【課題番号】3RA-2402
【研究課題名】シリコン太陽電池を用いた中小規模廃棄物焼却炉における熱発電技術
【研究期間】　2024 年度（令和 6 年度）～2024 年度（令和 6 年度）
【研究代表者（所属機関）】清水信（東北大学）

研究の全体概要

本研究では蒸気タービン方式を用いた廃棄物発電の設置が困難である中小規模の廃棄物焼却炉において、熱光起電力発電による新たな廃棄物焼却炉における熱発電技術を提案すると共に、本発電システムと一体化した輻射伝熱制御による新たな受動型炉内温度制御技術を創出する。

これによって従来利用が困難であった中小規模の廃棄物焼却炉排熱利用価値を飛躍的に高め、且つ焼却炉の高効率化も目指す。特に従来、熱光起電力発電では積極的に用いられてこなかったシリコン PV セルの適用性を実験的に示すことでコスト・実用性の観点から実用化の可能性が高い発電システムの実現を目指す。これにより天候に左右されない未利用エネルギーからの電力創出という観点からの社会貢献も期待できる。

（全体目標）

シリコンＰＶセルを用いた熱光起電力発電の試験ユニットを作製し、廃棄物焼却炉温度環境において実際の焼却炉へも展開が可能なユニット構造を用い、少なくとも 900℃以上で 0.1kW/m² の発電出力密度が達成可能であることを示す。

（研究計画）

本研究ではシリコン PV セルを用いた場合の発電特性評価および、PV セル放熱量や熱源からの熱ふく射輸送系といった発電性能最大化のための基盤技術確立を目的として研究開発を進める。

具体的には焼却炉を想定した加熱炉を用い、800～1000℃程度の温度域でシリコン PV セルを用いた発電試験を行う。発電性能は PV セル温度に大きく依存することが予想される。一般にはセル温度が上昇すると発電性能は低下するが、TPV 発電の場合は入射光のスペクトルが異なるため、必ずしも性能低下因子だけではなく実験的に確認する必要がある。したがってセル温度制御による発電特性の温度依存性検証を行う。さらにセルにおける熱負荷の測定も行い、実焼却炉におけるセルへの入熱量解析から必要な放熱量を検証する。これらの結果を基に、熱源から PV セルへの入射光量を達成し、且つ必要な発電性能も実現可能な熱ふく射輸送系の設計を行う。これによって少なくとも 900℃以上で 0.1kW/m² の発電出力密度が達成可能であることを示す。

中・小型焼却炉における TPV 発電の基盤技術確立により焼却炉廃熱利用の促進が期待される。また、焼却炉施設の効率化および周辺施設との電力共有による地域分散型ネットワーク構築の一助となり、小型焼却炉のエネルギーステーション化といった廃棄物処理以外の付加価値創出への貢献が期待できる。

研究の全体概要図

研究課題名

シリコン太陽電池を用いた中小規模廃棄物焼却炉における熱発電技術

東北大学　大学院工学研究科　・　准教授　清水信

研究背景

現状、処理施設の約半数を占める小型焼却炉（処理能力1日当たり百トン未満）においては蒸気タービンの水管等の配置が困難であることや、小型蒸気タービンは効率が低く費用対効果が見込めないことから、数%しか発電設備が備えられていない。したがって熱利用が限られるため発電ができないどころか、炉内の過熱抑制のため、電力を利用して水噴霧や冷却空気の混合を行っており、エネルギー効率の観点から問題となっている。

研究目的

本研究では焼却炉燃焼熱を熱源とした、熱光起電力発電（TPV）を用いた新たな廃棄物焼却炉における熱発電技術を提案する。また、本発電システムと一体化したふく射伝熱制御による新たな受動型炉内温度制御技術の創出する。これによって従来、利用が困難であった中小規模廃棄物焼却炉排熱の利用価値を飛躍的に高め、且つ焼却炉の高効率化を可能とする技術基盤を確立する。

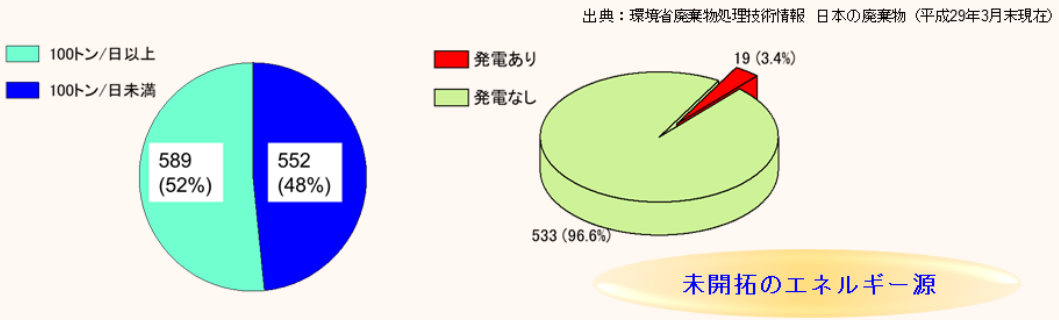

図１　処理量100トン/日未満の焼却施設における発電設備設置状況

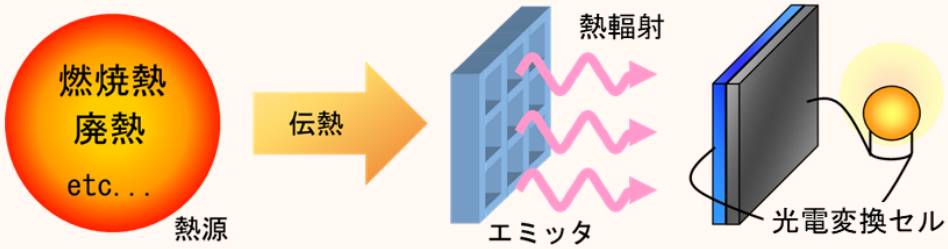

図２　熱光起電力発電（TPV）の概要