

事業目的・目標

(1) 燃料アンモニアの利用拡大に向けて、製造コストの低減を実現できるアンモニア製造新触媒をコアとする国産技術を開発する。

(2) 3つの開発チームによる新触媒の競争開発を中心として、低温低压プロセスを構築し、商業装置を念頭にしたベンチ試験、パイロット試験による技術実証を行うことで、早期の社会実装につなげる。

プロセス開発・技術実証

触媒開発A
名古屋大学
九州大学
沼津高専
千代田化工

触媒開発B
東京科学大学
つばめBHB

触媒開発C
京都大学
東京電力HD

ブルーアンモニア (化石燃料由来)
天然ガス 改質
再生可能エネルギー 電解
アンモニア合成
アンモニア 貯蔵
他産業への展開
他国への展開
工業用炉
セロエミッション火力
他発電事業者
船舶用燃料

技術開発のコンセプトと主な成果

触媒開発

窒素分子解離の促進が触媒高活性化のポイント

触媒開発Aチーム
塩基性複合酸化物系触媒
担持金属の表面を塩基性酸化物で被覆することで、塩基性酸化物(助触媒)の電子が、窒素分子へ効率的に供与されることにより、窒素分子の結合の切断が促進され、アンモニア合成活性が発現

触媒開発Bチーム
エレクトライド系触媒
担体(エレクトライド(電子触媒))に内包されている電子が、担持金属を介して、窒素分子へ効率的に供与されることにより、窒素分子の結合の切断が促進され、アンモニア合成活性が発現

触媒開発Cチーム
酸水素化物系触媒
担体(酸水素化物)のヒドロイオンの電子が、担持金属を介して、窒素分子へ効率的に供与されることにより、窒素分子の結合の切断が促進され、アンモニア合成活性が発現(エレクトライドと酸水素化物は、別の材料群)

＜触媒性能向上の検討＞
・触媒担体の高表面積化
・計算科学や機械学習による新規触媒材料の探索
・構造解析による活性点の分散状態の改善や高密度化
・担持金属の最適化
・電子供与添加剤の検討
・前処理条件の低温化
・触媒工業化/量産化の観点からの合成方法の検討

NH₃合成触媒評価装置

プロセス開発

低温低压条件を採用し、消費エネルギーを削減し運転コスト低減を狙う
既存HB法 (20MPaG, 450℃)

フィードコンプレッサー
H₂/N₂
リサイクルコンプレッサー
3H₂+N₂=2NH₃+92kJ (発熱反応)
スチーム発生器
冷却分離ユニット
NH₃

【プロセスの特徴】
・化学平衡より低温高压が有利な反応
・低温化 (右図①⇒②) → フィードコンプレッサー動力減少
・低温化 (右図②⇒③) → 転化率上昇 (低温化による転化率低下を補う)
・複合的に見て低温低压化により運転コストを低減可能

反応温度圧力をパラメータとしたプロセス検討を実施し
運転コストおよび製造コストの観点で最適範囲を特定

反応解析/反応器設計

反応速度の観点から解析を行い、開発触媒の特性及び低温低压条件に適した反応器を設計
一般的なラジアルフロー型固定層反応器の模式図

・ラボで取得したデータ等を基に開発触媒の反応速度式を構築
→ 生成物被毒の影響などを考慮した反応速度式を基に、開発触媒の特性に適した反応条件を検討/所要触媒量を評価

・ラジアルフロー型固定層反応器を採用し、触媒層における圧力損失を低減することで、リサイクルコンプレッサーの動力を削減

・反応により発生する熱を回収することで、プロセス全体の消費エネルギーを削減

事業の進捗状況（今後の取組・事業化の見通し）

①触媒開発
触媒の高表面積化や計算科学による材料探索を駆使し、研究開発当初より各チームとも大幅な触媒性能向上を実現した。世界トップレベルのアンモニア合成触媒を開発したものの、2025年度末時点ではステージゲート目標未達となった。

②プロセス開発
ブルーアンモニアでの商業化を想定し、反応温度圧力をパラメータとして、運転コストと製造コストの観点から低温低压の最適条件を検討した。HB法に対して運転コスト15%以上削減が達成可能であり、CAPEXも含む製造コストをなるべく小さくする観点も踏まえて、狙うべき反応温度圧力条件を特定した。

③今後の計画
世界トップレベルの触媒を開発したものの、事業化という観点では更なる触媒性能の向上とその触媒特性に合わせたプロセス開発が望まれる。今後は、本事業で見出した有用な知見を活用し、既存触媒の改良や量産技術を含めた触媒開発にPDCAを回しながら継続して取り組んでいく。