

産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 —プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて

項目1. 気相中窒素化合物の資源アンモニア化

発表者：小倉 賢（東京大学生産技術研究所）
岩本正和（早稲田大学）
田中光洋（宇部興産株式会社）

PM：川本 徹

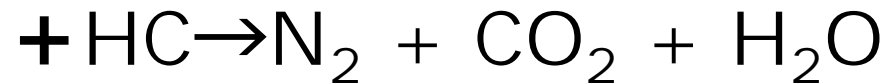
国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門
研究グループ長

PJ参画機関：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、
学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、
国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、協和発酵バイオ株式会社、
株式会社アストム、東洋紡株式会社、株式会社フソウ、宇部興産株式会社

窒素酸化物NO_xの除去 = 環境問題解決

直接分解 → N₂ + O₂ もっとも理想的, もっとも困難

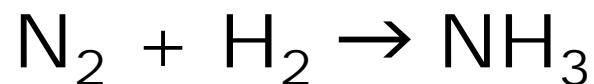
還元反応



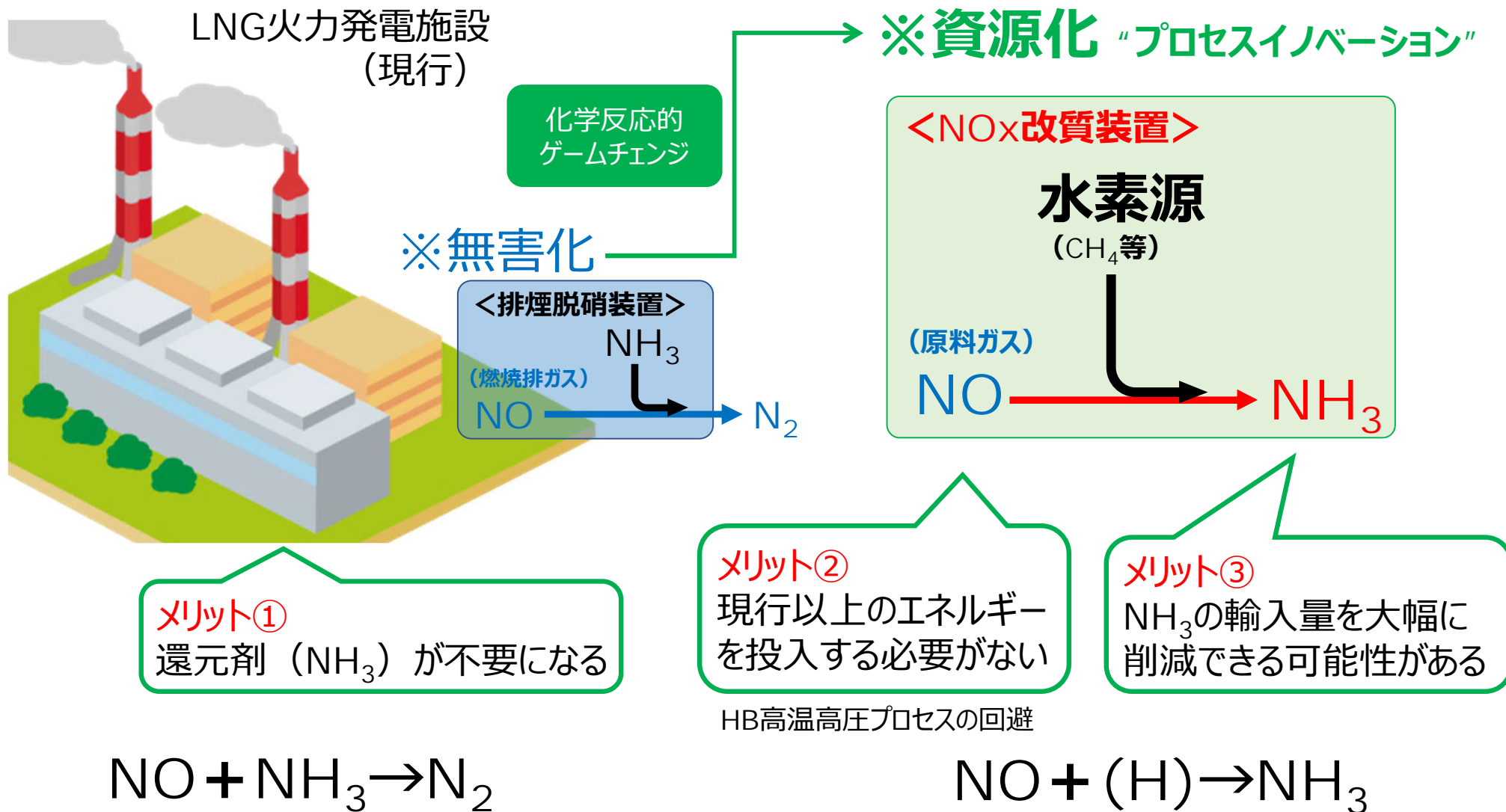
現行面排出NO_x除去法
選択性に難 (共存O₂)

