PRESS RELEASE (2010/4/16)

北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY
北海道大学総務部広報課
〒060-0808 札幌市北区北８条西５丁目
TEL 011-706-2610　FAX 011-706-4870
E-mail: kouhou@jimu.hokudai.ac.jp
URL: http://www.hokudai.ac.jp

宇宙における水素分子生成過程を解明：氷の上で原子から分子へ

研究成果のポイント

- 宇宙でもっとも存在度の高い水素分子（H_2）の生成過程を室内実験で再現した。
- 長年の謎であった H_2 分子生成の全過程（H 原子の氷微粒子への吸着，微粒子表面の移動と他の H 原子との結合，生成した H_2 のモニター）を初めて実験的にシミュレートすることに成功。
- 実験で求めた H_2 生成効率は宇宙における H_2 生成量を説明できる。

研究成果の概要

宇宙でもっとも基本的で大量に存在する水素分子は，星の形成，宇宙における物質進化に重要な役割を果たしますが，その生成過程自体は長年の謎でした。北海道大学低温科学研究所では，極低温の暗黒星雲に浮遊する氷微粒子上で水素分子が生成する過程を実験で再現し，その生成効率は 10 K (-263℃)という極低温でも十分に高いことを初めて示しました。

論文発表の概要

論文名：Direct measurements of hydrogen atom diffusion and the spin temperature of nascent H_2 molecule on amorphous solid water
（アモルファス氷上での水素原子の拡散と，生成した水素分子のスピン温度）
著者名：Naoki Watanabe, Yuki Kimura, Akira Kouchi, Takeshi Chigai, Tetsuya Hama, Valerio Pironnello
雑誌名：The Astrophysical Journal Letters　（IOP publishing）
公表日時：日本　2010 年 4 月 15 日（木）online　http://stacks.iop.org/2041-8205/714/L233

研究成果の概要

（背景）

宇宙に存在する分子のおよそ９割を占める水素分子(H_2)は, 元々２つの水素原子(H)だったものが結合反応を起こして生成します。ところが，宇宙の真空中（気相）で２つの水素原子（H）が結びつく反応は極めて起こりにくく，宇宙に存在する塵（星間塵）表面で H 原子同士が結合する反応が不可欠であると考えられています。H_2 分子は，宇宙空間の暗黒星雲と呼ばれる低温領域（10K）にもっとも多く存在するため，そこに浮遊する氷星間塵上での H_2 生成過程を明らかにする研究が求められてきました。これまで多くの実験が試みられてきましたが，いずれも H_2 分子生成過程の一部を研究するに留まっており，その結果も研究グループにより全く異なっていました。また，そのような極低温で，効率よく生成反応が起こりえるのかという疑問も残っていました。

（研究手法・研究成果）

低温科学研究所では，極低温の暗黒星雲を再現できる超高真空実験装置（図１）を開発し，その中に擬似的な氷星間塵表面（アモルファス氷表面）を作製しました。アモルファス氷表面に低温に冷却したごく微量の H 原子を照射し，H 原子の表面への吸着から H_2 分子生成までの，すべての振る舞いをレーザーを用いた共鳴多光子イオン化法によりモニターしました。その結果，H 原子の一部は氷表面にトラップされる一方，多くの H 原子は 10K の極低温にもかかわらず，表面を動き回って他の H 原子と結合して H_2 分子を生成することが分かりました（図２）。H_2 の生成効率は宇宙に暗黒星雲に存在する H_2 分子の量を説明するのに十分なものでした。

従来の研究は，いずれも H 原子から生成した H_2 分子のみを観察する方法で行われており，その手法が実験結果の不一致や，H_2 生成効率の導出を妨げていました。本研究では，これまでにない実験手法を用いることにより，H_2 生成にいたる道筋（図２）とその生成効率を導出することに成功しました。

（今後への期待）

氷星間塵上では水素分子だけではなく，有機分子を含む多くの分子が水素原子との反応で生成しています。本研究で得られたデータを用いることにより，それらの分子の生成効率をより正確に見積もることが可能になります。これまで低温科学研究所で得られた研究成果と合わせることにより，宇宙における分子進化がより詳細に描けるようになるでしょう。

お問い合わせ先

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: 011-706-5501, Fax: 011-706-7142, E-mail: watanabe@lowtem.hokudai.ac.jp

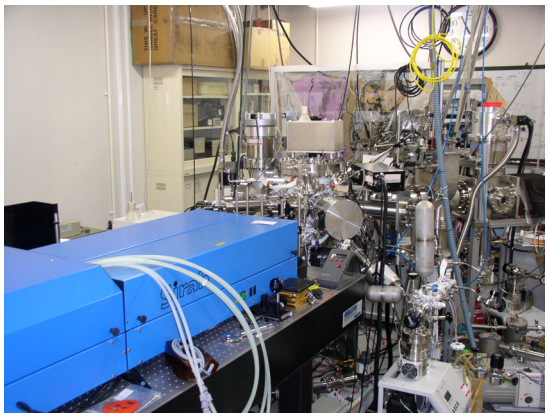

図１　低温科学研究所で開発した実験装置 RASCAL。この装置により，本実験が可能になった。

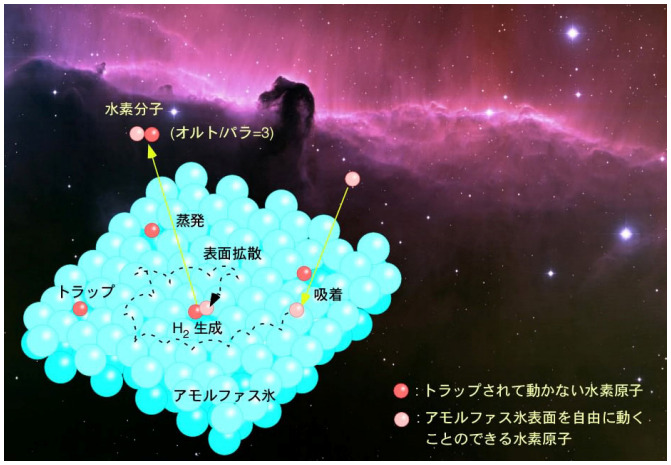

図２　アモルファス氷表面での水素分子生成過程の模式図