篠原電機㈱ITソリューション技術白書(Whitepaper)

DX・AX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

2024-04-09
第10版
篠原電機株式会社ITソリューション事業本部　宮崎　犀川

目次

DX,AX時代の社会インフラとしてのデータセンター構築技術とその課題と展望

第1章　篠原電機ITソリューションのビジネス紹介	3
第2章　データセンターの社会インフラとしての動向展望	7
第3章　データセンターデザイン	16
第4章　データセンターの運用温湿度と風量設計	25
第5章　コンテインメントとBP.RC問題	31
第6章　データセンターの冷却方式比較	36
第7章　データセンターの空調設計と各種外気空調システム	44
第8章　サーバラックのエアフロー設計	58
第9章　ホットアイル・コールドアイルコンテイメント	65
第10章　ホットアイル・コールドアイル自立型コンテイメント	99
第11章　ラック設計	113
第12章　ヒートシャッター	118
第13章　エッジ時代のモジュラー型・コンテナ型データセンター	125
第14章　データセンターのコストについて	133
第15章　HPC対応コンテナ型データセンター２０ft事例	140
第16章　HPC対応コンテナ型データセンター31ft事例	145
第17章　HPC対応コンテナ型データセンター40ft事例	149
第18章　直接外気空調	156
第19章　各種モジュールコンテナ　アルミコンテナ、ISOベース鉄コンテナ	158
第20章　HPC対応コンテナ型データセンター31ft4連棟モジュラー事例	175
第21章　コンテナ型　データセンター　空調制御システム	185
第22章　小型コンテナ型　データセンター	195
第23章　マイニングコンテナ　空調レス	197
第24章　楽COOLと井戸水によるチラーレスHPC対応コンテナデータセンター事例	200
第25章　マイクロデータセンター	204
第26章　ヒートパイプ式楽COOL間接外気空調システム　AHU+フリークーリング一体型楽COOL Ⅱ	210
第27章　高発熱時代(HPC)の15kW/ラック～50kW/ラックリアドア空調	228
第28章　高発熱時代(HPC)の15kW/ラックの地下水利用チラーレスシステム	233
第29章　DCIM　ファシリティー監視システム	240
第30章　コンテナ型データセンターのセキュリティー	252
第31章　コンテナデータセンターの生産と納期	260
第32章　マイクロサービスによる分散配置コンピューティングシステムとそれに応じた空調システム構築	262
第33章　御幣島サテライトラボ紹介	277
第34章　データセンタソリューションの見える化　BAS,DCIM,KNX,DALI	297
第35章　生成AIサーバ　　DLC冷却システム	315
第36章　サーバの発熱とアンビエント温度と風量、水冷における、水温と流量の関係	322
第37章　生成AIサーバのDLC冷却	337
第38章　生成AIの冷却用チルドタワー	348
第39章　生成AIの冷却システムの取り組み配管レスラック型ドライクーラの開発	356
第40章　爽空sola開発	370
第41章　ドライクーラー仕様　22KW/10KW	388
第42章　各種液浸システム	403
第43章　液浸システムのデータセンターへの導入	408
第44章　液浸システムの廃熱利用	417
第45章　液浸システムコンテナ	424
第46章　デスクトップ液浸システム	428
第47章　熱力学の基礎　熱伝導、熱伝達の基本的な計算や無次元数	441
第48章　LOTUSと沸騰促進プレート	449
第49章　自家発、各種消火等設備	460
第50章　超高感度煙探知システムVESDA E	468
第51章　モジュラーUPSシステム	471
第52章　BUSWAYの導入	483
第53章　データセンター接地方式について 三相4線のメリット	499
第54章　雷害対策	511
第55章　気流解析　CFDとモックアップ検証	515
第56章　コミッショニング試験用サーバ模擬熱源機	519
第57章　ワイヤレス温湿度モニタリングと電力モニタリング	522
第58章　地方創生とテレワークセンターの取り組み　デジタルカフェ構想	528
第59章　テレワークセンター用テレワークブース	547
第60章　OCP の動向	552
第61章　ロボット化データセンターを目指す	570
第62章　耐震対策について	574
第63章　データセンターの各種規格	587
第64章　篠原電機のデータセンター構築の取組	616
第65章　データセンター構築提案・コンサルティング	640
編集後記	649
最後に	650

第1章　篠原電機ITソリューションのビジネス紹介

SOLUTION

IT Solution

クラウド、エッジ、MECのデータセンター構築
HPC対応・生成AI対応データセンター構築
「データセンターの省エネルギーを追求」

来るべきトータル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。

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

篠原電機ITソリューション事業部　ビジネスの紹介

SHINOHARA

コールドアイル・ホットアイル コンテインメント

楽Qubicシステム（コンテインメント） 5
楽フィットパネル／エアーダクト／扉用ディフューザー 11
ブランクパネル・ブラシタイプ 12
隙間パネル／ラック隙間ブラシ 12
コルエアダクト® 12

液浸システム

液浸システム 爽空 sola®／爽空 sola® 2／爽空 sola® mini 13
ロータス・サーマル・ソリューション（冷却器／沸騰促進プレート／熱界面材料／各種ヒートシンク） 15

冷却機器

汎用ドライクーラー／ラック型ドライクーラー 16
ヒートパイプ式間接外気空調システム 楽COOL 31K／25K 17
ダイレクトチップリキッドクーリングソリューション 19
In-Row空調機 20
リアドア空調機 20

コンテナデータセンター

コンテナデータセンター 21
水冷ラックコンテナデータセンターのシステム構築例 23
コンテナデータセンター構築例 24

UPS

UPS／コンテナ型UPS 28

給電システム

スターライン バスウェイ 29
ラック用200Vコンセントバー 31
インテリジェントPDU 31

試験と解析支援

コミッショニング試験用サーバ機器熱源機 43
CFD解析 DataCenter Design Software™ 44

ラックソリューション

サーバラック 44
IT用アウトドアエンクロージャー（IT用屋外筐体） 44

ラックソリューション

サーバラック 44
IT用アウトドアエンクロージャー（IT用屋外筐体） 44

楽TOOLS

ケージナット着脱工具 楽リッパー（ラクリッパー） 45
ハーフデプス機器着脱補助台 楽cradle（ラクレードル） 45
ラックマウント専用リフト Server LIFT 45

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） 32

DCIM構築

データセンター監視システム DCIM InfraSuite Manager 33
LOYTEC 制御コントローラー 35
温度／湿度センサ 36
UNO® next 37
IPカメラ／セキュリティ 37
超高感度煙検知システム VESDA-E 38
ワイヤレスセンサシステム 39
ABB Ability™ Energy Manager 41
エネルギーマネジメントシステム InSite 42

番号は篠原電機ITソリューションカタログのページを表しています。別途カタログを参照ください。本資料の最後尾にも収録しています。

分散クラウド、HPC対応、生成AI用、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の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推奨
- ファイナンス会社との連携

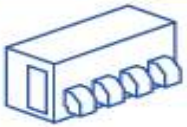
システム・コラボレーション提案

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いたします。

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



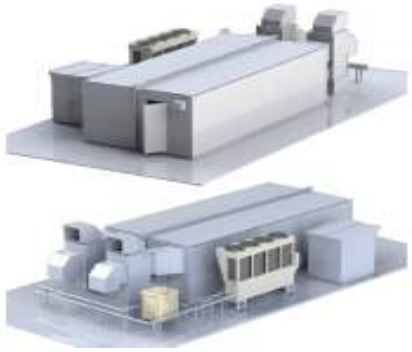
土地選定に関するアドバイスから基本設計、部材選定、申請業務の他、運用後のサポートまでオールインワンのソリューションをご提案いたします。最適な熱処理設計により、優れた省エネルギー性能を実現いたします。

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・施工の実績がございます。試験精度を上げるためにサーバ模擬熱源機を使用したコミッショニング試験の実施や、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いたします。

コンテナデータセンター構築手順

❶コンサル契約	基本設計/要件定義書/RFPの作成/土地の選定アドバイス
❷システム・構造設計	仕様書・見積書の作成
❸注文書発行	部材手配
❹各種法的手続き	建築確認申請・環境条例・消防法関連申請 他
❺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 他)
❻コミッショニング試験	サーバ模擬試験機による各種IT負荷試験
❼引き渡し	立会検査完了後、引き渡し
❽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
❾監視業務	DCIMを使用した遠隔監視(24時間365日)



第2章　DX時代のITインフラとしてのデータセンターの技術と動向展望、生成AIの発展とパラダイムシフト

カンブリア爆発に匹敵する大きな変革の到来

生成AIの進展と大規模言語モデルLLMの進展により、情報技術が大きく進展を見せている。社会インフラとしてのDXが進展し、既存のビジネスも大きく変貌すると予想される。かつて地球規模の大気の変化に伴い、地上に様々な動物が爆発的に自然発生したカンブリア爆発があったように、今日それに匹敵するような生成AIを軸としたビジネスの変革が始まると考えられる。
第四次産業革命と呼ばれてきたものが現実のものとして大きく社会の変革をもたされると考えられる。これらの社会的な変革と要求に適切に応えていくことが企業の使命でもあるといえます。
生成AIを道具として、うまく活用し、人と人とがさらにつながりあえる社会、共鳴しあう時代として発展してほしいと願っています。

2023/12/31付け朝日新聞
朝刊号の記事をもとに考察

パラダイムシフト　IT・社会インフラ変革への期待

SHINOHARA

従来の社会インフラは電力、水道、下水、鉄道、交通、道路、銀行等であったが、これと同格のインフラとしてのITインフラすなわちデータセンターのインフラが重要となってきている。これは輸送、物流から金融にも影響する変革を余儀なくされると思われます。パラダイムシフトが現実のものとなってきており、既成のビジネスを大きく変革もしくは無くなることさえある時代と考えられる。

1. 生成AIの進展、HPC、リアルとメタバースの融合、ブロックチェーンの進展
2. 自動運転インフラの要求
3. ガバメントクラウドインフラの国産クラウドへの期待
4. 系統電力の安定化、再エネの利用
   全国規模での電力融通とプラットフォームとしての電力系統安定化への国産クラウド化への要求
5. 再エネ利用に向けたコンテナデータセンターの活用と地方創生の進展
6. マイクロサービスを活用した分散クラウドによるサーバの最適配置によるトータルな省エネの推進
7. 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

パラダイムシフト　IT・社会インフラへの期待

SHINOHARA

チャットGPTにより生成

パラダイムシフトは、新しい思考や価値観の台頭によって社会全体が大きく変化することを指します。具体的な変化は、パラダイムシフトの内容やその影響範囲によって異なりますが、一般的な変化のいくつかを挙げると以下のようなことが考えられます。

1. 経済・産業の変化: パラダイムシフトは、新しい技術やビジネスモデルの出現を通じて、経済や産業の構造に大きな変化をもたらします。例えば、インターネットの普及による情報革命は、従来のビジネスモデルを一変させ、新たな産業を生み出しました。
2. 社会の意識・価値観の変化: パラダイムシフトは、社会の意識や価値観にも大きな影響を与えます。新たな思考や視点の登場によって、人々の考え方や行動の傾向が変わることがあります。例えば、環境問題への意識の高まりによるエコロジカルな価値観の普及が、社会全体での行動変容をもたらすことがあります。
3. 教育・学習の変化: パラダイムシフトは、教育システムや学習方法にも大きな変化をもたらします。新たな思考やスキルの需要に応じて、教育のカリキュラムや学び方が変わることがあります。例えば、デジタル技術の進化により、オンライン教育や遠隔学習が一般化し、学びの場が多様化することが考えられます。
4. 政治・社会制度の変化: パラダイムシフトは、政治や社会制度における変化をもたらすこともあります。新たな思考や価値観の浸透により、政治の方向性や社会的なルールが変わることがあります。例えば、人権の尊重や多様性の重視が普及することで、政策や法律の変更が行われることがあります。

パラダイムシフトによる社会の変化は、必ずしも一律ではなく、個々の現象や地域によって異なる可能性があります。しかし、新たな思考や価値観の浸透によって、社会全体の姿や働き方などに大きな影響を与えることは間違いありません。

正直、あまり内容がありません。抽象的で具体的な変化を説明はできていません。

パラダイムシフトをチャットGPTで調べても未来のことはわからない。結局自分の頭で考えることが必要である。パラダイムシフトで社会がどのように変化するのか。また人間にとって有益なのか。

★既存のビジネス、文化が変わるのか。

　かつてガリ版刷り(もう誰も知らない)があった。それがオフセット印刷になり、コピーも容易にできるようになった。青焼き(もう誰も知らない) もなくなりプリンターも進化しインクジェットも素晴らしく美しくなりました。初期のインクジェットプリンターをずいぶん利用しましたが、決して美しいものではありませんでした。しかしヘッドの技術が劇的に進化し、結果としてDPEもほとんど消えた。しかしながら写真のすばらしさは、1ドットで約255諧調が得られることです。この良さは変わらない。オフセット印刷でも一つのドットでの諧調は得られない。レコードもSP時代がおわりLP時代がきて、CDが生まれ、SACDも誕生した。映画のフィルム時代はほとんどなくなり、ビデオもなくなり、レーザディスクもなくなり、DVDからブルーレイディスクが誕生して素晴らしい音と映像が見れるようになりました。そしてNETFLIXに代表される映像配信やアマゾンミュージック、Apple Music、Spotifyでロスレス、ハイレゾ配信もできるようになった。一方、映画館は今も存続し、ホールやライブ会場では音楽を楽しむことができ、お互いに触れ合うことができます。LPが復活してきている。音質が良いことと、メディアとしての存在感がある。CDもMQA技術により16ビット、44.1KHzを超える再生も実現してきてメディアの存在感はこれからも続くと考えられる。真空管はWE社が復活して、300Bの真空管の再生産も始まっている。KT120/KT150の新しい真空管も開発されている。優れたものはこれからも生き残っていく。地球上に様々な動物がいるように。しかしながら様々な環境変化に対応できなかったり、病原菌、ウィルスや食料の激変等により滅亡していく動物もいる。またいつどのような災害があるか、小惑星の衝突がいつ来るのか、環境の激変、最悪な全球凍結すらあり得る。

★メディアは変わるのか。

　本、新聞、ラジオ、TVがどうなるか。YouTubeで様々な過去の資料や最近の話題も新聞やTVの様な時間的な制約が少なくじっくりと見ることができる。昔の入手することが不可能と思われる映像や資料も見れる。TVの様な切り取られた映像は時として間違った誘導に繋がる危険性を孕んでいる。選択して俯瞰できる機会も増えているが、しかしながら意図した誤った情報の配信も可能であり、本、新聞、ラジオ、TVの役目が終わったわけではない。その代わりしっかりした役目を果たさないと消える運命もある。それだけ責任は重いと言える。

★エネルギーはどのように変わるのか。

今までの系統電力だけでなく、ソーラや風力をはじめとする多様なエネルギー源が出てきている。系統電力は大切なプラチナ電力であり、無駄のない使い方が要求されている。また不安定な再生エネルギーをうまく使う工夫や、全国規模、世界規模での電力融通が必要になると思われる。超高電圧直流送電も世界規模で必要となるであろう。そのためにはIT技術、クラウド技術を使わなければならないと考えられる。

★物流問題は。そして安全に向けた自動運転の進化は。

石器時代には地域で閉じていた穀物等が地域を超えて運搬可能となり、そしていまやコンテナが登場したことにより、低コストで国家を超えて運搬できるようになり様々な製品が地球規模で流通が可能となった。しかしながらコロナを境として物流が切れサプライチェーンも変更を余儀なくされ、製造場所の変動や、国内回帰も始まっている。もし自動運転が実現して、専用道路に無人トラックが走ると、コンテナの文化は大きな変容が始まるかもしれない。多様な物流とIT技術、ドローンによる運搬も始まるかもしれない。自分では気が付かない安全の運転サポートもできるようになり、車の不具合も未然に防止できるかもしれない。また単に車を買うことから、常にネットとつながり、運転しながらリアルタイムに様々なサービスを提供できるインフラが望まれる。ガソリンスタントはガソリンを売るだけではなく、充電もでき、低レイテンシでのネット接続サービス可能となるかもしれない。郵便事業も大きく進化していくものと思われる。IT技術と手紙媒体、はがき媒体の連携もできるかもしれない。

★経済、貨幣はどうなるか。

経済学は大変難しい。未来学といえる。生成AIでも予測することは難しいかもしれない。時々刻々変化することをIT技術で把握しながら変化をとらえて把握することはできる。通貨は、一つの国の通貨の枠を変えてくると、国家の縛りや税金にも影響してくることになる。仮想通貨は発行限度がある。これは国家の通貨も同じである。GDPに合わせて発行のコントロールしないとインフレやデフレが起こる。仮想通貨も同様である。ブロックチェーンで守りながら国家の枠を超えて利用の枠の拡大に合わせて発行されると国家の枠を超えることになる。銀行のシステムの存亡にかかわる。大きな課題である。この通貨危機をどのように乗り切るか。社会の発展、富と適正な分配の社会が作れるのであろうか。

まとめ･･･やはりカンブリア爆発の様な大きなパラダイムシフトが待ち受けていると考えられる。人と人が繋がりあえる時代になっていくためにはIT技術の進化が必要なのかもしれない。人類の大きな試練であるともいえる。メディア問題、物流問題、貨幣問題、物価問題、富の偏在問題、人類の幸せとは何なのか、戦争のない世の中が来るのか、貧しくて食料もない人々に助け合うことができるようになるのか。今の資本主義の進化はどのようになるのか、難題が山積みであるが、ITインフラの進化が人類にとって大きな変曲点になればまさにパラダイムシフトであると言える。

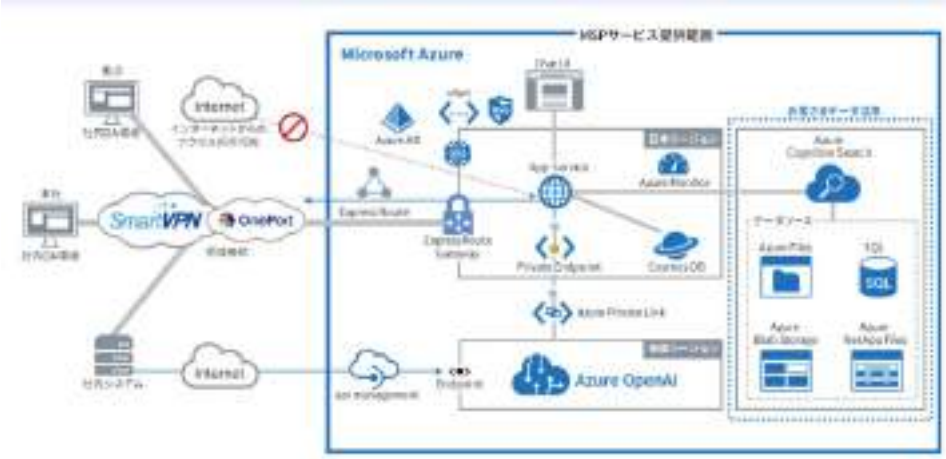
生成AI（ジェネレーティブAI）とは

生成AI（ジェネレーティブAI）は、コンピュータが学習したデータを元に、新しいデータや情報をアウトプットする技術です。これまで人間が実施していた「考える」や「計画する」をAIが実行し、アイディアやコンテンツを生み出します。
イメージとしては、ジェネレーティブAIが「学習したデータの特徴やパターンを理解している」という先生のような存在です。先生は過去のデータから学び、それを元に新しい問題を解決したり、創造的なアイデアを創出したりします。生成AIも同じように学習データを分析し、新しいデータやアイデアを生成することができます。

ソフトバンク社のWeb資料より

生成AI時代到来(チャットGPT)

回路図やプログラムさえ
自動生成してくれる。



生成AIは素晴らしい技術であるが、人間のように今までの技術、ビジネスを否定するようなイノベーションを起こしてくれるものではないことです。
また取り扱いに注意しないと、間違った方向に行ってしまうこともあります。政府からも指針が出ている。
人権侵害、犯罪、、リスクに対する管理、利用ルールなど。

ソフトバンク社のWeb資料より

コンテナ型データセンターへの期待

SHINOHARA

優れたコンテナデータセンターを低コストで短納期での製作が必要である。
ゼネコンと同様の各省庁手続きから基礎工事、住民対応も必要となる。
総合力、横断的技術が必要であり、お客様の要望に応えるカスタム力が必要となります。

優れたコンテナデータセンターのソリューションの提案と構築までワンストップ設計が必要。
設計・構築だけでなく、運用・保守まで含めたサービスも必要です。
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推進
ファイナンス会社との連携など考えられます。

まとめ

- ワンストップ設計
- 短納期
- 設計・製作・工事の標準化
- 工場での一括生産化、設置即稼働への期待
- 保守メンテナンス・運用サービス
- 時代の進化に合わせた改良の実現
- 15年程度での減価償却の可能性
- 場所を選ばない設置性、移動が可能

第3章　データセンターデザイン

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

The green grid データセンターに関する日本の地域特性　資料より

データセンターとは

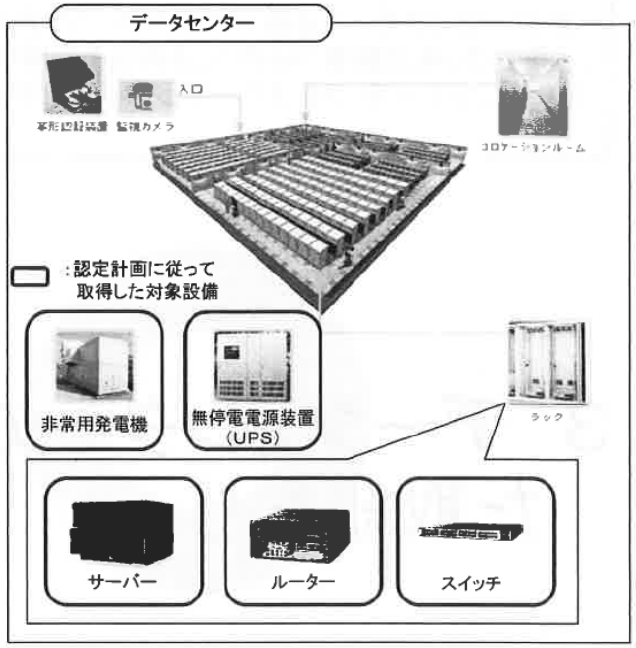
- 分散するIT機器を集約設置し効率よく運用するために作られた専用施設
- 具体的な効用

●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

日本データセンター協会資料

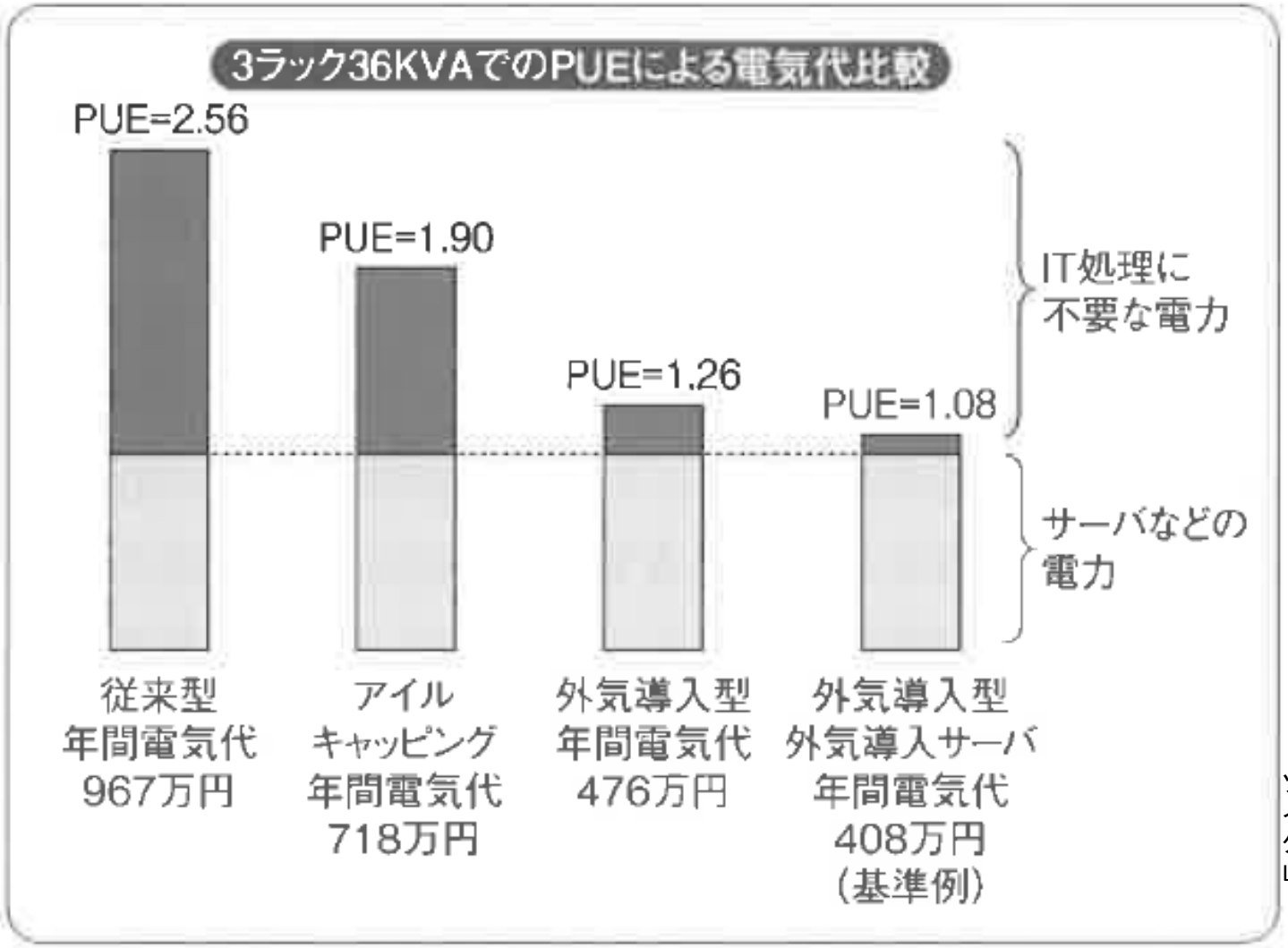
データセンターの活用促進で豊かで低炭素な社会が実現

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
- 高速な回線
- 地震対策設備



総務省資料より

PUEによる電気代の違い



ソフトウエアデザイン別冊
インフラエンジニア　データセンターの作り方
LXスタイル　杉田氏資料より

約450万円以上の電気代低減、省エネが実現することになる。1kWh当たり12円として

真に脱炭素・カーボンニュートラルを追求したい。
エネルギー使用量の最小化と外部に熱をできるだけ出さないシステムの追求。

脱炭素・カーボンニュートラル時代に向けてDX・AX時代のデータセンターが求められている。
データセンターは巨大の集中型から集中と分散の時代に入りつつある。

またサーバの負荷も分散化、負荷集中における分散処理が実現している、このような中にあってサーバの急激な負荷処理と負荷低下時のサーバエネルギー削減そしてされに応じた高速対応が可能な冷却技術が望まれている。

ダイナミックに変動する負荷とそれに予測とAI機能による高速追従する熱移送システムによる大幅な消費電力低減が必要である。
ソフトウエア技術の進展と合わせてファシリティーの進展も望まれているといえる。
データセンター運用OSが望まれている。

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。

PUE=1.1以下を目指す

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

★楽COOL ヒートパイプ利用間接外気空調システムの活用

25kW級、31kW級、60kW級、200kW級

★液浸システムの活用 200kW級 1U/6kW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

Shinohara Confidential

デジタルビックバン時代を迎え情報技術(IOT)の進展はまだまだこれから大きく発展していきます。またエネルギー問題、省エネ化も大きな課題です。

20MWを超えるデータセンターが続々作られています。世界には200～400MWクラスもあります。

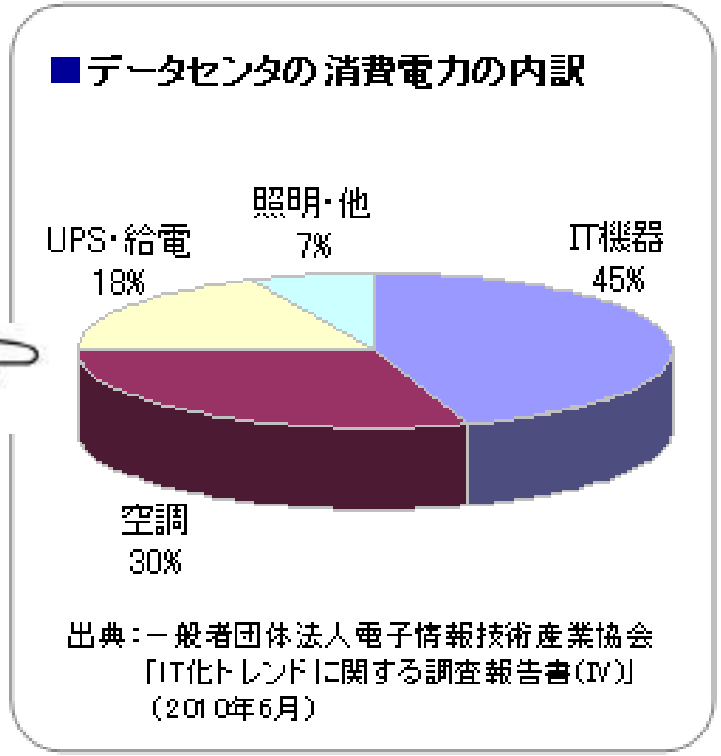
これらのデータセンターはすべて100%以上の廃熱を外部に出しています。東京の主なデータセンターはサーバの発熱の倍の200%～300%もの熱を排出しています。サーバから出る熱と空調等の設備の熱が排出されています。平均PUE =2.0～3.0
これからはPUE=1.0以下を目指し、廃熱は徹底して利用する時代。

一切の熱を外部に出さないデータセンターを作ることは簡単ではありませんが
社会が求めている課題と思います。

古いデータセンターは空調その他で50%以上のエネルギーを消費。
サーバは仮想化と高速化で低消費化が進んでいる。
空調その他の電力を省エネすることが課題。　省エネ度係数PUE=1.5～3.0

・ヒートパイプ技術やDLC冷却を採用すると省エネが実現できる。PUE=1.1
・液浸システムを採用すると空調エネルギーをさらに低減することができる。
・さらに再エネと排熱利用するとPUE=0もあり得る。世界一の技術が実現できる。

削減が課題



現在すべて空中に熱として排出している。
排熱利用が必須である。

データセンターの効率化指標　PUE を1.0に近づける。

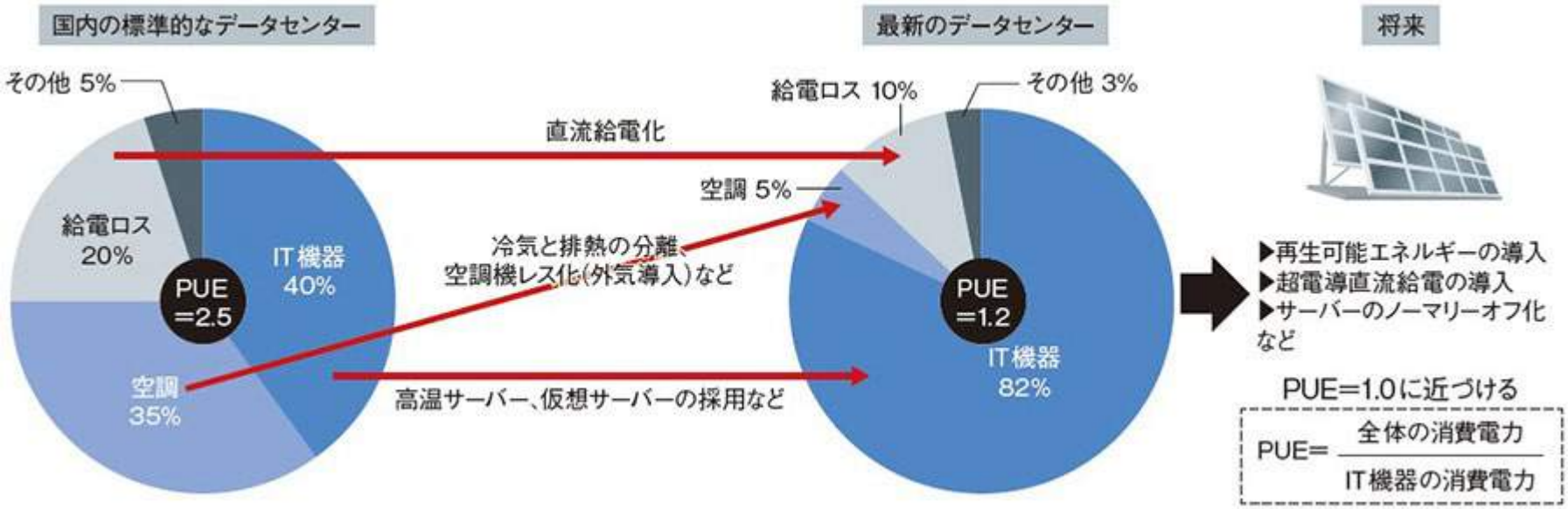


図2　空調や給電ロスの消費電力を削減
データセンターの消費電力の削減に向けて、最新の空調システムや直流給電、高温サーバーの採用などが進む。さらに将来に向けて、超電導直流給電や再生可能エネルギーの活用が検討されている。
（図：円グラフは篠原電機の資料を基に作成）

第4章　データセンターの運用温湿度と風量設計

データセンターの運用温度・湿度

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℃
2008　18～27℃
2012-9　クラス1,2　推奨範囲
サーバ入口温度　18℃～27℃
5.5℃ DP 60%　RH and 15℃ DP

ASHRAE2011にて新たにクラスA1,A2,A3,A4が追加され、許容範囲が設けられた。
省エネに向けた設計が可能となった。

第三版　許容範囲

A1	**15～32℃**	**20～80%RH**
A2	**10～35℃**	**20～80%RH**
A3	**5～40℃**	**-12℃DP&8%RH to 85%RH**
A4	**5～45℃**	**-12℃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。

省エネデータセンターとして
運用温度を高くして、湿度範囲を広げる
A1の範囲で運用すると省エネにつながる。
運用温度　最大32℃　湿度範囲　80%～20%

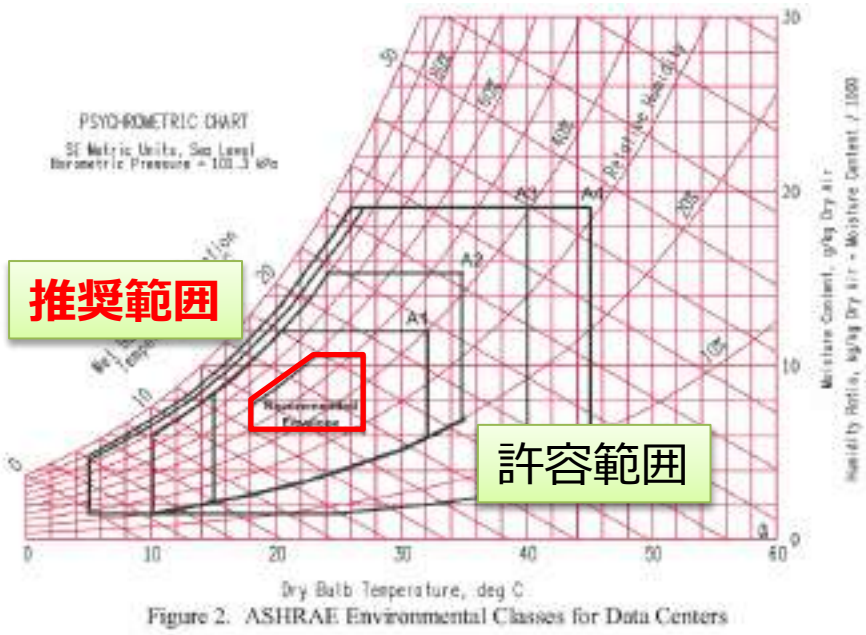


Figure 2. ASHRAE Environmental Classes for Data Centers

ASHRAE:米国暖房冷凍空調学会

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°CDP 以下		20-60%RH，15°CDP 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	・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)）

夏季に外気が高くなるとチラーの運転が必要である。サーバの吸気温度を何℃にするかで省エネ性が大きく変わる。

JEITA ETR3001のクラス1の場合は吸気温度が35℃、クラス2は40℃となる。

クラスRでは27℃なる。また一時の高温は信頼性温度は平均で考えてよいので、通常運転はクラスR27℃で一時的にクラス2とするのも方法である。これでチラーの省エネ運転や冷却能力増大が期待できる。

また近くに地下水や川の水がある場合や一時的に夏季だけ水道水を利用することでチラーレスも考えられる。将来的にはクラス2によるドライクーラのかつようにより、チラーレスも視野に入れる。

この時サーバのファン制御のパラメータを最適化しておかないとサーバのファン電力が増える結果となる。

風量計算　補足説明

必要風量の計算は以下の式で求められます。

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。

必要風量F(m^3/s)=Q(W)/(ρ(kg/m^3)・Cp(J/kg・K)・Δt)

右辺の単位を整理するとm^3/sになります。1J=W・s
１時間当たりに直すときは、3600をかけます。

ρ空気の密度＝1.06kg/m^3　～1.2kg/m^3この値は温度と湿度と気圧で変わります。
ρ・Ｃｐ＝　約1200で計算。この場合は
ρ空気の密度＝1.2kg/m^3　Ｃｐ空気の定圧比熱＝1008J/kg・K

[例] 10kWの熱量で温度差10℃とした場合

10000/(1200×10)=0.83m^3/s=約3000m^3/h

必要風量計算

サーバラックの定格10kW/ラック　を22台とした場合、合計で220kWとなるが、実際の負荷は、熱設計　70%程度で考えると154kWとなる。
　(実際はカタログ値からはさらに低いと考えられる。約3～5kW/ラック)

必要風量の計算は

・154kWの熱量で温度差15℃とした場合
　　154000×3600/(1200×15)=必要風量約30800m^3/h

・154kWの熱量で温度差10℃とした場合
　　154000×3600/(1200×10)=必要風量約46200m^3/h

25kW級ヒートパイプ空調機の場合、風量5400m^3/hであり、46200/5400=8.69台必要となる。

第5章　コンテインメントとBP.RC問題

資料提供
IECSC48D国内委員会資料
作成　NECプラットフォームズ　黒木

EN50600 BPとRCの温度による定義

データセンターでは、コールドアイルとホットアイルの間には圧力差が生じる。結果としてバイパスエアーとリーサーキュレーションが発生する。圧力差をできるだけなくす空調制御が望ましいが、風量の想定は極めて難しい。その場合に空調機のSA,RAとコールドアイル、ほっとアイルの温度を測定することで以下の計算式が成り立つ。

この規格では、バイパス量BPと再循環RCは、ラック及びCRACの入口温度、出口温度を測定することで把握できるということが、記載されている。

8.5 エネルギー管理

8.5.4.3.1 バイパス BP

$$BP = \frac{T_{ro} - T_{CRACi}}{T_{ro} - T_{CRACo}}$$

BP =バイパス
Tro =ラック/キャビネットの出口温度（°C）
TCRACi = CRAC入口温度（℃）
TCRACo = CRAC出口の温度（°C）

バイパスは、ITコンポーネントを通過せず、使用されずにCRACに戻る冷たい空気です。多くの空気が移動し戻り空気温度が低下することで、バイパスは空気流のエネルギー効率を直接低下させる。

8.5.4.3.2 再循環 RC

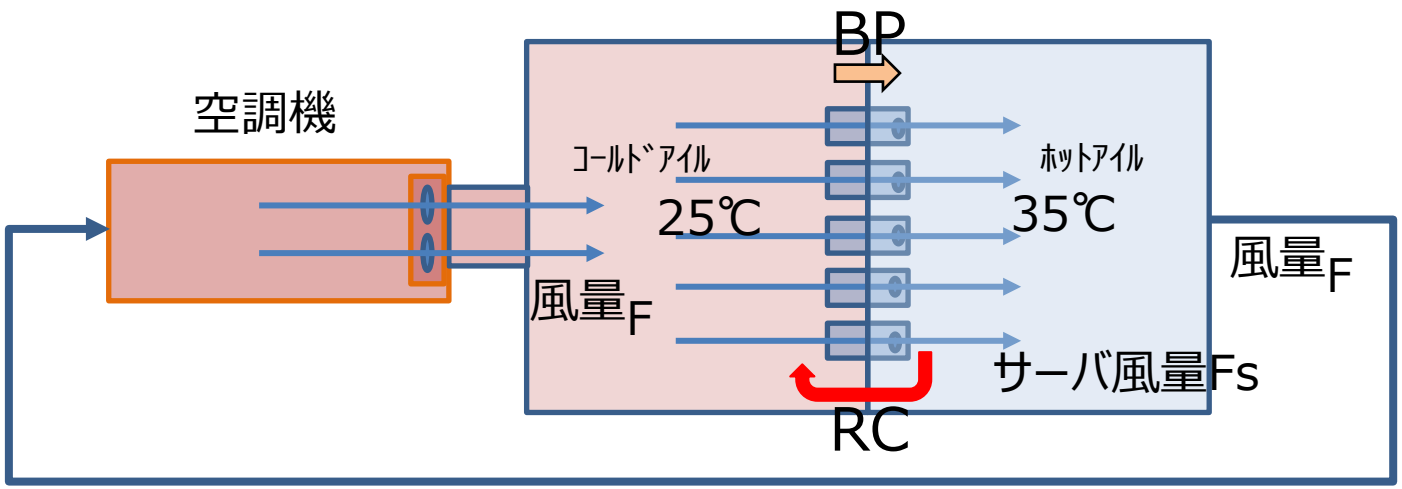
$$RC = \frac{T_{ri} - T_{CRACo}}{T_{ro} - T_{CRACo}}$$

RC =再循環
Tri =ラック/キャビネット入口の温度（°C）
Tro =ラック/キャビネットの出口温度（°C）
TCRACo = CRAC出口の温度（°C）

再循環は、CRACに戻る前にITコンポーネントの空気吸入口に再度戻ってくる熱い空気です。再循環は、より低い供給空気温度を必要とする結果となるため、空気流のエネルギー効率を間接的に低下させる。

コンテイメントとバイパス(BP)，還流(RC)について

バイパスとは空調機から出た冷気がサーバ内を通過しないで空調機に戻ること。また還流(RC)はサーバから出た廃熱がサーバの吸気側に戻っとしまうことである。
ラック周辺とラック内をコンテイメント(分離)することでバイパス(BP)と還流(RC)を無くすことで、サーバの熱だまりが減らせて、空調効率が上がります。



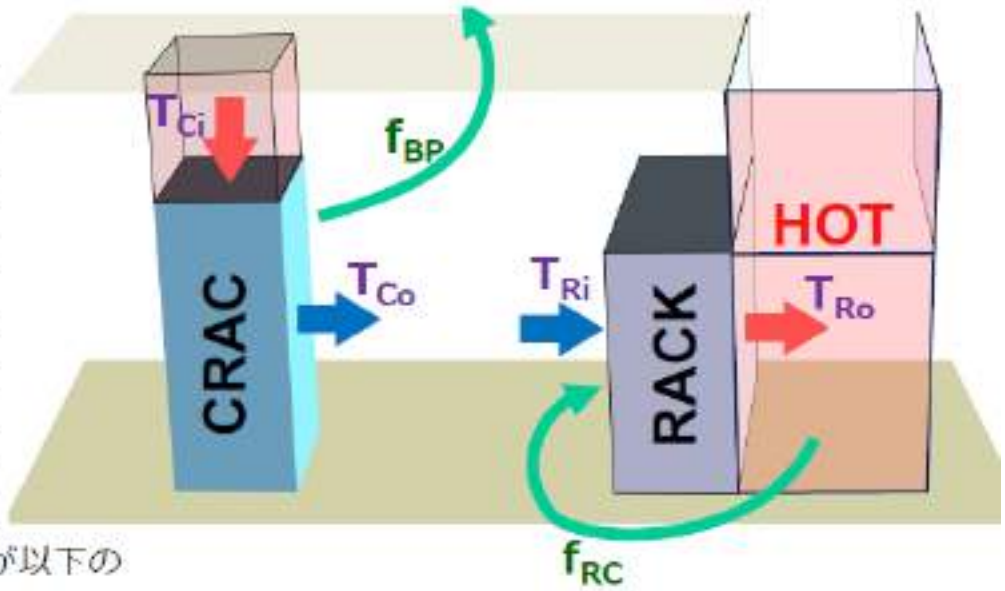
BPもRCもコンテインメントの隙間を抜けて発生

・F ＞ ΣFs の時にコールドアイル側が正圧になり、BP(バイパス）が発生しやすくなり
・F ＜ ΣFs の時にホットアイル側が正圧になり、RC（再循環）が発生しやすくなる

バイパスと還流の定義は次ページに示す。<u>またコールドとホットアイルの圧力差を適正に保つには適正な風量が必要である。必要な風量は発熱量に依存する。</u>

RC、BPの計算例

ラック排気温度	TRo		47.5	℃
ラック吸気温度	TRi		31.1	℃
空調吐出温度	TCo		20.2	℃
空調吸込温度	TCi		33.3	℃
ラック負荷	Q		10000	W
熱容量	pCp		1100	J/K/m3
ラック流量	FR	FR=Q/(pCp*(TRo-TRi))	1996	m3/h
再循環	RC	RC=(TRi-TCo)/(TRo-TCo)	40%	
バイパス	BP	BP=(TRo-TCi)/(TRo-TCo)	52%	
再循環流量	fRC	fRC=FR*RC	798	m3/h
直達流量	FD	FD=FR-fRC	1197	m3/h
空調流量	FC	FC=FD/(1-BP)	2494	m3/h
バイパス流量	fBP	fBP=FC*BP	1297	m3/h



あるデータセンターの温度測定値とラック消費電力が以下の通りだったとします。

T_{Ro}=47.5℃　、　T_{Ri}=31.1℃

T_{Co}=20.2℃　、　T_{Ci}=33.3℃

Q=10kW

4点の温度からRCとBPを求めると、

RC=40%　、　BP=52%

つまり、ラック排気の40%はラック吸気に短絡し、空調吹出の52%は空調吸込に短絡していることが、4点の温度測定値のみから求まります。

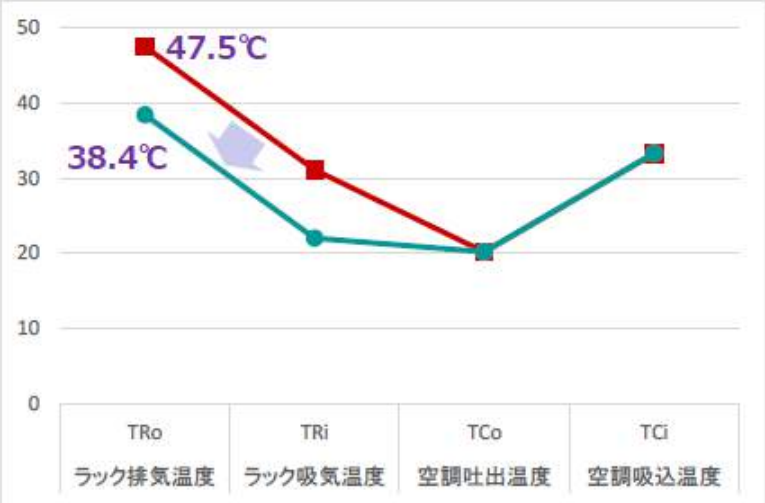
さらに、ラック流量は2000m³/h、空調流量は2500m³/hであり、ラックの再循環流量800m³/h、空調のバイパス流量1300m³/hとなります。

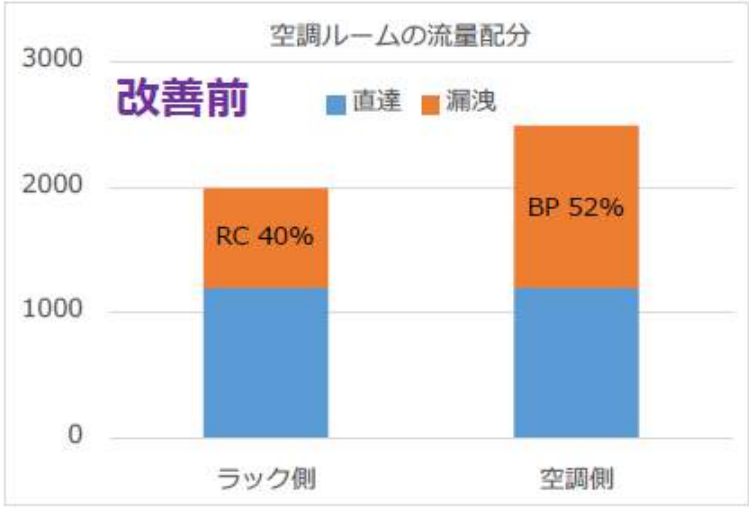
IECSC48D国内委員会資料
作成　NECプラットフォームズ　黒木

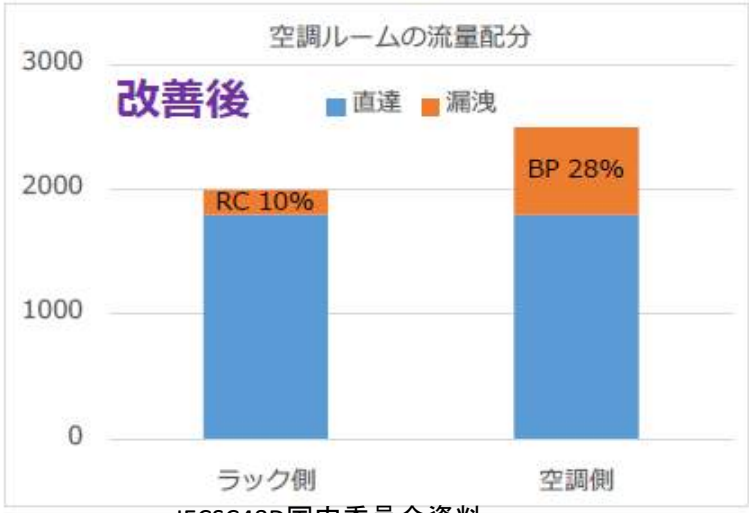
コンテイメントによるエアフロー改善計算例

前頁のデータセンター環境で、RC（再循環）を40%から10%に改善した場合に、温度がどのように改善するかを求めています。
外気温度が同じであれば、空調負荷と空調性能が変わらなければ空調吐出/吸込温度は変化ありません。
RCを40%→10%に改善すると、ラック温度が47.5℃→38.4℃に改善しています。

ラック流量	FR		1996	m3/h
再循環率	RC	RC= f RC/FR	10.0%	
再循環流量	fRC		199.6	m3/h
空調流量	FC		2494	m3/h
バイパス率	BP	BP= f BP/FC	28.0%	
バイパス流量	fBP		698	m3/h
直達吸込流量	Fd	Fd=FR-fRC	1796	m3/h
ラック排気温度	TRo	TRo=(TCi-BP*TCo)/(1-BP)	38.4	℃
ラック吸気温度	TRi	TRi=RC*(TRo-TCo)+TCo	22.0	℃
空調吐出温度	TCo	基準値	20.2	℃
空調吸込温度	TCi	Tci＝Tco+Q/(ρCp*Fc)	33.3	℃





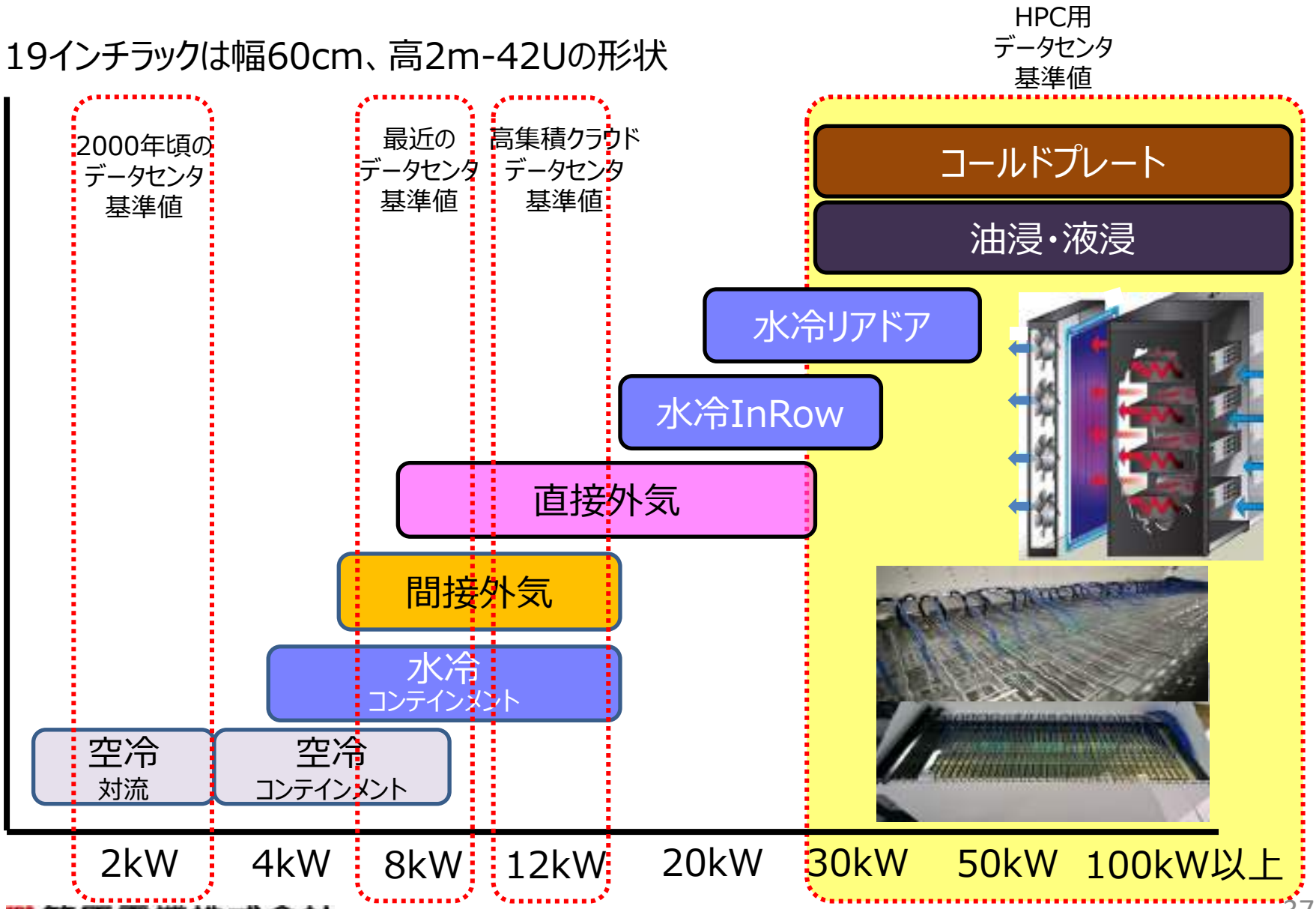


IECSC48D国内委員会資料
作成　NECプラットフォームズ　黒木

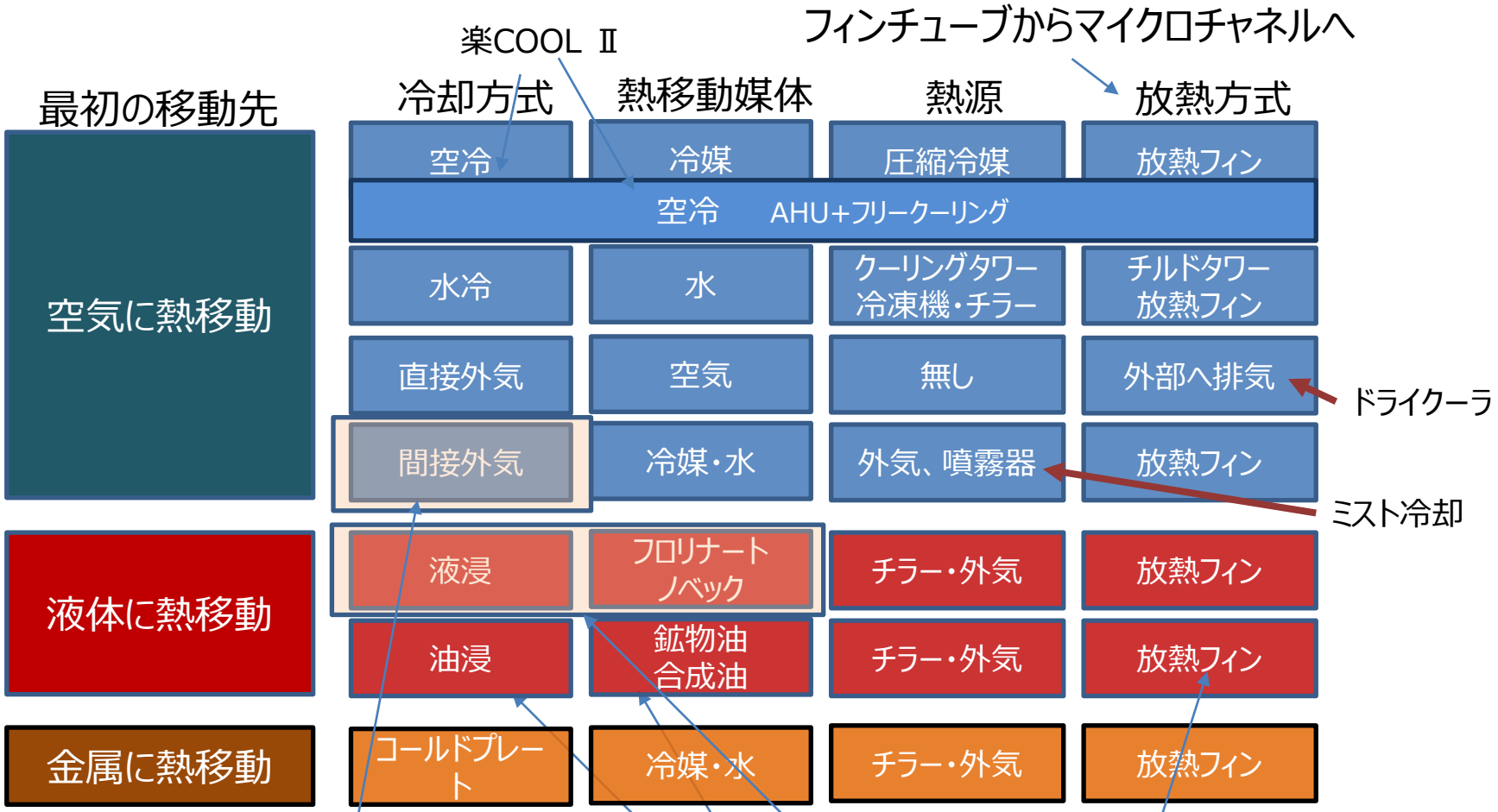
第6章　データセンターの冷却方式比較

ラック電力の推移と抜熱方式

19インチラックは幅60cm、高2m-42Uの形状

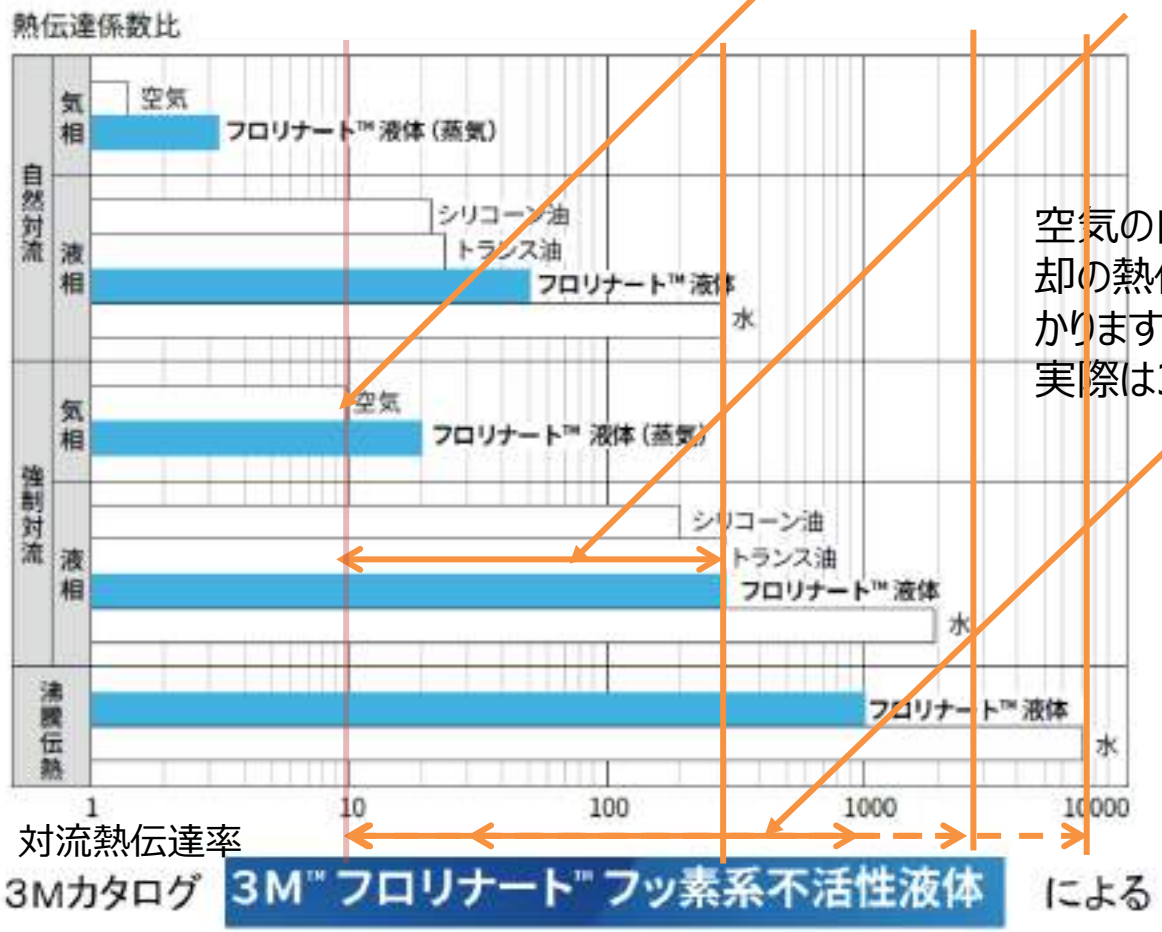


データセンタ冷却は熱移動（抜熱とも言う）様々な方式



SHINOHARA

【参考2】フロリナートの一般的熱伝達率



一般の強制対流空調

1phase液浸や油浸の場合は約300程度

空気の自然対流の熱伝達と沸騰冷却の熱伝達は圧倒的に高いことがわかります。1000以上。
実際は3000と言われている。

将来水で冷却できると約8000が可能

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。・

データセンタの空調方式の動向

空冷方式

大きく分けてCRACを用いた伝統的なサーバ冷却システムである。CRACの吹き出し温度はだいたい19℃が多い。CRACは空調能力調整は難しく、制御失敗するとサーバがダウンしたり、ハンチング現象を起こし、サーバの信頼性に影響が出る。また空調機の寿命にも影響される。台数制御が望ましい。P_{PUE}の低減には限界がある。一般的にはP_{PUE}=1.4程度である。また大きな欠点は停電等で空調が止まると復帰するのに約5分程度停止する。クイックスタートタイプでも3分必要。これはコンプレッサーの焼き付き(油戻し)や凍結防止のためにどうしてもシーケンシャルな稼働が必要なためである。CRACが停止するとその間にサーバ吸気温度は10℃から20℃程度一気に上がり最悪サーバが停止してしまう。通常空調機はUPSの配下には置かれないので停電等で空調は即停止となる。

P_{PUE}=1.4が限界であるが、ほとんどデータセンターは2ないし3と言われている。

代わって最近の新設のデータセンターではチラーとフアンウォール(AHU)を用いた方式が増えている。この場合冷却水はサージタンクに保有しているので冷却が即停止にはならない。ただ水温や流量制御まで行っていないことが多い。さらにサーバの負荷に合わせた空調制御は日本ではまだまだされていない。チラーとフアンウォールを用いた方式は冷却の概念と少しことなり、水による熱移送の呼べるものである。

冷やさない設計に近い。P_{PUE}=1.3が可能である。エネ庁では今後設置するデータセンタは1.3以下でないと認めないとのこと。

米国A社はP_{PUE}=1.3以下でないとデータセンター設置はしないとのこと。前者の方式ではだいたい4kW/ラックて、後者の方式は8kW/ラックまでできると見ている。風速は下吹き出しの場合は平均3m/s程度である。ファンウオールの場合は通路幅によるがだいたい5m/sぐらいなら可能である。それを超えると風速が強すぎて保守作業が困難になる。

データセンター用のファンウォールを製作しているメーカは日本では少なく。海外製が多い。GAFAMでは海外製を指定される。今後の課題である。冷涼な地域ではチラーとファンウオールにフリークーリングを組み合わせている例も海外ではある。ラック列へのコンテインメントは必須となる。

データセンタの空調方式の動向

コールドプレート冷却方式・・・DLC冷却として発展

サーバ内に冷却水を通して冷却する方式である。当初IBM社でも採用されていた。比較的古い方式である。スーバーコンピュータ分野では多く使われている。富岳も同様である。リアドア冷却との併用がされている。しかしながら最近再度OCP V3でも提案され最近また脚光を浴びている。
ラック両側にホットとコールドのマニフォールドを備えており、CDUを用いて水を供給している。難点は多くのサーバに水を供給するには優れたCDUが必要である。50kW/ラック～100KW程度まで冷却可能と言われている。DLCヘッダーの性能を上げれば250KW/ラックも可能と思われる。日本ではインフラ系では水を嫌うので採用はまだこれからである。今後の課題である。 さらに発熱量が増大すると液浸技術が必要と考えられる。

リアドア空調方式

サーバラックの背面に熱交換器とファンを儲けてチラーの水を通して冷却するものである。最近海外では増加している。だいたい50kW～100KW/ラックまで可能である。水の流量と水温を制御できるので空調の最適化が可能である。水で熱の移送を行う。課題はサーバラックとリアドアを接続するためには補助ラックが必要であるがラックメーカ毎に取り合いを行うことが必要である。同一メーカならよいが既設につける場合は補助ラックの設計が必要である。規格化できるとよいがなかなか各社とも合わせにくいと思われる。また空冷方式の場所にリアドアを設置した場合に熱負荷は加算されないが大きな風量が出るので系としての風量が足りるかの確認が必要となる。リアドア空調だけにすると、コンテインメントが不要と考えられる。全部リーサーキュレーションしてもよいことになる。既設の場合は水の配管をどうするか検討が必要である。リニューアルの場合は、フリーアクセス部を水の配管だけにする方法もある。

空冷からDLC冷却、一相式、二相沸騰冷却システム等のリキッドクーリングの進展
　リキッドクーリングは大きく分けて油浸システムと冷媒を用いた二相沸騰冷却がある。また冷媒方式でも1相式と２相式沸騰方式がある。
後者は沸騰と凝縮をサーバタンク内で行う方式で、前者は液体を外に出してチラーもしくはドライクーラ等で冷却して戻す方式である。油浸システムも同様である。2相沸騰液浸冷却システムは熱伝達率が高く、圧倒的な性能が得られる。P_{PUE}＝1.02レベルが期待できる。昨今のエネルギーのコスト上昇はますます上がる傾向にあり、省エネが喫緊の課題となっており、期待されている方式である。また爆熱化するサーバの冷却にはDLCにも限界がある。
課題は冷媒である。環境計数GWPが低い材料が必要である。密閉した冷却システム構築が必要である。これは家庭用やオフィスの空調でのフロンの利用と同様である。今後さらに良好な冷媒の登場が期待される。すでにGWP20程度の冷媒も登場している。また油浸システムでも現在の発熱量では最適解と考えられる。空冷、DLC冷却、一相液浸冷却、二相水没冷却、二相沸騰液浸冷却は併存していくと考えている。またその先には水液浸も実現されてくると思われる。
サーバをどのように液浸するかが課題である。19インチラックに装着できるようにするか、広く使われているタンク方式とするか。寸法系をどのようにするか、OCPの進展にも期待がある。

各種冷却システムの詳しい内容は後述する。

水の移送能力のすばらしさ

なぜ水なのか。

水は比重が1、比熱は約4000ある。フロリナートや油浸の油は1000～2000程度である。
熱移送には水が最適。汎用のチラーが容易に使える。温水冷却ができるので基本はクーリングタワー、ドライクーラでも良い。リキッドクーリングが進展している理由はこの伝達率からきている。

熱伝達(W/m2・k)で考えると冷媒を用いた二相液浸浸漬システムが2000W/m2・kと比較すると8000以上ある。ちなみに空冷は10W/m2・kである。

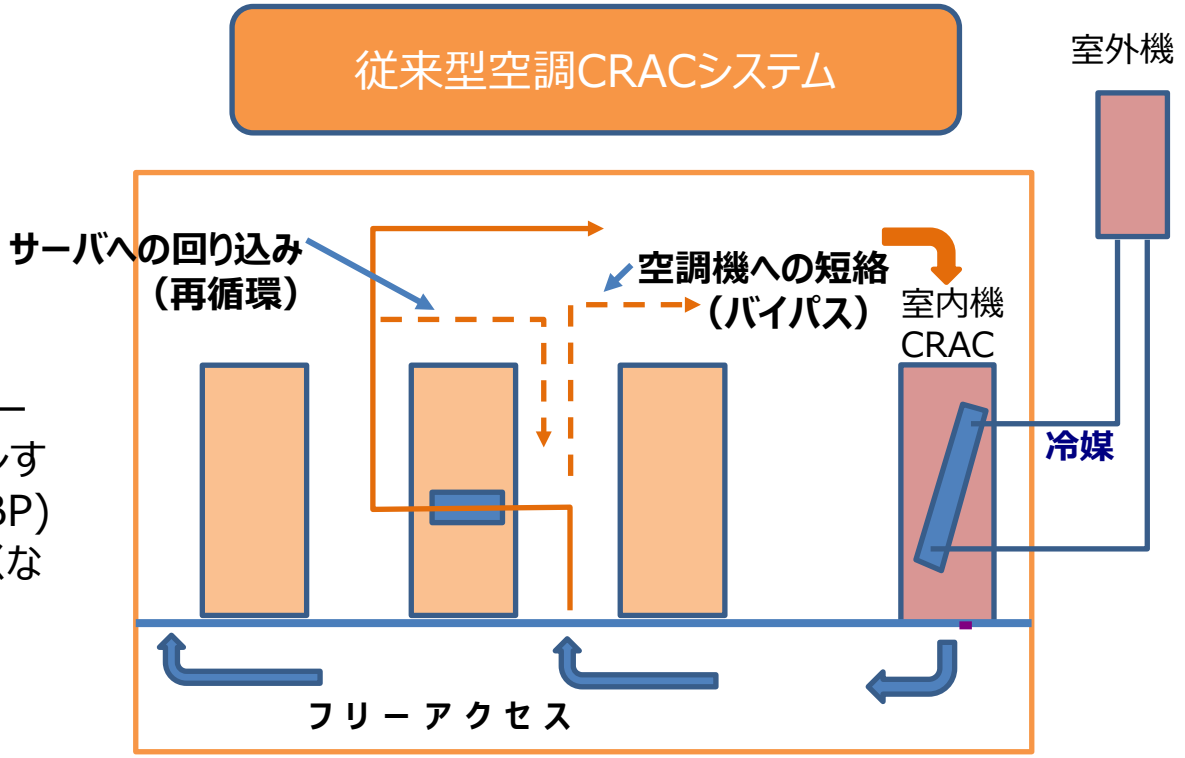
密閉のアルミケースにマザーボードを収容して水のタンクに浸漬して、チラーで冷却する水液浸システムも実用性としては今後考えられる。

フロンは冷却としては素晴らしい材料である。
コンプレッサーで圧縮サイクルができ冷却には最適である。
しかしながら熱移送は水と比較して4倍以上差がある。
チラーはフロンでの圧縮サイクルであるが冷水を作り熱移送には最適である。
従って、チラーとAHUの組み合わせは優れていると考えられる。
ヒートパイプ利用の楽COOL(後述)も真夏の冷却はチラーと水冷板で冷却する。熱移送としては大変優れた方式であるといえる。ヒートパイプの冷媒は水が最良であるが、外部にさらされる場合は凍結しない特殊な冷媒を用いる。性能的にはそれほど落ちないが-50℃まで凍結はしない。

第7章　データセンターの空調設計と各種外気空調システム

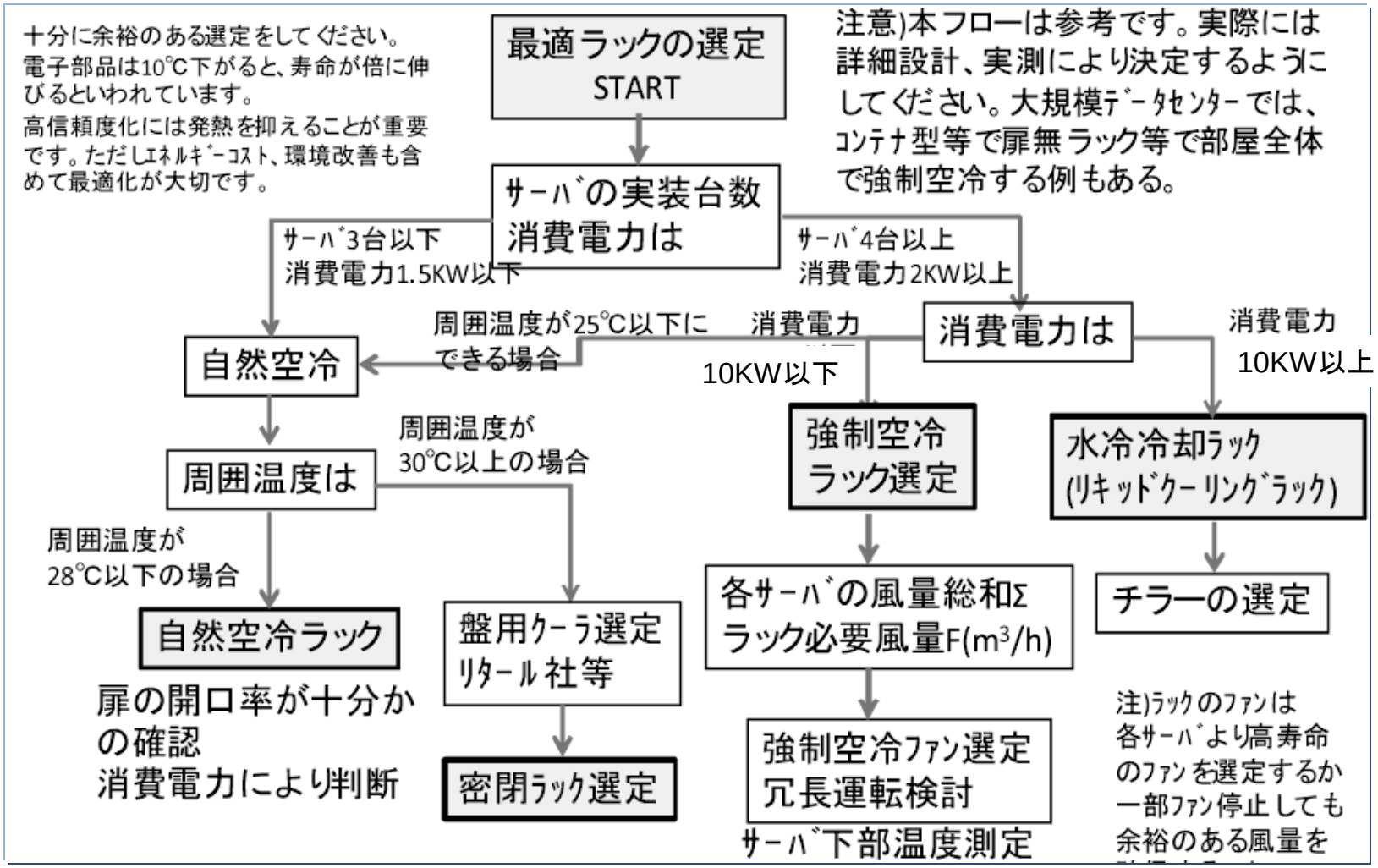
従来の一般的なデータセンターフロア
　フリーアクセス+パッケージエアコン　吹き出し温度19℃

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、そのレタンエアを室内機に戻す。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



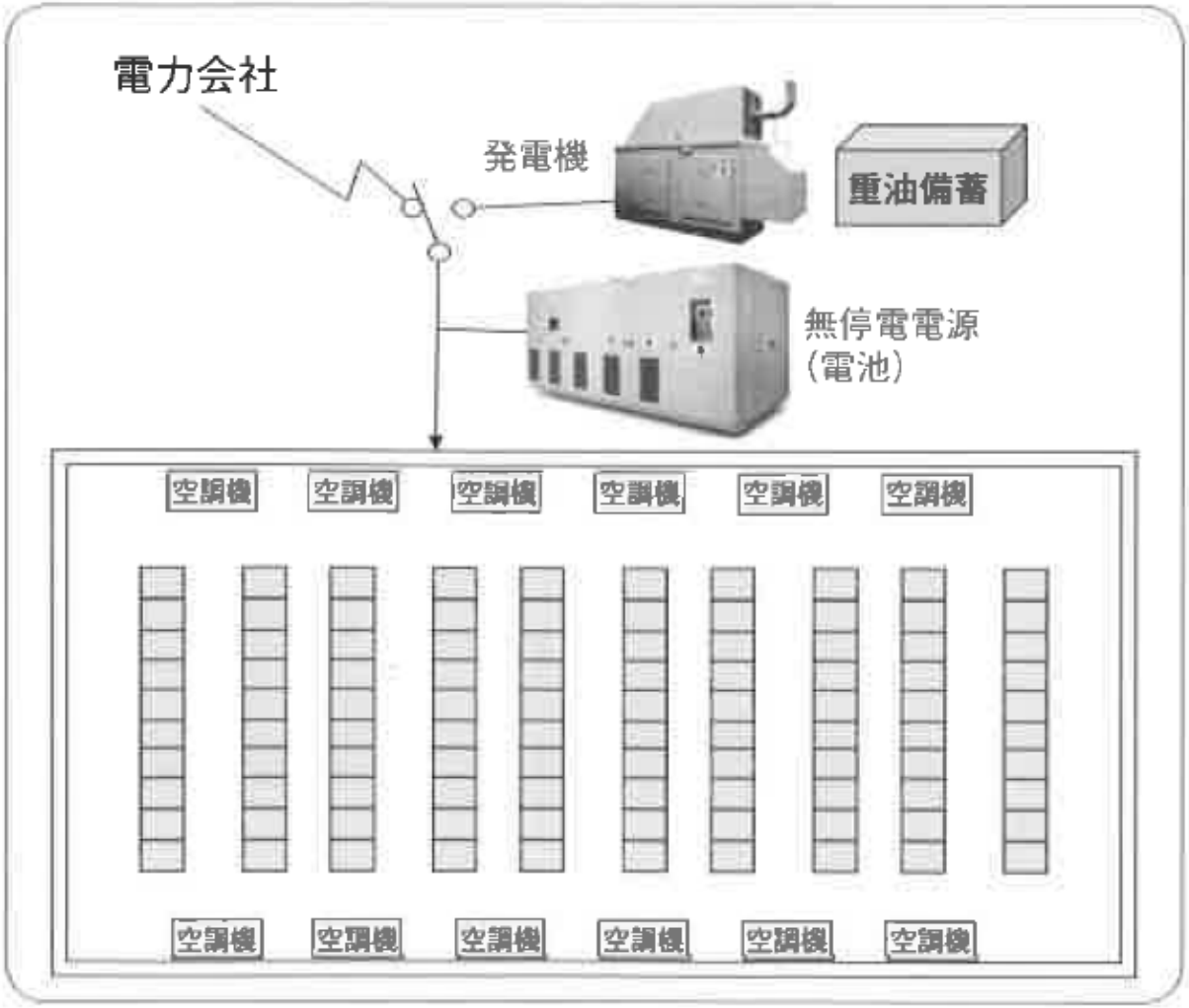
課題
　排熱が回り込むと(再循環, RC)サーバ側の吸気温度が高くなり最悪ダウンする。また空調機への短絡(バイパス, BP)が起こると空調機が正常に稼働しなくなる。空調機は温度差が必要。

自然空冷、強制空冷、水冷冷却の選択ﾌﾛｰ



データセンターの空調システム分類

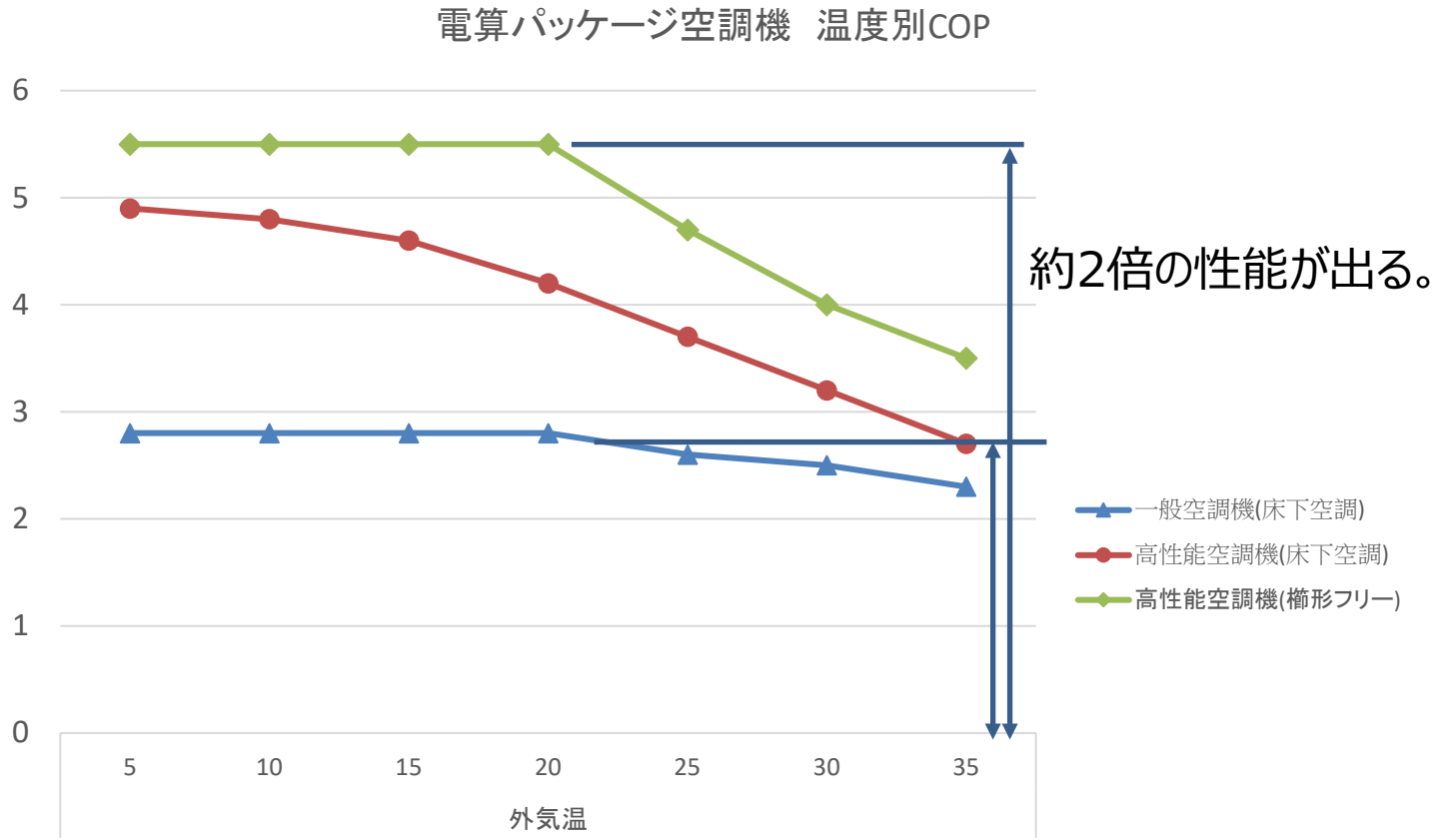
従来の一般的なデータセンターフロア
フリーアクセス+パッケージエアコン　配置例



ソフトウエアデザイン別冊インフラエンジニア　データセンターの作り方　LXスタイル　杉田氏資料より

最新の空調機の選定・更新

最新のサーバ用の電算パッケージエアコンはインバータロータリー圧縮機が採用され、外気温に合わせて省エネ運転ができるようになっている。またフリークーリングと組み合わせてCOP4.0～6.0近くの性能が発揮できる。約10数年前の機種と比較して2倍の性能が発揮できる。電力コストが50%以上低減可能。空調機更新だけで電力費削減と省エネになる。このCOPが高くなったのは、マイクロチャネルの実用化が大きく貢献できている。



外部受熱量計算						
	天井高さ	長さ	面積	熱還流率w/m2K	設定温度差	空調負荷
北側壁	2.7	10.8	29.16	2.72	10	793
東側壁	2.7	0	0	0	10	0
南側壁	2.7	10.8	29.16	4	10	1166
西側壁	2.7	0	0	0	10	0
天井面			94.6	1.95	10	1845
床面			94.6	1.49	10	1410
照明負荷 15W/m2						1419
					合計　受熱量W	6633

熱負荷計算事例

空調機は実負荷の20%増し程度で設置される。但し冗長構成も考慮に入れて設置が必要。N+1重化等。詳細はJDCCのファシリティースタンダード参照

熱負荷計算

室内負荷	ゾーン名		階	8	室番号	001	室名	マシン室	系統名	
室面積	98.4 ㎡		階高	3.80 m	天井高	2.70 m	室容積	265.7 m3	室数	1

設計用屋内条件								天井高による暖房屋内乾球温度の補正係数
夏期	DB	23.0 ℃	WB	16.2 ℃	RH	50.0 %		
夏期	h	45.2 kJ/kg(DA)	x	0.0087 kg/kg(DA)				
冬期	DB	22.0 ℃	WB	13.9 ℃	RH	40.0 %		
冬期	h	38.9 kJ/kg(DA)	x	0.0066 kg/kg(DA)				

構造体負荷・ガラス面通過熱負荷

方位	構造体の種類	面積 A [㎡]		熱通過率 K [W/(㎡・K)]	KA [W/K]	夏期 9時 温度差 [℃]	9時 間欠運転係数	9時 冷房負荷 [W]	12時 温度差 [℃]	12時 冷房負荷 [W]	14時 温度差 [℃]	14時 冷房負荷 [W]	16時 温度差 [℃]	16時 冷房負荷 [W]	冬期 熱通過率 K [W/(㎡・K)]	KA [W/K]	Δt [℃]	方位係数 δ	暖房負荷 [W]
SE	OW−01	35.9	35.9	2.35	84.37	9.0	1.10	835	15.0	1,266	17.0	1,434	16.0	1,350	2.35	84.37	18.7	1.05	1,657
SW	IW−01	23.8	23.8	2.28	54.26	3.2	—	174	4.3	233	4.6	250	4.4	239	2.28	54.26	7.5	—	407
NW	OW−01	35.9	35.9	2.35	84.37	7.0	—	591	9.0	759	10.0	844	12.0	1,012	2.35	84.37	18.7	1.10	1,735
NE	OW−01	23.8 − 23.8	0.0	2.35	0.00	9.0	1.10	0	14.0	0	14.0	0	14.0	0	2.35	0.00	18.7	1.10	0
NE	OG−05	23.8	23.8	2.60	61.88	8.1	1.10	551	10.7	662	11.4	705	10.9	674	2.60	61.88	18.7	1.10	1,273
水平	RW−01	98.4	98.4	0.66	64.94	9.0	1.10	643	17.0	1,104	24.0	1,559	29.0	1,883	0.66	64.94	18.7	1.20	1,457
床	CF−01	98.4	98.4	1.96	192.86	2.4	—	463	3.2	617	3.4	656	3.3	636	1.96	192.86	5.6	—	1,080
構造体等負荷 小計								3,257		4,641		5,448		5,794					7,609

ガラス面日射負荷

方位	ガラスの種類	面積 A [㎡]		9時 単位負荷 [W/㎡]	9時 冷房負荷 [W]	12時 単位負荷 [W/㎡]	12時 冷房負荷 [W]	14時 単位負荷 [W/㎡]	14時 冷房負荷 [W]	16時 単位負荷 [W/㎡]	16時 冷房負荷 [W]
NE	OG−05	23.8	23.8	215	5,117	26	619	26	619	24	571
ガラス面日射負荷 小計					5,117		619		619		571

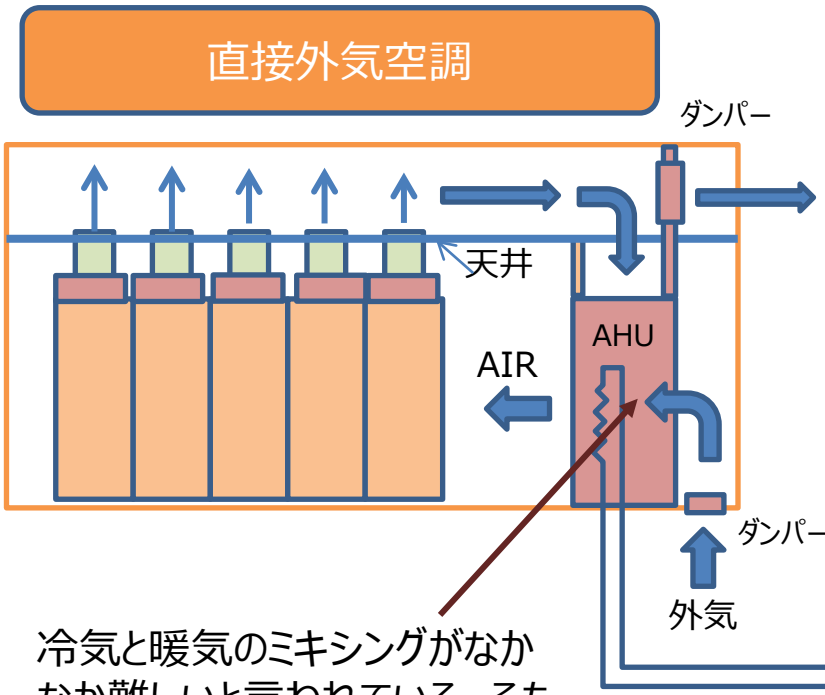
項目		LH [W]	9時 SH [W]	12時 SH [W]	14時 SH [W]	16時 SH [W]	負荷率	冬期 LH [W]	冬期 SH [W]
照明	照明負荷 qe [W] 1,968		1,968	1,968	1,968	1,968	0 %		0
人体	人体負荷 qHL qHS[W] LH[W] 106 SH[W] 138	106	138	138	138	138	0 %	0	0
その他	その他の内部発熱負荷 qM[W] 100,000		100,000	100,000	100,000	100,000	100 %		−100,000
照明・人体・その他の負荷(内部) 小計		106	102,106	102,106	102,106	102,106		0	−100,000
すきま風	すきま風量 [m3/h] 外皮								
すきま風	すきま風量 [m3/h] 内部	0	0	0	0	0		0	0
集計 補正係数	余裕係数		1.10	1.10	1.10	1.10			1.10
集計 補正係数	夏期:送風機負荷係数、冬期:間欠運転係数		1.00	1.00	1.00	1.00			1.10
集計 補正係数	余裕係数×送風機負荷(間欠運転)係数		1.10	1.10	1.10	1.10			1.21
集計	室内負荷合計(SH・LH別) 補正前 [W]	106	110,480	107,366	108,173	108,471		0	0
集計	室内負荷合計(SH・LH別) 補正後 [W]	106	121,528	118,103	118,990	119,318		0	0
集計	室内全熱負荷(SH・LH合計) [W]		121,634	118,209	119,096	119,424			0
集計	㎡当たりの室内全熱負荷 [W/㎡]		1,236	1,201	1,210	1,214			0
外気	外気量 [m3/h] 40 全熱交換器効率 [%] 冷 80 暖 80		101	108	110	109			78
合計 [W]			121,735	118,317	119,206	119,533			78
			★Max						H 21

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

直接外気空調システム

外気を直接サーバ内に取り込んで冷却する。
冬の寒い時期は、ダンパーを閉じて内気循環しながら温度により、外気をミキシングする。
真夏の温度が25℃程度より上がるとターボ冷凍機により適宜冷却する。
課題
本方式では、外気を直接サーバ室内に取り込むために、湿気もサーバ室内に入る。乾燥していると加湿、湿度が高いと除湿が必要となる。
冬でもターボ冷凍機を使用することが必要。
またサーバの排熱と外気の温度が大きく、AHUで容易にはミキシングできない面がある。

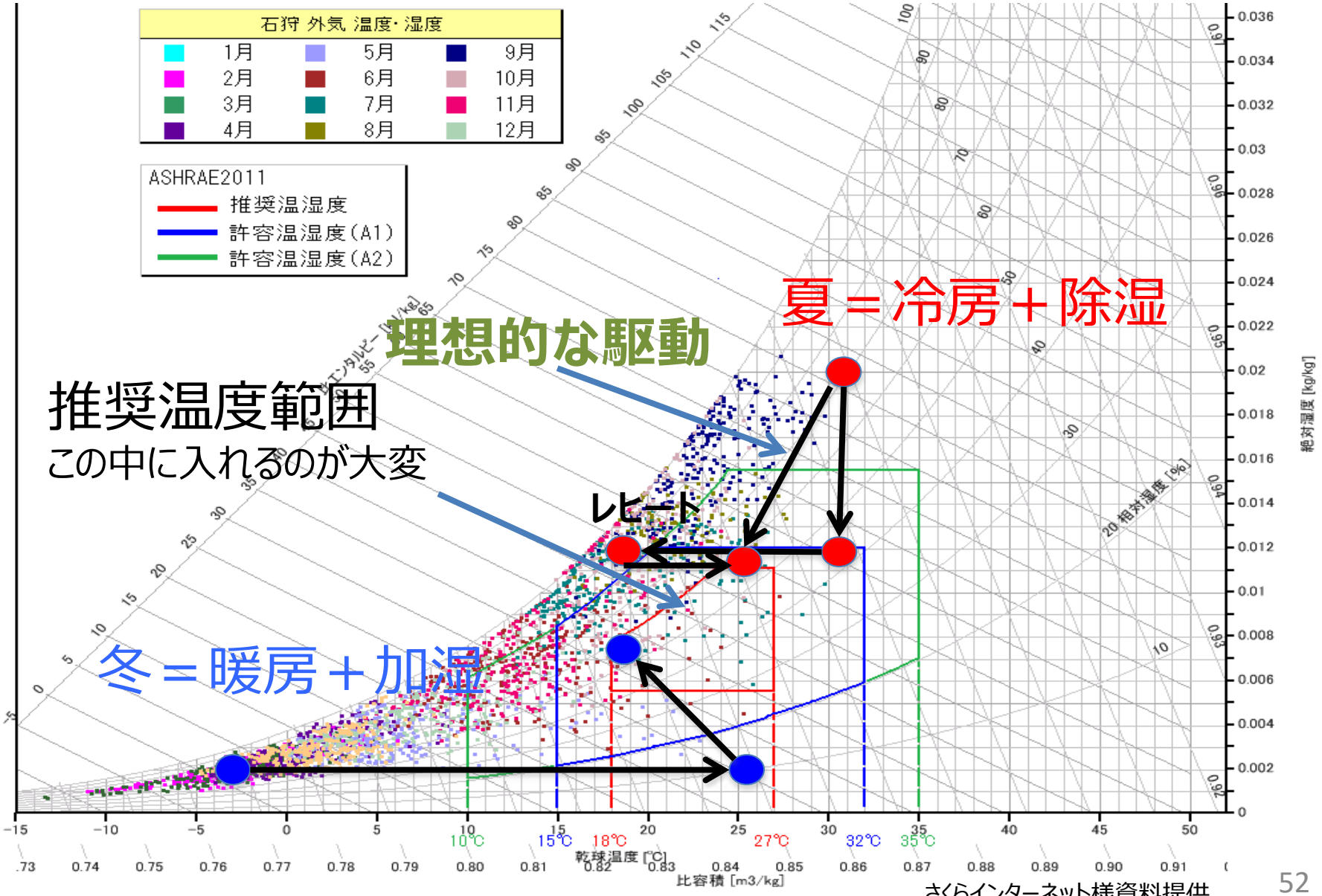


冷気と暖気のミキシングがなかなか難しいと言われている。そもそも混ざらないので

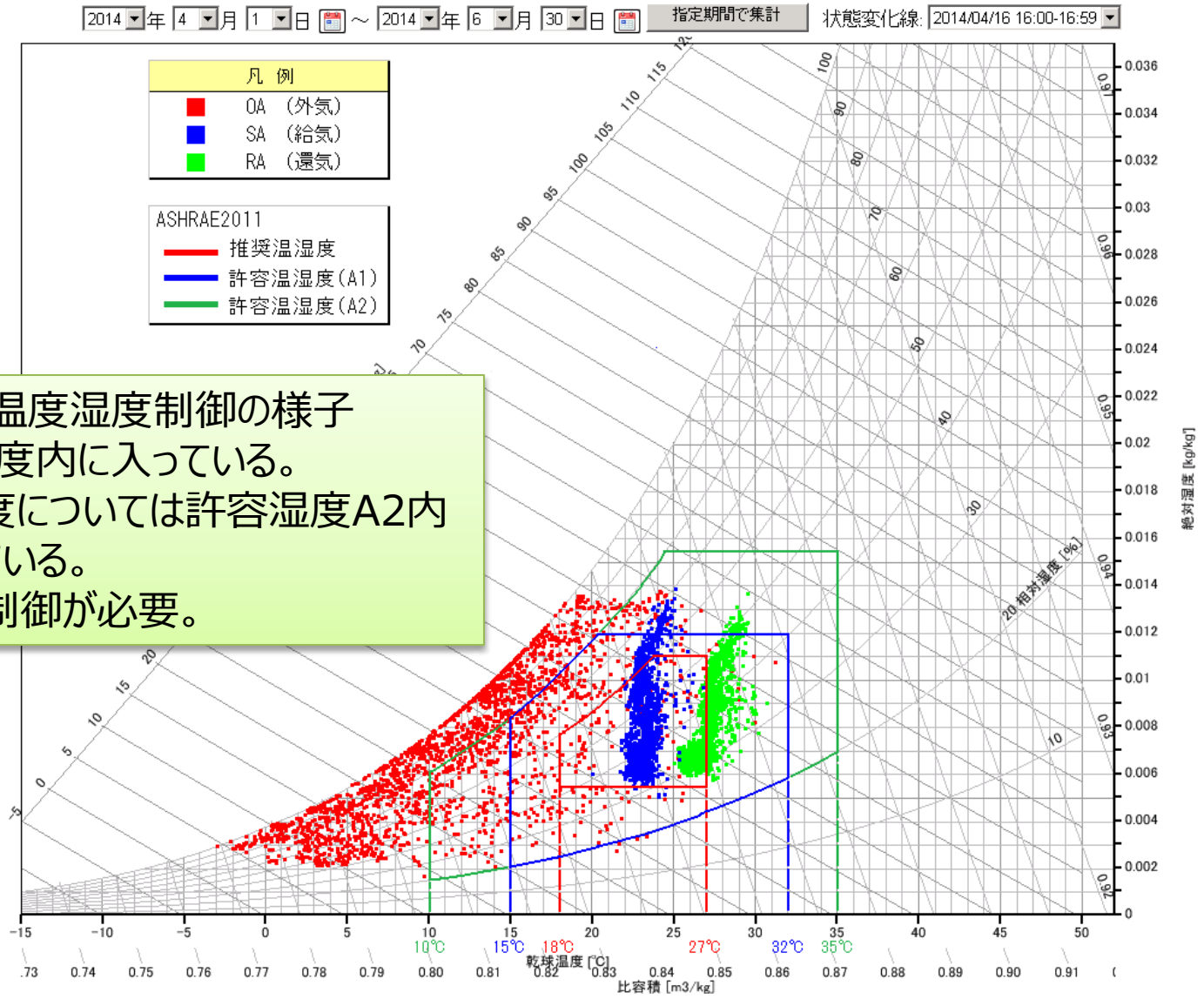
ターボ冷凍機

フリークーリング(ドライクーラ)

外気温度により適宜切換制御


石狩 外気 温度・湿度
1月
2月
3月
4月
5月
6月
7月
8月
9月
10月
11月
12月
ASHRAE2011
推奨温湿度
許容温湿度(A1)
許容温湿度(A2)
理想的な駆動
夏＝冷房＋除湿
推奨温度範囲
この中に入れるのが大変
レヒート
冬＝暖房＋加湿
乾球温度 [℃]
比容積 [m3/kg]
絶対湿度 [kg/kg]
相対湿度 [%]

外気空調の課題　湿度制御

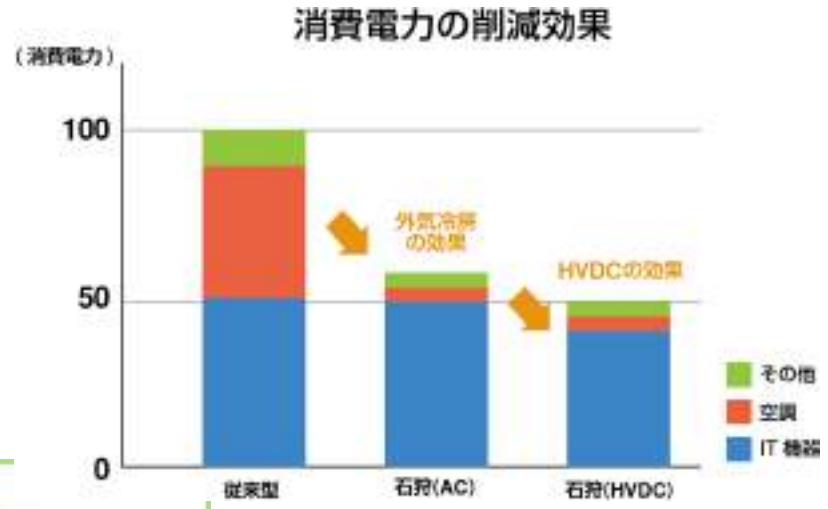


実際の温度湿度制御の様子
推奨温度内に入っている。
また湿度については許容湿度A2内に入っている。
設備と制御が必要。

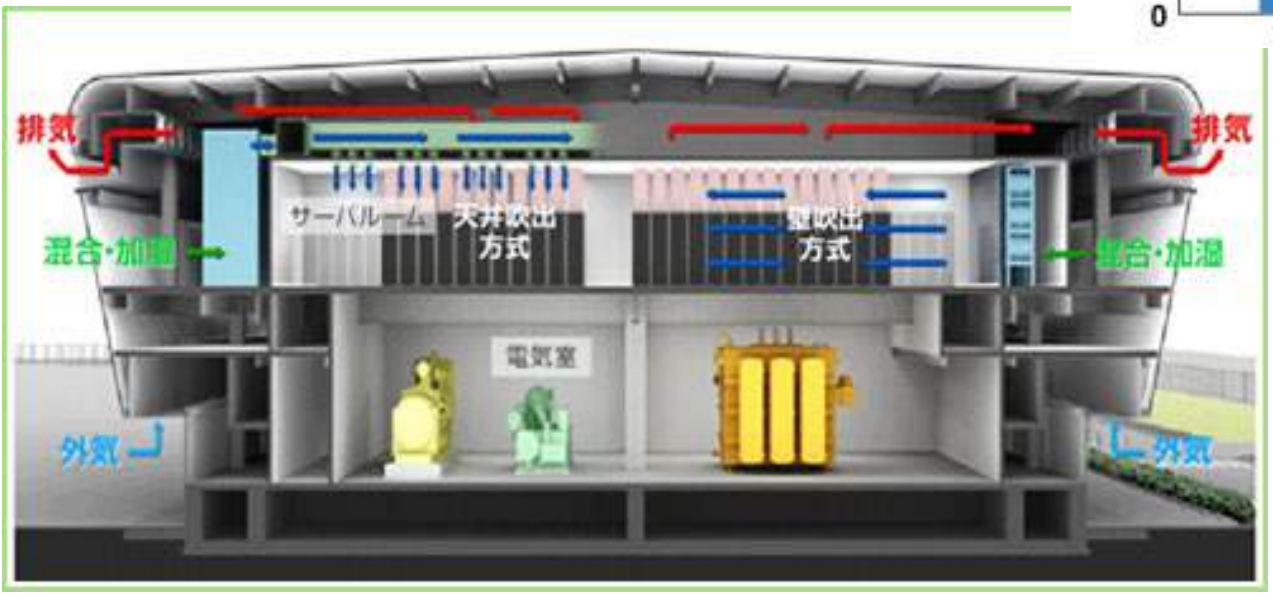
参考事例)2011年郊外型大規模データセンター さくらインターネット石狩IDC

石狩モデル　日本のITコストを世界標準にする圧倒的な低コストの実現

7000m^2 1000ラック
将来4000ラック　8KVA～15KVA



さくらインターネットブログより



篠原電機株式会社

さくらインターネット様資料より

冷涼地
外気空調システム

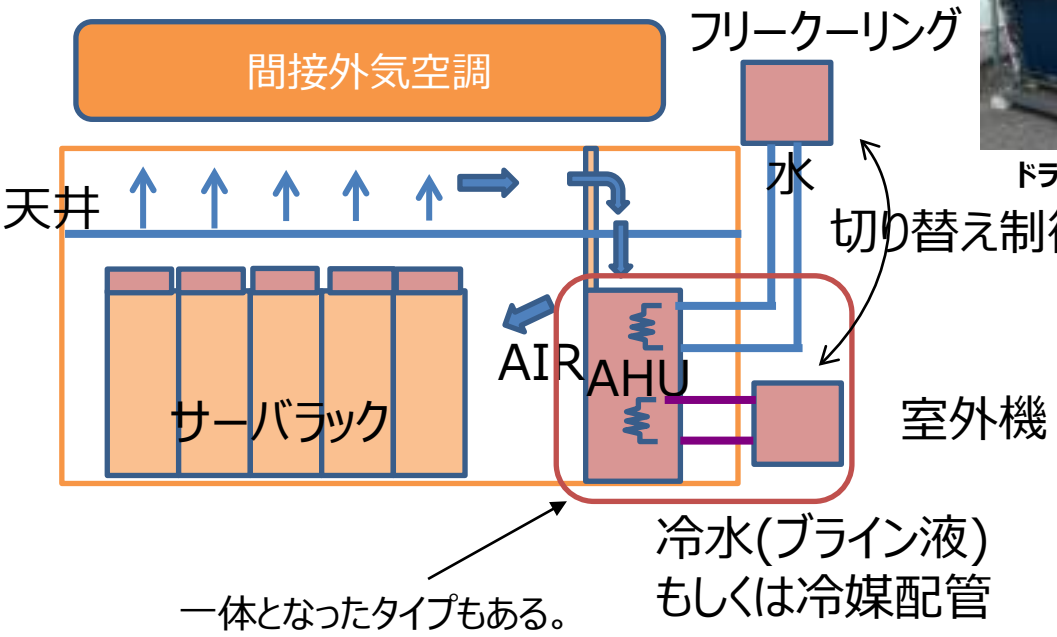
Shinohara Confidential

参考事例)2011年郊外型大規模データセンター
さくらインターネット石狩IDC　写真

2011年さくらインターネット石狩IDCに
サーバラック、コンセントバー、分配コンセント、ラックエアフローシステム(ホットアイル・コールドアイルコンティメント)納入。
データセンターのサーバエアフローシステムのオリジナル開発、製作、工事まで担当
1ラックあたり12kWの発熱への対応と省エネ実現

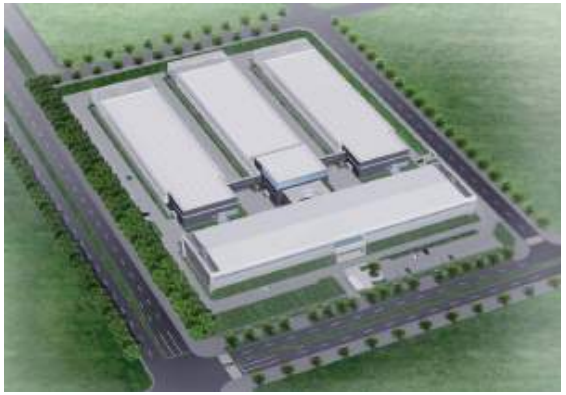
国内の代表的な最新の空調システム

■間接外気空調
水と冷媒の組み合わせ
ブライン液(不凍液)と冷媒の組み合わせ

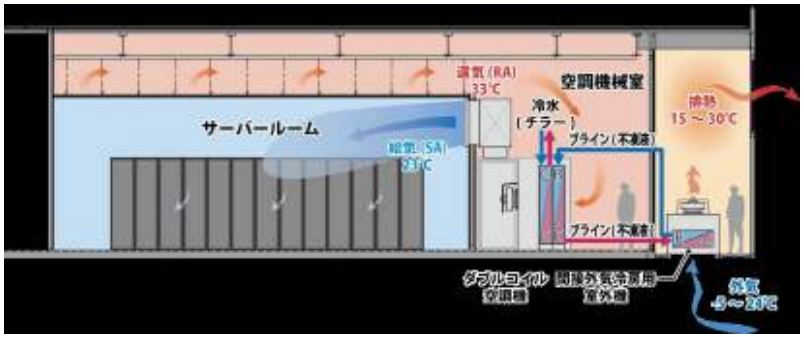


ドライクーラ

さくらインターネット石狩DCの
間接外気空調システム



将来計画・鳥瞰パース
（計5 棟、最大6,800 ラック規模）

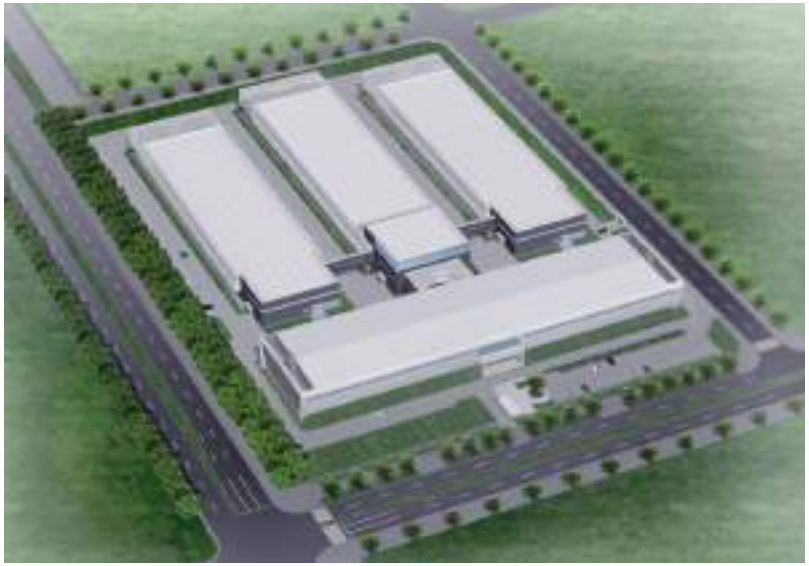


間接外気冷房モードでのpPUE※2 は
1.11 の見込

間接外気空調事例　さくらインターネット石狩DC

SHINOHARA

優れた間接外気空調システムを採用



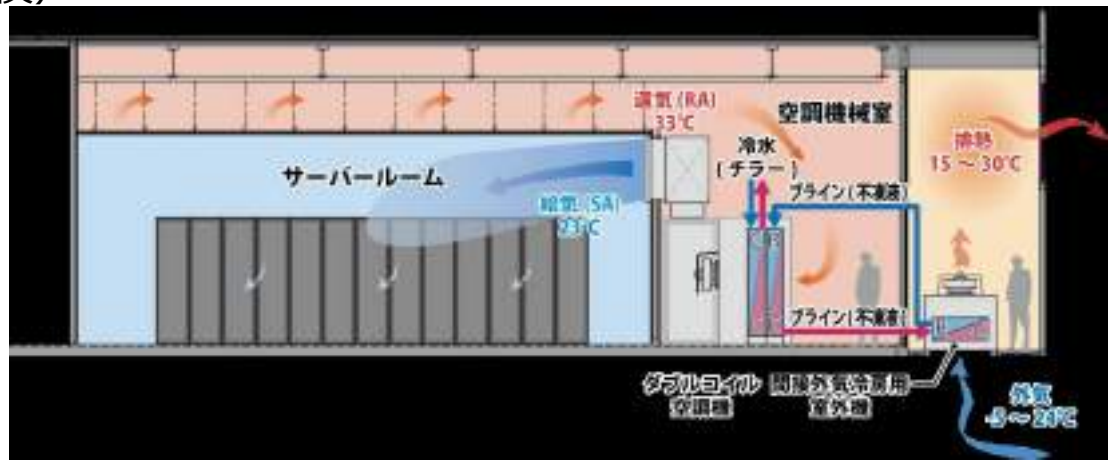
将来計画・鳥瞰パース
（計5 棟、最大6,800 ラック規模）

さくらインターネット広報資料より

■直接外気冷房から間接外気冷房へ。
まったく新しい空調コンセプトを採用

3 号棟では、既存棟の直接外気冷房方式から空調コンセプトを変更し、室外機と空調機の間を循環する冷媒を外気で冷やしてサーバルームを冷却する、間接外気冷房方式を導入します。間接外気冷房用の新たな空調機は、外気で冷える冷媒コイルだけでなく、夏期に限定的に使用するチラー用の冷水コイルもあわせもつダブルコイル構成です。間接外気冷房は、冷媒を介した外気利用であるため湿度の変動がなく、除湿器・加湿器、加湿のための給水などが不要となり、現時点において総合的なランニングコストに優れると判断しました。エネルギー効率は適切な外気条件時の直接外気冷房に及ばないものの、間接外気冷房モードでのpPUE※2 は1.11 を見込んでいます。

4棟、5棟は未着工である。今後のビジネスの進展に合わせて増設の余地を残されている。



第8章　サーバラックのエアフロー設計

サーバラックのエアフロー設計の課題

■フリーアクセスからスラブ設置

・・・高発熱時代にはフリーアクセスフロアは限界。せいぜい4kW/ラック以下。
十分な風量を要求するラックへ供給できること。
ラック列は2kW/ラック～12kW/ラックと様々な負荷がある。
それぞれのところに必要な風量を届ける必要がある。

■サーバフロアの運用温度を上げる省エネ設計

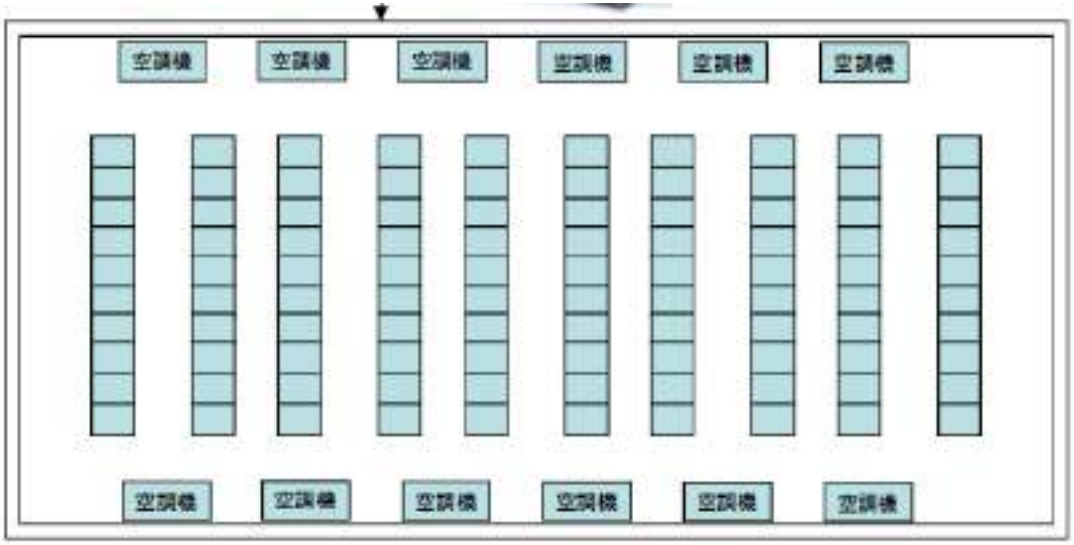
26℃～32℃　ASHRAE A1クラスの適用またJEITA クラス1や2の採用

■汎用サーバとHPC、ハイパーコンバージドサーバの設置を考慮した設計

スーパコンピュータラックをデータセンターに置く時代。
多様性のあるサーバフロアの設計が必要。水の活用

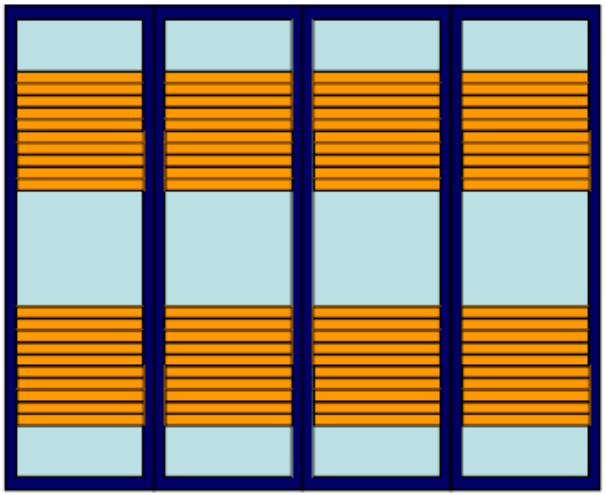
フリーアクセス　1ラック4kWの空調機配置例

オーソドックスなデータセンターフロア
フリーアクセスフロアで特にコンティメントも行っていないため
4kW/ラック以下の場合の配置例



100ラック　20HP（56KW)空調機12台

サーバ積載イメージ

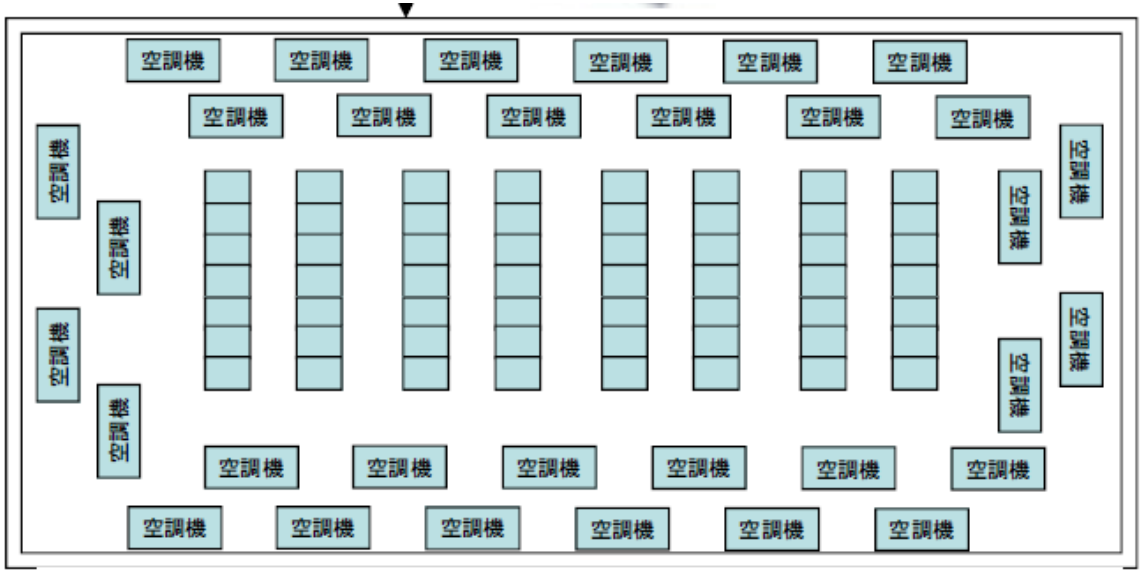


1ラック　4KVA
1U　160Wサーバ　20台
100ラック　合計　2000台

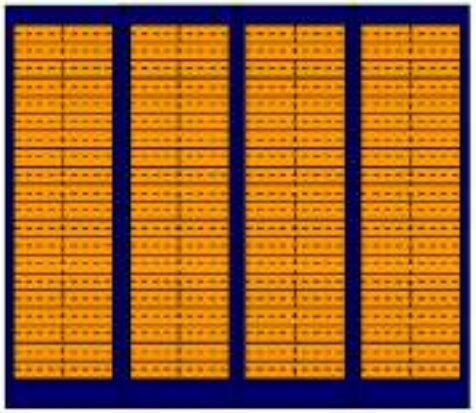
発電機は利用率50%として
1000KVA～2000KVA

フリーアクセス内が共通のコールドエリアで冗長構成を確保している。電源ケーブル、LANケーブルは出来れば天井側に設けたほうがエアフローを阻害しない。PUE=約1.5程度である。ハウジングサービスに多く使われている。

フリーアクセス　1ラック4kW以上の空調機配置



サーバ積載イメージ

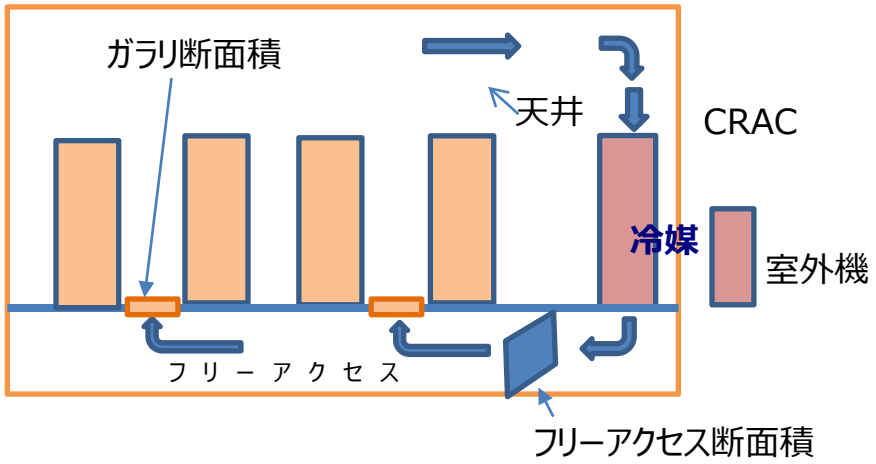


1ラック　16KVA
1U2台　160Wサーバ　80台
56ラック　合計　4480台

~~クラウドは無理~~

発電機は利用率50%として
2000KVA～2800KVAを2台～3台

フリーアクセスでの風量不足問題

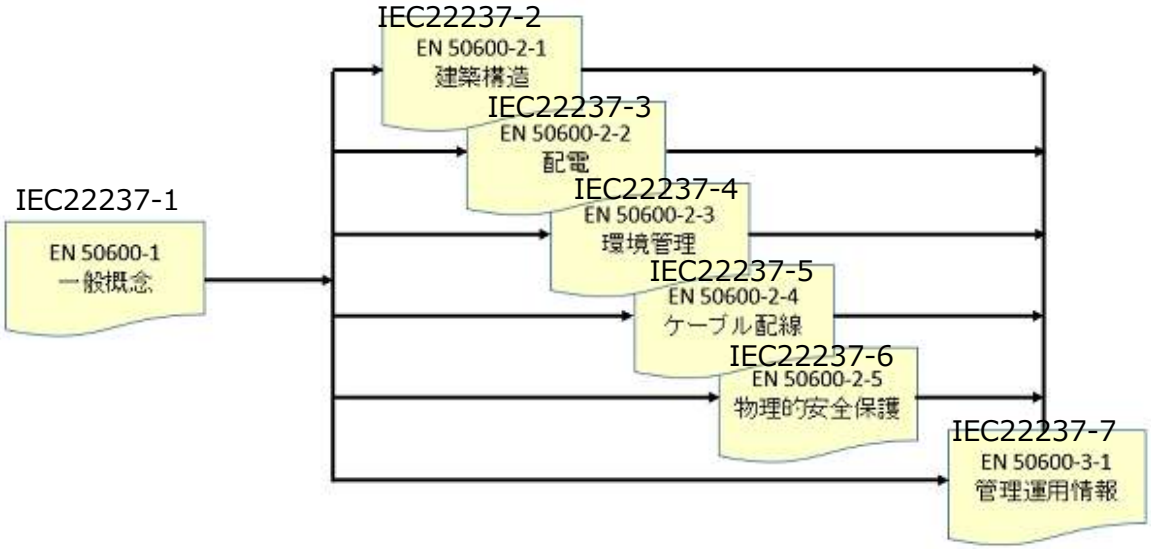


ラック当たり5kW程度が一般的
理由
フリーアクセスからの風量があまり上がらない。
ラック毎に風量にムラが出る。
ラック毎に発熱量が異なるが必要な風量が得にくい。

フリーアクセスのラック前の600角のパネルを開口率70%とした場合、開口面積は0.36㎡×0.6=0.22㎡となる。
5kWのラック発熱量での必要風量は0.28㎥/sec.として風速1.3m/sec.となりほぼ限界である。
もし仮に8kWを冷却するとなると、風速2m/sec.以上となる。
ラック列が長いと、空調機の近くと遠くでは通風路長が異なり、吹き出しは難しい。最悪空調機近くのガラリが逆流する場合がある。

一般に空調メーカでは、面積1㎡　風速1m/sec.で1㎥/sec.で最大10kWの熱を移送できると言われている。5kWだと0.5㎡が必要。上記で考えると開口面積が不足となる。ガラリ2個分が必要。

ISO/IEC22237-1～7(EN50600規格)におけるフリーアクセスの高さは下表のように定められている。
5kW/ラック以上の場合、フロアが広ければ高さを高くしないとエアーが不足となる。



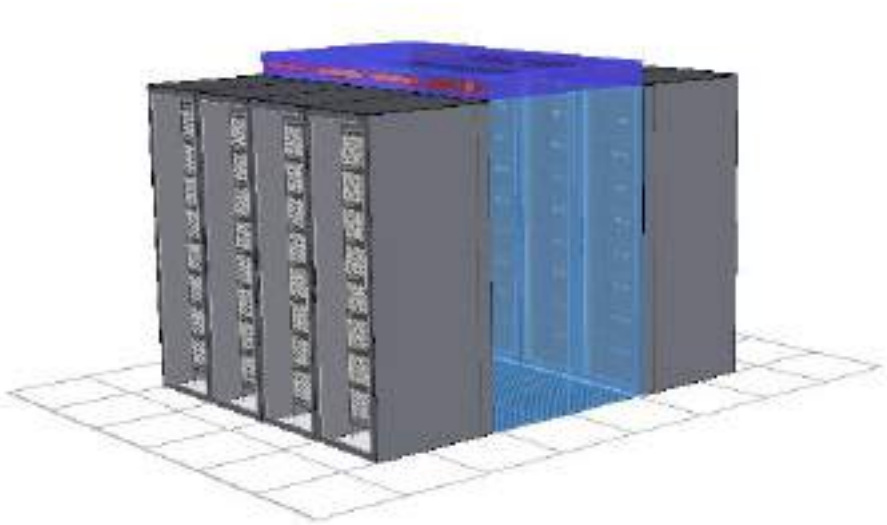
ISO/IEC JTC1 SC39

・EN50600-2-3　環境管理
　付属書A（規定）　コンピュータ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

サーバラックの必要な風量計算



必要風量
発熱量/比熱×Δt×空気密度で表せられます。
例)
4,000W/比熱Cp1,008×Δt15×空気密度ρ1.2
=0.2㎥/sec≒800㎥/h

1kW＝100CFMあれば良いと言われている。
換算すると170 ㎥/hで4kWなら680 ㎥/hになる。
大体上記計算結果と符合する。

風量の単位				
CFM	m^3/min	m^3/hr	1/sec	
1	0.0283	1.7	0.472	
35.31	1	60	16.7	
0.588	0.0167	1	0.278	
2.12	0.06	3.6	1	
CFMからm^3/Hrへは、1.7を掛けて変換します。				

解説
一般には1kW＝100CFMあれば良いと言われている。
換算すると170 ㎥/hで4kWなら680 ㎥/hになる。
但しこの値はサーバが必要としている風量であり、排熱がかぶらないことを前提としている。
排熱がかぶると熱だまりが起き、サーバの吸気温度が上がり、最悪サーバ内の温度センサーによりサーバ停止となる。
吸気と排気の分離すなわちホットアイルコールドアイルのコンティメントが必要となる。
そうすることで空調機稼働台数を減らして省エネができる。
またサーバの信頼性も上がる。

ΔTをいくらにするか?
低いと風量が必要
高いと風量を減らせる。
高温サーバは高くできる。
4kWでΔT＝10℃⇒1200㎥/h
ΔT＝15℃⇒800㎥/h
一般的にはΔT＝10℃が目安

第9章　ホットアイル・コールドアイルコンテイメント

コンテインメント設置による空調の最適化

SHINOHARA

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 —

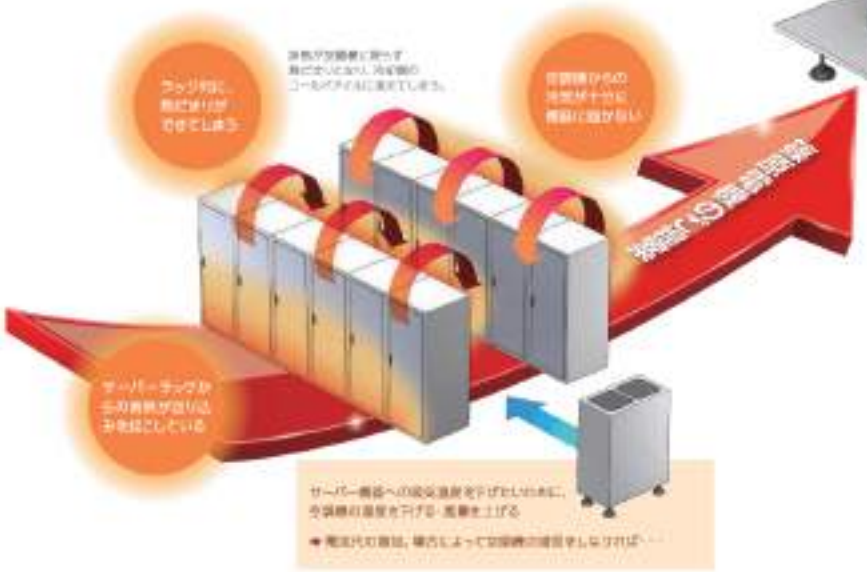
データセンターにおけるサーバルームのラック配列は、サーバが冷気を吸気するエリア(コールドアイル)と排気側(ホットアイル)を揃えることが一般的です。

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形られてきました。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、
空調機の冷気が活かせず、データセンターフロアの冷却が効率的でない。

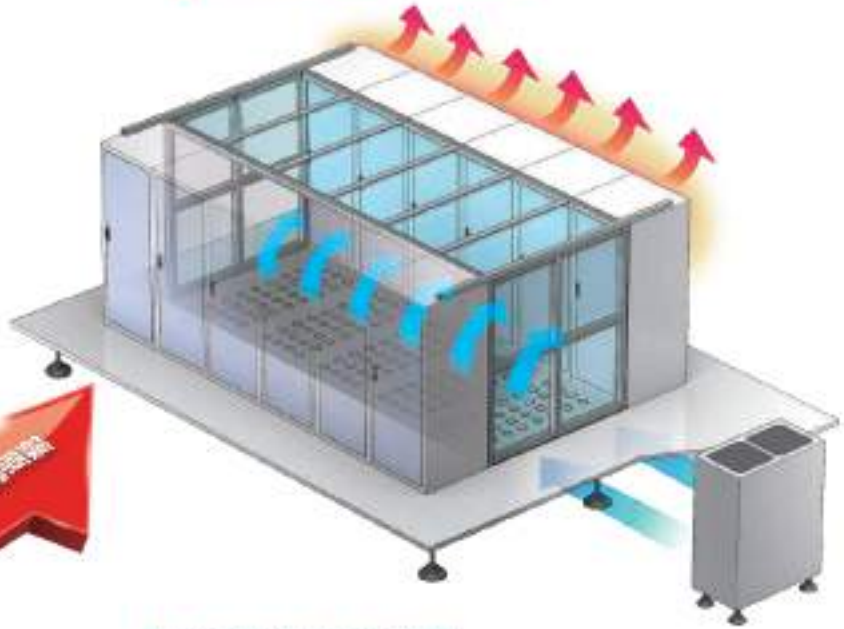


サーバー機器への吸気温度を下げたいために、
空調機の温度を下げる・風量を上げる

➡ 電気代の増加、場合によって空調機の増設をしなければ・・・

楽Qubicシステム(コンテインメント)

❶ 空調の冷気をサーバーに導き、サーバー排気は確実に空調に戻す。
❷ ラック内サーバーの熱を外に出す。圧力差を設ける。



楽Qubicシステム(コンテインメント)の特徴

- ラックに拡がらないため、ラック立体的であっても構築可能
- 高さが異なるラックや未立体部分でも構築可能

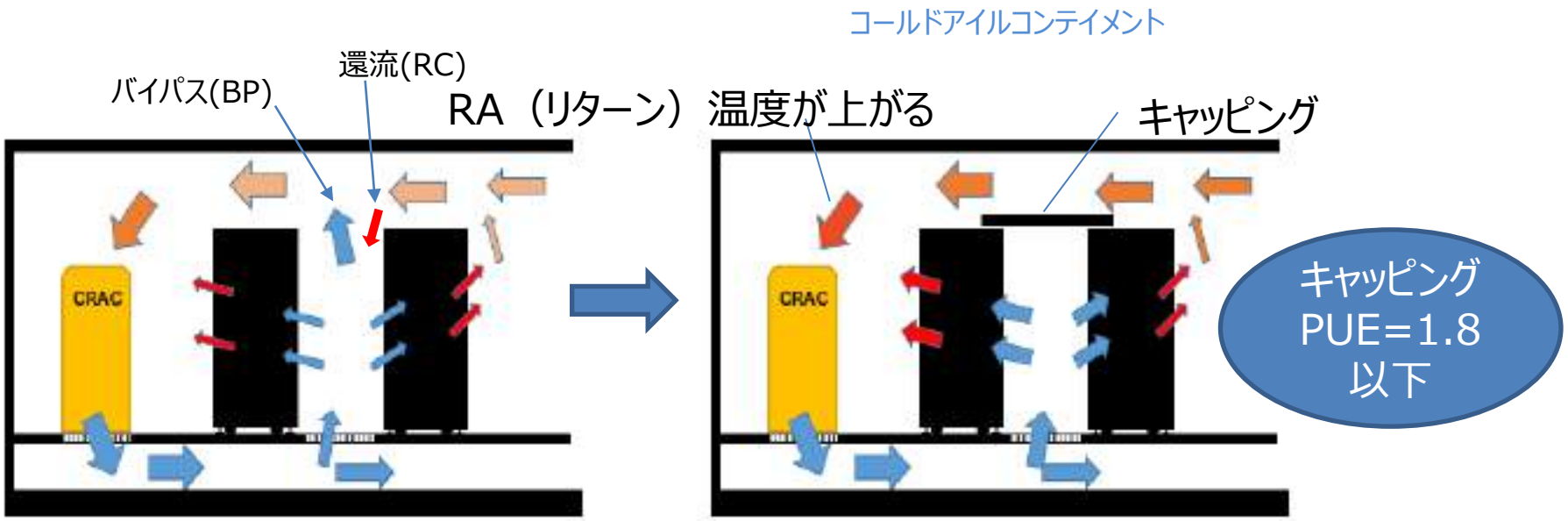
- 空調機の消費電力を最大20%削減

異なる高さのラック内も容易にコンテインメントができる新設計のエアー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タッフ設置にも対応することができます。

高さのデータセンターの主流である二重床吹き出し方式の空調機に、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20%削減することができます。

篠原電機のITSolutionに関する情報はこちらにて、ご覧ください。
右のQRコードからご確認ください。

冷たい空気を出来るだけ多く
サーバーに送るキャッピングの実施

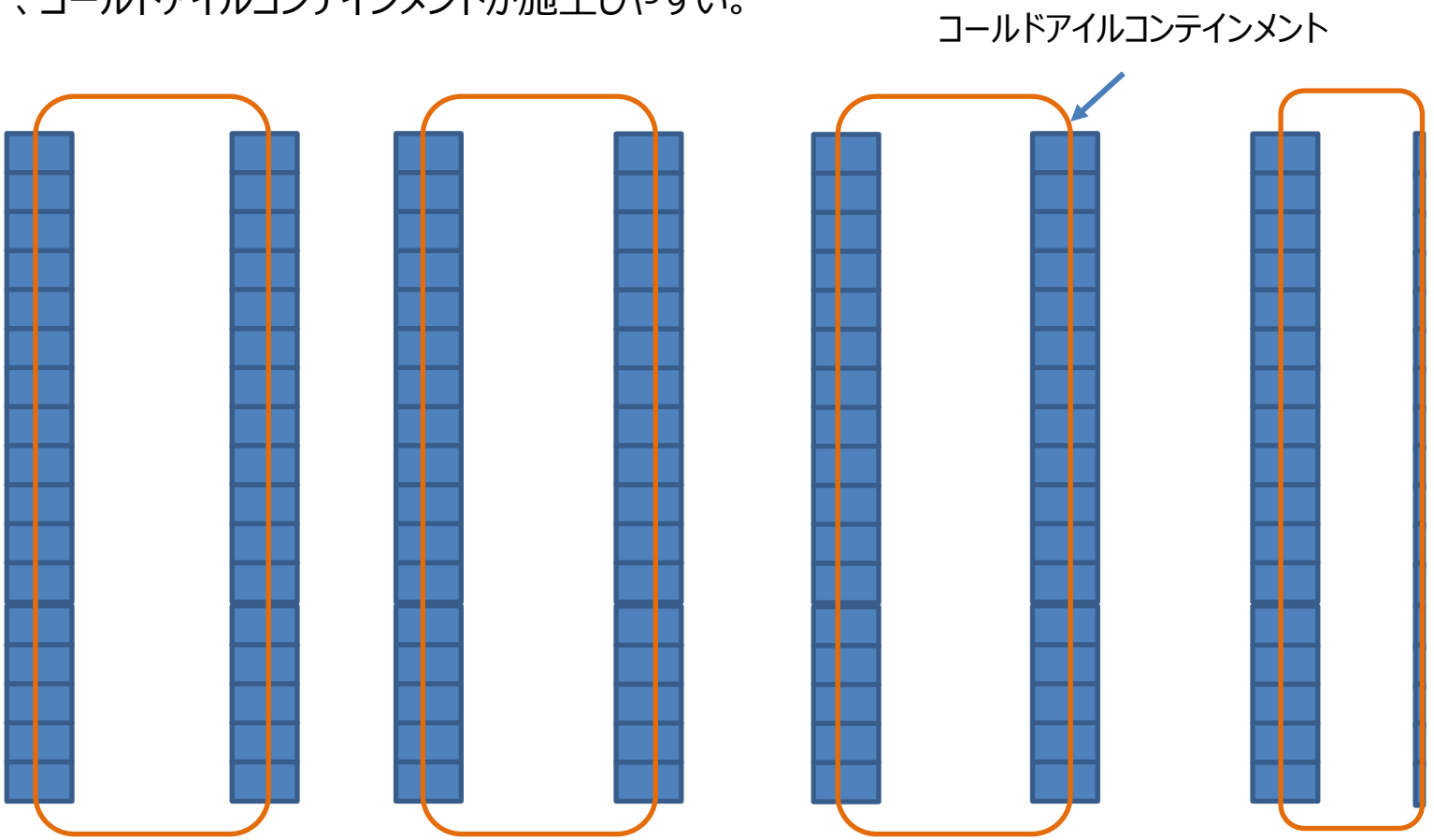


キャッピングするとPUEが0.2以上低下

・サーバーへの風量が増加して、サーバー冷却可能電力が増える。
・CRACへのRA（リターン風）温度が上がるので、ヒートポンプ効率が上がる。

コールドアイルキャッピングを行う

既存のデータセンターの場合、フリーアクセスが多く、コールドアイルコンテインメントが施工しやすい。



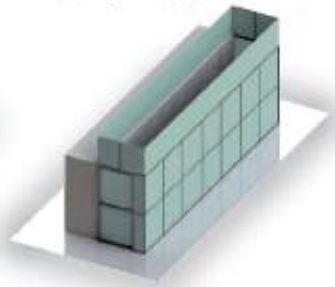
コンテインメントの種類

コールド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どちらにも対応可能です。
また、下記の組み合わせ以外にも対応可能です。データセンターの設計に合わせて最適な組み合わせをご提案いたします。

- ラック自立型シャッターパネル +アコーディオンカーテン

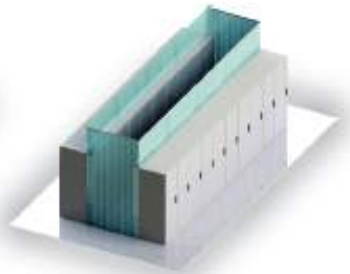
- ついたて式パネル+両引き戸

- ついたて式パネル+片引き戸 +パーテーション



- 天井パネル+片開き戸 +パーテーション

- ビニールカーテン



材料の選定

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。

- ツインカーボ® (中空ポリカ)

空気層があるため、断熱保温に優れています。

- ダンクリア® (不燃材)

透明シート形状で不燃材。ガラスに比べ軽量です。

- メッシュパネル

圧力・風量を調整することができます。

- アルミパネル

目隠し用のパネルとして最適。軽量です。

- ポリカーボネートパネル

耐衝撃性、耐熱性に優れています。

●S社大規模データセンター

構成
- コールドアイルコンテインメント
- ラック自立型シャッターパネル
- アコーディオンカーテン

概要
データセンターの新設に合わせて設計。視認性の良い透明ビニールのアコーディオンカーテンを使用し、中に居る作業者の姿が確認しやすくなっています。

●コンテナ型データセンター

構成
- ホットアイルコンテインメント
- ツインカーボパネル
  (つい立て式、開き戸)

概要
コンテナデータセンターの改修工事に合わせて設計。限られたスペースの中でホットアイル・コールドアイルを分け、各アイル幅の開き戸を採用しています。

●某データセンター

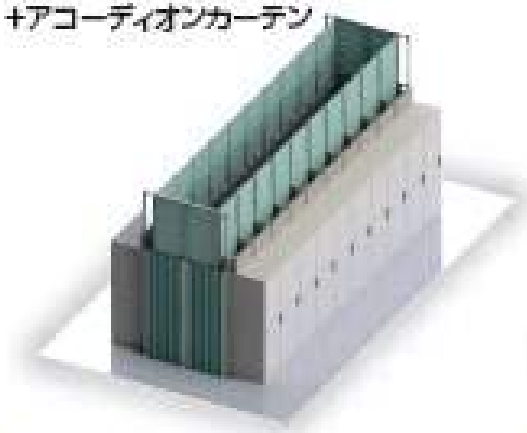
構成
- コールドアイルコンテインメント
- ツインカーボパネル
  (つい立て式・天井パネル)
- ビニールカーテン

概要
ラックと屋内機器に合わせた設計。コールドアイルを形成するために、ケーブルラダーと照明器具の隙間にツインカーボパネル(天井パネル)を設置しました。

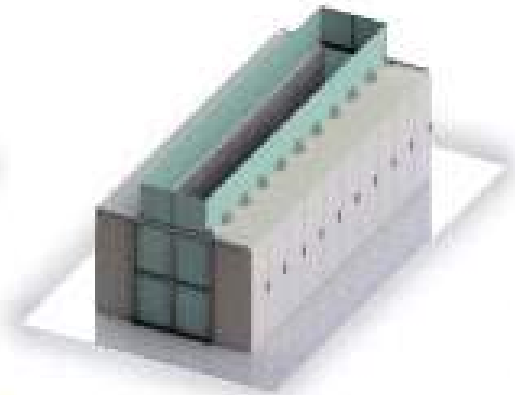
コンテインメントの種類

コールド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どちらにも対応可能です。
また、下記の組み合わせ以外にも対応可能です。データセンターの設計に合わせて最適な組み合わせをご提案いたします。

- ラック自立型シャッターパネル +アコーディオンカーテン



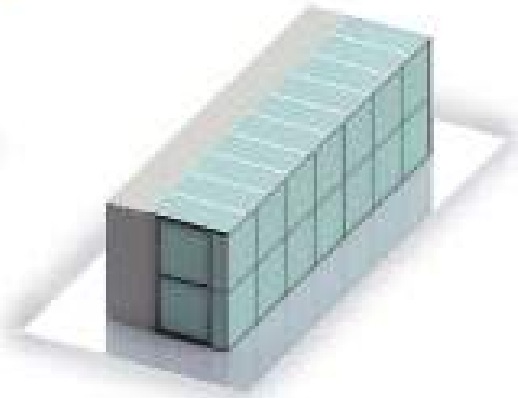
- ついたて式パネル+両引き戸



- ついたて式パネル+片引き戸 +パーテーション

- 天井パネル+両引き扉

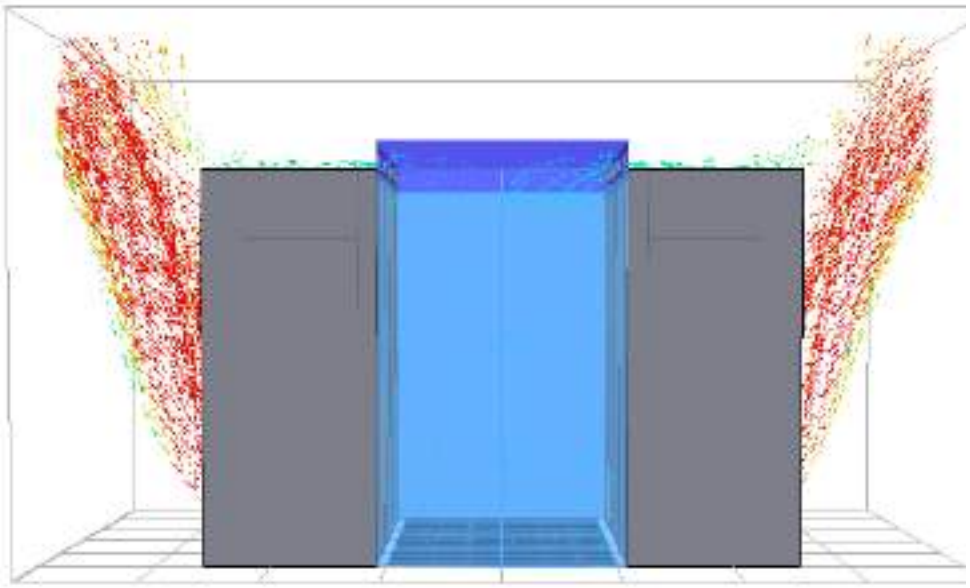
- 天井パネル+片開き戸+パーテーション



- ビニールカーテン

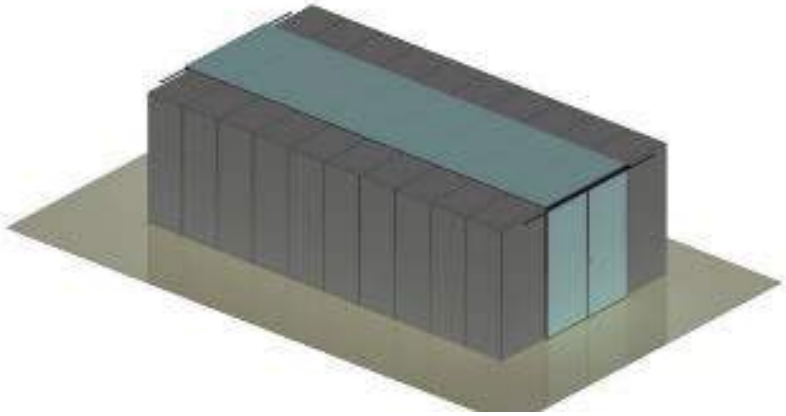
お客様のご要望にあわせてアレンジすることも可能です。

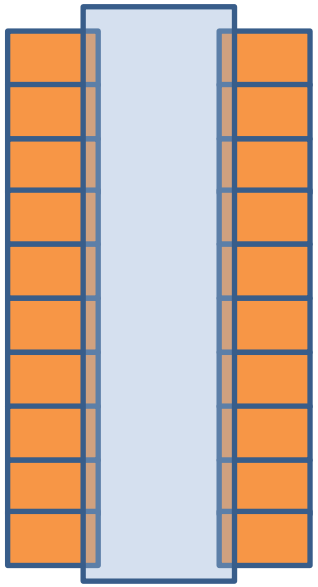
サーバの発熱量に見合った風量がコールドアイルに入る必要があるが、キャッピングすることでサーバの発熱と空調機の整合がうまく取れない場合は、圧力調整としてコールドもしくはホットアイルコンテイメントの圧力を下げるように調圧機能を設けることが望ましい。カーテンの活用やスリットを設けることで調圧を行う。



コールドアイルを密閉するのではなく、シールドに調圧スリットもしくはカーテンを設けて気流を調整し積極的にコールドアイル内にエアーを供給する。また空調機へのレタンエアーを確保する。空調機内の風速が落ちると、結露が生じ、最悪空調機が機能停止してしまうことがあります。

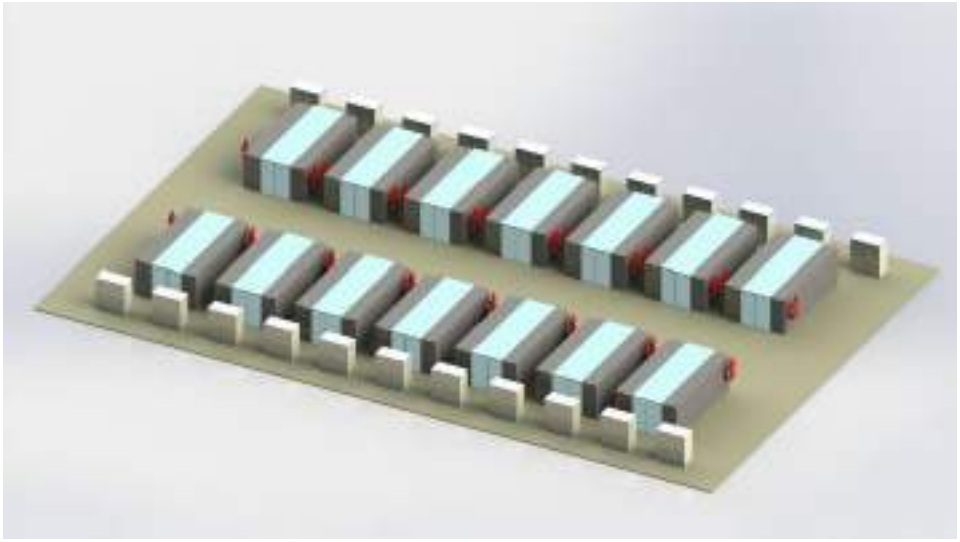
コンティメントイメージ





10ラック1列

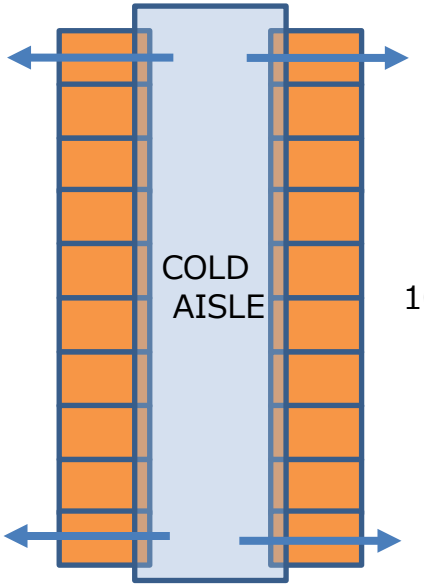
コンティメント



片側ラック無しの場合

コンティメントの方式検討　コールドアイルコンテイメント

ラックのコンティメントの方式はコールドアイルコンティメントとホットアイルコンティメントがある。どちらを採用するのが良いかは大変難しい。



コールドアイルコンティメント

コールドアイルコンティメントの特徴

- 既設ラックにコンティメントを設置する場合、比較的容易に設置ができる。一般にこの方式が多いと考えられる。
- フロア全体がホットアイルとなり、作業環境としては悪い。
- 空調停止時にコールアイルボリュームが少ないので温度上昇が早い
- ラック間の通路が狭くコールドアイル天井が低いと十分なコールドエアーをラックに供給できない。
- サーバの必要風量に対し、コールドアイルに入るエアーが不足すると、負圧となりホットアイルの熱がコールドアイルに再循環する。この場合コールドアイルの通風ガラリ数を増加させ、正圧傾向にし、サーバの必要風量より大きな風量をコールドアイルに流す。正圧が強い場合は、コンテイメント上部にブラシパネル等を設けて調圧する。

建物の仕様、ラック配列、ラック間寸法、ラック当たりの発熱量、空調方式等で最適なコンティメントを選択していく必要がある。

ホットアイルコンティメントの特徴

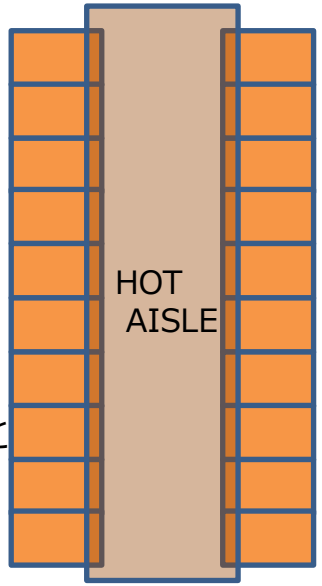
●既設設置は空調へのレタン設計が難しい。
ホットアイルエリアにレタンエアフローが無い場合がある。
不用意に囲うと空調へのレタンが阻害される場合がある。
天井に所定の風量が確保できるレタン用ガラリがある場合天井から
カーテンをラックに下ろすことができる。
　良い位置にレタンのガラリが無い場合や、ガラリ数が不足している
場合がある。レタン風量確保が課題である。

●新規設備の場合はホットアイルコンティメントはできる。
天井を利用して空調機にレタンさせる。十分なレタンエア風量を確保すること

●作業エリアがコールドアイルとなり作業環境は良い。

●コールドアイル容量が大きく取れるので停電時空調機が停止した時
に温度上昇が緩やかとなる。緊急時ファンによる外気空調ができると良い。

●ホットアイルを囲んだ時にホットアイルが狭いとホットアイルの圧力が
上昇するので、エアーのバイパスが起こりやすい。また空調機は基本
エアーの押し出しであり、レタン側にはファンは無い。発熱量が多い場
合はなかなか空調機にエアーがレタンしない。その場合はレタン側に
ファンを設置する。空調機との整合が必要。ダクトでレタンする場合は
圧損によりレタンしにくくなる。・・・この場合は天井ファンを設置する。



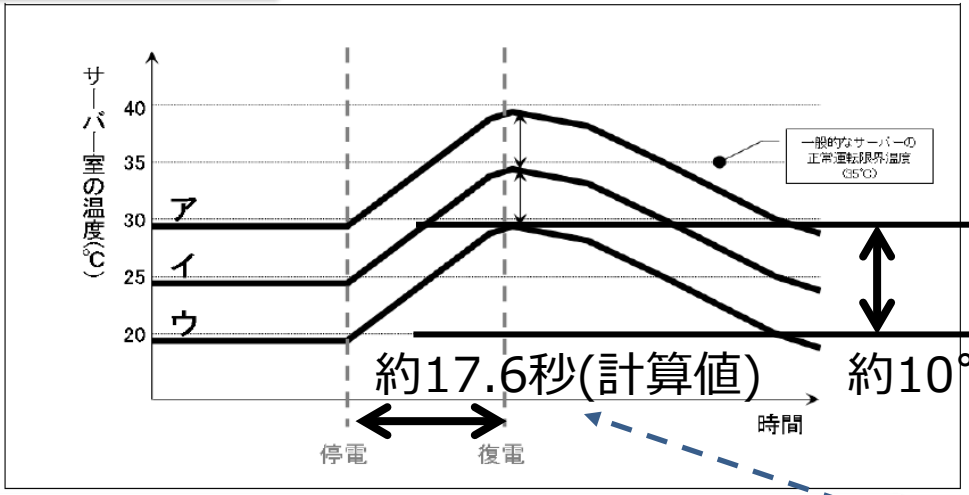
ホットアイルコンティメント

サーバルームの空調停止時の温度上昇確認

停電時サーバはUPSにより保持しているが空調は一時止まる。
自家発で復帰するがその間で温度が上昇する。

ﾍﾞｰｽｸﾞﾗﾌは
JDCCの資料より

一般的なサーバーの動作保証温度(吸気温度)+35℃であるが空調停止時一時的に温度が上昇する。結果として通常時の温度設定が27℃となる。
冷気の容量と排気の容量が適切であれば運用温度を上げることができ、省エネとなる。



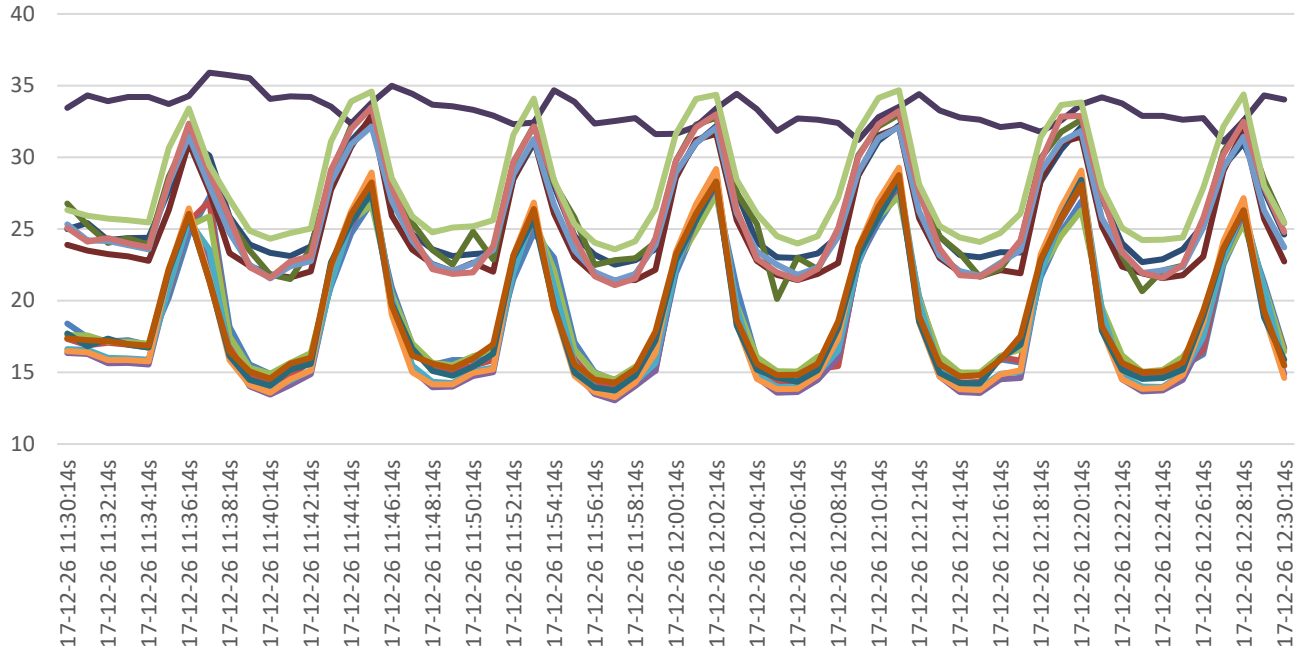
空調停止時の温度上昇モデル計算(参考)

運用温度24℃、サーバ吸気温度35℃　ΔT=11℃の場合
空間は1ﾗｯｸあたり10M^{3}として発熱量8kW の場合空調が止まると17.6秒程度で35℃になる計算となる。実際には様々な裕度によりもうすこし遅くなると考えている。
計算事例)10M^3×空気の比重量1.293Kg/M^3×定圧比熱1007J/KgK=13020 J/K
8000(J/s)/13020(J/K)=0.61K/s=Q/C=ΔT/Δt(s)　C/Qは1.6となる。
Δt(s)=1.6×11℃　　**17.6秒**となります。

天井裏の十分な排気スペースがある場合等では停電20秒程度で温度変化は見られない。この場合は運用温度を32℃が実現可能。

高発熱30kW以上のINROW空調の課題

冷媒システム式の空調機では発熱量が大きく変化する場合や、停電が発生するといったん空調機が停止する。(サーモオフ状態)
この場合、圧縮機が焼き付きを起こさないために、冷媒を回して冷媒に配合しているオイルを十分に回してから稼働となる。
その間はコールドアイルの温度が大きく上がることとなる。同様に発熱量が低下するとコールドアイルの温度が下がりすぎるために、空調機が停止する。
結果として急激な温度上昇が起こりハンチングを起こしてしまう。



コンティメントの方式　ホットアイルコンティメント

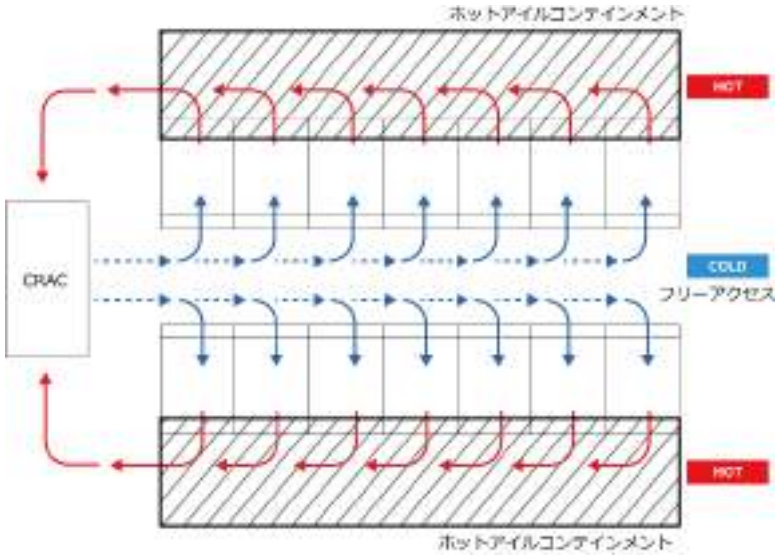
ラックのコンティメントには出来栄えと密閉度でいくつかの方式が考えられる。

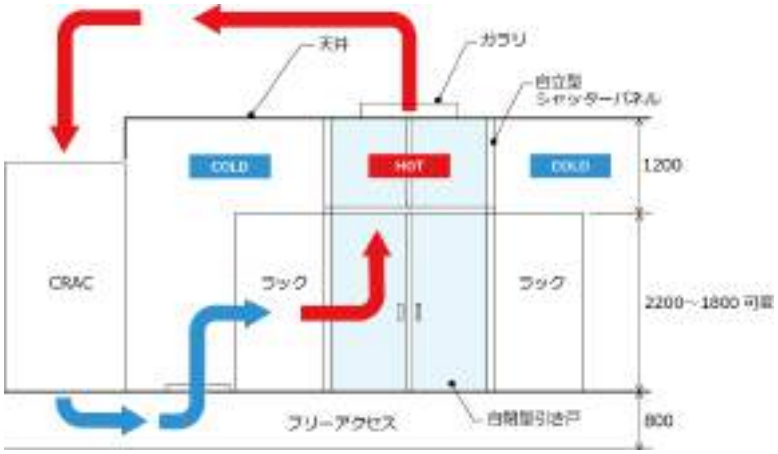
パネルタイプ

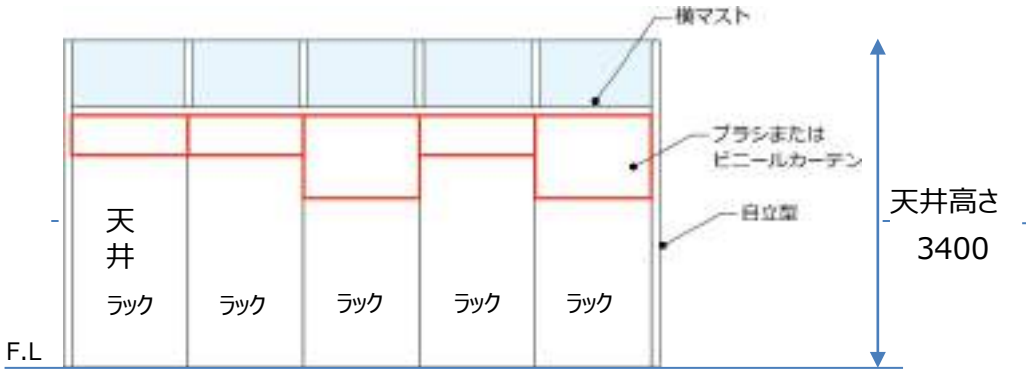
・自立型シャッターパネル方式
・扉は引き戸タイプ　自閉式も可能

パネルは主に二通りある。
・FISC対応不燃グレードダンクリア　ガラス繊維シート
・一般難燃(防炎)グレード
　ツインカーボ　中空ポリカ　断熱性は高い

発熱量が大きいとホットアイルの圧力が上がるので
パネル方式は正圧にたいして強い







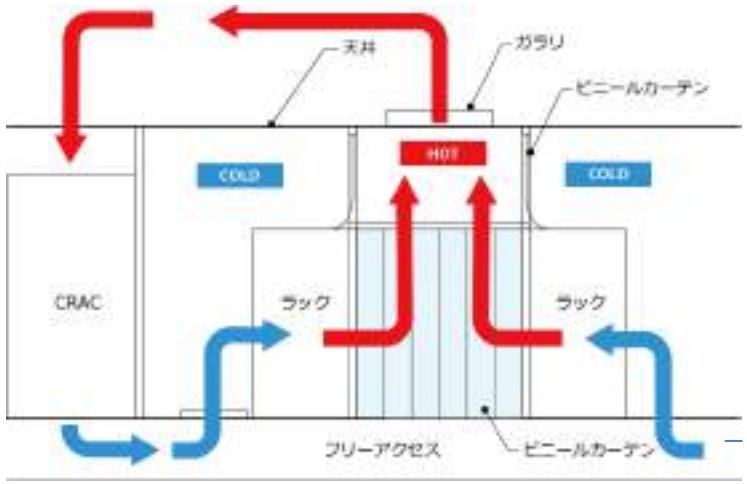
篠原電機株式会社

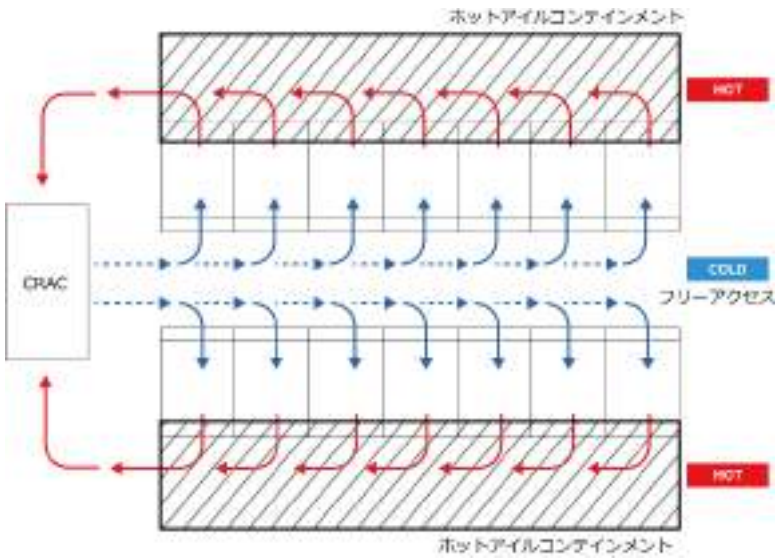
Shinohara Confidential

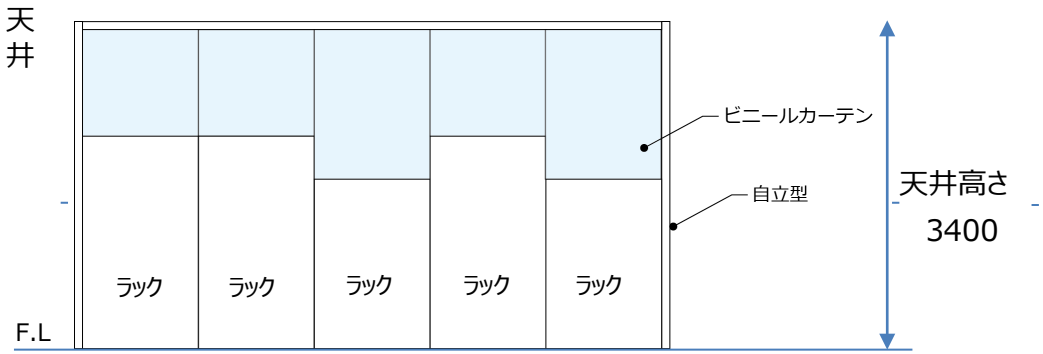
カーテン式

カーテンは一般的には難燃(防炎)グレードを用いる。
不燃が必要な場合はパネルタイプを選択する必要がある。

ホットアイルの正圧が高いとカーテンは引っ張られるのでサーバ負荷が高い場合は選択に注意が必要。

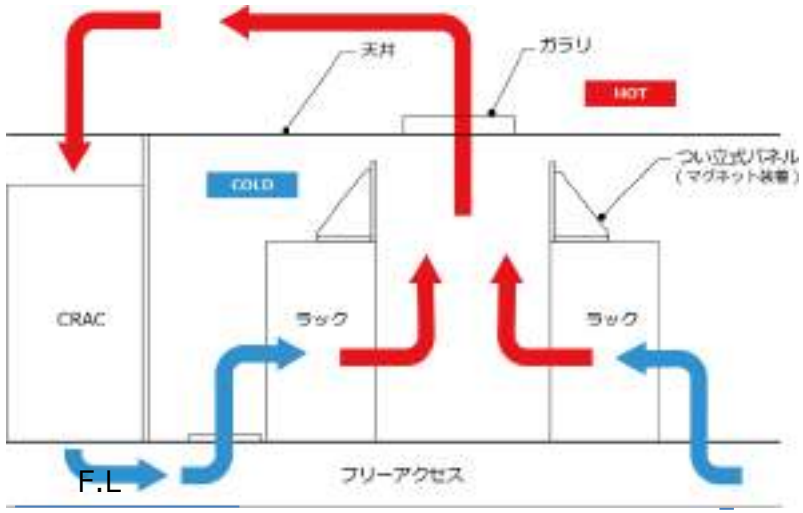


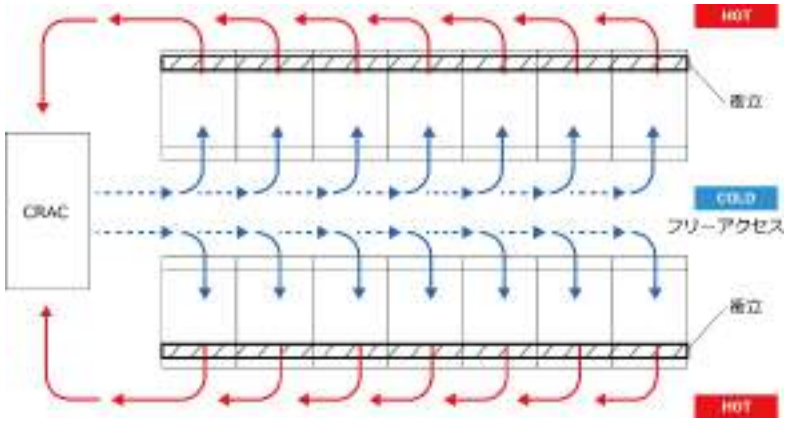


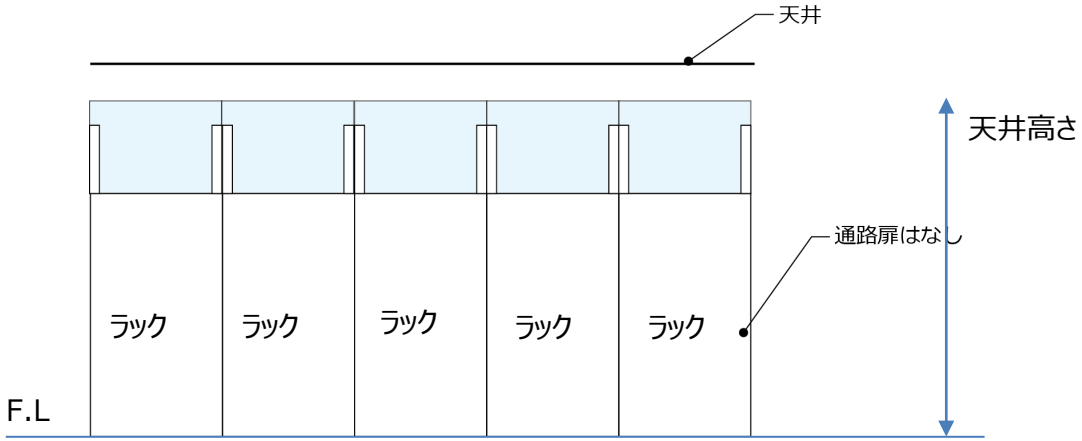


衝立式

簡易コンティメント
4kW/ラックで十分な空調能力を有している場合、簡易コンティメントも選択できる。
再循環やバイパスが発生するが、コストは安く、いつでも自由に設置できる。
通路にも扉等がつかないので空調のロスは発生する。ロスを想定して空調能力を確保する必要がある。PUEは悪くなる。
部分的に高発熱ラックがある場合は、フリーアクセスのガラリにファンを設置する
等十分な風量を確保する必要がある。

