

JAXA新型超臨界スラスト装置の概要

JAXAで液体ロケットエンジンシステムの新型燃料供給システムとして技術開発をすすめてきた「**自己加圧燃料供給システム技術**」を小型衛星向け新型推進システム「**無毒超臨界スラスト**」として適用することが可能であると判断し、現在搭載品の試作を鋭意進めている。スラストシステム概要は以下である。

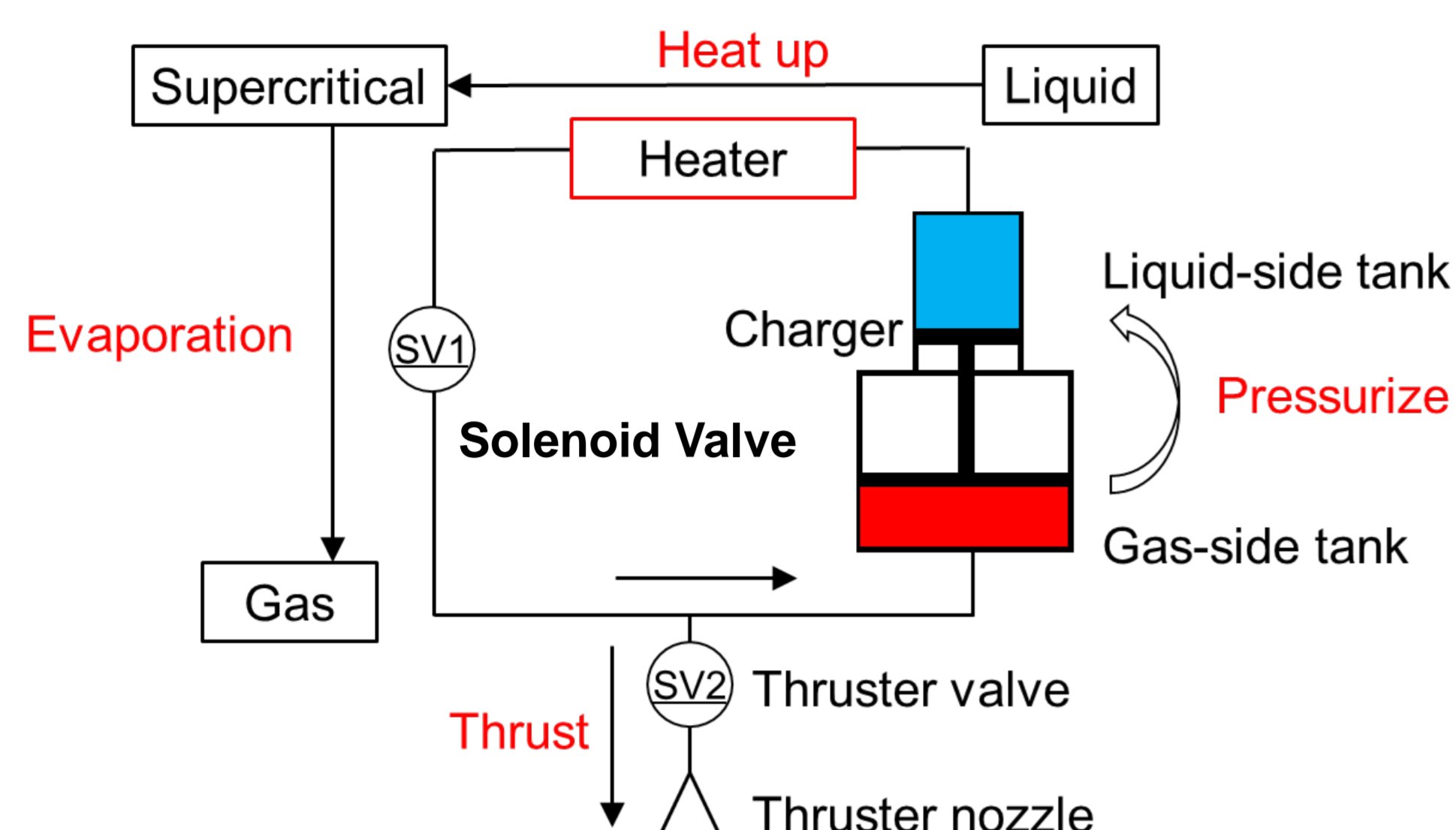


