

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 24 年 5 月 28 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007 年度～2010 年度

課題番号：19740103

研究課題名（和文） 赤外線天文衛星 AKARI による星間氷組成の空間分布観測

研究課題名（英文） AKARI observation of interstellar ice

研究代表者

相川祐理（AIKAWA YURI）

神戸大学・理学研究科・准教授

研究者番号：40324909

研究成果の概要（和文）：

本研究では、赤外線天文衛星 AKARI を用いて 2 ミクロンから 5 ミクロンで波長分解能 100 程度の分光観測を行った。この波長帯には 4 ミクロンの二酸化炭素吸収バンドなど地上からでは観測できない重要な氷吸収がある。観測対象は (1) edge-on YSO (2) 分子雲背景星 である。その結果、(1) (2) に対してともに水、二酸化炭素、一酸化炭素の氷吸収バンドを検出した。二酸化炭素／水比などは従来観測されてきた YSO 周りでの比とほぼ同じであった。また edge-on YSO については、XCN-と推定される強い吸収も検出した。これは YSO からの紫外線による光化学反応で生成された可能性がある。

分子雲背景星については、L1517A 分子雲内で 10 個以上の背景星についてスペクトル解析し、色等級図から推定された減光度や分子雲の分布と水の柱密度がよい相関を示すことがわかった。

研究成果の概要（英文）：

We performed spectroscopic observation towards (1) edge-on YSOs and (2) field stars behind the molecular clouds at 2-5 micron with the resolution of $\delta\lambda/\lambda \sim 100$. AKARI can observe ice bands which cannot be observed from the ground, such as 4micron CO₂ band. We have detected H₂O, CO₂ and CO ice absorptions. The CO₂/H₂O ratio is consistent with the previous studies which used CO₂ band at longer wavelength. We also detected strong absorption which coincides with XCN band towards edge-on YSOs. It could be formed by photolysis via UV radiation from YSO.

Towards the molecular cloud L1517A, we derived spectrum towards more than 10 field stars. We show that H₂O column density correlate well with extinction (A_v).

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	600,000	180,000	780,000
2008 年度	600,000	180,000	780,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	2,200,000	660,000	2860,000

研究分野：赤外線天文学

科研費の分科・細目：天文学

キーワード：星間物質、赤外線天文学

1. 研究開始当初の背景

星間分子雲や星周エンベロープ、星周円盤など低温・高密度な領域では、酸素・炭素・窒素のかなりの量が水や二酸化炭素などの氷として存在する。これら氷物質は、気相反応で作られた分子のダスト表面への吸着、およびダスト表面での化学反応によって生成される。気相および固相での化学的素過程は温度・密度・紫外線強度などの条件に依存すると考えられる。よって星間物質の進化を解明するためには、様々な物理条件でのガスおよび氷の組成の観測が重要である。

氷吸収バンドの観測は地上からも行われているが、水の3ミクロンバンドの短波長側や4ミクロンの二酸化炭素吸収など大気に阻まれて観測できない波長がある。人工衛星を用いた観測としては2003年に打ち上げられた赤外線天文衛星 Spitzer があるが、10ミクロン以上の長波長を分光するものである。これに対して、2006年に打ち上げられた AKARI は近赤外での氷観測を行える唯一の赤外線天文衛星である。

2. 研究の目的

AKARI を用いて近赤外で分光観測を行い、星間氷の観測を行う。観測対象は大きく以下の2つに分類できる。

(1) 太陽程度の質量をもつ endge-on YSO の分光観測により原始惑星系円盤および原始星エンベロープの氷組成を解明する。

(2) 分子雲背景星の分光観測により、分子雲内の氷の空間分布を明らかにする。

3. 研究の方法

赤外線天文衛星 AKARI をもちいて2ミクロンから5ミクロンでの分光観測 ($\delta\lambda/\lambda \sim 100$) を行う。

4. 研究成果

分光観測は通常スリットを用いて行うが、本観測では観測対象が暗いこと、AKARI の観測視野が装置の揺れでずれるため暗い天体をスリットに入れるのはリスクがあること、また分子雲背景星については複数の星を同時に分光するためにスリットなしで分光を行った。スリットなしでの分光観測は解析が難しい。特に本研究では YSO の nebulosity や数多くの背景星によって sky 成分の差し引きが非常に困難であり (図1)、AKARI プロジェクトで用意された解析プログラムは適用できなかった。そこで独自に解析方法を開発した。開発にあたっては、本研究とは独立のプロジェクトで AKARI を用いた分光観測を行っている東京大学大学院理学研究科の左近樹助教、AKARI のヨーロッパ観測時間で氷観測を行っている University Strathclyde の Helen Fraser 講師、および同大学院生の Jeniffer Noble 氏、地上望遠鏡で氷観測を行ってきた Caltech の Klaus Pontoppidan 研究員らと共同で行った。

