

Poster presentation | 15 Crystal Engineering : 15.7 Crystal characterization, impurities and crystal defects

📅 Wed. Sep 18, 2024 4:00 PM - 6:00 PM JST | Wed. Sep 18, 2024 7:00 AM - 9:00 AM UTC 🏛️ P12
(Exhibition Hall A)

[18p-P12-1~3] 15.7 Crystal characterization, impurities and crystal defects

[18p-P12-1]

Chromatographic crystallization

○(M1C)Yu Kemmochi¹, Nanako Akiba¹, Mika Kiryu¹, Hiroaki Horiuchi², Tetsuo Okutsu¹
(1.Gunma Univ., 2.Kyoto Pref Univ.)

[18p-P12-2]

Simulation of spatial concentration distribution of solute molecules eluting from the water/oil interface

○(M2)Haruna Matsui¹, Hiroaki Horiuchi², Tetsuo Okutsu¹ (1.Gunma Univ., 2.Kyoto Pref Univ.)

[18p-P12-3]

Development of an ultra-lightweight X-ray telescope using MEMS technologies for GEO-X

○(D)Hiromi Morishita¹, Yuichiro Ezoe¹, Kumi Ishikawa¹, Masaki Numazawa¹, Daiki Ishi², Yudai Yamada¹, Rei ishikawa¹, Daiki Morimoto¹, Aoi Ishimure¹, Yuto Ogasawara¹, Shunei Miyauchi¹, Naoya Sera¹, Haruka Nakagawa¹, Yu Fukushima¹, Kazuhisa Mitsuda³, Kohei Morishita⁴, Kazuo Nakajima⁵ (1.Tokyo Metropolitan Univ., 2.JAXA/ISAS, 3.KEK, 4.Kyushu Univ., 5.Tohoku Univ.)

クロマト結晶化の発見

Chromatographic crystallization



群馬大院理工¹, 京都府立大² ○(M1C) 劔持 由宇¹, 秋葉菜々子¹, 桐生みか¹,
堀内宏明², 奥津 哲夫¹

Gunma Univ.¹, Kyoto Prefectural Univ.² ○(M1C) Yu Kenmochi¹, Nanaki Akiba¹, Mika KiRyu¹,

Hiroaki Horiuchi², Tetsuo Oukutsu¹

E-mail: t241a036@gunma-u.ac.jp

はじめに 結晶化は化学物質の単離・精製、さらにはその立体構造を求める上で必要不可欠な工程である。近年、金ナノ粒子の添加によるタンパク質の結晶化促進¹⁾やタンパク質濃縮²⁾が報告されている。当研究室では金薄膜によりタンパク質以外の有機物の結晶化が誘起されることを発見している。さらにこの時結晶は滴下した溶液の外側に同心円状に析出する。結晶が析出する距離は溶質によって異なる。本研究ではこの現象を利用し、液滴からの距離の異なる 2 種類の溶質が存在する溶液から結晶が析出する現象を発見した。この現象は結晶化の空間分離として興味深い。

実験 試薬は、アラニン(Ala)、メチオニン(Met)、アスパラギン酸(Asp)、システイン(Cys)を用いた。ガラスに金を蒸着させた金薄膜にそれぞれの飽和水溶液を滴下し、乾燥による蒸発を防ぐためにパラフィンオイルで覆った。さらに 2 種類のアミノ酸を飽和で混合し同様に結晶化させ、その結晶の液滴からの距離を求めた。

結果と考察 Fig.1 に結晶を示す。溶質が一種類のときは一重に液滴外同心円状に結晶が析出した。混合溶液では同心円状に二重に結晶が得られた。Cys では単体でも二重に結晶が析出し、混合溶液では三重に結晶が析出した。単体のときと混合溶液で液滴からの距離に近い値が得られた。このことから混合溶液から結晶化による空間分離されて結晶化が起きていると考えた。

このとき結晶が液滴外に析出した現象について推測される結晶化機構を Fig2 に示す。液滴からオイルへ溶質が移動し、オイル中の溶質が金薄膜に捕捉され、捕捉された溶質が結晶化したと考えた。

