

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

再生可能エネルギー水素を用いた新しいアンモニア合成システムの研究開発
(2022 年 11 月～2027 年 10 月)

2. 研究代表者

2-1. 日本側研究代表者：秋鹿 研一（沼津工業高等専門学校 客員教授）

2-2. 相手側研究代表者：Bessarabov Dmitri（ノースウエスト大学 教授）

3. 研究概要

南アフリカ共和国は、現在、東部で算出する石炭が国内一次エネルギーの 70%を賄い、輸出もしているが、CO₂排出が多いことから石炭依存からの脱却が求められている。一方、変動型再生可能エネルギー¹（再エネ）による電力は貯蔵と輸送が普及に向けた課題となっており、水素燃料への転換が期待されているが、水素は密度が小さく漏れやすいため扱いにくい。そこで、液化しやすいアンモニアに変換することで、上記の貯蔵と輸送の課題が大幅に緩和される。日照条件が良く安価な再エネ電力が豊富で、触媒用の貴金属資源にも恵まれている南アフリカと、アンモニア合成・分離の技術を有する日本が協力し、新しいグリーンアンモニア製造技術を開発することで、石炭依存から再エネへの転換が期待できる。また、日本へのアンモニア輸出や日本企業の現地参入、さらには他国への技術展開も期待できる。

本プロジェクトは下記の 4 つの研究題目で構成される。

題目 1：再エネ水素製造

題目 2：実用アンモニア合成触媒開発

題目 3：実用アンモニア吸収分離材開発

題目 4：システム統合、評価

4. 評価結果

総合評価：A

（所期の計画と同等の取組みが行われ、成果が期待できる）

研究題目の中には遅れているものもあるが、全体としてはほぼ計画通りに進捗しており、特に

¹ 変動型再生可能エネルギー：年、季節、月、日、時間などさまざまなタイムスケールで変動する再生可能エネルギーのこと。水力、バイオエネルギー、太陽光、風力、および海洋エネルギーなど。

アンモニア製造、分離に関する基礎技術を中心に新たな知見が得られている。アンモニア合成触媒、アンモニア吸収分離、高耐久性 PEM（固体高分子電解質膜）の開発など、いずれも世界トップクラスの研究であり、優れた学術的成果を挙げていることは高く評価できる。遅れているアンモニアの吸収速度データも得られるようになれば、遅れもリカバリーできると期待できる。

一方で、社会実装に向けては、変動型再エネ電力による水素製造やアンモニア合成・分離システムがどのような規模や方式となるのか不確実性があるので、まずは本技術を実証して成熟させつつ、導入可能性について確度を上げた議論に結びつけられるようにすることが重要だと考えられる。また、相手国とのコミュニケーションを深め、連携をより具体的に見えるように努力していただき、持続的に研究活動を行っていただける体制づくりも重要である。

本格的な社会実装には多くの困難があるものの、本プロジェクトは日本が脱炭素社会の実現に大きく貢献しうるテーマであり、大いに期待したい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

当初の研究計画から見た進捗状況や達成度は、概ね順調に進捗している。ただし、研究題目3のアンモニア吸収剤については、まだ材料の絞込みと特性データ取得に時間がかかりそうである。アンモニア吸収剤の脱離プロセスの温度圧力条件を実現可能な値に修正した以外には想定されていなかった事態は特に生じていないため、吸収速度データも得られるようになれば、リカバリーできるものと期待される。

また、ベンチプラントの設置と試運転をプロジェクト目標にしている中で、ベンチプラントの設計が遅れているが、プロジェクト期間中にベンチプラントが完成し試運転まで達することができるよう、強力なプロジェクトマネジメントが必要である。

本プロジェクトの成果の科学的・技術的インパクトの観点では、実用アンモニア合成触媒、実用アンモニア吸収分離剤の研究開発成果は、世界的にも新しいものであり、レベルは高い。水電解装置のコストが高いことが課題であり、社会実装にはまだ時間がかかるが、実現すれば社会的なインパクトも大きい。我が国の南アフリカにおけるプレゼンスを示すことにも貢献しており、科学技術外交として重要なプロジェクトであると考ええる。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

