MPLS JAPAN 2026

「データセンターインフラ」セッション



1ラック1MW時代のデータセンター 付帯設備実装技術

2026.Oct.26

(株)LXスタイル
杉田正

目次

1. 自己紹介 ・・・3
2. あなたは毎日データセンターを使っている ・・・4
3. ワット・ビット ・・ 13
4. OE（オーナーズサイドエンジニアリング） ・・ 23
5. 省エネ化手法、 CFD（流体解析）事例 ・・ 34
6. DLC（ダイレクトリキッドクーリング） ・・ 67
7. 水冷システムのガンプラ化 ・ ・96
8. 外調機冷却設備の選択 ・ 111
9. 1MW/ラックの先は？ ・ 125

自己紹介



- データセンター省エネ専門25年。世界一省エネデータセンターを2回。
  空冷式は東京、DLC式は千葉に作りました。
  大量に電気を食べるAIデータセンターで必須な省エネ技術開発専門

- 新規事業開発は40年以上。光ファイバイルミネーション、光磁気、RAID、NAS。ISMS ISO27001構築。データセンターで日本初取得。メール全文検索（Gmail登場以前）、マイクロソフトと無料Windowsホスティング、クラウドVPSサービス、データセンター省エネDLC開発は15年以上。CFD（流体解析）によるGPUサーバ実装。

- 元（国研）産業技術総合研究所　人間工学領域テクニカルスタッフ。
- 産総研スパコン　ABCI　ABCI-Q構築メンバ
- 東京大学　次世代データセンター勉強会　世話役メンバ10年。
  http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/DCEM/

あなたは毎日スマホを使ってますか？



あなたは毎日データセンターを使っているのです。





右向け

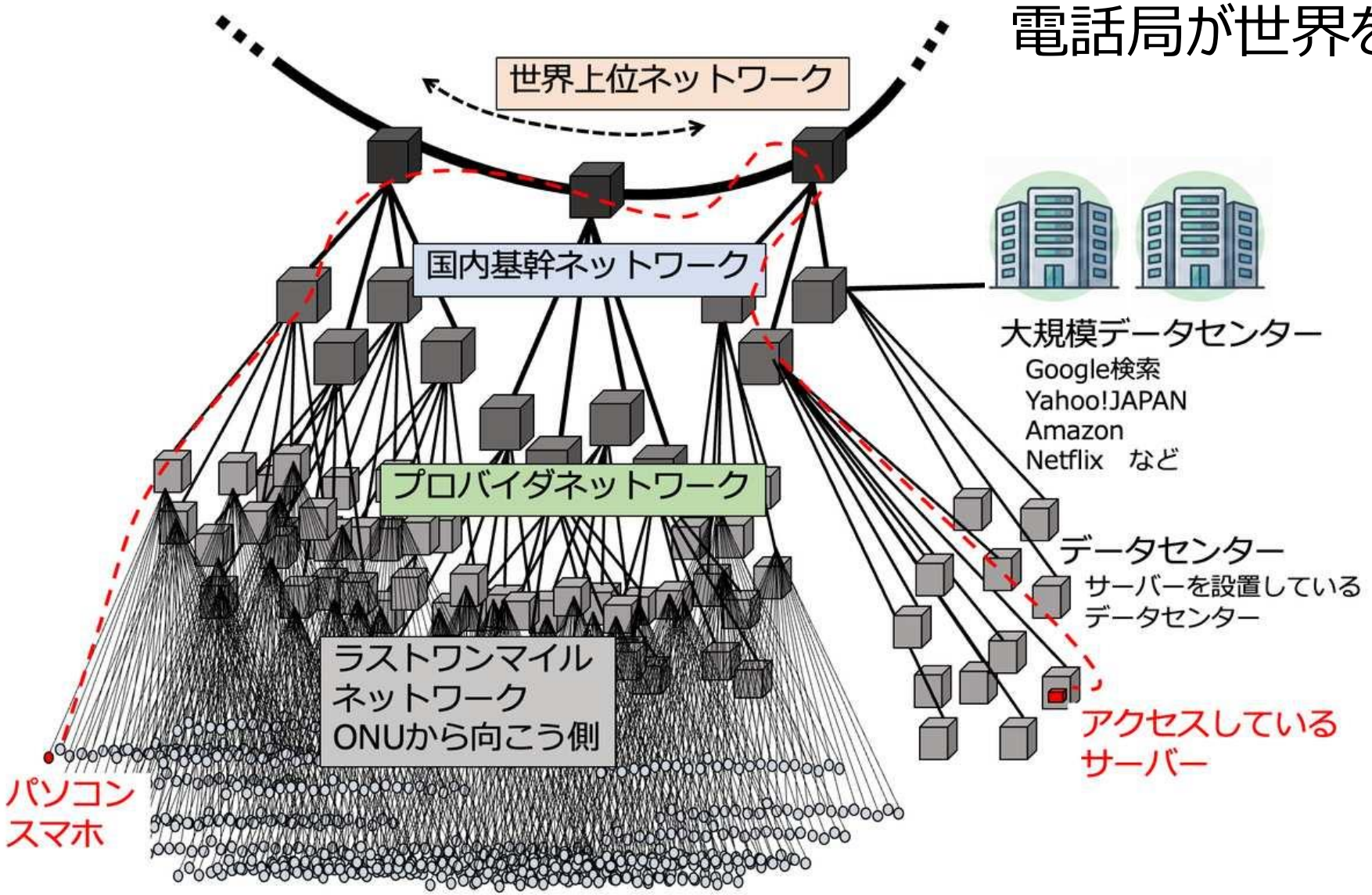




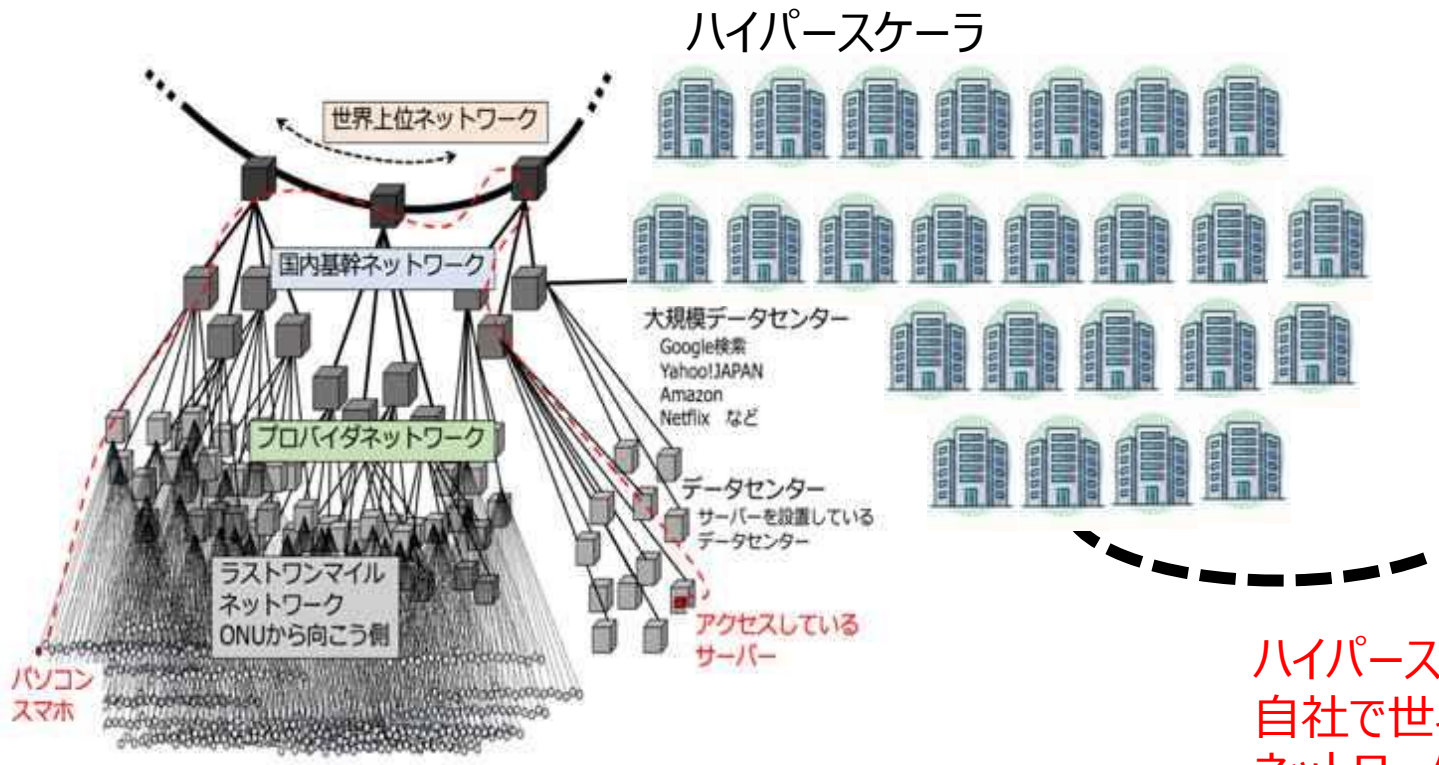
左向け

どうしてバナナ？
NanoBananaに感動したから
・・電気の無駄使いですね～

電話局が世界を繋いでいた。



ハイパースケーラが世界を繋いでいる。
メール・音声など無料で配送

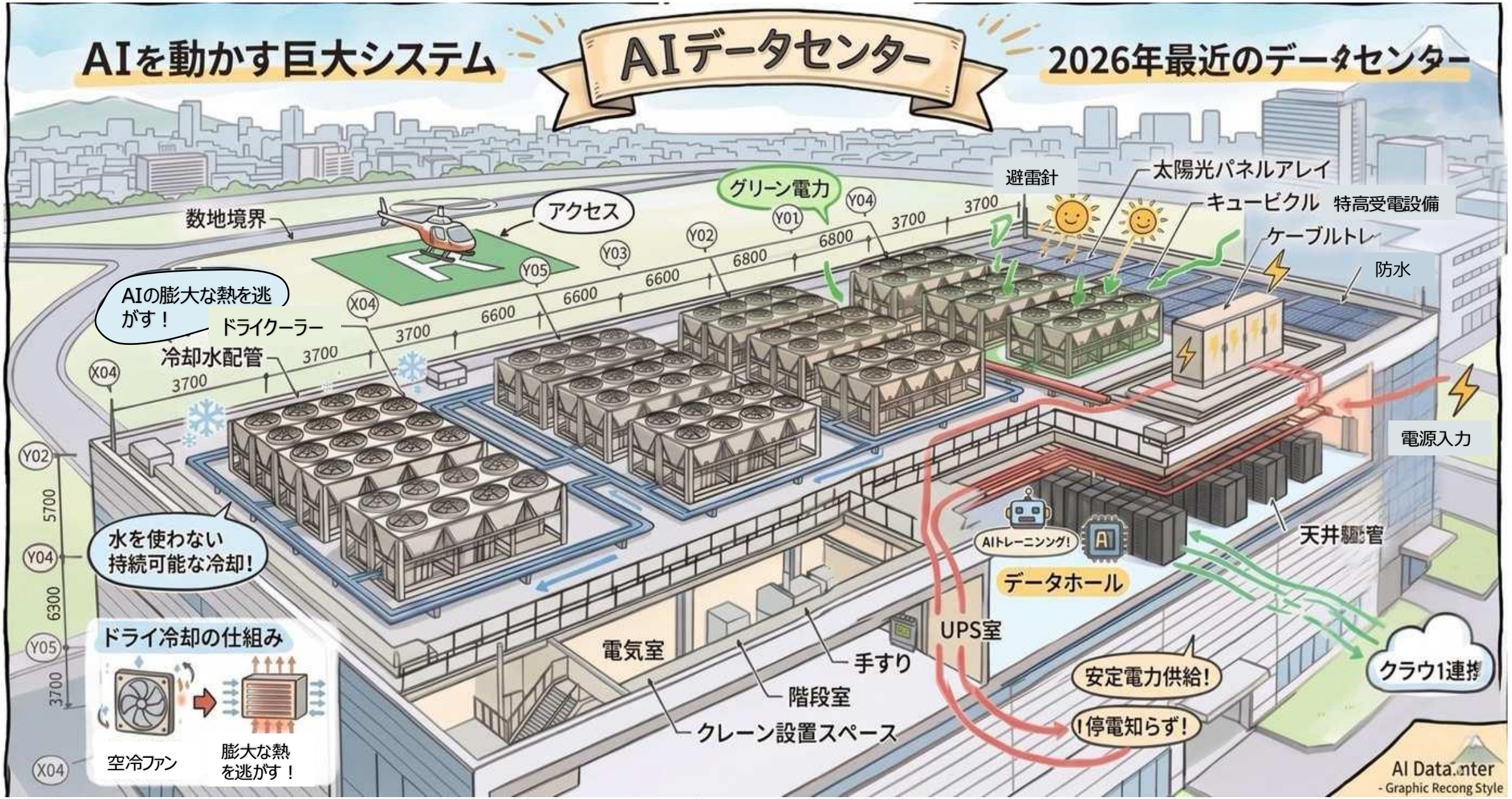




ハイパースケーラが
自社で世界中に
ネットワークを構築

Meta(Facebook)は世界中に300MWデータセンターを
10箇所　所有、MS(Azure)、Google、AWS
・・・どんな規模なのか？一般ユーザーにはわからない・・・

(株)LXスタイル　杉田 正


AIを動かす巨大システム
AIデータセンター
2026年最近のデータセンター
数地境界
アクセス
グリーン電力
避雷針
太陽光パネルアレイ
キュービクル
特高受電設備
ケーブルトレ
防水
AIの膨大な熱を逃がす！
ドライクーラー
冷却水配管
電源入力
水を使わない持続可能な冷却！
AIトレーニング!
データホール
天井裏空間
UPS室
電気室
手すり
階段室
クレーン設置スペース
安定電力供給!
停電知らず!
クラウド連携
ドライ冷却の仕組み
空冷ファン
膨大な熱を逃がす！
AI Data Center
- Graphic Recong Style

ハイパースケーラー、世界のデータセンター容量のほぼ半分を占める

Data Center Dynamics 2026.04.09 42 views

2031年までに市場の3分の2超を占める可能性

全体としては、ハイパースケール容量が3倍に拡大することにより、総容量は増加すると見込まれています。この高成長の予測のもとで、2031年までにハイパースケーラーの所有する容量が世界全体の67%を占める一方、オンプレミスの容量は市場シェアのわずか19%に低下するとSynergyは予測しています。

一方で、オンプレミスのデータセンター容量も生成AIアプリケーションやGPUインフラによって増加が見込まれると、同調査会社は述べています。コロケーション事業者の市場シェアは低下する見通しですが、容量自体は毎年ほぼ倍増のペースで増加し続けるとしています。

サービス満足度とデータセンター拡大の相間メカニズム



パソコンを使ってGeminiクラウドサービスを使うと、このような絵を“1分ほど”で描いてくれる。

サービス満足度は処理スピードに関係する→データセンターが大きくなる。

AI普及による課題
熱と消費電力の増加背景

20年昔
Googleで検索するとサーバ消費電力は60Whを言われた。

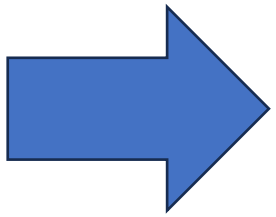
現在
Chat-GPTで「おはよう」と入力するだけで、Open-AI CEOアルトマンさんは、「どれだけ電力を使っているか？分からない」と発言。

NotebookLMのようなサービス、MCP（AI同士の通信プトロコル）の登場、大容量処理が可能なClaude登場、ますますクラウドデータセンターは高性能化を要求され、熱と消費電力が問題になっています。

東京電力　上席フェロー（前東電PG　CTO）岡本浩さん

東電パワーグリッドには2024年度末時点で、お客さまから**15GW**のデータセンター連系のお申し込みがあり、その後も申し込みは増え続けておりますが、電力会社だけでなくお客さま側にも受変電設備や施工力に不足があることが明らかになりつつあるのではないかと感じられます。

原発１基で１GW

15GW  水冷を採用するしか無い

※蒸発水消費も問題になるが、各社から蒸発水を使わないドライクーラーやハイブリッドクーラーが発売されてきた。

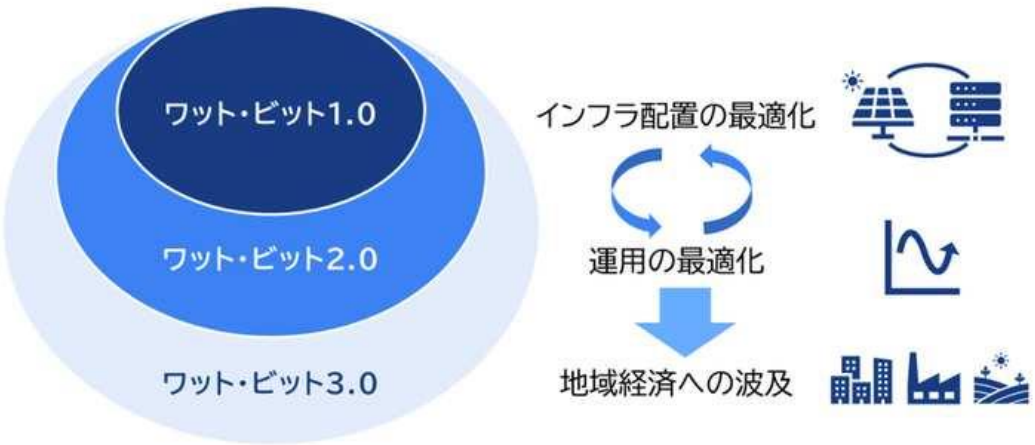
電力グリッドに影響が出てきたので
日本政府による
「ワット・ビット施策」が始まっています。

ワット・ビット

ワット・ビット連携は、短期的なDC需要を満たすためのインフラ整備にとどまらず、地域の社会・経済を支えるインフラとして長期的な視点で検討することが重要です。

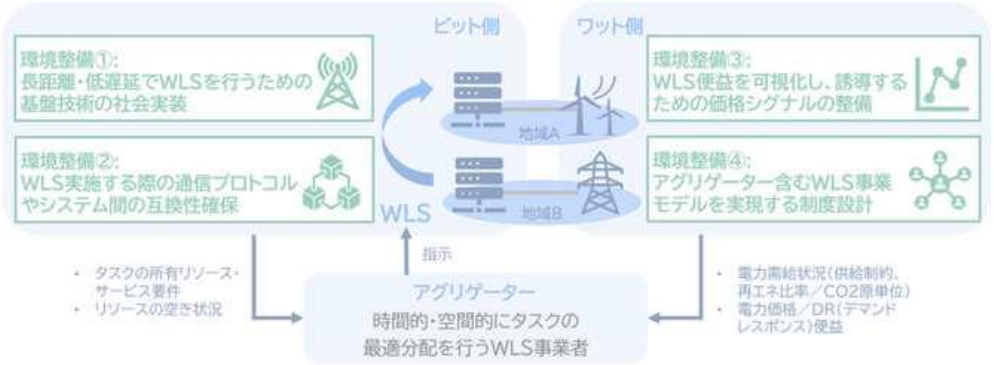
MRIでは、日本が生成AIの利活用に乗り遅れないために大規模なDC集積拠点を整備することを「ワット・ビット1.0」、電力と通信の連携による運用の最適化を図ることを「ワット・ビット2.0」と定義しました。さらに、地域DCを活用した社会課題の解決と地域活性化や国力向上に向けた取り組みを「ワット・ビット3.0」と定義し、2040年のワット・ビット連携の最適な姿を提示します。

ワット・ビット連携の概念図（1.0～3.0）



三菱総合研究所作成

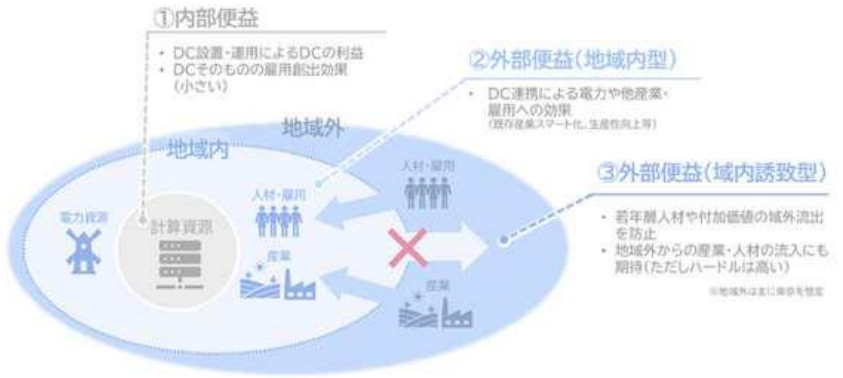
WLS実現に向けた環境整備



拡大する

三菱総合研究所作成

ワット・ビット3.0実現により期待される便益

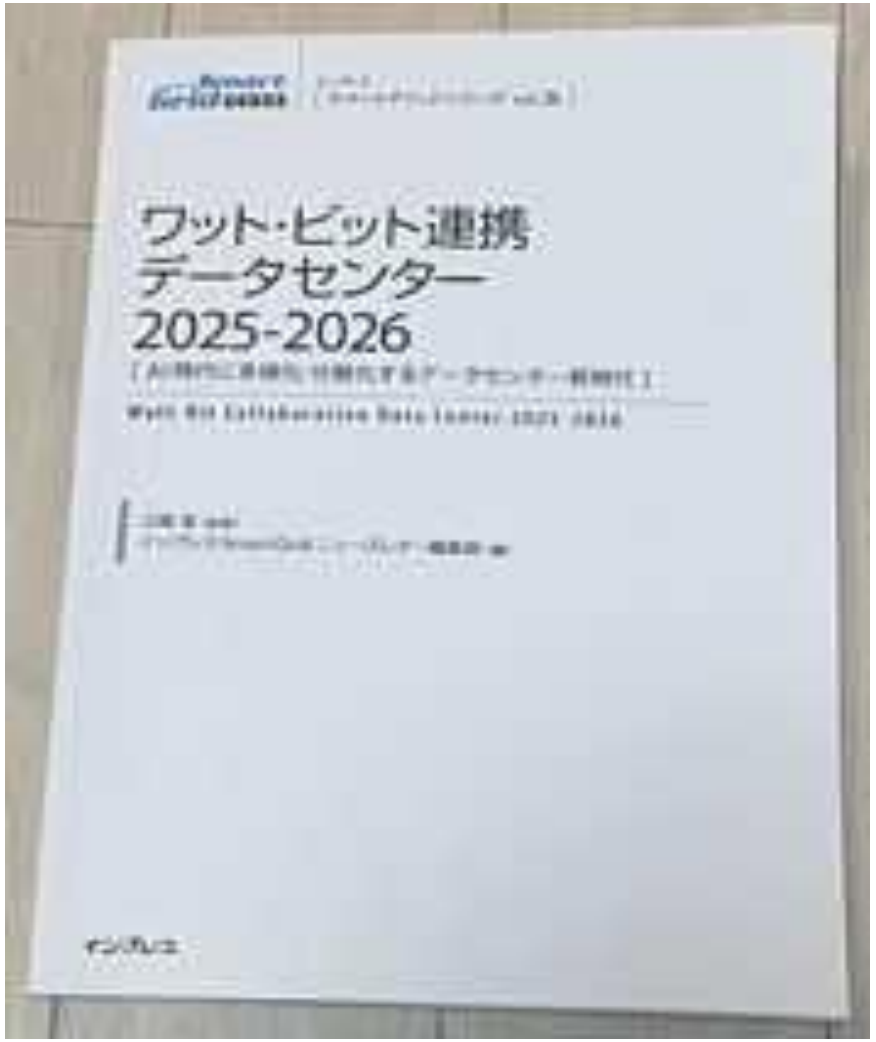


拡大する

三菱総合研究所作成

引用先：https://www.mri.co.jp/knowledge/insight/policy/20251008.html

ワット・ビット



第１章　スペシャル対談：AI時代のデータセンターとワット・ビット連携を語る！

― 次世代のエネルギーとデジタルの在り方、そして産業の未来 ―

第２章　産業の新生態系を創生するAI時代のデータセンターの課題と可能性

第３章　「ワット・ビット連携官民懇談会」が描く次世代データセンター像

第４章　データセンターの最新技術とワット・ビット連携実現に向けた技術

第５章　データセンター廃熱技術の最新動向

第5章はLXスタイル杉田が担当しました。

第６章　ワット・ビット連携実現による投資促進と新ビジネス

日本政府（経済産業省）が将来的な100万kW（1GW）級の電力受電・拡張を要件として公募・認定を進めている「GX戦略地域（データセンター集積型）」において、
選定されたのは以下の9地域（道県・10地点）です。

北海道　秋田県　宮城県　栃木県　茨城県　富山県　香川県　福岡県　鹿児島県

選定の背景と主な要件
電力規模：将来的に1GW（100万kW）級への拡張に耐えうる電力系統の接続能力や脱炭素電源（再エネ・原子力など）の確保

用地規模：30ヘクタール以上の安定した産業用地の確保
目的：大都市圏（東京・大阪）に9割近く集中しているデータセンターの地方分散と、
GX経済移行債等を活用した電力・通信インフラ支援

※土地や電力の投機的な空押さえを防止するため、国からは都道府県名のみが公表されており、詳細な市町村名・地点は各自治体へ個別に通知されています。

資源エネルギー庁（経済産業省）が主導するデータセンターの「PUE＝1.3規制」

1. 規制の概要とターゲット

2030年度までにデータセンター事業者全体の平均PUEを「1.4以下」とする目標が設定されていましたが、新設されるデータセンターに対してより厳しい「PUE 1.3以下」という基準が新設されました。

対象：2029年度（令和11年度）以降に新設されるデータセンター。

達成判定のタイミング：稼働開始から2年が経過した時点の、翌年度以降の実績から毎年度評価されます。

2. 未達成時のペナルティ（措置）

この基準は単なる努力目標ではなく、未達成の場合には国から厳格な指導が入ります。

合理化計画の要求：基準（PUE 1.3以下）を満たさない場合、国は事業者に対して達成に向けた「合理化計画」の作成と提出を指示します。

公表・命令・罰金：指示に従わない、あるいは適切な計画を実施しない場合は、事業者名の公表や実施命令が行われ、最終的には罰金が科される可能性があります。

出所：https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/factory/support-tools/data/dc_gaiyo.pdf

古い設計のDCにGPUスパコンの設置

ゴツンと消費電力が上がる！
　そんな事出来るのか？
　新規事業開発のお仕事かと・・・
　ネオン屋のころから長くやってます。
　バイブルがこの本

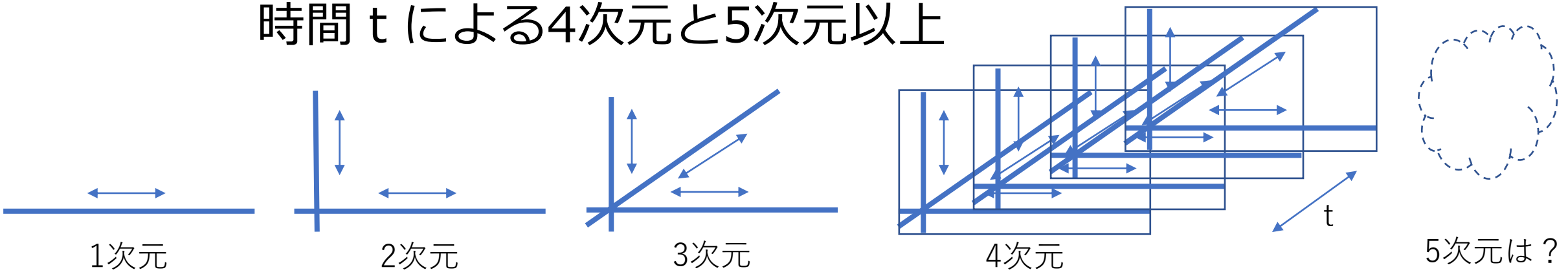


この本には、何が書いてある？
　「目的の分野のことを隅々まで調べること」

・・本資料には、データセンター構築手法を隅々まで書いてあります。

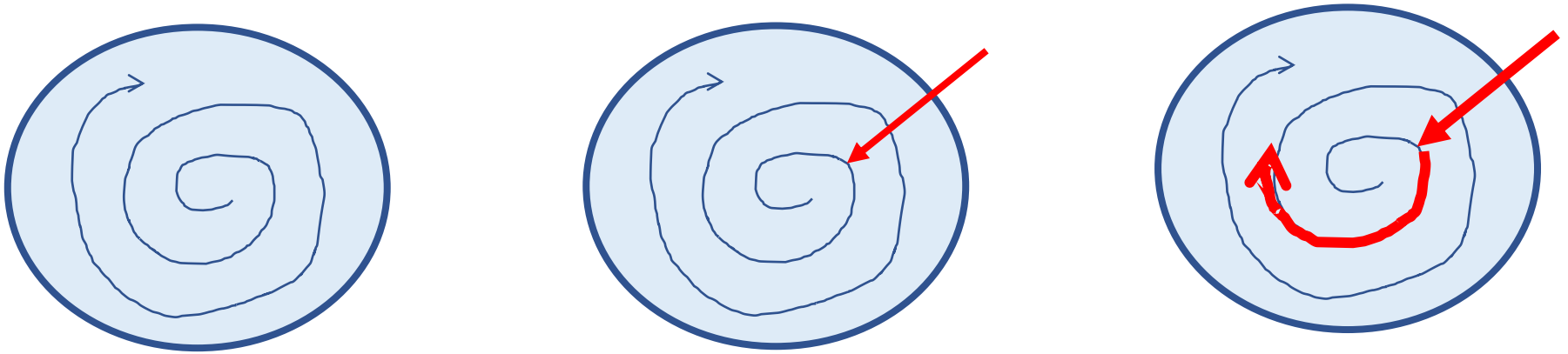
新規事業開発　複雑系

１．未来を予測する。
時間ｔによる4次元と5次元以上



※最新AIは150次元とか、、

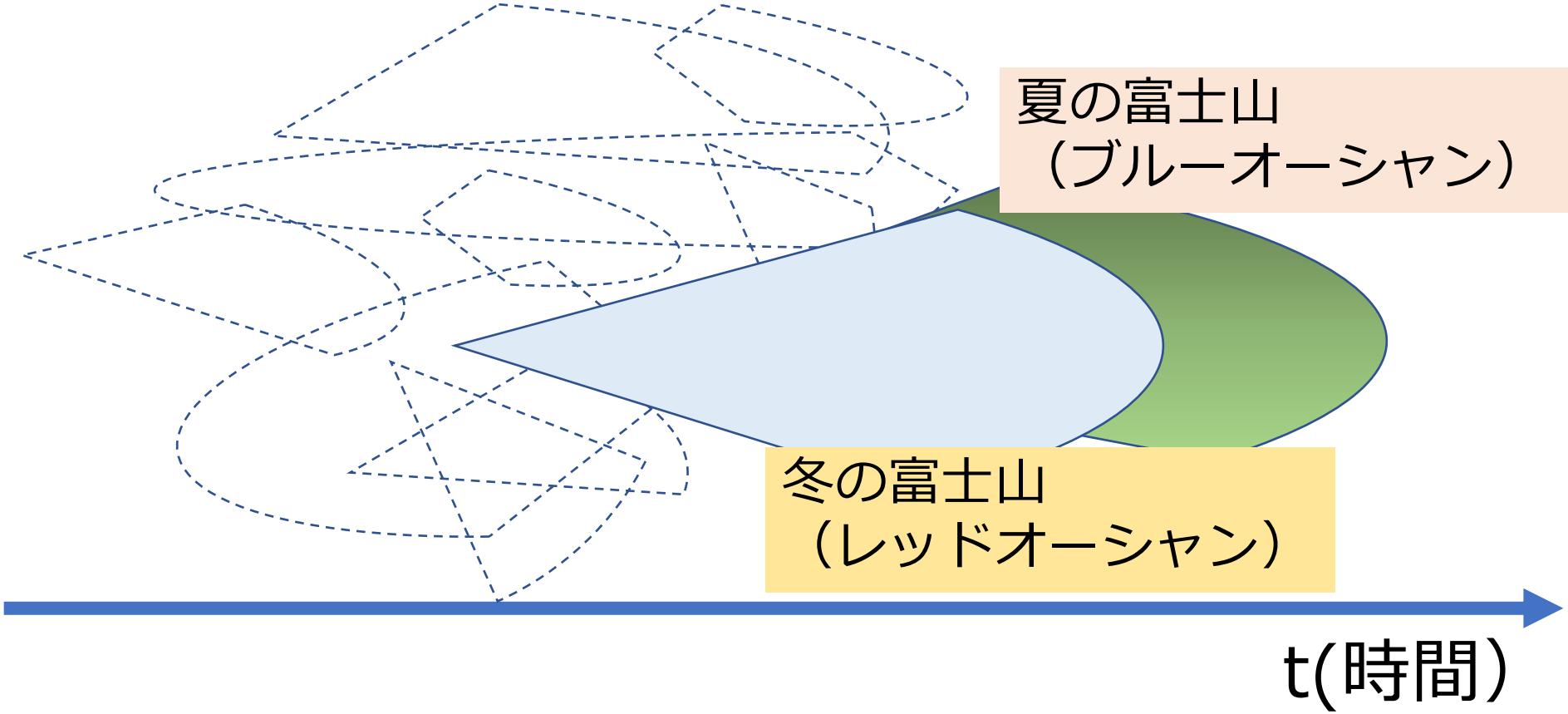
２．渦巻きは戻せない。



余談：nanoVNAでスミスチャートが・・

杉田流　2次元＋ｔを素数（素ブロック）としてレゴする。

３．有望なレゴに開発資源を集中
答えは良いことと悪いことの間にある。あとは時間。



最近ではChocoZAPが成功例になります。

投資家の皆様や、
不動産業の方々は　ここまで

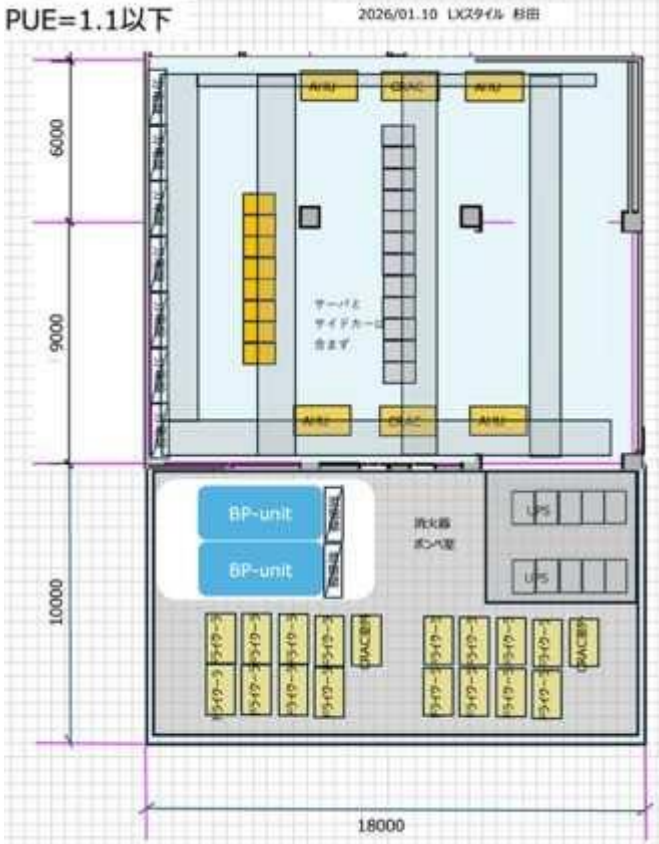
設計にはどのような環境でどのようなサーバを使うのか？
そんな事をユーザーは知りません。
わかれば　大金持ちになれます。

