

研究種目：基盤研究（C）
研究期間：2005～2008
課題番号：17540213
研究課題名（和文） 低温天体（褐色矮星及び赤色巨星）における分子及びダストの雲形成過程の分光学的研究
研究課題名（英文） Spectroscopic Study on Cloud Formation of Dust and Molecules In Cool Objects (Brown Dwarfs and Red Giant Stars)
研究代表者：辻 隆 (Takashi Tsuji)
東京大学・大学院理学系研究科・名誉教授
研究者番号：20011546

研究成果の概要（和文）：

赤色巨星・超巨星においては、その赤外スペクトルは光球のみならず未知の成分との複合体であることを明らかにし、この未知の成分は光球大気で形成された分子雲が成長したものとするモデルを提唱した。

褐色矮星については、以前、我々が開発したUCM (Unified Cloudy Model)において、ダスト雲の厚さを示すパラメーター限界温度が各天体ごとに異なることにより多くの観測結果を統一的に理解できることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

We showed that the infrared spectra of red giant and supergiant stars are hybrid of at least two components originating in photosphere and extra molecular condensation (or referred to as Molsphere).

We showed that the infrared spectra of brown dwarfs can be interpreted consistently if we regard the critical temperature, which we introduced as a parameter to represent the thickness of the dust cloud in our UCM (Unified Cloudy Model), to take various values in different objects.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	900,000	0	900,000
2006年度	800,000	0	800,000
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,200,000	450,000	3,650,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：宇宙物理、光学赤外線天文学

1. 研究開始当初の背景

赤色巨星・超巨星の赤外スペクトルは古典的な光球大気モデルでは解析できず、光球以外の成分が存在するのではないかと考えられていた。しかし、その詳細は不明であった。褐色矮星にはダスト雲の存在が知られていたが、観測スペクトルを統一的に説明するモデルは知られていなかった。

2. 研究の目的

赤色巨星・超巨星から褐色矮星にいたる低温天体を支配する最も特徴的な物理過程は分子・ダストの形成である。これまでの我々の研究により、これらの分子・ダストは大気に均質に存在するのではなく、局限された領域に雲の形で存在することが知られている。このような分子・ダスト雲の性質を観測的に明らかにし、恒星環境下におけるこのような分子・ダスト雲の形成過程を解明することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

観測的には、赤色巨星・超巨星については高分解能赤外スペクトルの定量解析により、光球以外による寄与を分離し、その成分の特質を解明する。また、褐色矮星についてはダスト雲の形成を考慮した大気モデルを構築し、それによる予測スペクトルと比較することにより、ダスト雲の特質を明らかにする。

4. 研究成果

1) 赤色超巨星：赤外スペクトル及び干渉計による Visibility を定量的に説明する外層モデルを構築し、M型超巨星 μ Cep の外層に分子光球 (Molsphere) の存在を明らかにし、この分子光球の物理的パラメーターを決定した。

2) M型巨星：約20個のM型巨星のFTSによる赤外スペクトルの定量解析を行った。その結果、これらはすべて複合構造を示し、ある強度以上のスペクトル線には光球以外の寄与が含まれていることが明らかとなった。このような現象は、我々の研究により以前から低励起の強いスペクトル線については知られていたが、今回の解析により励起ポテンシャルが2 eVに達する中強度のスペクトル線についてもこのような現象が普遍的に見られることが明らかとなった。

3) K型巨星：よく知られたこの型の代表である Arcturus について、CO 分子の基準振動を含む多数のスペクトル線の定量解析を行った。その結果、これらスペクトル線の成長

曲線は、従来知られていた水平分枝から急激に上方に折れ曲がる新しい系列を作ることが明らかとなった。この結果は、分子雲の集合を薄い分子雲の殻で表す簡単なモデルで再現されることを示した。これらのことから、恒星大気中における分子雲の生成はK型よりも低温の巨星・超巨星における普遍的現象であることが結論された。

4) 褐色矮星：これら天体のスペクトルは、従来用いられていた恒星大気を特徴づける4つのパラメーター、即ち、有効温度、重力加速度、マイクロ乱流速度、化学組成のみでは記述できず、我々のUCMでは第5のパラメーターとしてダスト雲の厚さを表す限界温度 T_c を導入した。この限界温度が、天体により様々の値をとるとすれば、これら天体のスペクトルを統一的に理解できることを示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

1. Takashi Tsuji, The K giant star Arcturus: the hybrid nature of its infrared spectrum, *Astronomy & Astrophysics*, 査読有、vol.504, 2009, 543-559

2. Takashi Tsuji, Cool luminous stars: the hybrid nature of their infrared spectra, *Astronomy & Astrophysics*, 査読有、vol. 489, 2008, 1271-1289

3. Takashi Tsuji, Infrared Spectra and Visibilities as Probes of the Outer Atmospheres of Red Supergiant Stars, *Astrophysical Journal*, 査読有、vol.645, 2006, 1448-1463

4. Takashi Tsuji, Dust in the Photospheric Environment III. A Fundamental Element in The Characterization of Ultracool Dwarfs, *Astrophysical Journal*, 査読有、vol.621, 2005, 1033-1048

[学会発表] (計4件)

1. 辻 隆: 恒星大気に雲は存在するか? K型巨星 Arcturus の場合、日本天文学会2009年秋季年会

2. 辻 隆: 高分解能FTSスペクトルの定量解析 III: 赤外線スペクトルの複合構造、日本天文学会2008年秋季年会

3. 辻 隆： 高分解能 F T S スペクトルの
定量解析 II. RGB 及び AGB 星における炭
素及び酸素組成、日本天文学会 2 0 0 7 年秋
季年会

4. 辻 隆： 空間干渉計データ及び赤外スペ
クトルによる赤色超巨星 MOLSPHERE (分
子光球) の最終確認と経験的モデル、日本天
文学会 2 0 0 6 年春季年会

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

[その他]

ホームページ等

[http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~ttsuji/
export/](http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~ttsuji/export/)

6. 研究組織

(1) 研究代表者 辻 隆

(Takashi Tsuji)

研究者番号：20011546

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号