

社団法人「赤道で水素を作る会」

メガフロートで得られる太陽光発電電力と H₂ とを
利用したハーバーボッシュ法による NH₃ の大量生産方法

It always seems impossible until it's done. - Nelson Mandela

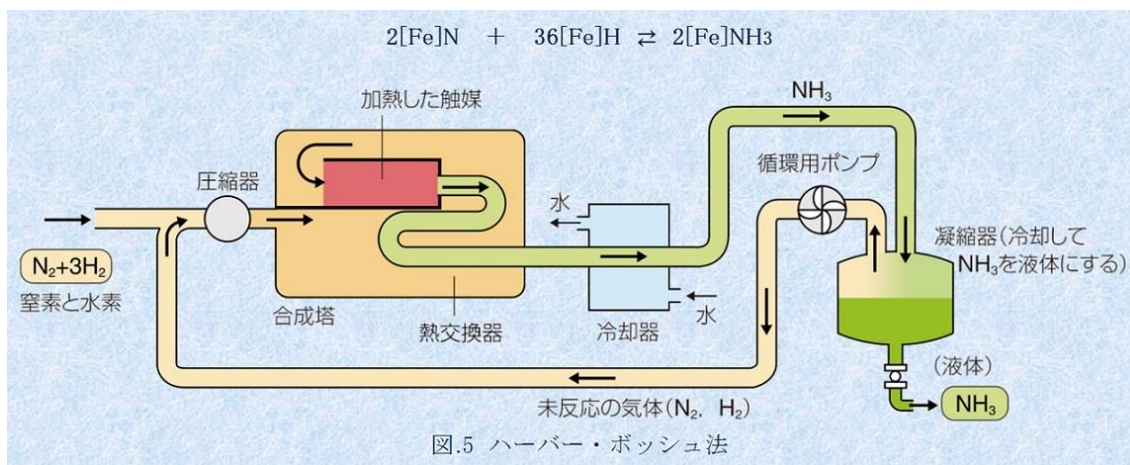
アンモニア NH₃ は肥料や様々な化学品合成の出発点になる基礎的な物質であり、
世界では年間1億トン前後が製造されている。

<2017年>

順位	国名	単位：千トン
1	中国	43,600
2	ロシア	14,020
3	米国	11,600
4	インド	10,800

アンモニアの産業的合成方法は主としてハーバーボッシュ法に依り、一定の環
境下で窒素ガス N₂ と水素ガス H₂ からアンモニア NH₃ を獲得する。

下記化学反応式 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$



アンモニアの製造は直接 CO₂ を排出するものではないが、原料の H₂ を化石燃料の水蒸気改質により製造した場合には大量の CO₂ を排出せざるを得ない。

（製造コスト削減のために、多くのアンモニア製造工場には隣接して水蒸気改質による H₂ 生成設備が付属している。H₂ 改質に伴う発熱はアンモニア製造に必要な高熱を得る助けになるからでもある。

アンモニア製造に必要な水素ガスの量は N=7+H=3 であるから、世界の生産量 1 億トンのアンモニアを製造するには 3000 万トンの水素ガスが必要になる。

したがって、**上記水素ガスすべてを水蒸気改質により生成させるとすれば、必然的に 1 億 5 千万トン程度の CO₂ を発生させることになり、これは人類が産業用途で排出している CO₂ の 5% 近くにも達する。**

（天然ガスの例）

CH₄+H₂O→CO₂+4H₂ 8 g の水素を作るために 44 g の CO₂ を排出する。

H₂ はメガフロート上でほぼ無料・無制限に生産できるが、その H₂ をアンモニア工場での CO₂ 排出削減に利用しようとするのは現実味に欠ける。

既に自前の H₂ 生産設備を持ち、そこで発生する熱量をアンモニア生成にも利用している工場に、メガフロートから輸送経費をかけて運ぶ H₂ にコスト的優越を与えるのには無理があるからである。

しかしながら、発想を逆転させてメガフロートにハーバーボッシュ法によるアンモニア製造工場を作り稼働させれば大きなメリットが生じる。

NH₃ の製造に必要なものは N₂ と H₂、そして高温高圧環境であるが、メガフロートではこれらの原料と環境をほぼ無料・無制限で自給することが出来るだけでなく、下記のようなメリットがある。

☆アンモニア輸送が簡便。(アンモニアの液化は常温 0.9Mpa で液化保存できる、)消費地によっては赤道からの遠距離輸送が大きなハンディにならない。

<http://www.f-suiso.jp/wp-content/uploads/2013/12/d04c770f18ec6830b37f51950bd40a78.pdf>

☆単位あたりの燃焼熱量が高いため発電燃料として期待されている。

<https://www.meti.go.jp/press/2017/12/20171226002/20171226002-2.pdf>

☆アンモニアをH₂キャリアとして利用することでさまざまな用途拡大が考えられる。アンモニアはその重量の18%近くが水素であり、MCHに体積として500倍取り込んでも重量的には5%程度にしかならない。しかも水素を取り出す作業（クラッキング）も有機ハイドライトなどに比べてはるかに容易である。

メガフロート上にアンモニア製造プラントを作ることには下記のようなメリットが考えられる。

ハーバーボッシュ法自体は確立された技術であり、問題はフロート上に設置するという制約からプラントを高さ8m（水面からの高さは4m）程度に抑える必要はあるものの横幅、長さは無制限であるからプラントを作ることには致命的な障害にならない。

但し、CO₂排出削減の切り札として発電燃料としての使用を念頭に置く以上、従来の想像を遥かに超えた生産量、たとえば現在の世界の生産量年間1億トンと同じ量を供給するといったレベルで考える必要がある。

どんなに大量のアンモニアを製造しても供給過剰にはならない。

CO₂を一切排出しないカーボンフリー燃料として化石燃料発電を排除しながら利用できるからである。

生産に必要な熱源については24h/365d連続運転することを前提に、溶解塩による太陽光の蓄熱、太陽光発電による電熱、H₂の燃焼熱などを組み合わせて使用する。

アンモニアタンカーは液化温度が高いため建造が容易である。（今までなかったのは需要がなかったため）

タンカーを建造する際に往路にドライアイス、復路にアンモニアを運ぶようにすれば、メタン製造のコストダウンにつながる。ドライアイスの気化温度-70℃、NH₃の液化温度は与圧にもよるが-50℃程度であるから必要な冷却能力に大差はない。（なおこのタイプのタンカーについては特許申請検討中である。）

N₂については高純度を必要としないため大気中からO₂のみ除去してアルゴンと一緒に取り込むようにする。なお、このN₂の取込み装置については特許申請検討中である。

