

Title	A Solution to the Solar Neutrino Problem by Matter-Enhanced Neutrino Oscillations at KAMIOKANDE-II
Author(s)	福田, 善之
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3060112
DOI	10.11501/3060112
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	福田善之
博士の専攻	物理学
学位記番号	第 10113 号
学位授与年月日	平成 4 年 3 月 25 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	A Solution to the Solar Neutrino Problem by Matter-Enhanced Neutrino Oscillations at KAMIOKANDE-II (カミオカンデー II におけるニュートリノ物質振動による太陽ニュートリノ問題の解)
論文審査委員	(主査) 教授 長島 順清 (副査) 教授 高杉 英一 教授 吉川 圭二 教授 宮本 重徳 教授 江尻 宏泰

論文内容の要旨

KAMIOKANDE-II (KAM-II) は水チェレンコフ型検出器であり、1987年初頭から1990年4月まで太陽ニュートリノの観測を行なってきた。この1040日分のデータから得られた太陽ニュートリノのフラックスの値は、標準太陽模型から期待される値で規格化すると、 0.46 ± 0.05 (統計誤差) ± 0.06 (系統誤差) 倍であり、 ^{37}Cl 実験の観測値の平均 (0.29 ± 0.04) より約60%大きい。フラックスが期待値よりも少ないという「太陽ニュートリノ問題」は確認された。しかも、二つの実験結果を詳細に解析すると、標準太陽模型の不定性 (太陽の中心温度を下げる) では説明が困難であり、ニュートリノの知られていない性質に関係があると考えられている。

ニュートリノは電氣的に中性で、質量も磁気能率も0と素粒子の標準模型は予言している。もし、ニュートリノにそのような特性があれば、太陽ニュートリノの問題の解が幾つか存在する。その中でも、ニュートリノ物質振動 (MSW効果) は、ニュートリノに質量がり、太陽中の電子との散乱を通して他のフレーバーのニュートリノに遷移するという解である。KAM-II検出器は、ニュートリノの電子散乱による反跳電子のエネルギースペクトルを測定している。MSW効果では、フラックスの量と共にエネルギースペクトルにも制限を与える。今回の解析では7.5MeV以上の電子のエネルギースペクトルをMSW解の検定に用いた。太陽中心で生成された電子ニュートリノが、検出器に達した時にそのままである確率の計算は正確な数値積分を用い、検出器に測定されるエネルギースペクトルはシミュレーションで得られた。また、地球内物質によって電子ニュートリノが再生成される効果も考慮した。MSW機構の異なるパラメーター ($\sin^2 2\theta$, Δm^2) (θ は混合角, Δm^2 は固有質量の二乗差である) について解析を行なった結果、断熱解の領域を除外でき、また地球効果による夜間のニュートリノフラックスの増加が観

測されなかったことから、混合角 θ の領域の一部も除外できたが、最終的に非断熱解と混合角の大きい領域は許されている。

^{37}Cl 実験とKAM-IIの両方の結果をまとめると断熱解は完全に否定され、非断熱解にも制限を与えることができた。また、 ^{71}Ga 実験(SAGE)がニュートリノフラックスに対する上限値を与えたが、既存の許容領域に対して大きな制限は与えられなかった。しかし、スーパー神岡実験が開始されれば、エネルギースペクトルの精密測定により、MSW解に最終的な解を与えることができるであろう。

論文審査の結果の要旨

本実験は、カミオカンデII測定器による1040日間の太陽ニュートリノ観測データを解析し、ニュートリノが物質中で $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$ に変わるMSW効果を調べたものである。方向と飛来時間、エネルギーが測定できる利点を活かして、断熱解を否定し、又、日中と夜間データの差をも見るなど、世界でここだけが提供し得る結果を出した。その手法はユニークなものであり、得られた混合角-ニュートリノ質量差の許容値は太陽ニュートリノ問題に一つの解を与えるばかりでなく、大統一理論上大きな知見をもたらした。よって博士論文にふさわしい内容を持つものと認める。