

ISSから放出される超小型衛星による柔軟エアロシエルの大気圏突入実証試験計画

EGG: re-Entry satellite with Gossamer aeroshell and Gps/Iridium

今村幸(日大)、鈴木宏二郎(東大新領域)、秋田大輔(東工大)、渡邊保真(東大)、中篠恭一(東海大)、高橋裕介(北大)、林光一(青学大)
永田靖典(岡山大)、山田和彦、石村康生、安部隆士(JAXA/ISAS)、宮谷聡、難波和也(東大)、土井翔平(青学大)、前川啓(東海大)
川本大輔(早大)、森吉貴大(農工大)、奥田謙太郎(日大) & EGG/MAAC-TEAM

研究背景 ~展開型柔軟エアロシエル技術~

展開型柔軟エアロシエルは、次世代の大気圏突入システムとして、超小型衛星の再突入回収システムや惑星探査プローブへの応用が期待されている

<展開型柔軟エアロシエルによる大気圏突入システムの主なメリット>

- * 低弾道係数により、**空力加熱、及び、終端速度の低減**
- * 海上に降りる場合に、インフレーター部が**フロート機能を兼用**できる
- * 軌道上の形態のまま、地表までたどりつく**シンプルな大気圏突入システムの実現**
- * カプセルを包み込むような形状であり、**輸送する物資の形状に依存しない。**
- * 高い収納効率により**インテグレーションの自由度の高さ**

本技術は、2012年に、観測ロケットS-310-41号機にて大気圏突入実証試験に成功し、残るマイルストーンは軌道上から実証試験(TITANS:2018年頃の実現を目指している)のみとなり、実用化にあと一步まで近づいている。

EGG衛星の位置づけと実験目的

展開型柔軟エアロシエルの最終技術実証とした低軌道からの再突入実証試験(TITANS)の準備として、ISSからの衛星の放出機会を利用した超小型衛星による事前試験を計画した。(2014年9月に正式採択)

衛星名: EGG(reEntry satellite with Gossamer aeroshell and Gps/Iridium)

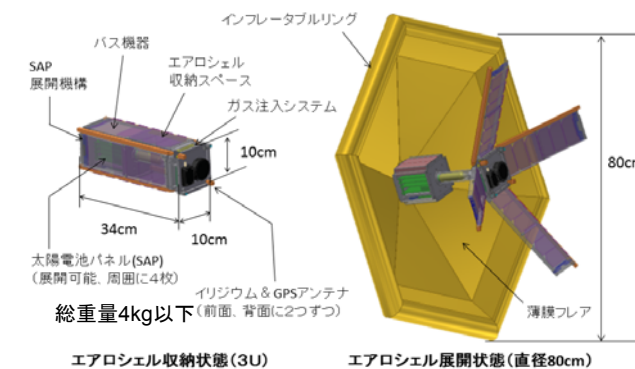
放出時期: 2016年度中にISSへ輸送、2017年初頭に放出(最速の場合)

試験目的: 展開型柔軟エアロシエルの開発に必要な下記の3つの要素技術を軌道上で実証すること

1. 軌道上でのガス圧展開型の膜面エアロシエル展開&保持
2. イリジウムSBD通信での専用基地局不要の送受信
3. GPSを利用した位置情報取得(軌道崩壊~大気圏突入)

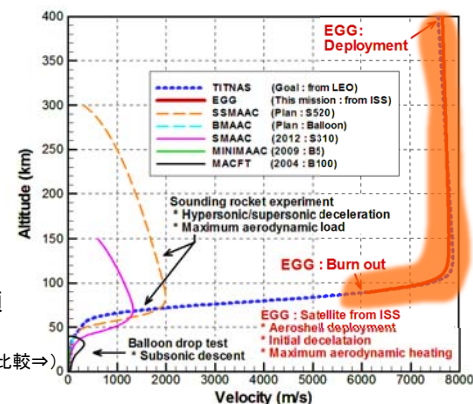
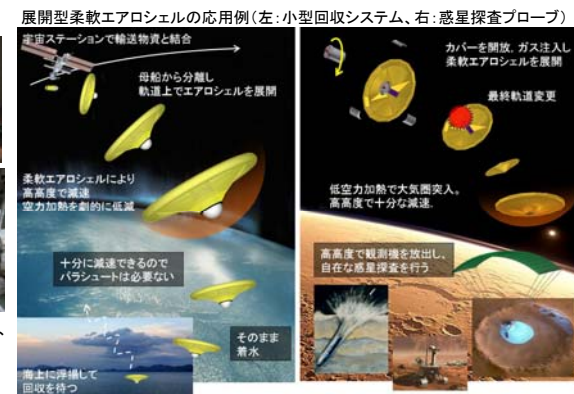
本試験は、大気球実験や観測ロケット実験では実現し得ない、地球低軌道(LEO)からの大気圏突入までの領域での挙動を確認できる貴重な試験である。この機会に再突入時の空力加熱データの取得もめざす。

