

## 液体酸素／液体水素エンジン噴射器の耐久性評価試験

Endurance Test for the Injector Elements of reusable LOX/LH<sub>2</sub> Engine

宇宙科学研究本部 技術開発部 飛翔体技術グループ 八木下剛

Tsuyoshi Yagishita, Space Vehicle Development Group, Technology Development Department, ISAS

宇宙科学研究本部 宇宙輸送工学研究系 徳留真一郎

Shinichiro Tokudome, Department of Space Transportation Engineering, ISAS

**Abstract :** In the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), a flight test campaign for studying reusable space transportation system has been performed with a small vehicle having a 10 kN class LOX/LH<sub>2</sub> propulsion system. As a part of this study, we are evaluating the injector elements of reusable engine endured various thermal impacts with the small scale test pieces and original test equipment.

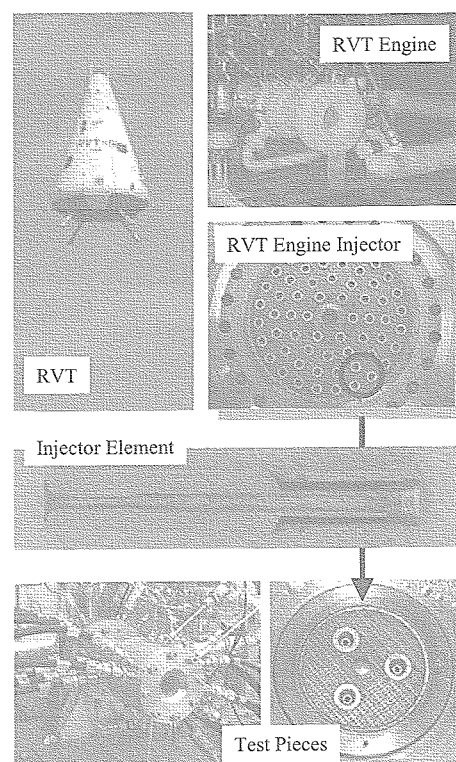
## 1. はじめに

繰返し運用可能な LOX/LH<sub>2</sub> (液体酸素／液体水素) 宇宙輸送システムの構築を目指して宇宙科学研究本部で開発・運用を進めている再使用ロケット実験機に搭載されている 10kN 級 LOX/LH<sub>2</sub> エンジンの噴射器要素について、その繰返し使用に対する耐久性評価試験を実施した。

## 2. 研究の概要

再使用ロケット実験機 (RVT) エンジンでは耐久性及び信頼性向上を目的に、製造工程において熱を加えないことから残留応力が発生しない電鋳技術を用いた一体構造型噴射器要素を開発し適用している。再使用という観点からは、本噴射器の繰返し使用すなわち多数回のエンジン起動／停止に対する健全性を検証する必要があるが、実験機本体の運用では十分なエンジン起動回数を得られず、噴射器要素の本格的な耐久性評価を実施することは難しい。そこで、Fig.1 に示すように 60 個ある RVT エンジンと同じ噴射器要素を 3 個取り出した小規模供試体を製作し、エンジン起動／停止時の熱衝撃サイクルの点で実機作動条件を模擬した負荷を与え、噴射器要素の耐久性を評価するための試験を実施した。

試験実施にあたっては、液体水素を使用しないコンパクトな LOX/LH<sub>2</sub> エンジン試験設備の設計・製作を新たに行った。本設備の推進剤供給系統図及び外観を Fig.2 に示す。本設備は、液体水素の代わりに常温水素ガスを使用し、液体酸素との熱交換で冷却することにより、実機エンジンの再生冷却でガス化した低温水素ガス温度 (噴射器入口で約 150K) に近くなるよう制御した。この手法により、燃料の取扱いと燃焼器の構造を簡易なものにできる。



