

ニュートリノレス二重 β 崩壊検出用液体シンチレータに装荷する 有機修飾 SrMoO_4 ナノ粒子合成に及ぼす pH の影響

Effects of pH on liquid scintillator materials loaded with organically modified SrMoO_4
nanoparticles for detecting neutrinoless double beta decay

○荒井紗瑛・横哲・成基明・菅居高明・阿尻雅文・越水正典・藤本裕・浅井圭介
(東北大)

Tohoku Univ. Sae Arai, Akira Yoko, Gimyeong Seong, Takaaki Tomai,
Tadafumi Adschiri, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai
E-mail: sae.arai.r2@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】素粒子物理学の重要な課題であるニュートリノレス二重ベータ崩壊の存否検証のために、線源核種が多量装荷され、同核種を含む化学種がシンチレーションを阻害しない、液体シンチレータの開発が求められている。これまでに、液体シンチレータの主成分であるトルエンに、線源原子核の金属錯体を溶解させる事例が報告されているが、シンチレータ中での同錯体濃度は 0.1 wt% 程度に留まり、また金属錯体による消光が回避されていない¹⁾。この局面を打開するための策として、我々は、液体シンチレータ中への当該金属含有ナノ粒子の高濃度分散を案出し、線源核種として Mo を選択し、アルカリ土類金属モリブデン酸塩ナノ粒子の亜臨界水熱合成を行ってきた²⁾。この合成過程では、ナノ粒子表面の有機修飾が容易にでき、これが当該ナノ粒子の有機層への分散性を向上させるものと期待される。本研究では、有機修飾 SrMoO_4 ナノ粒子の合成過程において、溶媒の pH 変化がナノ粒子構造に及ぼす影響を調べ、最適条件下で合成した有機修飾ナノ粒子を装荷した液体シンチレータの性能を評価した。

【実験方法】 Na_2MoO_4 粉末、 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 粉末、6-フェニルヘキサン酸およびオレイルアミンを、0.1 mM HNO_3 水溶液 (pH 4)、精製水 (pH 7)、0.1 mM KOH 水溶液 (pH 10) 3.75 mL とともに容積 5 mL の反応管に封入し (各々溶液 A, B, C とする)、圧力 30 MPa、温度 300°C で 10 分間、亜臨界水熱反応させた。溶液 A-C を反応させて得られた生成物をトルエン 7.5 mL で捕集し、一晚静置した後、有機相のみを取り出してエタノールで洗浄し、沈殿物を取り除いた後、トルエン 10 mL に溶解させて SrMoO_4 ナノ粒子分散液を得た (各々分散液 A, B, C とする)。この分散液につき、TEM 像を観察し、また、ICP-AES により分散液中の Mo 濃度を測定した。次に、分散液 B に蛍光体である DPO および POPOP を加え、XRL スペクトルを測定した。

【実験結果】図 1 に、 SrMoO_4 ナノ粒子分散液の TEM 像を示す。各々の粒子径は、 63.6 ± 33.2 , 179 ± 22 , 48.7 ± 17.9 nm であった。また、ICP-AES を用いて分散液内の Mo 分散濃度を測定したところ、各々 2.68×10^{-3} , 0.82, 1.07×10^{-2} wt% であった。図 2 に、Mo 分散濃度が最大であった分散液 B に、蛍光体を溶解し作製した液体シンチレータの XRL スペクトルを示す。430 nm 付近に、蛍光体として添加した POPOP の発光によるピークが確認された。以上から、溶媒の pH を最適化し、分散性の高いナノ粒子を合成することで、液体シンチレータに有用なナノ粒子が得られることが確認された。

1) V.M. Gehman et al., *Nucl. Instrum. Methods. Phys. A* **622**, 602 (2010).

2) S. Arai et al., *J. Ceram. Soc. Japan.*, **127**, 1, 28 (2019).

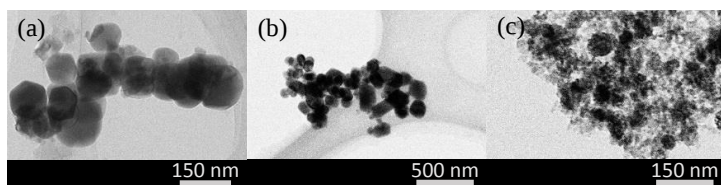


図 1. SrMoO_4 ナノ粒子分散液の画像：
(a) 分散液 A, (b) 分散液 B, (c) 分散液 C.

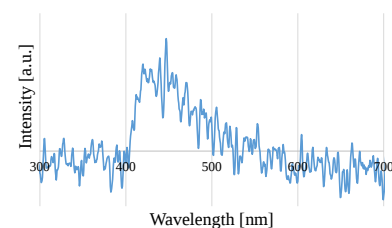


図 2. 分散液 B を用いて作製した
液体シンチレータの XRL スペクトル。