

氏名	山崎昭 やまざきあきら
学位の種類	理学博士
学位記番号	論理博第335号
学位授与の日付	昭和45年11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	<b>Determination of Relative Geodetic Position from Simultaneous Observations of Artificial Satellites</b> (人工衛星の同時観測による相対測地位置の決定)

論文調査委員 (主査) 教授 清水 彊 教授 宮本正太郎 教授 上野季夫

### 論文内容の要旨

人工衛星を利用して遠く隔った地点の測地位置を求めるいわゆる衛星三角測量が始まったのは、1957年ソ連のスプートニクが打上げられてからである。従来、直接の視通に頼る三角測量が及びえない2地点の関係位置を定める測地学的方法として、高空から明滅する発光体を落下させ、その方向を2地点から同時に観測するというフレヤー法が行われてきた。この発光体を人工衛星に代えたのが衛星三角測量における同時法 (Simultaneous method) であり、位置の基準点と未知点では1 msec 程度のタイミング装置をもつ赤道儀式衛星カメラが必要である。1961年になって、東京天文台の広瀬氏が基準点では上記の如き高精度のタイミング装置をもつ赤道儀式カメラで観測するが、未知点および位置が既知の補助点ではタイミング装置なしの赤道儀式カメラで観測するという飛跡法 (Trailing method) を提案した。これと前後して、申請者も、同様に3点で観測するが、いずれの地点でも1sec/15 程度のタイミング装置をつけた固定カメラを用いるという原理的には飛跡法にあたるものを発表している (Hydrographic Bulletin, No. 67. 63, 1961)。

わが国では、この後東京天文台と申請者の所属する海上保安庁水路部との協力の下に、衛星三角測量の実験的観測が行なわれてきており、参考論文3および2は人工衛星エコー I・IIの観測からえられた鳥島の位置の成果を論じたものである。

申請者は、これらの実験的観測の経験に基づき飛跡法を用いる場合の問題点を吟味し、次の事柄を理論的に解明している。i) 基準点のカメラに必要なタイミング精度は1sec/15 程度で十分である、ii) 従って同時法の場合のように衛星の観測位置に惑星光行差の補正を要しない、iii) 基準点、補助点および進路間の幾何学的関係が未知点の位置の精度を大きく支配する。特に極軌道をもつ人工衛星からは未知点の緯度が求まらない。iv) 衛星の観測位置への視差屈折 (Parallactic refraction) の補正は、観測地点の標高に大気屈折高 (Refraction height) を補正することにより簡略化される、などである。なお、上記のiii) に起因する精度の違いを整約計算において顧慮するための重みの式を導き、さらに飛跡法と同時法を比較し

て両者の利害得失を吟味している。

申請者の主論文では、以上の予備的研究を背景として、飛跡法と同時法の利点のみを採り入れた新観測法を同時飛跡法として提案し、その理論的根拠を詳論するとともに整約方法についての新提案も行なっている。飛跡法は同時法に比べて観測装置が簡単であるため局地的測量には実用的であるが、上述の iii) の如く衛星の飛行方向により緯度が求まり難い場合が起り、また未知点の位置も相対的にしかえられない。しかし、同時法では衛星の飛行経路に拘わらず、絶対的な位置関係（ただし距離の尺度は未定）が定まる。それ故、原理的には飛跡法に基づくが、観測法としては同時法のそれになお補助点における観測を追加したのが申請者の新観測法といえる。この方法では原理的に1回の3点同時観測から、高ささえ仮定すれば未知点の位置が求まる。このような観測結果の整約には、Aardoom (1966) による同時法の整約方式と Hirose (1962) による飛跡法のそれとを夫々利用し、両者の結果を適当に組み合わせることも可能であるが、計算処理が繁雑となり実際的ではない。そのため申請者は、天文航法における位置の線と同様な仮定位置を用いた位置の面という概念を導入し、測地経緯度を直接導く整約方式を考案している。この方式ならば、同時法、飛跡法および同時飛跡法のいずれにも一元的計算処理が可能である。

なお主論文にはこのほか、整約計算における誤差方程式に重みとして考慮されるべき誤差の吟味、衛星位置の平滑法についての新提案、衛星観測における位相効果の指摘とその補正式の誘導など、広い範囲に亘る考察がなされている。

### 論文審査の結果の要旨

この研究は測地天文学、特に衛星三角測量を対象としたものである。遠く海を隔てた2地点の関係位置を幾何学的に決定する方法として、測地的には高空より明滅する発光体を落下させ2地点から同時に方向観測を行なう、いわゆるフレヤー法が用いられてきている。しかし、これには自ずから距離に制約があるので、さらに遠距離では日食や月食など天文学的方法に頼らざるをえなかった。これらの天文学的方法も月縁の凹凸のため、月縁の同一個所で星食が見られる特別な2地点での観測でも20m程度の誤差、一般の2地点での星食観測になると100m程度の誤差でしか未知点の位置を定めることは困難であった。

1957年ソ連のスプートニックが打上げられて、上記の目的に人工衛星を利用する、いわゆる衛星三角測量が始まった。まず、人工衛星をフレヤー法の落下する発光体の代りに用いる観測法が登場したのは当然で、これは後に同時法 (Simultaneous method) と名付けられた。

次いで東京天文台の広瀬秀雄氏 (1961年) により人工衛星の飛翔経路を利用する飛跡法 (Trailing method) が提案され、これと相前後して申請者も飛跡法の原理に基づく別種の新観測法を発表した (Hydrographic Bulletin, No. 69, 63, 1961)。その後、東京天文台と申請者の所属する海上保安庁水路部との協力の下に、鳥島・青ヶ島・奄美大島などで主として飛跡法による実験的観測が実施されてきた。参考論文3および2は、その間の一部の成果を吟味した報告であり、また問題点を具体的に提起したものともいえるよう。

申請者は参考論文1において、それまでの経験に基づき飛跡法を用いる場合の問題点を理論的に追求して幾つかの事柄を解明した。そして整約法に関する新しい考案や、飛跡法と同時法の利害得失についての

詳しい比較検討を行なった。

申請者の主論文は、それまで実用的であるとの観点から採用されてきた飛跡法の短所を補なうために、同時法の利点をも採り入れた新観測法を、同時飛跡法 (Simultaneous Trailing method) として提案した研究である。申請者はその理論的根拠を明らかにした後、このような観測成果に対する整約法として、飛跡法・同時法・同時飛跡法のいずれに対しても一元的な計算処理が可能な方式を、新しいアイデアに基づいて導いている。そして、誤差方程式に重みとして考慮されるべき誤差の吟味や、衛星の観測位置に対する平滑法の簡便化、衛星の位相効果についての量的評価などにも考察を加えたのである。

同時法は、位置の基準点と未知点において高精度 (1msec 程度) のタイミング装置を具えた赤道儀式カメラを配置し、2点同時の観測を行なうものであるが、さらに位置が既知の補助点においても、タイミング装置なしの赤道儀式カメラで追加観測をする、というのが申請者のいわゆる同時飛跡法である。したがって、測地成果の精度が向上する反面では、観測の労力、経費が増大せざるをえない。しかし、状況に応じて簡便な飛跡法に代えることにすれば、申請者の新整約法により一元的な計算処理が可能であるから、そのような実際の配慮も必要であろう。

以上のように、申請者は衛星三角測量の初期段階から当事者として実験的観測を実施してきており、参考論文に見られる種々の知見を提供しつつその開発に寄与してきている。主論文はこれを踏まえて今後のこの分野の発展に資することを意図したものであって、衛星三角測量の精度向上に貢献するところが大きい。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。