

発表No.B1-12

競争的な水素サプライチェーン構築に向けた技術開発事業/ 大規模アンモニア分解向けオートサーマル式 アンモニア分解触媒の技術開発

発表者：株式会社 J E R A 長尾 隆司

株式会社 J E R A

株式会社日本触媒

千代田化工建設株式会社

2024年7月18日

連絡先： 株式会社 J E R A
株式会社日本触媒
千代田化工建設株式会社

<https://www.jera.co.jp/contact/>

<https://www.shokubai.co.jp/ja/inquiry/>

<https://www.chiyodacorp.com/jp/contact/index.php>

1. 期間

開始 : 2023年7月
終了（予定） : 2026年3月

2. 最終目標

オートサーマル式（ATR式）アンモニア分解触媒の技術開発により

- ・ 外部加熱が不要な、独立型水素供給システムの構築
- ・ アンモニア分解技術の高効率化・低コスト化

を行い、水素社会の早期実現を目指す

3. 成果・進捗概要

➤ ATR式NH₃分解触媒の開発

SIPで開発した触媒をベースに成型体の基本作製法を確立。常圧での試験において、目標性能を達成。
高压ラボ評価装置の稼働に向け、詳細設計完了。

➤ ATR式のプロセス設計

商用機概念設計：商用機のプロセスフローのベースケースを作成。
高压ベンチ試験装置のプロセス設計図書を作成。

➤ 実証試験

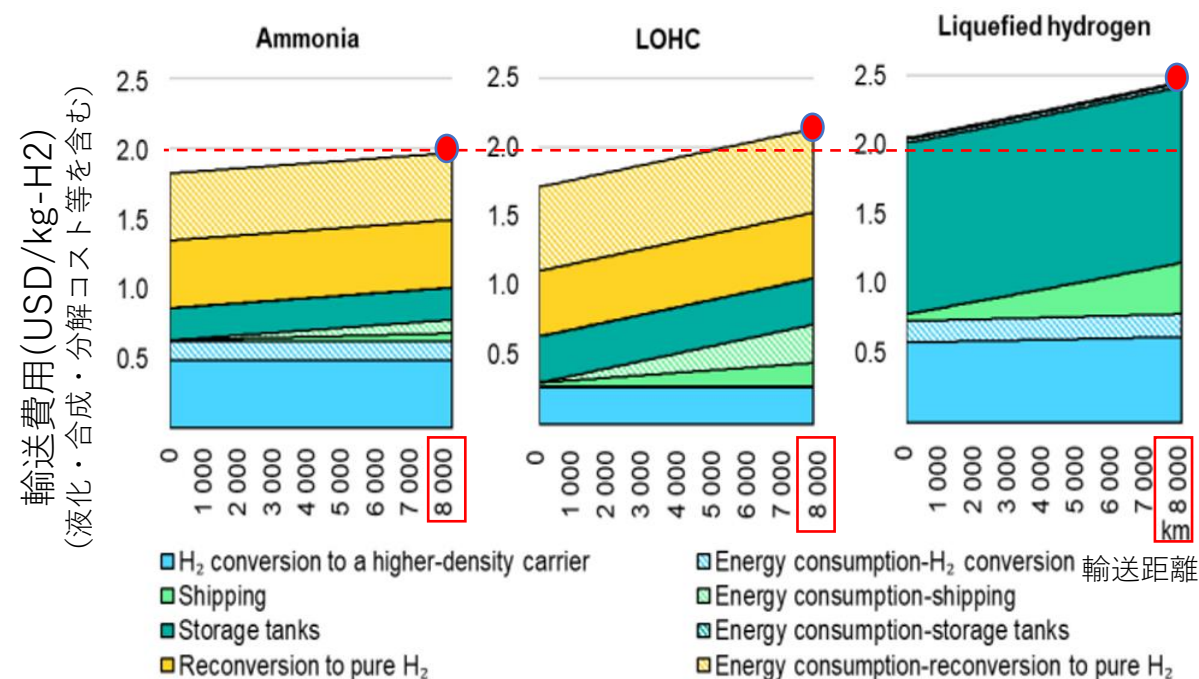
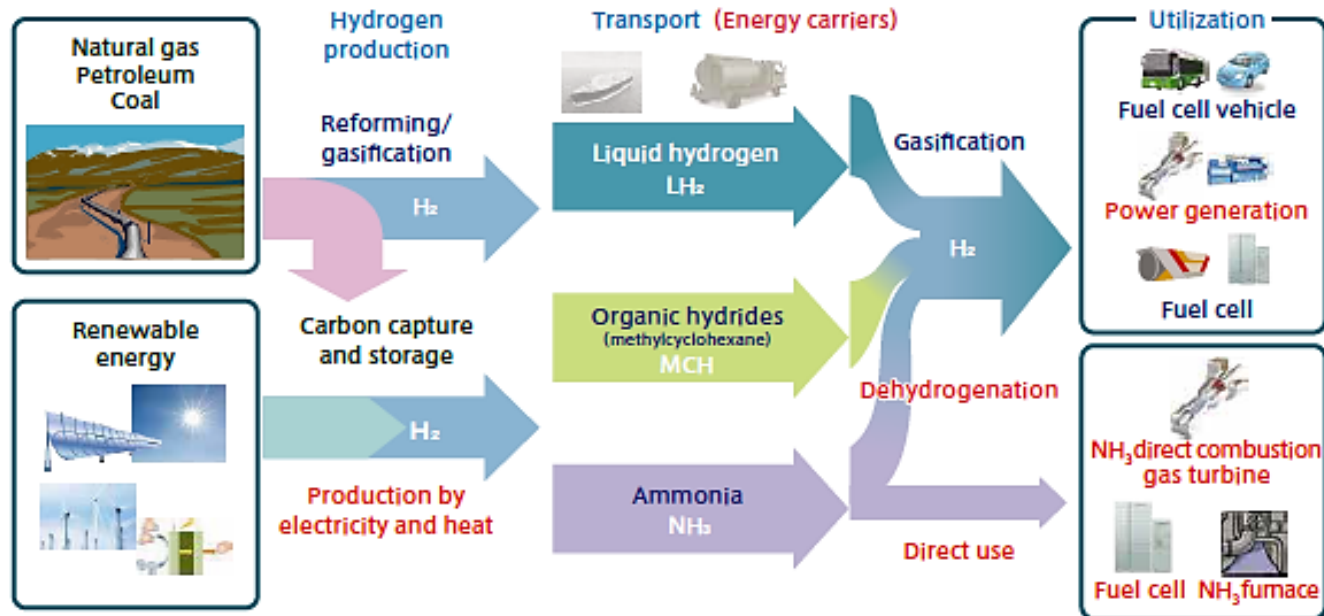
火力発電所、敷地内にて設置検討中。

