日時：１月 26 日
会場：我孫子南近隣センター（けやきプラザ）

我孫子サイエンスカフェ案内文

a）タイトル
国際宇宙ステーションへの参画初期から、建設、実運用まで

地上４００km を飛行している国際宇宙ステーション（ISS）

b）内容

類い稀な、大規模な国際プロジェクトである国際宇宙ステーションに、日本は日本実験棟の建設と運用で参画した。その全容を３人の発表者が分担して説明する。

岩崎が、参画間もない頃に運用設計のまとめを担ってきた頃の模様を、長谷川が、宇宙部分と地上の建設を長期間にわたりプロジェクトマネジャーとして指揮してきた模様を、松浦が、日本初のフライトコントローラとして日本実験棟の打ち上げ時を指揮してきた模様を説明する。

１　参画間もない頃の概念検討

1982 年にＮＡＳＡから要請を受け、開発が始まった国際宇宙ステーション計画（ＩＳＳ）は、とてつもなく高い目標と長い年月をかけた壮大なものだった。当時、レーガン米国大統領の旗振りの下、ドイツ、フランス、英国などの欧州諸国とともに、日本はＪＡＸＡが中心になって本格的な有人宇宙開発プロジェクトに参加した。NASA 主導の国際宇宙ステーションへの参画が決まり、日本は日本実験棟（詳細は後述）を製作することになった。まずは、日本がどれだけ主体性をもてるか（主体性をゆるされるか）という交渉から始まった（図１－１）。その結果、日本実験棟は日本で管理すること、電力、空気、水等は NASA に依存するものの、実験機会、宇宙飛行士の搭乗機会等々は投資割合ということになった。

また、日本実験棟関連の運用システムの検討結果は図１－２のような概念となった。左が日本実験棟を維持していく運用システム、右が実験のためのシステム、中央が物資の宇宙への運搬などである。

これが概念検討２年間のあらすじである。その後、紆余曲折があったものの、基本的なおおすじの考え方や、システムの整備内容は、その後も概念検討結果が維持されていった。

図１－１　NASA との交渉

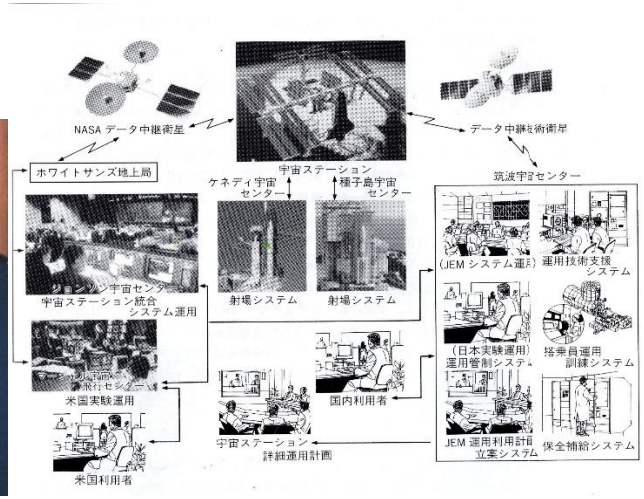

図　１－２　地上運用システムの概念検討結果

２　宇宙部分と地上の建設

プロジェクトの立ち上げ当初、日本には有人宇宙開発の経験がなく、技術、人材、プロジェクトのマネジメントなどすべての面において手探りの状態であり、その実現に対してＮＡＳＡからも疑いの目をむけられていたほど、その道のりは苦労の連続だった。宇宙国際共同プロジェクトの運営経験も有人技術もない新参者であった日本は、国内の企業や国立研究機関などの英知を集めて設計を進めるとともに、ＮＡＳＡと直接交渉することにより国際的な仕事の進め方と有人宇宙システムのノウハウを学んでいった。特に、宇宙飛行士の安全を確保はＩＳＳでは最優先だったことから、どう宇宙部分と地上設備を設計し、運用すれば安全といえるのは、ＮＡＳＡから多くを学ぶことになった。講演者は、「きぼう」が紙の上にしか存在しなかった頃からこのプ

