

ホワイトペーパー 別冊版 2025/4 改訂第二版

DX・GX、生成AI時代のデータセンター
最先端サーバ導入に向けた冷却システムの動向
空冷、DLC冷却,一相液浸冷却、二相沸騰液浸冷却



2025年4月23日 第二版

篠原電機(株) 常務取締役
ITソリューション事業本部長 犀川 真一
saikawa@shinohara-elec.co.jp

1. データセンターの進化と今後の動向
データセンターは今なにが起きているのか
2. データセンターとは
3. 最近のデータセンター空調システム
4. 生成AI時代の給電
5. データセンターの空調システムの省エネ化
6. リアドア空調等
7. 冷却システムの分類
8. 熱力学の基礎
<液浸冷却技術の動向>
9. DLC冷却システム
10. DLC冷却 LTA技術
11. DLC冷却採用生成AIコンテナ事例
12. DLC冷却機器
13. DLC冷却システムの配管設計
14. 一相液浸システム
15. 一相液浸システム事例
16. 一相液浸用溶剤の選択
17. 二相液浸システム
18. 二相沸騰冷却システムの冷媒
19. 二相沸騰冷却用沸騰促進プレート
20. 液冷システム 他社の動向

<補足資料>

21. チップとTIM問題
22. CPU, GPUチップの展望
23. 御幣島サテライトラボ
脱炭素に向けたクラウド、エッジコンテナのマイクロサービスと
負荷分散化技術
24. コンテナデータセンターの静圧分布制御技術
25. エネルギー問題
26. 分散コンテナ化の社会的要求
27. 楽COOL間接外気空調システム
28. データセンター廃熱利用
29. 篠原電機ITソリューション紹介
30. 電気設備学会投稿論文
31. 編集後記 協力 技術情報協会

本別冊ホワイトペーパーは2024年度発行のDX・GX時代の社会インフラとしてのデータセンター構築の技術と課題と展望の補完資料として作成しています。本項目以外の技術については2024年度ホワイトペーパーも併せて参照していただければと思います。

1. データセンターの進化と今後の動向 データセンター・・・今何が起きているのか

いま社会に何が起きているのか

かつて地球上に一斉に動物が発生したカンブリア爆発に次ぐ大きな変革が起ころうとしている。そして既存のビジネスもパラダイムシフトを余儀される。最悪ビジネスが変革して既存ビジネスは不要となるかもしれない。極端な話、貨幣も政府もメディア変革を余儀なくされ、国という壁も国境を越えて変革を余儀なくされるかもしれない。(私見)

1. 生成AIの進展、リアルとメタバースの融合 DX/GXの進展
2. 仮想通貨、ブロックチェーンの進展は続く
3. EV化の流れとコネクティッドカーと自動運転インフラの要求
4. ガバメントクラウドの国産化と分散化
5. 電力エネルギー問題と再エネの活用、未利用電力の開発
6. データセンターの排熱を利用した熱を排出しない環境循環サイクルの実現
2040年に向けたゼロカーボン問題への取り組み

国民が安心安全に暮らせる。DXにより働き方の変革・・・
人口減への対応と労働時間短縮

エネルギーインフラ 三大資源・・・原料、素材資源・食料資源・人類資源

社会インフラ

電力インフラ 上下水道インフラ 道路・鉄道インフラ 車インフラ 物流インフラ 郵便インフラ 各種製造業 教育・医療インフラ 銀行・証券インフラ 政治・行政・防災インフラ

製造業だけで世界で約7800兆円といわれている。

ITインフラ。各種クラウド・生成AIインフラ

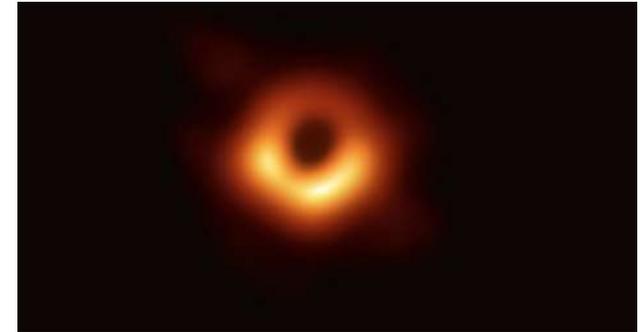
まだこの程度しかできていないのではないか。

さらなる拡張が必要

DX化、GX化が必要・・・水冷/液浸による冷却が脚光
ITインフラはきわめて重要な責任があるといえる。

楕円銀河M87に潜む巨大ブラックホールに迫る

生成AIはまさにブラックホール。ありとあらゆる情報を飲み込む、エネルギーも飲み込む。
まさにカンブリア爆発以来の大きな変革の時代かもしれない。



今までのデータセンターはラック当たりの電力は6~8KW/ラック
高速演算用(HPC)でも15KW/ラック

生成AI用は 現段階で60KW/ラック 約10倍

今後それが生成AI用は100KW/ラックそして250KW/ラック その次は500KW~1000KW/ラックといわれている。生成AI用データセンターでは1000MWクラスとなる。

今まではせいぜい200MWクラスであった。

生成AIのこの爆熱を今の段階で早計に考えてはならない。

高性能化、省エネチップの開発と合わせて考える必要がある。

例えば性能が1万倍となったら今の設備は1万分の一となる。しかし高性能化の要望も止まらない。やはり増加はし続ける。この時電力問題をどう考えるか。

答えはふた通りある。一つは電力調整力、と瞬間電力調整力そしてもう一つが再エネと蓄電技術。システムを安定化するためには常に発電と負荷との調整が必要である。余った電力をうまく使いながら安定化することで全国規模でのシステム安定化や世界規模での電力供給網の確立化の実現ができる。

文章や画像、音声などをつくることのできる人工知能技術の一種
ディープラーニングや機械学習といった技術が使われている。
大きく二通りがある。

☆ 識別的なもの・・・画像のようなデータを文字通り識別するAI

☆ 生成的なもの・・・背後にある構造や表現を学習し、自身が学習したデータと似たデータを生成できる。大規模言語モデルLLM

この事前に学習するにしても、その場で迅速に演算するにしても膨大な演算能力が必要となる。事前に時々刻々と変わるために膨大な演算を行うために膨大なエネルギーを使うことになる。これを実現するには最低20000GPU以上必要。

MS社一社の投資規模 約2兆円 Copilot

ChatGPT4, Gemini, Copilot
, Appleインテリジェント等

NEC開発の生成AI「cotomi」活用による生産性向上

優れた日本語性能を持つNEC開発のLLM（大規模言語モデル）「cotomi」を用いて、汎用的な生成AIでは難しいとされている自治体職員の仕事の軽減や問題解決をサポートします。



「cotomi(コトミ)」はNECが開発した生成AIの名称です。ことばにより未来を示し、「こと」が「みえる」ようにという想いを込めており、生成AIを軸にお客様と伴走するパートナーでありたいとNECは考えています。

NEC Generative AI : <https://jpn.nec.com/LLM/index.html>

DXプラットフォーム

BluStellar
お客様を未来へ導く価値創造モデル

お客様と共に実現する価値（経営アジェンダ）

社会とビジネスのイノベーション 顧客体験改革 業務変革

組織人材変革 デジタルプラットフォーム変革

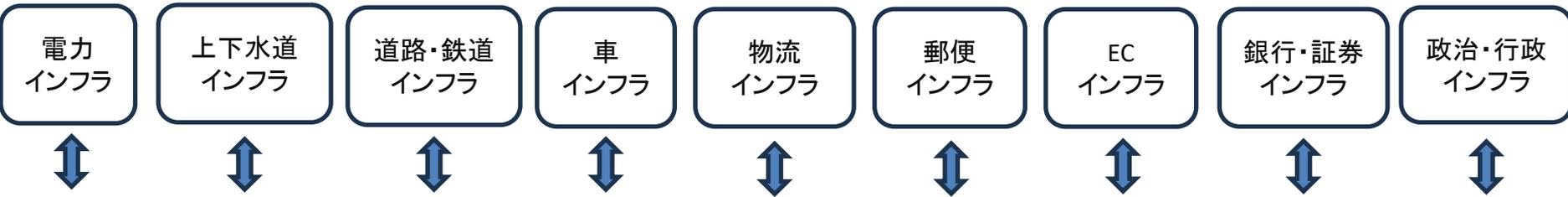
ビジネスモデル
BluStellar Agenda
お客様の経営アジェンダを解決する
End to Endのアプローチ
価値創造の成功ストーリーと事例

テクノロジー
BluStellar Technologies
前線からの知見を集めたテクノロジーと
スピードラーに研究所のノウハウを取り入れたサービス提供

組織 / 人材
BluStellar Programs
10,000人以上のDX人材とナレッジによる課題解決
お客様との共創プログラム

戦略
コンサル
オフライン
共有
運用・保守
サービス
デリバリー

NEC | © 2023 NEC Corporation. All rights reserved.



ITインフラ。各種クラウド・生成AIインフラ

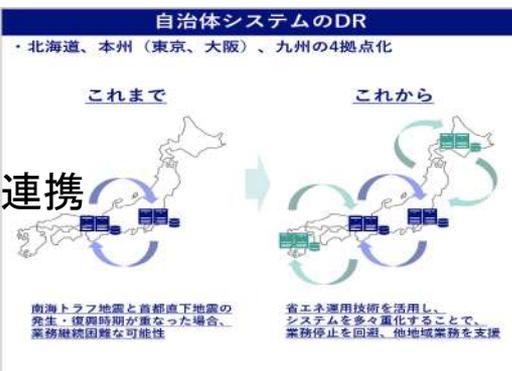
 まだこの程度しかできていないのではないか。

←
さらなる拡張が必要

再生可能エネルギーの地産地消



遠隔自治体IT連携



要素/ 国家	資源	材料	部品	製造	工業化 大量生産	ハードウェア ソフトウェア	サービス	ソリュー ーション	オリジナ リティー
日本	×	◎	◎	◎	△ ○ △ △				◎
アジア 地区	◎	△	△	○	◎	◎	○	△	△
米国	◎	○	△	△ ほとんど外国 に依存	△ ほとんど外国 に依存	◎	◎	◎	◎
欧州	○	○	◎	◎	○	○	○	○	◎
アフリ カその 他	◎	この支援が必要、日本への期待も大きい 各国の発展が将来のカギを握る。							

ここへの期待はこれからである。

OEM/ODMからの脱却を目指す、またBtoCとソ
リューションが必要

技術習得はすごい。

日本はすべてにわたって強化が必要。国をまたいでの連携が必要である。

より優れたプラットフォームの登場
コネクテッドインフラ

資源

材料

部品

製造

工業化
大量生産

ソフトウェア

サービス

ソリューション

オリジナリティー

優れた材料、部品が必要、優れた製造装置が重要となる。

ロボット化が進む。
ニーズのあるところで
生産する時代。

APPLE、Netflix、GAFAM、テスラ等はこの部分に力を入れている。
サブスクリプションや生成AI等

かつて隆盛を誇った大量生産OEM/ODMからの脱却が課題と思われる。
BtoCの強化に期待

ここで大切なことはティア2と呼ばれる丸投げ主義では最後にもものづくりも含めてビジネスは崩壊する。ものづくり力が大事。人材育成が大切である。

社会インフラを支えるのがITインフラであり、あらゆるもの、このコネクティッドカーが必要である。レイテンシも含めて全国にエッジ型コンテナやMECが必要となると考えられる。全国に数千規模のDCが必要となるであろう

コネクティッドカーに向けた取り組み 小型コンテナ型DC



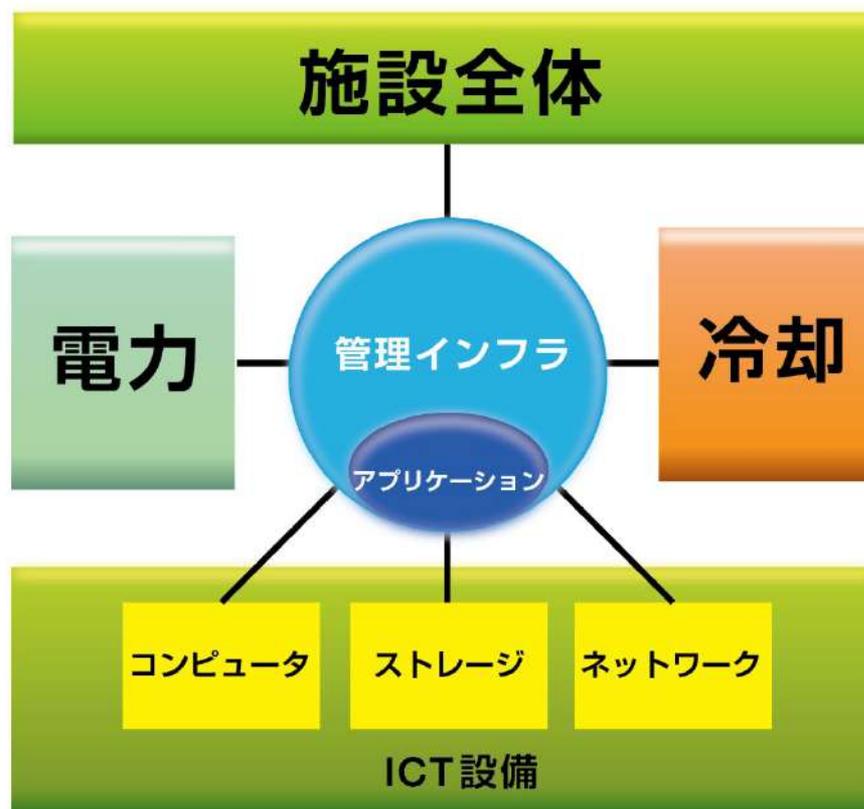
ポンとにおいて即稼働が基本。
工事レスの追求
負荷変動に対して安定した冷却と高速演算能力や低レイテンシが求められる。

ITインフラはプラットフォームである。
GAFAMが強いのはプラットフォームを構築している。NETFLIXもメディアを脅かす時代である。

2. データセンターとは

優れたデータセンターを構築するには横断的な技術が必要となる。

- ・エネルギー効率のよいデータセンターの設計と運営
- ・新規施設、既存施設ともに網羅
- ・部分的ではなくデータセンターのアーキテクチャ全体の設計



- 分散するIT機器を集約設置し効率よく運用するために作られた専用施設
- 具体的な効用

- 環境にやさしい
- リスク(災害やセキュリティー事故など)に強い
- 専門の管理者・体制で運用コスト削減

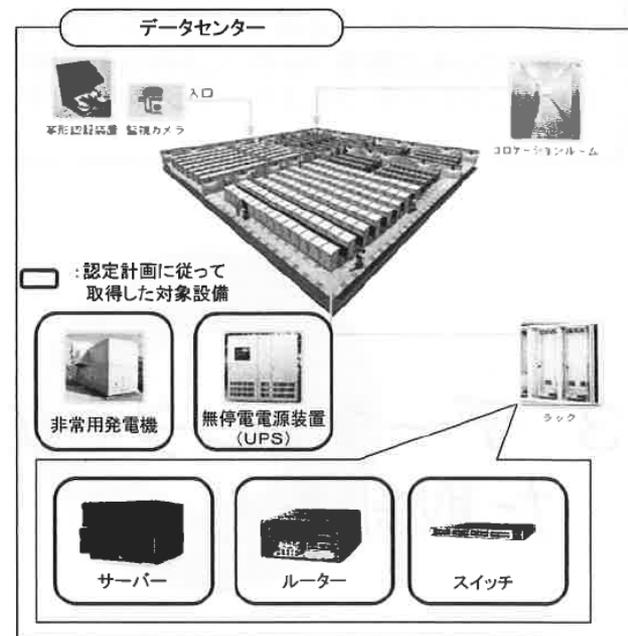


データセンターの活用促進で豊かで低炭素な社会が実現

日本データセンター協会資料

データセンターの構成

- IT機器・・・ラック・サーバ・ルータ・スイッチ
- 無停電電源装置(UPS)
- 自家発電設備
- 防火、消火設備
- セキュリティー
- 高速な回線
- 地震対策設備



総務省資料より

インターネット用のサーバやデータ通信、固定・携帯・IP電話などの装置を設置・運用することに特化した建物の総称

■大容量の通信回線

また通常、複数の通信事業者の通信回線が利用可能

■耐震構造

災害時にもサービスの提供に極力支障が出ないように建物。

■大容量の蓄電池や自家発電装置

電力供給が途絶えた場合に備えています。

■消火設備

構内で火災が発生した場合にも中に設置されている機器を極力痛めないよう、通常のスプリンクラーではなく二酸化炭素やフロンガスを採用。

■複数のコンピュータを集約して設置

運用を工夫すればデータの処理量に応じて最適な台数で処理可能、余分なコンピュータリソースを導入する必要がなくなり、コスト削減、ひいては省エネ化が推進できる。

■品質の高い運用

専門の管理者が24時間365日体制で効率的に行っているため、運用コスト削減。

上記の通り、データセンターの活用促進は、個人はもちろん、あらゆる企業活動においてさまざまなメリットをもたらし、豊かで持続可能な低炭素社会の実現につながる。

JDCCより

従来の一般的なデータセンターフロア

フリーアクセス+パッケージエアコン 吹き出し温度19℃

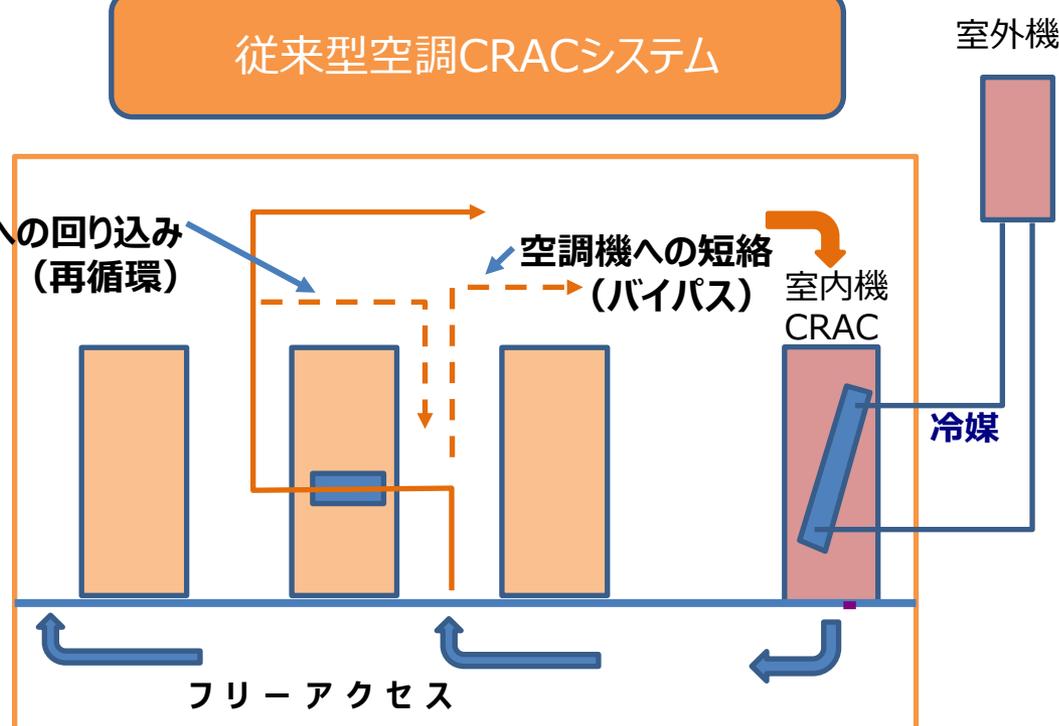
CRACと呼ばれる空調室内機をサーバールーム直近に置いて、フリーアクセスを通してサーバ内に冷気を供給し、そのレタニアを室内機に戻す。排熱処理は屋上の室外機まで冷媒で熱を移送してサーバの熱を外部に出す方式

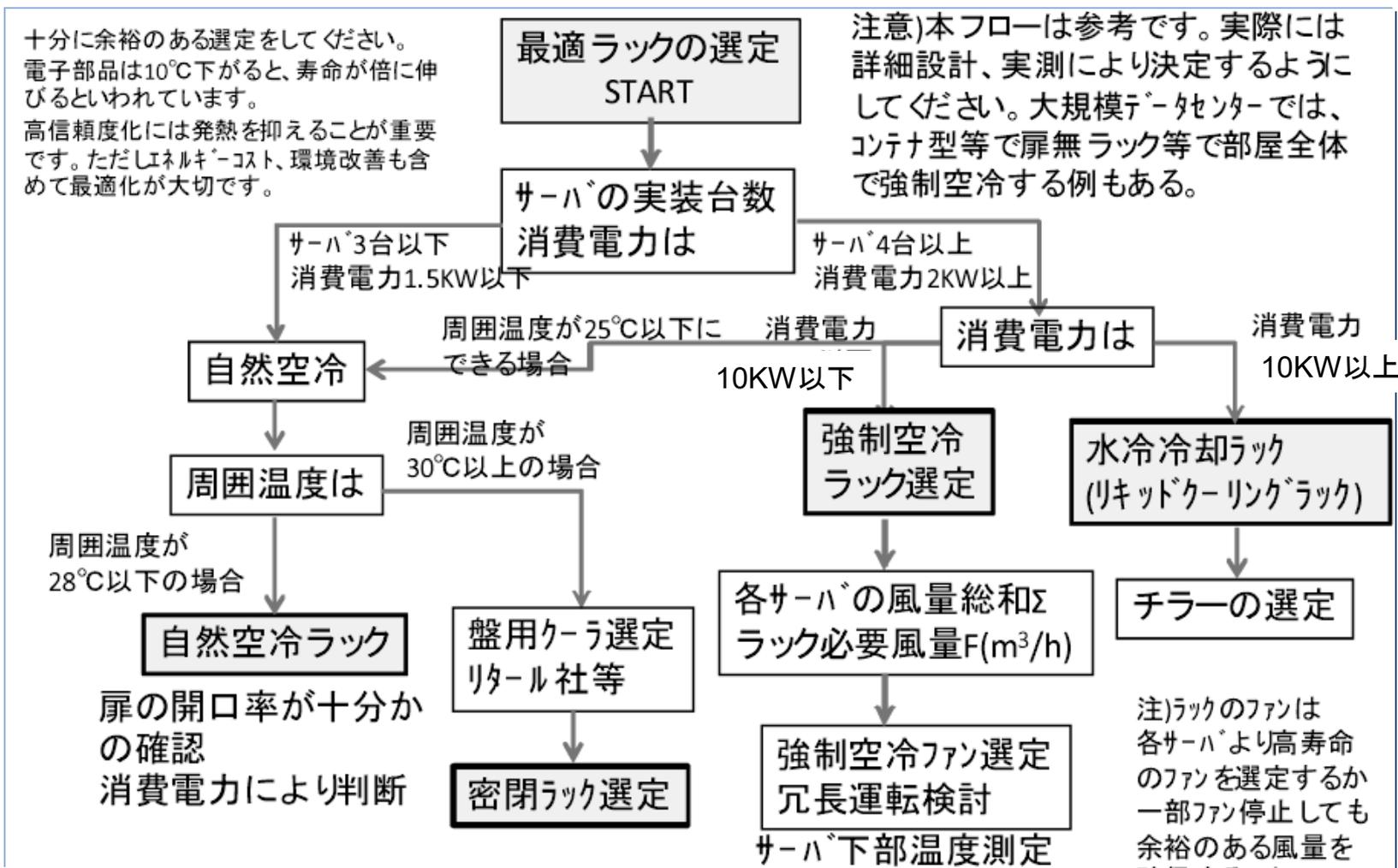
CRAC :Computer Room Air Cooling

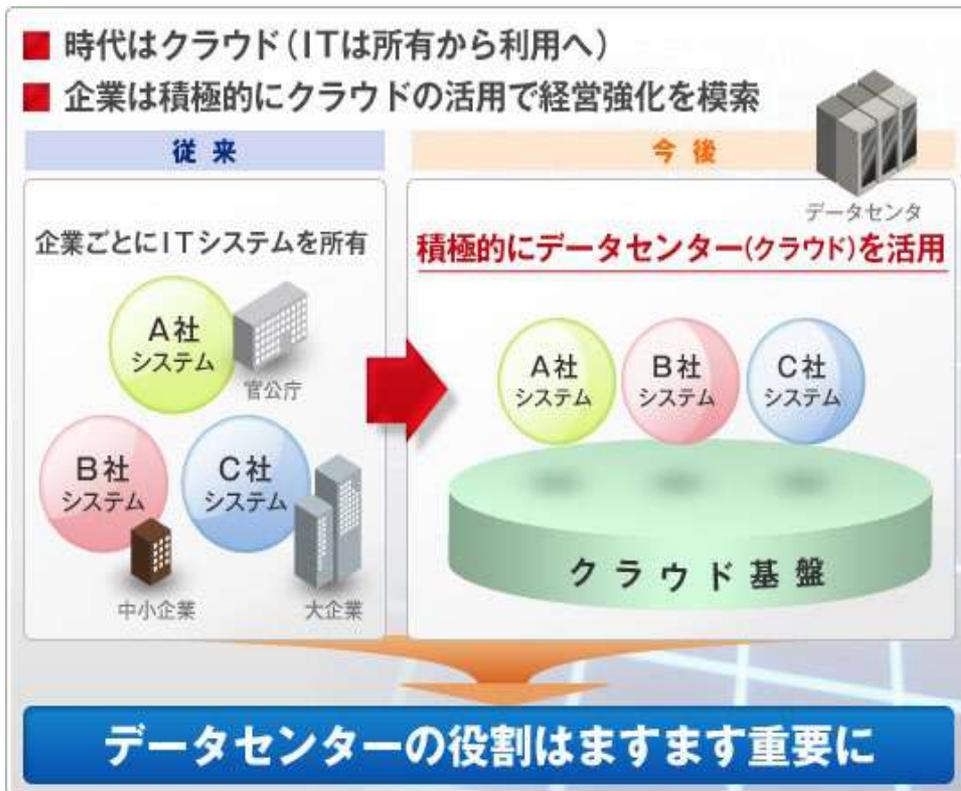
課題

排熱が回り込むと(再循環, RC)サーバ側の吸気温度が高くなり最悪ダウンする。また空調機への短絡(バイパス, BP)が起これると空調機が正常に稼働しなくなる。空調機は温度差が必要。

従来型空調CRACシステム







データセンターのサービス

・ホスティングサービス

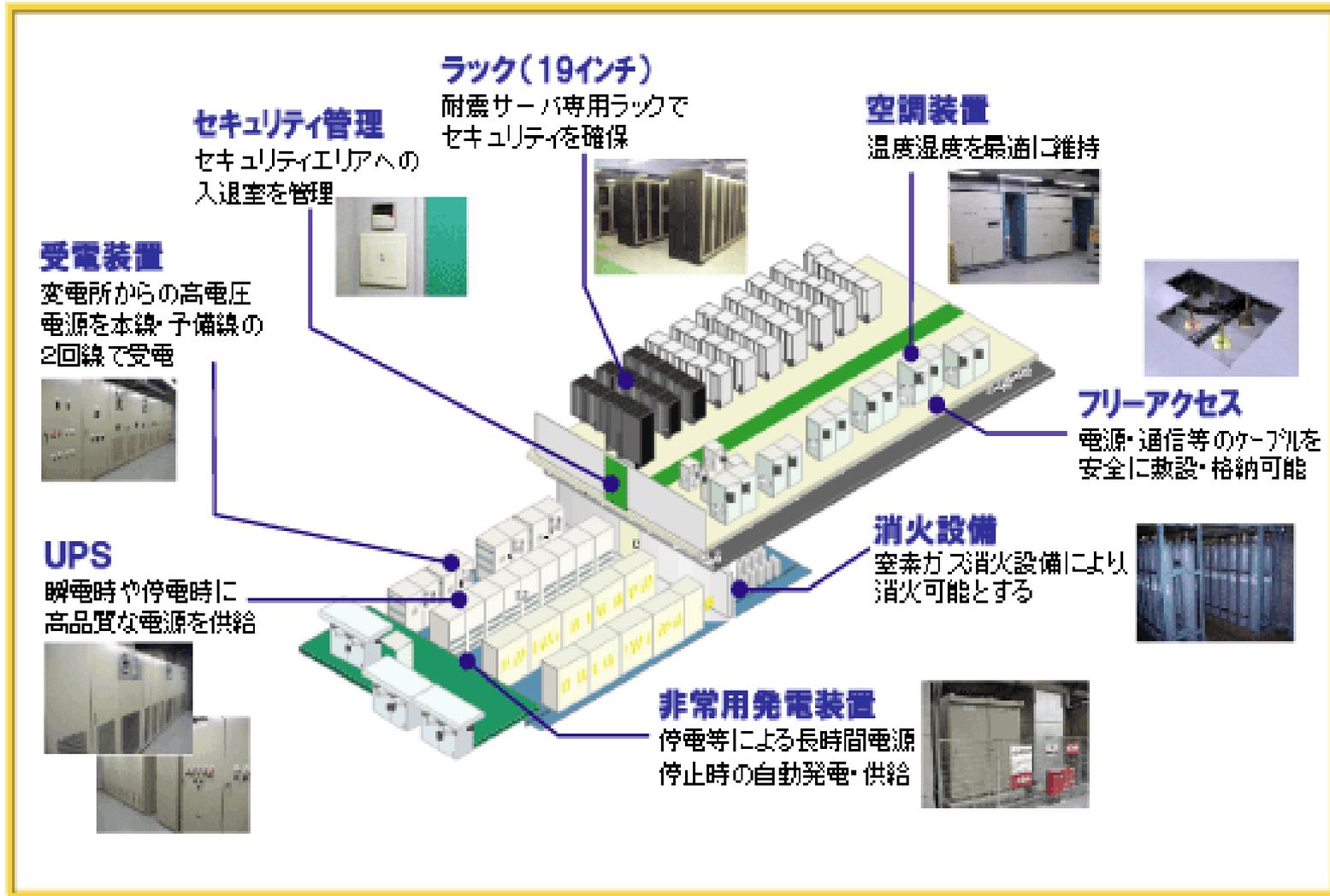
レンタルサーバとも呼ぶ。個人やSOHO向けにインターネットサービスプロバイダが行っている。ホームページが行っているサービスはこのホスティングに当たる。

・ハウジングサービス

顧客がサーバなどの機材を用意してサービス事業者に預ける。サービス事業者が提供するのサーバを置くスペースや、バックホーン回線である。

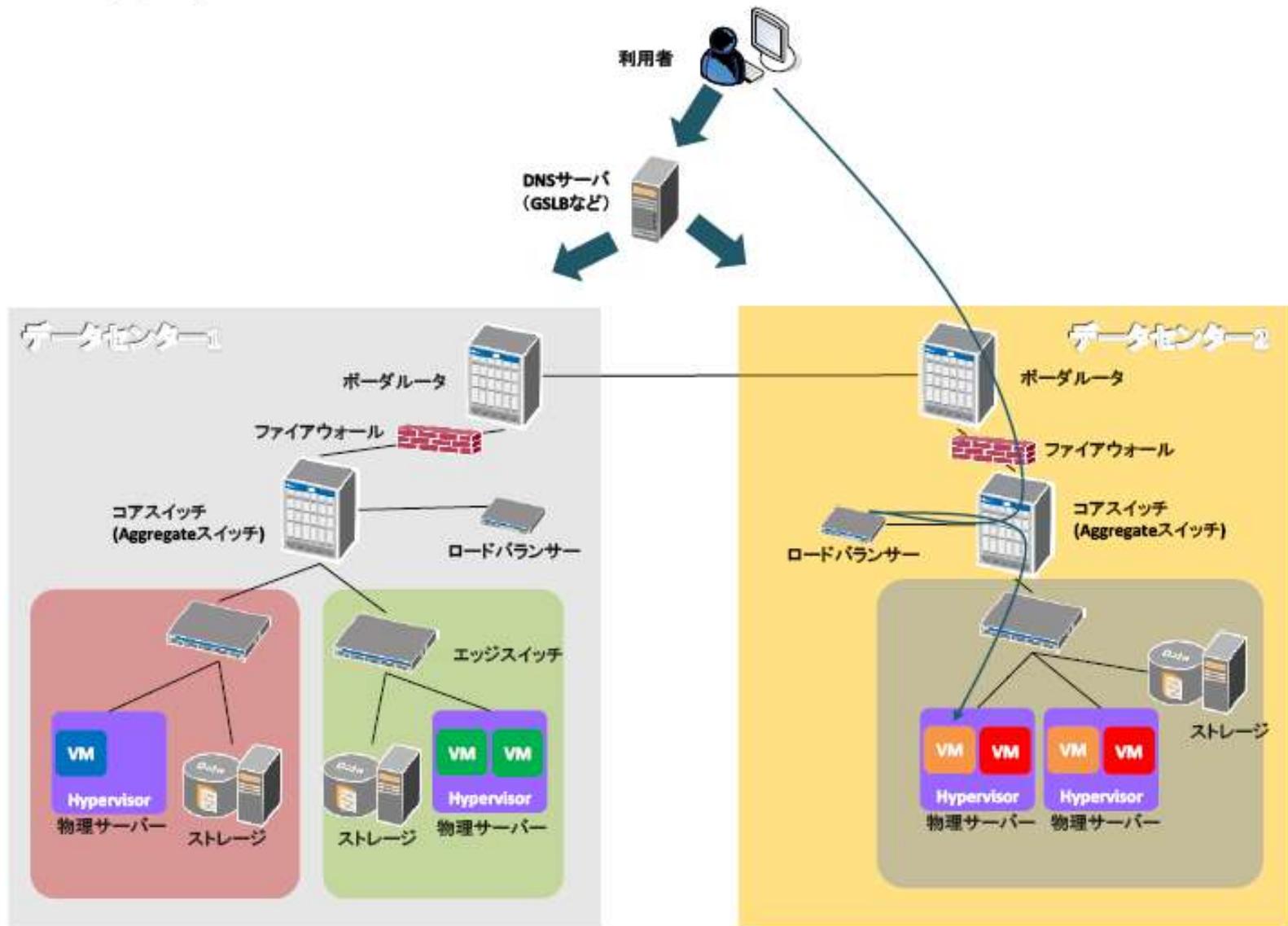
クラウド・コンピューティングとは、ネットワーク上に無数に存在するサーバが提供するサービスを、物理的なサーバの存在を意識することなく、「サービス」として利用できるというコンピューティング形態を表す言葉。

データ、ソフトウェア、サーバの所在を意識しないインターネットの向こう側の雲のような存在。・・・クラウド



さくらケーシーエスより

データセンターネットワークの構成要素



ASHRAE 2011 TC9.9 2012-9 新版発行

エネルギー削減のための緩和

過去の経緯

2004 DC室内 20~25°C

2008 18~27°C

2012-9 クラス1,2 推奨範囲

サーバ入口温度 18°C~27°C

5.5°C DP 60% RH and 15°C DP

第三版 許容範囲

A1 15°C~32°C 20~80%RH

A2 10°C~35°C 20~80%RH

A3 5~40°C -12°C DP & 8% RH to 85% RH

A4 5~45°C -12°C DP & 8% RH to 90% RH

年間の85%はフリークーリングが可能である。

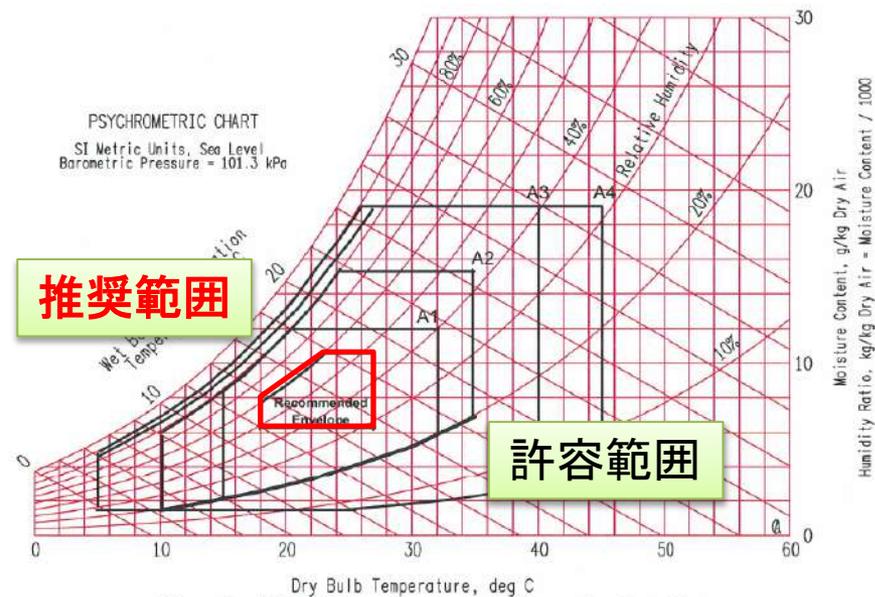


表 2—環境条件クラス

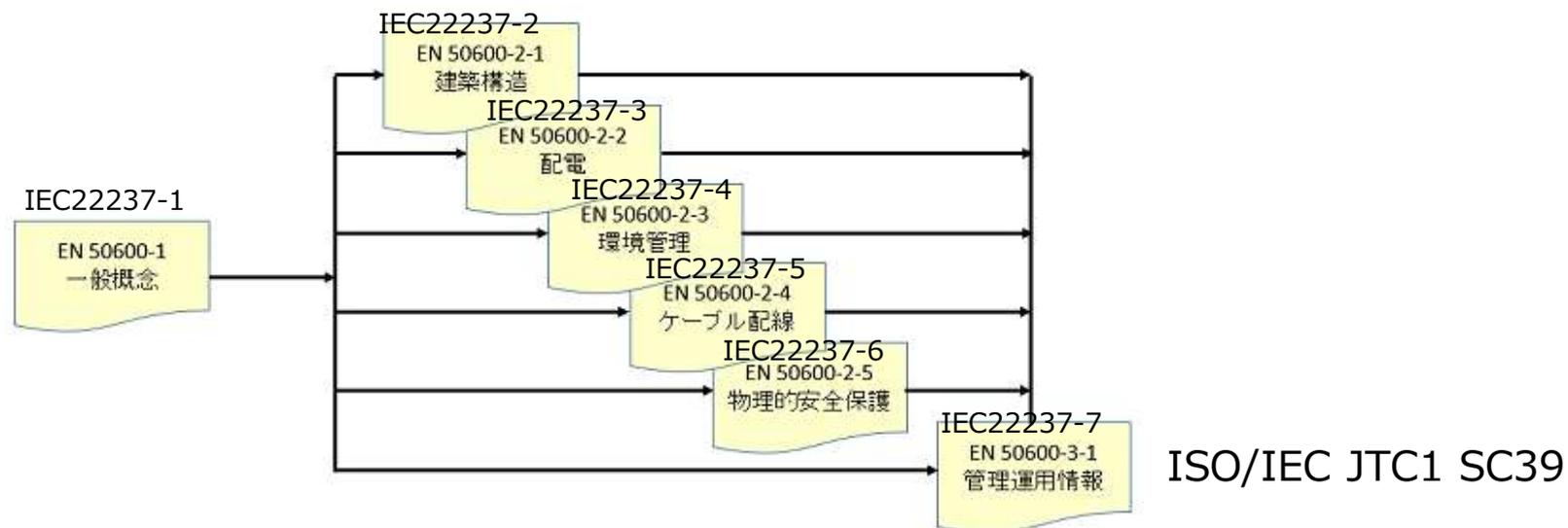
JEITA ETR-3001	Class 1	Class 2	Class R
温度範囲	10-35°CDB	10-40°CDB 35-40°CDB 年間 10%以内	18-27°CDB
年間平均温度	25°CDB 以下		規定無
温度変化率	10°C/h 以下		
湿度範囲	20-80%RH, 24°CDB 以下		20-60%RH, 15°CDB 以下
年間平均湿度	50%RH 以下 (25°CDB 時)		規定無
併せて対応する条件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 静電気放電を抑制する対策 (6.1 項) ・ 空気に含まれる塵埃及び腐食性ガス条件 (6.2 項) 		

注記 °CDB : 乾球温度 dry bulb temperature

°CDP : 露点温度 dew point temperature (附属書 A A.2 b))

%RH : 相対湿度 relative humidity (附属書 A A.2 c))

ISO/IEC22237-1~7(EN50600規格)



- EN50600-2-3 環境管理
 付属書A（規定） コンピュータールームにおける冷却空気の分配法

表A-1 Minimum free height of access floor

ルームサイズ	アクセスフロア高さ (キャビネット/ラック当り 熱負荷 5kW~10kW)
50 m ² to 500 m ²	500 mm to 700 mm
500 m ² to 1 000 m ²	800 mm
1 000 m ² to 2 000 m ²	1 000 mm
> 2 000 m ²	> 1 500 mm

サーバの風量はサーバメーカーでは非公開
数値解析、ラックファン、フロアのファンを設計するうえで想定する必要がある。

簡易計算の方法

風量=消費電力/1200 Δ T 1200J/Kg \cdot k at50 $^{\circ}$ C \cdots 空気の定圧比熱

例) サーバ 3600 \times 300W/(1200 \times 12 $^{\circ}$ C)=75m³/h

ラック30台(9KW)実装すると 75m³/h \times 30台=2250m³/h

*定圧比熱

圧力一定の条件下で単位量当たりの物質を単位温度変化させるのに必要な熱量

風量計算 補足説明

空気の密度と定圧比熱と温度と消費電力は以下の式となります。

必要風力F(m³/h)=Q(W)/ ρ (kg/m³) \cdot Cp(J/kg \cdot K) \cdot Δ t

右辺の単位を整理するとm³/hになります。1J=W \cdot s

データセンター(コンテナDC含む)の脱炭素・カーボンニュートラル

…エネルギー消費の最小化が求められている。DXに加えてGXの取り組み

PUE=1.1以下を目指す…現在国の要請は1.4以下で将来さらに低減を要望

空調機を用いない冷却が必要→冷やさないで熱を移送する。熱を外部に捨てる。

はたしてすべての熱を排出してよいのだろうか。とくに生成AI時代に爆熱化するサーバの冷却はどうするべきか。

高発熱時代の冷却システムのイノベーションと廃熱利用

★間接外気空調システムの活用

★水冷冷却…コールドプレート/DLC冷却

★液浸システムの活用 200kW～1MW級 1U/6kW10KWボード(2CPU.8GPU)冷却

★廃熱利用システムの推進…脱炭素・CO2ゼロの推進

★サーバそのものの負荷制御と高速応答AI型空調システム

★排熱利用として養殖と植物生産等への活用化

データセンターのサービス

・ホスティングサービス

レンタルサーバとも呼ぶ。個人やSOHO向けにインターネットサービスプロバイダが行っている。ホームページが行っているサービスはこのホスティングに当たる。

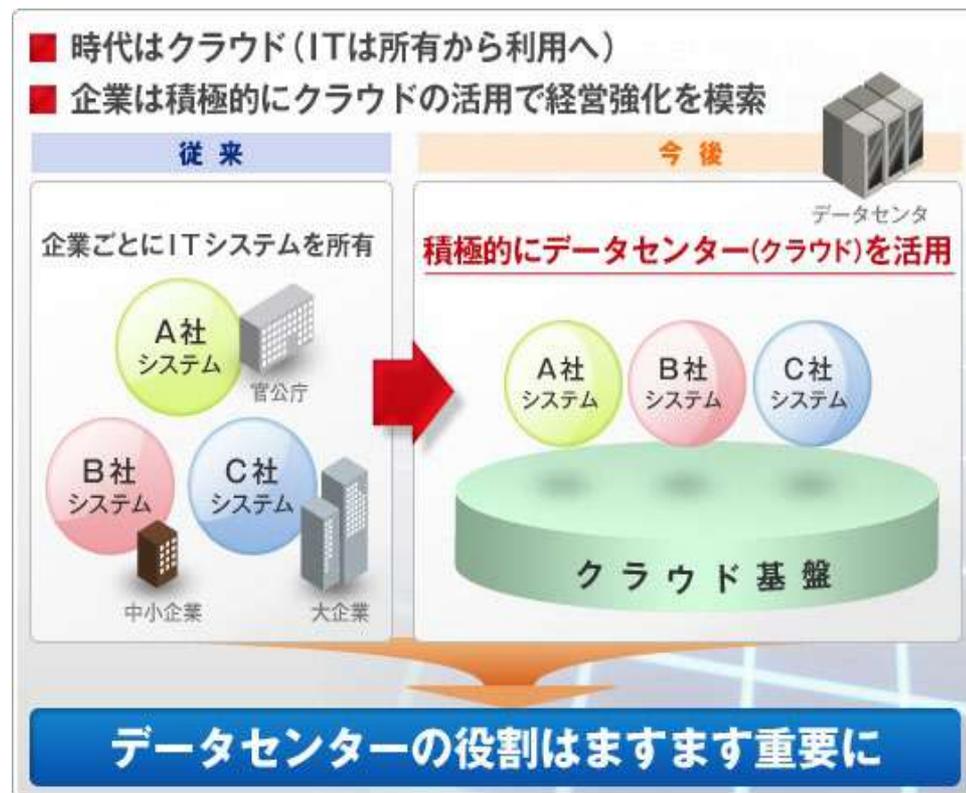
・ハウジングサービス

顧客がサーバなどの機材を用意してサービス事業者に預ける。サービス事業者が提供するのサーバを置くスペースや、バックホーン回線である。

クラウド・コンピューティングとは、ネットワーク上に無数に存在するサーバが提供するサービスを、物理的なサーバの存在を意識することなく、「サービス」として利用できるというコンピューティング形態を表す言葉。

データ、ソフトウェア、サーバの所在を意識しないインターネットの向こう側の雲のような存在。

・・・クラウド 代表的な存在がGAFAM

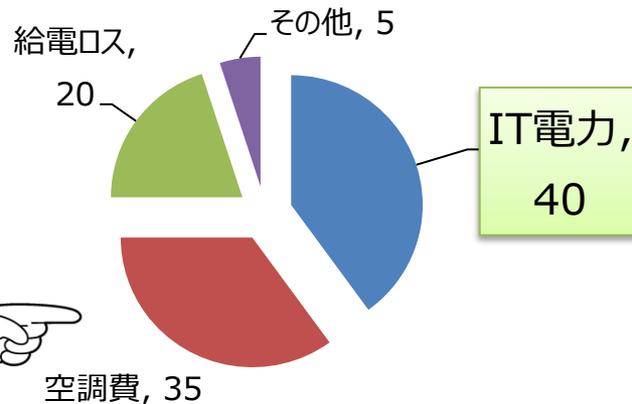


クラウド上に突然現れた怪物・・・生成AI DX・GXへの期待

データセンターの消費電力で最大の電力消費はIT機器である。
データセンターの脱炭素はトータルで考える必要がある。

標準的DC電力消費分布

空調の省エネ
コンテインメント形成
水冷の活用
液浸の活用
ドライクーラの活用



IT機器の省エネ

空調の省エネ

IT機器の省エネ
データセンターの利用
クラウドの活用
仮想化による物理サーバの削減からマイクロビス化 **Kubernetes**
サーバの低消費化、チップの低消費化

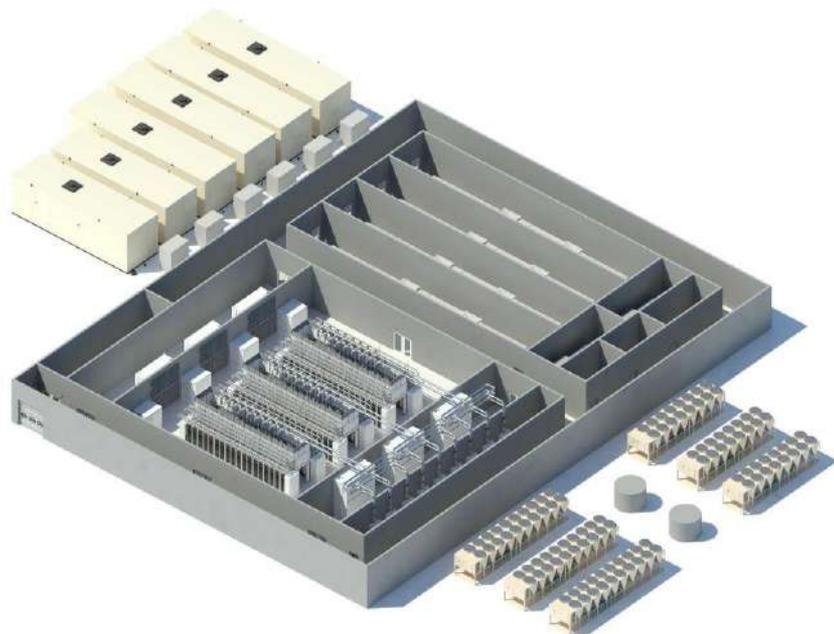
Kubernetesによるリソースの共有へ、そして分散化マイクロサービスへ

アプリケーションとそのアプリケーションを実行するために必要なライブラリをまとめてパッケージ化し、アプリケーションの独立した環境を提供する技術。パッケージにすることでアプリケーションの可搬性が高まり、新規開発はもとより、既存環境へのデプロイや運用時のメンテナンス操作が柔軟になる。

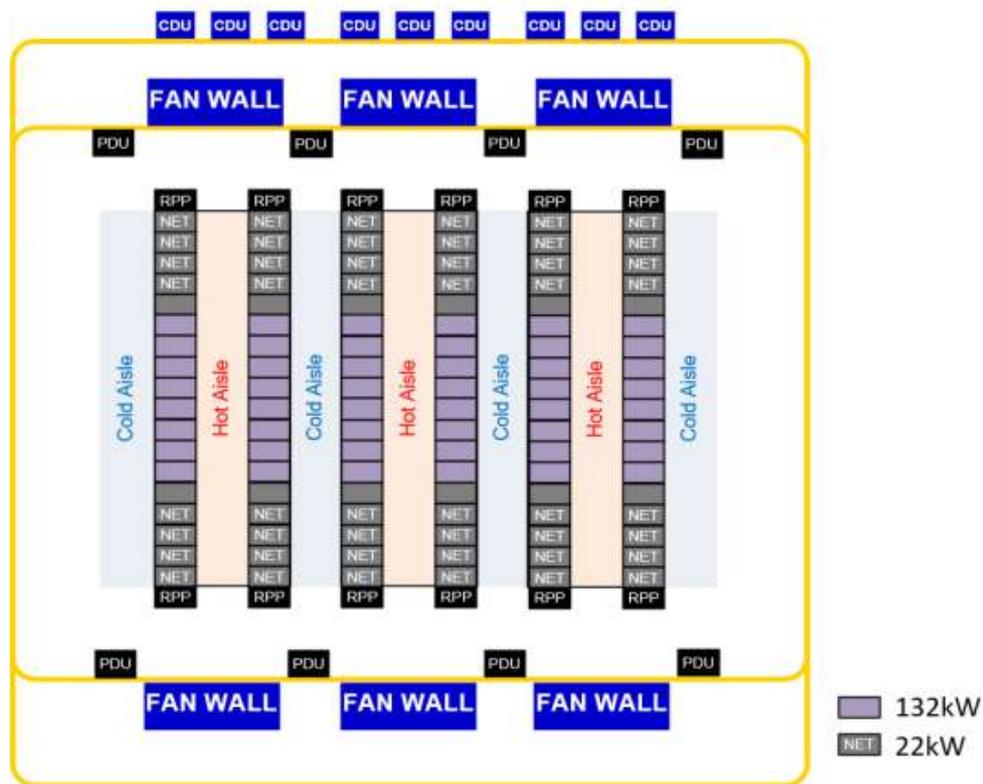
コンピューティング環境はマイクロサービス(コンテナアプリケーション)環境へ



3.最近のデータセンター空調システム



IT Room Layout



環境に配慮したエコノマイザモデルで低コスト・持続可能な運営

InRow空調の中で最小のカーボンフットプリントを実現

Uniflair™ DX InRow エコノマイザモデル

データセンター、サーバールーム向けエコノマイザ搭載フリークーリング機能付局所冷却

InRow DX エコノマイザモデルは、持続可能な運営が要求されるグリーンデータセンターにおけるエネルギー効率の改善とカーボンフットプリントの低減に最適な最新の局所冷却ソリューションです。また、コンパクト性と省エネ性に優れた設計により、高密度化が進む次世代のデータセンターにとって汎用性が高く、高効率な冷却を実現します。

- 消費電力約30%削減**
年間消費電力の大幅削減※ 水冷InRowと比較
- スペース増なしでデュアルコイル実現**
既設の≒30kWモデルと同じ300mmワイド
- チャラレスで利用可能**
水冷サーバーの補助空調に最適
- 自動で最適な運転モードを選択**
外気温度を測定しながら自動で運転モードを切り替え



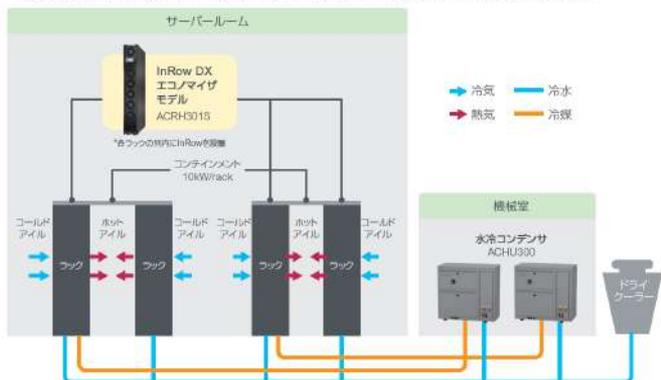
水配管と冷媒配管できる場合

InRow DXエコノマイザモデルと水冷コンデンサの構成イメージ ※ACHR301S+ACHU300

水冷サーバーの空冷部分の冷却をチャラレスで実現

ACRH301S内の冷水/冷媒コイルでサーバー排熱を取り除き、ACHU300への戻り冷媒もドライクーラーからの冷水で熱交換します。ドライクーラーからの冷却水を水冷サーバーとACRH301Sに送水することにより、冬場はフリークーリングで空冷部分を空めてサーバー冷却がチャラレスで可能。

外気温度が高い場合は冷却水を水冷コンデンサ(ACHU300)に送水し、冷媒システムで空冷部分の冷却をサポート。

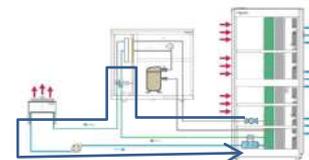


省エネを実現する自動運転モード選択

冷媒用蒸発器、エコノマイザ(フリークーリング用冷水コイル)を共に備えた高効率局所冷却ユニット。外気温度と冷水温度を測定しながら自動で最適な運転モードを選択します。本機能により年間30%の電力消費量を削減します。(当社InRow比)

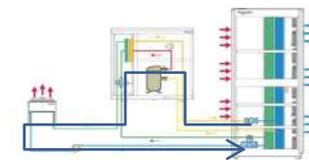
100%フリークーリング

外気温度が冷水戻り温度よりも十分に低い場合、フリークーリング運転を行います。



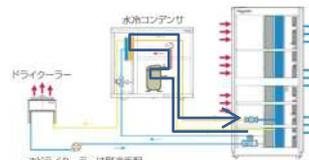
ハイブリッド運転、一部フリークーリング

外気温度が冷水戻り温度よりも十分に低い場合、フリークーリング運転を行います。吹き出し温度が設定温度に到達しない場合、設定温度になるように圧縮機を運転してアシストを行います。



圧縮機運転(DXモード)

外気温度が高く、ドライクーラーから十分に低い温度の冷却水が供給できない時は水冷コンデンサと冷媒コイルのみで運転します。3万弁制御により水冷コンデンサに冷却水を送り、DXモードでの運転を行います。



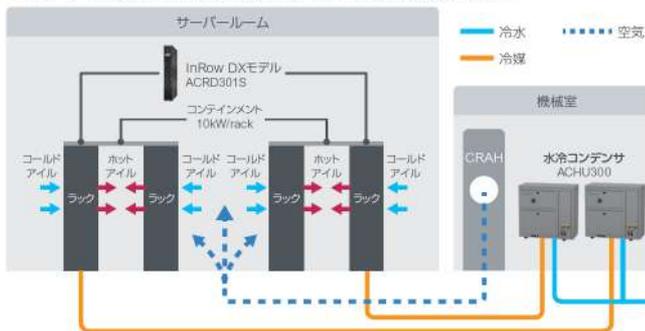
冷媒配管しかできない場合

その他構成イメージ (空冷InRowと水冷コンデンサ ※ACRD301S+ACHU300)

サーバールーム内に水を入れずにIT負荷増に対応可能
→水冷ルームクーリング(併: CRAH+チャラ)環境から低コストで局所冷却可能

サーバールームに入るのは冷媒配管のみ。

ドライクーラーからの冷水は機械室のACHU300までしか行かず、そこで冷媒と熱交換を行います。



4.生成AI時代の給電システム Buswayシステム スターライン

● Starlineバスウェイ施工イメージ データセンター



主な構成部材



※実際のデータセンターの写真ではありません。
データセンターは数少ないStarlineバスウェイの床下施工例です。
弱電用のケーブルラダーなどとの干渉を避けるために床下にバスウェイを施工しています。

某データセンター

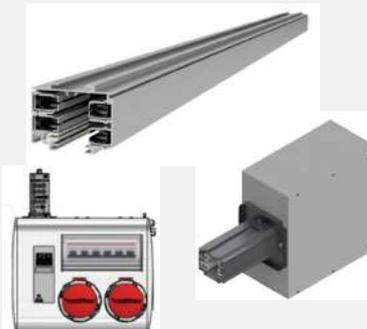


社会的インフラ機能を担う携帯電話の通信拠点であると同時に、多くの従業員が働くオフィスとしての役割を持つデータセンター。

●第57期 Starlineバスウェイ 施工例（データセンター）



主な構成部材



データセンター

電気通信事業者によって運用されるデータセンター。



電力容量

IT負荷45MWの2系統受電



コネクティビティ

キャリア接続可能なキャリアニュートラル



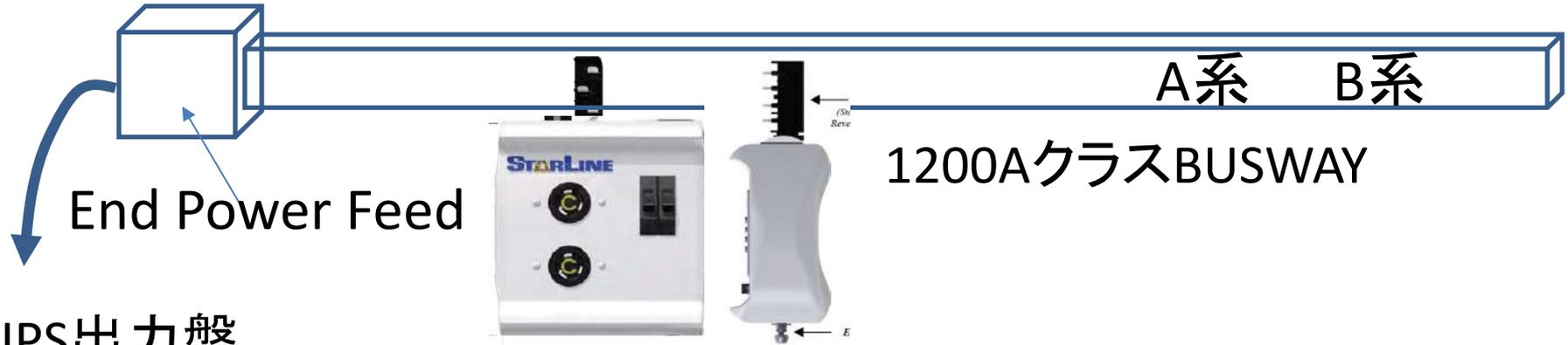
セキュリティ

IDカード、生体認証システム、および監視カメラ



水冷空調システム

N+1構成の水冷空調システム



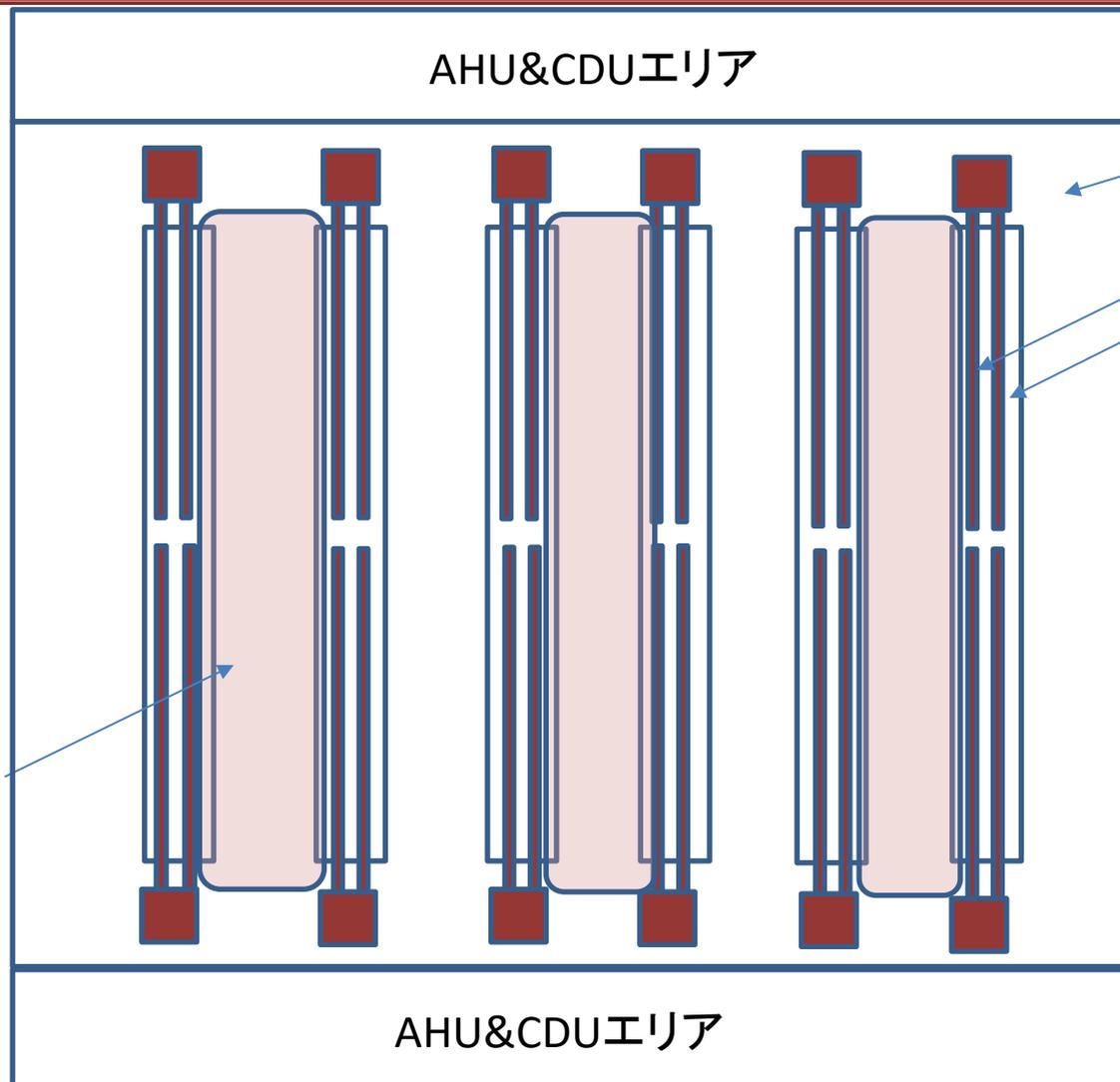
UPS出力盤
3φ4W400V
またはDC480V×2
(低圧電気区分)



OCP V3+
3φ4W400V
400V×1200A/15ラックなら
32KWまで可能 10ラックなら48KWまで可能
DCなら
DC480V×2本通せば1200A/15ラックなら
77KWが可能
不足する場合は10ラックを両方から給電して
115KWが可能

OCP V3+

生成AI時代のBusWayは？ ラック列内分割案

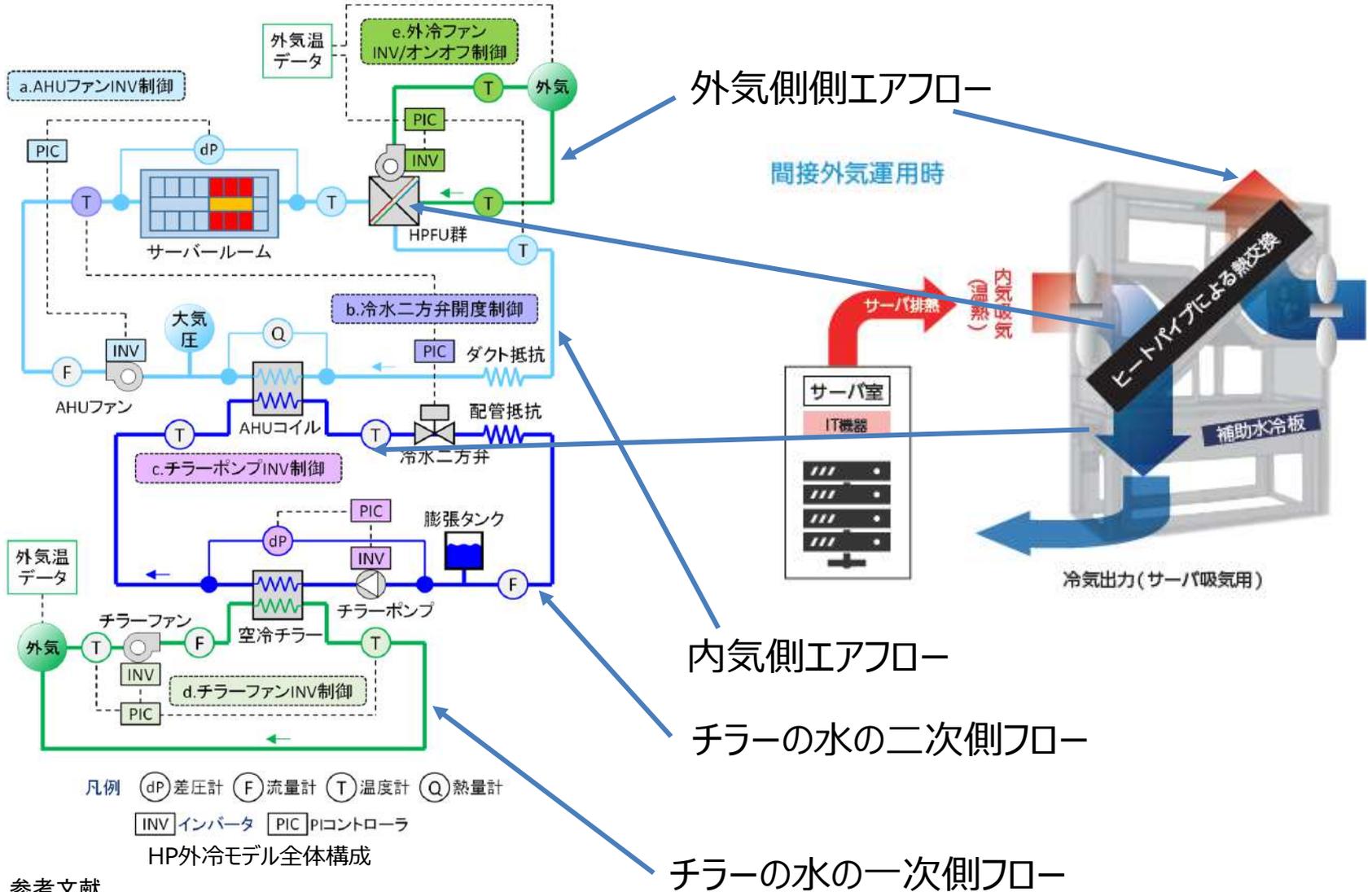


ラック列10ラック
每両側給電
400V1200A
48KW/ラック
不足する場合は
5ラック単位で
給電とし、
96KWが可能

ホットアイル
コンテインメント

ラック列 20ラック
6列

5. データセンターの空調システムの省エネ化



参考文献

データセンター空調システムの高効率化に関する研究 (第2報) ヒートパイプ利用間接外気冷房のシミュレーション検討
 新日本空調 (株) 中村元ら, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2023), 第3 巻, pp.49-52

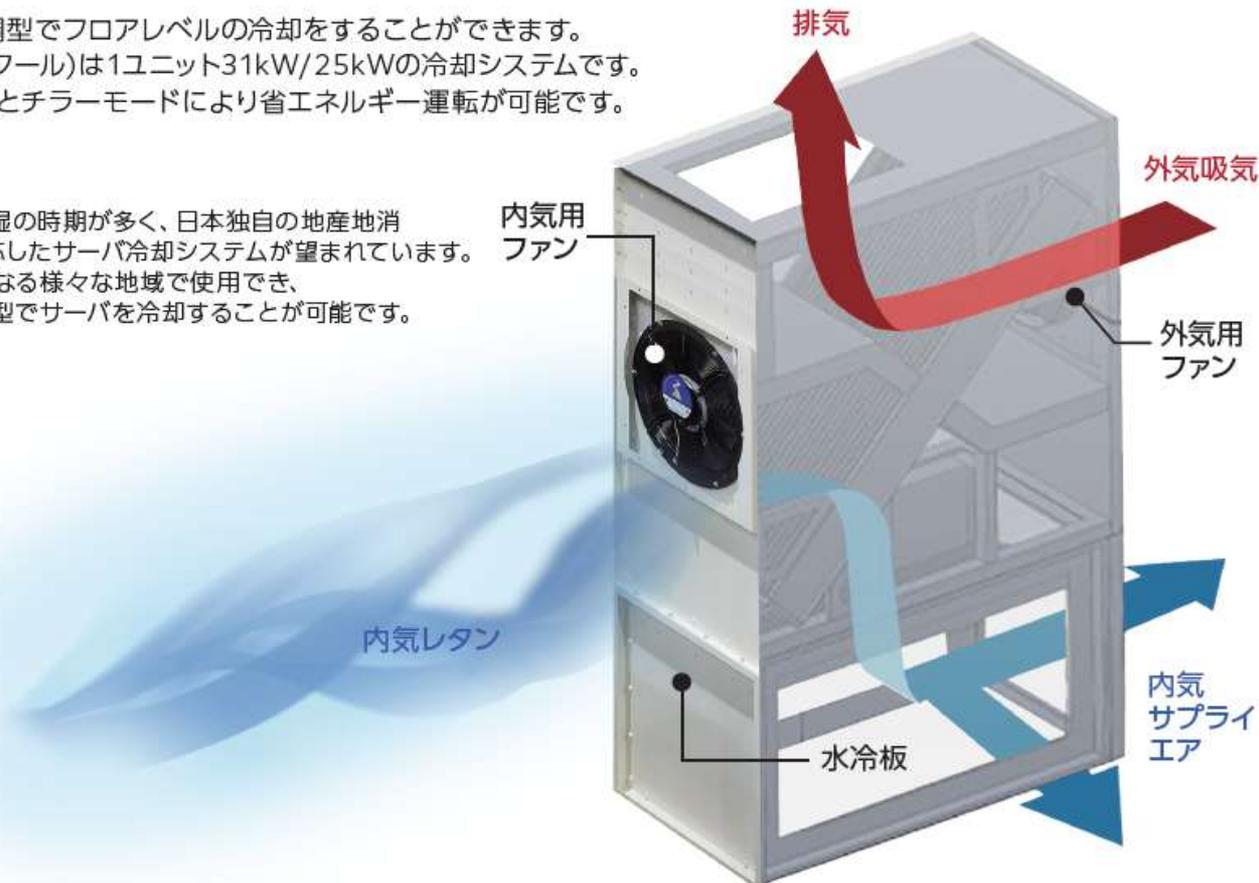
ヒートパイプ熱交換機 楽COOL 31K / 25K / 8K /4K

間接外気空調型でフロアレベルの冷却が可能 ドライモードとチラーモードによる省エネルギー運転

間接外気空調型でフロアレベルの冷却をすることができます。
楽COOL(ラクール)は1ユニット31kW/25kWの冷却システムです。
ドライモードとチラーモードにより省エネルギー運転が可能です。

CONCEPT

日本は高温多湿の時期が多く、日本独自の地産地消システムに対応したサーバ冷却システムが望まれています。
気象条件の異なる様々な地域で使用でき、
間接外気空調型でサーバを冷却することが可能です。

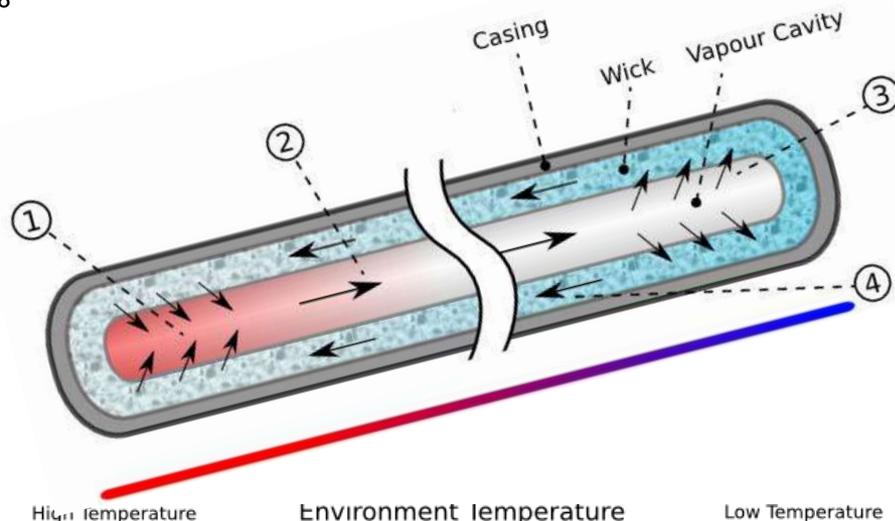


ヒートパイプの原理

ヒートパイプは主として銅パイプを用いて、内部に毛細管原理が働くようにしたウイックと呼ばれる溝がついたパイプとなっている。その中に真空にして作動液を入れることにより、作動液に熱を加えると容易に気化して上部に上昇する。上部に到達するとそこに冷気が当たるとまた容易に凝縮して液体に戻りウイックを通して下部に至る。それを繰り返すことにより、熱移送を行うことができる。

普通の銅と比較すると約1000倍の熱移送能力がある。

ノートパソコンのほとんどはヒートパイプを用いて外装ケース直近まで熱移送し、ファンにて冷却している。最近ではウイックと呼ばれるグループではなく焼結金属を使用してトップヒートでも作動できる優れたものも使われている。



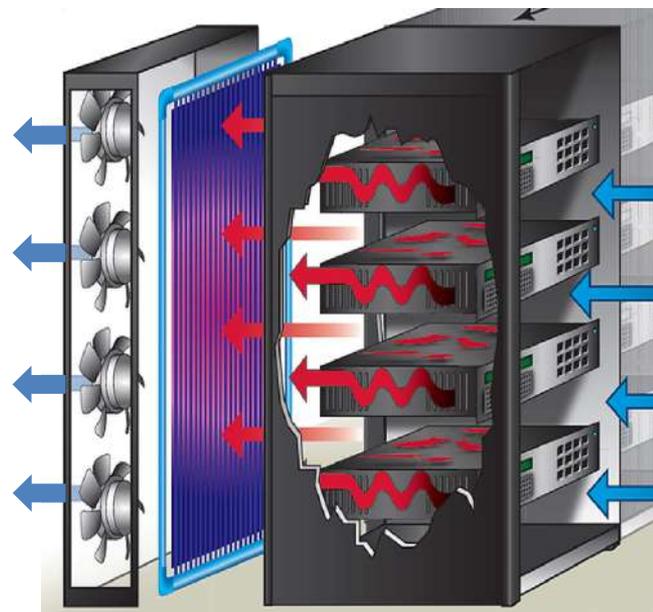
作動液は使用環境により様々なものを使用される。水が性能としては良いが低温での使用の場合はR1233を用いる。宇宙空間等で使用されているのはアンモニアが用いられている。

Heat pipe thermal cycle

- 1) Working fluid evaporates to vapour absorbing thermal energy.
- 2) Vapour migrates along cavity to lower temperature end.
- 3) Vapour condenses back to fluid and is absorbed by the wick, releasing thermal energy
- 4) Working fluid flows back to higher temperature end.

