

課題名：【2RF-1902】 海拔以下の砂漠での太陽光を利用して安価で恒久的に電力・水・肥料を生産するシステムの検証

実施期間：2019～2021 年度

研究代表者：小川 敬也

所属：京都大学

重点課題 主：【重点課題⑥】 気候変動の緩和策にかかる研究・技術開発

副：【重点課題③】 環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用

本研究のキーワード：太陽光発電、海水淡水化、アンモニア合成、死海、ネクサス、経済的合理性、環境負荷低減

■研究の背景と目的

近年、再生可能エネルギーは無尽蔵でクリーンなエネルギーとして多くの研究がなされていますが、経済性の弱さが普及の大きな障壁です。経済性を飛躍的に向上させるのに、「海拔 0 m 以下の砂漠」に着目しました。海拔 0 m 以下の砂漠には、パイプラインを介して海水を位置エネルギーで砂漠へ運搬できるので追加エネルギーが不要となります。さらに、水の位置エネルギーは水力発電に応用でき、またポンプを併設すれば揚水発電が可能で、蓄電池の安価な代替として変動の激しい出力も平滑化でき、恒常運転によって電力利用プロセスの効率化も可能となります。そして砂漠の太陽エネルギーを利用して飲料水・電気・アンモニア(肥料/エネルギーキャリア)を同時に合成することで互いの排熱を利用しあってエネルギー効率を向上し、かつ総プロセス数を減らすことで経済性の向上が可能と言えます。特にアンモニアや水は電気より付加価値が高く、コストペイする可能性が高いことが見込まれます。

海拔 0 m 以下の砂漠として、ヨルダンにおける海拔-400m 以下の死海周辺の砂漠に着目しました。ヨルダンには紅海から死海にパイプラインを引き、海水を注入して水位を上げる「死海再生プロジェクト」があり、このパイプラインと、併設される水力（揚水）発電所の利用を念頭におけば、建設コストが不要であるため、経済的なメリットが大いにあると考えられます。

■研究の内容

海拔 0m 以下の砂漠において、大量に降り注ぐ太陽光と位置エネルギーで運び込まれる海水を利用し、海水淡水化・電力・アンモニア合成を同時生産する Water-Electricity-Ammonia (WEA) スキームを提案し、経済合理性があるかを検証しました。ASPEN Plus®を用いてアンモニア合成、海水淡水化プラントをモデル化し、モジュールのスケールから経済性を評価できる推算式に基づいて水・アンモニアの生産コストを計算し、ヨルダンにおける水・アンモニア価格によって利益を算出し、経済合理性が成立するか検証しました。

■研究成果及び環境政策等への貢献

本研究によって、PV 発電容量が 10 MWp 以上のスケールであれば、電力と淡水を利用したアンモニア生産まですることによって経済合理性が生まれることを示しました。そして WEA スキームによって利益率が向上することも確かめました。ヨルダン政府は周辺地域での戦争や内戦から逃れてきたパレスチナ人、イラク人、シリア人などを多数受け入れ、2012 年には 632 万人だった人口は 2017 年には 970 万人を超えており、水・食料不足の解決が喫緊の課題です。これらの不足は社会不安に直結するため、WEA スキームのように水や肥料を供給するスキームはヨルダン政府にとって非常にメリットの大きいシステムであり、活用が見込まれます。