1. 事業の位置付け・必要性

1：水素キャリアについて

- 政府において、大規模水素サプライチェーンの構築に資する水素キャリアについて議論されている。**液化水素、MCH、アンモニア**等が検討されている中、特に**アンモニア**は貯蔵コストや輸送コストに優れており、長距離輸送に対する**有望な水素キャリアの1つ**として示されている。

Strategy of Energy Carriers ~Development of CO₂ free hydrogen value chain~



Indicative levelized cost of delivering hydrogen, by shipping-option step and distance in the NZE Scenario, 2030

(IEA - Energy Technology Perspectives 2023 page.321 Figure 5.23)

出典：SIPエネルギーキャリア パンフレット

1. 事業の位置付け・必要性

2 : アンモニア分解技術について

➤ アンモニアクラッキング技術は外部加熱式とATR式に大別される。

⇒ **本事業では、外部加熱用の燃焼炉が不要で、独立型水素供給システムを構築できるATR式を開発する。**

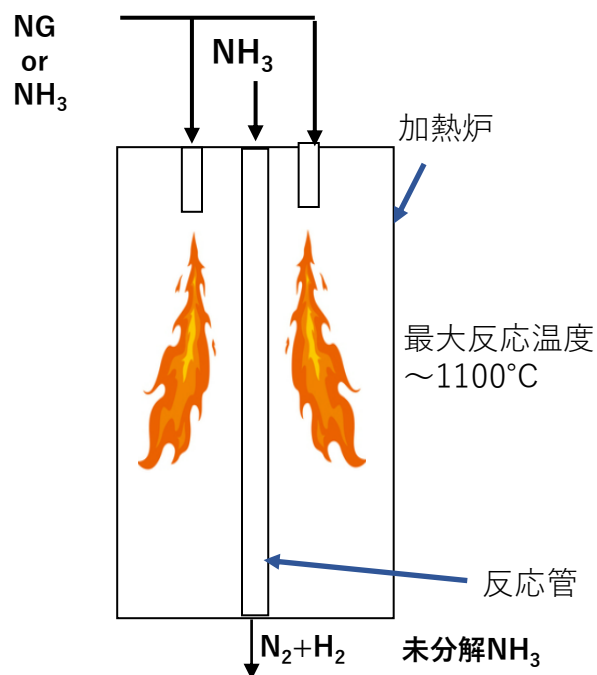
➤ 本方式は触媒のみで酸化/分解反応(*)を行うため、外部加熱用の燃焼炉が不要

⇒ 反応器構造を簡素化することおよび熱ロスを小さくすることができる

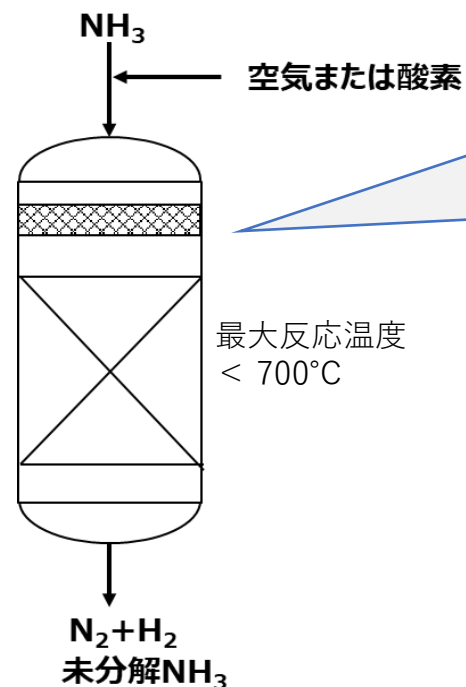
→ **CAPEXおよびOPEX低減が期待**

(*) 酸化反応 : $\text{NH}_3(\text{g}) + 3/4\text{O}_2(\text{g}) = 1/2\text{N}_2(\text{g}) + 3/2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 317\text{kJ/mol}$
分解反応 : $\text{NH}_3(\text{g}) = 1/2\text{N}_2(\text{g}) + 3/2\text{H}_2(\text{g}) - 46\text{kJ/mol}$