6. 高発熱時代(HPC)のラックリアドア空調 15kW/ラック～50kW

リアドア冷却



Rear Door Cooler



Rack裏扉と交換した冷却用熱交換器でサーバ排気熱を吸収。高温になるのはサーバ排気口からリアドア熱交換器までの数十cmのみ。ラック外部には熱が一切出ない。冷却は水を使用し、一般的にはリアドアの下部にフレキシブル配管を行う。当然リアドアの開閉は自由である。リアドアを開けメンテ中は1ラック分の熱が室内放出するが、その分は他のリアドアが吸収するので影響は少ない。30-75kw/Rackが市販されている。

引用先 : http://www.chilleddoor.com/files/uploads/2016/10/MOT_chilledDoorHR_11-2016_REVnoflap.pdf



リアドアクーラーモデル（新製品）

一般仕様

高さ	42U / 47U (2000 / 2200)
幅	600mm / 800mm
奥行き	250mm
重量	200 kg
液体容量	最大12 リットル
入力電圧	195~277V AC (50/60Hz)

ファン

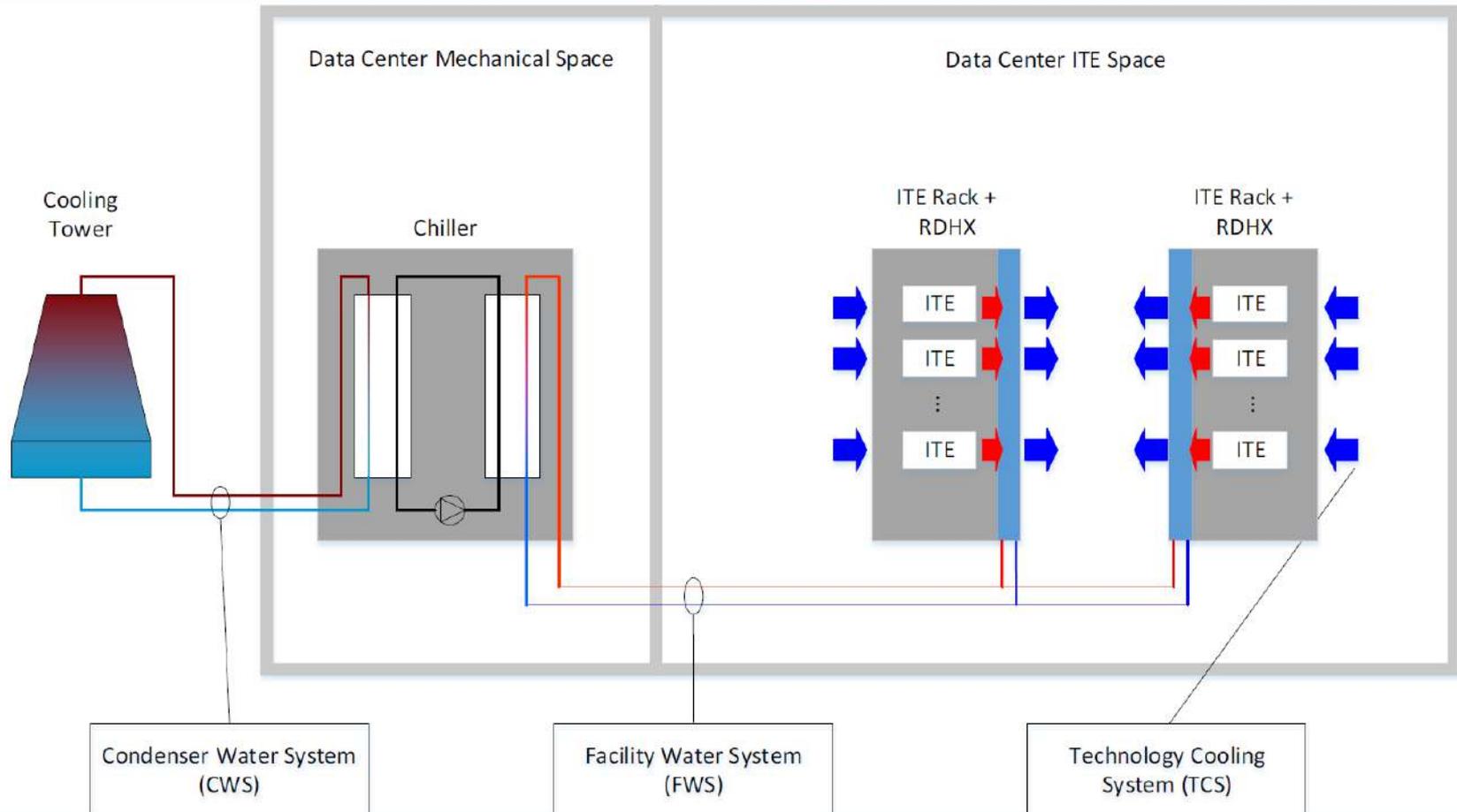
軸流ブラシレスファン	12台
電力	最大1500W
風量 (100%)	12000 m ³ /hr

冷却能力

最大容量 (室内22から24°C)	85kW
流量	6.0m ³ /hr
圧力降下	100 kPA
供給水温	14°C



リアドアクーラー構成 – Data Center Topology

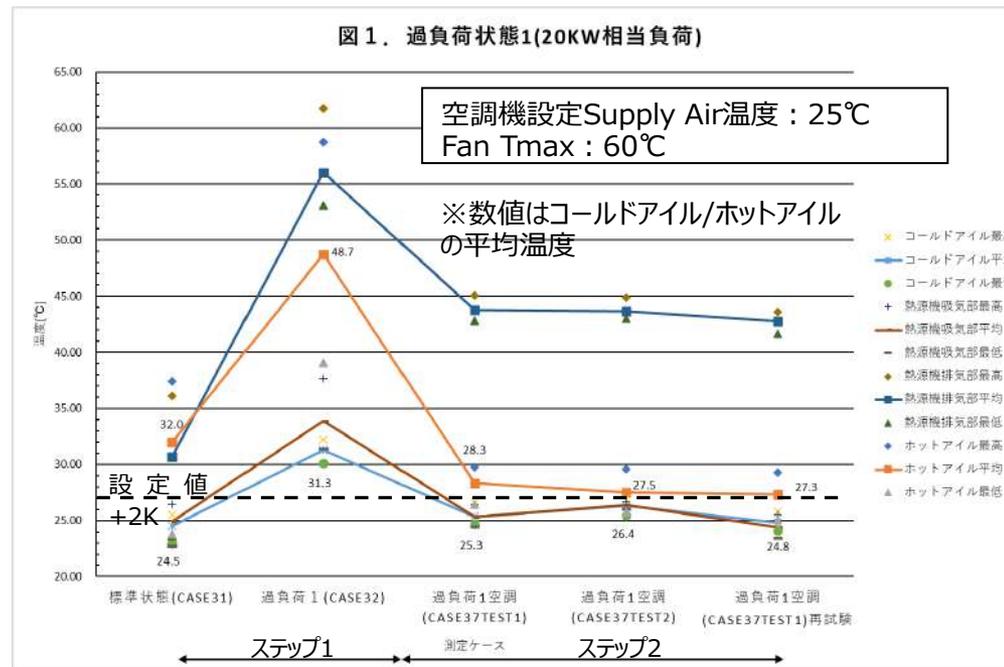


評価結果

ラック当たり5kWのデータセンターフロアにおいて、高発熱ラックを設置したい場合、リアドア空調を設置すると30kWから50kWの熱負荷をかけることが可能となる。図1はリアドア空調を稼働させることで5kWのデータセンターフロアの定常状態にすることができる。実際の実証試験データです。

リアドア空調はリアドアに水を循環させることで熱移送できる。リアドアに熱交換器とファンが実装されている。ファンは冗長構成を持っている。また隣のラックのリアドアが故障した場合は両側のリアドアでカバーできるようになっている。

注意事項) 20kW/ラックを多数設置した場合、熱は十分に熱移送ができるが、ホットアイルの風量が増加する。フロア全体の風量処理能力があるかを実力負荷で考慮する必要がある。リアドア空調のみで構成するフロアの場合は、コンテインメントは不要ですべてコールドアイルとすることが可能である。



パッシブモデルーリアドアクーラー

統合された水冷熱交換器を備えたリアドアクーラー



- ・ファンレスリユースーション、ノイズなし、過剰の電力消費なし、低メンテナンス
- ・オプションの水制御セットにより、実際の熱負荷に応じて水流を調整
- ・取付け用フレームにより、熱交換器と分離されサーバーラックの外出しが可能（配管水管理）
- ・キャビネットの後部の扉は、配線と配管のために完全に利用可能
- ・nVentキャビネットおよび他のメーカーのキャビネット用の取付けキットに簡単に適合
- ・ModbusTCPおよびSNMPV2cインターフェース
- ・幅600mmおよび800mm、高さ42 U、47 U、52Uで利用可能

製品内容（工場出荷時に配線および試験済）

アイテム	数量	内容
1	1	取付けフレーム、St. 2 mm、RAL 7021; 統合されたドレン用トレイ付き、VA、2 mm、粉体塗装RAL 7021; 調整用の取付けられ、ドレン水排出用のステンレス鋼接続部品VA 1.4571 (ステンレス鋼)、Variator、Profileフレーム、St. 2 mm、粉体塗装RAL 7021、取付け用ブラケット、配材および取付け手順書を含む
2	1	ドアの熱交換器、St. 1.5 mm、粉体塗装RAL 7021、背面に穴あり、取付け最適化された穴あり、3 x 180° ヒンジ、1点ロック、オプションのDNVプロファイルハーフィッシュンダー用レバーハンドル; 熱交換器接続高圧ネジG1/4"、ホース付き一体型パントバルブ
3	1	ユーザーマニュアルはダウンロードして見ることができます

注意

- ・トラブルのない操作のために、水接続セットとオプションのアクセサリを使用することを推奨します

1. 取付けフレーム
2. コントロールユニット（オプション）
3. 熱交換器
4. 水接続カバー
5. 入水口
6. 出水口
7. ディスプレイの取付け位置（オプション）
8. ウォーターホース
9. アクチュエータ付きコントロールバルブ（オプション）

パッシブモデルーリアドアクーラー

統合された水冷熱交換器を備えたリアドアクーラー



オーダー情報

高さ U	高さ mm	幅 mm	奥行 mm	重量 kg	品番
42	2000	600	111	1	21130-800
42	2000	800	111	1	21130-801
47	2200	600	111	1	21130-802
47	2200	800	111	1	21130-803
52	2450	600	111	1	21130-804
52	2450	800	111	1	21130-805

アクセサリ

水接続セット:
2xステンレス鋼コルゲートホース2.4m、おしじめ防止接続G 1/4インチネジフラットシーリング（空気水熱交換器）、ユニオンナット1G 1/4インチネジフラットシーリング（ダブルボトムまたはアダプターコントロールバルブ）、銅線・銅フォームFEF（フレキシブルエラストマーフォーム）、ホースフリース、組み立て手順書、1式

21130-593

サーボモーター付きコントロールバルブ
アクチュエータ24VDC、最大水圧16 bar、2方向バルブ、RP 1" 雄ネジ、2xアダプターフィッティング Rp1インチ〜G1/4" インチ、組み立て手順書、1式

21130-607

コントロールユニットのディスプレイ
132 x 64ピクセルディスプレイと6つのボタン、表示領域の寸法: 72 x 36 mm; コントロールユニットを介した電源; 対応言語英語、ドイツ語、フランス語; 組み立て説明書、1式

21130-599

水制御パッケージ（流量、圧力、温度センサー）
1 x 流量および温度センサーが測定セクションに取付、ステンレス鋼製造物、水道に設置するための、測定経路に取り付けられた1 x 水圧および温度センサー、ステンレス鋼製造物; コントロールユニットへの2x接続ケーブル、水接続セット21130-593およびコントロールバルブ21130-607での取付けに適合したフラットガasketおよびアダプターソケット、組立説明書、1式

21130-608

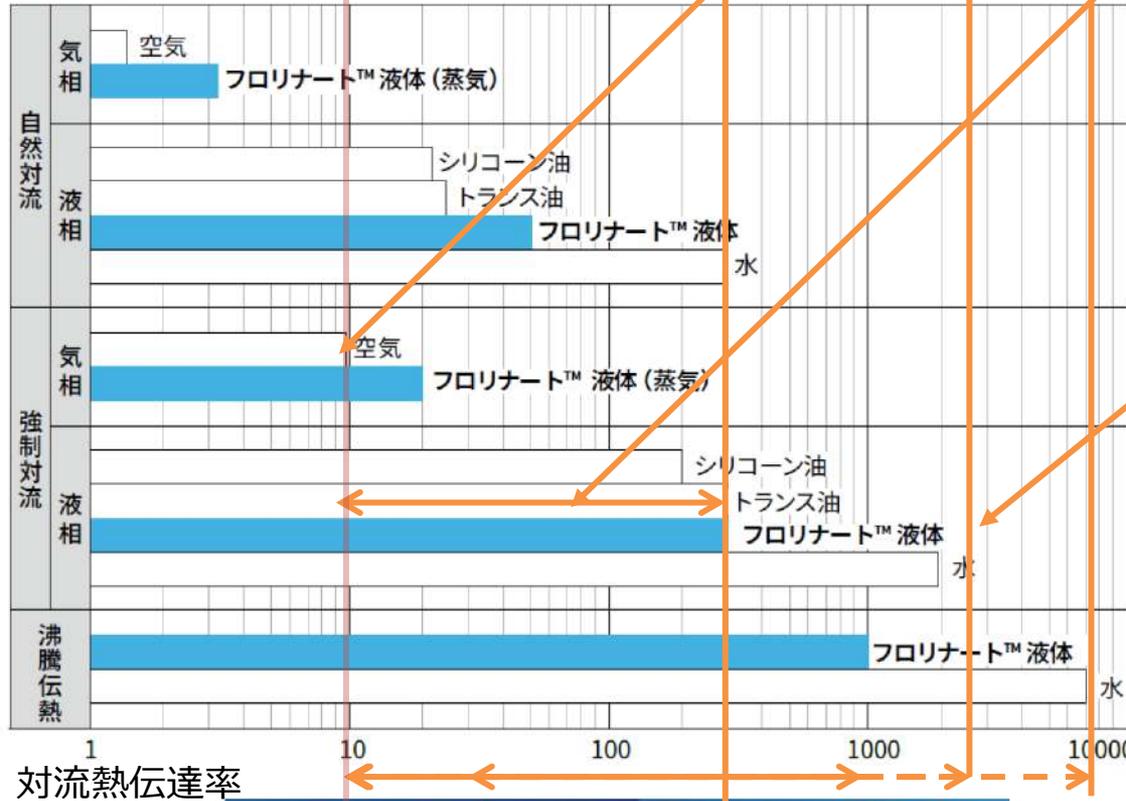
コントロール
1xコントロールユニット-AI2n1.5 mm、フードSt 1.0 mm RAL7021;
階レベルの管理システムまたは直接WebGUIアクセスに統合するための1x RJ45ソケット、SNMPおよびModbusインターフェース。
1x 電源接続85 ... 260 VAC;
1x 電源ケーブルIECC14からSQHUK0;
1x 組み立て説明書、1式

21130-594

7.冷却システムの分類

各種の冷媒による熱伝達係数

熱伝達係数比



一般的な強制対流空調
いわゆる空冷

DLC/1phase液浸(油浸)
の場合は約300程度

冷媒による二相沸騰冷却
大体2000~3000

将来水で冷却できると
約8000が可能

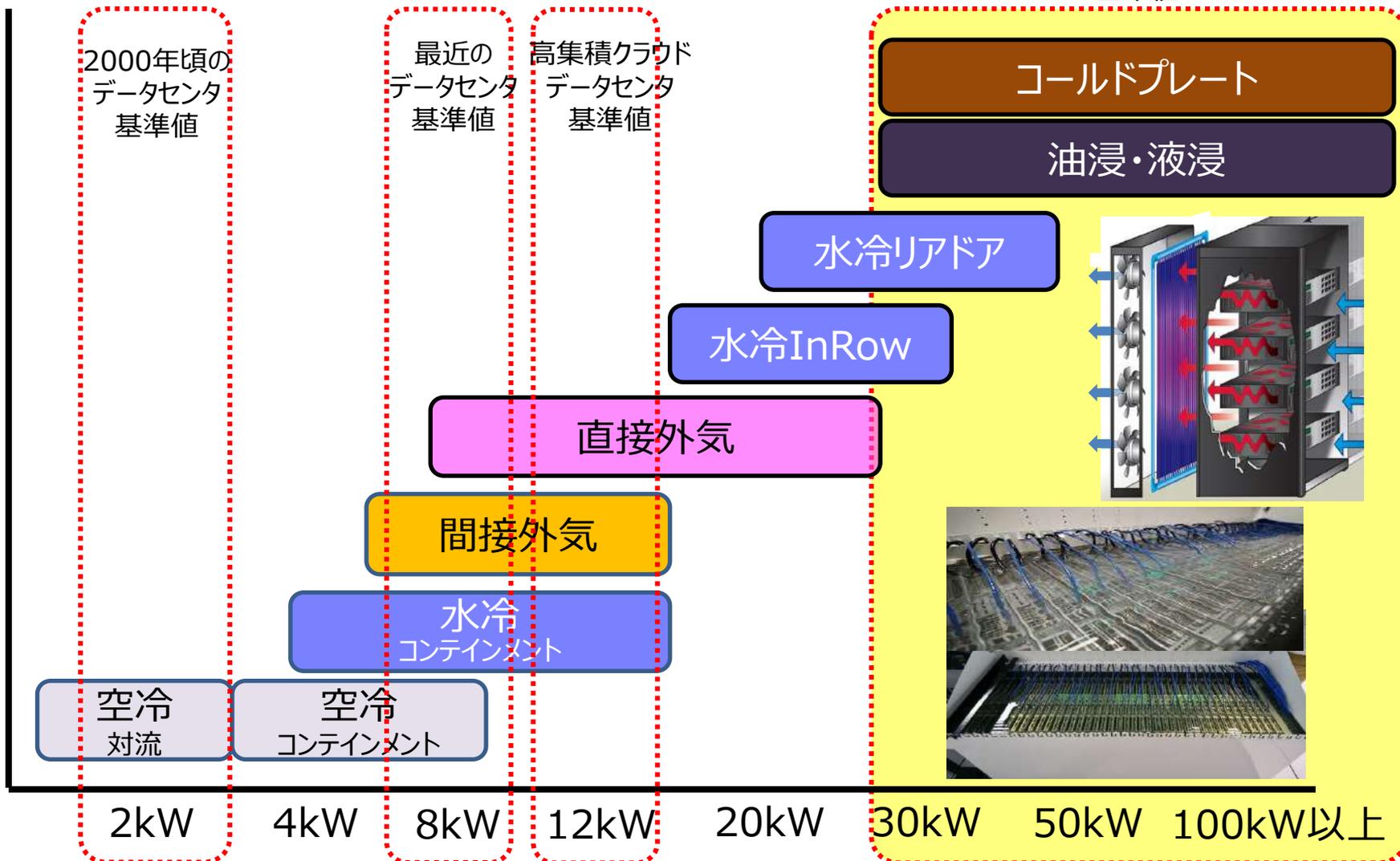
3Mカタログ 3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体 による

本図は基本的には伝熱工学資料の
対流熱伝達率内容と同じである。

ラック電力の推移と冷却方式

19インチラックは幅60cm、高2m-42Uの形状

HPC用
データセンタ
基準値



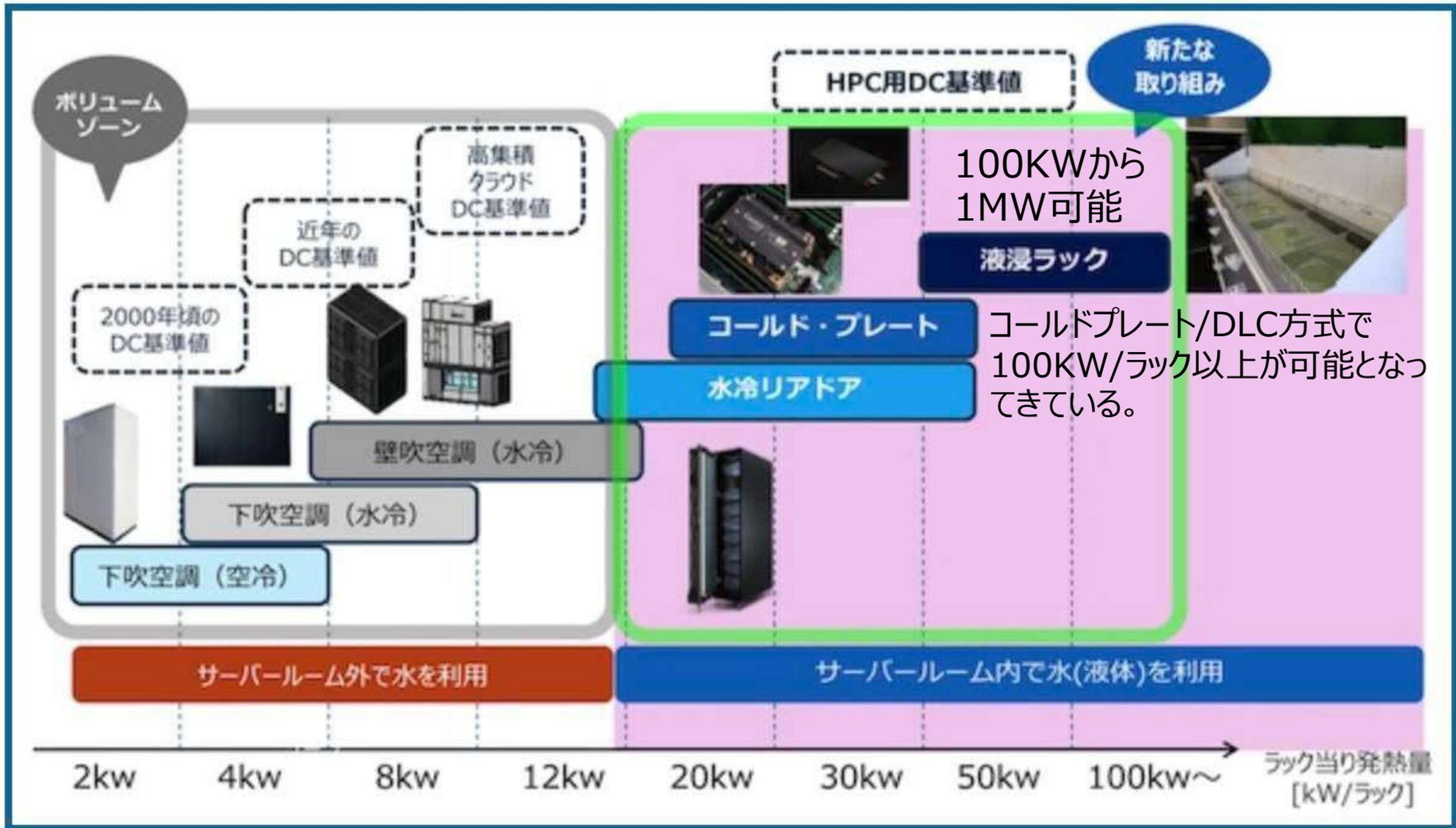
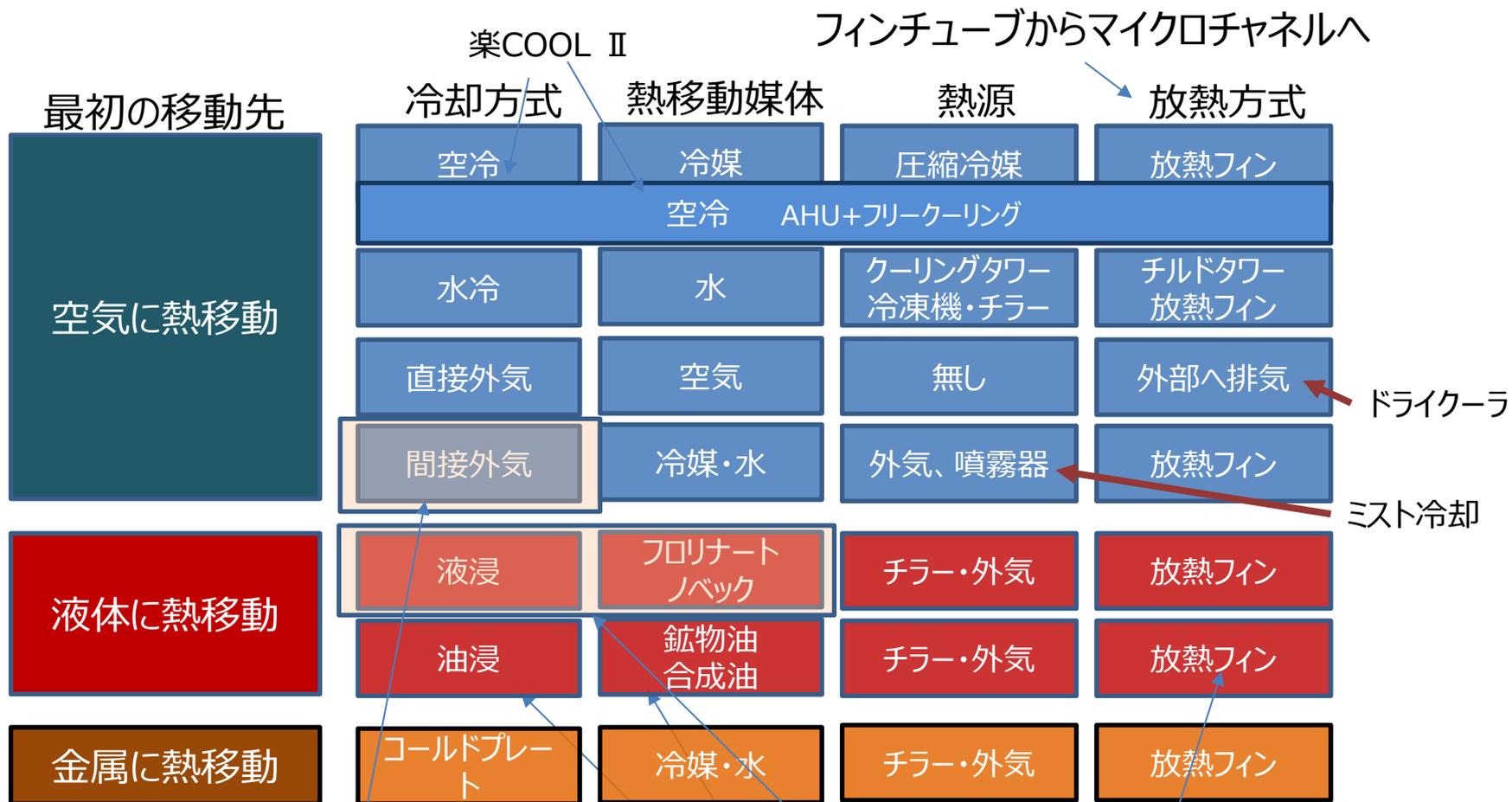


図4. 今後の高発熱対応冷却方式 出典：日本データセンター協会



省エネヒートパイプ式間接外気空調 楽COOL

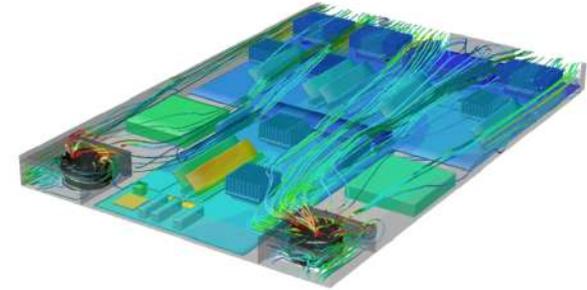
ロータス沸騰冷却プレート

2Phase沸騰液浸冷却システム

1Phase油浸冷却システム

Comparison to other cooling methods

- Forced Air Cooling
 - Power **density** is constrained.
 - Energy **efficiency** degrades as density increases.
 - Infrastructure cost can be high.
- Direct Water Cooling
 - Hardware is costly and **complex**.
 - Efficiency constrained by single phase heat transfer and need to isolate the computer water from facility water.
- Single Phase Immersion
 - Density and efficiency constrained by inferior transport properties of all dielectric coolants.



The cost of developing, qualifying and manufacturing an air-cooled thermal management solution is substantial.

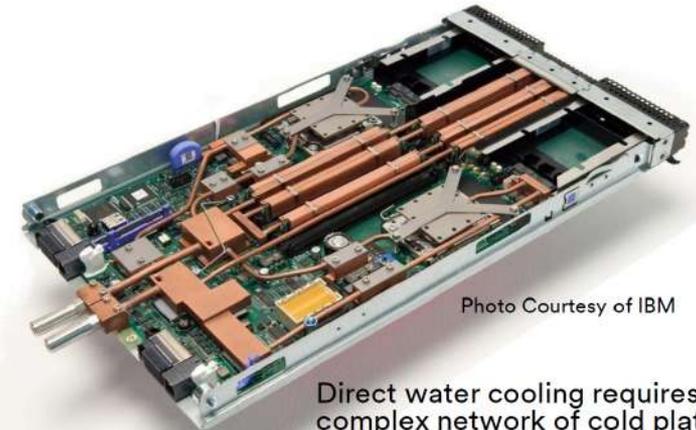
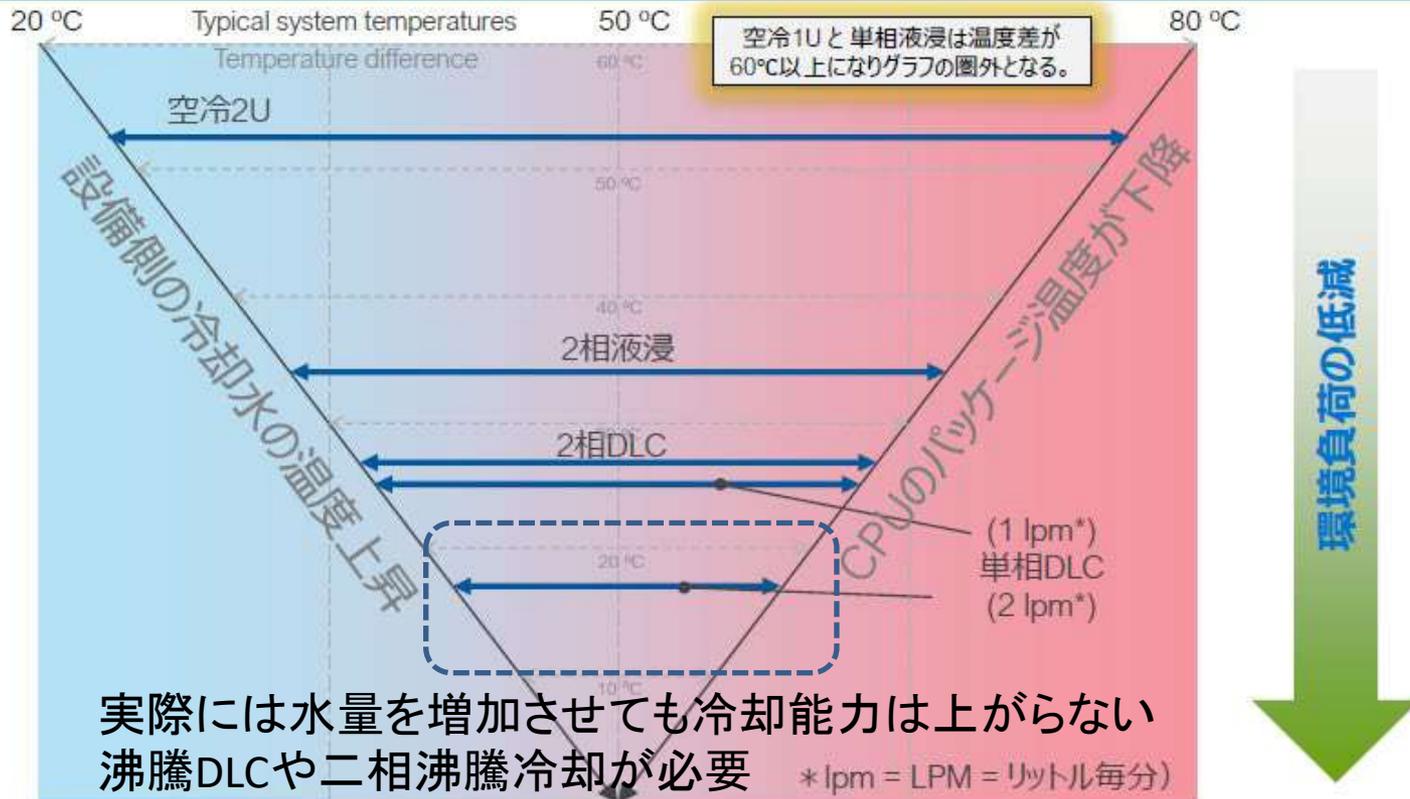


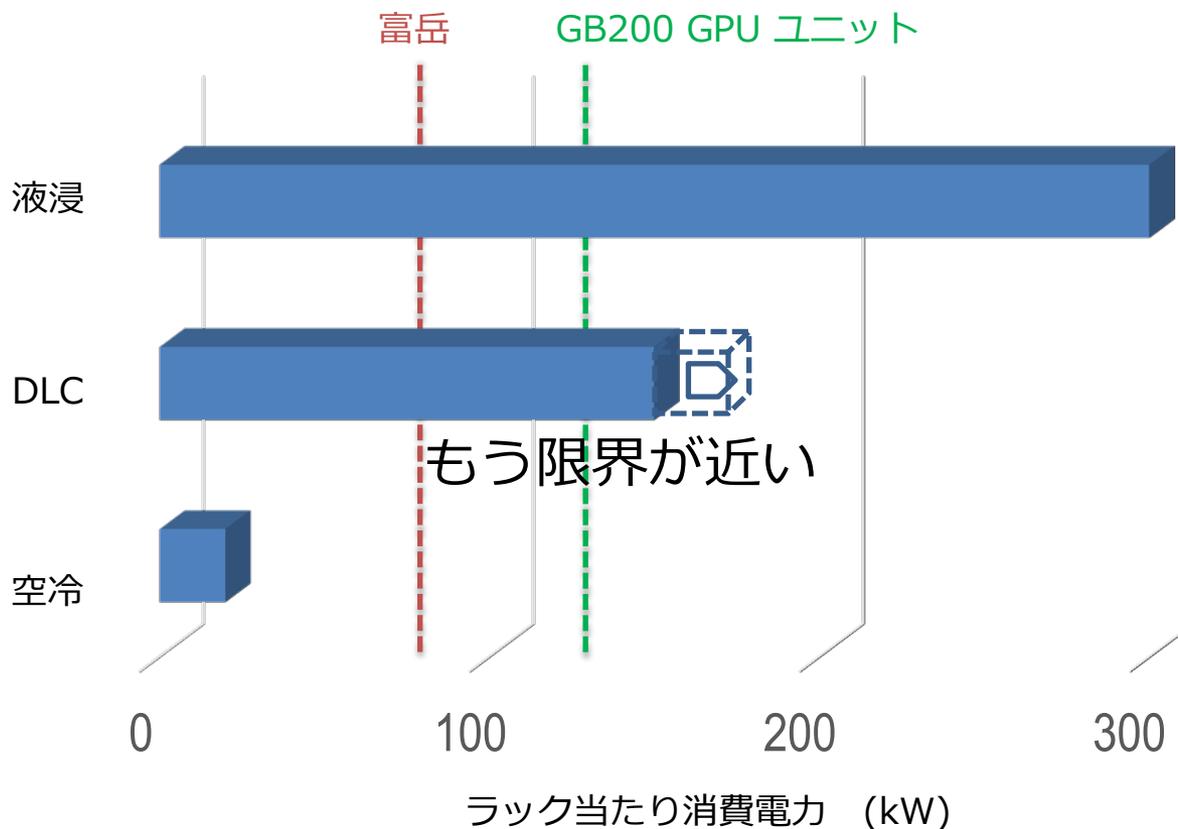
Photo Courtesy of IBM

Direct water cooling requires a complex network of cold plates, manifolds, quick disconnects fed by pumps with redundancy.

デル・テクノロジーズがコールドプレート方式を採用している理由 500W CPU x 2 搭載 2Uサーバーで32ラックを構成した場合の比較



最先端サーバの冷却はやはり液浸領域に入ってくると思いますが、DLC冷却の進展も期待できると思います。



8.熱力学の基礎

熱力学の基礎 熱伝導、熱伝達の基本的な計算や無次元数

参考文献

本ページは伝熱工学資料や電子機器の熱対策設計昭和56年発行
NDC 542.11 伊藤勤司、伊藤博友、国峰尚樹 (敬称略)日刊工業
新聞社発行を参照させていただいています。

熱力学はすでに確立された技術であるが、CPU発熱の増大に伴い、
様々な冷媒の開発、沸騰冷却促進プレートやDLC冷却システムが進
展してきている。また熱交換器もフィンチューブからマイクロチャネル
製品が登場して大変熱交換効率が上がってきています。基本の熱力
学をもとにより優れた冷却部材や冷却システムが登場していくと思
います。

データセンターの空調を考えると、物質内の熱伝導、物質間の熱伝達について計算することが必要となります。CFD解析等で大変便利になり定常状態も非定常状態も容易に計算して、把握することができ、また見える化も容易になりましたが、基礎的な伝熱計算は必要であり、CFD解析の正しい判断にも役に立つ、また今後必要となる液浸の冷却等にも冷媒材料の特性を判断するときに必要となります。

1. 熱の伝わり方

★ 熱は温度の高いところから、温度の低いところに向かって流れる。

★ 熱の流れ方には三つの形態がある。

(1)伝導 (2)対流 (3)放射

★ 伝熱量は

● 物質の種類による。・・・熱伝導の場合

● 流体の性質、流れの状態、物質の形態。・・・対流の場合

● 物体の温度、物体の表面状態。・・・放射の場合

2. 熱の量

電気と機械で表現が異なる。 1KW=800Kcal/hで表される。

3. 伝導

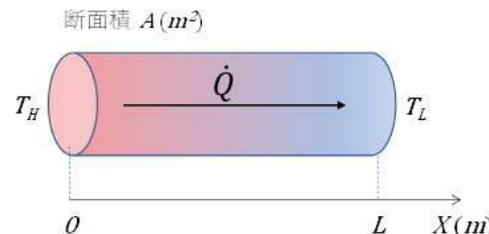
$Q = \lambda \cdot A \cdot (T_1 - T_2) / L$ ・・・フーリエの法則 (T1-T2)は ΔT でもよい。

Q:単位時間に伝わる熱量 Kcal/h λ :比例乗数 A:断面積 T1 高温側温度

T2低温側温度 L:棒の長さ

物質の熱伝導率 λ [W/m・K]

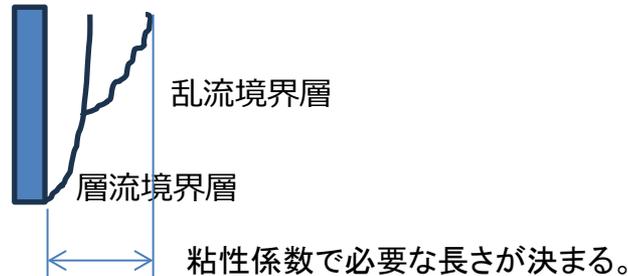
物質	温度 [°C]	熱伝導率
アルミニウム	0	236
鉄	0	83.5
銅	0	403
銀	0	428
コンクリート	0	1.6
ガラス	常温	0.55~0.75
塩ビ・樹脂	0	0.17
乾燥木材	18~25	0.15~0.25
水	10	0.582
氷	0	2.2
乾燥空気	0	0.0241
アルゴン	0	0.016



対流熱伝達

異なる物質間で熱が伝わる・・・熱伝達と呼ばれている。固体から液体や固体から気体
自然対流と強制対流がある。

自然も強制も流れの中にあると、層流と乱流が生じる。これは粘性係数で異なる。



対流熱伝達は

$Q = a \cdot A \cdot (T_1 - T_2)$ または $Q = a \cdot A \cdot \Delta t$ で表される。熱量は温度差と面積と比例常数で決まる。

Q: 単位時間に伝わる熱量 kcal/h A: 気体と固体の接触面積 m^2 T1 高温気体側温度
T2: 個体側表面温度 a: 比例乗数 $Kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$

a: 比例乗数のことを熱伝達率と呼ぶ。これは固体側の形状、大きさ、流体の性質、
流れの性質により異なる。

対流熱伝達

熱伝達による熱の移動は物体表面、とこれに接触している流体との間で行われるの
で単位面積、単位時間当たりの伝熱量qは物体の形状、大きさ、流体の性質、流
体の流動状態で変化する。熱伝達の現象を計算するには非常に複雑となる。このよ
うな場合に、無次元数が使われる。

無次元数・・・熱伝達を計算、把握するうえで無次元数を使うと大変有効である。

Nuヌセルト数・・・熱伝達率を無次元化したものである。

対流熱伝達によって、どのくらい熱が伝わりやすくなったかを表す無次元数としてヌセルト数があります。ヌセルト数は、熱伝達係数を h [W/(m²·K)]、代表長さを L [m]、流体の熱伝導率を λ [W/(m·K)] とすると、次の式で定義されます。

$$\text{ヌセルト数 } Nu [-] = \frac{\text{熱伝達係数 } h \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{K)]} \times \text{代表長さ } L \text{ [m]}}{\text{熱伝導率 } \lambda \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}}$$

Grグラスホフ数

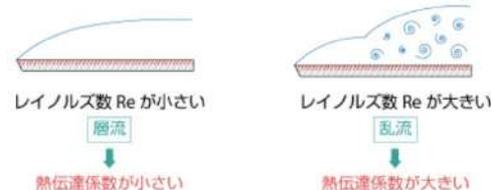
浮力によって引き起こされる流れが層流になるか乱流になるかは、浮力と粘性力の比から見積もることができそうです。この比を表したものが **グラスホフ数** と呼ばれる **無次元数** です。グラスホフ数 Gr は **重力加速度** を g [m/s²]、**流体の体膨張率** を β [1/K]、**固体表面と主流温度の温度差** を ΔT [K]、**代表長さ** を L [m]、**流体の動粘性係数** を ν [m²/s] を用いて、次の式で表されます。

$$Gr = \beta \cdot g \cdot \Delta T \cdot L^3 / \nu^2 \quad \beta: \text{流体の体膨張係数} \quad \nu: \text{流体の動粘性係数}$$

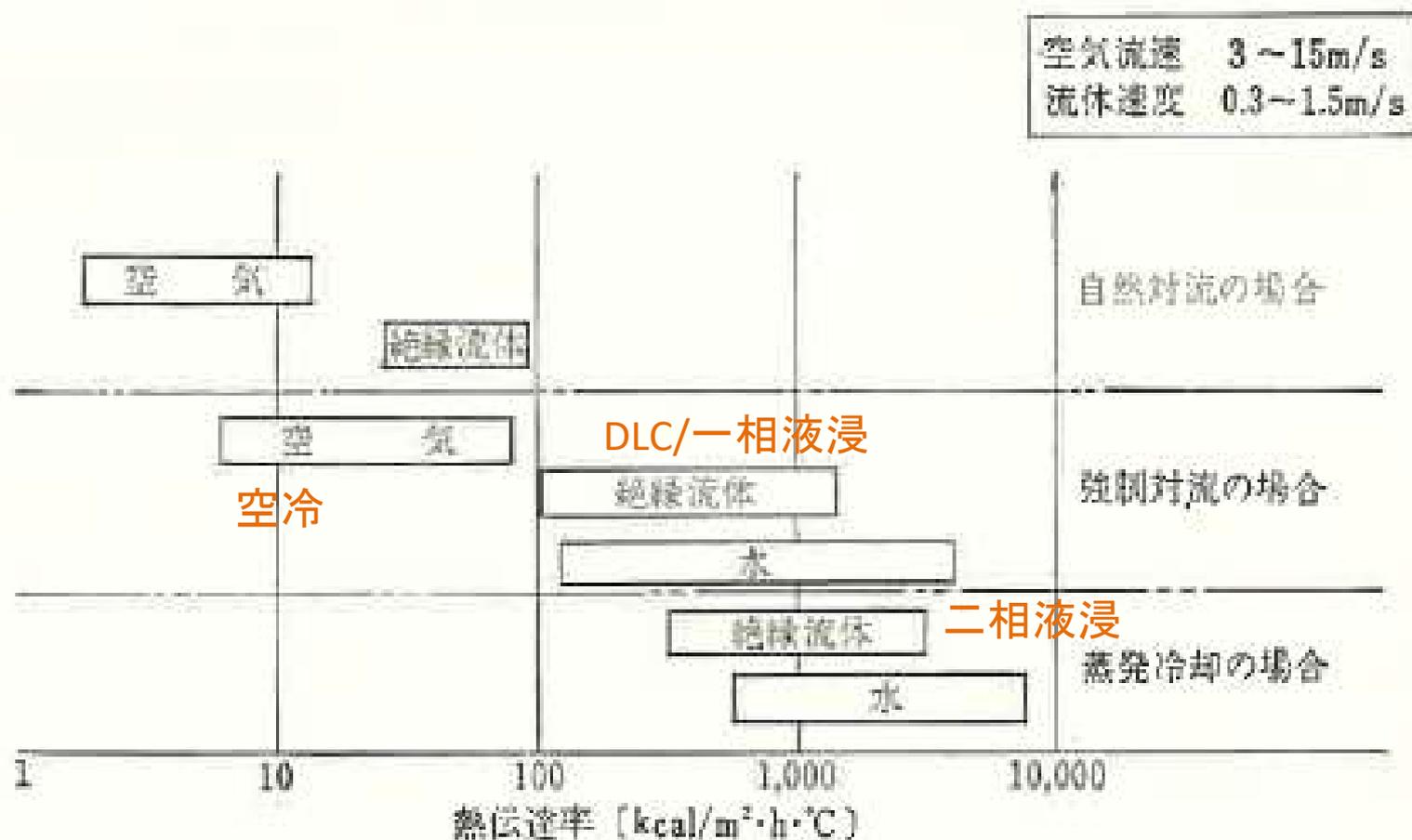
Reレイノルズ数

強制対流 の場合には、流れが層流になるか乱流になるかは、レイノルズ数によって決まるため、熱の伝わり方はレイノルズ数とプラントル数によって変化します。

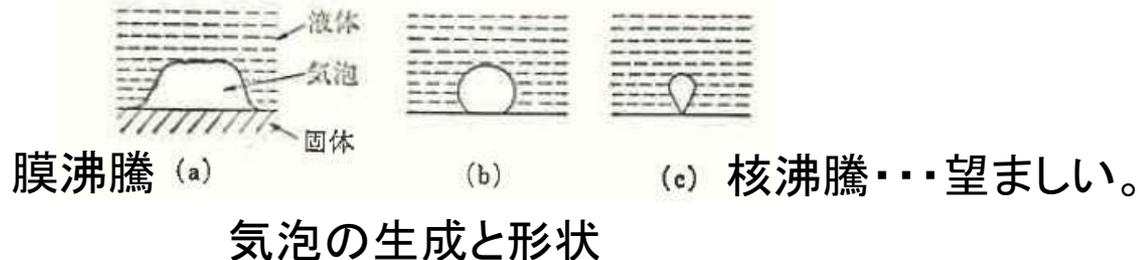
$$Re = uL/\nu \quad u: \text{流速} \quad L: \text{物体の代表長さ} \quad \nu: \text{流体の動粘性係数}$$



熱伝達率の値 これを見ると空冷と油浸と沸騰冷却の値がそれぞれ一桁近く異なることがわかる。また水が熱移送として理想の材料であることがわかる。

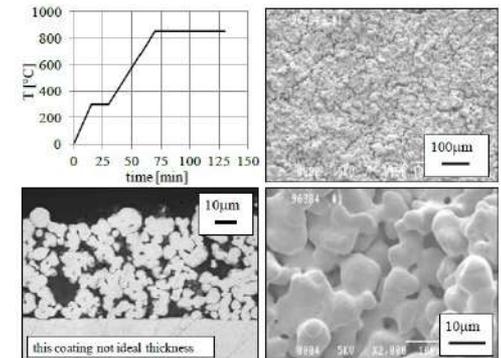


今後さらに発熱が増加すると、沸騰冷却等の技術が必要になると考えられる。その場合に沸騰冷却の最適化を考えないとうまく冷却できないことがあります。



液浸冷却において、低温時から小さな沸騰が起こり、順次発熱が増大すると熱伝達率も上昇するが、発熱が極大化すると、核沸騰から、膜沸騰になります。通常これをバーンアウトと呼ばれます。この挙動は発熱体の表面状態に変わります。発熱体の発熱量が拡大しても、膜沸騰にならないように、発熱体の表面を最適化し、小さな泡が継続して発生することが大切です。

チップ表面に何らかの凹凸が必要である。沸騰促進プレートが必要代表的なものにBECとLOTUSがある。



BEC

Pr:プラントル数

プラントル数は物性値である。流体中において、運動量の伝わる度合いと熱量の伝わる度合いの比を示しており、速度分布と温度分布の関係を示す無次元数である。

$$Pr = u / (\lambda / rc) \quad u: \text{動粘性係数} \quad c: \text{流体の比熱} \quad r: \text{流体の比重} \quad \lambda: \text{流体の熱伝導率}$$

一相式油浸冷却する場合は、油の動粘性係数が重要である。数値では14程度が望ましい。
ただし動粘性係数を小さくすると引火点が下がるので消防法の観点からトレードオフの関係にある。

自然対流熱伝達率を表す式 ヌッセルト関数

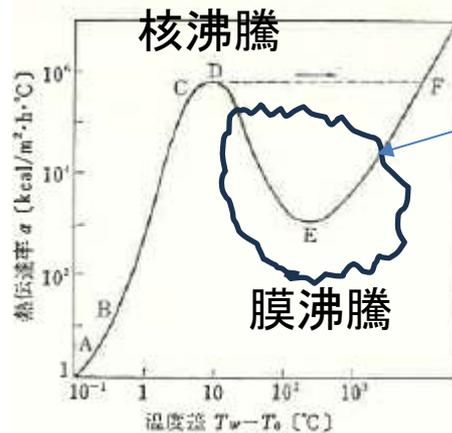
$Nu = C \cdot (Gr, Pr)^n$ で表され、常数Cとnは流れの形態、物体の設置状態によって変わる。

強制対流熱伝達率は

$$Nu = 0.332 \cdot Re_x^{1/2} \cdot Pr^{1/3} \quad (\text{層流の場合})$$

凝縮熱伝達や沸騰を伴う熱伝達がある。

今後液浸冷却等が必要となってくるときに、最適な冷媒の選定や沸騰冷却を行うときに沸点に注意することや、沸騰までの熱伝達率の変化を考えることや、局所沸騰を起こす材料活用等が必要となる。



二相式沸騰液浸冷却システムで、CPUやGPUにBECやロータスを装着するのは、沸点に達しなくても局所沸騰をさせるためである。また沸騰したときに激しい沸騰が起こると、大きな泡となり、熱伝達率が大きく低下する。核沸騰から膜沸騰に遷移し、熱伝達率の低下を招く。
理想は核沸騰を常温から発生し、D点からそのままF点に移り、放射の影響で再び熱伝達率が増加することが良い。

Why liquid cooling?

➤ システムレベル

- CPU/GPU /アクセラレータ TDP (熱設計電力) が空冷限界を超過
- 超高密度レイアウトにより冷却容量が不足し発生する問題
- サーバーレベルで最大**20%**のエネルギー消費を引き起している空冷冷却の問題

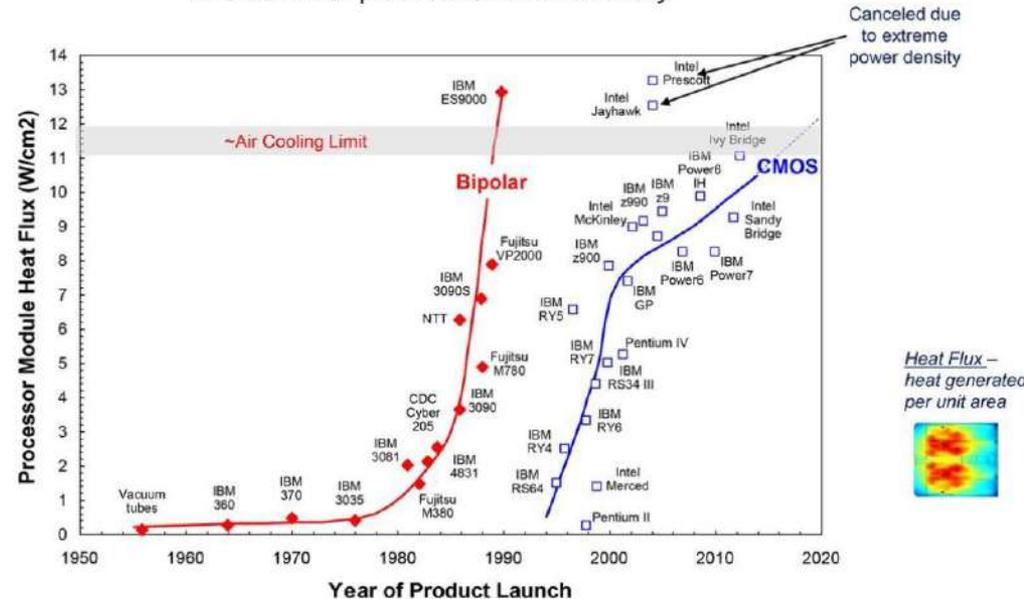
➤ ルームレベル

- 様々なアプリケーションでラック電力は定期的に**20kW**を超える傾向 (標準容量は~8~12kW)
- ラックレベルでエアフローの制限を超えている

➤ 環境

- トータルエネルギー消費量の削減
- 水の消費量の低減
- CO2排出量の削減
- ラックの効率的な利用
- 重要なIT機器の保護

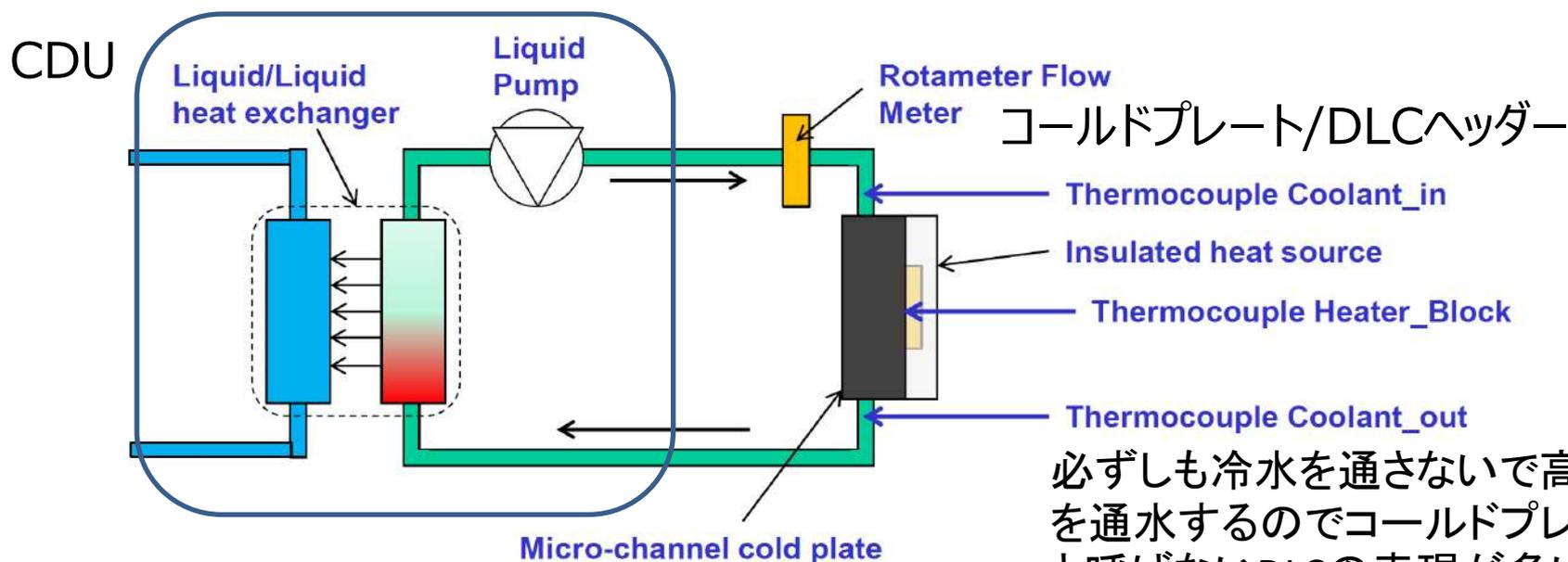
Evolution of processor heat density



9.DLC冷却システム

CoolIT Systems Liquid Cooling

The CoolIT solution consists of a high-performance hardware configuration that includes a micro-channel cold plate and pump



必ずしも冷水を通さないで高温水を通水するのでコールドプレートと呼ばないDLCの表現が多い。結露の防止もある。

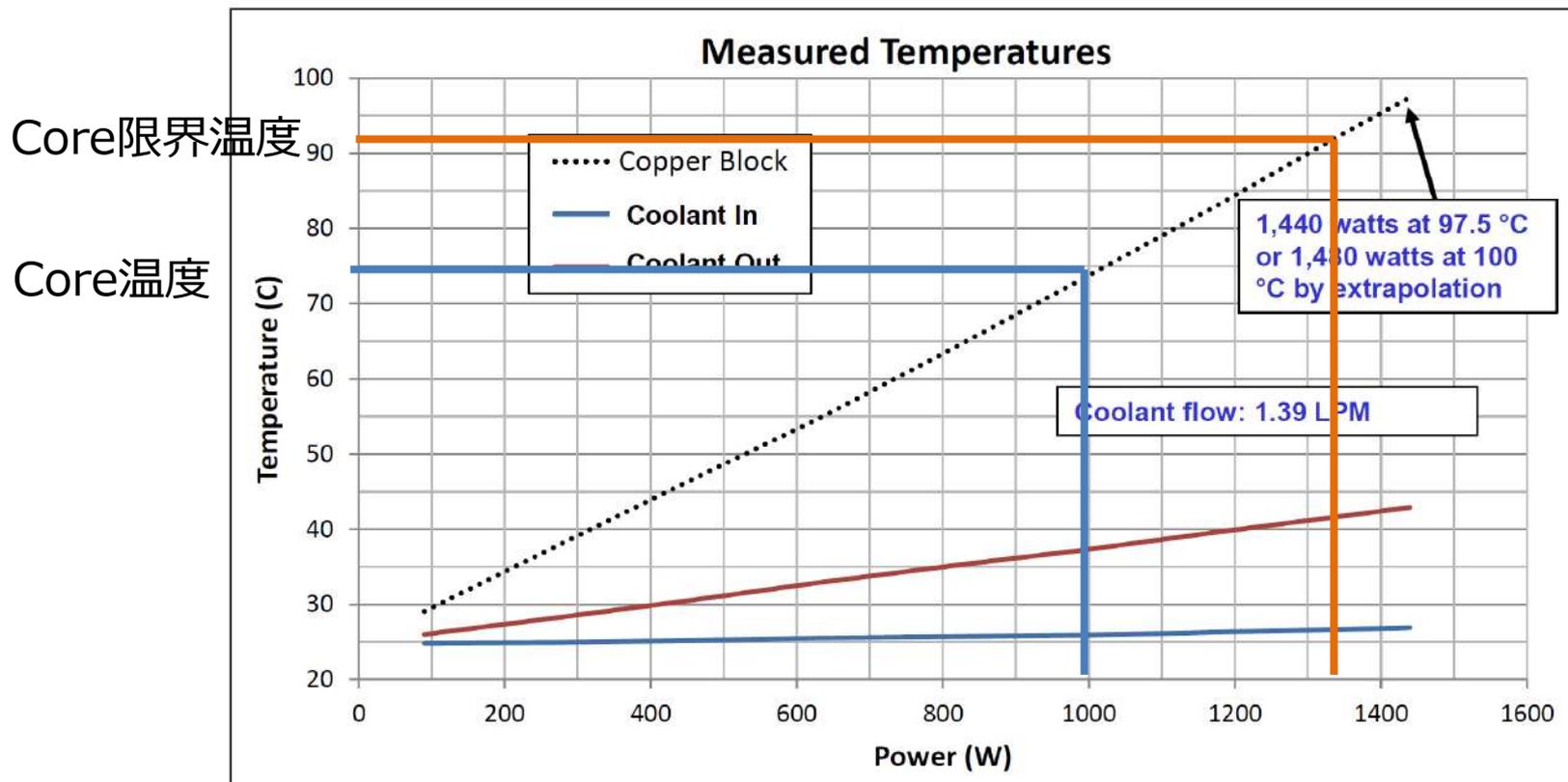
Micro-channel cold plate: CoolIT R3 MicroChannel Cold Plate

Coolant: CoolIT A2 Coolant

Pump: D5 Bronze - Strong (720B) by Laing Thermotech

3M社より入手

Measured Temperatures vs Power

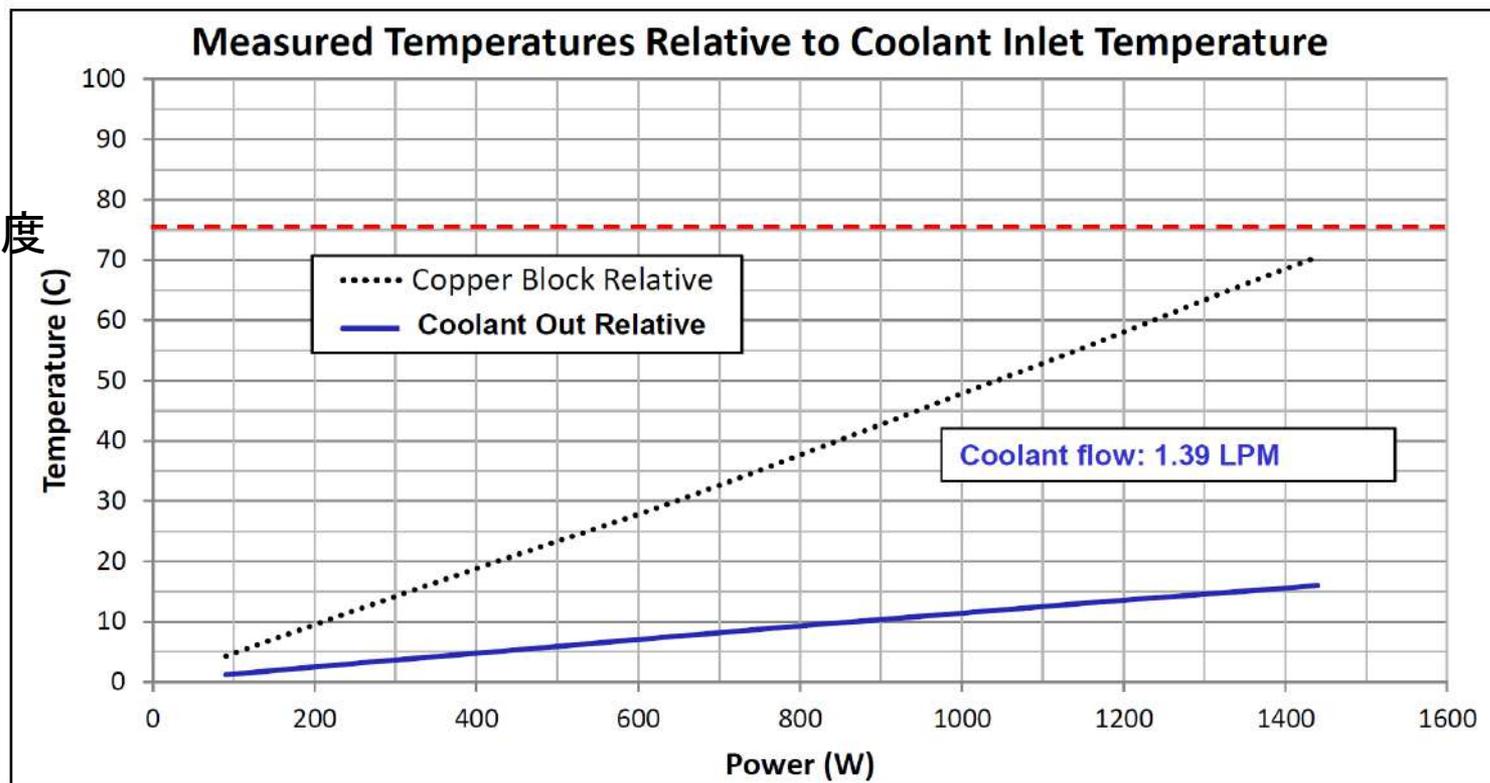


最大1.5L/min 1KWが現状では限界である。
限界の理由、受熱面積S、熱伝達率 α で決まる。
どれかを改善する必要がある。

3M社より入手

Relative Measured Temperatures vs Power

限界温度



このグラフでは1.39L/minが限界として示されている。

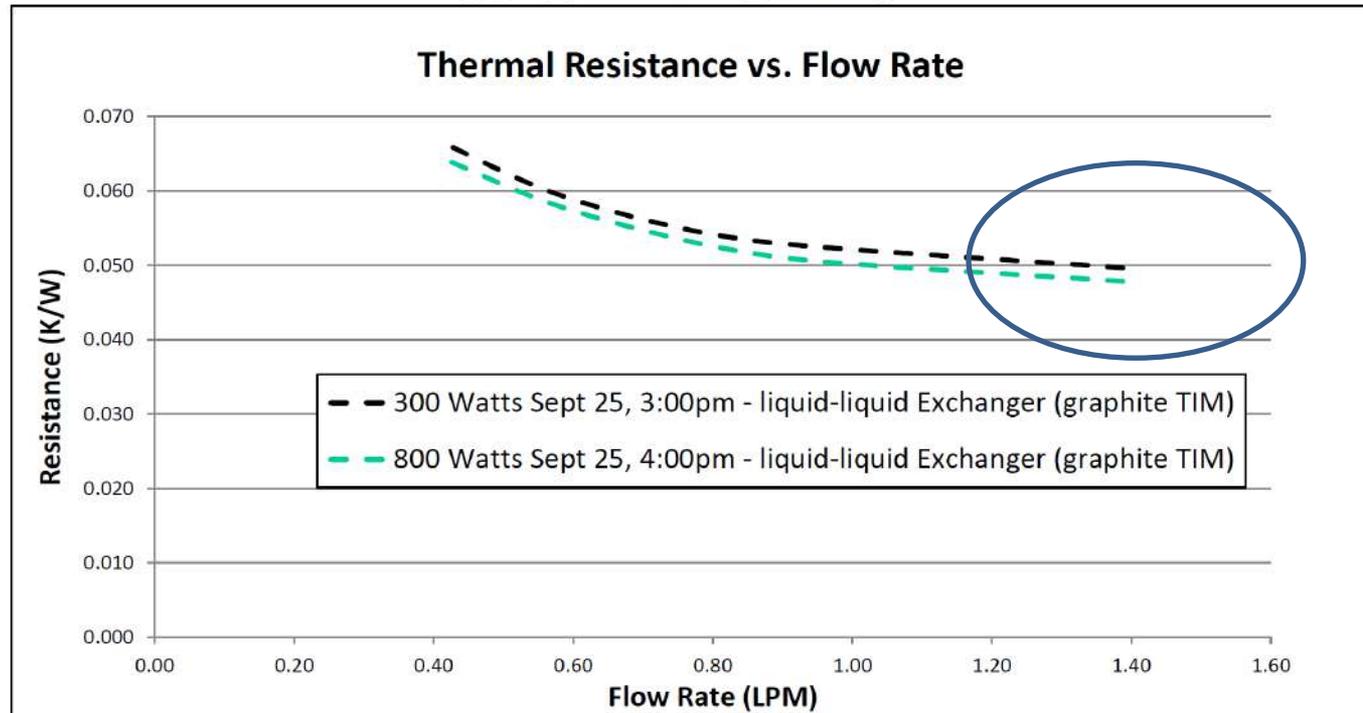
3M社より入手

NVIDIA H200チップは1.33L/minといわれているが非公開である。
ヘッダーの工夫でまだ上げることは可能である。

CoolIT - Thermal Resistance

The graph below shows the thermal resistance as a function of the coolant flow rate at different power levels. Thermal resistance for the 2.54 cm x 2.54 cm copper block is calculated by:

$$[T_{\text{copper block}} - T_{\text{water in}}]/\text{Power}$$



ヘッドへの水はゆっくり回すことで受熱ができる。水量を増加しても熱抵抗は下がらない。

3M社より入手

生成AI時代にはいりNVIDIAのGPUが脚光を浴びている。
NVIDIAの最新チップH200ではTDP=700W、B200=1200Wクラス、そしてRubin,Rubin UltraクラスになるとTDP=2000Wを超えるとされている。
はたしてDLC冷却がこれからの時代の冷却といわれているが、とても冷却は困難と思われる。何らかの対応が必要。

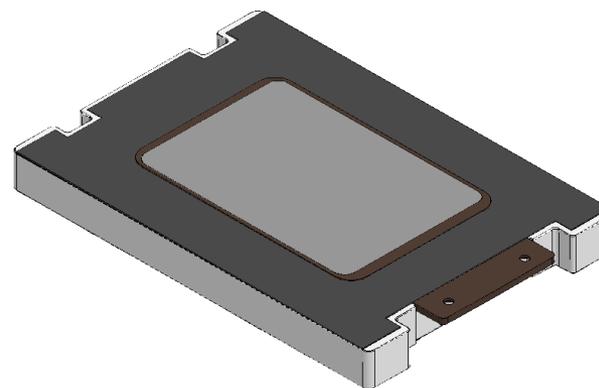
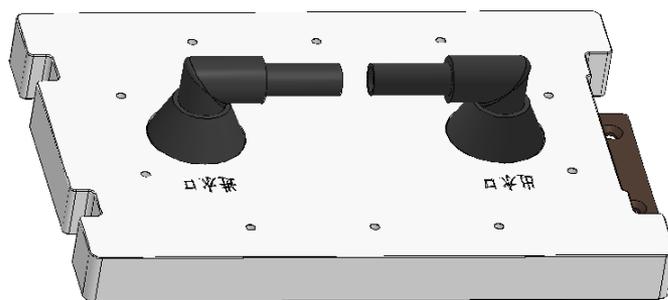
DLCの冷却課題

1.5L/min 1KWと考えられる。

水の熱移送能力は対流熱伝達率で大体8000W/mkもあるが
残念ながらダイサイズと水の動粘性係数、プラントル数で決まってくる。

ダイサイズを大きくするとGPUが8個入らなくなる。

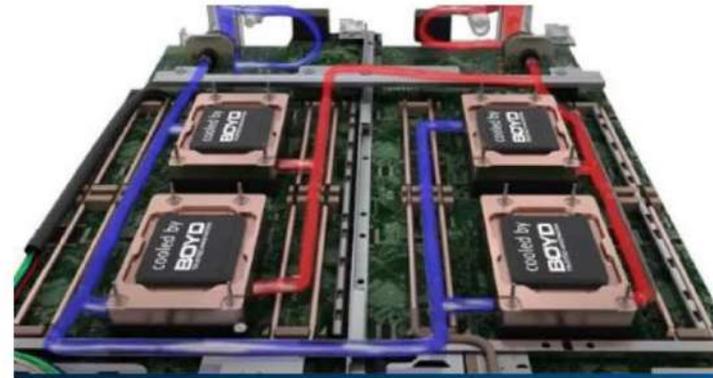
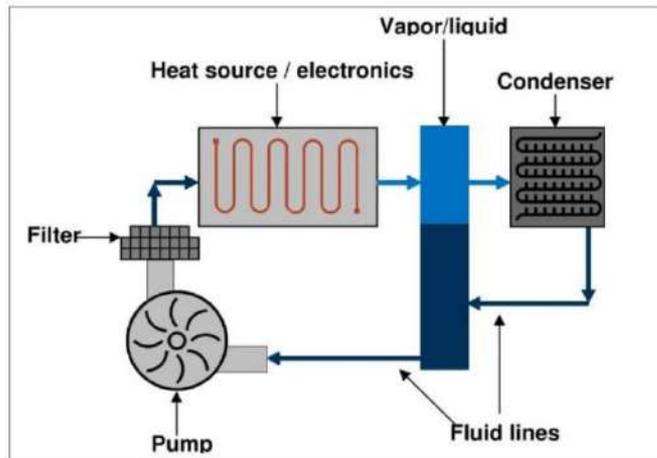
何らかの水との接触面積を限られた中で実現するか、沸騰の技術が必要である。



OVERVIEW Pumped 2-phase cooling technology

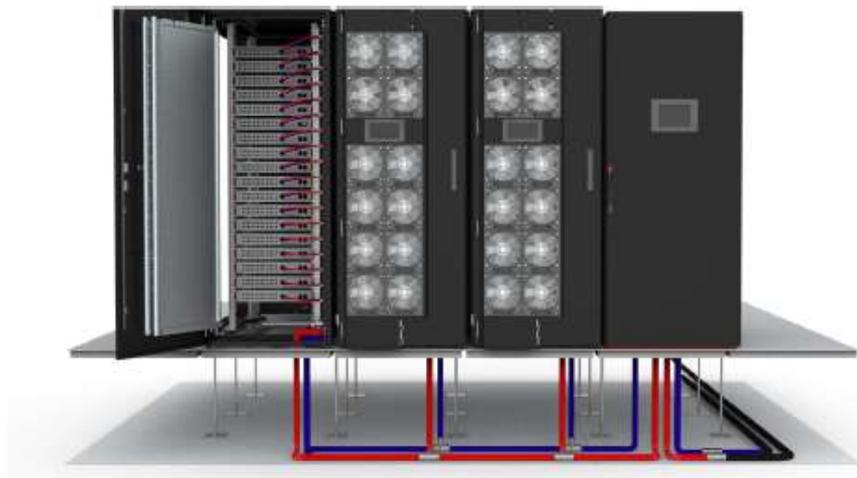
In recent years a cooling technology called "pumped 2-phase cooling" has been trying to be applied to generative AI cooling and the like.

Considering that the purpose of TR is to allow users to choose their cooling technology, we believe that pumped 2-phase cooling should be featured at this time.



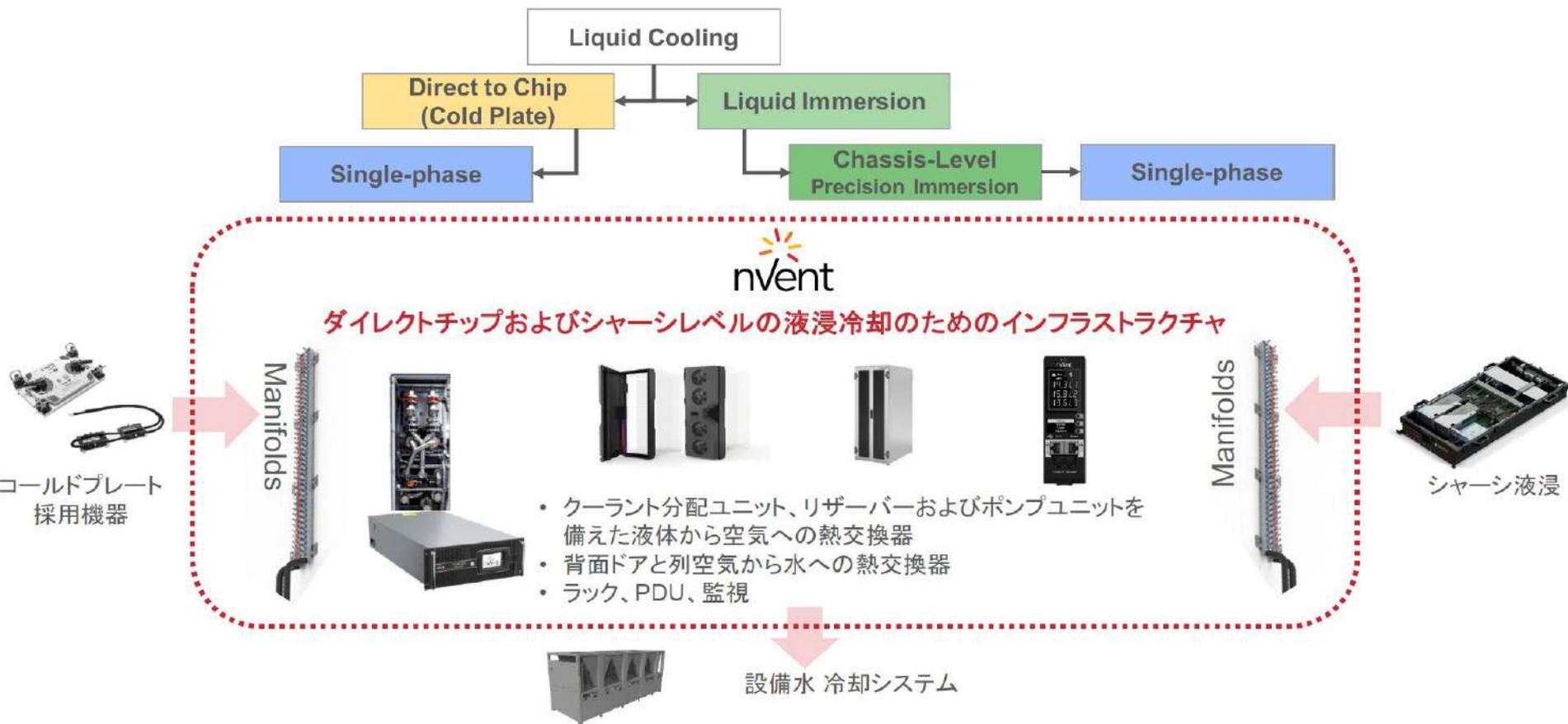
reference from BOYD website

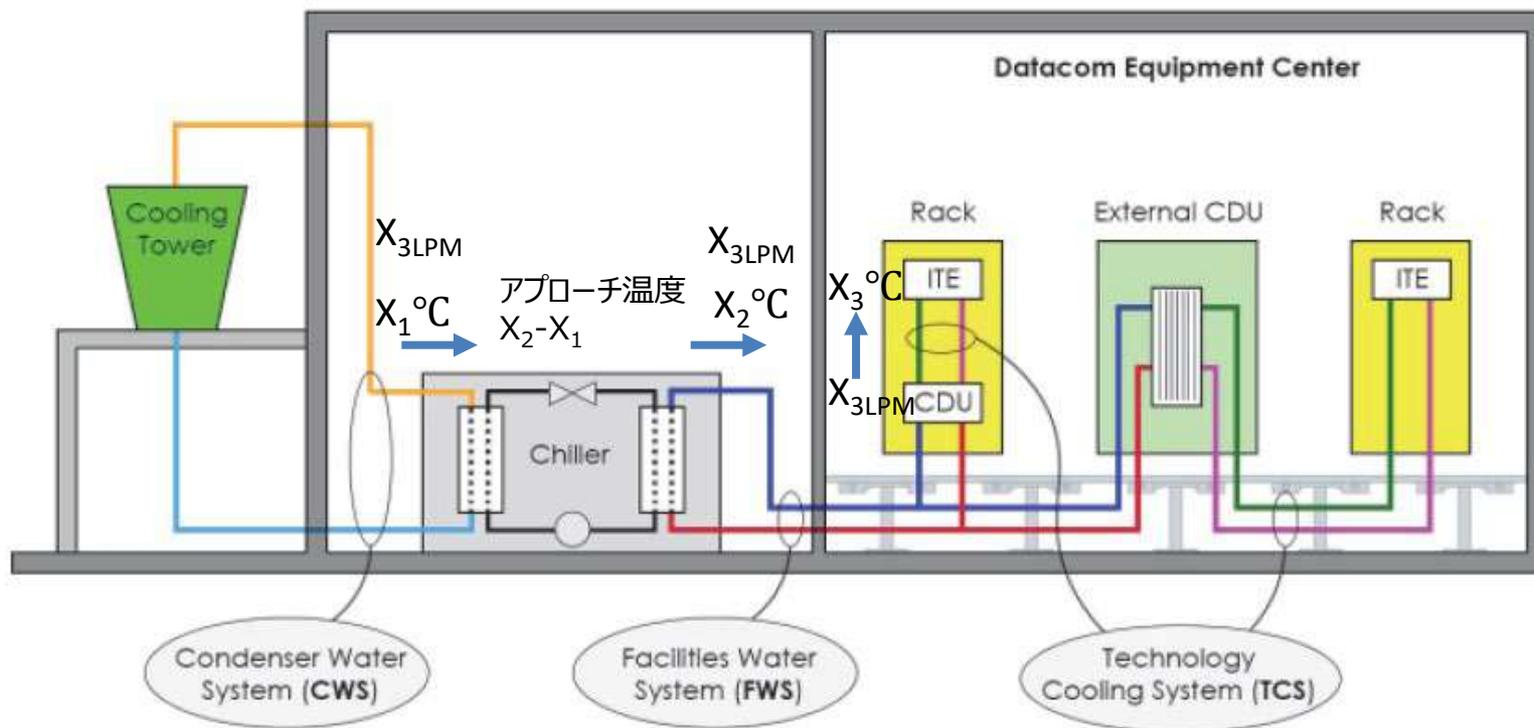
D-2-C Loop : RDHX Pro + CDU 800 – Maximum Performance



最大規模のデータセンターでは
100メガワット以上が要求され
ている

	オペレーティングポイント
冷却水温 [°C]	24
戻り水温 [°C]	36
風量 [m³/h]	9175
一次冷却水量 [LPM]	450 (CDU) , 1000 (RDHX)
空気温度 (サーバー排熱) [°C]	49
空気温度 (リターン) [°C]	28
冷却能力 [kW] 設定例 : 100kW/ラックの場合	冷却要求 100kW / ラック x 10 • CDU 800kW / 列 ⇒ 78kW / ラック • RDC (24℃給水) 44kW / ラック • 冷却能力 78kW + 44kW = 122kW • 総冷却能力 : 1222kW (1.22 MW)
クーラント圧力損失 [kPa]	100





ラック内CDUと集中型CDUのシステムがある。

CDUとチラーとドライクーラの各々の水の温度の設定とその間のアプローチ温度設計が必要である。またITのヘッダーの流量制御は負荷に応じて最適な流量を制御が必要となり、CDUとチラーの流量制御も必要となる。定圧制御ではなく差圧制御が必要となる。これは過剰な水を流さないことと結露対策が必要となる。DLC冷却は今までの空冷時代よりさらにサーバを含めた熱設計が必要となります。サーバの設計によっては高温水でも良いものがある。この場合はチラーは不要でドライクーラだけで冷却可能となり、さらに省エネとなる。

CDU Design Options

ラックマウントCDUは、チップへの直接冷却装置を備えた1~3ラックをサポート



In rack型 40KW~60KW

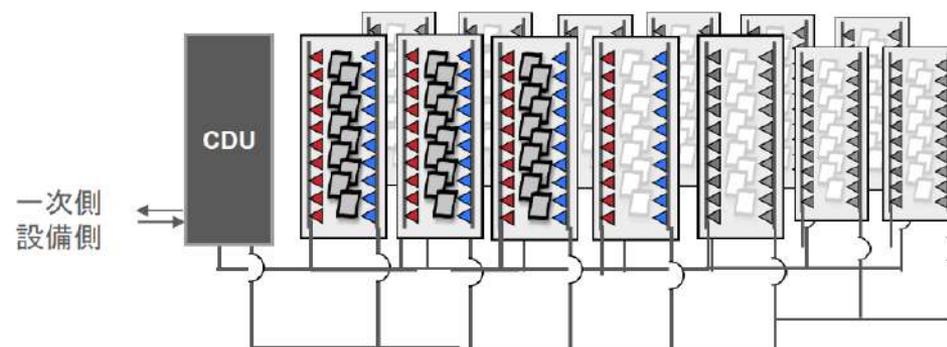
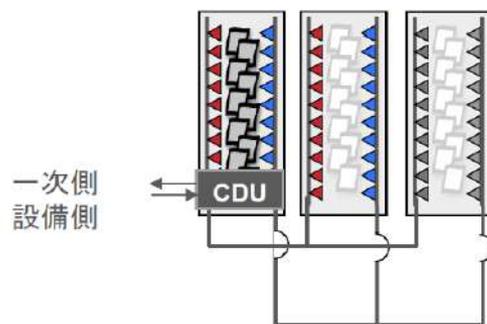
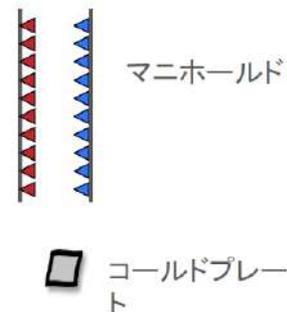


スタンドアロンのCDUは、チップへの直接冷却装置を備えた複数のラックをサポート

集中型 800KW~1MW

1-3 ラック

複数のラック



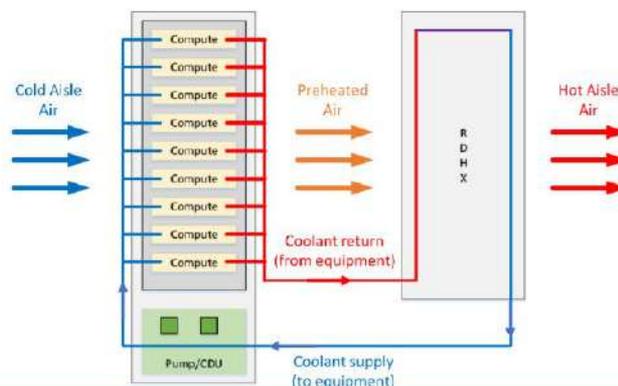
10.DLC冷却 配管レス LTA技術

Air-Assist Liquid Cooling – Liquid-To-Air (LTA) 水冷+空冷複合システム (参考)

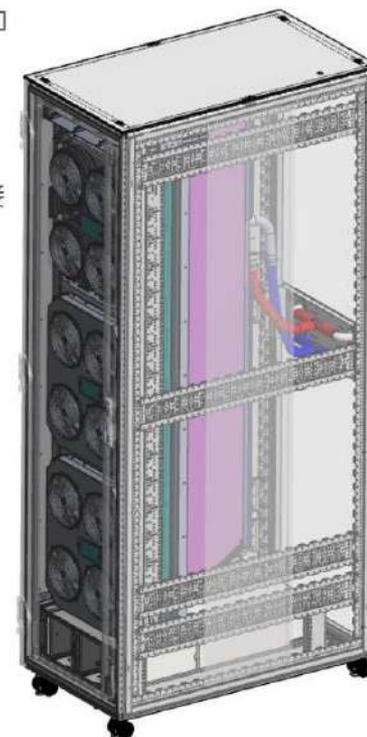


Single-Rack Rear Door LTA

- 空冷式データセンターで、チップへの直接液冷を可能にする
- 水冷のための設備・配管が不要で、既存のCRAC/CRAHユニットや通路コンテナを長寿命化
- 装置からのリターン水を冷却するために、コールドエアーが使用される
- シングルラックLTA：ポンプユニット（RPU）とリアドア熱交換器を直接機器ラックに設置
- インローLTA：ポンプと熱交換器を独立したインロークーラーに統合



Row Sidecar LTA



LTA サイドカー 技術データ

用途

ThenVentの液体空冷（LTA）サイドカーヒートリジェクションユニット（HRU）は、施設の水システム（FWS）が利用できない場合に、液体冷却されたIT機器のラックを最大2つまで設置できる完全統合型の液体空冷ヒートリジェクションシステムです。LTAサイドカーは、高さ48Uのラックで、幅600mm（24インチ）、奥行1200mm（48インチ）のフットプリントを持ちます。LTAサイドカーには、N+1構成の14個のホットスワップファン、N+N簡易交換ポンプを備えたりザーバーポンプユニット（RPU）、ホットスワップサイドキックコントローラー、同時保守可能な冗長50ミクロンフィルターシステム、6つのN+N冗長電源装置、統合漏れ検出システム、漏れないホース接続、およびLEDライトバスステータスパネルが標準装備されています。

特徴

- ・ホットスワップ対応のN+N冗長電源装置
- ・14台のホットスワップ対応のN+1冗長ファン
- ・ホットスワップ対応のシステムコントローラー
- ・簡易交換可能なN+N冗長ポンプ
- ・簡易交換可能な冗長フィルター
- ・統合型の内部および外部漏れ検出システム
- ・非接続力型、フルフロー接続



メリット

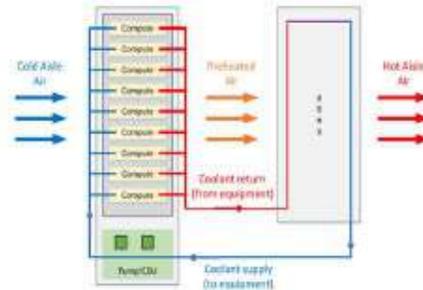
- ・ 空冷環境での液体冷却IT機器の設置を実現
- ・ 施設の液体インフラに依存しない、局所的な閉ループ液体冷却システム
- ・ 幅広い環境対応範囲
- ・ 標準的な48U ITラックフォームファクター
- ・ IT機器への上部および下部給液接続ポイント
- ・ 柔軟なホース接続により設置の柔軟性を提供
- ・ すべてのアクティブコンポーネントは同時にサービス可能

エアアシスト液冷 - Liquid To Air (LTA)



Single-Rack LTA

- ❑ 空冷式データセンターでDLCが可能
- ❑ 既存施設に水冷設備を追加工事する必要がなく、既存のCRAC/CRAHユニットおよびアイルコンテインメントをそのまま使用できる
- ❑ コールドアイルの空気を使用して、IT機器から戻るクーラントを冷却
- ❑ シングルラックLTA：ポンプユニット（RPU）とリアドア熱交換器をラックマウントで直接使用
- ❑ サイドカーLTA：ポンプと熱交換器を独立したインロークーラー



Rack Mount LTA



Sidecar LTA

生成AI冷却システム用
配管レス ラック型屋内用ドライクーラLTA(通称サイドカー)開発
40KW(60KWクラス)対応開発

開発趣旨

生成AI等でGPUを多数装着したサーバでは発熱量が6KW/サーバにもなる。ラック当たりで4サーバ入れると25KW/ラックになる。

この発熱を処理するには空冷では冷却は困難である。コールドプレート(DLCダイレクトチップリキッドクーリング)による冷却が必要となる。この場合水を活用した冷却する必要がある。一般には配管工事をして水を配給する必要がある。しかしながらビル型データセンターのラック列まで配管するのは工事が大変であることと、もし水が漏れた場合、階下に水が漏水することになる。平屋のデータセンターではその危険はないが、やはり配管工事が必要である。ラック列に全部ドレンパンを設置するのはコスト面でも不利である。また配管工事となり、工事品質も確保しなければならない。今回提案するラック型ドライクーラは配管工事をなくすことができるものである。サーバラックと一対で本ラック型ドライクーラを設置することで配管工事をなくすことができる。前提としては、サーバルームのフロアとしての空調能力がある場合に設置することができる。また生成AIのサーバは約10パーセント程度の空冷も必要である。フロアをコンテインメント形成することで空冷も対応できる。コンテナの場合はINROW空調もしくはリアドア空調と組み合わせることで可能である。また外気をドライクーラのみに入れることも可能である。冷水はリアドアで空冷部分を冷却して、その水をサーバラック内のCDUに渡すことで効率の良い冷却(ホットウォータクーリング)とすることもできる。コンテナの場合はコンテナ外にフリークーリング機能の付いたチラーが望ましい。もしラック型ドライクーラにのみ外気を取り入れることができれば、さらに省エネの空調が可能である。

