

## 20Ne( $\gamma$ , n- $\alpha$ )光分解反応の測定

所属	甲南大学理工学部	ビームライン	BLO1
利用者氏名	秋宗 秀俊	利用分野	量子ビーム技術
利用年度	2013年度	活用技術	ガンマ線利用

### 利用成果の概要

原子核の $\alpha$  クラスタ状態の探索のために、 $^{20}\text{Ne}$ の光分解計測を行った。ニュースバル蓄積電子エネルギーを1. GeVから1.3 GeVに変化させ、Ndレーザー(波長1.064 $\mu\text{m}$ , 0.532 $\mu\text{m}$ )を入射することで、17 MeVから60 MeVのレーザー・コンプトン散乱ガンマ線を発生し、これを用いた。

### <利用目的>

陽子数、中性子数が偶数で等しい核、すなわち $Z=N=2n$ が成り立つ核の励起状態に4He原子核クラスター( $\alpha$  クラスタ)が構成要素として存在する状態を $\alpha$  クラスタ状態と呼ぶ。近年このような状態が $\alpha$  粒子がボーズ粒子であることから、低温状態にあるボーズ粒子に特有なボーズ・インシュタイン凝縮状態とみなせることが示唆され注目を集めている。しかしながら実験的にはこのような $\alpha$  クラスタ状態は $^{12}\text{C}$ でのみ確立しており、より重い核では全く手つかずなのが現状である。一方、ロシアDUBNA研究所で、核子あたり3.3 GeV/uの $^{22}\text{Ne}$ イオンをエマルジョンに入射する実験をおこなったところ、多数の $\alpha$  粒子(3~5個)が超前方に小さな相対運動で放出される事象が観測された(N.P.Andreeva et al. Eur. Phys. J A27 s01,295(2006))。この事象が $^{22}\text{Ne}$ の $\alpha$  クラスタ状態がクーロン仮想光子により励起されたもの解釈すると、実光子により同様の状態が励起される可能性がある。そこで本実験では多数の $\alpha$  粒子を同時計測できる測定器を作成し、Neガスをターゲットして光核分解反応を測定した。

### <実験方法>

図1に実験に用いた測定器を示す。セル内に $^{20}\text{Ne}$ ガスを封入しガンマ線を入射した。図2にガンマ線の強度分布を示す。



図1  $^{20}\text{Ne}$ ターゲットセル。ガンマ線ビームは図中の矢印でしめすようにセル中に入射する。セル内には $1 \times 10 \times 300$  mm厚の薄いプラスチックシンチレータがビームと平行に設置されていて、ガンマ線により光励起された $^{20}\text{Ne}$ から放出される荷電粒子を検出する。荷電粒子がシンチレータに入射して生じたシンチレーション光はターゲットセルの上流と下流に設けたアクリルのライトガイドによりセル外に導かれ多チャンネル型の光電子増倍管により電気的信号に変換される。

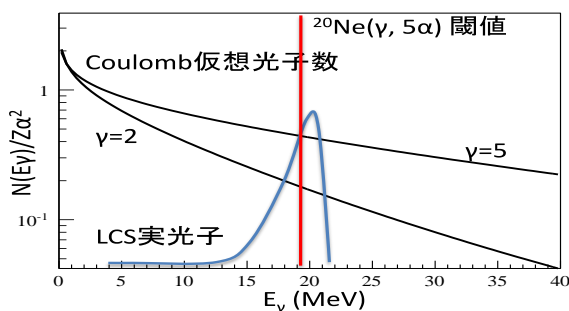


図2 ガンマ線の強度分布。横軸はガンマ線のエネルギー縦軸は個数。青い実線はNewSUBARU BL01逆コンプトンガンマ線源で得られるガンマ線の強度分布。黒の実線は高エネルギーの重イオン反応で得られるガンマ線(クーロン仮想光子)の強度分布。重イオン相対論的 $\gamma$ 因子が2の場合と5の場合。赤の実線は $^{20}\text{Ne}$ が5個の $\alpha$ 粒子に崩壊するしきい値エネルギー。逆コンプトンガンマ線はクーロン仮想光子に比べシャープな分布で効率よく $^{20}\text{Ne}$ を励起出来ることがわかる。

## 文部科学省 [先端研究施設共用促進事業トライアルユース 成果報告]

兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 ニュースバル放射光施設

### <実験結果>

$^{20}\text{Ne}$ が $5\alpha$ に崩壊するしきい値のエネルギーから4 MeV、8 MeV、15 MeV高いガンマ線のエネルギーで実験をおこなった。 $^{20}\text{Ne}$ から放出される数百keVから数MeVのエネルギーの $\alpha$ 粒子の1気圧の $^{20}\text{Ne}$ ガス中でのレンジは数cmしかないと、これらの粒子を検出するため、 $\alpha$ 粒子を検出するプラスチックシンチレータを可能な限りビームに近づける必要があるが、今回の実験ではガンマ線ビーム近傍にある低エネルギーの電子やガンマ線などのハロー成分のためトリガーレートを十分下げることが出来なかったため、現在このビームハローを分析し軽減する策を模索している。

### <今後の見通し>

光核反応による $\alpha$ クラスター状態の励起が確認できれば世界で初めての発見である。また理論の予想によれば $\alpha$ クラスター状態は大きな半径に拡散しているとされ、通常の核物質の密度の半分程度の密度をもつとされており、核物質の新たな相の研究につながると期待される。一方、実験技術的にはビームハローの軽減はガンマ線を用いた実験のデータの精度の向上に重要な寄与がある。

お問い合わせ先 兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所  
ニュースバル放射光施設 共用促進室  
〒678-1205 兵庫県赤穂郡上郡町光都1-1-2  
TEL : 0791-58-2543 FAX : 0791-58-2504  
E-mail : kyoyo@lasti.u-hyogo.ac.jp  
<http://www.lasti.u-hyogo.ac.jp/NS/>