



OCPJ Meet-up 2023夏

データセンター市場の展望と IIJの取り組み

2023年6月23日

株式会社インターネットイニシアティブ
クラウド本部 技術開発室長 木村 真理

スピーカー紹介

木村 真理（きむら しんり） / shinrik@iij.ad.jp



株式会社インターネットイニシアティブ | <http://www.iij.ad.jp/>
クラウド本部 技術開発室長

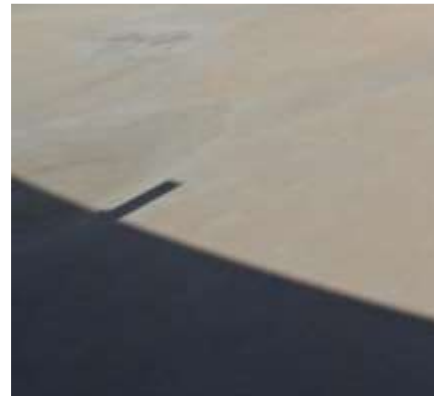


データセンター市場の展望と IIJの取り組み

1. 実証と開発の歴史（IIJ）
2. ハイパースケールシフト
3. AI時代のデータセンター



1. 実証と開発の歴史（IIJ）



実証と開発の歴史（IIJの取り組み）

データセンター構築

西暦

実証実験(PoC)



松江DCP
(サイト1：2011年～)



IZmo @島根県松江市
外気冷却コンテナ型DCの実現

2009

2010

2011



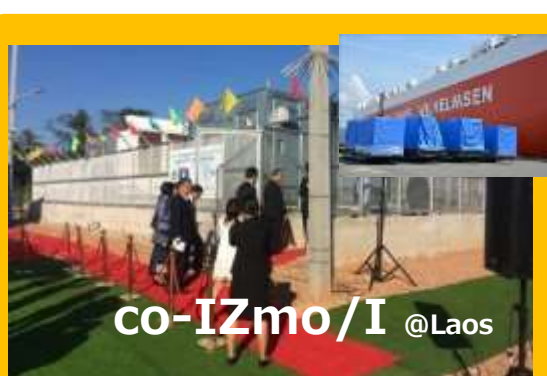
(サイト2：2013年～)



IZmo @国内某所
研究機関に納品：2013年

2012

2013



co-IZmo/I @Laos



co-IZmo/I Russia

2014

2015



co-IZmo/I @松江

2016

2017

白井データセンター キャンパス

@千葉県白井市：2019年～

- ・システムモジュール
- ・外気冷却
- ・自動化



システムモジュール @白井

2018

2019

2020

2021

・ IZmo 実証実験

コンテナDC実証機、直接外気空調の実証機の製作と評価



実証実験 (2010年)

・ サーバ高密度化&チラーレス化実証実験

サーバ収容効率向上によるコスト削減効果、チラーレスでの運用評価、電力削減効果の算出

・ 煙突効果を用いたデータセンター

煙突効果を用いて、サーバの排熱にて吸排気を行い、空調機なしで冷却に必要な風量を確保

・ co-IZmo/D 実証実験

チラーレスコンテナDC実証機の製作と評価

・ co-IZmo/I 実証実験

間接外気空調を搭載した拡張用コンテナDC実証機の製作と評価

・ 電力ソフトウェアのPoC

電力予測および電力ピークカット制御ソフトウェアの評価

・ IT機器適応試験

各サーバベンダーと実施。チラーレスにおけるIT機器の性能の評価と懸念事項の整理

・ サーバ劣化診断試験

チラーレスにおけるIT機器の劣化速度の評価と懸念事項の整理

・ コンテナDC破壊診断

5年目の実証実験コンテナを破壊し、見えない内部機構の診断

・ co-IZmo/I v2 実証実験

連結したco-IZmo/I実証機の製作と評価。燃料電池、PV、DC-UPS の選択給電の仕組みの製作と評価

・ 液浸冷却システム PoC

設置性・運用性の確認。空調機器との比較。AI/HPC向けのGPU搭載サーバの冷却を含めて更なる利用の可能性検討

・ co-IZmo/Z 実証実験

冷凍空調機を利用した廉価版コンテナDCの製作と実証実験

・ 自動化,リチウム電池,AI制御 実証実験 ☆白井はDC技術の開発拠点となる☆

フィジカルロボット、RBA/RPA自動化基盤、テスラ製リチウム電池、AIを利用した空調制御の評価

・ 白井ワイヤレスキャンパス開設

ローカル5GやプライベートLTE(sXGP)など無線通信技術を一か所に集めた。お客様に体感いただく場であり実証実験を行う場として活用



・ エッジ向けマイクロデータセンター PoC

エッジコンピューティング基盤として利用でき、サーバ冷却用空調、UPS、物理セキュリティといったデータセンターに必要な設備・機能を備えた、小サイズ（高さ約1～2m）のデータセンターを評価



