

## メタンからメタノールの常温直接合成に世界で初めて成功

### —「夢の触媒反応」の実現へ向けて—

登壇日：9月17日，10:15-10:30，会場：総合-ZH，講演番号：17a-ZH-6

東京工業大学 野崎 智洋

#### 概要

東京工業大学の野崎智洋（特任准教授）らは，工業原料や水素エネルギーの基となるメタノールを省エネルギーで合成する革新的な技術を開発した。

天然ガスやバイオガス\*1の主成分であるメタンを直径1 mm程度のガラス管の中で空気と反応させ，常温常圧で直接メタノールなどの液体燃料を合成する。触媒が不要で，高温（>800℃）の処理もいらないため，消費エネルギーを従来技術の1/10～1/100以下に低減できる。さらに，メタンをメタノール（常温常圧で液体）に転換することで貯蔵性・輸送性が格段に向上する。その結果，パイプラインやLNG（液化天然ガス）が不要になり，天然ガス利用体系の大幅な省エネルギー化，省資源化，CO<sub>2</sub>排出低減が可能になる。

#### 背景

メタンは発熱量あたりのCO<sub>2</sub>排出量が最も少ないうえ，家庭ごみ，汚泥，糞尿など多様なバイオマス資源から得られる再生可能（非枯渇性）なクリーンエネルギーである。また，プラスチックや合成繊維などの原料としても様々な用途を担っており，今後，エネルギー・炭素の供給資源として，大幅な需要の拡大が見込まれている。しかし，メタンは化学的な安定性が高いため，水素などに転換する際に多量のエネルギーを消費してしまう。現在は触媒を使って天然ガスを一旦水素と一酸化炭素の合成ガスに変え，その後メタノールにしている。合成ガスの製造には800℃以上の高温処理が不可欠で，エネルギー大量消費の原因になっている。

高効率なメタン転換技術の一つとして，メタンに酸素を一つ挿入してメタノールを直接合成する方法が知られている（ $\text{CH}_4 + 0.5\text{O}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ ）。しかし，反応器の中で安定なメタンを活性化しながら，反応しやすいメタノールの分解を抑えることは原理的に両立できない。世界中でメタンの直接転換に関する研究が行われているが，メタノールの収率が10%を超える結果は現在でも報告されておらず，この反応は「夢の触媒反応」と呼ばれている。この課題を実現するために，我々は熱力学の制約を受けないナノパルスプラズマに着目し，常温常圧でこれまでに報告されていない最高の収率（17%～30%）でメタンをメタノールに直接転換することに成功した。

#### 主な成果

我々は，ナノパルスプラズマ\*2とマイクロリアクターを組み合わせ，「マイクロプラズマリアクター」を考案した。この技術を用いることで，メタンのうち約17%をメタノールおよびホルムアルデヒドとして回収することを確認した。メタノールの収率が10%を越えると実用レベルとされ，本手法が有力なメタノール合成法になると期待されている。さらに，合成ガス（H<sub>2</sub>+CO）などの有価物も高い収率で合成されており，総合的なメタノール収率として約30%が期待されている。

## 期待される効果, 今後の展開

- 既存の触媒プロセスより消費エネルギーが 1/10~1/100 に低減できると試算されている。
- 天然ガス（メタン）を液体燃料化することで貯蔵性・輸送性が向上するため、パイプラインや天然ガス液化（LNG）への依存度が低減し、天然ガス田の開発から最終利用にいたる、天然ガス利用体系の革新的な省エネルギー化と CO<sub>2</sub> 排出量の低減が可能になる。
- 小規模・分散して使いにくいバイオマス資源（主成分メタン）をメタノールに転換し、付加価値を高めてから燃料電池等で利用する技術が検討されている。
- メタンの酸化反応だけでなく、「革新的な酸化反応制御法」と位置づけられており、とりわけ環境、医療分野での応用が検討されている（機密保持のため詳細は割愛）。

## 参考資料&用語集

\*1**バイオガス**: 家庭ごみ, 汚泥, 糞尿などを発酵させると, メタンを多量に含んだバイオガスが得られる。カーボンニュートラル (CO<sub>2</sub> 排出量がゼロ) な再生可能クリーンエネルギーとして注目されている。

\*2**ナノパルスプラズマ**: 内径約 1 mm のガラス管 (図 1) にメタンと空気を流し, 常温常圧でナノ (秒) パルスプラズマを発生させる。少ない消費エネルギーでラジカル (活性化学種) を生成できるため, 空気清浄機などの家電製品には必須の機能として広く利用されている。我々はこの技術を改良し, メタンを常温常圧で効率よく活性化しメタノールを直接合成することに成功した。

## 研究内容に関する連絡先:

東京工業大学 大学院理工学研究科 グローバル COE

野崎 智洋 (特任准教授), 電話: 03(5734)2681, tnozaki@mech.titech.ac.jp

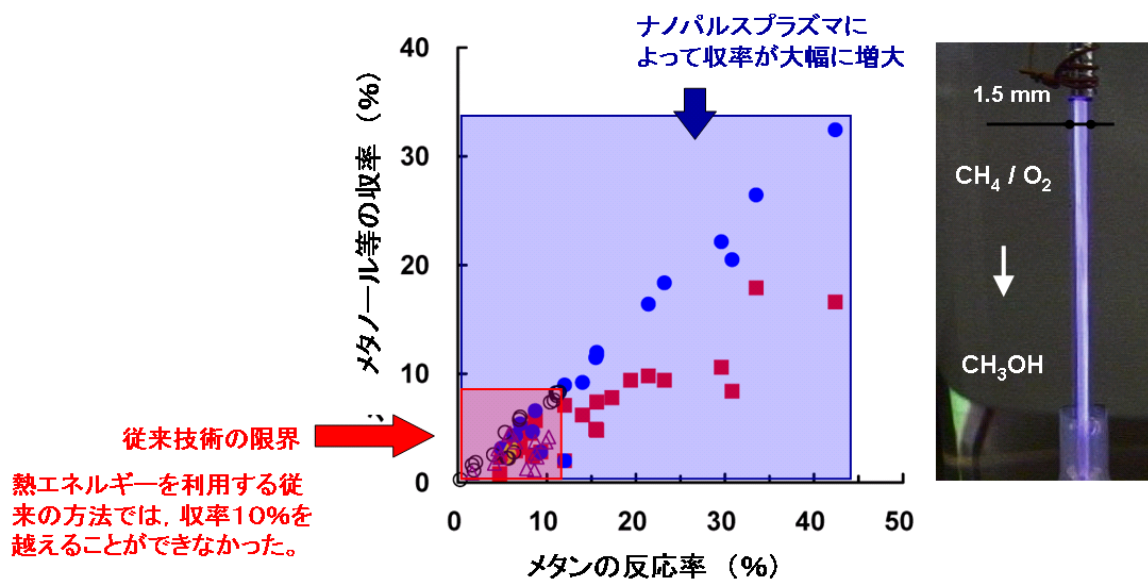


図1 内径 1.5 mm のガラス管の中でナノパルスプラズマを形成し, 常温常圧でメタンからメタノールを直接合成している様子(右)。メタノール収率を表したグラフ(左)。●, ■(本研究の成果), ○, △(従来技術)。