

## カンタベリーから(2)

## 1993 年度国際宇宙大学夏季セッション

矢野 創<sup>1</sup>

国際宇宙大学 (International Space University. 以下「ISU」) は、宇宙開発・研究の平和利用と人類の宇宙進出に関わるあらゆる分野の若手を世界中から集め、将来をリードする人材を育成する大学院大学として創立された国際教育機関である。過去6年間、ISUは10週間の夏季セッションを毎年開催地を移動しながら実施してきた。本稿では、米国アラバマ州ハンツビルにて開催された本年度セッションの様態並びに、ISUの理念、歴史、運営体制、カリキュラム、恒久キャンパス構想、日本人の参加状況について、一参加者としての感想を交えて解説する。

## 1. 創立理念

今や宇宙は、科学とエンジニアリング以外にも多くの分野が互いに深く関わり合う空間になった。例を挙げてみよう。湾岸戦争や東欧の自由化を瞬時に全世界に伝えた衛星放送は「グローバル・ビレッジ」を誕生させた。航空宇宙工学や微小重力下の科学実験がもたらす経済的スピノフは、宇宙をビジネスの舞台にした。エネルギー枯渇、人

口爆発、世界経済の停滞、環境保全の解決策についても、宇宙の開発利用は多くの示唆を含んでいる。

宇宙が現在と未来の生活にとって欠かせない空間となった今日、将来の宇宙の各分野をリードする人材には、国際性を持ち、多様な文化を享受し、複数の専門領域を総合的に理解する能力が求められる。そうした人材を世界中の若者から発掘し、育てることを通して、宇宙開発・研究の平和利用と人類の宇宙進出に貢献する。これがISUの創立理念である。

ISU日本事務所の資料によると、この理念は以下の4つの目的に言い直される。(1)世界各国から優れた学生を選抜して教育する。(2)宇宙の国際化に対処し、科学的、技術的、政治的挑戦に応ずる手法を学生に提供する。(3)学生の成功に必要な技術を教育する一方、産業に利益をもたらす研究を実施する。(4)学生のリーダーシップ能力を啓発し、将来の官・学・産の各分野における国際連帯と協力を拡大するトップレベルの人材を育成する。

## 2. 歴史と運営形態

## 2.1 創立者達 一三人の大学院生一

NASAやESA等の宇宙機関や宇宙関連企業は、若手を教育する場としてISUに積極的に参加しているが、ISUは決して長い伝統を誇っている訳ではない。その概念は1985年に、宇宙開発について



<sup>1</sup>ケント大学カンタベリー校

の総合教育を受ける機会が存在しないことを嘆いた三人のマサチューセッツ工科大学 (Massachusetts Institute of Technology (MIT)) の大学院生によって創られた。同年彼らは「宇宙世代基金」(Space Generation Foundation) を設立し、翌年までに8つの宇宙教育プロジェクトを提案した。その中には、現在欧米の主要な理科系大学に支部を持つ国際学生組織 SEDS (Students for Exploration and Development of Space) と並んで、最も成功が期待される構想として ISU が含まれていた。

## 2.2 創立から今日まで

1987年には MIT で ISU の創立集會が開催され、ISU の教育目的とその方法、求める学生像、将来の宇宙分野における貢献等が打ち出された。そしてまず五年連続で夏季セッションを行ない、その結果を踏まえて世界中の恒久キャンパス群をネットワーク化し、一年間の宇宙研究修士課程 (Masters in Space Studies (MSS)) プログラムの開設を目指すことになった。この構想は多くの賛同を得、翌88年には MIT で第一回の夏季セッションが21ヶ国104人の学生を得て開催された。現在では毎年20余国から100以上の宇宙機関・企業・財団が ISU を支援し、講師陣も125名余り参加している。

夏季セッションの成功を受けて、91年に恒久キャンパス構想における中央キャンパスと提携キャンパスへの立候補を受付けた。翌年には幾度かの討議と投票を経て、中央キャンパスに仏・ストラスブールが、提携キャンパスには13ヶ国の21大学・研究機関が選定された。これによって修士課程が95年秋から開講される見通しとなった。一方、夏季セッションは支持団体並びに卒業生からの評価が高く、今後も継続して開講する方針となった。

## 2.3 過去の夏季セッション・プログラム

ISU 夏季セッションは、毎年六月半ばから10週

間にわたり開催される。その間、世界各地より100～120名の学生が共同生活をしながら10の宇宙関連分野を学ぶと共に、宇宙科学・開発の分野で注目されているテーマについてのデザイン・プロジェクトに取り組み、レポートを作成する。本年度は25ヶ国からの99人の参加者が全課程を修了し、50ヶ国を代表する卒業生は合計728名を数えるようになった。

「ISU は人類が進むところ全てに行く」の思想の下、開催地は毎年地球上を移動する。将来は地球軌道上の教育施設にも夢を駆せる。歴代の開催地は第一回の MIT 以下、89年—仏ストラスブール市 (Strasbourg) ・ルイ・パスツール大学 (Universite Louis Pasteur) : 90年—カナダトロント市 (Toronto) ・ヨーク大学 (York University) : 91年—仏トゥールース市 (Toulouse) ・ENAC & FIAS 大学 : 92年—日本北九州市・北九州国際会議センター : 93年—米アラバマ州・米アラバマ大学ハンツビル校 (University of Alabama in Huntsville (UAH)) となっている。

