

宇宙に様々な種類のガスが存在する理由を説明

～長年の天文学の謎解きに成功～

ポイント

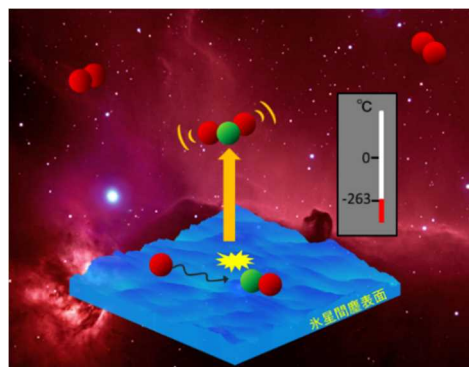
- ・ 極端な低温である宇宙でも、大量の分子が凍りつくことなくガスの状態で存在できる理由を説明。
- ・ 宇宙に漂う氷微粒子の表面に付いた様々な種類の分子が、ガスとして放たれるしくみを明らかに。
- ・ 宇宙の歴史の中で分子の種類がどのように増えていったのか、その理解の進展に期待。

概要

北海道大学低温科学研究所の大場康弘助教・渡部直樹教授らの研究グループは、実験室に宇宙空間を再現することで、光の届かない冷たい宇宙空間にただよう氷の微粒子（氷星間塵）から分子がガスの状態で放出されるしくみを、世界で初めて明らかにしました。長年、天文学の分野で謎とされていた「極低温の宇宙空間で、なぜいろいろな分子が凍りつくことなく、ガスの状態で存在できるのか？」に対する答えを見つけたといえます。

宇宙空間には、星も存在していない、 -263°C という極低温の領域（分子雲）が存在します。この領域は肉眼では真っ黒で何も無いように見えますが、最近の天文観測の結果、そこには大量の氷星間塵とガスが存在することがわかってきました。しかし、物理学の考え方では、水素などの軽い分子を除いて、ほとんどすべての原子や分子は極低温の氷星間塵に付着し、そのまま凍りついてしまうため、ガスとしては存在できないはずでした。また、分子雲には氷の表面の分子をガスに蒸発させるために必要な、紫外線などのエネルギー源がありません。それなのに、なぜ、分子雲に大量のガスが存在できるのか、これまで天文学上の謎でした。研究グループは、 -263°C の擬似的な氷星間塵を作製し、その表面を観察することにより、化学反応が引き金となって氷表面から分子が効率よく放出されることを、世界で初めて明らかにしました。この実験結果は、光などのエネルギーがない極低温の宇宙空間で、氷星間塵からガスを放出させるしくみを実証するもので、これにより、多種多様な分子が凍りつくことなく、ガスとして分子雲に存在できる理由が明らかになりました。

なお、本研究成果は、英国時間 2018 年 2 月 5 日（月）公開の Nature Astronomy 誌に掲載されました。



極低温の氷星間塵表面に付着した分子は、化学反応によりガスとして放出される。

【背景】

近年の天文観測技術の発達により、これまで見るができなかった分子雲の様子がより詳細に解明されつつあります。そこには、大量の氷星間塵が浮遊しており、有機物を含む多種多様な分子がガスとして存在していることが明らかになってきました。

分子雲の中には星はまだ存在していませんが、分子雲に存在するこれらの分子や氷星間塵が長い時間をかけて集まることで星が生まれることが知られています。しかし、水蒸気が冷えて氷になるように、極低温の宇宙空間では、水素など軽い分子を除いたほとんどの原子や分子は、固体として氷星間塵に凍り付いてしまい、ガスとしては存在できないはずですが、分子雲には、分子の蒸発を促す光などのエネルギー源がありません。そのような極限環境で、なぜ分子がガスとして存在できるのかは、天文学上の大きな謎でした。理論的には、氷星間塵の表面で化学反応が起きるときに分子がガスとして放出されるというモデルが提唱されていましたが、このモデルを実験で再現することは技術的に困難とされてきました。

分子は、氷星間塵の表面やガスの状態で化学反応を起こすことによって、その種類を増やします(分子進化)。氷星間塵からガスが放出されるメカニズムを知ることは、宇宙における分子進化を理解するうえでも大変重要で、その解明が待たれていました。また、非常に小さな氷の表面に弱く結合した分子が、化学反応によって表面から飛び出すかどうかは、化学の立場からもよくわかっていませんでした。

【研究手法】

極めて高い真空度(超高真空)にした実験装置の中に -263°C の擬似的な氷星間塵表面を作り出し、極低温で光なども存在しない分子雲と同じ環境を再現し、そこで実験を行いました。まず、分子進化で重要な役割を果たす単純な化合物である硫化水素分子を、氷の表面に付着させました。氷星間塵に実際に存在することが知られている水素原子をこの氷と反応させ、その様子を赤外線吸収分光という手法で観測しました。その結果、硫化水素と水素原子の反応により、氷表面から硫化水素がガスとして効率よく放出されることが明らかになりました。

【研究成果】

宇宙空間と同じ超高真空を再現する実験装置内に、 -263°C の擬似的な氷星間塵を作成し、氷表面での化学反応により分子がガスとして放出されることを、高精度な実験で観測することに世界で初めて成功しました。この成果により、「なぜ、宇宙空間ではすべての分子が、極低温の氷星間塵に凍りつくことなく、ガスとして存在できるのか？」という長年の天文学の謎を解くことができました。

【今後への期待】

今回の実験では硫化水素を用いましたが、メタノールなど他の分子で同様の実験を行うことにより、分子雲のガス組成がどのように決定されたかについて、より定量的で詳細な議論を行うことができるようになることが期待されます。

論文情報

論文名 An infrared measurement of chemical desorption from interstellar ice analogues (疑似氷星間塵からの分子の脱離を赤外吸収分光法により観測)
著者名 大場康弘¹, 都丸琢斗¹, ターニャ・ランバーツ², 香内 晃¹, 渡部直樹¹ (¹北海道大学低温科学研究所, ²シュツットガルト大学)
雑誌名 Nature Astronomy
DOI 10.1038/s41550-018-0380-9
公表日 英国時間 2018 年 2 月 5 日 (月) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 助教 大場康弘 (おおばやすひろ)
北海道大学低温科学研究所 教授 渡部直樹 (わたなべなおき)
TEL 011-706-5475 (大場), 011-706-5501 (渡部) FAX 011-706-7142
メール oba@lowtem.hokudai.ac.jp (大場), watanabe@lowtem.hokudai.ac.jp (渡部)
URL <http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/astro/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目)
TEL 011-706-2610 FAX 011-706-2092 メール kouhou@jimuhokudai.ac.jp