現行点排出NO_x除去法
外部添加の必要性

アンモニアNH₃の合成 = 食料資源エネルギー問題

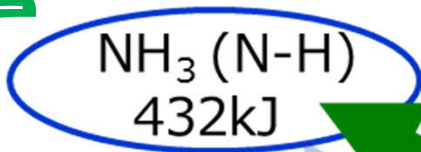


高温高压HBプロセス



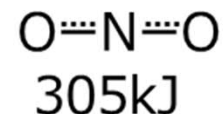
資源・エネルギー善

人間活動により最も地球システムに固定されている窒素化合物

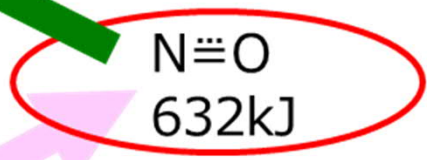


高温高圧で三重結合を活性化 (HB法)
⇒ 大量のエネルギーを消費

反応性が高い



本先導研究で実現を目指す反応
= 高エネルギーNOをNH₃に直接転換



環境悪

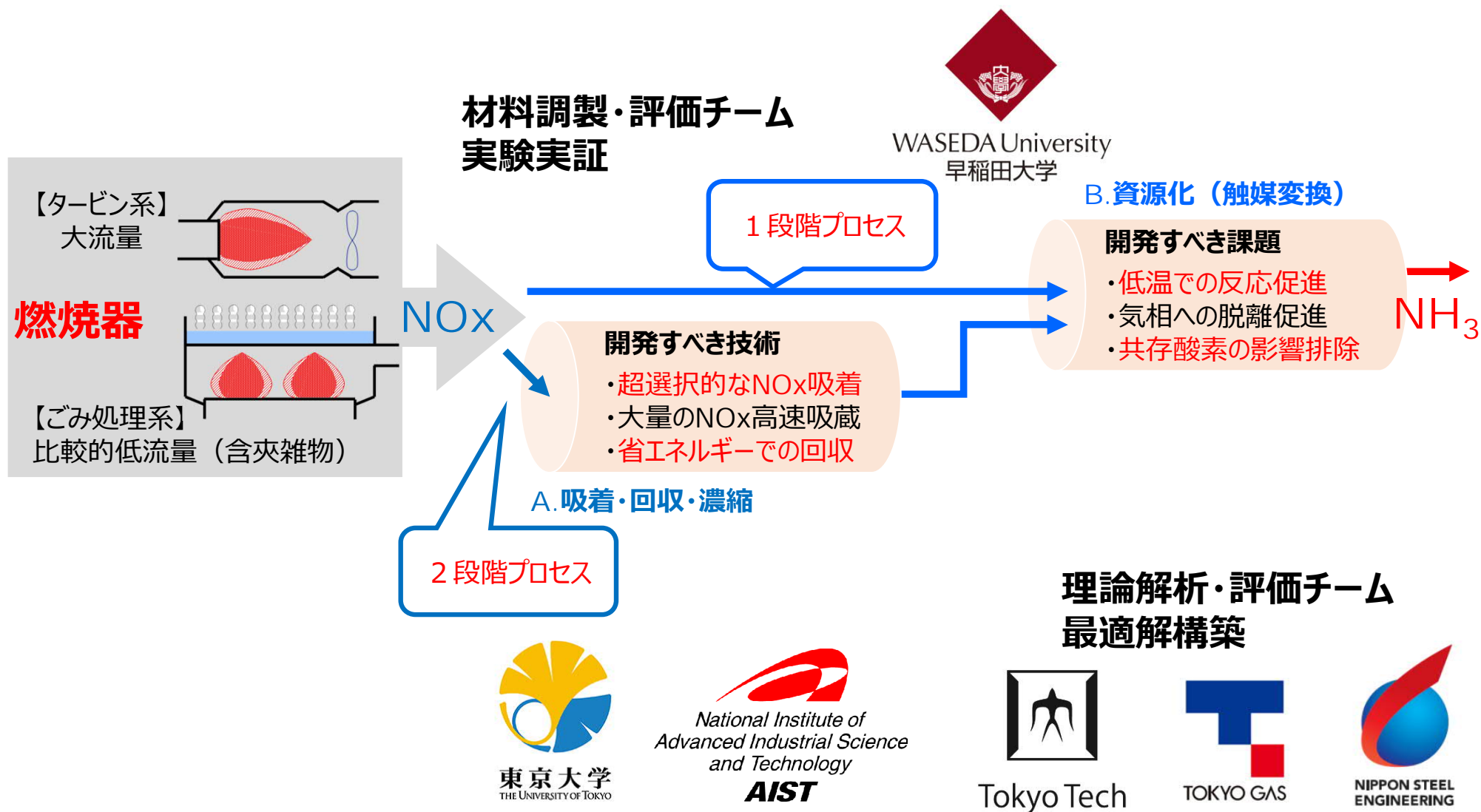
高温燃焼時に空気から生成
⇒ NH₃を用いてN₂へ戻す (NH₃-SCR)