## 2.4 運営体制

ISU は指導層へ各界の経験豊かな人材を配している。学長には小説「2001年宇宙の旅」の著者として、また衛星通信の発明者として知られる A.C. Clarke 氏が就いている。運営は G. van Reeth 前 ESA 長官を会長としたエグゼクティブ達が担当する。理事会には各宇宙分野の第一人者を迎えており、日本からは西村純・前宇宙科学研究所所長と黒田泰弘・清水建設宇宙開発室顧問が就任している。また顧問委員会では、D. Goldin NASA 長官をはじめ宇宙機関・企業のトップが委員となり、運営全般にアドバイスを与える。日本からは山野正登・宇宙開発事業団理事長、関本忠弘・日本電気社長が名を連ねている。

若い教育機関である ISU は、カリキュラムの一

層の充実・改善のため、講師陣、学生、第三者の全てからの批判・提言を積極的に取り入れている。講師陣は「教育顧問委員会」でカリキュラム全般について議論を重ねる。学生はセッション終了時に数ページのプログラム評価表を提出する他、全講師陣に対する学生による評価表は、次回の講師選考の際に最重要視される。また外部の識者を会期中に招待し、教育現場を観察・討議してもらう「外部評価委員会」も設置され、日本からは小田稔・前理化学研究所所長が参加している。

### 3. ハンツビル夏季セッション

#### 3.1 10種の専攻学科

現在の ISU には以下の10種の学科があり、全学生はこれらのいずれかに属する。

- (1) 宇宙建築学 (ミッション・デザイン, 宇宙構造物設計)
- (2) 経営管理学 (宇宙産業, 宇宙ビジネス, 大規模国際プロジェクトのファイナンス)
- (3) 宇宙工学 (ロケット推進, 熱力学, 宇宙飛翔体構造, 軌道計算, システム工学)
- (4) 宇宙生命科学 (宇宙医学, 宇宙生理学, 宇宙生物学, 心理学, 生態学)
- (5) 宇宙政策・法学 (国際法, 宇宙条約, 各宇宙機関・企業の計画・組織)
- (6) 宇宙資源・製造学 (微小重力物理学, 材料科学, ロボティックス, 地球外資源利用)
- (7) 宇宙物理学 (天文学, 惑星科学, プラズマ物理学, 地球科学)
- (8) 人工衛星利用学 (リモートセンシング, 衛星通信, 地理情報システム)
- (9) 宇宙人文学 (宇宙芸術, 宇宙哲学, 宇宙開発史)
- (10) 宇宙情報工学 (コンピューター, データ管理利用, マルチメディア, 情報視覚化技術)

筆者は宇宙物理科学科 (Space Physical Sciences Department (SPS)) に所属した (図1)。各学科には常駐する教授陣と、短期間滞在する講師陣があり、基礎講義, 上級講義, ワークショップを担当する。日本からの講師陣も多く, SPS 教授として西村純教授がおられた。惑星科学では宇宙科研の河島信樹教授も例年教鞭を執られている。

#### 3.2. ハンツビル・セッションの特徴

本年度の夏季セッションは6月19日から8月28日まで、米国南部の「綿花地帯」と「聖書地帯」の只中にあるアラバマ州ハンツビルで開催された。敬虔なキリスト教徒が多く、「南部流のもてなし」と呼ばれる親切な態度に感銘した。気候は乾燥・高温で、雨は時折スコールが降るだけだった。当地にあるレッドストーン陸軍兵器庫 (Redstone Arsenal) は、故 W.von Brown 博士のロケット開発チームの本拠地であった。第二次世界大戦でナチスドイツのミサイル製造に携わった彼らは、戦後米国へ移住し、米国初の人工衛星エクスプローラー1号 (Explorer - 1) を打ち上げるなど、宇宙時代の幕開けを担った。同基地内には、NASA マー



図1. 宇宙物理科学科。西村純前宇宙科研所長 (右5人目) も教授陣として参加した。

シャトル宇宙飛行センター (Marshall Space Flight Center (MSFC)) が併設されている。そこに全米第二の規模を誇るカミングス研究都市 (Cummings Research Park) が隣接し、多数の宇宙産業が進出している。また市内には、今期 ISU の生活・学習の中心地であった UAH や、宇宙飛行士の訓練を体験させる「スペースキャンプ」で有名な博物館、アラバマ宇宙ロケットセンター (U.S. Alabama Space and Rocket Center (ASRC)) もあった (図2)。

MSFC は歴代のサターンロケットやシャトルの主エンジンを開発してきた。現在はハッブル宇宙望遠鏡 (Hubble Space Telescope (HST)) の運営支援やスペースラブ計画での宇宙飛行士の訓練及びミッション中の実験運用・支援を担当している。閉環境生命維持装置 (Closed Environment Life Support System (CELSS)) の実験棟もあり、宇宙基地計画でも重要な役割を担っている。ISU の学生は会期中、MSFC の図書館を利用したり、研究者を訪ねることができ、プロジェクトに大いに役立った。またシャトル主エンジン燃焼実験、HST サービスミッションの訓練、向井千秋氏が搭乗予定の IML - 2 (International Microgravity Laboratory - 2) の地上支援用のスペースラブも見学できた。

UAH は微小重力材料研究所や超高速衝突実験装置を持つ、宇宙科学研究が盛んな大学である。元々 MSFC や研究都市の研究員の教育のために大学院大学として創立された。現在は学部生も受け入れており、ISU の宿舎は新入生寮だった。他方 ASRC では、世界各地と全米から中・高校生と学校教師を招待した「国際スペースキャンプ」が開催され、ISU の学生数名が講師として参加した。キャンパーの中にはクリントン米大統領の令嬢もいた。

