

学位論文の要旨

氏名	Ross Alexander Burns
学位論文題目	The structure and kinematics of the Milky Way Galaxy and the formation of its massive stars as seen with maser VLBI (VLBIを用いたメーザー観測による天の川銀河の構造および運動と大質量星形成の研究)
<p>本論文は、超長基線電波干渉計で大質量星の距離と運動を追跡することで、天の川銀河の構造と運動について論じたものである。</p> <p>第1章は導入である。最初に大質量星と天の川銀河に見られる渦状腕との関係について論じた。ここでは、天の川銀河内の大質量星の距離および3次元運動から銀河構造と運動について、どのような方法で知ることができるのかを説明した。加えて、大質量星がどのようにして形成されるのかについても説明した。</p> <p>第2章はメーザー放射についてである。メーザーを用いれば、大質量星形成と銀河構造および動力学を含むあらゆる科学が可能となる。それゆえ、まずはメーザーとは何か、どんな条件・環境でメーザー放射が起こるのかを説明した。加えて、メーザーが、その放射が可能なガス内の視線長に対して、どうして指数関数的に増幅するのかを説明した。このことは、メーザーバースト現象を発生させる。その理論について議論し、我々が行ったS235AB-MIRで観測されたメーザーバーストの証拠について論じた。</p> <p>第3章は超長基線電波干渉計(VLBI)について論じた。VLBIは、深く埋もれた形成直後の恒星の3次元運動と年周視差を測定できる唯一の天文観測技術であり、本論文の前提となる。したがって、VLBI観測とデータ整約について論じることは重要である。逆位相補償などVLBIで用いられる特別な技術について論じ、また、VLBI位置天文観測の結果から、どのようにして、星の内部運動、領域全体の系統的運動、年周視差という3つの運動を解くのかについて論じた。</p>	

第4章は大質量星形成について論じた。特に、大質量星形成の理論に関連した現状と問題となっている課題について論じた。深い議論としては、中心天体への物質の降着が挙げられる。理論的には、降着には恒星を成長させる円盤からの角運動量の散逸が明らかに必要である。ここでは、S235AB-MIRとして知られる星形成領域についての我々の観測結果に基づいた議論を示す。この天体では、回転するジェットが観測され、これが角運動量を輸送している可能性がある。さらに、降着と放出の周期的な性質について議論した。これも、理論から予想される、もう1つの特徴である。ここでは、IC2162として知られる星形成領域において、我々が観測した周期的な放出現象の結果についても論じる。

第5章では、銀河構造と運動学を論じた。天の川銀河の構造を論じるために、我々が得たIRAS20056+3350, IRAS20143+3634, S235AB-MIR, IC2162の4天体の観測結果を反映させて、天の川銀河の最新地図を更新した。この地図は、VLBI測距の結果をまとめることで得られたものである。ここでは天の川銀河の大きさと回転を記述するパラメータセットである銀河定数という概念を示した。本章では、銀河定数の歴史とそれを見積もるための種々の方法を論じた。最後に、太陽円および接線位置という天の川において幾何学的に特殊な領域にある星形成領域のVLBI観測の結果を用いて、太陽近傍の物質が銀河中心の周りを巡る角速度を表すパラメータ Ω_0 の見積もりについて論じた。

本論文のまとめを第6章に示した。

Summary of Doctoral Dissertation

Title of Doctoral Dissertation:

The structure and kinematics of the Milky Way Galaxy and the formation of its massive stars as seen with maser VLBI

Name: Ross Alexander Burns

This PhD these is about the structure and kinematics of the Milky Way Galaxy, traced by the distance and motions of its massive stars – using very long baseline interferometry at radio wavelengths.

Chapter 1 is an introduction. First I will discuss the relationship between massive stars and the spiral appearance of the Galaxy. In this I will explain how knowing the distance and 3D motion of massive stars in the Galaxy tell us about the structure and kinematics of the Galaxy – in addition to helping us to understand how massive stars form.

Chapter 2 is on Masers. All science discussed within the topics of massive star formation and Galactic structure and dynamics is made possible by using masers. Therefore I will explain what is a maser; what conditions and environments produce maser emission. Additionally I will discuss how masers amplify exponentially with respect to the path length of the emitting gas – this gives rise to maser ‘burst’ events. I will discuss maser burst theory and evidence from my observations of a maser burst in S235AB-MIR.

Chapter 3 is about Very long baseline interferometry (VLBI). VLBI is the only astronomical technique that can give the 3D motions and annual parallax of young embedded stars, which forms the basis of this thesis. Therefore it is important to discuss VLBI observation and data reduction. In this section I will also introduce special techniques in VLBI such as inverse phase referencing and also I will discuss how the astrometry results of VLBI observations is disentangled into three components: internal motions in the star, systemic group motion of the whole region, and motion due to annual parallax.

Chapter 4 is on massive star formation. I will discuss the current status and standing issues with the theories of massive star formation. In this section I will give a deep discussion into how material accretes onto the central object. Theories conclude that accretion requires removal of angular momentum from the disk which feeds the star – here I will discuss my results on the massive star forming region known as S235AB-MIR which appears to have a rotating jet which may be capable of angular momentum transport. Furthermore I will discuss the episodic nature of accretion and ejection, which is another characteristic expected from theories. Here I will discuss my results from a massive star forming region known as IC2162, which shows evidence of episodic ejection.

In Chapter 5 I discuss on Galactic structure and kinematics. To discuss the structure of the Galaxy I will bring together data from all of my parallax results (IRAS20056+3350, IRAS20143+3634, S235AB-MIR, IC2162) to update the current ‘map’ of the Milky Way Galaxy, which has been compiled from VLBI distance measurements. I will introduce the Galactic constants, which are a set of parameters that describe the size and rotation of the Galaxy. Here I will discuss the history of the Galactic constants and the various ways in which they were measured or estimated. Finally, using VLBI results from star forming regions on the solar circle and tangent points (regions of special geometry in our Galax) I will discuss estimation of ‘Omega zero’ which describes the angular rotation of material near the Sun about the Galactic center.

Chapter 6 is the summary of this thesis.