

研究
テーマ名

マイクロ波凍結乾燥（氷から水をつくる技術）

機関名：マイクロ波化学株式会社、東京工業大学

プロジェクト概要

【目的】

月や火星の地下に存在する水氷において水を効率的に分離する技術として、マイクロ波による凍結乾燥技術の応用を提案する。伝熱では無く、直接氷状態の水分子にマイクロ波を相互作用させることが重要である。物質のマイクロ波吸収能(ϵ'')は固有値であり、表土と氷が混ざった状態において、 ϵ'' (表土成分) << ϵ'' (氷)の周波数を選定すれば、マイクロ波や高周波により氷に選択的にエネルギーを伝達できる。

さらに、半導体型マイクロ波発振器により複数地点から位相を制御したマイクロ波を照射することにより、ある深度で電界強度が最大となる設計が可能となる。つまり、氷存在する領域に選択的にマイクロ波を照射できる。

本コア技術を地球においてマイクロ波凍結乾燥技術として事業化する。

【成果】

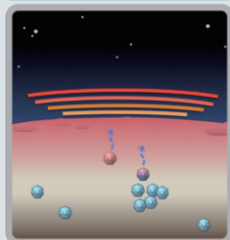
マイクロ波の投入エネルギーと物質、系内、コールドトラップの温度変化から条件を最適化した。系内の温度変化を観察しつつ、マイクロ波のエネルギー投入量や、排気速度を調整することによって適切な乾燥が行えるようになった。

電磁波による氷融解あるいは束縛水からの水回収系の原理を解明した。水、含水月レゴリス模擬砂、NaCl水溶液を対象として複素誘電率測定、マイクロ波・高周波照射下における凍結乾燥、in situラマン測定を行い、誘電特性、乾燥特性、水の構造変化から水分子運動性や昇温特性を明らかにした。

さらに、1m級の大きなマイクロ波凍結乾燥キャビティを作成し、内部で-50℃、1 Paを達成することが出来た。位相制御試験に依りては2つのマイクロ波発振源の位相差によって、加熱される水の位置が異なることを確認した。

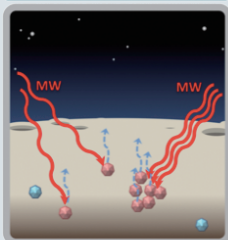
月や火星の水の分離における通常法とMW法の比較

通常加熱法



地表奥の水分子を出すためには、地表からの全体の加熱が必要不可欠

マイクロ波(MW)法

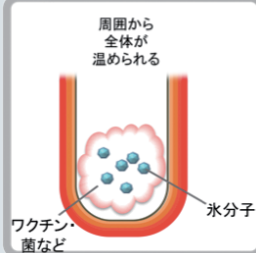


① 吸収能のある周波数を選定し、地表奥の水分子にMW照射
② 位相制御でピンポイントに加熱

凍結乾燥における通常法とMW法の比較

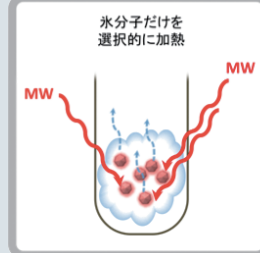
※ 乾燥条件例: -50℃, 1Pa

通常法



周囲から全体が温められる
フクセン・菌など
水分子

MW法



水分子だけを
選択的に加熱



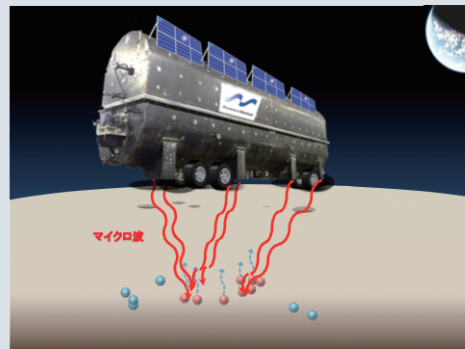
開発中のプロトタイプ装置 @ マイクロ波化学(株)試験棟



月の砂を模した砂を用い、プロトタイプ装置による凍結乾燥実験を行った。



プロトタイプ装置のデモ実験の様子



宇宙の太陽光を用いて電気をつくり、その電力で装置を動かして水を回収する。水は飲水用途以外にも、水素(H₂)と酸素(O₂)にわけてロケットを飛ばすための燃料を作ることできる。