

平成 13 年度成果報告書

グループ名：hsk91c 代表者：粕谷伸太

本年度はQボールの形成についての研究を行なった。Qボールとは、ある(大域的な) $U(1)$ 対称性があったとき、チャージQが保存しているもとで、エネルギーを最小とするようなスカラー場の自明でない配位である。特に面白いのが、Qボールを形成するスカラー場が、超対称性理論にある平坦な方向であるときで、超対称性の破れを考えると、まさにこの方向がQボール解を作る事が分かる。このときの $U(1)$ チャージはバリオン数やレプトン数である。特にバリオン数がチャージの時、宇宙論的の興味深い事となる。アフleck・ダイン機構によるバリオン生成の亜流として、Bボールを通じてなされる事が出来る。この時、通常の機構と違うのは、例えば、 $B-L$ が保存しているような場合でも、電弱スケールで起こるスファレロンの影響を受けずにボールに保護されて、宇宙の温度が下がってから、崩壊して、バリオン数と暗黒物質である LSP を作る事が出来る。すると、バリオンと暗黒物質の密度がオーダーで等しい事を自然に説明できるようになる。

このように、Qボールは興味深い現象を引き起こすが、いかに形成したかが良く分かっていなかった。そこで、示唆されていたアフleck・ダイン場の揺らぎが非線形になり、塊(ボール)を作り、Qボールがアフleck・ダイン場のチャージのほとんどを取り込み、その崩壊によるバリオン生成や暗黒物質としてのQボールの性質に大きな示唆を与えた。また、回転しないスカラー場の振動によって正負のチャージの両方のQボールが形成されることを突き止め、形成が一般的で、その後の宇宙の進化の仕方に、非常に影響を及ぼすことを示した。

また、ゲージ粒子媒介による超対称性の破れのシナリオでは、アフleck・ダイン場の初期値によって、2種類のQボールが存在することを示した。特に、初期の場の値が大きい時には、核子への崩壊に対して安定、という性質だけ異なった、重力媒介による破れの時に出来るQボールの性質と同じようなQボールが出来ることを突き止めた。この時には、適切なパラメータの範囲で、宇宙のバリオン数と暗黒物質の量を説明でき、かつ、テレスコープ・アレイのような近い将来の観測実験で、暗黒物質のQボールが検出に受かる可能性を示唆した。

この関連として、複素スカラー場が暗黒エネルギーの候補になり得るか、という問題に対して、ある種の統合的理解を示した。暗黒エネルギーになるようなポテンシャルを持った場が回転すると、一様な場がQボールへと変形し、暗黒エネルギーとしては働かなくなり、暗黒物質になることを示した。

論文

[1] S. Kasuya and M. Kawasaki, Phys. Rev. **D64**, 123515 (2001).

参考論文

[1] S. Kasuya, Phys. Lett. **B515**, 121 (2001).

[2] S. Kasuya, M. Kawasaki, and Fuminobu Takahashi, Phys. Rev. **D65**, 063509 (2002).