

2 基線のデータ (AB,AC) から BC 基線の遅延データを作成する

2014 年 9 月 12 日 関戸 衛

電波源からの信号が局 x に到着する時刻を t_x ($x=A,B,C$) とする。AB,AC 基線の VLBI 遅延データは

$$\tau_{AB}(t_A) = t_B - t_A \quad \tau_{AC}(t_A) = t_C - t_A \quad (1)$$

であり、この二つの式の差で得られる遅延は

$$\tau_{AC} - \tau_{AB} = t_C - t_B = \tau_{BC}(t_B) \quad (2)$$

である。 t_A, t_B はミリ秒程度の時刻差があり、一般には整数秒時刻での遅延時間が必要であるので、必要とされるのは、 t_A のエポックでの遅延量である。遅延時間 $\tau_{BC}(t)$ の Taylor 展開より

$$\tau_{BC}(t_A) = \tau_{BC}(t_B) + \dot{\tau}_{BC}(t_B)(t_A - t_B) + \frac{1}{2}\ddot{\tau}_{BC}(t_B)(t_A - t_B)^2 + \dots \quad (3)$$

また、変換に必要な遅延時間変化率等は、予測値計算により整数秒時刻 (t_A) での値が得られるので、 t_B エポックの値を得るのに以下の関係を使う。

$$\dot{\tau}_{BC}(t_B) = \dot{\tau}_{BC}(t_A) + \ddot{\tau}_{BC}(t_A)(t_A - t_B) + \frac{1}{2}\frac{\partial^3\tau}{\partial t^3}_{BC}(t_A)(t_A - t_B)^2 + \dots \quad (4)$$

$$\ddot{\tau}_{BC}(t_B) = \ddot{\tau}_{BC}(t_A) + \frac{\partial^3\tau}{\partial t^3}_{BC}(t_A)(t_A - t_B) + \dots \quad (5)$$

これにより、

$$\begin{aligned} \tau_{BC}(t_A) &= \tau_{AC} - \tau_{AB} + (\dot{\tau}_{BC} + \ddot{\tau}_{BC}\tau_{AB})(-\tau_{AB}) + \frac{1}{2}\left(\ddot{\tau}_{BC} + \frac{\partial^3\tau}{\partial t^3}_{BC}\right)\tau_{AB}^2 + \dots \\ &= \tau_{AC} - \tau_{AB} - \dot{\tau}_{BC}\tau_{AB} - \frac{1}{2}\ddot{\tau}_{BC}\tau_{AB}^2 + \dots \end{aligned} \quad (6)$$

である。 $\frac{1}{2}\ddot{\tau}_{BC}\tau_{AB}^2$ の項は、 $\tau = 2R/c$ 、 $\ddot{\tau} = \omega^2 \times 2R/c$ として最大値を評価すると、0.2ps 程度であるので、これ以降の項は無視することができる。誤差 0.2ps 程度を許容する式として

$$\tau_{BC} = \tau_{AC} - \tau_{AB} - \dot{\tau}_{BC} \times \tau_{AB} \quad (7)$$

が求める変換式である。もし、任意の時間の予測値が計算できるのであれば式 (1)(2) のエポックを $\Delta t = t_A - t_B = -\tau_{AB}$ だけずらせばよいのであるから、

$$\begin{aligned} \tau_{BC}(t_A) &= \tau_{AC}(t_A + \Delta t) - \tau_{AB}(t_A + \Delta t) \\ &= \tau_{AC}(t_A - \tau_{AB}) - \tau_{AB}(t_A - \tau_{AB}) \end{aligned} \quad (8)$$

で計算できる。エポックを指定していない変数は t_A の時刻の値とする。