

## カーボンニュートラルメタンの将来ポテンシャル

— PtG と CCU の活用：都市ガスの低炭素化に向けて —

新エネルギーグループ 柴田善朗 木村謙仁

### サマリー

本調査では、我が国におけるカーボンニュートラルメタン（CN メタン）の製造ポテンシャル及び経済性の分析を行った。CN メタンは、電気分解によって再生可能エネルギーから製造される CO<sub>2</sub> フリー水素と、バイオマス発電、火力発電所、大規模産業等からの排出 CO<sub>2</sub> から生成される合成メタンであることから、PtG（Power to Gas）と CCU（Carbon Capture and Utilization）の組合せによって製造される“低炭素炭化水素エネルギー”と言える。CN メタンは都市ガスの原料となることから、都市ガス事業の低炭素化技術として期待されている。

電源構成モデル分析による再エネ導入シナリオ及び蓄電池・地域間連系線シナリオにおける各ケースの地域別余剰電力の把握、CO<sub>2</sub> 分離回収の効率性を踏まえた地域別集約的 CO<sub>2</sub> 排出量の把握により我が国における CN メタンの製造可能量を特定した。また、現在の都市ガス需要を CN メタン受け入れ上限とすることで CN メタン有効利用可能量も特定した。

分析結果に基づくと、太陽光発電と風力発電を各々3 億 kW、1 億 kW～7 億 kW、5 億 kW 導入し、同時にバイオマス発電、産業部門、火力発電から集約的に排出される CO<sub>2</sub> を利用することにより、全国の CN メタン製造可能量の規模は 100 億～430 億 Nm<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> にも達する。CN メタン有効可能量は 60 億～250 億 Nm<sup>3</sup>-CH<sub>4</sub> となり、現在の都市ガスの 14%～64% をカーボンニュートラル化できる。関東、関西、中部、中国以外では、都市ガス需要規模が小さいため、ほぼ 100% の都市ガスのカーボンニュートラル化が可能である。

経済性に関しては、CN メタン供給コストは LNG 輸入価格には及ばないものの、再エネ発電コストや、電解やメタネーションなどのメタン製造設備費が大幅に削減できれば、都市ガス小売価格に匹敵する可能性があることが分かった。また、新規インフラが必要な水素供給と比べて、ほとんどの場合において、既存インフラが活用できる CN メタン供給の方が経済性に優れていることが分かった。

このように大きなポテンシャルを有する CN メタンの利活用には多様なメリットがある。一方で、CN メタンのポテンシャルの顕在化、並びにコスト削減に向けて、必要な課題もある。以下に、メリットと課題を整理する。

### [メリット]

(1) **CO<sub>2</sub> 排出削減効果**：CO<sub>2</sub> 排出削減量は、CN メタン有効利用可能量ベースでは 0.1 億～0.5 億 t-CO<sub>2</sub> であるが、CN メタン製造可能量ベースでは 0.2 億～0.8 億 t-CO<sub>2</sub> となる。現在の都市ガス消費からの CO<sub>2</sub> 排出量 0.8 億 t-CO<sub>2</sub> のかなりの部分を削減できることにな

る。本調査では CN メタンの利用先を都市ガスに限定したが、それ以外の用途にも活用できれば、CO<sub>2</sub>削減効果がかなり拡大することを意味する。

**(2) バイオマス発電由来 CO<sub>2</sub>の活用**：CO<sub>2</sub>回収効率性の観点から、CN メタン製造に必要な集約的 CO<sub>2</sub>排出源として、バイオマス発電、産業部門、火力発電などが期待される。分析結果に基づくと、カーボンニュートラル化に対する訴求効果が高いバイオマス発電由来の CO<sub>2</sub>が 59%~98%を占める。産業部門からの CO<sub>2</sub>を含めると 93%~100%となる。

**(3) 水素供給に対する CN メタン供給の優位性**：水素供給は水素導管や圧縮タンクなど新規インフラが必要となることから、水素発電やコンビナート等水素導管敷設を局所的に抑えられる地域限定的な場合においてのみ CN メタン供給よりも経済的になるが、それ以外では CN メタン供給の方が経済的である。

水素利活用は、エネルギーシステムの低炭素化に向けて重要なオプションであるが、水素利用技術の開発、水素需要の創出、新規供給インフラの構築等、エネルギーシステム全体の構造変化を伴うことから、技術開発のみならず、制度改革・設計、政策支援など、取組まなければならない課題が多い。CN メタンの場合も、同様にコスト削減に向けた技術開発が必要ではあるものの、既存インフラを活用できることから、エネルギーシステムの大きな構造変化を伴わず、水素が直面する諸課題を回避できるメリットがある。

