

**スペースシャトルの外部燃料タンク断熱材剥離  
に対するNASAの対策と飛行結果について  
(報告)**

平成18年8月23日

宇宙航空研究開発機構  
宇宙基幹システム本部  
有人システム安全・ミッション保証室長  
武内 信雄

# 1. 目的及び経緯

## 1.1 目的

スペースシャトルSTS-114ミッション(昨年7月～8月)の飛行結果を踏まえた外部燃料タンク断熱材剥離に対するNASAの対策と、対策措置を講じて実施されたSTS-121ミッション(本年7月)での断熱材剥離の確認結果について報告する。

## 1.2 経緯

平成17年7月～8月に実施されたSTS-114ミッション(飛行再開#1)において、外部燃料タンクの次の5部位で断熱材の剥離が発生(次ページ参照)。

- (1)液体水素(LH2)タンク氷/霜ランプ及びその近傍タンク表面
- (2)LH2タンク表面
- (3)タンク間構造/LH2タンクフランジ結合部
- (4)上部機体接続具取付部
- (5)LH2空力負荷ランプ

NASAは、STS-121ミッション(飛行再開#2)に向け、これら5部位に対して対策を検討、措置。(上記(1)の部位については、STS-121での変更なし)

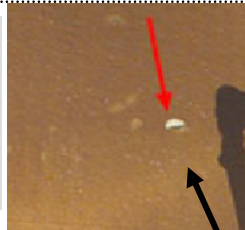
NASAは、平成18年7月STS-121ミッションを実施。

JAXAは、平成17年秋以降、NASAの対策・措置状況について確認を継続するとともに、STS-121ミッション期間中及び帰還後にも剥離の状況・結果を確認。

## 2. STS-114ミッションでの外部燃料タンク断熱材剥離状況とNASAの対策

### (2)液体水素(LH2)タンク表面(1箇所)

- ・上部機体接続具取付部より1m下方から剥離(直径10cm程度、質量約6g)

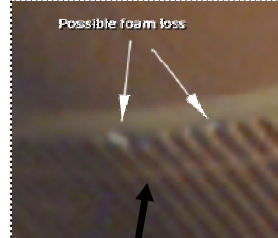


#### 原因究明、対策実施済み

内部気泡が原因であるが問題ないことを解析済み。また、作業工程上の損傷についても対策を施した。

### (3)タンク間構造/LH2タンクフランジ'結合部(2箇所)

- ・オービタ側の2箇所から直径8cm程度の剥離(質量約1.4g)



#### 想定内の剥離事象

剥離質量が少量で想定の範囲内であるため、対策なし。

### (4)上部機体接続具取付部

- ・上部取付部から21X19cmの剥離(質量約10g)

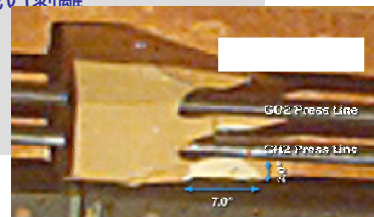


#### 原因究明、対策実施済み

液化したパーシ用窒素ガスがヒーターケーブルを伝って断熱材裏面に達して剥離に至らしめたためケーブルの隙間を埋める対策を実施。

### (1) LH2タンク氷/霜ランプ及びその近傍タンク表面(4箇所)

- ・長さ14 X 幅9X深さ7cm程度の剥離(接着面が露出)(質量約17g)
- ・長さ19 X 幅5X深さ6cm程度の剥離(接着面が露出)(質量約11g)
- ・長さ10 X 幅7X深さ1cm程度の浅い剥離(質量約1.4g)
- ・LH2タンク氷/霜ランプ近傍での剥離 直径20 ~ 25cm(質量約15g)

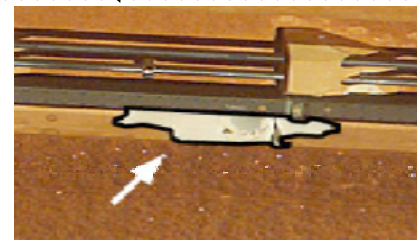


#### 現設計のまま打上げ

STS-121については少量の断熱材の落下が許容できることを確認した。将来に向け改良を検討中。

### (5)LH2タンク空力負荷ランプ

- ・92X28cm剥離(質量約455g)



