



2017年 9月 28日

報道関係各位

宇宙のガス雲で炭素のながい分子（CCCCCCH）が見つかった！

電波望遠鏡による直線炭素鎖分子 C<sub>7</sub>H の分子雲初検出

東京理科大学

### 研究の要旨

・東京理科大学 研究推進機構 総合研究院荒木光典プロジェクト研究員（PI）を中心とする共同研究チームは、アメリカ国立電波天文台のグリーンバンク 100 m 電波望遠鏡を用い、分子雲で初めてとなる直線炭素鎖分子 C<sub>7</sub>H の検出に成功しました。直線炭素鎖分子とは、黒鉛、ダイヤモンドに次ぐ、炭素の第三の形態であり、宇宙空間で検出されている分子種の 4 割程度がこのグループに属します。この中でも、長い炭素鎖分子の発見は、宇宙の化学組成と化学進化の解明の鍵となります。今回我々のグループは、42.8 と 44.6 GHz 帯に現れる 4 本の電波信号の観測を行い、その微弱な信号の積算処理を行ったところ、はっきりとした直線炭素鎖分子 C<sub>7</sub>H のピークが浮かび上がりました。これは、分子雲における C<sub>7</sub>H の初の検出となりました。この分子は、奇数個の炭素を持つ直線炭素鎖分子クムレン（C<sub>2n+1</sub>H）類の中で、これまでで最も長いものです。

・本研究結果は The Astrophysical Journal 誌に 9 月 20 日付けで掲載されました。

<http://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/aa8637>

・論文タイトル: “Long carbon chains in the warm-carbon-chain-chemistry source L1527: First detection of C<sub>7</sub>H in molecular clouds,” 847 巻、1 号、51 ページ

(発表者)

荒木光典 (東京理科大学 研究推進機構 総合研究院 プロジェクト研究員 (PI))

高野秀路 (日本大学 工学部 総合教育 教授)

小山貴裕 (東京理科大学 理学部第一部 化学科 助教)

久世信彦 (上智大学 理工学部 物質生命理工学科 教授)

築山光一 (東京理科大学 理学部第一部 化学科 教授)

### 【研究の背景】

直線炭素鎖分子<sup>1</sup>とは、黒鉛、ダイヤモンドに次ぐ、炭素の第三の形態です。他の分子との衝突で容易に壊れてしまう不安定な分子であるため、地球上では天然に存在せず、高真空かつ極低温 (10~数十 K) の宇宙空間に特有の炭素の形態です。宇宙空間で検出されている分子種の 4 割程度がこのグループに属します。一方、現在、「原始地球で最初の有機物は宇宙からもたらされた」とする説が有力になりつつあります。宇宙からそれら有機物が地球上にもたらされた段階では、すでに安定な分子に姿を変えています。宇宙空間における化学進化<sup>2</sup>の途中で、それら有機物の多くは不安定な分子である直線炭素鎖分子の形態をとり

ます。そして、宇宙空間では、これまで多くの直線炭素鎖分子（シアノポリイン  $\text{H}-(\text{C}\equiv\text{C})_n-\text{CN}$ 、クムレン  $\text{C}_{2n}\text{H}$ 、 $\text{C}_{2n+1}\text{H}$  など）が発見されてきました。これら分子を調べることが、分子の化学進化を解明することになり、有機物の起源を知ることになります。

宇宙空間で分子は回転によって複数の決まった周波数の電波信号（回転遷移）を放出します。分子の電波信号は、大きな分子ほど数が多く、小さな分子ほど数が少ない傾向にあり、ゆえに信号一つ当たり、大きな分子ほど弱く、小さな分子ほど強い傾向にあります。しかし、大きな分子でも、直線構造の分子だけは、信号の数が少ないため、各信号が強くなります。したがって、大きな分子となると、直線構造の分子以外は観測しにくくなります。よって、直線炭素鎖分子は、見えにくい大きな分子の存在を代表します。ゆえに直線炭素鎖分子の検出は、宇宙の化学進化を解明するだけでなく、宇宙の化学組成を示す指標でもあります。

