

委11-1

「あかつき」の現状について

宇宙航空研究開発機構
宇宙科学研究所

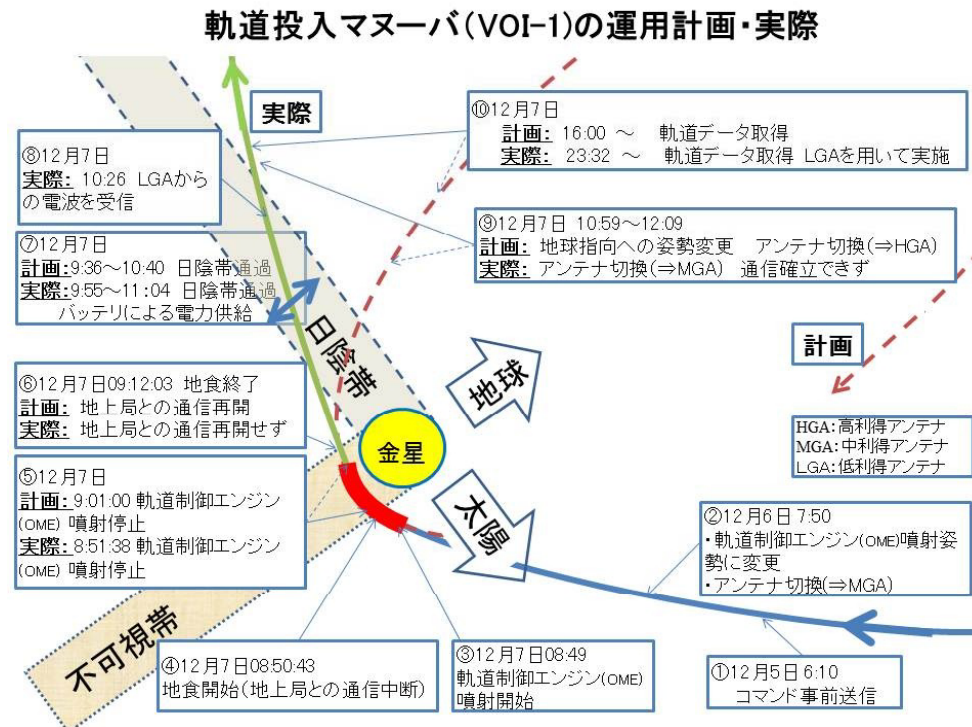
2011年4月13日

目次

1. 経緯
 2. あかつき観測機器の状況
 3. あかつきの軌道(太陽周回軌道)及び現在位置
 4. あかつきの運用状態について
 5. 軌道上の熱環境
 6. あかつき外部の温度
 7. 今回の報告まとめ
-
- A.1 あかつき機器配置図
 - A.2 逆止弁不具合検証試験の現状
 - A.3 軌道制御エンジン(OME)検証試験の現状

1. 経緯(1/2)

1. 金星探査機「あかつき」は平成22年5月21日にH-IIAロケット17号機で打ち上げられた。
2. 平成22年12月7日金星周回軌道への軌道投入マヌーバ(VOI-1)を実施。燃烧開始後約152秒後の大きな姿勢変動の後、約158秒後に燃烧を停止(予定では約720秒後に燃烧停止)。金星周回軌道投入に失敗し太陽周回軌道を飛行中(下図参照)



1. 経緯(2／2)

3. 平成22年12月8日 宇宙開発委員会において原因究明並びにそれらの対策等に必要な技術的事項について調査部会において調査審議することを決定.
4. 平成22年12月17日、27日の2回の調査部会において、事実確認、FTAを用いた推定原因の洗い出し及び絞り込みを行い、現在は推定した不具合のメカニズムについて、試験・検証を実施中.
 - ・第2回調査部会で提示した試験・検証スケジュールに沿って原因候補の絞り込みと軌道上環境を模擬したOME燃焼試験等を継続して実施中.
 - ・供試体数・設備運用の制約がある中で最大限有益な試験が行えるよう各試験の検証を実施. 試行錯誤の結果、より多くの条件での試験が必要になったなどの理由により、第2回調査部会で提示したスケジュールよりも多少の遅れが生じている.
 - ・引き続き検証試験を実施し、結果をまとめ、宇宙開発委員会調査部会にて報告を予定している.
5. 金星軌道への再投入に向けた検討を実施中.
これまでに得られた検証試験結果を反映し、再投入に向けて複数の軌道投入運用案を並行して検討中.

