

二国間交流事業 共同研究報告書

平成24年1月31日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 東京大学・宇宙線研究所

(ふりがな)

職・氏名 准教授・塩澤 真人

1. 事業名 相手国 (中国) との共同研究 振興会対応機関 (NSFC)

2. 研究課題名 大型水チェレンコフ検出器による宇宙素粒子物理学研究

3. 全採用期間

平成21年4月1日 ~ 平成23年12月31日 (2年9ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 2,500,000 円

初年度経費 880,000 円、 2年度経費 880,000 円、 3年度経費 740,000 円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 0 円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
なかはた まさゆき 中畑 雅行	東京大学・宇宙線研究所・教授	中性子検出効率評価、超新星爆発ニュートリノ探索
もりやま しげたか 森山 茂栄	東京大学・宇宙線研究所・准教授	大気ニュートリノバックグラウンド評価
たけだ あつし 竹田 敦	東京大学・宇宙線研究所・助教	加速器ニュートリノバックグラウンド評価

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 清華大学・教授・Shaomin Chen

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
YANG Zhengwei	Tsinghua University・Professor	超新星爆発ニュートリノ探索
ZHANG Haibing	Tsinghua University・Ph.D student	超新星爆発ニュートリノ探索
SUI Haijian	Tsinghua University・Ph.D student	超重粒子探索
ZHANG Yangwei	Tsinghua University・Ph.D student	大気ニュートリノバックグラウンド探索

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

本宇宙素粒子物理学研究では、超新星爆発ニュートリノや暗黒物質、未知の重粒子を巨大水チェレンコフ検出器によって検出することを目的とする。検出により、宇宙の進化における物質生成機構のより深い理解や、標準理論を超えた未知の素粒子の発見、および素粒子の性質解明を目指すものである。対象とする素粒子が地球上に降り注ぐ量は非常に少ないかまたは相互作用確率が非常に小さいため、極低バックグラウンドでの大質量検出器が必要になる。本研究で用いるスーパーカミオカンデは、宇宙線バックグラウンドを遮蔽するよう地底千メートルの場所に設置され、全体積5万トンという世界最大規模の体積を持つ素粒子検出器である。

本研究では大気ニュートリノによるバックグラウンドを除去する事を目的に、中性子の検出法の開発を行った。中性子の信号は非常に微弱であるため、効率のよいデータ収集を可能にする電子回路を用い、膨大なノイズと中性子信号を区別するための選択アルゴリズムの開発を行った。図1に示すように、期待通りの中性子の水中での寿命が観測され、確度の高い中性子検出に成功した。また図2では、大気ニュートリノ反応に伴う中性子の検出結果を示す。

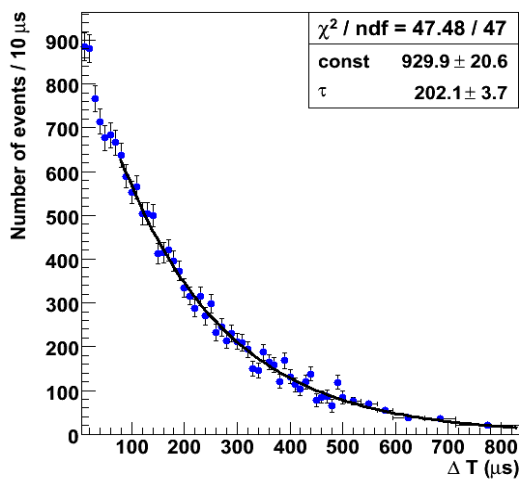


図1 中性子線源データから選び出した中性子候補事象の検出時間分布。実線は理論曲線。

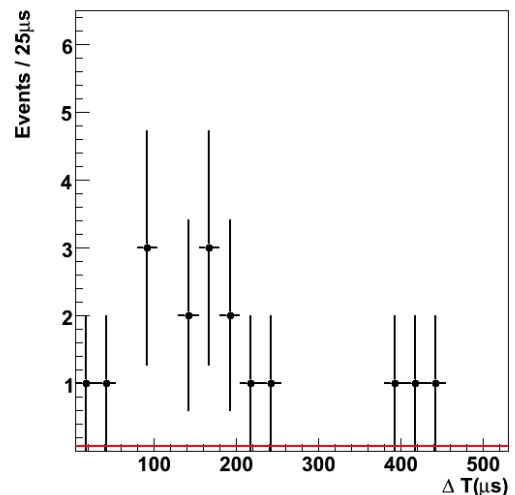


図2 ニュートリノ反応事象直後に見つかった中性子候補事象。ノイズ（赤線）に対し有意に信号が検出されている。

以上の中性子検出技術とスーパーカミオカンデの740日分の観測データを用いて、過去の超新星爆発からのニュートリノの探索を行った。平行して研究期間中に発見された3つの超新星爆発からの反電子ニュートリノの探索も行った。一事象候補が超新星爆発 SN2011ja（2011年12月）に対して見つかった。更に1996年からスーパーカミオカンデデータ全体を用いて、未知の重粒子が3つの荷電粒子に崩壊する事象を探索した。粒子の質量が2から20GeVの範囲で候補は見つからなかった。

一方で派生的な応用研究として、中性子検出による、核子崩壊探索におけるバックグラウンドの除去の可能性も研究した。図2に示す様に有意な中性子が観測されることが確認され、バックグラウンドの低減が可能である事がわかった。