図1 JAXA新型超臨界スラスト装置基本機能系統図

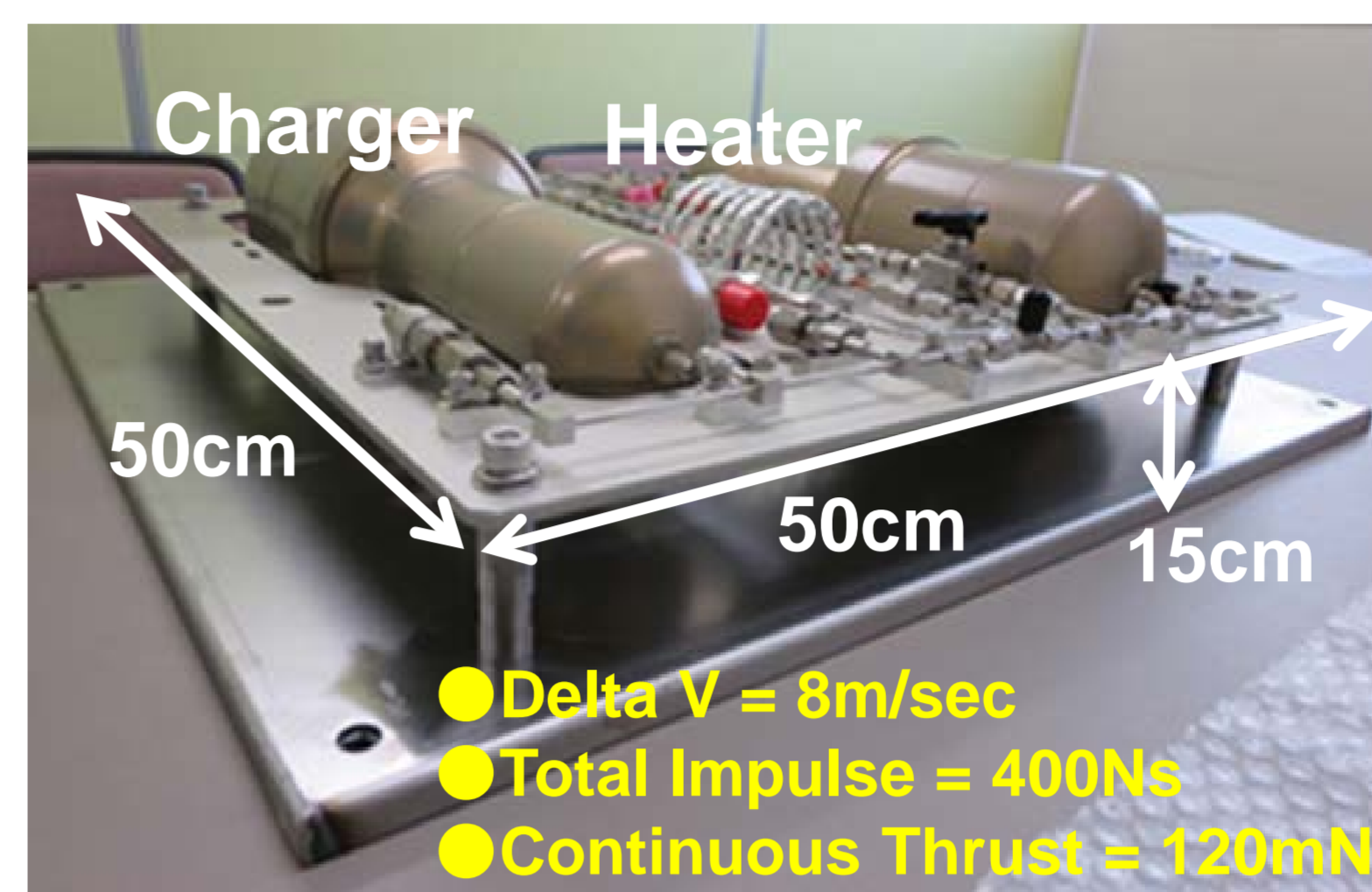


図3 小型衛星用超臨界スラスト装置

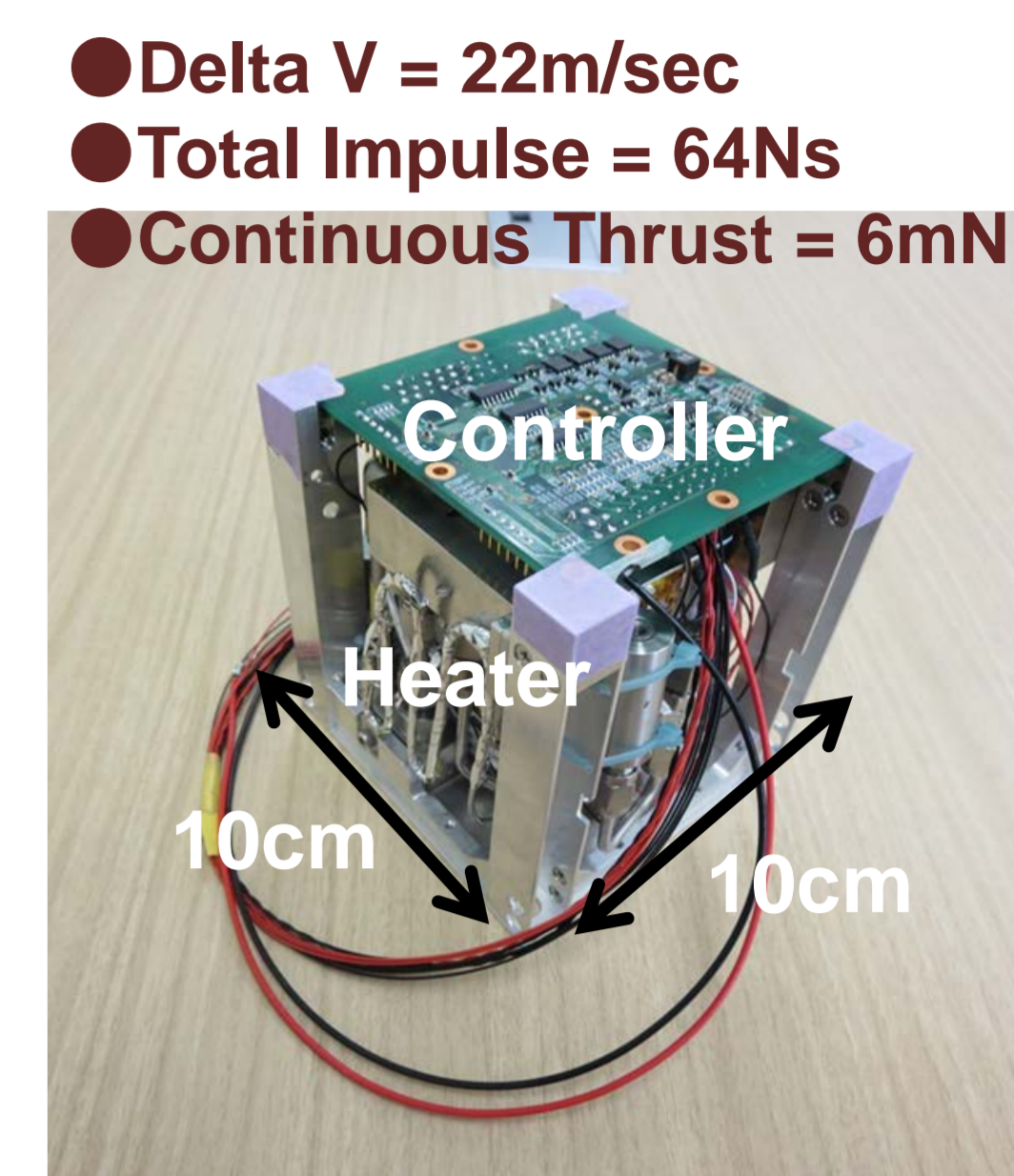


図4 3U-CubeSat用超臨界スラスト装置

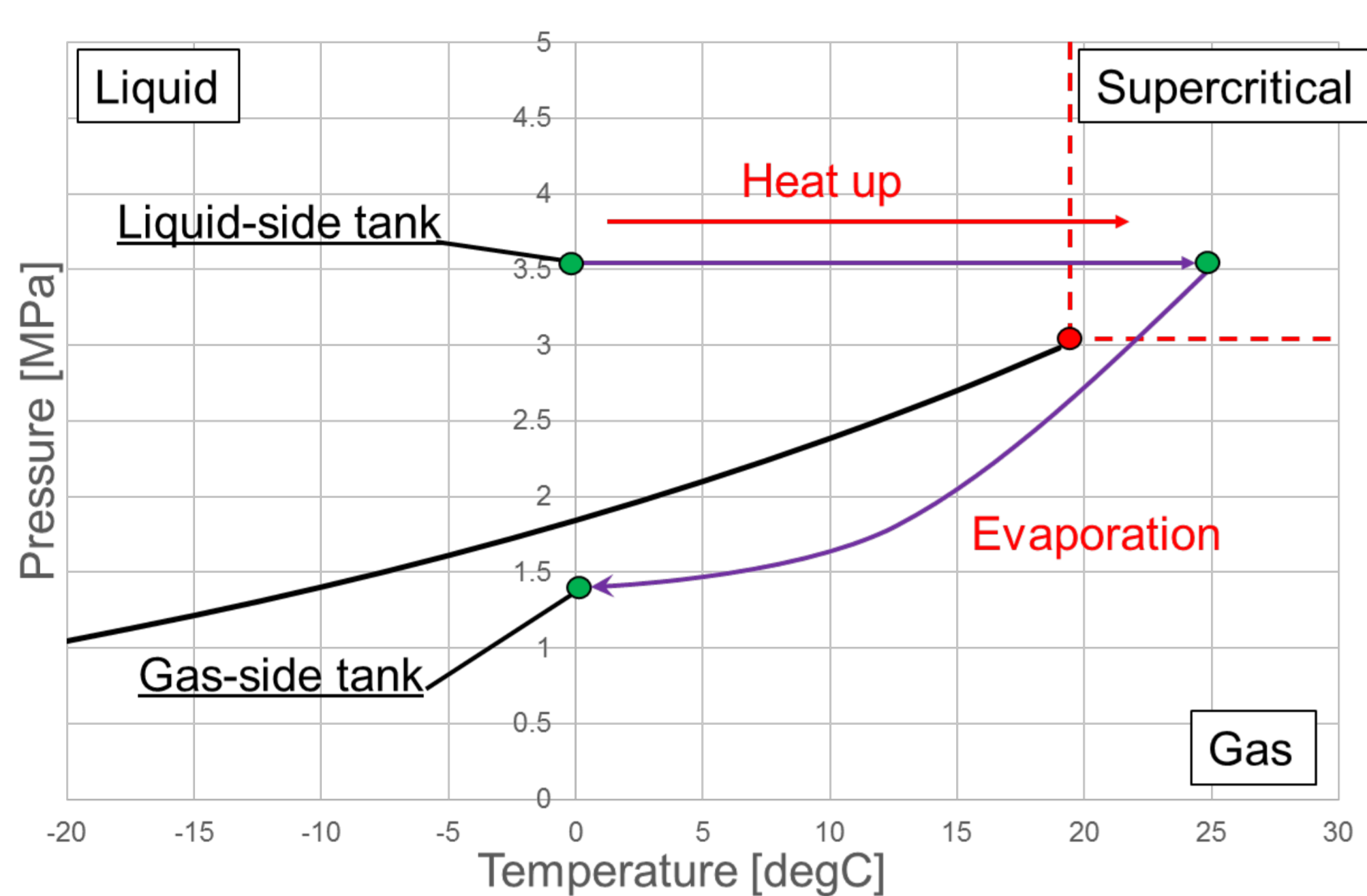


図2 HFC (R-116) の超臨界スラストでの状態遷移図例

超臨界スラストの特徴

- 燃料を「**液体**」で貯蔵するため高圧ガスで貯蔵する従来のコールドガスジェットシステムに比較して大幅に小型化が可能となる。同時に扱いが煩雑な高圧ガスタンクを除去できる。
- 液体燃料候補は**無毒で常温で安定なHFC, N₂O, CO₂**等である。
- 液体燃料から噴射ガス生成は熱交換器で**超臨界状態**を経由させることで沸騰が回避され、連続的にドライガスを供給できる。
- 燃料を「**チャージャ**」という面積比付きピストン容器による一定加圧供給ができるため、高価で重量物のポンプあるいは減圧弁が不要となり、低コスト/軽量化が可能となる。
- 燃料貯蔵・運転圧力が**低く抑えられるため安全性、信頼性が向上し、コスト低減**が可能となる。

