

2026年度 JPECフォーラム

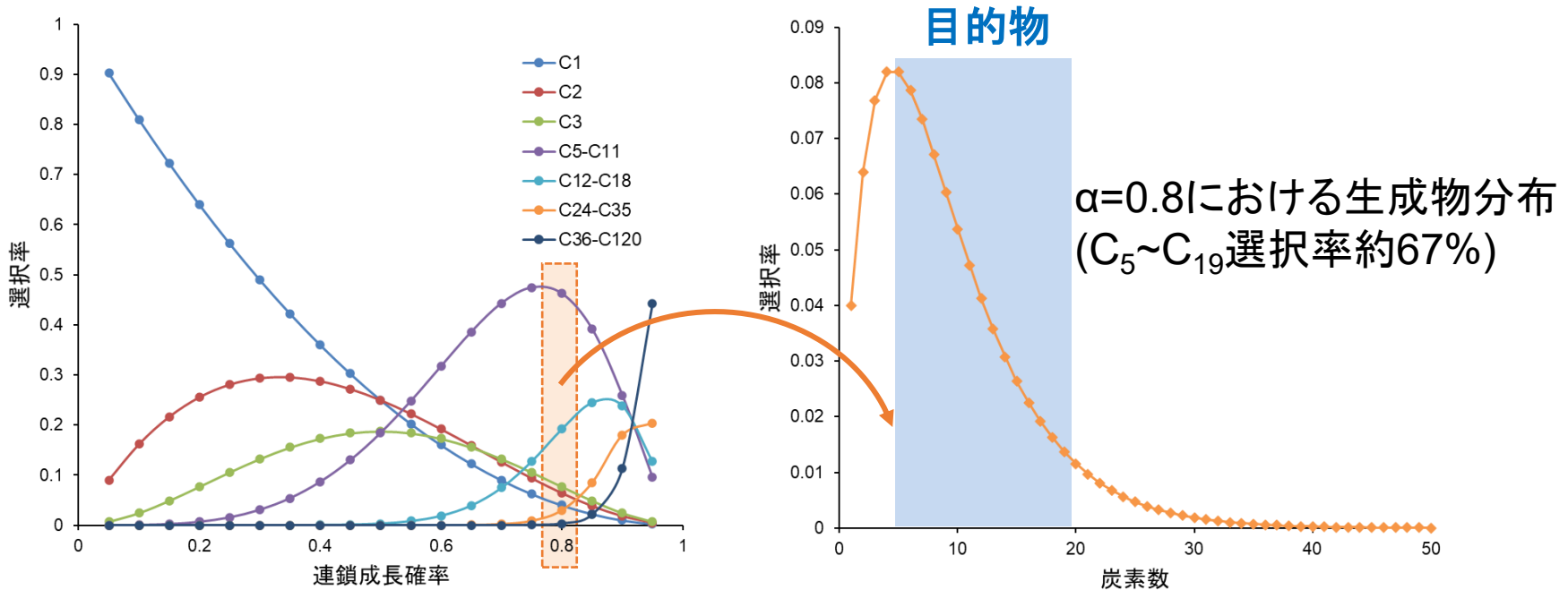
**【15】合成ガスからの液体燃料への転換  
～高度選択性制御技術の開発～**

