

磁場による水および水系の構造と機能の制御

Magnetic Field Control of Structures and Functions of Water and Aqueous Solutions

信州大理 尾関 寿美男

Department of Chemistry, Faculty of Science, Shinshu University, Sumio Ozeki

E-mail: sozeki@shinshu-u.ac.jp

磁場は極めてマイルドかつクリーンで安全な物質透過性のエネルギーで、物質の深部まで均等に磁場効果を及ぼす際立った特徴を有している。磁気エネルギーは一般に小さいが、コロイド・界面系には極めて有効である。たとえば、数 T の磁場で配向させることのできる反磁性粒子の大きさは $10 \sim 10^3$ nm 程度と見積もられる。また、界面の電子状態は変化し、予測できない磁気現象が起こりうる。このように、磁場と物質との相互作用は磁気界面コロイド科学で顕著に現れる¹⁾。磁場による物質制御は均一静磁場によってなされるが、最近では回転磁場も利用されるようになり、各種の物質系で興味深い構造・物性制御が達成されている。球形ベシクルは偏重楕円体に変形するが、磁場が強くなると融合・分裂し、磁場強度で決まる粒径分布になる。ミミズ状ミセルの持続長は磁場によって長くなり、棒になる。棒状ミセルのシリケートイオン水溶液中でヘキサゴナル構造を形成し、磁場によって配向しながら成長し、膜面に垂直な均一細孔をもつハニカム状メソ細孔シリカ膜が得られた。他にも、高分子ゲル、結晶性の集積型有機金属錯体やセラミックスなどの構造や機能を磁場によって制御した例が報告されている²⁾。

一方で、既存理論では理解し難い磁場効果もあり、磁気処理水はその一つである。磁気処理は永久磁石を装着した配管中に水を流す操作で、スケール付着防止や防錆効果があるとされる。我々の検討では、純水の磁気処理によって接触角は低下し、水の分解電圧が上昇し、IR やラマンの水素結合バンドが強くなるなど、水の構造や性質が変化した。さらに、磁気処理水中では、金属腐食が抑制され、生成結晶の構造が変化した。これらの磁気処理効果は溶存酸素濃度が高いほど顕著であり、酸素クラスレートハイドレート様ドメインの形成を伴うと推定される³⁾。

磁気処理（動的磁場効果）にみられるように、磁場の作用は水系で顕著であると期待されるので、コロイド水系の磁場効果を用いて概観する。とくに、シリカゲルや炭酸カルシウムなどの生成過程における水の挙動に着目する。

弱磁性物質群の磁場制御は、磁場分布をナノからマクロまで階層的にデザインすることによって、局所デザイン構造、磁気デザイン物質、デザイン磁場応答性物質などの界面コロイド化学が想定される。永久磁石が生み出す磁気エネルギーは物質創成に適応可能なクリーンかつ低コストのエネルギーである。

(文献)

- 1) 尾関寿美男, 日本化学会[編], “新しい局面を迎えた界面の分子科学”, 化学同人, 2011, p.99 ; A. Sakaguchi, A. Hamasaki, S. Ozeki, *Chem. Lett.*, **41**, 342 (2012) ; 尾関寿美男, 化学, **68**(1), 39-43, (2013).
- 2) 尾関寿美男, 谷本能文, 山口益弘編著, 北沢宏一監修, “磁気科学”, アイピーシー, 2002 ; M. Yamaguchi and Y. Tanimoto, ed., “Magneto-Science”, Kodansha-Springer, 2007.
- 3) S. Ozeki and I. Otsuka, *J. Phys. Chem. B*, **110**, 20067-72 (2006); I. Otsuka and S. Ozeki, *J. Phys. Chem. B*, **110**, 1509-1512 (2006).