

共同研究提案

QH-Astro seminar, Jan. 10, 2013

京大基研 大西 明

- ハイペロンを含む 3 体力を取り入れた中性子星物質状態方程式
- 爆発的天体現象状態方程式における有限温度の取扱い



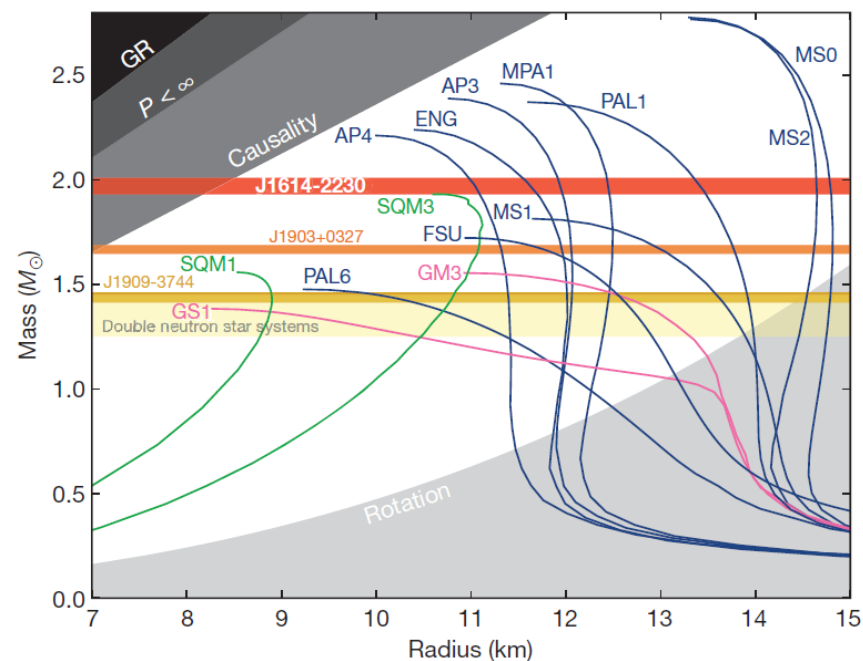
重い中性子星パズルの解は？

■ 2 倍の太陽質量をもつ中性子星の発見 Demorest+ (2010)

- naïve な RMF(GM) では、ハイペロン、K 中間子を含む EOS は $2 M_{\odot}$ の中性子星を支えられない。
- 微視的な有効相互作用 (g-matrix) に基づく研究でも同様。

■ 提案されている解決方法

- ハイペロンや K 中間子が現れない
→ 抑制の機構は？
Weissenborn+ (2011)
- “Universal” なバリオン 3 体力
Nishizaki, Takatsuka, Yamamoto (2002)
Tsubakihara, AO, arXiv:1211.7208
- クォーク物質への (なめらかな) 相転移
Masuda+ (2012) ; Schulze

