

清掃工場における低温排熱の有効利用に関する研究 ～バイナリー発電システムの有効性の検証～

1 はじめに

背景

▼東京23区内の清掃工場では、ごみ焼却により発生した熱エネルギーの一部を発電や熱供給に利用している。
▼しかし、ごみの持つ熱エネルギーのうち約7割は有効活用されておらず、その大半が60℃程度の低温排熱として、大気に放出されている。

目的

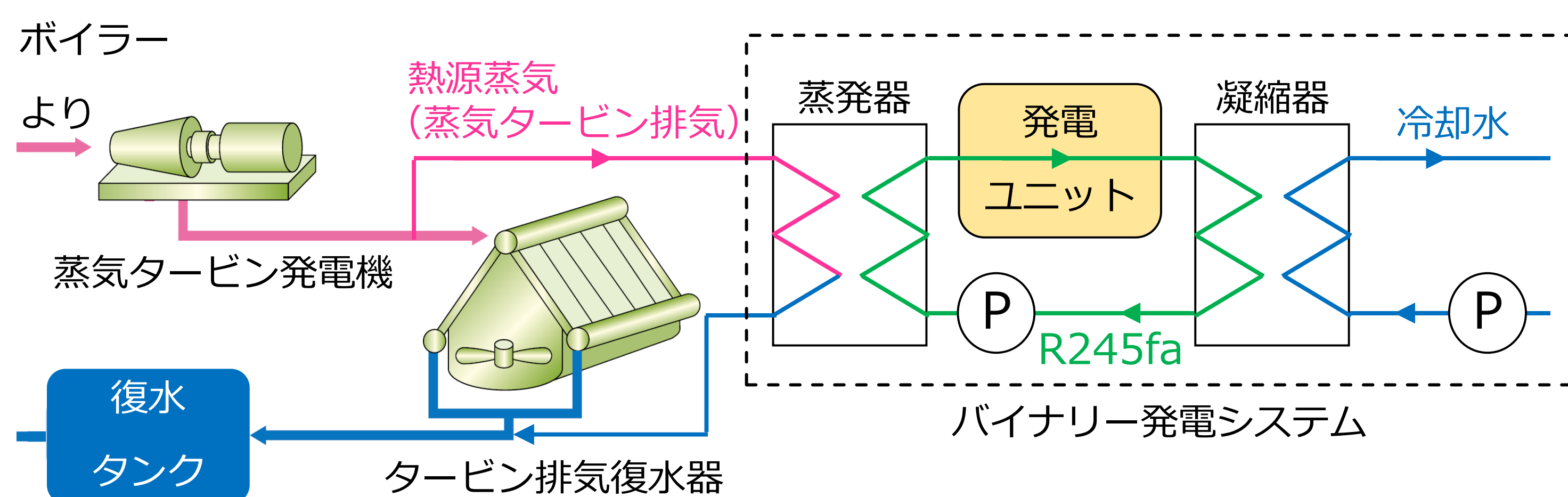
▼本研究では、清掃工場の低温排熱を熱源としたバイナリー発電システムの有効性を検証するため、発電性能シミュレーションを実施すると共に、バイナリー発電システムを実装するための課題を考察する。

2 シミュレーションの方法

バイナリー発電システムとは

▼バイナリー発電システムは、低温排熱の熱エネルギーを利用し、沸点の低い媒体を蒸発させて、発電ユニットを作動させ、発電する仕組みである。システムの主要構成機器は、蒸発器、発電ユニット及び凝縮器である。

本研究で想定するシステム



▼熱源蒸気の想定

清掃工場の蒸気タービン排気（低温排熱）の一部を既設配管から分岐して取り出し、バイナリー発電システムに利用することを想定

▼冷却水の想定

バイナリー発電システムを駆動させるには、冷却水の供給も必要。冷却水は以下の2つの方法で供給することを想定

①下水処理水を冷却水として直接利用する場合

A清掃工場には、近隣のX水再生センターから下水処理水が供給されている（主な用途は冷却・洗浄等）。その下水処理水を冷却水として直接利用することを想定し、冷却水量を4,300 m³/日と設定した。

