自立型トリチウム化チタンターゲットの作製

Preparation of tritiated titanium target without substrate

*波多野 雄治[1], 三木 謙二郎[2], 原 正憲[1], 宇津城 雄大[2], 亀谷 晃毅[2]
[1]富山大学, [2]東北大学

三中性子系の生成を目指した原子核実験用に、自立型トリチウム（T）化チタン（Ti）ターゲットを作製した。金属は水素同位体を吸蔵すると脆くなるが、事前に十分な条件探索を行うことで、厚さ 80 μm の Ti 箔を破損させることなく、T/Ti = 1.5 まで T を吸蔵させることができた。

キーワード, トリチウム, チタンターゲット, ジルコニウム合金, 原子核物理, 三中性子状態

【1. 緒言】陽子数:中性子数=1:2 と大きく中性子過剰な状態にある T は、不安定原子核実験の標的として注目されており、三木らは $T(t,^3He)^3n$ 反応による三中性子系の生成を目指している[1]。そこで、核融合研究で培った T 取扱技術を応用し、理研 RI ビームファクトリーでの実験に向け自立型 T 化 Ti 標的を作製した。

【2. 標的に要求される性能】 東北大側の事前評価により、7×10^{24} T/m^2 程度の T の面密度が必要であることがわかった。この値は、従来の 14 MeV 中性子源標的より大きな値である（米国 RTNS-II で 1.1×10^{24} T/m^2 程度 [2]）。また、バックグラウンド信号低減のため、Ti 標的は基板のない自立型である必要があった。これらのことから、約 10 mm×14 mm×80 μm の Ti 箔に T/Ti = 1.5 程度まで T を吸蔵させることが東北大側より提案された。

【3. 標的の作製および輸送】 金属が水素同位体を吸蔵すると脆くなると共に、吸蔵時には著しい体積膨張が起こるため、T を吸蔵した Ti 箔が破損・飛散するリスクがあった。また、上述した量の T の取扱いはグローブボックス（GB）内で行う必要があった。容量法にて T の吸蔵量を正確に評価することも求められた。

以上のことを考慮し、照射チャンバーに直ちにセットできるステンレス鋼製標的ステージに Ti 箔を取り付けた状態で T を吸蔵させることとし、東北大学でステージが設計された。Ti 箔の一端のみを固定し、T 吸蔵時に自由に膨張できる構造とされた。また、ジーベルツ装置が富山大から東北大へ輸送され、Ti 箔を破損することなく目的量の水素同位体を導入できる条件が重水素ガスを用いて探索された。また、GB に収納できる小型ジーベルツ装置が設計・製作された。

東北大学でのコールドランにて、700 ℃付近で吸蔵させると破損・変形がなく水素同位体を導入ことができることが明らかとなった。American Radiolabeled Chemicals 社より調達した T_2 ガスを用いて、富山大学の GB 内で同様の条件で T を吸蔵させることが試みられた。最初は上述の条件において十分な吸収速度が得られなかったが、金属ゲッターを用いた T_2 ガスの純化操作ののち、所定の濃度まで T を吸蔵させた Ti 標的が得られた。電離箱を用いて T 放出速度を評価したのち、標的を理研へ輸送した。理研での受け入れ環境の構築は、今井伸明氏（東大 CNS）および上坂友洋氏（理研）らと共同で実施した。

参考文献

[1] 酒井大輔, 三木謙二郎, 酒井英行, 笹野匡紀, 関口仁子, 松崎禎市郎, 三中性子状態観測の為の三重水素標的の検討, 日本物理学会 第 73 回年次大会（2018 年）概要集, 23pPSA-7, P. 344.

[2] D. W. Heikkinen, C. M. Logan, IEEE Trans. Nucl. Sci., 30 (1983) 1193 – 1196.

*Yuji Hatano[1], Kenjiro Miki[2], Masanori Hara[1], Yuta Utsuki[2] and Koki Kameya[2]

[1]Univ. Toyama, [2]Tohoku Univ.