

ポータブルガス濃度測定装置CGT-7100

メタンドライリフォーミング反応(DRM)における 触媒プロセスの違いによる析出炭素量の評価

-温室効果ガスの資源転換技術におけるCGT-7100の活用-

田中美奈子¹、倉田侑弥¹、中島和義¹、本村彩香²、関根泰²

¹ 株式会社島津製作所、² 早稲田大学

ユーザーベネフィット

- ◆ 比率測光方式の非分散型赤外線吸収法を採用し、測定値の優れた安定性を実現しています。
- ◆ ポンプやフィルタ、除湿器などの試料前処理機を内蔵したオールインワン可搬型であるため、簡便に測定できます。
- ◆ 取得したデータをUSBメモリに保存し、パソコンでの編集や他部門との共有が容易にできます。

はじめに

メタンドライリフォーミング反応(DRM)(図1)は、温室効果ガスであるCH₄とCO₂から様々な化学製品の原料となる合成ガスを生成する反応です。DRMでは高温にした触媒を用いる熱触媒反応により、温室効果ガスを有用な物質に転換することができるため、地球温暖化抑止の観点から注目されています。しかし、実用化には、高温を必要とする点や炭素析出に起因する触媒の劣化および反応管の閉塞が課題となっています。そこで、反応の低温化および炭素析出の抑制を目的に、電場触媒反応(図2)の適用が検討されています。電場触媒反応とは、微弱な直流電流を触媒層に流すことで、従来の反応よりも大幅に低温化が可能となる触媒プロセスを指します。ここでは、触媒プロセスの違いによる触媒の耐久性を評価するために、副反応により生じた炭素をCGT-7100により定量する測定をご紹介します。

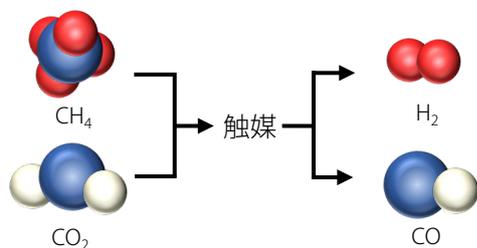


図1 メタンドライリフォーミング反応

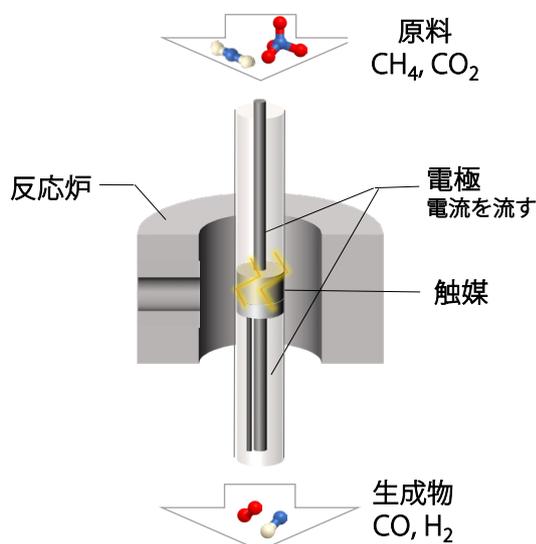


図2 電場触媒反応 活性試験装置

測定原理

CGT-7100は測定原理としてNDIR(非分散型赤外線吸収法)を採用しています。CO₂のような異原子分子のガスは赤外線に対して固有の吸収スペクトルを持ちます。サンプルガスに赤外線を透過させ、ガス種固有の吸収帯の赤外光の透過量を検出器で取得することで、ガス濃度を選択的に測定できます。CGT-7100では測定成分として、NDIRで測定するCO₂/CO/CH₄の中から2成分に加え、限界電流式ジルコニア法で測定するO₂計(オプション)の最大3成分を選択でき、それぞれの濃度の経時変化をppmからvol%の広範囲の測定レンジでモニタリングすることが可能です。

測定方法

従来の加熱による触媒反応および電場触媒反応、それぞれにおける析出炭素について比較を行うため、表1に示す条件で活性試験を行いました。電場触媒反応における活性試験では、図2のように触媒の上下端に電極を挿入し、触媒層に電流を流しました。反応後に触媒表面に析出した炭素の定量を行うために、活性試験後の触媒に10%O₂ガスを流量100 mL/minで流し、触媒層温度を室温から850°Cまで上昇させ、出口ガス中のCO₂濃度を表2の条件及び、図3の測定フローでCGT-7100により測定しました。