外部加熱式反応器



本ATR方式反応器



本ATR方式の特徴

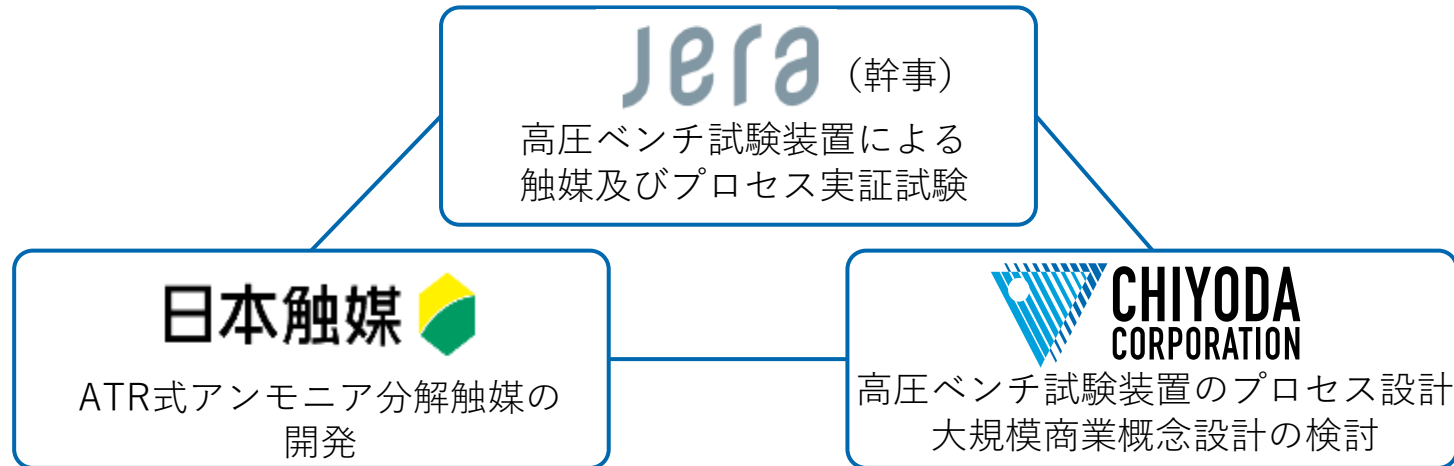
- **触媒のみで酸化/分解反応を実現**
- **バーナーが不要**
- **新規触媒で最大反応温度が低下**

2. 研究開発マネジメントについて

1：研究実施体制

➤ 各社の役割

- ・ **株式会社JERA** : 触媒の性能を確認するためのベンチ試験を実施し、触媒やプロセスについて発電事業者の観点から評価を行い、社会実装に向けた課題を抽出します
- ・ **株式会社日本触媒** : アンモニアから水素を取り出すための触媒の開発に向けて、触媒基本製法の確立などについて検討します
- ・ **千代田化工建設株式会社** : 大規模にアンモニアを分解、水素を生産するための商業機の開発に向けて、触媒の性能を確認するためのベンチ試験の装置の設計を行い、装置の大規模化に向けた課題を明確にしていきます



