

N13c Brunt-Väisälä 振動数分布の勾配が双曲線正接関数で表現できる場合における高調波重力波モードの準解析的研究

八田良樹 (名古屋大学), 関井隆 (国立天文台/総合研究大学院大学)

中間質量主系列星 (1.5-6 太陽質量ほど) が示す重力波モード (浮力を復元力とし、典型的な周期は 1-3 日) において、その周期間隔が一定値の周りを準周期的に揺れていることがしばしば確認されている (以下、 ΔP_g pattern; Van Reeth et al. 2015 など)。この ΔP_g pattern は主に恒星内部の Brunt-Väisälä 振動数分布 (以下、BV 振動数分布) で決まるため、恒星内部混合過程の解明などを目的に、その観測的・理論的研究が広く行われている (Pedersen 2022 など)。我々はこれまでに、BV 振動数分布をランプ関数でモデル化した場合について ΔP_g pattern の準解析的表式を導出し、 ΔP_g pattern の振幅が重力波モード周期 P_g の逆数に比例することを見出した (2023 年秋季年会 N11b; Hatta 2023、以下 H23)。一方で、1.5-3 太陽質量程度の一次元恒星モデルの場合、モデルの ΔP_g pattern の振幅が H23 の表式から予想されるよりも敏感に周期に関して減少することも報告している。これは、H23 の表式を導出する際に、「恒星質量が小さくなるほど BV 振動数勾配が緩やかになること」を考慮しなかったことに起因する。そこで本研究では、BV 振動数分布の緩やかな勾配を双曲線正接関数 (\tanh) でモデル化した上で、 ΔP_g pattern の準解析的表示を導出した。その結果、 ΔP_g pattern の振幅が $P_g^{-1} \tanh(a P_g^{-1})$ に比例することがわかった (a は BV 振動数分布で決まる定数)。例えばある a に対し十分短い周期を考えると、 \tanh の部分が 1 になるので、H23 の結果に一致する。逆に、長周期極限を考えると、 \tanh の部分が P_g の単調減少関数となるので、H23 の表式よりも敏感な周期依存性を表現できる。本研究で導出した準解析的表式は 2 太陽質量ほどの恒星モデルの ΔP_g pattern も説明可能であるため、実際の解析にも応用できる。