

国際宇宙大学
スペーススタディーズプログラム 2013
(ISU SSP13)
参加報告書

2013年6月22日 - 8月23日

International Space University, Strasbourg, France

東北大学大学院工学研究科

機械システムデザイン工学専攻

小林 友哉

目次

内容

1. 序文	4
1.1 国際宇宙大学(International Space University)	4
1.2 教育理念	4
1.3 スペーススタディーズプログラム (Space Studies Program, SSP)	5
2. Space Studies Program 2013 (SSP13)概要	7
2.1 開催地	7
2.2 参加者	7
2.3 Host	8
2.4 宿泊施設	9
2.5 食事	10
3. カリキュラム	10
3.1 概要	10
3.2 講師陣	11
3.3 評価方法	11
4. Core Lectures	12
4.1 講義内容	12
4.2 試験	12
5. Departmental Activities	16
5.1 Space Engineering	16
5.2 活動概要	16
5.3 ロケット設計ワークショップ	18
5.4 プレゼンテーション	20
6. Team Project	20
6.1 TP COASTAL	20
7. Extra Events	23
7.1 Participant Self-Introduction	23
7.2 SSP13 Opening Ceremony	23
7.3 Fundamental Workshop	24
7.4 Workshop	24
7.5 Theme Days	25
7.6 Participant Debate	25
7.7 特別講演会(Panel Session)	25
7.8 Optional Trip	25

7.9 Culture Night	26
7.10 Space Masquerade	26
7.11 Closing Ceremony/Reception	26
8. おわりに	27

Appendix

- A) 全行程スケジュール表
- B) チームプロジェクト最終レポート

1. 序文

平成 25 年度の国際宇宙大学 (International Space University, ISU) のスペーススタディーズプログラム (Space Studies Program 2013, SSP13) が、6 月 22 日から 8 月 23 日までフランス・ストラスブールにある ISU 本部キャンパスで行われた。東北大学流体科学研究所の国際宇宙大学 Space Studies Program 派遣プログラムにより、SSP13 に小林友哉が派遣された。ここに、派遣報告を記す。

1.1 国際宇宙大学(International Space University)

1987 年、国際宇宙大学 (International Space University, ISU) は、当時 Massachusetts Institute of Technology の大学院生であった Peter H. Diamandis, Todd B. Hawley, Robert D. Richards の 3 人によってアメリカ合衆国マサチューセッツ州ボストンに設立された。ISU は、将来の宇宙開発とその平和利用における中核人物を育成するための国際的高等教育機関である。1995 年、仏国ストラスブール市郊外に本部キャンパスを移し、ISU の恒久施設が設立された。ISU では、現在に到るまで、世界 100 か国以上から 3300 人以上の卒業生を輩出している。

ISU は、9 週間のスペーススタディーズプログラム (Space Studies Program; SSP) (2008 年に、サマーセッションプログラム; Summer Session Program から改名された)と、1 年間の修士プログラムを提供している。修士プログラムには、工学・医学等の技術系科目に重点を置く Master of Science in Space Studies (MSS)、および宇宙に関連した企業運営等のマネジメントを学ぶ Master of Science in Space Management (MSM)の 2 つのコースがある。両コース共に、「宇宙」に関連する幅広い分野の内容を盛り込んだ独自のカリキュラムで構成されている。特に、宇宙に関する複雑な問題に関して文献調査およびケーススタディを行う Team Project (TP) は、ISU カリキュラムの特色の一つである。生徒は、幅広い専門・経歴・国籍を持った人物で構成される。また、講師陣も宇宙機関の専門家や大学教授、宇宙産業の第一人者などで構成されている。

また、2009 年より新たなコースとして、航空宇宙産業や政府機関で活躍する経営者やマネージャーを対象とした、Executive Space MBA Program が開講された。このコースは、宇宙システムの商業利用・運用において不可欠である、購入・製造・資金調達・マーケティングに関する手法を深く学ぶことを目的としている。応募条件として、SSP および修士プログラムでは、学部卒業程度の学力と堪能な英語力が求められるが、Executive Space MBA Program ではそれに加え、5 年以上の実務経験、さらに宇宙分野や複合分野で働く強い意志が求められる。

1.2 教育理念

ISU は、その教育理念として 3 つの”P”を掲げている。それぞれの”P”が意味することは、以下の通りである。

1. Interdisciplinary (学際的)

多岐にわたる教育プログラムは宇宙科学, 宇宙工学, 宇宙経済, 宇宙利用の制限, 宇宙に関する政治・組織に関連するあらゆる学問を包括し, 学生に多角的視野を与える. この視野は世界を広く見てとるに不可欠であり, 複雑な宇宙開発やその利用への課題点を効果的に対処するために役立つ.

2. International (国際的)

世界規模のネットワークを得る機会を持ち, ISU での集中的なチーム課題を経験する学生は競争的かつ協力的な国際宇宙事業を行う上で強みを得る.

3. Intercultural (異文化交流的)

ISU における教育, 文化, および国家など, バックグラウンドの異なる学生間での交流は, 問題を解決するアプローチが異なり, 場合によって目標が相容れないこともあるが, 世界の多文化的な宇宙コミュニティに対応する契機を与える.

1.3 スペーススタディーズプログラム (Space Studies Program, SSP)

SSP は 1988 年から開催され, 今回で 26 回目の開催となる. 毎年夏の 9 週間に, 異なる国・地域で開催され, 約 25 か国から 100 人程度が集まる. 表 1-1 にこれまでの SSP の開催地, 参加国数および参加者数を示す.

SSP への応募条件として, 学部卒業程度の学力と堪能な英語力が要求される. 先に述べた 3 つの”I”の下, ISU は, 個性的かつ自発的で, 偏見や先入観にとらわれない心を持った学生を求めている. さらに, 学生には専門分野における優れた知識や探究心・協調性・独創性が求められる. SSP は, 生徒の年齢層が広いこともあり, 教育理念には, 4 つ目の”I”-Intergenerational (世代間交流) -が加えられる.