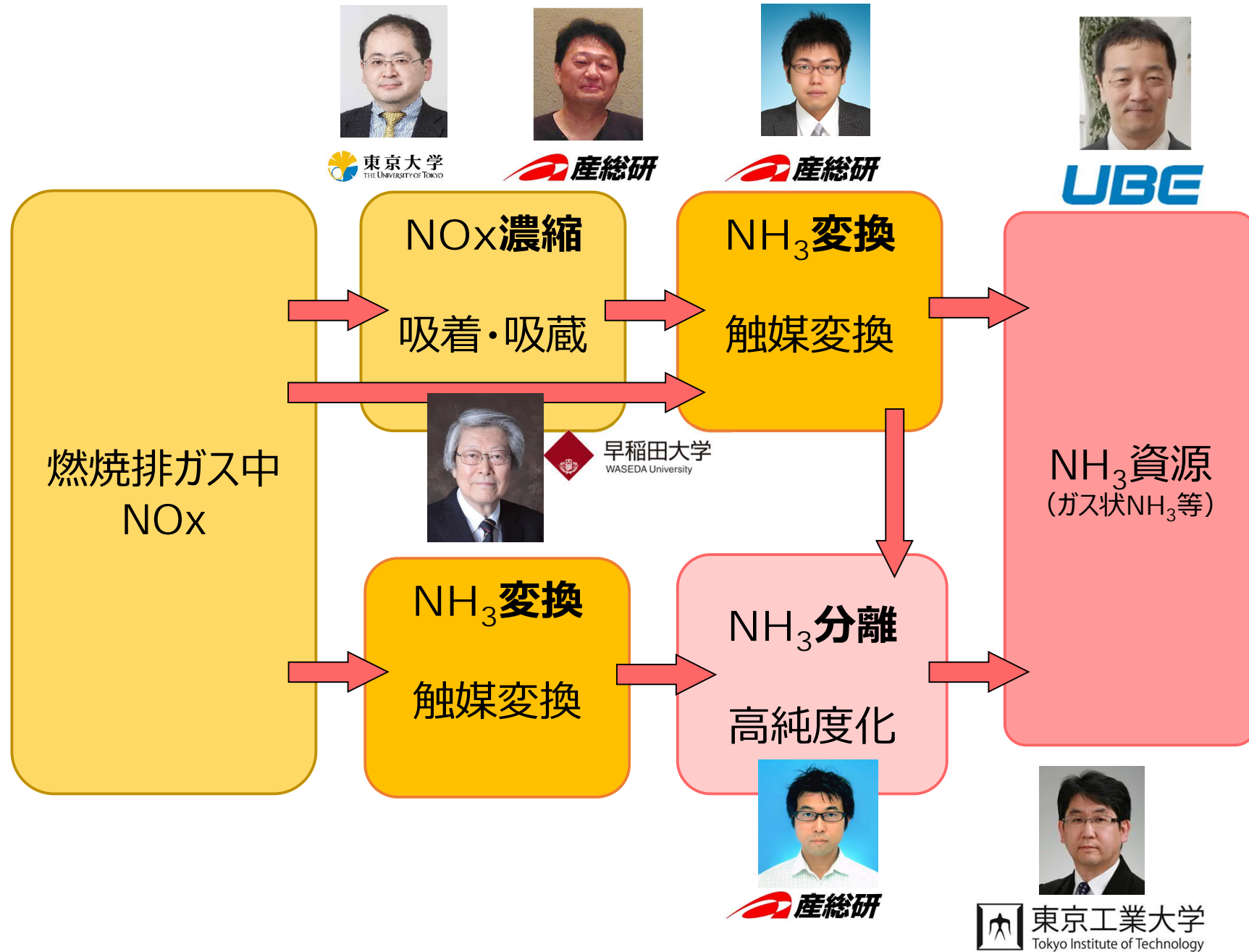


化学的に安定

種々の窒素含有化合物の結合エネルギー

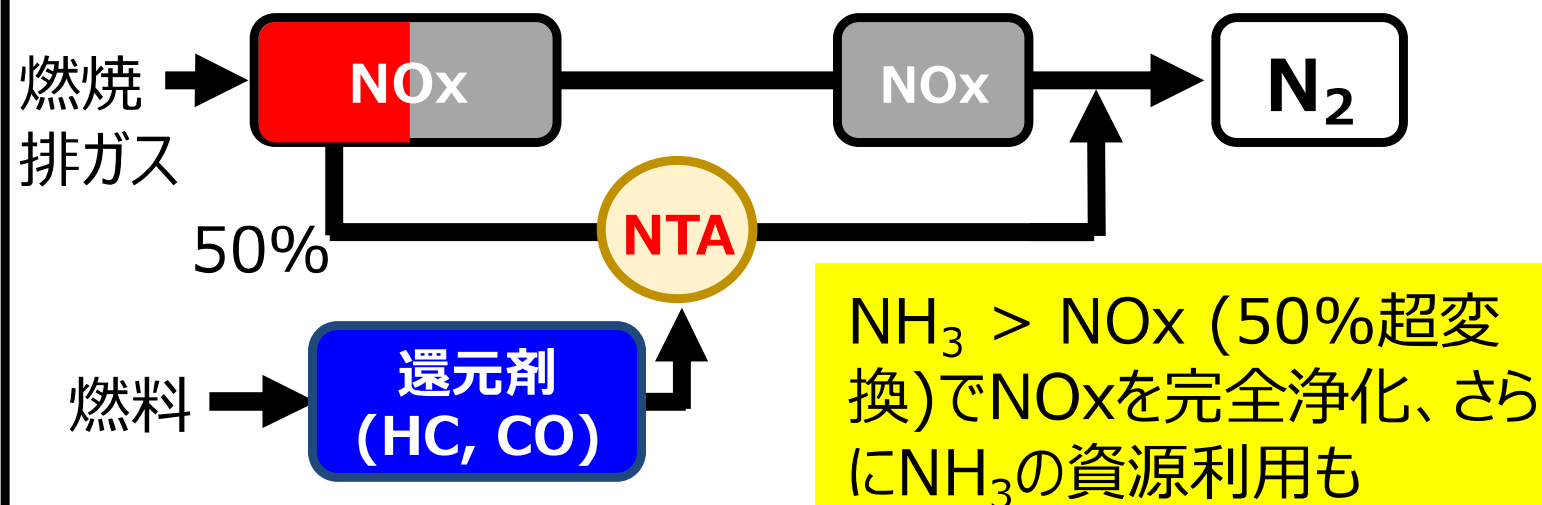
具体的な技術開発の例と検討チーム





【項目1. 気相NO_x無害化・資源化】

- ① 排ガス中低濃度NO_x・NH₃の濃縮
- ② NO_x→NH₃触媒の低温活性向上でエネルギー削減
- ③ 共存酸素の影響のない手法開発(O₂分離、**酸素下でも使用できる触媒**)



2029年パイロット絵姿

実証試験
想定実施場所：
宇部興産

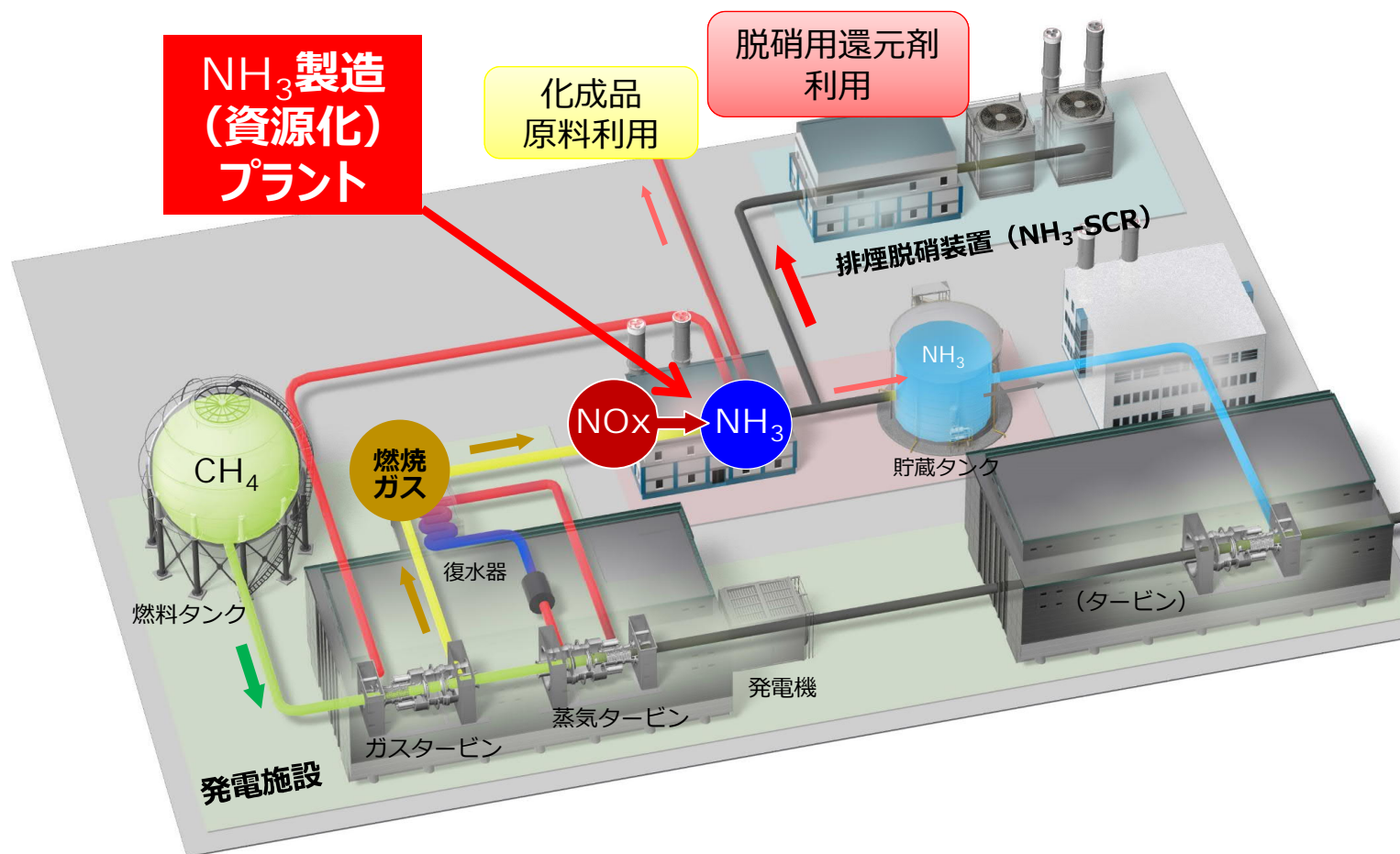
排ガス
250 ~ 1000Nm³/h
1,000 ~ 5,000ppm-
NOx