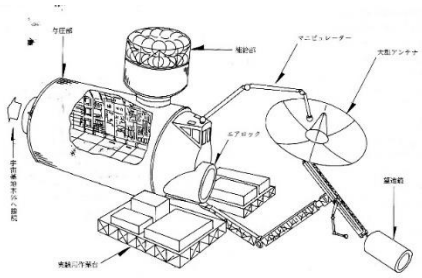

図２－１　計画当初の「きぼう」構想図
（潜水艦をイメージ）

ロジェクトに従事したが、ＮＡＳＡ主導の会議では欧州、カナダ、日本との間で激しい技術のせめぎ合いが繰り広げられた。電力や空調、通信、結合機構、デブリ対策などの設計基準はどうするのか？　参加国が独自に開発するコンピュータの接続はどうするのか？　宇宙飛行士や地上管制官が間違って操作したときに安全を確保するにはどうするのか？など１年以上議論を重ねたものもあった。国際技術調整を何十回も繰り返し、設計基準が決まり、設計書を製造図面にして「きぼう」を製造するが、数々の難問が待ち受けていた。さらに、米国の敵のロシアがＩＳＳに参画、「きぼう」日本実験棟を打ち上げるスペースシャトルが空中分解事故により運航停止、上り続ける品質要求、度重なる仕様変更など問題は山積だった。

「きぼう」プロジェクトは、宇宙に設置する「きぼう」宇宙実験棟だけではない。「きぼう」を地上から運用する運用管制設備、技術試験設備、宇宙実験設備や宇宙飛行士の訓練設備などが必要であった。この開発は、国際プロジェクトの一部になっていることと、安全要求が半端ではないことから開発には苦労が多かった。結局解決するためには、ＮＡＳＡとがっぷり四つになって対処する以外にはなくお互いウイン―ウインの関係になるようにチーム員は朝夜の日米電話会議を含めて頑張った。

こうして、プロジェクトチームは数々の苦難を乗り越えて、2008 年から 2009 年にかけて、3 回に分けて「きぼう」の構成システムをＩＳＳに輸送、基本要素の組み立てを成功させ（図 2―2)、日本にとっては中で人間が過ごす初めての有人宇宙施設を筑波から運用開始することになり新たな宇宙開発の段階に入った。

図２－２　毎日新聞記事

2019 年、「きぼう」は運用を開始してから 10 年を迎えた。その間、不具合は米国実験棟の半分以下、安全性信頼性は高く、米ロのみがもっていた有人宇宙実験棟は世界レベルになった。「きぼう」の実験スペースの半分は米国が使用し、ロシアのたんぱく質結晶実験も「きぼう」で行われ、「きぼう」のロボットアームと船内船外輸送室を使って世界の超小型衛星を定期的に放出、宇宙外交としても実績を上げている。世界の科学者と協力したＸ線天文では年に数回新星を発見、ダークマターの分野でも成果をあげつつある。「きぼう」の技術をとりいれたＩＳＳへの国際貨物輸送機「こうのとり」では、

自動ランデブー技術を獲得、実質上のＩＳＳ標準方式となり、米国民間会社にも「こうのとり」の設備や技術が輸出されている。日本人宇宙飛行士の活躍、さまざまな科学実験、国際的なパートナーシップなど、その成果は着実に日本の存在感を世界に示している。

３　日本実験棟の打ち上げ時

「きぼう」を地上から見守る管制官、フライトコントールチームが結成されたのは、1998 年。その時点で、打上げまであと３年、だった。ところが、年を経ても、あと３年、あと３年。蜃気楼を追うような日々が延々と続くなか、フライトコントローラたちは、「きぼう」打上げ後の運用に向けた準備や訓練を粛々と進めていた。そんな事態に変化が生じ、打ち上げまでの年数がついにカウントダウンし始めたのは、2005 年。太平洋を挟んで、JAXA と NASA の本番さながらの合同訓練も始まった。

国際宇宙ステーションでは、各国の実験棟の運用は、各国が実施する。そのため、日本の実験棟「きぼう」を見守る運用管制センターは、JAXA（筑波宇宙センター）にある。そこから、フライトコントローラたちは、「きぼう」の遠隔監視制御を行いつつ、「きぼう」の中で宇宙飛行士たちが行う実験や、システムのメンテナンスなどに必要な手順の指示、作業のサポートを行う。日本とアメリカ、そして高度 400km の宇宙、３か所に離れていながら、最短では秒単位のコミュニケーションをとる。そんなことが実現できるのは、実際の運用に入るまでの徹底した準備。あらゆる事態を想定して用意する手順書は、1000 を優に超える。“本番さながら”の訓練も、“さながら”なのは、訓練を受ける要員自身と、訓練に使用する地上の装置、手順書であって、訓練のシナリオ自体は、本番ではあり得ないくらいの不具合、異常事態の波状攻撃で、被訓練者をとことん追い込む。そこまでして初めて秒単位が実現する。

