

学位論文の要旨

氏名

永山 匠

学位論文題目

Study of the Milky Way Galaxy
(天の川銀河の研究)

本論文は、国立天文台と鹿児島大学が運用しているVERA望遠鏡及び6m電波望遠鏡、情報通信研究機構の鹿島34m電波望遠鏡を用いて、天文学の重要な研究対象である我々の住む天の川銀河を電波情報で研究したものである。

第1章では、導入として、天の川銀河の概要と天の川銀河の科学的な研究対象についてまとめている。

第2章では、大量の星とガスが集中し、中心に巨大なブラックホールが存在する銀河中心領域のガスの生成と加熱起源問題を論じている。銀河中心領域では、ガスの温度がダストの温度より高いことが知られており、このガスの加熱起源を調べるため、鹿児島6m鏡と鹿島34m鏡で銀河系中心領域の NH_3 (J, K) = (1,1), (2,2), (3,3)輝線観測を行った。観測の結果、 NH_3 のガスの生成時の温度は11—20 Kで、現在のガス温度20—80 Kよりも低く、ダスト温度15—22 Kと一致することがわかった。これは、 NH_3 が低温ダストの表面で生成し、超新星爆発による衝撃波かダスト同士の衝突により、加熱され、気相へ気化したことを示唆する。鹿島34m鏡で行った銀河系円盤部の分子雲NGC 2264、M17、NGC7538の観測の結果、円盤部の NH_3 の生成温度は銀河中心よりも高いことがわかった。銀河系中心部と円盤部ではガスの生成過程が異なる可能性がある。

第3章は、VERAで銀河系の特別な領域（タンジェントポイントと太陽円）に位置する天体を観測し、銀河定数を高精度で決定する重要なプロジェクトについてまとめた。太陽系と銀河系中心の距離 R_0 と太陽系の銀河回転速度 Θ_0 は銀河定数と呼ばれ、銀河回転曲線や運動学的距離に直接関係する重要な定数である。本プロジェクトの初期結果として、VERAでタンジェントポイントに位置するON1の水メーザー観測し、距離 2.40 ± 0.11 kpcと固有運動 71.0 ± 7.4 km s⁻¹の測定に成功した。これらの測定結果を用い、銀河定数の比を $\Theta_0/R_0 = 30 \pm 4$ km s⁻¹ kpc⁻¹と得た。さらに、タンジェントポイントの天体IRAS19181+1349と太陽円上の天体ON2の測距にも成功した。3天体の結果を合わせ、銀河定数を $R_0 = 7.33 \pm 0.53$ kpc、 $\Theta_0 = 213 \pm 19$ km s⁻¹と推定した。VERAの位置天文観測により銀河定数が10%以下の精度で決定できると見通しを立てた。

第4章は、結論をまとめた。天文学の重要な研究対象である我々の住む天の川銀河を電波情報で調査した。銀河系の様々な未解決問題の中で、銀河中心領域のガス加熱起源問題と、銀河系の基本尺度である銀河定数の高精度決定について研究した。銀河中心領域の研究のガスの生成起源として低温ダスト、加熱起源として超新星爆発による衝撃波かダスト同士の衝突が候補であると結論を得た。銀河定数の研究では、VERAで星形成領域ON1の位置天文観測を実施し、銀河定数の比を 30 ± 4 km s⁻¹ kpc⁻¹と推定した。予備的な2天体の位置天文観測結果を合わせると、銀河定数が $R_0 = 7.33 \pm 0.53$ kpc、 $\Theta_0 = 213 \pm 19$ km s⁻¹と得られた。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 331号	氏名	永山 匠
審査委員	主査	面高 俊宏	
	副査	亀野 誠二	中村 昭洋
		和田 桂一	
学位論文題目	Study of the Milky Way Galaxy (天の川銀河の研究)		
審査要旨	<p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は国立天文台と鹿児島大学が運用しているVERA望遠鏡及び6m電波望遠鏡、情報通信研究機構の鹿島34m電波望遠鏡を用いて、天文学の重要な研究対象である我々の住む天の川銀河を電波情報で研究したもので、全文4章より構成されている。</p> <p>第1章は、導入として、天の川銀河の概要について述べている。天の川銀河の科学的な研究テーマとその研究方法を挙げている。</p> <p>第2章では、大量の星とガスが集中し、中心に巨大なブラックホールが存在する銀河系中心領域のガスの生成と加熱起源問題を論じている。この領域では、ガスの温度がダストの温度より高いことが知られており、このガスの加熱起源を調べるため、鹿児島6m鏡と鹿島34m鏡で銀河系中心領域のアンモニア輝線観測を行った。観測の結果、アンモニアの生成時の温度は11—20 Kで、現在のガス温度20—80 Kよりも低く、ダスト温度15—22 Kと一致することがわかった。これは、アンモニアが低温ダストの表面で生成し、超新星爆発による衝撃波かダスト同士の衝突により、加熱され、気相へ気化したことを示唆する。ここで、ダストとガスは共に加熱されるが、ダストは冷却時間がガスより7桁短くすぐに冷えるため、低温で観測されると考えられる。</p> <p>第3章は、VERAで銀河系研究の基本尺度である銀河定数（太陽系と銀河系中心の距離R_0と太陽系の銀河回転速度Θ_0）を決定する重要なプロジェクトについてまとめた。本プロジェクトの初期結果として、VERAでタンジェントポイントに位置する天体ON1を観測し、距離2.40 ± 0.11 kpcと固有運動71.0 ± 7.4 km s⁻¹の測定に成功した。これらの結果を用い、銀河定数の比を$\Theta_0/R_0 = 30 \pm 4$ km s⁻¹ kpc⁻¹と得た。さらに、タンジェントポイントの天体IRAS19181+1349と太陽円天体ON2の測距にも成功した。3天体の結果を合わせ、銀河定数を$R_0 = 7.33 \pm 0.53$ kpc、$\Theta_0 = 213 \pm 19$ km s⁻¹と推定した。VERAの位置天文観測により銀河定数が10%以下の精度で決定できると見通しを立てた。</p> <p>第4章は、結論である。天の川銀河の電波観測を用いて、銀河系の様々な未解決問題の中で、銀河系中心領域のガス加熱起源問題と、銀河定数の高精度決定について研究した。銀河系中心領域のガス加熱起源として超新星爆発による衝撃波かダスト同士の衝突が候補であると結論を得た。VERAで星形成領域ON1の位置天文観測を実施し、銀河定数の比を30 ± 4 km s⁻¹ kpc⁻¹と推定し、予備的な2天体の観測結果を合わせると、銀河定数が$R_0 = 7.33 \pm 0.53$ kpc、$\Theta_0 = 213 \pm 19$ km s⁻¹と得られた。</p> <p>以上本論文は天の川銀河の構造と運動に関する研究で、銀河系中心のガスの加熱問題と銀河定数について検討した。銀河系中心のガス生成加熱起源を明らかにし、銀河定数の高精度決定の可能性を示した。これは銀河天文学の分野に大きく寄与する。よって、審査委員会は博士（理学）の学位論文として合格と判定する。</p>		

