

山梨大学 工学科 応用化学コース

佐藤 哲也

宇宙は 99%以上が**プラズマ**の状態、電子、イオン、原子状Hが存在しています。私たちの研究室では宇宙環境に似た実験装置（超高真空、極低温（10K）、プラズマ）を用いて、材料創成に活かしています。まずは、身の回りのプラズマを紹介し、プラズマの演示実験と実験室見学を通しプラズマを体感してみましよう！

1. 演示実験

- ①放射線とは： α 線、 β 線、 γ 線を指します。これらを活用した「放射線化学」は私たちの暮らしの中で重要な役割を果たしています。簡単な手作り演示実験装置「霧箱」を用いて放射線を捉えてみましょう。
ラジウムセラミックスボール（放射線源）からアルファ線（高速の He^{2+} ）とガンマ線（高速の電子）を過飽和のアルコール蒸気中を通すとどうなるでしょう？

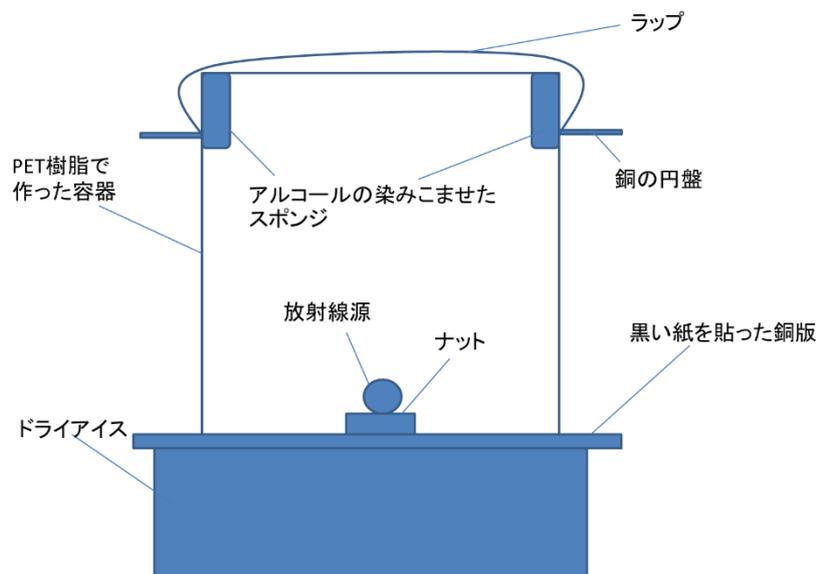


図1. 霧箱の構造

他、

- ②テスラコイルにより人工落雷。
- ③ガラス管に封じ込めた色々なガスを放電。
- ④トンネル照明のナトリウムランプ
- ⑤プラズマボール

を観察してみましよう。

2. 実験装置見学

- ・ 極低温（10 K）におけるN原子発光観察
- ・ 半導体製造プロセスにおける各種プラズマ装置

「低温トンネル反応の解明と次世代半導体薄膜の新規創製」

あらゆる物質は、“粒”という性質とともに“波”という性質をもっています。この波の性質は、“粒”の質量が小さくなり、またその速度が小さくなるほど目だって現れます。“波”の性質によって起こるトンネル現象は、低温になるほど、また“粒”の質量が小さいほど顕著に現れます。原子の中で最も小さな質量をもつのが水素原子（H）であり、極低温

（ -263°C ）におけるHのトンネル反応（右図）は、彗星に含まれるガス成分の謎や宇宙の暗黒星雲における星間物質の化学進化の謎を解く重要な鍵であることを私たちは明らかにしました。

Hの波の性質や電子のエネルギーを利用した化学反応により、非晶質（アモルファス）シリコン薄膜や、ダイヤモンド状炭素薄膜（DLC）など、太陽電池や次世代エレクトロニクスに必要な半導体薄膜を低温合成する新しい製膜技術を開発しています。

真空中（減圧下）にて1eVで加速した電子のエネルギーは約1万 $^{\circ}\text{C}$ に相当します。この非平衡化学反応を利用し、材料合成や微細加工が可能になります。従来の製造技術（200～300 $^{\circ}\text{C}$ ）の原料ガスの利用効率が2～3割と低いのに対して、原料ガスの9割以上を薄膜に変換でき、かつ低欠陥の高品質薄膜が得られる製膜技術です。電子ビームやイオンビームと組み合わせ、ミクロな領域に原子・分子レベルで厚さを制御したナノ材料の精密加工にも応用が可能です。

「地球温室効果ガスの低温分解とフルオロカーボン薄膜材料への変換」

フッ素含有温室効果ガスは、冷蔵庫の冷媒やスプレーなど身近な製品にも使われています。半導体製造工程で利用されるパーフルオロカーボン（PFC）は、地球温暖化係数が二酸化炭素に比べ数万倍と大きく、かつ大気寿命が約1万年と長い環境負荷が大きなガスです。上述した低温化学反応とプラズマを組み合わせることにより、PFCガスを90%以上の高い効率で分解し、付加価値の高いフッ素含有カーボン膜に変換する表面処理技術を開発しています。

