

機械・構造システム工学専攻	学籍番号	043127	指導 教員	中川 勝文  北村健三, 鈴木孝司
申請者 氏名	原田 敦史			

### 論文要旨 (博士)

論文題目	超音速ミスト流れ場中に発生する衝撃波と膨張波に関する基礎的研究
------	---------------------------------

(要旨 1,200 字程度)

近年、輸送機器やエネルギー機器の高効率化に向け、流体や熱工学に関する研究が活発に行われている。さらに、計測機器の高精度化、計算機の高性能化に伴い、今まで無視されてきた連続相中に含まれる分散相の効果を考慮した実験や数値解析による研究が活発に進んでいる。しかし、これらの研究の多くは非圧縮性流体に関する研究が大半である。一方、圧縮性混相流の研究は、古くから臨界流量や音速、ノズル流れに関する研究など原子力施設の冷却配管などを対象として古くからおこなわれているが、多くは一次元および準一次元流れを対象にした研究が主であった。しかし、現在、冷凍サイクルに適用される二相流エジェクタなどの高効率化に向けて、低クオリティ域の圧縮性を考慮した実験や理論解析が必要となっている。そこで、本研究は低クオリティ域ミスト流中に発生する二相流衝撃波や有心膨張波などの超音速流動現象について、相間の輸送現象を考慮した解析により明らかにすることを目的とした。

低クオリティ域ミスト流れは、相間の速度差によって生じる運動量緩和現象が二相流に与える影響が大きいことが過去の研究より明らかにされている。そこで、空気-水系気液二相流を対象とし、この緩和現象に注目した解析をおこなった。解析結果から、運動量平衡時の二相流衝撃波や有心膨張波の形状は、気体単相流れのものと同様の形状であり、これらの特性は運動量平衡音速によって支配されることを示した。また、二相流膨張波は液滴径の増加に伴い、流れ場の局所音速が増加するため、膨張開始点は流れの上流に移動する結果を得た。これは過去の熱水の実験結果と類似した分布となった。

さらに、自然冷媒の炭酸ガスを作動流体とし、相間の熱輸送現象に伴って生じる相変化を考慮した解析をおこなった。このとき、気相、液相ともに実在気体であるとして扱い、質量輸送が伝熱律速によって行われる基礎式群を導出した。つぎに、これらの式から運動量平衡時の質量輸送が極限状態の斜め衝撃波関係式を示した。解析結果から、衝撃波内部の温度分布や蒸発量の分布が得られ、非平衡性を持つ二相流斜め衝撃波の衝撃波角などは平衡と凍結状態の衝撃波が示す値の間に存在することを明らかにした。

最後に、不適性膨張時のエジェクタ内に設置された二相流ノズル出口に発生する超音速噴流構造の解明に向け、液滴が二相噴流へ与える影響を数値解析により調べた。液滴が非常に小さい場合には、気体単相流れと同様に膨張波と圧縮波が繰り返し発生する流れ場となった。しかし、実際の二相流エジェクタの液滴の条件では、液滴の慣性力の増加により圧縮波や膨張波による圧力振動が発生せず平坦な流れ場となった。この結果は過去に行われた二相流噴流の実験結果と類似した分布を示した。