

【 1 】

氏 名 (本 籍)	さき が せ まさ じ 笹 ヶ 瀬 正 二 (静岡県)
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	博 甲 第 76 号
学 位 授 与 年 月 日	昭和55年 7 月 31 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 題 目	Angular Correlations between Heavy - Ions and Alpha Particles in $^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al}$ Collisions at 88 MeV ($^{16}\text{O}(88\text{MeV}) + ^{27}\text{Al}$ 衝突における重イオンとアルファ粒子との角相関)
主 査	筑波大学教授 理学博士 三 雲 昂
副 査	筑波大学教授 理学博士 眞 田 順 平
副 査	筑波大学助教授 理学博士 鹿 取 謙 二
副 査	筑波大学助教授 理学博士 香 村 俊 武

論 文 の 要 旨

最近、加速器及び測定器の進歩に伴って、重イオンによる核反応が盛んに研究されるようになって来た。特に軽イオン核反応でよく知られていた、直接過程と複合核過程の中間で、“深部非弾性衝突”と呼ばれる反応機構により、原子核が非常に高く励起されたり、多くの核子が移行する現象が見つかり、最近の重イオン核物理学の最も重要な研究対象となっている。

このような核反応は非常に重い入射粒子(質量数 $A \gtrsim 40$)を数百MeVまで加速し、重い($A \gtrsim 150$)標的核に衝撃することによって、盛んに研究されて来た。一方、軽い重イオン ($A \lesssim 20$) を百MeV前後で比較的軽い標的核 ($A \lesssim 50$) に照射させることによって類似の現象が起こることがわかって来た。

著者らは先に ^{16}O を ^{27}Al に照射し、非弾性衝突、多核子移行核反応を系統的に研究し、二体の核反応を仮定した時に、残留核は平均数十MeVにまで励起されることを発見した(深部非弾性衝突)。

この反応においてアルファ(α)粒子及び、入射粒子から α 粒子が移行したと考えられる ^{12}C の収率が、他の反応生成物に比して非常に大きいことを見出した。そこで α 粒子はどのような機構で放出されるかを追求することが、深部非弾性衝突の機構解明に重要な決め手となる。このことは反応生成物と α 粒子の角相関を調べることによって解決される筈である。

研究の狙いは、1) α 粒子放出を伴う反応が、各生成物の全体の収量に対して、どの位の割合を占

めるか、2) α 粒子の放出過程は、直接同時 3 体崩壊か、あるいは 2 体反応からの継続崩壊によるか、3) 継続崩壊の場合、どのような中間状態を経由するか、またどのような核構造を反映しているか、を調べることである。

実験は筑波大学加速器センターの 12 U D ペレトロン加速器からの 88 MeV $^{16}\text{O}^{7+}$ イオンを約 400 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の Al 箔に照射し、発生した ^3Li から ^8O までの生成物と α 粒子を同時測定した。3 組の Si 半導体検出器のカウンターテレスコープを用いて、粒子の検出・識別・エネルギーの測定を行った。重イオン生成物検出用カウンターテレスコープは、ビームに対して極角 θ を ^{16}O と ^{27}Al がかすり合う角度に近い $+20^\circ$ に固定し、 α 粒子用テレスコープは、反応平面内に $\theta_\alpha = \pm(5^\circ - 110^\circ)$ に回転した。また反応平面外での相関を求めるために、散乱槽全体をビーム軸の周りに回転し、収量の方位角 ϕ 依存性を調べた。カウンターからの信号は、6 次元の情報としてコンピュータでオンライン処理した。

実験結果の概要は以下の通りである。

- 1) 反応平面内及び反応平面外の重イオン生成物と α 粒子の角相関により、O, N, C, B が一つ放出される時に、 α 粒子はそれぞれ約 0.6, 0.3, 0.6, 0.6 と高い生成率を示した。また α 粒子は、入射 ^{16}O ビームから見て、重イオン生成物と反対側に多く放出されることを見出した。
- 2) C と α の同時測定から、 ^{12}C 及び ^{27}Al がそれぞれ基底状態に残る終状態が最大の収率を示した。 α 粒子は、直接同時 3 体崩壊に基づくものではなく、2 体の継続崩壊に基づく過程が主であることがわかった。特に θ_α の小さい前方では先ず入射 ^{16}O が励起して、次いで α 崩壊をする過程 ($^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al} \rightarrow ^{16}\text{O}^* + ^{27}\text{Al}, ^{16}\text{O}^* \rightarrow ^{12}\text{C} + \alpha$ ①) が主要な反応機構であること、更に $^{16}\text{O}^*$ の励起エネルギーが 10, 11.6, 13.2, 15.2, 16.2, 21 MeV に対応して α 粒子放出幅の大きい状態 (群) の存在が検証された。後方角 ($\theta_\alpha \gtrsim 40^\circ$) では、先ず、入射粒子 ^{16}O から標的核への α 粒子移行が起って、 ^{31}P の励起状態を形成し、次いで、 $^{31}\text{P}^*$ から α 粒子が放出される過程 ($^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^{31}\text{P}^*, ^{31}\text{P}^* \rightarrow ^{27}\text{Al} + \alpha$ ②) が可成りな役割を演ずることが分かった。

一方 O と α の同時測定の結果からは、 θ_α の小さい前方では、先ず ^{16}O から α 粒子移行が起り、 $^{20}\text{Ne}^*$ を形成し、次いで $^{20}\text{Ne}^*$ が α 粒子を放出する過程 ($^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al} \rightarrow ^{20}\text{Ne}^* + ^{23}\text{Na}, ^{20}\text{Ne}^* \rightarrow ^{16}\text{O} + \alpha$ ③) が主要な反応機構であること、更に $^{20}\text{Ne}^*$ の励起エネルギーが 8.7, 12.0, 15.2, MeV 附近に α 粒子放出幅の大きい状態 (群) が存在することが検出された。

審 査 の 要 旨

著者は、88 MeV $^{16}\text{O} + ^{27}\text{Al}$ の核反応において、主要な役割を演ずる“深部非弾性衝突”の反応機構の追求という困難な問題に挑戦し、見事に解明した。

すなわち、この反応においては、1) 重イオン生成物生成に α 粒子放出が伴う過程の割合が非常に大きいこと、2) α 粒子は重イオン生成物と同時に 3 体反応で放出されるのではなく、主として 2 体反応からの継続 α 崩壊に基づいて生成されること、3) 中間状態として、 ^{16}O 、 ^{20}Ne 等の高い励起状

態で、 α 放出幅の大きい中間状態（群）を発見したこと等である。

先に外国で 65 MeV ^{16}O を用いて、同じ反応での同種の研究が行われたが、 $\text{C}-\alpha$ の角相関で $^{31}\text{P}^*$ を経由する過程（②）のみしか見つかっていなかった。

著者は周到な準備により、この研究を進め、他のグループの研究より遙かによりエネルギー分解能での研究を行うことにより、種々の過程の中間状態をはっきり識別することができた。

またデータ処理としては、6次元のオンライン情報処理法を開発し、これにより、複雑な多くの情報を処理することができた。

以上のように、著者は技術の面からも、核物理学の観点からも新分野を開拓し、この業績は既に国際的にも多くの反響を呼び、高く評価されている。

よって、著者は理学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。