

乱流は難しい？

自然界には、流れはいたるところに存在する。これらの流れのなかには、時間・空間的に複雑なふるまいをするものが多く存在する。これらは一般に、流れの場を代表する無次元数であるレイノルズ数の値によって特徴づけられる。レイノルズ数が比較的小さい場合には流れは規則的な層流であるが、レイノルズ数が極めて大きい流れは乱流とよばれ、複雑な模様をつくり出す。

乱流はいたるところに存在するうえ、実態を把握することが難しく、統計力学・流体力学のおもな研究分野の1つとなっている。巨大な空間スケールの乱流の例として、天体表面の大気がある。一方、核融合プラズマもまた乱流の一例であるが、ここでは電磁力が主たる役割を果たす。乱流が、高温プラズマの容器への閉じ込めを、容易ならざるものになっているのだ。

乱流はさまざまな特徴をもつが、乱流のつくり出す代表的な構造が渦構造である。乱流は、平均流とよばれる時間的に平均された流速分布に、いろいろなスケールの渦運動が不規則に重ね合わさったものと考えることができる。また、不規則性も重要な性質である。乱流中では流速、圧力、温度などの物理量が、時間的にも空間的にも不規則に変動

する。これは、初期条件に対する鋭敏な依存性の原因にもなっている。

乱流のシミュレーション解析では、これらの特徴をとらえるために、非定常計算を行う必要がある。また、現実を正しく再現するためには非常に細かいメッシュにわけた計算が必要となり、比較的小さいレイノルズ数の流れでも、ワークステーションやクラスター環境では計算資源がたりず、スーパーコンピュータで行っているのが現状である。

層流と乱流のいずれの流れの形態が実現するかは、流れを引き起こす要因や環境条件に複雑に依存する。乱流のもつ強い混合性には、物質の拡散や混合の強化といった歓迎される側面と、管内流や高速物体の摩擦抵抗の増大など厄介な側面が併立する。そのため、乱流を増強するか抑制するか、場合に即して制御できれば、人類への貢献ははかり知れない。また、乱流に対して長時間にわたって平均をとると、普遍的な統計法則が現れる。乱雑な運動のなかに、普遍的な法則がひそんでいるのである。乱流のこの謎を解き明かすことも、研究者の夢の1つである。

会誌編集委員会