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第331号	氏名	永山 匠
審査委員	主査	面高 俊宏	
	副査	亀野 誠二	中村 昭洋
		和田 桂一	
<p>最終試験は平成22年2月5日15時から16時30分に理学部1号館103号教室で実施した。約1時間の発表の後、約30分の質疑応答が発表者を含む20名の参加者の間でなされ、的確な回答が得られた。主な質疑応答の内容を以下に列挙する。</p> <p>質問1「アンモニア分子のオルソとパラの種類は何で決まるか？」 回答1「アンモニアの水素原子核のスピン向きである。3つの水素原子核のスピン向きが平行のものがオルソ、反平行のものがパラとなる。」</p> <p>質問2「アンモニア分子を観測しているが、アンモニアのJ, Kとは何か？JとKが同じ値のアンモニアを観測する理由は？」 回答2「J, Kは回転量子数である。JとKが異なるアンモニアは不安定で、すぐに準安定なJ=Kの状態に落ちるため、JとKが同じ値のアンモニアのみが観測される。JとKが異なるものは観測されない。」</p> <p>質問3「円盤にも超新星爆発などの加熱源があるのに、銀河系中心、円盤部でオルソ/パラ比が違う理由は？」 回答3「理由は生成過程が違うか、生成からの経過時間が違うからである。アンモニアの生成過程には、高温の気相反応と低温のダスト上生成があり、高い生成温度を示す円盤部は気相反応で生成しオルソ/パラ比は低く、低い生成温度を示す銀河系中心はダスト上で生成し、オルソ/パラ比は高くなったと考えられる。生成から100万年経過すれば、オルソ/パラ比は統計平衡値1になる。オルソ/パラ比が1を示す円盤部は生成から100年以上経過し、比が1より大きい値を示す銀河系中心は生成から100万年未満であると考えられる。」</p> <p>質問4「銀河定数決定に天体の円運動を仮定しているが、非円運動成分は考慮しなくて良いのか？」 回答4「現状は観測天体が1天体だけのため、純粋な円運動を仮定している。今後、観測天体数は10天体まで増えるため、非円運動成分も考慮に入れる。」</p> <p>質問5「太陽円上天体を観測することで、銀河定数を求めることができるのはなぜか？」 回答5「太陽円上天体、銀河系中心、太陽は二等辺三角形を形成する。太陽円上天体は太陽と同じ銀河回転速度を持つ。以上の関係を使い、幾何学的に求めることができる。」</p> <p>質問6「本論文の第2章の銀河系中心と第3章の銀河定数の研究の関係について説明して下さい。」 回答6「銀河系の構造と運動に関する研究である。銀河系について幅広く、総合的に研究していきたいと考えている。」</p> <p>質問7「銀河の分類で、天の川銀河は何に分類されるか？」 回答7「銀河の分類には楕円銀河や渦巻銀河、棒渦巻銀河、レンズ状銀河がある。天の川銀河は棒渦巻銀河であると考えられている。」</p> <p>以上を含め12件の質疑とそれに対する的確な回答が得られた。その結果、4名の審査委員は、学位申請者が大学院博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を十分に有するものと判断し、博士(理学)の学位を与えるに足る資格を持つと認めた。</p>			