**Fig.1 Injector Elements of LOX/LH<sub>2</sub> Engine for RVT**

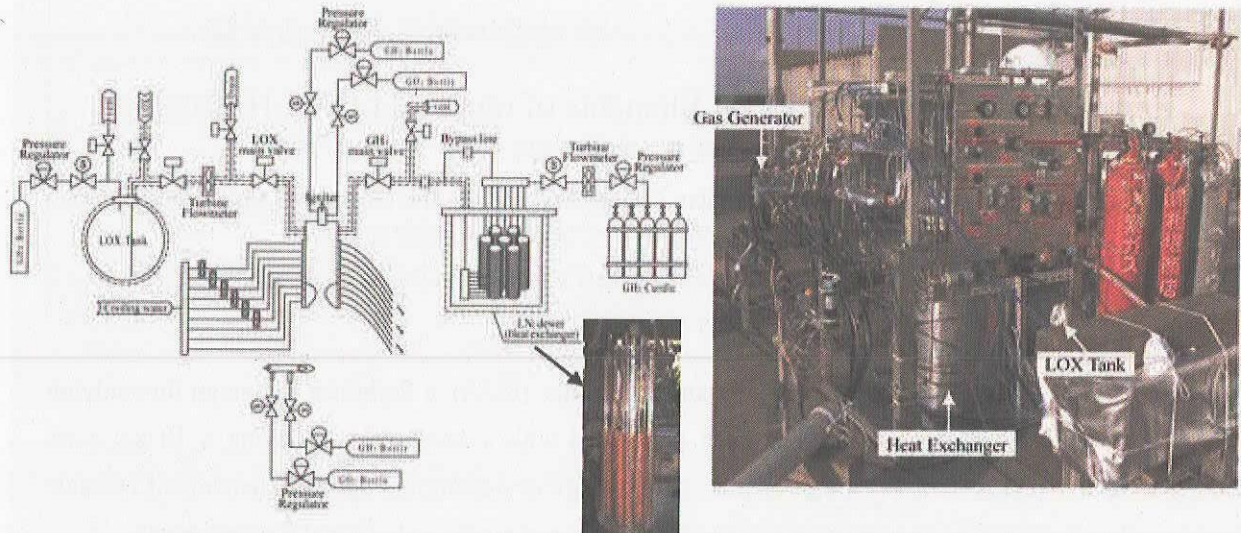


Fig.2 Schematic and exterior view of Injector Endurance Test system

### 3. 成果の概要

5秒間の燃焼とそれに続く10秒間のインターバルを1サイクルとして10サイクルの起動/停止を1回の試験とし、計108回の燃焼を行った。試験に関しては、実機の作動条件を模擬することに重点を置いた。RVT実機と耐久性試験(燃焼40回目)の噴射器環境及び結果概要をTable.1に示す。

また、耐久性試験の10回目と100回目の燃焼時における燃焼圧力、噴射器入口圧力の履歴は、100サイクルの起動/停止時においても噴射器が正常に機能していることを示している(Fig.3)。

Table.1 Typical Test Conditions for RVT and Injector Endurance Test (IET)

		RVT*	IET**
Number of Element		60	3
Mass Flow Rate(kg/s)	Oxidizer	2.5	0.13
	Fuel	0.42	0.021
Mixture Ratio		6	6
Chamber Pressure(MPa)		2.55	2.51
Injector inlet Pressure(MPa)	Oxidizer	3.59	3.44
	Fuel	2.92	2.74
Injector inlet Temperature(K)	Oxidizer	105	97
	Fuel	146	147

\* RVT-8-2, \*\* 40th burning

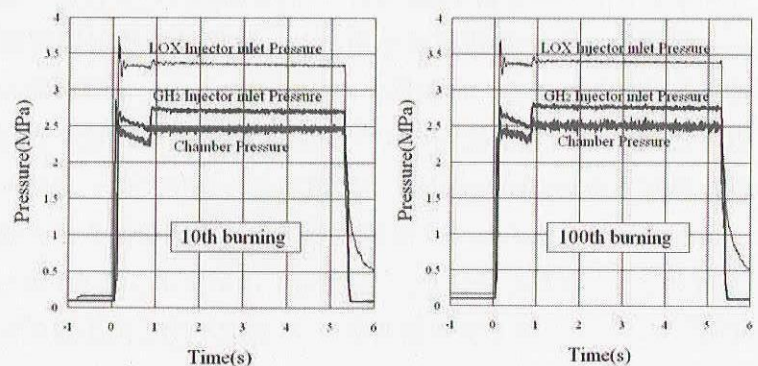


Fig.3 Histories of Injector and Chamber Pressure in the 10th and the 100th burning

### 4. まとめ

繰返し運用可能な LOX/LH<sub>2</sub> を目指して、電鋳製エンジン噴射器の耐久性試験を実施した。これまでに108サイクルの起動/停止、計529秒間の燃焼試験を実施し、噴射器が正常に機能していることを確認した。

今後1000回程度を目標に熱衝撃サイクルを繰返し、噴射器に与えるダメージを評価していく予定である。