

地中熱を利用した電子機器類の排気冷却システム

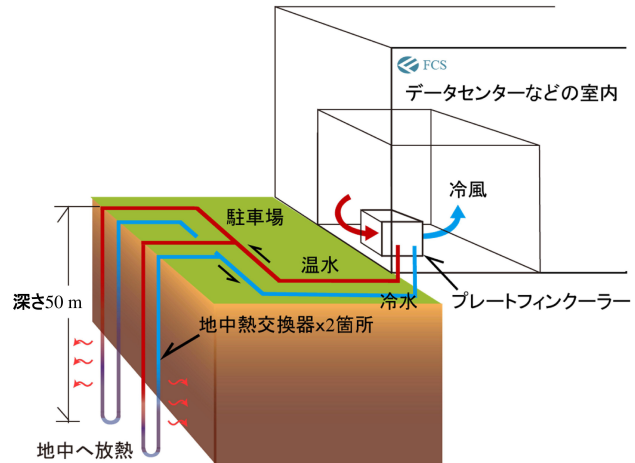
田中 雅人¹⁾・内田 洋平²⁾・駒澤 昭彦¹⁾・進堂 晃央¹⁾

1. はじめに

データセンターの空調システムで消費される電力は、データセンター全体の消費電力の約3割を占めるとも言われており、省電力化が求められている。筆者らは地中熱を冷熱源として利用するプレートフィンクーラー（以下、PFC）により、データセンター等に設置された電子機器の排気熱を冷却するシステムを開発した（写真1）。既存技術は空冷ヒートポンプなどにより室内の冷房を行っているが、本システムはヒートポンプを使用せずPFCと循環ポンプの動力のみで冷房できるため、既存技術に比べて大幅な省エネが期待できる。

また、災害時にも非常用電源に対する負荷が小さく、地中熱交換器の材料として使用されるポリエチレン製チューブは地震により変位が生じても損傷し難いため、冷却能力を維持できる。

本システムの冷却能力や省エネ効果を確認するため、2016年度から2年間にわたって福島再生可能エネルギー研究所「被災地企業のシーズ支援プログラム」による実証試験を実施した。本稿では、2016年および2017年に設置した試験設備の概要を紹介し、2017年に行った試験運転の結果を報告する（田中ほか、2017；2018）。



第1図 システム模式図

第1表 実証試験システム仕様

地中熱交換器	： 深度 50 m × 2 ヶ所(従来型) (30A ダブル U チューブ)
	深度 50 m × 2 ヶ所(移流型) (30A ダブル U チューブ)
P F C	： 冷却能力 8.2 kW, 消費電力 50 W
循環ポンプ	： 30 L/min, 150 W

2. 試験設備

実証試験設備の模式図を第1図に、機器の仕様を第1表に示す。地中熱交換器で冷却した冷却水をPFCへ循環し、室内の冷房を行うシステムである。室内(約18.5 m²)に設置された既設エアコン(暖房能力4.5 kW)の暖房運転により電子機器類の排気熱を模擬し、試験設備による冷房を行った。試験設備は室温が23℃以上で運転、21℃で停止として自動運転を行った。

地中熱交換器は、従来型のダブルUチューブ方式に加えて、地下水の移流効果を活用した「地下水移流効果カップリング型熱交換器」(以下、移流型)を設置し、従来型との比較を行った。移流型熱交換器は、第2図に示すよ

