

特集 エネルギー・資源の未来展望 (随想)

低・脱炭素社会に向けたメタネーションの意義

Decarbonizing Energy System by Methanation
Using Existing Infrastructure

柴田善朗*
Yoshiaki Shibata



メタネーションとは、従来は主に石炭から合成天然ガス (Synthetic Natural Gas, Substitute Natural Gas) を生成するプロセスを指していた。米国の民間企業 Dakota Gasification Company が1984年に世界で初めて商用化し、現在も操業を続けている。中国でも、現在4件程度の事例が見られる。

一方、近年注目されているメタネーションは水素とCO₂からの合成メタンの生成であり、以下はこれに限定した話である。メタネーションに必要な水素は当然のことながらカーボンフリーでなければならない。カーボンフリー水素にはGreen水素 (再エネから製造) とBlue水素 (化石燃料+CCS) があるが、後者をメタネーションに利用するとなると、化石燃料からCO₂を分離して水素を作りCO₂と水素を反応させてメタンを合成するので、化石燃料を再度人工的に製造することに等しく、一体何をやっているか分からない。したがって、水素はGreen水素でなければならない。

水素にはGreenやBlueなどの名称が市民権を得つつあるが、メタネーションによって生成される合成メタンの正式名称はまだ決まっていない (本稿執筆時点の2019年11月上旬では)。ちなみに、わが国では今までに、

- “カーボンニュートラル・メタン” (第10回水素・燃料電池戦略協議会資料, 2017年9月)
- “再生可能エネルギー由来のメタン” (水素基本戦略, 2017年12月)
- “CO₂フリー水素を用いたメタネーション” (水素・燃料電池戦略ロードマップ, 2019年3月)

等の呼び方が見られるが、その他に、グリーンメタン、クリーンメタン、低炭素メタンなどが候補になるであろう。筆者はよくカーボンニュートラルメタンという呼び方を使っている。

近年、エネルギーシステムの低・脱炭素化に向けて水素

利用促進の動きが拡大している。GreenかBlueかはさておき、水素は多様な資源から製造できるというメリットがあるが、需要の創出が大きな課題である。現在の水素利用は、石油精製、化学、半導体、食品工業等での工業用途がほとんどで、燃料電池自動車普及し始めているものの、エネルギー用途は非常に限られている。

水素需要の創出策として、2019年6月にIEAが発表した“The Future of Hydrogen”では、都市ガスインフラへの水素ブレンドを挙げ、都市ガスの低炭素化にも役立つとされている。ところが、計量方法の変更 (体積から熱量へ)、機器の熱量調整、安全性への対応、産業特殊用途 (浸炭、超高温加熱炉等)への対応等、障壁が非常に多い。欧州では、天然ガスの熱量や燃焼速度に関する基準が緩い国もあり水素ブレンドの許容度が大きい (もともと、英国の0.1vol%~オランダの12vol%と大きな幅はある)、わが国では最大でも2vol%と言われている。たとえ2vol%をブレンドしても、水素の体積当たりの熱量が小さいことから、都市ガスの低炭素効果は0.6%程度にしかならない。総論として、労が多い割には益が非常に小さい。都市ガスへの水素ブレンドは水素側の視点であり、受入れ側の都合を無視している。

そこで、考えられるのがカーボンニュートラルメタンである。既存都市ガスインフラをほぼそのまま利用できるといふメリットがある。水素ブレンドに生じる障壁を回避するために新たに水素専用インフラを構築する場合と、既存都市ガスインフラにカーボンニュートラルメタンをブレンドする場合では、後者の方が経済的との分析事例¹⁾もある。

さて、ここで、「メタンは燃焼するとCO₂が出るので、カーボンニュートラルではない」という指摘がある。しかし、それは違う。なぜか? (図1参照)

✓カーボンニュートラルメタン製造には既存設備から一度排出されるCO₂を利用 (または、カウントされないバイオマス由来CO₂や大気中のCO₂を利用) する。カーボンニュートラルメタン製造のためにわざわざ化石燃料を燃焼させて、そのCO₂を利用することはしない。

✓カーボンニュートラルメタンは使用時にCO₂が排出されるが、製造時に分離回収されるCO₂とオフセットされ

*一般財団法人日本エネルギー経済研究所 新エネルギーグループ
マネージャー 研究主幹
〒104-0054 東京都中央区勝どき1-13-1 (イヌイビル・カチドキ)

る。つまり、元々の排出源からの時間差・地点差の排出(DAC (Direct Air Capture) の場合は大気に戻す)に過ぎない。CO₂排出は元々の排出源に属している。

✓ CO₂排出削減は、あくまで再エネ水素利用による天然ガスの代替効果に起因する。カーボンニュートラルメタンは再エネ水素のキャリアである。

したがって、どのCO₂ (化石由来、バイオマス由来、DAC)を利用してCO₂排出削減効果は同じである。また、当然のことながら、バイオマス由来CO₂やDACの場合でもネガティブエミッションにはならない。

