

平成 26 年度「きぼう」利用候補テーマ 一般区分 科学研究テーマ  
「炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究」

実験供試体 FM 同等品を用いた AT 振動試験  
報告書

概要

本文書は、きぼう実験棟 ExHAM を利用した研究テーマ「炭素質ナノ粒子の宇宙風化と星間有機物進化の実証研究」のフライト準備段階において実施する実験供試体 FM 同等品を用いた AT 振動試験の実施概要および結果をまとめた物である。本実験は、試料ホルダーへの実験試料の保持機構の機械的強度／耐久性確認を行う事を目的として実施した。

文書番号		QCC20150216-vibration-at
文書承認年月日		2015年03月03日
作成	承認	備考
2015. 03. 03	2015. 03. 03	

## 1. 実施要領

実施日時：2015年2月16日

実施場所利用施設：JAXA 宇宙科学研究所(相模原) D棟

実験協力者等：開発段階に置ける振動試験は、稲富裕光教授(宇宙科学研究所)の協力を得て、小型加振機を利用して振動試験を行なった。

## 2. 振動試験用供試体ジグの設計及び試験条件

### 2.1 実験供試体フライト品の構成および組み上げ方法

実験試料は全て直径10mmのディスク形状となっており、試料ホルダー(図1参照)にあげられたスロットに設置し、試料ホルダー上面から、0.1mm厚のリン青銅板バネ(図2左図参照)を試料ホルダーにSUSのM2ネジで25カ所ネジ止めすることで、押さえることによって固定する。試料ホルダーは、試料ホルダー台(図2右図参照)にSUS M2.5ネジで16カ所ネジ止めして固定するという設計になっている。SUSのM2ネジ及びSUSのM2.5ネジの締め付けトルクについて、標準T系列の標準締め付けトルクの値では、それぞれ0.174[N・m]及び0.356[N・m]と与えられる。これを参考に、QCC実験供試体フライト品の組み上げにおいて、SUS M2ネジに対しては0.4[N・m]、SUS M2.5ネジに対しては0.6[N・m]の締め付けトルクを採用している。当然、AT振動試験で用いたフライト同等品も、上記の締め付けトルクを採用している。

本曝露実験では、実験供試体フライト品には、搭載位置UおよびVにおいて、試料ホルダーおよび試料種に若干の差異があるが、リン青銅板バネからなる実験供試体の構造および試料固定機構の機械的安全性評価を行う観点では、両者は根本的には同等と見なせる。また、フライト品試料になるべく負荷をかけたくない点、フライト品と等価な試料の調達数に限りがある点から、搭載位置Uの試料ホルダーのフライトモデル同等品を用いて、それにフライト同等品試料を搭載した上で、AT振動試験を実施した。その結果が、搭載位置Vの実験供試体にも適応されるものと仮定して支障はない。

