

# タンパク質の起源に纏わる「鶏と卵のパラドックス」の解決による地球と宇宙での生命誕生場の推定

赤沼哲史<sup>1</sup>, 木賀大介<sup>1</sup>, 古川龍太郎<sup>1</sup>, 横堀伸一<sup>2</sup>

1: 早稲田大学, 2: 東京薬科大学

タンパク質の起源に纏わる「鶏と卵のパラドックス」の一つに「タンパク質の誕生が先か、材料であるアミノ酸の合成系の成立が先か」という疑問がある。本サテライト研究では、原始地球においてタンパク質誕生時にあり得たアミノ酸組成を探求することによって、この疑問を解き明かすことを試みている。さらに中長期的には、原始タンパク質が合成された環境、すなわち、生命誕生に適した環境条件を推定することまでを視野に入れている。加えて、宇宙においてあり得る地球生物とは異なるアミノ酸組成を検討することも本サテライト研究の目的である。

2019 年度には、原始タンパク質にあり得た、あるいは、宇宙においてあり得るかもしれない、現存の地球型生物とは異なる少数種アミノ酸組成を探索するため、過去の研究[1]で復元した 35-38 億年前の祖先ヌクレオシドニリン酸キナーゼ (NDK) から系統的にアミノ酸種類を減らした。その結果、マーチソン隕石中から見つかっている8種を含む 10 アミノ酸種から安定な立体構造を持つ NDK を再構成できること、さらに3~4種類のアミノ酸を活性部位に加えると触媒活性を再構築できることを明らかにした[2]。この結果は、最初のタンパク質は直接機能に関与するのではなく、安定な立体構造形成に寄与するアミノ酸から構成されたことを示唆した。加えて、隕石中から見つかったアミノ酸、すなわち、宇宙において容易に合成さ

れ、宇宙に普遍的に存在すると予測されるアミノ酸種は、タンパク質の安定な立体構造形成に重要であることを明らかにした。したがって、宇宙スケールでの生命起源の場としても、タンパク質やタンパク質に代わる生命機能を司る高分子の安定な立体構造形成に必須な 10 種類程度のビルディングブロックが利用可能な地域・天体が有力であると予想できる。

少数種アミノ酸から再構成した NDK は、その少数種アミノ酸の中から最も適したアミノ酸種を各アミノ酸座位に配置しているとは限らない。原始タンパク質における少数種アミノ酸がどこまであり得たかを探るには、少数種アミノ酸がつくる配列空間内でのアミノ酸配列を最適化する必要がある。本サテライトでは、単純化遺伝暗号表を用いた無細胞タンパク質合成系(単純化翻訳系)の開発も進めており、今後、単純化翻訳系を用いて少数種アミノ酸で再構成した NDK の実験室内進化実験を実施する。

## 参考文献:

- [1] Akanuma, S. et al.: 2013, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **110**, 11067-11072
- [2] Kimura, M. & Akanuma, S.: 2020, *J. Mol. Evol.*, **88**, 372-381

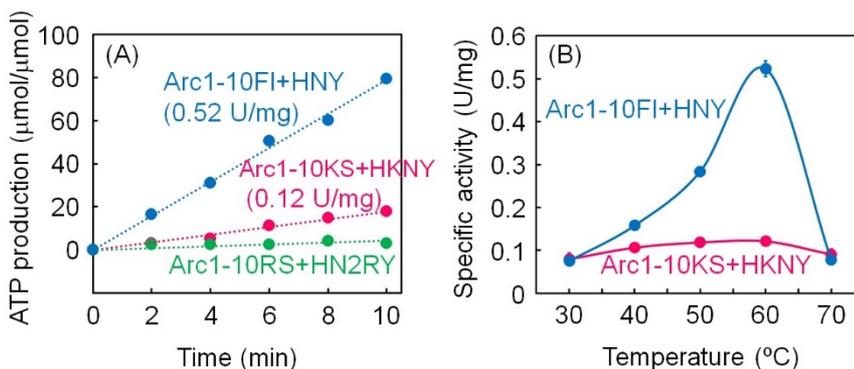


図 1: 10 アミノ酸種で再構成した NDK の活性部位の 3~5 残基を元のアミノ酸に戻した改変体の触媒活性。(A) 60°Cでの活性測定。生成した ATP 量を定量した。(B) 触媒活性の温度依存性。