研究活動　２０１８年度

研究発表

1）鈴木幸人，流体力学における構造保存型数値解法について，第１４回非線型の諸問題，2018 年 9 月 10 日 - 12 日，長崎.

研究成果：

相変化を伴う圧縮性二相流れに対する Navier-Stokes-Korteweg 方程式を、歪対称の Poisson 括弧と半負定値対称の散逸括弧を用いて定式化した。具体的には、内部エネルギーに密度勾配への依存性を追加し、Lagrange 記述における Hamilton 系から対応する Euler 記述における Poisson 括弧を導出した。その際に Korteweg 応力が非散逸的であることを示し、熱力学と整合する定式化において interstitial working が重要な役割を果たすことを示した。密度勾配の高次項を含む定式化を同様の手法により導出し、また Gurtin による micro-force による定式化との比較・検討を行った。

さらに上記の構造を保存するような離散化手法を検討し、この問題に対してエネルギー保存則とエントロピー増大則が正確に成り立つ数値解析手法を開発する際に生じる問題点を分析した。

The Navier-Stokes-Korteweg equations for two-phase flows with phase-transition are formulated within a bracket formalism employing skew-symmetric Poisson brackets and symmetric negative semi-definite dissipative brackets. In such formulation, the internal energy depends on the gradient of density, and the canonical Hamiltonian system in Lagrange's description is transformed into the non-canonical one in Euler's description of fluid, which is described by the Poisson bracket. It is shown that the work done by the Korteweg stress is isentropic, and the interstitial working is necessary in the thermodynamically consistent formulation. Higher-order models are derived assuming the dependence of internal energy on the second-order gradient of mass density field. The relation to the micro-forces is also investigated.

Structure preserving numerical methods, which satisfy the laws of conservation of energy and increasing entropy, are investigated. The difficulties are extracted and examined.