その直線炭素鎖分子の一つである  $\text{CCCCCCH}$  ( $\text{C}_7\text{H}$ 、図1) は、その存在が予想されていたながら、多くの研究者のこれまでの探査で、どの分子雲<sup>3</sup>にも発見されていませんでした。そこで、我々は、高感度を誇るアメリカ国立電波天文台のグリーンバンク 100 m 電波望遠鏡（図2）を用いてその検出に挑みました。今回、探査に選んだ天体は、おうし座分子雲領域にある低質量星形成領域 L1527 です。この天体は星形成領域ではあるものの、星が形成されたばかりの初期の状態にあります。これまで炭素鎖分子はまだ星が形成されていない暗黒星雲と呼ばれる天体で主に観測されてきました。この星形成領域にも短い直線炭素鎖分子（炭素 5 個以下）は観測されてきましたが、長い直線炭素鎖分子（炭素 6 個以上）は観測されないかあるいは暗黒星雲に比べて極めて微量でした。今回の観測は、この天体での長い直線炭素鎖分子の化学組成調査を意味します。

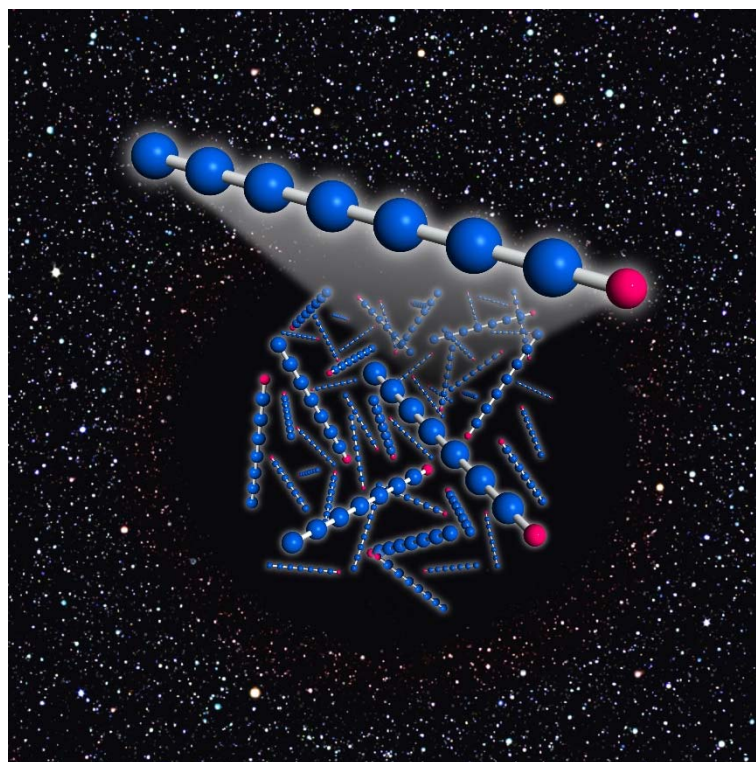


図1 分子雲と直線炭素鎖分子  $\text{C}_7\text{H}$ （想像図）

## 【研究成果の概要】

2015年に2シーズン1年間にわたり、延べ43時間の観測を行いました。初め3月に現地に赴き観測を行い、その後東京理科大学から現地の望遠鏡を操作する“リモート観測”を行いました。



図2 アメリカ国立電波天文台のグリーンバンク 100 m 電波望遠鏡  
アンテナ可動式で単一鏡の電波望遠鏡としては世界最大。(滞在時に撮影)

