

N22a 高速で微分回転するポリトロープの r-mode の計算法の確立

鷹野 重之 (東大 総合文化)、吉田 慎一郎 (SISSA)、江里口 良治 (東大 総合文化)

中性子星は誕生時に高速回転しているが、重力波を放出してゆっくりと回転する状態に至ると考えられる。このような中性子星の進化を探るため、我々はニュートン重力下で高速一様回転する圧縮性のある星の r-mode を求める数値計算法を開発した。それにより求まる固有値と固有関数から、重力波放出による不安定化と粘性による安定化、星の冷却などのタイムスケールを求めて計算すると、不安定化が起こる臨界状態や、若い中性子星の辿る進化曲線が得られる。しかし、これまでの r-mode の研究では星の回転則の非一様性や、一般相対論の効果が十分に取り入れられていない。我々が一様回転する高速回転星の r-mode の数値計算に成功するまでは、高速回転星に r-mode が存在するか否かという基本的問題ですら明らかではなかった。状況は微分回転の場合や一般相対論の場合も同様で、現在までモードの存否すら分かっていない。通常、中性子星は一様回転すると近似できるとされてきたが、ここで注目している生まれたての中性子星は微分回転していると考えべきである。また、当然、中性子星では一般相対論が重要になる。そうした場合に r-mode が存在することを示すことが本研究の大きな目的である。

本研究では、今までに開発してきた数値計算法をさらに拡張することで、微分回転している barotropic な星にも r-mode が存在することを示し、そのモードの振る舞いを求めることに成功した。微分回転ではモードの固有値が連続スペクトルになるという議論もなされていたが、我々の計算結果からは離散固有値を持った r-mode が存在することがわかった。さらに本研究の結果は、一般相対論的回転星に適用した場合にも、r-mode が存在することを予想させ、それを計算できる手法の糸口を示したことになる。一般相対論では、場所に依存した慣性系の引きずりのポテンシャルが回転速度の基準になるため、「一様な角速度」が存在せず、effective には常に微分回転をしているものとして扱う必要があるからである。従って、今回の微分回転星の r-mode の計算法の確立は、今までなし得なかった一般相対論での r-mode 計算を行う際の重要な通過点ともいえる。