2. ハイパースケール シフト



ハイパースケールデータセンターと従来型の違い

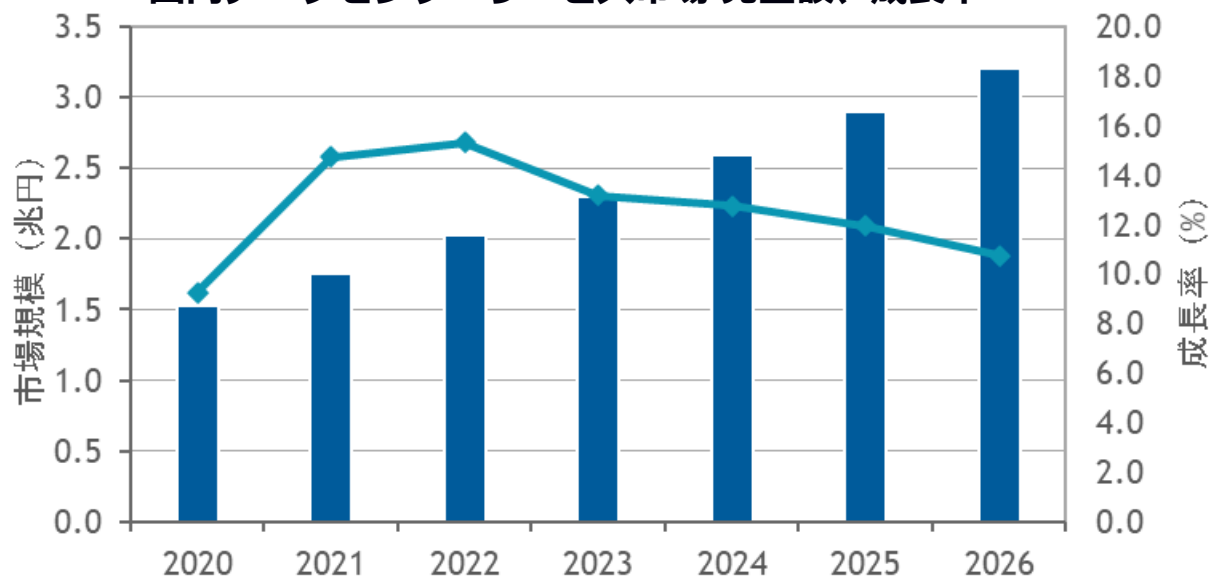
ハイパースケールデータセンターとは

均一なスケールアウトが必要なアプリケーションのために設計されたメガクラウド事業者の利用に適した数十MW規模のデータセンター。必要に応じ構成要素を分離し、IT機器を高密度実装可能な、電力利用に最適化されたインフラと設計され、5000台以上のサーバを収容し、10,000SQF（1,000㎡）以上のフロア面積をもつ。出現から20年以上経過し、徐々に形や用途を変えつつある。

	従来型 コロケーション用 データセンター	ハイパースケールデータセンター		
		2000年代	2010年代	2020年代以降
主な 利用者	複数の企業ユーザ	GAFA等の メガクラウド事業者	GAFA等の メガクラウド事業者	GAFA等のメガクラウド事業者 に加え、SaaSや一般企業等の 複数のユーザが利用
用途	多数の小~中規模 アプリケーションが、 アプリ専用のシステム上で 稼働システム同士の 連携はない 3-4KW/ラック	均一なハードウェア/システム （仮想化IT基盤）上で大規模な アプリケーションが稼働 5-12KW/ラック	大規模アプリケーション及び 中小規模のアプリも稼働 （サービスの細分化と、企業の クラウドサービス利用増） 10-20KW/ラック	仮想化IT基盤技術の汎用化/ 低コスト化により、個別の企業の システムも稼働 10-20KW/ラック

