

観測ロケットS-310-41号機による柔軟エアロシェルの大気圏突入実証試験

鈴木宏二郎(東大新領域)、山田和彦、永田靖典、安部隆士(JAXA/ISAS)、秋田大輔(東工大)、今村宰(日大)、高橋裕介(北大)
本間直彦、渡辺保真、飯野亨、佐々木要(東大・院)、MAAC(Membrane Aeroshell for Atmospheric-entry Capsule)R&D グループ

研究背景

地球帰還システムや惑星探査への応用を期待

自在な宇宙活動を実現するために、大気圏突入システムに新しい選択肢を提供する
＜カプセル型、有翼型に続く、**第3の形「展開柔軟型」**の大気圏突入システム＞

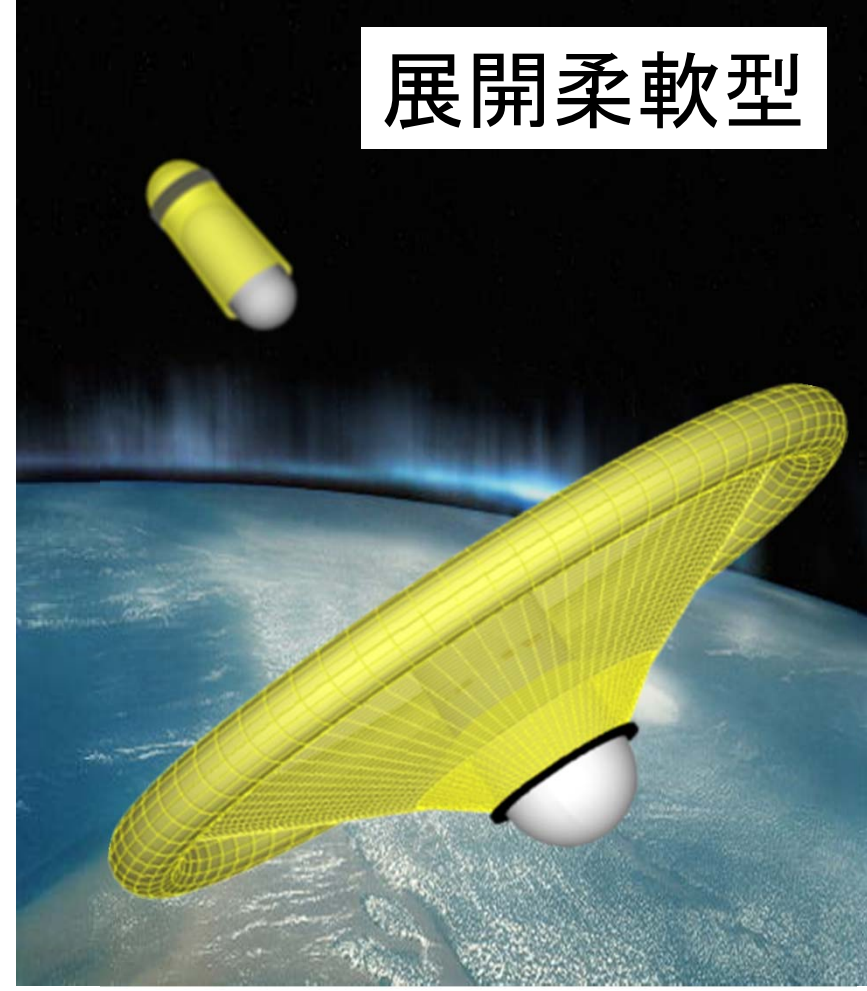
カプセル型



有翼型



展開柔軟型



展開柔軟型の利点

- * 薄い大気でも軽量大面積で効率良く減速可能。
- * 狭いスペースにも折りたたんで搭載可能。
- * 空力加熱が緩和でき機体が高温にさらされない。
- * 大気圏突入から地上まで空力安定性がよい。
- * 軟着陸(着水)のためのパラシュートが不用。
- * 着水後の浮揚のためのフロート(浮き)も不用。
- * 帰還させる物資の形状によらない。

空力加熱に**耐える** ↔ 空力加熱を**避ける**

観測ロケットによる大気圏突入実証試験の目的

次世代の大気突入機の候補の1つである展開柔軟型のエアロシェルに関して、これまでの要素技術の研究開発を踏まえて大気突入機を設計、製作し、**観測ロケット(S-310)**を利用して、その最も重要な機能である大気圏突入飛行を実証し、その間の挙動や特性を測定する。

