

世界最高性能の酸素分離膜の開発

空気中から酸素を分離、次世代ガソリンや高効率燃焼を実現

Development of the World's Highest Performance Oxygen Permeable Membrane

Separation of Oxygen from Air, Realization of Next-generation Gasoline and High-efficiency Combustion

(電力技術研究所 超電導・新素材G 超電導・新素材T)

酸素分離膜は、特殊なセラミックスにより、空気中から高純度酸素を取り出すことが出来る。酸素分離膜は、各種熱プロセスへ適用することにより、省エネルギーが図れる他、天然ガスからガソリンや灯油といった液体燃料を合成するGTL(Gas-To-Liquids)技術への適用が期待されている。

(Superconductivity and New Materials Team, Superconductivity and New Materials Group, Electric Power Research and Development Center)

An oxygen permeable membrane enables the extraction of high-purity oxygen from air, through the use of a special kind of ceramic. Energy conservation can be promoted by applying the oxygen permeable membrane to various thermal processes. Furthermore, it is also expected that it will be applied in GLT (Gas-To-Liquid) technologies, to synthesize liquid fuels such as gasoline or kerosene from natural gas.

1 酸素分離膜とは

特定のガスを分離する方法として膜による膜分離法がある。有機膜と比べ耐熱性に優れる無機膜は、膜に物理的に孔を開け、その孔の大きさで透過するガスを選択する多孔質の膜と、孔は空いておらず、電気的な導電性により特定のイオンのみ透過させる緻密質の膜とに分かれる。通常セラミックスは絶縁体であるが、意図的に結晶内に欠陥をすることにより、導電性を持たせることが出来る。例えばジルコニア固体電解質は結晶構造中に酸素イオン空格子を有する酸素イオン伝導体であり、膜前後の酸素分圧差に応じて起電力を発生するため、燃料電池や酸素センサーに利用されている。一方、イオン伝導と同時に、電子も同時に伝導する物質を混合伝導体と呼ぶ。今回の酸素分離膜は酸素イオンと同時に電子も伝導する混合伝導体である。酸素分子は、分離膜表面で膜の反対から移動してきた電子と結合して酸素イオンを生成し、生成した酸素イオンは、化学ポテンシャルに従い膜の反対側に移動し、膜の反対側で電子を放出し、再び酸素分子となる。このようにして、空気中から高純度酸素を得ることが出来る。



第1図 酸素分離膜の原理

2 酸素分離膜の利用

酸素分離膜は燃焼炉などの各種熱プロセスに導入し、燃焼に必要な酸素濃度を高め燃焼効率を向上させることにより、燃料コストの低減を図ることが出来る。また、天然ガスからガソリン、灯油といった液体燃料を合成するGTLへの応用が期待されている。

GTLから得られる液体燃料は、公害の原因となる硫黄などの物質をほとんど含まないクリーンな次世代燃料として期待されている他、天然ガスのままではパイプラインの敷設等コストがかかるため利用されなかった遠隔地や小規模なガス田においても、有効利用できるという利点があり、大きな注目を集めている。さらに、油田随伴ガスといわれる、石油採掘に伴い発生し、これまで燃焼あるいは大気放出させていた天然ガスへ適用することにより、貴重な資源を有効利用出来るばかりでなく、地球温暖化や大気汚染を防止することが出来る。