実機BBM/FM開発試験及び派生技術

- JAXAは**50kg級小型衛星用超臨界スラスト装置実機BBM (HFC:R-116)**を試作、真空作動試験で長期間連続噴射能力を確認した。また振動試験においてH-2A/Arian5 打上げ時条件での機械的耐性も確認もした。(図5及び図6)
- 並行して**CubeSat用超臨界スラスト装置BBM**の試作も実施し、真空作動試験により長期間連続噴射機能確認を行った。(図4)
- 上記のHFCスラストの派生型として、イソブタン・プロパンなどの**LPGを燃料としたスラスト**(図8)を開発し、長時間連続噴射可能であることを確認した。このシステムは a) LPGを用いることで**入手性高・低コスト**, b) 無毒かつ低圧(0.2-0.8MPaG)で**安全性高**, c) **電力コスト低**(2.5W/mN)などの特長を有する。本スラストは株式会社ALEの2号機(ALEx)に搭載予定であり、**昨年12月にFM開発を完了**した。またFM開発に伴い、専用の制御基板を開発した(図9)。来年度には軌道上運用実証を行う予定である。
- JAXAはHFC以外に**N₂O**を燃料とした「**触媒反応スラスト**」の技術開発を行っている。これは**無毒**でかつ**高Isp**が得られるもので従来の**ヒドラジンスラスト**の代替として期待できるものである。本年度は燃焼可視化試験を実施した。(図7)

