

#### 4.15 地球回転実験

高橋幸雄

地球回転とは何か。アプリモデルのところで記載したが、大まかに言うと、多少厳密ではないが、太陽系の外にいる人が、地球にいる人との物理現象の見方の違いのうち方向の違いで、座標系の回転座標変換を示すものである。地球の自転軸は、公転しているときに首振り現象をしていて、非常に長い 25800 年で一周する運動（歳差運動）と、18.6 年以下の多数の短い周期項による首振りをする章動運動がある。さらに、地球は、自転軸の周りを 1 日で 1 周する自転運動を行い、さらに、自転軸は、地球の形状軸に対して極運動 (Wobble) という運動をしている。これらを地球回転運動というが、VLBI は、この地球回転の測定で威力を発揮してきた。特に、UT1 と呼ばれる、世界時に関するもので、地球の自転の回転角を示すもので、それはある時期の地球の方向を定義し、そこからのずれを示すものである。地球の中にいると、基準になる地球の方向と回転角というのは判別しにくいだが、VLBI は方向性の基準が天体であることから、方向性の基準が安定で定義が明確にできるため、地球の方向を測定する地球回転測定の基準に適している。この利点から、地球回転の測定を VLBI が担ってきた。

この章の地球回転観測は、地球の自転と極運動を地球回転パラメータと呼んで、その観測を主に扱う。その他、位置や地球回転パラメータとは振る舞いが違う章動・歳差の推定も同時に推定することはできる。

VLBI が登場する前の地球回転の観測はどうであったかという、望遠鏡で星を観測して地球回転を観測していた。その観測所として、国立天文台緯度観測所（現国立天文台水沢 VLBI 観測所）であり、非常に長い歴史と輝かしい成果を上げてきている由緒ある観測所である。しかし 1980 年代からの VLBI の登場により、光の天体観測による地球回転の精度に比べ、2 桁以上精度のよい VLBI 観測に時代に移行していった。

初期の日本の VLBI 観測は、米国の地殻変動観測プロジェクトの元、位置の変動の観測が主に行われていたが、その推定と同時に地球回転パラメータを推定していた。地球回転パラメータの推定と位置推定は切り離せないものである。位置推定を中心に行う場合は、地球回転パラメータは、他の観測で得られた地球回転パラメータを内挿補間などして使用し、推定しないこともある。一方、マルチ実験での解析などは、位置も地球回転パラメータも推定する。VLBI 実験を行えば、位置も地球回転パラメータも推定できるという特徴があり、VLBI 実験全体が地球回転観測になっているといってもいい。

地球回転パラメータの変化を長期的にモニターしていくには、その周期変動をとらえることが必要で、定期的な観測を長期に行っていくことが必要であり、国際的な協力で、地球回転パラメータの定期的な観測が行われている。

日本の VLBI による地球回転観測は、日米実験においても、地球回転パラメータの推定を行っていたが、本格的な地球回転パラメータの観測を開始したのは、1987 年に設立された

国際的な IERS（国際地球回転事業）がスタートしてからである。これは、国際極運動観測事業（IPMS）と国際時報局（BIH）の地球回転事業を統合したものである。観測は 1988 年 1 月からで、日本では、これを受けて、総務省電波研究所（現 NICT）と国立天文台緯度観測所が協力して、地球回転パラメータを観測する実験を、世界と協力して実施した。日本が世界に責任を果たすためには、ちゃんとした体制で、観測スケジュールから処理まで責任を持って行う必要があり、両機関の関係者が、その実施に向け多くの協議を重ね、日本でやることの重要性を鑑み、実施することとなった。1 年前の 1987 年から、予備実験を行い、1988 年から、日本が主導して行った IRIS-P 実験を 1994 年まで実施した。通信総合研究所の 26m アンテナと、環太平洋やハワイ等の米国の 3 局を用いた観測網で実施した。その他、極を囲む観測網で主に極運動を観測する POLAR 実験を、国際協力に参加して実施していた。また、欧米を中心とした大西洋観測網による 5 日毎の IRIS-A 実験が行われていた。日本の IRIS-P 実験は、処理の能力もあり、頻度は月数回程度であったが、5 日毎に行われていた IRIS-A 観測に対して、他の観測網の他の実験で再現性があることを定期的に保持しておく意味で、信頼性の向上に貢献できた。

この IRIS-P 観測で最も大きな貢献は、10 日から 2 週間連続して地球回転観測を行う集中観測を、日本が提唱し実施したことである。IRIS-P のすべての観測局が 1 日フルの参加はできないため、観測時間を限定したり、参加局を少なくして実施した。この観測は、IRIS-A 等の 5 日毎の実験では観測できない 1 日から数日の連続変動を観測するため、そうした連続的な変化は、当時は大きくないとしてあまり注目だれていなかったが、地球回転の変動が気象などの気候変動に大きく関与することが言われ始めており、不規則な短期間変動があるのかどうか、それがどの程度の大きさなのかを解明するために実施した。その結果、不規則な変動が観測され、短期変動の観測の重要性や、その要因についての考察に、大きく貢献した。

日本の地球回転観測で、水沢観測所の 10m アンテナを用いて 1992 年から観測を行うようになった。また、地球回転観測は、地球回転連続観測事業（CORE）が 1997 年から始まり、国土地理院に移行した 26m アンテナも参加して観測を行った。

国際的な地球回転観測は、その後、1999 年に地球回転 VLBI 観測も含む VLBI 観測全体として、IVS（国際 VLBI 事業）として世界中の観測協力で進められ、現在も地球回転パラメータの連日の観測値を提供している。

先駆的な短時間変動の連側観測の実施や、地球回転パラメータの定常的な観測を主導的に実施してきた等、日本の地球回転観測も大きな貢献を果たしてきたと言える。