

学位論文の審査結果の要旨

本論文は、オーガニックランキンサイクル（ORC）システムを利用し、低温廃熱をヒートポンプ、太陽光集光パネルなどと組み合わせて加熱し、発電するシステムについて検討したものである。一年間を通して気温が高いタイをモデルとして、利用されずに捨てられる低温排熱を有効活用して電気エネルギーに変換する発電するシステムを複数提案し、タイの気象条件に基づくシミュレーションにより、発電可能なエネルギー量、温室ガス（CO₂）削減効果、投資回収期間などについて評価し、それぞれの有効性を検証している。

まず第1章では、世界のエネルギー消費状況を考察・予測し、その中でオーガニックランキンサイクル（ORC）システムの重要性やこれまで利用されてこなかった温度帯を明らかにするとともに、タイの気象状況を考慮した太陽光利用について考察し、本研究で取り組む課題、目的および範囲を記述している。次に第2章では、本研究で使用する主要装置、すなわち太陽光集光型温水化システム（SWHS）、蒸気圧縮ヒートポンプ（VCHP）、ガスエンジン駆動型ヒートポンプ（GEHP）、吸収熱変成器（AHT）、オーガニックランキンサイクル（ORC）システムの理論的な側面について記述している。

第3章では、ORCシステムとAHTに適した作動流体の選択について、様々な候補から本研究で取り扱う比較的低温域での発電に適したものを調査している。第4章では、低温の工業排熱をVCHP、GEHPおよびAHTを用いて加熱し、ORCにより発電を試みる方法を提案し、発電量、温室ガス削減効果、投資回収期間などを評価して、その有効性を示している。

次に第5章では、太陽光集光によるSWHSとVCHPを組み合わせて低温排熱を加熱し、ORCによる発電を試みる方法を提案し、同様にいくつかの評価尺度を用いて有効性を検証している。第6章では、SWHSと小型のORCシステムを利用した発電システムについて検討し、季節による発電量の差異などについて詳しく検証している。最後に第7章で本論文をまとめ、残された課題について言及している。

得られた研究成果は、3件の学術誌論文と3件の国際会議論文として発表しており、エネルギー・グリーンテクノロジーの専門分野において新規性と有用性が認められている。これらを総合的に考慮し、審査委員会全員一致で、本論文は博士の学位に値するものと判断した。

公表主要論文名

論文発表（1）（レフェリー制のある学術雑誌）

- (1) [Sorawit Sonsaree](#), Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Analysis of low-heat upgrading technologies for Organic Rankine Cycle power generation”, NU. International Journal of Science, Vol. 14, No. 8, pp. 43-57, 2017.
- (2) [Sorawit Sonsaree](#), Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “VCHP-ORC power generation from low-grade industrial waste heat combined with solar water heating system:

Power generation and CO2 emission in industrial estate of Thailand”, Cogent Engineering, Vol. 4, pp. 1-24, 2017.

- (3) Sorawit Sonsaree, Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “A Small-scale Solar Organic Rankine Cycle Power Plant in Thailand: Three Types of Non-Concentrating Solar Collectors, Solar Energy, Vol. 162C, pp. 541-560, 2018.

論文発表（2）（レフェリー制のある国際会議議事録）

- (1) Sorawit Sonsaree, Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Application of low-grade industrial waste heat for power generation using Organic Rankine Cycle power generation combined with gas engine-driven heat pump”, Proc. of Asian Conference on Sustainability, Energy & the Environment, pp. 453-467, 2016.
- (2) Sorawit Sonsaree, Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Organic Rankine Cycle power generation from industrial waste heat recovery integrated with solar hot water system by using vapor compression heat pump as heating booster in Thailand”, Proc. of 2016 International Conference on Cogeneration, Small Power Plant and District Energy (ICUE2016), pp. 1-6, 2016.
- (3) Sorawit Sonsaree, Tatsunori Asaoka, Somchai Jiajitsawat, Hernan Aguirre, Kiyoshi Tanaka, “Feasibility of VCHP-ORC power generation from low-grade industrial waste heat combined with solar water heating in Thailand”, Proc. of SOLARIS Conference 2017, pp. 1-6, 2017.