

## DNA 分子の成層圏曝露による地球生物惑星規模の 移動の可能性の解明: ExVISTA project

三木健司 (一般財団法人 電力中央研究所), 佐原理 (徳島大学), 望月智弘 (大阪大谷大学), 山谷昌大 (宇宙航空研究開発機構), 水村好貴 (宇宙航空研究開発機構), 木村亮介 (株GOCCO.), 荻原大輔 (株GOCCO.), 森誠之 (株GOCCO.), 坂本隆成 (株GOCCO.), 遠藤孝則 (株GOCCO.)

### **Stratospheric exposure of DNA molecules to the stratosphere for the analysis of the planetary-scale biological transport (ExVISTA project)**

Kenji Miki (Central Research Institute for Electric Power Industry), Osamu Sahara (Tokushima University), Tomohiro Mochizuki (Osaka Ohtani University), Masahiro Yamatani (Japan Aerospace Exploration Agency), Yoshitaka Mizumura (Japan Aerospace Exploration Agency), Ryosuke Kimura (GOCCO. Co., Ltd.), Daisuke Hagiwara (GOCCO. Co., Ltd.), Masayuki Mori (GOCCO. Co., Ltd.), Ryusei Sakamoto (GOCCO. Co., Ltd.), Takanori Endo (GOCCO. Co., Ltd.)

#### 1. 背景及び目的

成層圏に微生物が存在することは1940年代頃から知られており、これらの微生物の動態には宇宙生物学、空中生物学、極限環境微生物学の分野の興味の対象となっている。しかし、どのような微生物が成層圏で活性を持って存在しているのかを網羅的に解明するには至っていない。本研究では、成層圏環境に対するDNAの構造的・活性的耐性を解析することで、微生物の長期間における活性を保った状態での成層圏における滞在の有無を解析する。また、成層圏環境に対する耐性をDNAが持つ要因を明らかにすることで、より厳しい極限環境である宇宙環境においても活性を失わないDNAの特徴を明らかにする。成層圏環境が持つDNAへの影響を調べるため、形状の異なるDNA分子を成層圏に打ち上げ、DNA分子が活性を失うかを解析する。このようにDNA分子が持つ成層圏環境の耐性を見ることで、主に以下の2点について明らかにすることを最終的な目的とする：

- ① 生物のDNAはどのような特徴を持つことにより、宇宙空間に近い極限環境に耐える可能性を持つことができるのか
- ② 大気中を飛散する生物起源粒子は、成層圏を含めた中層大気を通じた大陸間の長距離移動をしているか

本実験は、2022年度大気球実験 B22-07 から行っている継続実験である。

#### 2. 2022年度 B22-07 の結果

2022年度の B22-07 の大気球実験においては成層圏環境に曝露された B 型 DNA は破壊さ

れており、過去に別実験においてゴムバルーンを使用して成層圏環境に曝露された A 型 DNA は破壊されなかったことから、DNA のトポロジーが極限環境への耐性に影響するという仮説の検証において重要な結果を得ることができた。しかし、B22-07 におけるブイの衝突により、A 型 DNA 分子がすべて失われたため、断定的な結果は未だ得られていないため、追加実験を必要とする状態である。

### 3. 計画中の実験方法

一般的な形状を持った B 型 DNA と、極地環境を起源とする A 型 DNA を打ち上げ、DNA の型により成層圏環境への応答性の違いが存在するかを明らかにする。DNA の型と成層圏環境への耐性の違いの関係を解析することを目的とし、極限環境起源の A 型 DNA と一般的な生物の DNA である B 型 DNA の成層圏環境における耐性を比較する。実験方法として、極限環境から単離された DNA 分子と一般的な DNA 分子をフィルターに付着させた後にガラス管に封入し、タイベック製により通気した状態で成層圏へ打ち上げる (図 1)。回収後、一般的な生物の DNA である B 型 DNA との成層圏環境における変形の違いを培養試験による活性の有無を解析する。また、ここで実験に使用するこの DNA 分子は、共同研究者である大阪大谷大学の望月智弘講師が独自に極限環境から単離・培養した、二本鎖 DNA 分子を使用する。

### 4. 今後の展開

2024 年度の実験により、DNA 分子トポロジーが成層圏環境中において活性・不活性に影響を及ぼすのかを明らかにしたのち、A 型 DNA と B 型 DNA に成層圏環境に対する耐性の違いについて、成層圏環境の中でも、どの要因 (低温、低圧、宇宙線、紫外線、オゾン) がその違いを決定づけるのか、実験室レベルの設備を用いてそれぞれの要素に対して個別に再現、DNA 分子の曝露を行い特定する。特に UV-C により形成されるチミンダイマーの影響評価を行い、宇宙線と UV-C のどちらが支配的な影響を与えるのかを明らかにする。