表 1-1 SSP の開催地、参加国数および参加者数

回	年	開催地	参加国数	参加者数
1	1988	Cambridge, USA	21	104
2	1989	Strasbourg, FRANCE	25	125
3	1990	Toronto, CANADA	30	130
4	1991	Toulouse, FRANCE	26	137
5	1992	Kitakyushu, JAPAN	28	126
6	1993	Huntsville, USA	26	98
7	1994	Barcelona, SPAIN	29	125
8	1995	Stockholm, SWEDEN	29	106
9	1996	Vienna, AUSTRIA	26	104
10	1997	Houston, USA	25	96
11	1998	Cleveland, USA	29	88
12	1999	Nakhon Ratchasima, THAILAND	24	88
13	2000	Viña del Mar & Valparaíso, CHILE	26	81
14	2001	Bremen, GERMANY	29	95
15	2002	Pomona, USA	30	99
16	2003	Strasbourg, FRANCE	31	107
17	2004	Adelaide, AUSTRALIA	27	114
18	2005	Vancouver, CANADA	27	100
19	2006	Strasbourg, FRANCE	27	104
20	2007	Beijing, CHINA	26	117
21	2008	Barcelona, SPAIN	27	112
22	2009	San Francisco Bay Area, California, USA	35	131
23	2010	Strasbourg, FRANCE	29	120
24	2011	Graz, Austria	21	119
25	2012	Melbourne, Florida, USA	31	134
26	2013	Strasbourg, FRANCE	24	99

2. Space Studies Program 2013 (SSP13)概要

2.1 開催地

SSP13 は、フランスのストラスブールにて開催された。本来はブラジルの San Jose dos Campos にあるブラジル国立宇宙研究所で開かれる予定であったが、宿泊代が直前に跳ね上がり参加費用を引き上げるわけにもいかず、急遽 ISU の本部キャンパスがあるストラスブールで開かれることになった。

ストラスブールはフランスの東北に位置し、ドイツ国境に接している。パリから高速鉄道 TGV で 2 時間半ほど、フランクフルトからバスで 2 時間ほどである。ストラスブールの旧市街は世界遺産に登録されており、まるで童話の世界から出てきたような建物が川の中州にところ狭しと並んでいる。大きな大聖堂を中心として街が構成されており、川を下った先には EU 議会の本会議場がある。非常に治安がよく、外出時に不安を感じることはなかった。比較的高緯度であるためか 22 時ごろまで明るく、外出する人も多かった。気温はパリや東京より低く、大変過ごしやすかった。

International Space University は路面電車でストラスブール駅から郊外へ 30 分ほどの場所にある。路面電車の途中駅には大型ショッピングセンターがあり、生活必需品を揃えることができた。しかしながら、日曜日はほぼ全ての店が閉まるという文化があり、うっかり土曜日に買い物を忘れてしまい、困り果てたことがある。

2.2 参加者

SSP13 には、世界 24 か国から 99 人の参加者が集まった。その内訳を表 3-1 に示す。そのうち、日本人参加者は、学生 3 名（東北大学 1 名、九州工業大学 1 名、デルフト工科大学 1 名）、JAXA から 2 名の計 5 名であった。

本年度の平均年齢は約 35 歳であった。職業背景としては、私のような学生の他にも、宇宙機関や宇宙関連企業で働く技術者や研究者、社長、弁護士などの様々な職業を持った人物が参加していた。私は修士 1 年でプログラムに参加したが、本年度の参加者で下から 2 番目に若い人間であった。しかしながら、上下関係を作らないという ISU の風土によって自分の世代と異なる参加者と交流をする絶好の機会でもあった。

また、中国、カナダ、開催国のフランスからの参加者が多かった。中国からの参加者数がダントツであり、CASC(中国航天科技集团公司)の中間管理職の方がほとんどであった。このプログラムが教育現場だけでなく企業からも重視されていることの表れであり、いかに中国が宇宙開発に力を入れているかが実感できた。また、カナダは ISU への参加に積極的で ISU の卒業生で構成される卒業生会もしっかり組織されているようだ。ナイジェリアから 2 人も参加していることには驚いたが、宇宙開発が自分たちの生活に必要不可欠だと考え、本気で宇宙開発に取りくもうという気概が感じられた。

表 2-1 SSP2013 参加者内訳

国名	参加者数	国名	参加者数
Argentina	1	Israel	4
Australia	1	Italy	2
Austria	1	Japan	5
Belgium	4	Korea	1
Canada	12	Latvia	1
China	24	Nigeria	2
Colombia	1	Norway	3
Finland	1	Poland	1
France	7	Portugal	2
Germany	3	Netherlands	3
India	6	United States	6
Ireland	2	United Kingdom	6
-		合計	99

2.3 Host

SSP13 は International Space University 本部キャンパスにて開催された。



このキャンパスは2002年にできたものであり、修士プログラムの教育がここで行われている。4階建ての建物であり、一つの建物のみで構成されている(左図上)。敷地としては小さいように思えるが、実験施設、人工衛星の地上局、ESA で使われていた並行設計施設などがある。他にも人口衛星の STM や、アリアンロケットエンジン、Excalibur Almaz 再突入カプセルの実物(左図下)などがあり、宇宙関連技術を学ぶために適した施設が多数取り揃えてあった。



1階にはエントランスホール、階段講義室、実験室、Student Lounge があった。階段講義室は2つあり、その大きい方である Boeing Auditorium で Core Lecture が行われた。この講義室では常に冷房がかかっており、熱いことを見越して半袖ばかり持ってきた参加

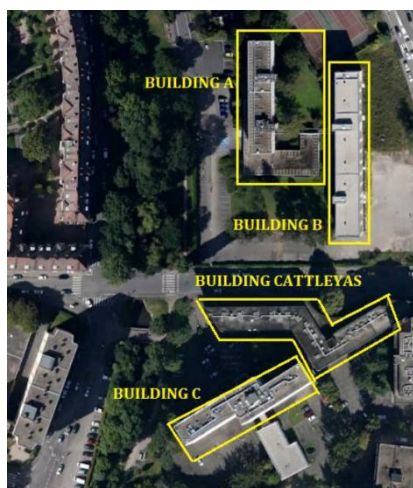
者の多くは ISU のパーカを購入し、羽織っていた。実験室については Giles Clement の指導の元生物学的実験が盛んに行われている印象を受けた。Student Lounge には卓球台、キッチン、音楽室や仮眠室などが備えてあった。休み時間にはほぼ毎回卓球をやり、中国人や日本人であるというだけで卓球をやろうと誘われることが多かった。Student Lounge の隣には自動販売機があり、珈琲やパンが置いてある。プログラム中に向井千秋さんが珈琲を飲みたいとおっしゃっていたので、自販機の使い方を申し上げた所、砂糖のボタンを素早く押す必要があるということを書き忘れたため、砂糖たっぷりの珈琲を提供してしまったというエピソードがある。

2 階には 2 つのコンピュータールーム、TA ルームなどの多数の小さい部屋がある。Department Activities や Team Project にはこれらの部屋を使った。コンピュータールームにはそれぞれ約 30 台のパソコンがあり、学生は与えられたユーザアカウントを用いて使用することができた。コンピュータールームには、プリンタやコピー機などがあり、便利であった。また、ISU の敷地内では、プロキシ設定さえすれば無線 LAN が使用できるため、自身のノートパソコンを持参して使用する学生も多く見受けられた。ISU の講義資料などは、ハードコピーとして配布されずに、ネットワーク上のシェアフォルダにアップデートされた。このため、パソコンやタブレットで講義資料を見ながら講義を受ける学生が多かった。