研究代表者は優れたリーダーシップを発揮しており、ベンチプラントの仕様決定等の研究者ミーティングでも、活発な意見交換ができています。各研究項目から成果も出ており、研究体制については問題無いと考える。ただし、南アフリカ側のアンモニア研究への貢献が弱く、一層の連携強化が望まれる。

また、研究費の執行状況については、研究費は必ずしも十分といえないかもしれないが、購入機器も効率的、効果的に活用されていて、特段の問題は無いと考える。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

社会実装に向けた全体像が強く意識されており、プロジェクトの方向性や進め方について問題は無いと考える。今後の研究体制については、南アフリカ側のアンモニア研究への参画など、一層の関与を期待したい。また研究費の計画についても、研究機材、資材の価格変動などに不確実な要素が残るものの、当初計画から大きな齟齬は生じておらず、問題は無いと考える。

アンモニア利用による脱炭素の動きは日本が世界的にリードしている分野であり、本成果はアンモニア利用の実現を後押しするだけでなく、相手国側の科学技術向上への貢献、日本における科学技術の展開・発展にも大いに寄与するものと考えられる。一方、本技術が競争力のあるコスト水準となるには時間がかかり、他のインフラや産業とのマッチングが重要であると考ええる。したがって、社会的にインパクトのある成果を実現するためには、研究だけでなく、政策や制度設計等でも後押しが必要であると思われる。

学術的成果では、多くの原著論文、学会発表がなされており、高く評価できる。今後も学術的に高く評価される成果を挙げられることに期待したい。さらに、日本からの留学生が既に現地に滞在するなど実質的な交流が進みつつあるのは、グローバル化に対応した日本人人材の育成の観点で、とても良い兆候である。引き続き、日本の若手人材と相手国側研究者との交流を深めるとともに、より多くの人材育成に一層の努力を期待したい。

4－4．持続的研究活動等への貢献の見込みについて

研究題目1の相手国側研究者の自立性・自主性は十分高いことが確認できた。その他の研究題目では、相手国側の人材育成や交流を十分に意識したうえで、相手国側との連携をより緊密にし、研究者の確保も含めた強固な連携体制の構築を期待したい。

また、本プロジェクトの成果の持続的な発展性に関しては、競合技術の進捗やアンモニアをめぐる社会情勢の影響が大きいため、SATREPS 終了後の予算獲得が鍵になると考えられる。また、相手国側において触媒分野の研究者が少ないことや、プロジェクト終了後の日本側研究代表者の後継者設定も懸念される。本プロジェクトで良い成果が上がり、それによってポジティブな循環が回ることに期待したい。

4－5．今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

プロジェクト後半では、全体的なエネルギー収支、国際市場における競争力や輸送コスト、規制などを視野に入れつつ、目的と目標をメンバーで共有し、実現可能な計画を作り、研究を推進していただきたい。

特に人材育成に関して、日本側で研究代表者をサポートできる副代表のような人材を育てていただくとともに、日本側のアンモニア合成および分離技術が成果を上げた際に、現地での導入と運用に必要な南アフリカ側の人材育成も積極的に進めていただきたい。共同研究の成果としての共著論文の発表にも期待する。

また、プロジェクト成果をどのような規模、目的で社会実装できるかについて、その可能性を脱炭素、経済性の観点から提示していただきたい。加えて、プロジェクト終了後も継続的に活動

できるような体制、ならびに日本側からの支援の必要性についても明示していただきたい。

中間報告の中で、本プロジェクトの範囲外ではあるが、碎石蓄熱²による電力平準化と組み合わせるシステム構成の提示があった。変動型再エネ電力の平準化は設備コストの削減に有効であるものの、一方で電力貯蔵を多用すれば水素を製造する意義は小さくなると考えられる。水電解装置のコストが下がることが期待される将来では、本プロジェクトの当初の狙いである電力変動に強いアンモニア製造、小規模でもコスト競争力のあるアンモニア製造の視点が重要になると考えられる。変動型再エネ電力からのアンモニア製造が本格的に普及するのはかなり先の将来と思われることから、当初の計画通り、再エネ電力変動を前提とした負荷変動に強いアンモニア製造プラント、小規模でもコスト競争力を失わないアンモニア製造プロセスという軸足は動かさずに、プロジェクトを推進していただきたい。