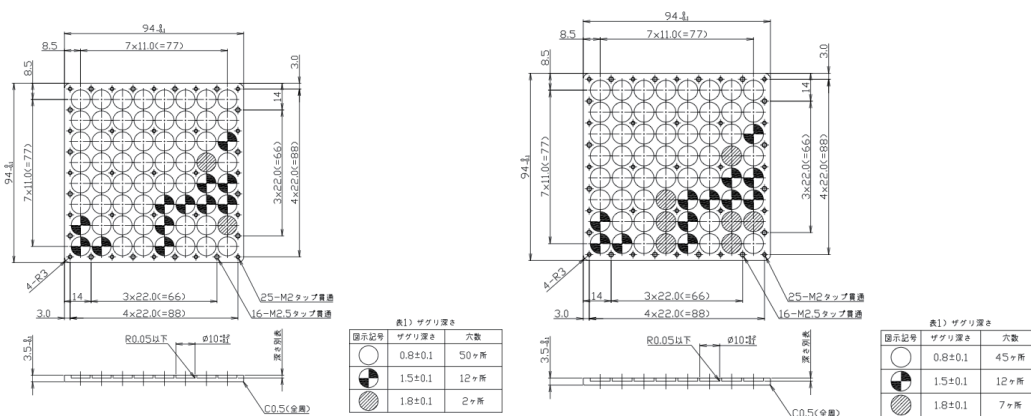


図1：搭載位置U(左)およびV(右)の試料ホルダー台フライト品の設計図面

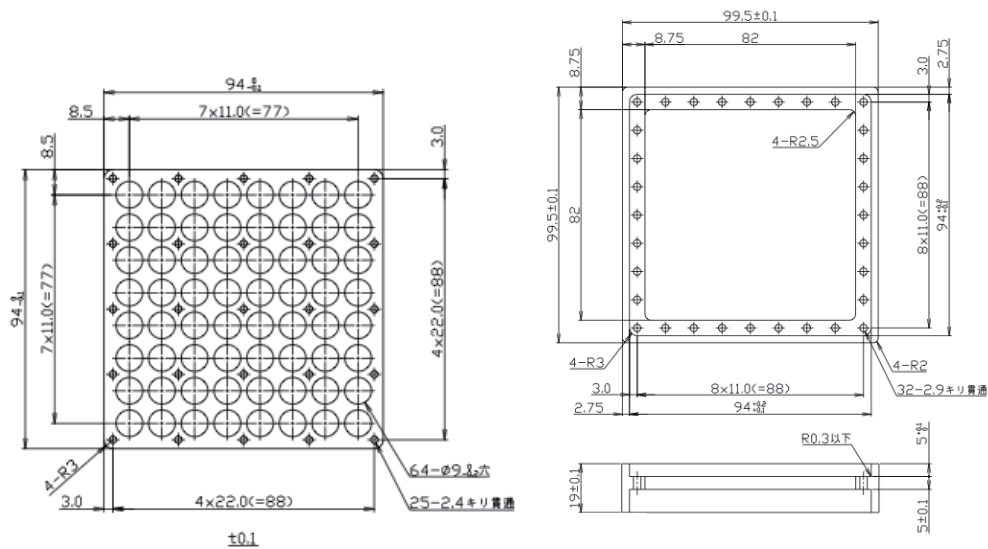


図2：リン青銅板バネおよび試料ホルダー台フライト品の設計図面。

これらは共に、搭載位置UとVとでは、同一の設計を採用している。

実験供試体(EE64-I および EE64-II)は、打ち上げ時および回収時は、曝露面の保護蓋(EE64LID-I および EE64LID-II)を付けた上で(図3左図参照)、シールバッグの中に封入されており、さらにシールバッグはバブルラップバッグに入れた状態で保管される(図3右図参照)。AT 振動試験においては、QT 振動試験で設計製作した振動試験機用ジグを利用して、実際の打ち上げ環境を想定して、シールバッグに封入された実験供試体 FM 同等品が入ったバブルラップバッグをナイロン紐でジグに縛って固定した(図4参照)。



図3：実験供試験体(左図)および実際の打ち上げ／回収のための輸送時の梱包構成(右図)

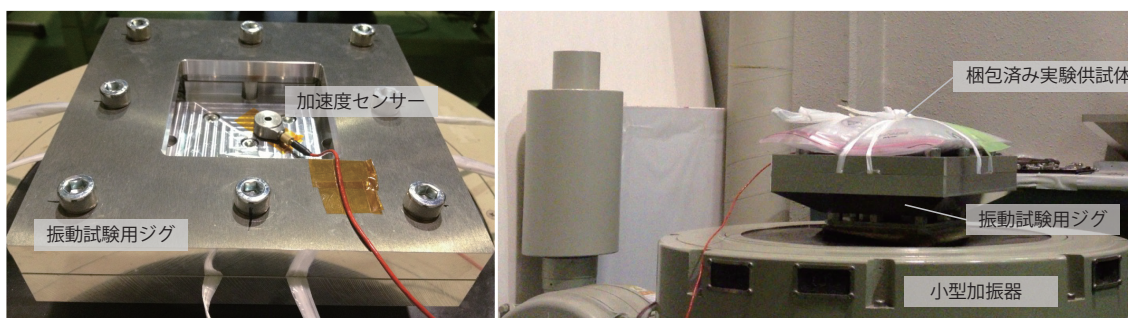


図4：小型振動試験機にジグを取り付けた状態（左図：ジグ加振実験時の様子）および実際の打ち上げ／回収輸送時の梱包構成をした実験供試体FM同等品の振動試験用ジグへの設置の様子。（右図：梱包済み実験供試体FM同等品に対して実施したAT振動試験実施時の様子）