NOx → アンモニア
変換
変換率50%

100%
炉内循環

脱硝用還元剤
(NTA反応)

2050年社会実装イメージ



産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 —プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて

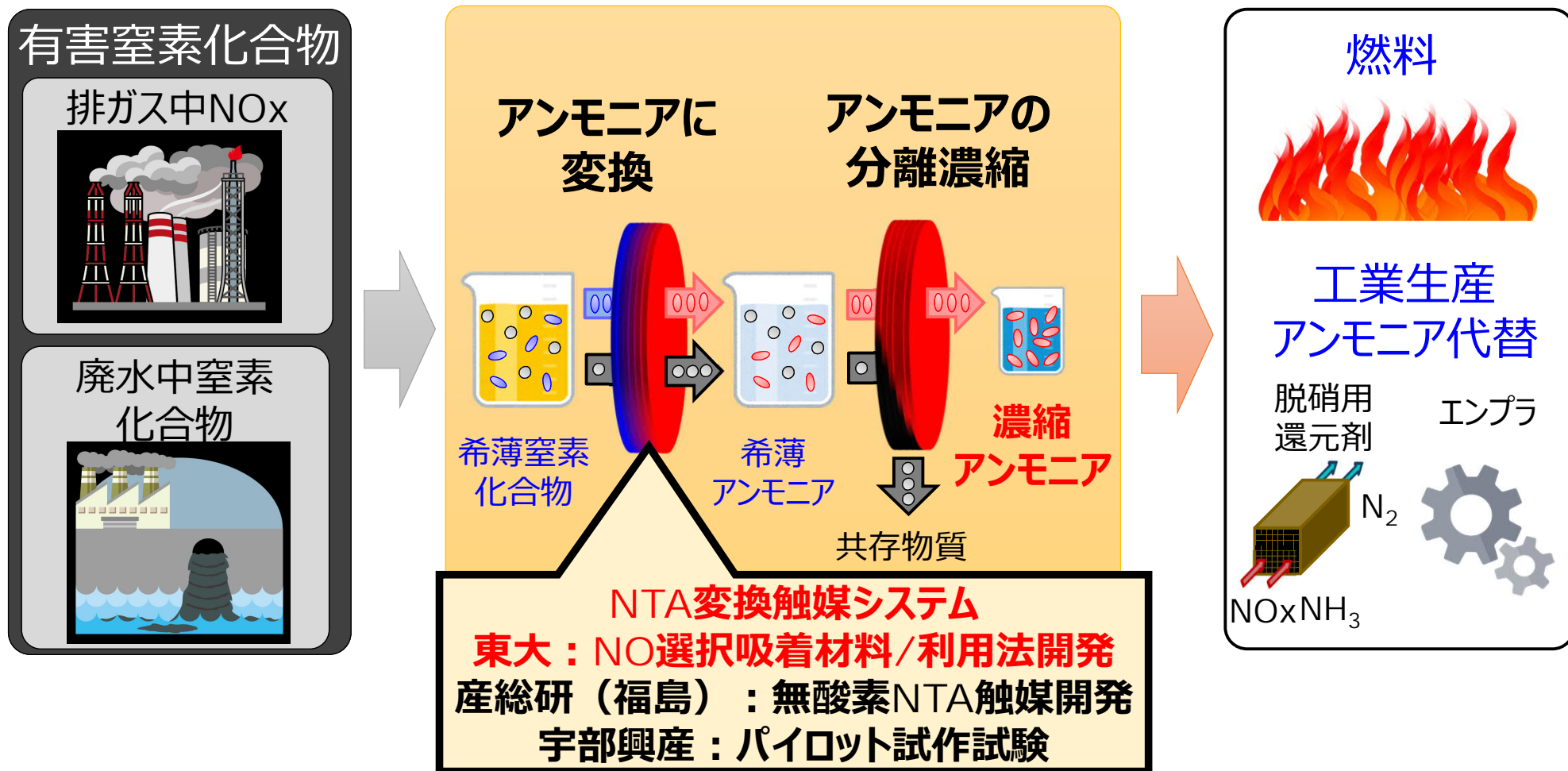
項目1. 気相中窒素化合物の資源アンモニア化 親水性／疎水性空間内での金属種由来の静電場を利用した 超高選択的なNTA用NO吸着

