

アストロバイオロジー研究

◆ 日本初のアストロバイオロジー
宇宙実験、地球帰還試料を分析中

生物学(バイオロジー)を、物理・化学・地学と同様、宇宙(アストロ)のどこでも通用する普遍的な知識体系へ飛躍させることを目指す、新しい宇宙の見方「アストロバイオロジー」。その科学目標を立てて選ばれた、日本初の宇宙実験が「たんぽぽ」です。

その目的は、**風に舞うたんぽぽの種子のように、生命そのものやその原材料が、地球と他天体を往来しているという仮説を確かめること**です。2015年から国際宇宙ステーションきぼう曝露部にて、**毎年試料を交換し、地球へ持ち帰った試料をISASはじめ全国26もの大学・研究所等がチームを組んで、分析を行います**。最長4年の運用予定で、現在も鋭意進行中です(図1)。

簡易曝露実験装置(ExHAM)に設置されたたんぽぽ実験は、密閉された地球微生物・人工有機物の「曝露パネル」と、水の1%足らずの極密度固体「シリカエアロゲル」によって超高速でぶつかる微粒子をとらえる「捕集パネル」からなります(図2)。

曝露パネルでは、**地球起源の微生物が、例えば火星へ繁殖可能な状態で到達できるかを調べるため**、微生物を1-3年の間、宇宙環境へさらし、生き残る割合の時間変化を世界で初めて解析しています。2016年に帰還した試料の解析から、**宇宙環境を1年経験しても、特定の微生物の集合体はある大きさ以上になると生存率が上がる**ことが確認されました。

初年度の「捕集パネル」では、**0.1 mm以上の超高速衝突痕を130個以上同定し、炭素を含む宇宙塵の衝突も確認**されました(図3)。また**20年ぶりに宇宙機による直接計測から、地球低軌道上の固体微粒子のサイズ分布データを更新**することができました。



図2: (左上)国際宇宙ステーション(©NASA)。(左下)「たんぽぽ」ミッションデッキときぼう曝露部(©JAXA)。(右)たんぽぽ試料を搭載したExHAM装置を設置したきぼうを表紙に飾った学術誌「アストロバイオロジー」(©Mary Ann Liebert Inc. Publishers)。

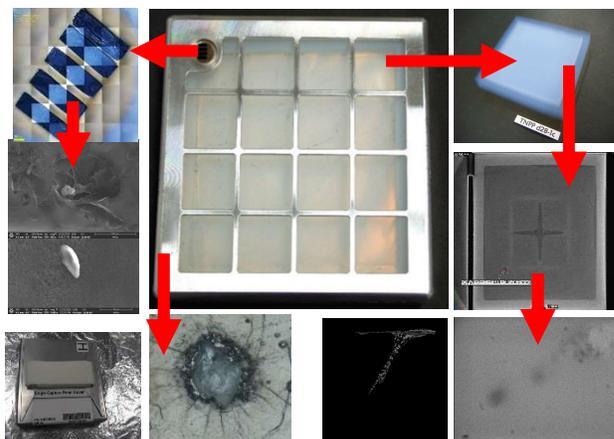


図3: 地球帰還した「たんぽぽ」捕集パネルの初期分析結果の概要。右は0.01g/ccエアロゲル上の超高速衝突トラックの光学画像とX線CT画像。下はアルミニウム製蓋上の衝突クレーター。左はカーボンナノチューブ汚染管理プレート上の低速捕集粒子。左下は保護カバー(©たんぽぽプロジェクト)。

