

低質量種族 III 星の進化と物質混合

理論懇 2002 博士論文提出予定者講演

須田 拓馬

宇宙の最初に生まれた星が現在観測され得るかどうかについては、これまでに理論と観測の両面から議論がなされてきたが、この議論は金属欠乏星の探査の歴史とともに変化してきた。近年の Beers らによる大規模な探査が行われるまでは、金属量の少ない星がほとんど発見されず、宇宙最初の原始ガスからは低質量星が作られないと考えられてきた。ところが、観測可能な flux の限界の向上によって観測される金属欠乏星の数が増加するとともに、星形成の立場からも、ビッグバン元素組成をもつガスから低質量をもつ星が形成される可能性が示唆されるようになった。現在では $[\text{Fe}/\text{H}] < -3$ の星が 100 個以上観測され、最近では $[\text{Fe}/\text{H}] \simeq -5.3$ の超金属欠乏星が観測されるに至った。めざましい超金属欠乏星の探査の成果は偶然の産物ではなく、これまでに行われた HK survey よりもさらに一等深い領域を観測できる Hamburg/ESO objective-prism survey (HES) の有効性の現れであり、今後も第一世代星の候補天体が発見される可能性は十分にある。

$[\text{Fe}/\text{H}] = -5.3$ の星は、宇宙年齢と同程度の長い間生き残ってきた星が銀河内の運動によって星の表面に鉄などの重元素が付着したものであると解釈できる。また、初期に微量な鉄を含むガスから生まれた星であるという可能性もある。金属欠乏星は炭素や窒素を多く含む特殊な組成を持つ星の割合が高く、特に、 $[\text{Fe}/\text{H}] < -2$ で星による組成のばらつきが顕著に見られる。

理論の立場からこれらの観測事実を説明し、種族 III 星の現在の姿を予測する議論もなされているが、今のところ研究グループの間で数値シミュレーションの結果に大きな食い違いがあり、決着はついていない。本研究では、この論争に一定の決着を与える数値計算の結果と、改良された恒星進化のプログラムを用いた新しい結果を示した。

1. これまでの研究グループによる結果と我々のグループによる計算結果の食い違いの主要な原因は彼らの指摘した恒星内部の輻射輸送や熱伝導の扱いの違いではなくヘリウムから炭素を作る核反応率の違いであることがわかった。
2. 核反応率の違いを除けば、他の研究グループによる結果と我々の結果は一部はよく合うが、一部は採用した物理によって再現することはできず、結果の違いに対する原因は本研究で調査した要素以外に存在する。
3. 改良されたプログラムによる結果によると、宇宙最初に生まれた星は、その進化の過程で表面に炭素と窒素を多く含む星へと進化することが示唆されるが、窒素の量が最近の観測とは合わないことがわかった。