

「たんぽぽ」サンプル地球回収後の初期分析・キュレーション・

詳細分析の流れと微粒子検出抽出システムの開発

矢野創¹、奥平恭子²、佐々木聰³、清永悠介³、小田島拓²、矢口勇一²、今井栄一⁴、

Andrew Westphal⁵、田端誠¹、橋本博文¹、横堀伸一⁶、山岸明彦⁶、たんぽぽプロジェクトチーム

1: JAXA宇宙科学研究所, 2: 会津大学, 3: 東京工科大学,

4: 長岡技術科学大学, 5: 米・カリフォルニア大学バークレー校, 6: 東京薬科大学
(e-mail: yano.hajime@jaxa.jp)

概要: 日本初のアストロバイオロジー実験「有機物・微生物の宇宙曝露と宇宙塵・微生物の捕集 (たんぽぽ)」は、2014-5年頃に国際宇宙ステーション (ISS) きぼう曝露部に打上げ、取り付けられ、運用が開始される予定である。6つのサブテーマを構成する実験群の中で、有機物を含む宇宙塵や地球由来の微生物を含む粒子、スペースデブリを低密度シリカエアロゲルで捕集する。採取試料の地球帰還後、それらをいかに破損・汚染させず、初期記載を終えて適切に切り出し、迅速に研究者に配布するかは、本ミッションの成功を握る一つの重要なカギである。「キュレーション」と総称されるこれら一連の作業に関して、たんぽぽの初期分析フロー、エアロゲル地図作成・切り出し装置の製作状況について報告する。

たんぽぽの科学目標と捕集する固体微粒子候補

有機物・微生物の宇宙曝露と 宇宙塵・微生物の捕集 (たんぽぽ)

ISS軌道
「宇宙塵」: ST4 (天然の地球外微粒子)
「微生物」を含む塵: ST1 (天然の地球由来微粒子)
「スペースデブリ」: ST6 (人工物の破片)

ハニシベルエア 生命の起源同時期後期
1. 宇宙で微生物の捕集
2. 微生物の宇宙生存実験

地球生命圏
1. 宇宙空間での地球生命圏の定義
2. 地球生命圏の拡大
3. 地球生命圏の縮小

地球起源微生物が高度上空に到達する機構仮説

500 km
60 km
50 km
10 km

主要な流星群の降下領域
主大流星
流星群の降下領域

機外実験プラットフォーム

機内実験施設
機外実験プラットフォーム

ISSきぼう曝露部ExHAMに搭載するたんぽぽ実験装置: 「捕集パネル」と「曝露パネル」

たんぽぽサブテーマと試料パネル・曝露面の関係

上(宇宙)面
運行方向(東)面

● 捕集パネル Type-1
● 捕集パネル Type-2
● 曝露パネル Type-1
● 曝露パネル Type-2

Double Capture Panel x3 (Space, Leading, North Faces)
Single Capture Panel x6 (Space, Leading, North Faces)

Exposure Panel x2 (Space Face)

Exposure Panel with Thermometer x1 (Space Face)

EXHAM

日本独自の二層式0.01g/ccエアロゲルを開発
・ 二層式で、H-BE轟動・衝撃QTレベルをクリアできる
p=0.010 g/cm³ EuReCaの1/6を実現
→有機物含有宇宙塵を想定し、ピーク温度を低下

たんぽぽ捕集・曝露パネルの運用・試料配分シナリオ

1. 搭載前準備 (JAXAへの搬入)
2. 搭載前準備 (JAXAへの搬入)
3. 搭載前準備 (JAXAへの搬入)

4. EXHAMからの実験記録の取り出し・保管
5. EXHAMからの実験記録の取り出し・保管
6. EXHAMからの実験記録の取り出し・保管

軌道上的対面実験

実験記録の地上への伝送①
実験記録の地上への伝送②
実験記録の地上への伝送③

CTO/CPO/APO/APO-EP

1. 4.4 x 4.4 x 1.0 cm 捕集/曝露パネル Type-1
2. 3.0 x 3.0 x 1.0 cm 捕集/曝露パネル Type-2
3. 1.0 x 1.0 x 1.0 cm 軌道上的対面実験用機器

- 地球帰還カプセル回収 (ロシア着陸または米国着水)
- NASA/JSCにて受取、キックバック記載
- JAXA有人本部へ移管・空輸
- ISAS-LABAM実験室内二重クリーンルームへ陸輸
- 曝露パネルは初期記載後、各サンプル提供機関で詳細分析
- 捕集パネルはLABAMにて初期分析・キュレーション・抽出後、各サブテーマ研究機関で詳細分析

たんぽぽ初期分析・キュレーション作業施設:
ISAS宇宙生物・物質実験室 (LABAM) 内二重クリーンルーム

たんぽぽ捕集パネル用キーストーン装置プロトタイプの開発

PC Controlled Micro Manipulator (Z)
Magnetic Fine Stage (XY)
Coarse Stage Controller
Fine Stage Controller
Rotation Stage (R)
Motorized Coarse Stage (X)
Motorized Coarse Stage (Y)

Aerogel

マイクログ
マンニビュレータ
マンニビュレータ
電動機
減速機
電動機
減速機
電動機
減速機
電動機
減速機

イメージング
マイクログ
マンニビュレータ
マンニビュレータ
電動機
減速機
電動機
減速機
電動機
減速機
電動機
減速機

エアロゲル小片抽出

Image: Impactor Right/Left Empty Hole
Image: Impactor Right/Left Empty Hole

画像認識・三次元情報
エアロゲル小片抽出

Work Breakdown Packageの詳細 (2013年度内)

NO.	内容
1	仕様書管理
2	基本設計完了
3	コンポーネント構成確定
4	設置場所確保 実験室内に二重クリーンルームを確保し、各装置の設置を試作するスペース確保。
5	類似システム事前評価 Star441開発システムで、たんぽぽエアロゲルからキーストーンを作成、操作性等を評価。(別添付: SAS評価)
6	抽出ツール試作 VSSの評価結果に基づき、抽出ツールのコンポーネント要素を構築し、マンニビュレータを用いたエアロゲル抽出の適合性を評価。
7	制御プログラム製作 VSSの評価結果に基づき、位置制御およびキーストーン用マンニビュレータ制御プログラム (MATLABベース) 作成。
8	設計改良・8B制作準備 VSS-7を製作して、VSS-7の設計・構成を改良、8B制作に準備を整える。Star441対象で初期分析を担当した日本研究者、たんぽぽエアロゲル開発者 (同僚) との意見交換を行う。
9	設計確定 VSSの仕様を修正して、設計を確定。
10	発注・製作 VSS9に代り、8Bコンポーネントを発注および自作開始。
11	8B完成 当機クリーンルーム内へ8B搬入完了。
12	制御プログラム動作試験 制御プログラムを8Bへアップロードし、位置制御・キーストーン動作用マンニビュレータの動作確認試験を実施、評価。
13	操作デモ VSS11-1機、新機を搬入したうえで、たんぽぽエアロゲルを使用して8Bの動作確認を行う。
14	最終評価・成果報告 VSS13を実用し、本プロジェクトのアウトプットである8B性能の最終評価を行い、成果報告書を作成する。

© NASA/JSC