

# 論文審査の結果の要旨

氏名 久保井信行

宇宙空間に存在する希薄なガス雲が、星間分子雲と呼ばれる密度の濃いガス雲にどのように進化していくのかは、観測的にも理論的にも未だよく分かっていない。本論文は、この問題の解決のために、炭素の化学状態に着目しながら、観測と理論計算の両面からとり組んだものである。

本論文は全7章から構成される。第一章において研究の背景が紹介され、第二章では観測に用いられた観測機器の説明が行われている。続く、第三章、四章、五章において、具体的な観測結果が示される。第六章では、観測結果を説明するために「時間依存性をもつ化学進化モデル」が提案され、第七章において、まとめが記述されている。

本論文では、星間雲のなかで化学的に重要な役割を果たす炭素に着目している。具体的には、希薄なガス雲をトレースするものとして中性炭素原子  $C^0$  が放つ[CI]輝線を観測している。そして、この[CI]輝線の分布と、主に分子雲をトレースするCO分子輝線の分布との比較を行っている。観測には、富士山頂サブミリ波望遠鏡を用い、対象としては、暗黒星雲である Taurus 分子雲複合体と、強烈な紫外線源を伴った分子雲である OMC-1 および S252 の3領域を選んだ。

[CI]輝線とCO分子輝線の強度を説明するために、今までに用いられてきた理論的計算は、星間雲が化学的には平衡状態にあることを仮定していた。本論では、まずはこの化学的平衡モデルと観測結果を比較し、今までのモデルが十分であるかどうかを検証するところからスタートする。

まず、暗黒星雲である Taurus 領域の観測結果が議論される。この領域の内、B18 と L1536 の観測結果については、化学的に平衡状態を仮定したモデルにより、説明が可能であった。しかし、L1495 と HCL2 については化学的に非平衡状態にある( $10^6$ 年程度の年齢)モデルを導入しないと、観測値を説明できないことが分かった。

続いて、強烈な紫外線源を伴った分子雲の代表として、OMC-1 において[CI] (809GHz) 輝線のマッピング観測の結果が議論される。この観測の結果、紫外線源周りに高温領域( $\sim 60-100$  K)が分布していることがわかった。これは、化学平衡モデルからも予想されることである。ただし、中性炭素原子の柱密度分布については、化学進化を考慮したモデルでなければ説明することができなかった。

さらに、OMC-1では、一酸化炭素分子の柱密度のピークが、中性炭素原子の柱密度のピークよりも、むしろ紫外線源に対して近くにあることがわかった。これは、化学平衡のモデルでは全く説明することができない。この傾向は、もう一つの観測領域である S252 でも見られた。

この原因をさらに調べるために、S252において、野辺山 45m 鏡を用いて高い密度のト レーサーである分子の観測を行った。その結果、[CI]ピークよりも紫外線源に近いところに、高い密度の雲が分布していることがわかった。そこで、この密度構造も考慮して化学進化モデルでシミュレーションを行ったところ、 $10^6$  年付近で、一酸化炭素と 中性炭素原子の空間分布および観測された炭素原子と一酸化炭素の柱密度を再現できることが分かった。

これらの結果を受け、分子雲における一酸化炭素と中性炭素原子の存在量に対する 密度構造の影響を定量的に調べるために、3次元化学進化モデルを構築した。その結果、中性炭素原子の存在量および炭素原子と一酸化炭素の柱密度の比を大きく変化させるのは、密度パラメータや紫外線強度ではなく、化学進化の段階であることがわかった。したがって、逆に、炭素原子と一酸化炭素の柱密度の比が化学進化の指標として、一般的に有効であることが提案されている。

以上より、本論文では、星間雲が化学的に必ずしも平衡状態になっていないこと、そして炭素原子と一酸化炭素の柱密度の比がその進化の良い尺度になっていることが、観測と理論計算の両面から初めて明らかにされた。これらの観測・解析・結果・考察は、博士論文として十分価値のあるものと評価される。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。