

3.14.6.5 太陽系慣性（重心）座標系と地球重心固定座標系の変換（相対論効果）

高橋幸雄

（1）遅延時間、観測局の位置変換

宇宙から来る電波を見る場合、同じ現象でも別な座標系の人が見ると、異なって見える（異なった表現になる）。2 点に到達する電波の進行が並行であるという現象は、太陽系重心（あるいは太陽系から離れた立場）にいるものが見た現象である。一方実際観測している地球固定座標系で見た現象は、少し違った表現になる。この関係を表したのが、相対論効果である。座標系間の変換を相対論効果も含めて表記する必要がある。大きく分けて、回転座標系変換とその他の変換に分けて考えて、前者は、この後の地球回転系で示す。ここでは、その他の座標変換について述べる。

VLBI の場合、観測量が遅延時間差という 2 地点の電波が到達した時刻差で、その場合、それぞれの座標系での時刻や位置（基線ベクトル）を、太陽系慣性（重心）座標系と地球重心固定座標系の変換を行う。

太陽系重心座標系での A、B 局に同位相の電波が到達する時刻 T_A 、 T_B 、地球重心固定座標系での A、B 局に同位相の電波が到達した時刻 t_A 、 t_B とすると、それぞれの関係を、相対論的に座標変換を行う。また、その中に含まれる、基線ベクトル \mathbf{B} と電波天体の方向ベクトル \mathbf{S} （主な項は、 \mathbf{B} と \mathbf{S} の内積）についても、座標変換が必要となる。方向ベクトル \mathbf{S} は主に回転変換で表され、地球回転系として示す。一方位置及び基線ベクトルに関しても相対論による変換を行う必要がある。

時系の変換においては、公転軌道を地球が動いていることによる時系の変化と、月や太陽、惑星による重力による影響があり、これらをモデル化し式にしたものが 1981 年 Moyer が提案したが、これは粗い精度であった。高い精度が必要であり、相対論変化に相当する正確な式が使用された。

ここで、注意しないといけないこととして、基線の 2 局間のうち、どちらか基準になる局を決めて、もう一方の局（リモート局）に電波が到達した時刻の差となるが、その場合電波が到達する遅延時間 τ の間に、リモート局が公転や自転などで動くことも考慮に入れて計算する必要がある。その場合、式に τ の多項式となるため、その式の展開なども行う必要がある。この効果を忘れることがあるので、注意しておく。

（2）太陽系慣性座標系時刻(力学時 : TDB、Barycentric Dynamical Time) と国際原子時 (TAI)

太陽系慣性座標系の時刻は、当時力学時 TDB (barycentric dynamical Time) と呼ばれ、地上で原子時計などが刻む地球重心座標系の TAI (国際原子時、international atomic Time) との変換が必要となる。太陽や月、木星、土星などの重力の影響や軌道などからモデル化した 1981 年の Moyer の式が用いられた。この式で求められた TDB は、歳差・章動などの天文物理モデルの時間引数で使われ、精度は粗くても問題はなかった。