

TIRI クロスミーティング 2016

ガスハイドレート技術による物質分離

最上 要、中村 聡、神保 安広（創イノベーション(株)、(株)CDM コンサルティング）

はじめに：ガスハイドレートは、ケージ状の結晶格子を構成するホスト分子が水分子であり、ケージ構造の中にトラップされているゲスト分子がガス分子であるクラスレート（包摂化合物）である。ゲスト分子の極性の有無や分子の大きさにより、水分子は異なったケージ構造をとる。また、ケージ状の結晶格子は規則的に集合し、異なった高次構造を形成する (Fig.1)。このため、ガスハイドレートは一般的には 0°C ~数 10°C の温度領域かつ高圧下で安定であるとされるが、実際はゲスト分子によってガスハイドレートの安定な温度、圧力領域は大きく異なっている。

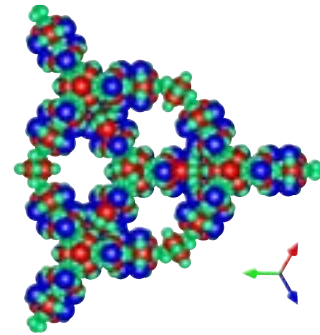


Fig.1 プロパンハイドレートの高次構造図

ゲスト分子がプロパンの場合の相図を Fig.2 に示す。相図中には一般的には Q_1 (氷点) と Q_2 の 2 つの四重点が存在する。ただし、ゲスト分子が Ar, Kr, Xe, N_2 , O_2 , CH_4 および C_2H_4 の場合には Q_2 は存在しない。水に無機塩が溶解している場合には、凝固点降下と同様のメカニズムで Q_2 の温度が低下する。また、ガスハイドレート結晶中には無機塩はトラップされないことが知られている。従って、塩類を含む水に適当なゲストガス分子を加え、ガスハイドレートと水（水溶液）が共存する温度、圧力条件にすれば、塩類が含まれないガスハイドレートと塩類が濃縮された水が共存する系が得られる。これを固液分離すれば、塩類を含む水から塩類を含まない水と塩類が濃縮された水が得られることになる。

技術開発の過程：この原理を利用して海水を淡水化する技術を開発することに弊社は成功（ガスハイドレートを利用した海水の淡水化技術：特許番号 4913905）しており、氷を晶析させ固液分離を行う冷凍法に比べて、エネルギー効率が低いことが特徴である。また、実用化されている多段フラッシュ法や逆浸透膜法と比べても低コストであり、水中の塩濃度が高い場合にも対応が可能であることが特徴である。

さらに、水の同位体の分離にもガスハイドレート法が適用可能であると考え、トリチウムの分離低減のためのコールド予備実験を行ってきたところ、経済産業省資源エネルギー庁平成 25 年度補正予算「汚染水処理対策技術検証事業」に平成 27 年 2 月に採択された。

実際にトリチウムを使用したラボスケールの試験を行ったところ、従来のトリチウム除去施設が対象としてきたトリチウム濃度と比較して、約 10^6 倍希薄な福島第一原子力発電所の汚染水処理に、本技術は対応できる可能性があるという評価が得られた。

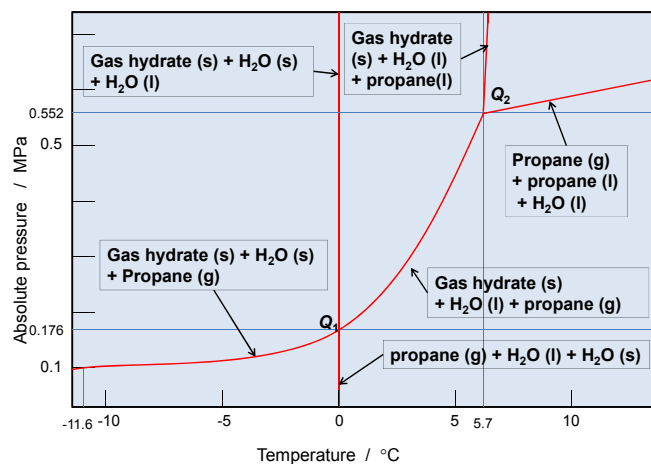


Fig.2 プロパンガスハイドレートの相図