

高エネルギー宇宙ニュートリノ観測装置の研究

— The study of high energy cosmic ray neutrino's experiment —

プロジェクト代表：中村 市郎(科学分析支援センター；助教)
： Nakamura Ichiro (mlsrc;Assistant)

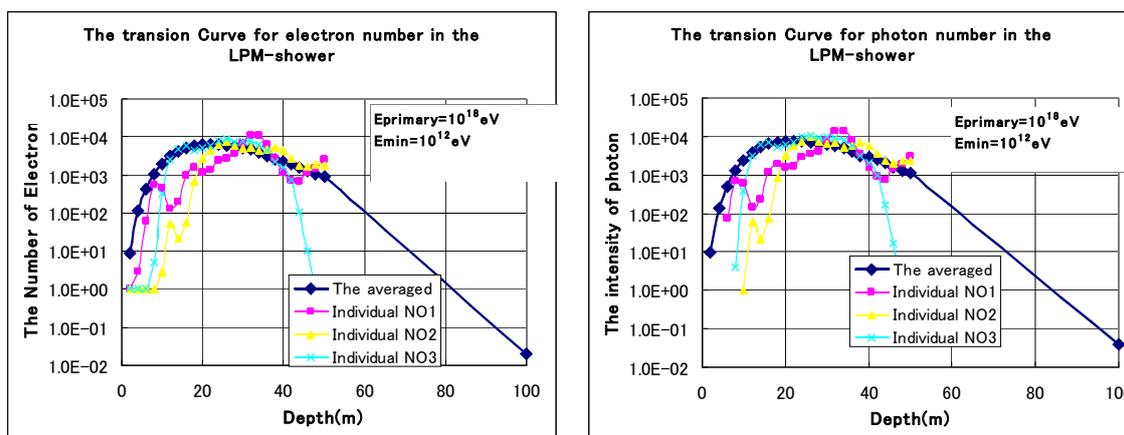
1. はじめに — 目的

カミオカンデおよびスーパーカミオカンデ (SKD) はニュートリノ天文学を開き、大気ニュートリノや太陽ニュートリノを観測し、太陽モデルの謎にせまっている。またSKDによるニュートリノ振動に関する研究は国際的に大変高い評価を得ている。しかし、その観測するエネルギーはマルチGeV程度である。SKDが「低エネルギーニュートリノの研究」とすると、「高エネルギーニュートリノの研究」は南極の氷の下で開始した (AMANDA-project)。我々はニュートリノのエネルギーが10 TeV以上の「超高エネルギーニュートリノの研究」を目指している。その目的は超高密度の天体 (AGN) 等から超高エネルギーニュートリノが放射されていると考えられているが、SKDやAMANDAでは観測されないからであり、さらにはニュートリノでのみ観測できる天体の探索である。このような超高エネルギーニュートリノの観測のためは、海底や湖底をつかった1km立方以上の巨大な観測装置を必要とする。このような巨大な観測装置の建設にはシミュレーションを含むデザインワークが不可欠である。

2. 現状 — カスケードシャワーのシミュレーション —

我々は透明度の高いバイカル湖の湖底に1km立方の観測装置 (Hyper Baikal Detector —以下HBDと呼ぶ。)を想定し、そのデザインをシミュレートしてきた。規模としてはSKDの10万倍以上であり、25m間隔で光検出器を配置する。検出器の総数は68921個にのぼる。1本の鎖に41個の検出器を取り付けてある。そのような鎖をさらに25m間隔で縦横それぞれ41本ずつ配置する構想である。しかし、AMANDAにしても同様であるが、装置の巨大さだけが問題なのではなく、ニュートリノが原子核と起こす核相互作用をいかに正確に観測するか (エネルギー、相互作用の発生点など) である。そのためには核相互作用に伴って発生する電磁カスケードシャワーや μ 粒子をいかにとらえるかが重要になる。エネルギーが高くなるに従い、扱う粒子の数がそれに比例して多くなり、 10^4 から 10^6 個について計算しなければならない。さらに低エネルギーでは考慮しなくてよい現象が高エネルギーでは無視できないことがあり、これが計算を複雑にしてきた。カスケードシャワーではLPM効果と呼ばれるものである。従って、計算速度の遅い古いワークステーションでは 10^{17} eV以上の計算はたいへんであった。それでCPU速度が3GHz以上で、Dual-CPUを希望したが、残念ながら、Single-CPUで3GHzとなった。それでも4-5倍早

くなり、 $10^{18} - 10^{19}$ eV の計算の見通しがたった。実際、上記の様な高エネルギーでも、1日計算させることで、数例の計算結果が得られるようになった。LPM効果を含む計算結果を図に示す。 10^{18} eV の電子が鉛に入射したときの、電子と光子の遷移曲線である。観測装置全体としてのシミュレーションを行う前に、高エネルギー現象の基礎データを詳しく調べておく必要がある。我々はエネルギーが $10 - 10000$ TeV ($10^{13} - 10^{16}$ eV) 領域のニュートリノ観測を目指しているが、そのためには 0.1 eV から 10^{18} eV の広汎なエネルギー領域の基礎データを計算しておく必要がある。



3. 今後

10^{18} eV, 10^{19} eV のカスケードシャワーの基礎データを整備して、観測装置全体のデザインワークを進めていく。そのためにはワークステーションの整備 (dual-CPU化など) を進めていく。また、情報センターの汎用計算機 Altix450 の活用も視野に進めていく。