データセンター竣工時のコミッション試験
すごいコストが掛かります。だれが判断するのですか？

→　ユーザー（オーナー）と協議して予測する仕事を
OE（オーナーズサイドエンジニアリング）と言います。

データセンター　コストと工程（サンプル）　ゼネコンに頼めるのはここまで。

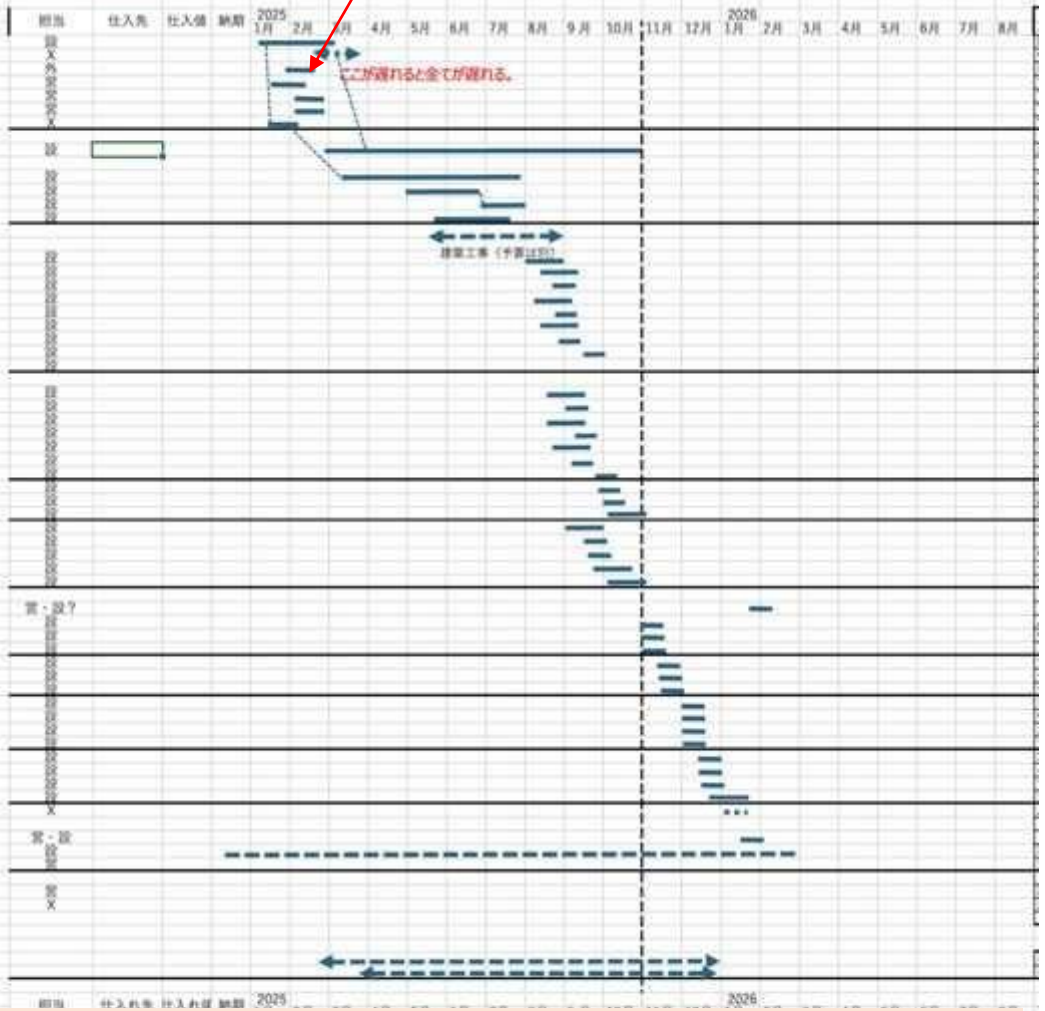
CFDなど設計が遅れると全てが遅れる





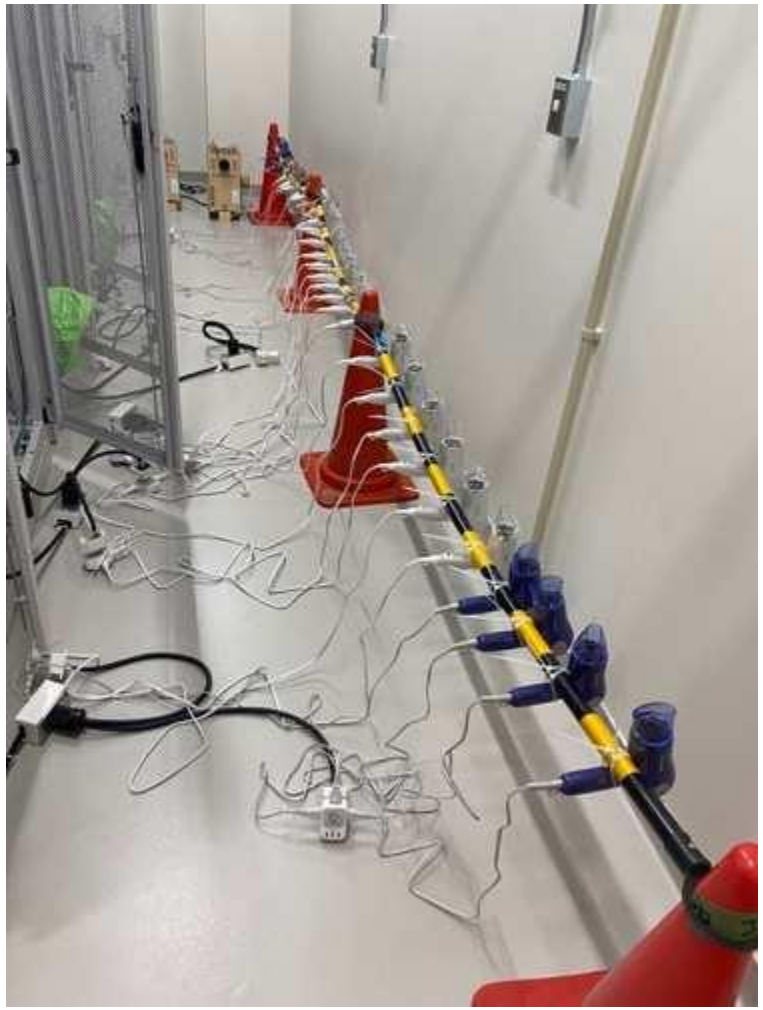
No.	項目	数	単位	単価	合計	備考
1	基礎打設	1	式	500	500	
2	CFD解析	1	式	1000	1000	
3	架台設計	1	式	100	100	
4	セキュリティ対策（事故物理管理 等	1	式	500	500	
5	許認可申請（建築）	1	式	50	50	
6	許認可申請（消防）	1	式	50	50	
7	電力会社協議	1	式	50	50	
8						
9	建築				0	
10						
11	電源設計、資源設計込み	1	式	300	300	
12	高圧受電キュービクル					
13	電源幹線工事	1	式	500	500	
14	ネットワーク設計	1	式	300	300	小計
15						100450
16						
17	ラックチャンネルベース	38	台	50	1900	
18	施工アンカー打ち	8	人	20	160	
19	グレーチングボード＋アース配線	50	枚	2	100	
20	空調室内機チャンネルベース	10	台	100	1000	
21	施工アンカー打ち	20	人	20	400	
22	UPSチャンネルベース	2	台	200	400	
23	搬入、施工アンカー打ち	2	台	50	100	
24	床下防鼠ポリエチレン塗装	1	式	300	300	
25	床導電塗装	0	式	300	0	小計
26						4360
27	空調付電源					
28	BP-ユニット（制御盤込み）	2	台	5000	10000	
29	施工搬入	2	台	200	400	
30	発電架台	0	台	0	0	
31	BP-ドライ冷却水配管工事（制御）	1	式	3000	3000	
32	BP-ラック下冷却水配管工事	1	式	1000	1000	
33	冷却水貯水槽・ストーブリ	1	式	1000	1000	
34	消火設備配管施工込み	1	式	3000	3000	
35	給排水処理装置設置	1	式	1000	1000	
36	キャッピング	3	部屋	3000	9000	
37	付帯設備　冷凍機架台	2	式	3000	6000	
38	ドライクーラー150KW(制御盤込み)	8	台	1850	14400	
39	CRAC室外機　56KW	2	台	800	1600	
40	付帯設備単独分離タンク（制御）	1	式	5000	5000	
41	付帯設備電源工事	1	式	500	500	小計
42						55400
43	NVL-72Rubin	12	台		7	
44	AHU	4	台	800	3200	
45	CRAC	2	台	1000	2000	
46	InRow	0	台	500	0	
47	分電盤	7	台	1000	7000	
48	ケーブルラック	100	m	10	1000	
49	ケーブルラック施行工事	1	式	200	200	
50	PDU	72	台	50	3600	
51	COU	0	台	600	0	
52	追加PDU	6	台	80	480	
53	分電盤ーラック電源工事	100	m	5	500	
54	漏水検センサ	20	ケ	3	60	
55	ネットワーク工事	500	m	3	1500	
56	センサ制御盤	1	式	300	300	
57	監視システムDCIM	1	式	5000	5000	
58	ルータ（別途）		台		0	小計
59						24840
60	コミッション試験	1	式	7000	7000	
61	現地事務所				0	
62	交通経費				0	
63						
64	諸経費	1	式	5000	5000	
65	雑時取消	0	式	0	0	小計
66						12000
				総計	100450	
67	非常用発電機	1	式	10000	10000	
68	非常用発電機燃料タンク設置込み	1	式	5000	5000	
				小計	15000	

受電キュービル　別途



OE（オーナーズサイドエンジニアリング）のお仕事

コミッション試験　熱源としてヘアドライヤ 60KW



「1KW 150CFMの風量を押し込む」と言うノウハウがあるから、ヘアドライヤとダクトファンで試験ができる。



フリークーリング対応　ドライクーラーで排熱すると　pPUE=1.1を実現。

これだけ覚えて！

①PUE＝1.0が理想、コールドアイル27℃

コレ決めるため
膨大な工数と
コストが掛かって
います。

②冷やす機械 vs 熱を捨てる機械

③大量の熱を搬送するには、比熱が
数千倍も違う水を使うのが効率良い。

省エネ化手法

水を使う省エネ技術　LXスタイルの省エネマジック

1.寒暖分離　キャッピング　微差圧管理に注意　温度傾斜を意識する。
2.室温を上げる　コールドアイル27℃　風量を管理して過熱を防ぐ
　ホットアイルへ温度傾斜5℃～7℃　GPUサーバで10℃
　マイニング専用機で25℃ 戻り温度は32℃以上になります。
3.冬期に「電気1で熱100を捨てられる」
　COP100以上のドライクーラーで排熱
4.高性能（アプローチが低い）な室内熱交換機を使う(購入コストが高い)
5.送水ポンプ電力も省エネする「ポンプユニット」

これらは、魔法に見えるが「空調技術の基本」

省エネ手法詳細は過去データを参照してください。





一昨年　MPLS JAPAN 2024

「AI時代のデータセンター」セッション

TDP1,000W　最新GPUサーバの冷却方法

昨年　MPLS JAPAN 2025

AI時代のデータセンターのセッション

「データセンター廃熱技術検討」



APET Energy and Sustainability

東京大学 先端電力エネルギー・環境技術教育研究アライアンス(APET)
第45回イブニングセミナー『データセンターの動向と展望』

データセンターの需要構造と省エネに向けた取組み

産総研の最新スパコン「ABCI 3.0」の狙いや展望――総括研究主幹の高野氏に聞く

https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2505/12/news016.html

水冷システムでのコミッション試験、どう計画しますか？



篠原電機株式会社

未来を開く先端技術で、幅広い分野の配電資材をつくる

デジタル総合カタログ

製品情報［製品データ・CADデータ 積算用価格・ご購入］ 篠原電機について リクルート ニュース

製品情報

HOME > 製品情報 > データセンター > 試験用サーバ模擬熱源機 > 水冷サーバ模擬熱源機 > コミッショニング試験用 水冷サーバ模擬熱源

コミッショニング試験用 水冷サーバ模擬熱源機 ＊

用途 GPUサーバを模擬したコミッショニング試験用熱負荷装置

特長
- 空冷部分と水冷部分の発熱量を個別に設定可能
- リモート通信機能により、PCで一括制御可能
- 装置内温度加熱保護付き ※設定値以上でヒーターOFF
- 導入予定のGPUサーバに合わせて仕様変更が可能
- マニホールドに適合するよう様々なクイックディスコネクトコネクターが利用可能
- 漏水センサ付き
- コールドプレートはお客様側にてご調達ください

詳細 PDF/CAD /取扱説明書 /積算用価格 ¥ 質量一覧

水冷システムソリューションを採用しようとすると生成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ります。
コミッショニング試験で冷却システム制御がうまくいかない場合にはサーバを劣化させる恐れがあり、
高価な実サーバを使用するにはリスクが伴います。
水冷熱源機を用いることで、実運用に近い環境でコミッショニング試験を行うことが可能となります。

TCT

DLC（ダイレクト・リキッド・クーリング／直接液冷）サーバー向けの温度サイクル試験（TCT）器材は存在します。

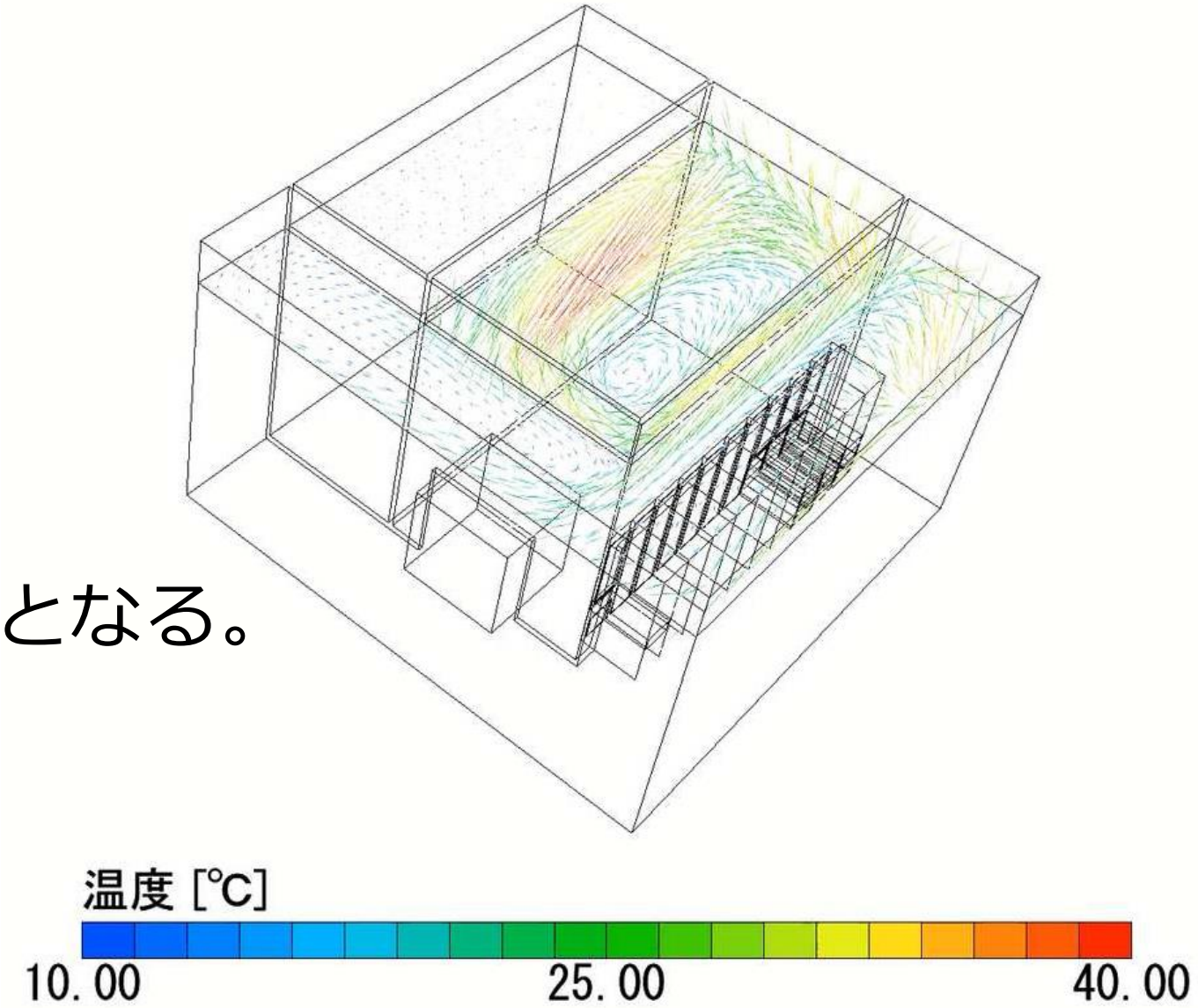
空冷サーバーとは異なり、DLC環境では「水冷コールドプレート」「クイックディスコネクト（QD）継手」「冷却液配管」「高発熱シリコン（GPU/CPU）とコールドプレート間のTIM（熱伝導シート/グリス）」の熱膨張差やシール劣化を評価する必要があるため、専用仕様の試験器材および複合評価システムが用いられます。

DLC向けTCT試験器材の主な構成

評価対象・器材	試験方式・役割	主な評価項目
液温サイクル試験装置（流体循環式）	チャンバー内の環境温度ではなく、コールドプレート内部を通る冷却液（冷媒）自体の温度を周期的に急変（例: 15°C ⇔ 65°C〜85°C）させて通水する専用チラー／サーキュレータ。	コールドプレートろう付け部の熱疲労、QD ・Oリングシールの劣化、配管の膨張収縮に伴うリーク（微小漏れ）。
通液・通電インターフェース付き大型恒温槽	大型ウォークイン／リーチイン槽の側面に流体配管用フィードスルーポートおよび大電流電源ケーブルポートを備えた恒温室。サーバーブレードや2U〜4Uシャーシ丸ごと収容。	周囲環境温度サイクル下（例: -40°C〜+85°C）で、実際に通水・発熱させながら行う実機動作信頼性試験。
パワーサイクリング（PCT）複合器材	擬似ヒーター（熱ダミーダイ）または実GPUに大電力を断続供給し、急速な自己発熱とコールドプレート冷却のサイクルを再現する試験ベンチ。	TIM（熱界面材料）のポンプアウト現象、ドライアウト、シリコンダイとヒートスプレッダ接合部の剥離。

1ラック10KVA
CFD（流体解析）

HyperscalerDCも
空冷で10KVA
超えると液体で排熱となる。
温度傾斜5℃～7℃
１KVA150CFM



ビデオ

データセンターの消費電力の指標
PUE（PowerUsageEffectiveness）
ISO化に産総研が貢献

※規格の欠点として
サーバ冷却の主たる空冷ファンが
IT機器側に含まれています。

1年間計測するPUE　詳細な計測方法はJDCCへ

PUEガイドライン/ベンチマーク制度/データセンター業のベンチマーク制度
https://www.jdcc.or.jp/pue_guide/

1年間計測するPUEでは、受電トランス効率、UPS効率
UPSを冷却する空調機、照明電力、そして大きく変動するサーバ電力と冷却電力などを1年間計測しなければいけない。→簡単ではありません。

データセンターの消費電力の指標 PUE（PowerUsageEffectiveness）

※規格の欠点として
サーバ冷却の主たる空冷ファンが
IT機器側に含まれています。

1年間計測するPUEでは、受電トランス効率、UPS効率
UPSを冷却する空調機、照明電力、そして大きく変動
するサーバ電力と春夏秋冬で変化し昼間と夜間でも変化
する冷却電力などを1年間計測しなければいけない。
→簡単ではありません。
→しかし他に良い指標が無く、PUEは簡便に
データセンター省エネ性能を表すことができます。

大きく変動するのは、サーバと空調電力なので、

・サーバ稼働率を（仮に）決める。定格の20%？
・合計した消費電力から空調付帯設備電力を計算
夏、中間期、冬でCOP（空調付帯設備電力効率）を決める。
・地域差は気象庁データにより、1時間ごとの平均気温から
算出する。

24時間365日分のｐPUEを積算し、PUEとする。

$$PUE = \frac{(IT機器 + 空調)の消費電力}{IT機器の消費電力}$$

＋トランスと
UPSロス、UPS空調

省エネ化手法

AI時代、1ラック当たりの消費電力が大きい

Internet DC



@2KVA



Server Type

Campus type DC





@10KVA

Hyperscaler DC



@15KVA



@10KVA

AI Specifications Campus type DC



@70KVA



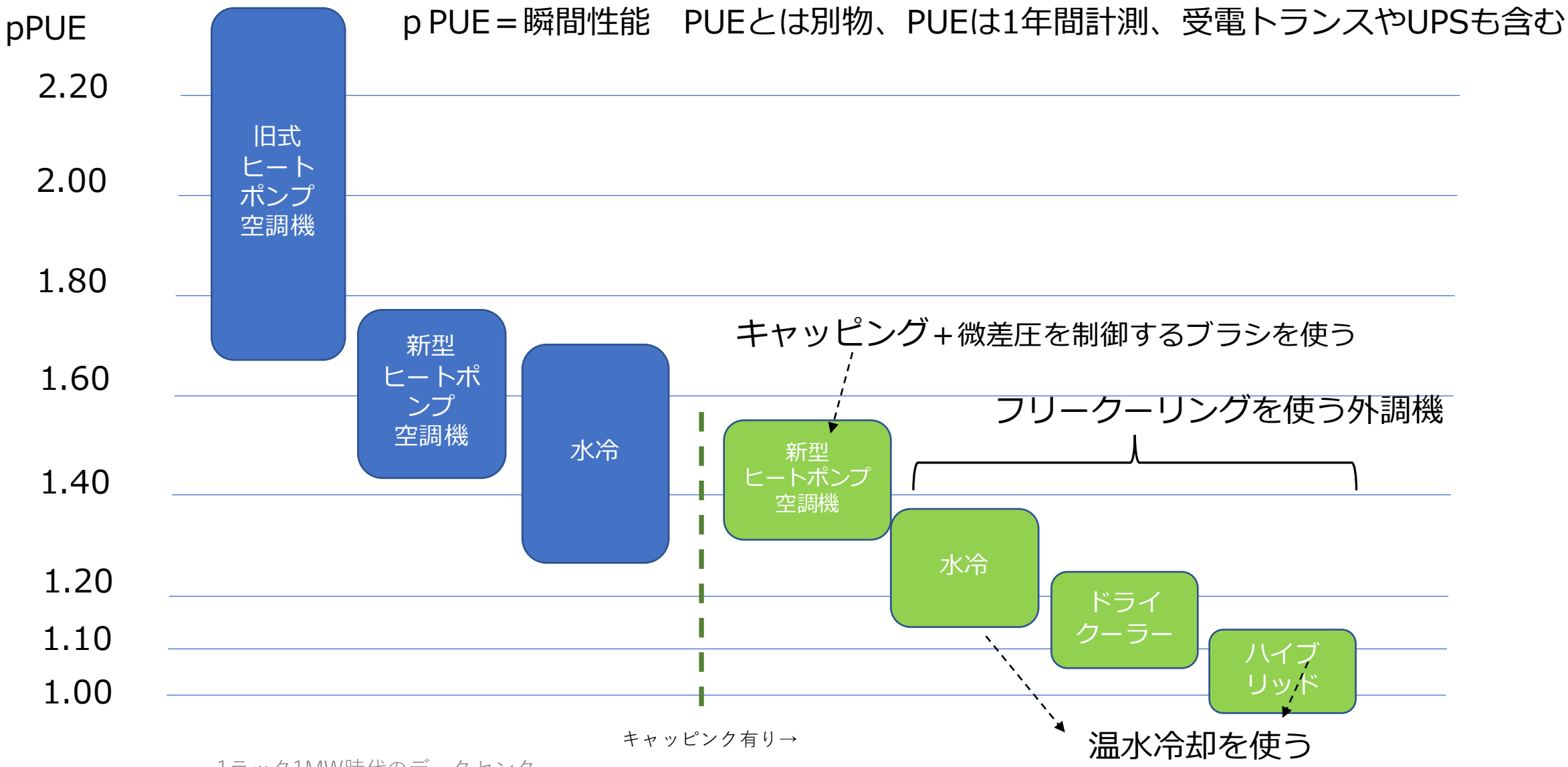
@250KVA

AALC: Air-Assisted Liquid Cooling, also called Direct Liquid Cooling

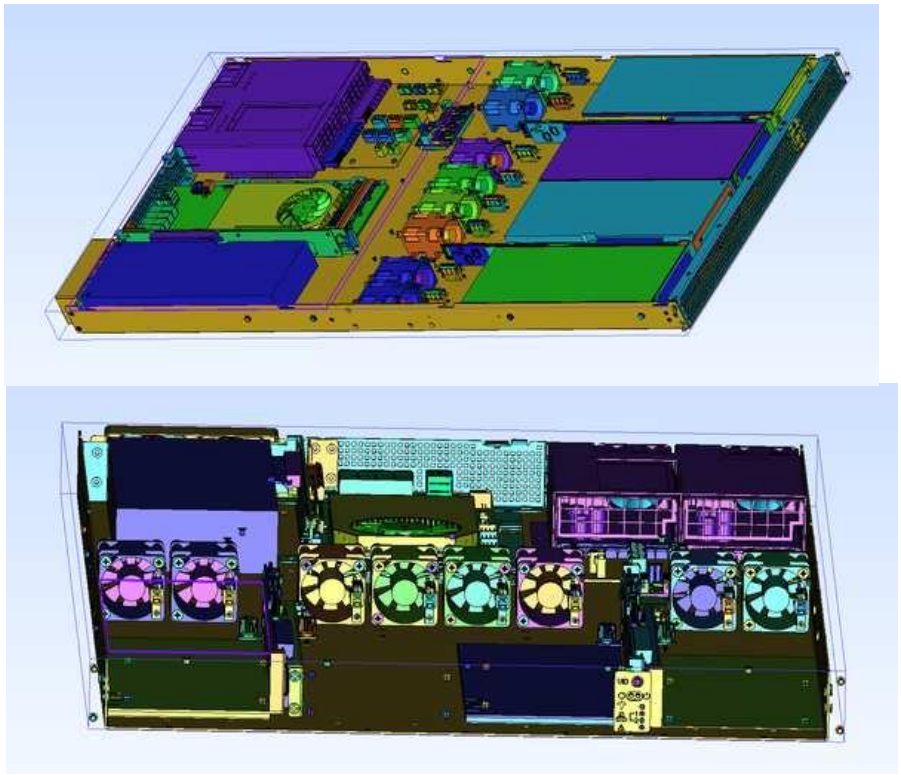
1U, 2U, blade	Rack Scale	OCP, dedicated machine	GPU supercomputer AALC*.
1Rack			
0.5KVA to 6KVA	6KVA to 12KVA	6KVA to 15KVA	6KVA to 15KVA
0.2KW to 4KW	6KW to 8KW	8KW to 12KW	8KW to 12KW
			+ liquid waste heat 40KVA to 250KVA

高密度高発熱AIサーバ排熱手法

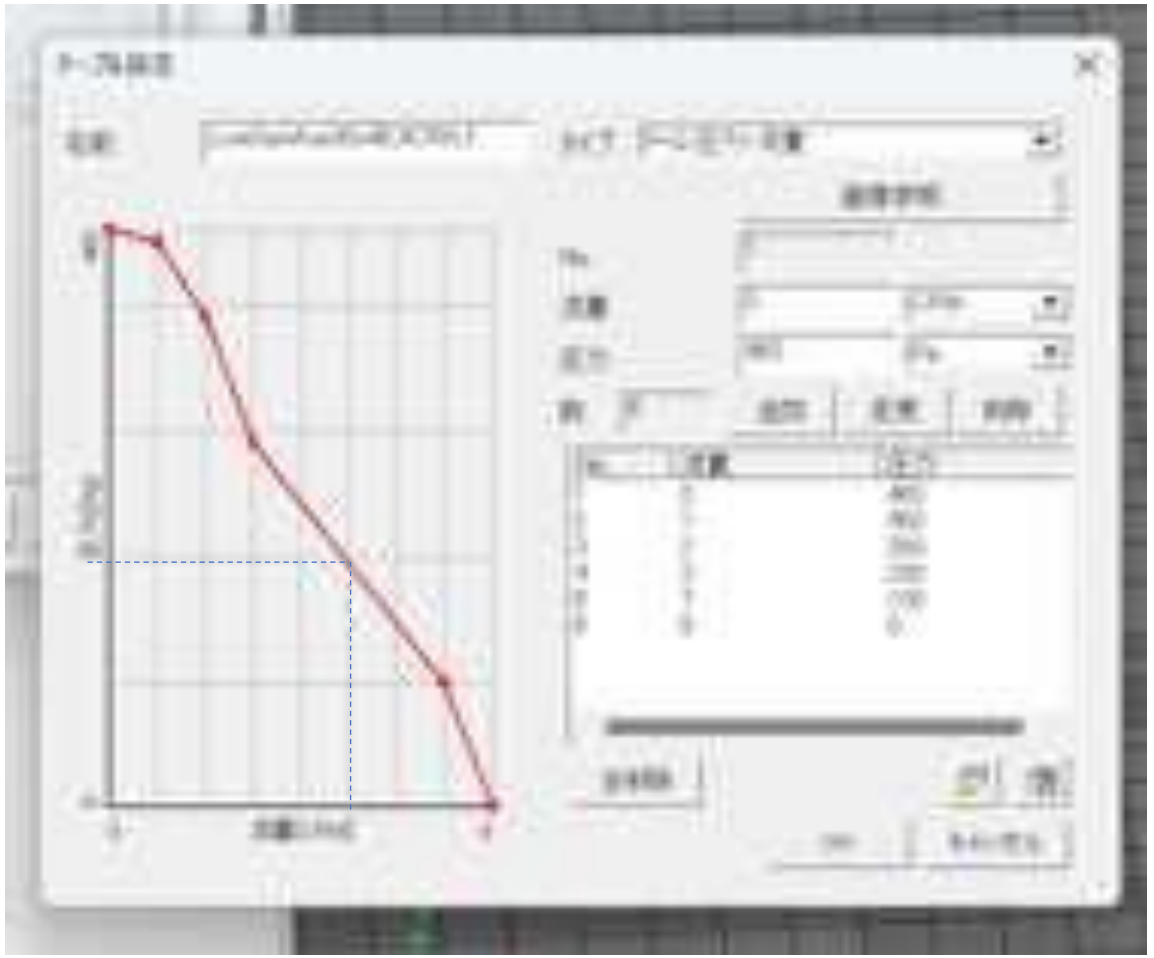
冷却方式の比較　熱搬送媒体が、フロン、空気、水と進化



1Uサーバ　内蔵ファン　大容量２重反転ファン８台でも100CFM
静圧力は1万台でも 200Pa以下
サーバ内蔵ファンを無視したデータセンターを設計するから「暑くなる」



資料提供　株式会社コアマイクロシステムズ



サーバとデータセンター　サイズは違うが・・

PUE規格の欠点

・冷却ファン電力がITに含まれる。
・OCP（Open Compute Project）による直流電源
　→サーバ廃熱30%減　付帯設備も30%減可能

OCPは日本で全く普及しない・・IT技術で負け
OCPは10年を経て次世代MGXへ進化

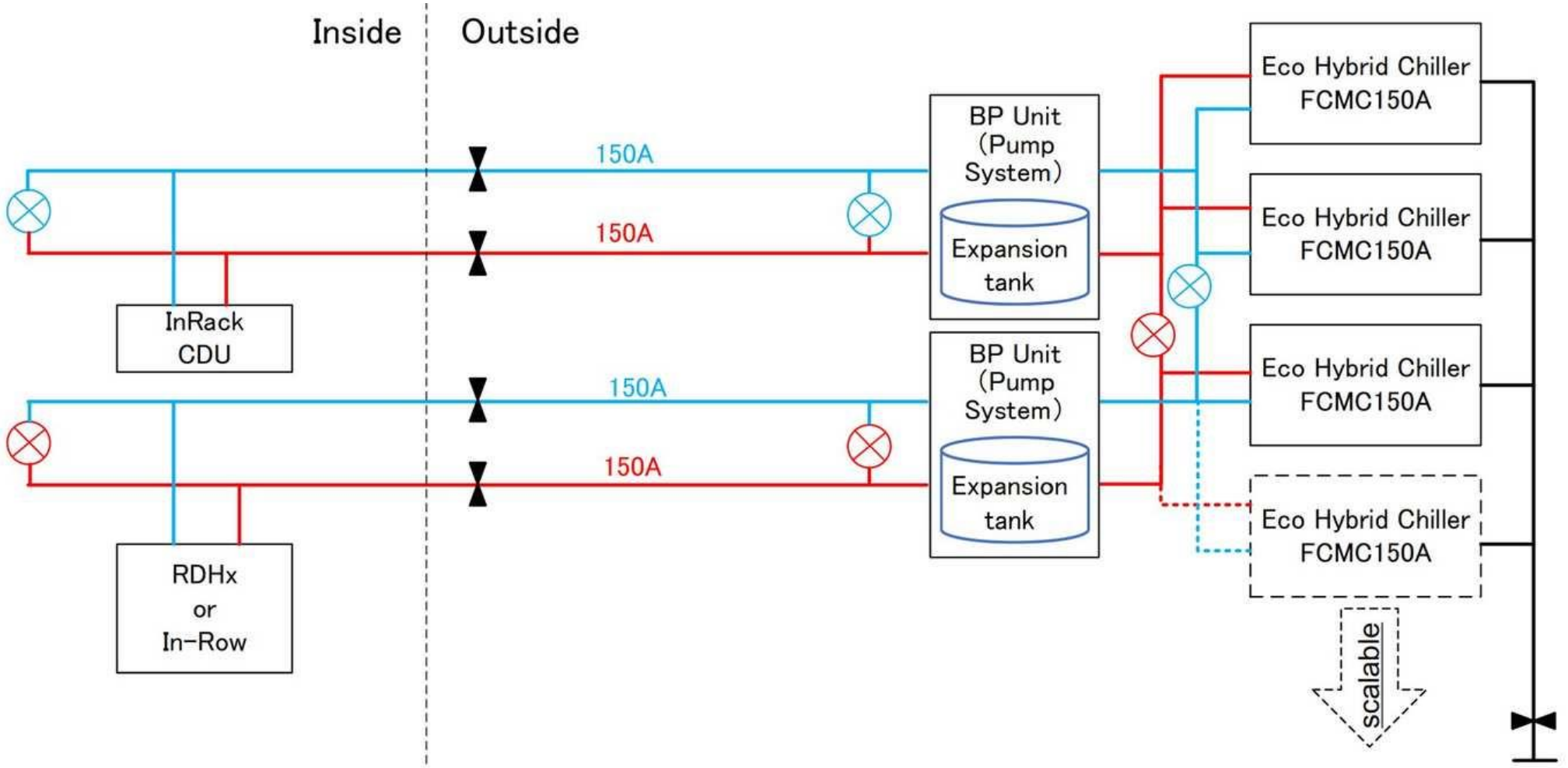
・計算設計例　AIに食べさせて使ってください。

AIデータセンタ付帯設備設計例

AIデータセンター運用に必要な冷却インフラを拡張性を考慮して設計してみます。
PUEが効率的で高温水を使用する液体冷却インフラです。
産総研スパコンABCIスパコン（8年以上の実績）およびドイツライプニッツ・
スーパーコンピューティング・センター：LRZで採用されている省エネ温水冷却方式を
ベースに蒸発水を消費しないエコハイブリッドクーラーを使う省エネ温水冷却システムを
設計します。
①はDLCサーバとリアドア空調機を用いた冷却方式で設置コストは安価ですが扉開放時の
冷却不足や高い騒音が発生します。
②はDLCサーバとIn-Row空調機、ホットアイルキャッピングを用いた省エネ空冷冷却方式とします。

DLCとInRowによる2系統排熱システム

温水冷却　高いPUE（1.209）とWUE（0.0）を達成



※配管は天井配管とするため150A以下複数配管とする。

電源容量
ポンプユニット
　3φ4線400V　3.7 KWポンプ4台最大稼働で
　シーケンサなど　1KW　合計　約16KVA

エコハイブリッドクーラー
　3φ4線400V　最大35.7 KW x 4　合計142.8KVA
　インバータ制御するので400A

リアドア空調機　ファン付き5台　ファン無し2台
　5台ファン付き　@0.4x5 合計2KVA

CDU
　最大消費電力　4KVA x 5台　合計20KVA

※pPUEとPUE
PUEは年間におけるIT機器と
トランス、UPSなどを含む
サーバ電力との比率なので、
1日24時間でも大幅に変化します。
瞬間のPUEはpPUE(パーシャル
PUE）と呼び区別します。

受電トランスは使う鉄心により
効率が違い価格も違う
1000kVAクラス（高圧モールド変圧器）
サーバー室のフロアPDU向けなど、扱い
やすい容量帯です。
標準品（トップランナー基準・ケイ素鋼板）
: 約 250万 ～ 400万 円 / 台
高効率品（アモルファス）
: 約 450万 ～ 650万 円 / 台

UPSは最新直送型であれば効率0.97を越えます。

計算データ

① IT機器　156KVAx0.85（稼働率）＝132.6KVA　ポンプとCDU　17.3KVA
チラー消費電力:71.4KW FCMC150Aのカタログおよび冷却能力線図から算出
出力水温は35℃
環境条件は　沖縄県

② IT機器　167.29KVAx0.85（稼働率）＝142.2KVA　ポンプその他　2.9KVA
チラー消費電力:35.7KVA
運転モードを FCMC150Aのカタログおよび冷却能力線図から算出
出力水温は25℃
環境条件は　沖縄県

エコハイブリッドクーラーを2系統で使用

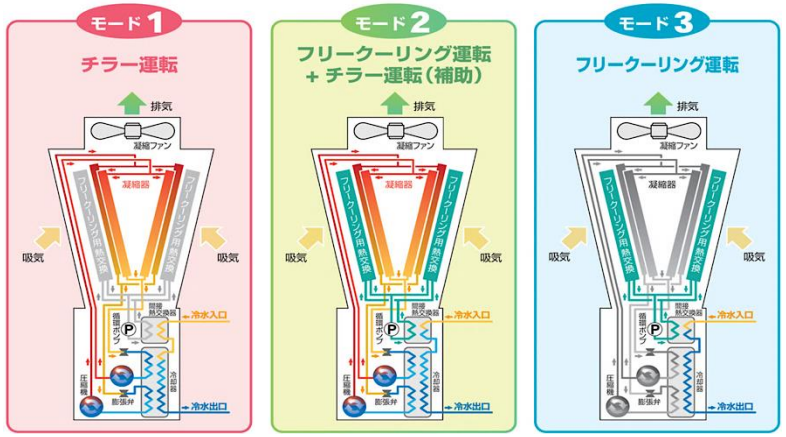
35℃系　水冷サーバ最大消費電力156.0KVA　稼働想定x0.85 **132.6KW**
25℃系　空冷サーバ最大消費電力167.3KVA　稼働想定x0.85 **142.2KW**
沖縄県での年間想定PUE 計算表は別途参照
35℃系=1.170　　25℃系=1.170にて排熱する。
合わせた想定総合PUE年間**平均値は1.17**。
水使用率（WUE:L/kWh)は、蒸発水を利用しないのでゼロ、
排熱は密閉された配管内を循環するため、日常での水消費はゼロ。
推定炭素使用効率(CUE:kgCO2e/kWh)は、1.209x0.677(沖縄電力数値)
＝ 0.818kg-CO2/kWh
エネルギー再利用率は（ERF)は、実質ゼロ。排熱温度が低いため、排熱を全て
大気へ放出する。

