

## 分散シミュレーション技術の宇宙機シミュレーションへの適用性検討

### Study on validity of distributed simulation techniques for spacecraft simulations

# 上田 裕子[1], 高橋 孝[1], 吉岡 伸人[1]

# Hiroko, O Ueda[1], Takashi Takahashi[1], Nobuto Yoshioka[1]

[1] 宇宙開発事業団

[1] NASDA

#### 1. はじめに

人工衛星など宇宙機システムの設計の最適化および検証期間の短縮、また設計の再利用性向上の目的で、我々はオブジェクト指向による宇宙機シミュレーション環境(SPLISE)の開発を行っている。これには宇宙機を構成する機器モデル群とダイナミクスや熱などの解析エンジン、およびそれらを統合的に実行するための実行支援機能などから構成される。これは全てのモジュールがひとつの計算機上で動作する形態を標準とするが、バス系とミッション系など複数機関による効率的な開発、解析エンジンの負荷分散、搭載ソフトウェアおよび機器の検証などの目的で、複数計算機に分散したモジュールがネットワークを介して協調しながら分散処理し統合されたシミュレータとして機能する分散シミュレーションの形態も可能にするよう設計されている。この通信には汎用ミドルウェアである HLA/RTI(High-Level Architecture/Run-Time Infrastructure) または HORB (Hirano's Object Request Broker)を目的に応じて利用することを検討している。宇宙機シミュレーションでは通常、論理的に時刻同期した確実なデータ通信が必須である。また搭載機器と通信する場合はハードウェア時計と同期したリアルタイムシミュレーションを行う必要があり、そのためには通信ミドルウェアは十分高速でなければならない。また既に開発されたモジュールやシミュレータに対して通信ミドルウェアを利用するための改修の負荷などを評価する必要がある。本稿では、これらの特性を評価するために行なったベンチマーク試験やサンプルシミュレータを用いた検討の状況を報告する。

#### 2. 通信ミドルウェアの特性評価

HLA/RTI は米国防省が中心となり開発、標準化が推進されてきた分散シミュレーションに特化したサービス仕様の規定を実装したものであり、米国防省および ESA とその関連機関などで実績がある。複数のベンダーから提供されているが、我々は間の ISS-HTV(International Space Station - H-IIA Transfer Vehicle)分散シミュレーションで利用が検討されている 2 つの RTI についてまずベンチマーク試験により同期データ送受信の性能を確認した。また、宇宙機シミュレータのサンプルとして簡易 HTV シミュレータおよびそれと通信する ISS シミュレータを制作し、適用性を検討した。

HORB は分散環境での Java ベースのクライアント - サーバ間アクセス技術として広く用いられ、組込みリアルタイムシステムにおいて特に軽量、高速性で実績がある。宇宙機の搭載ソフトウェアや搭載機器の検証の目的で分散シミュレーションを行うには、搭載 CPU ボードに通信ミドルウェアを組み込む必要があるが、HORB は Java アプリケーションが動作可能であればハードウェアや OS に対する依存がなく、また Java と HORB に必要なメモリ容量も小さいため比較的組込みが容易で、搭載ソフトウェアに対する影響は小さいと考えられる。そこで、搭載 CPU ボードで動作するソフトウェアと SPLISE が HORB を用いて通信しながらシミュレーションを実行する状況を模擬するハードウェアおよびサンプルソフトウェアを構成し、適用性や機能を確認した。

#### 3. 通信ミドルウェアの分散シミュレーションへの適用性

宇宙機シミュレーションでは分散オブジェクト間の同期が必須であるが、RTI、HORB のいずれを用いても確実な同期通信を行うことができる。またいずれも一方的なデータ参照などの際に有効な非同期通信の機能も備えている。RTI は計算負荷の分散や分散並行開発のためにモジュールを複数計算機に分散して実行する場合などには有用であると考えられる。しかし、通信速度の点で RTI は送受信するデータをすべて文字列に変換する等の処理も必要なことから、計算機の性能、ネットワークの状態、送受信データ量などの条件によっては実用性に問題が生じる場合も有り得る。またソフトウェアサイズおよび動作可能な OS、コンパイラの制約等から搭載機器との通信には適用が困難である。一方 HORB は軽量であるためシミュレータモジュール間はもちろん、搭載 CPU ボード上で動作する搭載ソフトウェアとシミュレータとの通信にも十分利用できると考えられる。また HORB を利用するためのアプリケーションへの改修負荷も小さい。ただし、搭載 CPU で動作可能な Java 環境を調達する必要がある。これまでの検討から宇宙機の分散シミュレーションに通信ミドルウェアを利用することは有効であると言えることができるが、さらに通信速度に関する定量的な検討および、実搭載ソフトウェア、搭載 CPU ボードを用いた評価等を行なう必要がある。