

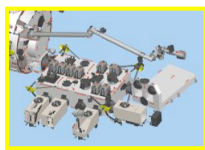
ISS/JEM曝露部利用実験たんぽぽ: 宇宙塵捕集実験の意義、研究体制、進展状況

藪田ひかる[§] (大阪大)、奥平恭子 (会津大)、小林憲正 (横浜国大)、三田肇 (福岡工大)、浜瀬健司 (九大)、中嶋悟 (大阪大)、福島和彦 (名大)、青木弾 (名大)、野口高明 (茨城大)、土山明 (京大)、中村智樹 (東北大)、伊藤元雄 (JAMSTEC)、三河内岳 (東大)、田端誠 (JAXA)、矢野創 (JAXA)、山岸明彦 (東京薬大)、たんぽぽWG

[§]E-mail: hyabuta@ess.sci.osaka-u.ac.jp

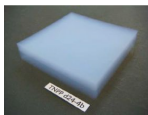
たんぽぽ計画

国際宇宙ステーション (ISS)
日本実験棟 (JEM) 曝露部
ポート共有利用ミッション

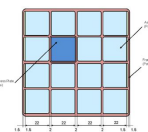


きぼう曝露部

捕集材料: シリカエアロゲル



超低密度多孔質シリカ
二層構造 (上: 0.01 g/cc,
下: 0.03 g/cc)
(Tabata et al. 2011)



・スターダストでの実績
(Brownlee et al. 2006)

第4サブテーマ「宇宙から地球へ」宇宙塵中有機物分析:

どのような組成の地球外有機物が初期地球へ供給されたかを理解するため、地球大気圏突入前に捕集した宇宙塵に含まれる有機物を、最適化されたエアロゲルによってできるだけ非破壊採集する。

宇宙塵捕集実験の意義

今から約41~38億年前、彗星、小惑星 (隕石)、宇宙塵が初期地球に降り注ぐと共に、これら始原小天体物質に含まれる有機物が地球に運搬され、地球上に生命の原材料がもたらされたのではないかと考えられている (Chyba and Sagan, 1992)。これは、宇宙塵の降下速度が緩やかなため、もともとの有機物を定常的に運搬しやすい点と、隕石の有機炭素含有量が最大で2~5%であるのに対し (Pizzarello et al. 2006)、宇宙塵は約12%におよぶ点 (Thomas et al. 1994) から、生命原材料の供給源として注目されている。しかし、これまでに分析された宇宙塵の大部分は、成層圏や南極で採取されたものであり、大気圏突入時の摩擦熱による変性や、地球生物に由来する有機物混入の影響を除去しきれなかった。そこで、本実験では、地球上での変性や汚染がない宇宙塵をISS上で、新たに開発された超低密度エアロゲル (0.01 g/cm³) (Tabata et al. 2011) を用い、捕獲時の成分変化をより抑えた条件で宇宙塵を捕獲し、初期地球にもたらされた生命原材料物質すなわち地球外有機物の、真の組成を明らかにすることを目的とする。

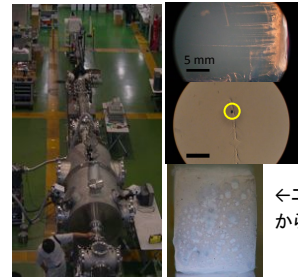
本実験のテーマは宇宙塵中有機物の分析であるが、第一に、エアロゲルに捕獲された粒子から見つかった有機物が地球外か否かを判別する必要がある。さらに、宇宙塵有機物の起源および化学進化を理解するためには、宇宙塵の詳細な鉱物学・同位体宇宙化学から解読される初期太陽系プロセスに関連づけた議論が必要不可欠となる。有機・無機分析の両方が実施されたことによって太陽系のマクロスケールな物質進化を証明したスターダストミッションから学び、本実験では、有機物と無機物の共進化が太陽系を形成し生命を育む惑星が誕生した事実に着目し、多角的な物質科学分析技術を揃え、日本初のアストロバイオロジー研究を展開することに大いなる革新性がある。

進展状況:

NASAによる世界初の彗星塵サンプルリターン探査「スターダスト」ミッションでは、81P/ウィルト2彗星から放出される塵を、超低密度多孔質シリカエアロゲル (< 0.03 g/cm³) を用いて採取後、地上に持ち帰り、網羅的な物質科学分析が行われた (Brownlee et al. 2006; Zolensky et al. 2006; Sandford et al. 2006; McKeegan et al. 2006)。しかし、彗星塵のエアロゲルへの高速衝突による有機物の蒸発や変性については十分に議論されておらず、一部懸念を残している。アミノ酸やその前駆物質などの可溶性有機分子の分析にはこの問題の重大性はとりわけ大きい。そこで、地上実験として、宇宙研・スペースプラズマ実験施設にて、二段式軽ガス銃を用いた隕石の高速衝突実験を行い、シリカエアロゲルによる宇宙塵捕集能力の実証を示した。



