

第一原理計算で新しいハイパー核の存在を予言

研究者所属・職名：
九州大学・理学研究院・教授

ふりがな ひやま えみこ

氏名：肥山 詠美子

主な採択課題：

- [基盤研究\(B\)「ダブルストレンジネス核の精密構造研究とその相互作用の決定」\(2016-2019\)](#)

分野：理論核物理

キーワード：少数多体系物理、ハイパー核、バリオン間相互作用

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

これまでの核物理学は、新しい核（中性子と陽子で構成）を発見すること、すなわち核図表を拡げることを一つの目標としている。これにさらに図1のように新しい量子数—ストレンジネス（奇妙さ）—を第3軸に加えた3次元核図表を構想し、その拡大を狙っているのが、最近の核物理の最前線の一つであり、そのことが日本で誇る加速器施設J-PARCの主要なねらいの一つである。この目的を達成するために、強力な少数多体系計算法の一つであるガウス展開法を用いて、未発見のハイパー核を理論的に予言しようというのが、私の研究の大きな目的である。

●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

研究目的を達成するためには、信頼のおけるハイペロン—核子間相互作用を使用する必要があった。しかしながら、これまででは、相互作用には不定性が大きく、予言に至ることが難しいのが現状であった。近年、スーパーコンピュータ「京」の登場に伴い、第一原理計算の観点から、信頼のおける相互作用の提供が可能になることによって、ようやく未発見ハイパー核の存在の予言ができるようになった。

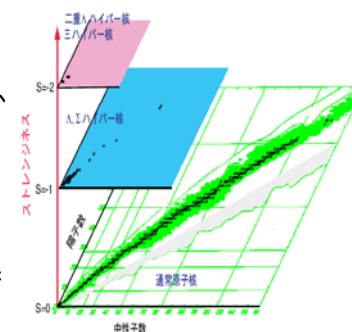


図1 3次元核図表

第一原理計算で新しいハイパー核の存在を予言

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

原子核物理の大きな研究目的は、バリオン間相互作用の統一的理解と核図表の拡大である。バリオンは、原子核を構成する中性子、陽子（総称して核子Nと呼ぶ）の他に、ラムダ（ Λ ）、シグマ（ Σ ）、グザイ（ Ξ ）とよばれる、ストレンジクォークを含む粒子が存在する。このバリオン間相互作用の研究のために、原子核の中に Λ 粒子を付加したできた Λ ハイパー核を実験で生成し、その束縛エネルギーを求めることにより、 Λ -核子間相互作用を決定してきた。現在の緊急かつ重要な課題の一つは、原子核に Ξ 粒子を付加した Ξ ハイパー核の中で一番軽い束縛するものは何かということである。この問いに答えるべく、信頼のおける格子QCD理論に戻づく Ξ -核子間相互作用を用いて、 $\Xi NN, \Xi NNN$ の3体・4体構造研究を行った。その際、九州大学で発展させてきたガウス展開法とよばれる第一原理計算法を活用した。その結果、 ΞNNN の4体系に束縛状態が存在することが分かり、束縛する Ξ ハイパー核は $NNN\Xi$ であること、この ΞNNN の4体系は、重イオン反応実験によって生成されることを指摘した。この研究は、2020年にphysical review letters誌に掲載された。

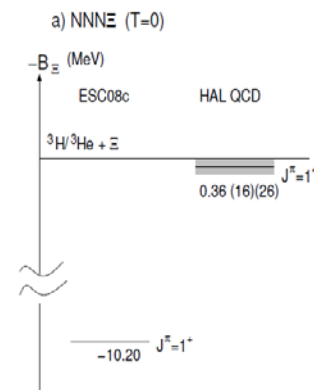


図2 NN Ξ のエネルギー準位

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

ΞN 相互作用はこれまでに引力であることはわかっていたが、この研究により、 ΞN 相互作用の引力の詳細がより明解になった。近年、重力波の研究によって、中性子星の半径、最大質量が次々の明らかになっている。この研究には、 Λ 粒子や Ξ 粒子が含まれている可能性もあり、これらの一連の Ξ -核子間相互作用の研究により、中性子星の研究がさらに発展する。本研究は核物理だけに宇宙物理への波及効果も大きい。