実験機の概要と実験シーケンス

＜インフレーターブルトラス部＞

材料：ZYLON紡績糸織物，ZYLONフィラメント織物，シリコンゴムの3層構造
外直径120cm、チューブ直径10cm、重量2.0kg（圧力配管部含む）

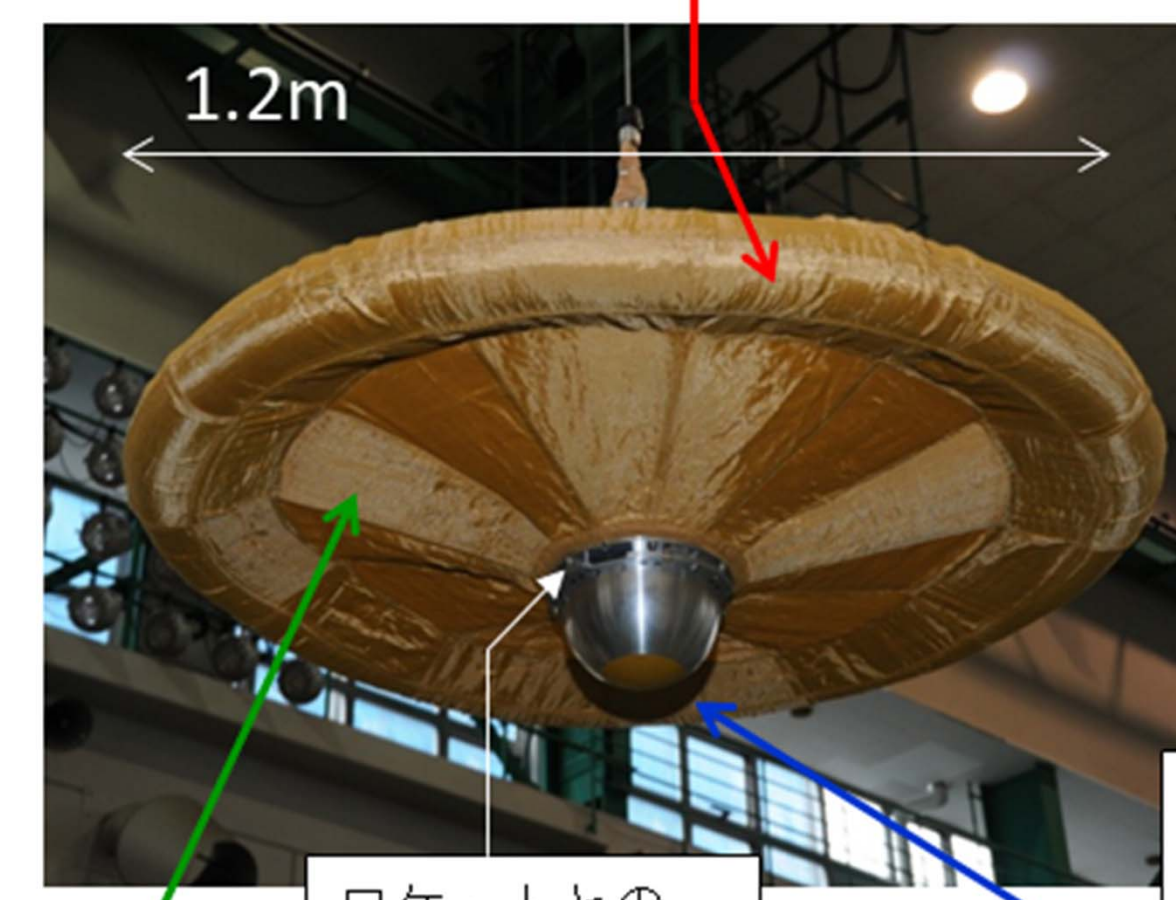
＜薄膜フレア部＞

材料：ZYLONフィラメント織物
開き角70度の錐台形状
12枚の扇形の布を縫い合わせて製作
フレーム部の内側と結合
重量0.7kg（取り付け用部材を含む）

＜カプセル本体＞

頭部形状は直径19cmの半球
胴体部は角柱殻構造，後頭部は円筒＋円錐形状
