

暗黒物質の密度計算

- 宇宙の温度が十分高い時は多量の粒子の対生成と対消滅が起こる。粒子Xの数密度 n_X は

$$\frac{dn_X}{dt} + 3Hn_X = -\langle\sigma v\rangle(n_X^2 - n_{th}^2)$$

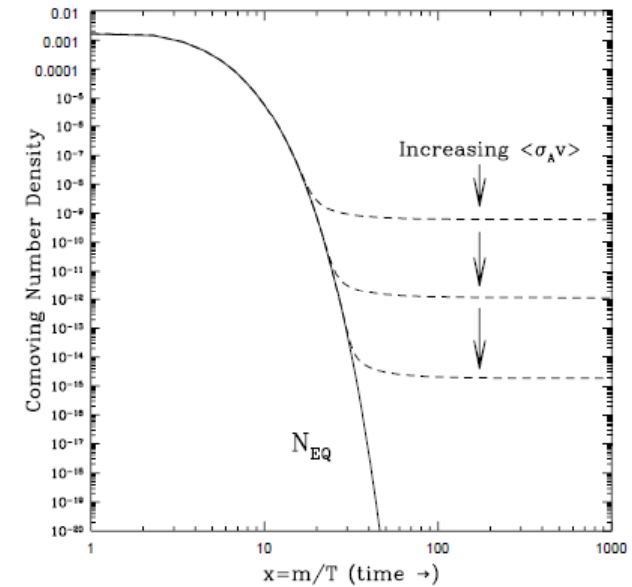
$$n_{th} \sim (m_X T / 2\pi)^{3/2} \exp[-m_X / T]$$

で与えられる。 σ はXの対消滅断面積、Hは宇宙膨張のハッブルパラメーターである。反応率と膨張率が等しくなる温度で反応の凍結が起こり、relic(名残り)粒子として宇宙に残る。残存量は反応断面積に多くに依存する(図)。準解析的に式を解くと

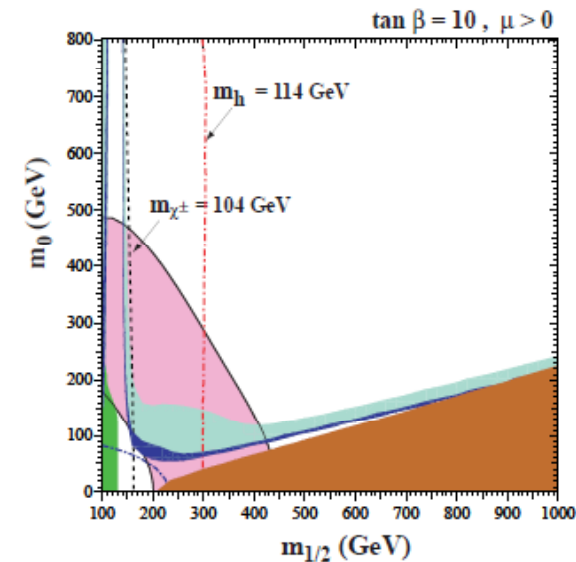
$$\rho_X(relic) = 0.2 \times (1[\text{pb}] / \sigma v) \times \rho_{cr}$$

が出る。暗黒物質は22%という観測値から $\sigma v \sim 1 \text{ pb}$ が求められる。これは質量 1 TeV の粒子の断面積と同じ程度である。

→ 質量1TeV粒子があれば、暗黒物質を定量的に説明できる！



Relic densityは対消滅断面積が大きいほど小さい[1]。



LSPをDMとしたとき宇宙の制限から来るCMSSM上での範囲[2]

[1] Fig. 5.1 of The Early Universe, E. Kolb and M. Turner, Addison-Wesley 1990

[2] J. Ellis et al., Phys. Lett. B565(2003)176.