

# たんぽぽ2～ダストから生命へ：

## 2019-2020年の宇宙曝露運用と地球帰還後の科学分析計画



矢野創(JAXA/ISAS), 三田肇(福岡工大), 左近樹(東京大), 小林憲正(横浜国大), 癸生川陽子(横浜国大), 横谷香織(筑波大), 阿部智子(東京電機大), 新井和吉(法政大), 遠藤いずみ(東京大), 藤島皓介(東工大), 今井栄一(長岡技科大), 加藤浩(三重大), 木村駿太(東京大), 中川和道(神戸大), 奥平恭子(会津大), オン碧(筑波大), 佐々木聰(東京工科大), 田端誠(千葉大), 富田勝(慶応大), 山岸明彦(東京薬科大・JAXA)、たんぽぽ2プロジェクトチーム

**概要：**日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ」の後続計画である「たんぽぽ2」では、2019年から14か月間、国際宇宙ステーション曝露部にて、星間物質から地球生命に至る各段階に関する科学実験と技術実証を実施し、2021年に試料を地球へ回収する予定である。星間塵・小惑星・彗星内の有機物を研究する(1)窒素含有炭素質物質・(2)模擬小天体有機物・(3)アミノ酸と前駆物質の宇宙曝露実験、(4)ラン藻の宇宙生存実験、(5)宇宙紫外線の線量測定とペプチド生成実験、(6)海洋天体粒子の採取を目指した新規捕集材による宇宙塵捕集実験の6つの課題から構成されている。本発表では軌道上運用の実績と各科学テーマの分析計画を報告する。



2019年7月27日 Dragon CRX-18で打ち上げられた。



簡易曝露装置ExHAMに取り付けられた「たんぽぽ2」

### たんぽぽ2：

2015年に開始された日本初のアストロバイオロジー宇宙実験「たんぽぽ」および「QCC」を発展させた本計画では、2019年8月19日から2020年10月23日までの14か月間、国際宇宙ステーション曝露部にて、星間物質から地球生命に至る各段階に関する科学実験と技術実証を行った。具体的には「捕集パネル(3枚)」、「QCC型曝露パネル(1枚)」、「たんぽぽ型曝露パネル(1枚)」の計5枚を曝露した。星間塵・小惑星・彗星内の有機物の性質や起源を研究する(1)窒素含有炭素質物質・(2)模擬小天体有機物・(3)アミノ酸と前駆物質の宇宙曝露実験、(4)異なる光環境下でのラン藻の宇宙生存実験、(5)宇宙紫外線の線量測定とペプチド生成実験、(6)海洋天体の内部海放出粒子の採取を目指した新規捕集材による宇宙塵捕集実験の6つである。全試料は2021年に地球回収後、実験室にて詳細分析が行われる。

### 捕集パネル：



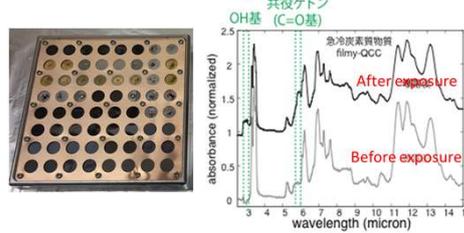
「たんぽぽ」では、捕集パネルのそれぞれで、数百以上の衝突痕を見出すことができ、その中には小惑星起源であると判断された粒子も確認された。これらの成果を受けて引き続き、宇宙塵の捕集を目指した。

#### <海洋天体探査を目指した親水性エアロゲルの宇宙実証>

将来の海洋天体から放出される氷プリューム微粒子に含まれる親水性有機物の捕集機構への使用を目指し、「たんぽぽ」で用いた疎水性エアロゲルに加え、親水性エアロゲルを新たに製作し、宇宙塵の非破壊捕集による宇宙実証を行う。

(図左)「たんぽぽ」型捕集パネルと「たんぽぽ」で見出された、様々な形状の衝突痕と、捕集された小惑星起源宇宙塵

### QCC型曝露パネル：



窓材のない「QCC」型捕集パネルと「QCC」実験で得られたQCCの赤外吸収スペクトル

#### <QCCの宇宙曝露>

「QCC」実験では、急冷炭素質物質を宇宙曝露することで、炭素質隕石中の不溶性有機物と共通する性質を獲得することを明らかにした。「たんぽぽ2」では、新星周囲で形成される赤外特性を良く再現する急冷窒素含有炭素質物質QCCを曝露し、原始太陽系有機物との比較を行い、終焉期の恒星起源有機物が始原的な太陽系有機物の一部なる仮説を検証する。

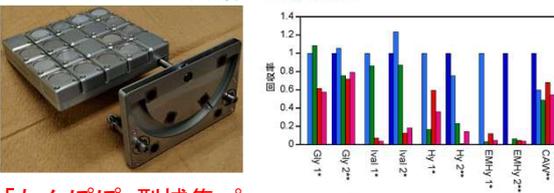
#### <小天体有機物の宇宙曝露>

隕石有機物や模擬物質の構造変化を調べ、宇宙風化の影響を明らかにする。

#### <アミノ酸およびその関連物質の宇宙曝露>

宇宙に存在するアミノ酸関連有機物の宇宙塵環境下での安定性と構造変化を明らかにする。窓材がなく、たんぽぽ型曝露と受ける紫外線波長領域が異なる実験を行うことが可能になる。

### たんぽぽ型曝露パネル：



「たんぽぽ」型捕集パネル、前面は温度計

宇宙曝露でのアミノ酸と前駆体の生存率の比較

#### <アミノ酸およびその関連物質の宇宙曝露>

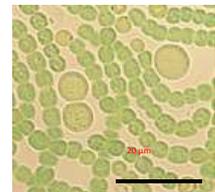
「たんぽぽ」実験では、アミノ酸とその前駆体の宇宙曝露を行うことで、地球に運ばれるまでの安定性を評価した。地上実験の通りに高分子前駆体であるCAWの安定性は確認できた。しかし、低分子前駆体ヒダントイン類とアミノ酸の安定性は、地上実験からの予想と異なった。「たんぽぽ2」では、波長依存性と昇華について検証するための曝露を行うことにした。

#### <陸棲シアノバクテリアの宇宙曝露>

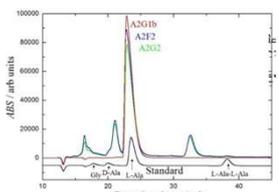
「たんぽぽ実験」では、宇宙の真空環境に3年間までの曝露を行っても生存が確認されたが、紫外線の照射を受ける環境では生存が確認されなかった。「たんぽぽ2」では、藻体の厚さを変えることと、窓材を変更することで受ける太陽光の波長領域を変化させた実験系での曝露を行うことにした。

#### <宇宙環境でのジペプチド生成実験>

「たんぽぽ」実験で、紫外線線量計として搭載したアラニン薄膜を分析したところアラニンの二量体(ジペプチド)を検出した。「たんぽぽ2」では、ジペプチド生成の検証のため、安定同位体標識をしたアラニンを用いた再実験と、アラニンにセリンなどを加えた試料への宇宙曝露を行うことで共重合体やさらに長いペプチドの生成の確認を目指すことにした。



宇宙曝露で生存の確認された陸棲シアノバクテリア



宇宙曝露でアラニン二量体の生成を示すクロマトグラム