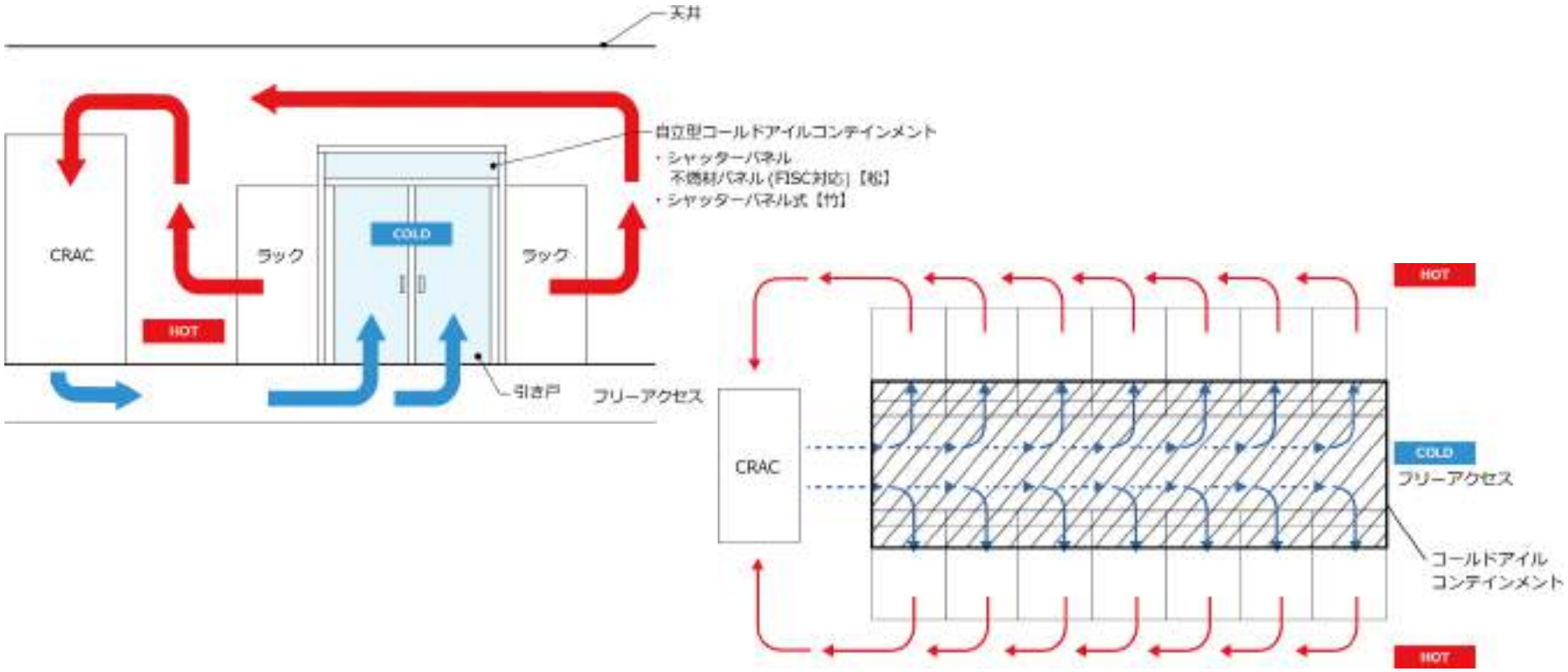






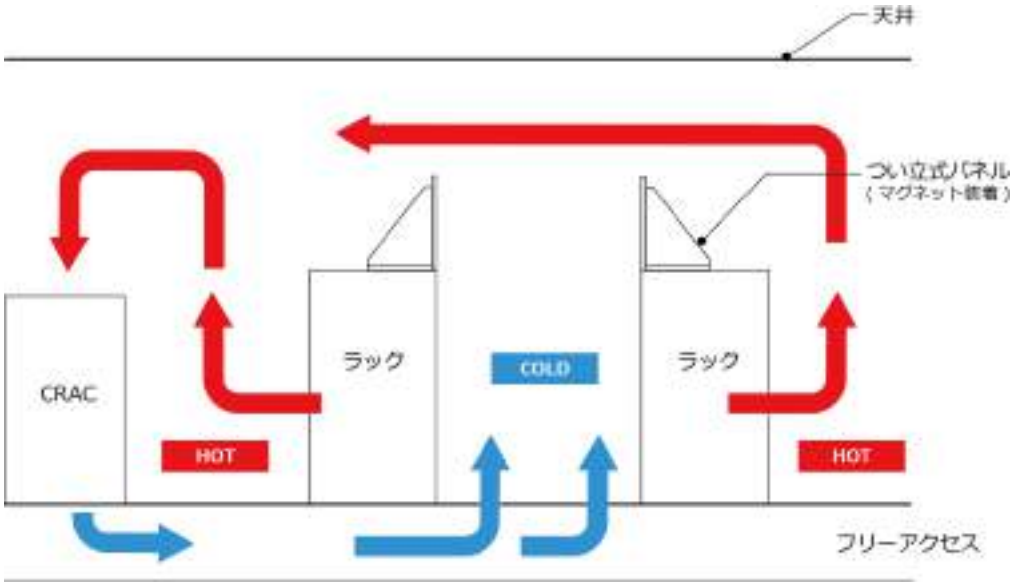
●パネル式　不燃　難燃(防炎)

●天井パネル+カーテン式



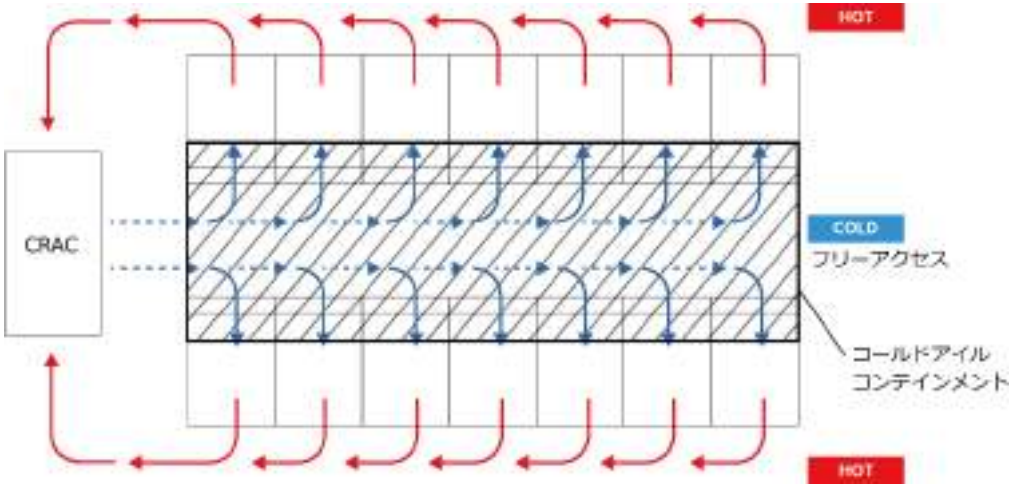
コールドアイルコンテイメントは天井でのレタンは不要なので、設備コストとしてはローコストにできる。フロア全体はホットアイルとなるので、ラック当たりの発熱量が4kW/ラックを超えるとフロア環境が悪くなる。

衝立式



レタンエアはホットアイルゾーン(下図参照)を通ってCRACにレタンする。

簡易コンテインメント
ラック上につい立式パネルを設置する。
コールドアイルを完全に分離はできない。



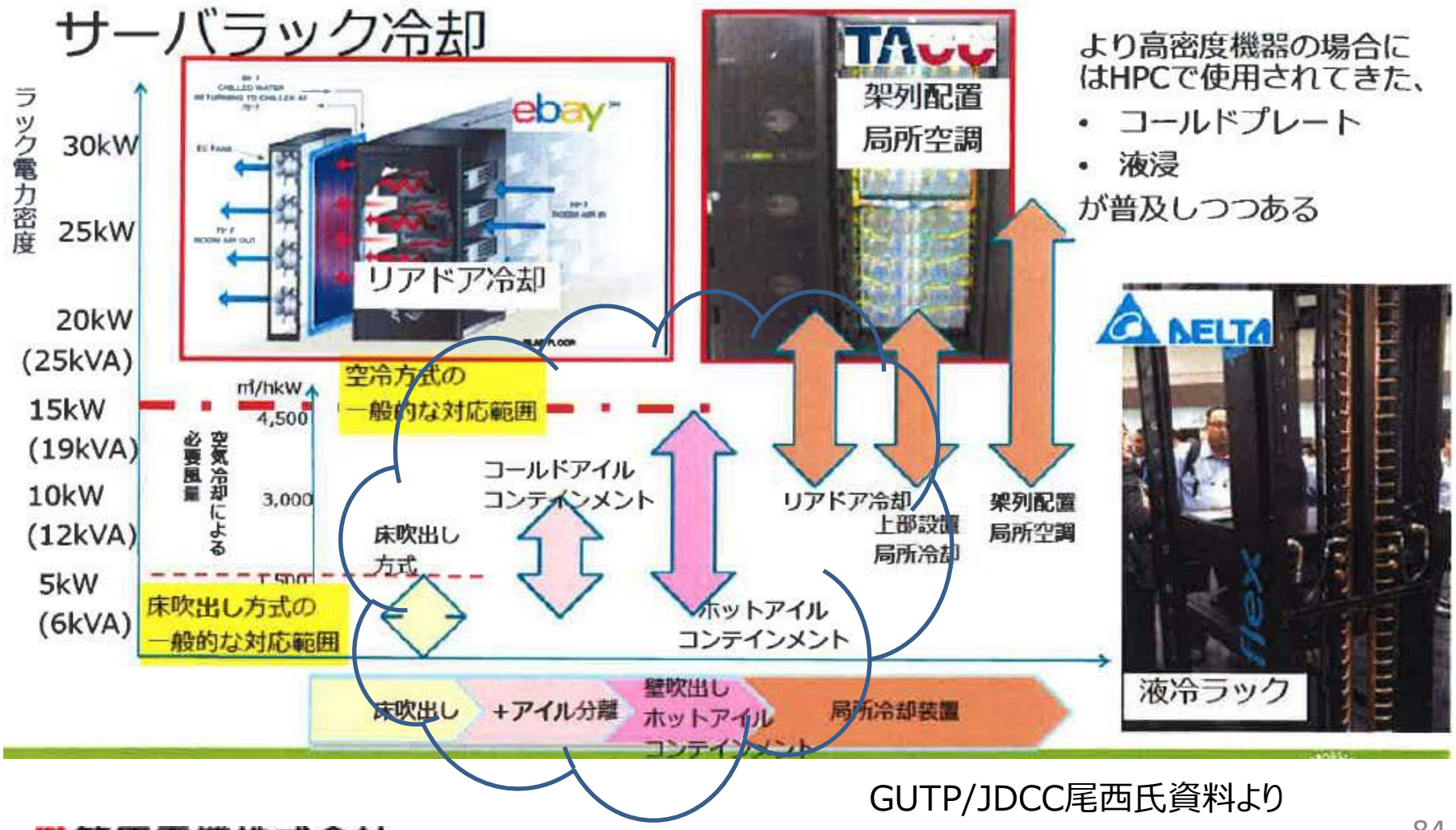
コンティメントの方式　一覧

		ホットアイル コンティメント		コールドアイル コンティメント	
パネル	難燃タイプ	◎		◎	
パネル	不燃タイプ		高価		高価
カーテン	難燃タイプ	○		○	
カーテン	不燃タイプ		高価		高価
衝立	難燃タイプ	△		△	
衝立	不燃タイプ				
コメント		・階高でコストが変動 ・新設向き ・スラブ設置にも対応		・階高はあまり影響しない ・既設・新設 ・基本的にはフリーアクセス が前提	

ホットアイルコンテイメントとコールドコンテイメントの価格差は天井の高さで変動します。一般的にはスラブの下に天井を設けた場合は、天井パネルが不要となるホットアイルコンテイメントが低価格となります。

コンティンメントの冷却能力

ホットアイルコンテイメントの方が冷却能力が少し高くできる。



GUTP/JDCC尾西氏資料より

新設データセンターでのコンテイメント設計の留意点

(1)新設時にコンテイメントは設計開始初期で考慮しておきたい。

建物と電気と空調システムはA,B工事、ラックとコンテイメント等はC工事であり、
ラックの手配と設置はA,B工事でないために全体の発熱量に対する設計となり
やすい。建物のコンストラクション・階高、空調システムとラックのエアフローは最初
から考慮しておきたい。相互の整合が大切、省エネ性能に影響する。
また電源工事やLAN配線、照明、消火設備が終わってからコンテイメントすると
なかなかスマートなコンテインメントができにくく、結果としてコストが上がることになる。

(2)データセンターは初期運用時点と将来の設備時点での規模は大きく異なること
が多い。初期の設備と将来の技術進化に柔軟に応えられる設計をしておきたい。

主な検討課題

フリーアクセス有無、ラック当たりの発熱量とラック配置計画、フリーアクセス高さ、
階高、スラブ天井とエアフロー天井の決定とエアフロー設計、㎡当たりの耐荷重

天井の設計について

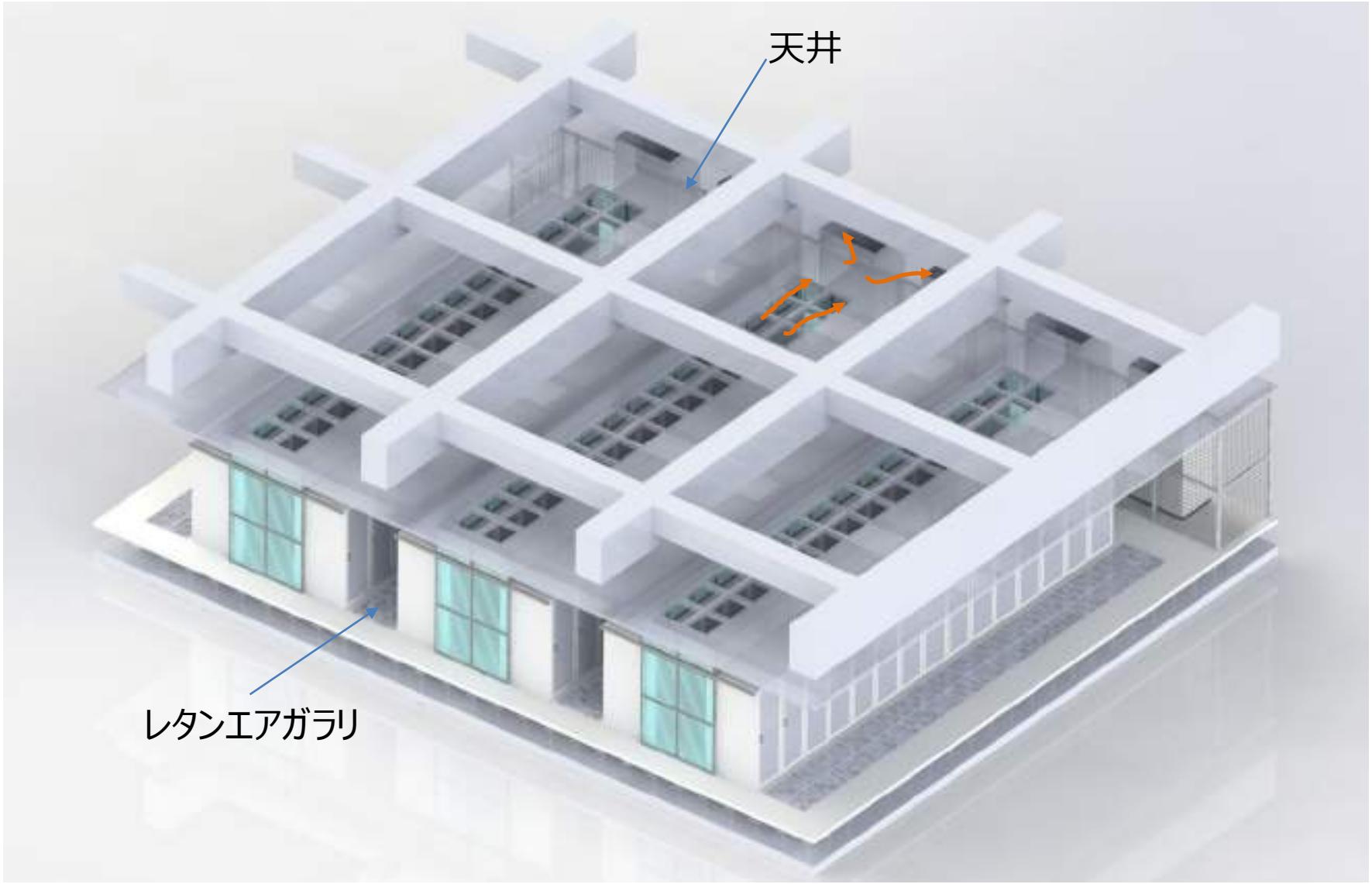
コールドアイルコンテイメント

・自立型のコールドアイルコンテイメントの場合は、天井との取り合いは無いために特に要求事項は無い。
・ハウジングサービスを考える場合、天井があるほうが美しいと言える。
・コールドアイルコンテイメントで天吊りを行う場合は、天井の有無にかかわらず天井スラブからしっかりしたダクター等を用意しておくことでコンテイメントが容易になり、またリニューアル時にも自由にコンテイメントが形成できる。
・コールドアイルコンテイメントの場合は天井無しのスラブむき出しも考えられるが、結露対策は必要である。この場合もダクター等のぶどう棚は用意しておきたい。

ホットアイルコンテイメント

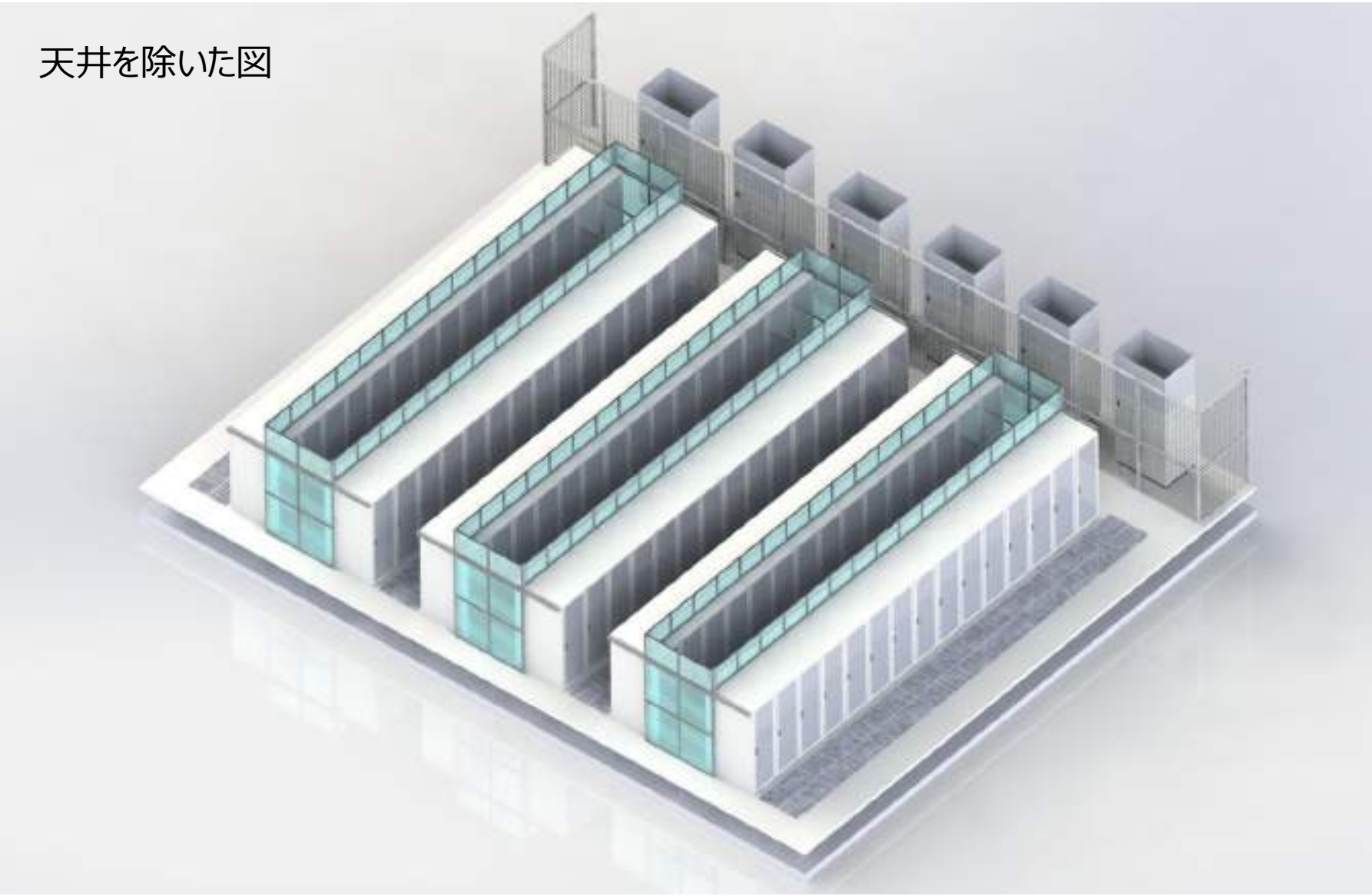
・ホットアイルを形成する場合は、ホットエアーのレタン流路の設計が必要。
・天井を設置してホットアイルの流路を形成するのが便利である。
・ホットアイルゾーンを形成して空調機にレタンする場合、天井が無い場合は、ホットアイルからダクトを設置して空調機にレタンが必要であり、十分なダクトサイズの確保と空調機同士の冗長構成が必要である。
天井を形成して、天井から空調機にダクトを形成するのが容易である。
空調機の前面側は特に壁は必要なくメンテしやすいケージ設置で良いと考えている。
ケージ設置の方が空調機のメンテナンスや更新が容易である。

コンティメント案　　ホットアイル、天井設置TYPE

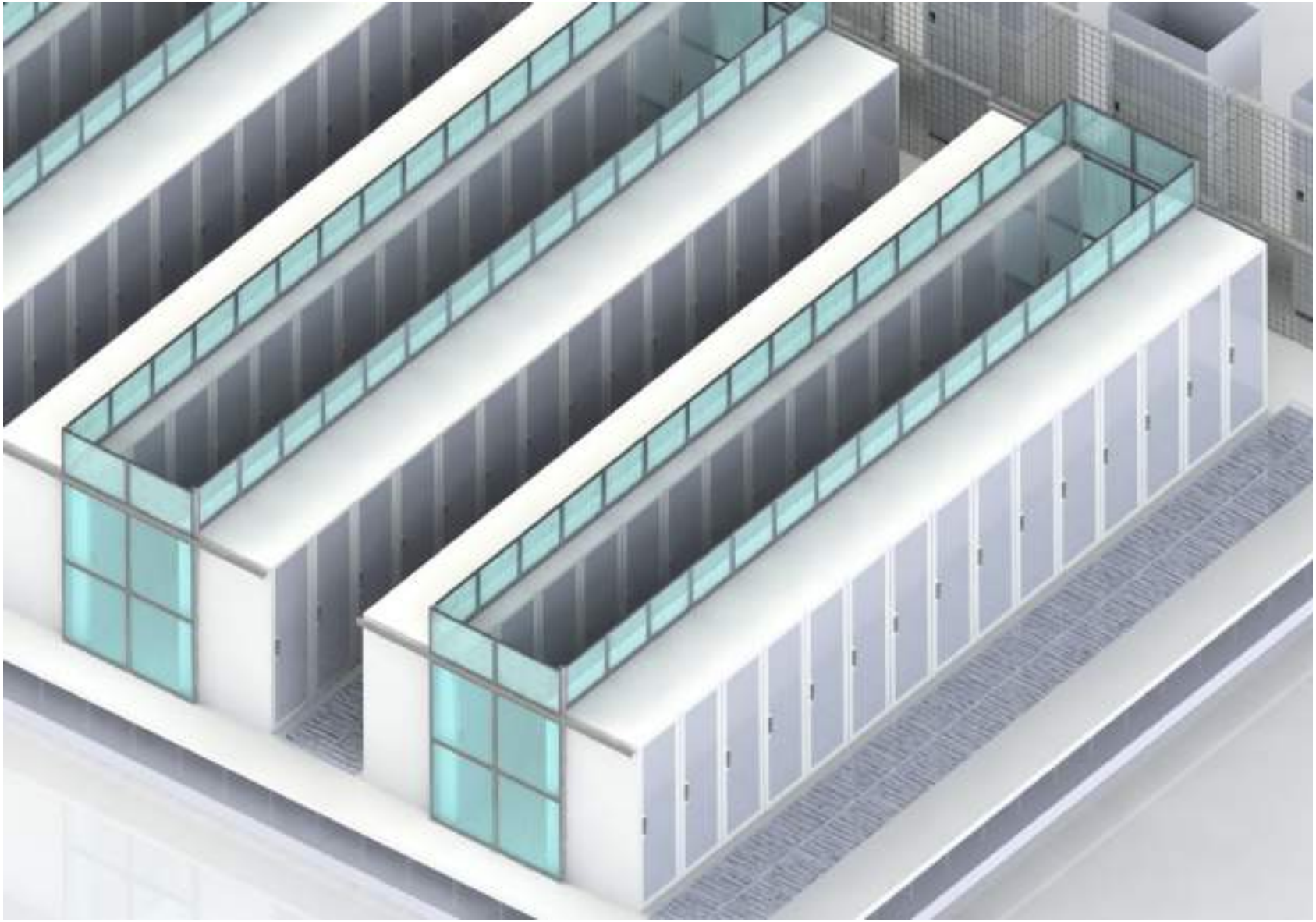


コンティメント案　ホットアイル、天井設置TYPE

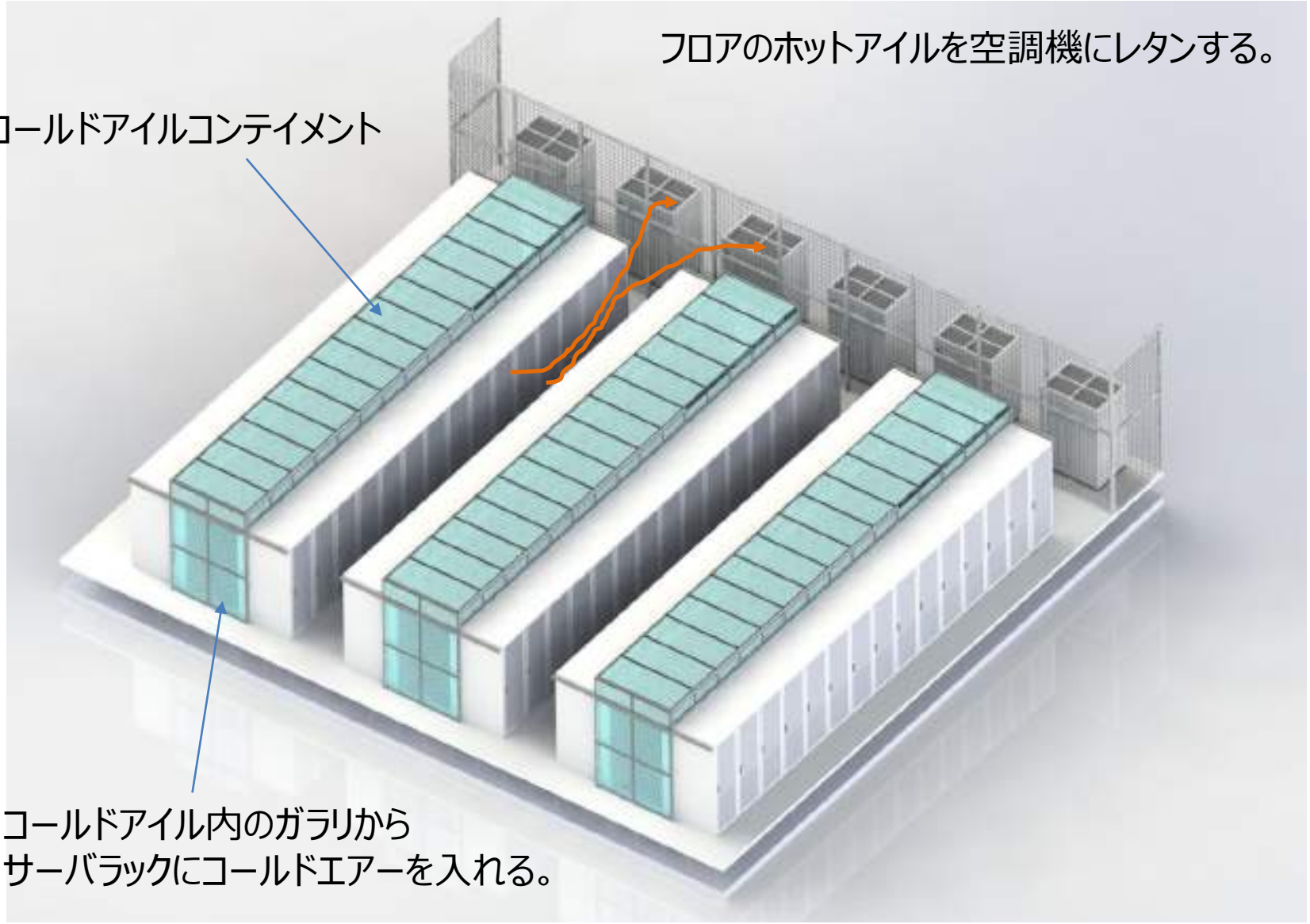
天井を除いた図



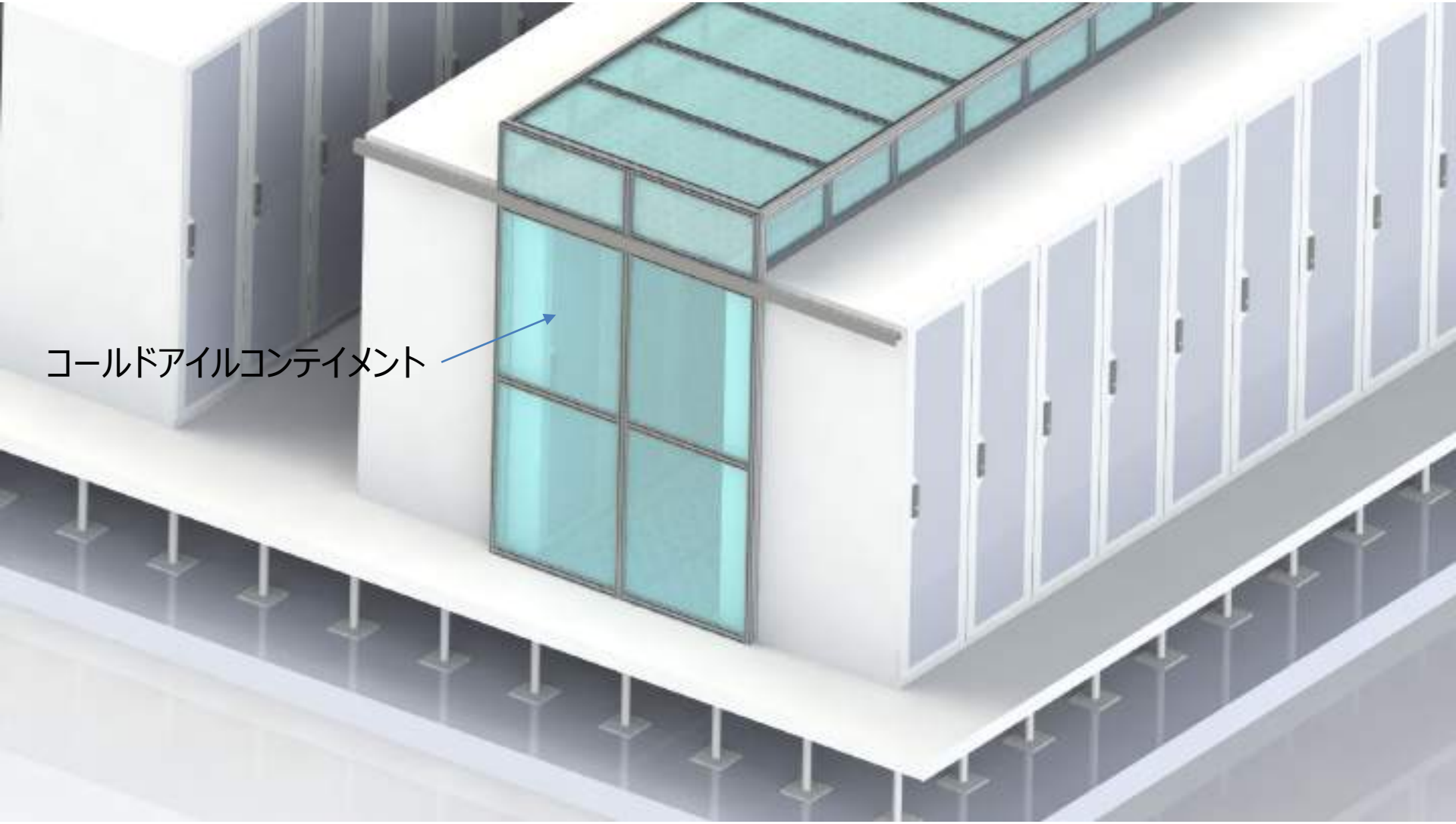
コンティメント案　ホットアイル、天井設置TYPE



コンティメント案　コールドアイルTYPE



コンティメント案　コールドアイルTYPE

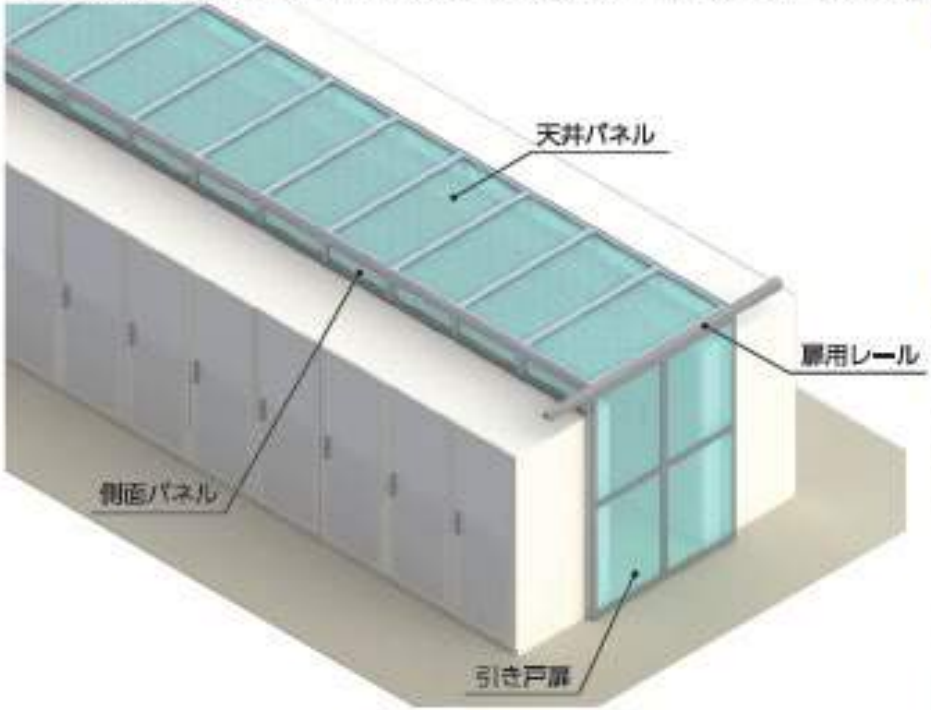


自立型エアーコンテインメント

なぜ自立型コンテイメントか?
サーバの進化に伴いラックも変化していく。サーバ・ストレージ・ネットワークがラックにあらかじめセットされ仮想化ソフト等もインストールされたラックスケールアーキテクチュアRSAが進展しつつある。必要な時に素早く設置し稼働ができる。これらのアーキテクチュアへの対応可能な自立型コンテイメントを開発。ラックが無くてもコンテイメントが形成しておくことができる。

【新設計】自立型エアーコンテインメントシステム

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ー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す。また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。



■設計コンセプト

- 増大する発熱に対応できるコンテインメントの開発
- 十分な風量をサーバに提供できること
- 正圧調整パネルによる風量調整
- 高さの異なるラックでもコンテインメントを容易に実現できること
- フリーアクセスだけではなくスラブ設置にも対応可能
- コンテインメント工事の施工後にラック搬入が可能

■ブラシストリップ付き側面パネル

側面パネル下にブラシストリップを使用することで
エアー漏れを防ぐほか、配線作業を容易に行うことができます。

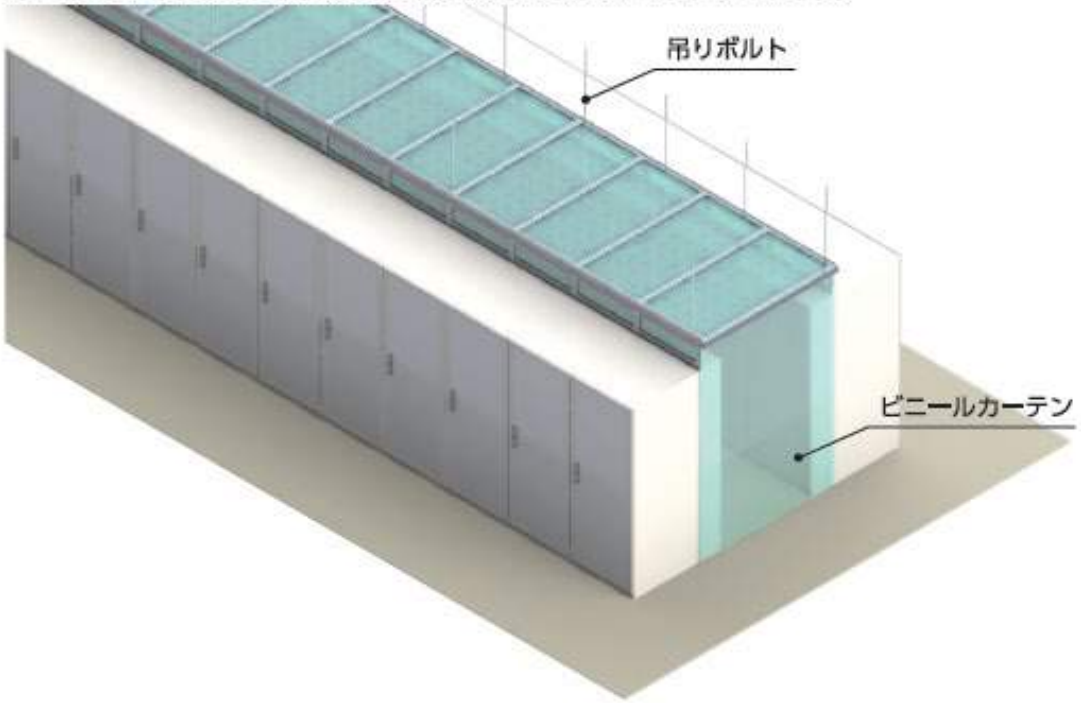
(ブラシ部分拡大)

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

天吊り型コンテインメント

床に固定することができない場合は天吊り方式でご提案することも可能です。



サーバを実装したラックを後から設置することができるので、
ラックが揃っていない状態でもコンテインメントが可能です。

さまざまなラックの高さに対応できます。

様々なラック寸法にも対応できる。またエアーコンティメント後にラック等を搬入設置することができます。天吊りタイプも自立型も同様です。

フリーアクセスのコールドアイル吹き出し口検討

前提条件

1kW 当たり風量　3m³/min ＝180m³/h

ガラリの吹き出し量

500角として、パネル面積0.25m² 、開口率50%、風速1.5m/s=675m³/h

ラック列　15ラック×2列

ラック当たり　4kW

1コールドアイル当たりの熱負荷　120kW　但し実負荷を50%として、60kWと考える。

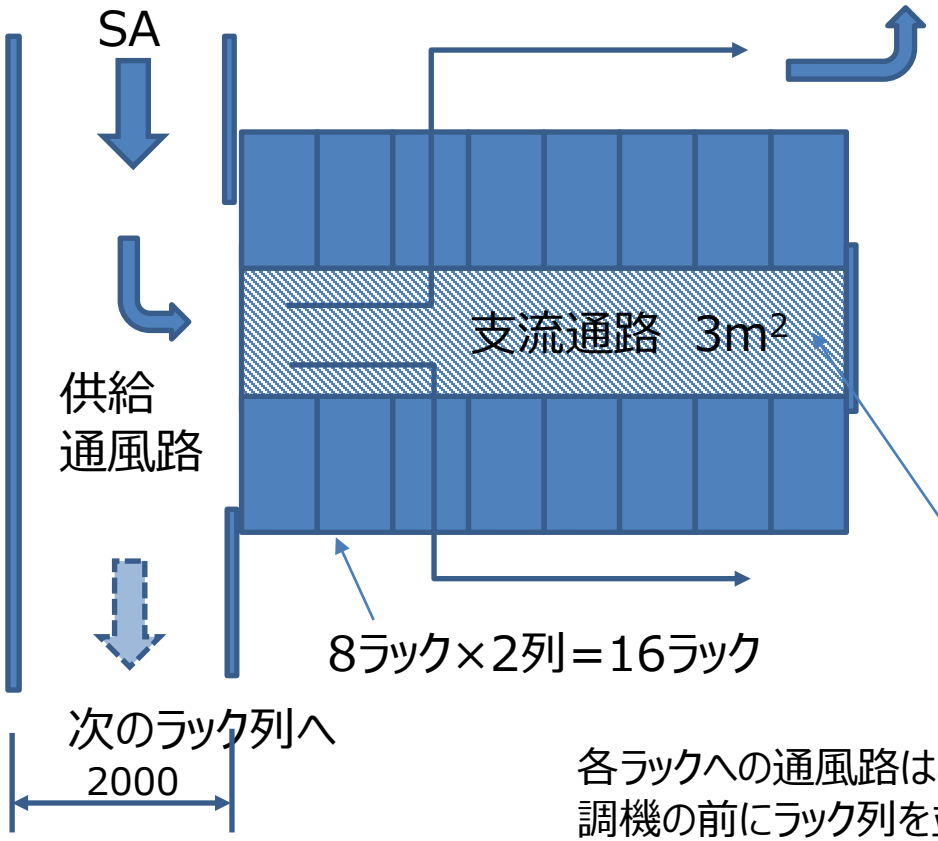
60kW当たり必要な風量は　180m³/h×60kW＝10800m³/h

ガラリ必要数は

10800/675＝16個となる。　コールドアイル内に16個のガラリを設置する。

ラック当たり実負荷2kWで計算しているが、もし4kW実質の場合、コールドアイル内すべてガラリを配置してぎりぎりとなる。したがってフリーアクセスの場合は4kWが上限と考えられる。
但しフリーアクセスの高さや方式により変わってくると考えられる。

14ラック2列の冷却は8kW/ラックになると大変難しい。
対策としては、ラック列を短くすること。8ラック列が望ましい。かつ通風路とラック列をメインとサブに分けて、供給の通風路とラック列の通風路を直交させる。

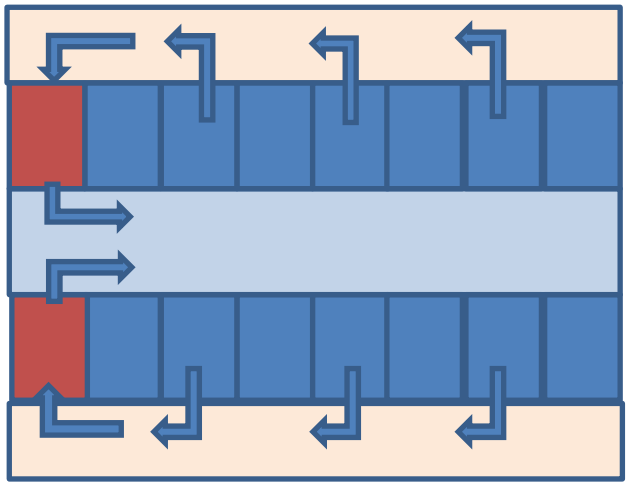


8ラック×2列＝16ラック
16×8kW＝128kW
128000/(1008×15℃×1.2)で計算
約7m3/sec. 25000m3/h
風速は7m3/3m2=2.3m/sec.となる。

風速2.3m/sec

各ラックへの通風路はどのﾗｯｸも一定である。一般的な空調機の前にラック列を並べると遠くのラックへの冷気の供給と手前のラックへの供給は通風路の長さが異なる。

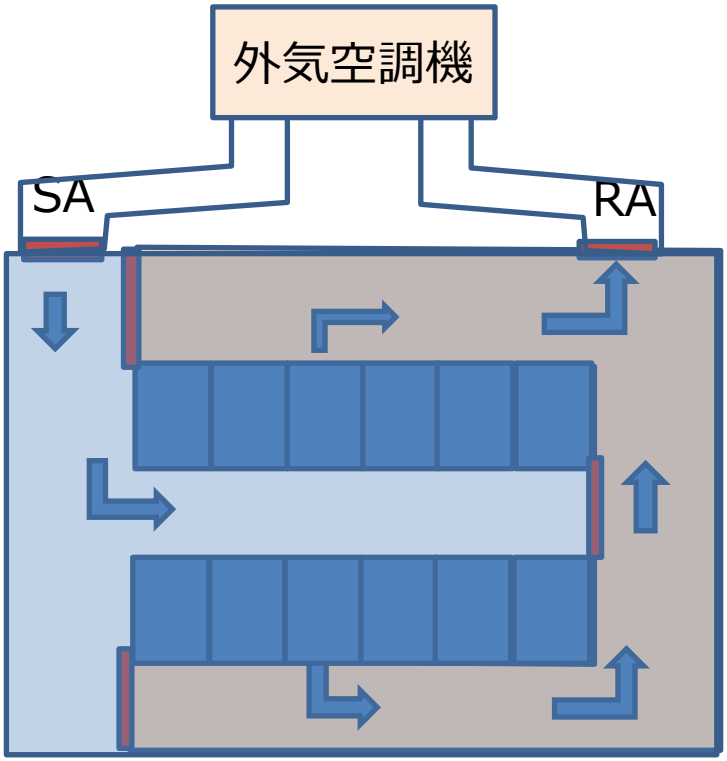
ラック列コールドアイル空間による送風



横吹き出し空調

ラック列間のコールドアイル空間を用いて
冷気を供給することにより風量が十分に確保できる。

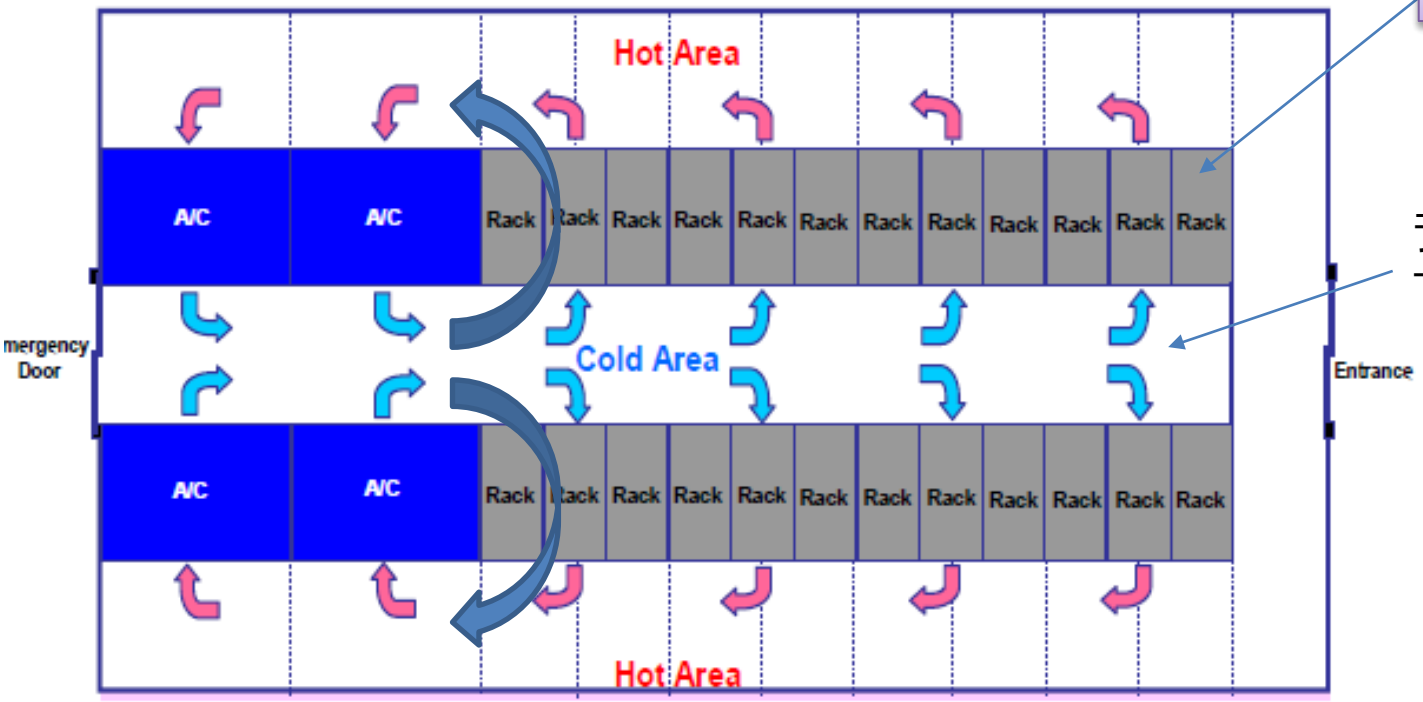
ラック列1200×高さ3500=4.2m^{2}空間が使える。
風速2m/sで84kWの熱が移送できる。



櫛形空調

（例４）２４ラックサーバ構成（196KW）

空調能力：２８KW　X　８台（n＋1）　８KW／ラック

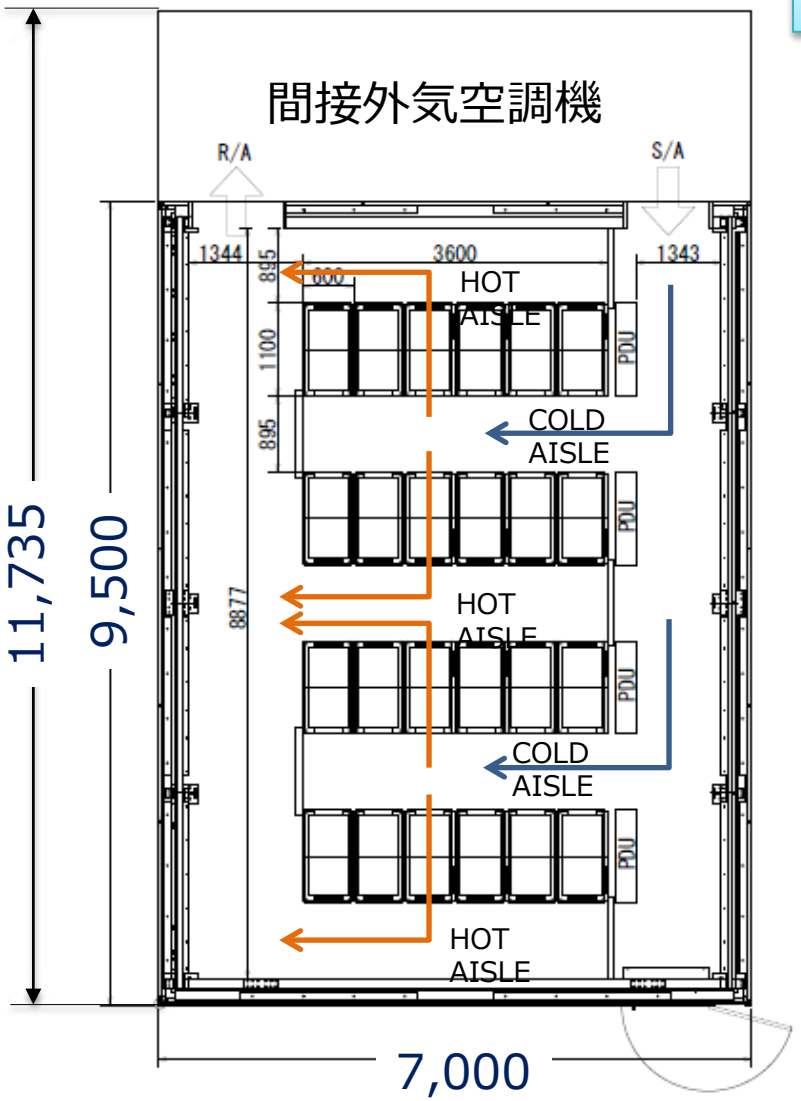


スラブ設置

ラック列のコールドアイルで冷気を供給する。

東芝資料より

モジュール型データセンター仕様　くし形フロー



エアフローは上下ではなく、横に回す。スラブ設置

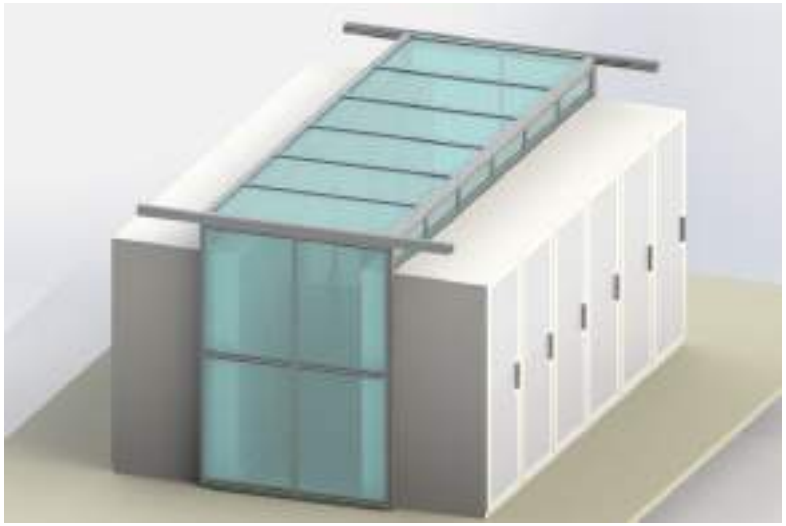
【モジュール寸法】
- ■全体モジュール　：W7,000×H3,800×D11,735
- ・サーバーモジュール：W7,000×H3,800×D9,500
- ・空調モジュール　　：W7,000×H3,800×D2,235

【サーバーラック概要】
- ■1ラック容量：8kW
- ■1モジュールラック数：24ラック
- ■1モジュール容量：192kW
- ■ラック寸法：W600×H2,000×D1,100？

【空調概要】
- ■空調方式：間接外気空調機
- ■空調能力：250kW
- ■給気風量：42,500m^3/h
- ■消費電力：36,7kW$_{max}$

CFD解析を行い、コールドアイル、ホットアイルの最適化が必要である。

第10章　ホットアイル・コールドアイル自立型コンテイメント
楽Qubic システム



自立型コンテイメント例

天井コンテイメント例

ホットアイルとコールドアイルをなぜ分離するのか？

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

空調機⇒サーバ吸気⇒サーバ排気⇒空調機へのエアフローを作り、回り込ませない。
排気と冷気が混ざるとサーバ吸気温度が上がり、熱だまりが生じる。

新設・既設を問わずコンテインメントを用いてエアフローを分離させる。
データセンター・電算室それぞれの設置箇所、建物要求事項にあったエアフローを行う。

ホットアイルとコールドアイルの分離方法は、大きく二通りがあります。

ホットアイルのシールド
コールドアイルのシールド

フロアや天井とエアコンの設置環境により
最適な選択が必要です。

ポイント
ホットアイルシールドはある程度の密閉度が必要。ホットアイルに漏れがあるとサーバ吸気側の温度を上げてしまう。新設の場合はこの方式が優れる。
通路も含めてコールドアイル空間が広く取れる。サーバに十分な冷気を供給できる。
コールドアイルシールドはエアフローをスムーズ流せることが主眼である。少しの洩れは問題ないと言える。冷気がすこし排気側に漏れても、コールドアイル側が正圧であればサーバの冷気側に排気が回ることはない。また空調機へのレタン風量が確保できるので空調機が空運転しなくなる。既設への導入が容易である。

設計コンセプト

1. 増大する発熱に対応できるコンティメントの開発
   十分な風量をサーバに提供できること。
   正圧調整パネルによる風量調整
2. 自立型、天吊り型両対応化
3. 誰でも工事が容易であること。
4. 高さの異なるラックでもコンティメントを容易に実現できること。
5. ラックへの固定をしない自立型コンティメントが実現できること。
6. フリーアクセスだけでなくスラブ設置にも対応できること。
7. コンティメント工事の施工後にラック搬入が可能な方式
   スラブ設置でかつHP社やVBLOCKのようなRSA*に対応した設置が可能であること。
   キッティングしたものを後から順次増設していく。

*RSA
インテルが提唱しているラックスケールアーキテクチャーでネットワーク機器、サーバ、ストレージがラックとして完成しているもの。容易に導入し稼働ができる。有名な製品ではVblockがある。

サーバルームの発熱をスムーズに空調機に戻す

サーバルームの発熱量が増加しつつある。その結果として発熱量の大きいラックは熱だまりができ、吸気温度が上がり、最悪サーバがダウンするか、所定の寿命が得られなくなる。また熱だまりかあっても空調機の能力を上げるか、台数を増設することで回避はできるが、増設場所が確保できるか、確保できても空調効率は悪くなる。すなわちPUEが悪くなる。一般に空調を配置してラックの吸気と排気を分離しない場合はPUEは2～3となる。きわめてエネルギー効率が悪い。以下に対策方法についてまとめる。

対策

①サーバラックのホットアイルとコールドアイルを分離する。コンテイメントの実施。

②コンテイメントは既存のサーバフロアの場合は、ホットアイルをカバーするコンテイメントは難しい。・・・空調機へのレタン困難

③コールドアイルコンテイメントを行う。

④サーバラック内のサーバ未実装スペースにブランクパネルを設置する。またラックのマウントアングルの両脇をヒートシャッターで排気熱が還流(RC)しないようにする。ただしサーバラックの発熱量とコールドアイルの必要風量がバランスしている場合はRCについては神経質にはならなくてよい。コールドアイルのバイパス(BP)をなくすことで良い。

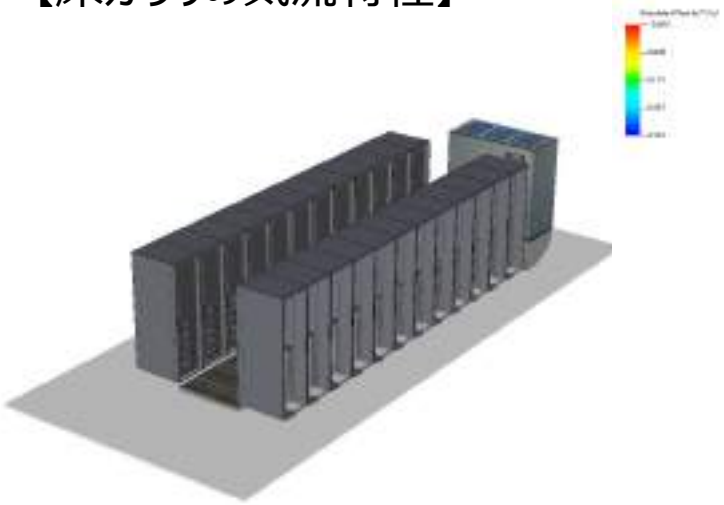
次ページにコンテイメントが無い場合の気流解析結果を示す。

また次にバイパス(BP)と還流(RC)について説明します。

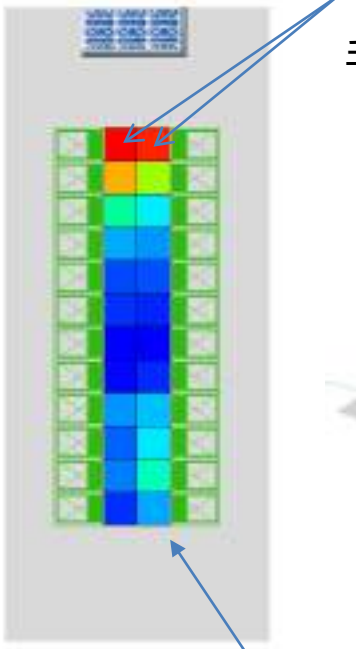
コンテイメントが無いとフリーアクセスの風量ムラが出る。

フリーアクセスの課題　　気流解析結果

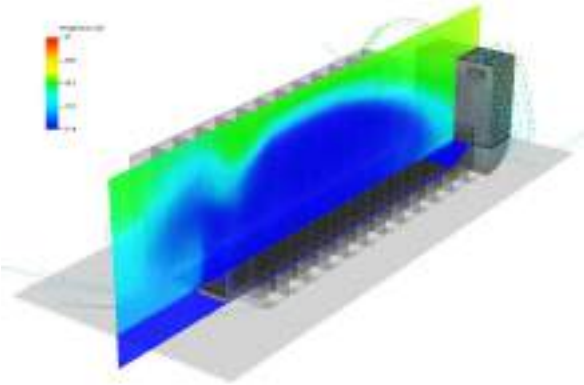
【床ガラリの気流特性】



・1列　12ラック
・4kW/ラック仕様

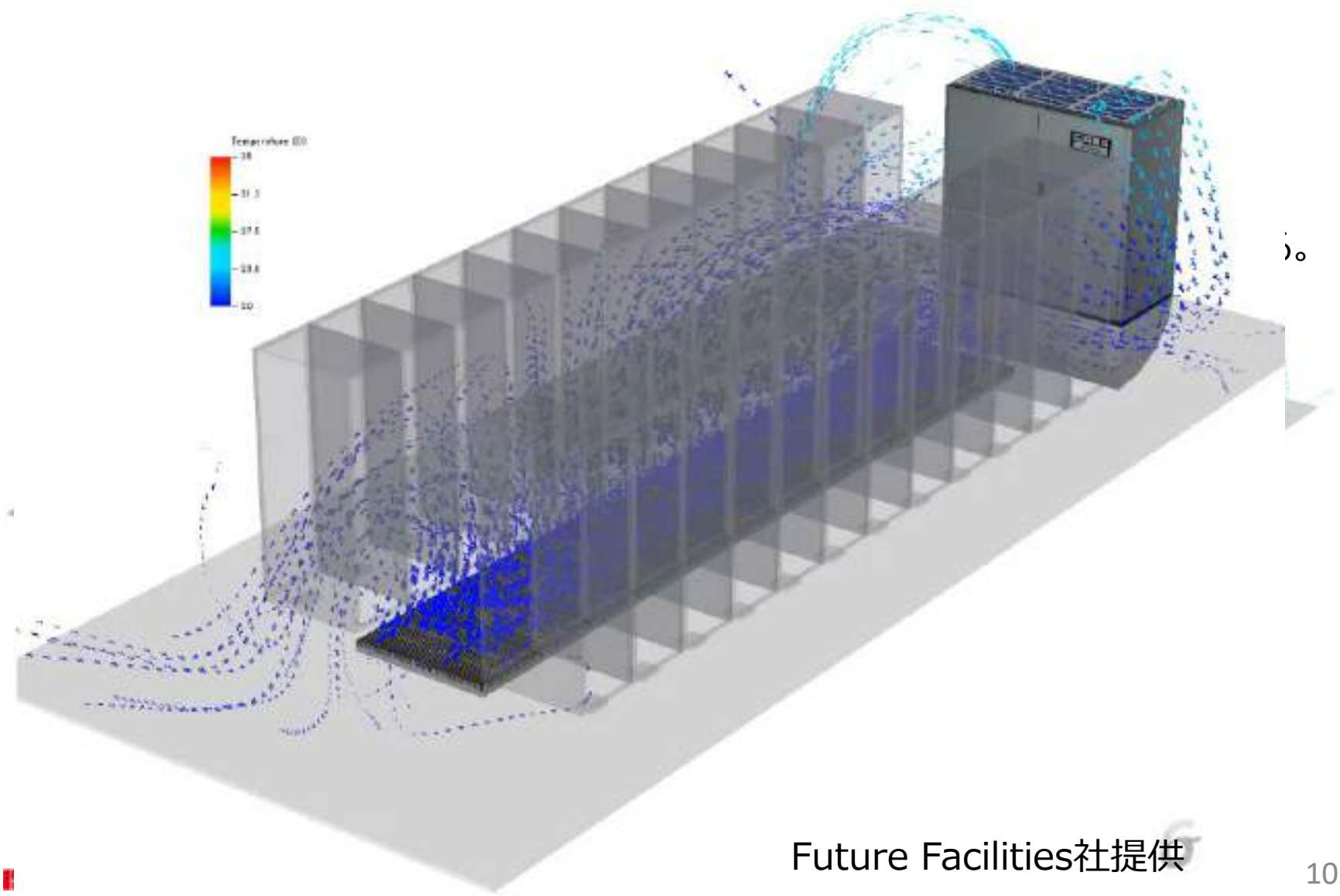


誘因箇
手前のガラリは逆流している。



ガラリ毎にムラが大きい。
必要な風量を各ラックに供給できない。

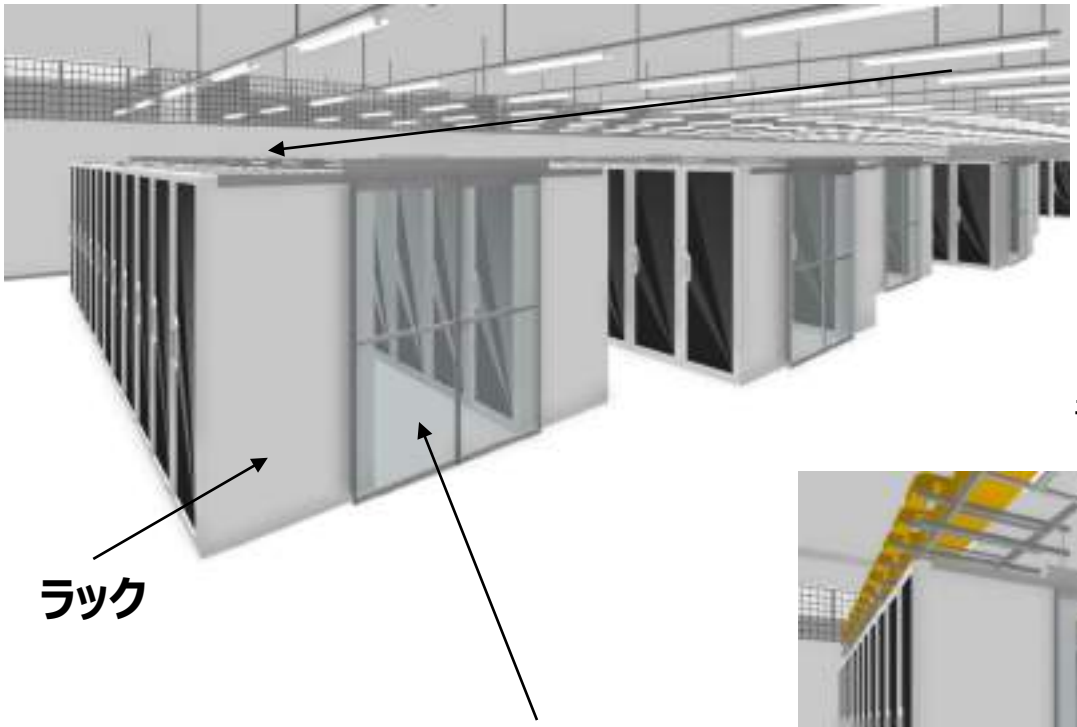
Future Facilities社提供



Future Facilities社提供

Shinohara Confidential

コールドアイルのラック間にカバーする。
通路は引き戸タイプを用いてホットアイルと分離する。



通路天井：アルミフレーム天井
（不燃シート貼付け又は透明ポリカ）

ラダー取付後イメージ

ビニールカーテン

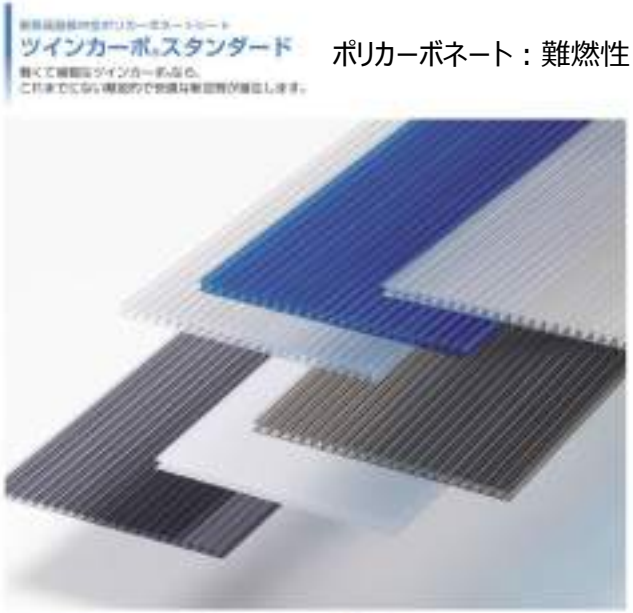
通路暖簾型使用部材

・防炎性
・帯電防止効果
・透明性

Shinohara Confidential

キャッピング使用材料

天井パネル・建具パネル



ポリカーボネート：難燃性

スタンダード（最大寸法W2,000×H4,000）					
カラー ＼ 板厚（ミリ）	4	4.5	6	10	16
クリア	○	○	○	○	○
ブロンズ			○		
グレー	○				
乳半	○	○	○	○	○
ブルー	○		○		
クリスタルグリーン	○		○		
クリアフロスト	○	○	○	○	

施工例

パネル無

パネル有

施工前

透明部：ツインカーボパネル

施工後

展示用パネル防炎認定について

当例子のポリカーボネートシートは、防炎製品認定委員会により認定され、(財)日本防炎協会より交付されている防炎認定ラベルの表示が認められる品種があります。防炎製品としてご使用になる場合は、防炎製品ラベルの表示が必要となります。防炎製品ラベルの表示に関する注意事項・その他詳細に関しましては、販売店にお問い合せください。
なお、この認定は展示用パネル用途にのみ適用されるものです。

フロア全景

写真提供　さくらインターネット様
2013-12竣工

ホットアイル

天井ファン

天井ファンの様子
通風口パネルと天井ファンを
装着。発熱量に応じて選択して
装着する。

ホットアイルシャッターパネル

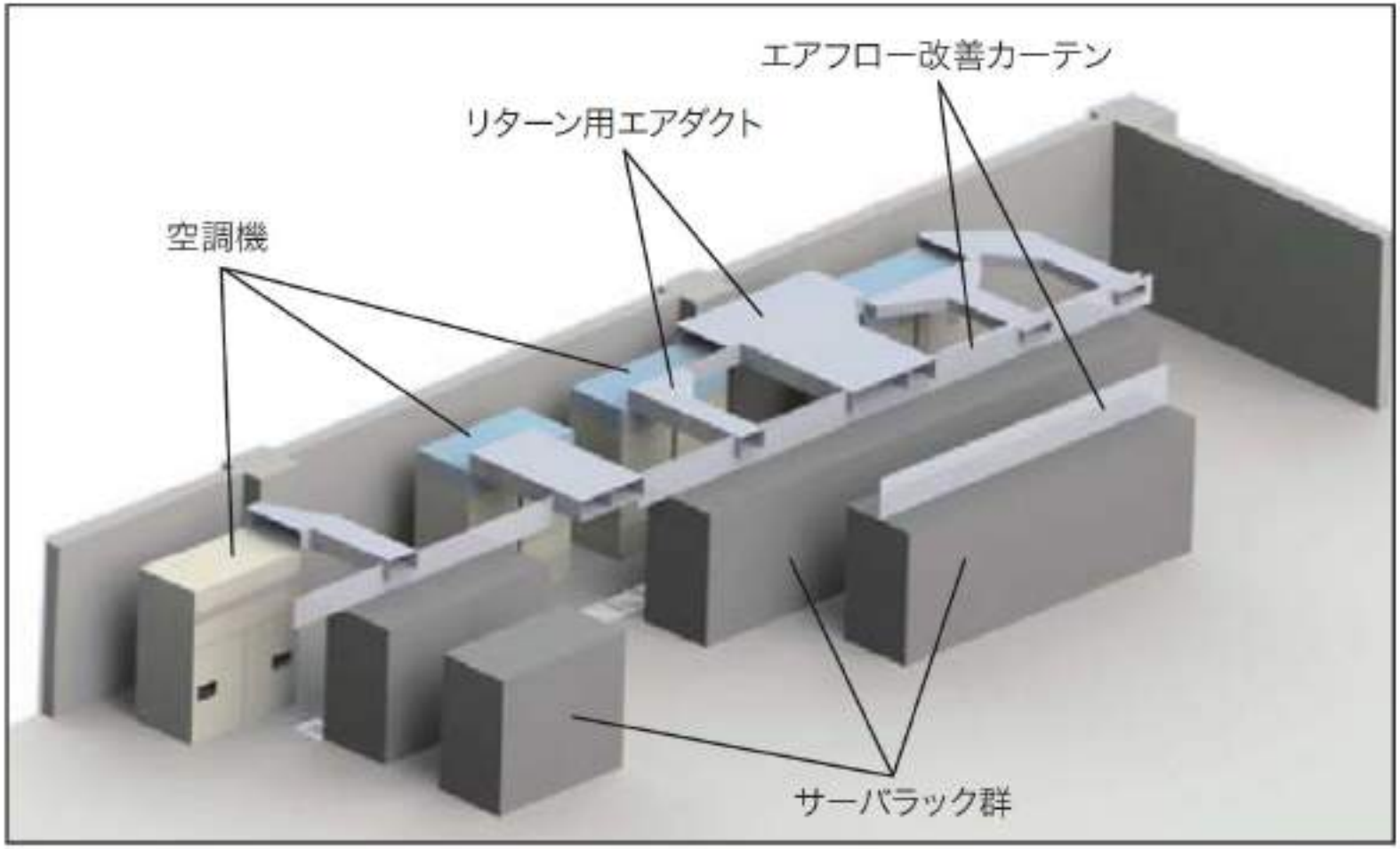
天井ファンの操作部
電源ONOFF/風量制御

通風口パネル
(メッシュパネル)

天井ファン

排熱温度約10℃低減

ラック列と空調機が平行設置の場合は、ダクトを設置して排熱を空調機に戻してやることで排熱温度を下げる。



第11章　ラック設計

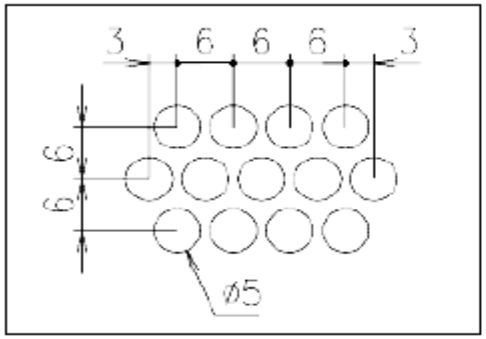
ラックの通風抵抗改善扉の開口率改善

サーバの発熱量が大きくなるとラックファンの風量を上げる必要があります。
また扉の開口率も確保しておく必要があります。ラックファンの風量を上げても
扉の開口率が悪いとサーバに必要な風量を確保できなくなります。
下表は参考計算した開口率と許容発熱量の違いです。
85%とすることで約10%許容発熱量を上げることができます。

開口率	開口面積 前後面合計値	
65%	1.6m^2	10kW
76%	2.0m^2	12kW
85%	2.14m^2	13.2kW

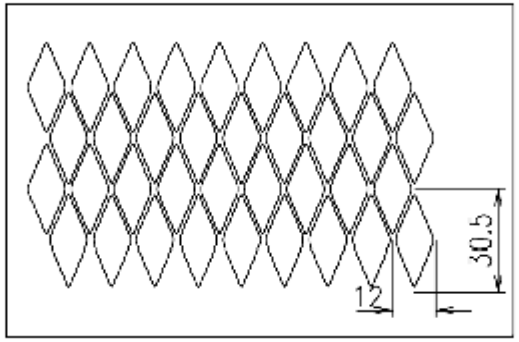
サーバの吸気温度の改善･･･扉の穴あき形状による開口率一覧

強制空冷には扉の開口率が重要です。できるだけ開口率を上げることで吸気温度を下げることでエネルギーコストの低減につながります。
ハニカム穴が大変優れている。メッシュの幅を極限(通常1.0程度を0.7にする)まで小さくすることで、開口率を78.8%が可能。



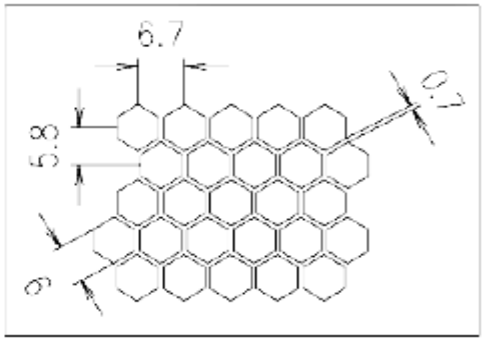
標準ドア

パンチングパネル
開口率 63%



エキスパンドメッシュ

開口率 77.6%



ハニカムメッシュ

開口率 78.8%

エキスパンドメタルの場合は、開口率を確保するには穴のピッチ寸法が大きくなる。また変形しやすいので扉には向かない。天井等で使われる。

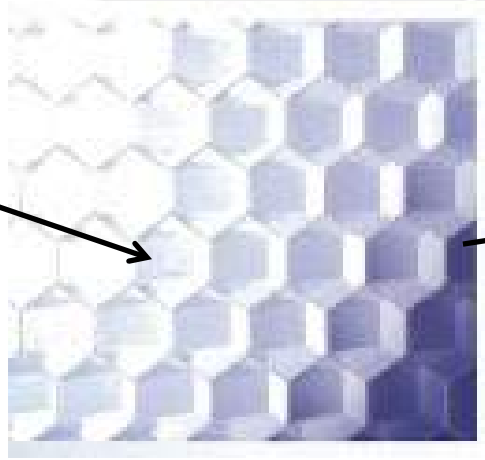
Rittal資料より

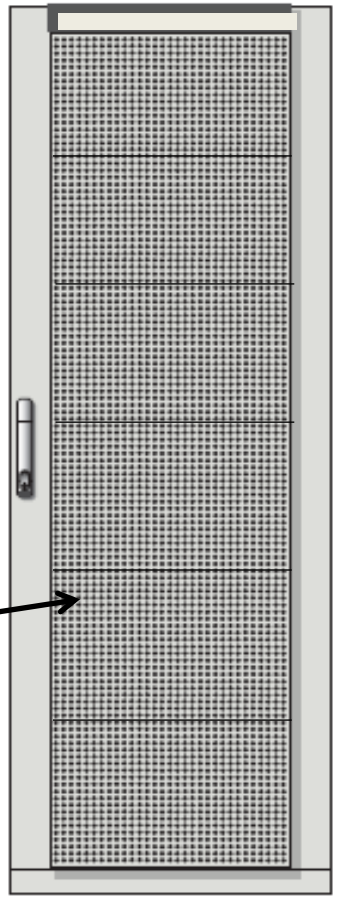
ハニカムコアにすることでさらに開口率95%以上に高めることができる。

開口率の向上　ハニカムコア扉

ハニカム穴の開口率は、最大でも80%が限界である。さらに開口率を上げることで吸気温度上昇を抑え、サーバフロアの空調温度を上げることが可能となる。
アルミハニカムサンドイッチコアを活用することで、アルミハニカム厚さを0.2程度まで可能となり、開口率は95%以上が実現可能である。
セキュリティ面でドアが必要な場合に大変有効である。

開口率95%以上





一般に電子機器、電気機器は温度と信頼性、寿命との間には10℃下がると寿命が2倍となる法則がある。
これがアレニウスプロットと呼ばれるもので、化学変化の速度からくるものである。これに直接影響するのが電解コンデンサである。電源周りには必須の電子部品。半導体では必ずしも化学変化と同一とは考えにくいが、電子機器としては電解コンデンサに左右されることになる。

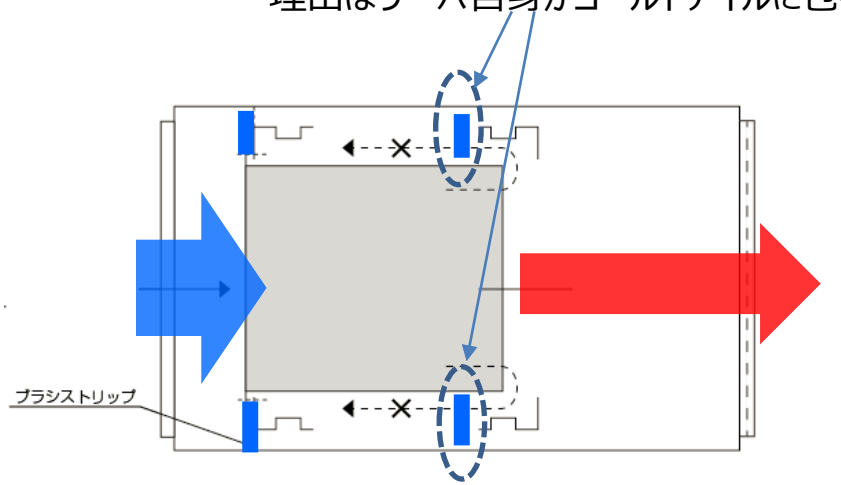
電解コンデンサ　105℃　1000時間の場合

使用温度	寿命	年数
105℃	1000時間	
95℃	2000時間	
85℃	4000時間	
75℃	8000時間	約1年
65℃	16000時間	約1.8年
55℃	32000時間	約3.7年
45℃	64000時間	約7.3年
35℃	128000時間	約15年

第12章　ヒートシャッター

ラック内の短絡　ヒートシャッター　熱の回り込みをシャットアウト！

背面側にヒートシャッターを設けるとさらに良い。
理由はサーバ自身がコールドアイルに包むことができる。



ヒートシャッター

ハードウェアからの排熱を再循環させないヒートシャッター
ブラシタイプで排熱はシャットアウト

ラック間隙間パネルの装着

ホットアイルとコールドアイルのコンテインメントをしっかり行い、空調機のサプライエアーとレタンエアーに差が出る場合、ラック間に隙間があると、圧力の高いところからエアーが大きく漏れ出す結果となる。バイパスエアーBPもしくはリーサーキュレーションエアーRCである。これを防ぐ場合はラック間に隙間パネルを装着し、ラック内の未実装エリアにはブランクパネルを装着するとよい。

ブランクパネル　楽フィットパネル

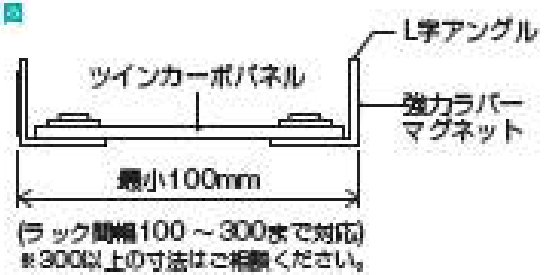
隙間パネル

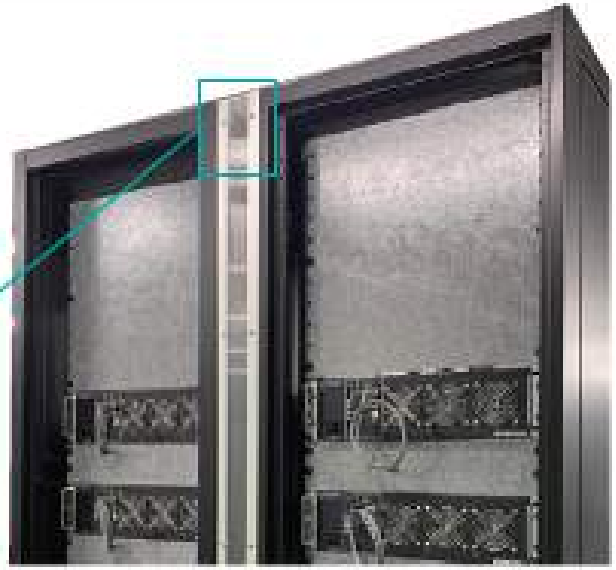
ラック間の隙間をパネルで簡単に埋めることができます。

特　長

- マグネット固定のためラックへの追加工が不要です。
- アルミ材+中空ポリカーボネートで構成しているため、軽量です。
- 5mm程度の調整しろがありますので、多少の寸法差を吸収できます。

■ 断面図





ラック内未実装エリアのブランクパネル・ヒートシャッター・ディフューザー

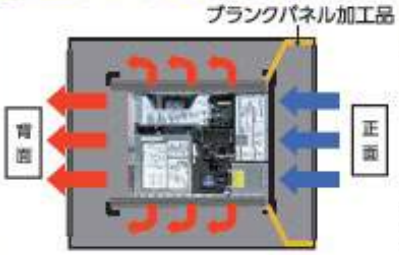
空調効率向上のため、ラック内のサーバが設置されていない箇所にはブランクパネルの取付を推奨しています。また19インチマウントアングルの両サイドの隙間にはヒートシャッターパネルを用意しております。
ラック列間が狭い場合は、背面扉にエアーを上方へ流すためのディフューザーを実装することができます。

ブランクパネル・ヒートシャッター・ディフューザー

コンテインメントの効果をより発揮するため、まだラック内のサーバが設置されていない箇所にはブランクパネルの取付けを推奨しています。

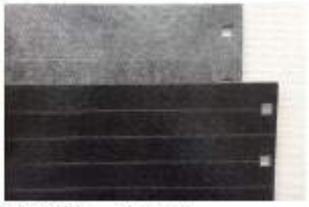
・軽量で取り扱いやすく、保管が容易
・1/2Uごとに「折る」「切る」が自由自在
・工具が不要なため、短時間で設置可能
・材質 ポリエステル繊維系不織布(母材)
・難燃性 UL94 HBF相当
・耐熱温度 120℃

■ヒートシャッター断面



ブランクパネル ハサミやカッターでの切断が容易

ハーフカット加工(1/2U幅ごとに「折る」「切る」が自由自在です)



色：グレー/黒 2色

ディフューザー各種 熱圧縮での形状加工が可能

ブランクパネルとしてだけではなく、排熱のための整流板として加工することが可能です。
形状加工パーツをマジックテープや両面テープ、結束バンドやマグネットテープ等を
組み合わせることで様々な形状を製作することが可能です。

パネルマウントリベット
工具不要で取付け簡単!
・材質：シリコン
・別売品

PP製ブランクパネルよりも軽量で取扱い、保管が容易

他社PP製ブランクパネル 約600g → PET+不織布ブランクパネル 約360g

※20Uあたりの重さ

- 材質　母材：ポリエステル繊維系不織布
  表層：PEフィルム
- 寸法　厚さ2mm×幅482.5mm ×20U/シート
- 難燃性　UL94 HBF相当
- 耐熱温度　120℃

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

板材だけでなく、熱圧縮での形状加工が可能

ブランクパネルとしてだけではなく、
排熱のための整流版として加工することが可能です。

形状加工パーツをマジックテープや
両面テープ、結束バンドやマグネット
テープ等を組み合わせることで
様々な形状を製作することが可能です。

調圧用ブラシ設置例

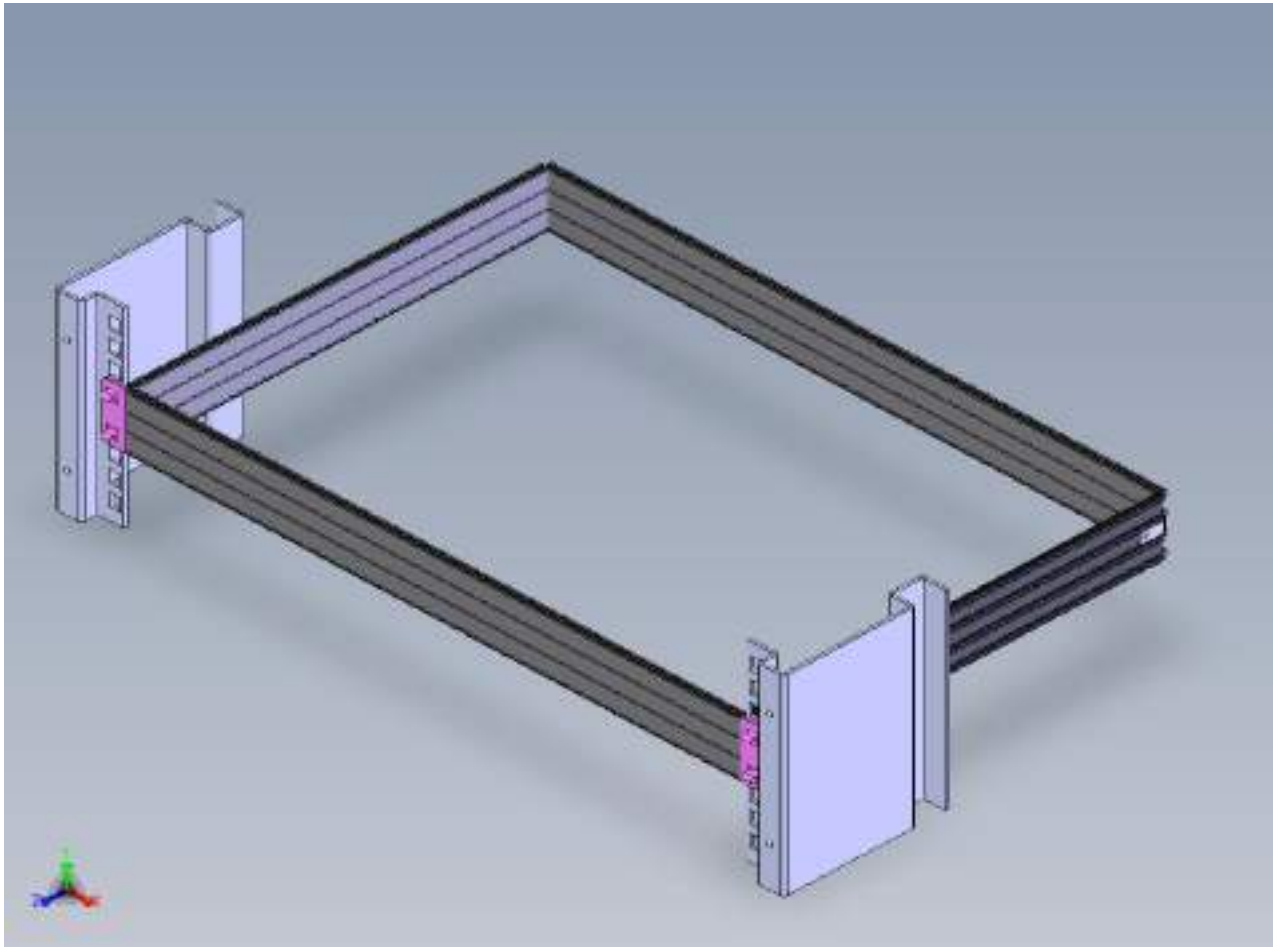
ブラシストリップ側面パネル

ブラシストリップ天板パネル

エアシールドパネル例

SHINOHARA

・断熱性の確保
・箱形の要求
・低コスト
・風量制御
・ｻｰﾊﾞ間の熱結合を
　避ける。



第13章　エッジ時代のモジュラー型・コンテナ型データセンター

分散時代のエッジコンテナDCに求められるもの

エッジDCの設置目的

現在、主流のクラウドコンピューティングの課題を解決する手法が エッジDCになります。

特にリアルタイム性、セキュリティーの対策として有効な手段です。

例えば、山形のスマートフォンからデータを送って
東京で処理して答えが返ってくるまでに約40～100mS 遅延
（いくつものサーバーを経由して辿り着くのが主原因）

遠方にデータセンターがあった場合、処理して答えが返ってくるまでに約1~10mS 遅延

地域に分散して処理速度を上げリアルタイム性を確保したDCが、
エッジDCの設置目的となります。

また、セキュリティーについても、いくつものサーバーを
経由するが故の危うさが課題になりますが、エッジDCは、
その点についても解決します。

エッジDCに求められるもの

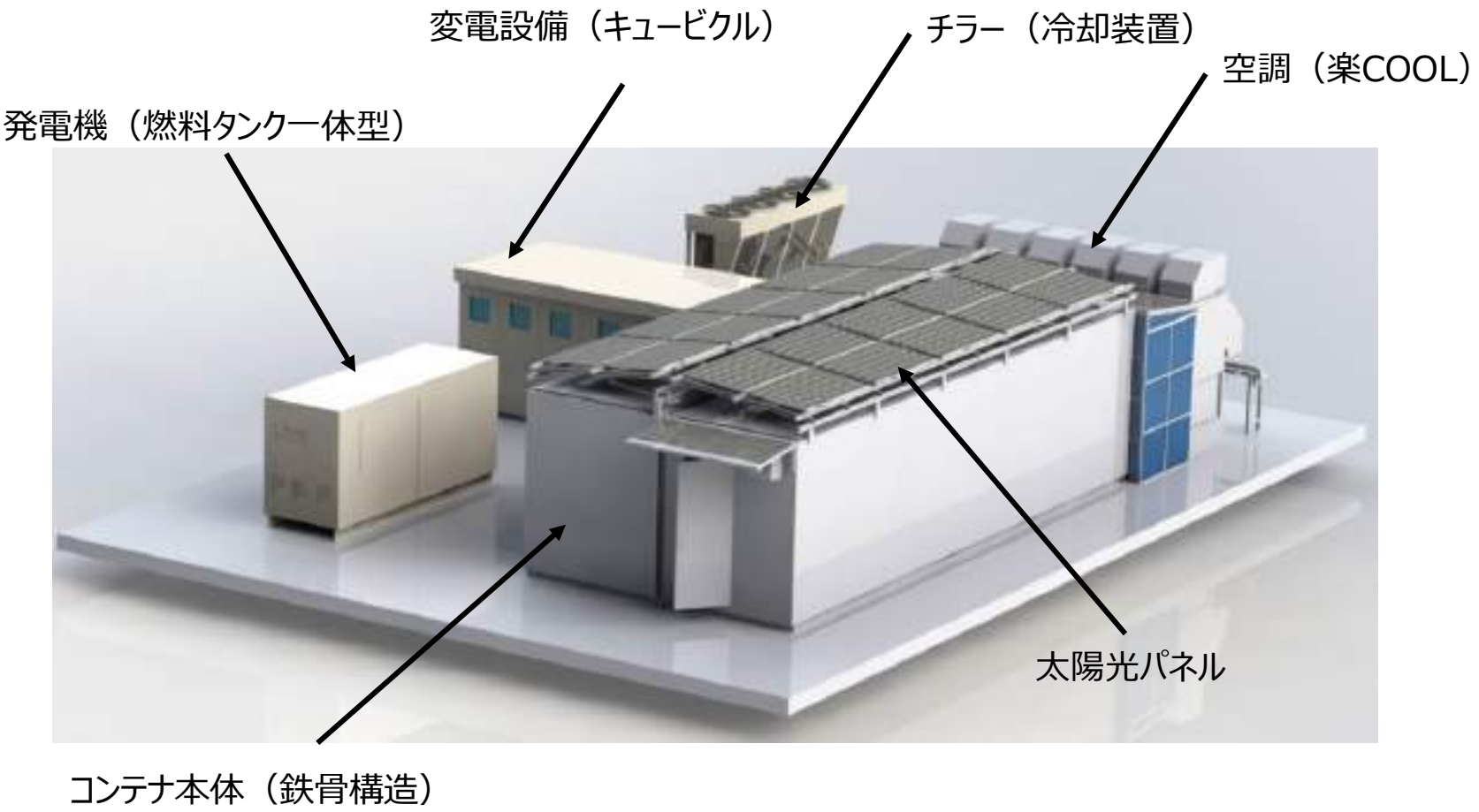
① オールインワンのパッケージDCである事

② 短納期である事

③ 環境に配慮した冷却効率の良い設計である事

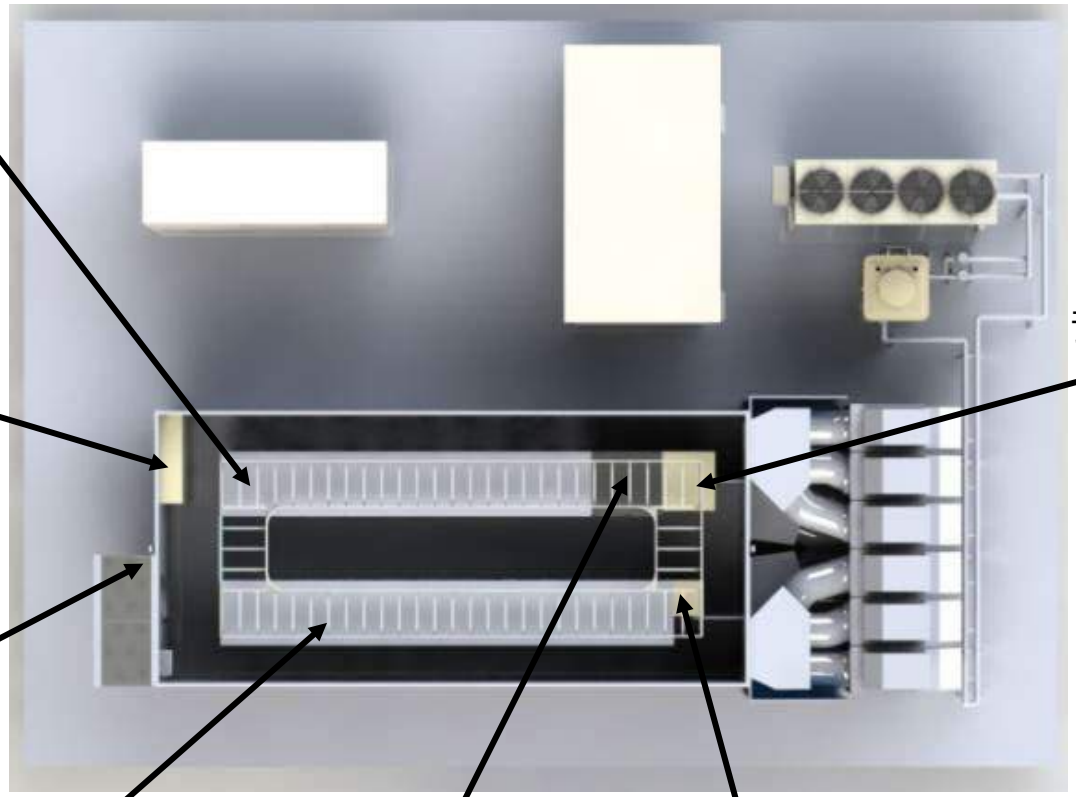
④ 無人運転が可能である事（遠隔監視・モニタリング）

オールインワンのパッケージの参考例

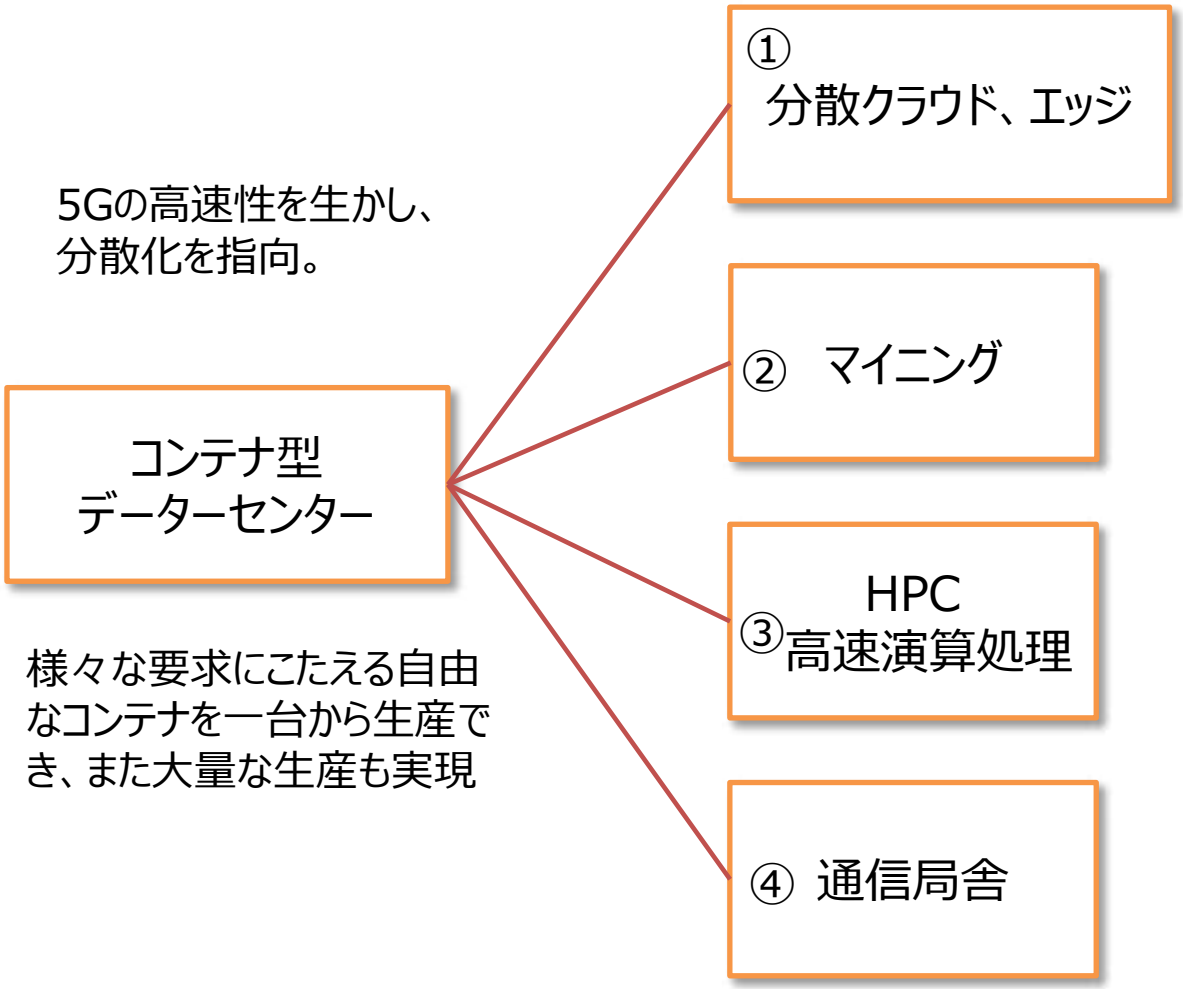


オールインワンのパッケージの参考例

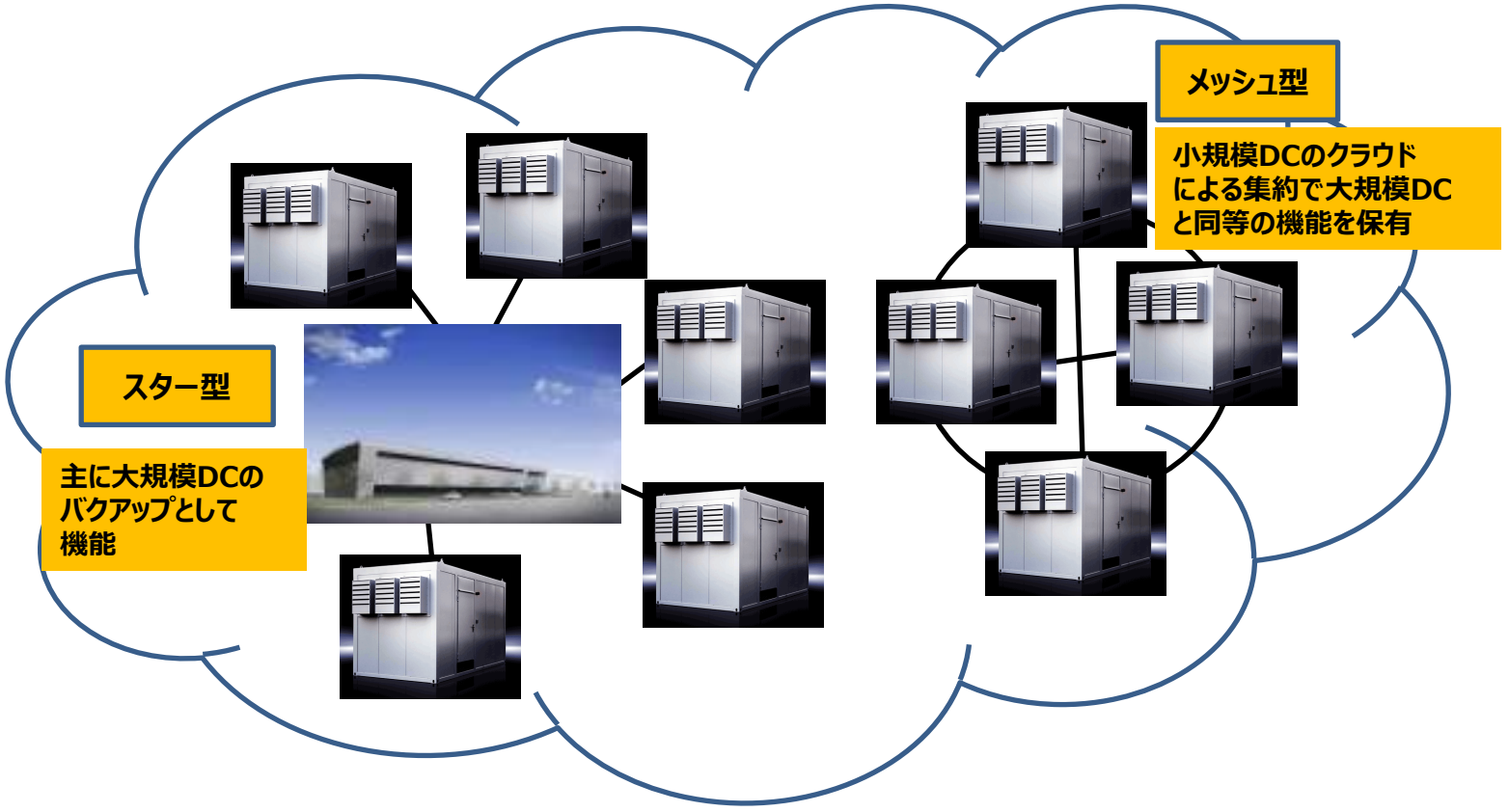
オールインワンのパッケージの参考例



コンテナ型データーセンターの技術展開



分散化データセンターイメージ
低コストで運用コストの低いデータセンターが必要な時代

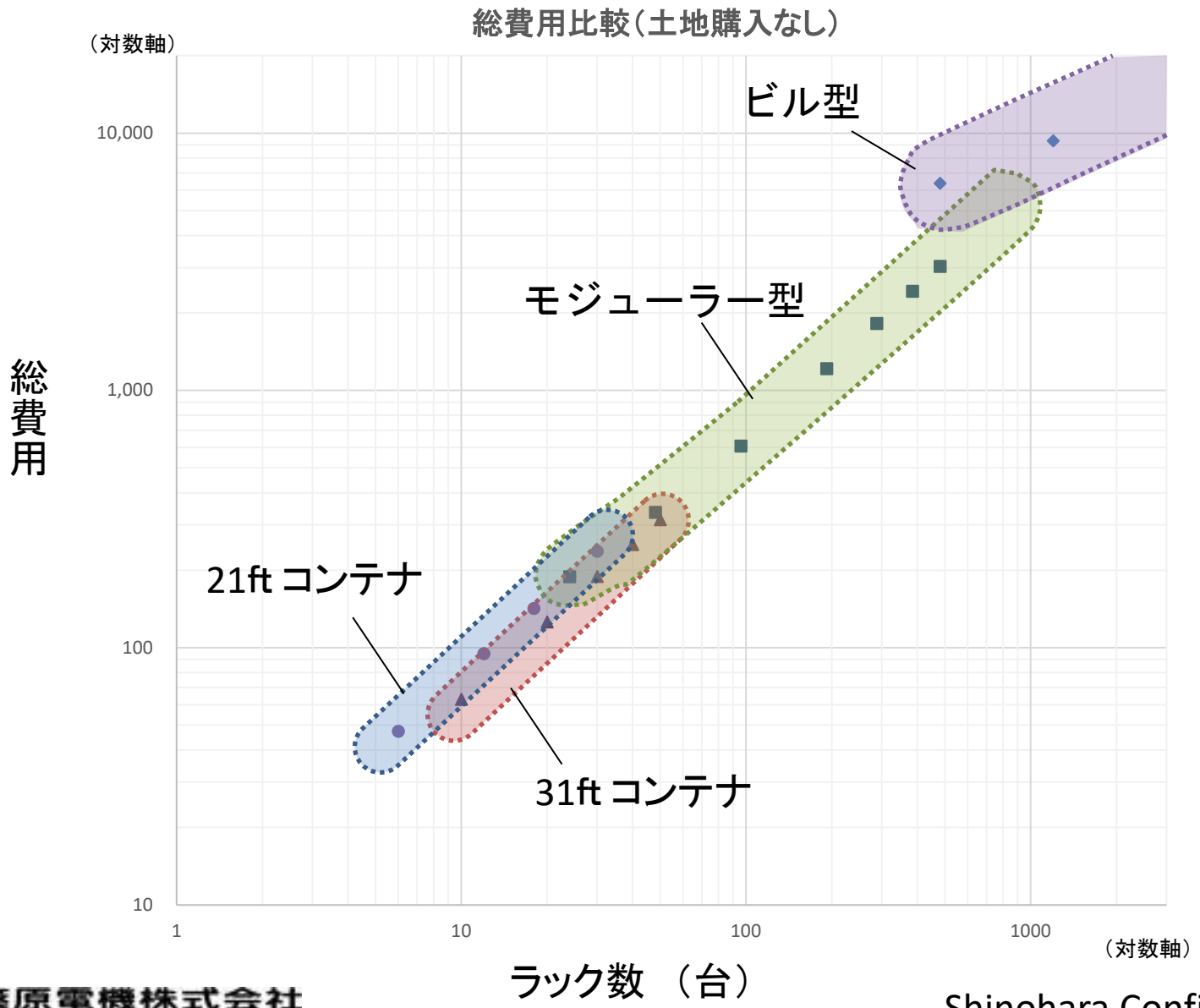


第14章　データセンターのコストについて

ビル型とモジュールコンテナのコスト比較は大変難しい。

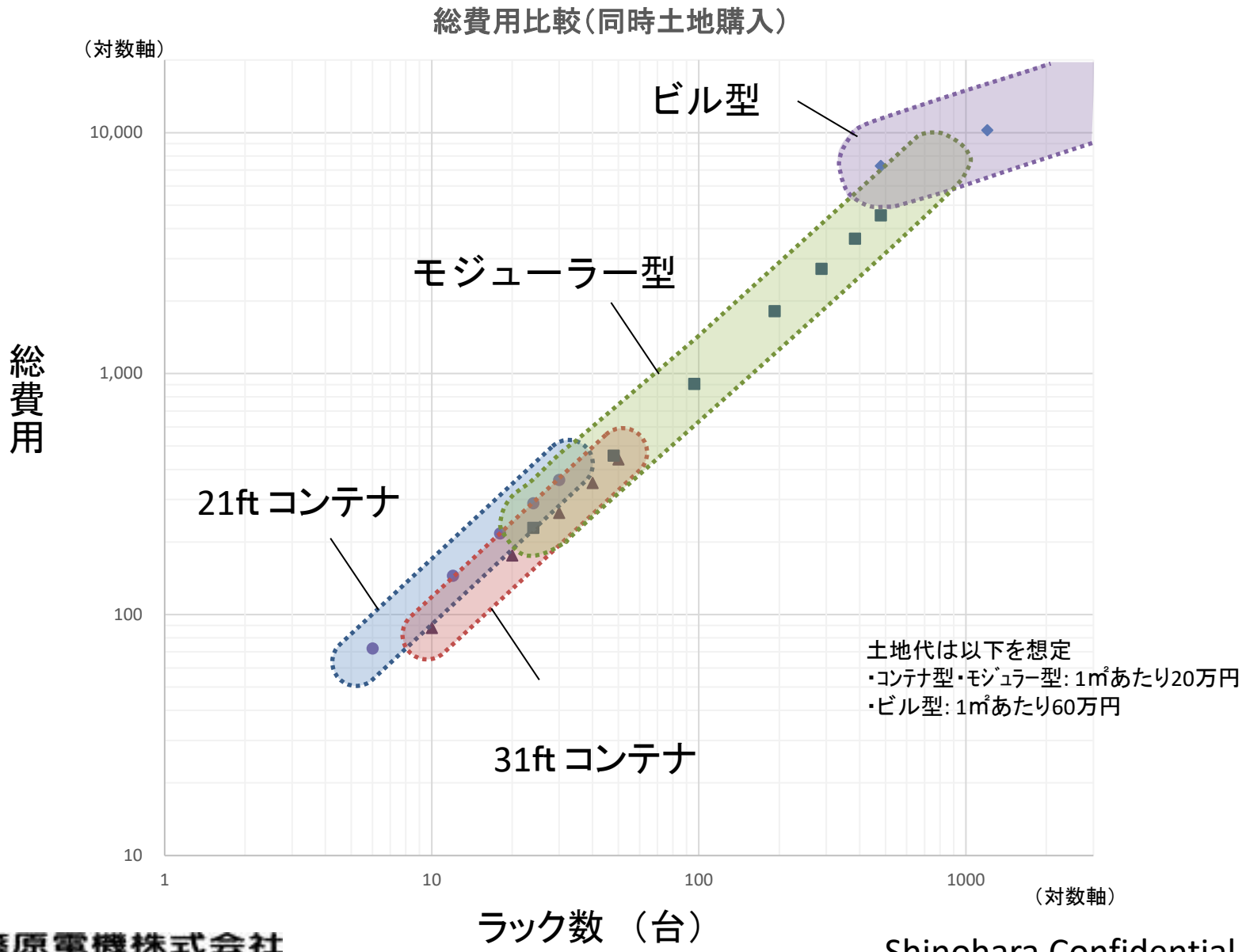
一般にはビル型は1KVAあたり200万円以上といわれています。
コンテナモジュールの場合は、凡そ200万円以下が可能となります。また比較的容易にリニューアルも可能となり、低コスト化につながります。
ただラック数が多くなるとビル型のコストも下がってきます。
1000ラック以下の規模ではビル型は不利かもしれません。
また納期はビル型は約2年から3年かかります。モジュールコンテナDCの場合は約10か月以下で可能となります。設計が終わって量産となるとさらに短納期が可能となります。

このコストはあくまで参考です。しっかりしたデータに基づく資料ではありません。たださらに低コストな提供が望まれています。
コストの低減には新しい差別化技術や効率の良い冷却設計や素材の開発や同じ面積でも多数のサーバ、高性能なサーバが実装できれば競争力が上がります。より優れたデータセンターを作る必要があると思います。空調の省エネだけでなく、トータルな省エネが必要と思います。クラスター技術、コンテナ技術、Kubernetes技術を発展させて、再エネも最適利用していくことでまだまだ進化できると思います。



Shinohara Confidential

価格マップ　（土地同時購入）　　参考



Shinohara Confidential

小型コンテナDCとモジュラーコンテナDCの違い

SHINOHARA

項目	小型コンテナ	モジュラータイプ
ラック数	10ラック以下	20ラックから40ラックまで 必要により20ラック以下も可能
ラックあたりの消費電力	一般に8KW/ラック程度	最大15KWまで可能 DLC冷却の場合は最大40KW/ラックまで対応可能。
PUE	1.2以下	設置場所により1.1も可能
耐震性	◎	◎
外壁強度	外壁が鋼板製	外壁はアルミサンドイッチ
機密性	大変高い	大変高い
構築性	工場で全て構築できる。 内容により、現地工事となる。	現地組立工事となる。内容により工場生産も可能。チラー、チルドタワー等は現地工事が必要
空調方式	天吊り空調も選択可能	様々な空調方式に対応 間接外気空調楽COOL/エアハン+ドライクーラ/リアドア空調/INROW空調/DLC冷却等 地下水冷却の複合も可能

コンテナDCとモジュラーDCの違い

項目	コンテナ	モジュラー
ラック数	10ラック以下	24ラックから50ラックまで 必要により24ラック以下も可能
ラックあたりの消費電力	8kW/ラック	最大12kWまで可能
PUE	1.2以下	設置場所により1.1も可能
耐震性	◎	◎
外壁強度	外壁が鋼板製で頑丈	外壁はアルミサンドイッチで、ハンマーで殴ると凹む。コンテナに比較して弱い。
機密性	大変高い	コンテナよりは弱い。
コスト	ラック数が10ラックを超えるとオーバベッドが出る。	24ラック以上だとコンテナより安くなる。
構築性	工場で全て構築できる。	現地組立工事となる。

タイプ別コスト検討のまとめ

（1）コンテナ型は工場、学校、病院等で敷地内に置く場合に有利である。

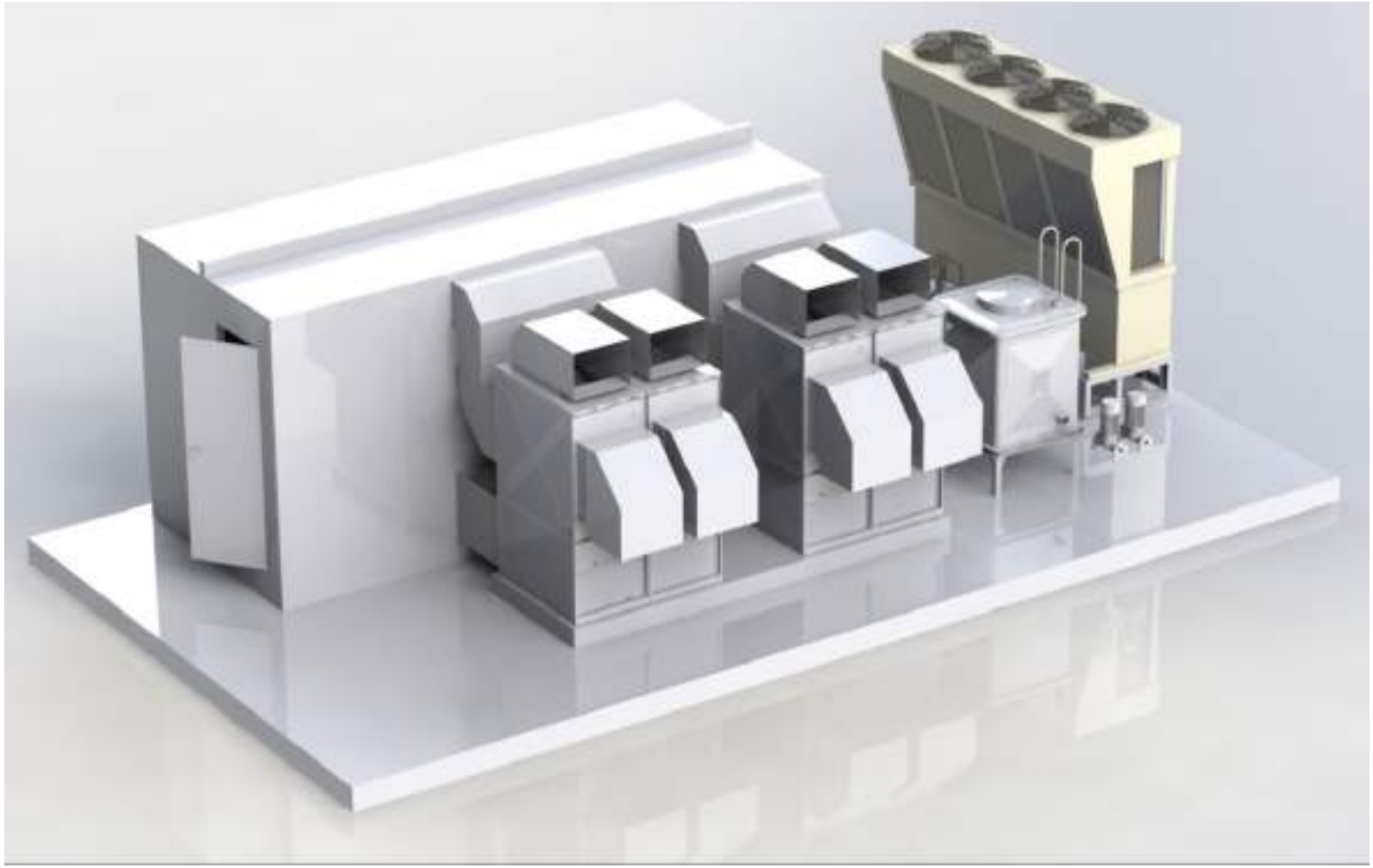
（2）モジューラー型は土地価格が安い都心周辺等の場合は、平屋で横に広げていくのが良いと言える。ある程度ラック数が必要な場合、ラック当たりのコストは安い。

（3）1200ラック規模の新設DCは約100億円規模の費用がかかる。ビルとしては50年程度の減価償却として考えると良いが実際には15年程度で技術革新が激しくなかなか回収が難しい。将来にわたる活用できるフロア設計やHPC対応、DLC対応、液浸冷却の可能な専用フロアの確保等が考えられる。

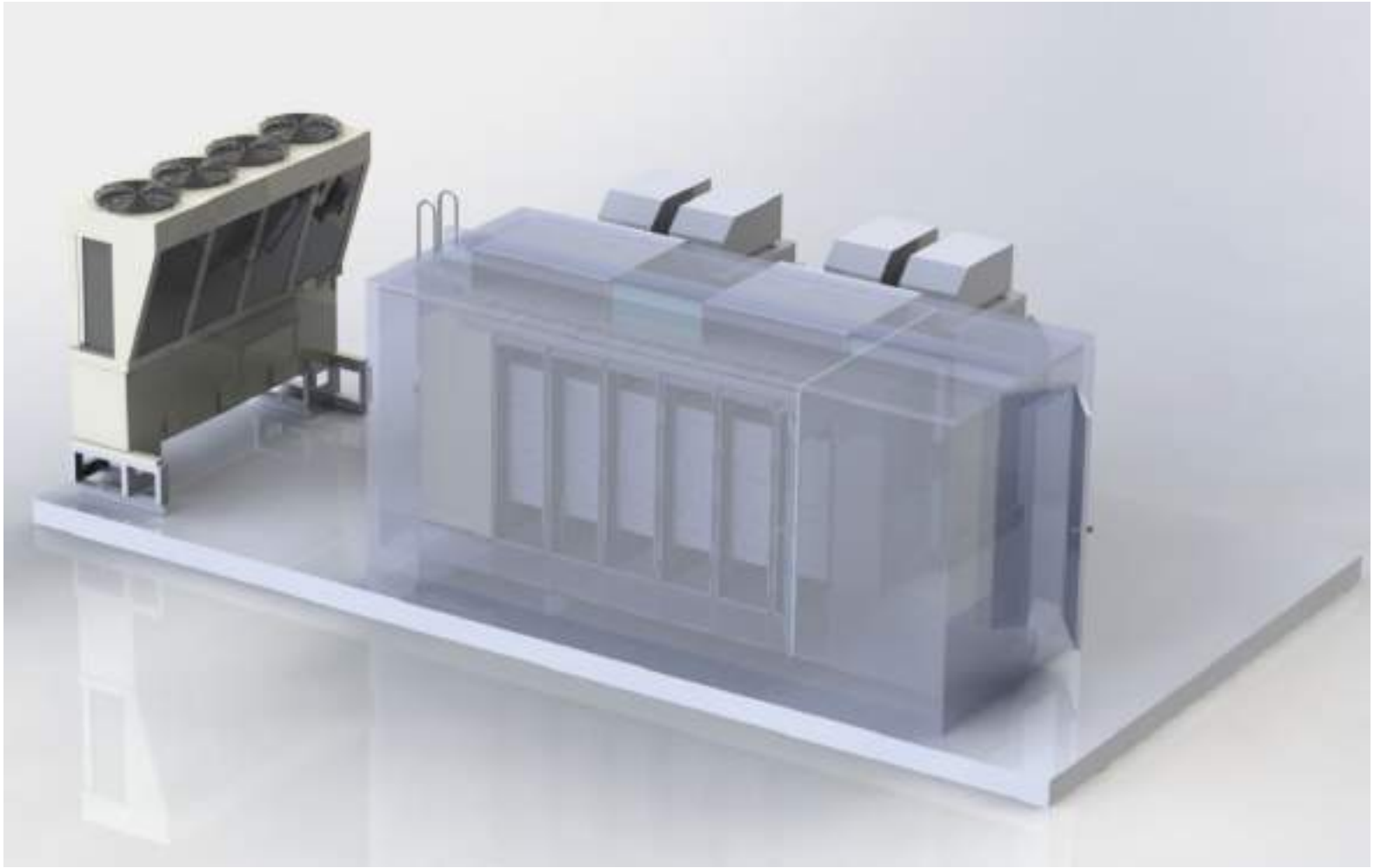
(4)ビル型の場合は、クラウドベースのフロアとHPC対応や生成AI対応のフロアと分けて構築する方法もある。ラック列に配管を通す場合は、漏水対策を考慮した設計にしておくことが必要と考えられる。ただ水が漏水しない、接続コネクタもできており、漏水の危険性は少ないともいえる。配管エリアだけのドレンパン設置も有効と考えられる。

第15章　HPC対応コンテナ型データセンター20ft事例

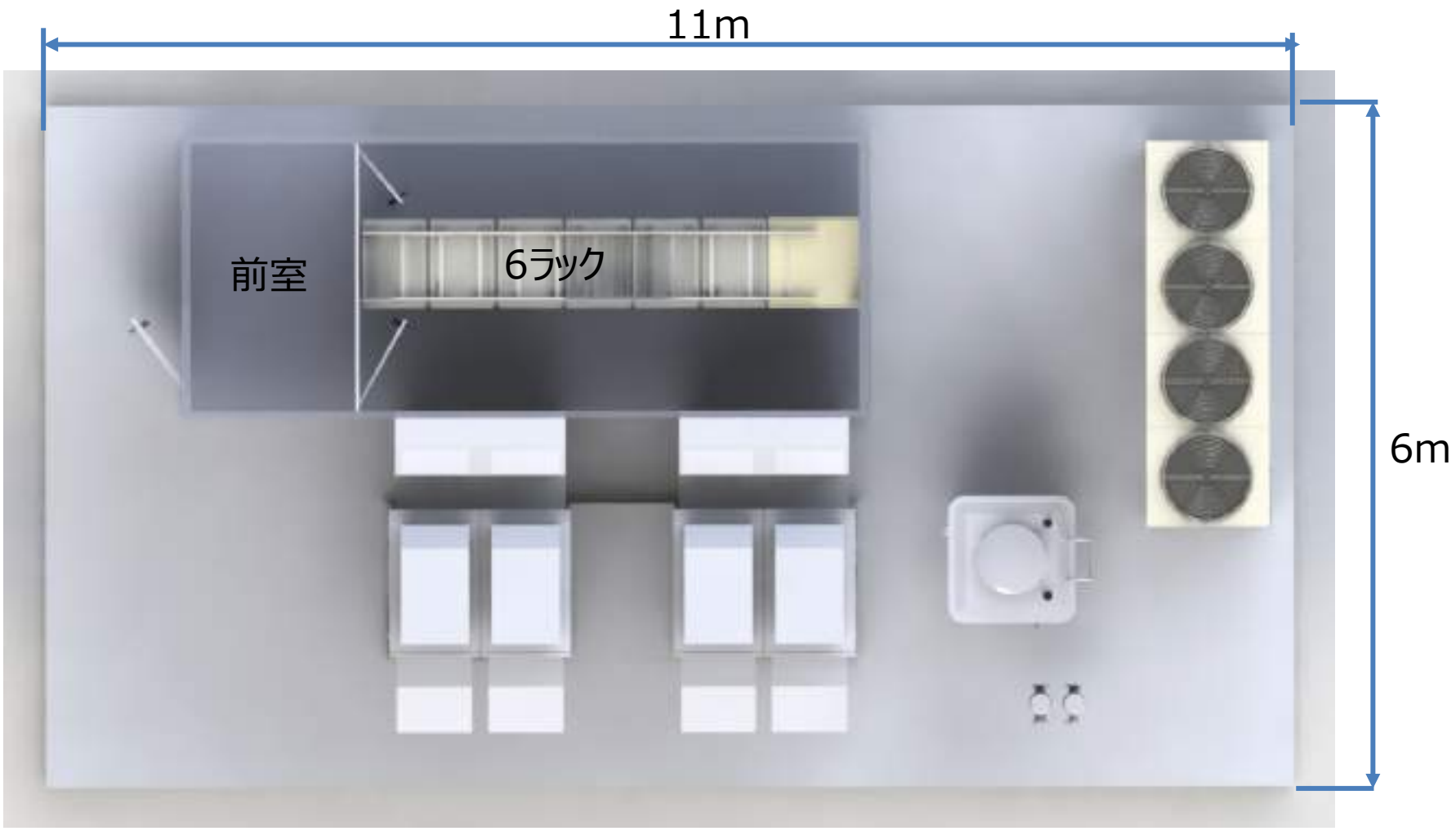
コンテナ全体イメージ

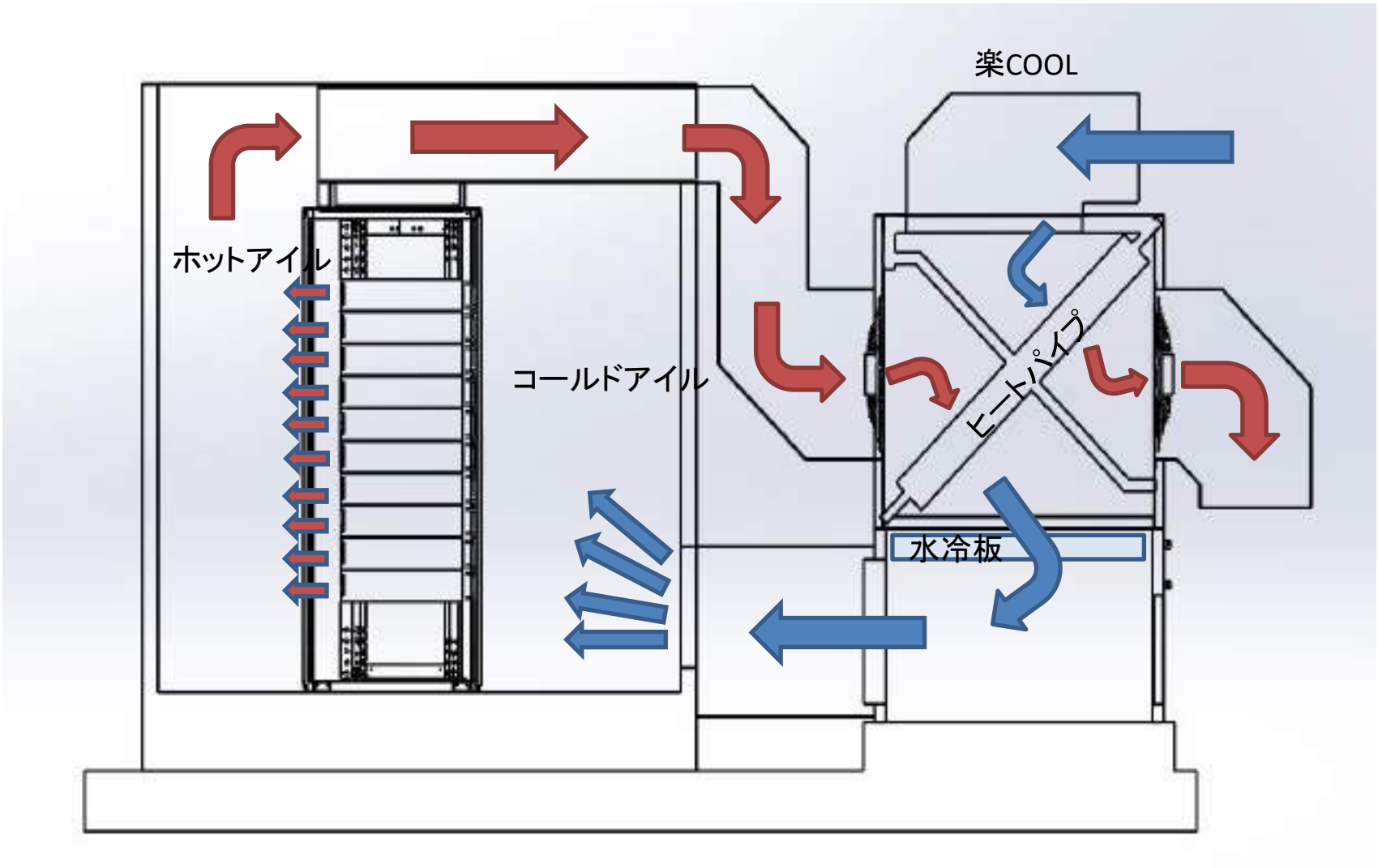


コンテナ全体イメージ



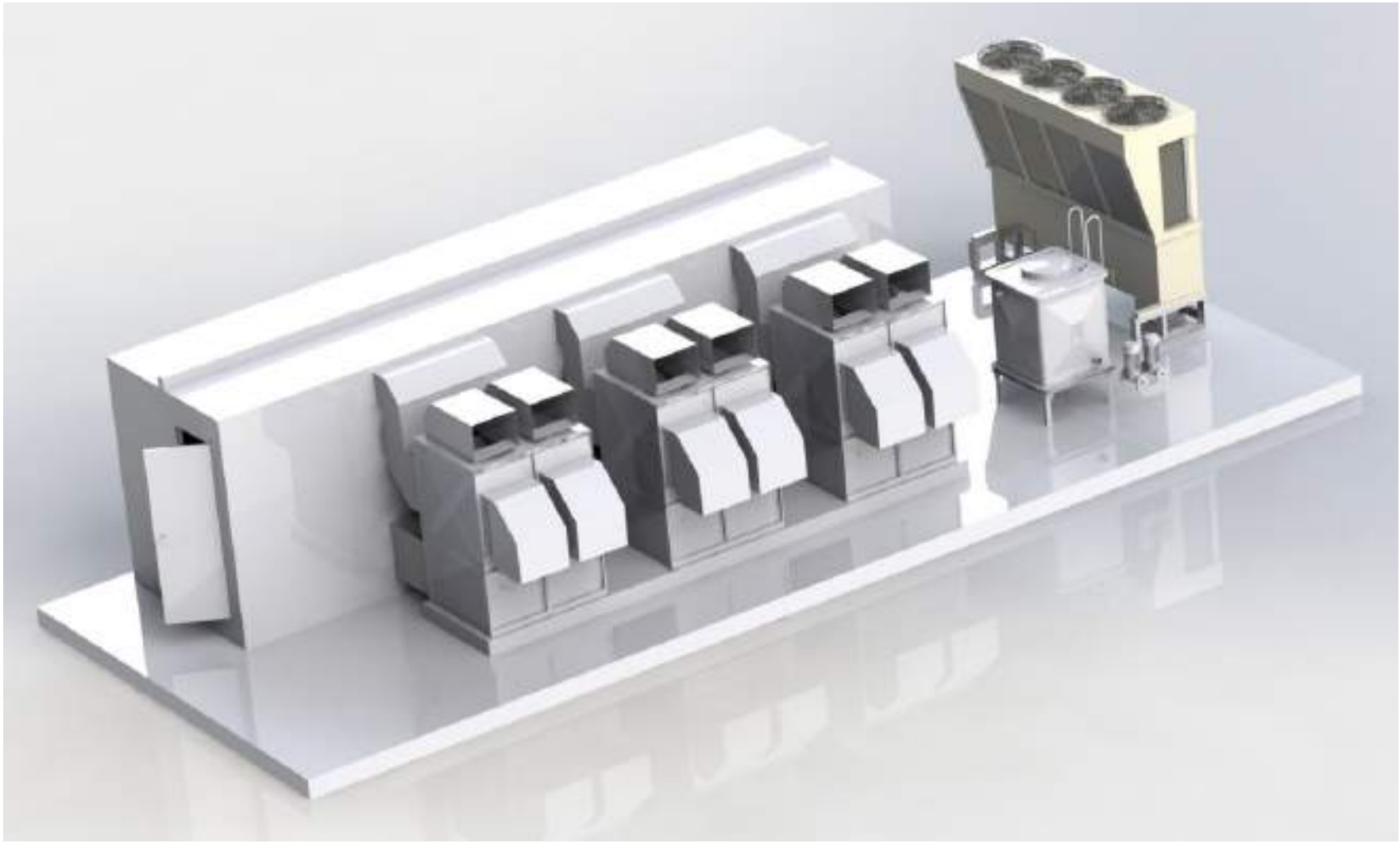
コンテナ平面図と基礎架台寸法



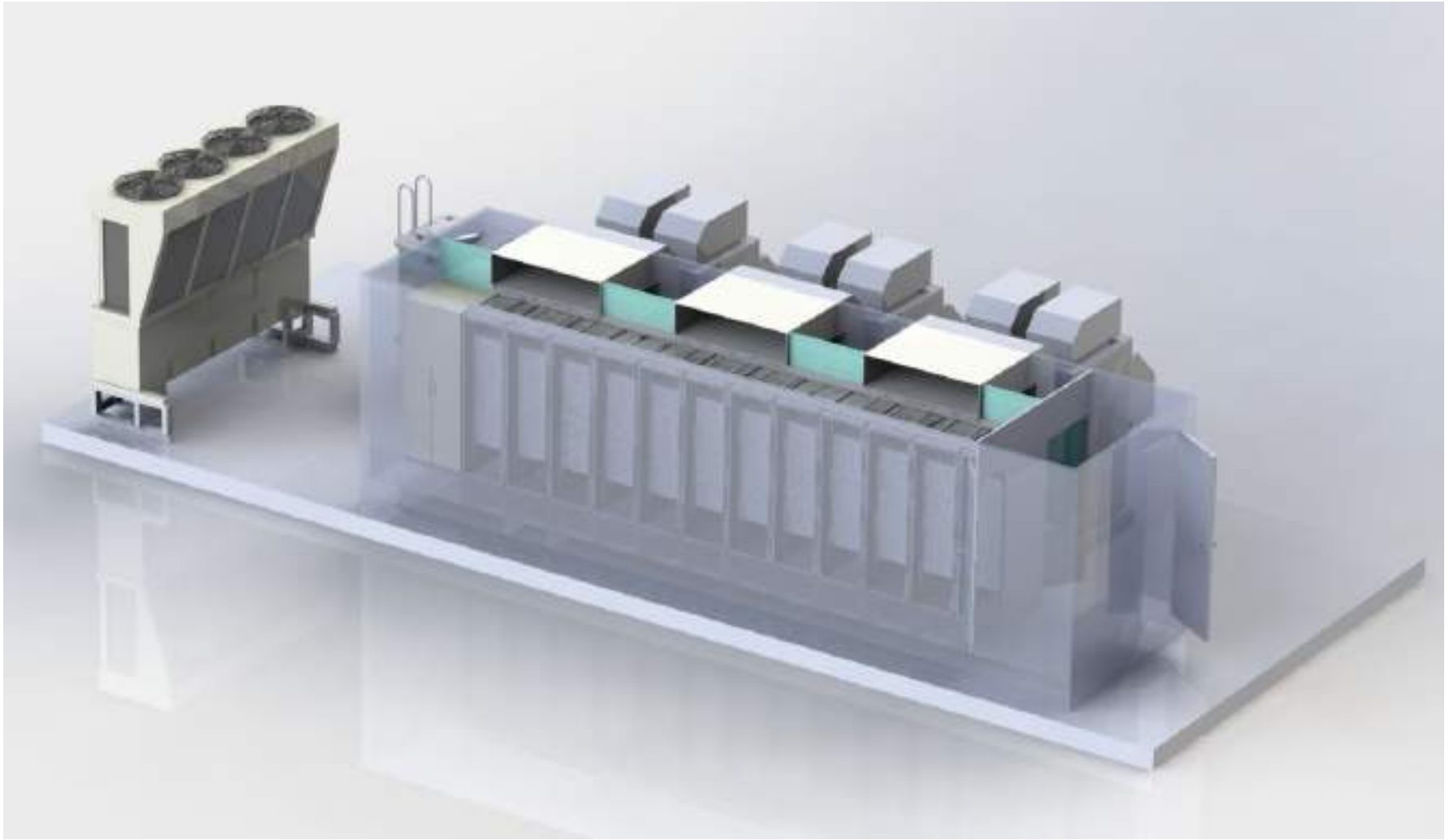

楽COOL
ホットアイル
コールドアイル
ヒートパイプ
水冷板

第16章　HPC対応コンテナ型データセンター31ft事例

コンテナ全体イメージ



コンテナ全体イメージ



HPC対応コンテナ　楽COOL空調システム

項目	品名	品番	数量
コンテナ本体	断熱コンテナ　床補強カスタム品	31ft	
楽COOL 約240KW冷却能力	楽COOL　31KW　7台+1台冗長=248KW	31KW	8
Rack	Rack		12
ラック電源配線	電源分配、コンセントバー類		
チラー	本体　180KW～220KW　　ダイキン製　工事含む		1
DCIM	EMS 3000 + 50デバイス　（値引き込）		1
監視カメラ関連	コンテナ内カメラ、外部カメラ、カメラレコーダ、HDD搭載	カメラ合計4台	
セキュリティー・ルータ等	HUB,室温センサー、ICカードリーダ、ルータ		
冷却ダクト、コンテインメント機構部材	各種フード類		
データ盤	コントローラー　LOYTECベース		2
分電盤・電気工事等	分電盤・データ盤、換気扇、現地設置工事費、申請費		1
設計費、解析費、ドキュメント費	プログラム作成費、セットアップ費、設計費等	-	1
電気工事ケーブル、電磁錠部材費	各種ケーブル、ダクト、電気錠等		
工場管理費・運送費	各種物品輸送　4回、組み立て工場費		

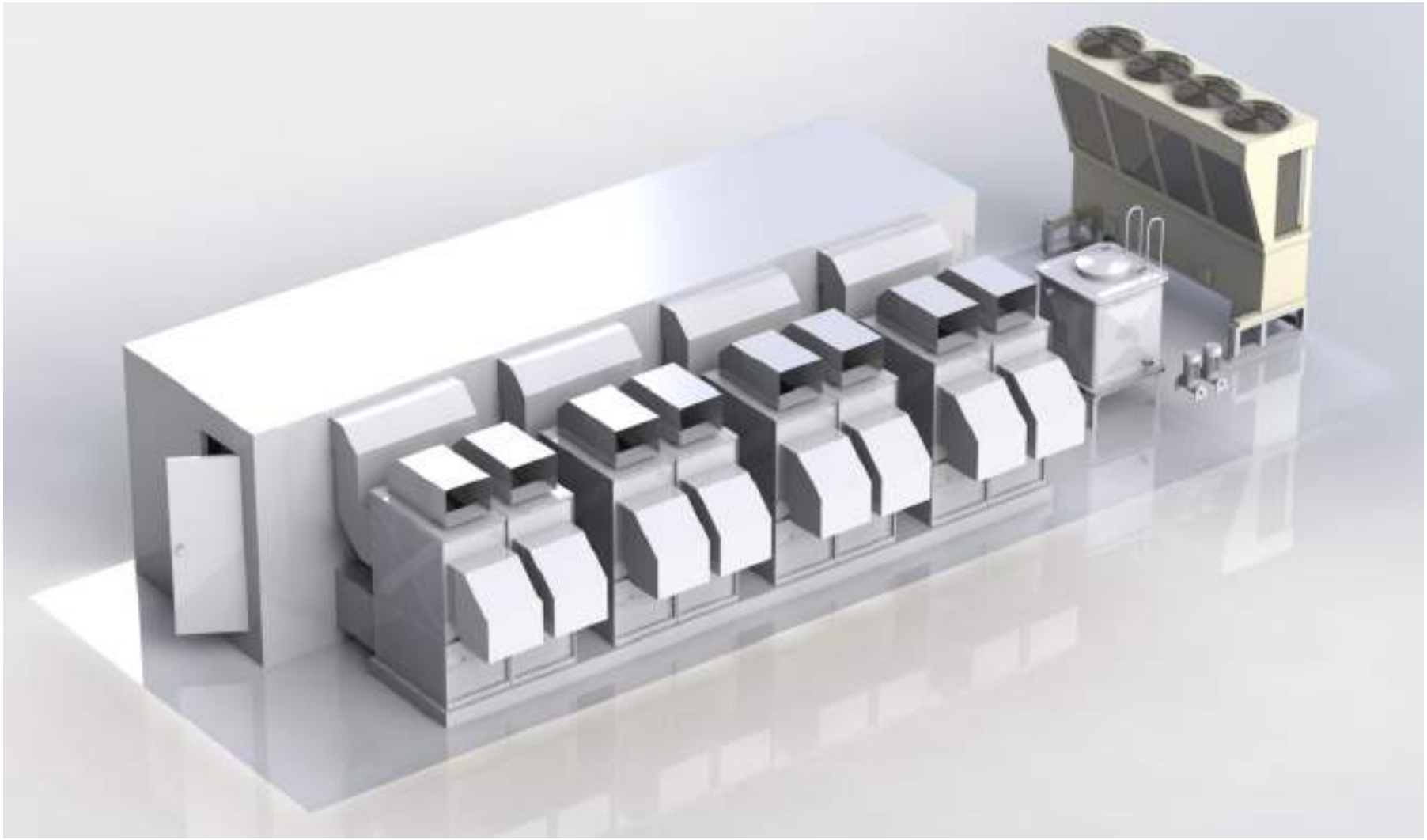
コンクリート基礎架台費用

	コンクリートベース（聖地、砕石、ならし、転圧）		1
	建築確認申請他		1
	現場管理費		1

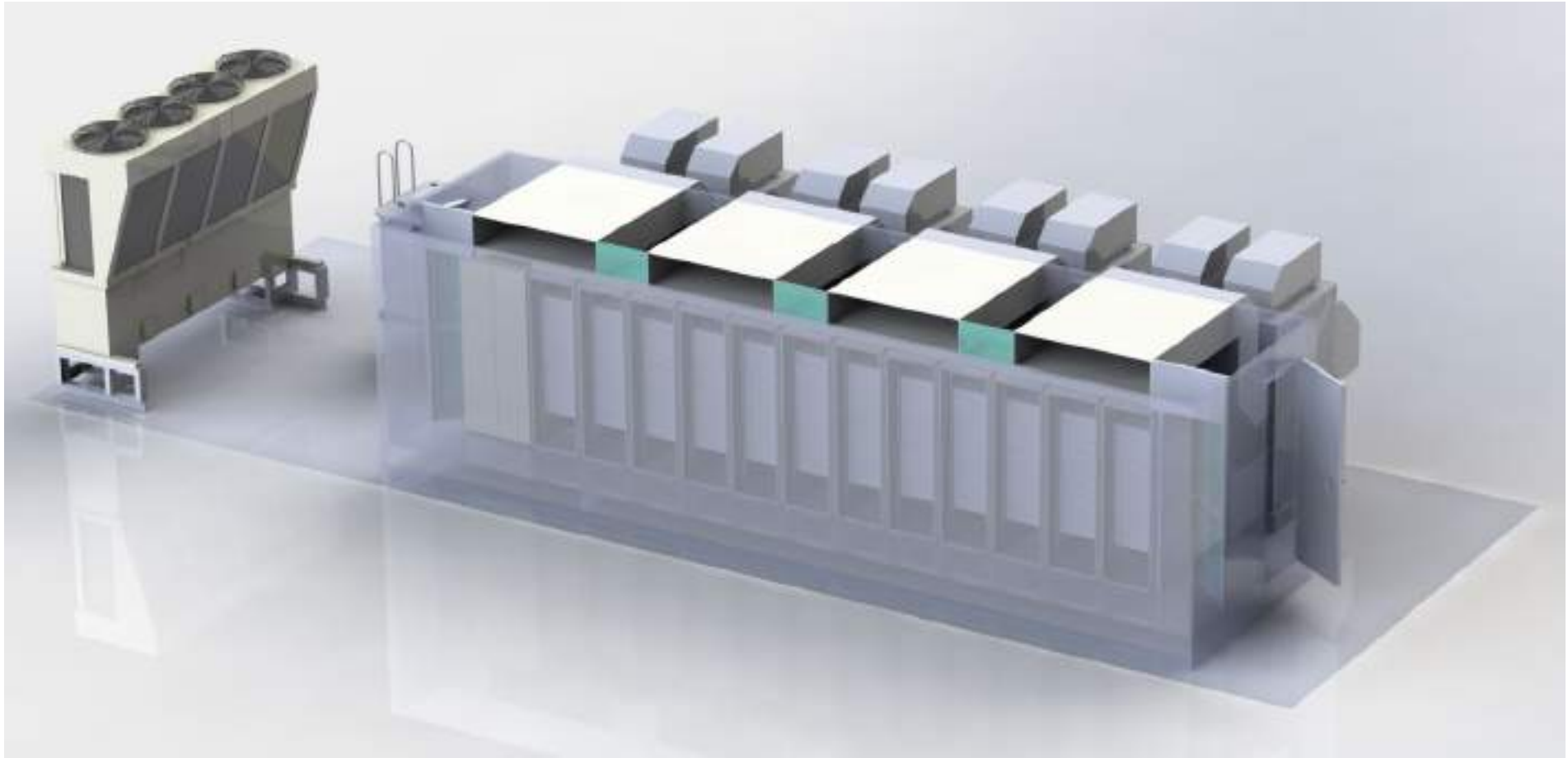
第17章　HPC対応コンテナ型データセンター40ft事例

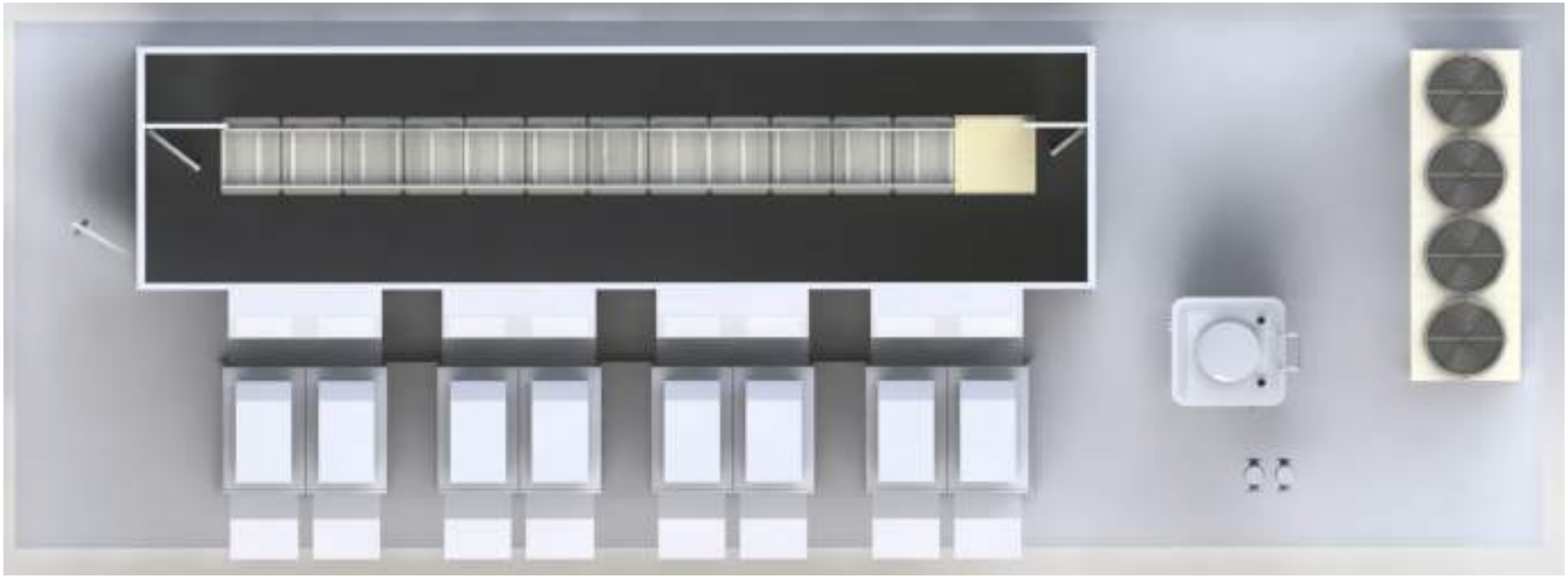
本事例は生成AI等でも活用できる。利点は冬季の間チラー等が停止してメンテナンスができることと、チラー等の寿命を延ばすことができる。空調システムの冷媒配管は圧力が高く、少しでもリークすると機能停止するので、長期間停止することは圧力変動等でリークの危険性もある。ヒートパイプの場合は50年以上長期に使用は可能である。

コンテナ全体イメージ

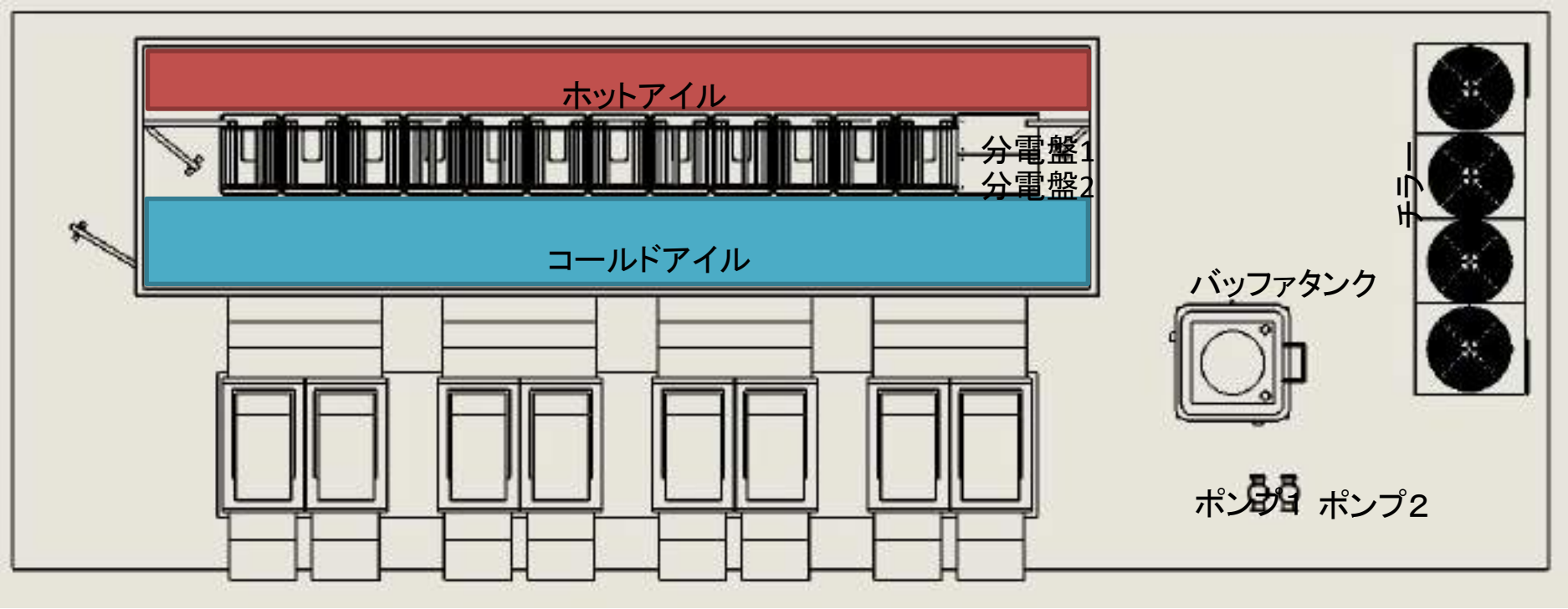


コンテナ全体イメージ

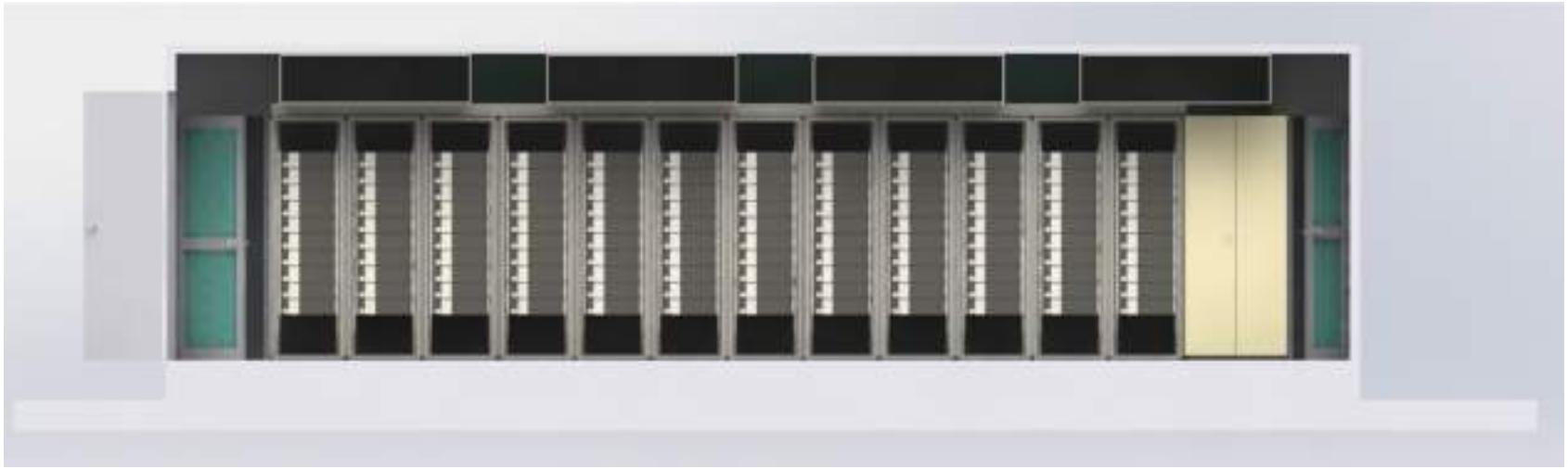




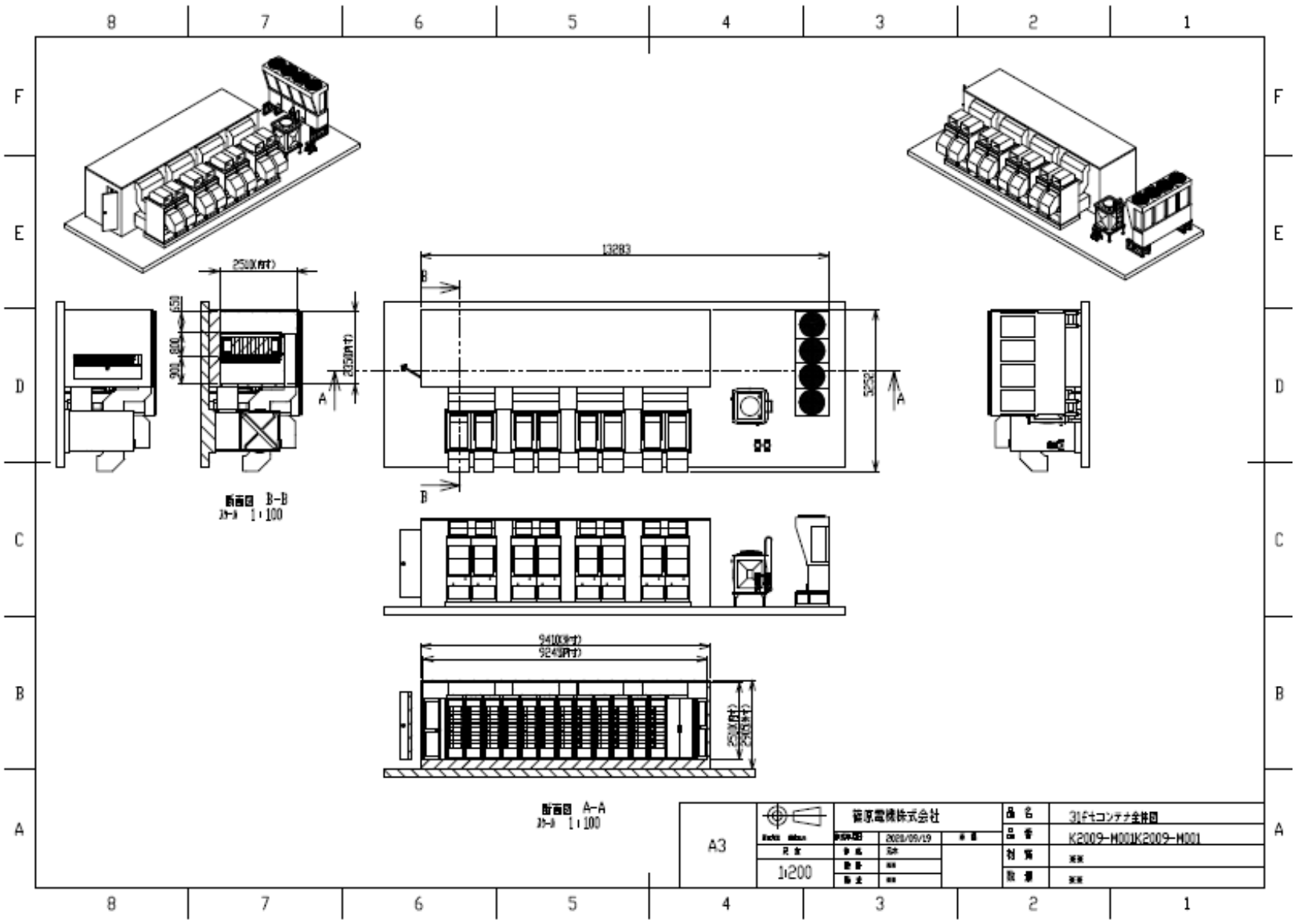
コールドアイル・ホットアイルの形成



コンテナ断面図



コンテナ全体図

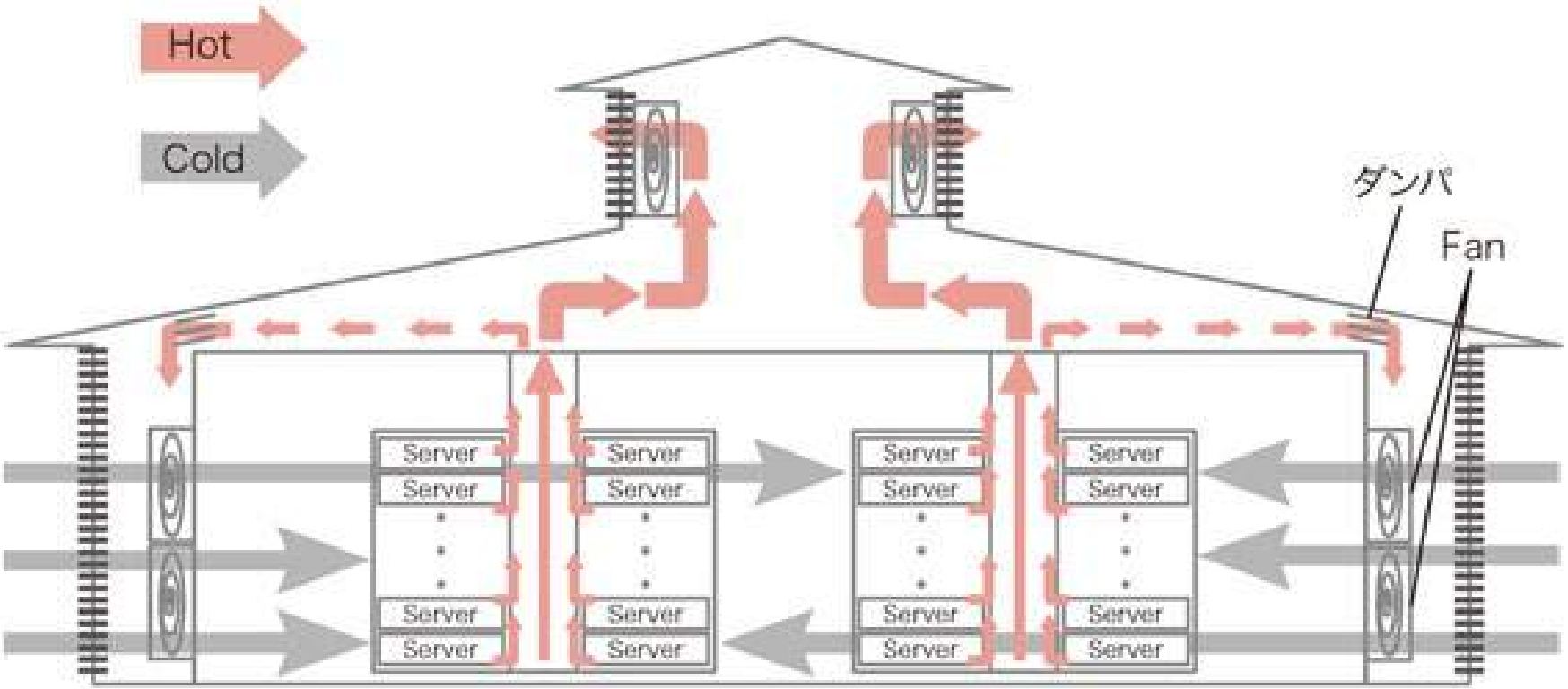


篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

第18章　直接外気空調

有名なスタイルで、最近はマイニングシステムでも多く使われている。湿度の侵入、PM2.5や花粉の侵入を制御すると大変優れた方式であり、今後も活用されていくと考えられる。



Yahoo Lockportのデータセンター(通称：鶏小屋)の構造

第19章　各種モジュールコンテナ

データセンター用モジュールコンテナ

データセンター用コンテナは、海上コンテナと混同しがちである。
また海上コンテナを改造してコンテナ型データセンターとする場合もある。
ここでは、データセンター用の専用モジュールコンテナを紹介する。

データセンターモジュールコンテナの特徴

1. 断熱性能を確保している。
2. 気密性能を確保している。
3. 空調設計に基づきコンテナを設計している。空調用の開口や配管、給電用配管設計、光ファイバー用引き込み、セキュリティー対応、消火設備対応設計。
4. ラックの耐荷重を1.0から1.5tonを確保。
5. 耐塩対応、重耐塩対応塗装
6. 耐震設計

NLMエカル　JFAシリーズ

SHINOHARA

エカル製プラントパッケージ

プラントパッケージは、受変電装置、通信機器、蓄電池などを収納する用途に活用されています。あらかじめ施工された基礎コンクリート上にボルト止めを行うことで容易に設置できるように設計された商品です。
アルミ合板製波板パネルを使用したパッケージはアルミの地色が放つ美しい美観が特徴で、アルミ自体もリサイクル性に優れた金属であることから、地球環境にやさしい商品としてご高評を頂いています。

機能・特徴

- アルミの地色が放つ美しい美観
- 塩害地域に数多くの納入実績あり
- 外壁にはアルミ合金波板パネルを使用
- 基礎コンクリート上にボルト止めを行なうことで容易に設置可能
  （一体型であれば、現地据付が一日で完了。連棟タイプにも対応可能）
- スイッチ・照明・コンセント類の電気配線は工場内にて全て施工
- パワーコンディショナを御支給頂ければ、工場で設置して出荷可能
- 上箱をベースから分離することが可能
- 内部に柱がない構造の為、自由なレイアウトが可能
- 床レス仕様も対応可能

