、男性は 3 人 1 部屋の場合もあった。寝具一式、食器、掃除用具は ISU から支給。エアコンはなく、今年は例年に比べオランダは天気がよく、暑かったため、寝苦しい夜も多かった。

■ 食事

TU デルフト内の建物で平日は 3 食、土日は 2 食(ランチ・ディナー)は ISU から支給。最初のケータリング会社は準備が遅かったり、食事の量をいつも誤って少なすぎたり、持ってきてすぎたり、同じメニューが多かったりなどの問題があったうえ、最終的には食中毒事件がおき、10 名倒れたため、会社が途中で変わるという事態もあった。後半は皆デルフトの町中に食べに出かけたり、TP 活動終盤では寿司、中華、ピザの宅配を注文するチームも多かった。

■ 洗濯

130 名に対し、7 台の洗濯/乾燥機があり、事前予約制。1 回 2€。予約した時間の 15 分後までに洗濯を開始しなければキャンセルされてしまうため、洗濯スケジュールは結構なストレスとなっていた。またしよっちゅう洗濯機は壊れた。2 週目から週 1 のタオル、寝具類の交換してくれる洗濯会社が、普通の服の洗濯サービスも始めてくれたため、私はそのサービスを利用した。1 回 10€と安くはないが、袋に入れて渡せば全部洗濯、乾燥、折りたたむところまでしてくれたので、時間のストレスがなくよかった。

■ 通学

TU デルフトのキャンパスが広がったため、1 人 1 台自転車を与えられた。オランダ人は平均的に背が高いため、自転車のサドルの位置を最も下げても高く、足が届かなくて何度も危ない目にあった。またフットブレーキだったため慣れるまで数日要した。ただ、自転車が与えられたおかげで町への移動も容易にできて非常によかった。またオランダは自転車専用レーンがどの道にもあると言っても過言ではないほど道路状況が整っていて、運転しやすい環境だった。



■ 買い物

基本的に平日はスケジュールがパンパンでなかなか町へは行けなかったが、キャンパス内に SPAR というミニスーパーがあったため、生活にとって必要なものはだいたいここで揃った。

■ 携帯電話、PC

私は SIM カードを現地のものに入れ替えて使ったが非常に便利だったうえに、そこまで高くなかった。PC は JAXA の標準端末ではセキュリティ上閲覧するサイトによっては制限がかかる可能性もあったため、個人の Mac と 2 台持ちで行ったが、正解だった。

■ 安全

治安が悪いと感じたことは一度もなかったが、最後の 2 週間で急に寮に盗みが入った事件があり、早急に全部の部屋の鍵が変えられた。

