

要 旨

相分離現象は物質科学分野では古くから研究されており、温度や圧力、濃度や組成といった条件によって、均一相または二相共存（相分離）となることが知られてきた。一方で、これらの相分離条件の多くはマイクロリットルからミリリットル以上のバルク量についての知見であり、近年着目されている細胞内相分離のような、膜構造がつくるミクロな空間中における相分離についてはほとんど調べられてこなかった。そこで我々は、脂質一分子膜で覆われた、細胞と同程度の濃度の高分子溶液を内包した液滴を人工細胞として用い、相分離現象に対する細胞サイズ程度のミクロな空間閉じ込めの効果を系統的に調査した¹。その結果、マイクロリットル以上のバルク量では相分離を示さない組成の溶液であっても、数十マイクロメートル程度以下のミクロな細胞サイズ空間に閉じ込めることで相分離を示す場合があることが明らかになった。さらに、細胞サイズ空間に閉じ込めても相分離を示さない組成の溶液も、その中での分子拡散は、バルク溶液に比べて低下することが明らかになった。このようなバルク中では見られないサイズに依存した相分離や分子拡散の低下は、溶液中に存在する多様な高分子のうち、膜に対する親和性が高い一部の高分子が膜へと局在することによって誘起されると解釈している。本セミナーでは、これらの結果の詳細とともに、我々が「細胞サイズ空間効果」と呼んでいる、細胞サイズと同程度のミクロな空間中において高分子によって混雑した溶液がみせる特異な現象について紹介し²⁻⁵、細胞内相分離への物質科学からのアプローチ例をお話ししたい。

参考文献

1. Watanabe, C. *et al.* Cell-Sized Confinement Initiates Phase Separation of Polymer Blends and Promotes Fractionation upon Competitive Membrane Wetting. *ACS Materials Lett.* **4**, 1742–1748 (2022).
2. Watanabe, C. & Yanagisawa, M. Cell-size confinement effect on protein diffusion in crowded poly(ethylene)glycol solution. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **20**, 8842–8847 (2018).
3. Watanabe, C., Kobori, Y., Yamamoto, J., Kinjo, M. & Yanagisawa, M. Quantitative Analysis of Membrane Surface and Small Confinement Effects on Molecular Diffusion. *J. Phys. Chem. B* **124**, 1090–1098 (2020).
4. Harusawa, K. *et al.* Membrane Surface Modulates Slow Diffusion in Small Crowded Droplets. *Langmuir* **37**, 437–444 (2021).
5. Yanagisawa, M., Watanabe, C., Yoshinaga, N. & Fujiwara, K. Cell-Size Space Regulates the Behavior of Confined Polymers: From Nano- and Micromaterials Science to Biology. *Langmuir* **38**, 11811–11827 (2022).