

清掃工場から排出される二酸化炭素を用いたメタン製造の実証事業

2022年4月、神奈川県小田原市の清掃工場にて国内最大規模となるメタネーション実証施設が完成した。その後、5月末から実証運転を開始し、8月に予定どおり試験を終了した。

この実証事業は環境省の委託事業であり、清掃工場の排ガスに含まれる二酸化炭素を分離・回収し、天然ガスの主成分であるメタンを商用規模で製造するというものである。実証では、メタンを製造できること、製造したメタンは燃焼、発電に利用可能であることを確認した。二酸化炭素の転換率としては99%以上であった。

キーワード

環境省委託事業, メタネーション, 清掃工場, 実証試験, 二酸化炭素回収, 天然ガス代替, 脱炭素, 炭素循環, 2050年カーボンニュートラル



■ 実証事業の目的と概略

本実証事業は、環境省委託事業「清掃工場から回収した二酸化炭素の資源化による炭素循環モデルの構築実証事業」として、株式会社エックス都市研究所と共同で取り組んでいるものである。

本事業の目的は、清掃工場から排出される二酸化炭素を水素と反応させ、天然ガスの代替となるメタンの製造を商用規模で実証すること、そして実証を通じて、メタネーション技術の普及に向けた課題を明らかにするとともに、本技術の二酸化炭素排出量の削減効果を検討することである。

本事業は2018年度から開始した。設計に必要なデータを取得して実証施設の設計をおこない、2020年度からは実証施設の建設工事を開始、施設完成後2022年5月から8月まで実証試験を実施した。図1は施設の全景写真である。現在は、解体・撤去・復旧工事を進めている。



図1 施設全景

■ メタネーション技術について

1. 脱炭素化の背景

2020年10月、わが国では国内の温室効果ガスの排出量を2050年までに「実質ゼロ」とする方針が表明され、2021年4月には、2030年度における温室効果ガスの排出

量を46%削減するという目標が示された。

わが国の部門別二酸化炭素排出量はエネルギー転換部門が約4割を占めており、温室効果ガスの排出量を減らすためには、発電に伴う二酸化炭素排出量を削減する必要がある。ここで、有効な手段の一つとして再生可能エネルギーが注目されている。2018年に定められた第5次エネルギー基本計画では、再生可能エネルギーの主力電源化を目指すことが示された。

2. 電力貯蔵技術としてのメタネーション

太陽光や風力などの再生可能エネルギーは天候により出力が変動するため、従来の化石燃料による火力発電等とは違い、需給調整能力がない。需要と供給のバランスが崩れると電気の周波数が乱れ、その乱れが大きくなると発電設備が停止し、停電につながる恐れもある。

このような課題を解決するためには、電力に余剰が発生した際にその電力を貯蔵し、逆に不足した際に供給することで需給バランスを調整する電力の貯蔵技術が必要である。図2に、電力の貯蔵技術について貯蔵量と貯蔵期間の関係を示す¹⁾。グラフから、GWh規模で月単位の貯蔵を行う場合は、メタンのようなガスにして貯蔵する方法が適していることがわかる。