NLM ECAL

篠原電機株式会社

標準サイズ

単位：mm

型式	長さ（L）	幅（W）	高さ（H）	重量（kg）
GFA−N5	4770 （4536）	2331 （2197）	2655 （2450）	2000
GFA−N6	5913 （5779）	2331 （2197）	2655 （2450）	2300
GFA−N7	7056 （6922）	2331 （2197）	2655 （2450）	2700
GFA−N8	8199 （8065）	2331 （2197）	2655 （2450）	3000

※（　　）は内寸法を示します。
※その他標準として長さ（L）：4008、4389、5151、5532、6294、6675、7437、7818（mm）の8種類もご用意しております。

材料構成（塩害仕様）

部材		材質	寸法・規格	仕上げ
屋根	外壁鉄骨	鋼板	3.2 mm	溶融亜鉛めっき仕上げ
	外板	耐食アルミ合金板	1.2 mm	—
	内壁鉄骨	亜鉛めっき鋼板	3.2 mm	—
	断熱材	グラスウール	45 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
壁	外壁鉄骨	鋼板	3.2 mm	溶融亜鉛めっき仕上げ
	外板	耐食アルミ合金板	1.0 mm	—
	内壁鉄骨	亜鉛めっき鋼板	3.2 mm	—
	断熱材	グラスウール	50 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
扉	外板	耐食アルミ合金板	3.0 mm	塗装仕上げ
	断熱材	グラスウール	30 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
床	外壁鉄骨	鉄鋼材	一般構造用	溶融亜鉛めっき仕上げ
	床板	ZAM鋼板	3.2 mm	塗装仕上げ

※お客様のご希望される仕様については相談させて頂きます。

Shinohara Confidential

NLMエカル　GFFシリーズ 大型タイプ

SHINOHARA

建築基準法対応エカル新パッケージ
『新GFF』

- **建築基準法対応** 鉄骨造の建築物として建築確認申請が可能
- **200㎡超に対応** 連棟タイプは確認申請時に構造計算書が必要となる200㎡以上の床面積にも対応可能
- **防火構造を採用** 外壁に防火構造を採用することにより防火地域に建築が可能

機能・特徴

・ガルバリウム鋼板仕上げの美しい美観
・基礎コンクリート上にボルト止めを行なうことで容易に設置可能
（一体型であれば、現地据付が一日で完了、分割タイプにも対応可能）
・上箱をベースから分離することが可能
・スイッチ・照明・コンセント類の電気配線は工場内にて全て施工
・室内に柱型・梁型のない為、自由なレイアウトが可能。
・床レス仕様も対応可能

NLM ECAL

篠原電機株式会社

標準仕様

項目	仕様
耐震性能	標準せん断力係数 Co=1.0
耐風速	基準風速Vo＝38m/s 粗度区分Ⅱ
積雪荷重	50cm
床強度	等分布荷重 5000N/㎡
防水性能	保護等級4 （換気口部は除く）
屋根	石膏ボードt=12.5mmの上ガルバリウム鋼板t=0.5mm（鉄骨下地）
外壁	石膏ボードt=12.5mmの上ガルバリウム鋼板t=0.5mm（鉄骨下地）
床板	ZAM鋼板 t＝3，2㎜

※お客様のご要望される仕様については相談させて頂きます。

標準サイズ （外寸法）

単棟	縦 (mm)	2331	2331	2331	2331	2331	2331	2331	2331
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	7.48	9.85	12.21	14.58	16.95	19.32	21.69	24.06
2連棟	縦 (mm)	4671	4671	4671	4671	4671	4671	4671	4671
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	14.99	19.73	24.48	29.23	33.97	38.72	43.46	48.21
3連棟	縦 (mm)	7163	7163	7163	7163	7163	7163	7163	7163
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	22.99	30.27	37.54	44.82	52.10	59.38	66.65	73.93
4連棟	縦 (mm)	9655	9655	9655	9655	9655	9655	9655	9655
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	30.99	40.80	50.61	60.42	70.23	80.03	89.84	99.65
5連棟	縦 (mm)	12147	12147	12147	12147	12147	12147	12147	12147
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	38.99	51.33	63.67	76.01	88.35	100.69	113.03	125.38
6連棟	縦 (mm)	14639	14639	14639	14639	14639	14639	14639	14639
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	46.99	61.86	76.73	91.61	106.48	121.35	136.23	151.10
7連棟	縦 (mm)	17131	17131	17131	17131	17131	17131	17131	17131
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	54.99	72.39	89.80	107.20	124.61	142.01	159.42	176.82
8連棟	縦 (mm)	19623	19623	19623	19623	19623	19623	19623	19623
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	62.98	82.93	102.86	122.80	142.73	162.67	182.61	202.54
9連棟	縦 (mm)	22115	22115	22115	22115	22115	22115	22115	22115
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	70.98	93.45	115.92	138.39	160.86	183.33	205.80	228.27
10連棟	縦 (mm)	24607	24607	24607	24607	24607	24607	24607	24607
	横 (mm)	3210	4226	5242	6258	7274	8290	9306	10322
	面積 (m2)	78.98	103.98	128.98	153.99	178.99	203.99	228.99	253.99

Shinohara Confidential

モジュールコンテナDC仕様

SHINOHARA

仕様	31feet仕様
コンテナ形状	全長=9,571mm、幅=2,865mm、高=2,937mm
構造	高強度＆高断熱アルミコンテナに高断熱パネル(ジェネスタ)、耐塩性
設置環境	―20℃～40℃　水没せず、水平な場所、耐地力2.0t/m2
空調制御	ASHRAE2011-recommend　/A1/A2選択
空調装置	ヒートパイプ式間接外気空調+チラー/その他方式も選択可能　DLC冷却等
湿度調整	除湿：チラー強制動作により結露発生させ除湿
空調冗長	N+1冗長構成
Rack形状	幅600/700mm 奥行1200mm高2200mm(47U)
搭載Rack数	8Rack+UPS/リチウム電池盤、分電盤、コントロール盤、消火設備
使用電力	サーバRack：平均8Kw（ピーク供給電力は15kw）
電力冗長	UPS配下(チラー以外の全設備)N+1冗長構成
外部電源入力	3相3線もしくは4線(50/60Hz)380V～400V
標準設備	LED室内照明/室外照明、扉物理鍵、ICCARD扉鍵、ガス消火器、監視カメラ、カメラ記録 電力計測、センサ(温度、湿度、気圧、照度、臭気、加速度、PEU2.5、CO2、漏水)、DCIM装置

■材料構成（塩害仕様）

部材		材質	寸法・規格	仕上げ
屋根	外部鉄骨	鋼板	3.2 mm	溶融亜鉛めっき仕上げ
	外板	耐食アルミ合金板	1.2 mm	—
	内部鉄骨	亜鉛めっき鋼板	3.2 mm	—
	断熱材	グラスウール	45 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
壁	外部鉄骨	鋼板	3.2 mm	溶融亜鉛めっき仕上げ
	外板	耐食アルミ合金板	1.0 mm	—
	内部鉄骨	亜鉛めっき鋼板	3.2 mm	—
	断熱材	グラスウール	50 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
扉	外板	耐食アルミ合金板	3.0 mm	塗装仕上げ
	断熱材	グラスウール	30 mm	—
	内板	カラー鋼板	0.8 mm	塗装仕上げ
床	外部鉄骨	鉄鋼材	一般構造用	溶融亜鉛めっき仕上げ
	床板	ＺＡＭ鋼板	3.2 mm	塗装仕上げ

※お客様のご要望される仕様については相談させて頂きます。

モジュールコンテナ型 ＝ 非ISOコンテナ

SHINOHARA

プレハブ方式でサイズやレイアウトを柔軟に設計できます。

標準化されたパネルなどの部材を現地で組み立てるため、設置場所やIT機器の台数に応じてサイズやレイアウトを柔軟に設計可能。コストダウンと短期導入を実現します。非常用発電機などのパワーモジュールや、防犯や温度環境維持に効果的な入退室のための前室（セキュリティモジュール）も設置可能です。

オプション
- 無停電電源装置
- 入退室管理設備
- パッケージ型ガス消火設備
- 分電盤～サーバラックコンセント配線
- 免震設備（免震床/TCR免震）
- 発電機・キュービクル
- その他

■標準構成

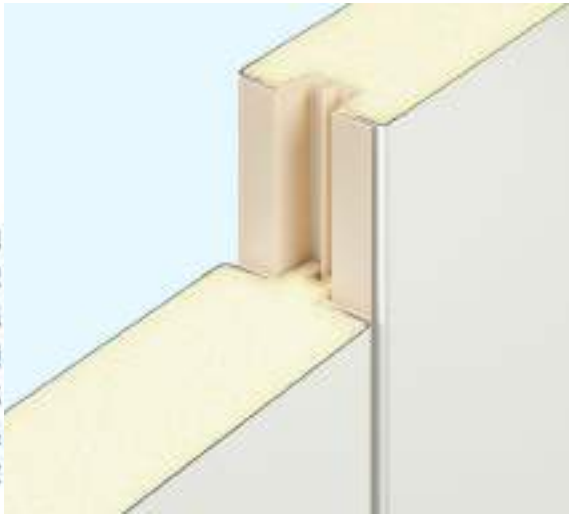
20ft非ISOコンテナ

■可搬型シングルタイプ標準構成

Shinohara Confidential

環境対策アルミ高断熱パネル（政府機関調達には特に有利）

NLMエカルジェネスタパネル



①本アルミ高断熱パネルは、最大−60℃の運用に耐える(150mm)
②豊洲市場の冷凍庫に全面採用
③COP21に中国も批准したので地球温暖化ガスの使用は近々全面廃止になると予想される
④ノンフロン断熱パネルは世界で日本の2工場のみで生産可能

NLMエカルジェネスタパネル

NLMエカルジェネスタパネル

ノンフロン断熱不燃パネル

ジェネスタ不燃 GENESTA

大規模な食品工場や冷凍倉庫に求められる不燃性能を持った断熱パネル。42mmから150mmの6種類のラインナップで、常温から冷凍域までを幅広くカバーします。
食品工場など、人が作業する環境をはじめ、製品・材料を保管する冷凍倉庫まで、すべて不燃製品で対応することが可能です。

特徴

- 厳密な温度管理を必要とする低温域にて、−55℃まで対応可能。食品工場の内装や冷凍倉庫に最適。
- 優れた不燃性能と断熱性能で、温度管理と省エネに貢献。
- 加工性、施工性にも優れ、短工期に貢献。

芯材の露出が無く、衛生的かつ長期間の性能保持

- ジェネスタ不燃は、外周部(四辺)を耐熱塩ビ枠で構成しているため、外部からの虫等の侵入を阻止。特に衛生面に高い性能が求められる食品工場などの用途に適しています。
- 四辺を枠材で囲んでいるため、吸湿等による劣化が起こりにくく、断熱性能を長く保持できます。

防火材料認定番号 (不燃認定)

内外表面塗装あり	: NM-3952(1)
内外表面塗装なし	: NM-3952(2)
表面塗装あり・なしの組み合わせ	: NM-3952(3)

凡例	
表面塗装 あり	カラー鋼板、化粧鋼板、耐蝕処理鋼板、カラーSUS、フッ素鋼板
表面塗装 なし	SUS304

※認定番号の詳細については、弊社営業担当にお問い合せください。

NLMエカルジェネスタパネル

SHINOHARA

基本性能

パネル名称	ノンフロン断熱不燃パネル ジェネスタ不燃					
型式	SNRF	SNRF50	SNRF75	SNRF100	SNRF125	SNRF150
パネル厚さ	42mm	50mm	75mm	100mm	125mm	150mm
パネル幅	標準寸法900mmまたは1,000mm					
壁パネル長さ	最大6,000mm					
パネル重量 (内外カラー鋼板の場合)	10.1kgf/m²	10.5kgf/m²	14.4kgf/m²	15.6kgf/m²	17.0kgf/m²	19.1kgf/m²
推奨使用温度	−5℃以上	−10℃以上	−20℃以上	−35℃以上	−45℃以上	−55℃以上
断熱性能 (一般部分値)	0.50W/m²·K (0.43kcal/m²·h℃)	0.42W/m²·K (0.36kcal/m²·h℃)	0.28W/m²·K (0.24kcal/m²·h℃)	0.21W/m²·K (0.18kcal/m²·h℃)	0.17W/m²·K (0.15kcal/m²·h℃)	0.14W/m²·K (0.12kcal/m²·h℃)
表面材	カラー鋼板(ホワイトグレー、アイボリー)　抗菌鋼板(アイボリー)　帯電防止鋼板(ホワイトグレー) フッ素鋼板(シルバーグレー)　SUS304　カラーSUS					
芯材	ポリイソシアヌレートフォーム					
ジョイント方式	耐熱塩ビ枠　かん合方式					
目地処理	シリコンシーラント					

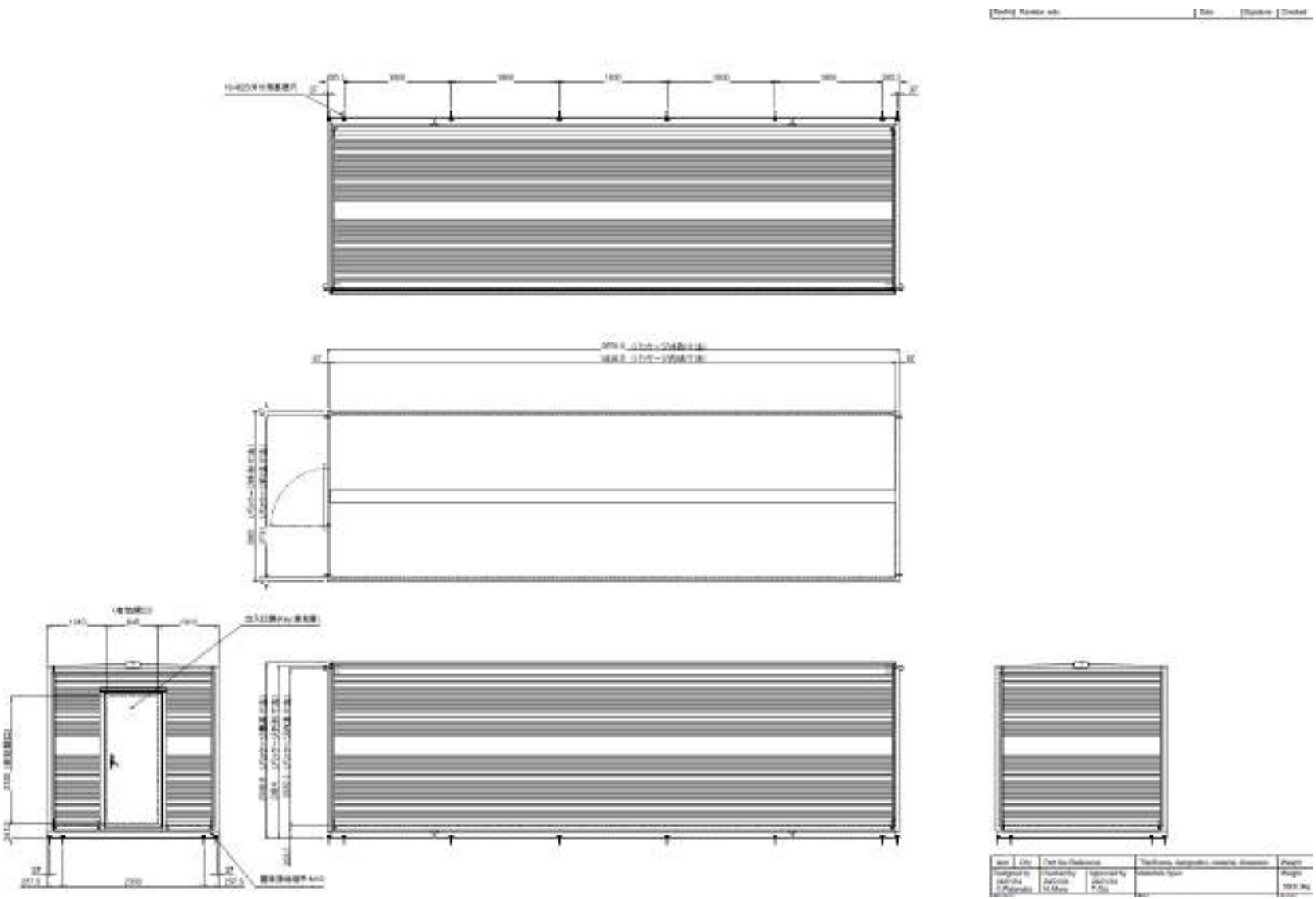
※1 SNRF150は、幅1,000mmの場合、最大長さが5,000mmとなります。
※2 使用温度に対するパネル厚は参考値です。経済的なパネル厚は、使用条件・環境等によって異なります。
※3 断熱性能等の数値は、当社基準による計算値であり、保証値ではありません。
※4 表面空気熱伝達率は、計算上考慮しておりません。

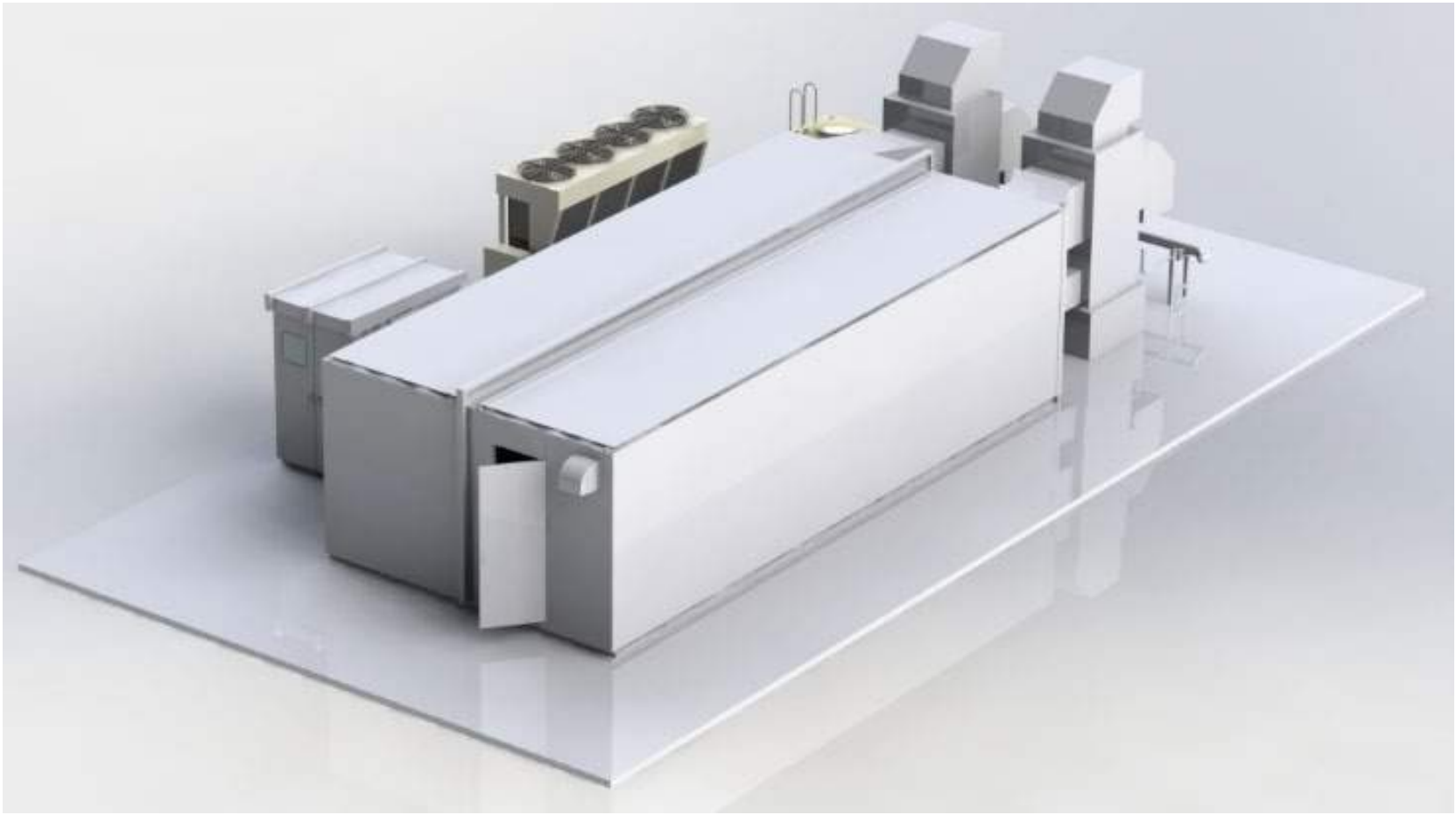
海上コンテナとデータセンター用モジュールコンテナの違い

モジュールコンテナDC用は以下の特徴を有しています。

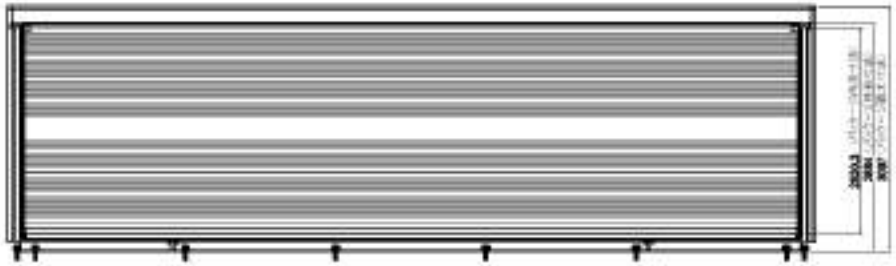
1. データセンター用として設計されている。
2. 外装がアルミを採用。内部はスチールを採用してシールド性も高い。
3. 気密性が高いジェネスタパネルを採用
4. サーバラックの耐荷重を担保している。最大1.3トン
5. 自由な寸法の設計が可能、幅も最大2.9mも製作できるので、サーバラックのサイズを大きくすることができる。また十分な風量を確保できる。
6. 2連結から4連結も可能。
7. 積雪耐荷重に耐える設計も可能
8. -20℃～40℃設計と二重断熱の-40℃対応も可能。
9. 耐用年数　15年　保守により延長可能。

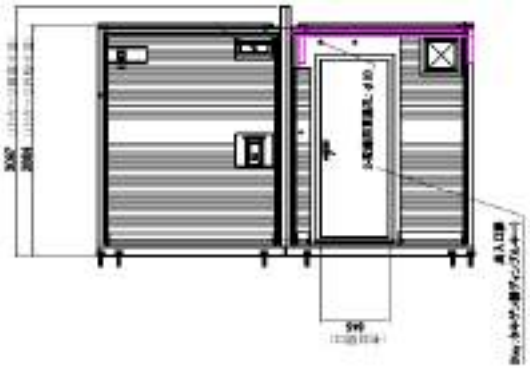
NLMエカルモジュラーコンテナ　単連棟タイプ





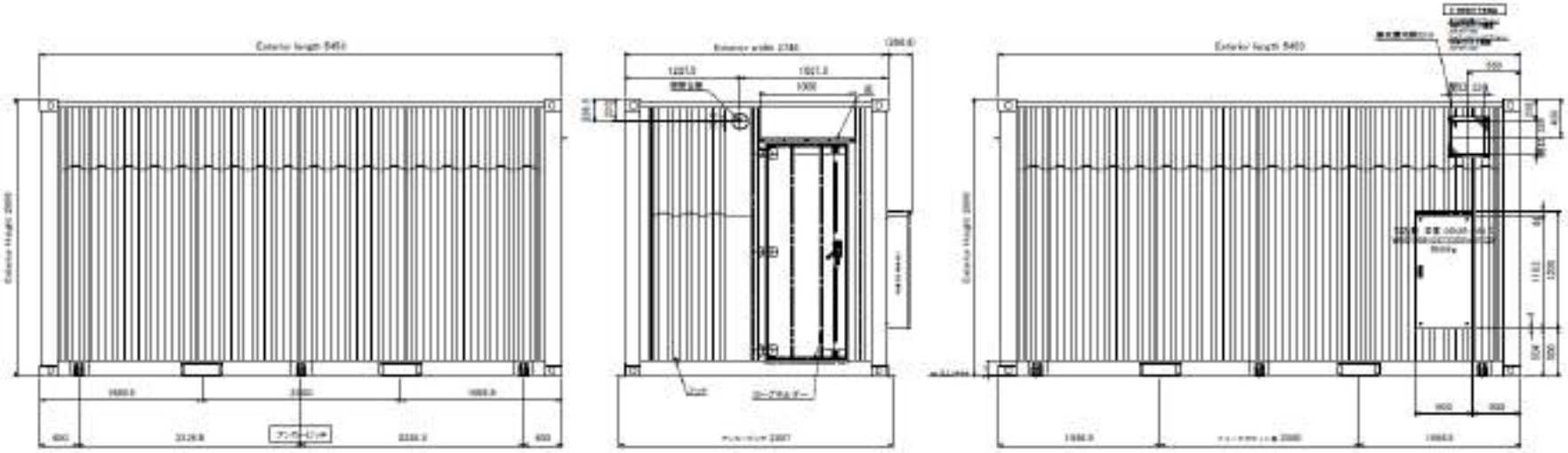
NLMエカルモジュラーコンテナ　2連棟タイプ





Shinohara Confidential

エッジ型データセンター用コンテナ　ISOコンテナベース

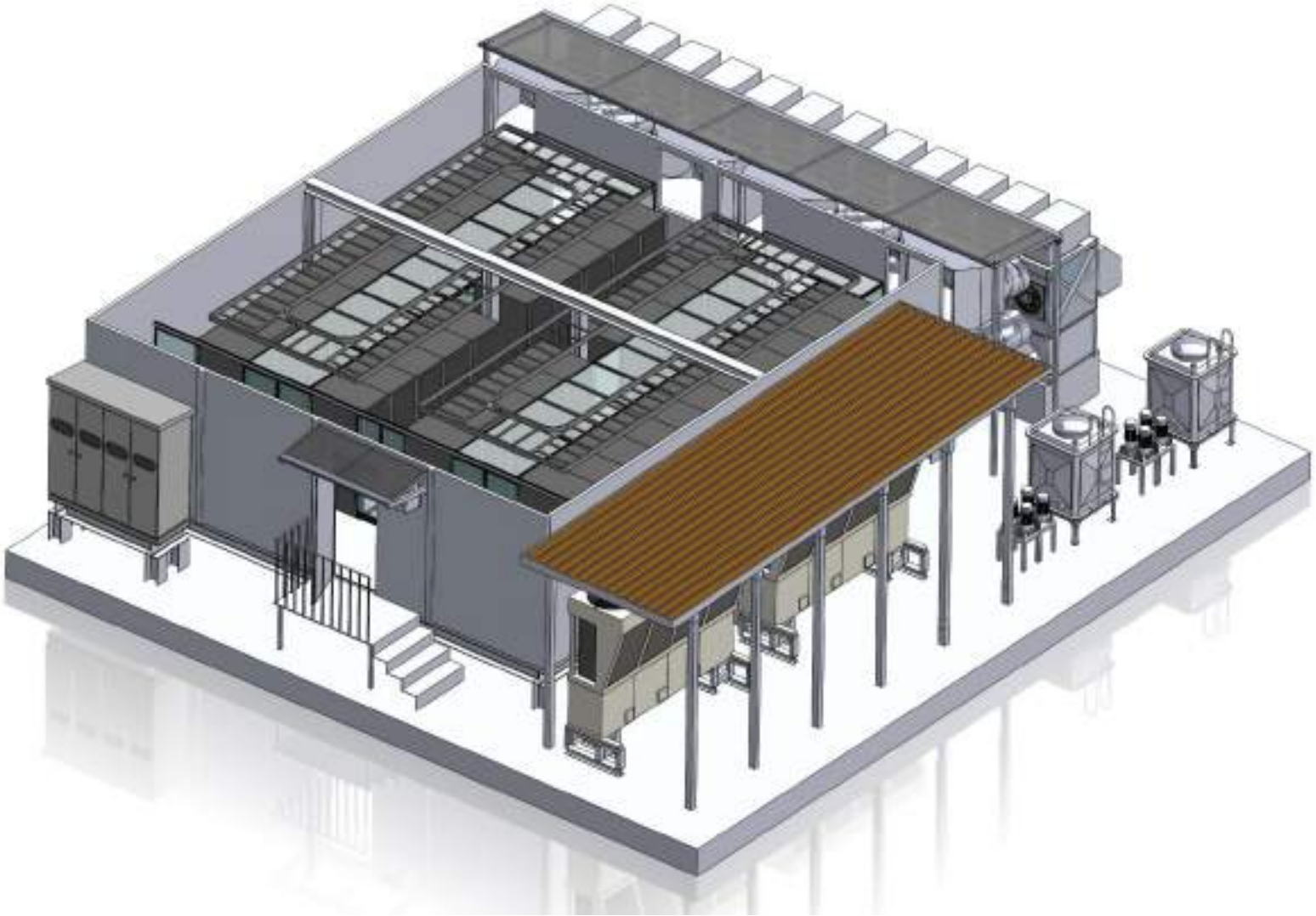


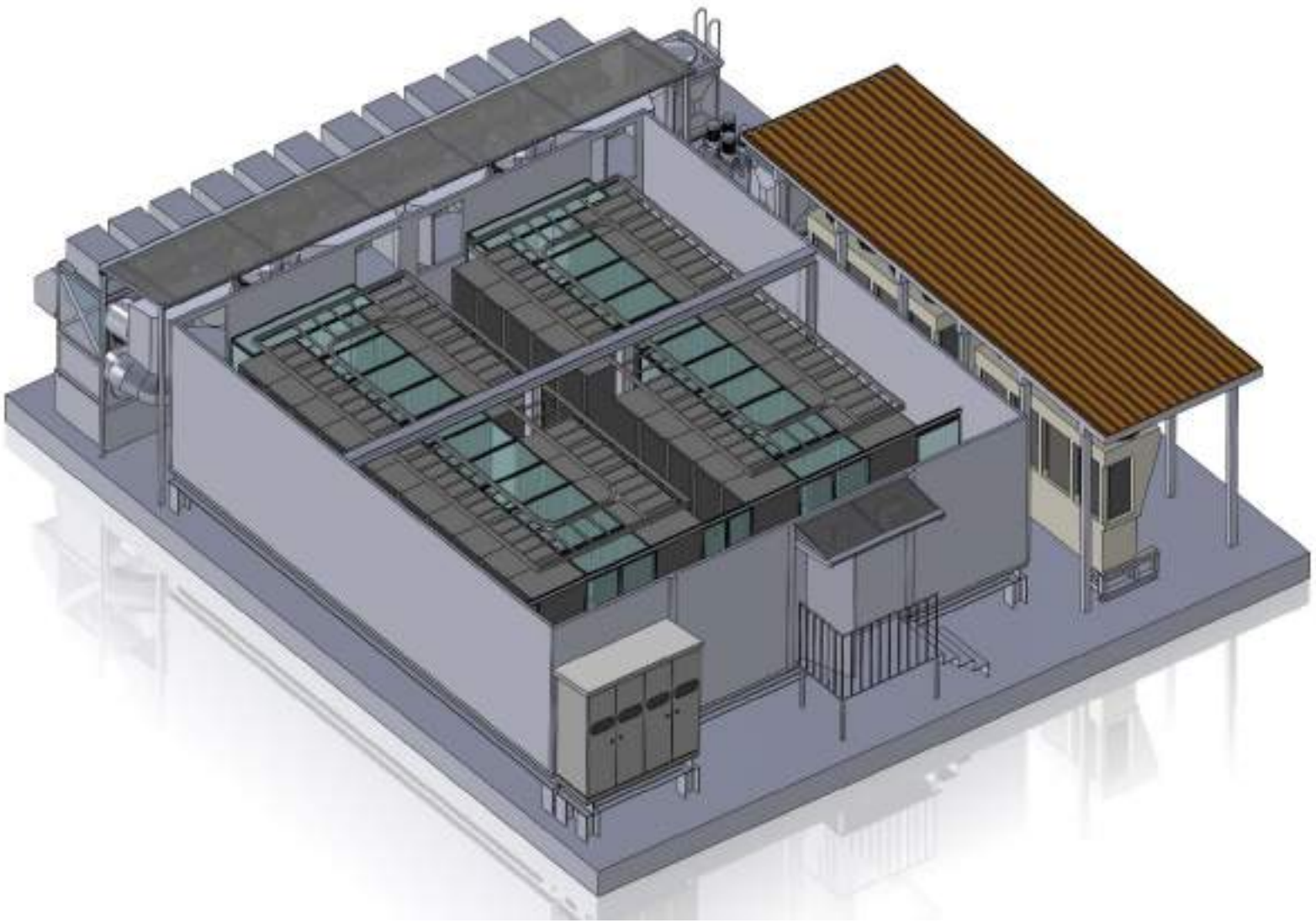
第20章　HPC対応コンテナ型データセンター
31ft4連棟モジュラー事例

基本仕様

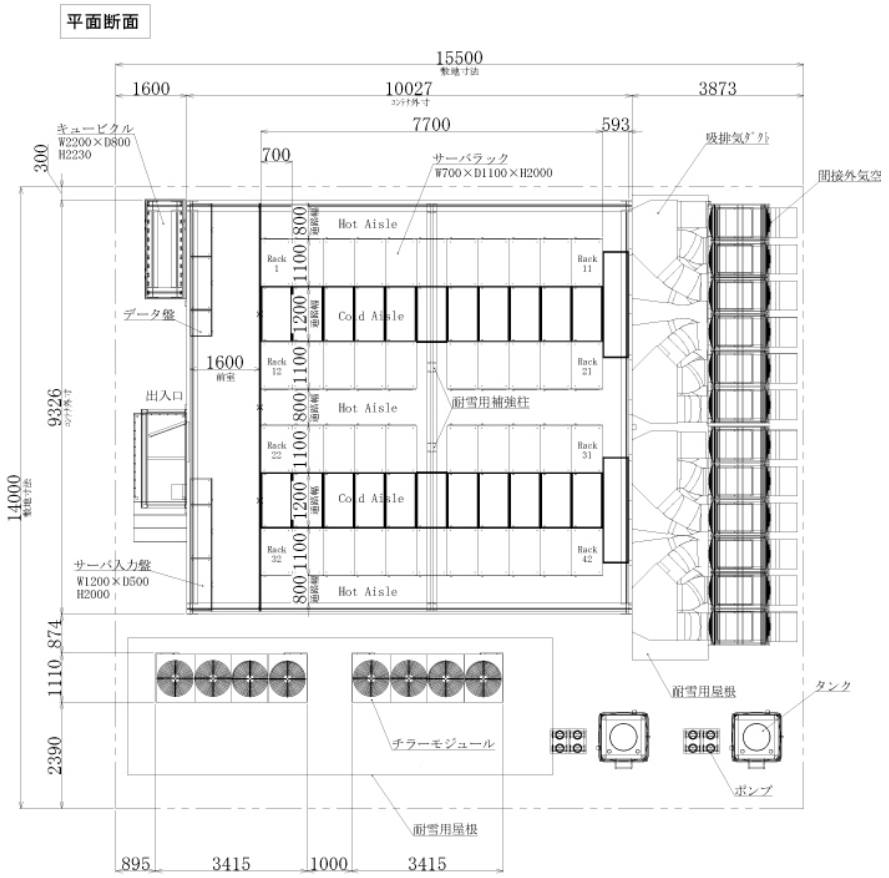
項目	内容	備考
種別	コンテナ型データセンター　31フィートコンテナ4棟連結型	
コンテナサイズ	全長：9326m　幅：10027m　高さ：2914m　重量：(TBD)	
コンテナ構造	高強度＆高断熱アルミコンテナ、断熱材（グラスウール）、塗装無し 防塵防水：IP53	
設置環境	温度：－20℃～40℃　水没せず、水平な場所、海より2Km以上離れている事	
搭載ラック	定格　9KVAラック　42台	
電源種別	定格　9KVAラック　AC200V　*A系/B系電源用コンセント搭載	最大IT負荷：378KW
PDU構成	AC200V　A系：24口/ラック　B系：24口/ラック　C14タイプ	
ラック	ヤマト通信　700mm x 1077mm x 2000mm　42U　前扉　有、後扉　無し	
UPS	無し	
消費電力	IT負荷：378KW　チラー：65KW＋3.7KW（ポンプ）　空調機FAN：24KW（24個）最大電力　476KW	その他　制御5KW含む
空調	間接外気空調（ヒートパイプ式）31KWx(5+1台構成)x2　（冷却能力：372KW） チラー：ダイキン社　ヘキサゴンチラー　UWXY200FAx2　（冷却能力　400KW　50x8構成）	
キュービクル	三相三線　200V　受電、A系・B系　自動切換え装置	
ケーブルトレイ	ラック上部（800mm）に配置　電力用：400x100mm　信号ケーブル用：400x100mm	
消火システム	ABC消火器＋二酸化炭素消火器 煙検知センサー　コールドアイル（1ヶ所）、ホットアイル（1ヶ所）	
セキュリティ	セキュリティーシステム　カード・指紋読み取り装置、入退出管理ソフト 電磁ロック式　入室扉 IPカメラ：屋内用　10台　屋外用　4台　NVR　2台	
照明	屋内照明：T8型LED照明　22台　屋外照明：スポットライトLED照明　4台	
DCIM（BMS）	デルタ社　EMS-3000システム	電力計測、漏水検出、CO2管

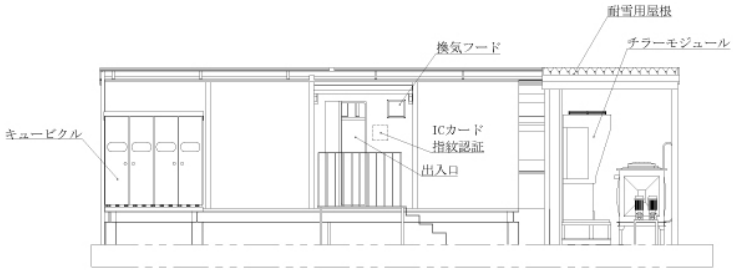
コンテナ・外観図





コンテナ・平面図

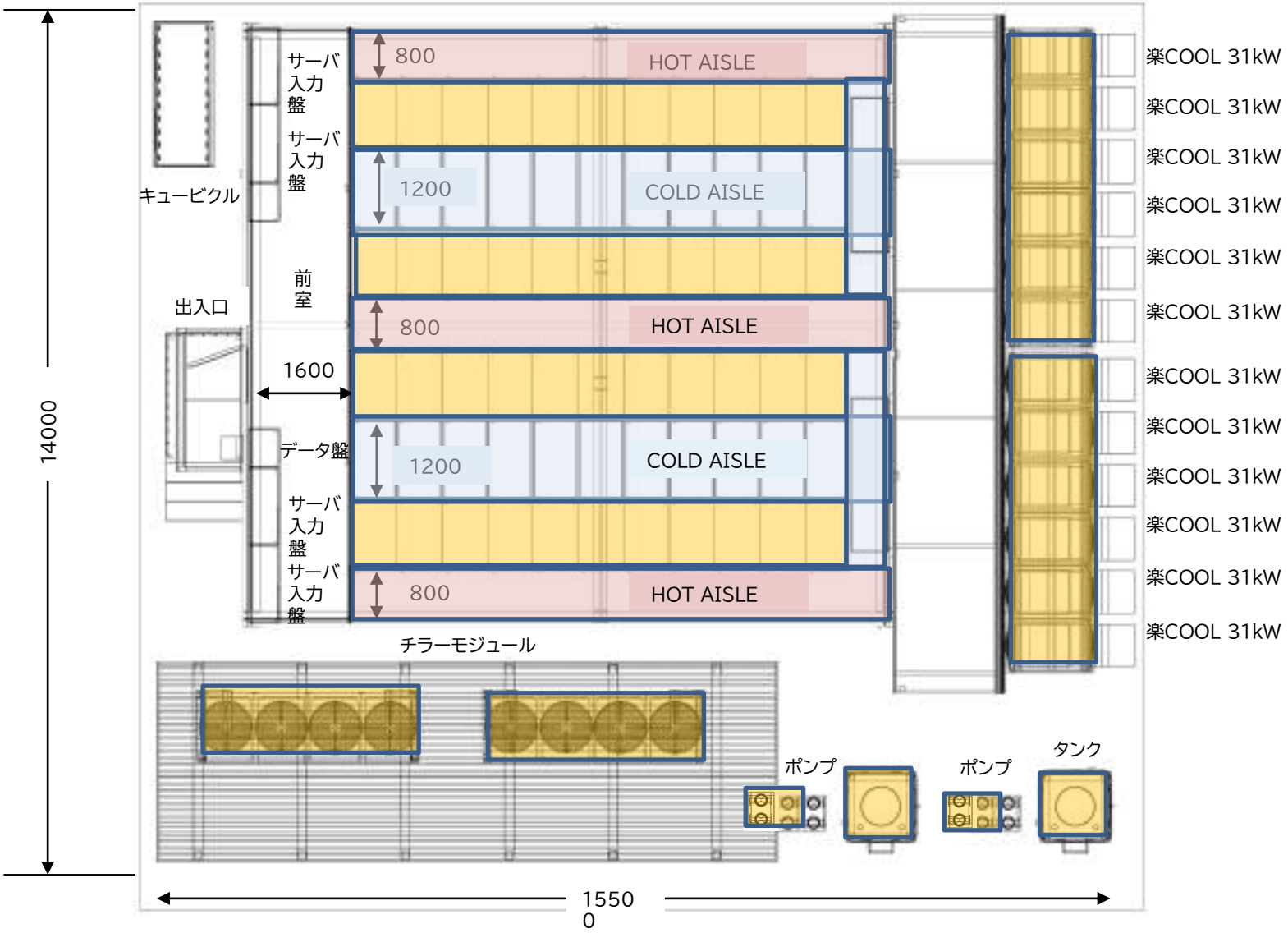




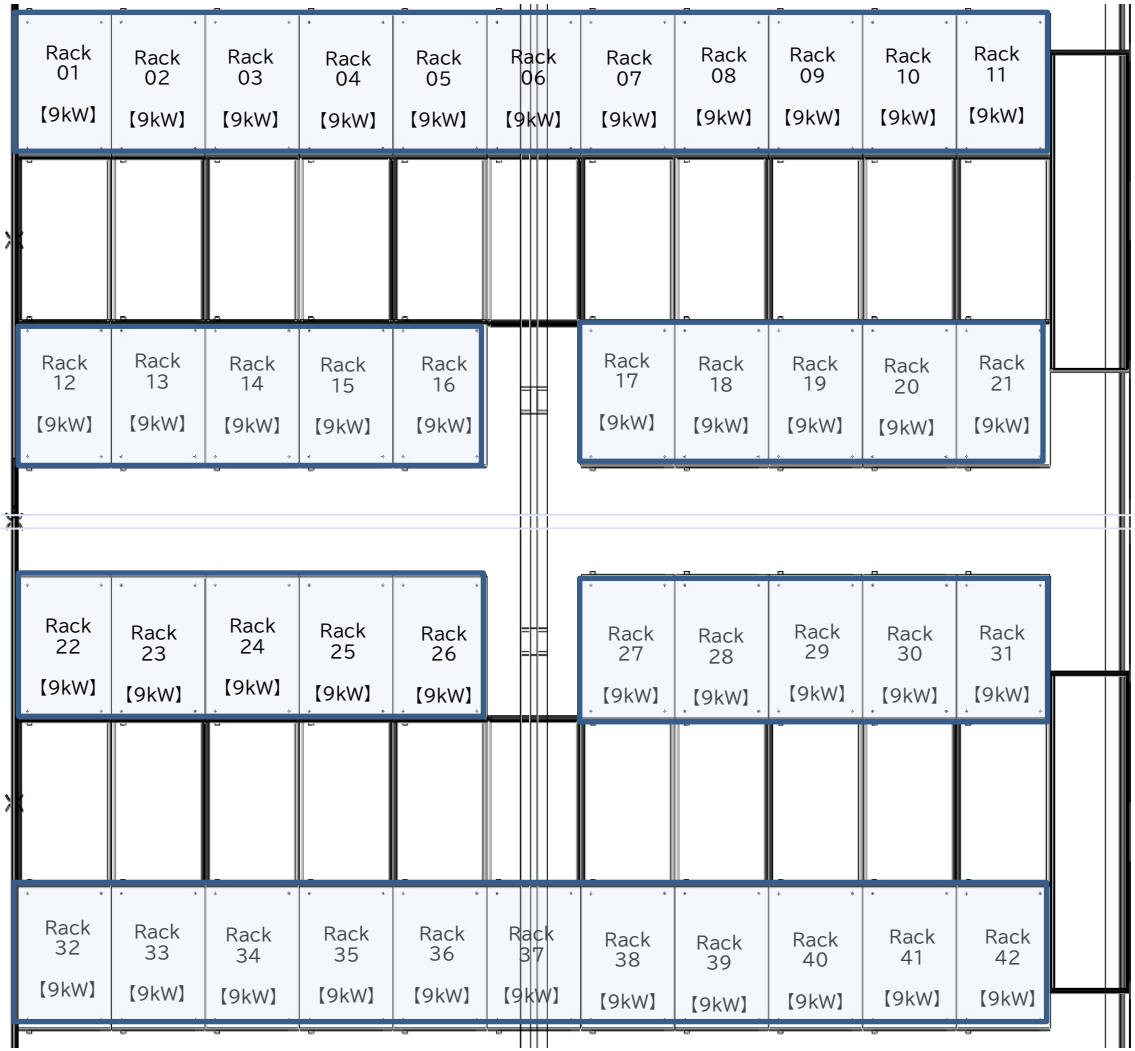
篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

コンテナ周辺・内部レイアウト図



サーバーラック構成

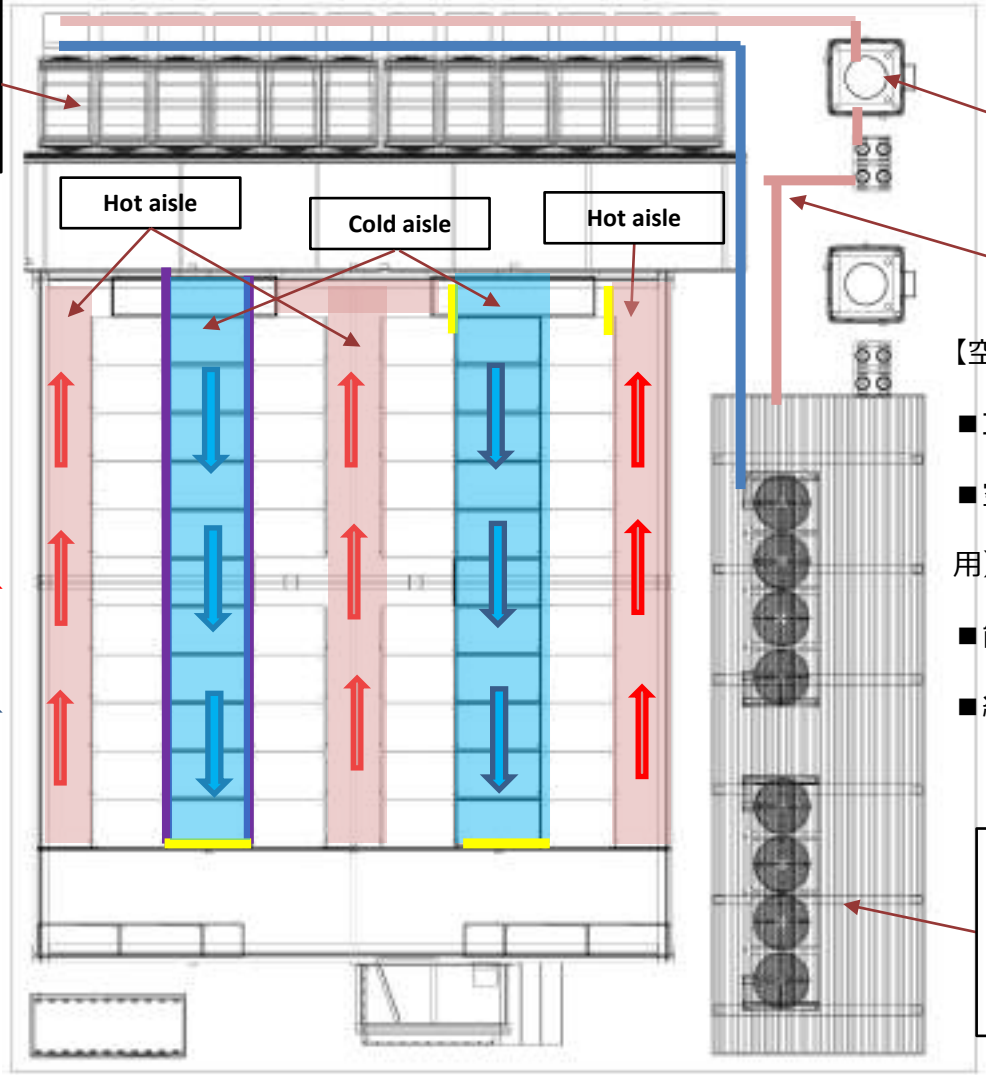

Rack 01 【9kW】
Rack 02 【9kW】
Rack 03 【9kW】
Rack 04 【9kW】
Rack 05 【9kW】
Rack 06 【9kW】
Rack 07 【9kW】
Rack 08 【9kW】
Rack 09 【9kW】
Rack 10 【9kW】
Rack 11 【9kW】
Rack 12 【9kW】
Rack 13 【9kW】
Rack 14 【9kW】
Rack 15 【9kW】
Rack 16 【9kW】
Rack 17 【9kW】
Rack 18 【9kW】
Rack 19 【9kW】
Rack 20 【9kW】
Rack 21 【9kW】
Rack 22 【9kW】
Rack 23 【9kW】
Rack 24 【9kW】
Rack 25 【9kW】
Rack 26 【9kW】
Rack 27 【9kW】
Rack 28 【9kW】
Rack 29 【9kW】
Rack 30 【9kW】
Rack 31 【9kW】
Rack 32 【9kW】
Rack 33 【9kW】
Rack 34 【9kW】
Rack 35 【9kW】
Rack 36 【9kW】
Rack 37 【9kW】
Rack 38 【9kW】
Rack 39 【9kW】
Rack 40 【9kW】
Rack 41 【9kW】
Rack 42 【9kW】

空調システム（概要）

SHINOHARA

【楽COOL】
ヒートパイプ式
間接外気空調

31kW x 12台



【空調システム概要】

■コールドアイル/ホットアイル分離方式

■空調機：ヒートパイプ式間接外気空調（外気高温時のみ　モジュールチラー併用）

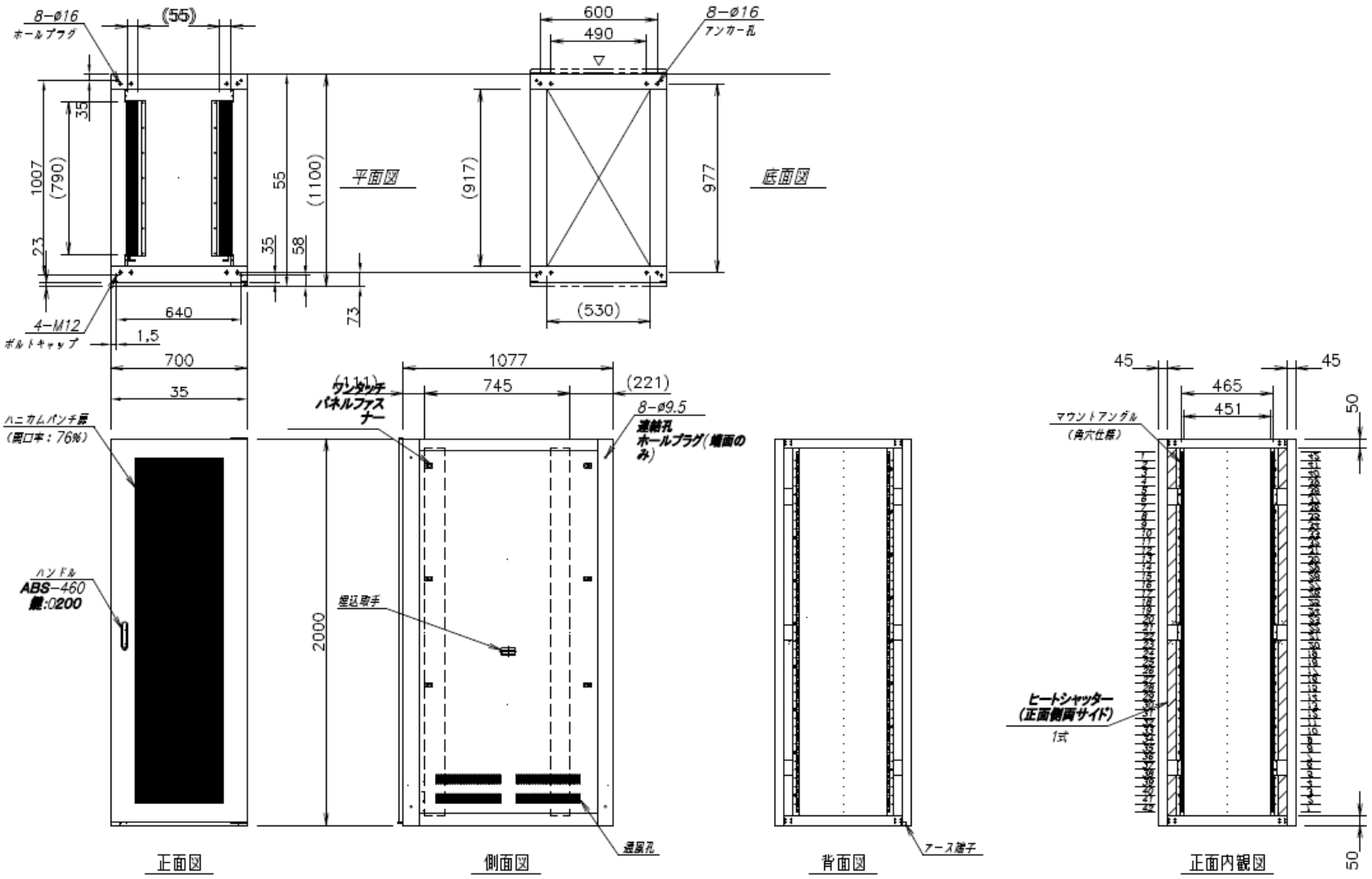
■能力：372kW (31kW×12台)

■給気風量：
297.6kW（80%負荷）計算
ΔT=15℃の場合　59837m³/h

チラーユニット
ダイキン製　モジュールチラー

実効冷却能力　200kW
消費電力　67kW
ポンプ　3.7kW

サーバーラック図面


8−ø16
ホールプラグ
(55)
600
490
8−ø16
アンカー孔
35
1007
(790)
23
55
(1100)
35
58
73
平面図
(917)
977
底面図
640
1,5
4−M12
ボルトキャップ
700
35
1077
745
(221)
(111)
ワンタッチ
パネルファス
ナー
8−ø9.5
連結孔
ホールプラグ(縦面のみ)
ハニカムパンチ扉
(開口率：76%)
ハンドル
ABS−460
鍵:0200
2000
据込取手
通風孔
(530)
アース端子
45
45
465
451
50
マウントアングル
(角穴仕様)
ヒートシャッター
(正面側両サイド)
1式
50
正面図
側面図
背面図
正面内観図

31ft４連棟　消費電力と熱設計について

SHINOHARA

・ラック数　　：21+21＝42ラック

・消費電力（１ラック）　　：9kW/ラック

・コンテナPeak消費電力　　：42ｘ9＝378kW
　　熱設計　　：80%　378x80%＝302.4kW

・楽COOL冷却装置　31kWx12台＝372kW　（冗長構成n+1）341kW＋31kW

・チラー能力：200kW＋200kW　　（冗長構成n+1）　350kW＋50kW

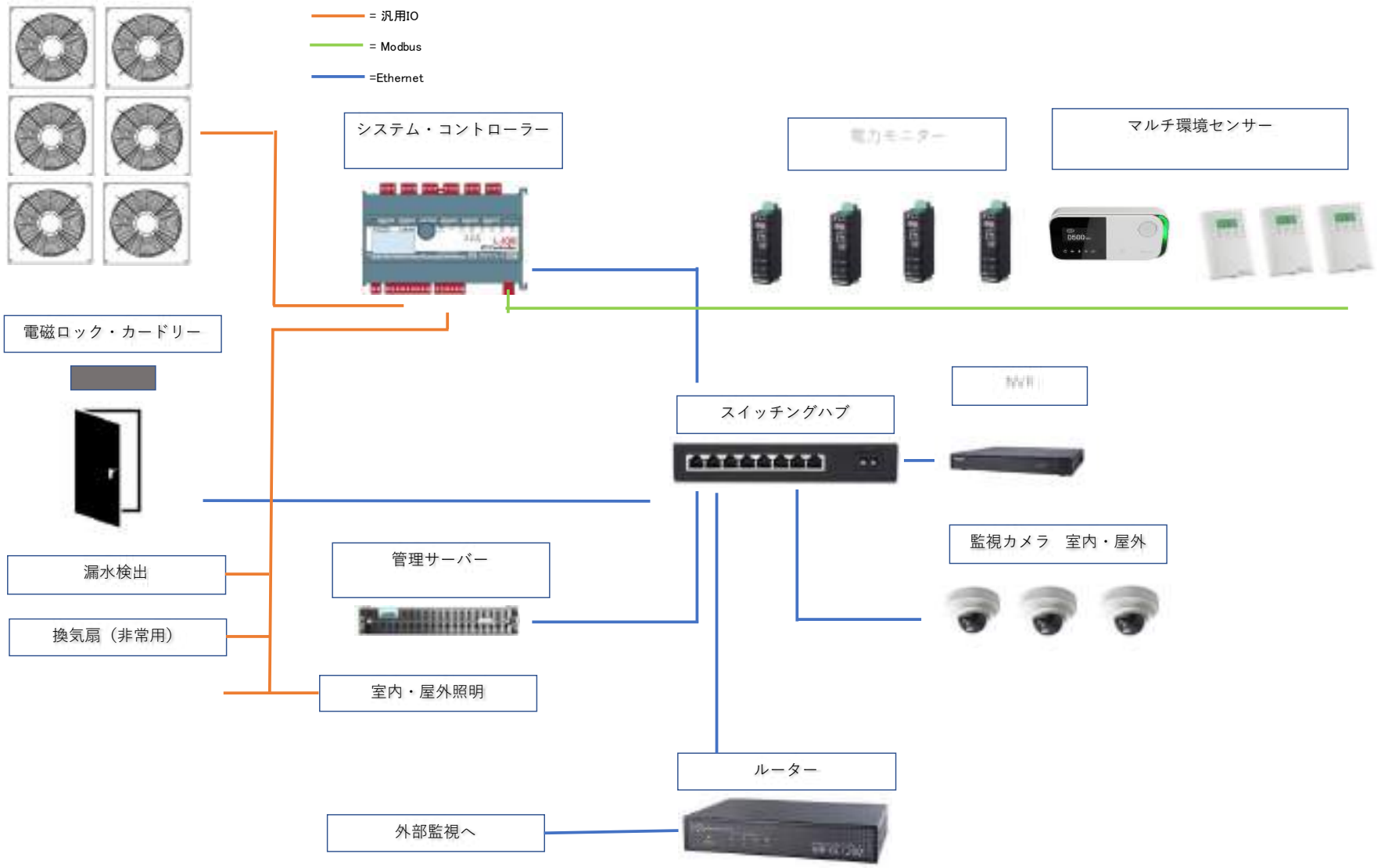
第21章　コンテナ型　データセンター
空調制御システム

空調制御のアルゴリズム

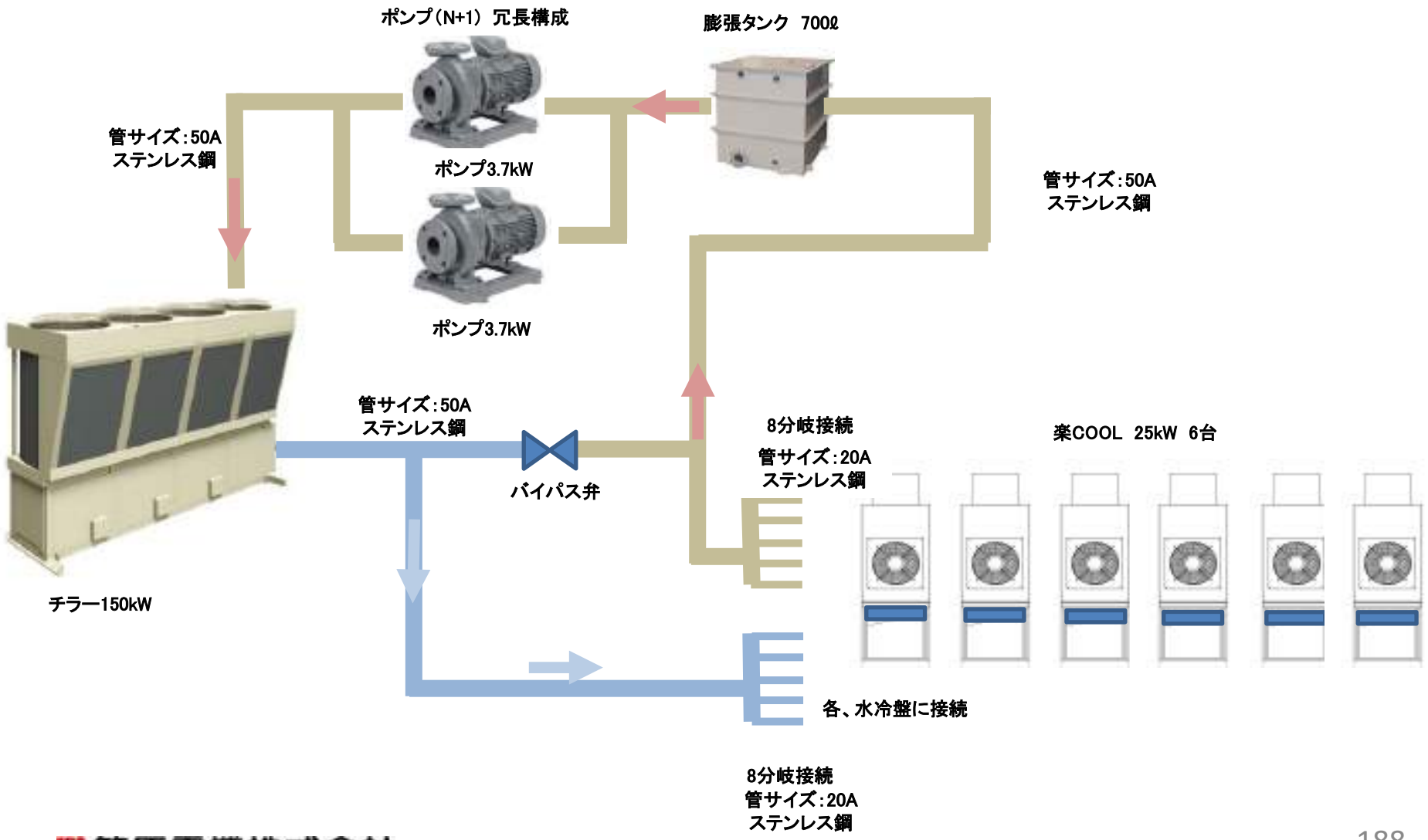
ビル型データセンターでは多数列のラック群が配置されており、空調制御は大変難しい。多数のラックは平均して発熱しているわけではなく、大変むらがあります。また多様なサーバが実装されており、そのラック毎に最適な風量を与えることはとても困難です。したがって、コミッショニング試験を行い、各種のパラメータを採取して、空調制御することになるが、サーバの構築技術も進化している。そのような中で、空調制御すると最悪制御失敗を起こします。最悪サーバが停止してしまいます。そのような見地から、季節ごとに最適な空調の台数制御だったり、風量制御を行うことになります。

コンテナデータセンター等で分散クラウドを構成している場合は、サーバの負荷変動に比較的AI等の技術を取り入れたPID制御も可能となります。
また空調はN+1の様なシステム構成も可能となります。負荷変動を確認しながら、外気温やアンビエント温度、整圧差をセンシングして、必要な風量と必要な吹き出し温度を制御することが可能となります。また空調機のダウンやファンの故障時には、危険な温度にならない制御が必要となります。また空調の応答性を上げて、それに基づき、負荷の予測や先取り制御を行うことで優れたデータセンターを構築することができるようになります。

全体システム図


= 汎用IO
= Modbus
=Ethernet
システム・コントローラー
電力モニター
マルチ環境センサー
電磁ロック・カードリー
スイッチングハブ
WiFi
監視カメラ　室内・屋外
漏水検出
管理サーバー
換気扇（非常用）
室内・屋外照明
ルーター
外部監視へ

チラー～楽COOL　配管仕様



空調制御ユニット①　②

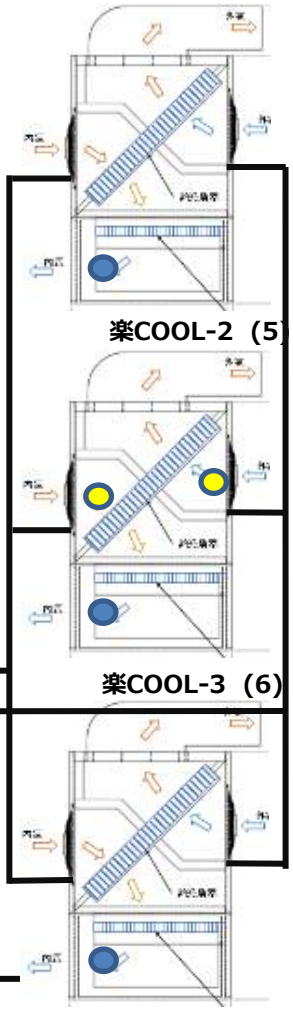
LOYTEC LIOB 585

DC24V出力

楽COOL-1　(4)

楽COOL-2　(5)

楽COOL-3　(6)



DC24V　2P5A　DC24V

Ethernet

Modbus

FAN(1-6)　故障信号
6本
故障時＝OFF

Analog
OUT
0-10V

Analog OUT
0-10V　2本

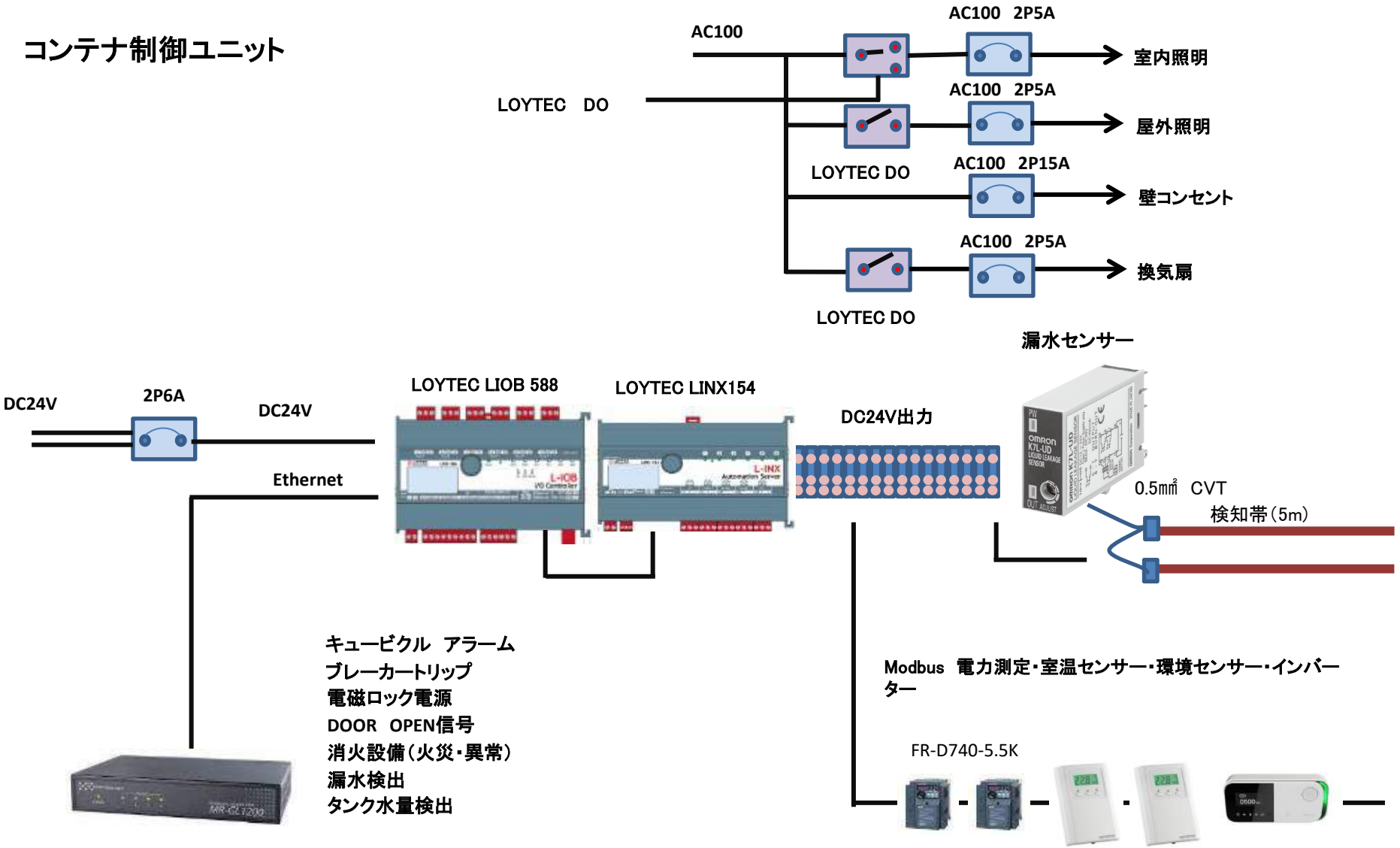
＝温度センサー

＝温湿度センサー

Modbus　センサー通信

データー盤

コンテナ制御ユニット

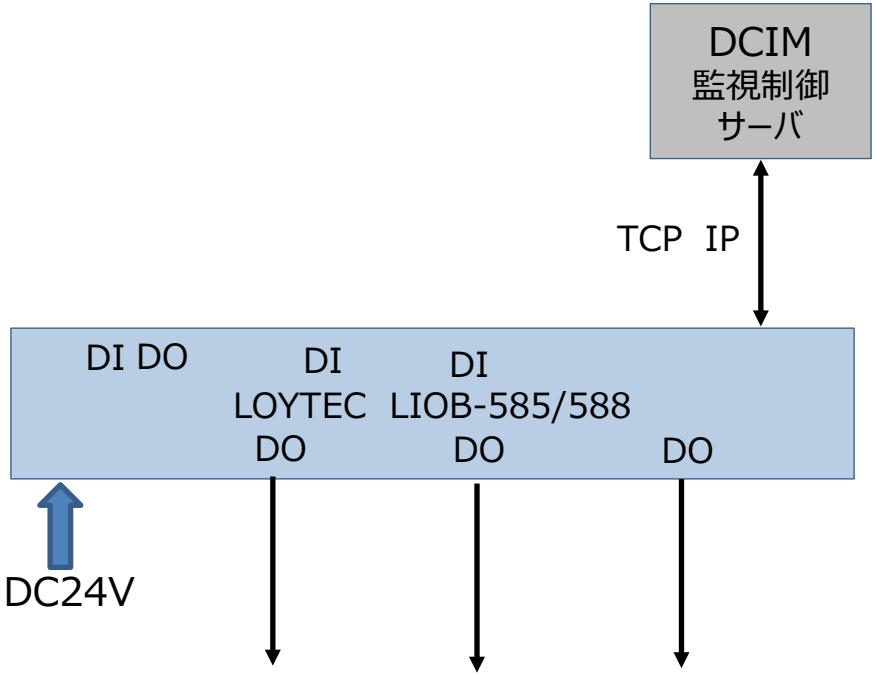


DELTA/LOYTEC L-IOB 585

6 UI, 2 AO, 5 DO (5 x Triac 0.5 A),
1 Pressure Sensor

DELTA/LOYTEC LIOB-588

LIOB I/O Controller: 8 DO, 6 AO, 10 UI



✓ BACnet
✓ CEA-709
KNX
✓ Modbus
M-Bus
✓ OPC

L-VIS Touch Panel

LVIS-3ME7-Gx/3ME12-A1/3ME15-A1/3ME15-Gx

Datasheet #89033419

L-VIS Touch Panels for LonMark, BACnet, and Modbus networks are ideally suited for visualization and operation of various applications in building automation. L-VIS Touch Panels visualize building systems, can be used as room operator panels, in hospital operation or isolation rooms, conference and reception areas. The fully customizable user screens can show dynamic pages that are easy to navigate. L-VIS Touch Panels make use of an extremely low power embedded controller platform and operating system. This makes L-VIS resistant against problems when re-booting after power outage and also against any viruses.

L-VIS impresses with its timeless design, harmonic integration into modern and historical architecture, and with its extremely user friendly concept. The shallow installation depth and low thermal power loss allow mounting in almost any location.

Different Sizes

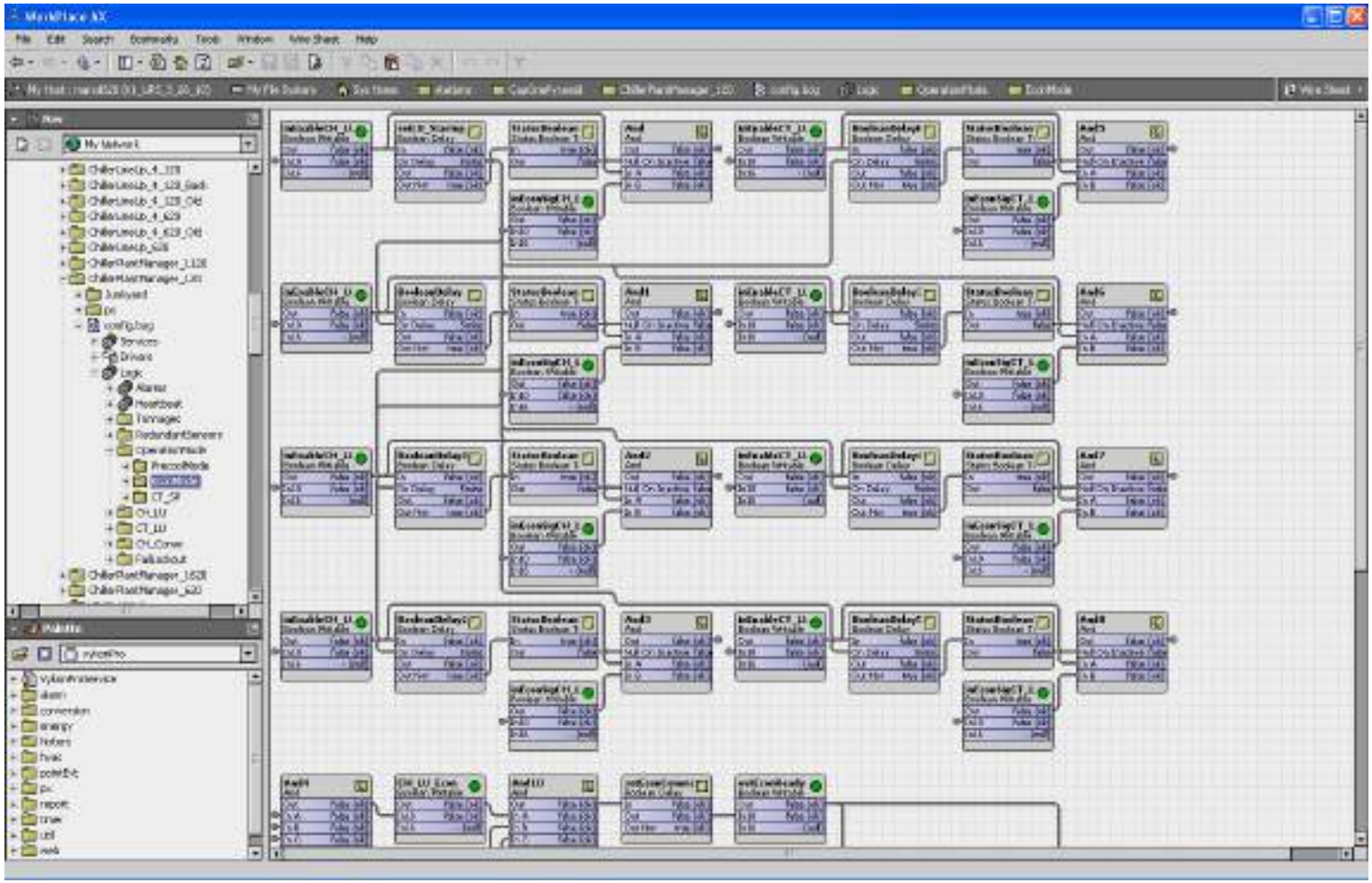
L-VIS Touch Panels are available in the following variations:

LVIS-3ME7-Gx	7"Touch Display Frameless glass front and capacitive touch	800 x 480	262 144 colors
LVIS-3ME12-A1	12.1"Touch Display Aluminum frame with anodized finish	800 x 600	262 144 colors
LVIS-3ME15-A1	15"Touch Display Alumnium frame with anodized finish	1024 x 768	262 144 colors
LVIS-3ME15-Gx	15"Touch Display Frameless glass front and capacitive touch	1024 x 768	262 144 colors

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

コントローラのロジック例



一般的なIEC61131な感覚で視覚的に設計及びメンテナンスが行えます。

第22章　小型コンテナ型　データセンター

小型コンテナ型DC

・通信キャリア向け　小型コンテナ型DC
・UPS、非常用自家発装備

・コンテナ　：　20フィート
・IT負荷　：　15kW
・ラック　：　3ラック
・空調　：　一般空調
・UPS　：　ビルトインラックタイプ
・自家発　：　50KVA　発電機

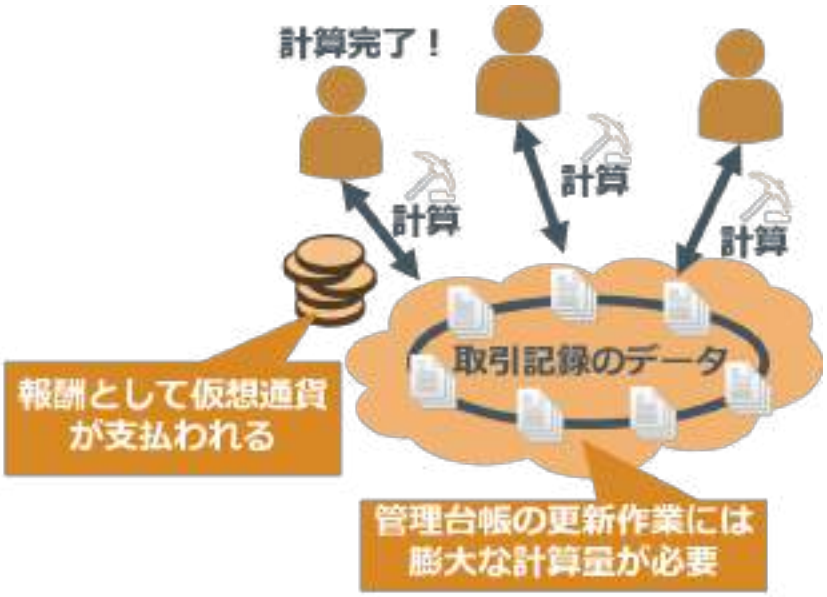
第23章　マイニングコンテナ　空調レス

マイニングとは？

・仮想通貨の取引の際には、管理台帳の更新作業が必要

・その複雑な更新作業元ネタをマイニングプールから取り出し、更新作業の計算を行う
　コンピューターを　マイニング・リグと呼びます

・マイニング・リグを100台、200台と収納したコンテナ　マイニング・コンテナDC



NRI様　WEB資料より

実際のマイニング・リグ

マインニング用コンテナDCの特徴

・安価で堅牢な海上輸送コンテナの採用したオリジナル設計
・空調機を使用しない省エネ設計。ファンだけでマイニング・リグを冷却
・一般のDCで使用される19インチサーバーラックの採用で耐震性、信頼性の確保
・遠隔制御によるコンテナ内部状態の監視可能

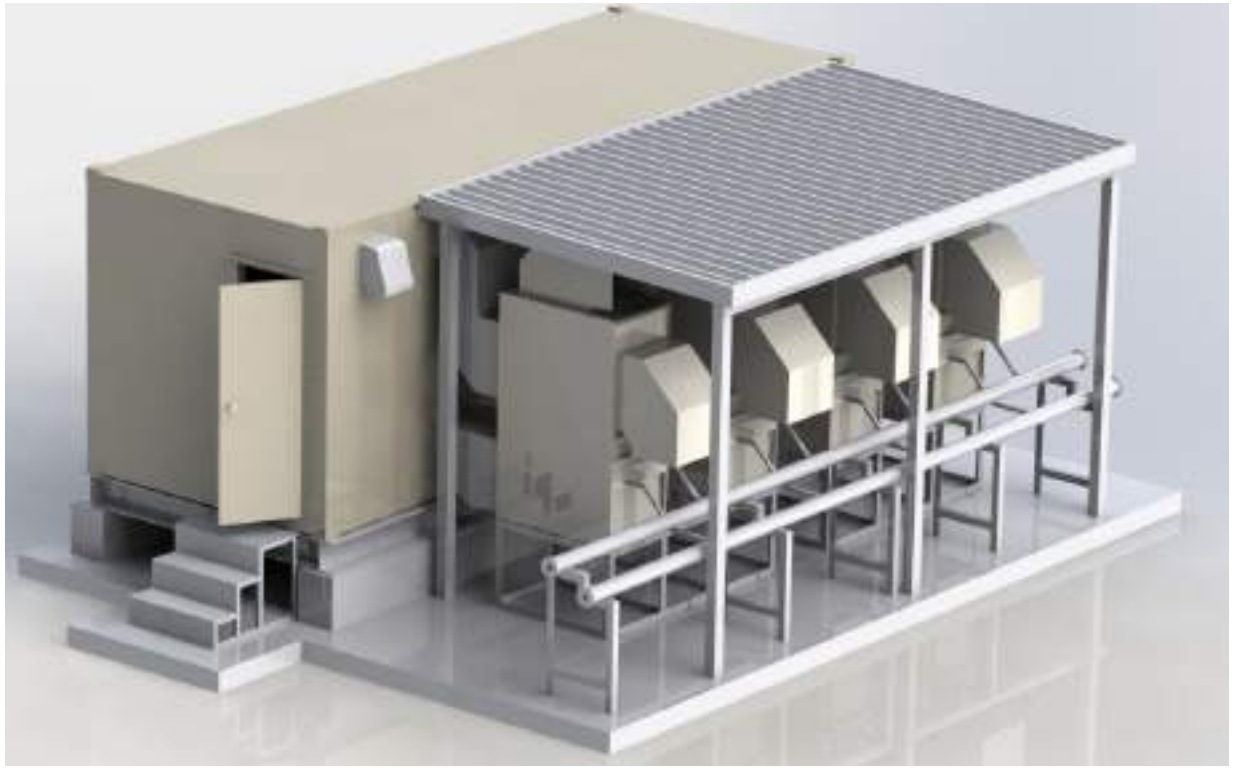
再エネの利用に大変優れたエネルギー活用となります。
ソーラ等の再エネは系統電力への接続は限界があります。
余った電力の有効活用として大変優れています。

第24章　楽COOLと井戸水によるチラーレス HPC対応コンテナデータセンター事例

HPC 高速演算処理用 コンテナDC

篠原電機のHPC用 コンテナの特徴

・楽COOLを使用した省エネルギー設計 （地下水利用によりチラーレス化を実現）
・静音モードにより環境に配慮
・全国から遠隔監視可能なDCIM搭載



楽COOL
25kW×4台

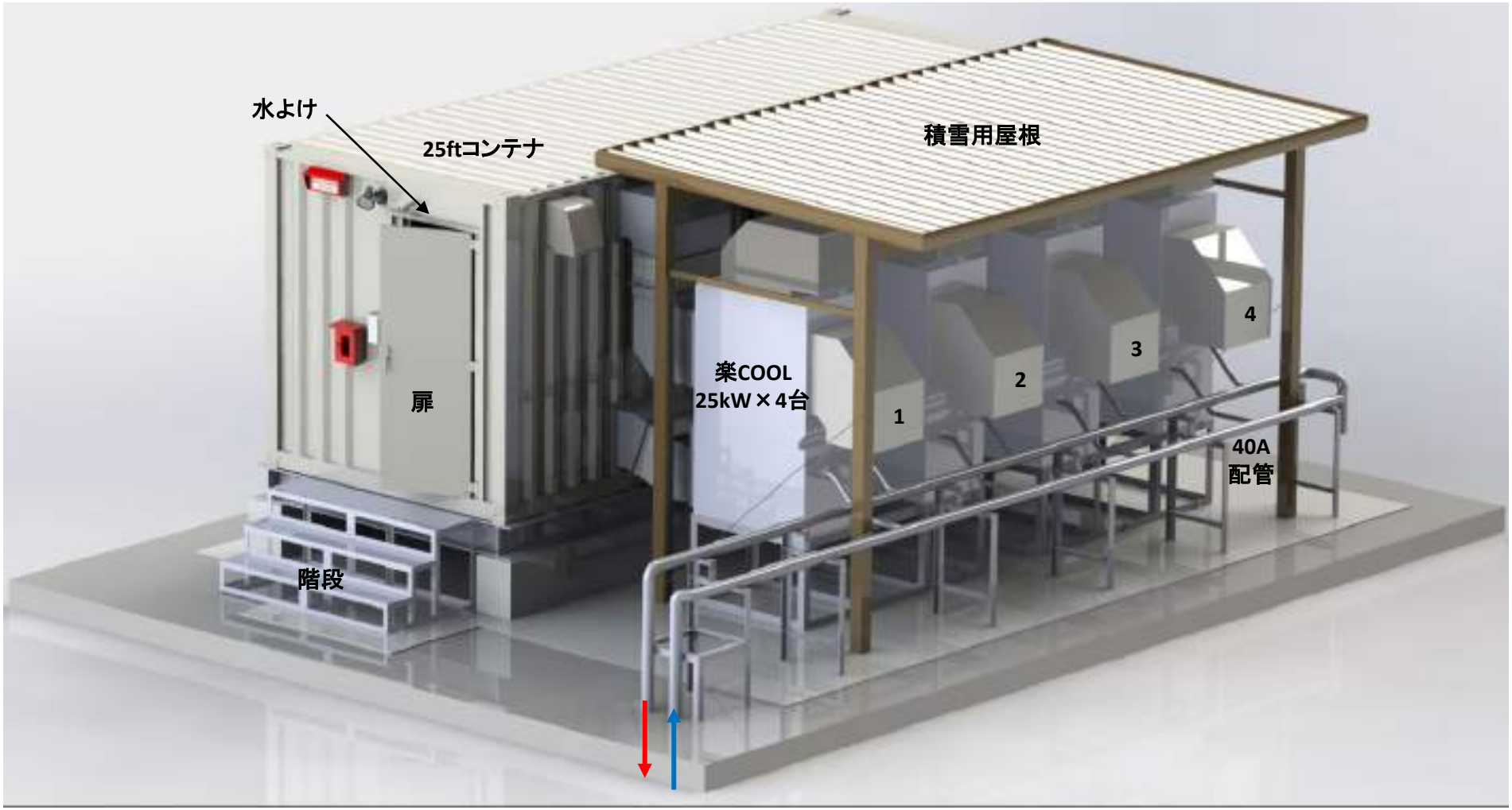
25ftコンテナ
幅2．9×全長7670×高さ2896

チラーレス：
地下水利用による省エネを実現

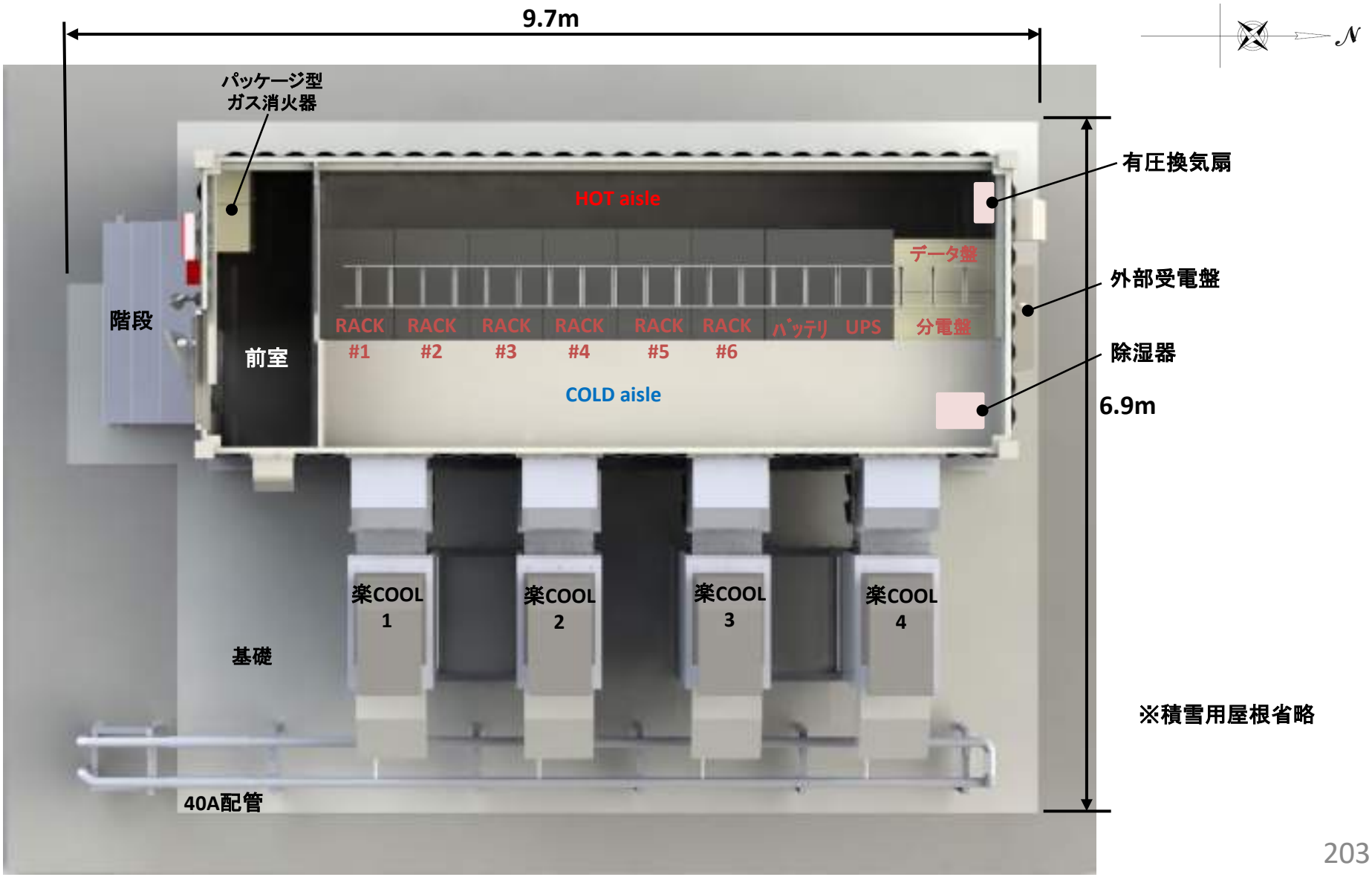
篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

HPC対応コンテナ全体図(省エネチラーレスシステム)



コンテナ平面図と基礎寸法



Shinohara Confidential

第25章　マイクロデータセンター

RITTAL社 Mini Data Center

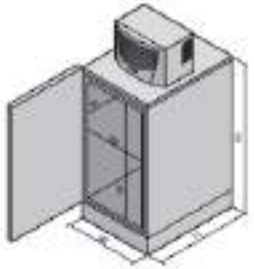
RITTAL社 Micro Data Center

SHINOHARA

Micro data centre

Basic Safe Compact

With the Basic Safe Compact, Rittal presents the smallest climate-controlled data centre.
Small companies, in particular, can now be offered a cost-efficient solution for the protection of tape libraries, individual 19" servers or the like.



Benefits:

Description of standard features

- Security enclosure with operating and service doors (three-point locking)
- Cable entry in both side-elements
- Cooling capacity 1.3 kW
- Usable height for those below 14 U

Compatible options

- Early fire detection system – CFD Plus
- Fire alarm and extinguisher system DSI-AC Plus
- Monitoring – CMC TC
- Uninterruptible power supply – PMC 12
- 19" servo rack

Applications

- Micro data centre for small companies
- Protection for servers, storage applications
- Suitable for integration into smaller office rooms
- Storage of personal data, e.g. dietetic surgeries or tax advisors

Basic Safe Compact

Model No.	[illegible]	[illegible]
Cooling capacity kW	[illegible]	[illegible]
Width [illegible]	[illegible]	[illegible]
Height [illegible]	[illegible]	[illegible]
Depth [illegible]	[illegible]	[illegible]
Clearance width [illegible]	[illegible]	[illegible]
Clearance height [illegible]	[illegible]	[illegible]
Clearance depth [illegible]	[illegible]	[illegible]
Weight kg	[illegible]	[illegible]

19" rack

Model No. OK	[illegible]	[illegible]
B	[illegible]	[illegible]
Depth [illegible]	[illegible]	[illegible]

Series-standard protection against:

Fire protection [illegible] Compliance with [illegible] values AT < 50 K, relative humidity < 45% for 10 minutes

Tested burglary protection [illegible] Protection against dust and water [illegible]. The tests were performed as a system test and confirmed by way of test certificates.

Colour:
Basic Safe: RAL 7035

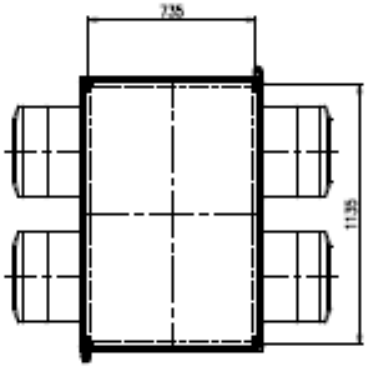
RITTAL

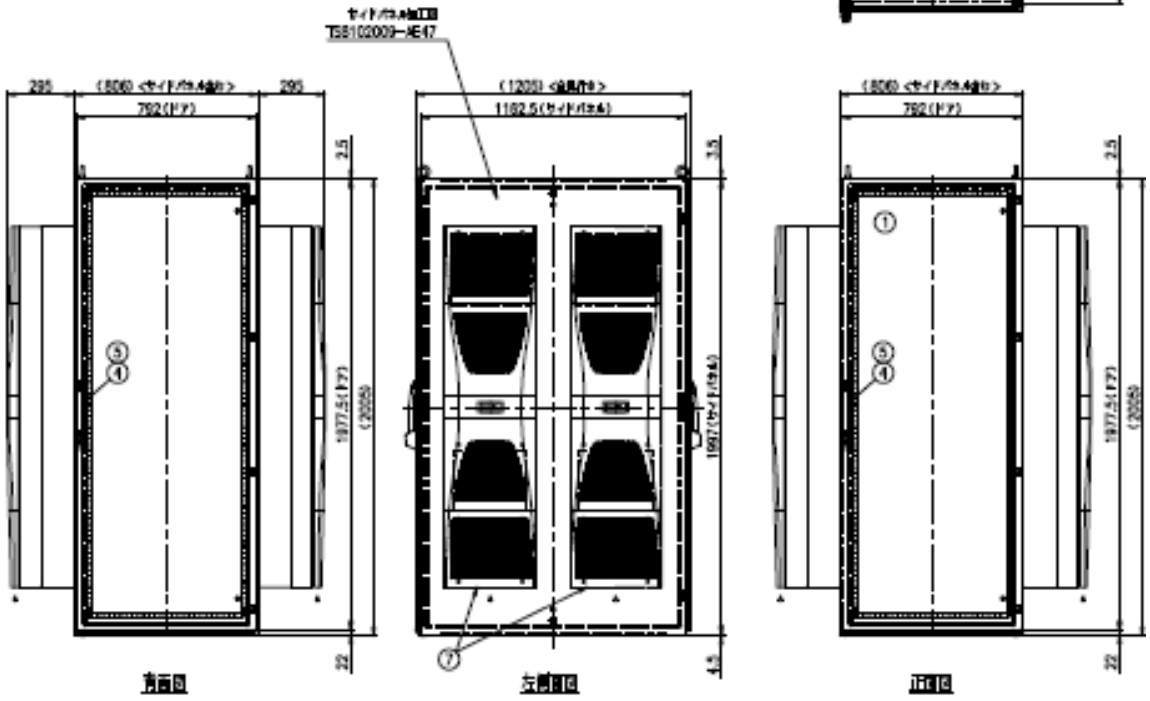
Rittal GmbH & Co. KG · Postfach 1662 · D-35726 Herborn
Telephone: +49(0)2772 505-0 · Telefax: +49(0)2772 505-2319 · eMail: info@rittal.de · www.rittal.com

RITTAL社　Mini Data Center 密閉式ラック型データセンター

SHINOHARA

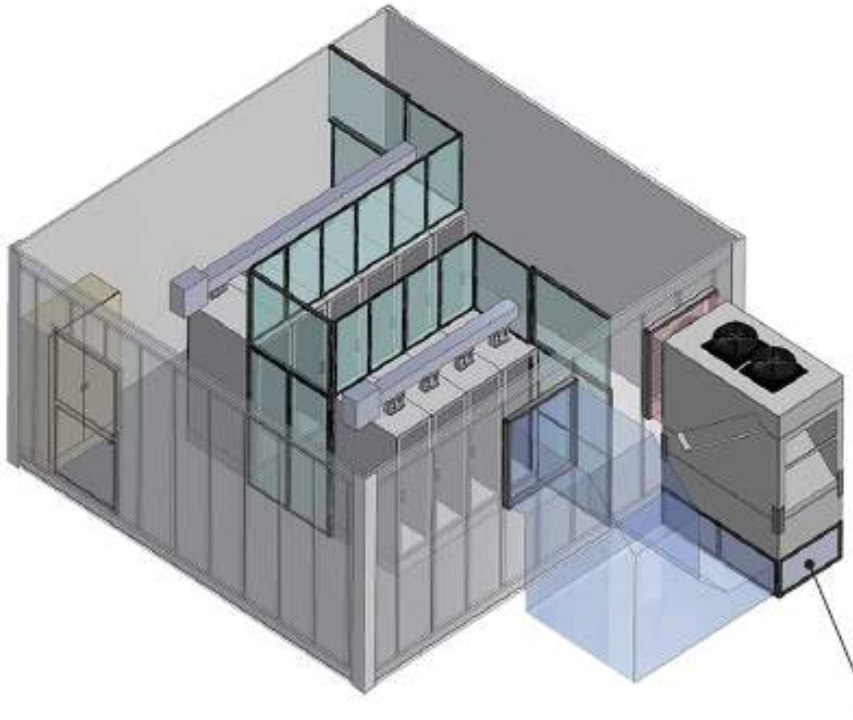
No.	Parts Name	PartNo.	Q'ty	Comments
1	本体(W800xH2000xD1200)	XJP_DE6602511A	1	サイドパネル付
2	フロント用19インチレール	5501.272	1	
3	リア用19インチレール	5501.275	1	
4	ロックシリンダー	2467.000	2	
5	クイックハンドル	8611.010	2	
6	着地プラケット	6800.830	1set	1set=4ヶ
7	クーリングユニット	3329.520	4	





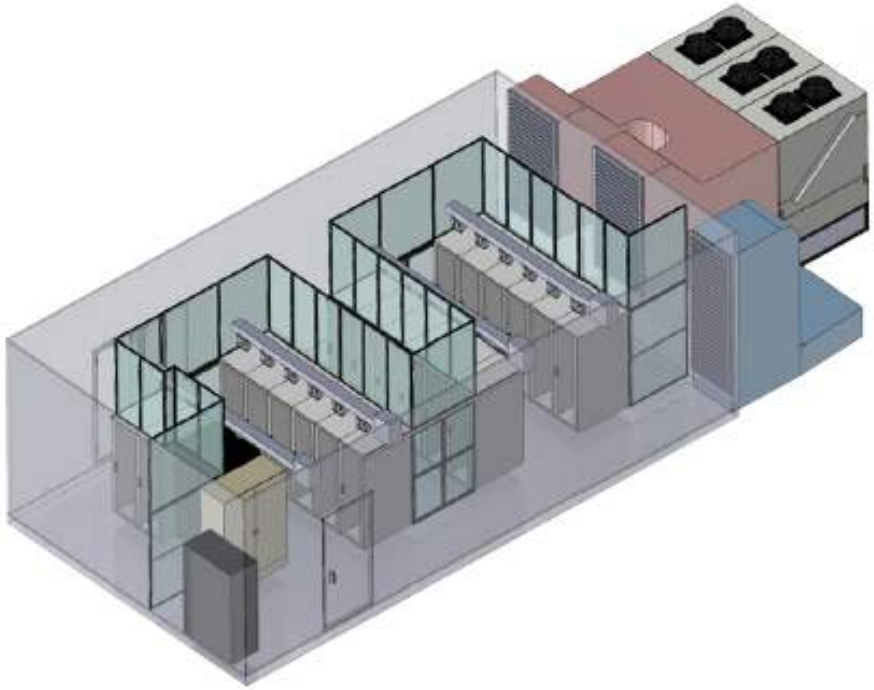
サーバ　6kWまで収容
環境の悪いところでも使用可能。

DCフロアー内HPC対応DCデザイン



CASE1. モジュラーハウス型データセンターまたはフロア

設備仕様	台数	仕様
モジュラーハウス		W6500×D6100×H3400
サーバラック	10ラック	W600×D1000×H2000
想定発熱量		5kW/ラック平均 Max.10kW/ラック可能
空調設備	1台	楽COOL 50K
給電用バスダクト	2本	STARLINE BUSWAY
コンテインメント	一式	
チラー ダイキン製	1台	UWAXP190B 外気温度 35℃ 能力 35.6kW
給水ポンプ	1台	
チラー配管	一式	
ファン制御コントローラ タッチパネル操作	1台	温度監視、ファン制御、バルブ制御

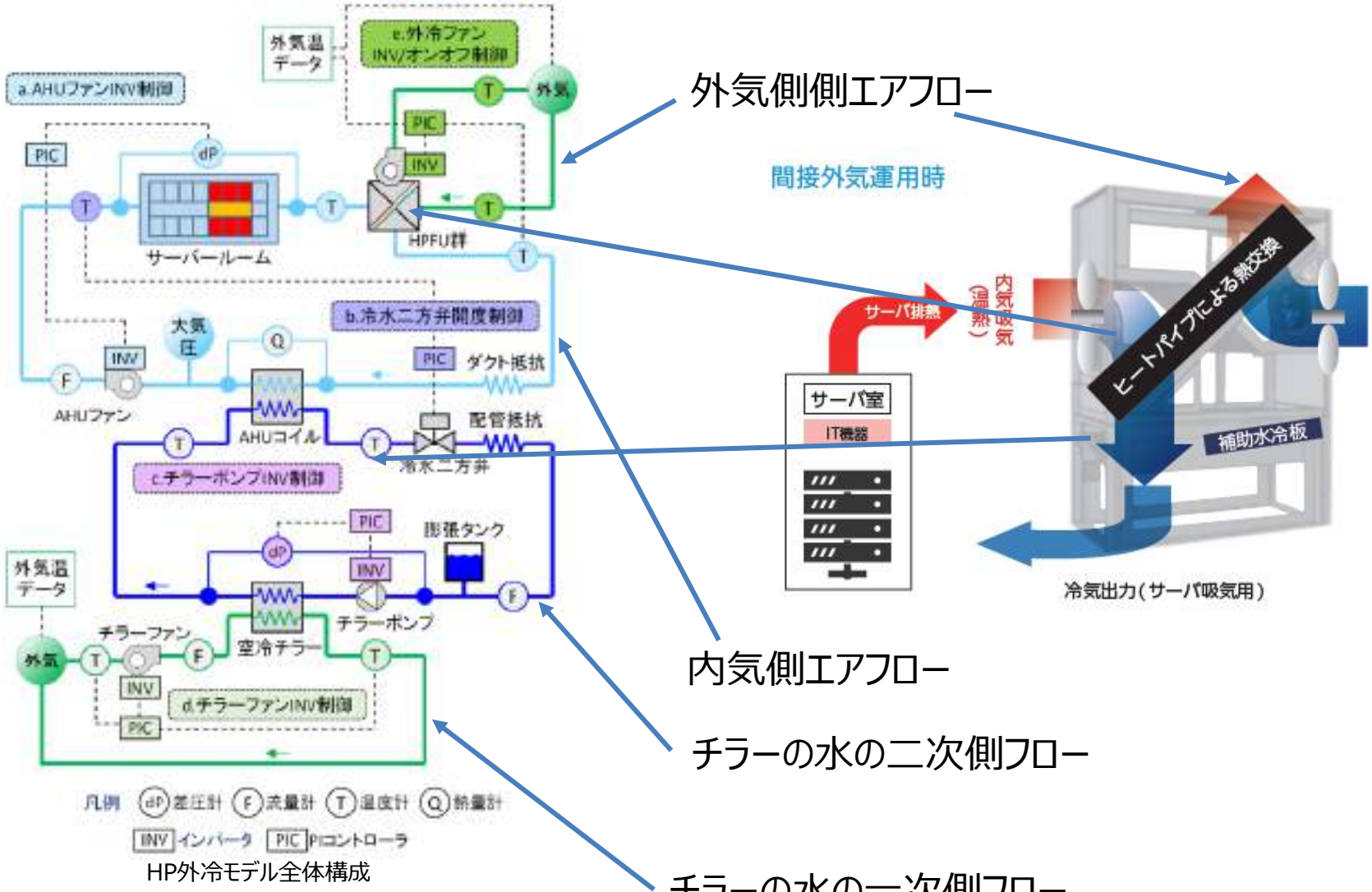


CASE3. モジュラー型データセンター

設備仕様	台数	仕様
モジュラーハウス		W6000×D11000×H3900 (参考)
サーバラック	20ラック	W600×D1000×H2000
想定発熱量		7.5kW/ラック平均 Max.10kW/ラック可能
空調設備	3台	楽COOL 50K
給電用バスダクト	4本	STARLINE BUSWAY
コンテインメント	一式	
チラー ダイキン製	1台	HEXAGON Forceシリーズ
給水ポンプ	1台	
チラー配管	一式	
ファン制御コントローラ タッチパネル操作	1台	温度監視、ファン制御、バルブ制御

第26章　ヒートパイプ式楽COOL間接外気空調システム
AHU+フリークーリング一体型楽COOL Ⅱ

ヒートパイプ式楽COOL間接外気空調システムを用いた冷却システム例



HP外冷モデル全体構成

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

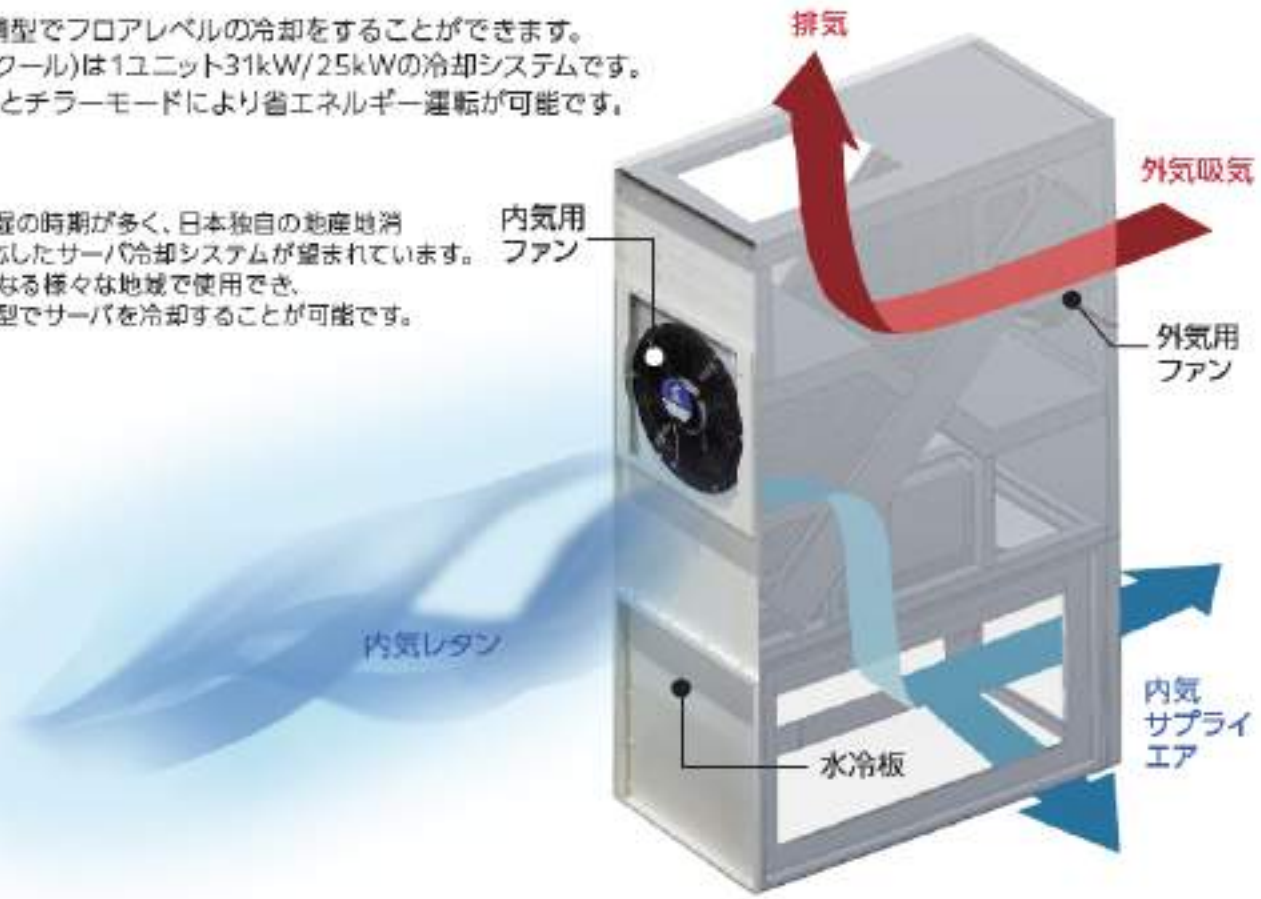
ヒートパイプ熱交換機 楽COOL 31K / 25K / 8K /4K

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

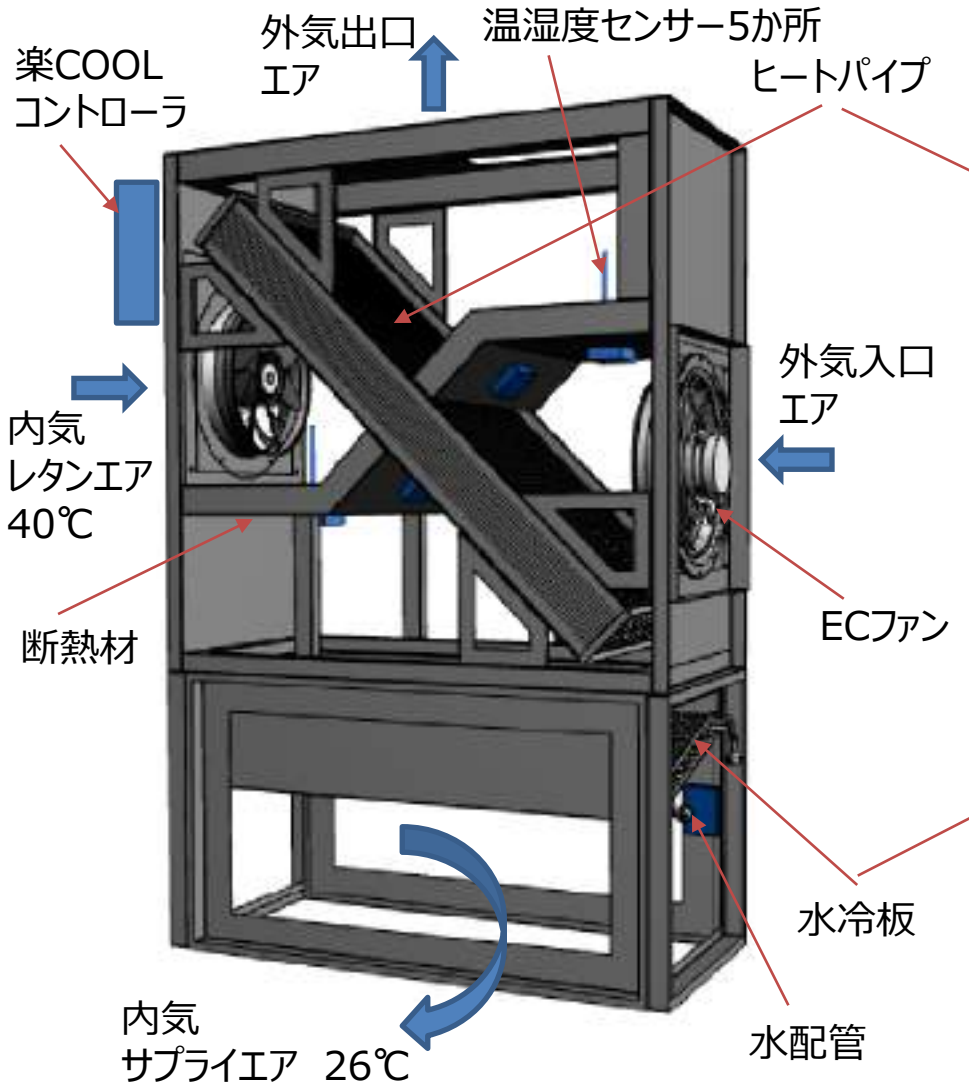
間接外気空調型でフロアレベルの冷却をすることができます。
楽COOL(ラクール)は1ユニット31kW/25kWの冷却システムです。
ドライモードとチラーモードにより省エネルギー運転が可能です。

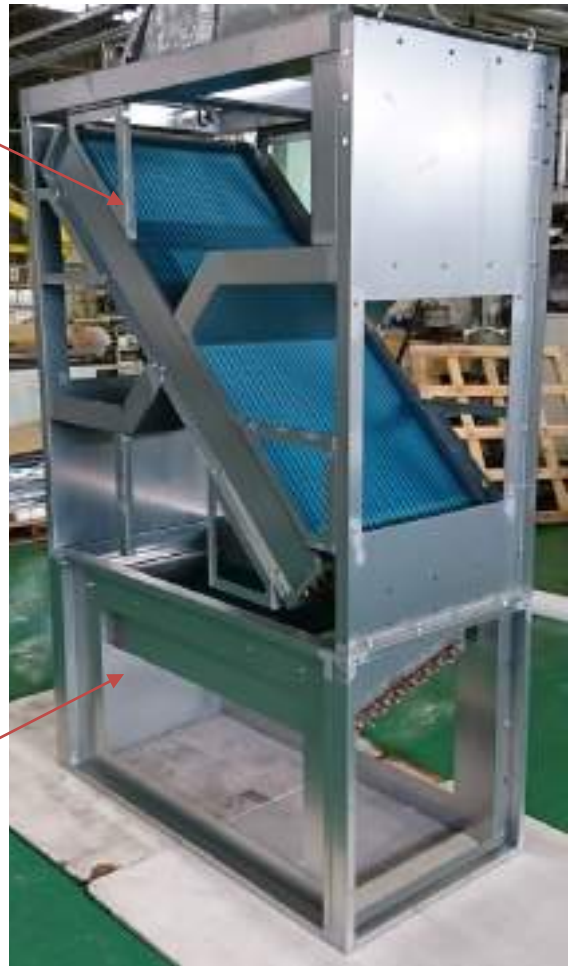
CONCEPT

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。



省エネ冷却技術 ヒートパイプ利用 楽COOL



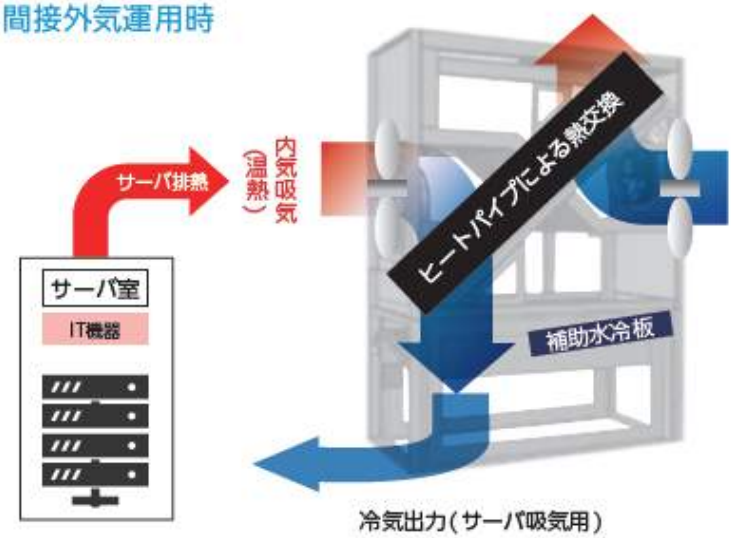


製作途中写真

間接外気冷却システム 楽COOL

SHINOHARA

間接外気運用時



- 直接外気空調は外気冷熱を室内に直接取込み冷却する
- 実際には冷却するのでは無く常に室内空気を外気と交換する
- 外気エネルギーの性能は良く30kW/Rackを運営するDCもある
- チラー等の冷熱源も不要
- 発熱した暖気を熱交換機(車のラジエータ相当)で熱を吸い取る
- 吸い取った熱を外気で冷却し、熱交換機から冷気を放出する
- 室内の空気は常に同じ空気を使い、外気は冷却のみに使用
- 更に熱交換効率が50%程度で暖気と冷気の中間温度になる

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気直膨コイル冷却	ヒートパイプ熱交換機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チラーとの間:水配管(不凍液ブライン)
冷房能力	96kW	ヒートパイプ能力 25kW×5+1=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モータによるインバータ
PUE	PUE=1.5 年間COP=9も可能	ヒートパイプ空調 PUE 1.02 チラー稼働も含めると1.1程度 ただし高温サーバ等の採用により吸気温度により1.1以下も可能
寿命	約4万時間 約5年弱 実際は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 約4万時間であるが、フル稼働時間が少ないこと、停止させている時間が大きいため 10年程度を想定している。設置環境により15年も期待できる。
COP	空調機 3	ヒートパイプ単体 40
動作周囲温度	−8℃~+43℃	楽COOL −40℃~+45℃ チラー +10℃~+40℃

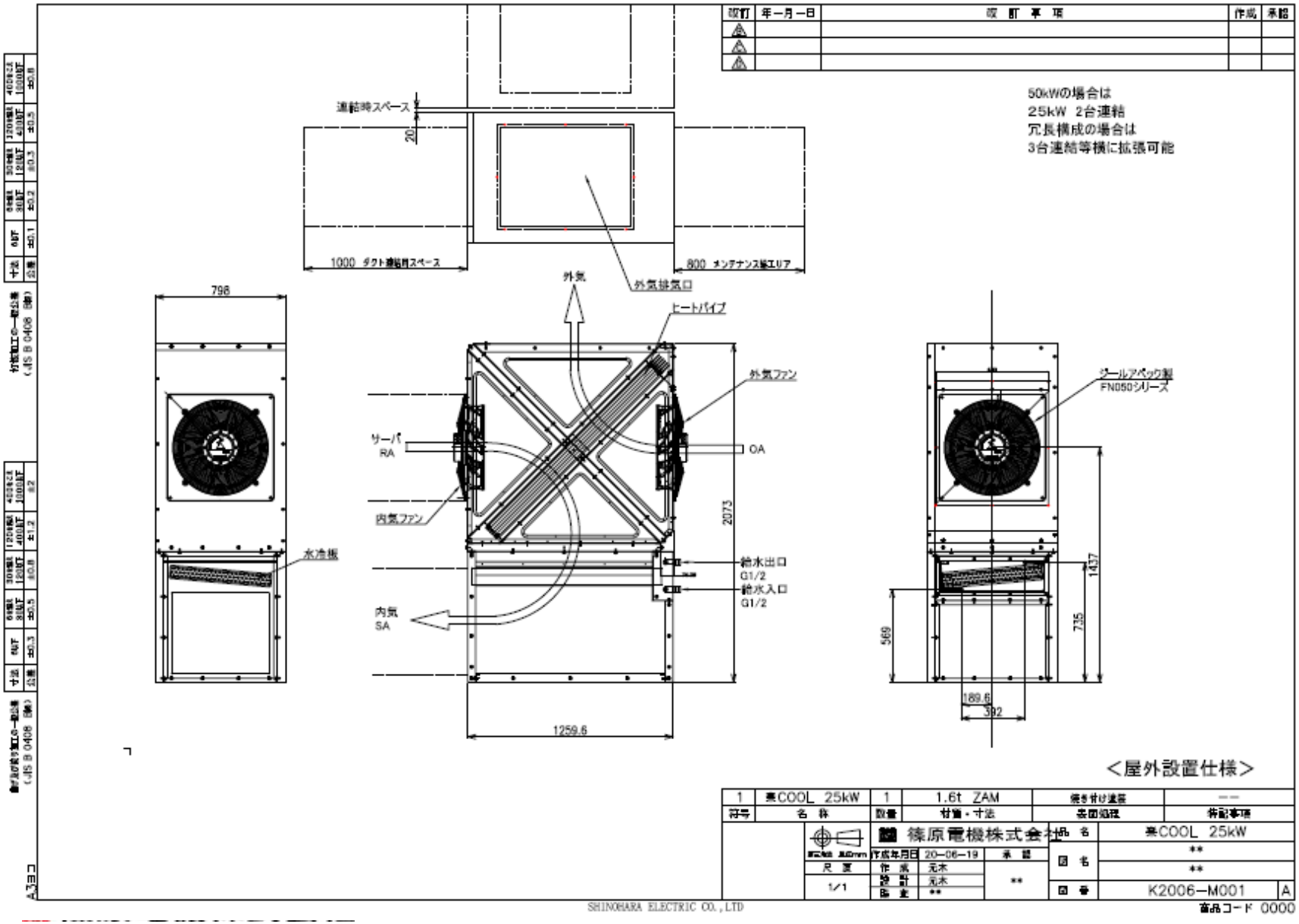
多種多様なラインナップ

ラックセット型8Kタイプや、水冷却を用いない4Kタイプもラインナップ。詳細につきましては、お問い合わせください。

仕様

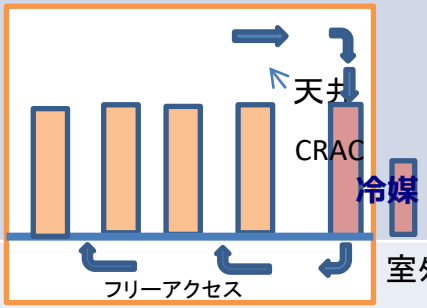
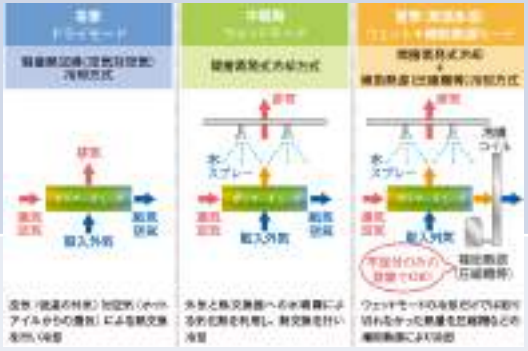
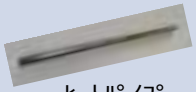
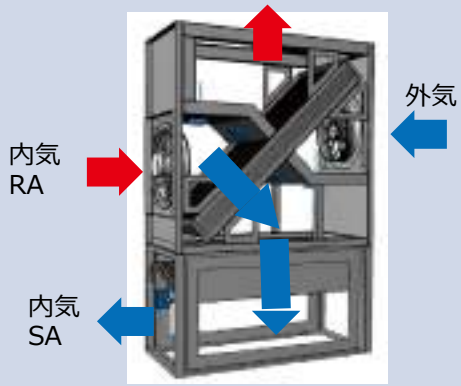
タイプ	フロアタイプ型		ラックセット型	
製品名	楽 COOL 31K	楽 COOL 25K	楽 COOL 8K	楽 COOL 4K
品番	RCOOL-031	RCOOL-025	RCOOL-008	RCOOL-004
外形寸法(mm)	W800×H2000×D1300	W800×H2000×D1300	W680×H625(ラック)+225(ラック内)×D1000	W470×H620(ラック上)+220(ラック内)×D720
重量	350kg	315kg	50kg	35kg
駆動電圧	三相 200V	三相 200V	AC100V/200V DC24V DC48V/HVDC	AV100V/200V DC24V DC48V/HVDC
水冷ユニット	チラー	チラー	チラー	ー
冷却能力	31kW × N(必要数)	25kW × N(必要数)	8kW/ラック	4kW/ラック

楽COOL 詳細図



Shinohara Confidential

一般空調と間接蒸発冷却と楽COOLの比較

項目	CRAC空調	間接蒸発冷却システム	楽COOL(間接外気空調)
外観	室内機 室外機 		ﾋｰﾄﾊﾟｲﾌﾟの熱移送能力は 単なる銅管の1000倍  ﾋｰﾄﾊﾟｲﾌﾟ  チラー 楽COOL
説明	一般的な電算室空調システム 常時必要な風量が必要なため年中空調機稼働が必要。PUE=1.4が限界	3モード冷却 モード1:熱交換器をスカベンジャーファンで冷却 モード2:熱交換器に水を噴霧して気化冷却 モード3:直膨コイルによる空調 課題 モード2は水が多量に必要。多湿では冷却効果が低下	相変化で熱移送できるヒートパイプ利用 10数℃からチラーで補完冷却 ASHRAE A1～A4ではチラーレス可能

空調システム（楽COOL）制御の概要

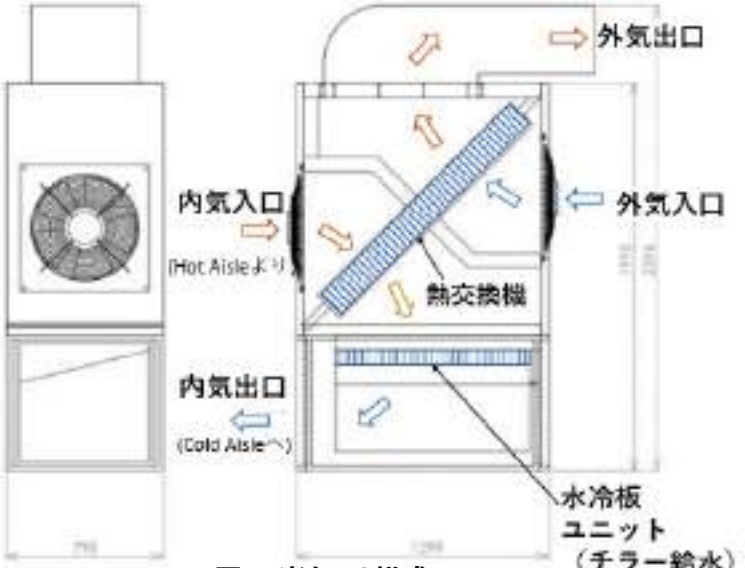


図1　楽クール構成

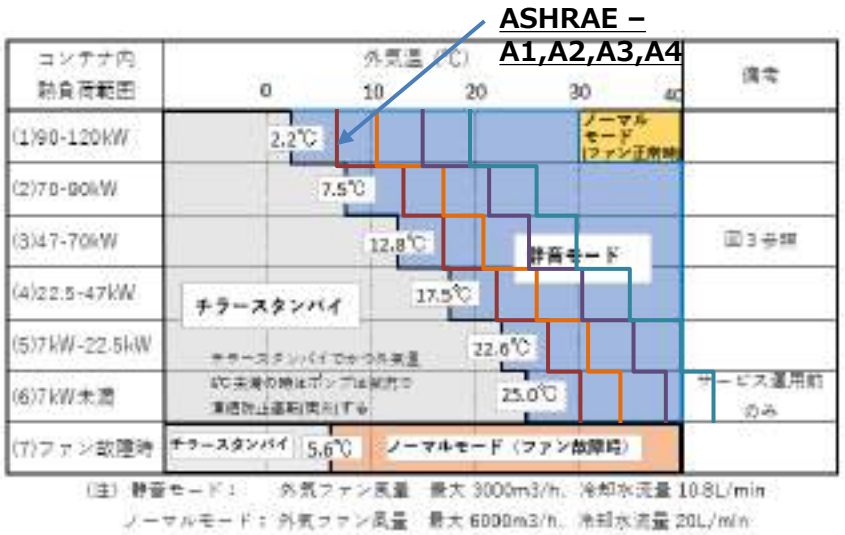


図2　空調制御モード　楽COOL　5+1台配置　ASHRAE –R時　チラーレスカーブ

空調制御概要

■内気出口温度－内気入口温度（or Hot Aisle温度－Cold Aisle温度）の温度差を一定温度範囲に保つように（例：Δｔ＝10℃付近）、内気風量を制御

■コールドアイル温度を一定温度以下に保つように（例：27℃以下）、外気風量を制御

■熱負荷量に応じて、チラーをスタンバイとして熱交換機だけで冷却する外気温を段階的に切り替える（図２）。その際、水冷板ユニットに供給するチラー給水温度は、外気温によって連続的に変化させる（図３）

■通常運転時は静音モード運転（外気ファン、チラー水流量共 約50%運転）とし、熱負荷が大きくかつ外気温が高い条件（例：30℃以上）の時、又はファン故障時にのみ最大性能で運転。（図２）

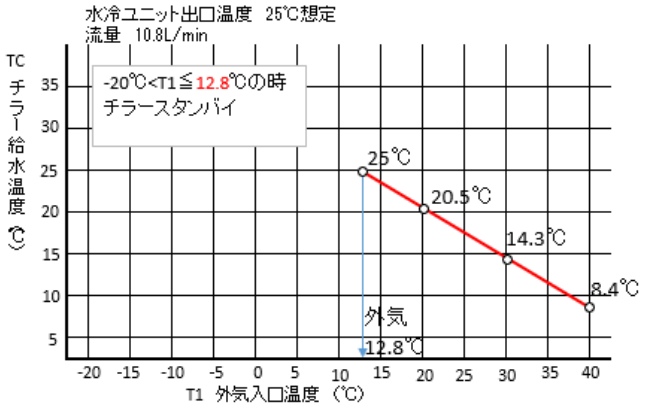
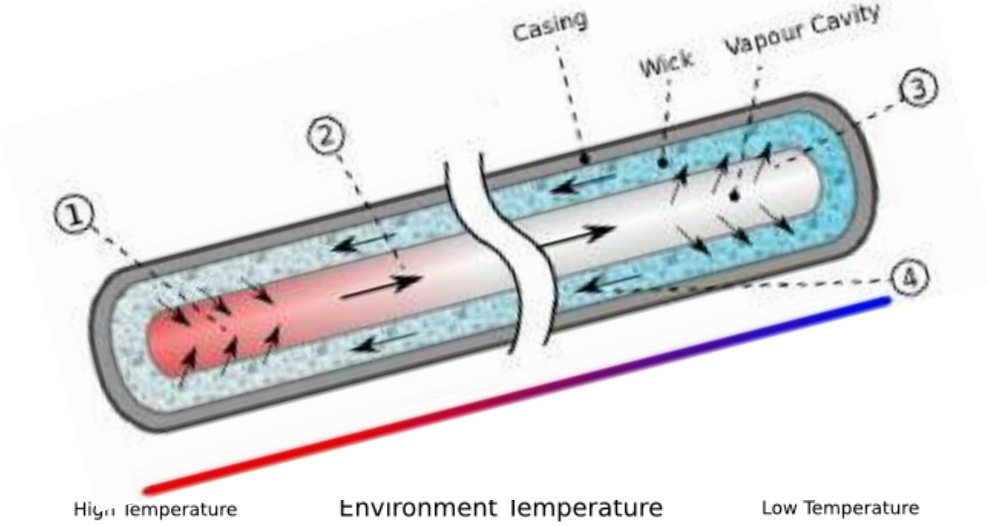


図3　チラー水温カーブ例（負荷47-70kWの時）
ASHRAE -R時　A1,A2,A3,A4の場合は右にシフトする。

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。
最近はウィックと呼ばれるグルーブ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。

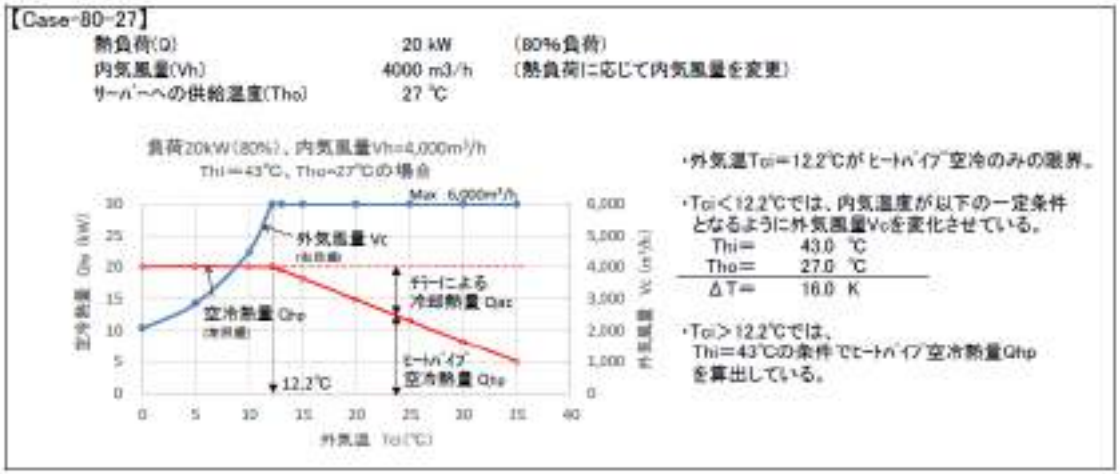


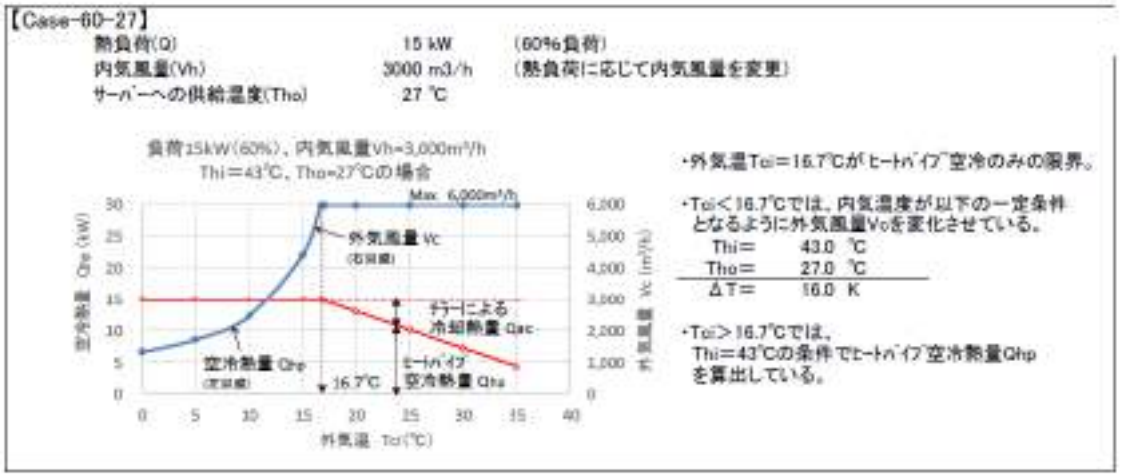
Heat pipe thermal cycle
1) Working fluid evaporates to vapour absorbing thermal energy.
2) Vapour migrates along cavity to lower temperature end.
3) Vapour condenses back to fluid and is absorbed by the wick, releasing thermal energy
4) Working fluid flows back to higher temperature end.

作動液は使用環境により様々なものが使用される。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。

JEITA ETR-3001 クラスRの場合

最大負荷　5.6kW×20ラック 約120kWを25kW能力の楽COOL 6台でまかなったときのチラー無しでの外気温度は12.2℃となる。発熱量がさらに低下して90kWの場合は、16.7℃まで可能である。

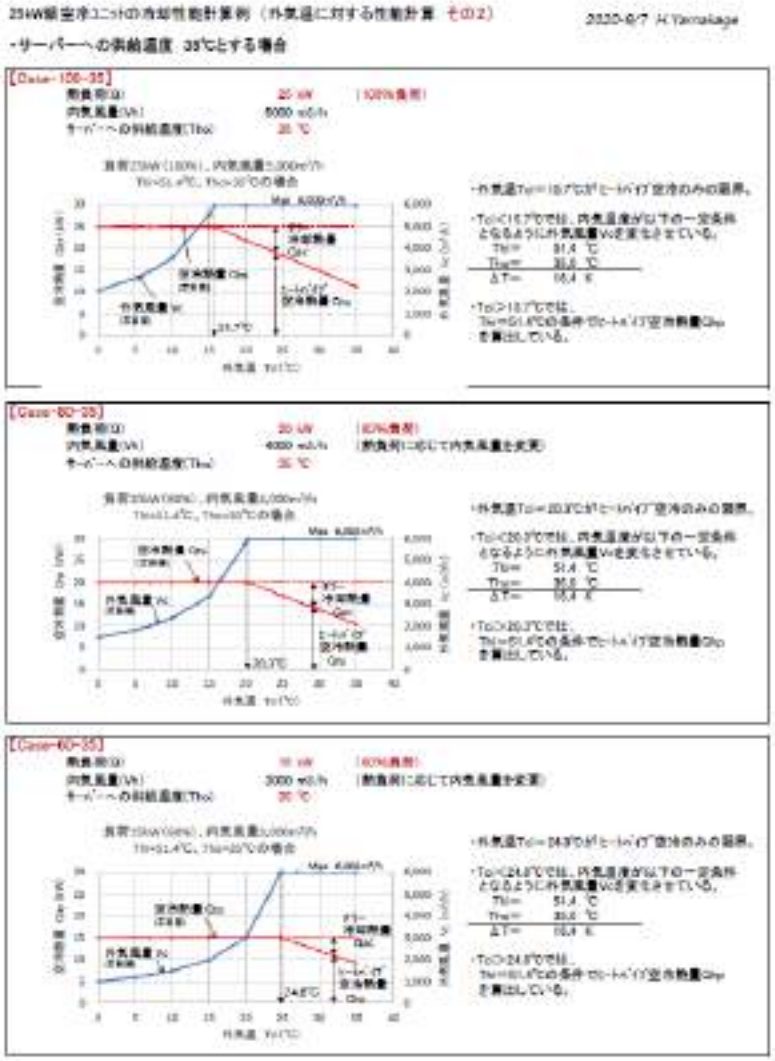




Tci＝ 外気温
Thi＝ サーバー排気温度
Tho＝ ヒートパイプ吹き出し温度

吹き出し温度を下げたい場合や外気温度によりチラーがバックアップで入るので、楽COOLのコントローラで十分に制御できると考えている。

JEITA ETR-3001 クラス1の場合



JEITA ETR-3001 クラス2の場合

一般空調と間接蒸発冷却と楽COOLの比較

項目	CRAC空調	間接蒸発冷却システム	楽COOL(間接外気空調)
基本構成	室内機と室外機で構成 コンプレッサーによる冷凍サイクルでフロン冷媒により室内機より冷却	ファンと熱交換器に水の噴霧による蒸発冷却を加え、さらに直膨コイルによる冷凍サイクル冷却の組み合わせ	ヒートパイプと水冷板+チラーによる間接外気空調システム ヒートパイプはファン動力のみでの冷却。
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直膨コイル冷却	3モード冷却、冬季はファン冷却 中間期は水を熱交換器に噴霧する。 真夏は空調冷却	ヒートパイプ相変化熱移送冷却+チラー冷却の組み合わせ
冷媒	フロンの冷媒配管	水、フロン	ヒートパイプ作動液:ノンフロンR1233ze、チラーとの間:水配管(不凍液ブライン)
PUE	PUE=1.5	PUE=1.09	ヒートパイプ空調　PUE 1.02
	年間COP=9も可能	通年PUE=1.06 乾燥地が条件	チラー稼働も含めると1.1程度ただし高温ｻｰﾊﾞ等の採用により吸気温度により1.1以下も可能
寿命	約4万時間　約5年弱 実際は10年近く稼働している。	CRACと同等 冷却システムはCRACと同等 水噴霧システムはメンテが必要	楽COOL本体　数十年以上 楽COOLファン　10年以上 チラー　約4万時間であるが、フル稼働時間が少ないこと、停止させている時間が大きいので10年以上を想定している。設置環境により15年も期待できる。
COP	空調機　3	CRACと同等	ヒートパイプ単体　40　　チラー3　通年の場合10以上期待可能
動作周囲温度	-8℃～+43℃	CRACと同等と予想	楽COOL -40℃～+45℃ チラー　+10℃～+40℃　　+10℃以下は停止
特徴	一般的な空調システム インバータ制御によりPUEのUPは可能 一年中稼働が必要。	新しい冷却システム 日本での採用は一か所(篠原電機コンサル)、湿度が高い場合は水噴霧は効果がなく冷凍サイクルが稼働	ヒートパイプによる間接外気冷却システム。相変化で作動液が循環。無動力熱移送長寿命、ヒートパイプ200本が独立作動で信頼性が高い ASHRAE A1～A4でチラーレスも可能となる。

楽COOL Ⅱ

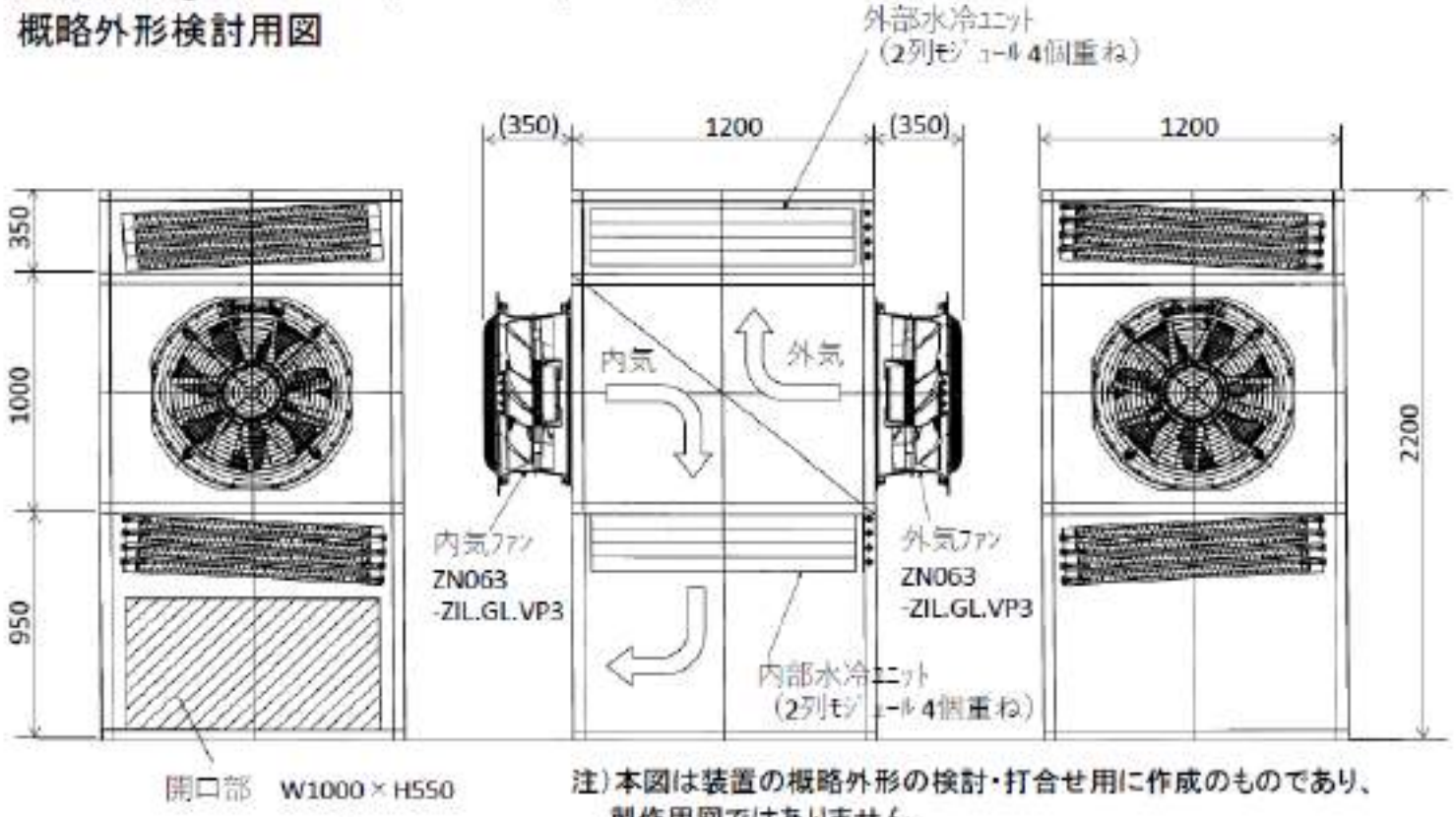
楽COOL2　60kWの開発

新規設計の60kWの間接外気空調の試作が、写真の様に進行しております。

楽COOL2の特徴は、ヒートパイプを使用せずに外気との熱交換を行うシステムです。
エアハン機能とドライクーラ機能が一体となったてます。Δt=10℃の場合60KWの能力があります。Δt=20℃の場合は120KW能力となります。

2022-8/31

温度条件①（RA:35℃、SA:22℃、60kW級）
概略外形検討用図



注）本図は装置の概略外形の検討・打合せ用に作成のものであり、
製作用図ではありません。
今後の打合せに基づき製作設計を進めるものと致します。

ファンの選択(軸流ファンと遠心ファン(ブロアーファン))

ファンには大きく分けて軸流ファンと遠心ファンがある。
軸流ファンは、一般換気冷却で使われ、遠心ファンは局部冷却で使われている。
遠心ファンの代表例としてCPU,GPUにマウントされている。最近は軸流ファンも多い

軸流ファン*1

軸流ファン*2

160角　遠心ファン(ブロア) *1

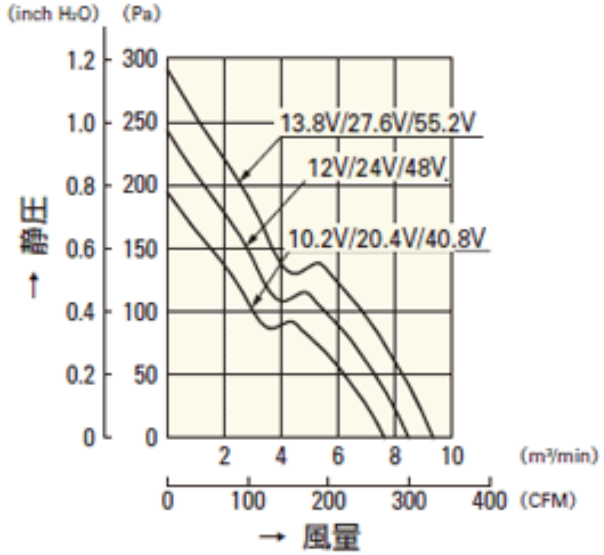
参考
　換気扇は軸流ファンの分類ですが、回転数を遅くしており、風量が高く取れませんので
サーバの排気にはあまり向いていません。回転数は約1/2～1/4程度
但し風量が十分取れるものを搭載する方法もある。

*1山洋電気資料より

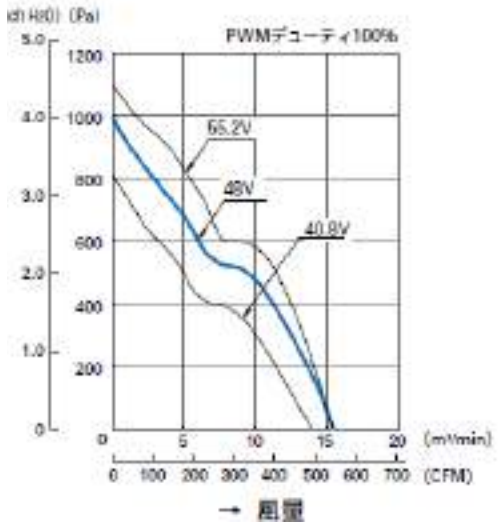
*2独ebmpapst社資料より

軸流ファンと遠心ファン(ブロアーファン)との違い

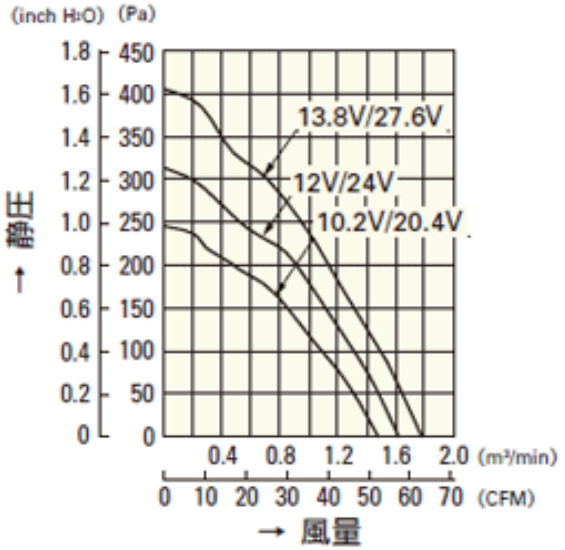
軸流ファンは圧損が比較的小さいときに、風量が大きく取れます。
遠心ファン(プロアタイプ)は圧損が高いときに、風量が取れる。
サーバラックのような場合は比較的圧損が小さいので、風量が取れる
軸流ファンが用いられ、CPU素子のようなものは遠心ファンが用いられる。



172角　軸流DCファンの例



172角　軸流DCファンPWM制御の例



160角遠心ファン(ブロア)

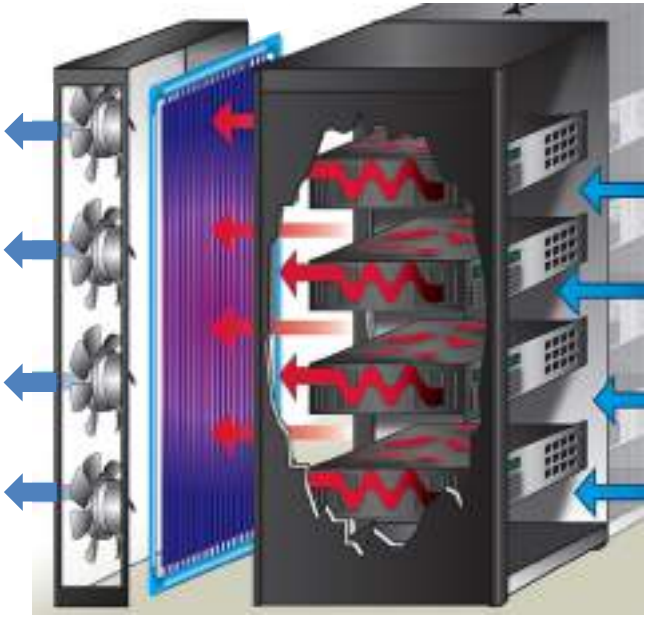
圧損30Paとした場合、4個使用して、標準電圧DC24V時1920m³/h
DCﾌｧﾝの場合、PWM制御や電圧制御により、ｻｰﾊﾞの実装数に
応じた風量を確保することができる。4個で風量が4倍にはなら
ないので注意。最近は200角～300角の大型のファンもある。

*1山洋電気資料より

第27章　高発熱時代(HPC)の15kW/ラック～50kW/ラックリアドア空調

リアドア空調30Kw/50kw冷却

リアドア冷却



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。

Rear Door Cooler

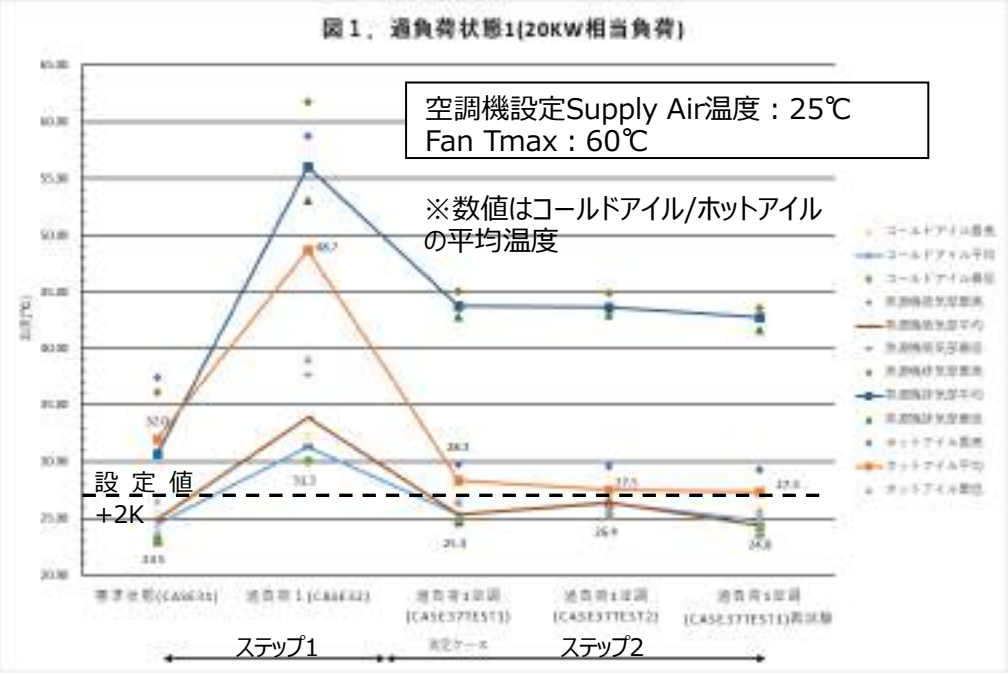
引用先：http://www.chilleddoor.com/files/uploads/2016/10/MOT_chilledDoorHR_11-2016_REVnoflap.pdf

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。



SHINOHARA

nVent SCHROFF

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

- ファンレスソリューション、ノイズなし、追加の電力消費なし、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取外しが可能（凝縮水管理）
- キャビネットの後部の部屋は、配線と配電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り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	取り付けフレーム、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; 調整脚が取り付けられ、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）。Varistar、Prolineフレーム、St、2 mm、粉体塗装RAL 7021、取り付け用ブラケット、部材および取り付け手順書を含む
2	1	ドアの熱交換器、St、1.5 mm、粉体塗装RAL 7021、外側に穴あき、流れが最適化された穴あき、3 x 180° ヒンジ、3点ロック、オプションのDINプロファイルハーフシリンダー用レバーハンドル; 熱交換器接続用雄ネジG1¼ "、ホース付き一体型ベントバルブ
3	1	ユーザーマニュアルはダウンロードとして提供されます

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. 取り付けフレーム
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. ディスプレイの取り付け位置（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）

nVent SCHROFF

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	奥行き mm	熱量 W	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、ねじれ防止接続G 1 1/4インチ雄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 1/4インチ雄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）、絶縁・黒フォームFEF（フレキシブルエラストマーフォーム）、ホースフリー、組み立て手順、1式

23130-593

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方向ボールバルブ、RP 1 " 雄ネジ、2xアダプタフィッティング Rp1インチ~G1¼ インチ、組み立て手順書、1式

23130-607

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

23130-599

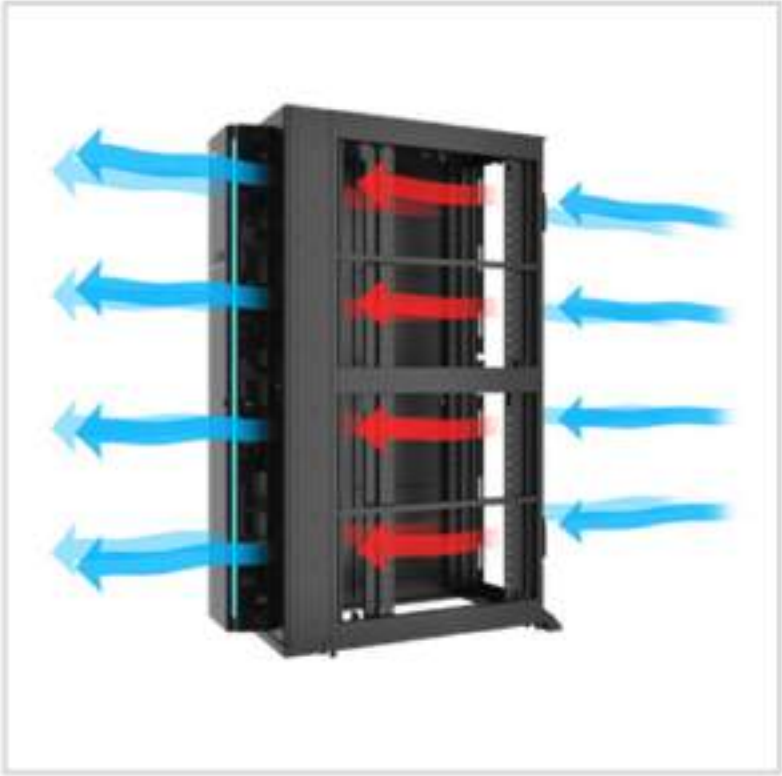
水制御パッケージ（流量、圧力、温度センサー）
1 x 流量および温度センサーが測定セクションに取付、ステンレス鋼鋳造物。
水道に設置するための、測定経路に取り付けられた1 x 水圧および温度センサー、ステンレス鋼鋳造物; コントロールユニットへの2x接続ケーブル、水接続セット23130-593およびコントロールバルブ23130-607での取り付けに適したフラットガスケットおよびアダプターソケット。組立説明; 1式

23130-608

コントローラ
1xコントロールユニットAlZn1.5 mm、フードSt 1.0 mm RAL7021;
高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SCHUKO;
1x 組み立て説明書;
1式

23130-594

- **No Containment** since cold and hot aisles do not need to be separated
- **Compact Design** allows more racks (IT load can be improved 67% in the same space)
- **Decreases Condensate Water Risk** to avoid IT hardware damage



第28章　高発熱時代(HPC)の15kW/ラックの地下水利用チラーレスシステム

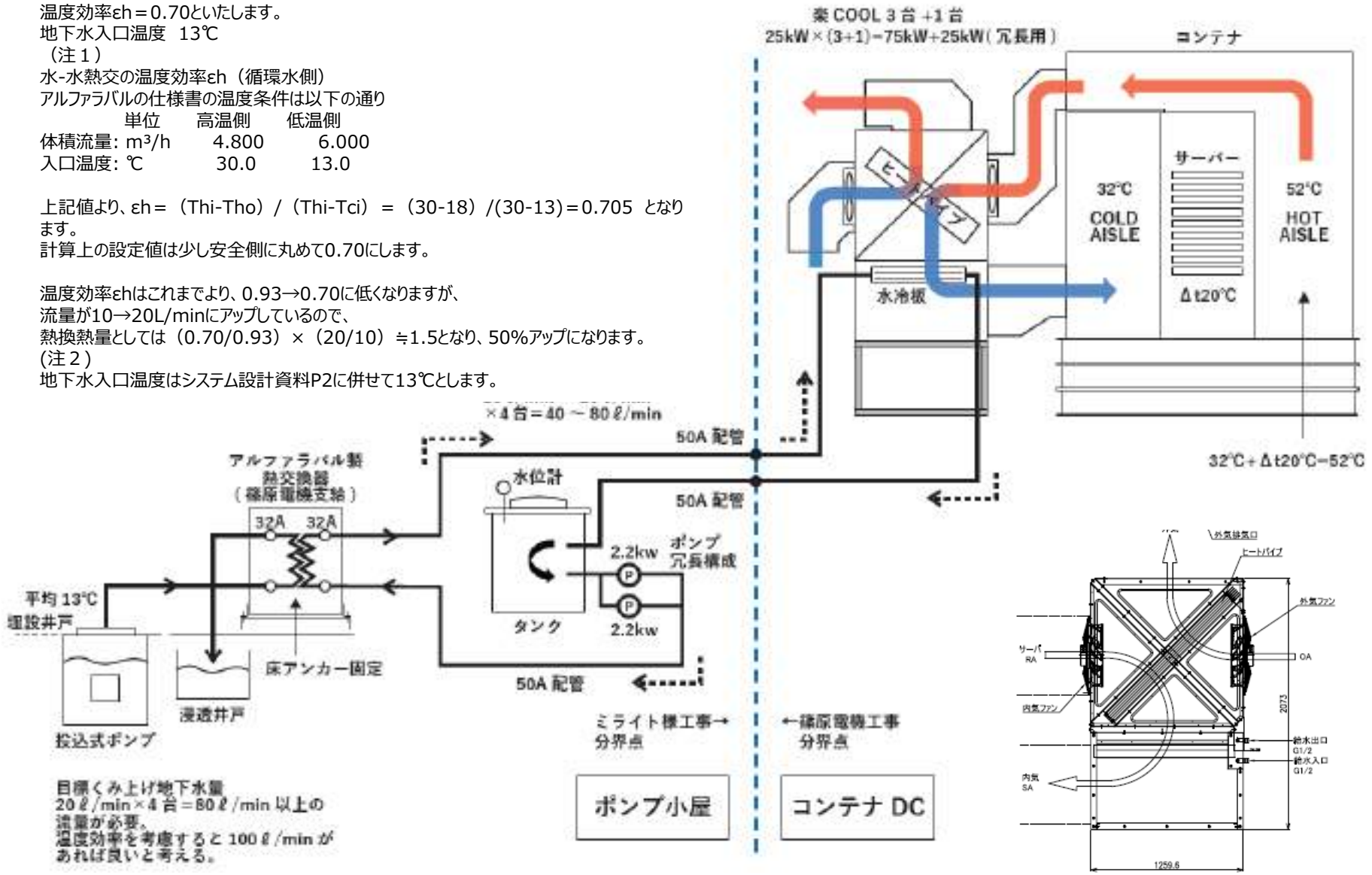
地下水と楽COOL(チラーレス)による省エネ空調システム

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εh＝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εh（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:	m³/h	4.800	6.000
入口温度:	℃	30.0	13.0

上記値より、εh＝（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εh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）×（20/10）≒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。



地下水　100L/分　　楽COOL　25kW 4台

HPCとは？

・HPC＝high-performance computing 高性能コンピューターシステム

一般のデスクトップPCが1秒間に30億回の処理を行うものをHPCは2兆回実行できます。

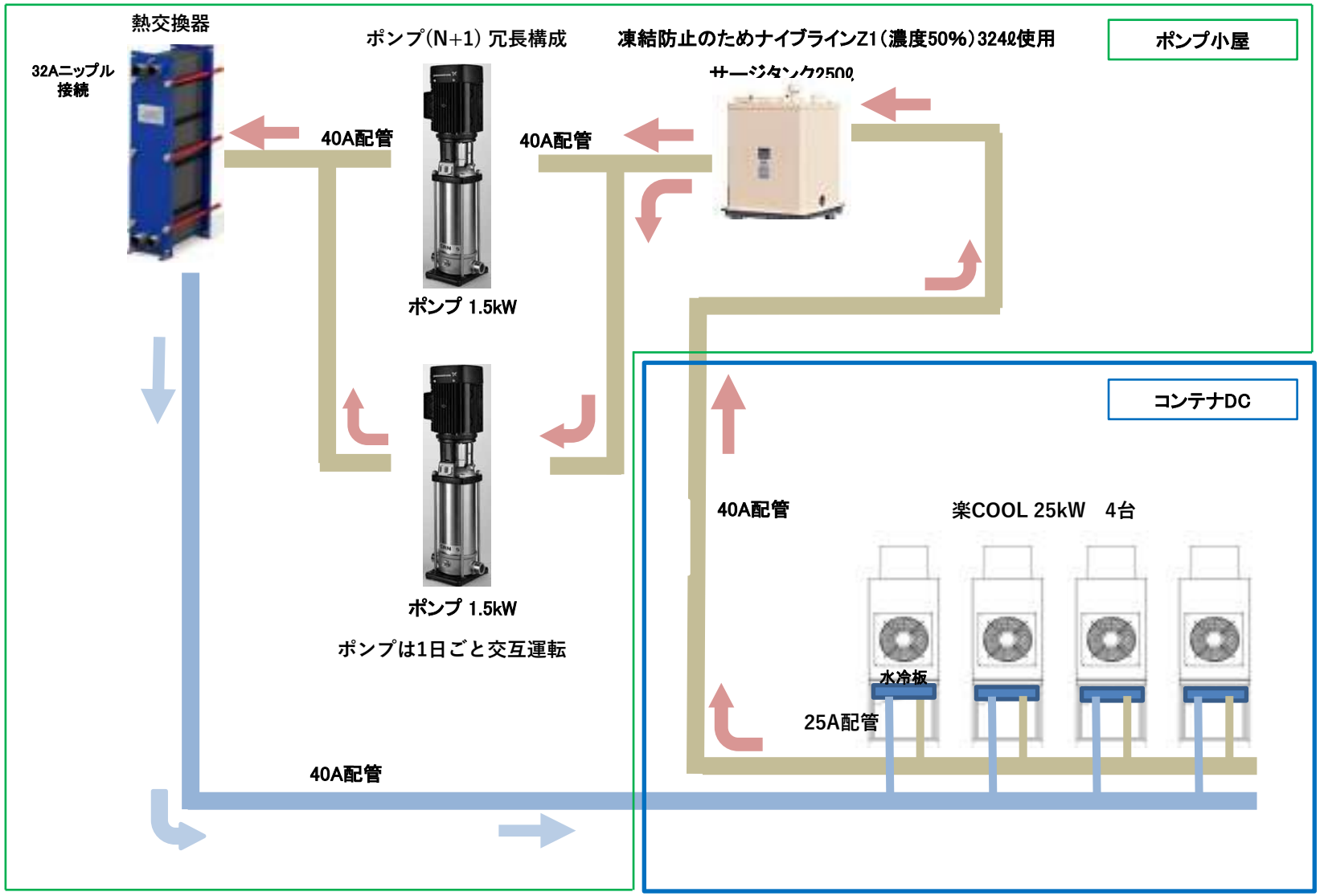
・高度な科学技術計算（ゲノム解析、気象予測、特殊画像処理等）などに使用される高性能コンピューター
・HPCラックは10～20kWの消費電力となり一般の空調では設計が困難。

・篠原電機のHPC用コンテナDCは、１ラック15kWの高発熱サーバーを楽COOL空調にて処理します。

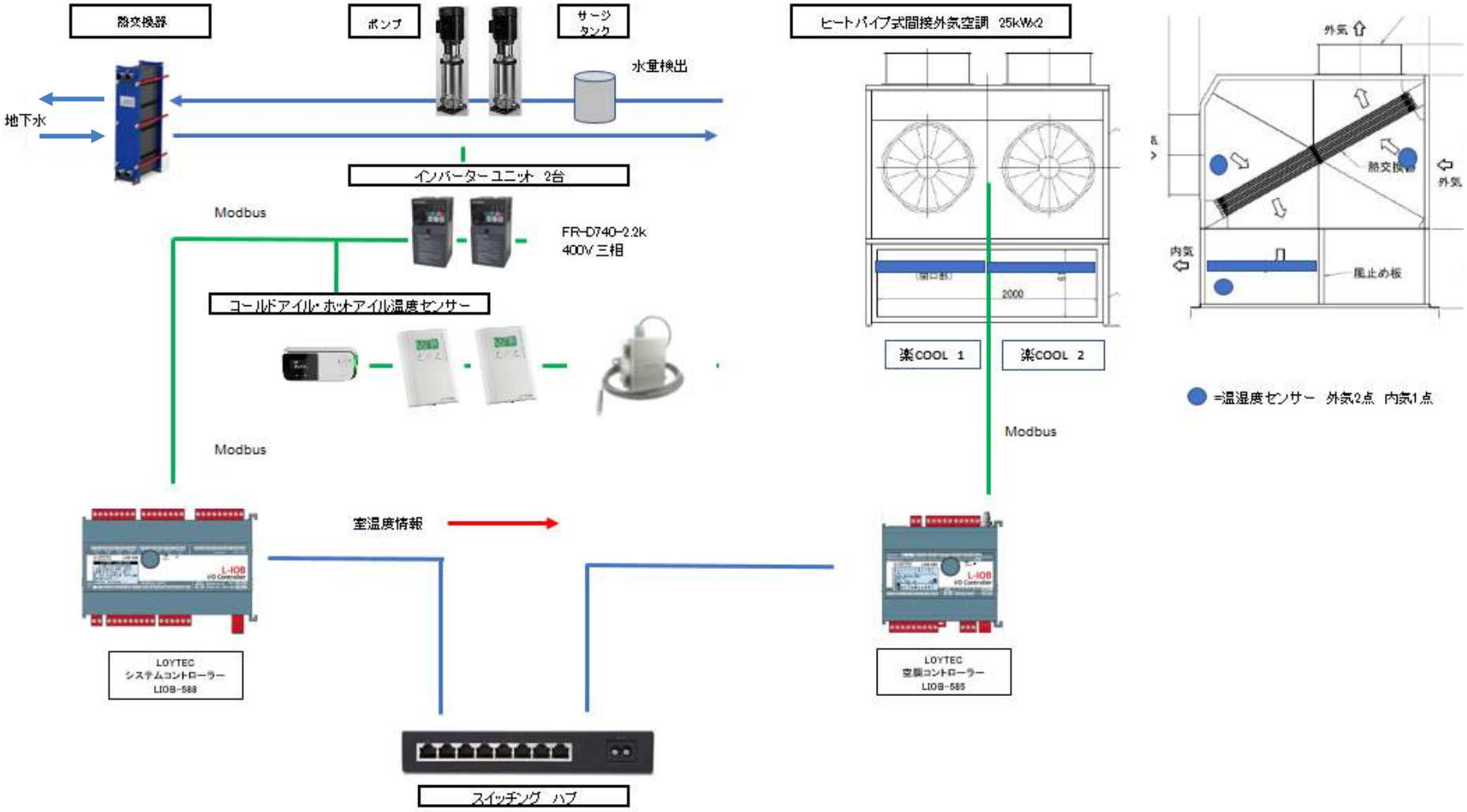
・楽COOLは、1台で25kW～30kWの冷却が可能なヒートパイプ式、内気循環型空調となります。
内気循環故に外気の湿度、花粉等の粉塵の影響を受けにくく、安定したサーバー環境を持続します。