2026年5月12日

**名古屋大学**

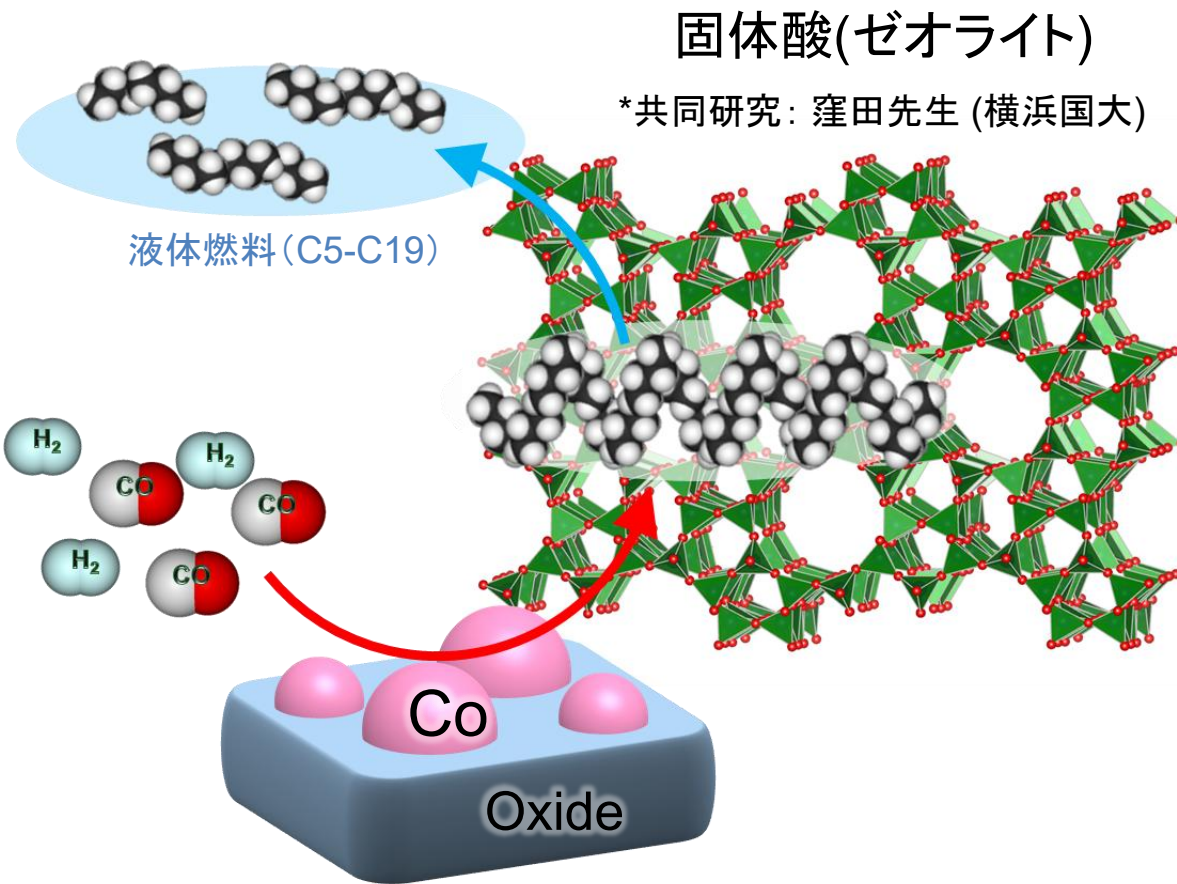
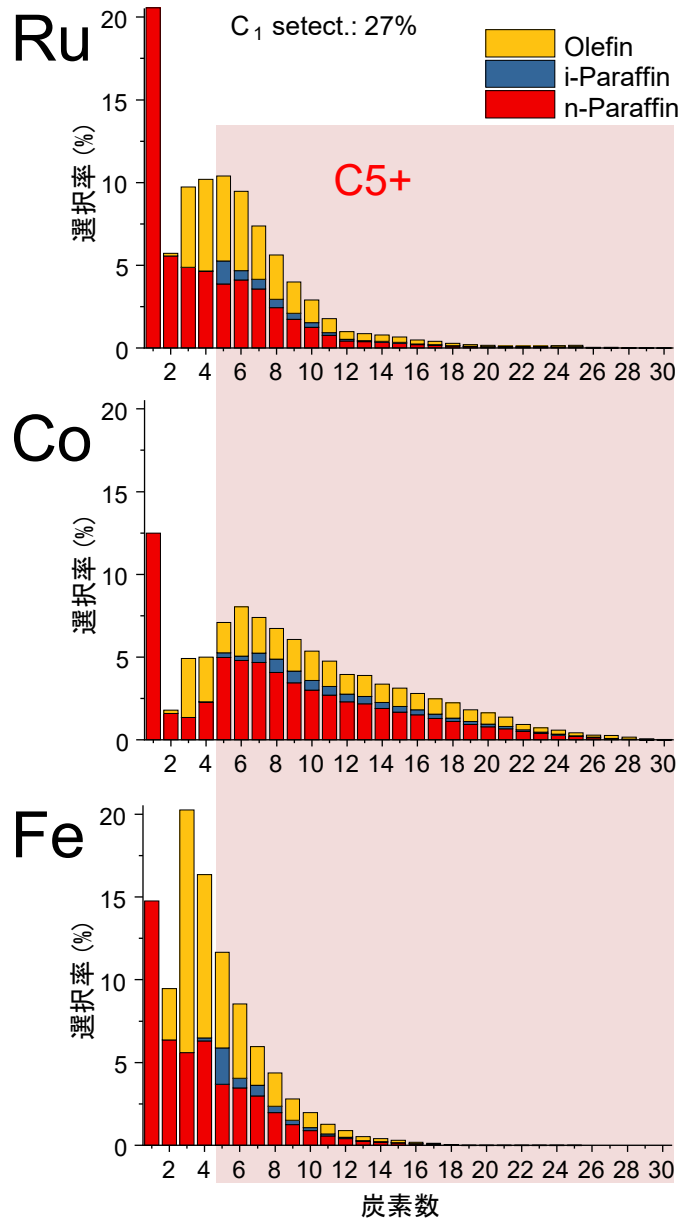
# FT合成

- 金属触媒を用いてCOとH<sub>2</sub>から炭化水素系燃料を合成する反応.
- 連鎖成長確率によって制御されるSchulz-Flory分布則に従い、炭素鎖長の異なる生成物が得られる. 現行のプロセスでは液体燃料(C<sub>5</sub>~C<sub>19</sub>)のみを**高選択的に得ることが難しい**.