生成AI向けラック型ドライクーラー

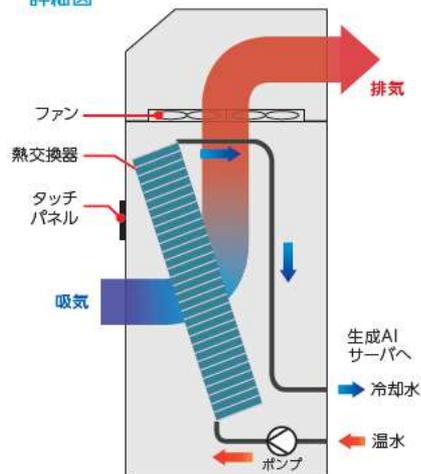
生成AIサーバとラック型ドライクーラーを 1対1で接続でき、配管レスを実現

生成AIなどGPUを多数装着したサーバは発熱量が多く、空冷のみでの冷却は困難です。この発熱を処理するには、水を用いるコールドプレート(DLC)による冷却が必要となります。一般的には配管工事をして水を供給する必要がありますが、既設のビル型データセンターではラック列まで配管することは難しく、もし水が漏れた場合は階下漏水の危険性があります。生成AI向けラック型ドライクーラーは、生成AIサーバと1対1で接続でき、配管工事をなくすことが可能です。

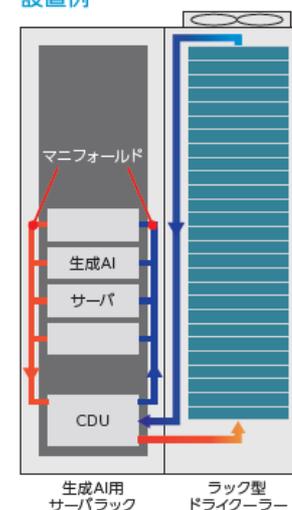
- ▶ サーバルーム全体への水道管工事が不要
- ▶ 既存のデータセンターでも生成AIサーバの設置が可能
- ▶ 幅寸法が700mmのため大幅なレイアウト変更が不要
- ▶ PID制御やマニュアル操作もでき、外部制御が可能なコントローラを内蔵
- ▶ 製品本体に操作タッチパネルを搭載
- ▶ 低騒音で運転可能



詳細図



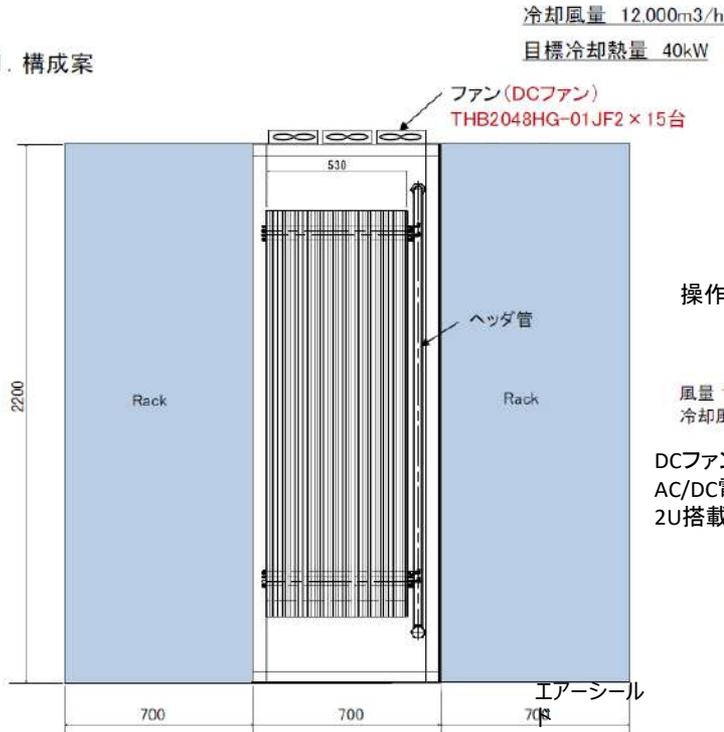
設置例



40kW級 ラック間ドライクーラの概念検討 (C)

H. Yamakage

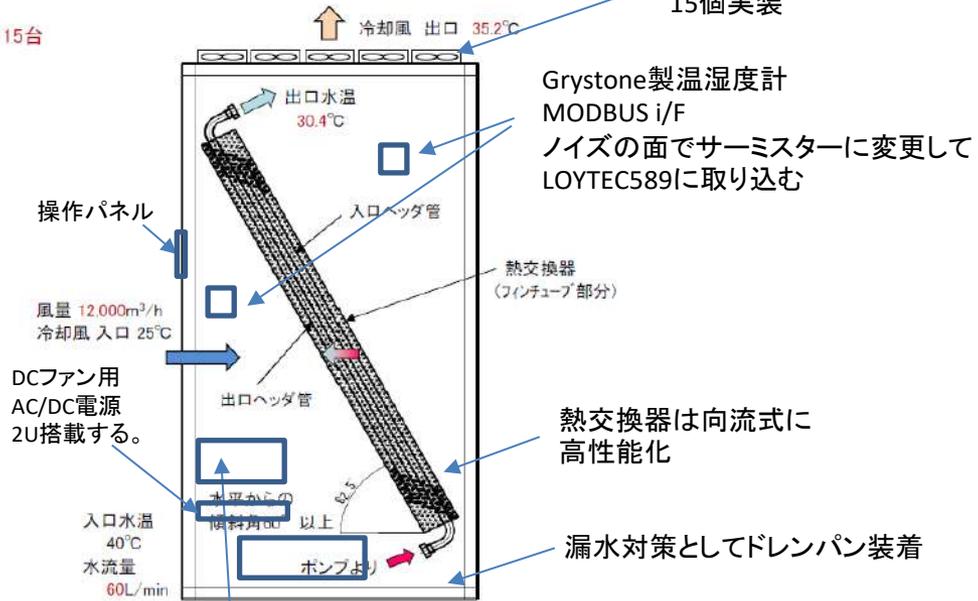
1. 構成案



ラック間ドライクーラ 概念検討図

改訂履歴	A	2024-5/27 40kW級として新規検討
	B	2024-6/24 ファンをTHB2048CT x 10台から、GTW017AUB12E-V001 x 15台に変更
	C	2025-2/3 ファンをGTW017AUB12E-V001 x 15台から、THB2048HG-01JF2 x 15台に変更

DCファン高性能化
15個実装



2. 計算諸元と計算値

熱交換器主要諸元

構成	2 x (4列88段)-EL530	
パイプ	材質	Cu 溝付き管
	外径	φ7.94
フィン	材質	AL
	フィン厚	0.12
	フィンピッチ	1.6

流体条件

	高温側	低温側
流体種別	水	空気
入口温度	40°C	25°C
出口温度	30.4°C	35.2°C
流量	60L/min	12,000m³/h
冷却熱量	40kW (目標)	
圧損	0.04MPa	310Pa

使用ファン

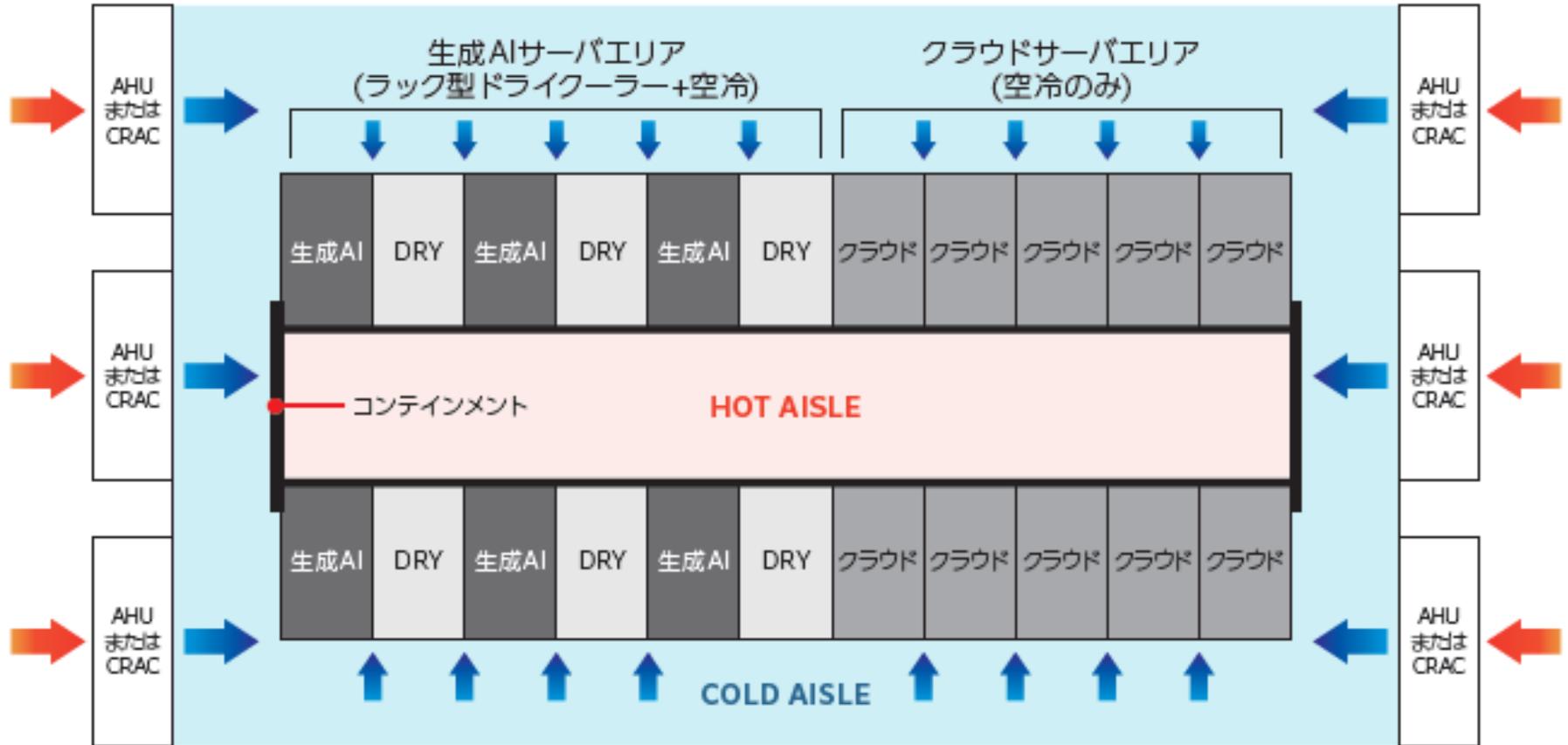
Type	THB2048HG-01JF2
羽根径	190mm
台数	15台

DCファン高性能化
15個実装 型名変更THB2048HG-01JF2

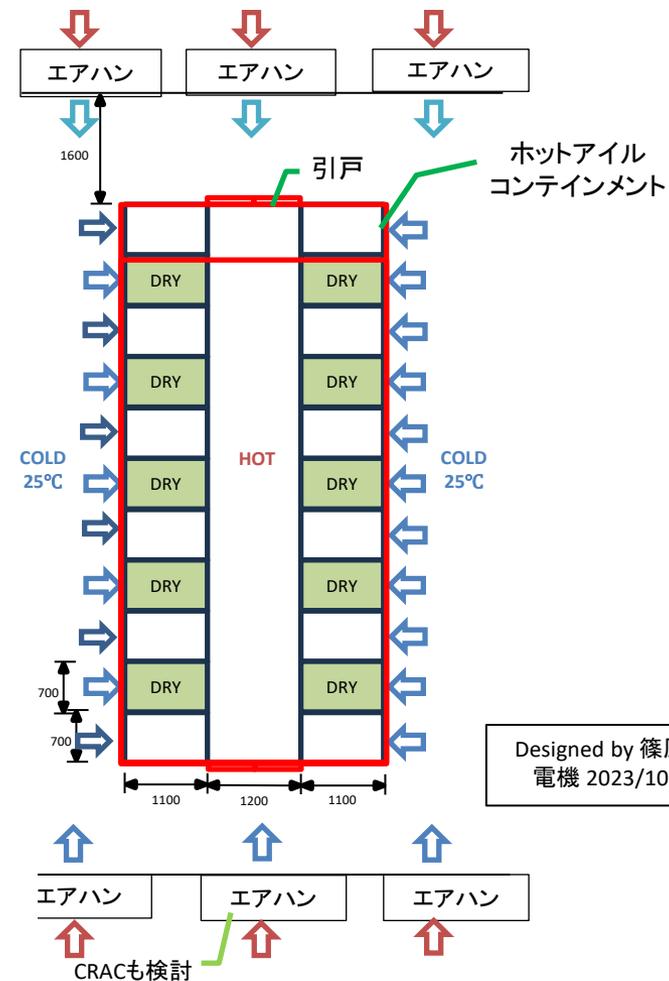
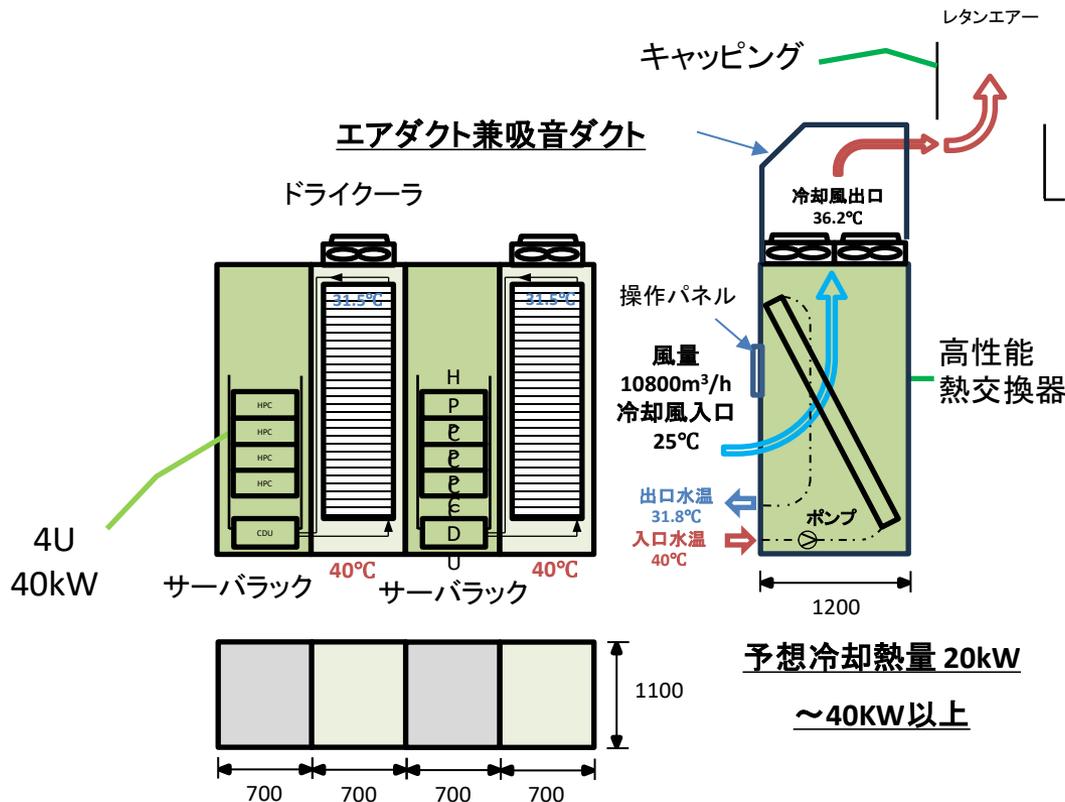
DCファン高性能化
15個実装

DCファン高性能化15個実装
風量向上 ただし性能はリニアにはアップしない

データセンター内のラック型ドライクーラー設置例



1対1ラック間ドライクーラ検討図



Designed by 篠原電機 2023/10

熱交換器主要諸元

構成	2 × (4列88段) - EL530	
パイプ	材質	Cu 溝付き管
	外径	φ7.94
フィン	材質	AL
	フィン厚	0.12
	フィンピッチ	1.6
流動方式	向流	

計画流体条件

	高温側	低温側
流体種別	水	空気
入口温度	40°C	25°C
出口温度	31.8°C	36.2°C
流量	70L/min	10,800m ³ /h
冷却熱量	40kW (目標)	
圧損	0.04MPa	255Pa

ファン

Type	THB2048CT
羽根径	Φ200mm
台数	10台

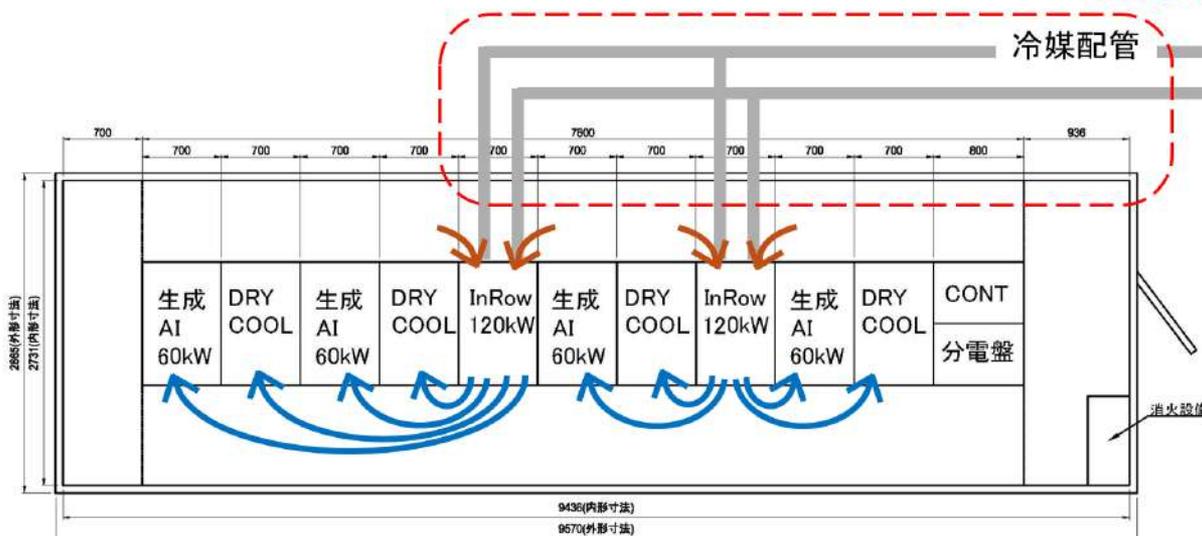
ラック型ドライクーラー採用時

- ・工事コストは安い
- ・水配管は不要

ビル型の場合は
不要も可能



チルドタワー
75kW能力 × 4台 = 300kW



冷媒配管は必要
水配管は
ラック型ドライクーラー設置の場合、不要となる

ラック型ドライクーラーなしで
生成AIラックを全て設置した場合は
生成AI 8ラック設置できる
60kW × 8 = 480kW
但し、水配管は必要である

■ 31ft 生成AIコンテナ 実装例

- ・1連棟: 240kW
- ・2連棟: 480kW

生成AIラック H200相当	
60kW(DLC 54kW+空冷 6kW)	4 ラック
DRY COOL 60kW能力想定	4 ラック
InRow空調 W700mm	2 ラック

合計 10ラック
トータル収容電力 240 kW

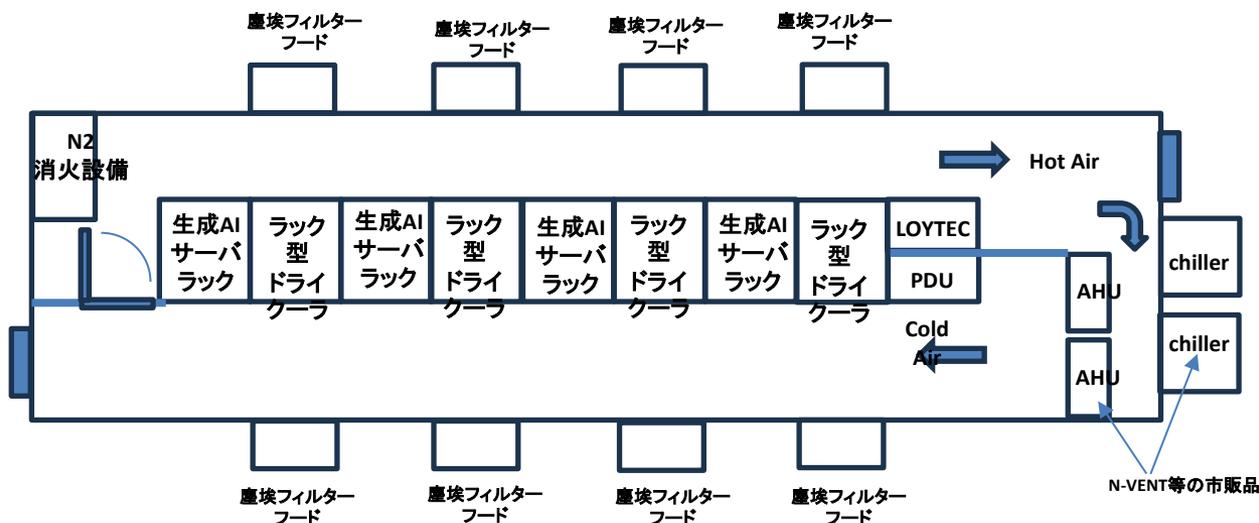
■ポイント1

ビル型DCの一部に生成AIを設置する場合に
配管レスで便利
AHUがあれば冷媒配管も不要

■ポイント2

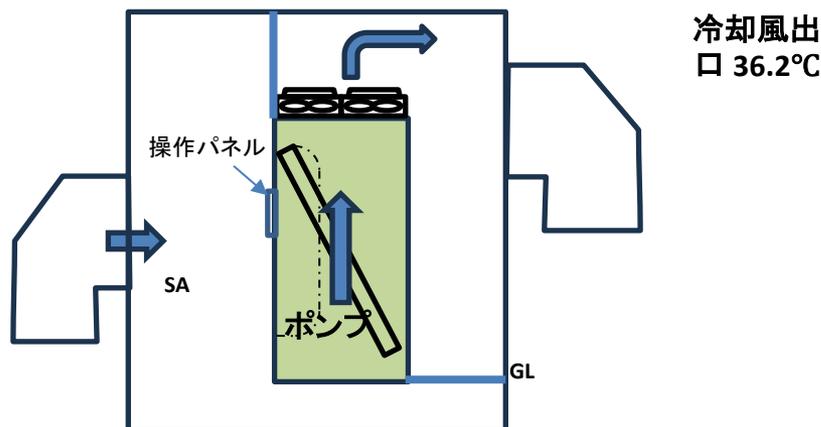
ラック型ドライクーラーは
研究所や事務所に設置する場合に便利である。
空冷能力要確認。

既存ビルへの適用も可能



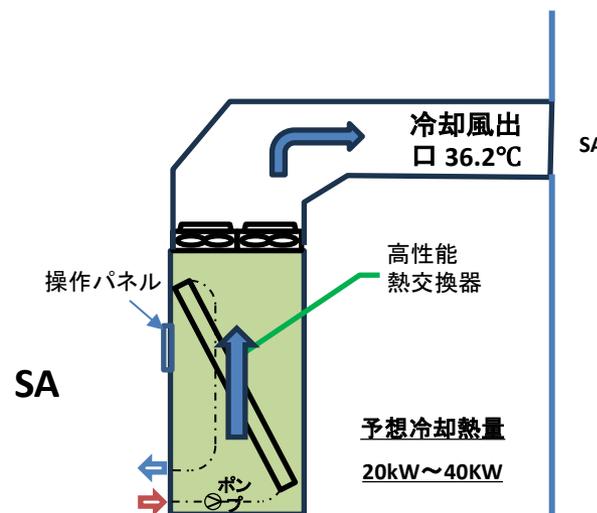
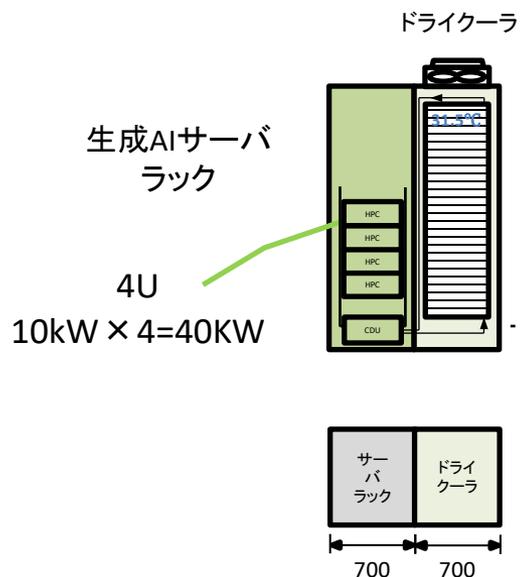
開発趣旨

生成AIを導入する場合に、ラック型ドライクーラを用いてコンテナ構成したものです。DLCの冷却は外気を直接取り入れてコルエアダクトを用いて外部に廃棄する。空冷部分はCRAC等を用いて冷却する。INROW冷却でもよい。



開発趣旨

研究用に生成AIを導入する場合に、ラック型ドライクーラを用いて構成したものです。DLCの冷却は外気を直接取り入れてコルエアーダクトを用いて外部に廃棄する。空冷部分はCRAC等を用いて冷却する。INROW冷却でもよい。



リアドア空調ではリアドアにファンを多数設置して冷却しているが、ラック型ドライクーラでは、リア側にファンを設置するとファンの自己発熱から寿命の点で問題がある。したがってフロント側にファンを置く必要がある。しかしながら騒音が大きいためフロントに設置することができない。騒音対策面も考慮してファンを天井に設置することとしている。

消音用ダクト設置する。



もう一列追加して15個搭載する。

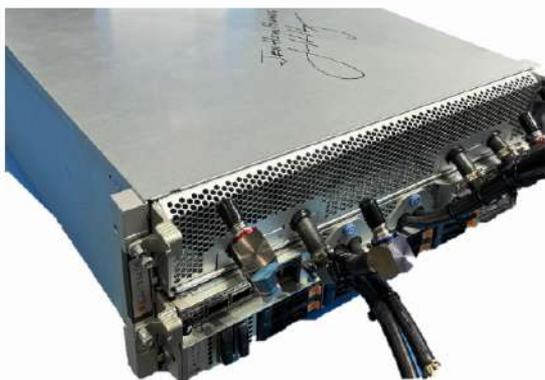


生成AIサーバ 約1台 0.8億円 ラック当たり約5億円

4U NVIDIA HGX B200 8-GPU SYS-422GA-NBRT-LCC



Highest Density NVIDIA HGX B200
8-GPU Liquid Cooling System



Key Features

- Modular Design for Flexibility and Serviceability
- Most Compact Liquid-Cooling Technology
- Doubles the Computing Density Per Rack

Key Applications

- Deep Learning
- Data Analytics and HPC
- Data Center Infrastructure



Specifications

CPU – Dual Socket Dual Intel® Xeon® 6 Processor, P-Core CPU TDP up to 500W	Memory – 24 DIMM Slots 24x DIMM slots, ECC DDR5 up to 6400MT/s at 1DPC (5200MT/s at 2DPC), MCR DIMM up to 8800MT/s at 1DPC
Drives – 8 Hot-Swap Bays 8x 2.5" NVMe U.2 Via PCIe Switches or 8x 2.5" SATA 2x NVMe M.2	Expansion – 12 PCIe Slots 8x PCIe 5.0 x16 LP 2x PCIe 5.0 x16 FHHL Additional 2x PCIe 5.0 x16 FHHL (Option)
I/O ports 1x VGA, 2x USB 3.0, and 1x Dedicated IPMI	Power Supply 4x 6000W (3+1) Titanium Level Efficiency Power Supplies



Supermicro Liquid Cooling Solution



Modular Cold plate



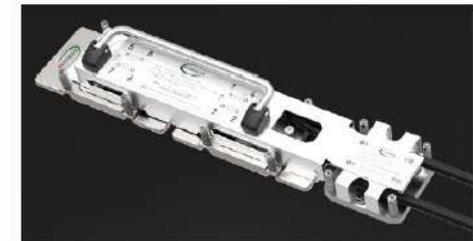
One-Hand operate connector CDM



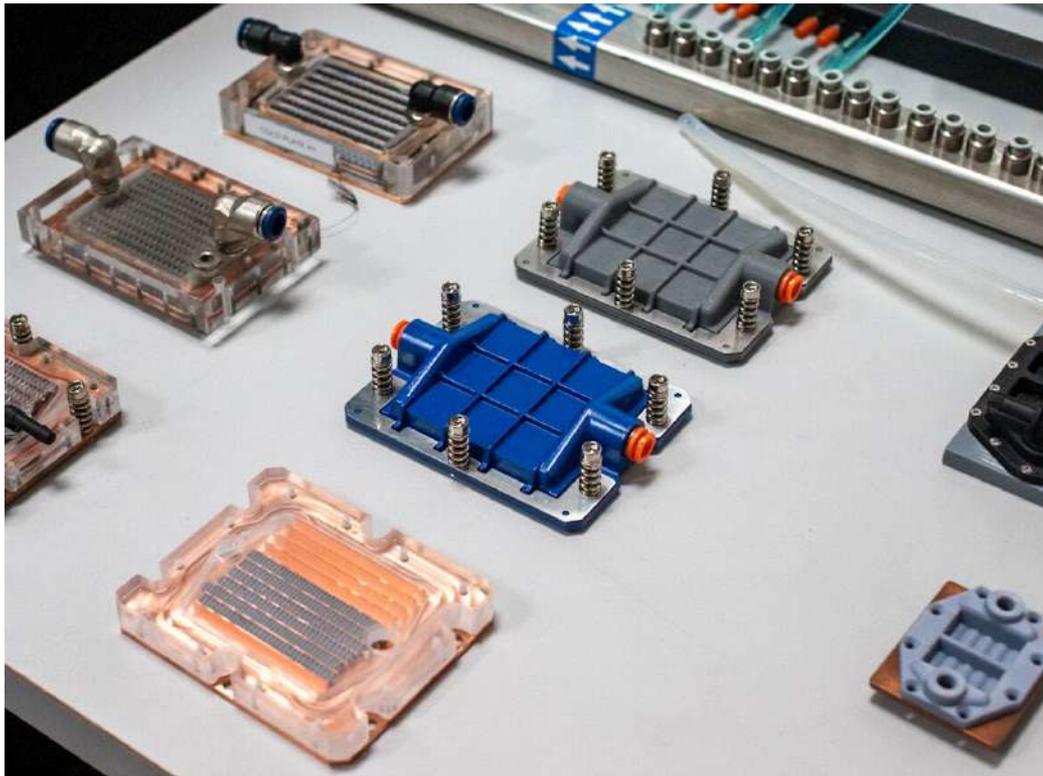
X13 CPU Cooler for Intel



H13 CPU Cooler for AMD



H100 Delta-Next Cooler for NVIDIA



DLCヘッダー各種
各社マイクロチャネル等の工夫がある。

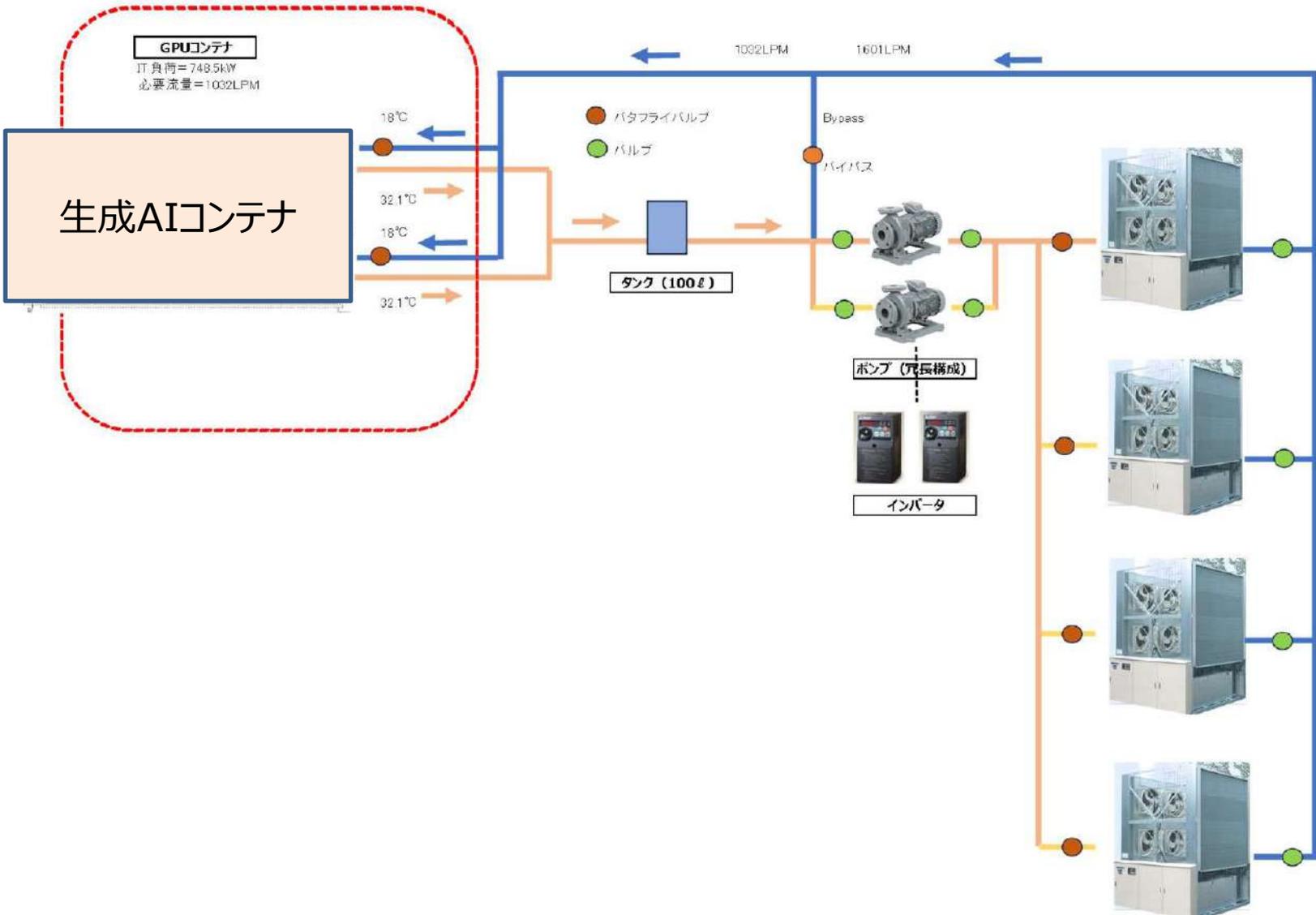
マニフォールドとの連結コネクタ
水が漏れない構造となっている。
普通は気体と洩れますが、指定するとヘリウムチェック品が入手可能です。このメーカーがオリジナルメーカー。



STAUBLI社

HP: www.staubli.com

生成AI冷却システム 配水フロー図



号	名称
	配管
4	ゲート弁
4	バタフライ弁
4	電動弁
4	グローブ弁
4	チェック弁
7	Y形ストロ
4	フレキ継手
6	圧力計
6	温度計
1	レジャーナ
1	フランジ
1	ゴム製フレキ継手
1	流量計
1	サーミスタ(温度計)
1	安全弁

※ confidential
 図フローシート
 ナデータセンター
 バイナリーネット様
 E2403-10006 A
 改訂A

11.DLC冷却採用生成AIテナ事例

データセンターはクラウド時代からさらに発展して生成AI時代に突入

生成AI コンテナ 750KW 3コンテナ
将来の全体規模10000GPU

建築中のさくらインターネット石狩生成AIコンテナ



1コンテナ750KW 2025年度は1MW/コンテナクラスとなる



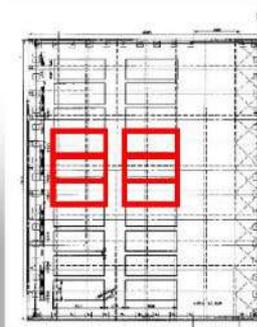
建設中のテナ型データセンター

HPC Cloud Park 機器概略



データセンター合計

- 演算性能：FP64 **21.76PFLOPS** (GPU) 国内スパコンランキング4位予想
：FP16 Tensorコア **968PFLOPS** 国内企業で最大規模
- GPUサーバ：NVIDIA H100 4基搭載サーバ **160台**、GPU総数：**640基**
GPUサーバ機器仕様
 - CPU：計72コア（インテル Xeon 8452Y 36C x2基）
 - メモリ容量：計2TB（64GB DDR5-4800メモリ x32枚）
 - ストレージ容量：計61.2TB（NVMe SSDストレージ15.3TB x4個）
 - OS容量：NVMe SSD 800GB 3DWPД x2個
- ネットワーク：インフィニバンド NDR 400Gbps FatTree Non-Blocking
OSネットワーク：10GbE, コアスイッチ 400GbE
IPMIネットワーク：1GbE



12. DLC冷却機器

nVent RackChiller CDU100 インラックCDU - 技術仕様

一般仕様

一般仕様	CDU
高さ	4U / 177 mm
幅	430 mm
奥行	974 mm
重量 (ドライ)	64 kg
重量 (充填時)	74 kg
セカンダリループ	15.6 L
電源電圧	100V - 240V 50/60 Hz
電力	70 W (最大)
電流	2.47 - 4.44A (定格), 9.7 A (最大)
ポンプ冗長	N+1時冗長2台ポンプ

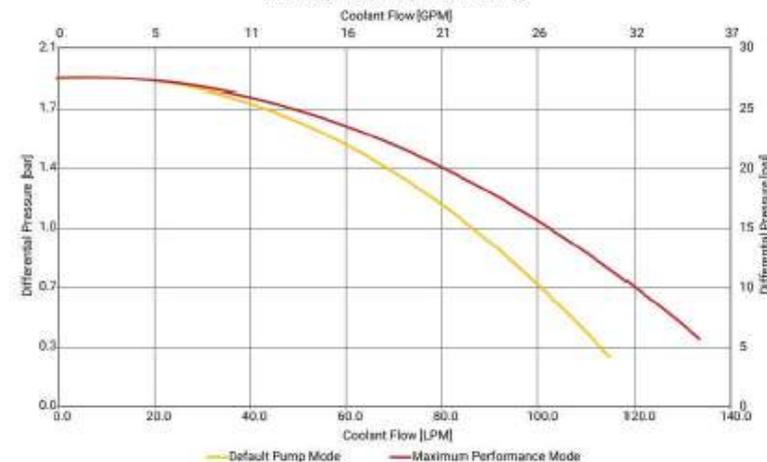
動作&能力

冷却液温度作動範囲	10°C to 70°C
冷却能力 (64 LPM プライマリ)	100kW (6Kアプローチ時)
最大一次流量	100 LPM
公称ヘッドロス (水64 LPMの場合)	13 psi
最大一次ループ圧力	50 psi
最大セカンダリ流量	115 LPM (single pump) / 130 LPM (dual pump)
公称ポンプ容量	130 LPM at 7 psi (dual pump)
最大セカンダリループ圧力*	40 psi (276kPa)

*セカンダリー・パイパスは40psiで開き、・プレッシャー・ノループは50psiで開く



Secondary P-Q Curve (PG25, Tri-Clamp)



nVent RackChiller CDU40 インラックCDU - 技術仕様

一般仕様

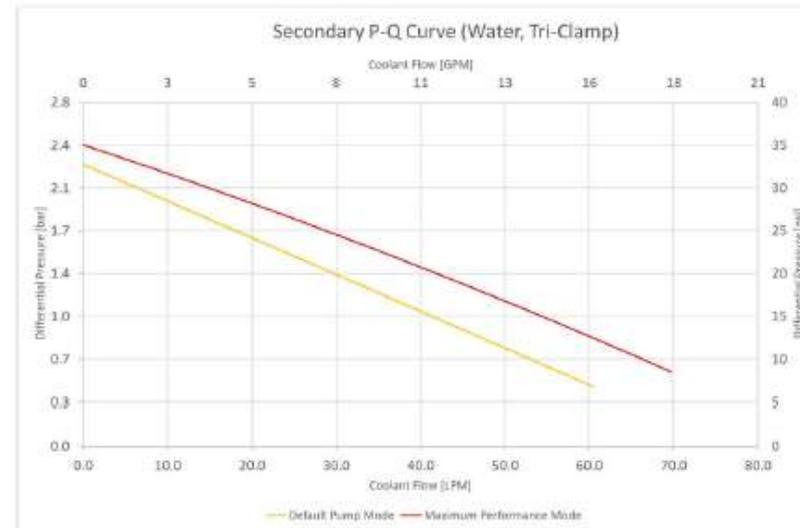
一般仕様	CDU
高さ	4U / 177 mm
幅	430 mm
奥行	994 mm
重量 (ドライ)	64 kg
重量 (充填時)	74 kg
セカンダリループ	9.5 L
電源電圧	100V - 240V 50/60 Hz
電力	670 W (定格)、970 W (最大)
電流	2.47 - 4.44A (定格)、9.7 A (最大)
ポンプ冗長	N+1時冗長3台ポンプ



動作&能力

冷却液温度作動範囲	10°C to 70°C
冷却能力 (64 LPM プライマリ)	40kW (10Kアプローチ時)
最大一次流量	80 LPM
公称ヘッドロス (水64 LPMの場合)	2 psi (13.8kPa)
最大一次ループ圧力	55 psi (379kPa)
最大セカンダリ流量	60 LPM (dual pump) / 75 LPM (triple pump)
公称ポンプ容量	55 LPM at 13 psi (triple pump)
最大セカンダリループ圧力*	20 psi (138kPa)

*セカンダリ・バイパスは20psiで開き、オーバー・プレッシャー・バルブは30psiで開く



nVent RackChiller CDU800

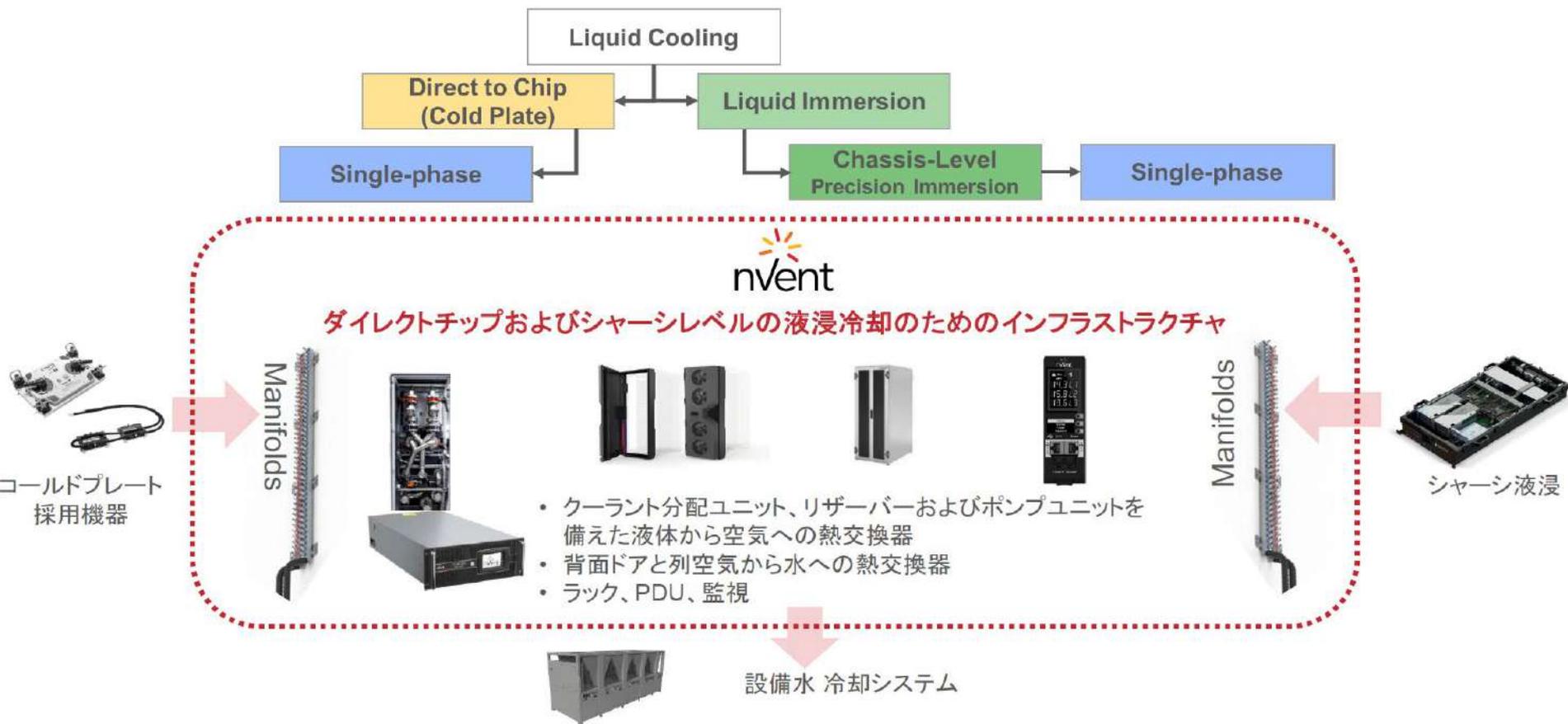
一般仕様	CDU
高さ	42U / 2152 mm
幅	811 mm
奥行	1216 mm
重量 (ドライ)	1135 kg
重量 (充填時)	1285 kg
セカンダリループ	100 L
電源電圧	380V - 480V 50/60 Hz
電力	22.2 kW (最大)
電流	47.5 A (最大)
ポンプ冗長	N+1時冗長2台ポンプ

動作 & 能力

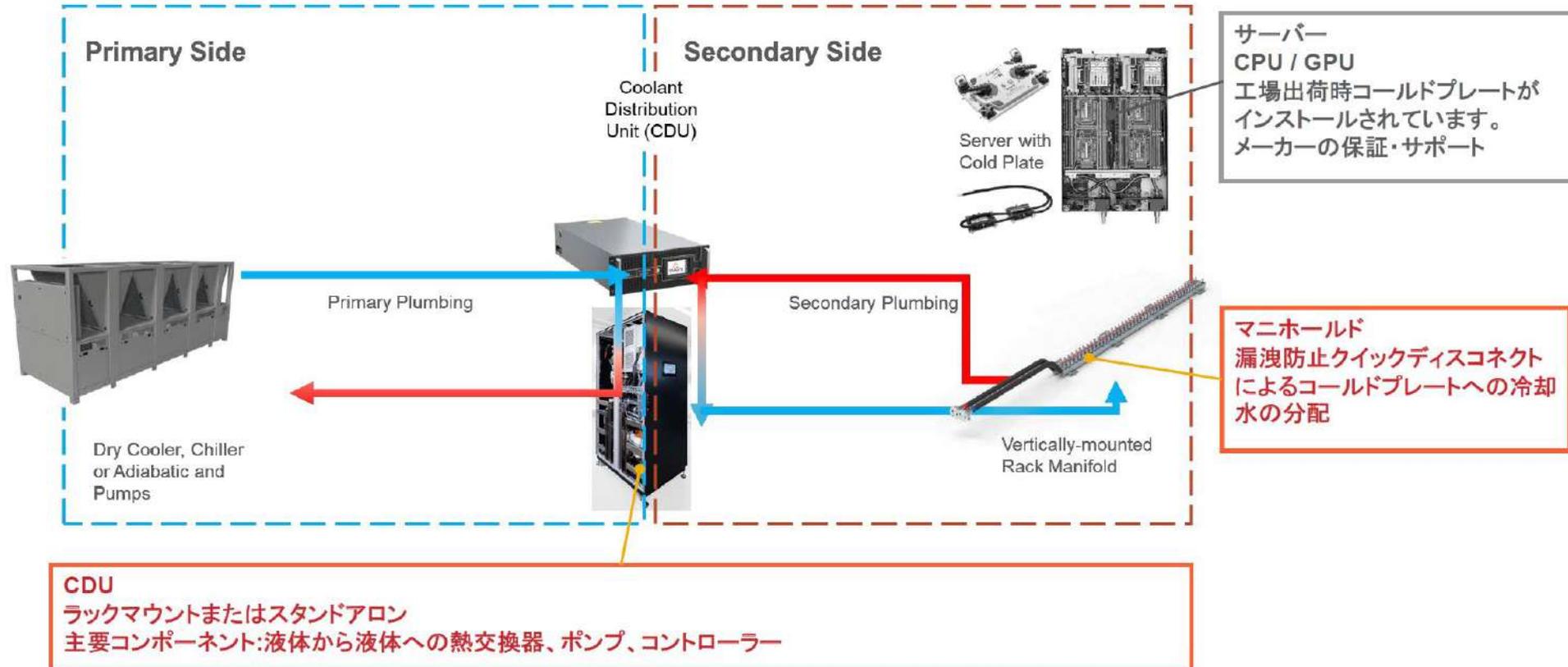
冷却液温度作動範囲	20°C to 70°C
冷却能力 (64 LPM プライマリ)	800kW (6Kアプローチ時)
最大一次流量	1200 LPM
公称ヘッドロス (水64 LPMの場合)	19 psi
最大一次ループ圧力	150 psi
最大セカンダリ流量	1100 LPM
公称ポンプ容量	1100 LPM at 38 psi (single pump)
最大セカンダリループ圧力*	125 psi

*圧カリリースバルブは 130 psi で作動します





DIRECT TO CHIP COOLING LAYOUT

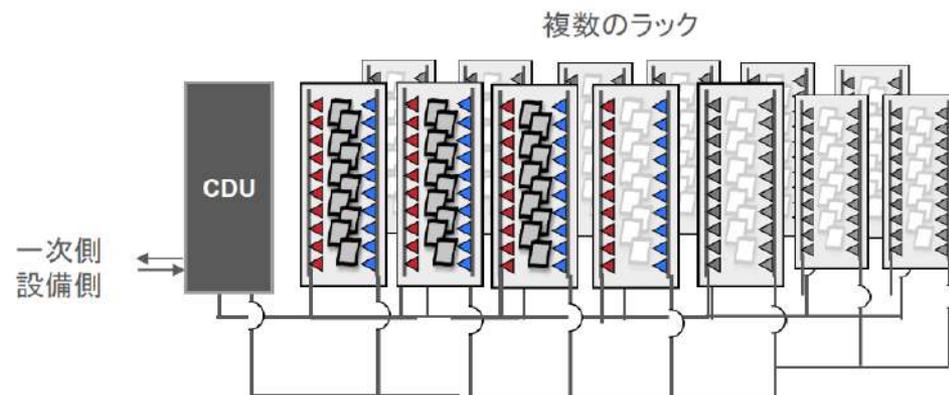
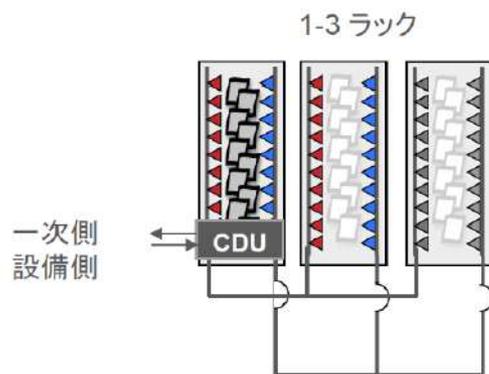
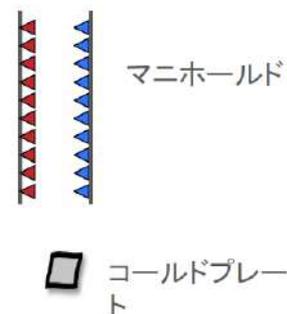


CDU Design Options

ラックマウントCDUは、チップへの直接冷却装置を備えた1~3ラックをサポート



スタンドアロンのCDUは、チップへの直接冷却装置を備えた複数のラックをサポート

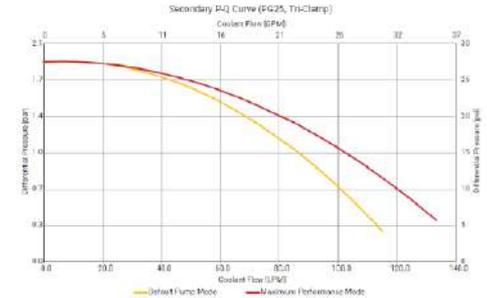


RackChiller CDU100

一般仕様

CDU

高さ	4U / 6.97 in. / 177 mm
幅	16.93 in. / 430 mm
奥行	37.4 in. / 950 mm
重量 - ドライ	137 lb / 62 kg
重量-充填済み	167 lb / 76 kg
容量 (2次側)	4.12 gallons / 15.6 liters
ポンプの冗長性	2 Pumps for N+1 Redundancy
電力要件	100V - 240V 50/60 Hz
消費電流	15A - 10A
電源	1 x 2500W



運用とパフォーマンス

動作温度(クーラント)	10°C to 70°C
冷却能力	125 kW at 6°C approach
1次側流量	170 lpm maximum
1次側作動圧力	232 psi maximum
2次側流量	115 lpm / 125 lpm maximum
2次側作動圧力*	40 psi
最小アプローチ温度	4K
2次側クーラント供給範囲	ASHRAE W17 to W45 (previous W1 to W4)

*2次側バイパスは40psiで開き、過圧バルブは50psiで開きます

2次側冷媒の条件 (ASHRAE2014) Table 6.2

冷媒	選択肢 1	腐食防止剤および殺菌剤で処理された水
	選択肢 2	プロピレングリコールの濃度が最大30%の水/PG混合物
冷媒の品質	pH	8.0 to 9.5
	硫化合物	<1 ppm
	硫酸塩	<10 ppm
	塩化合物	<5 ppm
	細菌	<100 CFUs/mL
	総硬度 (CaCO3として)	<20 ppm
	導電率	0.2 to 20 µS/cm
	蒸発後の残留物	<50 ppm
	濁度	<20 NTU

RackChiller CDU800

一般仕様

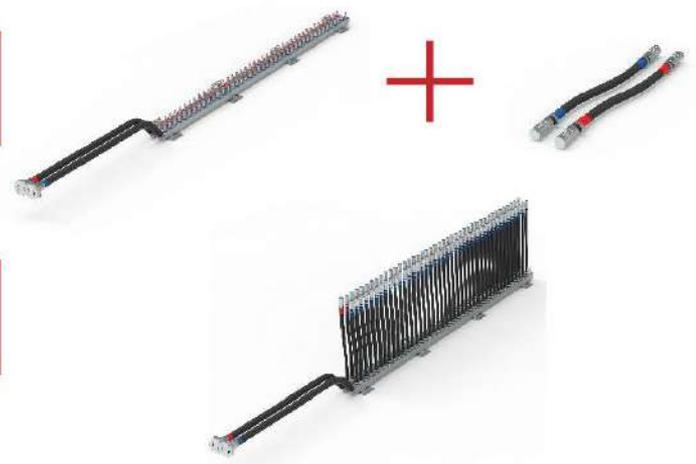
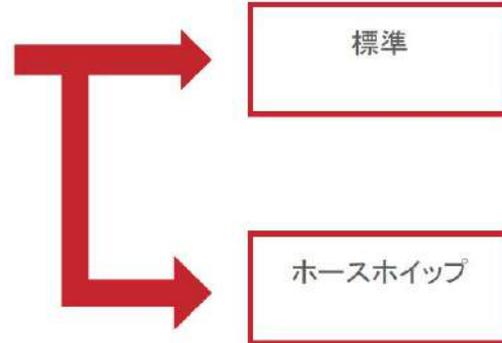
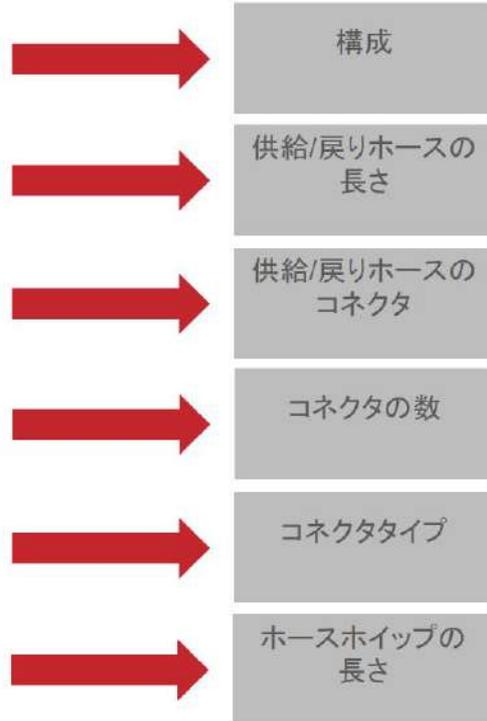
高さ	42U / 78.7 in. / 2000 mm
幅	31.5 inches / 800 mm
奥行	47.2 inches / 1200 mm
乾燥重量	2650 lb / 1200 kg
流量 (2次側)	13.5 gallons / 51 liters
電源電圧	208V, 50/60Hz, 3 Ph, 11A – 22A 380V – 480V, 50/60 Hz, 3 Ph, 10A – 20A
供給電源	Hardwired Input, optional ATS

動作及び性能

動作温度	ASHRAE A4 → 5°C to 45°C
冷却能力	800 kW maximum
1次側流量	913 lpm maximum
1次側動作圧力	150 psi maximum
2次側流量	850 lpm
2次側動作圧力*	46 psi
最小アプローチ温度	Temperature 4K
2次側冷媒仕様	ASHRAE W4 – 2°C to 45°C w/ dew point control



設定可能な属性



寸法

- 42U、47U、52Uラックに対応
- 高さは1.8mを超えず、最大42ポート
- 標準プロファイル = 1.5" x 1.5"
- さまざまな用途に対応するカスタムサイズ
- ホースの長さは設定可能

- コネクタ
- 標準
- パーカーNSP06
- スタウブリ SCG06*
- 非標準**
- UQDシリーズ
- 代替 SCG および NSP サイズ

コネクションキット(標準ポート付きマニホールド用)

- コネクタ対応 サーバーの継手のタイプにより NSP06及びSCG06クイックコネクターに対応しています。
- 長さバリエーション 305mm、457mm、610mmの標準長さのホースを準備しています。

なお、NSP06及びSCG06以外のコネクタへの対応も対応いたします。



用途
nVent HOFFMANコネクションキットは、標準的な構成のマニホールドとIT機器間の液体の流れを容易にします。nVentのコネクターからお客様のコネクターまで、様々な設備に対応します。

特徴

- 標準構成のマニホールドとIT機器間の液体の流れを容易にする
- コネクタとホースの長さに多様性を持たせ、様々な設置方法に対応
- 片方の端にnVent推奨コネクターを使用し、反対側にお客様推奨コネクターを使用可能

Standard Product

Catalog Number	内容	ホース長さ (in.)	ホース長さ (mm)	クイックコネクター Cサイド 1	クイックコネクター サイド 2
RCH12001	Connection kit, NSP06 to USP06	12	305	NSP06, Barbed Socket	NSP06, Barbed Socket
RCH12002	Connection kit, NSP06 to SCG06	12	305	NSP06, Barbed Socket	SCG06, Barbed Socket
RCH18001	Connection kit, NSP06 to NSP06	18	457	NSP06, Barbed Socket	NSP06, Barbed Socket
RCH18002	Connection kit, NSP06 to SCG06	18	457	NSP06, Barbed Socket	SCG06, Barbed Socket
RCH24001	Connection kit, NSP06 to NSP06	24	610	NSP06, Barbed Socket	NSP06, Barbed Socket
RCH24002	Connection kit, NSP06 to SCG06	24	610	NSP06, Barbed Socket	SCG06, Barbed Socket

ソケット・プラグ共に自動開閉バルブを備えているので分離時にはバルブが閉じ、流体の流出を防ぎ完全密封！製鉄、船上等激しい環境下での使用に最適です。



類似コネクタでの構造説明

STAUBLI:

<https://www.staubli.com/jp/ja/home.html>

生成AI冷却システム用
DLC熱源機開発仕様

DLCの空調システムを試験しようとするすると実生成AI用サーバを設置してコミッショニング試験を行うことになる。

しかしながら、実サーバで行うことはできない。約5000万円近くするサーバに実負荷をかけて試験することは大変高価であることとなかなか自由に負荷をかけることができない。また空調の制御がうまくいかない場合にはサーバを劣化させることとなる。

生成AIコンテナを例にすると
20ラックコンテナで4サーバ/ラック 80サーバ必要となる。
これをサーバコストで考えると40億円必要となる。
80台の生成AI用サーバ模擬熱源機が必要である。

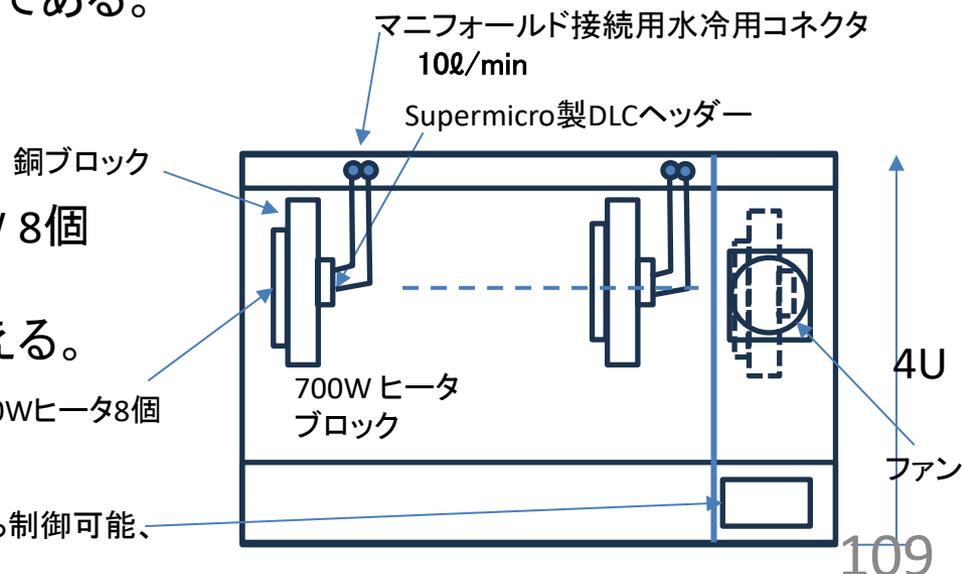
10KWの発熱とした場合、15ℓ/min程度の水を流す必要がある。
1台の熱源機としては、120ℓ/min

生成AI用サーバ模擬熱源機仕様

発熱量 約10KW 4U
DLCの水冷ヘッドの発熱は 700W/1000W 8個
空冷は700W $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$ 1個
水の温度は32 $^{\circ}\text{C}$ で出口温度は42 $^{\circ}\text{C}$ で考える。

700W /1000Wヒータ8個

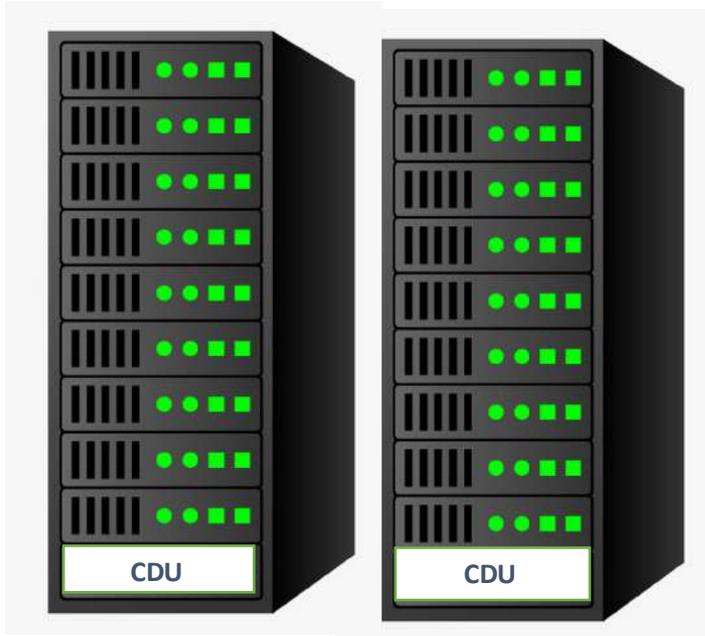
負荷制御コントローラ
MODBUS-TCPにてPCから制御可能、
マニュアル制御も可能



13.DLC冷却システムの配管設計

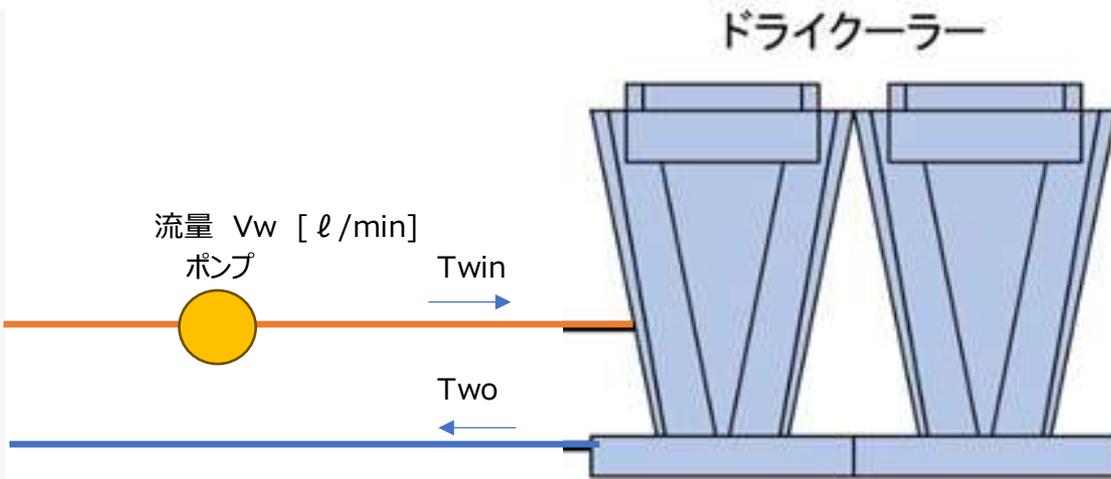
流量と温度差による熱量変化の計算について

水冷ラック (CDU内蔵)



IT負荷発熱量 Q_w [W]

熱量変化については、水流量と温度差による熱量 (Step1) と空気風量と温度差による熱量 (Step2) と熱交換量により求めることができます。

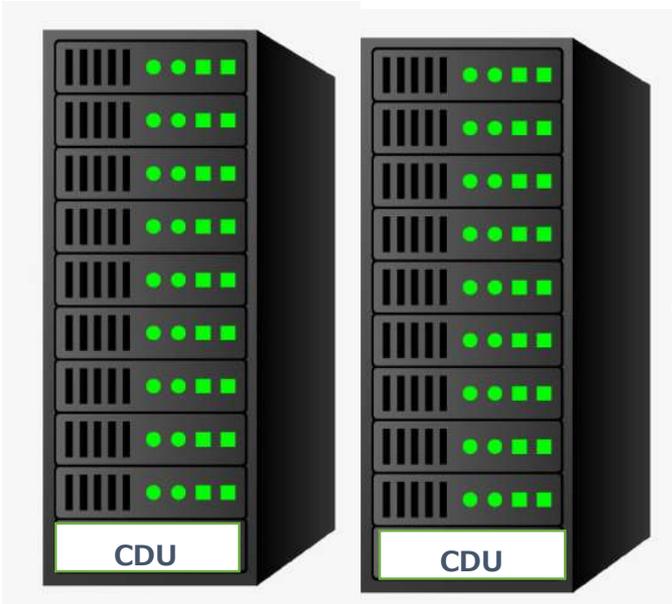


冷却水 水

$$\text{熱量変化 } Q_w = \rho_w * V_w * C_{pw} (T_{w\text{in}} - T_{w\text{out}}) / (60 * 1000)$$

Q_w : 水温による熱量変化(W)	50000
ρ_w : 水密度 (kg/m ³)	994
V_w : 水体积流量 (ℓ/min)	60
C_{pw} : 水比熱 (J/kgk)	4180
$T_{w\text{in}}$: 水入口温度 (°C)	18
$T_{w\text{out}}$: 水出口温度 (°C)	30

水冷ラック (CDU内蔵)



IT負荷発熱量 Q_w [W]

熱交換量 $Q = k(V_a) \Delta T_{LMTD}$

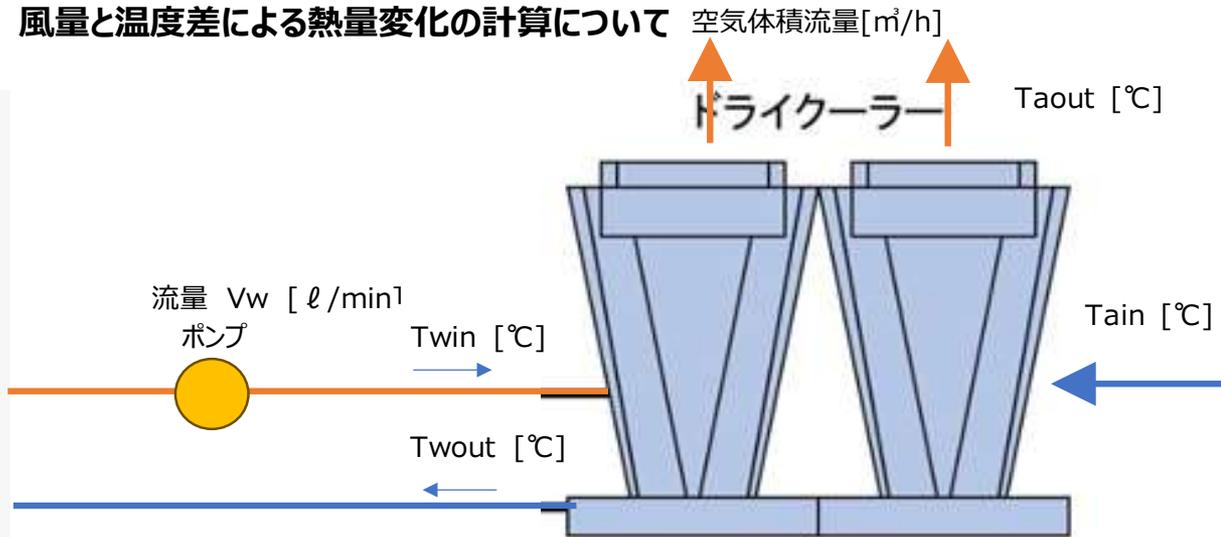
$k(V_a)$: 温度差あたりの熱伝達量(W/K)

ΔT_{LMTD} : 対数平均温度差(k)

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(T_{w_{in}} - T_{a_{out}}) - (T_{w_{out}} - T_{a_{in}})}{\ln((T_{w_{in}} - T_{a_{out}}) / (T_{w_{out}} - T_{a_{in}}))}$$

$$k(V_a) = \frac{Q}{\Delta T_{LMTD}}$$

風量と温度差による熱量変化の計算について



空気

熱量変化 $Q_a = \rho_a * (V_a / 3600) * C_{pa} (T_{a_{in}} - T_{a_{out}})$

Q_a : 空気による熱量変化(W)	24839
ρ_a : 空気密度 (kg/m³)	1.184
V_a : 空気体積流量 (m³/h)	5000
C_{pa} : 空気比熱 (J/kgk)	1007
$T_{a_{in}}$: 水入口温度 (°C)	25
$T_{a_{out}}$: 水出口温度 (°C)	40

口径・流量から流速を計算する

口径・流量を半角数字でご入力ください。
また、流量単位をご選択ください。対応した流速が表示されます。

口径 mm

流量

➤

流速

m/s

計算結果は小数点第三位を四捨五入したものです。

口径・流速毎の流量を計算する

口径・流速を半角数字でご入力ください。
単位別に対応した流量が表示されます。

口径 mm

流速 m/s

▼

流量

m³/h L/min

計算結果は小数点第二位を四捨五入したものです。

配管の圧力損失計算法の紹介

配管の圧力損失の算出は、上記で示したのダルシー・ワイズバッハの式をもとに考えていきます。

$$\text{【ダルシー・ワイズバッハの式】 圧力損失 } \Delta h = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{(2g)} \quad (\text{式1})$$

h: 圧力損失 (m)、λ: 管摩擦係数、L: 配管長さ (m)、v: 管内流速 (m/s)、D: 配管内径 (m)

計算の手順としては、まず①レイノルズ数を算出し、流れの状態が、層流か乱流かを判断します。そして、②その条件により管摩擦係数λを算出し、③ダルシーワイズバッハの(式1)で算出することになります。

計算の手順

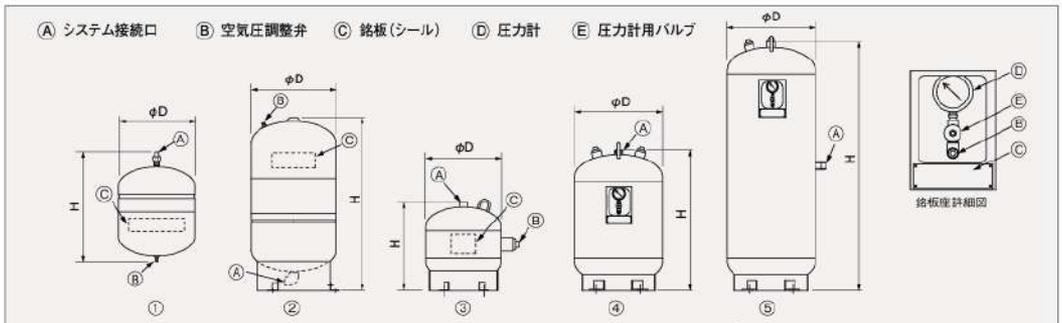
- ①レイノルズ数の算出
- ②層流、乱流の判定
- ③管摩擦係数λの算出
- ④λを代入し、圧力損失を計算する

$$\Delta h = \lambda \frac{L}{D} \frac{v^2}{(2g)}$$

管摩擦係数λの値を代入する。



水冷設計する場合は
 今までの空冷設計とは
 異なった設計が必要となります。
 一時側のCDUの先のサーバの負荷により、
 流量を制御する必要があります。また
 CDUの二次側の流量もそれに対応して
 差圧制御が必要となります。
 二次側の水は温度差による水の膨張を
 考慮して膨張タンクを設置する。膨張タンクは水の系の水の総量に応じて必要な膨張タンクを選定します。配管設計されている方は普通のことですが水冷冷却としては必要な設計項目となります。



密閉式膨張タンク選定フォーマット

2025/2/1

様
 件名

密閉タンク位置図

システムa

選定に必要なデータ

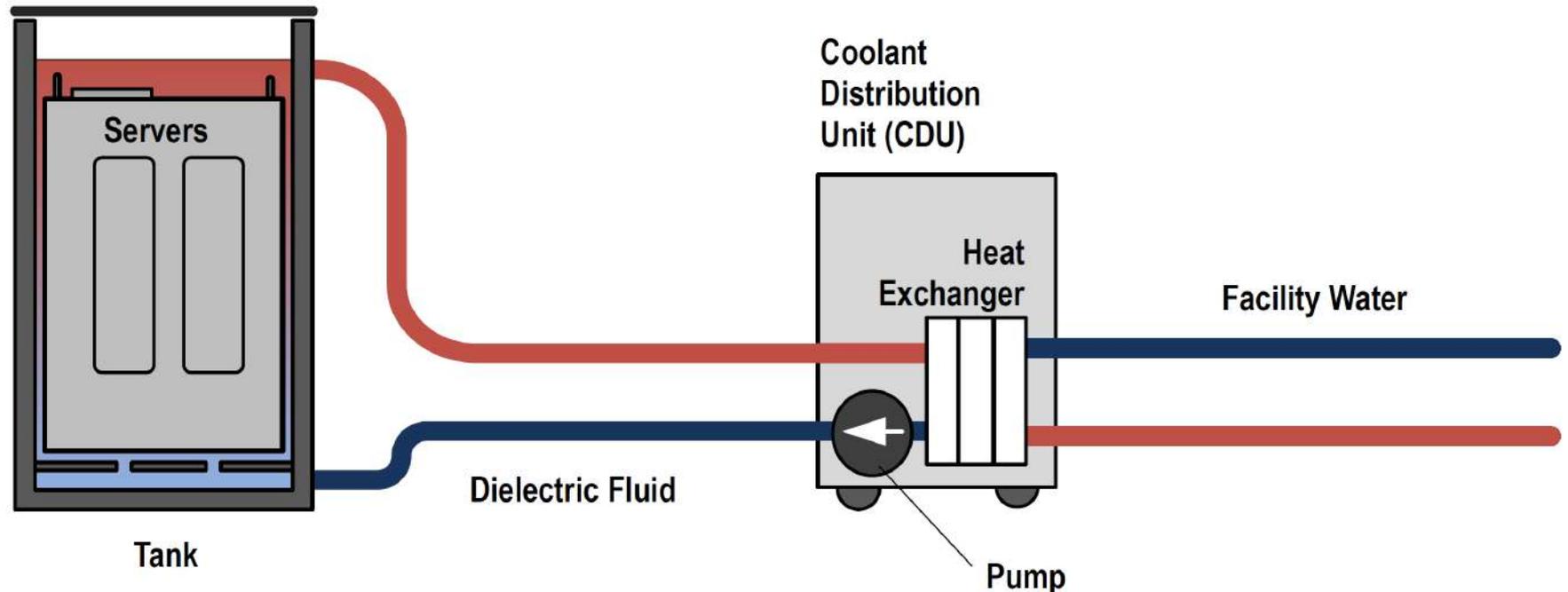
1. 給湯用、空調用の別 空調用
2. 銅板製、ステンレス製の別 ステンレス製
3. システム全水量 140 %
 不凍液50%
給水管の逆止弁以降のすべての配管と機器の保有水量を合計して求めます。
 算出にあたっては、10%の余裕を見てください。
- システム水初期温度 0 °C
- システム最高設定温度 60 °C
- 補給水圧力 0.08 MPa・G
 給湯用の場合
 システム水最高点までの高さ H [m] ÷ 100
 + 器具に必要な圧力
 (最低 0.07MPa)
- 空調用の場合
 システム水最高点までの高さ H [m] ÷ 100
 + 空気抜きに必要な圧力
 (最低 0.03MPa)
7. 循環ポンプ揚程 10 m
8. 安全弁セット圧 0.4 MPa・G

14. 一相液浸冷却システム

一般的な一相液浸浸漬冷却システム例

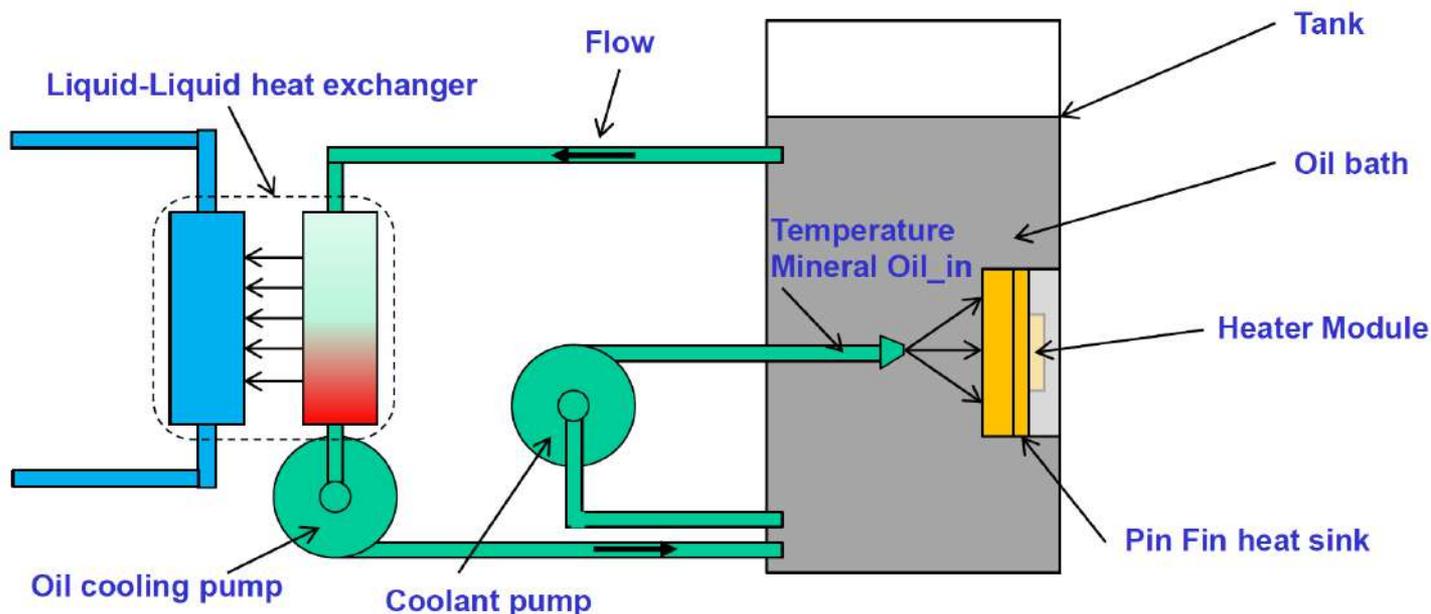
- Single Phase

- “Sensible” heat transfer - Fluid does not change state from liquid to vapor
- Pump Required



单相油浸浸漬冷却システム Single-Phase Oil Immersion Cooling

A sketch of the setup used to investigate the performance of the single-phase oil immersion solution is shown below:



The coolant pump delivers the mineral oil to a nozzle manifold, which creates impingement jets on a pin fin heat sink.

