

落下塔での微小重力実験による気液平衡スラスタの開発

山本高行, 森治 (ISAS/JAXA), 元岡範純 (東大院), 岸野義宏 (IA)

概要

液化ガスを利用した小型宇宙機向けの新たな推進系として気液平衡スラスタの開発を進めている。気液平衡スラスタとは液体推進薬自身の蒸気圧を用いて、気体部分のみを噴射するシステムである。従来の高圧気蓄器を用いたコールドガススラスタに比べてエネルギー密度効率が優れており、燃焼器を必要とするホットガススラスタよりもシステムが簡素である。また推進薬として取り扱い性の良いもの（無毒・不燃性）が選択可能なため、小型宇宙機に適した制御デバイスである。これまでに昨年度打ち上げられたIKAROSやM-V-7号機のサブペイロードであったSSSATで採用されているが、さらなる改良及び性能評価のため、落下塔を用いた微小重力下での液体保持、気液分離などの性能確認試験を実施している。

<50M微小重力実験施設“コスモトーレ”>

北海道赤平市にある植松電機によって維持管理されているHASTIGの実験施設。約50mの高さがある落下塔において、2.5秒間程度、10-3G程度の微小重力環境が得られる。

落下カプセルは外カプセルと内カプセルの二重構造になっている。外カプセルが空気抵抗を受け、内カプセルは空気抵抗の影響を受けずに自由落下することができる。

実験装置は内カプセルに仕切り版などを用いて組み込まれる。



落下塔(約50m)



吊り上げ中のカプセル

<実験概要>

微小重力下でタンク内デバイスによる推進薬の気液分離および液体保持能力を確認することを目的とする。

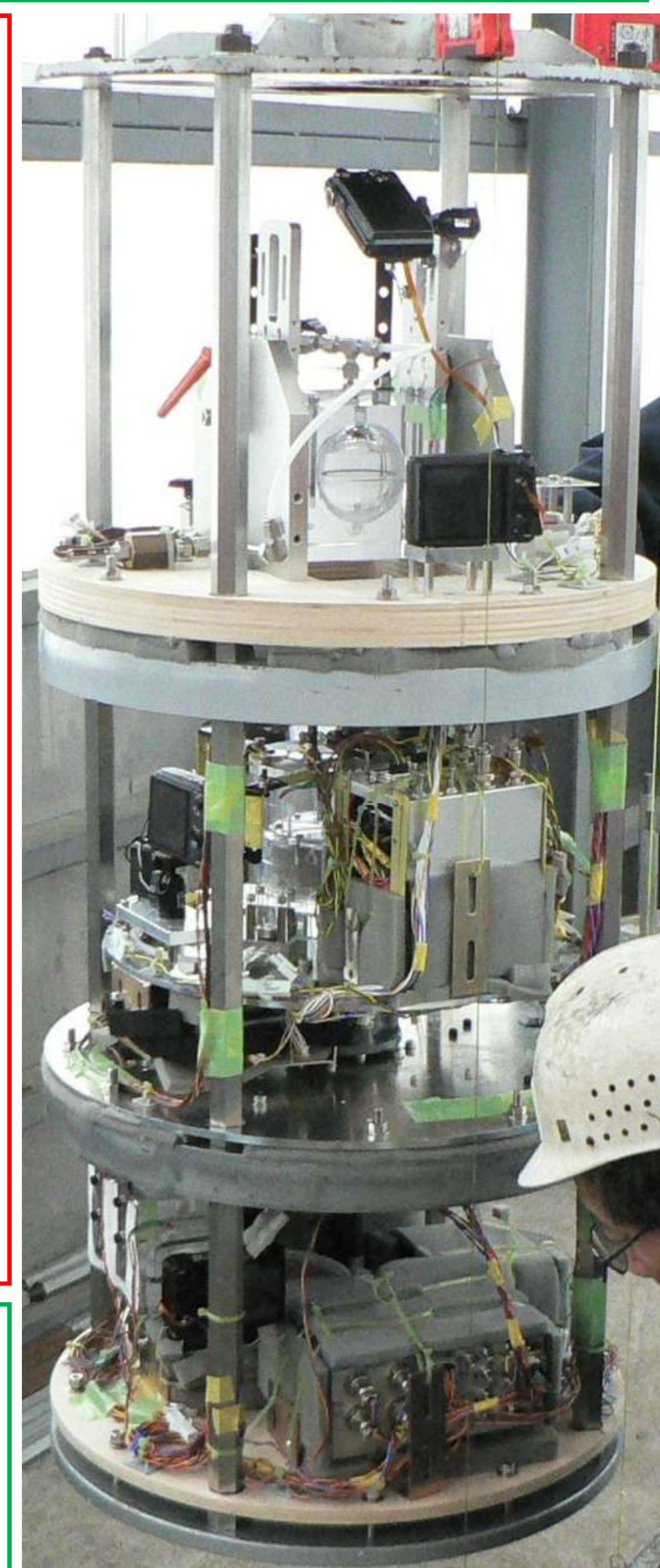
実験装置は内カプセルを三層構造とし、一度の落下実験で三種類の試験を行うことができる。