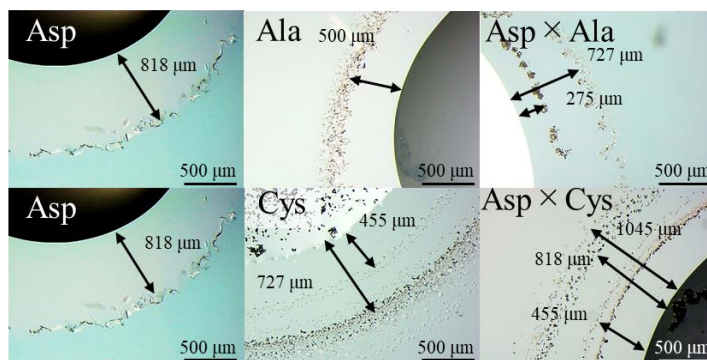


Fig1. Crystal Pictures



Fig.2 Possible extra-droplet crystallization mechanism

参考文献

- 1) S.Ko, et al., *Cryst. Growth Des.*, 17, 497-503(2017).
- 2) A. Wang, et al., *J. Proteome Res.*, 5, 1488-1492(2006).

水/オイル界面から溶出する溶質分子の空間濃度分布シミュレーション

Simulation of spatial concentration distribution of solute molecules eluting from the water/oil interface

群馬大院理工¹, 京都府立大² ◯(M2) 松井暖奈¹, 堀内宏明², 奥津哲夫¹

Gunma Univ, ◯Haruna Matsui, Tetsuo Okutsu

E-mail: t231a093@gunma-u.ac.jp

金ナノ構造を施したガラス基板上に、アミノ酸の飽和水溶液を滴下しオイルで覆うと、液滴から数百 μm 離れたところで同心円状に結晶が析出した(Fig. 1)。Fig. 2 に結晶が液滴から離れて析出する現象について想定されている結晶化メカニズムを示す。金薄膜上にアミノ酸飽和水溶液を滴下すると、溶液中の溶質がオイル相へ少量移動する。このときの濃度分布は紫のようになってると考える。この濃度が閾値を超

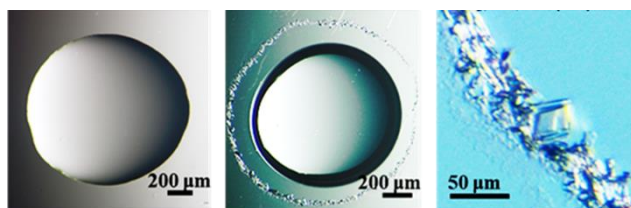


Fig. 1 Photo of glycine crystals

えた位置で金に捕捉され、二次元核形成が起こり、結晶化すると考えている。しかし、Fick の法則から考えると、液滴の界面で濃度が最も高くなり、結晶ができるはずである。そこで、本研究ではオイル相へ溶出する溶質分子の濃度分布をランダムシミュレーションで考察した。ランダムウォークシミュレーションの仮定を Fig. 3 に示す。x=1, y=1 に粒子を出現させると、90%の確率でx=0つまり液滴内に戻り、10%の確率で液滴の外側へ移動するとした。また、粒子がx=2の位置の時、30%の確率で進み、30%の確率で戻り、40%の確率で金に吸着するとした。このようにして、シミュレーションを行い、結晶化実験の結果と対応させて液滴から離れて結晶が析出するメカニズムを考察した。

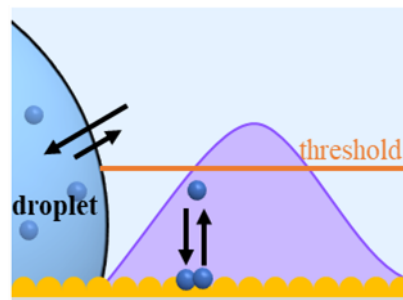


Fig. 2 Spatial distribution of solutes

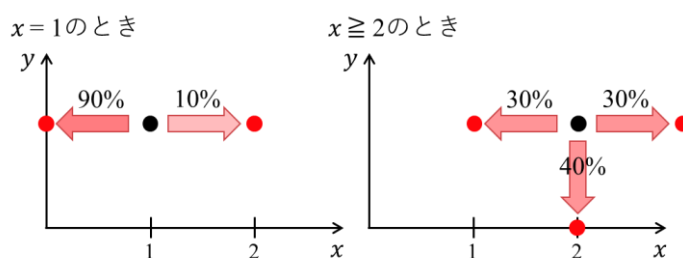


Fig.3 Simulation

GEO-X 衛星に向けた MEMS 技術を用いた超軽量 X 線望遠鏡の開発 Development of an ultra-lightweight X-ray telescope using MEMS technologies for GEO-X