②冷却塔を用いて冷却水を供給する場合

バイナリー発電システムの一部として、冷却塔を設置し、冷却水を供給することを想定した。冷却水量は、①の場合と同量の4,300 m³/日と設定した。

冷却塔を利用する場合は、必要な冷却水量と比較すると、少量の補給水を供給するだけでシステムが成立する点にメリットがある。

3 結果と考察

発電性能シミュレーション結果

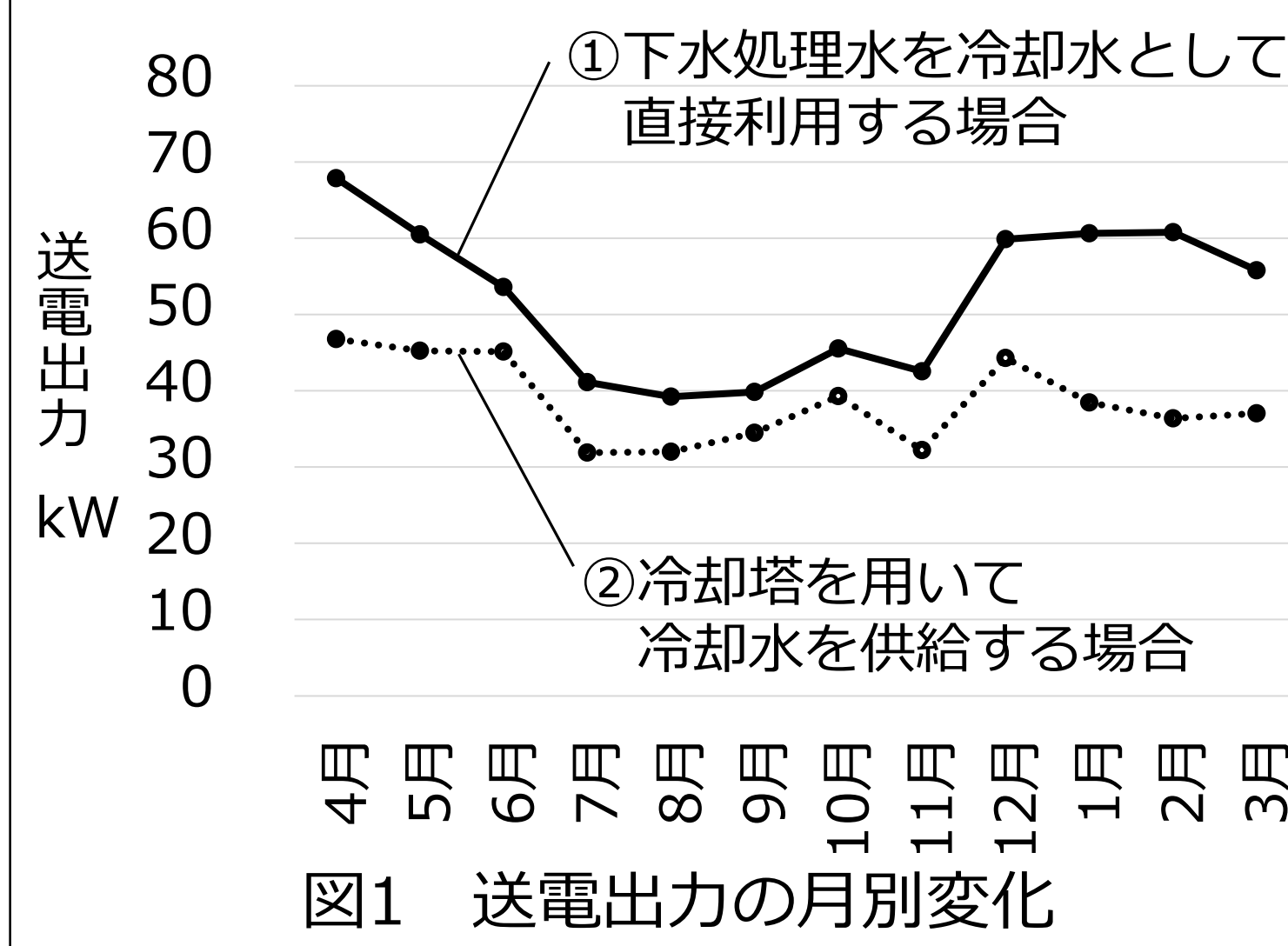


図1 送電出力の月別変化

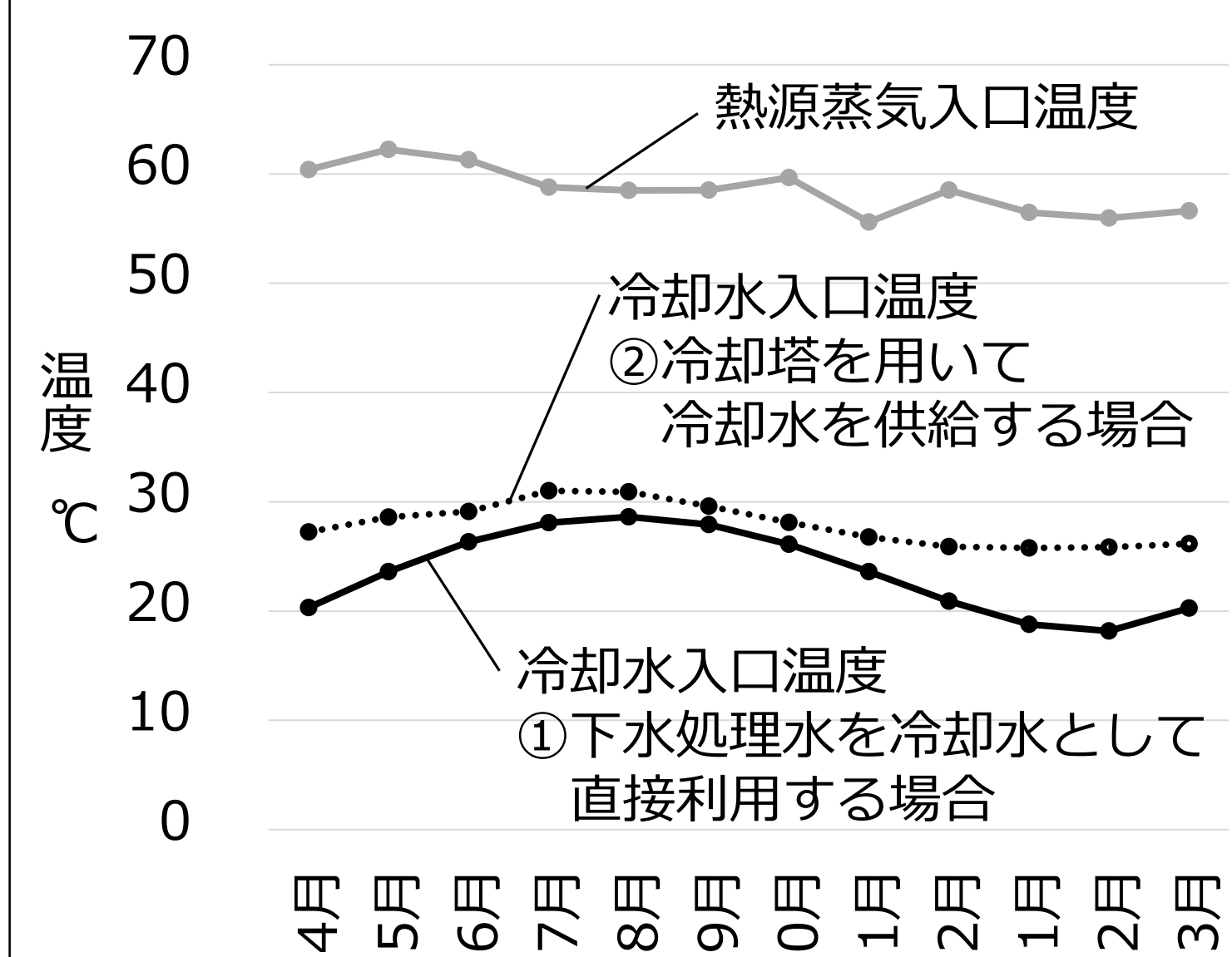


図2 熱源蒸気入口温度と冷却水入口温度の月別変化

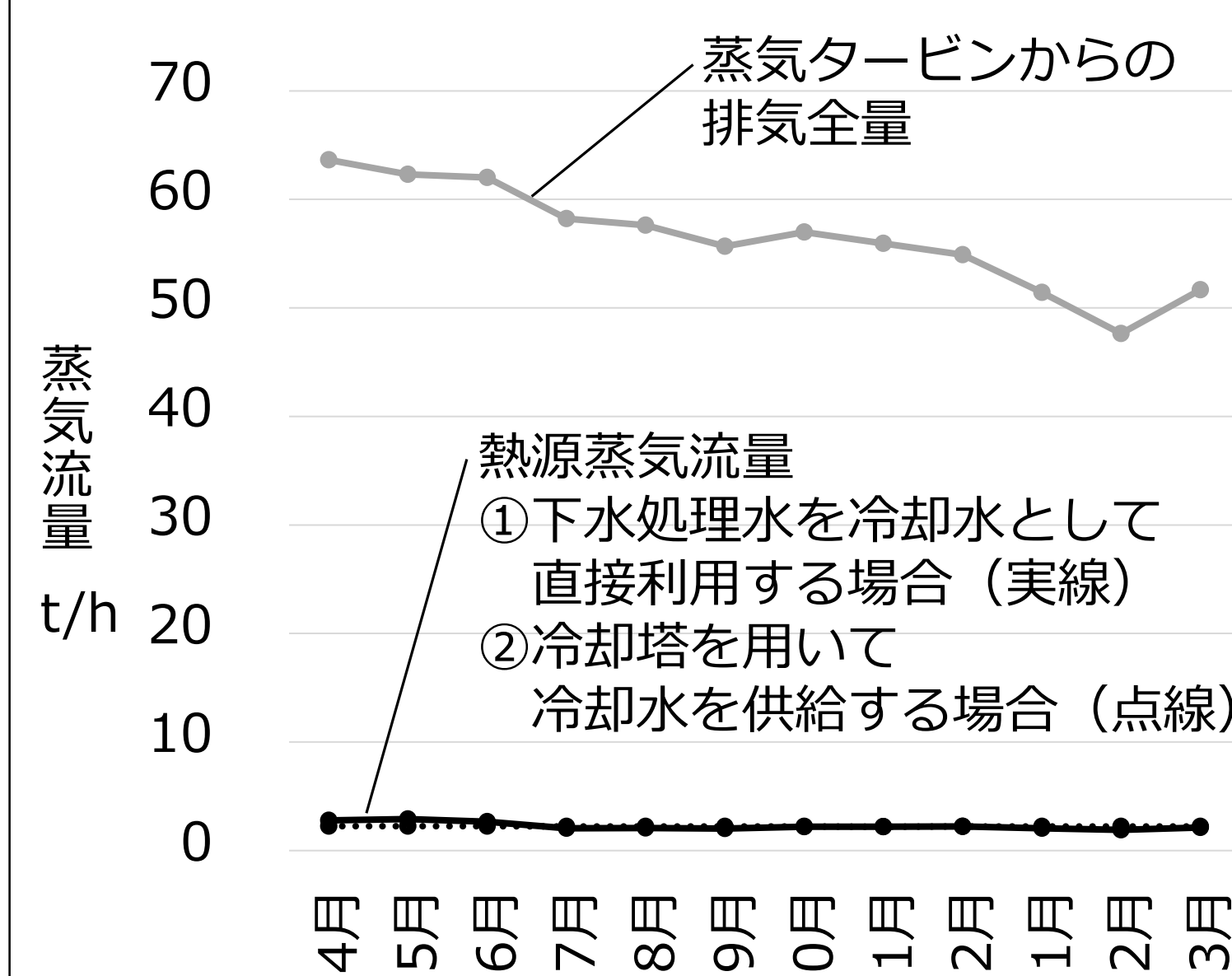


図3 熱源蒸気流量の月別変化

▼送電出力（バイナリー発電システムの発電ユニットの発電出力から、作動媒体ポンプなど発電システム内で消費される電力を差し引いた正味の発電出力）は、40~70 kW（①の場合）、30~50 kW（②の場合）と試算された（図1）。

