

京都大学	博士（工学）	氏名	秋山 真作
論文題目	Measurement of the flow past a sphere descending at a constant speed in a salt stratified fluid（塩分成層流体中を一定速度で降下する球を過ぎる流れの計測）		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>本論文は、塩分によって密度成層した流体中を一定速度で降下する球の周りに生じる流れを対象として、流速分布および密度分布を水槽実験により観察・計測し、発生する流れの形成過程や成層強さとの関係について考察したものであって、6章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、流体力学の発達の歴史を踏まえながら、流体中の密度成層が着目を浴びたきっかけ、およびその後の研究の動向について概説し、加えて密度成層流体中を鉛直に移動する物体によって生じる流れに関する先行研究に言及すると同時に、本論文で当該流れ場の詳細な計測を実施する意義についても述べている。また、流れの計測手法の発達の歴史についても言及している。</p> <p>第2章では、本論文の研究で使用した実験装置の構成の概要、実験で使用する塩分成層流体の作成方法、流れ場の可視化、速度場の計測および密度場の計測に用いた実験計測手法の原理並びに得られた実験データに対するデータ解析の手法と手順について述べている。</p> <p>第3章では、密度成層流体中を一定速度で降下する球の後方に軸対称なジェットが形成される場合を対象とし、ジェット内部および球面近傍の速度境界層内部に対してPIV法による高解像度での速度場計測および既往の軸対称数値計算結果との定量的な比較を実施し、流体運動を支配する無次元パラメタであるフルード数 Fr およびレイノルズ数 Re に対する速度場の依存性を検討している。得られた主な成果は、以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 密度成層流体中を一定速度で降下する球の後方に形成される内部重力波の波形に関して、対称軸の近傍以外では線形理論による予測と高精度で一致することを実証した。 2. ジェット内部の速度分布及び球面近傍の速度境界層内部の速度分布を初めて詳細に計測した。その結果、ジェットの長さはフルード数 Fr に比例し、また、ジェットの最大速度がフルード数 Fr に反比例することを示した。これより、ジェットの有次元長さが物体の大きさには依らず成層強さと物体の鉛直速度に依存することを示した。 3. ジェットの太さおよび速度境界層厚さは、成層流体に特有の長さスケールを用いた簡単な次元解析から得られる式 $(Fr/Re)^{1/2}$ によって見積もられることを明らかにした。 4. これらの結果は、軸対称数値計算と定量的に一致し、既往研究における軸対称性の仮定の妥当性を検証することとなった。 <p>第4章では、非常に強い密度成層流体中で球を一定速度で降下させた際に、球の後方に軸対称性の崩れた不安定な流れが発生することを新規に発見した事を述べ、不安定な流れの発生条件の調査および発達過程の観察並びに考察を、シャドウグラフ法による可視化実験および速度分布の計測によって行っている。得られた主な成果は、以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 極めて強い成層下においては、レイノルズ数が $10 \leq Re \leq 100$ と極めて小さい場合でも後流ジェットの不安定化が生じる事を発見した。また、不安定化の発生条件を表す式を実験から求め、$Fr/Re=1.57 \times 10^{-3}$ で表されることを示した。 2. 不安定ジェットの形成過程に関して、始めに軸対称な流れを形成するが、時間の経 			

京都大学	博士 (工学)	氏名	秋山 真作
<p>過に伴い、球面の境界層付近から不安定化が生じることを明らかにした。</p> <p>3. 安定ジェット・不安定ジェットにかかわらず、ジェットの長さがフルード数 Fr に比例する、つまり内部重力波の波長に依存することを示した。</p> <p>4. 不安定ジェット発生 of 閾値に対応する、ジェットの最大速度の臨界値が存在することを見出した。</p> <p>第5章では、密度成層流体中を一定速度で降下する球の後方に軸対称なジェット流れが生じる場合を対象とし、ジェット内部および球面近傍の速度境界層内部に対して LIF 法による高解像度での密度場計測および既往の軸対称数値計算結果との定量的な比較を実施し、成層の強さを表す無次元パラメタであるフルード数 Fr に対するジェットの発達過程および密度場の依存性を検討している。得られた主な成果は、以下の通りである。</p> <p>1. 成層が弱い場合には、ジェットの形成初期に軸対称渦の形成および鉛直方向への引き延ばし・放出が見られるが、成層が強い場合には軸対称渦の形成が観測されない。即ち、成層効果によって渦の形成が抑制されることを示した。</p> <p>2. ジェット内部および密度境界層内部での密度攪乱は、フルード数 Fr の増大に伴って大きくなることを定量的に示した。この結果は、ジェットの形成に際してジェット内部及び密度境界層内部での密度拡散が大きく寄与していることを示唆するものである。</p> <p>3. これらの結果は、軸対称数値計算と定性的に一致し、既往研究における軸対称仮定の妥当性を保証することとなった。</p> <p>第6章は総括であり、本研究で得られた成果について要約している。</p>			