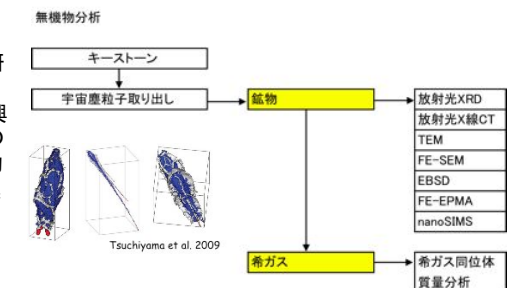
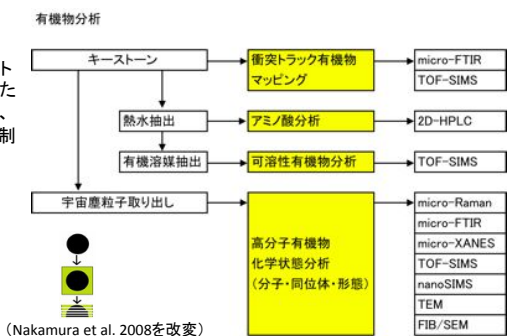
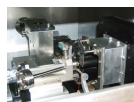
衝突速度 4-6 km/s (Max. 7 km/s)
マルチパーティクル・ショット



← エアロゲル側面から見た衝突トラック
← エアロゲル正面から見た衝突痕

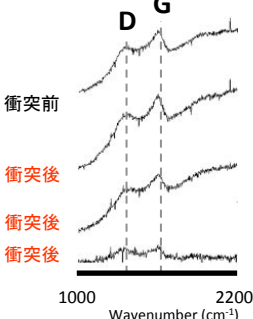
研究体制:

NASAのスターダスト探査の中核を担った経験者たちを含む、信頼と実績ある体制



意欲ある若手研究者の皆さん、宇宙塵研究に興味のある学生の皆さんの積極的なご参加を募集中です!

ラマン分光分析



衝突実験後の隕石微粒子から、炭素質物質に由来するD、Gバンドが検出された。それらのピーク位置と半値幅から、芳香族炭素の構造と結晶状態は高速衝突による変成が少ないことが明らかとなった。

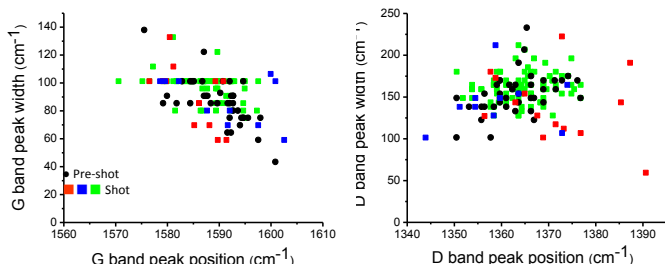
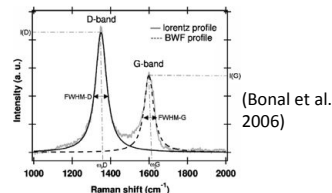


図2 衝突実験前後の隕石微粒子のラマン分光パラメータ・プロットの比較

赤外分光イメージング

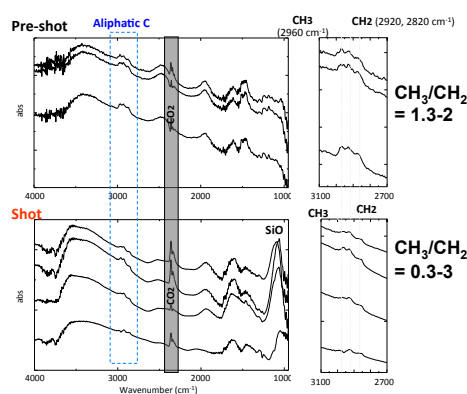
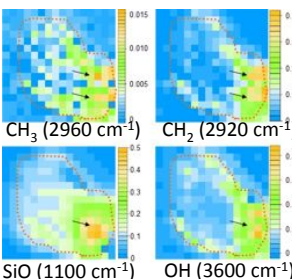
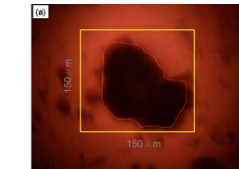


図1 衝突実験後にエアロゲルから取り出された隕石微粒子の赤外分光マップ

衝突実験後の隕石微粒子について、赤外分光イメージングから脂肪族炭素の領域を検出し、衝突後も有機物が残存することが判明した。赤外スペクトルから、脂肪族炭素は部分的に消失したり組成が変化している可能性が考えられる。