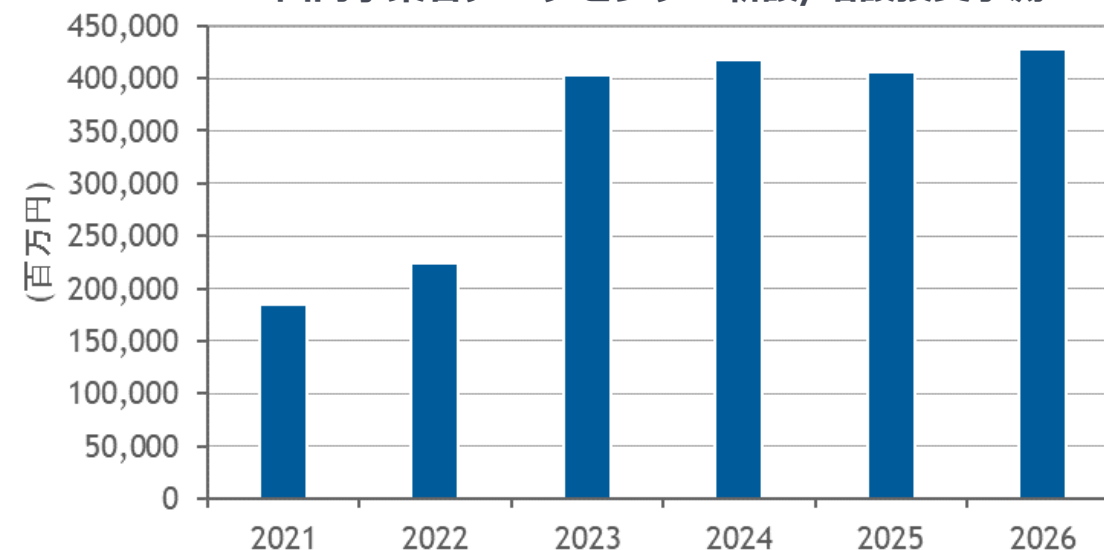
プレAI時代のハイパースケールデータセンターの建設が進行中

国内データセンターサービス市場 売上額、成長率



出典：IDC Japan 「国内データセンターサービス市場予測」 2022年8月29日

国内事業者データセンター新設/増設投資予測



出典：IDC Japan 2022年5月

2022年の国内データセンターサービス（DCサービス）市場は、前年比15.3%増の2兆275億円と、初めて市場規模が2兆円を超える見込み。また、2021年～2026年の年間平均成長率（CAGR）は12.8%と、高い成長率が維持され、2026年の市場規模は3兆円超へ

高密度へは対応しているが超高密度にどこまで対応できるのか？

グローバルのデータセンター消費電力の動向

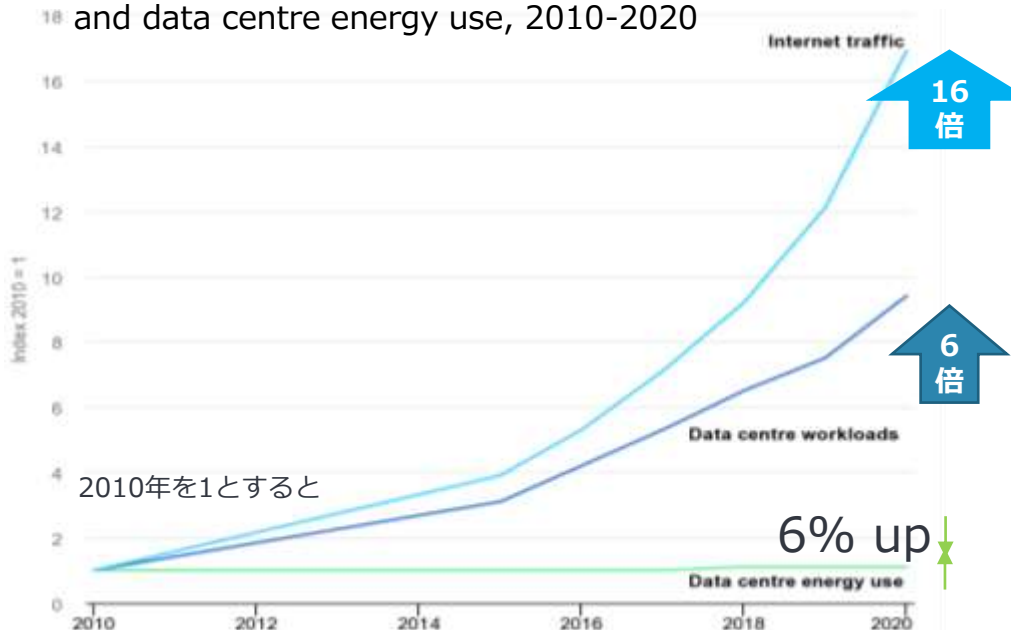
2010年代、全世界のデータセンターが消費する電力は増加し続け、2030年までに世界の電力の51%に達すると言われていた。