2. 研究開発マネジメントについて

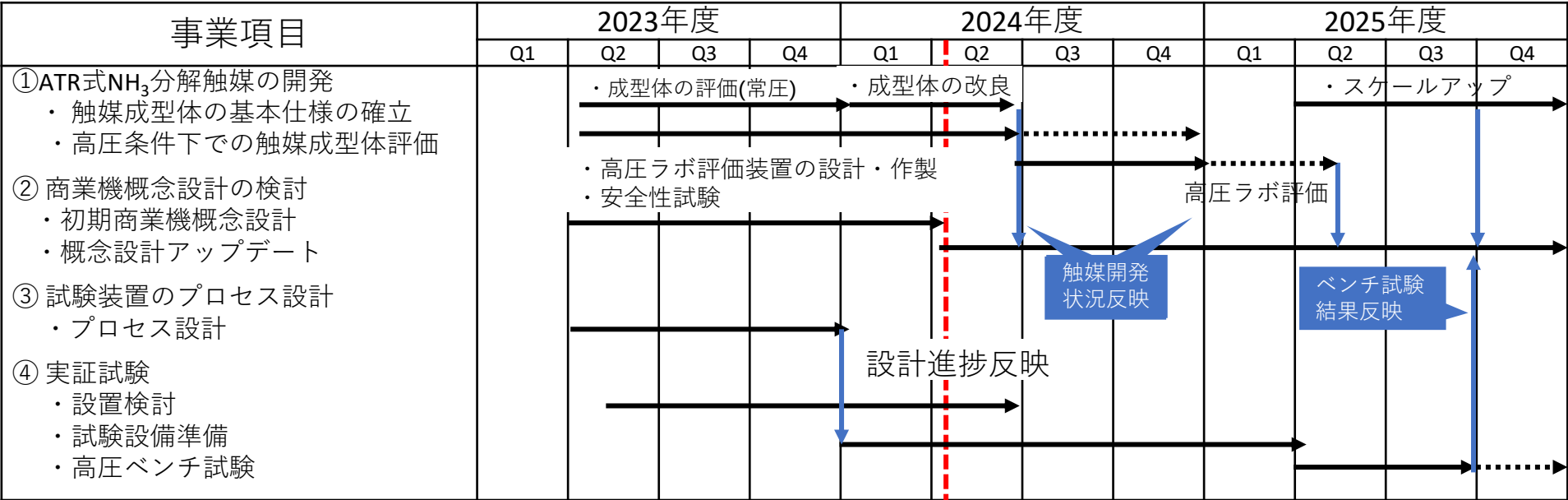
2：研究開発目標及びスケジュール

事業期間

2023年度～2025年度

開発目標

- 大規模水素製造向けのATR式アンモニア分解触媒の成形化
- プロセス開発（高圧ベンチ試験・商用機概念設計）



3. 研究開発成果について

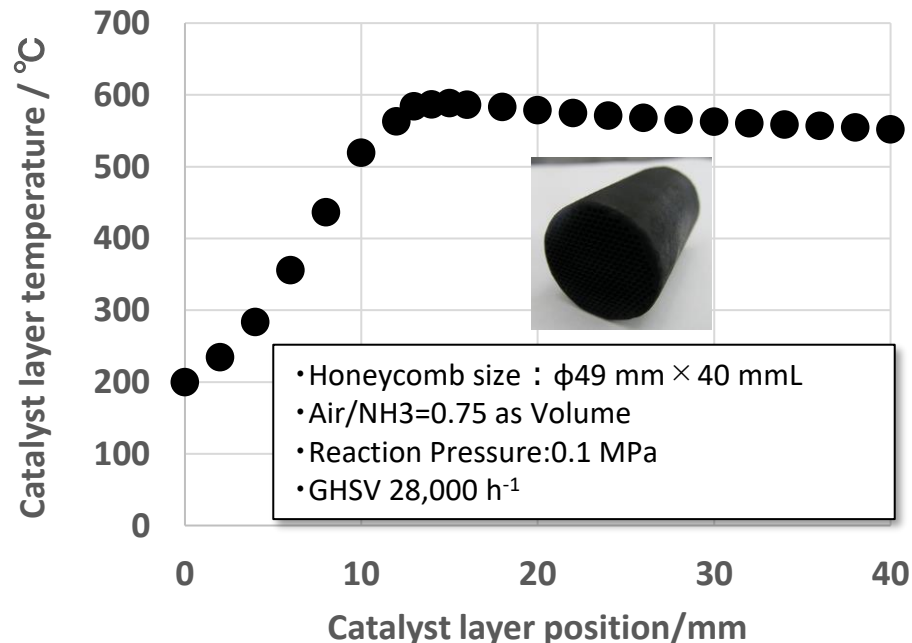
①ATR式NH₃分解触媒の開発

- アンモニアクラッキングの大規模化に向けた、触媒開発のポイント
 - ✓ 効率的にアンモニアから水素を取出せる触媒(触媒形状を含め)
 - ✓ 触媒充填・交換の観点からハンドリングしやすいこと
- 日本触媒の保有技術
 - ✓ **ATR式アンモニア分解触媒(触媒をコーティングしたハニカム触媒)**
 - ✓ プロセス触媒や環境触媒などで培った触媒設計、触媒生産技術(ハニカム、ペレットなど)