2. あかつき観測機器の状況

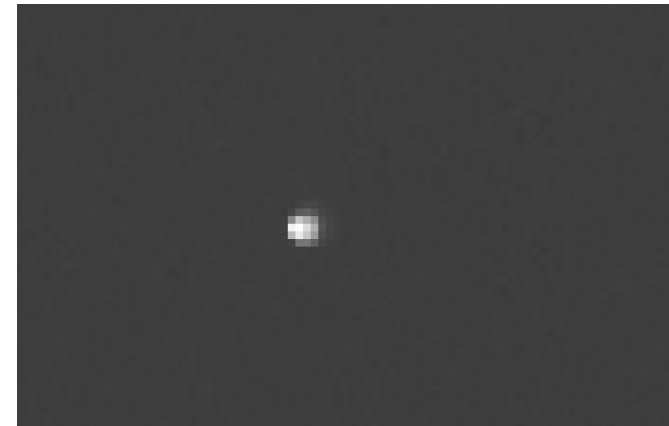
・VOI-1の後の観測機器の健全性確認のために、2010年12月9日に中間赤外カメラ(LIR)、紫外イメージャ(UVI)、 $1\mu\text{m}$ カメラ(IR1)の3台のカメラを立ち上げて60万kmの距離から金星の夜側を撮影し、これらの機器の動作に問題がないことを確認した。

・2010年12月17日に超高安定発振器(USO)を基準信号源として進行波管(TWTA)で増幅したダウンリンク信号の周波数安定度を計測。これらの機器の健全性を確認した

・2011年3月に科学データ取得と観測機器の健全性確認を兼ねて中間赤外カメラ(LIR)、紫外イメージャ(UVI)、 $1\mu\text{m}$ カメラ(IR1)、 $2\mu\text{m}$ カメラ(IR2)の4台のカメラを用いて1000万km以上の距離から金星を複数回撮影し、 $2\mu\text{m}$ カメラ(IR2)についてもVOI後の健全性を確認した。

