

カーボンリサイクル燃料の炭素源に関する試論（1）

—CO₂再排出等のメタネーションに関わる誤解の解消と長期的視点—

2021年4月

日本エネルギー経済研究所 電力・新エネルギーユニット
新エネルギーグループ マネージャー 柴田善朗，主任研究員 大槻貴司

カーボンリサイクル燃料（合成燃料）¹は、水素と CO₂ から合成される炭化水素燃料であり、低・脱炭素化社会の実現に向けて期待されているが、技術的に水素と CCU（やカーボンリサイクル）の二つの領域に跨ることから、その低炭素化効果や意義について誤解と混乱を招いている。そこで、今後のエネルギー政策議論の材料に資することを目的に、カーボンリサイクル燃料の原理、長期的な在り方、CO₂ 排出削減効果の帰属等に関する連載を行う。まず、第1稿ではカーボンニュートラルメタン（CN メタン）を例に、その原理を解説するとともに 2050 年脱炭素社会に向けた課題を示唆する。第2稿では、2050 年脱炭素社会やそれまでの移行期における CO₂ 源選定について議論する。第3稿では、カーボンリサイクル燃料利用における CO₂ 排出削減効果の帰属に関する多様な考え方を展開する。

1. 本稿のポイント

- 都市ガスの低炭素化に水素やカーボンニュートラルメタン（CN メタン）が期待されているが、いまだに後者に関する誤解が見られる。まず、メタネーション（CN メタンの製造）の原理・機能・役割を再確認することが必要である。この正しい理解に基づいたうえで、2050 年脱炭素社会やそこに至るまでの移行期における CN メタンの在り方を展望することが求められる。
- CN メタンは、ある施設等から分離回収された CO₂ と十分に低炭素化された水素から合成される。CN メタンの利用（燃焼）によって排出される CO₂ と分離回収された CO₂ とがオフセット（キャンセルアウト）されることから、CN メタン利用による天然ガスの代替が CO₂ 削減効果となる。つまり、CO₂ は分離回収・利用・再排出されているだけであり、本質的には CN メタンの利用は水素の利用と同義である。したがって、原理に基づくと、CN メタンからの CO₂ 再排出は問題ない。
- CCU やカーボンリサイクルには、CO₂ 排出削減効果に資するものとそうでないものがある。メタネーションを含む合成燃料製造・利用における CCU に関わるプロセスでは

¹定まった呼称は存在しないことから、本連載ではカーボンリサイクル燃料と呼ぶが、状況に応じて合成燃料や、メタネーションによって製造されるメタンについてはカーボンニュートラルメタンと記述する場合もある。

CO₂ を利用・リサイクルしているものの、それは水素を利用し易くするための方策であり、CO₂ 排出削減効果が得られる CCU ではない。CO₂ 排出削減効果はあくまで水素によって得られる。

- CN メタンの CO₂ 再排出や CO₂ 排出削減効果に関する誤解は、メタネーションを CCU の領域に分類することで CO₂ の挙動のみにフォーカスしていることに起因すると考えられる。CN メタンの効果は水素に依存していることから、これらの誤解を避けるためにも、メタネーションは CCU の領域ではなく、水素の領域で取扱うことが適切である。

2. 本文

はじめに

都市ガスの低・脱炭素化に向けて水素や合成メタン（カーボンニュートラルメタン：CN メタン）が期待されており、これらのガスをどのように経済的に製造・輸送・利用していくのが重要な課題となる。しかしながら、CN メタンについては、その意義がいまだに誤解されることが多い。特に、「CN メタンは燃焼時に CO₂ を再排出するから、その CO₂ を再度回収、若しくはオフセットしなければならない」という主張が見られる。これは、最近の 2050 年脱炭素社会を意識した解釈と捉えられなくもないが、メタネーションの原理そのものに対する誤解から生じているとも考えられる。

いずれにしても、多く誤解が、メタネーションを CCU の領域に分類することで CO₂ の挙動のみにフォーカスしていることに起因すると考えられる。まず、メタネーションの原理・機能・役割を正しく理解することが必要である。その正しい理解をベースに 2050 年脱炭素社会に向けた課題を整理しなければ、2050 年脱炭素社会の実現に向けて重要な移行期におけるメタネーションの位置づけが曖昧なものになる可能性がある。したがって、本稿では、メタネーションの原理を再確認したうえで長期的な課題を整理することで、水素と CN メタンの在り方を展望する。

