

二酸化炭素からのメタン合成について

広島大学 齊間 等

1. 緒 言

天然ガス(メタン)は、我が国のエネルギー投入量の 20%を占める重要なエネルギーである。ところが、その約 98%は LNG(液化天然ガス)としての輸入であり、国産ガスはわずか 2%でしかない。天然ガスは二酸化炭素排出量が少なく、クリーンなエネルギーとされているが、化石資源であることに変わりがない。また、その井戸元ではメタンとともに二酸化炭素が噴出するので、これを分離・放散して天然ガスとしていることも知っておく必要がある。一方、再生可能エネルギーを用いて水を電解して得られる水素を用いることにより、二酸化炭素からグリーンなメタンを合成することができる。本講演では、このメタン合成について解説する。

2. 触媒作用について

化学反応の速度を速める(あるいは遅くする)作用を触媒作用と言い、そのような作用を示す物質を触媒と呼ぶ。一例として、固体の金属触媒について考える。金属の内部では、原子同士が引き合う作用がある。ところが金属表面では、引き合う相手がいないため、周囲のガス分子を吸着しようとする。吸着されたガス分子は、金属との相互作用のため、原子同士の結合が弱まり、反応しやすい状態(活性化状態)になる。ここで別の分子や原子が近傍に吸着されると、化学反応が進行する。このため、ガス分子は気相にいる時よりも反応しやすくなる。このように考えると、触媒作用がイメージしやすくなる。

3. 二酸化炭素と水素からのメタン合成

P. Sabatier は、Ni を触媒として二酸化炭素からメタンが合成できることも報告している。



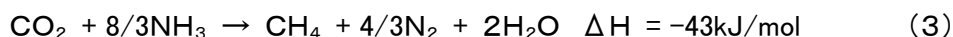
(1)式の反応は、大きな発熱反応である。このため反応が進行すると、反応温度が上がり、ますます反応が速くなって制御が困難になる。この反応の暴走を防ぐため、生成した反応熱を反応器内で除去する必要がある。このため、プレート式反応器やシェル&チューブ式反応器が開発されている。原料ガスを分割して投入したり、水蒸気や生成ガスで希釈したりしながら、断熱反応器でプロセスを構成しようという試みも行われている。

4. アンモニアメタネーション

水素を水素エネルギーキャリアとして運搬することが検討されている。アンモニアは、エネルギー密度も高く、容易に液化できるので有力なキャリアである。アンモニア分解により水素を生成する反応を(2)式に示す。



(2)式の反応は吸熱反応であり、エネルギーの投入を必要とする。そこで我々は、(1)式と(2)式の反応を組み合わせたアンモニアメタネーション((3)式)を提案している。



アンモニアメタネーションの反応熱は(1)式の1/4であり、断熱反応器を容易に採用することができる。さらにアンモニアを輸入することにより、国内の二酸化炭素を国内でメタンに変換することができる特徴を持っている。現在までの触媒改良の結果、100%に近いメタン収率が得られることも明らかにされている。

5. おわりに

水素は、爆発範囲が 4~75%と広く、最小発火エネルギーが 0.02mJ とごく小さい。このように燃えやす過ぎるにも関わらず、その低位発熱量は 10MJ/m³と小さい。メタンの爆発範囲は 5~15%, 最小発火エネルギーは 0.28mJ と制御しやすい燃料であり、その低位発熱量は 36MJ/m³と大きく、その供給インフラも整っている。合成メタンは、グリーンかつ重要なエネルギー源となることが期待できる。