・省エネルギーの追求として、今回、地下水（年間を通して13℃）を利用したシステムを構成しました。
年間PUE 1.07 の設計となります

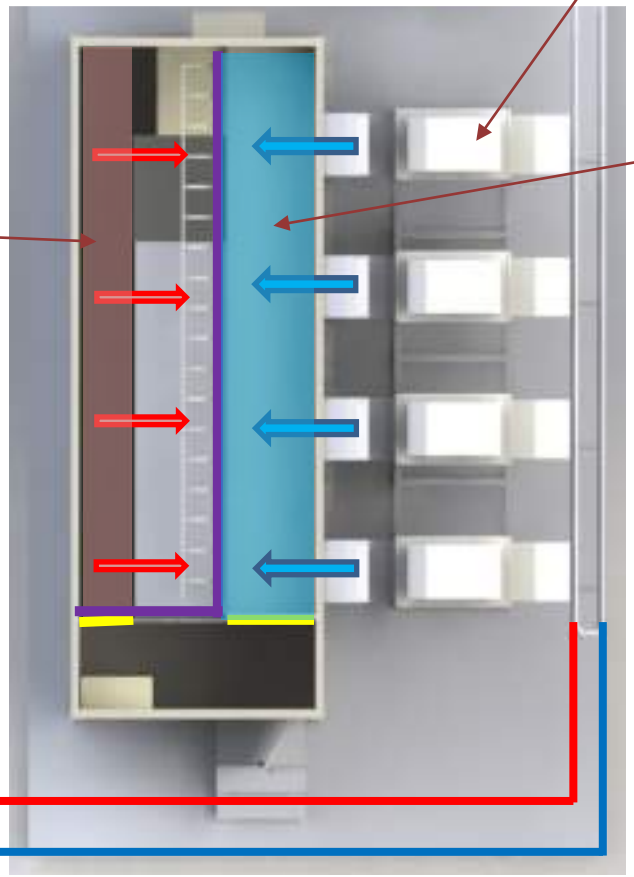
熱交換器～楽COOL　配管仕様



空調システム（制御）


熱交換器
ポンプ
サージタンク
水量検出
地下水
インバーターユニット 2台
Modbus
FR-D740-2.2k
400V 三相
コールドアイル・ホットアイル温度センサー
Modbus
室温度情報
LOYTEC
システムコントローラー
LIOB-588
スイッチング ハブ
ヒートパイプ式間接外気空調 25kW×2
2000
楽COOL 1
楽COOL 2
Modbus
LOYTEC
空調コントローラー
LIOB-585
外気
熱交換器
外気
内気
風止め板
=温湿度センサー 外気2点 内気1点

空調システム（概要）



【楽COOL】
ヒートパイプ式
間接外気空調
25kW x4台

Cold aisle

Hot aisle

ホットエアー

コールドエアー

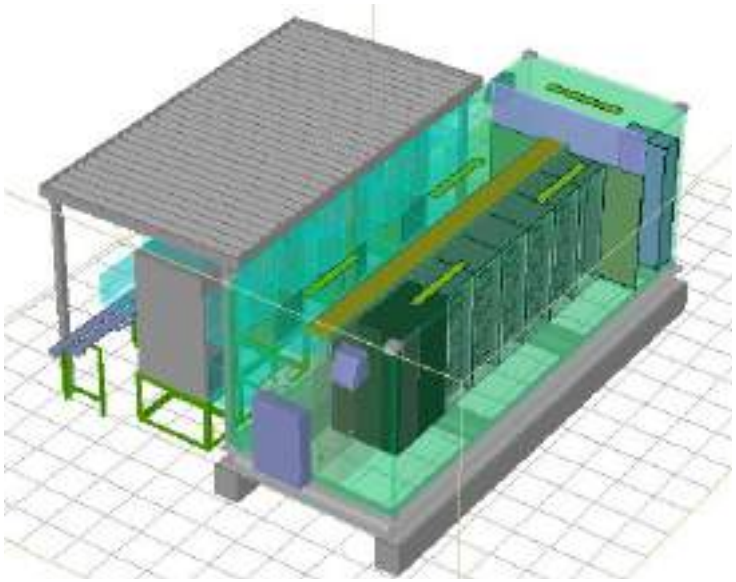
コンテインメント

コンテインメント用スライドドア

【空調システム概要】
■コールドアイル/ホットアイル分離方式
■空調機：ヒートパイプ式間接外気空調
■能力：75kW+25kW(25kW×4台)

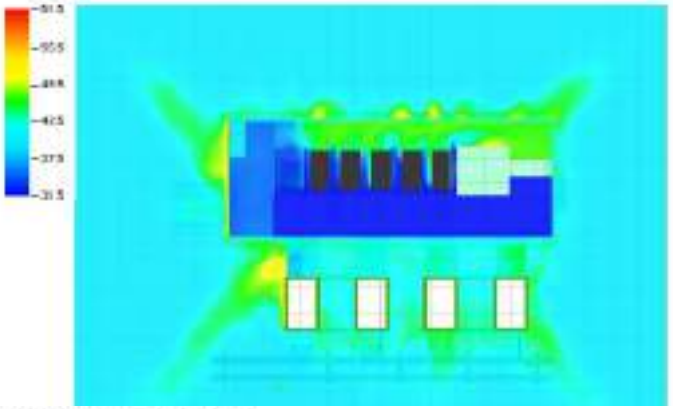
地下水
15℃

15kW/ラックの高発熱設計は初・・・熱解析実施
(一般には対応できない設計)



モデル俯瞰図

・　コンテナ床より1.67mの位置の温度断面を示す。



・　各ラックの最高吸気温度を示す。

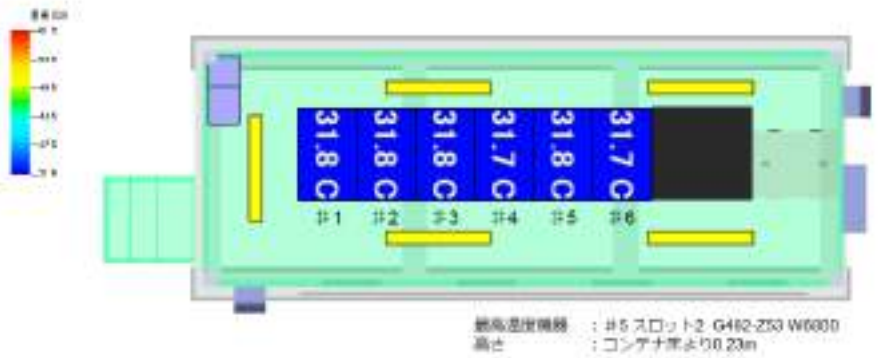
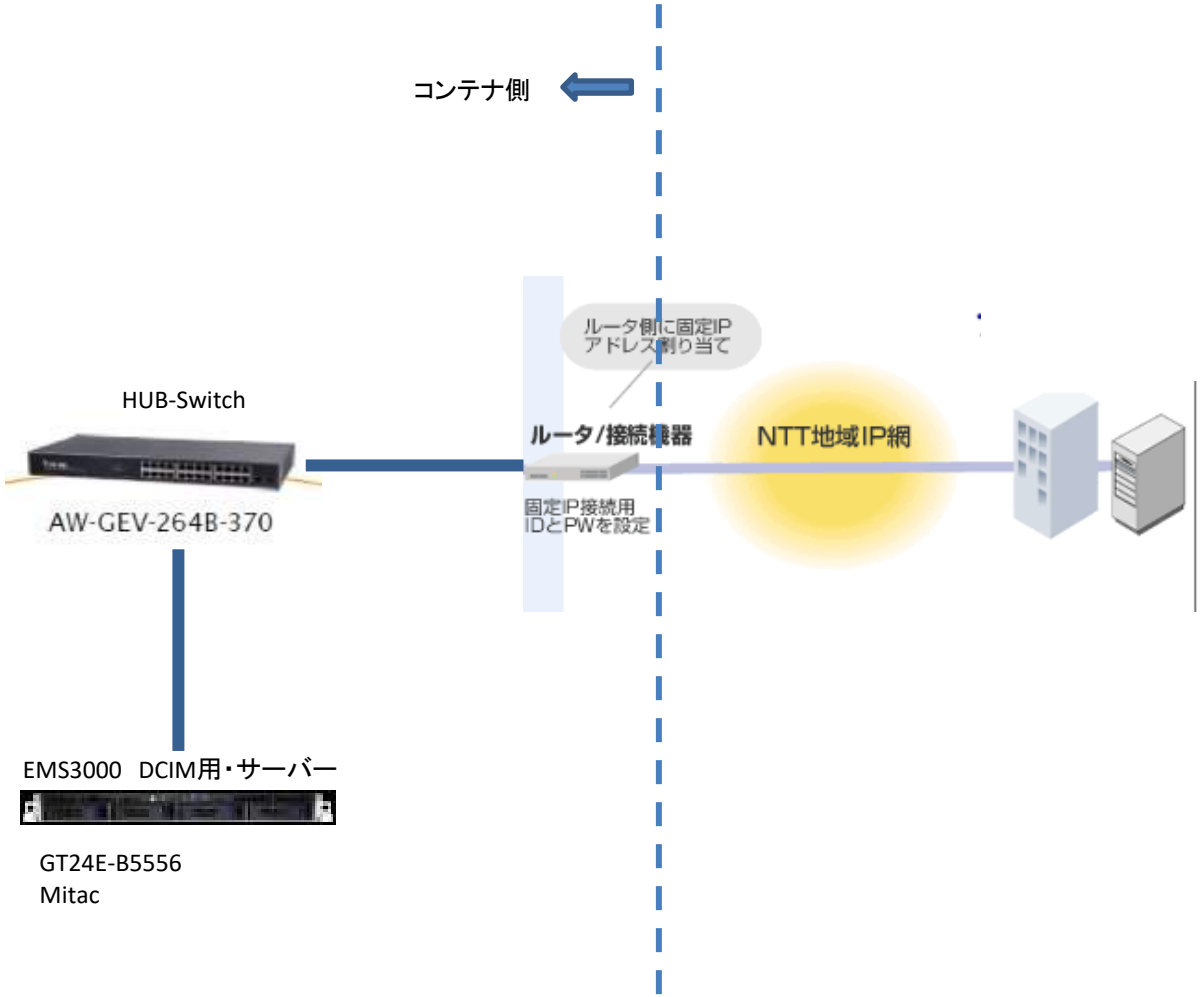


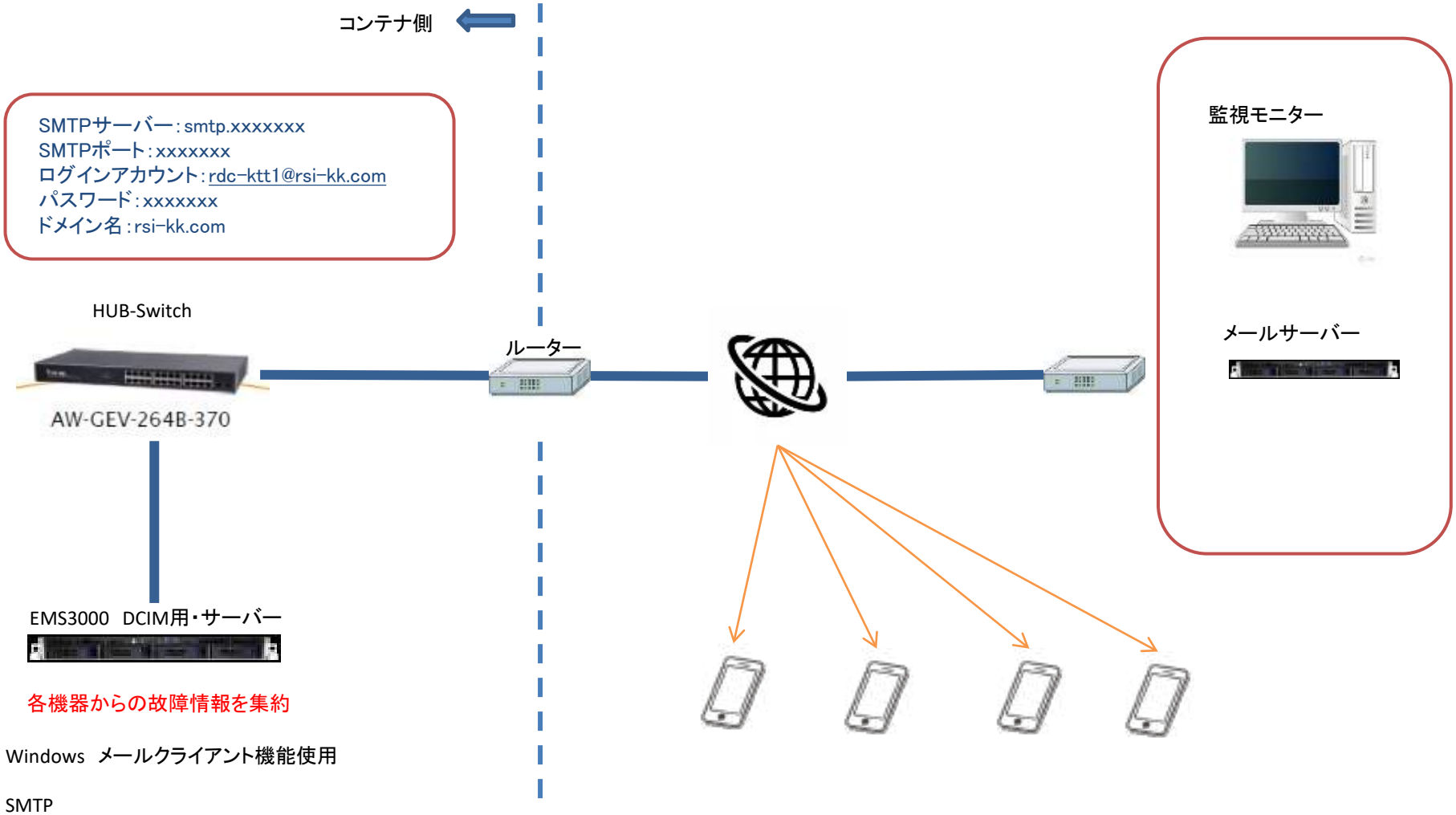
図2-10 ラック最高吸気温度

第29章　DCIM　ファシリティー監視システム

DCIM EMS-3000 接続イメージ



DCIM EMS-3000 警報メール送信機能



DCIM EMS-3000 閾値

温度（コールド・アイル）

- ＜18℃
- 18℃～27℃
- 27℃～32℃
- ＞32℃

温度（ホット・アイル）

- <18℃
- 18℃～42℃
- >42℃

湿度（共通）

- ≦ 20%
- 20%～80%
- >80%

CO2濃度

- ≦ 1500ppm
- 1500ppm~2000ppm
- >2000ppm

PM2.5

- ≦70ug/m³
- >70ug/m³

消費電力（IT系電力合計）

- ≦ 100kW
- 100kW～120kW
- >120kW

EMS3000を、コンテナ型データーセンターのファシリティー監視用にカスタマイズしています。
監視サーバーは、ルーターを通して固定IPサービスに接続されます。

機能：

- ・サーバー室（ホットアイル・コールドアイル）、外部環境、温度湿度　監視
- ・空調機器状態監視
- ・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）
- ・UPS監視　（UPS負荷状況、電池の充電状況、電池の温度等）
- ・ネットワーク（ファシリティー機器）監視
- ・入退出管理（ドアログ記録）
- ・監視カメラ管理（コンテナ内部、外部）、NVR管理
- ・煙センサー、消火設備　監視
- ・漏水、キュービクル異常、ブレーカートリップ、商用電源監視
- ・室内、屋外照明、換気扇　制御
- ・サーバー室　CO2濃度、PM2.5監視

サービス：

- ・PUE監視（リアルタイム、累計　1週間、一か月、一年）
- ・アラーム発生時のメール送信機能

DCIM EMS-3000 画面遷移

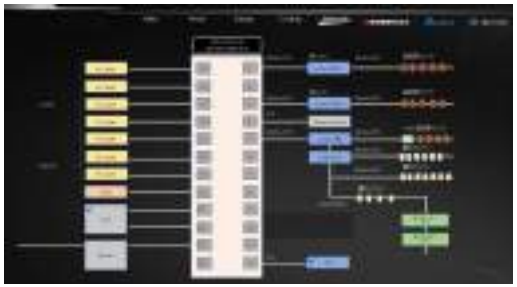
【UPS】

【Power】

【Energy】

【メインダッシュボード】

【Network】



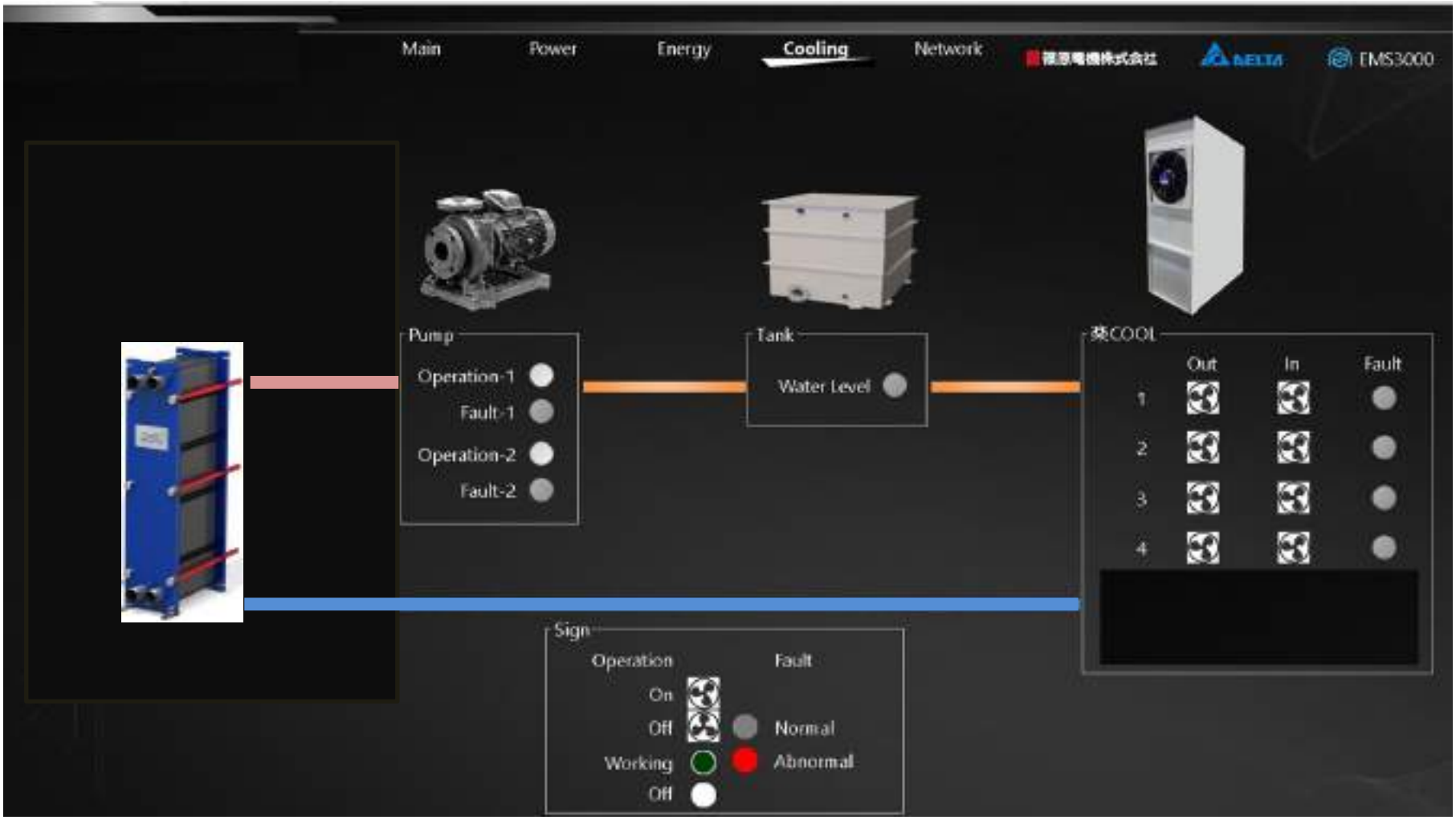
【Cooling】

DCIM EMS-3000 メインダッシュボード

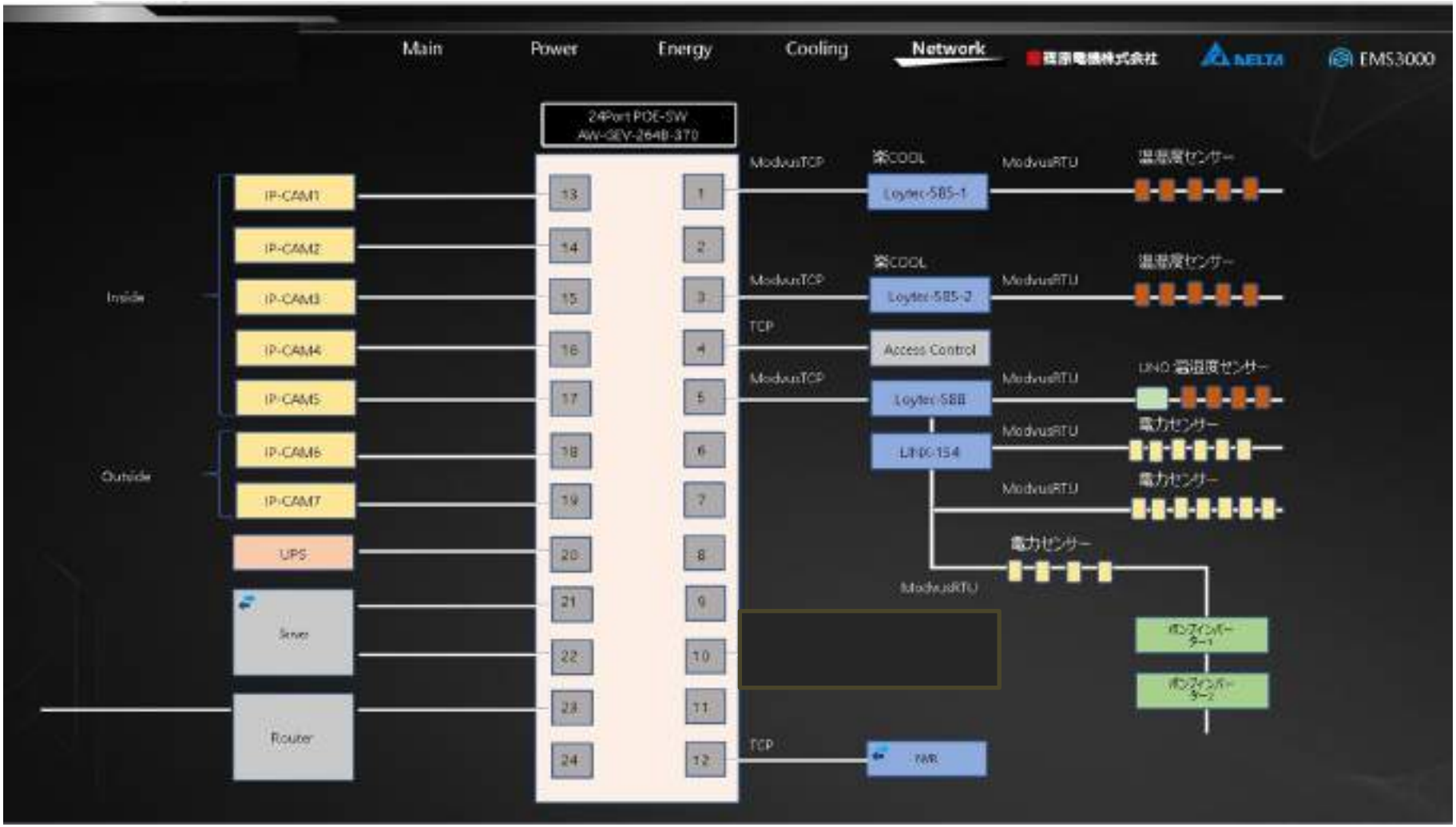
Main
Power
Energy
Cooling
Network
EMS3000
High voltage power receiving
Total Power
Total kW
2.9
Battery
UPS
UPS Panel
IT
Total kW
2.7
Voltage
411.1
411.2
410.9
Input Panel 1
Panel 1
Total kW
0.0
Input Panel 2
Panel 2
Total kW
0.0
AirCond
AirCond
Total kW
0.8
Others
Others
Total kW
1.9
EMU11-16
Rack
Total kW
0.0
Voltage
99.3
EMU21-26
Rack 100V
Total kW
0.0
Voltage
99.3
EMU31
Rack 200V
Total kW
0.0
Voltage
229.5
EMU22
Total kW
0.4
Voltage
230.2
EMU23
Total kW
0.4
Voltage
229.4
EMU21
Pump
Total kW
0.0
Voltage
397.5
397.5
397.2

Main
Power
Energy
Cooling
Network
EMS3000
Input
Voltage(V) 237.4 237.5 238.3
Freq.(Hz) 50.0 50.0 50.0
Bypass
Voltage(V) 237.7 237.8 237.2
Freq.(Hz) 50.0
Battery
Voltage(V) 279.7
Current(A) 0.0
Capacity(%)
Output
Voltage(V) 229.6 229.4 229.2
Current(A) 4.6 6.8 9.3
Freq.(Hz) 50.0
Load(%) 1 2 3
Power(W) 500 600 300
Module 1
PFC Temp(°C) 27.0
Inverter-R(V) 229.4
Inverter-S(V) 229.4
Inverter-T(V) 229.4
Module 2
PFC Temp(°C) 26.0
Inverter-R(V) 229.4
Inverter-S(V) 229.5
Inverter-T(V) 229.3
Module 3
PFC Temp(°C) 27.0
Inverter-R(V) 229.5
Inverter-S(V) 229.5
Inverter-T(V) 229.3
Module 4
PFC Temp(°C) 26.0
Inverter-R(V) 229.5
Inverter-S(V) 229.4
Inverter-T(V) 229.5
BMS
BMS BL-1, 2 BL-3, 4 BL-5 BR-1, 2 BR-3, 4 BR-5
Voltage: 279.7 V
Current: 0.0 A
Module: BL-1 BL-2 BL-3 BL-4 BL-5
SOH(%): 99.9 99.9 99.9 99.9 99.9
Temp. Status:
Module: BR-1 BR-2 BR-3 BR-4 BR-5
SOH(%): 99.9 99.9 99.9 99.9 99.9
Temp. Status:

DCIM EMS-3000 Energy


Main
Power
Energy
Cooling
Network
EMS3000
Pump
Operation-1
Fault-1
Operation-2
Fault-2
Tank
Water Level
Out
In
Fault
1
2
3
4
Sign
Operation
Fault
On
Off
Normal
Working
Abnormal
Off

DCIM EMS-3000 Network



第30章　コンテナ型データセンターのセキュリティー

セキュリティーと安全対策

ｺﾝﾃﾅIP屋内ｶﾒﾗ
5台

ｺﾝﾃﾅIP屋外ｶﾒﾗ
2台

センシング機能による
自動換気･･･酸欠防止

-20℃対応
ICカードリーダ

DELTA

Specification

ID

Temperature: 0~50
Humidity: 0~80%
CO2: 400~10,000 ppm
Accuracy 400~200ppm, ±50ppm
PM2.5: 0~500µm3, ±15µm3
HCHO:0 ~ 5 ppm, ≤0.01ppm

Goal

April 2020 Released

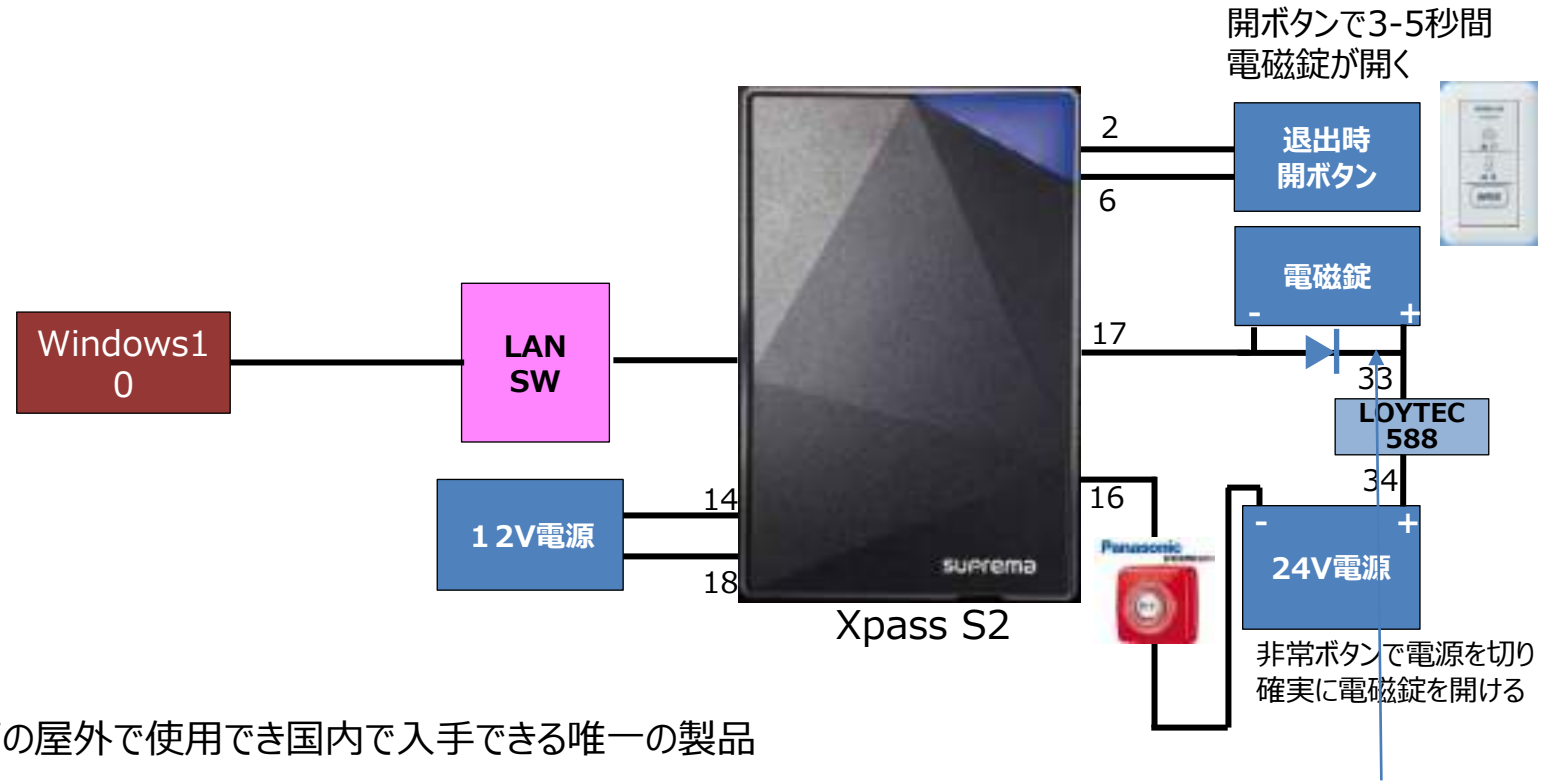
Selling Information

Region	Taiwan, China, SEA
Certs.	NCC, TISI
SKU	Please reference SKU matrix
Target BOM	Basic ver.
Forecast	10K/year Delta In-House Manufacturing

Main Specification

Key Point	■ High Accuracy, Robust ■ Modularized Sensors for customization ■ Linked Delta ERV directly ■ Historical data Visualization (w UNOcentral) ■ 24VDC/ VAC Power, APP Setting
HW Platform	ARM Cortex M4
OS	Free RTOS
Dimension/ Weight	120 x 120 x 35 mm
LED indicator	RF Connectivity Status, IAQ color status, ERV status
Protocol	Modbus RTU
Power source	•12-24 VDC European-style terminal (rear) •12VDC USB Adapter (bottom)
External I/O	Micro SD(up to 64G) , RS485 x 2 (Slave, Master) DO x 4, USB host x 2 (1 int. ,1 ext.)
Internal I/O	RS232x1(MPU), SPI x 1, I2C x 1
Sensor (Standard)	T&H, CO2, PM2.5&PM10
Sensor (Optional)	TVOC, CO, HCHO, O_3
Hard Key	factory reset, power reset
Water Proof	IP41

セキュリティ関連 (ICCARD+電磁錠)



氷点下の屋外で使用でき国内で入手できる唯一の製品

1. 防水型小型電磁錠、電磁式電気錠の定番製品
2. 閉扉信号/施錠信号ダブル接点内蔵
3. 門扉、引き戸、開き戸など、屋内/屋外を問わない万能型
4. 取付金具も豊富にラインアップ
5. 定格電圧：DC12/24V対応　吸着力：200Kg

電磁錠

164x32x26mm

監視カメラ装置（室内、屋外）装置

SHINOHARA

室内用　固定ドーム型ネットワークカメラ　FD9166-HN

仕様

システム構成	
CPU	Multimedia SoC (System-on-Chip)
Flash／RAM	Flash 128MB RAM 256MB
カメラ機能	
イメージセンサー／画像解像度	1/2.8" プログレッシブ CMOS 1920x1080
レンズ形式／焦点距離／絞り	レンズ：固定焦点　焦点距離：f=2.8mm　絞り：F1.8
撮影角度	水平：113度　垂直：63度　対角：136°
シャッター速度	1/5 秒から 1/32,000秒
WDRテクノロジー	WDRエンハンス
最低光量	0.05 Lux@F1.8（カラー） 0.001Lux@F1.8（白黒） 0Lux（IRイルミネーターON）
赤外線照射	920nmまで照射可能な赤外線照射器を内蔵。 Smart IR対応。 Smart IR利用によって最大6メートルまで赤外線照射可能。
パン・チルト・ズーム	パン：45°　チルト：33°～90° ePTZ　48倍デジタルズーム（IEプラグインで4倍、本体で12倍）
内蔵ストレージ	MicroSD/SDHC/SDXCカードスロット、Seamless Recording対応
ビデオ機能	
動画圧縮方式とフレームレート	H.264/MJPEG：30fps @1920x1080
最大ストリーム	4つまでの同期ストリーム
S/N比	47dB以上
ダイナミックレンジ	70dB以上
ビデオストリーミング	解像度、画質、ビットレートを調整可能。Smart Stream II対応
イメージ設定	画像サイズ、画質、ビットレートを調整可能。タイムスタンプ、テキスト重ね合わせ、反転、鏡面画像対応。輝度、コントラスト、シャープネス、ホワイトバランス、露出調整、ゲイン、逆光補正、プライバシーマスクの設定が可能。プロファイル設定のスケージュール化、3Dノイズリダクション、ビデオローテーション、アンチフィグ機能。

屋外用　ブレット型ネットワークカメラ　IB9360-H

仕様

システム構成	
CPU	Multimedia SoC (System-on-Chip)
Flash／RAM	Flash 128MB RAM 256MB
カメラ機能	
イメージセンサー	1/2.9" プログレッシブ CMOS
画像解像度	1920×1080（2MP）
レンズ形式	固定焦点
焦点距離	f=3.6mm
絞り	F2.0
アイリスタイプ	固定アイリス
撮影角度	81°(水平) 44°(垂直) 95°（対角）
シャッター速度	1/5 秒から 1/32,000秒
WDRテクノロジー	WDR Pro
最低光量	0.065Lux @ F2.0（カラー） <0.005Lux @ F2.0（白黒） 0 Lux（IR LEDオン）
チルト範囲	90°
ローテーション範囲	180°
パン・チルト・ズーム機能	ePTZ　48倍デジタルズーム（IEプラグインで4倍、本体で12倍）
赤外線照射	30mまで有効な赤外線照射器内蔵 Smart IR対応 IR LED 2個内蔵
内蔵ストレージ	MicroSD/SDHC/SDXCカードスロット シームレスレコーディング対応
ビデオ機能	
動画圧縮方式	H.265、H.264、MJPEG
最大フレームレート	30fps @ 1920×1080
最大ストリーム	3つまでの同期ストリーム
S/N比	68dB
ダイナミックレンジ	120dB
ビデオストリーミング	解像度、画質、ビットレートを調整可能。Smart Stream Ⅲ対応

温度センサー・環境センサー仕様

温度センサー
Graystone社　NTRC

楽COOL　吹き出し温度測定用

環境センサー
DELTA社　UNO　next

COLD　AILE　環境測定
温度・湿度・CO2・PM2.5・LUX

SPECIFICATIONS	
POWER SUPPLY	20-28 Vac/dc (non-isolated half-wave rectified)
CONSUMPTION	15 mA max @ 24 Vdc
PROTECTION CIRCUITRY	Reverse voltage protected, overvoltage protected
OPERATING CONDITIONS	0 to 55°C (32 to 131°F), 0-95 %RH non-condensing
STORAGE CONDITIONS	-20 to 70°C (-4 to 158°F)
SENSOR COVERAGE AREA	100 m² (1000 ft²) typical
ENCLOSURE	White ABS, IP30 (NEMA 1)
ENCLOSURE DIMENSIONS	84mm W x 119mm H x 29mm D (3.3" x 4.7" x 1.15")
WIRING CONNECTIONS	Screw terminal block (14 to 22 AWG)
COUNTRY OF ORIGIN	Canada
COMMUNICATION INTERFACE	**Hardware:** 2 wire RS-485 **Software:** Native BACnet® or Modbus MS/TP protocol, menu selectable **Baud Rate:** Locally set from 300 to 76800 **MAC Address Range:** BACnet® - 0-127 Modbus - 1-255 (Factory default is 2) (63 devices max on one daisy chain)
LCD DISPLAY	**Resolution:** 0.5 or 1°C/°F selectable, 1 %RH **Size:** 38.1mm W x 16.5mm H (1.5" x 0.65"), 3 digit **Backlight:** Auto-dimming, enable/disable via jumper **Viewed Values:** Temperature Only, RH Only or alternating Temperature/RH (RH requires optional RH signal)
TEMPERATURE SIGNAL	**Sensing Element:** 10,000Ω thermistor, ±0.2°C (0.4°F) **Range:** 0 to 50°C (32 to 122°F)
OPTIONAL RH SIGNAL	**Sensing Element:** Thermistor polymer based capacitive **Accuracy:** ±2 %RH **Range:** 0 to 100 %RH, non-condensing **Resolution:** 1 %RH **Hysteresis:** ±1 %RH **Response Time:** 15 seconds typical **Stability:** ±1.2 %RH typical @ 50 %RH in 5 years

category	Sensors	UNOnext
environment	Temperature	◎
	Humidity	◎
	Ambient Light	◎
particle	PM2.5 & PM10	◎
air	NDIR CO2	◎
	CO	△
	HCHO	△
	Volatile Organic Compound (VOC)	△
	Ozone	△
	ModBus RTU	◎

ソリューション(製品)Summary

日本でのメインソリューション

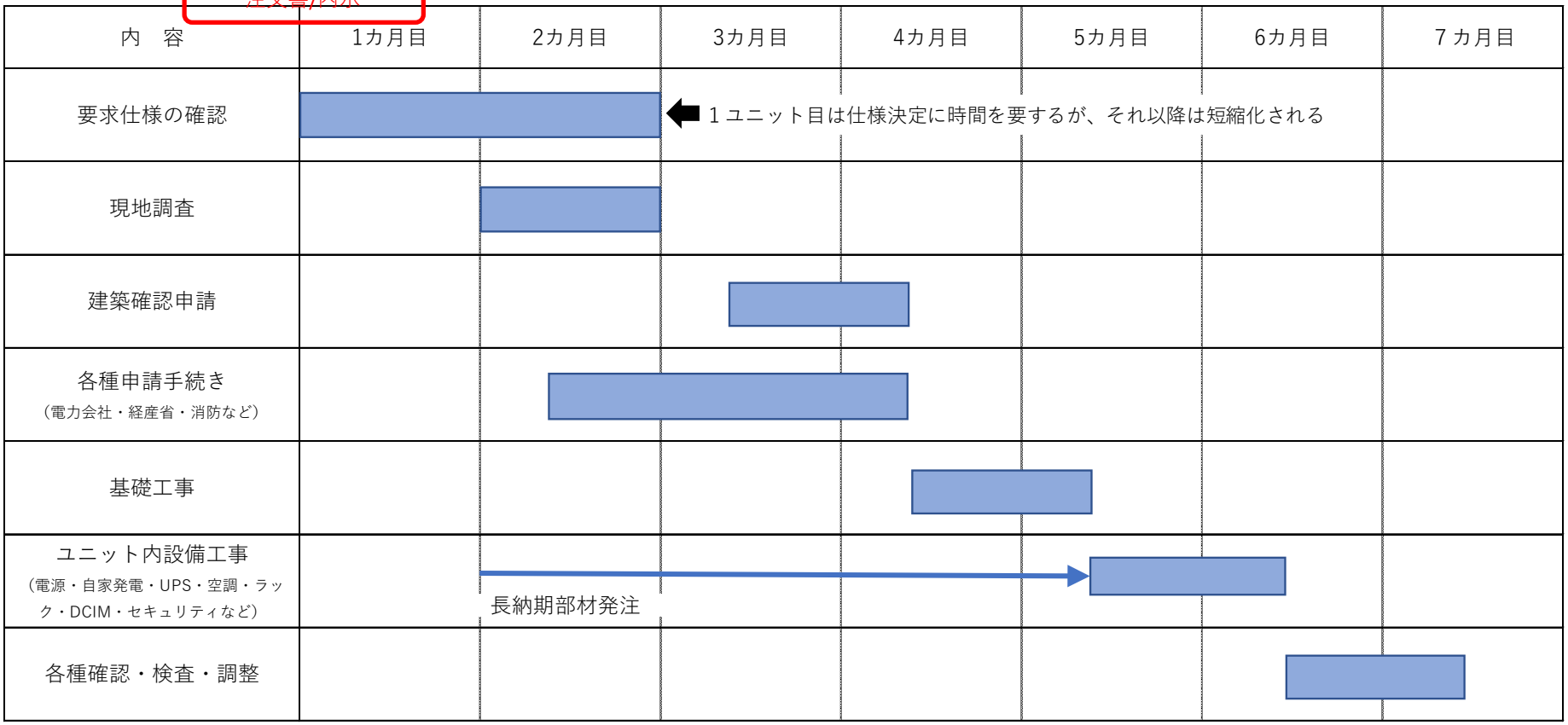
第31章　コンテナデータセンターの生産と納期

一般的な標準スケジュール

変化の流れが速いIT業界において　約10か月でデーターセンターを立ち上げることは非常に有効
本表は超短納期の場合の理想のスケジュールであり、なかなか難しい面がある。

エッジコンピューティング向けユニット型ＤＣの全体スケジュール

注文書/内示

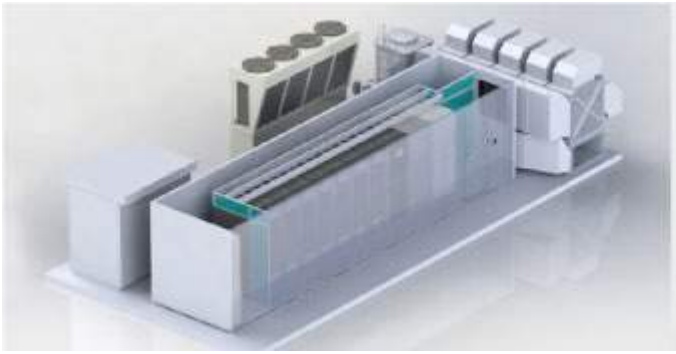


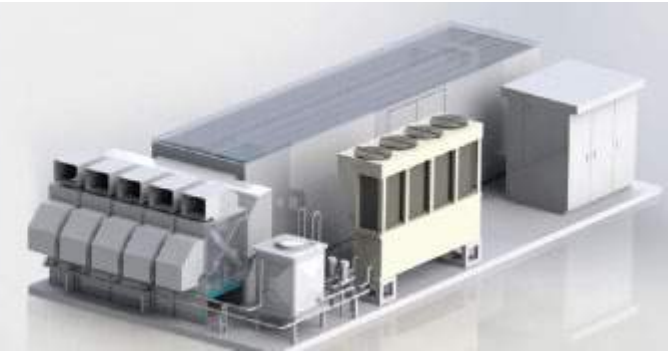
第32章　マイクロサービスによる分散配置コンピューティングシステムとそれに応じた空調システム構築

コンテナデータセンターの取り組み

ー最適構造設計と省エネ制御ー

この内容は、NEDO事業（脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム 2022年度採択 重点課題推進スキーム）における、“分散配置コンピューティングシステムの負荷の最適配置を可能とする運用技術”を基に構成されています。





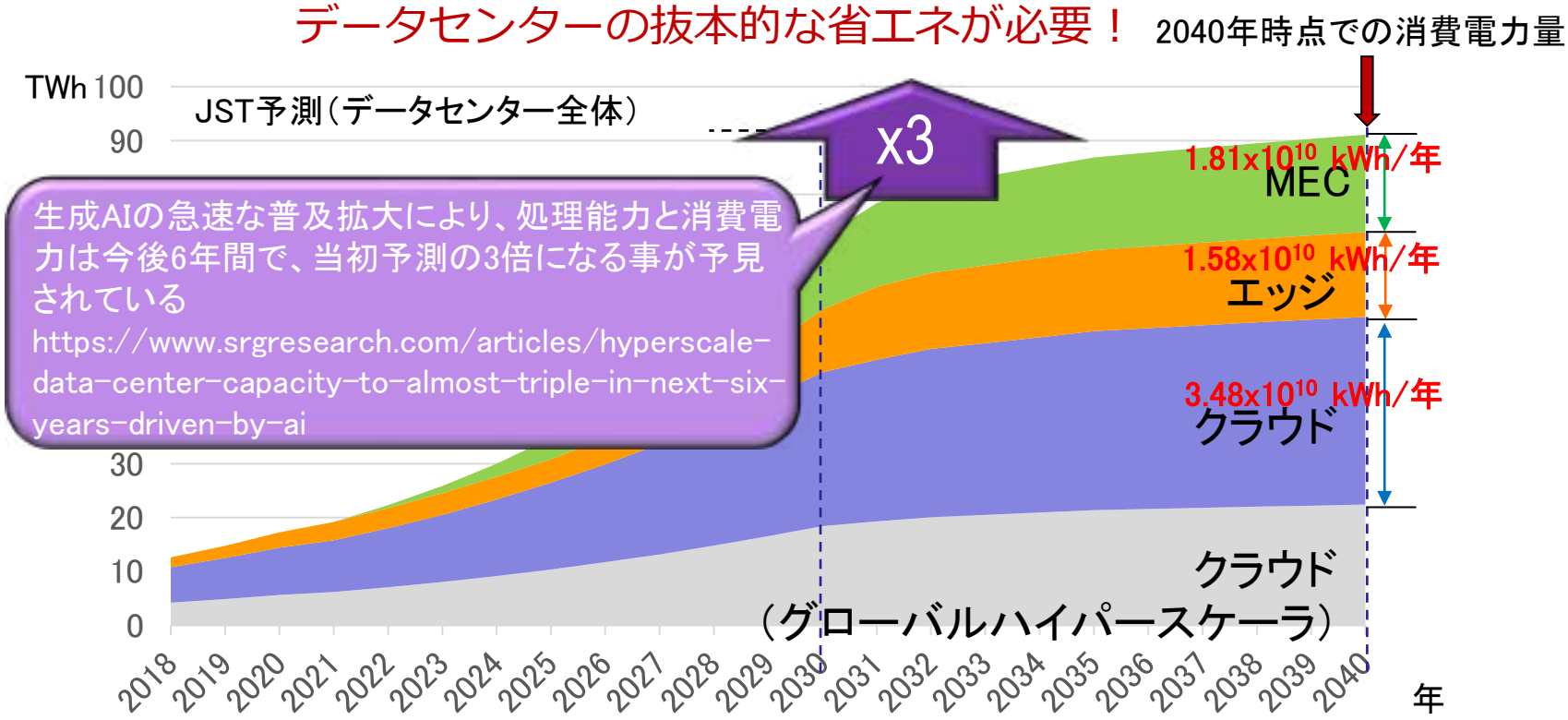
脱炭素社会実現に向けた省エネルギー技術の研究開発・社会実装促進プログラム
２０２２年度採択　重点課題推進スキーム

＜分散配置コンピューティングシステムの負荷の最適配置を可能とする運用技術＞

助成先法人名：篠原電機株式会社（代表）
Neutrix Cloud Japan 株式会社
日本電気株式会社
株式会社ビットメディア
共同研究先：　大阪大学
成果の普及支援団体：日本データセンター協会(JDCC)
日本データセンターオペレーターズグループ(JADOG)

コンピューティングシステムの消費電力の推移

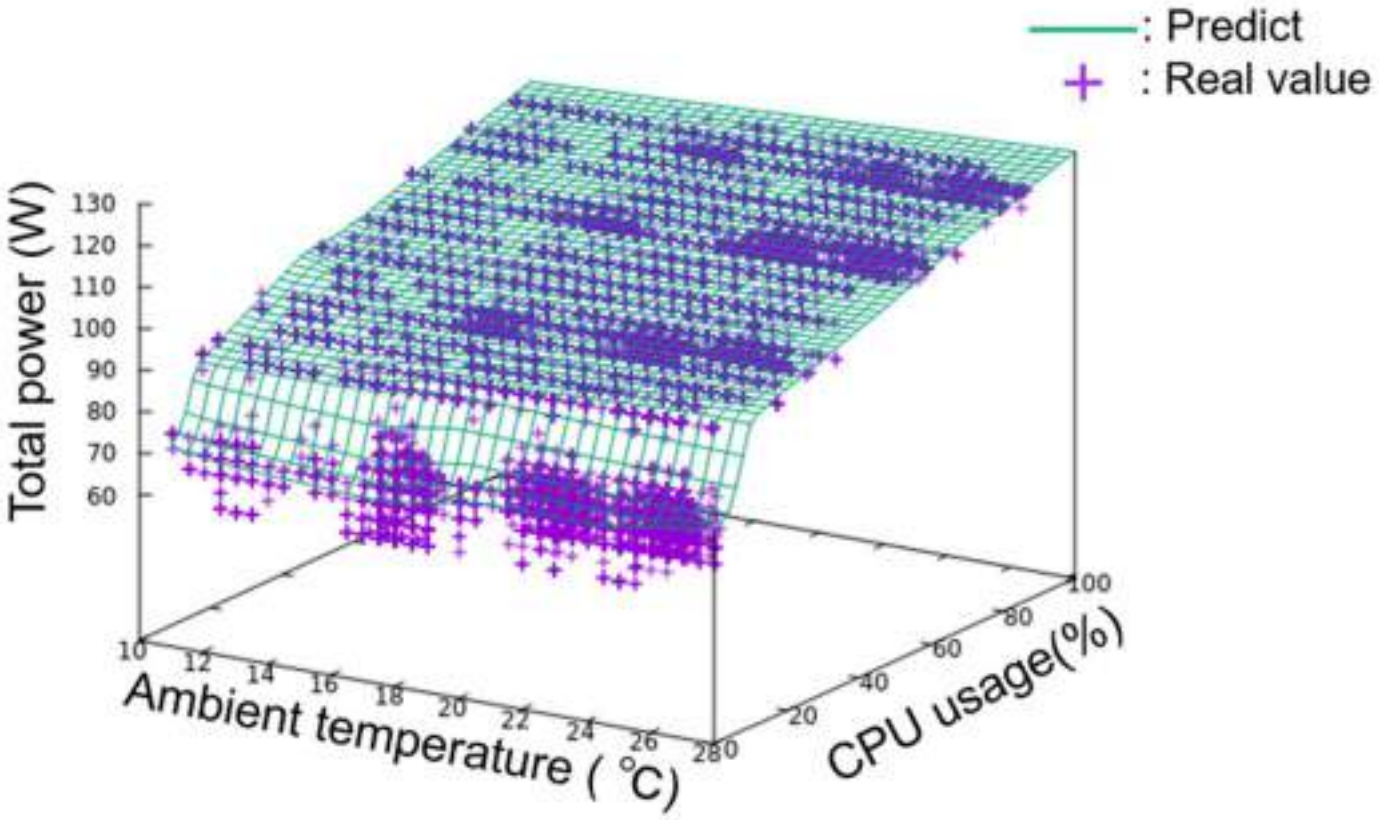
データセンターの抜本的な省エネが必要！



※1. JST(低炭素社会戦略センター推計値)は、データセンターのCAGR（年平均成長率）が2030年までは17%と予測。
※2. ネットワーク機器は、トラヒックに対する電力比例性が低く、本技術の対象外であることから、JSTの予測から差し引いた。
※3. SOTE(State of the Edge)2021Report(https://stateoftheedge.com/reports/)は、新たなユースケースの展開により、10年間のグローバルなエッジのCAGRが40-70%と予測。エッジのユースケースが、モバイルおよび住宅の消費者に関連するユースケースが主体であることから、CAGR予測を適用。
※4. SOTEリポートでは、エッジ機器のFoot Printから予測される電力量予測のうち、78.5%がコンピューティング機器の消費電力割合と予測（エンドデバイスのバースト的な稼働率を考慮した予測値）。
※5. 国内のエッジのCAGRは、JSTの国内データセンターのCAGR26%とグローバルなCAGR40%(最も控えめな数字)の比から26%と想定。
※6. 人口動態予測（https://www.soumu.go.jp/main_content/000517892.pdf）を用いて、JSTの予測を補正。
※7. ICTに関するサービス・技術普及率は、10年単位でS字カーブを描くことが知られており、現在のサービストレンドに則ったトレンド予測についても、2030年以降、S字曲線とした。
※8. 2020年における国内事業者の消費電力（8.76TWh）以外がグローバルハイパースケーラの消費電力とし、その後も国内外事業者の割合が同じに推移する、と仮定した。
※9. グラフには生成AIの急速な普及は反映されていない。

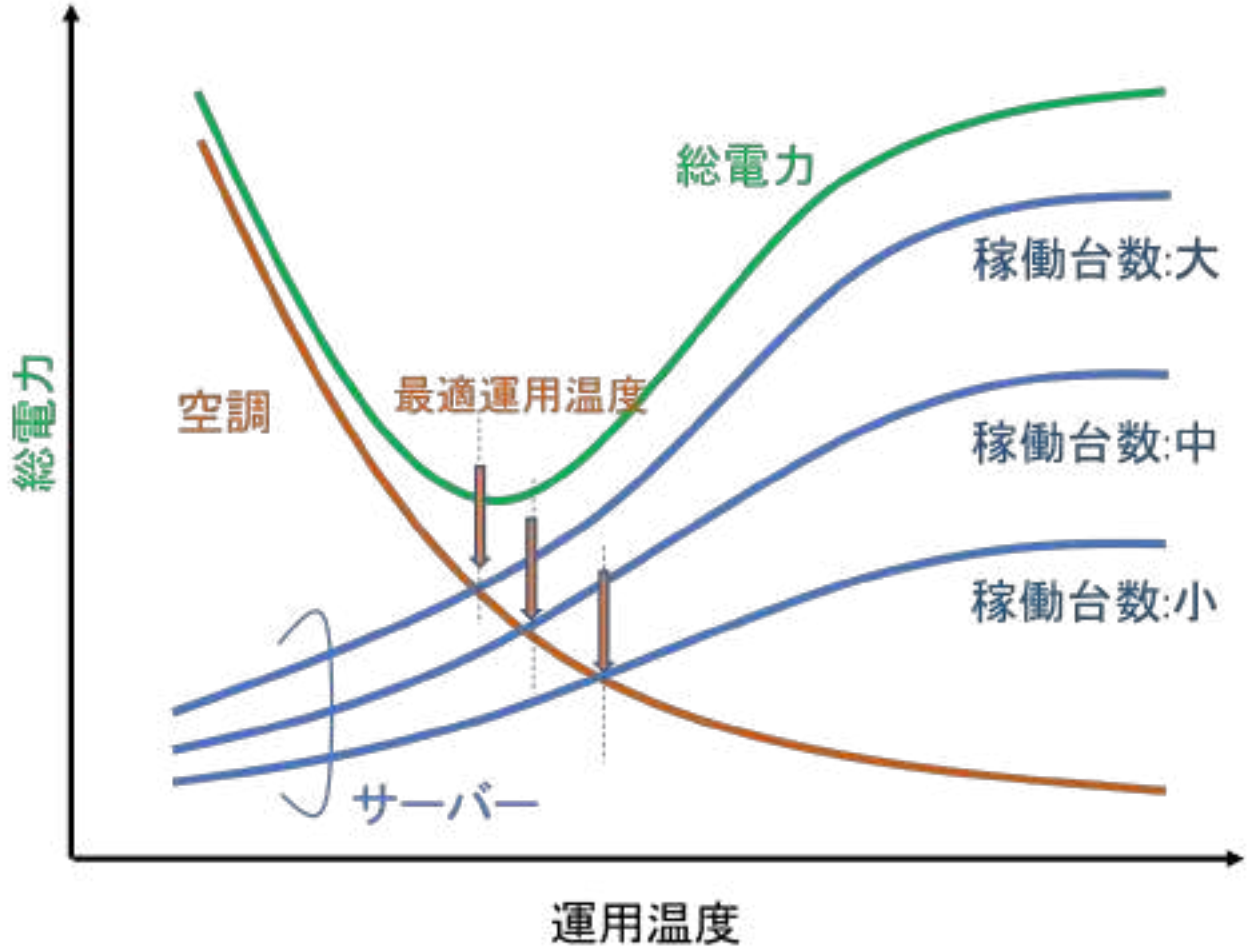
サーバーの消費電力は環境に左右される

データセンターの総電力を最小にするためには、動作環境の最適化が必要！



空調とサーバーの電力特性（利害）は相反する

データセンターの総電力を最小にするためには、両者の連携必要！



連携とは、”オペレーションの壁”の乗り越え！

ケース	管理対象 / 事業者	A:施設（建物、通信設備、電源設備、空調設備など）	B:情報処理機器（サーバー、ストレージなど）	C:情報処理機能（ソフトウェア、アプリケーションなど）
1	ハウジング／コロケーション事業者（IaaS）	空調(温度,風量)、総電力	ー	ー
	ASP事業者a（SaaS）	ー	サーバー電力、CPU利用率、需要予測、、、	
		オペレーションの壁		
2	ホスティング事業者（PaaS）	空調(温度,風量)、総電力、サーバー電力、CPU利用率		ー
	ASP事業者b（SaaS）	ー	ー	ー
			オペレーションの壁	
3	ASP事業者c（SaaS）	空調(温度,風量)、総電力、サーバー電力、CPU利用率、需要予測、、、		

空調制御とサーバー動作の連携無くして、データセンター全体の省エネが保証されない！

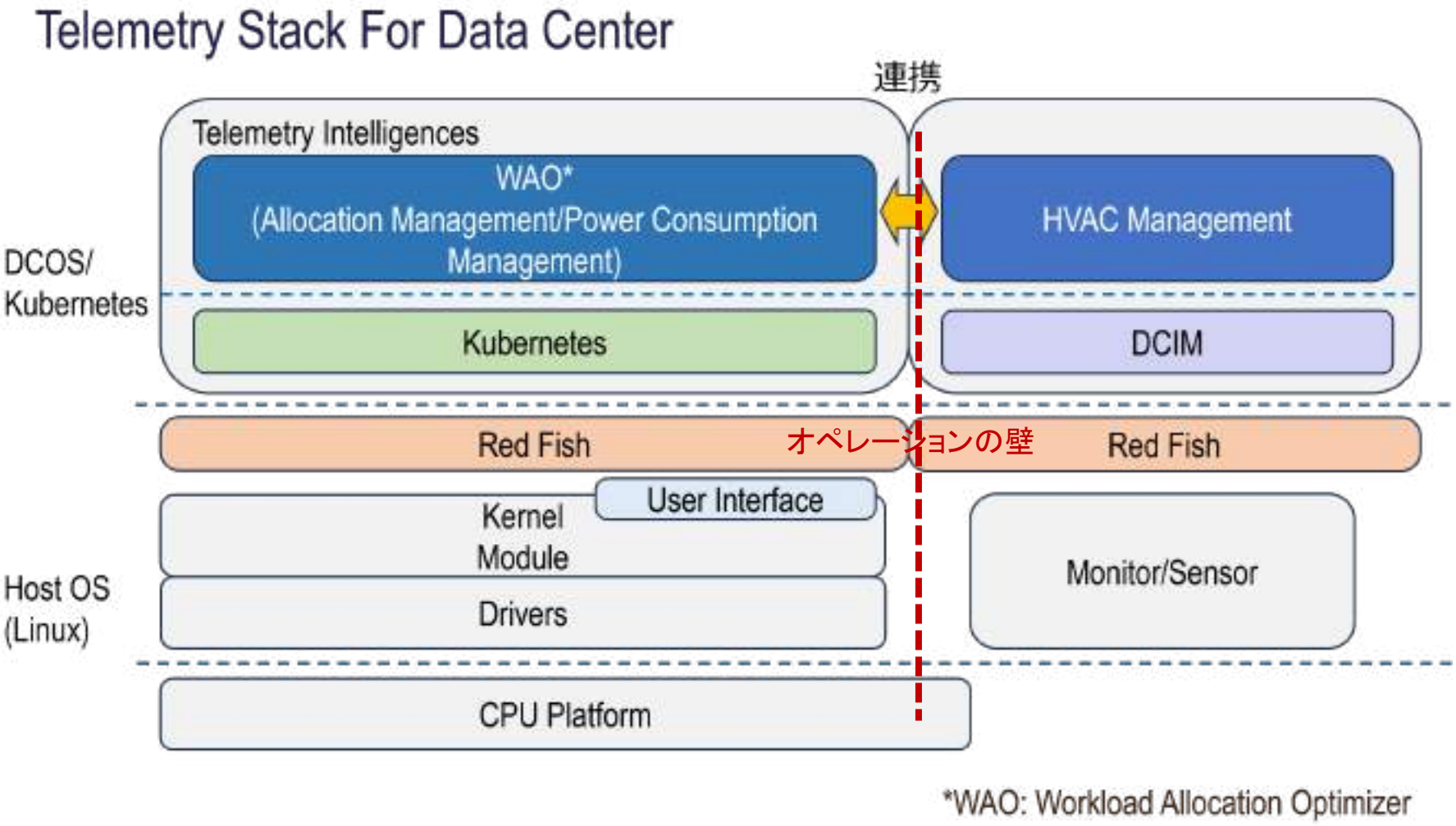
ケース	空調機器		サーバー	
	空調運用	空間分布・空調電力	サーバー運用	サーバー電力
1	最適制御	省エネ	最適動作されている保証がない（空調側からは分からない）	
3	サーバー動作との連携制御	データセンター総電力（空調電力＋サーバー電力）の省電力化	負荷の最適配置	データセンター総電力（空調電力＋サーバー電力）の省電力化

連携

※ケース番号は５Pのビジネスケースに相当

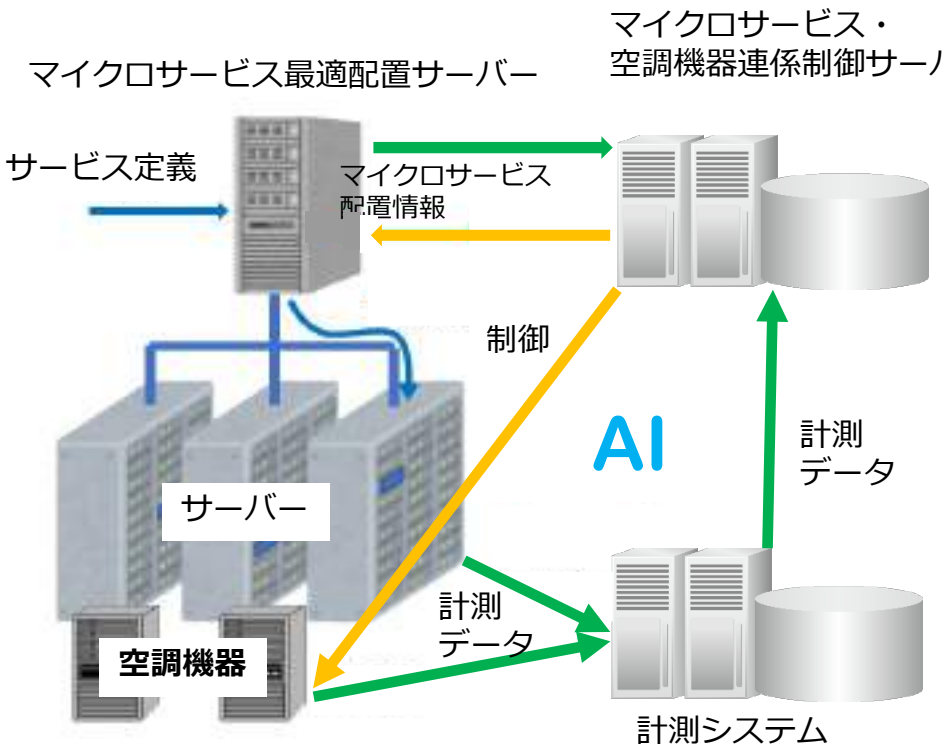
連携とは、”Telemetry Stack”の共有！

データセンターOSの構築

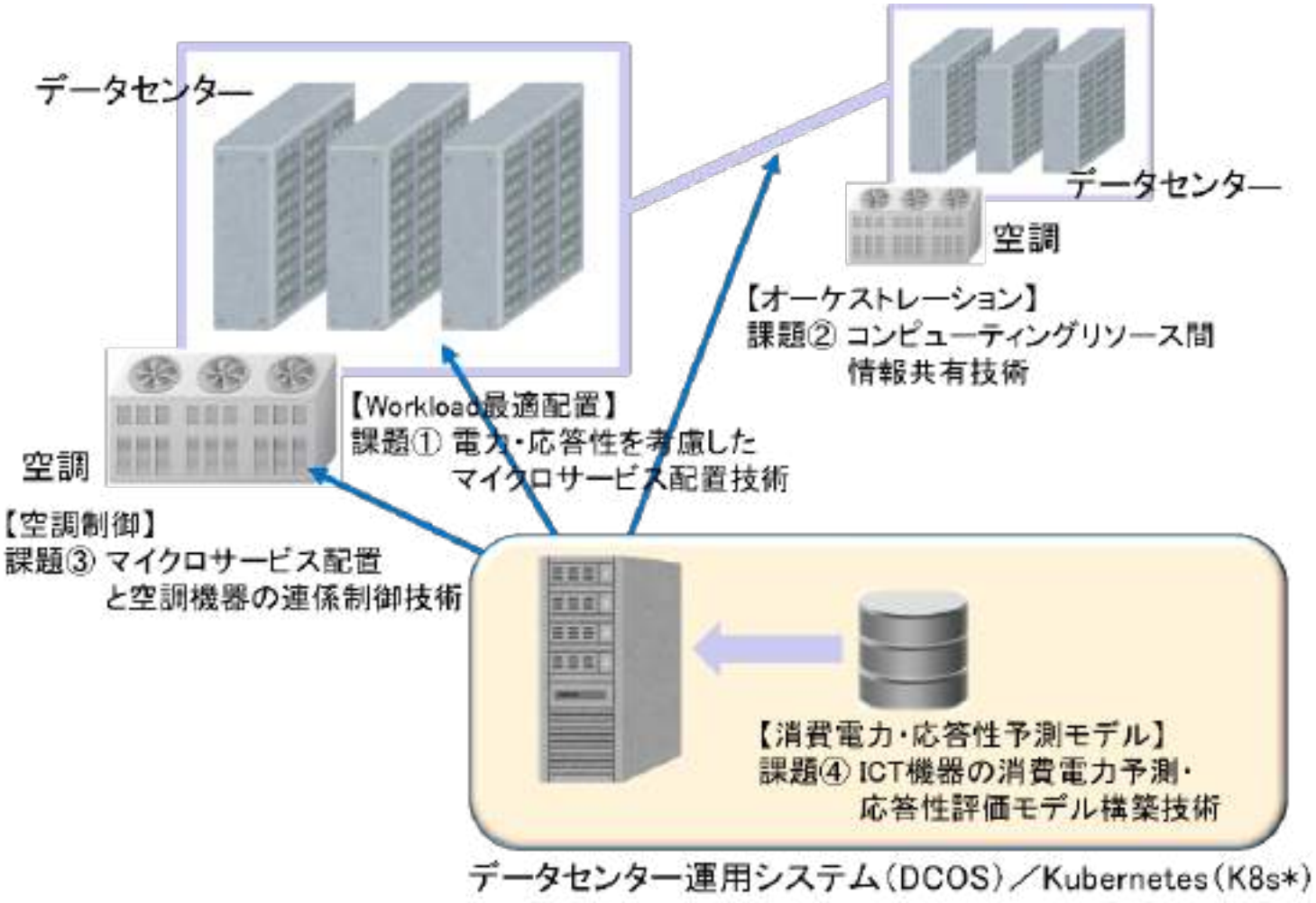


空調・サーバー連携技術

AIを活用して、空調機器・ICT機器の総電力を最小化する動作点を探索してデータセンターを逐次最適化



NEDO事業で開発中のシステム（データセンターOS）

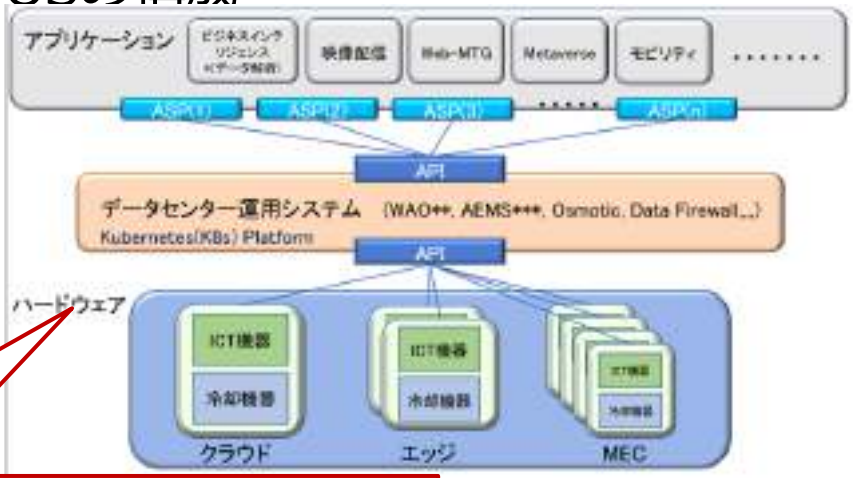


研究開発（分散配置データ処理基盤の社会システムとしてのデータセンター運用システム）の課題構成

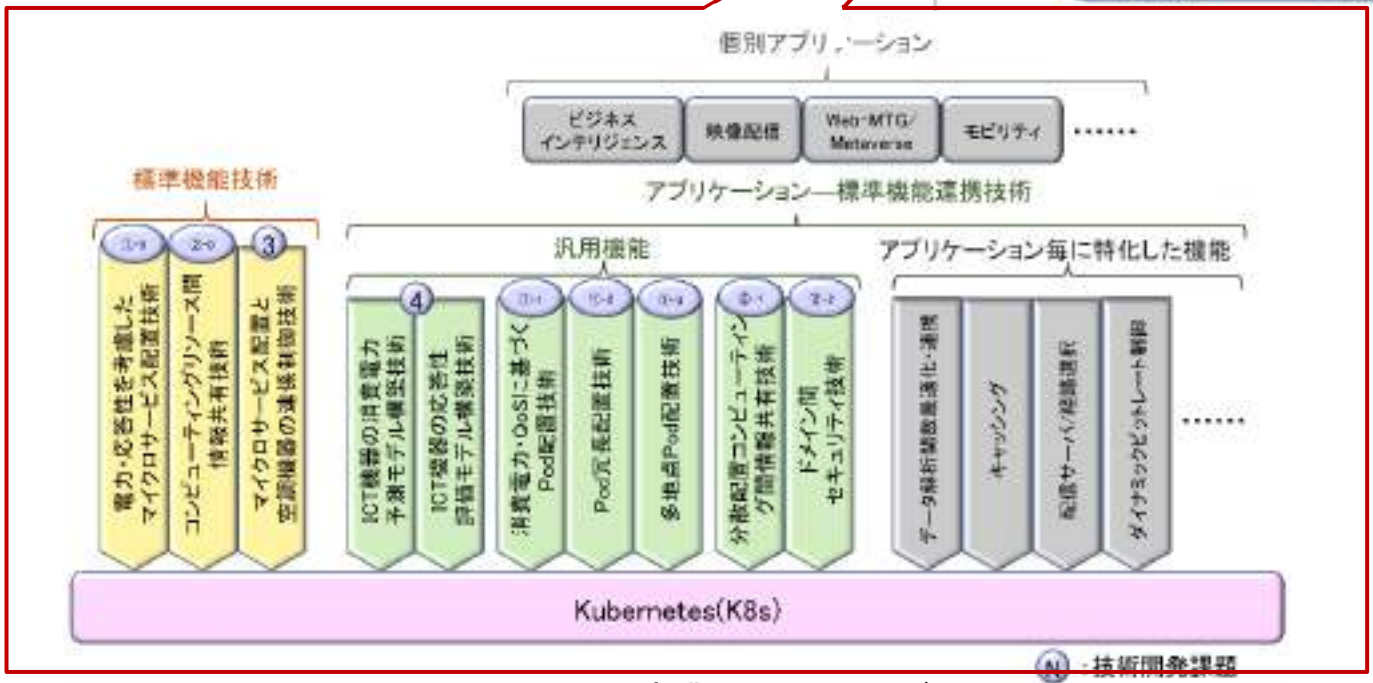
抜本的省エネを実現するデータセンターOSの構成

・OSS（OpenSource Software）として広く普及させる標準機能技術
・サービス提供事業者(ASP)のサービス毎に特化したマイクロサービス配置技術（アプリケーション-標準機能連携技術）

の2種類の技術から構成される



データセンター運用システムの位置づけ



NEDO事業で開発中のデータセンター運用システムの構成

大阪・御幣島に構築したコンテナデータセンター

篠原電機㈱が構築したコンテナデータセンターをプラットフォームとして、各社ビジネスシーンに応じて、“オペレーションの壁“を乗り越え、連携して実証

構築したコンテナ型データセンターの外観（第１棟）

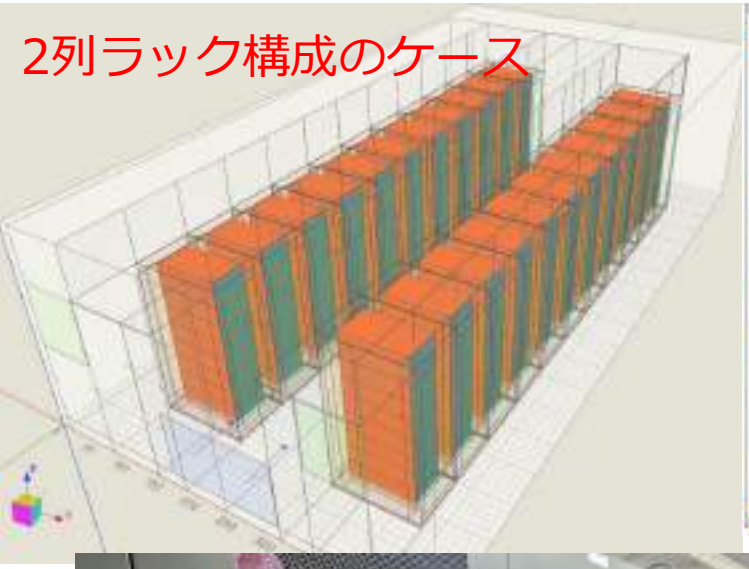
設置したサーバーの種類

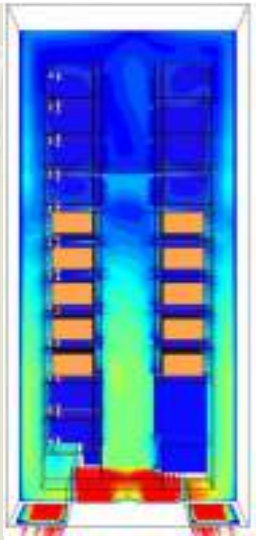
A社：Intel CPU（Xeon Bronze）／50台
B社：Intel CPU（Xeon Silver）／50台
C社：Intel CPU（Xeon Gold）／20台
D社：AMD CPU（ROME）／50台

コンテナ型データセンターの内部

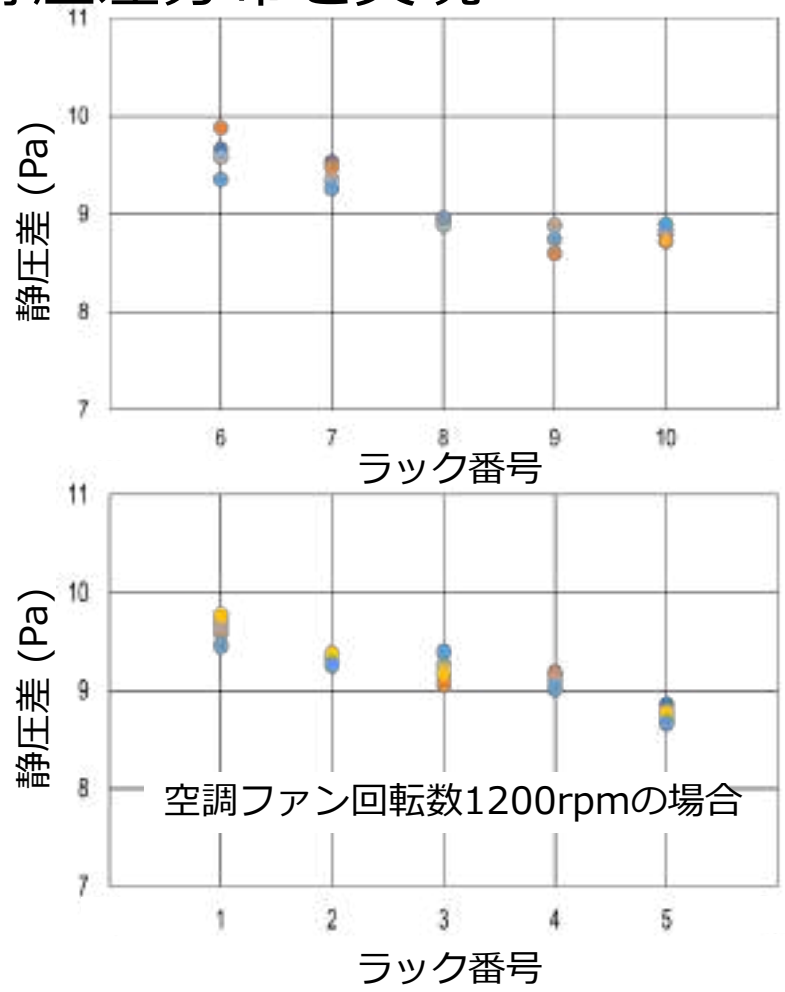
流路の最適化により、±10%の静圧差分布を実現

2列ラック構成のケース





篠原電機株式会社



構築したコンテナ型
データセンター（第１棟）構造と
サーバー前後面の静圧差分布の例

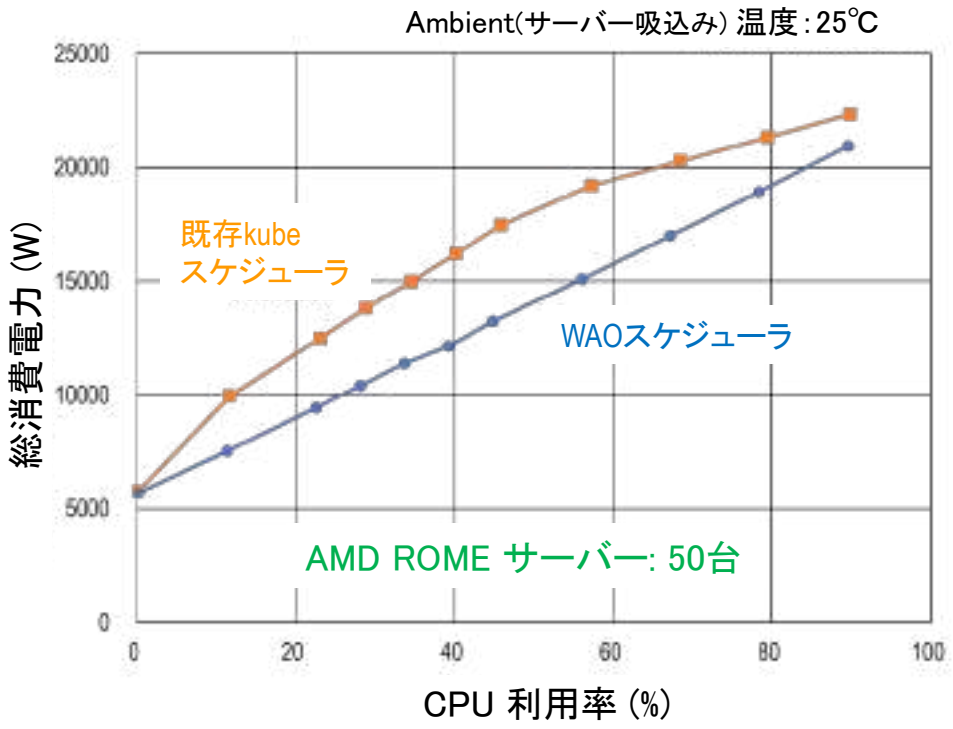
Shinohara Confidential

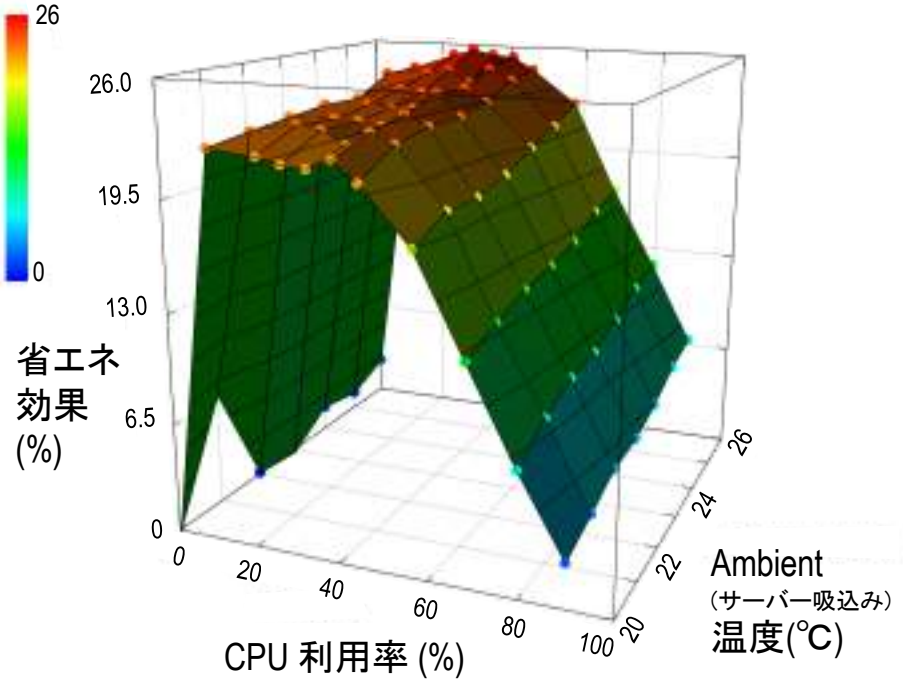
空調・サーバー連携により、サーバー電力の50%の省エネ！

実アプリケーション（数値演算）/Kubernetesでの省エネ効果

AMD ROMEサーバーで、25%以上の省エネが可能に
Intel Gold サーバーで、50%以上の省エネが可能に

10kVAラックあたり、最大90万円／年の経済効果





篠原電機株式会社

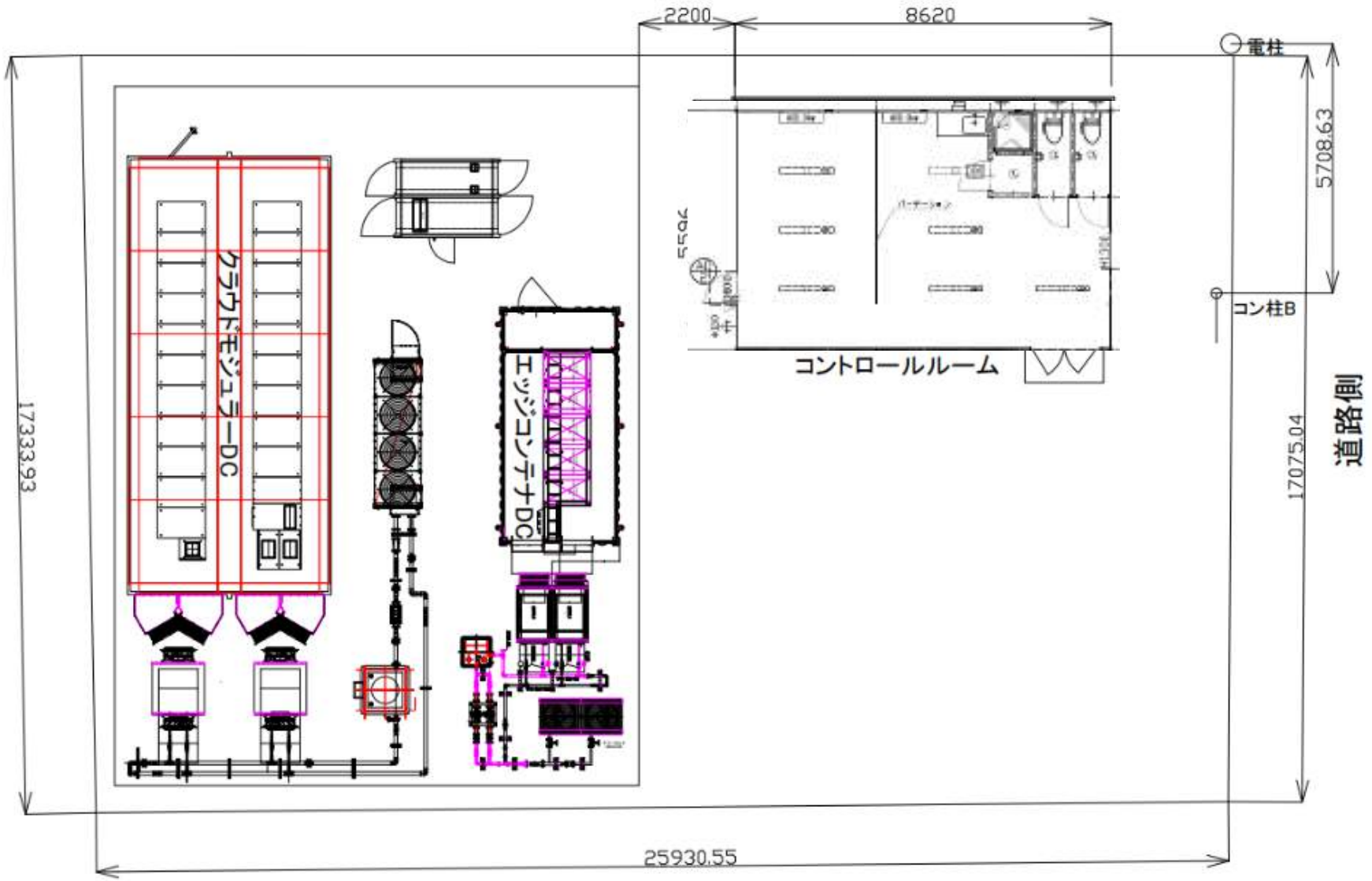
WAO:Workload Allocation Optimization

Shinohara Confidential

第33章　御幣島サテライトラボ紹介

本ラボは、クラウドコンテナとエッジコンテナとMECを設置して
Kubernetes技術K8Sを用いたクラスター、コンテナ化等のソフトウエア技術を用いてマイクロサービスを実現し、負荷の最適配置、負荷分散を行ってデータセンターのトータルな省エネを実現するための実証試験設備となっています。
今後分散クラウド化や生成AI化の進展に合わせて負荷の最適化と空調の制御の技術を構築して、広く様々なデータセンターの運用OSとして多くの事業者に展開していきたく考えています。

検証設備レイアウト


2200
8620
電柱
5708.63
コン柱B
17333.93
クラウドモジュラーDC
エッジコンテナDC
コントロールルーム
17075.04
道路側
25930.55

篠原電機　御幣島サテライトラボ

事務所　コントロール棟

クラウドコンテナ設置

ラック数　20

チラー

楽COOL Ⅱ　AHU+フリークーリング

楽COOL ヒートパイプ間接外気空調システム

ラック数　5

楽COOLとチラー

冬季はチラーは停止可能。ポンプは稼働させている。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できる。

エッジコンテナ設置

膨張タンク　楽COOL 25KW　チラー

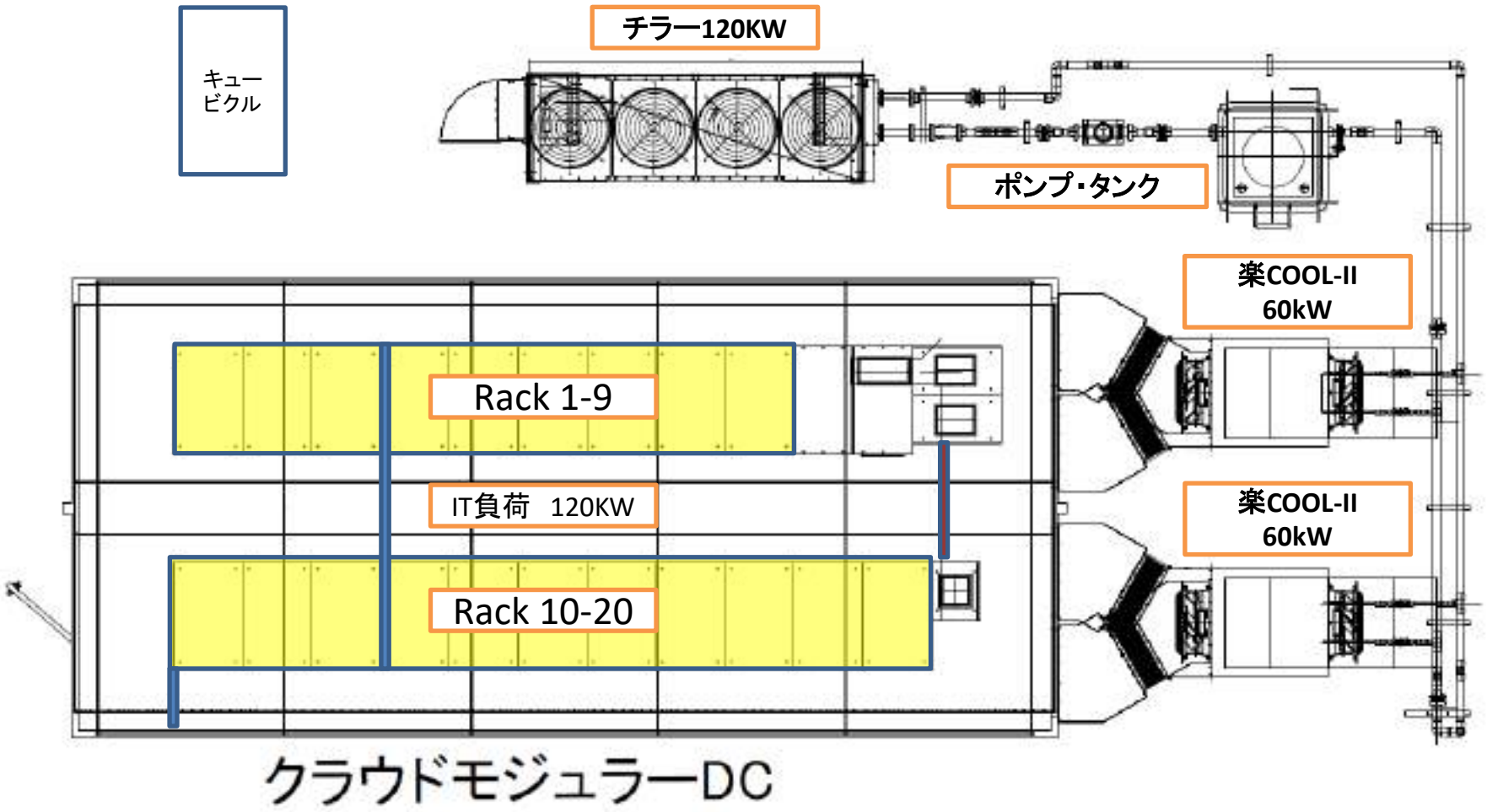
ポンプ
騒音対策と夜間低速運転

楽COOL25KW 2台とチラー2台と配管の様子。
ポンプは二重化されており、一日交替で稼働する、冗長構成

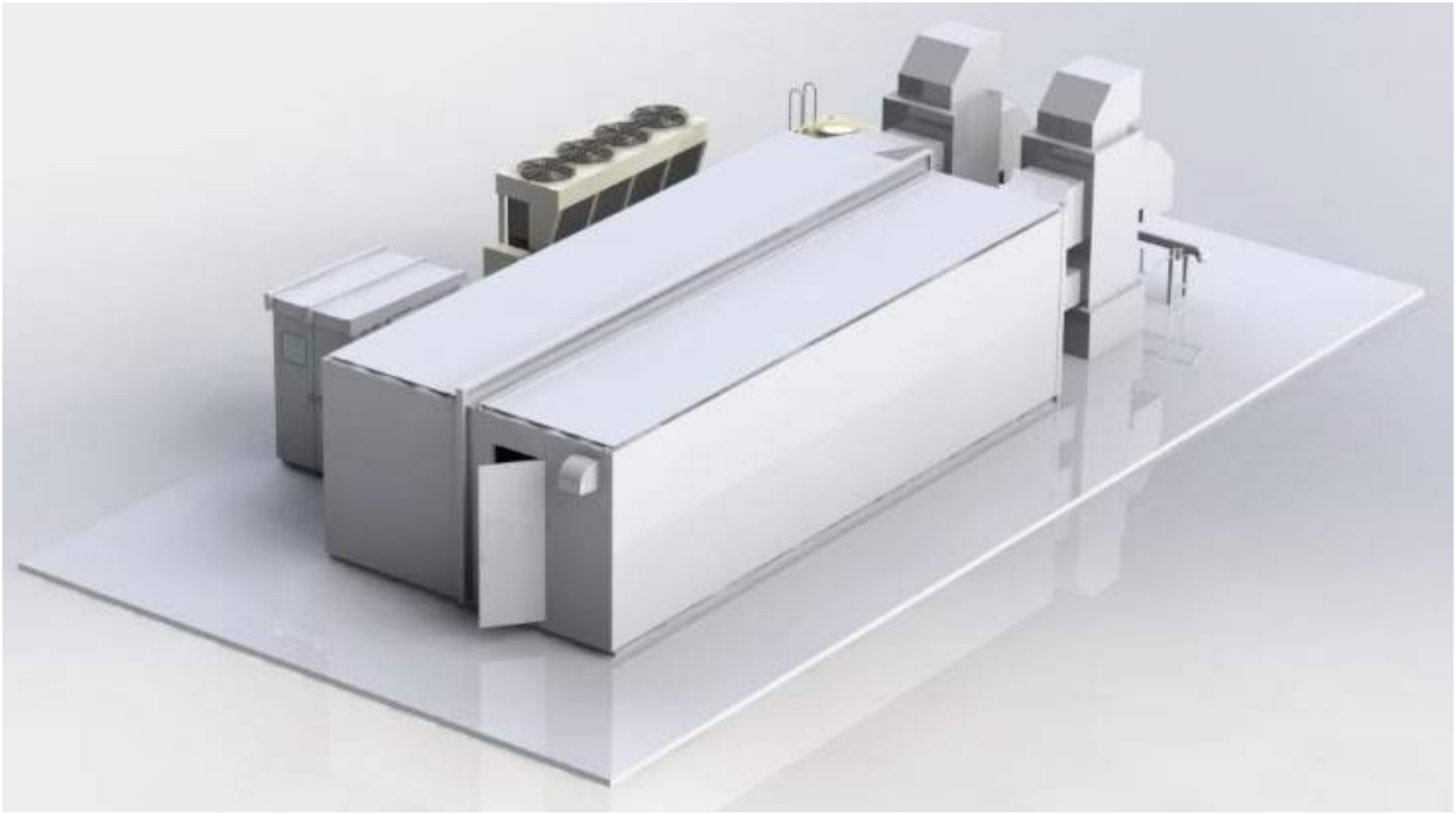
クラウド　コンテナ概要

項目	内容	備考
種別	コンテナ型データセンター　　31フィートコンテナ二棟連結型	
コンテナサイズ	全長：10.03m　幅：4.66m　高さ：2.88m　　重量：25t	
コンテナ構造	高強度＆高断熱アルミコンテナ、断熱材（グラスウール）、塗装無し　　防塵防水：IP53	
設置環境	温度：－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	定格　8kVAラック　20台　熱設計　6kVA	
電源種別	系統電源：6600V　->　3φ4W　380V　260kWmax	最大IT負荷：120kW
PDU構成	インテリジェントPDU　nVent　EN6827-U INPUT　380V　（3φ4W）　48pcs　outlet　17.3kW/PDU	
ラック	ヤマト通信工業社　700mm x 1100mm x 2000mm　42U　　前扉　無し、後扉　無し	
UPS	無し	
消費電力	IT負荷：120kW　チラー：35kW＋5.5kW（ポンプ）　空調機FAN：14.8kW（4個）	最大175.3kW
空調	間接外気空調　楽COOL２　60kWx(2台構成)　（冷却能力：120kW） チラー：ダイキン社　ヘキサゴンチラー　UWXY118FBLYR　（冷却能力　118kW　４モジュール構成）	
盤、接地関係	トランス盤：①6.6KV->380V（3相4線）TN-S接地方式 サーバー入力盤①、②：単相　220V　RACK1～20（32Ax20）	
キュービクル	400kWタイプ　6600V→3相4線　380V出力　　簡易受電方式	
発電機	無し	
太陽光発電	無し	
ケーブルトレイ	ラック上部（800mm）に配置　電力用：400x100mm　信号ケーブル用：400x100mm	
消火システム	室内：モリタ宮田工業「クリーンミストWS3」　室外：10型粉末ABC消火器 煙感知器　3か所(外部接続)	
セキュリティ	物理錠　　IPカメラ：屋内用　5台　屋外用　2台　NVR　１台	
照明	屋内照明：T8型LED照明　10台　　屋外照明：スポットライトLED照明　1台	
DCIM（BMS）	Delta社　DCIM　EMS-3000システム　クラウドベース管理	

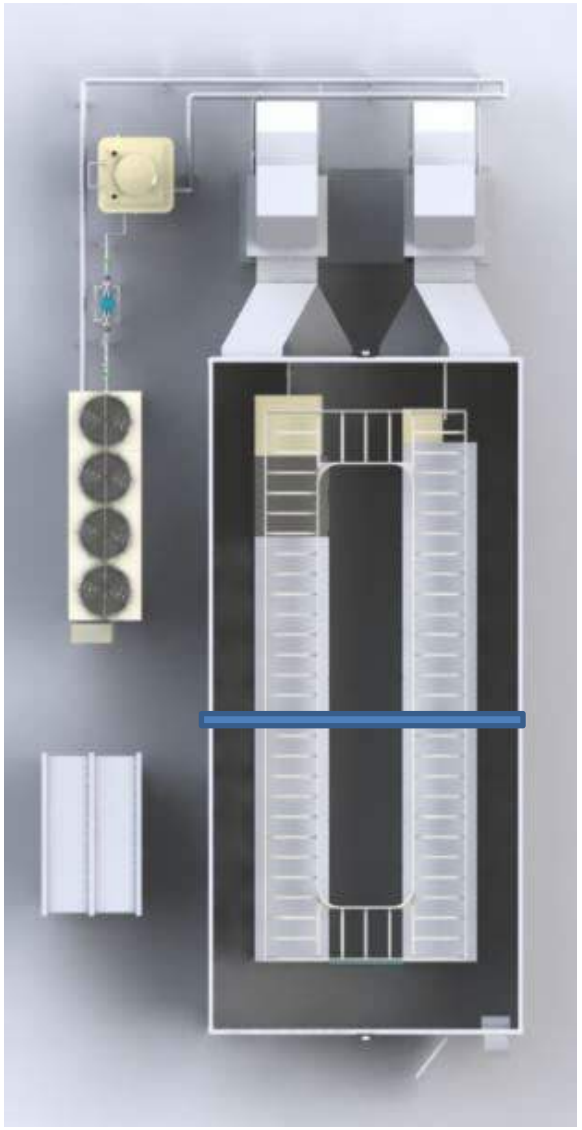
クラウド　コンテナ概要

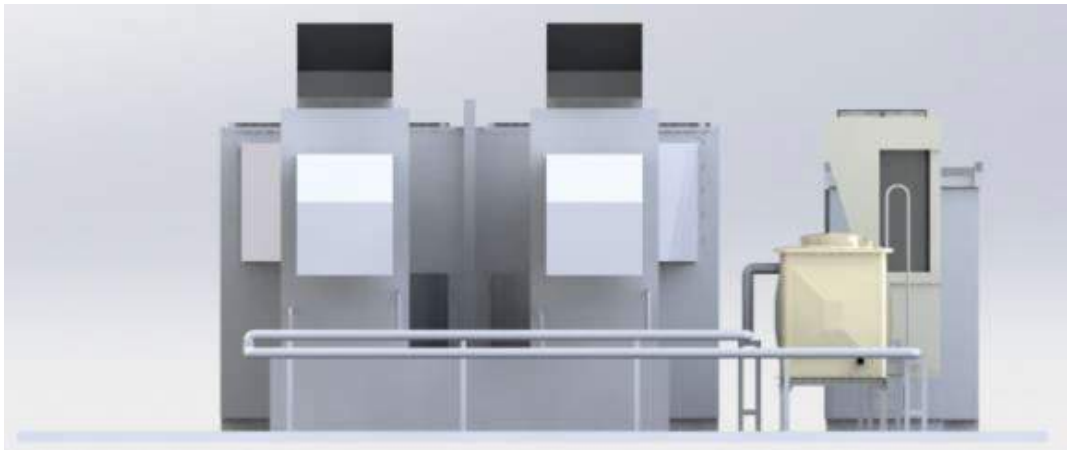

キュービクル
チラー120KW
ポンプ・タンク
楽COOL-II
60kW
楽COOL-II
60kW
Rack 1-9
IT負荷　120KW
Rack 10-20
クラウドモジュラーDC

全体外観（１）



全体外観(3)



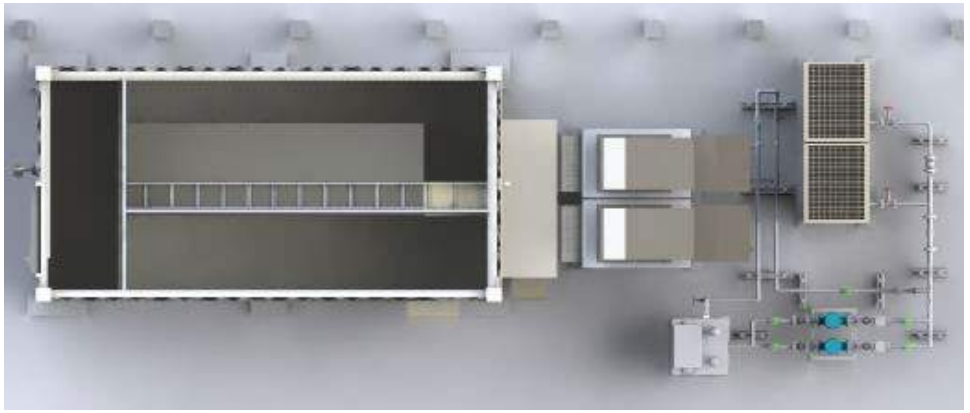


エッジ　コンテナ概要

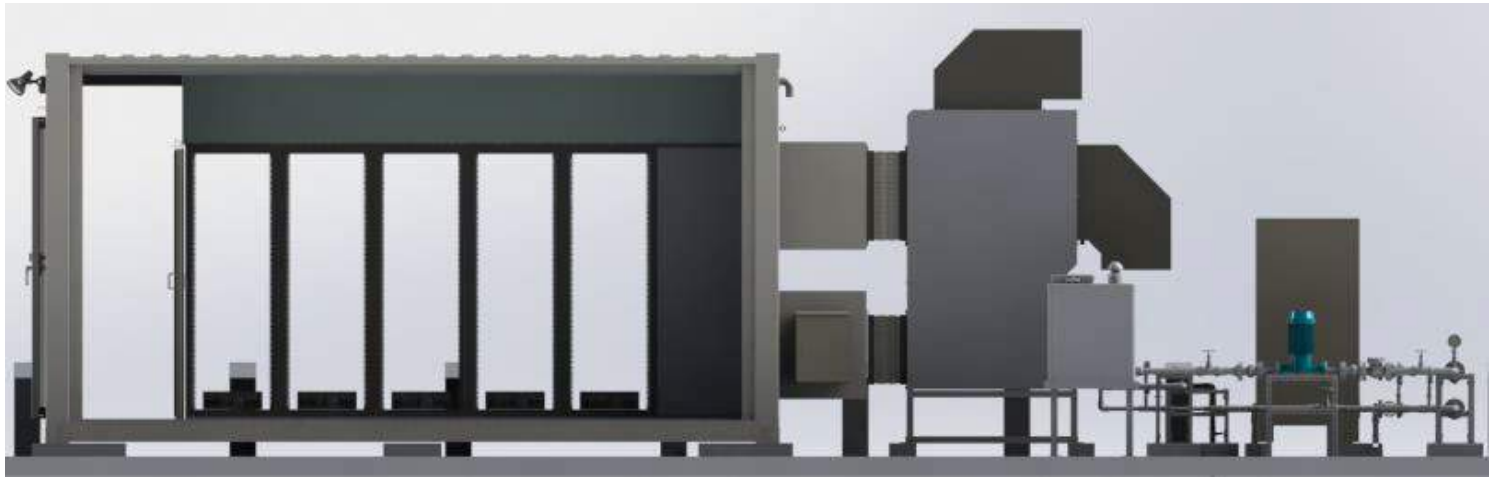
SHINOHARA

項目	内容	備考
種別	コンテナ型データセンター　　20フィートコンテナ	
コンテナサイズ	全長：6m　幅：2.9m　高さ：2.88m　　重量：T.B.D	
コンテナ構造	高強度＆高断熱アルミコンテナ、断熱材（グラスウール）、塗装無し　　防塵防水：IP53	
設置環境	温度：－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	定格　8KVAラック　5台	
電源種別	定格　8KVAラック　AC230V　　最大IT負荷　40KW	
PDU構成	定格　8KVAラック　230V系　A24口＋B24口　A系/B系の2系統構成 MCB分岐 6口x4 20Ax4	
ラック	ヤマト通信工業社　700mm x 1100mm x 2000mm　42U　　前扉　有、後扉　無し	
UPS	無し	
消費電力	IT負荷：40KW　チラー：16.2KW＋3.7KW（ポンプ）　空調機FAN：4KW　　合計　64kW	
空調	間接外気空調（ヒートパイプ式）25KWx(2台構成)　（冷却能力：50KW） チラー：ダイキン社　チラー　冷却能力　50kW	
盤、接地関係	サーバー入力盤①：単相　230V　RACK1～5（50Ax5）　230V	
キュービクル	2棟連結コンテナと共用	
ケーブルトレイ	ラック上部（800mm）に配置　電力用：400x100mm　信号ケーブル用：400x100mm	
消火システム	ABC10型消火器	
セキュリティ		
照明	屋内照明：T8型LED照明　5台　　屋外照明：スポットライトLED照明　1台	
DCIM（BMS）	Delta社　DCIM　EMS-3000システム　クラウドベース管理	

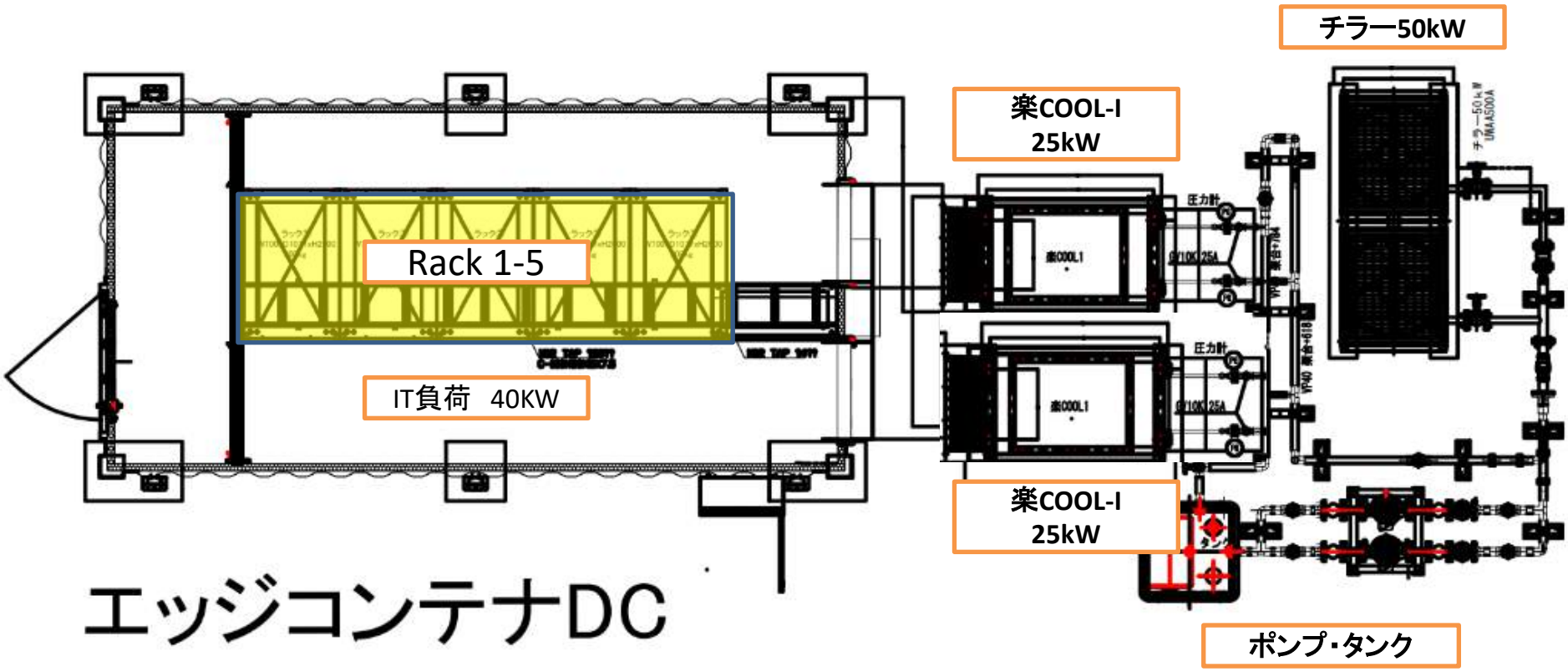
楽COOL　外観図



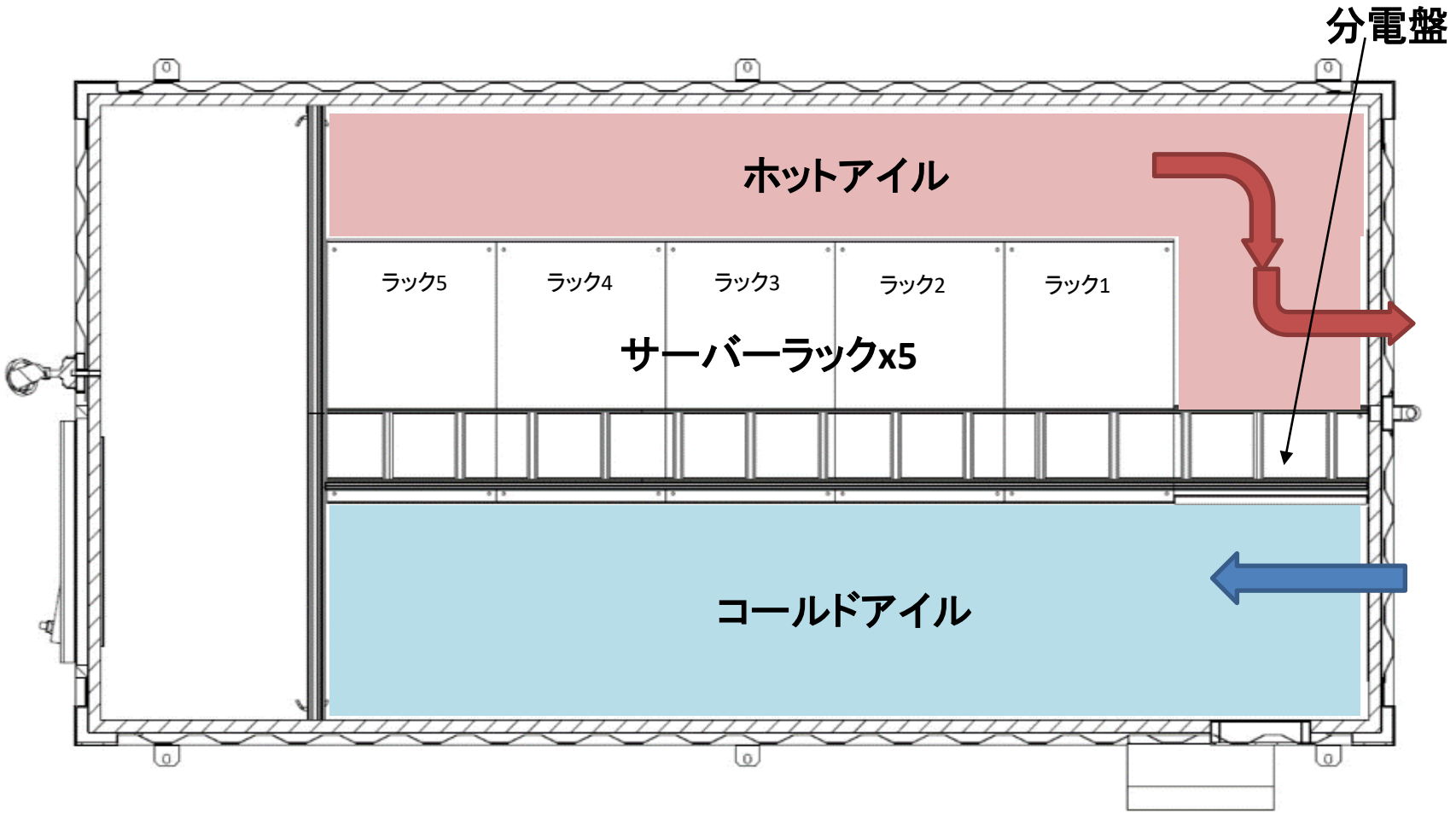
内部構造-1



エッジ　コンテナ概要


チラー50kW
楽COOL-I
25kW
Rack 1-5
IT負荷　40KW
楽COOL-I
25kW
エッジコンテナDC
ポンプ・タンク

内部構造-2



MECサテライトラボ

二相式沸騰液浸冷却装置

サテライトラボ　ドライクーラ設置

MECサーバー設置

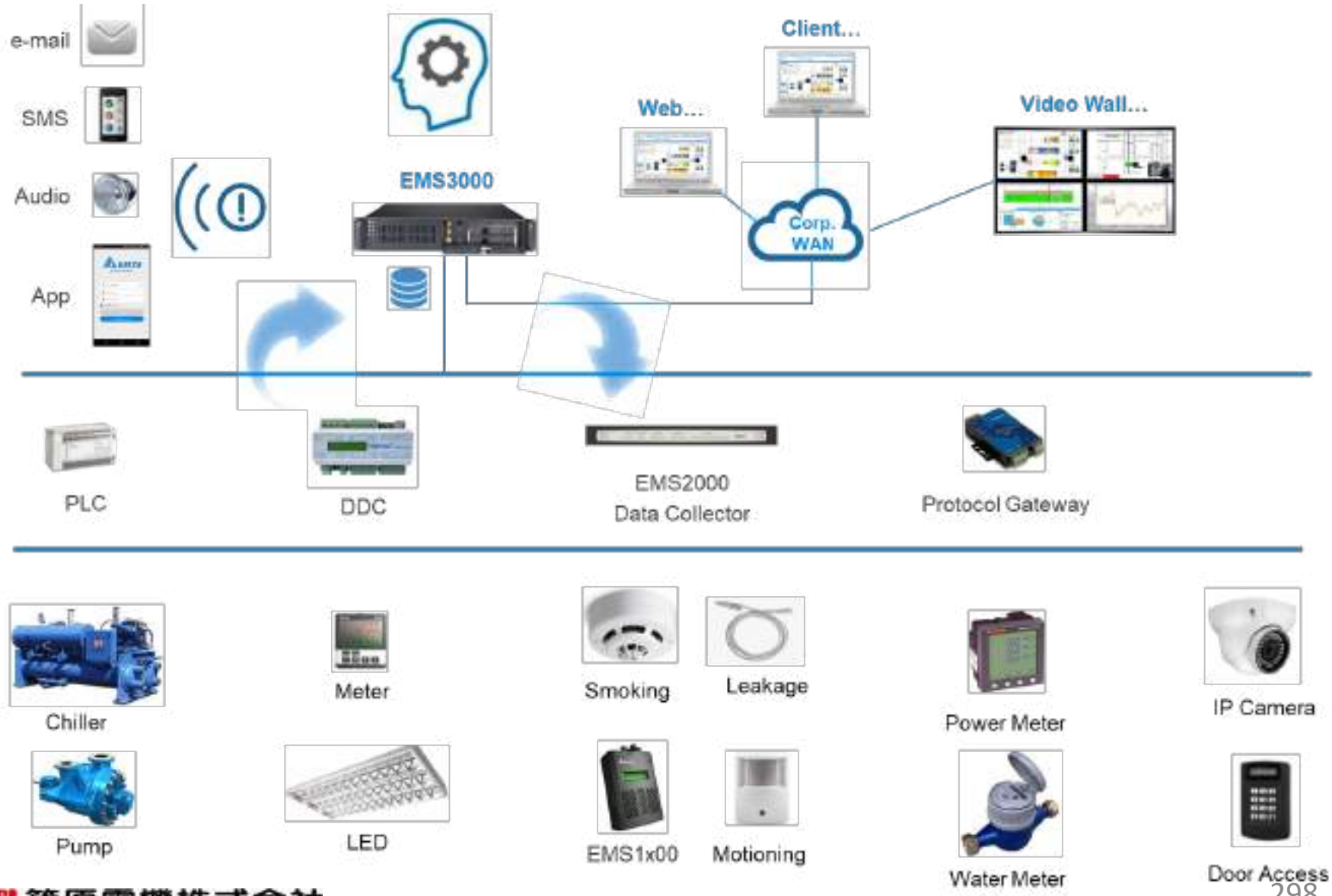
液浸冷却装置室

2相液浸冷却装置

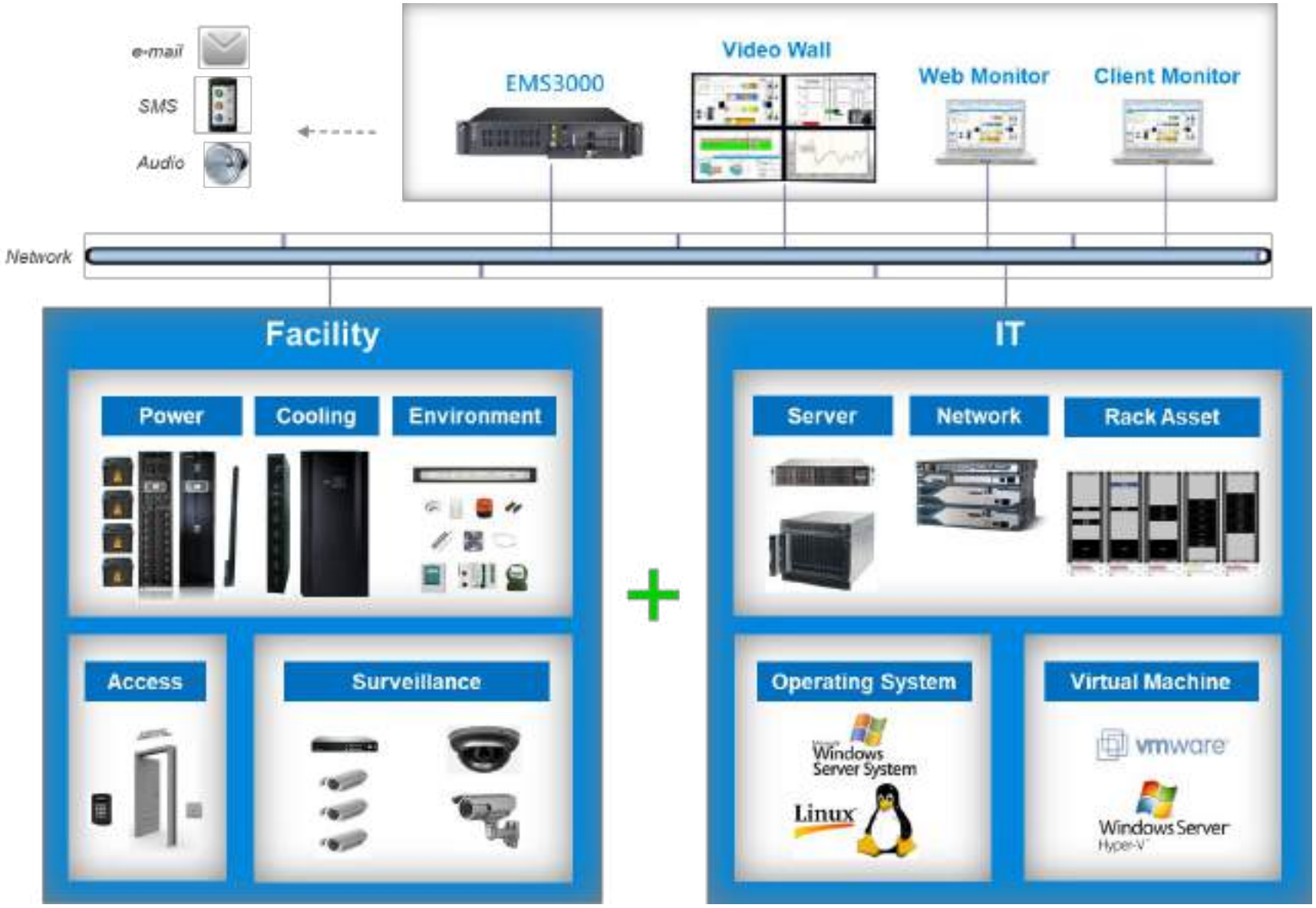
サーバー設置
（仮）

第34章　データセンタソリューションの見える化
BAS,DCIM,KNX,DALI

InfraSuite Manager Monitoring System



Device Monitoring for Datacenter

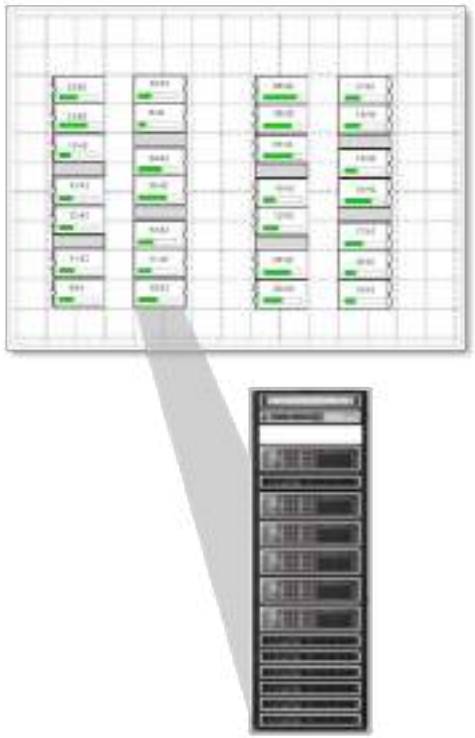


篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

Monitoring

Asset



Reporting

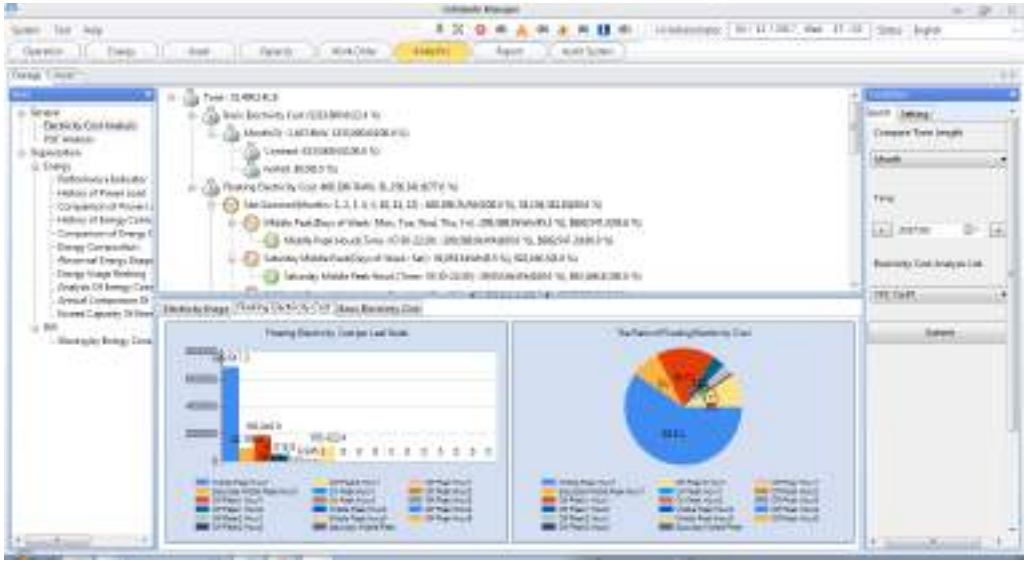
篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

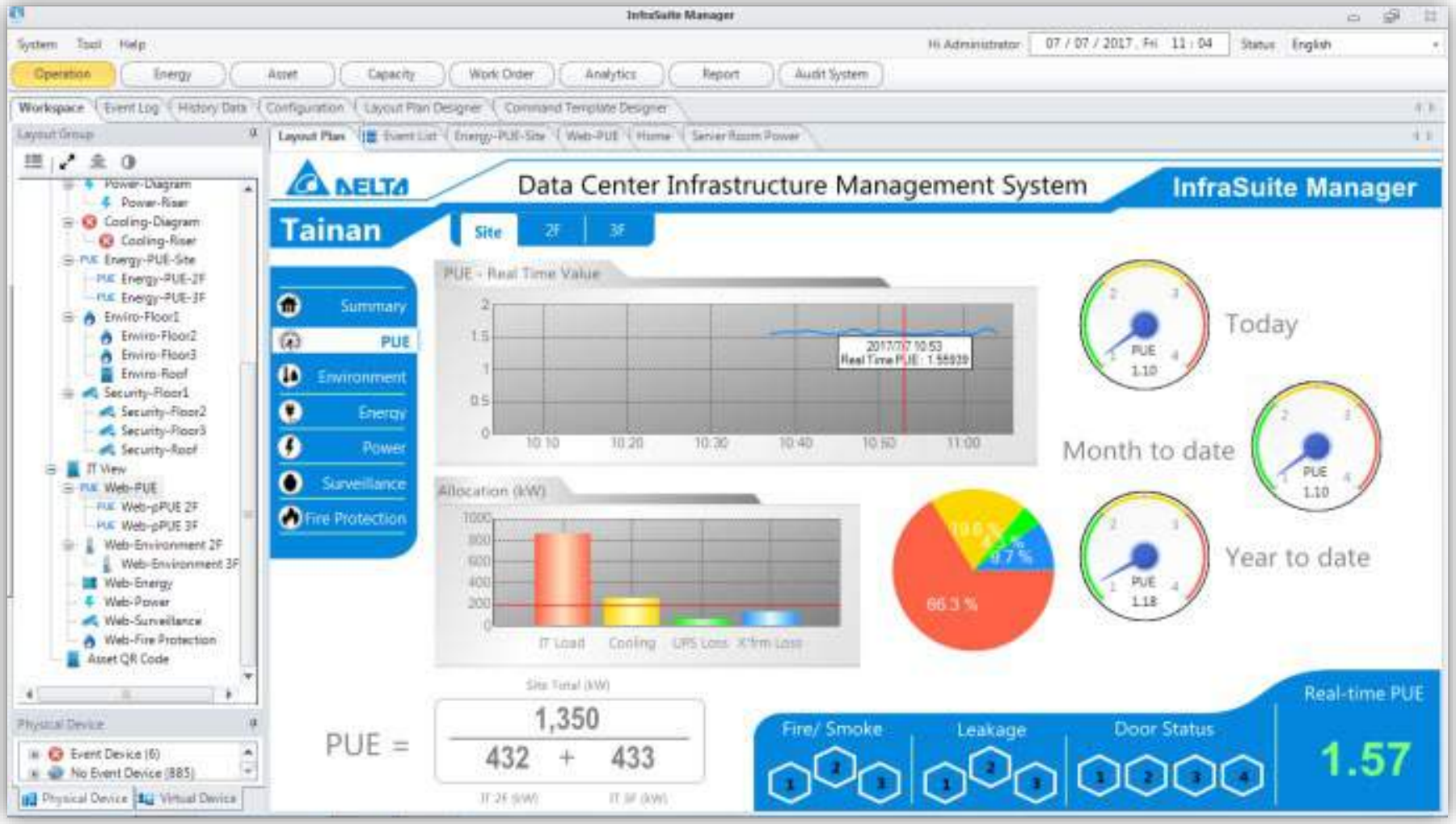
エナジー計算及び分析

- PUE 計算
- 電力使用は、分類することができる（例えば、合計、IT、冷却、UPS、イルミネーションなど）。
- PUE式は、分類された電力使用量に基づいています。

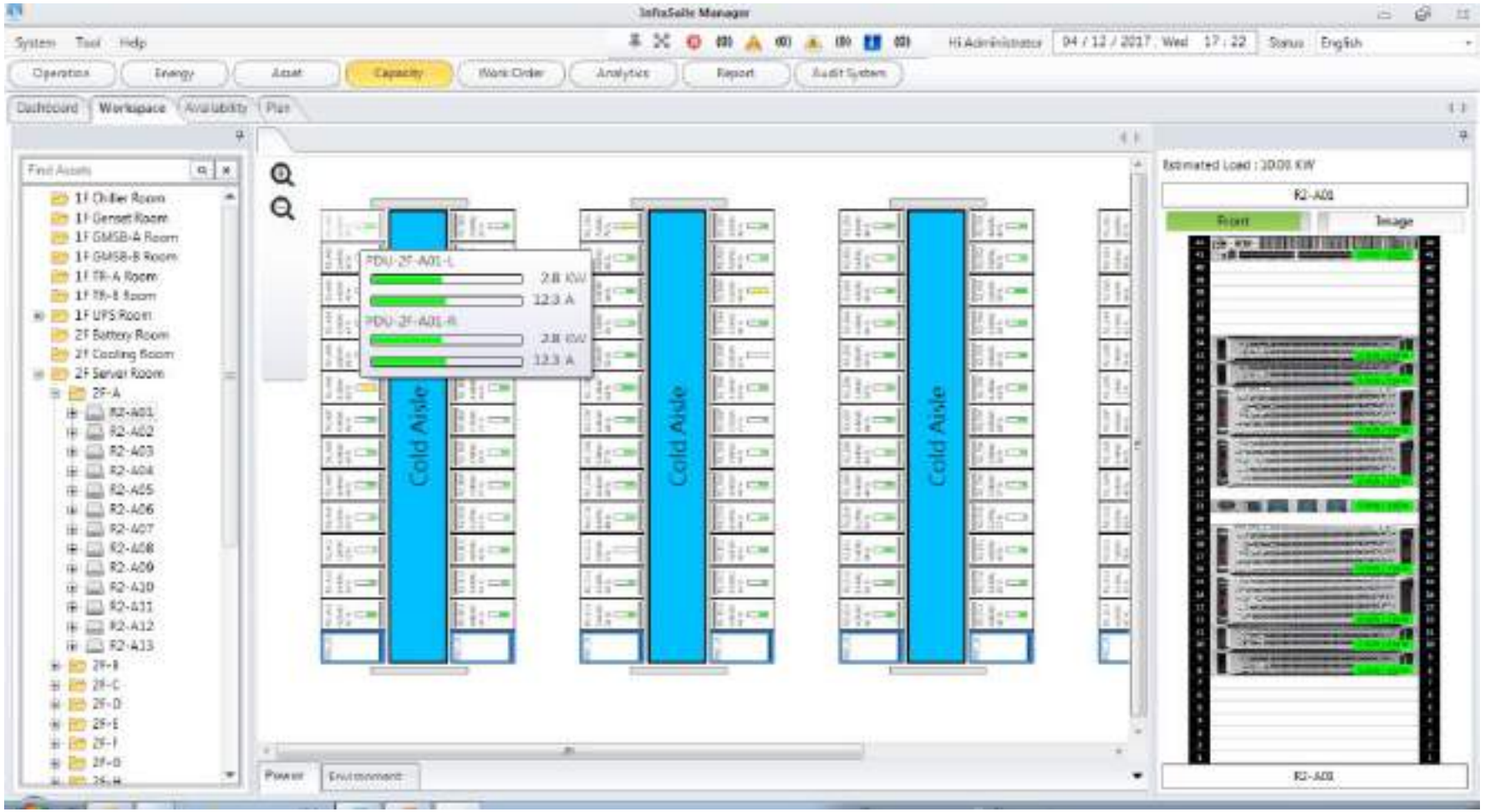
電気料金計算
料金計算の数式は地域ごとに定義することが可能です。



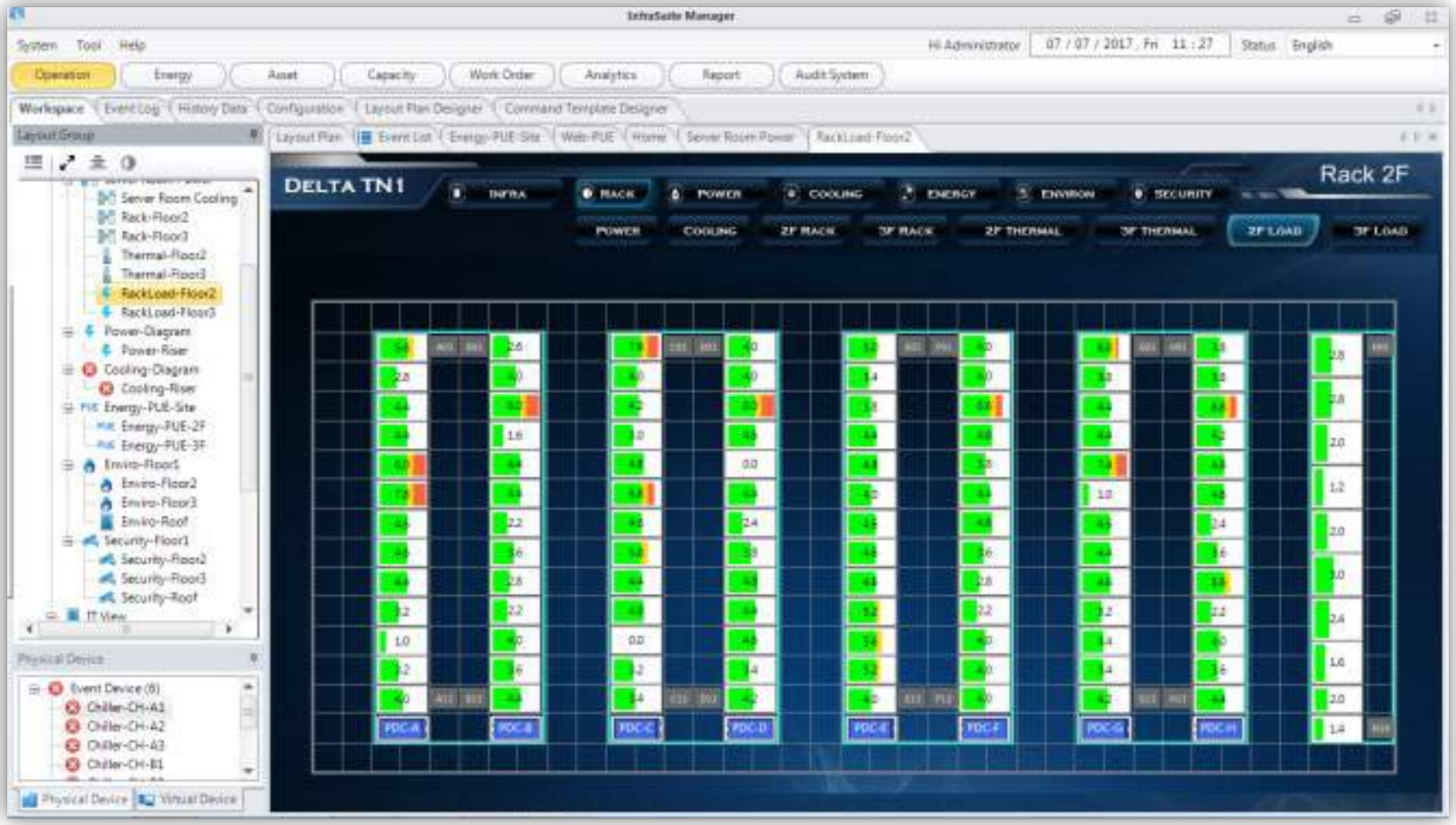
PUE 分析


InfraSuite Manager
Data Center Infrastructure Management System
InfraSuite Manager
Tainan
Site
2F
3F
Summary
PUE
Environment
Energy
Power
Surveillance
Fire Protection
PUE - Real Time Value
Today
Month to date
Year to date
Allocation (kW)
IT Load
Cooling
PUE =
1,350
432 + 433
Fire/ Smoke
Leakage
Door Status
Real-time PUE
1.57

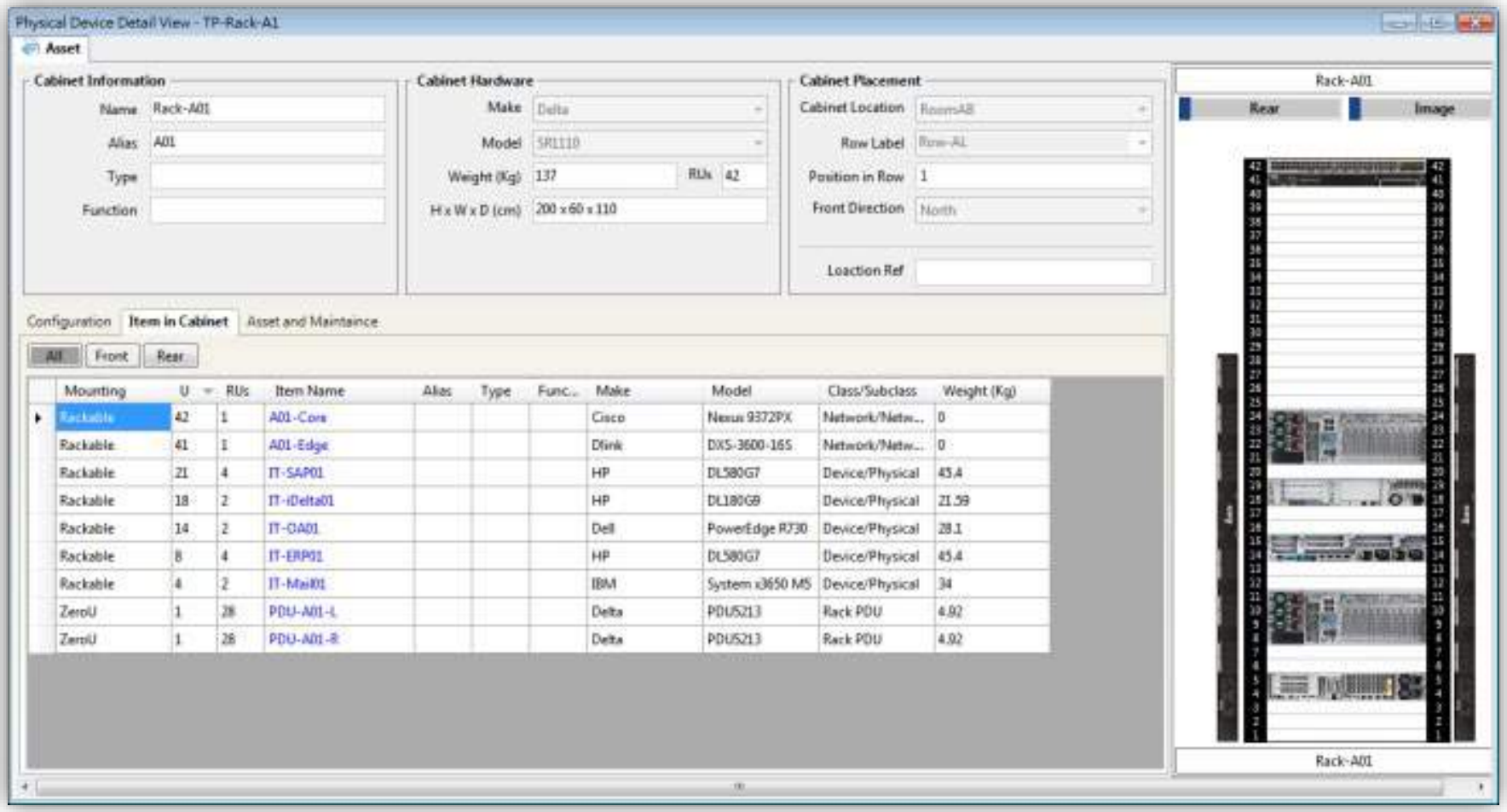
PDUマネジメント


InfraSuite Manager
System
Tool
Help
Operation
Energy
Asset
Capacity
Work Order
Analytics
Report
Audit System
Dashboard
Workspace
Availability
Plan
Cold Aisle
Cold Aisle
Cold Aisle
Power
Environment
Front
Image

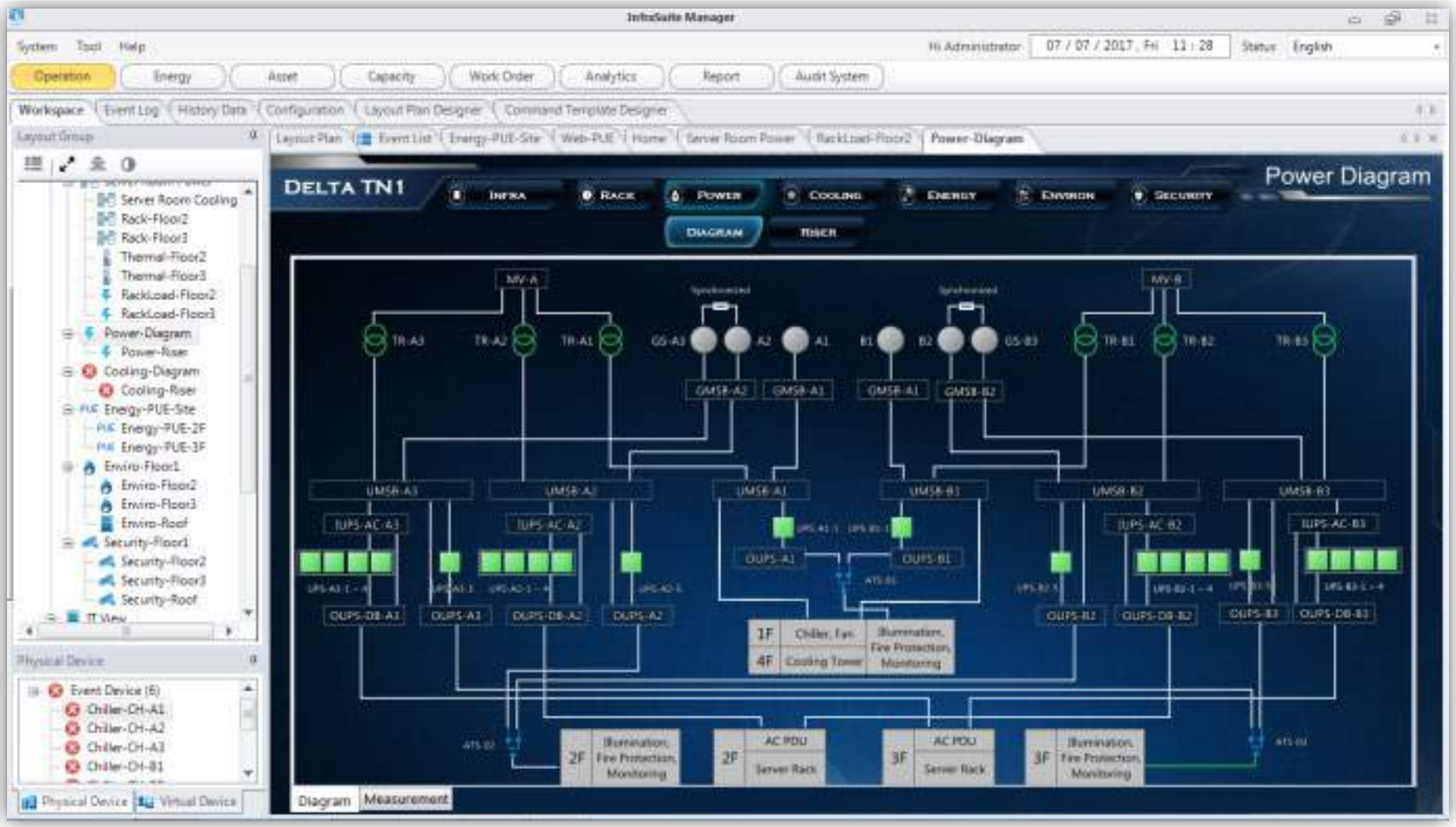
ラック毎の負荷


InfraSuite Manager
DELTA TN1
Rack 2F
INFRA
RACK
POWER
COOLING
ENERGY
ENVIRON
SECURITY
2F LOAD
3F LOAD

個別ラックの状態表示


Physical Device Detail View - TP-Rack-A1
Asset
Cabinet Information
Name Rack-A01
Alias A01
Type
Function
Cabinet Hardware
Make Delta
Model SR1110
Weight (Kg) 137
RUs 42
H x W x D (cm) 200 x 60 x 110
Cabinet Placement
Cabinet Location RoomA8
Row Label Row-A1
Position in Row 1
Front Direction North
Loaction Ref
Configuration
Item in Cabinet
Asset and Maintaince
All
Front
Rear
Mounting U RUs Item Name Alias Type Func.. Make Model Class/Subclass Weight (Kg)
Rackable 42 1 A01-Core Cisco Nexus 9372PX Network/Netw... 0
Rackable 41 1 A01-Edge Dlink DXS-3600-16S Network/Netw... 0
Rackable 21 4 IT-SAP01 HP DL580G7 Device/Physical 45.4
Rackable 18 2 IT-iDelta01 HP DL180G9 Device/Physical 21.59
Rackable 14 2 IT-OA01 Dell PowerEdge R730 Device/Physical 28.1
Rackable 8 4 IT-ERP01 HP DL580G7 Device/Physical 45.4
Rackable 4 2 IT-Mail01 IBM System x3650 M5 Device/Physical 34
ZeroU 1 28 PDU-A01-L Delta PDUS213 Rack PDU 4.92
ZeroU 1 28 PDU-A01-R Delta PDUS213 Rack PDU 4.92
Rack-A01
Rear
Image
Rack-A01

電力系統図


InfraSuite Manager
DELTA TN1
Power Diagram
INFRA
RACK
POWER
COOLING
ENERGY
ENVIRON
SECURITY
DIAGRAM
RISER
MV-A
MV-B
TR-A3
TR-A2
TR-A1
TR-B1
TR-B2
TR-B3
GMSB-A2
GMSB-A1
GMSB-B1
GMSB-B2
UMSB-A3
UMSB-A2
UMSB-A1
UMSB-B1
UMSB-B2
UMSB-B3
UPS-AC-A3
UPS-AC-A2
UPS-AC-B2
UPS-AC-B3
OUPS-A1
OUPS-B1
OUPS-DB-A3
OUPS-A1
OUPS-DB-A2
OUPS-A2
OUPS-B2
OUPS-DB-B2
OUPS-B3
OUPS-DB-B3
1F
4F
Chiller, Fan
Cooling Tower
Illumination, Fire Protection, Monitoring
2F
AC PDU
Server Rack
3F
Diagram
Measurement

監視カメラ表示

Camera - 1
Door
DC door1
Close
DC door2
Close
Camera - 6
Camera - 5
Camera - 2
Camera - 3
Camera - 4

各事業所エネルギーの一括表示

機能仕様

■システム運用機能

電力
UPS / PDC / PDU / ATS
ジェネレータ
パワーメータ

空調
ロウ・クール/ルーム・クール
チラー
ポンプ/クーリングタワー

環境測定
温度/湿度
漏れ/喫煙/火災
動き/ドアの接触

セキュリティ
IPカメラ/ NVR
ドアアクセス

ITデバイス
サーバーBMC
ネットワークスイッチ/ルータ

■エネルギー管理機能

PUE
EUI
電気料金

■資産管理

機器追加
機器廃棄
機器交換
機器メンテナンス

■キャパシティー管理機能

電源
空調
重量
ネットワーク
ユニットスペース
サイト
ルーム
ラック

■ワークオーダー機能

テンプレート
スケジュール
統計と履歴

エネルギー分析

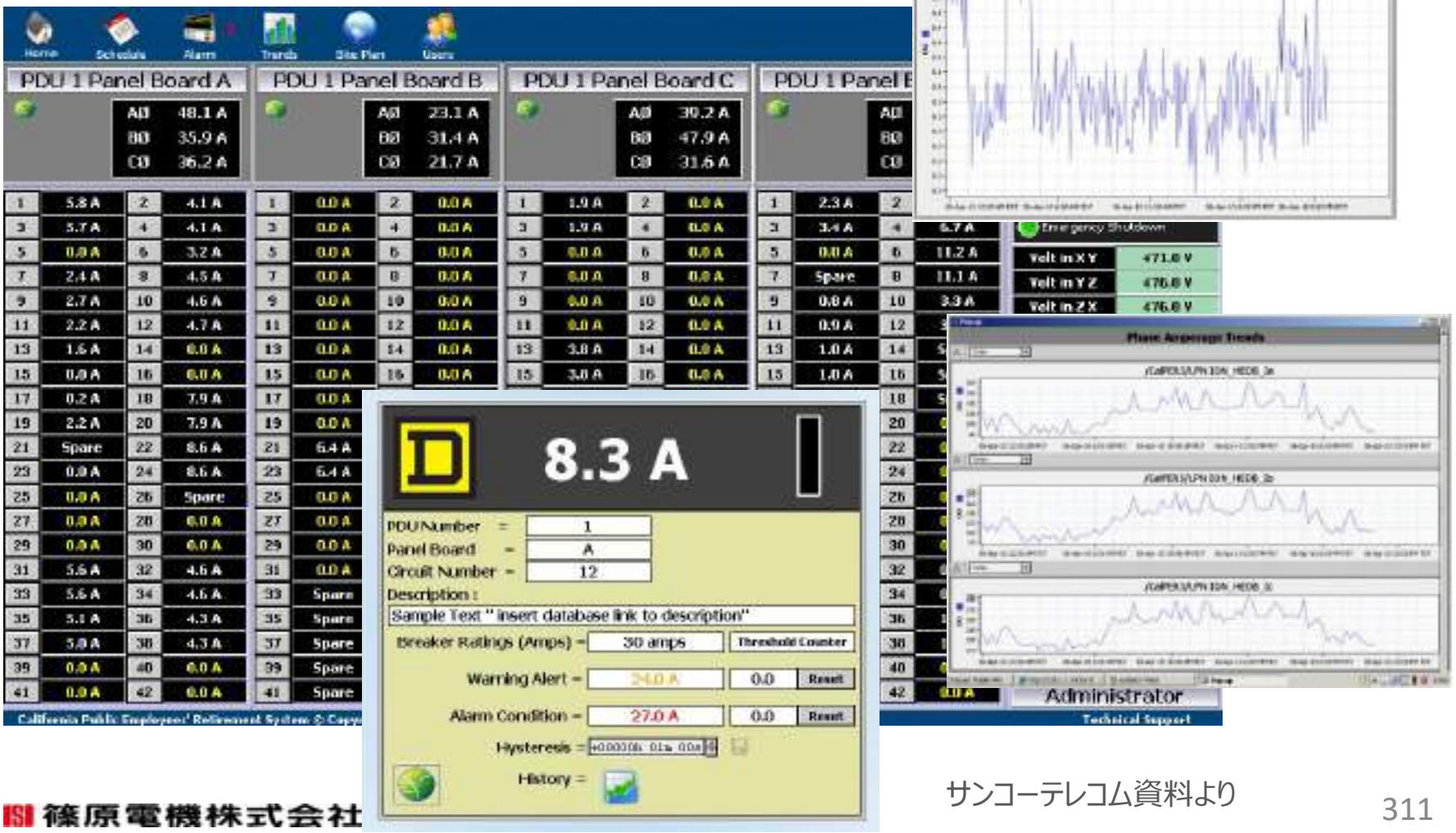
ヒアリング 現状の分析	インストール （1ケ月～3ケ月）	モニタリング （4ケ月～6ケ月）	モニタリング＆分析 （7ケ月～12ケ月以降）

現状BAS・エネルギー
使用量の状況確認

エネルギー分析管理画面例

Shinohara Confidential

- 各PDUを個別にモニタリング
- 状態監視、アラーム受信
- 履歴管理

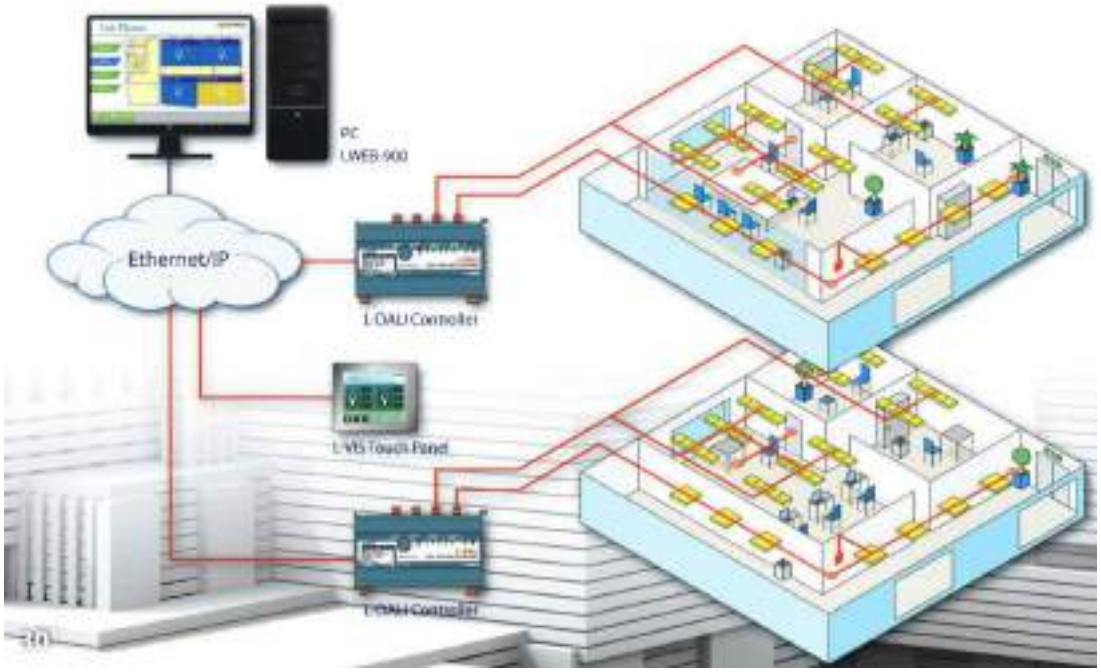


サンコーテレコム資料より

データセンターの照明制御と省エネ

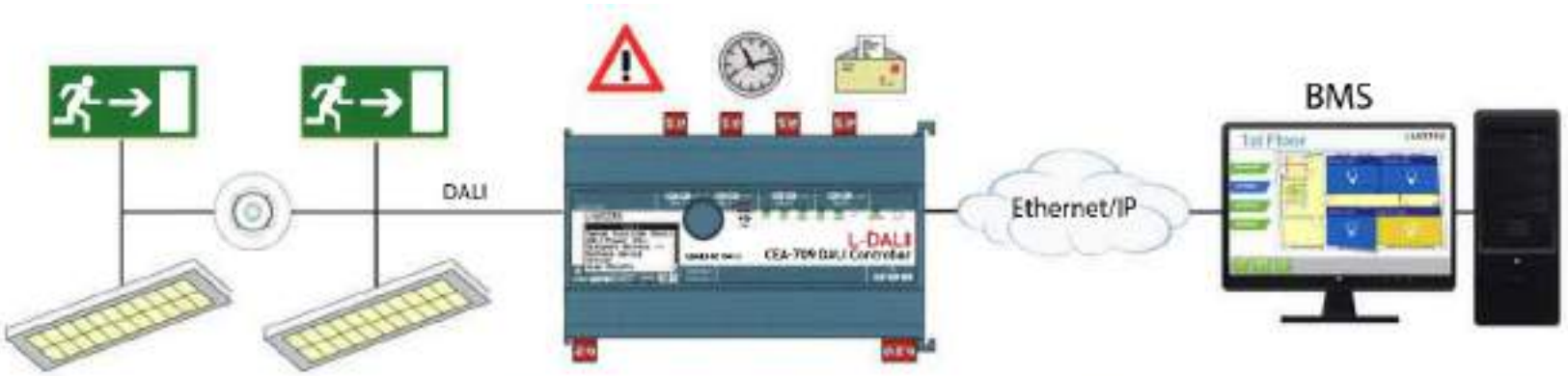
データセンターではサーバフロア、機械室、電気室以外に事務所エリア、ハウジングサービスエリア、エントランス等オフィス以上に様々なエリアが必要であり、省エネの観点より最適な照明制御が必要である。
単に人感センサーの制御ではこまかな制御が難しい。また照明ユニット毎に配線によりスイッチ制御するには工事費、検査費用が膨らむことになる。
BASとKNX,DALIシステムを活用することにより、よりシンプルな施工ときめ細かな照明制御ができる。

BASとKNX,DALI 照明制御



Loytec社資料より

誘導灯制御



関連各種プロトコル

Loytec社資料より

Why KNX System?