**(4) 蓄電池に対する CN メタンの優位性**：ゼロエミッション電源の 80%以上の割合を目指す場合、蓄電池には Power to Power 技術であることに起因する限界がある。つまり、蓄電池の容量を拡大することで余剰電力を充電できても、再エネ大規模導入時には余剰電力の発生頻度が非常に多くなり、放電機会が限られてしまうことである。放電機会が限定的な場合は、蓄電した余剰電力を有効活用することができない。一方、CN メタンは、Power to Gas であることから、余剰電力を電力システムに戻すのではなく、都市ガス原料として利用することから、電力システムにおける余剰電力発生状況とは無関係に、余剰電力を有効活用することができる。水素にも同様のメリットはあるが、新たな供給インフラが必要であることは上述の通りである。

**(5) 再エネ大規模導入の受け入れ先としての CN メタン**：長期的な視点から、再エネの大規模導入は必要であり期待されるものの、余剰電力を出力抑制により捨電する状況では再エネへの投資は進まない。したがって、再エネの大規模導入の受け皿が必要である。この観点から、CN メタンは有効な余剰電力の受け入れ先となり得る。一方、CN メタンから見ると、CN メタン製造の設備利用率向上のためには再エネの大規模導入が必要である。したがって、ガス事業と再エネの親和性は高いと言える。CN メタンの利活用によって再エネ大規模導入を促進できるようになると、再エネ発電コストの低下も期待できる。

**(6) CCU**：貯留サイト、経済性、社会的受容性などの CCS 特有の課題によって、CCS の導入が我が国において実現しない場合でも、CCU を利用促進することで、CO<sub>2</sub>分離・回収の技術開発への投資は無駄にはならない。したがって、CCU 技術を活用する CN メタンの促進は、CO<sub>2</sub>分離・回収技術開発の出口戦略の一つになり得る。

**[課題]**

**(1) 設備費の削減、CN メタン製造プロセスの合理化：**Power to Gas 利活用に向けて、欧州や我が国で実証試験が活発化しており、電解装置の設備費の大幅な削減が期待されるが、同時にメタネーション設備の設備費削減も求められる。

供給コスト削減には、個々の機器の設備費削減のみならず、電解装置から製造される水素を一時的にバッファタンクで貯蔵することでメタネーション装置の設備容量を縮小するなど、CN メタン製造システム全体の最適設計の検討が課題となる。一方、再エネ余剰電力量に直接影響を受ける電解装置の設備利用率は低い。価格低下が期待される蓄電池を併用することで、電解装置の設備利用率を改善する方策も検討すべき課題である。

電解プロセスで生成される酸素の有効利用についても検討価値はある。例えば、火力発電純酸素燃焼による CO<sub>2</sub> 分離回収の効率化、酸素販売による経済的メリットである。

**(2) 再エネ発電コストの削減：**大前提として、再エネ発電コストの削減が必須である。メタン製造設備費の削減や設備利用率の改善が実現しても、CN メタン製造の大半を燃料費が占める。したがって、再エネ発電コストの大幅な低減が実現されなければならない。

**(3) 大規模都市圏における再エネ導入拡大の検討：**現在、再エネ導入が進む北海道、東北、九州において更に導入が拡大しても、余剰電力の利用先となる需要が小規模である。地域間連系線増強による余剰電力融通の促進も検討されているが融通できる規模は限定的であり、費用やリードタイムの課題もある。したがって、集約的 CO<sub>2</sub> の回収効率性、都市ガス需要規模の観点から、関東、関西、中部等の大規模都市圏への再エネ導入が有効と考えられる。

**(4) 最終エネルギー需要のガスシフト：**現在の都市ガス需要量を前提とした CN メタン有効利用可能量よりも、CN メタン製造可能量は更に大きい。したがって、より多くの CN メタンを利活用するためには、最終エネルギー需要において石炭や石油からガスへの転換を促進することが鍵となる。

我が国における CN メタン利活用のポテンシャルは大きいものの、再エネ発電コストやメタン製造設備費の大幅な削減が必須条件となり、短期的にポテンシャルを顕在化できるわけではない。しかしながら、2050年に80%のCO<sub>2</sub>排出削減という長期的な方向性、また国内エネルギー資源の活用による国富流出の抑制という観点から、CN メタンの果たす役割は大きいと考えられる。

CN メタンは既存エネルギーインフラを活用できることから、その有用性が期待されるとともに、電力系統のみならず都市ガスインフラを含むエネルギーシステム全体で再エネを受け入れることで低炭素化を図る Sector Coupling の概念を実現するために必要となる中核的技術の一つであり、長期的な視点に立って、社会実装に向けた検討を進める価値はある。