

V40a 電波分光観測の効率化 II — 平滑化窓とスキャンパラメーターの一般化

亀野誠二、山木春霞 (鹿児島大学)

電波分光観測では、OFF 点のスペクトル $S(\nu)$ を ON 点のそれから差引き、帯域通過特性 (BP) を補正する。2010 年春 V24b では、 $S(\nu)$ を周波数方向に平滑化して積分時間 Δt を削減できることを示した。本研究では、多様な時間スケールでの $S(\nu)$ の解析により、平滑化窓とスキャンパターンを最適化する一般原則を得た。

周波数-時間の 2 次元で BP のアラン分散特性を計測して、最適な平滑化窓とスキャンパターンを設計する。 $S(\nu)$ の周波数方向のアラン分散 $\sigma^2(\Delta\nu) = \frac{\langle [S(\nu + 2\Delta\nu) - 2S(\nu + \Delta\nu) + S(\nu)]^2 \rangle}{2\Delta\nu^2 \bar{S}^2}$ は、周波数幅 $\Delta\nu$ が小さいうちは白

色雑音成分 $\sigma^2(\Delta\nu) \propto \Delta\nu^{-2} \Delta t^{-1}$ が支配的で、 $\Delta\nu$ が大きい領域では乱歩成分 $\sigma^2(\Delta\nu) \propto \Delta\nu$ が卓越する。両者が同程度になる $\Delta\nu \propto \Delta t^{-1/3}$ でアラン分散が最小となり、この周波数幅を平滑化窓に設定する。時間方向のアラン分散 $\sigma^2(\Delta t)$ は、 Δt が大きくなるとフリッカー成分 $\sigma^2(\Delta\nu) \propto \Delta t^{-1/2}$ が卓越するので、OFF 点の時間間隔は白色雑音からフリッカーへの遷移点とする。よって設計の手順は次のようになる：(1) 最適な OFF 点時間間隔を時間方向のアラン分散から求める、(2) 平滑化窓幅を周波数方向のアラン分散により決定する、(3) OFF 点と ON 点 r.m.s. が等しくなるように ON/OFF の積分時間配分を決める、(4) 必要な r.m.s. に達するスキャン回数を求める。

VERA 入来局 + VESPA 分光計で試験した結果、最適な OFF 点時間間隔は 420 秒、平滑化窓は 42 ch (5.25 MHz) であった。この結果 ON/OFF の時間配分は 12:1 が最適となり、総観測時間は 1/3 に削減できた。

この最適パラメーターを求める手法はあらゆる電波分光観測に適用でき、OTF (On-The-Fly) マッピング観測でも有効に機能すると期待される。