

論文審査の結果の要旨

氏名 吉田 健人

本論文は7章からなる。第1章は、本研究のイントロダクションである。星の形成は重力収縮に伴うエネルギー解放により、低温低密度分子ガスが徐々に高温高密度に成長する。この過程で多くの分子種が形成・破壊を繰り返し、存在比を変えていく。従って、分子種比・特にその中の同位体比は星形成過程の物理的情報が含まれている。そこで本論文は、特に水素重水素比および $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を電波観測により求め、低質量原始星 L1527 の物理描像に新たな知見を加えるという本論文の目的がまとめられている。第2章は電波望遠鏡の原理、本論文で使用された野辺山 45m 望遠鏡・IRAM 30m 望遠鏡および ALMA 望遠鏡の詳細がまとめられている。

第3章は野辺山 64m 望遠鏡で行われた L1527 の無バイアス輝線探査について述べられている。本探査により、243本の分子輝線を検出し、うち69種の分子種を同定した。分子種比を調べたところ、 C^+ を起源とした分子種でのみ ^{13}C の希釈が起きていることを示した。また重水素濃縮も複数の分子種で確認した。

第4章では ^{13}C 同位体比異常の起源を調べるために、野辺山 64m 望遠鏡のデータに加えて IRAM 30m 望遠鏡のデータも用い、特に $\text{c-C}_3\text{H}_2$ と H_2CO について詳細な解析を行った。その結果、 $\text{c-C}_3\text{H}_2$ では ^{13}C 希釈が起きていること、2つの同位体種間で $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比が異なることも示した。一方 H_2CO では ^{13}C 希釈が起きていないことを確認した。星間塵上での CO の水素付加反応から予想される $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比と矛盾しない結果である。

第5章では、さらに原始星近傍での同位体異常の空間分布を調べるために、ALMA による L1527 の高空間分解観測を行った。その結果、重水素濃縮は原始星円盤外縁部で顕著で原始星近傍では低くなっていることを発見した。これは、外縁部では重水素濃縮度が進む条件が満たされ、 D_2CO や CCD が効率よく生成されていると考えられるのに対し、原始星近傍では重水素濃縮が起きる前に作られた氷が原始星からの熱で昇華し、重水素比が少ない状態を保っているものと解釈できることを示した。

第6章には結論と今後の展望がまとめられている。また、第7章は野辺山 45m 望遠鏡での全輝線探査結果の詳細が補遺としてまとめられている。

今回の結果は、最も良く調べられている低質量原始星 L1527 について重水素濃縮・ ^{13}C 希釈の二つの観点から同位体比を詳しく調べ、特に重水素濃縮度の変化を 100 au スケールで明らかにしたはじめての観測研究であり、星間塵からの蒸発がその原因となっていることを示した点で大きな意義がある。また重水素濃縮の原始惑星系への伝播を考える上でも重要な知見である。

なお本論文第3章・第4章・第5章は、坂井南美、徳留智矢、Ana Lopez Sepulcre、渡邊祥正、高野秀路、Lefloch Bertrand、Cecillia Ceccarelli、Rafael Bachiller、Emmanuel Caux、Charlotte Vastel、山本智、西村優里、酒井剛と共著であるが、論文提出者が主体となって解析および検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。