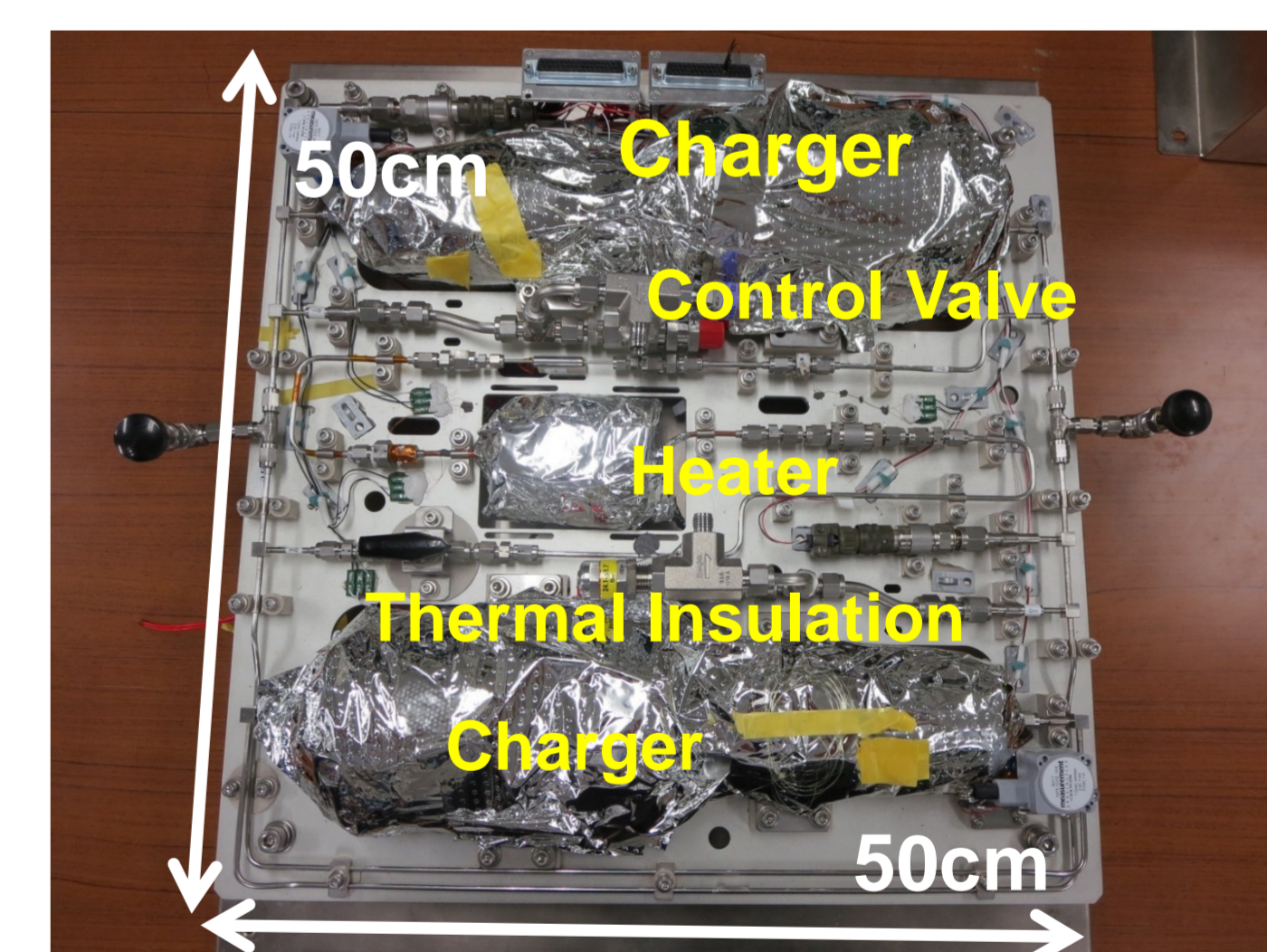


図5 HFC超臨界スラスト装置実機BBM

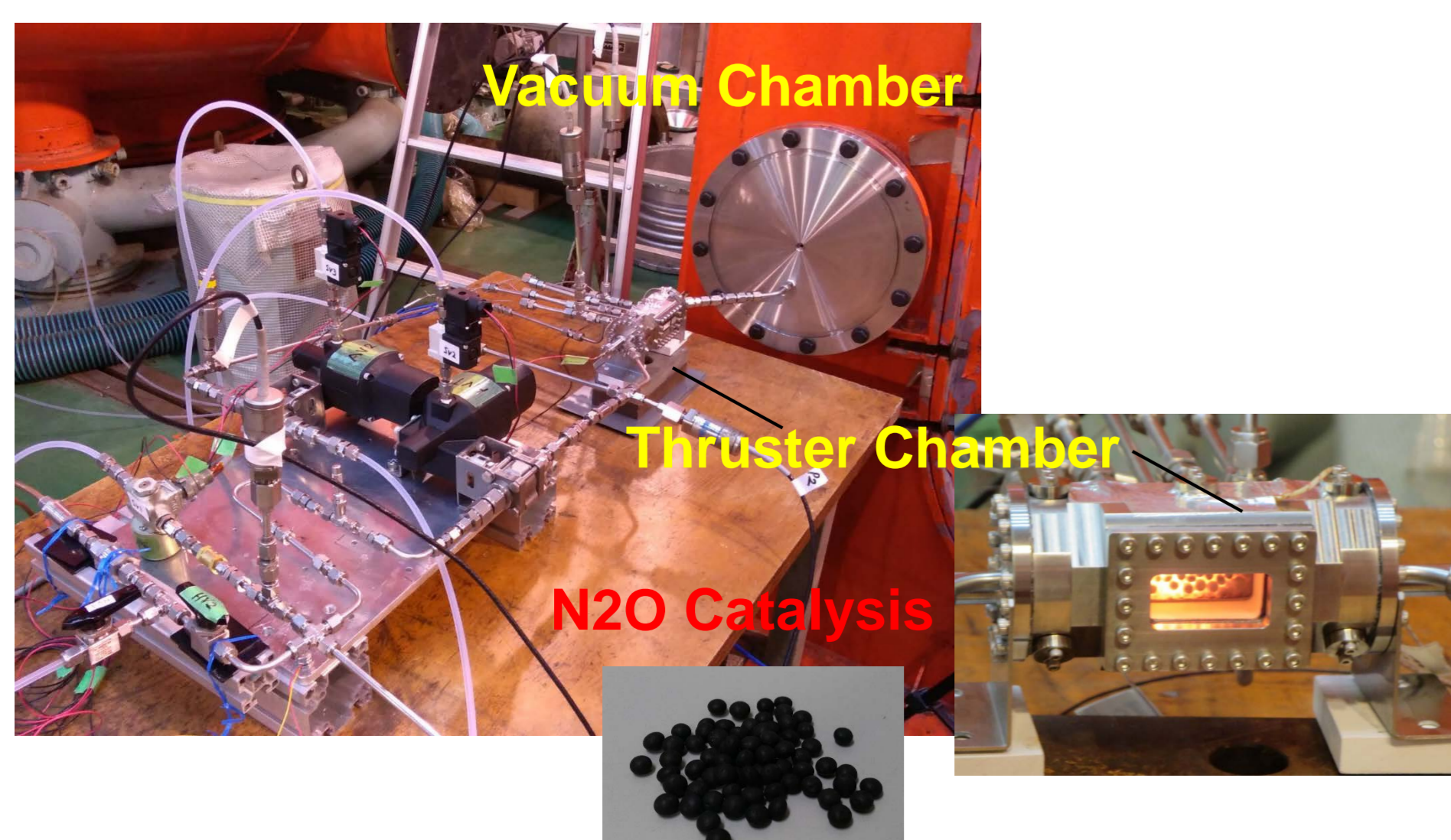


