

高密度データセンターにおける冷却方式の一考察

松本直人^{†1}

20世紀末から続くインターネットの普及に伴い、情報システムを支えるデータセンターも規模拡大が続いている。そのような中でデータセンターでは、サーバー技術の発展に伴う単位面積あたりの熱密度増加も顕著になり、これらが持続可能なデータセンターのサービス提供とサーバー収容の課題となってきている。本稿では、これら高密度化するデータセンターにおけるサーバー等計算機向けの冷却方式について、今後も持続可能に成長を続けるために必要とされる方策について考察する。

An analysis of computer cooling for high density data center.

NAOTO MATSUMOTO^{†1}

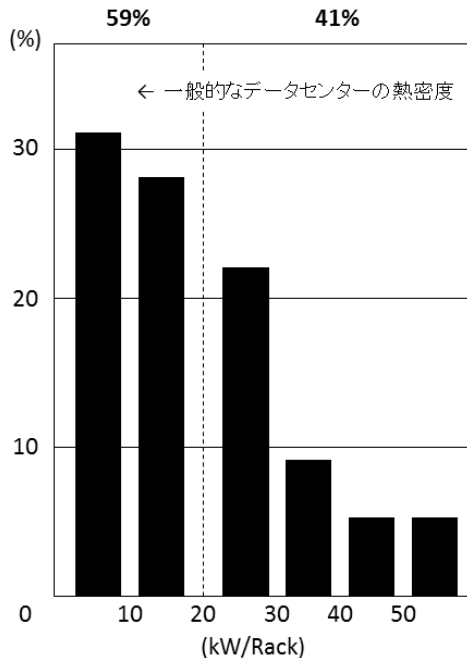
Abstract: In globally data center market, server installation trend is going high density and it will become difficult cooling with normal air cooling systems today. This paper is introducing to analysis how to build and manage high density data center using liquid computer cooling system in real world.

Keywords: Air Cooling, Liquid Cooling, High Density Data Center.

1. はじめに

Uptime Institute の報告[1]によれば、世界的なデータセンターにおける 19 インチラックあたりのサーバー最大集積密度は 20kW/Rack を大きく超えてきている。(図 1)

計算機収容の最大集積密度(傾向)

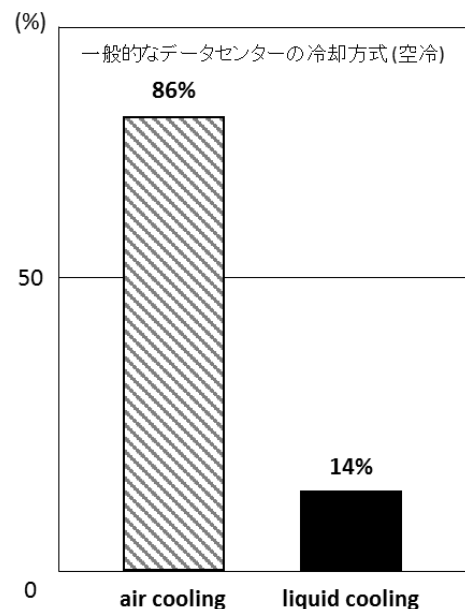


Source: Uptime Institute, 2018 (n=431)
Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

図 1 計算機収容の最大集積密度(傾向)
Figure 1 Data Center capacity trend.