内部に機器をすべて搭載（ガス注入系も含む）
直径20cm、高さ54cm、重量約13kg

エアロシェル展開状態



エアロシェル収納状態



1.2m

23cm

バック面仕切り膜×6枚
実験機の安定性を高める効果を期待

角柱部の回りに、
エアロシェルを収納

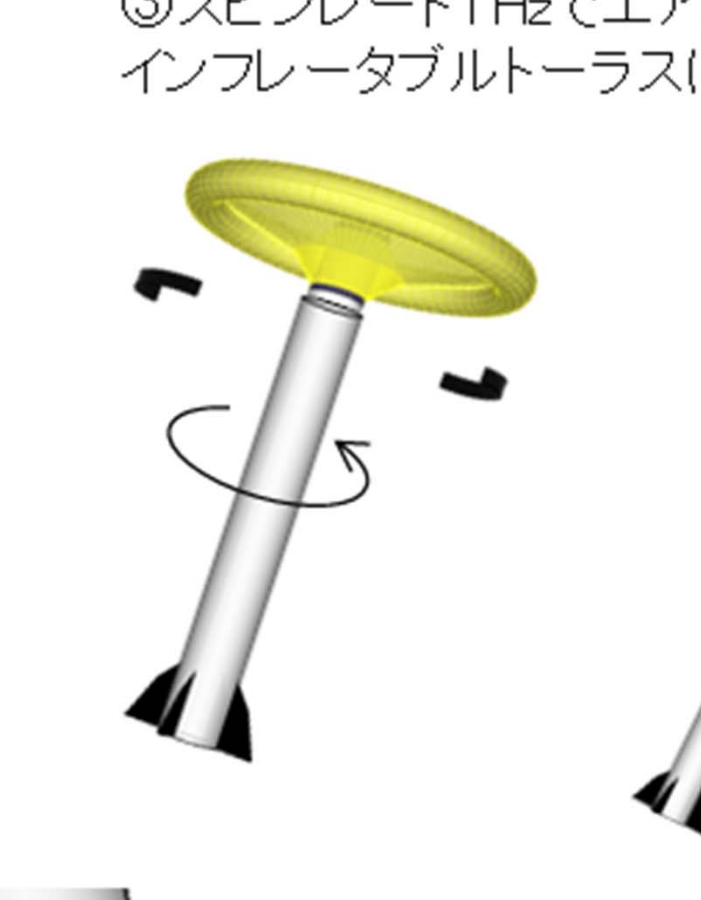
アルミ製のエアロシェルカバー（3つ割）

ロケットとの結合用フランジ

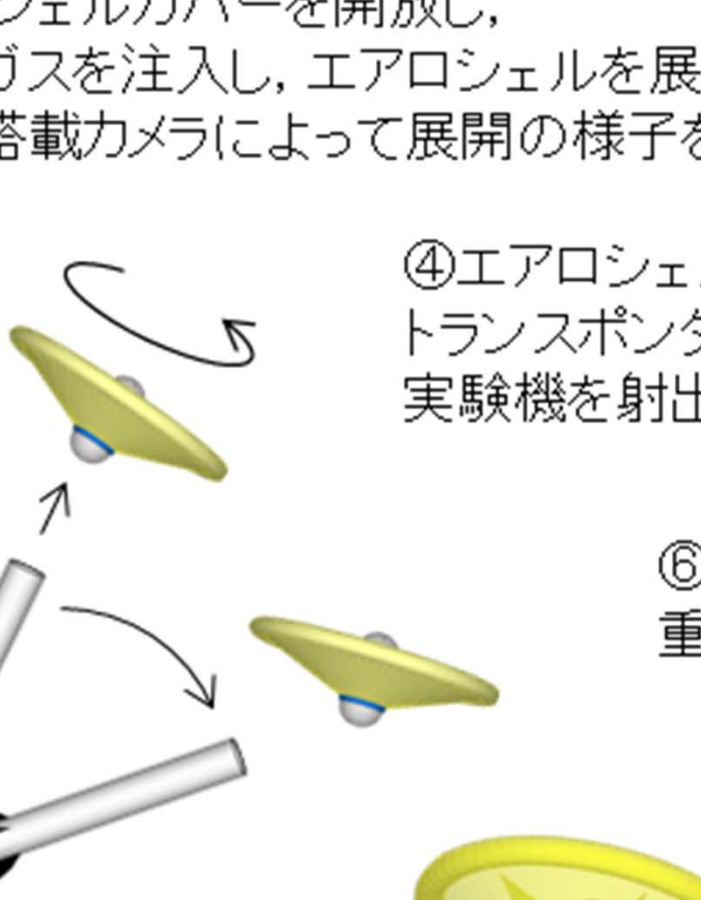
②ロケット燃焼終了後、YO-YOデスピナ展開、ノーズコーン開頭、GPSアンテナ切替、画像送信アンテナ展開。