この図ではCoolant pumpを設けている

3社より入手

液浸冷却の効果（空冷対比）

1. 省電力化

サーバー内のCPUFANやPSUFANを除去/無効化
⇒サーバー自体の消費電力を10~20%削減

2. パフォーマンス向上

CPU高負荷運転時の温度を空冷比で低く保てる
⇒高負荷状態での継続稼働が可能

3. サーバーコンポーネントの故障率低下

空冷運用時の3台サーバー故障要因をすべて排除

(1)FANの振動による故障

⇒全て取り除いているため振動が発生しない

(2)ホットスポットによる故障

⇒液に浸すことで均等に冷却、ホットスポットが発生しにくい

(3)埃付着によるショート

⇒基板表面が油膜保護され、塵埃の付着影響皆無

4. 静音効果

空冷サーバールームと比較して騒音レベルを大幅に低減



▲液浸用サーバー
パーツ構成（一例）

▲液浸用サーバーに変更するにあたり不要となる
サーバーの部品（一例）

騒音レベル (dB)	
120	
110	聴覚機能障害
100	
90	極めてうるさい
80	
70	うるさい
60	
50	日常生活で望ましい範囲
40	
30	静か
20	

空冷サーバールーム
作動音

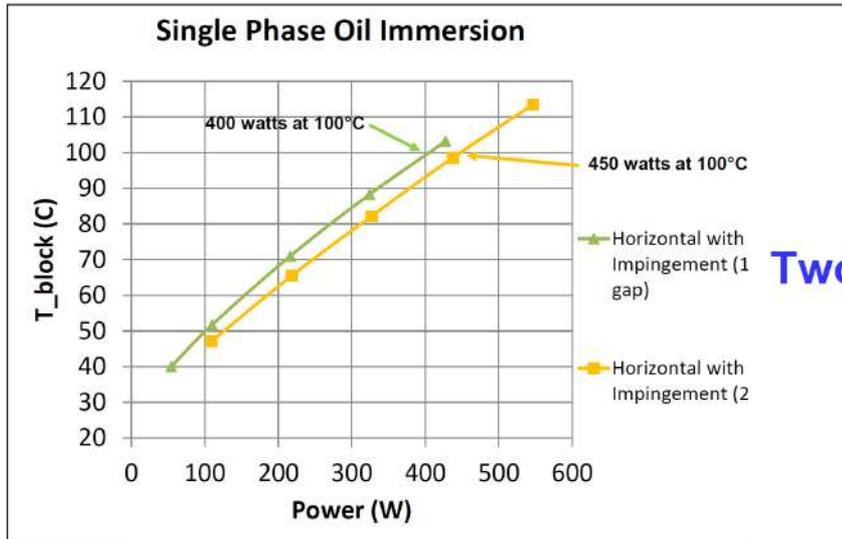
85~105dB

液浸装置ポンプ
作動音

40~55dB

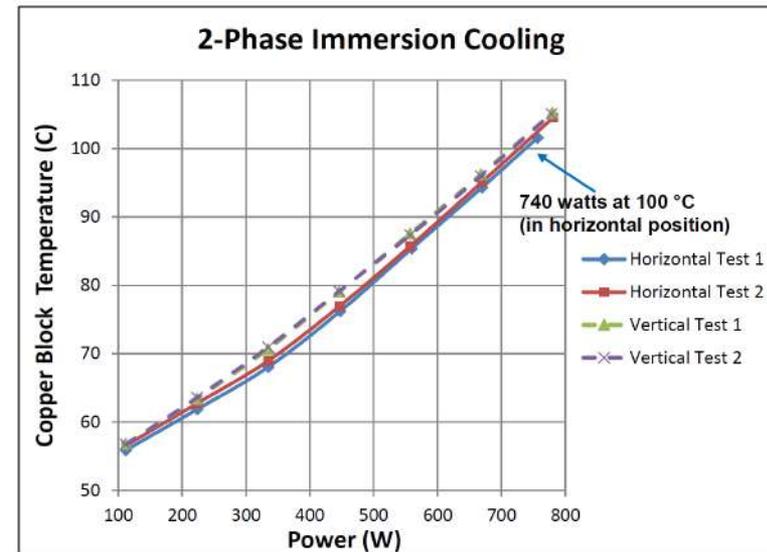
Single-Phase Oil Immersion – Results 一相液浸 発熱と温度 Forced Convection

Forced convection measurement results show that power dissipations up to 400 watts can be supported with a 10.6 mm distance between the nozzle manifold and the heat sink and power dissipations up to 450 watts can be supported with a 2.6 mm distance.

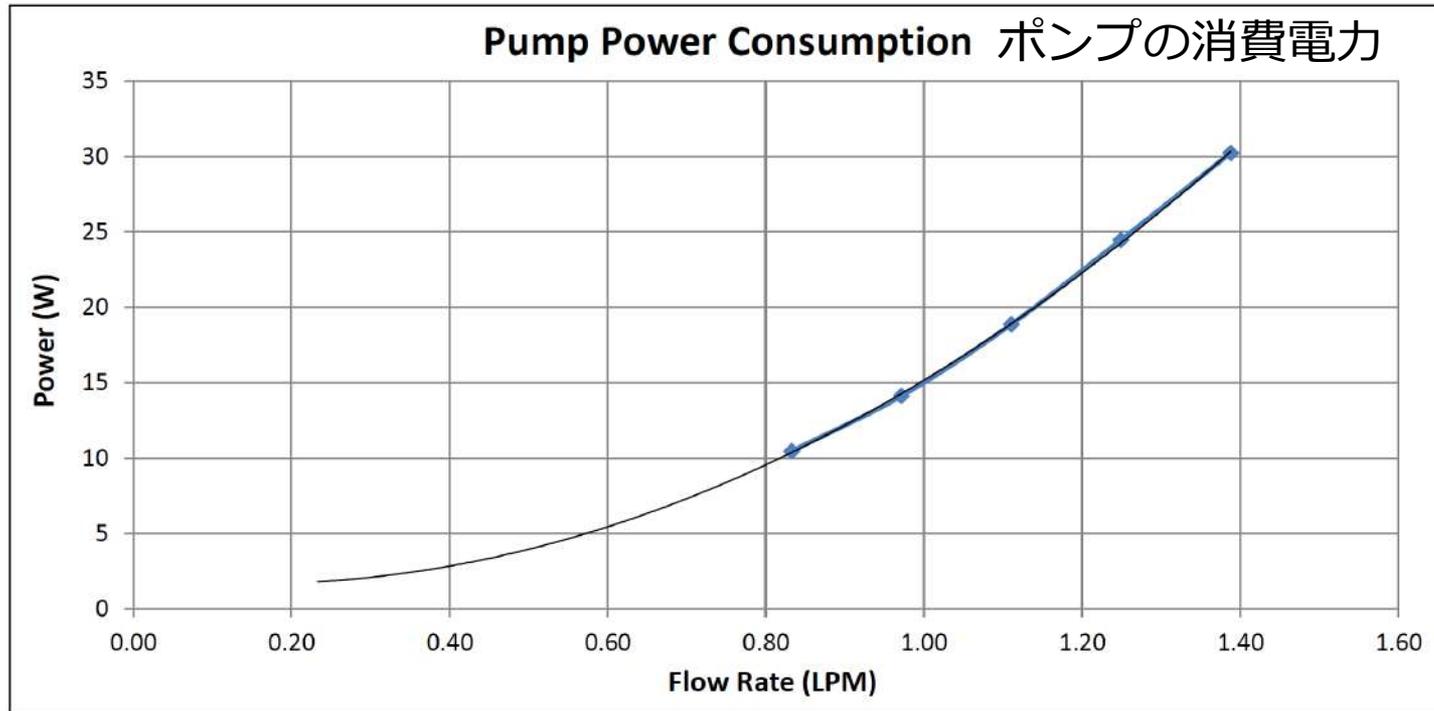


二相液浸 発熱と温度

Two-Phase Immersion - Temperature vs Power



3社より入手



The pump power as a function of the flow rate is presented in the graph above.

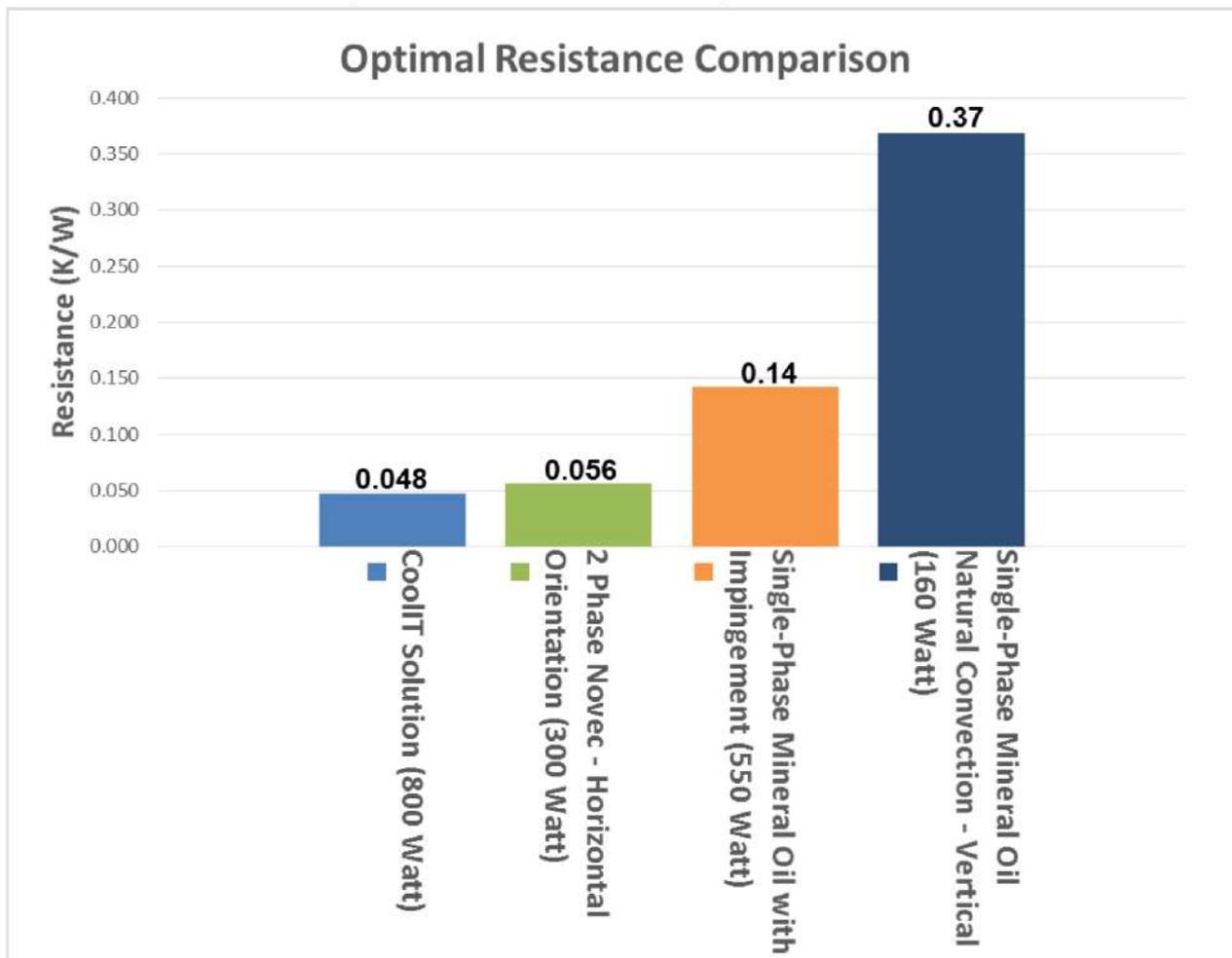
Note that for high power, the pump will deliver the max. flow rate => max pump power is 30 watts. The flow rate can be adjusted according to the heat load. The cold plate performance is improved at higher flow rate.

8GPU+2CPU=10で1KWの発熱として1.3L/minの場合13L/minとしてポンプ電力は25W×10で250W必要。8サーバ実装するとサーバ電力は80KWでポンプ電力は2.5KW必要となる。これはDLC冷却の場合である。ただし溶剤の粘度で大幅に変わる。

3社より入手

Summary – Resistance Comparison 抵抗の比較

The chart below shows a comparison of the best case performance for the three technologies



Resistances have been calculated as before

3社より入手

15.一相液浸システム事例

トヨタ様向け一相液浸システム 二相沸騰液浸冷却システム



冷媒を満たした液浸槽にサーバーを浸して冷却する方式

单相液浸冷却システム（1フェーズ）

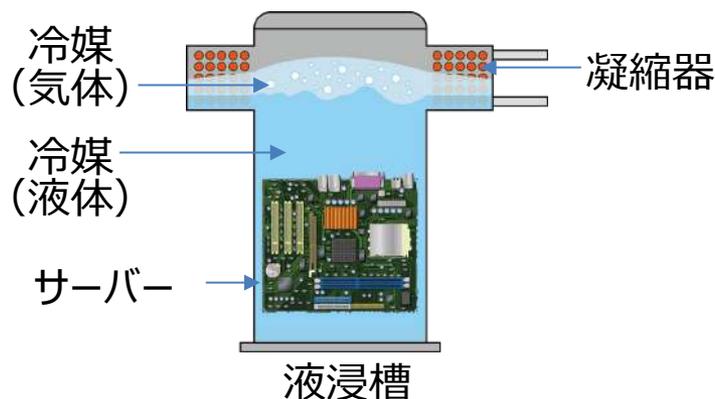
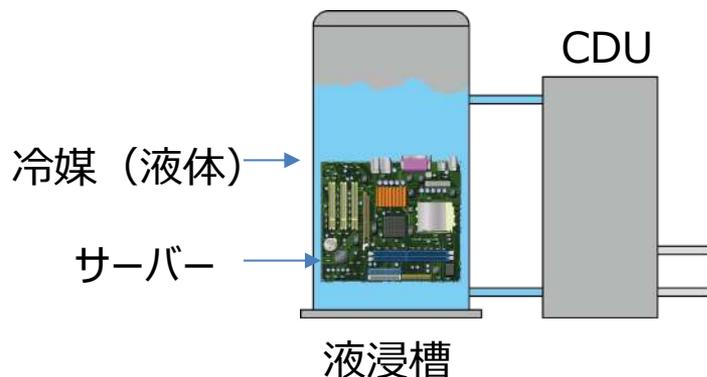
single-phase immersion cooling

- 高沸点の冷媒を使用
- サーバーの熱を吸収した冷媒をCDUで冷却して循環
- 構造をシンプルにできるが、CDUの消費電力が課題

二相液浸冷却システム（2フェーズ）

two-phase immersion cooling

- 低沸点の冷媒を使用
- 冷媒が沸騰する際の気化潜熱を利用してサーバーを冷却
- 気化した冷媒は凝縮器に触れて液化し、液浸槽に戻る
- 高効率だが、構造がやや複雑





CDU

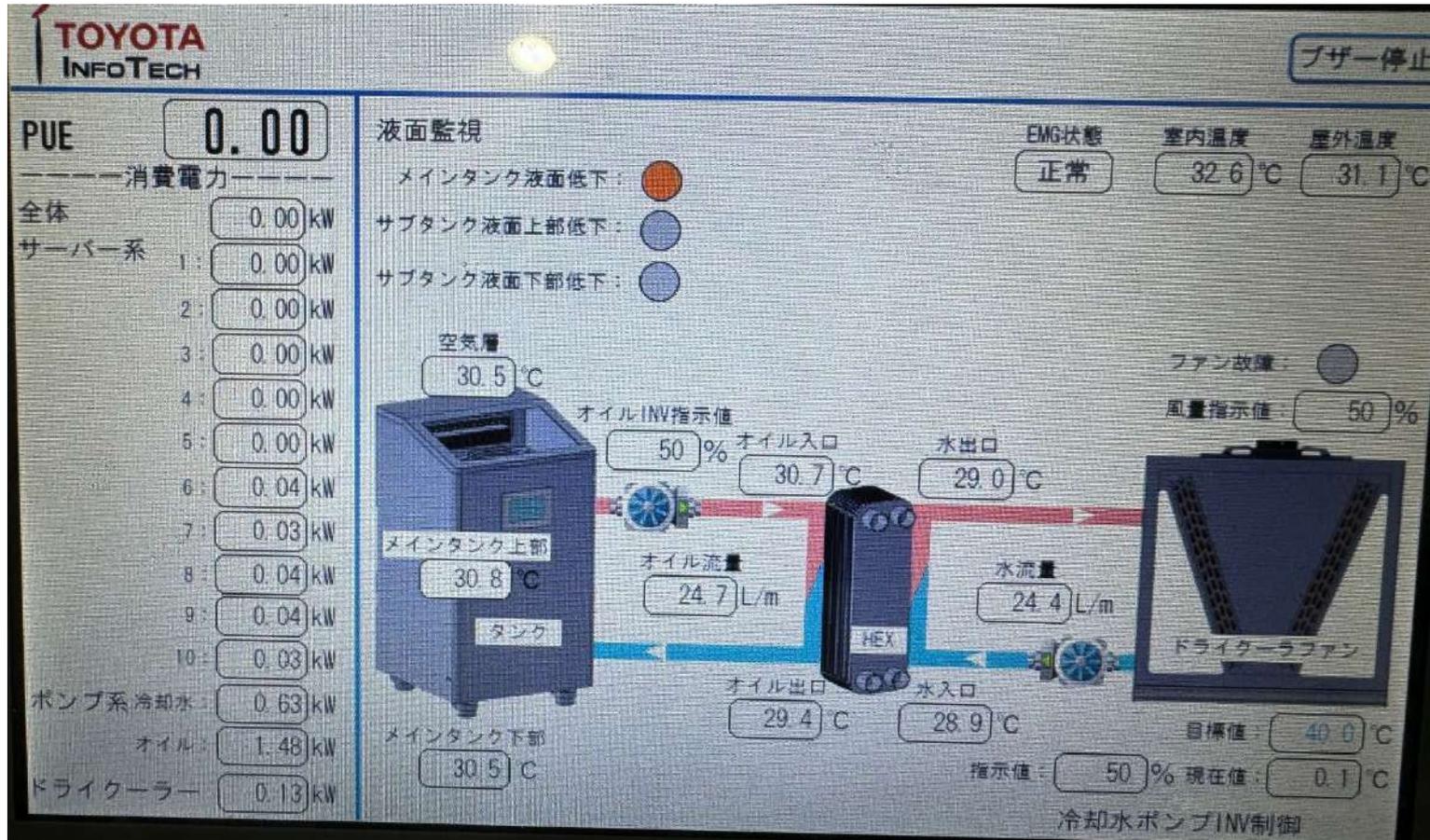
1Phase 液浸本体

ラック型ドライクーラ



CDU

1Phase 液浸本体



1Phase 液浸本体

CDU

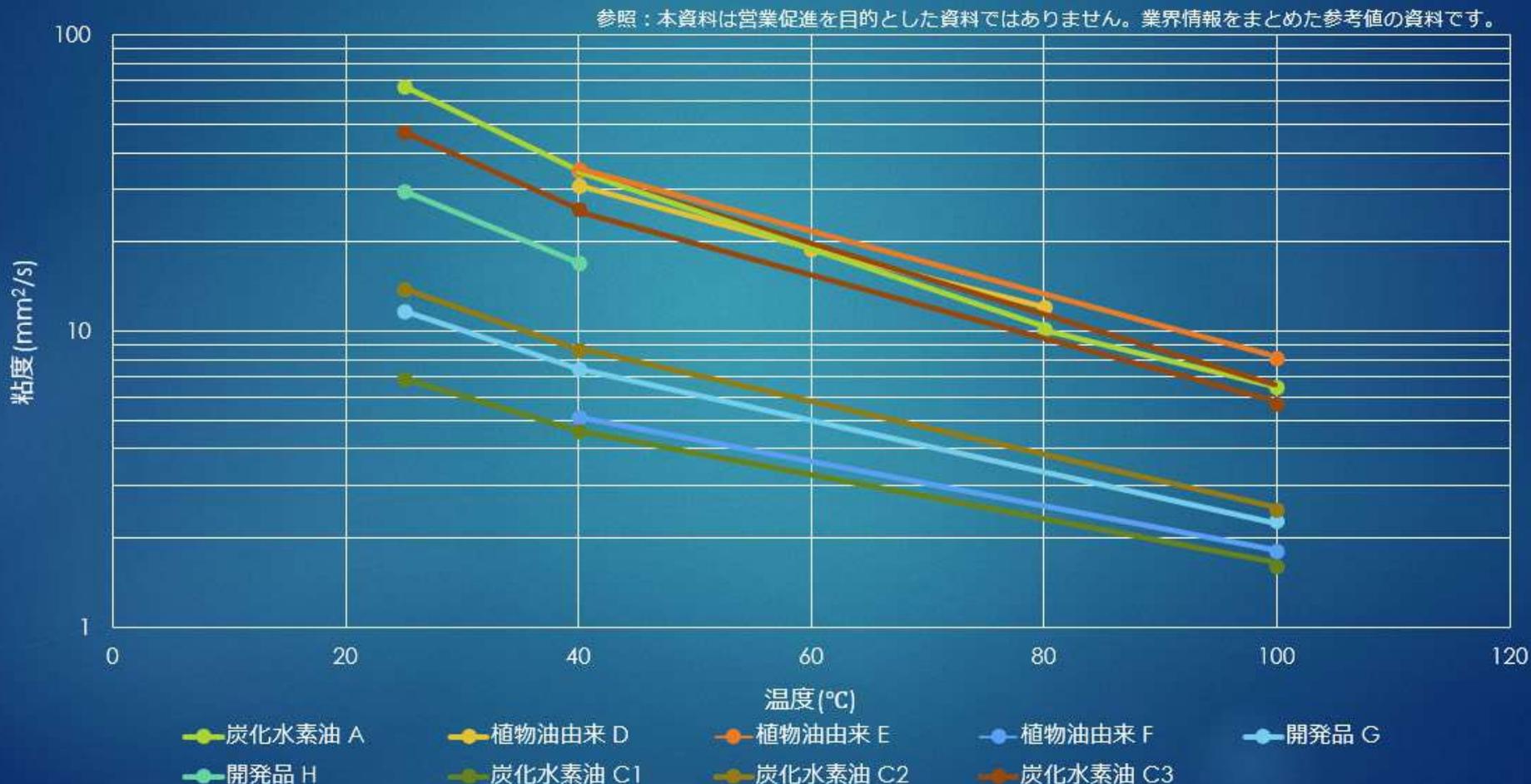
ドライクーラー

16. 一相液浸用溶剤の選択

参照：本資料は営業促進を目的とした資料ではありません。業界情報をまとめた参考値の資料です。

	単位	炭化水素油 A	炭化水素油 B	植物油由来 D	植物油由来 E	植物油由来 F	開発品 G	開発品 H	炭化水素油 C1	炭化水素油 C2	炭化水素油 C3
サプライヤー	—	国内	海外	海外	国内	国内	国内	国内	海外	海外	海外
原料由来	—	石油	バイオマス	バイオマス	バイオマス	バイオマス	バイオマス	バイオマス	石油	石油	石油
バイオマス度	%	—	100	>90	—	—	100	80	—		
分類	—	鉱油	炭化水素油	脂肪酸エステル	脂肪酸エステル	脂肪酸エステル	脂肪酸エステル	脂肪酸エステル	飽和炭化水素油		
化審法	—	既存	?	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存	既存
密度	kg/m ³	837	819	921	920	860	860	945	800	810	830
動粘度(@40℃)	mm ² /sec	34.8	19.7	31.0	35.1	5.1	7.43	17.04	4.6	8.6	25.7
流動点	℃	-15	-45	-10	-30	-32.5	-52.5	-65	-39	-54	-48
引火点	℃	254	230	325	330	186	216	253	160	202	251
比熱	kJ/kg-K	1.94	—	2.05	1.97	2.14	2.09	2.26	2.03	2.11	1.81
熱伝導度	W/m-K	0.138	—	0.164	—	—	0.156	0.153	0.143	0.143	0.153
比誘電率	—	2.14	—	—	—	2.95	—	—	2.28	2.26	2.21
絶縁破壊電圧	kV	—	—	>35	75	81	74	—	—	—	—
体積抵抗	Ω-m	>1×10 ¹²	—	—	4.0×10 ¹¹	1.9×10 ¹¹	2.4×10 ¹²	—	2.2×10 ⁹	1.9×10 ⁹	2.7×10 ⁹
消防法	—	可燃性液体	第4石油類	可燃性液体	可燃性液体	第3石油類	第4石油類	可燃性液体	第3石油類	第4石油類	可燃性液体
指定数量	Liter	非該当	6,000	非該当	非該当	2,000	6,000	非該当	2,000	6,000	非該当

シリコン油は低分子シロキサン10ppm(vol/vol) = 0.13mg/L-Airが目安



炭化水素C1.C2.C3が比較的良いことがわかる。とくにC1が良い
 温度で動粘度は大きく変わる。プリヒートできるとポンプ電力やポンプ容量は削減可能である。

- ▶ 熱伝達率は固体と流体の熱の伝わりやすさを表し、熱伝達率が大きいと交換熱量が大きい

- ▶ 熱伝達率は下記の式で表すことができる

$$\text{Nu数(ヌ)} = h(\text{熱伝達率}) \times d(\text{代表長さ}) / \lambda(\text{熱伝導度})$$

- ▶ 強制対流で熱伝達している流体のNu(ヌ)数は、コルバーンの式を用いて算出できる

$$\text{Nu数(ヌ)} = 0.023 \times \text{Re}^{0.8}(\text{レイルス数}) \times \text{Pr}^{1/3}(\text{プラントル数})$$

$$\text{Re数(レイルス)} = d(\text{代表長さ}) \times V(\text{代表流速}) / \nu(\text{動粘性係数})$$

$$\text{Pr数(プラントル)} = \nu(\text{動粘性係数}) / \alpha(\text{熱拡散率})$$

$$\alpha(\text{熱拡散率}) = \lambda(\text{熱伝導度}) / (\rho(\text{密度}) \times C_p(\text{比熱}))$$

- ▶ 代表長さ、代表流速を同一条件で運転したと仮定し、熱伝達率を算出すると下記の結果になると推定される

炭化水素油 C1 > 開発品 G > 炭化水素油 C2 > 開発品 H > 炭化水素油 C3 = 植物油由来 D > 炭化水素油 A

- ▶ 脂肪酸エステルは、脂肪酸とアルコールから合成される化合物である
- ▶ 脂肪酸には飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸があり、各植物系オイルによって含有する脂肪酸の種類が異なる
 - ✓ 飽和脂肪酸 → 酸化しにくい
 - ✓ 不飽和脂肪酸 → 酸化しやすい
- ▶ 不飽和脂肪酸には、一価不飽和脂肪酸と多価不飽和脂肪酸がある
 - ✓ 一価不飽和脂肪酸：炭素間の二重結合を1個含有
 - ✓ 多価不飽和脂肪酸：炭素間の二重結合を2個以上含有
- ▶ 不飽和脂肪酸の含有は、ヨウ素価の値によって判断できる
 - ✓ ヨウ素価：低い値 → 不飽和脂肪酸の含有量が少ない
 - 高い値 → 不飽和脂肪酸の含有量が高い
- ▶ 加熱酸化安定性
開発品 H > 開発品 G > 植物油 D=植物油 E

(ご参考)消防法について

消防法分類		引火点 [°C]	指定数量 [L]
第4類危険物	特殊引火物	-	50
	アルコール類	-	400
	第1石油類	<21	200
	第2石油類	21~69	1000
	第3石油類	70~199	2000
	第4石油類	200~249	6000
非危険物	可燃性液体類	250~	2,000L以上で指定可燃物として位置づけられ、地方条例により規制対象となる

- 可燃性液体類は、消防法上危険物に該当しない
- 可燃性液体類は、数量2,000L以上で指定可燃物という位置づけになり、地方条例の規制を受けるため所轄消防署への届出が必要になる
- 消防法で定められた「危険物」を一定数量以上貯蔵・取扱いを行う施設には危険物取扱者(国家資格保有者)を置かなければならない

可燃性液体類のメリット

取扱い数量の緩和

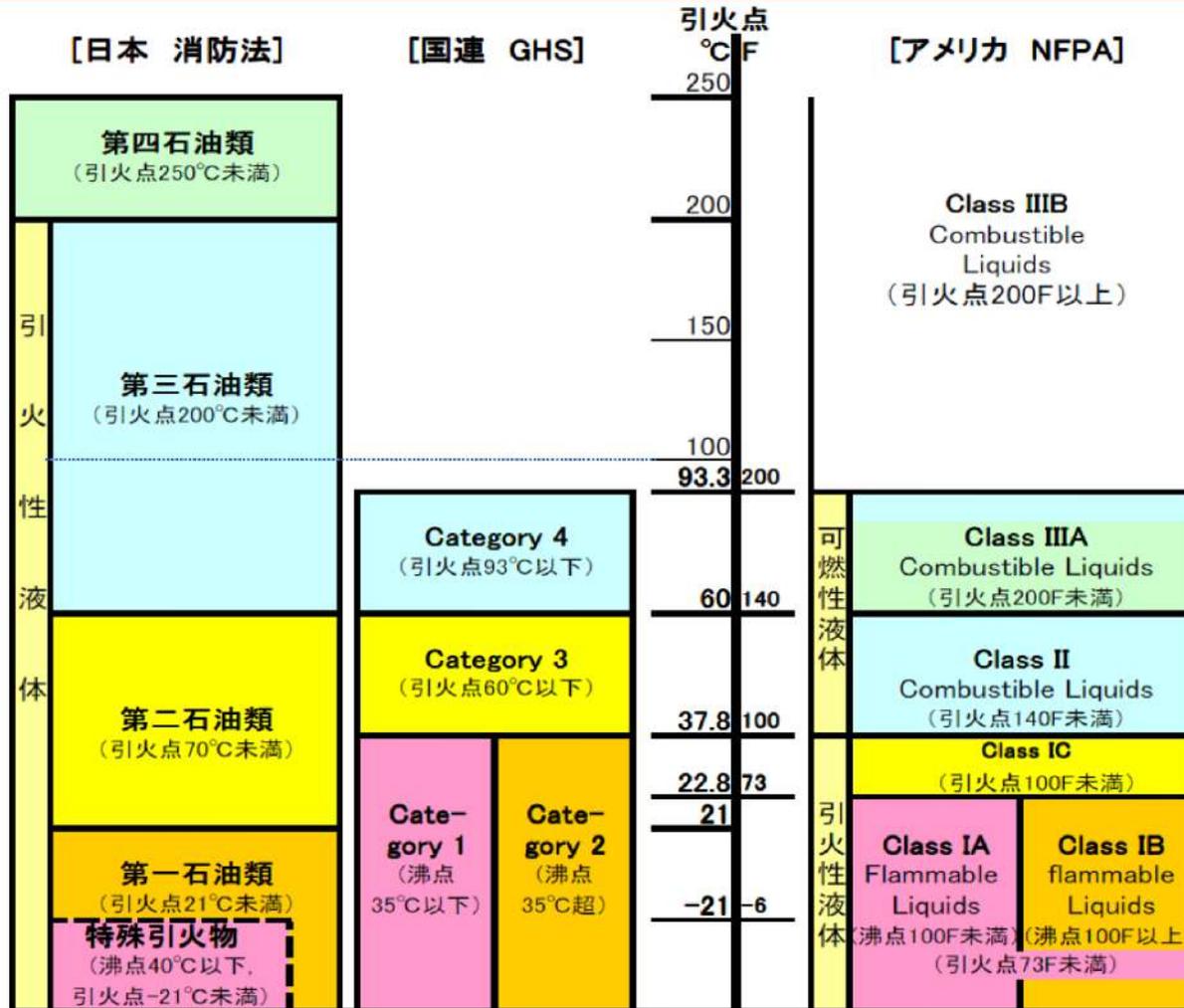
防火設備設置のコスト削減

貯蔵、取扱いにおける規制緩和

ENEOS資料より

Confident

(ご参考)国際的な危険物分類

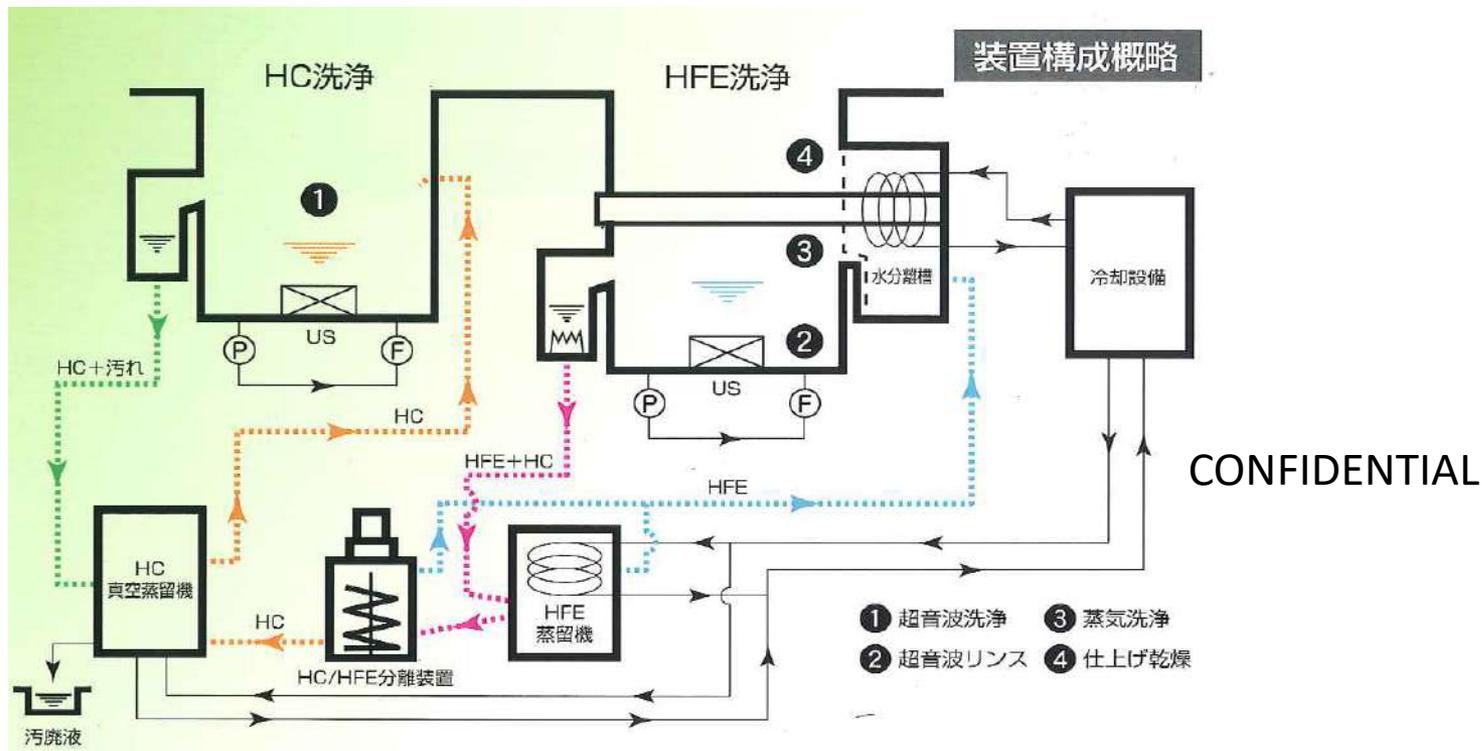


液浸に使う場合に引火点で考えなければならないのか。
OCPIリファレンスは160°C標準
省エネとして大変優れる。

ENEOS資料より

一相油浸システムでは洗浄システムが必須である。一相油浸の溶剤は冷却中は問題がないが、サーバを取り出した場合には洗浄が必要である。メンテナンスが難しいことと、溶剤が酸化すると特にコネクタが接触不良となる。特に植物油は注意が必要である。専用の洗浄システムを活用し、取り出し後洗浄して保守を行う。専用の洗浄剤やエーテル系の洗浄材で洗浄する。

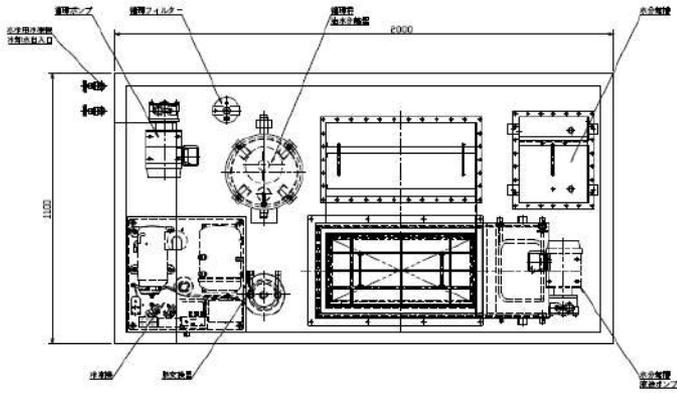
コ・ソルベント洗浄機



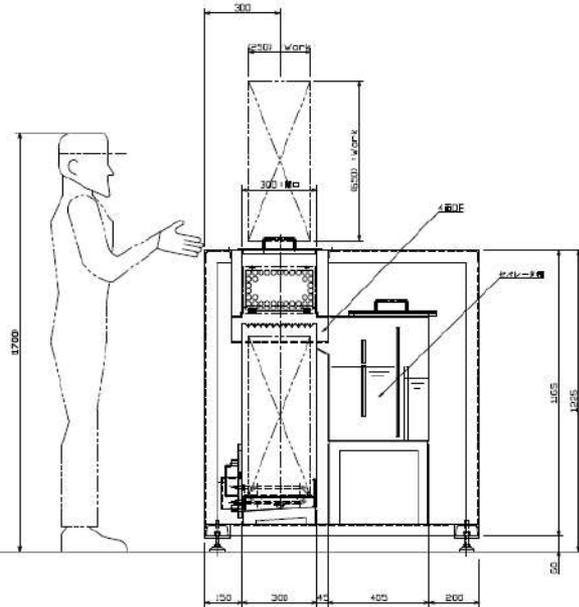
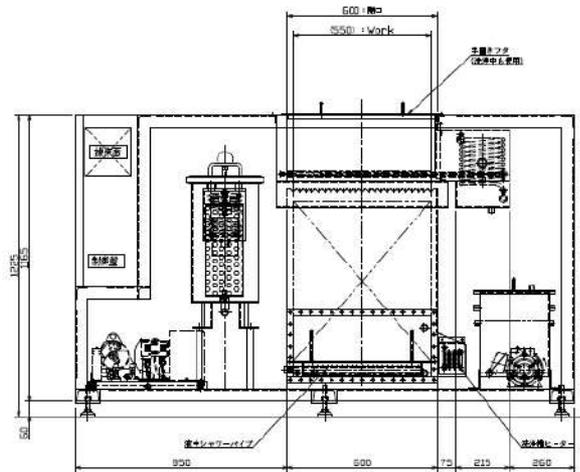
CONFIDENTIAL

大川興産Webより

OHKAWA



一相油浸システム用洗浄システム
溶剤により簡略タイプもできる。

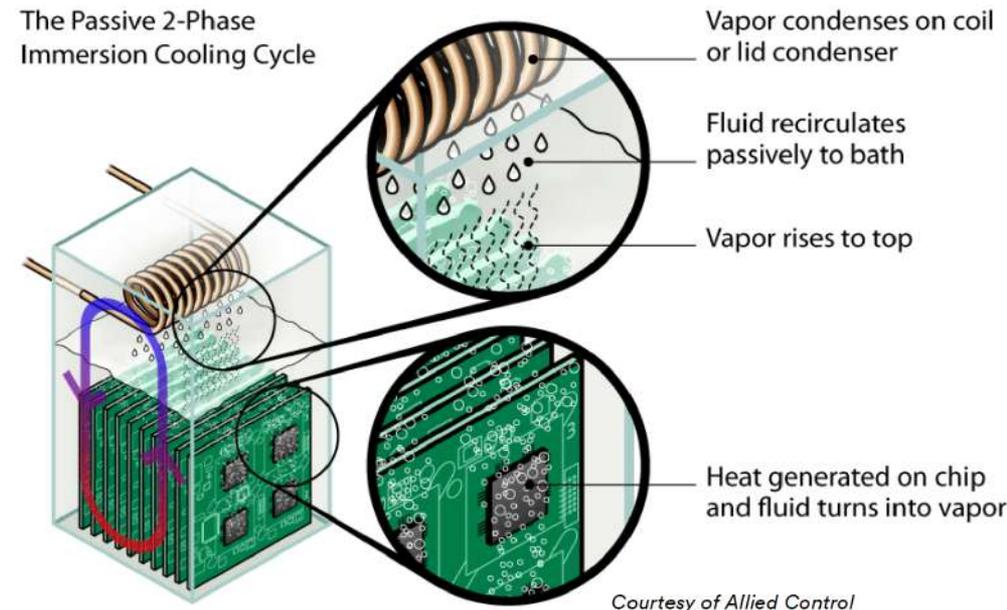


品名	A1サーボ・CPL制御機	形状	0 X-2 SF-
会社	大川興産株式会社	品番	-0001
材料	鋼	寸法	25.3.4
重量	25.3.4	製造	大川興産株式会社

17.二相液浸システム

Brief history of 3M and passive 2-phase immersion cooling (P2PIC)

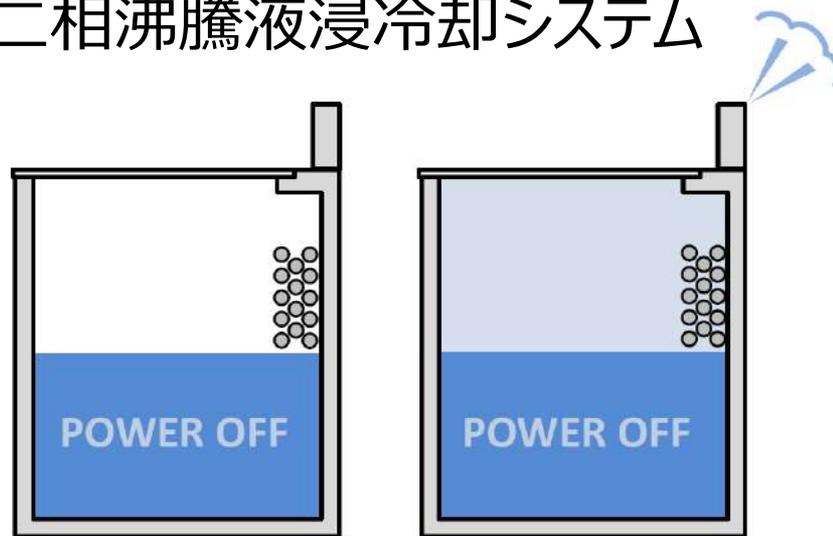
- Like all dielectric liquids, PFCs have inferior liquid phase heat transfer properties compared with water. Water has high specific heat and thermal conductivity.
- However, the more volatile (lower boiling point) PFCs could be made to boil from the electronics to overcome the otherwise limited thermal properties.
- The inertness of PFCs made them preferable to the very aggressive chlorofluorocarbons also being used.



The process within a P2PIC enclosure is entirely passive

本図では冷媒にPFCが使われていた時代の資料である。現在はHFO系のより安全なものに変わっている。温暖化係数GWP=10程度以下

当初の二相沸騰液浸冷却システム



- After the system is filled with fluid and sealed, the top portion of the system saturates with vapor.
- This causes air to eject and 437g of fluid is lost with it.

Total Fluid Loss
↑ 437g

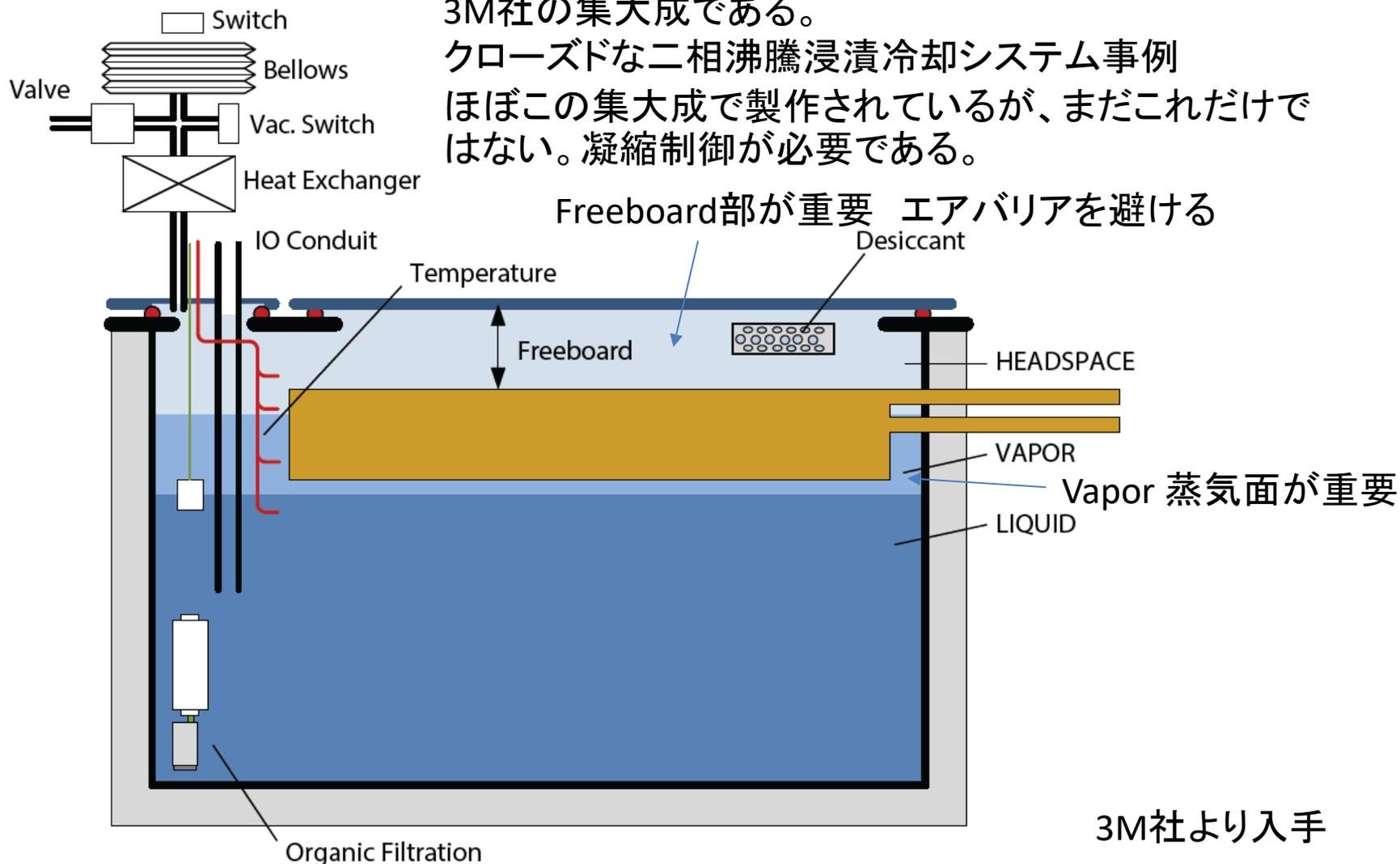
冷媒が気化して空中に排出される

4.7 二相沸騰液浸の試行錯誤結果

ここに記載されているのが極めて重要な原理である。
3M社の集大成である。

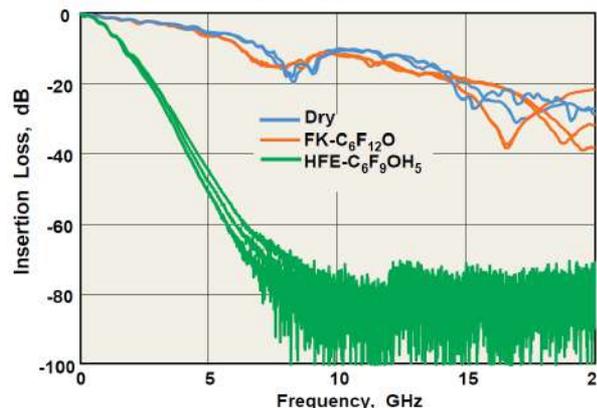
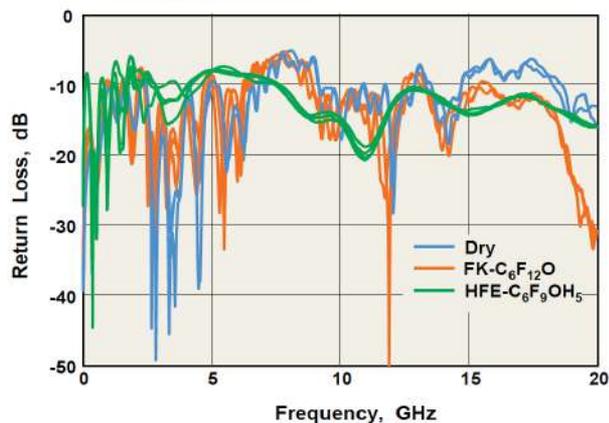
クローズドな二相沸騰浸漬冷却システム事例

ほぼこの集大成で製作されているが、まだこれだけでは
ない。凝縮制御が必要である。



比誘電率の測定 サーバメーカーは2.0以下が望ましいとのこと

INSERTION LOSS AND RETURN LOSS MEASUREMENTS ON AGILENT TECHNOLOGIES BALANCED MICROSTRIP TRANSMISSION LINE TEST BOARD IMMERSED IN FK-C₆F₁₂O AND HFE-C₆F₉OH₅ ENGINEERED FLUIDS



SEP_02 / 2010 / SCP / 42011

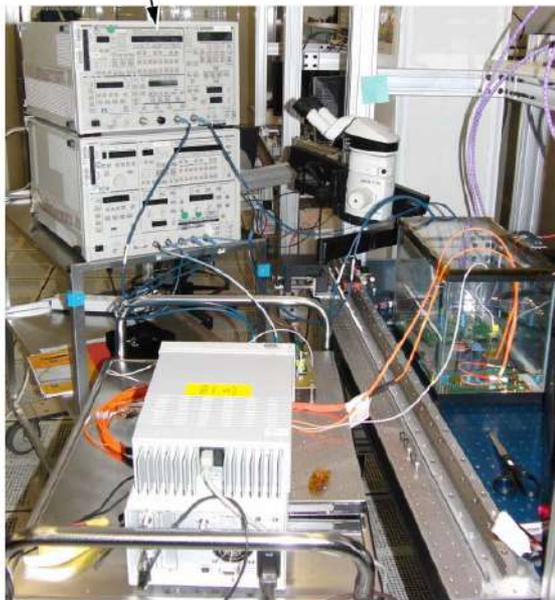


比誘電率としては2以下が望ましいといわれている。測定は20Ghz

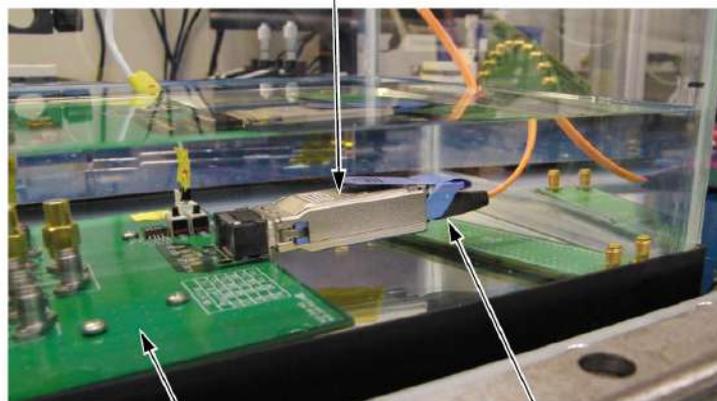
3M社より入手

Optical Link Bit Error Rate Test Setup Using Engineered Fluids
(Use Fiber Breakout Cable and FC Connector to Loop Back From Laser Transmitter to Photodetector In the Same Module)

Advantest Bit Error Rate Tester



Fujitsu 4-Channel o-microGiGaCN™ 850 nm Transceiver Provides 6.25 Gbps x 4 Channel Bi-directional Data Transfer



Fujitsu microGiGaCN™ Evaluation Board

12-Fiber Ribbon Cable (Only 8 Fibers Used) With MPO Connector

3M社より入手

SEP_03 / 2010 / NEH / 42029
MAYO CLINIC
SPPDG

冷媒による屈折率の影響が出る。封止が必要。
最近、光のスペクトル拡散技術でこの問題を回避するメーカーがある。

Energy Efficiency

$$\text{Simple PUE} = (\text{Fans} + \text{Pump} + \text{Server}) / \text{Server}$$

Server Cluster Experimental Data – Fluid 1 boiling point 61°C

Control		Fluid	CPU		Air	Water			Efficiency
Fan	Pump	T _f	T _j	T _{case}	T _{amb}	T _{w,i}	T _{w,o}	liter/min-kW	PUE
Med	Med	61	67	64	22	46.4	56.1	1.47	1.008
Hi	Hi				22	34.1	38.3	3.40	1.023
Hi	Hi				40	52.1	56.3	3.40	1.023
Lo	Hi				22	52.3	56.1	check	

Server Cluster Projected Data – Fluid 2 boiling point 76°C

Fan	Pump	T _f	T _j	T _{case}	T _{amb}	T _{w,i}	T _{w,o}	liter/min-kW	PUE
Med	Med	76	82	79	37	61.4	71.1	1.47	1.008
Hi	Hi			55	67.1	71.3	3.40	1.023	

Experimental Data
Projected



3M社より入手

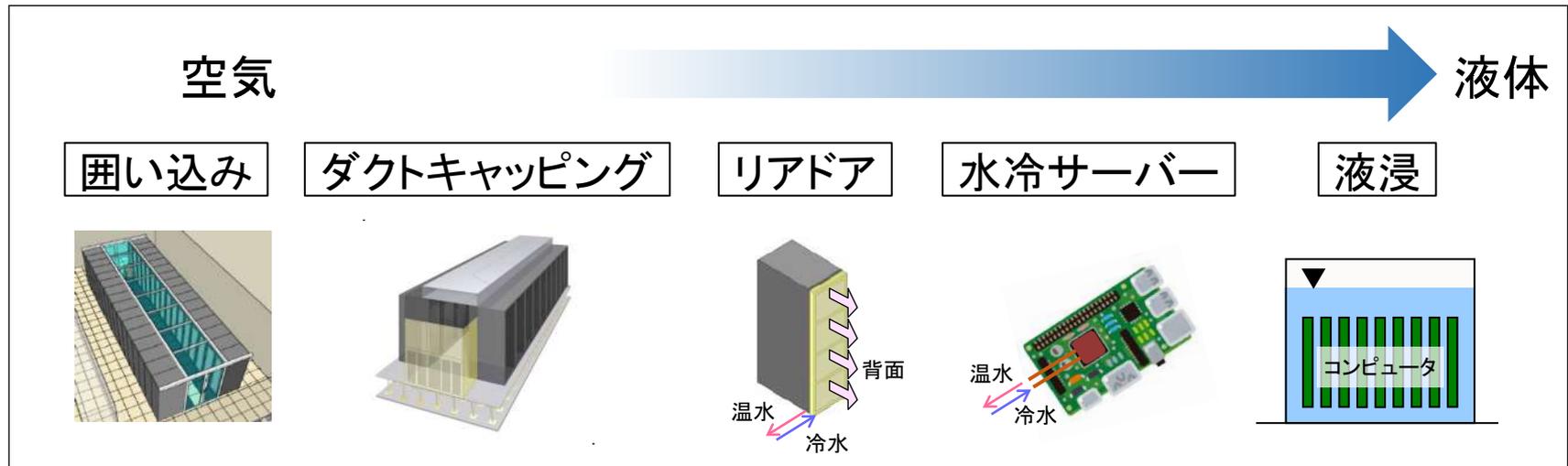
篠原電機の二相沸騰冷却装置実機でもP_{pue}は1.03程度

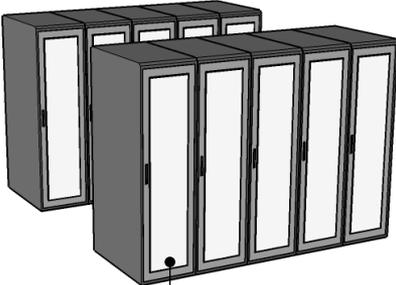
電力密度の増加



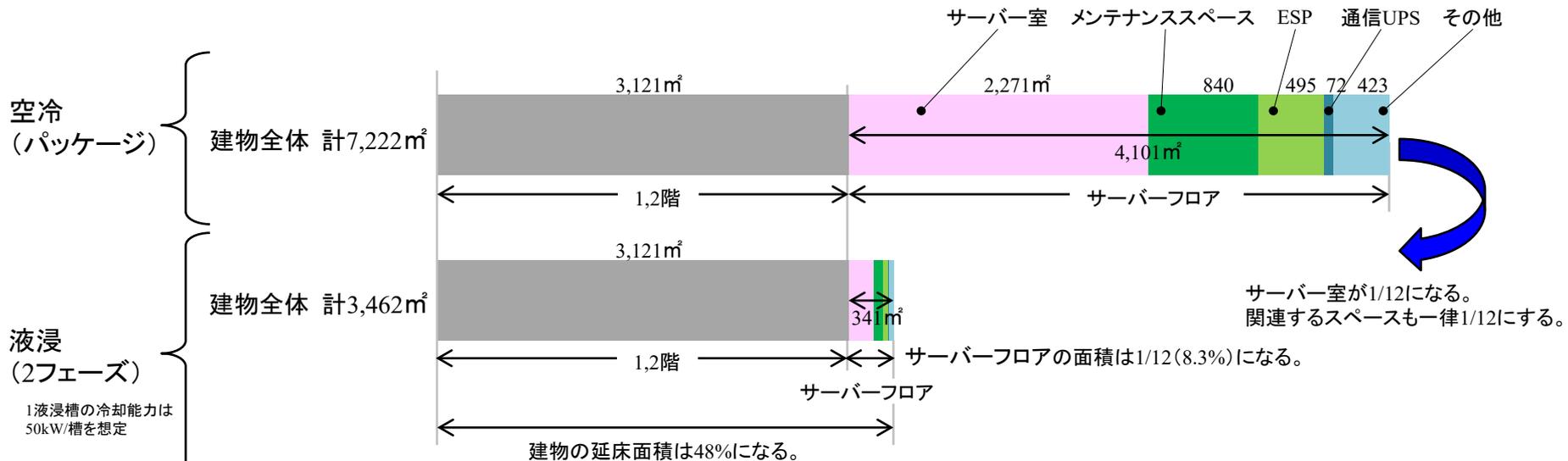
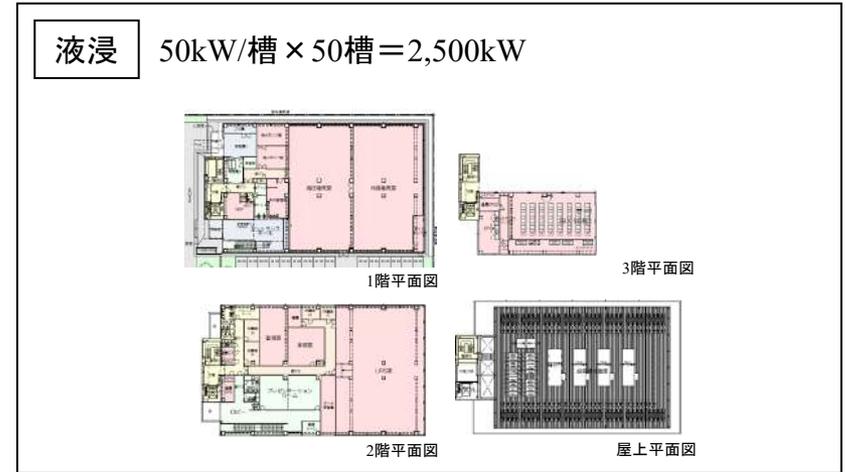
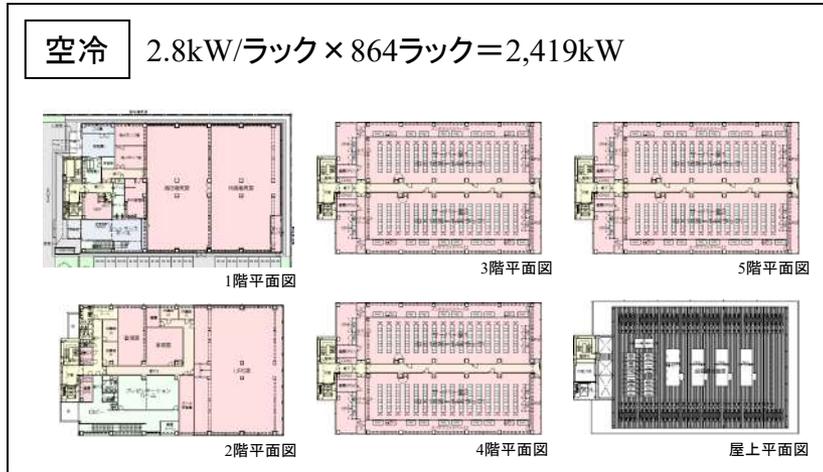
冷却技術がキー

空気冷却の限界 = 液体冷却方式の見直し



方式	空気冷却	液浸冷却
IT電力・冷却能力	50kW	
レイアウト比較	<p>5kW/ラック×10ラック</p>  <p>ラック (0.7×1.2×2.2m)</p>	<p>50kW/槽×1槽</p>  <p>液浸槽 (1.1×1.1×2.0m)</p>
pPUE・消費電力	<p>1.40</p>  <p>冷却 20kW サーバー 50kW 70kW</p>	<p>1.04</p>  <p>冷却 2kW サーバー 50kW 52kW</p>

IT電力: 2,419kW

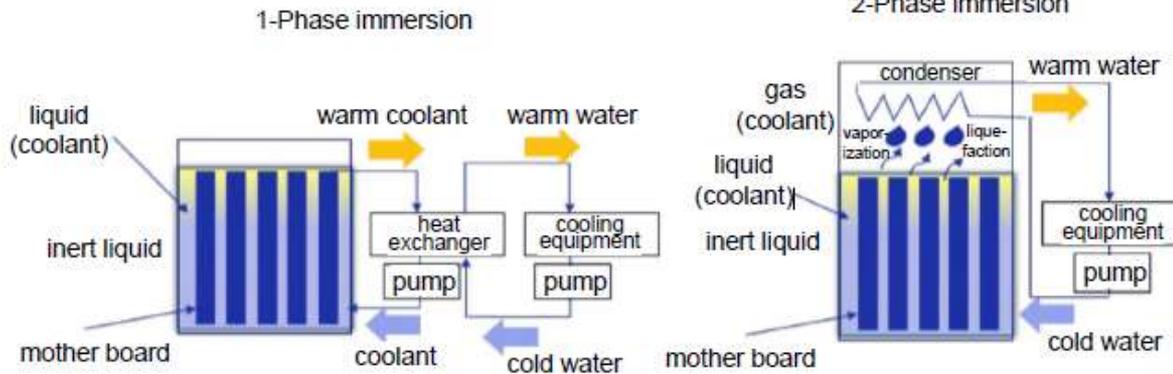


2. Application examples and required specifications of liquid immersion cooling

Japan

(a) Examples of equipment that uses liquid immersion cooling

There are two types of immersion cooling: one-phase and two-phase. The figure shows the operation diagram of each method and a photograph of the inside of the equipment.



Inside of 1-phase immersion equipment



Inside of 2-phase immersion equipment

2. Application examples and required specifications of liquid immersion cooling

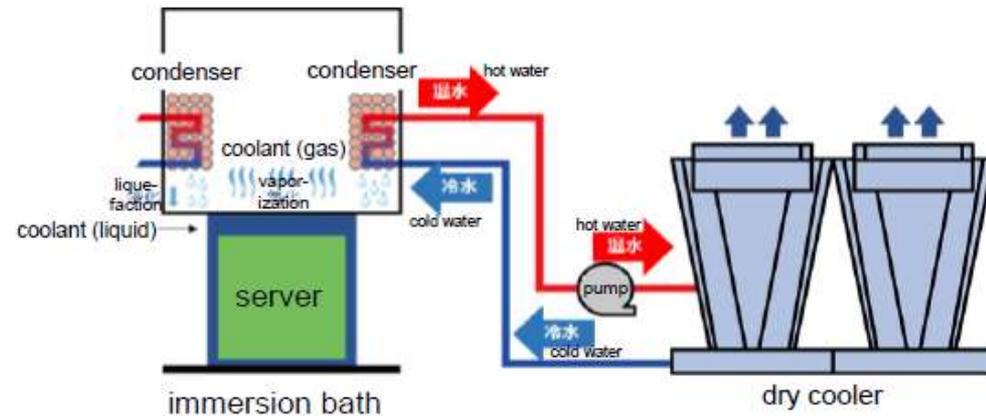
Japan

con'd (a) Examples of equipment that uses liquid immersion cooling

2-Phase immersion cooling overview

The following points should be noted when using two-phase immersion.

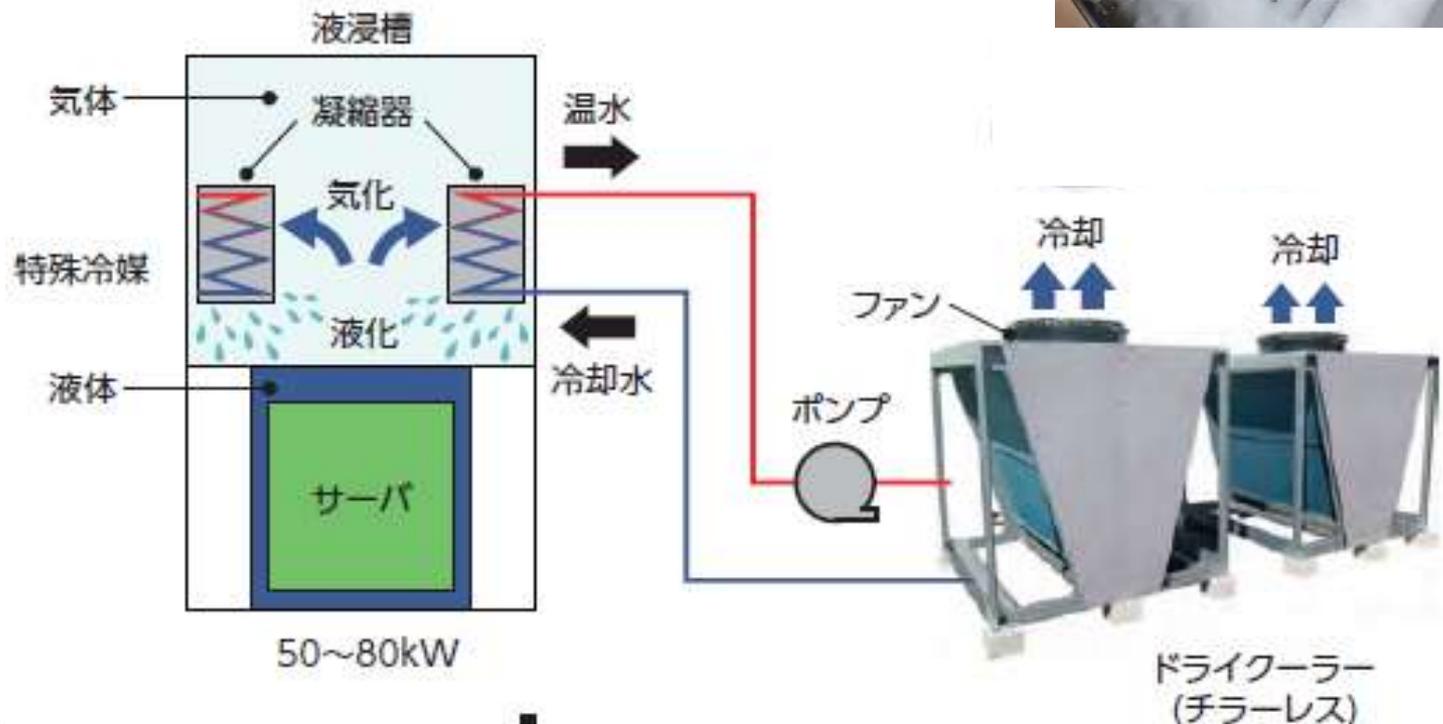
- Coolant temperature adjustment
Do not lower the temperature of the coolant. The temperature of the coolant in the two-phase liquid immersion bath is always constant and maintained close to the boiling point. It varies depending on the coolant used, but it is around 50 deg.C.
- Airtightness of the immersion bath
Evaporated coolant must always be confined in an immersion bath. Do not open the lid during operation.
- Air pressure control of liquid immersion bath
Inside the immersion bath, the air pressure changes as the coolant evaporates. It is necessary to consider the structure to adjust the internal air pressure.
- Coolant quality control
A filter is installed in the immersion bath to maintain the coolant's original performance. Since the manufacturer has not clearly announced the value, it will be necessary to closely examine the quality control of the coolant in the future.

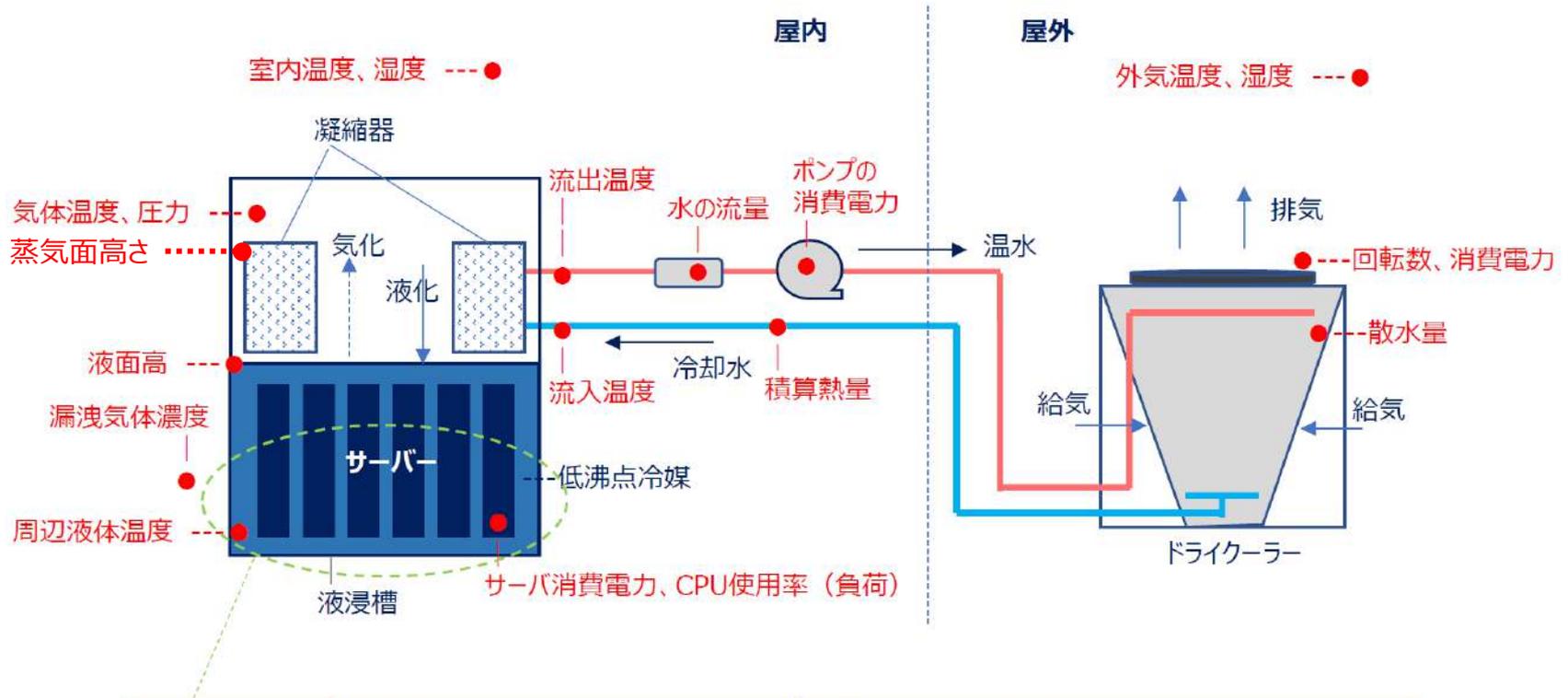


沸騰冷却システム構成

高密度・高発熱サーバを冷却できる能力

低沸点の特殊冷媒が発熱体から気化熱を吸収
液体の熱搬送能力と合わせて大量の発熱を効率的に除去





	特徴量	消費電力等 (予測) モデル	
		説明変数	目的変数
サーバー	サーバー消費電力		○
	CPU使用率 (負荷)	○	
	個々のサーバー周辺液体温度	○	
	※上記が取れない場合は、ベースボード管理コントローラーからサーバー周辺温度を取得		

2Phase Liquid Immersion Cooling System 二相沸騰液浸冷却装置

上部には圧力吸収用のベローズとサブ凝縮器が入っている。



50KW級タンク
設計によりフレームサイズ対応可能。

各種センサーモニターやポンプの制御状態がわかる。

沸騰の様子



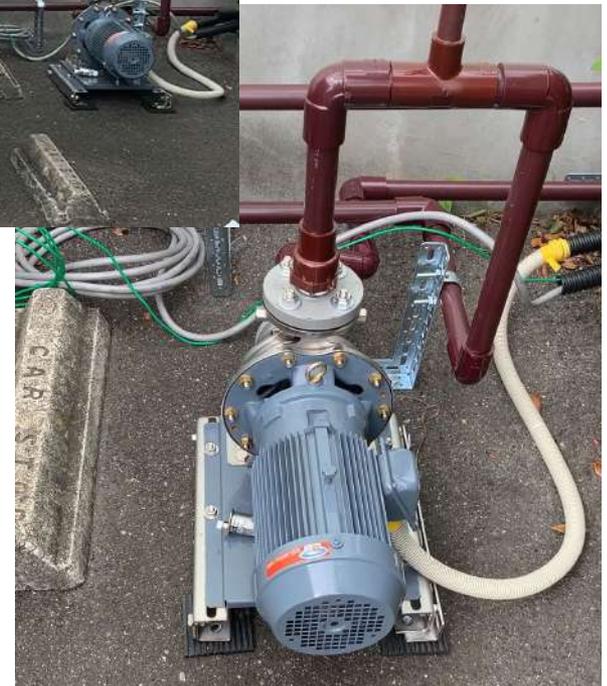
両側に凝縮器があり、タンク内は負圧により冷媒は外部には漏れない。クローズドループ

急速冷却システムが入っておりメンテナンスが素早くできる。常温になってから蓋が開けることが可能。約30分

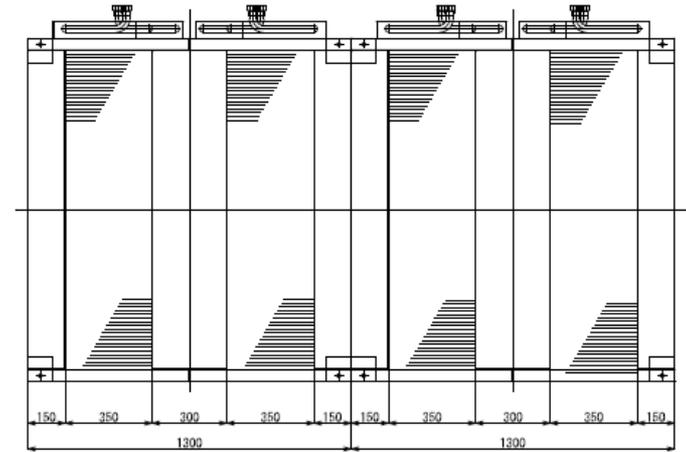
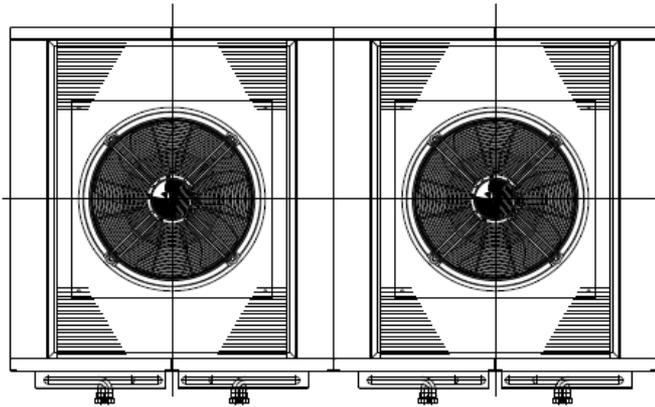
断熱用保護カバー



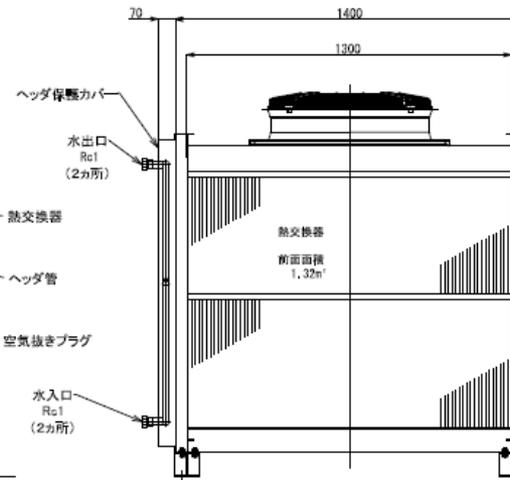
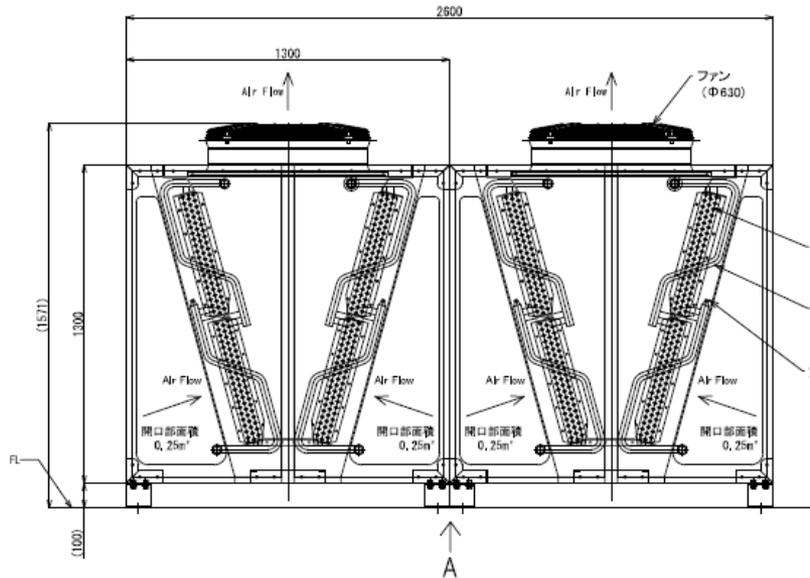
Dry Cooler 22KW級 2台 今後1台50KWが可能



Dry Cooler 10KW級



A 矢視



概略質量: 320kg
(ファン質量54kgを含む)

ドライクーラ並列設置時構成案
(2×22=44kW型)
2019/6/21

ドライクーラの冷却性能に関する検討

2019-6/28
H.Yamakage

1. 目的

ドライクーラの試作にあたり、使用するファン種別およびドライクーラの並列設置による冷却性能への影響について気流解析結果をもとに検討する。

2. 検討条件

表1 温度条件

	高温側	低温側
流体種別	水	空気(外気)
入口温度	45°C	35°C

表2 熱交換器概略諸元

構成	2(両側) × 3列(20+20)段L1300	
パイプ	材質	Cu
	外径	φ9.52
フィン	材質	AL
	フィン厚	0.12
	フィンピッチ	2.1

左記の検討条件において、以下のファンを図1に示すドライクーラに使用した場合の冷却性能を検討した。

表3 検討ファン

	ファン
Case1	1台 × GTW063EUD19R (羽根径: Φ630)
Case2	2台 × FN050相当品 (同上: Φ500)
Case3	1台 × GTW071NUT24R (同上: Φ710)

当初計画⇒

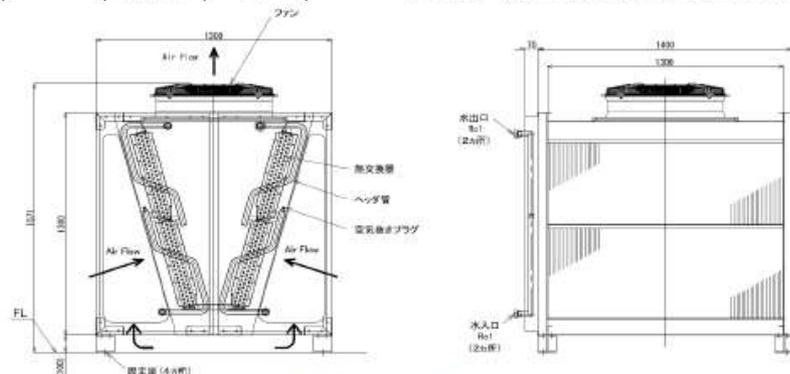
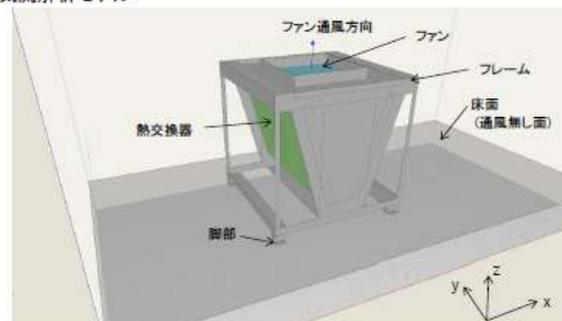


図1 ドライクーラ構成概要

3. フレーム内部の圧損および風量の検討

気流解析によりフレーム内の通風圧損を求め、ファン特性から動作風量を検討した。

1) 気流解析モデル



・ドライクーラは開放空間に設置。

・熱流体シミュレーションソフト「FlowDesigner」による解析。

図2 ドライクーラ気流解析モデル

2) 解析結果の例

ファン風量を12,000m³/hとした場合について、y方向の中心部断面における風速および圧力(静圧)の分布例を以下に示す。

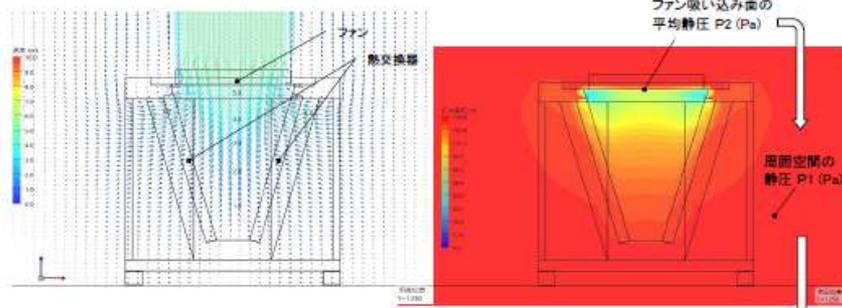


図3 風速分布の例

図4 圧力(静圧)分布の例

3) 風量の検討

上記の静圧計算からドライクーラの全体圧損を算出し、各ケースのファン特性曲線(P-Qカーブ)により、図5に示すように動作時の風量を予測。

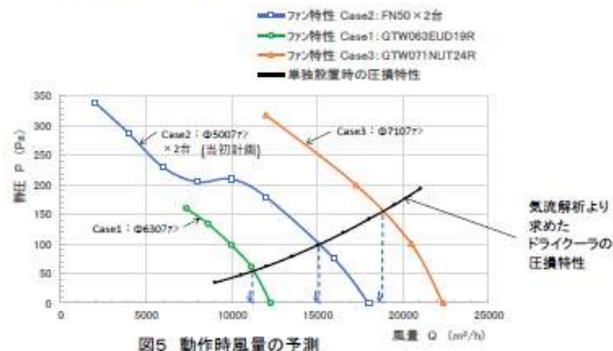


図5 動作時風量の予測

図5により求めた動作風量、ファン消費電力ならびにファン騒音値の予測値を表4に示す。

ファン	動作風量 Q (m ³ /h)	ファン消費電力 Pfan (kW)	ファン騒音値 dB (A)
Case1 1台 × GTW063EUD19R	11,200	0.7	72
Case2 2台 × FN50	15,100	(2台 × 0.6) = 1.2	78
Case3 1台 × GTW071NUT24R	18,800	2.7	—

ファンの消費電力、騒音値はメーカーカタログ資料による概略推定値。

- Case1のΦ630ファン(GTW063EUD19R)は、消費電力が低く、騒音値も低い。
- Case3のΦ710ファン(GTW071NUT24R)は、大風量を得られるが、消費電力がかなり大きくなる。

4. 冷却性能検討

3項に示す各ケースの動作風量における、冷却水量と冷却性能の関係を図6に示す。

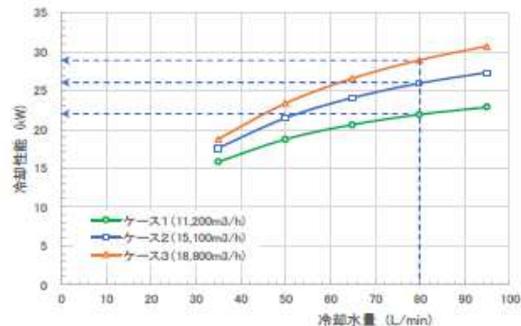


図6 ドライクーラの冷却特性(計算値)