PUE演算　①　DLC5ラック

サーバ消費電力　132.6KVA
ポンプユニット
　3φ4線400V　1.8 KWポンプ1台インバータ制御
　シーケンサなど　0.5KW　合計　2.3KVA
エコハイブリッドクーラー
　35.7 KW x 2　合計71.4KVA
　気温によりモードチェンジ　別表を参照
CDU
　最大消費電力　3KVA x 5台　合計15KVA

※将来エコハイブリッドクーラは2台で300KWの
能力があるので拡張時　配管増設などで100KVA以上
DLCサーバ増設に対応可能

水冷サーバ最大消費電力	156.00
x 0.85	132.60



エコハイブリッドクーラのモード

① 月別PUE

月	恩納村 平均気温	運転モード推定	推定 COP	チラー実消費電力 (kW)	ポンプ等 (kW)	系統PUE
1月	16.9℃	モード3 (完全FC)	80.0	1.66	17.3	**1.143**
2月	17.2℃	モード3 (完全FC)	75.0	1.77	17.3	**1.144**
3月	18.4℃	モード3 (完全FC)	60.0	2.21	17.3	**1.147**
4月	20.7℃	モード3 (完全FC)	40.0	3.32	17.3	**1.156**
5月	23.3℃	モード2 (FC主導)	25.0	5.30	17.3	**1.170**
6月	26.0℃	モード2 (FC主導)	18.0	7.37	17.3	**1.186**
7月	27.8℃	モード2 (FC主導)	14.0	9.47	17.3	**1.202**
8月	27.9℃	モード2 (FC主導)	14.0	9.47	17.3	**1.202**
9月	27.0℃	モード2 (FC主導)	16.0	8.29	17.3	**1.193**
10月	24.9℃	モード2 (FC主導)	20.0	6.63	17.3	**1.180**
11月	22.1℃	モード3 (完全FC)	30.0	4.42	17.3	**1.164**
12月	18.6℃	モード3 (完全FC)	55.0	2.41	17.3	**1.149**

PUEベースラインの引き下げ成功

- 付帯設備電力が17.3 kWに収まったことで、PUEの絶対的な下限値（ベースライン）が 1 + (17.3 / 132.6) = **1.130** まで引き下がりました。これが施設全体のPUEの底上げ（改善）に直結しています。

チラーの圧倒的な省エネ性による上乗せの少なさ

- 定格71.4 kWのチラー設備に対し、出力35℃設定と沖縄の気候を掛け合わせた結果、チラーの実効消費電力は真夏でも10 kW未満、**年間平均で約5.2 kW**に抑え込まれています。
  PUEの計算上、ベースライン1.130 に対して、チラーが消費する電力分として上乗せされるのは年間平均でわずか「0.04」に過ぎません。
  （1.130 + 0.04 = 1.170）
  沖縄という外気温の高い地域でありながら、年間を通じて**PUE 1.17台**を達成できるこの設計は、最新のデータセンター環境基準（グリーンIT）から見ても非常に優位性が高く、ランニングコストと環境配慮の両面において極めて説得力のある構成となっています。

PUE演算　②　リアドア空調

サーバ消費電力 142.2KVA
ポンプユニット
　3φ4線400V　0.9KWポンプ1台インバータ制御
　シーケンサなど　0.5KW　合計　1.4KVA
エコハイブリッドクーラー
　35.7 KW x 1　合計35.7KVA
　気温によりモードチェンジ　別表を参照
リアドア空調機　ファン付き5台　ファン無し2台
　5台ファン付き　@0.3x5 合計1.5KVA
※エコハイブリッドチラーを増設などにより
将来の拡張に対応

空冷サーバ最大消費電力	167.29
x 0.85	142.20

② 月別PUE

月	恩納村 平均気温	運転モード推定	推定COP	チラー実消費電力 (kW)	ポンプ等 (kW)	系統PUE
1月	16.9℃	モード2 (FC主導)	15.0	9.48	2.9	1.087
2月	17.2℃	モード2 (FC主導)	14.0	10.16	2.9	1.092
3月	18.4℃	モード2 (FC主導)	12.0	11.85	2.9	1.104
4月	20.7℃	モード2 (FC+チラー)	9.0	15.80	2.9	1.131
5月	23.3℃	モード1/2境界	6.5	21.88	2.9	1.174
6月	26.0℃	モード1 (完全チラー)	4.8	29.63	2.9	1.229
7月	27.8℃	モード1 (完全チラー)	4.2	33.86	2.9	1.259
8月	27.9℃	モード1 (完全チラー)	4.1	34.68	2.9	1.264
9月	27.0℃	モード1 (完全チラー)	4.5	31.60	2.9	1.242
10月	24.9℃	モード1 (チラー主導)	5.3	26.83	2.9	1.209
11月	22.1℃	モード2 (FC+チラー)	7.5	18.96	2.9	1.154
12月	18.6℃	モード2 (FC主導)	11.5	12.37	2.9	1.107

① 環境維持とエネルギー効率の見事なバランス

- InRow空調機で現実的なサーバ室温を維持するための「25℃入水」という制約がありながら、沖縄の気候下で年間PUE 1.17台を達成できているのは、「ポンプユニットによりポンプ・その他付帯設備をわずか2.9kWに極小化していること」が
最大の要因です。
付帯設備分によるPUEのベースラインが 1.020 に固定されているため、夏場にチラーの消費電力が増えても全体のPUE悪化を最小限に食い止めています。

② ピーク時の容量限界に関する重要なアラート

- 試算表の「8月」にご注目ください。IT負荷142.2kWがフル稼働した場合、猛暑のピーク時にはチラーの実消費電力が 約34.68 kW に達します。
これは、FCMC150A 1台の仕様上の定格最大消費電力（35.7 kW）に対して 約97%の限界ギリギリの稼働状態 であることを意味します。
予備機1台設置して
必要な時に稼働。

2系統合計PUE

①（DLC 35℃） 年間平均PUE 推定値: 約 1.170

②（空冷 25℃） 年間平均PUE 推定値: 約 1.171
※予備機が控えている前提で計算した。

合計PUEは、受電トランス、UPSを含まず 1.17

※沖縄県での試算なので、本土、北海道では、COP（排熱時電力効率）が上がり、PUEはさらに低くなる。

空調省エネを実現する 最新2020年発行JEITAガイドライン



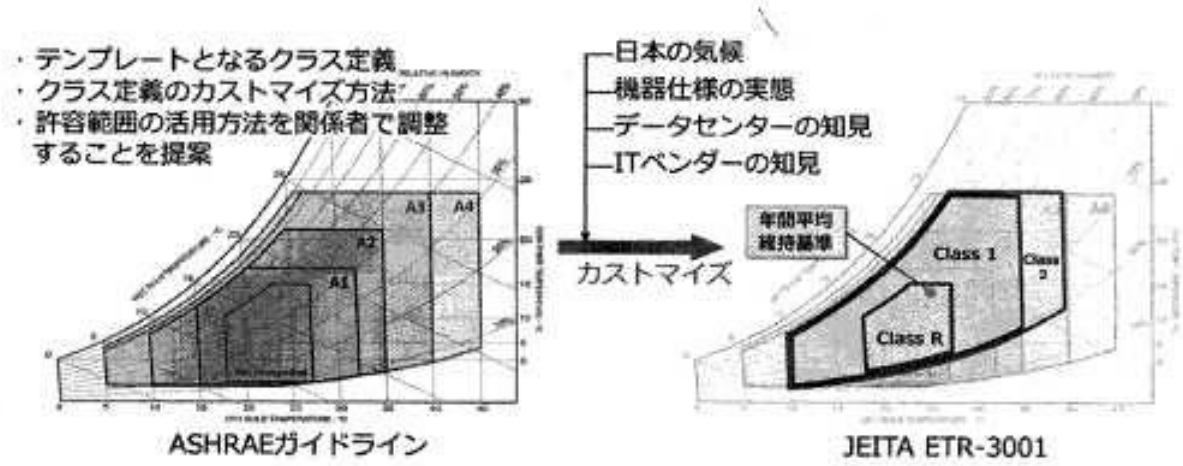


図 4—JEITA ETR-3001 と ASHRAE ガイドラインの関係

サーバ会社10社が認証　JEITAより有償で配布されています。

サーバ会社10社が確認

米国暖房冷房空調学会ASHRAEガイドラインは外気導入に対応して10年前に改訂されている。
日本は米国に比べ湿度が高い場合があり、ASHRAEを日本国内に適用するのは良くない。

省エネ優先として、50年以上昔に設定された安全規格には適合していない。
コンデンサ耐熱温度がこの20年で30℃以上上がっている。サーバー吸気耐熱温度は40℃以上となっている。

引用先：東京大学 次世代データセンター勉強会 第8回 第47回

簡便に省エネを計算出来るPUEの重要性

OE（オーナーズサイドエンジニアリング）のお仕事

簡便に省エネを計算出来るPUE		By LXStyle,Inc									
	Rubin	RubinUltra	Feynman	Next-F							
NVL-72電力KVA	120	256	512	1000							
稼働電力90%	108	230	461	900							
データセンター電源実装MW	4	10	34	57							
	MW	MW	MW	MW							
使用可能電力80%前後追加分	3.2	4.8	20	23							
設置追加ラック数	30	21	43	26							
GPU消費電力が将来下がっても											
設置可能ラック数が増えるだけで											
総電力は上下しないと予測出来る											
年	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
稼働電力90% x 24 h x 30Day x 12月xラック数											
実消費電力KW h Rubin	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	28382400	
RubinUltra	0	42310800	42310800	42310800	42310800	42310800	42310800	42310800	42310800	42310800	
Feynman	0	0	173649480	173649480	173649480	173649480	173649480	173649480	173649480	173649480	
Next-F	0	0	0	204984000	204984000	204984000	204984000	204984000	204984000	204984000	
予測消費電力合計KW h	28382400	70693200	244342680	449326680	449326680	449326680	449326680	449326680	449326680	449326680	
年間電気代1KW h ＝16円	¥454,118,400	¥1,131,091,200	¥3,909,482,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	¥7,189,226,880	
東京電力への年間支払除く空調	約4.5億円	約11.1億円	約39.0億円	約71.8億円	約71.8億円	約71.8億円	約71.8億円	約71.8億円	約71.8億円	約71.8億円	
WaBiCo PUE=0.85	¥386,000,640	¥961,427,520	¥3,323,060,448	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	¥6,110,842,848	
	3.8億円	9.4億円	32.7億円	61.1億円	61.1億円	61.1億円	61.1億円	61.1億円	61.1億円	61.1億円	
PUE=1.3	¥590,353,920	¥1,470,418,560	¥5,082,327,744	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	¥9,345,994,944	
	5.9億円	14.7億円	50.8億円	93.4億円	93.4億円	93.4億円	93.4億円	93.4億円	93.4億円	93.4億円	
PUE=1.2	¥544,942,080	¥1,357,309,440	¥4,691,379,456	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	¥8,627,072,256	
	5.4億円	13.5億円	46.9億円	86.2億円	86.2億円	86.2億円	86.2億円	86.2億円	86.2億円	86.2億円	

GPUスパコン電気代試算

JEITA 社団法人　電子情報技術産業協会　資料　ETR-3001　で推奨される　ClassR を使い　室温を上げ、排熱温度を上げ、コンプレッサー稼働時間を減らすと省エネに。

手法	詳細
現況の見える化	DCIM、環境監視システムを使う。 安価な温度計を多数（数ラックごとに1台）設置し、手集計が安価。
室温を上げる	22℃・23℃・24℃・25℃・26℃・27℃・28℃　スパコンで32℃前後もある。
新型エアコン	COPが4以上の高効率エアコンを使う。
冷却リアドア	RDHX ラック背後に設置　マイクロソフトAzureデータセンターが大量採用。
AHU	空気：水熱交換機 ホットアイル天井に設置　Googleデータセンター サーバ室壁面に設置　横吹と言われ最新DCで多く採用。
FCU	ファンコイルユニット　ラック形状のinRow型
水冷チラー	20℃以下と26℃～30℃を供給出来るタイプがある。
クーリングタワー	気温が低い季節（春、秋、冬）はクーリングタワーのみで排熱。 COPは、ヒートポンプエアコンに比べ2倍以上。 夏は水冷チラーを使い水温を下げる。

東京大学　次世代データセンター勉強会　NTTデータ　黒滝氏の発表

出所：http://hiroshi1.hongo.wide.ad.jp/DCEM/ 第84回

室温を上げて省エネ

コールドアイルは27℃

データセンターにおける温度緩和の動き

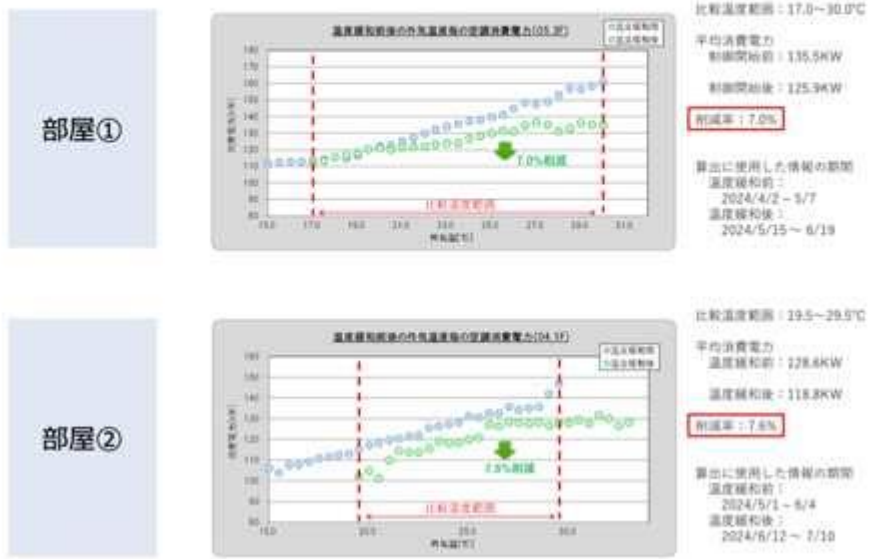
- JEITAのによるガイドライン発行以降、少しづつ状況が変わってきている



© 2024 NTT DATA JAPAN Corporation

実行プロセス　ー結果　温度緩和の効果ー

- 温度緩和実施前後1ヶ月間の空調消費電力のうち、同じ外気温度条件下での平均消費電力を比較



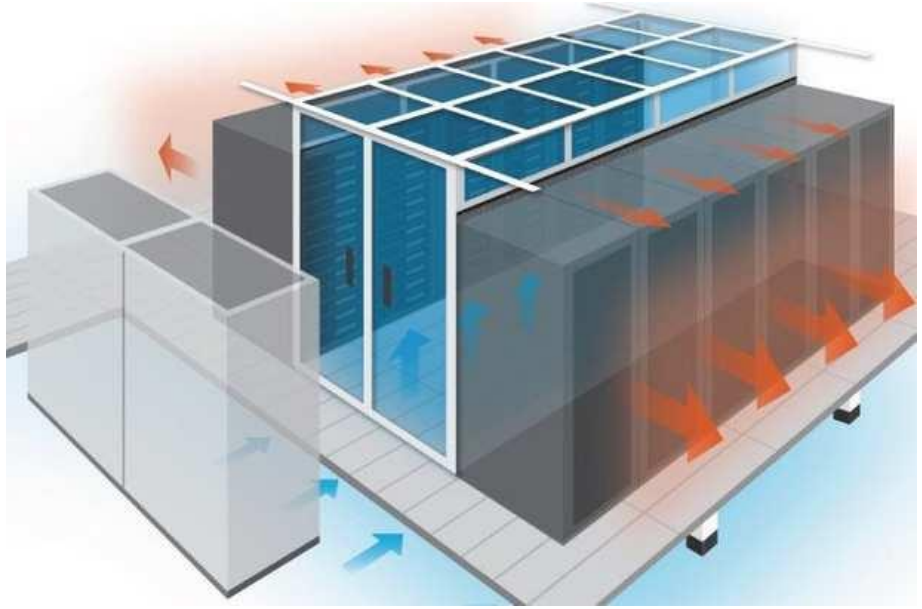
© 2024 NTT DATA JAPAN Corporation

27°Cを決めるため、多大な工数とコストが掛かっている。

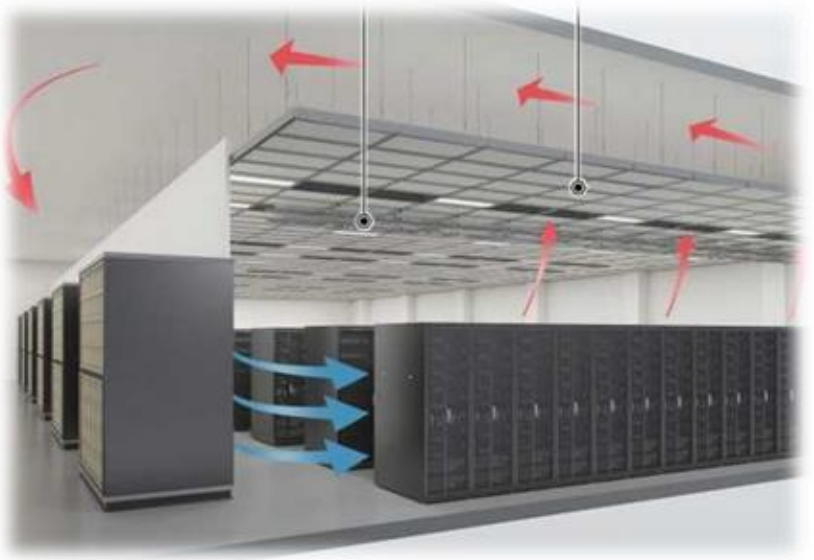
サーバー冷却方式の変化

近年サーバーの高性能化に伴い冷却方法が変化している

■従来のデータセンター
床下送風方式による冷却

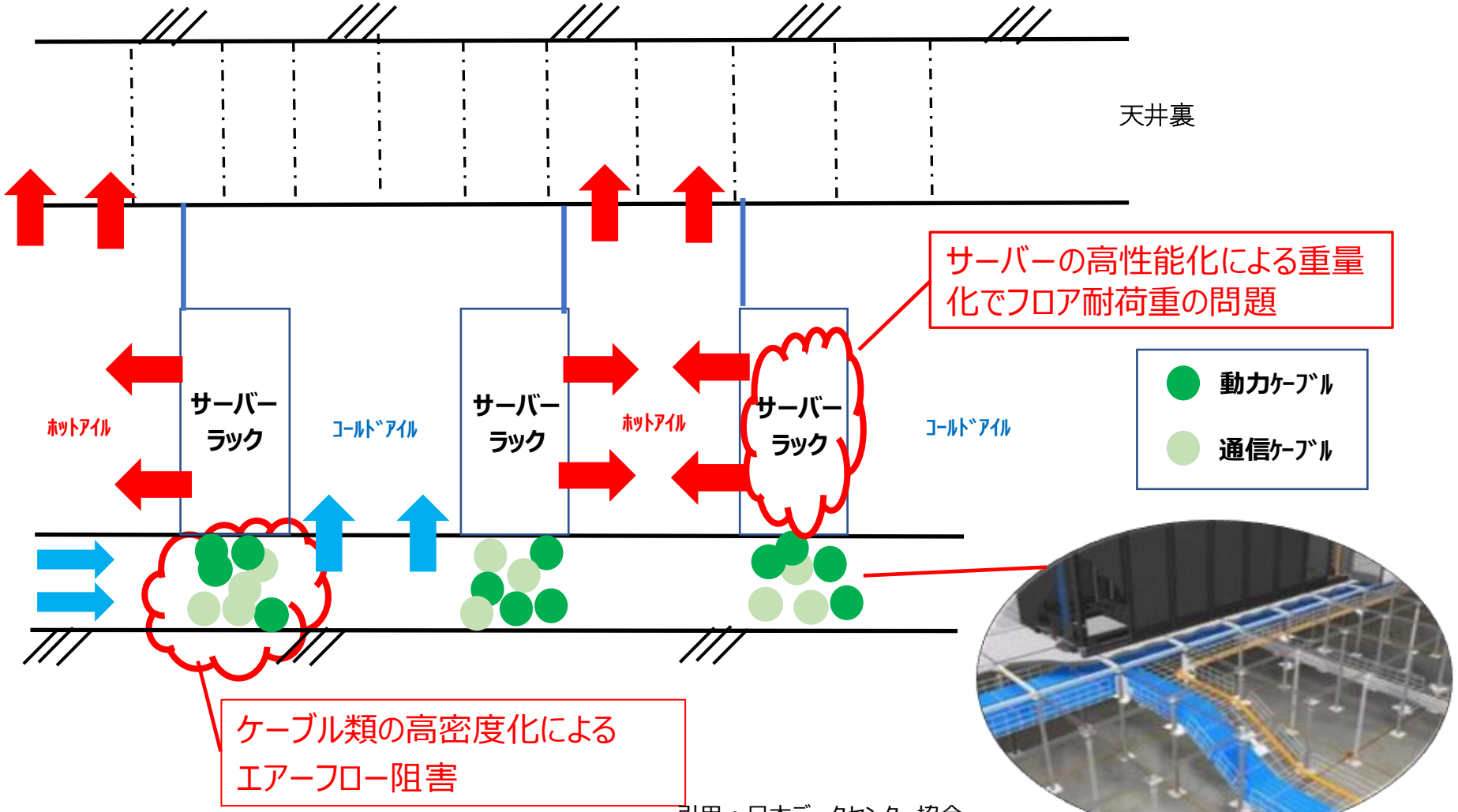


■最近のトレンド
ファンウォールによる
サイドフロー冷却



引用： バーテック株式会社
サーバールームの空調の種類は？設計方式の違いや運転効率の改善方法まで解説
https://burrtec.co.jp/datacenter/useful_content/server_room_design/

床下送風空調の問題点



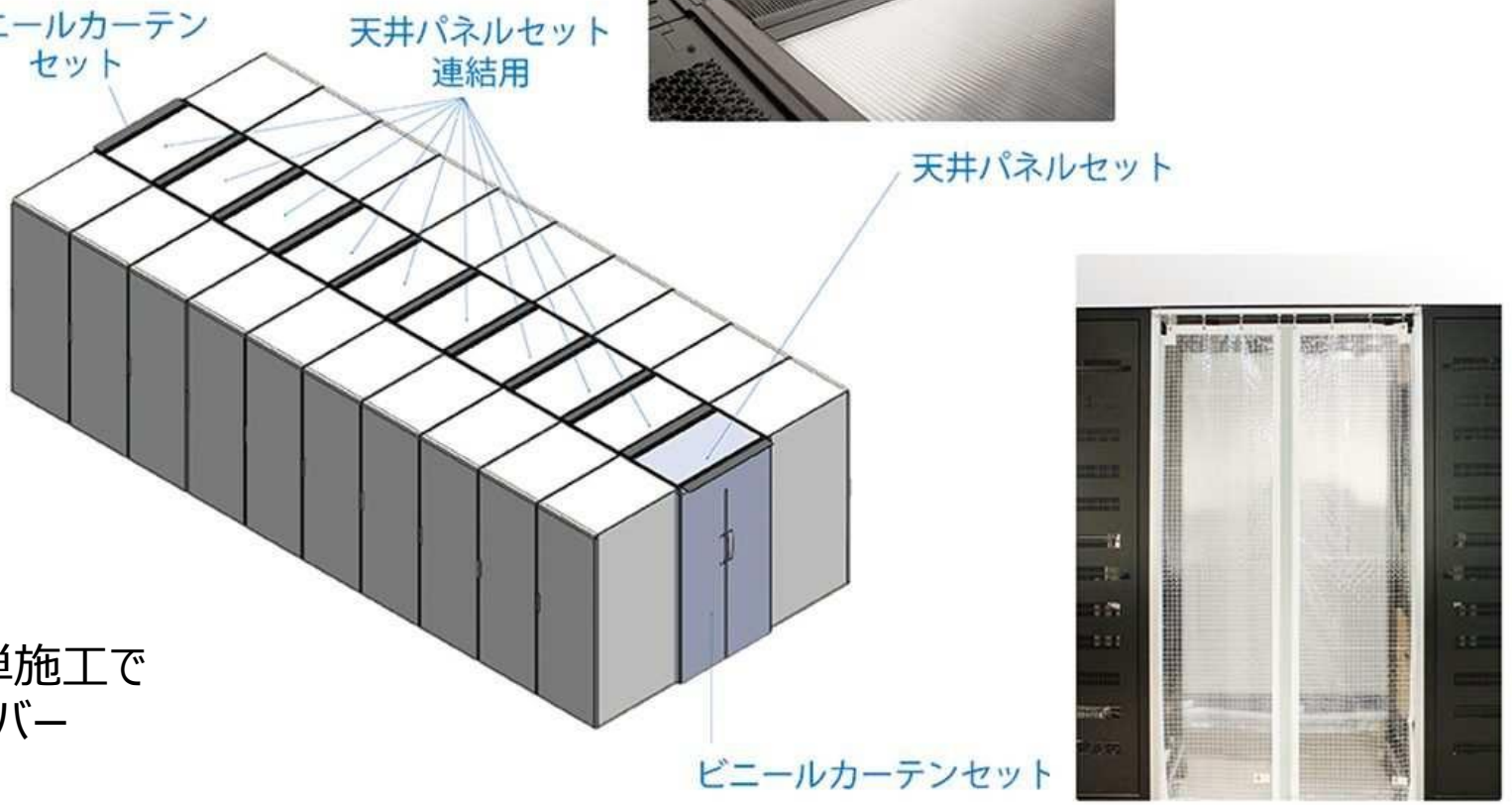
引用：日本データセンター協会
データセンターネットワークリファレンスガイド　より
https://www.jdcc.or.jp/pdf/Datacenter_Network_Ref_Guide_2nd%20edition_140108.pdf

2

キャッピングしてホットアイル気温を上げるだけで省エネ
空調機をヒートポンプからドライクーラーに更新すればPUE＝1.25を実現　←　超カンタン

アイルカバー





キャッピングを簡単施工で
省エネ！アイルカバー

NVIDIA　空冷GPUサーバは、前後の通路幅を拡げると安定稼働出来る。

DATA CENTER Frontier

April 15, 2024



Analyst Finds AI Boom Lifts Hyperscale Cloud Spend, Propels Data Center Infrastructure, As NVIDIA Presides

We look into a trio of ongoing cloud and AI data center sector reports recently released by industry analyst Dell'Oro Group.

通路幅1mで10KW
通路幅1.8mで15KW
背面通路も1.8mで20KW
サイドを空きラックで25KW
44U高さを56Uで30KW

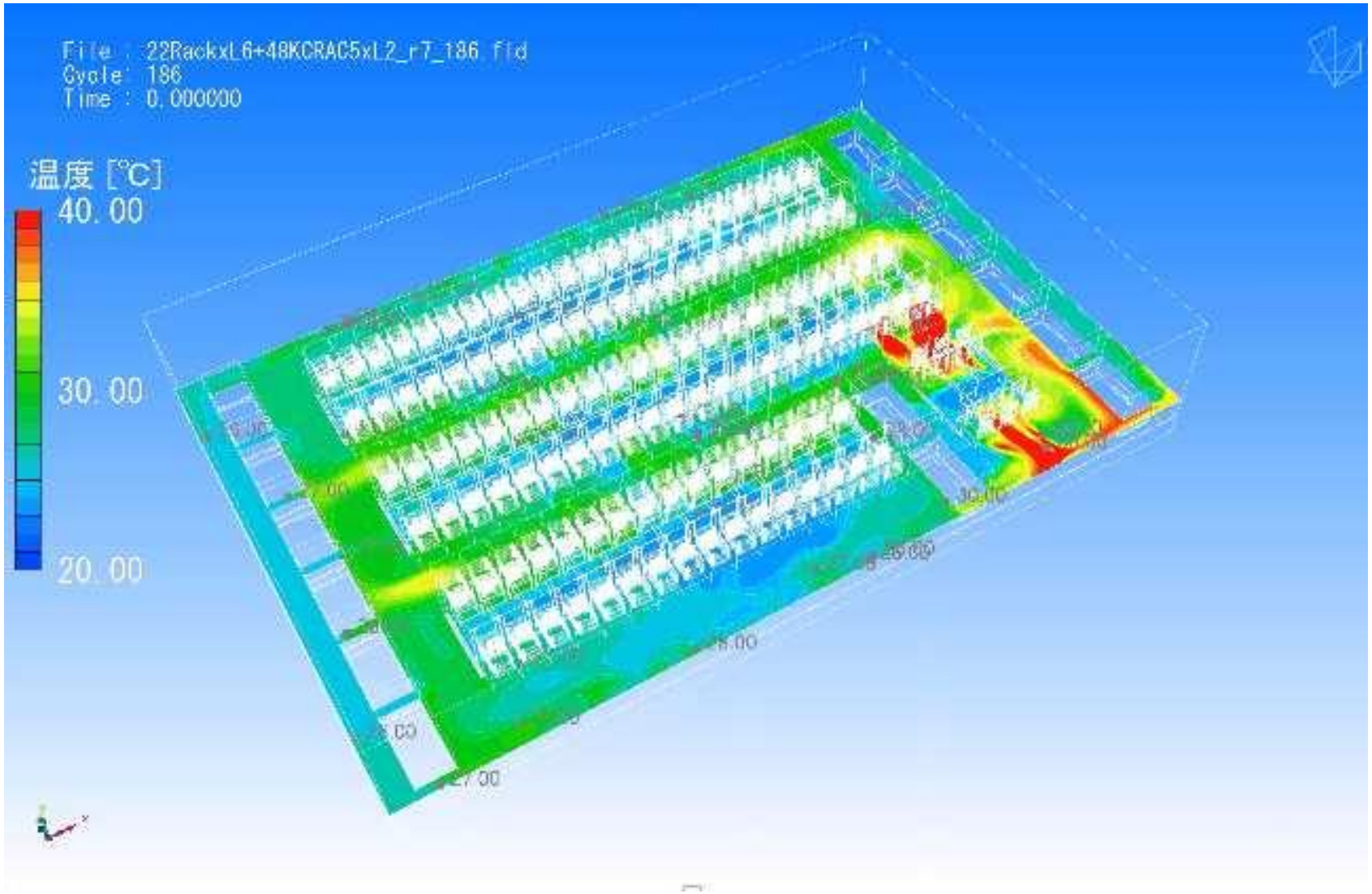
56UでGPUで無ければ
利用率67%で　45KW

CFDで確認してください。

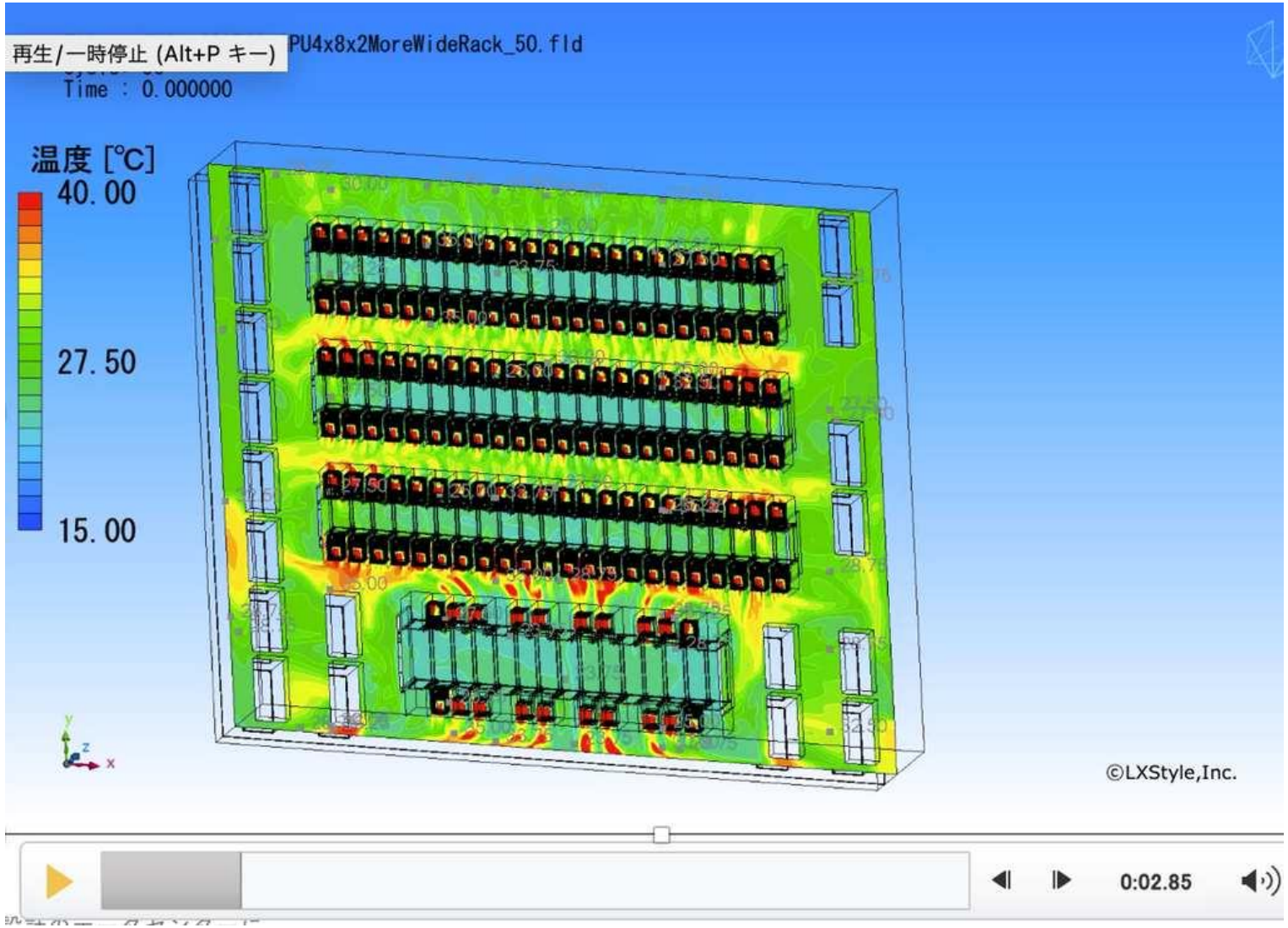
引用先：https://www.datacenterfrontier.com/hyperscale/article/55017061/analyst-finds-ai-boom-lifts-hyperscale-cloud-spend-propels-data-center-infrastructure-as-nvidia-presides?o_eid=9847F3472278D4D&oly_enc_id=9847F3472278D4D&rdx.ident[pull]=omeda|9847F3472278D4D&utm_campaign=CPS240411163&utm_medium=email&utm_source=DCF+Newsletter

CFD事例

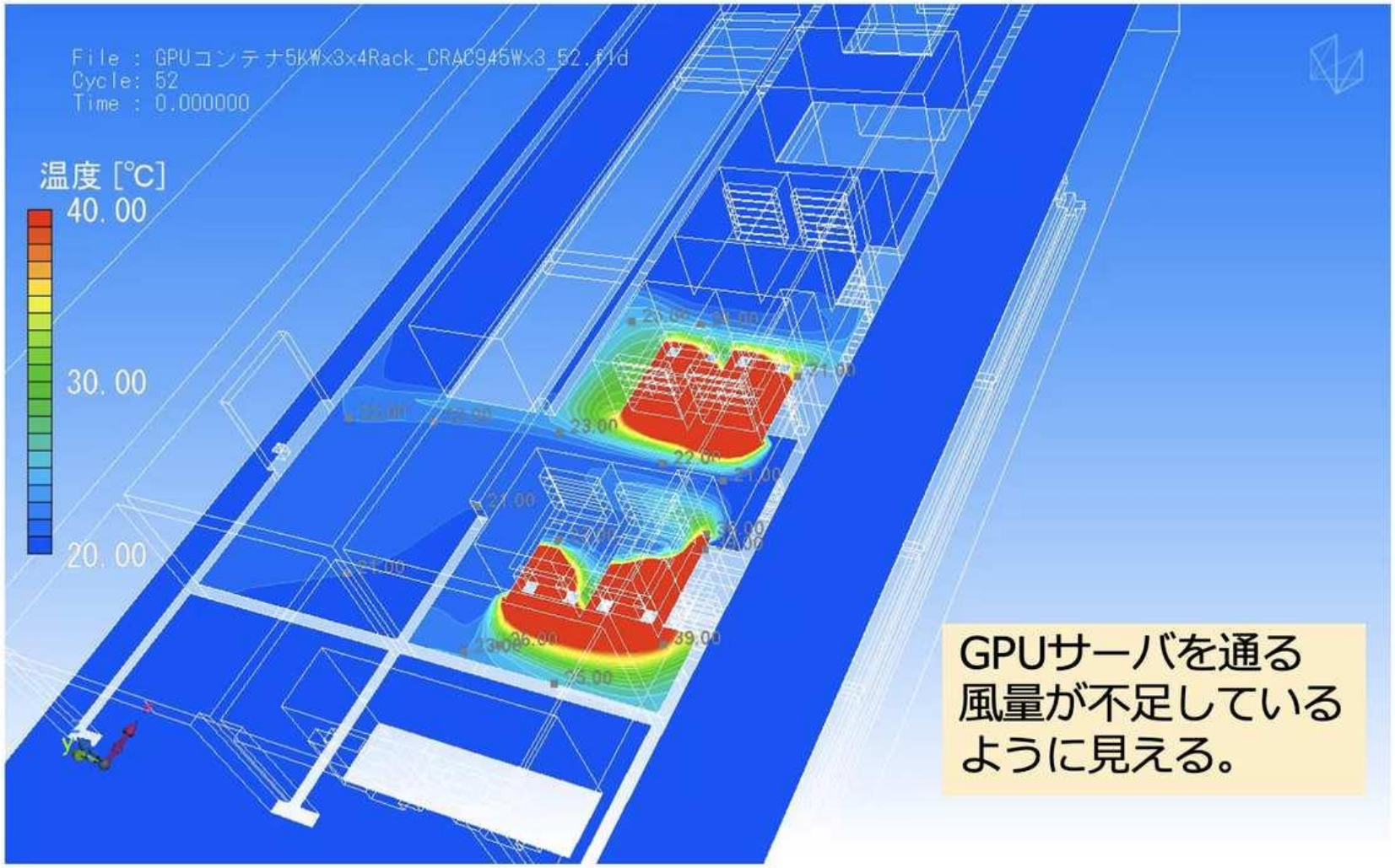
5KWGPUを３台　６Rack　CRACエアコンを２台追加・・・OKか？



GPUゾーンを長くした　コールドアイルに熱風が無い　OK!