実験では推進薬の噴射の有無、噴射流量の違い、推進薬量の違い、遠心力の有無などをパラメータとして、高速度カメラによる撮影およびタンク圧力、温度、ノズル圧力などを計測する。今回の実験で使用したタンクは以下の三種類であり、カプセル各層に配置した。

1. ベーンタンク（球形タンクの中にベーンをタンク内デバイスとして配置する。ベーン形状・枚数の違いにより、液体推進薬を捕捉し、気体推進薬のみを取り出す性能評価を行う）
2. IKAROS模擬タンク（IKAROSで採用されたタンク内デバイスを配置し、気液分離および液体保持能力を定量的に評価するための知見を得る。またタンクを回転させることで、遠心力の影響評価を行う）
3. 発泡金属タンク（タンク内デバイスとして発泡金属のみを配置する。最も簡易な気液分離方法で、その能力を評価する）

<実験日程と落下回数>

2010年11月29, 30日：準備作業
 12月 1日：2回
 2日：3回
 3日：5回
 4日：5回、計15回

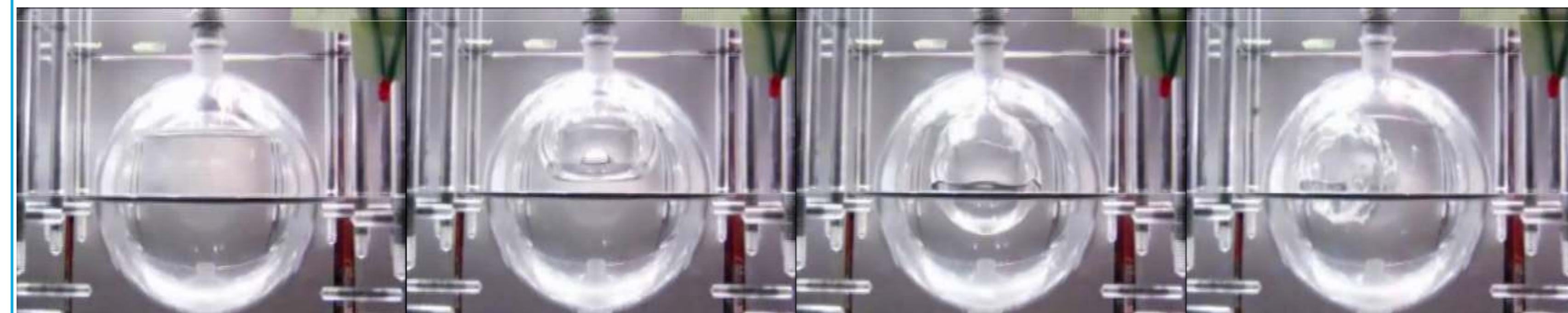


内カプセル(実験装置)

