

学 位 論 文 題 名

DOUBLE STRANGENESS FIVE—BODY SYSTEM

(二重ストレンジネスの5体系)

学位論文内容の要旨

ストレンジネス-2のハイパー核は、グザイ・核子間及びラムダ・ラムダ間の相互作用についての情報を与えてくれる唯一のものである。二重のストレンジネスの系を多量に得るためには、エマルジョンの実験からカウンターの実験にうつることが必要となってくる。その際、核反応 ${}^6\text{Li}(\text{K}^-, \text{K}^+ \text{n})$ は、カウンター実験でストレンジネス-2のハイパー核を生成するのに適していると思われる。この反応で生成されるストレンジネス-2の5体系においては、アルファ+グザイのしきい値がトリトン+ラムダ+ラムダのしきい値の近くまで降りてきて、それらの差はわずかに8.51 MeVとなる。

我々は、トリトン・ラムダ・ラムダとトリトン・陽子・ラムダの2つの3体系における束縛状態と共鳴状態の両方を、複素回転法を用いることによって取り扱う。ラムダ・ラムダ間及びグザイ・核子間の相互作用としては、ナイメゲンの模型Dポテンシャルに基づいてつくられた新村のポテンシャルを使う。

我々の計算から、トリトン+ラムダ+ラムダのしきい値から6.3 MeV下に ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ の束縛状態が存在することが見いだされた。グザイのチャンネルにおいては、アルファ+グザイのしきい値から1.7 MeV下に ${}^5_{\Sigma}\text{H}$ の束縛状態があらわれる。この状態におけるアルファとグザイ間の平均距離は4.0 fmである。一方、これに対応する原子の1s状態の平均距離は24.0 fmである。したがって、この状態は、クーロン相互作用が重要であるにもかかわらず、その大きさから判断して、原子状態ではなく原子核状態であるといえる。

上に述べたグザイハイパー核状態は、トリトン+ラムダ+ラムダのチャンネルと ${}^4_{\Lambda}\text{H}$ +ラムダのチャンネルに対して開いているので、最後にはこれらのチャンネルへ崩壊していく。この状態の転換幅を求めてみると 0.2 MeV ときわめて小さいものであることがわかった。また、基底状態 ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ におけるグザイ成分の混合も小さく、わずか 1% であった。これらの結果は、2つのチャンネル間の結合が、それらのしきい値に近いにもかかわらず、弱いことを示している。このときの結合ポテンシャルは、グザイ・陽子がラムダ・ラムダに転換することによるものであり、グザイ・陽子のスピン一重状態にのみ存在するものである。 ${}^5_{\Sigma}\text{H}$ の系においては、スピン及び荷電スピンの一重状態の重みはわずかに $\sqrt{2}$ 分の 1 であり、このことが結合ポテンシャルを弱くしている。我々は、 ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ をほぼラムダ・ラムダの純粋状態とみなしてよいことをあきらかにした。

さて我々は、ストレンジネス-2 の 5 体系において、幅の狭いグザイハイパー核の状態が、強い相互作用とクーロン相互作用の協力によってあらわれることを示した。

このグザイハイパー核形成の機構は重い核において興味ぶかい効果をもたらす。例えば、ウランウム・グザイの系においては、グザイハイパー核状態がラムダハイパー核+ラムダのしきい値より下にくる可能性がある。そのようなグザイの状態は、最終的に二重ラムダハイパー核か H ダイバリオンのハイパー核の基底状態へと移行する。すなわち (K^- , K^+) 反応によってグザイ状態をつくり、それを通してストレンジネス-2 のハイパー核を生成する道が開けることになる。この反応の断面積は約 2 ub/sr である。

二重ラムダハイパー核において、ラムダ+ラムダは核子+シグマへ弱崩壊する。 ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ 状態からアルファ+シグマへの弱崩壊は、単色高エネルギーのシグマ粒 Λ 子を放出する。一方トリトン+陽子+シグマの 3 体終状態への弱崩壊はシグマ粒子の連続スペクトルを示す。このように、非連続なエネルギー (82.5 MeV) をもったシグマ粒子は、ラムダ・ラムダハイパー核生成の明確な証拠となる。この弱崩壊の基底状態への分枝比は全体の 5.5% であると計算される。