発表者：小倉 賢（東京大学生産技術研究所）

PM：川本 徹

国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門
研究グループ長

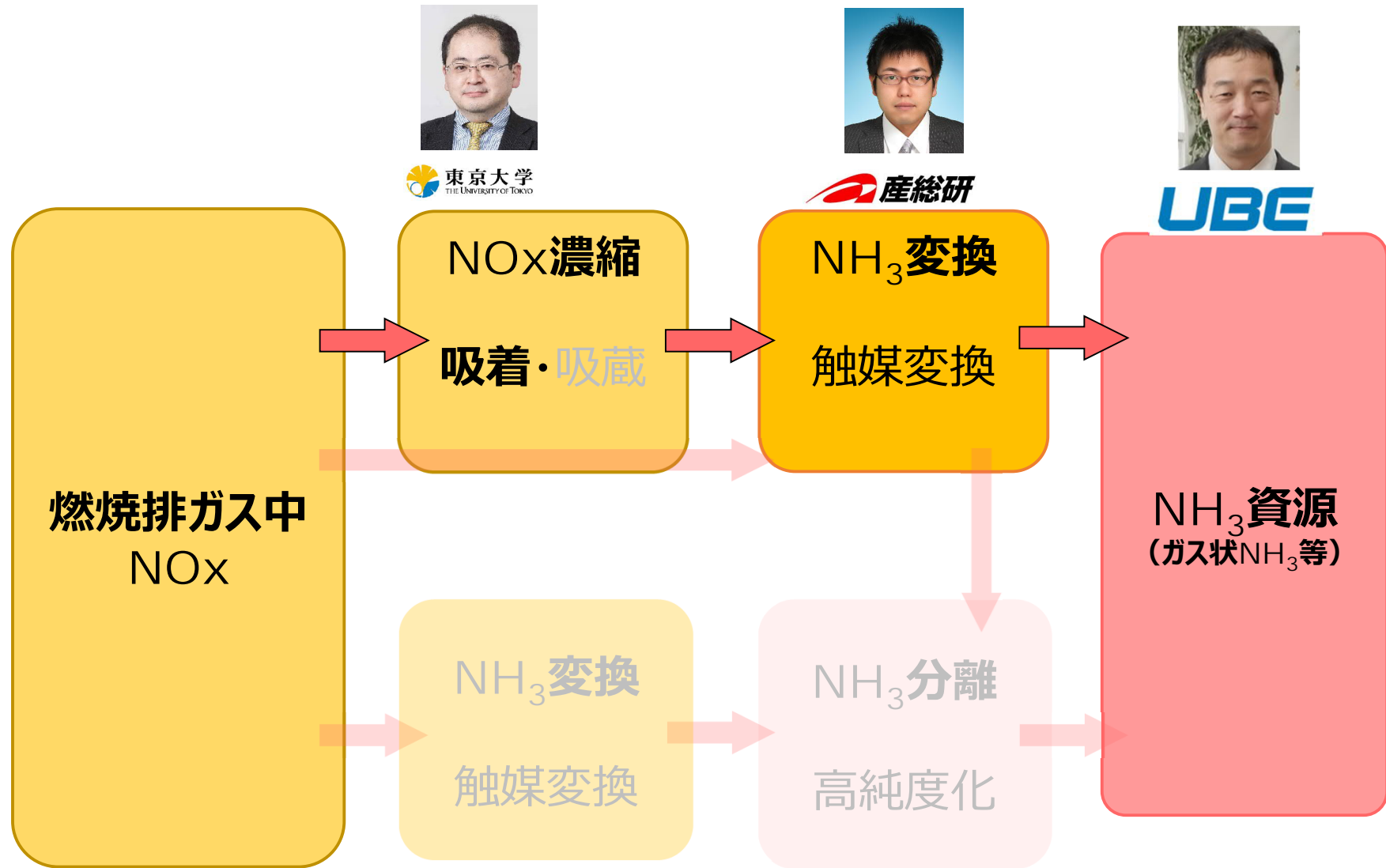
PJ参画機関：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、
学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、
国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、協和発酵バイオ株式会社、
株式会社アストム、東洋紡株式会社、株式会社フソウ、宇部興産株式会社