冷却水量80L/minでの各ケースの冷却能力を表5に比較する。
Case1が最も省エネ性が高い。

ファン	冷却能力 P	ファン電力 Pfan	P/Pfan
Case1 Φ630ファン	22 kW	0.7 kW	31.4
Case2 Φ500ファン × 2台	26 kW	1.2 kW	21.7
Case3 Φ710ファン	29 kW	2.7 kW	10.7

5. 並列配置時の性能影響検討

ドライクーラを並列に密着して配置する場合、フレーム接合部からの通風が無くなるため、フレームの側面開口部および底面開口部から接合面側の熱交換器に通風させる必要がある。現計画での開口部形状で問題ないか検討するため、以下の気流解析を実施した。

1) 気流解析モデル

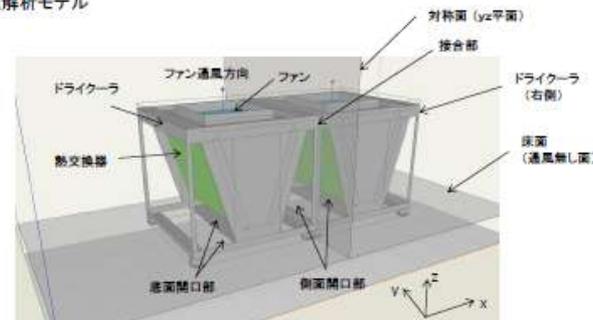


図7 ドライクーラ2台並列設置時の気流解析モデル

なお、2台の接合面は気流の対称面になるので、解析領域は対称面から左半分とした。

2) 解析結果の例

ファン風量を $12,000\text{m}^3/\text{h}$ とした場合について、y方向の中心部断面における風速および圧力(静圧)分布の計算結果の例を以下に示す。

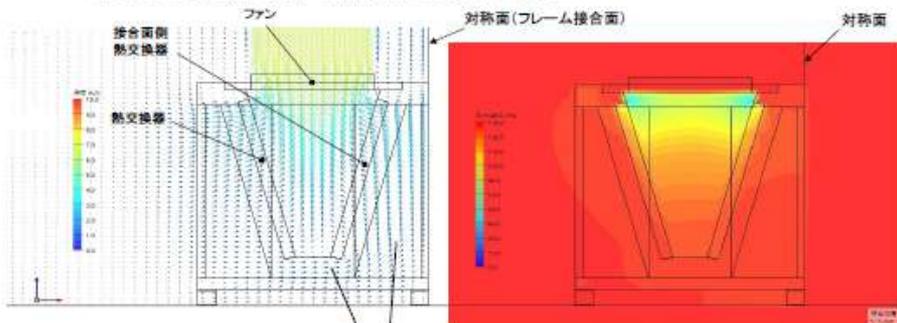


図8 風速分布の例

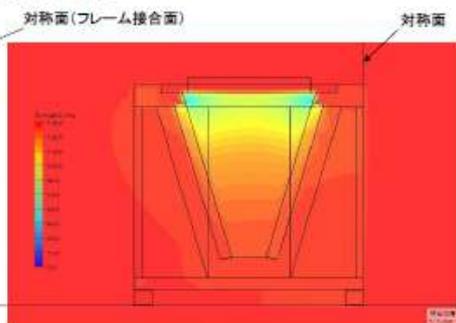


図9 圧力(静圧)分布の例

底面開口部および側面開口部から接合面側の熱交換器への空気流れが生じている。

・フレーム内の圧力分布は図4(単独設置時)と同様にほぼ対称性を保っており、左右熱交換器への流入風量に大きなばらつきは生じないと考えられる。

・風量 $12000\text{m}^3/\text{h}$ での圧損 ΔP は 89Pa で、単独設置時の圧損値 62Pa に比べて約 7Pa の増加を示している。

3) 風量への影響について

Case1のファン(Φ630)の特性と、気流解析により得られたドライクーラの単独設置と2台並列設置での圧損特性を図10に示す。

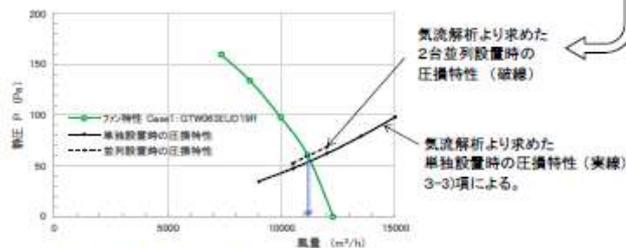


図10 動作風量の予測

単独設置と比べて、2台並列設置による動作風量の低下はごくわずか(1%程度)であり、冷却性能への影響は無視できるレベルと判断される。

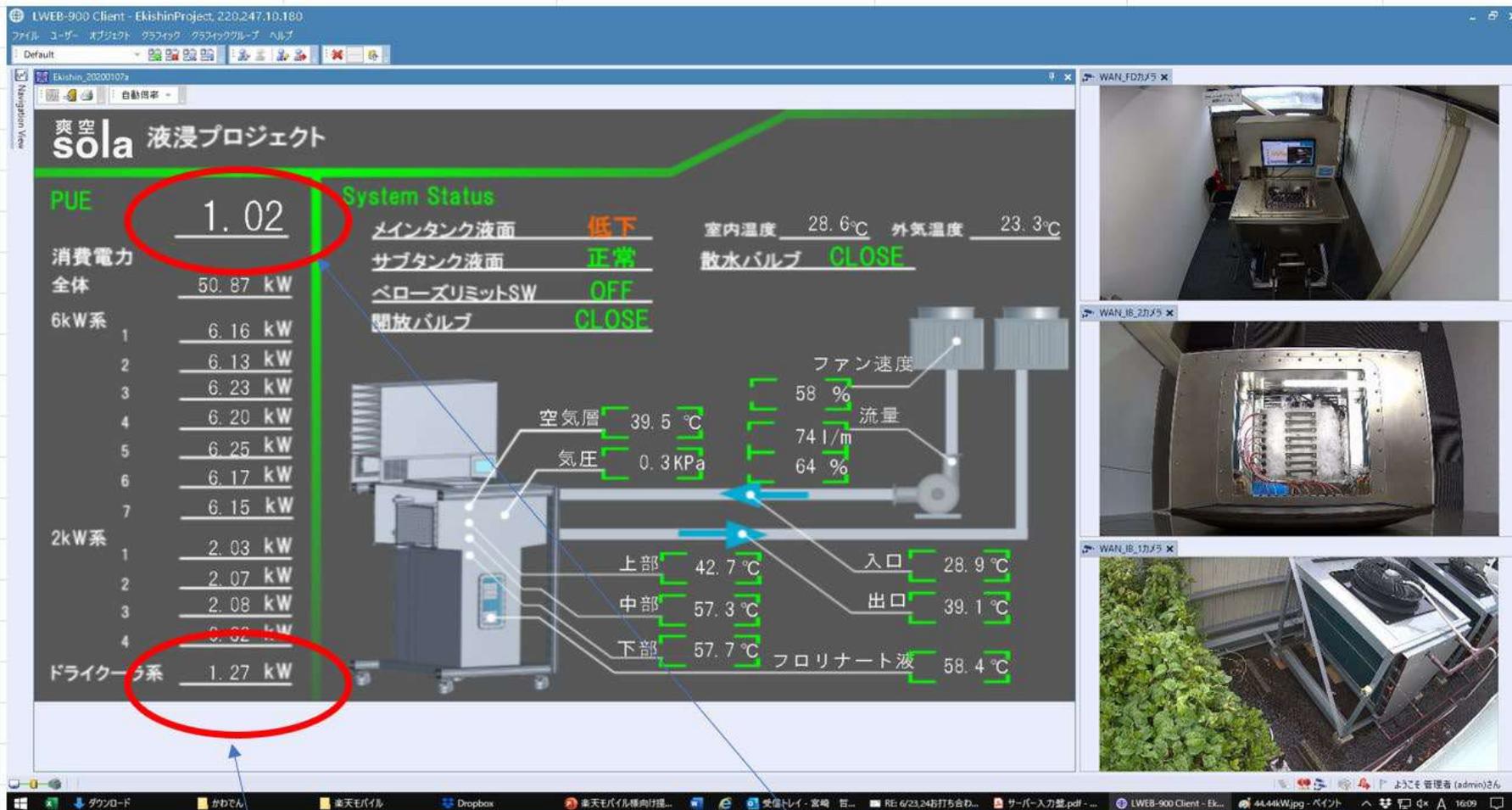
6. まとめ

フレーム内の気流解析に基づく検討結果より、以下が予測される。

- 1) ドライクーラにΦ630ファン(GTW063EUD19R)をマウントした場合、冷却水量 $80\text{L}/\text{min}$ で 22kW の冷却性能が予測される。(水温 45°C 、外気温が 35°C の場合) この場合、ファンの消費電力は 0.7kW と予想され、低騒音での運転が可能。
- 2) 同様に、Φ710ファン(GTW071NUT24R)をマウントした場合、冷却水量 $80\text{L}/\text{min}$ で 29kW の冷却性能が予測される。この場合、大風量が得られて性能はアップするが、消費電力は 2.7kW とかなり大きくなる。
- 3) 今回のフレーム通風構造であれば、2台を並列に接合設置しても、単独設置の場合と比較した風量低下はごくわずかであり、冷却性能への影響は無視できるレベルと予想される。

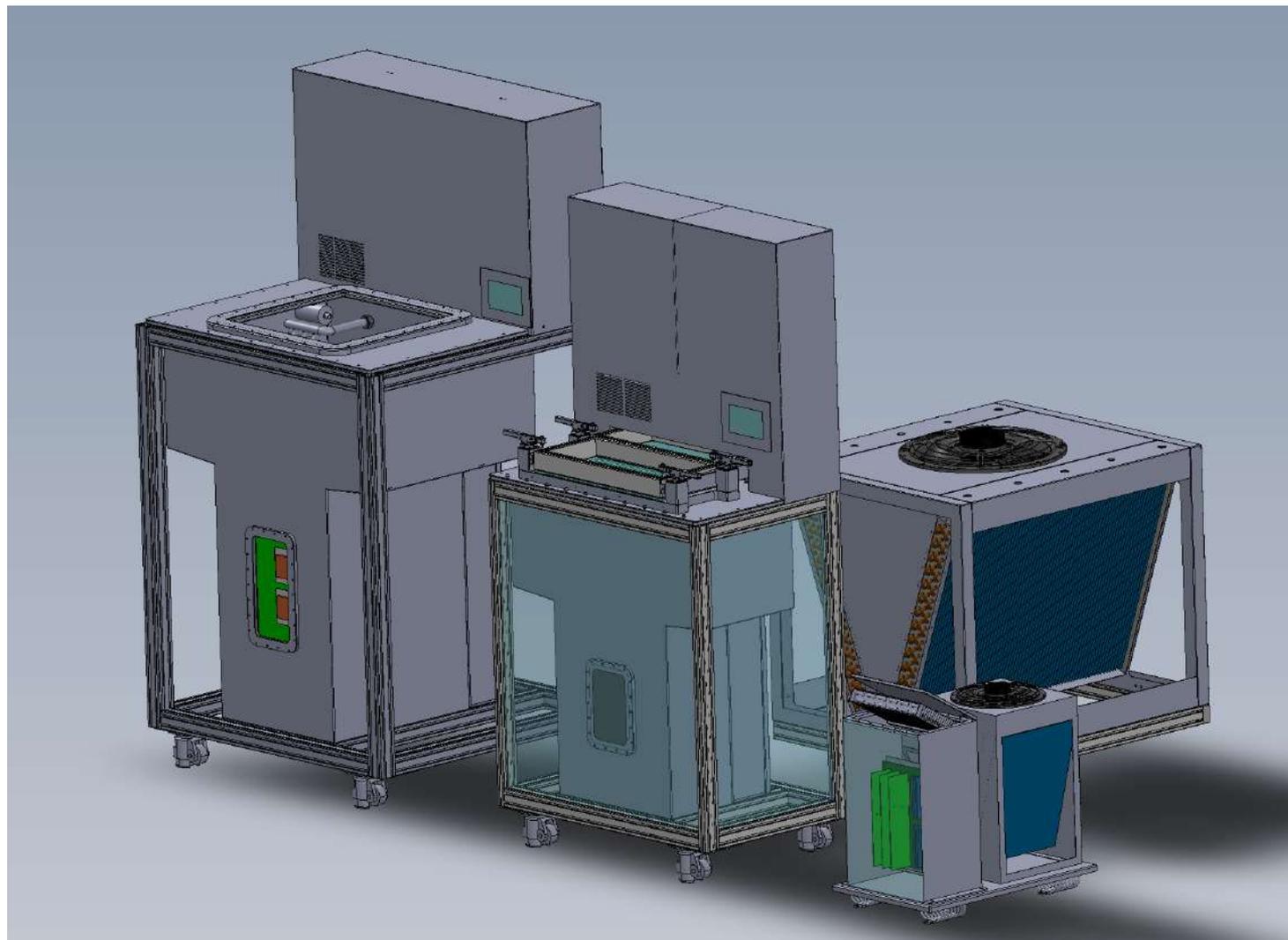


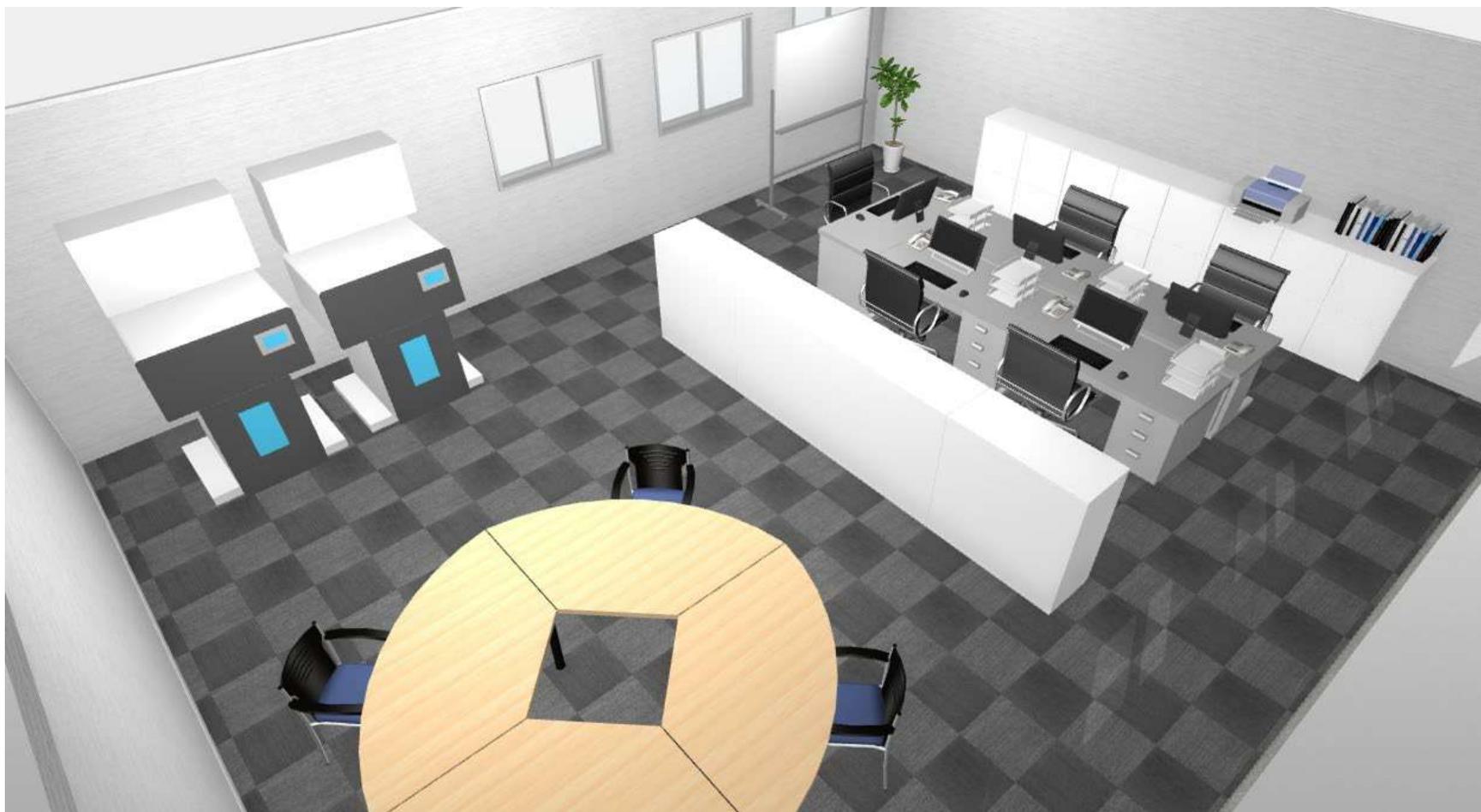
二相沸騰冷却システムPPUE実測



ドライクーラとポンプの電力 1.27KW

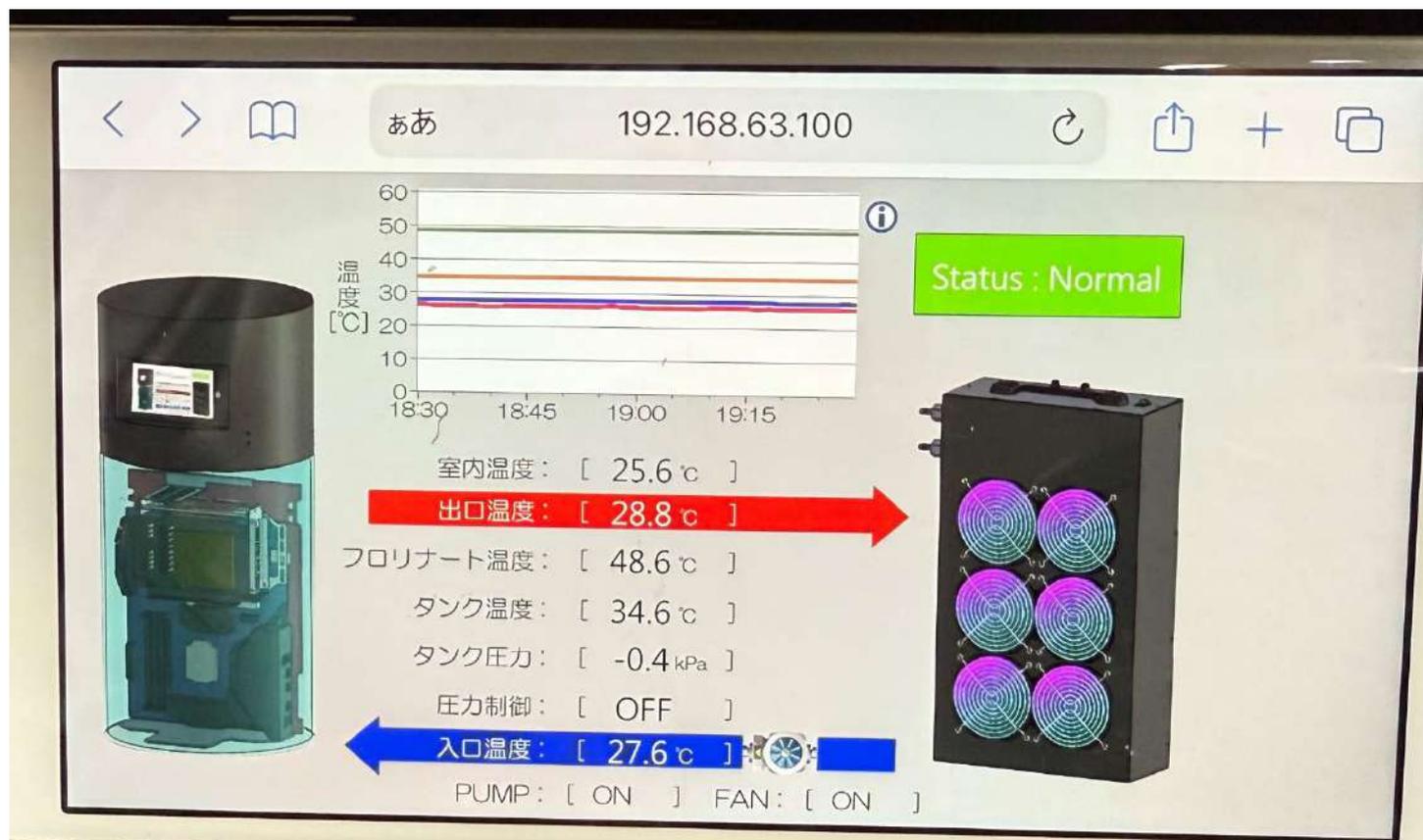
PUE=1.02はサーバのファンレス計算は行っていないため。







コントロール画面



CHINEBENCH R23

チップの温度は最大94℃



CLOCKは最大5.5GHz

CHINEBENCH性能は35000程度で空冷とは大きな違いがない。チップの性能限界と液浸の沸点の影響もある。



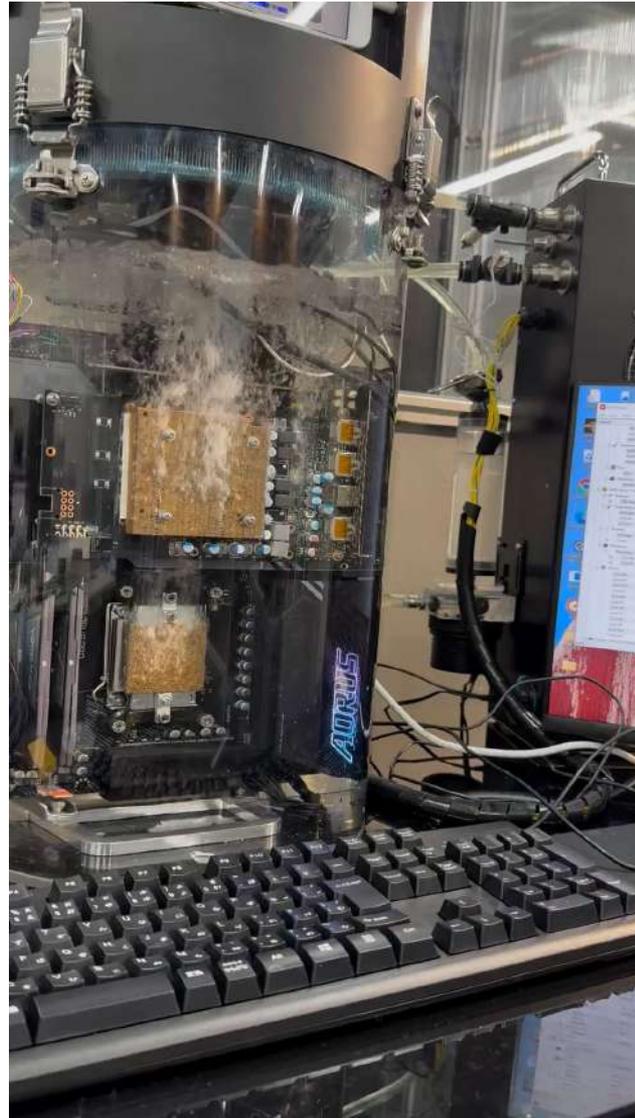


CPU,GPUのチップをそのまま液浸に装着しても、49°Cの沸点からしか沸騰できない。また沸騰曲線があり、ある発熱を超えると膜沸騰から核沸騰になり冷却性能が低下する。

それを防ぐためにチップに装着されるのがBECもしくはLOTUSである。

これはブリージング効果により。冷媒が外気温レベルから沸騰が開始し、最大発熱でも細かな泡の発生が継続して膜沸騰が持続できる。





3kW級液浸装置の冷却性能に関する概略検討

1. 目的

液浸槽内の発熱により発生した冷媒蒸気が水冷凝縮器の外表面で凝縮することにより冷却水が加熱され、この冷却水が槽外のドライクーラで周囲空気により冷却された後に液浸槽内の凝縮器に還流する3kW級の冷却システムについて概略検討を行う。

2. 検討条件

2.1 構成

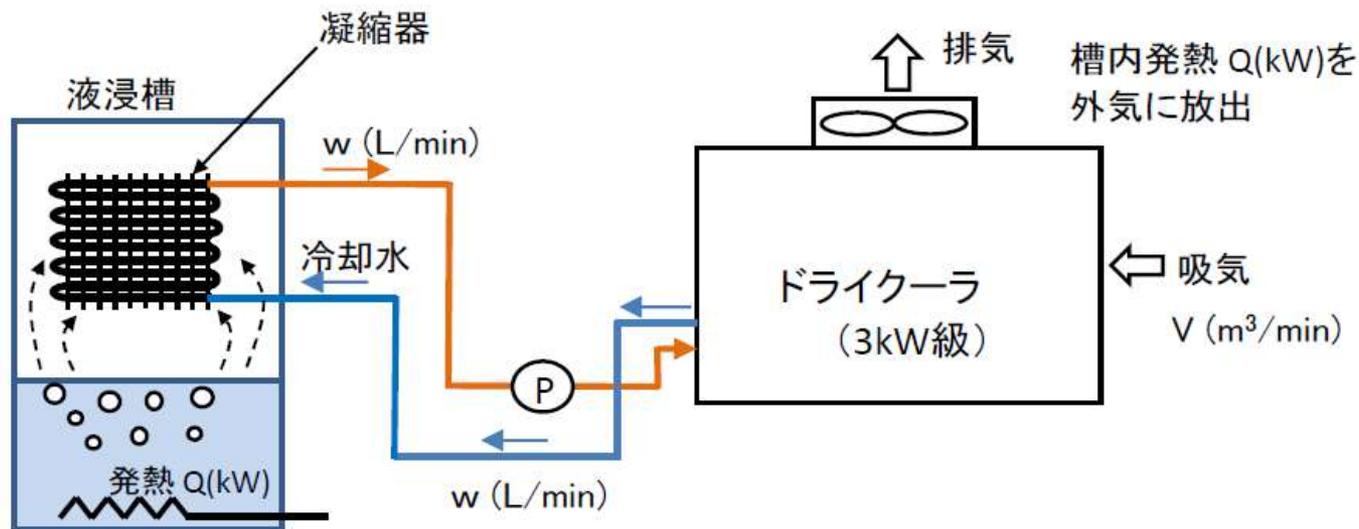


図1 冷却システム構成概要

Cost Comparison

コスト比較

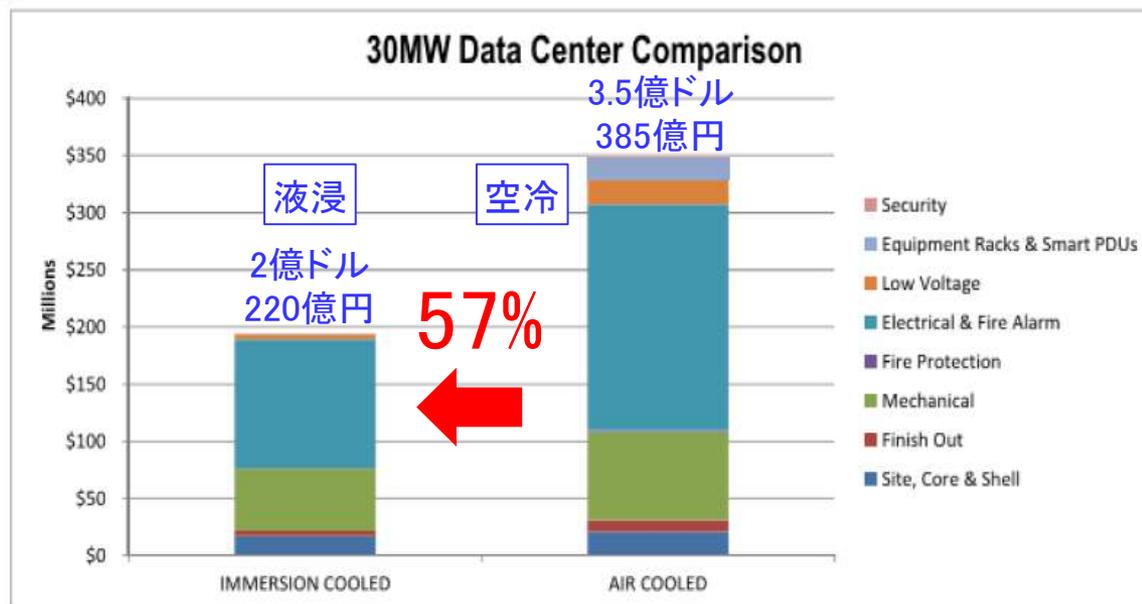
液浸

空冷

\$4.8M per MW less expensive than traditional Air-Cooled Server Data Center

- \$195M Immersion v. \$348M Air-cooled
- No need for PDUs, RPPs, Busway or CRAH/CRACs in Data Center Space
- Tanks eliminate traditional cabinets and reduce fiber & copper cabling needs
- Better Utilization & Efficiency of Electrical & Mechanical systems
Reduce Equipment Counts without sacrificing Redundancy

Pricing Recap	IMMERSION COOLED	AIR COOLED
Site, Core & Shell	\$16,887,369	\$20,751,085
Finish Out	\$4,817,688	\$10,433,781
Mechanical	\$54,298,079	\$77,131,315
Fire Protection	\$623,705	\$1,423,644
Electrical & Fire Alarm	\$112,199,766	\$197,416,000
Low Voltage	\$4,707,808	\$22,312,241
Equipment Racks & Smart PDUs	\$0	\$17,852,446
Security	\$936,464	\$1,090,335
Total	\$194,470,879	\$348,410,846



Datacenter Dynamics 2017 Cloud + Colo | Dallas

733千円/kW

1,282千円/kW

チップ等の表面状態では沸騰が極めて難しい。また沸騰しても膜沸騰領域に入り冷却能力が低下する。BEC性能評価資料である。

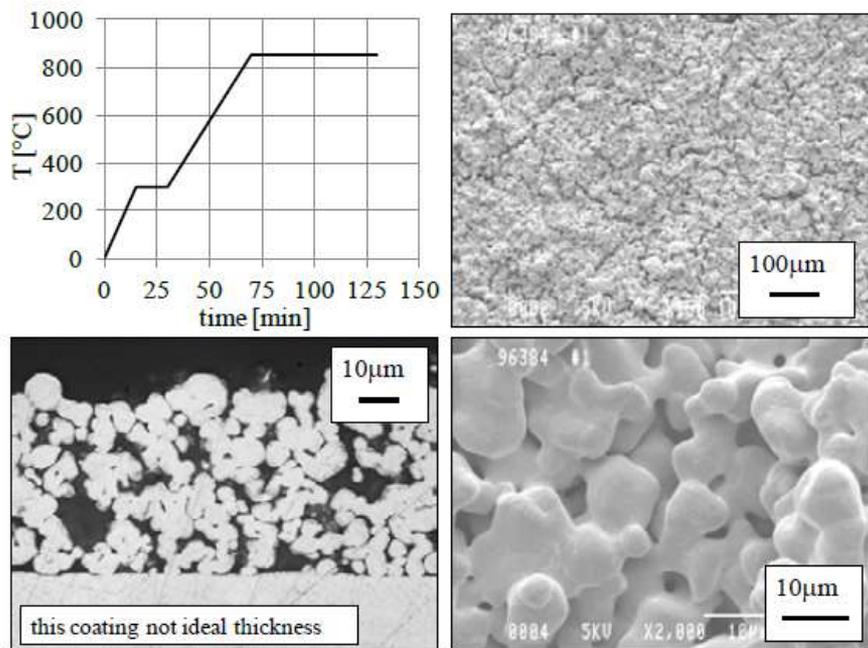


FIGURE 3 - Temperature profile for fusing the BEC and the coating that results.

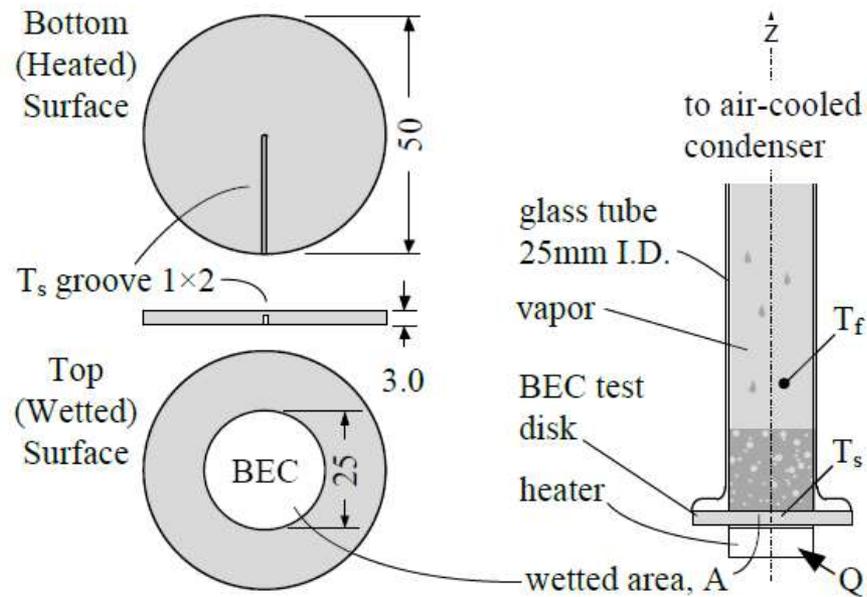


FIGURE 4 - Standard BEC test disk and schematic of the functional elements of the system used to test disks.

現在 鋭意開発中

クライアント側の生成AIを実現するものとして
学校、研究所、パワーユーザ向けに開発中です。

開発の背景

本製品は高性能CPUと4GPU/8GPUを搭載したクライアントPCを二相沸騰冷却システムによりきわめて低いPUEで稼働させるものである。発熱する熱はドライクーラで冷却することができる。ドライクーラはデスクサイド等に設置することでどのような環境でも、低騒音で稼働させることができる。生成AIを学ぶ方や学校、研究所、事務所、パワーユーザ向けに設置や個人宅でも使うことができるものである。ドライクーラ等の設置が必要なためある程度知識が必要であり、設置も含めたシステム提案とするものです。

データセンターは多くのサーバを収容する必要があるが、工業用途、産業用とオンプレミス分野、MEC分野では多くのサーバを収容する必要がないと考えられる。

むしろ高速画像処理等のスーパーコンピュータを数台実装する用途が多いと考えられる。

生成AI用用途等で小型のクライアント液浸は世の中になく、これらの用途にこたえる製品をメニューとして用意する。

OCPサミット2024が開催され、冷却のトレンドはコールドプレートDLC冷却主流であった。当面DLC冷却が続くと思われていた。代表的な製品がGB200 DVL72であり、生成AIの主流製品である。OCPV3をベースとしており大変優れた製品である。Supermicro社も力を入れている。

しかしながらNVIDIAのチップの発熱が700Wを超えてくるとDLC冷却の限界が来ることになる。限界点は大体1.5L/MIN で1KWである。なぜなら、DLCの冷却は放熱面積と水の熱伝達率で決まる。また流量は遅い方が熱を奪うことができる。したがって水の流量を上げてもかえって冷却能力が落ちてくることになる。これを改善するには、放熱面積を稼ぐか、冷媒による沸騰冷却の組み合わせが必要となる。

一方INTEL は設計ルールを2nm FAB18Aを発表。さらに1nへと進み2029年頃には0.7nm製造開始すると考えられる。

コア数も100コアを超えると思われる。0.7nでは500コアを超えるともみている。

駆動電圧はさらに下がり1Vを切るとと思われる。DDR5は1.2V→1.1Vとなった。

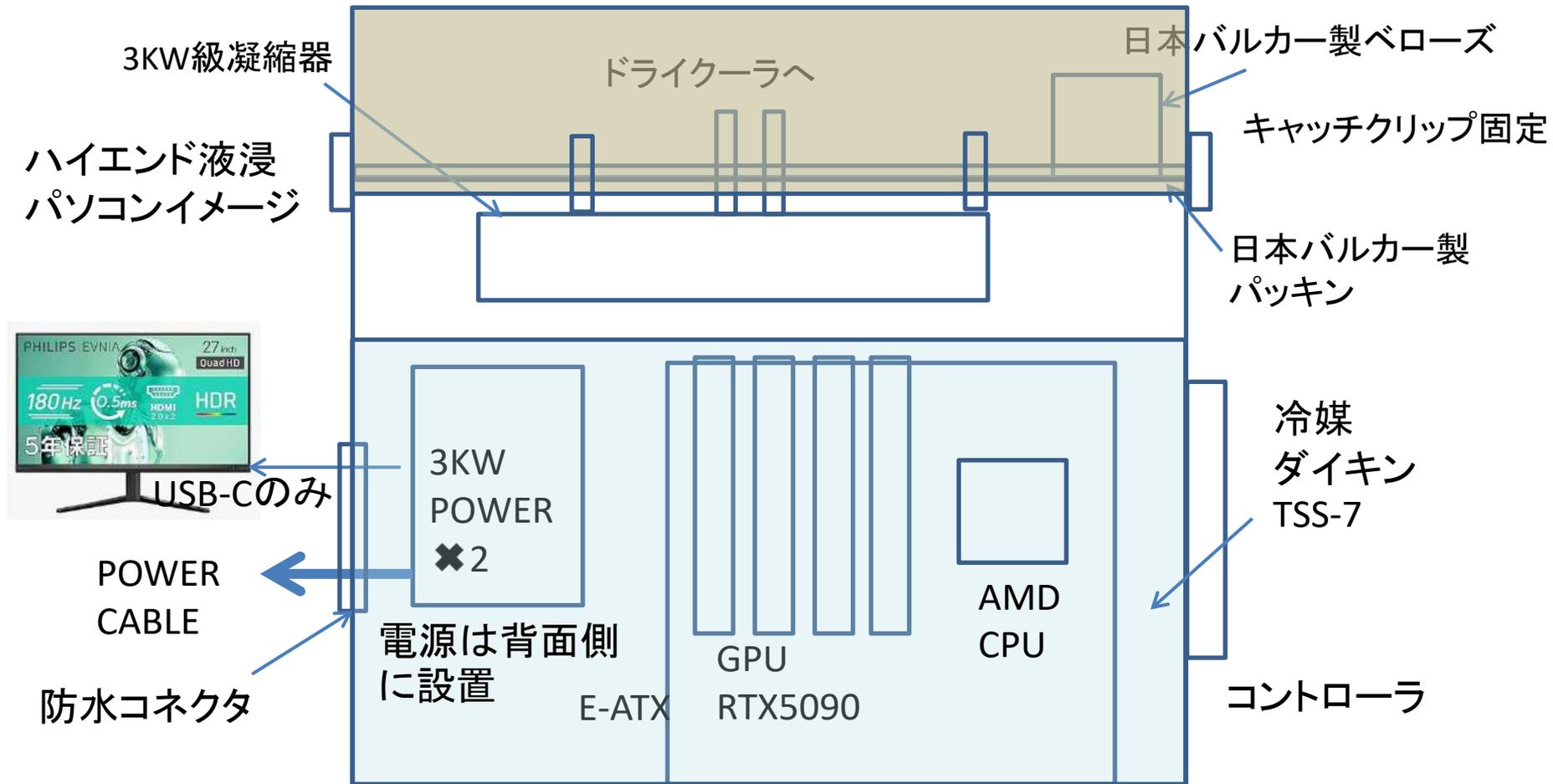
低消費化と高発熱化の両方が進むが計算速度上高密度となり、発熱は増加をたどると考えている。TDP=1200Wは超えると考えられる。VRMやメモリも温度上昇が

著しく、DLCリキッドクーリングが限界となる。一相液浸や二相沸騰液浸が思ったより早く来るかもしれない。また設計ルールの縮小化で、宇宙線、中性子線等の影響が無視できなくなると考えられる。その場合、液浸は有利である。液につけることで中性子線の減速ができると考えられる。

ハイエンド液浸パソコンの検討

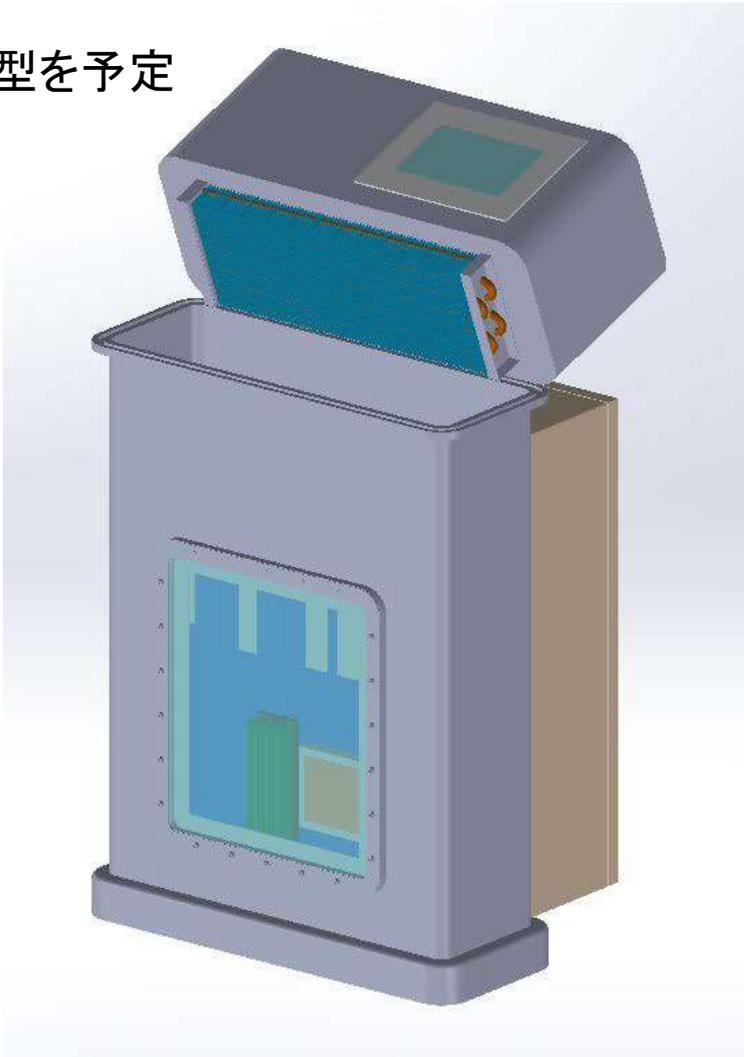
現在のNVIDIA H200/B200は高価すぎてGAFAM向けでしかない。

E-ATXのマザーボードとRTX5090 4枚実装してハイエンド生成AIのスーパーパーソナルコンピュータを開発する。その時にパーソナルにするには液浸しか方法がない。



項目	仕様	仕様等
液浸冷却方式	二相沸騰冷却システム	篠原電機オリジナル
冷却能力	3KW級 GPU 700W×4+CPU 350W=3150W	
液浸タンク	PMMA透明タンク	500径予定
PC収容数	AMD Ryzen Threadripper 7960以上 GPU搭載数 5090クラス4枚もしくは8枚実装 生成AI対応マザーボード採用 E-ATX	
冷媒材質	短鎖PFAS 低GWP 20以下	ダイキンTSS-7(HFPD)を採用
凝縮器・ドライクーラ	フィンチューブ式熱交換器システム	中部抵抗器オリジナル
密閉方式	日本バルカー製特殊パッキン採用 気体漏れ防止は日本バルカー製ベローズと負圧制御	当面スガツネ製活用
液浸コントローラ	LOYTECシステム 各種温度、圧力、流量等のモニタリングと水温ΔT制御 安全運転、高熱シャットダウン機能装備	
WEB監視システム	L-WEBシステム新型	リモートモニタリング
メンテナンスシステム	急速冷却用熱交換器は非実装	
沸騰促進方式	LOTUS素子装着	
圧力調整機構	ベローズ式、トラップ内蔵	日本バルカー製
液浸本体外形寸法、質量	700H×500Φ 70Kg予定	
ドライクーラ外形寸法、質量	3KW級 ポンプ、膨張タンクはコントローラユニットに実装	
電源	単相200V 最大消費電力 5KW	

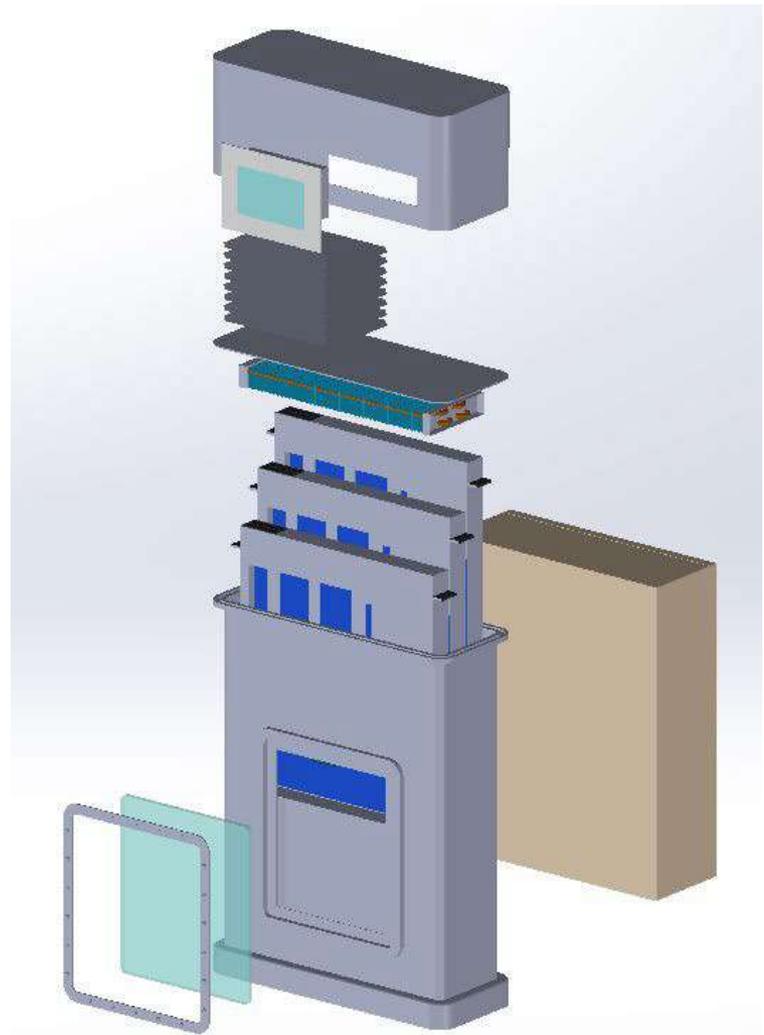
500φの丸型を予定



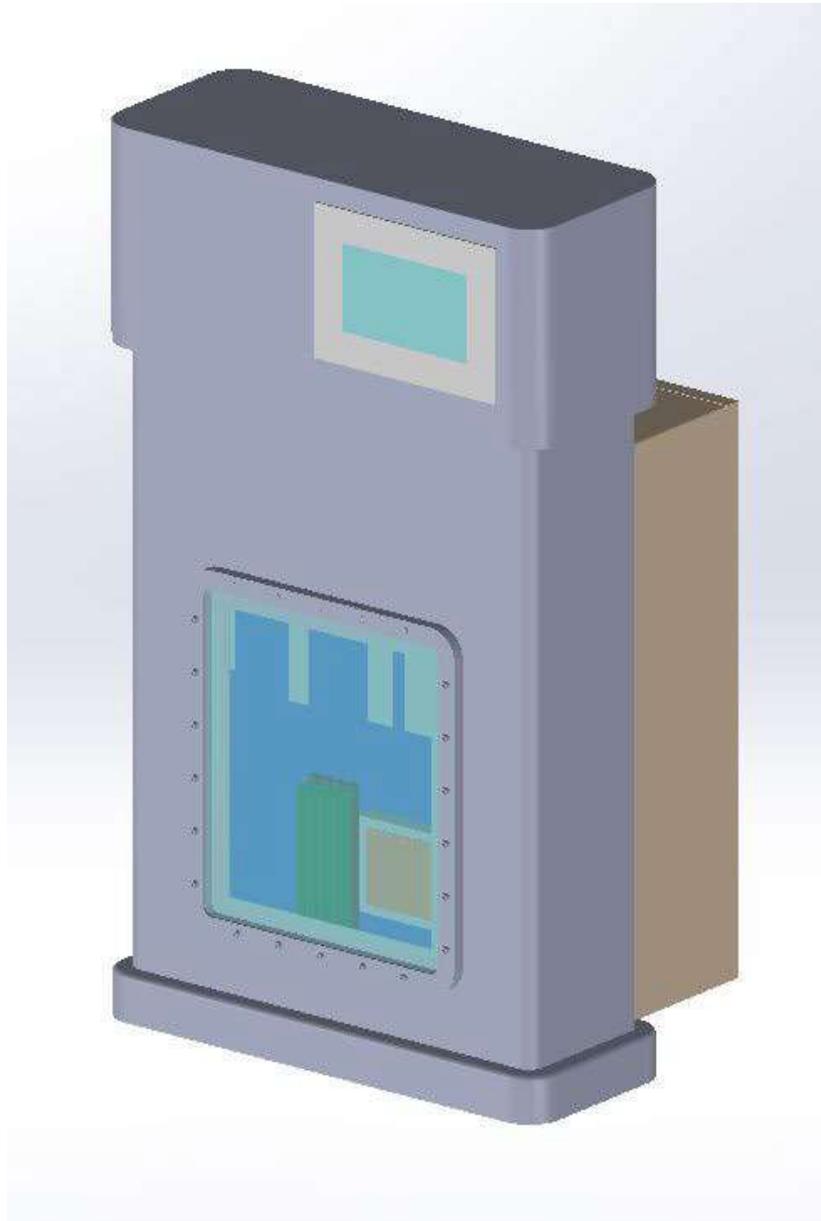
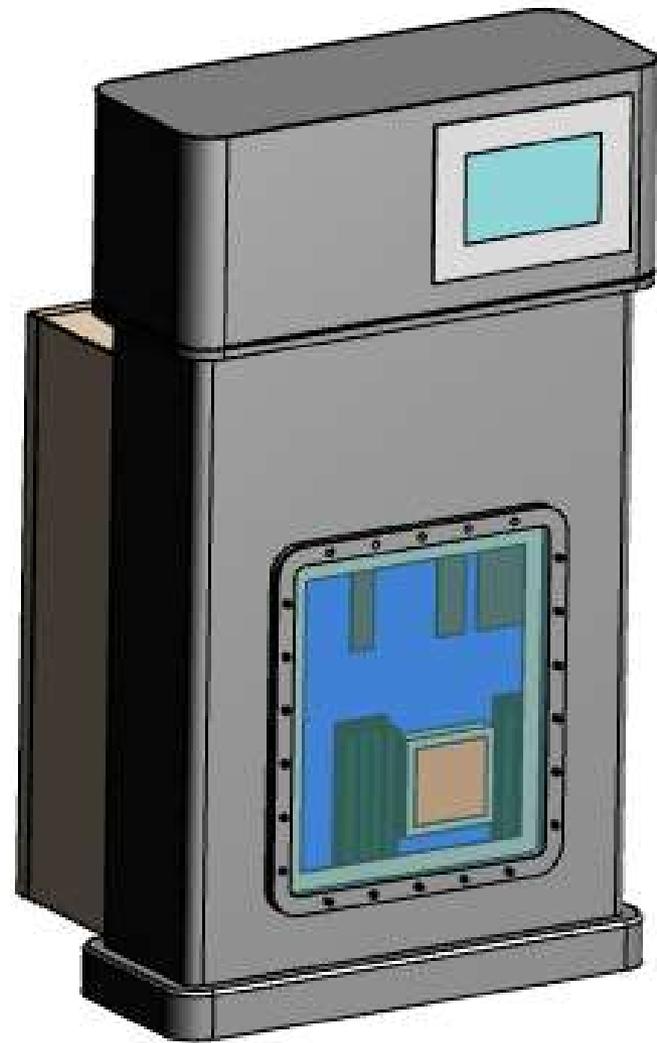
H=700

W=500

D=150



本図は3台のサーバを実装した時をイメージしている。



18.二相沸騰冷却システムの冷媒

二相液浸の冷媒に求められるもの

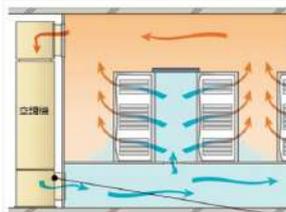
1. GWPが低い材料 20以下が望ましい・・・漏れない構造で液浸で低GWPは？
2. 沸点は・・・50℃～60℃
・・・難しい 高いと冷却が楽。真夏でもドライクーラで冷やせる。
しかしコア温度は上がる。低いとコア温度は下がる。しかしドライクーラ能力が鍵
3. 比誘電率は2.0以下が望ましい。測定は20Ghzで実施
4. ケミカルアタックができるだけないこと。PVC等
5. 材料の長期安定性
分解能力が良いものは水分を生成する・・・対策が必要
6. 潜熱問題・・・潜熱はできれば95KJ/Kg以下が欲しい
7. PFAS問題・・・PFOA/PFOSと一緒に考えない。冷媒は4700種類ある。
PFOA,PFOSは消火剤に使用された経緯があります。
大変優れた分解性のものがある。
冷媒が漏れない設計

冷却システムの最適化

- DCの要件や環境に応じて、サーバー冷却システムが選択される
効率的な熱管理・エネルギー効率の向上・DCの信頼性確保のために
冷却システム最適化が必要
- これまでは空冷が一般的であったが、データ量の急増、機器の高性能・高密度化により
より冷却効率の高い水冷・液浸冷却のニーズが高まってきている

	冷却無し	空冷	水冷	液浸冷却
設置場所	制限無	制限無	制限無	消防法による
必要スペース	小	大	中	中
重量	軽い	比較的重い	比較的重い	重い (実用上問題なし)
冷却効率	0%	約30%	85%	90%
PUE * 1	2.0以上	約2.0	約1.1	約1.05
故障頻度	故障しにくい	故障しやすい	故障しやすい	故障しにくい

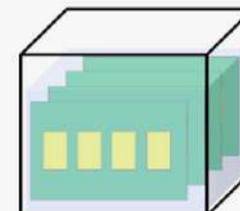
イメージ



<https://www.takenaka.co.jp/news/2016/03/01/index.html>



<https://japan.zdnet.com/article/35137418/>



<https://www.nttdata.com/global/ja/news/release/2023/061600/>

* 1 PUE(Power Usage Effectiveness、データセンター全体の消費電力/IT機器の消費電力) : DCの電力使用効率を表す指標であり、1.0に近い程効率的に電気を消費していることとなる

ENEOS株式会社

Copyright © ENEOS Corporation All Rights Reserved. 11

二相液浸冷却液の代表特性比較

参照：本資料は営業促進を目的とした資料ではありません。業界情報をまとめた参考値の資料です。

代表特性	単位	H ^o -フルオロカーボン A	H ^o -フルオロエーテル	H ^o -フルオロカーボン B	H ^o -R ^o フルオロメチン	H ^o -フルオロメチン
サプライヤー	-	海外	海外	海外	海外	海外/国内
化審法	-	既存	既存	既存	未登録	未登録
沸点	°C	56	55	57	48.9	47
流動点	°C	-90	<-125	-90	-	-117
密度	kg/m ³	1,690	1,650	1,718	1,456	1,601
蒸気圧	kPa	31	30	27	40	35.4
動粘度	cSt	0.38	0.45	0.42	0.43	0.36
蒸発潜熱 (@沸点)	kJ/kg	88	92	90.8	115	93
比熱	J/kg-K	1,050	963	1,050	1,090	1,279
熱伝導度	W/m-K	0.059	0.065	-	0.073	0.061
水分溶解量	ppm	10	14	-	145	10
比誘電率 (@1kHz)	-	1.9	1.86	1.8(estimated)	1.82	1.88(12GHz)
絶縁破壊電圧 (@2.54mm gap)	kV	>38	40	83(1mm)	59	78.9 (3mm)
体積抵抗	Ω-m	1×10 ¹³	1×10 ¹⁰	-	5.1×10 ¹²	3.1×10 ¹³
引火点	°C	なし	なし	なし	なし	なし
ODP	-	0	0	0	0	0
GWP	100 years ITH	>8000	>8000	>8000	10.8	20

詳細は別紙参照ください。少し数字が異なります。

各冷却方式および冷却液の特徴

DAISAVEシリーズは優れた絶縁性を持ち、データセンター冷却用熱媒として期待できます。



優れた絶縁性能

| サーバーや通信機器を直接浸漬することが可能



優れた材料適合性

| 機器、部材への影響が少ない



高い安全性

| 引火点を持たず、不燃性



低GWP

| 地球温暖化係数が低いフッ素系クーラント

要求項目	単相DLC (水冷コイルプレート)	二相DLC (コイルプレート)	単相液浸	二相液浸
要求沸点	—	低 (<60°C)	高 (≥ 100°C)	低(40-60°C)
安全性(引火点)	—	引火点なし	引火点なし	引火点なし
絶縁特性	—	低 (サーバー非接触)	高 (直接サーバーを浸漬)	高 (直接サーバーを浸漬)
低粘度(メンテ性)	—	★★★☆☆	★★★★☆ (オイル：高粘度)	★★★★☆
材料適合性	—	低	高	高

特性/Properties	単位/Unit	DAISAVE		
		DAISAVE SS-54 (上市済)	DAISAVE SS-110 (上市済)	TSS-7 (開発品)
沸点/Boiling Point	[degC]	54	110	49
凝固点/Pour Point	[degC]	-92	< -130	< -90
引火点/Flash Point	[degC]	None	None	None
蒸発潜熱/Heat of Vaporization	[kJ/kg]	174	94	98
液体密度/Liquid Density	[g/mL]	1.39	1.75	1.61
動粘度/Kinetic Viscosity at 25[degC]	[mm ² /s]	0.4	0.95	0.36
比熱/Specific Heat	[kJ/kg·K]	1.30	1.03	1.10
熱伝導率/Thermal Conductivity	[W/mK]	0.081	0.064	0.064
絶縁耐力/Dielectric Strength	[kV]	26	≥ 40	TBD
体膨張係数/Coefficient of Expansion	[K ⁻¹]	0.0017	0.0014	<0.002
体積抵抗率/Volume Resistivity	[Ohm·cm]	10⁹	10¹³	>10¹⁶
比誘電率/Dielectric Constant@1kHz	[-]	8.9	2.0	1.8
水の溶解性/Water solubility	[ppm]	630	<34	<30
温暖化係数/GWP	[-]	101(AR4)	< 150*	<20*
想定用途/Possible Applications	[-]	二相DLC	単相液浸	二相液浸

これらの数値は特に記載がない場合は25℃での測定値です。開発品途中のため、数値は今後変動する可能性があることをご了承願います。

*GWPIについては現在調査中のため参考値です。

DAISAVEシリーズは低GWPで引火点をもたない優れた絶縁性液体です。

潜熱98
凝縮器の性能に関わる。

GWP20以下は大変良い。
化審法に通過に期待

5. DAISAVEシリーズの材料適合性

ver. 24070

SS-54

分類	材料
樹脂	ABS, AS, Epoxy glass, PA6, PA66, PBT, PC, PE, PET, PF, POM, PP, PPE, PPS, PS, PVC, PTFE, FEP, PFA
エラストマー	CR, CSM, NBR, EPDM, IIR, NR
金属	マグネシウム、アルミニウム、チタン、鉄、ニッケル、銅、亜鉛、モリブデン、銀、スズ、タンタル、タングステン、鉛、真ちゅう、SUS 304、SUS 316

SS-110

分類	材料
樹脂	ABS, AS, Epoxy glass, PA6, PA66, PBT, PC, PE, PET, PMMA, PF, POM, PP, PPE, PPS, PVC, PTFE, FEP, PFA, ETFE, グラファイト, PVDF, ECTFE
エラストマー	CR, CSM, IIR, NBR, NR, U, VMQ, FKM, EPDM, PVMQ, 耐熱シリコーン
金属	銅, 真ちゅう, SUS 304, SUS 316

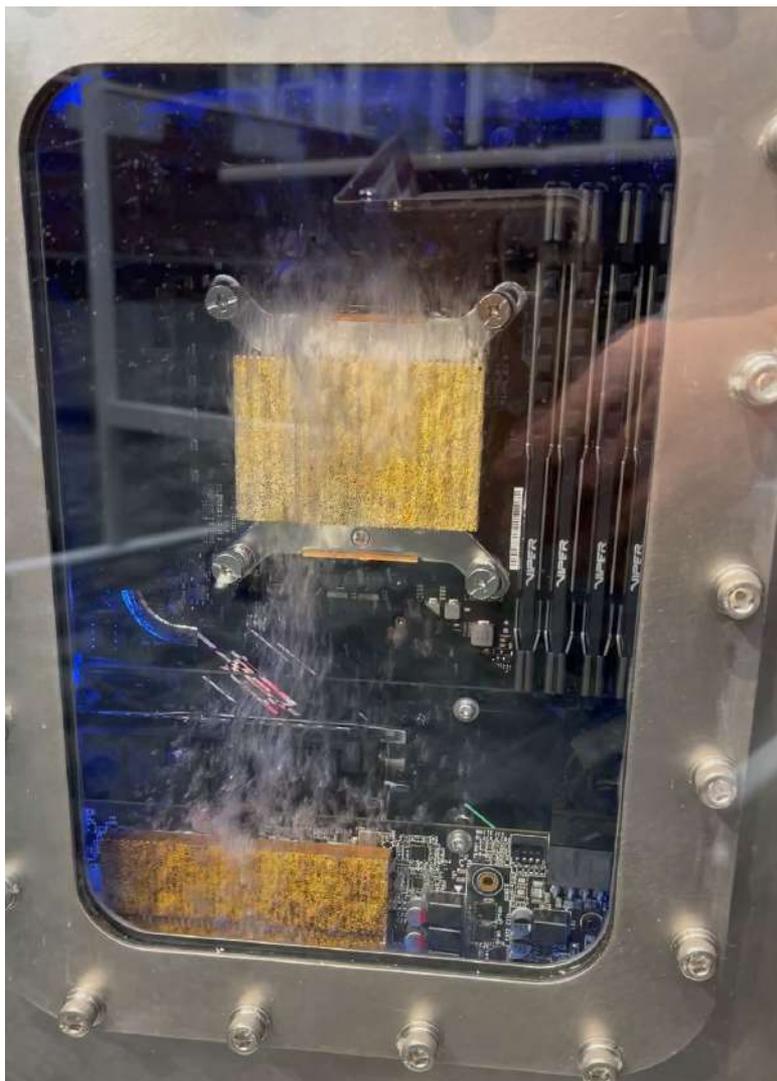
TSS-7

分類	材料
樹脂	ABS, AS, Epoxy, PA6, PA66, PBT, PC, PE, PET, PMMA, PF, POM, PP, PPE, PPS, PS, PVC, FEP, PFA, ECTFE, グラファイト
エラストマー	CR, CSM, IIR, NBR, NR, U, VMQ, FKM, EPDM, PVMQ, 耐熱シリコーン
金属	銅, 真ちゅう, SUS 304, SUS 316 鉄とアルミニウム、ニッケル

DAISAVEシリーズは様々な材料との高い適合性を有しております。

PVCにも適合している。

19.二相沸騰冷却用沸騰促進プレート



CPU, GPUのチップをそのまま液浸に装着しても、56°Cの沸点からしか沸騰できない。また沸騰曲線があり、ある発熱を超えると膜沸騰から核沸騰になり冷却性能が低下する。それを防ぐためにチップに装着されるのがBECもしくはLOTUSである。これはブリージング効果により。冷媒が外気温レベルから沸騰が開始し、最大発熱でも細かな泡の発生が継続して膜沸騰が持続できる。



【参考資料】

1) フッ素系液体の物性比較例

今回の検討対象

製品名 (化学式)		Novec-7100 ($C_4F_9OCH_3$)	FC-72 (C_5F_{14})
沸点	°C	61	56
蒸発潜熱	kJ/kg	126	88
密度	kg/m ³	1520	1680
粘度	mPa/s	0.58	0.64
熱伝導率	W/(m/K)	0.069	0.059
水の溶解度	ppmw	95	10
GWP		297	7400

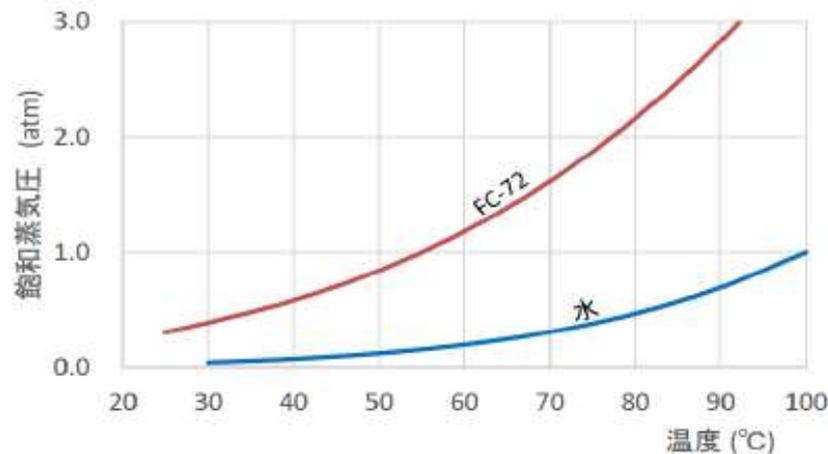
沸点での値

25°Cでの値

2) FC-72の飽和蒸気圧曲線(予想値)



飽和蒸気圧 (FC-72と水との比較例)



注) 飽和蒸気圧は絶対圧力を示す。
使用温度範囲を設定の上で、蒸気圧に耐えるタンク的设计が必要。

ロータス金属の特異な構造



ロータス金属:一方向に伸びた気孔を有する
⇒新たな機能性を付与

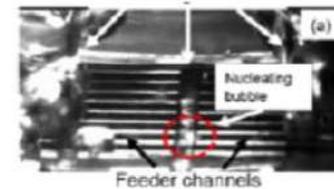
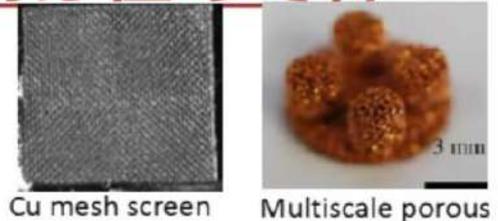
二相式沸騰液浸システムの課題は、核沸騰膜から沸騰に遷移することで冷却効率が悪化する。そうすると熱伝達率は急速に低下します。バーンアウトにならないようにする必要があります。冷却能力の低下につながり、適正な冷却ができなくなります。これは発熱体の表面状態に依存します。この有力な手段がLOTUS金属です。

伝熱面構造体によるCHF向上

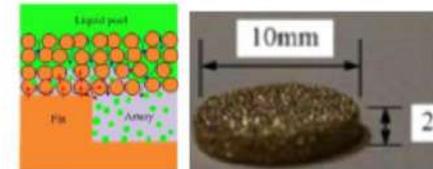


300W/cm²を超える冷却技術は極めて稀

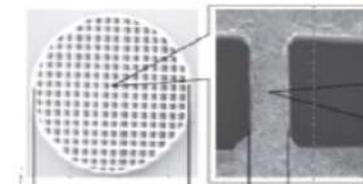
- Chen Li, G. P. Peterson, **Pore 120μm, 360W/cm²**
 - **Microporous Coating (sintered wire screen),**
 - Jour. of Therm. and Heat Trans., 24, 3, 2010.
- Calvin H. Li, G.P. Peterson et al., **dp=250μm, 435W/cm²**
 - **Multiscale modulated porous structures (Cu particle)**
 - Int. Jour. of Heat and Mass Trans. 54, 3146, 2011.
- A. Jaikumar and S. G. Kandlikar et al., **500μm, 394W/cm²**
 - **Different pathways using Feeder microchannels**
 - Applied Physics Letters, 108, 041604 (2016)
- Lizhan Bai, G. P. Peterson et al., **~300μm, 610W/cm²**
 - **Porous Artery Structure, ※ Loop Heat Pipeと同じ構造**
 - Applied Physics Letters, 108, 233901 (2016)
- Shoji Mori et al., **Pore: order of 0.1 μm, 310W/cm²**
 - **Honeycomb Porous Structure, ※ 但しナノテク併用**
 - Int. Jour. of Heat and Mass Trans., 115, 969 (2017).



Different pathway concept



Porous Artery Structure



Honeycomb Porous Structure

- 基本的には毛細管現象により液を供給（殆どが200W/cm²レベル）。
- ポーラス厚や蒸気排出パスを制御してCHFを更に向上
- ただしポーラス銅には間違いなく親水性が担持（長期的持続×）
- 車両系で毛細管が働くようなマイクロチャンネルは×（コンタミ汚染）

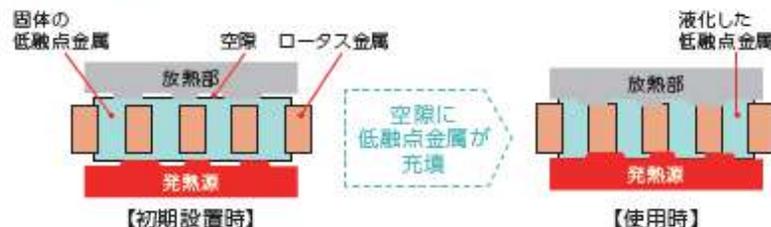
▶ 熱界面材料 (LTS-TIM材)

パワー半導体向けは、はんだと組み合わせで140W/(m・K)の熱伝導率
ロジック半導体向けは、低融点金属等との組み合わせ液体金属グリス以上の熱伝導率

- ▶ ロータス金属の気孔部と外表面に、常温下では固体である金属を被覆した構造を有する熱伝導シートです。
- ▶ 個体のシート構造であるため、発熱源と放熱部材との間に挿入する際は従来の熱伝導シートと同様に取り扱いが容易。
- ▶ 発熱源が高温になり放熱が必要な場合、低融点金属が液状化し、発熱源と放熱部材との隙間に重鎮されることで熱抵抗が小さくなります。



LTS-TIM効果



使用例



▶ 各種ヒートシンク

▶ CPUファンクーリングユニット

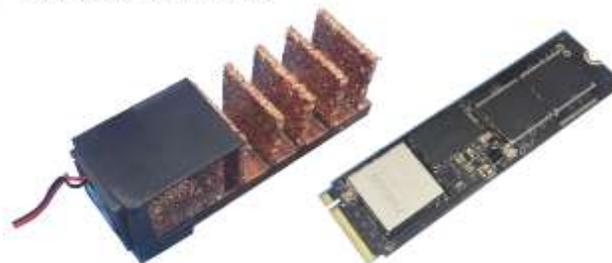


▲ファンレスタイプ



▲ファン装着タイプ

▶ M.2 STORAGE GEN5



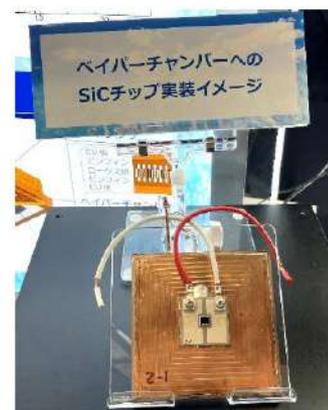
Lotus 発砲金属は様々な冷却応用が可能である。



液浸micro



ベイパーチャンバー



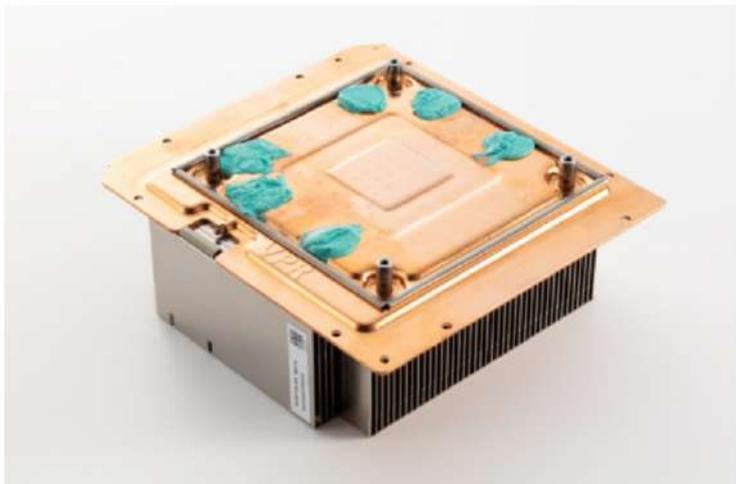
Solamini



CPUクーラー



ペルチエ



Xbox Series Xに搭載されたペーパーチャンバー

熱源に接する部分は銅板でできている。SIEのPS5などで用いられているヒートパイプと比べて非常に高価で、原価は25米ドル程度と推定される。(写真：スタジオキャスパー)

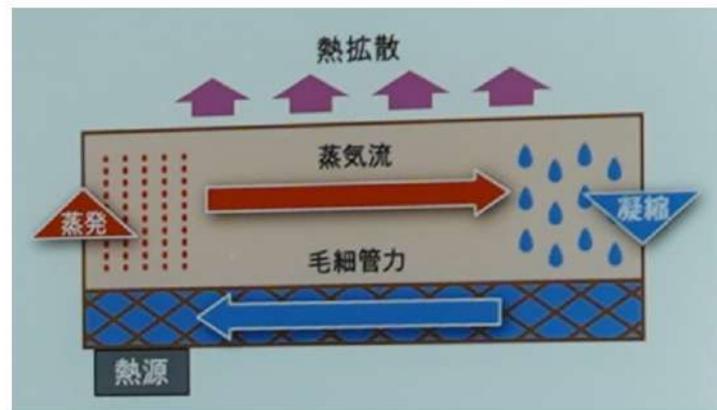
[画像のクリックで拡大表示]

ペーパーチャンバーとは、熱拡散機構を備えた平板型のヒートパイプである。内部の作動液の蒸発や凝縮潜熱を利用し、効率的に熱を拡散させるため、一般的な棒状のヒートパイプよりも冷却性能が高いとされている。

ペーパーチャンバーの構造は2枚の金属板を貼り合わせた形で内部が中空になっていて、純水などの作動液が封入されている。この作動液が熱源部分に当たり、蒸発して内部に拡散して温度を下げる。拡散して冷却後は凝縮して液体に戻り、内壁などに配置された、毛細管力を発生させる「ウィック」と呼ばれる構造体を通じて、毛細管現象によって熱源部分に作動液が戻っていく仕組みである。

CPUクーラ等ではヒートスプレッダーを通してヒートパイプに熱を伝えるが、銅による分散熱抵抗には限界がある。その場合にペーパーチャンバーを活用することで熱を効果的に分散することができる。ヒートパイプとの組み合わせが考えられる。

この場合にトップヒートに注意が必要である。ペーパーチャンバー内に焼結金属等を入れることでトップヒートでも性能がそれほど落とさないで冷媒を循環させることができる。LOTUS金属との組み合わせも考えられる。



ペーパーチャンバーの仕組み

(出所：大日本印刷の資料を日経クロステックが撮影)

[画像のクリックで拡大表示]

20.液浸システム 他社の動向

Two-Phase Immersion Liquid Cooling



二相式沸騰液浸冷却を長期にわたり開発されている。

Liquidstack社webより



One-Phase Liquid Cooling SmartPod EXO





Strategic Collaboration nVent + Iceotope



nVent

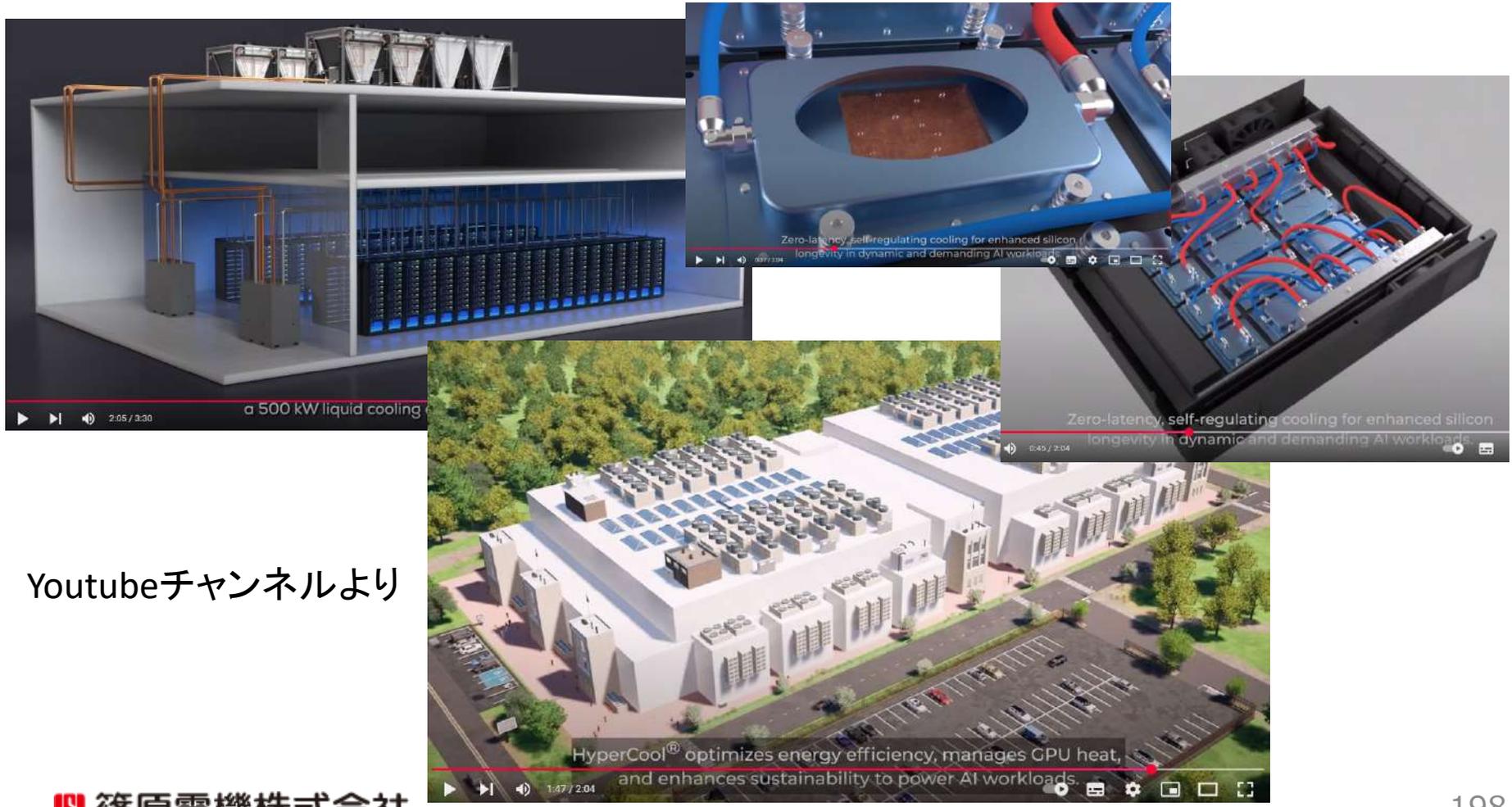
- ∅ ラック
- ∅ IT用シャーシ
- ∅ スライド
- ∅ ラックマニホールド
- ∅ ホースアセンブリ
- ∅ PDU
- ∅ CDU
- ∅ 漏れ検知

Iceotope

- ∅ シャーシレベルの浸漬
- ∅ 高精度デリバリー冷却
- ∅ 冗長電源
- ∅ 冗長冷却
- ∅ システムの監視と管理
- ∅ 誘電流体イネーブルメント

シャーシレベルで液浸冷却をサポートするデータセンターインフラ

Munters の受賞歴のある空冷および液体冷却システム SyCool Split と ZutaCore の無水液体冷却ソリューションを組み合わせることで、プロセッサから熱を取り除き、IT リスクを排除することでデータセンターに革命をもたらします。Munters と ZutaCore が協力することで、コンピューティング密度が向上し、電力使用量が削減され、熱回収がサポートされ、データセンターにとって最も OPEX 効率の高いソリューションが実現します。



Youtubeチャンネルより

ヘリウムリークテストをしている。
 普通は気体はコネクタでは漏れを防止できないがハーメチックシールに近いシール技術がある。



Thermal management quick disconnect couplings

Features and benefits

- No-leak, no drip designs
- High flow and low pressure drop
- 100% helium leak tested
- Unlimited configuration options

Applications

- Battery cooling
- Converter cooling
- Data centers
- IT thermal management

Thermal management hose and tubing

Features and benefits

- Compatibility with push-on crimp fittings
- Wide range of size and color options
- Excellent kink resistance and tight bend radius
- Industry-leading specifications and UL94 V0 ratings

Applications

- Cryptocurrency mining
- Electronic component cooling
- IT thermal management
- Telemedicine



Solutions to your **liquid cooling challenges.**

Danfoss UQD
 Universal quick disconnect coupling

Designed for high flow rate and no spillage, the UQD coupling is perfect for in-rack applications with smaller hose lines.

Boston by Danfoss
Emperor® EHW094 TPU hose
Royal® EHW194 EPDM hose

Engineered for durability and ease of use, EHW094/EHW194 hoses feature industry-leading safety ratings, superior kink resistance and long-lasting performance.

Danfoss Blind Mate
 Hands-free self-centering quick disconnect coupling

The Blind Mate's self-centering design offers misalignment compensation, ensuring simple and secure connection between the blade and rack manifold.

Danfoss 4246 Synflex® Eclipse
 Thermoformable tubing

Nylon-based tubing that can be formed to match a specific routing. Multiple color options available for easy identification.

Rack manifold

Server blade interior hose

Liquid Spray Cooling Pilot Program



Experience HyprCool's Direct to Server Spraying Jet Impingement Liquid Cooling systems for Data Centers and Enterprises.

Precision liquid cooling performance for your demanding AI, Machine Learning and HPC needs

The Pilot Program enable customers to get hands on experience with the technology. This help customers to fully understand how simple it is integrating such a system into their environment and extrapolate the benefit and risks associated with deploying liquid cooling technologies.

HyprEdge is a next generation liquid spray cooling system capable of providing precision cooling for high density servers for general AI, Machine Learning and Image Processing. Starting with a single chassis all the way up to a 5 racks, 75 server modular block. The system caters to both new and existing data centers and is designed to make the transition from air-cooling to liquid-cooling seamless.

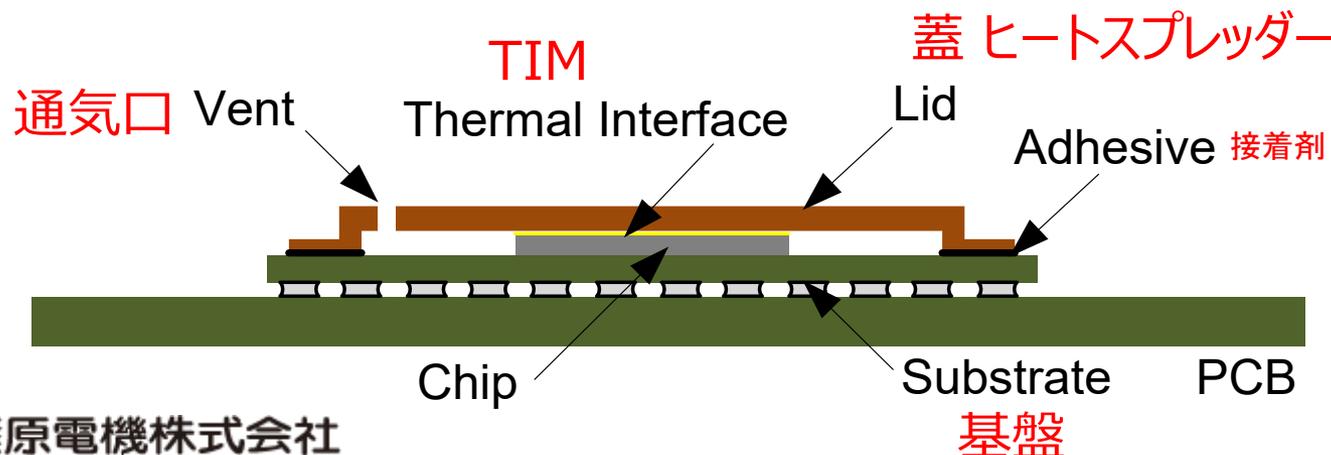
21.チップとTIM問題

チップから冷却設備まで全体で考える

- The primary (internal to CPU) thermal interface can be solder (usually indium) or grease.
- At one time, 3M discouraged the use of grease for immersion cooling. Field data have since revealed that the performance of at least some thermal interface greases will not deteriorate with time.

