

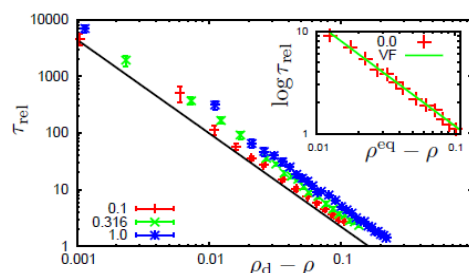
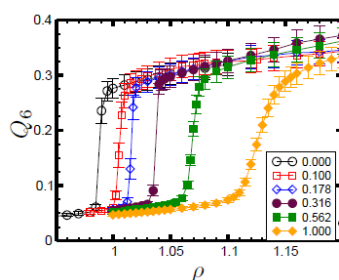
液固転移点近くで微小なずりが引き起こす臨界現象

(東京大学大学院総合文化研究科) 佐々真一、観山正道

【はじめに】結晶は空間対称性が破れた状態であり、液体から結晶への転移は「対称性の自発的破れを伴う転移」に分類される。熱力学的には、気体から液体への転移と同じく1次転移なので、「対称性の自発的破れを伴う1次転移」に分類するのがより正確であろう。このクラスは(気液転移のように)「対称性の破れを伴わない1次転移」と様相が異なると期待されるものの、その性質を明晰に提示した例を知らない。実際、1次転移では、ゆらぎの特徴的な時間は転移点でも有限に留まり、協同現象的なことが生じないので、対称性の破れの有無は現象に顕著な違いをもたらさないと考えられてきたのかもしれない。このような状況を踏まえ、本講演では、ほんの僅かでもずりが加えられたとき、対称性の破れを伴う1次転移から2次転移のような臨界的性質が生じる可能性を指摘したい。

具体的には、コロイド分散系に着目する。平衡条件下のコロイド分散系は、気相、液相、結晶相を示すことが知られている。その非平衡性についても議論されており、「ずり流」という非平衡外力に対して、コロイド分散系は顕著な応答を示すことが期待される。したがって、ずり応力下での物質の液固転移を調べるよりも明晰に「非平衡性、対称性の破れ、1次転移」の接点に迫ることができるだろう。また、実験的には各々の構成要素の振る舞いを直接測定できるのも利点である。さらに、コロイド分散系はもっとも簡単なソフトマターに位置づけられるので、ソフトマターの非平衡特性を対称性の破れを伴う1次転移の視点から考えることにも相当する。

【結果と考察】 N 個のブラウン粒子が相互作用する系を考える。溶媒を一樣なずり流だと仮定し、各々の粒子にずり流に対応する非平衡外力が作用するモデルを調べる。まず、ずり流がないときの相図を決め、液固転移点を抑える。特に、回転対称性の破れを特徴づけるオーダーパラメータ Q_6 に着目する。 Q_6 は液体状態ではゼロだが、1次転移点で不連続に有限の値へと変化する。また、初期に用意した結晶が融ける時間の密度依存性を調べると、Vogel-Fulcher 則に一致する。この結果は液体状態が核生成していると解釈される。



それに対し、ずり流下では、ある密度より高密度側で Q_6 が有限になるが、不連続よりはゆるいように見える。より明らかな証拠を提出するために結晶が融ける時間の密度依存性を調べると、結果はべき則と一致し、臨界的性質の存在を示唆している。実際、この場合には、定常状態においても、オーダーパラメータの相関時間はべき発散を示している。

【参考文献】 (1) M. J. Miyama and S. Sasa, 論文投稿中; preprint, arXiv:1010.1411