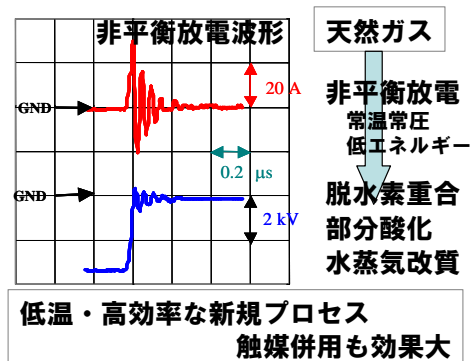


ディビジョン番号	18
ディビジョン名	環境・安全化学・グリーンケミストリー・サステイナブルテクノロジー

大項目	2. グリーンケミストリー
中項目	2-1. 新規反応
小項目	2-1-11. 天然ガスの低エネルギー放電による活性化

概要（200字以内）

天然ガスの主成分であるメタンは安定な小分子であり、改質や分解、部分酸化には高温を必要とする。低エネルギー放電は非平衡放電であり、ガス温度を常温近傍に維持したまま、高い電子温度を有しているため、顕熱ロスが少なくエネルギー効率が非常に高い。また、触媒を併用することによって、常温常圧でメタンを高い転化率・選択率で多様な生成物へと導くことができる。今後、GTC（ガスからケミカルズへの転換）における高付加価値品の製造などにおいて、優れたプロセスになる可能性がある。



現状と最前線

他のエネルギーに比較してクリーンであるとされる天然ガスの高度利用技術の開発が望まれている。天然ガスの主成分であるメタンは、不活性で化学的転換は難しく、従来からの研究としては水素・合成ガス製造技術としての水蒸気改質、二酸化炭素改質、部分酸化や、80年代に精力的に研究された酸化的カップリング、近年になって再度研究が進められている炭素/水素への分解、芳香族化などがある。いずれも、高い温度を必要とし、炭素の析出が問題となりやすく、副生成物の制御が難しい。

これら問題を背景として、近年、常温あるいは比較的低い温度(600 K 以下)で作動する放電励起によるメタンの反応が提案されている。これは、放電によって気相で生成した活性種を気相で反応させたり、比較的低温の触媒上で反応させたり、放電による電子照射で触媒自体を活性化して常温（あるいは比較的低温）で反応を行ったり、と様々な可能性がある。また、放電源としても多種多様なものが提案されており、その電子エネルギー分布関数(EEDF)も多様である。これら放電励起による触媒反応に関しては最近ようやくいくつかのグループによって研究知見が蓄積されはじめ、常温（あるいは比較的低温）でいろいろな触媒反応が進行しうることや、その際の触媒能が従来の高温での不均一系触媒反応と似た性質を示すことなどがわかってきた。

低エネルギーパルス放電(LEP 放電)は、無触媒でも常温常圧下で、メタンの水蒸気改質、二酸化炭素改質、重合、部分酸化といった多種多様な反応を進行させ得る。これら反応系に、水蒸気改質触媒や水素化触媒を併用することで、常温(あるいは比較的低温)でそれら触媒が本来持つ機能が発現した。

一例として、メタンの重合において Pd/Pb/Ca 系触媒を併用した場合の C2 化合物のワンパス収率を右図に示す。この場合のエチレンのワンパス収率は 47%と高く、これまでの触媒系、プラズマ系の数多くの報告において超えられない壁であった 30%を遙かに上回ることができた。このように、放電による活性化を併用することで、常温でも触媒の機能を発現させることがわかっている。

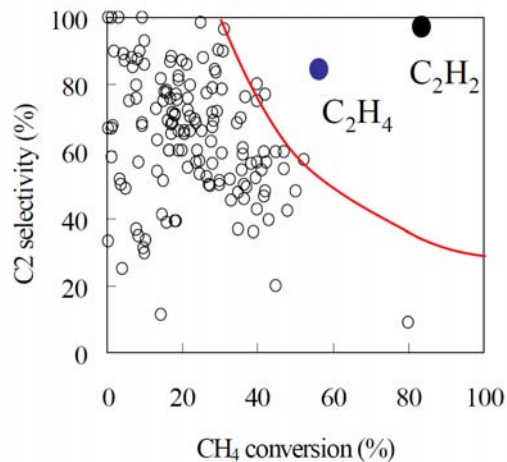
今後、GTC において、付加価値の高い製品の製造をきっかけとしてグリーンなプロセスとして発展が見込まれる。

文献：

関根泰, ペトロテック, 27, 802 (2004); 水素利用技術集成, 47-72, エヌティーエス, 2003.

S. Kado, K. Urasaki, H. Nakagawa, K. Miura, Y. Sekine, ACS Books Utilization of Green House Gas, 852, 303 (2003).

角茂, 野崎智洋, 岡崎健, 関根泰, 触媒, 46, 242 (2004).



将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 電子励起により著しく低い温度で活性を発現する触媒の開発
 - 電子励起の効率向上のための電源・回路の開発
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 電子励起による精密な励起反応場の制御
 - システムの集積による大型装置の実用化

キーワード

電子による励起・低エネルギー放電・非平衡反応・反応の低温化・高効率反応

(執筆：関根 泰)