#### 原因究明、対策実施済み

LH2、液体酸素(LO2)タンクとも空力負荷ランプを除去した。除去しても空気力学的に問題ないことを確認した。

### 3 . STS-121ミッションでの外部燃料タンク断熱材剥離の状況(1/3)

NASAは、従来の地上設置カメラ、ISSクルーによる写真画像及びシャトル各所搭載カメラ等に加え、固体補助ロケットブースタに新規のカメラを設置し、昼間の時間帯に打ち上げることで、断熱材の剥離に関するデータを取得・解析した。

STS-121ミッションでの断熱材剥離に関するNASAの確認結果は、以下のとおりである。

#### (1) LH2タンク氷/霜ランプ及びその近傍タンク表面(2.(1)の部位)

剥離形状は、STS-114の際と類似(次ページ参照)。

この箇所からの剥離の最大質量は、約25g(STS-114での同様の箇所からの剥離は、約17gで予測の範囲内)。

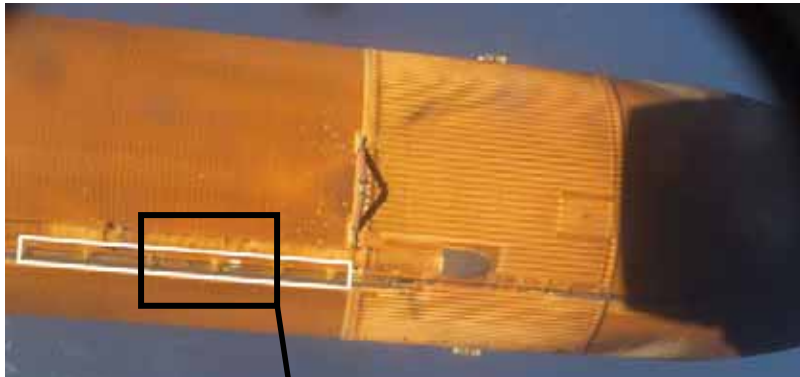
この剥離は、STS-121ミッション全体を通じての最大質量のもの。

この剥離(計約25g)は、1つの塊ではなく、複数個に分解して剥離。

#### (2) LH2タンク表面(2.(2)の部位)

NASAの予測の範囲内の少量剥離。

### 3. STS-121ミッションでの外部燃料タンク断熱材剥離の状況(2/3)



氷/霜ランプ及び近傍のLH2タンク表面部  
断熱材からの剥離

STS-121飛行時の剥離



STS-114飛行時の剥離



### 3. STS-121ミッションでの外部燃料タンク断熱材剥離の状況(3/3)

- (3) タンク間構造/LH2タンクフランジ結合部(2.(3)の部位)  
オービタ取付側と反対側(オービタへの衝突の可能性なし)で少量の剥離。
- (4) 上部機体接続具取付部(2.(4)の部位)  
剥離の発生なし。
- (5) LH2/LO2タンク空力負荷ランプ(2.(5)の部位)[STS-121ミッションにおいて初めて断熱材を除去]  
STS-121ミッションにおいて外部燃料タンク表面上構造物(ケーブルトレイ)に加速度計(9個)を新たに設置し、空力負荷ランプ除去の空力的影響を実飛行で確認。  
今回取得のデータは、今後の飛行解析に活用。

#### 4. STS-121ミッションでの断熱材剥離に関するJAXAの確認結果

- ◆ STS-121ミッション期間中、JAXAは、ジョンソン宇宙センターにおいて、NASAによる軌道上検査データ等の解析の結果、オービタの熱防護システムに運行上問題となる損傷が無いことを確認。
- ◆ STS-121帰還後、JAXAは、NASAによるケネディ宇宙センターにおける検査の結果、熱防護システムに運行上問題となる損傷が無かったことを確認。(NASAは「クリーンな状態である」と発表)
- ◆ STS-121ミッションの結果、これまでのNASA対策により、外部燃料タンク断熱材の剥離については、改善が認められる。
- ◆ NASAは、今後も氷/霜ランプを改良し引き続き断熱材剥離改善のための検討・措置を実施する計画。
- ◆ JAXAは、NASAの検討・措置についての確認を今後も継続して実施。