主要な（CPUの内部）熱インターフェースは、はんだ（通常はインジウム）またはグリースである。

かつて3Mは、液浸にグリースを使うことを勧めなかった。その後、実験データにより、少なくとも一部の熱インターフェースグリースは時間が経っても性能低下しないことがわかった。



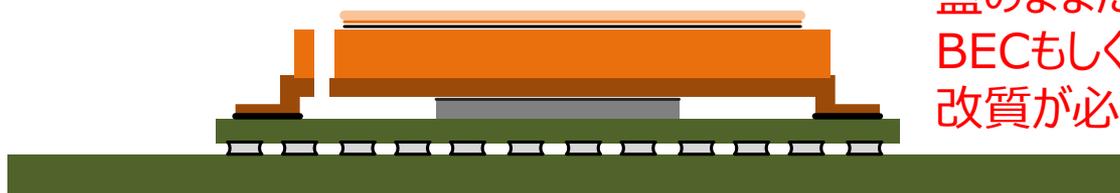
蓋が熱拡散させるのに十分な厚さがある場合（通常、CPU電力が100W以下の場合）、BEC薄膜または片をパッケージに直接はんだ付けできる（はんだ付け手順は3Mから提供可能）

- If the lid is thick enough to provide adequate heat spreading (usually the case if CPU power is 100W or less), BEC foil or coupon can be soldered directly to the package (soldering procedure available from 3M)

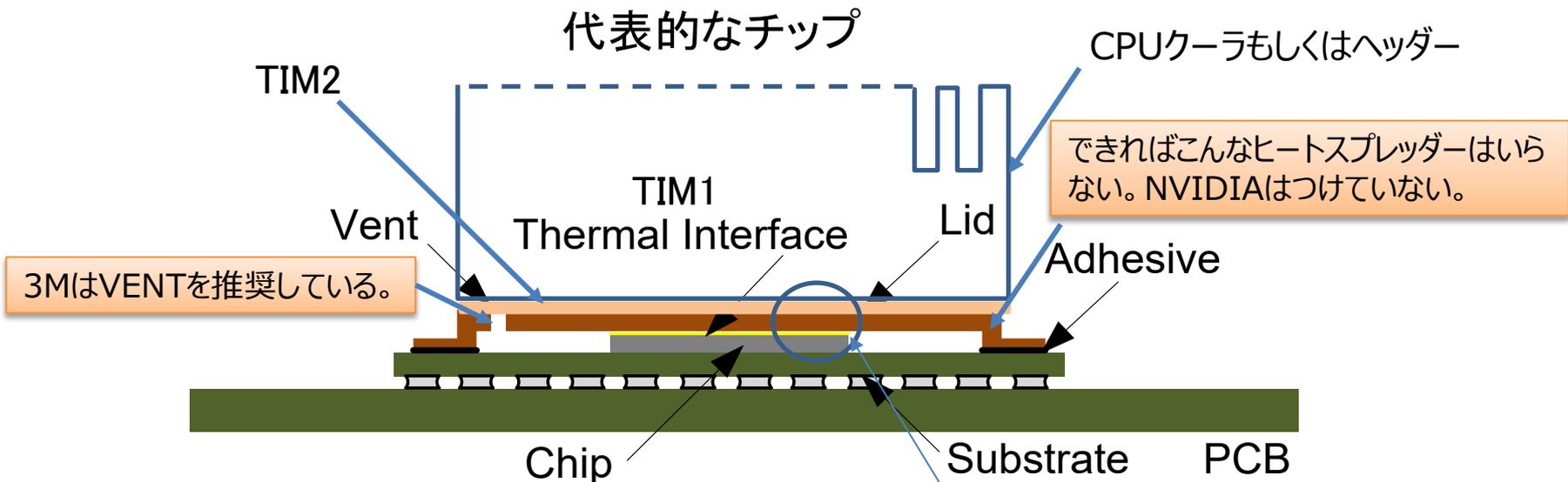


CPUパワーが十分に高い場合は、沸騰した表面がドライアウトしないように、追加の熱拡散が必要になる場合がある。
この場合、BECヒートスプレッダーを蓋にはんだ付けできる。

- If the CPU power is high enough, additional heat spreading may be needed to ensure that the boiling surface does not dry out. In this case, a BEC heat spreader can be soldered to the lid.



蓋のままだと適正な沸騰はできない。
BECもしくはLOTUSのような表面改質が必要である。核沸騰させる。

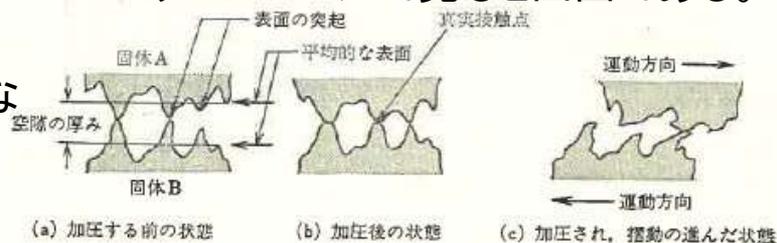


TIMの種類

- 一般的なグリス 6 W/mKクラスから16W/mK 厚みが20~200 μm
- 液体金属 79W/mK
- 他にインジウムシートやサーマルシートもある。カーボン系もあります。

電気抵抗の接触理論と熱抵抗も同じ
 熱伝導率だけを見るのではなく、どれだけ薄く塗れるかが大事。もし20 μと200 μを比較すると10倍異なる。そうすると6W/mKでも計算上60W/mKになる。
 一番良いのはチップダイとクーリングシステムは溶接することである。…インジウムのロー付でも構わない。

ミクロンレベルで見ると凹凸である。



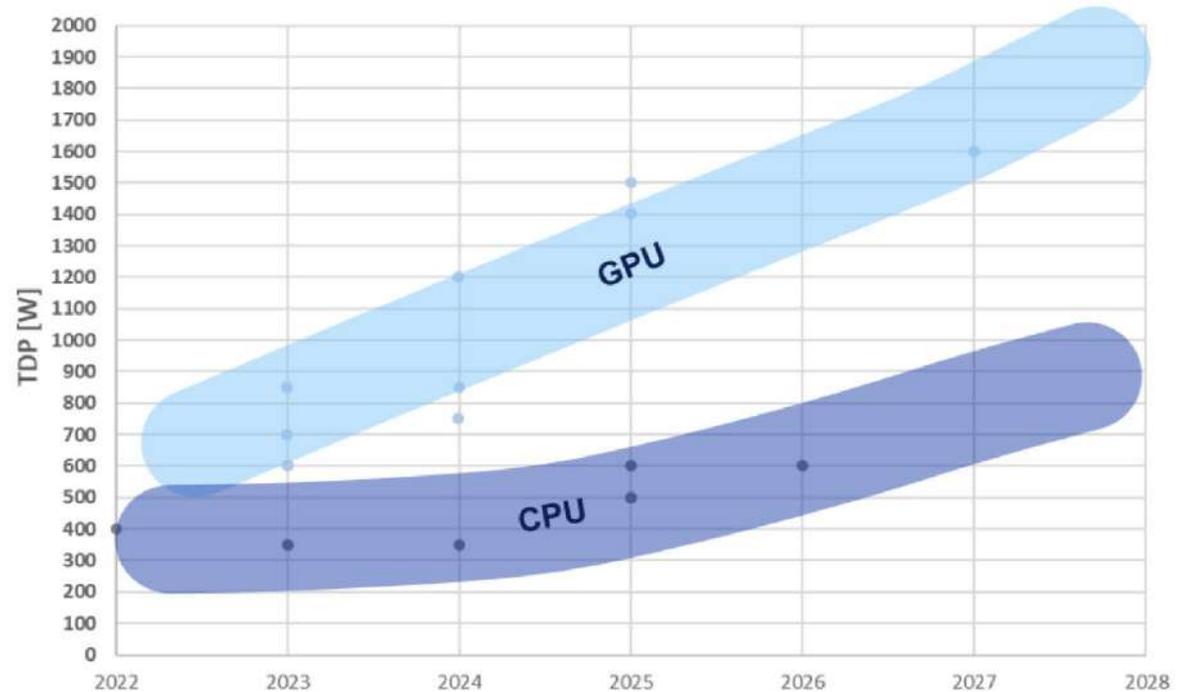
コネクタの世界では、金メッキと封口処理技術(油)とハーツストレス設計している。油で電気が通るのはオングストロームの厚みに接圧でクリアしてショットキーとトンネル効果で電流が流れる。

22.CPU/GPUチップの展望

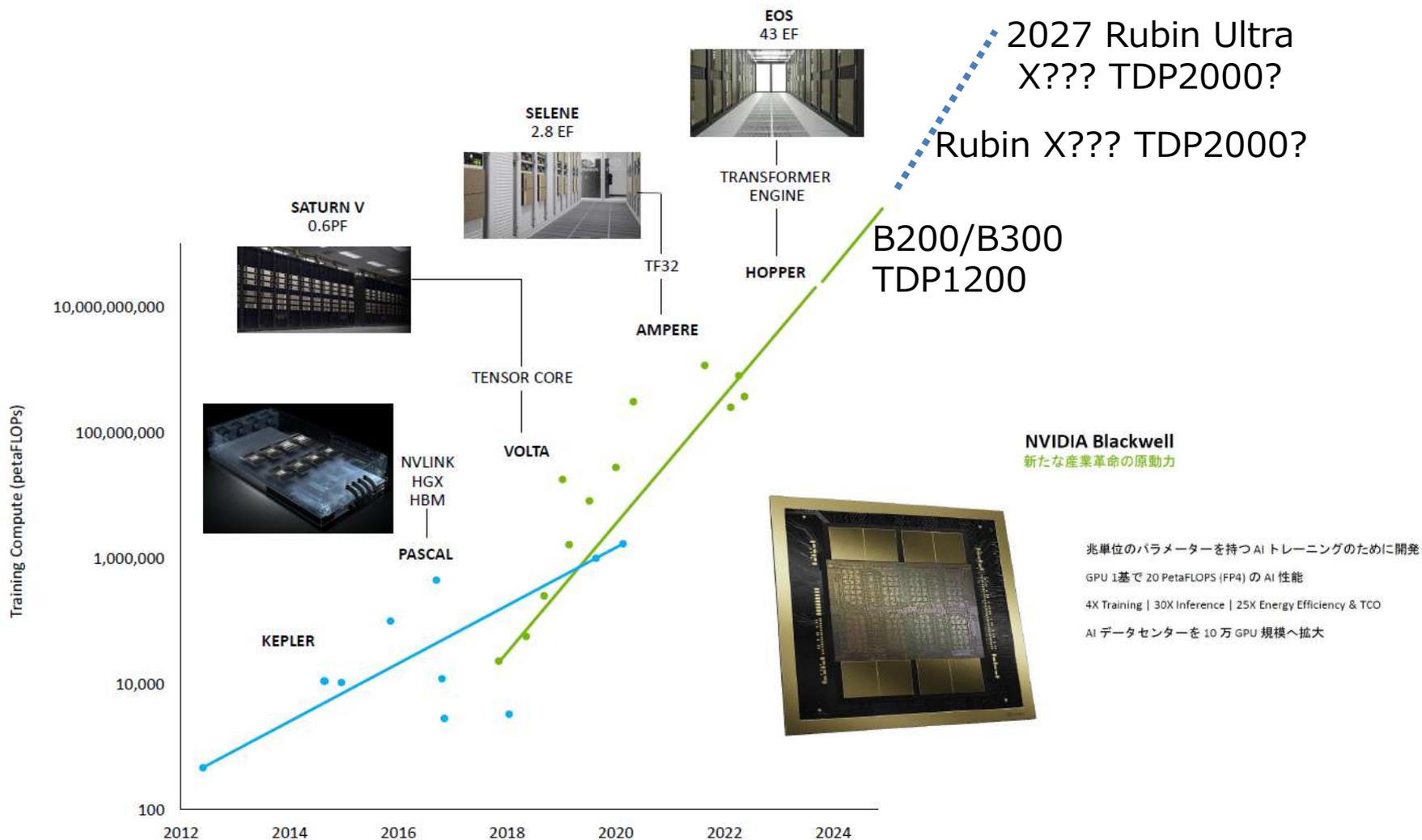
今後も 増えて行く 消費電力

CPUは500Wが目前

GPUはあっという間に1200,
1300Wを超えてくると予想

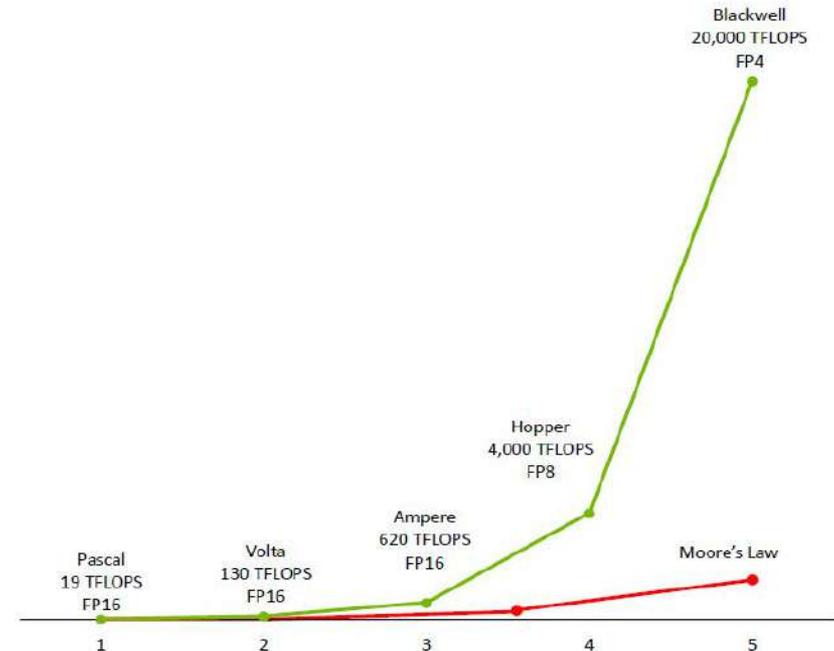
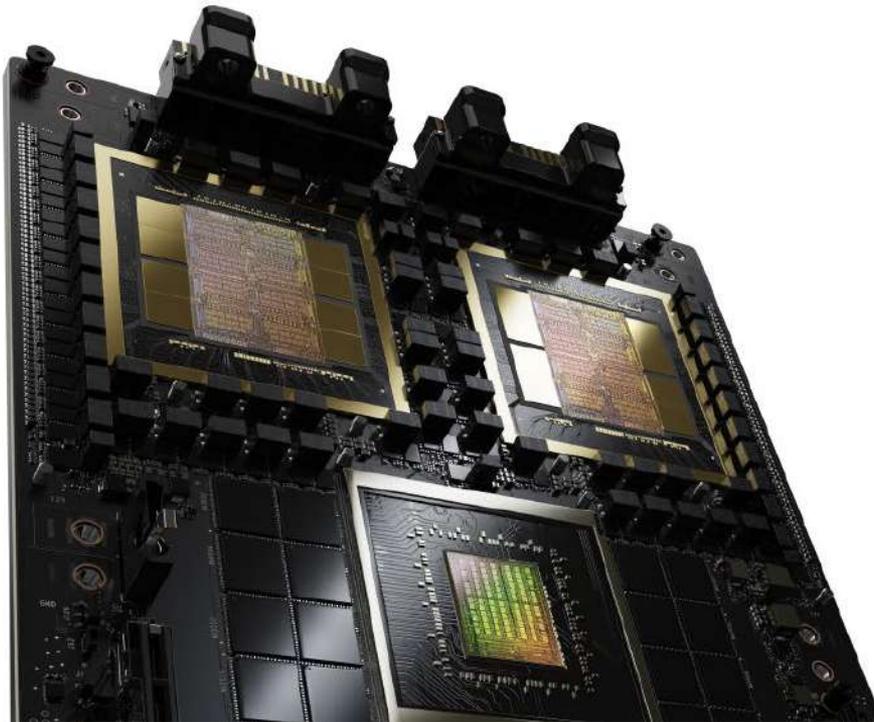


DELL Technologies



演算性能を飛躍的に向上させる NVIDIA Blackwell

8年間でAI演算性能が1,000倍に

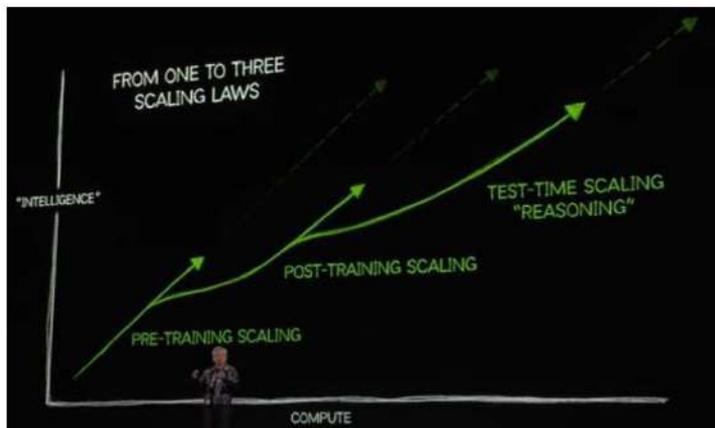
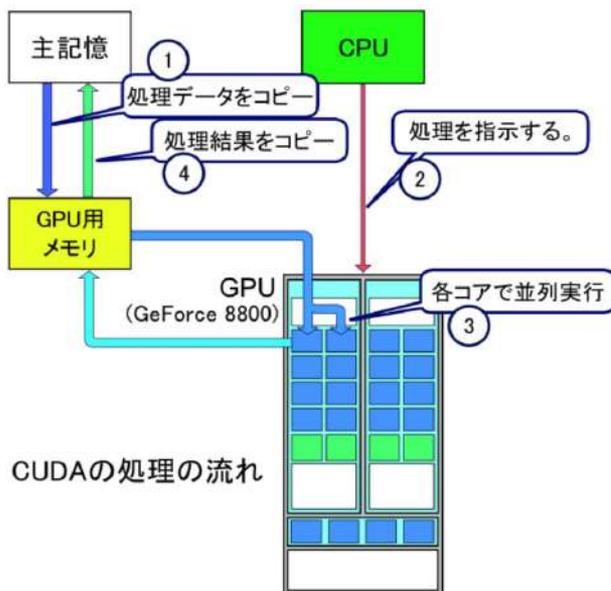


もし今後もGPU性能が1000倍になると1000MWのデータセンターは1MWで良いのだろうか。・・・そうはならないでさらなる性能UPの要求が続く。

NVIDIA資料より

- AI のスケーリング法則には、事前トレーニング、トレーニング後、テスト時間が含まれます スケーリング、AI機能の強化。
- NVIDIAのBlackwellチップはフル生産中で、改善された ワットあたりの性能とコスト効率。
- NVIDIA のコンピューティング パワーに対する需要は、次のニーズによって推進されます。AI の進歩をサポートするためのより多くの計算のために。
- ブラックウェルのシステムは世界中で製造されており、業界のAIドリブンコンピューティングへのシフト。

NVIDIA CUDAのライブラリーが強い。



GB200 NVLINK
1.5t
600,000parts
120kW

CUDA (Compute Unified Device Architecture : クーダ) とは、NVIDIAが開発・提供している、GPU向けの汎用並列コンピューティングプラットフォーム (並列コンピューティングアーキテクチャ) およびプログラミングモデルである^{[5][6][7]}。専用のC/C++コンパイラ (nvcc) やライブラリ (API) などが提供されている。

空冷ファン 3個

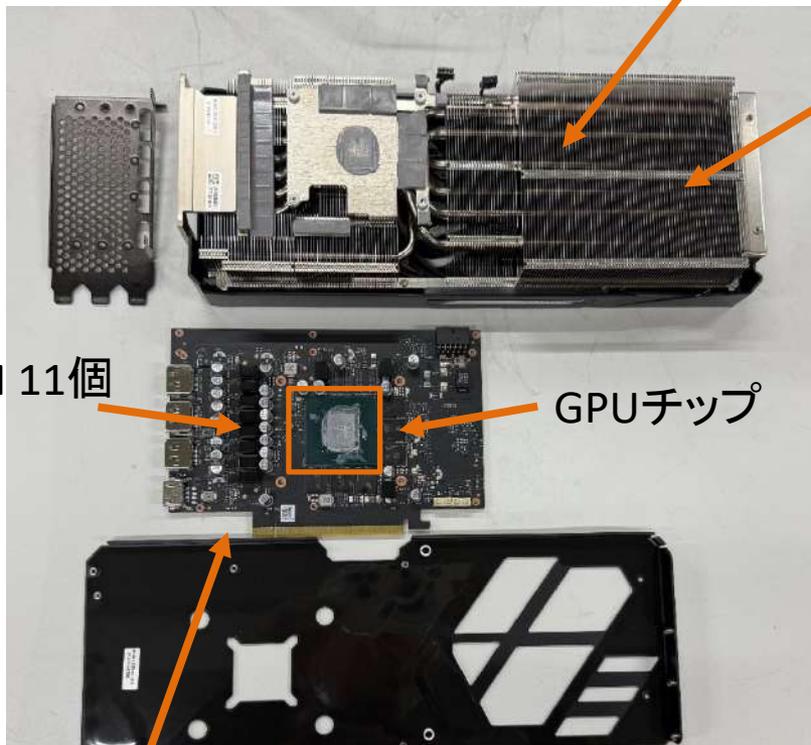
ヒートパイプクーラ

GPUの小型化の実現

LOTUSを装着した二相沸騰冷却用

VRM 11個

GPUチップ



液浸の場合はLOTUS装着のみ
メモリ、VRMはそのままでよい。

RTX4070Tiボード
ヒートパイプクーラをつけると巨大
でE-ATXでも4スロットは入らない。
専用ボードが必要となる。

もしLOTUS沸騰促進プレートで二相沸騰液浸シス
テムを構成するとこのボードだけになる
E-ATXなら4スロットで生成AIシステムが構成できる

Super PODの紹介



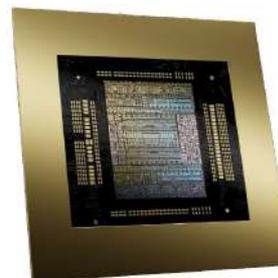
OCP GB200 NVL72

NVIDIA GB200 NVL72 計算機の新たな形

第5世代 NVLink と NVLink スイッチ 兆単位パラメーターモデルに対応するスケラビリティ



GB200 NVL72	36 GRACE CPUs 72 BLACKWELL GPU's Fully Connected NVLink Switch Rack
Training FP8	720 PFLOPs
Inference FP4	1,440 PFLOPs
NVL Model Size	27T params
Multi-Node All-to-All	130 TB/s
Multi-Node All-Reduce	260 TB/s

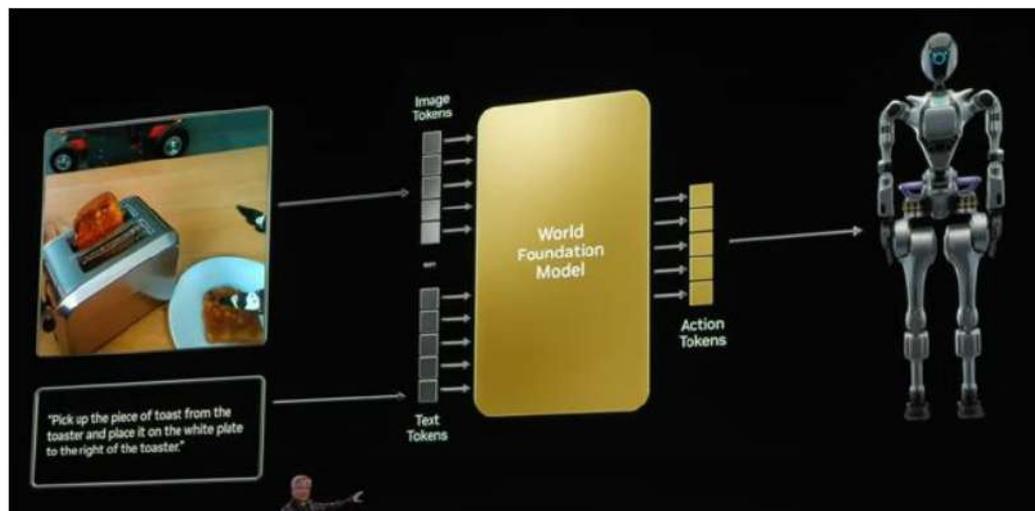


- 7.2 TB/s のバイセクションバンド幅
- Sharp v4 plus FP8
- 3.6 TF In-Network Compute
- NVLink で最大 576 GPU を接続可能
- NDR InfiniBand や 400Gbps イーサネットより 18 倍高速

6. Physical AI and Robotics

The discussion explored the potential of using AI models for robotics, where action tokens replace text tokens to perform tasks in the physical world. This concept is seen as the future of robotics.

このディスカッションでは、ロボット工学にAIモデルを使用する可能性を探りました。アクショントークンは、テキストトークンを置き換えて、物理世界でタスクを実行します。このコンセプトは、ロボット工学の未来と見なされています。



フィジカルAI: • 進行状況: AIモデルは、アクショントークンを使用してロボット工学に適合させることができます。タスクを実行します。このアプローチには、効果的な世界モデルを作成することが含まれます。ロボティクスアプリケーション。• 次のステップ: アクションを使用してロボティクスアプリケーション用のAIモデルを開発トークン。

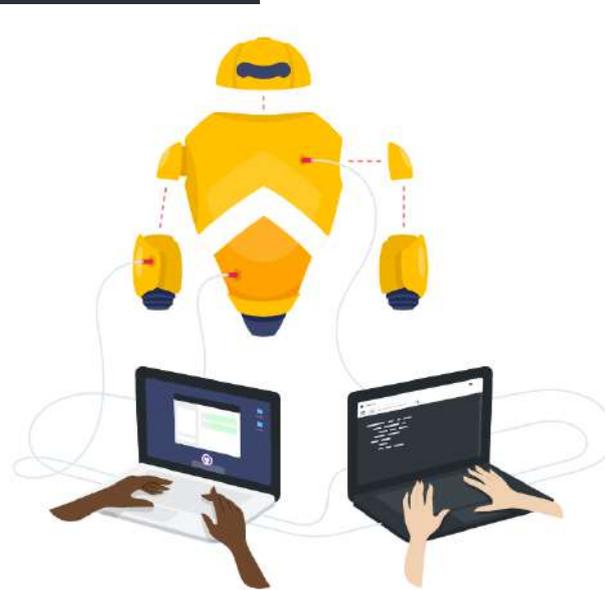
NVIDIA Cosmos とフィジカル AI NVIDIAは、理解するために設計された世界の基盤モデルであるCosmosを発表しました。物理的なAIに焦点を当てた物理的な世界。さまざまなモデルとツールが含まれています。AIトレーニング用の仮想世界の状態と合成データを生成するため、特に AVとロボティクス。Cosmos はオープン ライセンスで、GitHub で入手できます。



開発者のための プラットフォーム

GitHubは、ユーザのみなさんからヒントを得て作成された開発プラットフォームです。スタートアップやビジネスユースまで、GitHub上にソースコードをホスティングすることで数百年にわたるコードのレビューを行ったり、プロジェクトの管理をしながら、ソフトウェアの開発

GitHubに登録する



ソースコードの品質を向上

コラボレーションによってソースコードの品質が向上します。Pull Requestの際に行われる会話やコードレビューを行うことで、チームで作業を分担することができます。開発しているソフトウェアを改善するのに役立ちます。コードレビューについてはこちらをご確認ください。

効率的なプロジェクト管理

GitHubではIssuesとProjectsにより、コードを見ながらプロジェクト管理を行うことができます。必要なのは、チームメートに参加するようメンションすることだけです。プロジェクト管理についてはこちらをご確認ください。

最適なツールを見つける

GitHubアカウントを使用して、GitHub Marketplaceでアプリケーションを探して購入することができます。好みのツールを見つけたり、お気に入りのツールを発見したりしたら、すぐに使い始めることが可能です。インテグレーションについてはこちらをご確認ください。

16. 脱炭素化に向けたクラウドのマイクロサービスと分散化技術

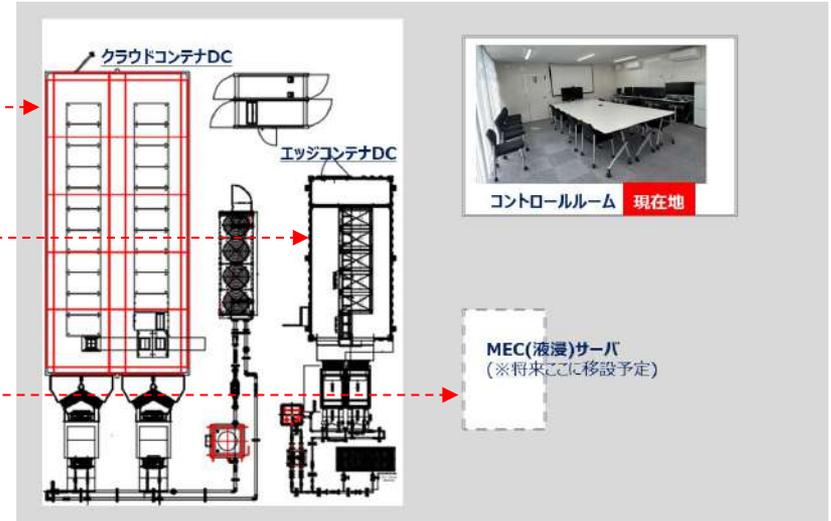
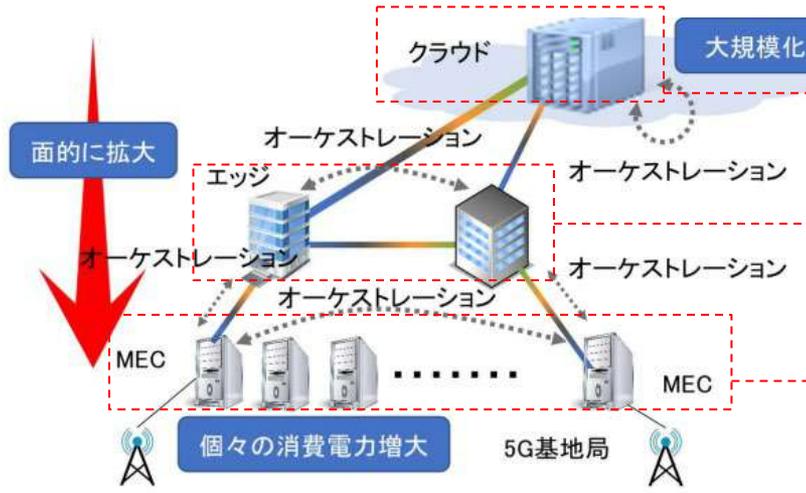
Kubernetesの技術とその発展

23. 御幣島サテライトラボのご紹介

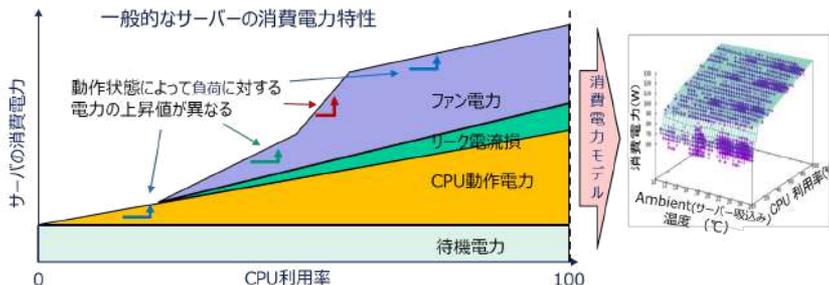
脱炭素化に向けたクラウドとエッジコンテナのマイクロサービスと負荷分散化技術

【本サテライトラボの位置づけ】

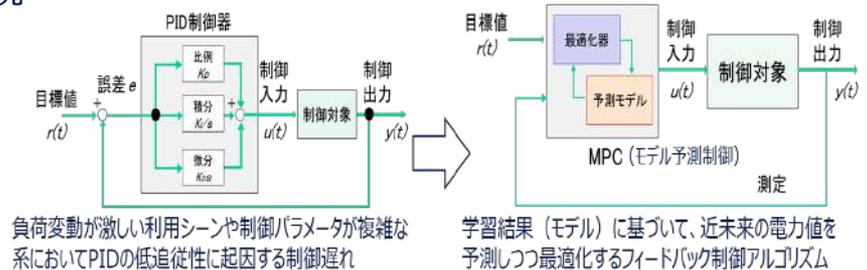
クラウド、エッジ、MECに**分散配置されたコンピューティングリソース**を模擬し、**NEDO事業**(研究開発)の**技術検証環境**として利用。



【研究開発①】消費電力モデルに基づき、その時点で消費電力の上昇が、最も抑えられるサーバーに負荷をアサインするしくみ



【研究開発②】追従型のPID制御から、MPCを適用することで、複雑なシステムの変化を予測し、追従性の良い省エネ空調を実現

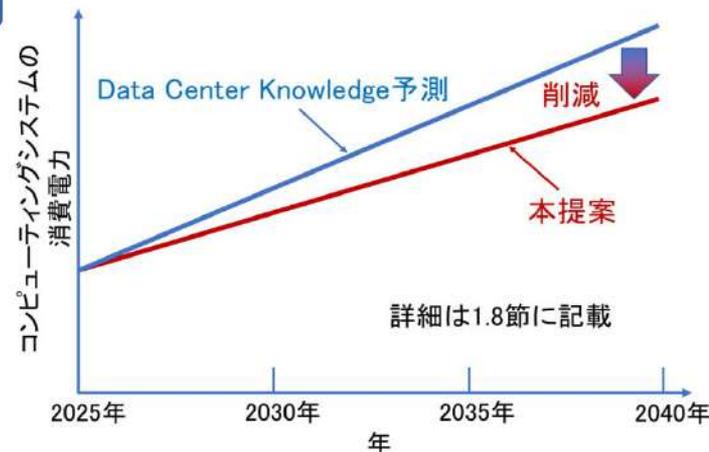
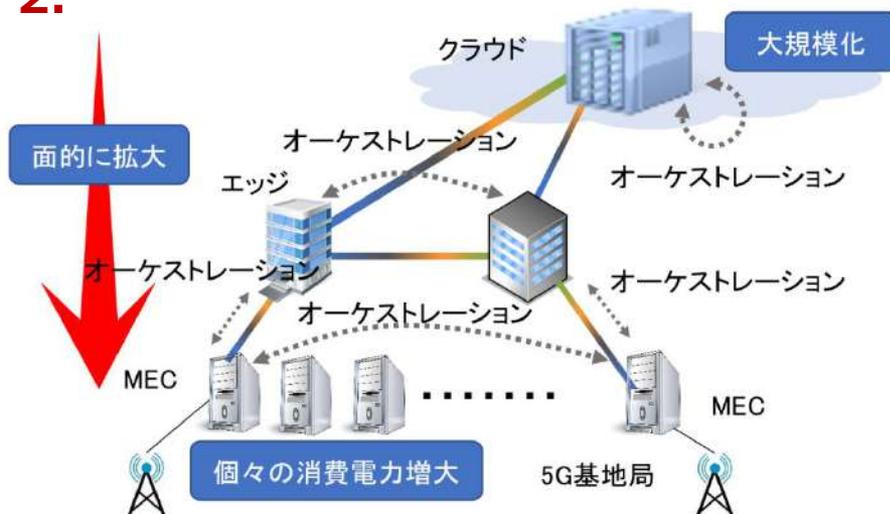


データセンターは空調省エネだけでなくIT負荷も含めてトータルでGX追求が必要である。

狙う市場と状況	分析	課題
クラウドの大規模化と分散コンピューティングリソース急増で、消費電力が増大	大規模化するクラウドや面的に広がるコンピューティングシステム(=社会システム)全体の省エネ対策の開発急務	分散配置されたコンピューティングリソースの省エネ運用技術(マイクロサービスの最適配置技術)を開発する

1. データセンターの消費電力は、10年で15倍!!→全消費電力の10%!!

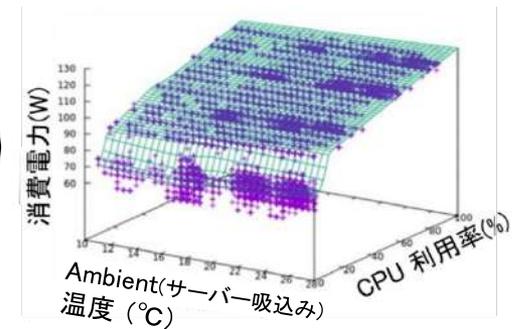
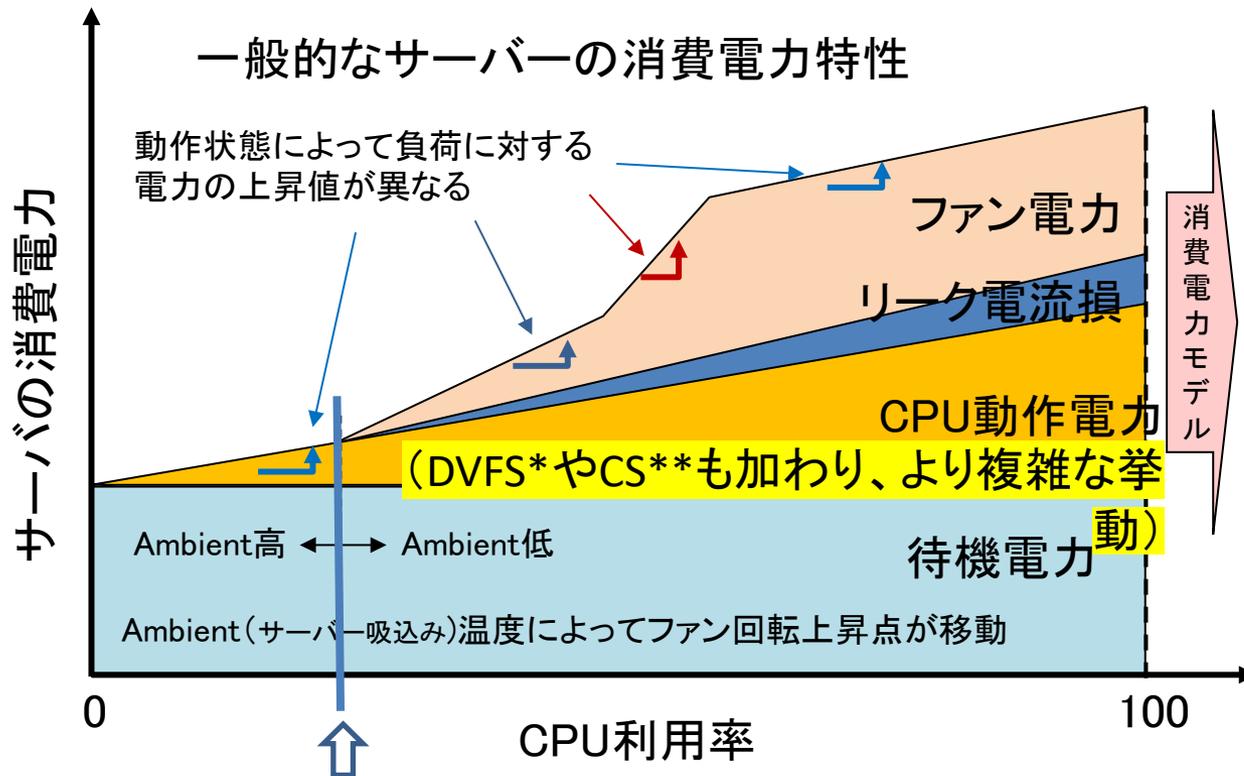
2.



3. コンピューティングシステムの構成 コンピューティングシステムの消費電力予測

※MEC: Multi Access Edge Computing

※なぜサーバーやシーンによって消費電力の上昇値が違うのか？

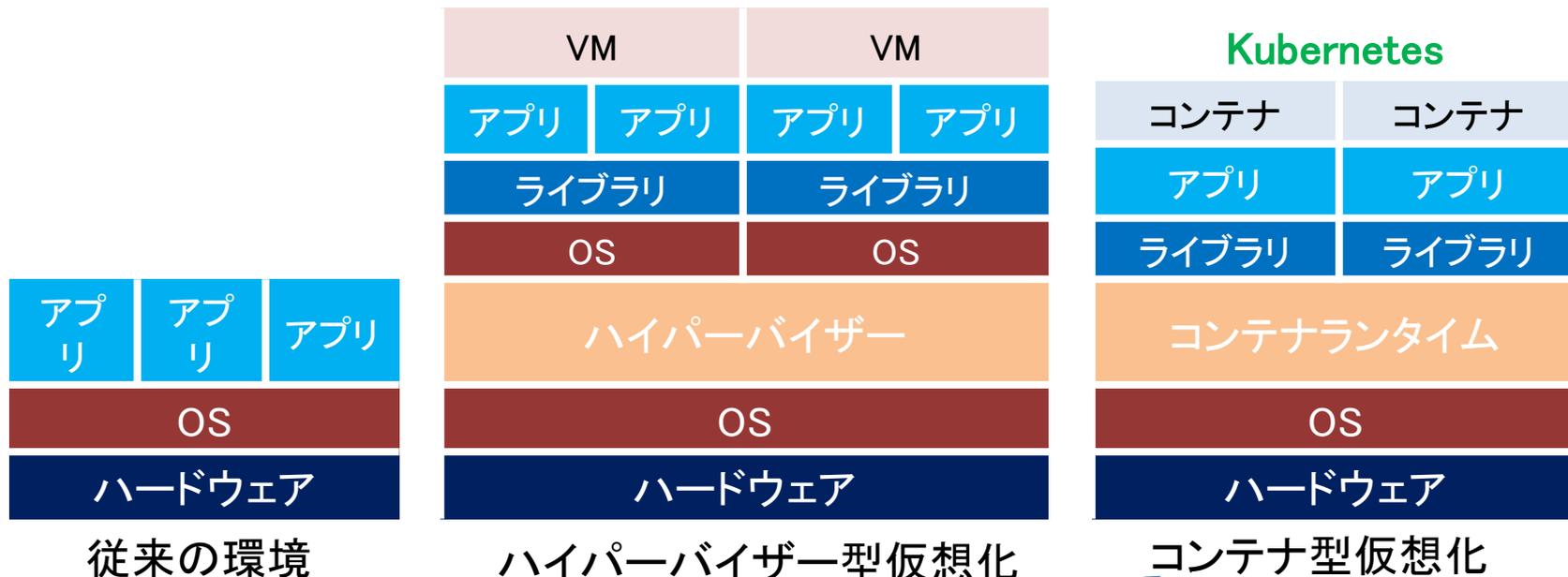


サーバを30%付近になるようにマイクロサービス分散化技術で制御するのが望ましい。IT負荷の低減とその空調の最適化が可能

* Dynamic Voltage and Frequency Scaling(クロック周波数可変制御)
**Context Switches(CPUリソースの有効利用マネージメント)

アプリケーションとそのアプリケーションを実行するために必要なライブラリをまとめてパッケージ化し、アプリケーションの独立した環境を提供する技術。パッケージにすることでアプリケーションの可搬性が高まり、新規開発はもとより、既存環境へのデプロイや運用時のメンテナンス操作が柔軟になる。

コンピューティング環境はマイクロサービス(コンテナアプリケーション)環境へ



もうこれでも古い。GAFAMは集中型であり、その先には分散クラウドにあった技術が必要。

クラウドベースのサービス(アプリケーション)の台頭により急速に普及したアプローチ

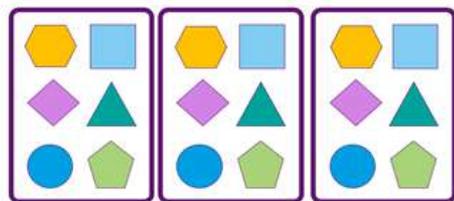
- ・小さな独立した複数のアプリケーションでソフトウェアを構成⇨従来、サービスに必要なすべての機能を一つのアプリケーションで実現
- ・アプリケーションの実行に必要な独立した要素だけをまとめて他の環境から切り離れた形態⇨従来、すべての要素が連結

コンテナベースでアプリケーションを実装する手法が一般的に(IaaSからPaaSへシフト)

- ・アプリケーションや実行時に呼び出されるライブラリなどのランタイム環境のみを、共通のOSプラットフォーム上で実行
- ・Dockerコンテナ/Kubernetes(K8s)は、コンテナ化したアプリケーションのデプロイ、スケーリング、および管理を行うための、コンテナオーケストレーションシステム。Google主導で開発され、現在はCloud Native Computing Foundation(CNCF)主幹

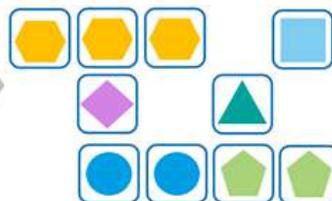
変化に対応できるマイクロサービス・アーキテクチャ

モノリシック



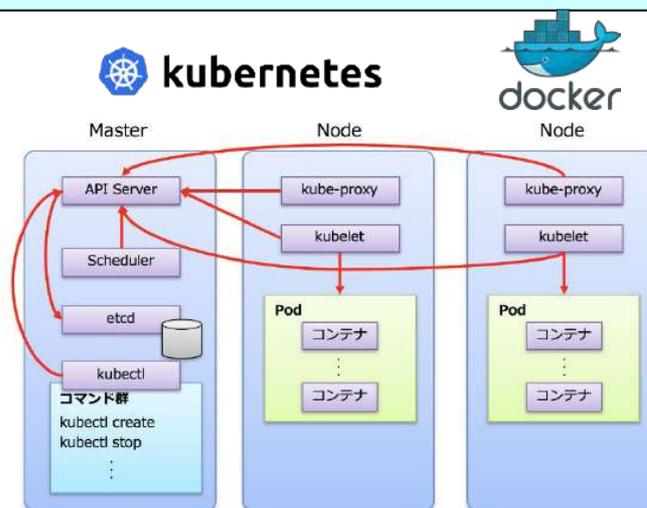
- ・必要となる機能を1つのバイナリーで提供
- ・各機能も互いに結び付きが強い

マイクロサービス



- ・各機能をモジュール化して提供
- ・各機能の依存性はできるだけ分離

<https://www.ibm.com/blogs/solutions/jp-ja/what-is-microservices/>

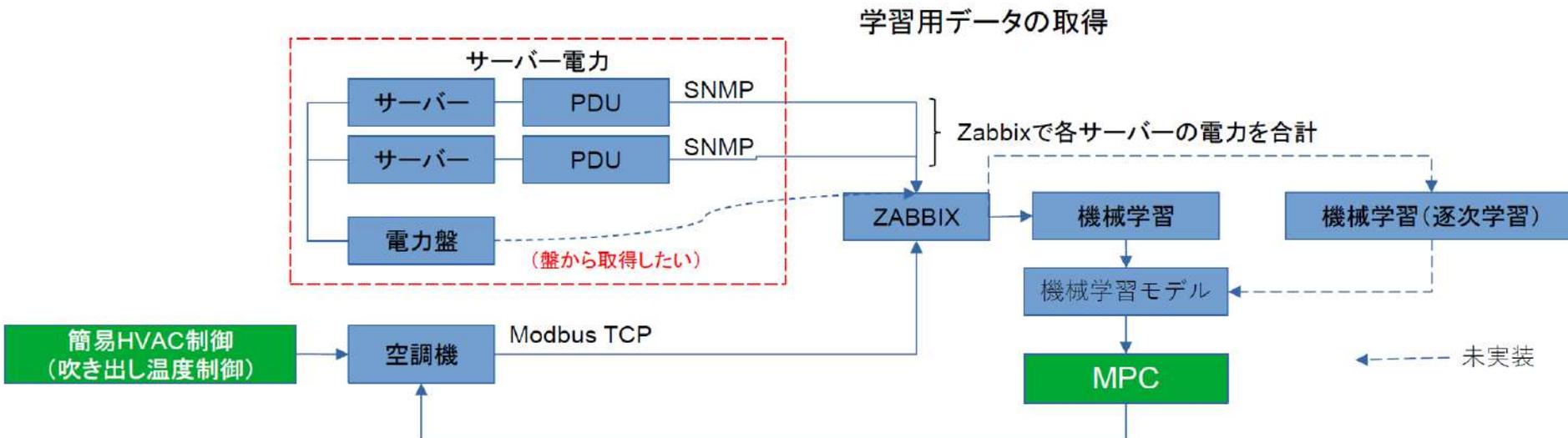


代表的なマイクロサービス実行環境
(Dockerコンテナ/Kubernetes)

もうこれでも古い。GAFAMIは集中型であり、その先には分散クラウドにあった技術が必要。

1. 学習用データの取得とMPCの構築

- 吹き出し温度制御をAUTOモード、チラー温度制御をREMOTEとして、チラー温度を定期的に変更してデータを取得している。
 - チラー設定温度、吹き出し温度、外気温度、外気湿度、室内ファン回転速度、室外ファン回転速度、チラーインバーター周波数、負荷電力(サーバー電力)を学習に用いている。
 - 負荷電力(サーバー電力)は各PDUの電力をZabbixで集計しているが、合算する計算コストが必要なため電力盤から取得できるのが望ましい(オペレーションの分担の観点からも)。

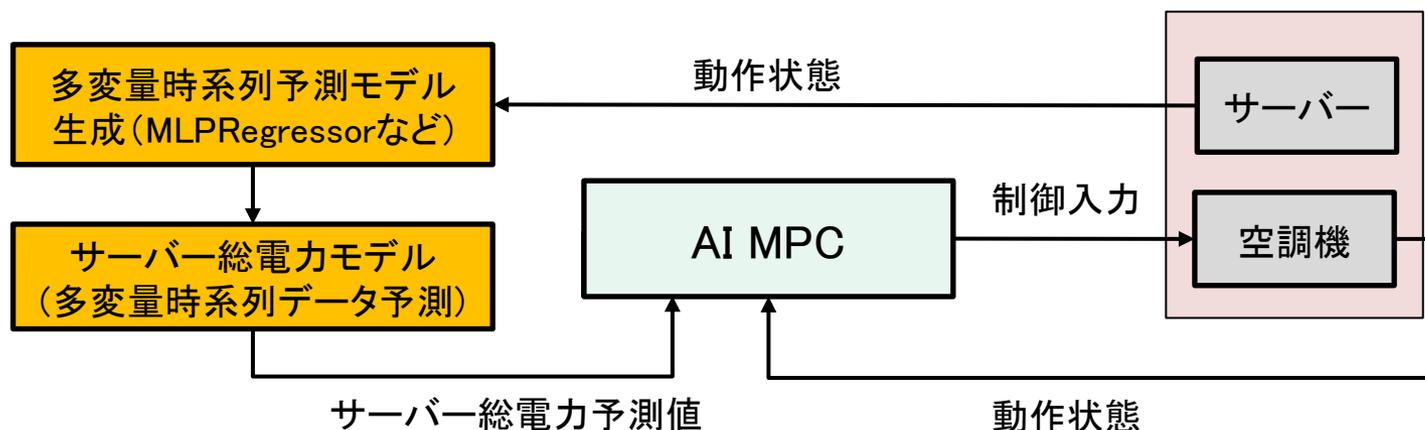


【到達目標(2024年度)】

エネルギー最適な空調制御システムの実現

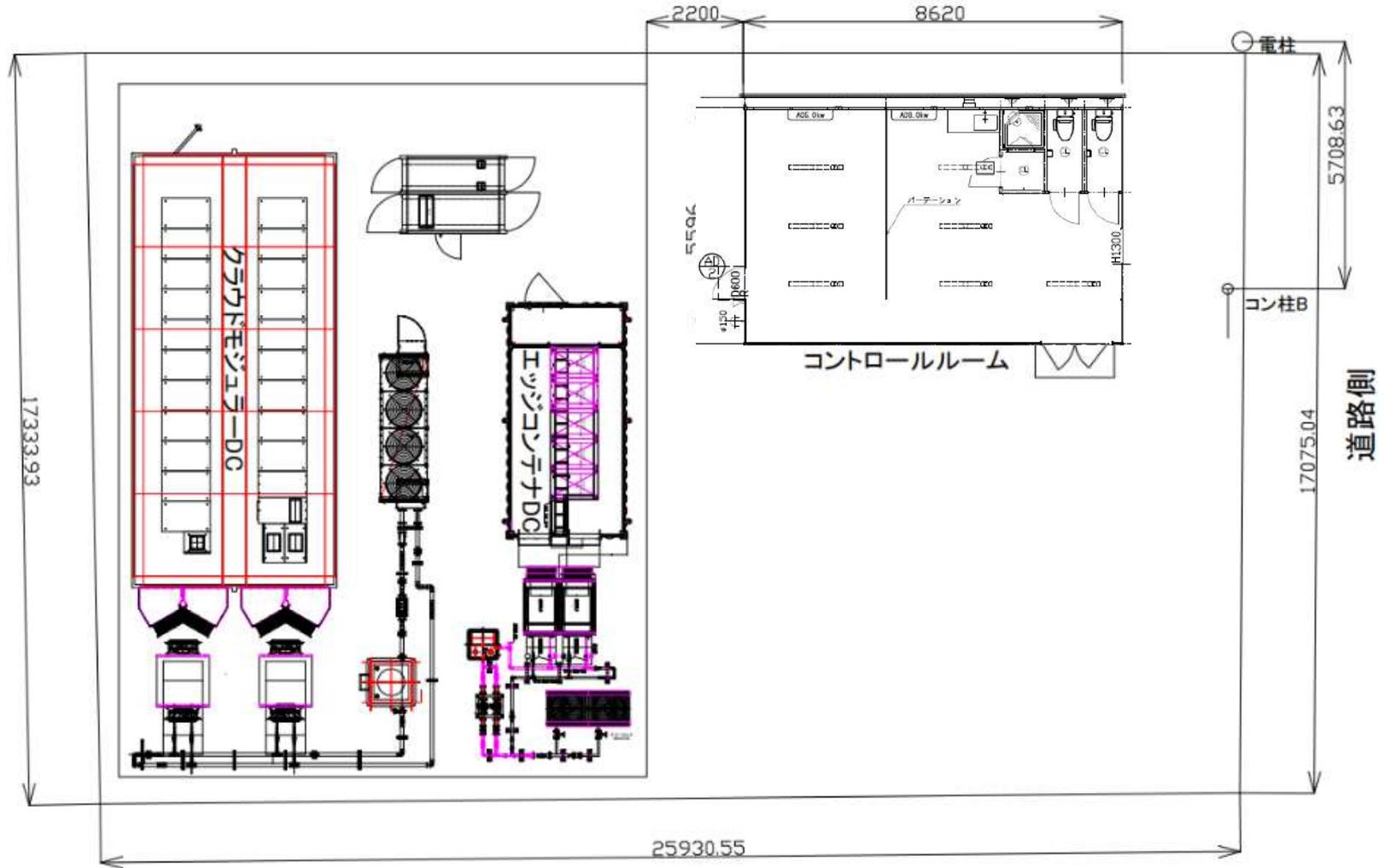
電力変化に対する空調制御アルゴリズムを構築→空調条件やサーバー負荷変動に対する最適制御

1. 多変量時系列予測モデルを援用し、空調機を先回り制御することで余剰な空調機設定を排除して電力を削減。
2. マイクロサービス配置技術(①)との連携技術の確立



マイクロサービス配置と空調機器の連係制御

* モデル予測制御(MPC: Model Predictive Control)



クラウドコンテナ設置



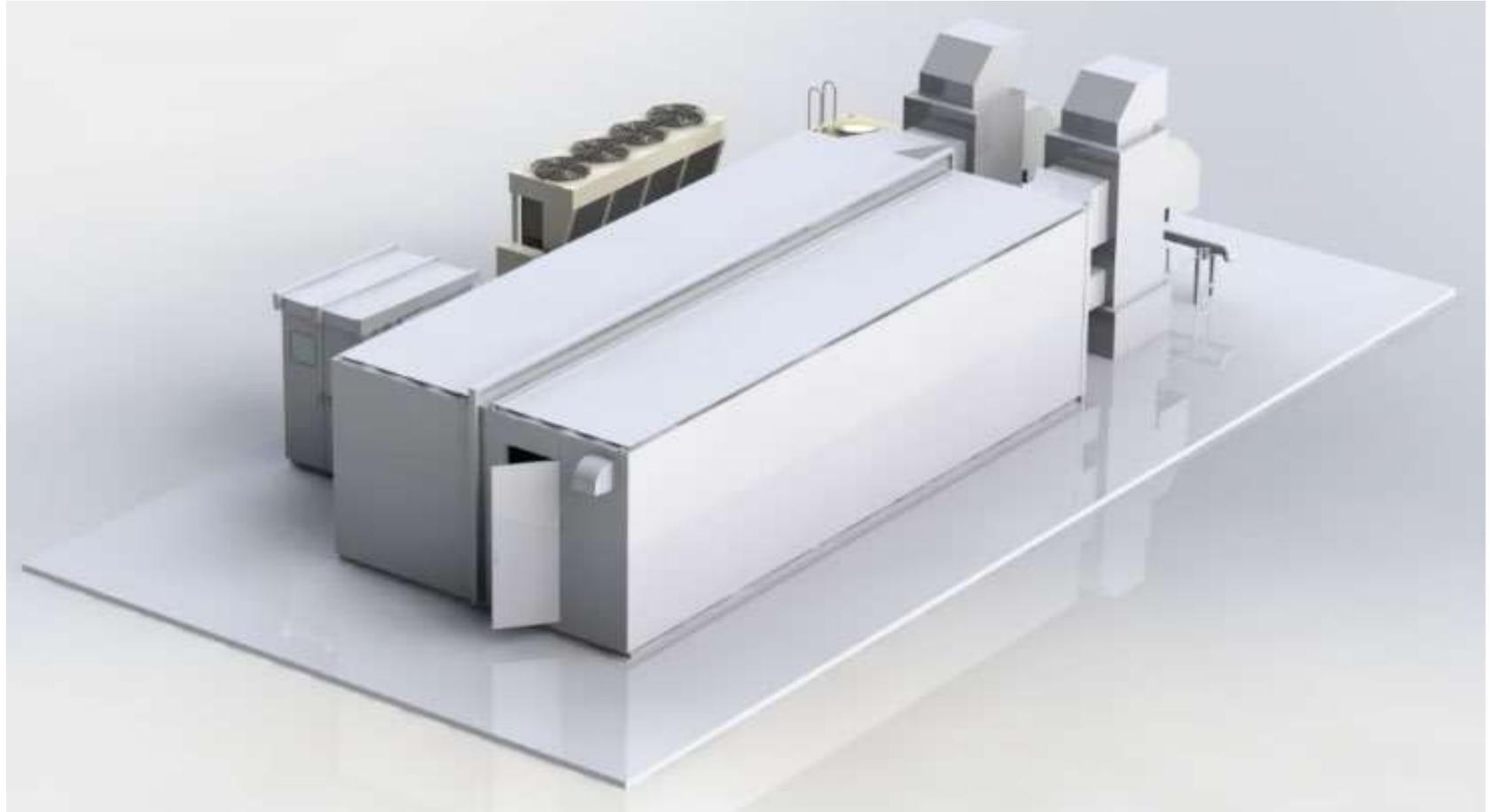
ラック数 20



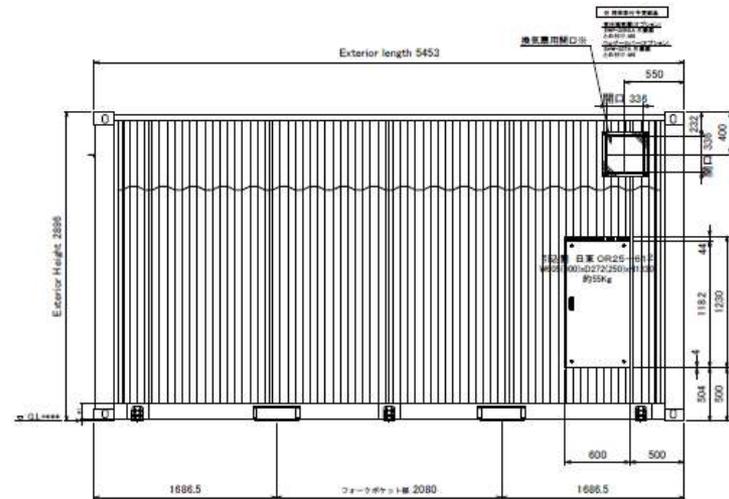
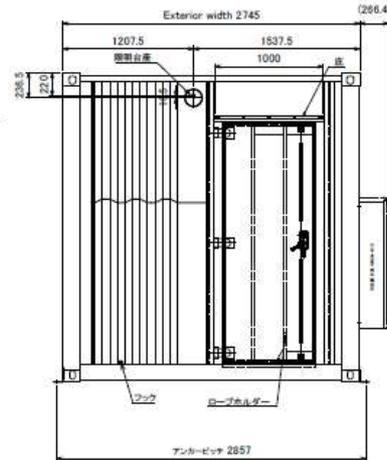
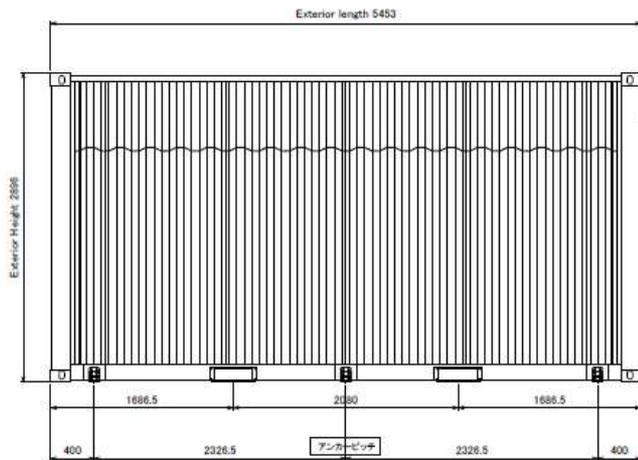
チラー



ヒートパイプ間接外気冷却システム楽COOLとチラー



エッジ型データセンター用コンテナ ISOコンテナベース SHINOHARA



下記の、日本国内の3つのセグメントに対して、4社共同で事業化を推進。

- ①日本4極クラウド：災害時にも業務継続が求められる、企業や自治体に提供し、システムの可用性と省エネを支援。
- ②自治体クラウド：自治体システムとガバメントクラウドの連携の側面で、地方自治体向けにクラウドサービスを提供。特に、地域課題などの業務に対して、地方自治体のシステム移行を支援。
- ③地域IT人材支援：ガバメントクラウドにも対応したクラウドネイティブな開発ガイド・支援ツールを提供します。中でも、地域ITエンジニアを対象として、アプリケーション開発・運用を支援。

①日本4極クラウド

社会基盤システムの4拠点化(北海道/東京/大阪/九州)を省エネで実現するクラウドサービスの提供

サービス仕様
提案書

DCOS 使い方

✓災害時の業務継続が求められる「企業や地方自治体」がターゲット。システムの可用性向上、省エネ化を支援する。

②自治体クラウド

ガバメントクラウドと自治体システムの連携および接続を柔軟にする地方自治体向けクラウドサービスの提供

地域Sler
地域課題
20業務以外
20業務

地方自治体システム
コンテナ型DC
VM/k8s

ガバメントクラウド
SaaS
- Vertical(垂直)
- Horizontal(水平)
メガクラウド
VM/k8s

提供サービス
(従量課金/サブスクリプション)

- 基盤エンジニア
- ネットワークエンジニア
- APエンジニア

✓地域課題や「20業務以外の業務」への迅速な対応が求められる「地方自治体や地域Sler」がターゲット。システム移行を支援する。

③地域IT人材支援

ガバメントクラウドにも対応したクラウドネイティブな開発ガイド・支援ツールのサービス提供

地域ITエンジニア向け開発ガイド・支援ツール

生成AI
コード生成/補完
テスト自動化
デバッグ支援
プロジェクト管理

コンテナ型DC k8s
SaaS
メガクラウド k8s

ビジネスアーキテクト
デザイナー
ソフトウェアエンジニア
データサイエンティスト
サイバーセキュリティ

DX推進人材

✓地方自治体や地域企業のDX推進を目指す「地域Slerや地域ITエンジニア」がターゲット。アプリケーション開発・運用を支援する。

24. コンテナデータセンターの静圧分布制御技術

エッジデータセンターのマイクロサービスと分散化を行うためには
各サーバラック間およびラック内においても静圧差を一定にする必要がある。



OSAKA UNIVERSITY

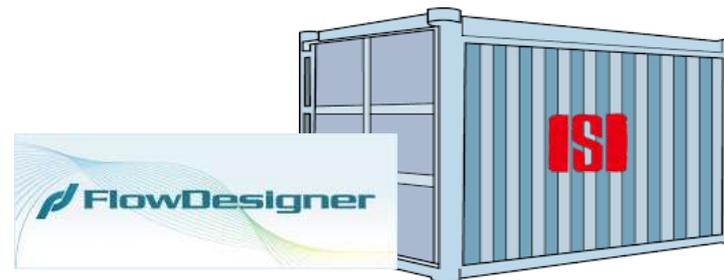


SHINOHARA

Design guidelines for reducing static pressure difference distribution in container-type data center

Ying-Feng Hsu, Chizuko Mizumoto, Kazuhiro Matsuda and Morito Matsuoka
Osaka University

Shinichi Saikawa
Shinohara Electric Co. LTD.





Kubernetes centric DCOS for radical energy savings in data center

-Workload allocation optimization by generic power consumption models with static pressure difference of server-




Ying-Feng Hsu, Chituko Mizumoto, Kazuhiro Matsuda and Morito Matsuoka | Yasunori Ooka, Daisuke Matsumura and Hisayoshi Kato
Cybermedia Center, Osaka University | Cisco Systems, G.K.
Contact: yfhsu@cmc.osaka-u.ac.jp or matsuoka.morito@osaka-u.ac.jp

Abstract— As a measure to dramatically curb power consumption, we developed a scalable Data Center Operating System (DCOS) for data centers running Kubernetes. We demonstrated a 50% energy savings for microservice operation by using Workload Allocation Optimization (WAO) algorithm as a function of the DCOS. Workloads are sequentially placed at sites with lowest power consumption increase predicted by generic (not site-specific) power consumption model consisting of explanatory variables including static pressure difference of server.

I. INTRODUCTION
The recent explosion of high-end AI services and a wide variety of microservices has led to a dramatic increase in data center power consumption. To achieve energy savings, we have developed a Kubernetes-based Data Center Operating System (DCOS) for radical data center power consumption saving. This paper introduces a sophisticated workload allocation optimization (WAO) algorithm as a function of the DCOS with generic (not site-specific) power consumption model of each model of server.

II. DCOS ARCHITECTURE AND WAO ALGORITHM
Function module structure of the radical power saving Kubernetes-based DCOS was developed. WAO is an algorithm as a function module of the DCOS that dramatically suppresses energy consumption of data centers. Workloads are assigned to the site with the smallest increase in server power consumption when that workload is deployed. The power consumption is predicted by a generic power consumption model built for each model of server.

III. POWER CONSUMPTION MODEL
The generic power consumption model is built by machine learning with 3-dimensional explanatory variables including CPU usage ratio, ambient temperature, and the static pressure difference between the front and rear surfaces of the server. The model can be used no matter which data center the server is placed in. Static pressure difference gauges (Sensation-SPF800) were mounted on server racks in the actual data center or inside each server, and WAO was demonstrated while monitoring the static pressure difference sequentially for each server. The operation status of servers completely represents as a power consumption model.

IV. ENERGY SAVING EFFECT
For Xeon Gold CPU servers, a 50% energy saving Kubernetes operation is demonstrated. In the case of AMD Rome servers, 26% power consumption reduction is possible. The energy-saving effect also varies depending on the operational policy including Dynamic Voltage and Frequency Scaling (DVFS) or Context Switches. In most cases, the 3-explanatory variables explain the server behavior. In any case, the WAO algorithm is quite useful for providing maximum power reduction potentials.

V. SUMMARY
1. DCOS was established for radical power saving data center running Kubernetes.
2. WAO was demonstrated by using generic (not site-specific) power consumption model of server built by machine learning with three dimensional explanatory variables including static pressure difference of server.
3. 50% power consumption was reduced for servers by WAO algorithm as DCOS function.

VI. WAO ALGORITHM FOR OSS
WAO Core Components, [Online]. Available: <https://github.com/waok8/wao-core/tree/v1.27.0>
WAO Metrics Adapter, [Online]. Available: <https://github.com/waok8/wao-metrics-adapter/tree/v1.27.0>
WAO Scheduler Version 2, [Online]. Available: <https://github.com/waok8/wao-scheduler/tree/v1.27.0>

VII. CALL TO ACTION
1. Update WAO library.
2. Provide download-sites for generic (not site-specific) power consumption model of each model of server.
3. Standard installation of static pressure difference sensor in server for WAO operation.

ACKNOWLEDGEMENTS
This paper is based on results obtained from a project, JPNP21005, subsidized by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO).

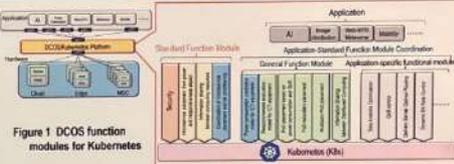


Figure 1 DCOS function modules for Kubernetes

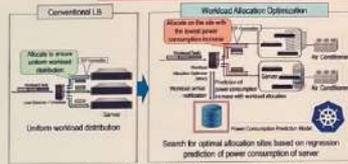


Figure 2 Workload allocation sequence for WAO



Figure 3 Installation of a static pressure differential gauges

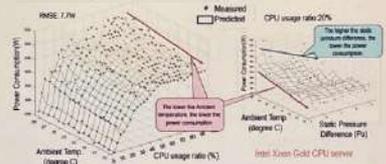


Figure 4 Typical Power consumption model (Intel Xeon Gold CPU server)

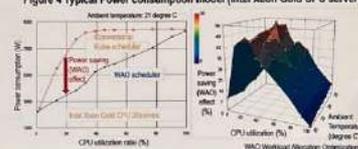


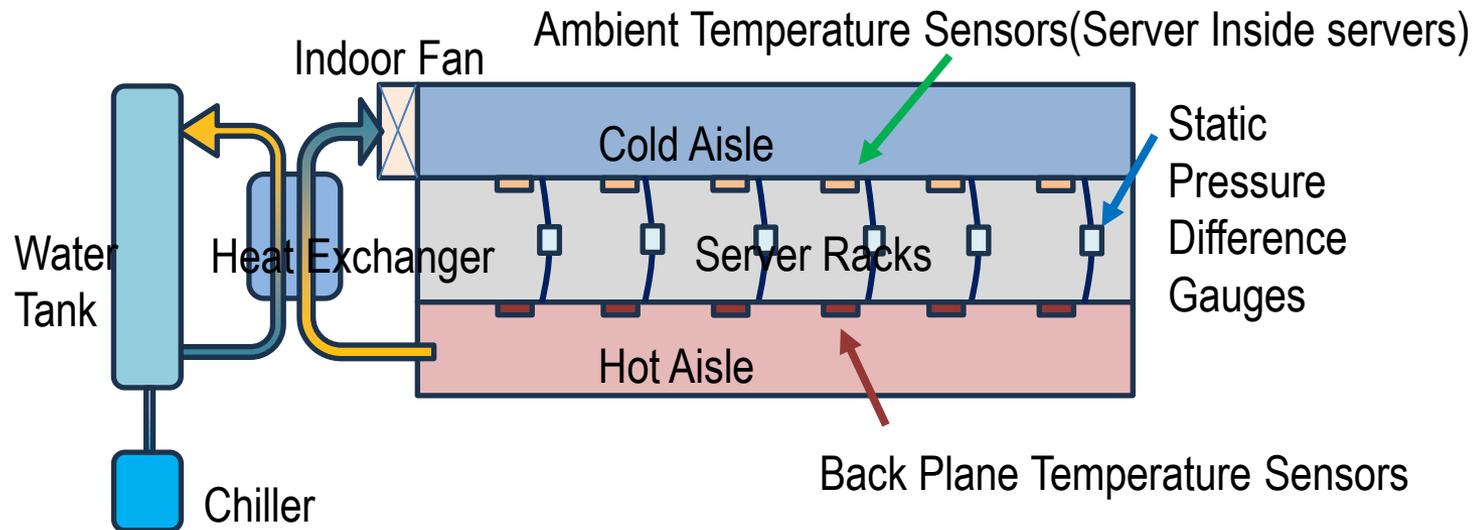
Figure 5 Typical power consumption saving performance (Intel Xeon Gold CPU server)



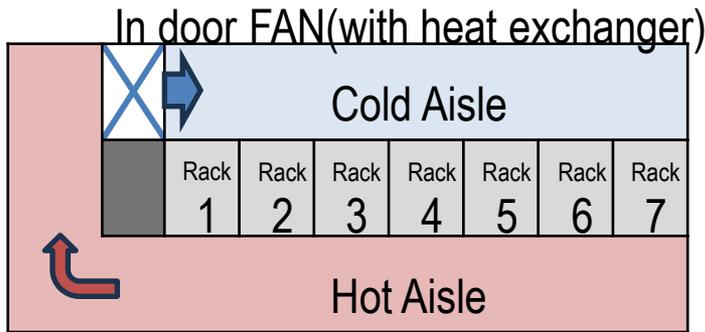
OCT 16, 2024
SAN JOSE, CA

FROM IDEAS TO IMPACT

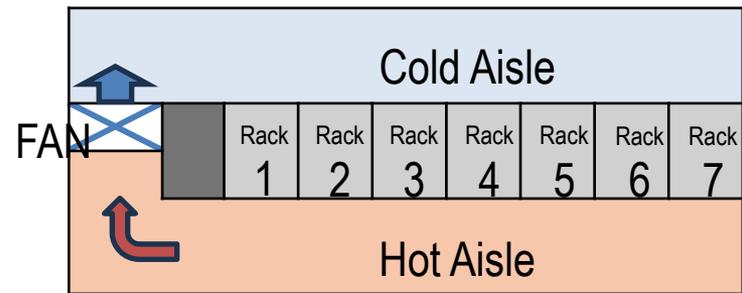
Container-type data center configuration



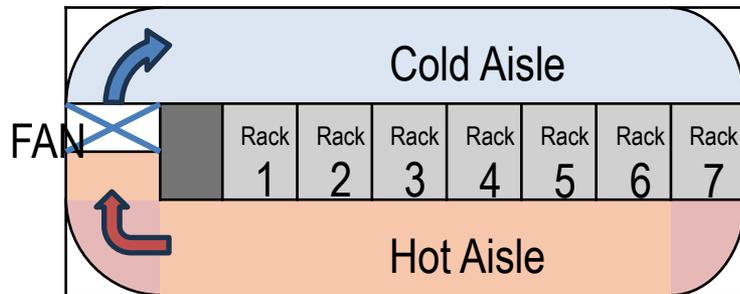
Four types of air flow



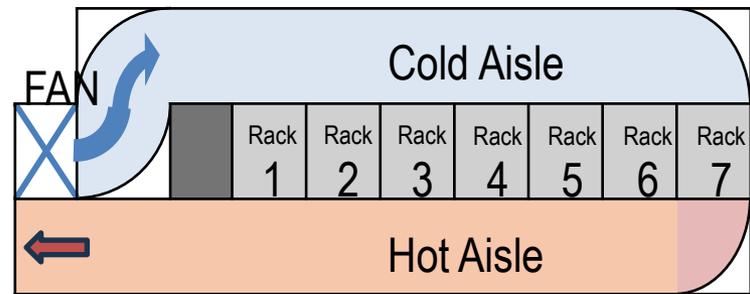
a. Parallel supply to aisle direction



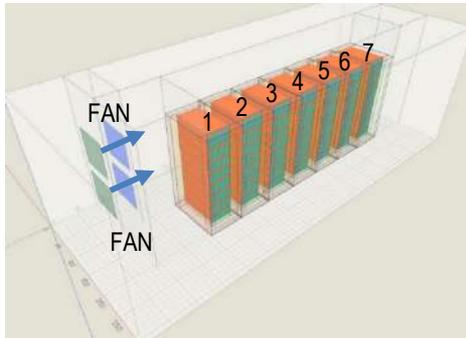
b. Vertical supply to aisle direction



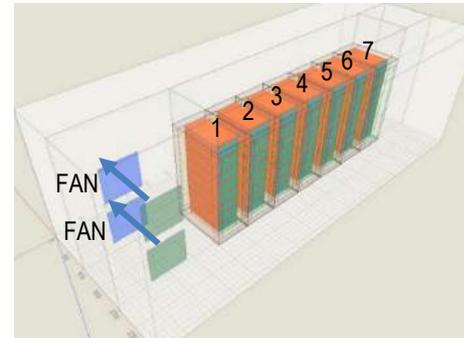
c. Vertical supply to aisle direction with round air-rectifier



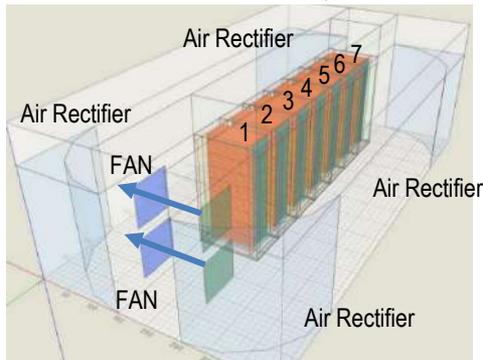
Four types of CFD model



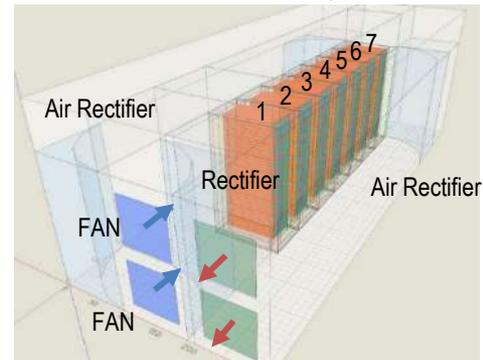
a. Parallel supply to aisle direction



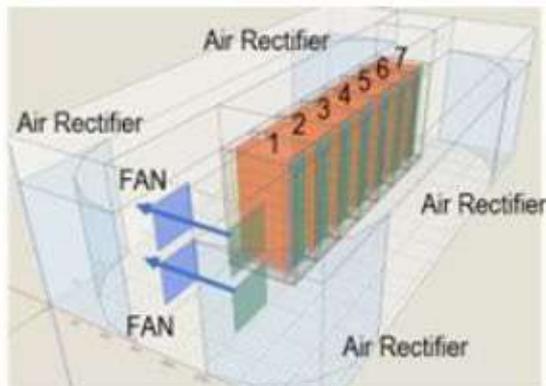
b. Vertical supply to aisle direction



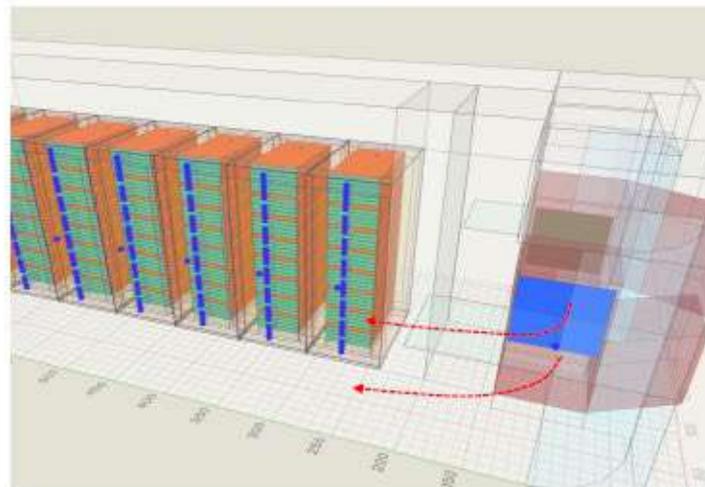
c. Vertical supply to aisle direction with round air-rectifier



ターゲットとしている吹出し口2つモデル



案2) 曲げる前に分流版の設置

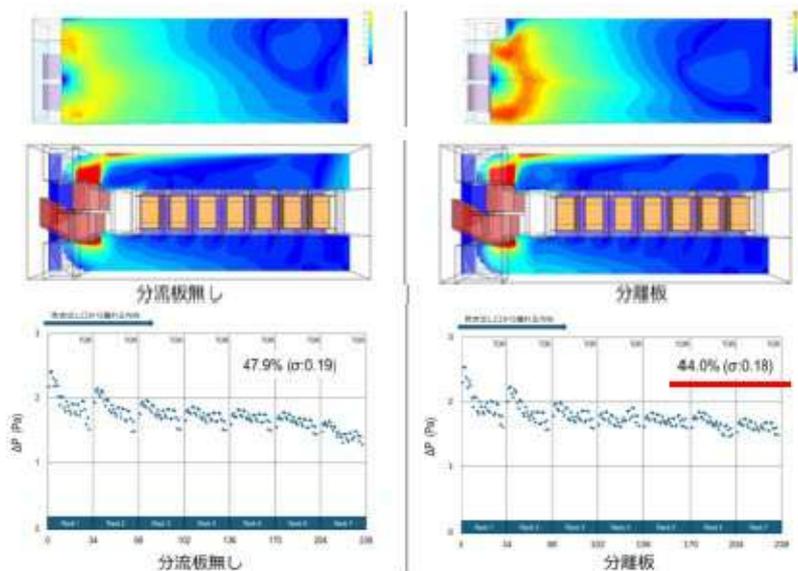


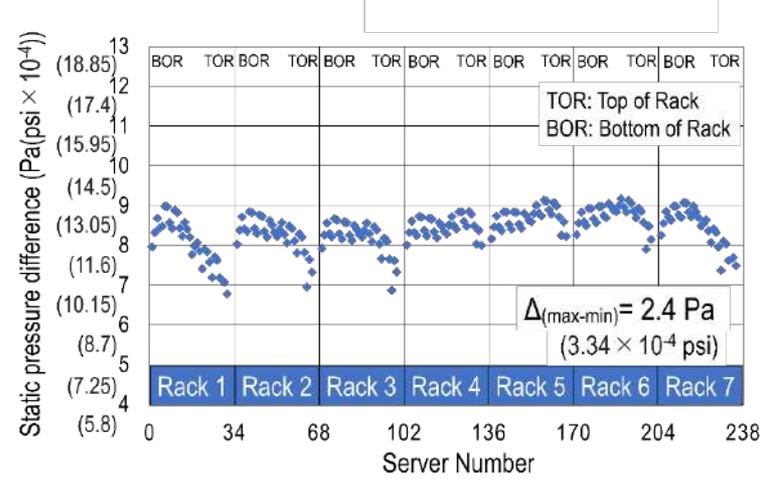
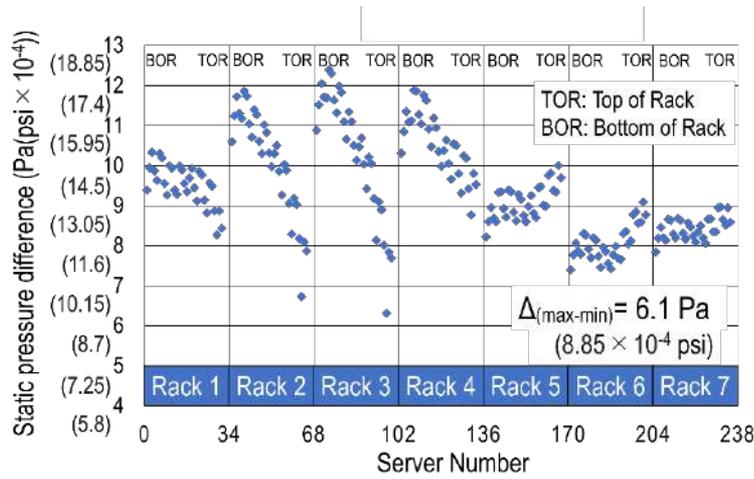
案2) 冷やされた内気を吹出し口からすぐに分離版で上下に分け、ラウンド版で曲げて、コールドアイルに送る。