しかし、2020年ローレンス・バークレー国立研究所などの共同調査により、左のグラフのとおり、2010年から2018年に、インターネットのトラフィックは16倍に、データセンターの処理容量が6倍増えているのに対し、消費電力の伸びは、2010年の全世界全体の1%に相当する約194テラワットから、2018年には約205テラワットと6%増えただけであると報告された。

中央のグラフは、従来型（Traditional）、クラウド従来型（non-hyperscale）、ハイパースケールデータセンター型（Hyperscale）の消費電力の推移を示しているが、高い省エネ性能をもつHyperscaleの比率が増えることによりデータセンター全体の消費電力の伸びが抑えられていることを示している。

右のグラフはPUEの推移で、効率のよいハイパースケールデータセンターの普及によりPUEが改善されていると考えられる。

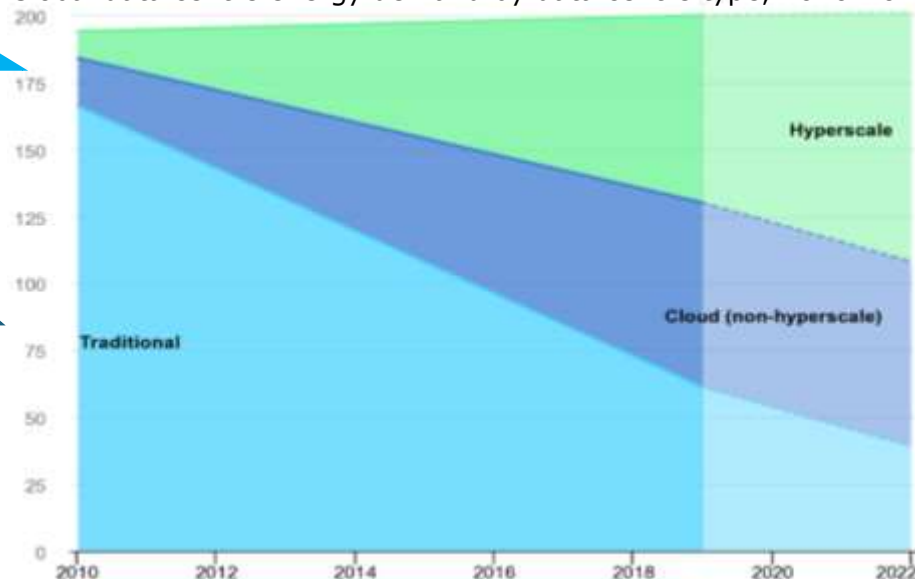
Global trends in internet traffic, data centres workloads and data centre energy use, 2010-2020



出典：IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）
<https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

消費電力TW

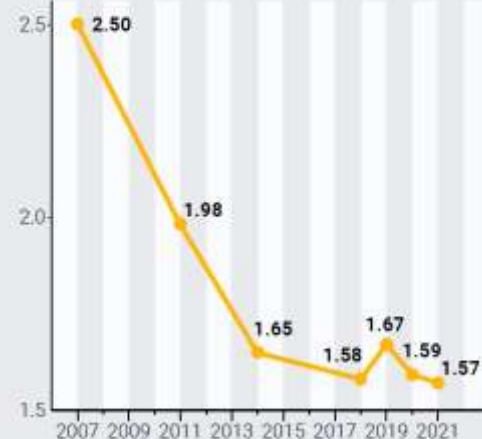
Global data centre energy demand by data centre type, 2010-2022



出典：IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）
<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-data-centre-energy-demand-by-data-centre-type-2010-2022>

PUE gains have stalled

What is the average annual PUE for your largest data center?



UptimeInstitute | INTELLIGENCE
UPTIME INSTITUTE GLOBAL SURVEY OF IT AND DATA CENTER MANAGERS 2007-2021 (n=566)

