

## 2019 (令和元) 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

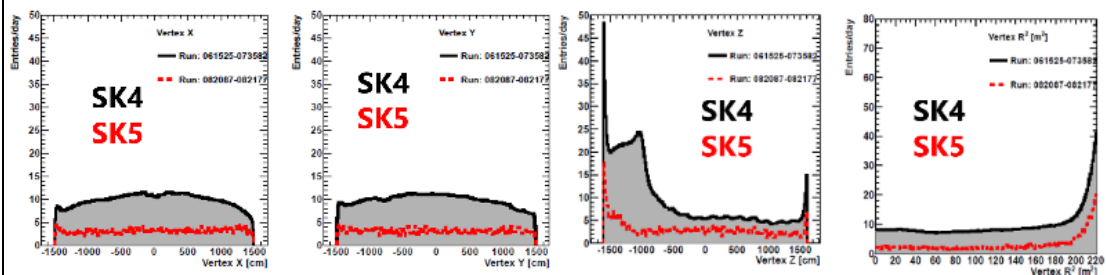
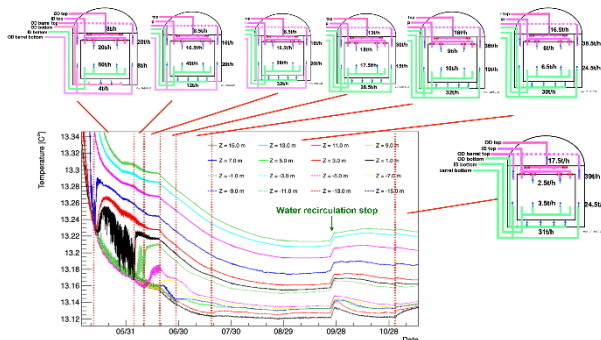
英文：Study for lowering backgrounds of radioisotopes in large volume detectors

研究代表者 関谷洋之

参加研究者 芝田皆人

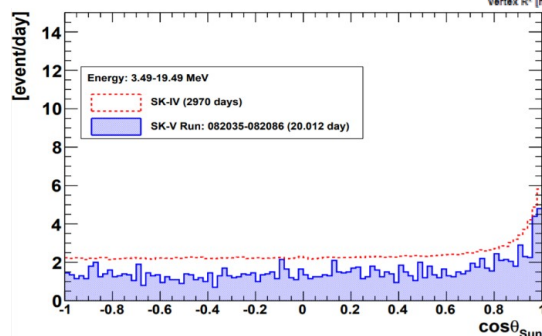
### 研究成果概要

2019年度は2018年のタンク改修工事において改造したタンク内の送返水配管およびバルブユニットを用い、SK-Vにおけるタンク内水流の調整を行った。タンク内の水温監視のために導入した安定度の高い温度センサーにより、タンク内での対流発生の詳細がつかめるようにした上で、右図のように内水槽、外水槽の送水、返水の流量を変化させ、最も対流が抑制できる条件を探索した。その結果、ほぼすべての送水を外水槽へ流し、内水槽へはわずか数 $m^3/h$ のみ流すことでほぼ内水槽内の対流を抑制できることを見出した。



その結果得られたSK-Vタンク内の事象再構成位置の分布を上にも示す。SK-IVの比べ特にタンク底部で大幅にバックグラウンドが減り、低エネルギーでの有効体積を拡大することに成功した。また、右図のように太陽方向の分布をみてもSK-IVからSNが向上していることを確認した。

また、タンクへ供給する水のラドン濃度を下げる機構をとして導入している脱気装置でラドンが効率的に取り除けていない問題に対処するため、膜脱気ユニットの改修を進めた。60モジュールすべての接続箇所の見直し、ガスケットを新開発したポリウレタ製のものに交換、真空ポンプも更新したところラドン除去効率80%以上



を確認できた。その後6年ぶりにSKの水循環ラインに戻し、運用を復活させた。一方、これまで有効に運用してきた真空脱気装置でのラドン濃度上昇が見つかった。真空脱気の脱気蒸気のドレン水の主循環系へのフィードバックを行う際に脱気効率が低下する問題は、ドレン水ラインを新たに設計・製作し直すことで解決したが、ラドン濃度は以前高いままであり、今後問題個所を特定し対策を施す。

SKへ導入する硫酸ガドリニウム14トンの準備を行った。特に重要な放射性不純物のコントロールを、神岡のICP-MSやGe検出器だけでなく、CanfrancやBoulbyのコラボレーターとも協力して進め、無事、仕様を満たす全14トンの硫酸ガドリニウムを用意することができた。途中、仕様に含まれない<sup>235</sup>Uが混入しているロットが見つかったが、それらをカチオン交換樹脂製造に回すことで、SKへ溶解するものから除外することにした。

ハイパーカミオカンデに関しては、スーパーカミオカンデでのタンク内水流の理解が進んだことから、内水槽-外水槽間の構造をどのように設計するかに重要なインプットを与えた。タンク内配管の設計についても従来の計画では不十分で、タンク上下の配管径を全く同じ大きさにして、いかなる水流でも送水・返水で対称にできるようにしておくことが重要であることが分かった。

放射線不純物低減の手法を応用した方向感度暗黒物質検出器開発については、ZnWO<sub>4</sub>結晶の異方性測定において、大きな進展があった。産総研の中性子ビームラインを用いることで酸素原子核反跳について15.3%の発光量の異方性を確認した。これは、世界で初めて原子核反跳での異方性の確認であり、方向感度暗黒物質検出器としての原理検証となった。