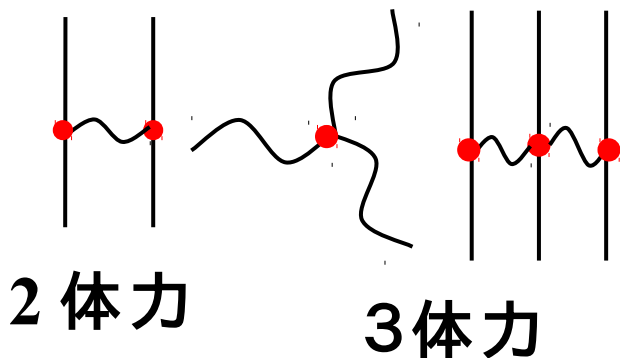


3 体力を含む RMF

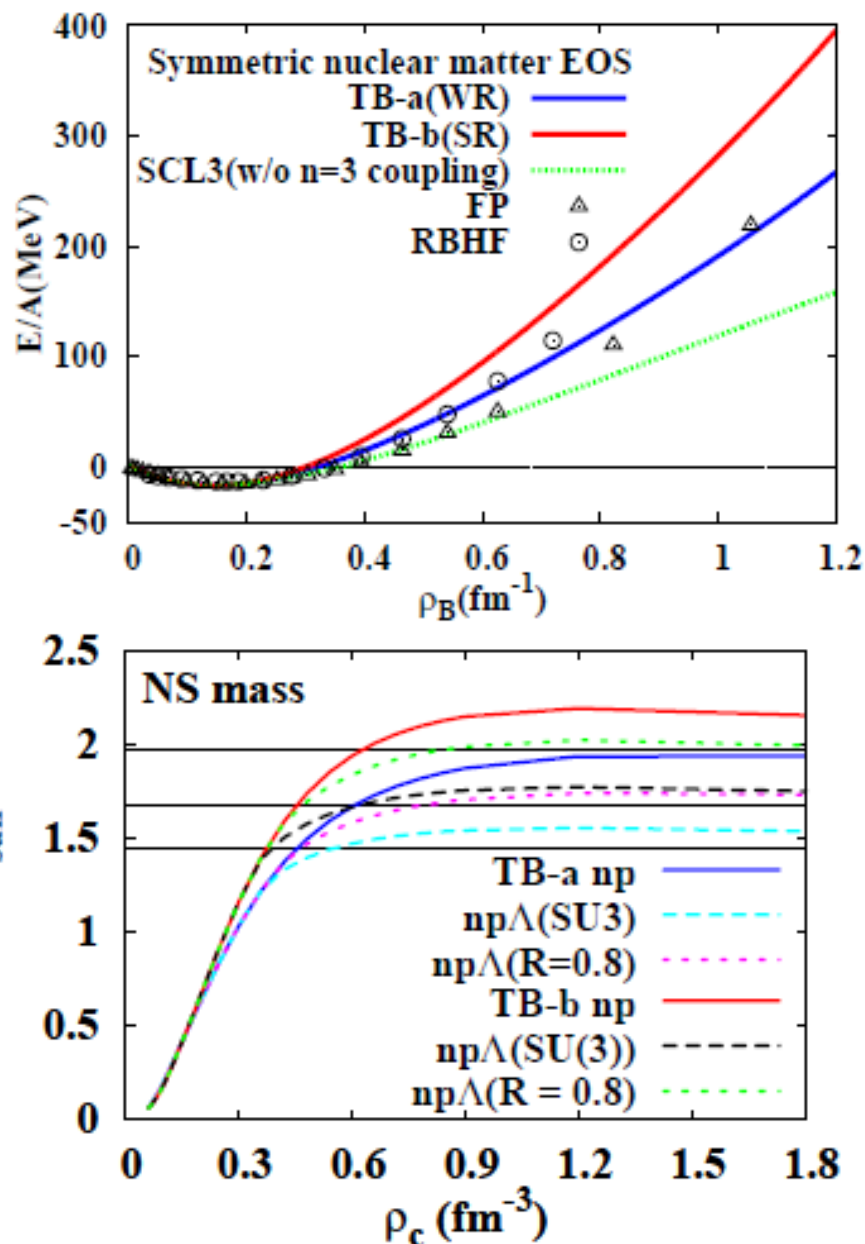
- RMF における陽な 3 体結合の導入
 - 斥力の増大
 - $2 M_{\odot}$ の中性子星を支えられる

$$\delta L = -U_{\sigma}(\sigma) + \frac{1}{4} c_{\omega} (\omega_{\mu} \omega^{\mu})^2 - \frac{1}{2} c_{\sigma\omega} \sigma \omega_{\mu} \omega^{\mu}$$

$$- \sum_B \bar{\Psi}_B \left[g_{\sigma\sigma B} \sigma^2 + g_{\sigma\omega B} \sigma \omega_{\mu} \gamma^{\mu} + g_{\omega\omega B} \omega_{\mu} \omega^{\mu} \right] \Psi_B$$



結合定数はどのように与えるか？

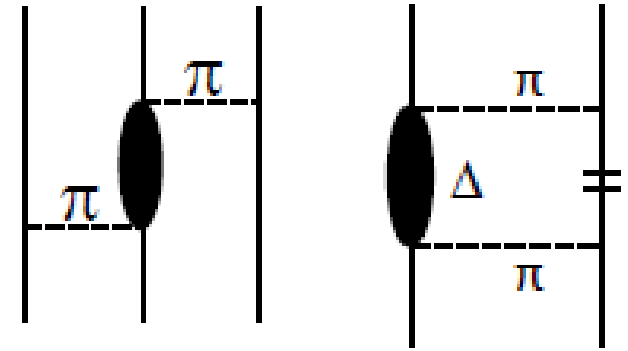


3 体結合と飽和性

飽和性を出す機構の新しい提案

M. Kohno, 2012

- Δ 経路の 3 体力と同じ結合から現れる 2 体力
 → 媒質中では Pauli blocking を受ける
 → 強い「斥力」効果

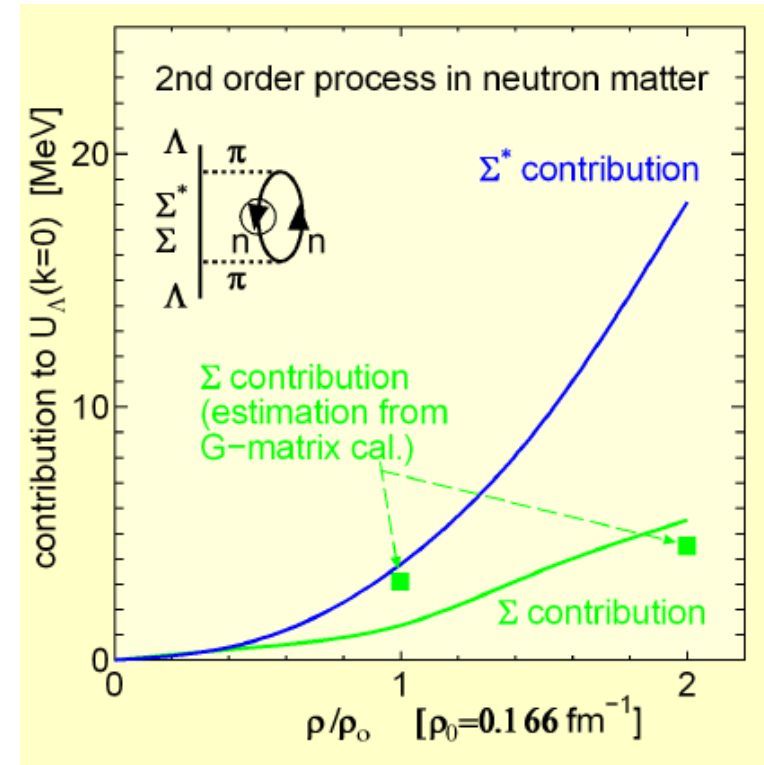
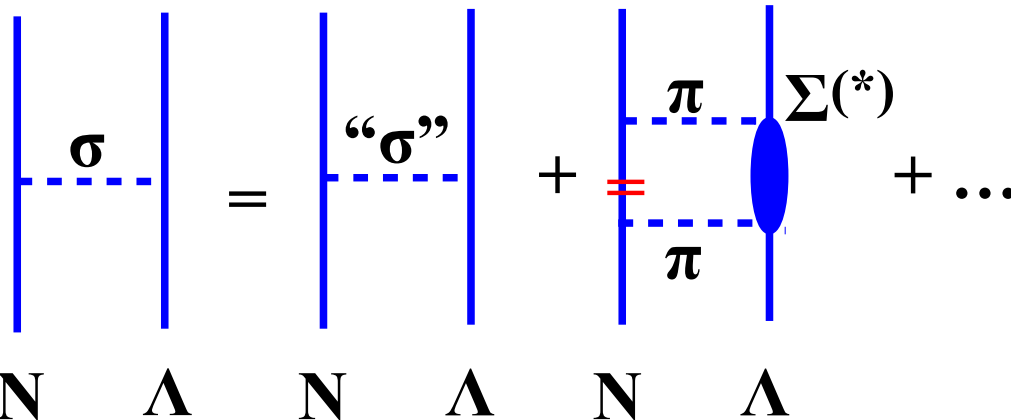