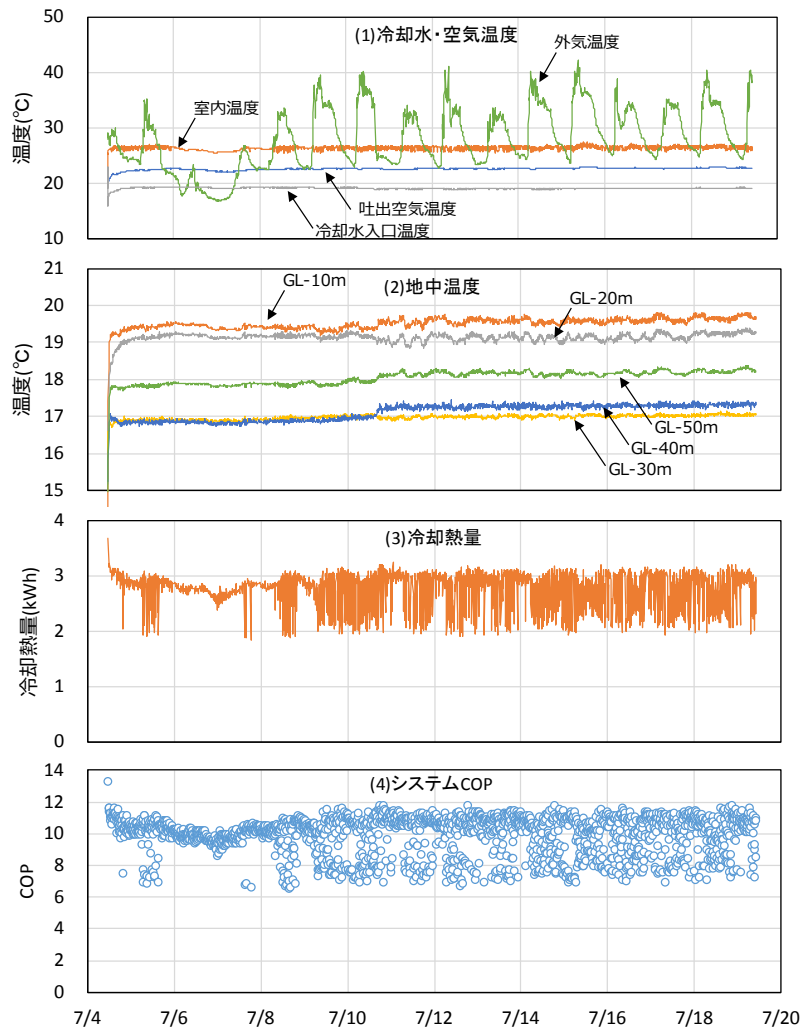


写真1 プレートフィンクーラー

1) ミサワ環境技術株式会社 (福島県会津若松市新横町1-37)

2) 産総研 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門

キーワード：福島再生可能エネルギー研究所、被災地企業のシーズ支援プログラム、研究成果報告会、地中熱



第3図 連続運転時の測定結果

あることが確認された。負荷が大きい条件では COP はほぼ 12 に達する時間帯もあり、負荷の増大に伴って COP はさらに向上する余地があると考えられる。システム運転に伴う CO_2 排出量や運転費を通常の空冷ヒートポンプ ($COP=2.5$) と比較した結果を第 4 図に示す。本システムによる削減率は CO_2 排出量が約 75%，運転費が約 73% となり、大幅な省エネ効果が確認された。

4. 移流型地中熱交換器の効果

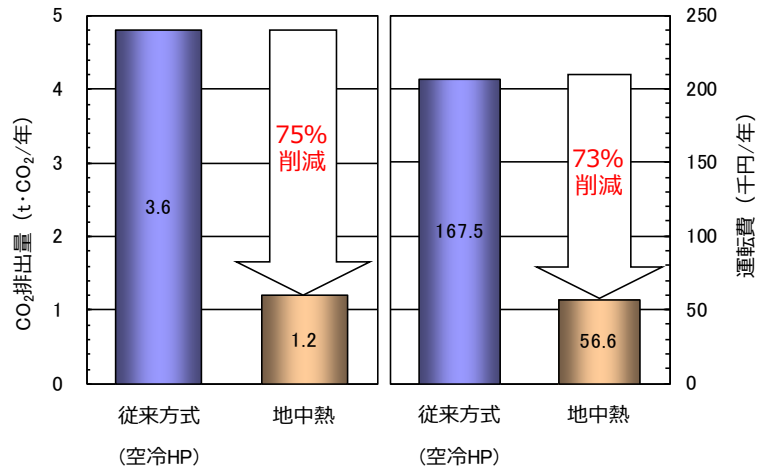
従来型と移流型の地中熱交換器を熱源として、個別に 2 週間程度の連続運転を実施した際の PFC 冷却水入口温度、吹出温度および室内温度を第 5 図に示す。室内温度は双方とも 26～27℃程度に維持されており、十分な冷房効果が認められる。PFC 冷却水入口温度と吹出温度は、従来型では運転開始から 10 日間程度にわたり温度が上昇し、それ以降は温度が安定している。移流型では連続運転を实