出典：Uptime Institute

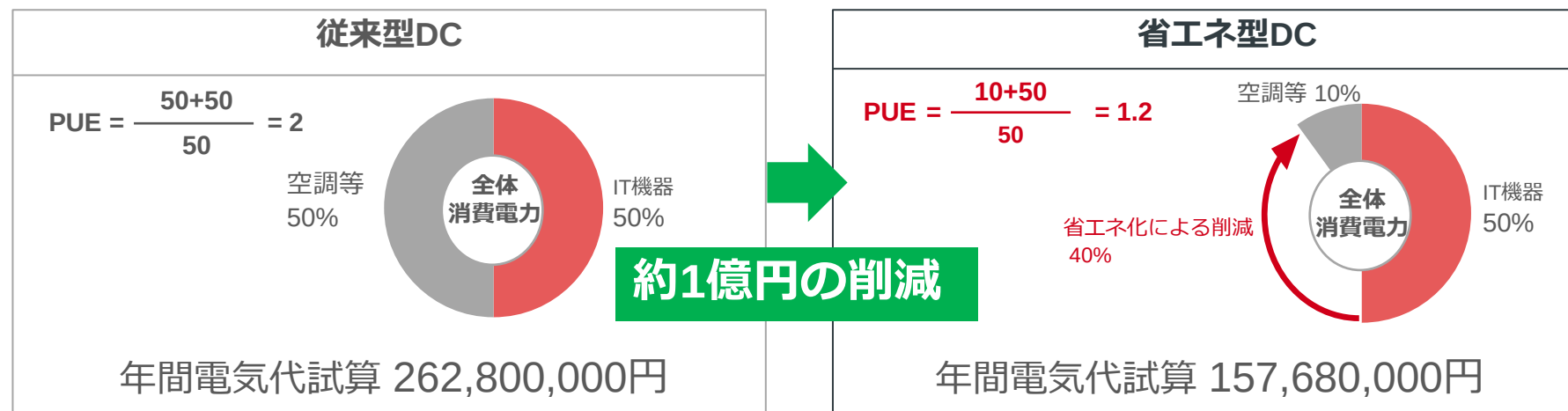
データセンターの省エネ化の指標

データセンターの電力利用効率の指標=PUE（Power Usage Effectiveness）

1に近いほど高率が良い。

$$\text{PUE} = \frac{\text{空調等の消費電力量} + \text{IT機器の消費電力量}}{\text{IT機器の消費電力量}}$$

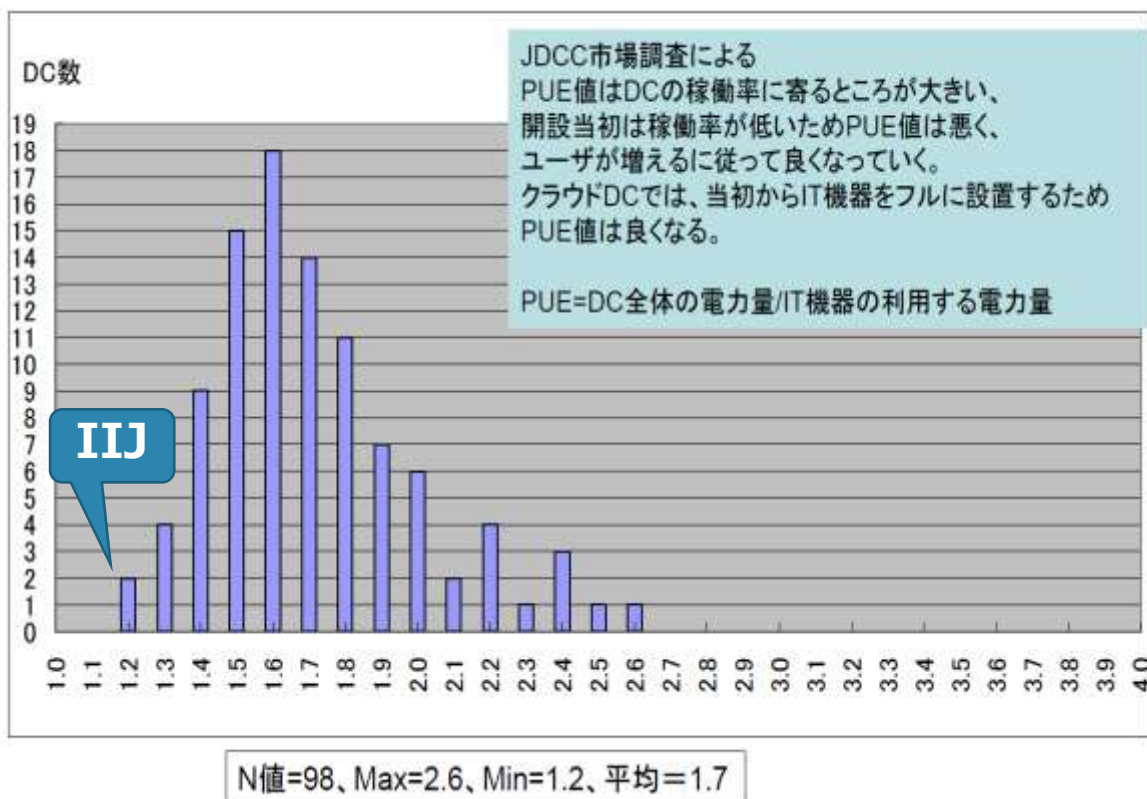
