

## 特集 ■ VR 技術と宇宙への夢

## 有人宇宙活動へのバーチャルリアリティ技術の活用



谷口博隆 宇宙航空研究開発機構  
Taniguchi Hiroto



檜佐雅洋 宇宙航空研究開発機構  
Hisa Masahiro



木内英二 IHI エスキューブ  
Kiuchi Eiji

## 1. 本取り組みの経緯

JAXA では、高度情報化への取り組みの一環として、平成 13 年頃からバーチャルリアリティを活用したシステム（VR システム）の検討・整備を進めてきた。

当初はスーパーコンピュータを利用して、国際宇宙ステーション（ISS: International Space Station）及び「きぼう」日本実験棟（JEM: Japanese Experiment Module）に関する視野解析や、宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV: H-II Transfer Vehicle）ランデブーシミュレーションの可視化等を実施し、デザインレビューや各種検証作業の効率化に寄与してきた。その後、パーソナルコンピュータ（PC）をベースとした VR システムへ移行し、ダウンサイジングを行い、宇宙飛行士や運用管制要員向けの訓練用コンテンツ等を開発し、その活用の幅を広げてきた。訓練用コンテンツの開発は、訓練マニュアル・手順書（ODF: Operations Data File）の可視化、シミュレーション時のリアリティのあるコンテンツにより、理解度の向上に大きく寄与してきた。

平成 24 年現在、VR システム及び同訓練用コンテンツは、筑波宇宙センターで実施される宇宙飛行士訓練、シミュレーション訓練等において、定常的に利用されている。

## 2. 有人宇宙開発に VR 技術を活用することのメリット

ここでは、VR 技術を利用することの大きな 2 つのメリットについて述べる。

まずひとつ目は、VR システム内に構築したデジタルモックアップの場合、軌道上のコンフィギュレーション変更等に柔軟に対応できる点が挙げられる。

JEM 関連の訓練では、ODF 等の内容を習得するため

に、座学に加えて実機の形状等を模擬したモックアップも併用しているが、JEM 完成後も、実験ラックやシステム機器の取り付け、撤去など、軌道上の JEM 船内／船外のコンフィギュレーションは日々刻々と変化している。そのような中、例えば、個別のシステム機器や機材を、JEM のどこにどのような経路で運ぶか、どのような手順で配置するかなどを具体的に説明するために、モックアップを都度改修するのは、スケジュール的にも限界がある。その点、デジタルモックアップ（図 1）であれば、PC 上で JEM 搭載機器の追加・変更が容易に行え、更に、最新状態の写真貼り付け（テクスチャマッピング）を行うことで、リアリティの高いデジタルモックアップをタイムリーに提供することが可能である。

2 つ目に、VR 技術自体が、宇宙空間という極めて特異な環境を再現することに長けているという点が挙げられる。

地上では、重力や設置場所の制約から、宇宙空間並びに巨大建造物 ISS や JEM の再現が困難であっても、VR

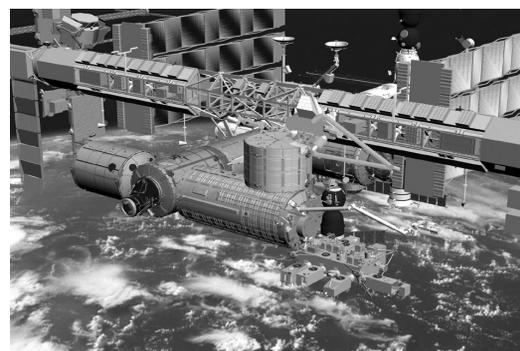


図 1 JEM デジタルモックアップの外観 \*口絵にカラー版掲載

空間上では自由自在である。軌道上及び地上を含めて、多くの関係者の連携が、ミッション遂行上、極めて重要となる有人宇宙開発にとって、宇宙の状況を模擬・可視化し、各々の頭の中のイメージを一致させていくことは、誤解や思い込みといったヒューマンエラーを低減させる意味で、非常に有効である。

実際 NASA でも、従前から VR 技術を活用した船外活動 (EVA: Extra-Vehicular Activity) 訓練が行われてきた実績がある。また各種訓練は、国際協力に基づいて、ISS 参加国がそれぞれの役割を担うこととなっているが、JAXA が担当する JEM に関しては、特に船内活動 (IVA: Intra-Vehicular Activity) の訓練にも VR 技術が活用できるよう、JEM 船内のデジタルモックアップ化に注力してきた。

近年の PC 等のハードウェアスペック及び VR ソフトウェアの向上に伴い、JEM デジタルモックアップのフィデリティは、訓練要求に応じて、年々向上させることができている (図 2)。