図7 N₂Oスラスト燃焼可視化試験

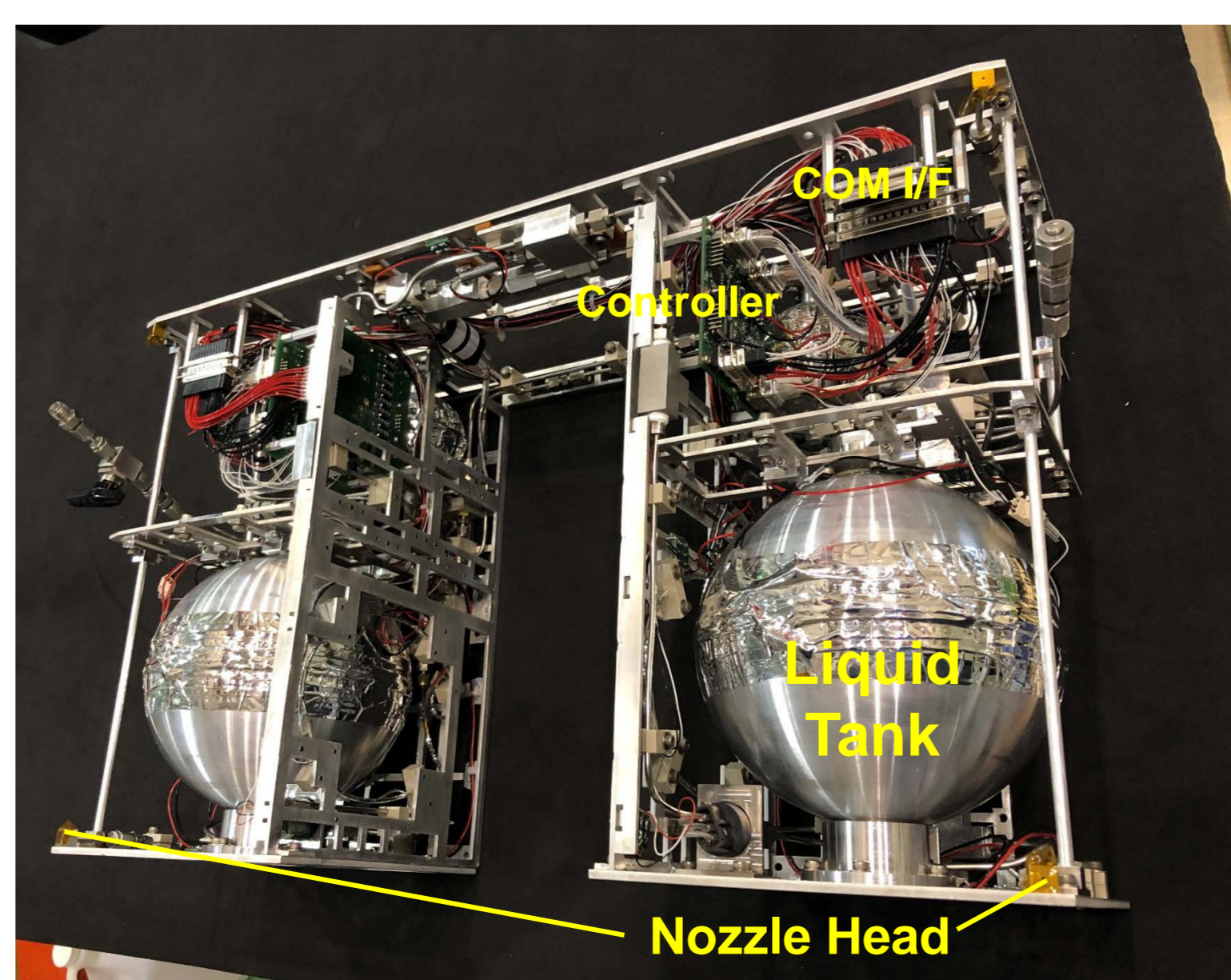


図8 LPGスラストFM