省エネは低炭素社会に貢献するだけでなく、ランニングコストの削減にも直結



(注) 250ラック（ラックあたり4kW）のDCを想定。電気代単価は15円/kwhとして試算。

国内のPUEの動向

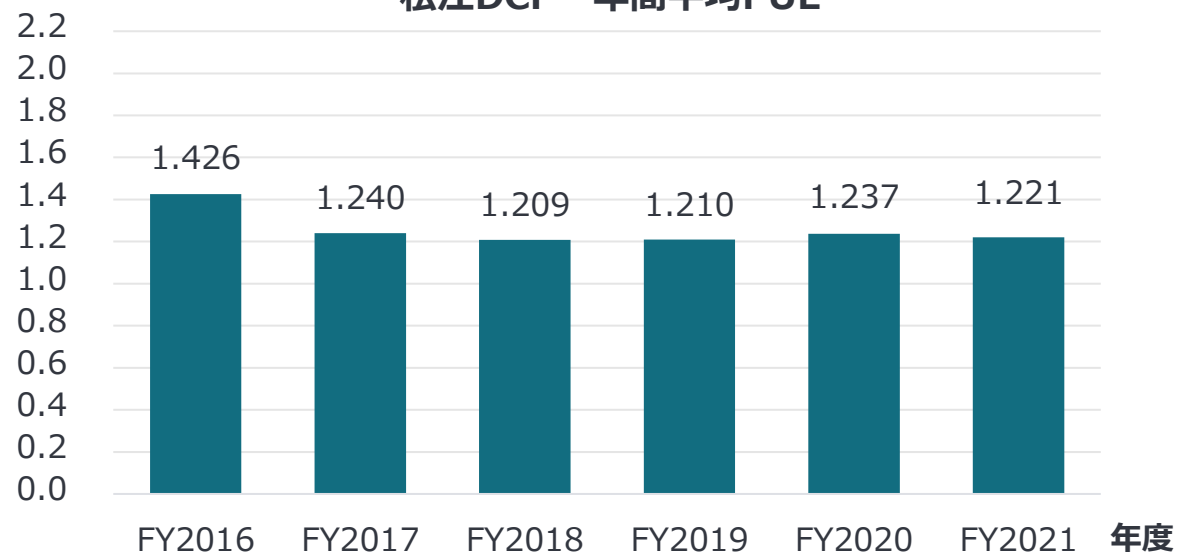
- ◆ 国内のPUEの平均は1.7程度
- ◆ 松江DCPは2017年度より国内最高水準のPUE 1.2台で安定的に運用
- ◆ 白井DCCは稼働率向上により2022年度は1.3台（見込み）