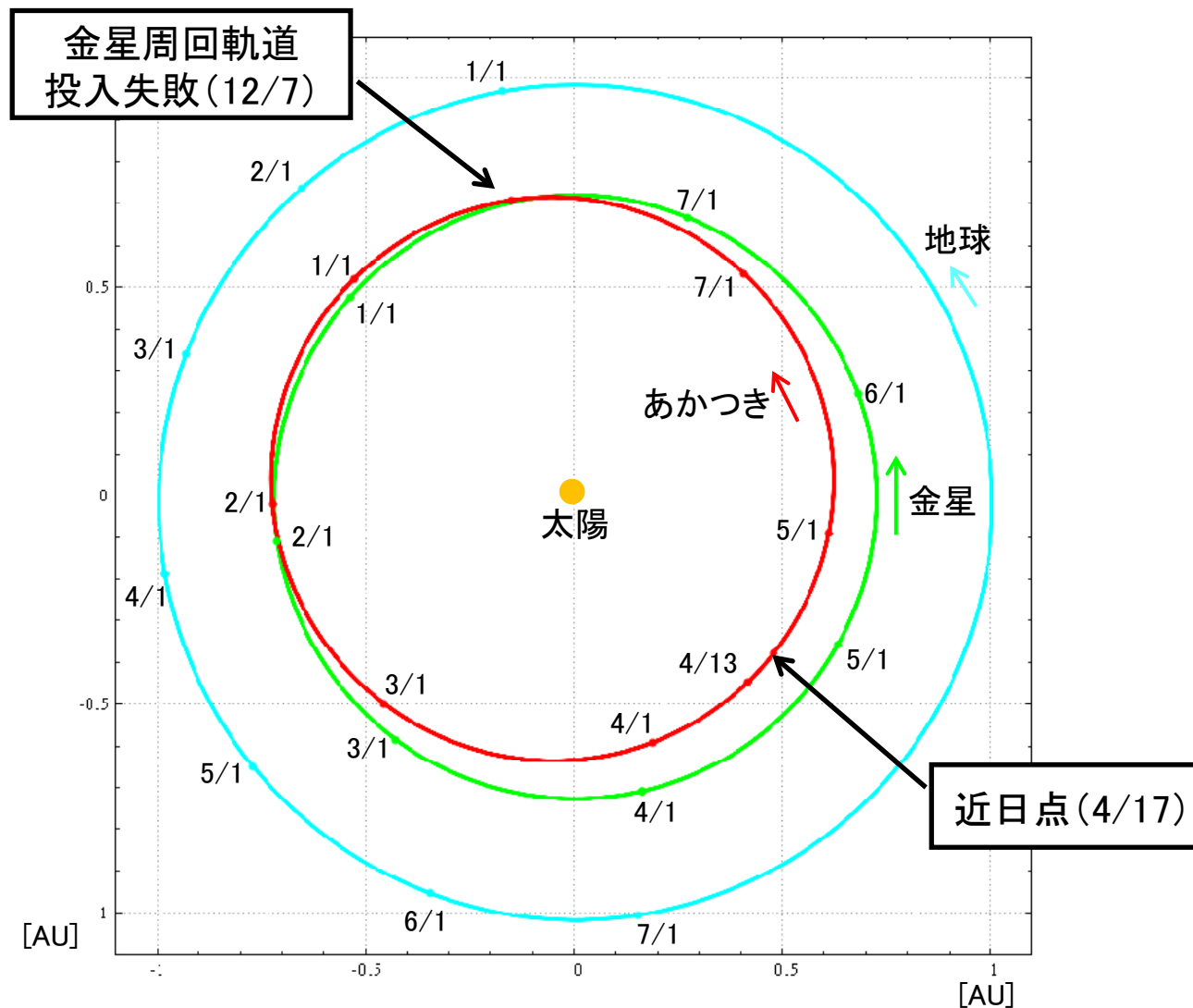


VOIの2日後の12/9に撮影した金星
(左から波長283nm, $0.9\mu\text{m}$, $10\mu\text{m}$)