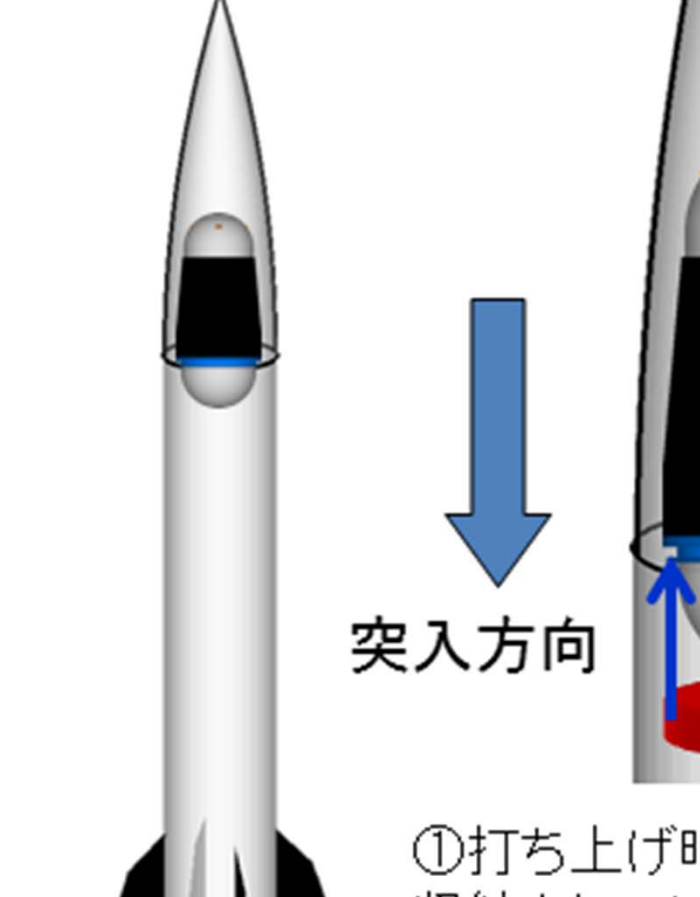
③スピンレート1Hzでエアロシェルカバーを開放し、インフレーターブルトラスにガスを注入し、エアロシェルを展開する。（搭載カメラによって展開の様子を撮影）



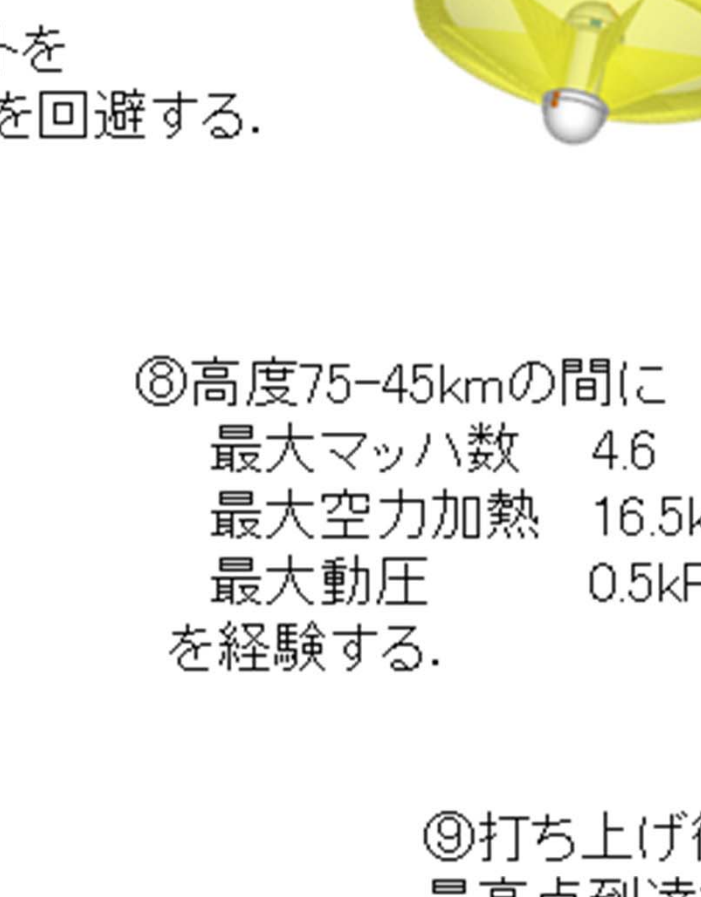
④エアロシェル展開後、トランスポンダ、画像送信機アンテナ切替実験機を射出（射出速度50cm/sec）



