

HTV実証機ミッション成功

Success of HTV Demonstration Flight

1997年の開発着手以降、約12年の歳月を経て宇宙ステーション補給機(H-II Transfer Vehicle: HTV)技術実証機は2009年9月11日に打ち上げられ、同18日に国際宇宙ステーション(International Space Station: ISS)へのランデブに成功、11月2日に大気圏再突入を果たし、計画どおりの日程ですべてのミッションを達成した。

ランデブ成功の映像は度々ニュースや特別番組などで報道されるなど、HTVの成功は、スペースシャトル退役が決まる中、我が国宇宙開発における国際貢献の歴史的なエポックとなった。

HTVはロケット、人工衛星、ISSの有人宇宙システムという3つの技術を融合した日本の宇宙開発の集大成と位置付けられており、当社は宇宙航空研究開発機構(JAXA)の指導の下、HTVの頭脳ともいえる電気モジュール、ISS上に設置された近傍通信システム、運用管制系の重要な3要素の開発を担当し、また打ち上げ後の飛行運用計画、運用管制にも参画した。HTV実証機は初号機ながら貴重な実験装置などの輸送ミッションに挑戦し、予定時刻どおりにISSに到達し、当社の宇宙開発総合技術力と品質、信頼性の高さを世界に示した。

HTV向けに開発した電気モジュールのランデブ技術は、JAXAの技術試験衛星Ⅶ型“おりひめ・ひこぼし”(Engineering Test Satellite Ⅶ: ETS-Ⅶ)実験で習得した技術を、厳格な有人安全要求が適用されるISSへの輸送機に必要な実用技術に高めたものである。

ISSに能動的に自動接近し、二故障まで確実に衝突を回避し、一故障があっても途切れることなく接近するという高度な課題に取り組み、自動ランデブに必要な高精度なGPS(Global Positioning System)相対飛行制御技術、安全軌道設計、三重系計算機や異常故障診断による多重系の自動切り換え技術、電池の安全対策など広範囲に及ぶ世界水準のサブシステム技術、システム技術の集大成として実現した。

HTVは今後2015年度まで継続して毎年1機、合計6機の運用機の打ち上げが計画されており、ISSの運用が延長されれば更なる追加も期待される。

HTVで開発した厳格な有人安全要求に適合するシステム技術は、我が国有人宇宙開発を進める際の基盤技術となり、HTVの技術を応用・発展させたHTV発展型回収機(HTV-R)の検討もすでに開始されている。また、HTVの電気モジュールは宇宙機の標準モジュールとして、様々な宇宙機計画に利活用できるものである。

HTVの成果は米国航空宇宙局NASA(National Aeronautics and Space Administration)にも認められ、米国シグナス宇宙船計画も我が国の近傍通信システムを用いるランデブ方式を採用し、当社は米国オービタルサイエンス社からNASA向け宇宙貨物輸送機用近傍接近システム9台を受注するなど、今後の実用宇宙機分野に確固たる地盤を築くことができた。

HTVの開発成果の一部はすでに民生分野に適用されていることに加え、故障許容設計、故障安全設計等はロボット、医療機器、産業機器、車両制御等の高安全化/高信頼性化に、高精度なGPS相対飛行制御技術は交通車両の管制や衝突防止等への活用が期待できる。

HTV技術実証機の成果は、HTV/H-II Bロケットの開発として、JAXA及びほかの参画企業とともに第39回日本産業技術大賞文部科学大臣賞を受賞した。



提供：NASA

ISSの窓から見えるHTV実証機(ISSへのランデブに成功、相対停止し、ISSのロボットアーム(右下)で把持される場所)

南極昭和基地大型大気レーダー計画“PANSY”

"PANSY" : Program of the Antarctic Syowa MST/IS Radar

1. “PANSY”計画とその実現

地球規模で発生している温暖化現象をはじめとした様々な環境変化を定量的にモニタリングするためには、大気の状態を正確に観測することが重要である。中でも大型大気レーダ(MST(Mesosphere, Stratosphere and Troposphere)/IS(Incoherent Scatter)レーダ)は、対流圏・下部成層圏(～22km)で発生する雨・雪・風といった気象現象から、電離圏(100～500km)で発生する電離された大気の動きを一度に、かつ短時間でとらえることができる唯一の測器である。南極にこのレーダを設置すると極中間圏雲(極域における高度80km前後に発生する雲)・南極重力波(大気が上下方向に振動する波)のリアルタイム観測が可能となるため、全世界的にも注目されている(図1)。この計画は2000年度からスタートし、東京大学と国立極地研究所の粘り強い推進の結果、ついに実現することになった。アンテナ素子を除く全装置を当社が製作し、2010年11月に物資が運ばれ、2011年3月から運用が開始される。

2. システム構成

PANSYは、1,045本のアンテナごとに送受信機器を配置する構成である。直径160mの略円形状フィールドから約500kWで放射した電波は上空で反射して、同じアンテナで受信する。反射信号は各送受信機器内で増幅され、隣接する観測小屋内の信号処理装置に送られた後、風速データなどの観測データが生成される。信号処理は多チャンネル同時受信によるレーダイメージングなどの高度な観測が可能である。

3. “PANSY”に必要な技術課題とその対策

PANSYは、“アクティブフェーズドアレイレーダ”であ



図1. PANSYの観測対象(研究テーマ)

り、アンテナから発する電波の位相を数千分の1秒単位で変化させることによって、電子的にビーム走査を行う。また微小な信号から大気エコーを抽出するため、特殊な符号系列を用いたパルス圧縮技術を採用している。これらの技術は現在でも最先端の技術を取り入れ進化し続けている“MU(Middle and Upper atmosphere)レーダー”で培われた(図2)。これらの技術の採用によってMU同等の性能を実現させているが、新たに2つの技術課題があがった。

(1) 省エネルギーレーダの実現

昭和基地の動力源は、“しらせ”で輸送される燃料のみであるが、従来技術では消費電力が230kWとなる。これでは昭和基地全体以上となり、継続運用することができない。この問題を克服するため、輸送可能な燃料から逆算した上限値を75kWに設定した上で、次の2つの対策によって実現した。①探知性能は送信電力(=消費電力)(P)と開口面積(A)の積で決まるため、Pを半分、Aを2倍とすることによってMUと同等性能を保ちつつ、消費電力を半減する構成とする。②従来AB級増幅原理で構成していた送信機(理論効率50%以下)に対してE級増幅原理(理論効率100%)を採用し、消費電力を半分程度とする(E級は効率が高い一方で出力制御が難しく、従来レーダでは採用されていない)。開発に際しては最適トランジスタの選択・出力整合回路の低損失化・高調波の抑圧技術を確立した。出力制御対策としては増幅前信号の波形電圧を工夫することで波形安定化に成功した。なお、これらの動作検証のため仮組立を行い検証を行った(図3)。

(2) 過酷な環境に耐えられる屋外設置機器の製造

送受信機器は屋外に設置され、14年以上南極の過酷な環境にさらされ続ける。これらには電子・マイクロ波回路が内蔵されており、最大-40℃の低温やブリザードによる振動に対する動作保証が必要であった。低温動作を保証する特殊な部品を選定した上で、恒温槽などを用いた温度試験・振動試験を数か月にわたり徹底的に実施し、動作保証を確認した。



図2. MURレーダー(京都大学)



図3. 国内での仮組立ての様子