項目1の2029年度目標：NO_xをアンモニアに回収・転換するNTA (NO_x to Ammonia) 技術のパイロット実証

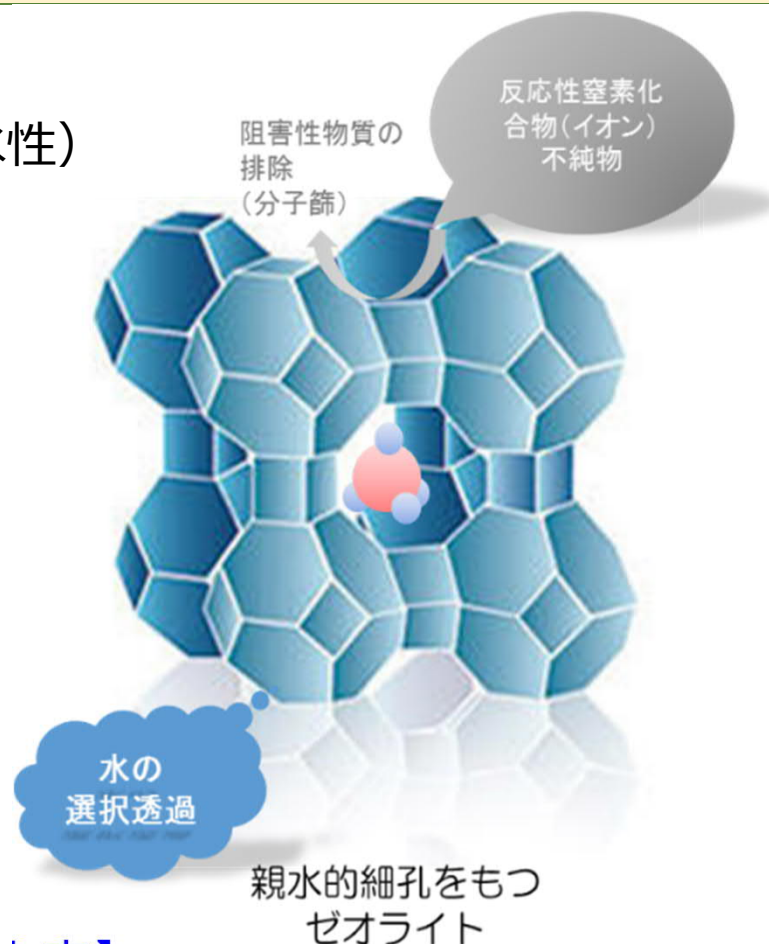
東大の役割：NO_xを選択的に吸着濃縮する吸着材・吸着技術の開発

東大の2029年度目標：NTA触媒システムパイロット実証に向けたNO吸着濃縮材料および基本プロセスの確立

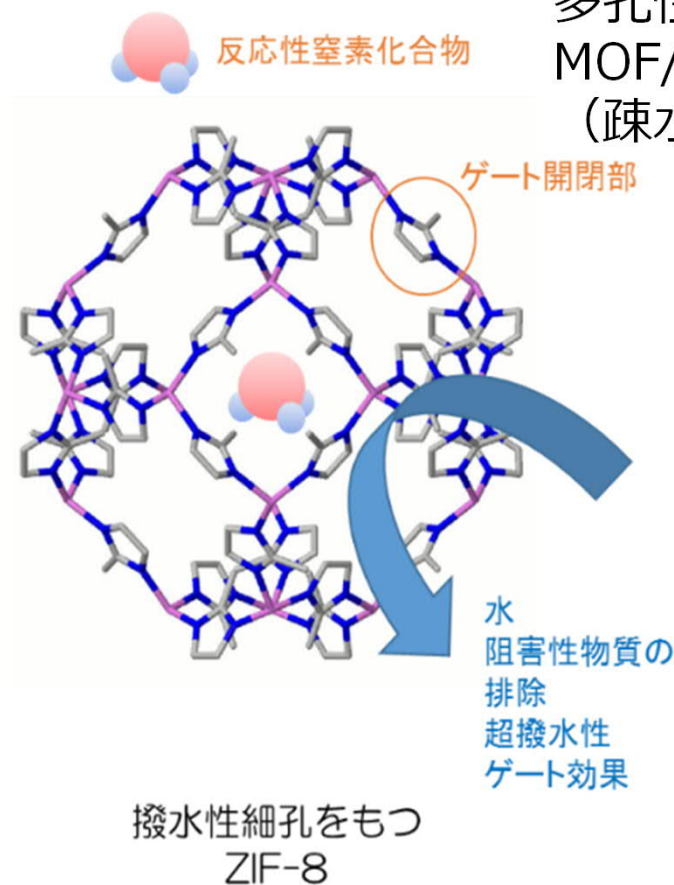


燃焼排ガス中に含まれる窒素酸化物NO_xに対して高度に選択的な吸着構造体の設計を行う（低温・物理吸着型）

ゼオライト
（親・疎水性）



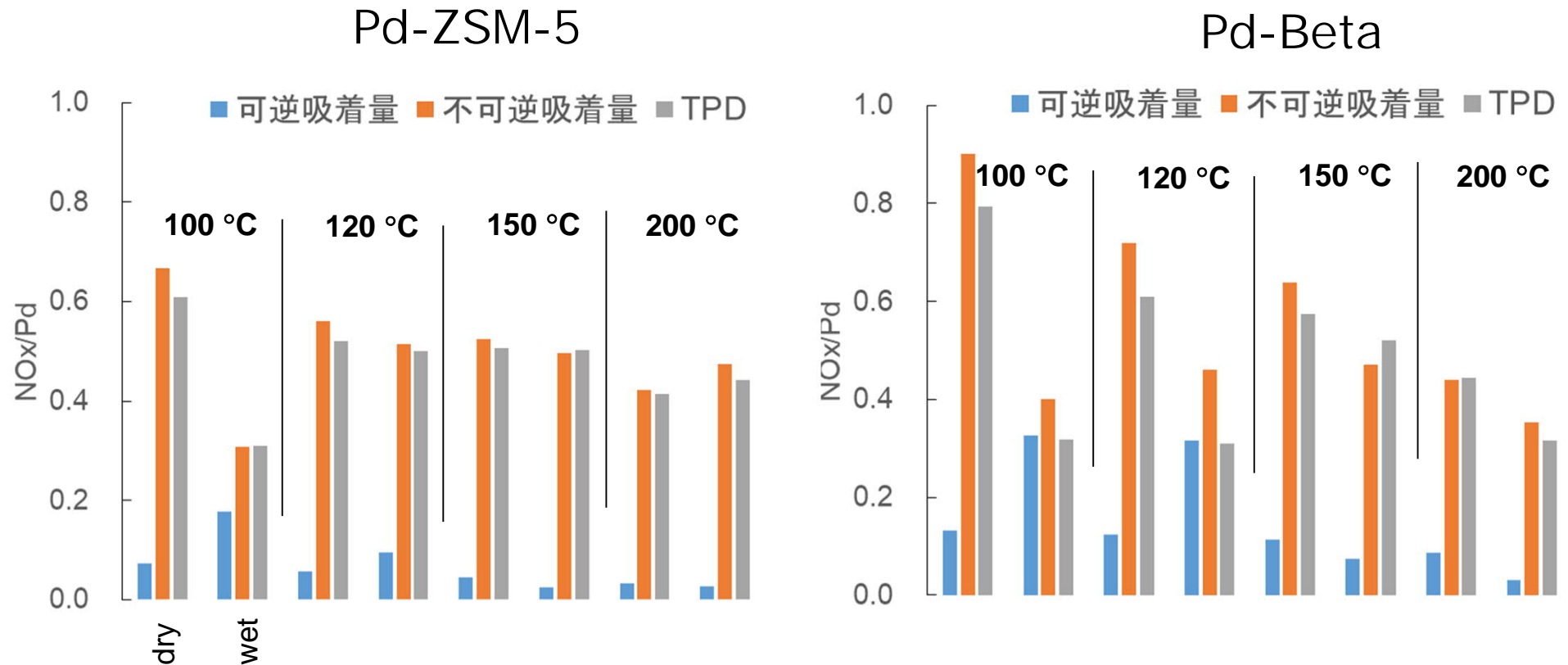
多孔性配位高分子
MOF/ZIF
（疎水性，ゲート）



【開発内容】

- 排ガス中NOを選択的に吸着回収し，濃縮できる吸着材の研究開発
- 吸着材とNTA触媒（産総研福島）を活用し，アンモニア還元剤を製造するシステム設計

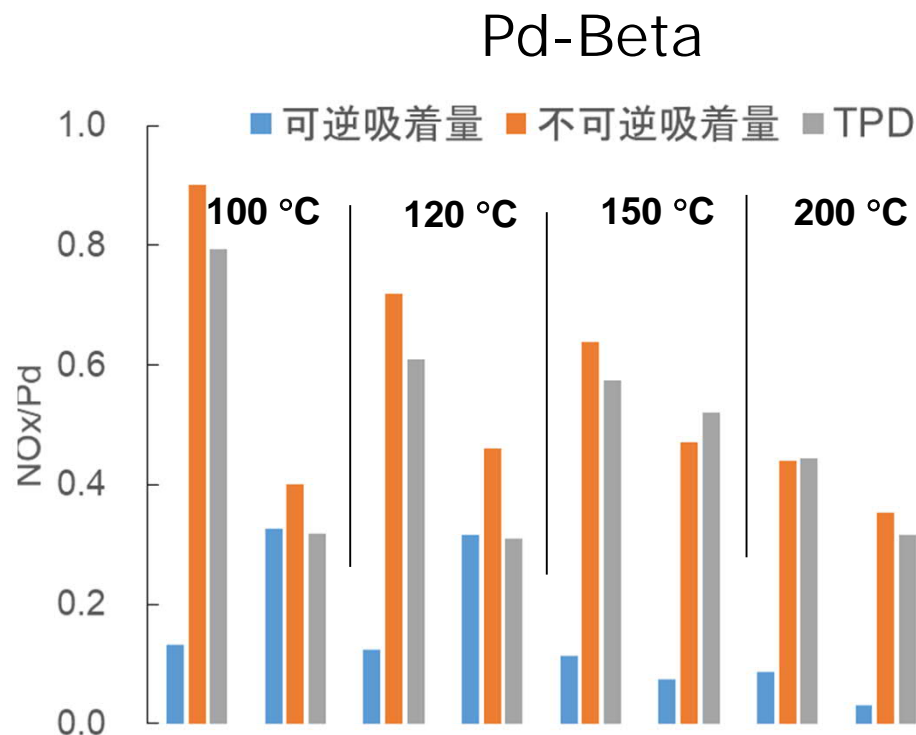
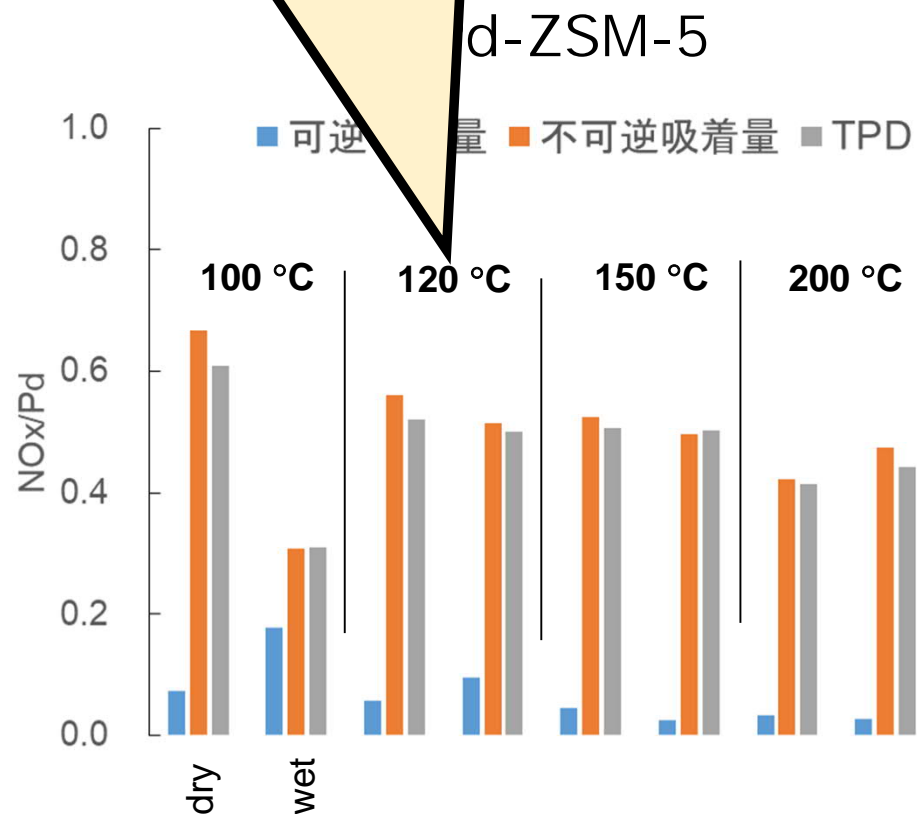
- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見 (ゼオライト系)