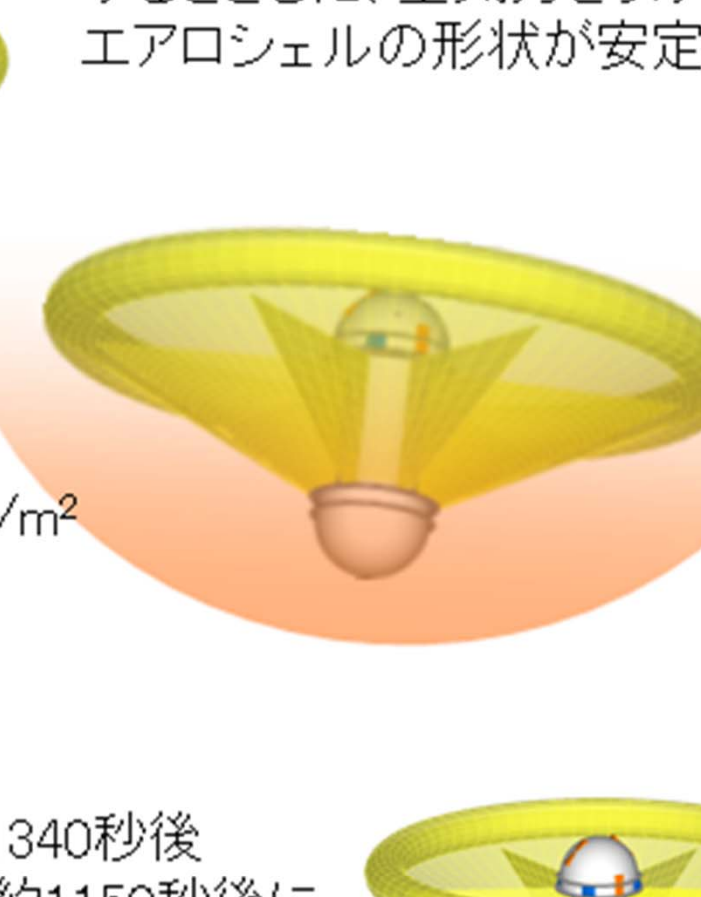
⑤分離後、ロケットをタンブルさせ追突を回避する。



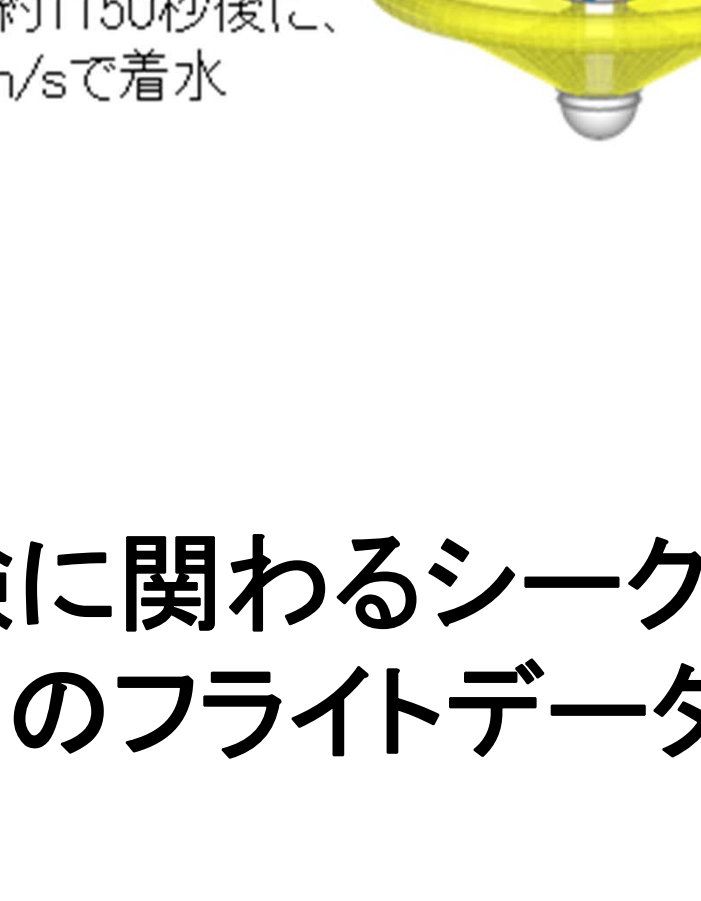
⑥最高地点、高度150kmを通過し重力によりさらに加速



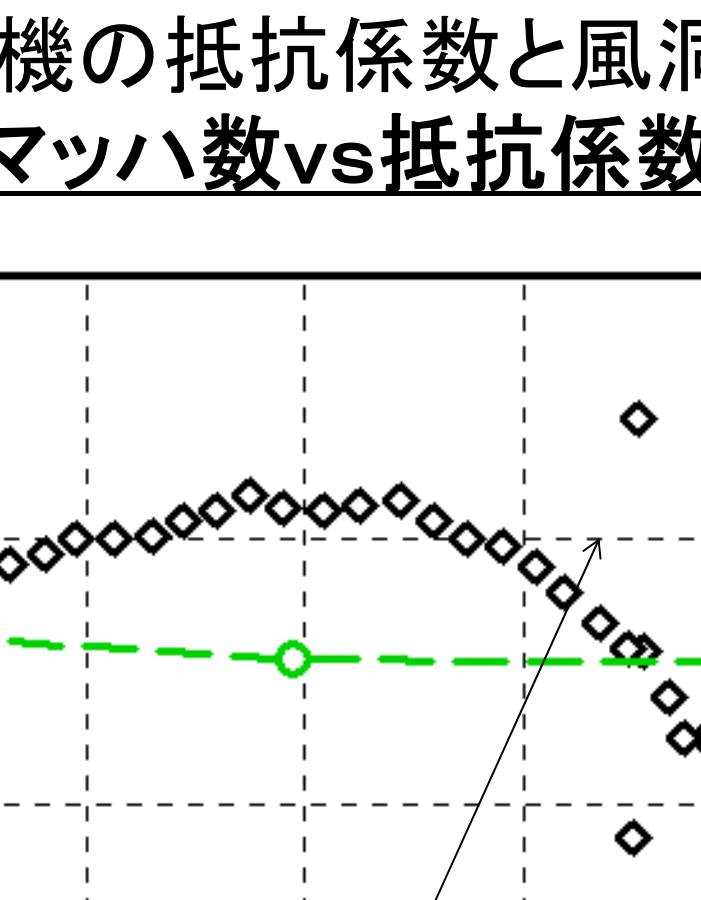
