

研究成果報告書

事業ID: 2022014706

事業名: 洋上生産設備における環境に優しいアンモニア製造手法の確立

団体名: 三菱重工業株式会社

以下の通り、研究成果について報告いたします。

1. 研究開発体制について

本事業は、三菱重工業株式会社(以下、MHI)と、三菱造船(MSB)、米国三菱重工(以下、MHIA)の共同作業として実施し、小型のアンモニア製造設備の技術レビュー、洋上設置を考慮した設備要件、スケールアップの実現可能性を検討し、技術/経済性の試算、及びChampionとの情報交換はMHIA主体で関連する技術・経験を有する米国企業の協力を得て実施した。洋上プラットフォームの技術レビューはMSBで実施し、MHIは三菱グループ内企業が有する専門知識・技術を活用しながら、議論を円滑にリードしている。

2. 研究概要及び成果

2.1 事業の概要

洋上石油生産拠点の随伴ガスは、フレアリングの環境への影響や輸送パイプラインの容量制限などの課題により、石油増産計画のボトルネックとなっている。

従って、上記、随伴ガスフレアリングの環境への影響、パイプラインの容量制限の問題の回避のため、また、最近クリーンなアンモニアが船舶や発電用の代替燃料として認識されていることを踏まえ、市場性のある製品を生産することでガスを収益化するために、随伴ガスを利用して洋上でブルーアンモニアの生産設備に適したプロセスの選定およびその技術/経済性の評価を実施した。

2.2 事業内容

2.2.1 技術レビュー

小型アンモニア合成プロセス、天然ガスからの水素製造装置、およびCO2回収技術を調査し、それぞれについて比較評価を実施した。また、洋上で発生する随伴ガスの量に相応する適切な設備サイズについて、Championのニーズを踏まえて、メキシコ湾の標準的な随伴ガス量である10mmscfdとした。

2.2.2 洋上を考慮した設計

洋上プラットフォームについて、波による揺れ(加速度、角度など)の影響を調査し、洋上設置において機器側で対応が必要となる開発要件を明確にするために、設備の設計要件を検討した。

2.2.3 スケールアップ対応

随伴ガス量の多いサイトにおける対応性を検討するために、基本モジュールの複数配置で対応する場合のスケールアップの実現可能性を調査し、技術的な課題を検討した。

2.2.4 技術/経済性分析

検討した基本モジュールの設備構成に基づいて、CAPEXとOPEXを計算し、技術的および経済的な実現可能性を評価する。洋上ブルーアンモニア生産を実現するための課題についてもまとめる。

2.3 事業内容詳細:

2.3.1 小型の水素製造技術のレビュー

既存の大型プラントで用いられている技術、大手ライセンサーやスタートアップにおいて開発中の技術を対象にして、洋上アンモニア製造に適した技術の選定を行なった。

水素製造は、他の改質技術と比較して優位性のあるSteam Methane Reformer (SMR)を推奨する。SMRは空気を使用することができ、純度の高い酸素が不要のため、小容量の水素製造を経済的に達成することができる。Auto Thermal Reformer (ATR)とPartial Oxidation(Pox)はいずれも純度の高い酸素を必要とし、Air Separation Unit (ASU)が必要になるため、小型プラントにおいてコストとフットプリントが大きくなる。また、Gas Heated Reforming (GHR)の導入によりエネルギー効率の向上が図れるが、小容量の場合はその追加のコストとフットプリントに見合うリターンが得られない。SMRは洋上設置においても大きな課題はなく、改質技術の中で最も確立され、広く利用されている成熟度の高い技術である。評価結果を表2-1にまとめた。

表 2-1 水素製造の技術レビュー



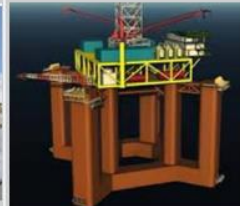
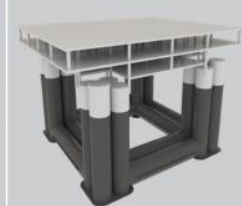
Description	SMR	ATR	POx	GHR
Oxygen feedstock	Air	Oxygen	Oxygen	Air or Oxygen
Steam required	Yes	Yes	No	Yes
ASU required	No	Yes	Yes	Only if paired with ATR
H2 production from 10 MMSCFD NG	57 – 60 TPD	60 – 62 TPD	61 – 63 TPD	62 – 65 TPD
Resulting NH ₃ production	350 – 370 STPD	370 – 380 STPD	375 – 385 STPD	380 – 400 STPD
Power requirement	Medium ✓ No ASU x Larger power requirement for CC※	Lowest ✓ Large steam generation potential	Highest x ASU x Lower steam generation potential	Aligns with paired reformer technology (SMR or ATR)
Footprint consideration	Smallest ✓ no ASU	Larger x ASU	Larger x ASU	Largest x Additional equipment that pairs with SMR or ATR
Relative capex consideration	Lower at small capacities ✓ costs scale linearly (no economies of scale)	Higher at small capacities x ASU	Higher at small capacities x ASU	Highest x Additional equipment that pairs with SMR or ATR
Maturity	Mature	Mature	Mature	Commercial
Typical economic H2 production capacities	130 to 650 TPD; as low as 2.6 TPD	130 to 1,300 TPD;	130 to 1,040 TPD;	130 to 1,300 TPD

