

V109a 電波分光観測の効率化IV — 高感度スプリアス検出と抑圧

亀野 誠二, Maurizio Miccolis, 杉本 正宏 (Joint ALMA Observatory)

単一鏡電波分光観測において障害となるスプリアス信号を、効率的に検出し抑圧する手法を考案した。スプリアスは人工的な信号が受信信号に混入するもので、線幅が狭く強度が変動していると off 点差引後のスペクトルに残り、スペクトル線の誤検出や系統誤差をもたらす。ALMA ではスプリアス抑圧の要求仕様が、1 MHz 幅で 1 秒 on-off した熱雑音 $\sigma_{\text{th}} = 1.4 \times 10^{-3} T_{\text{sys}}$ を 16 時間平均したランダム誤差 $\sigma_{\text{th}}/\sqrt{57600/2}$ のさらに 1/3 以下 (T_{sys} 比 -56 dB 以下) と厳しく、通常の解析で検証するには 50 時間以上の積分を要するが、スペクトル P_j (j はスキャン番号) に対するアラン分散 $AV = \frac{1}{2} \langle [P_{j+1} - 2P_j + P_{j-1}]^2 \rangle$ を用いると 1 時間以内で検証できる。スプリアスを含まない ch の AV は $AV_{\text{free}} = 3\sigma_{\text{th}}^2$ であるのに対し、含む ch では $AV_{\text{sp}} = 3(\sigma_{\text{sp}}^2 + \sigma_{\text{th}}^2)$ だから、 $\sigma_{\text{sp}} = \sqrt{(AV_{\text{sp}} - AV_{\text{free}})/3}$ と求まる。 n 秒積分後の分散は $\text{Var}(\sigma_{\text{sp}}) = \left(2\frac{\sigma_{\text{th}}^4}{\sigma_{\text{sp}}^2} + \sigma_{\text{sp}}^2 \right) / n$ なので、SNR (spur-to-noise ratio) $= \sqrt{n / \left(1 + 2 \left(\frac{\sigma_{\text{th}}}{\sigma_{\text{sp}}} \right)^4 \right)}$ である。従って $\sigma_{\text{sp}} \sqrt{2/n} < -56$ dB を SNR > 3 で検出するには、 $n > 2190$ (36.5 分) でよい。スプリアスを検出した ch のみをマスクしてから周波数方向に束ねれば、効果的に抑圧できる。我々はシミュレーションと ALMA システム検証データを用いてこの手法の効果を確認した。この手法は単一鏡電波分光観測一般に応用できる。