

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

プロジェクト概要 項目3 研究開発項目および成果

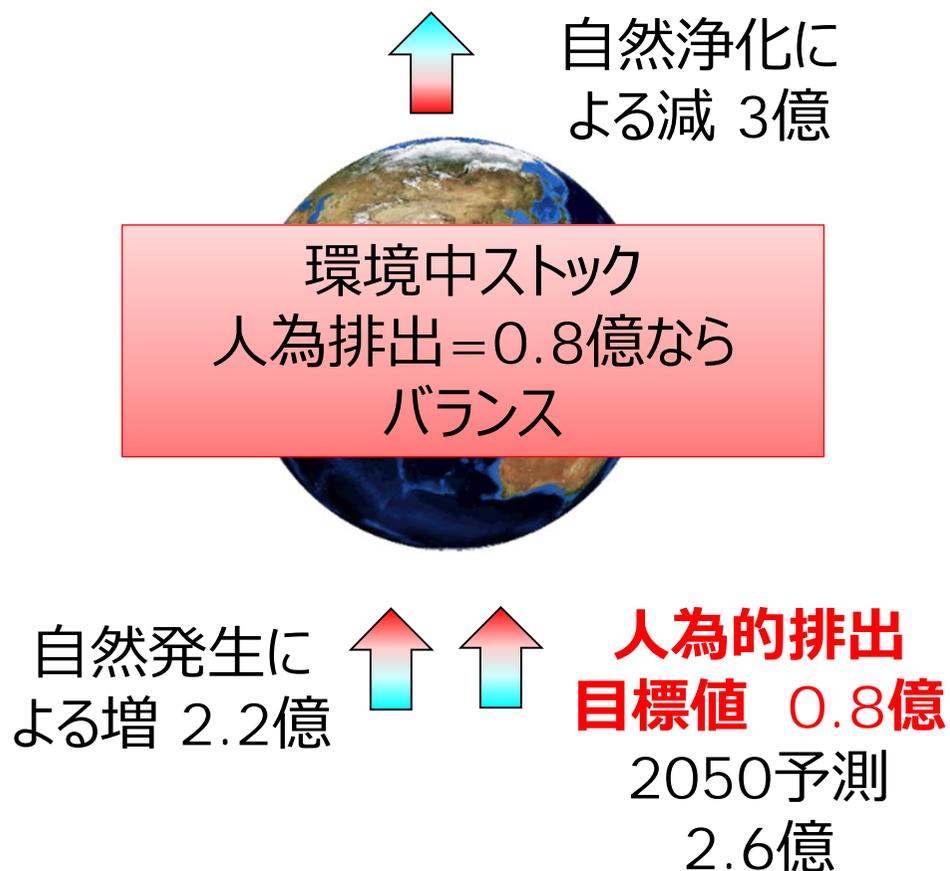
発表者：川本徹（産業技術総合研究所）

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

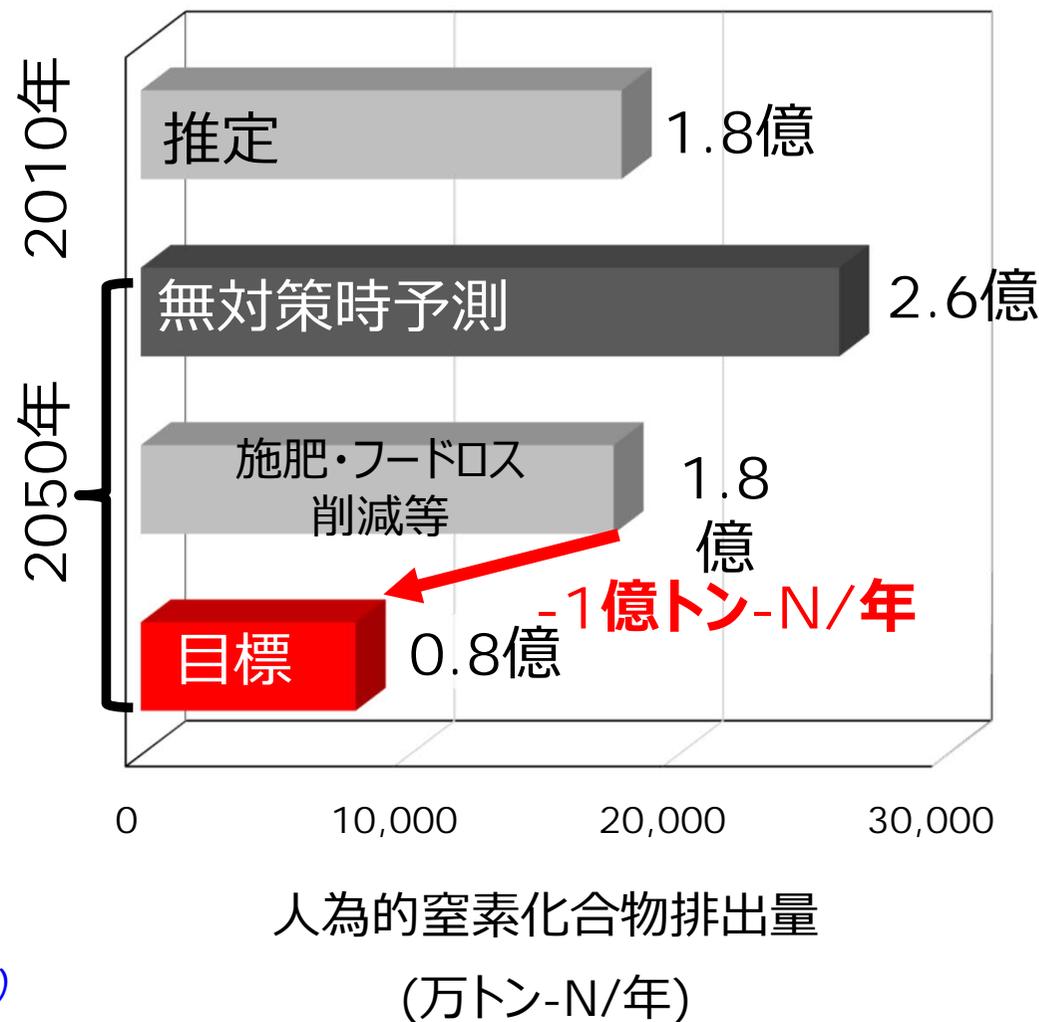
PJ参画機関：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、
学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、
国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、協和発酵バイオ株式会社、
株式会社アストム、東洋紡株式会社、株式会社フソウ、宇部興産株式会社

(a) 窒素化合物排出量の目標値
(トン-N/年)



