

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月13日現在

機関番号：82645

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：平成22年度～平成24年度

課題番号：22540260

研究課題名（和文）

「あかり」スペクトルに基づく褐色矮星大気構造の研究

研究課題名（英文）

Study of brown dwarf atmosphere based on AKARI spectra

研究代表者

山村 一誠 (YAMAMURA ISSEI)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・准教授

研究者番号：40322630

研究成果の概要（和文）：本研究は、有効温度が極めて低く、恒星と惑星の中間状態にある褐色矮星大気の物理的・化学的狀態を、赤外線天文衛星「あかり」によって世界で初めて得られた近赤外線分光観測データの解析によって理解しようとする試みである。本研究によって(1) 一酸化炭素、二酸化炭素の量が通常の理論では説明出来ないこと、(2) 褐色矮星の元素組成にばらつきがあるらしいこと、(3) 世界で初めて褐色矮星の半径について議論できたこと、などの成果が得られた。

研究成果の概要（英文）：This research aims better understanding of physical and chemical condition in atmospheres of brown dwarfs, objects connecting stars and planets. Thanks to excellent quality near-IR spectra obtained by AKARI, we (1) confirmed that CO and CO₂ abundances do not follow a standard theory, (2) found possible variation in elemental abundance among the objects, and (3) discussed radii of the dwarfs for the first time.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成22年度	1,600,000	480,000	2,080,000
平成23年度	800,000	240,000	1,040,000
平成24年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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：光学赤外線天文学、スペース赤外線観測、褐色矮星

1. 研究開始当初の背景

褐色矮星は質量が小さいために核融合反応を維持できない、すなわち星になり損ねた天体である。その有効温度は2000K～数100Kであり、恒星と惑星の中間に位置する。褐色矮星の大気は、低温度星大気の極限として、また将来の系外惑星の詳細研究に繋がる橋渡しの天体として着目されている。特にこの温度帯では、大気中にダスト微粒子が生成し、大気構造に大きな影響を与えることが予測

されている。褐色矮星は1995年に初めて見つかった、研究の歴史が浅い天体である。非常に暗いため、これまでの観測例は限定的で、特に良質の分光観測データは少ない。「あかり」はスペースからの観測という利点を生かし、高感度で地上からは観測できない2.5～5マイクロメートルのスペクトルを約20天体について取得した。この貴重なデータを有効に解析するために、本研究が行われた。

2. 研究の目的

褐色矮星大気研究の究極の目的は、理論的に構築された大気モデルによって観測されたスペクトルを完全に再現し、モデルパラメータとしての物理量を導出し、大気中で起こっている物理、化学変化を理解することである。本研究では、まず「あかり」スペクトルを再現することをめざし、不完全な部分についてはその原因を推測し、モデルの改良を通じてより理解を深めることをめざした。特に、大気中のダストの生成、消失のメカニズム、および分子存在量の再現に注目した。

3. 研究の方法

研究方法は大きく分けて(1)「あかり」スペクトルのデータ処理方法の改善による品質の改良、(2)理論大気モデル UCM (Unified Cloudy Model) によるスペクトルのフィッティングと物理量の測定 (3) 得られた物理パラメータの傾向の分析、(4) スペクトルの再現が不完全な原因の追及と改善、の4段階で進められた。

4. 研究成果

本研究によって次のような成果が得られた。
(1) 「あかり」スペクトルに現れる分子吸収バンドのうち、特に4.6マイクロメートルの一酸化炭素(CO)分子、4.2マイクロメートルにある二酸化炭素分子(CO₂)の強度が観測とモデルで大きく異なる天体があった。COについては、大気深部からの対流を考慮することである程度説明がつくが、まだ完全な理解には至っておらず、今後の検討が必要である。
(2) 我々はCO₂分子の大気中での存在量が、特に炭素と酸素の元素組成料に大きく依存することを見いだした。様々な元素組成パターンを仮定したモデルスペクトルを比較検討した結果、炭素・酸素の存在量を数10%増減することによって、観測したほぼすべての天体のCO₂バンドの強度を説明することが出来た。このことは、褐色矮星の元素組成が、これまで暗黙の内に前提とされていたように一定ではなく、天体毎に大きくばらついていることを示唆している。
(3) モデルスペクトルと観測との比較とこれまでに測定されている各褐色矮星の距離から、我々は個々の天体の半径を世界で初めて導出し、その傾向を分析した。比較的若い(高温の)褐色矮星では、年齢による半径の変化(収縮)を観測しており、一方低温の褐色矮星では、質量による分布を見ていると解釈できることを示した。また、半径が最小になる中間的な温度の褐色矮星については、進化理論の予測よりも半径が小さくなるという結果が得られており、理論家に課題を与えたことになった。

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)

Sorahana, S., Yamamura, I., Murakami, H., "On the Radii of Brown Dwarfs Measured with AKARI Near-infrared Spectroscopy", *The Astrophysical Journal*, 767, id.77 (2013)

DOI: 10.1088/0004-637X/767/1/77

Sorahana, S., Yamamura, I., "AKARI Observations of Brown Dwarfs. III. CO, CO₂, and CH₄ Fundamental Bands and Physical Parameters", *The Astrophysical Journal*, 760, id.151 (2012)

DOI: 10.1088/0004-637X/760/2/151

Tsuji, T., Yamamura, I., Sorahana, S., "AKARI Observations of Brown Dwarfs. II. CO₂ as Probe of Carbon and Oxygen Abundances in Brown Dwarfs", *The Astrophysical Journal*, 734, id.73 (2011)

DOI: 10.1088/0004-637X/734/2/73

Yamamura, I., Tsuji, T., Tanabe, T., "AKARI Observations of Brown Dwarfs. I. CO and CO₂ Bands in the Near-Infrared Spectra", *The Astrophysical Journal*, 722, pp.682-698 (2010)

DOI: 10.1088/0004-637X/722/1/682

[雑誌論文] (計5件)

Sorahana, S., Yamamura, I., "New Aspect of Brown Dwarf Atmospheres seen by AKARI", 17th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun, 2012年06月24日-2012年06月29日, バルセロナ貿易センター、スペイン

Yamamura, I., "AKARI Observations of Brown Dwarfs", 16th Cambridge Workshop on Cool Stars, 2010年8月29日-9月2日、ワシントン大学、USA

[学会発表] (計7件)

[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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山村 一誠 (YAMAMURA ISSEI)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙
科学研究所・准教授

研究者番号：40322630

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

