審 査 の 結 果 の 要 旨

氏　名 ： ボーデン ラルフ クリスチアン
Boden Ralf Christian

Master of Science (M. Sc.) * Boden Ralf Christian 提出の論文は，「Self-Pressurised Cold Gas Satellite Propulsion System using Phase Transition through Supercriticality（超臨界遷移による相変化を用いた衛星搭載の自己加圧推進機関に関する研究）」と題し，本文９章および付録から成っている．

人工衛星，惑星探査機などの宇宙機の小型化，低価格化は，世界的な傾向となっている．しかし，高高度を飛行する衛星や惑星探査機にあっては，推進機関なくしては，姿勢の制御も難しく，また軌道制御性の欠落が実用的な応用を難しくしている．簡易で廉価な推進機関の出現が待望されている．

もっとも直接的な解決手段は，液体状態で推進剤を輸送し，のちに加熱によって噴射に供する気体を得る方法である．しかしながら，その気体製造に，沸騰という効率の低い過程を経過させるほか，気液平衡状態の蒸気には，噴射に伴い，容易に再液化してしまうという難点がある．これを回避する手段としては，超臨界状態を経由させて，非飽和蒸気，すなわち乾いた気体を得る方法がある．しかるに，小型衛星など搭載性の厳しい宇宙機上で，この加圧過程を実現させることは容易ではない．解決手段の１つは，製造された気体自身による液体推進剤の加圧機構(自己加圧装置)の利用であり，本研究は，これを用いた高密度低温ガスジェット推進機関の実用化に向けた解析と試験による検討である．

第１章は，序論であり，同推進機関の開発の背景と動機を述べ，その特徴である超臨界状態を実現する加圧装置の動作原理を述べている．また，第２章は，小型衛星，特にナノサテライト，キューブサットないし小型着陸機などの宇宙機の推進機関に求められるシステム要件を議論し要約している．

第３章は，同推進機関における，超臨界ないし超臨界に近い状態下での加熱中に起こり得る熱交換性能への影響を，使用する液化ガスのデータベースを参照しつつ，モデルの適用範囲および精度を合わせて，詳細に評価している．

第４章は，同推進機関のシステム解析を行い，気液平衡やブローダウンなどの古典的なシステムとの比較を行い，同推進機関に特有の貯蔵密度の効率などの性能パラメータを具体的に特定し，かつ超臨界状態を実現する加圧装置の性能評価を詳細に行っている．

第５章は，試作した同推進機関の設計過程を詳述している．小型衛星を対象として，同推進機関の性能を支配するパラメータを数値的に設定している． 推進剤の質量，体積および加熱電力間のトレードオフを行い，環境や人的健康への危険性をも考慮して，作動圧力と液化ガス推進剤等の最適化と選定に成功している．設計結果は，バルブやセンサーなどの民生コンポーネントに加えて，加圧装置やヒーター，オリフィスなどの同推進機関に固有に新たに開発したデバイスの設計データをあわせて提供している．

第６章は，同推進機関の試験ないし運用の手順を，試験装置の構成を含めて記述している．それらに必要な補助システムを議論し，加圧装置の安全性を確保する手段や推進剤補給の手順を詳述している．

第７章は，試験結果を要約している．一連の試験で得られた推進機関としての性能を，前章までで得られた理論値と比較・議論している．結果によれば，実験値と理論値は良好な一致を示している．なお，すべての試験結果のデータ，およびシステム構成，試験手順は，提出された論文の補遺に収録されている．

第８章は，結論であり，試作した同推進機関システムが，理論的に予測されたとおりに機能することを結論している． また，第９章は，実用性の展望を述べており，キューブ型衛星のようなさらに小型の衛星システムへの，同推進機関の展開の可能性を述べている．

以上要するに，本研究は，高密度低温ガスジェット推進機関の実用化をはばみうる諸課題について，具体的な解決手段を理論的かつ数値的に検討し，また推進機関と実験設備を試作し，得られた試験結果と理論値との比較を行い，同推進機関の機能および性能を詳細に評価している．試験結果は，予測された理論性能との良い一致を結論しており，同推進機関の実用化を大きく前進させ，宇宙工学において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

* German Diploma in Engineering, ミュンヘン工科大学, ドイツ