# (参考)

## スペースシャトル「ディスカバリー号」(STS-121)飛行概要

STS-121搭乗員



スティーブ・リンゼイ  
(Steve Lindsey)  
船長・Commander



マーク・ケリー  
(Mark Kelly)  
パイロット・Pilot



マイケル・フォッサム  
(Mike Fossum)  
船外活動担当 (MS1)



リサ・ノワック  
(Lisa Nowak)  
ロボットアーム操作担当 (MS2)



飛行1日目: 7月5日3時38分 (日本時間)  
打上げ: 米国フロリダ州  
NASAケネディ宇宙センター



ミッションパッチ



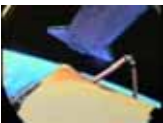
飛行4日目  
OBSSでRCC検査、  
物資移送開始



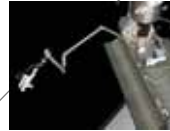
飛行3日目  
ISSから熱防護システム撮影  
ISSとドッキング



飛行2日目  
SRMS、OBSSを利用した  
熱防護システムの点検



飛行1日目  
スチル&ビデオ撮影



飛行5日目:  
7月8日22時17分  
~9日5時49分(日本時間)  
EVA#1



飛行6日目  
軌道上記者会見  
物資移送



飛行7日目:  
7月10日21時14分  
~7月11日4時01分  
(日本時間)  
EVA#2



飛行8日目  
物資移送  
米国の広報イベ  
ント



飛行9日目:  
7月12日20時20分  
~7月13日3時31分(日本時間)  
EVA#3



飛行10日目  
休日、広報イベント



飛行11日目  
物資移送最終日  
MPLMをカーゴベイに収納  
OBSSによる左翼検査



飛行12日目  
ISSから分離  
OBSSによる右翼とノー  
ズ検査



飛行13日目  
帰還準備



飛行13日目: 7月17日22時14分 (日本時間)  
着陸: 米国フロリダ州  
NASAケネディ宇宙センター

STS-121搭乗員



ステファニー・ウィルソン  
(Stephanie Wilson)  
ロボットアーム操作担当  
(MS3)



ピアース・セラース  
(Piers Sellers)  
船外活動担当 (MS4)



トーマス・ライター  
(Thomas Reiter)  
ESA宇宙飛行士 (MS5)  
ISSに長期滞在

オービタ : ディスカバリー号 (OV-103)  
搭乗員数 : 7名 (1名は第13次長期滞在クルーとして滞在)  
打上げ : 日本時間 2006年7月5日(水) 3時38分  
(米国東部夏時間 2006年7月4日(火) 14時38分)  
帰還 : 日本時間 2006年7月17日(月)22時14分  
(米国東部夏時間 2006年7月17日(月) 9時14分)  
飛行期間 : 約12日18時間36分  
打上げ・帰還場所 : 米国フロリダ州ケネディ宇宙センター (KSC)

### STS-121ミッションの目的

- ・多目的補給モジュール(MPLM)による物資の運搬・回収
- ・TUS(Trailing Umbilical System)リールアセンブリの交換
- ・第13次長期滞在クルー1人を追加
- ・船外保管プラットフォーム(ESP-2)へのポンプモジュール(予備品)の取り付け
- ・熱防護システム(スペースシャトルのRCC及び耐熱タイル)の点検

### 船外活動(3回)

- EVA#1(FD5) : センサ付き検査用延長ブーム(OBSS)の足場安定性試験 7時間32分
  - EVA#2(FD7) : ポンプモジュール設置、TUSリールアセンブリの交換修理 6時間47分
  - EVA#3(FD9) : 熱防護システム修理検証、赤外線ビデオカメラ性能試験 7時間11分
- (注) 飛行4日目にミッションを1日延長し、EVA#3を行うことを決定。

### 略語

EVA : Extravehicular Activity	船外活動
ESP : External Stowage Platform	船外保管プラットフォーム
MPLM: Multi-Purpose Logistics Module	多目的補給モジュール
OBSS: Orbiter Boom Sensor System	センサ付き検査用延長ブーム
RCC : Reinforced Carbon-Carbon	強化炭素複合材
SRMS: Shuttle Remote Manipulator System	スペースシャトルのロボットアーム
TUS : Trailing Umbilical System	ISSのロボットアームの台車に電力や通信を供給するシステム