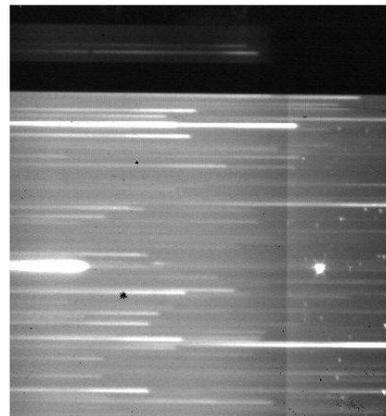


図1 : AKARI による分光観測データの一例

解析の結果、計 7 個の edge-on YSO のスペクトルを得た。例として L1527 のスペクトルを図 2 に示す。すべての天体で水の氷吸収を検出し、Class 0-I 程度の若い天体では二酸化炭素、一酸化炭素の氷吸収バンドも検出した。二酸化炭素／水比などは従来観測されてきた YSO 周りでの比とほぼ同じであった。また class 0-I 天体では、XCN-と推定される強い吸収も検出した。これは YSO からの紫外線による光化学反応で生成された可能性がある。Class II 天体では原始惑星系円盤由来と考えられる水の氷吸収を検出できた。

分子雲背景星については、25 視野でデータを得たが、特に一酸化炭素での分子雲分布のよく調べられている L1517A 分子雲について詳しい解析を行った。この分子雲では視野内で 10 個以上の背景星についてスペクトルを得ることができ、その多くで水の吸収バンドが検出された。色等級図から推定された減光度や分子雲の分布と水の柱密度がよい相関を示すことがわかった。(図 3)

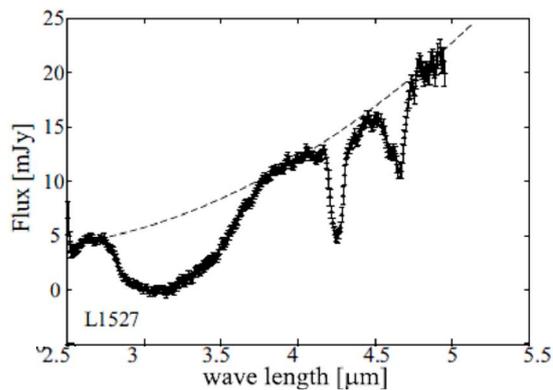


図 2 : L1527 の近赤外スペクトル
3.05 ミクロンが水、4.27 ミクロンが二酸化炭素、4.7 ミクロンが一酸化炭素と XCN の氷吸収バンド。

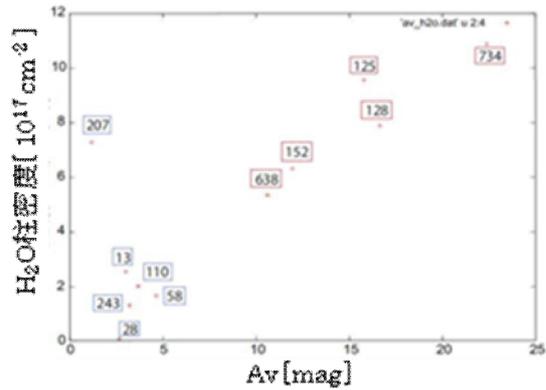


図 3 : 分子雲 L1527A の背景星で観測された水氷柱密度と減光度の相関。赤印は一酸化炭素ガス柱密度の高い領域の天体、青印は一酸化炭素で見た分子雲の端にある背景星を表わす。

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 3 件) (総計 5 件)

① Aikawa, Y., Kamuro, D., Sakon, I., Itoh, Y., Terada, H., Noble, J. A., Pontoppidan, K. M., Fraser, H. J., Tamura, M., Kandori, R., Kawamura, A., Ueno, M. “AKARI observations of ice absorption bands towards edge-on young stellar objects”, *Astronomy & Astrophysics*, 538, 57-68, 2012 (査読有)

② Aikawa, Y., Noble, J. A., Sakon, I., Kamuro, D., Irimichi, N., Pontoppidan, K. M., Fraser, H., Tamura, M., Terada, H.; Ueno, M. and AFSAS Team, “Observation of interstellar and circumstellar ice” *Astronomical Society of the Pacific, Conference Series*, 418, 2009, 47-54 (査読なし)

③ Noble, J. A., Aikawa, Y., Fraser, H. J., Pontoppidan, K. M., & Sakon, I., “Probing the Chemistry of Molecular Cores: 2.5-5 μm AKARI Grism Spectroscopy of Young Stellar Objects in B35”, *Astronomical Society of the Pacific, Conference Series*, 418, 2009, 411-414 (査読なし)

[学会発表] (計 4 件) (総計 25 件)

① 鹿室大、相川祐理、伊藤洋一、寺田宏

『あかり』による原始惑星形成円盤の氷観

測」日本天文学会春季年会, 2008年3月24日-27日, 国立オリンピック記念青少年総合センター

②Aikawa, Y., Observation of interstellar and circumstellar ice(invited), AKARI, a light to illuminate the misty Universe 2009年2月16 - 19日 東京大学

③相川祐理 「星・惑星系形成過程におけるガス・氷組成」ALMA-Subaru Workshop 2010 (宇宙・銀河・星・惑星・生命の誕生) 2010年9月29日-30日 国立天文台 (三鷹)

④Aikawa, Y., “AKARI observations of ice absorption bands towards edge-on YSOs” (poster) IAU Symposium 280: The Molecular Universe 2011年5月30日-6月3日, Toledo, Spain

[図書] (計0件)

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

相川祐理 (AIKAWA YURI)

神戸大学・理学研究科・准教授

研究者番号: 40324909