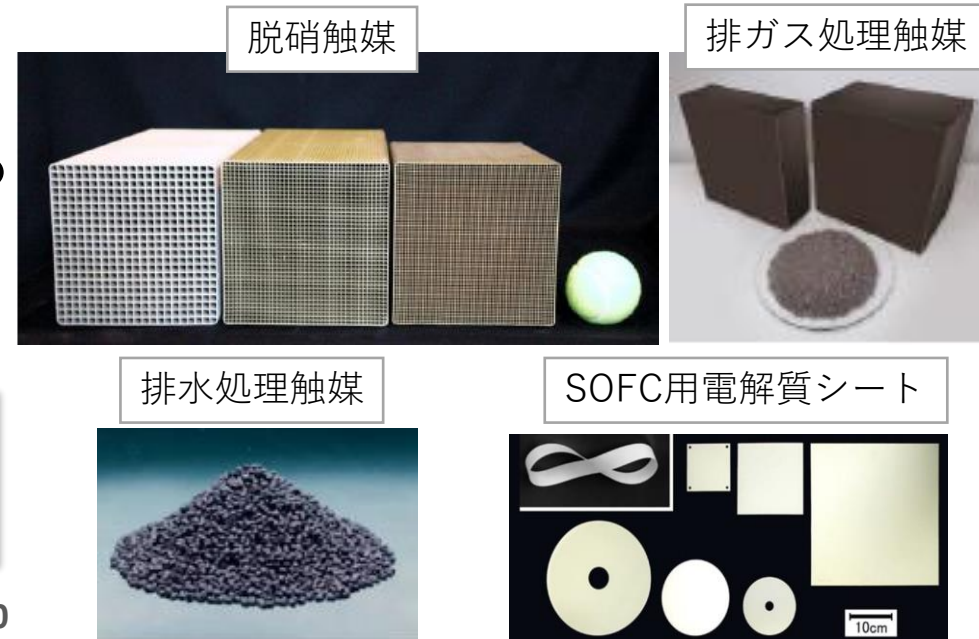


ペレット形状など
生産技術確立が必要

【ハニカム型ATR式アンモニア分解触媒の触媒層温度分布】



【日本触媒の触媒製造技術】



3. 研究開発成果について

①ATR式NH₃分解触媒の開発

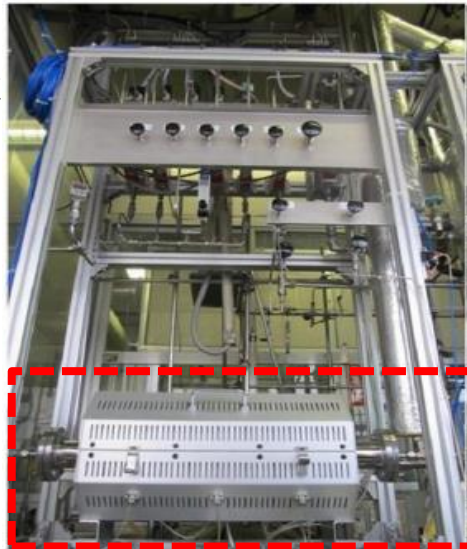
- 触媒製造装置(ラボスケール)を用い、成型体の基本作製条件を確立
⇒ 成型体の強度は、当社製品化成型体と同等以上のレベル
- 作製した成型体の1,000時間の連続試験を実施（常圧）
⇒ アンモニア転化率は、**安定に推移（継続中）**

高圧条件下へのラボ評価へ移行

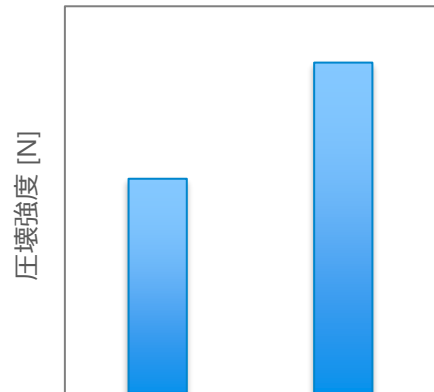
【ATR式アンモニア分解触媒の成型体】



成型体評価装置
(常圧)



【ペレット圧壊強度試験結果】

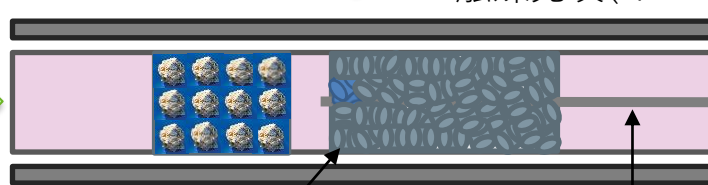


Ref.製品触媒 ATR式NH₃触媒

Air, NH₃

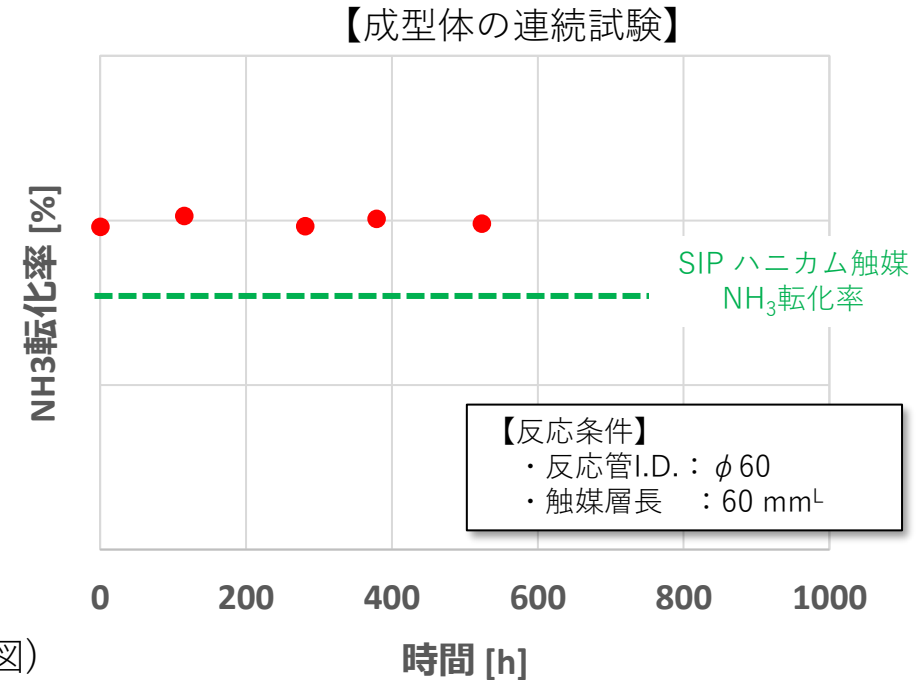


触媒充填(イメージ図)