世界的なデータセンターの冷却方式の傾向[2]としても、従来の空調システムから水冷もしくは空水冷方式といった、新たな冷却方式も普及し始めている。(図 2) 本稿では、これら新たなデータセンター向け冷却方式の実現性等を考察していく。

計算機冷却方式(傾向)



Source: Uptime Institute, 2018 (n=439)

図 2 計算機冷却方式(傾向)
Figure 2 A Data Center Cooling type trend

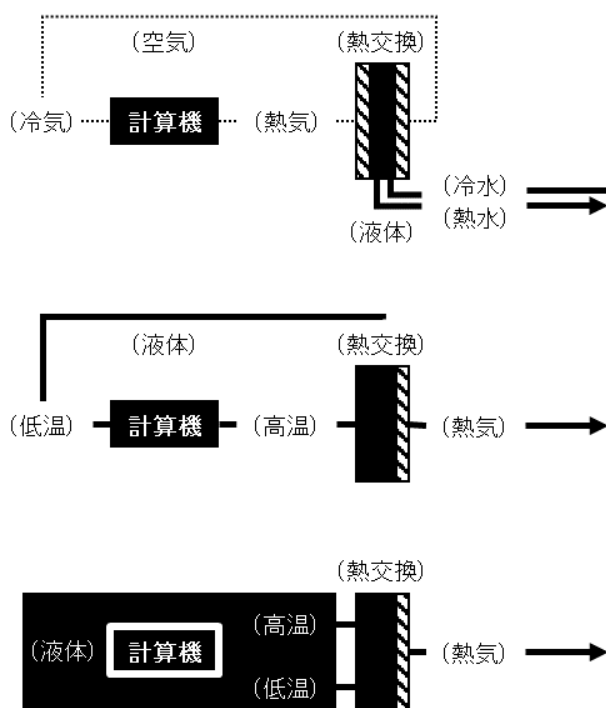
^{†1} さくらインターネット(株)
SAKURA Internet, Inc.

2. データセンターにおける水冷方式導入評価

データセンターにおいてサーバーや計算機を冷却する Liquid Cooling(以下、水冷方式)には、いくつかの種類がある。(図3)

ひとつは従来の空冷方式と同じく冷気を計算機にあて、熱気を回収して熱交換を行うものであるが、計算機との距離を19インチラック背面や前面などに近づけて運用する方式である。この方式では、リアドア冷却方式等といわれ従来型のフロア空調では対応が難しかった20kW/Rackを超える計算機の熱密度に対応できる。この方式では、サーバーや計算機の形状や追加器具を装着することなく、そのまま熱密度を増加させることができるメリットがある。

liquid coolingにおける熱移動方式



Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

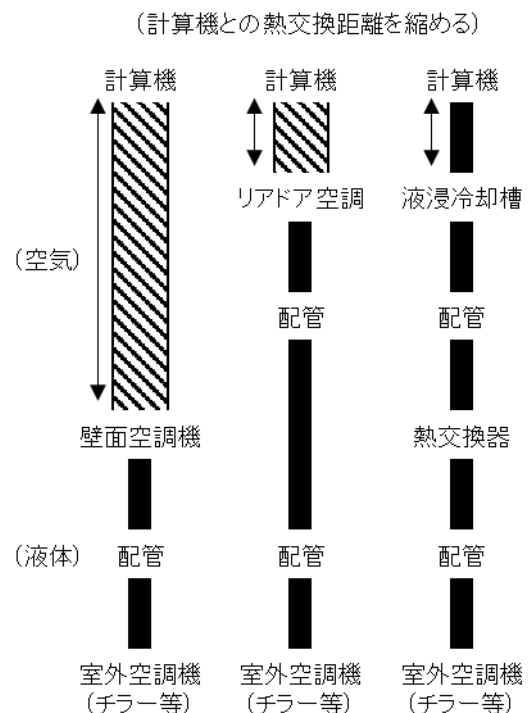
図3 水冷における熱移動方式
Figure 3 liquid cooling methods for computer cooling.