3/9に $2\mu\text{m}$ カメラ(IR2)を用いて波長 $2.02\mu\text{m}$ で撮影した金星

3. あかつきの軌道(太陽周回軌道)及び現在位置



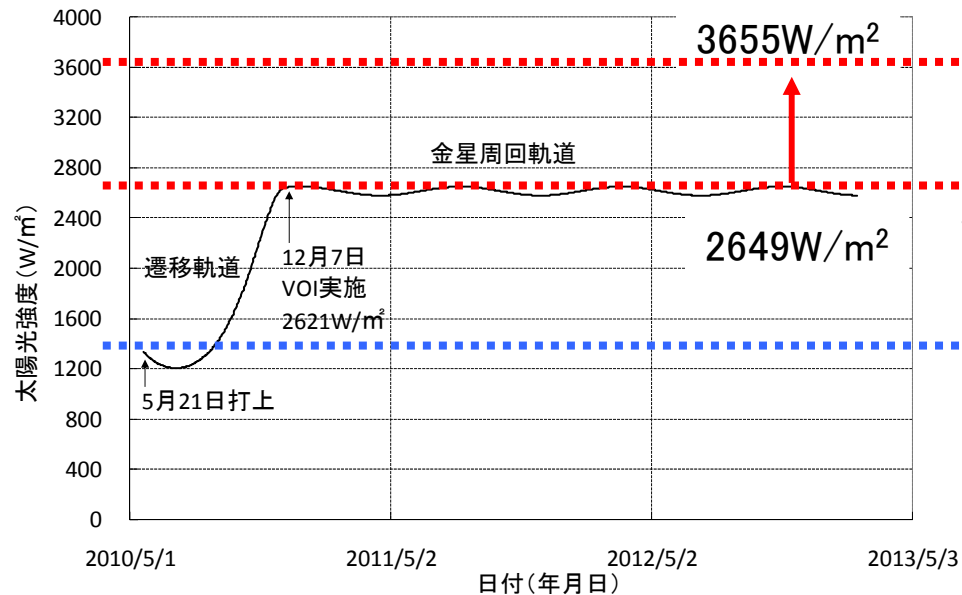
注: 1AUは地球と太陽の距離で約1億5千万km

4. あかつきの運用状態について

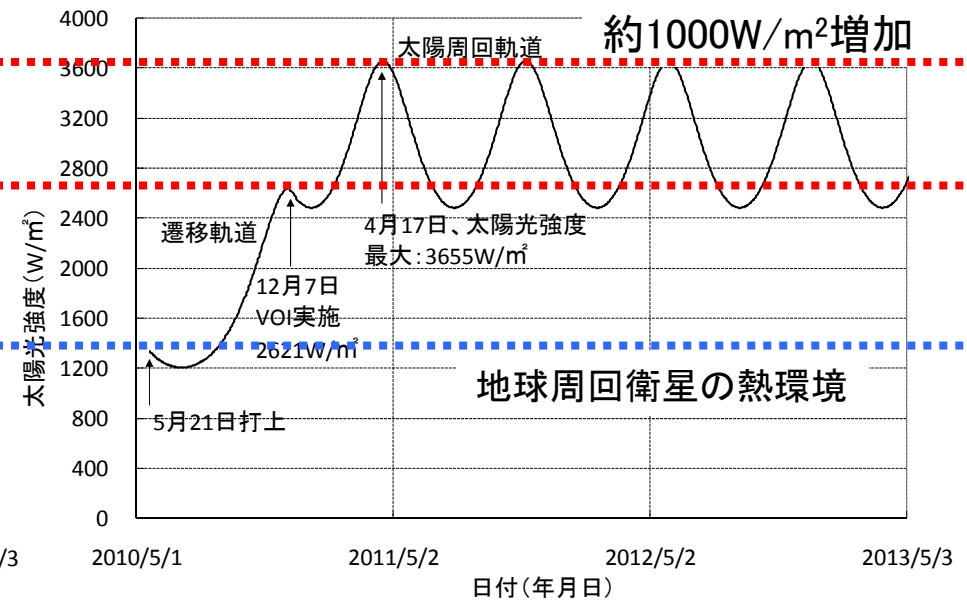
	実施内容	太陽からの 距離[AU]	地球からの 距離[AU]	金星からの 距離[AU]
12月	探査機の状態チェック 太陽周回軌道の軌道解析	0.72	0.43	0.0
1月	温度モニター(+Z地球姿勢)	0.74	0.57	0.05
2月	温度モニター(+Z地球/+X太陽姿勢)	0.72	0.76	0.09
3月	温度モニター(+Z地球/+Z太陽姿勢) 同時に金星撮像を実施	0.68	0.96	0.09
4月	近日点通過(4月17日) 温度モニター(-Z太陽姿勢)	0.62	1.24	0.12
5月	温度モニター(+Z太陽姿勢)	0.62	1.49	0.27
6月	温度モニター(+Z地球姿勢)	0.67	1.67	0.40

注: 姿勢についてはP12を参照のこと

5. 軌道上の熱環境



金星周回軌道に投入した場合の熱環境

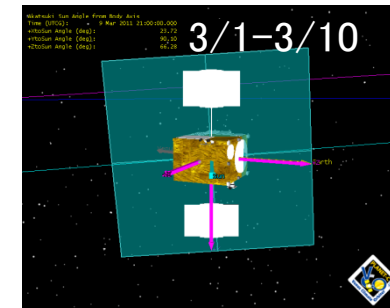


実際の熱環境 (近日点0.6AU)

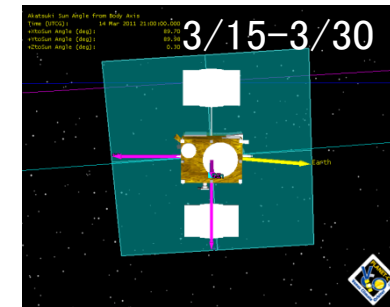
- 地球軌道上での太陽からの熱入力は約1,400W/m²
- 金星周回軌道上 (当初予定) では、2,649W/m²
(設計時に想定した最大熱入力は2,800W/m²)
- 金星投入に失敗し、太陽周回軌道に入ったが、その軌道上で想定される最大熱入力は3,655W/m²で、金星周回軌道上の熱入力に対し、約1,000W/m²大きい

6. あかつき外部の温度

	+Z地球姿勢		+Z太陽姿勢		
	3/1 [°C]	3/10 [°C]	3/15 [°C]	3/30 [°C]	設計仕様 (最大許容温度)
+Z側推薬弁-1	51.5	70.4	42.8	50.1	70
+Z側推薬弁-4	38.5	61.7	47.2	54.4	70
-Z側推薬弁-1	57.3	51.5	21.1	24.0	70
-Z側推薬弁-4	60.2	51.5	24.0	21.1	70
高利得アンテナ(受信系)	66.0	84.9	82.0	89.2	120
高利得アンテナ(送信系)	11.0	41.4	71.8	80.5	120
低利得アンテナ	42.8	42.8	13.9	16.8	80
恒星センサ	37.1	40.2	7.3	10.4	100
注排弁モジュール(燃料系)	65.8	61.1	21.9	21.9	70
注排弁モジュール(酸化剤系)	65.8	59.5	21.9	22.4	70