幅広い製品ラインアップ

KNXネットワーク

System Components

Wiring Accessories

Sensors/Detectors/Contacts

ABB資料より

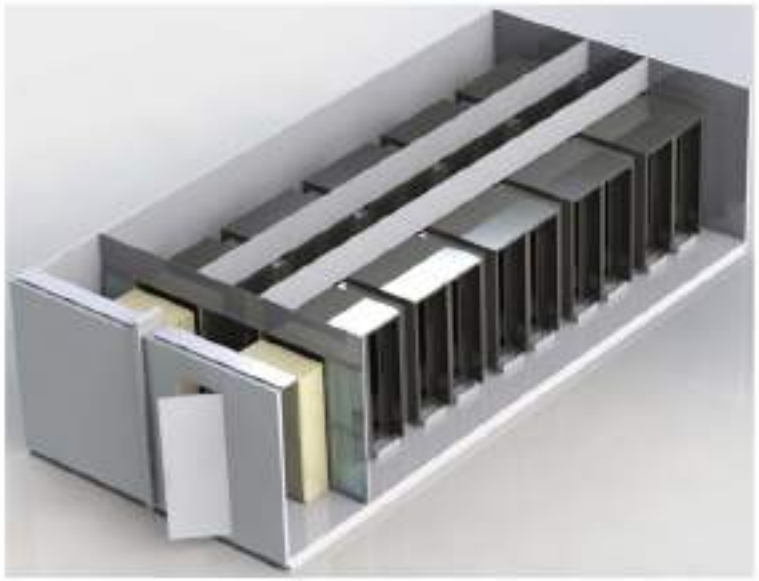
第35章　生成AIサーバ　　DLC冷却システム

生成AI対応コンテナ(モジュール)のデーターセンター

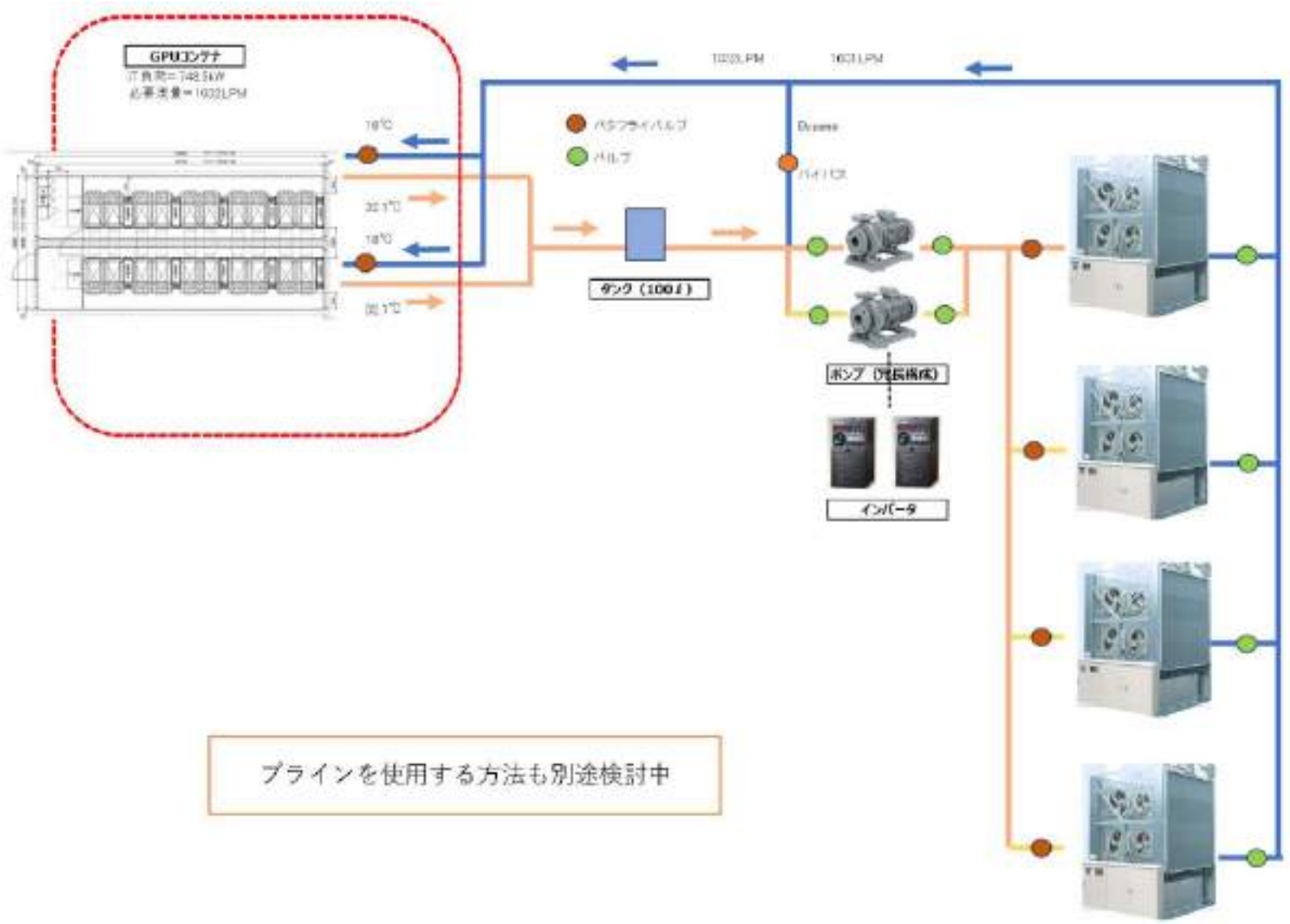
1コンテナ(モジュール)のデータ

モジュール単位	
GPU1基あたりTF (H100)	989
H100 vs B100 パフォーマンス増・予想	1.5
GPU1基あたりTF (B100予想、H100x1.5)	1483.5
サーバ1台あたりGPU基数	8
サーバあたり電力(W)	8063.6
ラックあたりサーバ台数	6
ラックあたり電力(W)	49,382
モジュールあたりラック数	15
InRow電力(W)	2000
モジュールあたりInRow数	8

データーセンター全体	
総モジュール数	3
総ラック数	45
総サーバ台数	270
総GPU基数	2160
総EF	3.204
総電力量(MW, InRow込みの計算資源のみ)	2.27



生成AI冷却システム全体



ブラインを使用する方法も別途検討中

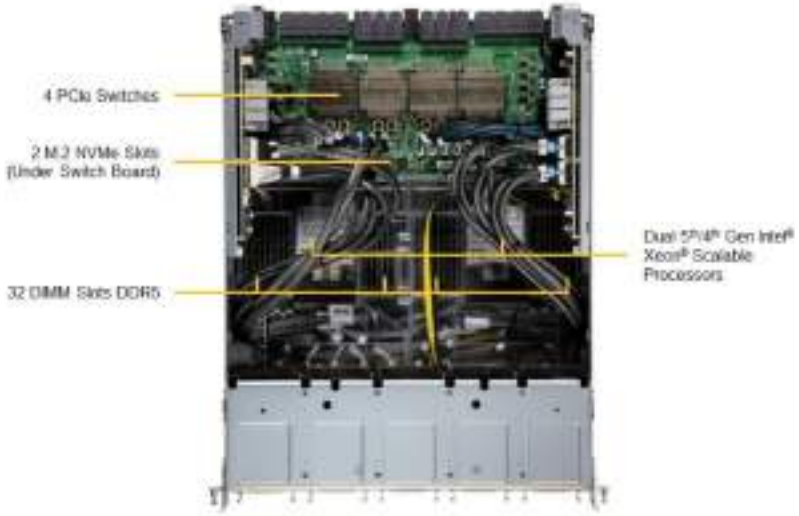
生成AI冷却は空冷とDLC冷却の併用が必要

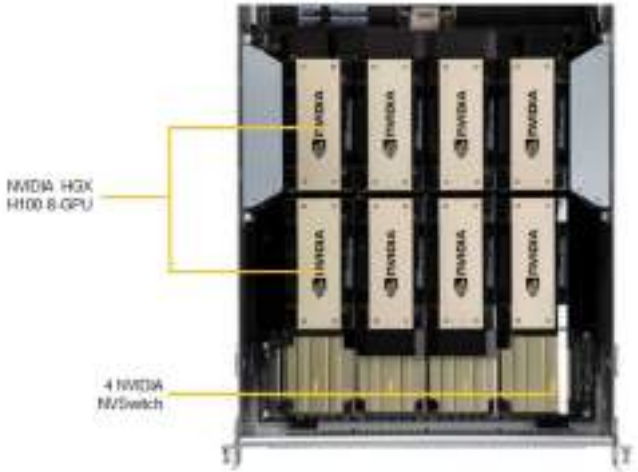
サーバの発熱量は、生成AIでは約50KW/ラックの発熱がある。そのうちの10%は空冷も必要である。サーバの設計によってはすべてDLC冷却で行えるものもある。これらの設計ではサーバの発熱量、空冷の熱量と風速、エアフローの最適制御、そしてDLC冷却部分は、水の温度と流量、サーバの負荷に応じた流量制御、風量制御が必要である。基本的には物理法則であり、特段難しいものではないが、CFD解析も含めてそれなりにノウハウが必要です。ここでは発熱量と空冷の必要とする風量、DLC冷却部の水の温度と流量、配管設計等に関する計算事例を紹介する。

生成AI冷却は空冷とDLC冷却の併用が必要

GPU SuperServer SYS-821GE-TNHR (Complete System Only ⓘ) New

DP Intel 8U System with NVIDIA HGX H100 8-GPU and Rear I/O



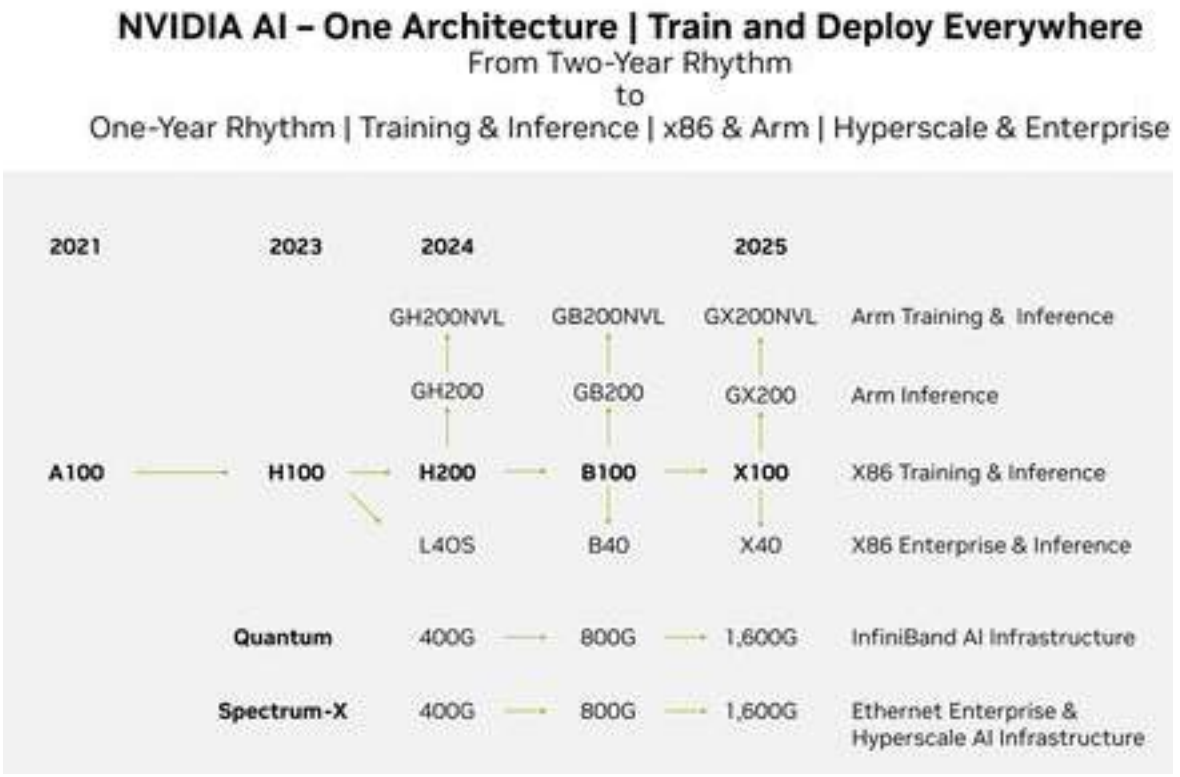


SYS-821GE-TNHR | 8U | SuperServer | Products | Supermicro

生成AI冷却対応の水冷サーバの進化は止まらない

Grace Grace と呼ばれるものが登場、進化が早い。GB200 SuperchipのGrace chipはGrace Hopper比で2.5倍～6倍の性能という

Grace Grace GB200Superchip のTDPは1200Wと爆熱である。チップの冷却も合わせて進化しなければならないと言える。



NVIDIAのロードマップ

このロードマップは参考である。もうすでにB100ではなくB200になるとも言われている。

生成AI冷却対応の空冷で冷却可能なサーバ

GPU ARS-221GL-NR (Complete System Only ⓘ) New

DP NVIDIA Grace Superchip system with up to 4 NVIDIA H100, H100 NVL, L40S, or A100

Key Applications

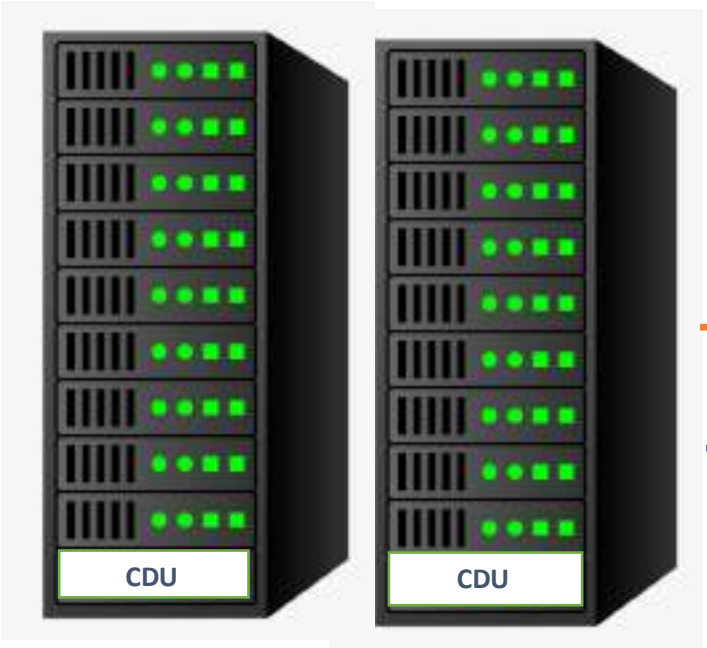
- High Performance Computing
- AI/Deep Learning Training
- Large Language Model (LLM) Natural Language Processing
- General purpose CPU workloads, including analytics, data science, simulation, HPC, application servers, and more

Key Features

https://www.supermicro.com/en/products/system/gpu/2u/ars-221gl-nr

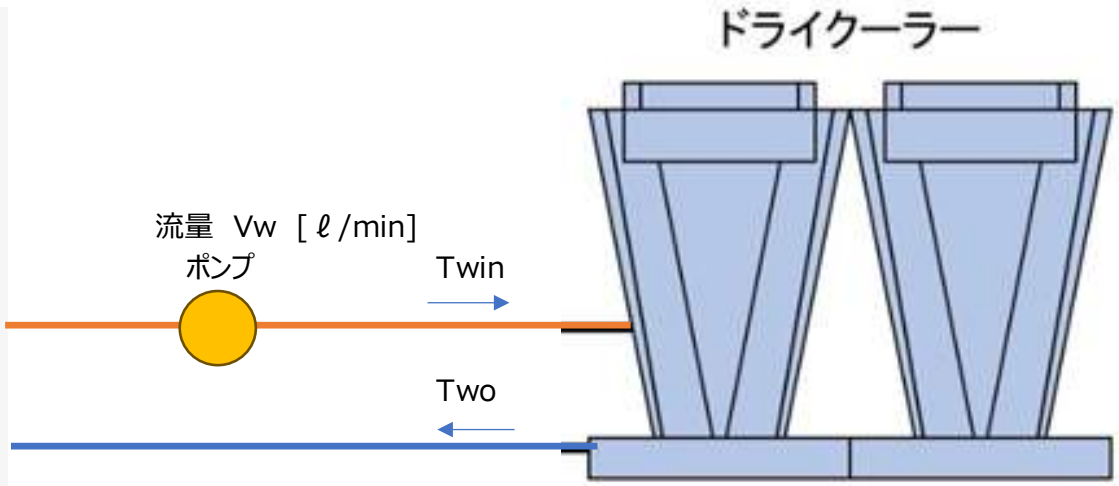
第36章　サーバの発熱とアンビエント温度と風量、水冷における、水温と流量の関係

水冷ラック（CDU内蔵）



IT負荷発熱量　Qw［W］

流量と温度差による熱量変化の計算について



冷却水　　水

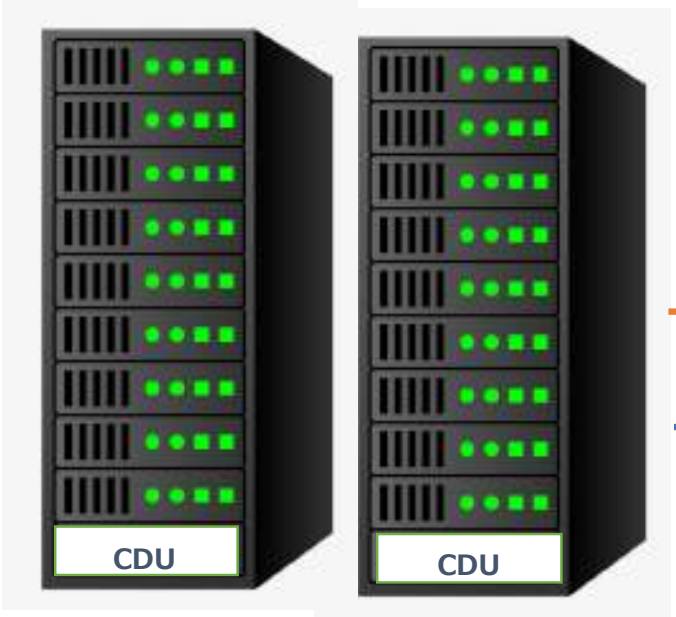
熱量変化　Qw＝ρw＊Vw＊CPw（Twin-Two）/（60＊1000）

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出来ます。

Qw：水温による熱量変化(W)	50000
ρw：水密度（kg/m³）	994
Vw：水体積流量（ ℓ /min)	60
Cpw：水比熱（J/kgk)	4180
Twin：水入口温度（℃）	18
Twout：水出口温度（℃）	30

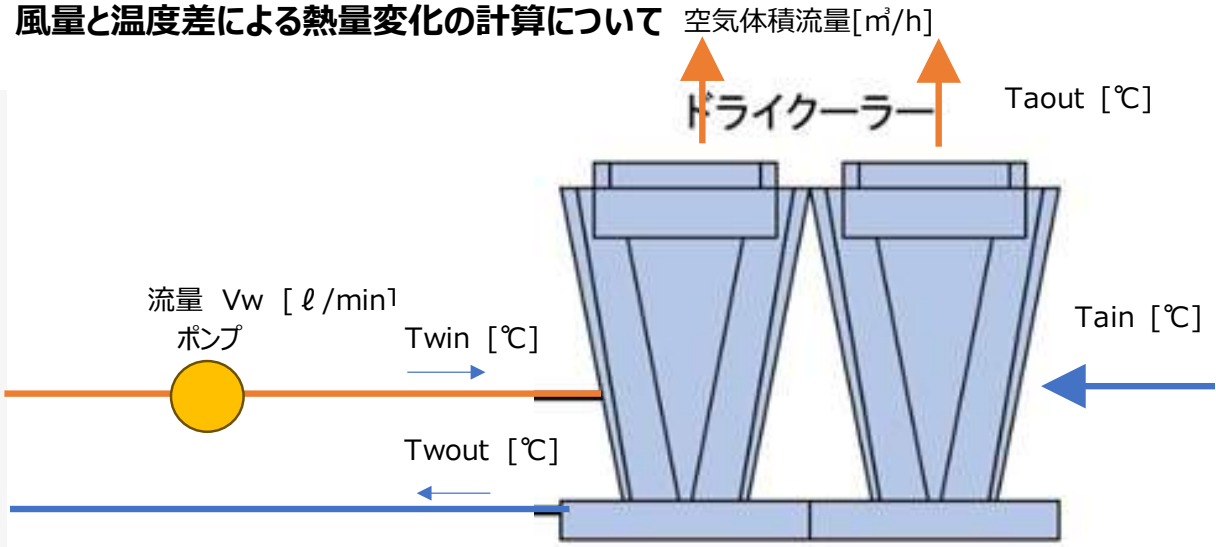
生成AI冷却システム　空冷、水冷設計計算（Step2）

水冷ラック（CDU内蔵）



IT負荷発熱量　Qw［W］

風量と温度差による熱量変化の計算について



熱交換量　$Q = k(Va)\,\Delta T_{LMTD}$

空気

熱量変化　$Qa = \rho a * (Va/3600) * Cpa\,(Tain-Tao)$

k（Va）：温度差あたりの熱伝達量(W/K)

ΔT_{LMTD}：対数平均温度差(k)

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{(Twin-Taout)-(Twout-Tain)}{\ln((Twin-Taout)/(Twout-Tain))}$$

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

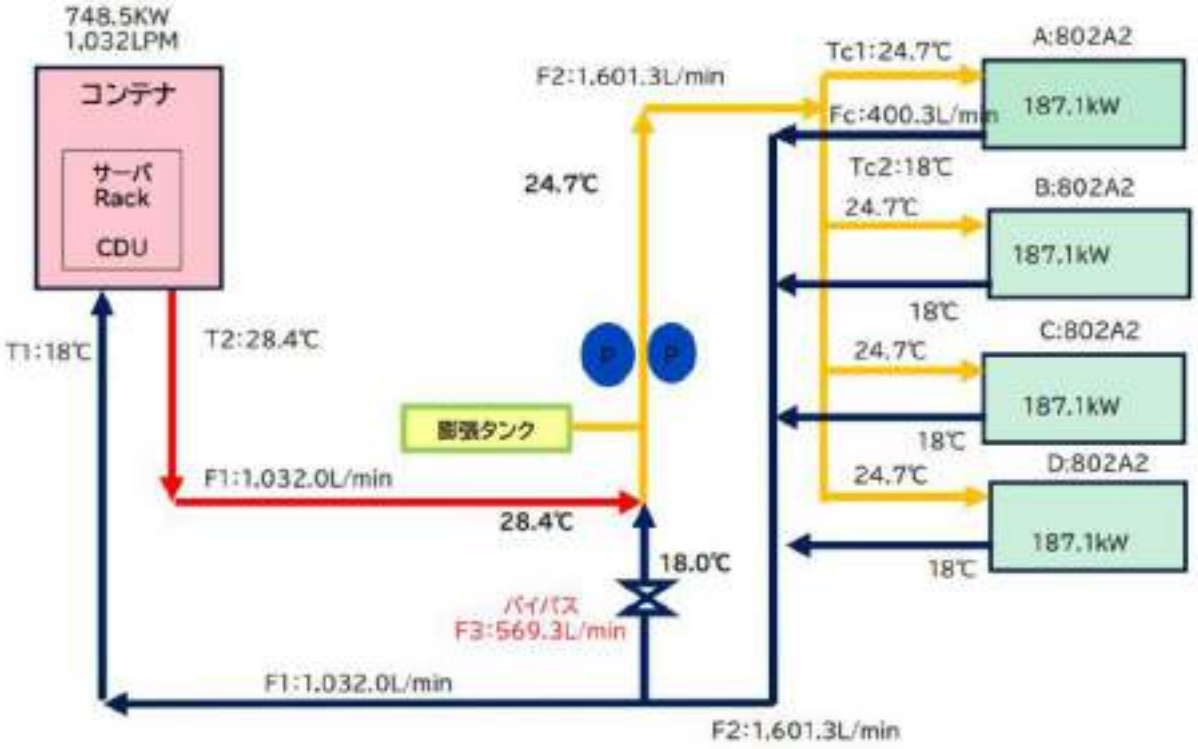
Qa：空気による熱量変化(W)	24839
ρa：空気密度（kg/㎥）	1.184
Va：空気体積流量（㎥/h）	5000
Cpa：空気比熱（J/kgk）	1007
Tain：水入口温度（°C）	25
Taout：水出口温度（°C）	40

生成AI冷却システム　水冷温度配分

給水の温度は15℃以上の場合は結露の心配はないと言われている。すなわち給水温度を15℃より下げない制御が必要である。ブライン液を用いる場合は、20℃を超えてくる。さらに高い温度での給水も十分冷却できるが、空冷との併用の場合は、給水温度を上げれないのでトレードオフの関係にある。しかしながら冬季になると15℃より低下してくる。その場合は、チラー等の停止等の制御が必要である。

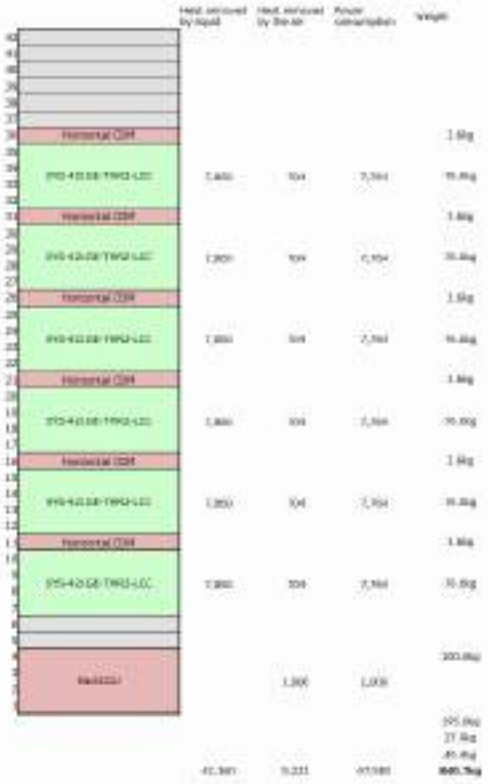
4台運転時の冷水システム(ご参考)

※1台当たりの最小流量400L/min以上にするためバイパス回路にする。



Shinohara Confidential

Rack Layout: 42U rack



- 6 x SYS-421GE-THR2-LCC
- 48 x B100 or H200 GPUs per rack

- Power consumption:
  - 7.764kW per server
  - 47.582kW per rack

https://www.supermicro.com/en/products/system/gpu/4u/sys-421ge-tnhr2-lcc

- Heat removed by Liquid per rack

Heat Load [kW]	42.36
Flow rate [lpm]	60
Temp Intlet [°C]	18
Temp Outlet [°C]	28.1
Pressure Drop [kPA]	55

- Heat removed by Air: 5.222kW per rack

Server weight: 76.0 kg

Total rack weight: 840.7 kg

まだ開発中のため、発熱量は仮の値である。

ACRC301H**

MODULATING VALVES			
	Size 3-Way Ball Valve – NPT mm (in.) (Cv)	31.75 (1 1/4) 29.3	
AIR SYSTEM			
	200-mm (7.9-in.) Mixed Flow Direct Drive DC Tubeaxial Fans	Standard filter	51-mm (2-in.) pleated filter
	Air Volume – l/s (SCFM)	1982 (4200)	1793 (3800)
	Fan Motor – Watts (each)	235	245
	Number of Fans	6	8
	Performance Specifications Table Multiplier*	1.0	94
WATER TEMPERATURE			
	Minimum Entering Temperature – °C (°F)	10 (50)	
	Maximum Entering Temperature – °C (°F)	22 (71.6)	
COOLING COIL - COPPER TUBE/ALUMINUM FIN			
	Face Area – m^2 (ft^2)	0.65 (7.0)	
	Rows Deep	6	
	Face Velocity – m/s (FPM)	3.05 (600)	
FILTERS - WASHABLE (STANDARD)			
	Quantity	2	
	Size – mm (in.)	238 x 933 (9.375 x 36.75)	
	Depth – mm (in.)	12.7 (1/2)	
	Efficiency (%)	<20% MERV 1	
FILTERS - PLEATED (OPTIONAL)			
	Quantity	2	
	Size – mm (in.)	238 x 933 (9.375 x 36.75)	
	Depth – mm (in.)	51 (2)	
	Efficiency (%)	30% MERV 8	
PHYSICAL DATA			
	Net Weight – kg (lbs)	210 (463)	
	Operating Weight – kg (lbs)	220 (485)	
	Height – mm (in.)	1991 (78.39)	
	Width – mm (in.)	300 (11.81)	
	Depth – mm (in.)	1095 (43.11)	
POWER CONNECTION			
	Minimum Input Wire Size - AWG	14	
CONNECTION SIZES			
	Chilled Water – Supply Line – mm (in.)	31.75 (1 1/4) NPT connection	
	Chilled Water – Return Line – mm (in.)	31.75 (1 1/4) NPT connection	

Maximum flow rate is 7020 l/hr (30.9 GPM) for continuous operation.
Maximum working pressure for the unit is 2068.4 kPa (300 psig).
*Example: Performance at 29.4°C DB, 18.1°C WB (85° DB, 64.3°F WB) with a 10°C (50°F) EWT, and a 5.8°C (10°F) CW delta T is 27.3 kW (93000 BTU/hr) (total net capacity) with the standard filter. Using a 20-mm (2-in.) pleated filter with single fan failure, the performance of the unit would be 27.3 x 0.94 = 25.7 kW (93000 x .94 = 87420 BTU/hr).
**If ACRC301H contains the circulation pump kit, the maximum operational water pressure will be 1600 kPa (232 psig).

*Dimensions shown in mm

シュナイダー資料より

Rear door冷却　ネットワークラックにも活用できる。

RDHX PRO

nVent

CONNECT AND PROTECT

Technical Data

APPLICATION

FEATURES

- サードパーティ製ラックに対応
- 冷却能力（800 Wバージョン）
  - 78 kW @給水14℃、給気26
  - 66 kW @給水24℃、給気27
- サイズ600 W、800 W、1000 W、1200 W の4機種
  - その他のサイズ（例：1450 H、650 W～750 W）については お問い合わせください。
- ファンを含む装置全体の奥行き 281 mm
- ドア開角度は90度以上、ドアストップ付き
- 空気温度、空気湿度、水温、水流、水圧センサー（オプション）
- 漏水検知センサー内蔵（オプション）
- ツールレス、ホットスワップ可能なファン、PSU、メイン コントローラ、ドアを開ける必要なし
- 7インチタッチパネルディスプレイと新しいユーザーインター フェース
- 接続性 イーサネット、ウェブインターフェース、SNMP v3、 Modbus TCPおよびRTU、Redfish
- 内蔵凝縮水ポンプ（オプション、トップフィード時のみ必要）

BENEFITS

- 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温度
- 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対応
- 個々の要件に適応しやすいモジュラー構造
- 最小限のコスト、短期セットアップ時間
- ファン、電源、コントローラのメンテナンス・交換はドアの フロント側から可能

Performance	RackChiller Rear Door
奥行き（アクティブ）[mm]	281
ファン数	12
風量[m³/h] 800W	10,000
風量[m³/h] 600W	8,000
流量[m³/h]	6.0
水圧力損失（最大流量時）[bar]/[psi]	1 / 100
能力1（供給水温14℃/空温24℃）[kW]	78
能力2（供給水温24℃/空温27℃）[kW]	66
ファン制御	自動
バルブ制御	自動
バルブタイプ	2方弁

Features	RackChiller Rear Door
消費電力[W]	1800
デュアル/冗長電源	オプション
コントローラ交換	工具不要（クイック交換）
ファン交換	工具不要（クイック交換）
電源交換	工具不要（クイック交換）
通信	Serial (RS485) 2x Gbit Ethernet
通信I/F	Modbus RTU, Modbus TCP, SNMP, Red fish, Web Browser
モニター	7インチタッチパネルディスプレイ
温度センサー	1

Standard Offering	RackChiller Rear Door
Key Application/Market Positioning	Data center cooling in facilities with white space, warm water temperatures, increased air temperatures
Adapter Frame	Approx. 127 mm in depth; cold frame housing the RDHX and complete plumbing/wetted components; no penetration of wetted material into rack, increased safety against leaks
Top Cover	Panel with cutouts for flexible hoses and cabling
Bottom Cover	Panel with cutouts for flexible hoses and cabling
Size Variation	Custom
Return Air Filter	Accessory
Hose Package	Accessory
Condensate Management Package	Accessory
Door Switch Package	Accessory
External Temp Sensor	Accessory
Power Supplies	Up to 2
Leak Detection	Optional
Water Sensor	Optional, please order corresponding hose package

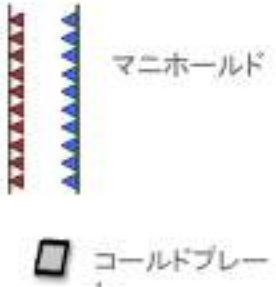
* Water quality requirements must be maintained to avoid problems during operation. Usage of appropriate anti corrosion and frost protection agents is recommended.

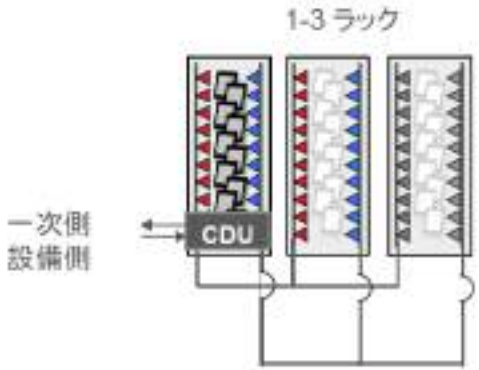
** Below 14°C/57°F there is an increased risk of condensation. A condensate management package is recommended.

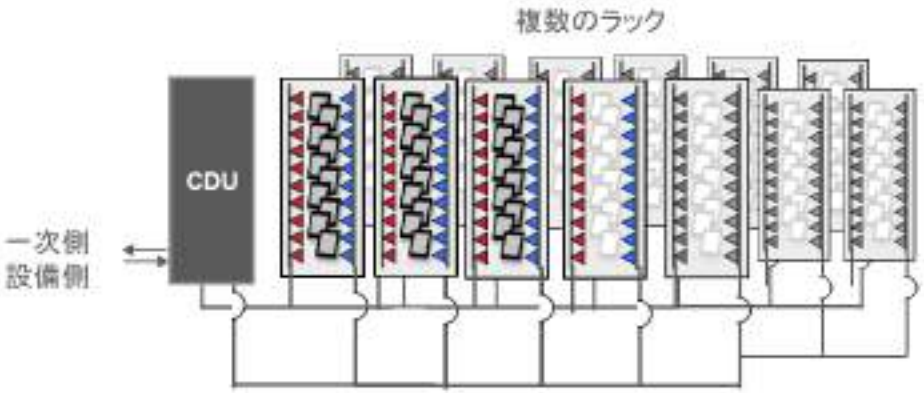
CDU Design Options

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



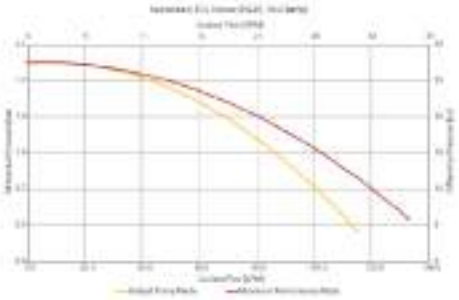




RackChiller CDU100

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
	硫化物	<1 ppm
	硫酸塩	<10 ppm
	塩化物	<5 ppm
	細菌	<100 CFUs/mL
	硬度（CaCO3として）	<20 ppm
	導電率	0.2 to 20 μS/cm
	鉄発酵の残留物	<50 ppm
	濁度	<20 NTU

インロー45モデル（ラック縦設置）新製品

一般仕様

高さ	**42U / 2000mm**
幅	300mm
奥行き	1000/1200mm
重量（冷却水込）	200/230 kg（213/243 kg）
消費電力	1750W
入力電圧	100-240VAC

ファン

アキシャルブラシレスDCファン	ファン7台
風量（100%）	6700m³/h

冷却性能

最大容量	**44kW**
流量（最大）	6.0 m³/h
圧力降下	100 kPa (80 L/min)
供給水温	14°C
冷却水	35%までのグリコールを含む精製水

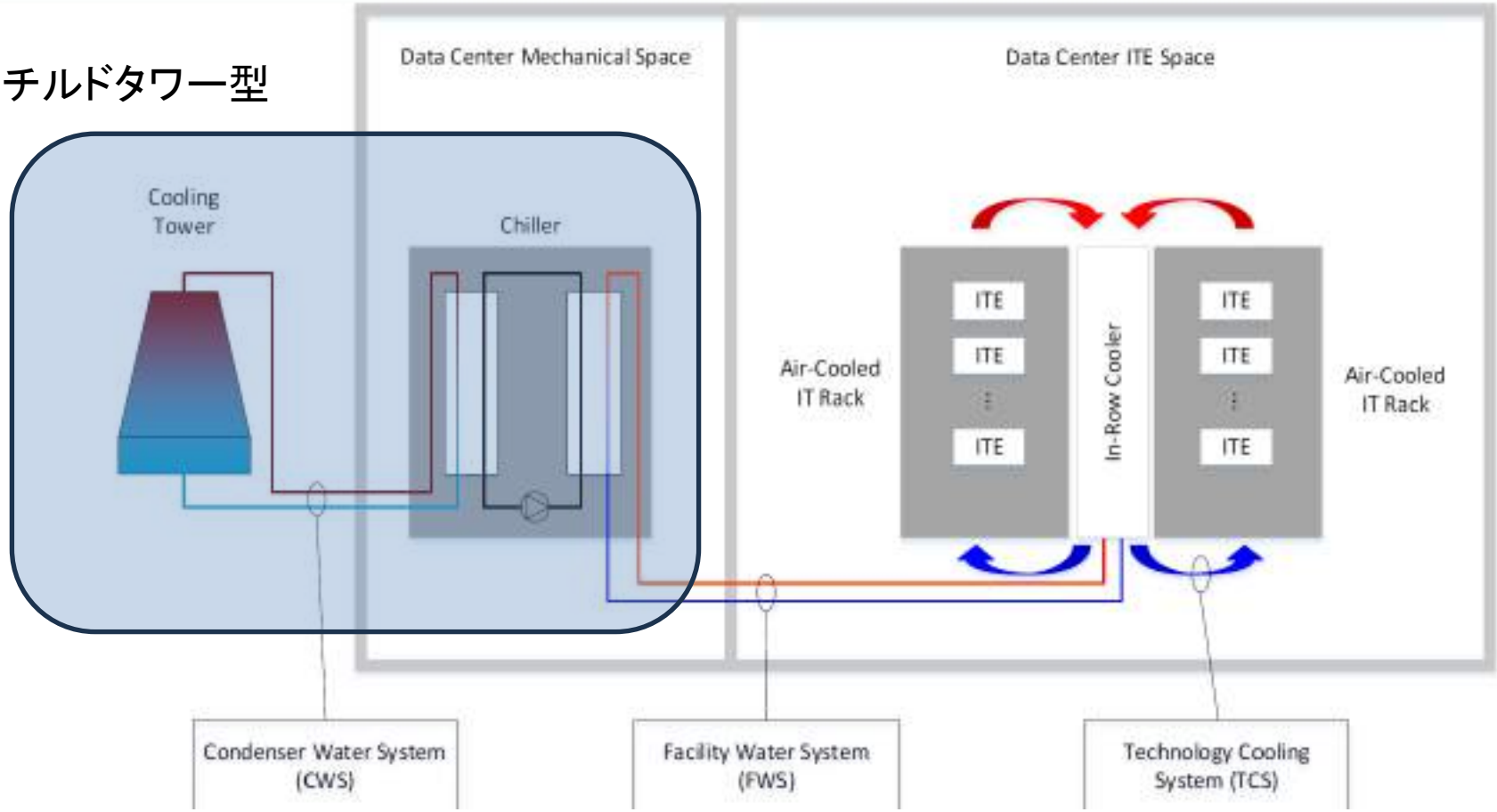
オプション

漏水センサー、ドレン水ポンプ、冗長電源

クーリングタワーではなく、ドライクーラと合体したチルドタワー型もある。

インローベース構成 – Data Center Topology

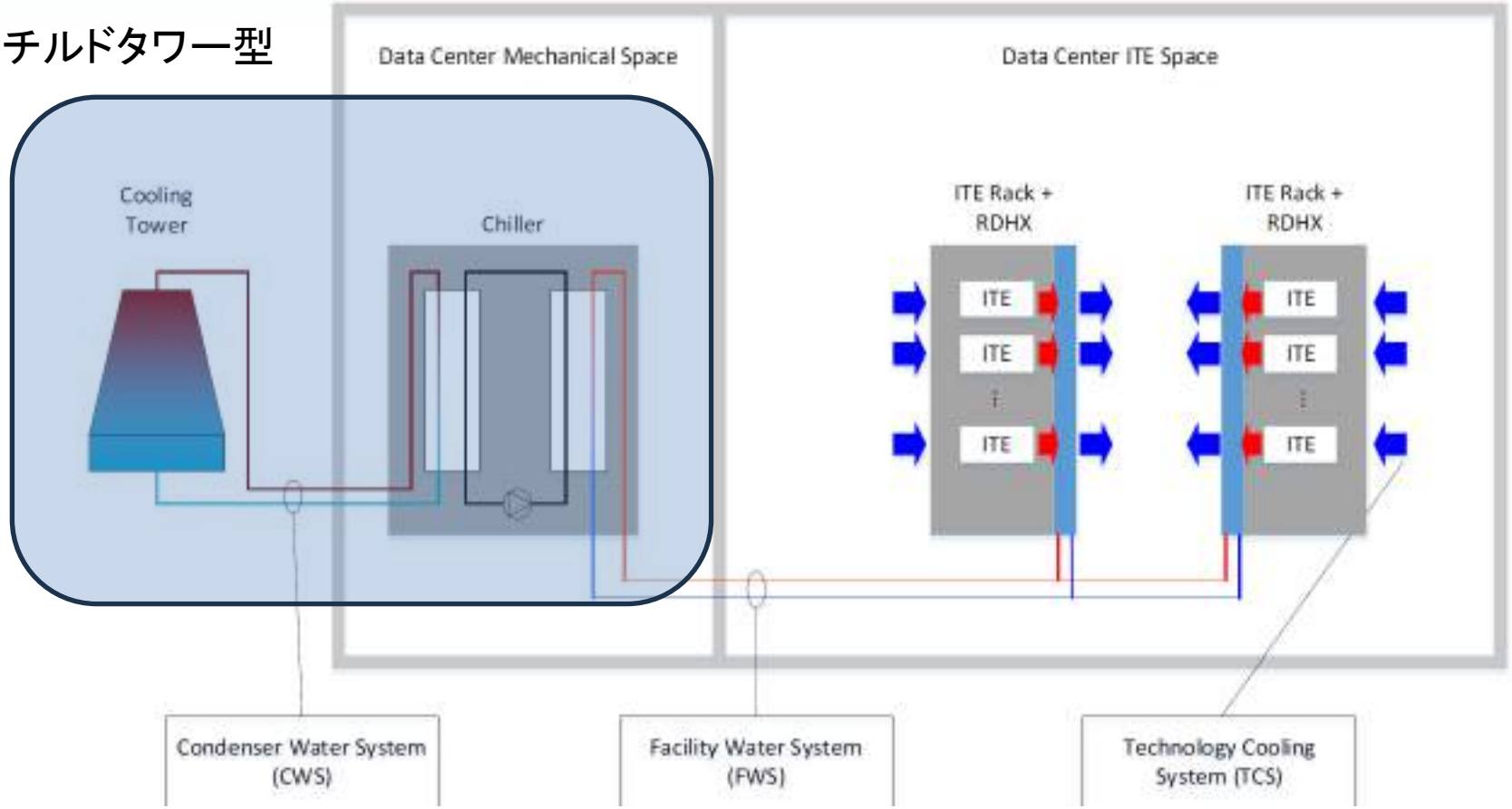
チルドタワー型



クーリングタワーではなく、ドライクーラと
合体したチルドタワー型もある。

リアドアクーラー構成 – Data Center Topology

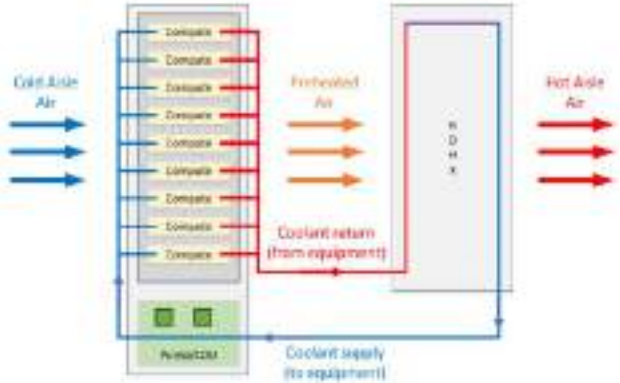
チルドタワー型



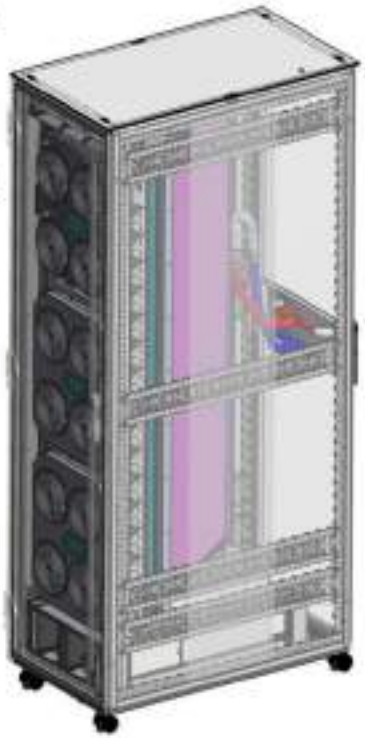
Air-Assist Liquid Cooling – Liquid-To-Air (LTA)　水冷＋空冷複合システム　（参考）

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

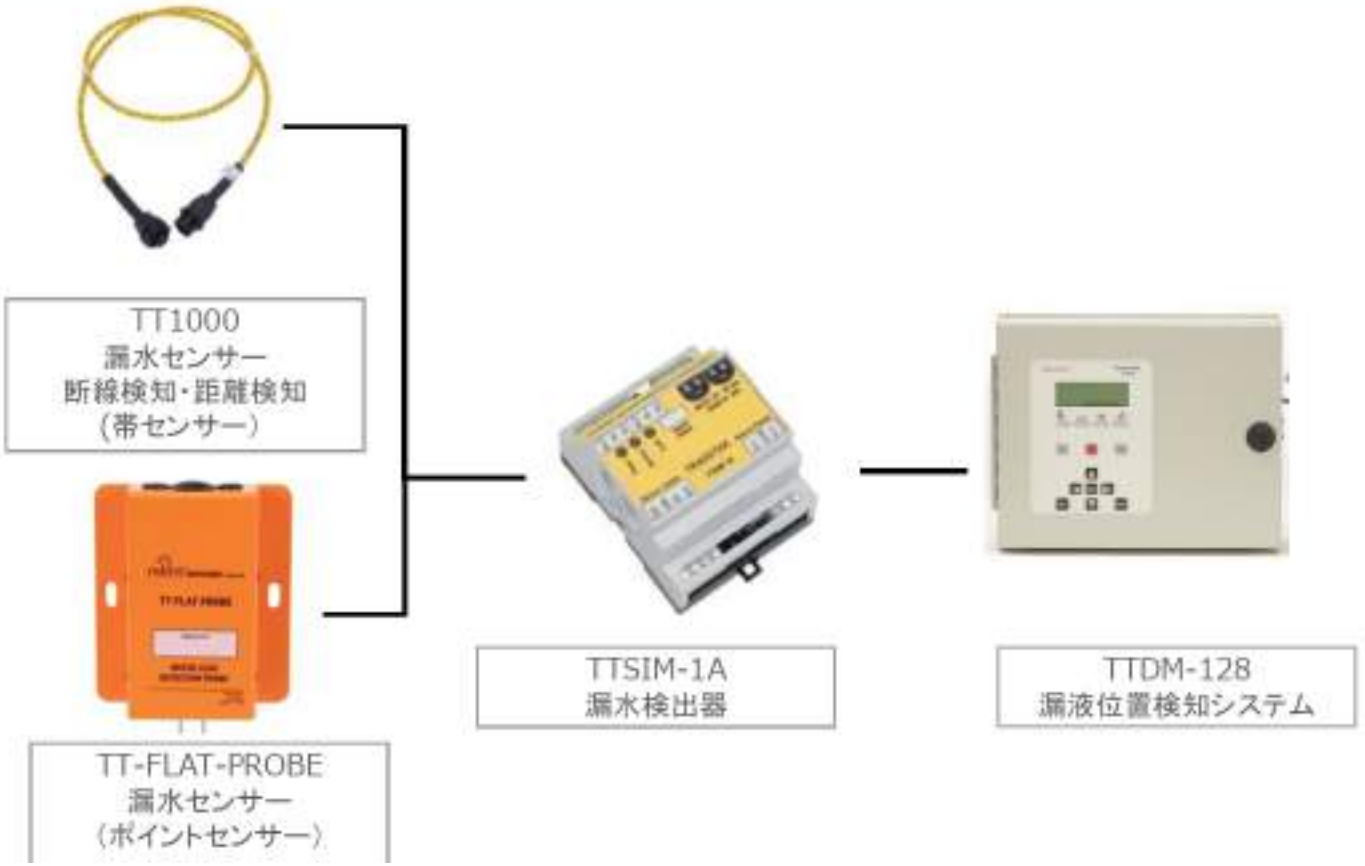


Row Sidecar LTA

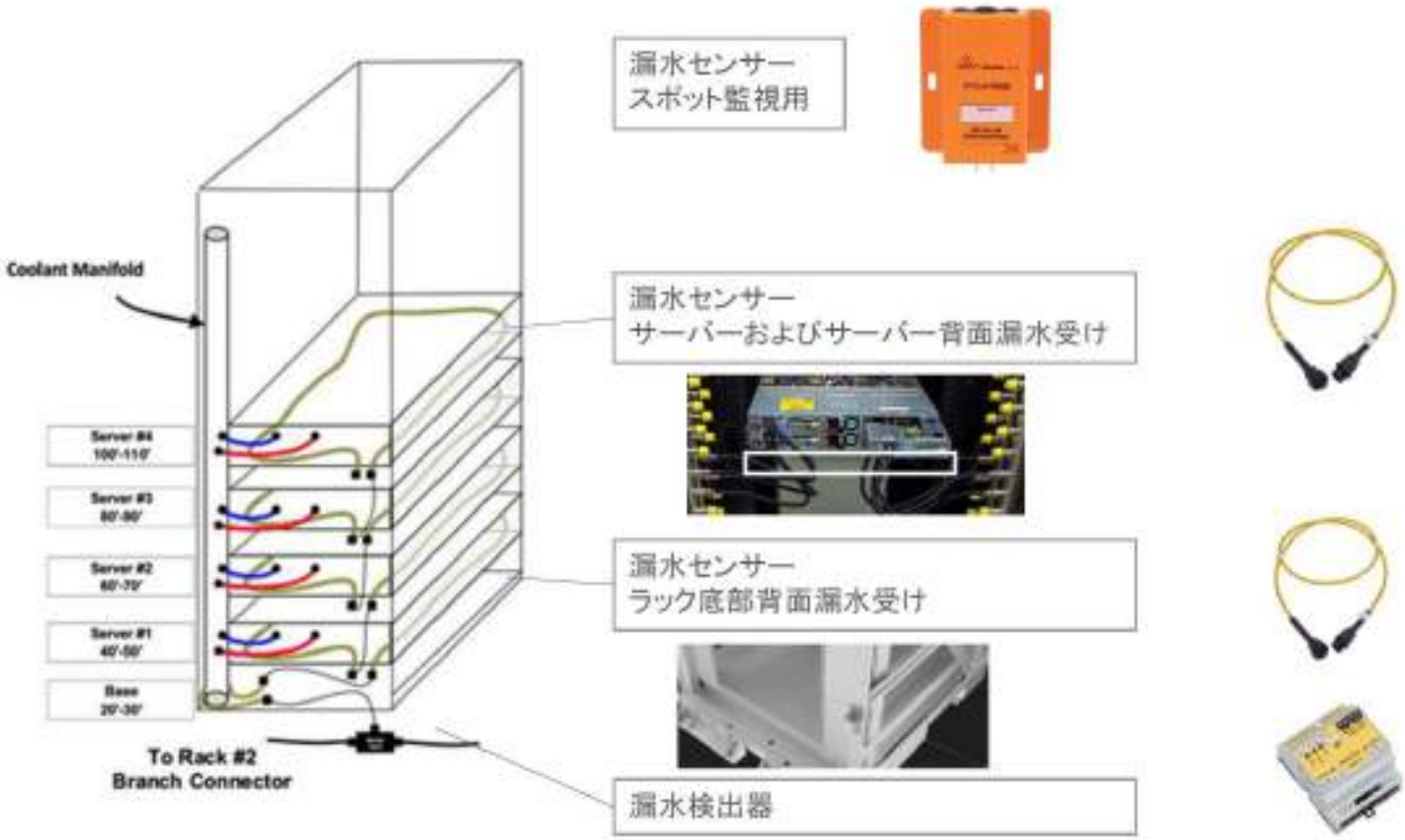


漏水検知 （参考）

- CDU100には、ワイヤーロープセンサーが内蔵され、ラック内の漏水を検出するためのワイヤーロープ接続用コネクタがあります。
- また周辺のラックの下、配管回り、サーバーの冷却配管などにフラットプローブTT-FLAT-PROBEまたは漏水ケーブルTT1000を任意の数の別々のTTSIM-1Aと組み合わせることができます。
- TTDM-128によりより漏水情報を統合的に把握できます。



ラック内応用例 （参考）


漏水センサー
スポット監視用
Coolant Manifold
漏水センサー
サーバーおよびサーバー背面漏水受け
漏水センサー
ラック底部背面漏水受け
To Rack #2
Branch Connector
漏水検出器

第37章　生成AIサーバのDLC冷却

Hot-Swapable 1+1 Redundant Pumps

Confidential

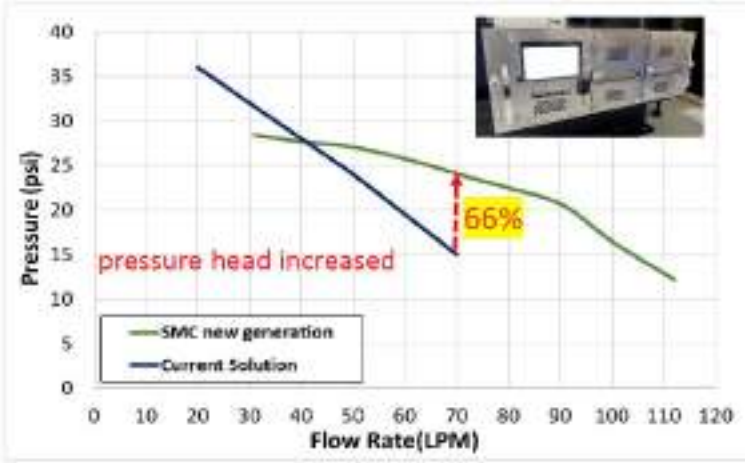
Easy Upgrade
Easy repair

New Generation CDU

- Replace pump in 2 mins
- Replace PSU in 1 mins
- More 66% pressure head supported
- User friendly maintains
- Pressure/flow rate/leakage monitor
- Control remotely or Touch panel

Hot-swap Pump

Hot-swap Power Supply



Supermicro Liquid Cooling Solution

Modular Cold plate

One-Hand operate connector CDM

X13 CPU Cooler
for Intel

H13 CPU Cooler
for AMD

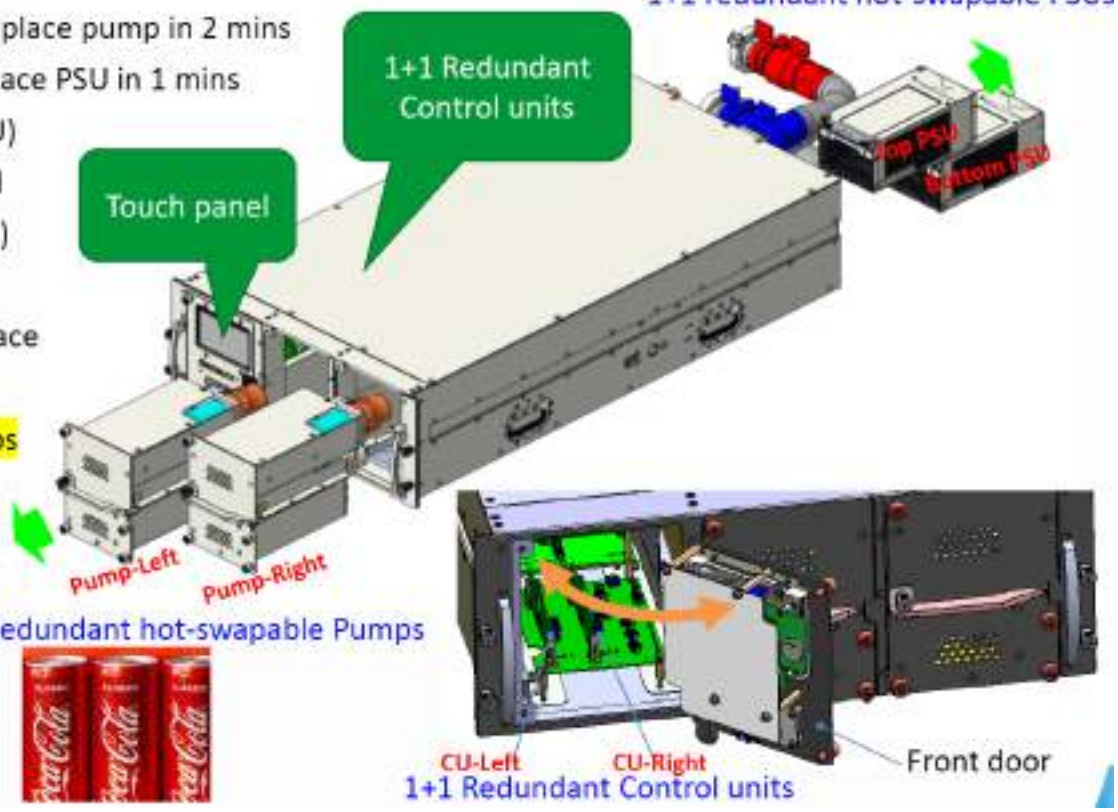
H100 Delta-Next Cooler
for NVIDIA

CDU

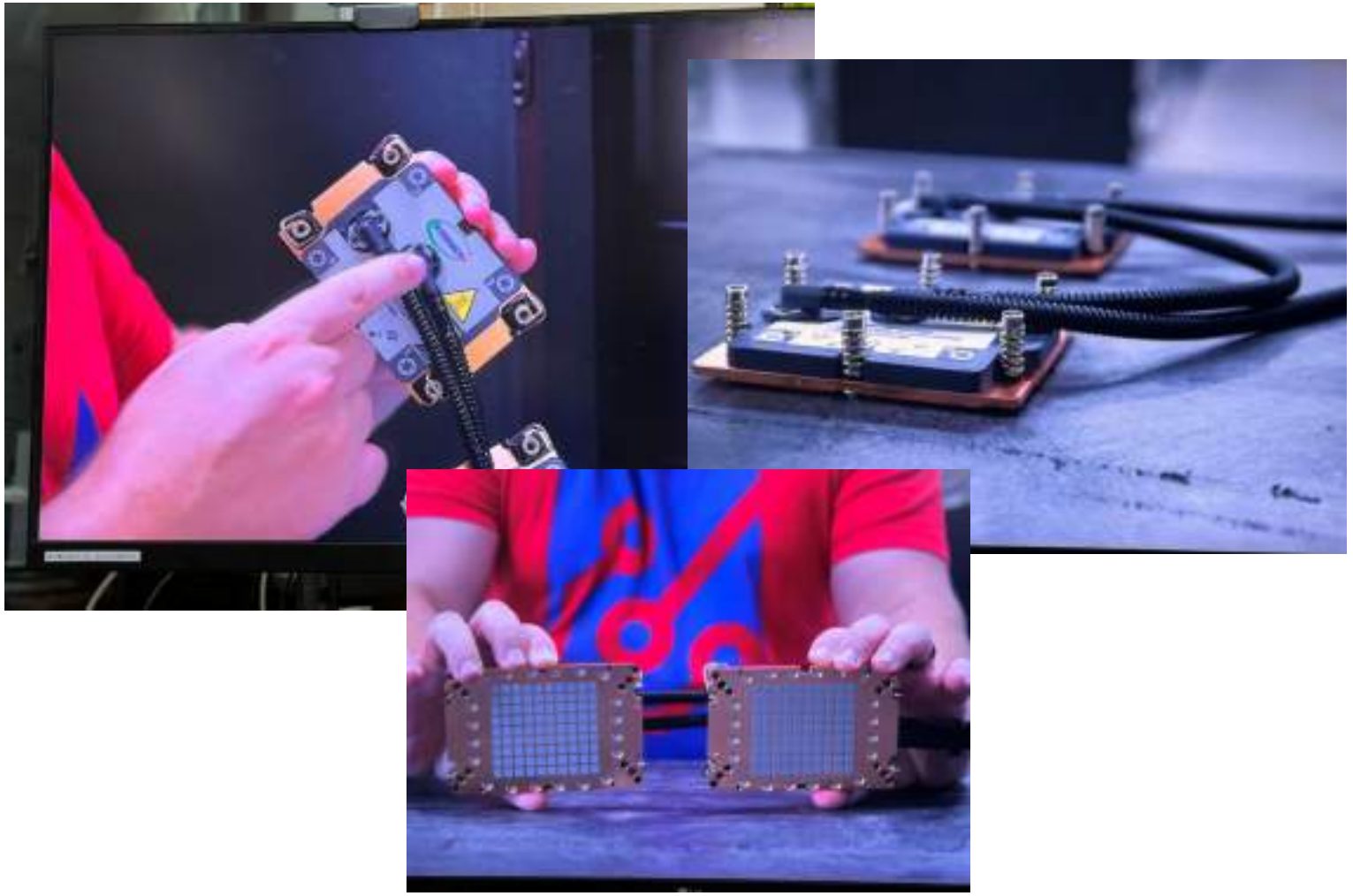
New Generation CDU features(80kW cooling capacity per CDU)

Confidential

- 1+1 Redundant hot-swapable pumps ,Replace pump in 2 mins
- 1+1 Redundant hot-swapable PSUs ,Replace PSU in 1 mins
- 1+1 Redundant Control units (inside CDU)
- More powerful pressure head supported
- User friendly maintenance (UID function)
- Pressure/flow rate/leakage monitor
- remotely and Touch panel Control interface
- Active anti-condensation feature
- Pain-less upgrade via hotswapable pumps

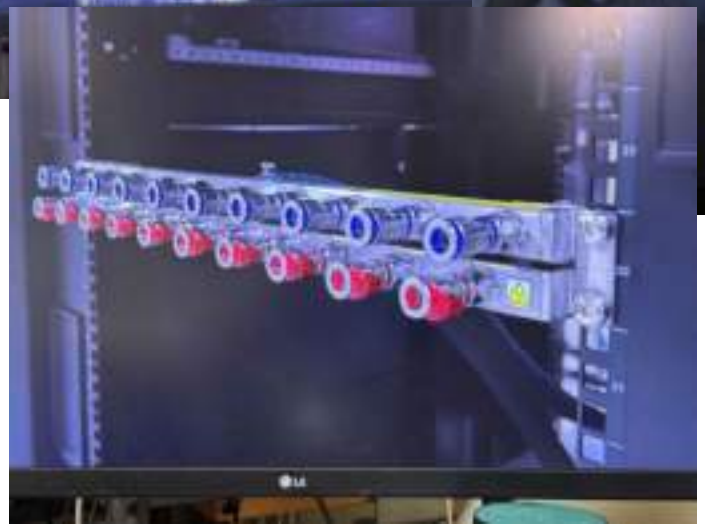


生成AI用サーバ ダイレクトチップクーリングヘッド



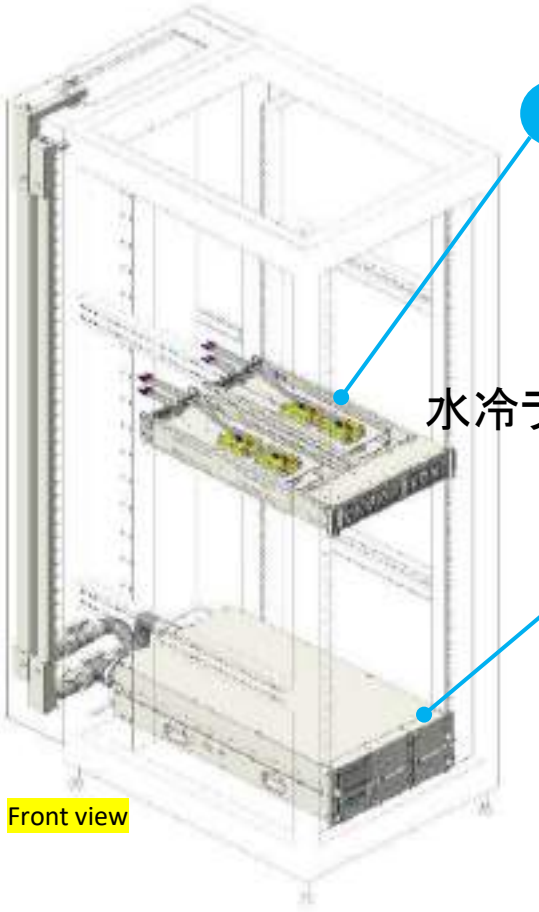
生成AI用サーバラックのマニホールド

バーチカルマニホールド



ホリゾンタルマニホールド

水冷ラックコンポーネント



1 **Cold Plate**

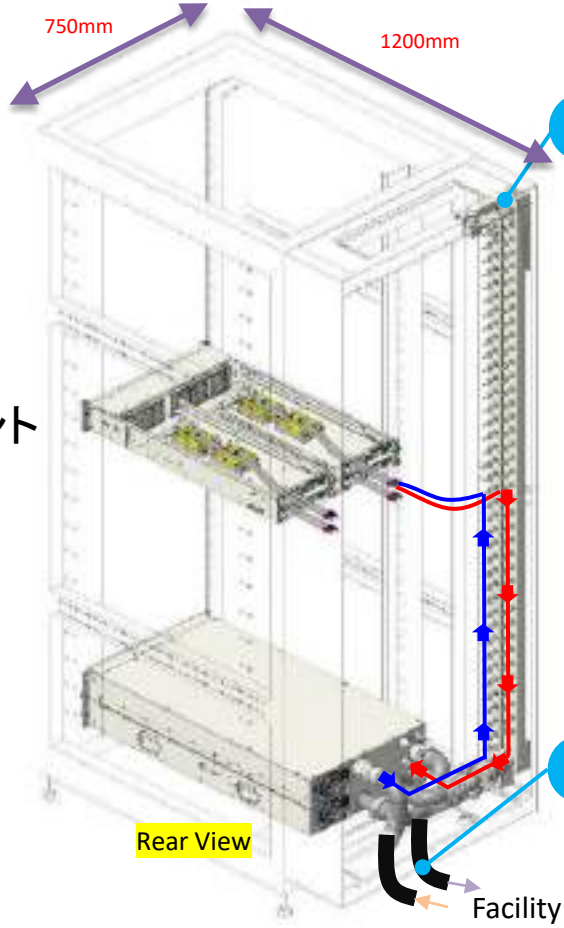
SPR (350W)

水冷ラック･コンポーネント

2 **CDU**

Cooling Distribution Unit

80 kW



3 **CDM**

Cooling Distribution Manifold

+

Quick Connector

4 **HOSE KIT**

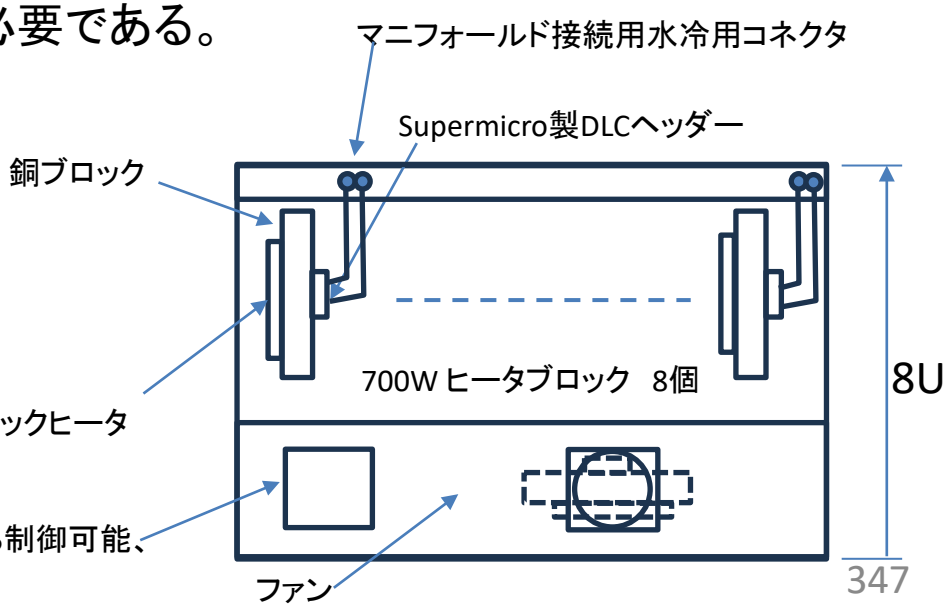
To & From Facility

ダイレクトチップクーリング(DLC)の冷却試験の熱源機

DLCの空調システムを試験しようとすると実生成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。

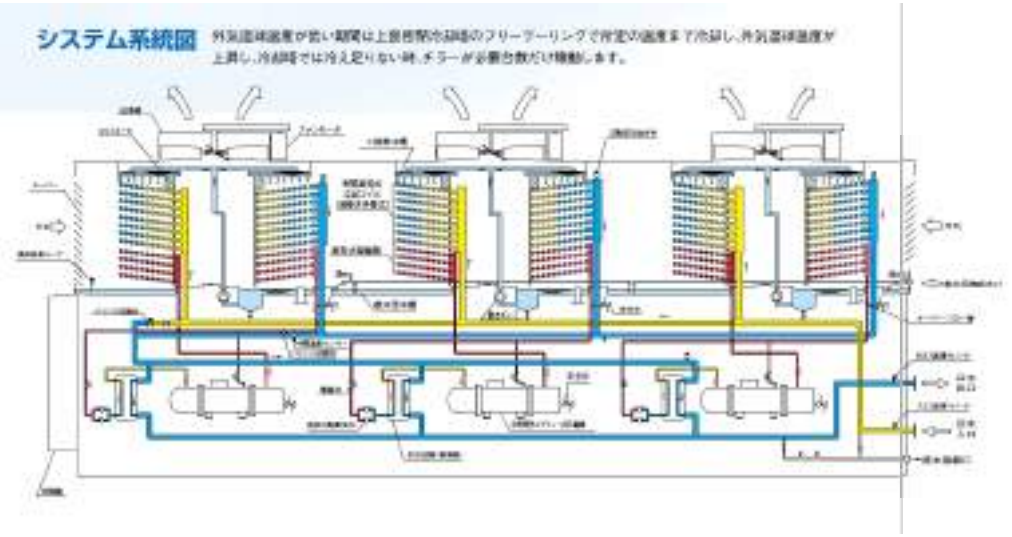
生成AIコンテナを例にすると
20ラックコンテナで4サーバ/ラック　80サーバ必要となる。
これをサーバコストで考えると40億円必要となる。
80台の生成AI用サーバ模擬熱源機が必要である。

生成AI用サーバ模擬熱源機仕様
　発熱量　7KW　　8U
　DLCの水冷ヘッドの発熱は　700W 8個
　空冷は700W　Δt=10℃ 1個



第38章　生成AIの冷却用チルドタワー

プロテリアル社資料より



3冷却コイル内蔵で　1,000KW（1MW）放熱可能

サイズ　9,875幅 x 2,200奥行き x 3,581高さ mm

サービススペース全周1,500mm

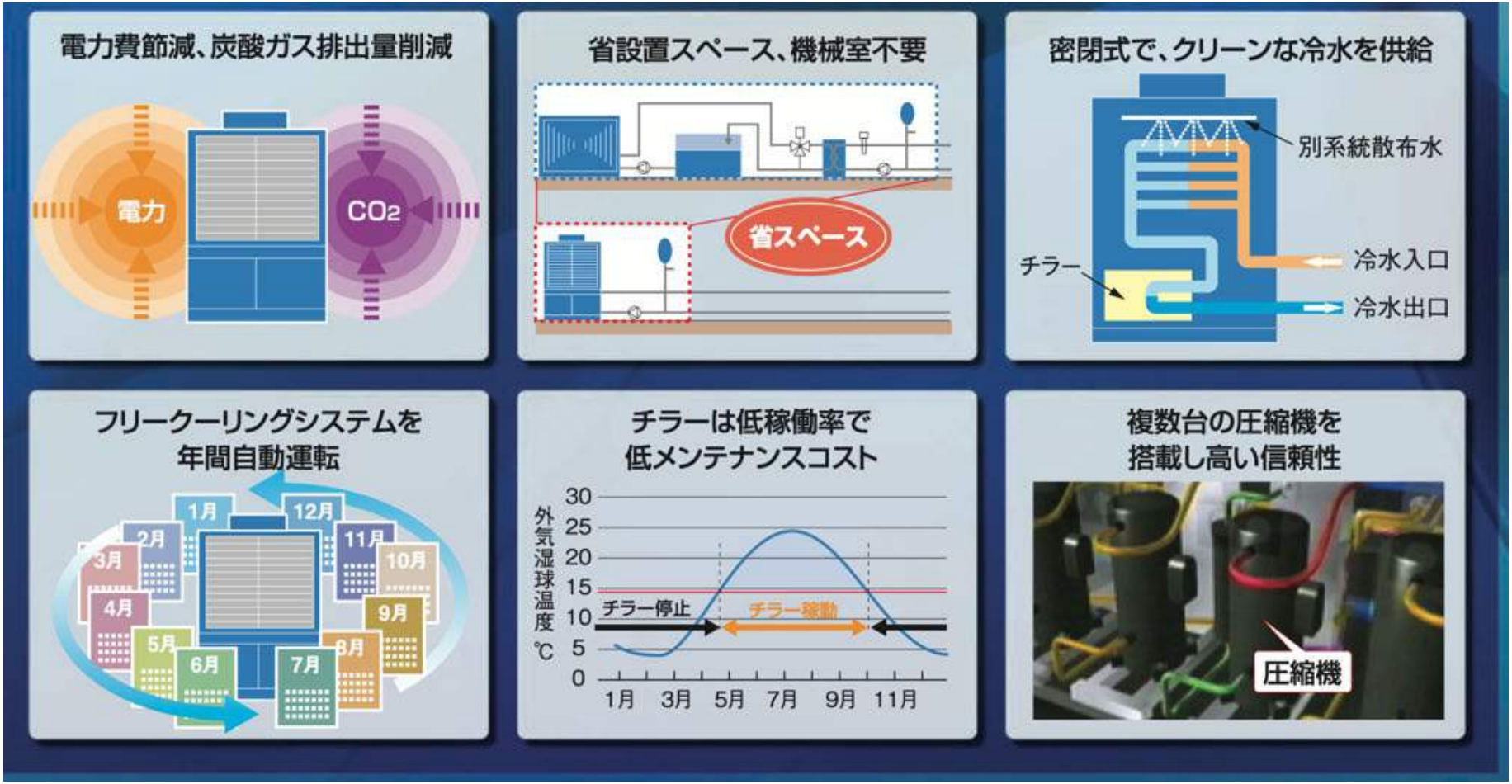
フットプリント 約13.0m x 5.0mにて　1MW放熱可能
n+1として2/3の場合　670KW放熱可能

重量　運転時　約13ton

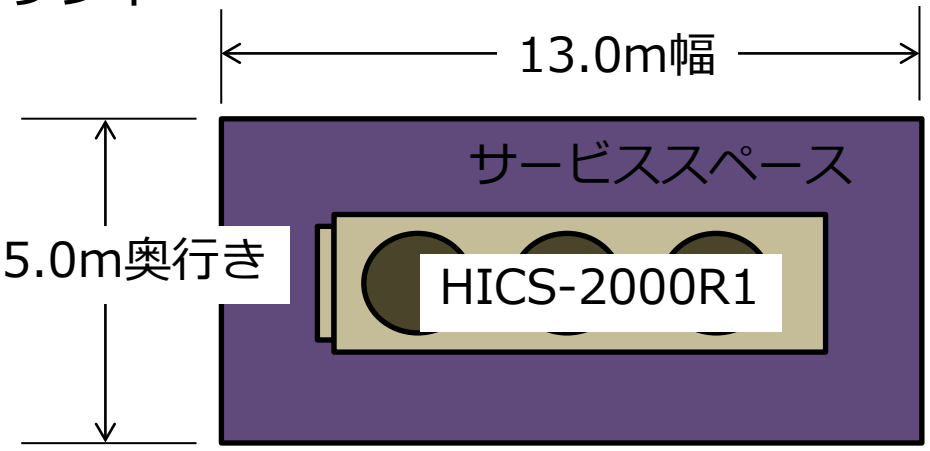
篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

チルドタワー HICS-シリーズ



フットプリント

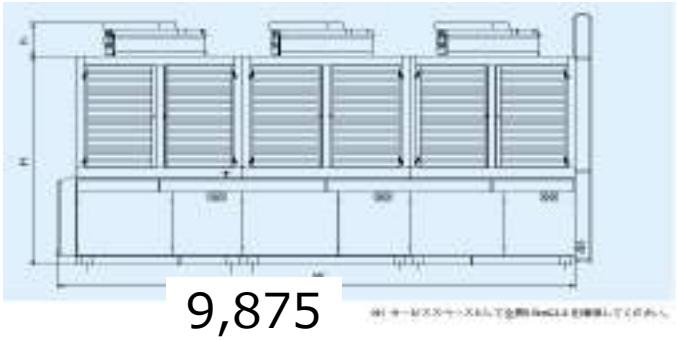


25℃冷水供給時

単独　1MW放熱可能
n+1　670KW放熱可能

重量　運転時13ton

製品設計寿命30年

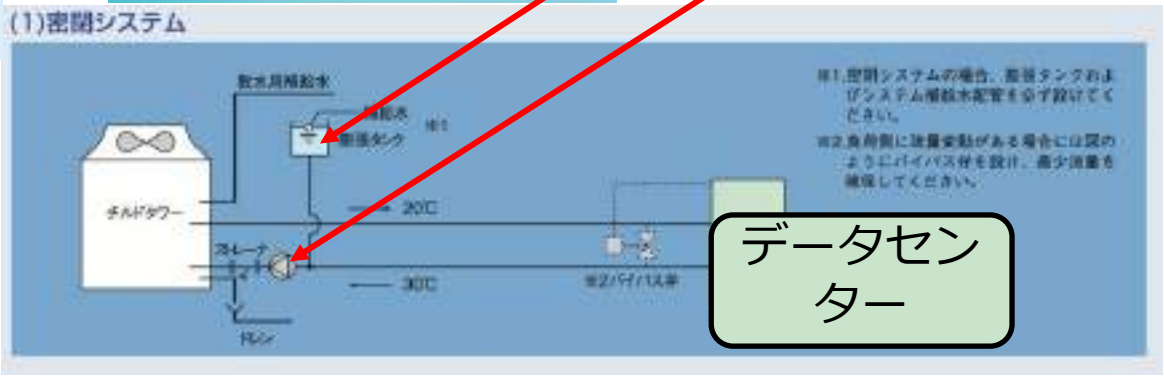


関係者外秘

銅コイル＋チラー
30年の実績
圧倒的な省エネ性能

膨張タンク

省エネポンプ

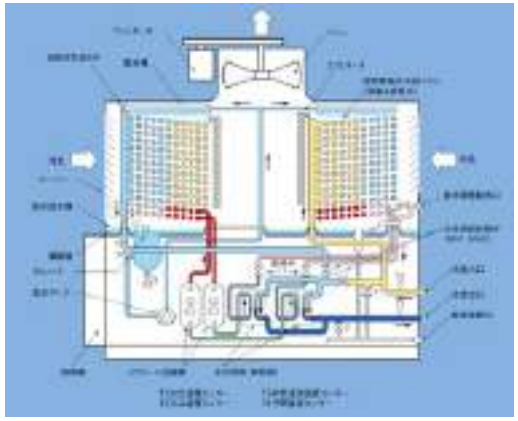


チルドタワー　チラー+ドライクーラ　3モード冷却

PUEは年間でのIT機器とその他機器電力比率イメージ
チルドタワーは夏期以外は排熱のみ
コンプレッサー稼働時間が短い、寿命も長い、保守費用が安価

PUE分布イメージ

数字は仮定数値



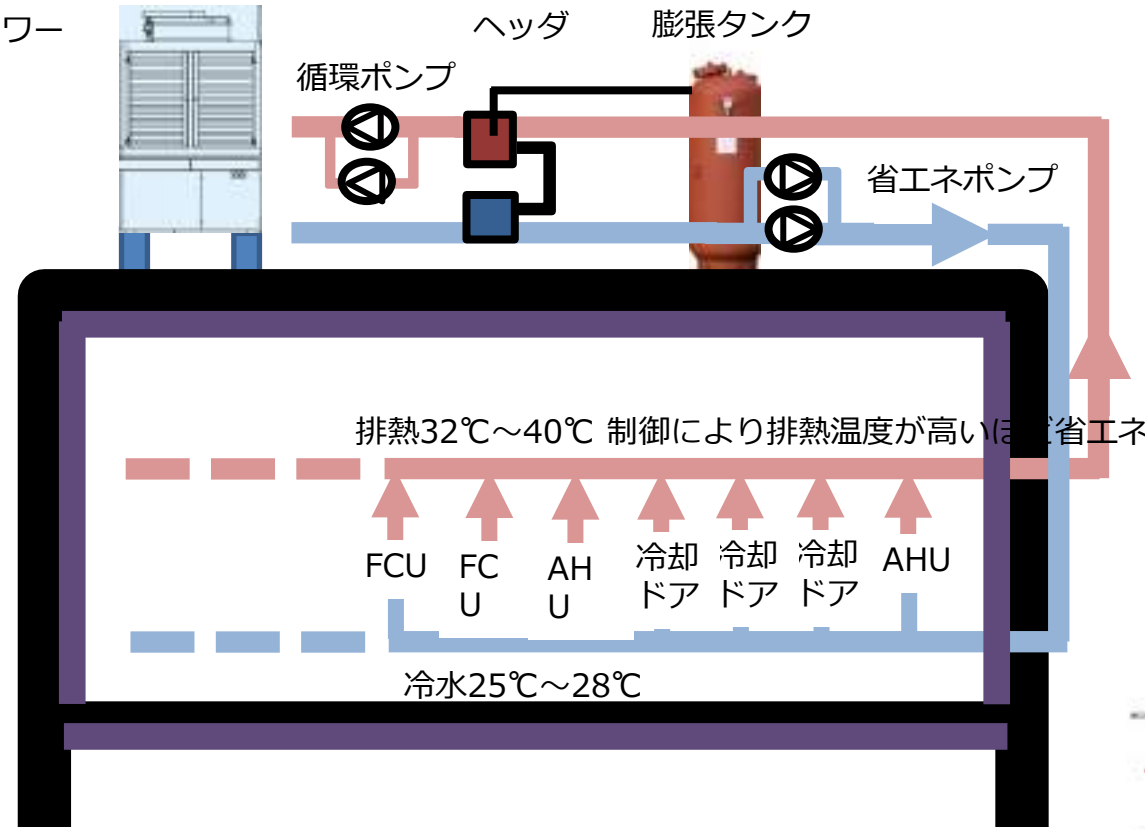
チルドタワー＋ポンプ電力季節変化

												KW	平均KW
37℃→28℃	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
夜中	0.5	0.5	0.5	0.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	0.5	3.4
午前中	0.5	0.5	0.5	5.5	5.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	5.5	5.5	9.3
午後	5.5	0.5	5.5	5.5	17.5	17.5	37.5	37.5	37.5	17.5	17.5	5.5	17.1
夕方	0.5	0.5	0.5	5.5	5.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	5.5	5.5	9.3
												合計	39.0

ポンプ電力も重要

日立金属　チルドタワーHICS-1002W1

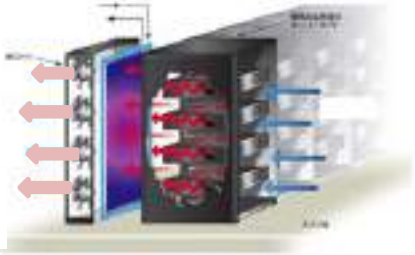
密閉式循環によりポンプ電力省エネ　AHU、冷却ドアは定量水量稼働。温調はファン使用。



FCU：ファンコイルユニット

AHU：エアーハンドラユニット

冷却ドア：
ラック取付冷却リアドア



※１.別途湿度管理必須　※２.室内にCDU（冷却制御機）を設置すると省エネにならない

第39章　生成AIの冷却システムの取り組み
配管レスラック型ドライクーラの開発

SHINOHARA

生成AI用ラック型ドライクーラー

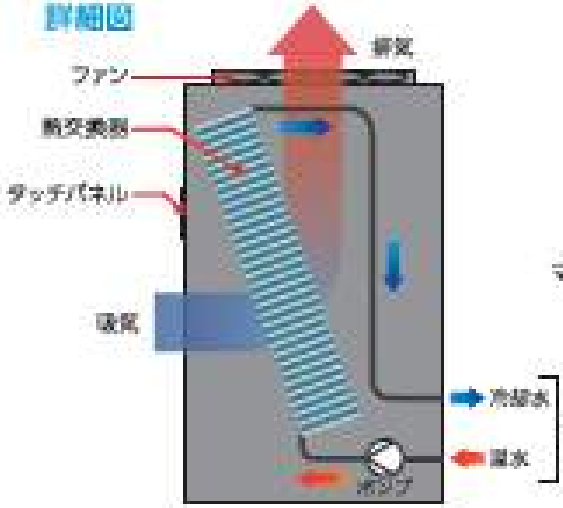
生成AI用ラックとラック型ドライクーラーを1対1で接続でき、配管レスが実現できます

- 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

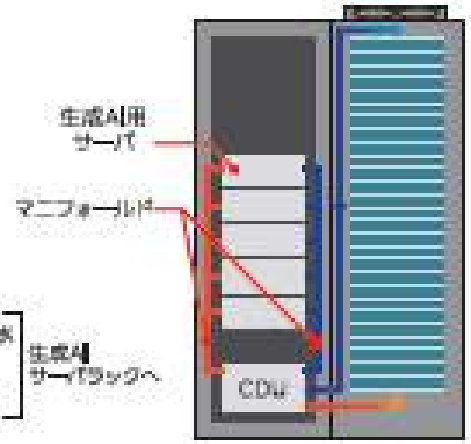
仕様

流体種別	高湿側	低湿側
	水	空気(外気)
入口温度	40℃	25℃
出口温度	31.5℃	32.8℃
水流量	34L/min	7800m³/h
冷却熱量	20~25kW	
外形寸法(mm)	W700×D1260×H2350	
質量	260kg(ファン含む)	
パイプ材質	Cu	
フィン材質	AL	
ファン羽根径	φ400mm	

詳細図



設置例

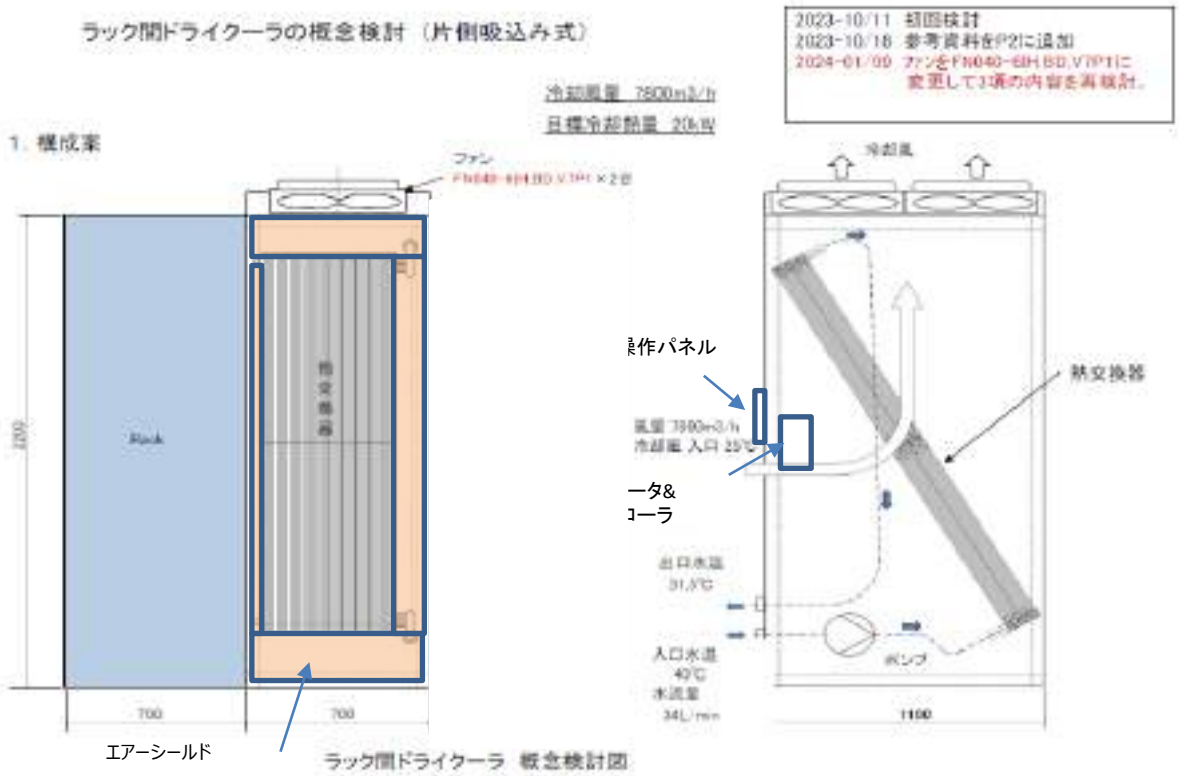


ラック型ドライクーラの検討　20KW級

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。8サーバ実装すると48KWになる。今後さらに発熱量は増加する。

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(ダイレクトチップクーリング)による冷却が必要となる。この場合水を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。

ラック型ドライクーラの検討　20KW級



2. 計算諸元と計算値

熱交換器主要諸元

構成	2×(3段72段)-EL530	
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

計画流体条件

	高温側	低温側
流体種別	水	空気
入口温度	40℃	25℃
出口温度	31.5℃	32.8℃
流量	34L/min	7800m³/h
冷却熱量	20kW	
圧損	0.19MPa	120Pa

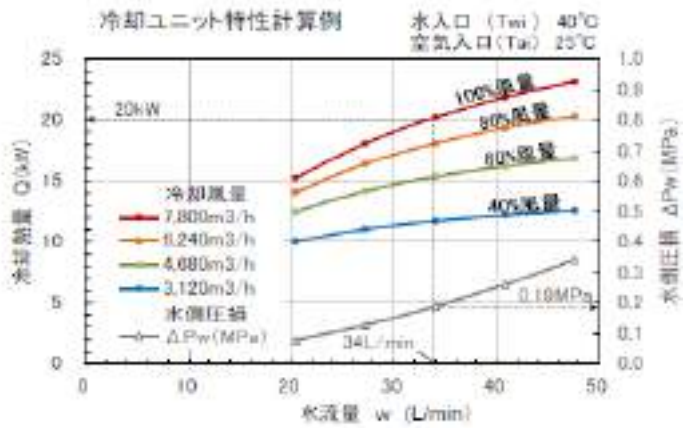
ファン

Type	FN040-6IH.6D.V7P1
羽根径	Φ400mm
台数	2台

【参考資料】

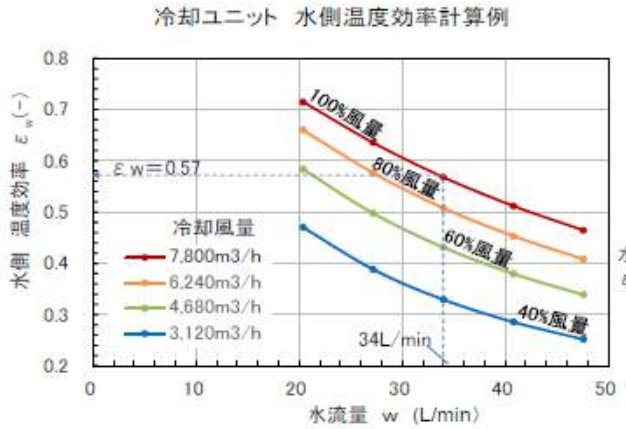
（1）冷却ユニットの冷却性能計算値

水入口温度を40℃、冷却風入口温度を25℃とした場合について、
水流量と風量に対する冷却熱量ならびに冷却水圧損の計算結果を以下に示す。
図では風量7800m3/hを100%風量として示している。



（2）冷却ユニットの温度効率計算値

水流量と風量に対する水側温度効率 ε wの計算結果を以下に示す。



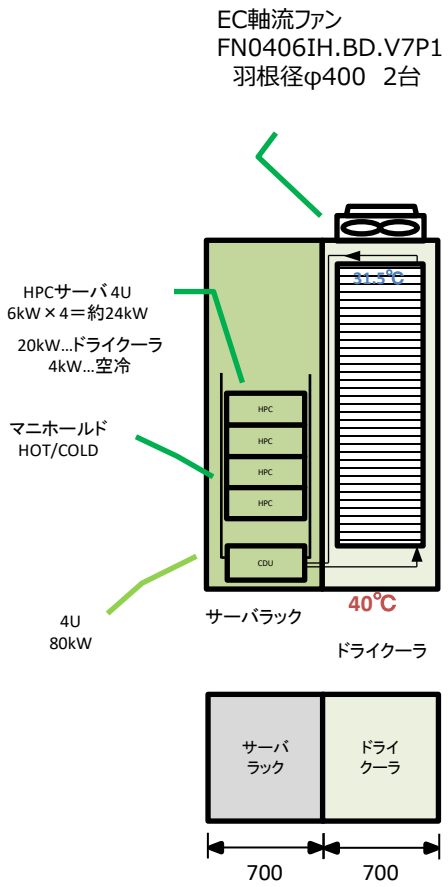
水側温度効率 ε wは下式の定義による。
ε w＝(Twi－Two)/(Twi-Tai)
ここに、Twi:水入口温度(℃)
Two:水出口温度(℃)
Tai :空気入口温度(℃)

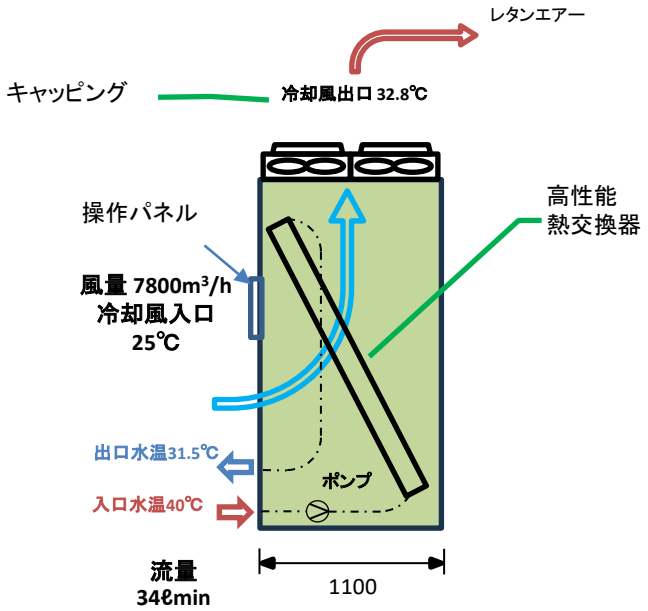
入口水温Twi、入口空気温度Taiを設定すると、出口水温Twoが下式で求められる。
Two＝Twi－ε w(Twi-Tai)

（計算例）
水流量　w＝34L/min、冷却風量　100%(7800m3/h)、
入口水温 Twi＝40℃、入口空気温度 Tai＝25℃　　の場合、
上図より、水側温度効率　ε w＝0.57
出口水温 Two＝40 - 0.57×(40 - 25)＝31.5℃

注）上記の冷却熱量および水側温度効率の図は計算値であり、実測結果を示すものではありません。

1対1ラック間ドライクーラ検討図





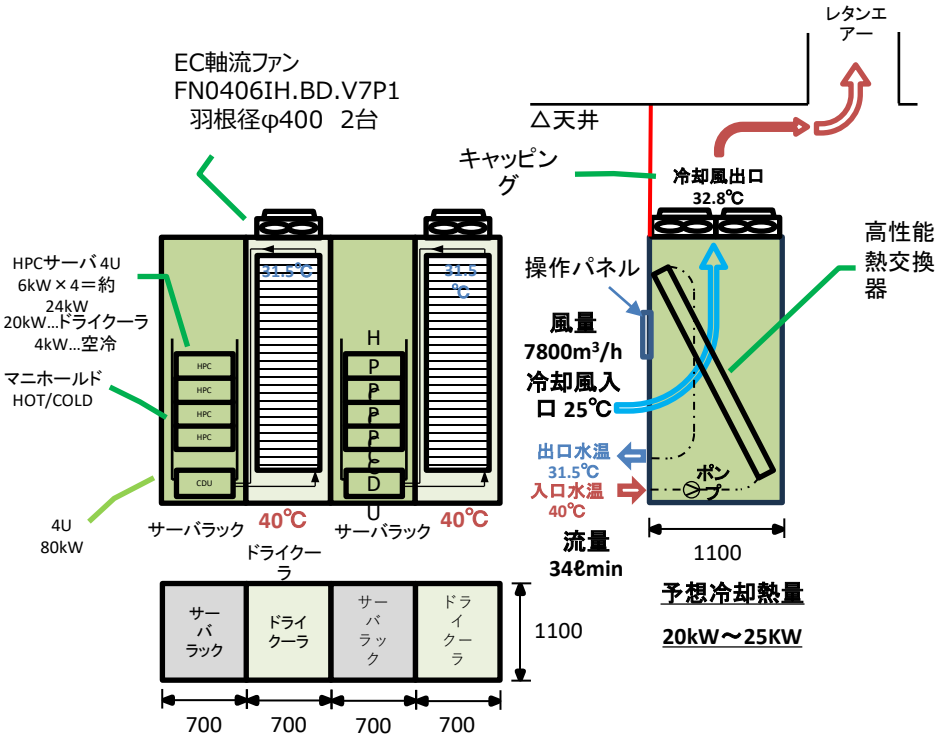
予想冷却熱量 20kW～

25KW

冷却能力計算　20.18kW

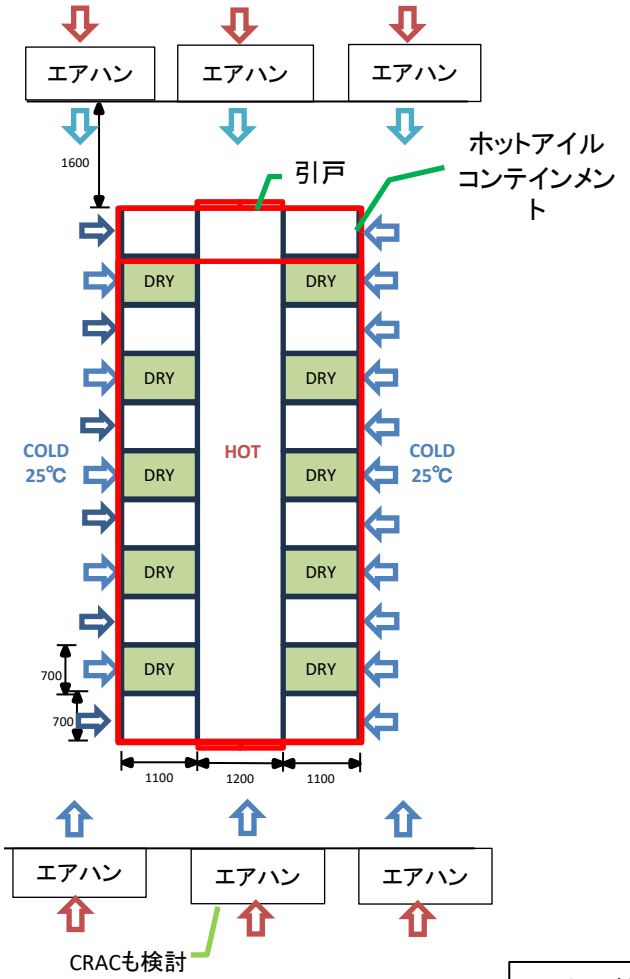
流量	2040	kg/h	34.00 ℓ/m
水比熱	4.19	kJ/kg℃	
1次温度	40	℃	
2次温度	31.5	℃	
温度差	8.5	℃	
熱量	72654.6	kJ/h	20.18 kW

1対1ラック間ドライクーラ検討図



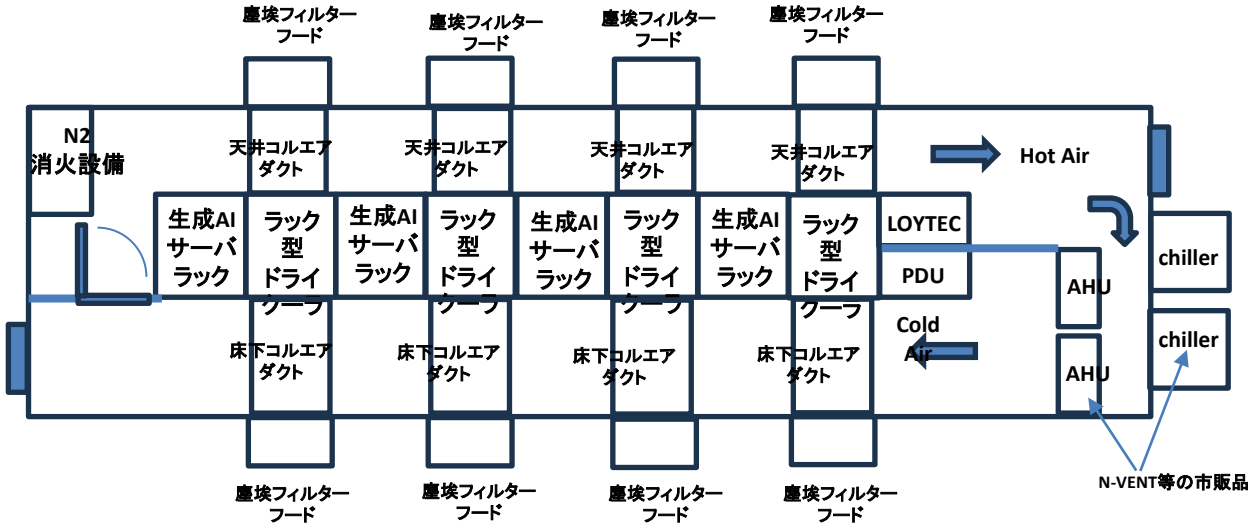
冷却能力計算 20.18kW

流量	2040	kg/h	34.00 ℓ/m
水比熱	4.19	kJ/kg℃	
1次温度	40	℃	
2次温度	31.5	℃	
温度差	8.5	℃	
熱量	72654.6	kJ/h	20.18 kW

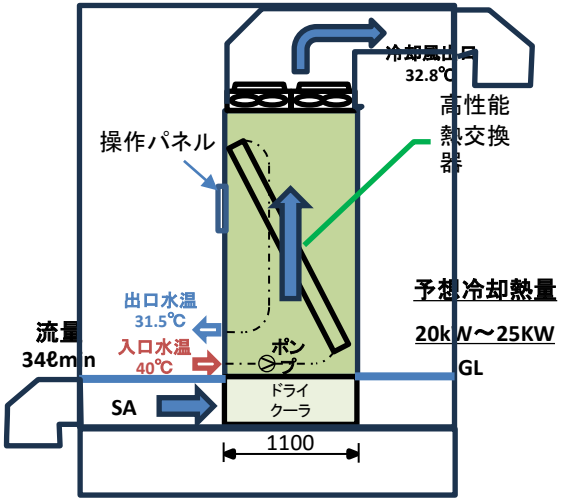


Designed by 篠原電機
2023/10

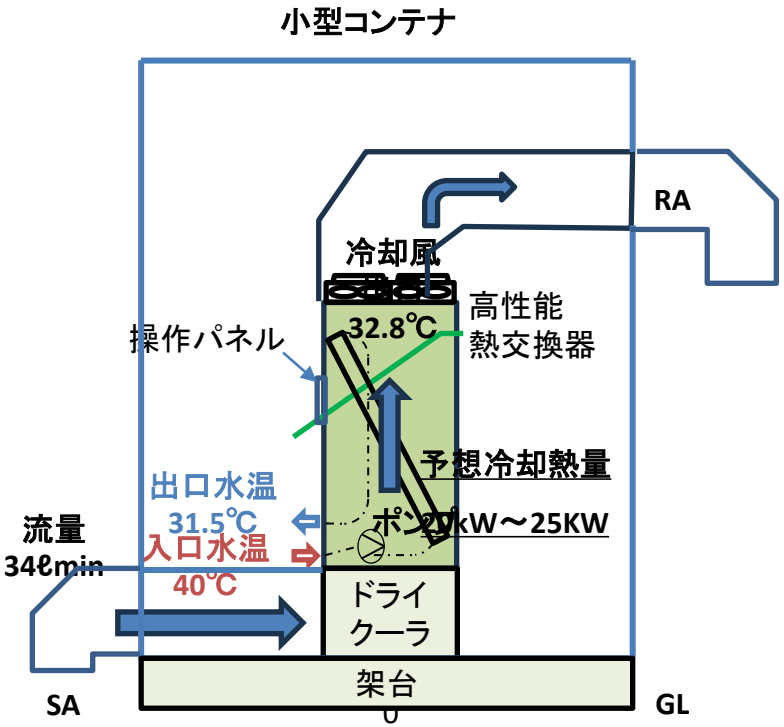
生成AI用ラックドライクーラのコンテナシステム



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。



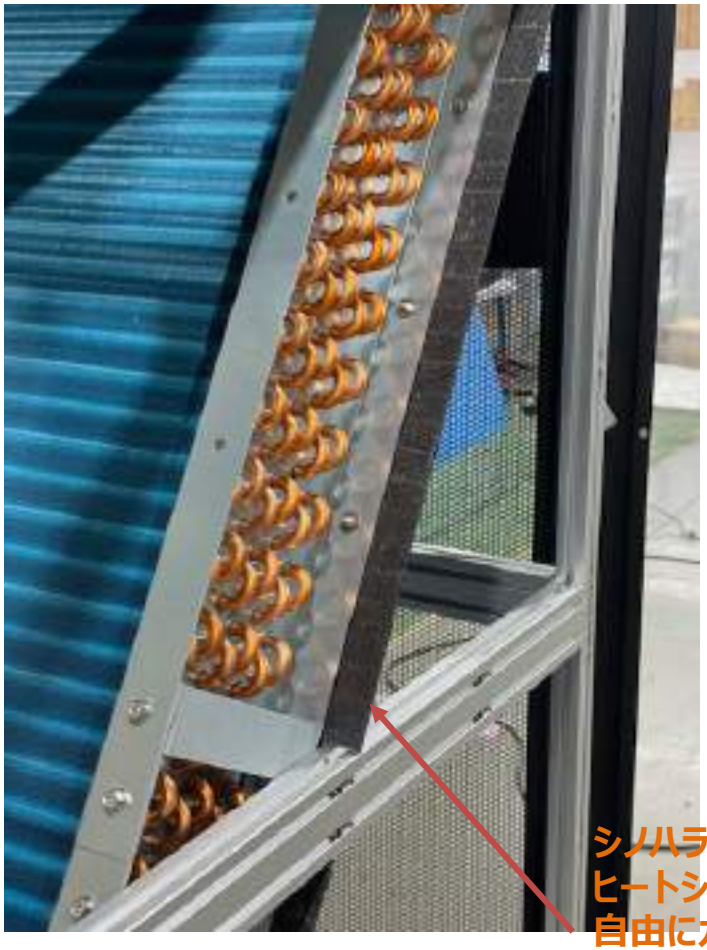
1対1ラックドライクーラのコンテナ収容



ラック型ドライクーラ製品

フィンチューブ式熱交換器

側板を一枚外しています

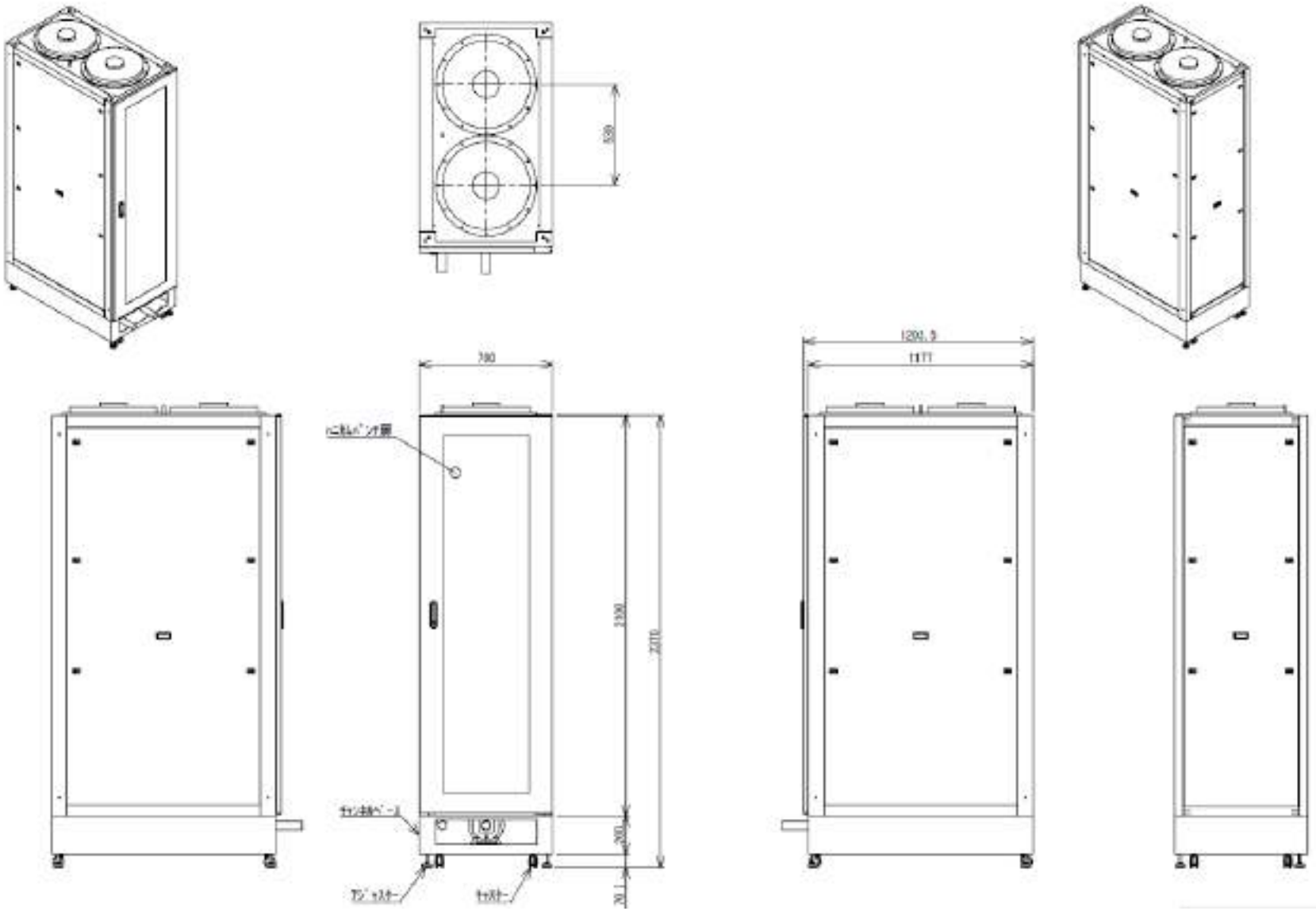


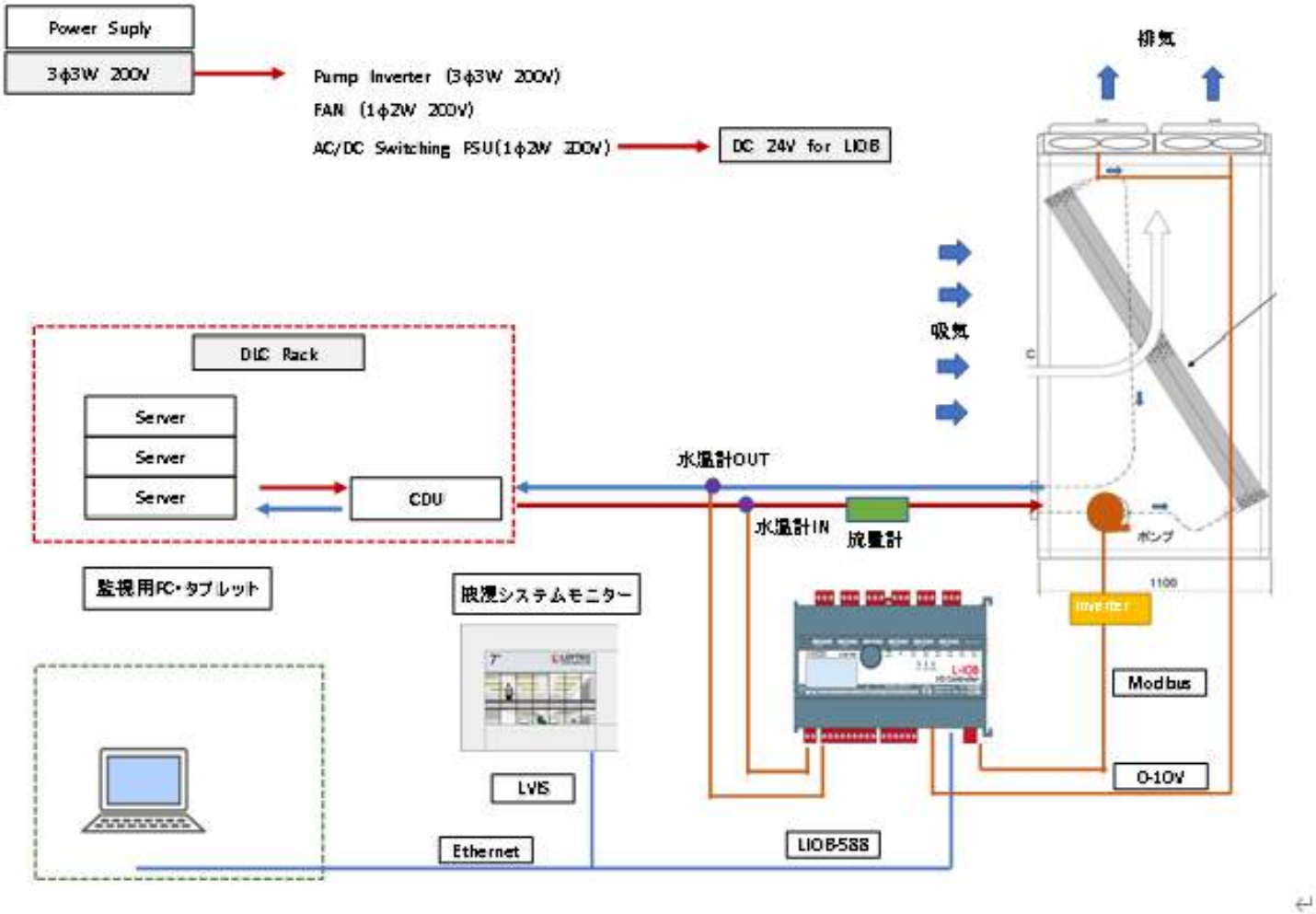
熱交換器とエアシールド

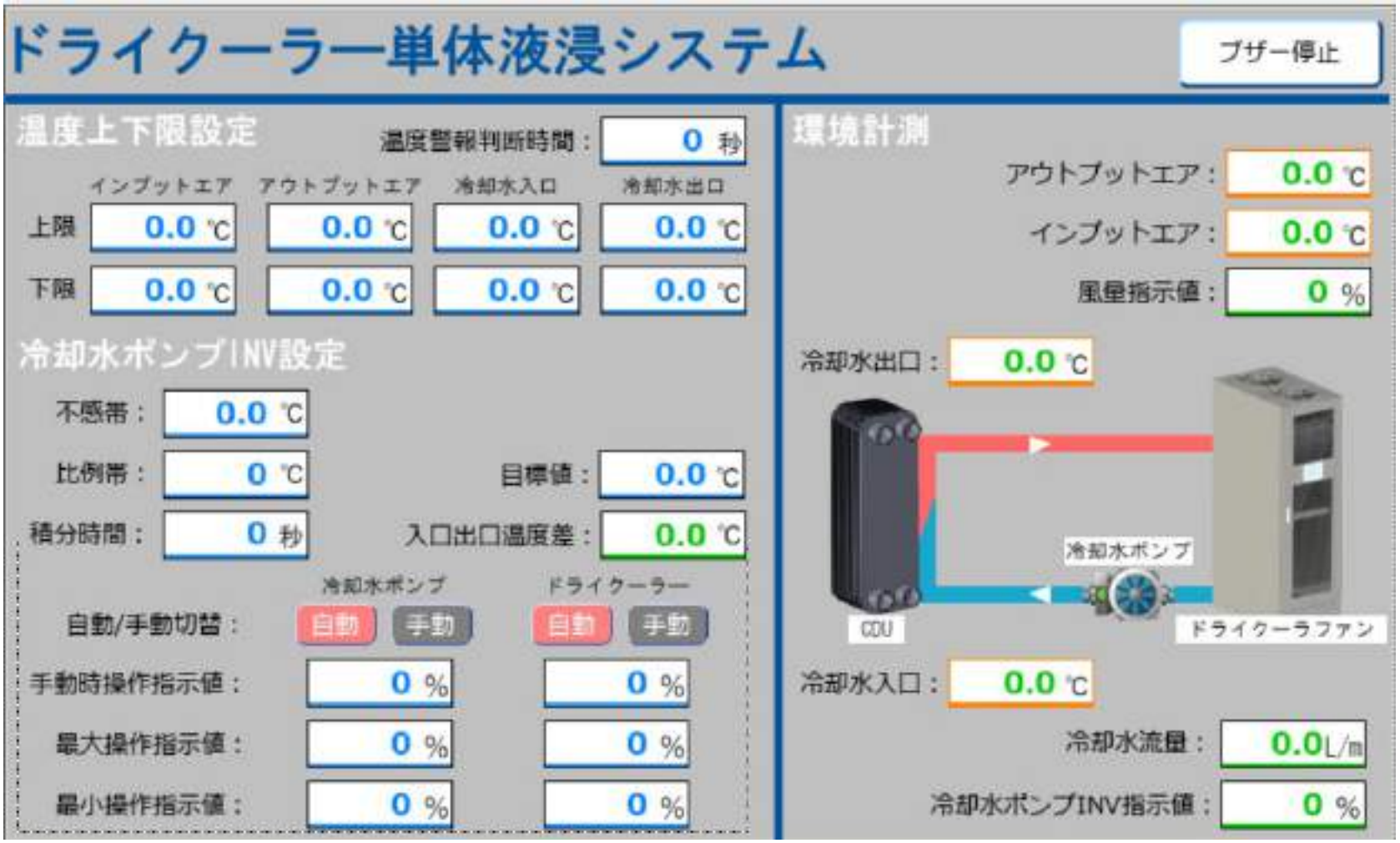
シノハラオリジナル
ヒートシャッター
自由にカット装着
可能です。
楽フイットパネル

ラック型ドライクーラ製品　全景　　W700 D1100 H2200

ラック型ドライクーラ　詳細寸法　　開発中




Power Suply
3φ3W 200V
Pump Inverter (3φ3W 200V)
FAN (1φ2W 200V)
AC/DC Switching PSU(1φ2W 200V)
DC 24V for LIOB
排気
吸気
DIC Rack
Server
Server
Server
CDU
水温計OUT
水温計IN
流量計
ポンプ
1100
Inverter
監視用PC・タブレット
映像システムモニター
LVS
Ethernet
LIOB-588
Modbus
0-10V


ドライクーラー単体液浸システム
ブザー停止
温度上下限設定
温度警報判断時間：
0 秒
インプットエア
アウトプットエア
冷却水入口
冷却水出口
上限
下限
0.0 ℃
冷却水ポンプINV設定
不感帯：
比例帯：
積分時間：
目標値：
入口出口温度差：
冷却水ポンプ
ドライクーラー
自動/手動切替：
自動
手動
手動時操作指示値：
最大操作指示値：
最小操作指示値：
0 %
環境計測
アウトプットエア：
インプットエア：
風量指示値：
冷却水出口：
冷却水ポンプ
CDU
ドライクーラファン
冷却水入口：
冷却水流量：
0.0L/m
冷却水ポンプINV指示値：

生成AIサーバ(DLC冷却) 時代の課題

生成AIサーバはダイレクトチップリキッドクーリングが主に用いられている。特にNVIDIA H100/H200は空冷だけでは難しい。下位機種のL40Sでは空冷も可能。
課題

1. DLC冷却でCPU,GPUは冷却されるが約10%と空冷で冷却が必要である。
   CPU,GPU以外のメモリ、VRM等のマザボードレベルでの冷却が必要。
2. 空冷の冷却方式の選択が必要。楽COOLの様なヒートパイプでの冷却も考えられるが、DLC冷却のためのチラー、チルドタワーが必要のため、その水を活用した冷却が一般的である。
   INROWやリアドア冷却がある。
3. 生成AIのサーバはネットワーク機器との間に多数の光ファイバーでの接続が必要。
   そのネットワーク機器の冷却は空冷が一般的であるが、発熱量が大きい。15KWから40KW程度の発熱がある。生成AIの空冷と合わせた最適化設計が必要となる。
4. 生成AIも社会的なインフラであり、冗長構成やUPSや二系統受電も考慮が必要であるが、一般的なクラウドサーバの負荷とは異なり、ほぼフル負荷を想定した設計が必要となる。
5. 生成AIの特性として、多数のサーバを設置されるので、一部のサーバが停止しても生成AIの処理は可能な側面も持っている。これは一般的なクラウドサーバも仮想化時代から分散クラウドの進展で、クラスター構成、コンテナ化による多数のユーザの処理ができるようになっている。
   システム設計する場合、このような面からの最適化設計を行うことにより、カーボンニュートラルな設計が可能となる。
6. 2025～2026ではチップ電力は1.2KWにもなるといわれている。DLC冷却のさらなる冷却効率アップと液浸システムの導入が必要となると考えられる。

第40章　爽空sola開発

「爽空sola®」は大成建設(株)/(株)RSI/篠原電機(株)の商標登録です。

2phase type Advanced liquid Cooling system

二相式沸騰冷却液浸システム 爽空 sola

【大成建設(株) / (株)RSI / 篠原電機(株) 共同開発】

液浸冷却とはコンピュータ機器を直接液浸槽に沈め、発熱を奪う技術です。
従来のデータセンターで一般的に使われている空冷方式と全く異なる方法となり、
本システムでは使用する冷媒として特殊冷媒を使用しています。

なぜ液浸か？/ 開発経緯

高発熱時代の冷却システムとして最近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は多数の発熱体に水を回せなくなってきています。
油浸と比較し、特殊冷媒は沸騰潜熱冷却ができること、ボードのメンテナンス性が良いことが挙げられます。CPU,GPUが多数配置されるボードではコールドプレートではむらなく水を回すことは難しく、この技術はスーパーコンピューターをはじめ、AIや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。

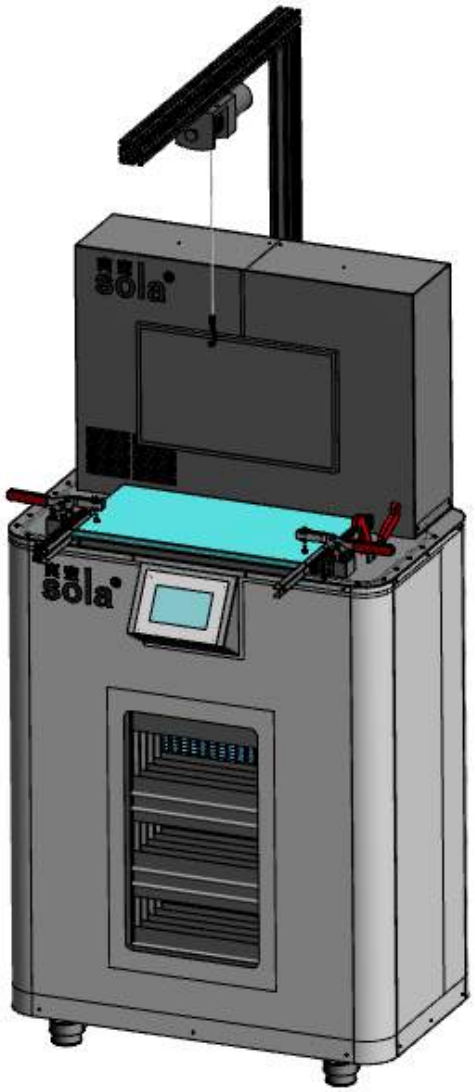
【特長】

- サーバを浸漬して冷却を行う。 **【冷却能力】50kW以上/システム**
- データセンターの敷地面積を大幅に削減 ・省エネ効果による電気代の大幅削減
- 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
- 1phaseでは高沸点の特殊冷媒を外部に引き出して熱移送し、チラーで冷却して戻す必要があるが、2phase(二相式)は低沸点のため、気化した特殊冷媒を凝縮器にて槽内で液体に戻すことができる。凝縮器は水を用いてドライクーラーにてチラーレス冷却できる。

RSI 篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

二相沸騰冷却液浸システム



一相　油浸
二相　冷媒沸騰冷却
どちらでも選択可能
ドライクーラ、チラー冷却選択

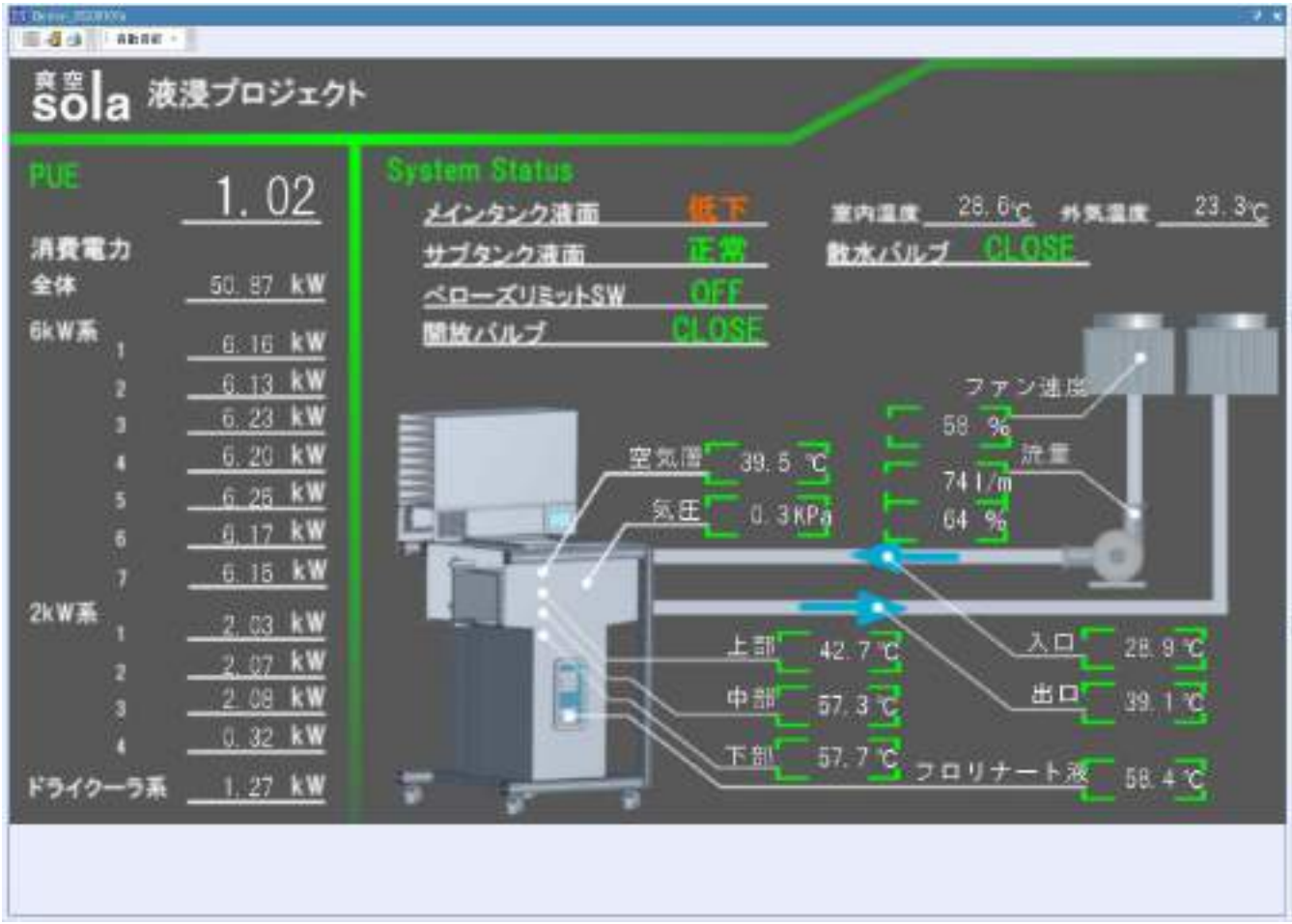
ハイエンドサーバ
2ユニット実装可能
10kW級

最大50kW級も製作可能

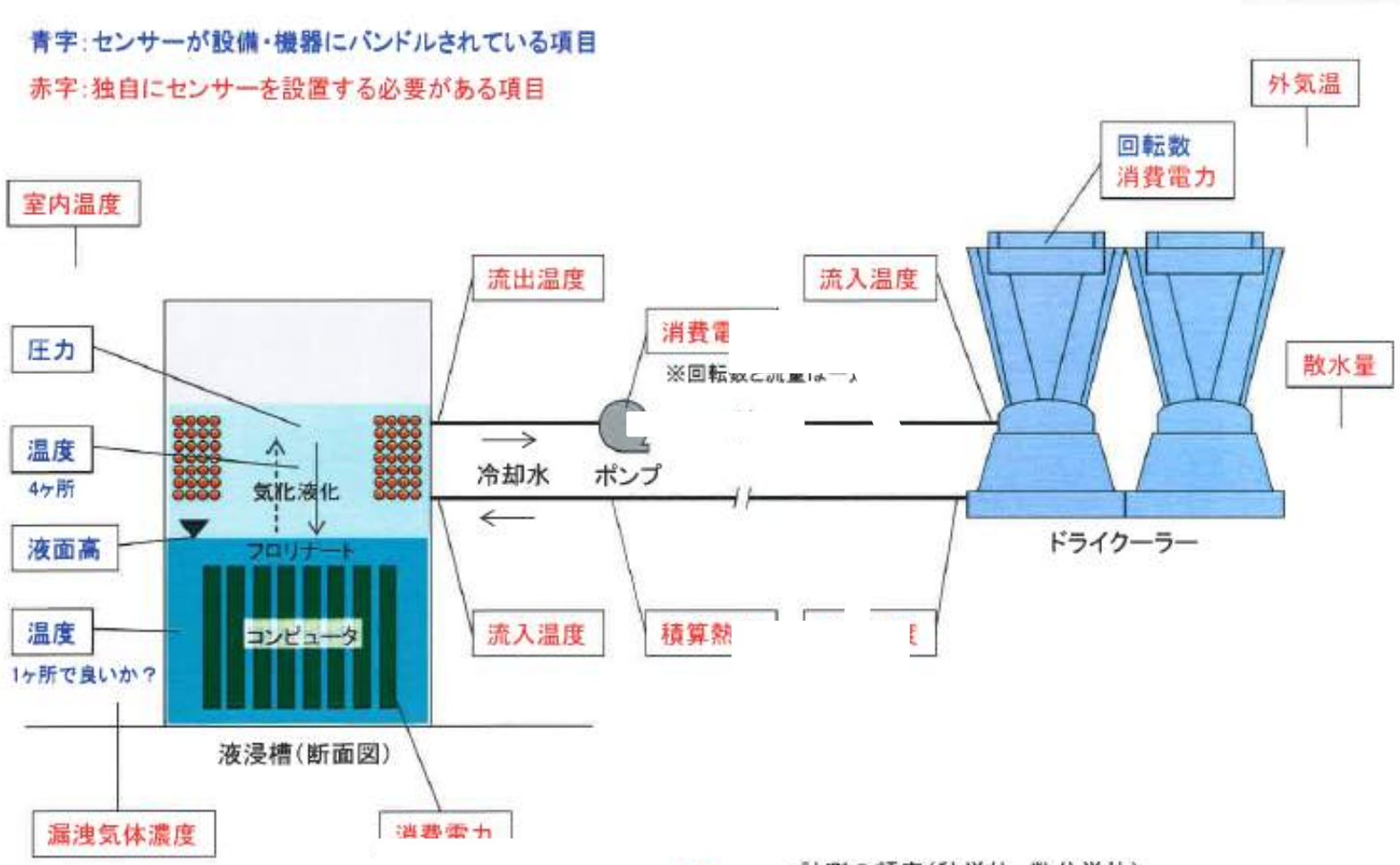
二相沸騰冷却システムは冷媒を用いますが
冷媒は各社新しく開発されており、最適品を選定中
低GWP品を採用予定です。

爽空sola™のモニタリング画面

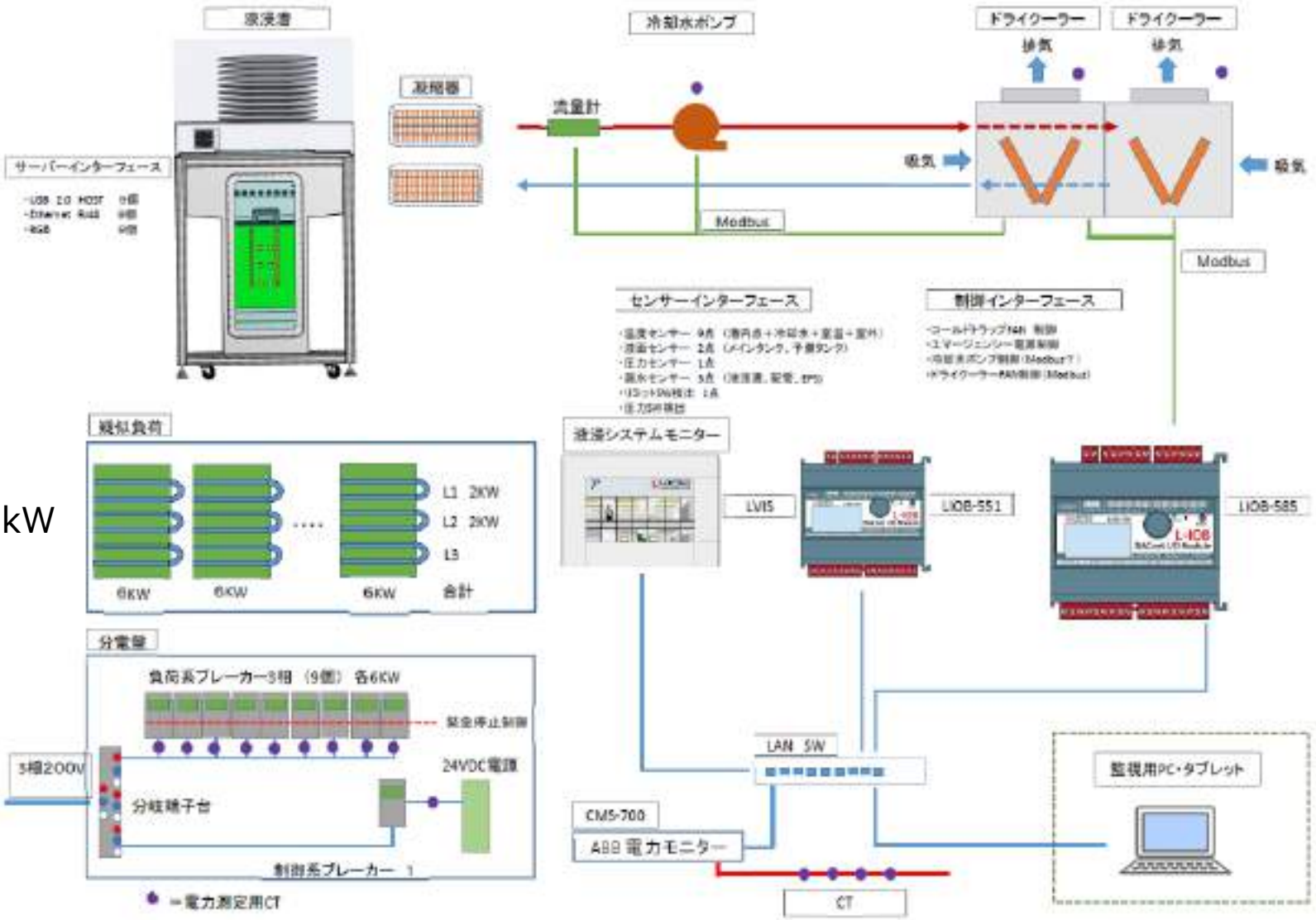
LOYTECによるDCIM（Data Center Infrastructure Management）



液浸システムのモニタリング項目



二相式沸騰液浸システム系統図



サーバーの高密度化に伴う冷却技術の重要性

SHINOHARA

電力密度の増加

膨大な計算量
超高速処理
ビッグデータ

→ 電力密度 ↑ → 発熱 ↑

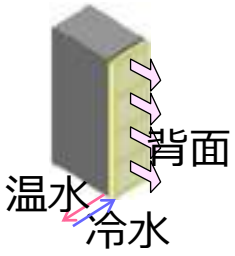
↓

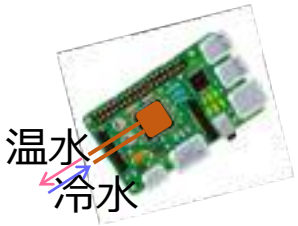
冷却技術がキー

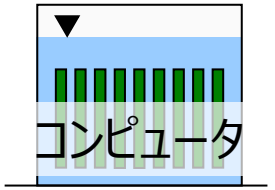
空気冷却の限界＝液体冷却方式の見直し

空気 → 液体

囲い込み	ダクトキャッピング	リアドア	水冷サーバー	液浸冷却







液浸冷却：1フェーズと2フェーズ

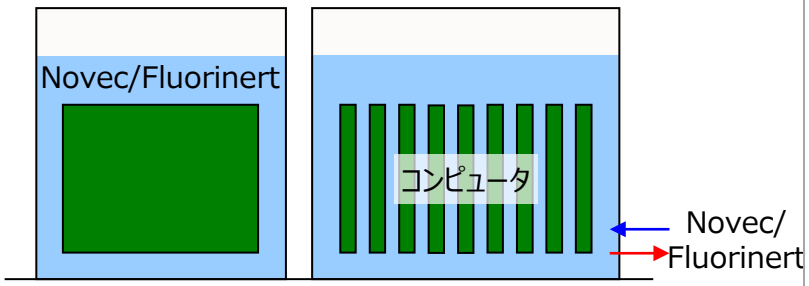
SHINOHARA

1フェーズ

相変化しない・・・液体のまま

ExaScaler
ZettaScaler-1.8

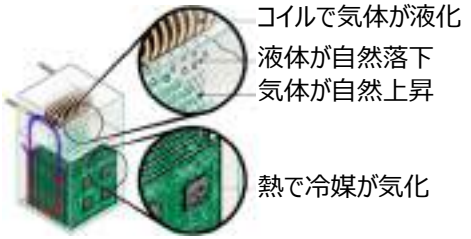
断面イメージ



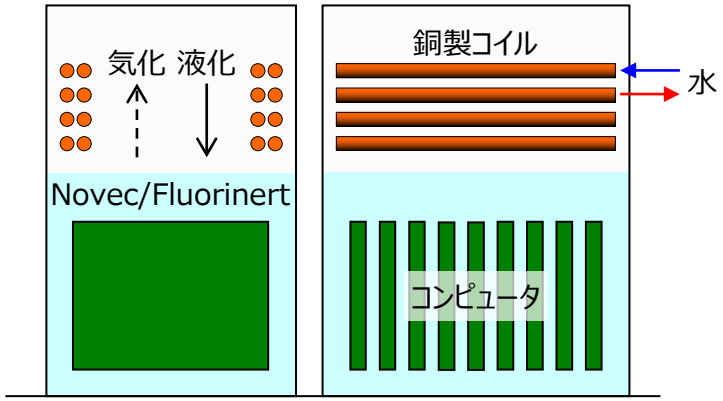
2フェーズ

相変化する・・・液体から気体へ、気体から液体へ

Allied Control



断面イメージ



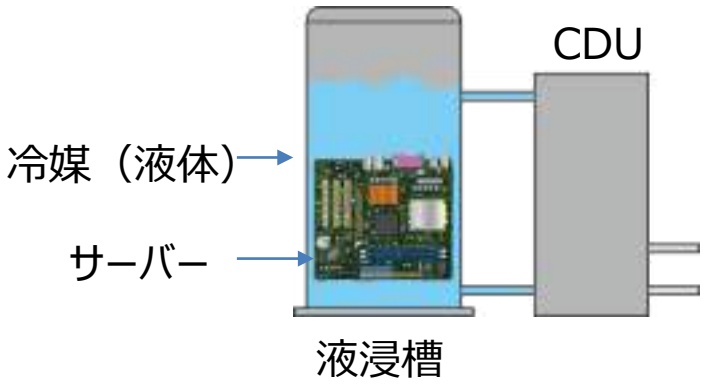
冷媒を満たした液浸槽にサーバーを浸して冷却する方式

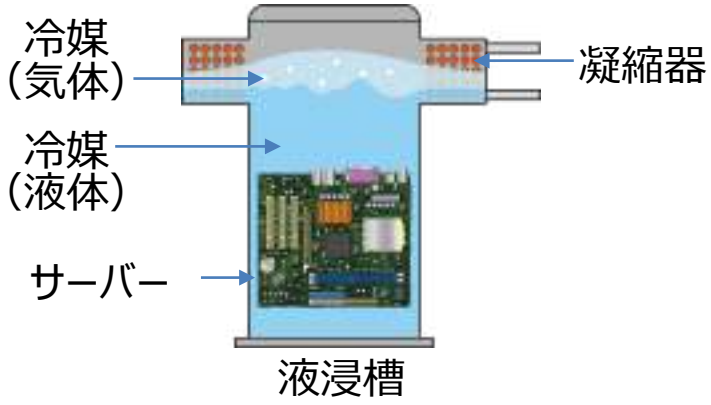
単相液浸冷却システム（1フェーズ）
single-phase immersion cooling

- 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

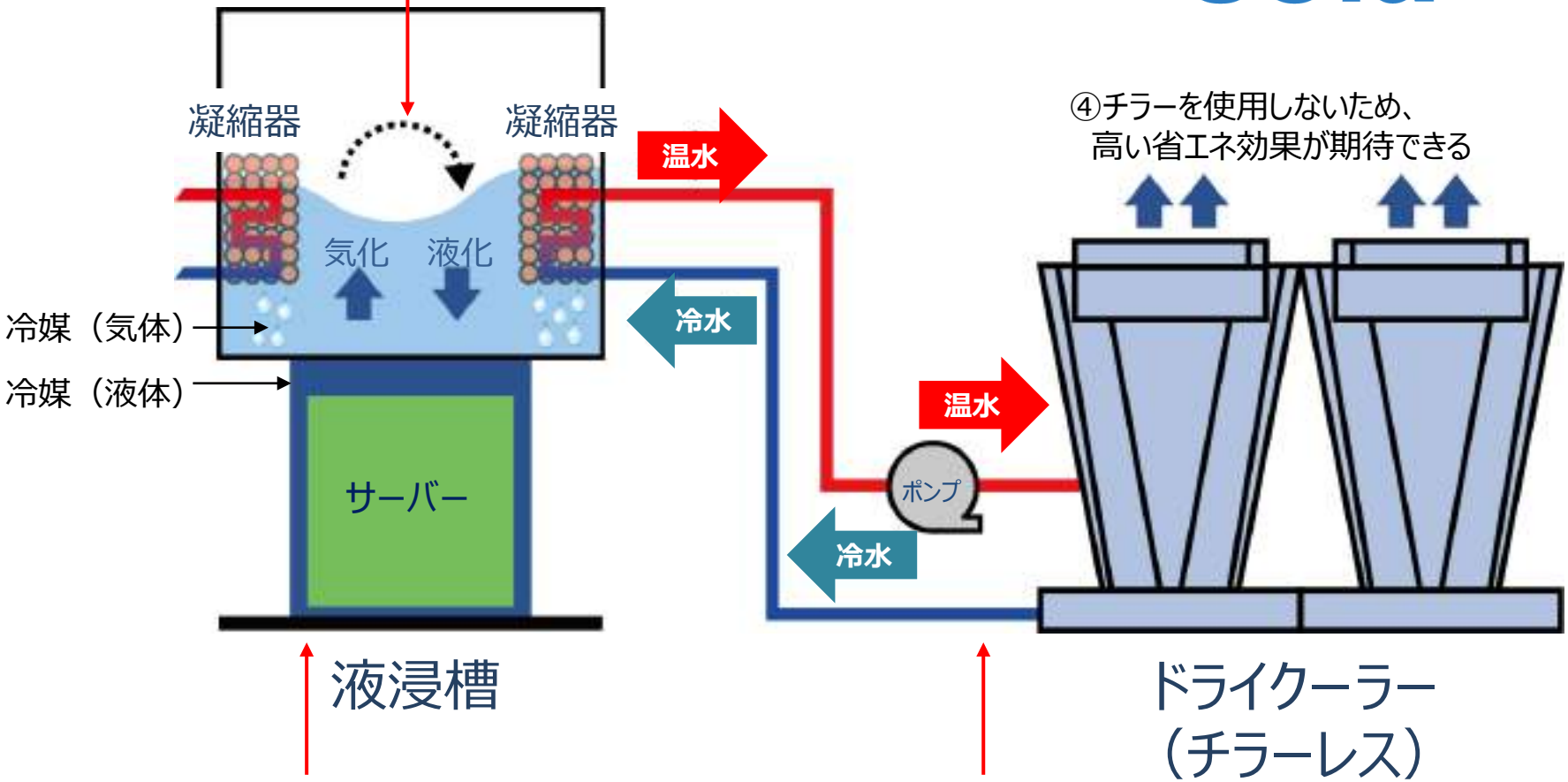




爽空solaの構成

爽空 sola™

②サーバーの熱で沸騰し気化した冷媒は、
凝縮器に触れて冷却され、液体に戻って液浸槽へ



④チラーを使用しないため、
高い省エネ効果が期待できる

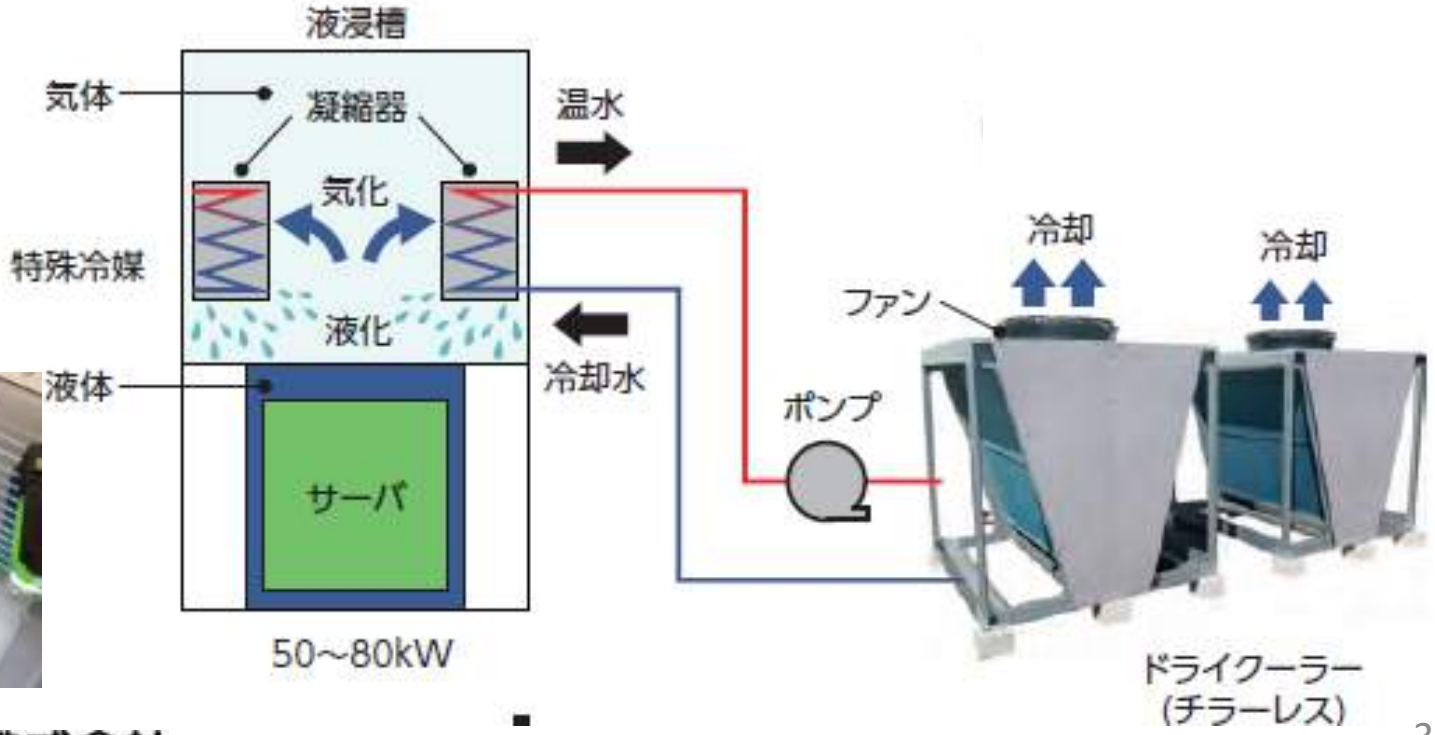
①電気絶縁性が高く、不燃・無臭・無害の
特殊冷媒を満たした液浸槽にサーバーを浸す

③凝縮器に用いる冷却水は、独自に開発した
ドライクーラーで冷却されて循環

沸騰冷却システム構成

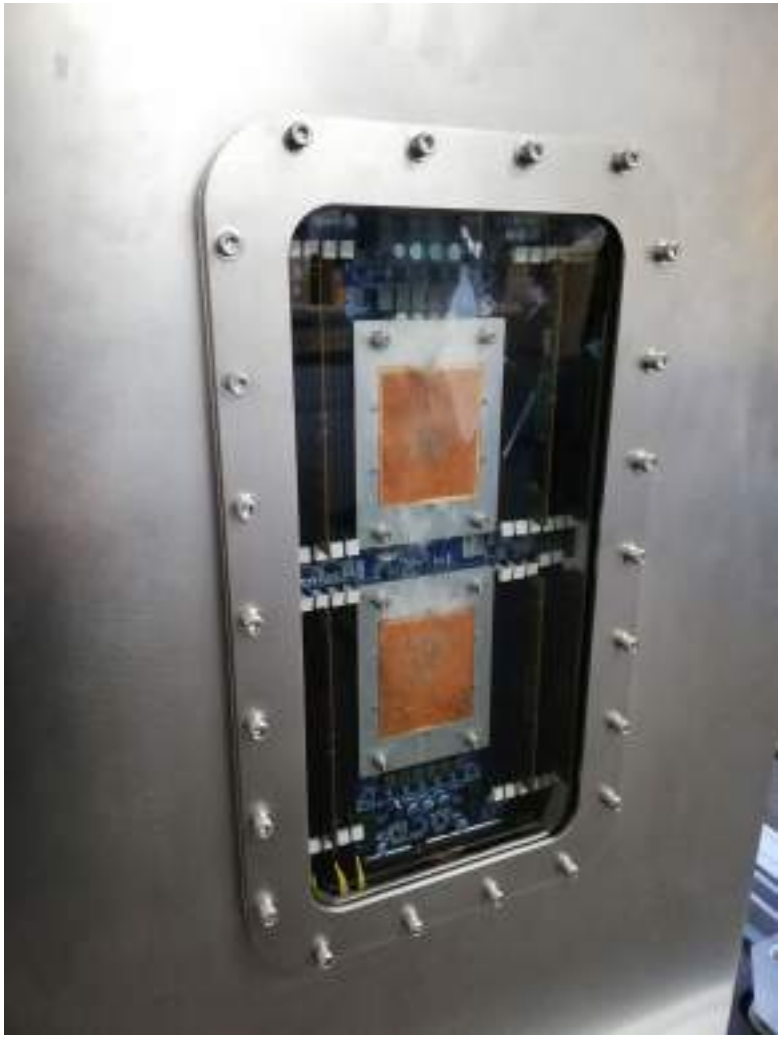
高密度・高発熱サーバを冷却できる能力

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



爽空solaの実証機

液浸槽



GPU・CPUによる沸騰

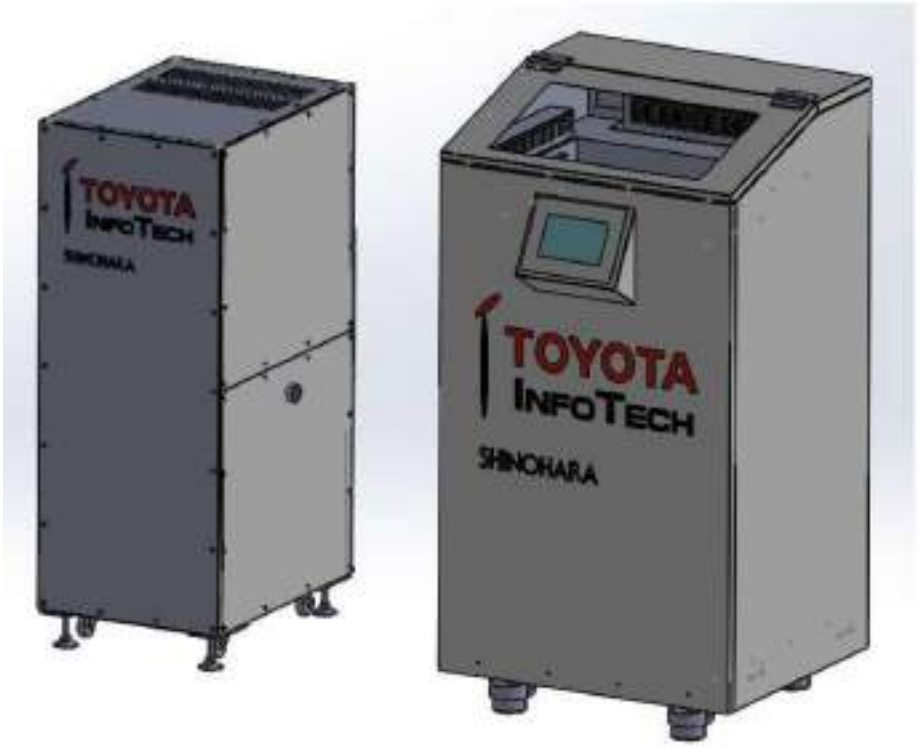
爽空solaの実証機

液浸槽内部
（沸騰前）

（沸騰中）

ドライクーラーとポンプ

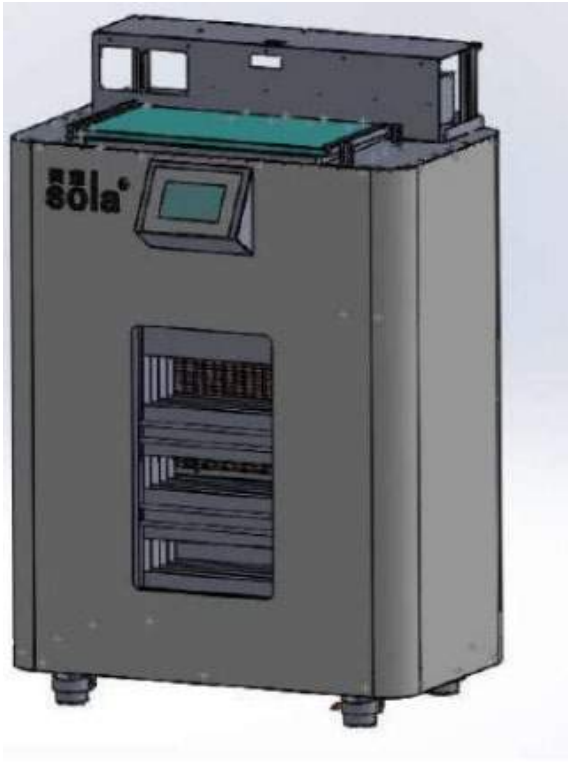
一相式油浸液浸システム



熱交ユニット
W452 x D602 x H1134

W725 x D845 x H1312
180L
6U (max D:900)

二相式沸騰液浸冷却システム

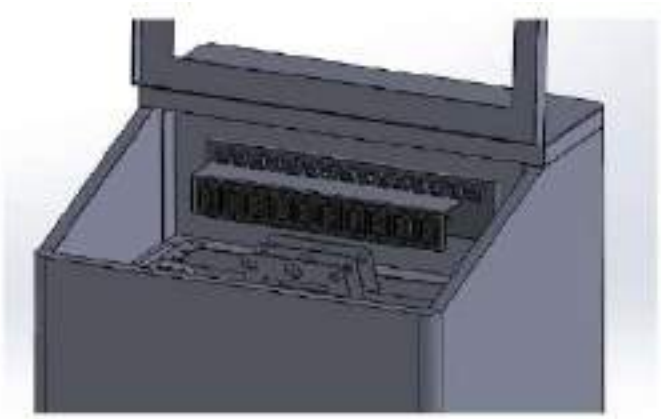


現状沸騰冷却液浸タンク
1034W x 615D x 1557H
118L
6U

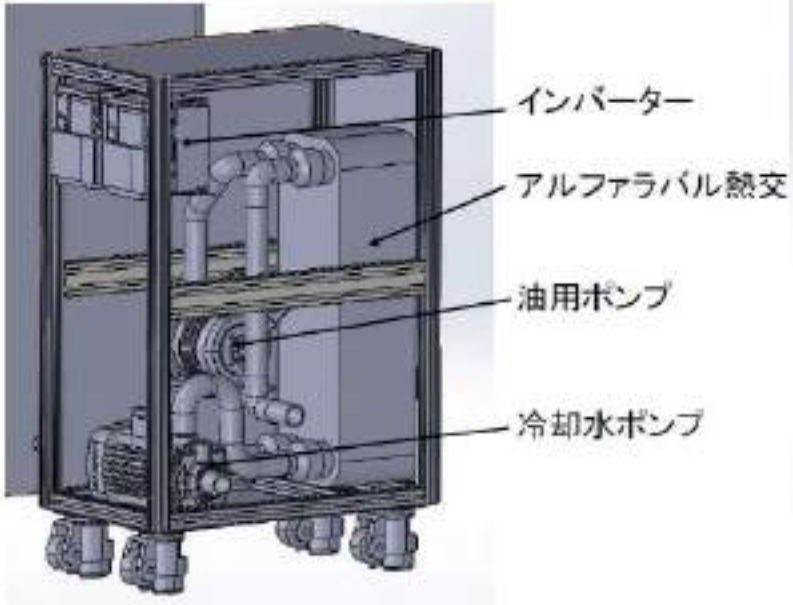
一相式油浸液浸システム

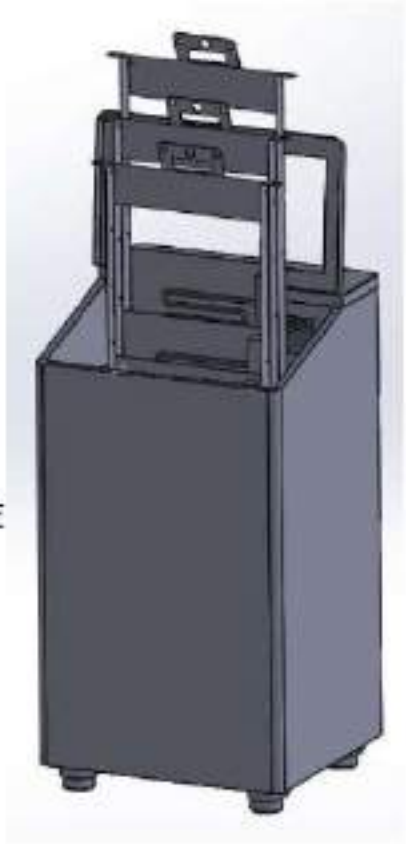
一相液浸システム

CDU

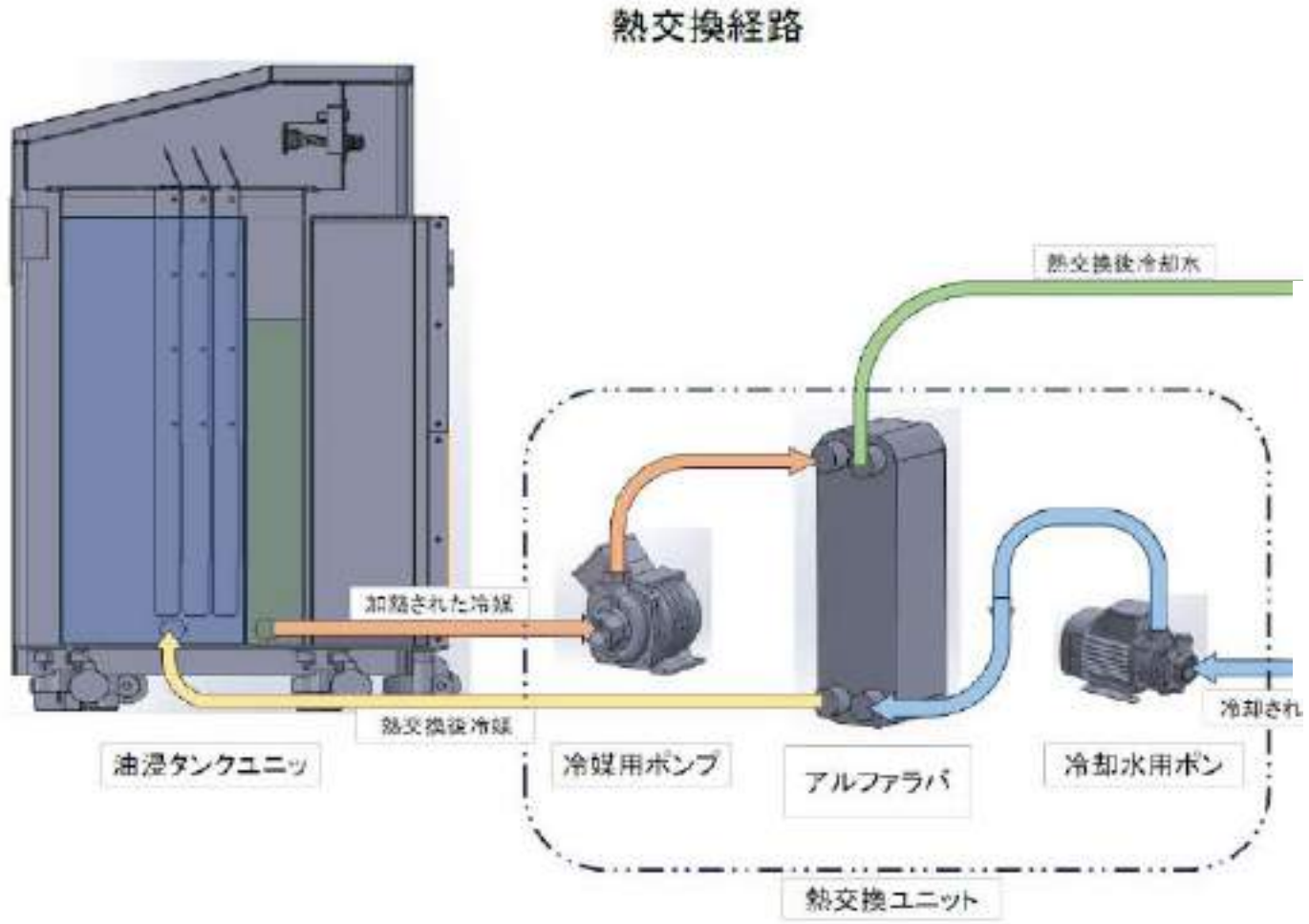


熱交ユニット断面





一相液浸システム



CDU

ドライクーラ

第41章　ドライクーラー仕様
22KW級/10KW級

将来的にはマイクロチャネル技術等によりさらに高性能化は可能である。

ドライクーラー

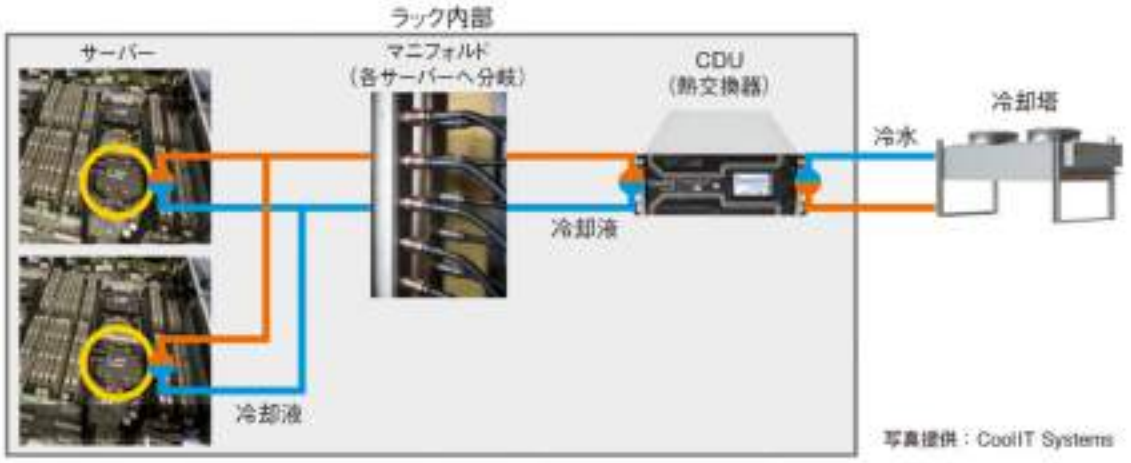
製品概要

サーバやコンピュータを冷却する場合、一般的にはCRACと呼ばれるパッケージエアコンを設置して空冷にて最適温度にて稼働させることが多い。ラック当たりの発熱量は6KW～8KW/ラックが多い。しかしながらHPCと呼ばれる高発熱のサーバ等、科学技術計算や画像処理、マイニング、生成AI等(チャットGPT)では20KW/ラックを超える。

空冷での冷却では風量の確保等の面や熱伝達量の面から難しい。

このような要求に対して、最近の冷却システムは、リアドア冷却やコールドプレート、液浸システム等の水を利用した冷却が進みつつあります。一方脱炭素、カーボンニュートラル等の要請や電力費の高騰からさらに低消費な冷却システムが望まれています。

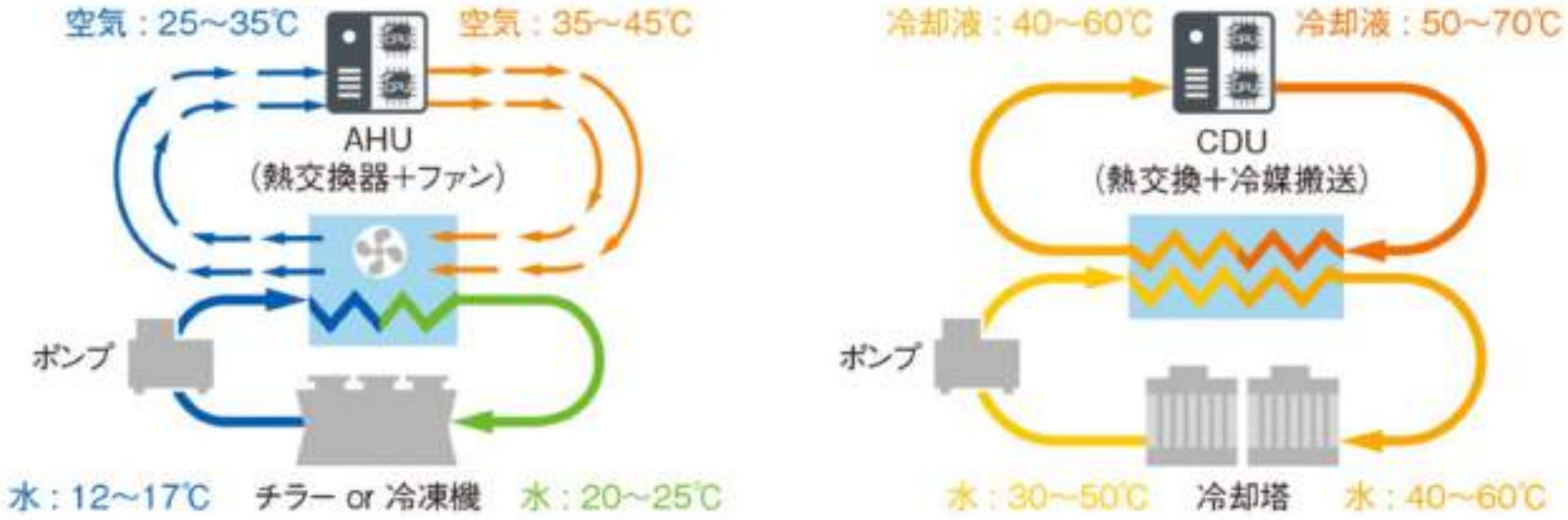
ドライクーラはサーバから出た熱を水で冷却するときに持ちいる冷却システムで水を外気にて冷却するためのものです。一例としてコールドプレートにおける利用例を図に示す。



ドライクーラもしくはフリークーリングタワーとも呼ばれる。
比較的水の温度を高くできるので外気で冷却できチラーレスも可能である。

空冷と液冷の違い

空冷と液冷の違いを示す。
空冷はチラーや冷凍機が必要で$_{p}$PUE=1.3が限界。これもなかなか難しい。
液冷だと、ポンプ電力しかいらないために、$_{p}$PUE=1.05が可能である。また
サーバ自身の冷却ファンもなくすことも可能である。サーバの電力の20%近
くもファンのエネルギーを消費しており、さらに電力コスト低減が可能。



空冷		液冷
1.3程度	pPUE	1.05程度
2m²程度	室内必要面積 (冷却能力100kWあたり)	0.5m²程度

図3：空冷と液冷の比較

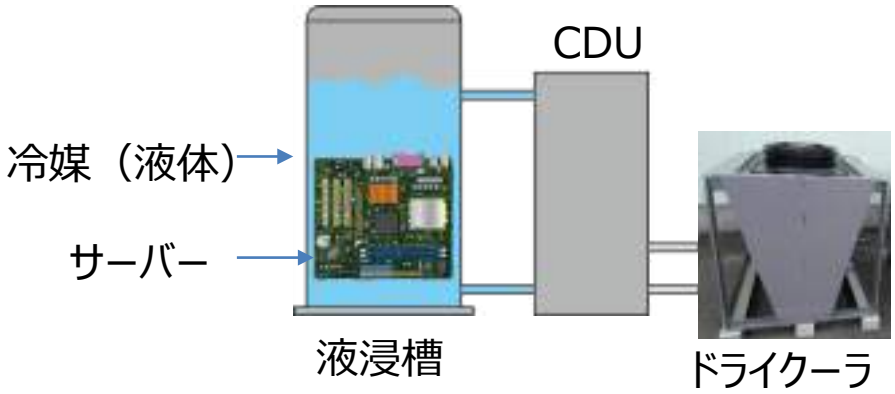
冷媒を満たした液浸槽にサーバーを浸して冷却する方式

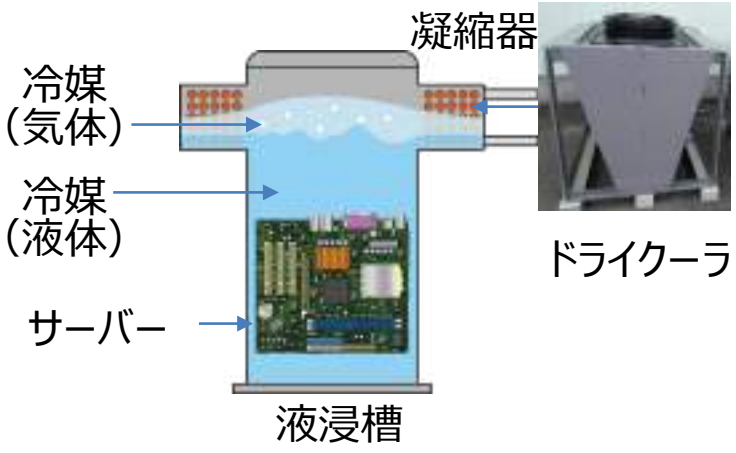
単相液浸冷却システム（1フェーズ）
single-phase immersion cooling

- 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

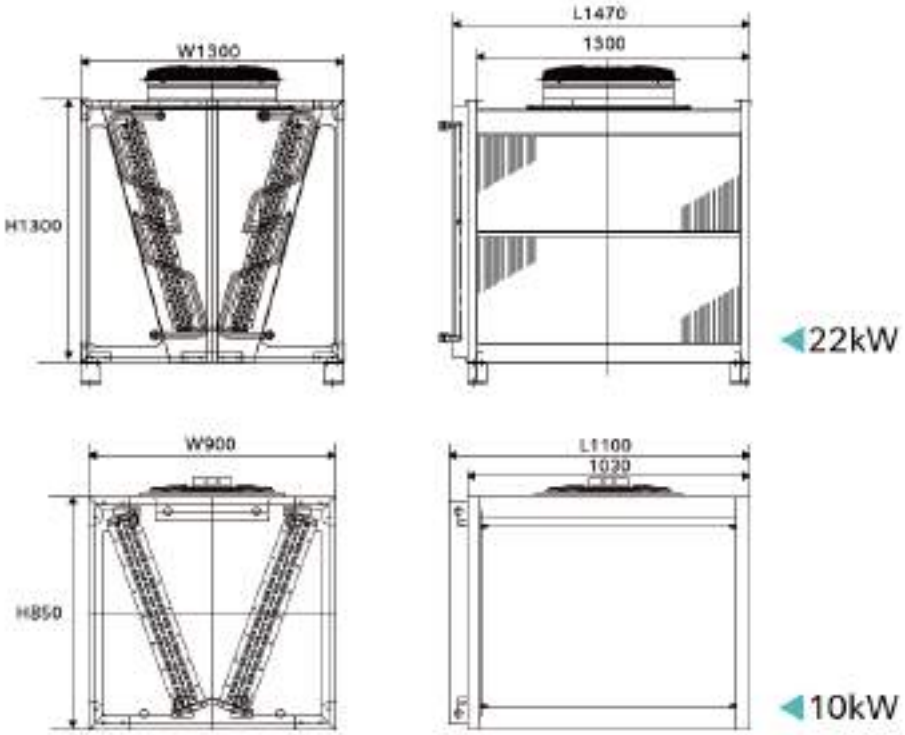
- 低沸点の冷媒を使用
- 冷媒が沸騰する際の気化潜熱を利用してサーバーを冷却
- 気化した冷媒は凝縮器に触れて液化し、液浸槽に戻る
- 高効率だが、構造がやや複雑





ドライクーラー仕様

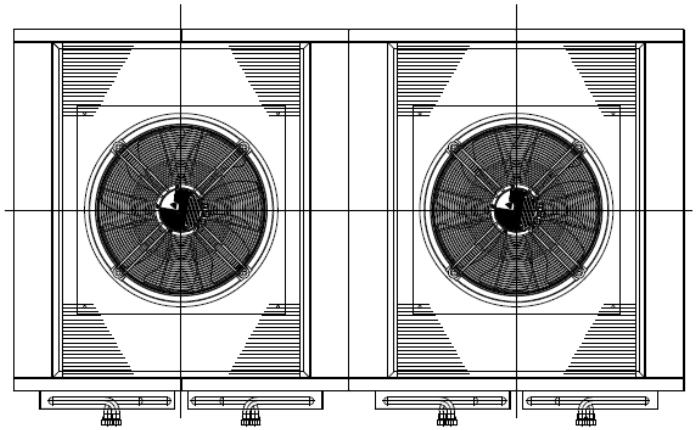
- 低騒音での運転が可能
- 外気温が35℃以下の場合、10kWの冷却が可能
  (35℃以上の場合はチラーと併用することで10kWの冷却が可能)
- 外気温度が低い場合はファン風量を低減して省エネ可能

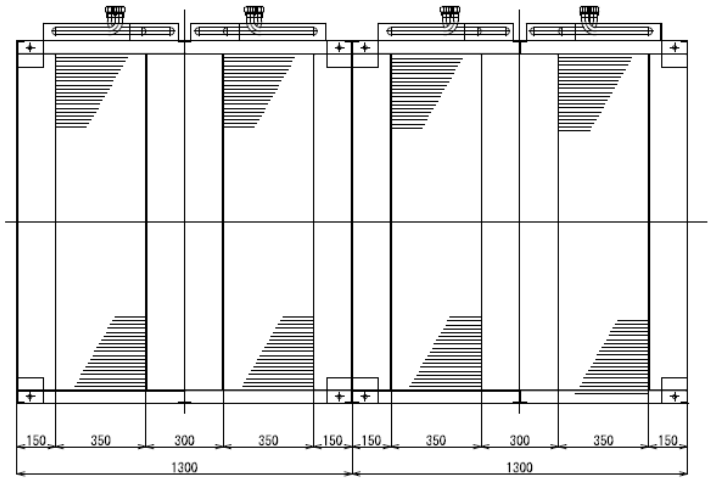


仕様

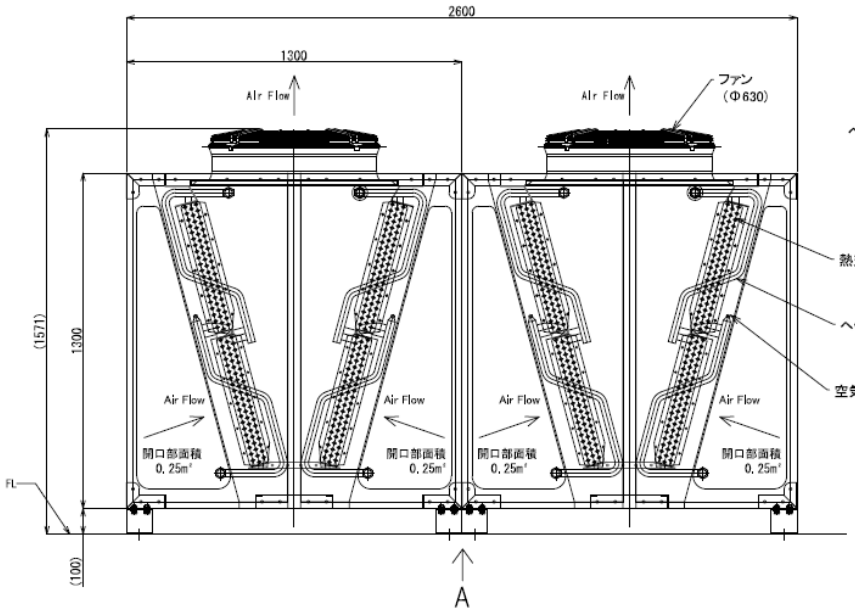
タイプ	22kWタイプ		10kWタイプ	
	高温側	低温側	高温側	低温側
流体種別	水	空気(外気)	水	空気(外気)
入口温度	45℃	35℃	45℃	35℃
出口温度	41℃	–	41.4℃	–
水流量	80L/min	–	40L/min	4,900m/h
冷却熱量	22kW		10kW	
外形寸法(mm)	W1300×D1470×H1300		W900×D1100×H850	
重量	160kg(ファン含む)		80kg(ファン含む)	
パイプ材質	Cu		Cu	
フィン材質	AL		AL	
ファン羽根径	φ630mm		φ400mm	