EGG衛星の形状とミッションプロフィール



<ミッションプロフィール>

- 1) 衛星放出時に(デプロイメントスイッチにて)電源ON
- 2) イリジウムSBDシステムにより通信を確立
- 3) GPSデータのダウンリンク
- 4) インフレーターエアロシエル展開前の軌道を同定
- 5) コマンドによりエアロシエルの展開シーケンスを実施
 - * 太陽電池展開&エアロシエルを開放
 - * SMAボンベオープナー&電磁弁駆動によりエアロシエルにガス注入
- 6) JPEGカメラ等の搭載センサにより、エアロシエルの展開を確認
- 7) 柔軟エアロシエルがうける空気力により徐々に周囲高度が下がる
- 8) GPS情報により軌道を同定し、空気力による軌道崩壊を確認
- 9) **大気圏に再突入し焼失(ミッション期間は、ノミナルでエアロシエル展開後2週間程度)**

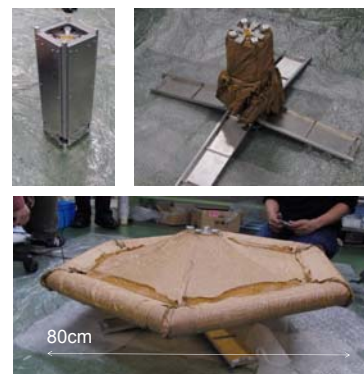


(他の実証試験との飛行軌道の比較⇒)

EGG衛星で実証される新技術

軽量耐熱柔軟エアロシエルの開発

ユーピレックスフィルムを気密層、薄膜ZYLLONを外皮構造とした、直径80cm、チューブ直径6cmのインフレーターエアロシエルを製作した。



直径80cm/チューブ直径6cm、重量: 460g
収納性: 約1U(10cm³)のスペースに収納可能
耐圧性: 130kPa以上、リークレート: 1.5%以下

⇒EGG衛星の要求を満たすと同時にTITANS(実用)エアロシエルの基本構造とできる性能を確認した。

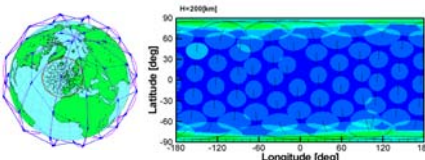
超小型衛星用ガス注入システム

エアロシエルの展開のために小型、高信頼性、で、使いやすいガス注入システムが必要。

市販のガスカードリッジを活用できる、**形状記憶合金(SMA)を使ったボンベオープナー**、超小型電磁弁を使ったシステムを試作。



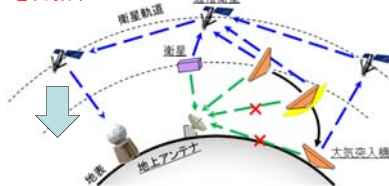
低軌道上では、イリジウム衛星との通信は保証されていないため、イリジウム衛星の軌道情報から、低軌道上で通信可否時間帯を予測するソフトウェアを準備中



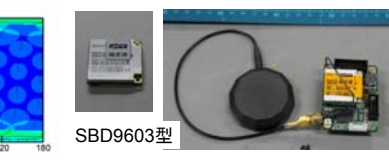
衛星通信網を使ったテレコマシステム

再突入実証機のデータを取得するため、将来に回収システムに発展させる際に地球上どこでも地上局に頼らず通信ができるシステムが必要

イリジウムSBD(Short Burst Data)を利用した通信システムを開発、宇宙での実用化を目指す

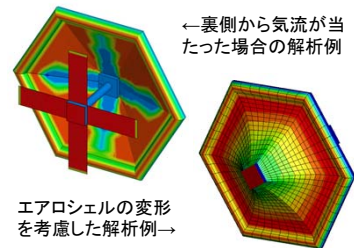


衛星通信を実現するハードウェアは、小型化が進んでいる。最新のものは、制御基板を含め6cm×4xmのサイズである。



希薄気体中の柔軟衛星の挙動

EGG衛星が飛行する軌道は、大気の影響が少なからず存在し、その空気力は衛星の挙動に対して無視できない。軽量大型のエアロシエルを有するEGG衛星では、それは顕著になる。



自由分子流解析によるEGG衛星に働く空気力の推定結果の一例

- * 空気力の予測に基づいた空力的に安定な機体設計を行う。
- * 簡単な姿勢制御機構(磁気トルカ)をとりつけて、軌道上での姿勢運動に関するデータを取得する