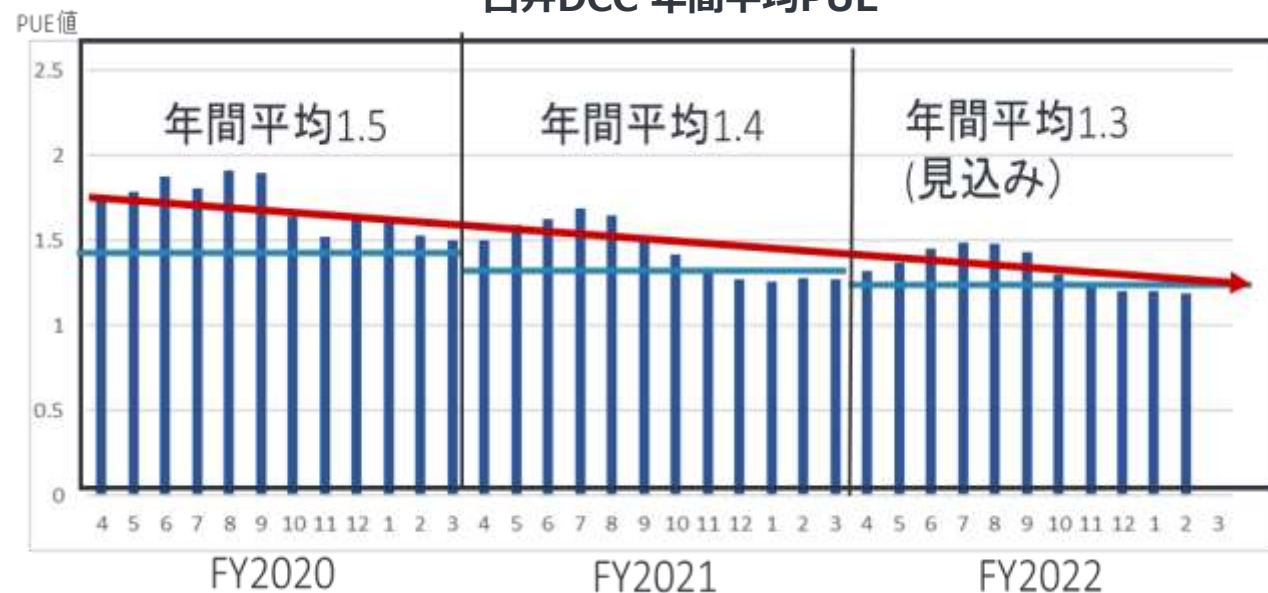
出典:JDCC 2021/4/8

PUE値

松江DCP 年間平均PUE

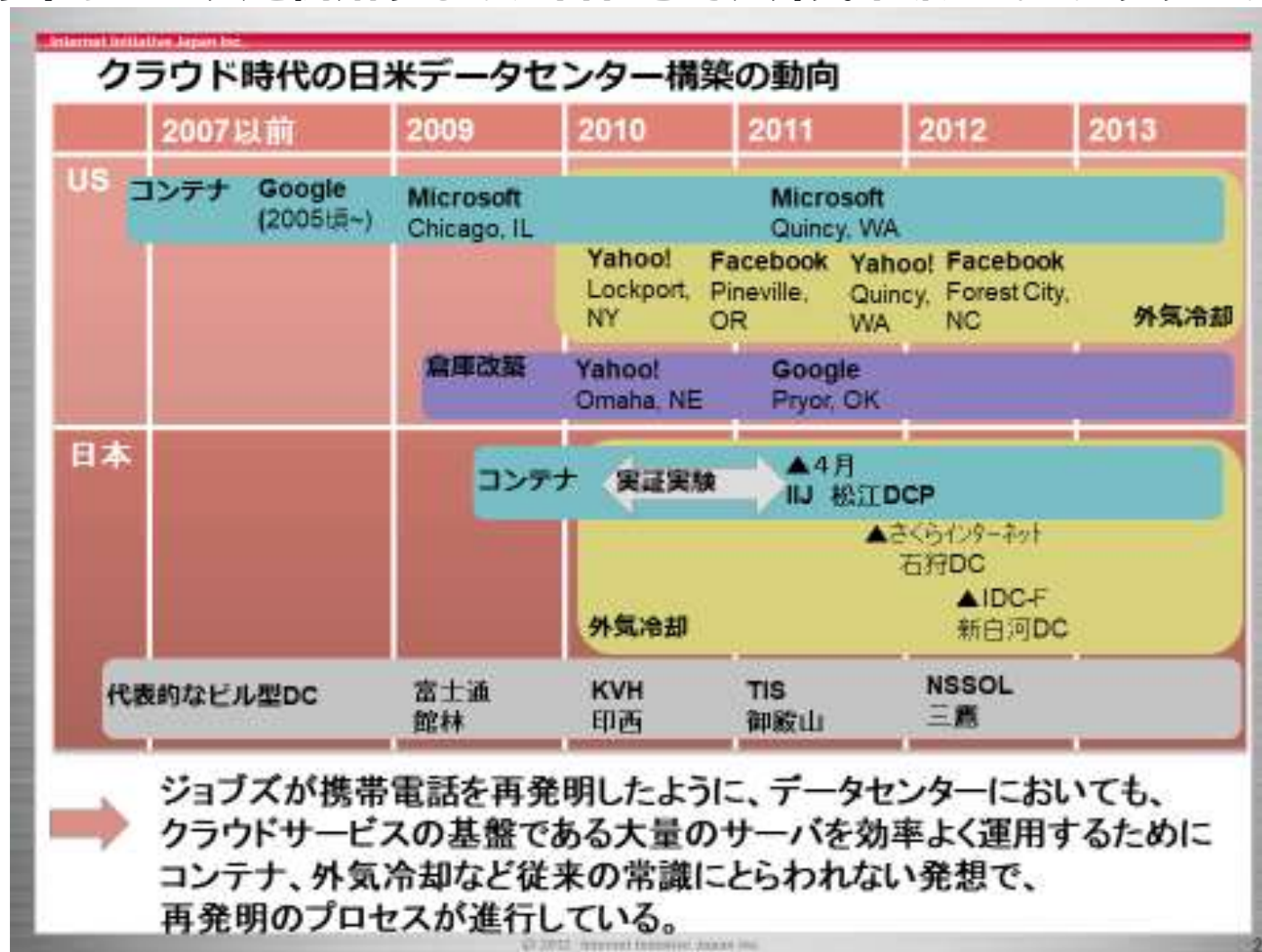


白井DCC 年間平均PUE