## 2.2 加振条件

ジグに対する加振条件は、各周波数に対して、“ISS Pressurized Volume Hardware Common Interface Requirements Document (SSP 50835 Revision D)”で“ITEMS NOT PACKED IN FOAM (the maximum flight launch random vibration environments)”に対して与えられる値を採用した。その際、打ち上げ時の振動環境と、回収時の振動環境のうち厳しい方の条件を包括するように加振条件値を設定した。実験供試体に対するAT振動試験条件を表1に示す。加振時間は60秒を採用した。

加振手順は、はじめに試料非搭載状態でジグ加振を行い、目標とする加振環境が得られている事を確認した上で、シールバッグに封入された実験供試体FM同等品が入ったバブルラップバッグをナイロン紐でジグに縛って固定した状態で加振動を実施した。

表1：AT振動試験条件

Frequency [Hz]	Acc [G <sup>2</sup> /Hz]	PSD[(m/s <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> /Hz]
20	0.057	5.48
40	0.12	11.54
200	0.12	11.54
750	0.055	5.29
2000	0.018	1.73
<b>O.A. [Grms]</b>	<b>10.0</b>	

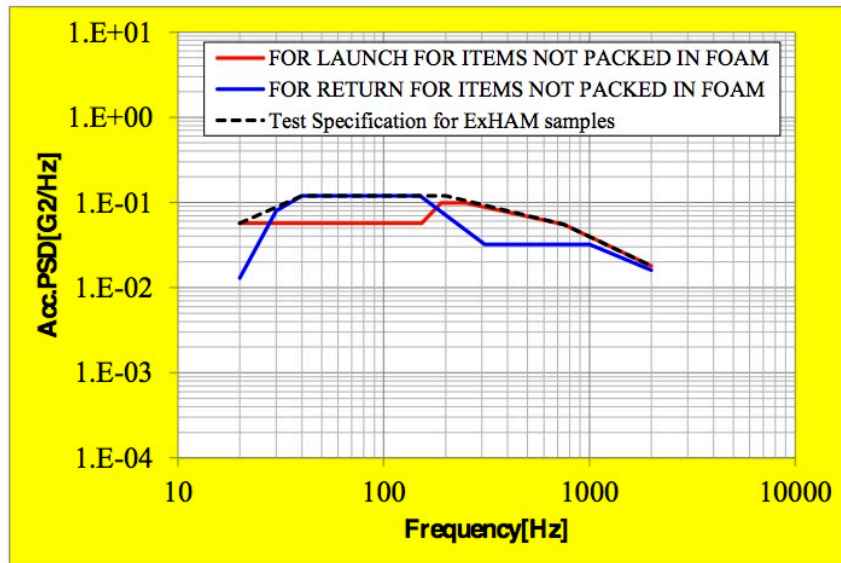


図5:ジグに対するAT振動試験条件の周波数特性。“ISS Pressurized Volume Hardware Common Interface Requirements Document (SSP 50835 Revision D)”で定義される打ち上げ時の振動環境と、回収時の振動環境のうち、より厳しい方の条件を包括するように加振条件値を設定している。

ジグ加振試験、実験供試体に対するAT振動試験共に、制御は加振台に内蔵されたセンサー(ch. 2; 制御用)を用いて行い、ジグに取り付けたセンサー(ch. 1; モニター用)で、実際に得られた振動条件を測定した。

### 2.3 QT 振動試験結果

まず、実験供試体非搭載で実施したジグ加振において、ランダム AT 振動試験(Z 方向)の結果、ジグに設置されたモニター用加速度センサー (ch.1) が記録した加速度強度の周波数特性を図 6 に示す。この結果、目標とする加振条件が得られている事が分かる。