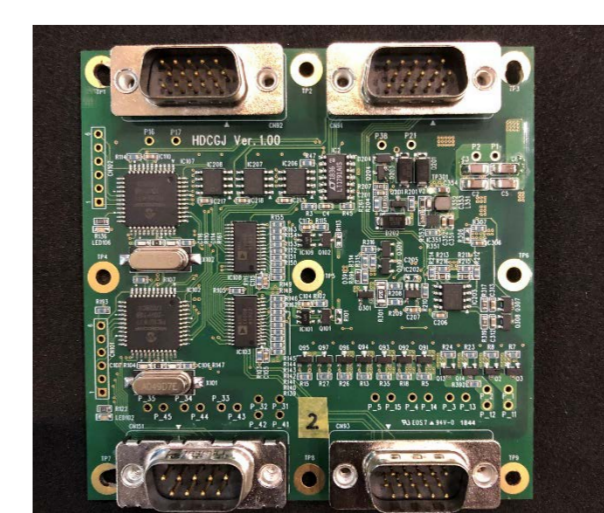


図9 FM用制御基板

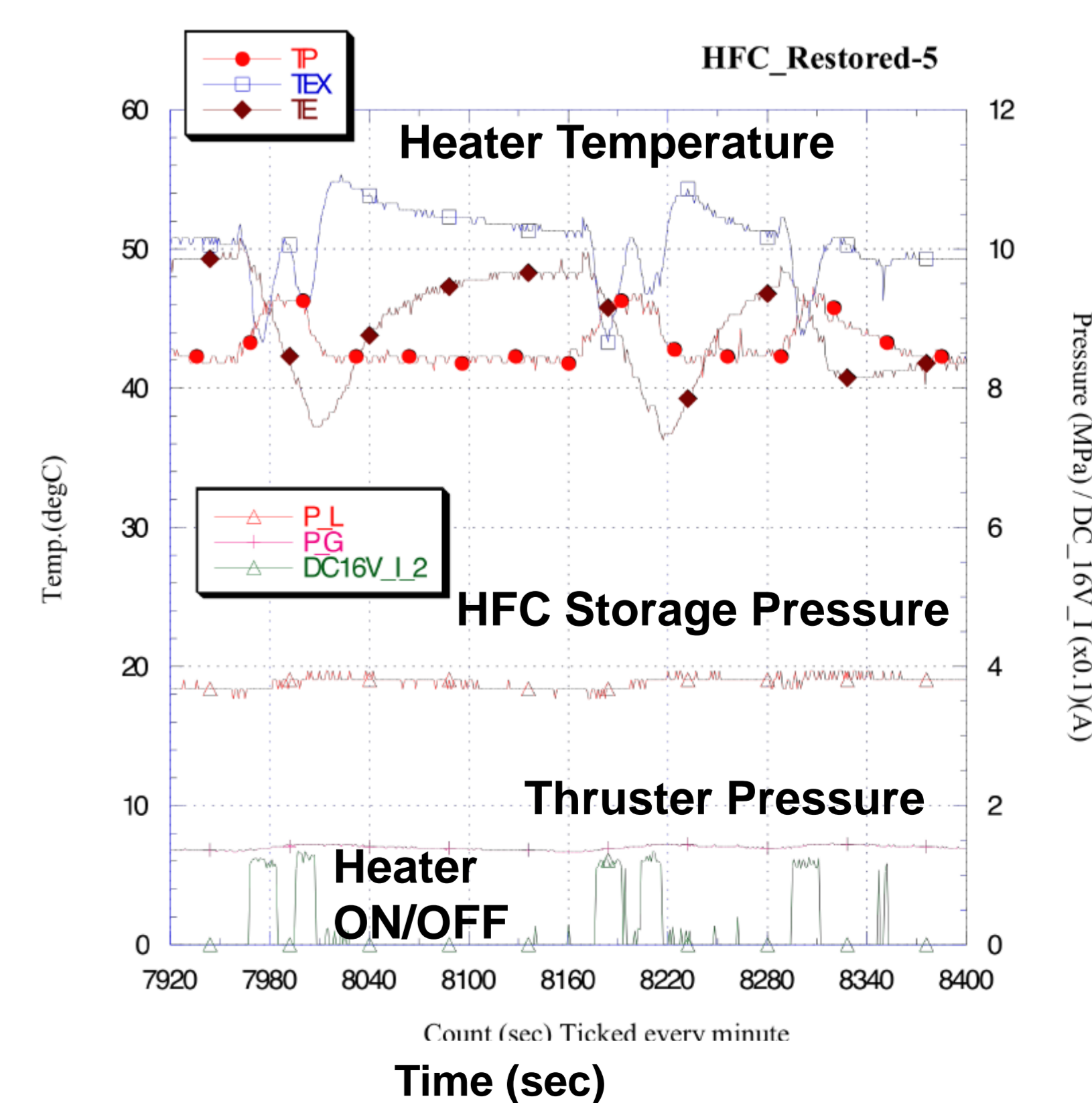


図6 HFC超臨界スラスト真空作動試験結果例