

Orbital deflection of fragment  $^{39}\text{Cl}$  produced from  $^{40}\text{Ar}$  through  
projectile fragmentation process

入射核破砕過程は、不安定核生成に利用される核反応である。生成される破砕片の運動量および角度分布は Goldhaber モデル<sup>1)</sup>に代表される簡単なモデルとしてシミュレーション計算に組み込まれ、宇宙放射線中の重粒子成分から生成される二次粒子(破砕片)の影響などを予想する際に利用される。核破砕反応で生成される破砕片の角度分布は、Goldhaber モデルに基づく分布の広がり、入射核と標的核との間のクーロン斥力による軌道の偏向でほぼ説明できた<sup>2)</sup>。しかし、これらのモデルは、入射核と標的核の間にはたらく核力による偏向の寄与があまり考慮されておらず、クーロン斥力のみでの考慮では十分とは言えない状況であった<sup>3)</sup>。本研究では破砕片の偏向現象を解明するために、複数の標的と照射エネルギーで測定した破砕片の角度分布を解析し、軌道計算で予想した偏向角度と比較した。

量子医科学研究所の HIMAC 加速器で加速した  $^{40}\text{Ar}$  ビーム ( $E = 100, 200, 290\text{MeV/u}$ ) を 5 種類の標的(C, Al, Nb, Tb, Au)に照射し、1 核子剥ぎ取り反応で生成した破砕片  $^{39}\text{Cl}$  の角度分布を解析した。図 1 は測定結果と偏向現象がクーロン斥力のみとした場合(破線)と偏向現象がクーロン斥力と核力の効果を足し合わせた場合(実線)の軌道のシミュレーション計算の結果である。解析の結果、図 1 のように標的核の質量数とともに偏向角度( $\theta_x$ )が増加し、入射エネルギー( $E_i$ )が増加するごとに偏向角度が減少することが確認された。偏向現象がクーロン斥力のみとした場合のシミュレーション結果と実測値を比較すると、シミュレーション結果が過大評価していることが分かった。このことから核力の効果が引力的に働いていることが分かる。また、Furumoto 氏らによって表式化されたエネルギー依存性を持つ核ポテンシャル<sup>4)</sup>を用いて核力を計算し、クーロン斥力と核力の効果を足し合わせてシミュレーションを行うと、クーロン斥力のみとした場合と比較して実測値を高い精度で予測することができた。

以上のことからクーロン斥力に加えて核力の効果を取り入れることで、入射核破砕片の角度分布の予測精度を高めることができる。そして、高い宇宙船内での宇宙放射線の被ばくリスクの予想シミュレーションなどの精度の向上が期待できる。

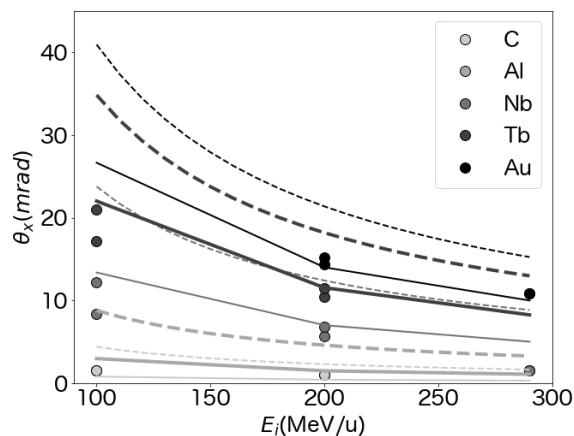


図 1. 測定した破砕片  $^{39}\text{Cl}$  の偏向角度とシミュレーション結果

## 文献

- 1) A.S.Goldhaber, Phys. Lett. 53B, 306 (1974)
- 2) H.J. Wollersheim *et al.*, Nucl. Instru. Meth. Phys. Res. A 637 (2005)
- 3) K. Meierbachtol *et al.*, Phys. Rev. C 85, 034608 (2012)
- 4) T. Furumoto *et al.*, Phys. Rev. C 85, 044607 (2012)