東京都立大学¹, 宇宙科学研究所², 高エネルギー加速器研究機構³, 九州大学⁴, 東北大学⁵
○(D) 森下 弘海¹, 江副 祐一郎¹, 石川 久美¹, (P) 沼澤 正樹¹, (P) 伊師 大貴², (M2) 山田 裕大¹,
(M2) 石川 怜¹, (M2) 森本大輝¹, (M1) 石牟礼 碧衣¹, (M1) 小笠原 勇翔¹, (M1) 宮内 俊英¹, (B) 世
良 直也¹, (B) 中川 悠¹, (B) 福島 優¹, 満田 和久³, 森下 浩平⁴, 中嶋 一雄⁵, 金森 義明⁵

Tokyo Metropolitan Univ.¹, ISAS/JAXA², KEK³, Kyushu Univ.⁴, Tohoku Univ.⁵

○(D) Hiromi Morishita¹, Yuichiro Ezoe¹, Kumi Ishikawa¹, (P) Masaki Numazawa¹, (P) Daiki
Ishi², (M2) Yudai Yamada¹, (M2) Rei Ishikawa¹, (M2) Daiki Morimoto¹, (M1) Aoi Ishimure¹,
(M1) Yuto Ogasawara¹, (M1) Shunei Miyauchi¹, (B) Naoya Sera¹, (B) Haruka Nakagawa¹, (B) Yu
Fukushima¹, Kazuhisa Mitsuda³, Kohei Morishita⁴, Kazuo Nakajima⁵, Yoshiaki Kanamori⁵

E-mail: morishita-hiromi@ed.tmu.ac.jp

我々は第25太陽活動周期に合わせて打ち上げを目指す地球磁気圏 X 線撮像衛星 GEO-X (GEOspace X-ray imager) への搭載を目指した MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた X 線望遠鏡の開発を進めている [1]。直径 10 inch、厚さ 400 μm の Si 基板にドライエッチングで幅 20 μm の微細穴を約 45000 個開け、その側壁を反射鏡とする。エッチング後の反射鏡の表面粗さは 10-20 nm rms 程度と粗く、X 線を反射させるのに必要な表面粗さ (1 nm rms @ 1-10 μm スケール) が難しいため、高温水素アニールによって反射面を平滑化する。さらに反射鏡の形状精度を上げるためアニールで生じる反射鏡両端のバリや落ち込みといった部分を約 100 μm 研削研磨で取り除く。その後、宇宙からの平行 X 線を集光させるために高温塑性変形により 2 枚の Si 基板をそれぞれ異なる曲率 R1000 及び R333 mm の球面形状に変形する。また、反射率向上のため原子層堆積法を用いて重金属である Pt を 20 nm 程度成膜する。最後に 2 枚の曲がった Si 基板を専用の組み立て装置を用いて X 線を照射しつつ μm 及び秒角の精度で位置合わせし、組み立てることで Wolter I 型の MEMS X 線望遠鏡が完成する。基板が薄いため原理的に世界最軽量の X 線望遠鏡を実現できる。

基板は JAXA 宇宙研のドライエッチング装置、東北大のアニール装置、都立大の変形装置、産業技術総合研究所の膜付装置等を用いて製作し、JAXA 宇宙研 30 m ビームラインで組み立てる。これらの工程をほぼインハウスで行い、GEO-X で要求される焦点距離 250 mm、視野 5 $\times$ 5 deg、広がった放射への感度指標である Grasp 10 cm² deg² @ 0.6 keV を達成する望遠鏡とする。GEO-X は月付近の高度 (~30-60 R_E) から俯瞰的な広視野の軟 X 線撮像分光 (0.3-2 keV) により磁気圏からの電荷交換 X 線を観測して、X 線による地球磁気圏の大局構造の可視化を世界で初めて実現する超小型衛星計画である。

我々は望遠鏡性能向上のためプロセスの改善と、衛星のフライトモデル前の性能実証モデル (エンジニアリングモデル: EM) の製作及び X 線による性能評価を行った。本講演では MEMS X 線望遠鏡の開発の進捗と EM の性能について発表する。

[1] Ezoe et al., 2023 J. Astron. Telescope Instrum. Systems, 9, 034006, 2023