OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study of the Solar Nuclear 3He(3He,2p)4He Reaction by OCEAN
Author(s)	小森, 雅孝
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3183685
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【16】

氏名	小森雅孝
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 15813 号
学位授与年月日	平成12年12月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Study of the Solar Nuclear $^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$ Reaction by OCEAN （OCEANによる太陽内$^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$核反応の研究）
論文審査委員	（主査） 教授 岸本 忠史 （副査） 教授 永井 泰樹　教授 土岐 博　助教授 板橋 隆久 助教授 藤原 守

論文内容の要旨

太陽内でのエネルギー生成、ニュートリノ強度、原子核生成を理解するためには、太陽内での熱核融合反応生成率を正確に知ることは非常に重要である。これらの熱核融合反応の散乱断面積は、標準太陽模型のパラメータの1つであり、それを精度良く測定することは非常に重要である。しかし、クーロン斥力のためこれらの反応の散乱断面積は、その反応エネルギーの減少とともに急激に減少する。$^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$反応の太陽内実効エネルギー領域（E_{cm}=17-27keV）での散乱断面積は$10^{-36}cm^{2}$程度と予想されており、その測定は非常に困難である。

本研究は、太陽内熱核融合連鎖反応の1つである$^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$反応の散乱断面積を太陽内実効温度領域で精度良く測定するための実験装置の開発、及びその断面積の測定が目的である。実験装置（OCEAN）はECRイオン源、多重ビーム引出し電極、双極電磁石及び四重極電磁石からなるビーム輸送システム、窓なしガスターゲット、差動排気システム、ガス純化及び循環システム、ビームカロリメーター、そして、ΔE-E型大面積半導体検出器システムで構成されている。OCEANは$^{3}He^{1+}$ビームで1.2mA、$^{3}He^{2+}$ビームで130μAもの大強度ビームを生成することができ、低断面積測定に対して非常に有利な実験装置である。またビームエネルギーに関しては最大100keVまで出力可能であり、既存の実験装置では精度良く測定することが不可能であったエネルギー領域（E_{cm}25-50keV）での測定が可能である。

この大強度実験装置OCEANを用いて、$^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$反応の散乱断面積を、重心系エネルギーで39.3、41.3、43.3、45.3keVでそれぞれ測定した。$^{3}He^{2+}$ビームを用いて実験は行なわれ、そのビーム強度は約100μAである。測定時間はそれぞれ約1日である。得られた結果はそれぞれ、3.41、5.79、9.19、14.8（$\times 10^{-33}cm^{2}$）である。この結果はこのエネルギー領域の既存の実験結果と一致している。そして大強度実験装置OCEANの開発の成果により、統計誤差は既存のデータの30%程度までに減少することに成功した。また、反応エネルギー、ビーム強度、ターゲット厚、並びに検出効率に関しての系統誤差を正確に評価した。系統誤差は既存の実験と同程度もしくはそれ以上の精度での測定が可能であることが明らかとなった。

今回の実験結果から、太陽内実効温度領域での散乱断面積の測定の展望が開けた。OCEANの大強度ビームを用いることによって、$10^{-36}cm^{2}$と予想されている$^{3}He(^{3}He, 2p)^{4}He$の散乱断面積の測定が1カ月程度の測定時間で統計誤差10%程度の精度で測定できる見込みである。しかし、そのためには電気ノイズまたは宇宙線が原因と思われる、バックグランド事象の改良が必要であることが明らかとなった。

論文審査の結果の要旨

本研究は、太陽内熱核融合$^{3}He(^{3}He,\ 2p)^{4}He$反応の散乱断面積を39.3keVから45.3keVのエネルギー領域で精度良く測定したもので、太陽ニュートリノ問題の解明に向けた意欲的な実験として注目される。特に、本研究により高エネルギー領域から太陽内実効エネルギー領域まで連続性を維持した高精度測定の展望を開いたことは、天体核現象の解明に意義が大きく、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。