また ISU 卒業生の宇宙飛行士第一号 Jim Newman 氏が搭乗したスペースシャトル STS- 51

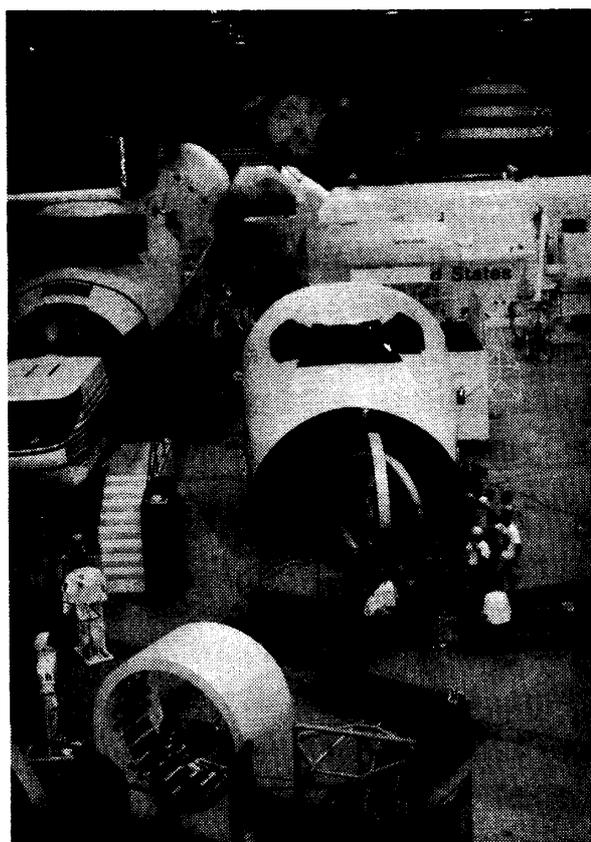


図2. ASRC 内にあるスペースキャンプ。子供達はここで宇宙飛行士の訓練を追体験する。

と MSFC の学生が「直接交信」する企画があった。15人の学生が質問者として選ばれ、リハーサルを終えて待機していた。しかし当初7月17日に予定された打ち上げは、主エンジンの異常や流星群極大期等の理由で四回延期され、結局 ISU の会期中には打ち上がらなかった。

### 3.3 基礎講義と個人評価

10科目で計88時間の基礎講義を第1週から5週間で学習する。各分野の基礎知識を学科の別なく修得させることを目的とした「一般教養課程」である。従って SPS の講義も、電磁波、プラズマ、太陽系、宇宙の構造等の基本に留まっていた。しかし一方で、MBA レベルのマネージメント論や法学院レベルの国際法の基本原則等も教わるので、全体としては日々新しい事柄の学習である (表1,

2)。

第5週目には全講義を範囲とした筆記試験を受ける。これに合格しないとセッションを途中で去らねばならない。夏季セッションでの個人評価は、基礎講義の他に、後述の上級講義、ワークショップ、その他の学究活動への参加・貢献度と、デザイン・プロジェクトにおける研究分担の質に基づく。後二者については複数の教授陣が記述式評価を行う。これら三つの評価項目全てに合格すると、セッション終了時に卒業証書が授与される。

3.4 上級講義

基礎講義を合格した者は、第6週から3週間で計36時間の上級講義を受ける。これは自分の所属学科における最先端の研究の学習や、より専門的な知識の修得を目指している。一つのテーマにつき4講義、計6つのテーマについて専門家を招いて学ぶ。所属学科の講義がない時間は、教授陣と相談して他学科の講義が受講できる。

SPS では本年度のデザイン・プロジェクトに即して、「地球-月システム」、「宇宙物理学の最先

端」、「地球環境」、「データベースとモデリング」が用意された。講義は学科の教授陣の他に、マーシャル、ゴダート、ジョンソンの各 NASA 宇宙センターらの科学者が担当した。筆者は他に宇宙工学科の「スペースアプリ」、宇宙生命科学科の「宇宙生命維持・健康医療システム」についても講義

	Wk. 1	Wk. 2	Wk. 3	Wk. 4	Wk. 5	Wk. 6	Wk. 7	Wk. 8	Wk. 9	Wk. 10
O R I E N T A T I O N										
	C O R E C U R R I C U L U M					A D V A N C E D C U R R I C U L U M				
						D E S I G N P R O J E C T				
										G R A D U A T I O N

表1. 夏季セッションのカリキュラム構成

WEEK FOUR-ACADEMIC						
	Monday - Jul 12	Tuesday - Jul 13	Wednesday - Jul 14	Thursday - Jul 15	Friday - Jul 16	Saturday - Jul 17
9	3.05 Introduction to Power Sources and Thermal Control	3.06 Engineering Materials for Space System Structures	1.05 Design Integration	2.05 Marketing Space Project Management	Design Project	IDWMS Review
10	6.05 Material Resources in Space	6.05 Adaptation of Neurovestibular System to Spaceflight	5.06 Space Law II	7.05 Global Positioning Systems	Design Project	
11						Design Project
12						
13						
14			Exam Briefing			
15	Student/Faculty Workshop	7.04 Satellite Communications II	4.06 General Problems in Space Medicine	8.07 Birth and Death of Stars	3.07 Guidance, Control, Stabilization of Spacecraft	
16	8.05 Origin and Evolution of the Solar System	10.03 Space Information Systems and Resources	8.06 Our Universe	9.04 The Search for Extraterrestrial Intelligence	Student/Faculty Workshop	
17	Class Meeting					
18						
19						
20						

表2. 本年度第四週目の公式カリキュラム。自主活動やミーティング、行事等はここに含まれていない。

を受けた。総じて学会のレビュー発表レベルの良質な講義が多く、各分野の今後の研究課題まで言及された。

### 3.5 教授・学生間ワークショップ

所属学部内では計17時間の教授・学生間ワークショップがある。内容は学科毎に異なる。例えば宇宙資源・製造学科では、宇宙飛行士訓練用潜水槽での微小重力の疑似体験やロボット・コンテストが行われた(図3)。SPSでは、毎回学生による各