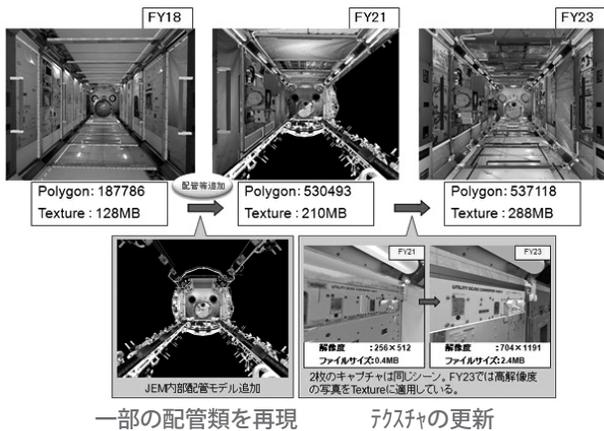


図 2 デジタルモックアップのフィデリティ変遷

### 3. VR 技術を活用した訓練内容

JAXA では、3次元ポリゴンモデルから JEM 船内/船外のデジタルモックアップを作成して、軌道上でのミッションを模擬・再現し、宇宙飛行士や運用管制要員にその見え方や動き方を確認・把握してもらうために役立っている。ここで、訓練で使用するデジタルモックアップは、訓練インストラクタが検討・作成したシナリオをベースに、適宜、該当箇所の形状修正やテクスチャマッピングによる補完・チューニングを行い、仕上げていく。訓練シナリオによっては、VR 空間上の JEM 船内で、予期しない事態を発生させることも可能である。

今回は、このようにして作成した VR 訓練用コンテン



図 3 JEM ツアー

ツを用いて実施している、主な 2 つの訓練内容について紹介する。

#### (1) 宇宙飛行士訓練への活用例

各国から訪れる宇宙飛行士を対象に、JEM 全体の概要や主要機器 (ラック、配管等) のロケーション等をデジタルモックアップによって説明できるようにした「JEM ツアー」と呼ぶコンテンツを整備している。大型スクリーン上に立体視表示で投影することもできる (図 3)。JEM ツアーでは、訓練シナリオに沿った視点切り替え、動作模擬、注記表示に加えて、見たい部分を任意に指定することもできるため、単純な CG 映像の再生とは異なり、訓練インストラクタによるインタラクティブな説明が可能である。最近では、JEM の実機を見たことがない新人運用管制要員向けにも、同コンテンツを訓練資料として準備している。

なお、HTV に関しては、「HTV Overview (図 4)」と呼ぶ同一コンセプトのコンテンツを整備、提供しており、その他の個別タスクについても、これまで整備してきたデジタルモックアップを流用しながら、適宜、複雑な作業手順等を CG 映像化して提供し、理解度・習熟度の向上に寄与している。



図 4 HTV Overview

(2)運用管制要員訓練への活用例(シミュレーション訓練)

地上運用管制要員及び宇宙飛行士を対象とした JEM 関連の各種シミュレーション訓練において、VR 技術を使用した CG 映像配信を実施している。

具体的には、事前に設定した訓練シナリオに沿って、VR 空間上で JEM ロボットアームなどの軌道上構造物の動作模擬を行うとともに、配置場所の異なる複数カメラ視点からの模擬映像を、ダウンリンク映像として運用管制室へ配信したり(図5)、軌道上の端末を想定したモニターへ同時配信したりして、大人数で実施するシミュレーション訓練を支援している。また、軌道情報や時間情報を設定しておくことで、太陽光による構造物の見え方や、スポットライト等による照明の状況を再現することができる(図6)。JEM 船内の窓から見た、宇宙飛行士の視点を共有・評価することも可能である。

このように、通常/異常時のシナリオを再現し、目に見える形で提供することで、よりリアルな訓練を行うことが可能となり、軌道上で起こり得る様々なトラブルへの対処方法並びに運用管制要員の状況把握能力の確認が行える。



図5 管制室へのVR映像配信

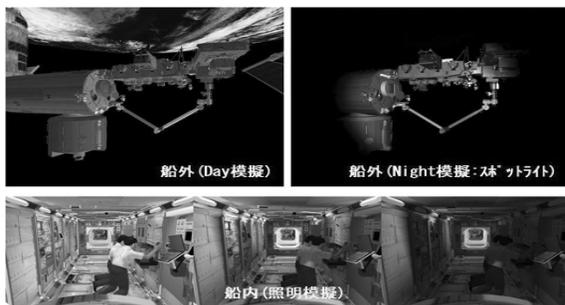


図6 船外 / 船内カメラVR映像

4. デジタルモックアップの二次的利用

整備したデジタルモックアップは、前述した訓練以外に、解析支援業務や広報業務の中でも活用されている。

年2回(4月, 10月)筑波宇宙センターで開催している JAXA 特別公開イベントでは、VR 訓練用コンテンツの改良版を大型スクリーンに3次元立体映像で投影させて、軌道上の有人宇宙活動を宇宙視点で体感してもらうなど、来場いただいた子供たちにも大変好評を得ている(図7)。



図7 JAXA 特別公開 VR イベントの様子

【略歴】

谷口博隆 (TANIGUCHI Hiroataka)

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙環境利用ミッション本部

有人宇宙技術センター 主査

2009年から現職。本部内の情報化推進業務及びVR & CAD 関連業務を担当。

檜佐雅洋 (HISA Masahiro)

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙環境利用ミッション本部

有人宇宙技術センター 主任開発員

本部内の情報化推進業務の取り纏め。

木内英二 (KIUCHI Eiji)

株式会社 IHI エスキューブ

第二ソリューション事業部

第一ソリューショングループ マネージャ

本部内で実施するVR & CAD 関連業務を支援。