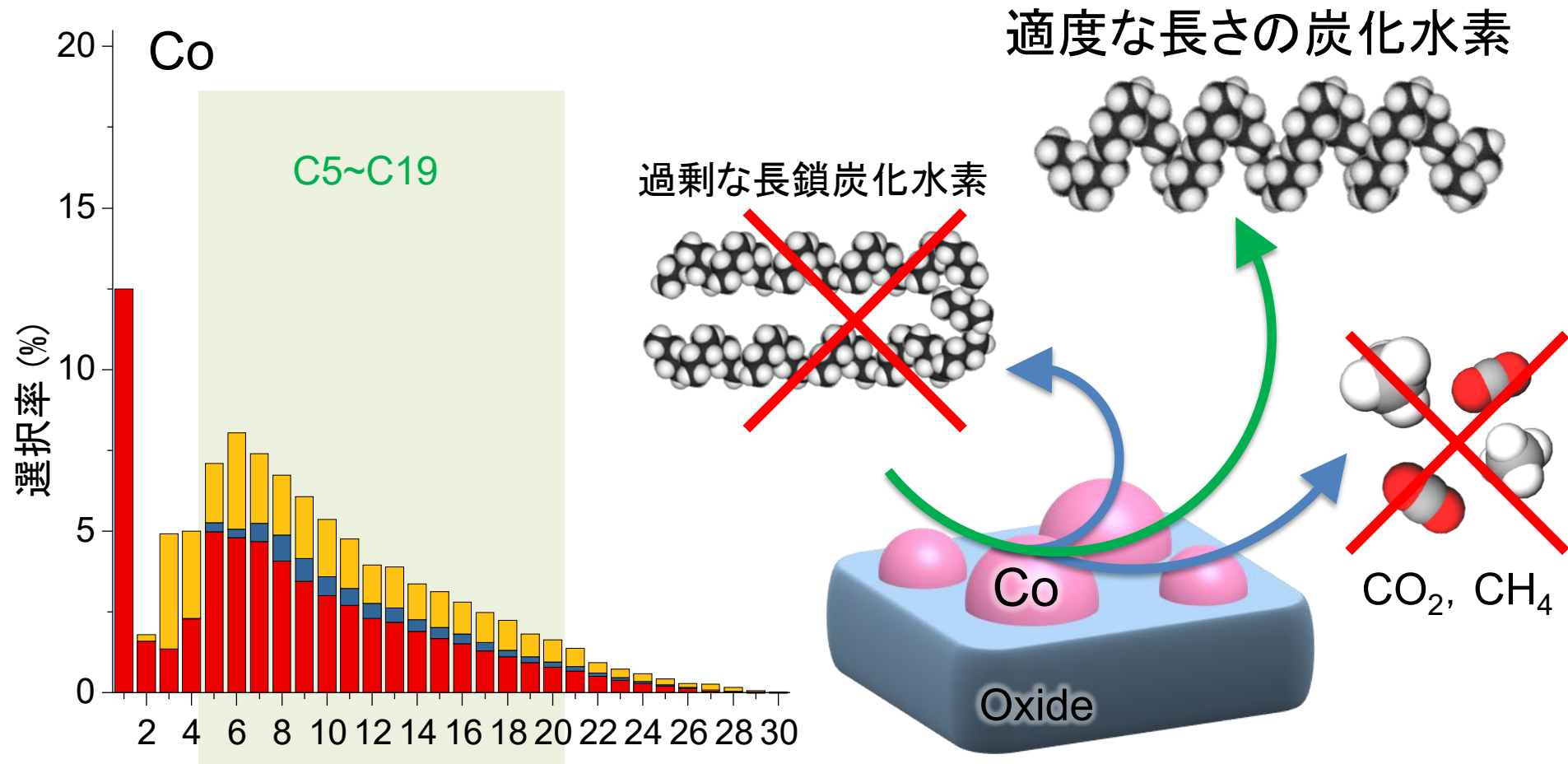
- Schulz-Flory分布側を破り、炭化水素系液体燃料(ガソリン, 軽油, ジェット)を選択的に得るためには、**連鎖成長反応の制御が必要**.
- 触媒のブレイクスルーが期待されている.

