

相関分野

概要

原子核構造を決定する要素として相関は大きな役割を果たしているが、不安定核において期待される相関の変化や新しい相関の現れを通し、相関の理解を深める。
変形は相関のひとつだが、クラスター相関などの多体相関がエキゾチック変形などとも密接に関係する可能性がある。

対相関

弱束縛系における $T=1$ の対相関について

対相関が低密度核で変化し BEC-LIKE な中性子クラスターを形成する可能性がある。

原子核密度領域で対相関は BCS-like なものとなり、相関する二つの核子は空間的には広がっていると考えられている。密度依存性をもつ対相互作用を導入し、二つの中性子の空間的な相関を見ると低密度領域では二中性子が近距離に存在する確率が大きくなることが示され、中性子密度が低くなる表面領域にダイニュートロン相関が強く表われることが示唆されている。

ダイニュートロンは高い角運動量成分を持っているとされ、ソフトダイポールには非常に外側まで広がるダイニュートロンの寄与が大きいと示唆された。

ソフトダイポールからの二中性子崩壊や、二中性子移行によるソフトダイポールの実験的研究は二核子相関についての情報を与えるであろうと提案されている。

密度依存対相互作用を使ってダイニュートロン相関を研究。

Borromean nuclei (^{11}Li , ^6He) では二中性子間の角度が小さいものが clear に見える。一方 ^{24}O ではそのような分布は見られなかった。

ダイニュートロンの $E1$ への寄与は LS-coupling scheme では $S=0$ を示唆している。

^{24}O でのクーロン分解反応を測定し ^{11}Li との差異を見るのは面白いかも

中性子過剰核でのダイニュートロン相関が $E1$ PIGMY RESONANCE を増大しうる。

二中性子ハロー核のダイニュートロンを観測するにはどうすればよいのか。

低エネルギーのクーロン分解で見えているのは FINAL STATE INTERACTION の効果であり基底状態のダイニュートロンは見えていないという説もある。

N=Z核で影響を及ぼすと考えられる T=0 の相関

テンソル相関とも関係するはず

短距離相関・テンソル相関 (ONG)

これまでの原子核構造や反応は、短距離斥力やテンソル力が組み込まれた中心力とスピン・軌道力で記述され、実験データの理解に向けて一定の成功を収めてきた。しかし、最近中性子過剰核の研究から、テンソル力の寄与が無視できない可能性が明らかになってきた。今後の十年間、如何に短距離斥力・テンソル力を陽に取り出して核構造・反応を記述し、かつ実験で検証できるか、重要な課題となるであろう。

核子間に働く短距離斥力及びテンソル力は、総運動量ゼロで、高運動量を持った核子対をもたらす。最近、JLABやBrookhavenにおいて、(e,e'pN)や(p,ppN)反応を用いた実験が精力的に行われ、高運動量を持ったpn、pp対の測定から原子核内の核子間短距離相関及びテンソル相関について議論が展開されている。一方、RIKEN及びRCNPでは、(p,dN)や(p,d)反応を用いて、テンソル相関を直接にプローブする試みが始まっている。今後、RCNPでは、200 -- 400 MeVの陽子ビーム及び偏極陽子ビームを用いた(p,pN)、(p,dN)反応、また、RIBFでは、200 -- 300 MeV/nucleonの不安定核ビーム及びSCRITを用いた(p,pN)、(p,dN)、(e,e'pN)反応などによって、テンソル相関・短距離相関の研究が一層進むと期待できる。

現実的な核力から出発する第一原理計算及び短距離斥力・テンソル力を陽に取り扱うUCOM、TOSM等の理論の台頭、及び上述した実験が短距離相関・テンソル相関への理解を促進し、分光学的因子のクエンチング問題、核力を記述するための核子自由度の限界、そして、中性子星の内部構造・ダイナミクスに新たな手掛かりを与えるであろう。

クラスター

不安定核に特有なアルファクラスター状態はあるか？

分子状態のようなものは？

宇宙の元素合成との関わりについて。(寺西)

不安定核における α クラスター共鳴状態は陽子過剰側では(a,p)反応、中性子過剰核側では(α ,n)反応の反応率を増大させる可能性がある。これらの反応は高温環境（超新星爆発、X線バースト）で重要となる。（低い温度ではクーロン障壁のため反応率が低い、不安定核もできない）これらの反応は重い核ではクーロン障壁のため重要でなくなるが $A < 60$ くらいまでは、重要である可能性がある。

不安定核の α 共鳴を調べるため低エネルギーRIビームを用いた実験が行われつつある。本格的な測定としては、陽子過剰核側では数例(CRIBなどで)測定されはじめており中性子側の測定は $^8\text{Li}(\alpha, n)$ が国内外の施設で測定されたが、他はほとんどなされていない。

今後、低エネルギーRIビームと ^4He アクティブ標的の高度化によりこれらの反応測定の進展が期待される。

最近、3体反応理論（緒方さん）の進展とともに再注目されている 3α 反応について。高温における 3α 反応ではホイル状態より高いエネルギーの共鳴の寄与が無視できない可能性があり、実験・理論的調査が必用（定量的には自分ではあたっていません）。