

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	5. 固体表面・界面
中項目	5-3. 表面力
小項目	5-3-3. 疎水性表面の相互作用

概要（200字以内）

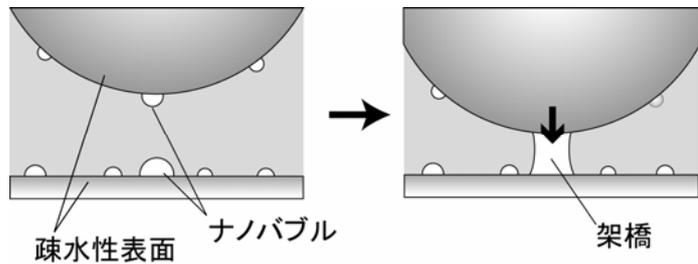
疎水性引力は、水溶液中の疎水性表面間に長距離から強い引力が働く現象で、微粒子の分散凝集挙動に重要な影響を持つが、その発現機構は長く不明確であった。現在までの研究では、表面に付着したナノバブルの架橋と、パッチ状に形成された電荷の偏りによる静電力が、有力な発生原因と考えられている。しかし、完全な解明には未だ至っておらず、今後の研究による進展が期待される。

現状と最前線

疎水性引力は、水溶液中の疎水性表面間に長距離から強い引力が働く現象であり、疎水性粒子の急速凝集や気泡への付着といった、液中微粒子の挙動に重要な影響を及ぼす、代表的な非DLVO力である。この疎水性引力は、80年代にJ.N. Israelachviliらにより、表面間力測定装置(SFA)を用いて初めて直接測定され、van der Waals力をはるかに上回る引力であると確認された。その後のSFAと原子間力顕微鏡(AFM)を用いた測定により、この力は最大で500nm以上にも達する非常に長距離の引力であることが示された。しかし、多くの実験や理論的研究にも係わらず、その起源は長く不明確であった。

現在までの研究では、疎水性表面をどう疎水化したかにより、引力の発現機構が異なると考えられている。疎水性表面は、(1)表面を予め改質剤の反応等により疎水化し、水中に投入する場合（ポリマーラテックスなど自然状態で疎水性のものも含む）(2)水中に投入した表面に界面活性剤を吸着させ、疎水化した場合に大きく分けられる。(1)の場合には、疎水性表面が水に触れる際に付着したナノサイズの気泡（ナノバブル）の表面間架橋が、引力の起源であるとする説が非常に有力である。これは、AFMにより、半径数十～数百nmのドメイン状構造が表面上に観察されたことが決め手となっている。しかし、他の測定方法では気泡の確認が難しいことから、これをコンタミネーションとする意見もあり、なお解明の余地が残っている。

(2)については、(1)と同様にナノバブルの影響も指摘される一方、表面やバルクから十分に気泡を取り除いても、長距離引力が働くという報告もある。このことから、この系での長距離引力は、界面活性剤が表面に不均一（パッチ状）に吸着して電荷が偏ることから生じる、静電的な力であるとする説が有力となっている。



ナノバブルの架橋による引力

さらに現在では、上記の表面の電荷不均一性や気泡などの要因がない場合にも引力は発生するのか、すなわち純粋に表面の疎水性から生ずる、真の意味での「疎水性引力」は存在するのか、ということも問題となっており、今後の課題になるとと思われる。

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) 表面上でのナノバブルの存在の確実な証明
- 2) 界面活性剤系（上記(1)）でのメカニズムの確定・理論との整合
- 3) ナノバブルや電荷不均一性などが介在しない場合の相互作用（上記の「真の疎水性引力」）の測定とメカニズムの推定

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- 1) 疎水性引力の発生メカニズムの完全な解明
- 2) 現実系（特に工業・生体など）での疎水性引力の役割の解明と、その制御・応用

キーワード

疎水性引力、長距離力、ナノバブル、静電力

（執筆者：石田尚之）