<実験結果速報>

ベーンタンクの試験結果一例を下記に示す。

<試験ケース3C：ベーン無し、噴射無し>

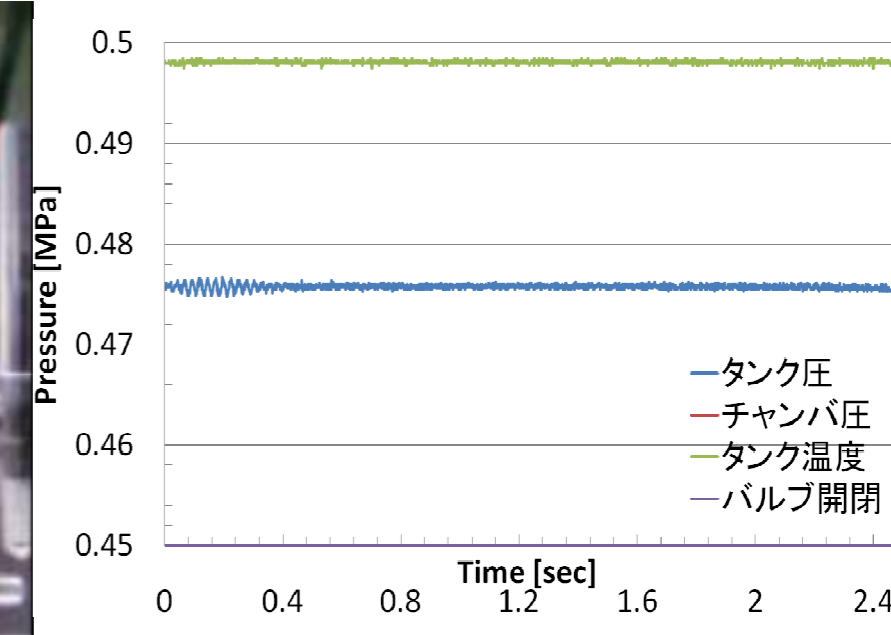


落下直前

約0.8秒

約1.6秒

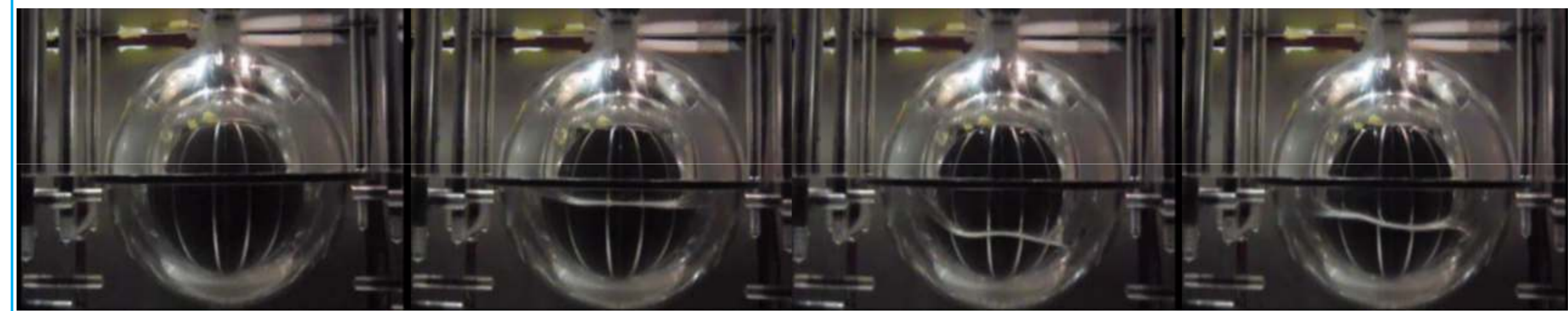
約2.4秒



圧力・温度履歴

ガスが球形となって中心に移動する様子が確認される。このまま噴射すると液体噴出となる。約2秒に何らかの微小外乱がカプセルに加わり、球形ガスに影響している。

<試験ケース15C：ベーン形状その3、落下後0.8秒から0.8秒間噴射>

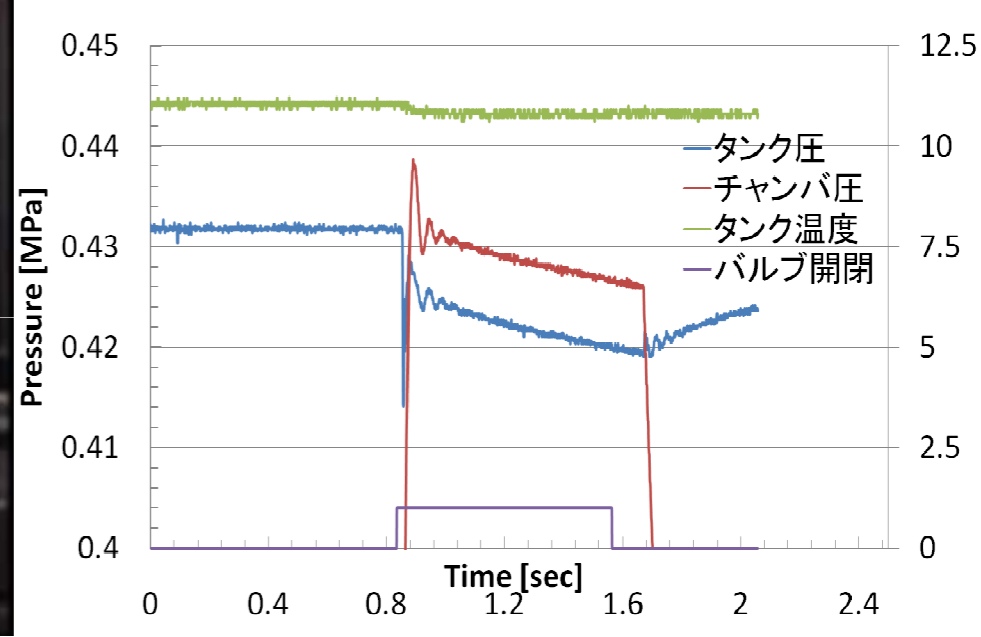


落下直前

約0.8秒

約1.6秒

約2.4秒



圧力・温度履歴

液体はベーン内に捕捉され、ガス部は配管ポート側に分裂せずに集まっている。噴射によっても気体のみが送出されている。

<今後の予定>

実験結果の詳細評価を行い、各タンク内デバイスの定量的評価およびタンク設計指針を導出する。また追加実験により、指針をより強固なものとする。

特開2009-214695 液体燃料貯蔵用容器及び該容器を用いた蒸気噴射システム
 特願2010-048224 推進薬タンク及びこの推進薬タンクを用いた蒸気噴射装置
 特願2010-048223 液状推進薬タンク及びこの液状推進薬タンクを用いた蒸気噴射装置