

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		^{13}C 同位体種の高感度観測による星間化学反応の分子レベルでの追跡			
研究テーマ (欧文) AZ		Tracing Chemical Reactions of Interstellar Molecules by Sensitive Observations of ^{13}C Isotopic Species			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)サカイ	名)ナミ	研究期間 B	2010～ 2012年
	漢字 CB	坂井	南美	報告年度 YR	2012年
	ローマ字 CZ	Sakai	Nami	研究機関名	東京大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京大学 大学院理学系研究科 物理学教室・助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 本研究の目的は、星間分子における ^{13}C 同位体の存在量が、その分子の生成過程の履歴を反映していることに着目し、分子レベルの視点から星間反応を追跡する手段を構築することである。その目的のために、米国国立電波天文台の 100 m 電波望遠鏡、および、フランス・ドイツ・スペインが運営する IRAM 30 m 望遠鏡を用いた観測を展開した。 これまでに我々のグループでは、CCS および CCH について、それぞれの分子の 2 つの炭素の ^{13}C 同位体の割合が異なることを観測的に見出していた。この現象がさらに大きな分子でも成り立つかどうかを検証するために、炭素鎖分子 C_3S、C_4H、および CH_3OH を取り上げて研究を進めた。 その結果、C_3S、C_4H ではそれぞれ 3 種、4 種の炭素の位置に対して ^{13}C 同位体種の割合が異なることが明らかになった。C_3S では S から最も離れた炭素で ^{13}C の割合が低く、C_4H では 4 つの内外側の 2 つで ^{13}C の割合が低くなっている。このことから、これらの分子の生成において、3 つまたは 4 つの炭素原子は等価ではないことが示され、生成過程に強い制限を与えることができた。また、$^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比は星間分子雲での同位体比 (60) よりも高いことがわかり、気相反応で生成される分子では、^{13}C 同位体は「希釈」されることが確立した。 一方、CH_3OH についても高感度観測を行い、$^{13}\text{CH}_3\text{OH}$ のスペクトル線を検出した。その結果、この分子の $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比は星間分子雲の同位体比 (60) と同程度であることがわかった。このことは、星間分子雲において、CH_3OH は気相反応で生成しているのではなく、星間塵上で生成して気相に放出されていることを示している。 このように、^{13}C 同位体種の観測により、星間分子雲中の化学反応を分子レベルでトレースすることができることがわかった。この方法は星間化学における新しい方法論となるであろう。					
キーワード FA	星間分子	星間分子雲	^{13}C 同位体	星間化学	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 _{GB}	CH Radio Emission from Heiles Cloud2 as a Tracer of Molecular Cloud Evolution .								
	著者名 _{GA}	Sakai, N. et al.	雑誌名 _{GC}	Astronomy and Astrophysics						
	ページ _{GF}	～	発行年 _{GE}	2	0	1	2	巻号 _{GD}	in press	
雑誌	論文標題 _{GB}	Distribution of CH ₃ OH in NGC1333IRAS4B7								
	著者名 _{GA}	Sakai, N.	雑誌名 _{GC}	Astrophysical Journal						
	ページ _{GF}	70 (8 pages)	発行年 _{GE}	2	0	1	2	巻号 _{GD}	754	
雑誌	論文標題 _{GB}	Observations of Complex Molecules in Low-Mass Protostars								
	著者名 _{GA}	Sakai, N.	雑誌名 _{GC}	Proceedings of IAU Symposium						
	ページ _{GF}	43～52	発行年 _{GE}	2	0	1	1	巻号 _{GD}	280	
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		

欧文概要 EZ

We have investigated the ¹³C isotope fractionation in cold molecular clouds by sensitive observations with NRAO 100 m radio telescope and IRAM 30 m radio telescope. We have found that the abundances of three ¹³C isotopic species of C₃S are different from one another. Similarly, the abundances of four ¹³C isotopic species of C₄H are also different from one another. These results indicate that the carbon atoms are non-equivalent in the formation processes of these molecules. Furthermore, the ¹²C/¹³C ratios for these two species are higher than the interstellar ¹²C/¹³C ratio of 60. Hence, it is established that the ¹³C isotopic species for molecules formed in the gas phase are ‘diluted’ in cold molecular clouds. This is consistent with our previous results for CCS and CCH, as well as the theoretical prediction.

We have also conducted sensitive observations of CH₃OH and ¹³CH₃OH, and have found that the ¹²C/¹³C ratio of CH₃OH is close to the interstellar ratio (60). This means that CH₃OH is NOT produced in the gas phase, but is formed on dust grains and then liberated into the gas phase by non-thermal desorption processes.

The present study clearly demonstrates that observations of the ¹³C isotopic species are very useful for tracing the formation process of each molecule. This will be an important method for astrochemistry.