⑦動圧が大きくなるにつれて、空力安定により迎角0度に指向するとともに、空気力を受け、エアロシェルの形状が安定する。



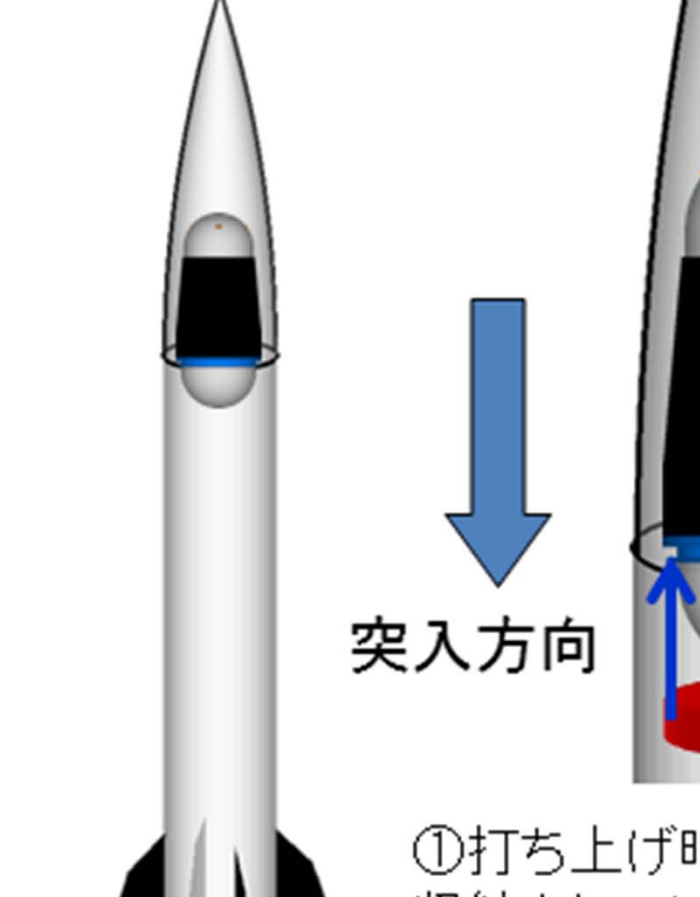
⑧高度75-45kmの間に最大マッハ数 4.6、最大空力加熱 16.5kW/m²、最大動圧 0.5kPaを経験する。