+Z地球姿勢



+Z太陽姿勢

太陽から見たあかつきの姿勢

- ・3/7 この時点の実績及び解析により、探査機との高速通信運用ができる姿勢では最大許容温度を超える予想となった。
- ・3/10 実測値で+Z側推薬弁1が仕様温度を超えた。
- ・3/15 機器温度を許容値以下に保つための運用を優先し、やむを得ず探査機の運用に制限のある+Z軸太陽姿勢へ変更した。その後、許容値以下の温度を維持している。

* なお、内部機器の温度についても許容値以下の温度を維持している。



近日点(4/17)に向け今後も熱入力が増加するため、+Z軸太陽姿勢を保っても一部の機器の温度が最大許容温度に迫る可能性がある。

7. 今回の報告まとめ

1. 金星周回軌道投入失敗原因究明

- 検証試験は進行中であり、金星周回軌道への再投入の可能性追求に向けた検討を進めている。これらの検討結果をまとめ、宇宙開発委員会調査部会への報告を予定している。

2. あかつきの状態

- あかつきは太陽周回軌道を現在正常に飛行中。搭載機器は正常に動作している。

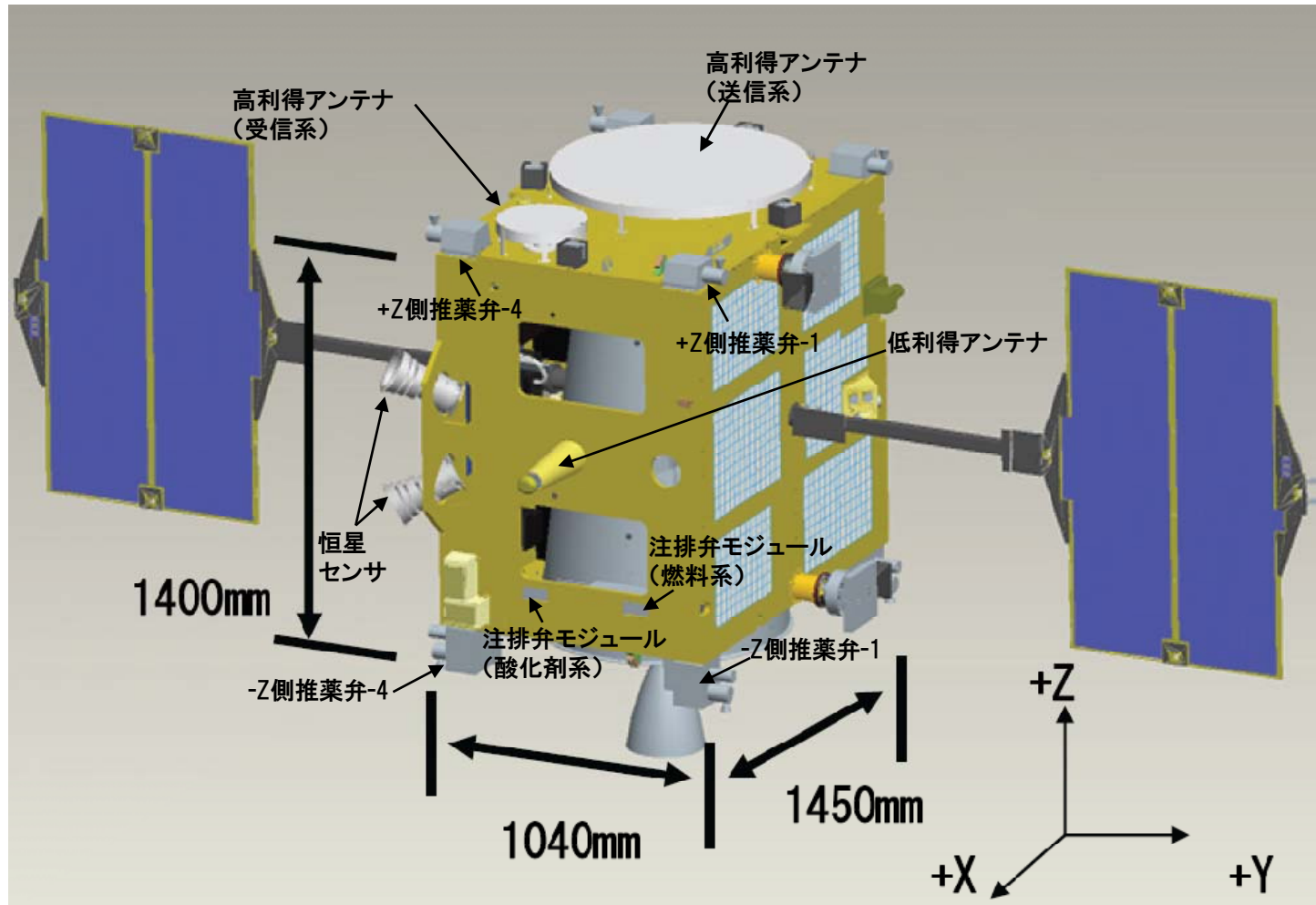
3. 近日点通過

- 2011年4月17日の近日点に向け、衛星表面および表面に取り付けた機器などの温度が上昇する傾向にあり、許容温度上限に迫る可能性がある。また、断熱材(MLI)の劣化等が想定される。
- このため、近日点通過時における熱入力による機器への影響を最小にする運用に集中する。

参考

A.1 あかつき機器配置図

探査機の座標系は、以下の通り. 高利得アンテナは+Z面、低利得アンテナ、注排弁モジュール等は+X面についている.



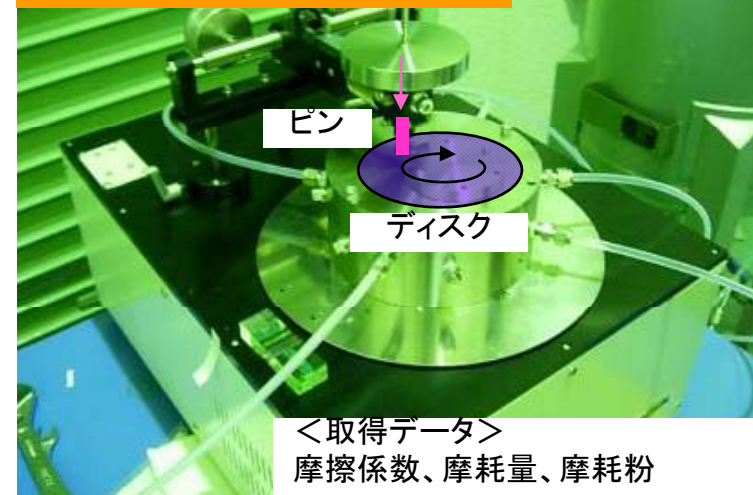
A.2 逆止弁不具合検証試験の現状

第2回調査部会で示した検証スケジュールに基づき、以下の解析・試験を実施中

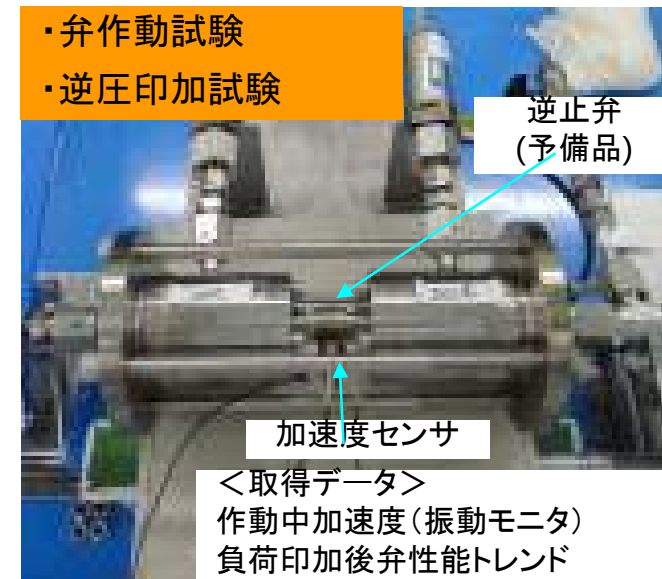
設計・製造情報の確認・解析
推薬雰囲気摩擦試験
弁作動試験
逆圧印可試験
塩生成状況確認試験

