

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 田中 啓太

修士（工学）、田中啓太提出の論文は、「A Study on Periodic Orbits around Collinear Libration Points（ラグランジュ点近傍における周期軌道の設計と利用に関する一考察）」と題し、全12章から構成されている。

ラグランジュ点（L点）とは、主従2つの天体の引力とそれらが相対運動を行うことによって生じる遠心力が釣り合う点を指す。時間に依らず天体と常に一定の位置関係を保つことができるという特性を持ち、これまで宇宙空間における通信や観測の拠点として注目され活用されてきた。昨今においては、それらが地球の重力圏外に位置する点であることに着目し、深宇宙探査の拠点、即ち宇宙港としての可能性も検討され始めている。

本論文の目的は、地球-月（EM）系及び太陽-地球（SE）系のL1点とL2点（以下、L点）に対し、それらの近傍で宇宙機を維持できる軌道、あるいはそれらを起点・終点とする軌道移行法を議論し、宇宙探査の拠点としてのL点利用の得失を論じようとするものである。

第1章は、序論であり本論文の目的とするところを明らかにすると共に、本論文の構成について述べている。

第2章は、本論文で用いられる運動方程式、制限三体問題とその拡張である四体問題の運動方程式の導出を行っている。

第3章は、宇宙機をL点近傍の円形の周期軌道（以下、待機軌道）に維持させるための制御則を独自の方法で議論し、特に、加速方向が主従天体を結ぶ軸に垂直な面内に制約された場合の制御則を詳述している。

第4章は、第3章の発展として、楕円形の待機軌道を維持させるための制御則の導出と、その利点について論じている。楕円形まで許容することで、必要な軌道修正速度量を節約することができるという新たな結果を導いている。

第5章は、第3、第4章で論じた問題について、最適制御問題というアプローチから議論しており、第3、第4章の結果を最適性の観点から裏づけることに初めて成功している。

第6章は、第3、第4章で論じた問題について、軌道維持に必要な加速を太陽輻射圧によって得る方法を提案している。特に、スピン運動下の宇宙機が呈する平衡姿勢まわりの受動的な円運動を利用した制御法を議論し、姿勢と軌道運動の同時安定化法を数値積分にて例証している。

第7章は、地球から、EM系とSE系L2点まわりの待機軌道に投入する移行軌道を論じており、月スウィングバイを用いることで、移行に要する修正速度量の大幅な低減が可能であることを数値的に明らかにしている。

第8、第9章は、EM系L1点、L2点から、SE系L2点に至るインパルス軌道移行を議論している。第8章は、この軌道移行解析の準備に充てられている。これらは、数値的な検討ではあるが、必要な修正速度量、飛行時間、移行開始の時期を本格的に検討し、求めた、我が国で初めての結果となっている。この移行においても、月スウィングバイを用いることで、修正速度量の大幅な低減が可能であることを結論している。

第10章は、EM系L2点を出発し、地球の引力圏外へ脱出する移行方法を議論し、多インパルスを用いて脱出速度の効率化が可能であることを数値的に示した、我が国での初の基本検討となっている。

第11章は、SE系L2点を出発し、月スウィングバイを用いて地球の引力圏外へ脱出する移行方法を数値的に検討した先駆的な応用となっている。

第12章は、結論であり本論文で提案した、軌道移行方策を要約し、応用を展望している。

以上、要するに本論文は、地球-月系、及び太陽-地球系のラグランジュ点、L1点、L2点まわりの待機軌道と同軌道への移行法を実用的に検討し、また同待機軌道間、地球引力圏外への軌道移行法を検討したもので、将来の宇宙探査計画に重要な指針を与えるなど、航空宇宙工学上、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。