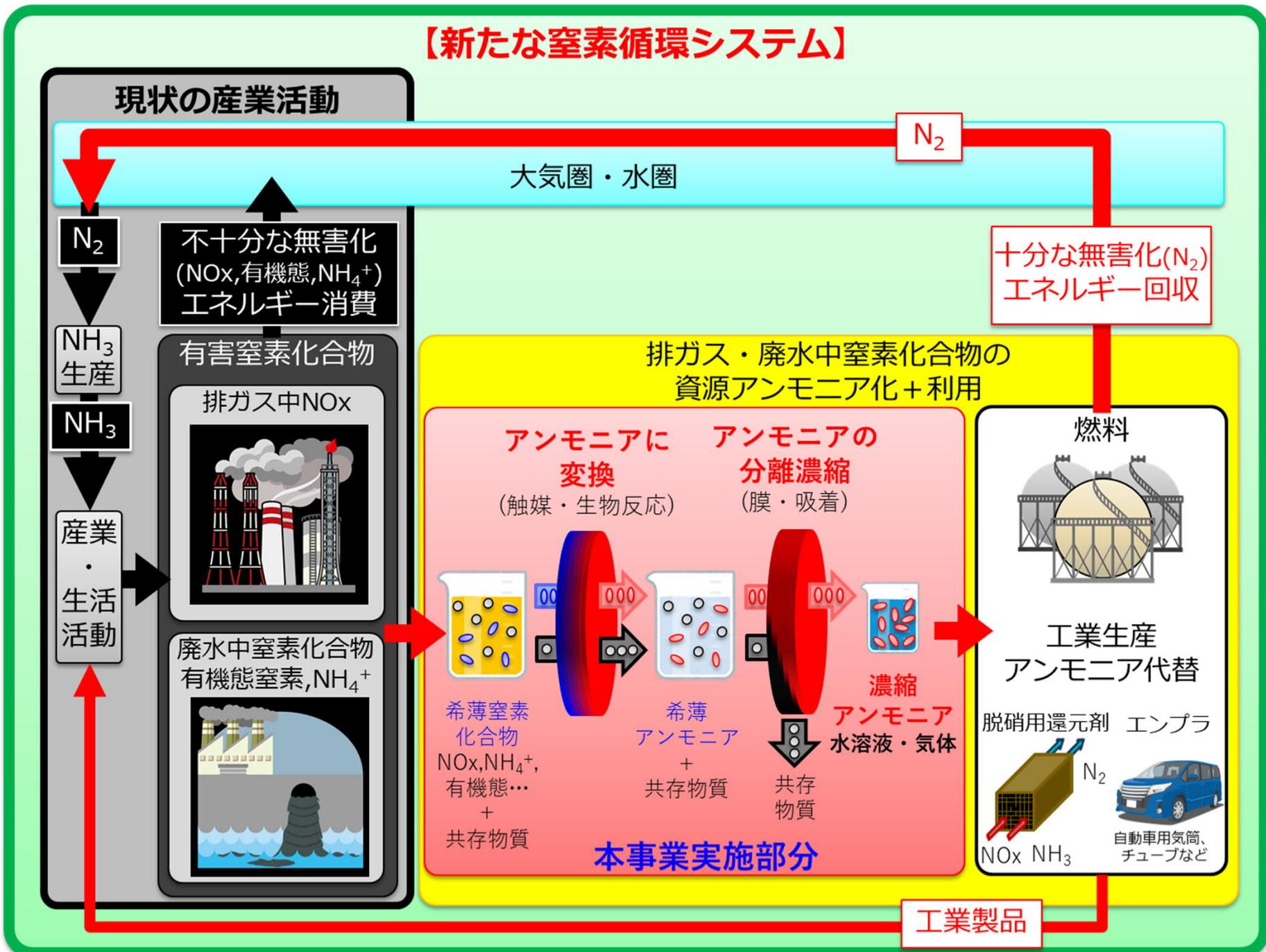
Galloway, *Biogeochem.* (2004),
Fowler, *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* (2013)
de Vries, *Curr. Op. Env. Sus.* (2013)

(b) 人為的窒素化合物排出量の現状と
目標の比較



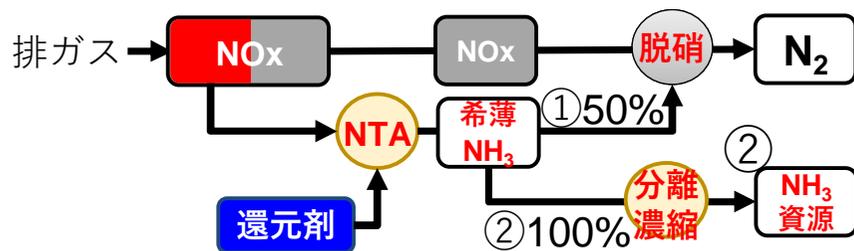
1億トン-N/年の削減上積みが必要

【新たな窒素循環システム】



【項目1. 気相NOx無害化・資源化】

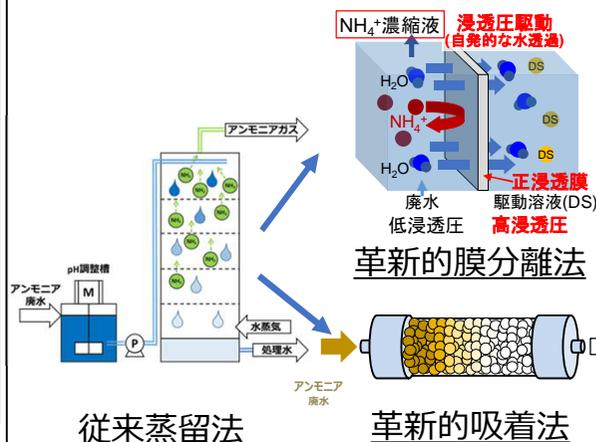
- ① 排ガス中低濃度NOx・NH₃の濃縮
- ② NOx→NH₃触媒の低温活性向上でエネルギー削減
- ③ 共存酸素の影響のない手法開発(O₂分離、酸素下でも使用できる触媒)