施しても温度の上昇が認められず、冷房能力に十分な余力があることがうかがえる。前述の通り、冷房負荷の増大により COP はさらに向上すると考えられるため、冷房負荷、地中熱交換器能力および機器仕様を最適化することにより、さらに省エネ化を図ることが可能となる。

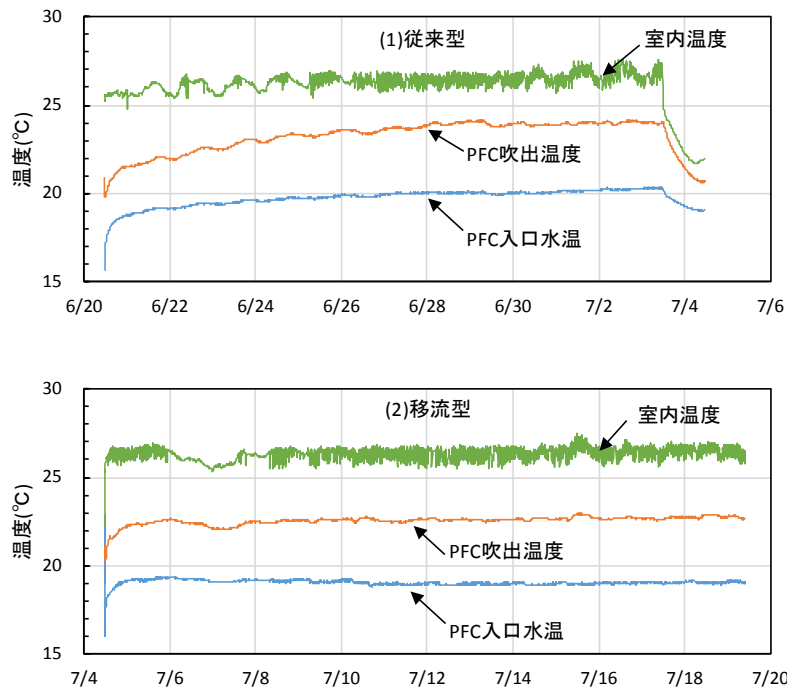
5. おわりに

地中熱を冷熱源として利用するプレートフィンクーラーにより、データセンター等に設置された電子機器の排気熱を冷却するシステムの実証試験を実施した。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 室内温度は 26～27℃程度に維持されており、十分な冷房効果が認められた。
- 本システムにより CO_2 排出量が約 75%，運転費が約 73%削減され、大幅な省エネ効果が確認された。
- 地下水の移流効果を活用した「地下水移流効果カップ



第 4 図 CO₂ 排出量および運転費の削減効果



第 5 図 従来型と移流型の比較

リング型熱交換器」は、従来型の地中熱交換器に比べて温度変化が小さく、大きな冷房能力を持つことが確認された。

今後は、設計の最適化により省エネ性向上の可能性が認められるため、システム設計方法の検討を進める必要がある。

文 献

田中雅人・内田洋平・駒澤昭彦・進堂晃央 (2017) 地中熱を利用した電子機器類の排気冷却システム, 日本地熱

学会平成 29 年学術講演会講演要旨集, P13.

田中雅人・内田洋平・駒澤昭彦・進堂晃央 (2018) 地中熱を利用した電子機器類の排気冷却システムの高度化, 日本地熱学会平成 30 年学術講演会講演要旨集, P31, 151.

TANAKA Masato, UCHIDA Youhei, KOMAZAWA Akihiko and SHINDOU Akio (2019) Cooling system of electronic device exhaust using geothermal energy.

(受付：2019 年 3 月 6 日)