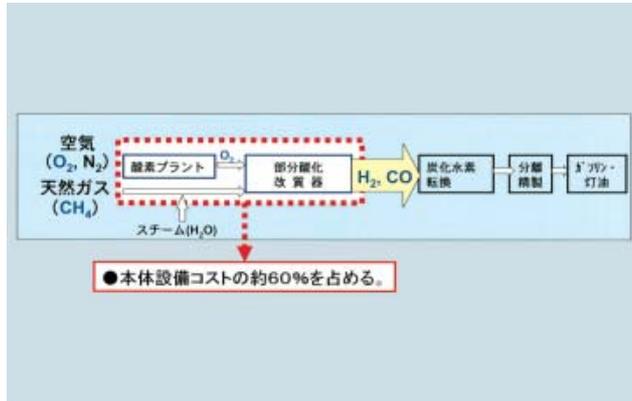
第2図 未利用天然ガスの埋蔵量

3 開発の概要

(1) 従来型GTL技術について

天然ガスからガソリンや灯油といった液体燃料を製造するには、天然ガス中のメタンを一度、一酸化炭素と水

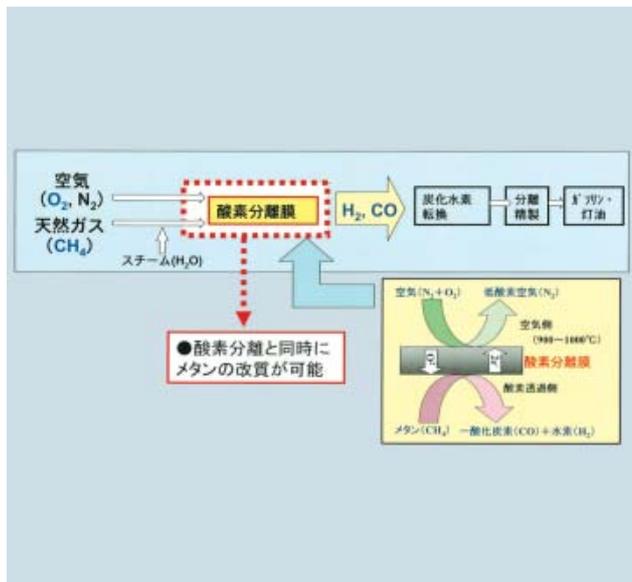
素の混合ガス（以下合成ガス）に改質した後、液体燃料を合成する。合成ガスを製造するには、酸素により、メタンを部分的に酸化させ改質する方法が有効であるが、酸素製造プラントを用いた手法では、大規模なプラント設備が必要となり、また、コスト面においても、合成ガス製造にかかるプロセスがGTLの全体設備コストの約60%を占め、コスト増の要因となっている。



第3図 従来型GTL技術の概要

(2) 酸素分離膜適用型GTL技術について

一方、酸素分離膜を適用した次世代型GTLの場合、従来の酸素製造プラントと比べ、酸素製造工程を容易かつコンパクトに出来る。更に、酸素透過と同時に、酸素透過側でメタンと反応させることにより、酸素製造とメタンの部分酸化改質を同時に行うことが出来るため、設備をよりコンパクトにすることが可能となる。



第4図 次世代型GTL技術の概要

しかし、GTLプロセス中に酸素分離膜を適用しようとした場合、酸素透過性能が十分に高く、水蒸気、還元等の腐食雰囲気に対し十分な強度があること、安価な材料コスト等が要求されるため、これらを満たす実用的な膜を開発するのは困難であった。

4 開発の成果

次世代型GTLプラントに酸素分離膜を適用しようとした場合、20cc/min/cm²以上の酸素分離性能が必要とされているが、本研究では、特殊な膜構造を開発することにより、耐水蒸気性、還元性に優れ、かつ、世界最高性能となる27cc/min/cm²の酸素分離性能を達成した。しかも、従来研究されてきた原料よりも安価な原料を用いることにより、従来の約15分の1の材料費コストを実現した。これにより、従来のGTL技術をコンパクトにするだけでなく、設備コストも3割程度削減出来る可能性がある。



第5図 チップ形状酸素分離膜

5 今後の展開

実プラントへの導入に向けた酸素分離膜の大型化・量産化技術の確立を図り、次世代GTL技術への応用やセラミックの特徴を活かした高温酸素分離システムの開発を進めていく。



執筆者 / 瀬尾拓史
Seo.Hiroshi@chuden.co.jp