

初期宇宙におけるモノポールの生成と進化

長澤 倫康（神奈川大理）

バリオン非対称問題を宇宙進化史の枠組みで説明しようとするシナリオの中でも有望な、位相的欠陥、特にストリングを利用する電弱バリオン生成に着目した。ここでは特に、二段階の相転移によって生成される、最初にモノポールが生まれてやがてモノポールと反モノポールをつなぐようにストリングが生える、という TeV スケールの欠陥を取り上げる [1]。

ストリングを用いた電弱バリオン生成のシナリオにおいて、生じるバリオン非対称を定量的に見積もるために、電弱相転移後の、スファレロン相互作用が効かなくなる温度でのストリングの数密度が必要になる。モノポールとストリングの複合欠陥の場合、キップル機構で生成され、後にはスケーリング分布に従う、という通常のストリング進化のシナリオとは異なる様相を示すと期待される。なぜならば、生成時のストリングの数密度は、欠陥を構成する場の相関スケールではなくて、その時のモノポールの数密度によって決まるからである。そこで、モノポール数密度の進化が重要になるが、これまで詳しく調べられてきた大統一スケールのモノポールと異なり、ここでのモデルで現れるのは電弱スケールのモノポールなので、今までの研究成果をそのまま適用することは出来ない。そこで、数値計算も交えて、TeV スケールモノポールの進化の様相を解析する、というテーマに取り組んだ。

電弱相転移前にストリングが生成され、なおかつスファレロン反応が効かなくなる後までストリングが生き残るようにパラメータを選び、モノポールの質量、 m_M 、が、

$$m_M \simeq 2400 \text{ GeV} , \quad (1)$$

という値を取るモデルを採用する。すると、モノポール数密度のエントロピー密度に対する比が一定となる凍結温度に到達する前にバリオン生成が起こることとなり、その時点でのモノポール数密度、 n_M 、は、

$$\frac{n_M}{s} \sim 10^{-16} , \quad (2)$$

という大きさになることがわかった。ここで s は宇宙のエントロピー密度である。この数密度のモノポールからストリングが生み出されるとすると、このシナリオが他の場合に較べて、バリオン生成に特に有効とは言えないことになる。これは、GUT モノポールの場合と異なり、モノポールの対消滅反応が頻繁に起こり過ぎることが主因と考えられる。なお、これらの結果は、数値計算によつても定性的に確かめられている。

結論として、TeV スケールストリング [2] かスファレロンの束縛状態 [3] を使うシナリオの方がバリオン生成には有効である、ということがわかった。

参考文献

- [1] T. W. Kephart and T. Vachaspati, Phys. Lett. B388 (1996) 481.
- [2] R. H. Brandenberger and A.-C. Davis, Phys. Lett. B332 (1994) 305.
- [3] V. Soni, Phys. Lett. B394 (1997) 275.
C. S. Aulakh, M. Nagasawa, and V. Soni, Phys. Lett. B471 (1999) 13.