レーザー駆動中性子源を用いた同位体生成と放射化法による中性子フルエンスの測定

Isotope Generation at a Laser-driven Neutron Source and Neutron Fluence Estimated by Activation Method

*森隆人[1]，余語覚文[1]，早川岳人[1,2]，有川安信[1]，安部勇輝[1,3]，S.R. Mirfayzi[4]，Daniil Golovin[1]，Lan Zechen[1]，Tianyun Wei[1]，西村博明[5]，中井光男[1]，三間圀興[1]，藤岡慎介[1]，兒玉了祐[1]
[1]阪大　レーザー科学研究所，[2]QST，[3]阪大，
[4]インペリアル・カレッジ・ロンドン　ブラケット研究所，[5]福井工大

中性子飛行時間計測法と(n, 2n)反応を組みあわせた計測法を開発し，レーザー駆動中性子の測定を行った．この手法は，中性子照射ターゲットが減速材内部に設置された場合でも有効な測定手法であり，レーザー駆動中性子源の宇宙核物理学への応用などに利用できる．

キーワード：レーザー駆動中性子源，放射化法，(n, 2n)反応

1. 緒言

大強度レーザーをミクロン厚の薄膜に照射することで MeV 領域のエネルギーを有する陽子・重陽子が生成される．このレーザー加速イオンの応用の一つは陽子・重陽子を Be に入射させて核反応を起こすことによる効率の高い中性子発生である．レーザー駆動中性子源の更なる応用のために，減速材による中性子エネルギーの制御も試みられており[1]，減速材内部の中性子のエネルギー分布の測定手法の開発が求められている．

2. 実験

阪大レーザー研の LFEX レーザーを厚さ 1.5 μm の重水素置換ポリスチレン薄膜に照射することにより陽子と重陽子を生成した．イオン源である薄膜の後方 2 mm の位置に設置した Be ブロック(ϕ 5×10 mm)にイオンを入射させて ^{9}Be(p, n)，^{9}Be(d, n)の反応を利用し中性子を発生させた．Be の後方にスタックさせた放射化試料（Mn，Co，Hf，および Au）に中性子を照射し，約 15 分の冷却の後で Ge 半導体検出器によるガンマ線測定を開始，ガンマ線ピーク面積の解析により生成された同位体及びアイソマーを同定した．さらに，線源から約 8 m の距離にシンチレータを設置し飛行時間計測を行うことで高速中性子のスペクトルを測定した[2, 3].

3. 結果・考察

図 1 に Ge 検出器によるガンマ線の測定結果の例を示す．実験では(n, γ)反応と(n, 2n)反応が起こり，^{180}Hf^{m},^{181}Hf, ^{56}Mn, ^{198}Au, ^{60}Co, ^{54}Mn, ^{58}Co, ^{175}Hf, および ^{196}Au の生成を確認した．測定した高速中性子スペクトルと JENDL-4.0 の(n, 2n)反応断面積データを用いて実効的な断面積を求めて[4]，測定した核反応率から試料に入射した中性子数を計算した．この(n, 2n)反応を用いた放射化法により，8-20 MeV の中性子数として(5.4±0.5)×10^{8} n/sr を得た．

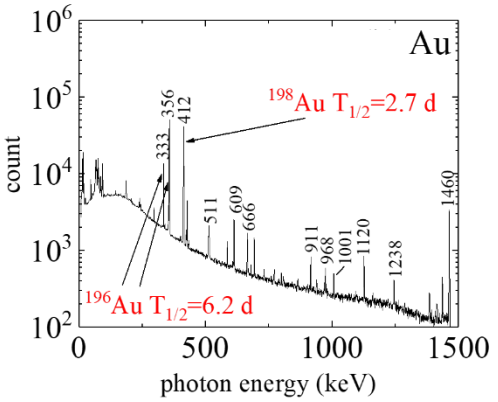


図 1 Au から放射されたガンマ線信号.

参考文献

[1] S. R. Mirfayzi *et al*., Scientific Reports 10, 20157 (2020). [2] S. R. Mirfayzi, *et al*., Rev. Sci. Instrum. 86, 073308 (2015).
[3] Y. Abe *et al.,* Rev. Sci. Instrum. 85, 11E126 (2014). [4] K. Shibata *et al*., J. Nucl. Sci. Technol. 48, 1 (2011).

* Takato Mori[1], Akifumi Yogo[1], Takehito Hayakawa[1,2], Yasunobu Arikawa[1], Yuki Abe[1,3], S.R. Mirfayzi[4], Zechen Lan[1], Hiroaki Nishimura[5], Shinsuke Fujioka[1], Ryosuke Kodama[1]
[1]Institute of Laser Engineering, Osaka Univ., [2]QST, [3]Osaka Univ., [4]Blackett Laboratory, Imperial College London, [5]FUT