

電場触媒反応による低温でのメタンおよびエタノールの水蒸気改質

関根 泰・富岡真彦・原口将征・松方正彦・菊地英一

ysekine@waseda.jp

早稲田大学理工学術院先進理工学部応用化学科 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

水蒸気改質による水素製造は、今後の水素製造法の一つとして重要です。しかしながら、水蒸気改質反応は大きな吸熱反応であり、一般にはメタンの場合で 700 度以上と高い温度を必要とします。我々は**プラズマでも電気分解でもない**、静的な微細パルス状の電場を触媒反応に印加することで、これら水蒸気改質反応が低温でも進行しうることを見だしました。今回、これを生かし**メタンならびにエタノールの水蒸気改質を行ったところ、わずか 150 °C (423 K) の低温でも十分に反応が進行**することがわかりました。

右図にその反応のイメージを示します。左が通常の触媒反応、右が今回提案している電場触媒反応 (Electroforming と名付けています) のイメージ図です。

実験結果の一例として、メタンの水蒸気改質における電場の効果を下図に示

します。これまでに水蒸気改質のための触媒として良く用いられている貴金属であるロジウムや白金、パラジウムを微量セリア担体に担持した触媒は、いずれも電場無し (Mode A) においてはほとんど活性を示しません。しかし、同じ触媒に電場を印加した**電場触媒反応 (Mode B) では、わずか 150°C (423 K) でも十分に高い転化率となりました。生成物は CO がわずかであり、ほとんどが水素と CO₂ でした。**このように、**吸熱反応であるメタンの水蒸気改質と、CO から CO₂ へとシフトする発熱反応の両方が、低い温度ながら高い転化率を両立**しており、**通電による加熱 (= ガス組成も高温型になるはず) ならびにプラズマによる分子活性化 (= 電子温度に依存するためガス組成も高温型) にはいずれも否定**されます。また、反応場の温度測定結果などからも、**通電による加熱ではないことが確かめられています。**なぜ触媒反応が電場によって促進されるかについて、詳細なメカニズムは今後解明されていくでしょう。この現象は、**いろいろな酸化物を担体とする触媒で、水蒸気改質以外にもいろいろな反応で確認されています。わずかな電力消費によって、低い温度で反応が進行する**ため、**廃熱の交換・回収が不要となり、低位発熱量基準で高いエネルギー効率が実現**できます。

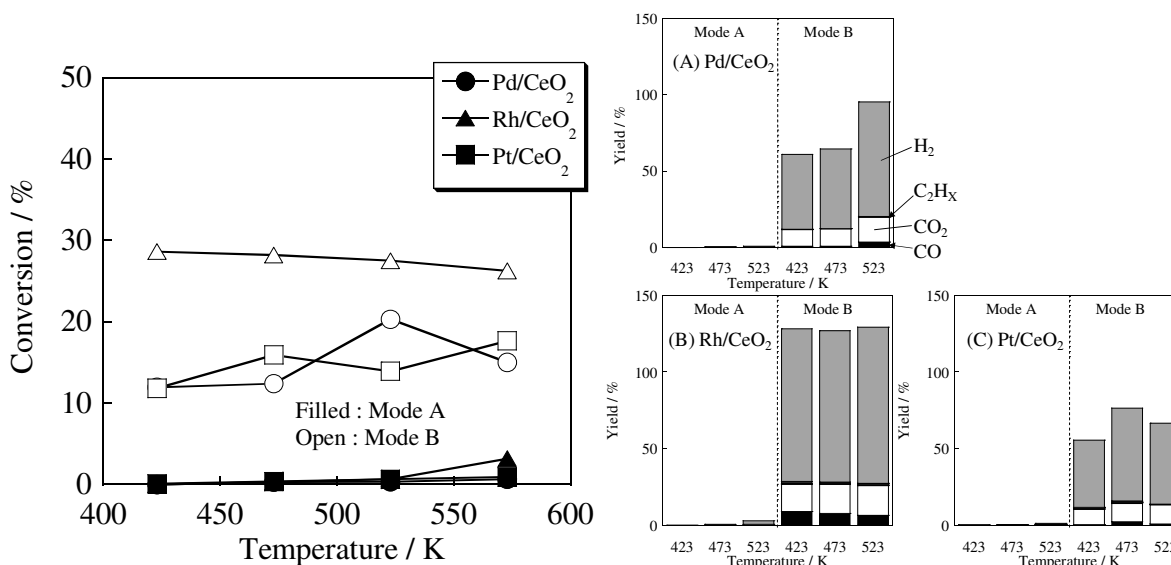
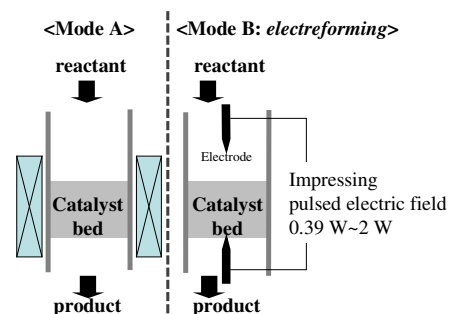


図 左はメタンの水蒸気改質における電場の効果を示します。黒塗りが通常の触媒反応、白抜きが電場触媒反応。右図は三種類の触媒における、通常触媒反応と電場触媒反応 (Mode B) での生成物の各温度での違いを示します。これらから、電場触媒反応では、低温でもメタンの水蒸気改質が進行し、かつ水性ガスシフト反応も同時に進行して CO₂ と水素が得られています。

参考文献

- 1) Y. Sekine, M. Haraguchi, M. Tomioka, M. Matsukata, E. Kikuchi, *J. Phys. Chem. C*, in press.
- 2) Y. Sekine, M. Tomioka, M. Matsukata, E. Kikuchi, *Catal. Today*, in press.