# 研究戦略①



- Co触媒によって長鎖成分を効率的に生成
- 固体酸とハイブリッドして長鎖成分を切断

→ C<sub>5</sub>-C<sub>19</sub>を高選択的に製造

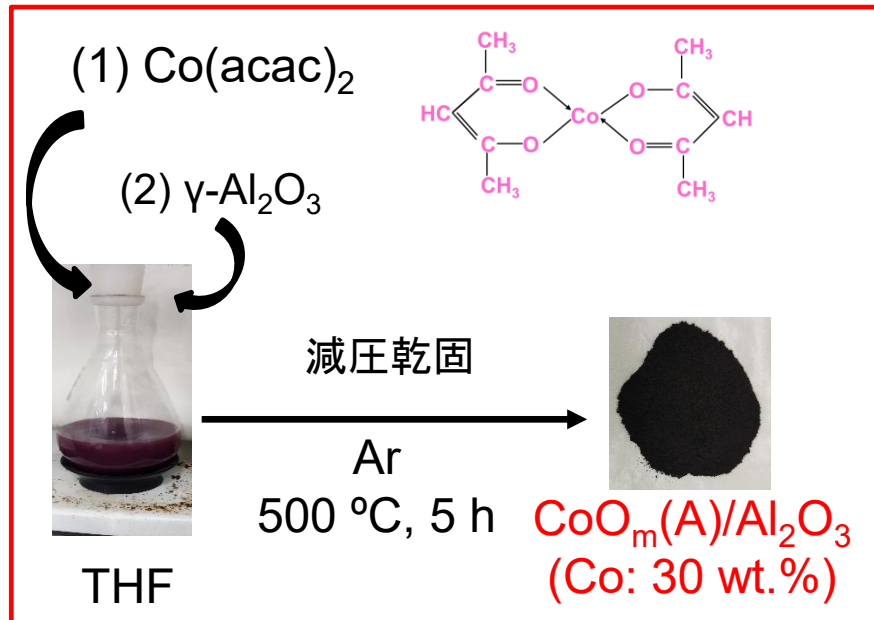


- C1およびCO<sub>2</sub>の生成を抑制
- 固体酸でも切断しきれない過剰な炭素鎖長の成分の生成を抑制

→ 目的成分選択率のさらなる向上が期待: Co触媒自体に注目

# 触媒調製

## 1. Coの担持



比較触媒

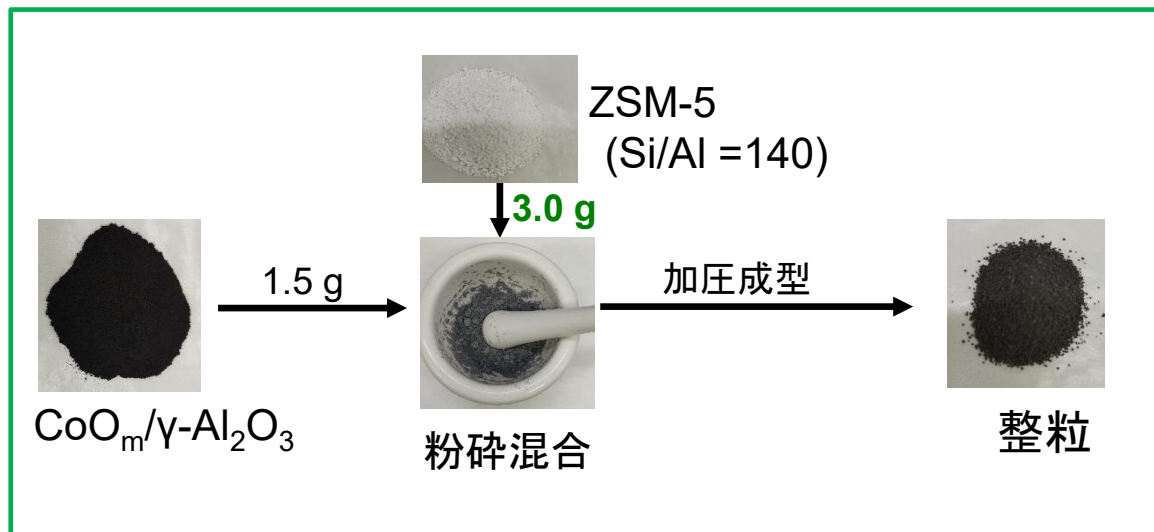
$\text{CoO}_m(\text{N})/\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$

$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

$\text{H}_2\text{O}$

## 2. ハイブリッド化



# Co/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の調製法の影響

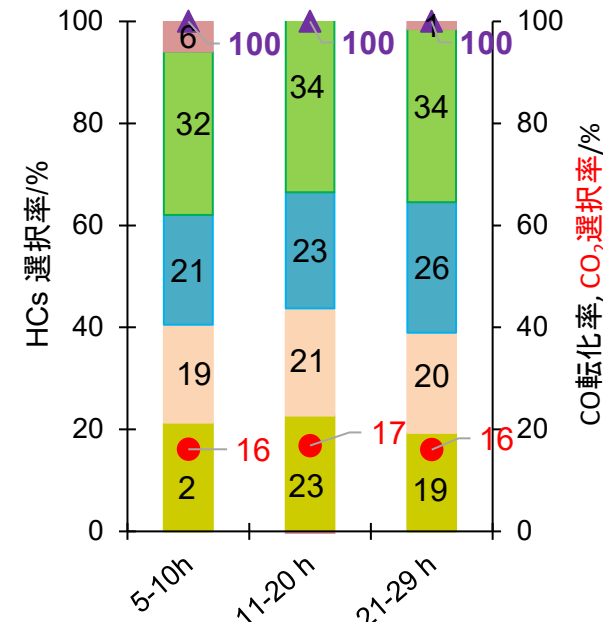
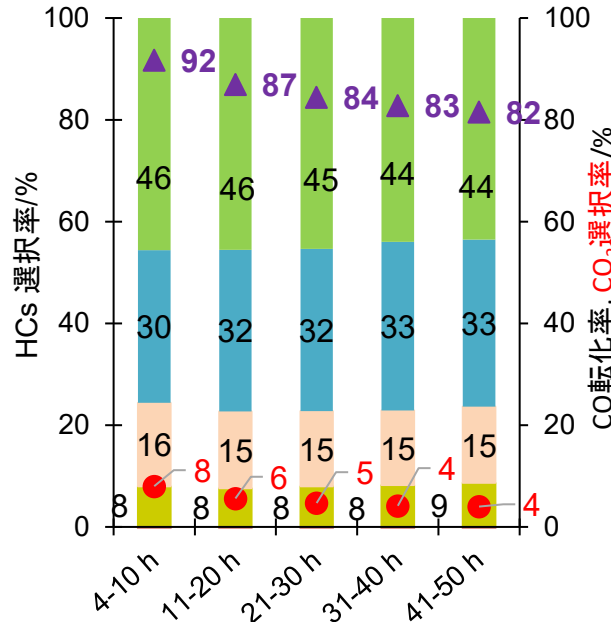
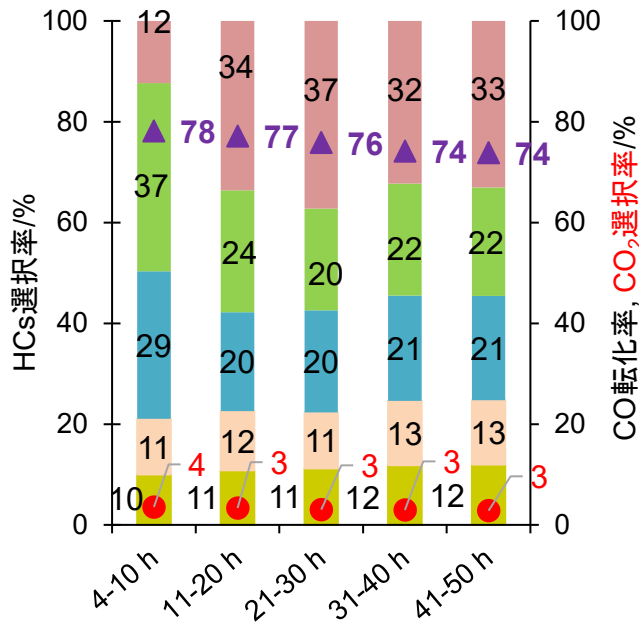
目的成分

■ C20+/others. 
 ■ b/oC5-19. 
 ■ nC5-19. 
 ■ C2-4. 
 ■ CH<sub>4</sub>. 
 ▲ CO conv. 
 ● CO<sub>2</sub> select.

従来型: Co(N). 還元: 1 h / 500 °C.

開発品: Co(acac). 還元: 1 h / 500 °C.

開発品: 還元: 12 h / 500 °C.

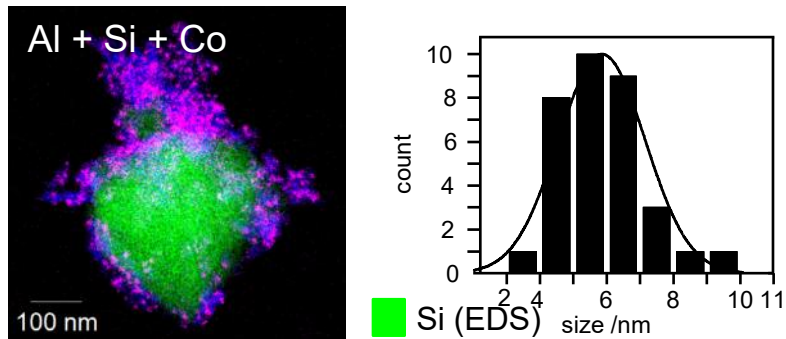


前処理: 500°C, 1 h. 反応圧力: 1.0 MPa (abs.), H<sub>2</sub>/CO: 2/1,  
 反応: 230°C (触媒層). ガス総流量: 12.3 mL/min. 触媒量: 1.0 g (Co/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) + 2.0 g (ZSM-5), W/F: 26 g<sub>cat</sub> h mol<sup>-1</sup>

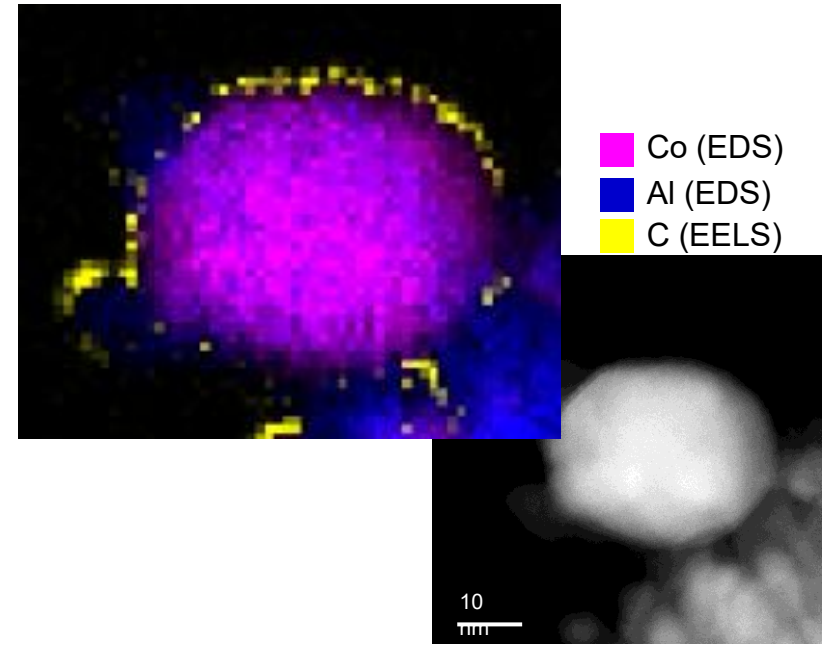
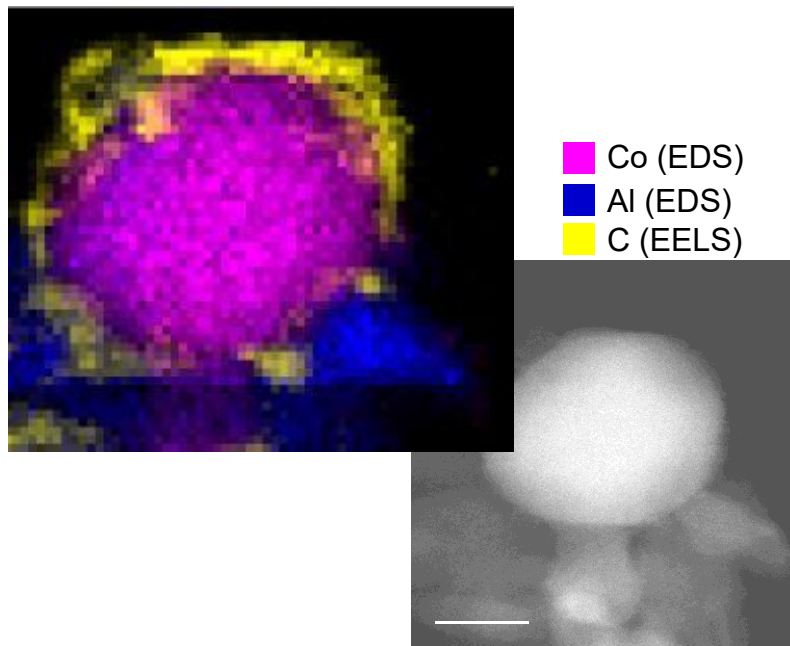
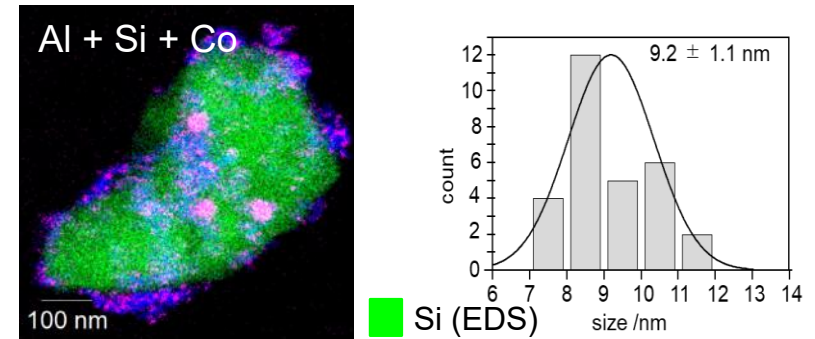
- ✓ 開発Co触媒とZSM-5の組み合わせでC<sub>5</sub>~C<sub>19</sub>の選択率向上に寄与
  - ✓ 従来型Co触媒ではZSM-5とのハイブリッドでもCH<sub>4</sub>とother/C<sub>20+</sub>が多量に生成
- 還元時間に着目し, 構造解析によりC<sub>5</sub>~C<sub>19</sub>の選択率向上の理由を検討