CN メタン≡水素、メタネーション≠CCU

まず、2050 年脱炭素社会と切り離し、CN メタンの原理を再確認する。CN メタンの仕組みは、十分に低炭素化された水素と CO₂ を合成して製造（メタネーション）され、利用される際に燃焼によって CO₂ を排出し、その過程で従来型天然ガスを代替する、というものである。つまり、ある施設等から分離回収された CO₂ と、CN メタンの燃焼により排出される CO₂ がオフセット（キャンセルアウト）され、CN メタンを利用しなかった場合に用いられる天然ガスを代替することによって削減される CO₂ が効果となる（ただし、CO₂ 分離回収や CN メタン製造プロセスからの CO₂ 排出分は効果が目減りする）。言い換えれば、CN メタンの利用は、十分に低炭素化された水素を直接利用することと同じであり、本質的には、CN メタンの利用は「水素の利用」や「水素が天然ガスを代替すること」と同義

である（図 1 の左と中央のケースを比較すると系全体の CO₂ 排出量は同じである）。翻って、「水素の利用」にフォーカスすると、その過程において、CO₂ の分離回収は無関係であるし存在もしない。したがって、メタネーション（CN メタンの製造）は CCU の領域ではなく、水素の領域で取扱うことが適切である。「CN メタンは燃焼時に CO₂ を再排出するから、その CO₂ を再度回収、若しくはオフセットしなければならない」という以前から見られる論調は、メタネーションを CCU（やカーボンリサイクル）の領域に分類することで、CO₂ の再排出のみにフォーカスしていることから生じる誤解と考えられる。ちなみに、IEA は合成燃料を Hydrogen-based Fuel と呼んでいる。仮に、メタネーションを CCU に分類したとしても、CO₂ は分離回収・利用・再排出されるだけであり、CCU としての機能による CO₂ 排出削減効果はない。CN メタンによって得られる CO₂ 削減効果は水素のみに依存している。

では、「なぜ、わざわざ水素に CO₂ を結合させて CN メタンを製造するのか、水素のまま利用すればいいのではないか」という疑問が生じる。それは、CN メタンという形で、既存の都市ガスインフラで水素を利用し易くするためである。水素をそのまま都市ガスインフラにブレンドするためには（その量にも依存するが）、制度の変更、機器の調整・変更、計量方法の変更等の課題があるが、都市ガスの主原料である CN メタンのブレンドであれば、これらの課題の多くを回避できると言われているからである。既存インフラをそのまま活用できる水素由来の新燃料は“Drop-in”燃料とも呼ばれる。つまり、メタネーションは、既存都市ガスインフラの有効活用による経済合理性を踏まえた、都市ガスにおける水素利用の一形態であり、かつ、あくまで次善策である。言い換えれば、水素ブレンドや、新規水素インフラによる水素直接利用等が経済合理的に可能な場合があれば、これらの方が優れており、メタネーション自体を目的化してはならない、ともいえる。地域ごとの都市ガス需要構造や都市ガスインフラの更新時期を踏まえて、水素と CN メタンのどちらが経済的な低・脱炭素化オプションかを見極める検証を継続的に行っていくことが大事である。

メタネーション用の CO₂ 源について

上記の整理に基づくと、メタネーションに利用する CO₂ は化石燃料由来、バイオマス由来、DAC 由来のいずれであっても、天然ガス代替による CO₂ 削減効果（プロセスの効率による差異を捨象した場合）は同じである（図 1 の中央と右のケースを比較すると系全体の CO₂ 排出量は同じである）。また、当然のことながら、バイオマス由来と DAC 由来の場合はネガティブエミッションにはならない。

また、図 2 にはメタネーションにおいて化石燃料由来 CO₂ と DAC 由来 CO₂ を利用する場合を比較する。火力発電所からの CO₂ はいずれにせよ大気中に拡散される。拡散される前に CO₂ を分離回収することと、直接空気回収（DAC）を活用して大気中から CO₂ を分離

回収することは同義である。つまり、メタネーションにおいて利用する CO₂ は、化石燃料由来 CO₂ と DAC 由来 CO₂ のどちらでも同じことである。言い換えれば、火力発電所があるならば、そこからの CO₂ を利用しても問題はなく、メタネーションのためだけに敢えて火力発電所を建設・存続させるということはない。