3 階には図書室、並行設計施設、常駐講師の部屋、シャワールームなどがあった。図書室には宇宙関連書籍が多数取り揃えてあり、歴代の Team Project レポートなども閲覧することが可能となっていた。

4 階は President Room をはじめとし、ISU の director など重要人物の部屋があった。

2.4 宿泊施設



宿泊施設には Residence Alfred Weiss という場所が使用された。2 種類の建物があり、リフォーム済みの棟 (Building B) とリフォーム前の棟 (Building C) があった。私はリフォーム前の部屋だったが、キッチン付きであり、12 畳ほどの部屋であった。一方でリフォーム済みの部屋はキッチンがなく、5 畳ほどの部屋だった。両者ともベッド、机、タンス、トイレ、シャワー付きの部屋が各人に与えられた。気候のせいなどの部屋も冷房の備え付けがなかったため、週によっては寝にくい日が続いた。インターネットは有線 LAN および無線 LAN を利用することができた。共有の洗濯機は 3 台もあったが、そのうち 2 台が故障しており洗濯機の争奪が頻発していた。ベッドメイキングなどのようなサービスは無かったが、毎週新しいベッドシーツを受けとることができた。Building A には管理人が常駐していたが、フランス語しか話すことができないため、トラブルの際にはフランス語

を話せる友人を連れていく必要があった。

2.5 食事

SSP の参加費用には食事代が含まれているため、朝昼晩の食事はキャンパスの隣にある Holiday Inn の Le Show でとることができた。ここの食事は非常に美味しく、プログラム前後の体重変化に関わる一番の原因だと考えている。日付が印刷されているチケットと引き換えに肉、ベジタリアン、魚、パスタ、ピザのメインディッシュ一つ、サラダもしくはデザートを取り放題が食べることができた。料理は日替わりであり、フランス料理に特徴的な子牛、子馬、ウサギ、子羊肉も日常的に堪能することができた。毎日同じスタッフが働いており、食事を選ぶ際にはシェフによるプチフランス語講座を楽しんでいた。最終的にはスタッフをパーティに呼ぶほどの仲になり、参加者と同じ位プログラムに関与していた。しかしながら朝食のみは単調であり、プログラムの初期は参加者から苦情が毎日のように出ていた。毎回同じシリアルとフランスパンのみであり、最後まで改善がなかった。そのためか自分たちで朝食を作るか、途中のパン屋で出来立てのクロワッサンなどを購入するものが多かった。

食事の時間は参加者間の貴重な交流時間であり、プログラム内容について議論をしたり、実際の宇宙開発現場について語り合う場であった。また、講師の方々も食事に同席することが多く、元宇宙飛行士である Jeff Hoffman と同席できたのは良い思い出である。

土日の食事には金券が配られ、街中のレストランでとっていた。入り口に特定のマークがついたレストランで使うことができ、Tarte Flambee と呼ばれる地元料理などを楽しむことができた。この金券はスーパーでも使うことができ、節約をする上でも大変重宝した。

3. カリキュラム

3.1 概要

SSP のカリキュラムの根幹をなすのは Core Lectures, Department Activity (DA) および Team Project (TP) である。それ以外には、Workshop, Theme day, パネルディスカッションなどがあった。Department Activity は、7つの学科に分かれており、Team Project は3つのテーマに分かれていた。表 4-1 に日程の概略を示す。

Core Lectures は、第1週から第4週まで開講され、宇宙に関するあらゆる分野の講義が展開された。SSP 参加者は、全ての講義に参加することが義務付けられており、講義への参加を通じて、宇宙に関する見識を広める。また、4週間の Core Lectures の後には、学習内容の理解度を確認するために、4時間の筆記試験が行われた。

Department Activity は、各自で7つの学科から一つを選択し、選択した学科について深く学ぶことを目的とする。各 Department とも活動内容は実習、講義、施設見学と多岐に渡り、その活動は、第4週から第6週まで続いた。また、最終課題として、個人あるいはグループでのレポートとプレゼンテーションが課された。7つの学科は次のとおりであった。

ENG: Space Engineering

SC: Space Sciences

HPS: Human Performances in Space

APP : Space Applications

MGB : Space Management and Business

PEL: Space Policy, Economics, and Law (PEL)

HUM: Space Humanities

Team Project では、各学生が与えられた 3 つのテーマから一つを選択し、それぞれが 3 つのチームに分かれ、異なるプロジェクトに取り組んだ。本年度のテーマは次のとおりであった。

TP AMBIEnT

TP COASTAL

TP Solar Max

3.2 講師陣

講師陣は、世界各国から各分野における第一人者や著名人が 100 人近く招かれた。講師陣は、各々の専門分野に応じて、Core Lectures, Workshop, Department Activity, Team Project を分担した。SSP 期間の最初から最後まで滞在する講師、担当する講義や Department Activity, Workshop, Team Project の期間だけ滞在する講師など、参加形式は様々であった。講師陣は、本部キャンパス近くのホテルに滞在し、学生とは滞在場所が異なった。重工業などの従来の宇宙関連企業ではなく、New Space と呼ばれる宇宙旅行ベンチャー企業の方々と話すことができたのは非常に貴重な機会であった。

3.3 評価方法

SSP13 の成績は、Core Lectures, Department Activity および Team Project の総合評価により評価された。修了条件として、いずれも 50 点以上の成績を取得することが求められた。Core Lectures は、試験の成績によって、Department Activity は活動に対する個人の参加、貢献度、最終課題であるレポートおよびプレゼンテーションによって評価された。Team Project では、Final Report, Executive Summary, Final Presentation からチーム全体の評価を行い、チームへの貢献度から、個人の成績が評価された。チームへの貢献度の評価のために、チーム内での評価報告書の提出、および TP Chair との個人面談が行われた。



表 4-1 日程表

4. Core Lectures

4.1 講義内容

表 4-1, 4-2 に Core Lectures の一覧を示す. 全 63 回の Core Lectures は, プログラム期間の前半 4 週間の午前中に行われた. 各講義時間は 60 分で, 全てパワーポイント形式で行われた. パワーポイント資料および講義ノートは, 事前に配布された USB におさめられており, 授業の予習・復習に活用された. また, 授業で使用するパワーポイントが, USB の資料から改善されている講義も多く, 講義の直前まで準備が続けられていたことが伺えた.

講義内容は, 入門的かつ基礎的な内容に始まり, 現在の課題点にまで言及された. 自分の専門分野・得意分野に関しては容易に理解することができたが, 自分の専門と異なる分野, 特に医学に関する講義は, 専門用語も多かったため講義を理解するのに苦労した. また, 普段とは異なる英語での授業であるため, 始めの方は内容を聞き逃してしまうことが多々あった. そのため自分を律するために最前列付近に陣取り, 講師の一言一句を逃さないようにした. 各講義の概要やキーワードをまとめた資料 (Core Lecture Study Notes) が配布されており, Core Lecture Study Notes を使って, 予習・復習を行った.

講義終了後の休み時間には, 質問をするために講師の前へ参加者が殺到することが多かった. それに負けじと休み時間はできるだけ講師の前に行き, 自分の質問がない場合でも他人が何を考えているのかを聞きに行くようにした. もちろん必ずしも重要と思われない質問もあったが, 講義中は常に考え続ける癖がついた.

4.2 試験

試験は, 7つの分野から 1 題ずつと, 複数の専門分野の融合問題 1 題の合計 8 題が出題された. また, 融合問題は, 複数題から 1 題を選択できるようになっていた.

試験範囲は, 講義で使用したハンドアウトの内容及び講義中に講師が話した内容であり, 全て記述式の問題であった. 配点は各 10 点ずつであるが, 融合問題は 30 点であり, 100 点満点中 50 点が合格点であった.

問題は全ての講義に関して用意され, 昨年度出題されていない問題から, 出題される. 従って, 前年に出題された講義からは絶対に出題されない. また, Carol. C が行う English

Tutorial では全ての講義を学科毎に復習し、要点をまとめてくださった。試験の2日前に行われた総復習で強調された内容がいくつか出題され、ノン・ネイティブが限られた時間の中で試験をパスできるように最大限の配慮が施されていた。

採点においては、キーワード、キーポイントが掴めているかどうか重視され、英語の文法ミスは不問とされた。英語を母国語としない生徒には、試験への辞書の持ち込みが許可された。電子辞書の使用は、プログラム機能がないもの(non-programmable)に限定されていた。これは、パソコンとのデータのやり取りができないもの、USB ポートがないものを意味しているが、事前に検査を受ければ、最新機種電子辞書さえ使用可能という温情措置が施された。

試験結果は、Department Activities の Core Chair から成績表にて知らされた。A, B, C, D, F の5段階にて評価され、細かい点数については開示されなかったが、何人がそれぞれの成績を獲得したかが掲示された。合格点に届かないものは追試を受けることができた。何人かは試験に不合格だったが、私は一回で試験に通ることができた。



表 4-1 Core Lectures 一覽 (Week1,2)

Week 1

Jun-25	1	Origins of the Space Age	Dator
	2	Policy Rationales for Space Activities	Logsdon
	3	Economic Rationales for Space Activities	Zervos
	4	Introduction to Astrodynamics	Welch
Jun-26	5	Business Structures and Planning	Sallaberger
	6	From Competition to Cooperation	Logsdon
	7	Management of Space Projects	Sallaberger
	8	Living and Working in Space	Hoffman
Jun-27	9	Orbits, Perturbations and Applications	Welch
	10	The Electromagnetic Spectrum	Hoffman
	11	Introduction to Space Applications	Madry
	12	Extra-Vehicular Activity	Hoffman
Jun-28	13	Financial Issues and Techniques of Space Projects	Sallaberger
	14	Microgravity	Hoffman
	15	Space Futures	Dator
	16	Disruptive Technologies	Welch

Week 2

Jul-1	17	Human Performance in Space	Clement
	18	The Marketing of Space Activities	Peeters
	19	Life Cycle of the Stars	Green
Jul-2	20	Life Support Systems	Clement & Bukley
	21	The Sun	Green
	22	Introduction to Remote Sensing	Madry
Jul-3	23	Introduction to Space-Based Positioning, Navigation, and Timing (PNT)	Madry
	24	Solar Systems	Green
	25	Cultural Rationales for Space Activities	Dator
Jul-4	26	Technology Transfer and Controls	Peeters
	27	Government Space Activities and Agencies	Logsdon
	28	Spacecraft Configuration	Welch
Jul-5	29	Costing and Efficiency of Space Programs	Zervos
	30	Space Propulsion	Welch
	31	International Dimensions of Space Exploration	Logsdon
	32	The Space Environment	Green

表 4-2 Core Lectures 一覽 (Week 3, 4)

Week 3

Jul-8	33	Spaceship Earth	Dator
	34	Space Robotics	Yoshida
	35	Power and Thermal Controls	Bukley
Jul-9	36	Geo-political and Trade Issues of Space	Zervos
	37	Attitude Determination and Orbital Control	Bukley
	38	Governance of Space Settlements	Dator
	39	Spacecraft Environmental Tests	Sergio
Jul-10	40	Global Navigation Satellite Systems (GNSS)	Madry
	41	Policy Issues of Satellite Applications	Zervos
	42	The Heart in Space	Clement
Jul-11	43	Remote Sensing Application	Madry
	44	Space Habitability Design	Connolly
	45	Space Transportation Systems and Space Ports	Madry
Jul-12	46	Spacecraft Structures	Bukley
	47	Neuroscience in Space	Clement
	48	The Arts and Space	Dator

Week 4

Jul-15	49	Space Telecommunication Fundamentals	Pelton
	50	Digital Image Processing	Tan
	51	Origins and Principles of Space Law	Schoenmaker
Jul-16	52	Space Telecommunication Systems and Apps	Pelton
	53	Satellite Communication Regulation	Seneta
	54	The Satellite Telecommunications Industry	Pelton
Jul-17	55	Space Systems Engineering	Connolly
	56	Space Psychology	Urbina
	57	Artificial Gravity	Clement
Jul-18	58	Space Medicine	Clement
	59	New Space	Martin
	60	Space Mission Design	Connolly
Jul-19	61	Astrobiology	Wuensche
	62	Space Biology	Cohen
	63	Cosmology: Origin and Fate of the Universe	Marov

5. Departmental Activities

5.1 Space Engineering

7つある Department のうち、私は、Space Engineering を選択した。諸先輩とは異なりまだ修士 1 年生であったため、工学についての知識を深める必要性を感じたため、この Department を選択した。個人課題も与えられ、それに関する発表を最終日に行った。

5.2 活動概要

Space System Engineering の活動内容を表 5-1 に示す。全 13 回の活動の中でロケット設計ワークショップが 3 回行われ、その他、エッグドロップコンテスト、衛星の設計（コンピュータを使用して設計要件を満たすためのパラメータの設定、紙面上での設計）、月における居住空間の設計、軌道上衛星修復ミッションの設計、宇宙船のコックピットデザインを行った。Professional Visit Day にはダルムシュタットにある ESOC および EUMTSAT を訪問した。

表 5-1 Departmental Activities の活動概要

Date	Department Activity (DA) Description	Activity Leader
Jul-15	DA1: Introduction and Space Resources Mining and Utilization Workshop Participants are introduced to a roster of activities and overall concepts of systems engineering, as well as the guidelines and marking criteria of the department. This year's miniconference theme is also presented: Engineering Challenges of Extraterrestrial Mining. Two "keynote" speeches are given as the official opening of the mini-conference, and two related small hands-on activities are carried out: a LunarBot mining robot design and a rock sample analysis.	Daniel Yarnoz Robert Mueller Kim Ellis
Jul-17	DA2: Rocket Design Workshop #1 The workshop is dedicated to beginning the design and construction of the model rockets. Participants use simple computer simulations (RockSim) to choose geometric properties, mass properties, and engines for a model rocket to meet altitude, flight time, payload, and mass constraints. Standard model rocket components such as engines are provided, but participant teams must design their rockets based on materials available in the workshop and must construct them with available tools.	John Connolly Daniel Yarnoz Robert Mueller Paulo Esteves
Jul-19	DA3: Habitat Architecture and Design Joint workshop with Space Humanities to design and build a deployable analog habitat, using inflatable struts. From the engineering point of view, the participants will focus on the development of technical requirements, the structure design, and inflation implementation. On top of that, the participants will need to take into account utilization requirements, ergonomics, and the interaction between the design and physical and emotional needs of the occupants.	Thomas Sinn Kim Ellis Regina Peldszus Robert Mueller

Jul-23	DA4: Rocket Design Workshop #2 Upon approval of the designs resulting from Rocket Workshop I, participant teams begin construction of their rockets using available parts and tools.	John Connolly Daniel Yarnoz Paulo Esteves
Jul-23	DA5: Concurrent Engineering / Satellite Design This workshop introduces the process of concurrent engineering. Participants work in teams using spreadsheets based on ESA's Concurrent Design Facility tools to design the subsystems of a satellite to meet a set of customer requirements. They learn about the challenge of meeting requirements as efficiently as possible, as well as the interactions between the subsystems of a satellite.	Paulo Esteves Thomas Sinn Daniel Yarnoz
Jul-26	DA6: Rocket Design Workshop #3 Teams complete construction of their rockets. Stability and safety checks will be performed by faculty, and rockets are then approved for launch. Launch safety procedures are discussed and the launch team is introduced.	John Connolly Daniel Yarnoz Paulo Esteves
Jul-26	DA7: Design of a GEO Satellite Servicing Mission Participants will work in the conceptual design of a GEO servicing satellite. The workshop starts with a presentation of the process NASA uses to develop future missions. The participants are split into groups according to each discipline; propulsion, power, thermal control, mechanical design, etc, and will define the concept of operations and high-level system requirements for the mission. Their designs are then compared to the NASA baseline.	Joseph Pellegrino Paulo Esteves
Jul-27	Special Event: Rocket Launch (open to public)	John Connolly Daniel Yarnoz Paulo Esteves
Jul-29	DA8/9: Professional Visit Day, A joint professional visit with the Space Applications department to ESA's European Space Operations Centre (ESOC) and the European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT), in Darmstadt. Full day activity.	Ruediger Jehn Melanie Zander Valerie Barthman
Jul-30	DA10: Space Debris This workshop focuses on the space debris problem and how it affects spacecraft design and orbit selection. International activities to mitigate the space debris problem are analyzed and active techniques to reduce the number of space debris are proposed. After the theoretical introduction, the participants will use the MASTER-model to calculate the average number of debris impacting on the ISS and other spacecraft.	Ruediger Jehn Paulo Esteves
Aug-1	DA11: Spacecraft Cockpit Design The workshop will introduce the cockpits of the Space Shuttle and Apollo Lunar Module, as well as some capsules such as Mercury, Gemini, Soyuz, and Shenzhou. Teams then design a cockpit to meet the requirements of an asteroid rendezvous piloting task, and they build a conceptual design of their cockpit, using supplied image templates of pilot control systems and displays.	Karl Bilimoria Paulo Esteves
Aug-2	DA12/13: Space Engineering Conference 2013: Engineering Challenges of Extraterrestrial Mining Participants present their research conducted as their individual projects in a conference setup. The possibility to participate in a poster session of the Alumni Conference is also provided.	Daniel Yarnoz Karl Bilimoria Ruediger Jehn Paulo Esteves

5.3 ロケット設計ワークショップ

ロケット設計のワークショップは打上げ前に合計3度行われた。まず、4人ずつの4グループに分けられた。私を含むチームは生物学専攻博士課程のカナダ人学生、ISROで働くインド人、CASCで働く中国人の4人であった。

あらかじめ決められていた Requirements などの説明を受け、すぐに RockSim というソフトを使ったロケット設計を行った。Requirements はストラスブール大聖堂の高さである 144 m に到達高度を近づけること、ペイロードの卵を割らずにロケットを回収すること、普通の形状でないロケットを作ることだった。2回打ち上げを行い、144 m と打ち上げ高度の差、ロケット重量の軽さから各チームで合計点を競いあう形式をとった。われわれのチームは Requirements のひとつである「普通の形状でないロケットを作る」という点で揉めに揉めた。ロケットは先端が重くないと飛ぶ際に不安定になるため、私は無駄な重量を一切排除してボディの先端を太く、エンジン搭載部分を細くしたものを提案した。しかしながら満足に思いを伝えることができず、エンジン付近に錘ともいえるような装飾品がついた案に多数決で決まってしまった。また、打ち上げ場所はフランスとドイツの国境を分断するライン川沿いの公園だと教えられた。今のデザインのままではロケットが不安定になり、ドイツへの攻撃とは思われかねないため、ロケット製作に関して一気に緊張感が高まったのは言うまでもない。

初日のワークショップでは全員でデザインを決め、それぞれの機構を考え、RockSim でモデルを作り、パソコン内で飛ばすまでが課題であった。班のメンバーはそれぞれパイロット担当、推進担当、空力担当、システム設計担当が Department Chair によって決められ、私はシステム設計担当となった。実質的な作業としては皆で考えたロケットの草案を RockSim 上の図面に起こし、打ち上げのシミュレーションに基づいた詳細な設計を決めることだった。シミュレーションを行うと予想通りに不安定な飛行になり、まともな飛行ができなかった。結果を見せ、デザイン変更を提案したが、決まったことを覆すことができず、奇しくも現実のエンジニアリング課題のような状況に直面することができた。そこで、とにかくまともに飛ばすことが最優先であると自分の中で定め、必死に重量調整、全体のバランス調整を行った。

第二回目には調整の結果を Department Chair に見せ、実際の製作に移った。調整の甲斐があつてかシミュレーション上では 144 m 丁度でロケットを飛ばすことに成功した。これを基に、厚紙でできた筒やロケットの先端部分(Fairing)、パラシュートやフィンを作成するための木材を使ってロケットの大枠を作成した。