つぎに計算機に直接冷水などを取り入れ、熱源となっている半導体の直近から熱移動を行う方式である。これには、計算機の半導体部にコールドプレートと呼ばれる熱交換器具を装着するとともに、そこまでの液体冷媒配管を追加する必要がある。計算機の半導体を直接冷却する方式であるため、19インチラックあたりの熱密度として、現在考案されている水冷方式の中でもっとも高い熱密度を実現できる。しかしデメリットとして、サーバーや計算機に半導体形状にあわせたコールドプレートとそれに合わせた熱交換機器を用意する必要がある。

さらにコールドプレート等の冷却器具を装着せずに、高い熱密度を実現する方式として、サーバーや計算機をそのまま液体に浸す方式がある。この場合、サーバーや計算機全体を液体で浸す。

従来のデータセンター冷却方式と新たな方式を比較すると、サーバーや計算機との熱交換距離が近づいていることがわかる。(図4)

計算機冷却方式の比較



Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

図4 計算機冷却方式の比較
Figure 4 computer cooling design pattern.

3. データセンター冷却方式の変化と設備変化

水冷方式の導入により、データセンターは単位面積あたりの熱密度が上昇する。これにより、19インチラックあたりのサーバーや計算機の搭載重量も変化していく。(図5)

仮にサーバー単体の熱量を4U 3.5kWで重量を60kgと試算すると、一般的な48Uの19インチラックでは、熱密度40kW付近でサーバー積載限界をむかえる。

計算機搭載重量と発熱量(傾向)

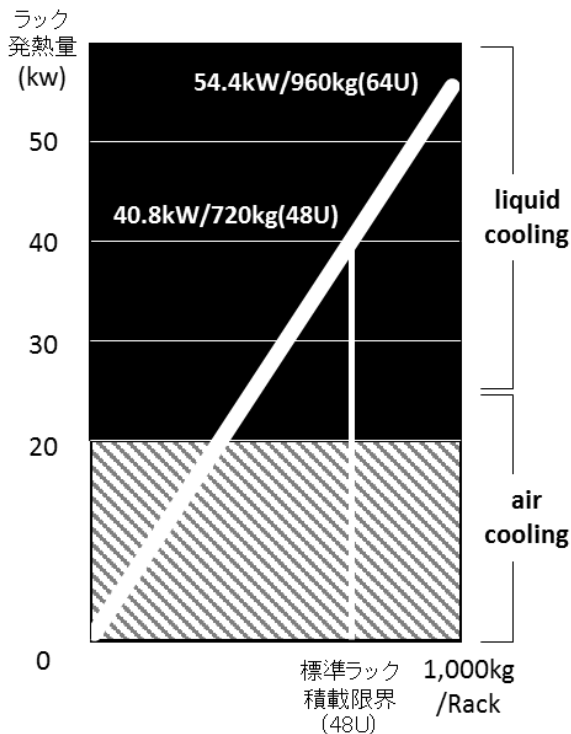


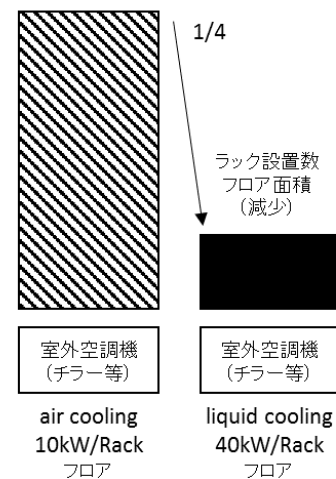
図5 計算機搭載重量と発熱量(傾向)
Figure 5 high density data center (thermal /weight).
Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

より熱密度を高めるには、19 インチラックの縦方向の長さを伸ばすか、サーバー単体の形状を小さくするしかないのだ。

この際、48Uに60kgの4Uサーバーをすべて搭載した場合、搭載重量は720kgを超えるため19 インチラックの耐震補強も必要となり、従来型の設備を流用することも難しくなっていく。

従来の空調設備(air cooling方式)の熱密度限界が10kW/Rackとした場合、水冷方式を導入することで、フロアあたりのラック設置数と必要面積は減少していく。(図6) ※この際、各方式で使われる室外空調機の冷却能力は同じであるため、ほぼ変化は生じないとする。

計算機冷却方式と占有面積(傾向)



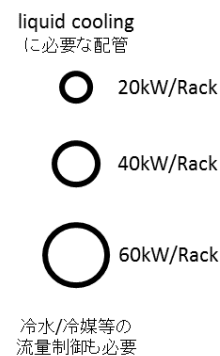
Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

図6 計算機冷却方式と占有面積(傾向)
Figure 6 high density data center (benefit).