触媒層

温度センサー



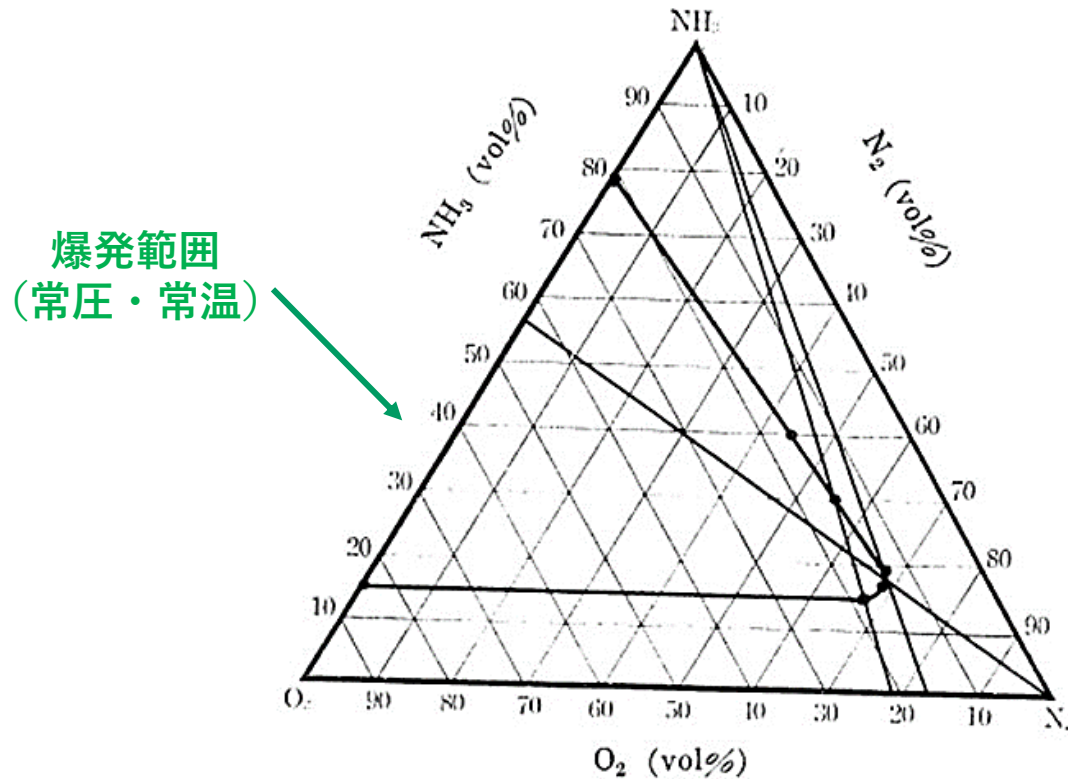
3. 研究開発成果について

①ATR式NH₃分解触媒の開発

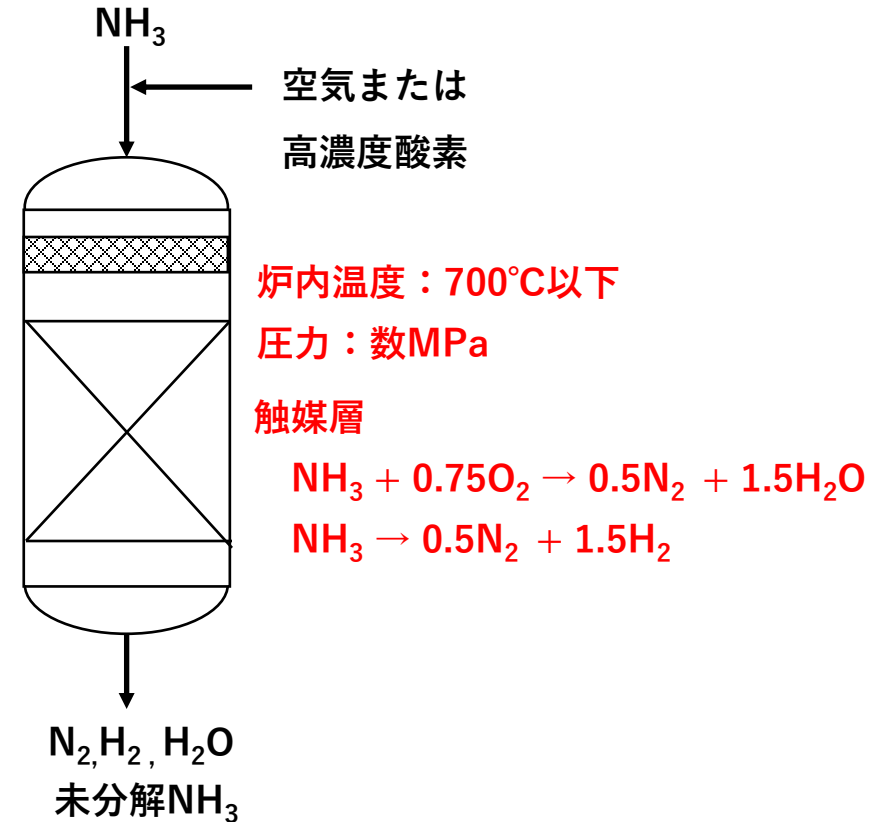
➤ ATR式アンモニア分解設備の反応器内部は**アンモニア・酸素・水が高温高压条件下で存在**