以上、ストレンジネス-2 の 5 体系の種々の特質を理論的にはじめて明らかにすることができた。結論は、以下のように要約できる。

- 1) ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ 状態は、グザイ成分の混合がわずか 1% と小さく、ほぼ純粋なラムダ

・ラムダ状態である。

- 2) クーロン相互作用と強い相互作用の協力により、転換幅の小さいグザイ状態 ${}^5_{\Lambda}\text{H}$ が存在する。この状態は、ハイパー原子の状態ではなく、ハロー構造をもったハイパー核の状態である。
- 3) 重い核においては、 (K^-, K^+) 反応でグザイ状態を生成し、それを経由して、ストレンジネス - 2 の基底状態をつくる道がある。
- 4) ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ の生成は、弱崩壊の結果生じる高エネルギーのシグマ粒子を測定すれば、ユニークに同定できる。

学位論文審査の要旨

主 査	教 授	石 川 健 三
副 査	教 授	村 岡 光 男
副 査	助教授	藤 井 寛 治
副 査	助教授	赤 石 義 紀
副 査	助教授	和 田 宏
副 査	講 師	加 藤 幾 芳

学 位 論 文 題 名

D O U B L E S T R A N G E N E S S F I V E - B O D Y S Y S T E M

(二重ストレンジネスの5体系)

ストレンジネス-2 のハイパー核は、グザイ・核子間及びラムダ・ラムダ間の相互作用についての情報を与えてくれる貴重な存在である。この二重ストレンジネスの系を多量に得るためには、今までのエマルジョンからカウンターの実験にうつることが必要である。核反応 ${}^6\text{Li}(K^-, K^+ n)$ は、上記の目的のカウンター実験に適していると思われる。そこで、この反応で生成されるストレンジネス-2 の5体系の性質の解明が待たれていた。

申請者は、この5体系をトリトン・ラムダ・ラムダとトリトン・陽子・ラムダの2つのチャンネルの結合系ととらえ、複素回転法を用いることによって束縛状態と共鳴状態の両方を同時に扱うことに成功した。理論的計算に現われるラムダ・ラムダ間及びグザイ・核子間の相互作用としては、中間子論に基づいてつくられた現実的なポテンシャルを用いた。以下に結果の概要を述べる。

本論文は、ストレンジネス-2 の5体系に2つの特徴ある状態が存在することを明

らかにした。その一は、トリトン・ラムダ・ラムダのチャンネルで、しきい値から6.3 MeV下にあらわれる ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ の束縛状態である。この基底状態は、グザイ成分の混合がわずか1%と少なく、ほぼ純粋なラムダ・ラムダ状態とみなしうる。その二は、グザイのチャンネルで、アルファ・グザイのしきい値から1.7 MeV下にあらわれる ${}^5_{\Xi}\text{H}$ の共鳴状態である。この状態は、クーロン相互作用が重要であるにもかかわらず、アルファとグザイ間の平均距離4.0 fmから判断して、原子状態ではなく原子核状態である。このグザイハイパー核状態は、トリトン・ラムダ・ラムダのチャンネルへ崩壊するが、その転換崩壊幅は0.2 MeVときわめて小さいものであることが示された。

申請者は、さらに強い相互作用とクーロン相互作用の協力によるグザイハイパー核形成の機構が、重い核において興味ぶかい効果をもたらすことを指摘した。すなわち、ウランウム・グザイの系においては、グザイハイパー核状態が最終的に二重ラムダハイパー核かHダイバリオンのハイパー核の基底状態へと移行する。このことは、 (K^-, K^+) 反応によってグザイ状態をつくり、それを通してストレンジネス-2のハイパー核を生成する方法があることを示している。また、研究は、二重ラムダハイパー核の弱崩壊へも及んでいる。 ${}^5_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ 状態からアルファ+シグマへの弱崩壊は、単色高エネルギーのシグマ粒子を放出する。この不連続な高エネルギーのシグマ粒子は、ラムダ・ラムダハイパー核生成の同定に役立たせることができる。

以上、申請者の研究は、ストレンジネス-2の5体系の種々の特質を理論的にはじめて明らかにしたもので、この分野の今後の発展に重要な寄与をなすものと評価される。本論文の内容は、国際会議に報告されて高い評価を得ており、まもなく学術誌に掲載・公表される。

審査員一同は、主論文と参考論文(4編)の内容、および外国語、学力認定各試験の結果を検討し、申請者が博士(理学)の学位を得るに充分の資格があるものと認めた。