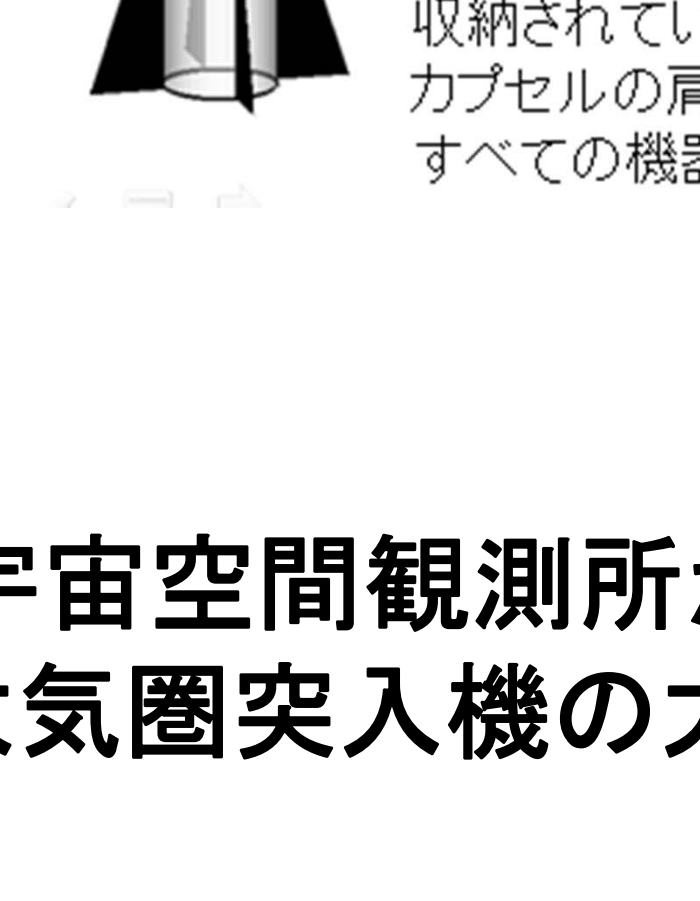
⑨打ち上げ後1340秒後、最高点到達後約1150秒後に、終端速度15.3m/sで着水