静圧差分布ターゲットの **“16.9%”** に対して、**44.0%**。

※分離版が無い場合の47.9%からは、若干の改善がみられるが。

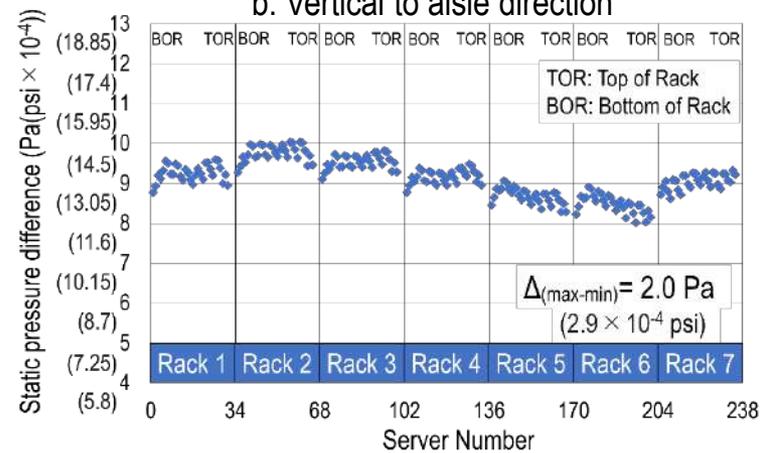
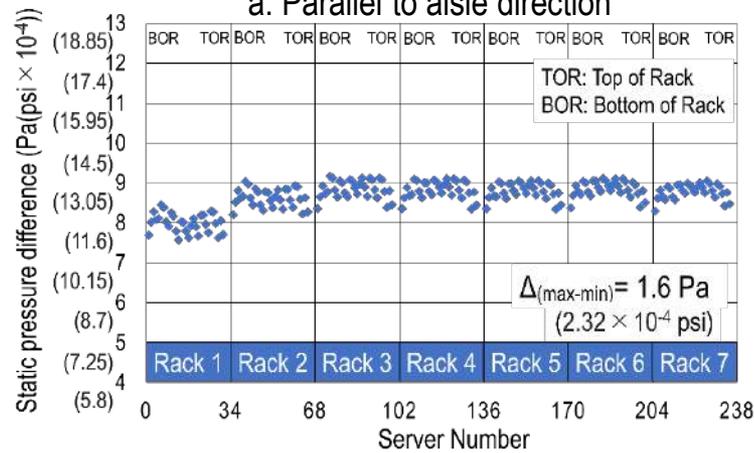
奥行方向も上下方向も静圧差をなくす。





a. Parallel to aisle direction

b. Vertical to aisle direction



c. Vertical to aisle direction with round air-rectifier

d. Parallel emulating vertical air supply with facing air-rectifiers

25.エネルギー問題

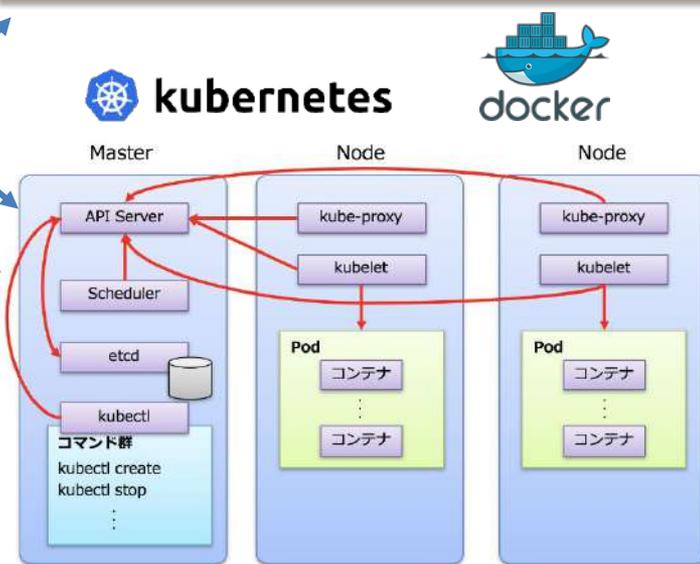
データセンターにおける低電力・脱炭素対策が進む

このように増大が続くデータセンター業界ではあるが、今後は、どうなっていくのであろうか。今後の動向に影響を与える要因を図1に挙げる。



電力問題の解決策
再エネがうまく使えるインフラが必要。
電力調整力、蓄電技術、瞬間電力調整力が必要。
・・・全国規模の電力融通が可能となる。
現在は電力会社毎に系統安定化を図っている。

DockerコンテナKubernetesは、GAFAMが集中型DCでの仮想化されたサーバの垣根を超えてコンピュータリソースを分散化させて処理しようとするものであるが、こうしないと巨大な処理がしきれなかったからの必然である。ではさらに分散化された、なおかつDC間でリソース分散化が必要な時代となってきている。WAOの取り組み



代表的なマイクロサービス実行環境
(Dockerコンテナ/Kubernetes)

Confidential

背景～データセンターにおけるエネルギー消費量増大～

- 世界的なインターネットの普及、デジタル化技術（5G, IoT, AI等）の進展により、データ量急増・データセット巨大化
⇒ **データセンター(DC)の数も増加**
- DCで使用されるネットワーク機器の性能向上・高密度機器の登場により、処理能力向上
⇒ **単位面積あたりの電力消費量増加**
⇒ **発熱量増加、冷却が重要**
- 冷却システム、冷却装置の運転に使用される消費電力の増大
⇒ **DC全体でのエネルギー消費量削減対策が急務**

<データ通信量とDC消費電力のグローバル予測>



国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター
Copyright © ENEOS Corporation All Rights Reserved. 10

ENEOS株式会社

26.分散コンテナ化の社会的要求

コンテナ型データセンターのアナロジー



Google data center INZAI
建物型



篠原電機 御幣島サイト
コンテナ型



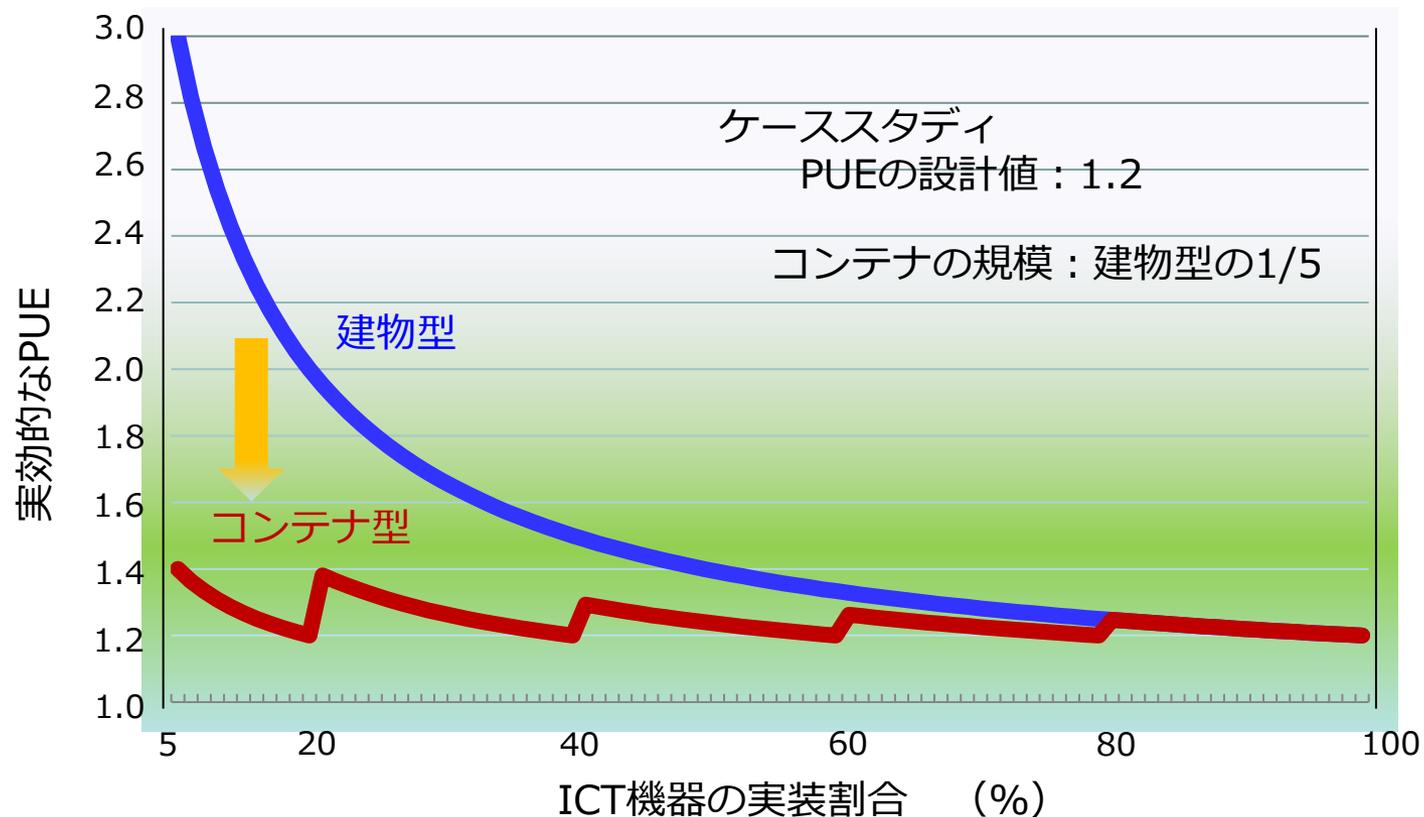
<http://www.airbusjapan.com/>



<https://www.ana.co.jp/promotion/b787/>

1. ターンキーサービス提供
2. 設備更改・更新の容易さ（新機器への迅速対応）
3. スケーラブル
4. 短納期
5. 省エネ

コンテナ型データセンターの省エネ化の考え方

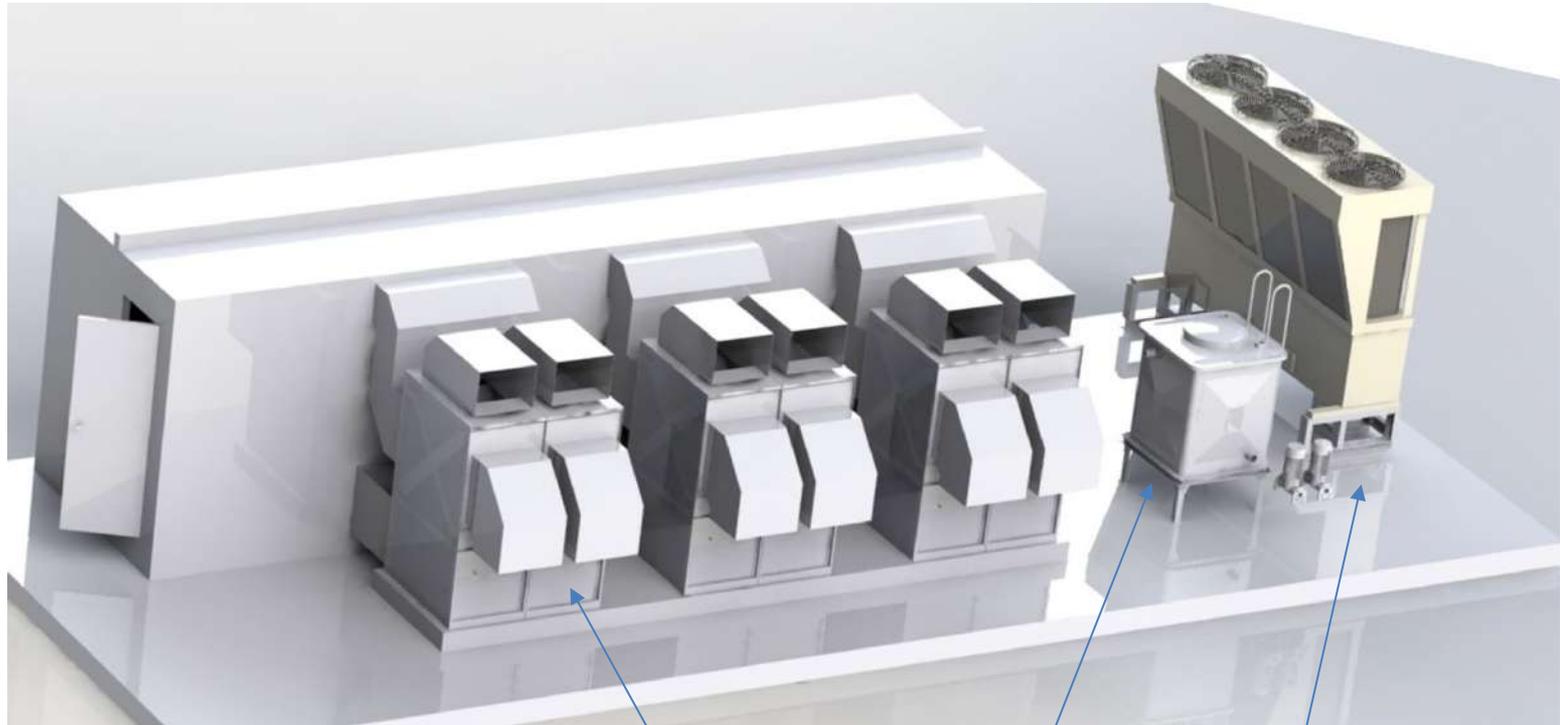


27. 楽COOL間接外気空調システム

HPC(ディープラーニング・高速画像処理用)

*HPC : high-performance computing

- ・コンテナ : 31フィート
- ・IT負荷 : 130KW
- ・ラック : 12ラック
- ・空調 : 楽COOL 25KW x6 + チラーまたは地下水



楽COOL

サージタンク

チラーまたは地下水

*HPC: high-performance computing

チラーレス 地下水利用タイプ



地下水と楽COOL(チラーレス)による省エネ空調システム

水-水熱交換器（アルファラバル）の高温側（循環水側）の
温度効率 $eh=0.70$ といたします。

地下水入口温度 13℃

(注1)

水-水熱交の温度効率 eh （循環水側）

アルファラバルの仕様書の温度条件は以下の通り

単位	高温側	低温側
体積流量: m ³ /h	4.800	6.000
入口温度: °C	30.0	13.0

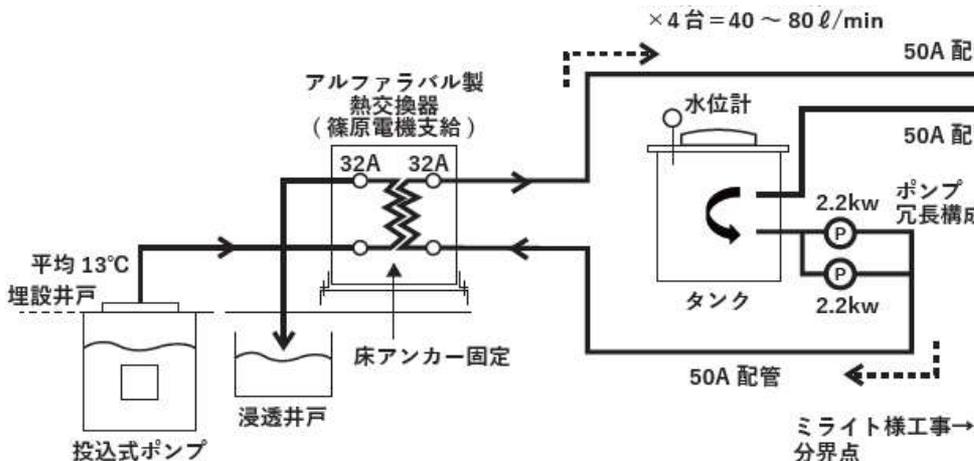
上記値より、 $eh = (Thi - Tho) / (Thi - Tci) = (30 - 18) / (30 - 13) = 0.705$ となり
ます。

計算上の設定値は少し安全側に丸めて0.70にします。

温度効率 eh はこれまでより、0.93→0.70に低くなりますが、
流量が10→20L/minにアップしているので、
熱換熱量としては $(0.70/0.93) \times (20/10) \approx 1.5$ となり、50%アップになります。

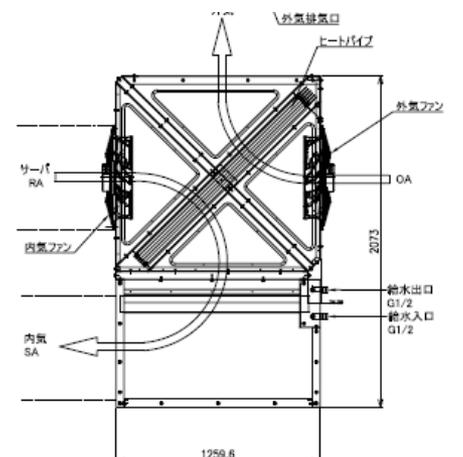
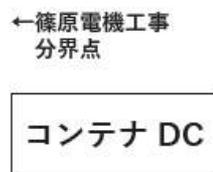
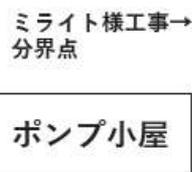
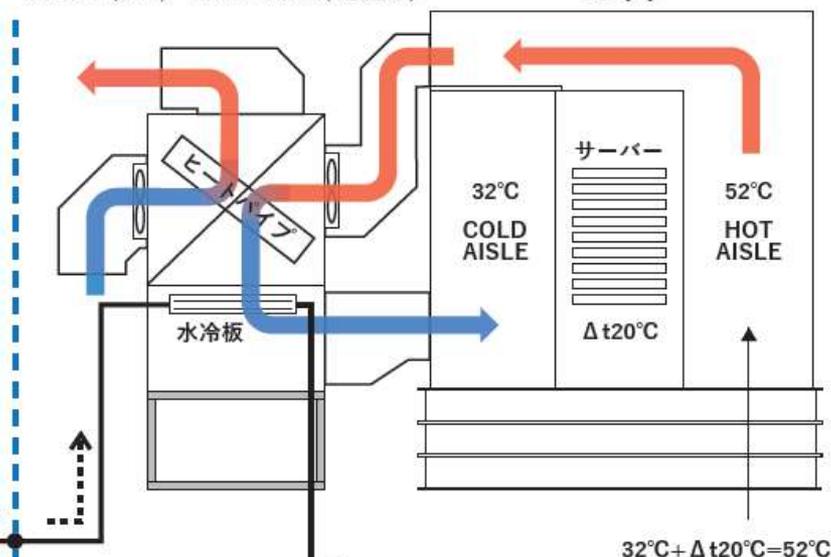
(注2)

地下水入口温度はシステム設計資料P2に併せて13℃とします。



目標くみ上げ地下水量
20ℓ/min×4台=80ℓ/min以上の
流量が必要。
温度効率を考慮すると100ℓ/minが
あれば良いと考える。

楽COOL 3台+1台
25kW×(3+1)=75kW+25kW(冗長用)



28.データセンターの廃熱利用について

液浸冷却システムでは排熱利用が容易に行える

【従来の空冷方式】

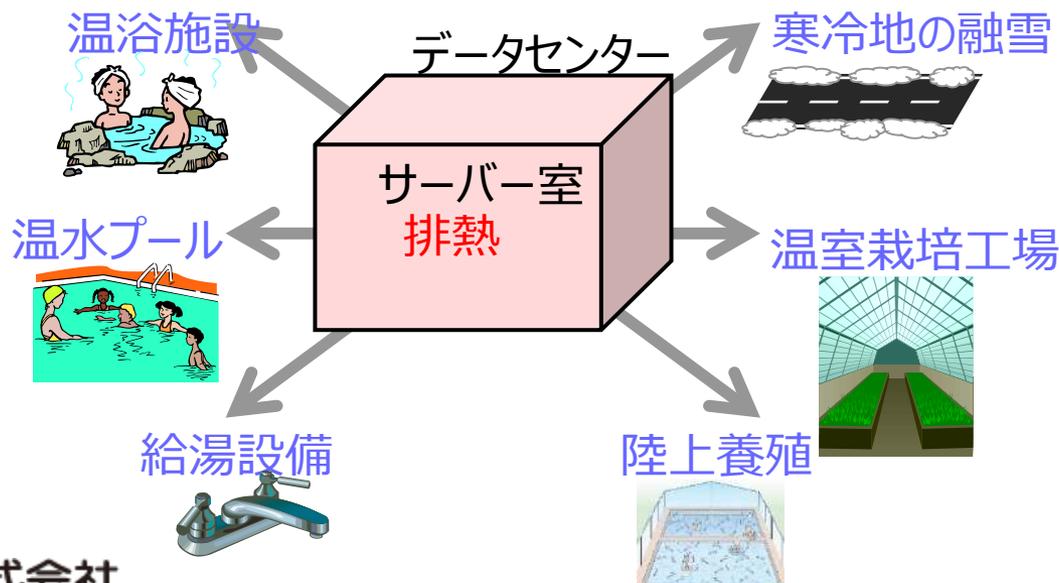
排熱が30~40℃の気体

- 熱の収容体としての容積が大きい
- 熱が空中拡散する
- 搬送が困難

【リキッドクーリングや液浸冷却】

排熱が35~45℃の温水

- 熱の収容体としての容積が小さい
- 熱が液中蓄積される
- 搬送が容易



29. 篠原電機ITソリューションカタログ紹介



IS 篠原電機株式会社

本 社
〒530-0037 大阪市北区松ヶ枝町6-3
御劇ITソリューションセンター
〒534-0015 大阪市都島区藤原寺町1-5-32

ITソリューション製品に関するお問い合わせ
TEL: **06-6927-0008** FAX: **06-6923-8181**
E-mail: it-s@shinohara-elec.co.jp
URL: <https://www.shinohara-elec.co.jp>

2025年3月作成 (改訂第16版) ※仕様は改良のため予告なく変更する場合があります。

掲載している会社名、ロゴ、製品名などは会社の商標もしくは登録商標です。
許可なくコピーや転載等を行うことを禁じます。
製法画像、デザイン、テキスト、その他のコンテンツは、
著作権法およびその他の法的規制に基づいて保護されています。
これらのコンテンツの複製、複製、転載、改変を禁じます。

ショールームのご案内

東京で行われる展示会だけでなく、大阪でもITソリューションに関する製品を常に最新の状態で見たいことができます。また、展示会場には持ち込めない製品や、展示しきれなかったさまざまな器材やパーツに実際に触れていただくことができます。

御幣島サテライトラボのご案内

2023年にコンテナデータセンターの検証設備を構築しました。稼働状態のコンテナデータセンターの室内までご覧いただけます。

見学に関するお問い合わせ

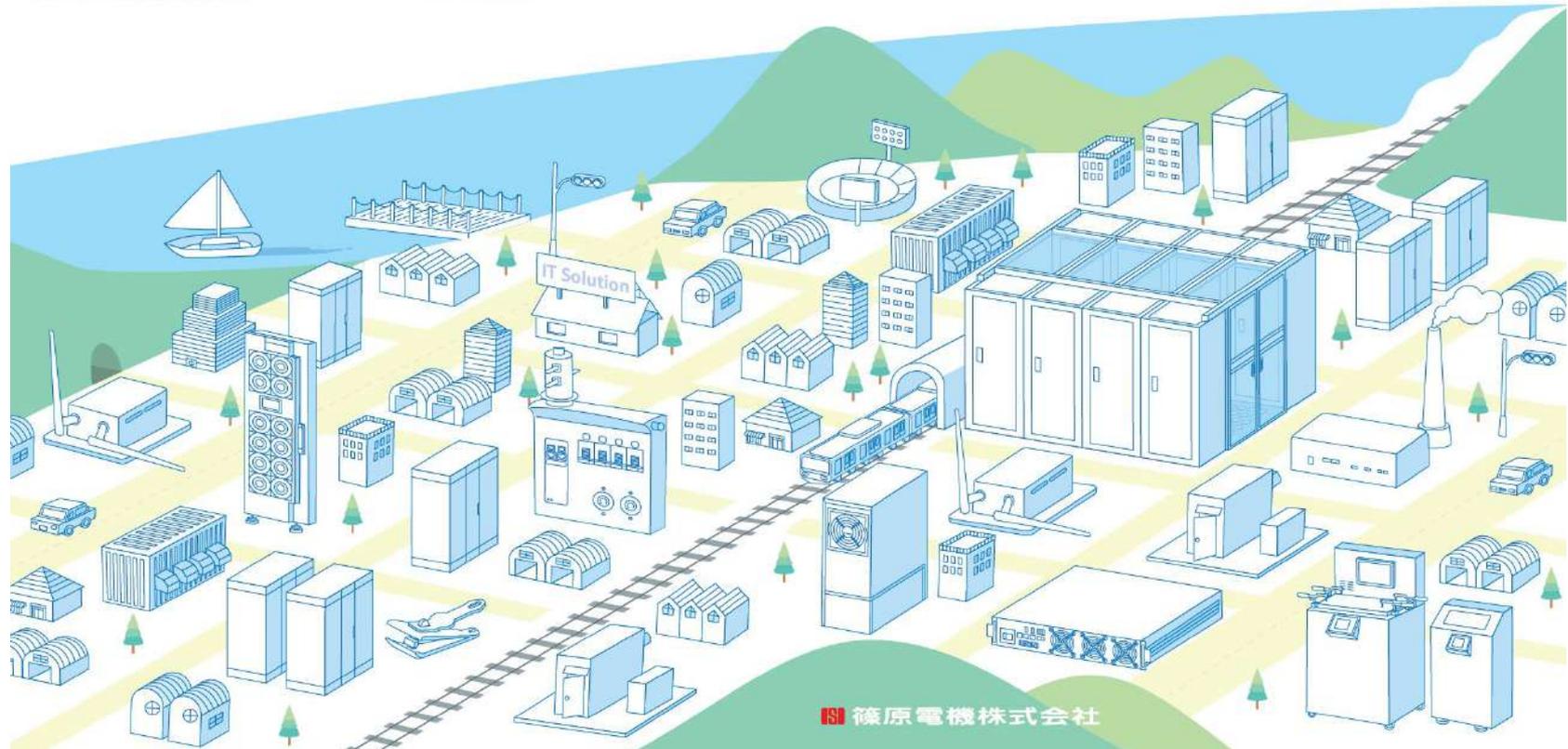
E-mail: it-s@shinohara-elec.co.jp
TEL: 06-6927-0008 / FAX: 06-6923-8181
ITソリューション事業本部

DX・GX時代のITインフラソリューション

IT Solution

DX・GX時代に向けて、生成AI・分散クラウドなどの最先端のICTインフラ技術で応えていく。

2025



IS 篠原電機株式会社



2025 IT Solution

クラウド・エッジ・MEC
データセンター構築

HPC・生成AI対応
データセンター構築

コンテナ・モジュール型
データセンター構築

コンテナ・モジュラー・POD
による短期構築

データセンター
リニューアル提案

「データセンターの トータルでの省エネルギーを追求」

サーバリソースの分散制御と空調制御の高度化による
トータルでの省エネルギーを追求した
データセンター構築提案・コンサルティング受託ビジネス

篠原電機は、ITの世界において培ってきた技術と経験を活かし、
お客様の課題に対して様々なソリューションをご提案し解決に導きます。

コンテナデータセンター



お客様のご要望に合わせたオーダーメイドな
コンテナデータセンターをご提案します。

データセンター構築・提案



ビル型、コンテナ型、モジュール型など、
お客様の要望に沿った計画・提案から、
設計・製作・現地工事・運用管理まで構築提案いたします。

タイレフトキャブリキッドクーリングソリューション



生成AIなどの分野に用いられる
水冷システムソリューションをご提供します。

バスウェイシステム



データセンター、工場、商業などのあらゆる分野において
最適化した電源供給システムを構築します。

液冷システム



超電集積・高集積サーバに対応した
液冷冷却システムです。
一相、二相液冷冷却システムを選択可能です。

※TOOLS



サーバラックへ機器をマウント・アンマウントを
より容易にするサポートをします。

ヒートパイプ式高効率外気空調システム 兼COOL



間接外気空調でフロアレベルの冷却が可能で、
ドライモードとチラーモードによる省エネ運転ができます。

サーバ積層熱源機



空調システムやラック冷却の最適な運用制御のための
コミッションング試験に最適です。

リアドア空調機・InRow冷却システム



高速演算処理(HPC)、生成AIなどの
高発熱対応の空調システムをご提供できます。

コールドアイル・ホットアイルコンテナメント



空調の冷気をサーバに導き、
サーバ排熱は確実に空調に戻します。



DCIM



すべてのデータセンター施設とIT機器の管理タスクを
ひとつのプラットフォームに集約します。

各種センサシステム



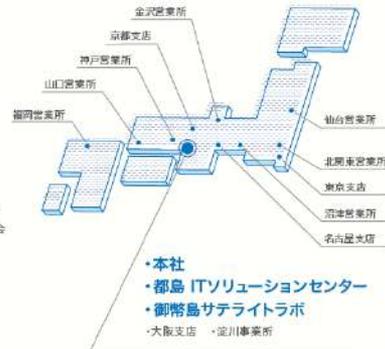
湿度、温度、CO2、PM2.5、振動など
各種環境をモニタリングできます。



会社概要

会社の番号	篠原電機株式会社
代表者	篠原 基一郎
本社所在地	大阪府北区松ヶ枝町6番3号
創立年月日	昭和36年8月21日
資本金	38,000,000円
年商	126億(2024年度)
役員及	取締役/5名 監査役/1名
従業員数	従業員/197名(2025年1月現在)
建設業許可	大阪府知事許可(第-1)第54849号 電気工事業 機械器具設置工事業
所属団体	社会福祉法人 日本視覚障害者団体連合 一般社団法人 日本電気協会 一般社団法人 日本配電制御システム工業会 特定非営利活動法人 日本データセンター協会 大阪電気絶縁材料協同組合 一般社団法人 日本科学機器協会 公益社団法人 大阪府工業協会 日本労働衛生工学会 一般社団法人 日本配線システム工業会

拠点



盤用パーツ



<h3>鉄道車両</h3>	<h3>LED照明</h3>
<h3>ガス検知器・環境安全製品</h3>	<h3>交通信号システム</h3>

INDEX

コールドアイル・ホットアイル コンテインメント

楽Qubi(システム (コンテインメント)	5
ホットアイルコンテインメント	9
コンテインメント導入までの流れ	10
楽フィット(パネル / エアダクト / 専用ディフューザー	11
ブランドパネル / プラシタイプ	12
期間パネル / ラック隙間ブラシ	12
コルエアダクト*	12

テレワークソリューション

テレワークブース Raku Meet (ラクミート)	13
----------------------------	----

液浸システム

ロータス・サーマル・ソリューション	14
液浸システム	15

冷却機器

ヒートパイプ式間接外気空調システム 楽COOL	17
汎用ドライクーラー	19
生成AI向けラック型ドライクーラー	20
ダイレクトチップリキッドクーリング ソリューション	21
エアアシスト液冷 Liquid To Air	22
リアドア空調機 RDHX PRO	22
InRow空調機	23

コンテナデータセンター

コンテナデータセンター	25
水冷ラックコンテナデータセンターの システム構築例	27
多種多様なサイズのコンテナデータセンター	28
コンテナデータセンター構築例	29
分散クラウド、HPC、生成AI向け、オンプレミス コンテナデータセンターの提案・受託業務	33

UPS

UPS / コンテナ型UPS	34
----------------	----

DCIM構築

データセンター監視システム DCIM InfraSuite Manager	35
LOYTEC 制御コントローラ	37
湿度 / 湿度センサ	38
UNO®next	39
IPカメラ / セキュリティ	39
超高温感度検知システム VESDA-E	40
ワイヤレスセンサシステム	41
ABB Ability™ Energy Manager	43
エネルギー管理システム InSite	44

給電システム

スターライン バスウェイ	45
ラック用 200V コンセントパー	47
インテリジェントPDU	47

試験と解析支援

コミッション試験用サーバ模擬熱源機	48
CFD解析 Cadence Reality DC Design™	49

ラックソリューション

サーバラック	49
IT用アウトドアエンクロージャー (IT用屋外筐体)	49

楽TOOLS

ケーシナット造錠工具	50
楽リッパ (ラックリッパ)	
ハーフデプス機器着脱補助台	50
楽Cradle (ラックレール)	
ラックマウント専用リフト Server LIFT	50

コールドアイル・ホットアイルコンテインメント

— 未来を築く先端技術で、ITソリューションを開発 —

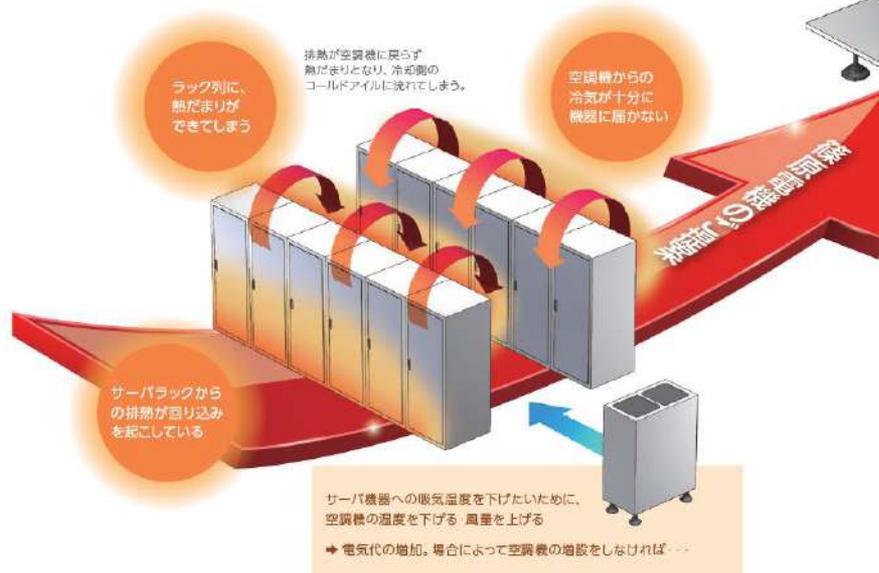
データセンターにおけるサーバームのラック配列は、サーバが冷気を吸気するエリア（コールドアイル）と排気側（ホットアイル）を揃えることが一般的です。

ところが、エリアを揃えていても、近年の高機能化されたサーバから出る高温排熱はコールドアイル側にまわり、再びサーバに吸い込まれる温度障害を起こしたり、部分的に熱だまりを生むことで機器に悪影響を与えることがあります。そのため空調機の風量を増加したり、吹き出し温度設定を下げる等の対策が取られてきました。しかしその対策だけでは十分とは言えず、そのうえ空調機の出力を上げるとそれに比例して電気代も上がるため、省エネルギー・運用負荷を考えると得策とは言えません。

そこで篠原電機ではデータセンターフロアを省エネ化する観点から、コールドアイルとホットアイルを分離するコンテインメント構築を推奨しています。

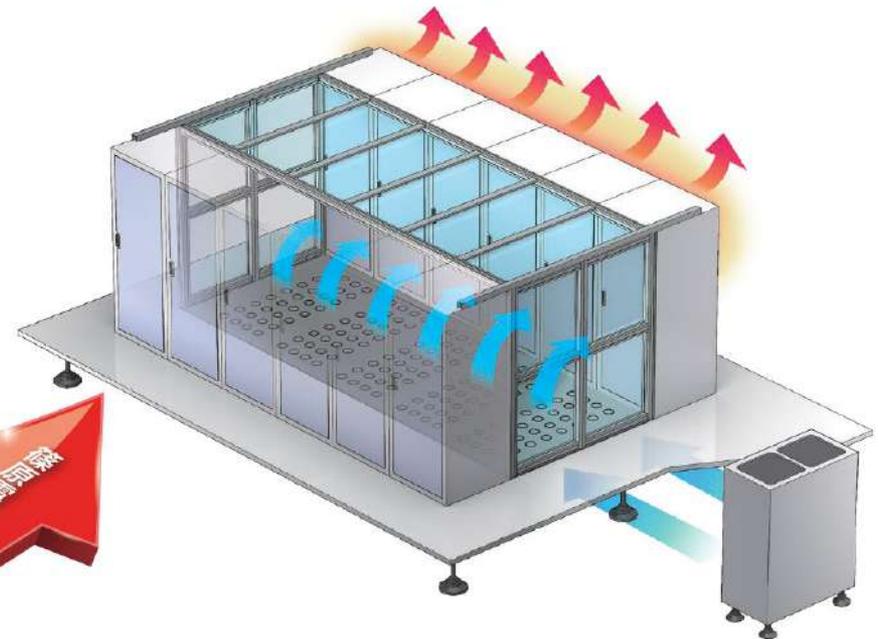
エアフローを分離しない場合の問題点

コールドアイルとホットアイルの分離ができていないため、空調機の性能が活かせず、データセンターフロアの冷却が効率的でない。



楽Qubicシステム（コンテインメント）

- 1 空調の冷気をサーバに導き、サーバ排気は確実に空調に戻す。
- 2 ラック内サーバの熱を外に出す。圧力差を設ける。



楽Qubicシステム（コンテインメント）の特長

- ラックに依存しないため、ラック立架前であっても構築可能
- 高さ異なるラックや未立架部分でも構築可能

- 空調機の消費電力を最大20%削減

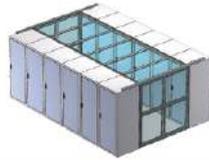
異なる高さのラックでも容易にコンテインメントができる新設計のエアコンテインメントシステムです。自立型であるため、施工後にラックを搬入することも可能で、フリーアクセスだけではなくスラブ設置にも対応することができます。

二重床（床吹き出し）方式、直吹き出し方式のサーバームに楽Qubicシステムを設置することにより、空調機の消費電力を最大約20%削減することができます。

楽Qubicシステム (コンテナメント)

設置環境に合わせて、データセンターを適切に運用するためのコンテナメント部材選び

基本
構築例



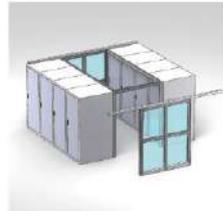
1 基本フレーム



従来電機ではデータセンターフロアの省エネルギーとして、空調からの冷気(コールドアイル)とサーバからの排熱(ホットアイル)を分離する方法を推奨しています。

構成部品	施工条件
アルミ型材・構造材・固定金具	基本ラックのアイボルトを使用しての固定と床にねじ止めが必要となります。 ※ラックのアイボルト取付穴が使用できない場合は、吊り構造で構築することも可能です。その場合、上部にボルト用のアンカーもしくはダクター等の下地があることが条件です。

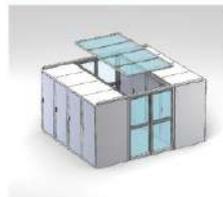
2 通路出入口



種類	構成部品	通路開口部 最大寸法(mm)
扉	白割引戸 ※自除機構を追加可能	W1600 H2200
	片割引戸 ※自除機構を追加可能	W800 H2200
	開き戸	W800 H2200
カーテン	両開き ビニールカーテン	W1600 H2200
	片開き ビニールカーテン	W800 H2200

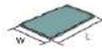


3 天井パネル

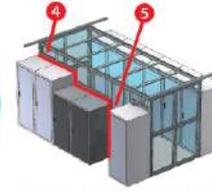


L型の天面フレームに乗せます。メンテナンス時には取り外すことが可能です。
※金具固定やスライド式へのカスタマイズも可能です。

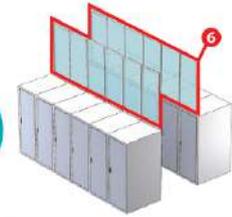
構成部品	最大製作寸法(mm)
アルミ型材+透明中空ポリカーボネート	
アルミ型材+透明ポリカーボネート板	ラック幅: W600~800 通路幅: L800~2000
アルミ型材+U-CLEAR SHEET	



段差・
未立架が
ある場合



ラック~
天井間を
仕切りたい
場合



4 ラック上部塞ぎ (梁とラック天板まで隙間がある場合)



種類	構成部品	最大製作寸法(mm)
ビニールカーテン	糸入り透明ビニールシート	
パネル	アルミ型材+透明中空ポリカーボネート	W800 H2300
ブラシストリップ	アルミ型材+透明ポリカーボネート板 黒色ナイロンブラシ 毛丈 80mm	

5 ラック未立架塞ぎ (未立架の場所がある場合)



種類	構成部品	最大製作寸法(mm)
ビニールカーテン	糸入り透明ビニールシート	
パネル	アルミ型材+透明中空ポリカーボネート アルミ型材+透明ポリカーボネート板	W800 H2300

6 吊下げ間仕切り (天井裏へ熱を逃す困り込みを構築する場合)



種類	構成部品	最大製作寸法(mm)
ビニールカーテン	糸入り透明ビニールシート	
パネル	アルミ型材+透明中空ポリカーボネート アルミ型材+透明ポリカーボネート板	W800 H1000

扉や天井パネルの材質について

扉や天井パネルの材質は、ご要望に合わせて変更することも可能です。

<p>透明 中空ポリカーボネート 4mm 難燃性 UL94,V-2相当 標準で組み込まれるパネル。 軽重で空気が通るため断熱性に優れている。</p>	<p>透明 ポリカーボネート板 3mm 難燃性 UL94,HF相当 監視カメラでの撮影や防炎確保のために透明性を求める場合に使用。</p>	<p>U-CLEAR SHEET 0.22mm (透明不燃性) 建築不燃認定品 透明かつ不燃材で構築指定の 場合に選定する場合がある。 材料コストは最も低くなる。</p>
<p>糸入り 透明ビニールシート 0.5mm 防火登録品認定(F-27144) ローコストだが断熱性が低い場合に は不向き。 遮熱膜としても使用可能。</p>	<p>ブラシストリップ 難燃性 UL94,V-0相当 ラックの上部塞ぎに接続 スペースを狭くしたい場合や、 ケーブル等の異物部分の 漏ぎに使用。</p>	<p>GAT™ 0.5mm, 1.0mm 難燃性 UL94,HF相当 可視光と赤外線を通す透明な シート。軽くて割れにくい。 しなやかに接合特性がある。</p>

[GAT™]は旭化成アドバンスタックの登録商標です。AA55B315

ホットアイルコンテインメント

壁吹き出し方式のサーバールームに対応したホットアイルコンテインメント

ホットアイルコンテインメントは、サーバやIT機器からの排熱を囲い込み、天井裏やダクトを経由して空調機へ戻します。排熱を囲い込み空調機へ戻すため、作業エリアがコールドアイルとなり、作業環境が良くなります。昨今、多くのデータセンターが壁吹き出し方式の空調機となり、ホットアイルコンテインメントが採用されています。



従来電機機のコンテインメントは、アイル内に干渉物がある場合やラック上部に過熱がある場合でも構築可能です。お客様のご要望に応じて都度設計し、最適なコンテインメントをご提案します。

パネル方式

空調機の風圧が強い場合でも構築することができます。構築方法はラック固定もしくは天井吊り下げです。



ビニールカーテン方式

パネル方式と比べ、安価にコンテインメントを構築することができます。構築方法は天井吊り下げのみです。



ラック上部

ラック上に過熱があった場合でも、ブラシストリップやスポンジゴムを用いることで遮断ができます。パネル設置後でも整備作業等を行うために、パネルを引く引く仕様にすることも可能です。

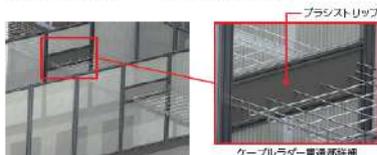


ブラシストリップ・スポンジゴム仕様

引き違いパネル仕様

ケーブルラダー貫通部

ケーブルラダーの上下にアルミフレームを通してブラシストリップを取り付け、貫通部のエア漏れを最小限にします。



ケーブルラダー貫通部詳細

ラック上部

風圧によりカーテンがめくれるのを防ぐために、カーテンとラックの接触面をマグネットもしくはマジックテープで接着することができます。カーテンの合わせ面はマグネット・マジックテープ・ファスナーの3種類から選択可能です。



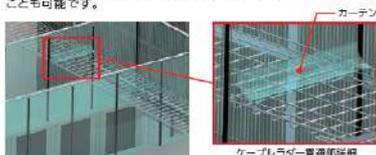
マグネット

マジックテープ

ファスナー

ケーブルラダー貫通部

ラダー貫通部分を切り欠いたカーテンと、ラダーを覆うカーテンを別パーツで製作し取り付けます。過熱時やメンテナンス時にめくることが可能です。



ケーブルラダー貫通部詳細

コンテインメント導入までの流れ

1

ヒアリング

対象の部屋で熱だまりや空調に関してのお困りごとを、どのように改善していきたいのかをまずはお打ち合わせにてヒアリングを行います。

新規データセンターにもご対応可能です

計画段階から打ち合わせに参加し、データセンター内に設置予定のラックレイアウト・空調方式に対し、最適なコンテインメントをご提案します。

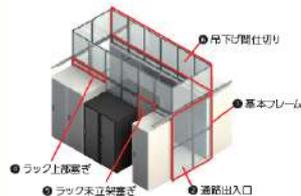
コンテインメント設置検討

データセンター内空調システムの確認

壁吹き出し方式

ホットアイルコンテインメント

サーバから放出された暖かい空気を、天井裏やダクトを通り空調機に戻します。現在、主流になりつつあるコンテインメントです。



二重床(床吹き出し)方式

コールドアイルコンテインメント

空調機から放出された冷たい空気を囲い込み、サーバにむらなく冷気を送ります。従来の二重床のデータセンターの部分的な熱だまりを改善します。



2

現地調査

お見積り

現地でラックや空調機のレイアウトを確認します。最適なコンテインメントのご提案、お見積書のご提出をします。

3

詳細設計

社内組立

現地での確認を基に、扉や取付金具、パネルやカーテンなどの詳細設計を行います。受注生産にてパネル等の社内組み立てを行います。製作期間は約2.5ヶ月が必要です。

4

現地工事

部材搬入から設置工事まで全て承ります。

お客様のご要望に合わせてカスタマイズ可能

間隙配列+ケーブルラダー貫通



ラック列を横断する干渉物がある場合などの複雑なレイアウトにも対応します。

エアダクト方式



架列による熱だまりを空調機へ戻す改善対策です。

片側ラック



対面にラック列がない場合でもコンテインメントを構築することが可能です。

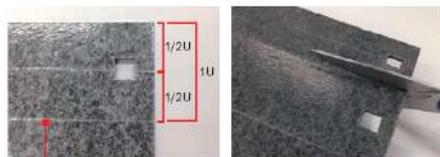
楽フィットパネル / エアーダクト / 扉用ディフューザー

取り付け簡単! 軽量で取り扱い・保管が容易

楽フィットパネル

空調効率改善のため、ラック内のサーバが設置されていない箇所には楽フィットパネルの取り付けを推奨しています。また19インチマウントアングルの両サイドの隙間には逆流防止ヒートシャッターとしても使用できます。

- ▶ 1/2Uごとに切り込みがあるためハサミやカッターでの切断が容易
- ▶ リベットを押し込むだけで短時間で設置でき、取り付け時の工具は不要
- ▶ 軽量で取り扱い・保管が容易 ※取り外し時にはプラスドライバーが必要です



切り込み(ハーフカット)



本製品は逆流防止ヒートシャッターとしても使用可能です。
楽フィットパネル
プッシュボタンリベット

仕様

	楽フィットパネル	プッシュボタンリベット	
製品名	KBG-00101	KBG-00102	KBP-00111
品番			
梱包数	20U/シート×10シート/箱 (200U分)	20U/シート×20シート/箱 (400U分)	100個/袋
寸法	W482.5×厚み2mm/シート	φ20×長さ19.6mm	
難燃性	UL94 HBF相当	—	—
耐熱温度	120℃	—	—
材質	母材:ポリエステル繊維系不織布(黒色) 表層:PETフィルム	PBT/POM(黒色)	



取り付け時は工具不要です。取り外し時はプラスドライバーで容易に取り外しできます。

エアードクト / 扉用ディフューザー

楽フィットパネルの素材で排熱整流板として使用することが可能です。加工パーツをマジックテープや結束バンド、マグネットテープ等と組み合わせることで様々な形状を加工することができます。

- ▶ 作業者がぶつかってもケガの恐れが少なく、安全
- ▶ 自由に形状加工ができるため様々なお困りごとに対応可能
- ▶ サイズ変更の特注品も対応可能



エアードクト

サーバラックの背面マウントアングルに取り付けます。サーバラックの内側に取り付けられるため、サーバサイズが大きい場合は取り付けできない可能性があります。サーバラックの扉面にも取り付け可能ですが、扉用ディフューザーに比べ突出部の寸法が大きくなります。扉面でも取付けることができるので、風量が多い場合に推奨します。

扉用ディフューザー

サーバラックの扉面に取り付けます。サーバラックの外側に取り付けられるため、本体が外側に張り出します。両側の端のみは磁石マジックテープ固定のため、サーバラックのレイアウトに合わせて、形を切取することも可能です。エアードクトに比べ、扉用ディフューザーの方が箱入実装があります。



仕様

	エアードクト(一体型)
製品名	KBP-00103
品番	
梱包数	5個入り/箱
寸法(mm)	W488×D140×H200

仕様

	扉用ディフューザー(分断型(三連羽))
製品名	KBP-00104
品番	
梱包数	10個入り/箱
寸法(mm)	W485×D148×H198

ブラックパネル・ブラシタイプ

BURRTEC CO.,LTD.

空気の回り込みを防ぎ、ブラシで空気の流れをコントロール

- ▶ ケーブルの引き込み口がブラシのため、ケーブルの通線が可能
- ▶ ブラシもフレームも万が一に備えた難燃仕様
UL規格の難燃グレード[V-0]相当の難燃性素材を採用



仕様

品番	HB8-1U
サイズ	1U
規格	EIA
フレーム材質	SUS

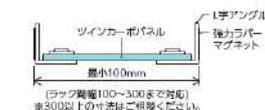
隙間パネル / ラック隙間ブラシ

BURRTEC CO.,LTD.

ラック間の隙間をパネル・ブラシで簡単に塞ぐ

隙間パネル

- ▶ マグネット固定のためラックへの追加加工が不要
- ▶ アルミ材+中空ポリカーボネートで構成しているため軽量
- ▶ 5mm程度の強靱しるがあり、多少の寸法差を吸収可能



ラック隙間ブラシ

- ▶ 空気の回り込みを防ぎ、ブラシで空気の流れをコントロール可能
- ▶ 配線の整理が可能
- ▶ ブラシを組み合わせることにより65~300mmのラックの隙間に対応可能
- ▶ マグネットシート付きのため簡単取り付け可能
- ▶ ブラシもフレームも万が一に備えた難燃仕様
UL規格の難燃グレード[V-0]相当の難燃性素材を採用

使用例



コルエアダクト® (特注品)

段ボールの表面にアルミニウム箔をラミネートした高機能素材

【コルエアダクト®】は、(株)栗本工場の登録商標です。

- ▶ ダクト重量が軽いため施工スピードが速く工期や作業時間を短縮
- ▶ シートの端部をアルミテープでシールすることにより、中空構造部分の気密性を確保し、断熱効果アップ
- ▶ 不燃材料認定を取得



使用範囲

風速	10m/s 以下
圧力	-200~+500Pa(静圧無しの場合)
温度	-10~+60℃
不適当な用途	排煙、腐食性蒸気、防火区画貫通、常時結露が発生するダクト



テレワークブース Raku Meet (ラクミート)

テレワークやオンラインミーティングの普及による 会議室不足に最適

- ▶ 1人用、2人用、4人用などご要望に応じて特注対応可能
- ▶ 豊富なカラーバリエーションを取り揃えており、周囲の環境に合わせてパネルカラーを選定可能
- ▶ 当社が現地搬入から設置作業まで実施(設置目安時間:約1時間)設置作業後はすぐに使用可能
- ▶ 横長設計により圧迫感を感じることなく、ビジネスクラスのような快適な空間をご提供



標準搭載設備

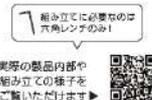


リクライニングチェア LED照明 吸音パネル テーブルトップ

▶ オープン型

天面開放でゆったりくつろぎ空間をご提供 完全に遮蔽しないことで閉塞感を解消

- ▶ ブース内に照明、空調設備、消防設備を必要としないため、低コストで導入可能
- ▶ ブースの組み立て作業に要する時間は約30分以下で短時間で設置完了
- ▶ 天面開放のため消防署への申請は不要
- ▶ 【標準外形寸法】W1740×D830×H1550(mm)



製品開発中

▶ セミクローズ型

集中力を高める優れた遮音性と防音性

- ▶ 天井付属により音漏れを軽減し、独立した作業空間を構築
- ▶ ブース内には吸音パネルを設置しているため、内部の反響音を吸収し、音を聞き取りやすい設計
- ▶ 音障消防署への申請も当社にて対応可能
- ▶ 【標準外形寸法】W1740×D830×H2420(mm)

標準搭載設備



人感センサーLED照明 スプリンクラー 換気扇 不燃パネル



ロータス・サーマル・ソリューション

LTS

販売: 篠原電機株式会社

高い放熱効率をもつロータス金属

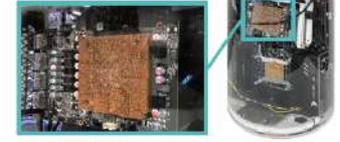
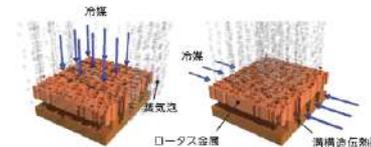
株式会社ロータス・サーマル・ソリューションは、独自の技術で製造したレンコンのように一方に伸びた孔の構造を制御し、ポラス状の金属(銅)を鍛造した「ロータス型ポラス金属」を活用し、高い放熱性能を持つ製品を提供しています。気孔の形状、サイズ、個数を凝固の条件でコントロールすることが可能で、孔が一方に伸びているため、熱伝導性や流体透過性に優れています。



▶ ロータスヒートシンク(沸騰促進プレート)

打ち水のような気化熱を用いた沸騰冷却方式にロータス金属を使用した場合、孔を利用した熱(蒸気)と冷却のやりとりにより自動的に沸騰を促進させ、従来の水冷沸騰型に比べ2倍以上の冷却熱流束が得られます。

- ▶ 高い放熱性能: アルミニウムの約3倍の放熱性能を持ち、電子機器の小型・軽量化に貢献
- ▶ 多孔質構造: レンコンのような一方に伸びた孔を持つ構造で、効率的な熱伝導を実現
- ▶ 適用範囲: 空冷・水冷の両方に対応し、LSIや電源の放熱など多様な用途



▶ CPUクーラー/CPUファンクーリングユニット

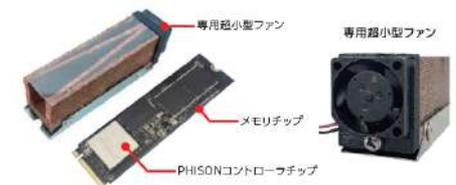
ロータスヒートシンクの特長を活かし従来型のヒートシンクの数百倍の表面積を実現しました。銅の多孔質体であるロータス金属を三次元的に配置することで、熱伝導性および流体透過性を高め、高機能なCPUクーラーの適用が可能になります。

- ▶ CPUのクロック動作率10%向上
従来製品と同等以上の性能でも小型化を実現できるため、ケースの小型化やスペースの有効活用が可能
- ▶ 水冷ユニット不要
高性能CPUやGPUでも水冷ユニットレスを実現できる可能性が高まり、ハイエンド機のカスタマイズ幅が拡大



▶ LOTUS M2. SSD COOLER

- ▶ 小型M字ロータス形状(高さ25mm以下)
- ▶ サーマルスロットリングを起こさない設計
- ▶ メモリスピード向上
- ▶ PHISONチップとメモリチップ両方を効果的に冷却可能
- ▶ 専用超小型ファン搭載



液浸システム

なぜ液浸か？

高発熱時代の冷却システムとして近年脚光を浴びつつあるのが液浸システムです。水冷のコールドプレート方式でCPU、GPUが多数配置される場合、コールドプレートではむらなく水を回すことは難しくなっています。液浸システムはスーパーコンピュータをはじめ、マイニングやAI、ディープラーニング用のGPUを多用する高負荷機器を冷却するための最適な技術です。後原電機の液浸システムは1phase/2phaseに対応します。

沸騰の様子 (2phaseの例)



空気冷却と液浸冷却の比較 (50kWのIT負荷を冷却する場合)

冷却方式	空気冷却	二相沸騰冷却液浸 (2phase)	一相液浸冷却 (1phase)
レイアウト比較 W×D×H(mm)	5kW/ラック×10ラック ファン 7000×1200×2200 5.4㎡	50kW/櫃×3櫃 液浸槽 1034×591×2052 0.61㎡	10kW/櫃×5櫃 液浸槽 3625×645×1312 2.34㎡
pPUE [※] 消費電力 <small>※pPUEはIT機器の消費電力の総和を冷却システムの消費電力で割った値です。</small>	pPUE 1.40 20kW 70kW	pPUE 1.04 2kW 52kW	pPUE 1.08 4kW 54kW

液浸冷却システムの特長

データセンター

二相沸騰冷却液浸システム構成

高密度・高発熱サーバを冷却できる能力
伝熱面の特殊冷却液が発熱体から気化熱を吸収
液体の熱伝達能力と合わせて発熱を効率的に除去

多量化・バックアップ・省エネ機能を装備
データセンターとしての信頼性・安全性・効率性を提供
建築・躯体、内外装、地震対策
設備…給電、配管、熱交換設備、ポンプ

効果

- ① 高密度化・高発熱対応
…IT機器の高集積化
- ② 省スペース
…サーバ筐体と冷却設備の小型化
サーバ設置面積▲90%
- ③ 省エネルギー
…設置地でも消費エネルギーを削減
冷却エネルギー▲90% pPUE=1.04以下
- ④ コスト削減
…インシヤルコスト・ランニングコストの低減
- ⑤ 排熱利用
…熱を捨てずに温水として有効活用
- ⑥ IT機器の保護
…液浸により塵埃などからIT機器を防衛
- ⑦ 運用者に優しい環境
…快適な湿度で強風や騒音のないサーバ室
- ⑧ 日本企業によるサポート
…ニーズに応じたカスタマイズと充実した運用支援

二相沸騰冷却液浸システム 爽空 sola® 20~50kW (2phase システム)

超高集積・高発熱サーバに対応した液浸冷却システム
データセンターの高密度化、省スペース・省エネルギーを実現

sola®は大成建設(株)/(株)RSI/
東京電機(株)の両社登録です

- ▶ サーバを冷媒に浸漬して冷却
- ▶ 従来のような空気の流れを考慮したラック配置は不要で、データセンターのスペース効率を高めることが可能
- ▶ 省エネルギー効果により、電力消費量を大幅に低減
- ▶ 機械式冷却すなわち圧縮機(コンプレッサー)を使用せずに冷却可能

仕様

冷却能力	20~50kW
タンク容量	194.5L (327kg)
外形寸法(mm)	W1034×D591×H2052
フックマウント	10U
緊急冷却	○
電熱ウインチ	×

sola®について動画で
詳しくご覧いただけます
(YouTube)▶



爽空 sola 20~50kW

一相液浸冷却システム 10kW (1phase システム)

高発熱サーバに対応した液浸冷却システム
オイルを冷媒として使用することにより、ランニングコストを低減

製品開発中

- ▶ サーバをオイルに浸漬して冷却
- ▶ 空気冷却に比べ、大幅な冷却電力の低減が可能
- ▶ インシヤルコスト・ランニングコストが低いため導入しやすく、大規模なシステムも構築可能
- ▶ 排熱利用が可能

仕様

冷却能力	10kW
タンク容量	170L (142.3kg)
外形寸法(mm)	本体: W725×D645×H1312 CDU: W452×D602×H1134
フックマウント	6U(MAX D900)
緊急冷却	×
電熱ウインチ	○



冷却水分配装置 (CDU)

一相液浸冷却システム 10kW

爽空 sola® mini 1kW

e-スポーツ・オンラインゲーム等のサーバ冷却
大学・研究所・ホール展示用にも最適

- ▶ 小型高性能ベローズ内蔵
- ▶ GPUボード内蔵
- ▶ マイニング冷却も可能
- ▶ 空焚き防止機能付き
- ▶ 美観に優れた円形型の透明アクリルタンクを採用
- ▶ 稼働状況モニター装備
- ▶ HPC・生成AIにも対応可能

仕様

冷却能力	1kW
タンク容量	23L (40kg)
外形寸法(mm)	φ300×H650

sola mini®について動画で
詳しくご覧いただけます
(YouTube)▶



爽空 sola mini

専用小型ドライバー

※ご要望により特注サイズも開発可能です

ヒートパイプ式間接外気空調システム 楽COOL

間接外気空調でフロアレベルの冷却が可能
ドライモードとチラーモードによる省エネルギー運転

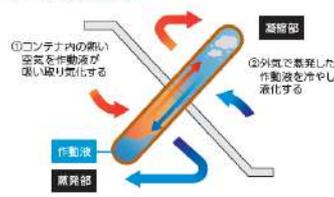
- ▶ 1ユニットあたり31kW、25kW、50kW(開発中)の冷却能力を持ち、フロアレベルでの効率的な冷却が可能
- ▶ 外気温度や冷却負荷に応じて、ドライモードとチラーモードを切り替えることで、省エネルギー運転を実現
- ▶ 日本の高温多湿な気候を考慮し、さびごまな地域や気象条件での使用が可能
- ▶ 外気を直接室内に取り込まない間接外気空調方式のため、外気中の粉塵や湿気の影響を受けにくく、室内の高温度を安定的に維持可能



仕様

製品名	楽COOL 31K	楽COOL 25K
品番	RCOOL-031	RCOOL-025
外形寸法(mm)	W800×D1300×H2000	W800×D1300×H2000
質量	350kg	315kg
駆動電圧	三相200V	三相200V
水冷ユニット	チラー	チラー
冷却能力	31kW × N(必要数)	25kW × N(必要数)
設置場所	屋外	屋外

ヒートパイプの原理



一般空調と楽COOLの比較

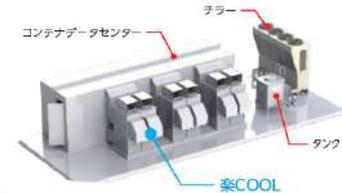
項目	CRAC空調	楽COOL(間接外気空調)
空調方式	コンプレッサー-ヒートポンプサイクルと室内機露点コイル冷却	ヒートパイプ熱交換による間接外気空調システム+チラー冷却の組み合わせ
冷媒	フロンR410Aの冷媒配管	ヒートパイプ作動液: 水もしくはノンフロンR1233ze 3チラーとの間: 水配管(不凍液フリン)
冷却能力	96kW	ヒートパイプ能力25kW×5-A-MAX150kWチラー能力180kW
消費電力	32kW	楽COOL: 600W×2 チラー稼働時: 最大47kW IPMモーターによるインバータ
pPUE	pPUE=1.5 年間COP=9も可能	ヒートパイプ空調 pPUE 1.02 チラー稼働も含めると1.1程度。ただし、凝縮サーバ等を採用することにより1.1以下も可能
設計寿命	約5年 実稼は10年近く稼働している	楽COOL本体: 数十年以上 楽COOLファン: 10年 チラーは100%稼働で約5年程度であるが、実稼働は30%~50%のため、10年~15年の寿命も期待できる
COP	空調機 3	ヒートパイプ単体 40
動作温度範囲	-8℃~+43℃	楽COOL: -40℃~+45℃ チラー: +10℃~+40℃

コンテナデータセンター設置例

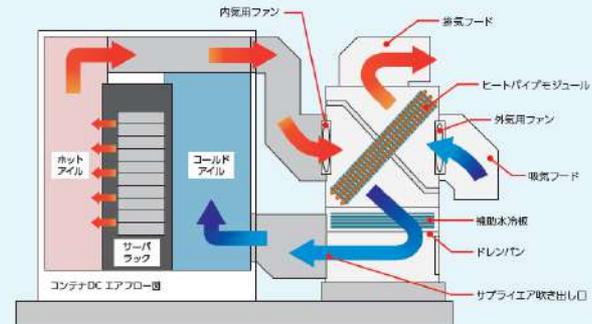
楽COOLを用いたコンテナデータセンターのご提案も可能です。

コンテナデータセンターで楽COOLを使用するメリット

- ▶ 制御コントローラーでファンの回転数を最適制御するため、一般空調に比べ、過剰冷却にならず省エネに貢献
- ▶ 地下水と併用することでチラーレス化を実現(年間PUE 1.07を実現)
- ▶ ファンのみで冷却を行っているため、メンテナンスはファン交換のみ
- ▶ 設計時に冗番構成を取るため、システムを停止させずにファン交換などのメンテナンスが可能
- ▶ 冬季はチラーを停止し、ポンプのみ稼働しているため、チラーのメンテナンスが容易でチラーの高寿命化にも貢献



楽COOL使用時コンテナデータセンターエアフロー図

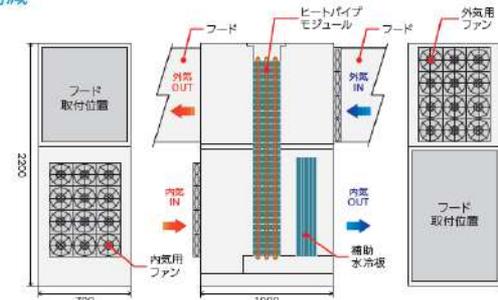


楽COOL 50K サイドフロー型

ラック型間接外気空調でフロア内に設置可能
屋外設置と比べ工事費用を削減

製品開発中

- ▶ エアフローが横方向に流れることによりサーバへの露点差を減らすことが可能
- ▶ 内気側・外気側に12個ずつファンを設置しているため高風量を確保
- ▶ 風量はPWM制御可能



仕様

外形寸法(mm)	W700×D1000×H2200
質量	約300kg
駆動電圧	DC 48V
消費電力	6kW(MAX)
水冷ユニット	チラー
冷却能力	35kW~50kW
設置場所	屋内

汎用ドライクーラー

外気温度にあわせたファンの風量制御により省エネルギーを実現

ドライクーラーは水冷装置の冷却水を外気との熱交換で冷却します。近年、冷却水温の高温化が進んでおり、チラーを使用しないチラーレス・クーリングの実現が可能です。

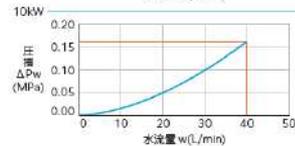
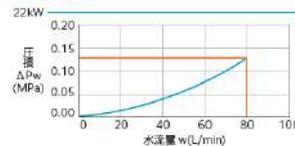
- ▶ 外気温が35℃以下の場合、定格的冷却が可能 (35℃以上の場合はチラーの併用が必要です)
- ▶ 低騒音で運転可能



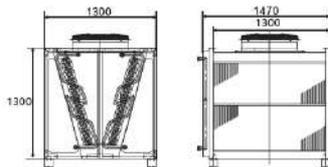
仕様

タイプ	22kWタイプ		10kWタイプ	
	高濃側	低濃側	高濃側	低濃側
流体種別	水	空気(外気)	水	空気(外気)
入口温度	45℃	35℃	45℃	35℃
出口温度	41℃	-	41.4℃	-
水流量	80L/min	11200m³/h	40L/min	4900m³/h
冷却熱量	22kW	-	10kW	-
外形寸法(mm)	W1300×D1470×H1300		W900×D1100×H850	
質量	160kg(ファン含む)		80kg(ファン含む)	
パイプ材質	Cu		Cu	
フィン材質	AL		AL	
ファン羽根径	φ630mm		φ400mm	

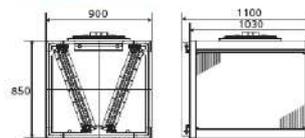
水側圧損特性



外形図：22kWタイプ



外形図：10kWタイプ



液浸冷却の場合のドライクーラー活用例



生成AI向けラック型ドライクーラー

生成AIサーバとラック型ドライクーラーを1対1で接続でき、配管レスを実現

生成AIなどGPUを多数装着したサーバは発熱量が多く、空冷のみでの冷却は困難です。この発熱を処理するには、水を用いるコールドプレート(DLC)による冷却が必要となります。一般的には配管工事をして水を供給する必要がありますが、既設のビル型データセンターではラック列毎に配管することは難しく、もし水が漏れた場合は階下漏水の危険性があります。生成AI向けラック型ドライクーラーは、生成AIサーバと1対1で接続でき、配管工事をなくすることが可能です。

- ▶ サーバルーム全体への水道管工事が不要
- ▶ 既存のデータセンターでも生成AIサーバの設置が可能
- ▶ 幅寸法が700mmのため大軸なレイアウト変更が不要
- ▶ PID制御やマニュアル操作もでき、外部制御が可能なコントローラを内蔵
- ▶ 製品本体に操作タッチパネルを搭載
- ▶ 低騒音で運転可能

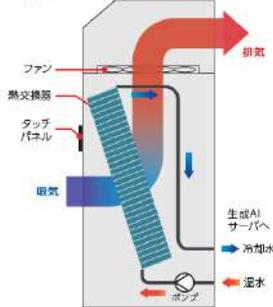


仕様

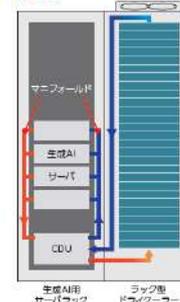
	高濃側	低濃側
流体種別	水	空気 (コールドアイル設置)
入口温度	40℃	25℃
出口温度	30.4℃	35.2℃
水流量	60L/min	12000m³/h
冷却熱量	40kW以上※1	-
外形寸法(mm)	W700×D1200×H2350	
質量	約500kg(ファン含む)	
パイプ材質	Cu	
フィン材質	AL	
ファン仕様	DC48Vファン駆動	
消費電力	約5kW MAX ※2	
電源電圧	三相3線 AC200V	
制御システム	LOYTECコントローラにて露点とΔにふり風量と流量制御 タッチパネルでマニュアル制御可能	

※1. コールドアイルの設置や露点、ファン速度で変わります
※2. コールドアイルの露点に必要冷量によりファン電力やポンプ電力が変わります

詳細図



設置例



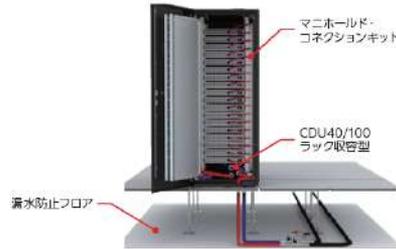
データセンター内のラック型ドライクーラー設置例



ダイレクトチップリキッドクーリング ソリューション

生成AIなどの分野に用いられる 水冷システムソリューション

- ▶ 1次冷却水と2次冷却水の熱交換+ポンプによる循環
- ▶ ポンプは冗長構成
- ▶ 2次冷却水をラック内水冷機器に分岐接続
- ▶ 水冷機器に1対1で接続
- ▶ 漏水防止機構付きクイックコネクタ



RackChiller 40kW/100kW

CDU40/100は、4Uのスペースで40kW/100kWの熱負荷を管理することができます。ASHRAE W4の漏水を使用した効率の良い熱交換器であり、プロセッサやコンポーネントの熱を管理することができます。



CDU40/100

RackChiller 800kW

CDU800は、チップへの直接冷却をサポートするために、最高の信頼性、可用性、保守性を提供することに重点を置いています。1次設備水システムから供給され、統合ポンプが2次設備冷却システム冷却ループのフローを駆動します。



CDU800

仕様

	CDU40	CDU100	CDU800
幅(mm)	430	430	800
奥行(mm)	994	950	1200
高さ(mm)	177	177	2200
質量-ドライ(kg)	64	62	1135
質量-充填済み(kg)	74.4	76	-
容量(2次側)	9.5L	15.6L	51L
ポンプの冗長性	3台でN+1	2台でN+1	2台でN+1または2台同期運転
電源仕様	100V-240V, 50/60Hz	100V-240V, 50/60Hz	380V-480V, 50/60Hz, 3Ph
消費電流	2.47-4.44A	10-15A	40.3A
電源	N+1, 各970W	N+1, 各2500W	電線接続
動作温度	10°C~70°C	10°C~70°C	5°C~45°C
冷却能力(定額)	40kW	100kW	800kW
1次側流量	80L/min	170L/min	1200L/min
1次側作動圧力	232psi	232psi	150psi
2次側流量	65L/min	115L/min	1200L/min
2次側作動圧力	20psi	40psi	25psi
最小アップロード速度	5K	4K	4K
2次側冷媒供給範囲	ASHRAE W17toW45	ASHRAE W17toW45	20°C~50°C

マニホールド / コネクションキット

マニホールド

- ▶ マニホールドに直接取り付けられたホースホイップによりコールドプレート装置に直接接続するホースホイップ接続方式
- ▶ CDUユニットまたは設備用マニホールドからコールドプレート装置へ水冷クーラントを供給
- ▶ 既存のコールドプレート機器に適合する様々なクイックディスコネクトコネクタが利用可能

コネクションキット

- ▶ 高さバリエーション 305mm, 457mm, 610mmの標準長さのホースを選択可能
- ▶ サーバの継手のタイプによりNSP06およびSCG06クイックコネクタに対応
- ▶ お客様にてご準備されるサーバに対応した配管コネクタを選定可能



エアアシスト液冷 Liquid To Air

冷却水設備のない従来のデータセンターなどで 水冷ラックを設置可能に

- ▶ 完全に統合されたシステムサイドカー無除去ユニット(HRU)
- ▶ 空冷式データセンターで水冷ラックを使用可能
- ▶ 既存施設に水冷設備の追加工事が不要なため、既存の空調設備とコンテインメントをそのまま使用可能
- ▶ コールドアイルの空気を使用してIT機器から戻るクーラントを冷却
- ▶ Modbus RTU/Modbus TCPまたはSNMPによるモニタリング可能
- ▶ 配管液体接続はすべて前面に配置されアクセスが容易
- ▶ ファン、コントローラー、ポンプすべてホットスワップ対応



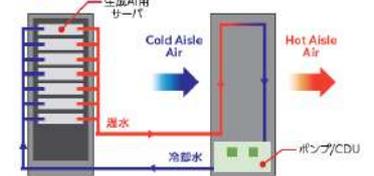
能力

- ▶ 1台のサイドカーでGB200 NVL36ラック1台をサポート可能
- ▶ 2台のサイドカーでGB200 NVL72ラック1台をサポート可能



GB200 NVL72ラック

詳細図



リアドア空調機 RDHX PRO

水冷熱交換器を備えたリアドアクーラー

新リアドアクーラーモデル RDHX PRO 水冷冷却ユニットは、最大78kWの冷却能力を持ち、データセンターの局所的でエネルギー効率の高い冷却を実現します。

- ▶ 最大限の可用性と迅速な修理に対応
- ▶ 施設内の水温が上昇しても効率的に運転できるよう設計(フリークーリング対応)
- ▶ ダイレクトチップリキッドクーリングとの組み合わせにも対応
- ▶ リアドアクーラーの中で最小の設置面積(奥行281mm)
- ▶ 最小限のコスト、短期セットアップ時間
- ▶ 新型7インチ大型タッチパネルディスプレイ搭載
- ▶ ファン、電源、コントローラーのメンテナンス・交換はドアのフロント側からツールレスで可能
- ▶ 高発熱のネットワークラックにも活用可能
- ▶ 他メーカーのサーバラックにも取り付け可能(サーバラックの図面情報が必要です)



仕様

	600	800
幅(mm)	600	800
奥行(mm)	281	281
高さ(mm)	2000(42U)/2200(47U)	2000(42U)/2200(47U)
質量(kg)	200	200
消費電力	1800W	1800W
入力電圧	100-240VAC(50/60Hz)	100-240VAC(50/60Hz)
ファンモジュール	12個	12個
風量(100%)	8000m³/h	10000m³/h
冷却能力	59kW	78kW

※入水温度:14°C、入水流量:100L/min、空温24°Cの場合

アクセサリ

パワーサプライユニット 請求保証パック ラック固定ブラケット フレキシブルホースキット



InRow空調機

Uniflair™ InRow DX エコノマイザモデル

データセンター・サーバールーム向けエコノマイザ搭載フリークーリング機能付き局所冷却

InRow DX エコノマイザモデルは、持続可能な運営が要求されるグリーンデータセンターにおけるエネルギー効率の改善とカーボンフットプリントの低減に最適な最新の局所冷却ソリューションです。また、コンパクト性と省エネ性に優れた設計により、高密度化が進む次世代のデータセンターにとって汎用性が高く、高効率な冷却を実現します。

- ▶ 水冷InRowと比較した場合、年間消費電力を約30%削減することが可能
- ▶ 幅300mmの省スペースで、デュアルコイルを実現
- ▶ チラースで利用可能のため、水冷サーバの補助空調に最適
- ▶ 外気温度を測定しながら自動で運転モードを切り替え



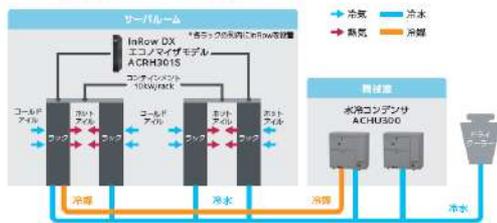
仕様

仕様	ACHU300(室外機)	ACRH301S(室内機)
品番	ACHU300	ACRH301S
製品サイズ(mm)	W1000×D450×H963	W300×D1095×H1991
電源	三相200-240V 50/60Hz ATS機能(オプション)	単相100-120V 50/60Hz 単相200-240V 50/60Hz ATS機能
冷却能力(定格)	25kW、湿気湿度35℃、冷却水27℃	
冷却能力(最大)	38kW、湿気湿度45℃	
最大エアフロー	-	90.6m³/min(3200CFM)
消費電力	3.2kW [正運転] (冷水・冷媒ハイブリッド運転)	1.0kW [ファン]
運転範囲	0~32℃(水道)~40℃(屋外設置時)	~45℃
製品質量	175kg	186kg

InRow DX エコノマイザモデルと水冷コンデンサの構成イメージ

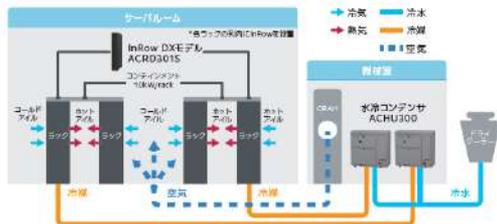
▶ 水冷サーバの空冷部分の冷却をチラーレスで実現 ※ACRH301S+ACHU300

ACRH301S内の冷水/冷媒コイルでサーバ排熱を取り除き、ACHU300への戻り冷媒もドライクーラーからの冷水で熱交換します。ドライクーラーからの冷却水を水冷サーバとACRH301Sに送水することにより、冬場はフリークーリングで空冷部分を兼ねてサーバ冷却がチラーレスで可能です。外気温度が高い場合は冷却水を水冷コンデンサ(ACHU300)に送水し、冷媒システムで空冷部分の冷却をサポートします。



▶ その他構成イメージ (空冷InRowと水冷コンデンサ) ※ACRD301S+ACHU300

サーバールームに入るのは冷媒配管のみで、ドライクーラーからの冷水は機室のACHU300までしか行かず、そこで冷媒と熱交換を行います。サーバールーム内に水を入れてIT負荷の増加に対応します。水冷フリークーリング(例: CRAH+チラー)環境から低コストで局所冷却が可能です。



省エネを実現する自動運転モード選択

冷媒用蒸発器、エコノマイザ(フリークーリング用水冷コイル)をともに備えた高効率局所冷却ユニットです。外気温度と冷水温度を測定しながら自動で最適な運転モードを選択します。本機能により年間30%の電力消費量を削減します。(シュナイダー製InRow比)

▶ 100%フリークーリング

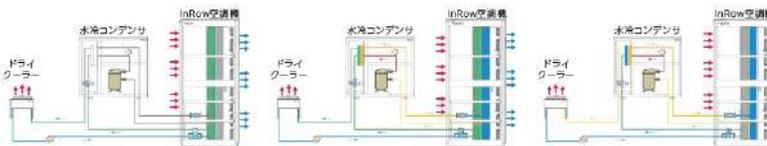
外気温度が冷水戻り温度よりも十分に低い場合、フリークーリング運転を行います。

▶ ハイブリッド運転一部フリークーリング

外気温度が冷水戻り温度よりも十分に低い場合、フリークーリング運転を行います。吹き出し温度が設定温度に到達しない場合、設定温度になるように圧縮機を運転してアシストを行います。

▶ 圧縮機運転(DXモード)

外気温度が高く、ドライクーラーから十分に低い温度の冷却水が供給できない場合は水冷コンデンサと冷媒コイルのみで運転します。3方弁制御により水冷コンデンサに冷却水を送り、DXモードでの運転を行います。



InRow™ RC Chilled Water 300mm

データセンターやサーバールーム内の発熱をラック列単位で処理するラックタイプ冷却ユニット

ファンや冷水流量を制御し、負荷に合わせてシステム全体で省エネを実現します。

- ▶ 冷水を使用したエアハンドリングユニット
- ▶ 一般的なサーバラックの幅の1/2にあたる300mm幅
- ▶ ラック列単位の冷却により、リスク管理に優れた冷却システムを構築可能
- ▶ 優れた自動制御機能により、安定したIT稼働を実現(アクティブレスポンスコントロール)
- ▶ ネットワーク経由で動的な監視・運用が可能
- ▶ 二重電源入力方式により、電源トラブルに対する信頼性を確保



仕様

製品名	InRow RC Chilled Water (Standard Temp)	InRow RC Chilled Water (High Temp)
品番	ACRC301S(50/60Hz)	ACRC301H(50/60Hz)
製品サイズ(mm)	W300×D1095×H1991	W300×D1095×H1991
電源	AC 単相100V-240V	AC 単相208V-230V
接続	NEMA L5-20P×2 または NEMA L6-20P×2(冗長電源対応)	ハードワイヤ (冗長電源対応)
着機端子部定格	15A×2(冗長電源対応)	15A×2(冗長電源対応)
推奨漏電遮断器定格感度	15mA以上×2(冗長電源対応) ※1	15mA以上×2(冗長電源対応) ※1
定格冷卻能力	28.7kW	43.1kW
定格冷卻能力	28.4kW	43.1kW
送風比	0.99	1.00
消費電力	1kW	2.2kW
最大電流電流	11A	13.6A
入口空気湿度	35.0°CDB, 19.8°CWB	40.5°CDB, 21.5°CWB
冷水入口温度	7.2°C	12.7°C
冷水出口温度(AT)	5.5°C	6.6°C
水量	1.29L/s	1.71L/s
損失水頭	81.7kPa	69.3kPa
製品質量	184kg	210kg
運転質量	192kg	220kg

※1: 漏電遮断器の漏電感度値をご参照ください

コンテナデータセンター

生成AIなどの需要変動に応じて、スピーディかつ柔軟に フルカスタマイズのコンテナデータセンターを短納期で構築

お客様のご要望に応じたコンテナデータセンターをご提供することができます。
オンプレミスからクラウド分野、エッジコンピュータ、フォグコンピュータ、マイニング、ディープラーニング、
高速演算用途や高発熱サーバ収容コンテナ、液浸用コンテナとしても幅広く活用できます。

