

## ニュートリノを伴わない二重 $\beta$ 崩壊探索実験への応用に向けた ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子分散液体シンチレータの開発

### Development of a ZrO<sub>2</sub> nanoparticle-dispersed liquid scintillator for neutrinoless double beta decay search experiments

東北大院工<sup>1</sup>, 東北大 SRIS<sup>2</sup>, 東北大 AIMR<sup>3</sup>, Univ. Suwon<sup>4</sup>, 東北大 FRIS<sup>5</sup>, 静岡大電子研<sup>6</sup>  
○渡邊晶斗<sup>1</sup>, 横哲<sup>2,3</sup>, 成基明<sup>4</sup>, 筈居高明<sup>5</sup>, 阿尻雅文<sup>3</sup>, 林大和<sup>1</sup>, 川本弘樹<sup>1</sup>, 藤本裕<sup>1</sup>,  
越水正典<sup>6</sup>, 浅井圭介<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, Tohoku Univ. SRIS<sup>2</sup>, Tohoku Univ. AIMR<sup>3</sup>, Univ. Suwon<sup>4</sup>, Tohoku Univ. FRIS<sup>5</sup>,  
Shizuoka Univ.<sup>6</sup> ○Akito Watanabe<sup>1</sup>, Akira Yoko<sup>2,3</sup>, Gimyeong Seong<sup>4</sup>, Takaaki Tomai<sup>5</sup>,  
Tadafumi Adschiri<sup>3</sup>, Yamato Hayashi<sup>1</sup>, Hiroki Kawamoto<sup>1</sup>, Yutaka Fujimoto<sup>1</sup>, Masanori Koshimizu<sup>6</sup>,  
Keisuke Asai<sup>1</sup>

E-mail: [akito.watanabe.e5@tohoku.ac.jp](mailto:akito.watanabe.e5@tohoku.ac.jp)

ニュートリノを伴わない二重  $\beta$  ( $0\nu\beta\beta$ ) 崩壊探索実験の実現に向けて、 $0\nu\beta\beta$  崩壊を起こす可能性を秘める核種を高濃度に含有し、かつエネルギー分解能に優れる金属装荷型液体シンチレータが求められている。我々のグループでは、液体シンチレータ本来の光学特性を損なわない金属添加の手法として、金属酸化物ナノ粒子の分散に着目し、 $0\nu\beta\beta$  崩壊核の候補である <sup>96</sup>Zr の装荷を企図して、有機修飾 ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子を分散させた液体シンチレータの開発を進めてきた。亜臨界水熱合成法と錯体前駆体法を組み合わせることにより、液体シンチレータの溶媒であるトルエン中への高濃度分散が可能な有機修飾 ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子の合成に成功した<sup>1</sup>。本講演では、当該 ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子を装荷した液体シンチレータを製出し、その性能評価を行った結果を報告する。

0.1 M の 2 エチルヘキサン酸ジルコニウム(IV)、0.4 M の 6 フェニルヘキサン酸を 3.75 ml の超純水とともに 5 ml のハステロイ管に封入し、300 °C、30 MPa、10 min. の亜臨界水熱条件下で反応させた。得られた生成物をトルエンで回収したのち、エタノールを用いて洗浄し、凍結乾燥を施すことで、ナノ粒子の粉末を得た。これをトルエン中に 0, 2.5, 5, 10, および 20 wt% の濃度で分散させ、そこに、蛍光体である DPO と POPOP を各々 5 および 0.5 g/L の濃度で溶解させることで、ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子分散液体シンチレータを作製した。

図 1 に、作製した ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子分散液の外観および吸収スペクトルを示す。画像より、20 wt% の高濃度に至るまでの全条件下で透明性が保たれることが分かる。吸収スペクトルには、低波長側に向けてレイリー散乱に起因する吸光度の増大が観測され、この強度はナノ粒子の濃度に依存する傾向を呈する。なお、シンチレータでのエネルギー遷移過程を阻害しうる吸収帯は確認されない。図 2 に、X 線を照射した際のシンチレーションスペクトルを示す。419–425 nm の波長域内にピークを持つ発光帯が認められる。ナノ粒子濃度の増加に伴う、ピーク波長の長波長シフトは、レイリー散乱の影響によるものと考えられる。

1. Watanabe, A. et al., JSPS Autumn Meeting 2024, 16–20, September, Niigata (2024). [18p-P01-22]

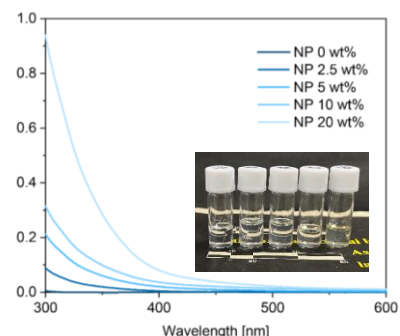


図 1. ナノ粒子分散液の吸収スペクトルおよび外観。左から 0, 2.5, 5, 10, 20 wt% の ZrO<sub>2</sub> ナノ粒子分散液

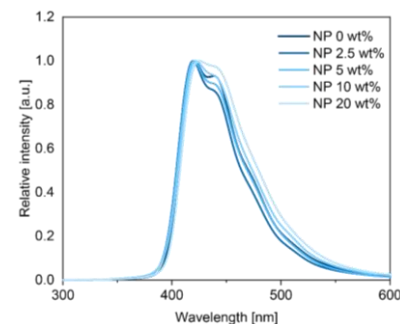


図 2. ナノ粒子分散液体シンチレータのシンチレーションスペクトル (X 線照射時)。