

は局所的な曲率に関係した自己誘導速度をそれぞれ持つ。このため、渦輪が円形でないとき、全体として初期の渦度ベクトルに垂直な方向にはほぼ等速で運動する一方、各部分が異なる速度で動くため渦輪の形は時間的に変化する。丁汝 (L. Ting) らの特異摂動法を使用した理論的研究によれば、渦核が小さい場合、渦輪の局所的な伸びは渦核内の軸方向の流れ、すなわち、軸に垂直な断面内の渦線の発達なしには起こり得ないことが示されている。ここで報告した直接数値計算では格子サイズの制約もあり理論的研究が適用される状況とは大きく異なるが、局所的な伸びの大きな部分から元の渦度とは垂直の渦度を持つ部分が発達し、尾のように渦輪の背後に伸び出すことが観察される。実験的にもこうした渦輪の尾のような領域を見いだすことができ、渦輪の局所的な長さを変えるような運動はいつも元の渦度ベクトルと垂直な渦度ベクトルを持つような領域をつくりだすと結論してよいように考えられる。このことは、こうした場所で渦輪の渦核の構造が大きく変化することを示している。

スペクトル法による乱流の数値シミュレーション

航空宇宙技術研究所 山本 稀 義

流れは速度が大きくなると層流から乱流へ遷移する事が知られているが、この遷移については流れの速度と代表的長さによって定まるパラメータであるレイノルズ数がある臨界値を越えると発生すると説明されている。そして、流れの形状は遷移の前後で大きく異なり、規則的な層流に対して乱流は偶然的とも思える程不規則に変動していて、その力学特性を解明する事は多くの分野で重要な問題となっている。一方、流れの基礎方程式は層流でも乱流でもナビエ・ストークス方程式に従うので、近年の計算機の発達に伴って、乱流についても数値シミュレーションが可能となって来た。本講演はナビエ・ストークス方程式のスペクトル法を用いた直接計算によって、一様等方性乱流の減衰特性および剪断流の典型である平面ポアズイユ流の遷移の力学機構を調べた結果について報告した。

一様等方性乱流の計算は初期に発達した乱流を与え、その時間的減衰過程を調べた。その結果、従来次元解析から予想されている慣性小領域スペクトルが2次元乱流ではレイノルズ数が5000で、3次元乱流ではレイノルズ数が500で実現する結果が得られた。

平面ポアズイユ流の遷移については亜臨界非線型遷移機構を調べる目的で、レイノルズ数が5000(臨界レイノルズ数は5772)で初期条件として2次元有限振幅 T-S 波を与えた流れの遷移過程を調べた。計算結果は従来理論や実験から知られている結果とよく一致した。

これらの結果は乱流についても直接数値シミュレーションが有力な研究手段となっている事を示している。

マルチフラクタル β -モデル

東京大学理学部 真田 勉

乱流は、大小様々なスケールを持った渦の集まりと考えることができる。大きな渦は、不安定で壊れやすく、小さい渦へ分裂し、さらにその小さい渦も、より小さい渦へと分裂していく。十分に小さい渦では、粘性の効果が大きく、その渦の持つ運動エネルギーは、熱エネルギーへと変化する。

しかし、渦の壊れ方が、1通りであるとは考えられない。例えば、突然非常に小さい渦に壊れ