

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	佐々 浩司				

## 論文要旨

論文題目	乱流境界層中に存在する大規模秩序渦の解明
------	----------------------

(要旨 1,200字以内)

乱流境界層の構造を解明することは、単に流体物理的な興味からだけではなく、それに基づいた乱流境界層中の諸現象の予測や、抵抗および騒音低減や熱伝達の促進などの制御を行うといった工学的な面でも極めて重要である。秩序構造の概念は、統計諸量の把握のみに依存してきた従来の乱流研究から脱却し、乱流境界層中の諸現象を動力学的に記述し得る有力な手段として発達してきた。これまでの膨大な研究成果によって様々な乱流せん断流中に秩序構造が存在することは実証されているが、乱流境界層のそれは3次元形状を有するだけでなく時間

5 5

10 10

15 15

20 20

25 25

的空間的に全く不規則に存在するため、発生から消滅に至る秩序構造の立体形状や輸送など諸現象への寄与の様子を的確に知ることができないばかりか、1つの秩序構造の同定さえ疑わしものであった。

本研究は、人為的に発生させた大規模秩序渦の定量計測を通じて、(1)秩序構造の発達から崩壊に至る形状や機構を解明すること、及び、(2)薄板(LEBU)による秩序構造の制御を通じた乱流境界層制御の可能性を探ることを目的とするものである。平板から互いに逆回転に旋回する微小パフを噴出し、圧力勾配のない乱流境界層の下層に

15 15

20 20

25 25

スパン方向渦度を誘起して大規模秩序渦の種とした。パフ噴出用スピーカポンプの駆動パルス参照信号とし、

流れ方向の各位置における条件付き計測をXプローブと熱線流速計を用いて行った。集合平均データより様々な乱流諸量の立体的な分布を求めて得られた主な結論は以下の通りである。(1)大規模秩序渦は境界層厚さと同程度の規模を持つ下流方向に傾斜した馬蹄形渦である。(2)大規模渦はその対称面近傍に低速上昇流、側部に高速下降流、背面にU-不連続、低速上昇流の上層側と高速下降流の下層側に局所高せん断層といった、従来は別の秩序構造とされていた4つの事象を同時に伴う。(3)大規模渦により発生するレイノルズ応力の70%以上、乱流生成の80%以上が共に低速上昇流の起こる対称面近傍に集中する。(4)大規模渦の秩序運動エネルギーは平均流による脚部縦渦の伸張作用により供給され、馬蹄形渦管外縁の秩序運動自身が引き起こす誘導速度勾配が大きい部分で乱雑変動へのエネルギーとして奪われる。(5)秩序運動エネルギー収支において支配的な項は生成項、対流項、拡散項であり、粘性散逸項の寄与はそれらの1/100程度に過ぎない。(6)大規模渦の流れ方向変化は、成長、自己保存、減衰の3過程に分類でき、成長過程の後には自然発生の秩序渦と同様な振舞をする。(7)大規模渦が秩序渦として能動的なのは自己保存過程までであり、以後は局所平均流速で流される受動的な構造となる。(8)薄板はレイノルズ応力分布のピーク位置に設置した場合に最も抵抗軽減効果が大きい。(9)薄板による大規模渦の破壊は、頭部と脚部の分断、縦方向秩序運動の抑制、逆回転渦度発生による巻戻しという4つの作用によって行われる。