室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

# LNGサルファアタックに関する研究（その3）：(独)宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究 平成21年5月 - 平成21年12月



| メタデータ | 言語: jpn<br>出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター<br>公開日: 2016-04-26<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 笹山, 容資, 東野, 和幸, 杉岡, 正敏, 小林, 隆夫<br>メールアドレス:<br>所属: |
|---|---|
| URL | http://hdl.handle.net/10258/00008729 |

# LNG サルファアタックに関する研究 （その3）

（独）宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究　平成21年5月―平成21年12月

○ 笹山　容資（航空宇宙システム工学専攻）
東野　和幸（航空宇宙機システム研究センター　教授）
杉岡　正敏（航空宇宙機システム研究センター　特任教授）
小林　隆夫（応用理化学系学科　技術職員）

## 1. 緒言

ロケットによる宇宙輸送システムの運用コストを低減するための1つの方策として廉価な推進剤を使用することが挙げられる．この要求を満たす推進剤燃料として液化天然ガス（以下 LNG）が有力な候補となっており，LNG 推進系ロケットの開発が進められている．しかし，LNG 燃料をロケットの燃焼室やノズルの冷却に用いる場合，その特性が十分に明らかになっていない．再生冷却サイクルのエンジンでは，冷却剤に LNG 燃料が検討されている．しかし LNG 中には硫黄成分が含まれており，燃焼室の銅合金が硫黄成分と反応し腐食する問題（以下サルファアタックと記す）がある．そのためサルファアタックは LNG 再生冷却エンジンを設計する際の課題となっている．このサルファアタックの研究開発リスクを低減するため，H19 年度より準静的環境試験や流動試験を実施し，これらの結果より，金属材料と硫化水素の反応による硫化物（硫化ニッケル，硫化鉄，硫化銅）の生成や OMC 表面での硫化物の剥がれが確認された．また，サルファアタック対策として選択した金メッキの耐サルファアタック性能は準静的環境試験により評価し，金メッキが金属への硫黄成分の吸着の低減効果，材料強度低下の防止効果を有することが判明した．しかしながら，流動環境における金メッキの有用性は未だ評価されていない．

そこで，本研究では金メッキを施した供試体を用いて実施された低圧環境下流動試験後の供試体を分析することで，流動環境における金メッキの耐サルファアタック性能を評価するものである．また，H20 年度に実施した準静的環境試験において，金属に対する硫化水素(以下$H_2S$)とメチルメルカプタン(以下$CH_3SH$)の反応性に差異が確認されたため，本研究では準静的環境試験により，その再現性を確認した．

## 2. 試験・分析内容

### 2.1 低圧環境下流動試験後の分析内容

本研究で実施した分析項目を表 1-1 に示す．本研究では低圧環境下流動試験後の供試体について，表中の分析を実施することで供試体表面状態，供試体表面ならびに内部組織の組成分布，金属硫化物の厚みを明らかにすることで金メッキの耐サルファアタック性能，金メッキの剥がれの有無，生成された金属硫化物の深さを評価した．

表 1-1　分析項目一覧

| 分析方法 | 分析項目 |
|---|---|
| 表面観察 | 供試体表面を写真や光学顕微鏡で観察 |
| EPMA 分析 | 供試体表面組成の確認，並びに供試体断面の確認 |
| XRD 分析 | 供試体内部組成の確認 |
| ラマン分析 | 供試体表面の結晶構造を確認 |
| カソード還元 | 金属硫化物の特定及び生成厚さを確認 |
| XPS 分析（数条件のみ） | 供試体表面組成の確認 |

### 2.2 準静的環境下試験概要

準静的環境下試験ではLNG中硫黄成分のうち銅に対する腐食性が高いと推測される$H_2S$と，その次に腐食性が高いと推測される$CH_3SH$によるサルファアタックを比較する．特に，H20 年度では金属材料への吸着性に差異が確認され，過去にNASAが公表している結果とは異なる結果であった．そのため，本試験では$H_2S$と$CH_3SH$の吸着性について着目して再現性評価を実施した．本試験で使用した試験装置の概要は図 1-1 に示す．加熱管は透明な石英管(内径 20mm，長さ 1000mm)であり，電気抵抗炉を用いて所定の温度まで加熱される．試験では，電気抵抗炉上下流において採取するサンプリングガス中の各ガス成分の体積割合より，$H_2S$や$CH_3SH$の減少や水素発生の挙動を確認する．

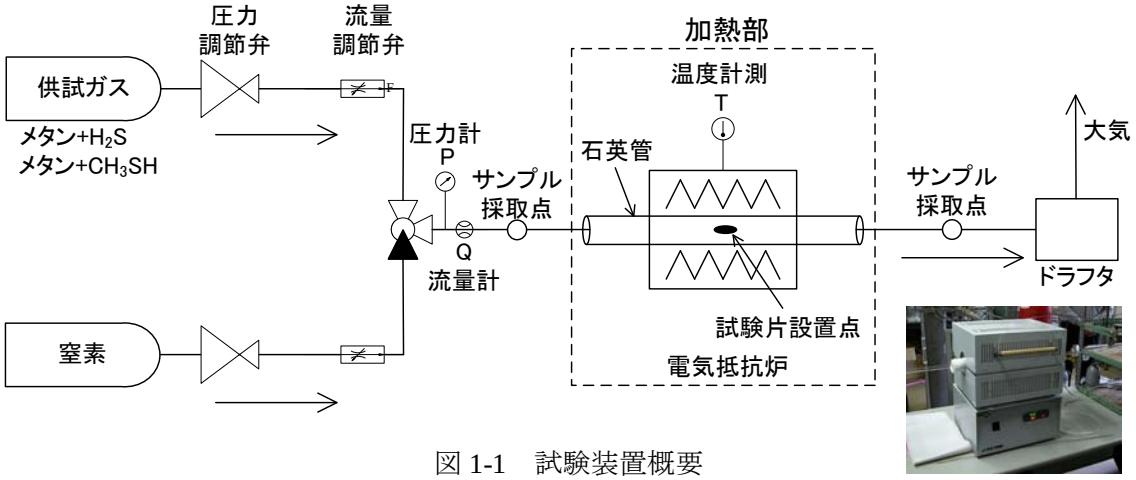


図 1-1　試験装置概要

## 3. 分析結果･試験結果概要

### 3.1 低圧環境下流動試験における金メッキによる耐サルファアタック効果

本研究で実施した分析結果より，金メッキは低圧流動環境下試験において耐サルファアタック効果を有することが判明した．ただし，本分析結果では金メッキを施した場合も供試体の一部で金属硫化物の生成も確認された．

### 3.2 準静的環境下試験結果

本研究において実施した準静的環境試験では$CH_3SH$反応率は$H_2S$反応率と比較して大きい値を示した．そのため，本試験結果では$CH_3SH$は$H_2S$と比較して金属へ吸着しやすい傾向を有することが判明した．