- ① 変換率50% → アンモニアを脱硝材に利用。NOx完全浄化
- ② 変換率100% → 分離濃縮し、アンモニア資源へ

【項目2-2. 水相資源化(濃縮)】

- ① 項目2-1からの様々なNH₄⁺・夾雑物濃度の廃水に適用可能な膜分離/吸着分離の新規開発
- ② 超省エネ分離濃縮プロセス構築

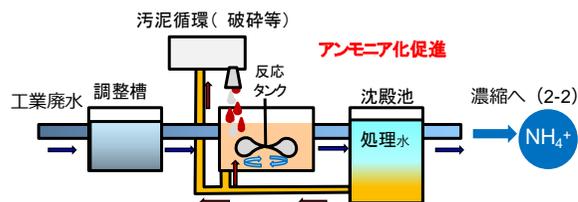


・従来蒸留法の
1/100以下の消費エ
ネルギーの達成

【項目2-1. 水相資源化(変換)】

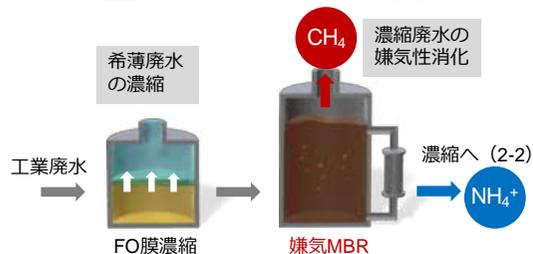
多様な施設・廃水に適用できる好気・嫌気の効率的NH₄⁺変換バイオプロセスの構築

● 微好気NH₄⁺変換プロセス (レトロフィット、低濃度廃水)



- ・NH₄⁺消失阻止
- ・余剰汚泥を窒素源として利用

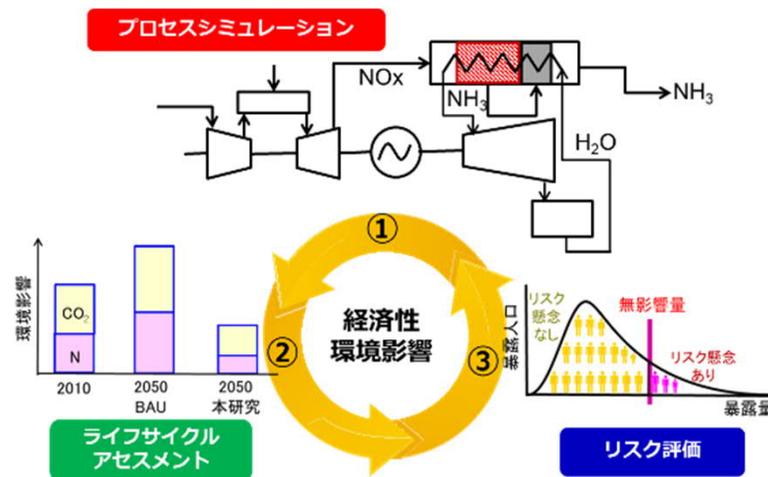
● 高濃度窒素対応嫌気膜分離活性汚泥法(MBR) (新設、高濃度廃水)



- ・高窒素濃度障害への耐性賦与
- ・高省エネ性、コンパクト

【項目3. 全体像構築】

- ① 全体プロセス設計による実機・パイロット等具現化
- ② LCA・リスク評価技術に立脚した経済性・環境影響評価



時刻	項目	発表機関
10:00	概要紹介	川本徹, 産業技術総合研究所(1)
10:06	項目1. NOx無害化・資源化	小倉賢, 東京大学
10:15		岩本正和, 早稲田大学
10:21		田中光洋, 宇部興産
10:24	項目2-1. 水相窒素化合物変換	堀知行, 産業技術総合研究所(2)
10:28		寺田昭彦, 東京農工大学
10:34		大橋亮, 協和発酵バイオ
10:37		池道彦, 大阪大学
10:46		松山秀人, 神戸大学
10:58	項目2-2. 水相窒素化合物濃縮	櫻井秀彦, 東洋紡
11:02		比嘉充, 山口大学
11:07		土井正一, アストム
11:10		川本徹, 産業技術総合研究所(3)
11:17		小暮香奈実, フソウ
11:20		質疑応答