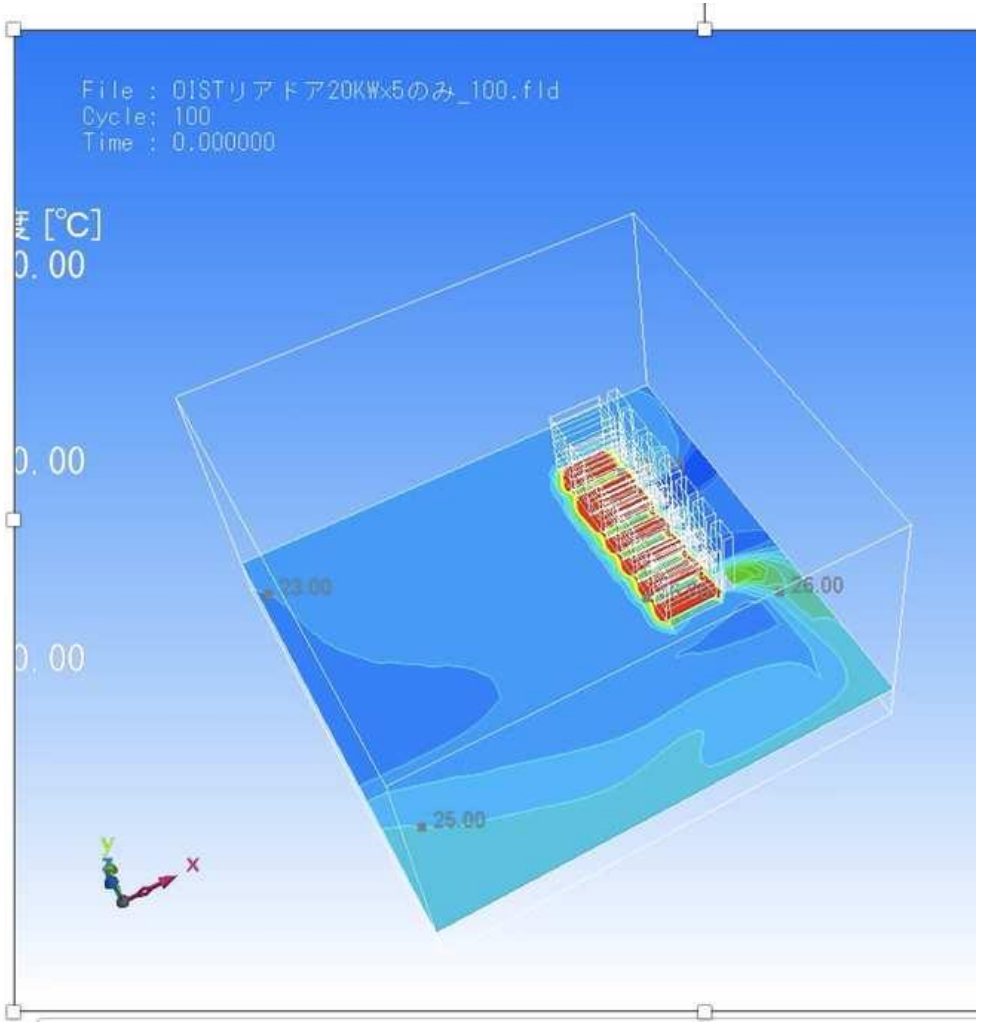


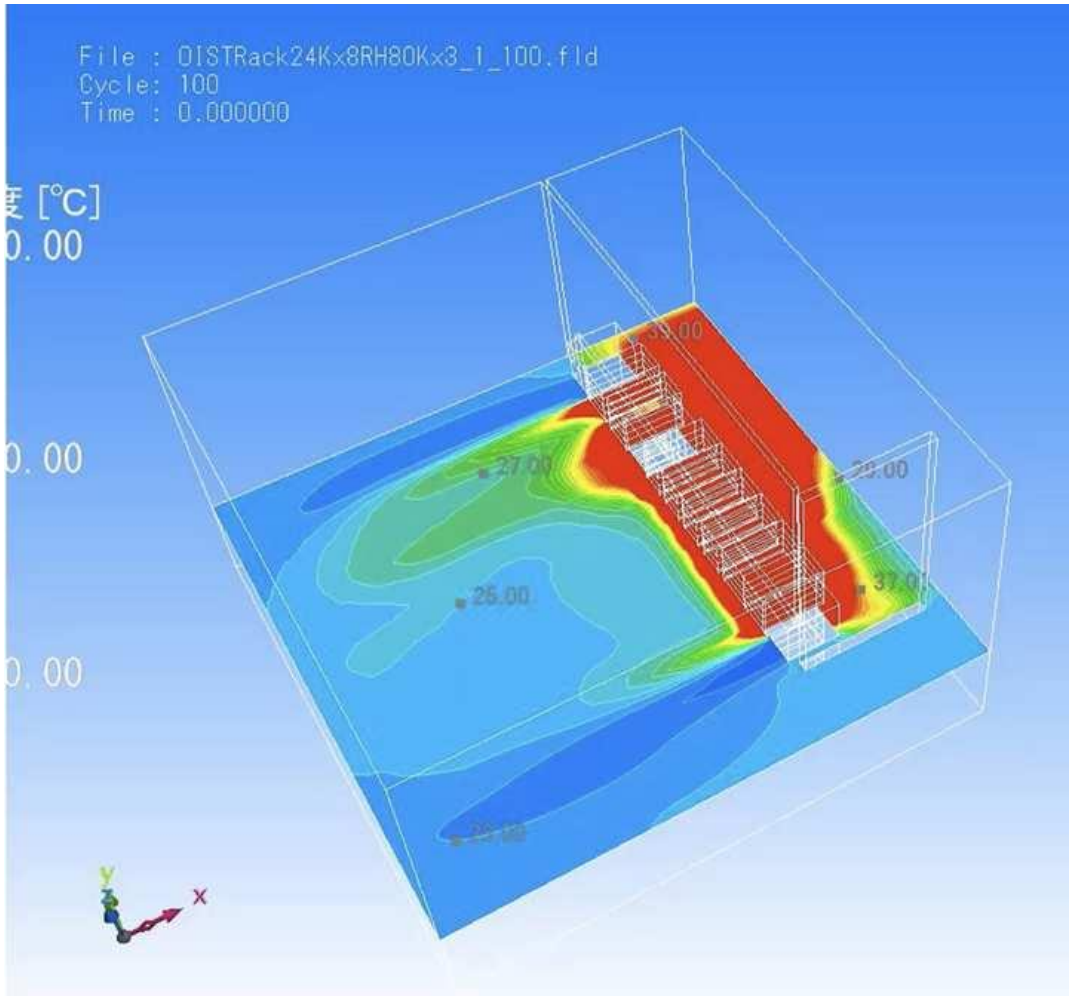
コンテナデータセンターにGPUサーバ　サーバは耐えられるか？



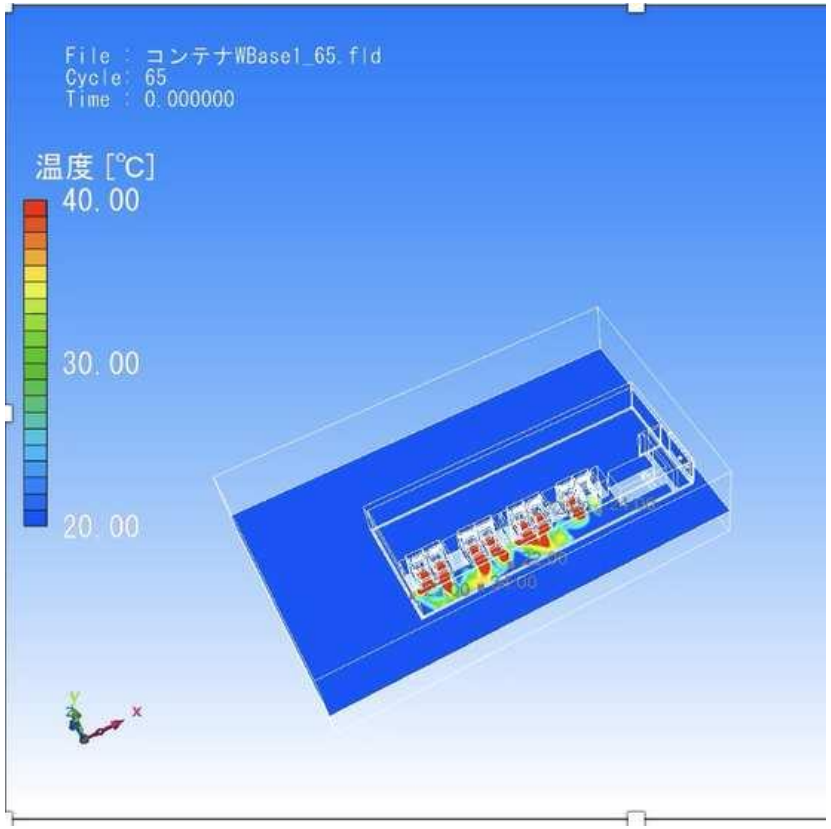
5KWGPUサーバを1ラック3台ｘ4ラック

CFD（流体解析）から最大可能電力を予測　キャッピングとInRow空調機を使う





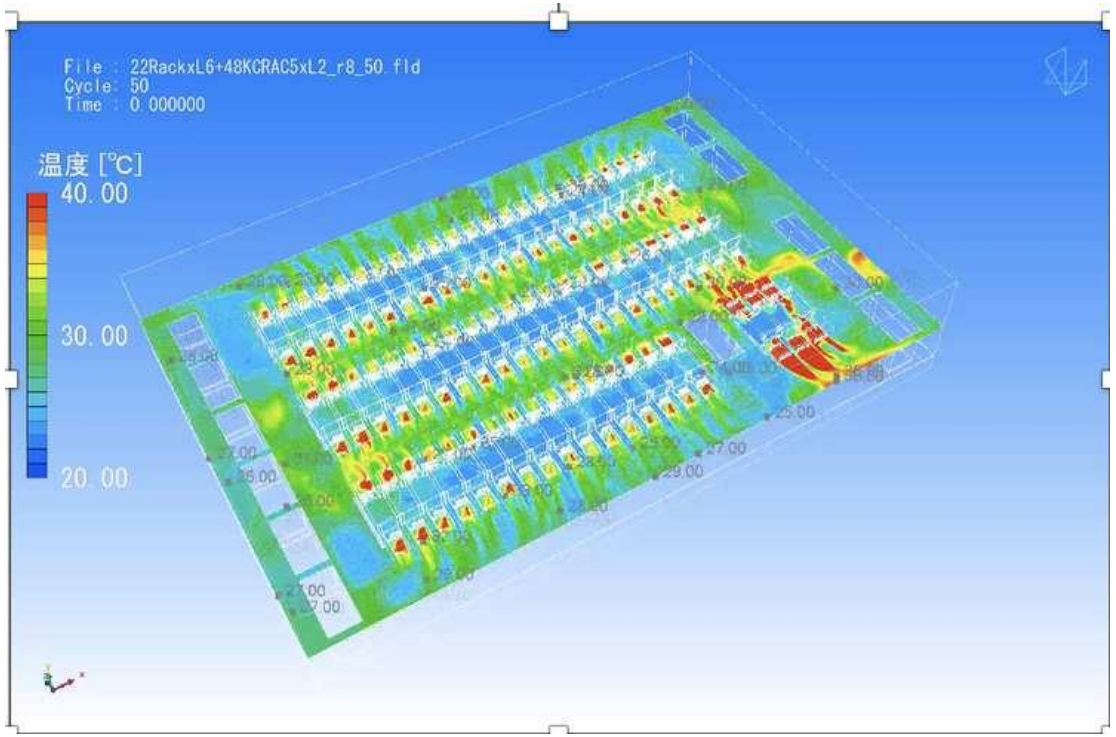
キャッピング（コンティメント）による効率化
室温上昇・湿度管理・ドライクーラー活用



1. キャッピングにより、サーバ排気が前面吸気側に戻らないので省エネ
2. 排気側室温が上がるので空調機効率が上がる。
   外部へ排熱温度が上がるとエコハイブリッドクーラーならば能力が上がる。

経済産業省資源エネルギー庁PUE「1.3以下」規制
- ・古いデータセンターのPUE改善手法
- ・古い設計DCへのGPUゾーン導入事例
- ・CFD解析による改善設計例

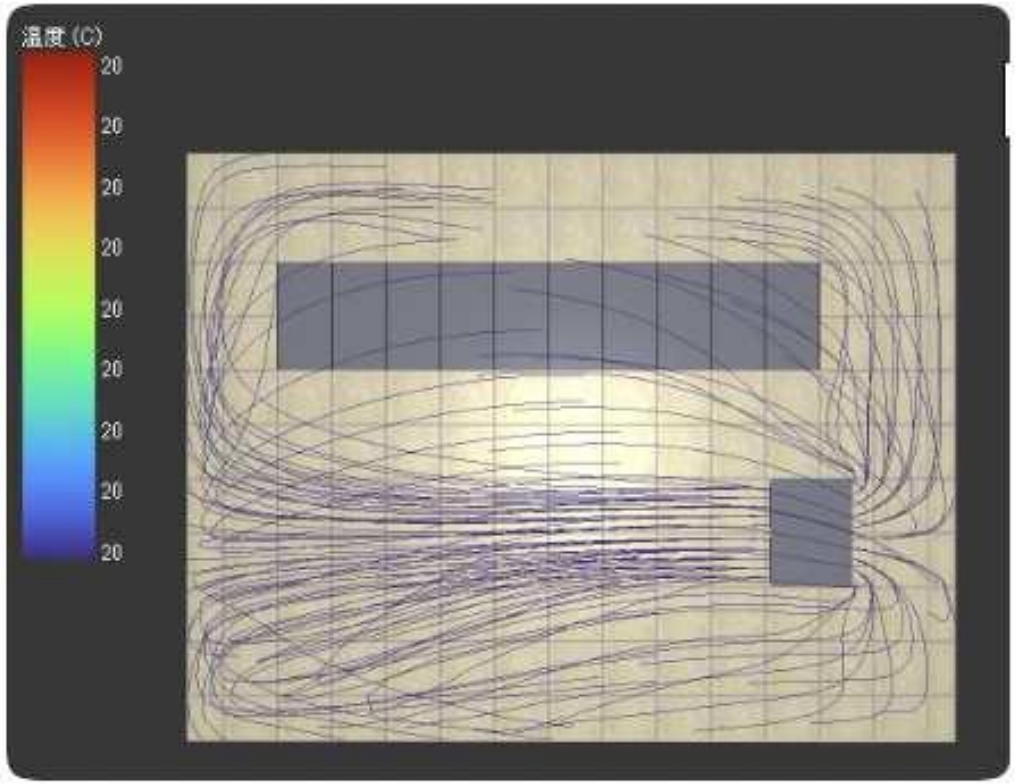
新築にも　既存にも　空冷式データセンターの一部に水冷式が導入可能

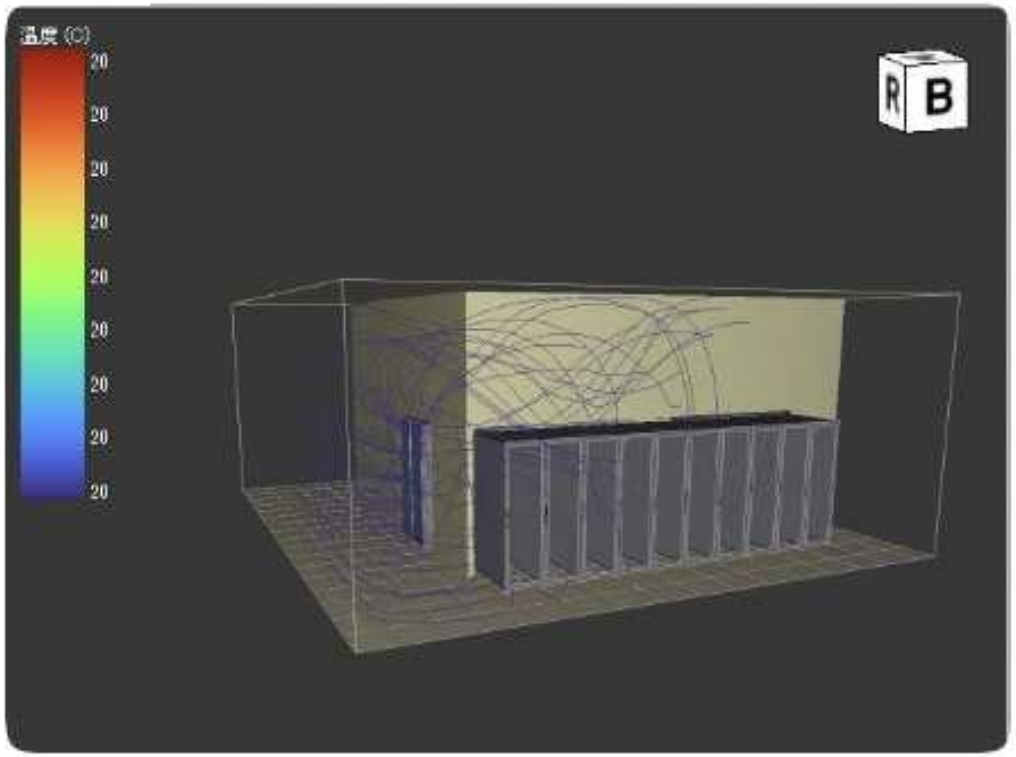


古い2MW受電データセンターは
PUE＝1.5～2.0なので　空調設備を
新型に変えるだけで　PUE＝1.2以下
となり、余った電力にてGPUサーバー
1MW分も利用できる。

GPUコロケ月額は100万円前後なので
大幅な増収になる。

排熱効率の悪いフロンを使う排熱を水を使い、ドライクーラー、
ハイブリッドクーラーに置き換えるだけで、PUEは下がる。





CFD（流体解析）ソフトの年間利用料は1200万円を超える。
数百億円のデータセンターを作るのに「無料」？

DLC
（ダイレクトリキッドクーリング）

異常なまでのAIサーバ「電気の大食い」
最近のサーバ　NVL-72　ラックスケールサーバ　@120KVA



引用先：https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2025/20251225_01/



「NVIDIA GB200 NVL72」を搭載したAI計算基盤

NVL-72　ラックスケールサーバ 1ラック120KVA
価格は1ラック　4.5億円～7億円
毎週2,000ラック出荷 サーバ出荷の半分を超えた

これから　どうなる？

バカ売れ　10兆円/1年？
DLCサーバ＋NidecCDU ColdPlate



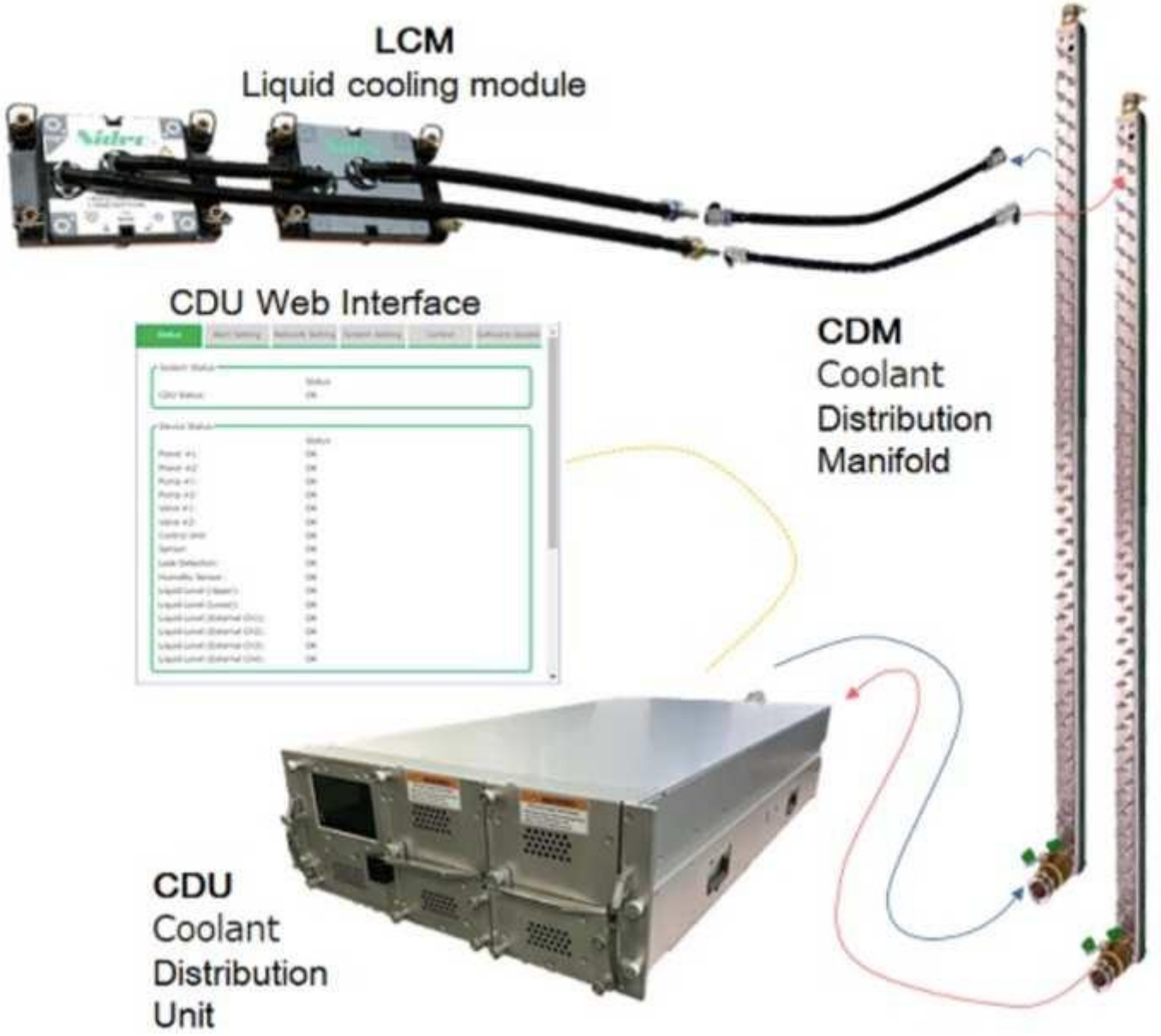
Coolant Distribution Unit (CDU)	Supermicro CDU contains 1+1 redundant hot-swappable pump systems that circulated the coolant to cold plates cooling down CPUs and GPUs heat. The CDU cooling capacity is up to 100kW enabling extremely high rack densities.	
CPU/GPU Cold Plate	Cold plates are placed on top of CPUs and GPUs to cool down chips efficiently by letting coolant flowing through micro channels in the cold plate.	 CPU Cold Plate  GPU Cold Plate
Coolant Distribution Manifold (CDM)	CDM are the distribution pipes that supply coolant to each server and collect the hotter coolant back to the CDU.	

Nidec高圧ポンプを使う
高圧ポンプは冗長化されていて
ホットスワップ出来る。

Nidec水冷システムは月産3,000システムと発表

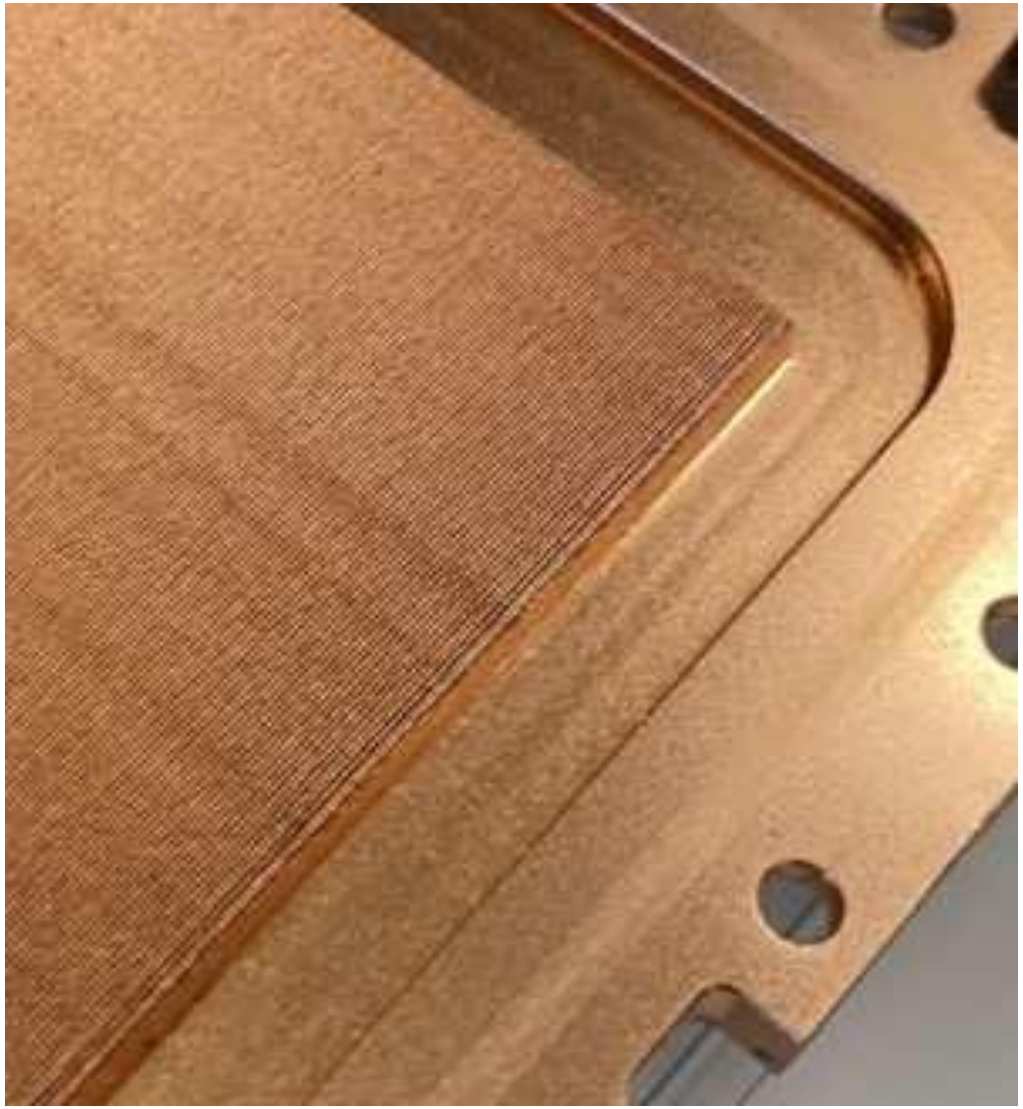
Nidec

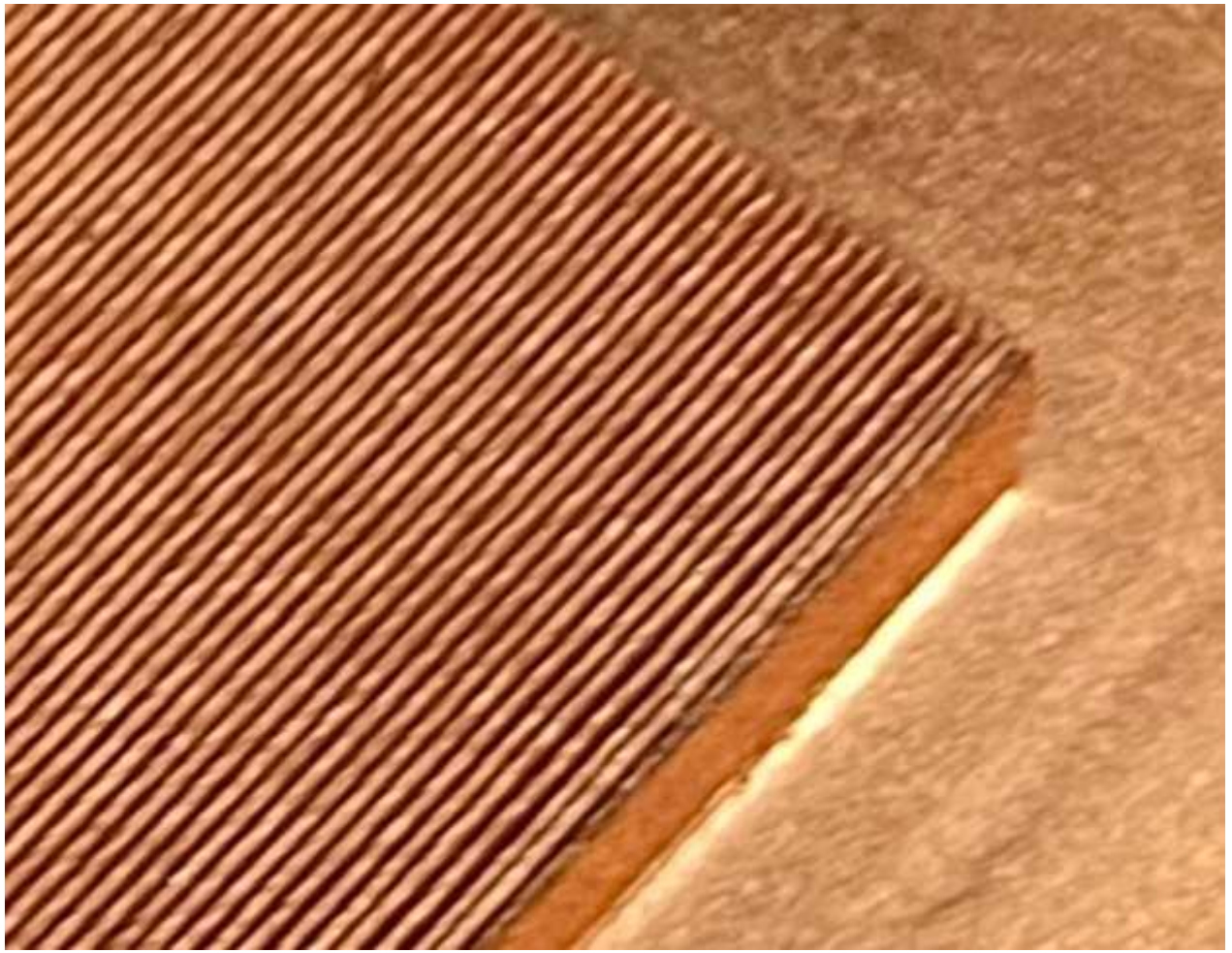
ラック内CDU
Nidecはシステムで提供



引用先：https://www.nidec.com/jp/technology/casestudy/liquid-cooling/

伝熱技術　高圧ポンプで320Wをブレーク





JDCC　DLC関連最新技術セミナーにて
筆者撮影

MGX　B200、B300に対応　１週間に2,000ラック出荷
MGX設計データはOCPに寄贈されている。サーバはDLC。
電源は直流800Vで日本では高圧扱い



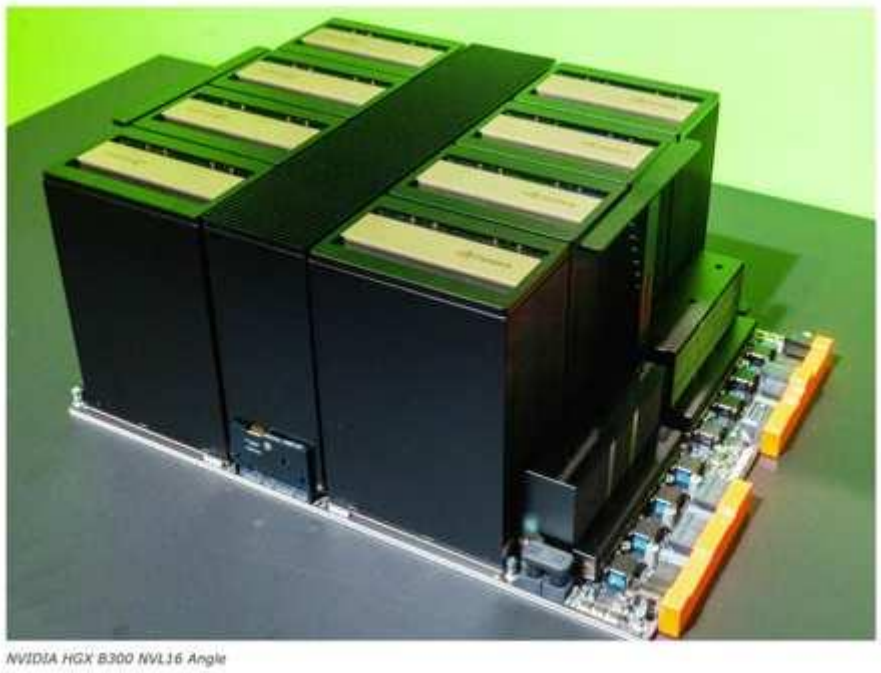
ラックを柵で囲って、入室に資格が必要



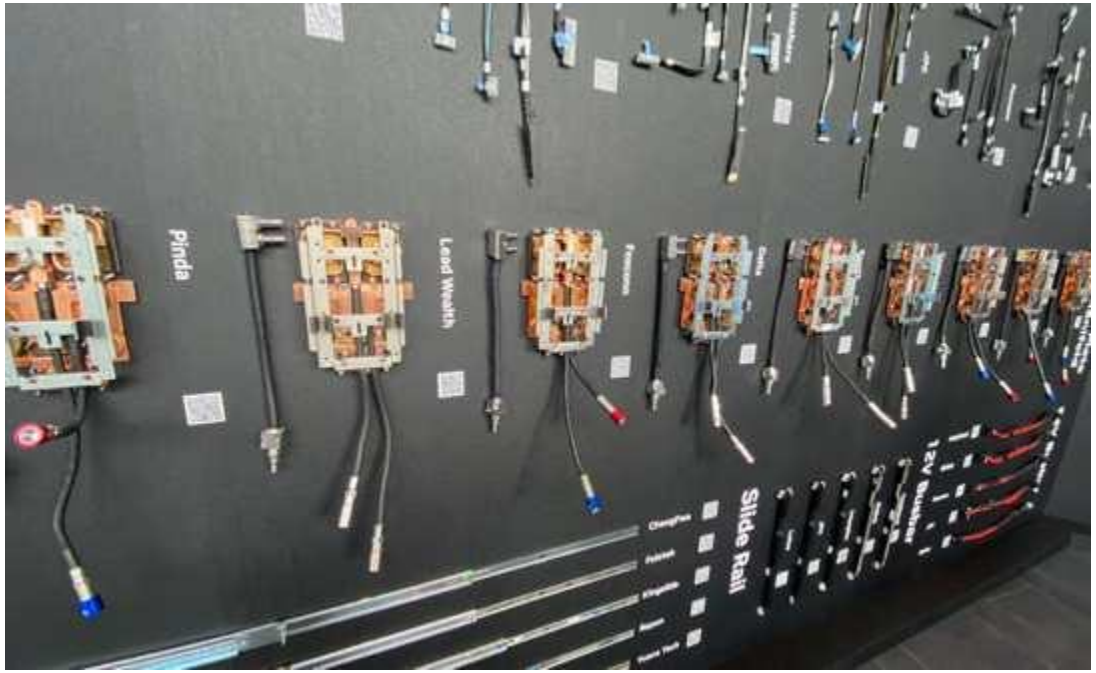


Computex Taipei2025にて
筆者撮影

NVIDIA　B300搭載　NVL16



空冷B200、B300機

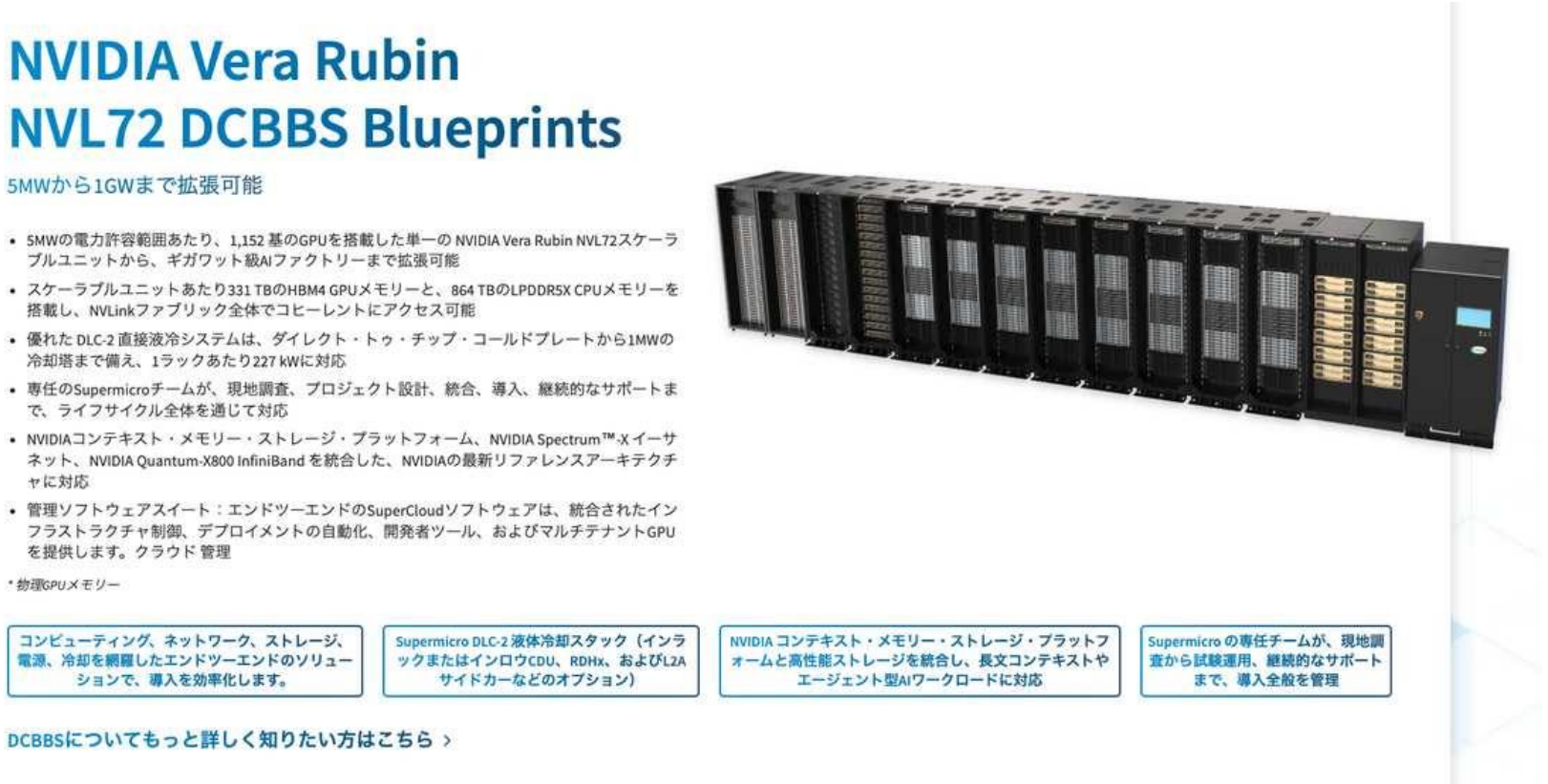


MGX　DLCコールドプレート

Computex Taipei2025にて
筆者撮影

・・・ほんまか？

NVIDIA　Vera Rubin NVL-72は1ラック15億円らしい
https://blogs.nvidia.co.jp/・・・/nvidia-vera-rubin・・・/
ので、SuperMicroから　NVL4が出てきた
https://www.supermicro.com/ja/accelerators/nvidia/vera-rubin
型番からして　4／72だろうか？
1セット1億円？
1台買って　成果が
出たら拡張出来る。
5MWからギガワット
まで拡張出来るらしい。





