

連続講義コース X 「Baryonic Matter and Neutron Stars」 (第 3 回)

高塚龍之 (岩手大学名誉教授)

これまでこの講義では、「超流動」(第 1 回)と「 π 凝縮」(第 2 回)の問題を採り上げ、それらの理論的扱いと共に、中性子星現象との関連に言及してきた。今回(第 3 回)では、近年広く関心をよんでいる「Y 混在」問題に焦点を合わせ、議論を進める。

ハイペロン (Y) は核子 (N) に較べて質量が 175MeV 以上も大きいため、中性子星の構成成分ではない。しかし、コアの高密度域では事情が異なってくる。中心部に向かうにつれて密度増大と共に主成分 n の化学ポテンシャルが高くなり、遂にはフェルミ面上の n をストレンジネス非保存の弱相互作用によって Y に置き換える方が全系としてエネルギー的に有利となる為である。中性子星コアでの Y 混在は中性子星発見前後の早い時期から考えられてきたが、近年ではハイパー核物理の進展と相俟って、より詳細に調べられるようになった。YN、YY 相互作用についての知見の進展を基に、G 行列、変分法、相対論的平均場近似等の多体論的枠組を用いて、数多くの検討がなされ、今日では「Y は 2 倍核密度程度から出現し始め、その混在度は密度と共に増加し、中性子星中心部では N に比肩する成分へと成長する」というのが共通の結果となっている。従って、中性子星は、旧来の (n, p, e^-, μ^-) から成るという描像ではなく、新成分 Y を加えた (n, p, Y, e^-, μ^-) 系であるというのが今日のスタンダードである。中性子星を扱う上で今や Y 成分の存在とその効果は避けて通れない。

ところが、ハイペロン混在を含めると中性子星の性質は 2 つの深刻な問題に逢着する: (i) 1 つは「柔らかすぎる EOS」の問題であり、中性子星質量の観測と決定的に矛盾するし、(ii) 他の 1 つは“ハイペロン冷却”と呼ばれる「速過ぎる冷却」の問題であり、これは中性子星の表面温度観測 (熱的進化) と整合しない。これらの矛盾は中性子星が核物理に突きつける貴重な問と言うべきであり、それへの解答は核物理進展の契機となる可能性を秘めている。Y 混在問題のおもしろさは正にここにあるといえる。本講では、Y 混在が必ず起こること、上記 (i) (ii) の矛盾についての説明、(i) の打開と関連する“ユニバーサル 3 体力”とその起源、(ii) を打開する Y 超流動の存否、そして、現在ホットな話題になっている“2 倍太陽質量”問題を解く候補としての「ハイブリッド星」、誕生時の熱い Y 混在中性子星、等について議論する。