

題名	ASR焼却排ガスの有価物化プロセス開発		
実施者	東京都立大学	期間	2023/4~2024/3

課題

<課題>

- ①リサイクル料金低減（ASRの削減、処理費低減等）
- ②自動車の新素材、新技術採用へのリサイクル対応（軽量化、電動化等）

<目的>

自動車シュレッダーダスト（Automobile Shredder Residue: ASR）のリサイクルのため、サーマルリサイクル時の焼却排ガスに含まれるCO2を樹脂原料化することを目指し、CO2のメタネーション反応によって得られるメタンをエタンに変換する有価物化プロセスの開発を行う（図1）。

<取り組み課題>

光触媒および光電気化学的な手法を用いたメタンからエタンへの転換プロセス転換において、①反応阻害条件、②反応加速条件について把握し、反応向上の一助とする。

<取組体制>

東京都立大学 都市環境科学研究科
 教授 天野 史章
 特別研究員Surya Pratap, SINGH
 リサーチアシスタント 津代 啓佑

日産自動車総合研究所 久保田浩、内藤哲郎、伊藤淳二

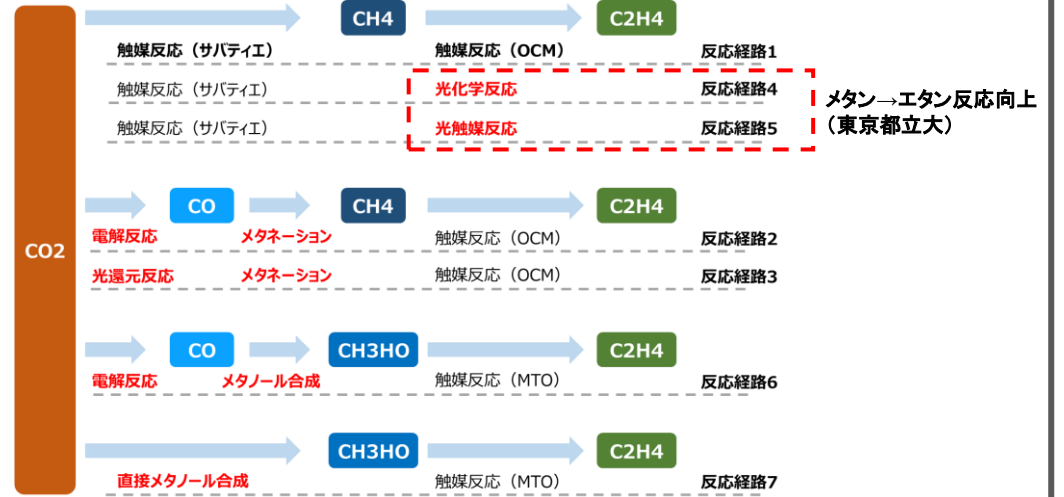


図1 検討したASR排ガスからのオレフィン合成プロセス

取り組み①：光触媒および光電気化学的な手法を用いたメタンからエタンへの転換プロセス転換における、ガス種・ガス濃度の影響

光電気化学反応

メタンからエタンへの転換における共存ガス種の影響を調べるために、5または10 vol%の酸素、水素、あるいはCO2を含むメタンをWO3光電極に供給したところ、酸素の存在によってエタンの生成速度が低減し、CO2生成速度が増加した（表1）。原料メタンの純度によって、反応が阻害される影響が示唆され、特に酸素による阻害効果が大きいことがわかった。

表1 光電解反応における各混合ガスの影響（LED消灯直前におけるIPCE及び電流効率）

混合ガス	IPCE (%)	電流効率 (%)					SUM	基準
		H ₂	O ₂	C ₂ H ₆	CO	CO ₂		
Not add	4.11	104.6	1.8	11.1	7.7	68.9	89.4	基準
O ₂ 5%	4.18	103.6	—	0.0	2.1	156.1	158.2	
H ₂ 10%	4.08	115.7	0.0	5.6	9.9	75.4	90.8	
O ₂ 10%	4.29	100.9	—	0.0	—	139.9	139.9	

題名	ASR焼却排ガスの有価物化プロセス開発		
実施者	東京都立大学	期間	2023/4~2024/3

結果

光触媒反応

メタンからエタンへの転換においては、光析出法で調製したPd-Bi/Ga₂O₃光触媒について共存ガス種の影響を調べた。混合ガスの流量は20 mL min⁻¹とし、水蒸気を併給する場合には3 kPa程度の水蒸気を含ませた。Pd(1.0)-Bi(0.4)/Ga₂O₃光触媒の結果を表2に示す。水蒸気存在下でエタン生成速度が約18倍向上した。一方、10 vol%の酸素を併給すると、ほとんどエタンは生成しなくなった。光電気化学反応と同様に、酸素による阻害効果が大いことがわかった。

表2 光触媒 (Pd(1.0)-Bi(0.4)/Ga₂O₃) によるメタン変換反応における共存ガスの影響

Reactant	Production rate / μmol min ⁻¹							h ⁺ /e ⁻	基準
	H ₂	O ₂	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	CO	CO ₂		
100% CH ₄	0.091	0	0	0.038	0	0.003	0.003	0.75	基準
100% CH ₄ + H ₂ O(g)	1.96	0	0.017	0.70	0.013	0.014	0.28	0.97	
90% CH ₄ + 10% O ₂ + H ₂ O(g)	0.002	-	0	0.002	0	0.06	1.15	-	
90% CH ₄ + 10% H ₂ + H ₂ O(g)	-	0	0.001	0.13	0.002	0.002	0.09	-	

取り組み②：光電気化学手法を用いたメタンからエタンへの転換プロセスにおける反応温度の影響

図2に示すように反応セル全体を加熱した。エタン選択率は反応温度45℃において最大となり、30℃における52%から61% (45℃) に向上した (表3)。これは従来の光電気化学反応のなかで最も高いエタン選択率である。

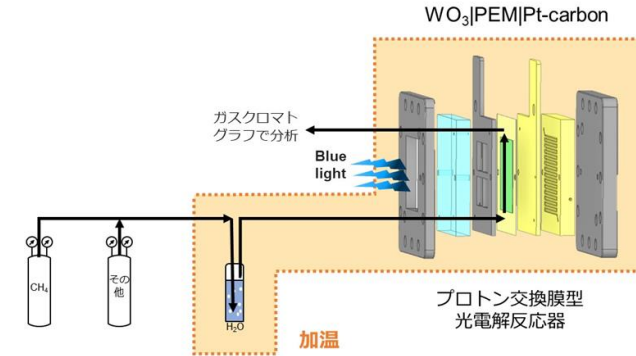


図2 常圧固定床流通式の光電気化学反応装置

表3 光電解反応における反応温度の影響

反応温度	IPCE (%)	電流効率 (%)					選択率 (C%)			基準	
		H ₂	O ₂	C ₂ H ₆	CO	CO ₂	SUM	C ₂ H ₆	CO		CO ₂
30℃	5.13	107.3	0.0	13.5	14.3	81.5	109.3	51.7	9.2	39.1	基準
45℃	6.34	106.4	0.7	15.5	8.3	66.7	91.2	61.4	5.5	33.1	
60℃	7.28	96.1	2.2	10.4	5.6	66.6	84.8	52.9	4.8	42.3	
75℃	4.69	78.9	6.8	6.3	3.3	53.9	70.3	46.2	4.0	49.8	

<将来の展望>

本検討では、各システムにおける反応条件を検討し、CH₄→C₂H₆への選択率を向上させることができました。しかし、C₂H₆選択率は依然として低く、選択率向上が望まれる。