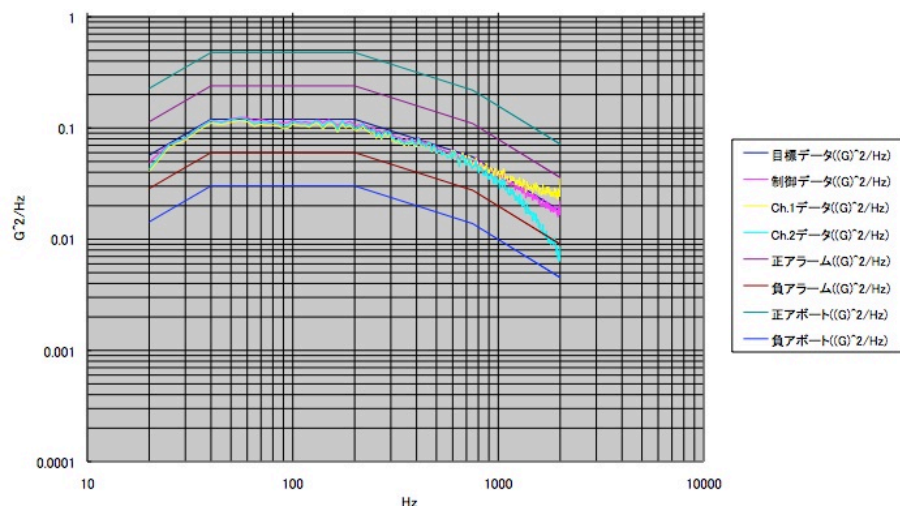


図 6 : 実験供試体非搭載で実施したジグ加振 (z 方向、 ランダム、 AT) において、ジグに取り付けられた加速度センサー (ch.1) が記録した加速度強度の周波数特性。

次に、実験供試体をシールバックに封入した上で、実際の打ち上げ/回収時と同様に、バブルラップバッグ内に入れた状態で、振動試験用ジグに固定し実施したランダム AT 振動試験(Z 方向)の結果、ジグに設置されたモニター用加速度センサー (ch.1) が記録した加速度強度の周波数特性を図 7 に示す。

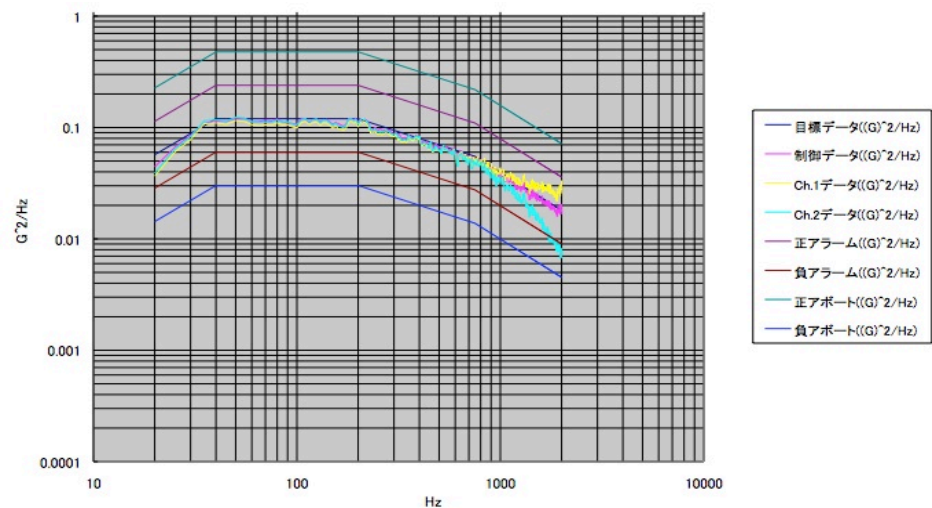


図 7 : 実験供試体非搭載で実施したジグ加振 (z 方向、 ランダム、 AT) において、ジグに取り付けられた加速度センサー (ch.1) が記録した加速度強度の周波数特性。

実施後の実験供試体には、構造体へのダメージ、ねじの弛み、ねじの破損、リン青銅板バネの破れ、試料の破損などは確認されなかった。特に、振動試験以前に実施した真空冷却試験において一部表面にひび割れを生じた試料に対しても、振動試験に起因する剥離等は確認されなかった。

