

W08a 磁気白色矮星がもつ強磁場の物性物理学的な解釈

牧島一夫 (東大理), 伏屋雄紀 (神戸大理)

白色矮星 (WD) の 1~2 割は磁気白色矮星 (MWD) と呼ばれ、大きめの質量 ($\sim 0.8 M_{\odot}$) と $B = 10^4 - 10^9$ G の強磁場をもつ。残りの WD では $B < 10^2$ G なので、WD の磁場強度は二極分化する。また MWD では、コア主成分の炭素や酸素が結晶化 (クーロン結晶) しているものが多いという。MWD の強磁場の起源は謎で、結晶化すれば対流は起きず、ダイナモによる磁場増幅は期待できない。他方、星の全電子の約 1 割が、量子力学的な機構でスピン整列し強磁性になれば、 $B \sim 10^9$ G が生じるので、MWD の強磁場を説明できる。そこで今回、科研費学術変革 (A) 「1000 テスラ科学」の一環として、天文学と物性物理学の協力を通じ、この可能性を探る。

イオンが結晶化しても、縮退した電子 (その縮退圧が星を支える) は、 ~ 200 MeV という高いフェルミエネルギーをもつので、ほぼ自由電子として振る舞う。いま電子のペアを考えると、それらの二体波動関数はパウリ排他律により、粒子の交換に対し反対称でなければならず、空間部分が反対称ならスピン部分是对称、またはその逆である。前者の場合、2 電子が同じ位置にある確率が ~ 0 なので、電子間のクーロン反発力が減りエネルギー的に有利である。よって条件次第では、電子のスピン整列が起きると期待される。実際、WD の水素層に対してはすでに肯定的な結果が得られている (Ichimaru, S; Phys. Plasmas, 8, 48, 2001)。

WD 内の電子には、結晶化したイオンの静電ポテンシャルが、周期的な摂動として働く。すると通常の固体結晶の場合と同様、電子のエネルギー分布に禁制帯 (バンドギャップ) が発生し、その中にあった電子状態が禁制帯の両側に掃き出され、結果としてその付近で、状態密度の増大が起きる可能性がある。これは強磁性の発現に有利に働くので、この見通しの下、具体的にシュレディンガー方程式を解くなどして、検討を進めている。