

20. 海洋深層水を用いた冷却による省エネ効果の一考察 (データセンターへの適用)

○安永健・上田了爾 (大阪電気通信大学)

1. はじめに

SNS やデータクラウドサービスおよび Chat-GPT などの生成 AI により、2010 年以降、大手 IT 企業を中心に大規模なデータセンター (DC) の設置が顕著に増加している。現在、世界の DC の電力消費量は約 200 TWh/year に上り、世界の電力消費量の約 1% を占める¹⁾。DC 内の総電力消費量に占める冷却用の平均電力消費量は、18~50% と報告されている¹⁾。その電力消費量の 20%~50% が冷却用設備の消費電力であり、IT 機器類の電力も最終的に発熱となる。海洋深層水 (DOW) を利用した冷却は、冷却水との熱交換のみで構成されるが、DC の冷却に必要な DOW 流量の試算は限定的である。また、DC からの低温排熱の有効利用として、温度差発電による電力で海水取水ポンプ動力を軽減できる可能性もある。そこで、本研究では、(1) DC に DOW を用いた冷却システムの必要海水取水量および省エネ効果を試算し、(2) DC の廃熱の一部を回収して駆動する温度差発電を用いて有効エネルギー (Exergy) を回収する冷却システム (Fig. 1) の実現可能性について明らかにすることを目的とする。

2. DOW 冷却システムの構成

本研究では、大規模の DC においてスペース

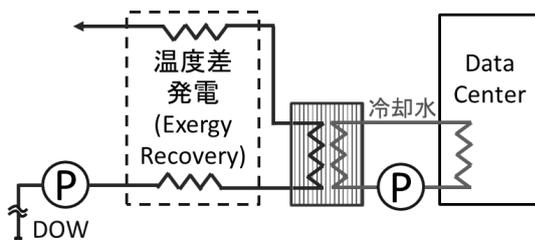


Fig.1 Schematic DC cooling concept using deep sea water with exergy recovery devise.

効率がよく、高い発熱密度に対応可能な中央熱源方式を採用し、冷凍機の代わりに DOW と冷却水を熱交換させて冷却する。冷却水を各サーバー室に循環させ、エアハンドリングユニットやファンコイルユニットで冷風を送風して冷却する構成とする²⁾。また、熱源の負荷変動や建物内外の熱の出入りは無視し、湿度調整も考慮しない。本検討では、全体の DC の消費電力の 33% を冷却設備が消費し、冷却設備内の冷凍機の消費電力が 50%、残りの 50% は本研究の電力削減対象ではないファンや冷水搬送機器と仮定し²⁾、太陽熱および外気との熱の出入りは無視した。

3. 結果と考察

DOW の必要水量は、冷却時の温度差 DT_{DOW} に依存し、 ΔT_{DOW} は取水温度および利用可能な上限温度に因る。上述の仮定において、必要な海水量 F_{DOW} は与式で簡易的に推測できる。

$$F_{DSW} = (14.7/\Delta T_{DOW})P_{DC} [m^3/day]$$

ここで、 P_{DC} は DC の総電力量 [kW] を示す。

省エネ効果は取水管、建屋、配置や熱交換器によって異なる。本研究では、熱回収の発電電力は理想的な熱機関で総ポンプ動力と同等、実用の機器性能を考慮した場合は 1/4 倍程度であった。

4. 今後の展望

今後の IT 機器の発達に伴う発熱量の増加に対応するため、海洋深層水は空気に比べて熱容量が大きく、有効な冷却手段となり得る。より省エネに効果的な DC 内の冷却利用には、高騰する発熱密度に対応した水冷サーバーや液浸冷却への適用が有効となる可能性が高い。

参考文献

- 1) Isazadeh, A. et al, *Renew. Sust. Energ. Rev.* (2023) 174, 113149.
- 2) JDCC, データセンターサーバー室技術ガイドブック (2024)