

システム安全・運用評価技術

報告書番号：R19JG3216

利用分野：研究開発

URL：https://www.jss.jaxa.jp/ar/j2019/11475/

● 責任者

嶋英志, 研究開発部門第三研究ユニット

● 問い合わせ先

藤本圭一郎(fujimoto.keiichiro@jaxa.jp)

● メンバ

南部 太介, 伊藤 孝行, 根岸 秀世, 大西 陽一, 西元 美希, 大門 優, Ashvin Hosangadi, 福地 健, 猪野 正輝, 深澤 修, 大野 真司, Andrea Zambon, 中島 健賀, 雨宮 孝, 梅村 悠, 藤原 大典, 谷 洋海, 藤本 圭一郎, 王丸 哲文, 福田 太郎, 外山 雅士, 井手 優紀, 須藤 翔太, 照沼 暁光, 赤井 恒太

● 事業概要

スペースデブリ対策のひとつである非デブリ化の一環としてロケット上段や宇宙機の高忠実な物理モデルによる新しいリエントリ溶融性評価法 LS-DARC を開発し, 安全要求厳格化に備えた EC 値の高精度評価や設計上流段階からの安全性設計を実現させる。

この活動で得られる 6 自由度軌道, 空力, 熱流束, 熱伝導及び溶融による形状変化を考慮した多分野連成シミュレーション技術は解析時間が短いうえに広く応用が可能なものであり, HTV 搭載型小型回収カプセルや再使用型ロケットの空力・熱流束評価などに適用していく計画。

参考 URL: <http://stage.tksc.jaxa.jp/jedi/simul/index.html>

● JAXA スーパーコンピュータを使用する理由と利点

リエントリ安全評価では様々な物理シミュレーションを組合わせた連成解析を, 様々な不確定因子ばらつきを考慮した確率論的評価が不可欠である。それに加えて安全性設計を実現させるには設計パラメータも変えた評価が欠かせない。従って, 高負荷な数多くの数値解析の実行ができる高性能な計算機環境が欠かせない。また取扱う解析対象もロケット上段や宇宙機全体であることから, 機微情報を取扱う必要がある。従って, 高性能な JAXA 内のスーパーコンピューターである JSS2 は不可欠であり, 重要な役割を果たしている。

● 今年度の成果

本年度は、ロケット上段や宇宙機のリエントリ安全評価用の複合物理連成解析ツール LS-DARC を完成させるうえで必要なロケット上段全機やロケットエンジンに対する溶融性評価をおこなった。その結果、リエントリ安全評価におけるリスク指標である EC 値へ感度が高い因子識別、熱流束・空力特性の縮約モデルについて改良が必要な対象の識別、及び複雑形状で部品点数が多い機体の実用解析におけるツールの改良点識別と改良をおこなうことができた。また、溶融破壊などにより分離した複数物体を扱うことができる機能のための検証解析もおこなった。図1は、リエントリ安全評価コード LS-DARC の概要とロケット上段やロケットエンジンに対する解析例である。

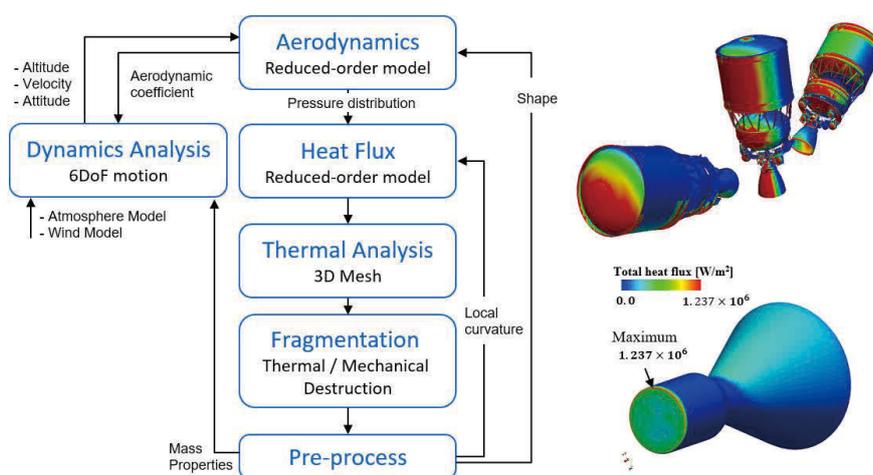


図1: 高忠実な多分野連成モデルによるリエントリ安全評価法 LS-DARC とロケット上段及びロケットエンジンに対する表面熱流束分布

● 成果の公表

-査読なし論文

Fujimoto, K., Negishi, H., Daibo, T., Iizuka, N., Shimizu, R., and Okita, K., "High-fidelity Spacecraft-oriented Re-entry Safety Analysis Code of JAXA : LS-DARC," 10th IAASS, 2019.

● JSS2 利用状況

● 計算情報

プロセス並列手法	MPI
スレッド並列手法	FLAT 並列
プロセス並列数	32 - 192
1 ケースあたりの経過時間	168 時間

● 利用量

総資源に占める利用割合^{※1} (%) : 0.02

内訳

計算資源		
計算システム名	コア時間(コア・h)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
SORA-MA	105,968.96	0.01
SORA-PP	38.07	0.00
SORA-LM	0.00	0.00
SORA-TPP	3.15	0.00

ファイルシステム資源		
ファイルシステム名	ストレージ割当量(GiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
/home	406.85	0.34
/data	25,781.24	0.44
/ltmp	15,406.12	1.31

アーカイバ資源		
アーカイバシステム名	利用量(TiB)	資源の利用割合 ^{※2} (%)
J-SPACE	1.60	0.04

※1 総資源に占める利用割合 : 3つの資源(計算,ファイルシステム,アーカイバ)の利用割合の加重平均

※2 資源の利用割合 : 対象資源一年間の総利用量に対する利用割合