▼それぞれの年間送電量は、432,953 kWh（①の場合）、319,656 kWh（②の場合）と試算された。

▼下水処理水を冷却水として直接利用する場合の方が、冷却水温度が2~8℃程度低い（図2）。そのため、下水処理水を直接利用の方が、大きな送電出力を得ることができる（図1）。

▼冷却水量を4,300 m³/日という条件にすると、熱源蒸気流量（蒸気タービン排気のうちバイナリー発電に利用できる蒸気量）は、2 t/h程度であるのに対し、蒸気タービン排気全量は、50~60 t/h程度である（図3）。蒸気タービン排気に余剰があるため、冷却水量を増加させれば、送電出力を向上させることが可能である。

実装に向けた課題

▼熱源蒸気温度が低く、熱源蒸気と冷却水の温度差は、30~40℃程度である（図2）。送電出力を大きくするには、蒸発器及び凝縮器の伝熱面積を大きくする必要があり、機器が大型化するため、機器を設置するスペースの確保が必要である。

▼下水処理水を冷却水として直接利用する場合、下水道への放流量が増大する。清掃工場のプラント内で使用した水は污水处理施設を通じて下水道へ排出するため、A清掃工場の污水处理能力（処理量）の増強等が必要である。污水处理能力の増強等を実施するには、環境確保条例に基づき、工場変更認可を受ける必要がある。また、下水処理水を下水道へ放流すると、バイナリー発電システム設置前と比較し、下水放流量が増えるため、下水道料金が增加する。

▼冷却塔を用いて冷却水を供給する場合、冷却塔を新設するため、環境確保条例に基づき、工場変更認可を受ける必要がある。冷却塔の規模が大きい場合（送風機の定格出力が7.5 kW以上）には、騒音規制法に基づき、特定施設変更の届出を行い、防音対策が必要になる。

4 まとめ

▼バイナリー発電システムを導入することで、清掃工場の低温排熱を有効利用できることを確認した。

▼発電量を増加させるには、冷却水の確保が課題である。大量の冷却水を確保するには、都市計画の段階で、排熱と冷却水を適切に組み合わせたシステムを計画することが重要である。

▼バイナリー発電システムの実装に向け、導入が比較的容易な冷却塔を利用する小規模システムでの実証が必要と考えられる。