



シーズ名

原子核反応の微視的理論、
原子核反応を用いた中性子星内部の高密度核物質の探索

氏名・所属・役職

櫻木 弘之 理学系研究科 数物系専攻・教授(副学長)

<概要>

【中性子星とは】

宇宙に輝く多くの恒星のうち、重さが太陽の8倍以上の星は、進化の最終段階で「**超新星爆発**」を起こし、その中心に「中性子星」や「ブラックホール」が出来ることが知られています。中性子星は、巨大な星を極限まで圧縮した「超高密度天体」で、その**密度は5億トン/cm³以上**という想像を絶するものです。実は、この密度は、原子の中心にある「原子核」(直径が100兆分の1以下)のもつ密度(約3億トン/cm³)と同程度で、中性子星は、いわば、直径10kmの「**巨大な原子核**」といえます。中性子星は、電波天文学、X線天文学、ニュートリノ天文学の様々な観測で少しずつその正体が明らかになりつつありますが、未だにその内部がどのような状態なのかはほとんど謎のままです。

【地上での原子核反応で中性子星の内部状態を調べる】

中性子星の内部を直接観ることは出来ませんが、中性子星と同程度の密度をもつ原子核同士を、地上の実験室で加速して衝突させ、局所的に中性子星の内部と同じような状態を一瞬だけ作りだすことが可能です。この原子核同士の衝突現象を精密に測定し、測定結果を原子核反応の理論を用いて分析することによって、中性子星内部の核物質の密度や圧縮率、エネルギーなどの情報を得ることが可能になります。

具体的には、一例として、中性子星内部の密度とエネルギーの関係(飽和曲線)が異なる二つのモデル(右図上)を用いて、酸素16(¹⁶O)の原子核同士の弾性衝突反応を理論的に計算し、これを同じ反応の実験データと比較(右図下)することで、中性子星の内部状態を表すどのモデルが正しいかを判定することが可能になります。

<アピール・ポイント>

【生命は超新星爆発がなければ生まれなかった】

元素の種類は原子核で決まります。この原子核の研究は、超マイクロな物質の存在形態の探る学問であると同時に、超マクロな宇宙の姿を解明する鍵を握る学問でもあります。生命や地球環境に不可欠な身近な元素(水素、酸素、炭素、窒素、ナトリウム、鉄など)はもちろん、あらゆる元素は宇宙で合成されました。つまり**原子核を研究**することは、我々の住む**地球や生命の起源を調べる**ことでもあるのです。

137億年前の**宇宙のビッグバン**で生まれた水素とヘリウムを種にして、星の中での核融合反応により、炭素、窒素、酸素、ケイ素、カルシウムと順に合成され、鉄まで合成が進んだところで、星は超新星爆発を起こします。この超新星爆発で、それまで合成された炭素や酸素などの多くの元素が宇宙にばらまかれ、それが集まって出来たのが我々の地球であり生命体です。同時に、爆発後に中心に残ったのが、超高密度天体の中性子星やブラックホールなのです。また、金、銀、鉛、ウランなどの重たい元素は、この超新星爆発を引き起こした原子核反応(化学反応ではない!)によって合成されたのです。

【「超マイクロの原子核」と「超マクロの宇宙」を繋ぐ原子核物理学】

超新星爆発による中性子星の研究と、生命を形作る身近な元素の起源を調べることは、一つなのです。いわば、「超マイクロ」の原子核の世界と、「超マクロ」の宇宙とは、密接につながっているのです。

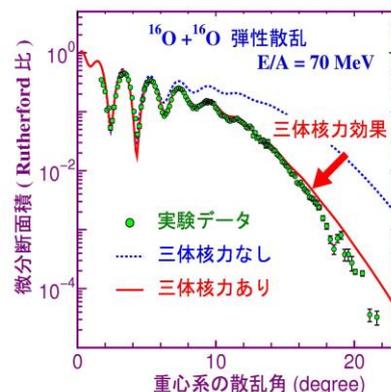
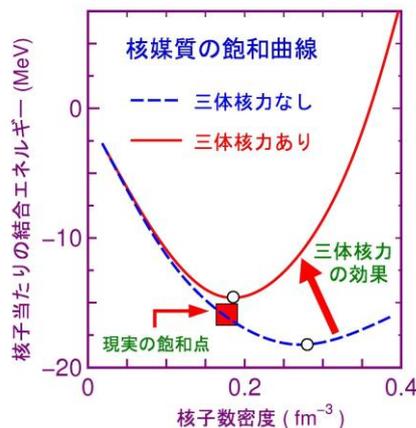
<関連するURL>

<http://www.sci.osaka-cu.ac.jp/newsletter/Newsletter2011.pdf>

<https://academic.oup.com/ptep/article/2016/6/06A106/2594768?searchresult=1>

<https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.80.044614>

<https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.94.044620>



キーワード

原子核反応、有効核力、中性子星、高密度核物質、超新星爆発、元素の起源