# Co/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の還元時間の影響 (STEM-EDX-EELS)

Co(A)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZSM5(2), 1 h 還元



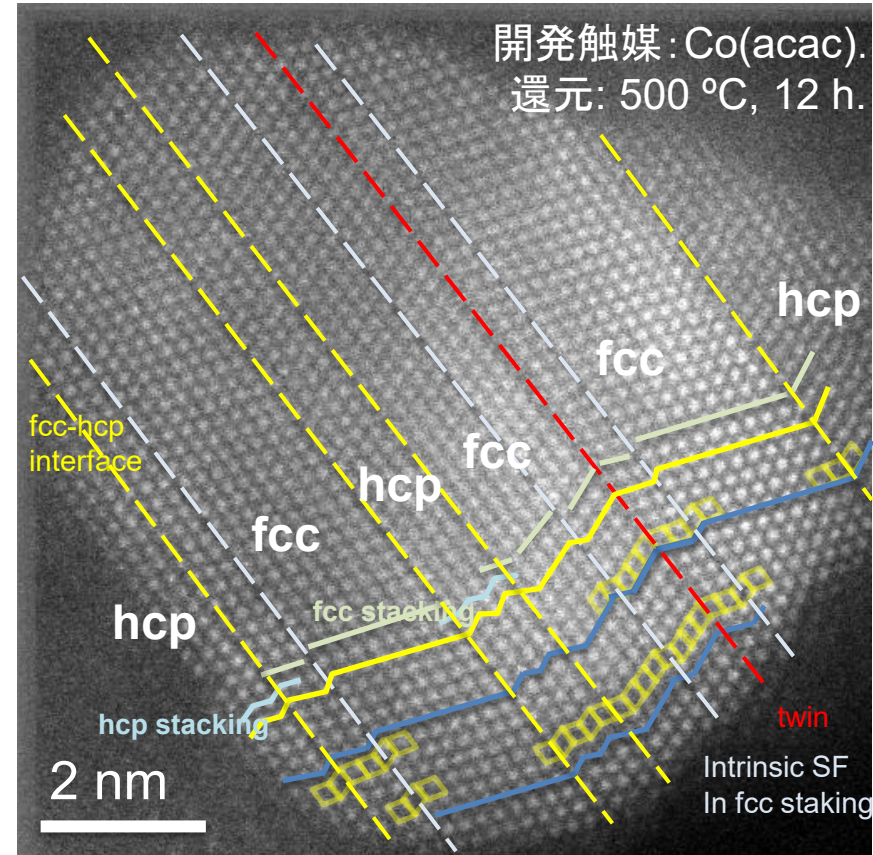
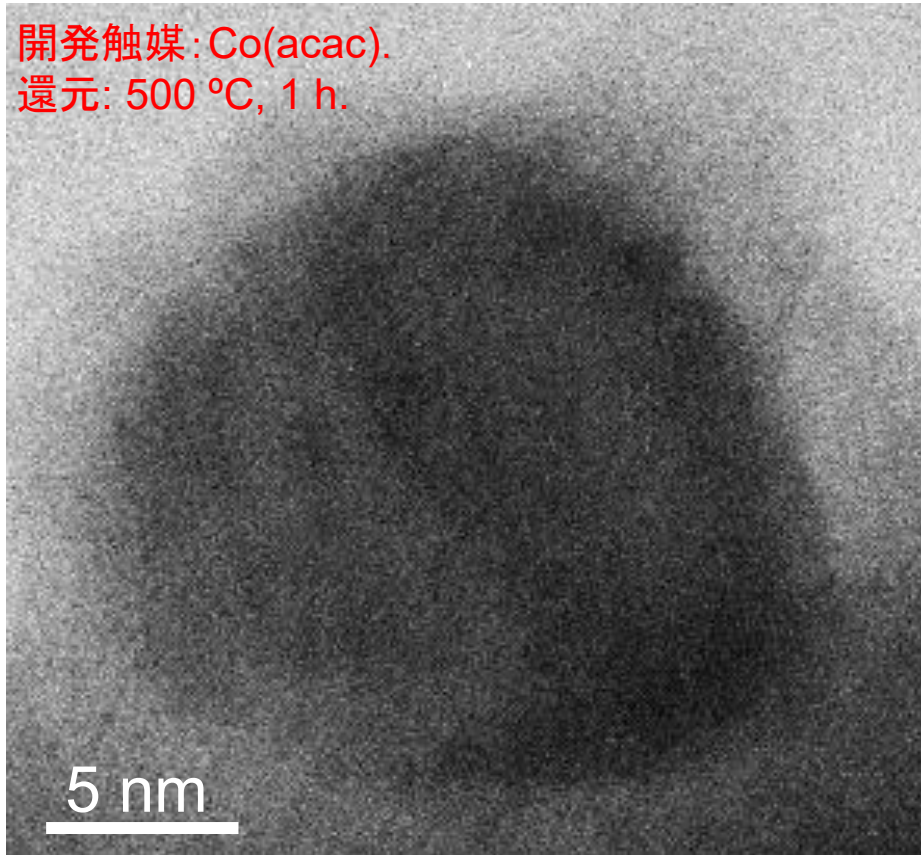
Co(A)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZSM5(2), 12 h 還元