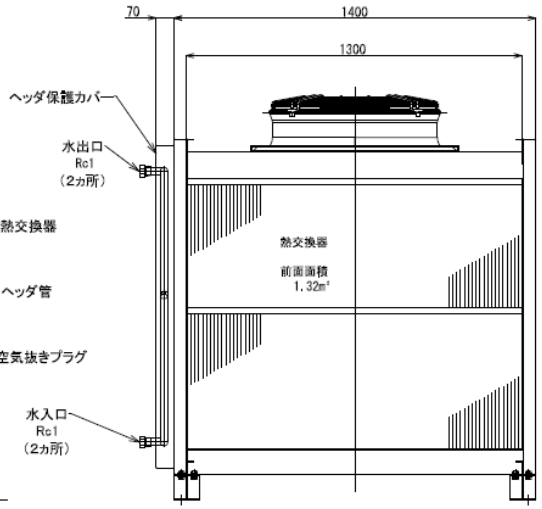
22KWドライクーラー 外形図





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

ドライクーラー　気流解析

SHINOHARA

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

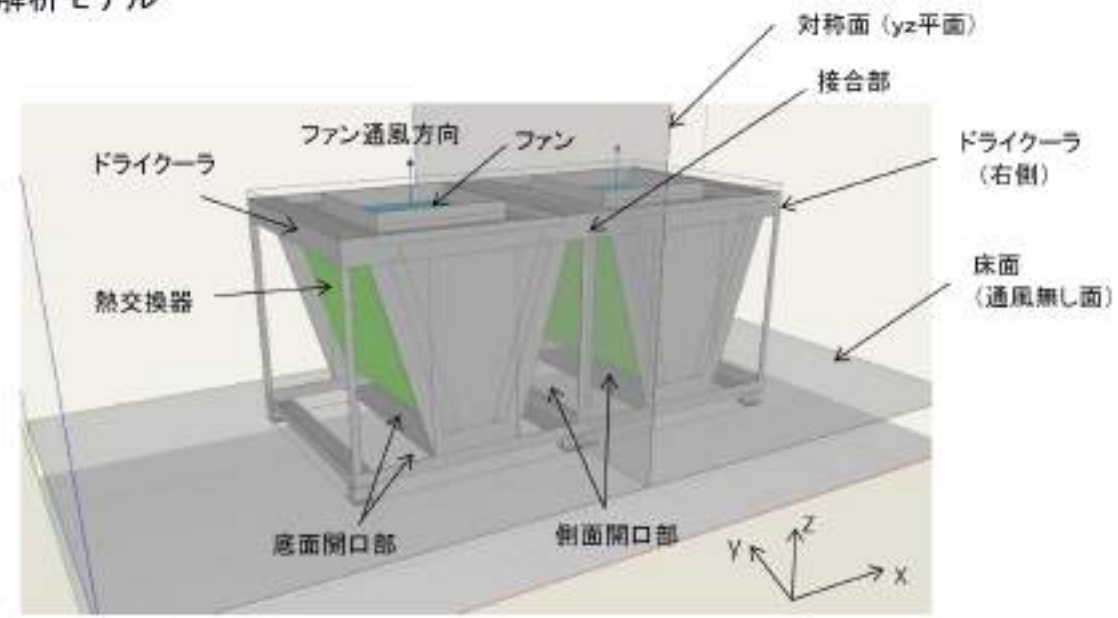
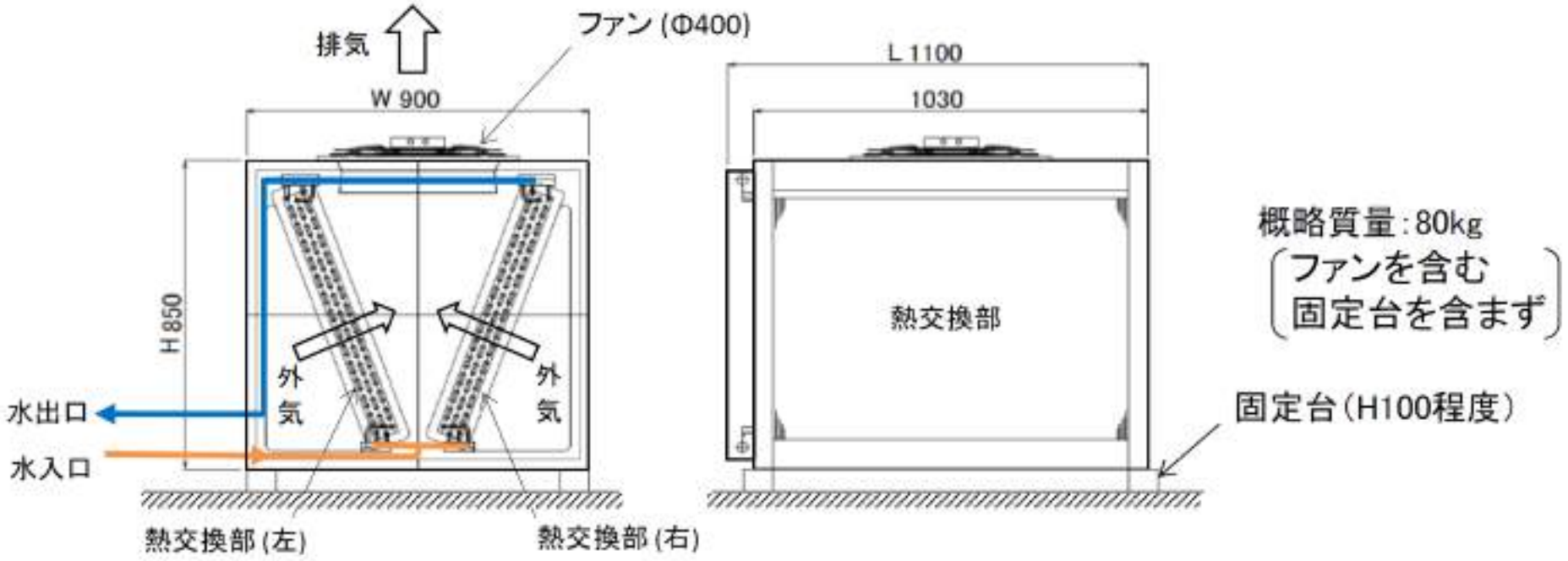


図7　ドライクーラ2台並列設置時の気流解析モデル

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。

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。

10KWドライクーラー 外形図



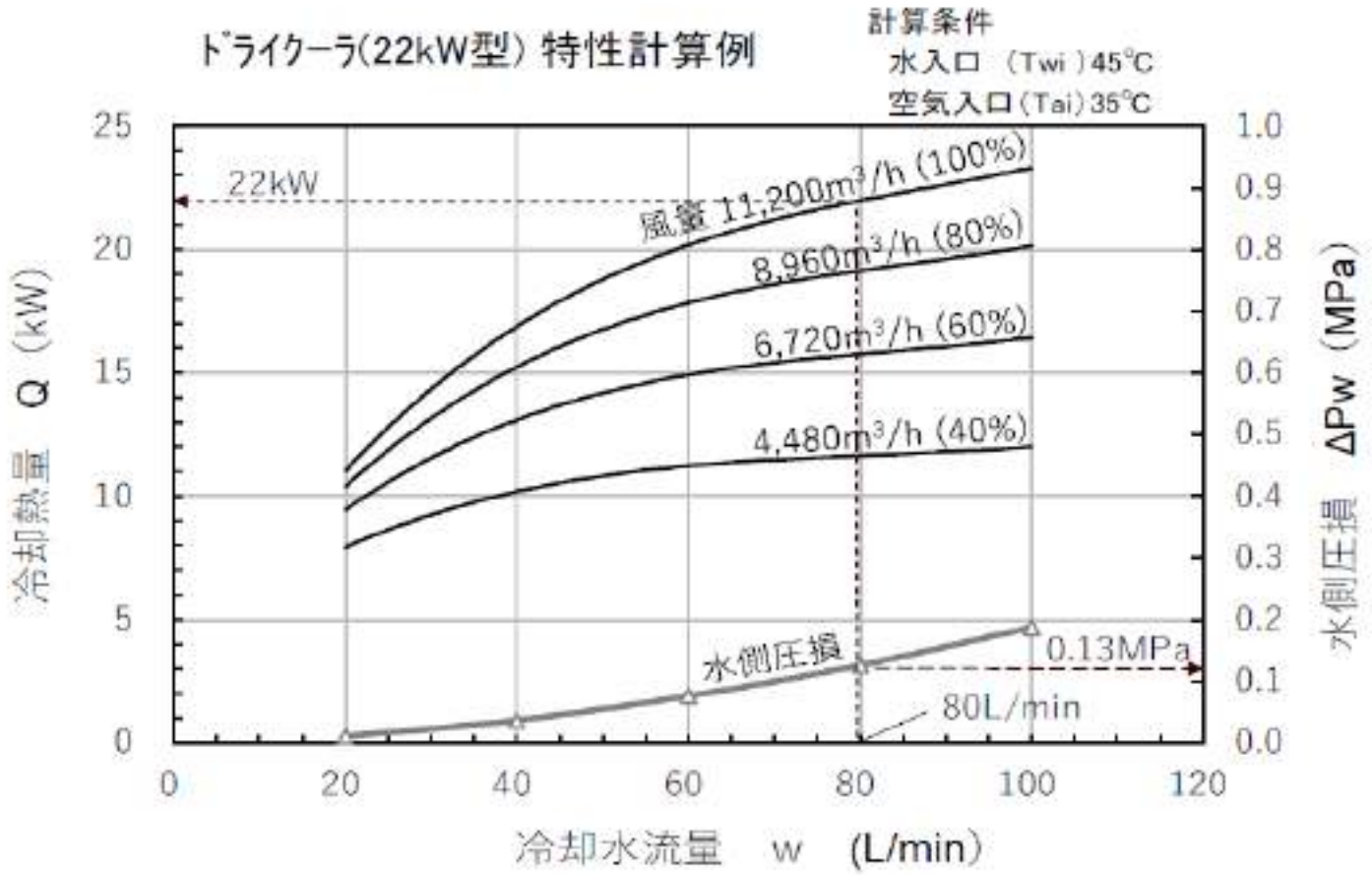
ドライクーラ（10kW用）

ドライクーラー 性能

SHINOHARA

（1）冷却ユニットの熱輸送特性計算値

水入口温度を45℃、冷却風入口温度を35℃とした場合について、
水流量と風量に対する冷却熱量ならびに冷却水圧損の計算結果を以下に示します。
図では風量11200m3/hを100%風量として示しています。

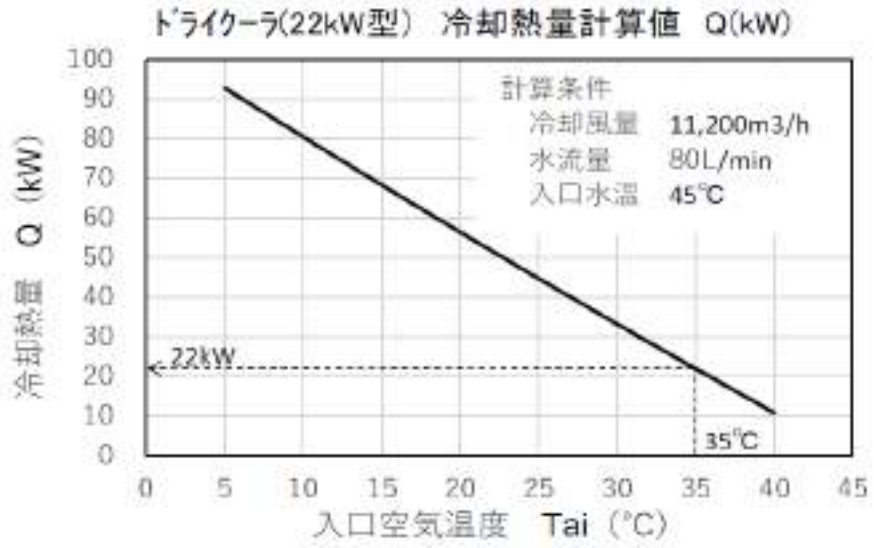


ドライクーラー 性能

SHINOHARA

(2)外気温に対する冷却性能の計算値

風量と水流量ならびに入口水温を一定とした場合について、
入口空気温度(Tai)と冷却熱量(Q)の関係を以下に示します。



常温近辺の温度範囲において、ファン風量と水流量が一定の場合は、
冷却熱量Qは入口水温(Twi)と入口空気温度(Tai)の差(ΔT=Twi-Tai)に
に比例します。

水温45℃、空気35℃、(温度差ΔT=10K)で 冷却能力 Q=22kWとして、
入口水温(Twi)と入口空気温度(Tai)が共に変化した場合の冷却熱量は
22kW×[(Twi-Tai)/10]となります。

注)上記の冷却熱量および水側温度効率の図は計算値であり、実測結果を示すものではありません。

22KWドライクーラー 製品写真(1)

10KWドライクーラー 製品写真

爽空solaの優位性

①高密度化	IT機器の高集積化	
②省スペース	サーバー室と冷却設備の小型化	サーバー室面積▲90%
③省エネルギー	温暖地でも冷却エネルギーを削減	冷却エネルギー▲90%
④コスト削減	イニシャル・ランニングの低減	
⑤排熱利用	熱を捨てずに温水として有効活用	
⑥IT機器の保護	液浸により塵埃などからIT機器を防御	
⑦運用者に優しい環境	快適な温湿度で強風や騒音のないサーバー室	
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	

爽空solaシステムと設備設計

大成建設のビジネス領域

高度なファシリティ技術

建築：躯体、内外装、地震対策
設備：給電、配管、熱交換器、ポンプ

豊富な経験に基づく独自のソリューション

多重化、バックアップ、省エネ機能、
セキュリティ対策、モジュール設計

新築 **改修**

これからの時代に求められる
信頼性・安定性・
効率性・柔軟性の高い

データセンター

爽空sola™設置によるCO2インパクト

SHINOHARA

フロリナート液浸と一般空調におけるCO2削減インパクトについて

2020/7/20

篠原電機（株）

データセンター分野では一般空調でPUE=1.4が最良値である。都内ではPUE=2～3である。
これらを液浸システムにした場合どのようにCO2が削減するか試算してみたい。

10MWクラスのデータセンターの場合 PUE=1.4　液浸の場合1　ベスト計算(フロリナートの漏れを2%/年間とする。米国OTTOと同等)

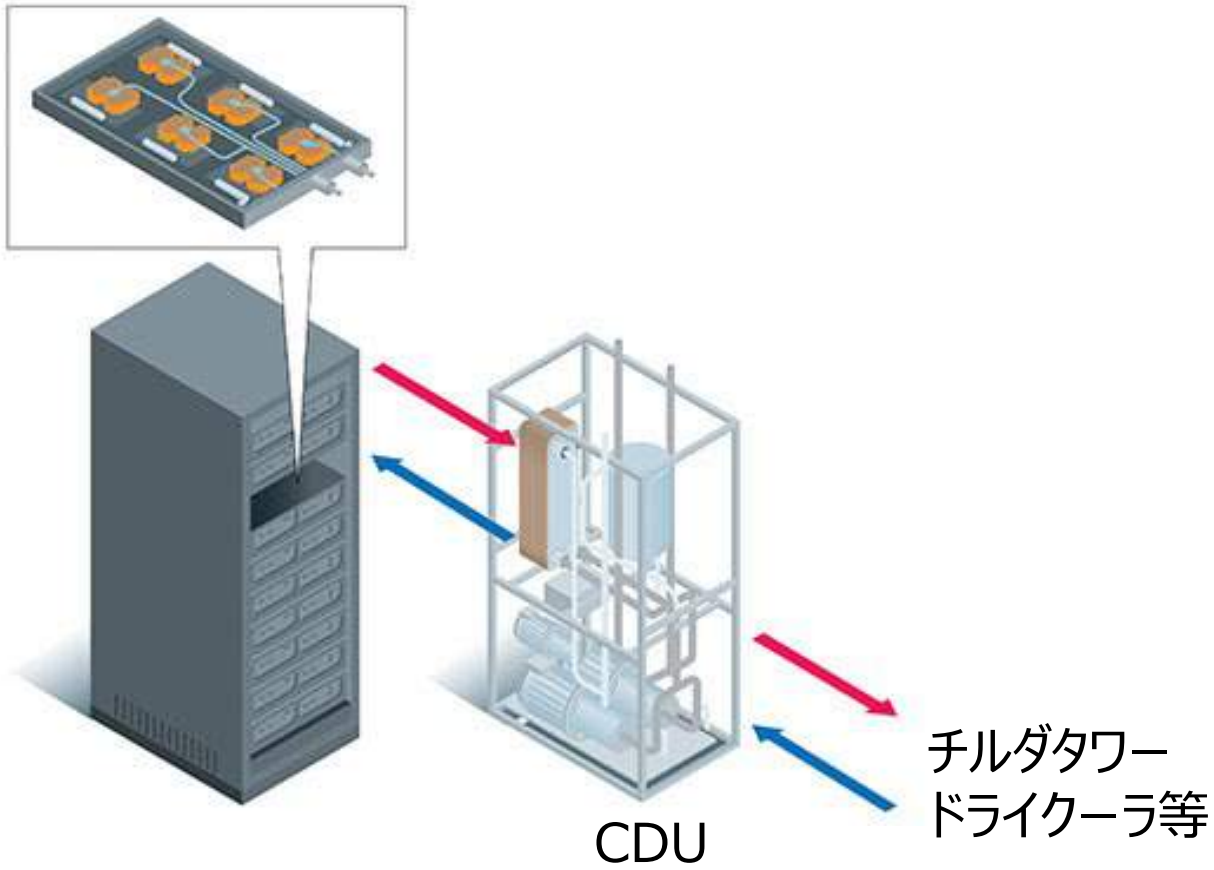
	年間空調電力量 4MW/h	液浸の場合 0MW/h	電力削減額	電力削減による空調の場合のCO2排出量 ton	電力削減による液浸の場合のCO2排出量 ton	電力削減によるCO2削減額 1MW 0.5ton 単位ton	フロリナート排出量 L/月 (200Lﾀﾝｸ200台)	総ﾌﾛﾘﾅｰﾄ排出量 L	CO2排出量 ﾌﾛﾘﾅｰﾄ1ton あたり 7400ton排出	削減率%
単位 MW/h	35,040	0	35,040	17,520	0	17,520.0	0.3	720.0	8,524.8	51
コスト計算	455,520,000	0	455,520,000	約4.5億円の電気代削減効果がある。			ﾌﾛﾘﾅｰﾄを如何に漏れないようにするかが課題 ﾒｶﾆｶﾙｼｰﾙを前提とする。年間2%漏れを前提		8,995	約半分削減ができる。
			電力コスト低減額 単位円						合計排出削減量ton	

コメント
フロリナートFC72の環境係数がCO2で1tonあたり7400tonの公式データは科学的根拠が示されておらず、しかもIPCCのGWPは毎回変動する。この値が正しいかは不明である。ただしCとFでしか構成されていないのでオゾンには影響しないのだが壊れにくい性質があるために決めているものと思われる。年間2%の漏れとしてﾒｶﾆｶﾙｼｰﾙを行うことを目標とする。ここまで抑え込むとリークテスターでもわからない可能性もある。またFC72のGWP改良型がいつ正式に発売されるかでも対策は異なると思われる。NOVECのようなO,Hがあると水が生成されてしまうので、どのような改善品かを注目しておきたい。

f[¥pys

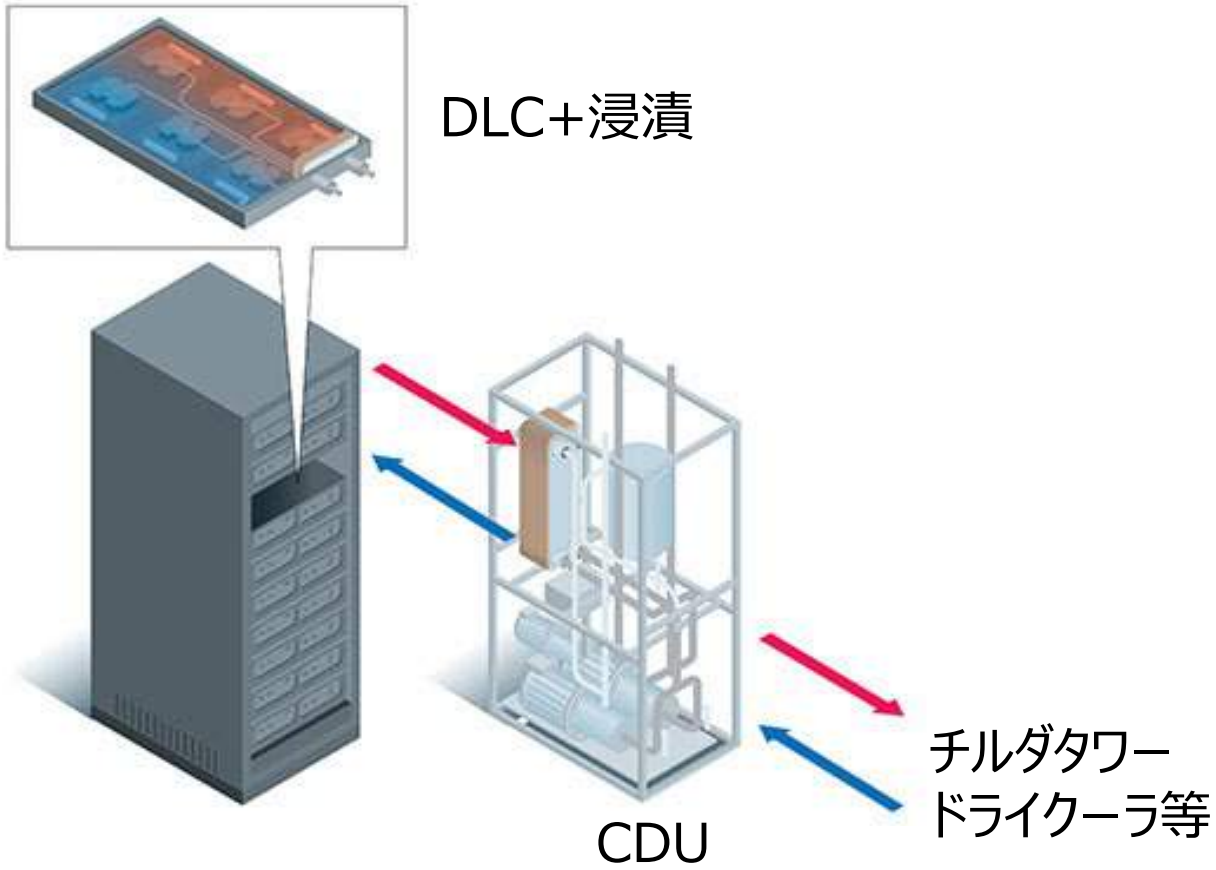
第42章　各種液浸システム

DLC冷却システム

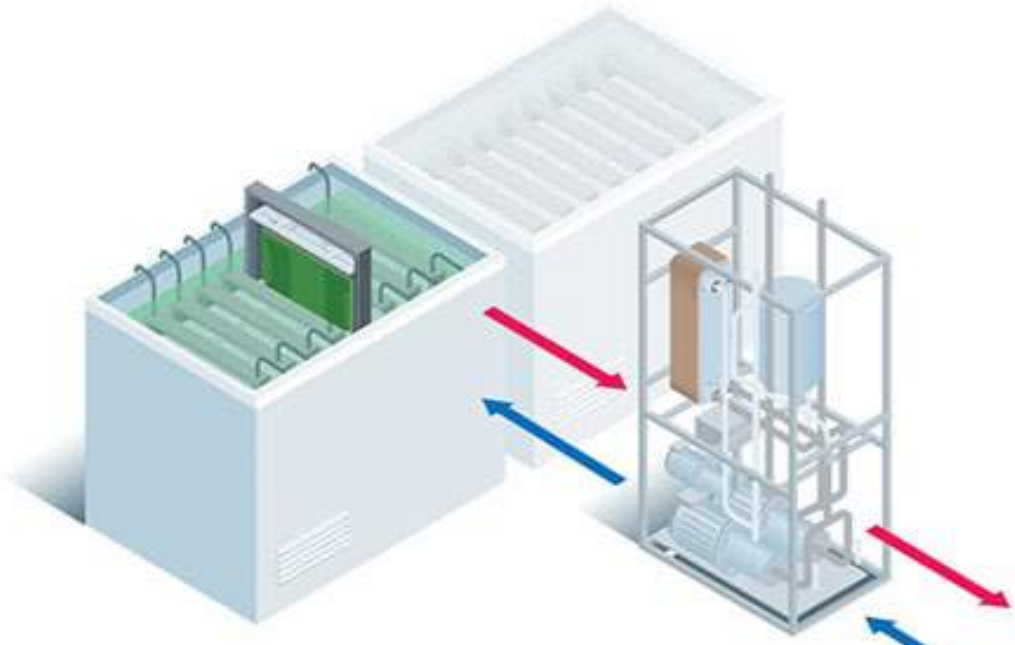


アルファラバルの資料より

DLC+水没型冷却システム



アルファラバルの資料より

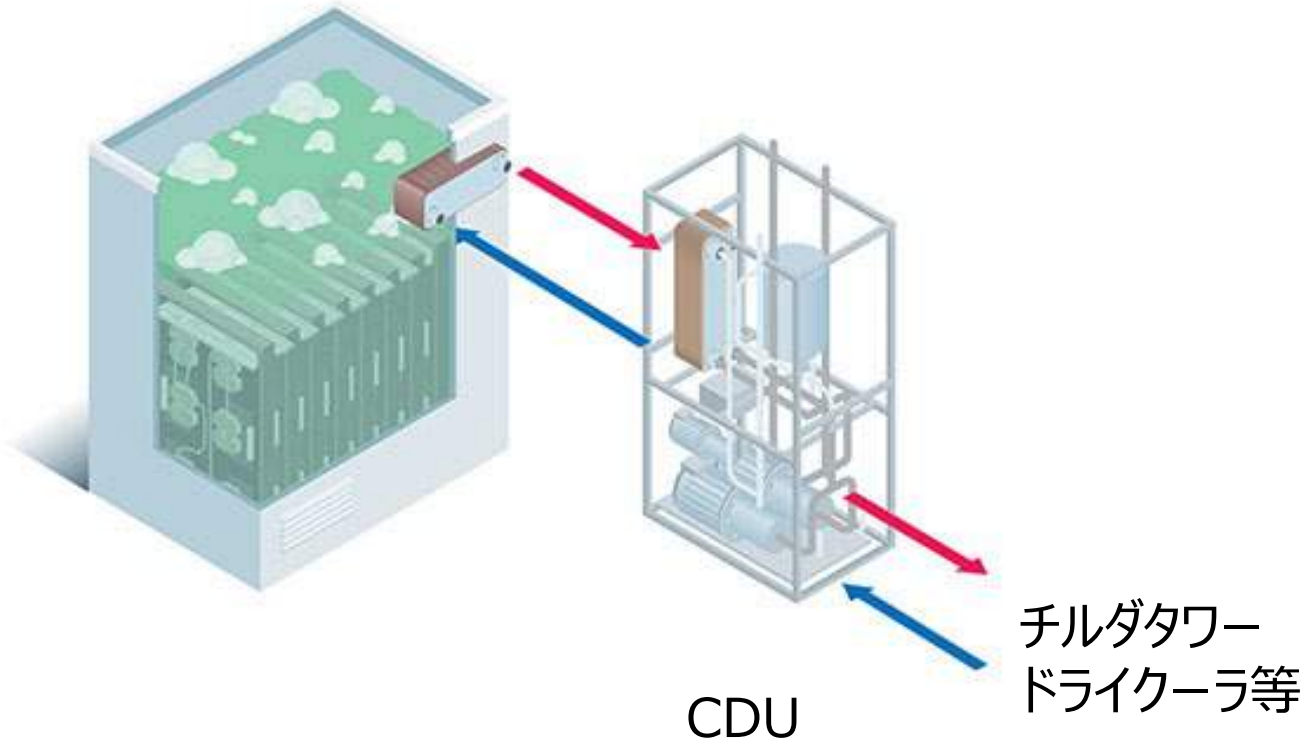


チルダタワー
ドライクーラ等

CDU

アルファラバルの資料より

冷媒による沸騰と凝縮



アルファラバルの資料より

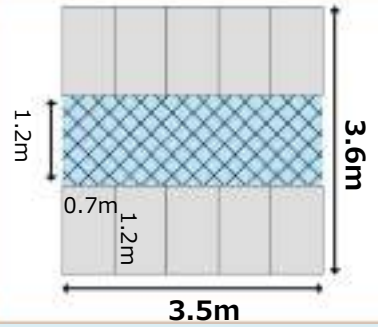
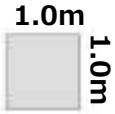
第43章　液浸システムのデータセンターへの導入

省スペース化

空気の流れを考慮したレイアウトは不要

➡ サーバー室面積を削減でき、データセンターの小型化が可能

50kWのIT電力・冷却能力を提供する場合

空気冷却	液浸冷却
5kW/ラック×10ラック	50kW/槽×1槽
	

サーバー室面積を90%削減

液浸1台で空冷10ラック分の
冷却能力

液浸はホットアイルや
コールドアイルが不要

液浸は大型の空調室内機
スペースが不要

排熱の室内放散が無く、キャッピングや二重床も不要
サーバー室の階高も縮減可能

爽空solaを実装したサーバー室

前列5台の爽空solaと後列50台の空冷ラックが同等の冷却能力

爽空sola™ オフィス設置イメージ

SHINOHARA

2phase type Advanced liquid Cooling system
液浸システム「爽空 sola」

【大成建設(株) / (株)RSI / 篠原電機(株) 共同開発】

液浸冷却とはコンピュータ機器を直接液浸槽に沈め、発熱を奪う技術です。
従来のデータセンターで一般的に使われている空冷方式と全く異なる方法となり、
本システムでは使用する冷媒として特殊冷媒を使用しています。

オフィス設置イメージ

なぜ液浸か？/ 開発経緯

高発熱時代の冷却システムとして最近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は多数の発熱体に水を回せなくなってきています。
油浸と比較し、特殊冷媒は沸騰潜熱冷却ができること、ボードのメンテナンス性が
良いことが挙げられます。CPU,GPUが多数配置されるボードではコールドプレートでは
むらなく水を回すことは難しく、この技術はスーパーコンピューターをはじめ、AIや
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。

【特長】

- サーバを浸漬して冷却を行う。【冷却能力】50kW以上/システム
- データセンターの敷地面積を大幅に削減　・省エネ効果による電気代の大幅削減
- 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
- 1phaseでは高沸点の特殊冷媒を外部に引き出して熱移送し、チラーで冷却して
  戻す必要があるが、2phaseは低沸点のため、気化した特殊冷媒を凝縮器にて
  槽内で液体に戻すことができる。凝縮器は水を用いてドライクーラーにて
  チラーレス冷却できる。

RSI 篠原電機株式会社

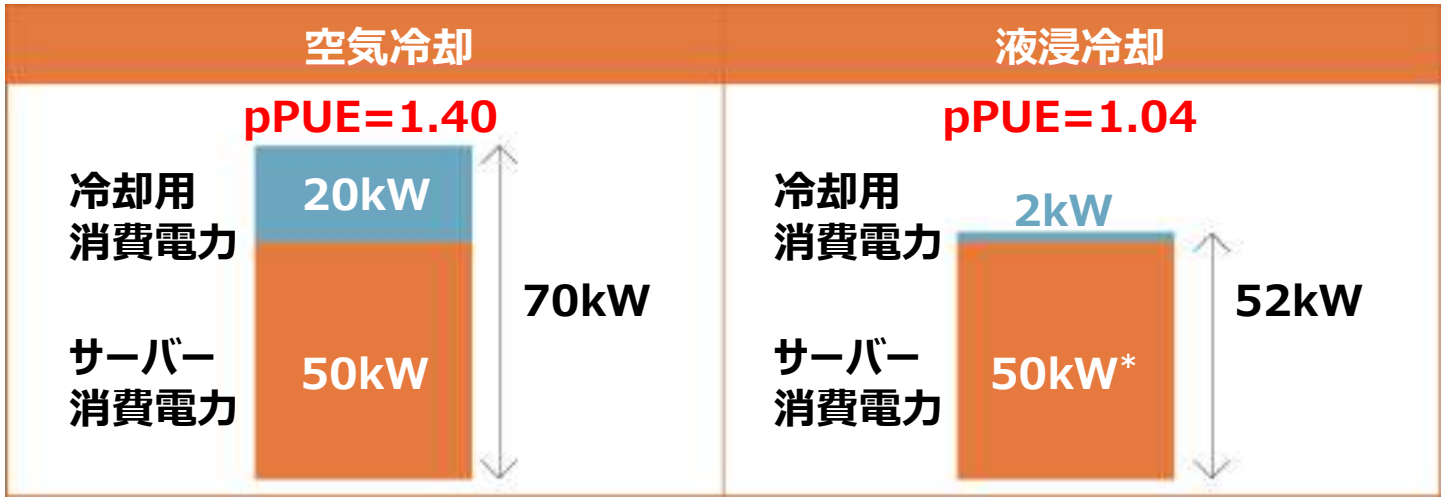
Shinohara Confidential

運用コストの低減

- 総電力消費量

  空冷方式と比較して冷却エネルギーを大幅に削減

冷却エネルギーを90%削減



$$pPUE = \frac{\text{サーバー電力} + \text{冷却電力}}{\text{サーバー電力}}$$

*実際にはサーバーのファンも不要となり、
サーバー本体の電力消費量も低減する

- メンテナンスコスト

  湿気や塵埃、腐食性有害物質の悪影響を避けられ、
  サーバーの故障率低減、長寿命化を実現

サーバー冷却用の室内空調のほか、サーバーファンも停止

・騒音が発生しない
・快適な温湿度を維持
・強風も発生しない

運用者の労働環境を改善

爽空sola™による排熱

空冷方式による排熱＝30～40℃の気体

搬送・再利用が困難

爽空sola™による排熱＝35～45℃の温水

さまざまな用途に利用可能

エッジコンピューティング

レイテンシーを許容できないサービスや内部完結型の情報処理にはエッジコンピューティングが有効
省スペース、低騒音の爽空solaにより設置場所の自由度が向上

工場

オフィス

基地局

eスポーツ

医療施設

自動運転

Shinohara Confidential

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** サーバ室面積▲90%
（サーバ室と冷却設備の小型化）

③ **省エネルギー** 冷却エネルギー▲90% PUE=1.03以下
（温暖地でも冷却エネルギーを削減）

④ **コスト削減**
（イニシャル・ランニングの低減）

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機器を防御）

⑦ **運用者に優しい環境**
（快適な温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）

第44章　液浸システムの廃熱利用

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

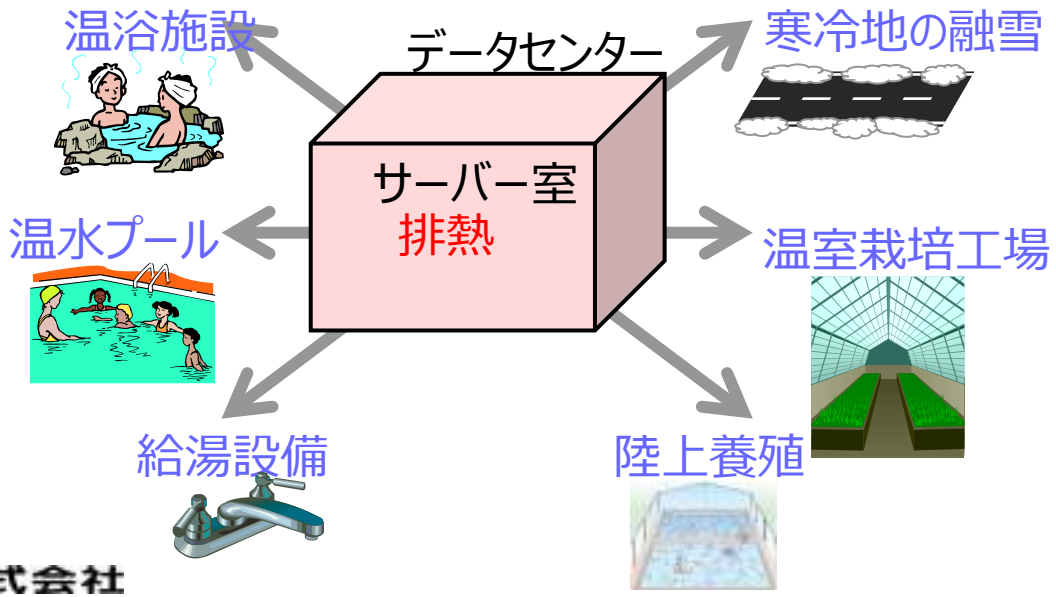
【リキッドクーリングや液浸冷却】

排熱が35～45℃の温水

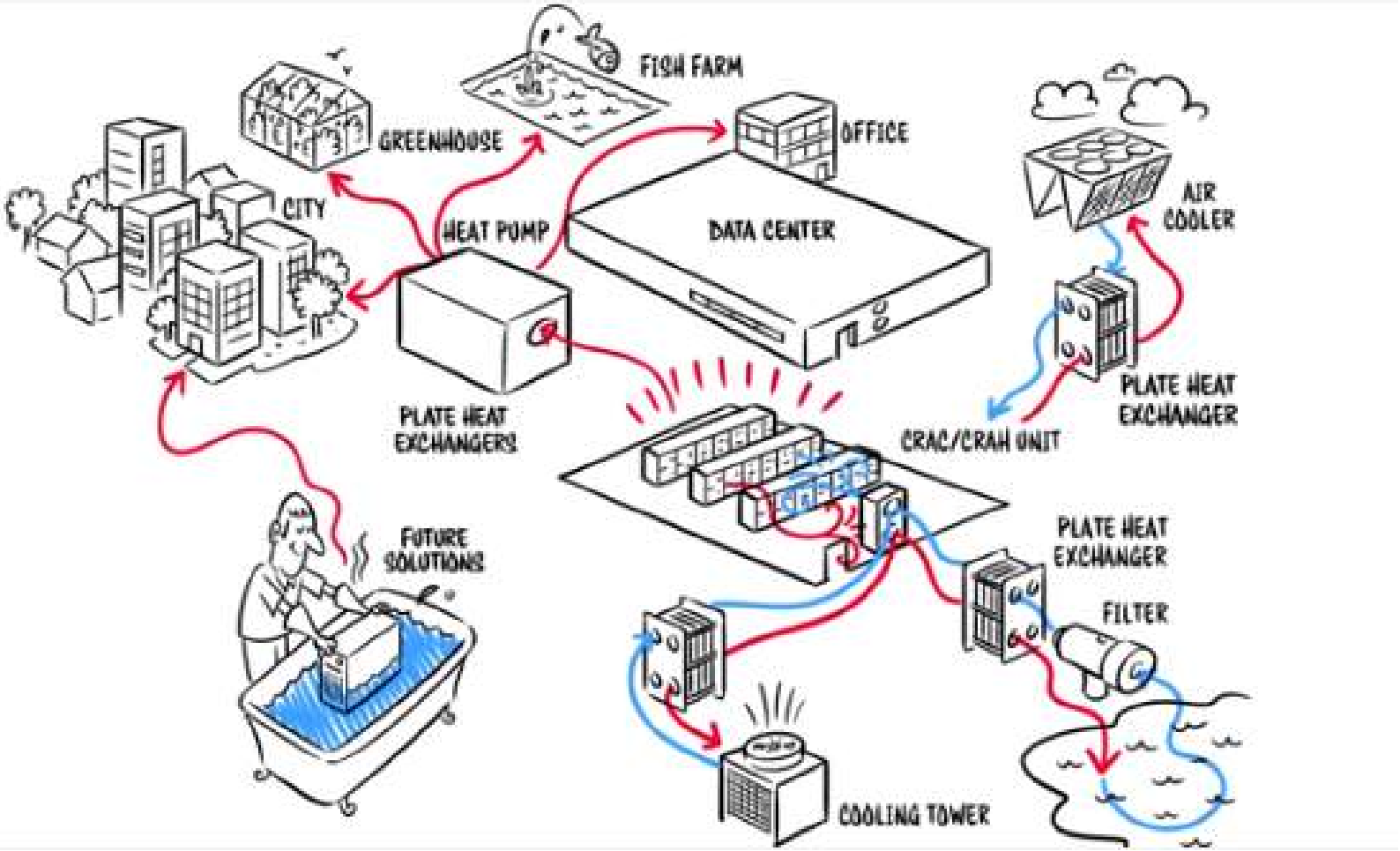
→熱の収容体としての容積が小さい

→熱が液中蓄積される

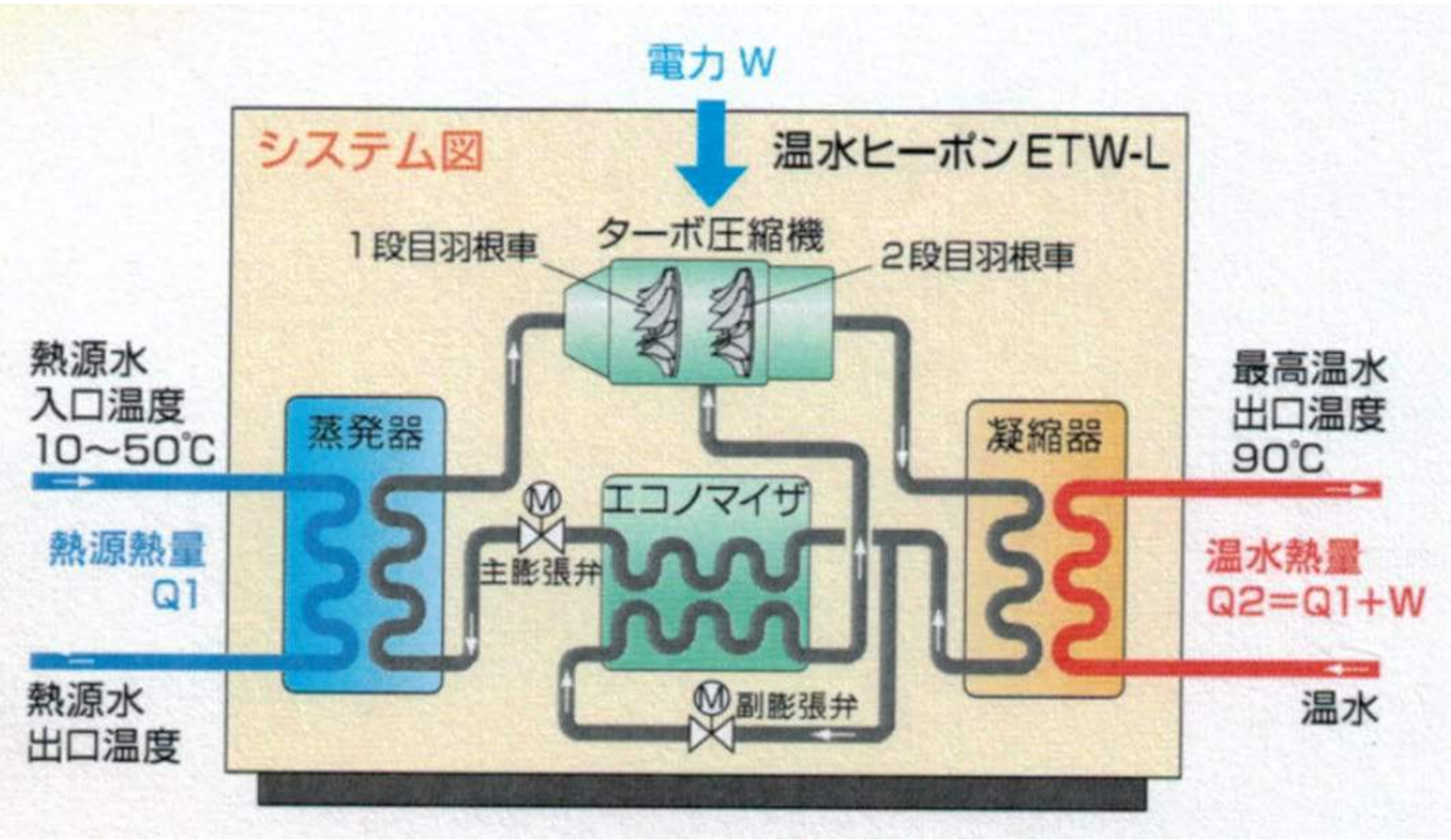
→搬送が容易



省エネと排熱利用システム



データセンターの将来像のイメージ動画についても、以下Webサイトよりご確認いただけますので、ご参照ください。
・データセンターの冷却
https://www.alfalaval.jp/industries/hvac/data-center-cooling/


電力 W
システム図
温水ヒーポンETW-L
ターボ圧縮機
1段目羽根車
2段目羽根車
熱源水
入口温度
10~50℃
蒸発器
エコノマイザ
凝縮器
最高温水
出口温度
90℃
熱源熱量
Q1
主膨張弁
温水熱量
Q2=Q1+W
熱源水
出口温度
副膨張弁
温水

MHI資料より

MHI冷熱製 ヒートポンプ「Q-ton」

三菱重工

圧倒的な高性能、高効率

High Performance

-25℃ → 90℃
極寒でも　熱湯給湯

-7℃ → 100%
寒くても　能力低下なし

Ecology
年間加熱効率：
4.0!
ボイラーより高効率！

自然冷媒CO_2ヒートポンプ給湯機
Air to Water
30kW ～ 480kW（業務用）
キュートン　ESA301-5
ESA301-25

能力温度対応
・能力：30キロワット～480キロワット
・出口温度：60℃～90℃
・熱源温度：-25℃～43℃

MHI資料より

SHINOHARA

MHI冷熱製 ヒートポンプ「Q-ton」＆「Q-ton Circulation」

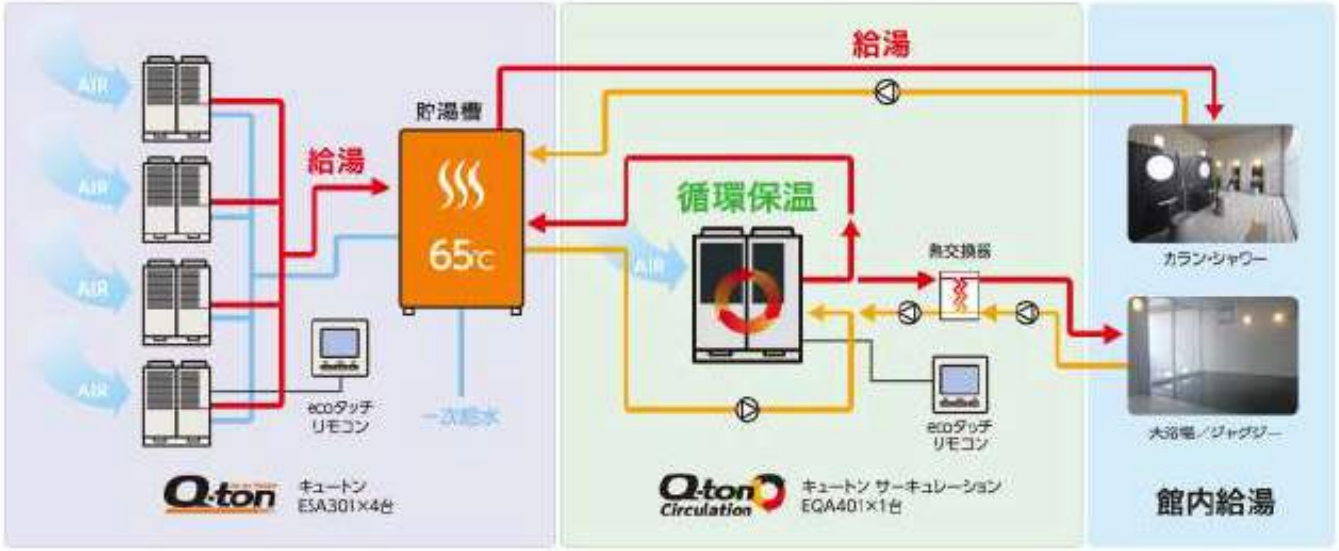
三菱重工

業務用エコキュート(Q-ton)との組み合わせによる活用

Q-tonのお湯を貯湯槽(タンク)に貯め、
Q-ton Circulationで大浴場と貯湯槽のお湯を循環保温

Q-ton × Q-ton Circulation

Q-tonシリーズの組み合わせの事例。給湯用途と加温・保温用途を分担することで、さらに効率的に利用することが可能になります。



MHI資料より

（MHIグループ） 熱回収用 熱交 & 温水供給/発電システム

- 100kW, 50kW, 10kW 級
- 外径 Φ350, 高さ350mm（10kW級）
- 重量　30kg (水を除く)

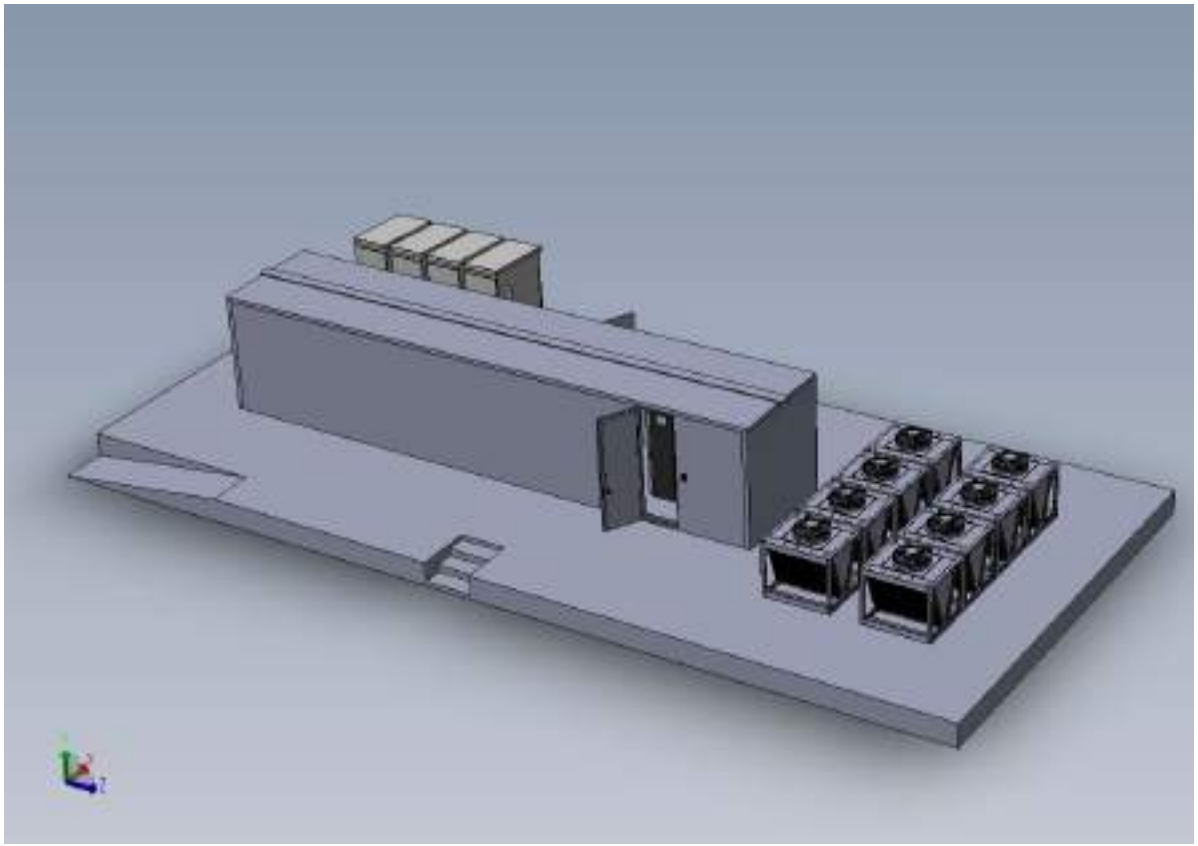
- 新設計　水-水　熱交換器

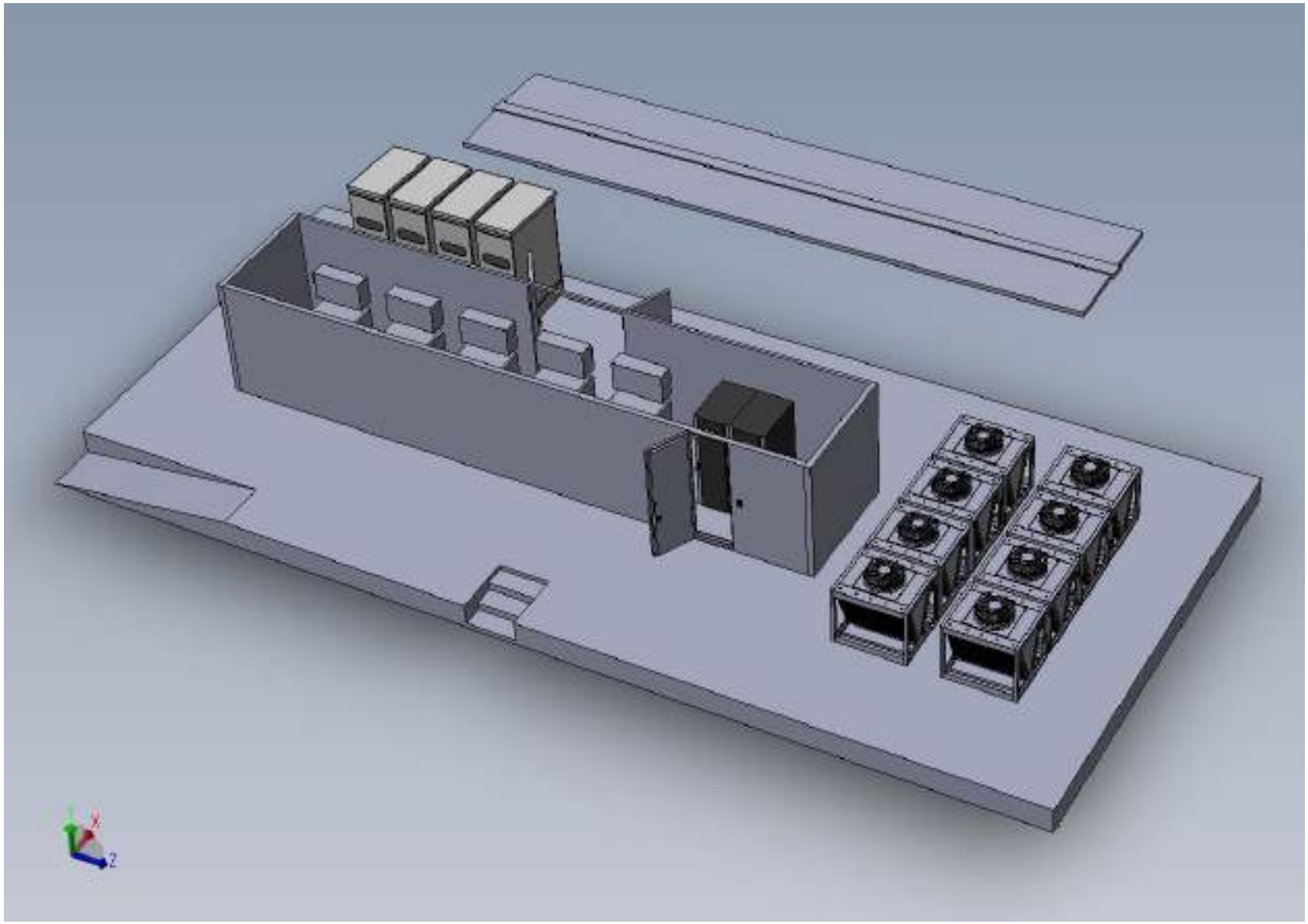
三菱重工マシンマシナリ（株）
オーガニックランキンサイクル発電システム（計画）

三菱重工冷熱（株）
排熱回収温水ヒートポンプ

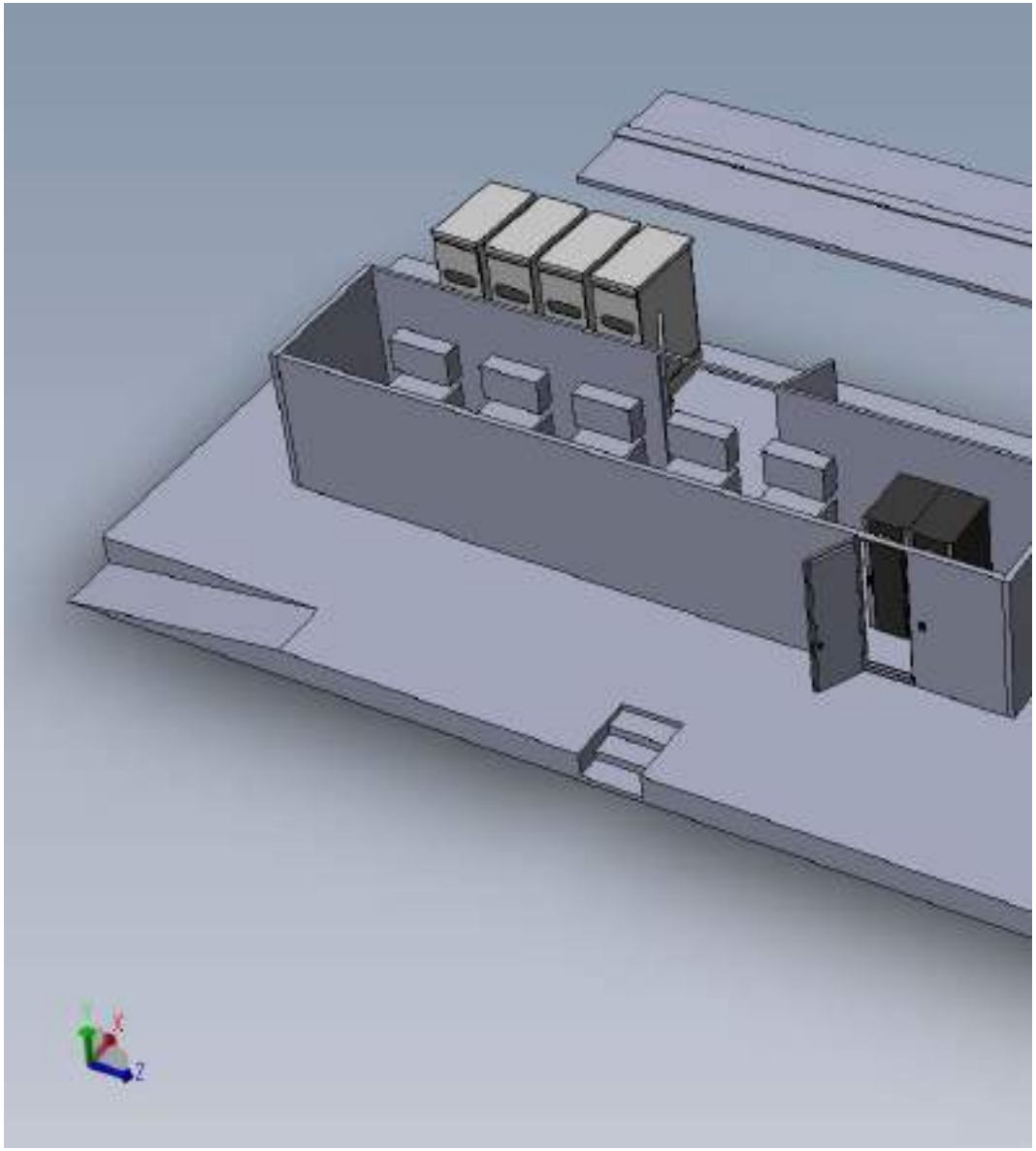
第45章　液浸システムコンテナ

2フェーズ液浸　沸騰タイプをコンテナに5台　装着
50kW ×5=250kWクラスとなる。
ドライクーラは22kWクラスを8台屋外に設置、ドライクーラの容量は176kWである。5月～10月ぐらいは日中は不足することが考えられるが、不足分はサージタンクの投げ込み式チラーを装着してカバーすることでコストダウンと夏場の40℃近い場合の冷却をカバーする。





液浸システムの将来像



コンテナ内に冷却システムもすべて収納して1パッケージのモジュールコンテナデータセンターを工場生産して、設置するだけのものが必要となるであろう。

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

第46章　デスクトップ液浸システム

デスクトップ型二相沸騰冷却システムの紹介と今後の発展について

液体による冷却は応用範囲の広い冷却方式である。コールドプレート方式からリアドア空調やROW空調、油浸冷却、一相液浸、二相沸騰冷却と応用範囲が広い。ここで言えることは熱移送に水が中心となりつつあることである。水の熱移送能力はとても高く空気と比較すると300倍近くある。

図1に各種冷却システムの熱伝達係数比較を示す。水は熱密度も高くできるので、将来の排熱利用にもつながるものである。これらの冷却システムは一般にはサーバ冷却分野、データセンター分野への導入を中心に実現化を進められてきた。今後も脱炭素・カーボンニュートラルとして更なる技術開発が進められていくと思われる。一方でクライアント側の技術進歩もさらに必要とされる時代に来ている。DXトランスフォーメーションを進めていくにはデータセンターだけではなくクライアント側のコンピュータの進化もさらに必要となる。また、スマートフォンもまだまだ進化が必要となるであろう。かつて人類は火を手に入れ、道具を作り進化してきた。そしてスマートフォンはその中の知能の延長にある素晴らしい道具といえよう。単に通話ができる道具から再定義し、様々な機能を獲得してきた。また仕事やクリエイティブなことを行うパーソナルコンピュータもキャラクターベースからアイコンを主体とした画面で仕事ができるようになった。しかしながら人類が生きているこの空間上での活動から見れば限定された二次元である。音楽はやっと空間音響になり劇的に進化したが、未だパーソナルなコンピュータは二次元平面上にあり、これを三次元空間上にて仕事やゲームやクリエイティブなことができる環境が求められている。それらの片りんとしてメタバースと呼ばれたり、WEB3.0であったりNFTや通貨のグローバリズムとしてのブロックチェーン・マイニングがあると思われる。まだまだ賛否があり、どのように進化していくか、正確な予測は大変難しいが、未来に対する要求にどのように形作られていくか大変興味深い。そのような社会のDXトランスフォーメーションの要求にこたえていくには、ネットワークのさらなる進化とコンピュータの進化が必要である。8Kの映像は位相がしっかりしているために三次元表示が可能であり、そのような技術で空間表現して実空間の拡張をしようとするとより一層にコンピュータリソースが必要である。そのことはデータセンターのクラウド、エッジ、MECの関係と合わせてクライアント側の進化が必須となる。現在のパーソナルコンピュータはチップの配線ルールは４nmまで実現してきているが、今後さらに0.8nmクラスまで行くとともに三次元化が進んでいくと考えられる。このような進化は、現在の低発熱の技術だけでは追いつかない程の高発熱となってきている。また配線ルールが小さくなることは宇宙線、中性子線にさらされることになる。これに対する防護も必要となるであろう。このようなパーソナルコンピュータの世界もさらなるブレークスルーを要求されることになる。

デスクトップ型二相沸騰冷却システムの紹介と液浸の今後の展望

SHINOHARA

二相沸騰冷却システム(2PIC)を開発していく中で、この技術を広く伝えたいと考えデスクトップ液浸システムを開発してきた。

この開発でパーソナルコンピュータのさらなる進化の技術の一つとして「二相沸騰液浸システムも必要とされている」との考えに至った。

二相沸騰液浸システムは沸騰による劇的な熱伝達率の向上が見込める、それはデータセンターにおけるPPUE＝1.02を実現できる手段となるが、一方クライアント側ではパーソナルコンピュータの世界でさらに進化するチップの冷却に大きく貢献する技術となる。冷媒の沸点でチップの温度を固定化ができどのような環境でも安定して稼働できる優れた技術はパーソナルなコンピュータでも必要とされると考えています。リアル、メタバース空間の実現やクライアント側での生成AI機能の実現等に注目していきたい。データセンターのクラウド、エッジ、MECの脱炭素・カーボンニュートラルの推進は社会的な使命である。

現在の二相沸騰冷却はサーバのファンを全部取り払ったエネルギーより低いエネルギーで冷却できるところまで来ている。そしてさらに低消費化を進めるためには、サーバそのもののエネルギーを低減する必要がある。空調のエネルギーを無くしても依然としてサーバのエネルギーを外部に放出しなければならない。サーバを一番低消費で稼働させる技術としてクラスター技術、コンテナ化やKubernetes技術を活用することで、無駄なサーバ稼働をシャットダウンや最適稼働を追求していくことが可能である。これと合わせて優れた冷却技術、空調制御技術が必要である。ソフトウエア技術とファシリティー技術を融合することでこれまで成しえなかった省エネルギー化を実現していくことが出来ると考えます。

二相沸騰冷却システムの今後の発展について

パーソナルコンピュータもこれらと同期して来るべき実空間の拡張を実現することで初めてDXトランスフォーメーションの実現ができると考えている。DXトランスフォーメーションがどのような形が望まれているかは具体的に示すのは難しいと思いますが、IOT技術を用いて、社会インフラを発展させて、働く時間を減らすことや、地方分散が可能な環境づくり、工場の稼働をできるだけ少ない人数で効率よく運営できる環境、物流システムの改善や自動運転の進展で誰もが安全に移動できることなど考えられます。これはドイツで盛んに言われている第四次産業革命と通じるものがあります。その一つとしてドイツの総合電機大手シーメンスは６月29 日、米国の半導体大手エヌビディアと、産業向けメタバース構築に向けて提携すると発表しました。物理空間の情報をほぼリアルタイムでデジタル空間に再現する「デジタルツイン」の利用を拡大し、製造業におけるオートメーション化を促進するとのこと。働き方改革や地方分散が叫ばれる中でネットワークの強化と合わせてデータセンターの省エネの推進とパーソナルコンピュータの進化が必要。CPU・GPU・メモリ・POLはさらに高発熱となり、TDP＝600W時代に入ってきています。NVIDIA RTX 4090 Tiの消費電力は600～700Wもある。もはや空冷では大変難しい時代となってきています。そしてさらに高クロック5GHz以上にもなってきています。また配線ルールもさらに進化していきます。これらの時代に、二相沸騰冷却もまだまだ課題を乗り越えていくことが必要です。冷媒の改良、保守メンテナンスの改良、ドライクーラの進化など多くの課題があります。これらを一つ一つ乗り越えていく必要があります。一企業では乗り越えていくのは難しいかもしれません。多くの賛同と支援を得てさらなる実用化を行い、そして誰もがスーパーコンピュータを使える時代にその一つの技術として二相沸騰液浸技術も力になればと願ってやみません。次ページに現在のデスクトップ液浸システムの概略仕様等をあげておきます。参考になれば幸いです。

デスクトップ液浸装置の紹介

YouTubeで再

https://youtu.be/-0GAPr60zKU

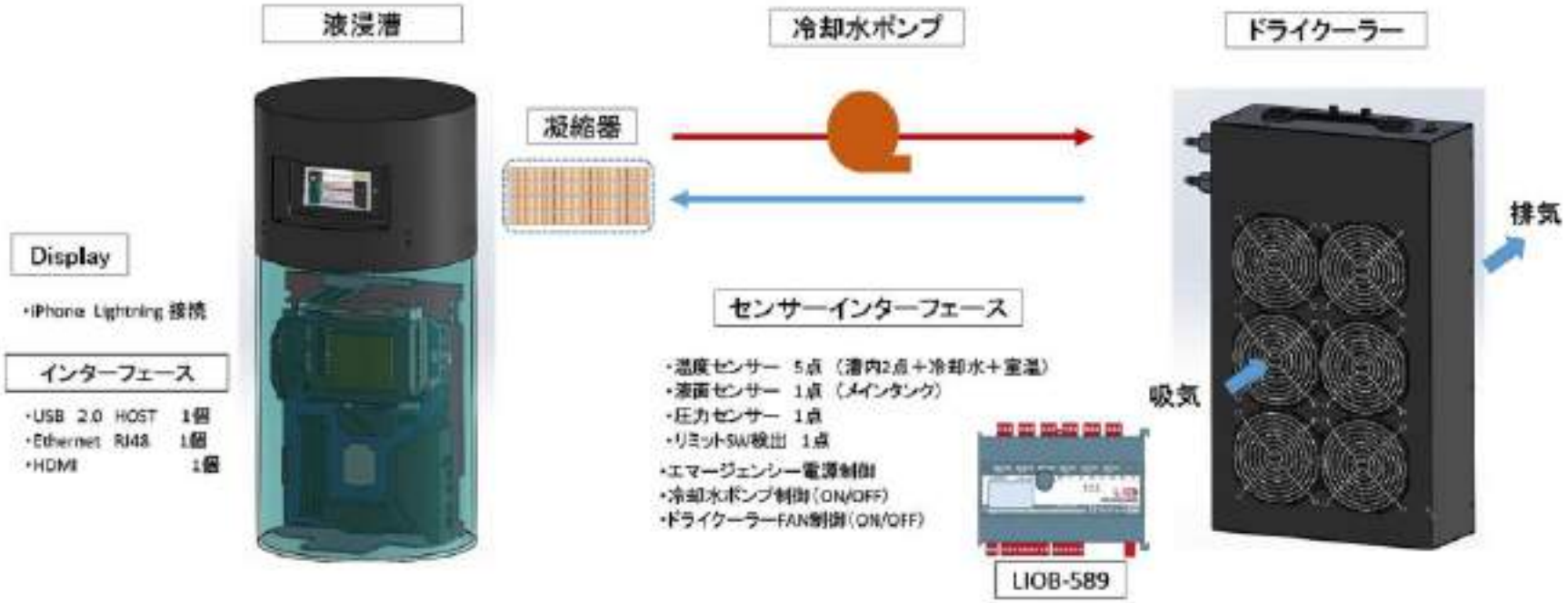
https://youtu.be/tTStzHSyfkg

Shinohara Confidential

デスクトップ液浸装置　設置イメージ

デスクトップ二相沸騰冷却液浸システム設置イメージ

設置イメージ



デスクトップ二相沸騰冷却液浸システム　制御システム

項目	仕様	コメント
冷却方式	Two-Phase Liquid Immersion Cooling System 二相沸騰冷却液浸システム	凝縮器　フィンチューブ
搭載マザーボード	ATX 汎用マザーボード	汎用ATX-M/Bは自由に選択可能
搭載CPU	INTEL 第十世代i9-13900K	
搭載GPU	NVIDIA RTX3060/4060	
冷却能力	500W 級	
OS	WINDOWS10/11またはubuntu	
冷媒	低沸点フッ素系不活性液体	
外形寸法　本体 ドライクーラ	径　300mm　H　650mm W340mm D145mm H520mm	K/B,Mouse,Moniterは除く
定格電圧・電力	AC100V 単相　　1 kW以下	
重量	70Kg以下　　ドライクーラ含む	
ドライクーラ	ラジエター形式	
電力効率	P_{PUE}=1.06程度	条件により変動

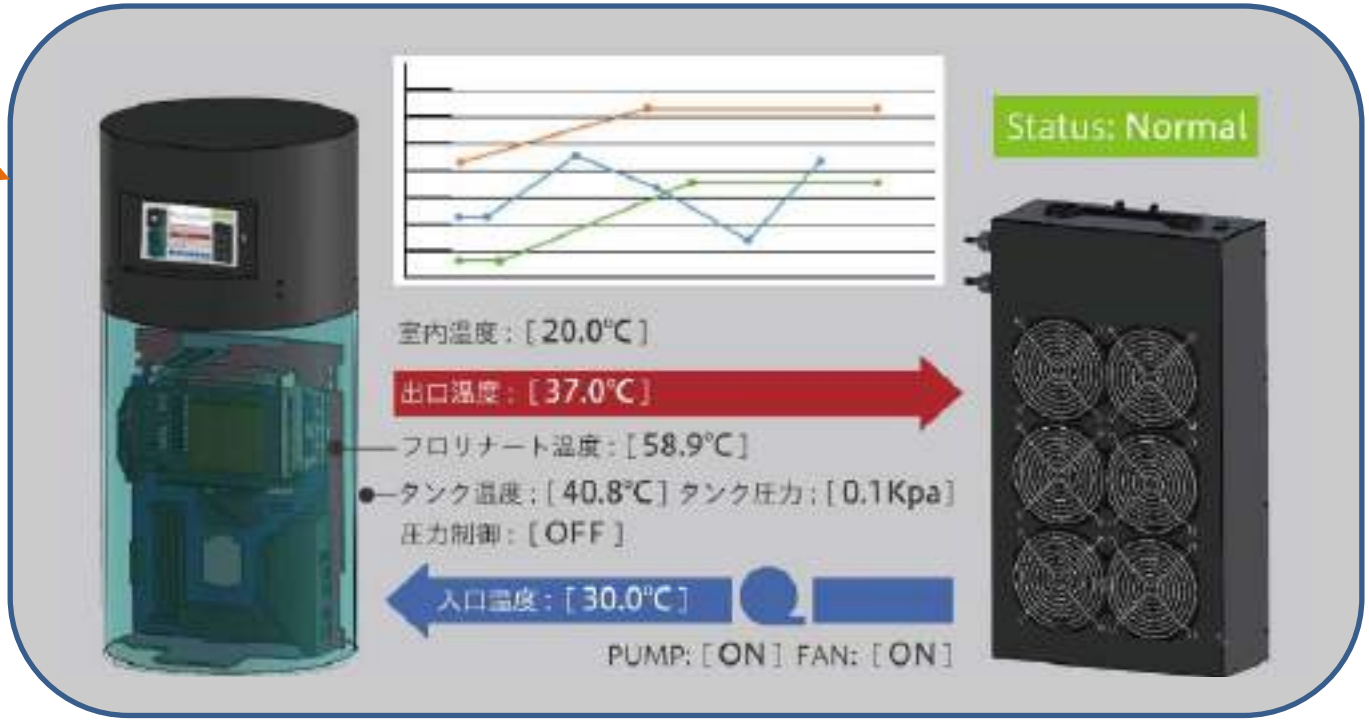
モニター　画面

下記の画面を LWEB で作成する。

・各部の温度表示　・タンク圧力表示　・圧力制御(バルブ解放)　・ポンプ状態
・FAN　状態

・温度推移グラフ　(1 分単位で更新)　室温、フロリナート温度、タンク温度、入口温度を表示

モニタ画面



CINEBENCH
R23
CPU
FurMark
GPU Stress Test
OpenGL Benchmark
HUAWEI

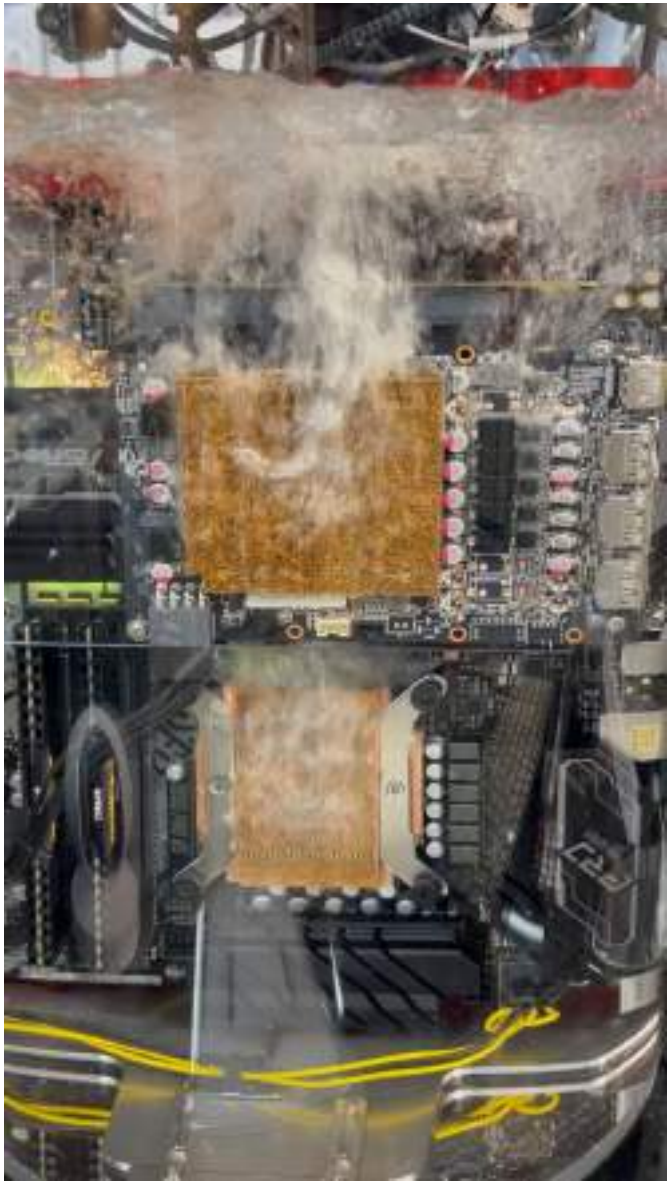
大型沸騰促進用ロータス金属装着

膜沸騰を行うためには大きな沸騰促進プレート、ロータスを装着する必要があります。核沸騰になると対流熱伝達率を悪化します。

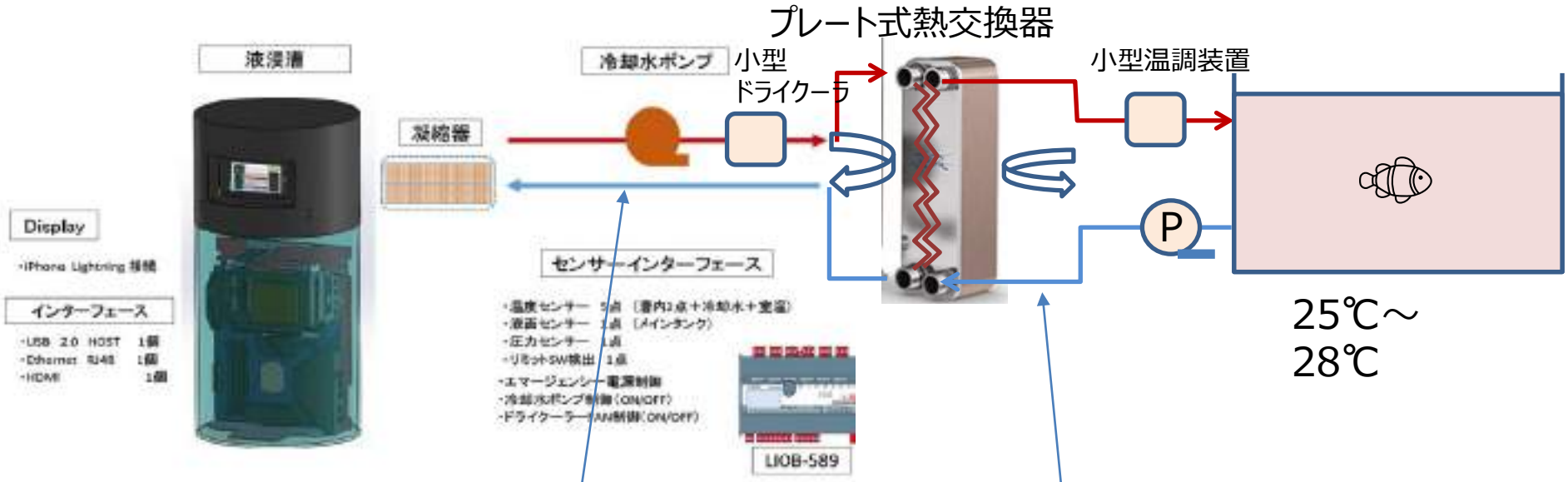
二相沸騰冷却の沸騰の様子

沸点56℃を越えて
58℃に達しているために
猛烈に沸騰している。
シネベンチR23で最大負荷となっている。
OC 4.2GHzレベル一時的には
5.0GHzを越える。

コンピュータ全体では
約600Wであるが、沸点に達している。
通常の使い方でこのような負荷にはならないと考えている。



温水の活用システム案　養殖に向けた提案展示



デスクトップ液浸から出た温水をプレート式熱交換器を通して、水槽側の水と熱交換する。
2リッター/分

ラジエターの代わりに水槽を入れて約30℃の水を循環して、水槽で少し冷却されてプレート式熱交換器に戻る。

本システムは原理システムであり、必要によりバックアップとしてラジエターの付加や水槽側の補助ヒータを設けることも考える。

第47章　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。

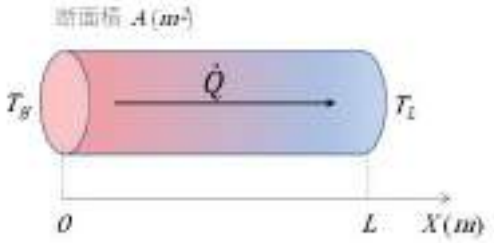
伝熱の基礎

データセンターの空調を考えるときに、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。
★熱り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=λ･A･(T1-T2)/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



各種材料の熱伝導率

物質の熱伝導率λ ［W／m・K］

物質	温度［℃］	熱伝導熱
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

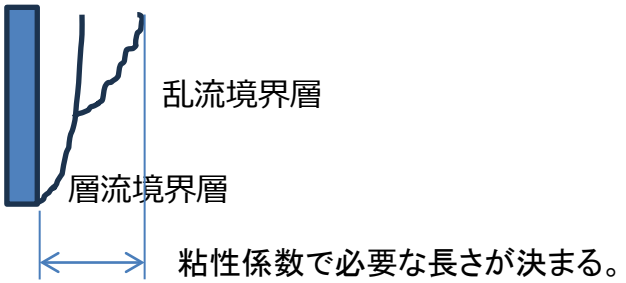
対流熱伝達率

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。

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=α・A・(T1-T2) またはQ=α・A・Δtで表される。

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　α:比例乗数　Kcal/m^2・h・℃

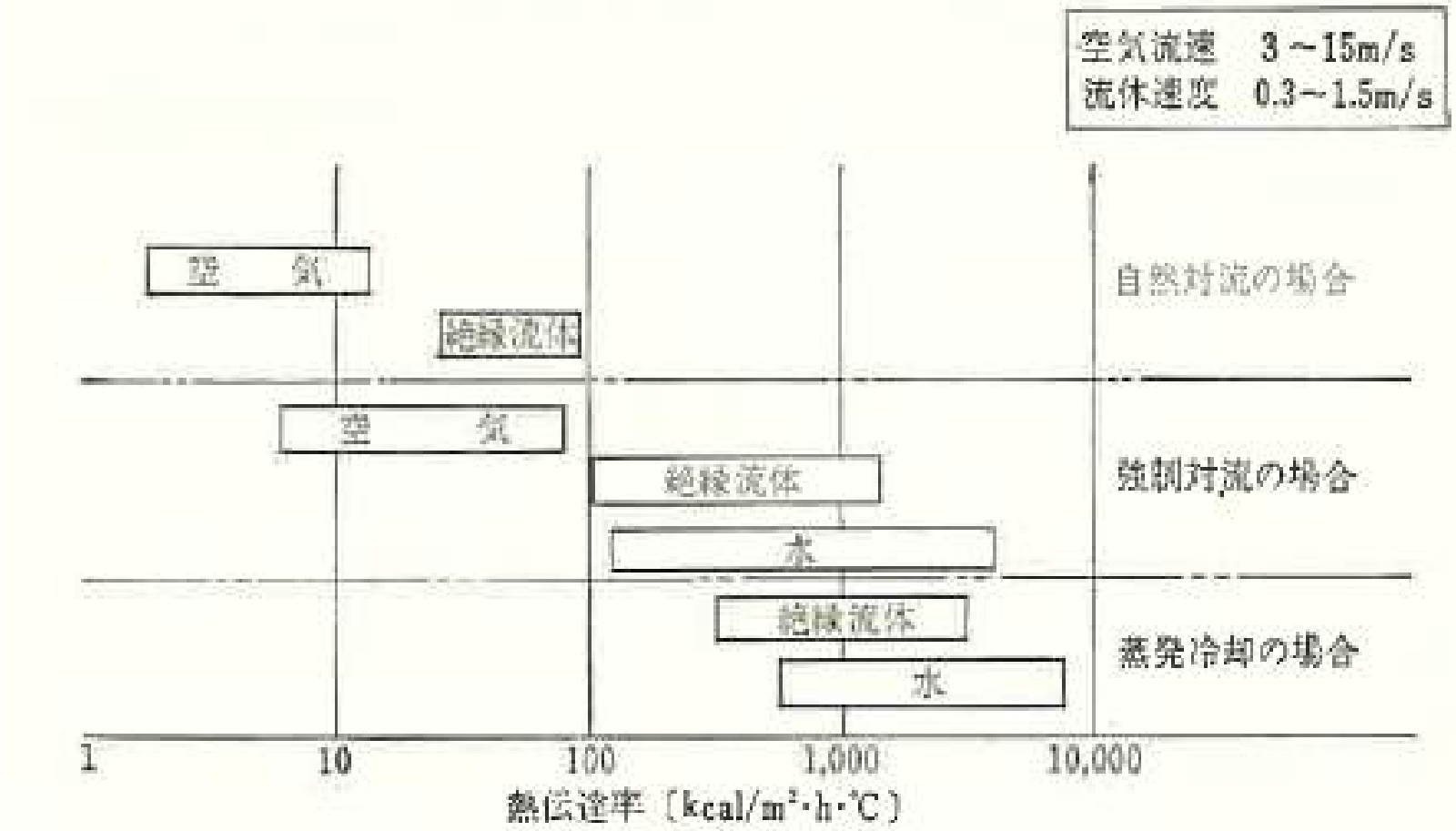
α:比例乗数のことを熱伝達率と呼ぶ。これは固体側の形状、大きさ、流体の性質、流れの性質により異なる。

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。

熱伝達率の値　空気、絶縁流体、水の比較

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。



無次元数　ヌセルト数、グラスホフ数、レイノルズ数

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。

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

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。

$$Gr=\beta \cdot g \cdot \Delta t \cdot L^3/\nu^2$$　β:流体の体膨張係数　u: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。

$$Re=uL/v$$　u:流速　l:物体の代表長さ　v:流体の動粘性係数

自然対流熱伝達率、強対流熱伝達率

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。

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

自然対流熱伝達率を表す式

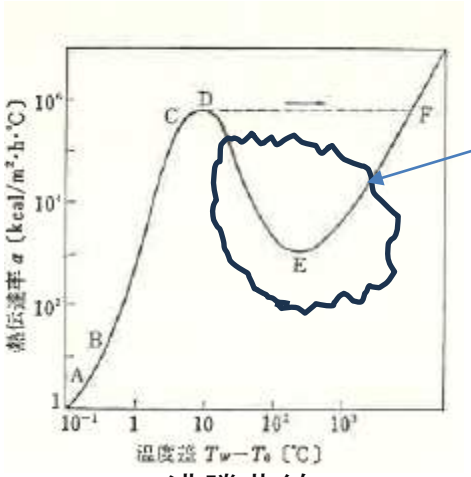
$Nu=C\cdot(Gr,Pr)^n$で表され、常数Cとnは流れの形態、物体の設置状態によって変わる。

強制対流熱伝達率は

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

他に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。

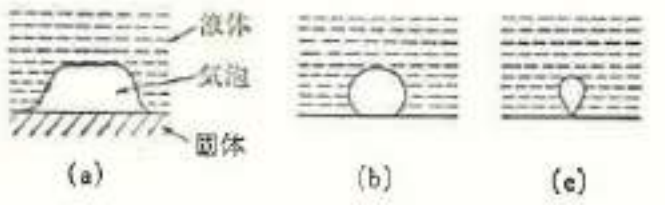


沸騰曲線

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。膜沸騰から核沸騰に遷移し、熱伝達率の低下を招く。

沸騰冷却の課題

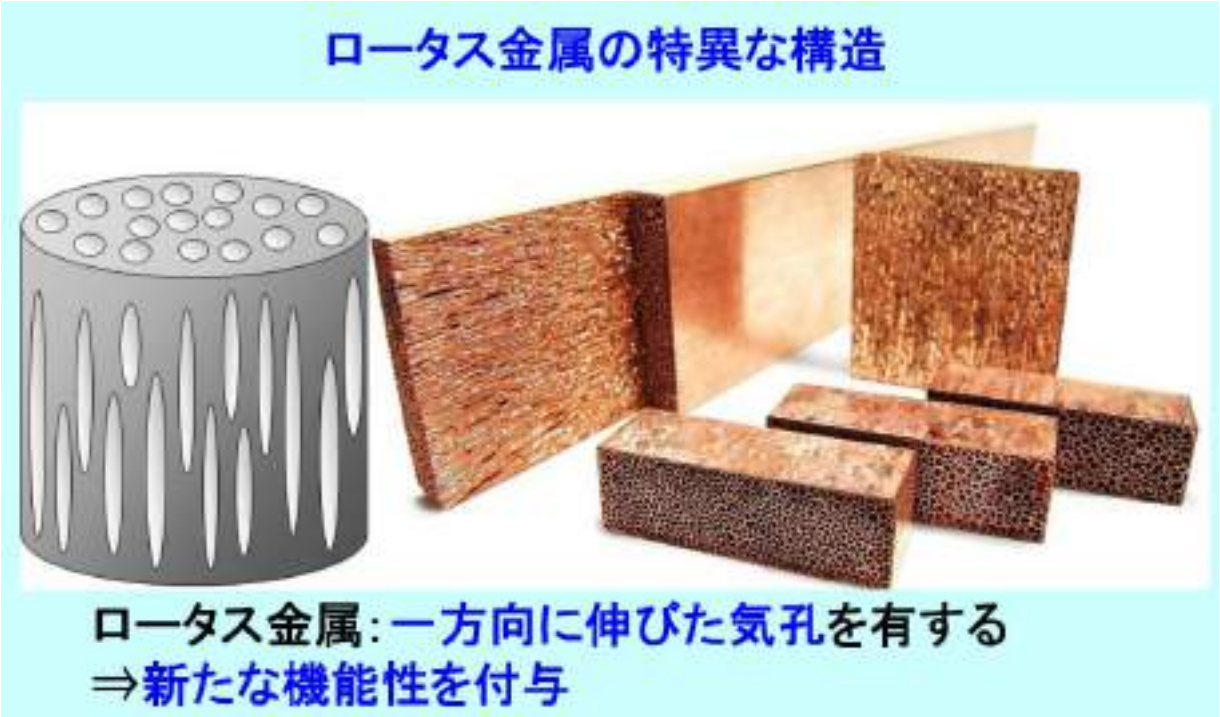
今後さらに発熱が増加すると、沸騰冷却等の技術が必要になると考えられる。
その場合に沸騰冷却の最適化を考えないとうまく冷却できないことがあります。



気泡の生成と形状

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、膜沸騰から、核沸騰になります。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、核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。
BECやLOTUS等の沸騰促進プレートを付けることで継続的な膜沸騰ができる。

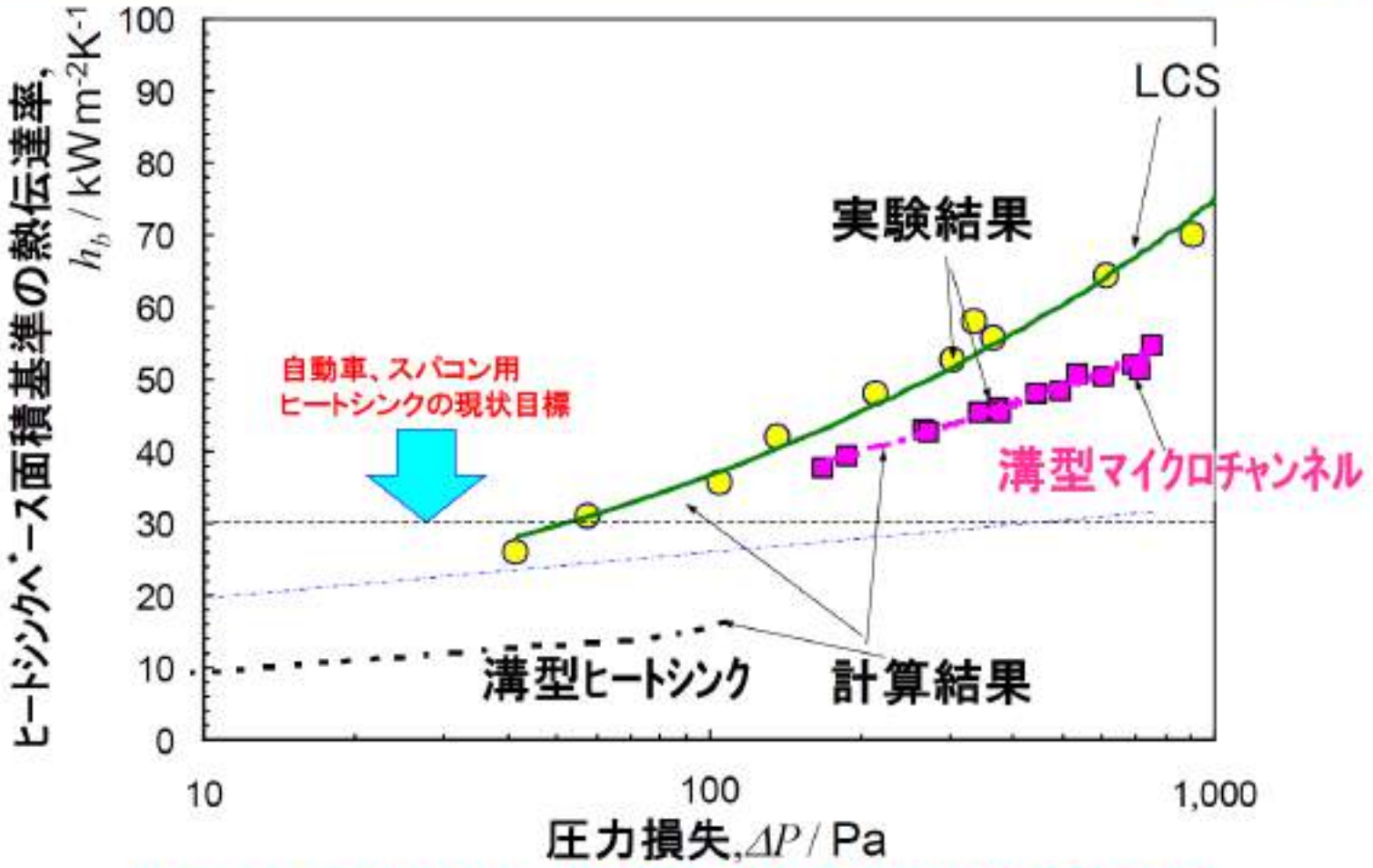
第48章　LOTUSと沸騰促進プレート



二相式沸騰液浸システムの課題は、膜沸騰から核沸騰に移ることです。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。

水冷：冷却性能

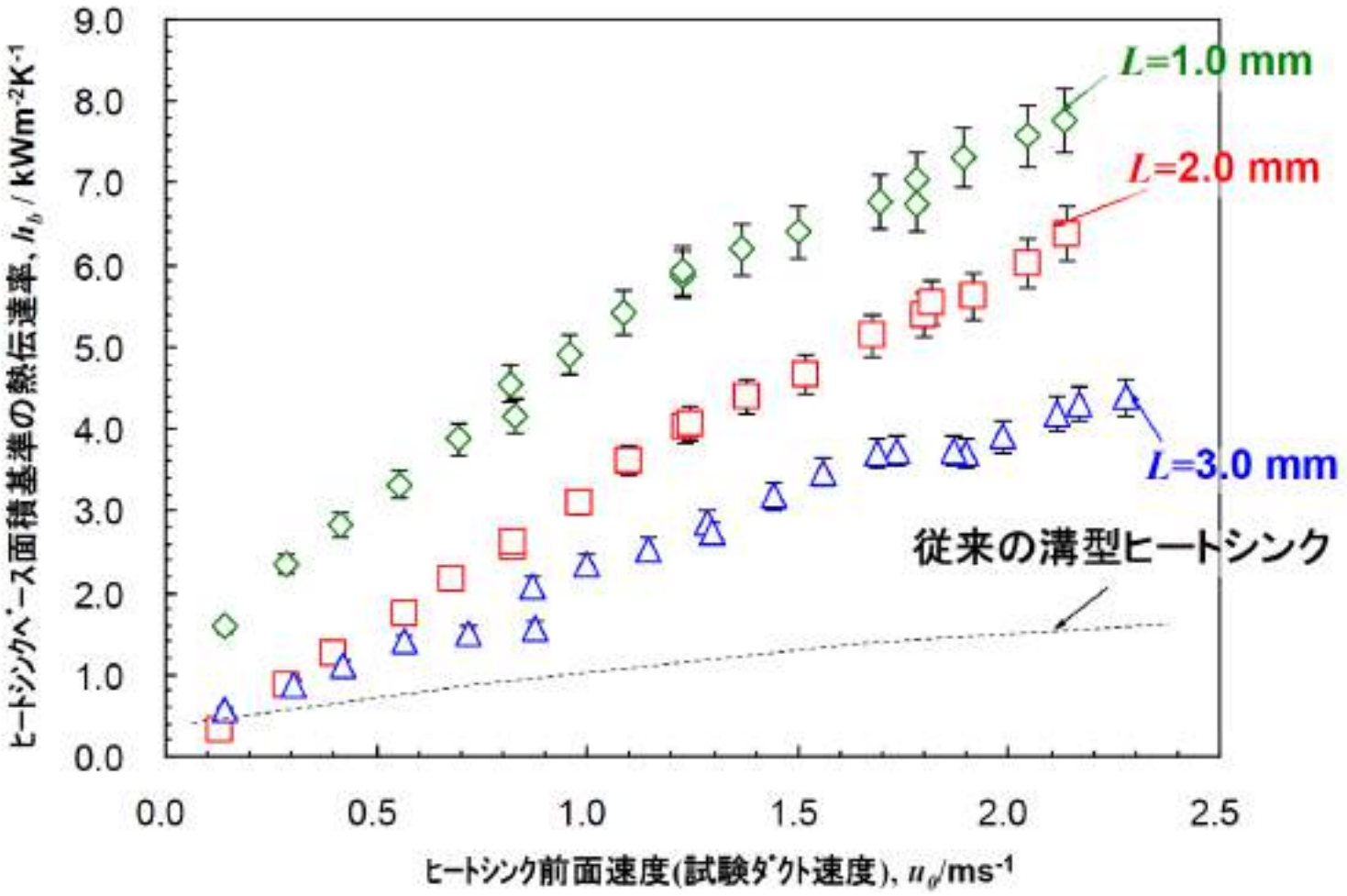
LTS Lotus Thermal Solution



Competitorの追随を許さない絶対的な性能を有する

空冷：冷却性能

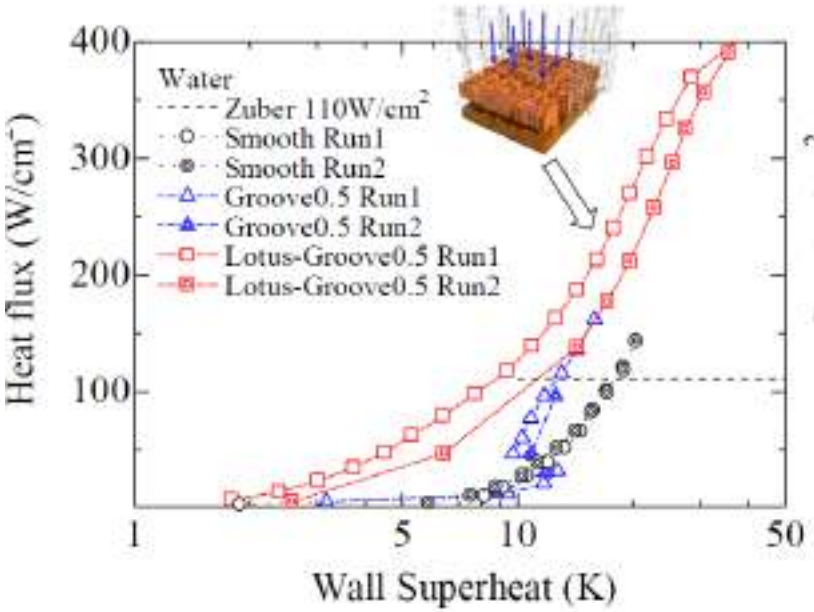
LTS Lotus Thermal Solution



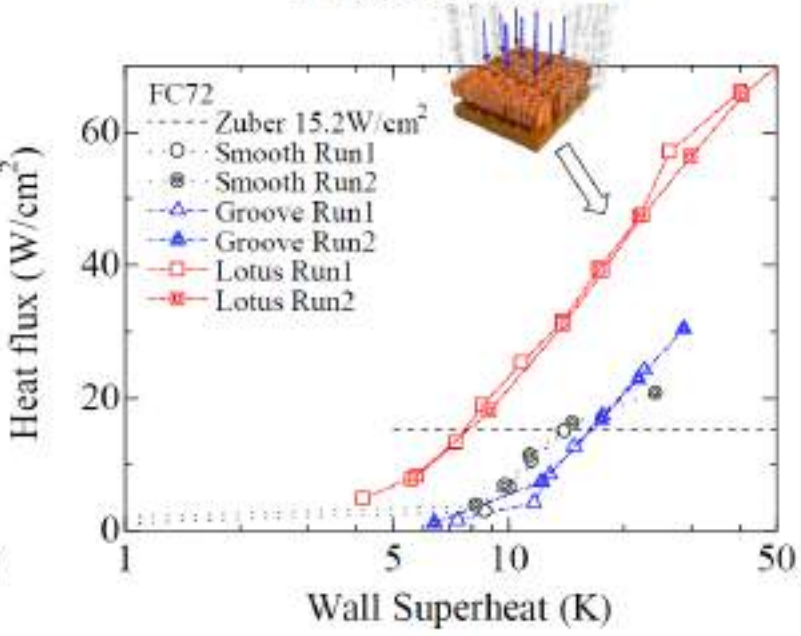
沸騰冷却：冷却性能

LTS Lotus Thermal Solution

作動液：蒸留水



作動液：フロリナート



蒸留水、フロリナートにおいて、いずれも5倍以上の沸騰伝熱促進を確認！

車載用として応用できるデータとしてはワールドレコードクラス。

大型計算機、サーバー向けの導入開始を目指すと共に、JST（研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)）の支援の下、平成33年度に車載向けでの事業化を目指す。

伝熱面構造体によるCHF向上

LTS Lotus Thermal Solution

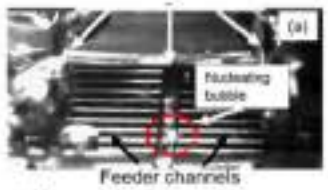
• 300W/cm²を超える冷却技術は極めて稀

- 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).

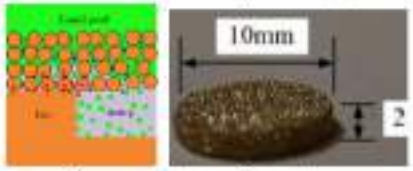
→ 基本的には毛細管現象により液を供給（殆どが200W/cm²レベル）。
→ ポーラス厚や蒸気排出パスを制御してCHFを更に向上
→ ただしポーラス銅には間違いなく親水性が担持（長期的持続×）
→ 車両系で毛細管が働くようなマイクロチャンネルは×（コンタミ汚染）

Cu mesh screen

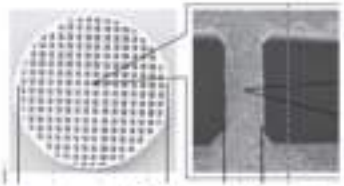
Multiscale porous



Different pathway concept



Porous Artery Structure


Honeycomb Porous Structure

ICデバイス冷却パスの熱コンダクタンスと冷却方式の分類

SHINOHARA

・グラフは、様々なICT機器の主要デバイスにおける、発熱密度と、冷却パスの熱コンダクタンス（発熱密度÷許容温度上昇）をプロットしたものです。

・横軸は発熱密度(W/cm2)で、最も大きいPS5用SoCデバイスは100W/cm2を超えています。

・縦軸は、「冷却パスの熱コンダクタンス(W/m2K)」と呼び、発熱密度D(W/m2)をICデバイスジャンクション温度と放熱器（ヒートシンクなど）との温度上昇値ΔTで割った値です。

・縦軸は熱抵抗値の逆数なので、上に行くほど冷却難易度が高くなり、より高性能な冷却技術が必要となります。

・冷却パスは「IC界面」側の冷却要素と、「放熱器側」の冷却要素に分けられます。

・IC界面とは、ICパッケージとヒートシンクなどの放熱器との接触面の熱抵抗であり、TIM(Thermal Interface Material)を表しています。

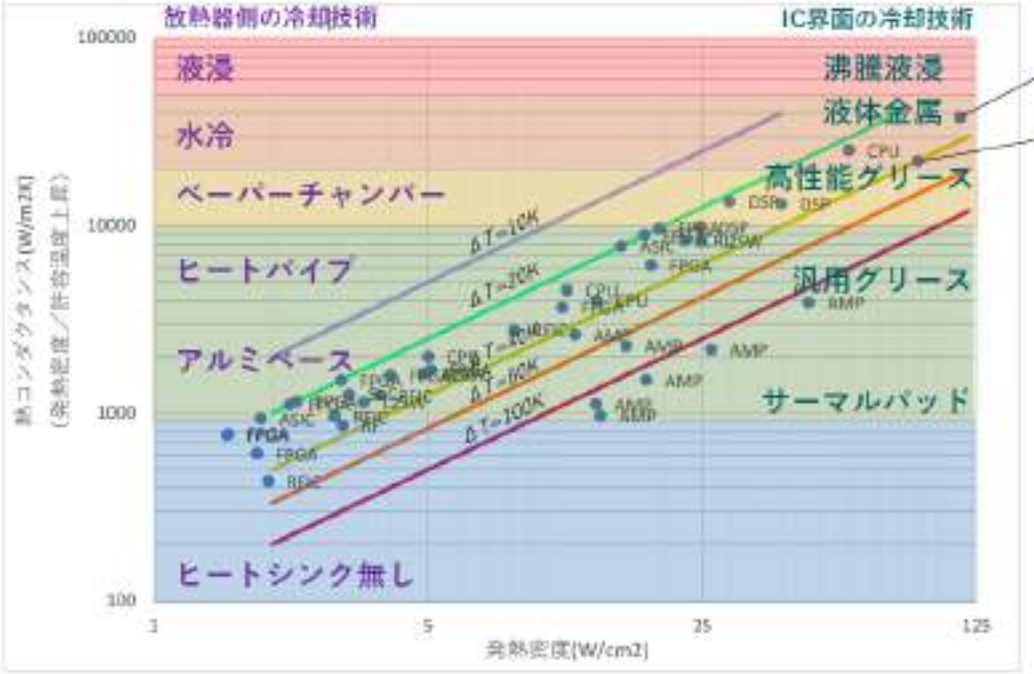
・放熱器側とは、IC界面から放熱器全体に熱が広がる際の熱抵抗であり、一般に広がり熱抵抗と呼びます。

・IC界面の冷却技術は、冷却難易度が低い方から、サーマルパッド（熱伝導シート）、汎用グリース（λ<3W/mK程度）、高性能グリース（λ>5~20）、液体金属などがあります。

・沸騰液浸は、IC界面の熱抵抗を最も下げることができる冷却技術です。

・放熱器側の冷却技術は、冷却難易度が低い場合はヒートシンクを用いない自然空冷であり、順に、アルミ等の金属ベースのヒートシンク、ベースにヒートパイプを埋め込むもの、ベーパーチャンバー、水冷コールドプレートがあります。

・液浸冷却の放熱器側のメカニズムは、IC界面と放熱器とを相変化（蒸発-凝縮）で熱輸送するものであり、最も高性能な冷却技術です。



図．ICデバイスの発熱密度と冷却パスの熱コンダクタンス

IECSC48D国内委員会資料
作成　NECプラットフォームズ　黒木

(参考)ICデバイスの発熱密度と冷却パスの熱コンダクタンスの定義

SHINOHARA

ICデバイスの発熱密度D（W/m2）が大きいと、高性能な冷却方式が必要となります。しかし、ICデバイスの許容温度が高かったり、装置の設置環境温度が低かったりすると、ICデバイスと放熱器の間の許容温度上昇が大きくなり、冷却が容易になる、つまり冷却難易度が低くなります。

よって、ICデバイスがある装置に実装されるときの冷却難易度を表す指標として、「冷却パスの熱コンダクタンス」を定義します。

まず、発熱密度D(W/m2)は、発熱量÷デバイスの発熱面積（デバイスパッケージ上面、シリコンダイ上面）で、

$D = Q/A$　　Q：発熱量、A：発熱面積

と定義します。

次に、冷却パスの熱コンダクタンスC（W/m2K）は、冷却パスの熱抵抗がR（K/W）だとすると、

$Q = C^*A^*\Delta Tjh$　および　$R = \Delta Tjh / Q$　より、

$1/(CA) = R \rightarrow C = 1/(RA)$

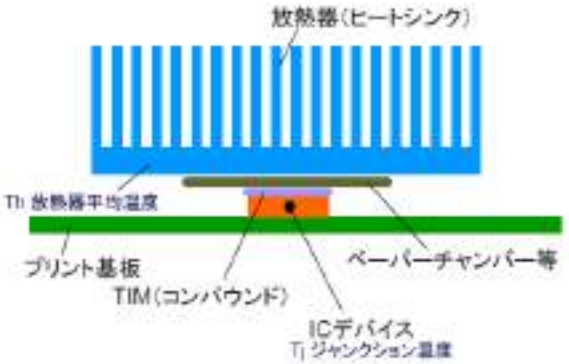
となるので、**熱コンダクタンス＝**冷却パスにおけるデバイス発熱面積当たりの熱抵抗の逆数＝**冷却パス性能**という意味を持ちます。

発熱密度と熱コンダクタンスの定義式から、

$D^*A = C^*A^*\Delta T \rightarrow C = D/\Delta T$

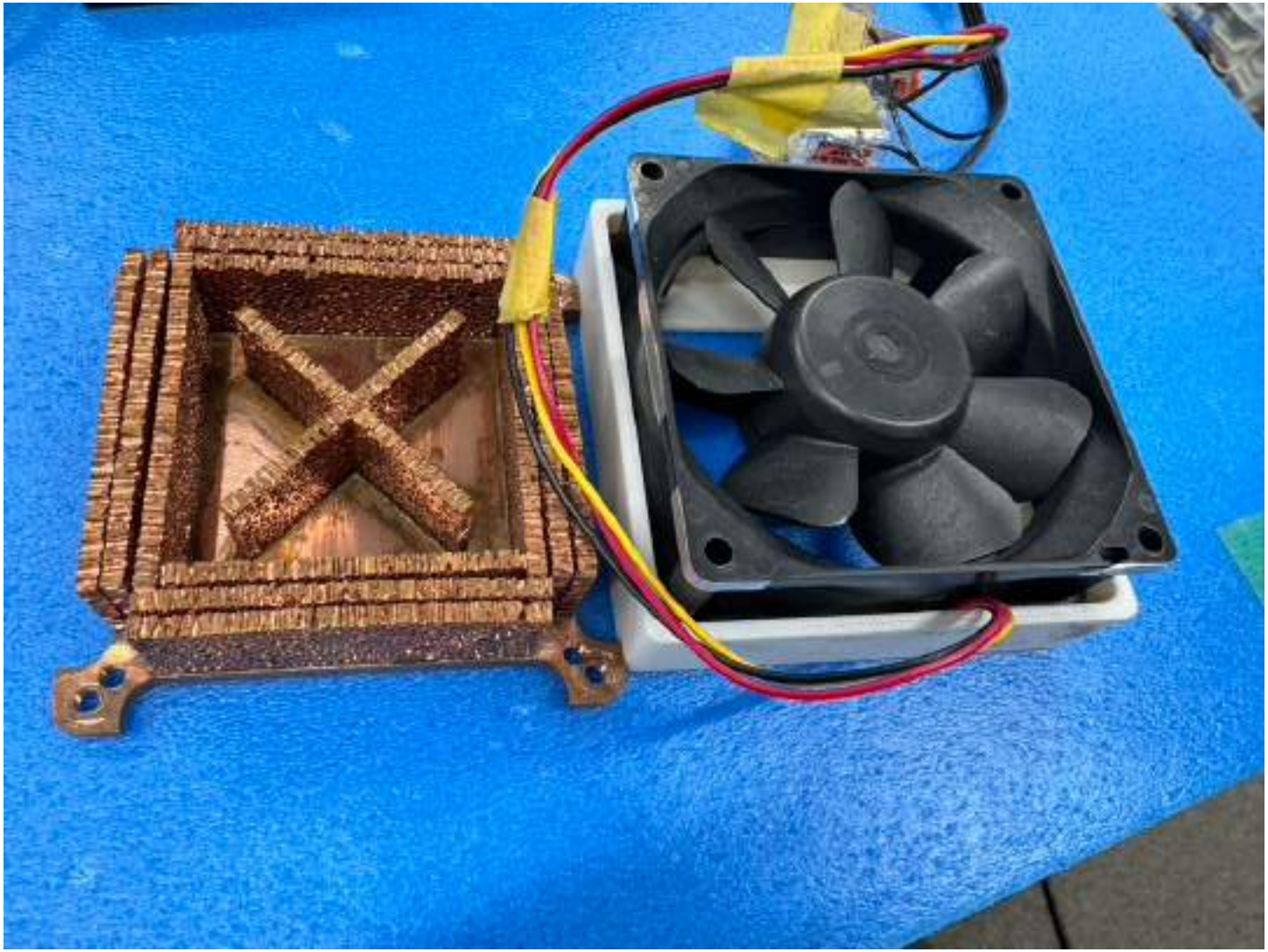
つまり、発熱密度Dのデバイスを冷却するには、許容ΔTで割った熱コンダクタンス（冷却パス性能）が必要になります。

「冷却パスの熱コンダクタンス」は冷却難易度を表しており、この数値に応じて冷却方式が分類されると考えられます。



IECSC48D国内委員会資料
作成　NECプラットフォームズ　黒木

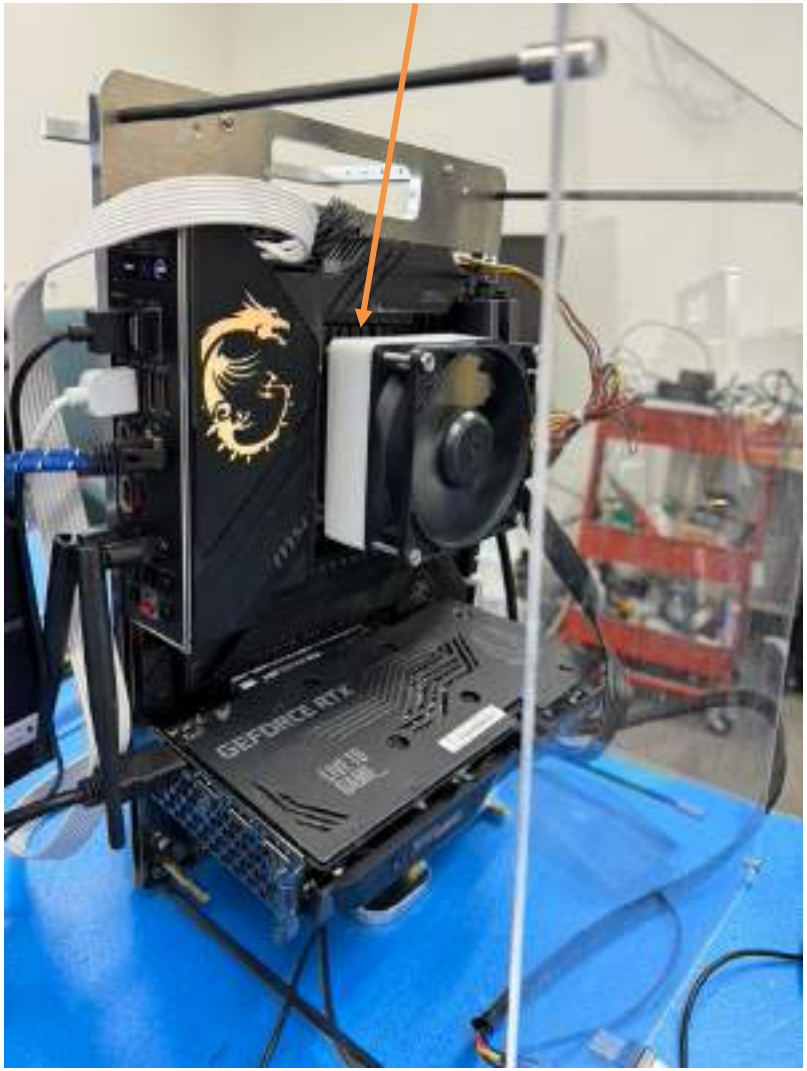
CPU冷却用ロータスフィン



改良型ロータスCPUクーラに高整圧のファンで冷却する。

改良型のロータスフィン　装着したところ

ロータスフィン　　大変小型



シネベンチ　35000　CPU i9-13900K

CPUクーラ　シネベンチ　40000　CPU i9-13900K

さすがに性能は良い。ただ大変大きい。製造が大変で大手企業でないと作れない。
焼結金属を用いた大変特性の良いヒートパイプが使われている。

第49章　自家発、各種消火等設備

自家発電設備

自家発電設備

SHINOHARA

DCA-300LSKE

燃料タンク:490ℓ

消費量　:50%(135KVA)負荷時　32ℓ/時　　15.3時間
　　:75%(202KVA)負荷時　45.7ℓ/時　　10.7時間

＊IT負荷　50%時（85＋32.5KW）　運転時間:　16.5時間
　　60%時（102＋39KW）　運転時間:　14.8時間
　　70%時（119＋46KW）　運転時間:　13.2時間

（IT負荷に合わせて空調電力を調整しています）

■ **発電機**	
周 波 数	50/60 Hz
定格出力	270/300 kVA
電　圧	200/220 V , 400/440 V
電　流	779/787 A , 390/394 A
相　数	三相 (4線式)
極　数	4極
■ **ディーゼルエンジン**	
名　称	コマツSAA6D125E-5-B
形　式	コモンレール・直接噴射式・過給機・給気冷却器付
定格回転速度	1500min-1(50Hz) , 1800min-1(60Hz)
燃　料	軽油
燃料タンク容量	490 L
燃料消費量※1	45.7 L/h(50Hz) , 52 L/h(60Hz)
■ **寸法・質量**	
全長 × 全幅 × 全高	4000 × 1470 × 1850 mm
乾燥質量［整備質量］	4900 [5450] kg
■ **騒音値**	
低騒音型指定機	
無負荷時	68 7mdB (A)
定格負荷時	72 7mdB (A)
音響パワーレベル	100 LwA dB

消火設備

コンテナ単体の場合は、建築基準法な範囲に入らないので消火器を設置するのみでも良い。また火報のみでも良い。インフラ設備の場合は消火設備を設置することが望ましい。消火設備はHDDを破壊しない静音ノズルの採用が望ましい。

OP：パッケージ型ガス消火器

		オゾン破壊係数	温暖化係数	保管状態	温度低下	人体影響	機器影響	消防法規則	備考
不活性ガス消火設備	CO2	0	1	液体	一時的 −30℃ 低下	危険	結露	常時無人区間	安価で汚染がない、消化効果が高い、 34%で致死量、濃度が低くても影響がある
	イナージェン IG-541	0	0.08	気体	低下無	安全	無し	常時無人区間	N2（52%） Ar（40%） CO2（8%）、 人体に無害、大容量タンクが必要
	アルゴナイト IG55	0	0	気体	低下無	3分以内退避	無し	常時無人区間	N2（50%） Ar（50%） 人体に無害、大容量タンクが必要 酸素濃度低下により3分以内に退避要
	N2（窒素ガス）	0	0	気体	低下無	3分以内退避	無し	常時無人区間	N2（100%）、人体に無害、大容量タンクが必要、 国内データセンタでは一番使用、油火災では消火出来ない事あり 酸素濃度低下により3分以内に退避要
ハロゲン化物消火設備	ハロン1301	10	5600	液体	一時的 −10℃ 低下	有害ガス発生退避要	腐食	有人区間設置可	オゾン層破壊する為2010年全廃、コンピュータ室は新規設置可能 直接人体影響は無いが、消火時に燃焼で有害ガスが発生、
	FM200（HFC-227ea）	0	2900	液体	一時的 −10℃ 低下	有害ガス発生退避要	腐食	常時無人区間	ハロン1301の代替。オゾン層破壊なし、中国では良く使用 直接人体影響は無いが、消火時に燃焼で有害ガスが発生、 人の退避が必要。
	HFC-23	0	11700	液体	一時的 −10℃ 低下	有害ガス発生退避要	腐食	常時無人区間	直接人体影響は無いが、消火時に燃焼で有害ガスが発生、 人の退避が必要。
	FK5-1-12 ノベック1230	0	1	液体	一時的 −10℃ 低下	有害ガス発生退避要	腐食	常時無人区間	3Mが開発した“不思議な濡れない水”と言われ電気絶縁性に優れ、 電気機器を浸しても機能を損なうことは無い。大気中の残存期間が7日間、

RFPはN2指定ですが、ガス消火器でBestは541です。

消火設備のご提案

SHINOHARA

TOKYO KEIKI

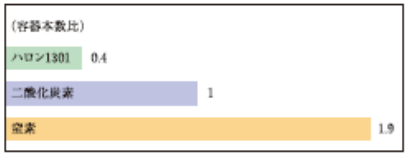
ハロゲン化物消火設備（ハロン1301）

ハロン1301は最も安全で消火能力が高いガス系消火剤です

消火剤の比較

消火設備名	ハロゲン化物（ハロン1301）消火設備	不活性ガス（二酸化炭素）消火設備	不活性ガス（窒素）消火設備
消火剤	ハロン1301	二酸化炭素	窒素
消火原理	燃焼連鎖反応の抑制	酸素濃度の希釈・冷却	酸素濃度の希釈
化学式	CF_3Br	CO_2	N_2
分子量	148.93	44.01	28.01
沸点（℃）	−57.8	−78.5	−195.6
設計濃度（VOL%）	5.0	34.0	40.3
放出後の酸素濃度（%）	20.0	13.9	12.5
消火剤量（kg/㎥）	0.32	0.75〜1.0	0.52（㎥/㎥）
充てん比	0.9〜1.6	1.5〜1.9	—
貯蔵状態	液体（N_2加圧）	液体	気体
飽和蒸気圧（MPa）	1.37（21℃）	5.7（20℃）	—
容器内圧（MPa）	4.2（20℃）	5.7（20℃）	10（35℃）
ガス比容積（㎥/kg）	0.16	0.56	—
貯蔵容器（注1）	0.4	1	1.9
ODP値（オゾン層破壊係数）	10	0	0
GWP値（地球温暖化係数）	5800	1	0
放射時間（秒）	30	60	60
配管（Sch）	40	80	80,40

（注1）
同一区画に対する二酸化炭素を1とした場合のおおよその容器本数比
ハロン1301　：60kg入/68ℓ容器
二酸化炭素　：55kg入/82.5ℓ容器
窒素　：20.3㎥入/83ℓ容器



人体への安全性が高く、大きな消火能力を発揮します。

ハロゲン化物（ハロン1301）消火設備は、駐車場のように広い空間から部屋単位、あるいは特に防護したい対象物だけにでもご採用いただける、応用範囲の広いガス系消火設備です。優れた消火能力を持っていることはもちろん、化学的に安定した毒性の小さい消火剤であり、人体への危険性はほとんどありません。

ハロゲン化物（ハロン1301）消火設備の特長

化学的に安定しているハロン1301は保護性に優れ、長い期間にも入り込んで効果的に消火できます。また、電気的絶縁性に優れているため、消火対象は幅広く、消火剤によって機器を汚損しません。

パッケージ型N2ガス消火器　1棟の場合はタンクは2本

KOATSU　NN100
（能見防災/セコム）

1500 x 370 x 2150

消火設備　N2

KOATSU　NN100
(能見防災/セコム)

450 x 370 x 2150
200kg

パッケージ型ガス消火器の例

VS

日本のコンテナデータセンタには消防法に関する特例がある。一般的にデータセンタは無条件にガス消火器を使うが高価。(20feetコンテナ級で350万円)
実際の事例では普通の泡消火器等でも認可される。
この場合は数万円の費用で済む。

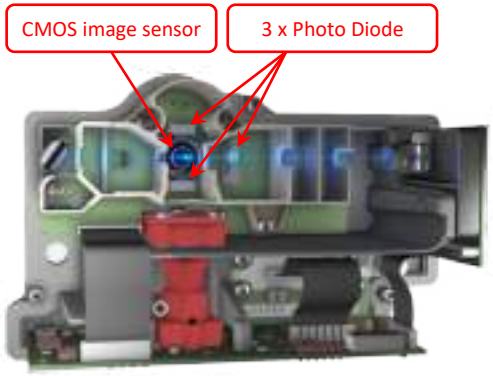
第50章　超高感度煙探知システム
VESDA E

サーバのコストは高性能化に伴い、大変高価になりつつある。生成AI,LLM対応のサーバをさらに高価である。このような中にあって、消火設備だけでなく、素早く火災が発生する前に予兆検知としての超高感度煙探知が必要となりつつある。
素早く検知することで火災が発生する前に食い止める技術の一つである。消防法に基づく警報より先に検知したいとの要求がある。
ここで紹介するVESDAは誤警報をできるだけ出さないで超高感度で煙を探知できるように、センサーへの空気をクリーンにするクリーンエア機構を持たせている。

超高感度煙探知器

Honeywell SHINOHARA

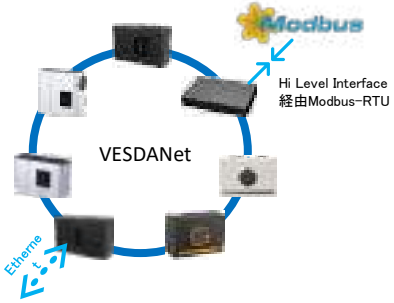
VESDA E

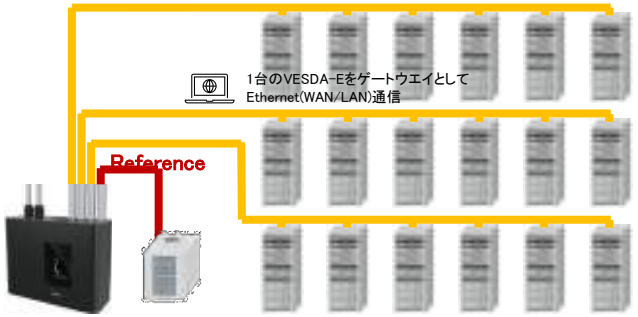


Flairイメージセンシング + CMOS

Flairイメージセンシングは3個のフォトダイオードを組み合わせた業界初の技術、異なる視点から散乱光を測定します。CMOSがサンプリングされた粒子を直接撮像することで、数千個のセンサーと同等の機能を提供。 Flairイメージセンシングとの 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、煙粒子とホコリを見分け迷惑アラームを抑えます。

ダストフィルターを通過したサンプルは検知部に、そこからさらにクリーンエアフィルターを通過した空気がクリーンエアバリアを形成し光学系を汚染から常時保護、長期にわたりドリフト補正なしで初期の検知能力を維持します。





【仕様】

4パイプまたは40チューブの入力をもちトータルコストを最適化します。

一つのチャネルでHVACをモニターする事で周辺空気品質変化によるノイズを排除、さらなる迷惑アラーム抑制が可能。

Model VESではどのパイプから煙が来たのかを判定しインシデントの位置を特定できます。

最小アラーム値	0.005 obs/m ・ 0.001 obs/m(VEU)	通信	Modbus, Ethernet, Wi-Fi, USB, リレー, VESDA-Net
最小検知値	0.001 obs/m		
動作温度範囲	環境 −20° C to 55°C サンプル −20° C to 60°C	その他	Airflow fault alarm Smoke/Flow Auto Learn
動作湿度範囲	5-95% RH, 結露なきこと		

VESDA・製品ラインアップ

VESDA VLF (Laser FOCUS)

VESDA VLFは、小さいエリア向けのコストパフォーマンスの高いモデルです。小規模なマシンルーム用にVLF-250、中規模なマシンルーム用にVLF-500をラインアップしております。

VESDA VLI

VESDA VLIは過酷な環境で重大な資産を監視したいニーズにお応えする耐久性に富んだ工業用途の製品です。特許を取得した革新的なテクノロジーによりVESDA VLIは鉱山採掘現場、製造現場、プロセス処理施設、石油プラント、発電所、水処理施設などに新たな基準を提供します。

VESDA VES

VESDA-E VESは、煙を検知した際に、煙濃度の一番高い配管を選別することで、煙発生エリアが特定できる製品です。VESも4つのアラーム(警戒・警報・火災1・火災2)を設定可能です。

VESDA VEP

VESDA-E VEPは、VESDA-Eシリーズの標準モデルで4つのアラーム(警戒・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対応だったEthernetポート等も標準装備しております。

VESDA VEU

VESDA-E VEU は、VESDA-E VEPよりも高感度で高性能モデルです。そのため更に広範囲を早期に煙を検知することが可能です。

VESDA VEA

VESDA-E VEAは、最大40本のマイクロチューブで構成されており、ピンポイントで空気を吸引することで個別に煙発生エリアの特定が行えます。電気室の盤内など、煙発生箇所の特定が特に困難な場所に適した製品です。

	VLF	VLI	VES	VEP	VEU	VEA
感度範囲 obs/m	0.025 ～ 20.0%	0.005 ～ 20.0%			**0.001** ～20% /m	0.020 ～16% /m
接続パイプ数	1	4	4	1 ~ 4	4	40 tube

第51章　モジュラーUPSシステム

省エネに向けたUPSの選定

N+1重化方式　2N構成も可能
- DELTA
- シュナイダー
- ABB
- Eaton　IBM,HPが採用されている。

選定条件
- 効率が高い・・・熱が出さない。
- ホットスワップで増設ができること。
- バッテリィーモニター機能が有すること
- 負荷にあった適正な増設が可能なこと。

UPS　DELTA社製

Ultimate Availability Without Compromising Power Efficiency

The Modulon DPH supports ultimate availability for datacenter operations and provides the benefit of 'pay as you go' without over-sizing the UPS. While achieving ultimate availability, the Modulon DPH does not compromise on power efficiency performance. When availability, efficiency and expanding according to business needs are essential, the Modulon DPH is the ideal UPS system to provide power protection and total cost of ownership (TCO) savings.

Ultimate Availability
- Advanced fault tolerance design achieved by self redundancy to guarantee operation continuity
- Self-synchronization of power and control modules for continuous on-line operation even in the event of control module failure to avoid downtime caused by single point failure
- Hot-swappable key modules and components to ensure Mean Time To Repair (MTTR) close to zero without downtime risk

High Scalability
- Vertical expansion from 25kW to 75/150/200kW supporting N+X redundancy in a single rack enclosure to save footprint
- Parallel expansion up to four units without requiring additional hardware
- Optional Rack-Mount PDC (applicable for 75/150kW models) has flexibility to arrange its UPS's output power feeding according to its connected critical loads
- Optional built-in battery modules (applicable for 75kW models) at maximum four units (four battery trays each)

Excellent Power Performance and Efficiency
- Full rated power (kVA=kW) to maximize power availability
- High operating efficiency of 95% at 30% light load and 98% from 50% load resulting in marked energy cost savings
- Low harmonic pollution (ITHD<3%) to reduce upstream investment costs and meet demanding power requirements

Easy Maintenance
- Built-in manual bypass features to eliminate maintenance-related downtime
- Proactive detection of fan failure and switch fault for early diagnosis on UPS malfunction
- Plug and play modularity to simplify the maintenance process

Full range of power ratings ideal for small and medium datacenters

DELTA
Smarter. Greener. Together.

コンテナ型UPS

- プレハブパワートレインユニット(PTU)は、主にUPS部・主配電盤・バッテリ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

品番		PTU925kW	PTU1730kW
入力	定格入力電圧	AC400/230V(3P4W)	AC400/230V(3P4W)×2入力 ATS付
	範囲(全負荷)	305~447/176~276Vac	305~478/176~276Vac
	入力電流(定格)	1398A	2614A
	入力周波数	50/60Hz(自動選択)	50/60Hz(自動選択)
出力	出力分岐	UPS：925kW/0.95PF/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)	1800kVA(DPH600kVA×3)
	効率 AC-AC	ピーク96.2%　全負荷95.5%(オンラインモード)	ピーク96.2%　全負荷95.5%(オンラインモード)
	パワーモジュール	55kVA×18	60kVA×30
バッテリー	BAT構成	16S1P バッテリーモジュール×10	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個を使用)	6分間のBOL(バッテリーキャビネット12個を使用)

UPSの冗長構成

表 1.3.5-2 TIA－942における要求基準

	TIER 1	TIER 2	TIER 3	TIER 4
UPS の冗長性	N	N＋1	N+1	2N
UPS システム	単一システム 並列非冗長	並列冗長 共通予備	並列冗長 共通予備 ブロック冗長	並列冗長 共通予備 ブロック冗長
UPS メンテナンス用 バイパス給電	同じ電源幹線および UPS モジュールからの バイパス電力供給			別系統の 予備 UPS システムから電力供給
UPS 配電、電圧レベル	1440kVA までは 120/208V、1440kVA 以上は 480V			
UPS 配電、分電盤	標準のサーマル電磁型遮断器を備えた分電盤			
PDU が全ての コンピュータおよび 通信機器に給電	無		有	

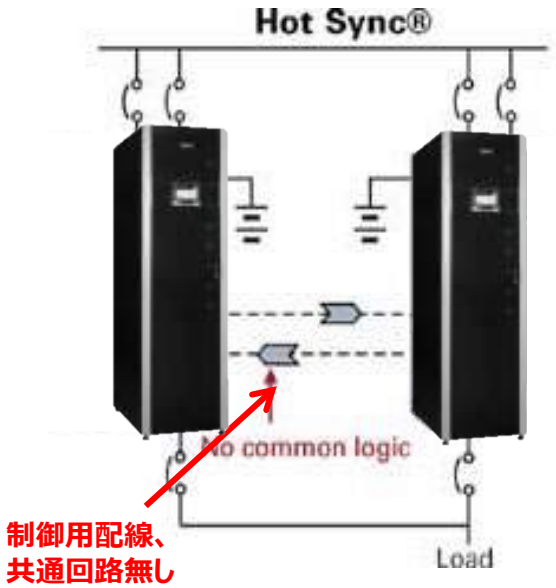
STS機能が不要なモジュール型並列冗長システム

SHINOHARA

- UPS(モジュール)相互の通信制御用共通回路が無い技術を用いてシングル・ポイント障害(SPOF)を回避。(UPS(モジュール)相互の運転状況のみモニタリング)

- 各モジュール単体で出力電圧を監視、モジュールに障害が発生した場合には、障害モジュールを容易に切り離し、負荷への電源供給を継続します。

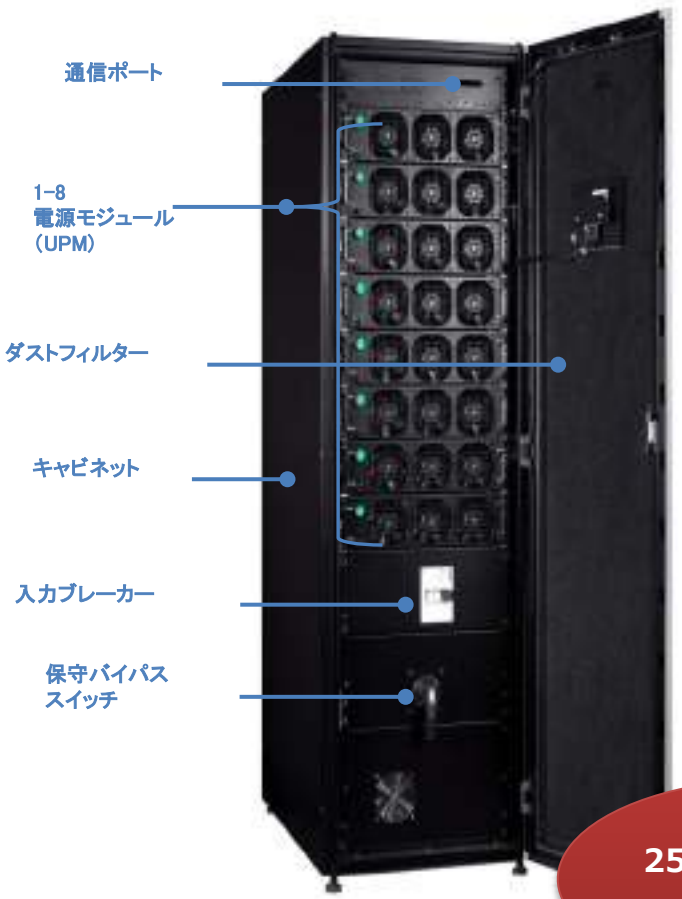
- モジュールの無停止交換技術により容易にシステムの拡張が可能となり、増え続ける負荷需要に柔軟に対応できる。



SPOFとは、システム上のあるコンポーネントが異常を来たすと、そのシステム全体が障害に陥ってしまうようなコンポーネントの総称である。
SPOFはシステムのハードウェアや電気的部品が該当することが多い。例えば、ハードディスクやネットワークケーブル、ホストアダプタ、あるいは電源などがSPOFに該当する。
システムをクラスタリングすることでコンポーネントを多重化すれば、SPOFに起因するシステム障害をある程度まで抑えることができる。

SPOF Single Point of Failureの略 単一障害点
その単一箇所が働かないと、システム全体が障害となるような箇所を指す。
高い可用性が必要なシステムでは、そのシステムを構成する各構成要素の1箇所の障害で全体が停止しないように、各構成要素を冗長化（2重化、3重化など）するが、その際に単一障害点が残らないように設計すべきである。

ラック型モジュールUPS



8モジュールが独立制御で並列冗長します。

25kWプラグイン・モジュール

システム稼働中にモジュール交換可能

電源モジュール
資料ダイトエレクトロン提供

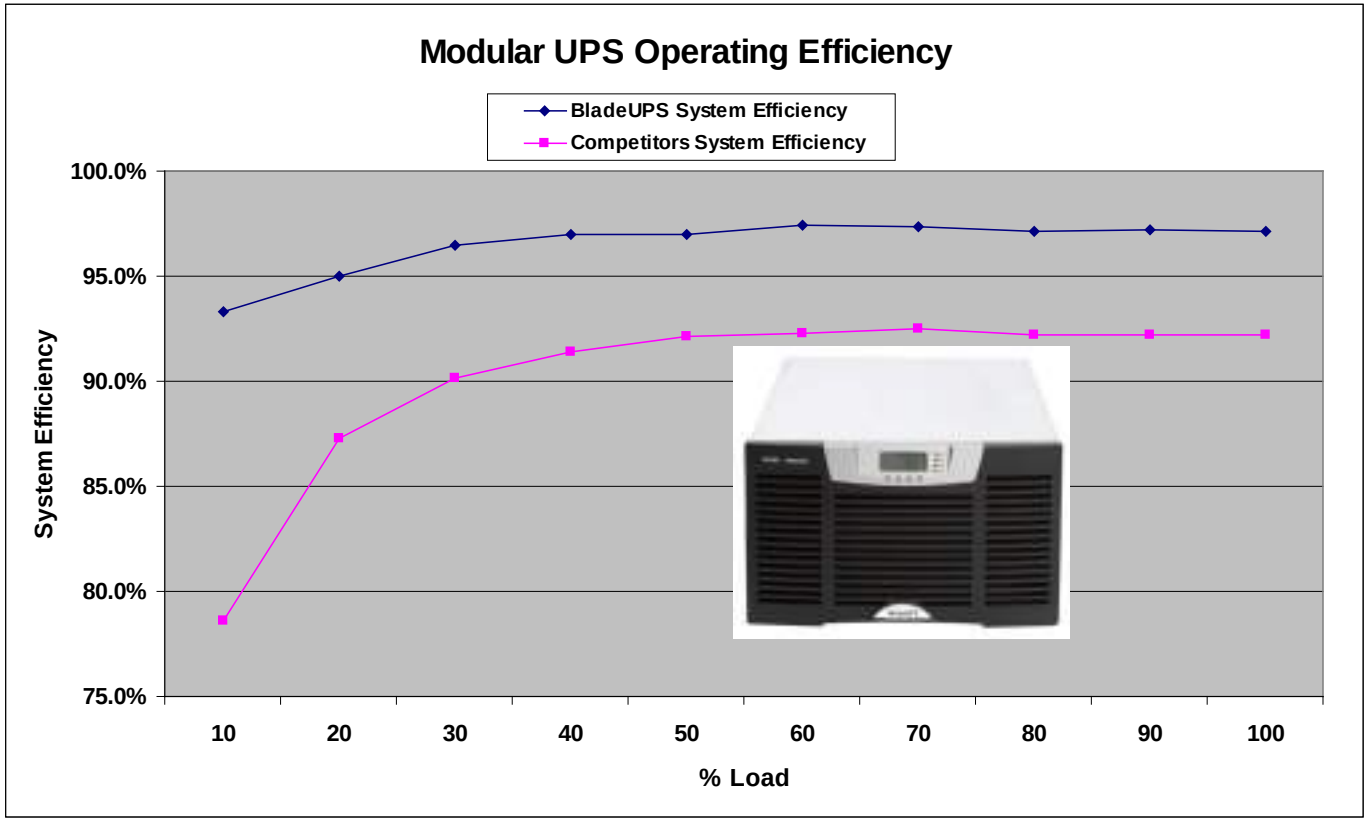
1. ラック型モジュールUPS
   オンラインでのモジュール増設、交換が可能。

2. 高効率　97%　さらにスタティックバイパス機能で99%
   トランスレス、スイッチングデバイス低損失化、
   IGBT 3レベルコンバータの採用

3. 共通部を持たない並列冗長システム(完全独立型並列冗長構成)

4. UPSシステムの効率最適化機能
   モジュール構成とモジュール負荷制御による高効率化

- **モジュラー型三相UPSで最も高効率**
  - 業界をリードする 最大97%以上の効率　（負荷率40%以下においても）



EATON製

3レベルインバータ技術

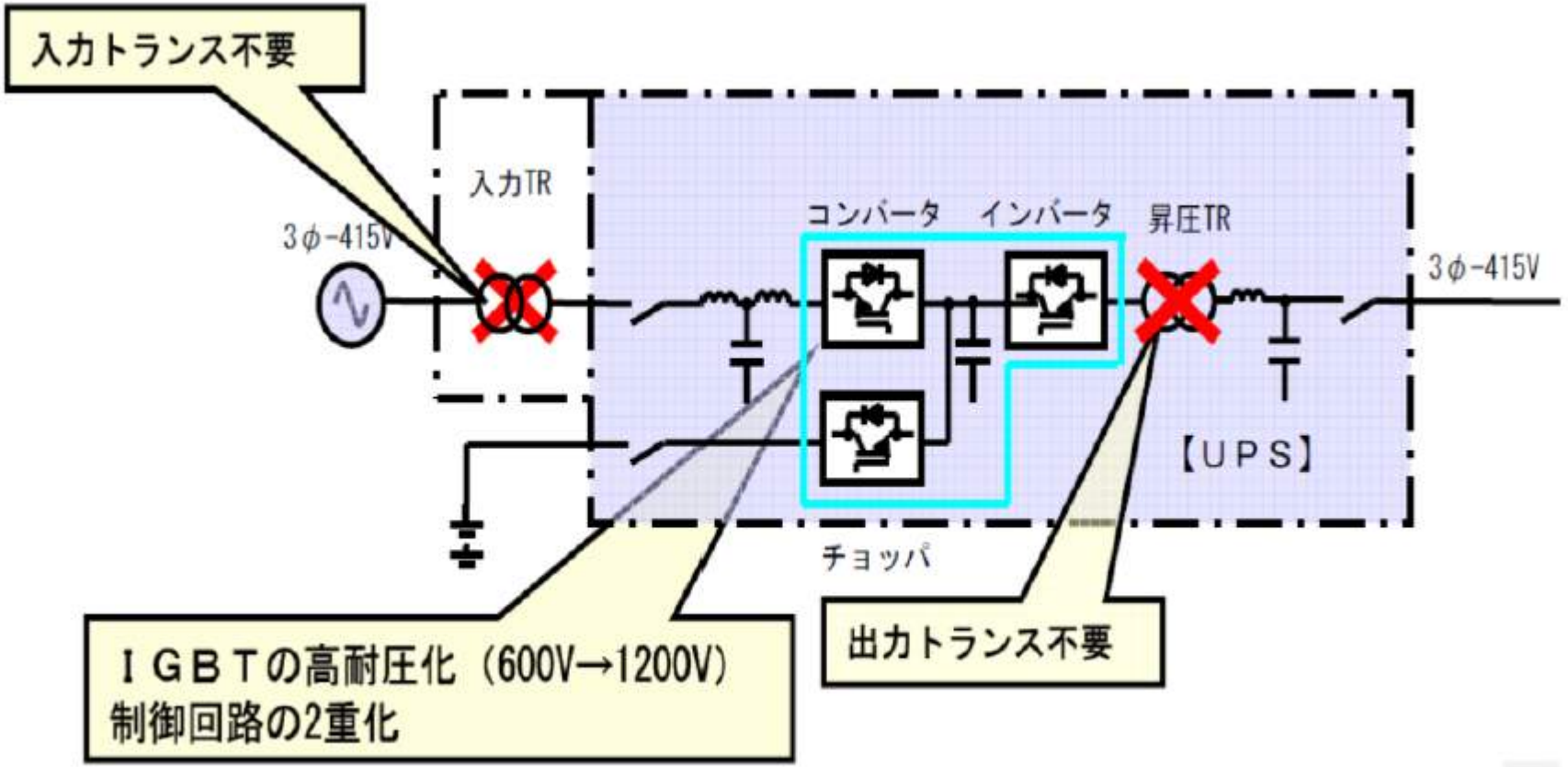


図 1.3.5-12　高効率UPSの特色

資料ダイトエレクトロン提供

第52章　BUSWAYの導入

高発熱サーバラックへのBUSWAYの活用

STARLINE バスウェイシステムご紹介

☆高発熱サーバ時代

データセンターは、従来のサービスに加えIoT・M2M等の進展によるクラウドサービスの需要が拡大しつつある。
またAI等の高速演算のハイパーコンピューティングHPC対応が必要となりつつあり
高発熱ラックへの対応が急務となってきています。
データセンターのラック列で部分的に高発熱のラックを設置した場合そのラックに大きな電流を給電する必要があります。しかしながら全ラックで高発熱にはならないことが多い。

☆BUSWAYへの要求

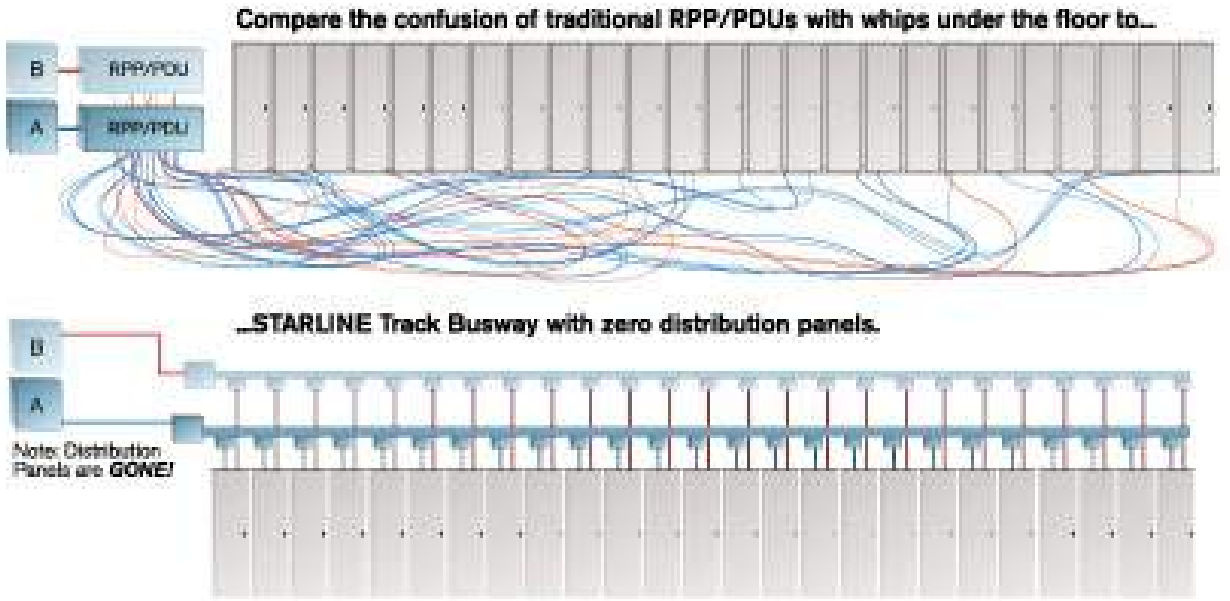
負荷変動に強く(低インピーダンス)、給電能力が高く、電気工事の煩雑さ、工事作業の容易さからBUSWAYへの要求が高くなってきています。

BUSWAY採用のメリット

■従来型のフリーアクセス床内の電源配線は過密状態になりやすく、冷却用気流が阻害されやすい。一方、天井スペースを使うBUSWAYは、冷却用エアフローを阻害しない。

■サーバ負荷に応じて電力関連の変更が必要になった場合、従来の電源配線は容量不足のケーブル撤去や新設ケーブル敷設と言った電源工事が必要で、停電のリスクもある。あるいは当初からオーバースペックのケーブルを敷設しておく方法となる。BUSWAYを使用した場合は、電源の再構成がきわめて簡単でトータルで安価となる。

■BUSWAYは、レール構造となっており、どこからでも給電ラインを引き出せるものである。
データセンター用として最適なものである。

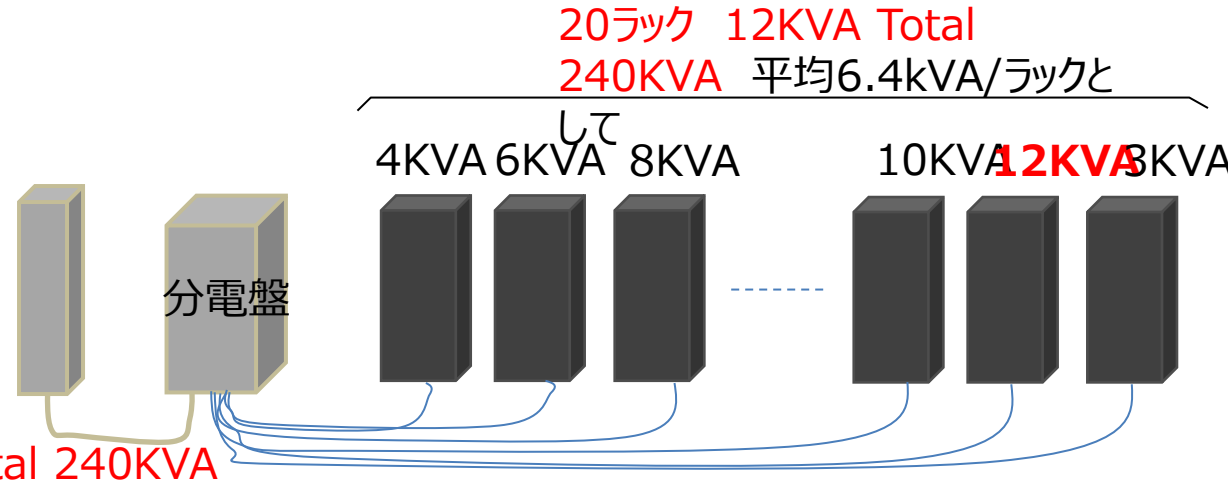


BUSWAY採用メリットの具体例

SHINOHARA

ケーブル配線の場合

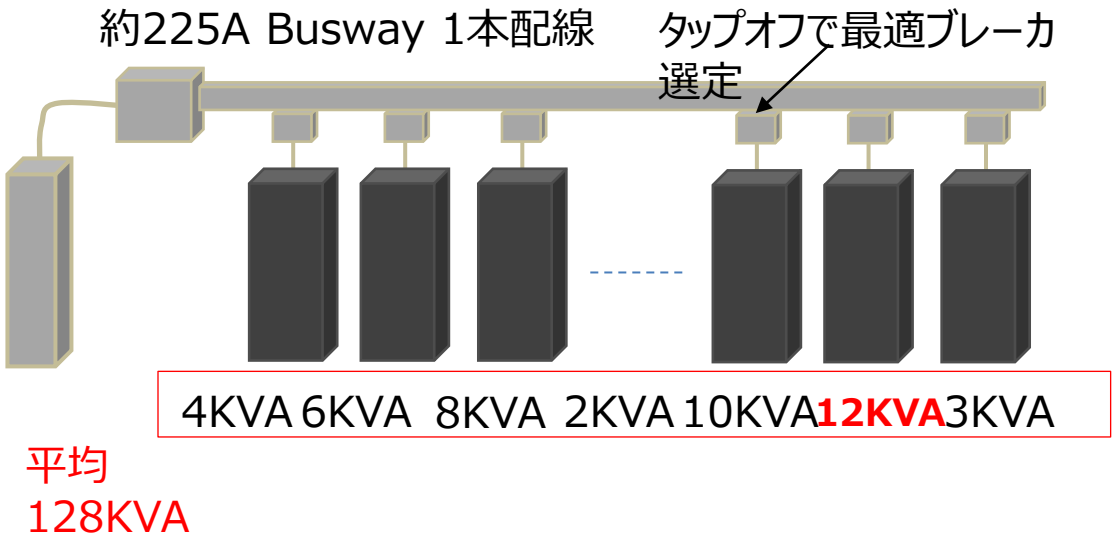
ラック列の各負荷が右図のように予定される場合、負荷に応じたケーブル容量で配線することはせず、全て12kVA容量で施工する。



BUSWAYを用いた場合

・給電容量の平均を128KVAとした場合、225A容量のBUSWAYを通しておくことで十分な容量の給電が可能。155KVAまで給電可能
ラック当たり平均7.8KVAまで可能。
トータル容量を超えなければ良い。

高発熱時代に適した給電が実現できる。
またタップオフ毎にその都度最適なブレーカを設置できる。



設置イメージ

STARLINE社 バスウェイシステムの主な特徴

データセンター用BUSWAYの主なメーカは以下のとおり。仕様、柔軟性、コスト等を比較して選定。

（海外メーカ）		（国内メーカ）
シュナイダー社	フランス	共同カイテック
スターライン社	米国	パナソニック
PDI社	米国	古河電気工業 他

STARLINE社 バスウェイシステムの特徴

■プラグインユニットは、工具不要でどこにでも挿入→回転で取付けできる。負荷の接続ポイントが確定していない高密度環境に最適。

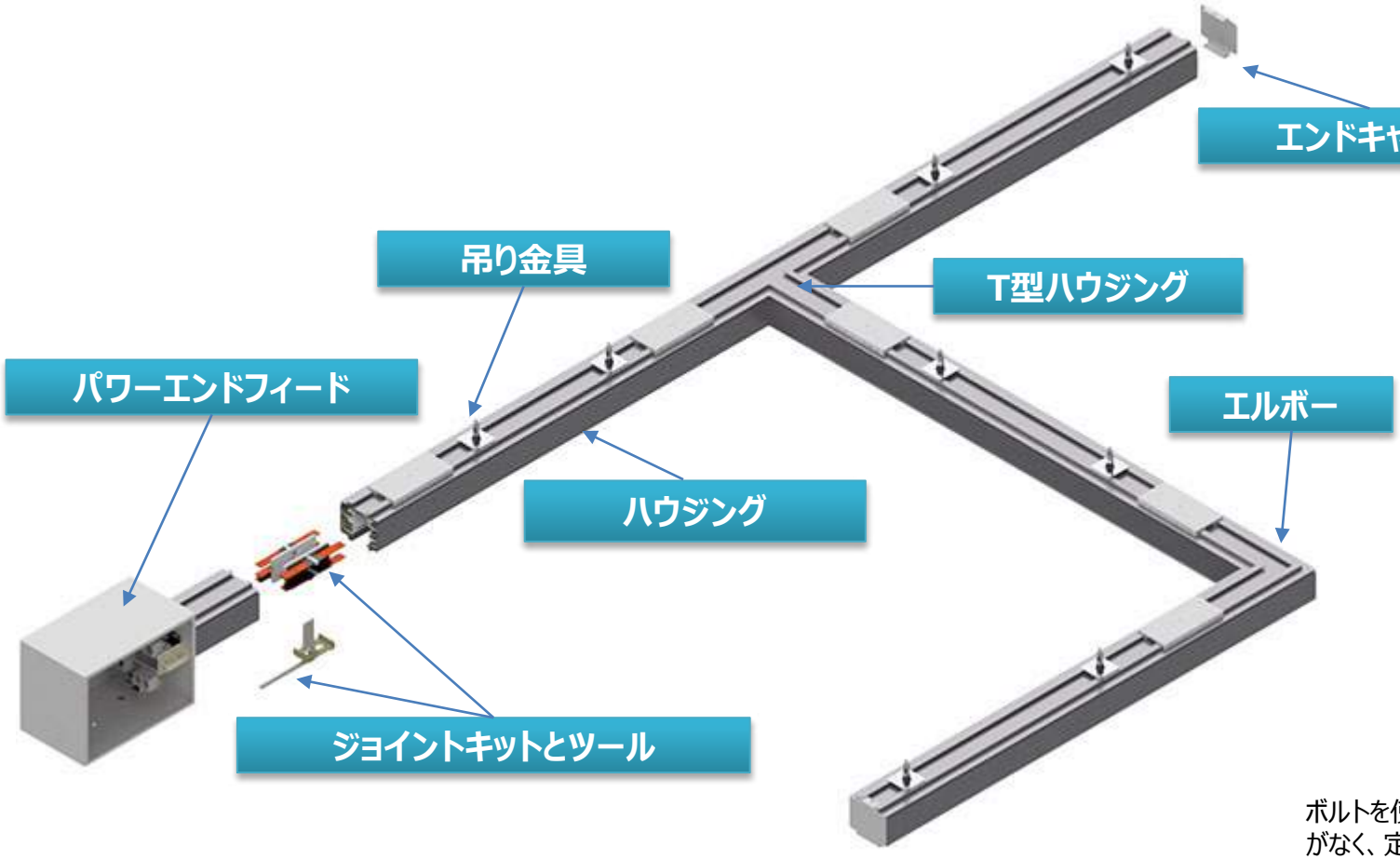
■U字型バスバーはボルトを使わず確実に接続。温度変化やバスバーへの負荷によるボルトのゆるみがなく定期点検不要。

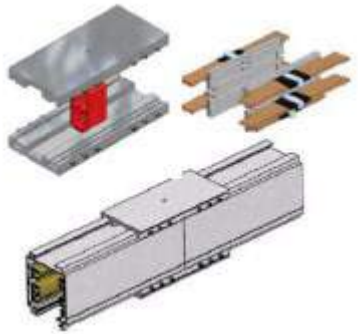
■さまざまなプロトコルで他の監視システムと連動し、データを提供。

■BUSDUCTとBUSWAYの違いについてほとんど同義語として使われているが、BUSWAYは文字どおり給電取り出しがどこのヶ所からもできるものである。ビル等で使われているBUSDUCTから発展してデータセンターのラック列に設置する大変優れたものとしている。

←タップオフユニット
接続部断面写真

STARLINE BUSWAYシステムの構成





ボルトを使わないバスバーの接続は緩みがなく、定期メンテナンスを不要とし、耐震性にも優れています。

Scalability

- バスウェイの増設や変更が、ボルトレスのジョイントキットとエルボーなどの組み合わせで容易に可能
- 専門の電気工事業者を必要とせず、短時間・ローコストで工事が完了します。

主な構成部材

ハウジング

ハウジング（エルボー型）

ハウジング（T型）

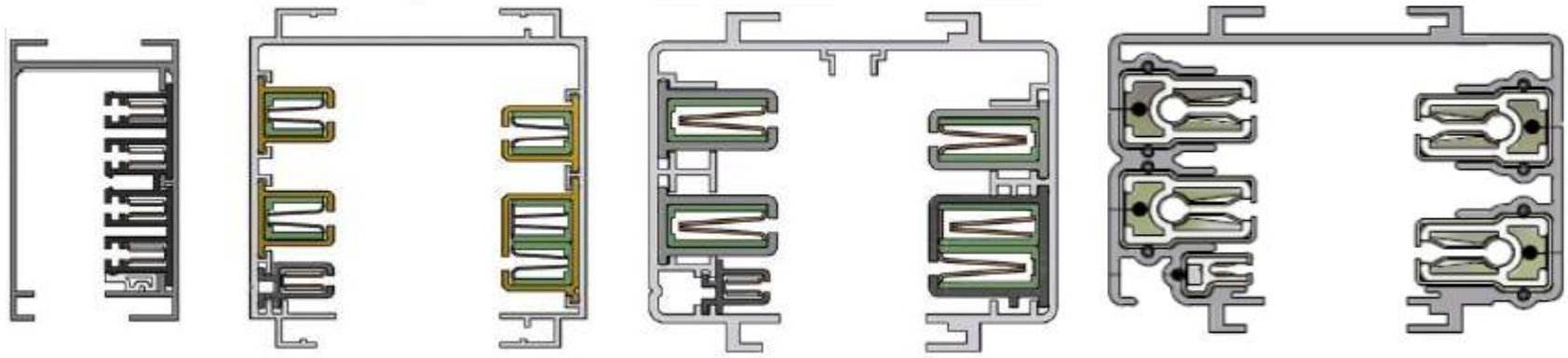
パワーエンドフィード

プラグイン・タップオフユニット

接続用
銅バー

専用ツール

バスウェイ・ハウジングの構造



GM100	GM225	GM250T5	GM400T5	GM800T5
100Amp	225Amp	250Amp	400Amp	800Amp
415V				

- 押し出しアルミ成型ハウジング（アースとして利用）
- U型の銅バスバー
- 絶縁部はUL難燃材、ノンハロの環境配慮材料
- オーバサイズニュートラルやアイソレートグランドのオプション
- ACとHVDCの２つのアプリケーションに対応
- IEC61439-1, -6に適合

現在630A,1200Aのメニューも用意

BUSWAYのどこにでも活線接続

ハウジングへのプラグインユニットの取り付けは挿入→回転で完了。
工具不要で電源供給を止める必要もありません。

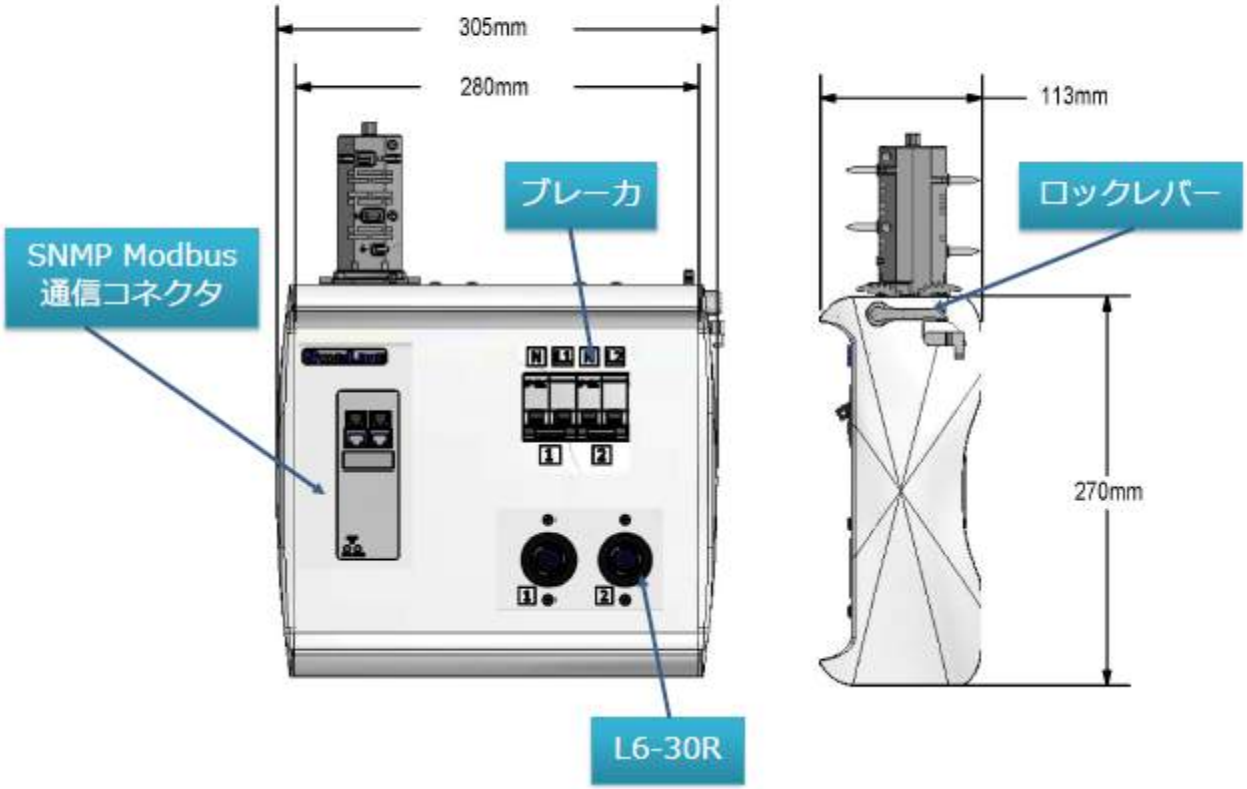
- 単相や多相等、様々な種類の負荷に対応します。
- プラグイン・タップオフユニットはどこにでも活線接続可能
- 負荷への接続ポイントが確定していない高密度環境に最適です。

プラグイン・タップオフ　ユニットの例

プラグイン・タップオフ ユニット T5 Series

CBMT5GHE54-(2)L630R-4/2P-L-N-DG-V59S

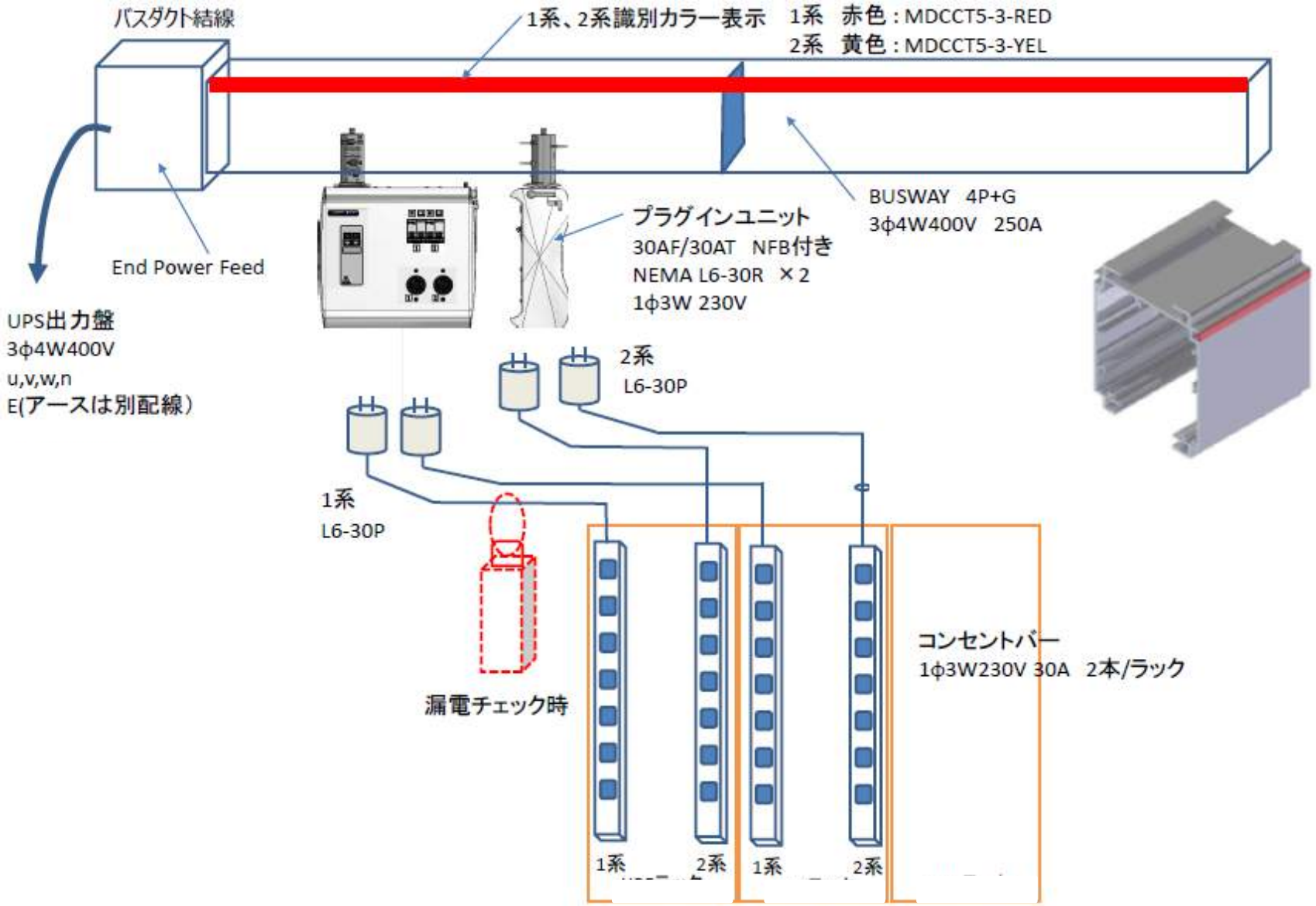
1φ3W 230V NEMA L6-30R×2
30Aブレーカ×2



プラグインユニットの コンタクト構造（PAT.）

・U字型バスバーのバネ性による
　確実な接続
・“プラグ＆プレー”接続を実現

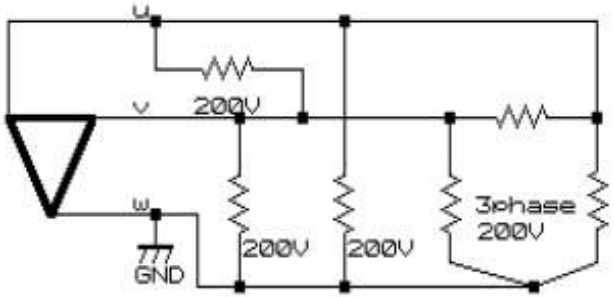
バスウェイによる電源システム構成例



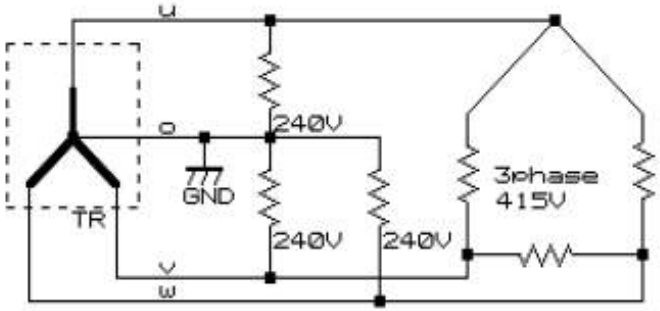
スターライン社　４線式対応

三相4線の線間電圧400vであれば対地間電圧（U相-N相、V相-N相、W相-N相）は230vとなり、PDU盤無し（トランス無し）で単相230vを得ることができる。

三相3線式



三相4線式



相間400Vであれば中点と各相は230Vになる。

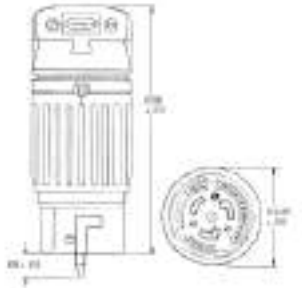
今後のタップオフの動向　三相ツイストロックソケット対応

サーバラックの発熱量が増大することにより、従来の様な単相のAC200VやAC230Vではなく三相のままサーバに接続する要求が増加しつつあります。タップオフに本リセプタクルを装着した品種も製作可能です。

三相につかわれるコンセント　リセプタクル側はPSE対象外

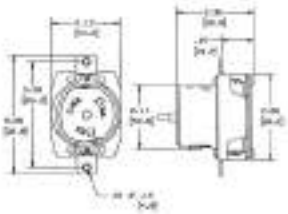
HUBBELL

Twist-Lock® Devices
50A, 3 Phase 250V AC, 3 Pole, 4 Wire Grounding
Insulgrip® Connector



HUBBELL

Twist-Lock® Devices
50A, 3 Phase 250V AC, 3 Pole, 4 Wire Grounding
Receptacle



SHINOHARA

ツイストロックのプラグ側

CS8365LCRはPSE対象ですが、本コネクタが使われている場合は問題がありません。
このサフィックスのLCRがPSE取得のもの。

本コネクタはコンセントバー側に装着するか、もしくは直接サーバにリセプタクルのツイストロックNEMAが接続される場合があります。
前頁のCS8364Cがサーバに接続される。

HUBBELL

Twist-Lock® Devices
50A, 125/250V AC, 3 Pole, 4 Wire Grounding
Insulgrip® Plug

Features

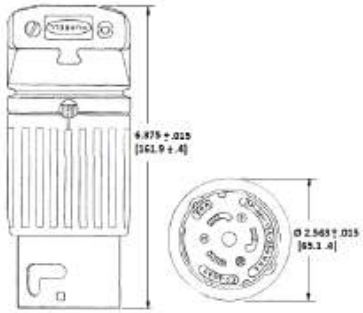
- Tough nylon housing offers better impact qualities
- Stainless steel shroud restricts mismating with the wrong device
- Heavy duty two-piece external cord clamp provides maximum strain relief
- Box terminal with hex socket threaded slug, permits high clamping pressure on conductors without damaging strands
- Thermoplastic polyester interior provides heat resistance and impact strength

Ordering Information

Description	Cord Diameter	UPC	Catalog Number
Nylon cover, thermoplastic polyester interior	.830"-1.250" (21.08-31.75)	783585827995	CS6365C

Listings

Listed to UL 498
Certified to CSA C22.2 No.42



Specifications

Housing	Nylon
Blade Holder	Polyester
Blades	Brass
Shell	Stainless Steel
Terminal Screws	Stainless steel
Cord Grip	Polyester

Performance

Electrical

Current Interrupting	Certified for current interrupting at full rated current
Dielectric Voltage	Withstands 2,000V minimum

Mechanical

Terminal Accommodation	#10 AWG - #6 AWG stranded copper wire only

Environmental

Flammability	HB or better
Operating Temperatures	Maximum continuous 75°C; minimum –40°C (w/o impact)

Accessories

Connector	CS6364C
Single Receptacle	CS6369
Weatherproof Boot	HBL7716C

Resources

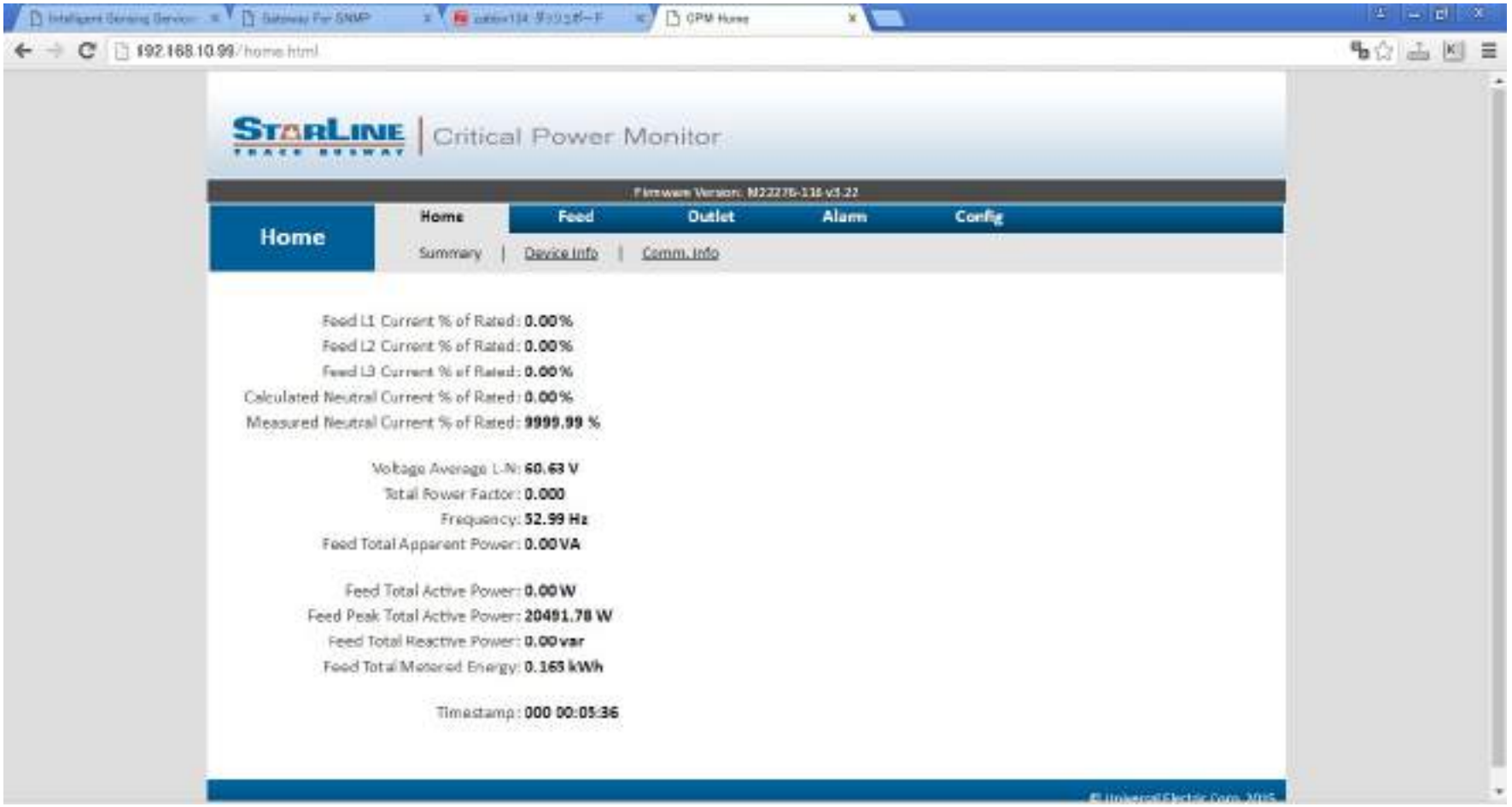
Customer Use Drawing
eCatalog

バスダクトの電圧、電流、力率、周波数、KVA,kW,kWhがモニタリングできる。

バスダクトの電圧、電流はタップオフユニットに搭載されているCPMモニター
（Critical Power Monitor)からMODBUSでDCIM に渡すことができます。

- ディスプレー付き、なしの選択可
- 標準プロトコール TCP/IP ・MODBUS・BACNETをサポート
- オプションとしてWi-Fi接続

スターライン　CPMモニター画面

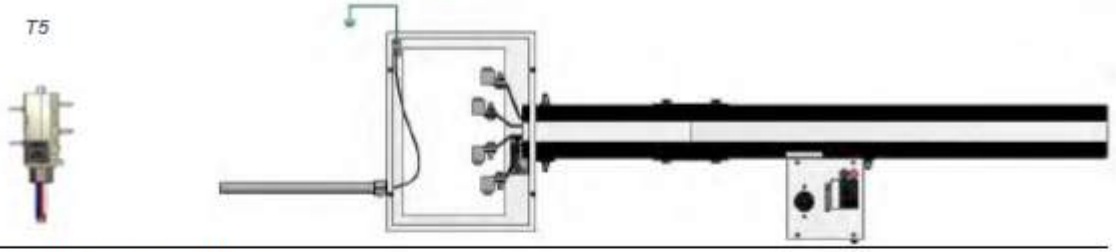


（参考）グランドのオプション　4線+1　雷害対策

CASE GROUND

Uses aluminum housing and no extra copper bar.