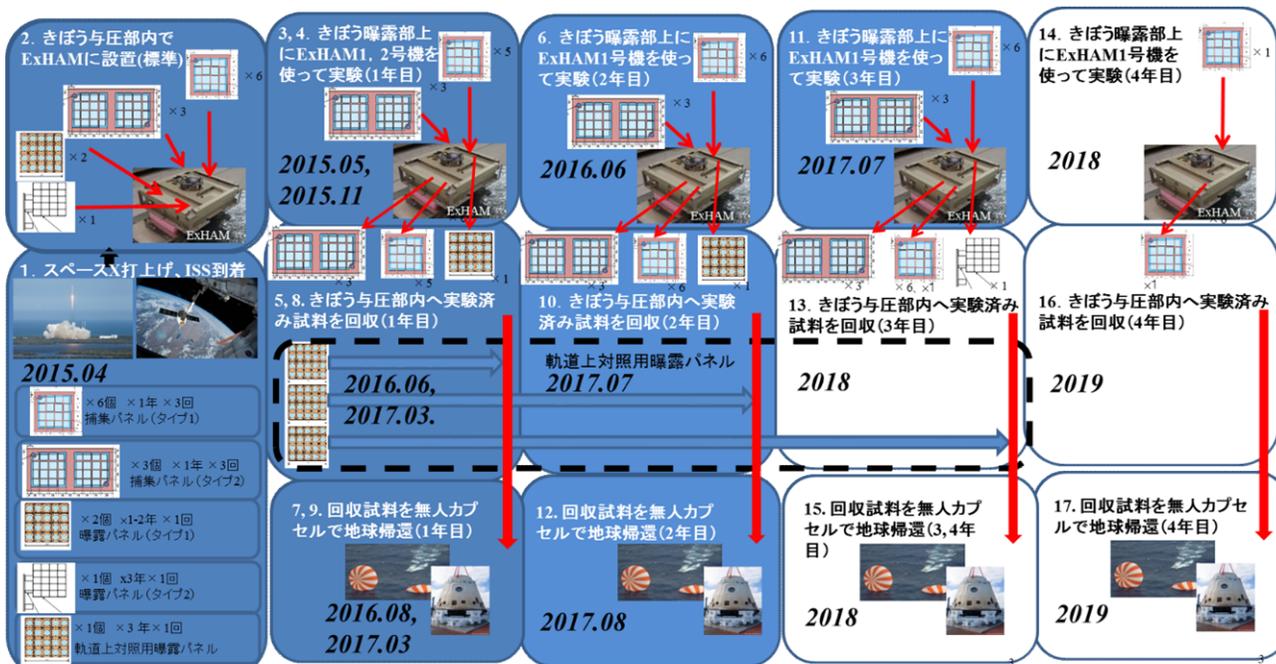


図1: 「たんぽぽ」プロジェクトの軌道上運用手順。青い背景箇所は実績。2019年に最終試料が地球帰還する予定。(©たんぽぽプロジェクト)

アストロバイオロジー研究

◆帰還試料を分析する「無人無塵室」

たんぼぼ計画は現在、**2年目の試料が地球帰還し、3年目の試料が宇宙に曝露されている**段階です。

宇宙で捕集された試料は、適切な汚染管理をして保管される限り未来永劫、新しいアイデアと最新技術を使った分析が可能です。そこでたんぼぼでは、「**CLOXS**」という自作の分析装置を駆使し、**汚染管理、衝突痕の地図作り、光学観察、三次元情報取得、試料掘削**までを、「**無人の無塵室**」の中で行います(図4)。

ISASにおける初期分析・キュレーション作業の使命は、**科学的価値を損なわない状態で、全国の研究者に宇宙試料を配分し、多彩な科学成果を生み出す**ことで、アストロバイオロジー研究を飛躍させることです。たんぼぼ初年度では、**初期分析開始100日以内に、優先順位第一位の試料を詳細分析チームへ配分**できました。

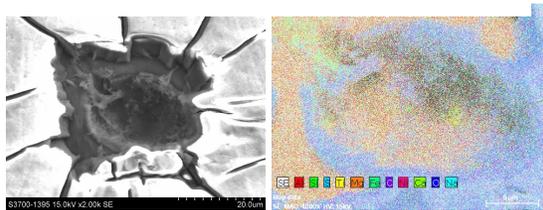
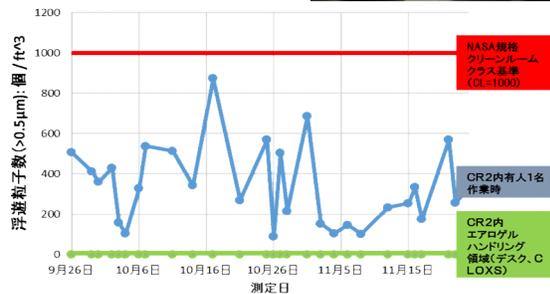