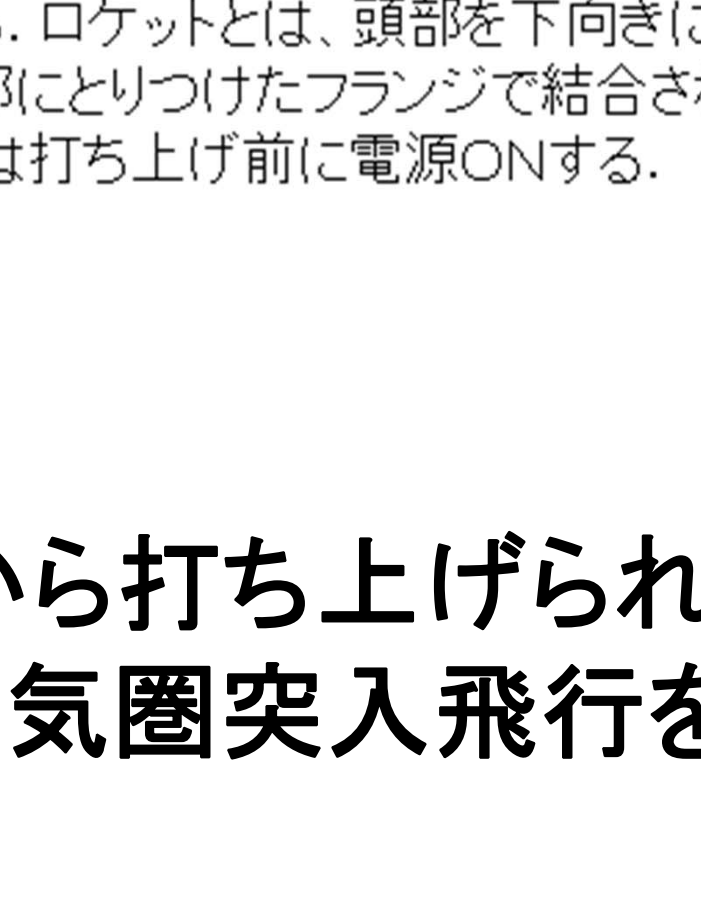
①打ち上げ時、柔軟エアロシェルはコンパクトに収納されている。ロケットとは、頭部を下向きに、カプセルの肩部ことりつけたフランジで結合される。すべての機器は打ち上げ前に電源ONする。



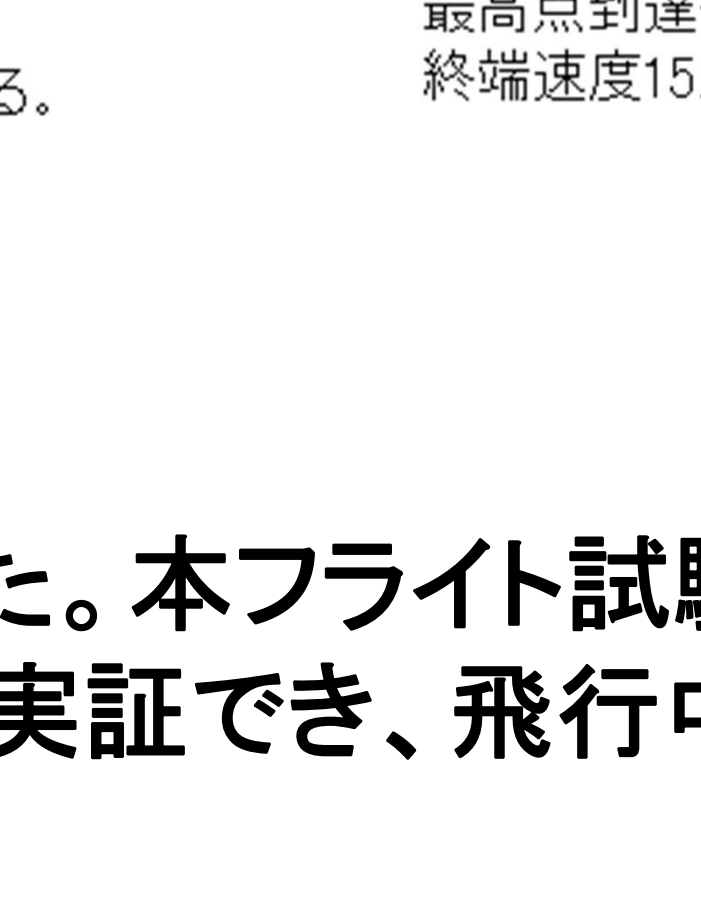
突入方向



支持、分離、射出機構



外部アンテナとの接続機器類



フライト実験結果

観測ロケットS-310-41号機は、平成24年8月7日16時30分に内之浦宇宙空間観測所から打ち上げられた。本フライト試験に関わるシーケンスは、すべて順調に行われ、目的であった柔軟エアロシェルの大気圏突入機の大気圏突入飛行を実証でき、飛行中のフライトデータもすべて正常に取得できた。

実験シーケンス(フライト実績)

X=0	ロケット打ち上げ
X=60sec	ノーズコーン開頭
X=90sec	エアロシェルカバー開放
X=95sec	ガス注入
X=100sec	実験機分離&射出（射出速度50cm/s）
X=190sec	頂点通過（最高高度：150km）
X=320sec	最高速度（1.32km/s）に達した後、空気力により減速開始（高度70km）
X=400sec	平衡速度到達（高度30km）
X=1320sec	着水（終端速度約16m/s）

