

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 岡井敬一

修士（工学）岡井敬一提出の論文は、「微小重力環境を利用した二液滴の干渉燃焼に関する実験的研究」と題し6章から成っている。

多くの実用燃焼器は噴霧燃焼を採用している。その過程は、燃料の微粒化・蒸発・混合・燃焼といった現象が複雑に関係し、この複雑さがこれまで噴霧燃焼の理解および効率的な燃焼器の開発を妨げてきたといえる。噴霧燃焼の理解を得るための簡略モデル中で、単一液滴の燃焼は噴霧構成微粒子が単独で燃焼とする極限モデルである。とりわけ近年の微小重力環境の実現が、より大きな径の液滴を用いた微視的観点からの液滴燃焼研究を可能にし、多くの知見が明らかにされてきた。こうした成果の中には噴霧の理解に大きく寄与したものも少なくないが、単一液滴燃焼研究から得られる知見を噴霧燃焼に直接適用するには未だに問題点が存在する。基礎的な観点から重要であるものの未解明であるこの問題点の一つに、複数液滴の干渉機構がある。噴霧中の液滴群は相互に干渉しながら燃焼しており、干渉特性の理解は基礎的観点のみならず、工学的にも非常に重要であるといえる。

以上のような背景から、本論文では、噴霧の理解を深める手がかりの一つとして複数液滴の干渉特性を調べ、その機構を解明することを目的としている。干渉特性を示す最も簡単な系として、等初期直径二液滴の燃焼現象を、重力の影響を極力排除できる微小重力環境において実験的に調べている。まず、過去の研究に関する概観を踏まえ、二液滴の干渉特性を幾何学的見地から4項目に分類し、各々の干渉特性を検証するための実験手法を提案している。また、二液滴の干渉燃焼挙動を把握する基礎データとして、単一液滴の燃焼挙動を明らかにした上で、二液滴の実験結果を示し、単一液滴の実験結果との比較を行っている。さらに、分類された各々の干渉特性を、実験結果を用いながら総合的に考察・検証している。

第1章は序論であり、噴霧燃焼の基礎研究としての意義を概観し、本論文の方針を明らかにしている。

第2章では、研究の背景を述べるとともに、本論文の目的の詳細を明らかにしている。従来に関連研究の成果を詳しく述べ、未だ明らかにされていない事項を明らかにするとともに、従来の研究成果を基に、二液滴の燃焼における干渉特性の分類について説明を加えている。また、分類された干渉特性を調べるための実験概要を説明することにより、本論

文の目的と意義を明確にしている。

第3章では、実験装置および方法について述べている。高圧容器、燃料供給系・点火系、観測系について記述するとともに、微小重力実験方法について説明を加えている。

第4章では、実験結果について述べている。分類された各々の干渉特性を検証するため、メタノール二液滴燃焼、鏡面反射のある条件での単一液滴燃焼、音響振動場中での二液滴燃焼、および二成分燃料二液滴燃焼に関する実験が行われている。まず、二液滴干渉特性を明らかにするための基礎データとして、単一液滴の燃焼実験の結果が示されている。また、二液滴燃焼実験の結果が述べられ、これらの結果を基に、二液滴の燃焼における種々の干渉効果を明らかにしている。

第5章では、総括的な考察を行っている。メタノール二液滴燃焼、鏡面反射のある条件での単一液滴燃焼に関する実験結果に基づき、液滴間隔に依存して燃焼が促進または抑制される機構が詳細に検証されている。特に燃焼促進機構については、火炎からの放射の影響が詳細に調べられている。また、液滴間隔が小さい場合には、液滴周囲に結合火炎が形成されるが、その幾何学的特性に起因すると予測される火炎安定化および液滴内流動の増大について考察がなされている。火炎安定化に関しては、音響振動場中での二液滴燃焼実験結果に基づき、消炎の抑制機構が検証されている。さらに、液滴内流動の増大に関しては、二成分燃料の燃焼に特有の現象である不安定挙動、すなわち、段階燃焼および破裂性燃焼挙動の干渉による変化が調べられ、液滴内流動の増大がこれらの不安定性を抑制すると結論づけられている。以上の結果から、本論文で提案された干渉機構の分類により、二液滴燃焼における干渉機構が明確に説明されることが明らかにされている。

第6章は結論であり、本論文において得られた結果を要約している。

以上要するに、本論文は、基礎的観点から複数液滴の燃焼において期待される干渉諸特性を提案するとともに、それらを実験的に明らかにし、液滴の干渉燃焼機構を詳細に検証したものであり、燃焼学および航空宇宙推進工学上貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。