設計・製造情報確認・解析によって得られた情報をもとに各種検証試験を実施中。これまでの結果を反映し、今後の試験計画を策定中。

・推薬雰囲気摩擦試験



・弁作動試験 ・逆圧印加試験



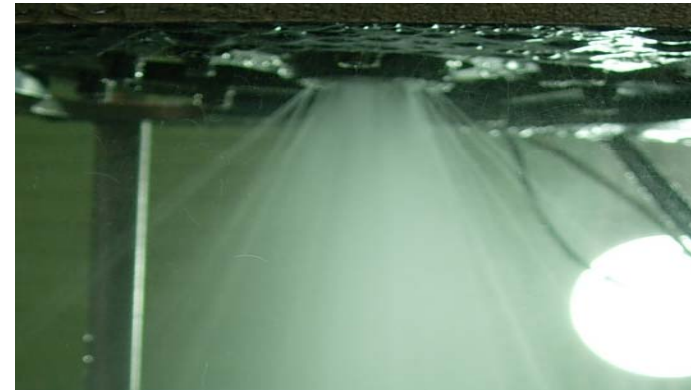
A.3 軌道制御エンジン(OME)検証試験の現状

OMEが想定外の運転状況に陥った結果もたらされた事象を再現、検証するために、以下の試験を実施中

- ・インジェクタ水流し試験
- ・燃焼試験
- ・燃焼解析, 熱応力・破壊解析

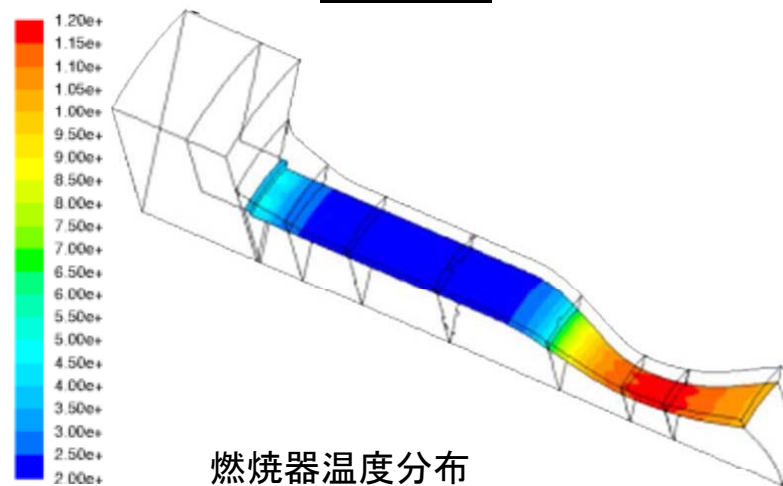
現在までは開発時に製造した既存の供試体等を用いた試験を実施中. 供試体を追加製造し、試験データを取得予定.

インジェクタ水流し試験



＜取得データ＞
酸化剤・燃料噴射角度等

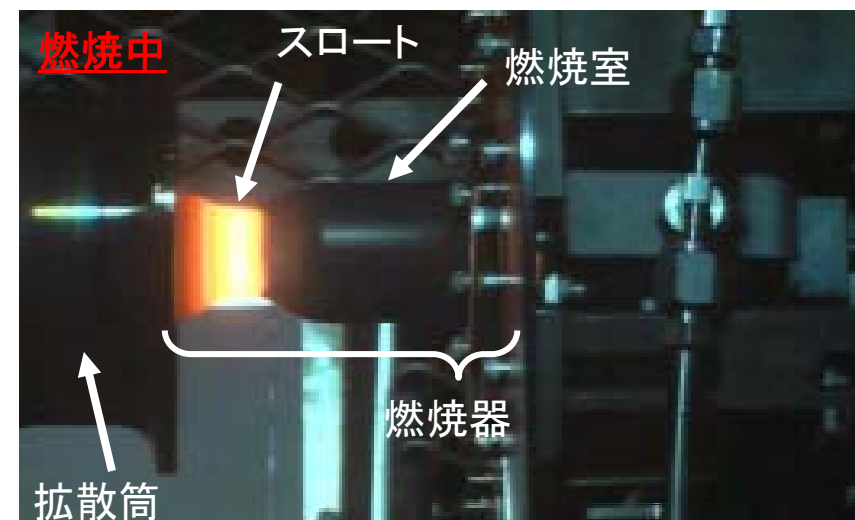
燃焼解析



燃焼器温度分布

＜取得データ＞
燃焼器壁内部温度分布等の解析データ

燃焼試験（予備試験）



＜取得データ＞
燃焼室圧力、燃焼器壁面温度等の実験データ
燃焼後の燃焼器健全性（観察）