

J-PARC における 0.4GeV - 3.0GeV 陽子を用いた核種生成断面積測定(II) 軽核種における核種生成断面積

Measurement of nuclide production cross sections with 0.4 GeV – 3.0 GeV proton beams at J-PARC

Cross sections of light nuclides

*松田 洋樹¹, 明午 伸一郎¹, 前川 藤夫¹, 岩元 大樹¹

¹J-PARC/原子力機構

加速器駆動核変換システム(ADS)における核設計の高度化のため、J-PARC センターでは ADS で候補となる数 GeV エネルギー領域における陽子入射の核種生成断面積測定を実施し、核設計に用いる計算コードの比較検討を行っている。今回の発表では Be, C 等の軽核種における断面積を測定し、測定で得られたデータを評価済み核データ JENDL-HE/2007、PHITS および INCL++ と比較した。

キーワード : 核種生成断面積, J-PARC, PHITS, JENDL-HE/2007, INCL++, ADS, 陽子

1. 緒言

加速器駆動核変換システム(ADS)における核設計の高度化のためには、広い元素範囲におけるシステムマティックな核種生成断面積が必要となる。これまで様々な陽子加速器施設で測定されてきたが、実験データの精度は十分とは言えず、またデータの量も十分ではない。本研究では ADS で候補となる 0.4 ~ 3.0 GeV の陽子ビームを用いて核種生成断面積の測定を行った。

2. 実験および解析

前回の発表[1]と同様に、実験は 3 GeV 陽子加速器施設(RCS)で行った。試料には 25 mm となる厚さ 0.1 mm の Be, C, Fe および Zn を用い、これらを積層した状態で出射キッカの励磁タイミングを早め加速途中のビームを取出し 0.4, 1.3, 2.2 および 3 GeV 陽子を入射した。各エネルギーに対し 0.4 Hz の繰返しで 約 2.4×10^{14} 個の陽子を試料に入射した。照射終了後に、Ge 検出器による γ 線スペクトル測定から生成断面積を導出した。

測定で得た断面積に基づき、JENDL/HE-2007、PHITS およびの比較検討を行った。PHITS では、核内カスケードモデル(INCL-4.6)を用い、統計崩壊モデルには内蔵された GEM 及び Furihata モデルの Gen.GEM を用いた。さらに、最新の核内カスケードモデル INCL(v.6)++[2]と統計崩壊モデル ABLA07 を用いた計算も行った。

3. 結果

図 1 に ${}^{\text{nat}}\text{C}(p,x){}^7\text{Be}$ (半減期 53.2 日) 反応の断面積 (赤丸) の励起関数を他の実験 (黒丸) との比較を示す。本実験結果は他の実験と概ね一致しており、J-PARC では精密なビーム制御が可能のため他の実験より高い精度のデータを取得できた。図 1 に JENDL/HE-2007, PHITS および INCL++ との比較も示す。JENDL/HE-2007 は本実験および他の実験と非常に一致を示した。PHITS は全体的に本実験とよい一致を示し、Gen.GEM モデルの方が 1 GeV 以上のエネルギー範囲でよい一致を示した。この傾向は ${}^{27}\text{Al}(p,x){}^7\text{Be}$ 反応断面積において顕著に見られたが、Al のような GEM モデルによる大きな差は無かった。INCL++ は全体的に過大評価を示し、200 MeV 以下の低エネルギー領域では実験の約 2 倍となった。本発表では、他の試料(Be, Fe, Zn)の核種生成断面積の測定結果と、計算及び評価済みデータとの比較を示す。

参考文献

[1] 松田 他, 日本原子力学会 2018 秋の大会

[2] S. Leray, *et al.*, J. Phys.: Conf. Series 420 (2013) 012065

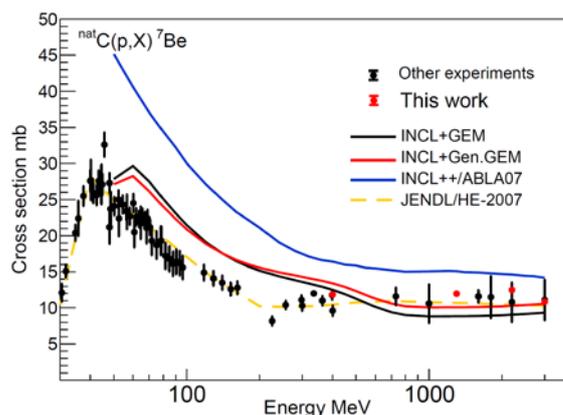


図 1 ${}^{\text{nat}}\text{C}(p,x){}^7\text{Be}$ 反応の励起関数

*Hiroki Matsuda¹, Shin-ichiro Meigo¹, Fujio Maekawa¹, Hiroki Iwamoto¹

¹J-PARC/JAEA