

# 論文審査の結果の要旨

氏名 渡邊 裕

本論文（「 $^{27,29,31}\text{Al}+^{197}\text{Au}$  の核融合反応励起関数の測定」）は、クーロン障壁以下のエネルギー領域における重イオン核融合反応での中性子の役割を明らかにした研究である。特に、中性子過剰 Al 同位元素のクーロン障壁以下で融合反応断面積に大きな増大があることを実験的に見出した。そしてこの増大が、単純なポテンシャルバリア透過や非弾性散乱ではなく、主に中性子移行反応の寄与によることを示した。つまり、中性子過剰核のクーロン障壁以下の核融合反応では、中性子移行反応が融合反応の誘引となることを明らかにした。

本研究実験は、理化学研究所加速器研究施設の R I ビーム分離器 (R I P S) を用いて、中性子過剰不安定核ビーム  $^{29,31}\text{Al}$  を生成分離し、Au 標的の置かれた反応検出器に入射して行われた。 $^{27,29,31}\text{Al}+^{197}\text{Au}$  の核融合反応から生成される 2 つの核分裂片を同時測定し、融合反応断面積を導出した。ここで、薄い Au 箔の標的を複数用いることにより、同反応の励起関数を一度に計測することを可能とした。2 つの核分裂片の同時測定には、エネルギー損失を最小限にした 2 層の MWPC を駆使して行った。また、入射核様核破碎反応から生成した二次ビームはエネルギー分解能が良くないが、TOF 測定や標的の多重化などで励起関数の十分なエネルギー精度を得ることに成功している。

得られた三核種の核融合反応励起関数は、中性子過剰核  $^{29,31}\text{Al}$  の断面積が安定核  $^{27}\text{Al}$  のそれに比べて、クーロン障壁以下のエネルギー領域で、はるかに大きな値を示すことを実験的に示した。三核種の実験値はともに、量子トンネル効果や集団運動励起では説明できない断面積の増大機構が関与していることが分かった。中性子移行反応の寄与を Stelson の現象論的モデルで解析を行い、断面積の増大の主要な部分を説明できることを示したが、中性子のより過剰な  $^{29,31}\text{Al}$  では、Stelson のモデルでは、尽くせない増大があることが分かった。

結論として、重イオン物理の核融合反応の研究を中性子過剰不安定核を利用することで、分離エネルギーの広い範囲で研究することを可能とし、核融合反応のメカニズムを解明する上で、中性子の役割を明らかにする重要な手がかりを得た。特に、中性子過剰核のクーロン障壁以下では、中性子移行反応が強く融合反応を誘引することを初めて系統的に見出し、低エネルギー領域における核融合反応機構研究に新しい知見を得た。

なお、本論文は、理化学研究所 R I P S グループの共同研究の一環であるが、論文提出者が主体となって、実験の立案から、遂行、データ解析、及び理論解析まで、一貫して行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断できる。

以上より、博士（理学）の学位を授与できると認める。