分子は回転によって複数の決まった周波数の電波信号を放出しますが、その周波数は分子に固有であるため、その周波数の電波を受信できれば、その分子が観測した天体に存在することになります。回転により得られる複数の電波信号のうちで、今回我々は、42.8 と 44.6 GHz 帯において現れる 4 本の電波信号の観測を行いました。その結果 4 本の電波信号のピークを得ることができました (図 3 上の 4 本のスペクトルの中心部)。しかし、各スペクトルは微弱でした。そこで、4 本のスペクトルの重ね合わせ処理を行ったところ、はっきりとした  $C_7H$  のピークが浮かび上がりました (図 3 下)。そこで、 $C_7H$  の検出を確認できました。これは、分子雲におけるこの分子の初の検出です。この分子は、直線炭素鎖分子の中でもクムレン ( $C_{2n+1}H$ ) 類に属しますが、奇数個の炭素を持つクムレンの中で、これまでで最も長いものとなります。

今回観測した低質量星形成領域 L1527 はこれまで、短い直線炭素鎖分子は数多く観測されてきましたが、長いものが比較的少ない領域であると考えられていました。しかし、今回の観測で、長い直線炭素鎖分子も豊富に存在することが明らかになりました。

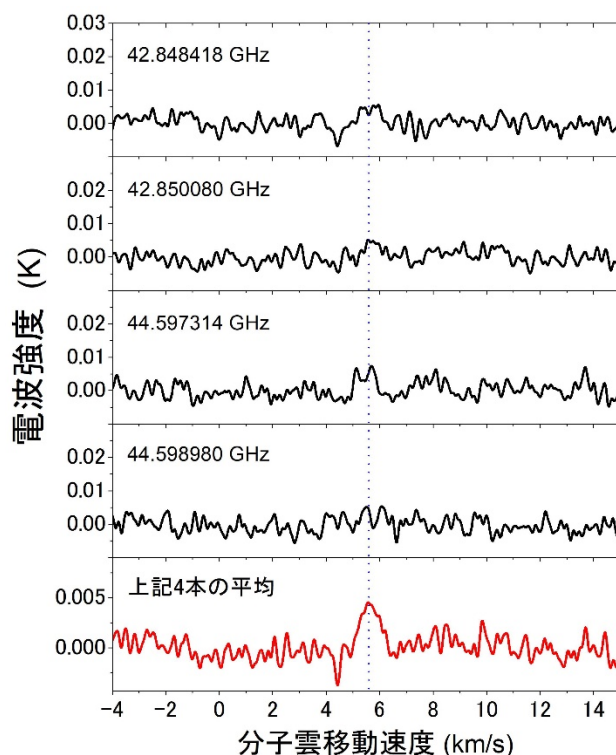


図3 検出された C<sub>7</sub>H の電波信号 (図の中央部のピーク)

### 【今後の展望】

今回我々の C<sub>7</sub>H の初検出は、他の暗黒星雲や星形成領域でも今後 C<sub>7</sub>H が観測できる可能性を示しています。また、より長い直線炭素鎖分子 C<sub>8</sub>H が L1527 に観測に十分な量存在することも示しています。これを機にさらなる観測が進み、分子雲の化学組成と化学進化がより明らかになることが期待されます。そして、原始地球にもたらされた有機物の起源が解明されることが大きく期待されます。

### 用語

1・・・直線炭素鎖分子：地球上の通常炭素鎖分子は、各炭素原子が水素原子を伴う傾向にある（例えばブタン CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>）が、直線炭素鎖分子は、二重結合や三重結合を含み、炭素だけが直線上につながる構造をとる（例えばジアセチレン HC≡C-C≡CH）。炭素鎖の比較的短いもの（炭素 4 個程度）は地球上でも合成できるが、反応性が高く保存は困難である。宇宙空間では、低温と高真空のため、それらが安定に存在する。

2・・・化学進化：化学反応の連鎖で絶えず新しい分子が生まれていく過程である。星間空間では、一般に、「原子から不安定な小さな分子が生成され、やがて飽和炭素鎖分子に行きつく」過程である。

3・・・分子雲：星間分子は、宇宙空間（星間空間）において、分子雲と呼ばれる塵と気体分子からなる雲を作りその中に存在している。暗黒星雲、星形成領域などに分類される。

～本件に関するお問い合わせ～  
東京理科大学 研究戦略・産学連携センター  
〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3  
TEL : 03-5228-7440 FAX : 03-5228-7441