adsorption: NO 500ppm, O₂ 10%, (wet H₂O 5%)/N₂ 200 mL/min at 100-200 °C
 TPD: O₂ 10%/N₂ 200 mL/min, heated to 500 °C (10K/min)

- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見 (ゼオライト系)

**水蒸気共存下ではほぼ変わらない吸着特性
吸着温度特性**

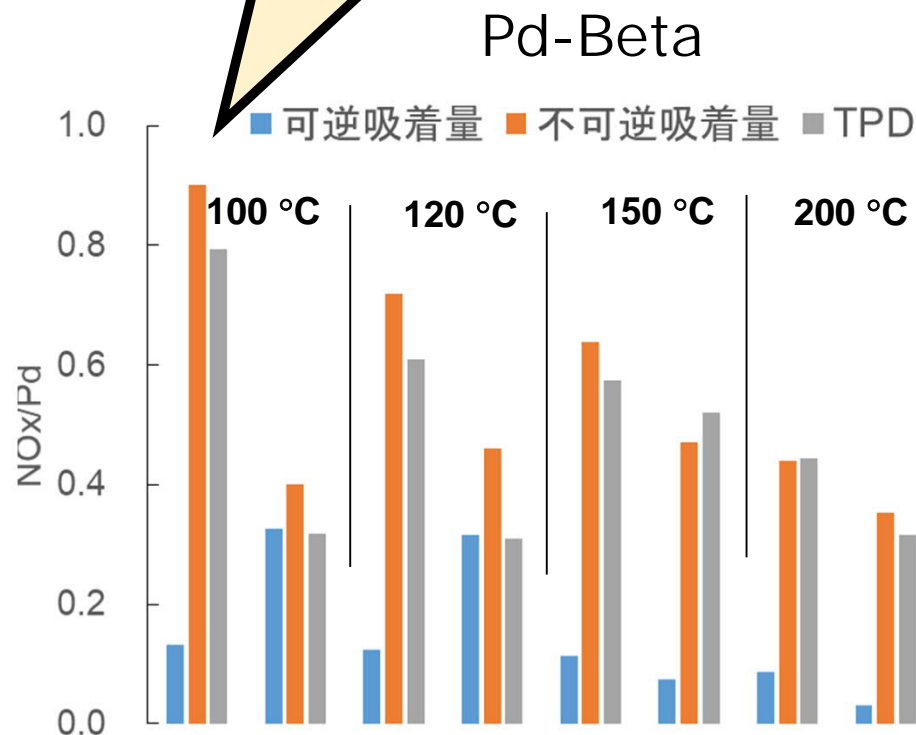
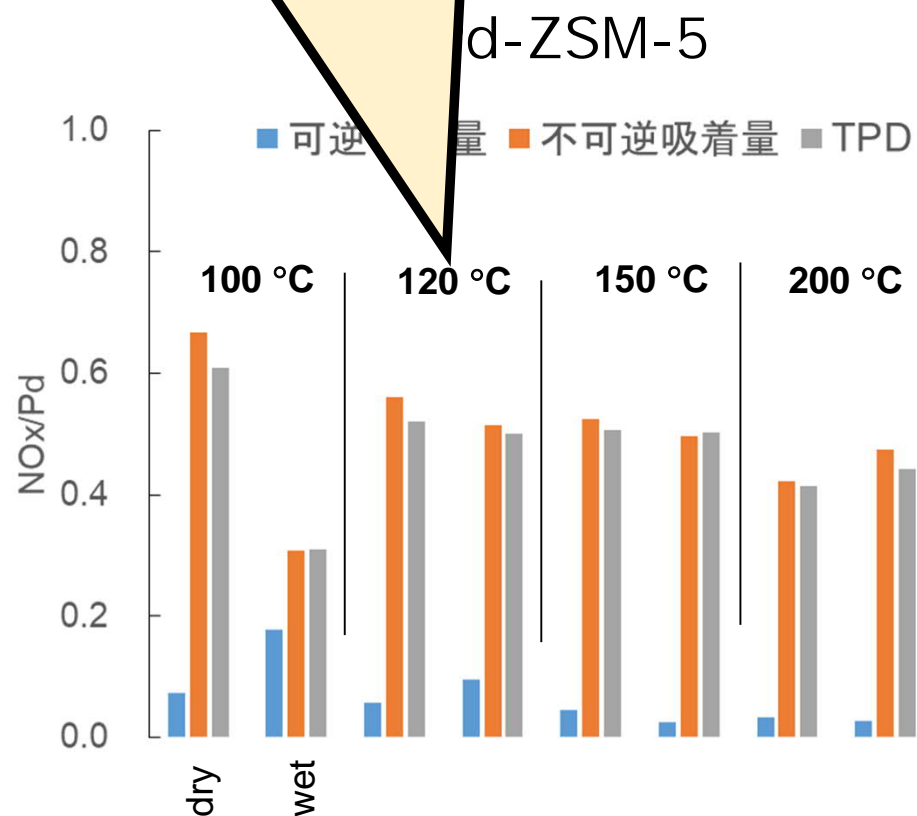


adsorption: NO 500ppm, O₂ 10%, (wet H₂O 5%)/N₂ 200 mL/min at 100-200 °C
 TPD: O₂ 10%/N₂ 200 mL/min, heated to 500 °C (10K/min)

- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見 (ゼオライト系)

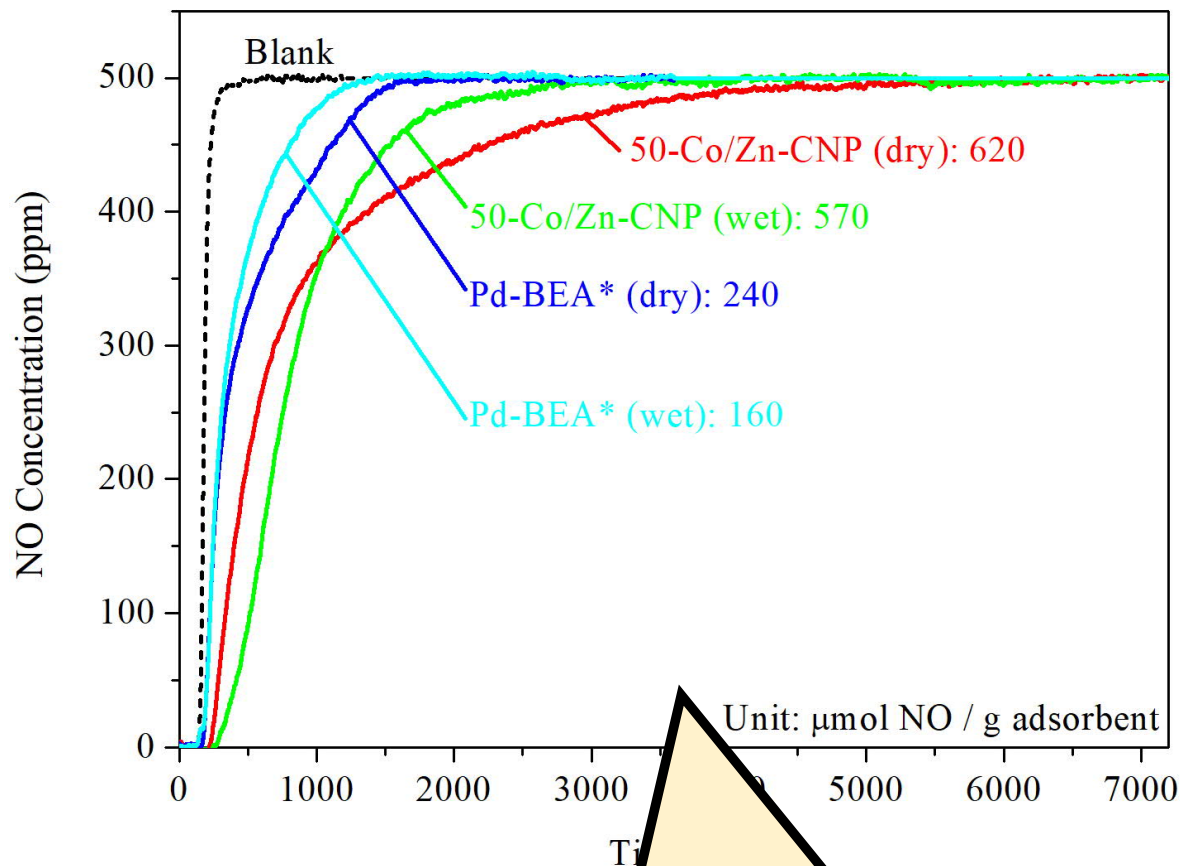
水蒸気共存下ではほぼ変わらない吸着特性
吸着温度特性

非常に高い吸着キャパシティ

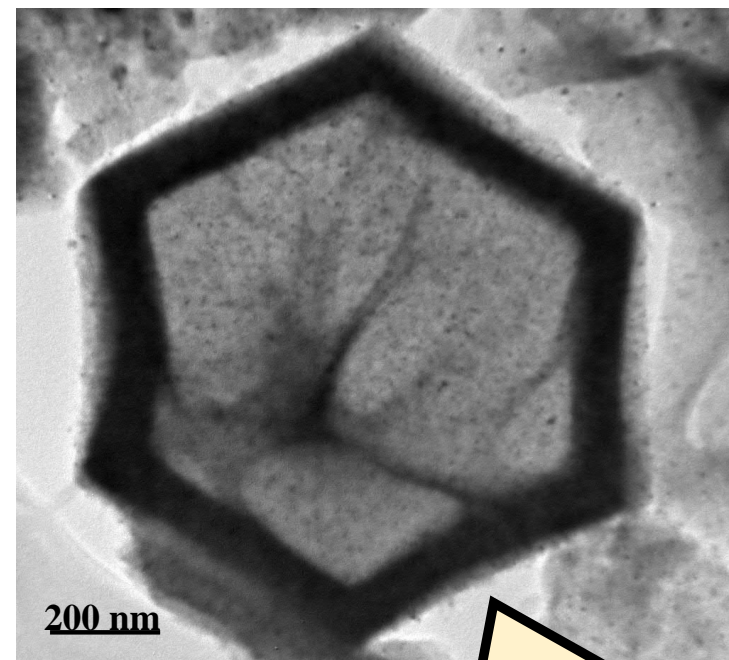


adsorption: NO 500ppm, O₂ 10%, (wet H₂O 5%)/N₂ 200 mL/min at 100-200 °C
 TPD: O₂ 10%/N₂ 200 mL/min, heated to 500 °C (10K/min)

- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見 (ZIF系)



水蒸気共存下でほぼ変わらない吸着特性, ゼオライト吸着材の3倍以上
→選択的吸着の実現



非常に特異的なコア・シェル構造の作り分けに成功

Ge *et al.* submitted
小倉, 特許出願済み

【プロジェクト内役割】

NOを選択的に吸着濃縮する吸着材・吸着技術の開発

【2029年度目標】

NTA触媒システムのパイロット実証に向けた材料・基本プロセスの確立

【開発項目】

親水性／疎水性空間内での金属種由来の静電場を利用した超高選択的なNTA用NO吸着材の開発

【成果(東京大学)】

- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見，ゼオライトタイプの選別で温度特定やキャパシティが可変（ゼオライト系）
- 水蒸気共存下でのNO吸着能が十分な素材の発見，ゼオライト系の3倍強の吸着キャパシティを示す（ZIF系）