- ✓ 1 h還元では12 h還元より, Coナノ粒子の大部分がアモルファスカーボンに覆われている。

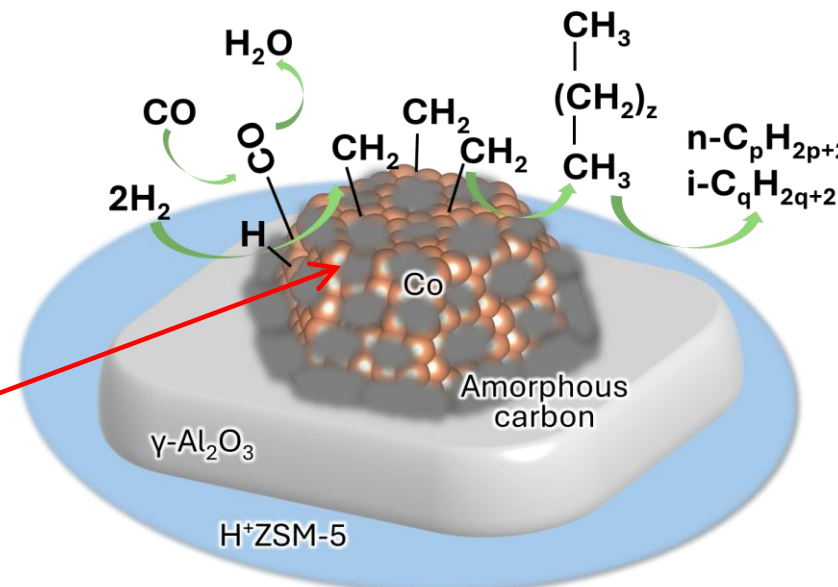
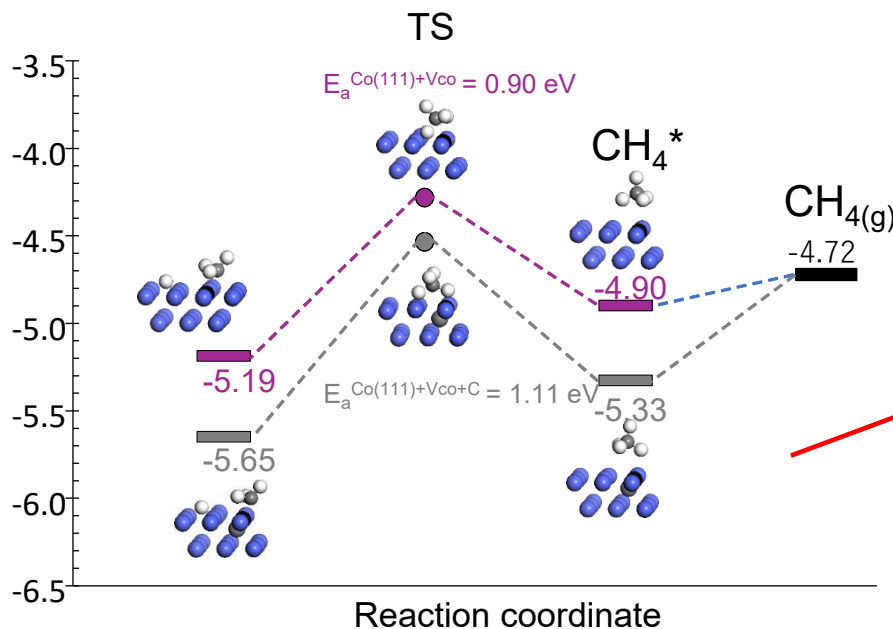
# Co/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の還元時間の影響 (高分解能STEM)

開発触媒: Co(acac).  
還元: 500 °C, 1 h.