そんな準備、訓練を経て、ついに 2008 年 3 月、「きぼう」を宇宙に運ぶスペースシャトルの第１便が打ち上げられ、「きぼう」の最初のパーツ、船内保管室が国際宇宙ステーションに取り付けられた。そして、同 6 月、第２便。ついに「きぼう」の本体、船内実験室が取り付けられた。翌 2009 年の 7 月には、最終便が打ち上がり、「きぼう」の船外実験プラットフォームの取り付けが完了。「きぼう」完成の瞬間を迎えた。その間、そして現在までに、「きぼう」の中で全く不具合が

なかったとは言わないまでも、訓練で描かれたような最悪の事態は、一度も発生していない。「きぼう」の設計、製作からその運用準備、訓練の賜物である。

図３－１　完成した「きぼう」

図３－２　2008 年「きぼう」が国際宇宙ステーションの一部になった瞬間

c)発表者

岩崎　信夫

長谷川　義幸

松浦　真弓

d)発表者のプロフィール

・岩崎　信夫

　1965 年横浜国立大学卒業。1972 年東京大学大学院博士課程修了(単位取得)後、宇宙開発事業団(現 JAXA)に入社。日本で初めての静止衛星誕生のチームに加わるなど、人工衛星の追跡管制を中心に勤務。さらに、地球観測衛星「みどり」のプロジェクトマネジャー、宇宙ステーション「きぼう」の運用システムの概念設計、国際関連などを担当。併行して、横浜国立大学大学院、日本大学などの非常勤講師などで教育にたずさわる。退職後は、日本宇宙少年団・手賀沼カッパ分団、およびフィリピンで WeCoS（We’re Children of Space）の代表を勤め、小学生への宇宙教育にたずさわっている。著書に、図説宇宙工学等。我孫子市在住。

・長谷川　義幸　（はせがわ　よしゆき）

　ＪＡＸＡ（宇宙航空研究開発機構）客員

1950 年生まれ。1976 年、宇宙開発事業団（現ＪＡＸＡ）入社。通信、放送、気象衛星の運用システム開発に従事。1989 年から国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」の開発と運用に従事。「きぼう」の打上げ・組み立てを指揮し成功させた。「きぼう」プロジェクトマネジャー、理事を歴任。日本人宇宙飛行士の選抜、養成にも関与。上記と兼務して（2009 年～2015 年)、小惑星探査機「はやぶさ」のカプセル回収、「はやぶさ２」プロジェクト立ち上げと開発を担当。2015 年退職。著書：「きぼうのつくりかた」（地人書館）

龍ヶ崎市在住。日本プロジェクトマネジメント協会ＰＭマイスター。

（https://www.pmaj.or.jp/seminar/meister/meister_top.html）

　＊「きぼう」開発を振り返って（オンラインジャーナル連載記事）はこちら：https://www.pmaj.or.jp/online/index.html

・松浦　真弓

　ＪＡＸＡ（宇宙航空研究開発機構）追跡ネットワーク技術センター　宇宙状況把握（SSA）システムプロジェクト　プロジェクトマネジャー

1986 年、宇宙開発事業団（現 JAXA）入社。中央追跡管制所（現追跡ネットワーク技術センター）で、人工衛星の軌道計算等を行うデータ処理課に配属。その後、ロケット追尾等を行う打上管制部を経て、1998 年に国際宇宙ステーションの運用を行う宇宙環境利用推進部に異動。以来、2015 年まで、日本の実験棟「きぼう」の他、宇宙ステーション補給機「こうのとり」の運用に、フライトコントロールチームをリードするフライトディレクタとして携わる。
現在は、宇宙状況把握（SSA）システムプロジェクトにおいて、スペースデブリ観測システムの整備を実施中。
我孫子市在住。