※ CC: Carbon Capture

2.3.2 洋上プラットフォームの技術レビュー

アンモニア製造プラントは幅広いオフショアのプラットフォームに適合できるが、本検討では、より大型のプラントにおいて、一つのプラットフォーム上に複数のユニットを積載して、大容量の随伴ガス量に対応できるかを検討した。表2-2に大型のプラットフォームを比較している。本検討では、シンプルな構造で安価に設置できるDDCSを評価のベースとした。このプラットフォームは、波による加速度が従来のFPSOと比較して1桁小さく、安定したプラットフォームであることから、大型化に際して、オフショアハブでのEORやGas To Wireの実施も容易である。

表 2-2 オフショアプラットフォームの技術レビュー

Description	SEVAN Piranema (Cylindrical FPSO)	Conventional Semi	PC-Semi (Paired Column)	DDCS (Deep Draft Cell Semi)
Reduced motion	Medium	Medium	High	High
Storage	Yes	No	No	No
Hull Weight	High	Low	Low	Low
Compatible for TTR (cheap riser)	No	No	Yes	Yes
Compatible for SCR (expensive riser)	Yes	Yes	Yes	Yes
Construction Cost	High	Medium	High	Low
Construction Schedule	Long	Medium	Long	Fast
Overall	Large storage capacity inside the hull	High bending loads generated by the pontoon's buoyancy	Safe and reliable for ultra-deep with relative complex design	Simple hull with empty inside No loads from pontoon
Image				

2.3.3 洋上アンモニア製造設備の概念設計及び経済性評価

技術レビューを踏まえて、洋上ブルーアンモニア製造設備について、Championの要求に基づくベースユニットのシステム概念を検討し、図2-1に示す。洋上プラットフォームに複数ユニット積載時の成立性およびCAPEX、OPEXなどの経済性を評価し、Championを含めたDeepstarメンバーへの実プロジェクトにつながる指標をまとめた。

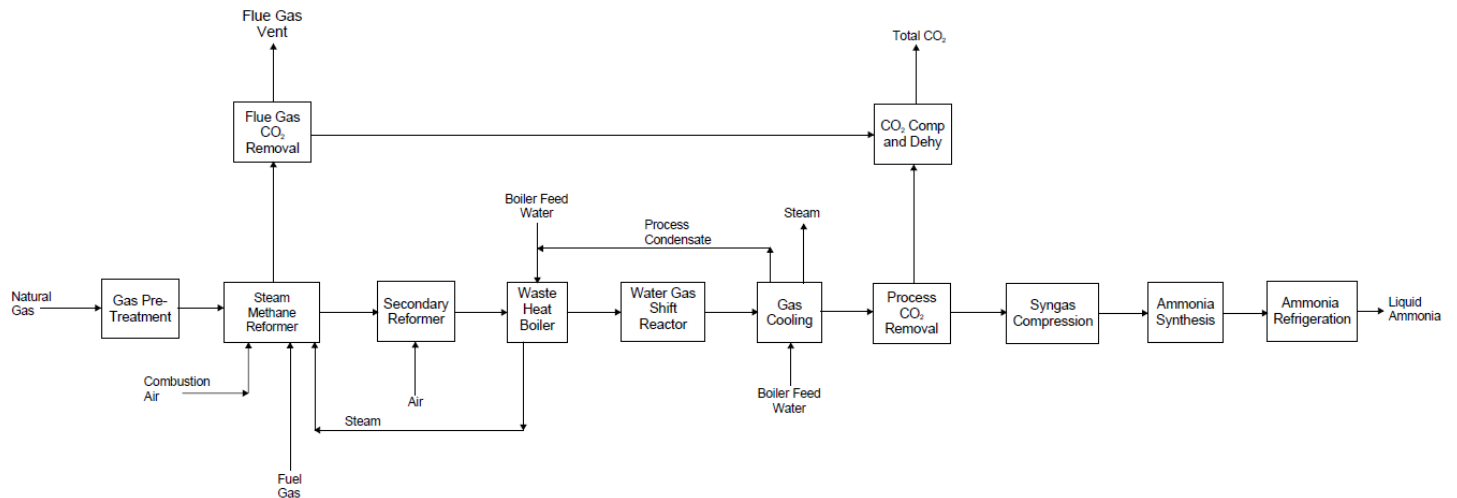


図 2-1 洋上アンモニア製造プラントプロセス概念図

3. 学会発表及び論文発表

ありません。

4. 特許取得状況の実績及び予定

ありません。

以上