

3.14.6.7 電離層遅延補正

高橋幸雄

地球の周りには、大気圏の他に、熱圏 60km から 800km に掛けて電子が多く集まる幾つかの電離層でおおわれている。電離層は、宇宙から降り注ぐ強烈な電波（X 線や γ 線）や宇宙線、宇宙プラズマ・太陽風などから、生命を守ってくれる防護服の役割をしている。さらに、入射角によっては電波が反射され、アマチュア無線や短波放送など遠くまで放送を伝搬する役割も果たしている。

この電離層を通過するとき、電子と相互作用をし、電波の伝搬屈折率が変わること、方向が曲がったり、電波の速度が変わる。位相速度では速くなり、群速度では遅くなる。電離層による遅延時間に光速を掛けると電離層を通過するために伝搬路が長くなった（Excess Path）と見ると、この量は、周波数のべき乗に反比例し、伝搬路にある総電子数に比例する。2乗の項がメインである。その大きさは、総電子量に依存するが、日中の電離層が活発なときには、天頂方向に対して X バンド帯（8GHZ）で数 m オーダとなる。低仰角では、さらに多くくなり、天頂の数倍から 5 倍くらいになることもある。電離層が不活発な夜は、その影響は小さくなり、1桁くらい小さくなることもある。

この電離層効果の特徴は、メインが周波数の 2 乗に反比例するので、2 周波数の観測値で電離層で補正することができる。測地 VLBI では、広く使われていた X バンド（8.4GHz 帯）の代表周波数 f_x 、S バンド（2.4GHz 帯）の代表周波数 f_s を用いて、その差から求める。

遅延時間を数式で表すと $\tau(X) = \tau + K/f_x^2$ 、 $\tau(S) = \tau + K/f_s^2$ で表される。K は視線方向の総電子数に比例する量である。これから共通する電離層遅延を含まない遅延時間 τ を求めると

$$\tau = (f_x^2 \tau(X) - f_s^2 \tau(S)) / (f_x^2 - f_s^2)$$

この式は、GPS 等の他の技術においても、電離層遅延の影響を 2 周波観測で求める式となっている。

また、同時に、観測値誤差も、この式に応じて

$$\sigma_{\tau}^2 = (f_x^4 \sigma_{\tau(X)}^2 + f_s^4 \sigma_{\tau(S)}^2) / (f_x^2 - f_s^2)^2$$

となることは注意が必要である。