1ラック　4.5億円～7億円

毎週2,000ラック　出荷されているNVL-72

出荷が始まったVera Rubin NVL-72は
1ラック15億円から25億円とされる。

毎月ではありません、毎週数億円のラック
スケールサーバが2,000ラックも出荷されて
いるのです。

1ラック15KWを超えると水冷

B300機でも1ラック搭載台数を2台ならば空冷可能
台数を増やす場合、冷却リアドアを使う。

→　冷却リアドアは　温水冷却すると
　　性能が落ちる。　→DLCへ
→　液冷　運用すればわかる、大規模導入は
　　運用コスト（主として人件費）が、、、

高密度が進む

データセンターに水？

膨大な熱量を“冷却”するから、不必要な電力を使う。
10℃前後のフロンや冷水を使うから結露などへの対策が必要。

データセンター内温度を23℃以上で組めば、結露は発生しない。
また、漏水防止クイックコネクタ (UQD)を使うと「水」は洩れない。
※データセンター内で水使用を禁止する規程は無い

データセンターは“サーバーを設置する場所”だから
OE（オーナーズサイドエンジニアリング）が決める。

水冷するなら,これも覚えて！

- ヘッダ
- 閉ループ（膨張タンクを使う）
- 定流量弁を各CDUに取付
- 流体クイックコネクタ

と言うより、今後必須な水冷技術

付帯設備で重要な「ヘッダ」、フットプリント設計、騒音



ヘッダ





配管とポンプ



ポンプ制御盤と水冷チラー



3.4MW高圧受電
キュービクル

出所：産総研ABCI付帯設備

密閉冷却システム　9年稼働産総研ABCIスパコン付帯設備と同じ方式

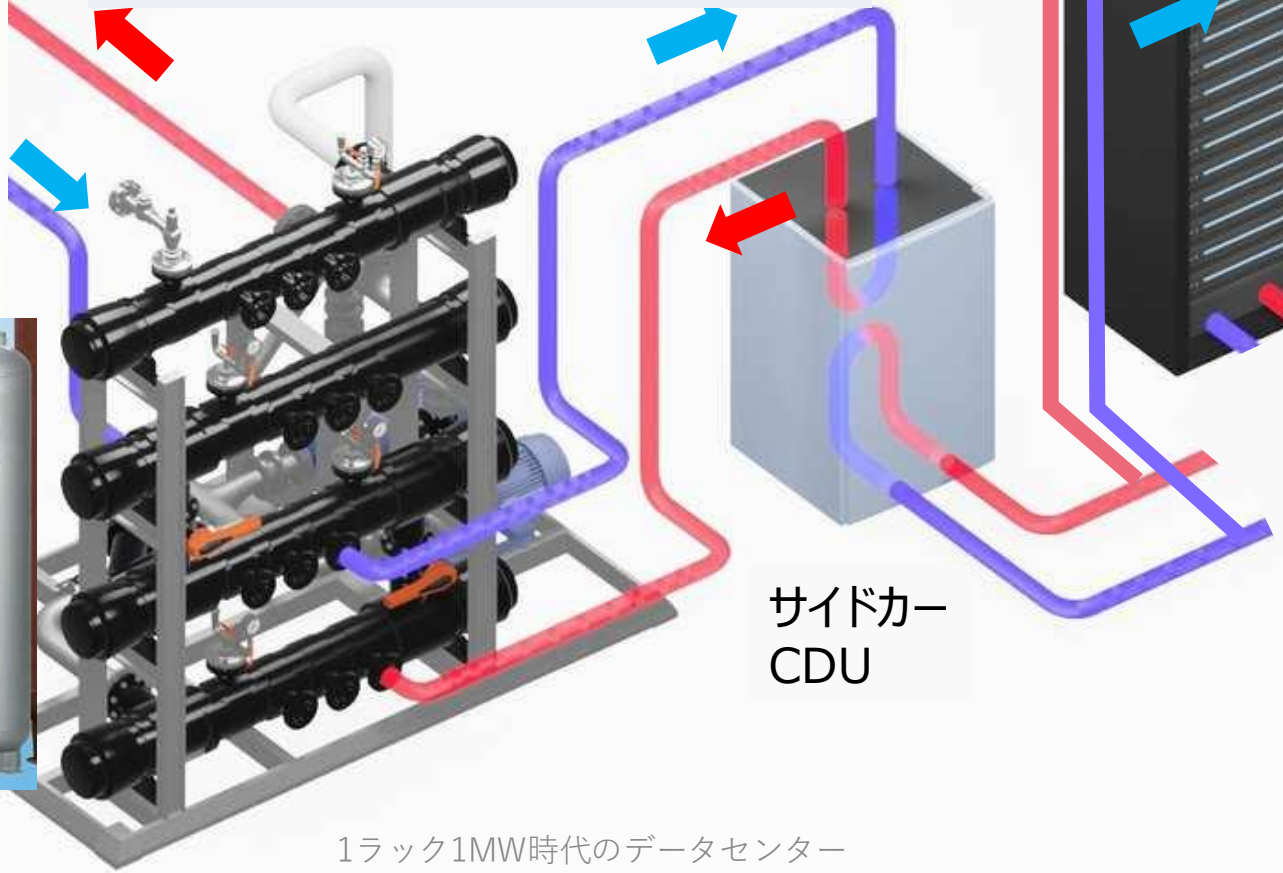


冷却塔
ドライクーラー

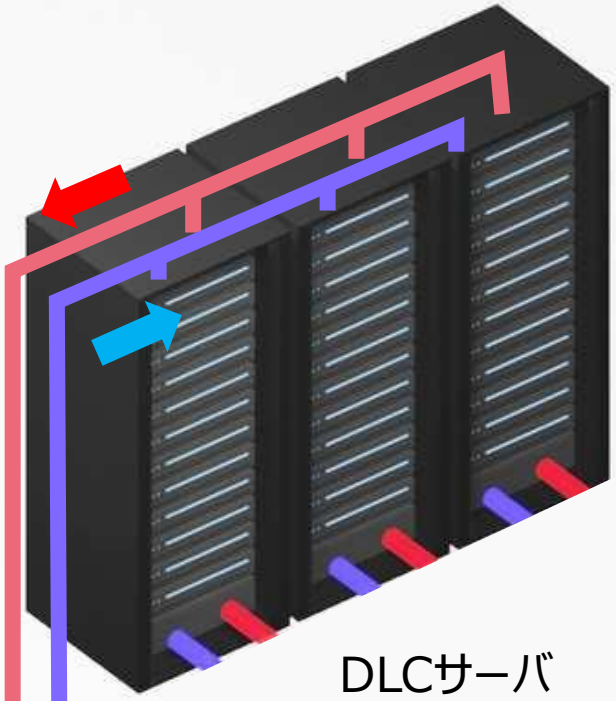
液冷システムをガンプラ化する
バーテック　ポンプユニット



膨張タンク

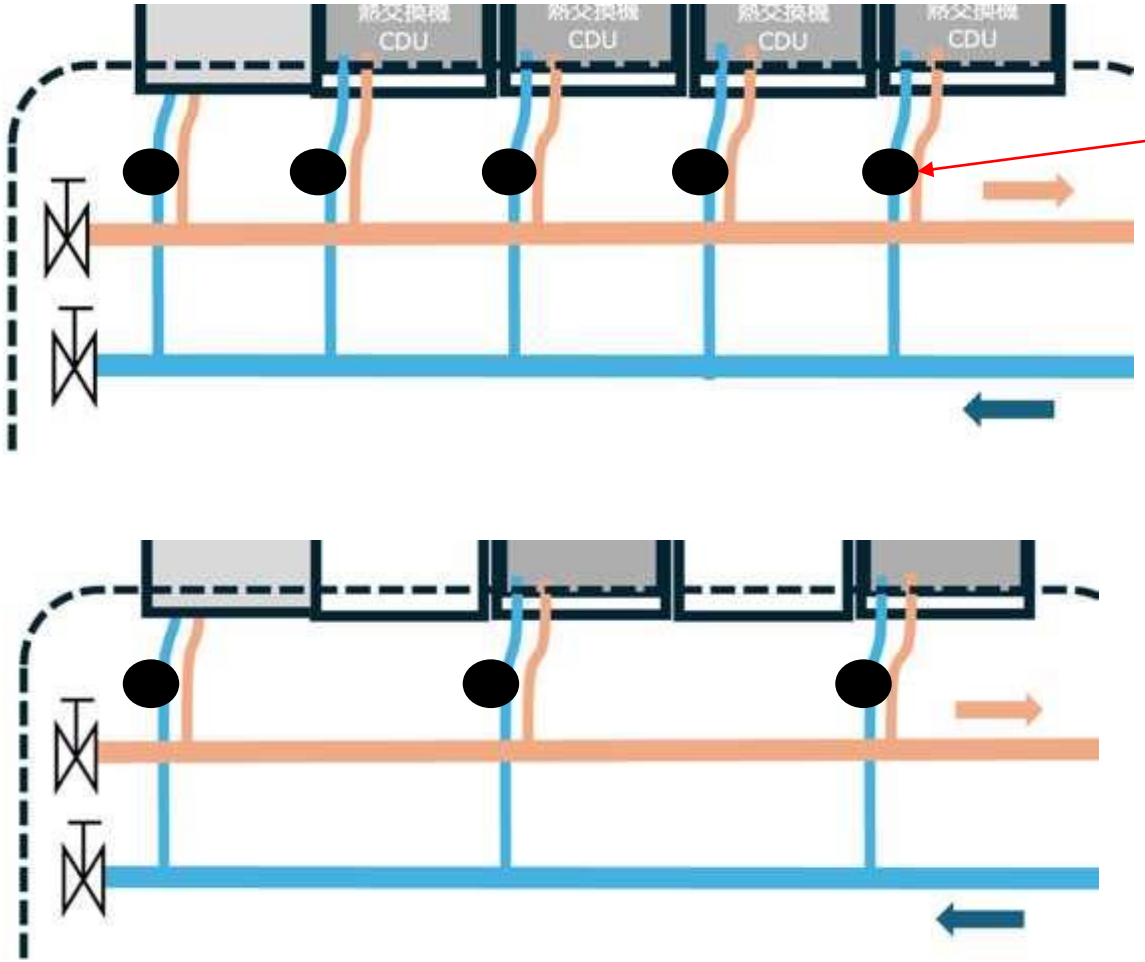


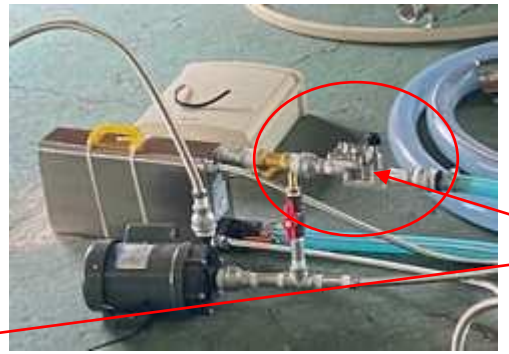
サイドカー
CDU



DLCサーバ

CDUが要求する水量の定流量弁を設置する。





定流量弁

太い配管から、希望する水量が一定になる。

太い配管への送水圧力が変動してもCDUに希望する水量が流れる。

冷水供給側でも、排水側でもCDU熱交換ループなのでどちらでも構わないが、特別な仕様である場合はCDU規程に従う。

液漏れ無しでホースを接続。流体クイックコネクタ　設備工事を大幅に簡略化

FAST MOVING TECHNOLOGY

STÄUBLI



水冷データセンター用
大流量・大口径
クイックカップリング TDU
流体コネクタ | IT-Cooling

New

水冷対応データセンターに最適な大口径フルフローカップリング

従来の口径24mmに加え、2インチコネクタ TDU 50 mmがついに登場！

データセンターアーキテクチャにおいてますます高まるモジュラリティの要求に応えます。

- 圧倒的な流量： 50mmボア径により、最大のシステムでも最適な流量を提供します。
- シームレスな統合： CDU、ラック、配管ネットワークのシームレスな接続に役立ちます。
- モジュラー性： 設置を簡素化し、HVACシステムの再構成やスケーリングが容易になります。
- 簡易なメンテナンス： ホットスワップ可能な接続により、システムを停止することなく簡単にメンテナンスを行えるため、稼働時間と信頼性が向上します。

水冷用途に適したダイレクトフローカップリング



- TDUは同形状のコネクタ２つを対称的に接続します。
- スイベル機構を備えており、取り回しが容易です。また、スイベル機構はロック可能です。
- 圧力がかかった状態でも、簡単にすばやく、安全に接続や分離ができます。
- カップリング同士が接続された状態でのみバルブが開き、分離状態ではバルブは閉じたままです。
- 回路を見分けやすくするためのカラーコード（青 /KB 、赤 /KR ）がご利用いただけます。

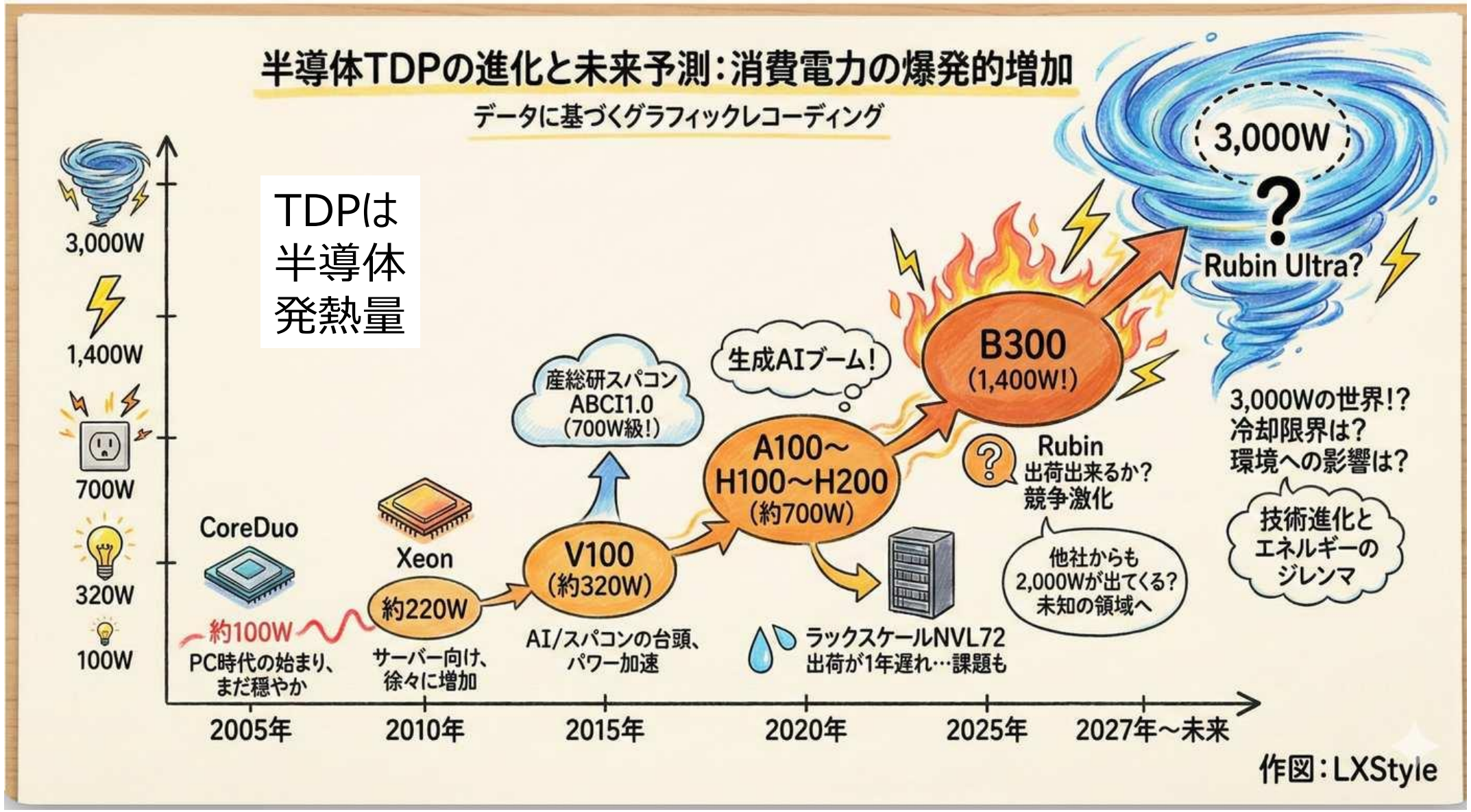











半導体TDPの進化と未来予測：消費電力の爆発的増加
データに基づくグラフィックレコーディング
TDPは
半導体
発熱量
3,000W
1,400W
700W
320W
100W
CoreDuo
約100W
PC時代の始まり、
まだ穏やか
Xeon
約220W
サーバー向け、
徐々に増加
産総研スパコン
ABCI1.0
（700W級！）
V100
（約320W）
AI/スパコンの台頭、
パワー加速
生成AIブーム！
A100～
H100～H200
（約700W）
B300
（1,400W！）
ラックスケールNVL72
出荷が1年遅れ…課題も
Rubin
出荷出来るか？
競争激化
他社からも
2,000Wが出てくる？
未知の領域へ
3,000W
？
Rubin Ultra？
3,000Wの世界！？
冷却限界は？
環境への影響は？
技術進化と
エネルギーの
ジレンマ
2005年
2010年
2015年
2020年
2025年
2027年～未来
作図：LXStyle

OCP Summit 2026秋

項目	NVIDIA MGX	AMD Helios (画像内: Hellion)	Intel (DC-MHS / OCP AI)
設計思想	NVIDIA主導のモジュラー標準（OCP寄贈・連携）	完全オープン標準のラックスケール統合	基板・コンポーネント単位の徹底したモジュール化
ラック規格	MGX独自拡張 + ORv3互換	OCP ORv3 HPR（High Power Rack）	OCP ORv3 / EIA 19インチ両対応
スケールアップ通信	NVLink（独自規格）	UAlink（オープン規格）	PCIe Gen6 / UALink / 光I/O
冷却要件	DLC（水冷）必須領域へ移行（100kW+）	DLC（水冷）標準サポート	空冷～DLC、先端二相式・液浸の研究推進

By Gemini

NVIDIA MGX 1.2 は、2026年10月にオープン・コンピュート・プロジェクト（OCP Global Summit）で発表された、次世代AIインフラ（Vera Rubinなど）向けのオープン・モジュラーラックおよびコンピュートトレイの設計仕様（Revision 1.2.0）です。

主な仕様と特徴

- **最大ラック電力**：1ラックあたり最大 **250kW** に対応し、前世代（GB200 NVL72の最大120kW）から大幅に電力密度が向上しています。
- **液冷システム**：ラックスケールのブラインドメイト液冷機構（手動のホース接続レス）、液冷対応の **5,000Aバスバー** を標準装備しています。
- **ファンレス設計**：冷却の標準化に伴い、ファンレスの液冷コンピュートトレイを採用し、保守時の作業時間短縮と故障リスク低減を図っています。
- **オープン標準**：NVIDIAのAIデータセンター・リファレンス設計として、19インチ機器や各種フォームファクターとの相互運用性を持たせています。

MGX 1.2 についてさらに知りたい場合は、以下を参照

- **対象となるGPUアーキテクチャ**（RubinやBlackwellなど）の詳細
- **電力・冷却設備**（液冷やバスバー）の設計要件
- **データセンター構築**における導入上の注意点

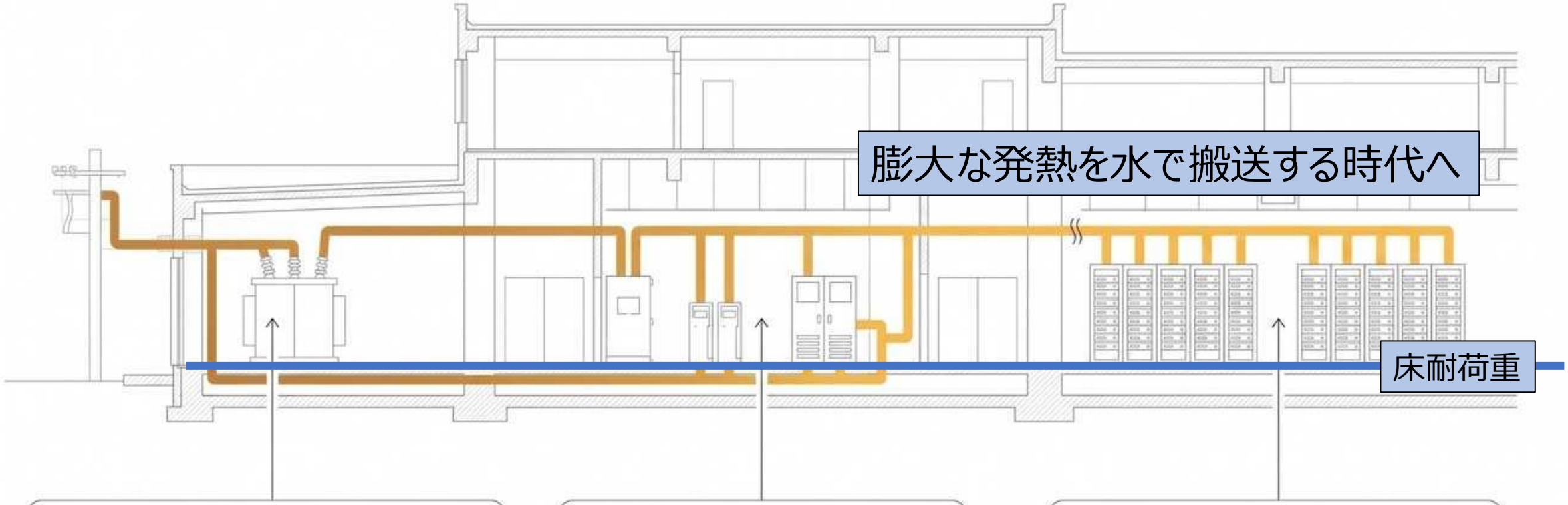
引用先： https://www.nvidia.com/ja-jp/data-center/products/mgx/



顧客が AI インフラストラクチャを拡大させる中、コンポーネント単位で別々に設計されたものでは、統合、ネットワーキング、運用の複雑さが増す可能性があります。AMD Helios™ ラックスケール プラットフォームなら、演算、メモリ、ネットワーキング、ソフトウェア、電力、冷却、セキュリティ、保守性が、協調設計されたラックスケール プラットフォーム一つにまとめられているため、この問題への対処が可能です。

出所： https://www.amd.com/ja/partner/browse-by-resource/partner-insights-articles/helios-open-standards-ai-solution.html

【神経系】AIの歩みを止めない多層的な電力供給インフラ



キュービクル（特高受変電設備）

電力会社からの特別高圧電力を、施設内で利用可能な電圧に変換する第一の関門。

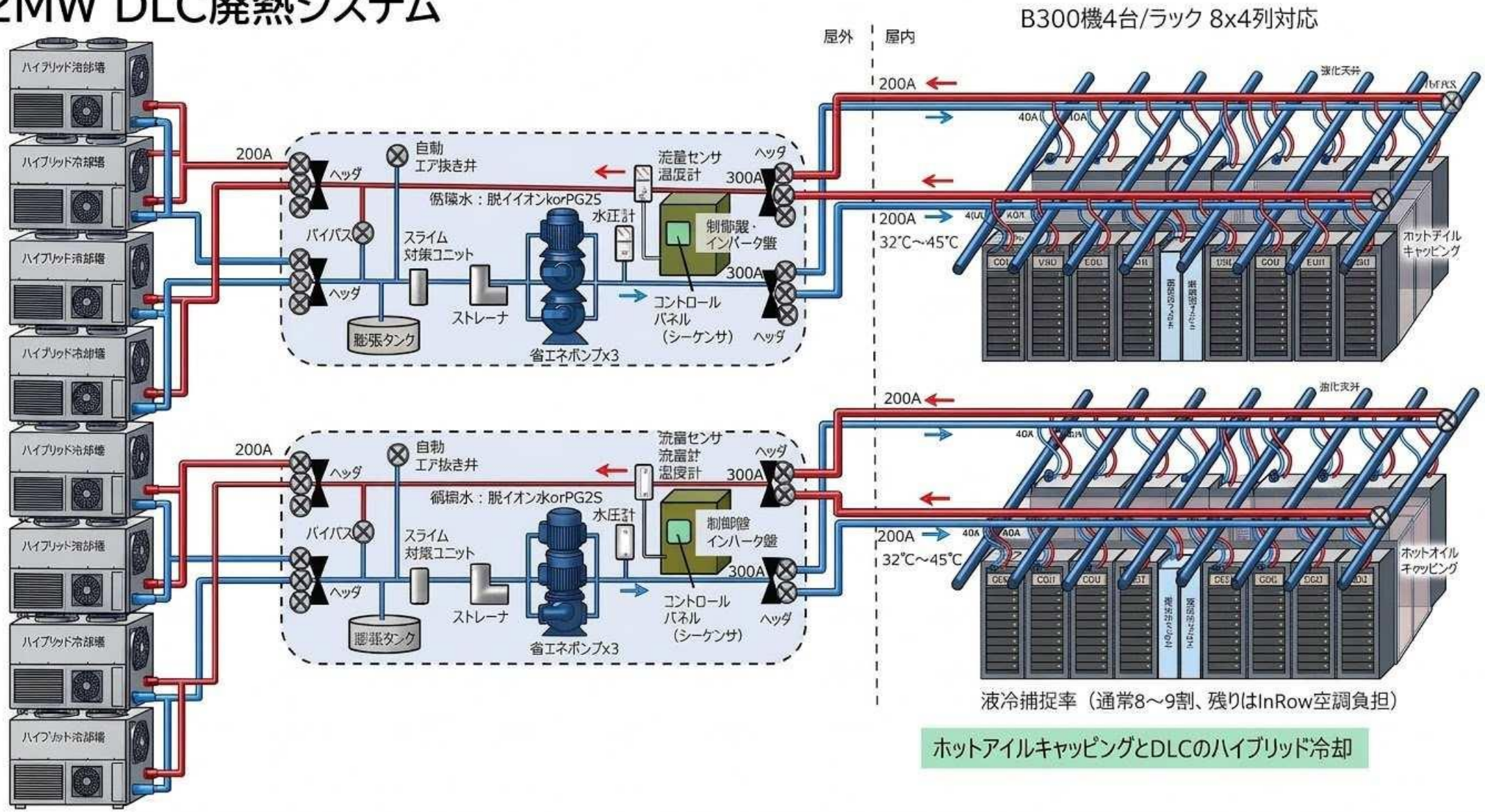
電気室・UPS室

無停電電源装置（UPS）を完備したバックアップの中枢。

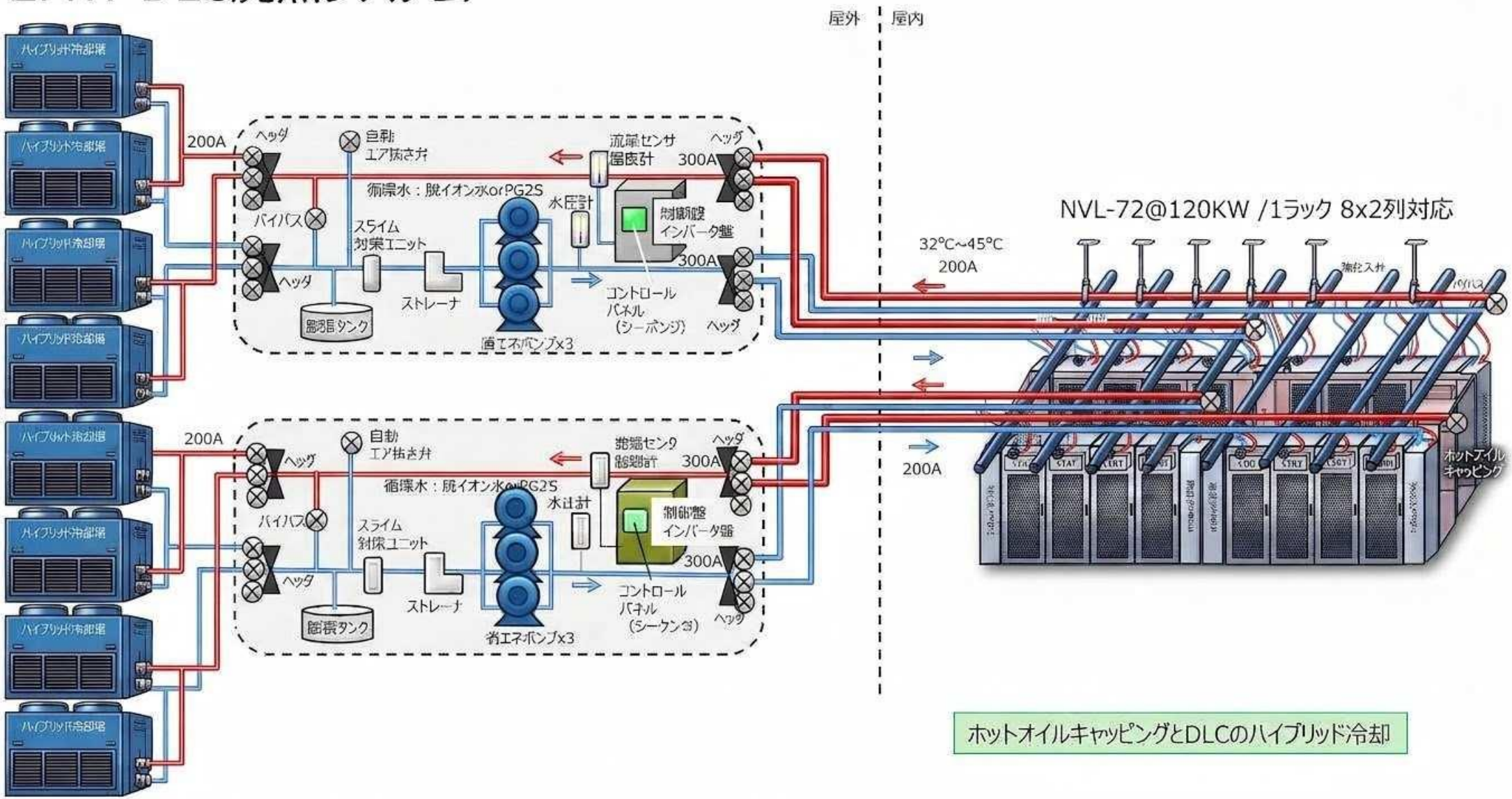
ケーブルトレイ

膨大な電力を各サーバーラックへロスなく、かつ安全に届けるための大動脈。

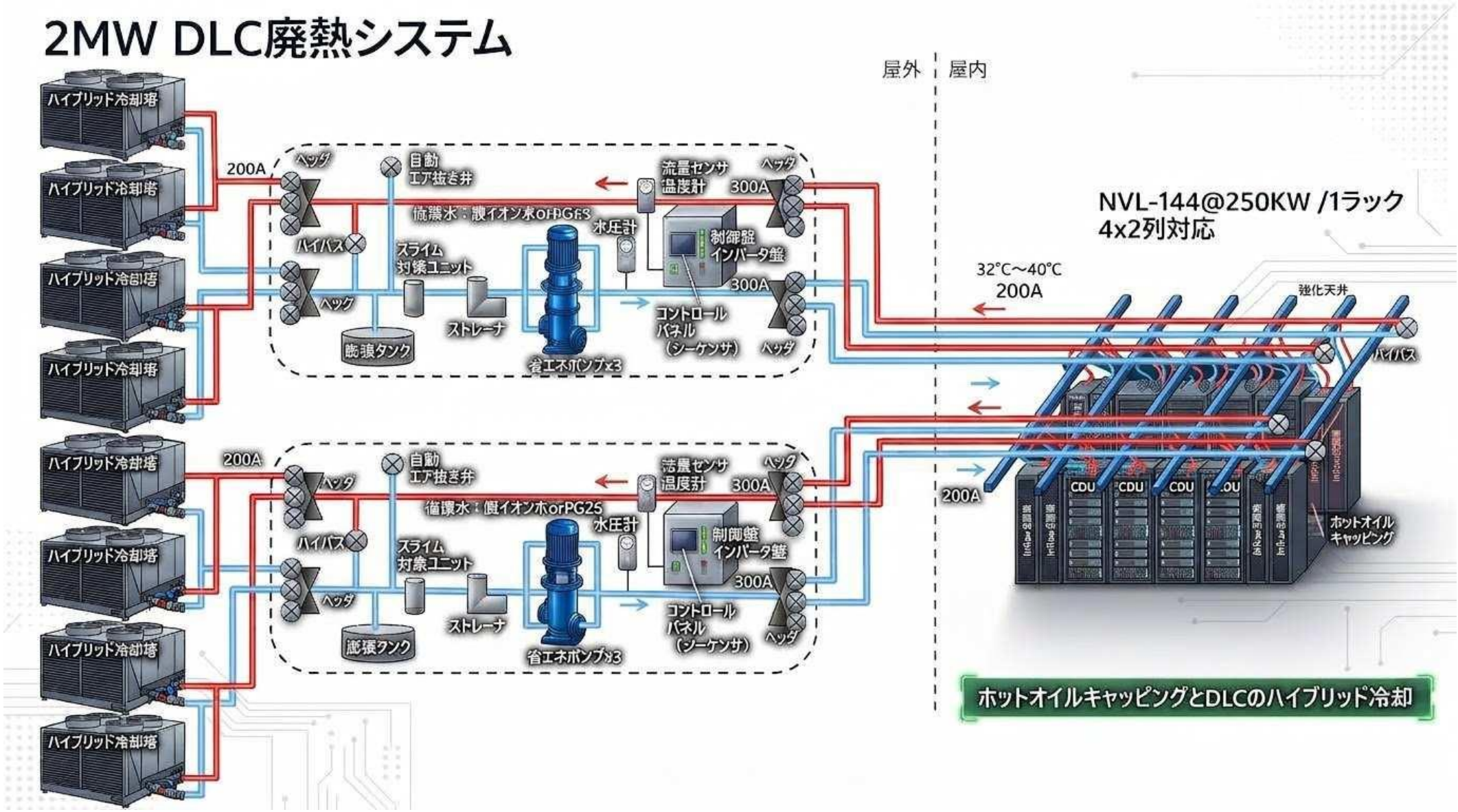
2MW DLC廃熱システム



2MW DLC廃熱システム



ホットオイルキャッピングとDLCのハイブリッド冷却


2MW DLC廃熱システム
屋外
屋内
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
ハイブリッド冷却塔
200A
ヘッダ
自動
エア抜き弁
流量センサ
温度計
300A
ヘッダ
循環水：脱イオン水orPG25
水圧計
制御盤
インバータ盤
ハイバス
スライム
対策ユニット
ヘッダ
300A
膨張タンク
ストレーナ
コントロール
パネル
(シーケンサ)
ヘッダ
省エネポンプx3
200A
ヘッダ
自動
エア抜き弁
流量センサ
温度計
300A
ヘッダ
循環水：脱イオンホorPG25
水圧計
制御盤
インバータ盤
ハイバス
スライム
対策ユニット
ヘッダ
300A
膨張タンク
ストレーナ
コントロール
パネル
(シーケンサ)
ヘッダ
省エネポンプx3
NVL-144@250KW /1ラック
4x2列対応
32℃～40℃
200A
強化天井
ハイバス
200A
CDU
CDU
CDU
CDU
ホットオイル
キャッピング
ホットオイルキャッピングとDLCのハイブリッド冷却

NVIDIAの公式ブログ

産総研スパコンABCIが始めた温水冷却

8年で32℃から45℃へ到達

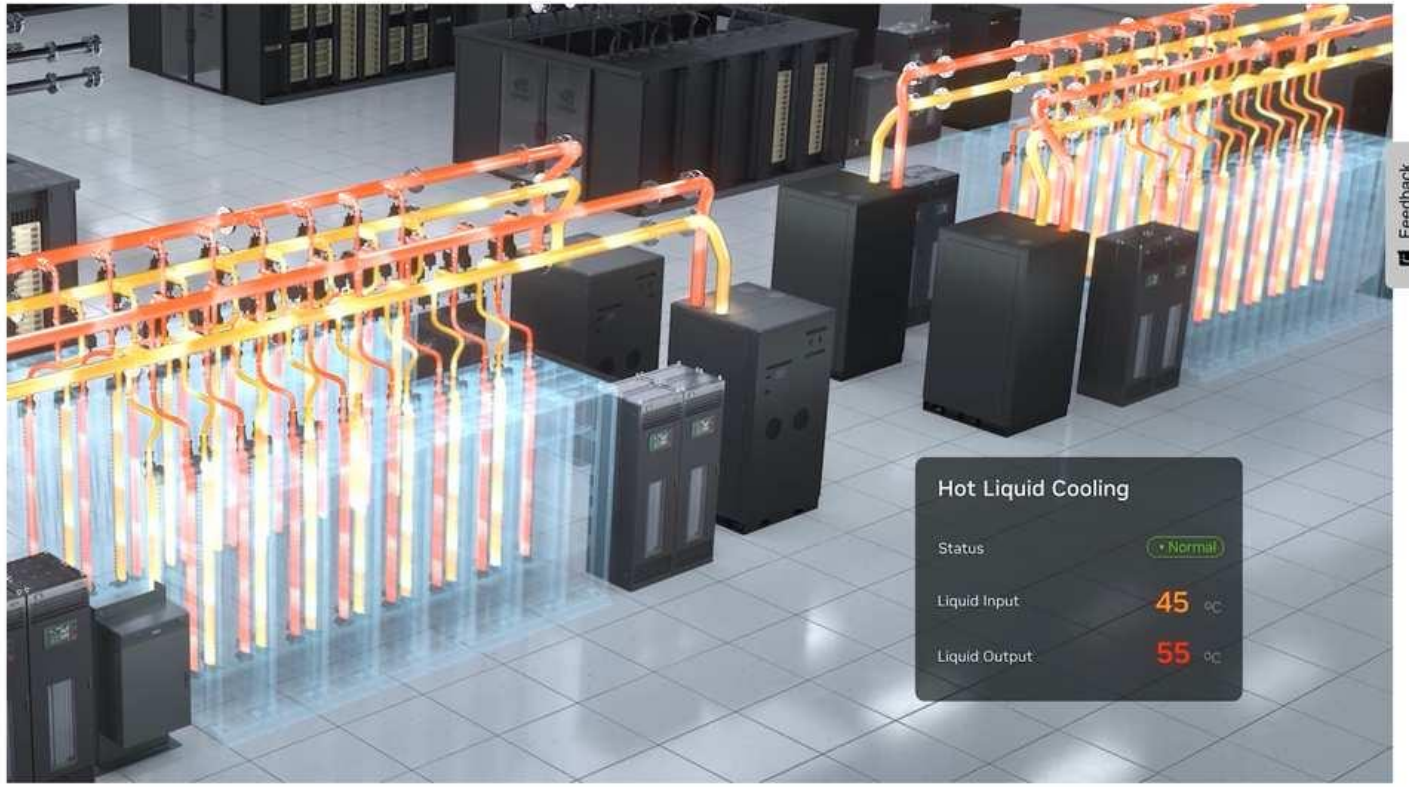
NVIDIA Company Blog | Artificial Intelligence | AI Infrastructure | Physical AI | Gaming & Creating | Industries | Subscribe | Sign In

Hotter Than a Hot Tub: The 45°C Breakthrough to Cool AI's Biggest Machines

NVIDIA's latest AI servers can run on coolant warmer than a hot tub — and that counterintuitive choice is one of the biggest efficiency leaps in data center history.

