

ニュートリノレス二重 β 崩壊検出を企図した 有機修飾 SrMoO₄ ナノ粒子装荷液体シンチレータに用いる修飾剤の検討

Investigation of liquid scintillator materials loaded with organically modified SrMoO₄
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、かつ、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、ZrO₂ 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、水相と油相とが混合し、ナノ粒子表面の有機修飾を容易にし、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、線源核種として Mo を採用し、有機修飾剤の選択に焦点を当て、6-フェニルヘキサン酸、4-メチルカテコールまたはトリフェニルホスフェートを用いて、亜臨界水熱法により SrMoO₄ ナノ粒子を合成し、シンチレータとしての性能を評価した。

【実験方法】Na₂MoO₄ 粉末と Sr(NO₃)₂ 粉末、修飾剤として、6-フェニルヘキサン酸 (溶液 A)、4-メチルカテコール (溶液 B)、またはトリフェニルホスフェート (溶液 C) を加え、水 3.75 mL とともに容積 5 mL の反応管に封入し、圧力 30 MPa、温度 300°C で 10 分間、亜臨界水熱反応させた。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 SrMoO₄ ナノ粒子分散液を得た。これらの分散液の吸収スペクトルを吸光度法で測定した。次に、溶液 C に蛍光体である DPO および POPOP を加えて、XRL スペクトルを測定した。

【実験結果】図 1 に、SrMoO₄ ナノ粒子分散液の画像を示す。すべての溶液において、レーザー光によるチンダル現象が認められ、トルエン溶液中のナノ粒子分散が確認された。図 2 に吸収スペクトルを示す。すべての分散液は、シンチレーションが生じると想定される 400 nm 以上の波長域で透明であった。図 3 に、レーザー光によるナノ粒子分散液中のチンダル現象が最も明確に確認された溶液 C 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、トリフェニルホスフェートは、液体シンチレータ装荷用ナノ粒子の修飾剤として、有効であることが示された。

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

2) S. Takigawa et al., *J. Rad. Nucl. Chem.*, 314, 611 (2017).

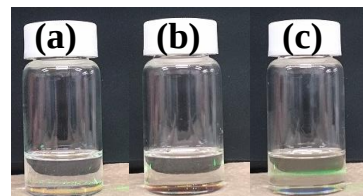


図 1 SrMoO₄ ナノ粒子分散液の画像。
(a)溶液 A, (b)溶液 B, (c)溶液 C

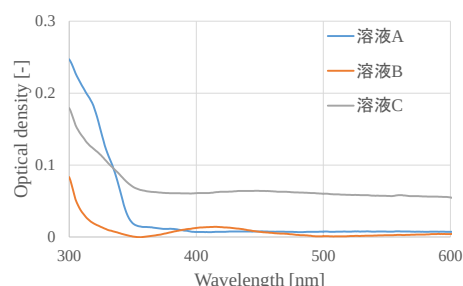


図 2 SrMoO₄ ナノ粒子分散液の
吸収スペクトル。

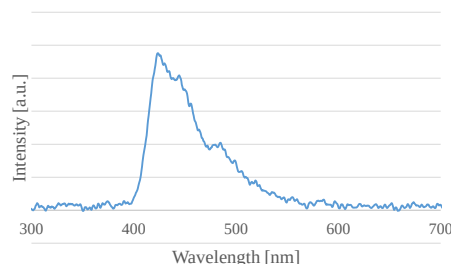


図 3 溶液 C を用いて作製した
液体シンチレータの XRL スペクトル。