水冷方式導入では、サーバーや計算機からの熱移動を空気から液体に変更するため、必要とされる冷却能力は冷水流量に比例していく。(図7)

19 インチラックへの冷水配管は必要とされる冷却能力に合わせて変更しなければならない。このためフロア全体の冷却能力を一度決めて冷水配管を敷設すると、その変更には大掛かりな工事が伴うことになる。

liquid coolingにおける配管(傾向)



Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

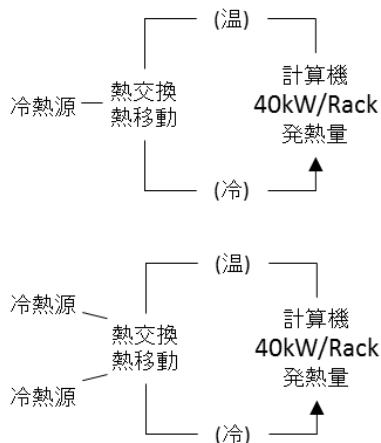
図7 水冷における配管(傾向)
Figure 7 pipeline types for liquid cooling

水冷方式導入により高まった19 インチラックあたりの熱密度のため、仮にラック1本あたり40kW/Rackの冷却能力が消失した時、その19 インチラックが持つ熱量を迅速かつ安定して冷却しつづける必要も出てくる。

このため、水冷における冷却方式では、冷却冗長化を図っておく必要があるのだ。(図8)

40kW という熱量は 1kW をドライヤー1本と換算すれば、熱気を吹き出す40本のドライヤーが19インチラック1本の中に存在するのと同じである。

liquid coolingにおける冷却冗長化



冷却能力喪失時、計算機の緊急停止も視野に

Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

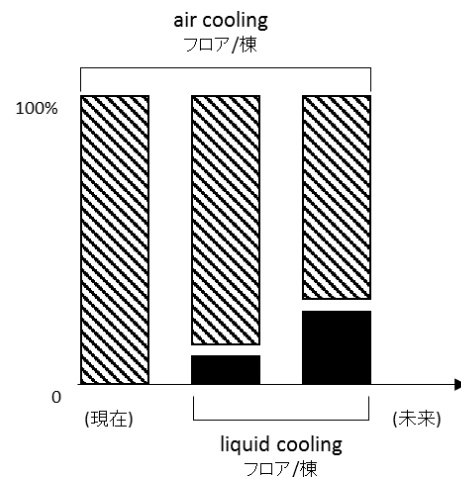
図8 水冷における冷却冗長化
Figure 8 cooling redundancy for computer cooling

4. まとめ

本稿では、高密度化するデータセンターにおけるサーバー等計算機向けの冷却方式について、今後も持続可能に成長を続けるために必要とされる方策について考察した。

世界的なデータセンターと同じく、国内データセンターにおいても水冷をはじめとした新たな冷却方式導入が進んでいくことは、今後も容易に予測できる。(図9)

国内における冷却方式の未来予測



Source: SAKURA Internet Research Center. (2018/08)

図9 国内における冷却方式の未来予測
Figure 9 future data center computer cooling trend in japan

本稿の考察が、今後も増大する企業におけるサーバーや計算機利用に必要とされる、高密度データセンター普及に向けた参考として活用されることを期待する。

参考文献

- 1) Uptime Institute, LLC. 2018 Data Center Industry Survey, pp10. "What is the HIGHEST server density deployed in your site? "
- 2) Uptime Institute, LLC. 2018 Data Center Industry Survey, pp11. "How are you cooling your HIGHEST density racks?"