June 21, 2026 by Josh Parker

5 mins | 0 Comments | Share



引用先： https://blogs.nvidia.com/blog/liquid-cooling-ai-factories/?ncid=so-inst-320524-vt21&fbclid=IwY2xjawSqi0NleHRuA2FlbQIxMABicmlkETFLbTBaRGpLVXBWdjZFc0Rpc3J0YwZhcHBfaWQQMjIyMDM5MTc4ODIwMDg5MgABHlXzXZMIn6gfLq8ozChvrmLvoCkJ30rehBvU3pHkGfBKW_5LiD36owaP0NHB_aem_ugc8Oe2q0BLYlLfATAoieg

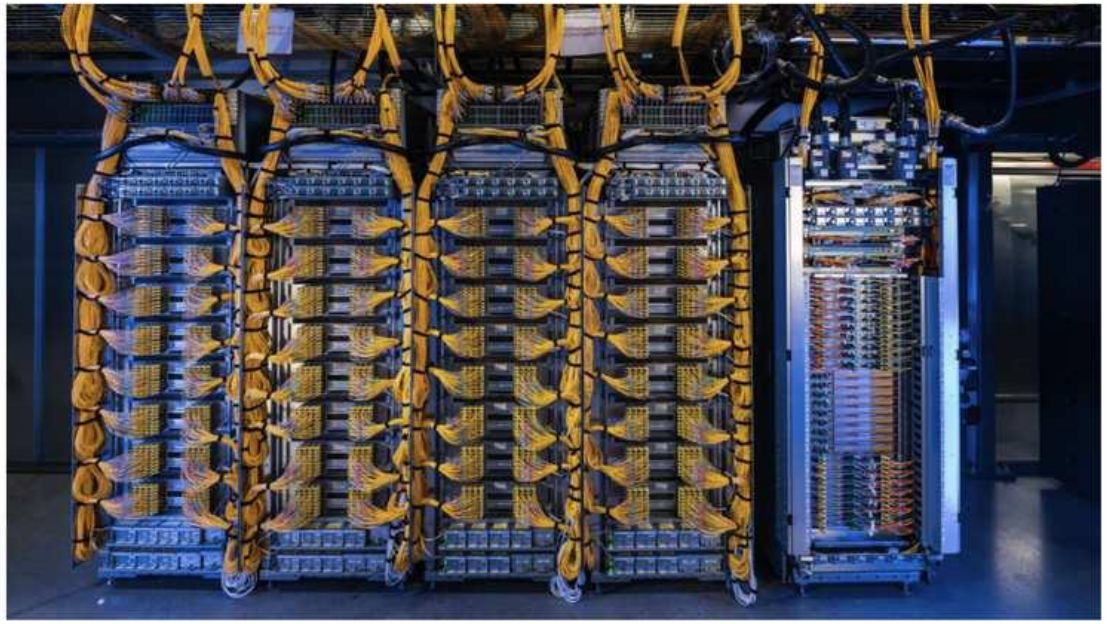
NVIDIA Company Blog Artificial Intelligence AI Infrastructure Physical AI Subscribe US Sign In

Google Cloud and NVIDIA Announce General Availability of NVIDIA Vera Rubin Infrastructure

Google Cloud A5X instances, accelerated by NVIDIA Vera Rubin NVL72 systems, support European innovators with next-generation agentic and reinforcement learning infrastructure.

October 21, 2026 by Uttara Kumar

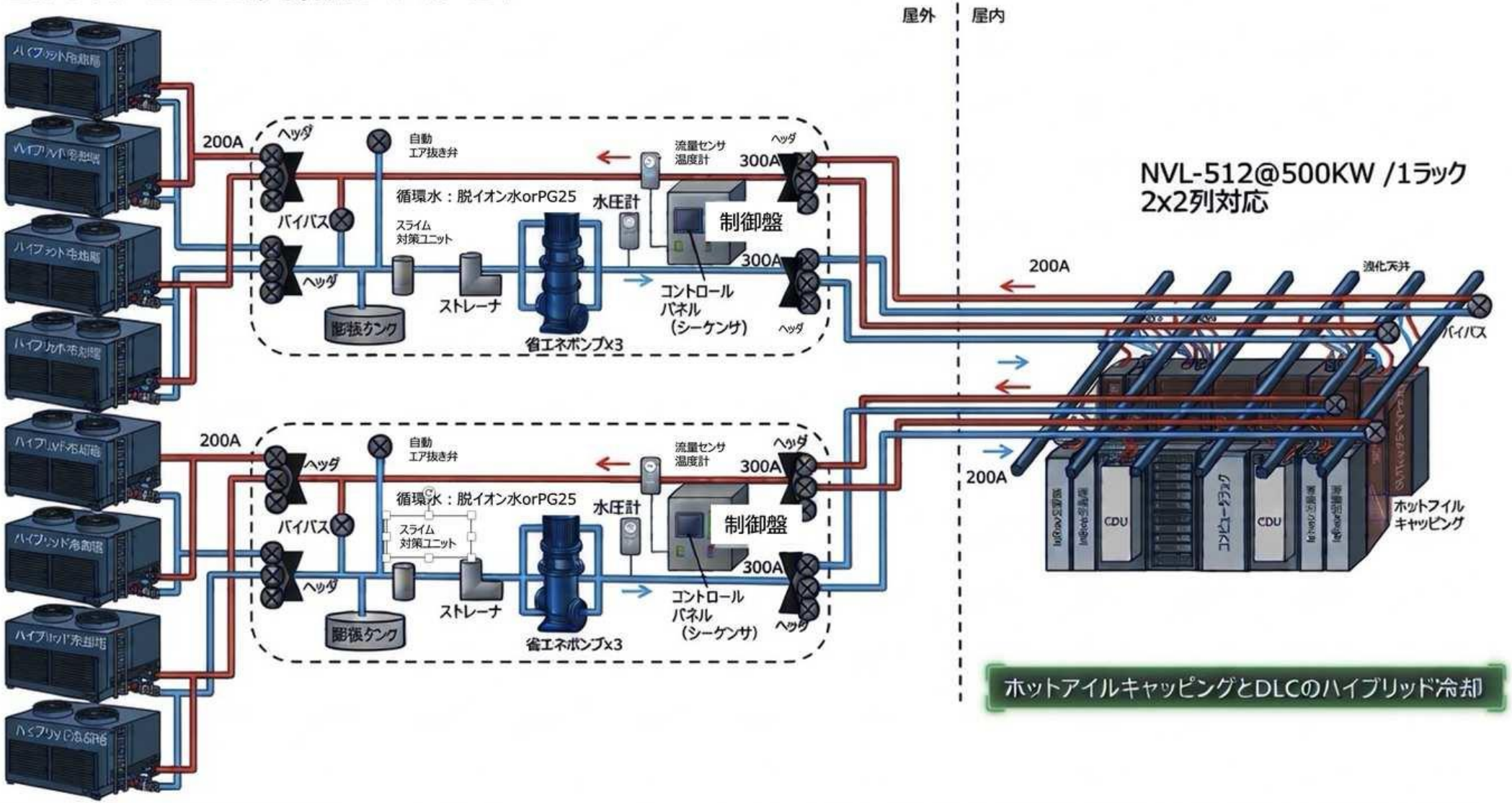
2 mins 0 Share



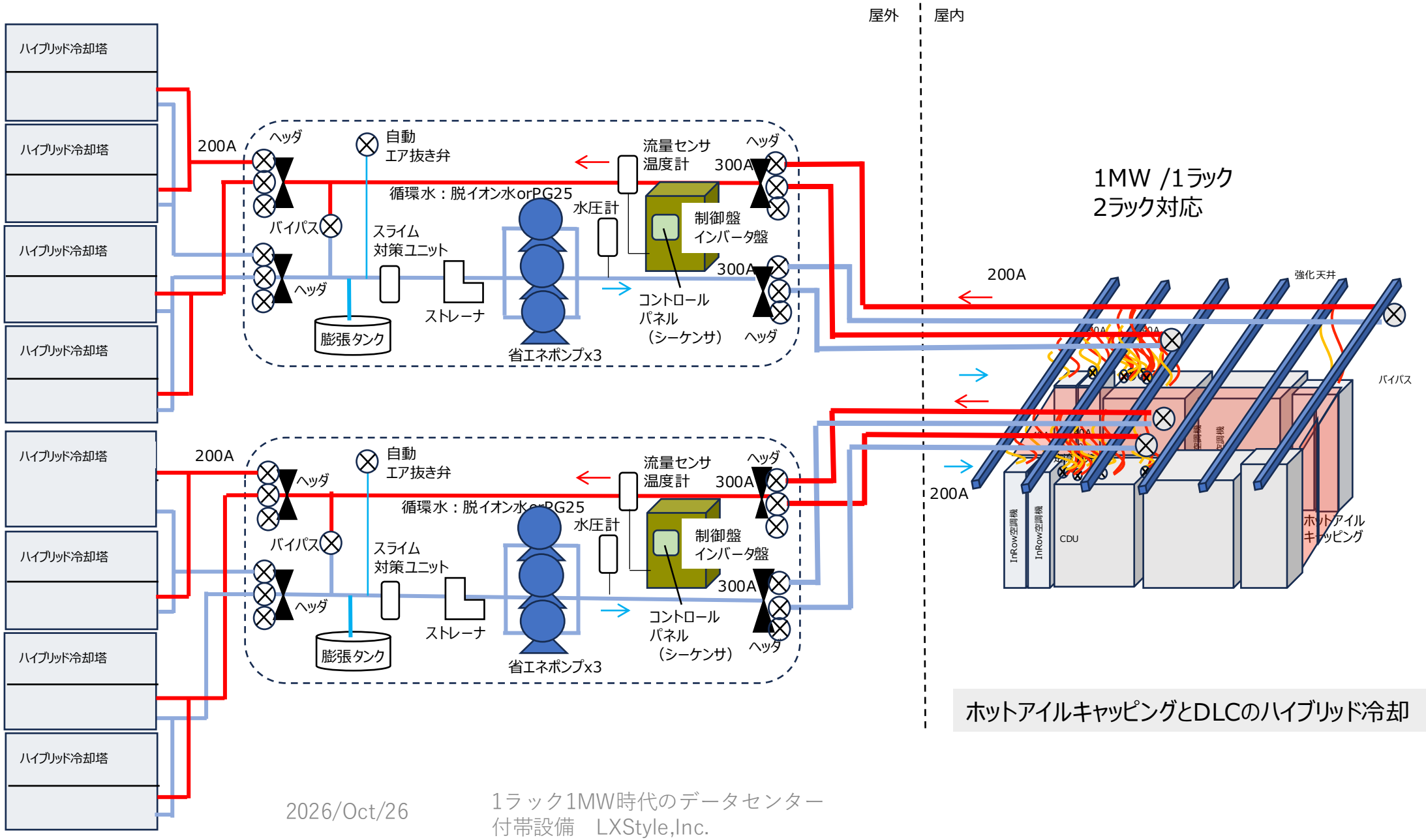
General availability of the instances is coming next month, with planned expansion of availability to Europe — bringing an integrated platform for training, inference and large-scale reinforcement learning to cloud customers.
A5X instances bring together NVIDIA Vera Rubin NVL72, NVIDIA ConnectX-9 SuperNICs, GoogleCloud Virgo Network and Google Cloud's fourth-generation advanced liquid-cooling technology for demanding agentic inference and reinforcement learning workloads at scale. Google Cloud plans toscale its Vera Rubin-based infrastructure to as many as 960,000 Rubin GPUs across multiple sites.
Ineffable Intelligence, a London-based technology company founded by AlphaGo creator David Silver,was the first customer to access A5X. Ineffable is using the platform to advance large-scale reinforcement learning and shape "superlearner" systems that learn continuously from experience.

引用先： Google Cloud and NVIDIA Announce General Availability of NVIDIA Vera Rubin Infrastructure _ NVIDIA Blog

2MW DLC廃熱システム



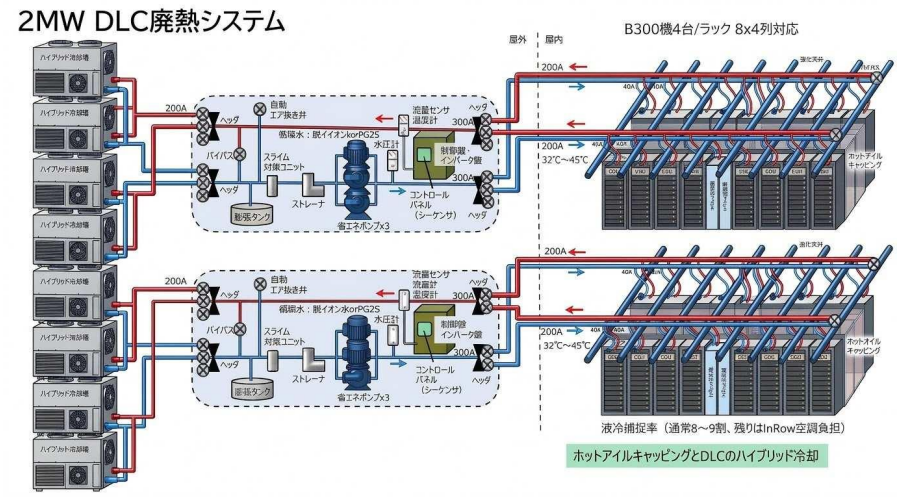
2MW DLC廃熱システム



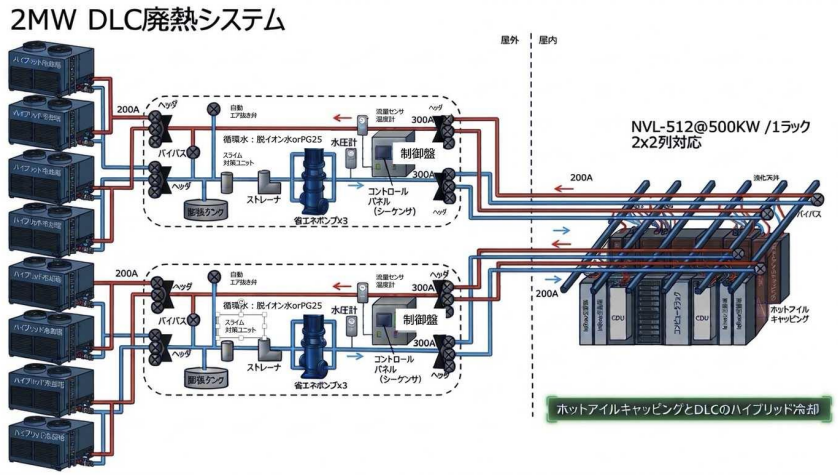
ホットアイルキャッピングとDLCのハイブリッド冷却

1ラック当たり電力が増えても、CDUが大きくなるので、フットプリントはあまり変わらない

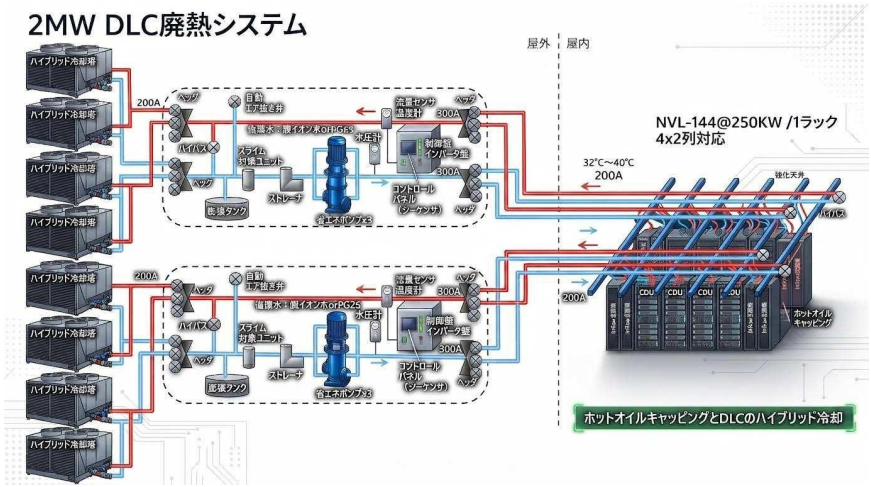
B300機NVL-72機　120KVA/1ラック　8 x 4列



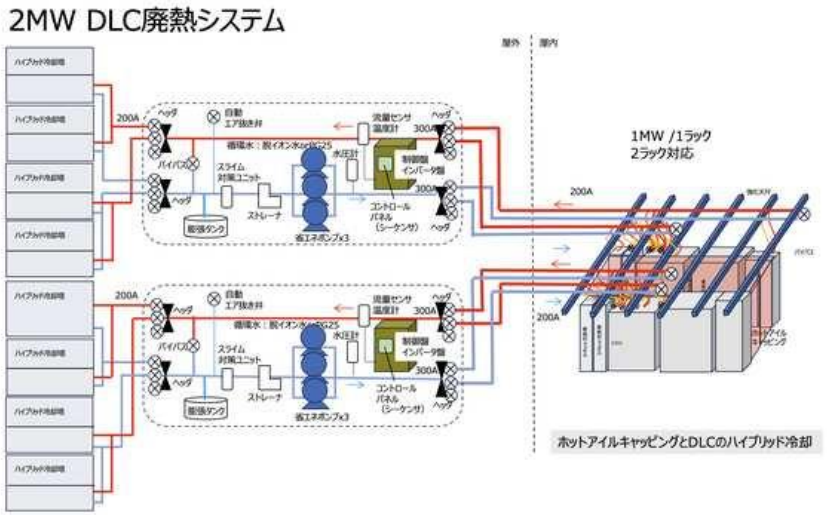
NVL-512　500KVA/1ラック　2 x 2列



NVL-144　250KVA/1ラック　8 x 2列



1MW/1ラック　1 x 2列



水冷システムのガンプラ化

コンピュータシステムを知らない設備事業者に
”工事“を頼むと納期は長いし高いし。

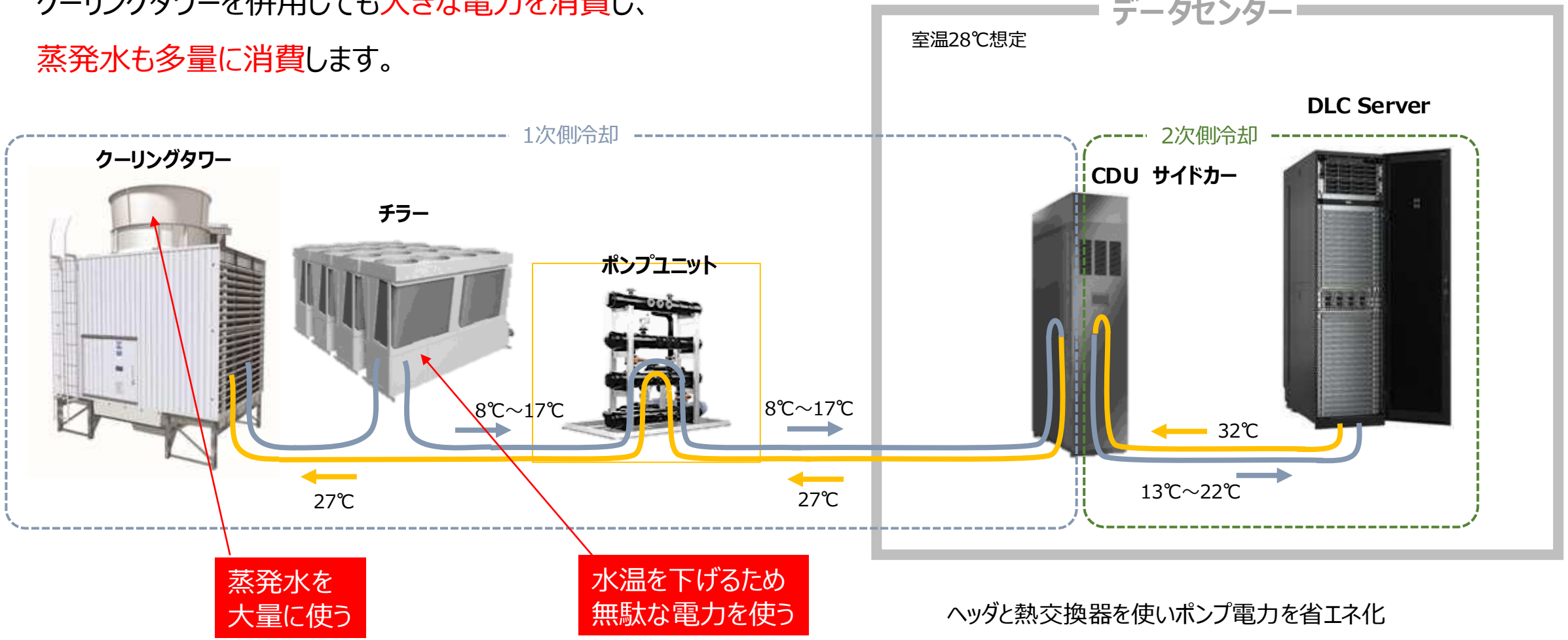
ガンプラのように、事前に工場で組んで組み立てる時代へ。

冷水チラーとクーリングタワーを使う冷却設備

通常のチラーは高い温度の冷水を出力出来ません。

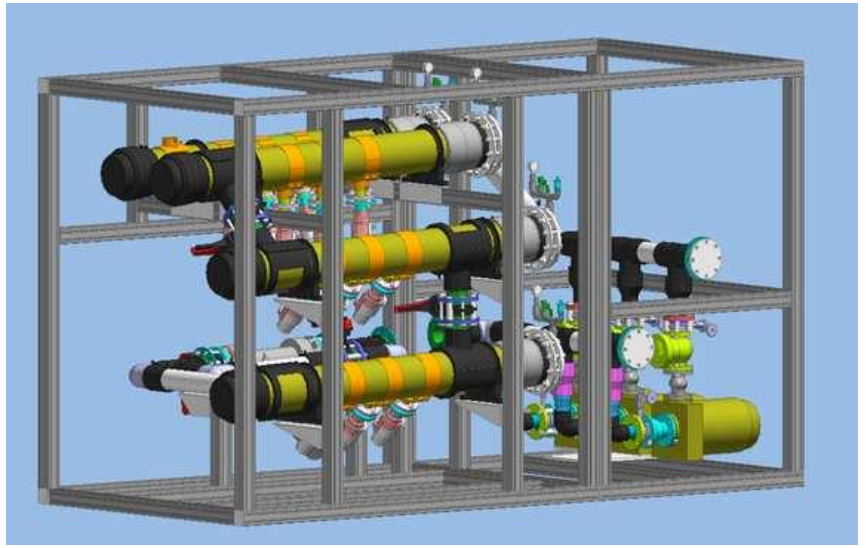
クーリングタワーを併用しても大きな電力を消費し、

蒸発水も多量に消費します。



ドライクーラとセットで使うBP-ユニット
納期3ヶ月でDLCサーバが使える。





Feature point

POINT 1 設計・納期短縮とスケーラビリティ向上

従来は現場ごとにカスタム製作されていたため、設計や納期に時間がかかり、24時間365日の連続運転が求められるデータセンター向けのn+1冗長化システム構築が困難でした。標準化されたユニットにより、設計・納期を大幅に短縮し、データセンターの拡張に合わせたスケーラブルなシステム構築

POINT 2 システム構築の容易化と省エネへの貢献

一次側冷水設備をデータセンターで使用する際のポンプシステム構築の難易度を下げ、水冷システムの導入を容易にします。更には配管内の水温に応じてポンプの稼働状況を最適化する制御により、消費電力を抑制し、省エネ

POINT 3 一次側冷水設備の排熱熱量の見える化

一次側冷水設備の排熱熱量(kW)を可視化することで、システム全体の効率

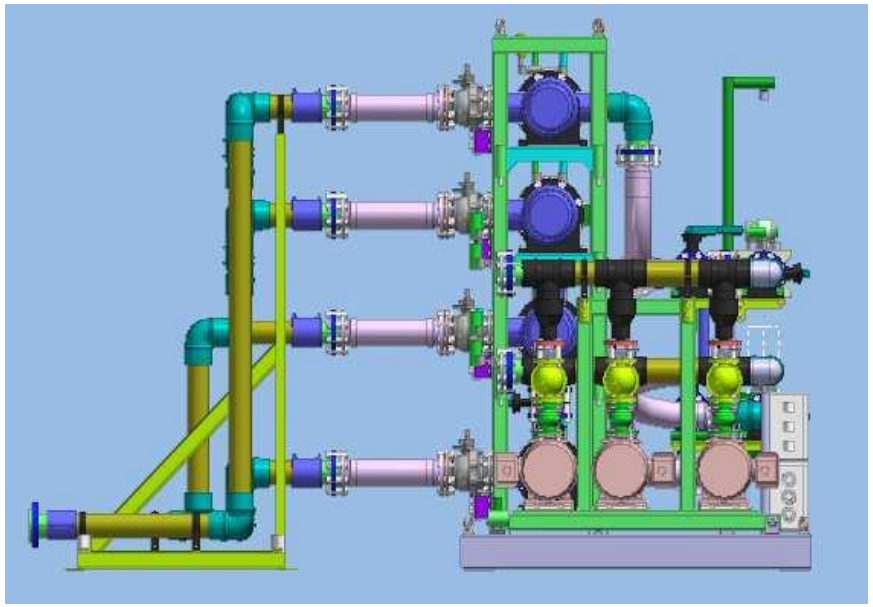
BPユニット 仕様

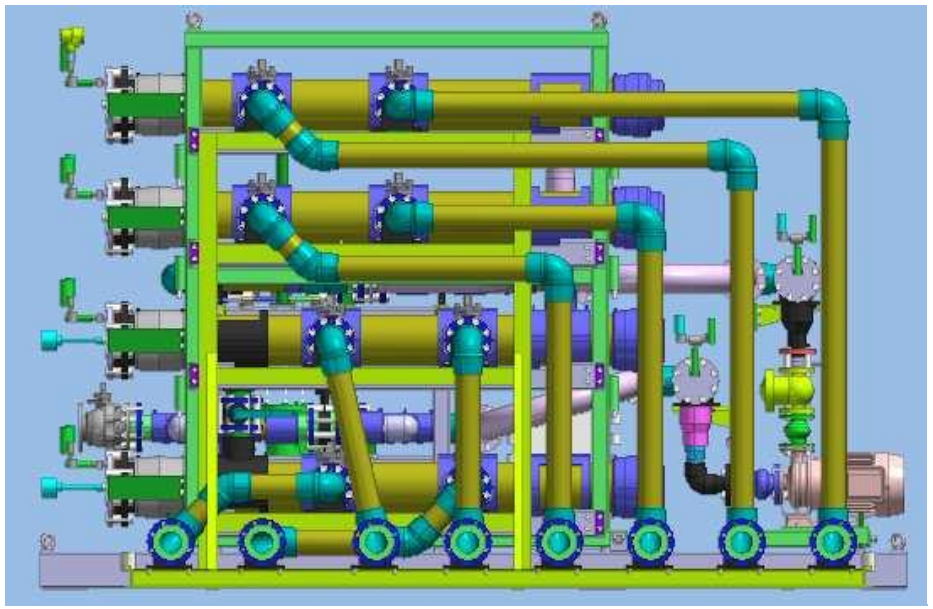
排熱熱量		240kW
最大吐出量		900ℓ/min
搬送	液質	清水、pH5.8-8.6
	液温	0~40℃(但し、凍結なきこと)
設置場所(周辺温度/湿度)		屋外(5~40℃/90%RH以下、標高1,000m以下)
使用電源		3相3線200V(400V仕様にも対応)
		周波数:50/60Hz UPS対応
ポンプ		ステンレス製片吸込渦巻ポンプ5.5kW 3台
制御方式		温度制御、消費電力(一次側冷却設備)制御
運転方式		3台ローテーション運転方式
制御盤	インバータ	PWM方式
	モータ保護装置	電子サーマル
	表示(タッチパネル)	運転状態、積算運転時間、温度、故障来歴
サイズ		BPユニット:W2,650×D2,250×H2,884mm
		制御盤:W1,500×D550×H2,000mm
納期		受注後3ヶ月

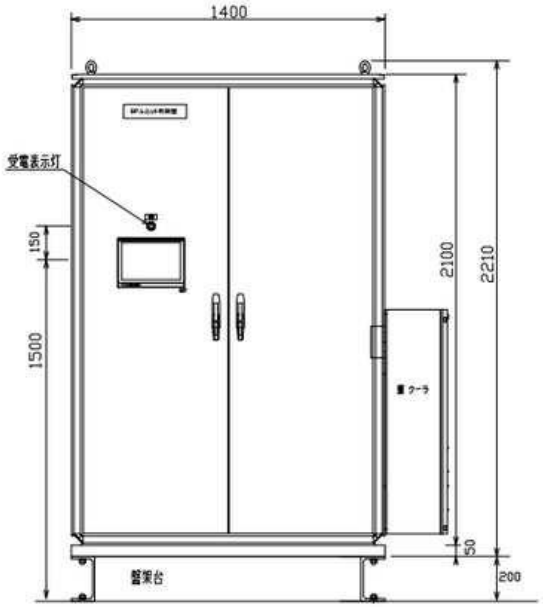
株式会社LXスタイル 杉田正氏監修

ブラシで世界を変えよう
BURRTEC

ポンプーユニット

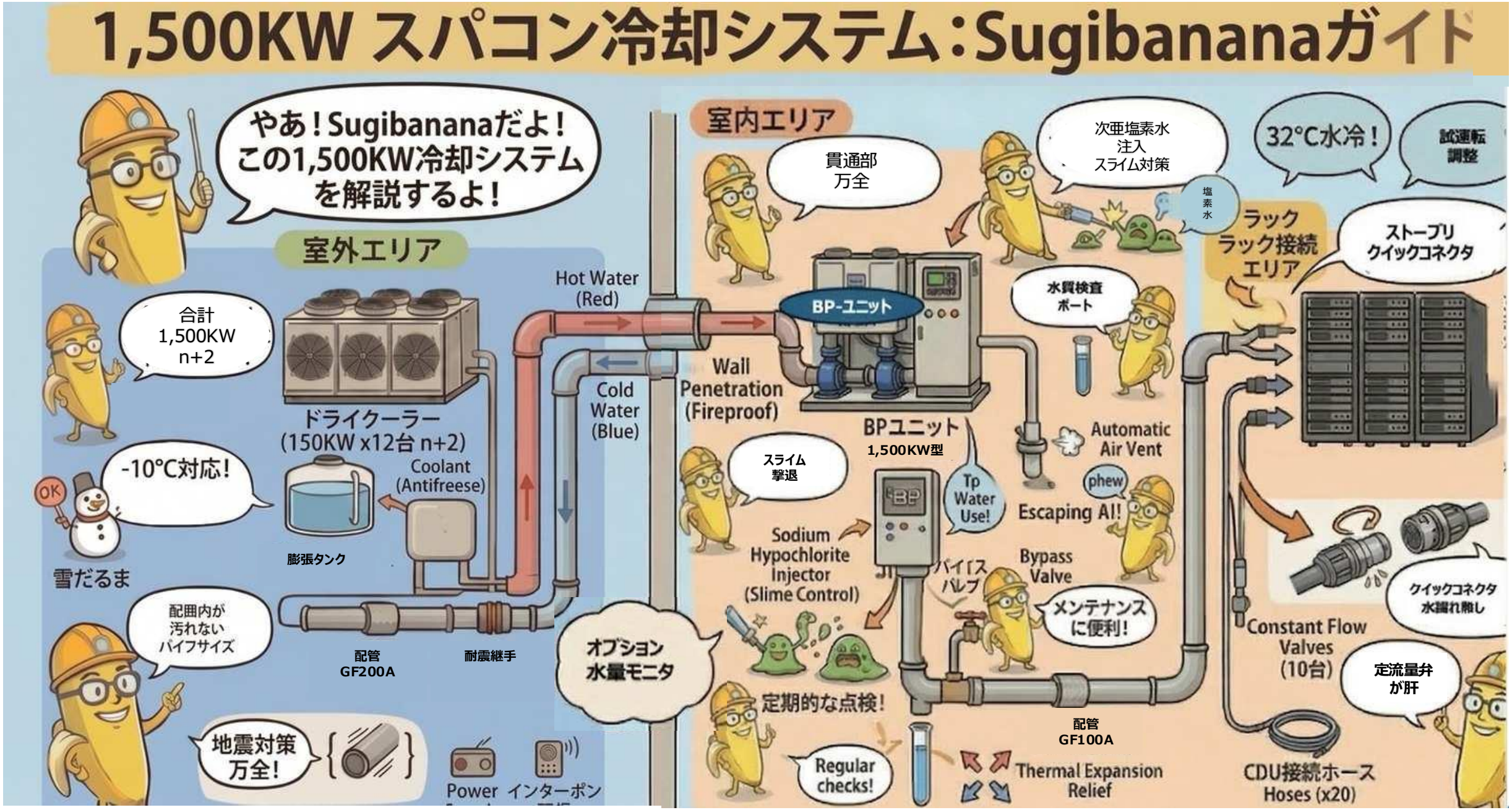






ヘッダ、バイパス、インバータ分散制御ポンプを組み込んだユニット

制御盤　汎用シーケンサ（PLC）と制御パネル
冷却機器や水温をモニタ付帯設備を安定稼働させ
ポンプ電力も省エネ化。


1,500KW スパコン冷却システム：Sugibananaガイド
やあ！Sugibananaだよ！
この1,500KW冷却システム
を解説するよ！
室外エリア
室内エリア
合計
1,500KW
n+2
ドライクーラー
(150KW x12台 n+2)
-10°C対応！
OK
雪だるま
Coolant
(Antifreese)
膨張タンク
Hot Water
(Red)
Cold
Water
(Blue)
配管
GF200A
耐震継手
配管内が
汚れない
パイプサイズ
地震対策
万全！
Power
インターポン
オプション
水量モニタ
Wall
Penetration
(Fireproof)
BP-ユニット
貫通部
万全
次亜塩素水
注入
スライム対策
塩素水
32°C水冷！
試運転
調整
ラック
ラック接続
エリア
ストーブリ
クイックコネクタ
水質検査
ポート
BPユニット
1,500KW型
スライム
撃退
Automatic
Air Vent
phew
Escaping Al!
Tp
Water
Use!
Sodium
Hypochlorite
Injector
(Slime Control)
バイパス
バルブ
Bypass
Valve
メンテナンス
に便利！
クイックコネクタ
水漏れ無し
Constant Flow
Valves
(10台)
定流量弁
が肝
定期的な点検！
Regular
checks!
Thermal Expansion
Relief
配管
GF100A
CDU接続ホース
Hoses (x20)