⇒ 常圧・常温におけるH₂/Air、NH₃/O₂/N₂の爆発範囲をもとに、

高温・高压における爆発範囲の確認を行い、安全な条件下での試験を行う



NH₃-O₂-N₂ 3成分混合ガスの爆発範囲図
出典：工業化学雑誌,第69巻,第7号,1966



3. 研究開発成果について

②商用機の概念設計

➤ 商用機のプロセスフローのベースケースを作成

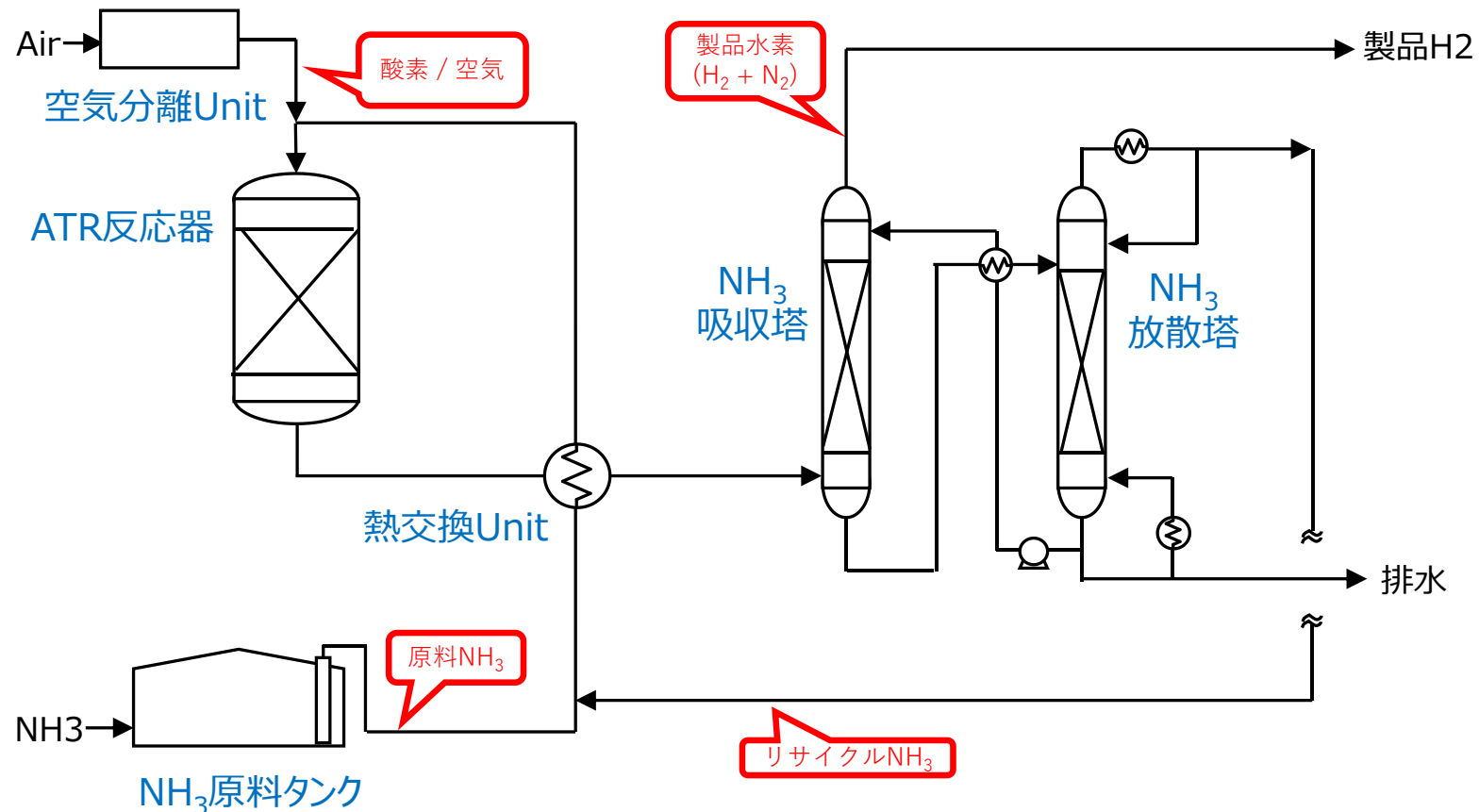
- ✓ 商用機ベースケースのプラント規模の検討
- ✓ プロセス全体の熱マネジメントシステムの構築
- ✓ アンモニア回収系のプロセス条件の検討

