

## 2020 (令和二) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名

和文：大型検出器構成物の放射性不純物によるバックグラウンドイベント低減のための研究

英文：Study for lowering backgrounds of radioisotopes in large volume detectors

研究代表者 東京大学宇宙線研究所 准教授 関谷洋之

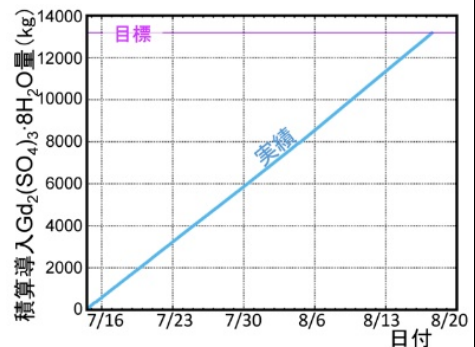
参加研究者 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 修士 芝田皆人

東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 修士 兼村侑希

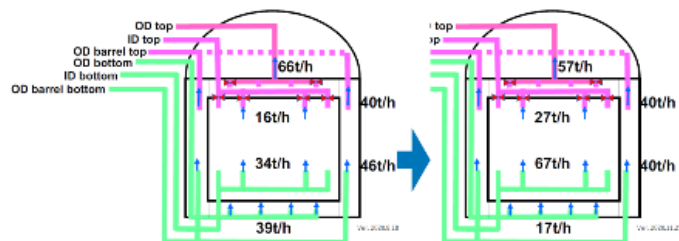
東北大学 ニュートリノ科学研究センター 助教 市村晃一

研究成果概要

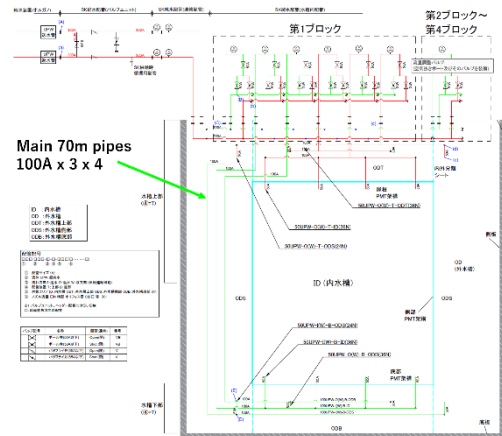
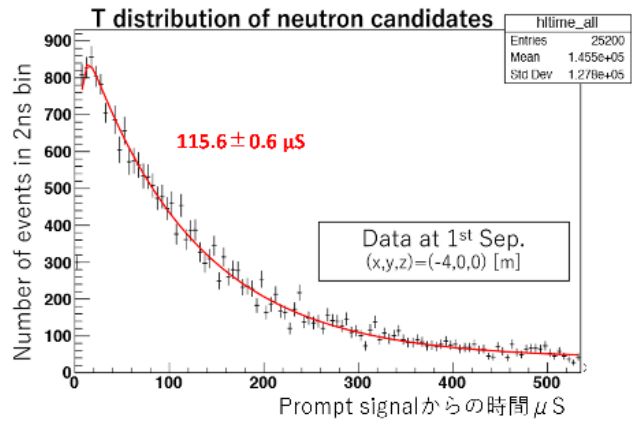
2020年7月14日から8月17日までの35日間で、昨年度までに開発した世界最高感度の太陽ニュートリノ観測性能を保持するための低放射性不純物の硫酸ガドリニウム八水和物( $Gd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ )を13トンSKへ導入した。これは5万トンの純水に対して重量比で0.026%の $Gd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$ 濃度であり、Gdの濃度としては重量比0.01%である。この際、同じく開発したガドリニウム水システムを使用した



入開始から積算導入量を示す。きわめて安定に導入が進んだことが分かる。導入時は下図のようにタンク内の光の透過率は低下したが、その後水システムによる循環純化をすすめ、ガドリニウム導入前の透過率まで回復したことが分かる。一方タンク内光電子増倍管のシングルレートがガドリニウム導入後から上昇をづづけていた。データからは、水自体が弱く発光している可能性が示唆され、タンク内で水が滞留していることがその原因と考え11月末に右図のように、水流を変更した。その結果シングルレートを下げることに成功した。



一方、ガドリニウム導入による中性子捕獲効率については、宇宙線ミューオンによる中性子生成事象や Am/Be 中性子線源によるキャリブレーションデータを用いて検証を行った。右図は Am/Be 中性子線源による Prompt signal と delayed signal の時間差のプロットである。Gd 濃度が 0.011%(0.026% の  $Gd_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$  濃度)であるときの予想とコンシステントな時定数 $\sim 116 \mu sec$  がタンク内の場所によらず得られており、タンク内で一様に想定通りのガドリニウム濃度が実現されていることが確認できた。



HK については、循環流量  $310m^3/h$  を想定した純水装置の送水ポンプ、返水ポンプを選定し、タンク内配管についての圧損計算を行った。その結果をもとに配管本数と配管径を決定し、SK-V 同様な水流を実現するための配管設計を実施し、左図のような計画を立てた。また、内水槽と外水槽の間の水の行き来をどのように制御するべきか検討を行ったが、SK 同様に自由に水が通れるようにしておくこととした。

一方、SK とは異なり、発熱源である電子回路も内水槽と外水槽の間の PMT 架構スペースに配置されることから、そのスペースでの排熱をどのように実現するかを検討を開始した。実際に水流と排熱効率を測定するモックアップを作成したところであり、今後実験予定である。

放射線不純物低減の手法を応用した  $ZnWO_4$  結晶による方向感度暗黒物質検出器開発については、産総研の中性子ビームラインを用いることで初めて  $100keV$  以下の酸素原子核反跳についての測定を行った。右図のように  $100keV$  以下の原子核反跳を確認できたことで、暗黒物質検出器として応用できることを示すという大きなマイルストーンに到達した。

