

Z410b Super-Kamiokande での暗黒物質対消滅ニュートリノの探索と将来

伊藤好孝 (名大 ISEE) ほか Super-Kamiokande コラボレーション

暗黒物質の候補である WIMP の対消滅から生成するニュートリノを観測することで暗黒物質の間接的証拠を得ることができる。ニュートリノは他の宇宙線に比べ宇宙物理的な不定性が少ない利点がある。逆に、巨大な観測装置と大気ニュートリノバックグラウンドの存在がネックとなる。このような探索が IceCube などのニュートリノ望遠鏡で精力的に行われているが、Super-Kamiokande では、これまでの精密な大気ニュートリノ振動の解析手法を応用した、比較的軽い WIMP の対消滅ニュートリノ探索が行われている。

銀河ハロー中の WIMP 対消滅ニュートリノ探索では、初期宇宙での WIMP 生成量に関わる WIMP 対消滅断面積 σ_A と速度 v の積 $\langle \sigma_A v \rangle$ に感度がある。GeV から TeV の広い WIMP 質量領域について、 $\nu\bar{\nu}$ への分岐に対して、 $\sigma_A v < 10^{-24} \sim 10^{-23} \text{cm}^3 \text{s}^{-1}$ の上限値を得ている。

一方、太陽や地球に侵入した WIMP が物質と散乱して重力場に捕獲されると、やがて対消滅しニュートリノが観測される。この時、ニュートリノの量は WIMP-核子散乱断面積に依存し、反跳原子核を検出する直接探索実験と比較可能となる。特に太陽の場合、直接探索実験で困難な陽子とのスピン依存型散乱の探索に有利である。太陽方向からの WIMP 対消滅探索では、 $\sigma_{SD} < 10^{-41} \text{cm}^2$ ($\tau^+\tau^-$ へのモード) という結果を得ている。この値は直接探索実験を含め、スピン依存型散乱断面積に関して軽い 20GeV 以下の WIMP では最も厳しい制限である。また、直接探索実験が得意とするスピン非依存型散乱断面積についても、10GeV WIMP について $2 \times 10^{-42} \text{cm}^2$ ($\tau^+\tau^-$ へのモード) と、DAMA 実験の主張する領域を一部排除している。今後 Hyper-Kamiokande などの現在の 10 倍以上の体積を持つ検出器ができれば、これらの感度を数倍改善できるだろう。