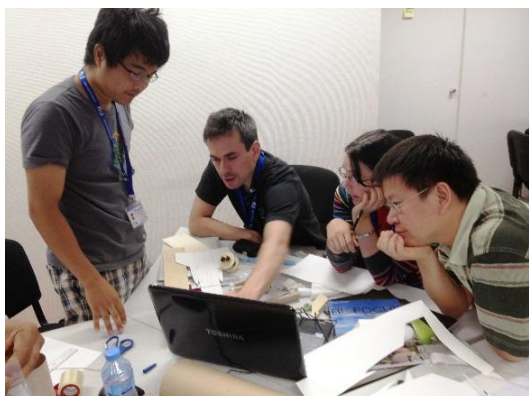
第三回目のワークショップは打上げの2日前であり、それまでに各チームは個別に時間を見つけロケットを仕上げた。各チームのロケットが安全に打ち上げられる設計になっているかどうか NASA のロケットサイエンティストにより厳しくチェックされ、私はカナダ人の学生とともに Virgin Galactic の SpaceShipOne を意識したデザインをロケットに施した。その後に各チームのロケット名が決定され、我々はロケットを Galaxy と名づけて打ち上げ

に挑んだ。

打ち上げ当日、地元の家族などが多数見学に来ており、ISU が地元でいかに支持されているかが伺えた。われわれは 3 番目にロケットの打ち上げを行い、パラシュートは無事展開、Eggonaut「卵宇宙飛行士」は生還した。しかしながら風のあおりを受け、大分流されたおかげか高度が足りなかった。そのためノーズコーンをいくつかはずすことによって軽量化を図った。他のチームもすべて高度が足りず、1 つのチームは Eggonaut が殉職してしまい続行不可能となってしまった。

2 回目の打ち上げで、われわれのロケットの高度はばっちりに見えたが、パラシュートの展開後、風に流されて 50 m ほどの木の天辺にひっかかってしまった。その結果高度データが取得できずに敗北を帰したが、確実に高度は 144 m に最も近かったチームだと自負している。

結局の所われわれのチームはミッションに失敗し、3 位に甘んじてしまったが、ロケットのベストデザイン賞をいただくことができた。Department Chair に後でこっそり言われたことだが、われわれのロケットはまともに飛ぶことができないと誰もが思っていたらしく、宇宙開発の現場でエンジニアとして働く技術者たちを驚かせたことを誇りに思っている。



5.4 プレゼンテーション

最終課題として、個人プレゼンテーションが課された。プレゼンテーションにあたり 200 - 400 語でアブストラクトを作成した。アブストラクト提出後 2 週間の調査期間があり、DA の最終日に 5 分間のプレゼンテーションを行った。

Space Engineering は他の Department よりも提出レポートが短く、プレゼンテーションの時間も短い。一見、簡単そうに見えるが、短くまとめる作業は思いのほか難しい。Core Chair は「3 時間のプレゼンを勝ち取るには、短い時間に最大限魅力を伝えるショートプレゼンを成功させなければならない」と語っていた。ISU ではこのような短いプレゼンテーションを大変重要視しており、長々と説得するのは誰でもできるものだという通説があった。

私はプレゼンテーションの課題を”Study on Power and Thermal Subsystems for Lunar Mining”という題名で発表を行った。現在用いられている各種システムの評価に加え、私の指導教員が開発したマイクロコンバスタやそれにガスタービン組み合わせたマイクロガスタービンの応用可能性について言及した。結局のところ時間が足りずに割愛してしまった箇所が出たが、人工衛星用発電システムの開発をしている ISU 卒業生の方に興味を抱いてもらい、セッションが終わった後も長々と自分の発表内容について話をさせていただく機会に恵まれた。

6 Team Project

6.1 TP COASTAL

Team Project (TP)のテーマとして、私は TP COASTAL を選択した。TP COASTAL とは Coastal Sustainability and Offshore Resource and Activity Management の略であり、目的はケニアおよびタンザニア沿岸の開発に有用なマネジメントシステムを提案することだった。また、持続可能、実現可能をキーワードとして、環境や開発一辺倒ではない現実的な案を作成することに焦点を置いた。

Team Project が、Core Lectures や Department Activity と平行して行われる SSP の初期の段階では、テーマごとに班に別れ、文献調査を行うことで問題点や課題に関して話し合いが行われた。Team Project の代表を全体投票によって選出し、カナダの企業でローバーの熱・電気系等の設計主任をやっているカナダ人に決まった。その下にいくつかの班を形成し、TP 代表とそれぞれの班長の間で大まかな方針を決めるという構造を多数決で決定した。この際、そもそも物事を多数決で決めるといったことから話し合わなくてはいけなく、些細なことでさえもチーム全体で決定することに手間がかかった。日本人同士の場合はその場の空気を読んでチームとしての決定ができるが、国際的なチームで行動するためには一見重要ではないように思える些細なことにも議論が必要なのだと実感した。私はこの期間に石油流出が周辺環境に与える影響、水質汚濁が周辺環境に与える環境について調べた。ここで私は班長として活動したが、イタリア人のメンバーに翌日までの調べ事を依頼する

と、翌日になっても何も調べてはいなく、「私は急ぐことができないの」と言われてしまったのには驚愕した。イタリア人を含め国際的なメンバーと働くにあたって文化面も考慮しなくてはいけないのだと学ぶことができた。

Team Project のみに専念できる第7週以降は、グループ単位で情報収集や議論を行い、夕方の全体ミーティングで、各グループの進捗状況を確認しあった。そこで焦点を水質管理にあてることが決定し、**ISRO** で働くインド人の案に基づいてワイヤレスセンサ網、人工衛星、沿海用ブイから構成される水質管理システムの考案を行うことにした。ワイヤレスセンサを用いたこのようなシステムは過去例がなく、通信網のメンテナンスコストを大幅に抑えることのできる新しい試みだったと言える。

私は当初全体のコストマネジメントに携わっていたのだが、コスト算出のためにあれやこれやと首を突っ込んでみると、いつの間にか沿海用ブイシステムの **Engineering** 班にも加わっていた。ブイの使用にあたって、この海域ではブイが海賊に盗まれてしまうという課題があった。そこで私は水中の物体の密度を変化させることで浮力を制御できることに着目し、必要時以外は水中深くに自身を沈めるというブイを考案した。この案をチーム全体に発表した際のウケは非常によく、最後までプロジェクト全体のアピールポイントの一つとなった。また、500km 近い広域をカバーするためには人工衛星の活用が不可欠だったが、国家予算を見るとそのような余裕は無い。そこで私は現行している **NASA** の **SERVIR** プロジェクトと連絡し、協力関係を結ぶことで人工衛星の打ち上げ予算を大幅削減することに成功した。このプロジェクトは大量にあるアメリカの衛星データをネット上に公開をするという試みであり、ケニア政府のためにこのプログラムを通じて最新データを無料で提供してもらう約束を託けた。