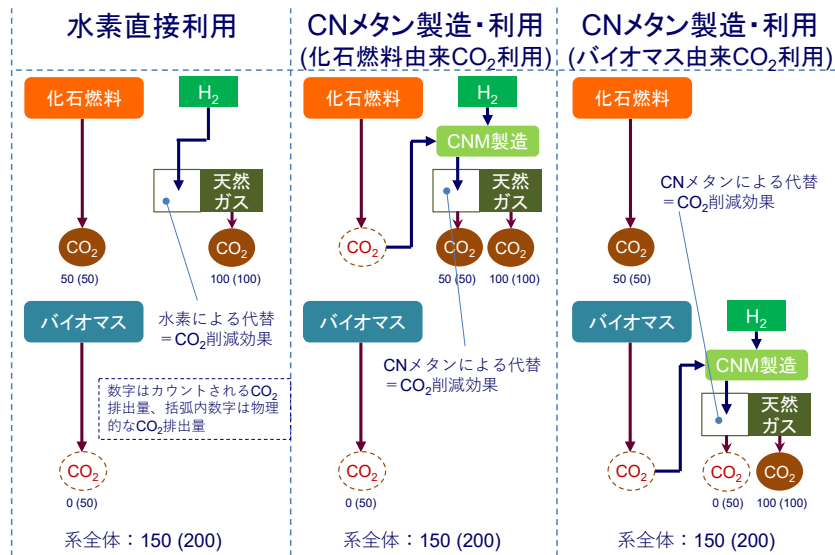


図1 水素利用とCNメタン利用におけるCO₂排出削減効果は同じ

注：CNMはCNメタンを指す。

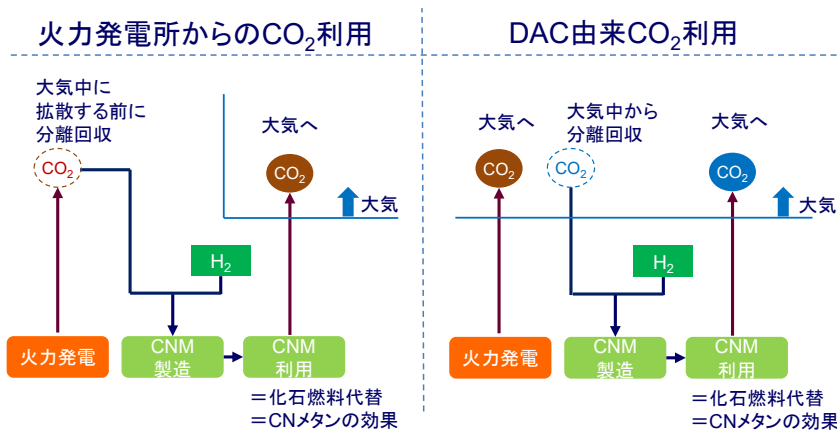


図2 CNメタン製造・利用におけるCO₂は化石燃料由来でもDAC由来でも同じ

注：CNMはCNメタンを指す。

欧州では、メタネーション用の CO₂ はバイオマス由来か DAC 由来でなければならない、との論調が見られるが、メタネーションの原理の科学的な解釈に基づくと、それは間違いである。この背景には「化石燃料利用の「延命」・「延長」を回避する」という政治的事情が窺える。欧州では化石燃料の利用そのものを制限するという背景があることから、結果的に、化石燃料由来 CO₂ を利用するメタネーションを含む合成燃料製造プロセスは認められないとの解釈を示しているに過ぎなく、合成燃料の本質を捉えたものではない。

このように、原理原則としては、水素が十分に低炭素化されていれば、CN メタンからの CO₂ 再排出は問題ないし CO₂ 源は問わない。しかしながら、我が国でも 2050 年脱炭素社会を目指すことになったため、CO₂ 源に関する解釈の転換期を迎えつつあるのかもしれない。化石燃料由来 CO₂ 排出が極めて限定的になると想定される 2050 年とそれまでの移行期において、CN メタンを含む合成燃料はどうあるべきかという議論は第2稿で展開する。

参考文献

柴田善朗：「CCU ・カーボンリサイクルに必要な低炭素化以外の視点 -CCUS という分類学により生じる誤解-」，2020 年，<https://eneken.ieej.or.jp/data/8821.pdf>（アクセス日：2021 年 3 月 8 日）

柴田善朗：「低・脱炭素化に向けたメタネーションの意義」，エネルギー・資源 Vol.41 No.1 (2020)

柴田善朗：「新燃料の意義と課題 -水素の多様な利用形態-」，2021 年，<http://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/symposium/20210204/sympo20210204.html>

以上

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp