

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	2. 微粒子分散系
中項目	2-1. サスペンション
小項目	2-1-2. 超臨界水分散系

概要（200字以内）

微粒子分散系、なかでも水を媒体とした分散系は、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、医用分野、食品、化粧品、塗料など、数多くの分野で用いられている。本項目は、特に高温・高圧の超臨界水に分散した微粒子の振る舞いを対象にする。極限環境下での微粒子の振る舞いは、新たな学問分野の確立、新規材料の創製、熱水鉱床の生成に代表される熱水中での地球化学的プロセスの解明など、幅広い分野への波及効果が期待される。

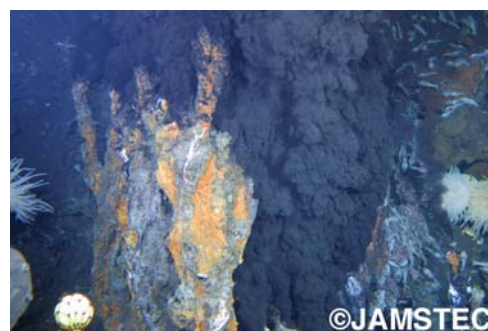


図 (Table of contents)

現状と最前線

**【超臨界水分散系とは】**超臨界水分散系は、高温・高圧の超臨界水中（図1）に分散した微粒子を対象にした、新しい研究分野である。極限環境下での微粒子の振る舞いは、ナノ粒子合成など、超臨界水を利用した新規材料の創製に重要である。さらに超臨界水分散系は、自然界でも重要な役割を果たしていると考えられる。例えば近年、資源の枯渇に対する懸念から、金属価格が高騰しており、それを受けて、海底熱水鉱床などに新たな金属資源を求める動きがある。熱水鉱床の生成過程では、金属またはその硫化物が微粒子として水中に分散し、輸送され

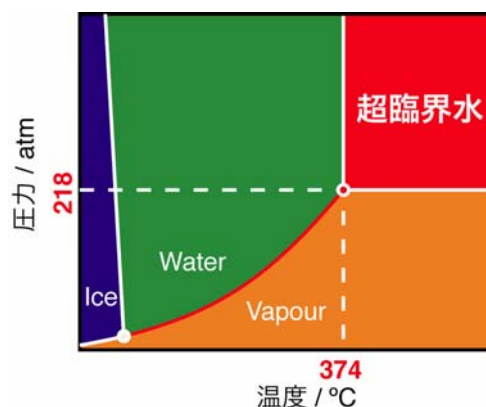


図1 水の状態図（模式図）

ると考えられる。このような過程が進行する地殻内部や深海熱水噴出孔の高温・高圧環境では、水はまさに超臨界状態にあると推測される。分散安定性など、超臨界水での微粒子の振る舞いを理解することで、地球化学における未解明の問題の解決に繋がり、今後の資源探査などにおける有用な情報が得られるものと期待される。

**【現状】**最近になって、高温・高圧試料を測定対象とした種々の装置が開発され、超臨界水分散系を実験的に調べることが初めて可能となった。水は、様々な微粒子を長期にわたって安定に分散できる優れた分散媒である。ところが、250 気圧前後の圧力下で、様々な微粒子水分散液を加熱すると、驚くべきことに 350°C 以下の温度で全て凝集・沈殿した（**図 2**）。また理論的検討も行われ、高温・高圧下では、水の性質の大きな変化（比誘電率の低下）によって、粒子の安定分散が達成できないことが明らかにされた。高温・高圧の水中では、従来の微粒子分散系についての常識が通用しないことが分かってきた。



**図 2** 金微粒子の水安定分散液（左）を、加圧下 350 °C で加熱すると、速やかに粒子が凝集・沈殿し、ルビー色が消失する（右）

**【最前線】**超臨界水中での分散安定性を決める比誘電率は、400°C、250 気圧では 3 に過ぎない

のに対し、400°C、1000 気圧では 16 にまで上昇する。このため、1000 気圧近い超高压力下の超臨界水中には、粒子が安定分散される可能性がある。超高压力下での超臨界水分散系の研究により、幅広い温度・圧力範囲における、微粒子の水への分散性が初めて明確になる。もう一つ残されている課題が、臨界点近くでの微粒子の振る舞いである。臨界点近くの超臨界水は、激しい密度ゆらぎが存在する不均一な媒体である。そのような媒体中に分散された微粒子の振る舞いに関する研究は、実験・理論共に皆無であり、未知な現象の発見、新しい物理法則の確立、新規な化学反応プロセスの創製などが期待される。密度ゆらぎは、地上では重力の影響を強く受けることから、国際宇宙ステーションを活用した、微小重力環境での実験が必須である。

**【参考文献】**1) 出口 茂、極限環境下の水とコロイド科学、表面、**2003**, *41*, 307-316. 2) S. Deguchi and K. Tsujii, "Supercritical Water: A Fascinating Medium for Soft Matter", *Soft Matter*, 印刷中.

将来予測と方向性

・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

1) 水の温度-圧力相図上での微粒子分散・凝集状態のマッピング、2) 気/液臨界点近くでの微粒子挙動の解明、3) 地球化学における超臨界水分散系の役割の解明

・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

1) 超臨界水中での粒子表面電荷量の測定、 2) 超臨界水中での表面間力の直接測定

キーワード

超臨界水・微粒子分散・表面間力・密度ゆらぎ・地球化学

(執筆者：出口 茂)