第7週目には、チーム同士での発表である **Internal Review** があった。**Internal Review** では、チームの構成や目的などについて報告を行った。私は発表チームの一員として全体で45分ほどの発表を行った。その後は、20 ページ程度の **Executive Summary** および 100 ページの **Final Report** の執筆に取り掛かった。**Executive Summary** と **Final Report** では、各グループに1章ずつが割り振られた。また、各グループから1人ずつ編集者を出して、編集チームを結成し、最終的な編集や校閲を行った。**Executive Summary** 作成の際には細かい文面の修正などのアドバイスをを行い、日付を跨ぎ朝まで **Executive Summary** チームと粘った。本チームプロジェクトの詳細は付随資料を参照されたい。

Final Report の提出後は、第9週の **Final Presentation** の準備を残すのみとなった。**Final Presentation** では **Team Project Chair** によって発表チームの代表となる事を半分命じられ、全体として60分にわたる発表を行った。100名以上いる徴収の前で発表することができ、非常に感謝している。

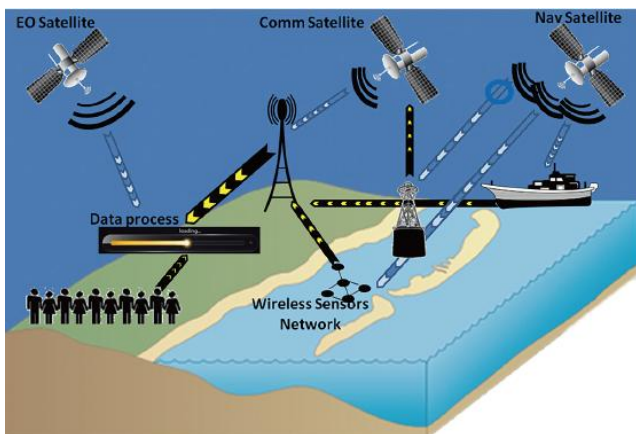
TP COASTAL は、**Team Project** を通して全員が同じ分量の仕事をするということが難しく、メンバーの間で口論となる場面が多々あった。さらに、中国人参加者が集団で **Team Project** を欠席し、旅行へ行ってしまうという事件があり、チーム内の雰囲気が悪化したこともあ

った。

Team Project への参加を通じて、異なる背景を持つ者が集まる環境で、一つのテーマに取り組むということが、いかに難しいかを身をもって経験することができた。また、そのような環境で、生き抜く術や自信を得ることができたと感じている。

この成果は IAC および UN-COPUOUS で発表され、ケニア国連代表の協力の元でプロジェクトが現実のものになろうとしているそうだ。3チーム中現実のプロジェクトとなりそうなものは TP COASTAL のみであり、時間と努力を惜しまなかった結果だと感じている。

このプロジェクトは NASA Headquarters から援助を受け、実施したものだが、日本には国際協力を前提とした宇宙プログラムはまだまだ少ない。宇宙環境は通信、天気予報、ナビゲーション、環境調査、国防、政策決定などの挙げることができないほど様々な分野で必要不可欠となっている。そのため、宇宙は強力な外交手段の一つであり、このプロジェクトに見られるような国際協力と宇宙開発のホールパッケージとして日本の宇宙開発を世界中に売りこんでいただきたいと感じた。



7. Extra Events

7.1 Participant Self-Introduction

ISU に到着し、登録を済ませたその日の夜に参加者一同が宿泊施設のホールに集められ、一人ずつ自己紹介をした。ISU 最初の試練である。わずか1分弱なのだが、100人近い大衆の前で面白いことを言おうとすると緊張した。他の参加者は皆、宇宙に関連したバックグラウンドを持ち、それを中心として自己紹介を展開してくるので、私は「大きいものが好きであり、行き着いたのが宇宙のスケールだった」というと笑いを誘うことができた。

7.2 SSP13 Opening Ceremony

Opening Ceremony は、Strasbourg 市内の EU 議事堂の中で行われた。国別で入場があり、国の代表として参加していることを自覚させられた。しかしながら、堅苦しい場で皆を和ませるのは日本人の役割だと言い聞かせ、相撲の張り手を全員でしながらの入場を行った。これは大好評であり、Ceremony の後にあれができるのは日本人だけだと褒めていただくことができた。

Opening Ceremony 終了後には、Opening Reception が議事堂1階のホールにて行われ、アルザス地方のワインや伝統料理が振舞われた。ワインや料理は、大人気で、すぐに無くなってしまった。



7.3 Fundamental Workshop

第1週の午後3回に分けてTP(30人前後のグループ)毎にFundamental Workshopが行われた。以下に簡単な説明を記す。

- **Report Writing & Presentation**
ショートレポートを書き、皆の前でそのレポートの内容をプレゼンする。この様子はビデオカメラで撮影され、後日プレゼンの立ち振る舞いを改善するために、データが各人に配られた。
- **Future Methods**
想像上の深刻な問題を含んだ近未来がお題として与えられ、それを解決する手段を5, 6人のグループで話し合っ発表した。
- **Orbital Mechanics Systems Tool Kit**
コンピュータ上で、周回軌道によって衛星と地球の位置関係が変化することを体験する。

7.4 Workshop

第2週から5週にかけて実践的な内容を対象としたworkshopが5回開講された。各回、同じ時間帯に5つのworkshopが同時開講されるため、事前に希望調査を行い、多くの学生が希望のworkshopを受講できるように割り振られた。私は次のものを選択した。簡単な説明とともに記す。

- **Space Mission Design Applying Concurrent Engineering**
ESAで実際に使われている人工衛星の並行設計施設を使って通信衛星の設計をした。それぞれのサブシステムに別れて、システムエンジニアの元で各パラメータを振り、Mission Requirementを満足する衛星デザインを決定した。30分ほどでこれを成し遂げたのだが、これができたのは歴代で初めてのことだったらしい。
- **Space Applications for Disaster Management**
QGISと呼ばれるGISソフトの使い方を学び、この情報が政策決定にどのように生かされているかを学んだ。
- **Artificial Gravity**
宇宙空間で人口的に重力を発生させるための装置デザインについて検討した。簡単なモデルを使って必要な角速度、装置の大きさなどを求めた。
- **Entry, Descent, and Landing**
いわゆるエッグドロップコンテストである。各チームに別れ、紙やストロー、プラスチック袋を駆使して卵を割らずに地上へ落とすことのできる入れ物を作った。
- **Darmstadt, we have a problem!**
Envisatと呼ばれる8tほどの通信衛星を軌道上から落とす方法について見当した。チームに分かれ、案を最期に発表する形式で行った。

どのワークショップも時間をかけて入念に準備されており、その内容に関わらず、好感を持てた。また、ワークショップ後にはアンケート調査が行われ、ワークショップをより良い内容へと改善していこうとする意識の高さが伺えた。

7.5 Theme Days

Why Nations Cooperate in Space という題目で招待公演がまずあり、その後は自由にディスカッションを行うというものであった。アメリカ、ロシア、ヨーロッパ、アルゼンチン、日本出身の方々がいらしており、それぞれの国が宇宙開発における国際協力についてどのように考えているかを知ることができた。日本の代表として向井千秋さんがいらっしやっており、直接向井さんと国際協力について伺うことができた。

7.6 Participant Debate

SSP 期間中の 1 回ディベートが開かれた。宇宙に人間を送る必要があるかどうかについて議論を行った。反対意見と賛成意見派を部屋の半分より右側か左側に座っているかで決めるという強引さだったが、自分の意見と必ずしも一致しない立場を守らなくてはならない場面がビジネスでは山のようにあると教えられた。

私は有人宇宙開発をサポートする側について。Mars One の例を持ち出して有人宇宙開発がいかにインパクトを持っているかについて力説した。さらには自分の研究を持ち出し、微小重力環境下の研究には人間の応用力が必要だと話した。

7.7 特別講演会(Panel Session)

1 週間に 1~2 回、夕食後の 1 時間半程度の時間帯で、外部研究者を招待した Panel Session 形式の特別講演会が開催された。向井千秋、Jeff Hoffmann 等の宇宙飛行士、火星探査に携わる NASA 等の研究者の研究者、Boeing、Zero2infinity といった宇宙産業での取り組み事情等についての講演が行われた。また、テレビ電話により、Peter Diamantis との直接の交信も行われた。講演会の後にはレセプションが催され、講演者への個人的な質問や、話をする機会を持つことができた。

7.8 Optional Trip

試験直後の連休に行われ、希望者が参加する小旅行である。今年は、日帰りの小旅行が 2 日間用意されていた。各旅行とも 20 名程度の希望者が参加した。1 日目はドイツの Baden Baden にある保養施設に行き、入浴することで、日々の疲労を取った。2 日目は、アルザス地方にあり、Strasbourg の南、Colmar の北に位置するボオージュ山脈山頂にあるオー・クニクスブル城の観光、その周辺のワイン街道でのワイン試飲を楽しんだ。

7.9 Culture Night

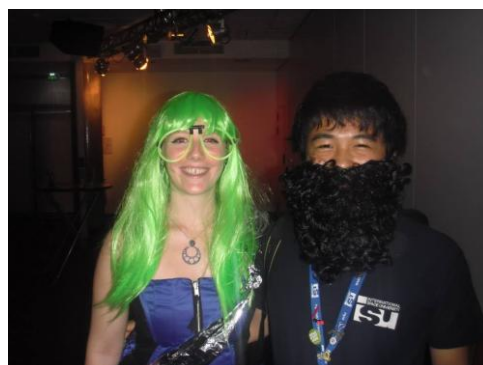
自国の文化を紹介するイベントである。各国の出身者が行い、毎週末に5,6カ国ずつ、FECの大広間で開催された。どの国も、観客を楽しませようと工夫を凝らしてあり、非常に楽しい時間であった。楽しい時間でありながらも、今まで知らなかった他国の側面が伺い知れ、有意義であった。各国の紹介後は ISU のエントランスホールに集まり、各国の伝統料理や酒が振舞われた。

日本は第三週に発表を行った。発表では壇上でとんとん相撲をやって見せ、最後にカラオケで締めくくった。会の後には扇子やお箸を配り、日本酒、焼酎、梅酒などのお酒とともに寿司を振る舞った。



7.10 Space Masquerade

宇宙を題材にした仮装パーティである。宇宙服のレプリカを借用したり、自身で地球外生命体をイメージした服装を作成したもの、特に宇宙と関係ない服装であるが、宇宙と関連付けたもの等、様々であった。生徒のほかに、講師陣までもが参加しており、普段は見られない姿が見られた。私はワークショップで来ていた東北大学吉田先生のコスプレをした。



7.11 Closing Ceremony/Reception

Closing Ceremony では修了証書が一人ひとりに手渡しされる。Opening Ceremony では国別に並んだが、Closing Ceremony では名前順に並ぶ。各国の代表として SSP に参加し、SSP の一修了生として巣立つ、ということである。

ESA の director general である Jean-Jacques Dordain や ISU director などのメンバーが情熱的な演説を行っていた。また、生徒の中から生徒代表が挨拶するのだが、SSP 期間中の体験を語り、非常に感動的であった。

Closing Ceremony 終了後、レセプションが行われた。これがみんな出会う最後の機会な



ので、別れを惜しみながら再開を誓い合った。

8. おわりに

わずか2ヶ月のプログラムだったが、得られた最大のものとして人脈があげられる。多国籍のグループで働く困難さを存分に学ぶことができ、文化的背景、言葉の壁を乗り越えることのみで得られるつながりを獲得することができたと核心している。濃密なスケジュールなためプロジェクトをこなすのは容易ではなかったが、生徒間の連携が高まり、通常数年の留学で得られる産物をたった10週間で得られたと考えている。宇宙開発活動は今後国際協力が不可欠の分野であり、その内に秘める潜在的なグローバル性も、一致団結を生んだ要因だと考える。

また、このプログラムを通して「尊敬」を学べた。日本はもちろん礼儀や作法に特別こだわりのある文化を有している。しかしながら、形式ばったものに限られる傾向があり、ISUのような上下関係のない場所から自然とあふれる尊敬を経験した。どこの国の出身であろうと、年がいくつ離れていようと、一人間として他の人間に対して敬意を払う。このような風土でのみ形成されるものだと考える。さらには、英語が話せないから、発言が少ないからといって無碍にするわけではなく、どの人間にもすばらしい考えがあるのだという事をこのプログラムを通して実感することができた。

SSP13によって世界各地に約100人の友人ができた。さらに、強大なISUの卒業生ネットワークにも加わることができ、宇宙開発の最先端に関わる人たちも多数含まれている。Space Mafiaの一員として、このネットワークの中で埋もれてしまわずに貢献できるように、今後より一層努めていく所存である。

謝辞

東北大学流体科学研究所の国際宇宙大学 Space Studies Program (SSP)派遣プログラムにより、SSP13へ参加させていただきました。大変貴重な機会をくださいました、流体科学研究所所長の早瀬敏幸教授に謹んで感謝の意を表します。また、本制度の設立に御尽力頂いた佐藤岳彦教授、小宮敦樹准教授に深く感謝の意を表します。

SSP13の参加に際して、東北大学流体科学研究所の丸田 薫教授との中村 寿助教に御推薦を頂きました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

また、終始適切な御助言を与えて下さいました、博士後期課程2年藤田英理氏に深く感謝の意を表したいと思います。また数々の御助言を頂きました東北大学 SSP の卒業生の皆様に心より感謝致します。

最後に、約2ヶ月近く研究室を不在にしたにも関わらず、御理解と御協力を頂きました丸田・中村研究室の皆様に厚く御礼申し上げます。