水素規模：数ton/h～数十ton/h程度

反応器入口出口の熱交換Unitにより熱効率を向上

製品水素ガスの圧力：～数MPaG（※）

（※）ユーザー側の圧力要求により今後決定

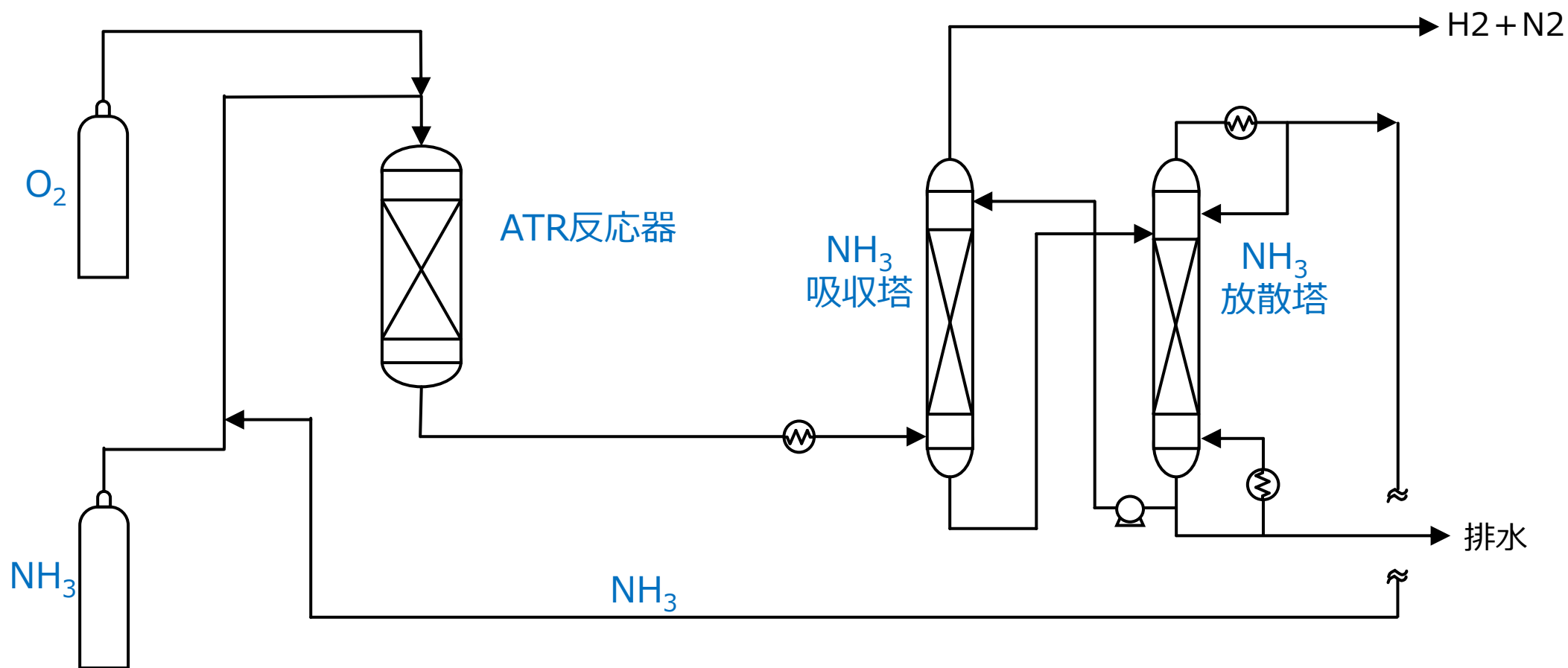


図：商用機のプロセスフロー図

3. 研究開発成果について

③高圧ベンチ装置のプロセス設計 ④実証試験

- 製作を行う外注先業者へプロセス設計図書の提出を完了
- 火力発電所敷地内での試験を検討中



図：高圧ベンチ試験機のプロセスフロー図

4. 今後の見通しについて

- 高温高圧条件下の安全性評価、高圧ベンチ試験を実施
⇒適切な運用条件および触媒性能の確認、評価
- 得られた結果を基に商業機の概念設計へ反映し、早期の商用化へ繋げる

事業項目	2023年度				2024年度				2025年度			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
① ATR式NH ₃ 分解触媒の開発 ・触媒成型体の基本仕様の確立 ・高圧条件下での触媒成型体評価		・成型体の評価(常圧)			・成型体の改良					・スケールアップ		
② 商業機概念設計の検討 ・初期商業機概念設計 ・概念設計アップデート					・高圧ラボ評価装置の設計・作製 ・安全性試験				高圧ラボ評価			
③ 試験装置のプロセス設計 ・プロセス設計												
④ 実証試験 ・設置検討 ・試験設備準備 ・高圧ベンチ試験												

触媒開発状況反映

ベンチ試験結果反映

設計進捗反映