表1 活性試験 条件

	熱触媒反応	電場触媒反応
温度 [°C]	400	200
電流値 [mA]	—	10

表2 測定条件

分析計	: CGT-7100
測定成分	: CO ₂
測定レンジ	: 0-2 vol%
試料ガス流量	: 100mL/min

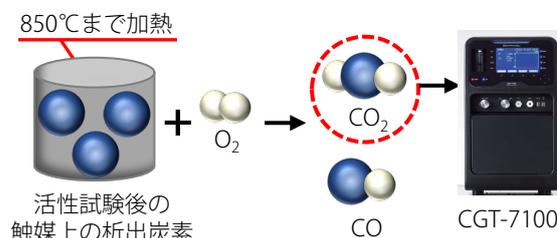


図3 測定フロー

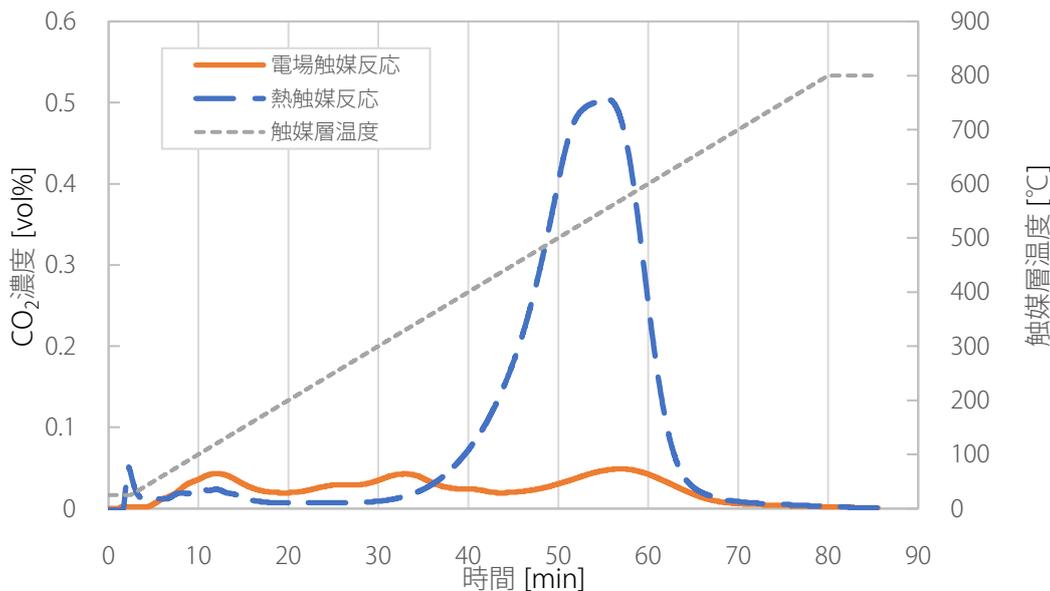


図4 触媒プロセスによる析出炭素の違い(触媒層温度とCO₂発生量)

表3 析出炭素量の算出結果 [mg]

電場触媒反応	: 3.48
熱触媒反応	: 14.07

■ 測定結果

測定結果を図4に示します。また、CO₂濃度から算出した析出炭素量を表3に示します。これらの結果から、電場触媒反応における析出炭素量は、従来の加熱による触媒反応の約1/5の量であることがわかりました。また、電場触媒反応における析出炭素は、約600℃までの低温域で燃焼する反応性の高い炭素種が主であることがわかりました。以上の結果から触媒層に電流を印加する新規の触媒プロセスである電場触媒反応では、低温で反応を進行させることにより、従来の加熱による触媒反応と比較して、炭素析出を大幅に抑制できることが示されました。

■ まとめ

本稿では温室効果ガスの資源転換技術に関する試験研究用途でのCGT-7100活用事例を紹介しました。DRMにおいて電場触媒反応が反応温度の低下効果と析出炭素量の低減効果を生じることから、触媒の耐久性向上や閉塞の改善に有効な触媒プロセスであることが示されました。

CGT-7100はその測定成分(CO₂/CO/CH₄/O₂)や、測定操作・データハンドリングの簡便性を活かし、様々な試験研究用途でご活用いただけます。本稿で紹介した温室効果ガスの資源転換のほか、吸収・固定化、分離、削減など、各種試験研究用途において島津ポータブルガス濃度測定装置をお役立てください。



図5 島津ポータブルガス濃度測定装置CGT-7100

■ 関連リンク集

CGT-7100に関する詳細な情報は製品HPをご覧ください。
<https://www.an.shimadzu.co.jp/enviro/gas/cgt7100/index.htm>

ポータブルNO_x-O₂測定装置NOA-7100に関しては
[こちらをご覧ください。](https://www.an.shimadzu.co.jp/enviro/gas/noa7100/support.htm)
<https://www.an.shimadzu.co.jp/enviro/gas/noa7100/support.htm>

[参考文献]

- 1) A.Motomura et al., RSC Adv., 12 (2022) 28359-28363.
- 2) メタン・二酸化炭素・水素のための触媒, 小河 脩平, 矢部 智宏, 関根 泰, 公益社団法人 日本化学会, “化学と教育”, Vol66, No.2, pp.68-71(2018)