

受賞対象者：田中 純貴

対象論文：

Formation of α clusters in dilute neutron-rich matter

Science 371 (6526), 260-264 (2021)

受賞理由：

原子核は、陽子と中性子(核子)で構成され、陽子、中性子それぞれに一体型の引力ポテンシャル(核力場)が形成される。核力場の中の低いエネルギー準位を核子が順次専有し(殻模型)、陽子・中性子がそれぞれの最外殻準位を完全に占めた状態(2重閉殻)が「安定の谷」近傍で丸い形状を取る。この原子核形状は、閉殻から離れたり、励起状態を取ることで様々に変化する。一方、陽子2個と中性子2個のヘリウム4原子核(α)は、核子あたりの束縛エネルギーが特異的に大きく、高い中心密度を持つ。このため、中重核では原子核中に α が準粒子(クラスター)として形成される。他方、中性子過剰核では、原子核表面に余剰「中性子スキン」や大きく広がった「中性子ハロー」が形成される。

田中氏は、原子核表面の中性子過剰・低密度核物質内でのクラスター形成機構を調べるため、錫原子核の一連の同位体標的に陽子を照射し($p, p\alpha$)反応の励起エネルギースペクトルを前方の陽子・ α それぞれに特化したダブルアームスペクトロメータで系統的に観測した。この結果、アルファが極めて低い励起エネルギーで原子核表面から乖離するという現象を発見した。また、原子核表面で α クラスターがどのように発現するかという理論計算と比較し、中性子数が大きくなるに従って α 乖離の反応断面積が小さくなる依存性が見事に再現されることを確認した。これは、原子核表面には従来の中性子スキン・ハローだけでなく、 α もクラスターとして実在し、原子核表面の中性子分布と共存・競合していることを初めて示す成果であり、原子核の対称エネルギー項など原子核の俯瞰的理解に大きく貢献するものである。

田中氏はこの成果を基盤にして、原子核表面で α だけでなく重陽子、ヘリウム3などの粒子相関がどのように生まれるかに関する、より詳細な実験研究の実現を目指している。

2021年10月21日

原子核談話会若手賞選考委員会