概要について、より詳しい内容を14:35から第一会場でご説明します。

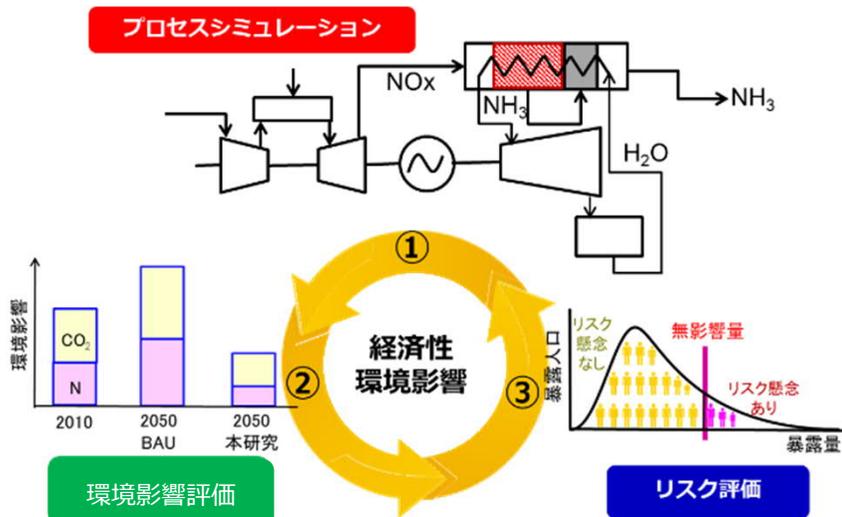
項目1、項目2における研究開発技術の普及による窒素化合物排出の削減効果等を評価し、窒素循環技術実用化に向けた課題を明確化する

各要素技術の最適組み合わせを見出し、実用システムを構築。さらにライフサイクルアセスメントや環境影響評価により、本技術を基にしたプラントだけでなく、周辺への影響も幅広く検討

【必要技術と開発課題】

- ① 窒素循環技術の研究開発データ・モデルの管理
- ② 窒素フロー把握による多様な環境影響の推定
- ③ 局所・都市スケールでの窒素化合物のリスク推定

① 窒素循環技術を導入したシステム設計・実装



② LCAによる窒素循環技術導入の評価

③ 窒素化合物循環のリスク評価

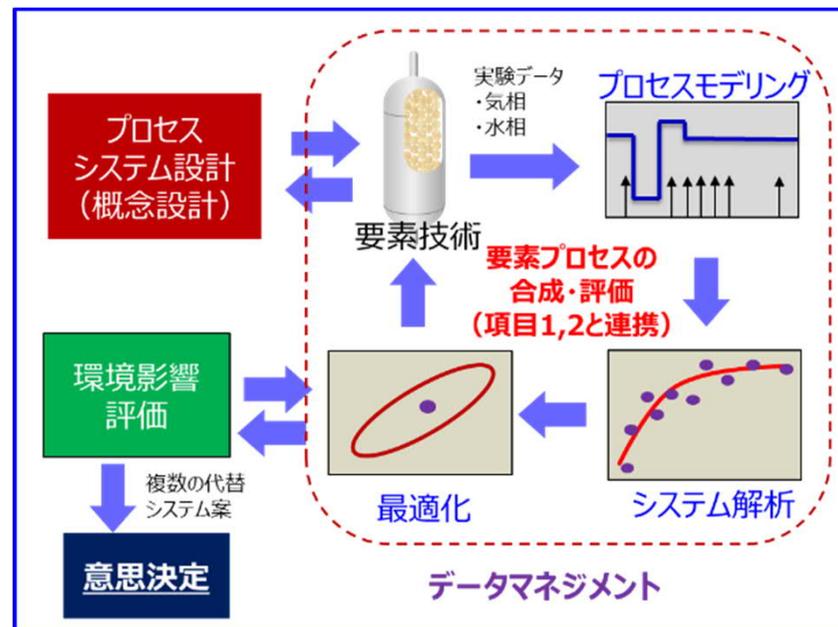
【解決法】項目1,2での研究開発技術の総合的評価のためのフレームの構築ならびに要素技術の開発