また、「CO₂排出削減効果は、CO₂分離回収施設と都市ガスネットワークで折半すべきである」との見解も見られる。これは帰属の問題であるが、

✓ CCUはCC (CO₂分離回収) だけでは意味がない。U (Utilization) があって初めて意味をなす。つまりUであるメタン製造・利用、それによる天然ガスの代替に意味がある。

CCUにおいて、まさかCCのみで完結するようなことはしない。カーボンニュートラルメタンを製造し、タンクに永遠に貯蔵なんてことはしない。カーボンニュートラルメタンを利用、つまり燃焼させてCO₂を排出することで、天然ガス消費を削減することに意味がある。もちろん、その寄与は再エネ水素に因る。この観点で見ると、CO₂排出削減はむしろカーボンニュートラルメタンに帰属すると言うこともできる。カーボンニュートラルメタンが介在しなければ、天然ガス消費削減によるCO₂排出削減が実現できないのだから。

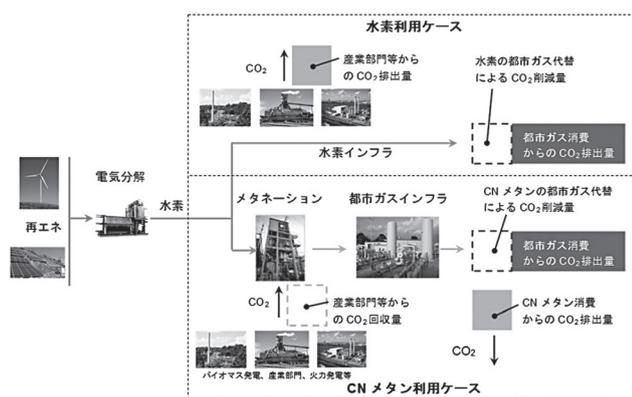


図1 カarbonニュートラルメタンと水素の比較 (出所) 文献¹⁾

ここで、CCUの意味が垣間見られる。CCSとCCUをCCUSとして一緒にすることで話が複雑になっている。CCSとCCUのCO₂排出削減方法は全く異なる。前者はCO₂の固定化による大気への排出回避であるが、後者は主に従来型原料・燃料の代替によるCO₂排出削減でありCO₂固定化の概念は全くない。カーボンニュートラルメタンを時限的CCSとして捉えるから、「CO₂が排出されるか

らカーボンニュートラルでない」という見方が生じてしまう。カーボンニュートラルメタンは、再エネ水素によって従来型燃料(天然ガス)を削減できるメリットが主である。炭酸カルシウムでも同じことが言える。炭酸カルシウムは建材等への直接利用や再焼成が検討されている。焼成の場合、分離回収したCO₂が再度排出されるが、天然の炭酸カルシウムの消費を回避することでCO₂排出を削減できる。

つまり、PtG (Power to Gas) とCCUの活用であるカーボンニュートラルメタンは、PtGが主でありCCUは副である。忘れてはならないのは、カーボンニュートラルメタンはGreen水素利用における次善策であり、CCUを行うこと自体が目的ではないという点である。水素はそのまま利用できるならその方がいい。それが難しく、既存インフラを使うことで障壁回避や経済性のメリットがあるから、カーボンニュートラルメタンの意義がある。エネルギー関連のインフラは数十年間の利用を前提として構築されることから、そう簡単に変換することは経済的ではない。

ただし、もちろん他のCCU技術と同様にLCCO₂に基づく評価は必要である。CCSに付随するCO₂の圧縮・圧入は必要ないが、メタネーションを含むプロセス全体でのCO₂排出量の精査が求められる。

カーボンニュートラルメタンの意義をPtGの側面から見ると、再エネ余剰電力を水電解による水素製造にまわすことで電力系統に柔軟性を付加しつつ、製造されたGreenなガスを他部門で利用するSector Integration (Sector Coupling) につながる。そうすることで、電化による低炭素化が技術的に困難な用途での低炭素化も可能となる。

もっとも、CO₂排出源がなくなる究極の脱炭素社会では、メタネーションに必要なCO₂はDAC由来になるであろう。しかし、その場合は、一部の用途を除いては、水素を直接利用するエネルギーシステムに転換されているはずである。すぐにはCO₂排出ゼロの社会は来ないから、せめてそれまでは、既に排出されているCO₂を再利用して、既に構築されているインフラを経て、既に存在している用途へ再エネ水素を供給する、それがカーボンニュートラルメタンの姿である。まずは、カーボンニュートラルメタンによるSector Integrationを実現させ、その延長線上に、国内再エネ・水素をベースとした脱炭素社会があるのではないだろうか。そうすると、エネルギーセキュリティーも改善される。

参考文献

- 1) 柴田善朗; カarbonニュートラルメタンのポテンシャルと経済性 - PtGとCCUの活用 -, (2019.1), 24-1, 第35回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス。