



微小重力環境で成長したタンパク質の構造解析

永江峰幸，清末雅人，渡邊匡人
学習院大学・理学部

キーワード：微小重力，国際宇宙ステーション，タンパク質結晶，リゾチーム

1. 背景と研究目的

学習院高等科・女子高等科生を対象に，将来理系分野を学ぶ動機付けを目的とし，宇宙実験を実際に体験し，国際宇宙ステーション（ISS）でのタンパク質結晶成長実験を実施した．実際に ISS 内で成長したタンパク質結晶の構造解析をおこなうことで，タンパク質結晶構造解析から創薬・医療応用がどのようなおこなわれるのかも理解し，構造解析実験の重要性や面白さを体験してもらう．この体験から，医歯薬系への進路だけでなく，放射光利用などの基礎科学，工学などへの興味への動機付としたい．ビームライン利用では，ISS での微小重力環境下で成長したリゾチーム結晶の回折実験をおこない，原子分解能の分子モデルを観測する．

2. 実験内容

2024 年 11 月 5 日，リゾチーム溶液を封入した宇宙実験用キャピラリーを Space-X 社 Falcon9 により ISS へ打ち上げた．帰還した結晶を光学顕微鏡を用いて観察し，地上実験よりも大きな結晶が成長していたことを確認した．次に微小重力環境下で成長したリゾチーム結晶を光学顕微鏡下でキャピラリーから取り出し，グリセロールを含むクライオプロテクト溶液に浸した後，液体窒素を用いて凍結した．名古屋大学ビームライン 2S1（BL2S1）の回折系に凍結結晶をマウントし，波長 1.12 Å の X 線を用いて，100 K の窒素ガスで冷却しながら回折データを収集した（図 1）．

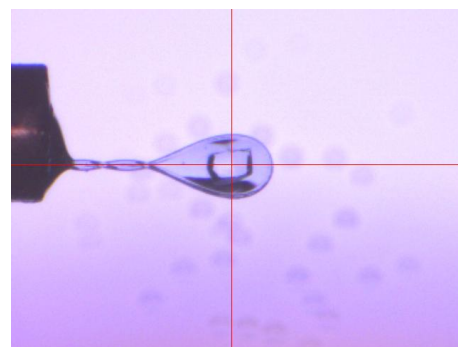


図 1. ISS 内の微小重力環境で成長したリゾチーム結晶を回折計にマウントした様子

3. 結果および考察

解析の結果，ブラベ格子は正方晶（空間群 $P4_32_12$ ），格子定数 $a = b = 78.86 \text{ \AA}$ ， $c = 37.00 \text{ \AA}$ で，結晶性の指標の一つであるモザイク性が 0.068° と良質の結晶による回折データが得られた．構造解析した分子モデルを図 2 に示す．定量的な比較のために，今後微小重力環境下で成長した結晶と地上で成長した結晶について，複数の結晶を用いてデータ収集を実施する．BL2S1 は波長 0.75 Å 程度の短波長の X 線を利用することが可能である[1]．短波長の X 線は，キャピラリーに封入した結晶の室温測定を実施しやすいため，宇宙から帰還した結晶をキャピラリーに封入したままで測定することも試みる．さらに，生徒が独自に作成したクリノスタットによる仮想重力環境で成長した結晶の回折実験もおこない，重量低減効果についても調べる．

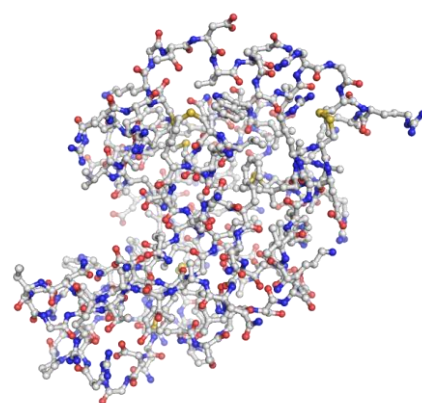


図 2. 微小重力環境で成長したリゾチーム結晶の分子モデル

4. 参考文献

1. Watanabe N, Nagae T, Yamada Y, Tomita A, Matsugaki N, Tabuchi M. Protein crystallography beamline BL2S1 at the Aichi synchrotron. *J Synchrotron Radiat*. 2017 Jan 1;24(Pt 1):338-343.