図4: ISASクリーンルーム内の有人作業(左上)と「捕獲微粒子位置同定・観察・抽出システム(CLOXS)」を使った無人作業(右上)は共に、KOACHシステムの中でISOレベル1の清浄度(中央)を実現しながら、地球帰還試料を扱っている。その結果、宇宙面の衝突クレーター内部の残留物から炭素が検出された。(©たんぼぼプロジェクト)

JAXA/ISAS学際科学研究系・宇宙生物・物質科学実験室(LABAM)の2017年度スタッフです。

日本の「アストロバイオロジー」研究を宇宙実験・探査を通じて推進するため、2012年から太陽系科学・海洋地質学など、専門分野を越えて集まっています。

アストロバイオロジー研究コミュニティの中核を担うべく、宇宙科学の全国大学共同利用システムとして、本年度より専用実験室を整備し、「たんぼぼ」による宇宙試料の分析・保管・データ蓄積の機能も担っています。皆様の指導と応援を、よろしくお願いいたします。

◆「海洋天体」探査の基礎研究も着々と

地球の深海底には、太陽光が届かなくても持続できる生態系があります。**アストロバイオロジーが宇宙探査で貢献すべき分野は、「地球外生命の探索」と「生存可能領域の見直し」**です。両者に共通する探査対象が「**海洋天体(オーシャンワールド)**」です。LABAMメンバーは2011年より、海洋研究開発機構や国内外の大学研究者と協力しながら、**オーシャンワールド探査の基礎研究と機器開発を進めています**。特に、地球外の生命体やその兆候を探る地球外海水サンプルリターンを、次世代に引き継ぐ探査構想として提唱しています。

具体的には、たんぼぼ技術を発させて、**土星の衛星エンケラドスの内部海から放出する海水や海底地殻物質のサンプルリターンを可能にする機器技術と惑星保護の研究**を行っています。今は**微生物DNA、ペプチド、模擬エンケラドス海水化合物のエアロゲルによる捕集と、軌道上で微粒子を分析できる装置を試作中**です(図5)。

また、**太古の地球海洋に生命材料を含む宇宙物質が衝突した際に海中で進む化学進化も、隕石を模擬海洋に超高速でうち込む実験を通じて研究**しています(図6)。

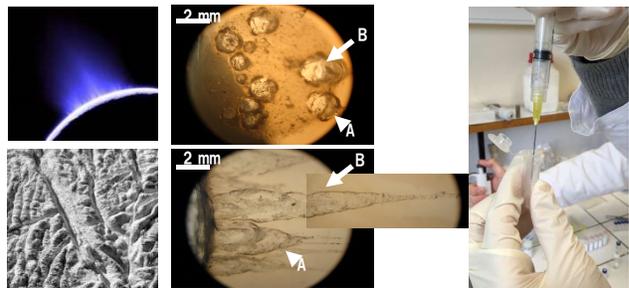


図5: 土星衛星エンケラドスの南極域の割れ目(左)から噴出するプルーム微粒子のフライバイ採取を実現するために、たんぼぼエアロゲルを発展させた新型捕集材(中央)と、軌道上分析の研究開発(右)が行われている。(©NASA, 矢野創(ISAS/JAXA)・藤島皓介(ELSI))

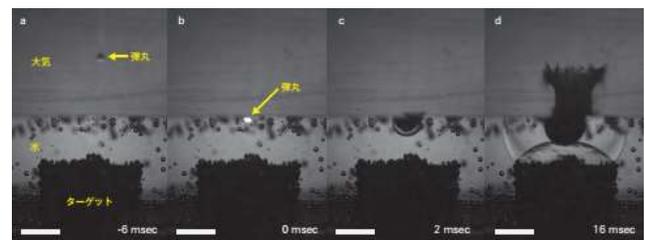


図6: ISAS縦型二段式軽ガス銃を使った、模擬地球海洋に超高速衝突する隕石物質の破壊・拡散・化学反応を調べる実験のハイスピード画像の例。(©西澤学(JAMSTEC), 矢野創(ISAS/JAXA))

◆関係者から一言



◆もっと詳しく知りたい人のために
LABAM: ISAS学際科学研究系
宇宙生物・物質科学実験室ホームページ
<http://www.isas.jaxa.jp/home/labam/home.html>