- ✓ 1 h還元した開発触媒は前駆体由来のアモルファスカーボンがCo粒子表面を被覆
- ✓ 12 h還元によってアモルファスカーボンの大部分が除去されてCo表面が露出  
Co粒子内部に多数の積層欠陥が存在, 表面まで到達 → 欠陥サイト露出

# アモルファスカーボンの役割



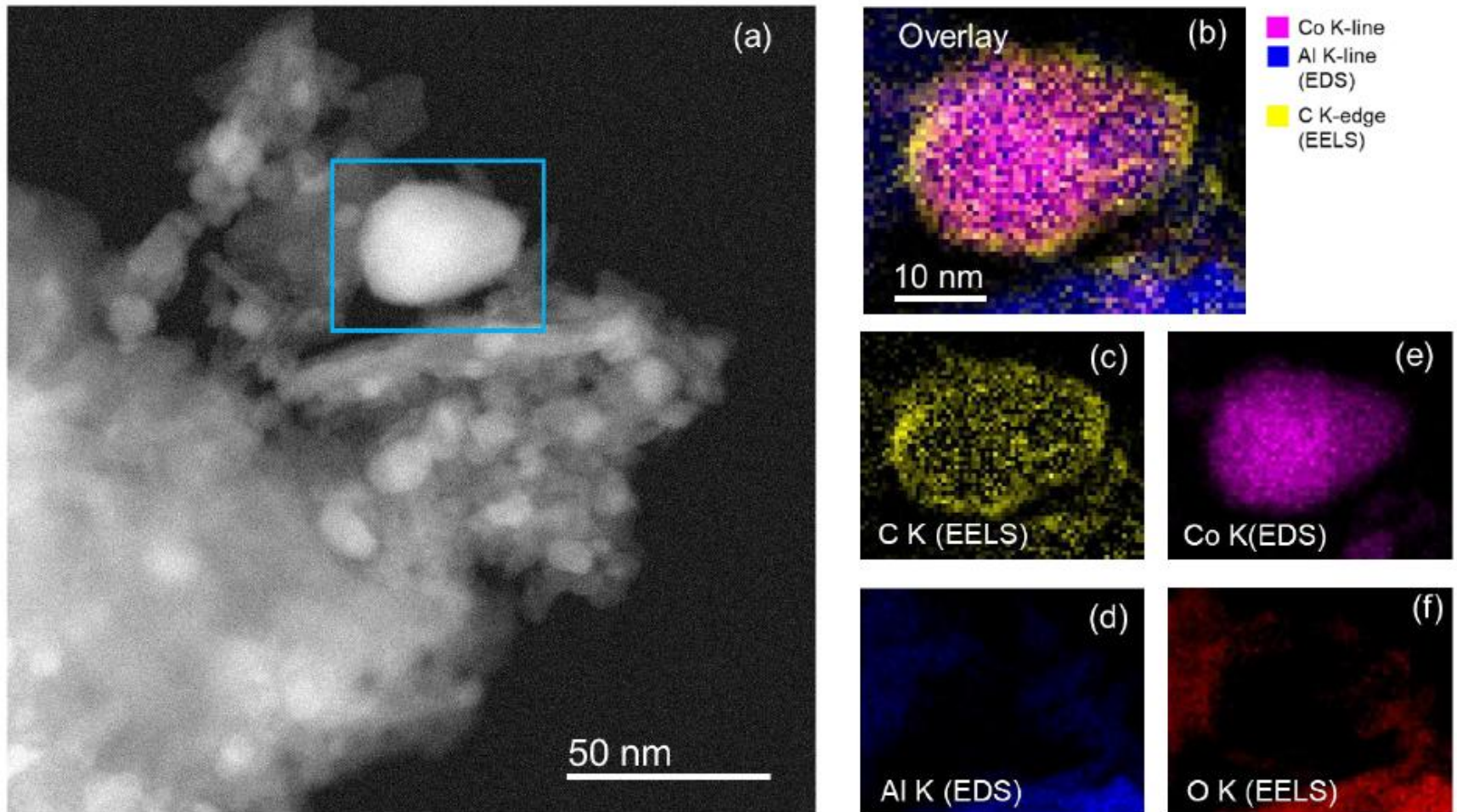
特開2024-131737 炭化水素化合物製造触媒  
Under revision.

- ① H<sub>2</sub>O活性化能の高い界面サイトをカーボンがブロック, CO<sub>2</sub>生成抑制.
- ② CH<sub>4</sub>生成活性の高い表面Co欠陥をカーボンがブロック, CH<sub>4</sub>生成を抑制.

ゼオライトの作用も合わせて75%以上のC<sub>5</sub>~C<sub>19</sub>選択率を達成.

# 反応後の触媒の形態観察 (STEM-EDX-EELS)

Co(A)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZSM5(2), 1 h 還元



- ✓ 反応後もアモルファスカーボンがCo粒子表面を被覆

# まとめ

- ✓  $\text{Co}(\text{acac})_2$ を前駆体として $\text{Co}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ を調製し、ZSM-5とハイブリッド化した触媒を用い、還元条件を最適化することで、75%以上の高い $\text{C}_5\sim\text{C}_{19}$ 選択率を得ることに成功した。
- ✓ 開発した触媒中のCoは欠陥を多数含んだ金属ナノ粒子であり、ナノ粒子表面を被覆したアモルファスカーボンがメタンの生成抑制に寄与していることを明らかにした。



ACS Catal. 15 (2025) 11573.

本発表内容は国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)からの委託事業によるものです。関係各位に感謝の意を表します。