

論文審査の結果の要旨

氏名 安藤 真一郎

本論文は、8章からなり、第1章は序章として、超新星から放出されるニュートリノを研究することによって超新星の物理やニュートリノ物理に関して何が分かるかについて述べられ、本研究の物理的動機付けがなされている。

第2章では、3章以降で使われる超新星爆発からのニュートリノに関して、ニュートリノ・フラックスの時間変化、ニュートリノ・スペクトルの性質がこれまでの数値シミュレーションに基づいてレビューされている。特に、ニュートリノ・スペクトルについて、これまでの主な計算の手法・結果がまとめられ、理論的スペクトルには比較的大きな不定性があることが示されている。また、ニュートリノ振動によるニュートリノ・スペクトルの変化と地上でのニュートリノ検出についてまとめられている。

第3章では、過去に起こった超新星爆発によって放出されたニュートリノが現在形成している背景放射について論文提出者による研究を含めて議論されている。背景ニュートリノのフラックスは初期宇宙の星形成史と密接な関係があり、最近の星形成率の観測結果を使うと理論的に予想されるニュートリノ・フラックスはスーパーカミオカンデでのデータから導かれたニュートリノ・フラックスの上限値に極めて近く将来の検出が期待でき、また、現在の上限値からニュートリノ振動や崩壊モデル、星形成史に対する示唆を得ることが可能であることが示されている。

第4、5章は論文提出者による研究に基づいて書かれており、まず、4章ではニュートリノが磁気モーメントを持つ場合、超新星において通常物質効果による振動のほかにスピン・フレーバー共鳴が起きる可能性があり、それによって銀河内で起こった超新星爆発から特徴的なニュートリノ・シグナルが期待できることが述べられている。論文提出者は従来行われていなかった3世代解析

を行いスピン・フレーバー共鳴の効果のニュートリノ混合角や質量の階層に対する依存性を明らかにしている。さらに、5章ではニュートリノの非輻射崩壊に対する超新星からの制限が議論されている。質量のあるニュートリノが超新星から放出され地球の検出器に到達する間に例えばより軽いニュートリノとマヨロンに崩壊すれば崩壊しない場合と比較して有意な検出結果の違いを生じる。論文提出者はこの崩壊の効果ニュートリノ3世代間の振動の効果も含める新たな定式化を行って解析し、銀河内超新星からニュートリノの寿命について従来の制限よりも何桁も厳しい制限を得ることに成功している。また、将来、背景ニュートリノを使えばさらに厳しい制限が得られることを指摘している。

第6、7章も論文提出者のオリジナルな研究に基づいたもので、第6章では約10Mpc 以内にある銀河で起こった超新星爆発からのニュートリノが将来計画されているメガトン大型水チェレンコフ検出器で検出される可能性が議論されている。第7章では重力崩壊型の超新星でコアの崩壊によって引き起こされる相対論的なジェットからの高エネルギーニュートリノについて議論されている。相対論的なジェットからのニュートリノを観測することによって超新星と隠されたガンマ線バーストの相関に関して重要な示唆が与えられることが示されている。最後に、第8章で本論文のまとめが述べられている。

このように本論文は超新星爆発からのニュートリノを用いて超新星の物理やニュートリノの性質を明らかにする理論的研究を現在・将来における地上での検出可能性に重点を置いてまとめたもので、本論文3章以降7章までが論文提出者の研究に基づいて書かれており、第5章を除く部分は佐藤氏（第3、4章）、戸谷氏（3章）、Beacom氏（6、7章）、Yuksel氏（6章）との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。また、第5章の研究は論文提出者1人で行ったものである。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。