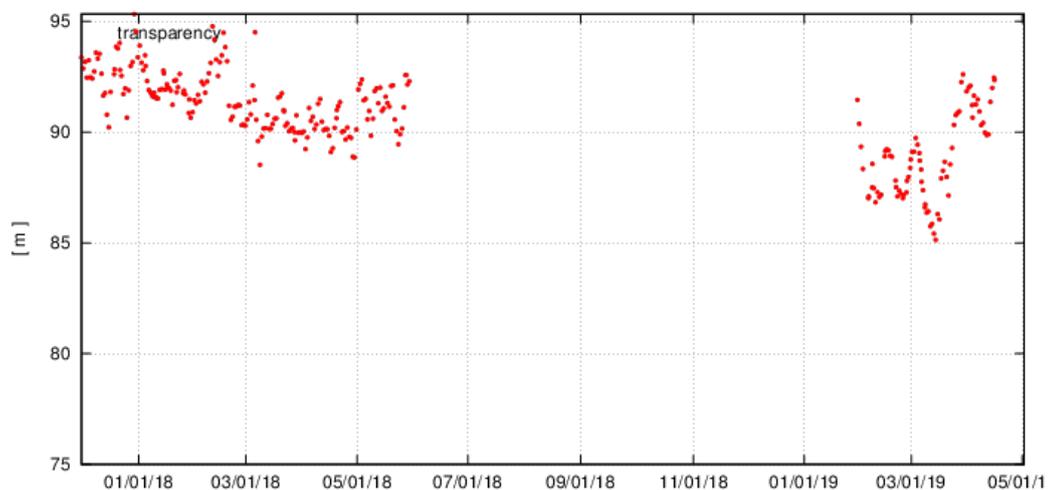


## 平成 30 年度共同利用研究・研究成果報告書

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	宇宙線研究所 関谷洋之
参加研究者	宇宙線研究所 ピーダーセン珠杏ウイリアム
研究成果概要	<p>2018 年度はスーパーカミオカンデの改修が主な活動であった。タンクを開けてみると、想定以上にステンレス表面に砂、泥、油等が付着して非常に汚れていた。タンク天部や、タンク底部は特にひどく、SK-IV までのデータで、壁面からバックグラウンド源が放出されていたことの一因である。またタンクの下半分には、2001 年の事故の際の PMT のガラス片等がかなり残っていた。これらを可能な限り清掃し、取り除いたゴミ類の量と Ge 検出器で測定した結果は以下の通りである。</p> <p>タンク上部(腰掛部)に堆積していた泥 (約 1kg 回収) Middle U-Chain : 106.1 +/- 0.4 Bq/kg Upper U chain : 147 +/- 3 Bq/kg 210Pb : 90 +/- 13 Bq/kg Th-Chain : 35.6 +/- 0.2 Bq/kg 40K : 87.9 +/- 1.6 Bq/kg</p> <p>PMT 架構に付着した泥や PMT 破片 (約 5kg 回収) Middle U-Chain : 2.72 +/- 0.02 Bq/kg Upper U chain : 2.55 +/- 0.15 Bq/kg 210Pb : 5.91 +/- 0.33 Bq/kg Th-Chain : 0.88 +/- 0.01 Bq/kg 40K : 10.7 +/- 0.2 Bq/kg</p> <p>PMT 架構の拭き掃除に使用したウエス等 (スーパーモジュール 1Layer 毎約 10 kg使用) Middle U-Chain : 94.2 +/- 6.4 mBq/kg Upper U chain : &lt; 196 mBq/kg 210Pb : 8.53 +/- 0.58 Bq/kg Th-Chain : 174 +/- 7 mBq/kg 40K : 777 +/- 63 mBq/kg</p> <p>タンク壁面の拭き掃除に使用したウエス等 (2.1mLayer 毎約 8 kg使用) Middle U-Chain : 27.3 +/- 3.3 mBq/kg Upper U chain : 94 +/- 26 mBq/kg 210Pb : 2.48 +/- 0.08 Bq/kg Th-Chain : 40.5 +/- 3.0 mBq/kg 40K : 109 +/- 33 mBq/kg</p> <p>これらから、全体で 222Rn の親核である 226Ra を 200Bq 程度除去、210Pb は 2kBq 程度除去したことになる。SK-IV の有効体積中の主要バックグラウンド源と考えられている PMT からの 222Rn の放出量は全体に 250Bq 程度と見積もられていることから、こ</p>

れに匹敵する量のラドン源を取りのぞいたことになる。今回止水に用いた止水剤の Rn 放出も  $< 83\text{Bq}$  に押さえていたことから、SK にとってこの清掃のインパクトは大きいはずである。データ収集再開後の有効体積のバックグラウンドレベルの検証が待たれるが、汚れは未だ残っているため引き続き水流コントロールは重要である。

10 月からの給水に際しては、これまでの給水とは異なり、給水中にも新しいガドリニウム水循環装置を超純水装置として運用することで純化を始めることができた。タンク内に 4 台の井戸ポンプを導入し、水位上昇とともにポンプを引き上げることで、常に水面付近の水を返水できるようにした。従来からの純水装置で  $30\text{t/h}$  の給水しながら、 $60\text{t/h}$  で循環を行った結果 給水開始後 2 か月の 2018 年 12 月の段階で返水比抵抗が  $5\text{M}\Omega\text{cm}$  程度まで回復した。さらに、1 月末の SK-V の観測の開始に際して図のように水の透過率が  $90\text{m}$  に直ちに物理解析に使用できるレベルにすることに成功した。



液体キセノン中の電荷増幅による発光信号の取得は大きな進展があった。ガス容器の高真空化やゲッターによるキセノンの純度向上を十分に行い、使用する線源度電極の電場の最適化をおこなったところ、 $^{241}\text{Am}$  線源からの  $13.9\text{keV}$  の X 線による S2 信号の取得に成功した。これまで  $^{109}\text{Cd}$  からの  $22.2\text{keV}$  による S2 の報告はあったが、それより低エネルギーでの S2 信号の確認は世界初である。キセノンの純度は XMASS に比べてまだ悪く、更なる低エネルギーでの S2 観測も可能であると思われる。早急に論文にまとめると同時に、本格的な 1 相式暗黒物質検出器を目指し針電極の開発を進めたい。

ZnWO<sub>4</sub> 結晶については、ロシアから購入した高純度結晶を Ge 検出器で測定し、Middle U-Chain :  $< 5.27\text{mBq/kg}$  Upper U chain :  $< 216\text{mBq/kg}$   $^{210}\text{Pb}$  :  $< 822\text{mBq/kg}$  Th-Chain :  $< 3.80\text{mBq/kg}$   $^{40}\text{K}$  :  $< 23.4\text{mBq/kg}$  等の上限値を得た。同じロットの結晶の中性子ビーム照射測定も行い、初めて原子核反跳の角度による発光の違いも確認できたため、方向感度暗黒物質検出器として開発を推し進める。