

| | |
|---------|---|
| 氏 名 | 塩 見 正 しお み ただし |
| 学位の種類 | 工 学 博 士 |
| 学位記番号 | 論 工 博 第 1976 号 |
| 学位授与の日付 | 昭 和 61 年 9 月 24 日 |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当 |
| 学位論文題目 | Differential Very-Long-Baseline Interferometry Techniques for Precise Orbit Determination of a Geosynchronous Satellite (静止衛星の高精度軌道決定のための差動式超長基線電波 干渉計技術について) |
| 論文調査委員 | (主 査) 教 授 木 村 磐 根 教 授 池 上 文 夫 教 授 小 川 徹 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は静止衛星の高精度軌道決定のために、新しい手法である差動式超長基線電波干渉計 (DVLBI) 法を研究し、観測値の推定パラメータに関する感度や精度及び誤差について理論的に解析し、実際に静止衛星を対象として実験を行い所期の性能を立証したものであって7章からなっている。

第1章は緒論であって、静止衛星の軌道を正確に求める必要性と、これまで衛星の軌道決定のために用いられて来た方法をレビューし、従来の方法による測定精度の限界を示すとともに、本研究の主題である DVLBI 法の研究の重要性を述べている。

第2章では、本研究の基礎となる人工衛星の軌道理論、軌道観測モデル及びパラメータ推定について検討し、特に人工衛星の軌道決定に必要な衛星の軌道理論と軌道観測のモデル化、重み付最小自乗法による軌道決定の方法とその精度の評価法、並びに観測値がもたらす情報量という観点からの観測システムの評価法について述べている。

第3章は、静止衛星の高精度追跡・軌道決定のための方法として最初に開発された超長基線干渉計 (VLBI) 法について歴史的に概観し、基本的信号解析手順を述べている。ついで、天体電波源および人工衛星電波に適用する場合の精度の評価法を示している。又 VLBI の遅延時間観測値を導出する2つの方法である位相同期法および位相追跡法の比較検討、DVLBI 法の原理、及び遅延時間観測値による静止衛星軌道決定法及びその誤差要因などについて述べている。

第4章では、日本の実験用静止通信衛星 CS を対象として、単一の 46 km を基線長とする、DVLBI 法としては初めての衛星追跡実験について述べている。すなわち、この実験のシステム及び観測方法、観測感度と観測精度の検討、データ処理の方法及び観測結果、これらに基いた軌道決定及びその精度等について述べている。この実験の結果、DVLBI の基本点が明確になり、本格的な実験のための予備実験として重要な成果が得られた事を述べている。

第5章では、郵政省電波研究所と NASA ジェット推進研究所共同の DVLBI 法による静止衛星追跡

実験について述べている。すなわち、この実験は大陸間の超長基線による DVLBI 法を用い、静止衛星の軌道を従来の方法に比べて 1～2 桁高い精度で決定する目的の実験であるが、その実験システム、観測方法、データ処理法、軌道決定及び精度について検討している。この実験の結果、目標とした精度が達成されたと同時に DVLBI 法の要点が明確になり更に高い精度を達成するための問題点が明らかにされたことを述べている。

第 6 章は、DVLBI 法の応用として種々な軌道の人工衛星の軌道決定法、衛星航法システムの航法衛星を用いた差分追跡法、差分測位法、宇宙電波監視システムなどへの応用について述べている。

第 7 章は結論であり、本論文をまとめている。

論文審査の結果の要旨

近年人工衛星を用いた精密航法、測位、時刻同期などのシステムが発達し、衛星を用いた海流観測、一般相対論効果の実測などの科学研究も盛んになって来ている。そのために軌道決定を非常に高精度で行う要請が高まり、これを実現する事が今後のこの分野の発展に必須となって来ている。すなわち従来の電波による測距法では静止軌道の位置決定精度は 1000m がせいぜいであるが、これを数 m から 1m の精度に向上することが要請されている。一方電波天文の分野で発展した超長基線電波干渉計 (VLBI) 法は宇宙電波源からの電波の 2 観測点間への伝搬距離差を数 cm の精度で測定出来ることが知られている。本論文は静止衛星の軌道決定に際して、衛星からの電波と天体電波源 (準星) からの電波の両者に対して VLBI 法を適用することにより、相対的に衛星軌道を精度よく求めようとする差動形 VLBI (DVLBI) 法について研究したもので、得られた主な成果は以下の通りである。

1. 先ず VLBI 法のみを適用する事によって静止衛星軌道の決定が、従来の電波測距法に比べより高い精度でできることを理論的に明らかにし、その際の観測感度や、精度についての検討法を示した。
2. 衛星の VLBI 法による観測値を準星からの電波を用いて絶対校正する差動的手法を検討し、DVLBI 法を開発した。すなわち衛星が準星と異なるトーン信号を持つ場合、この周波数に等しい周波数における相関位相を準星についても導出する方法を用いることにより、DVLBI 法の効果を最大限に発揮できることを見いだした。
3. 高精度な軌道決定のためには、観測精度の向上、観測モデル及び軌道力学モデルの精度向上が必要であるが、DVLBI 法により観測精度を上げ、観測モデル、軌道力学モデルについては現在可能な最高精度のモデルを用い、これらモデルのもつ不確かさを全て考慮した時の軌道決定精度を明らかにした。すなわち、広帯域観測により準星観測精度を上げ、また 2 周波数の観測により、電離圏伝搬遅延を補正することにより、静止衛星の位置を理論上約 1m の精度で決めることが可能となることを示した。
4. NASA ジェット推進研究所との共同研究により、日本、米国、オーストラリアの局により構成された基線での実験が実現し静止衛星の位置決定精度 3～4m を達成できた。また誤差要因について検討の結果、電離圏遅延の誤差と太陽光ふく射圧のモデル化誤差が特に重大であることを明らかにし、更に、衛星位置精度 1m 達成の見通しを得た。
5. DVLBI 法が静止衛星のみでなく、他の軌道の衛星の高精度軌道決定や衛星航法システム、および

衛星測位システムなどにも有効であることを示した。

以上要するに本論文は衛星電波の VLBI 観測値を準星を用いて絶対校正する DVLBI 法を適用し、位置決定に誤差を与える各種の原因を可能な限り補正する方法を検討して、静止衛星軌道決定精度を数mオーダー以下まで縮めることを達成したものであって学術上実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和61年8月7日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。