

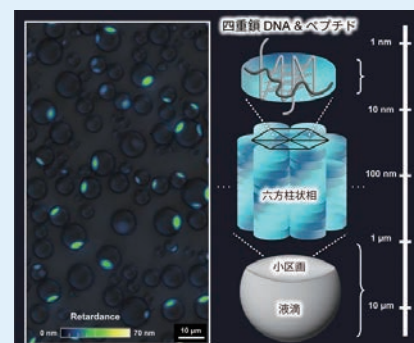
膜のない区画に生じる核酸の秩序構造 Emergent Nucleic Acid Order in Membraneless Compartments

液-液相分離 (LLPS) は、生体分子を膜のない区画へ集積する機構として、ここ 15 年ほどで生命科学分野を中心に大きな関心を集めている。LLPS により形成される液滴は、一般に、流動的な分子濃縮場として議論されることが多い。一方で近年、形成後の液滴内部で生体分子の集合状態が変化し、より高次の超分子構造へと発達する例が、数多く報告されている¹⁾。

筆者らは、このような液滴内部に超分子構造が生じる一例として、四重鎖 DNA とオリゴリジンペプチドからなる二成分液滴系を報告した²⁾。本系では、液滴形成後、液滴界面近傍に凸レンズ状の小区画が現れ、その内部に四重鎖 DNA

を主な構造単位とする六方柱状相が認められた。すなわち、 μm スケールの小区画は、 nm スケールの分子配列を反映した階層的な秩序構造だと示されたのである。また、ペプチド成分は小区画形成後も流動性を保ち、秩序構造と流動性が同一空間内に共存していた。これらの結果は、核酸を含む液滴において、分子濃縮、配向秩序、小区画形成が互いに連動して起こり得ることを示している。

核酸は、遺伝情報を担う分子であると同時に、塩基配列や高次構造に応じて多様な集合状態をとる分子でもある。LLPS により形成される液滴の内部構造を核酸化学と超分子化学の接点として扱うことは^{2,3)}、生命における膜のない区画の理解だけでなく、配向秩序を内包した人工生体分子システムの設計にもつながると期待される。



- 1) a) T. P. Fraccia et al., *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* **2021**, 56, 101500; b) S. Mukherjee et al., *Chem. Soc. Rev.* **2024**, 53, 4976.
- 2) H. Sugai et al., *ACS Nano* **2026**, 20, 10520.
- 3) H. Sugai et al., *ACS Omega* **2026**, 11, 28775.

菅井祥加 東京科学大学総合研究院

© 2026 The Chemical Society of Japan

濃厚電解液の蓄電応用 Energy Storage Applications of Concentrated Electrolytes

リチウムイオン電池用の電解液では、イオン伝導度が最大となる約 1 mol/L の塩濃度が長く標準とされてきた。これを超える濃度では粘度上昇によりイオン輸送が遅くなり、さらに塩の使用量増加によるコスト上昇も避けられないため、高濃度化には大きな意義がないと考えられていた。しかし、濃厚電解液を「塩が多い溶液」ではなく「自由に振る舞える溶媒が乏しい溶液」と捉えることで、従来とは異なる機能が見いだされてきた¹⁾。一般的な 1 mol/L 電解液では、リチウム塩と溶媒の物質質量比はおおむね 1:10 である。 Li^+ に直接配位する溶媒分子は通常 4~5 個程度であるため、残りの多くはフリー溶媒として存在する。これに対

し、濃厚化 ($>3 \text{ mol/L}$) することによって塩と溶媒の比をおよそ 1:4 以下まで高めると、ほぼすべての溶媒分子がイオンとの相互作用に組み込まれ、図 1 のようにフリー溶媒の活量が著しく低下する²⁾。この特殊な溶液環境では、電解液成分の反応性だけでなく、電極反応で生じるイオン性・ラジカル性中間体の溶解挙動も大きく変化する。例えば、リチウム空気電池では、塩濃度の上昇に伴って LiO_2 ラジカル中間体の溶解が抑えられ、溶液中で進行する溶媒分解反応が低減することが明らかにされた³⁾。すなわち、濃厚電解液は単なる高粘度溶液ではなく、溶媒活量と反応中間体の安定性を制御する反応場として機能する。今後、濃厚電解液が形成する特異な溶液環境への理解がさらに進むことで、次世代蓄電池の高効率化と長寿命化につながる新たな電解液の

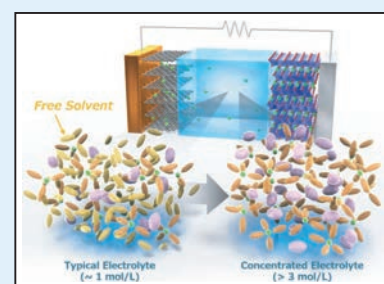


図 1 文献 2) より転載 (CC BY)

開発が期待される。

- 1) S.-K. Jeong et al., *Electrochem. Solid-State Lett.* **2003**, 6, A13.
- 2) R. Tatara, *Electrochemistry* **2024**, 92, 101005.
- 3) R. Tatara et al., *J. Phys. Chem. C* **2017**, 121, 9162.

多々良涼一 横浜国立大学

© 2026 The Chemical Society of Japan