

量子流体不安定性と量子乱流

坪田 誠

大阪市立大学大学院理学研究科

超流動ヘリウムや原子気体ボース・アインシュタイン凝縮体(BEC)を舞台とした量子流体力学の研究は、近年、更なる発展を見せている。その重要な視点は、流体力学的不安定性と量子乱流であろう。本講演では、この問題の動機と最新の研究動向を紹介しながら、我々のグループの研究成果を述べる。

1. 量子乱流

(古典)乱流は、Heisenberg, Landau, Feynman など古今の名だたる物理学者が挑戦した大問題である。しかし、非線形非平衡の動的現象である乱流の解明は容易でない。そもそも何がわかれば乱流の解明と言えるのかも自明でない。乱流に肉薄するヒントは、約 500 年前に Da Vinci が描いた乱流のスケッチに求められるかも知れない。Da Vinci は排水溝から流出する水の乱流を描き、乱流は乱れの中にも構造を持つ事、そしてその構造を担うのは渦であることを看過した。しかし、古典乱流では渦の同定そのものが容易でなく、Da Vinci の洞察を検証する術が無い。一方、量子渦から成る乱流を量子乱流という。量子渦は、一定で保存された循環を持つ、安定な位相欠陥であるため、量子乱流では Da Vinci の洞察を活かし、流体に要素還元的視点を持ち込み、乱流研究にブレイクスルーを行なえるかも知れないと期待されている[1]。

2. 最近の研究成果

2-1. 量子渦と微粒子の結合ダイナミクス：近年、微粒子を用いた量子乱流の可視化実験が行なわれている。それに関連して、量子渦と微粒子の結合ダイナミクスの理論と数値計算について報告する。

2-2. 2成分 BEC の量子乱流：2成分 BEC の対向流の不安定性と、それによって生じる2成分量子乱流について述べる[2]。

2-3. スピン1スピノール BEC の対向流不安定性と乱流：対向流に依る不安定性と、生じる乱流の統計的性質について議論する。

[1]Progress in Low Temperature Physics XVI, ed. by W. P. Halperin and M. Tsubota (Elsevier, Amsterdam, 2008). [2] H. Takeuchi, S. Ishino, MT, PRL105, 205301(2010); S. Ishino, MT, H. Takeuchi, PRA83, 063602(2011).