

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2007～2010

課題番号：19360388

研究課題名 (和文) 宇宙機搭載の低温下で動作する、推進系統合型燃料電池の開発

研究課題名 (英文) Study on the freeze-resistant liquid propulsion system integrated with the fuel cell

研究代表者 川口 淳一郎 (KAWAGUCHI JUNICHIRO)

独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 教授

研究者番号：10169691

研究代表者の専門分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・航空宇宙工学

キーワード：燃料電池、統合型、推進機関、宇宙機、触媒

### 1. 研究計画の概要

人工衛星をはじめとする宇宙機では、太陽電池と組み合わせ、太陽からのエネルギーを備蓄して利用する観点から、化学反応の二次電池を使用することが一般的である。二次電池は、地球周回軌道においては主には日陰時の電力確保のために使用されるが、惑星探査機においては軌道上のほとんどの区間において遮蔽物が存在しないことから計画的な特別な姿勢変更や、不具合時等の姿勢回復までの電力確保のために搭載されている。このように、運用期間の大部分において放電することのない電池を搭載する場合、あるいは大きな電力を臨時的に確保するためには、燃料電池を用いるのが有利である。実際、衛星・探査機等においては姿勢制御用に燃料と酸化剤を搭載しており、これらは多くの場合ミッション終了時までの余剰分まで見越して搭載されるため、この余剰分を反応させて、電力に転換可能となれば衛星の運用性の向上が期待される。同時に、推進機関と電源系を統合的に扱うことができれば、システム構成上も有利となる。

一方、静止衛星を含め地球周回の人衛衛星でも、システムの電力系は燃料の凍結防止を目的に常時大量の電力をヒータに供給するのに追われているのが現状で、これは惑星探査機の場合も同様である。たとえば $-50\text{degC}$ の低温下でも凍結しない燃料、酸化剤を用いる推進機関を採用できれば、必要なヒータ電力を $1/3$ にまで削減することができるほか、衛星・探査機システムを簡素化し、信頼性を大きく向上することにもつながる。このことは特に、木星など外惑星へ飛行する探査機やオービタにおいては、太陽からの距離が拡大して太陽電池の発生電力が大きく低下するため、より効果的である。

この研究は、低温下で動作できる、推進系燃料・酸化剤を用いて発電を行う、燃料電池の開発を行うものである。すなわち、低温下で動作する、液-液反応型の推進系-電源系

の統合型の燃料電池である。

### 2. 研究の進捗状況

推進系統合型燃料電池は、システム重量軽減を目的として凝固点の低い燃料および酸化剤を用いた推進系として成立させると同時に、これに適用する燃料と酸化剤がそのまま燃料電池を動作させることが狙いである。推進系部分は、燃料・酸化剤の噴霧微粒化・衝突に工夫を施し、低温での着火特性改善を狙った新しいインジェクタの設計を煮詰めた。この成果を活用して真空燃焼試験を実施したところ、推進剤を常温からマイナス $40\text{C}$ まで3水準の条件で燃焼試験を実施し、噴霧タイプのインジェクタでいずれの条件でも着火することが判明した。温度と着火遅れについては定性的な結果を得ており、薬温が低下すると着火遅れ時間が増大する傾向が示された。今後、液滴衝突実験(オープンカップ試験)の結果と合わせて定量的な検討を実施すると共に、低温条件でより安定な着火方式の検討および推進性能評価を実施する予定である。

低温環境で凍結しない燃料と酸化剤の選定が完了し、この燃料と酸化剤を使用した発電試験が実施可能であることが分かった。

### 3. 現在までの達成度

燃料と酸化剤の選定も適切に進み、また燃料電池反応が維持できる目途が立っており、当初予定通りに進行していると認識している。

### 4. 今後の研究の推進方策

#### ②概ね順調に進展している

実験を進めつつ、燃料電池技術としての習熟を図るため、課題の抽出を図り、制御則や

制御手法に取り込みたいと考えます。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計0件)

〔学会発表〕 (計0件)

〔図書〕 (計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

〔その他〕

特になし。