

宇宙における有機物の形成・進化および生命の移動・居住可能性 に関するアストロバイオロジー宇宙実験研究拠点

癸生川陽子¹, 三田肇², 山岸明彦³, 矢野創³, 小林憲正¹, 左近樹⁴, 横谷香織⁵, 河口優子⁶,
中川和道⁷, 別所義隆⁸, 奥平恭子⁹, 佐々木聰¹⁰, 藤田知道¹¹, 加藤浩¹², 木村駿太⁴,
藤島皓介¹³, 富田勝¹⁴

1: 横浜国立大学, 2: 福岡工業大学, 3: 宇宙航空研究開発機構, 4: 東京大学, 5: 筑波大学, 6: 千葉工業大学,
7: 大阪大学, 8: Academia Sinica, 9: 会津大学, 10: 東京工科大学, 11: 北海道大学, 12: 三重大学, 13: 東京工業大学,
14: 慶應義塾大学

アストロバイオロジーでは、生命の起源、進化、伝播および未来を明らかにし、地球人類に対する宇宙の観点を得ることが分野の大きな目標となっている。2015年に開始された国際宇宙ステーション曝露部を利用した「たんぼぼ計画」では、生命の起源に至るまでに有機物が宇宙から宇宙塵によって運ばれる可能性と、微生物が惑星間を移動する可能性(パンスペルミア仮説)を検証するための実験を行ってきた。たんぼぼ計画における宇宙での曝露実験は既に終了し、その分析が進行中である。すでに、微生物が塊で惑星間を移動できる期間(暗所で数十年)生存可能であること等が確認されている。2019年度は、たんぼぼ計画の最終年である4年度の宇宙曝露試料が地球に帰還し、たんぼぼ計画の3年度および4年度の試料の分析を実施した。

アミノ酸およびその前駆物質の宇宙環境における安定性を明らかにすることを目的とした、アミノ酸、アミノ酸関連物質、および複雑態アミノ酸前駆体(一酸化炭素・アンモニア・水の陽子線照射により合成した模擬星間有機物)の曝露実験では、宇宙曝露3年目の試料の分析を行った。1-3年目の結果をあわせ、宇宙においてアミノ酸などが一次反応的に(直線的に)分解することがわかった。特に紫外線に曝露されたものの回収率が低かったため、紫外線の遮蔽のない環境では、アミノ酸関連分子は宇宙環境で長期的には安定でないことがわかった。複雑態アミノ酸前駆体以外のアミノ酸とアミノ酸前駆体は、曝露された紫外線領域での吸収が大きいものほど分解が大きかった。しかし、複雑態アミノ酸前駆体は近紫外・可視領域での吸収がグリシンよりはるかに大きいにもかかわらず、グリシンとほぼ同じ回収率を示したことから、複雑態であることが安定性につながることを示唆された。

パンスペルミアの可能性を評価することを目的とした、放射線耐性 *Deinococcus* 属細胞の曝露実験では、回収した試料から生存していた *Deinococcus radiodurans* 菌細胞クローンにおける変異株分析を行った。地上対象標品と比較して、宇宙曝露標品での突然変異頻度は変わらなかった。本実験から、放射線耐性菌 *D. radiodurans* が、3年間の宇宙曝露でも生存することが明らかになった[1]。

2019年8月8日、宇宙曝露実験「たんぼぼ2」の国際宇宙ステーションでの軌道上曝露実験を開始した。たんぼぼ2には以下のテーマが含まれる:(1)終焉期の恒星を起源とする有機物が太陽系に運び込まれ始原的な太陽系有機物の一部となる可能性を検証することを目的とした、新星周囲で形成されるダストの赤外特性を再現する急冷窒素含有炭素質物質の宇宙曝露実験,(2)分子雲などの氷ダストで形成されたと考えられるアミノ酸前駆物質を含む複雑有機物の宇宙塵表面での安定性・構造変化、及びペプチドへの発展の検証,(3)小惑星や彗星などの表面における宇宙風化が有機物に与える影響を明らかにすることを目的とした、炭素質コンドライトの有機物とその模擬物質の宇宙曝露実験,(4)火星模擬レゴリス上で成育可能である光合成生物の土壌としての機能の評価を目的とした、陸棲藍藻などと火星模擬レゴリスの混合物の宇宙曝露実験。これらの実験テーマについて、2020年の地球帰還後の試料分析に向けて、リハーサルや追加の地上実験等を行った。

さらに、たんぼぼ1および2における曝露実験の実績と教訓を活かした「たんぼぼ3」が進行中である。

参考文献:

- [1] Kawaguchi, Y. et al.: 2020, *Frontiers in Microbiology*, **11**, 2050