

審査の結果の要旨

氏名 秋山 靖博

修士（工学）秋山靖博提出の論文は、「持続的な有人火星滞在に向けたシステムアーキテクチャの構築」（Construction of System Architecture for Sustainable Manned Mars Habitation）と題されており、本文7章から構成されている。

地球から自立して持続的に活動可能な宇宙拠点を設置・維持することは、人類の宇宙進出における重大な目標の一つである。これまで行われた有人宇宙活動はすべからず地球からの短期間でのアクセスに依存しているのに対し、持続的な有人火星滞在の実現は地球から自立した宇宙活動に向けたマイルストーンとなる。これは、地球に完全に依存した現在の有人宇宙活動が次の段階へと進むための重要な課題である。

筆者は、近距離輸送による地球との緊密な物質的連絡を前提としていたこれまでの有人宇宙活動に対し、遠距離での持続的な拠点運用という視点から持続的な火星滞在システムの構築に取り組んだ。特に、持続的な有人火星滞在を行う際の生存率の向上と地球低軌道への打上げ質量の低減を評価軸とし、持続的な有人火星滞在システムの特性の考察を行っている。

第1章では、序論として地球からの依存から脱却した宇宙進出に向けて有人火星滞在ミッションが果たす役割が示されている。また、その実現に向けて解決すべき課題として、地球からの輸送の困難や火星基地の長期孤立等が提示され、本研究で構築する持続的な有人火星滞在システムの概要とともに本研究の意義および目的が述べられている。

第2章では、持続的な有人火星滞在システムモデル構築の前提として、システムの構成要素である有人宇宙活動、惑星間輸送、火星基地システムのそれぞれについての先行研究に触れている。中でも、生命維持システムの構成、惑星間輸送軌道的设计などは滞在システム全体の構成及び質量の増減に大きな役割を果たすと考えられる重要な要素である。さらに、原子力を用いた高エネルギー推進システムや火星における資源採集の可能性等、将来の宇宙開発に貢献すると考えられる多くの新規技術の概要および予想される性能、効果について述べている。

第3章では、持続的な有人火星滞在システムを構成する輸送システムのモデルを構築している。持続的な輸送という視点から2章で述べた輸送システムを用いて、緊急輸送に向けた新たな輸送方法の提案や複数の輸送方法の併用等を組合せる事により、持続的な輸送に適した輸送システムモデルを構築している。

第4章では、持続的な有人火星滞在システムを構成する火星基地システムモデルを構築している。これまでの単発の宇宙ミッションでは十分に考慮されてこなかった補給という視点を加味した検討を行い、長期間の継続的使用を前提とした火星有人基地のモデルを行っている。

第5章では、輸送システム、火星基地システムを統合した持続的な有人火星滞在システムを構築し、地球低軌道質量を最小化する最適化を行っている。また、現在の技術水準に基

づいた標準条件を設定し、最適な火星滞在システムについて考察している。この際、補給のための年間輸送量は現在の地球低軌道輸送の能力を越えるものであると示された。これは、技術開発による火星滞在システムの質量軽減または低軌道輸送系の拡張を促す指標を与える意味で有意義な結果である。

第6章では、5章で構築した持続的有人火星滞在システムを基にした考察を行っている。高エネルギー推進や火星での資源の利用などを含む様々な条件下での持続的有人火星滞在システムの振る舞いを調べる事で、システムの最適構成が、原子力推進を含む輸送システムの性能、物資の再生率、輸送機質量に占める消耗品比率などのパラメータによって左右される事を明らかにしている。このようにシステム構成を決定する要素を特定し、その影響を定量化することは、将来の持続的有人火星滞在実現に向け価値のある考察である。

以上まとめると、本論文は将来の持続的有人火星滞在について幅広い視野を持って包括的なモデルを作成し、考察する事によってその特性を明らかとした有意義なものである。本論文では人類のさらなる宇宙進出に向けて近距離輸送による地球との緊密な物質的連絡を前提としない条件の基で持続的に有人基地を維持するための有人火星滞在システムのモデルを構築し、このモデルにより、各種運用条件、技術要素に応じた最適な持続的有人火星滞在システムを設計する事が可能となった。また、このモデルを用いた検討により高エネルギー推進や火星資源の調達等の新規技術開発による効果や運用条件の影響を定量化し、それらの必要性、重要性を明らかとしている。さらに、本論文は持続的有人火星滞在システムの構成に影響を与えるパラメータの特定およびそれらと最適システム構成の関係理解についての考察を行っている。本論文はこれらの考察を通じて将来の持続的有人火星滞在システム開発および持続的有人火星滞在実現に向けた重要な知見を多く得たものであり、航空宇宙工学に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。