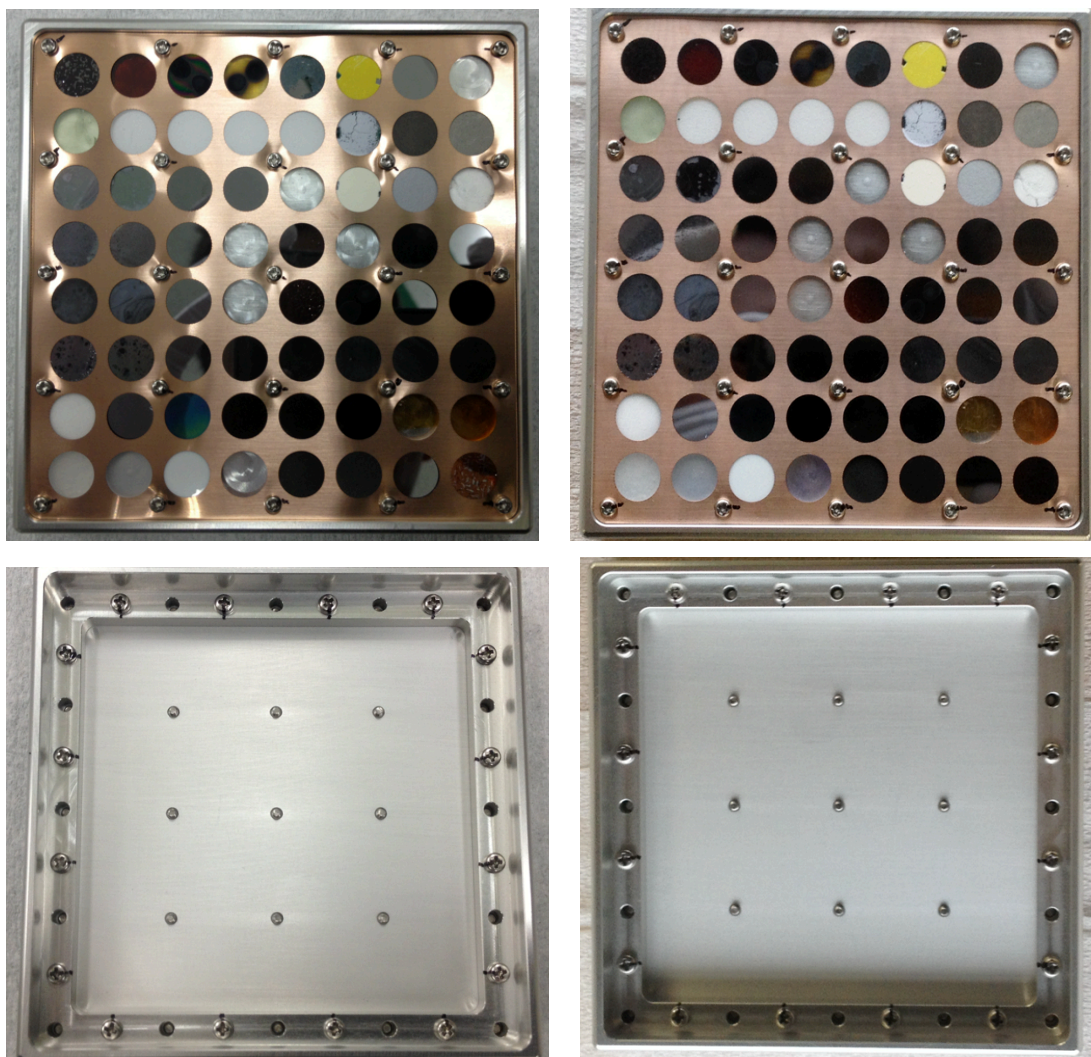


図8：(上段左) 振動試験前の実験供試体の曝露面の様子。(上段右) AT 振動試験後の実験供試体の曝露面の様子。曝露面にある25カ所のSUS M2ネジにおいて、締め付けトルクは $0.4[\text{N} \cdot \text{m}]$ とした上で、ネジのゆるみを確認する為のマークを付記した。振動試験前後でのマーク位置のずれは全く確認されなかった。(下段左) 振動試験前の実験供試体の背面の様子。(下段右) AT 振動試験後の実験供試体の背面の様子。背面にある16カ所のSUS M2.5ネジに対応し、締め付けトルクは $0.6[\text{N} \cdot \text{m}]$ とした上で、ネジのゆるみを確認する為のマークを付記した。振動試験前後でのマーク位置のずれは全く確認されなかった。

## 2.4 結論

本曝露実験において採用する試料ホルダーへの実験試料の保持機構は、打ち上げ時および回収時の環境条件に対して、機械的強度／耐久性の観点から問題ないと結論される。なお、本試験後、より安全を期すため、曝露面において、リン青銅の板バネと試料ホルダーを固定するネジは、SUS製M2.0のノジロック(NOJI LOCK; 松本産業株式会社)を用いる事とした。