

X05b 拡張ペリオドグラムを用いた非線形調和解析の検出限界

原田 渉 (東大理)、福島 登志夫 (国立天文台)

一般の調和解析ではFFTを使うが、今回は拡張ペリオドグラムを用いた調和解析を行った。ここで拡張ペリオドグラムとは基底関数に混合永年項も含んだペリオドグラムである。今回は、一度に多くの周波数を fitting するのではなく、1つずつ周波数を取り出すことによって高精度の非線形調和解析を実現した。このアルゴリズムは次の通りである。拡張ペリオドグラムで周波数推定をし、最も振幅の大きい周波数成分を pick up する。線形最小二乗法により、線形パラメーターの決定を行う。準ニュートン法を用いて非線形パラメーターを決定する。決定したパラメーターから残差を求め、その残差から再び拡張ペリオドグラムを使って周波数推定を行う。これを繰り返して基底関数の数を徐々に増やしながらか非線形調和解析を行った。非線形調和解析において接近した周波数成分を fitting する際には、多くの iteration が必要となる場合がある。しかし、拡張ペリオドグラムを用いることによって、基底関数が Fourier term のみの場合には数百回かかる iteration も、基底関数に混合永年項を含んだ fitting を用いると数回に抑えられ、計算時間の短縮に成功した。つまり、拡張ペリオドグラムを用いると、FFT や普通のペリオドグラムでは分解が難しい非常に接近した周波数成分も分解しやすいことを意味する。また、テストとして $g_{test}(t) = \sum_{l=1}^3 a_l P_l(t) + a_4 \sin(\omega t) + a_5 \cos(\omega t)$ ($P_l(t)$ は polynomial term) を解析し、その時の uncertainty は計算機の浮動小数点程度の $\sigma_{a_i}/a_i \sim 10^{-15}$ を実現した。その他に、uncertainty 自体の信憑性の検証や、テストデータに乱数を入れた時の乱数と uncertainty との関係を求めたり、非常に接近した周波数成分をどの程度まで解析できるかなどをテストしている。そして最後に、このプログラムによる物理現象への適応例をいくつか挙げる。