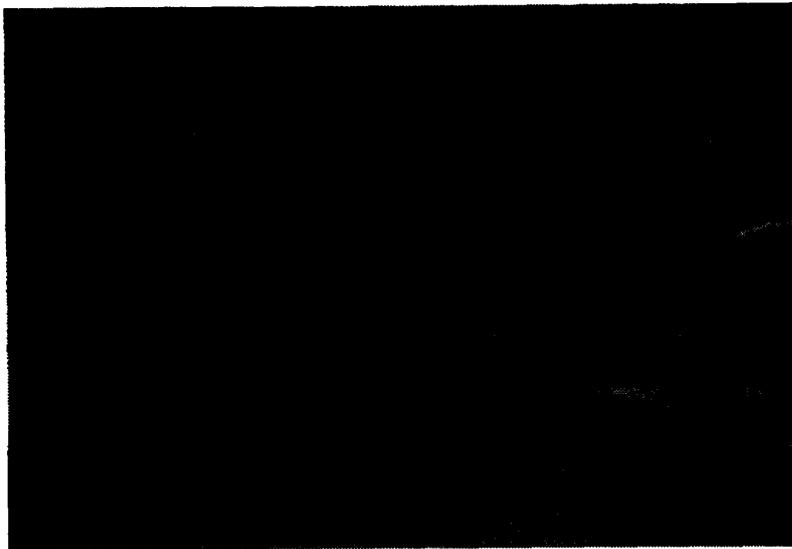


図3 ISU 学生の一部は、ASRC 内にある宇宙飛行士訓練用の潜水槽の中で、微小重力の疑似環境を体験した。

自のプレゼンテーションと、教授陣・他学生による講評、そしてプロジェクトに関する討議が行われた。授業時間外には、MSFCの太陽観測所や宇宙科学・太陽系科学部の施設見学、国際流星機関(IMO)指導の観測方法によるペルセウス座流星群の観測会等が実施された。

本年度のSPSの13名の学生は全員物理系の大学院生で、教授陣も全員が現役の研究者であった。その内8名が月面天文台プロジェクトの科学実験提案チームとして活動した。筆者にとっては、科学者としての姿勢や多文化間のチームワークを学ぶ貴重な機会となった。

### 3.6 夜間必修講義及び特別講義

夕食後にも計12時間の必修講義と特別講義があった。主な特別講演者は、田中靖郎宇宙科研副所長、R. Dore カナダ宇宙機関長官、米、仏、旧ソ連の宇宙飛行士達、地球外知性探査(Search for Extra-terrestrial Intelligence (SETI)) 研究所のF. Drake 教授等である。また von Brown チームの生存者四名が二回にわたり、学生と活発な議論を交わした。物心つく前から人類が月を歩いていた

筆者にとって、彼ら以前にはロケットすらなく、彼らこそが宇宙開発の始めの一步を無から踏み出したのだ、と気付いた時の感慨は大きかった。

科学者出身の宇宙飛行士数人と話す機会もあった。スペースラブや宇宙基地では実験科学者が必要だが、訓練等で忙しく、専門分野の最先端の研究を断念せねばならない場合が多い点について個別に聞いてみた。すると全員が、宇宙飛行士になって失ったものよりも得たものの方がはるかに大きいと答えた。「ある科学者は一つの領域の権威を目指すが、別のタイプ

の科学者はその専門領域は宇宙の不思議の一部に過ぎないと考えて、複数の科学分野での問題の理解に努める。宇宙飛行士として天文学、生命科学、材料科学等あらゆる領域の実験を担当したことは、後者タイプの科学者として大変満足できた。」とは Owen Gariott 氏の弁である。また HST サービス・ミッションの主ミッション・スペシャリストである宇宙物理学者 Jeff Hoffman 氏は、次のように述べた。

「新しいミッションのたびに自分の知らない分野の勉強ができるのも嬉しいが、今度のミッションで宇宙物理学の進歩に貢献できることはこの上

ない光栄だ。」

折しも宇宙ステーションの再設計や予算案が米議会で討議されていた頃だが、彼らの宇宙開発に寄せる信頼は揺るぎなく、常に前向きな姿勢であることが印象深かった。

### 3.7 自主活動

これまで述べたカリキュラムとデザイン・プロジェクト以外にも有志が組織した活動が幾つかあった。宇宙開発の道30年というボーイング社のエンジニアに連日インタビューして、宇宙開発の草創期の様子を調査した「宇宙歴史プロジェクト」や、日常の研究を発表した学生ポスターセッション等である。さらに筆者はESA/ESOCの研究者と共に、「スペースデブリのための自主ワークショップ」を主催した。ここではデブリの地上観測、宇宙での直接測定、デブリ回避のための宇宙基地の軌道制御、国際法上のデブリの扱い等をテーマに有志が口頭発表し、将来のデブリ対策についての議論も行った。

### 3.8 文化交流、「伝統行事」、その他

ISUは別名“Insufficient Sleep University”と揶揄される。カリキュラムの量が多く、自習や自主活動等を行なうには、文字通り寝食を削る他ないからである。にもかかわらず毎夜のごとく様々なイベントが企画された。

まず例年通り、各国の文化を紹介する「カルチュラル・ナイト」が催された。北米、ヨーロッパ、アジア・太平洋、全世界の四地域が各々趣向を凝らした講演、寸劇、ダンス、食事等を披露した。「アジア・太平洋ナイト」はオーストラリア、中国、インド、日本、フィリピンが企画し、2003年のISUシンガポール・セッションの開会式で、「太平洋・アジア宇宙機関」(Pacific Asian Space Agency (PASA))の各国代表が、自国の宇宙開発や同地域の歴史・文化・自然を紹介する設定で行