以上

² 碎石蓄熱：表面に凹凸あることで表面積が大きく、周囲の流体の乱れ増大による熱伝達率の増加により熱応答が早い碎石を蓄熱材として用いる蓄熱方式。

成果目標シート (240531)

研究課題名	再生可能エネルギー水素を用いた新しいアンモニア合成システムの研究開発
研究代表者名 (所属機関)	秋鹿 研一 (国立高等専門学校機構、沼津工業高等専門学校、客員教授)
研究期間	R3採択 (令和3年6月1日～令和9年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	南アフリカ共和国／H2 Infrastructure (HySA Infrastructure), North-West University, Faculty of Engineering
関連するSDGs	目標 7. すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する。目標 12. 持続可能な生産消費形態を確保する。目標 13. 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる
成果の波及効果	
日本政府、社会、産業貢献	・地球規模の気候変動枠組みへの活用 ・日本企業による事業化 (IoTと遠隔サービス)
科学技術の発展	計算化学による材料開発 再エネ仕様アンモニア合成分離統合システム
知財の獲得、国際標準化の推進、等	新水電解材料、新アンモニア合成触媒および反応器、新アンモニア吸収材料および分離システム
世界で活躍できる日本人人材の育成	国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成 (国際会議での発言力、ワークショップ主催、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	グリーンアンモニア研究者ネットワーク構築、業界へユニット標準装置提案、IoTによるデータ集積、解析提案と専門家ネットワーク構築
成果物 (提言書、論文、プログラム、データなど)	異種再エネ間統合による電力安定供給、変動電力による水電解システム、高性能、安定アンモニア合成触媒、高性能、安定アンモニア分離剤

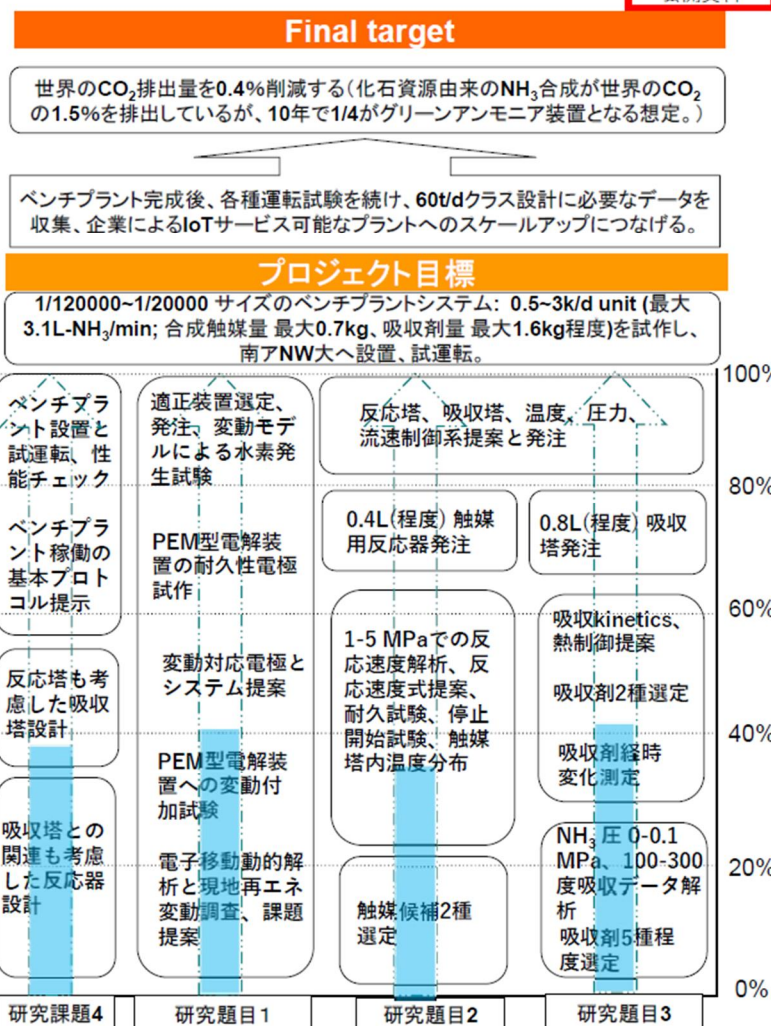


図1 成果目標シートと達成状況 (2024年10月時点)