斥力を加える → 引力を減らす

- Hyperon を含む場合は Σ 、 Σ^* 経路の 2 体力が減少

RMF における現象論的解釈

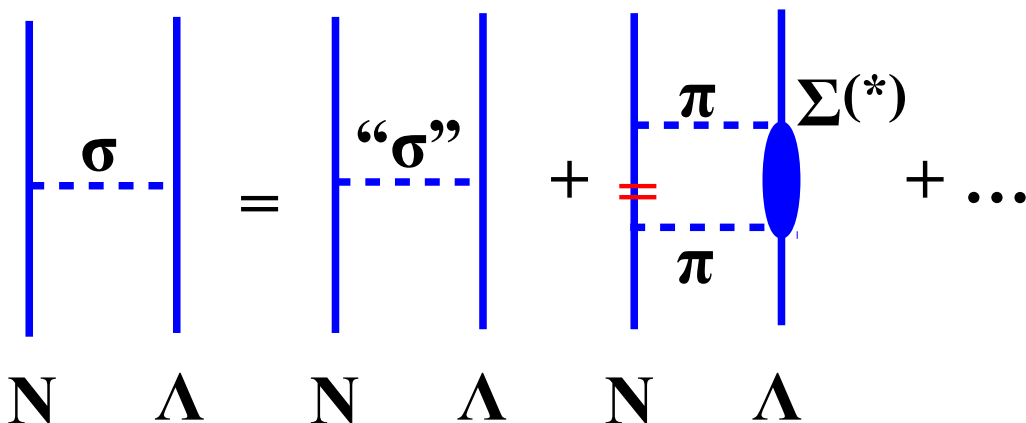
- Δ 経路 2 π 交換力 $\sim \sigma$ 交換の主要項
 → 有限密度での $\sigma\Lambda$ 結合の減少



by Kohno (Kick-off meeting)

提案 : g -matrix で EOS の $\Lambda\sigma$ 結合定数依存性を調べる

- Catania group の g -matrix 計算 (Nijmegen, Bonn, Paris, ...) において $\Lambda\sigma$ 結合定数が数 10% 変化した場合に、
 Λ の一粒子エネルギー、ハイペロンを含む物質の EOS の変化を調べる。
 - Nijmegen 模型の σ 交換が B^* (decuplet) 経由 2π 交換力を含むなら媒質中にて抑制を受けるはず。
 (Σ 経由は既に g -matrix 計算に含まれる)
 - 飽和性、バリオン間力の実体論、高密度での斥力、
 → 同じ起源かもしれない。

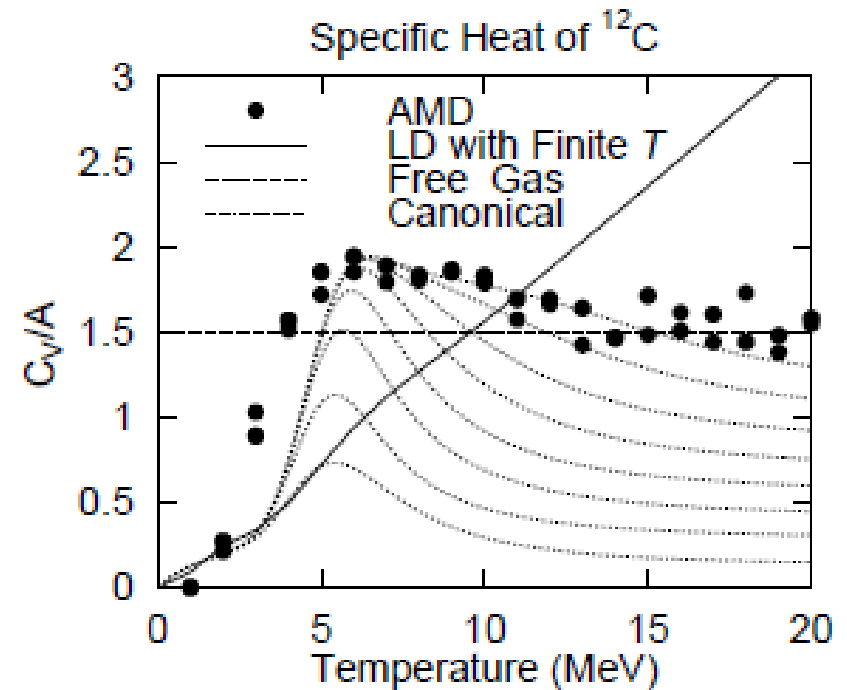


Ueda, AO, Schulze, ...

有限温度 EOS について

- 超新星物質 EOS において温度はどのように扱われているか？
 - Shen EOS → 有限温度 RMF の結果を利用
 - 平均場的取扱いでは、低温での励起が小さい
 $E^* \sim AT^2 / 16$ (Fermi gas), $E^* \sim AT^2 / 8$ (empirical)
 - collective mode の存在により、低励起状態における状態密度は Fermi gas に比べて大きい

宇宙の方の計算結果について聞いていると、低温での EOS の振る舞いを変えると、それなりの影響があるような気がします。



AO, Randrup ('94)