- ▶ 初期の要件定義から設計、構築、リモート運用を含めたトータルソリューションを提供
- ▶ 従来のビル型データセンターに比べ、設置や稼働開始までの期間が大幅に短縮可能
- ▶ 最新の冷却技術を採用し、空調コストを削減可能
- ▶ 20FTや32FTのワンパッケージタイプからコンテナ同士を連結させた中型～大型の連結タイプまで
搭載容量に合わせて柔軟にカスタマイズが可能

過去の納入実績

納入場所	コンテナサイズ	用途	冷却設備
京都府	20FT	直流給電対応	一般空調
中国	20FT, 40FT	アーカイブディスク保管	寒COOL
山形県	32FT	通信キャリア向けエッジ	寒COOL
高知県	32FT	通信キャリア向けエッジ	寒COOL
茨城県	20FT	マイニング	空調レス
静岡県	18FT	試験設備	一般空調
長野県	27FT	HPC	寒COOL
東京都	20FT	CPU/GPU	寒COOL
福岡県	20FT	GPU	水冷/InRow空調/チルドタワー
福岡県	27FT	HPC	寒COOL
北海道	40FT	GPU	水冷/InRow空調/チルドタワー



※写真左は(株)住友商事が、長岡事業所に設置の電気給電サーバIT 新機試験設備です。

コンテナデータセンターの設計と製作について

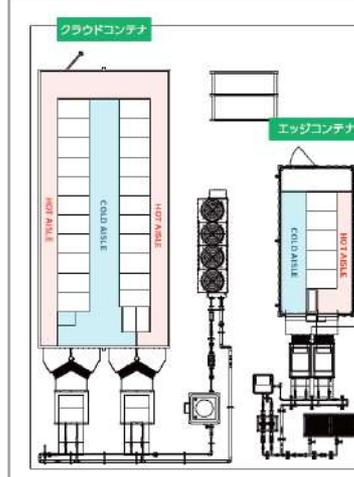
要求仕様についてご相談ください。まずはお客様のコンテナデータセンター構想についてヒアリングを行います。
具体的なコンテナデータセンターのご提案と御見積を行うために、下記の仕様をご提示ください。

基本情報	項目	内容
基本情報	IT負荷 / ラック数	冷却設備やコンテナサイズ、UPS選定のためコンテナ全体、各ラック毎のIT負荷をご提示ください。 負荷に合わせて最適なシステム構築のご提案を行います。
	目標価格	設備や監視仕様を費用に合わせて選定することでコストダウン提案を固めます。
	電源環境	敷地内、コンテナ内の各種 電源種別や既設ケーブルの有無などをご提示ください。
ミニコン構成情報	設置環境とコンテナサイズ	設置環境(土地情報)と希望コンテナサイズをご提示ください。搬入ルートの確認、 設置場所によっては横置対策、道害対策、防音対策が別途必要となる場合があります。
	冷却システム	サーバとファシリティ設備のIT負荷に合わせて最適な冷却設備をご提案いたします。
	給電 / UPS	非常用発電機およびUPSの要否、バックアップ時間とバックアップ範囲などご提示ください。
	ネットワーク構成	敷地内のネットワーク敷設状況、遠隔監視のネットワーク構成などご提示ください。
	遠隔監視(DCIM)の要否	ファシリティ設備の電力監視の他、入退室管理、遠隔制御についてご要望をご提示ください。

技術検証設備 御常島サテライトラボ

御常島サテライトラボは分散配置されたコンピューティングリソースを模擬した技術検証設備です。
現在も稼働中のクラウドコンテナ、エッジコンテナの2基を内部までご覧いただけます。

御常島サテライトラボ レイアウト図



コントロールルーム
検証試験の監視設備です。
見学時にこちらで打ち合わせを行うことも可能です。

見学をご希望の方は下記にお問い合わせください

Email: it-s@shinohara-elec.co.jp
TEL: 06-6927-0008 FAX: 06-6923-8181
ITソリューション事業本部



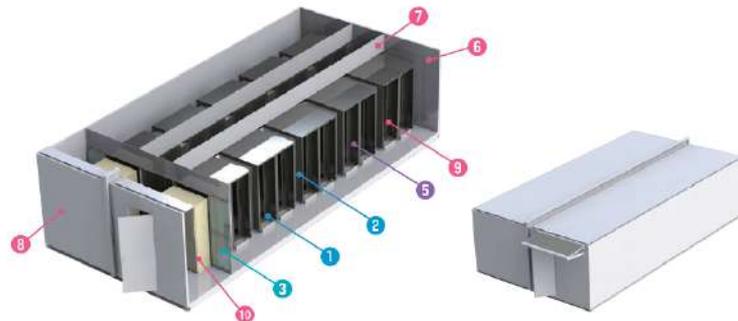
項目	内容
種別	クラウドコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT 2連棟 約W4.7×L10.0×H2.8(m)
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	20ラック
電源種別	3相4線 380V
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
消費電力	120kW
空調	寒COOL 6.0kW×2台(冗長構成なし)
キュービクル	300kW 6600V→3相4線 380V出力
消火システム	N2型消火器
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

項目	内容
種別	エッジコンテナデータセンター
コンテナサイズ	20FT [約W2.7×L5.4×H2.8(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	5ラック
電源種別	3相4線 230V
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
消費電力	40kW
空調	寒COOL 25kW×2台(冗長構成なし)
キュービクル	クラウドコンテナと共用
消火システム	N2型消火器
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

水冷ラックコンテナデータセンターのシステム構築例

生成AI向け水冷ラックのコンテナデータセンター

生成AI向けコンテナデータセンターに使用している製品をご紹介します。なお、下記の使用は一例です。お客様のご要望に応じて都度、設計・製品選定を行います。お気軽にご相談ください。



- 1 P21 ダイレクトチップリキッドクーリングソリューション**
 生成AIなどの分野に用いられる水冷システムソリューション
- 2 P23 InRow空調機**
 空調機を高発熱サーバ付近に設置可能のため効率的に冷却
- 3 P5~10 楽Qubicシステムコンテナメント**
 空調の冷気をサーバに導き、サーバの排熱は確実に空調に戻します
- 4 P34 UPS/コンテナ型UPS**
 最先端の電力性能と優れた信頼性を備えたモジュラーUPS
- 5 P47 インテリジェントPDU**
 エネルギー消費を管理するための電力計測や電力制御が可能PDU
- 6 P39 IPカメラ/セキュリティ**
 あらゆる監視環境に対応した高性能なIPネットワークカメラ
- 7 P40 超高温度検知システムVESDA-E**
 微量の煙を早期に見出し、設備の高橋、物的損害、または業務の混乱を最小限に抑えるサポートをします
- 8 P37 LOYTEC 制御コントローラ**
 現場に合わせた監視制御プログラムでファシリティを一括管理
- 9 P35 データセンター監視システム InfraSuite Manager**
 すべてのデータセンター施設とIT機器の管理タスクをひとつのプラットフォームに集約
- 10 P44 エネルギー管理システム InSite**
 CMSセンサをフラットケーブルで簡単接続でき、高度な見える化を容易に実現

多種多様なサイズのコンテナデータセンター

大型コンテナデータセンターの検討例

水冷システムや再生可能エネルギーと組み合わせたコンテナデータセンターの需要が近年増加しています。1ラックあたりあたりの発熱量が増え、リアドア空調機を導入するケースが多くなったほか、水冷サーバ(DLC)の需要が高まりマニフォールドのスペースを確保するため、サーバラックの奥行が長くなっている傾向にあります。そのため、コンテナデータセンターも4棟連結の中型~16棟連結の大型まで多種多様なサイズが求められています。

コンテナパッケージを複数連結させる場合の課題点

- ▶ 日本の道路交通法では、コンテナ輸送に関して車両の大きさや重量に制限が設けられています。これらの制限を超える車両での輸送を行う場合、事前に都道府県や市町村に通行許可を取得する必要があります。許可が下りた場合も通行時間の制限や徐行、進行禁止、誘導車の配置などの条件が付されることがあります。
- ▶ コンテナ設置予定の敷地周辺や敷地間口をマルチトレーラーが通行できることを事前に確認する必要があります。
- ▶ マルチトレーラーは全国的に保有台数が少なく、早期での車両手配が必要となるうえ、運搬コストも非常に高額となります。

これらは要件定義書をまとめる上で工期への影響や費用増加の大きな課題となります。標準規格では可能な限りお客様のニーズに柔軟にお応えするため、日々さまざまな検討を行っています。以下は10t低床トラックで運搬可能な大型コンテナデータセンターの構築例をご紹介します。

8棟連結タイプ / 13棟連結タイプ(10t低床トラックで運搬可能なケース)

8棟連結タイプ(積高220mm仕様)

項目	コンテナ外寸	コンテナ内寸	パッケージ分割外寸
	幅	5532	5398
長さ	18652.8	18518.8	2331.6
高さ	2884	2630.3	2884

13棟連結タイプ(積高200mm仕様)

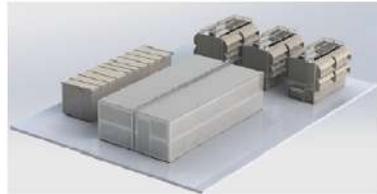
項目	コンテナ外寸	コンテナ内寸	パッケージ分割外寸
	幅	7437	7269
長さ	26348.4	26180.4	2026.8
高さ	2989	2680.8	2989



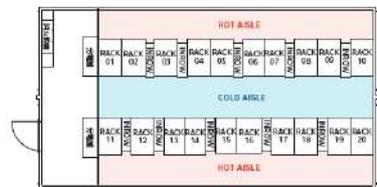
コンテナデータセンター構築例

コンテナデータセンター構築例をご紹介します。なお、下表の仕様は一例です。サーバラックのサイズやネットワークラック、冷却設備仕様によって構成は異なります。

生成AI向けコンテナデータセンター



コンテナ内レイアウト図



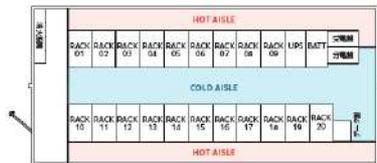
生成AI用サーバにも対応したコンテナデータセンターです。大容量GPUサーバ60kW/ラックに対応し、最大1.2MWまで収容可能です。サーバの冷却方式はデルタタワーと組み合わせたダイレクトチップリキッドクーリング(DLC)方式を採用しており、省エネ性に優れた冷却システムとなっています。

項目	内容
種別	生成AI向けコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT 2連棟 [W5.8×L10.8×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	20ラック
電源種別	3相4線400V
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
UPS	外部UPS コンテナ
消費電力	0.6~1.2MW
空調	InRow+水冷ラック(DLC)
キュービクル	3000kW 5600V→3相4線 420V出力
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	屋内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

クラウドコンテナデータセンター



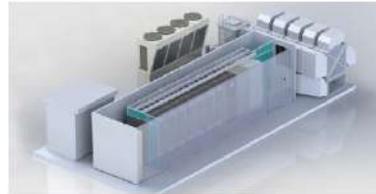
コンテナ内レイアウト図



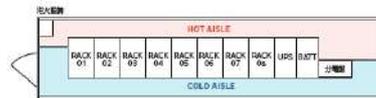
20ラックを搭載したクラウドコンテナデータセンターです。分散クラウドに対応した空調制御を行っているため、省エネを追求したサーバシステムの運用が可能です。60kWのヒートパイプ熱交換機「兼COOL」を2台使用し、120kWまでのIT負荷または60kW負荷で空調の冗長構成を取ることができます。

項目	内容
種別	クラウドコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT 2連棟 [W4.7×L10.0×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	20ラック
電源種別	3相4線400V
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 50kVA×4台
消費電力	120kW
空調	兼COOL 60kW×2台
キュービクル	300kW 5600V→3相4線 420V出力
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	屋内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

標準型エッジコンテナデータセンター



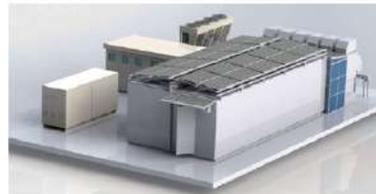
コンテナ内レイアウト図



8ラックを搭載したコンテナデータセンターです。キュービクル、チラー、タンク、ヒートパイプ熱交換機「兼COOL」5台で構成されています。消費電力は80kWを想定しており、エッジコンピューティングの運用に最適です。

項目	内容
種別	標準型エッジコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT [W2.3×L10.0×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	8ラック
電源種別	3相4線400V(100V/200V対応)
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 150kW(N+1 冗長構成)
消費電力	80kW
空調	兼COOL 25kW×5台(N+1 冗長構成)
キュービクル	5600V 変機 150kW
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	屋内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

通信キャリア向けエッジコンテナデータセンター



コンテナ内レイアウト図



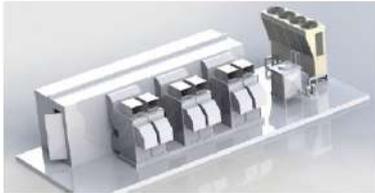
通信キャリア向けのエッジコンテナデータセンターです。データセンターを止めることができない通信インフラに対応するため、非常時用自家発電設備を備えており、非常時には12時間以上稼働可能です。コンテナ上に太陽光発電設備を装備し、高圧系統連系も可能です。

項目	内容
種別	通信キャリア向けエッジコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT 2連棟 [W4.7×L10.0×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	20ラック
電源種別	3相4線400V(6600V対応)
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 50kVA×4台
消費電力	120kW
空調	兼COOL 25kW×6台(N+1 冗長構成)
キュービクル	400kW 6600V→3相4線 420V出力
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	屋内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

コンテナデータセンター構築例

コンテナデータセンター構築例をご紹介します。なお、下表の仕様は一例です。サーバラックのサイズやネットワークラック、冷却設備仕様によって構成は異なります。

HPC向けコンテナデータセンター



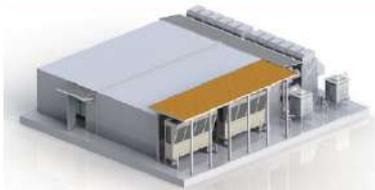
コンテナ内レイアウト図



15kW/ラック負荷のサーバラックを12ラック搭載したHPC向けコンテナデータセンターです。コンテナ妻面ではなく、長手面に集COOLを設置することで、ショートサーキットでエアフローを回すことができるため、1ラックあたりの負荷が大きいディープラーニング、高速画像処理の運用に最適です。

項目	内容
種別	HPC向けコンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT [W2.5×L9.4×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	12ラック
電源種別	3相4線400V(100V/200V対応)
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W600×D1020×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 150kW(N+1冗長構成)
消費電力	130kW
空調	集COOL 25kW×6台(N+1冗長構成)
キュービクル	-
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器 または 二酸化炭素消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	室内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

中型コンテナデータセンター



コンテナ内レイアウト図



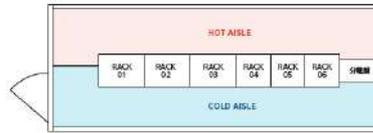
積雪地域(2m積雪対応)でも運用可能な中型コンテナデータセンターです。4棟連結タイプでラックは48ラック収容、消費電力は300kWを想定しています。研究機関などラック収容数が多く必要な運用に最適です。

項目	内容
種別	中型コンテナデータセンター
コンテナサイズ	32FT 4棟連結タイプ [W10.1×L10.4×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 2mの積雪対応 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	48ラック
電源種別	3相3線200V
PDU構成	0U PDU 24口×2/ラック(A系、B系)
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 200kW×2台(N+1冗長構成)
消費電力	300kW
空調	集COOL 31kW×12台(N+1冗長構成)
キュービクル	-
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器 または 二酸化炭素消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	室内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

マイニング向けコンテナデータセンター



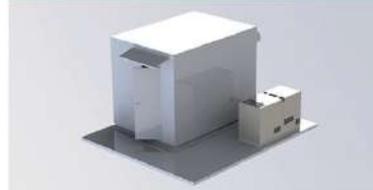
コンテナ内レイアウト図



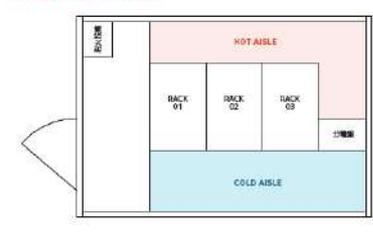
耐震性に優れた19インチラックにマイニングサーバを実装したコンテナデータセンターです。空調レスで大型ファンにより強制空冷を行うためランニングコストを抑えてマイニングサーバの運用が可能です。

項目	内容
種別	マイニング向けコンテナデータセンター
コンテナサイズ	20FT [W2.4×L6.1×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	6ラック マイニングサーバ用
電源種別	3相3線200V
PDU構成	0U PDU 24口/ラック
ラック	EIA 19インチラック相当 または マイニング機器に合わせたスチールラック
UPS	-
消費電力	120kW
空調	ファンによる強制空冷
キュービクル	-
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	ABC10型消火器
セキュリティ	物理錠
照明	室内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	簡易型DCIM遠隔監視対応

小型コンテナデータセンター



コンテナ内レイアウト図



建築確認申請が不要な10㎡以下でも設置できる小型のコンテナデータセンターです。空調は天吊り型空調を採用し、コンパクトなデータセンターになっています。試験的にコンテナデータセンターの設置を行う場合や、建設を行う場合、駐車場などの狭いスペースへの設置にも最適です。液冷システムの導入も可能です。

項目	内容
種別	小型コンテナデータセンター
コンテナサイズ	13FT [W2.9×L4.0×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄骨構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境条件	-20℃~40℃ 水没せず、水平な場所、海より2km以上離れている事
搭載ラック	3ラック
電源種別	3相4線400V(100V/200V対応)
PDU構成	0U PDU
ラック	EIA 19インチラック W600×D1020×H2200mm(47U)
UPS	ビルトイン・ラック式
消費電力	15kW
空調	CRAC 天井リ型空調
キュービクル	-
ケーブルトレイ	ラック上部に配置
消火システム	N2型消火器 または 二酸化炭素消火器
セキュリティ	CAM+NVRシステム カード認証方式
照明	室内LED照明+屋外LED照明
DCIM(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

分散クラウド、HPC、生成AI向け、オンプレミス コンテナデータセンターの提案・受託業務

優れたコンテナデータセンターのソリューション提案と構築までワンストップ設計
設計・構築だけでなく、運用・保守まで含めたサービスをご提供

- ▶ 24時間リモート監視サービス(UPSメーカ、空調設備メーカ、保安協会との連携)
- ▶ 地方創生、地域活性化とテレワークの組み合わせのビジネスモデル構築
- ▶ ファイナンス会社との連携

システム・コラボレーション提案



篠原電機だけでなく、空調メーカ・設備メーカとコラボレーションすることで、より大きなシステムのコンサルティング・システム設計を受託します。

サポート・保守サービス



ファシリティーの保守全般について対応可能です。24時間365日の監視システムの構築及び監視業務のサポートを行います。

コンテナデータセンターの構築から運用後のサポートまで



土地選定に関するアドバイスから基本設計、部材選定、申請業務のほか、運用後のサポートまでオールインワンのソリューションをご提案します。最適な熱処理設計により、優れた省エネルギー性能を実現します。

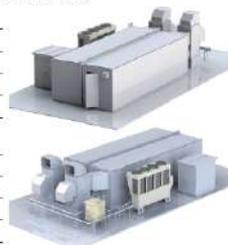
コンテインメント設計と熱対策



多くのデータセンターでコンテインメント設計・施工の実績があります。試験精度を上げるためにサーバル機械熱源機を使用したコミッションング試験の実施や、CFD解析による問題点の見える化を行います。空調の最適化による根本的な熱対策を実現します。

コンテナデータセンター構築手順

①ファシリティー設計業務請負	基本設計/要件定義書/RFPの作成/土地の選定アドバイス/現地調査
②システム・構造設計	仕様書・見積書の作成
③注文書発行	部材手配
④各種法的手続き	建築確認申請・環境条例・消防法関連申請 ほか
⑤着工	基礎工事、建築工事、コンテナ設置、キュービクル設置、電気工事、設備(UPS、消火設備 ほか)
⑥コミッションング試験	サーバル機械試験機による各種11負荷試験
⑦引き渡し	立会検査完了後、引き渡し
⑧保守契約	各種設備管理契約、電気保安協会契約、年次定期点検
⑨監視業務	DCIMを使用した遠隔監視(24時間365日)



受注後のコンテナデータセンターの全体工程

32FT 2機連結型 コンテナDCの場合(一例)

項目	1ヶ月目	2ヶ月目	3ヶ月目	4ヶ月目	5ヶ月目	6ヶ月目	7ヶ月目	8ヶ月目	9ヶ月目	10ヶ月目
機材手配(コンテナデータセンター) ※異物検査(内・外車/ヤマトなど)	[Progress bar]									
申請関係 (建築確認申請/電力会社/消防など)	[Progress bar]									
敷地内外掘工事 (基礎設備/外車/掘削など)	[Progress bar]									
コンテナ設置工事 (※出稼量/稼働率/充電率/充電率/充電率/充電率/充電率/充電率/充電率/充電率/充電率)	[Progress bar]									
試験・検査	[Progress bar]									

※上記10ヶ月目以降は部材手配までを要求する場合は、別途見積、詳細設計、発注が完了していることが条件となります。
※コンテナ仕様や設置条件によって実際にかかる期間は異なります。
※キュービクルのよびが異なる充電機は本工程に含みません。

UPS / コンテナ型UPS



最先端の電力性能と優れた信頼性を備えたモジュラーUPS

UPS

- ▶ 1モジュール50kWから最大600kWまでラインナップ
- ▶ 4.8MW級のデータセンターまで対応可能な冗長設計N+X
- ▶ 高度な障害検知機能とイベント分析機能を搭載
- ▶ 10イン치의カラータッチスクリーンにより、UPSやバッテリーの状態をローカルで簡単に管理可能

モジュラーUPS仕様

設置	DPH-300K	DPH-500K	DPH-600K
定格電圧(kW/kVA)	160/150/200/250/300	300/350/400/450/500	500/550/600
パワーモジュールの最大実装数	6ユニット	9ユニット	12ユニット
外形寸法(mm)	W600×D1100×H2000	W600×D1100×H2000	W1200×D1100×H2000
UPS質量(電源モジュールなし)	311kg	317kg	605kg
入力	入力電圧 220/380V, 230/400V, 240/415V(3-phase, 4-wire+G) 電圧範囲 176~276Vac(full load) 周波数範囲 <math>< 3\%</math> 力率 >math>0.99</math> 短絡耐性 40~70kA		
出力	出力電圧 220/380V, 230/400V, 240/415V(3-phase, 4-wire+G) 電圧範囲 $\pm 0.5\%$ (linear load) 周波数範囲 $\pm 1\%$ (static) 短絡耐性 50/60 ± 0.05 Hz 過負荷耐性 $\leq 125\% \cdot 10$ minute; $\leq 150\% \cdot 1$ minute; $> 150\% \cdot 1$ second		

DPH500-500kVA



DPH500-600kVA



リチウムイオンバッテリー仕様(オプション)

製品名	セル	モジュラー	キャビネット
構成	1S1P	14S1P	140S1P*2ストリング
定格容量	222kWh	3.10kWh	62.1kWh
定格電圧	3.7Vdc	51.8Vdc	± 518 Vdc
使用電圧範囲	2.7Vdc~4.15Vdc	42.0Vdc~57.6Vdc	+420Vdc~+576Vdc
最大出力	1.8kW	22.5kW	500kW
寸法(mm)	W1101xD382×H166.6	W214×D990×H121	W666×D875×H1900
質量	1.45kg	29.2kg ± 0.3 kg	930kg ± 10 kg

コンテナ型UPS

- ▶ プレハブパワーラインユニット(PTU)は、主にUPS部・主配電盤・バッテリーユニットで構成される統合電源システムです。
- ▶ モジュラー設計とコンテナ化されたPTUにより、負荷への電力供給を中断することなく、電気システムの迅速な展開、メンテナンス、シームレスなシステム拡張が容易になります。



コンテナ型UPS仕様

設置	PTU925kW	PTU1730kW
入力	定格入力電圧 AC400/230V(3P4W) 範囲(全負荷) 305~447/176~276Vac 入力電流(定格) 1398A 入力周波数 50/60Hz(自動選択)	AC400/230V(3P4W)×2入力ATS 305~478/176~276Vac 2614A
出力	UPS: 925kW/0.85PF/50Hz スペア: 100A 3P MCCB	UPS: 865kW/0.95PF/50Hz UPS: 865kW/0.95PF/50Hz スペア: 100A 4P MCCB
UPS	容量 990kVA(DPH550kVA×2) 効率 AC-AC $\geq 96.2\%$ 全負荷 $\geq 95.5\%$ (オンラインモード) パワーモジュール 55kVA×18	780kVA(DPH600kVA×3) ビュー $\geq 96.2\%$ 全負荷 $\geq 95.5\%$ (オンラインモード) 60kVA×30
バッテリー	BAT構成 16S1P / バッテリーモジュール×10 バックアップ時間 6分間のBOL(バッテリーキャビネット7層を使用)	16S1P / バッテリーモジュール×10 6分間のBOL(バッテリーキャビネット12層を使用)



データセンター監視システム DCIM InfraSuite Manager

InfraSuite Managerですべてのデータセンター施設とIT機器の管理タスクをひとつのプラットフォームに集約

- ▶ データセンターのリアルタイム電力やファシリティ設備の状態監視など重要な情報を管理するために必要なさまざまな機器をシームレスに連携可能
- ▶ インフラ全体のリソース使用をより適切に管理および最適化することでPUE(電力使用効率)が向上し、コスト削減に貢献
- ▶ 高度なアラート機能でダウンタイムのリスクを軽減し、可用性を向上
- ▶ ユーザーのビジネスニーズに合わせてプラットフォームをカスタマイズできるため、必要な情報に素早くアクセス可能



コンテナデータセンターでの監視項目例

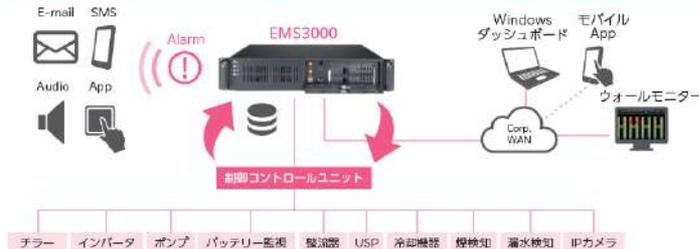
環境監視	コールドアイル、ホットアイルの温度湿度計測 / コンテナ外部の温度湿度計測 / 煙検知 / 消火設備状態 / CO2濃度検知 / PM2.5計測 / 漏水検知 / 屋内外照度状態表示および入切 / 換気扇状態表示および運転入切
電力監視	消費電力監視(ラック単位の電力、空調機器電力、総合的な電力監視) / キュービル負荷 / プレーカートのリップ、食用電源監視 / UPS監視(UPS負荷状況、バッテリーの充電状況、バッテリー温度)
冷却設備監視	空調機器状態監視 / 遠隔制御(ファン回転数変更、温度設定変更、流量および圧力変更) / 配管内水温計測
セキュリティ監視	入退室管理(ドアアクセスログの記録、電磁錠の開閉履歴および故障、急錠状態表示) / 監視カメラ監視(コンテナ内部、外部) / ネットワークビデオレコーダー(NVR)管理
ネットワーク監視	ネットワーク通信機器の死活監視

上記のほか、LOYTEC制御コントローラと組み合わせることでさまざまな機器をEMS3000に統合することが可能です。

システム仕様

名称	InfraSuite Manager (Server)	InfraSuite Manager (Windows Application UI)	InfraSuite Manager (Web Monitor UI)
CPU	>2GHz	>2GHz	>2GHz
ハードウェア	Memory: ≥16G Free HD Space: 500G mirrored	Memory: ≥8G	Memory: 28G
ソフトウェア	サポートOS: Windows 10/ Windows Server 2016/2019/2022	サポートOS: Windows 10/ Windows Server 2016/2019/2022	推奨WEBブラウザ: Google Chrome/ Mozilla Firefox / Microsoft Edge

モニタリング構成



ダッシュボード(イメージ)

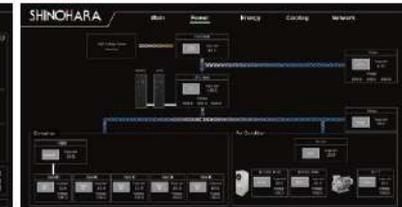
ユーザーが必要な情報に素早くアクセスできるダッシュボード画面はご要望にあわせてデザインやレイアウト変更が可能です。ファシリティ設備の状態監視のほか、IPカメラのリアルタイム表示、定期レポート作成のための履歴データのグラフ化やCSVデータ化、スイッチングハブに接続されている機器の死活監視など、コンテナデータセンターを構成する多種多様な機器の組み込みと監視が可能です。※以下の画面は一例です。

Main画面



ファシリティ設備監視のダッシュボードとしてリアルタイムPUE値 / 温度度 / 各ラックのIT負荷状況/IPカメラのリアルタイム映像を表示します。

Power画面



キュービル外受電機→UPS→コンテナおよび空調設備の各所で使用されている電力を確認することができます。

Energy画面



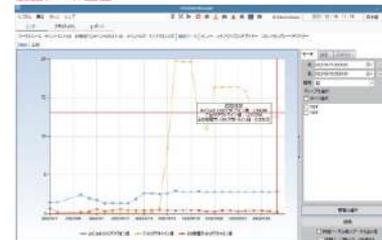
リアルタイム / 週別 / 月間 / 年間のPUE値を表示します。Main画面のPUE値表示フィールドの期間、月間、年間を選択することも可能です。

Cooling画面



冷却設備の運転状態と配管内水温を表示します。機器の異常停止および故障信号を受信した際は、メール発報のほか、赤信号表示に切り替わります。

履歴データ画面



監視ポイントとして登録した機器のデータをグラフ表示します。期間抽出 / 定期レポートのための業界グループ作成も可能です。表示のほか、JPGでのグラフデータ保存やCSVデータとして保存することも可能です。

イベントログ画面

時刻	発生したイベント	レベル	発生した機器
2023/08/01 10:00:00	冷却機器の異常停止	Critical	空調機A
2023/08/01 10:05:00	冷却機器の異常停止	Major	空調機B
2023/08/01 10:10:00	冷却機器の異常停止	Minor	空調機C
2023/08/01 10:15:00	冷却機器の異常停止	Information	空調機D

各イベントを「Critical/Major/Minor/Information」と重要性に合わせてレベル定義することができます。発生したイベントはレベル毎に期間抽出できるほか、レベル毎に警報通知設定を行うことが可能です。

LOYTEC 制御コントローラ

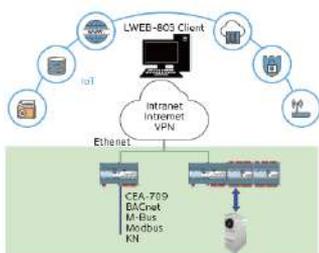


現場に合わせた監視制御プログラムでファシリティを一括管理

- ▶ 環境/IPカメラ/設備動作/エネルギー消費等のデータを取り込み上位のシステムに送信することで多拠点を可視化・一括管理が可能
- ▶ マルチプロトコル対応 (CEA-709/BACnet/DALI/M-Bus/Modbus/KNX等)
- ▶ 警報発報はメール通知可能。警報条件はデータポイントごとに設定可能
- ▶ スケジュール機能により指定時刻にデータポイントの値を自動変更
- ▶ 履歴データの抽出を容易し、CSVファイルでダウンロード
- ▶ オープンプラットフォームなプログラムで稼働可能(IEC61131-3/JISB3503)



システム構成



主要構成機器の概要

	管理サーバ BA/DCIM 管理サーバ内にニアガンソフトウェアを組み込み、配下の各エリアの情報を取り要するよう集約を行います。各メインエリアコントローラをBACnet通信で監視が可能です。
	クライアントPCまたはタブレット Webブラウザにて管理サーバの情報を閲覧レベルで閲覧可能です。タブレットなどでも設備の管理用として共有できます。*通信機能が必要です。
	オートメーションサーバ(LINXシリーズ) 各ゾーン/サーバラック内の温度、プラグインユニットのブレーカトリップの故障信号をそれぞれLON通信で直接取り込みます。プラグインユニットの電力量はModbus通信で直接取り込みます。各ゾーンのデータをメインエリアのコントローラ経由でBACnet通信により管理サーバにデータを送ります。
	I/Oユニット(LIOBシリーズ) 各I/O信号を取り込み、コントローラへLON通信で上げます。機種によってはデジタルに監視も可能。UR-8P/LD/2P, AO2P, DO8P/DO入出力があります。UPSの異常信号などはLIOBにて直接監視可能です。

I/Oユニット

LIOB-585



LIOB I/OコントローラはLonMarkシステムおよびBACnet/IPネットワーク向けIP対応のコンパクトなプログラマブルオートメーションステーションです。物理的な入力/出力とグラフィカルな視覚化機能を持っています。

LIOBシリーズ 製品仕様

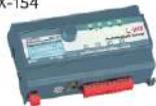
記号	LIOB-585	LIOB-588
電源	24V DC/VAC SELV ±10% via LPOW-2415B, or with an external power supply	24V DC/VAC SELV ±10% via L-POW-, or with an external power supply
寸法(mm)	W100×D107×H75	W100×D159×H75
使用環境	0~50°C, 10~90%RH(結露なきこと)	0~50°C, 10~90%RH(結露なきこと)
インターフェイス	2×Ethernet(100Base-T) 2×USB-A 1×RS-485(ANSI TIA/EIA-485) 1×MP-Bus	2×Ethernet(100Base-T) 1×LIOB-Connect 2×159-A 1×EXT 1×RS-485(ANSI TIA/EIA-485)

LIOB-588



オートメーションサーバ

LINX-154



L-INXオートメーションサーバ LINX-154は、L-STUDIOでユーザー一定のグラフィック画面をプログラミングして、表示可能な強力かつプログラマブルなオートメーション機器です。

LINXシリーズ 製品仕様

記号	LINX-154
電源	24V DC/VAC SELV ±10% via LPOW-2415B, or with an external power supply
寸法(mm)	W100×D159×H75
使用環境	0~50°C, 10~90%RH(結露なきこと)
インターフェイス	2×Ethernet(100Base-T) 4×RS-485(ANSI TIA/EIA-485) 2×USB-A

温度 / 湿度センサ



BACnet®またはModbus通信で温度/湿度監視によるデータセンター内の空調制御システムに貢献

GREYSTONEの温度/湿度センサは組み込みのBACnetおよびModbus通信を備えており、最も効率的な監視および制御ソリューションのためにいくつかの構成で利用できます。統合監視システムと組み合わせることによって、本センサで取得した値からシステム側の温度閾値設定に合わせて空調制御を行うシステムが構築可能となります。

HNOSシリーズ(屋外用)

- ▶ 信頼性の高い熱硬化性樹脂ベースの静電容量式湿度/温度センサを使用
- ▶ BACnet/Modbus通信に対応
- ▶ コンパクトな耐燃性ポリカーボネート製筐体



仕様

電源	24V AC/DC±10% 最大28V AC/DC
消費	22mA @24V DC, 70mA @24V DC
保護回路	-
動作環境	-40~50°C (-40~122°F) 5~95%RH(結露なきこと)
配線接続	スジ留め式端子台(14~22AWG)
外形寸法(mm)	W92.5×D52×H75.2
エンクロージャー	グレー、PC UL94-V0, IP65(NEMA 4X)
ハードウェア	2線式RS-485
ソフトウェア	ModbusまたはBACnet MS/TPプロトコル
ポート	9600, 19200, 38400, 57600, 76800, 115200
ネットワークアドレス範囲	BACnetの場合: 0~127 Modbusの場合: 1~255

品番構成

例	HNOS	A	5	M	X
	1	2	3	4	5
① 製品	HNOS	ネットワーク外気湿度 温度センサ			
② エンクロージャー	A	材質:ポリカーボネート 黒色(カバー付)			
	E	ケーブル:グランドフィッティング付き			
③ 湿度精度	2	2%			
	3	3%			
	5	5%			
④ 出力	B	BACnet			
	M	Modbus			
⑤ リレー出力	X	なし			
	R	あり			
⑥ 校正証明書	-	不要(空白のまま)			
	N	NIST証明書			

NTRCシリーズ(屋内用)

- ▶ BACnet/Modbus通信に対応
- ▶ 液晶ディスプレイ付きは現場で簡単セットアップ
- ▶ 用途に合わせてオプション機能を選択可能



仕様

電源	20~28V AC/DC(許容誤差±5%)
消費	最大35mA @24V DC
保護回路	定電圧および過電圧保護
動作環境	0~55°C (32~131°F) 0~95%RH(結露なきこと)
配線接続	スジ留め式端子台(14~22AWG)
外形寸法(mm)	W94×D29×H119
エンクロージャー	ホワイトABS, IP30(NEMA 1)
ハードウェア	2線式RS-485
ソフトウェア	ModbusまたはBACnet MS/TPプロトコル
ポート	ローカルで300~76800に設定
ネットワークアドレス範囲	ローカルBACnetの場合: 0~127 Modbusの場合: 1~255 ※工場出荷時のデフォルトは1 ※1つのアドレス範囲で最大63台アドレス

品番構成

例	NTRC	L	RH	P	F	R
	1	2	3	4	5	6
① 製品	NTRC	ネットワーク内気湿度 温度センサ				
② 液晶ディスプレイ	N	不要				
	L	必要				
③ 構成	T	湿度のみ				
	RH	湿度と湿度				
④ オプション	P	セットポイント調整				
	S	モメンタリオーバーライドスイッチ・N.O.				
	F	ファン速度スイッチ(6段階調整)				
	R	リレー入り				
	D	デジタル入力				
		※複数のオプションを選択することが可能です。 ※オプションが不要な場合は空白のままにしてください。				

UNO®next



室内空気環境品質をリアルタイムで測定

- ▶ 温度/湿度/CO₂/PM2.5など空気中の7種類の有害物質を検出可能
- ▶ LOYTEC経由で統合監視システムにアラートを送信し、換気システムの運転制御が可能

仕様

測定対象項目	機種				
	UNO-65W	UNO-7TB	UNO-7HW	UNO-95W	UNO-105W
湿度/湿度	●	●	●	●	●
PM2.5/PM10	●	●	●	●	●
CO ₂	●	●	●	●	●
Lux	●	●	●	●	●
TVOC	●	●	●	●	●
HCHO	●	●	●	●	●
CO	●	●	●	●	●
O ₃	●	●	●	●	●
換気設備制御	●	●	●	●	●
BACnet MS/TP	●	●	●	●	●
Modbus RTU	●	●	●	●	●
WiFi/BLE搭載	●	●	●	●	●



外形寸法/質量	W142×D42×H68mm/208g
定格電圧	9~24VDC ±10% 安定した12V/1A電源
消費電力	最大500mA@12VDC
動作環境湿度	0~50°C 10~90%RH IP20
デジタル制御能力	Modbus RTU または IO
ディスプレイ	1.3" OLED
対応言語	日本語(標準/中国語(繁体字/簡体字))
通信インターフェイス	RS485, Wi-Fi 2.4G 802.11b/g/n, BLE5.1
セキュリティ	Open, WPA, PSK, WPA2-PSK
認証	CE, FCC/IC, NCC, JRF
オプション	専用アダプター 品番: UNO-A12PFU

システム構成



IPカメラ / セキュリティ



あらゆる監視環境に対応した高機能な VIVOTEKのIPネットワークカメラ

- ▶ 屋内および屋外向けのIPネットワークカメラを幅広くラインナップ
- ▶ PoE対応のネットワークカメラをNVRに接続することにより統合監視システムで集約・監視可能
- ▶ 統合監視システムと連携することができるため、不審者侵入等の情報を素早く送信し、管理者へ通知するシステムを構築可能
- ▶ 米国防権限法 NDAA規格に準拠



仕様

製品名	全方位ネットワークカメラ	ブレード型ネットワークカメラ	固定ドーム型ネットワークカメラ	ネットワークビデオレコーダー
品番	FE9380-HV	IB9365-EH-TV-v2	FD9166-HN	ND9425P
仕様	防水防塵 IP66 衝撃耐性 IK10 360° 全方位撮影可能	全天候型 防塵防水 IP66/IP67 最大60fpsの高フレームレート	屋内用 2MピクセルCMOSセンサー	・PoE内蔵 4Kディスプレイ対応 ・ネットワークポート 16口
外形寸法(mm)	φ150×H68.2	φ15.4×D283	φ90×H50	W366×D320.3×H46
質量	695g	1860g	150g	2500g

超高感度煙検知システム VESDA-E



微量の煙を早期に発見し、設備の損傷、物的損害、または業務の混乱を最小限に抑える

HPC、生成AI、ネットワーク機器などの高発熱化で早期の予兆保全が大切になります。VESDA-EはFlair™検出テクノロジーによって、低濃度でより早く高精度に煙濃度を検知できます。

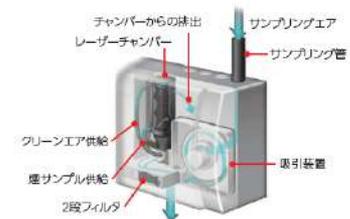
- ▶ 火災の初期段階に発生する煙を検知し、設備・資産の損害や業務の混乱を防止
- ▶ Flair™検出テクノロジーは、33万個に相当するセンサと洗練されたアルゴリズムを使用して、煙の検知と粒子の種類の特異性評価を実施
- ▶ 検知箇所に着設したパイプから空気を吸引し、検知室内のレーザーチャンバーで検知
- ▶ パイプから吸引した煙を機器本体に送り検知するため、ハザードエリアや電源が取れない場所への設置も可能
- ▶ クリーンエア機構を有しており、光学検知部を汚濁から守り長寿命を確保
- ▶ 多様な通信プロトコルでDCIMと連携し予兆監視が可能
- ▶ 分散クラウドやエッジデータセンターでリモート監視にも最適



仕様

最小アラーム値	0.005%/m 0.001%/m (VEUのみ)
最小検知値	0.001%/m
動作温度範囲	標準: -20°C~55°C サンプリング: -20°C~60°C
動作湿度範囲	5~95%RH(結露なきこと)
通信	Modbus, Ethernet, Wi-Fi, USB, リレー, VESDA-Net
その他	Air flow fault alarm Smoke/Flow Auto Learn

クリーンエアフィルター詳細



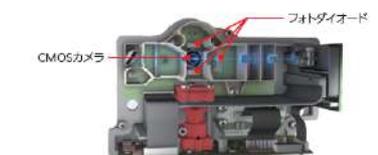
- ▶ クリーンエア供給技術によりチャンバー内部を常に洗浄しているため、長期にわたって感度修正をせずに高感度に煙を検知

接続パイプ詳細



- ▶ 4パイプまたは40チューブの入力を持ちトータルコストを最適化
- ▶ 1つのチャネルでHVACをモニターすることで、周辺空気品質変化によるノイズ排除を行いアラーム精度が向上
- ▶ Model VESではどのパイプから煙がきたのかを判定しインジケントの位置を特定可能

チャンバー内部(Flair™検出テクノロジー)



- ▶ Flair™イメージングとは3個のフォトダイオードを組み合わせた業界初の技術で、異なる視点から散乱光を測定します。CMOSカメラがサンプリングされた粒子を直接検出することで、数千個のセンサと同等の機能を提供
- ▶ Flair™イメージングとCMOSイメージングを組み合わせることで粒子タイプの特性評価を可能にし、煙粒子とホコリを易分、迷惑アラームを抑制

VESDA-E VEP / VES

VEPは、VESDA-Eシリーズの標準モデルで4つのアラーム(警報、警報、火災1、火災2)を設定可能です。また従来オプションの別売だったEthernetポート等も標準装備しています。
VESは、煙を検知した際に、煙濃度の一番高い配管を識別することで、煙発生エリアが特定できる製品です。VESは4つのアラーム(警報、警報、火災1、火災2)を設定可能です。

機種	VESDA-E VEP	VESDA-E VES
検知範囲	0.005~20.0%/m	0.005~20.0%/m
接続パイプ数	1~40パイプ	40パイプ

上記製品の一部構成です。VESDA-Eに関する詳細な仕様は別途お問い合わせください。

ワイヤレスセンサシステム

特定小電力無線によるワイヤレスセンサシステム

ラック機器周辺温度管理や工場内の機器、材料保管環境の温度・湿度管理に最適

データセンターや工場設備の状態を手軽に収集・可視化。様々な種類のセンサを組み合わせ、無線でデータの傾向監視を行うことで巡回点検工数の削減を可能にするほか、設備の予知保全、省エネを実現します。

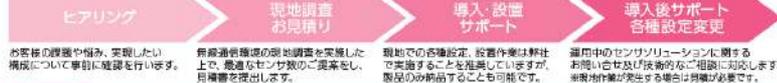
- ▶ 障害物に強い特定小電力無線（中心周波数 920.7~927.9MHz）
- ▶ 主機は電池駆動可能なため、設備を止めることなく簡単に設置可能
- ▶ 配線工事不要のため配線工費を削減
- ▶ 省エネルギー設計で年単位の電池寿命を実現
- ▶ 参考通信距離200~300m（視通しの良い状態で取り付けた場合の直線距離）
- ▶ 無線が届きにくい時や長距離通信の場合は最大5台までマルチホップ可能



システム構成



導入までの流れ



親機 (Gateway)

品番	LBACOZ21SU-848	LBACOZ22HU-831
製品名	高性能版Gateway(無線LAN通信対応)	標準版Gateway
本体寸法 / 質量 (アンテナ含まず)	W170×D109×H26.5mm / 250g	W70.6×D127×H35.5mm / 128g
無線通信	電波法認証	認証取得国：日本
	特定小電力無線準拠規格	ARIB STD-108 中心周波数：920.7~927.9MHz 出力パワー：20mW
有線通信	通信距離※1	300m（屋外見通しの良い監視距離）
	WLAN準拠規格	IEEE802.11 b/g/n ※2
インターフェイス	IEEE802.3 10/100 Base-T	IEEE802.3 10/100 Base-T
端子	RJ45（半二重）×2ポート	RJ45（半二重）×1ポート
使用環境	0~60℃ 90%RH以下（結露なきこと）	0~40℃ 90%RH（結露なきこと）
保管環境	0~60℃ 90%RH以下（結露なきこと）	-10~40℃ 90%RH（結露なきこと）
センサデータの外部記憶媒体	Micro SDカード	SDカード
外部記憶媒体への保存容量	1時間×1回	データ受信時

※1：周囲の電波環境や建物の構造、材質及び障害物の有無などの影響で通信距離は変動する可能性があります。
※2：5GHz帯無線LANは非対応です。

子機センサユニット

品番	LBACOZ21EM-822	LBACOZ21AN-345	LBACOZ21PF-383	LBACOZ21AR-842
製品名	温度センサユニット	湿度センサユニット	温度2ch(湿度 K型センサー)	中継センサユニット
測定データ	温度 3値 -30~80℃	湿度 1値、相対湿度 1値 湿度 -10~60℃ / 湿度 10~90%RH	湿度 2ch(湿度 K型センサー) -20℃~200℃、測定分解能0.1℃	各種センサのデータ転送
測定範囲	W45×D90×H27mm/50g	W45×D90×H27mm/50g	W65×D52×H27mm/70g	W45×D90×H27mm/50g
寸法/質量(※単位はmm)	1.5Vリチウム乾電池 単4形2本 ACアダプタ* DC5V	1.5Vリチウム乾電池 単4形2本 ACアダプタ* DC5V	CR2 電池	ACアダプタ* DC5V
電源供給	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	子機からのアラート取得時
使用環境 (必ずしも保証できません)	本体：-10~60℃ 90%RH以下 センサ：-30~80℃	-10~60℃ 90%RH以下	-10~60℃ 90%RH以下	-10~60℃ 90%RH以下
主な用途	データセンターのサーバ/設置管理	環境監視の自動化、省エネ化	オープン等の製造現場の湿度管理	無線設置エリアの拡大

品番	LBACOZ21MU-270	LBACOZ21RU-271	LBACOZ21MF-247	LBACOZ21TR-248
製品名	4-20mA出力ユニット	0-5V出力ユニット	電圧センサユニット(80A/200A)	電流センサユニット(500A)
測定データ	4-20mA、積算ガス(NPN、PNP)	0-5V、積算ガス(NPN/0A)	電圧(AC50/60Hz)(最大2ch)	電流(AC50/60Hz)(最大2ch)
測定範囲	4-20mA、0~65535回	0-5V、0~65535回	0.1~80A または 0.1~200A	1~500A
寸法/質量(※単位はmm)	W45×D90×H27mm/47.5g	W45×D90×H27mm/47.5g	W45×D90×H27mm/50g	W45×D90×H27mm/50g
電源供給	1.5Vリチウム乾電池 単4形2本 ACアダプタ* DC5V、DC12-24V	1.5Vリチウム乾電池 単4形2本 ACアダプタ* DC5V	CR2 電池	1.5Vリチウム乾電池 単4形2本 ACアダプタ* DC5V
電源供給	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	5/15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間
使用環境 (必ずしも保証できません)	-10~60℃ 90%RH以下	-10~60℃ 90%RH以下	-10~60℃ 90%RH以下	-10~60℃ 90%RH以下
主な用途	走行センサの出力	走行センサの出力	特機電力、設備稼働率モニタリング	特機電力、設備稼働率モニタリング

品番	LBACOZ21L-123	LBACOZ21TF-474	LBACOZ21F-901
製品名	振動センサユニット(振動)	振動センサユニット(振動)	振動センサユニット(Type2TF)
測定データ	加速度 両軸検出スペクトル (ピーク1値/2値) 加速度 RMS、尖り度、設置前加速度	加速度 両軸検出スペクトル (ピーク1値/2値) 速度 両軸検出スペクトル (ピーク1値/2値) 加速度 RMS、尖り度、設置前加速度	速度モード 加速度 両軸検出スペクトル (ピーク1値/2値) 速度 両軸検出スペクトル (ピーク1値/2値) 加速度 RMS、尖り度、速度
測定範囲	振動検出感度特性 12.5Hz~10kHz 入力加速度最大検出範囲 ±30G(ピーク値) 速度 -10~85℃	加速度：10Hz~10kHz 速度：10Hz~1kHz ±30G(ピーク値) -10~85℃	加速度：10Hz~10kHz 速度：10Hz~1kHz ±30G(ピーク値) -10~85℃
寸法/質量(※単位はmm)	W38×D24×H38mm/40g	W38×D24×H38mm/40g	W38×D24×H38mm/45g
電源供給	強化オニウムリチウム電池 1/2AA×1個 ※	強化オニウムリチウム電池 1/2AA×1個 ※	強化オニウムリチウム電池 1/2AA×1個 ※
電源供給	15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間	15/30分、1/5/10/15/30分、1/2分/12/24時間
使用環境 (必ずしも保証できません)	温度 -10~60℃ 90%RH以下 設置前：-10~85℃ 90%RH以下 IP65相当	温度 -10~60℃ 90%RH以下 設置前：-10~85℃ 90%RH以下 IP65相当	温度 -10~60℃ 90%RH以下 設置前：-10~85℃ 90%RH以下 IP65相当
主な用途	自動車の子知能空調システム等の監視(オプション)	自動車の子知能(低負荷運転を監視する場合)	自動車の子知能空調システム等の監視(オプション)

*電圧交換機には別売の電圧交換セットが必要となります。(電圧交換セット品名：LBXZZ21L-006)

ABB Ability™ Energy Manager



エネルギー消費とCO₂排出量を効果的に分析、監視、最適化するエネルギー管理システム

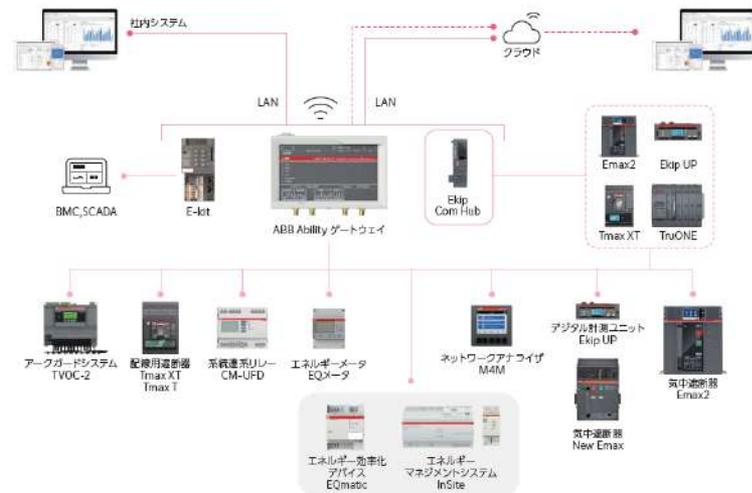
- ▶ ABB製品の場合、接続するだけで簡単に見える化を実現
- ▶ 標準サービスと追加機能選択が随時可能なSaaSソリューション(サブスクリプション)
- ▶ 既存設備に必要な機器またはアクセサリを追加構築
- ▶ クラウドor自社システムへ標準プロトコルで接続
- ▶ セグメント固有の機能をデフォルトで実装(ビル、データセンタ等)
- ▶ 省エネ効果の実施と効果とレポート、追跡、改善提案



主要機能

エネルギー機能	選択した期間のグループのエネルギー消費量を表示し、複数のサイトにおける異なるグループのエネルギー消費量を比較
傾向把握	特定のパラメータの設定をすることで、特定のパフォーマンスの傾向を把握
パフォーマンス指標	パフォーマンス/パラメータ APIで導入したデータをもとに、エネルギーパフォーマンス指標(EnPI)の集計値を表示
効率	特定された期間内に利用可能な各資源の効率を監視
電力品質	各資産に関連するパラメータ(イベントログ等)にリアルタイムでアクセス
グループピーク監視	デマンド監視をすることで契約電力の超過を防ぐ
アラート	サイトの状態に関する即時フィードバックを自動的にメール/SMSで連絡
レポート	関連するサイト情報をきんだしレポートを定期的に取得可能 データを比較して機器グループごとや時間帯ごと各顧客のニーズに合わせてカスタマイズされたレポートを作成可能

システム構成



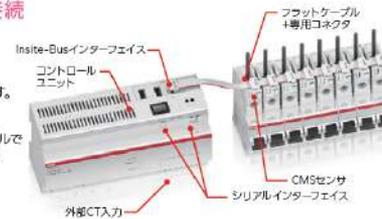
エネルギー管理システム InSite



CMSセンサをフラットケーブルで簡単接続 高度な見える化を容易に実現

ラック単位での電力使用状況などの遠隔監視に対応。
異常の早期発見をサポートし、設備の安定運用に貢献します。

- ▶ 端子台に取り付けるコンパクトなCMSセンサをフラットケーブルでコントロールユニットに接続するため、煩雑な配線作業が不要
- ▶ ユーザーフレンドリーなWEB UIから簡単セットアップ可能
- ▶ すべての電流タイプに対応(AC/DC/TRMSを測定可能)
- ▶ 他社製CTセンサの入力にも対応
- ▶ コントロールユニット1台で最大96回路接続可能



コントロールユニット

形状	
品番	SCU100
機能	電力モニタ
最大センサ数	96 (3x32)
計測	電流 電圧 力率 電力 電力量
電着	内蔵
シリアルインターフェイス	RS485/LAN
プロトコル	Modbus RTU/Modbus TCP SNMP
ストレージ	内蔵
その他	自動CSVデータ出力
規格	IEC 61010-1 UL 508

フラットケーブル

複数のセンサを1つのコントロールユニットに接続する4ピンケーブルです。

形状	品番	ケーブル長
	INS102	2m
	INS105	5m
	INS110	10m
	INS130	30m

コントロールユニットの端子台にCMS(CT)センサのフラットケーブルの接続合計が32mを超えないようご注意ください。センサの長さにより異なるフラットケーブルの接続可能なケーブル長については以下の表を参照してください。

フラットケーブルの最大長	
センサ数	8 12 16 20 24 28 32
オープンコアセンサ	30m 20m 15m 12m 10m 8.5m 7.5m
シリッドコアセンサ	16m 11m 8.5m 7m 6m 5m 4.5m

コネクタセット

コネクタセットにはフラットケーブルとセンサを接続するためのコネクタハウジングおよびコネクタが含まれています。

形状	品番	入数
	INS-135	35個/パッケージ

CMSセンサ(18mm幅)

形状	品番	レンジ	取付タイプ	コアタイプ
	CMS-120PS	80A	ABB MCB S200/400取付	オープンコア (18mm幅)
	CMS-121PS	40A		
	CMS-122PS	20A		
	CMS-120DR	80A	DINレール取付	オープンコア (18mm幅)
	CMS-121DR	40A		
	CMS-122DR	20A		
	CMS-120CA	80A	結束バンド取付	シリッドコア (18mm幅)
	CMS-121CA	40A		
	CMS-122CA	20A		
	CMS-100PS	80A	ABB MCB S200/400取付	シリッドコア (18mm幅)
	CMS-101PS	40A		
	CMS-102PS	20A		
	CMS-100S8	80A	ABB MCB S800取付	シリッドコア (18mm幅)
	CMS-101S8	40A		
	CMS-102S8	20A		
	CMS-100DR	80A	DINレール取付	シリッドコア (18mm幅)
	CMS-101DR	40A		
	CMS-102DR	20A		
	CMS-100CA	80A	結束バンド取付	シリッドコア (18mm幅)
	CMS-101CA	40A		
	CMS-102CA	20A		

CMSセンサ(25mm幅)

形状	品番	レンジ	取付タイプ	コアタイプ
	CMS-200S8	160A	ABB MCB S800取付	シリッドコア (25mm幅)
	CMS-201S8	80A		
	CMS-202S8	40A		
	CMS-200DR	160A	DINレール取付	シリッドコア (25mm幅)
	CMS-201DR	80A		
	CMS-202DR	40A		
	CMS-200CA	160A	結束バンド取付	シリッドコア (25mm幅)
	CMS-201CA	80A		
	CMS-202CA	40A		

スターライン バスウェイ

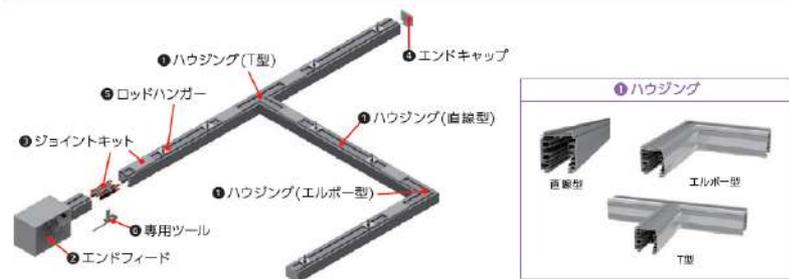
世界標準のデータセンター用 スターライン バスウェイシステム

スターライン バスウェイはデータセンターを中心に、研究機関、工業、商業などのあらゆる分野において最適化した電源供給システムを構築します。

- ▶ 当社の日本国内での豊富な納入実績
- ▶ 海外のコンテナデータセンターでも実績あり
- ▶ 設計サポート・最適なソリューション提案
- ▶ 利用環境に合わせたカスタマイズ
- ▶ 短時間・ローコストでの施工
- ▶ 増設・拡張に対する柔軟性
- ▶ プラグインタップオフユニットはオフィス向けデスクトップと異なり自由な位置で活線接続が可能なためデータセンターに最適
- ▶ 電力モニタは様々な通信プロトコルに対応
- ▶ 床下設置が可能
- ▶ AC/HVDC対応



主な構成部品



④ エンドフィード	⑤ ジョイントキット	⑥ エンドキャップ	⑦ ロッドハンガー	⑧ 専用ツール
電力モニタ(CPM)搭載可能	ボルトレスでハウジングエンドフィードを確実に接続	ハウジングのエンド部分に装着	M12寸切りボルト対応吊り金具	ジョイントキット挿入用工具

プラグインタップオフユニット

高いカスタマイズ性

- 電力モニタ(CPM)搭載可能(最大6回路/モニタ)
- 出力コネクタはIEC規格品・NEMA規格品などから選択/口数も指定可能
- コネクタタイプはレセプタクルタイプ・ドロップコールドタイプの2種類から選択可能
- プレーカーは定格遮断容量、トリップカーブの要求に応じたカスタマイズ可能



簡単かつ自由な接続

- 工具不要で自由な位置に挿入し、目配りで取付
- ボルトを使わず確実に接続
- ボルトのゆるみを防ぐために、定期点検は不要



製品仕様

100%ニュートラルと200%ニュートラル
高調波対策などに対応できる200%ニュートラル設定も可能

内部グランド導体
ノイズ対策に有効な内部グランド導体付きオプション

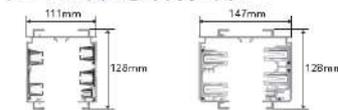
カラーバリエーション

本体、プラグインタップオフユニットともに塗料塗装が可能
(通常色:シルバー)

●赤 ●黒 ●青 ○白 その他RALカラー指定

定格電圧	415V
定格電流	160A 225A 250A 400A 630A 800A 1000A 1250A

グローバルシステムとメトリックシステム



400A グローバルシステム
ハウジング断面図

・IEC61439-1、-6に準拠
・絶縁、コンベクト仕様

400A メトリックシステム
ハウジング断面図

・UL857, IEC61439-1、-6に準拠
・トップクラスの短絡電流特性
・取付が簡単

M70シリーズ クリティカルパワーモニター(CPM)

特長

- ・単相、二相、三相の電源アウトレット監視
- ・中性線測定(フィードのみ)
- ・オプションのWi-Fi対応(プラグインユニット&エンドフィード)
- ・ACおよびDC電源に対応
- ・最大6つの電流トランス(CT)入力対応
- ・エンドフィードの温度監視
- ・定格最大1200A、96-528V AC対応
- ・音声アラーム機能
- ・プレーカー位置検知機能
- ・パスワードおよびファームウェア暗号化による強化セキュリティ

代表的なCPM測定項目

測定値の例	精度	通信プロトコル
電圧 L-N		HTTPS
電圧 L-L	測定値の0.5%	SSH
電流*		SNMP v1
有効電力		SNMP v2c
無効電力	ANSI 12.20	SNMP v3
皮相電力	クラス0.5	BACnet
電力量		ModbusTCP
力率	測定値の1.0%	ModbusRTU
周波数	+/-0.1Hz	Ethernet
		802.11n Wi-Fi(オプション)

*ニュートラル電流測定はオプションです。

主なオプション品

ロードバンク



コミューニング試験用
プラグインタップオフ機器

グロージャーストリップ



ハウジング内部に
作業者の手が入ることを防止

データチャネルカバー



LANケーブル収納
電源系統別用の2つの用途

IRウィンドウ



エンドフィードの小窓から
温度を取り外さず赤外線検査

コード付きCPM

コード付きCPMは既存設備に計測機能を簡単に追加できます。最大63Aの三相負荷まで設置後に監視機能を追加可能です。必要なプラグとコネクタボディを備えたユニットとして組み立てられ、簡単に機器と直列接続できます。特定の計測要件に対応するため、カスタムのコード長やプラグ、コネクタボディの構成にも対応することができます。

- ・単体デバイスとして使用可能
- ・現場での即時電力監視に最適
- ・あらゆる機器のエネルギー監視が可能
- ・施設に後付けで計測機能を追加でき、最小限の影響で導入可能なオプション
- ・既存のインフラを改修せずに計測機能を追加可能
- ・プラグインユニットは導入時にバスウェイから取り外し不要



ラック用 200V コンセントバー

堅牢性に優れた鋼板製ボディ

C13インレットは抜け止め結束バンド用取付穴φ4.8mm付き

SRP-029-01



SRP-030-01



SH170402



SH170403



▲ L6-15P(2m)



▲ IEC60309 32A 2P+E(3m)

仕様

品番	定格電圧	定格電流	出カインレット	入カプラグ	寸法(mm)
SRP-029-01	AC200V	15A	L6-15R×6口	L6-15P 電源ケーブル付(2m)	W55×D55×H550
SRP-030-01			C13×20口、C19×1口	W44×D44×H850	
SH170402	AC250V	30A	L6-20R×4口、C13×10口 ブレーカ付 簡易出カコネクタ付	IEC60309 32A 2P+E 電源ケーブル付(3m)	W55×D55×H143
SH170403			C13×10口 ブレーカ付 簡易出カコネクタ付	W55×D55×H830	

※本製品は電気用品安全法の適合品です。

インテリジェントPDU



エネルギー消費を管理するための
電力計測や電力制御が可能なPDU

- ▶ 各計測項目において高精度な計測が可能
電圧(V)/電流(A)/消費電力(kVA)/有効電力(kW)/力率(pf)/エネルギー(kWh)
- ▶ 高度なネットワーク管理を備えた高性能ARM A5プロセッサ搭載
- ▶ カスケード接続で単一のIPアドレスを介して最大64本のPDUを監視可能
- ▶ DC/パワーシェアリング機能実装
- ▶ ツールレス、活線挿抜可能なNMCのためアップグレードが容易



仕様

下記 品番表は一部製品の抜粋です。PDUに関する詳細な仕様は別添お問い合せください。

品番	定格電圧	定格電流(実)	出カインレット	入カプラグ(※2)	寸法(mm)
EN6324	単相208V	30A(44A)	C13×20口 C19×4口	NEMA L6-30P	W52×D53×H1750
EN2326	単相230V	16A	C13×20口 C19×4口	IEC 60309 2P 3W 6h	W52×D53×H1490
EN6851-S	3相208V	30A(24A)	C13/C15×24口 Combo C13/C15/C19×24口 Combo	NEMA L15-30P	W56×D75×H1780
EN6951	3相208V	50A(40A)	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	C58365 3P 4W	W56×D75×H1780
EN6952	3相208V	60A(48A)	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	IEC 60309 3P+E 9h 60A	W56×D75×H1780
EN6450	3相400V	20A(16A)	C13/C15×24口 Combo C13/C15/C19/C21×24口 Combo	IEC 60309 3P+N+E 6h 16A/20A	W56×D75×H1490
EN6850	3相400V	30A(24A)	C13/C15×24口 Combo C13/C15/C19/C21×24口 Combo	IEC 60309 3P+N+E 6h 32A/30A	W56×D75×H1780
EN6950	3相400V	60A(48A)	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	IEC 60309 3P+N+E 6h	W56×D75×H1826

※1: ディアレーティング電圧値 ※2: 3m電源ケーブル付

コミッションング試験用サーバ模擬熱源機

空調システムやラック冷却の最適な運用制御
のためのコミッションング試験に最適

データセンターの構築時に発熱量と風量(Δt)をリモート制御することができるサーバ模擬熱源機を用いてコミッションング試験を行うことにより空調システムやラック冷却の最適な運用制御が可能となります。

- ▶ 発熱量と吸気と排気のΔt(風量)設定が可能
- ▶ リモート通信機能により、PCで一括制御可能
- ▶ 装置内温度過熱保護付き ※設定以上でヒーターOFF
- ▶ レンタルのご相談も承ります ※詳しくはお問い合わせください。
- ▶ 水冷サーバ模擬熱源機も現在開発中

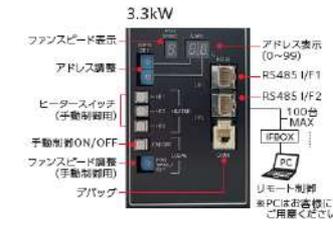
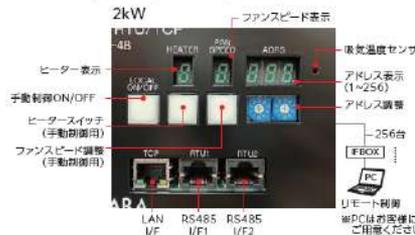


仕様

	2kW	3.3kW
品番	153-R2-SN-48	153-R2-SN-46
タイプ	2kW	3.3kW(230V巻)/2.55kW(200V巻)
外形寸法(mm)	W482.6×D600×H88(2U) ※取手、スイッチ、ネジなどの突起は含まず	W482.6×D546×H130(3U) ※取手、スイッチ、ネジなどの突起は含まず
発熱量	AC200V~AC230V 0~2kW	AC230V1100~3300W(1100W単位で3段階可変式) AC200V850~2550W(850W単位で3段階可変式)
電源電圧	単相AC200V~AC230V±5%	単相 AC200V~AC230V±5%
ヒーター	シーズヒーター 8本内蔵	シーズヒーター 3本内蔵
風量制御	273m³/h~507m³/hまで10段階可変式 PWMファンスピード制御 ファン3台設置	344m³/h~836m³/hまで10段階可変式 PWMファンスピード制御 ファン3台設置
質量	約15kg	約20kg
付属品	C13/C14電源ケーブル付置、2m 1本 19インチマウントアングル用実装レール	L6-30P電源ケーブル付置、3m 1本 19インチマウントアングル用実装レール
防ノイズ性	VCCI クラスA 伝導妨害波 (VCCI クラスA放射妨害波はオプション対応)	VCCI クラスA 伝導妨害波 (VCCI クラスA放射妨害波はオプション対応)

各種スイッチパネル詳細

リモート制御(REMOTE)と手動制御(LOCAL)の切替えなどすべてスイッチパネルでコントロールすることができます。

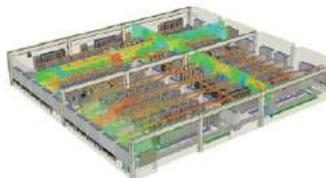


CFD解析 Cadence Reality DC Design™ cadence

画像提供:日本ケイデンス・デザイン・システムズ社

3次元バーチャルモデル作成による データセンターの検討・解決支援

Cadence Reality DC Designはデータセンターに含まれるあらゆるアイテムの3次元バーチャルモデルを作成することにより、大規模なデータセンターから小さいマシン室・電算室までその初期設計の検討、非常時の耐久性テスト、節電対策、省エネの検討など様々な場面での検討、解決を支援します。



完全3次元
バーチャルデータセンター
歩いて目視確認もできる
精密なフル3Dバーチャルモデル

超高速
熱・気流シミュレーション
強力なサーバーがホットスポット
とその原因を的確に検知

未来予想型DCIM
機器の資産管理、イベント記録、
配置検知と仮想テスト

**常時更新、
豊富な機器ライブラリ**
あらゆるDCアイテムを含む機器
ライブラリからドラッグ&ドロップ
で簡単にモデル化



サーバラック

篠原電機では各種サーバラックも取り扱っております。データセンター用のサーバラックは扉の開閉率、耐荷重、耐震性が重要です。最適な製品の選択などカスタマイズにも対応できます。

主な取り扱いメーカー

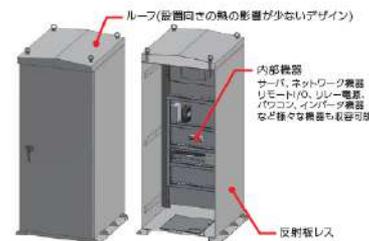
- ・ヤマト通信工業 (株)
- ・摂津金属工業 (株)
- ・リタル (株)
- ・河村電器産業 (株)
- ・デルタ電子 (株)
- ・日東工業 (株)



IT用アウトドアエンクロージャー (IT用屋外筐体)

5G、エッジコンピューター時代に様々な場所にIT機器を
表装することが要求されます。屋外・悪環境にもネット
ワーク機器やサーバを設定することを考慮したIT屋外用
筐体です。

- ▶ 内部発熱量に応じた冷却システムを組み込み可能
- ▶ 100W,1000W,~2kW,4kW,~8kWクラス対応
- ▶ 外部からの入射熱を抑えるための反射塗料の塗布(反射率レス)
- ▶ 材質は設置箇所によりUZAM鋼板、SUSを選択可能
- ▶ 外形寸法は要望により設計製作可能



ケージナット着脱工具 楽リッパー (ラクリッパー)

サーバラックへ機器をマウントする際に便利なケージナットの着脱工具

- ▶ 小型・軽量で携帯性アップ
- ▶ クリップ部分に強力なマグネットを装着し、作業中不意のケージナット落下を防止
- ▶ 横爪配置専用タイプ(RCLP-2)は正面からの作業が容易になり、1Uの隙間に対応

使用方法



仕様

	RCLP-1(縦爪・横爪配置兼用)	RCLP-2(横爪配置専用)
品番	RCLP-1(縦爪・横爪配置兼用)	RCLP-2(横爪配置専用)
本体材質	ステンレス鋼板製	ステンレス鋼板製
1U隙間作業	難	容易
質量	約34g	約40g

ハーフェス機器着脱補助台 楽cradle (ラクレードル)

19インチEIAマウントアングルの取付穴を利用して 簡単に設置できる機器着脱用の補助台

- ▶ マウント・アンマウントの両方に使用可能
- ▶ 機器を載せることで両手での作業が可能
- ▶ 角穴に引掛けるだけの工具不要な簡単設置
- ▶ ご要望により40kg対応タイプもご提供可能

使用方法



仕様

	1Uサイズ 最大積載10kgまで	2Uサイズ 最大積載20kgまで
品番	RCRD-1	RCRD-K(密閉型)
外形寸法(mm)	W467×D245×H40	W467×D345×H85
本体材質	スチール製 メタリン焼付塗装仕上	スチール製 メタリン焼付塗装仕上
質量	約1.1kg	約2.2kg
対応機器	マウントアングル 板厚2.3(mm)	マウントアングル 板厚2.3(mm)
対応機器サイズ	重さ10kg 奥行400mmまで	重さ20kg 奥行600mmまで
備考	目的の機器の下に 最低1U(44.45mm)のスペースが必要です	目的の機器の下に 最低1U(88.9mm)のスペースが必要です

ラックマウント専用リフト Server LIFT



データセンター内のIT機器設置・撤去に

- ▶ 最大2.2mの高さまで可動し、真所へのラッキングも容易
- ▶ 最大225kgの機材の昇降が可能
- ▶ 格納式ハンドルにより、5段階ロックが可能
- ▶ スイベルロック付キャスターにより狭所での方向転換が可能
- ▶ 電動スイッチを両面に配置し、狭い通路での操作性が向上
- ▶ 安定性を高めるブレーキロックシステムを装備

本体仕様

リフト	電動式	長さ	111cm
高さ	177cm	本体幅	66cm
高さ(リフト最大到達)	285cm	質量	194kg

※詳細な仕様についてはお問い合わせください。



品番: SL-500X

30.電気設備学会投稿論文

電気設備学会誌

The Journal of the Institute of Electrical Installation Engineers of Japan

特集：データセンターの最新動向とカーボンニュートラル
支部だより/連載FAQ/賛助会員の声

論文誌(新着)：https://www.jstage.jst.go.jp/browse/tiejie/list/~char/ja

学会ホームページ <https://www.leiej.or.jp>



つくる。電池で、未来を。

電池の技術革新で社会に貢献してきた、GSユアサ。これから革新的な蓄電技術で、人類の可能性と夢を拡げ、持続可能な世界をつくるための価値創造を続けます。

GS YUASA
Creating the Future of Energy

株式会社 GSユアサ
www.gs-yuasa.com



一般社団法人 電気設備学会

Vol.43 2023

No.

9

篠原電機株式会社

特集 データセンターの最新動向とカーボンニュートラル 8

最新のサーバ冷却システムについて ～液浸冷却システム

1Phase&2Phase Liquid Immersion Cooling System



まい かつら しん いら
原川 真一

キーワード：データセンター、サーバ冷却、リキッドクーリング、液浸システム

1. はじめに

今日の社会を取り巻く環境は、デジタル革命、第四次産業革命とも呼ばれ、アナログの時代からデジタル技術、すなわちIT時代に移行し、AI、ビッグデータ、IoT、5Gが進展している。これらの技術は遠隔診断、自動運転、eスポーツやメタバース、チャットGPTの実用化などに活用されている。また、データセンターの分野でも、集中型のクラウドベースの発展に加えて、レイテンシ(遅延時間)の観点から分散型クラウドやエッジ型データセンターの需要が増加していると考えられている。デジタルトランスフォーメーション(DX)を進めるためには、データセンターの役割が社会のインフラとしてますます重要になっている。さらに、産業分野の自動化や働き方改革、EVによる自動運転には分散型のコンテナ型データセンターが必要とされており、車から収集される運転データの解析には、車一台からのデータ量がテラバイトに達するといわれている。このようなビッグデータの処理には、データセンターの役割がますます重要になり、データセンターの進展とともに直面する課題は、施設の巨大化、消費電力の増大、そして電力だけでなく、水の消費も問題となってきている。さらに、外部環境に対する排熱問題も存在する。CO₂削減が求められる中、省スペースでありながら冷却効率の高いシステムが求められている。

さらに、スーパーコンピュータレベルのHPC(ハイ

性能電機株式会社取締役ITソリューション事業本部長
1949年3月生まれ、大阪府出身。2010年よりデータセンターの冷却システム設計に取り組み、データセンターのクールドアイ、ホットアイのコンテインメント、給電システム、DCIMまで幅広いソリューションを提供。

(34) 584

パフォーマンスコンピューティング)データセンターがますます多く必要とされる。一方で、社会の要望と進化に対応するためにはファシリティの進化もサービスと同等の進化を成し遂げなければならない。データセンターに設置されるサーバは、スーパーコンピュータ級の性能が求められるようになっており、増大する発熱と電力消費が課題となっている。このような要望に応えていく手段として液浸冷却システムが期待されている。

2. サーバの冷却システム

2.1 液体による冷却方法方式について

液体による冷却方法方式には、様々な方式が考えられる。コールドプレート方式、リアドア空調やIn-Row空調(ラック列内空調設置)、一相式液浸、二相式沸騰冷却など方式の範囲は広い。ここで重要なのは、熱移送において水が中心となりつつあることである。水の熱移送能力は非常に高く空気と比較すると300倍近くあり、図-1に各種冷却システムの熱伝達係数比較を示す。

各種の冷却による熱伝達係数



3Mカタログ 3M® フロリナート® フッ素系不活性液体 による

図-1 各種冷却システムの熱伝達係数比較

電気設備学会誌 2023年9月号

本ホワイトペーパー別冊版は技術情報協会の主催で2025年2月14日に行いました、AIサーバ、データセンターへ向けた液冷、液浸冷却システムの導入と運用セミナーの原稿をもとに加筆追加して作成したものです。ご支援いただきました技術情報協会様にお礼申し上げます。まだまだもっと網羅しなければならない項目が多数あり、完結した内容にはなっていませんが、参考にしていただき、液浸等に関わる方の参考になればと思います。ご意見を反映して毎年発行していますホワイトペーパーに反映して今後再度改訂版を発行できれば考えています。

★ セミナー版502232

★ 先端サーバ、データセンターの熱対策で期待される液体浸漬冷却！
複雑なシステム設計、保守・メンテナンスなどの導入と運用の課題とは？

＜AIサーバ、データセンターへ向けた＞
液冷、液浸冷却システムの導入と運用

●日時：2025年2月14日(金) 10:00～17:00 ●聴講料：1名につき 66,000円 (消費税込、資料付)
 ●会場：Zoomを使用したLive配信セミナーです。 [1社2名以上同時申込の場合のみ1名につき60,500円 (税込)]
 勤務先やご自宅のパソコンでご視聴ください。 [大学、公的機関、医療機関の方には割引制度(アカデミック価格)があります。]

<p>1. 冷却技術の種類、特徴とサーバ、データセンターへの応用</p> <p style="text-align: right;">山陽小野田市立山口東京理科大学 工学部 機械工学科 教授 博士(工学) 緒城 和久 氏</p> <p style="text-align: right;">[10:00-11:30]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. 空冷/液冷/浸漬冷却の性能差 3. 伝熱相関式による簡易熱設計法 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 伝熱の3形態 3.2 ファン/ポンプを用いた空冷/液冷の簡易熱設計手法 4. 電子機器の浸漬冷却 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 油浸冷却 4.2 沸騰冷却 5. その他、高発熱密度電子機器の熱的課題 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 接触熱抵抗について 5.2 ヒートスプレッドについて 6. おわりに <p style="text-align: right;">【質疑応答】</p>	<p>3. 次世代高性能サーバ冷却用沸騰冷却手法の開発：ポンプ駆動沸騰からポンプレス沸騰まで</p> <p style="text-align: right;">福井大学 学術研究院工学系部門 教授 博士(工学) 党 超 氏</p> <p style="text-align: right;">[13:50-15:20]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 次世代高性能サーバの冷却手法の開発 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 発熱量/発熱密度の推移 1.2 現状の空冷、水冷手法の特長と限界 1.3 電子機器における沸騰冷却の特長 2. 拡張流路を用いた高性能冷却器の開発 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 流動沸騰の流動不安定性と伝熱性能低下 2.2 拡張流路を用いた流動不安定性と伝熱促進効果 2.3 複数データセンターサーバの同時冷却の実現 3. 新型ポンプレス沸騰(自己吸引沸騰)の開発 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 気泡の膨張を用いた流動制御と伝熱促進 3.2 自己吸引沸騰の伝熱性能評価結果 3.3 高熱流束、無重力、低圧環境への対応 4. 結論 <p style="text-align: right;">【質疑応答】</p>
<p>2. サーバ液浸冷却システムと液浸冷却液に求められる特性について</p> <p style="text-align: right;">ENEOS(株) 潤滑油販売部 工業用潤滑油グループ 担当マネージャー 坂本 知徳 氏</p> <p style="text-align: right;">[12:10-13:40]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 液浸冷却システムが必要とされる背景 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 高密度コンピューティングの増加による空冷の冷却効率の限界 1.2 省エネ貢献による環境への配慮 2. 液浸冷却システムについて <ol style="list-style-type: none"> 2.1 冷却システムの比較(空冷・水冷・液浸) 2.2 単相式液浸冷却と二相式液浸冷却の比較 2.3 冷却効率以外のメリット(空冷対比) 2.4 液浸冷却システムの課題 3. 液浸冷却液に求められる特性 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 液浸冷却液のポイントとなる性状 3.2 材料適合性評価 3.3 添加剤技術による付加価値(長期酸化安定性) 3.4 日本の消防法対応を目的とした冷却液(ENEOS IX Type J) 3.5 高冷却効率を極めた冷却液(ENEOS IX Type H) 3.6 種物を原料としたCO2排出量削減に貢献する冷却液(ENEOS IX Type B) <p style="text-align: right;">【質疑応答】</p>	<p>4. 最先端サーバへの液体浸漬冷却の適用</p> <p style="text-align: right;">篠原電機(株) 常務取締役 ITソリューション事業本部長 岸川 真一 氏</p> <p style="text-align: right;">[15:30-17:00]</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. データセンターの変遷と今後の動向 2. サーバのチップレベルからの冷却課題 3. クラウドのサーバのマイクロサービスと分散化技術 4. 液浸冷却技術の開発動向 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 DLC冷却設計 4.2 DLCを用いたデータセンター事例 4.3 配管設計 4.4 一相液浸の技術 4.5 溶剤の選択と熱伝達率問題 4.6 一相液浸設計事例、他社の動向 4.7 二相液浸の技術、チップからの熱移送 4.8 溶媒の選択と性能 4.9 二相液浸の設計事例と他社の動向 5. データセンターの今後の課題と展望 <ol style="list-style-type: none"> 5.1 エネルギー問題 5.2 CPU/GPUチップの動向展望 5.3 ビル型データセンターとコンテナでデータセンター 5.4 既存ビルのリニューアルと空調システム 5.5 脱炭素への対応 <p style="text-align: right;">【質疑応答】</p>

●申込方法
 1. 申込書が届き次第、請求書・聴講券・会場案内図をお送りいたします。
 2. お申し込み後はキャンセルできません。
 受講料は返金いたしませんので、ご都合の悪い場合は代理の方がご

おわり



ご質問等ございましたら下記に連絡ください。
saikawa@shinohara-elec.co.jp