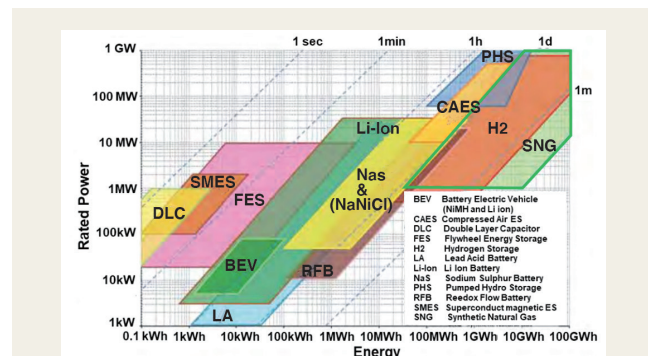


図2 エネルギー貯蔵技術と貯蔵量／期間の関係¹⁾

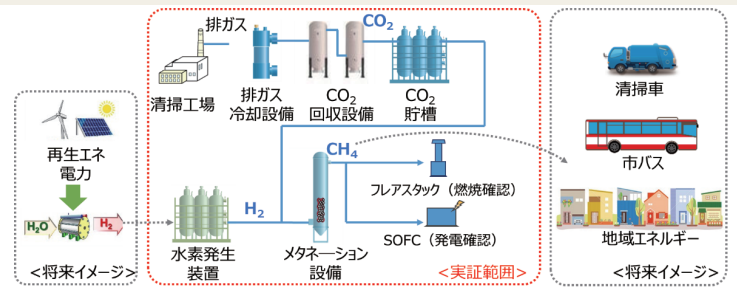


図3 実証設備の概略図

3. メタネーションの原理と特徴

メタネーションとは二酸化炭素と水素からメタンを合成する技術である。式(1)に反応式を示す。



触媒を充填した反応器に二酸化炭素と水素を通すことで、天然ガスの代替となるメタンを生成することができる。反応が開始するまでは昇温のためのエネルギーが必要であるが、発熱反応であるため、一旦反応が始まれば外部エネルギーは不要である。水素をメタンにすると、メタネーション反応の過程でエネルギーの一部が熱となり失われるが、熱エネルギーとして利用が可能である。メタンは水素よりも単位体積あたりの発熱量が大きく、液化しやすいため、長距離輸送において有利である。また、メタンは天然ガスの主成分であり、都市ガス導管など、既存のインフラで使用することができる利点がある。

■ 実証試験

図3に実証設備の概略図を示す。実証試験には、小田原市清掃工場の排ガスを利用した。小田原市清掃工場の焼却炉はストーカ式で、燃焼ガス冷却方式は水噴射式である。処理能力は1、2号炉が90 t/日・炉、3、4号炉が75 t/日・炉である。実証では4号炉の排ガスの約10%を対象とし、その排ガスに含まれる二酸化炭素の50%程度を回収してメタンを合成した。なお、実証での合成メタンの製造量は、125 Nm³/hである。

清掃工場の誘引通風機下流から抜き出した排ガスは、温度が170℃程度あり、CO₂回収設備の前で80℃程度まで冷却している。排ガスには微量であるが塩化水素や硫酸化物などの不純物が含まれており、排ガス冷却設備ではガスを冷却するとともに、不純物も除去した。その後、二酸化炭素は、物理吸着法を用いたCO₂回収設備により回収した。回収した二酸化炭素は一度タンクに貯蔵し、所定の流量でメタネーション設備に送る計画とした。水素は、ここでは水素発生装置によりLPガスを改質して得られたものを利用した。

図4にメタネーション設備の写真を示す。本実証では反応器にシェル&チューブ型を採用しており、一段目反応器と二段目反応器の2つを直列で接続している。一段目反応器で反応平衡に達したガスを冷却し、水分を取り除いた後に二段目反応器で反応させることで高い転換率でメタンを合成できる。合成したメタンは、フレアスタック、SOFCで利用する計画とした。



図4 メタネーション設備

本実証では、清掃工場由来の二酸化炭素であっても99%超という高い転換率でメタンを合成できること、合成したメタンは、一般に使用されているメタンガスと同様、燃料、発電で利用できることを確認した。

■ おわりに

今後は、実証試験で得られた知見、データを参考に、将来の普及に向けた課題を明らかにするとともに、二酸化炭素の排出量削減効果の検討・評価、さらには経済性評価を行う予定である。

清掃工場は住民生活に密着した重要な社会インフラであり、各地域に分散して必ず存在している。本技術が実現できれば、清掃工場を電気や熱の供給に加えて、エネルギー源としてのガスの供給施設とすることができる。また、本事業を通じて得られる知見は、清掃工場以外の固定排出源の二酸化炭素を回収しメタネーションする際にも利用できると考えている。

謝辞

本事業は環境省事業の一環として実施しており、2050年カーボンニュートラルに向けた施策を積極的に推進する小田原市様のご協力のもと実施しています。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) International Electrotechnical Commission (IEC), White Paper Electrical Energy Storage, 2011, 31.

【問い合わせ先】

日立造船株式会社 環境事業本部
開発センター EfWプロジェクトグループ
Tel : 06-6569-0196
E-mail : hitzgiho001@hitachizosen.co.jp