なった。八月には宇宙の平和利用を考える機会として、日本人を中心とした有志が「千羽鶴」を作るプロジェクトを行なった。米・独立記念日にはMSFC所長から学生に、シャトルに乗って宇宙か

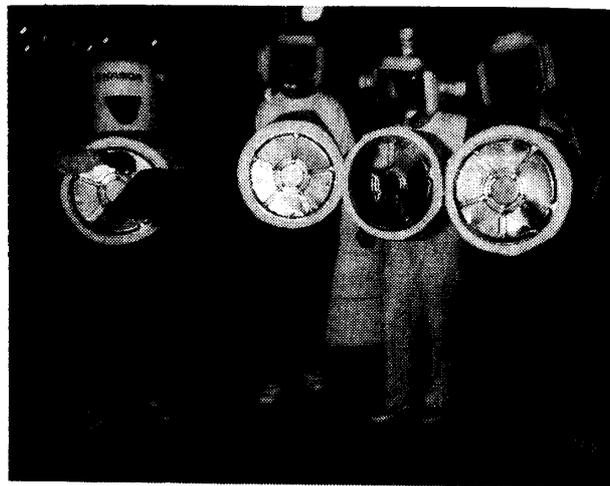


図4.「宇宙仮面舞踏会」にて、宇宙ステーション・フリーダムの「再設計」を演じて見せた学生達。

ら帰還した米国旗が贈呈された。

基礎講義試験後の「修学旅行」も、学生のストレスを緩和する大切な伝統行事の一つである。本年度はバスでメキシコ湾とニューオーリンズへ向かった。筆者はライセンスを持つ学生10人程と一緒に、スキューダイビングをして難破船や亜熱帯魚の群れを楽しんだ。

カリキュラム中にもISUに関連した会議が幾つか開かれた。提携キャンパス会議、ISU Net会議、130名余りの卒業生が集った同窓生会議等である。同窓生会議ではアリゾナ砂漠に作られた自給型自足型閉環境システム「バイオスフェア II (Biosphere II)」の建築家を始め、ユニークな実績を持つ人物に多く出会った。また同会議後に開かれた「宇宙仮面舞踏会」は、参加者が思い思いの「宇宙衣装」をまとって踊る人気の高い伝統行事である(図4)。

## 4. デザイン・プロジェクト

### 4.1 目的と過去のテーマ

デザイン・プロジェクトとは、事前に定められたテーマを、学生自らが組織し、研究を分担し、成果を発行かつ口頭発表することを通じて、一つの国際宇宙ミッションの全てのプロセスを体験する機会である。これは10週間を通じて行われ、後半に向かってその比重が増す。カリキュラムでは131.25時間が充てられるが、ミーティング、文献検索、自主研究、コンピューター作業、プレゼンテーションの準備、レポートの執筆・編集にかかる時間はその数倍を下らない。前提条件はプロジェクト・ディレクターが設定し、時には講師を招待するが、意志決定は学生の代表者会議ではかられる。途中二度、外部からレビュー・パネルを迎えて中間発表を行ない、批判・提言を仰ぐ。

ミッションの科学的意義を定め、日程を決め、機器をデザインし、打ち上げを準備し、運営機関を組織し、法制上の問題を解決し、予算を捻出する計画を立案する。これら一連の流れを、異なる専門と文化を持つ仲間とコンセンサスを得ながら進めていき、各自の分担には専門知識・技術を最大限に活かすことが要求される。これは学生各人にとって、将来のミッションに関わる上で貴重な体験となる。本年度は最終週にMSFCでNASA職員やプレスを迎えてプレゼンテーションを行ない、400ページを越すレポートを発行して終了した。

尚、前年度までのデザイン・プロジェクトのテーマは以下の通

りである。88年 - 月面基地；89年 - 月軌道衛星と可変重力研究施設；90年 - 小惑星探査と地球観測；91年 - 有人火星ミッション；92年 - 太陽発電衛星と「ISU Net」（後述）。本年度の二つのプロジェクトの概略は次の項で述べる。

### 4.2 国際月裏面天文台及び科学研究施設 (International Lunar Farside Observatory and Science Station (ILFOSS))

ILFOSSの目的は、地球や地球軌道からは解明が困難な天文学・宇宙物理学の根本的課題を解決する観測・実験を月の裏側で行ない、10年以内に最初の成果を挙げることである。

月面天文施設の利点は幾つかある。(1) 天然大気がなく、電磁波の全波長が月面に届く。(2) 地殻が安定しており、重力も地球表面の1/6程度なため、厳密な干渉計や大構造物の建設に適する。(3) 大気によるシーイングの劣化がない。(4) 14日間続く夜に長時間観測が可能である、等。月の裏側を選んだ理由は、人工電波から「汚染」され

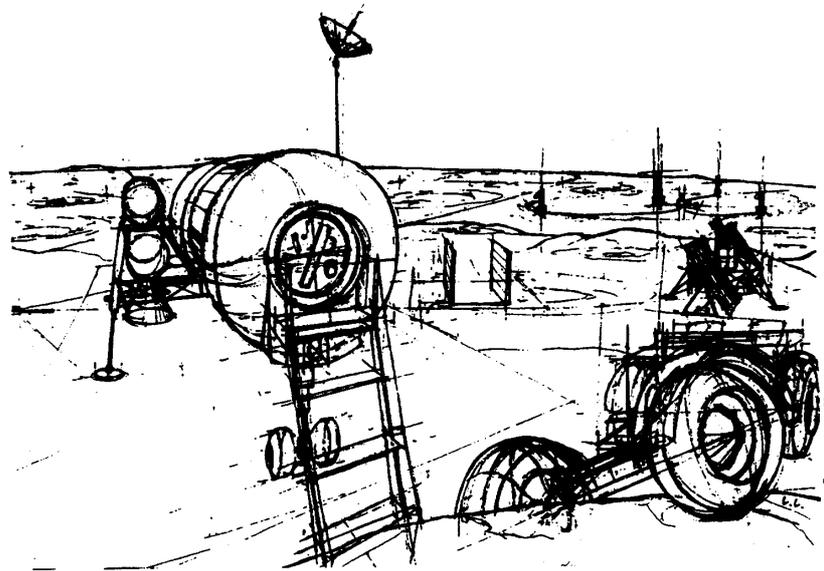


図5. ILFOSS 主段階の研究施設。伸縮式の居住棟の奥に放熱板、発電装置、OIが見える。宇宙飛行士は干渉計の調整を行なうため、手前のローバーに乗ってOIへ近づく [1]。

ずに 30MHz 以下の波長を探知できる唯一の場所だからである。

ILFOSS は 4 つの段階に分かれる。まず月周回軌道から月面を観測し、天文台の建設地を決定する「予備探査段階」(1994 - 2000)。次に 1m 紫外線望遠鏡 1 基、5 基の双極子アンテナの電波干渉計を使って、主段階の実現可能性を立証する「前哨段階」(1994 - 2002)。「主段階」(2002 - 2021)では、超低周波数電波アレイ(Very Low Frequency Array (VLFA))と光学干渉計(Optical Interferometer (OI))を設置して観測を行なう。この段階で宇宙飛行士は 42 日間、天文台の建設・調整と二次的な科学実験に従事する(図 5)。最後の「発展段階」(2021 -)では  $\gamma$  線望遠鏡、宇宙線検出器、大基線電波アレイ、大型屈折望遠鏡、月面踏査、月資源の加工等の長期目標を掲げる [1]。

主段階の VLFA は、300 基のアンテナが直径 17Km の範囲に設置され、周波数 30Mhz 以下の観測を主目的とする。太陽の内部構造、木星型惑星の大気、AGN (Active Galactic Nuclei)、超新星爆発、電波銀河等が観測対象の候補である。一方 OI は、1.5m の光学望遠鏡 3 基が中央集光器から半径 100m の円周上に  $120^\circ$  毎に配置される。周波数は紫外、可視、近赤外線領域をカバーする。波長 5000 オングストロームにおける解像度は 0.5 milliarcsec、視野は 0.15 arcsec である。観測対象の例には、全天カタログの精密化、星の生成領域、太陽系天体、太陽系外惑星系、パルサー、銀河、重力波検出らが挙げられる。

二次目的科学実験ペイロードは小型、軽量、低電力、無人型の実験装置である。質量、体積、電力、データに余裕があればどの段階の着陸船にも搭載される。研究対象は隕石・宇宙固体微粒子、月地質学、生命科学、材料科学である。主段階で宇宙飛行士が地球に帰還する際は、ダスト収集装

置、生物実験ラック、月面資源のサンプルが回収される。

地球との通信には、ラグランジュ L 2 点周回軌道にリレー衛星を設置し、月の裏側及び地球静止軌道の両方と常時リンクする。VLFA の観測周波数を妨害しないように、複数のチャンネルを使い分ける。また L 2 衛星には、月 - 地球システムの磁気圏や太陽風の測定装置とダスト計測装置も搭載する。

プロジェクトを運営する国際機関も段階に応じて発展する。主段階までは、ハレー彗星探査同様に科学者とエンジニアのグループ、IACG (Inter - Agency Consultative Group) が各宇宙機関に適切な助言を与える。発展段階では国際機関「ILFOSS コープ」に改組する。この組織は INTELSAT をモデルとするが、運営は HST 利用のための「宇宙望遠鏡研究所」と同様に科学者が行なう。観測時間は主研究者 10%、ILFOSS コープ 40%、公募観測者 50%とし、観測提案書は国、資格によらず研究の優秀性によって選抜される。

予算は、予備探査段階が 2.44 億米ドル (0.9%)、前哨段階が 13.78 億米ドル (5.3%)、主段階が 246.06 億米ドル (93.8%) を必要とする。予算のブロック化は、仮に主段階の資金が得られない場合、前哨段階までの科学結果で ILFOSS の有効性を立証するためである。資金調達は従来のように宇宙機関だけに頼らない。ILFOSS コープ発足後は、国・地域以外にも、メディアや産業界の支援、商品化、個人投資を十分に受けられる「企業体制」を敷く。

プレゼンテーション後に ESA 代表は、ESA の「月面での科学ミッション」チームが独自に出した月面の科学施設の優先順位についての結論と ILFOSS の選択が合致することを認めた。そしてチーム内の参考文献として、ILFOSS レポートを

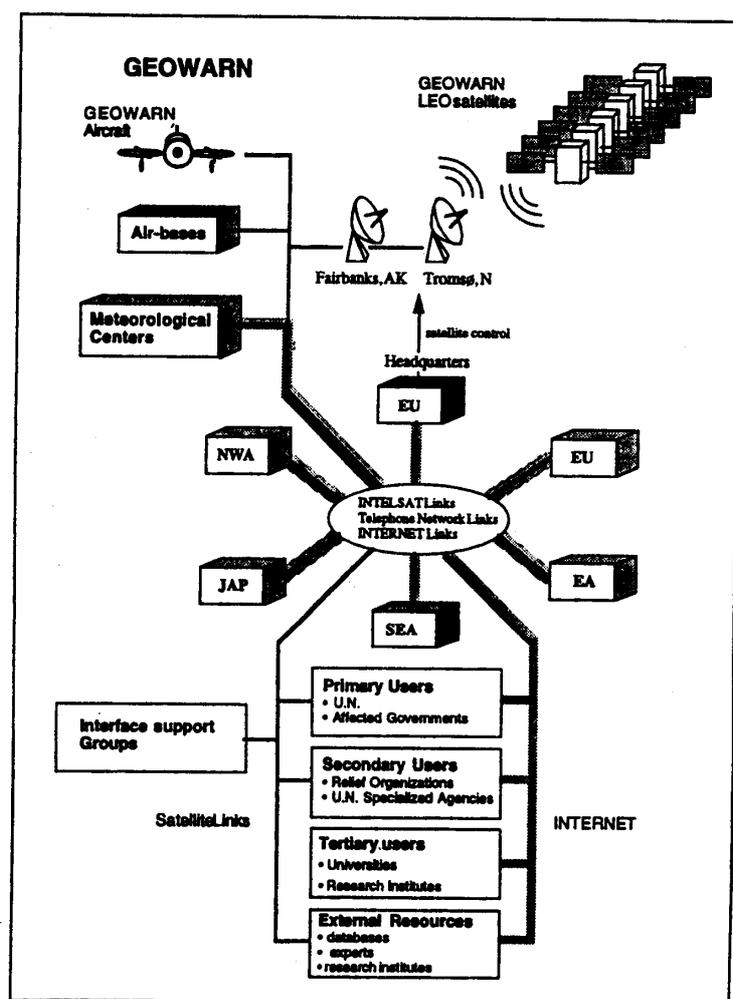


図6 GEOWARN ネットワークの概念図 [2]

各班に配布する、と述べた。

#### 4.3 全地球規模緊急観測・警報システム (Global Emergency Observation and Warning (GEOWARN))

国連は今世紀最後の10年を「自然災害対策の10年」と定めた。今年の夏季セッションが開催された10週間の間にも、日本では奥尻島の津波や鹿児島島の土砂崩れ、米国ではミシシッピ川の氾濫、また嵐によるベネズエラの首都カラカスの破壊等が発生した。

発展途上国の人口爆発は都市部への一層の人口集中を促し、来世紀初頭には世界人口の50%が都市で生活すると予想される [2]。そうした都市部

での自然災害は、その地域の人命、都市基盤、経済活動に甚大な被害をもたらす恐れがある。同時にアジア・太平洋地域は無数の島と内陸の遠隔地を持つ。これらの地域では一度災害が起きると、通信や交通が麻痺して、迅速な救助が行なえずに被害を拡大することがある。

GEOWARN は、こうした人類社会への自然災害の被害を軽減するために、災害の兆候を全地球規模で観測・警告し、災害時にはその救助を支援するネットワーク・システムである。システムは人道的目的に限り、今後10年間でその確立を目指す。既存の施設を中心に、地球観測衛星6基、飛行機30機（空港20ヶ所）、地上通信基地2ヶ所、世界各地の気象観測所が、衛星、電話、コンピューター通信回線で本部と五大陸の支部に結ばれる (図6)。

予算は開発期 (1995-99年) に計2.2億米ドル、移行期 (2000-03年) に計16.52億ドルが見積もられている。その後の運営期には年間4.46億米ドルかかる

が、これは1970-80年代の世界中の自然災害による平均年間被害額 (1000億米ドル) の0.5%を、毎年捻出できれば賄える。1999年に外交上の協定書が調印されるまでは、現在の経済力、技術力そして都市部の被害額の大きさから鑑みて、日本、米国、EC 諸国政府が主要な投資者となることが期待される。その後は世界各国が投資に加わり、2001年をピークに前三者の投資は減少に転じる。

GEOWARN 構想はプレゼンテーションの翌日の地元新聞の第一面で紹介され、国連へ世界で二番目の「自然災害監視システム」の包括案として提出された。MSFC はこれを受け、GEOWARN の

更なる基礎研究に予算を計上する検討を始めた。

## 5. 恒久キャンパス構想

### 5.1 中央キャンパスと宇宙研究修士課程プログラム

恒久キャンパス群は、ストラズプールの中央キャンパスと世界各地の提携キャンパスをコンピューター・ネットワークと学生・教授陣の往来によって結び付けたものである。

ストラズプールは独とスイスの国境に近い仏・アルザス地方にあり、欧州議会の議事堂等を持つ欧州の複合文化の中心都市である。ISU 中央キャンパスは、都市郊外のイルカーク科学都市 (Illkirch Science Park) に独自の敷地と学生寮を持ち、研究施設は周囲の6つの大学・研究機関を利用する形で1995年度に開校される。12ヶ月のMSSプログラムのカリキュラム草案では、夏季セッションより深く広い複数分野の講義と試験、上級講義と先端の研究課題についてのワークショップ、個人研究とグループ研究が準備されている。

### 5.2 世界に広がる提携キャンパスと「ISU Net」

提携キャンパスは、宇宙関連研究を行なっている世界中の既存の大学・研究機関が形成する。その役割は、個人研究のためのMSS学生の数ヶ月にわたる受け入れ、中央キャンパスへの教授陣の派遣、MSS後の研究の続行、ISU Netによる図書館検索、情報交換、データの共同利用である。提携キャンパスは現在までに、オーストラリア、オーストリア、ベルギー、カナダ、フランス、英国、イタリア、中国、ロシア、スペイン、スウェーデン、トルコ、米国の13ヶ国から21大学・研究機関が選ばれた。日本からの提携はまだない。

92年度のプロジェクトだった「ISU Net」は、全世界に散らばるISU恒久キャンパス群の「神経」となるコンピューター・ネットワークである。既に全スタッフと卒業生の40%がこのネットワー

クに参加している。将来は音声、データ、映像の受送信と保存が可能なマルチメディアに発展させ、恒久キャンパス群を一つの「バーチャル・キャンパス」として機能させる。既に92年度ではバイオスフェアII内部と教室を結ぶビデオ授業が行なわれ、本年度の卒業式ではClarke学長がビデオ電話でスリランカの書斎から演説した実績がある。

### 5.3 夏季セッション・プログラムの継続

夏季セッションの開催地は、立候補地の中から様々な条件を考慮し、スタッフの訪問報告を踏まえて理事会で選ばれる。条件の一例は、図書館、地元講師陣、コンピューター施設の学習・研究のためのインフラストラクチャーの充実である。既に今後二年間の開催地は、94年はスペインのバルセロナ自治大学(Universitat Autònoma de Barcelona)、95年はスウェーデンの首都ストックホルムにあるスウェーデン王立技術院(Royal Swedish Institute of Technology)が決定している。今後の有力な候補地としては、中国やロシアが挙がっている。来年度のセッションでのデザイン・プロジェクトは、(1) 全地球遠隔教育医療プログラムと(2) 低価格太陽系探査プログラムである。

## 6. 学生の選抜方針と日本人の参加状況

### 6.1 選抜方針と応募条件

ISUは創立の目的を達成するため、以下の方針に沿って学生を募集している。(1) 専門分野で優秀な実績を持つ者(Excellence)；(2) 宇宙開発・探査にリーダーシップを発揮している者(Leadership)；(3) 積極的に国際理解に励む者(Internationalism)；(4) 宇宙開発・探査に自ら進んで継続的に関与してきた者(Commitment)；(5) 宇宙関連の企業や政府機関での仕事の経験を持つ者(Experience)。

また応募条件は、(1) 学士号を有し、(2) カリ

キュラムにある学問分野への一般的な理解があり、(3) 公用語である英語を自由に駆使できることである。但し英語を母国語とする者は、第二言語の能力を証明しなくてはならない。実際には、(1) 博士号又は修士号を有する者、或いは大学院生、または(2) 企業、政府機関、大学・研究所などで最低二年間の仕事の経験を持つ者を主な選抜対象としている。全応募者は、各自の希望学科の教授陣によって選抜順位が付けられる。

## 6.2 日本人の参加状況と日本事務所

ISU 全体の学生構成は、宇宙関連企業の従業員、宇宙機関の職員・研究者、大学関係者・大学院生が等分に分布している。一方日本人の参加は、企業（重工業、建設、エレクトロニクス、通信等）と宇宙開発事業団からの派遣が大半を占める。大学関係者・大学院生の参加は、独自のスポンサーを有する東北大学流体力学研究所から毎年出ている。また北九州セッションの前後では地元大学からの参加も目立った。歴代の日本人参加数は88年-5名、89年-11名、90年-12名、91年-15名、92年-17名、93年-12名で計72名である。

「国際宇宙大学日本事務所」は創立当時より、清水建設・宇宙開発室内に開設されている（〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3, シーバンS館, 清水建設株式会社宇宙開発室内）。通常、次年度の夏季セッションの募集は、前年秋より始まり、新年一月中旬に締め切られる。全応募書類は日本事務所を通じて ISU 本部に送られて選考される。

## 6.3 奨学金

参加費用は一人当たり授業料、教材費、生活費、食費として \$ 12,000 で、交通費以外は全てカバーされる。現実には個人で全額を工面する学生は少ない。大半の学生は、(1) 宇宙機関・企業からの派遣、(2) 大学・研究機関からの派遣、(3) 各国・地域の奨学金、(4) ISU 本部が給付する奨学

金のいずれかによって全額又は一部を支給されて参加する。本部給付奨学金の選抜は、合格者の中から各学科での選抜順位に基づいて行なわれる。

過去に日本人で本部から全額支給された者は、海外留学中の大学院生二名にすぎない。しかし日本にはまだ独自の奨学金制度が存在しない。そこで ISU に参加した大学院生有志が93年秋に「ISU 日本大学院生奨学金」案を提唱した。これは、ISU に参加する意欲と実力はあるが、経済的理由により機会を得られない日本人の大学院生を対象に公募する給付奨学金制度である。利益が企業に帰する企業派遣とは異なり、大学院生の参加は、学生の所属学会や研究教育機関にとっても有益である。また歴代の日本学生は「宇宙工学」が大半だが、この奨学金によって他学科にも日本人の参加が増え、ISU 内での貢献度を上げることが期待される。この構想の主旨は、日本事務所や教授陣からも賛同を得ているが不況の影響か、資金調達の見込が立っていない。これを実現するには、宇宙企業・機関と並んで、宇宙関連学会や教育研究機関でも、ISU に対する一層の理解と協力を得る努力が必要である。

## 7. 終わりに

今までの解説で明らかにしてきたように、ISU への参加は、自分の専門分野での飛躍的成果を期待するのが第一義ではない。むしろ自分が今まで知らなかった他の宇宙関連分野について正確な知識を学び、もって「人類の宇宙への営みの全てを包括的に理解する」ことこそが ISU ならではの体験である。この壮大な課題を、わずか10週間で各専門分野の第一線の人物から学ぶ機会という点では、人類史上に類を見ない教育機関である。また世界各地から来た同世代と、共に生活し、学び、研究し、語り合い、刺激し合うことは、参加青年

各人の世界観・宇宙観に多大な影響を与える。そうして築かれた地球を取り巻く友情は、将来の宇宙開発・研究にとって、良き国際協力の礎となっていくだろう。

## 参考文献

- [1] Yano, H. with 60 co-authors : 1993, International Lunar Farside Observatory and Science Station Project Report, International Space University, Cambridge, Massachusetts, U.S.A., 444 Pages.
- [2] van der A, R.J. with 37 co-authors : 1993, Global Emergency Observation and Warning Project Report, International Space University, Cambridge, Massachusetts, U.S.A., 312 Pages.