モジュール（ゾーン）に分けた水冷排熱管（案）配管が蓄熱タンク瞬停に対応

床下もしくは天井に水冷排熱管 密閉式循環排熱ループ
大型の冷却水リザーブタンクが不要



4,000L/min
30～37KWポンプ
0.3～0.5MPa制御

配管サイズ
φ250～φ350
パイプ径を大きく
揚程を下げると
ポンプ電力を下げ
られる。

分岐は40A　20本～
50～100L/min
@50KW排熱
施工後追加可能

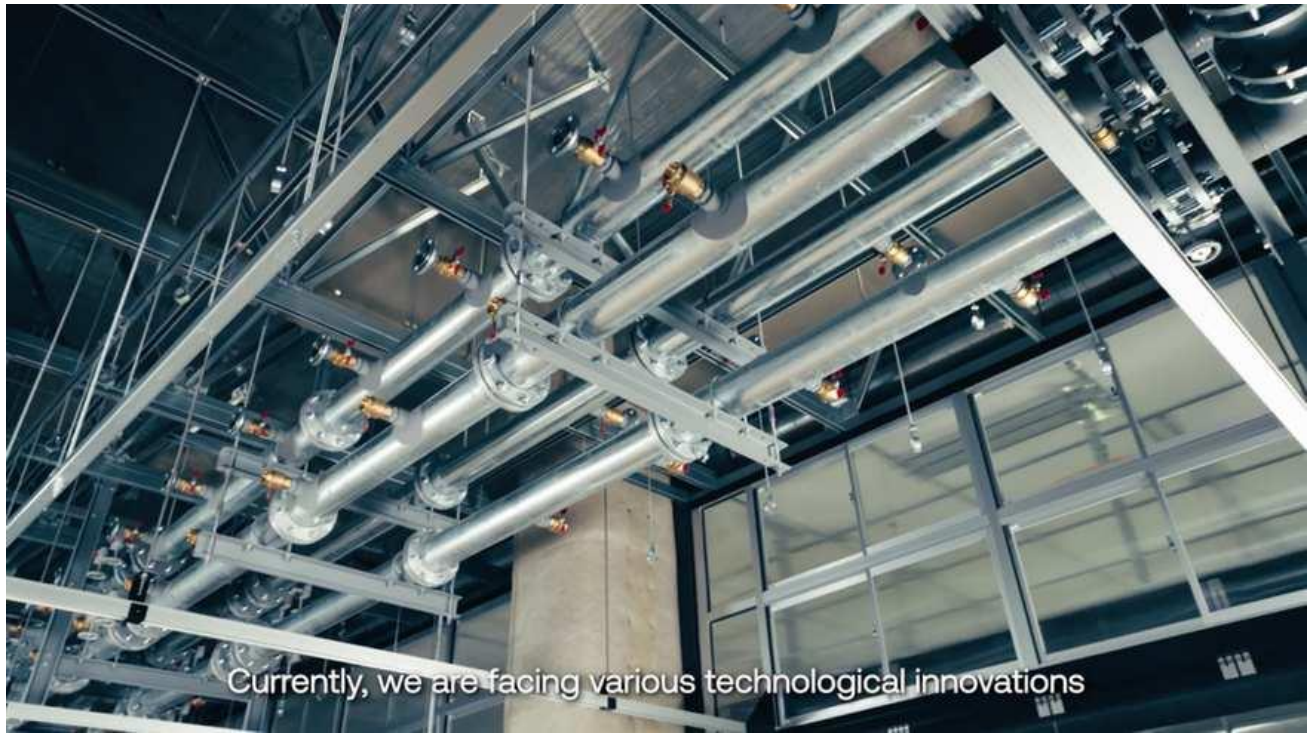
DAIKEN『サーバールーム用システム天井』



重量物が吊れる天井

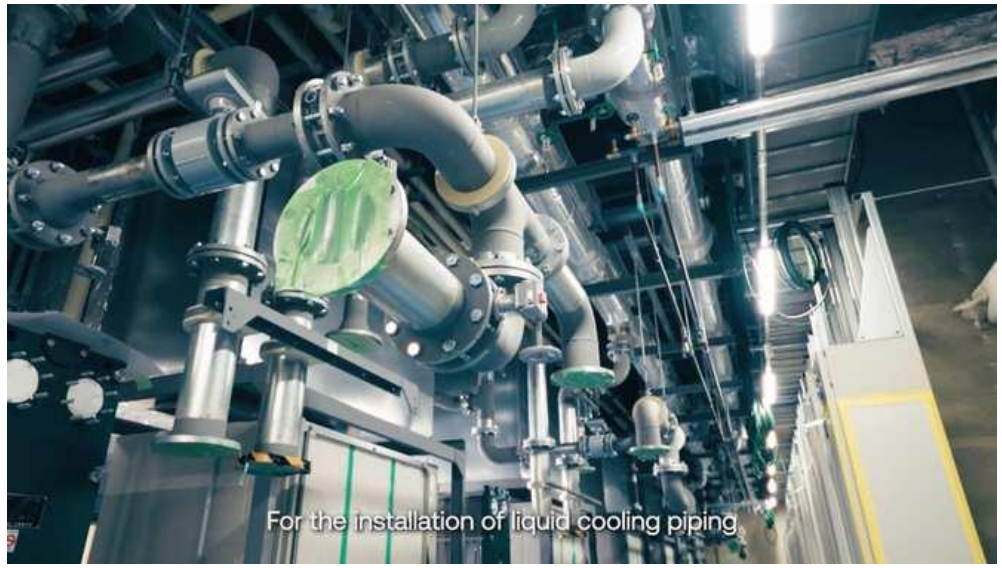
All contents copyright ©DAIKEN CORPORATION All rights reserved





産総研スパコンABCIと同じ
天井水冷配管

https://youtu.be/KTymecQDsvQ?si=JsCg0DRk8pBh0Xif





Schneider Electric、AIデータセンター向け2.5MW電力モジュールを発表

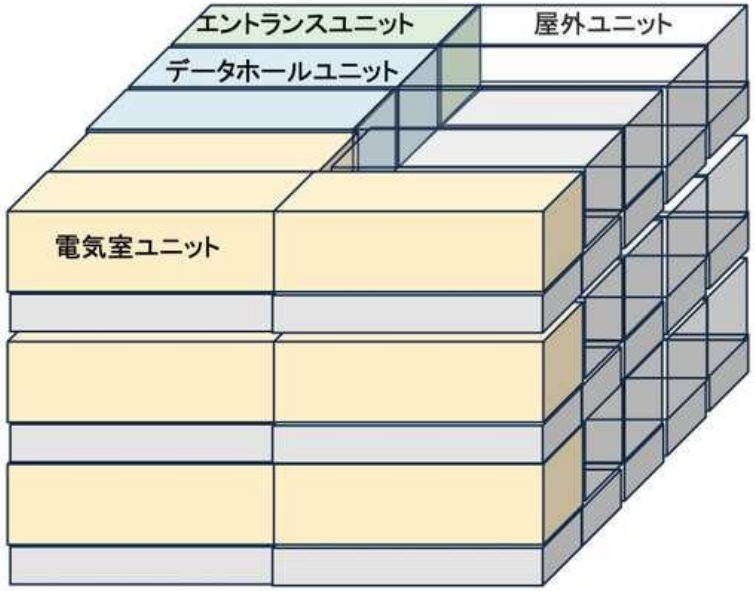
Data Center Dynamics 2026.09.17 12 views

Schneider ElectricのGalaxy VXL UPS技術を搭載したこれらの製品群は、Nvidiaと共同開発した最新のリファレンスデザインを基盤としており、AI向けラックマウント型プラットフォームGB300 NVL72向けに統合型の電力管理機能と液冷制御機能を搭載してい

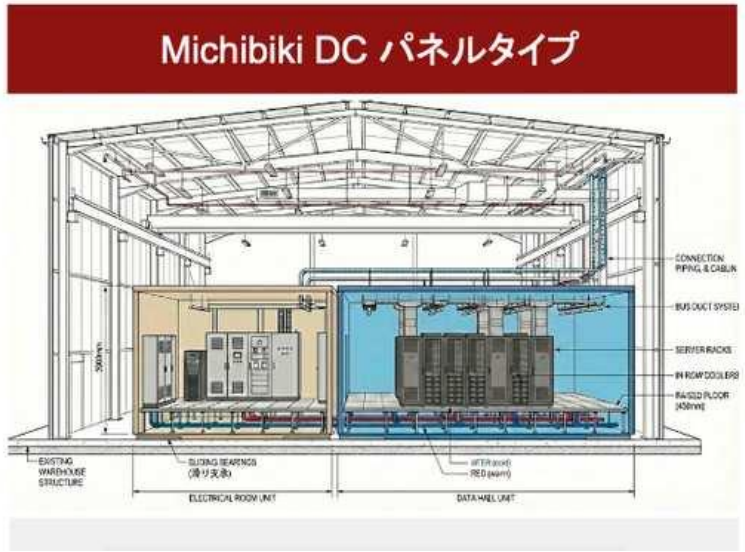
出所：https://cafe-dc.com/energy/schneider-electric-debuts-25mw-power-modules-for-ai-data-centers/?fbclid=IwY2xjawUYY3RwZG9mBWV4dG4DYWVtAjExAHNydGMGYXBwX2lkEDIyMjAzOTE3ODgyMDA4OTIAAR5rzAbyE2KA20W5vMQJJk9jCvWFw53MNnCsHOYl1Xup7hUBNktQt4EcBTDbHQ_aem_Qiy7_6OGi95je-HhVTCbHQ

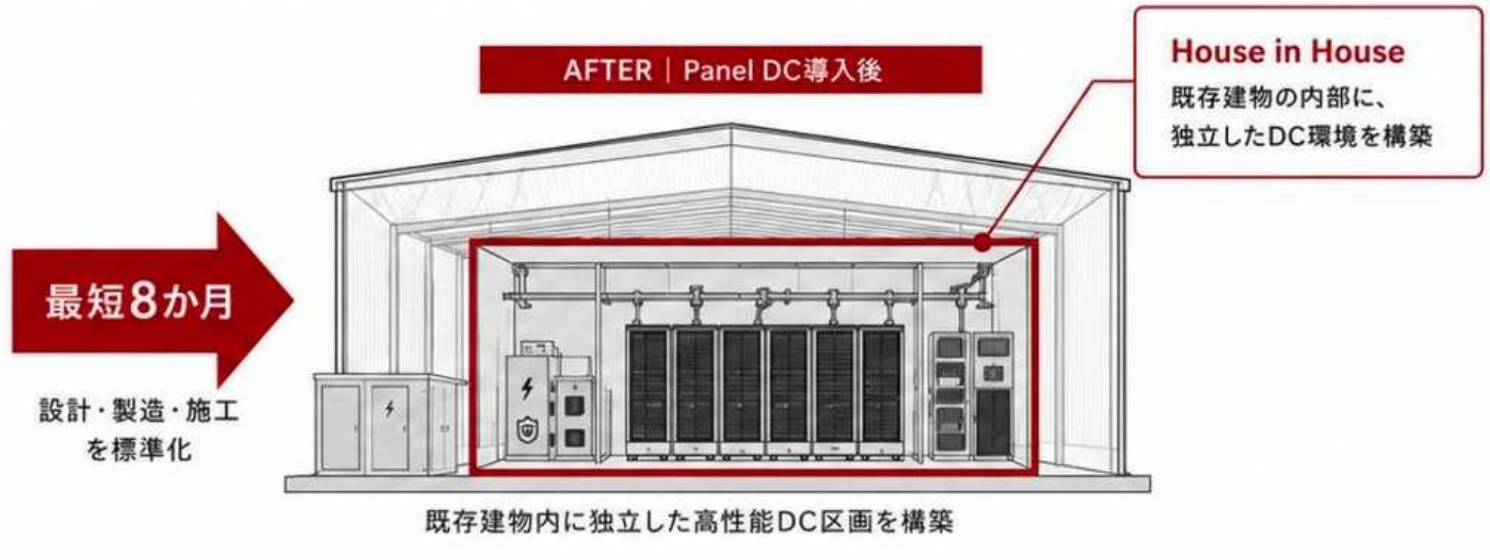
モジュラーDC
コンテナと違い
建築確認が取れる

標準モデル×3層案
(ITロード：600kw×3=1,800kw)









シェル（大屋根）構造にするとJ-Tier3に対応する。

昨年6月発表
1ラック
100KVA超え

HPEサーバを多く
作っているInventec社

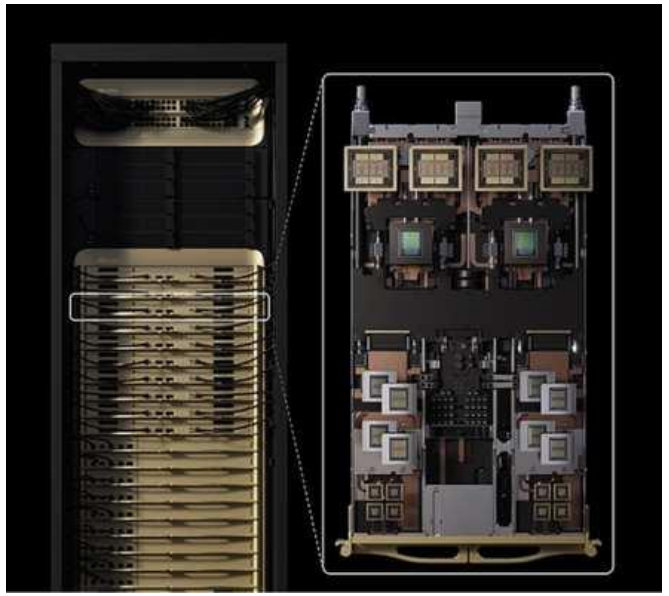


NVL72

NVL144

NVIDIA、Rubin CPX を発表:
大規模コンテキスト推論向けに
設計された新しいクラスの GPU

Rubin CPX は、Vera Rubin NVL144 CPX を含む複数の構成で提供され、NVIDIA Quantum-X800 InfiniBand スケールアウト コンピューティング ファブリックや、NVIDIA Spectrum-XGS Ethernet テクノロジおよび NVIDIA ConnectX®-9 SuperNIC™ を備えた NVIDIA Spectrum-X™ Ethernet ネットワーキング プラットフォームと組み合わせることができます。



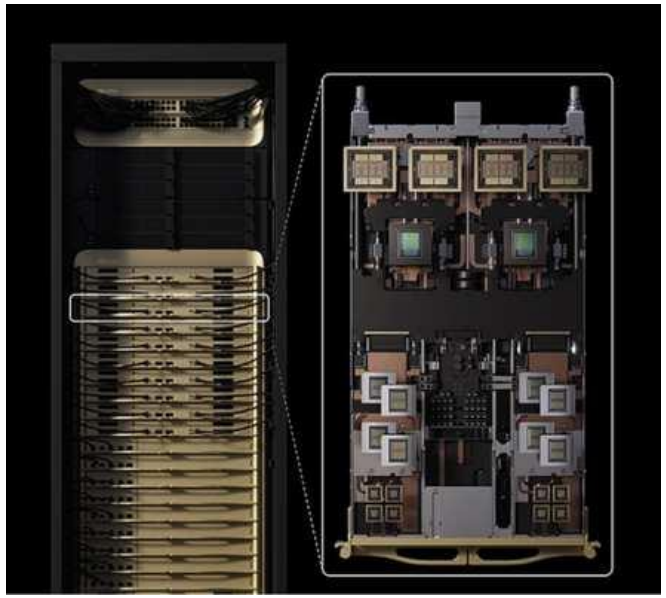
ラックと床荷重が問題になる！

引用先： https://blogs.nvidia.co.jp/blog/nvidia-unveils-rubin-cpx-a-new-class-of-gpu-designed-for-massive-context-inference/

NVL144

NVIDIA、Rubin CPX を発表:
大規模コンテキスト推論向けに
設計された新しいクラスの GPU

Rubin CPX は、Vera Rubin NVL144 CPX を含む複数の構成で提供され、NVIDIA Quantum-X800 InfiniBand スケールアウト コンピューティング ファブリックや、NVIDIA Spectrum-XGS Ethernet テクノロジおよび NVIDIA ConnectX®-9 SuperNIC™ を備えた NVIDIA Spectrum-X™ Ethernet ネットワーキング プラットフォームと組み合わせることができます。



本年３月　NVIDIA GTCにて
１ラック600KW新型機発表

NVIDIA Rubin NVL576 generation rack, codenamed “Kyber.”

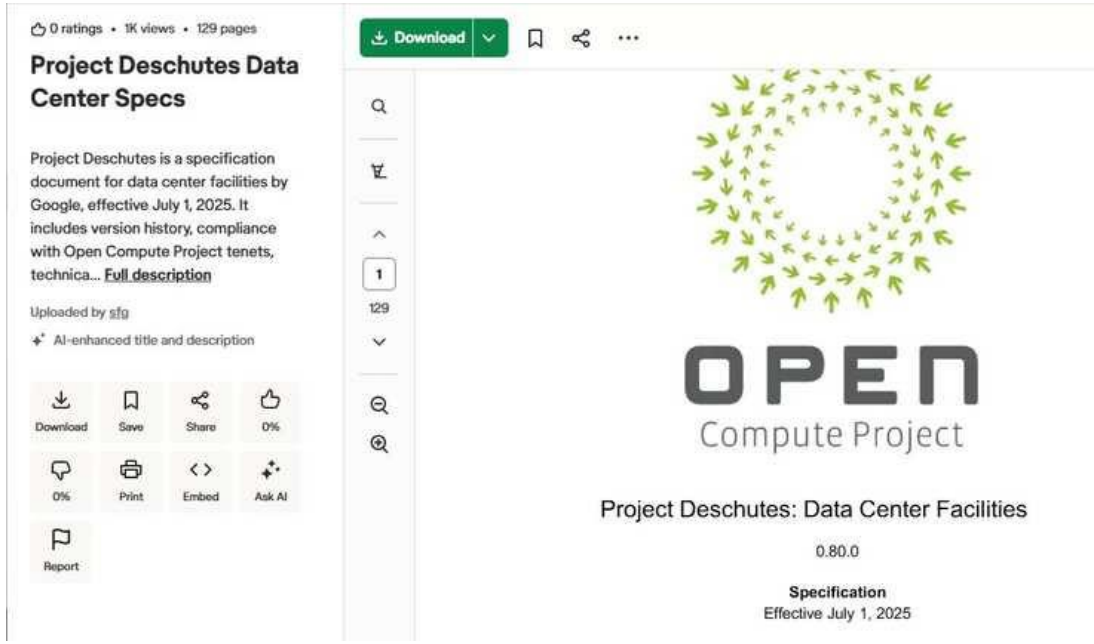


ラックと床荷重が問題になる！

廃熱が問題になる！

引用先： https://blogs.nvidia.co.jp/blog/nvidia-unveils-rubin-cpx-a-new-class-of-gpu-designed-for-massive-context-inference/

AIサーバ実装と新設データセンター要件
　ハイパースケーラデータセンター動向
　大規模事例（Microsoft、Meta、Google）



OCへPGoogleの寄贈内容
Googleは第5世代「Project Deschutes」CDUの
仕様をOCPに提出しました。
これはOCPコミュニティへの初の同種仕様提出であり、
技術設計や製造品質から
保守・サービス手順までを網羅しています。
仕様書は2025年7月1日付で、CDUと関連システムの
構成部品、性能指標、安全要件、検証プロセスを
定めています。
引用先： https://www.scribd.com/document/978681624/OCP-Specification-Deschutes-final-2025-09-05-1

準拠CDUを開発したベンダー（各社ほぼ共通の仕様）
Googleの資料では、Boyd、CoolerMaster、Delta、Envicool、Nidec、nVent、Stulz、Vertivが
すでにプロトタイプを実演したとされています。

MGXアーキテクチャは、直流800Vを提案しています。

800 VDC MGX Architecture

The above requirements for exponentially increasing power, pushing power out of the NVLink domain, and energy storage for mitigating load swings all come together to define the requirements for the 800 VDC power architecture.

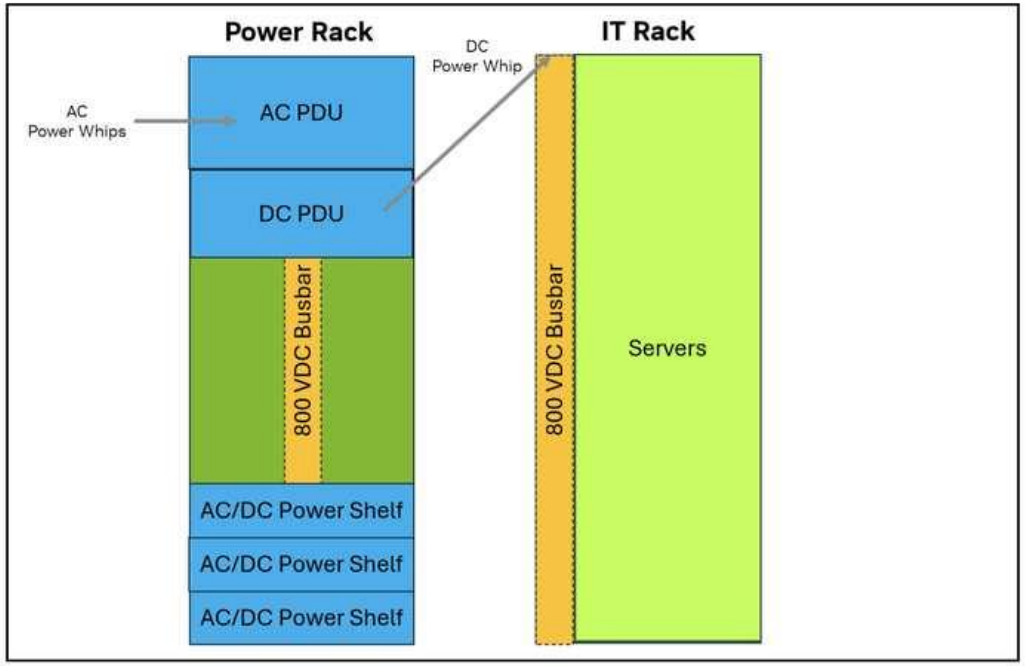


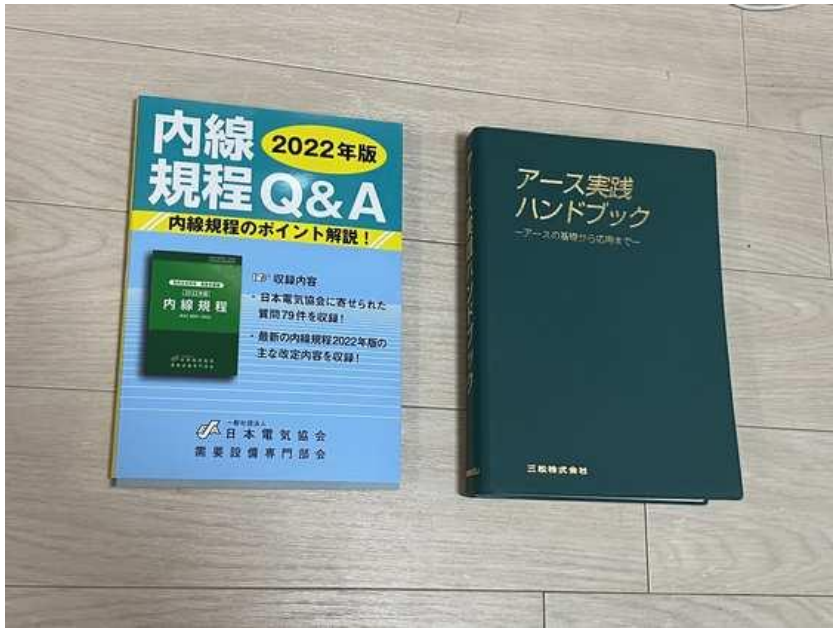
Figure 8: 800 V MGX Rack Overview

新規データセンター排熱設計としては
1ラック500KWや1,000KWに対応する
必要があります。

引用先：https://dam-cdn.nvd.orangelogic.com/AssetLink/12077q676nxqj8nu1bv852hobc7wmn1s.pdf

直流800Vや海外400V3相4線と国内200V 3相3線でのアースなど、遅れている日本の技術基準





外調機冷却設備の選択

外調機冷却設備の選択

- 冷却方法の種類
  - 冷水チラー

    圧縮機と冷凍サイクルを用いて被冷却液（冷水）を生成する冷却装置。
  - クーリングタワー

    水を蒸発させることで冷却する湿式冷却装置。
  - ドライクーラー（密閉式冷却塔で蒸発水を使わないタイプ）

    水を直接冷媒や冷却液に触れさせずに空気を介して熱を奪う空冷式の熱交換器。
- ハイブリッドクーラー

  ドライクーラーとチラーを組み合わせた製品。
  外気の高温時期のみチラーを作動させ高温時期以外でドライクーラーが作動。

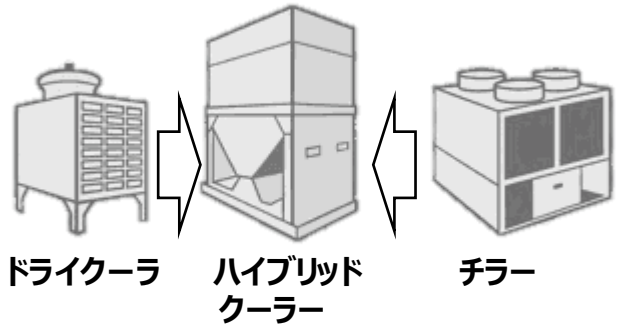
日本の新設DCにて
この4年で1,200億円
の売上（シュア90%）

4年以前1990年から
2020年まで30年間の
DC空調機能力総和を
4年で超えている。

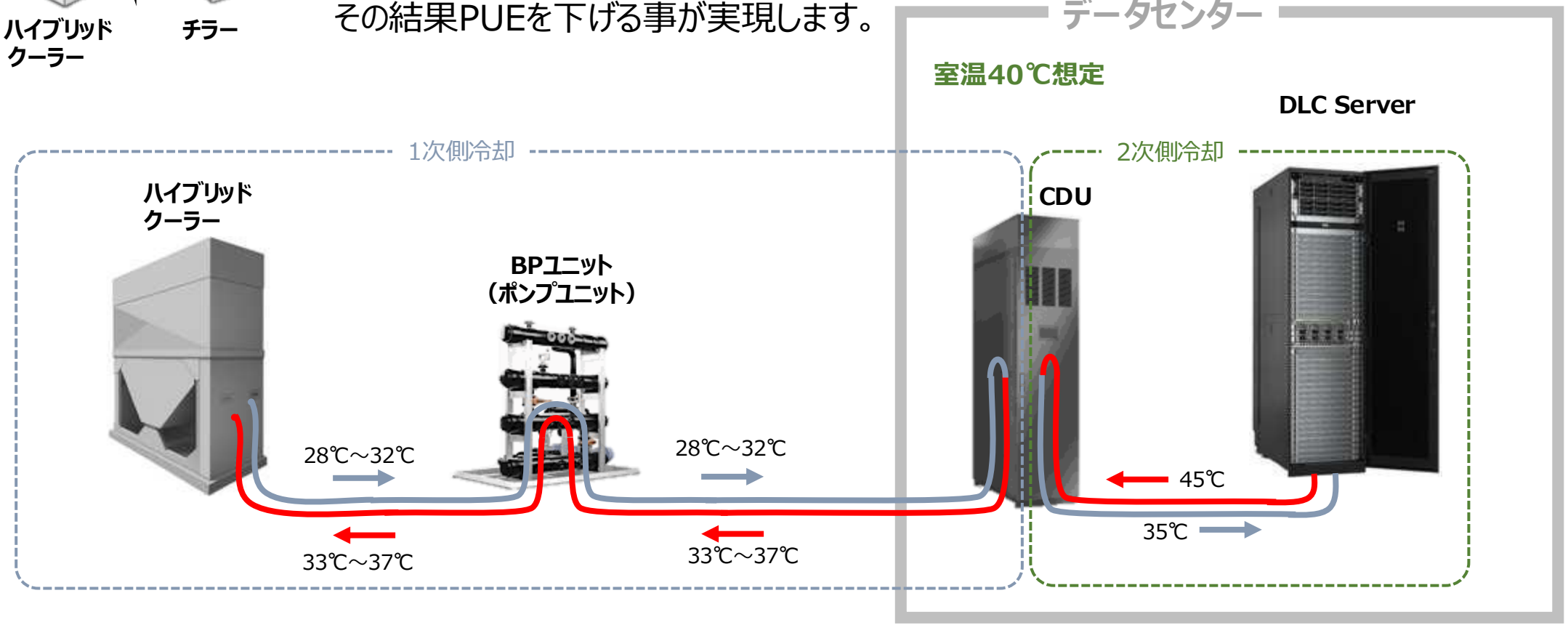


国内データセンター外調機は、NTTファシリティーズがほぼ独占

ハイブリッドクーラでの冷却



ドライクーラとチラーを一体化したチルドタワーを採用した場合、夏場の熱い期間だけ
チラーによる冷水を生成し、それ以外の期間はドライクーラで冷水を生成する為、
年間を通して冷水生成の消費電力を下げることが可能であり、
その結果PUEを下げる事が実現します。