- ① 窒素循環技術の研究開発データならびにモデルの管理のためのテンプレート作成



- ② 世界唯一の窒素インベントリデータの開発，局所・都市スケールに適用可能な領域大気化学輸送モデルの開発

- ③ 推進委員会の運営，知財運営委員会の運営，国内・海外の動向調査

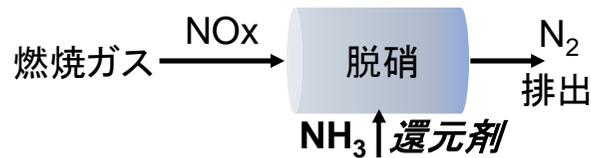


- 燃焼ガス中のNOx再利用の環境影響評価を実施し、既存のNOx無害化処理と比較
- 総合評価によって、NOx回収利用が環境影響の低減化にもたらす効果を明確化

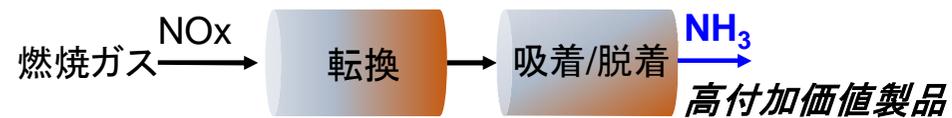
【既存技術 VS 新技術】

Xue et al., Sustainability, 13(14), 7826 (2021).

従来技術(脱硝): SNCR/SCR*



新技術(NOx資源化)



【環境影響評価】

(1) 被害評価 (LIME2、4項目)

従来	SNCR	3.64E-03	2.94E+04	1.82E-11	8.36E+01
	SCR	1.39E-03	1.34E+04	3.92E-10	5.43E+01
	新技術	2.29E-04	1.61E+03	9.85E-11	6.16E+00

人間健康 (DALY)
社会資産 (JPY)
生物多様性 (EINES)
一次生産 (kg DW eq.)

NOx処理は社会資産(農業・漁業等)への影響が大

被害大
被害中
被害小

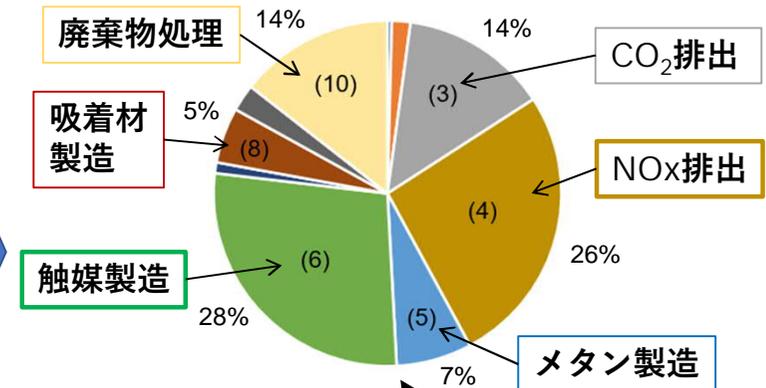
(2) 統合評価 (LIME2)

従来	SNCR	8.58E+04
	SCR	4.19E+04
新技術		7.16E+03

単一指標 (JPY)

統合評価では新技術の環境影響が最も小さい

(3) 新技術の環境影響の要因分析



新技術をさらに改善する方法を明確化

【背景】

- 窒素化合物の環境放出は、プラネタリーバウンダリー最大の課題の一つ→回復可能性という観点では気候変動などを超えるリスク
- この課題を解決するには、産業・生活からの排出を1億トン削減することが必要

【研究開発の目的】

- 2050年に、1億トンの窒素化合物排出を削減する技術の開発

【開発項目】

- 排ガス中NO_xをNH₃に変換し、無害化、資源化する技術
- 廃水中窒素化合物をNH₃に変換し、資源化する技術
- 開発した技術の有効性の評価

【成果(項目3)】

- 排ガス用新技術が既存技術より環境影響が少ないことを確認

概要について、より詳しい内容を14:35から第一会場でご説明します。