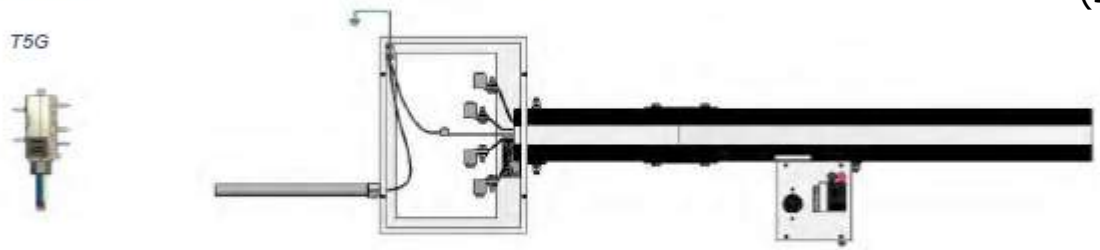
T5



DEDICATED GROUND

Extra bar in busway for ground. Everything tied together inside plugs. Bar and housing at same potential.

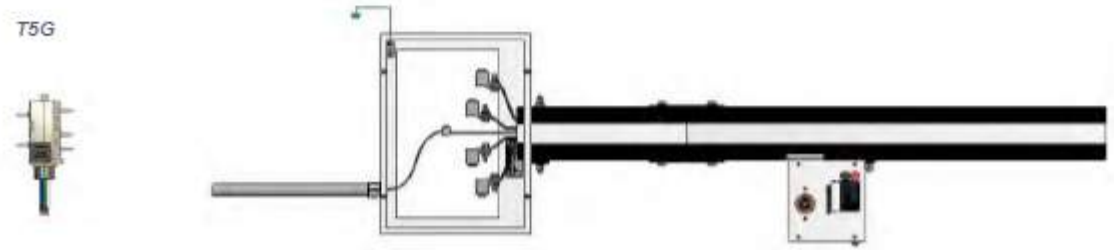
T5G



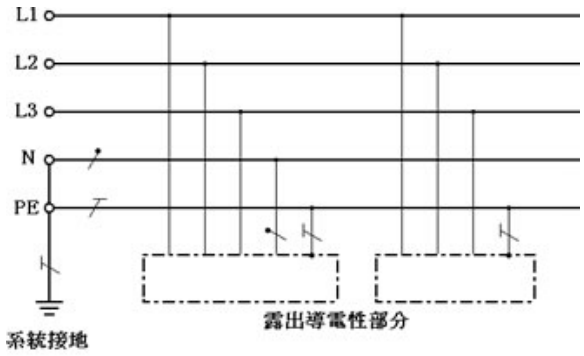
ISOLATED GROUND

Orange receptacles in plugs. Case ground isolated from copper ground bar. Isolated ground carried back to panel by others.

T5G



接地系統の種類（ＴＮ，ＴＴ，ＩＴ系統）
(JIS C 0364-3)



TN－S系統

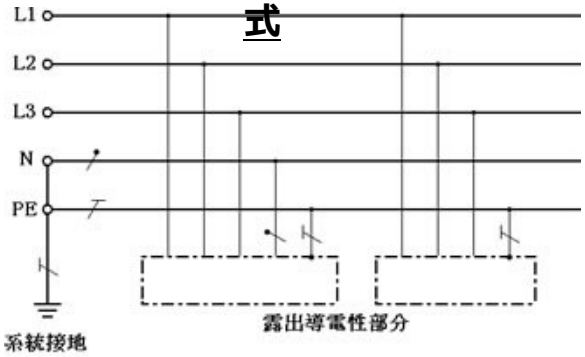
TN-S接地で雷害に強い設置が可能。

Shinohara Confidential

第53章　データセンター接地方式について
三相4線のメリット

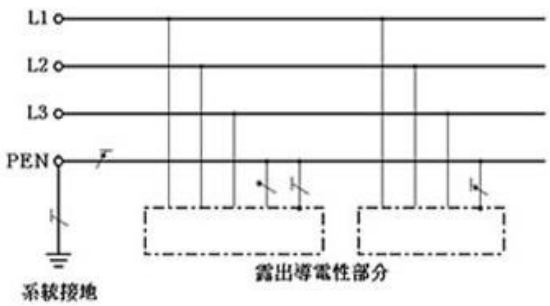
接地方式の種類

欧米の接地方法 TN-S or TN-C方式



TN－S系統

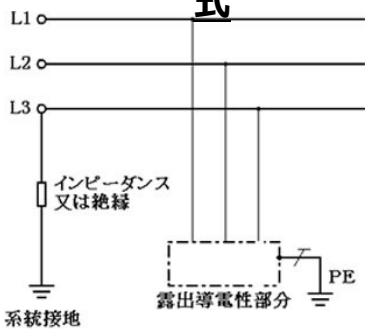
①1点を大地に直接接続する。
②露出伝導性部分を電力系統の接地点へ直接接続する。
③保護導体の機能を中性点と別の導体で行う。



TN－C系統

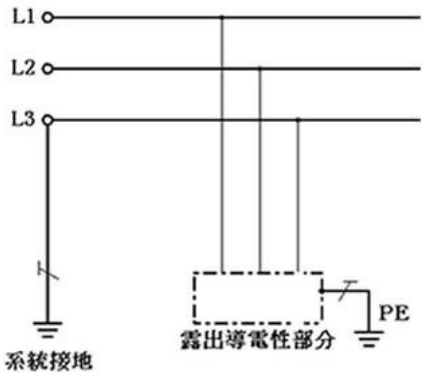
①1点を大地に直接接続する。
②露出伝導性部分を電力系統の接地点へ直接接続する。
③保護導体および中性線の機能を1本の導体で兼用する。

日本国内の接地方法 IT or TT方式



IT系統

①全充電部を大地から絶縁(非接地）するか又は高インピーダンス を介して一点を接地する。
②電力系統の接地とは無関係に、露出導電性部分を独立して大地に直接接地する。

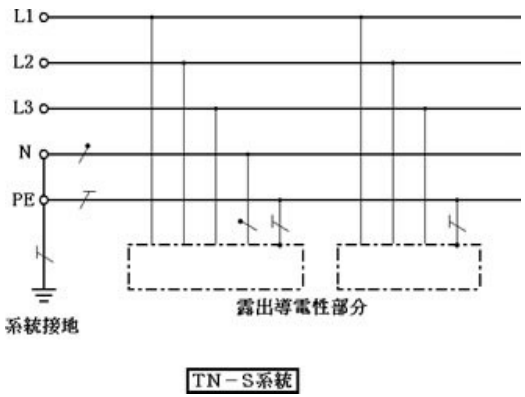


TT系統

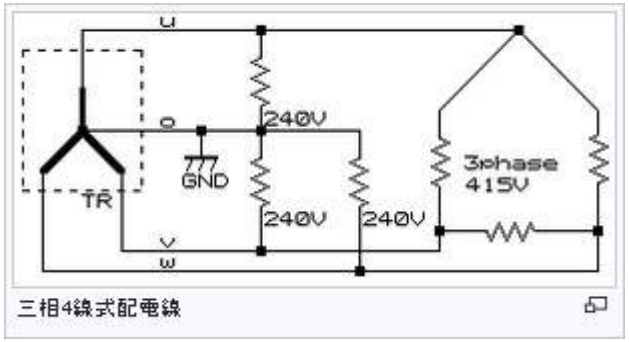
①1点を大地に直接接続する。
②電力系統の接地とは無関係に、露出導電性部分を独立して大地に直接接地する。

欧米　TN-S接地方式の特徴

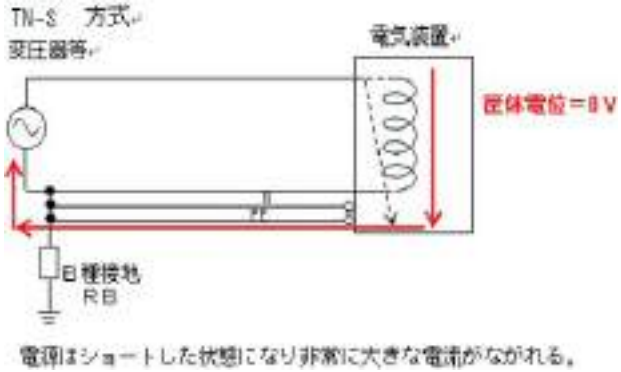
欧米のデータセンター接地方法　TN-S方式 (三相4線Y結線)



TN－S系統



三相4線式配電線

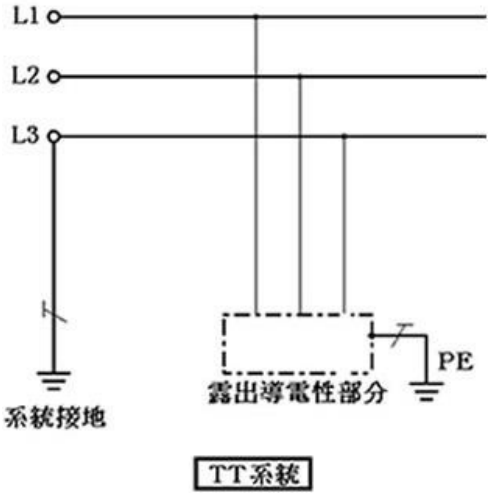


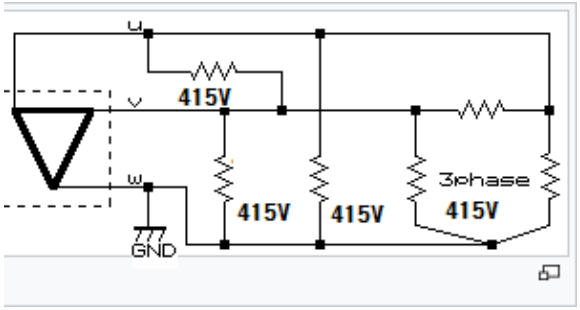
電源はショートした状態になり非常に大きな電流がながれる。

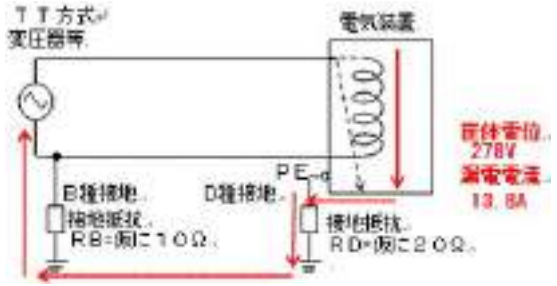
1：中性線・保護接地導体が同一電位となるため、雷サージやその他のノイズによる障害が少ない。
2：地絡事故時、健全相の対地電圧の上昇がほとんどなく、絶縁の低減が可能である。
3：地絡電流が大きいので、過電流遮断器（CB)による保護動作が確実である。
4：地絡時にグランドインピーダンスが低いため人体への影響は少ない。
5：事故時の通信線路への誘導障害が大きいので接地線は通信線と分離する等の対策が必要である。

・ヨーロッパやアメリカで低圧配電線路で一般的に用いられている。
・殆どの海外のデータセンターの低電圧回路で用いられている。
・近年日本でも外資系のデータセンターにTN-S接地方式が採用されている。

日本国内の接地方法　TT方式　（三相三線Δ結線式　　）





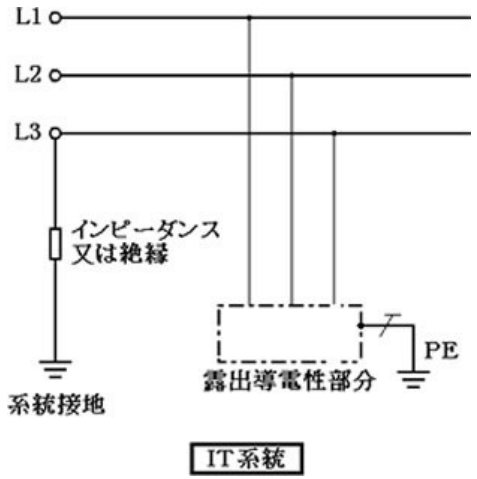


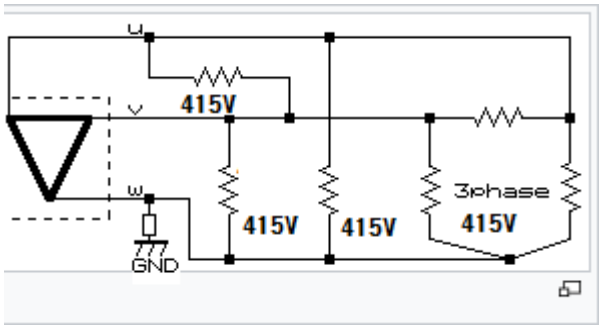
1：機器内部で絶縁破壊を生じた場合の事故電流は、電源線（L）、中性線（N）へ還流せず、PE線へ流れるので 配線途中に設けた漏電遮断器で確実に保護できる。
2：雷サージやその他のノイズにより系統接地と保護接地導体の電位差が大きくなると、機器の破損・異常動作 を起こすことがある。
3：地絡漏電しても接地間の抵抗があるため大きな電流が流れないが、筐体と大地電位に電位差が発生する。
4：地絡漏電時に筐体に人間が触れた場合、筐体と大地に電位差があるため電流が流れ感電する。
5：漏電遮断器（ELB)の設置が必要となる。→漏電遮断器の誤動作により警報や電源断が見られる。

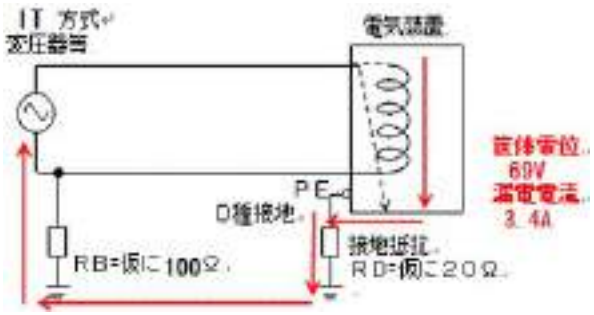
日本では一般的に工場やオフィスビルがTT方式を採用している。

日本国内　IT接地方式の特徴

日本国内の接地方法 IT 方式 （三相三線Δ結線）







1:どの電源配線も接地されていないので1本の電源配線に異常が起きただけでは重大事故にならない。
2:地絡漏電しても接地間の抵抗があるため大きな電流が流れないが、筐体と大地電位に電位差が発生する。
3:地絡漏電時に筐体に人間が触れた場合、筐体と大地に電位差があるため電流が流れ感電する。"
4:漏電遮断器(ELB)の設置が必要となる。→漏電遮断器の誤動作による警報や電源断が見られる。
5:地絡時に地絡電流が少さく、絶縁不良を検出する地絡継電器を動作させることができないため、高感度の地絡継続電器、あるいは補償コンデンサー等の設置が必要となる。

日本国内のデータセンターでは落雷によるコモンモードノイズを回避するため、IT接地方式が採用されているところが多い。

日本国内　IT接地方式の課題

IT接地方式の課題：

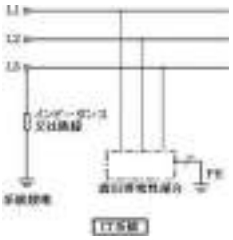
地絡時に地絡電流が少さく、絶縁不良を検出する地絡継電器（ELB)を動作させることができないため、高感度の地絡継続電器(ELB)、あるいは補償コンデンサー等の設 置が必要となる。

国産三相3線ＵＰＳの場合：　コモンモードノイズフィルターであるラインバイパスコンデンサー（Ｙコン）と金属シャーシ（ＰＥ）間に漏電電流（保護導体電流）が流れELBが動作しないように フィルター(Ｙコン)ーとシャーシ（PE)間を浮かしている。→落雷等のコモンモードノイズを除去できない。

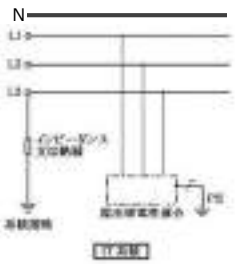
国産三相4線ＵＰＳの場合：　三相4線のUPSだが、ニュートラルは二次側へスルーしているため電源ラインのノーマルモードノイズをラインコンデンサーでニュートラルへ逃がすことが 出来なく負荷側へインバーターのノイズが伝搬することが懸念される。

IT接地方式

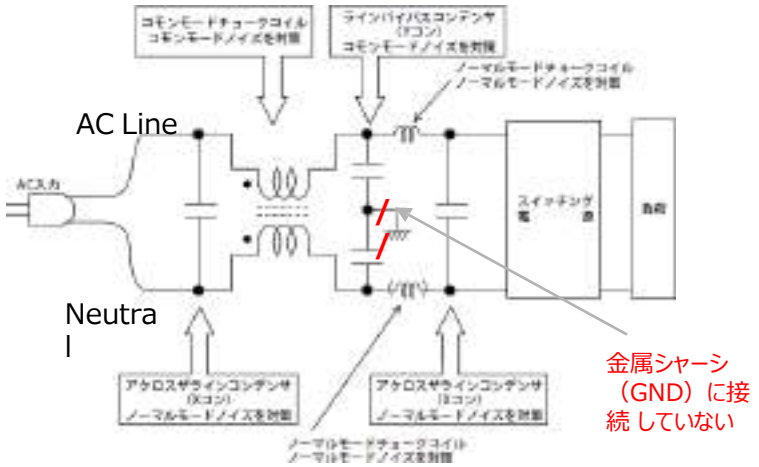
国産
三相3線
UPS



国産
三相4線
UPS



N相は二次側へスルー



・**ノーマルモードノイズ**：　アクロスザラインコンデンサー（Ｘコン）やノーマルモードチョークコイルによりノーマルモードノイズを低減する。
・**コモンモードノイズ**　：　ラインバイパスコンデンサー（Ｙコン）とコモンモードチョークコイルによりコモンモードノイズを低減する。

ノイズの種類

ノイズ伝搬の方法には2種類に分類されます。

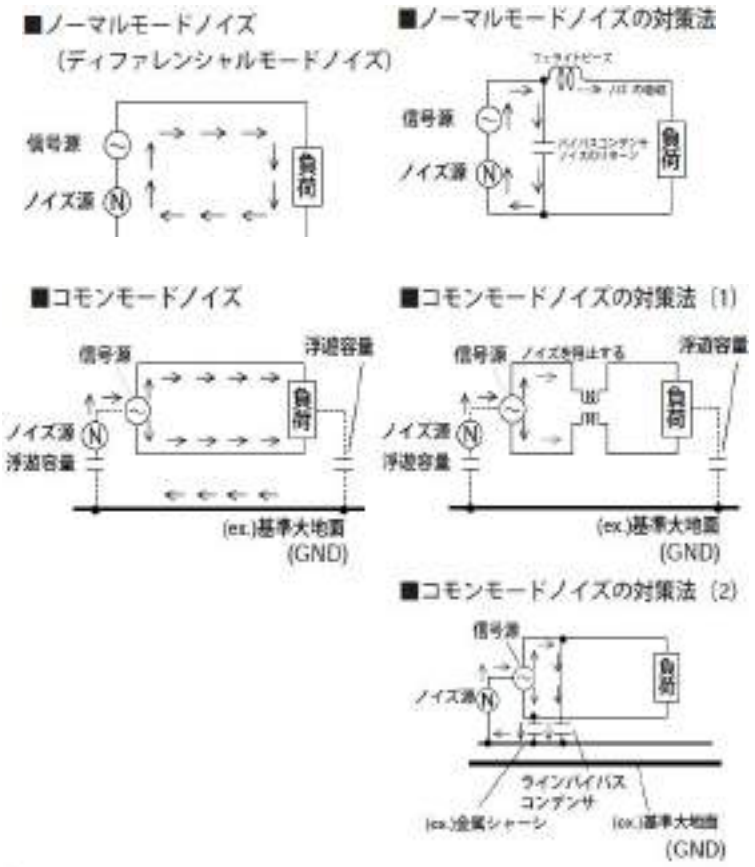
1.ノーマルモードノイズ：信号や電源ライン間に発生するノイズ

　対策：信号ラインや電源ラインにフィルタ（バイパスコンデンサー Xコン、フェライ トビーズ等）を使用する。

2.コモンモードノイズ： 信号や電源ラインとＧＮＤ（アース）間で発生するノイズ

3.対策（1）：信号ラインのそれぞれにインダクタンスを挿入する。

　対策（2）：両信号ラインや両電源ラインとＧＮＤ（アース）間にフィルタ（ラインバイ パスコンデンサー： Yコン）を使用する



三相4線　TN-S接地方式のメリット

三相4線のTN-S接地によるメリット：

☑安全性向上
- ・地絡事故時、健全相の対地電圧の上昇がほとんどなく、絶縁の低減が可能である。
- ・地絡電流が大きいので、過電流遮断器（CB)による保護動作が確実である。
- ・三相4線の中性点を０V電位とすることで、対地電圧をV／√３に低減する事ができる。 例：415V→240Ｖ（対地電圧）
  400Ｖ→230V（対地電圧）

☑ノイズ対応力の向上
- ・中性線・保護接地導体が同一電位となるため、雷サージやその他のノイズによる障害が少ない。

☑コスト低減
- ・IT機器の入力電圧範囲は100V～240VであるためUPSの出力電圧（N相-ライン）をそのまま使用でき 降圧トランスが不要である。

☑作業性・拡張性の向上
- ・最近の電源配線の主流であるバスダクト配線方式が利用でき、電源配線の増設が容易である。

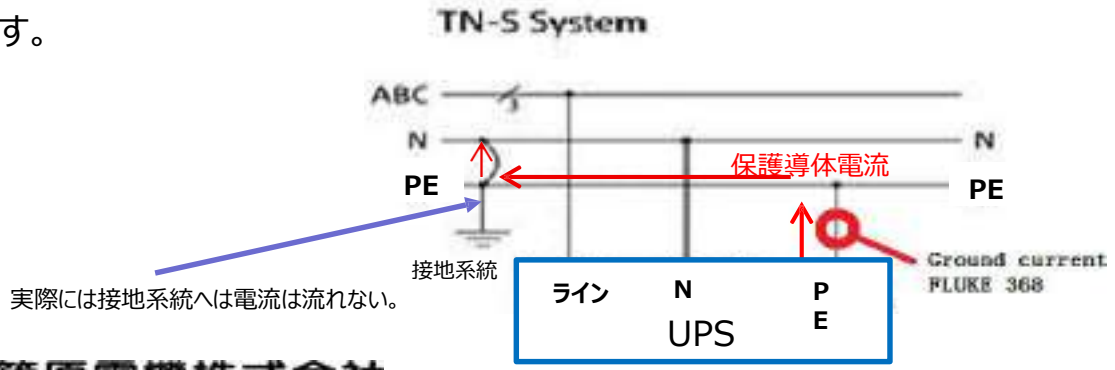
1. 高調波に関して：

3相4線方式で中性線と各ライン間に非線形負荷を接続している場合、中性線に大きな電流が流れる場合があります。これは 負荷にコンピューターなどIT機器に著しく、これらの機器より第3調波を含む高調波電流が流れるために生じます。正弦波電流 の場合、中性線の合成電流はお互い打ち消し合ってわずかな電流となりますが、高調波電流の場合は打ち消されず算術和と なるためこのような現象が起こります。
多くのデスクトップPCの場合、それらの電源ユニットは「コンデンサ入力型スイッチモード」を内蔵しており、交流（AC）電源にとっては非線形負荷となります。
一方、最近のサーバやルータ、ハブ、ストレージシステムなどのIT機器では、PCとは異なる電源設計になって、「力率補正」（Power Factor Correction）されていますので高調波電流は殆ど発生しません。

実際、最近のIT機器は電力網にとってはもっともクリーンな負荷のひとつで、蛍光灯や可変速モータなどの多くの電気機器と比 較しても、発生する高調波電流は低くなっています。約20年前は、IT機器も、PCと同じく力率補正がなく非線形負荷となっていま したが、今日、IT機器の負荷に対しては、さまざまな国際規制によって「力率補正」設計が義務づけられています。（ IEC61000-3-2)

2. 保護導体電流に関して：

三相4線仕様のUPSはEMI/EMC対策としてUPS内部にノイズフィルターが設置されており、ノイズフィルターの接地コンデン サーから接地線に還流する保護導体電流（透過電流とも呼ぶ）が流れます。
この保護導体電流は接地系統に流れないようにするために筐体(PE)アースとニュートラル線を**（N）**下記の様に接続することが
必要です。



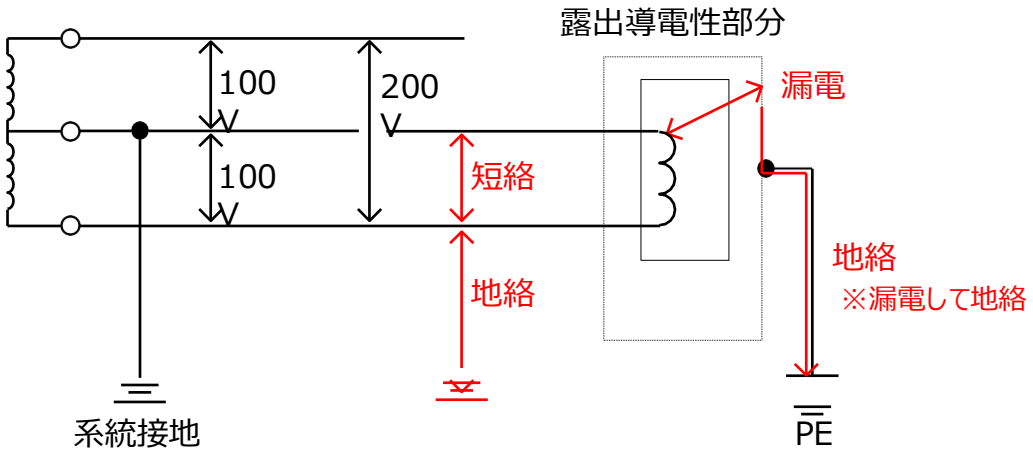
電技17条（接地工事の種類及び施設方法）,29条 (機械器具の金属製外箱等の接地)

A種接地は　10Ω以下（高圧などの電圧が高い機器の鉄台、金属製外箱などを接地するときに適用）
B種接地は変圧器の高圧側電路の1線地絡電流のアンペア数で150を除した値以下（高圧と低圧を結合する変圧器の中性点）
C種接地は　10Ω以下（300Vを超える低圧の機器の鉄台、金属製外箱などを接地するときに適用）
D種接地は100Ω以下（300V以下の機器の鉄台、金属製外箱などを接地するときに適用）

※ただしC種D種接地抵抗値は低圧電路において、当該電路に地絡を生じた場合に0.5秒以内に自動的に電路を遮断する装置を 施設する時は500Ω以下

短絡	回路どうし、または回路と筐体間において回路が形成され電流が流れること。※抵抗値"ゼロ"	電流最大
地絡	本来の回路以外に大地との間に回路が形成され電流が流れること。※抵抗値は接地分	電流大
漏電	本来の回路以外に回路が形成され電流が流れること。 ※抵抗値不安定	電流極小~大

1Φ3W　TTシステム　例



添付資料４．電気設備技術基準の改定 平成26年版より

４．１　第218条（IEC 60364規格の適用）

第7章　国際規格の取り入れ

第218条【IEC 60364規格の適用】

〔解　説〕　本条は、IEC 60364規格（以下「IEC 60364」という。）を国内において適用する場合の規定である。

IEC（International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議）は1906年に設立された、電気・電子並びにそれらに関連する技術に関する国際規格を作成、発行している国際的な組織であり、その規格は世界各国において広く採用されている。

IECには分野ごとに90を超えるTC（Technical Committee：技術委員会）が設けられているが、IEC 60364はそのうちTC64「低圧電気設備」において作成、発行された規格であり、公称電圧交流1,000V又は直流1,500V以下の電圧で供給される、住宅施設、商業施設及び工業施設などにおける電気設備に適用される。

IEC 60364は解説218.1図に示すように第1部、第4部、第5部、第6部及び第7部の5つの部から構成されており、第1部では基本的原則、一般特性の評価、用語の定義などの総則的な事項が、また第4部から第6部では具体的な規定が、さらに第7部では、プールや建設現場などの特殊場所に関する特記的な事項が規定されている。

第1項は、**218-1表**に掲げられている日本工業規格（IEC 60364に対応するJIS）又はIEC規格により需要場所に施設する低圧の電気設備を施工できることを定めている。従来、IEC 60364とIEC 60364に対応するJISを併記していたが、同JISにはデビエーションが設けられており、IEC 60364とIEC 60364に対応するJISが完全には一致しないため、これらを併記しないこととした。なお、電気事業者の発電、変電、送配電設備は適用対象外である。

4.2　　IEC60634（TN型接地方式）の適用例

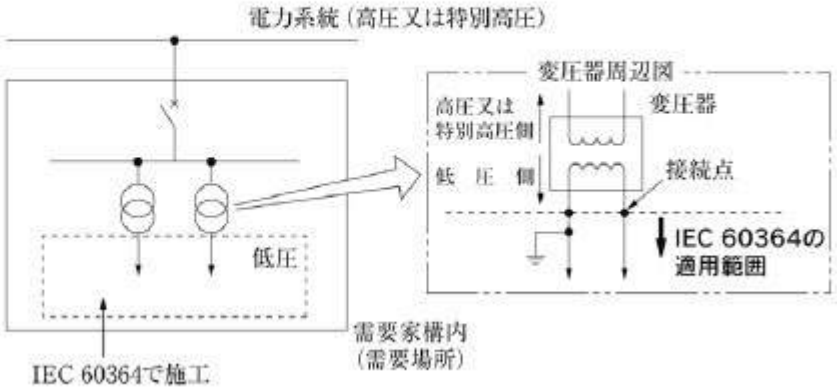
第2項は、第3条から第217条までの方式（以下「従来方式」という。）とIEC 60364を混用することを禁止する規定である。具体的には同一の電気使用場所の電気設備における従来方式とIEC 60364の混用を禁止しており、従来方式又はIEC 60364どちらか一方の規定により施設しなければならない。ただし、電気使用場所に高圧及び特別高圧部分と低圧部分が混在している場合には、高圧、特別高圧部分は従来方式により施設し、低圧部分はIEC 60364により施設することは混用にはならない。また、同一の需要家構内に複数の低圧電気使用場所が、電線路のみで接続されている場合も、低圧電気使用場所ごとに従来方式又はIECで施設されていれば、混用にはならない。（→IEC 60364の適用例参照）

ただし書は、平成24年度電気施設技術基準国際化調査（電気設備）及び平成26年3月10日の電力安全小委員会での報告を踏まえ、故障時に他施設に対し異常電圧による支障が発生しない施設方法として、接地抵抗値を合理的に管理できる規定を追加したものである。（㉖改正）

IEC 60364の適用例（電気使用場所の単位の分類）

A. 高圧又は特別高圧の需要家

I. 高圧又は特別高圧の需要家構内（需要場所において、低圧側の全てをIEC 60364により施設する場合

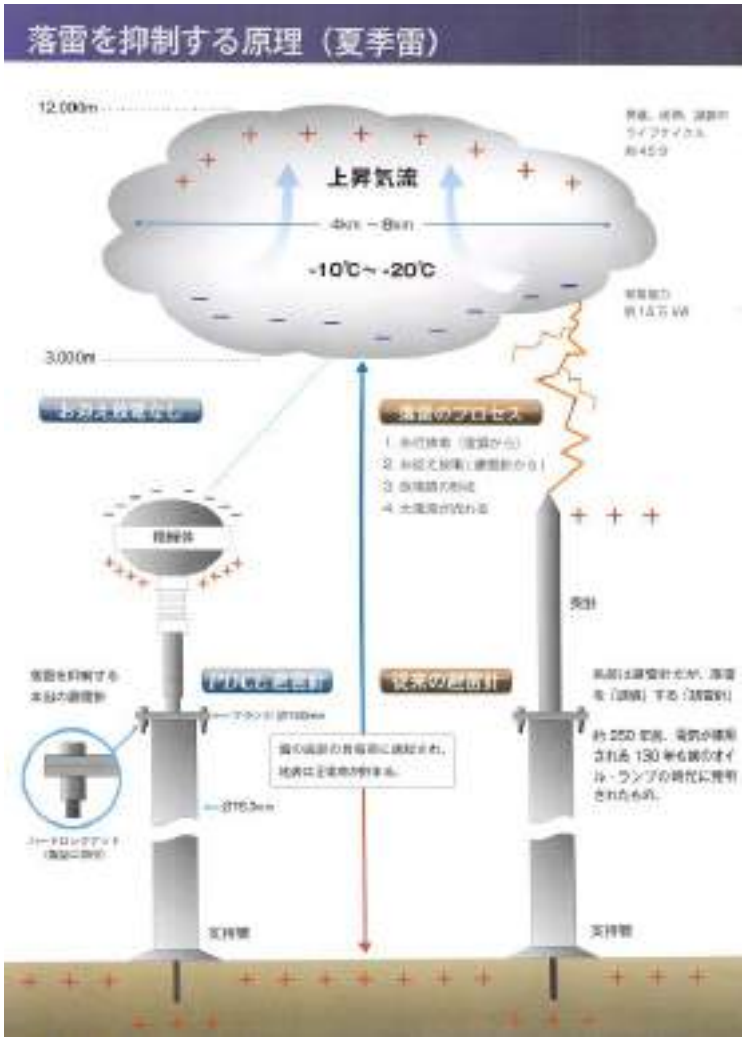


解説218. 2図

第54章　雷害対策

落雷抑制システム　落雷抑制型避雷針

データセンターはデリケートなサーバ機器やUPS機器、ネットワーク機器等があります。
避雷針による雷の誘導するのではなく、落雷を寄せ付けないほうが安全と考えています。
マイナスイオンにより雷を落ちないようにします。



（株）落雷抑制システムズ資料より

落雷抑制システム　落雷抑制型避雷針

日本全国に既に700箇所
近く設置されています。

（株）落雷抑制システムズ資料より

(参考)日本における地震危険度と耐震基準

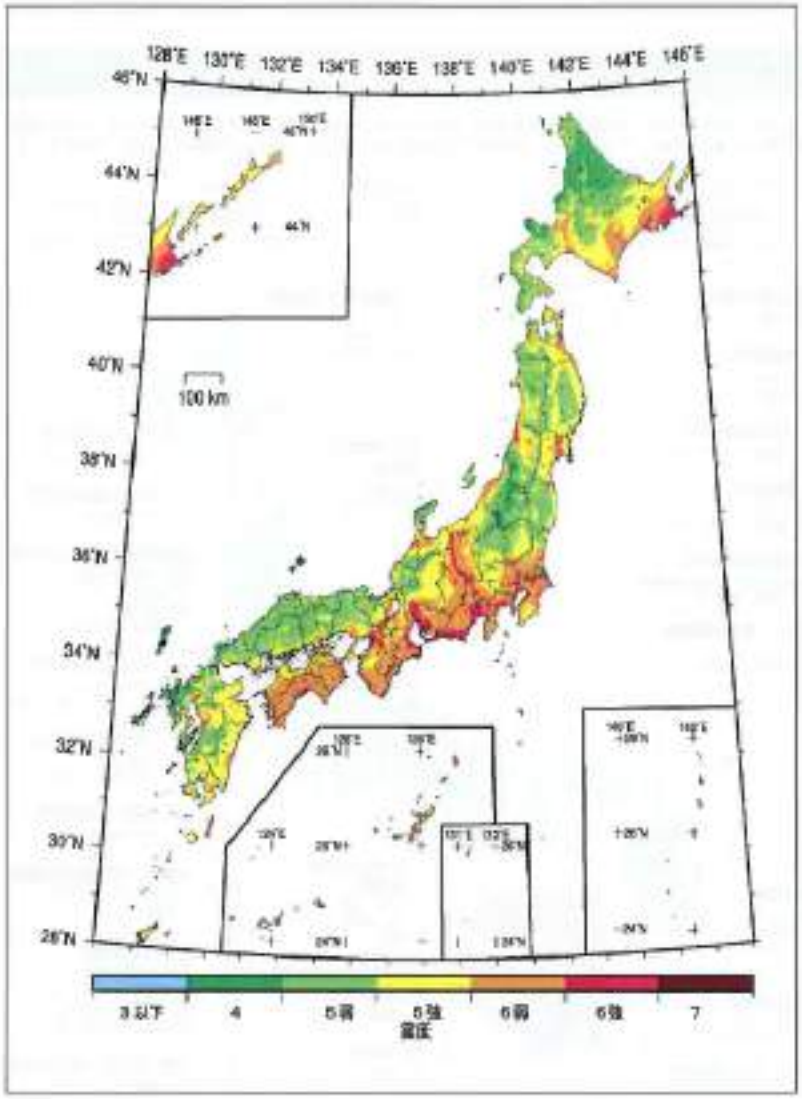


図 2.3 今後 50 年間に 10%の確率で発生する地震の強さ

データセンターに関する日本の地域特性
グリーングリッド日本技術委員会資料

第55章　気流解析　CFDとモックアップ検証

数値流体解析CFD　6SigmaDC

データセンターの熱だまりは大変複雑な流体の流れで簡単には対策が立てにくいと考えています。

その場合、データセンターの建物仕様、サーバラックの配置、発熱量をもとに数値流体解析CFDと呼ばれる解析を行うのがよい。

その結果をもとに対策案を考えて、必要により実フロアで部分的に対策実施してその結果を再度解析にかけて対策案を決定するのが望ましい。

Cadence社資料

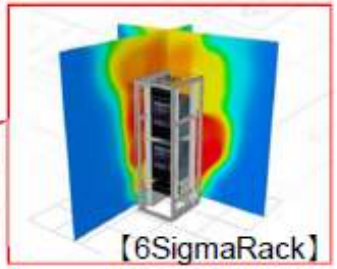
電算機室~データセンタ 仕様&最新トレンド

- 通路の囲い込み
  = キャッピング
※ 冷暖を区切る

- 建物は免震/耐震対応

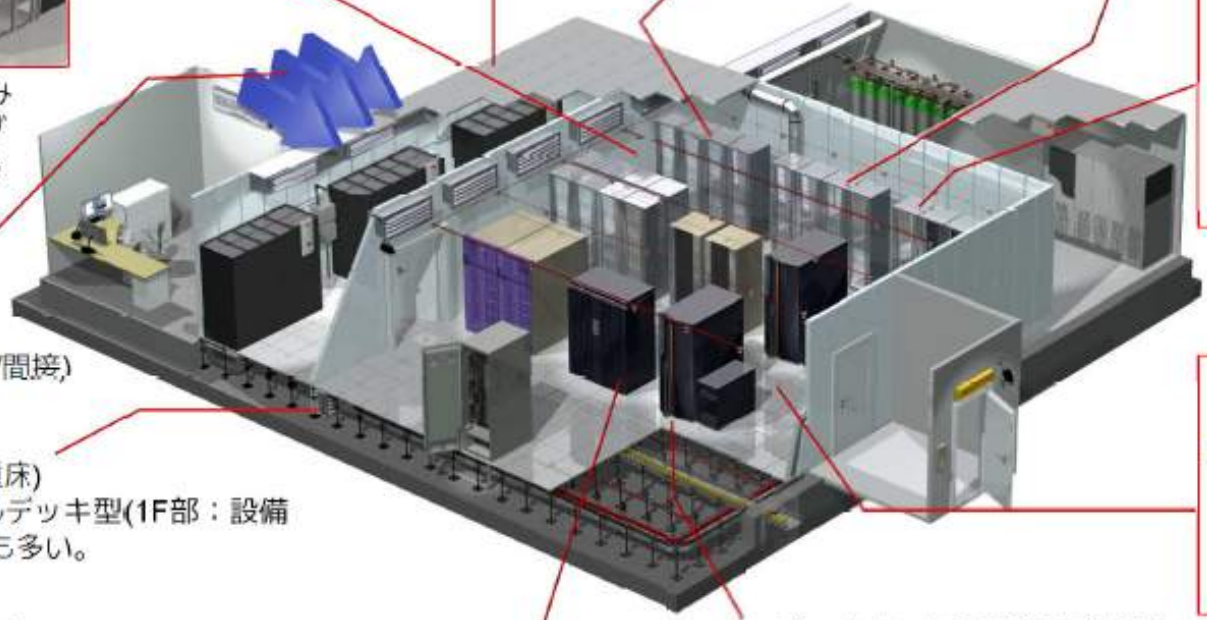
- ラック毎の電力負荷増加
※ 現在：約5KW～15KW
2010年と比較し、2～3倍の
ラック負荷となっている。

- サービス形態がクラウドとなり、局所高負荷ラック出現(例：オンラインゲーム)



【6SigmaRack】

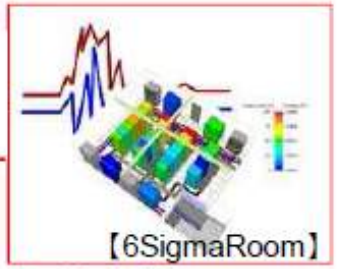
- ラック内IT機器
構成検証 - 熱・気流



- 【冷却用】
外気導入(直接/間接)

- OAフロア (2重床)
※ 近年、ダブルデッキ型(1F部：設備/2F部：IT機器)も多い。

- 直流電源が注目
※ IT機器はじめ電力ロスを減らし、節電対策を実施



【6SigmaRoom】

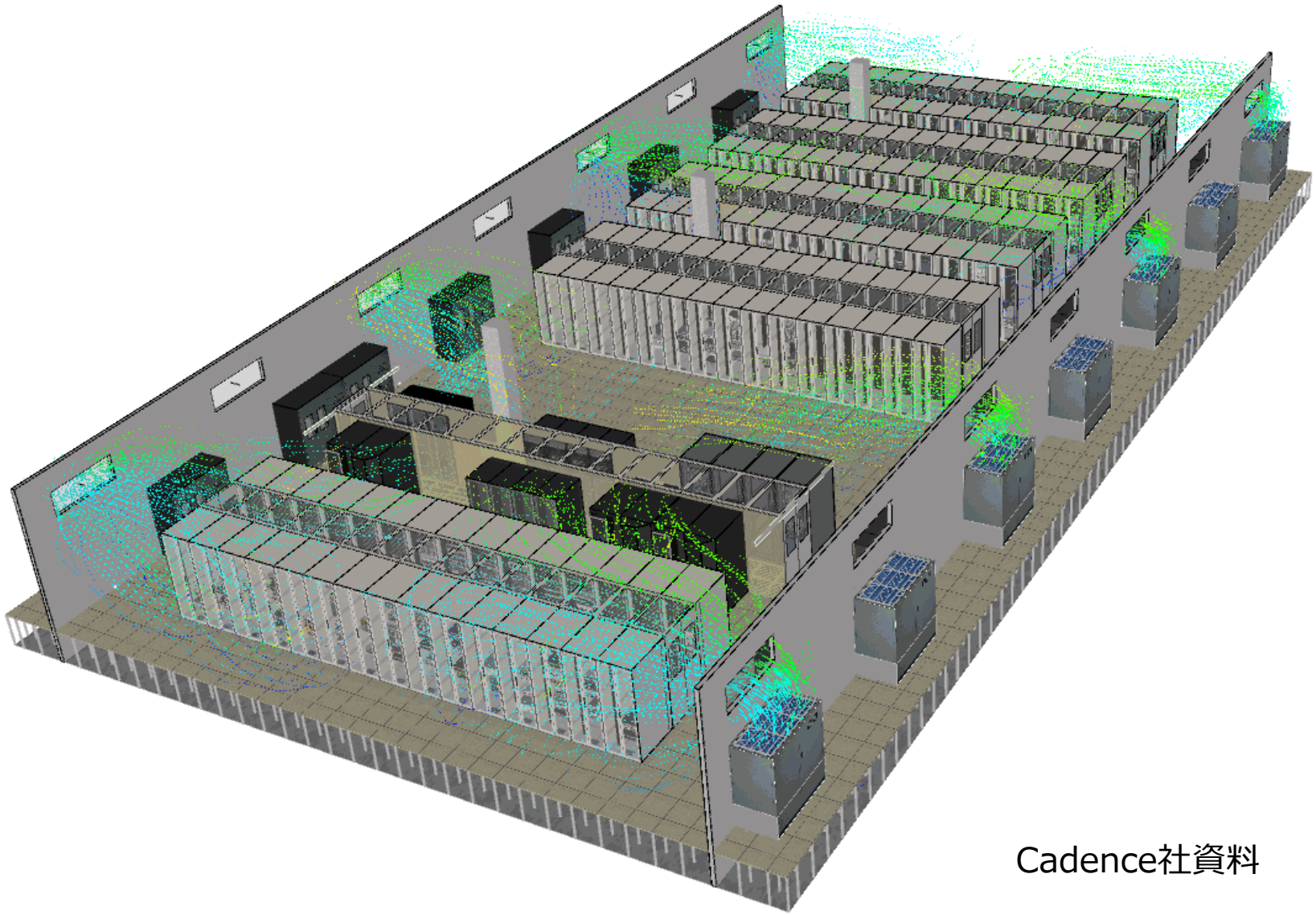
- データセンタ内情報統合管理
「DCIM」ツールに注目

- 室内全体での
節電対策&熱対策

イメージ参照： 2000net
http://www.2000net.it/on-site-service/networking/

熱流体解析例　CFD

Future facilities社資料より



Cadence社資料

Shinohara Confidential

第56章　コミッショニ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ニング試験に最適

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ー模擬熱源機を用いてコミッショニ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 ※設定値以上でヒーターOFF
- 熱源機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。

2kW

3.3kW

仕様

品番	153-R2-SN-48	153-R2-SN-46
タイプ	2kW (リモート通信機能付き)	3.3kW(230V時) / 2.55kW(200V時) (リモート通信機能付き)
外形寸法	W430×D600×H88(2U)(mm) ※取手、スイッチ、ネジなどの突起は含まず	W482.6×D546×H130(3U) (mm) ※取手、スイッチ、ネジなどの突起は含まず
発熱量	AC200V~AC230V 0~2kW	AC230V 1,100~3,300W(1,100W単位で3段階可変式) AC200V 850~2,550W(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	302㎥/h~513㎥/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	344㎥/h~836㎥/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13kg	約20kg
付属品	C13/C14電源ケーブル付属 2m 1本 19インチマウントアングル実装用レール	L6-30P電源ケーブル 3m 1本 19インチマウントアングル実装用レール
耐ノイズ性	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)

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

データセンター総合熱試験　コミッショニング試験用熱源機

フロア毎に空調能力とコンテイメントのトータルの冷却能力検証を行う場合(コミッショニング試験)、本模擬試験装置が数百台になります。200kWから300kW以上

その場合に、発熱量の制御や吸気温度と排気温度のΔTもしくは風量を制御する必要があります。本模擬熱源機は多数の熱源機をPCにて遠隔で自由に制御することが可能です。電源のONOFF制御も可能です。この場合急激な温度上昇が起こらないようにタイマー機能があり、一定時間ファンが回転して安全な温度に達してから電源が切れるようになっています。

第57章　ワイヤレス温湿度モニタリングと電力モニタリング

データセンターフロア内　温湿度モニタリング

SHINOHARA

ワイヤレスセンサーシステム

920MHz特定小電力無線によるワイヤレスセンサーシステム
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

各センサノードが子機ごとに定期的にデータを計測し、
920MHzの特定小電力無線により親機へ送信します。
親機は子機からの最新データを蓄積し、総合監視装置からの問い合わせに対し情報を返信します。総合監視装置は親機に対し通信プロトコルに準拠した要求を行うことで計測データの情報を取得することができます。

- 配線工事不要のための配線工事費を低減
- 大規模工事やライン停止不要のための簡単構成や一から設置可能
- 障害物に強い920MHz特定小電力無線
- 省エネ設計で年単位の電池寿命を実現
- 親機1台に対し子機センサーの種類を問わず10台接続可能
- 参考通信距離200～300m
（設置しの高い位置の取り付けと場合の通信距離）
- 最短5秒～24時間までデータ送信間隔を設定可能

システム構成

総合監視装置（Manager）
※ユーザー様にてご準備ください
有線LAN（UDP/SNMP）
親機 Gateway
IEEE802.15.4
子機センサーノード

導入までの流れ

ヒアリング → 現地調査（訪問） → 導入・設置サポート → 導入後サポート 各種設定変更

親機(Gateway)

UDP仕様

型番	LWAGZZ2HU-831
本体寸法/質量	約70.8(D)27(T)×165.5mm/128g
付属アンテナ寸法/質量	169mm/45g
電源供給	ACアダプタ(5VDC/2.0A)
子機との通信インターフェイス(無線)	920MHz帯特小電力無線
ホストとの通信インターフェイス(有線)	USB1.0
使用環境	-10～60℃ 30%RH以下(結露なきこと)
最近五分前値	1件

SNMP仕様

型番	LWAGZZ1HU-919
本体寸法/質量	W73.6×D29×H101.5mm/128g
付属アンテナ寸法/質量	110mm/5g
電源供給	ACアダプタ(5VDC/2A)
子機との通信インターフェイス(無線)	920MHz帯特小電力無線
ホストとの通信インターフェイス(有線)	Ethernet(10 Base-T)コネクタ：RJ45
使用環境	-10～40℃ 85%RH以下(結露なきこと)
最近五分前値	1件

muRata

子機センサーユニット

型番	LWAGZZ*BHU-270	LWAGZZ2HU-277	LWAGZZ*BHT-230
特記事項	アナログ生産機能センサユニット(0-5V対応)	アナログ生産機能センサユニット(0-5V対応)	電池センサ内蔵(防水)
寸法/質量	40×30×27mm/47g	40×30×27mm/47g	40×30×27mm/50g
電源供給	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ
無線	920MHz特定小電力無線	920MHz特定小電力無線	920MHz特定小電力無線
データ収集間隔	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能
センサ	0-5Vdc出力機器(別売)	0-5V出力1台接続(別売)	防水(IP65)温湿度センサ内蔵
使用環境(temp/hum)	-10～60℃ 95%RH以下	-10～60℃ 95%RH以下	-10～60℃ 95%RH以下
送信部	計測値のデータ送信	計測値のデータ送信	計測値のデータ送信
最近五分前値	1台/1件	1台/1件	1台/1件
対応親機 通信仕様	UDP	UDP	UDP

型番	LWAGZZ*BHU-123
特記事項	大容量電池センサ
寸法/質量	58×26×58mm/160g
電源供給	単四×3本
無線	920MHz特定小電力無線
データ収集間隔	1分～24時間で設定可能
センサ	圧電セラミック式温度センサ/ダイアフラム式圧力センサ
使用用途	加速度実効値/ピーク値計測温度差 加速度スペクトルピーク比較
使用環境(temp/hum)	常時使用温度：-10～60℃ 30%RH以下 保管温度：-10～50℃ IP64相当
送信部	加速度データ送信
最近五分前値	1024点
対応親機 通信仕様	UDP

無線温度センサー　センサー受信画面

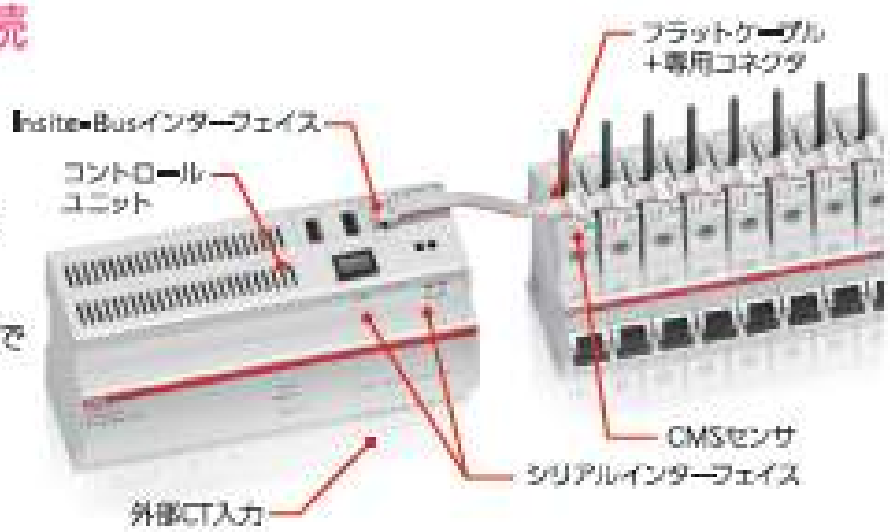
閾値を設けてパトライト等で警報を出すこともできる。
またタブレット等で見ることも可能である。

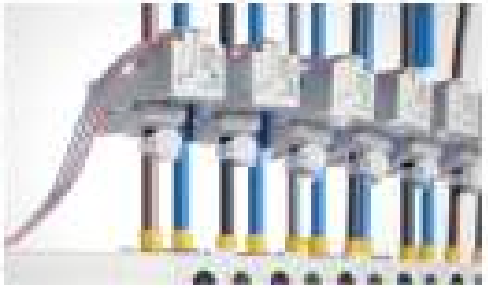
エネルギーマネジメントシステム InSite

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
センサ数(Max)	96(3×32)
計測	電流・電圧・力率・電力・電力量
電源	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ごとのすべてのCMSバスラインのフラットケーブルの長さ合計が32mを超えないようにしてください。センサの数と形状に応じたフラットケーブルの利用可能なケーブル長については以下の表を考慮してください。

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
ソリッドコアセンサ	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/パック

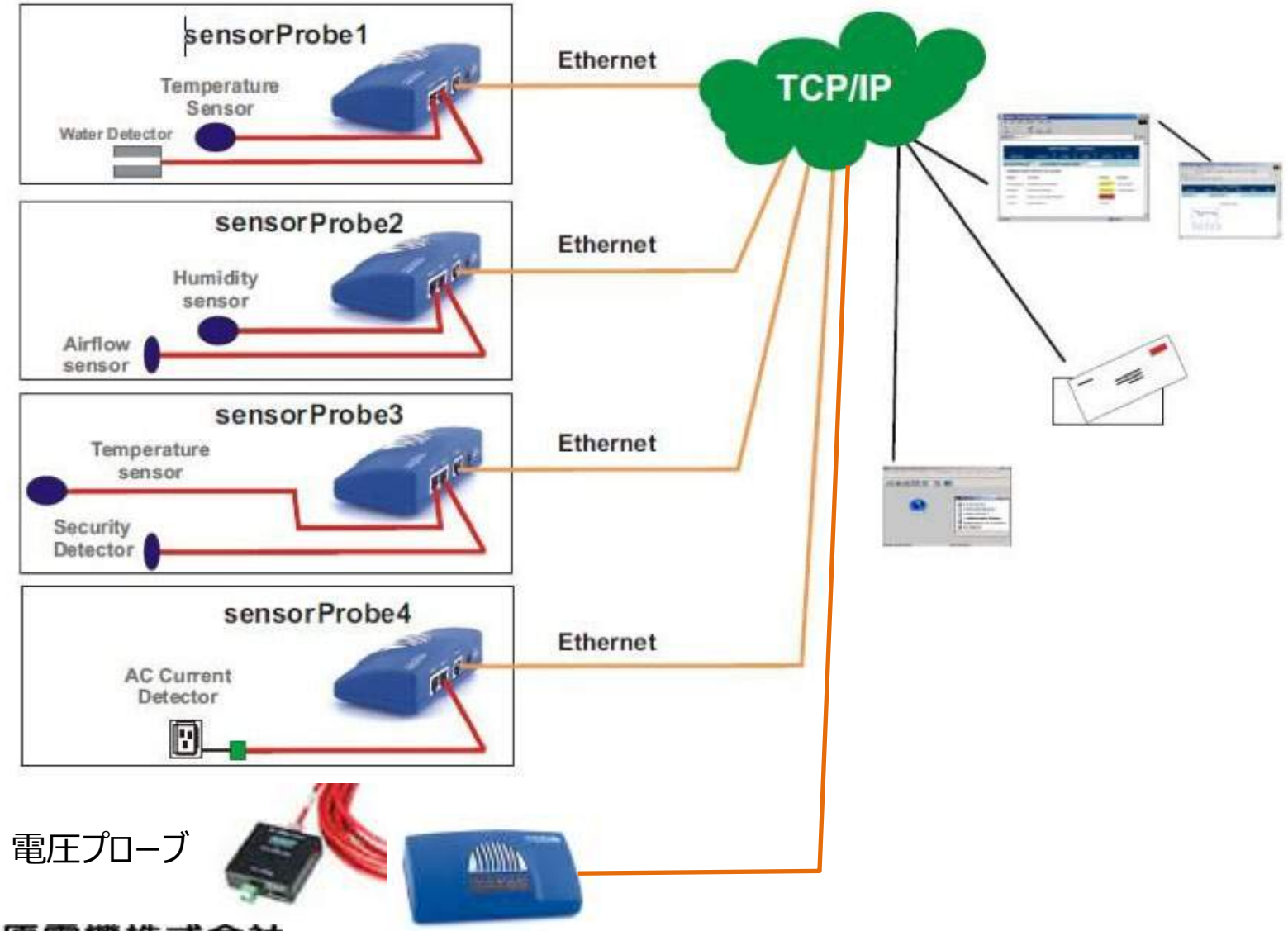
CMSセンサ(18mm幅)

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	
	CMS-121DR	40A		
	CMS-122DR	20A		
	CMS-120CA	80A	結束バンド取付	
	CMS-121CA	40A		
	CMS-122CA	20A		
	CMS-100PS	80A	ABB MCB S200/400取付	ソリッドコア(18mm幅)
	CMS-101PS	40A		
	CMS-102PS	20A		
	CMS-100S8	80A	ABB MCB S800取付	
	CMS-101S8	40A		
	CMS-102S8	20A		
	CMS-100DR	80A	DINレール取付	
	CMS-101DR	40A		
	CMS-102DR	20A		
	CMS-100CA	80A	結束バンド取付	
	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	ソリッドコア(25mm幅)
	CMS-201S8	80A		
	CMS-202S8	40A		
	CMS-200DR	160A	DINレール取付	
	CMS-201DR	80A		
	CMS-202DR	40A		
	CMS-200CA	160A	結束バンド取付	
	CMS-201CA	80A		
	CMS-202CA	40A		

様々なモニターWeb監視



電圧プローブ

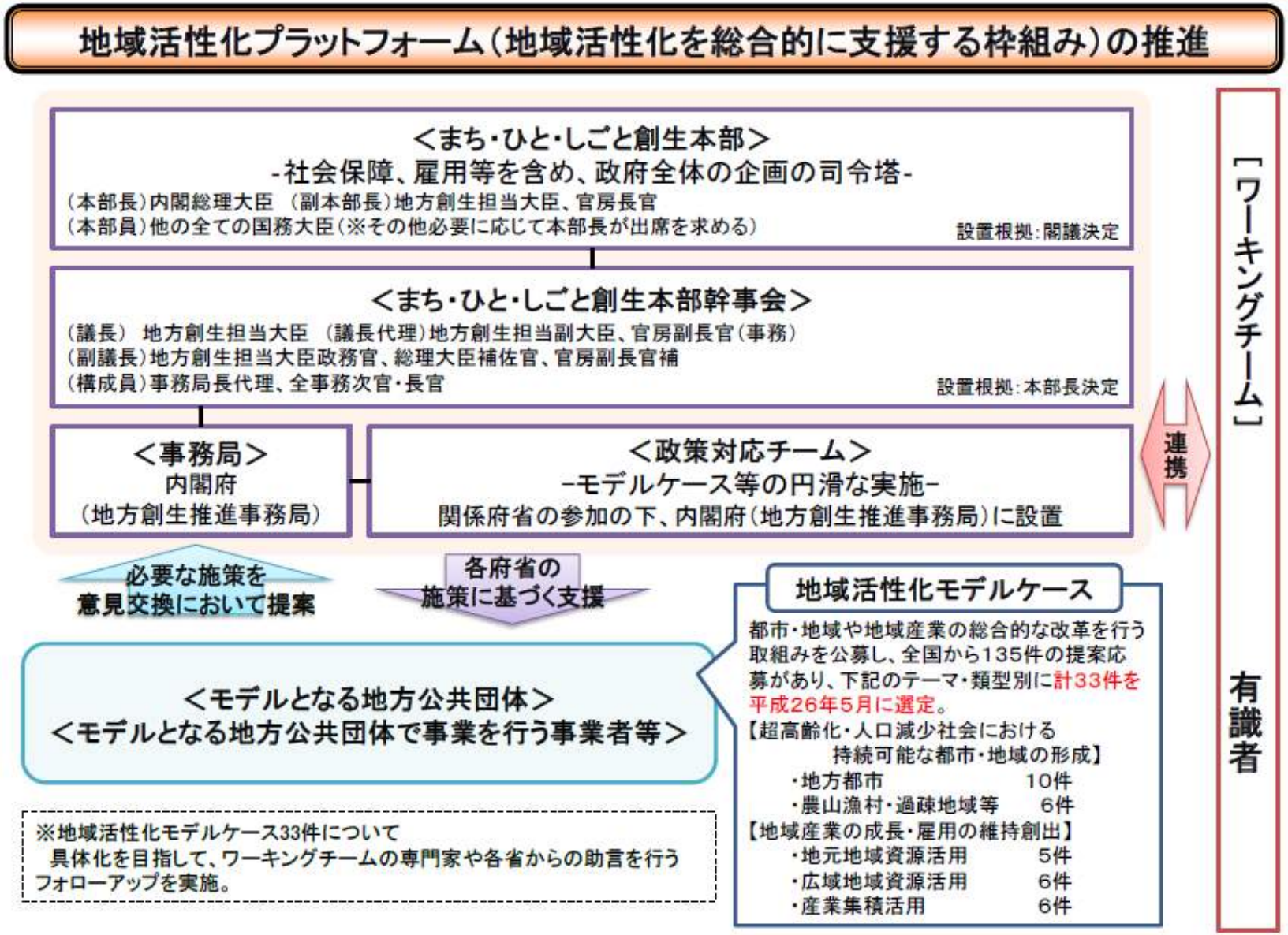
第58章　地方創生とテレワークセンターの取り組み
デジタルカフェ構想

東京一極から地方への分散の時代、DX・AX実現の社会インフラの実現には地方創生も欠かせない活動と考えている。

地方活性化、地方創生に向けテレワーク対応コンテナや生成AI、自動運転サポート、分散クラウドコンテナ構築、分散ガバメントクラウドに向けた取り組み

分散コンテナ型データセンター　100K～300kW～1MWクラス、10MW

地域活性化プラットフォーム（地域活性化を総合的に支援する枠組み）の推進



地方創生のひとつの可能性！リモートワークの新たな環境づくりへ

デジタルカフェ構想

デジタルカフェ構想を活用してのご提案

DX時代・AX時代により、一極で都会に通勤する働き方が終わりを告げ、これからは分散の時代へと変化しています。
大企業もテレワーク主体の働き方に変わりつつあり、その受け皿としてのテレワーク環境が望まれるなか、もうすでにその動きは始まり、日々加速しています。

アルファスペース構想とは、アルファーエスが提唱するデジタルカフェで都会から地方まで広くテレワークできる環境づくりを目指すものです。

アルファーエスの提案する最先端テクノロジー、コンテナデータセンターなどを活用した地方でのITインフラ整備も可能です。

活用方法は？

- ✓ 地方創生のデジタル文化センター機能
- ✓ 地域の人材登用推進
- ✓ 里帰り推進
- ✓ 新たなビジネスの創出

楽Meet で快適なテレワーク環境の提供

地方創生のひとつの可能性。
リモートワークの新たな環境づくりへ

アルファースペース
ONE

デジタルカフェ構想を活用した
アルファースペース ONEのご提案

「アルファースペース ONE」とは篠原電機とアルファーエスが提唱するデジタルカフェ構想です。一極集中で都会に通勤する働き方が終わりを告げ、これからは分散の時代へと変化しています。そこで篠原電機とアルファーエスでは都会から地方まで広くテレワークできる環境づくりを目指します。最先端テクノロジー、コンテナ型データセンターなどを活用した地方でのITインフラ整備も可能です。

Alpha-S

活用方法は？

- 地方創生のデジタル文化センター機能
- 地域の人材登用推進
- 里帰り推進
- 新たなビジネスの創出

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

楽Meetで快適なテレワーク環境の提供

デジタルコンビニ「アルファースペース ONE」構想図

篠原電機株式会社
ITソリューション製品に関するお問い合わせ
E-mail：it-s@shinohara-elec.co.jp　http://www.shinohara-elec.co.jp/
Tel: 06-6927-0008　Fax: 06-6923-8181
製品改良のため、仕様・外観は予告なしに変更することがありますのでご了承ください。　2021.10 Rev.1

Shinohara Confidential

アルファースペースONE

アルファースペースONE

アルファースペースONE

地方創生のひとつの可能性！リモートワークの新たな環境づくりへ

デジタルカフェ構想

楽Meet 快適なテレワーク環境の提供

テレワークブースの活用事例

既存の会議室にテレワークブースを複数台設置することで、小人数での会議室の占有が解消され、個々の作業や複数のオンラインミーティングなど会議室を有効的に活用可能です。その他、ホテルやビルのロビーへの設置、データセンターのフロア内作業スペース、コワーキングスペースへの設置などさまざまな空きスペースにご活用いただけます。

[例] 会議室への設置

既存の会議室や空きスペースに簡単に設置することができます。
オンラインミーティングや個人作業の頻度の増減に合わせて
テレワークブースを設置することで、フレキシブルに既存フロアを
使用することができます。

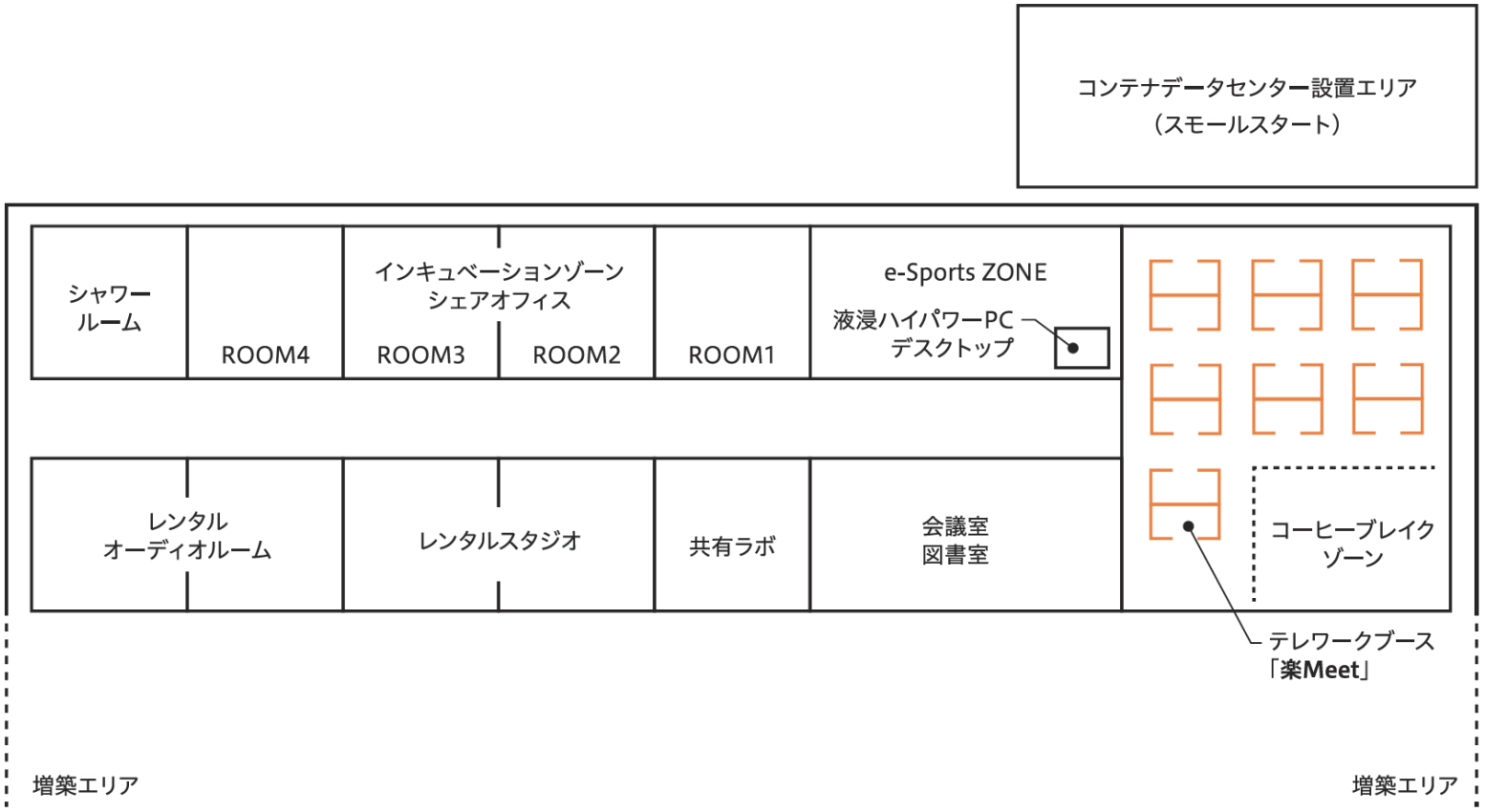
[例] カフェテラスへの設置

カフェの空きスペースにテレワークブースを設置することで、
ワーキングスペースとして貸し出すことができます。リクライニング
チェアはフルフラットにもなるため、仕事としての利用目的以外にも
休憩や仮眠スペースとして幅広く活用することができます。

楽Meet 快適なテレワーク環境の提供

テレワークブースを用いたテレワークハウスの一例

テレワークブースを用いて、地方創生の一環としてテレワークハウスのご提案も可能です。電気工事や床面への固定が不要なテレワークブースを活用することで、新設・既存に関わらずフロアを柔軟かつ有効的に活用することが可能です。

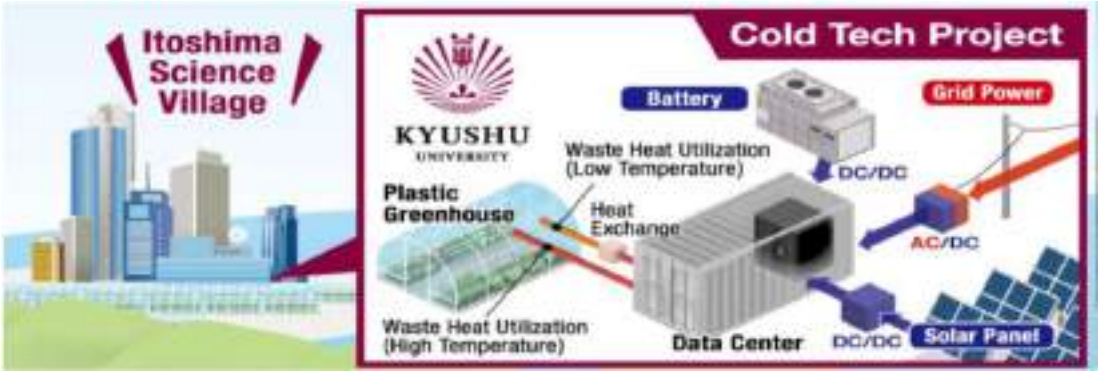


Shinohara Confidential

地方活性化としてのテレワークセンターの構築

地方創生のひとつの可能性！リモートワークの新たな環境づくりへ

デジタルカフェ構想



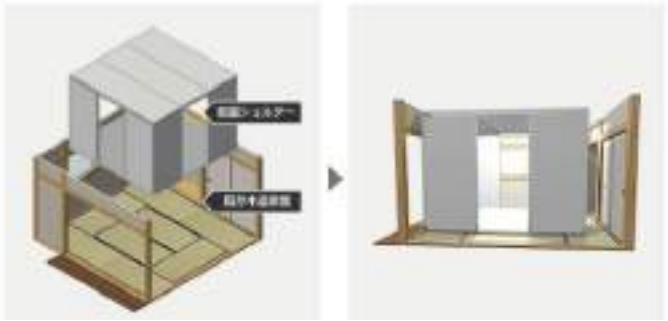
九州大学、糸島市「地域エネルギー・情報を基盤としたスマートシティ構想」
連携　DC Power Vil. 株式会社　村　社長
東大大学院情報理工学研究科教授江崎・・・デジタル庁　CAに就任

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

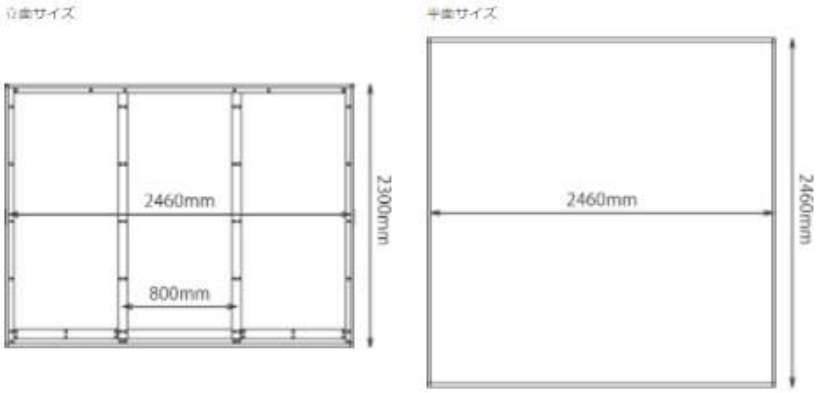
地震の際に人命を守る、
簡単施工、
低価格のアルミ製耐震シェルター

東京都「安価で倒壊できる木造住宅の耐震装置」に認定



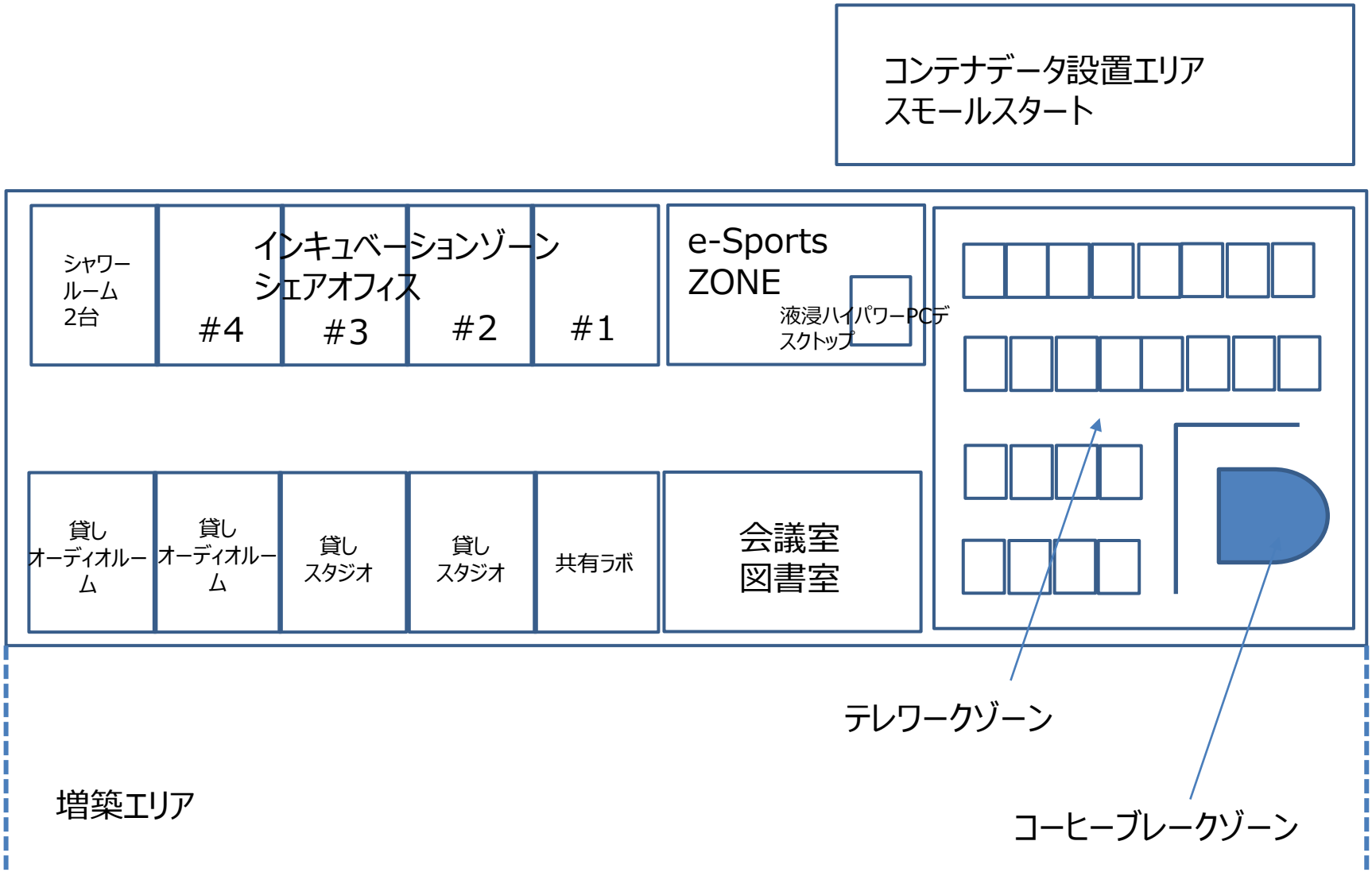
SUS製

6畳間の短辺を想定した標準的なパネル割り



アルファースペースONE
弥生

建物プラン 案


コンテナデータ設置エリア
スモールスタート
シャワールーム 2台
インキュベーションゾーン
シェアオフィス
#4
#3
#2
#1
e-Sports ZONE
液浸ハイパワーPCデスクトップ
貸しオーディオルーム
貸しオーディオルーム
貸しスタジオ
貸しスタジオ
共有ラボ
会議室
図書室
テレワークゾーン
コーヒーブレークゾーン
増築エリア

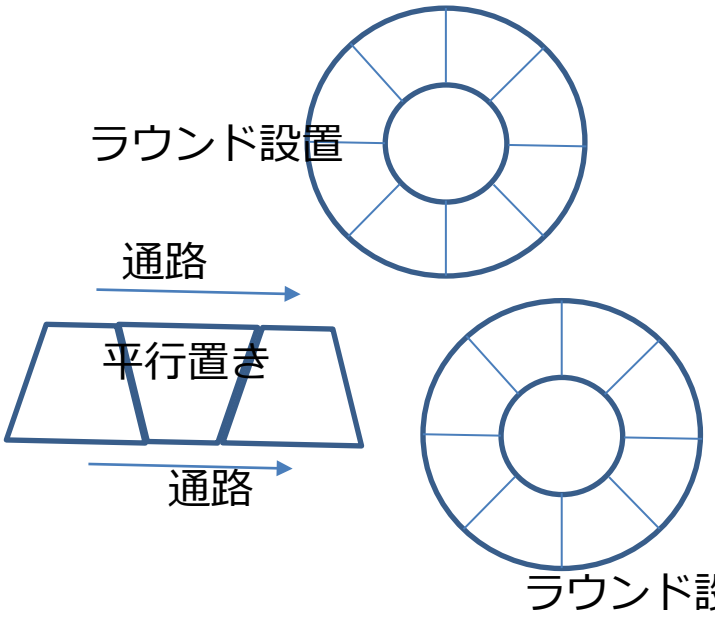
地方活性化としてのテレワークセンターの構築

第59章　テレワークセンター用テレワークブース

様々なスタイル、サイズ、デザインのテレワークブースを
ご提案、ご提供いたします。

本テレワークブースは固定的な製品ではなく様々な構成を製作することができます。

1. 1人用ブース
2. 一人用天井付きタイプ
3. 対面タイプ
4. 4人タイプ
5. アイランド型等が可能です。



Shinohara Confidential

楽Meet 快適なテレワーク環境の提供

テレワークや オンライン
ミーティングの普及による
会議室不足解消に最適です。

楽Meet
（ラクミート）

新しい働き方のニーズに合った
快適な空間をご提供します。

ポストコロナ時代により一極集中で都会に通勤する働き方が終わりを告げ、これからは分散の時代へと変化しています。大企業もテレワーク主体の働き方に変わりつつあり、その受け皿としてテレワーク環境が望まれるなか、すでにその動きは始まり日々加速しています。そこで篠原電機は企業内にも設置でき、長時間の個人作業やオンラインミーティングスペースとしても活用できるテレワークブース「楽Meet（ラクミート）」をご提案します。

Concept
ビジネスクラスの快適さをテレワークブースに

Point
- 圧迫感を感じさせないゆったりとした設計
- 休憩時にはフルフラットで休むことができる
- 通行人の目線が入らないような高さ設定
- 出入りがしやすい形

Alpha-S

Shinohara Confidential

特長・仕様

- ゆったりとしたスペース設計により長時間の作業が可能です。
  【参考外形寸法】幅1900×高さ1550×奥行き900（mm）
- 前後のスライドが可能なリクライニングチェアは体格や姿勢に合わせて最適な作業環境の構築ができます。休憩時にはフルフラットにすることも可能です。
- 完全に遮蔽しないことで閉塞感を解消しました。側面は吸音パネルを使用し、ブース内からの音漏れを軽減しました。
- ブース自体に電源、空調設備や照明を必要としないため電気工事は不要です。企業内での個人作業スペース、オンラインミーティングスペースとしてすぐに使用することができます。
- 側面パネルの外観をご要望に合わせてカスタマイズできるため、周囲環境に適した外観にすることができます。
- オットマンやIPカメラ、温度湿度が計測できる環境センサーや、扇風機プロジェクター取付けなどのオプション対応も可能です。

▲作業テーブル
（前方へ折りたたみ可能）

▲リクライニングチェア
（前後にスライド可能/フルフラット可能）

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

カスタマイズ対応について

外観はコーポレートロゴやシンボルマーク、グループスローガンや事務所内の雰囲気に合わせたデザイン装飾が可能です。
その他、オットマンやプロジェクターの設置、環境センサーの設置など多種多様なオプション選定が可能です。

外観デザイン（一例）

Shinohara Confidential

第60章　OCP の動向

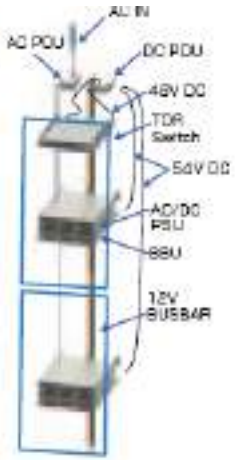
米Facebookが自社使用のハードウエアの設計を行った理由

徹底的に無駄を排除し、効率化によってデータセンターにかかるコストを削減。
具体的には、（1）省電力、（2）省スペース、（3）メンテナンス性の向上により、これらコスト削減を実現。

Facebook社を中心にOpen Compute Projectとして広く公開されている標準化団体　空調レスによりPUE=1.06を実現

OCP V2ラック

OCP V2 対応バスバー



特長

- ●給電能力 600A×2
- ●給電ポイント2ヶ所、電源シェルフと接続
- ●ケース側面樹脂化（リファレンスガイドには無い仕様）
- ●短絡事故防止

OCP V2 対応サーバシェルフ

特長

●ストレージもしくはサーバ機器が3台実装 ●2 OU（96mm）サイズで大型のファンを使用可能
●幅539mmのため十分な実装スペース

OCP V2 対応ラック

特長

●高強度 板厚 2.9mm ●組み立て式から全溶接方式に変更 ●バスダクト背面に1本取り付けタイプ（V1は3本）
●1（0U）オープンユニット=48mm（19インチラックではありません）

OCP V2とV1の違い

●ラックの骨組みを強化 ●ラックの詳細寸法が見直されており、ケーブルスペースを確保 開口寸法 V1：540.5mm ⇒ V2：545mmに変更 ●直流給電用バスバー本数削減 V1：3本（内部9本）⇒ V2：1本（内部2本） ●シェルフ構造の見直し ●シェルフとバスバー接続ケーブル強度UP。プラグイン性改善 ●OCP V2にV1シェルフ搭載可能。互換性を確保 ●ラック上部にSWITCH用シールドダクト（金属製）を用意 ●OCP V2にてシェルフ受け台装備

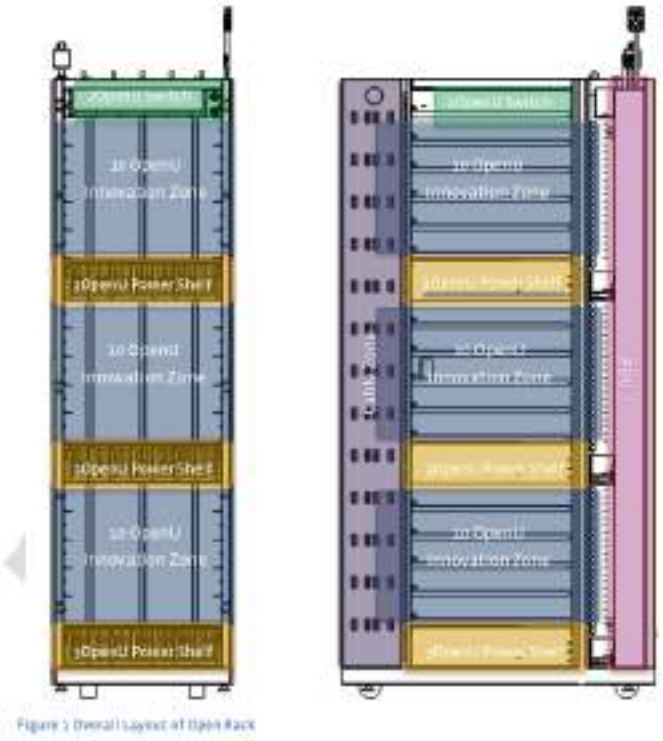
ヤマト通信工業製

OCP V2対応製品

Facebook社が提唱するオープンコンピュートプロジェクト(OCP)とは、最も効率の良いサーバ・ストレージ・データセンターなどのハードウェアを設計し、仕様をオープン化しながら提供・共有していくためのエンジニアコミュニティです。OCPでは業界の標準化と高効率大規模データセンターの容易な構築が可能になると考えられています。

2017 3月のOCP サミットにてDC48Vサーバが発表されました。合わせてOPEN RACK V2もDC48V対応となりDC48VBUSBARやコネクタが開発されています。
OCPJは2017年度現在109社　参加　http://opencomputejapan.org/about/member-logo

OCPラックの基本デザイン

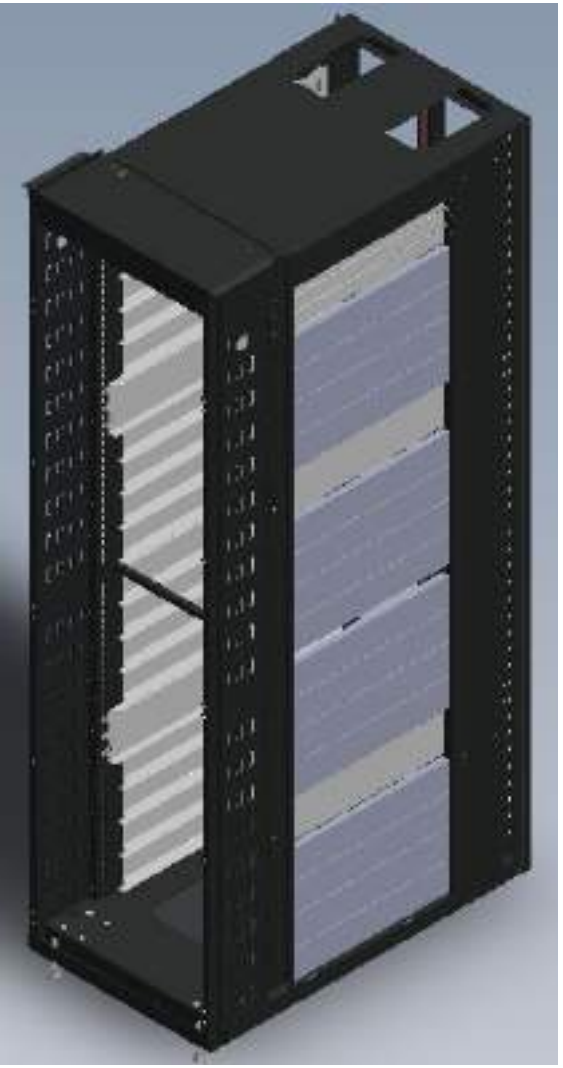


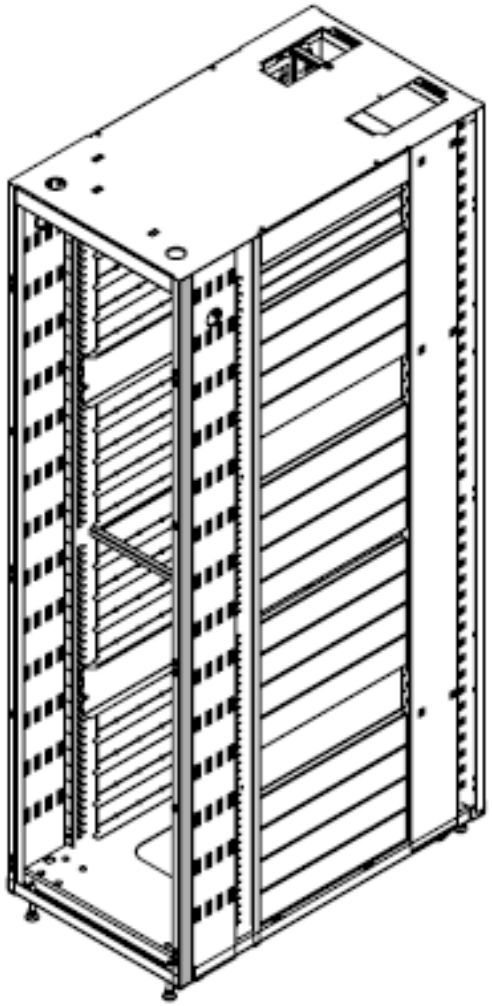
OCPラックはV1とV2がある。
本図はV1である。順次開発されるので最新版を把握が必要。

OCPラックは19インチラックにあるようなマウントアングルを持たない、まったく新しいラックシステムである。通称21ラックと呼ばれたりしているが、実態はインチの呼称が規格内では出てこないメトリック系のラックである。19インチの実行幅450に対して539で実装に余裕が有る。+89mm大きいがラック幅は600

基本寸法系
高さ：48mm＝1・OU(オープンU)
マウントアングルレス、スロットイン方式
スロット幅　539mm(V1規格は538mm)
直流給電バスバー　V1　9本
一見3本に見える
V2　1本(内部2分割)
直流給電バスバー容量
3mm×50mm　600A

OCPラック　V2仕様





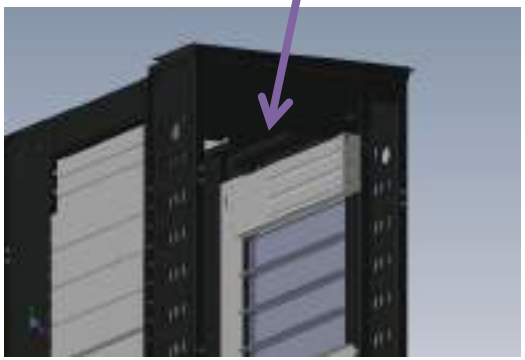
V1からの改良点

・ラックの断面プロファイル変更
　ケーブルを通すスペースが確保された。

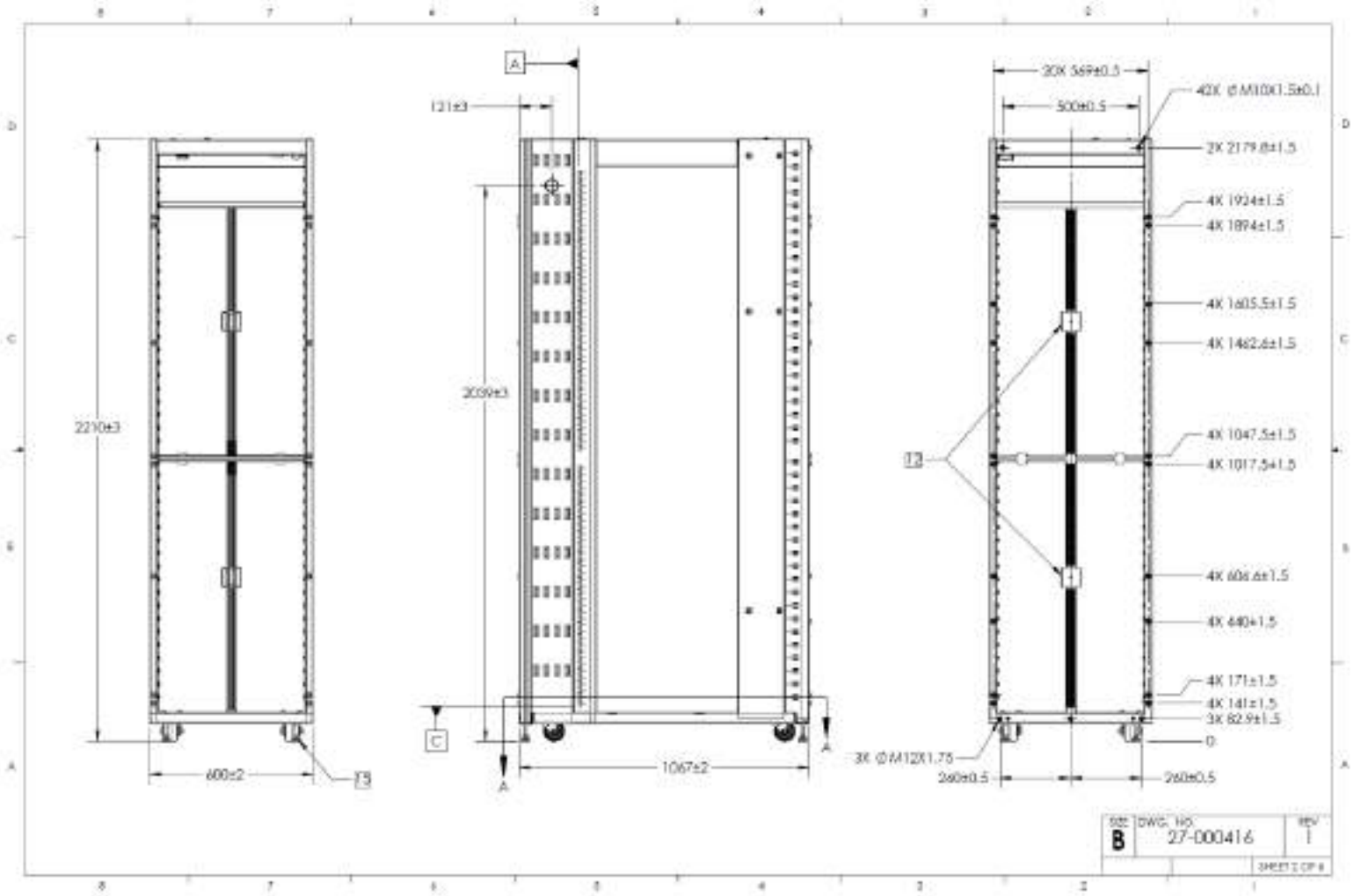
・直流給電バスバーが
　3本 (9本)→1本(2本)

・耐震強化
　フレーム剛性UP
　天井、底部の強度UP
　シェルフ受け台剛性UP
　ラックセンターの補強金具溶接

・ネットワーク機器ケーブルダクト(シールド)
　ラック上部に配管を溶接

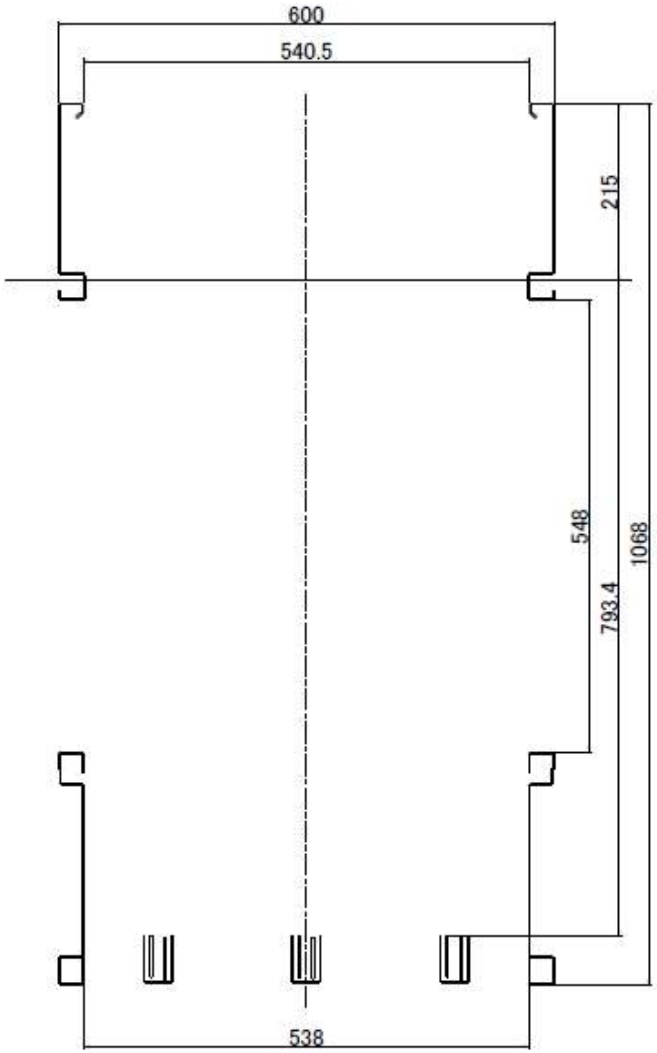


OCPラック V2寸法仕様



Steve Mills Facebook
Mechanical Engineer

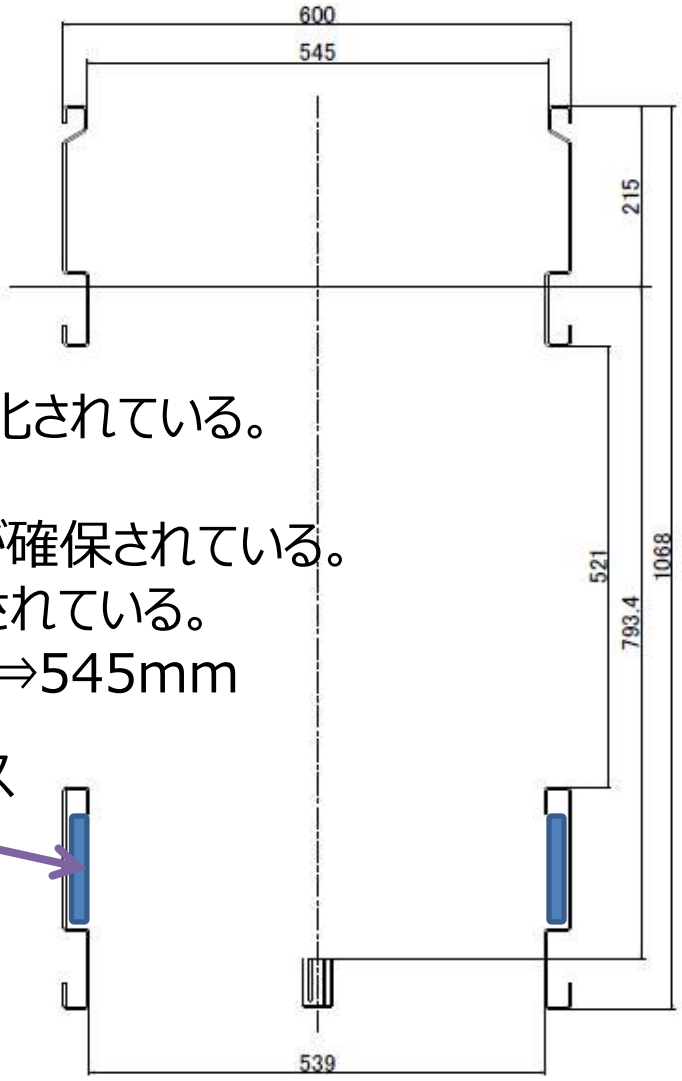
OCPラック　V1とV2の比較



V1ラック

ラックの骨組み強化されている。
プロファイル変更
ケーブルスペースが確保されている。
寸法が少し改変されている。
間口540.5mm⇒545mm

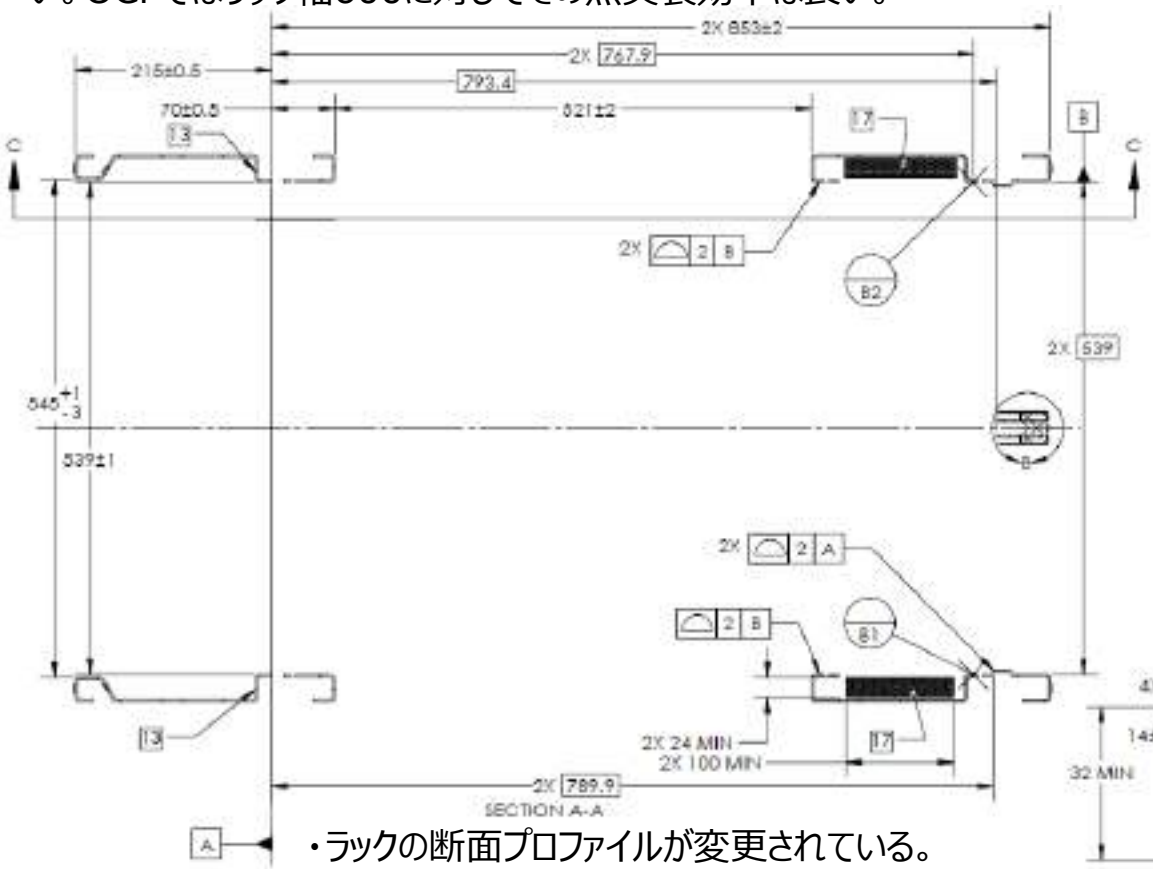
ケーブルスペース

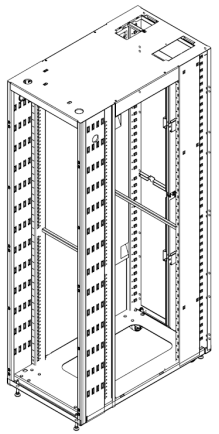


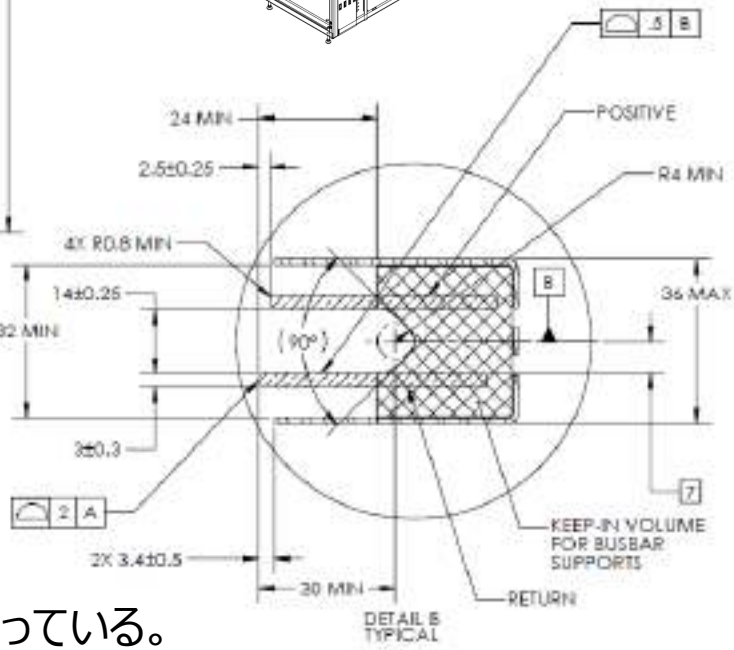
V2ラック

OCPラック V2 プロファイル

特徴　19インチ規格と異なり、幅寸法が545取れるように設計されている。19インチは実質440程度しか収容できない。OCPではラック幅600に対してその点実装効率は良い。







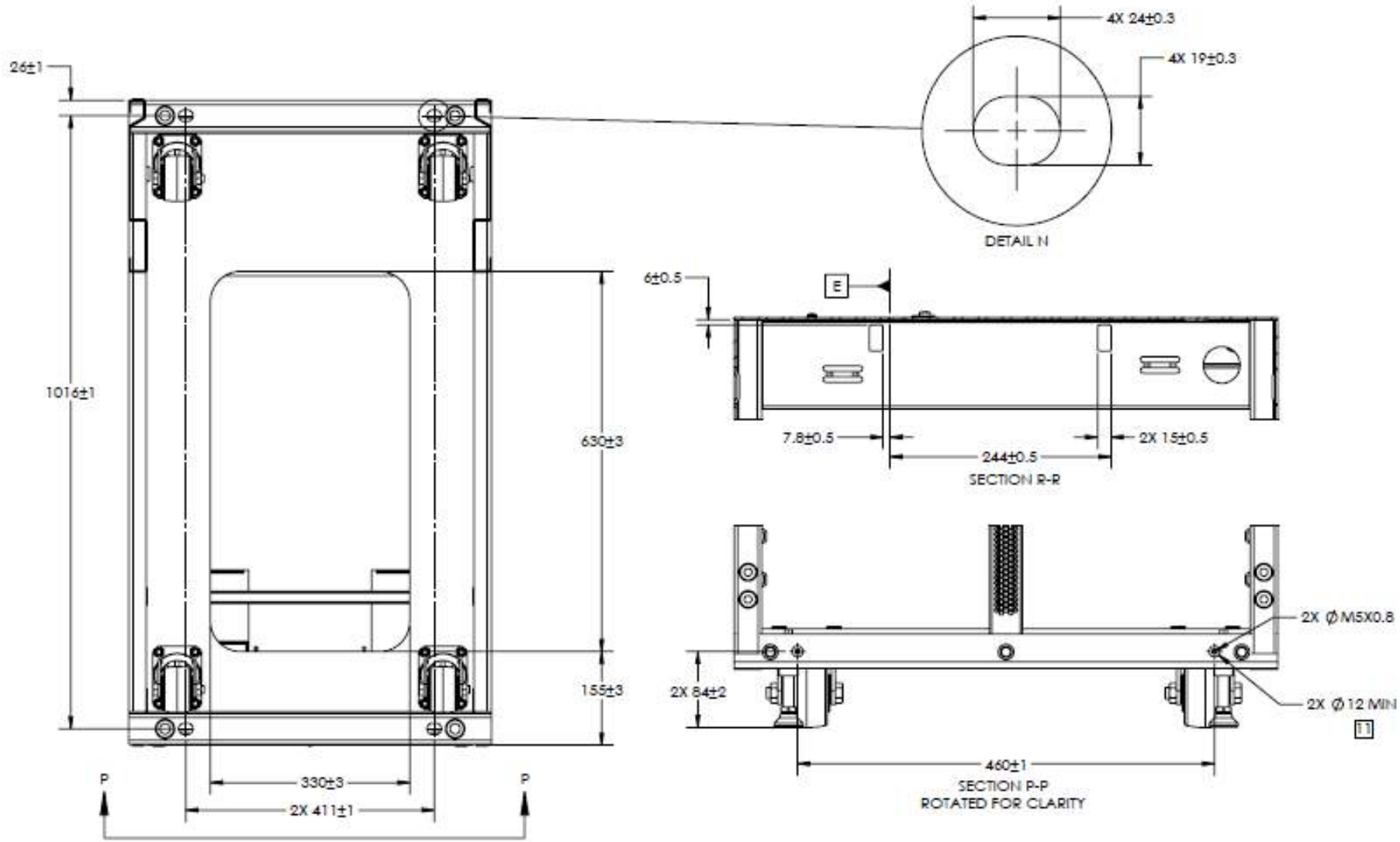
バスバー断面

・ラックの断面プロファイルが変更されている。
ケーブルを通すスペースが確保された。

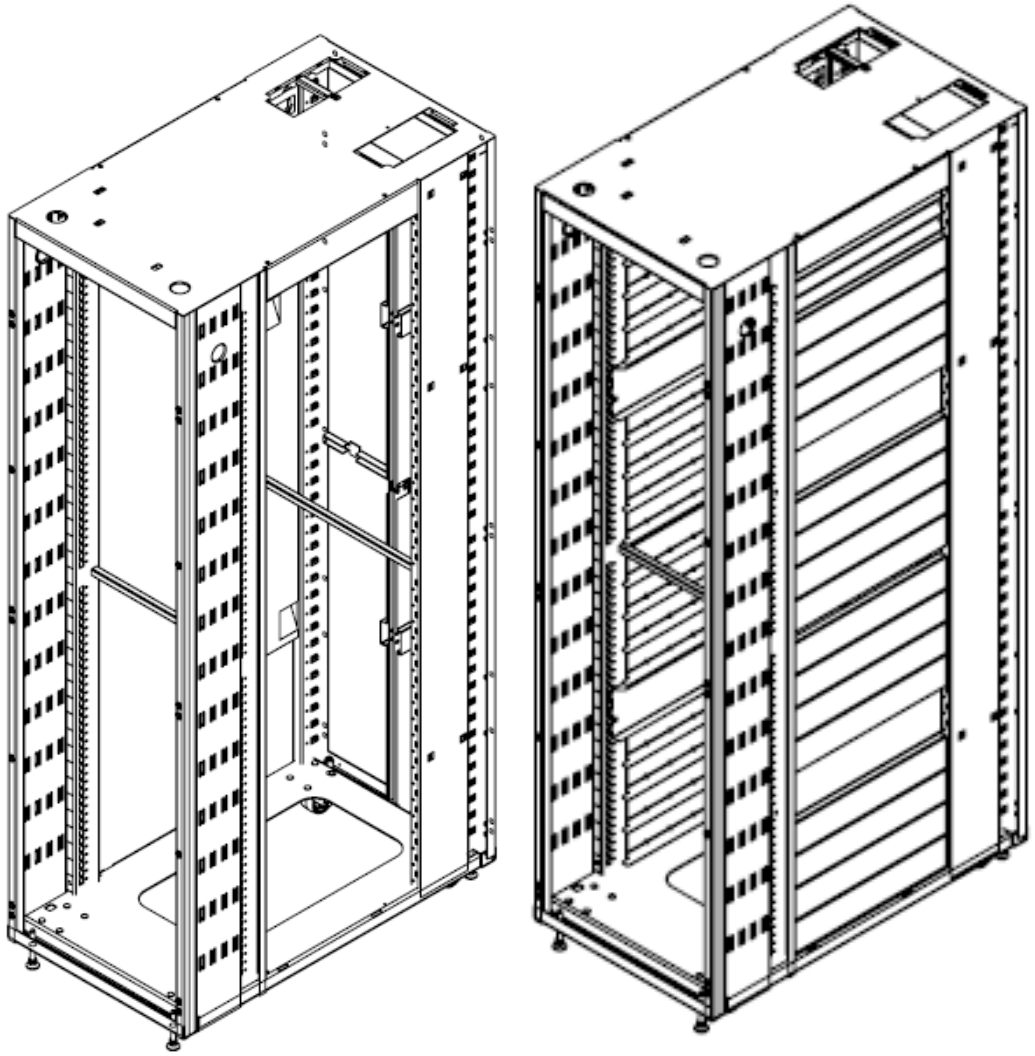
・直流給電バスバーが9本→1本

OCPラック　V3ではまた少し改良されたプロファイルとなっている。

OCPラック V2 プロファイル 底板ビュー



OCPラック　V2仕様

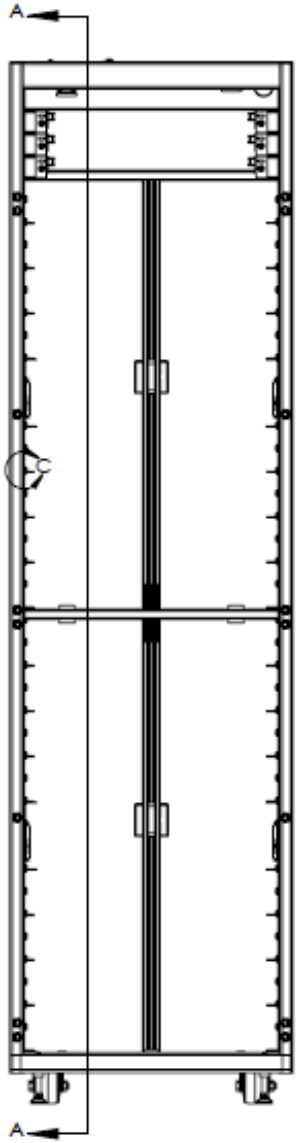


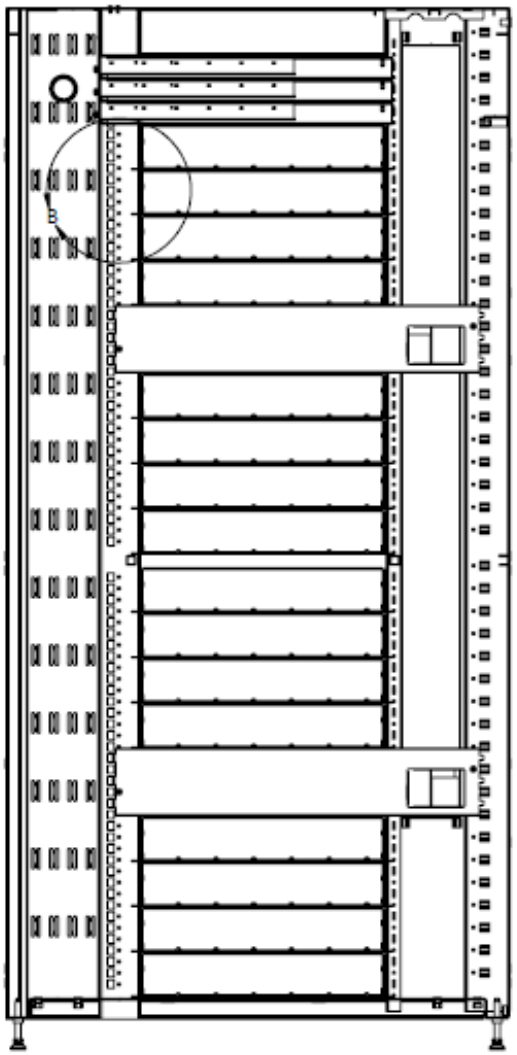
・ラックの断面プロファイル変更
ケーブルを通すスペースが確保された。

・直流給電バスバーが
9本 (3本に見える)→1本(2 分割)
600A相当がバスバーが独立して
9本もある。・・・オーバスペックかなり無駄
65KW/ラック

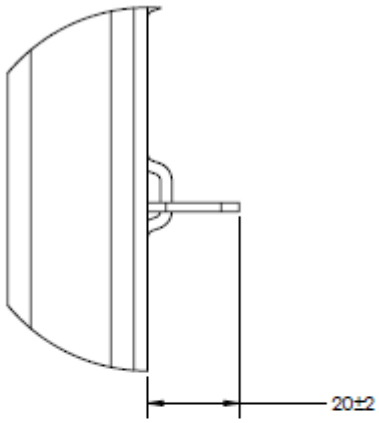
・おそらくコスト面とプラグイン構造面での改良と思われる。
12V600A　上下2分割
7.2KW×2=14.4KW
妥当な値

OCPラック V2 シェルフ受け詳細

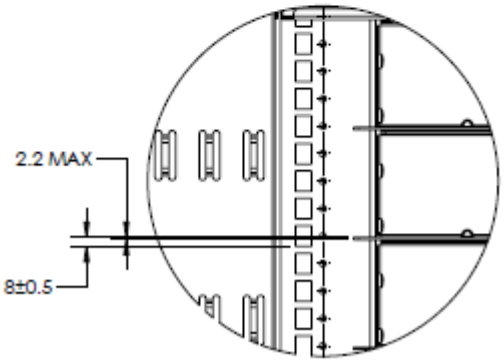




SECTION A-A

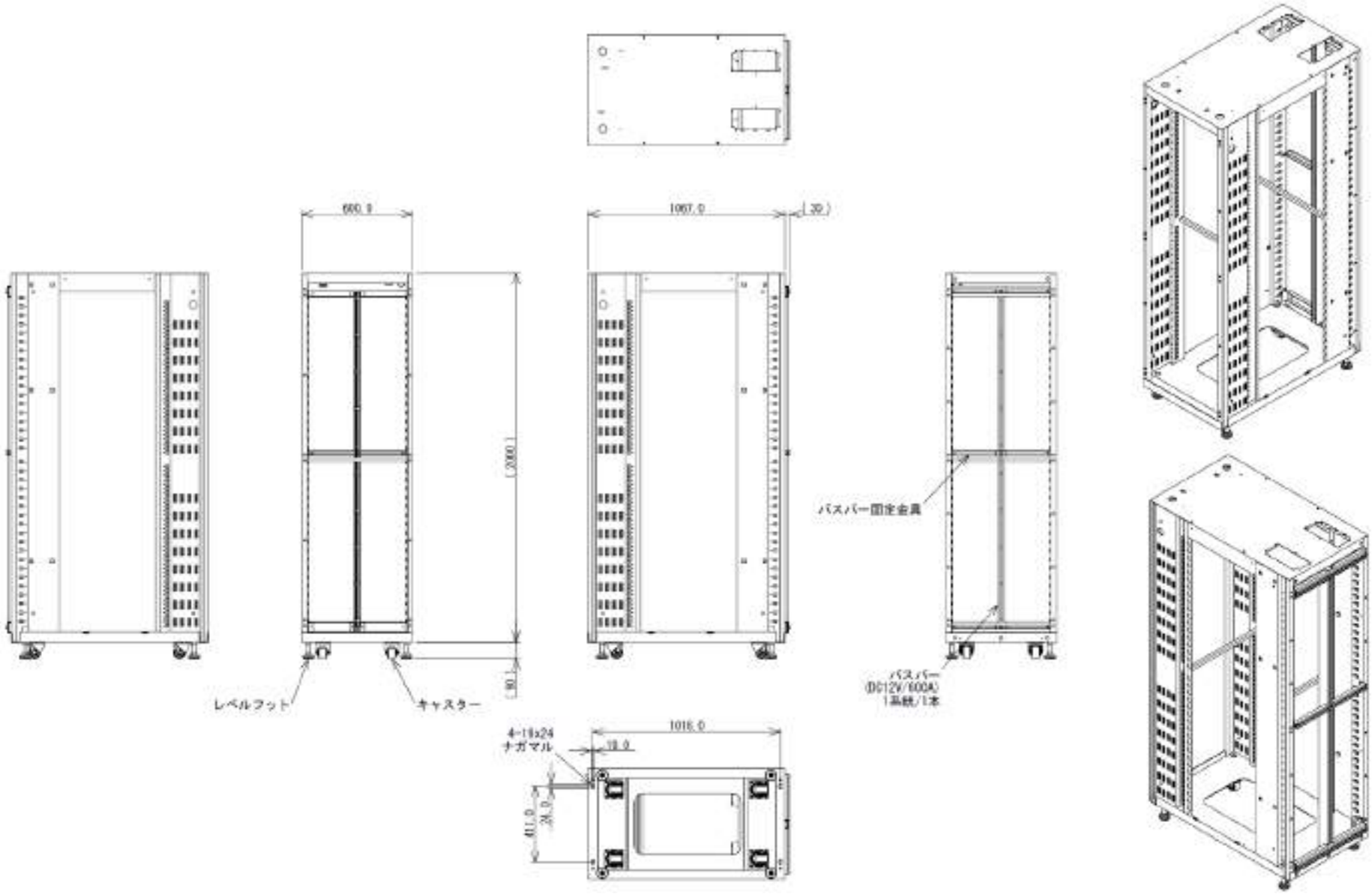


DETAIL C
TYPICAL



DETAIL B

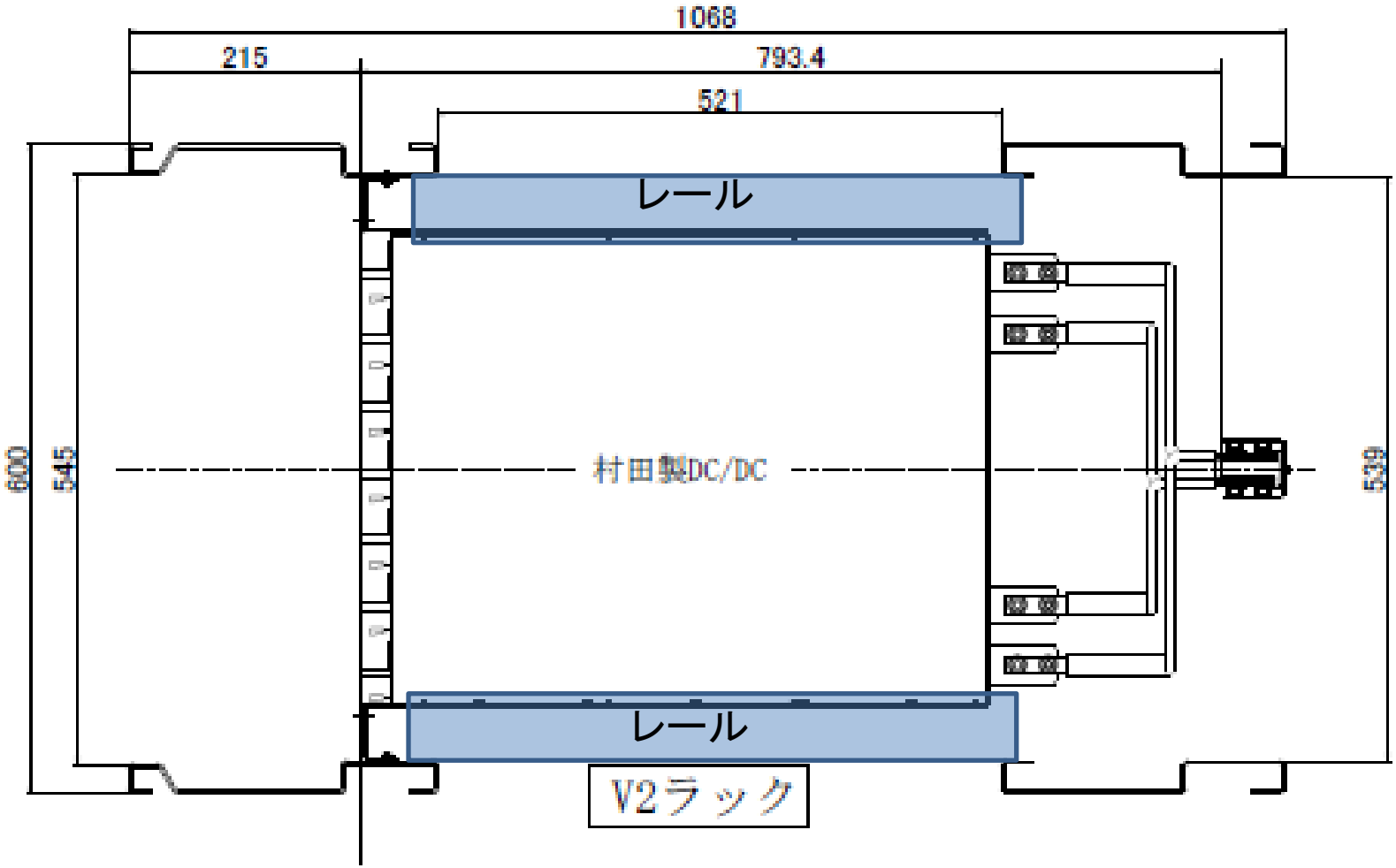
OCPラック V2仕様



篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

OCPラック V2に19インチシェルフを実装

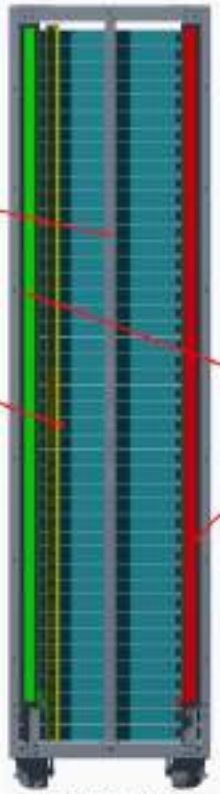


Overview of Open Rack V3

RACK & POWER

48V BUSBAR
SAME VOLUME AS 12V
DIFFERENT CONNECTOR

OPTIONAL HOT-PLUG
DATA BUS
OPTICAL OR COPPER



OPTIONAL LIQUID COOLING
SOLUTION, HOT-PLUG,
DRIP-LESS INTERCONNECT

COLD MANIFOLD

HOT MANIFOLD

REAR VIEW

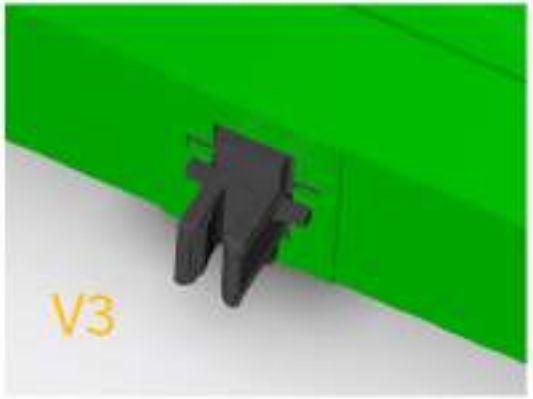
OCP GLOBAL SUMMIT

Overview of Open Rack V3

Feature	Open Rack V2	Open Rack V3
48V Support	No	Yes
Power Shelves in any rack slot	No	Yes
Tool-less rack rails	No	Yes
RU Gear support	No	Yes
Gear Qty. Supported OU/RU	40OU/None	44OU/48RU
Provide modular rack cabling solution option	No	Yes
Support for optional rear cable backplane	No	Yes
Movable Horizontal Frame support	No	Yes
Max. IT gear weight	1400kg	1600kg

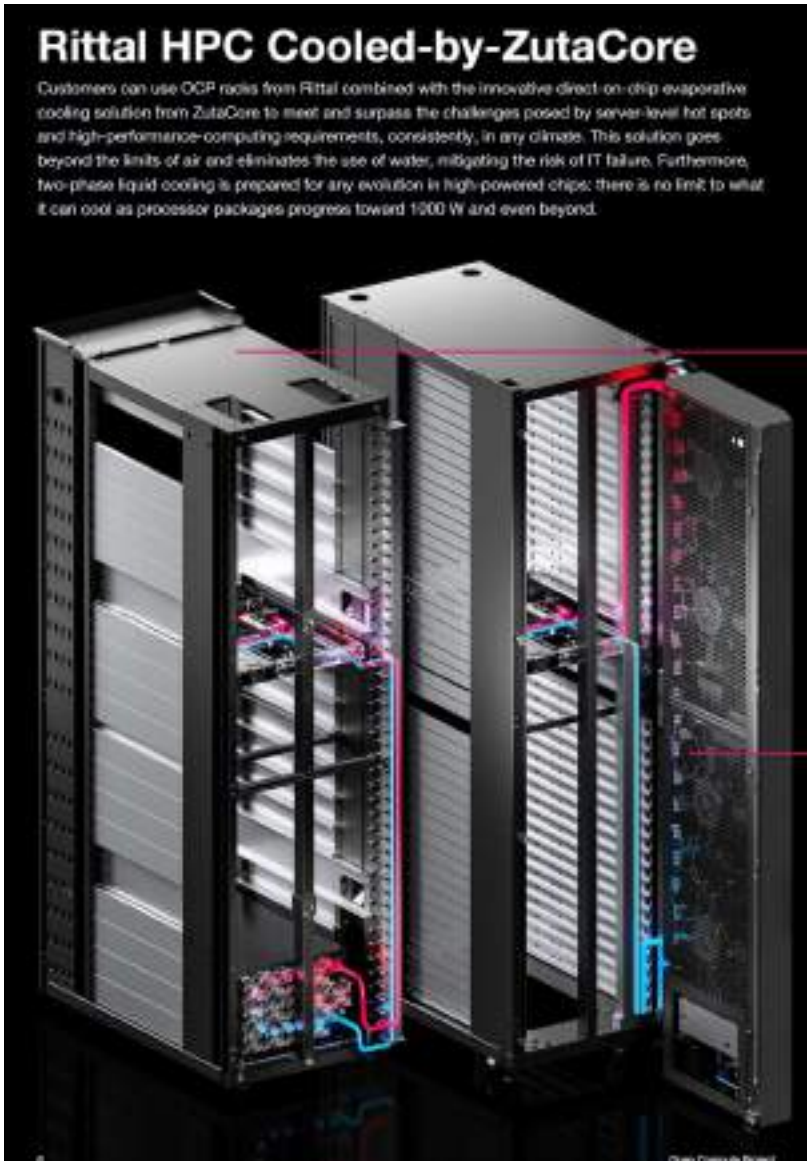
IT Gear Conversion ORV2 to ORV3

RACK & POWER

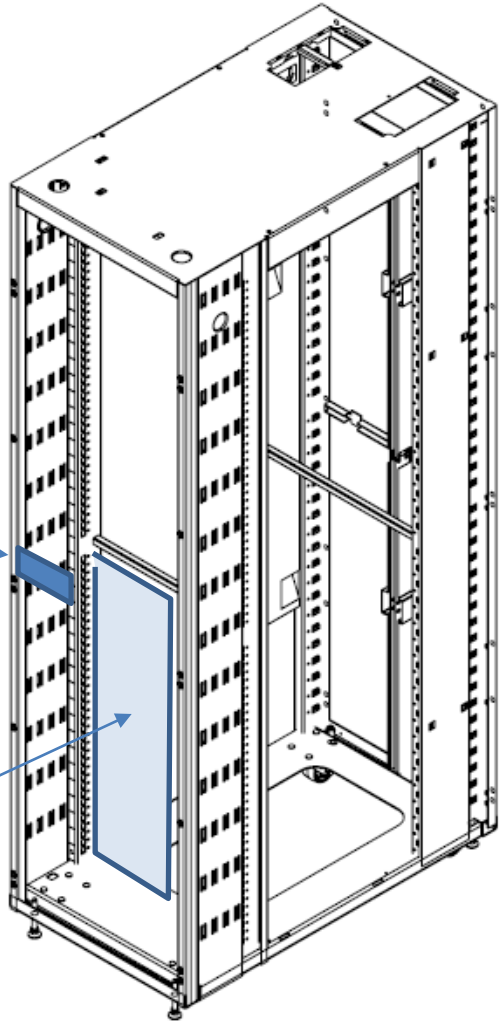


Rear of IT gear

Rittal ZutaCore OCP 水冷ラック



日本版OCP Open Rackの開発への希望



19インチとOpen Rackのハイブリッドアーキテクチャー

HVDC+12Vの直流システム・・・将来DC54V化
15%発熱低減・高信頼化

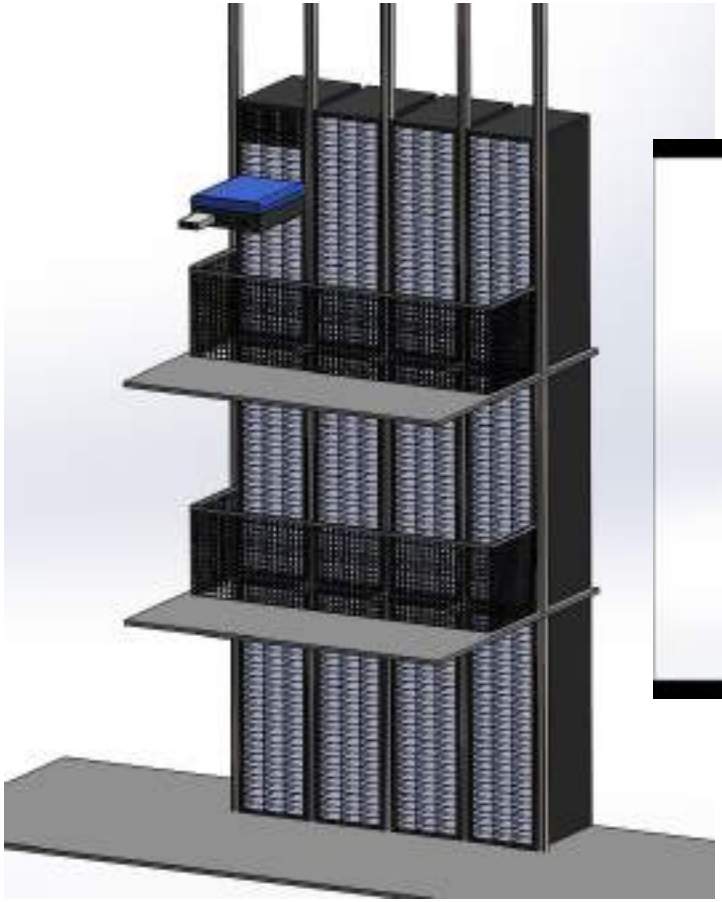
ロボットメンテナンス志向

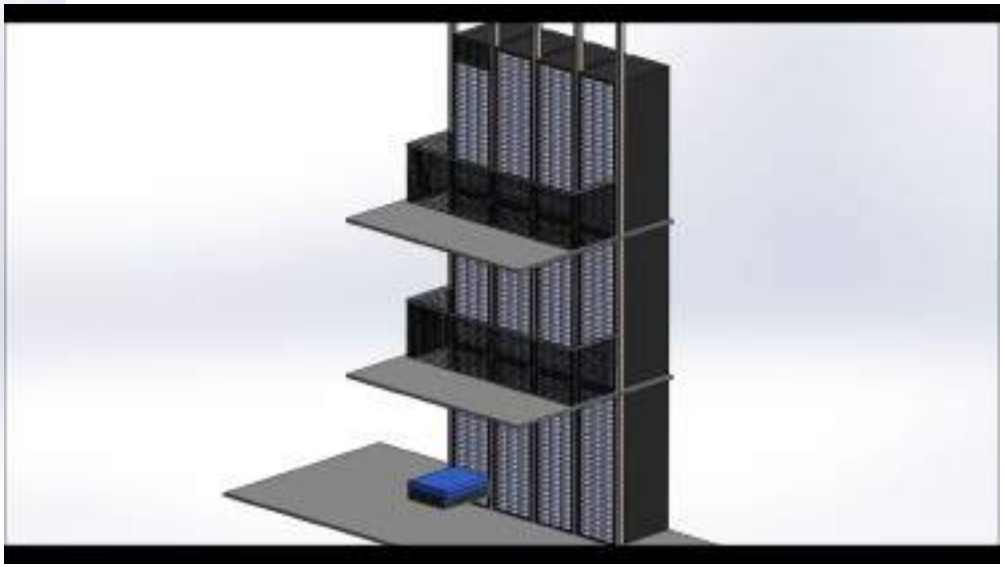
IOT化志向、
温度センシング、微差圧監視等をLCDメンテナンスパネルの用意
スカウターのようなもの。

第61章　ロボット化データセンターを目指す

ロボットと立体倉庫型データセンター

サーバが100万台規模になるともはや人海戦術ではサーバのメンテナンスと更新が不可能





動画データを張り付けています。

ロボット化時代のサーバアーキテクチャー

完全リアエントリーとしてロボットハンドで挿入・着脱可能なサーバ
サーバリソース管理はRFIDにて行う。
数百万台におよびサーバの構築・メンテナンスはロボットで行うしかない。

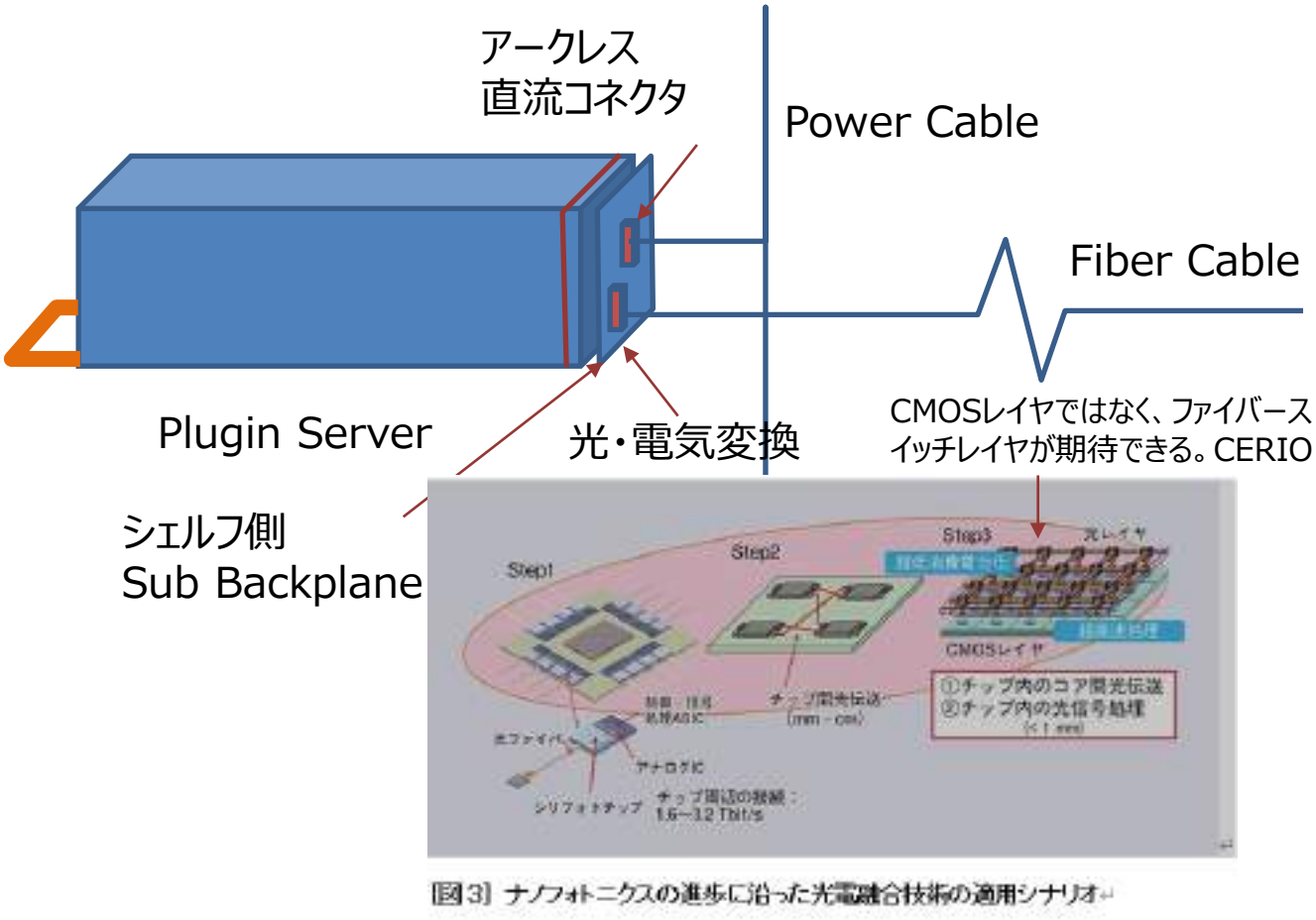


図3] ナノフォトニクスの進歩に沿った光電融合技術の適用シナリオ

出典:NTT

ロボット化に向いたサーバ事例

肥大化するデータセンターのサーバ保守メンテナンスの一向に進んでいない、ロボット化が進みつつあるが、点検ロボット程度である。点検はロボットでなくてよい。カメラがあれば十分可能と思う。
サーバの保守交換は、フロントアクセスで交換ができる必要がある。またロボットがアクセスして交換できる寸法系の標準化が必要である。
ここで紹介するサーバはアロンとアクセスできるタイプである。このブレードサーバにてロボットメンテナンスが自節減していくことができると考えられる。またシャーシ毎交換が必要な場合はOCPのシャーシであれば容易に脱着可能である。
今後の進展に期待したい。

Bladeサーバ自身がDLC冷却や液浸技術を採用されたものが登場が予想される。

Xeon-SP搭載のBlade
https://www.supermicro.com/en/products/superblade

第62章　耐震対策について

日本は地震国である。データセンターはもうすでに重要な社会インフラであり、災害発生しても停止しない必要がある。そのためには十分な耐震対策が必要である。また地震も長周期地震が発生しており、単にビル構造で耐震ビルや、免振ビルにおいても長周期での応答性には注意が必要である。リアルタイムに応答できる免振設計が必要である。どのような長周期が来るかわからない。

参考；他耐震規格との比較

NTT-Fはデータ提供できず実現していない

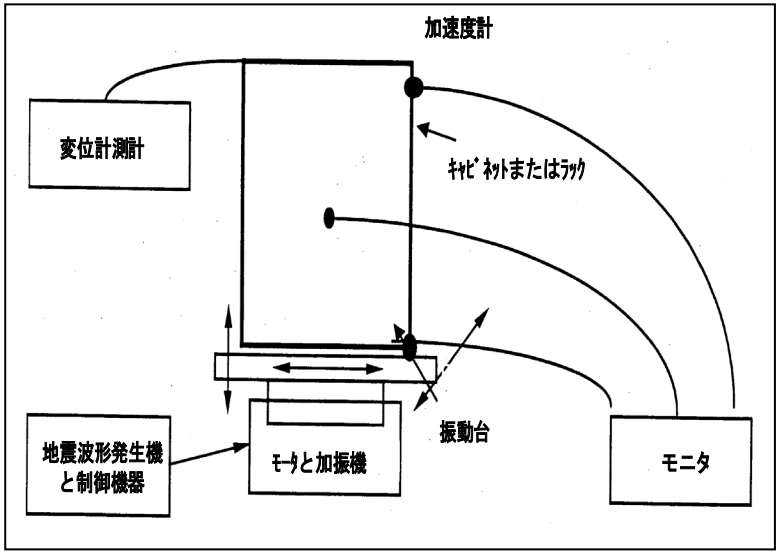
この2つの規格をベースにIEC61587-2のJIS化に向けて、時刻歴を基本とした地震合成波形データの提供、三軸加振試験の追加を行っている。

規格	強度区分	加振波形	加振台最大加速度	加振時間	頭頂部許容変位量	備考
NTT規格	震度5強	人工地震波（2軸同時又は3軸同時）	水平8m/s^2+垂直4m/s^2	約50s		試験は同一試料で震度5強を1回、震度6強を2回、震度7を1回行う。ﾌﾘｰｱｸｾｽﾌﾛｱを模擬する為、2重床に設置した状態で試験する。変位は震度6強のみ規定されている。
	震度6強		水平10m/s^2+垂直5m/s^2	約50s	50mm	
	震度7		水平12m/s^2+垂直6m/s^2	約50s		
NTT-F規格	R4	人工地震波（3軸同時）	3軸とも4m/s^2	約50s	50mm	ﾗｯｸ強度のﾗﾝｸ付けが目的である。 試験方法が3軸同時に限られていること、同一試料に対して低いﾗﾝｸから徐々に厳しくする（例えばR8→R10→R12）ため試験品のﾀﾞﾒｰｼﾞが大きい。この試験も2重床を使用する。
	R6		3軸とも6m/s^2	約50s	50mm	
	R8		3軸とも8m/s^2	約50s	50mm	
	R10		3軸とも10m/s^2	約50s	50mm	
	R12		3軸とも12m/s^2	約50s	50mm	
NEBS GR-63	zone1,2	人工地震波（1軸毎）	約7.5m/s^2	約50s	75mm	NEBSの場合は設置基準GR-63の中の一つの要求項目である。 屋外設置ｷｬﾋﾞﾈｯﾄに関する要求GR-487にも関連する。
	zone3		約11m/s^2	約50s	75mm	
	zone4		約16m/s^2	約50s	75mm	
電気共同研究会46巻6号 電力用通信機器設置環境		sin30波（1軸毎）	共振周波数により異なる ①f_0<5Hzの場合、f_0Hzで5m/s^2 ②5≦f_0≦10Hzの場合、f_0Hzで2m/s^{2}と5Hzで5m/s^{2}の2条件 ③f_0<10Hzの場合、10Hzで2m/s^{2}と5Hzで5m/s^{2}の2条件	3～10s程度		電力関係、電設関係でよく用いられる。 東電情報通信設備共通事項基準仕様書（抜粋）TES001も全く同じ条件である。
JEITA IT-1004 産業用情報機器、 制御機器設置環境基準	CLASS A	sin3波（1軸毎）	2m/s^2	詳細に決まっていない		規格中、振動・衝撃の中の短時間振動（10秒以下の振動）に規定されている。
	CLASS B		5m/s^2			
	CLASS S		10m/s^2			
JEM-TR 144 日本電機工業会技術資料 配電盤・制御盤の耐震設計指針	右記参照	①sin波（波数3） 0.5≦f0≦30Hzの場合、対象となる全ての測定点、又はf0>30の場合は10Hz ②兵庫県南部地震波 ③ｴﾙｾﾝﾄﾛ地震波 （全て1～3軸）	設計標準震度2.0 ①は6m/s^2、②③は8m/s^2 設計標準震度1.5 ①は4m/s2、②③は6m/s^2 設計標準震度1.0 ①は3m/s2、②③は4m/s^2	①は数秒、 ②③は約45秒		日本建築ｾﾝﾀｰの耐震設計施工指針を参考に条件を決定。 また技術資料として日本配電盤工業会にJSIA-T 1017配電盤類の耐震試験実施報告書がある。

IEC61587 - xの試験

SHINOHARA

➢IEC61587-2　キャビネット及びラックの耐震試験



➢ IEC61969-3　Tests of resistance against mechanically substances

防塵試験（IEC60529)をベースにIP5xの性能要求
外観チェック、塵埃が浸入しないことが判定基準

耐震仕様一覧

規格	強度区分	加振波形	加振台最大加速度	加振時間	頭頂部許容変位量	備考
NTT規格	震度5強	人工地震波（2軸同時又は3軸同時）	水平8m/s^2+垂直4m/s^2	約50s		試験は同一試料で震度5強を1回、震度6強を2回、震度7を1回行う。ﾌﾘｰｱｸｾｽﾌﾛｱを模擬する為、2重床に設置した状態で試験する。変位は震度6強のみ規定されている。
	震度6強		水平10m/s^2+垂直5m/s^2	約50s	50mm	
	震度7		水平12m/s^2+垂直6m/s^2	約50s		
NTT-F規格	R4	人工地震波（3軸同時）	3軸とも4m/s^2	約50s	50mm	ﾗｯｸ強度のﾗﾝｸ付けが目的である。試験方法が3軸同時に限られていること、同一試料に対して低いﾗﾝｸから徐々に厳しくする（例えばR8→R10→R12）ため試験品のﾀﾞﾒｰｼﾞが大きい。この試験も2重床を使用する。
	R6		3軸とも6m/s^2	約50s	50mm	
	R8		3軸とも8m/s^2	約50s	50mm	
	R10		3軸とも10m/s^2	約50s	50mm	
	R12		3軸とも12m/s^2	約50s	50mm	
NEBS GR-63	zone1,2	人工地震波（1軸毎）	約7.5m/s^2	約50s	75mm	NEBSの場合は設置基準GR-63の中の一つの要求項目である。屋外設置ｷｬﾋﾞﾈｯﾄに関する要求GR-487にも関連する。
	zone3		約11m/s^2	約50s	75mm	
	zone4		約16m/s^2	約50s	75mm	
電気共同研究会46巻6号 電力用通信機器設置環境		sin30波（1軸毎）	共振周波数により異なる ①f_0<5Hzの場合、f_0Hzで5m/s^2 ②5≦f_0≦10Hzの場合、f_0Hzで2m/s^{2}と5Hzで5m/s^{2}の2条件 ③f_0<10Hzの場合、10Hzで2m/s^{2}と5Hzで5m/s^{2}の2条件	3～10s程度		電力関係、電設関係でよく用いられる。東電情報通信設備共通事項基準仕様書（抜粋）TES001も全く同じ条件である。
JEITA IT-1004 産業用情報機器、制御機器設置環境基準	CLASS A	sin3波（1軸毎）	2m/s^2	詳細に決まっていない		規格中、振動・衝撃の中の短時間振動（10秒以下の振動）に規定されている。
	CLASS B		5m/s^2			
	CLASS S		10m/s^2			
JEM-TR 144 日本電機工業会技術資料 配電盤・制御盤の耐震設計指針	右記参照	①sin波（波数3）0.5≦f0≦30Hzの場合、対象となる全ての測定点、又はf0>30の場合は10Hz ②兵庫県南部地震波 ③ｴﾙｾﾝﾄﾛ地震波 （全て1～3軸）	設計標準震度2.0 ①は6m/s^2、②③は8m/s^2 設計標準震度1.5 ①は4m/s2、②③は6m/s^2 設計標準震度1.0 ①は3m/s2、②③は4m/s^2	①は数秒、②③は約45秒		日本建築ｾﾝﾀｰの耐震設計施工指針を参考に条件を決定。また技術資料として日本配電盤工業会にJSIA-T 1017配電盤類の耐震試験実施報告書がある。
IEEE 693-2005 Annex L	High	試験は不要	静的1．5G		規定なし	米国 変電所機器の耐震基準
JEAG－5003 変電所等における電気設備の耐震設計指針	特になし	試験は不要	水平15m/s^2（3階以下）､垂直は考慮が必要な場合水平の半分			国内変電機器の耐震設計指針

有振動数 7 Hz 以上，減衰定数 10 %以上の装置は，建物内の応答解析や，実際の加振試験結果から判断すると，これらの装置の地震に対する応答倍率は，ほぼ 1.6 倍以下と想定される。

したがって，設計地震力として 0.5 G（0.3×1.6）を採用した。

ただし，極くまれではあるが 2 階・3 階に設置される場合もあり，その場合は建物の増幅を考慮する必要がある。建物の 2 階・3 階の増幅率は，これまでの実測・応答解析からほぼ 2 倍程度以下と考えられるので設計地震力として 1.0 G（0.3 G×1.6×2.0）を採用すればよい。

なお，4 階以上に設置される場合は建物の増幅を考慮して個別に検討する必要がある。

また，内燃力発電装置については，装置の構造等を考慮して「自家用発電設備耐震設計のガイドライン（日本内燃力発電設備協会）」によるものとした。これによると，1 階に設置される場合は 0.6 G（0.3 G×2）となっている。

参考他の耐震規格との比較

SHINOHARA

規程、規格等の名称	規格概要	試験方法
産業用情報処理・制御機器設置環境基準 JEITA-IT-1004	Class A/B/Sで震度4/5/6相当 Class B　1≦f≦7Hz　変位2.5mm以下 7≦f≦10Hz 加速度振幅0.5G	特に規定せず
電気共同研究46巻6号 電力用通信機器設置環境	0.5G 0.5Hz～5Hz 0.2G 5～10Hz	5≦f≦10Hz 0.5G 5Hz,f0 0.2G 正弦波30波
火力発電所の耐震設計規程 JEAC-3605-1999	クラスⅠ、Ⅱ　設計レベル1,2にて規定 主として静的耐震指針	アンカーボルトの 強度を確保
金属製汎用キャビネットCSC100 耐震は下記の規定を参照 配電盤工業会技術資料　JSIA-T1017	①入力地震波加振 加振波形　兵庫県南部地震波　0.8/0.6/0.4G ②正弦3波加振試験 f_0が0.5Hz～10Hz　　共振点で加振 正弦3波　0.6/0.4/0.3G	左記
テレコーディアNEBS規格 GR-63-CORE	IEC61587-2の地震合成波形による加振試験	左記
キャビネットおよびラックの耐震試験方法 IEC61587-2規格	NEBSの地震合成波Aと日本提案合成波B 3軸加振の試験法を新たに追加	左記

キャビネットの耐震試験規格IEC61587-2のJIS化に向けて、
時刻歴を基本とした地震合成波形データの提供、三軸加振試験の追加を行った。

(参考)日本における地震危険度と耐震基準

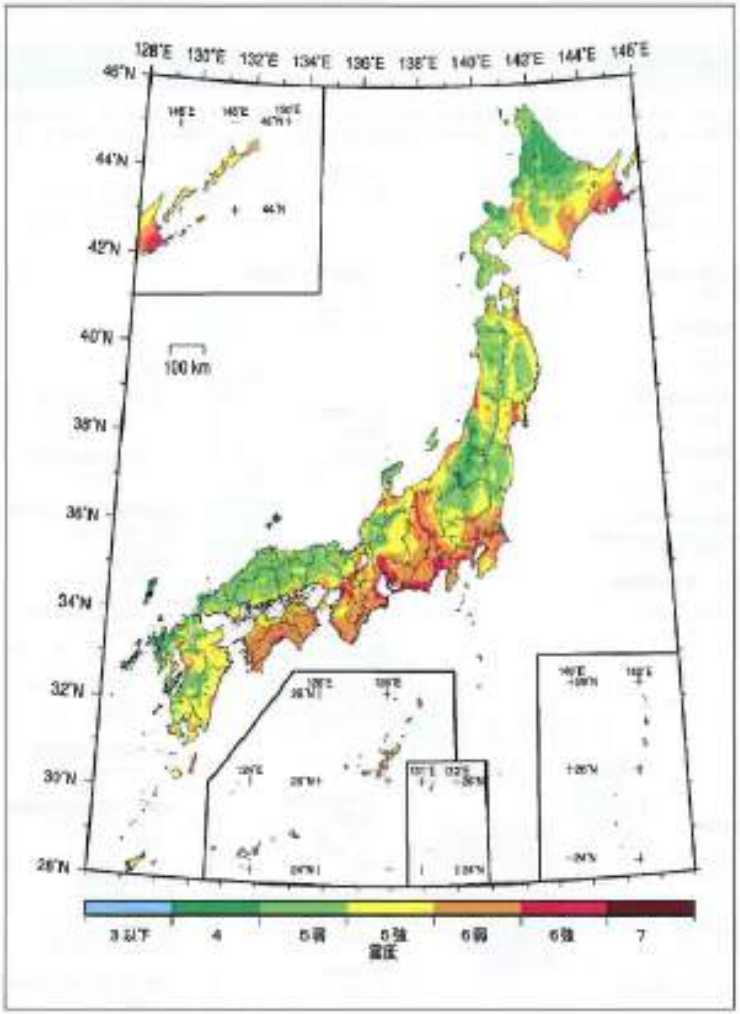


図 2.3 今後 50 年間に 10%の確率で発生する地震の強さ

データセンターに関する日本の地域特性
グリーングリッド日本技術委員会資料

耐震強度レベル

300Gal ＠ 地表レベル
1995年1月17日“阪神大震災”において記録された波形
800 Gal ＠ 8階のフロアレベル
1995年1月17日“阪神大震災”において記録された波形

DC用ラックは一般的に800Galは確保

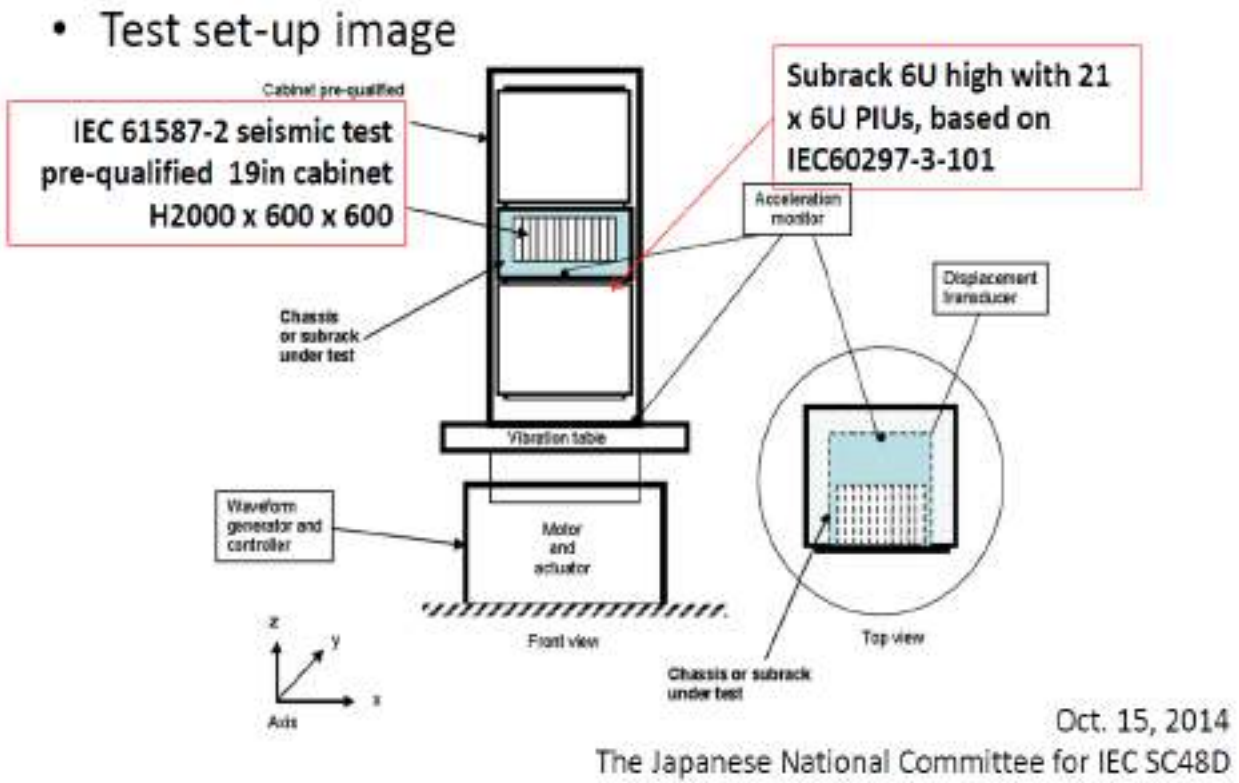
1200 Gal ： IEC 61587-2 Ed. 2で規定されている波形

免震構造が必要

新宿 52階のフロア長周期振動
： 2011年3月11日“東日本大震災”において記録された波形, 震源地から373 km離れた場所
ラックとしてはほとんど問題なし。但し建物には甚大な影響が出る場合がある。
高層ビルだと折れる場合があると言われている。

IEC 61587-5 Spec. 三軸同時加震

加振条件
　　IEC61587-2の日本提案規格による加振試験
波形
　阪神大震災　300ガル、800ガル、1200ガル　　三軸同時加振
　東北震災における新宿52階　採取波形　長周期振動加振試験



Paste here to process the title f

3次元振動試験システム DUAL FORCE 1/2

特徴
① **最大振動変位±110cmで、30～50階建超高層ビルの大きな揺れを再現**
② **巨大地震による長周期の揺れから、環境・輸送振動といった短周期の揺れまでを再現**

項目	長周期モード	短周期モード
最大搭載重量	7 tonf	
加振方向	3 軸 6 自由度(水平 2 方向・上下方向、各軸回り回転)	
周波数範囲	0.05～50Hz	0.1～100Hz
最大変位	水平±110cm、鉛直±50cm	水平±15cm、鉛直±15cm
最大速度	水平±200cm/s、鉛直±150cm/s	水平±150cm/s、鉛直±150cm/s
最大加速度	水平±2.0G、鉛直±1.5G	水平±2.0G、鉛直±2.0G

出展　：NTT　ファシリティーズ　リスクマネジメントシステム部門資料　および
http://www.ntt-f.co.jp/news/heisei22/h22-0524_2.html

標準重力加速度を基準とした、加速度の単位で「G」というものがあります。この場合は、重力加速度の単位のgとは違い、大文字でGと書かれます。少しややこしいですが、以下のように覚えてください。

1.0 G = 9.80665 m/s²

地球の重力加速度「1G（ジー）」はどなたもご存じのことと思います。「1G」は約980galとなり、耐震基準の400gal は約0.4Gと同じです。3成分合成とは、南北揺れ・東西揺れ・上下揺れを合成したものです。

耐震基準

1981年（昭和56年）6月に改定された「動耐震基準」は、東京大震災の推定震度と加速度の400ガルが基準になっています。それ以前は240ガルでした。

計測震度	震度階級	最大加速度（gal）
0～0.4	震度0	0～0.8
0.5～1.4	震度1	0.8～2.5
1.5～2.4	震度2	2.5～8
2.5～3.4	震度3	8～25
3.5～4.4	震度4	25～80
4.5～4.9	震度5弱	80～250
5.0～5.4	震度5強	
5.5～5.9	震度6弱	250～400
6.0～6.4	震度6強	
6.5～	震度7	400～

ただし、気象庁の見解では、上記の表とは異なります。
最大加速度が大きくても震度が大きくなるとは限りません。計測震度の計算に加速度の大きさの他に、地震波の周期や継続時間が考慮されているからです。
震度が加速度で何ｇａｌに相当すると言えないように記述しています。