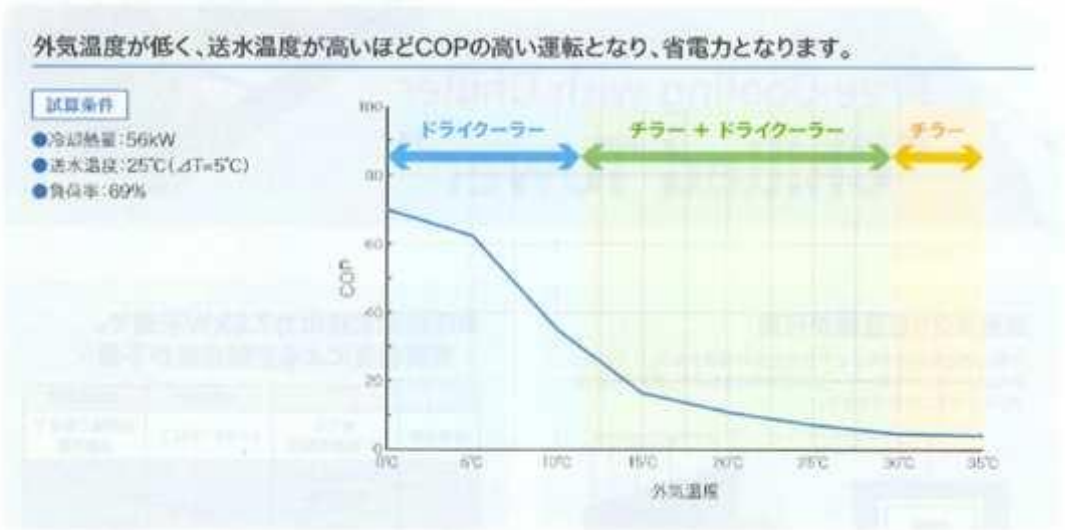


ホットウォータークーリング

設置場所に影響される水冷省エネ性能

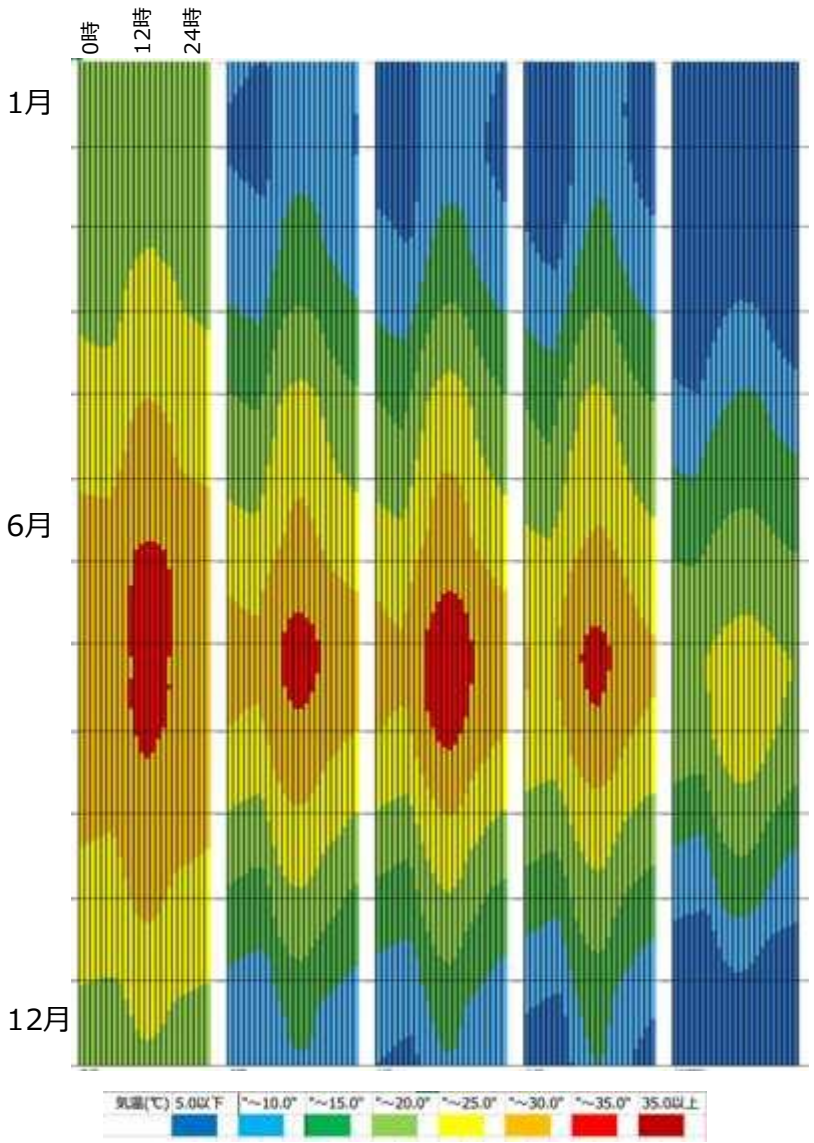
日本はドライクーラー性能（COP）から3つのゾーンに分けられる。

ハイブリッドクーラーは、北方ほど効率COPが良い



引用先：桑名金属工業チルドタワーカタログ

日本の気候は3種類に分けられる。
沖縄　福岡　大阪　東京　北海道

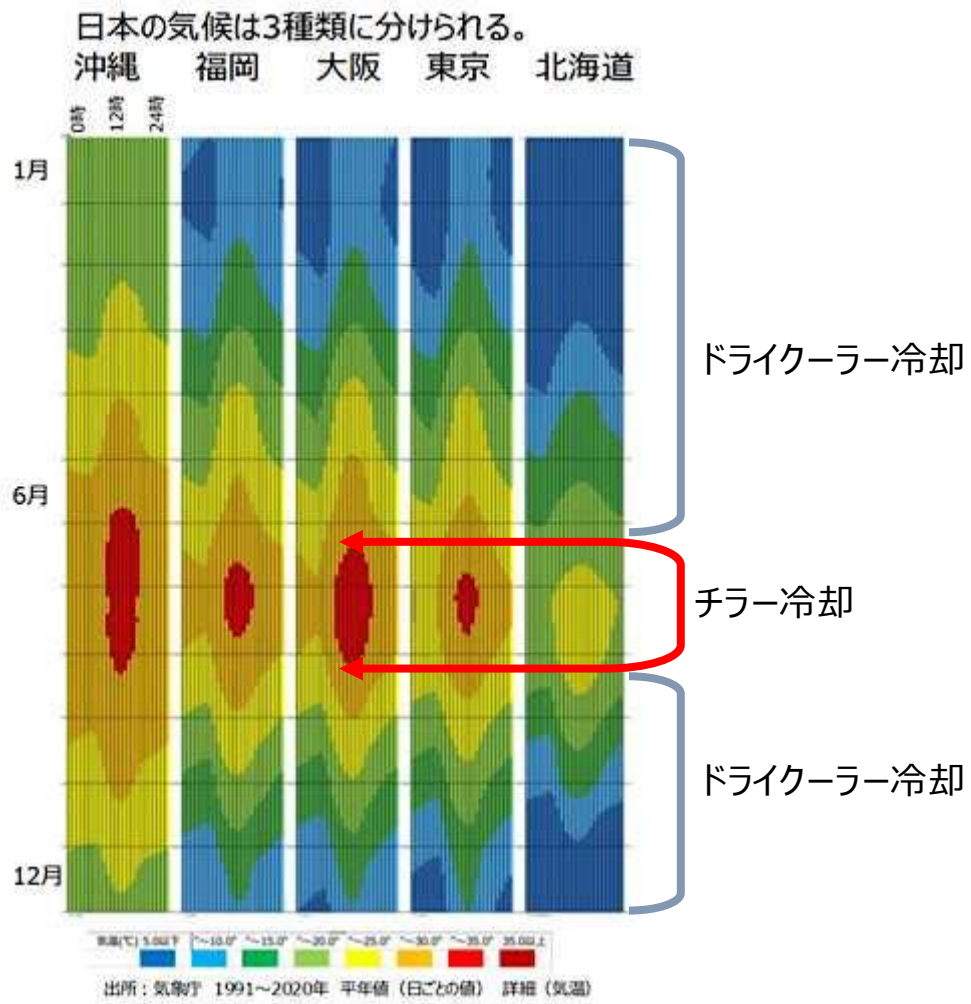


出所：気象庁　1991～2020年　平年値（日ごとの値）　詳細（気温）

杉田作成データ
赤エリアだけ
コンプレッサを使うと良い

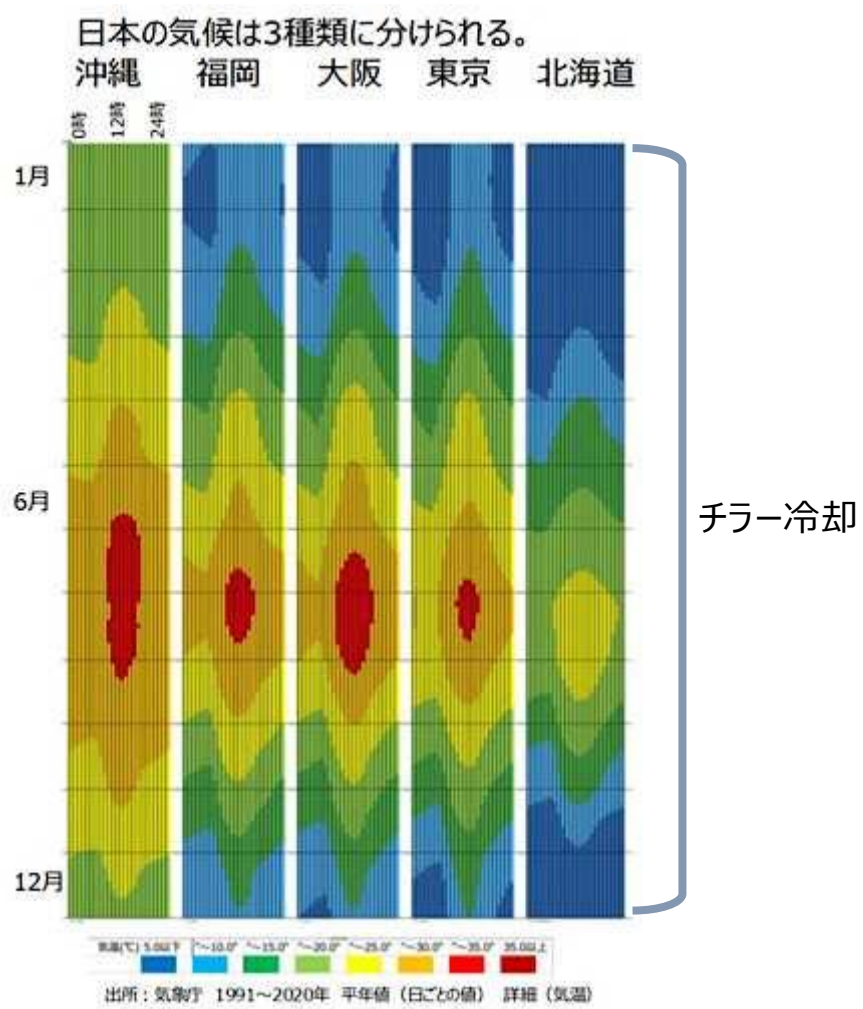
ハイブリッドクーラー使う冷却付帯設備のメリット

ハイブリッドクーラー



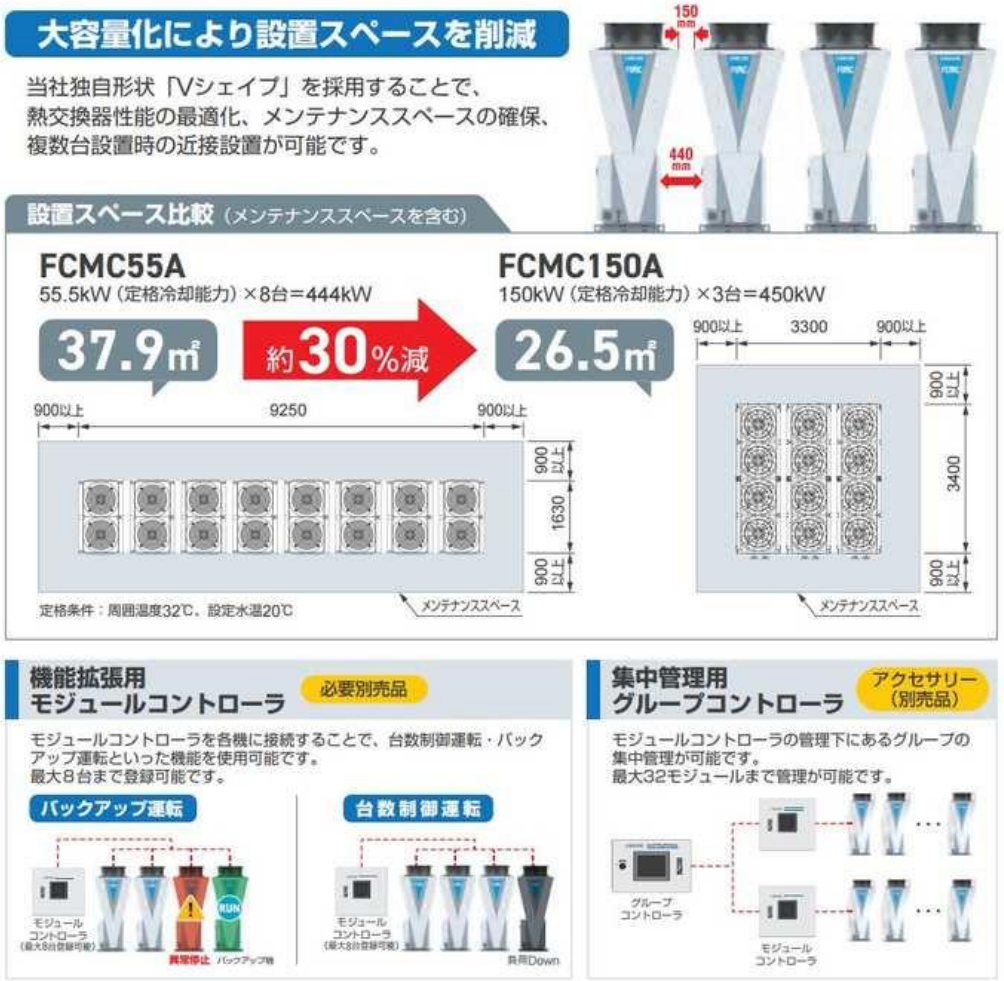
35℃以上となる夏場の約2ヶ月および
昼間の時間帯のみ、冷水チラーを作動させます。

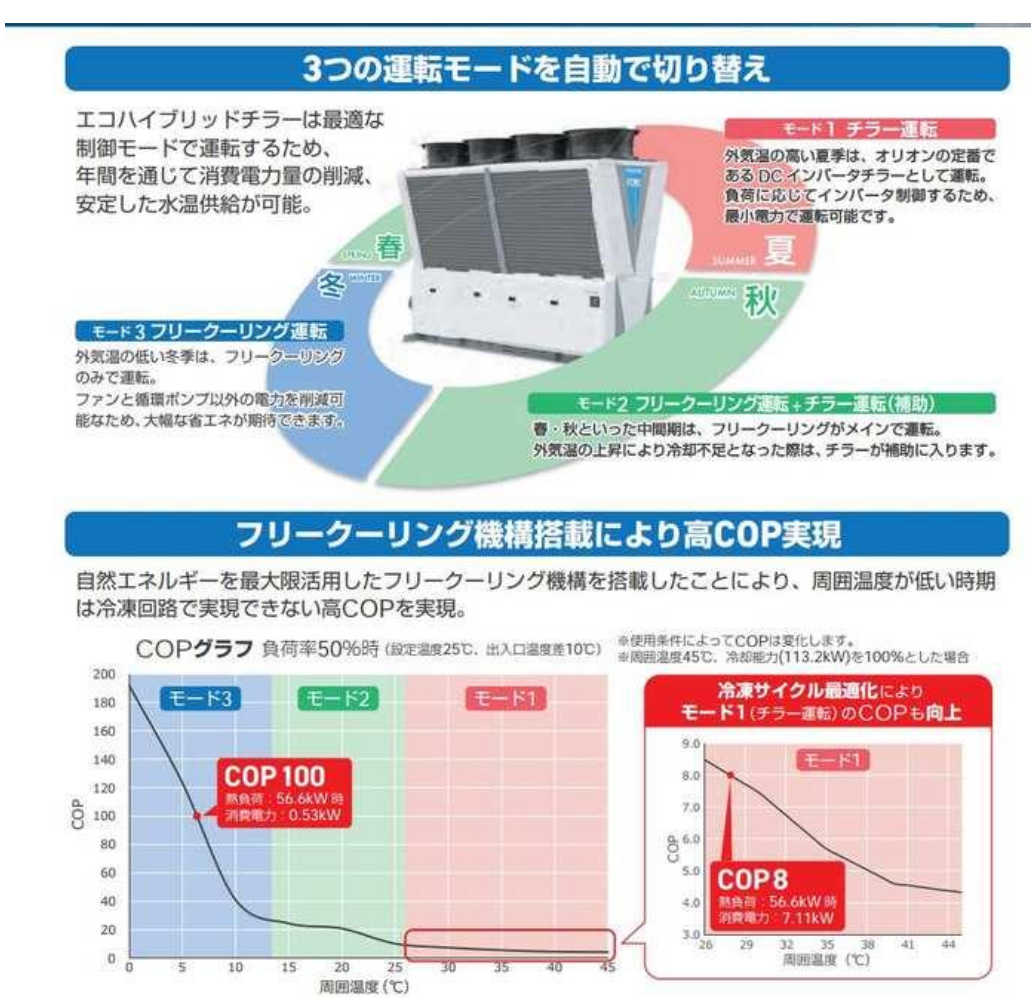
冷水チラー



年間を通し冷水チラーによる冷却を行います。
常に低温冷却により、消費電力が高くなります。

エコハイブリッドクーラー

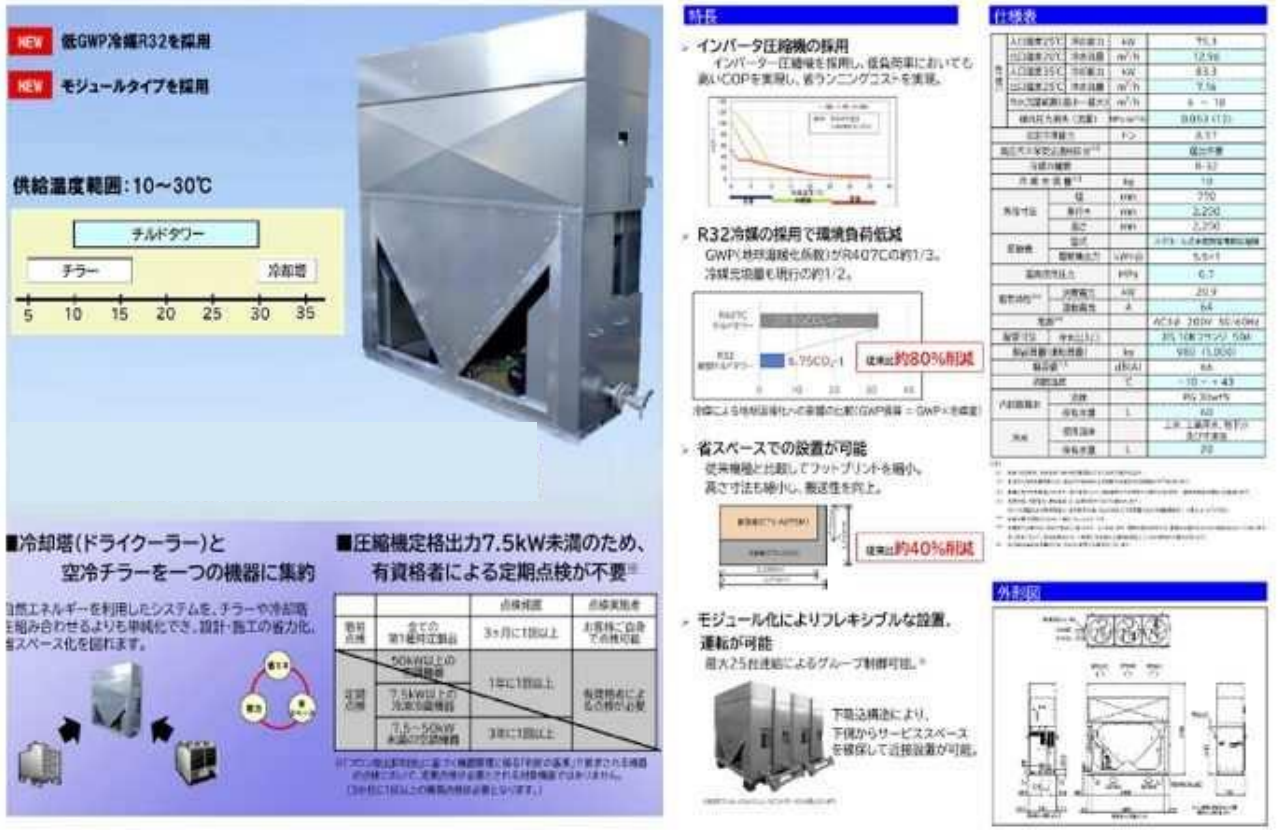






チルドタワー

桑名金属工業
チルドタワーMシリーズ（ハイブリッドドライクーラー）



排熱能力@85KW連結して
最大2MWまで拡張出来、
水なし軽量、低い故障率、
LXStyleが開発協力
NTTデータが検証している。

連結によるフットプリント最小化、騒音対策済み

チルドタワーのドカ雪対策





データセンターに最適
「空冷×水冷」ハイブリッド冷却塔

空水冷型冷却塔



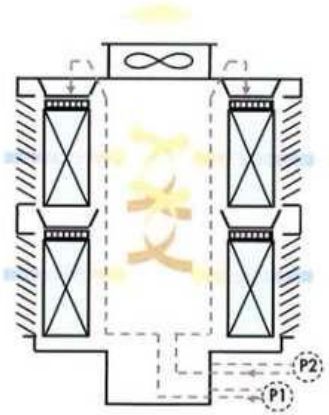
イメージ

空水冷型冷却塔（プレートフィンコイル搭載）

冷却方式の切替の仕組み

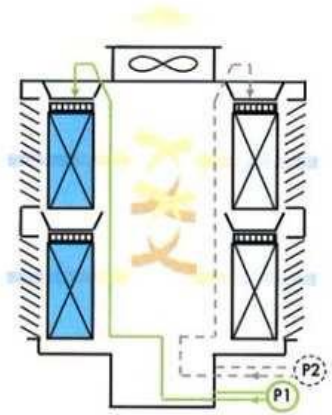
① 空冷運転

外気温が低く冷却負荷が比較的少ない時期には、冷却水を使用せずに空気の流れのみで熱を放散します。散水装置を稼働させる必要がないため、電力消費と水使用量を削減できます。



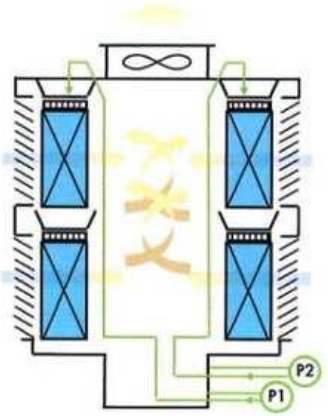
② 空水冷運転

外気温が上昇し、空冷だけでは十分な冷却が得られない場合、冷却塔の片側に散水を行い、水と空気の併用による冷却を行います。

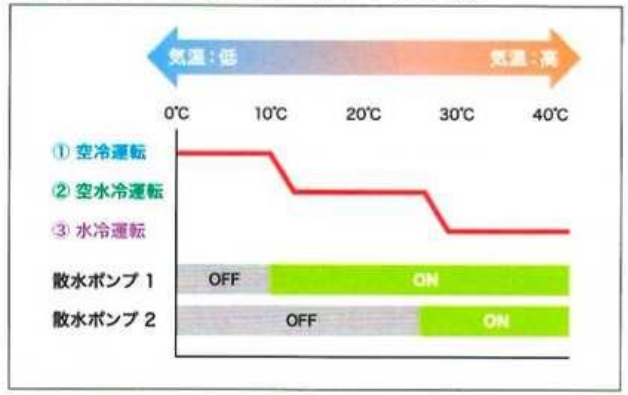


③ 水冷運転

冷却負荷がさらに高まり、片側散水では対応できない場合、冷却塔の両側に散水を行います。



空冷-空水冷-水冷運転における切替タイミング（例）



ハイパースケーラが大量に採用している蒸発水を消費しない BAC社とEvapco社のハイブリッドシステム

BAC



日本ビー・エー・シー　秦野工場　筆者撮影
日本ビー・エー・シーはBACと新晃工業の合弁会社



出所：NTTファシリティーズ
https://www.ntt-f.co.jp/news/2024/20241023.html

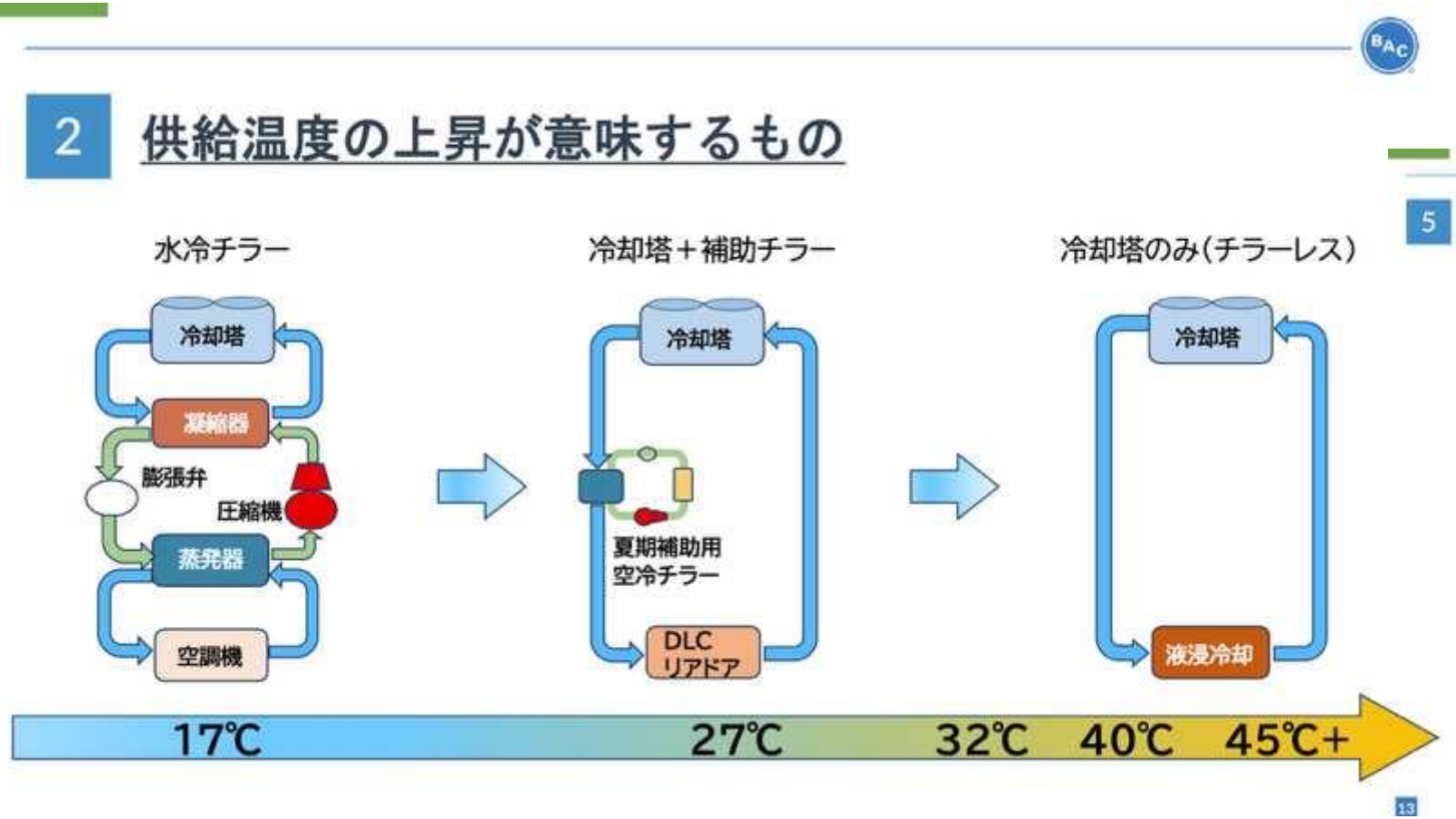
シュナイダーエレクトリック　ドライクーラー



出所：東大次世代データセンター勉強会　第80回

大型データセンターにて、日本国内デファクトといえる空冷冷凍ターボチラーを販売してきたNTTファシリティーズが、ハイブリッドクーラーを採用

ASHRAE新会長はBAC副社長





出所：BAC営業資料

PUE/pPUEの基礎と重要性
PUE計算方法と電気料金

フリークーリングを使うシステムは、北方ほど効率COPが良い

※北方では、雪、雹、凍結などの対策が必須



引用先：桑名金属工業チルドタワーカタログ

PUEを決めれば、想定できるデータセンター消費電力から、
大まかな電気代を簡便に計算出来る。

試算例
高圧受電での一般的な電気代　1KWh＝32円
1MWデータセンター　利用率　50%（CPU中心）

1MW x50% x32円 x24時間 x365日＝約1億4千万円

旧式フロンを使う場合PUEは1.65～2.8なので、
1.65としても約2億3千万円
PUE＝1.2とすると約1億7千万円
差額は年間6千万円となります。

ドライクーラーなどフリークーリング付帯設備は
メンテナンスすれば寿命が長いため、設備投資を
15億円として30年償却とすると省エネ電気代で
設備更新費用が賄えることになります。

1MW/ラックの先は？

床荷重制限を超えながら
さらに大型化　と予想

一昨年6月発表
1ラック
100KVA超え

HPEサーバを多く
作っているInventec社



NVL72

本年３月　NVIDIA GTCにて
１ラック600KW新型機発表

NVIDIA Rubin NVL576 generation rack, codenamed “Kyber.”

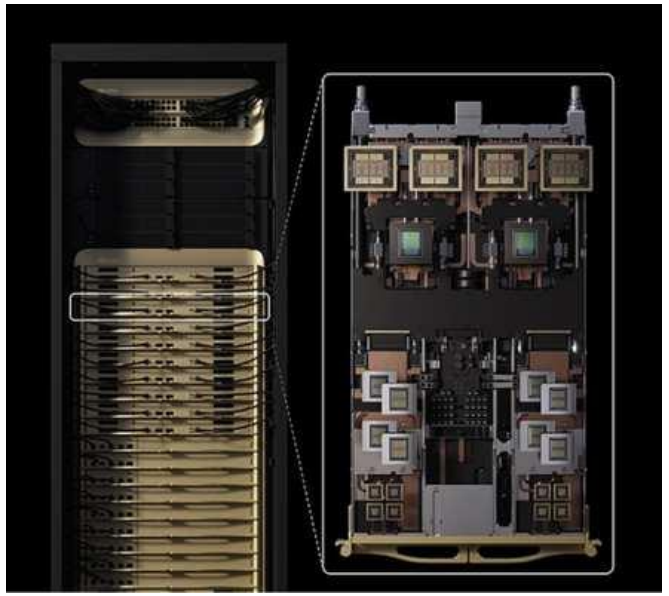


ラックと床荷重が問題になる！

NVL144

NVIDIA、Rubin CPX を発表:
大規模コンテキスト推論向けに
設計された新しいクラスの GPU

Rubin CPX は、Vera Rubin NVL144 CPX を含む複数の構成で提供され、NVIDIA Quantum-X800 InfiniBand スケールアウト コンピューティング ファブリックや、NVIDIA Spectrum-XGS Ethernet テクノロジおよび NVIDIA ConnectX®-9 SuperNIC™ を備えた NVIDIA Spectrum-X™ Ethernet ネットワーキング プラットフォームと組み合わせることができます。



引用先： https://blogs.nvidia.co.jp/blog/nvidia-unveils-rubin-cpx-a-new-class-of-gpu-designed-for-massive-context-inference/

ComputexTaipei2026で見かけたデカいCPU？GPU？



TrendForceニュースについて

TrendForce Newsは、当社の調査チームとは独立して運営されており、半導体およびテクノロジー分野の重要な最新情報を厳選して提供することで、タイムリーかつ情報に基づいた意思決定を支援しています。

ホーム (https://www.trendforce.com/news) / ニュース

[ニュース] ASE傘下のSPIL、CoWoS生産能力拡大に向け、斗六で約1,000億台湾ドルの工場の起工式を実施、2028年の操業開始を予定

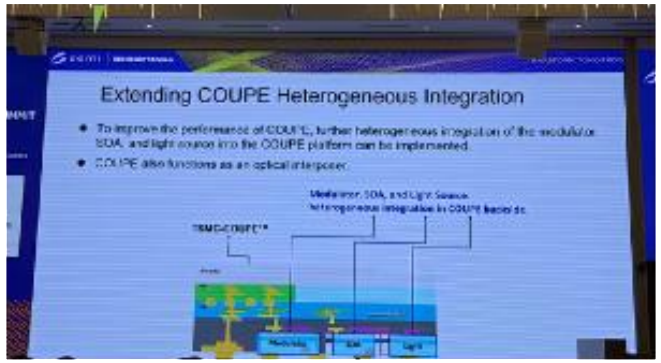
2026年8月12日 | 半導体 (https://www.trendforce.com/news/category/semiconductors/) | 編集者



[ニュース] TSMC：SoICとCoWoSにより、2029年までに演算能力が50倍に；シリコンフォトニクスは2027年までにトランシーバー市場の50%以上を占める見通し

2026年8月31日 | 新興技術 (https://www.trendforce.com/news/category/emerging-technologies/) / 半導体 (https://www.trendforce.com/news/category/semiconductors/)

編集者



Please note that this article cites information from TechNews (https://technews.tw/2026/08/31/tsmc-plans-to-collaborate-with-3d-fabric-hbm4-and-coupe/), Mirror Daily (https://www.mirrordaily.news/story/82790), and Central News Agency (https://www.cna.com.tw/news/afe/202608310029.aspx).

件名

- 最新情報 (https://www.trendforce.com/news)
- 半導体 (https://www.trendforce.com/news/category/semiconductors)
- 表示 (https://www.trendforce.com/news/category/display)
- 光半導体 (https://www.trendforce.com/news/category/led)
- エネルギー (https://www.trendforce.com/news/category/energy)
- 家電製品 (https://www.trendforce.com/news/category/consumer-electronics)
- 電気通信 (https://www.trendforce.com/news/category/telecommunications)
- 新興技術 (https://www.trendforce.com/news/category/emerging-technologies)

Related Articles

2026/Oct/26

1ラック1MW時代のデータセンター
付帯設備　LXStyle,Inc.

今後、廃熱回収を目指す！

PUE＝1.0以下を目指す

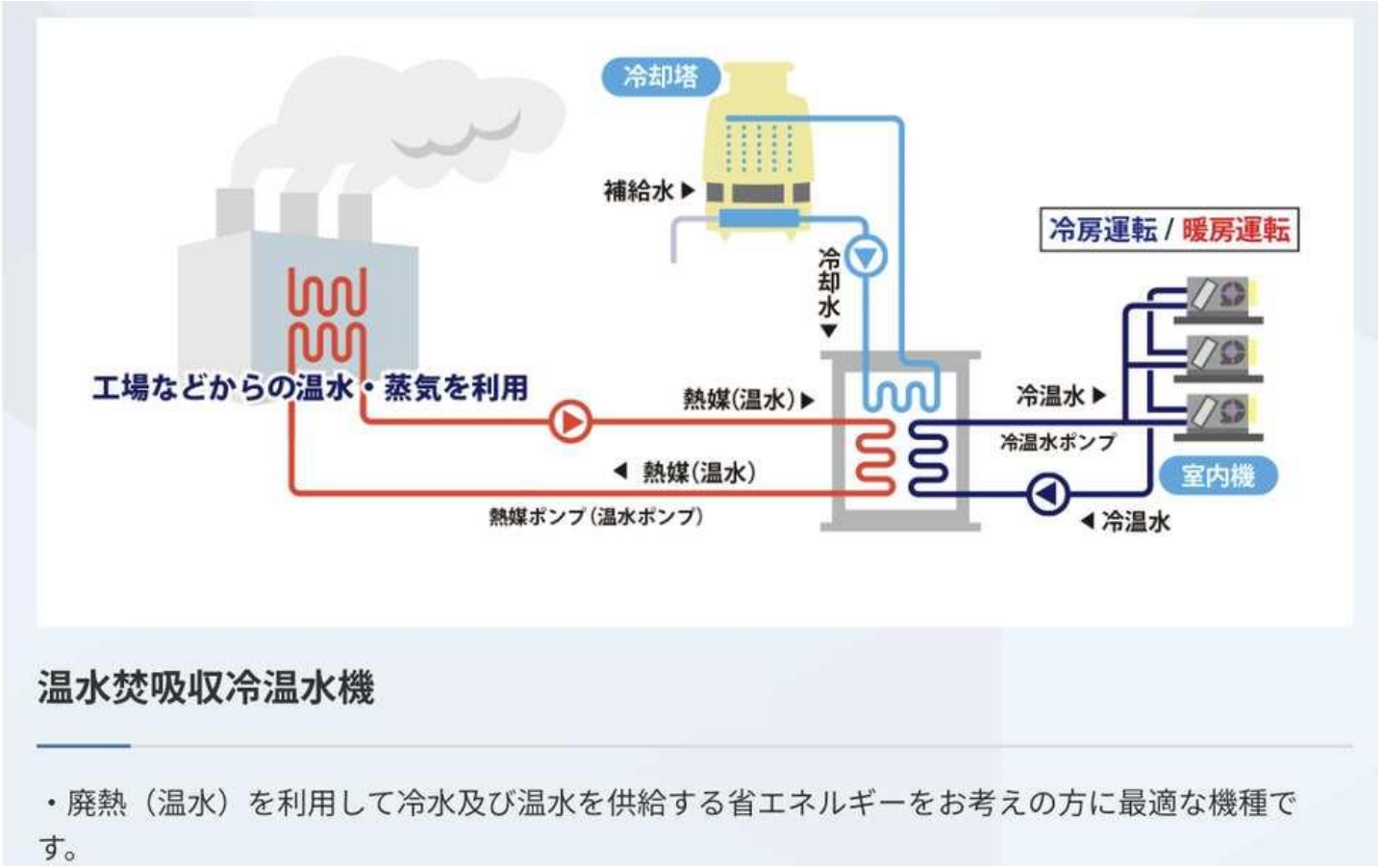
CPU　GPUの発熱を空気（絶縁体）で室内に
　　・・・回収に電力コストが掛かってpPUEが悪くなる。

室内に拡がる前に熱交換器で水へ
　　・・・Googleホットアイル天井や冷却リアドア

いきなり液体に放熱する液浸
　　・・・温度を上げて　フリークーリング出来るように

直接熱を取るDLC　→　熱を蒸気で取る時代へ

温水から冷水を取り出す機械

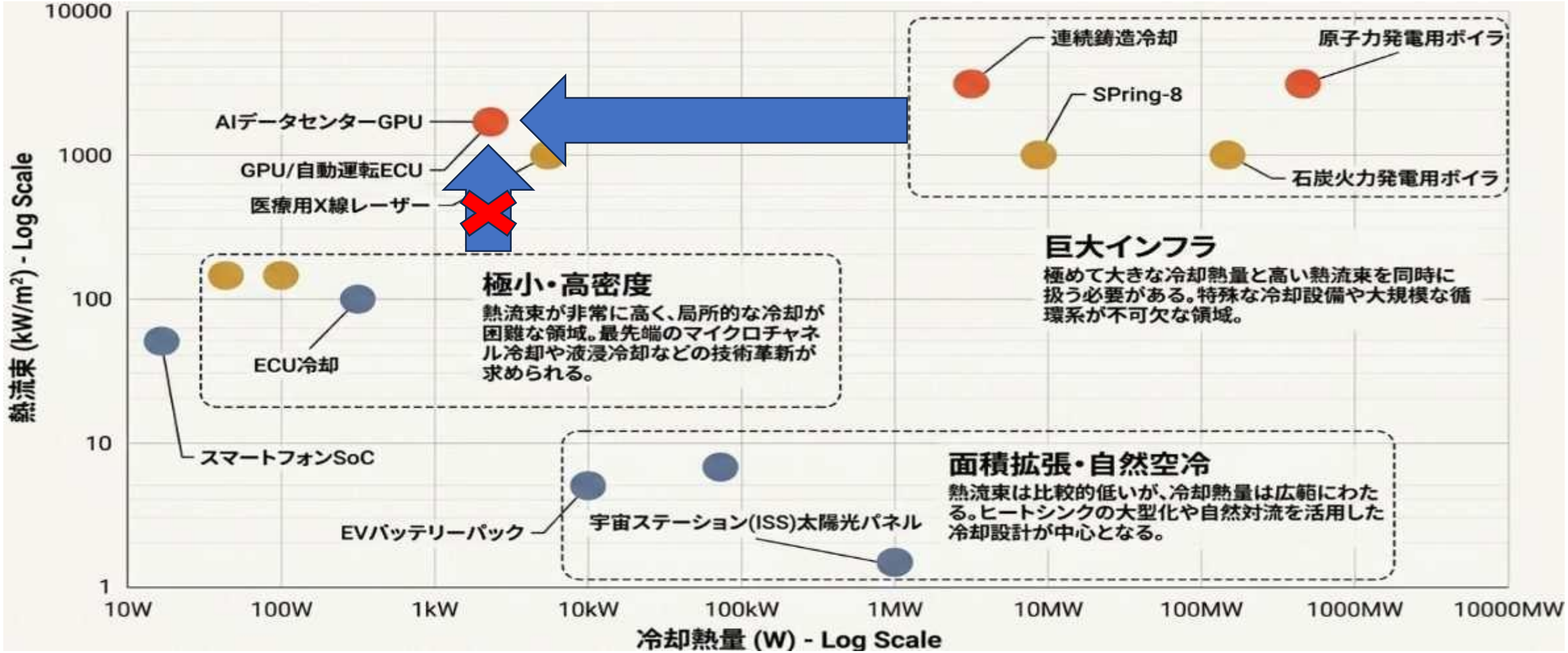


引用先：https://www.yazaki-group.com/solar/device/aroace_ex_hw/index.html

サーバーはボイラだ(熱流束)

GPU冷却の熱流束(単位面積当たりの冷却量)は既に火力発電用ボイラ並み

・ECU（Electronic Control Unit）冷却の延長ではなくボイラ技術の応用へ



引用先：MESH-X　Heat maps of various machines

AIサーバ実装と新設データセンター要件
新設データセンター要件の検討

旧来からの空冷サーバに加えて、大電力高発熱なサーバを
安定してスケーラブルに対応できることが重要。

標準的なOCP（空冷Meta主導）、MGX（水冷NVIDIA主導）
MetaもOCPv3で水冷に対応することが必須







出所：NVIDIA　MGX規格製品を並べた展示
ComputexTaipei2026展示会

ご静聴ありがとうございました。

株式会社　LXスタイル

杉田 正