

総説

J. Jpn. Soc. Colour Mater., 90 [9], 333-338 (2017)

一小特集 コーティング膜形成にかかわる科学と技術—

表面間力の直接測定： 表面・界面のナノ構造および物性が表面間力に与える影響

石田尚之*†

*岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻 岡山県岡山市北区津島中3-1-1 (〒700-8530)

† Corresponding Author, E-mail: n-ishida@okayama-u.ac.jp

(2017年6月10日受付, 2017年6月29日受理)

要 旨

多くの工業分野で重要である液体中の微粒子分散系を扱ううえでは、その分散・凝集を適切に評価し、制御することが必要である。分散系の粒子の分散・凝集は粒子間に働く相互作用力(表面間力)によってほぼ支配されているため、粒子表面の性質や構造、あるいは溶媒の種類、条件などによる表面間力を正確に見積もることが、分散・凝集の適切な評価には重要である。本稿では、この表面間力の直接測定方法およびその研究動向と、そこから得られた知見について述べる。とくに、溶媒・溶質分子の表面吸着や構造の形成などといった、ナノスケピックな界面の構造・性質が表面間力を本質的にいかに変化させるかを俯瞰する。

キーワード：表面間力、表面間力測定装置、原子間力顕微鏡、分散・凝集

1. はじめに

微粒子を液体へ分散した分散系は、さまざまな製品や材料に用いられており、多くの工業分野で重要である。とくに近年のナノテクノロジーの発展により、ナノ粒子を分散系として扱う場面がますます増えており、液相での微粒子のハンドリングが、最終産物の品質を決定づける重要な要素となってきた。分散系を扱ううえでは、その分散・凝集の挙動を適切に評価し、制御することが第一義的に重要であることは言うまでもないが、その過程において不可欠なのが、粒子間に働く相互作用力(表面間力)への理解である。分散系の粒子の分散・凝集、あるいは付着といった挙動は、この表面間力によってほぼ支配されており、ごく単純に言ってしまうと、粒子間に働く力が引力であれば系は凝集し、斥力(反発力)であれば分散する傾向にある。しかし、表面間力は表面のコーティングを含めた性質や構造、あるいは溶媒の種類、条件などによって複雑に変化する。よって、粒子の挙動を正確に評価したり、予測したりするためには、このようなさまざまな条件下での表面間力を正確に見積もることが必要となる。

本稿では、この表面間力の直接測定方法およびその研究動向と、そこから得られた知見について概観する。とくに、表面を

覆う分子の性質や種類だけではなく、溶媒・溶質分子の表面吸着や構造の形成などを含めた、ナノスケピックな構造・物性が表面間力に対して非常に顕著な影響を与えるため、このような固液界面の性質を通して表面間力の本質を眺めてみたい。

2. 表面間力の直接測定法

表面間力は、古くは粒子を分散した液の濁度や水銀滴の合、石鹸膜の厚さなどから間接的に推定されるのみで、相互作用を直接、距離に対する関数として測定することはできなかった。表面間力の直接測定の嚆矢となったのが、1970年代初頭にTaborとIsraelachviliによって開発された表面間力測定装置(Surface Force Apparatus, SFA)¹⁾である。その原理はFig. 1に示すように基本的にはばねばかりと同じであり、2枚の雲母板を板ばねに保持されたシリカ円筒に貼り付けて互いに直交する

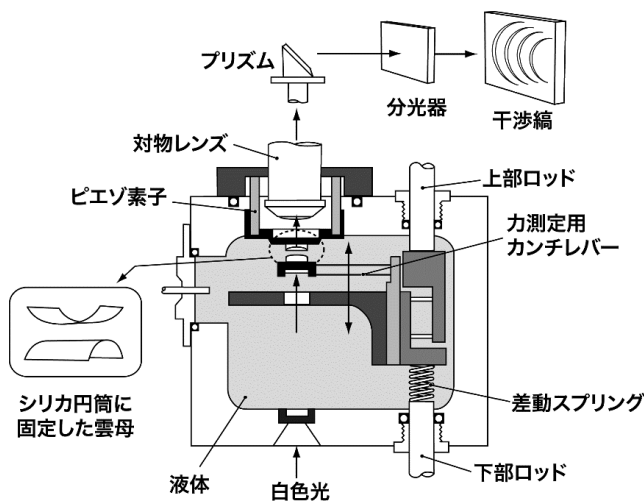


Fig. 1 Schematic drawing of surface force apparatus.



〔氏名〕 いしだ なおゆき
 〔現職〕 岡山大学大学院自然科学研究科応用化学専攻准教授、博士(工学)
 〔趣味〕 音楽鑑賞、ドライブ
 〔経歴〕 平成12年京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了、博士(工学)。同年工業技術院資源環境技術総合研究所研究員。平成13年独立行政法人産業技術総合研究所研究員。平成18～19年英国リーズ大学客員研究員。平成24年より現職。