現在の基準値がよいものかどうかはわかりませんが、最近の震災の事例だけ転記します。ただし断片的なものであり継続した数値ではありません。

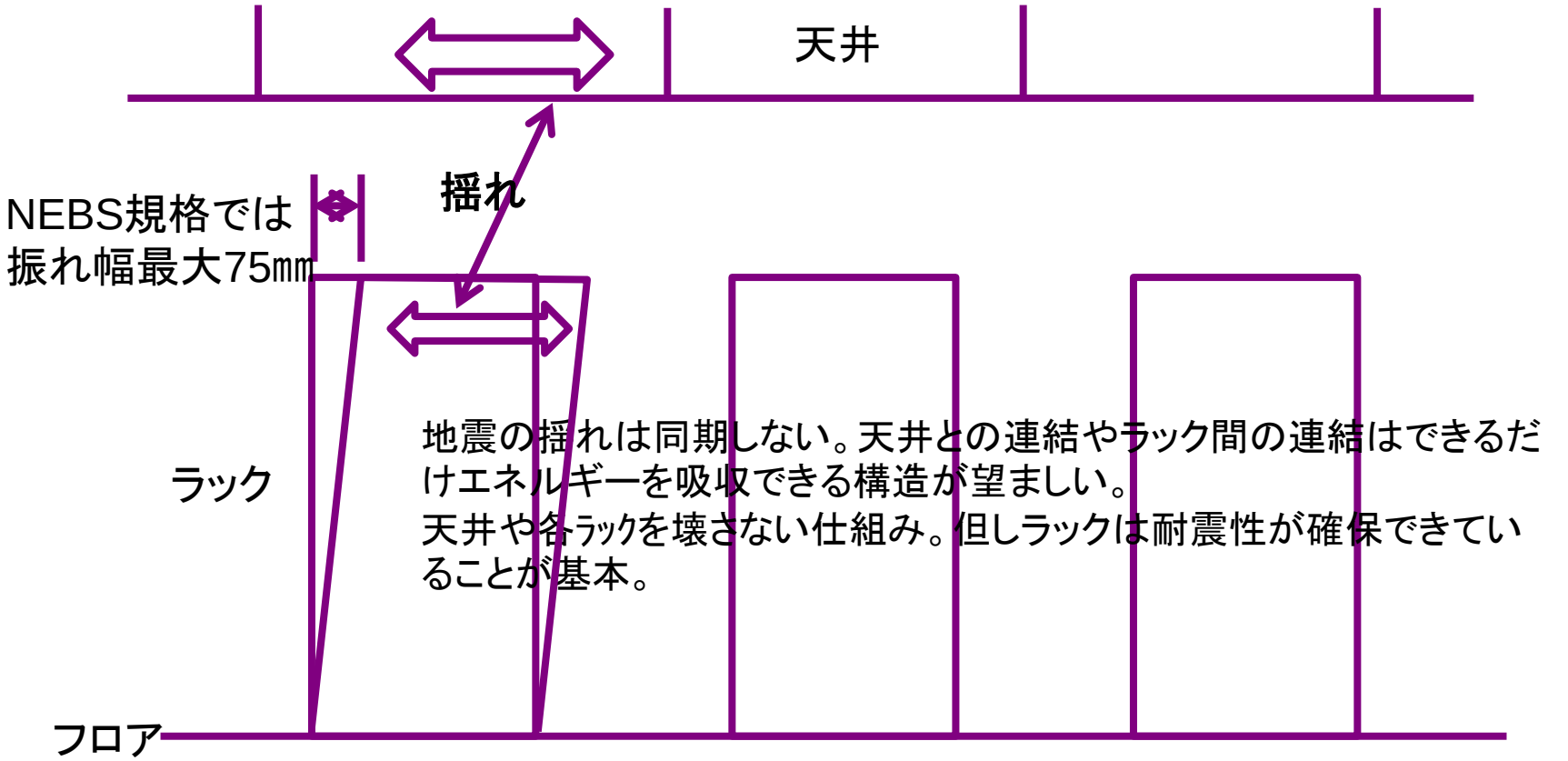
発生年	名称	最大加速度（gal）	3成分合成
1923	関東大震災	400（推定値）	未定項目
1995	阪神・淡路大震災	818	
2003	宮城県沖地震	1105	1106
2004	新潟県中越地震	1675	1722

気象庁のページより抜粋（リンクはさせていません）

http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kyoshin/index.htm

耐震対策　　ラック単体はIEC61587-2/JIS C 6011-2に準拠

ラック単体の耐震性の確保だけではなく、フロアレベルでの耐震性を
確保することが必要。ホットアイルとコールドアイルの分離で設備との取り合いが出る。



免震テーブルをラック下部に設置する方法があるが、大規模データセンターではコスト面で難しい。

水平静的加速度耐震計算書

サーバラック等はラックの耐震強度と合わせて据え付けボルトの強度が重要である。ここに示すのは一般的な静的水平加速度の計算書事例である。ラックの寸法と重心位置とボルト寸法からせん断強度と引っ張り強度が十分に余裕があるか判定できる。

耐震計算書（検討書）

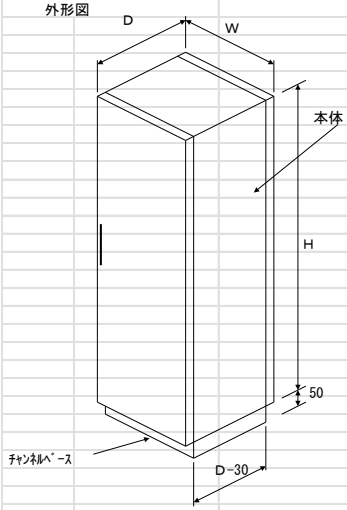
1. 概要

筐体の地震時にﾁｬﾝﾈﾙﾍﾞｰｽとｽﾗﾌﾞとの締結に使用するﾎﾞﾙﾄに加わる応力を
求め（算出），ﾎﾞﾙﾄの強度と比較し，ﾎﾞﾙﾄｻｲｽﾞ，本数，固定ﾋﾟｯﾁの妥当性を判定する。
（参考資料：日本電機工業会技術資料　第144号　配電盤・制御盤の耐震設計指針）

2. 条件，仕様

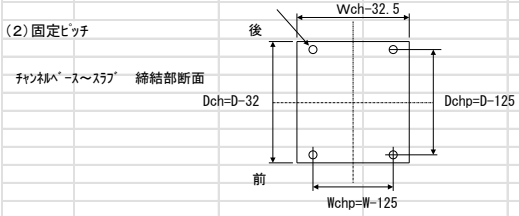
（1）装置外形寸法，質量

外形図



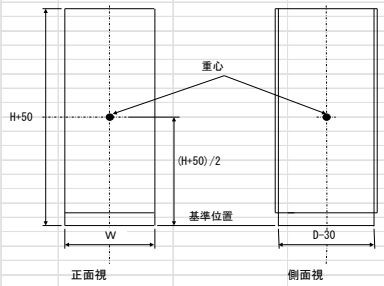
	基本寸法(mm)
W	700
H	1900
D	800
We（質量Kg）	250

（2）固定ﾋﾟｯﾁ



（3）重心位置

本体の重心は自身のｾﾝﾀｰにあるものと想定した。



（4）設計地震加速度

地震時に装置重心へ加わる加速度を下記の式から算出する

・設計地震加速度（水平方向）＝K0H×Z×K1×K2＝0.3×1×3.3×2.5＝2.475G
K0H＝水平地震加速度＝0.3G
Z＝地域係数＝1
K1＝建築物の床応答倍率を考慮した係数＝3.3
K2＝盤の応答倍率を考慮した係数＝2.5

・設計地震加速度（鉛直方向）＝K0V×Z×K1×K2＝0.15×1×1×1＝0.15G
K0V＝鉛直地震加速度＝0.15G
Z＝地域係数＝1
K1＝建築物の床応答倍率を考慮した係数＝1
K2＝盤の応答倍率を考慮した係数＝1

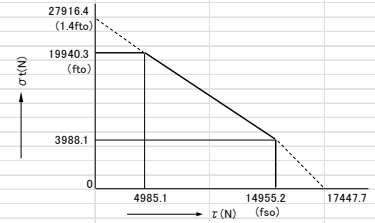
（5）締結ﾎﾞﾙﾄの強度

・ﾎﾞﾙﾄ強度

ﾎﾞﾙﾄの呼び(mm)	12
ﾎﾞﾙﾄの面積(cm²)	1.13

	SS400材(N/cm²)	ﾎﾞﾙﾄの強度(N)	(kgf)
短期引張り許容応力	17640.0	19940.3	2034.7
短期せん断許容応力	13230.0	14955.2	1526.0

ﾎﾞﾙﾄに引張り応力とせん断応力が同時に加わる場合の関係グラフ



グラフの中の記号

fts：引張りとせん断を同時に受けるﾎﾞﾙﾄの短期許容引張り応力値（N）
fst：引張りとせん断を同時に受けるﾎﾞﾙﾄの短期許容せん断応力値（N）
fto：ﾎﾞﾙﾄの短期許容引張り応力値（N）
fso：ﾎﾞﾙﾄの短期許容せん断応力値（N）
σt：ﾎﾞﾙﾄに作用する引張り応力値（N）
τ：ﾎﾞﾙﾄに作用するせん断応力値（N）

せん断力τが　4985.1(N) 以下の場合,ftsは　19940.3(N) を限度とする。

引張り応力σtが　3988.1(N)以下の場合,fstは　14955.2(N)を限度とする。

3．検討

（1）ﾎﾞﾙﾄに加わる応力算出

ﾎﾞﾙﾄに加わる応力計算

引張力Tb＝(Kh・We・H＋Kv・We・(L−l)−We(L−l))／0．5N・(L＋L1)
せん断力τ＝Kh・We／N

			左右方向	前後方向
条件	許容水平加速度	Kh(G)	2.475	2.475
	許容垂直加速度	Kv(G)	0.150	0.150
	装置質量	We(Kg)	250	250
	重心高さ	H(cm)	97.5	97.5
	重心横方向偏心	l(cm)	0	0
	盤横方向寸法／2	L(cm)	33.4	38.4
	ﾎﾞﾙﾄ取付ﾋﾟｯﾁ／2	L1(cm)	28.75	33.75
	ﾎﾞﾙﾄ本数	N(本)	4	4
計算結果	せん断応力	τ'(kgf)	154.7	154.7
		τ(N)	1515.9	1515.9
	引張応力	Tb'(kgf)	428.5	361.5
		Tb(N)	4198.9	3542.9

（2）応力と強度の比較

設計地震加速度が装置に加わったとき，ﾎﾞﾙﾄに作用する応力の計算結果とﾎﾞﾙﾄとの強度比較を下記に示す

		地震時に加わる応力（計算結果）	ﾎﾞﾙﾄの強度 2．（5）項より	判定
左右方向	引張り応力	4198.9	19940.3	
	せん断応力	1515.9	14955.2	
前後方向	引張り応力	3542.9	19940.3	
	せん断応力	1515.9	14955.2	

4．まとめ（判定）

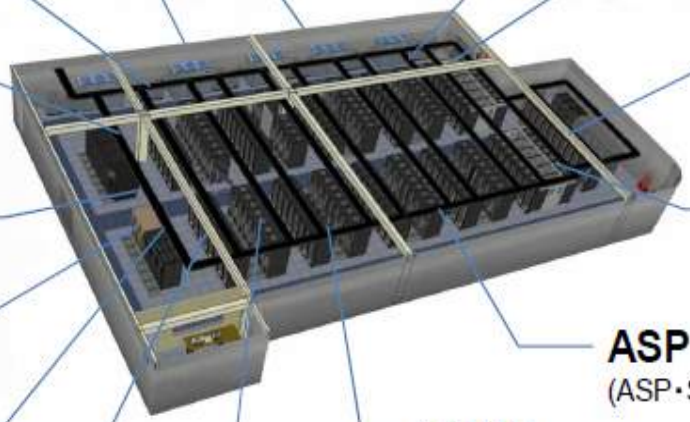
3（2）の結果から，今回使用するﾎﾞﾙﾄは十分な耐震強度が有ると判断する。
3（2）の結果から，今回使用するﾎﾞﾙﾄは十分な耐震強度ＮＧ判断する。

本判定はﾎﾞﾙﾄ強度が地震時に加わる応力の2倍を基準とする。

ｵｰﾀﾞ	
客先名	
件名	
購入仕様書NO.	KXR6
場所	
所属	
設計担当	

第63章　データセンターの各種規格

データセンタ関連団体(一例)



Uptime Institute
(アップタイム・インスティチュート)

CSAJ
(コンピュータソフトウェア協会)

TIA
(米国通信工業会)

JDCC
(日本データセンター協会)

JEITA
(電子情報技術産業協会)

FISC
(金融情報システムセンター)

CIAJ
(情報通信ネットワーク産業協会)

ISO
(国際標準化機構)

ASHRAE
(アメリカ暖房冷房空調学会)

IEEE
(米国電気電子学会)

ASP・SaaS
(ASP・SaaSデータセンター促進協議会)

IEC
(国際電気標準会議)

S3CP
(SaaSクラウド・パートナーズ協会)

JIS
(日本工業標準調査会)

JIPDEC
(日本情報経済社会推進協会(旧日本情報処理開発協会))

SHINOHARA

【日本データセンター協会とは】

日本データセンター協会は、データセンター事業者と主要データセンター関連事業者が参加する組織を形成し、各事業者が水平的業務的に協力して上記の課題解決に取り組むことによって、IT 立国の基盤を支えるデータセンターのあるべき姿を追求することを目的しています。

―お問い合わせ―
info@jdcc.or.jp

2010.10.18

JDCC

日本データセンター協会 制定

データセンターファシリティスタンダードの概要

Data Center Facility Standard

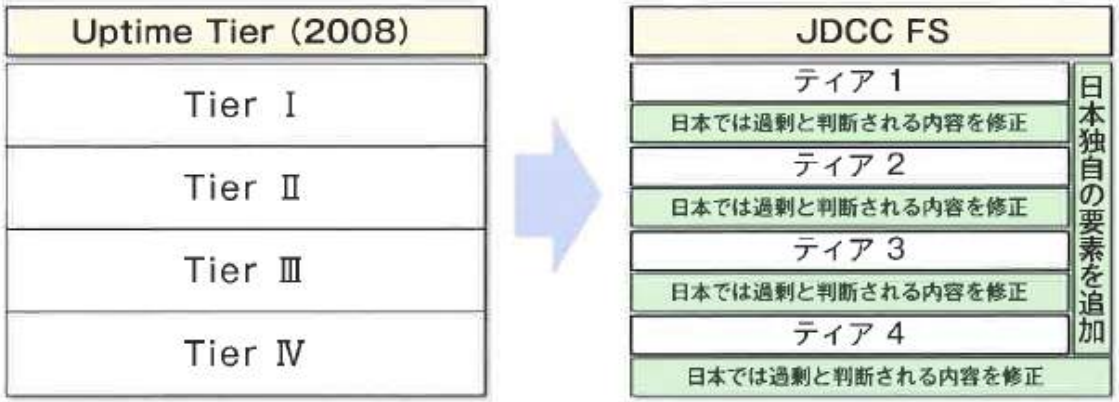
日本データセンター協会
http://www.jdcc.or.jp/

JDCC HPより

Shinohara Confidential

データセンターのティアレベル

Uptime Tier（2008）と、JDCC FSとの比較イメージ



各ティアレベルが想定している、データセンターのサービスレベル

	サービスレベル
ティア 1	・地震や火災など災害に対して、一般建物レベルの安全性が確保されている。 ・瞬間的な停電に対してコンピューティングサービスを継続して提供できる設備がある。 ・サーバ室へのアクセス管理が実施されている。 ・想定するエンドユーザの稼働信頼性：99.67%以上
ティア 2	・地震や火災など災害に対して、一般建物レベルの安全性が確保されている。 ・長時間の停電に対してもコンピューティングサービスを継続して提供できる設備がある。 ・サーバ室へのアクセス管理が実施されている。 ・想定するエンドユーザの稼働信頼性：99.75%以上
ティア 3	・地震や火災など災害に対して、一般建物より高いレベルでの安全性が確保されている。 ・機器のメンテナンスなど一部設備の一時停止時においても、コンピューティングサービスを継続して提供できる冗長構成の設備がある。 ・建物およびサーバ室へのアクセス管理が実施されている。 ・想定するエンドユーザの稼働信頼性：99.98%以上
ティア 4	・地震や火災など災害に対してデータ保全の安全性を保ち、かつ可用性も確保した非常に高いレベルでの耐災害性が確保されている。 ・機器の故障やメンテナンスなど一部設備の一時停止時において、同時に一部機器に障害が発生してもコンピューティングサービスを継続して提供できる、より高いレベルの冗長構成の設備がある。 ・敷地、建物、サーバ室およびラック内のＩＴ機器へのアクセス管理が実施されている。 ・想定するエンドユーザの稼働信頼性：99.99%以上

データセンターのティアレベル

推奨項目 一覧表

分類	No.	評価項目	ティア 1	ティア 2	ティア 3	ティア 4	備考
立地条件その他リスク（R）	1	地盤の安定性	P_L値、もしくは専門家の判断により、液状化危険度が「かなり低い」と判定される場合				
			P_L値の結果、液状化危険度が「極めて高い」「高い」のいずれかで、かつ杭などの液状化対策を実施していない場合		P_L値の結果、液状化危険度が「極めて高い」、または「高い」で、液状化対策を実施している場合	P_L値の結果、液状化危険度は「低い」で、液状化対策を実施している場合	
	2	施設周辺の環境 地震後火災による延焼危険度の高い住宅密集地、爆発物を持つ危険施設がある地域、復旧活動のためのアクセスルートが確保し難い地域などに位置していないか	位置しているが対応準備が無い		位置していない、もしくは位置しているが、対応準備がある		
電気設備（E）	1	電気室、UPS室の区画	規定無し	規定無し	独立した専用区画室	独立した専用区画室	
	2	サーバ室照明電源の冗長性	商用のみ	商用のみ	商用＋自家発電設備	商用＋自家発電設備	
	3	UPSの停電補償時間	規定無し	5分	5分	10分	
	4	オイル確保量 （オイル供給会社の優先供給契約を含む）	規定無し	12時間	24時間	48時間（24時間）	（ ）は特高受電の場合
	5	中央監視設備の冗長性	規定無し	規定無し	必要	必要	
空調設備（H）	1	熱源機械室の区画	規定無し	規定無し	独立した専用区画室	独立した専用区画室	
	2	空調用補給水の備蓄量 （加湿・冷却塔補給水）	規定無し	12時間	24時間	48時間	
	3	熱源機器・空調機用電源の冗長性 （停電時のサーバ室温上昇防止対応）	規定無し	規定無し	自家発電設備	自家発電設備 （必要に応じ、UPSを設置）	
	4	配管設備の冗長性（水冷空調の場合）	規定無し	規定無し	必要	必要	
通信設備（T）	1	MDF室、ネットワーク室の区画	規定無し	規定無し	独立した専用区画室	独立した専用区画室	
	2	MDF室、ネットワーク室の冗長性	規定無し	規定無し	必要	必要	
	3	建物内通信機器（ルータ/スイッチ）の冗長性	規定無し	規定無し	必要	必要	
	4	通信関連機器電源の冗長性	規定無し	規定無し	必要	必要	
	5	通信ケーブルと電源ケーブルとの離隔	規定無し	規定無し	必要	必要	
設備運用（M）	1	全体エネルギーマネジメントの実施 （電力・温湿度・他の常時監視を含む）	規定無し	規定無し	実施している	実施している	

Shinohara Confidential

IECSC48D規格および各種関連規格

IECSC48D WG2　メトリック寸法規格、耐震、耐雑音、セキュリティー、
IECSC48D WG3　アウトドア
IECSC48D WG4　19インチ規格
IECSC48D WG5　熱性能評価、熱設計ガイドライン

JEITA ITR-1001D　情報システムの設置ガイド
JEITA ITR-1005A　情報システム用設置ガイドライン
JEITA ITR-1006A　情報システム室の消火設備ガイドライン
JEITA ITR-1002A　情報システムの設置環境基準

FISC 金融機関等コンピュータシステムの安全対策基準
ASHRAE　米国冷凍空調学会　データセンターの温湿度ガイドライン
TIA　ネットワーク配線工事ガイドライン

IT分野で広く活用されている19インチ規格を正しく活用していただくために
翻訳JIS規格としてIEC60297-3-100のJIS化を行った。
日本はメートル系であり、インチ系規格をJIS化することには課題もあったが
2015-11-20に規格を制定

新しくJIS C6012ｼﾘｰｽﾞ名を採番

同時にキャビネット関連規格として
以下のJIS C 6011ｼﾘｰｽﾞがある

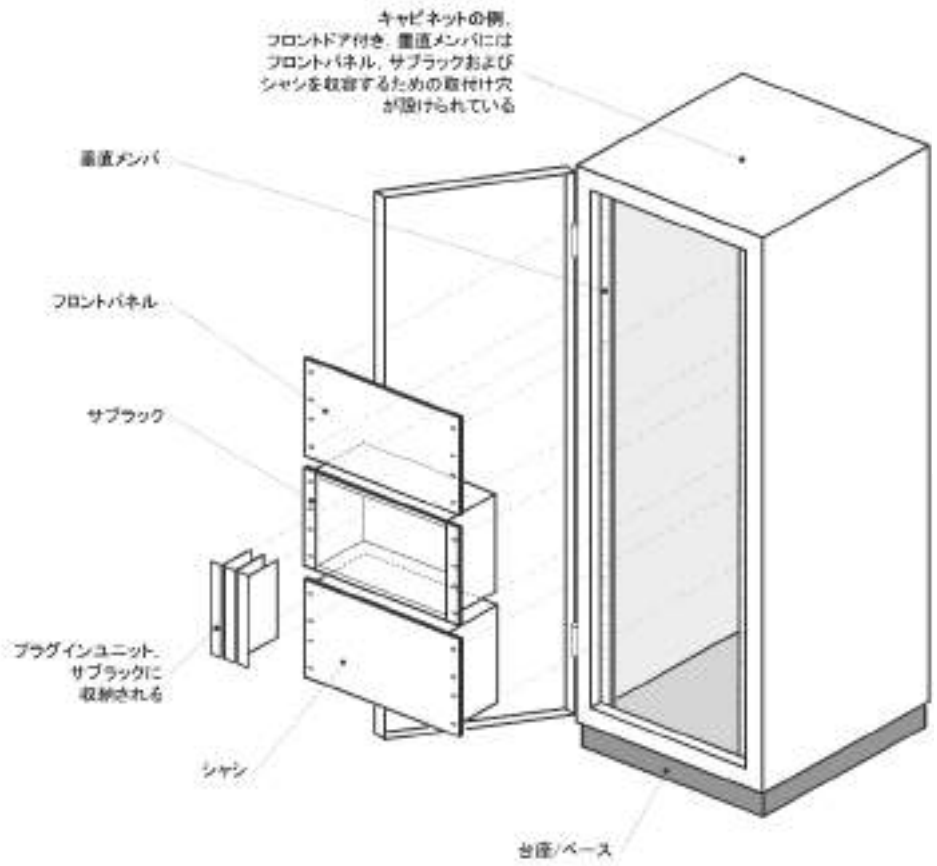
JIS C 6011-1　IEC61587-1翻訳JIS
キャビネット・ラック・サブラックの耐環境性能の試験および安全性規格

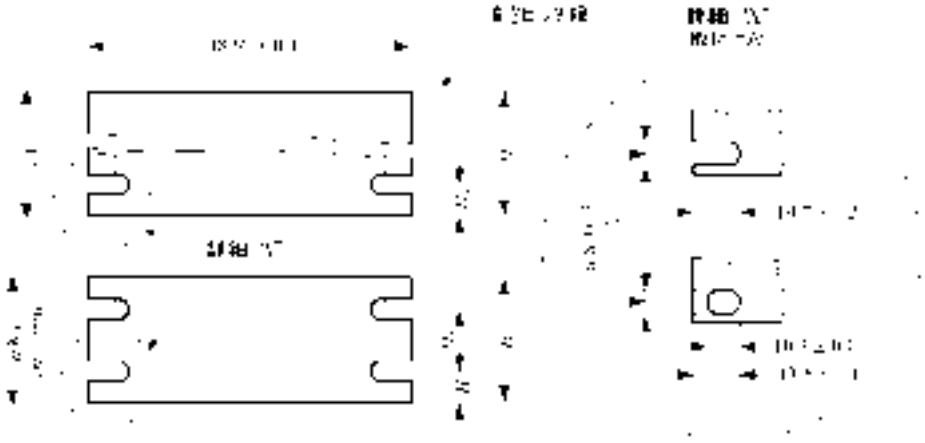
JIS C 6011-2　IEC61587-2翻訳JIS
キャビネット・ラックの耐震試験方法　三軸同時加振を制定

JIS C 6011-3　IEC61587-3翻訳JIS
キャビネット・ラックの電磁シールド試験方法

19インチ規格　JISC6012-3-100表紙

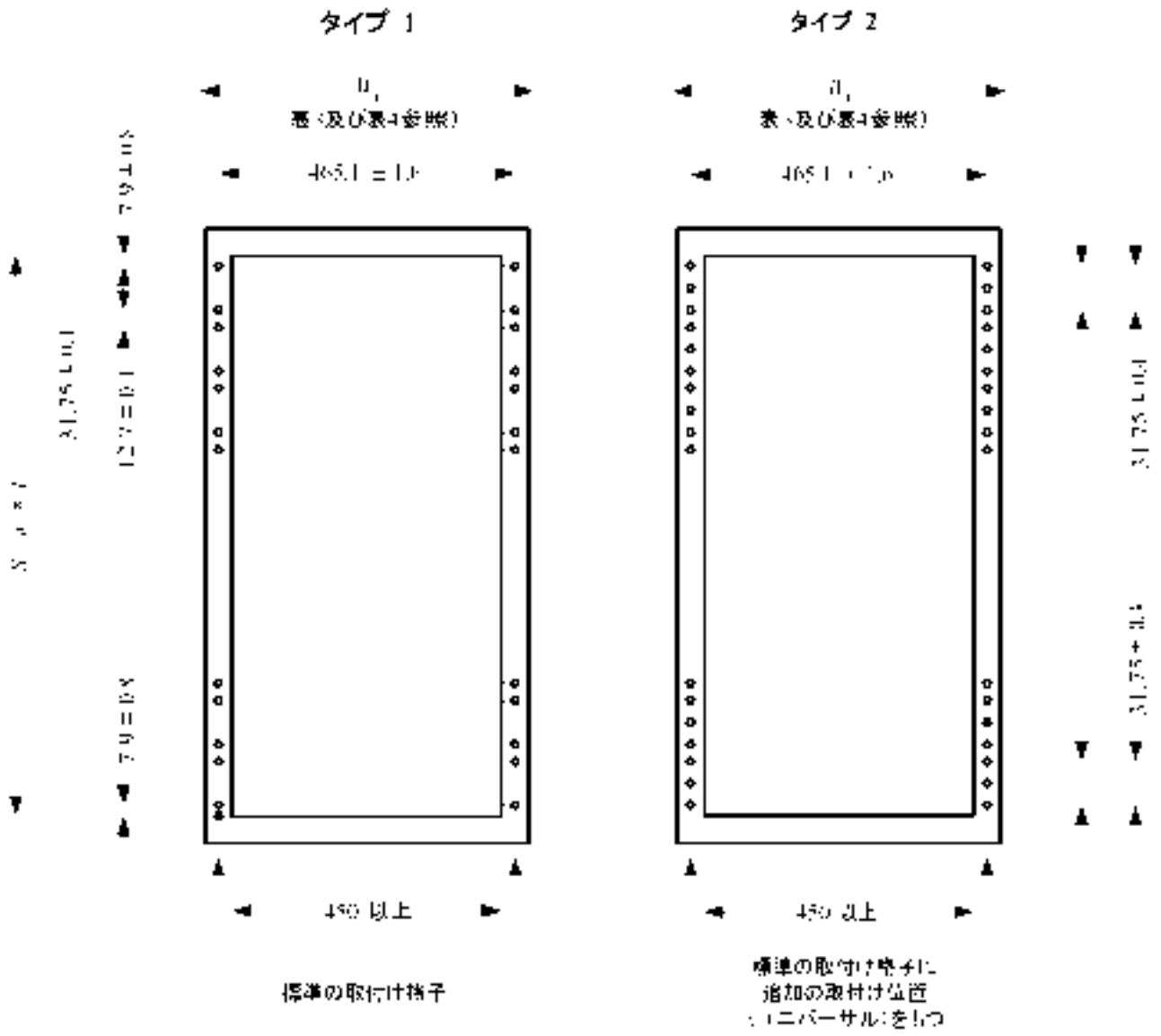
19インチ規格 JISC6012-3-100の概要





ユニット高さ n × U	H_1 ± 0.4	H_2 ± 0.4	H_3 ± 0.4
1U (44.45)	43.65	—	21.83
		31.75	5.95
2U (88.90)	88.10	44.45	21.83
		76.20	5.95
3U (133.35)	132.55	57.15	37.70
4U (177.80)	177.00	101.60	37.70
5U (222.25)	221.45	146.05	37.70
6U (266.70)	265.90	190.50	37.70
表記の寸法許容差は，累積しない。			

19インチ規格 JISC6012-3-100の概要



19インチ規格 JISC6012-3-100の概要

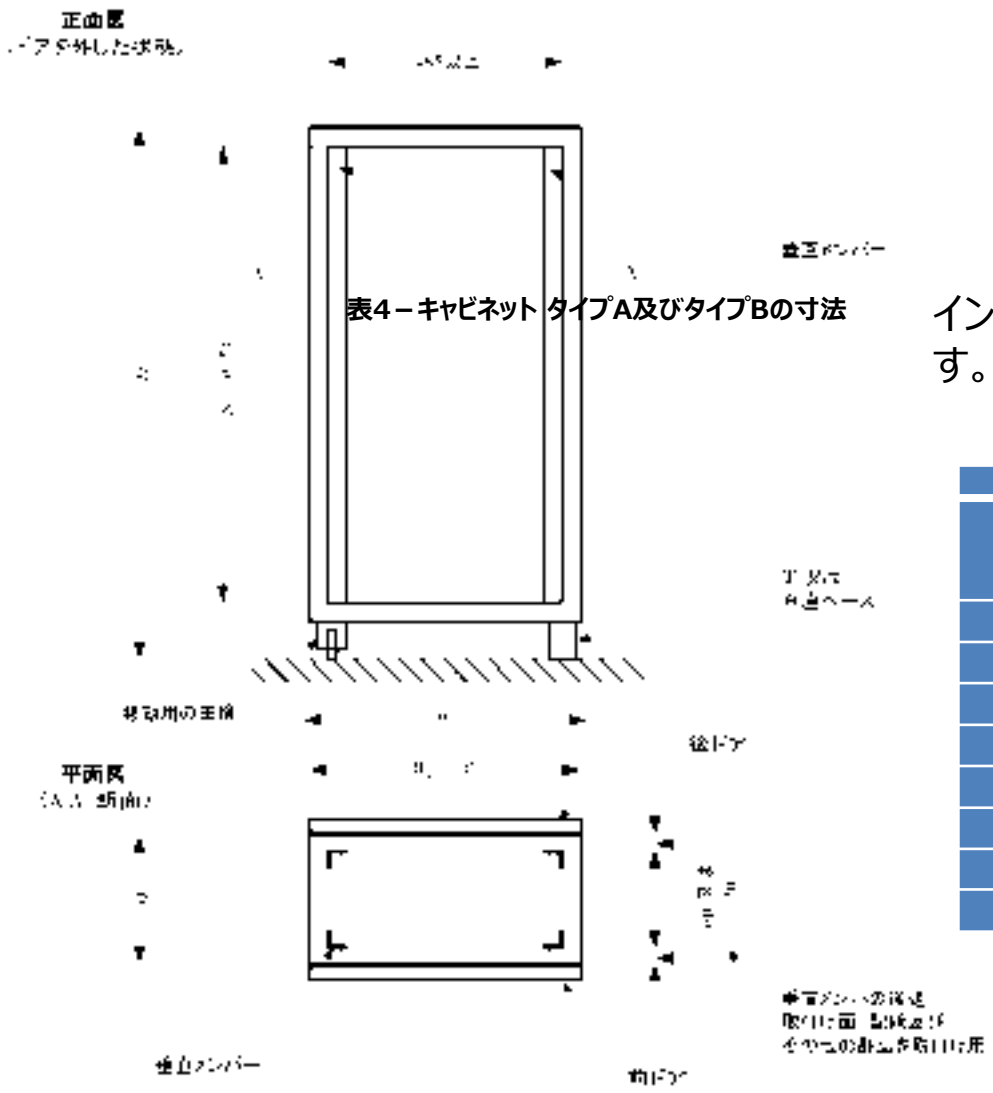


表4－キャビネット タイプA及びタイプBの寸法

インチ系ではあるがラックの寸法はメートル系となっています。

単位 mm

高さ H	開口部寸法 (S＞n×U) n×U	幅 W_C	奥行き D
800	13 × U = 577.85	550 600 700 750 800 900	300 600 800 900 1000 1200
1000	18 × U = 800.10		
1200	22 × U = 977.90		
1400	27 × U = 1200.15		
1600	31 × U = 1377.95		
1800	36 × U = 1600.20		
2000	40 × U = 1778.00		
2200	45 × U = 2000.25		

最近は2300以上のものも製作されている。
昔の高架は2750mm

IEC 60297-3-105 1Uシャーシ規格

スライドレール
タイプシャーシ
(テレスコピック
スライドレール)

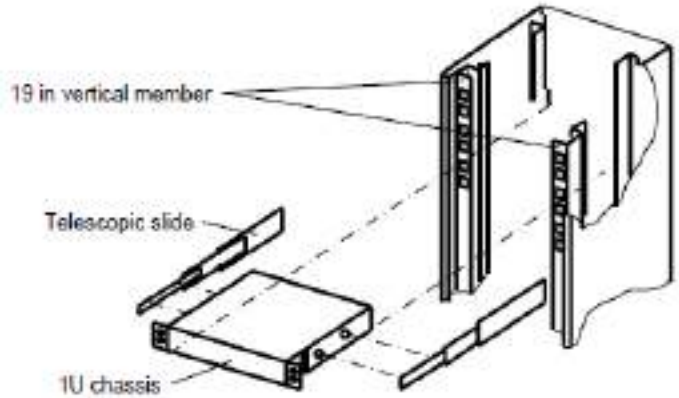
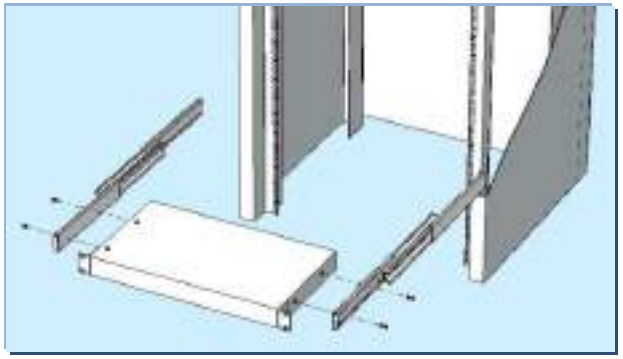
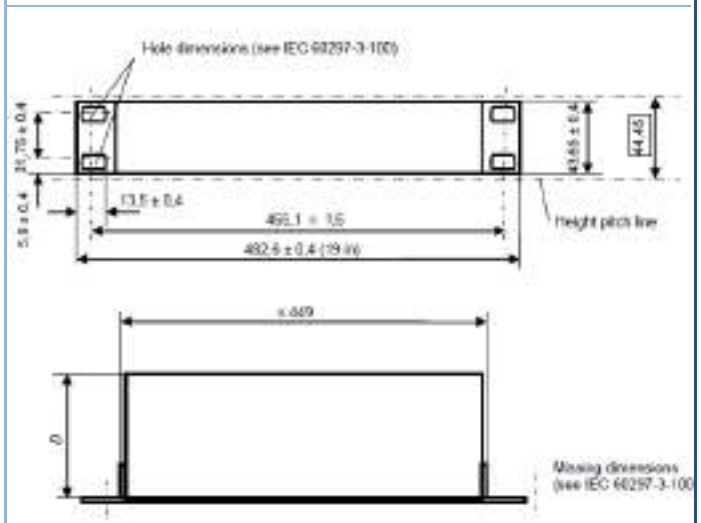


Figure 3 – Chassis type C



基本寸法



エアフロー

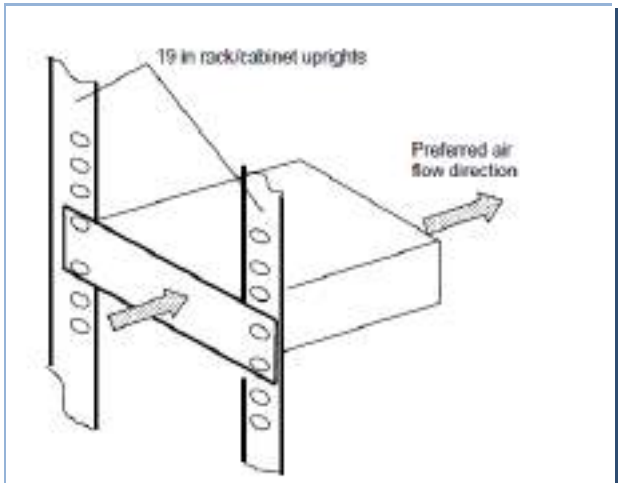
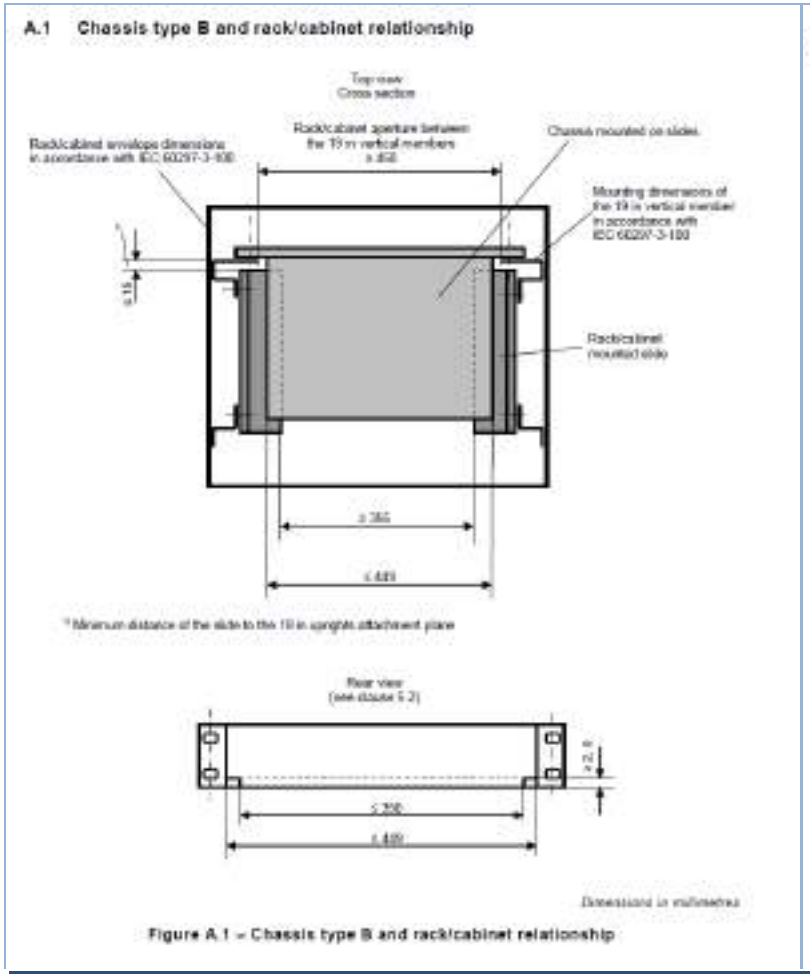


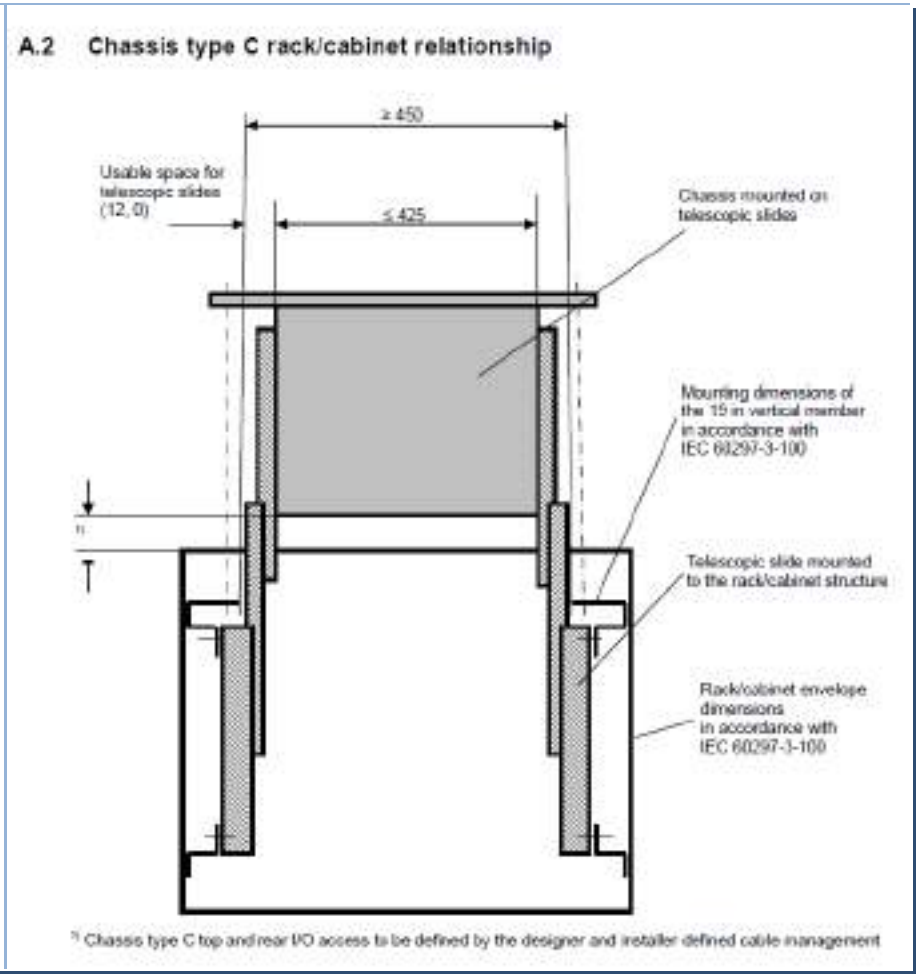
Figure B.1 – Cooling airflow direction

IEC 60297-3-105 1Uシャーシ規格

ラックとの寸法関係

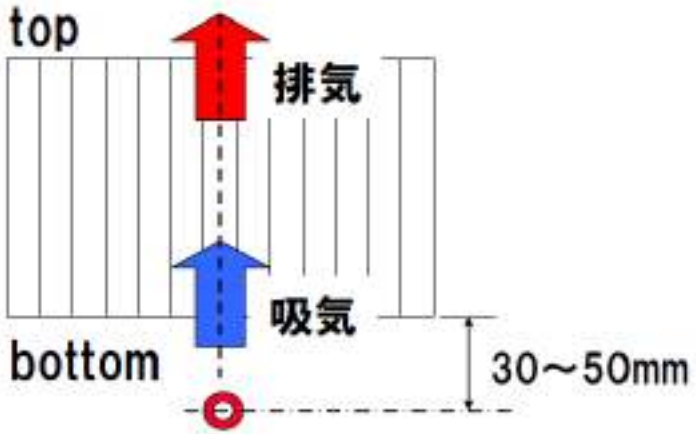
日本提案規格



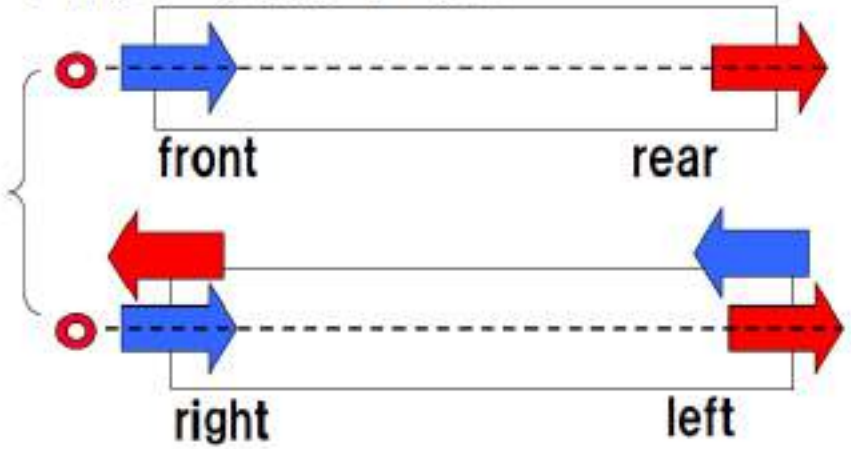


キャビネットに実装した状態でのサブラック等の装置の吸気温度であり、
装置内の空気や部品表面温度の起点となる温度である。

（Ⅰ）サブラック



（Ⅱ）ユニット（シャーシ）



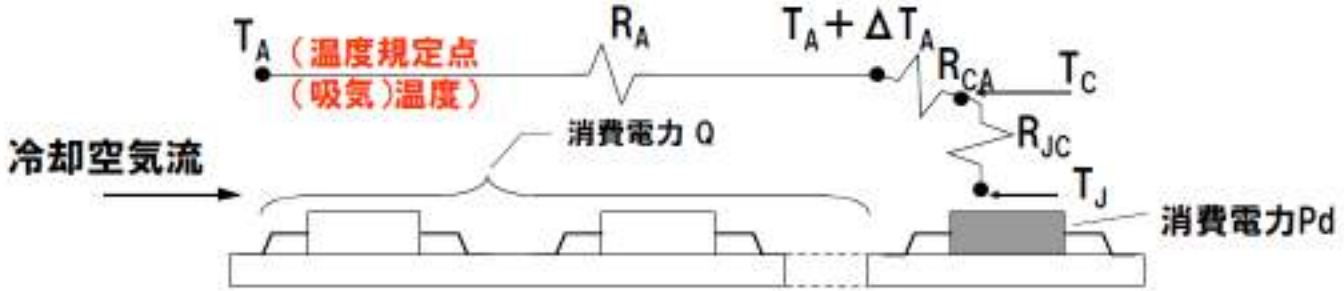
温度規定点：

・装置表面からの輻射の影響を受けないこと
・吸気面積が大きいときは3～5点測定し平均をとる

ユニット/サブラック内の部品温度は、吸気温度と風量(風速)、
部品及び装置の消費電力で決定される。

基板の熱モデル例 (ICジャンクション温度)

$T_J = T_A + \Delta T_A + \Delta T_{CA} + \Delta T_{JC}$



[関連するパラメータ]

チップ	熱伝導	ΔTjc	Tj	•パッケージ材料、構造 (通風と直接関係しない部品固有のパラメータ)
パッケージ				
空気	熱伝達	ΔTca		(ΔTca=Rca×Pd) •パッケージ形状、風速(風量)
	熱移送	ΔTa		•風量(ΔTa=Ra×Q)
		Ta		•設置環境、筐体内通風

サーバラックの寸法系の歴史と今後の動向・課題

SHINOHARA

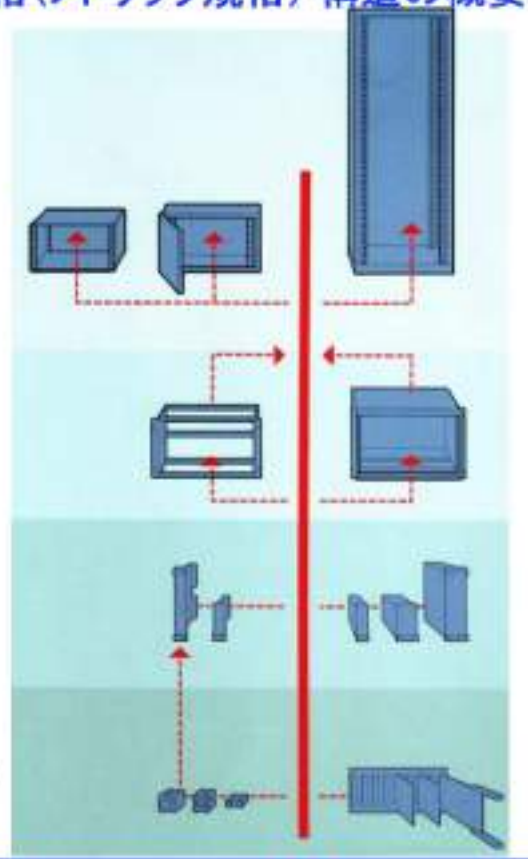
データセンターで使われるラックは主にネットワークラックとサーバラックになります。
このラックは源流は戦後すぐのころから始まったと言われています。
とくに米国の戦闘機に搭載する電子機器の寸法系として、人間の肩幅から最適化して19インチ規格として幅寸法482.6として誕生してサブラックユニット高さについてはインチの分数計算から1U1.75インチ(自然数)、メートル系では、44.45として定められ、44.45で4個のねじでこていできるものでした。この時代はまだ真空管の時代でもありました。そしてEIA-RS310としてさだめられました。この寸法規格は大変良くできた寸法系を有しており、44.45毎にスタックしていくことができ、大変実装効率が良いものです。

その後プリント基板を用いた実装が必要となり、欧州特にドイツにて100ミリのメートル系をベースにユーロボードが開発され、インチに整合させるために、133.35足すことで6Uサイズのサブラックを開発されました。これがIEC297シリーズです。主に今でも産業用途でConpactPCIとして広く活用されています。その後インテルのMULTIBUS系からさらに発展してFuturebusが開発されました。これはメートル系をベースとしておりIEC917シリーズが開発されました。欧州のネットワーク機器用で採用されましたがIP全盛期となり、米国を中心としたネットワーク機器会社が主流となり、マザーボードを水平において19インチのサイズ幅の1Uベースの機器が主流となりました。ハイエンドのスイッチ機器もユーロボードサイズのプリント基板寸法にこだわらず19インチ系の大型機器も開発され、結果として、IEC917シリーズの寸法系は浸透しませんでした。
日本では、19インチ系をベースにこれを480幅、50ミリ高さの寸法系として決められ、JISC6010シリーズとなりました。しかしながらネットワーク機器は19インチ系が主流であり、JISC6010系は一部の民生機器や制御盤、配電盤で採用されていますが、制御盤も配電盤もIT機器が搭載されるようになり、寸法系は混在となっています。このころからIP時代が始まり、ネットワーク機器にこの19インチ1Uサイズが採用されて、さらにサーバ機器もこの寸法系となりました。このネットワーク時代に対応するために日本のむJISも新たに19インチ系の翻訳JISを制定することになりました。これが新たに新しい番号を与えられてJISC6010シリーズとなりました。JISにも19インチ系規格が正式に策定されました。

IEC SC48D規格　IEC 60297 19インチ規格とVMEbus

19インチ規格（メトリック規格）構造の概要

19インチ	メトリック	
IEC 60297-101 DIN 41494	IEC 60917-2-1	Cabinets Cases
IEC 60297-3-xxx IEEE 1101.1x	IEC 60917-2-2	Subracks System cases
IEC 60297-3-xxx IEEE1101.1x	IEC 60917-2-2	Plug-in units Frame-type PUI
IEC 60297-3-xxx IEEE1101.1, VITA 30 IEC 60603 -2	IEC 60917-2-2 IEC 1076-4-100	Backplanes PB, Connectors



サーバラック寸法系の課題

このような寸法系に対して、FACEBOOK社を中心としたOCPが提唱され、新しい寸法系が開発されました。通称的には21インチラックと呼ばれたりしていますが、これは純粋にメートル系の寸法系となります。これは今日の爆熱化するサーバを収容するにはファン風量面から44.45の高さ寸法系ではエアフローが確保しずらい面があるからです。そのようなことから理想的な寸法系として新たに提唱されたのが、高さ寸法を48mm:1OU(OpenUNIT)として定められました。

生成AI用NVIDIAのチップは間もなく1.2KWになるとのこと。またH100のGPUはまもなくH200となりその後B200となり、その後X100になるとのこと。ラック当たりの電力は現在約50KW/ラックで約10%は空冷が必要となっています。生成AIサーバは来年には250KW～300KW/ラックになるとのこと。1U６KWとなる。42Uで252KWになります。これは生成AIの場合で、クラウドサーバは大体6KW～8KW/ラック程度。250KW/ラックとなると、19インチラックでは幅寸法が不足となりOCPラックの採用になるといわれており動向を注視する必要があります。CDUポンプが4台から6台。またラック床荷重は1.5トン程度。19インチの課題はマウントフレームが内部に独立しているために強度的に不利な面がある。その点OCPラックはスプリングロックのスロットインで、耐震性に優れている。19インチラックは前面ねじで固定しているため、応答倍率で考えると4倍以上のエネルギーがねじにかかり、定在波により、ねじのせん断、引っ張り強度を超えることがある。

液浸冷却は、電源配線を考えるとOCPが有利。19インチでは電源配線が背面に来るので電源引き回しが大変となります。液浸タンクの実装寸法系をどうするか課題です。

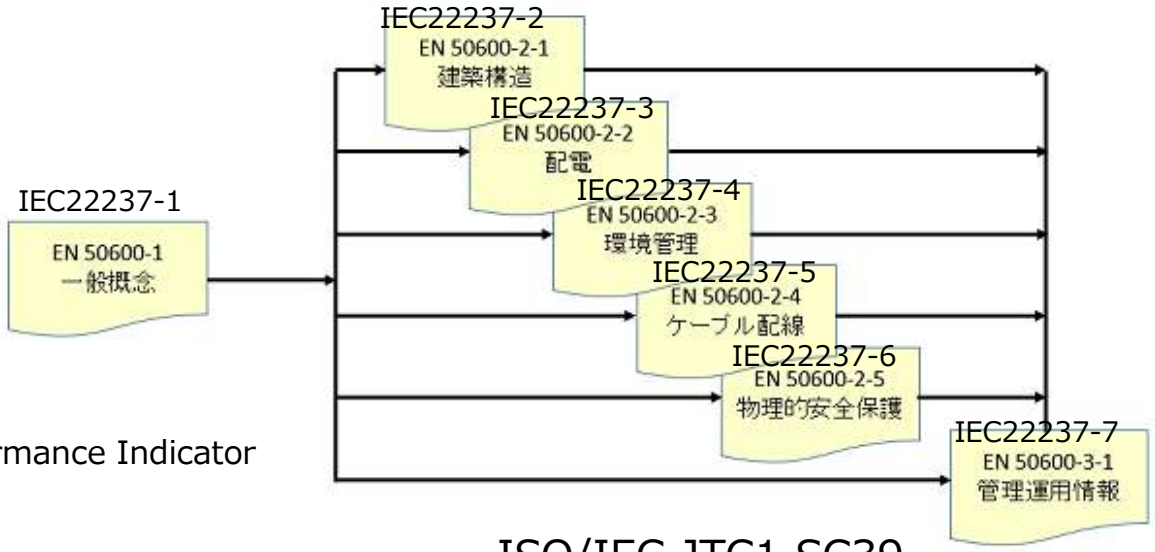
ラックの寸法は、250KW/ラックとなるとマニフォールドは4本いることになる。OCPでは、実質的な幅方向が大きくできるのでラック内のCDUを大きくすることができる。またマニホールドも両側二本搭載できる。19インチラック幅は600/800で700も750も規格がない。また高さ方向も最大2200どまり、海外では2500もある。海外のデータセンターは平屋が多く、階高が高いもので約8メートルあり、多数のサーバが実装できる。19インチ系の寸法仕様の拡張が必要と考えられる。今後のIECSC48Dの活動に期待したい。19インチは変えないで新たな寸法系とするか、加筆修正するか議論が必要。

19インチ規格といっても44.45と外形寸法しかなく、他社連結ができない状態。OCPは連結は可能だが、これは規格ではない。あくまで一つの提案寸法。OCP V3以降まだまだ各種提案が出てくると思われる。まだまだ変わっていくと思われる。動向に注視していきたい。

ISO/IEC22237-1～7シリーズ「データセンター設備及びインフラストラクチャー」

■　規格の構成

-1　一般概念
-2　管理項目の仕様
　-2-1　建築構造
　-2-2　配電
　-2-3　環境管理
　-2-4　電気通信ケーブル配線インフラ
　-2-5　物理的安全保護
-3　管理方法
　-3-1　管理および運用情報
-4　評価指標（KPI） Key Performance Indicator



ISO/IEC JTC1 SC39

■　コンセプトと分類

・データセンターの設備構成の標準化
　インフラ側：　建築物、配線（電源、通信）、環境/安全維持
　機器設備側：　IT機器、通信機器、電源機器、空調機器
・データセンター関係者の分類
　施設運用側：　所有者、管理者、契約者
　建屋設計側：　建築設計、コンサル、デザイン、工事、システム、設置
　設備提供側：　インフラ設計、設備業者
　保守運用側：　保守者
・データセンター構成の分類
　目的/用途別：　企業（イントラネット）、クラウドサービス事業者、通信事業者
　セキュリティレベル：　保護クラス－オニオンスキン
　物理的規模：　小規模/大規模

ISO/IEC22237-1 一般概念

- ビジネスリスク分析の要件
  IEC/ISO 31010（JIS Q 31010）リスク管理－リスクアセスメント技法
  リスクマップ：発生確率 － インパクト
  　発生確率：1超低、2低、3中、4高
  　インパクト：1低、2中、3高、4重大

- 可用性クラスの要件（6.2章）
  可用性クラス１，２，３，４
  配電/環境制御/ケーブルに対する、装置冗長/パス冗長

- 保護クラスの要件（6.3章）物理的なセキュリティ
  リスク事象：不正アクセス、内部環境、外部環境
  保護クラス１，２，３，４
  不正アクセス：人員のエリアごとのアクセス制限
  内部火災：火災検出と防火システム

- エネルギー効率の要件（6.4章）
  データ収集の細分化レベル１，２，３
  エネルギー効率向上レベル

- 設計原則（附属書A）
  設計プロセス
  可用性：自動化、自律性、保守性、冗長性、ロバスト性、、
  EMC：雷保護、接地、ケーブル
  物理的セキュリティ
  エネルギー効率

ISO/IEC22237-2建築構造

- 場所評価（5章 ロケーション）
  地理的（海抜等）、
  自然環境（洪水、地震、風速、火山、海岸）、
  隣接（原子炉、水路、高速道路、鉄道、高圧線、政治集会、
  公共インフラ（電力、通信、上下水道、ガス）、
  費用、規制

- 敷地要件（6章）
  サイト構成：保護クラス１～４
  地質調査：地中孔、埋設設備管（電気ガス水道通信）、土壌抵抗率（接地抵抗）、土壌汚染
  建築基礎、排水
  公共サービス（電気、ガス、水道、通信）可用性
  人員や資材のアクセス性

- ビル構築要件（7章）
  建築構造、基礎、外壁、内壁（保護クラス境界としての安全性）、屋根、排水、床、天井、二重床、廊下、扉

- 建築構成要件（8章）
  フロアの耐荷重 12kN/m²（＝1200kg/m² → 440kg／600mm角あたり）
  二重床の高さ　スラブから500mm以上、天井高さ　 3m以上
  湿度制御/管理の要請

- 防火要件（9章）
  防火壁、ガス消火設備（不活性ガス、酸素削減）

- 品質（10章）

- 安全

データセンター設備規格 EN50600シリーズの要点

ISO/IEC22237-3 配電

a) 電源供給、配電設計の可用性クラス（6章）
電源容量計画、公共サービス供給性、電源品質、負荷、電源機器、可用性クラス（シングル/マルチパス）
配電、緊急停止
b) 環境制御（en50600-2-3）
c) 物理的安全性（7章）
アクセス、内部/外部環境事象
d) エネルギー効率化の詳細化レベル（8章）
詳細化レベル１， ２， ３
e) グランティング（EN50310）
f) 雷保護（EN62305）
g) 安全に関する現地規制

ISO/IEC22237-4環境管理

a) 環境管理ソリューション（4章、5章）
水： 供給グリッド、チラー、ポンプ →ポンプ、バルブ、パイプ、液冷筐体
空気： 外気吸気口、フィルタ、熱交換器 →ダクト、空調ユニット
発電スペース：温度、微粒子（煙、一酸化炭素、燃料）
コンピュータルーム：温度、湿度、品質（塵埃、細菌、ガス）
b) 可用性（6章）
可用性クラス２， ３， ４， 拡張４
シングルパス/マルチパス、並行修復、冗長構成
c) 物理的セキュリティ（7章）
環境制御システム機器は保護クラス３以上のエリア
d) 環境管理の詳細化レベル（8章）
エネルギー効率
温度：外部、コンピュータルーム温度（サプライ／リターン、コールド／ホットアイル）
相対湿度：外部、コンピュータルーム
圧力、流量、冷却（除熱）熱量、取込外気温度/湿度
詳細化レベル１， ２， ３
e) 安全性に関する地域規制

- エアフロー管理
キャビネット/ラック内：ブランクパネルによる再循環の抑制
二重床：ルームサイズに対する二重床高さ（5～10kW／ラック のとき）
床開口
ホットアイル/コールドアイル構成
キャビネット放熱の種類：リアドア熱交換器、クローズドループキャビネット

ISO/IEC22237-5 電気通信ケーブル配線　ISO/IEC22237-6 物理的安全保護

a) 5章に示すケーブル設計要件：
ポイントtoポイントケーブル
固定ケーブル：EN50173、CPL／ZPL、カテゴリ（CAT5,5e,6,6a,7）

b) 可用クラス（7章）：
キャビネット内、キャビネット間、隣接間
ケーブリング可用性クラス１、クラス２（ENI(外線)冗長）、クラス３（ENIマルチパス冗長）、クラス４（経路マルチパス冗長）

c) 経路とスペース（8章、9章）
ケーブルルート：EN 50174-2: 情報技術 - ケーブル設置 - パート 2: 室内における設置計画と実施
ケーブル経路システム
キャビネット/ラック：拡張性、ケーブルルート、放熱
ラック幅800mm、奥行1200mm、ブランクパネル

d) 運用情報ケーブル（EN50173-2）

e) ITネットワーク情報ケーブル配線（EN 50173-5）

f) 電力配電、環境制御、物理的安全性の監視および/または制御のための電気通信ケーブル

g) 設置仕様、品質保証、設置計画およびケーブル配線

h) 安全性に関する現地規制

a) 各スペースの物理的セキュリティ保護クラス（5章）
リスク事象：・不正アクセス、・発火、・他の内部/外部事象
リスク評価：資産価値、尤度、脅威、脆弱性→対策→残存リスク管理
保護クラス１：入場口
保護クラス２：搬入口、貯蔵スペース、オフィス
保護クラス３：コンピュータ/コントロール ルームスペース
保護クラス４：キャビネット

b) 保護クラス要件（6～9章）
不正アクセスに対する保護クラス：クラス１，２，３，４（オニオンスキン）
保護クラスアイランド
保護クラス１要件：外部境界－EN1627の抵抗クラス２（RC2＝耐性時間3分：ドライバー等の簡単な工具）
　　考慮点：I&HAS（侵入警報システム）、照明、車両、搬入）
保護クラス２要件：EN1627抵抗クラス３（RC3＝耐性時間5分：大型ドライバー、バール）
　　考慮点：車両の入場、入場者チェック
保護クラス３要件：EN1627抵抗クラス４（RC4：電動ドリル、のこぎり）
　　考慮点：入場人数監視、許可者の同伴
火災保護クラス：下位クラスの火災中に検知/抑制システムによる保護
　　消火システム、EN1634
環境保護クラス、外部事象への保護クラス

c) 不正アクセス防止システム（10章）
人員、プロセス、物理的、技術的
例：セキュリティ照明、ビデオ監視、

d) 地域規制

ISO/IEC22237-7管理運用情報

a) データセンター戦略
b) サービス管理ポリシーおよび手順
   1）運用管理
   2）事象管理
   3）セキュリティ管理
   4）顧客管理
c) PUE（電力使用有効性）KPIの監視　KPI: Key Performance Indicator
d) 資産運用方針
e) 環境管理方針
f) ライフサイクル管理方針
g) エネルギー管理方針

項目	基本KPI		高度KPI	
7章 運用				
運用	MTBF（平均故障間隔）	障害インシデント数	可用性	計画外交換
インシデント	MTTR（平均修復時間）		SLA準拠	
変更	変更ログ完全性		未承認変更	失敗変更
資産/構成	構成DB完全性	構成DB適時性		
キャパシティ	各容量使用率			
8章 管理				
可用性	可用性		回復力低下期間	
セキュリティ	セキュリティ事象数			
リソース	ERE（エネルギー再利用効率）	REF（再生可能エネルギー係数）		
	CUE（炭素利用有効性）	WUE（水利用効率）		
エネルギー	PUE（電力使用効率）	pPUE（部分的電力使用効率）	EER（エネルギー効率）	BP（バイパス）
	環境制御pPUE		RC（再循環）	
ライフサイクル	予想特性偏差			
原価	原価計算完全性	コストメトリック		
DC戦略	戦略実行度			
サービスレベル	サービス品質のSLAとの差			
顧客	ポリシー準拠		苦情数	

ISO/IEC22237-2　建築構造

8.3　フロア

表１　負荷荷重のガイダンス

Load capacity guidance		データセンターのスペースとそこへのアクセスルート			
		その他のスペース	電気、機械スペース コンピュータルーム	ドッキングベイ	リフト
床荷重	分布荷重(最小)	5 kN/m^2	12 kN/m^2 *1200kg/m2*	20 kN/m^2	-
	点荷重(最小)	2,0 kN	5,0 kN *500kg/m2*	7,5 kN	1,5 kN
天井荷重	吊り下げ荷重(最小)	1,5 kN/m^2	2,5 kN/m^2 *250kg/m2*	3,0 kN/m^2	-

ISO/IEC22237-2-2　電源

Power distributionとして三相四線式が記載 T-N-S配電方式　Figure A.2

ISO/IEC22237-2-3　環境管理

付属書A（規定）　コンピュータ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

・ISO/IEC22237-4　環境管理

8.2　温度の測定

温度センサー取り付けの要求レベル

要求条件	詳細化レベル		
	レベル1	レベル2	レベル3
サプライエア温度	IT機器の近傍にセンサー1カ所 コールドアイルとしている場合は アイルあたり1カ所	IT機器の近傍にセンサー2カ所 コールドアイル内ではラック/キャビネット5台 あたり1カ所	ラック/キャビネット毎にセンサー1カ所づつ 推奨は2カ所として、上から1/3、下から1/3 の位置に取付け
リターンエア温度	冷却機器の近傍にセンサー1カ所 複数の冷却機器がある場合は冷却機器毎 ホットアイルとしている場合は アイルあたり1カ所	冷却機器の近傍にセンサー1カ所 及びラック/キャビネットの背面で1カ所 複数の冷却機器がある場合は冷却機器毎 ホットアイル内ではラック/キャビネット5台 あたり1カ所	冷却機器の近傍にセンサー1カ所 及びラック/キャビネット毎にセンサー1カ所づつ 推奨は2カ所として、上から1/3、下から1/3 の位置に取付け

(注) レベルはISO/IEC22237-1 一般概念で定義された以下のレベルに基づく

a) レベル１：　全体としてデータセンターに対する単純なグローバル情報を提供する測定方式。
b) レベル２：　測定方式は、データセンター内の特定の施設及びインフラストラクチャーに関する詳細情報を提供する。
c) レベル３：　測定方式は、データセンターの空間内の要素に対して細かいデータを提供する。

JEITA ETR-3001の制定の意義とASHRAE規格

JEITA ETR-3001規格が2020年5月に制定された。

ASHRAEにてRecommendとA1.A2,A3が制定されたのは、省エネを進めるためであったが、実際にはRecommendしか使われなかった実情を鑑み、日本での省エネ運用を普及促進させていくためにJEITA ETR-3001として制定に至ったものです。

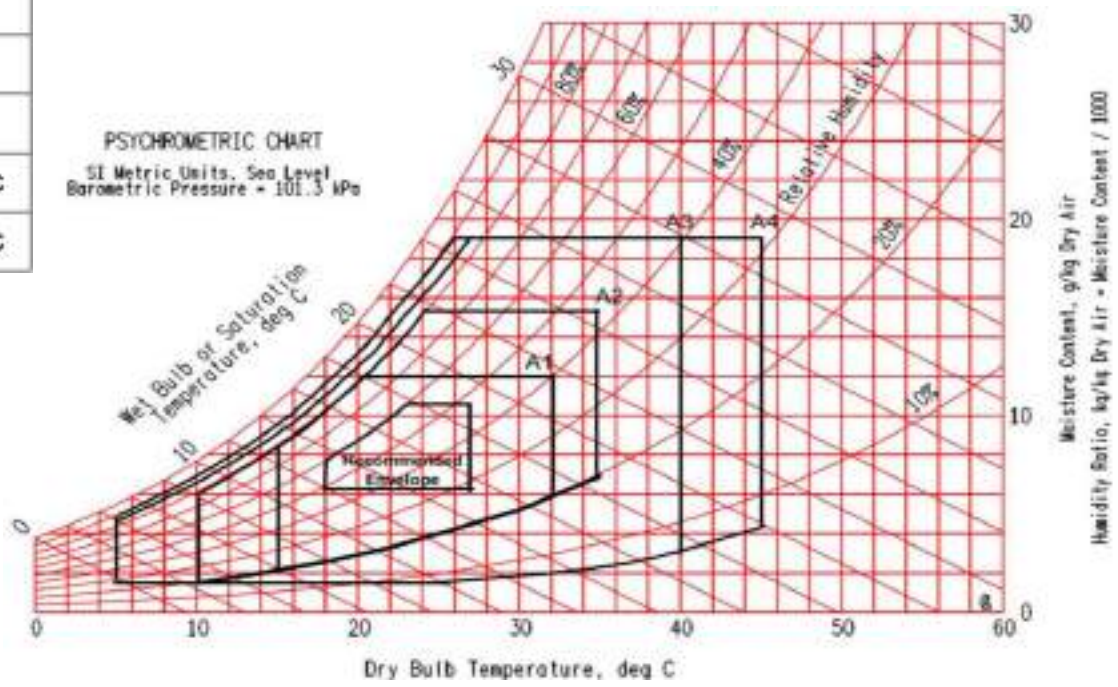
本規格により省エネの取り組みが大きく前進するものと期待する。
詳細はJEITA ETR-3001原本を入手して詳細な内容の確認が必要です。
本規格が制定されたことでデータセンターの作り方や省エネ性が大幅に改善されるものと考えている。

別途本規格と合わせて今後のサーバ動向から空調システムについ資料をまとめています。

ASHRAE Recommend とA1,A2,A3

Ashrae Recommended （18～27℃）から運用温度を拡大することで
省エネを推進しようと規格を改訂された。

分類		乾球温度	相対湿度	露点温度
推奨範囲 (A1～A4)		18～27℃	≦60%RH	5.5～15℃
許容範囲	A1	15～32℃	20～80%RH	≦17℃
	A2	10～35℃	20～80%RH	≦21℃
	A3	5～40℃	8～85%RH	-12～24℃
	A4	5～45℃	8～90%RH	-12～24℃



2011 ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment

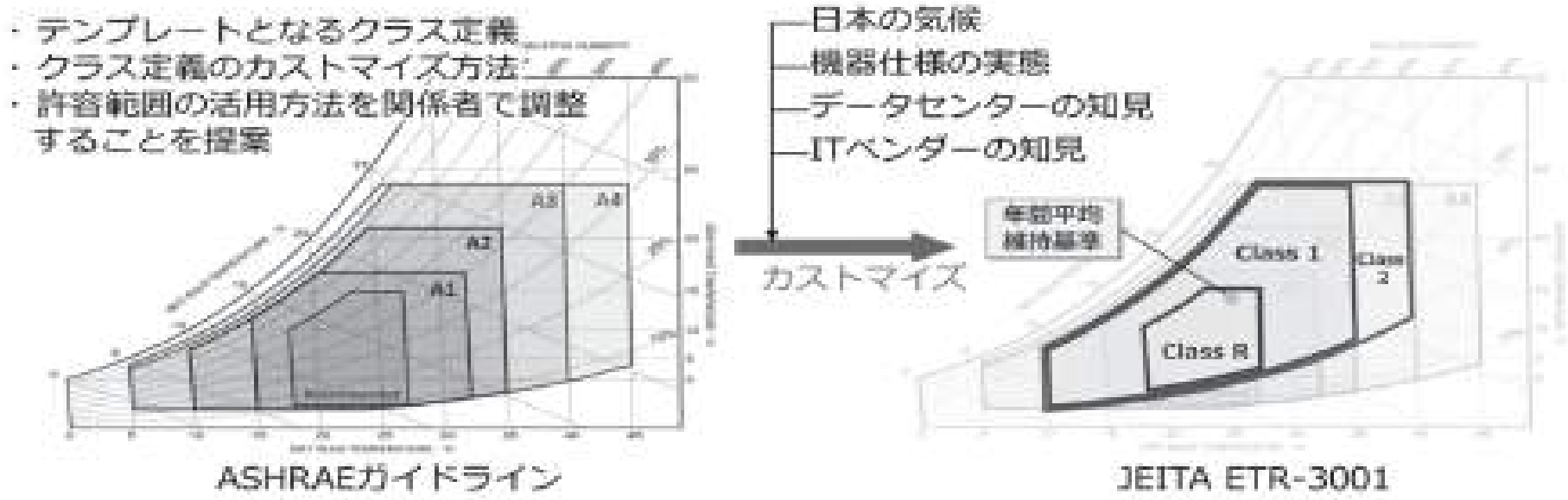
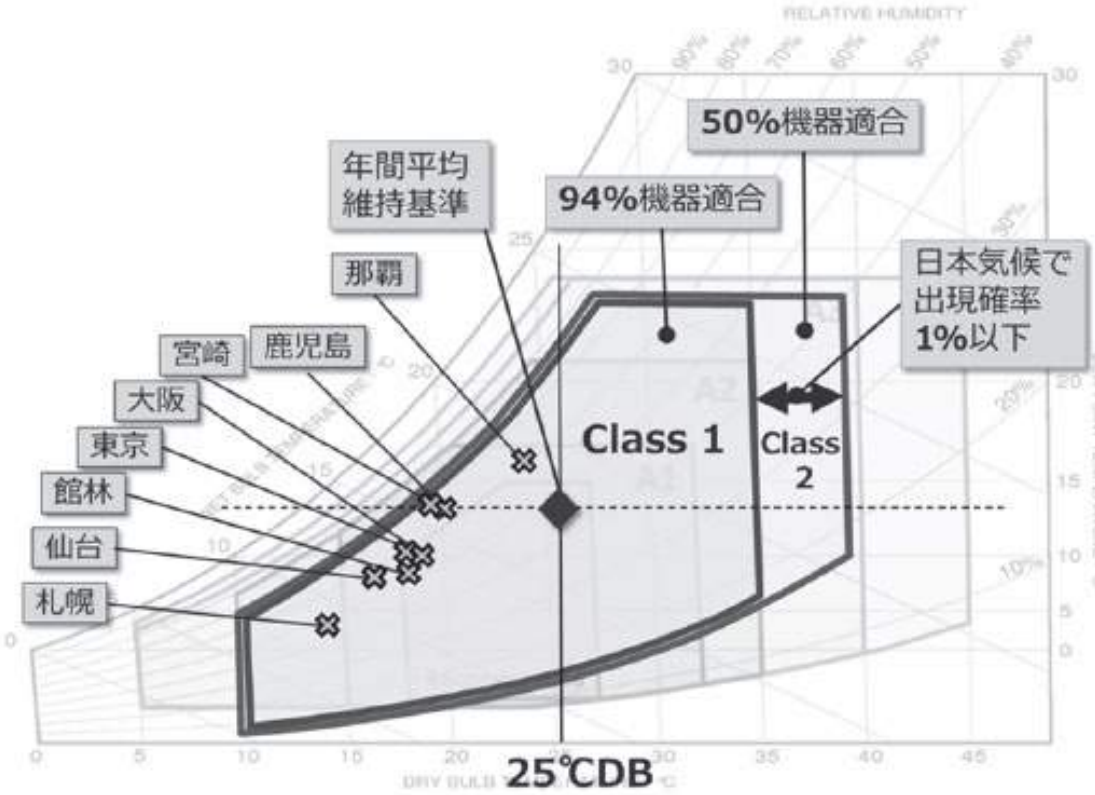


図 4—JEITA ETR-3001 と ASHRAE ガイドラインの関係



各都市プロット：各都市の年間の平均温度と平均湿度

気象庁「過去の気象データ・ダウンロード」から各地の 2018 年 1 月 1 日～12 月 31 日までの気温と相対湿度の時別値を取得し，10°CDB 以下は 10°CDB として集計

図 6—日本の気候とクラスと機器の関係

JEITA ETR-3001環境条件クラス

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°CDP 以下		20-60%RH, 15°CDP 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	・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)）

第64章　篠原電機のデータセンター構築の取組

篠原電機のデータセンター構築提案

SHINOHARA

DX・LLM時代に向けた社会イノベーション

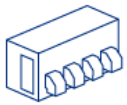
IT Solution

SDGs・脱炭素化・地方創生・ニューノーマルなどの
社会的課題に対して、最先端のICTインフラ技術で応えていく。

篠原電機株式会社

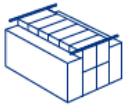
データセンターのシステムインテグレーション提案・受託業務

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、申請業務の他、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いたします。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いたします。

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・施工の実績がございます。
試験精度を上げるためにサーバ模擬熱源機を使用したコミッショニング試験の実施や、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いたします。

システム・コラボレーション提案

篠原電機だけでなく、ゼネコン・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いたします。

篠原電機株式会社

本　社
〒530-0037 大阪市北区松ヶ枝町6-3

都島ITソリューションセンター
〒534-0015 大阪市都島区善源寺町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

2024年1月作成（改訂第14.5版）　仕様は改良のため予告なく変更する場合があります。

ショールームのご案内

東京で行われる展示会だけではなく、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ていただくことができます。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部材やパーツに実際に触れていただくことができますので、展示ブースへお越しいただいたことのあるお客様もぜひ一度ショールームへお越しください。

ショールーム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

Shinohara Confidential

SHINOHARA

データセンターのシステムインテグレーション提案・受託業務

差し替え

コンテナ型データセンターの構築から運用まで

土地の選定から基本設計、部材選定、申請業務の他、運用後の監視業務まで
オールインワンのソリューションをご提案いたします。
また、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いたします。

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・施工の実績がございます。
試験精度を上げるためにサーバ模擬熱源機を使用したコミッショニング試験の実施、
また、CFD 解析により問題点の見える化を行います。
コンテインメント・空調の最適化による根本的な熱対策を実現します。

システム・コラボレーション提案

篠原電機だけでなく、ゼネコン・空調メーカ・設備メーカとのコラボレーションにより、
より大きな優れたシステムのコンサルティング、システム設計を受託いたします。

SHINOHARA

コールドアイル・ホットアイルコンテインメント

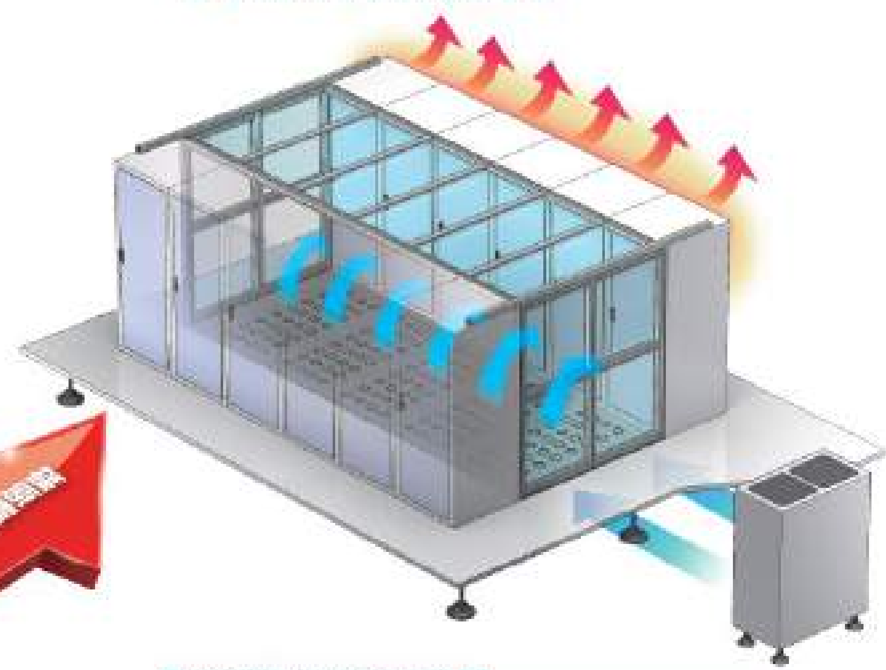
― 未来を築く先端技術で、ITソリューションを開発 ―

データセンターにおけるサーバル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。

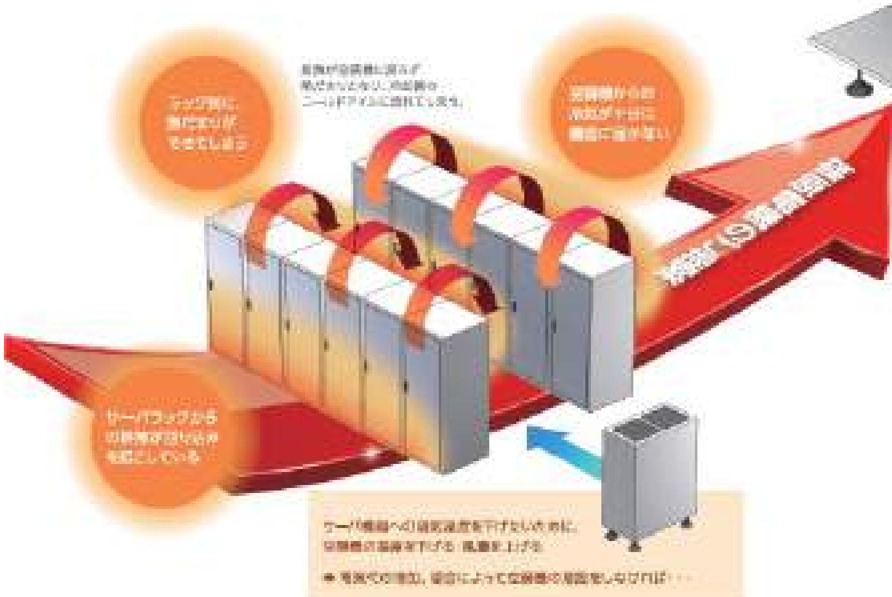
ところが、エリアを揃えていても、近年の高機能化されたサーバから出る高温排熱はコールドアイル側にまわり、再びサーバに吸い込まれる温度障害を起こしたり、部分的に熱だまりを生むことで機器に悪影響を与えることがあります。そのため空調機の風量を増加したり、吹き出し温度設定を下げる等の対策が取られてきました。しかしその対策だけでは十分とは言えず、そのうえ空調機の出力を上げるとそれに比例して電気代も上がるため、省エネルギー・運用負荷を考えると得策とは言えません。

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提案しています。

楽Qubicシステム(コンテインメント)



エアフローを分離しない!



楽Qubicシステム(コンテインメント)の特長

篠原電機株式会社

楽Qubicシステム（コンテインメント）

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インメント部材選び

基本構成例

❶ 基本フレーム

筱原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）とサーバーからの排熱（ホットアイル）を分離する方法を推奨しています。
※ラックのアイボルト取付け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。

構成部品	
アルミ型材 構造材 固定金具	フレーム固定の際、床にねじ止めが必要となります。吊り構造の場合、上部にボルト用のアンカーもしくはダクトなどがあることが条件です。

❷ 通路出入口

	種類	構成部品	通路幅に応じ最大寸法(mm)
扉	両開き片開き ※設置幅工夫次第可能	アルミ型材＋透明ポリカーボネート または アルミ型材＋透明ポリカーボネート板	W1500 H2200
扉	片開き片開き ※設置幅工夫次第可能		W900 H2200
扉	両開き		W900 H2200
カーテン	両開き ビニールカーテン	アルミ型材＋糸入り透明ビニールシート	W1500 H2200
カーテン	片開き ビニールカーテン		W900 H2200

＋

❸ 天井パネル

L型の天面フレームに受けます。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＋透明ポリカーボネート	ラック幅：W600～800 通路幅：L800～2000
アルミ型材＋透明ポリカーボネート板	
アルミ型材＋UvCLEARSHEET	

設置床下が
ある場合

ラック～
天井間を
仕切りたい
場合

❹ 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	W800 H2300
パネル	アルミ型材＋透明ポリカーボネート	
	アルミ型材＋透明ポリカーボネート板	
ブラシストリップ	素材ナイロンブラシ 毛足30mm	

❺ ラック末立架塞ぎ（末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	W800 H2300
パネル	アルミ型材＋透明ポリカーボネート	
	アルミ型材＋透明ポリカーボネート板	

❻ 吊下げ型仕切り（天井裏へ熱を逃す囲い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	W800 H1900
パネル	アルミ型材＋透明ポリカーボネート	
	アルミ型材＋透明ポリカーボネート板	

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。

透明
t4.0ポリカーボネート板

透明
ポリカーボネート板 t3.0mm

UvCLEARSHEET t1.2mm
（透明不燃材）

糸入り
透明ビニールシート t2.0mm

ブラシストリップ

Shinohara Confidential

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、サーバや付帯機器からの排熱を前面より取り込み、天井裏のダクトを経由して空調機へ戻します。
排熱を狭い区画へ閉じ込めることで、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。近年、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。

篠原電機のコンテインメントは、アイル内に障害物があったりラック上部に機器があっても施工可能です。お客様のご要望に応じて形状設計し、最適なコンテインメントをご提案いたします。

パネル方式

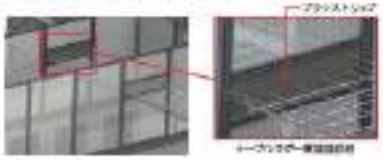
設置場所の気流が乱れる場合でも施工することができます。
施工方法はラック設置のレベルまたは天井/下方になります。

ラック上部

ラック上に機器があった場合でも、プラストリップやスポンジゴムを用いることで施工を可能にできます。パネル改造後でも機器作業等を行えるように、パネル取り外し仕様にすることも可能です。

ケーブルラダー設置例

ケーブルラダーの上下にフルにフレームを通してプラストリップを取り付け、冷気漏れのエアー溝の幅を最小限にします。

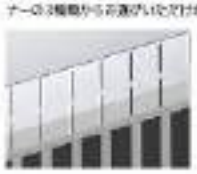


ビニールカーテン方式

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。施工方法は天井吊り/下方のどちらかになります。

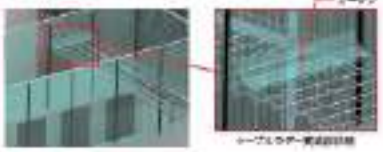
ラック上部

設計によりカーテンあり/なしのどちらかを決めたうえで、カーテンとラック間隙部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。カーテンの色の仕様はマグネット・マジックテープ・ブラスナーの3種類からお選びいただけます。



ケーブルラダー設置例

ラダー直進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。施工後やメンテナンス時にやりやすくすることも可能です。



コンテインメント導入までの流れ

1 ヒアリング

設備の現状や抱えておりや空調に関してのお困りごと等、どのように改善していきたいのかなどをお打合わせにてヒアリングいたします。

現地データセンターにうかがいます。
お客様からのお打ち合わせに基づきまして、データセンターの現状予定のフロアレイアウト・空調方式に最適なコンテインメントをご提案いたします。

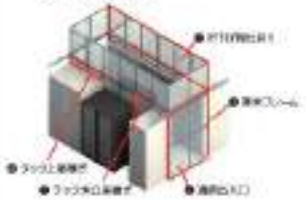
コンテインメント仕様検討

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

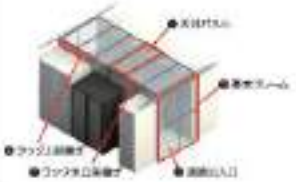
ホットアイルを囲みます。排気を室内にかつ冷えるコンテインメントです。



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

コールドアイルを囲みます。従来の二重床のデータセンターへ、部分的な増設ができます。



2 設計

設計にてラック・空調機のレイアウトを検討いたします。
最適なコンテインメントのご提案、お見積書のご提出をいたします。

3 施工

着手までの準備を整え、設計会社の指導監督を受けます。
受注注意にてパネル等の取り付け作業を行います。施工期間はおよそ5日程度です。

4 完成工事

現地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

ケーブルラダーなど貫通部分を覆う場合はレイアウトも考慮いたします。

排気による熱だまりを空調機へ戻す仕組です。

設置にラック形が違う場合でもコンテインメントを構築することが可能です。

篠原電機株式会社

Shinohara Confidential

SHINOHARA

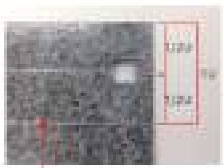
楽フィットパネル / エアーダクト(特注品) / 扉用ディフューザー

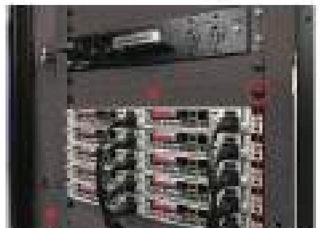
取り付け簡単！軽量で取り扱い・保管が容易

楽フィットパネル

空調効率改善のため、ラック内のサーバー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ビ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
- 取り付け時の工具は不要。リベットを押し込むだけで短時間で設置
- 軽量で取り扱い・保管が容易





切り込み(1/2Uカット)

仕様

製品名	楽フィットパネル		プッシュリベット
品番	[illegible]	[illegible]	[illegible]
入数	[illegible]	[illegible]	100個/袋
寸法	[illegible]		[illegible]
難燃性	[illegible]		—
耐熱温度	[illegible]		—
材質	[illegible]		[illegible]

取り付け時は工具不要。取り外し時はプラスドライバーで簡単に取り外しできます。

エアーダクト(特注品) / 扉用ディフューザー

ブランクパネルの素材で排気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両面テープ、結束バンドや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

一体型加工例

分割型加工例

ブランクパネル・ブラシタイプ

BURITEC

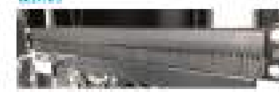
空気の回り込みを防ぎ、ブラシで空気の流れをコントロール

- 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	[illegible]
タイプ	1U
色	[illegible]
フレーム材質	[illegible]

使用例



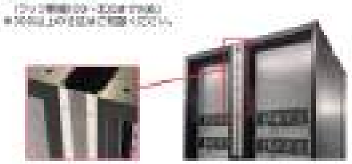
隙間パネル / ラック隙間ブラシ

BURITEC

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程度の調整しろがあり、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
- 配線の通線が可能
- ブラシを組み合わせることにより65~300mmのラック間の隙間に対応可能
- 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)栗本鐵工所の登録商標です。

- 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
- シートの継ぎ目をアルミテープでシールすることで、中空構造部分の気密性を確保し、断熱効果アップ
- 不燃材認定品

使用範囲

風速	10m/s以下
圧力	-200~+500Pa(補強なしの場合)
温度	-10~+60℃
不適用用途	[illegible]

Shinohara Confidential

液浸システム 爽空 sola®/爽空 sola®2/爽空 sola® mini

なぜ液浸か？ ー開発経緯ー

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は多数の発熱体に水を回せなくなってきています。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、この技術はスーパーコンピューターをはじめ、マイニング向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。
篠原電機の液浸システムは、1phase/2phaseに対応します。

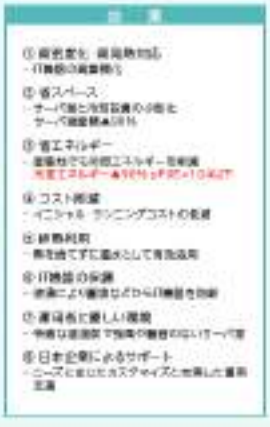
冷却の様子(2phaseの例)

空冷冷却と液浸冷却の比較(50kW/ラック換算を冷却する場合)

冷却方式	空気冷却	二相液浸冷却(2phase)	一相液浸冷却(1phase)
レイアウト面積 W×D×H(mm)	50kW/ラック換算 ラック 780×1,500×2,200 合計3.5㎡	50kW/槽×1槽 冷却槽 1,034×1,914×2,053 約1.9㎡	50kW/槽×1槽 冷却槽 3,625×1,645×1,910 約5.9㎡
pPUE® 消費電力	1.40 20kW 50kW 70kW	1.04 2kW 50kW 52kW	1.06 3kW 50kW 53kW

大成建設株式会社／株式会社FSI／篠原電機株式会社 共同開発

液浸冷却システムの特長



sola®

(FSI)は大成建設(株)、(株)FSI、篠原電機(株)の商標登録です。

爽空 sola® 20~50kW (1phase/2phase システム)

超高集積・高発熱サーバー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

- サーバを冷媒に浸漬して冷却を行います。
- 従来のような吸気側の温度を考慮したラック配置は不要になり、データセンターのスペース効率を高めることができます。
- 省エネルギー効果により、電力消費量を大幅に低減。
- 機械式冷却ならびに圧縮機(コンプレッサー)を使用せずに冷却可能。

solaについて動画で詳しくご覧いただけます(YouTube)

仕様

冷却能力	20~50kW
タンク容量	190L(142.5kg)
外形寸法(mm)	W1334×D591×H2052
ラックマウント	可
直流給電	○
電源ライン	1

爽空 sola®2 10kW (1phase システム)

製品開発中

高発熱サーバー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

- サーバをオイルに浸漬して冷却を行います。
- 空気冷却に比べ、大幅な冷却能力の改善が可能。
- イニシャルコスト・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。
- 廃熱利用が可能。

爽空2 sola2 10kW　冷却水分配装置(CDU)

仕様

冷却能力	10kW
タンク容量	100L(142.2kg)
外形寸法(mm)	本体：W725×D645×H1312 CDU：W452×D900×H1124
ラックマウント	6U(MAX D90 D)
直流給電	○
電源ライン	○

爽空 sola® mini 1kW

e-スポーツ・オンラインゲーム等のサーバー冷却
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
- マイニング仕様も可能
- ゲーミング用として液面の様子が見える
- 高剛に優れた円形型の透明アクリルタンクを採用
- GPUボード内蔵
- 空焚き防止機能付き
- 稼働状況モニター装置
- HPC・生成AIにも対応可能

爽空 sola mini　専用分配ドライクーラー

仕様

冷却能力	1kW
タンク容量	2.5L(4.4kg)
外形寸法(mm)	φ250×H550

※ご要望によりサイズ変更可能です

sola miniについて動画で詳しくご覧いただけます(YouTube)

Shinohara Confidential

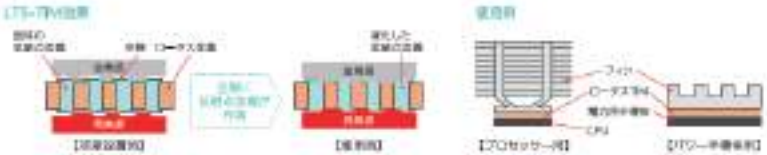
ロータス・サーマル・ソリューション

LTS

高い放熱効率をもつロータス金属

冷却器 / 沸騰促進プレート

熱界面材料 (LTS-TIM材)

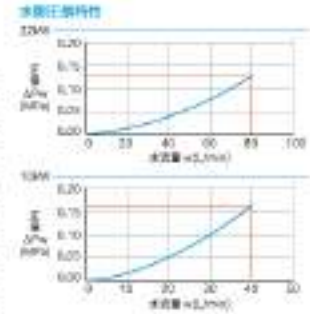


各種ヒートシンク

ドライクーラー / ラック型ドライクーラー

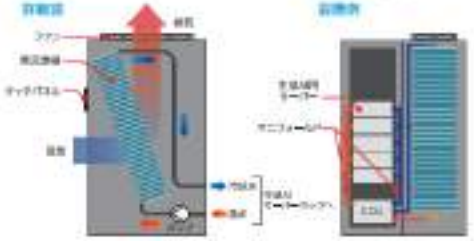
汎用ドライクーラー

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



生成AI用ラック型ドライクーラー

生成AI用ラックとラック型ドライクーラーを1対1で接続でき、配管レスが実現できます



SHINOHARA

ヒートパイプ式間接外気空調システム 楽COOL 31K / 25K

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

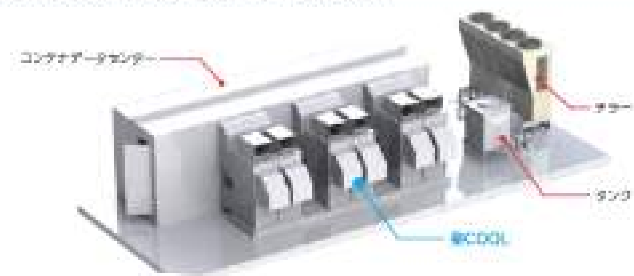
間接外気空調でフロアレベルの冷却をすることができます。
ドライモードとチラーモードにより省エネルギー運転が可能です。

CONCEPT

仕様

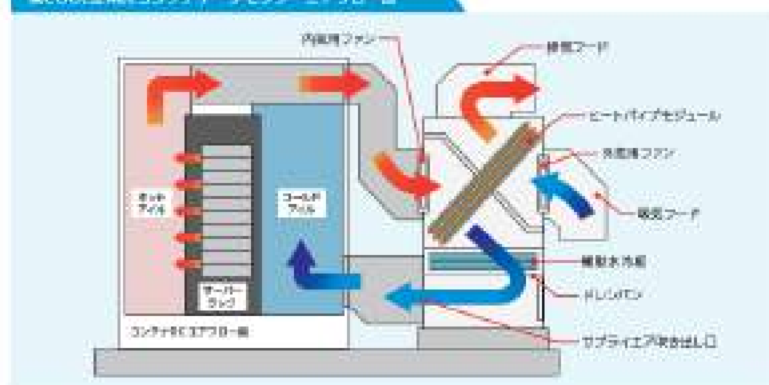
[illegible]	楽COOL 31K	楽COOL 25K
[illegible]	RCOOL-031	RCOOL-025
外形寸法(mm)	W800×D1300×H2000	W800×D1335×H2000
[illegible]	[illegible]kg	[illegible]kg
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	チラー	チラー
[illegible]	[illegible]	[illegible]

設置例:コンテナデータセンター



一般空調と楽COOLの比較

楽COOL使用時コンテナデータセンターエアフロー図



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冷却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
- ポンプ冗長構成
- 2次冷却水をラック内水冷機器に分配接続
- 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の基準を使用した効率の高い熱交換器であり、プロセッサー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制御します。

CDU800

仕様

	CDU40	CDU100	CDU800
幅(mm)	437	437	800
奥行(mm)	944	950	1200
高さ(mm)	177	177	2268
重量-ドライ(kg)	54	62	1134
重量-充填時(kg)	74.4	70	-
容量(2次側)	9.5L	15.6L	97L
ポンプ冗長構成	2台(N+1)	2台(N+1)	2台(N+1)または3台同期運転
電源仕様	100V-240V/50/60Hz	100V-230V,50/60Hz	380V-480V,50/60Hz,3Ph
消費電流	2.47-4.44A	10-15A	10-20A
電源	N+1,各370W	N+1,各2500W	電源冗長,ATS(オプション)
動作温度	10℃~70℃	10℃~73℃	20℃~70℃
冷却能力(定格)	40kW	100kW	800kW
1次側流量	83L/min	170L/min	913L/min
1次側最大圧力	232psi	232psi	150psi
2次側流量	84L/min	115L/min	904L/min
2次側最大圧力	30psi	40psi	46psi
最小アプローチ温度	5K	4K	4K
2次側冷却水範囲	ASHRAE W17to W45	ASHRAE W17to W45	ASHRAE W45相当 [illegible] -2℃~45℃

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たホースキットによりコールドプレート装置に直接接続するホースキット接続方式。
- 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。

コネクションキット

- 3種のバリエーション 305mm、457mm、610mmの標準長さのホースをご準備。
- サーバーの種類のタイプによりNSP06およびSCG06クイックコネクターに対応します。
- お客様にてご準備されるサーバーに対応した各種コネクタを選定可能。

In-Row空調機 44kW

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

- 空調機を高発熱サーバー付近に設置可能のため、効率的に冷却
- 幅300mmのため省スペース化を実現
- サーバーからの暖かい排気をファンから吸い込み、熱交換器を通して冷却され、コールドアイルに冷気を吹出
- 最適な運転条件で最大44kWの冷却能力
- 複数の冗長電源(100-240VAC)搭載で稼働可能
- ファン、電源、コントローラー、コントロールバルブすべてホットスワップ対応
- ModbusまたはEthernetインターフェースによるモニタリング可能

配置例

仕様

幅(mm)	300
奥行(mm)	1000/1200
高さ(mm)	2000/2420
重量(kg)	230/230
消費電力	1150W
入力電圧	100-240VAC(50/60Hz)
ファン(EC)ツール	7個
騒音(dB)	[illegible]
冷却能力	44kW
供給水温	14℃

リアドア空調機 78kW

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、78kW*の冷却能力を持ち、データセンターの限界内でエネルギー効率の高い冷却を実現するよう設計されています。
×800Wモデル 78kW(600Wモデル 59kW)

- 最大級の冷却能力と高度な要件に対応
- 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
- 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対応
- 個々の要件に適応しやすいモジュラー構造
- 最小限のコスト/短期間セットアップ時間
- 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可能
- 高発熱のネットワークラックにも適用できる
- 他メーカーのサーバーラックにも取り付け可能
(サーバーラックの詳細情報が必要です)

仕様

幅(mm)	600/800
奥行(mm)	311
高さ(mm)	2000/2200(2400)
重量(kg)	200
消費電力	1800W
入力電圧	100-240VAC(50/60Hz)
ファン(EC)ツール	12個
騒音(dB)	[illegible]
冷却能力	78kW(800Wモデル) 14℃/193 FM

オプション

下記オプションは一部抜粋です。詳細は担当の営業までお問い合わせください。

パワーサプライユニット

漏水検知パック

ドレン水上部排水パック

SHINOHARA

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

- 約8～10ヶ月の短期間で構築可能
- 確地搬入から立ち上げ(引き渡し)まで1～2ヶ月間度
- お客様のご要望に合わせた完全オーダーメイド対応可能
- 基礎工事や建築確認手続などの手続きも一貫して調査可能

過去の納入実績

企業名	株式会社科学技術研究所	パアソニック株式会社	高速修業集会社	高電力会社	クラウド編集株式会社	運輸会社
納入場所	京都府	大阪 中国 [illegible]	北海道 [illegible]	沖縄県	静岡県	新潟県 東京都
コンテナ構造	直流給電方式	サーバルーフディスク方式	通信キャリア用ITネック	サイニング用IT	小型	HDC用
コンテナサイズ	20FT	20FT/40FT	10FT	20FT	10FT	31FT
仕様	一般市販設計	東COOL設計	東COOL設計	市販レベル設計	一般市販設計	東COOL設計

コンテナデータセンターの設計と製作について

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保存コンテナ、音楽用コンテナとしても幅広く活用できます。またデータセンターだけではなく、産業分野などソーラーのパワコン用コンテナ、運輸省コンテナなどを含めさまざまなコンテナデータセンターをご提案いたします。

ご要望の仕様内容をご相談ください。

具体的なコンテナデータセンターのご提案と見積を行うために、下記の仕様をご提示ください。
お客様のご要望をヒアリングし、篠原電機から最適な仕様をご提案することも可能です。

コンテナデータセンターを作るには？

基本情報

- IT負荷/ラック数
- 目標価格
- 目標PUE
- 電源環境
- 設置環境とコンテナサイズ

コンテナ構造情報

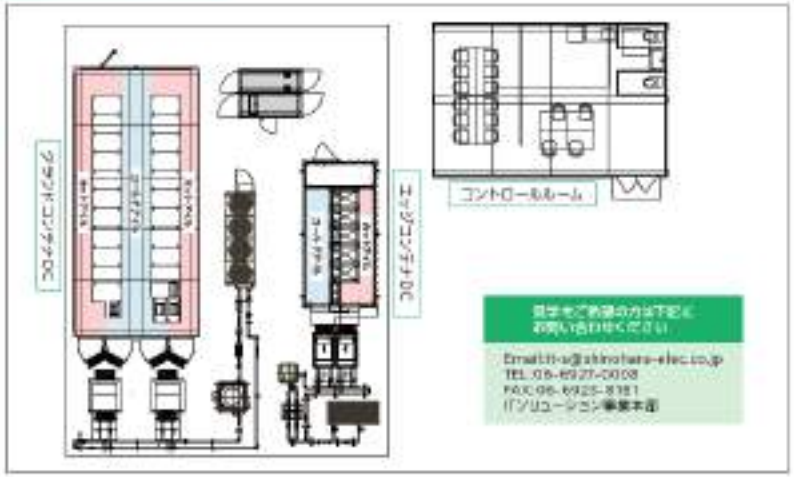
- 空調システム
- 制電/監視システム
- ネットワーク構成
- DCIMの要否(入退室管理/施設操作等)

御発見サテライトラボ

実際に稼働しているコンテナデータセンターをご覧いただけます

分散クラウドやガバメントクラウド、エッジ型データセンターの設計高化・カーボンニュートラルを目指して、省エネとマイクロサービスを実現するために検証設備を構築しました。
稼働実際のコンテナデータセンターを室内までご覧いただけます。

御発見サテライトラボ レイアウト図



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:06-6925-8181
ITソリューション事業本部

種別	クラウドコンテナデータセンター	エッジコンテナデータセンター
コンテナサイズ	31FT 2連機 [W4.7×L10.0×H3.1(m)]	20FT [W2.9×L6.0×H2.9(m)]
コンテナ構造	鉄筋構造 アルミ合金断熱コンテナ	鉄筋構造 アルミ合金断熱コンテナ
設置環境	−20℃～40℃	−20℃～40℃
設置ラック	20ラック	5ラック
電源種別	3相4線380V	3相4線230V
ラック	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)	EIA 19インチラック W700×D1100×H2000mm(42U)
消費電力	120kW(最大)	40kW(最大)
空調	東COOL 60kW×2台	東COOL 25kW×2台
キュービクル	300kW 6600V→3相4線 380V出力	クラウドコンテナと共用
消火システム	N2型消火器	N2型消火器
DCIM(BMS)	DCIM 通信監視対応	DCIM 通信監視対応

コールドアイル

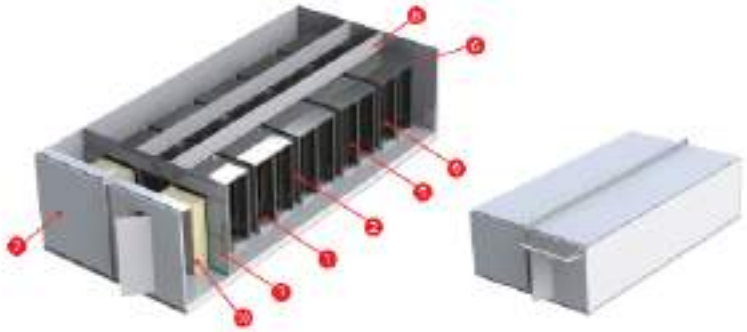
ホットアイル

SHINOHARA

コンテナデータセンター構築例

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



1 ダイレクトチップ P19
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冷却システムソリューション

2 INROW空調機 P20
空調機を高発熱サーバー付近に設置可能のため効率的に冷却

3 コンテインメント P20
空調機を高発熱サーバー付近に設置可能のため効率的に冷却

4 UPS P28
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 インテリジェントPDU P31
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

6 IPカメラ P37
あらゆる設置環境に対応した高機能なVIVOTEKのIPネットワークカメラ

7 LOYTEC P35
機器に合わせた最適制御プログラムでファシリティを一括管理

8 VESDA P38
質量の保全早期に発見し、設備の損傷、焼け損害、または業務の混乱を最小限に抑えるサポートをします

9 DCIM P33
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

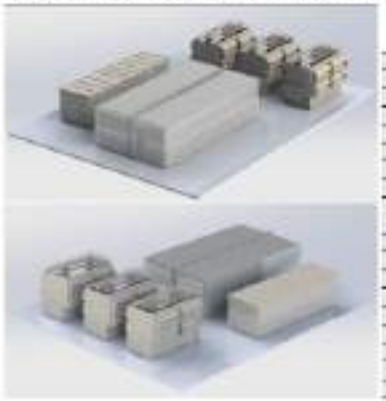
10 エネルギーマネジメントシステム P33
InSite
CMSセンサをフラットケーブルで簡単接続高度な見える化を容易に実現

コンテナデータセンター構築例

過去に実績のあるコンテナデータセンター構築例をご紹介いたします。なお、下表の使用は一例です。
お客様のご要望に応じて提案、設計を行います。お気軽にご相談ください。

生成AIコンテナデータセンター

生成AI用サーバにも対応した、生成AIコンテナデータセンターです。
大容量GPUサーバ30kWラックに対応し、最大1.2MWまで増設可能です。
サーバの冷却はダイレクトチップリキッドクーリング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コンテナデータセンター
コンテナサイズ	20FT 2連棟 [W5.9×L13.9×H3.1(m)]
コンテナ構造	設備機器 アルミ合金断熱コンテナ
保管温度	-20℃～40℃
搭載ラック	20ラック
電源種別	2φ4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×DT100×H2000mm(42U)
UPS	外部UPSコンテナ
保管電力	0.0～1.2MW
空調	InRow+水冷ラック(DLC)
キュービクル	3000kW 6600V→3φ4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	最小LED照明+最少LED照明
DCIM(RMS)	DCIM 機器監視対応

クラウドコンテナデータセンター

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「冷COOL」を2台使用し、120kWまでのIT機器に対応します。

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	20FT 2連棟 [W4.7×L10.0×H2.1(m)]
コンテナ構造	設備機器 アルミ合金断熱コンテナ
保管温度	-20℃～40℃
搭載ラック	20ラック
電源種別	2φ4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×DT100×H2000mm(42U)
UPS	モジュールUPS 50kWx2台
保管電力	110kW
空調	冷COOL 60kW×2台
キュービクル	300kW 6600V→3φ4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	最小LED照明+最少LED照明
DCIM(RMS)	DCIM 機器監視対応

コンテナデータセンター構築例

過去に実績のあるコンテナデータセンター構築例をご紹介いたします。なお、下表の仕様は一例です。
お客様のご要望に応じて選定、設計を行います。お気軽にご相談ください。

標準型 エッジコンテナデータセンター

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「楽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	標準型コンテナデータセンター
コンテナサイズ	30FT [W2.5×L10.0×H3.2(m)]
コンテナ構造	断熱構造 アルミ合金 鋼製コンテナ
設置環境	-20℃~40℃
搭載ラック	8ラック
電源構成	3相4線400V(100V/200V供給)
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×D1030×H2300mm(47U)
UPS	モジュールUPS 150kW(N+1 冗長構成)
消費電力	80kW
空調	楽COOL 25kW×5台(N+1 冗長構成)
キュービクル	6600V 受電 150kW
ケーブルトレイ	ラック上部に設置
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	庫内LED照明+庫外LED照明
DC監視(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

コンテナデータセンター構築例

過去に実績のあるコンテナデータセンター構築例をご紹介いたします。なお、下表の仕様は一例です。
お客様のご要望に応じて選定、設計を行います。お気軽にご相談ください。

HPC向け コンテナデータセンター

15kW/ラックが12ラック搭載したHPC向けコンテナデータセンターです。対応です。チラー、タンク、ヒートパイプ熱交換機「楽COOL」6台で構成されています。消費電力は180kWを想定、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	31FT [W2.5×L9.4×H2.9(m)]
コンテナ構造	断熱構造 アルミ合金 鋼製コンテナ
設置環境	-20℃~40℃
搭載ラック	12ラック
電源構成	3相4線400V(100V/200V供給)
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×D1070×H2200mm(47U)
UPS	ー
消費電力	130kW
空調	楽COOL 25kW×6台(N+1冗長構成)
キュービクル	ー
ケーブルトレイ	ラック上部に設置
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	庫内LED照明+庫外LED照明
DC監視(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

20ラックを搭載した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、非常用発電機を備えており、災害時には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搭載し、再生可能エネルギーも可能です。

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	31FT 2連結 [W4.7×L10.0×H3.1(m)]
コンテナ構造	断熱構造 アルミ合金 鋼製コンテナ
設置環境	-20℃~40℃
搭載ラック	20ラック
電源構成	3相4線400V(6600V受電)
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 50kW×4台
消費電力	120kW
空調	楽COOL 25kW×6台(N+1冗長構成)
キュービクル	410kW 6600V→3相4線 420V出力
ケーブルトレイ	ラック上部に設置
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	庫内LED照明+庫外LED照明
DC監視(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

大型コンテナデータセンター

3mの積雪に対応しており寒冷地域でも設置可能な大型コンテナデータセンターです。4連結タイプでラックは48ラック設置。
消費電力は306kWを想定しており、研究機関などラック設置数が多く必要な運用に最適です。

項目	内容
種別	大型コンテナデータセンター
コンテナサイズ	40FT 4連結タイプ [W10.1×L12.4×H3.9(m)]
コンテナ構造	断熱構造 アルミ合金 鋼製コンテナ
設置環境	-20℃~40℃ 3mの積雪対応
搭載ラック	48ラック
電源構成	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×D1030×H2200mm(47U)
UPS	モジュールUPS 200kW×2台(N+1冗長構成)
消費電力	306kW
空調	楽COOL 31kW×12台(N+1冗長構成)
キュービクル	ー
ケーブルトレイ	ラック上部に設置
消火システム	ABC消火器+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	庫内LED照明+庫外LED照明
DC監視(BMS)	DCIM 遠隔監視対応

Shinohara Confidential

SHINOHARA

コンテナデータセンター構築例

過去に実績のあるコンテナデータセンター構築例をご紹介いたします。なお、下表の仕様は一例です。
お客様のご要望に応じて構成、設計を行います。お気軽にご相談ください。

マイニング向けコンテナデータセンター

耐環境性に優れた19インチラックにマイニングサーバを設置したマイニングサーバ向け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)]
コンテナ種類	断熱構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境	-20℃~40℃
搭載ラック	6ラック マイニングサーバ[illegible]
電源種別	3相3線200V
PDU種類	DU 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	ラック上部に設置
消火システム	—
セキュリティ	[illegible]
照明	屋内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

建築確認申請が不要な10平米以下で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機を採用し、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、増設を行う場合、駐車場などの狭いスペースへの設置にも最適です。消火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	10~20FT [W2.9×L4.0×H3.9(m)]
コンテナ種類	断熱構造 アルミ合金 断熱コンテナ
設置環境	-20℃~40℃
搭載ラック	3ラック
電源種別	3相4線400V(100V/200V対応)
PDU種類	DU PDU
ラック	EIA 19インチラック W600×D1020×H2100mm(47U)
UPS	ビルトイン・ラック型
消費電力	15kW
空調	CRAC 天井吊り型空調
キュービクル	—
ケーブルトレイ	ラック上部に設置
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+AVR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

UPS / コンテナ型UPS

DELTA

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搭載
- 10インチの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

機種		DPH-200K	DPH-500K	DPH-600K
定格電力(kW/kVA)		100/150/200/250/300	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	W800×D1100×H2000	W1200×D1100×H2000
UPS重量(実装モジュール除く)		319kg	317kg	631kg
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)		
	高調波歪み	<3%**		
	力率	>0.99		
	周波数範囲	40~70Hz		
出力	出力電圧	220/380V, 230/400V, 240/415V(3-phase, 4-wire+G)		
	電圧精度	±1.5%(linear load)		
	高調波歪み	<1%(linear)		
	周波数精度	50/60 ±0.05Hz		
	過負荷耐量	≤125%: 10minutes, ≤150%: 1minute, >150%: 1second		

DPH50~500kVA

DPH300~600kVA

リチウムイオンバッテリー仕様(オプション)

製品名	セル	モジュール	キャビネット
構成	1S1P	14S1P	14S11P*2ストリング
定格容量	222Wh	3.1kWh	[illegible]
定格電圧	3.7Vdc	51.8Vdc	[illegible]
使用電圧範囲	2.7Vdc~4.15Vdc	43.0Vdc~58.0Vdc	±420Vdc~±570Vdc
最大出力	1.8kW	23.5kW	500kW
寸法(mm)	[illegible]	[illegible]	[illegible]
重量	1.45kg	29.2kg±0.3kg	[illegible]

コンテナ型UPS

- プレハブパワートレインユニット(PTU)は、主にUPS盤・主配電盤・バッテリ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可能になります。

コンテナ型UPS仕様

容量		PTU525kW	PTU1750kW
入力	定格入力電圧	AC400/230V(3P4W)	AC400/230V(3P4W)×2入力 ATS付
	周波数範囲	[illegible]	[illegible]
	入力電流(定格)	[illegible]	[illegible]
	入力遮断器	[illegible]	[illegible]
出力	出力分岐	[illegible]	[illegible]
UPS	容量	[illegible]	[illegible]
	効率 AC/AC	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
バッテリー	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	バックアップ時間	[illegible]	[illegible]

Shinohara Confidential

SHINOHARA

スターライン パスウェイ

Starline

世界標準のデータセンター用 スターライン パスウェイシステム

スターライン パスウェイはデータセンターを中心に、研究機関、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。

- プラグインタップオフユニットはオフィス向けバスダクトと異なり自由な位置で活線接続可能の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

主な構成部材

エンドキャップ / ハウジング(T型) / ロッドハンガー / ハウジング(直線型) / ジョイントキット / ハウジング(エルボー型) / 専用ツール / エンドフィード

ハウジング: 直線型 / エルボー型 / T型

エンドフィード / ジョイントキット / エンドキャップ / ロッドハンガー / 専用ツール

プラグイン タップオフユニット

レセプタクルタイプ / PDップコードタイプ

製品仕様

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

100%ニュートラルと200%ニュートラル

カラーバリエーション

●赤　●黒　●青　○白　その他RALカラー指定

クリティカルパワーモニター(CPM)

- Modbus TCP
- Modbus RTU
- SNMPv1
- SNMPv2c
- SNMPv3
- BACnet
- HTTP/HTTPS
- Telnet/SSH
- PROFINET
- イーサネット/IP

M40シリーズ　M50シリーズ

主なオプション品

ケーブルと比較したパスウェイを採用する4つのメリット

空調効率UP / 増設が容易 / トータルコストの削減 / PDU設置スペースの有効活用

Shinohara Confidential

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

SHP-029-01
SHP-030-01
SH170402
SH170403

仕様

型番	定格電圧	定格電流	出力インレット	入力プラグ	寸法(mm)
SHP-029-01	AC200V	15A	L6-15R×6口	L6-15P 電源ケーブル付(3m)	W52×D60×H350
SHP-030-01			C13×20口,C19×1口		W44×D44×H850
SH170402		30A	L6-30R×4口,C13×10口 ブレーカ付 警報出力コネクタ付	IEC60309 32A 2P+E 電源ケーブル付(3m)	[illegible]
SH170403			C13×10口 ブレーカ付 警報出力コネクタ付		[illegible]

インテリジェントPDU

nVent

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)/皮相電力(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搭載
- 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

型番	定格電圧	定格電流(※1)	出力インレット	入力プラグ(※2)	寸法(mm)
[illegible]	単相[illegible]V	[illegible]	C13×20口 C19×4口	NEMA L5-30P	W52×D53×H1750
[illegible]	単相[illegible]V	32A	C13×20口 C19×4口	IEC 60309 2P 3W 6H	W52×D53×H1750
[illegible]	[illegible]	[illegible]	C13/C19×24口 Combo C13/C15/C19/C21×24口 Combo	NEMA L21-30P	W58×D73×H1780
[illegible]	[illegible]	63A	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	IEC 60309 [illegible]	W58×D73×H1780
[illegible]	[illegible]	[illegible]	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	[illegible]	W58×D73×H1780
[illegible]	[illegible]	[illegible]	C13/C15×24口 Combo C13/C15/C19/C21×24口 Combo	IEC 60309 [illegible] 16A/20A	W58×D73×H1900
[illegible]	[illegible]	[illegible]	C13/C15×24口 Combo C13/C15/C19/C21×30口 Combo	IEC 60309 [illegible] 32A/63A	W58×D73×H1780
[illegible]	[illegible]	[illegible]	C13/C15×21口 Combo C13/C15/C19/C21×21口 Combo	IEC 60309 [illegible]	W58×D73×H1828

※1：ディレーティング電流値　※2：3m電源ケーブル付

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

- サイズ変更のご要望は柔軟対応にて承ります。
- 豊富なカラーバリエーションを取り揃えており、周囲の景観に合わせてパネルカラーをご選定いただけます。
- 弊社が部材搬入から設置作業まで実施いたします。[設置目安時間：約1時間] 設置作業後はすぐにご使用いただけます。
- 構造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いたします。
- 2人用や4人用などのご要望にもご対応可能です。お気軽にご相談ください。

標準搭載設備

リクライニングチェア　LED照明器具　吸音パネル　テーブルタップ

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、低コストで導入いただけます。
- ブースの組み立て作業に要する時間は約30分以下、短時間で設置作業を行います。
- 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)

オープン型について動画で詳しくご紹介いたします(YouTube)▼

セミクローズ型

優れた遮音性と防音性により、集中力を高めます

製品開発中

- 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します。
- ブース内には吸音パネルを設置しているため、外部の反響音を吸音し、音を聞き取りやすくします。
- 管轄消防署への申請も弊社にて承ります。
- [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　吸音パネル

篠原電機株式会社

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

- エネルギー/電力システム/冷却/環境/セキュリティ/機器監視/サーバー監視が可能
- 監視カメラを含むサードパーティ機器のデータを統合可能
- 各機器の動作ステータス/データ/アラームおよびインジケータをリアルタイムかつグラフィカルに表示
- プラットフォーム画面は設置機器とご要望に合わせてカスタマイズ可能
- インフラ全体のリソース使用をより良く管理・最適化することで、PUE（電力利用効率）が改善し、それに伴いコストが削減

主要機能

オペレーション	監視カメラを含むサードパーティの機器を同一管理システムに統合可能
電力使用効率	エネルギー測定/PUE計算/電気料金算出および履歴データの分析が可能
資産	ラック内の機器資産をグラフィカルに表示し、電力経路とネットワークの接続関係を指定可能
資産監視	インフラ、IT機器を迅速に資産登録/分類/検索
3Dモデリング	サーバルーム内の機器の配置に応じて自動的に3Dモデルを生成
キャパシティ管理	ラック容量/ネットワーク使用状況/ルーム、ラック毎の利用可能容量を分析可能
ワークオーダー	テンプレート作成やスケジュールの作成が可能
分析	エネルギー使用量の比較/組み合わせ分析/エネルギーの節約量などさまざまなシナリオ分析が可能
レポート	スケジューラーを使用することで自動出力が可能
イベント	データセンターで発生するアクシデントを迅速に記録/処理

システム仕様

名称	InfraSuite Manager (Server)	InfraSuite Manager (Windows Application UI)	InfraSuite Manager (Web Monitor UI)
ハードウェア	CPU: >2GHz	CPU: >2GHz	CPU: >2GHz
	Memory: ≥8GB Free HD Space: 500G recommend	Memory: 2GB	Memory: 2GB
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

中央監視画面イメージ

以下の画面はイメージです。お客様の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。
その他、監視カメラの表示、レポートの生成や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。

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/温湿度/各ラックの電力使用状況とリアルタイム監視カメラ映像を表示します。

Power画面

外部受電盤/UPS/分電盤/サーバーラック/チラー/空調/その他の電力系統を確認することができます。

Energy画面

リアルタイム/週間/月間/年間のPUE値を表示します。

Cooling画面

冷却設備の運転状態と室内の温度を表示します。機器が異常停止した場合や、警報信号を受信した際には赤色信号で表示します。

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。
単位時間/日単位/週単位/月単位のグループ化表示が可能です。

イベントログ画面

イベントをCritical/Major/Minorというレベルで分類づけすることができ、
発生したイベントを期間指定でログ抽出することができます。

ABB Ability™ Energy Manager

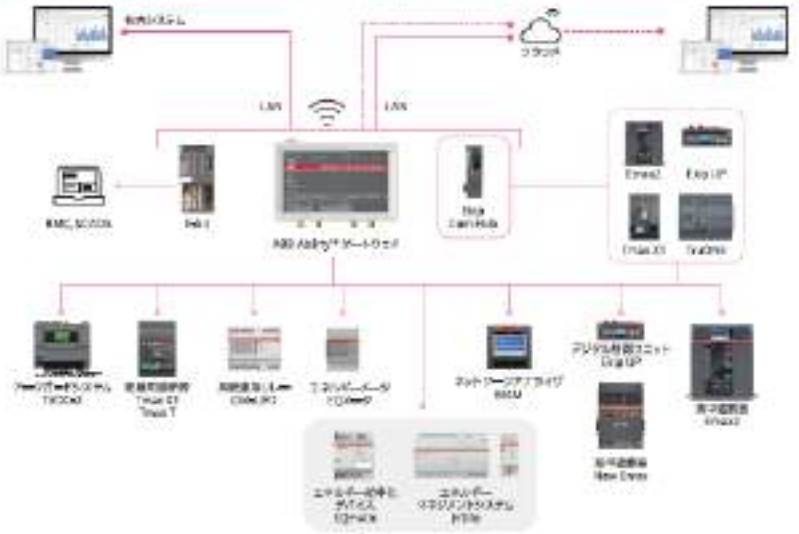
エネルギー消費とCO_2排出量を効果的に
分析、監視、最適化するエネルギーマネジメントシステム

- 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可能なSaaSソリューション(サブスクリプション)
- 操作指導に必要な機器またはアプリケーションを追加し構築
- クラウドor自社システムへ標準プロトコルで接続
- セグメント毎の機能をデフォルトで装備(ビル、データセンター等)
- 省エネ効果の実現と表現としてレポート、診断、改善提案

主要機能

エネルギー監視	選択した期間のグループのエネルギー消費量を監視、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
パフォーマンス診断	パフォーマンスパラメータ（計算式）に入力したデータをもとに、エネルギーパフォーマンス指標（KPI）の運転状態を表示
分析	特定期間の大量データに利用頻度の多い検索や分析を実現
履歴監視	装置毎に異なるパラメータやイベントログ等をリアルタイムでアクセス
グループ(ツリー)監視	アラーム監視をすることで異常電力の早期発見を目的
アラート	ナイトの状態に関する設定時にメール(ポップアップ)などの通知(メール)をリアルタイムで実現
レポート	標準的なサイト管理を含んだレポートを定期的に自動作成 データを収集して最適グループごとや指標など必要なユーザ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

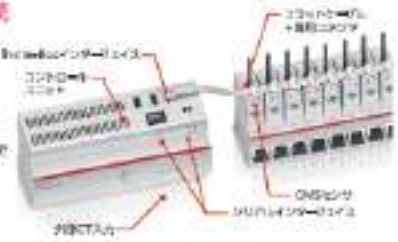


エネルギーマネジメントシステム InSite

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管理提案などの要望を容易に対応。
異常の早期発見をサポートし、設備の安全運用に貢献します。

- 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LED付き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

品番	SCU100
機能	電力モニタ
センサ数(Max)	96(CMS-63)
計測	電圧、電流、力率、電力、電力量
電源	内蔵
ラリアレインターフェイス	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
認証	CE EN61010-1 UL 508

フラットケーブル

形状	品番	ケーブル長
	SFC100	2m
	SFC105	5m
	SFC110	10m
	SFC130	30m

コネクタセット

形状	品番	入数
	SCS-135	35個/パック

CMSセンサ(18mm幅)

形状	品番	レンジ	取付タイプ	コアタイプ
	CMS-12075	80A	ABB MCB S200/400専用	オープンコア(18mm幅)
	CMS-12150	40A		
	CMS-12250	20A		
	CMS-12301	80A	DINレール取付	
	CMS-12151	40A		
	CMS-12251	20A		
	CMS-12301A	80A	裏面バンド取付	
	CMS-12151A	40A		
	CMS-12251A	20A		
	CMS-10075	80A	ABB MCB S200/400専用	ソリッドコア(18mm幅)
	CMS-10150	40A		
	CMS-10250	20A		
	CMS-10050	80A	ABB MCB S800S/N	
	CMS-10150	40A		
	CMS-10250	20A		
	CMS-10301	80A	DINレール取付	
	CMS-10151	40A		
	CMS-10251	20A		
	CMS-10301A	80A	裏面バンド取付	
	CMS-10151A	40A		
	CMS-10251A	20A		

CMSセンサ(23mm幅)

形状	品番	レンジ	取付タイプ	コアタイプ
	CMS-23050	150A	ABB MCB S800S/N	ソリッドコア(23mm幅)
	CMS-23151	80A		
	CMS-23151A	40A		
	CMS-23301	150A	DINレール取付	
	CMS-23151	80A		
	CMS-23251	40A		
	CMS-23301A	150A	裏面バンド取付	
	CMS-23151A	80A		
	CMS-23251A	40A		

Shinohara Confidential

LOYTEC 制御コントローラー

DELTA

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

- 照明/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)
- 警報情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
- 履歴データの値を記録し、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編集できます(IEC61131-3/[illegible])

システム構成

主要構成機器の概要

	管理サーバー(SA/DCIM) [illegible]
	クライアント(PCまたはタブレット) [illegible]
	オートメーションサーバ(L-INXシリーズ) [illegible]
	I/Oユニット(L-IOBシリーズ) [illegible]

I/Oユニット

UOB-585

UOB-588

UOB I/Oコントローラーは、LonMarkシステムおよびBACnet/IPネットワーク向けIP接続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。多様な入力/出力とグラフィカルな視覚化機能を備えています。

UOBシリーズ製品仕様

品番	UOB-585	UOB-588
電源	24V DC/VAC SELV ±10% via L-POW-2410E, or with an external power supply	24V DC/VAC SELV ±10% via L-POW-, or with an external power supply
寸法(mm)	W160×D107×H75	W108×D108×H75
使用環境	0~50℃、10~90%RH(結露なきこと)	0~50℃、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×USB-A 1×EXT 1×RS-485(ANSI/TIA/EIA-485)

オートメーションサーバ

L-INXオートメーションサーバ L-INX-154は、L-STUDIOでユーザー固有のグラフィック画面をプログラミングして、表示の拡張能力からプログラマブルなオートメーション機能です。

LINX-154

LINXシリーズ製品仕様

品番	LINX-154
電源	24V DC/VAC SELV ±10% via L-POW-2410E, or with an external power supply
寸法(mm)	W160×D108×H75
使用環境	0~50℃、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

GREYSTONE ENERGY SYSTEMS, INC.

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精度で利用できます。既存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)

- 信頼性の高い精密な容量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
- コンパクトな耐候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 AC
保護回路	—
動作環境	−40~50℃ [illegible]
配線条件	[illegible]
外形寸法(mm)	W83×D[illegible]
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
ボーレート	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	製品	HNOS	ネットワーク[illegible] 温度センサ
②	エンクロージャー	A B	[illegible]
③	湿度精度	2 3 5	2% 3% 5%
④	出力	B M	BACnet Modbus
⑤	リレー出力	X R	なし あり
⑥	校正証明書	- N	不要[illegible] NIST[illegible]

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[illegible]
消費	最大[illegible] @24V DC
保護回路	[illegible]
動作環境	0~50℃ [illegible]
配線条件	[illegible]
外形寸法(mm)	W84×D[illegible]
エンクロージャー	ホワイトABS [illegible]
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
ボーレート	[illegible]
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 [illegible]

品番構成

例 NTRC L RH P F R

①	製品	NTRC	ネットワーク[illegible] 温度センサ
②	液晶ディスプレイ	N L	不要 必要
③	機能	T RH	温度のみ 温度と湿度
④	オプション	P S F R D	[illegible]

Shinohara Confidential

UNO®next

室内空気環境品質をリアルタイムで測定

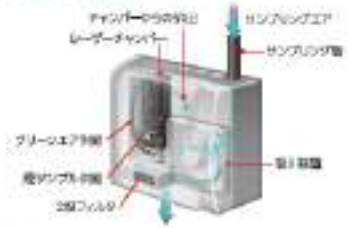
IPカメラ / セキュリティ

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

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サポートをします

VESDA
Honeywell



Shinohara Confidential

ワイヤレスセンサシステム

920MHz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

各センサノード(子機)が一定間隔毎にデータを計測し、920MHzの特定小電力無線により親機へ送信します。親機は子機からの最新データを集約し、統合監視装置からの問い合わせに対し情報を返信します。統合監視装置は親機に対し通信プロトコルに準拠した通信を行うことで計測データの情報を取得することができます。

- 配線工事不要のため配線工事費を低減
- 土間掘工事やライン停止不要のため設備構造物への影響が皆無
- 無線方式(920MHz特定小電力無線)
- 電エネルギー設計で年単位の電池寿命を実現
- 親機1台に対し子機センサの種別を問わず100台接続可能
- 見通し距離200～300m
  (見通しの良い状態で設置いただいた場合の距離参考)
- 無線が届きにくいときや長距離の場合は最大5台までマルチホップ可能
- 最短5秒～24時間までデータ送信間隔を設定可能

システム構成

※ユーザー様にてご準備ください

導入までの流れ

お客様の要望や悩み、質問したい事項について事前に確認を行います。

無線通信環境の現地調査を実施した上で最適なセンサ数のご提案をし、お見積りを作成します。

現地への出張設定、設置作業の際にて通信テストを実施することを条件にいたします。(別途ご依頼頂くことも可能です。)

通信・センサソリューションに関する質問、ご相談等お気軽にご連絡ください。お客様の問題が解決する様な提案を致します。

親機(Gateway)

UDP仕様

品番	LBAC0222HU-831
本体寸法/質量	W75.6×D87.2×H31.5mm/128g
付属アンテナ寸法/質量	166mm/45g
電源供給	ACアダプタ(5V/2.0A以上)
子機との通信インターフェイス(無線)	920MHz帯特小電力無線
ホストとの通信インターフェイス(有線)	UDP/IP
使用環境	-10～60℃ 90%RH以下
最近更新者	1台/組

SNMP仕様

品番	LBAC0221HU-810
本体寸法/質量	W75.6×D87.2×H31.5mm/128g
付属アンテナ寸法/質量	108mm/34g
電源供給	ACアダプタ(5V/2.0A以上)
子機との通信インターフェイス(無線)	920MHz帯特小電力無線
ホストとの通信インターフェイス(有線)	Ethernet(10 Base-T コネクタ:RJ45)
使用環境	-10～60℃ 90%RH以下
最近更新者	1台/組

子機センサーユニット

品番	LBAC0221HU-820	LBAC0221HU-340	LBAC0221HU-343	LBAC0221HU-840
接続対象	熱電対温度センサ(K,J,T,E)	温湿度センサ(温湿度計測)	熱電対温度センサ(K,J,T,E)	接点入力
寸法/質量	W45.1×D53.6×H27mm/55g	W80×D80×H21mm/80g	W95.6×D53.6×H27mm/71g	W45.1×D53.6×H27mm/52g
電源供給	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ	DC5V電源供給	ACアダプタ
無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線
データ記録周期	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能	—
センサ	熱電対サーミスタ 2m(K・J・T・E)	温湿度センサ	熱電対タイプK	—
使用環境(無線ユニット)	本体:-10～60℃ 90%RH以下 センサ:-50～850℃(K)/最大	-10～60℃ 90%RH以下	本体:-10～60℃ 90%RH以下 センサ部:-50～300℃(K)/最大	-10～60℃ 90%RH以下
応用例	熱処理炉計測	温湿度計測(倉庫/ホール/工場等)	配管温度計測	各種センサーのデータ収集 (現場が近くない場合に便利)
最近同梱数量	10台/箱	10台/箱	5台/箱	1台/箱
対応無線通信仕様	UDP/SNMP	UDP/SNMP	UDP	UDP/SNMP

品番	LBAC0221HU-370	LBAC0221HU-371	LBAC0221MT-240	LBAC0221VT-340
接続対象	アナログ入力機器をユニット(4-20mA対応)	アナログ入力機器をユニット(0-5V対応)	電流センサ(100A)	電圧センサ(100V)
寸法/質量	W45×D58×H27mm/42.5g	W45×D90×H27mm/40.5g	W45×D58×H27mm/58g	W45×D58×H27mm/58g
電源供給	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ	単4電池2本/ACアダプタ
無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線
データ記録周期	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能
センサ	4-20mA生機の計測器など	0-5V出力生機の計測器など	最大300A 2芯ソリッド	最大300V 2芯ソリッド
使用環境(無線ユニット)	-10～60℃ 90%RH以下	-10～60℃ 90%RH以下	-10～60℃ 90%RH以下	-10～60℃ 90%RH以下
応用例	計測器のデータ収集 (ローカルには接続せずデータ取得)	計測器のデータ収集 (ローカルには接続せずデータ取得)	設備単位での電力計測	設備単位での電力計測
最近同梱数量	10台/箱	10台/箱	5台/箱	10台/箱
対応無線通信仕様	UDP	UDP	UDP	UDP

品番	LBAC0221HU-013	LBAC0221TY-474
接続対象	接点信号(無電圧)入力	通信機能なし
寸法/質量	W138×D104×H38mm/140g	W138×D104×H38mm/140g
電源供給	専用AC電源	専用AC電源
無線	920MHz帯特小電力無線	920MHz帯特小電力無線
データ記録周期	5秒～24時間で設定可能	5秒～24時間で設定可能
センサ	乾電池フリック回転数ピックアップセンサ	乾電池フリック回転数ピックアップセンサ
設定対象	回転数(入力数/パルス幅)測定単位 回転数スペクトルピーク1点以上	回転数(入力数/パルス幅)測定単位 振動スペクトルピーク1点以上 回転数スペクトルピーク1点以上
使用環境(無線ユニット)	使用温度範囲:-10～60℃ 90%RH以下 保管温度範囲:-15～80℃ IP65相当	使用温度範囲:-10～60℃ 90%RH以下 保管温度範囲:-15～80℃ IP65相当
応用例	回転機の予知保全	回転機の予知保全
最近同梱数量	10台/箱	10台/箱
対応無線通信仕様	UDP	UDP

コミッショニ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ニング試験に最適

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ニ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。

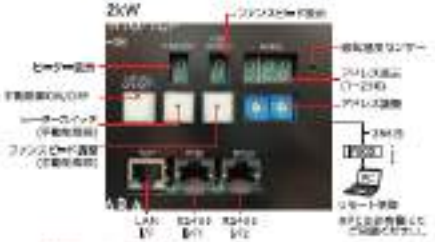
- 発熱量と風量と試験のΔT(温度)設定が可能
- リモート通信機能により、PCで一括制御可能
- 吸排気温度測定用熱電対付き
- レンタルのご相談も承ります。

仕様

型番		
タイプ	2kW	3.3kW
外形寸法(mm)	W482.6×D600×H88.9(2U) ※脚、スイッチ、ネジ山の突起は含みません	W482.6×D548×H130(3U) ※脚、スイッチ、ネジ山の突起は含みません
供給電源	AC200V～AC230V 0～2kW	AC230V(100～3300W)(100W単位で3段階可能式) AC200V(850～2550W(850W単位で3段階可能式)
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 2本内蔵	シーズヒーター 2本内蔵
風量制御	273㎥/h～507㎥/hを10段階可能式 PWMファンスピード制御 ファン2台搭載	344㎥/h～639㎥/hを10段階可能式 PWMファンスピード制御 ファン2台搭載
質量	約15kg	約20kg
付属品	C13/C14電源ケーブル(付属 2m 1本 19インチマウントアングル(付属なし)	L6-30P電源ケーブル 3m 1本 19インチマウントアングル(付属なし)
騒音	VCCI クラスA 自動制御値 (VCCI クラスA規格試験値はオプション対応)	VCCI クラスA 自動制御値 (VCCI クラスA規格試験値はオプション対応)

外部スイッチパネル対応

リモート制御(REMORT)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。
最大256台を連結接続でき、機器には1～256のアドレスを割り分けることができます。

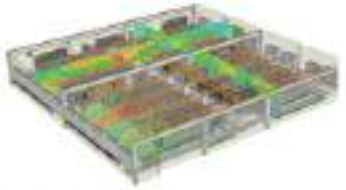


CFD解析 DataCenter Design Software™

cadence

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

DataCenter Design Software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、振動対策、省エネの検討など様々な観点での検討、解決を支援します。



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以外の間口等、奥行き、耐震性が豊富です。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
- ヤマト産業工業 (株)
- 田中金属工業 (株)
- リクール (株)
- 河村電器産業 (株)
- デルタ電子 (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機器を実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置することを考慮したIT屋外用筐体です。

- 内部発熱量に対応した冷却システムを組み込み可能
- 100W,1000W,～2kW,4kW,～8kWクラス対応
- 外部からの入熱量を抑えるための反射塗料の塗布は標準仕様
- 材質は設置箇所によりZAM鋼板、SUSを選択可能
- 特注寸法は要望により設計製作可能

Shinohara Confidential

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、作業中の不意のケージナット落下を防止
- 横1列配置専用タイプ（KCLP-2）は正面からの作業が容易になり、1人の場合に対応

	KCLP-1（縦1・横可変専用）	KCLP-2（横1列配置専用）
本体材質	ステンレス鋼板製	ステンレス鋼板製
仕様内容	縦	横
質量	約0.4g	約0.6g

ハーフデプス機器着脱補助台 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
- 爪穴に引掛けるだけの工具不要な簡単設置
- 機体を載せることで両手での作業が可能
- ご要望により40kg対応のタイプもご提供可能

	1Uサイズ	2Uサイズ
仕様	KCR-1	KCR-2（縦2列）
外形寸法(mm)	W482.6×D243×H40	W482.6×D243×H80
本体材質	2.0mm厚 メラミン樹脂焼付塗装	2.0mm厚 メラミン樹脂焼付塗装
質量	約0.7kg	約0.9kg
対応奥行	マウントアングル後面より3.5cm	マウントアングル後面より3.5cm
耐荷重/ペア	最大10kg（約5.0cmまで）	最大20kg（約7.0cmまで）
取付	日本の機器取付ラック、電気工事用ラックスペースに対応可能	日本の機器取付ラック、電気工事用ラックスペースに対応可能

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の高さまで昇降し、高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
- 電動スイッチを両手に配置し、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着

リフト	電動式	揚程	1.1m
積載	175kg	制御機	24V
格納ハンドル時寸法	1.65m	質量	194kg

※詳細は新しいカタログをご参照ください。

分散クラウド、HPC対応、生成AI用、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の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、地域活性化とアレンジの組み合わせのビジネスモデル推奨
- 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

通常電機だけでなく、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、システム設計を提案いたします。

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、詳細設定、申請業務の他、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いたします。豊富な熱設計により、優れた省エネおよびオーバー性能を実現いたします。

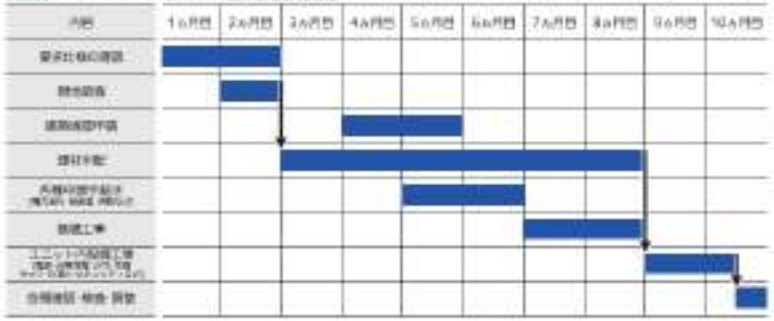
コンテインメント設計と熱対策

多くのデータセンターでコンテインメント設計・施工の実績がございます。試験機器を上げるためにサーバ模擬負荷機を使用したコミッショニング試験の実施や、CFD解析による局所点の発生を行います。空調の最適化による根本的な熱対策を実現いたします。

コンテナデータセンター構築手順

❶コンサル契約	基本設計/要件定義書(RFP)の作成と当社の選定アドバイス
❷システム 構想設計	仕様書 見積書の作成
❸詳細設計	設計図面
❹各種届出手続き	建築確認申請 事前審査 消防法関連申請 他
❺施工	基礎工事、据付工事、コンクリ基礎、キュービクル設置、 電気工事、空調(パネル、室内機 他)
❻コミッショニング試験	サーバ模擬試験機による各種試験検証
❼引渡し	立会検査完了後、引き渡し
❽保守契約	各種設備保守契約、電気保安協会契約、年次定期点検
❾別途費	DCIM等採用した場合既設時24時間365日

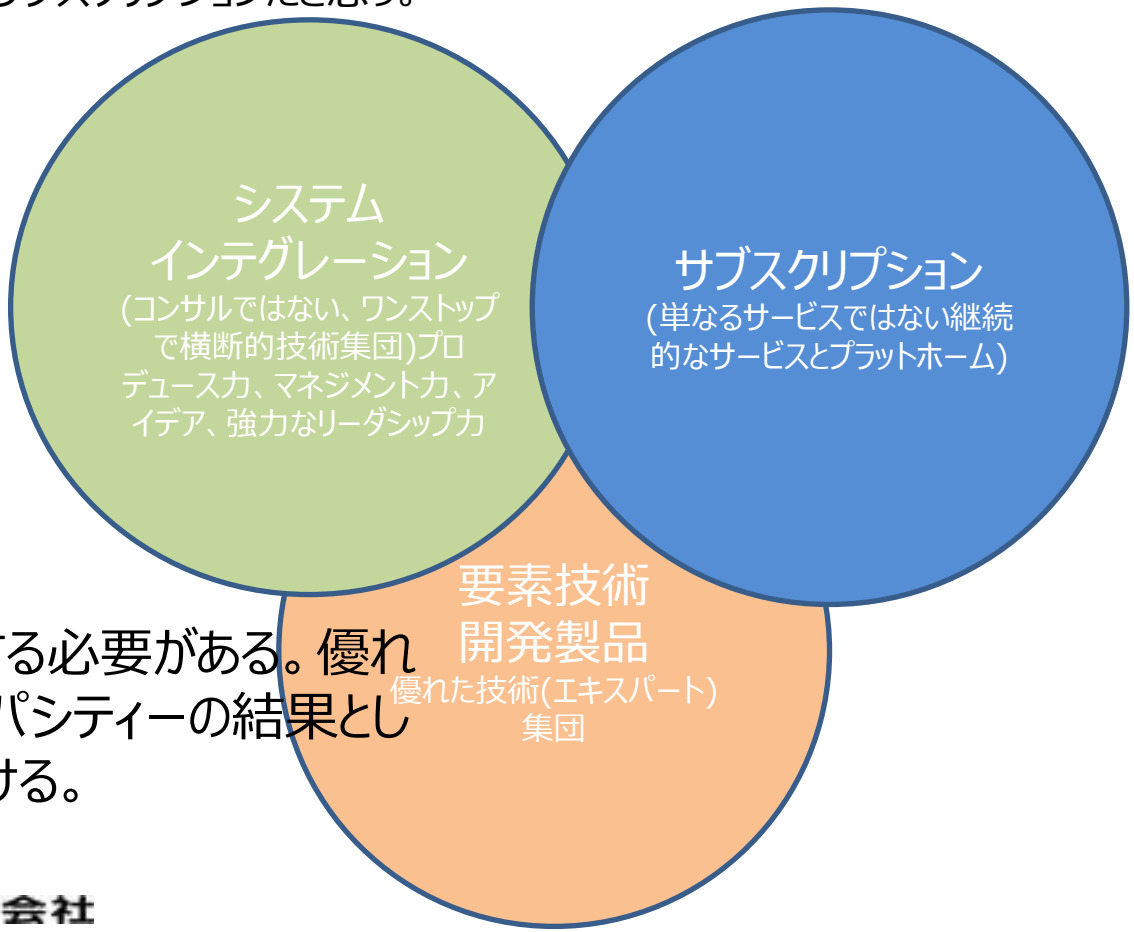
受注後のコンテナデータセンターの全体工程(代表例)



第65章　データセンター構築提案･コンサルティング

イノベーションとシステムインテグレーション

イノベーションこそビジネス開拓と発展につながる。現在のビジネスの否定もあり得る。
そのためにはシステムインテグレーションが必要である。経営者にとって一番やりたがらない分野。
答えのあることや目新しい標語のみを言う。答えはみんなで考えろと。
それでは経営ではない。自らイノベーションの茨に入る覚悟が必要。開発投資が必要。
要素技術製品とソリューション視点からシステムインテグレーションがある。
そして第三のビジネスはサブスクリプションだと思う。

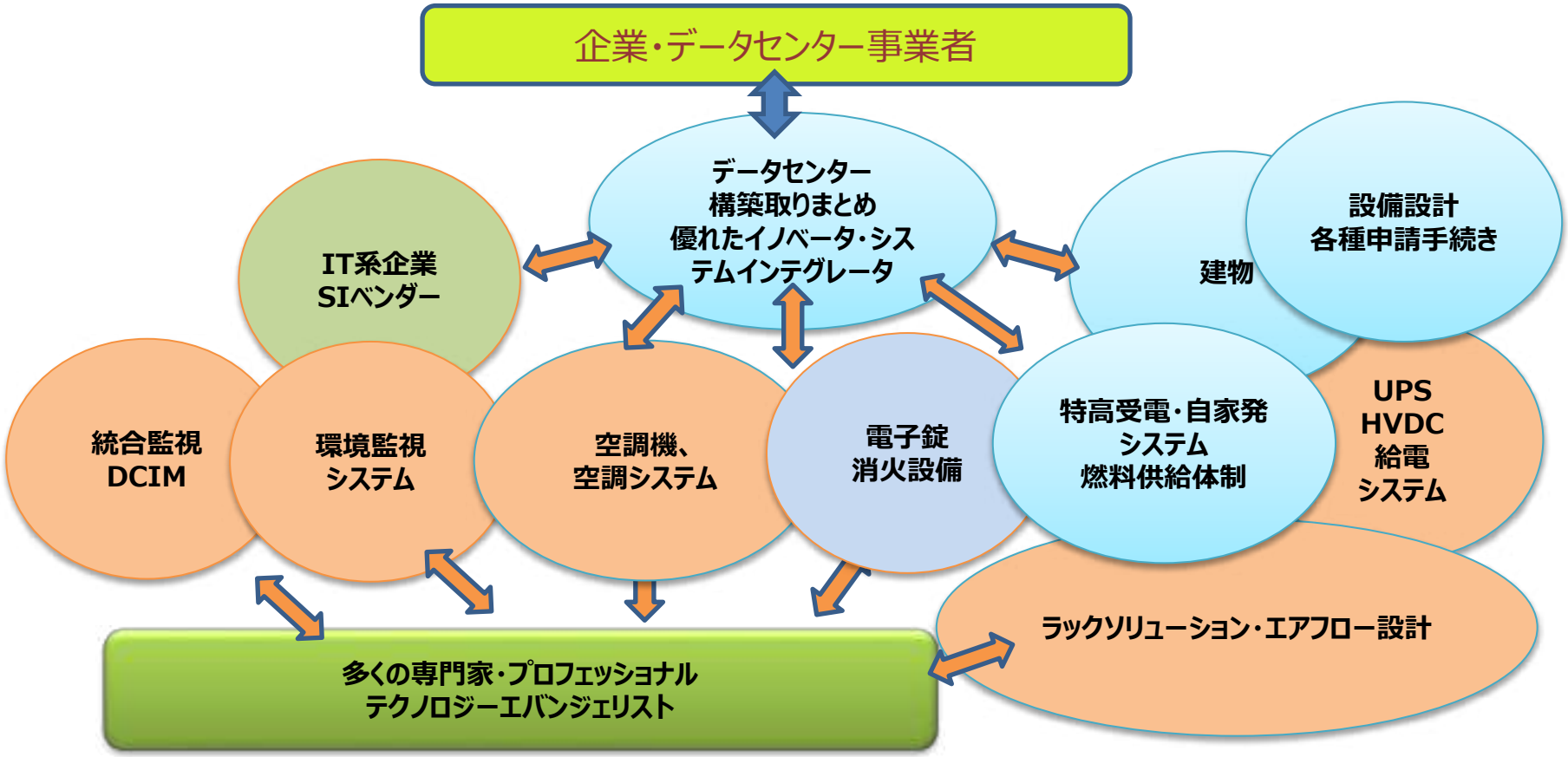


莫大な投資を覚悟する必要がある。優れたプラットホームとキャパシティーの結果としてビジネスを作っていける。

コラボレーションと優れたプラットフォーム構築

技術革新が激しく、すべてを一社が取りまとめていくことは難しい時代
垂直組織では相互に最適化が難しくなる面がある。必ずしも言えないが品質保証を確保するために各々が安全側となりスペックオーバになりやすい。スペックをあげてもうける方が得。

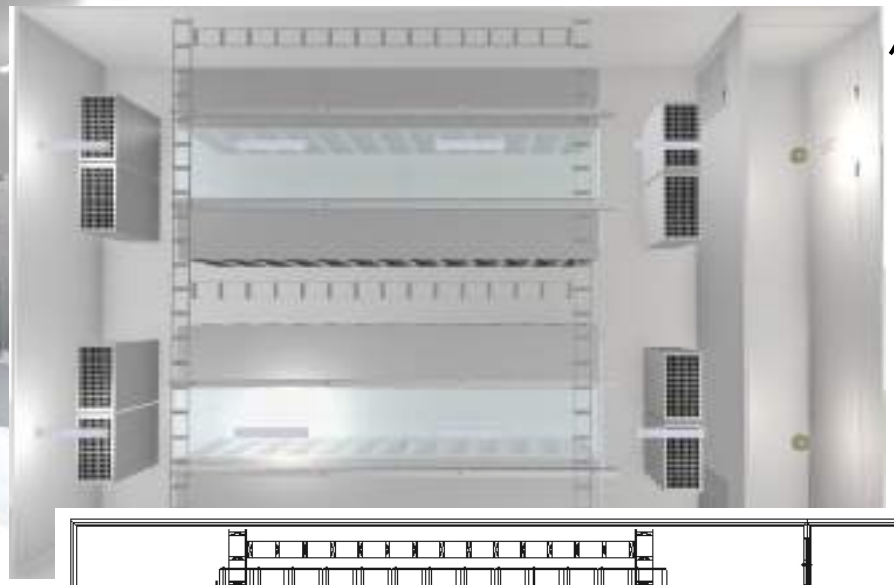
一つの企業だけで解決できる課題は少ない。企業や業界の垣根を超えたコラボレーション



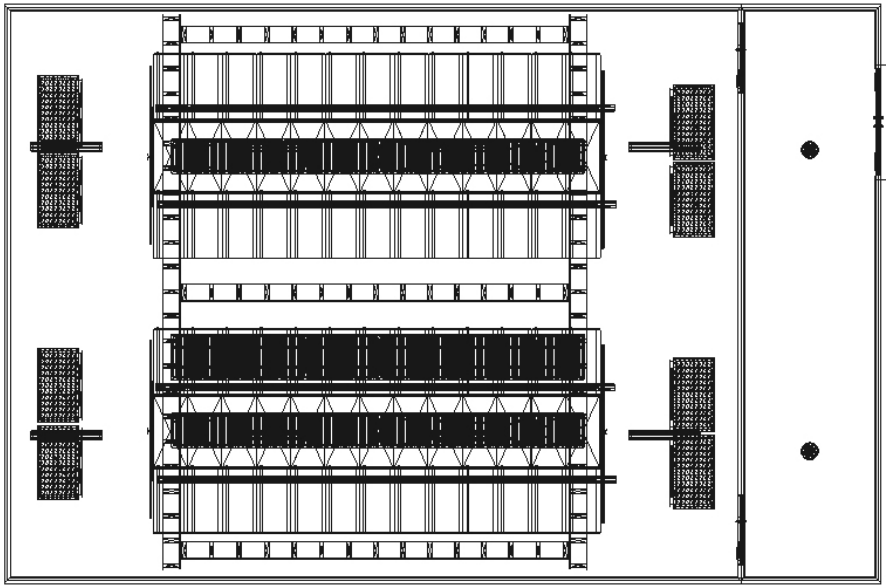
システムインテグレートとコラボレーション

システムインテグレータは以下のすべての領域について理解が必要。
そして実現にはもはや一社では難しい。
システムに応じて最適なメーカとのコラボレーションにより優れたデータセンターを構築

◆全体システム
◆建物
◆空調システム
◆電気工事
◆給電設備、分電盤
◆自家発
◆給電バスダクト
◆UPS、HVDC&OCP
◆ラック照明システム
◆ラックソリューション
◆整線システム
◆ホットアイル・コールドアイルコンティメント
◆ラック内コンセントバー
◆モジュラープレハブまたはコンテナ建物
◆温湿度センシング、電力センシング
◆データセンターインフラストラクチャーマネジメントDCIM
◆コミッショニング設計、コミッショニング試験
◆消火設備
◆雷対策　　落雷抑制システム
◆地域の土木指導課との協議、地域の建築事務所との連携、建築確認申請、消防手続き、電力会社との申請
　水道局申請、地域住民との折衝
◆システム全体運用と保守

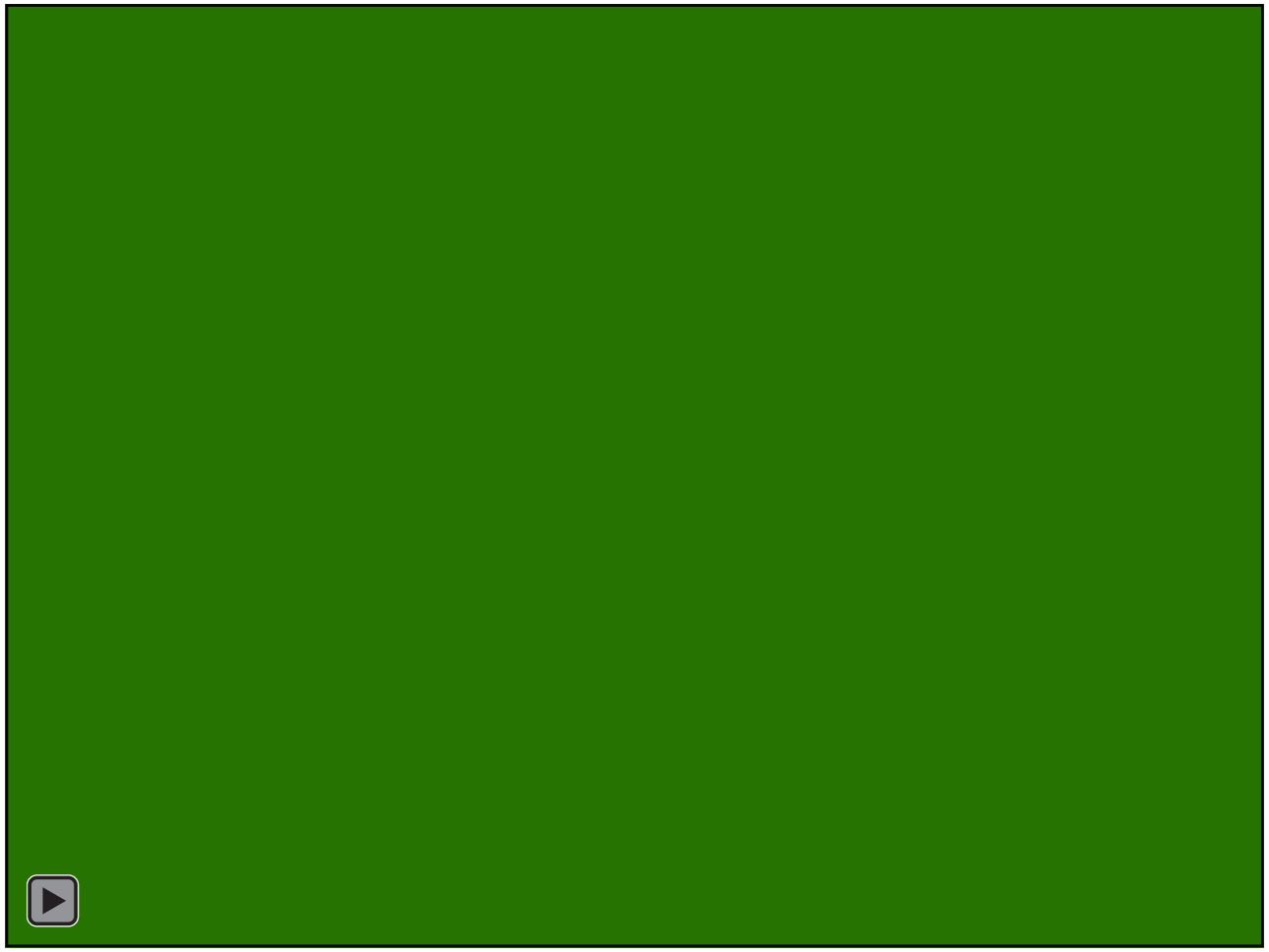


俯瞰図



平面図

3Dフロアデザインの取り組み　動画



システムインテグレータの仕事

エッジコンピューティング用ＤＣユニット開設までの生産・運搬・施工に至る工程に関わる各種資料の準備について

１．ＤＣユニットの仕様（システムが完成した状態の内容）

２．ＤＣユニットの発注・製造・組み立ての工程
発注⇒生産⇒運搬（組込会社へ）⇒ユニット組み立て⇒現地への輸送（設置場所へ）
上記の各工程に係わる工数と工程

３．開設までの全体工程（コンテナ・部品の製造工程から現地設置まで）
(1)現地受入れ準備：
現地調査（地形・地盤他）⇒確認申請⇒設置場所基礎施工（測量、型枠工事、コンクリート打設→養生→仮設解体）
(2)現地での設置工事：
設置場所ユニット到着⇒設置・固定⇒調整（ユニット・各種設備機器）⇒各種検査　等

４．各種申請資料
(1)建築確認申請
(2)消防への届出
(3)工事関連届出（労災申請・道路通行許可・道路使用許可など）
(4)近隣協定関連
など

５．現地で実施した事項（近隣へのクレーム調整・挨拶他）

６．コスト構成（提出見積ベース）

７　製造・設置に関わる発注先（製造会社＋建設会社）

８　保守・管理業務の内容とコスト（提出見積ベース）

コンテナ型データセンター　ワンストップソリューション

SHINOHARA

分散型クラウドへの要求、ガバメントクラウドへの要求
カーボンニュートラル設計・運用への期待。
5G対応や自治体、テレワークでの利用等ローカルコンテナ時代に突入。
地域の工場の自動化に向けたプラットフォームへの期待

優れたコンテナデータセンターを低コストで短納期での製作が必要である。
ゼネコンと同様の各省庁手続きから基礎工事、住民対応も必要となる。
総合力、横断的技術が必要であり、お客様の要望に応えるカスタム力が必要となっている。

優れたコンテナデータセンターのソリューションの提案と構築までワンストップが必要。
設計・構築だけでなく、運用・保守まで含めたサービスが必要である。
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推進
ファイナンス会社との連携

まとめ
- ワンストップ設計
- 製作・工事

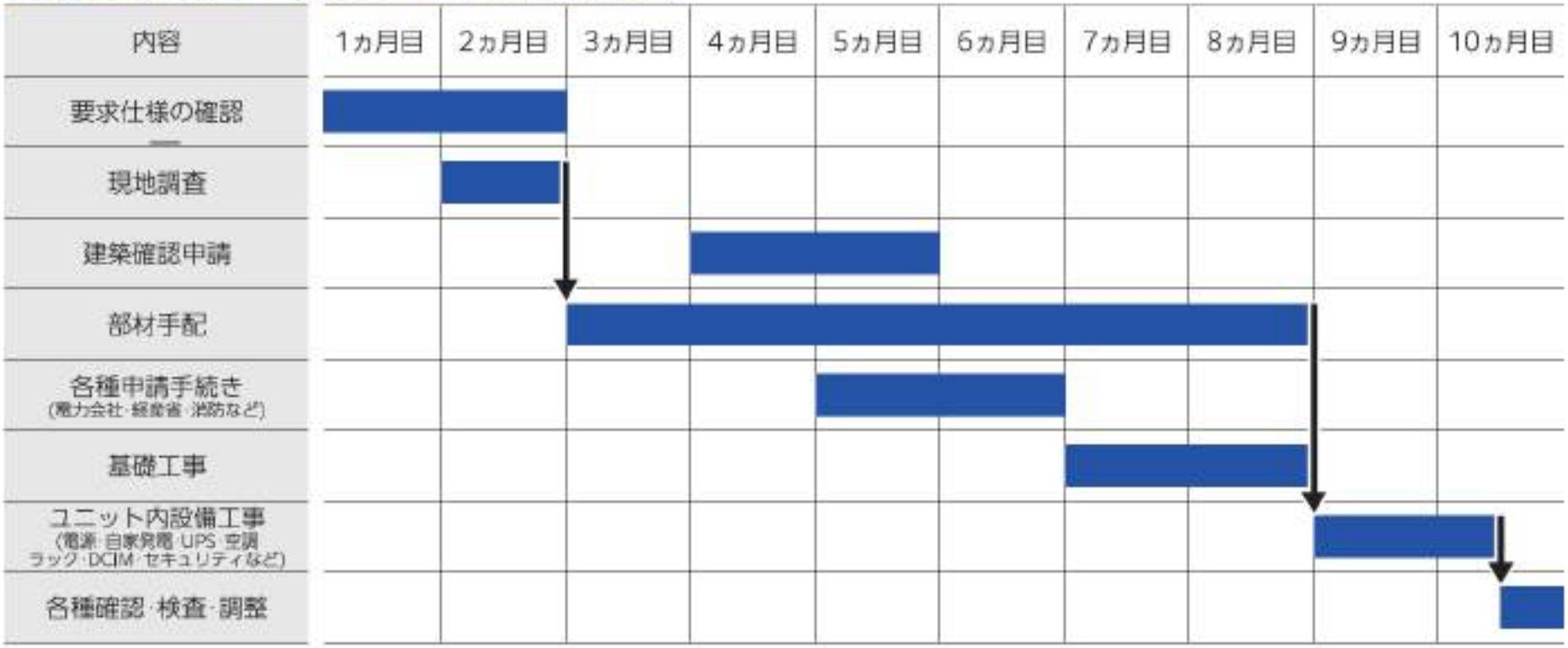
保守メンテナンス・運用サービス

篠原電機ITソリューションは
電力会社への手続きや電源引き込み工事、区分開閉器設置、避雷器の設置、電柱の設置も対応しております。
また地元土木局への申請、消防署への説明と手続き等の行政の申請もすべてワンストップで対応しています。
また基礎架台やフェンス等の設置にも対応しています。設置後の保守サービスも対応しております。

一般的な標準スケジュール

ここでは一般的なスケジュールを示している。

受注後のコンテナデータセンターの全体工程(代表例)



編集後記

本ホワイトペーパもはや10版となりました。進化が激しく資料発行しても半年しただけで、内容が不足であったり、技術の進化もあります。印刷して発行するのはこのIT時代にふさわしくないかもしれません。
データセンターにかかわってもう10年。その間様々な方からご支援いただき、ご教示いただき、お仕事をいただきました。そして自分で構築にかかわったことをまとめておきたくホワイトペーパを毎年作成してまいりました。データセンターは多岐に及ぶ面が多く、一つ一つの項目について工学的な技術資料とすべきところですが、残念ながらまとめることができていません。また作成しようとすると設計過程も記述が必要となります。やむなく結果の資料となってしまっています。一つ一つの技術は深いものがありますが、各々の技術は多くの方からご支援いただいて、自分の目を通して、また体験して結果としての内容として作成していますここにお礼を申し上げます。

多くの企業や専門の方はもっと工学的な立派な資料を作成して発行されています。
データセンターを計画から、設計、詳細設計、製作、手配、設置工事、試験、評価、そして設備管理するには、多分に横通し技術が必要となります。PDCAを回すとか品質体制等ではなかなかうまくいきません。なぜなら量産ではないからです。その都度リアルタイムで対処が必要です。ウォーターフォールではない。

工学技術として電子回路、電気回路、電気理論、熱流体技術、空調技術、配管から、給電設計、電気工事に至る工事施工技術、ネットワーク技術、サーバやコンピュータ技術、そしてソフトウエア技術も必要となります。プロジェクトマネージメントも必要となります。それぞれ分担しなければとても実現することはできません。

すべての社会インフラはこのような側面を持っていると思います。しかしながらその全体を見通しておくことが必要です。ワンストップな設計が必要なのです。これは組織が大きければできるというものではない面があります。それでも多数の会社や優れた人材のチームでの仕事が必要となります。決して生易しいものではありません。もちろんビジネスを進めて行くためには大きなチームと組織が必要となります。しかしながら優れたトップ人材が必要となります。

本ホワイトペーパを見てもデータセンターの設計、施工ができるものではありません。表面的な内容しかまとめることができていません。雑文でしかありません。実際に設計作業して施工して失敗や改善を図り、身につくものです。これからも技術進化は進んでいくと思います。多くの方の優れた技術や多くの企業が社会インフラとしてのデータセンター構築に参画されて社会インフラとしての優れたエネルギー効率の良い、できれば排熱のないデータセンターができていくことを願っています。多くの企業の競争こそ、データセンターの発展に欠かさないと思います。本Whitepaperは今回10版を迎え最後になるかもしれません。さらに発展して優れた工学的な技術資料が多数発行されること願っています。生成AIの技術は先人達が残した素晴らしい技術も生かせると思います。必ずしもリスクの多いハイテクだけが技術ではないと思います。優れた枯れた安定した技術を今一度活用して優れたインフラができると思います。

最後に

本ホワイトペーパは繰り返しになりますが、データセンターを構築する上での課題、提案等を収録していますが多くの資料を参照しております。参照した技術を参考文献として入れることができていません。多岐に及びすぎることもあります。ご理解いただきたく思います。そしてさらに優れた資料、技術が世の中にはあります。必ずしもこの内容に限定されるものではありません。

ここに述べられている内容は筆者が実際に設計、施工にかかわった内容をできるだけ盛り込むようにしました。しかしながら様々な多くの技術もあります。さらに多くの技術も合わせて理解して、データセンターの省エネ化、再エネ化、排熱利用も含めた社会の要求に沿った優れたデータセンターが構築されることを願ってやみません。本書は一つの提案として参考になれば幸いです。版を重ねてうまく章立てもできていない面が多数ありますが、ご容赦願いたく思います。

生成AI時代に入り、データセンターは社会インフラとしてとても重要な技術であり、社会がさらに発展して、弱者を守り、地球規模でのつながりあえる時代のとても大切な技術であると思います。大切な資源を浪費しない、優れた技術が育っていってほしいと願っています。災害の多い日本でこそ優れた世界に通用する構築技術、モノづくり技術、運用技術が作れると思います。要望やご指摘が多数あると思います。ご意見等がございましたら以下のメールにてご連絡をお待ちしております。

ご質問、お問い合わせは下記まで
E-mail：it-s@shinohara-elec.co.jp

非売品