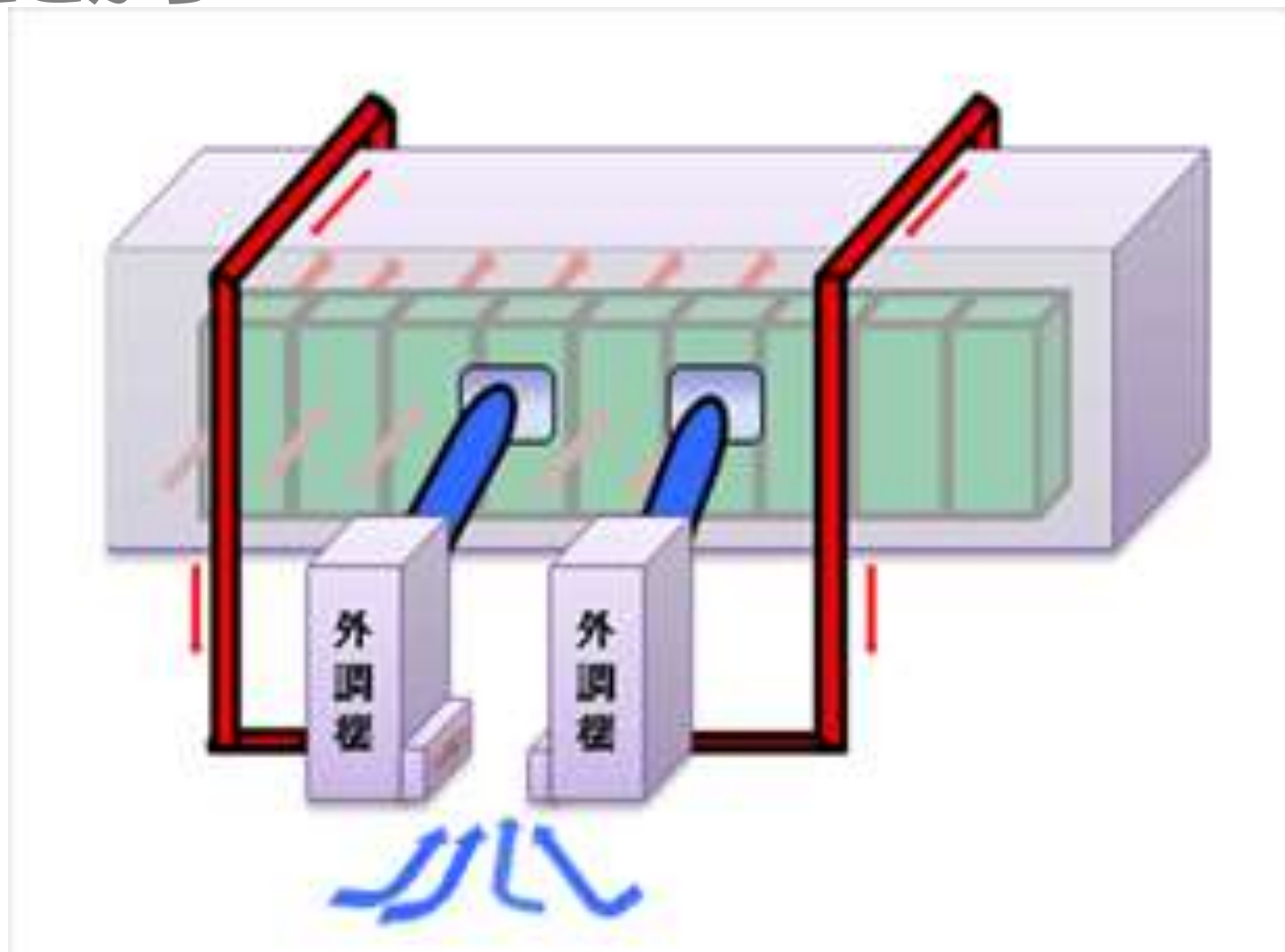
プレAI時代（クラウド時代）のIIJの取り組み

2008年頃から北米では、クラウド事業者が、コンテナと外気冷却方式を用いたデータセンターを本格的に建設し始め、IIJがクラウドサービスを開始するのに合わせて、外気冷却方式コンテナモジュールの開発を開始



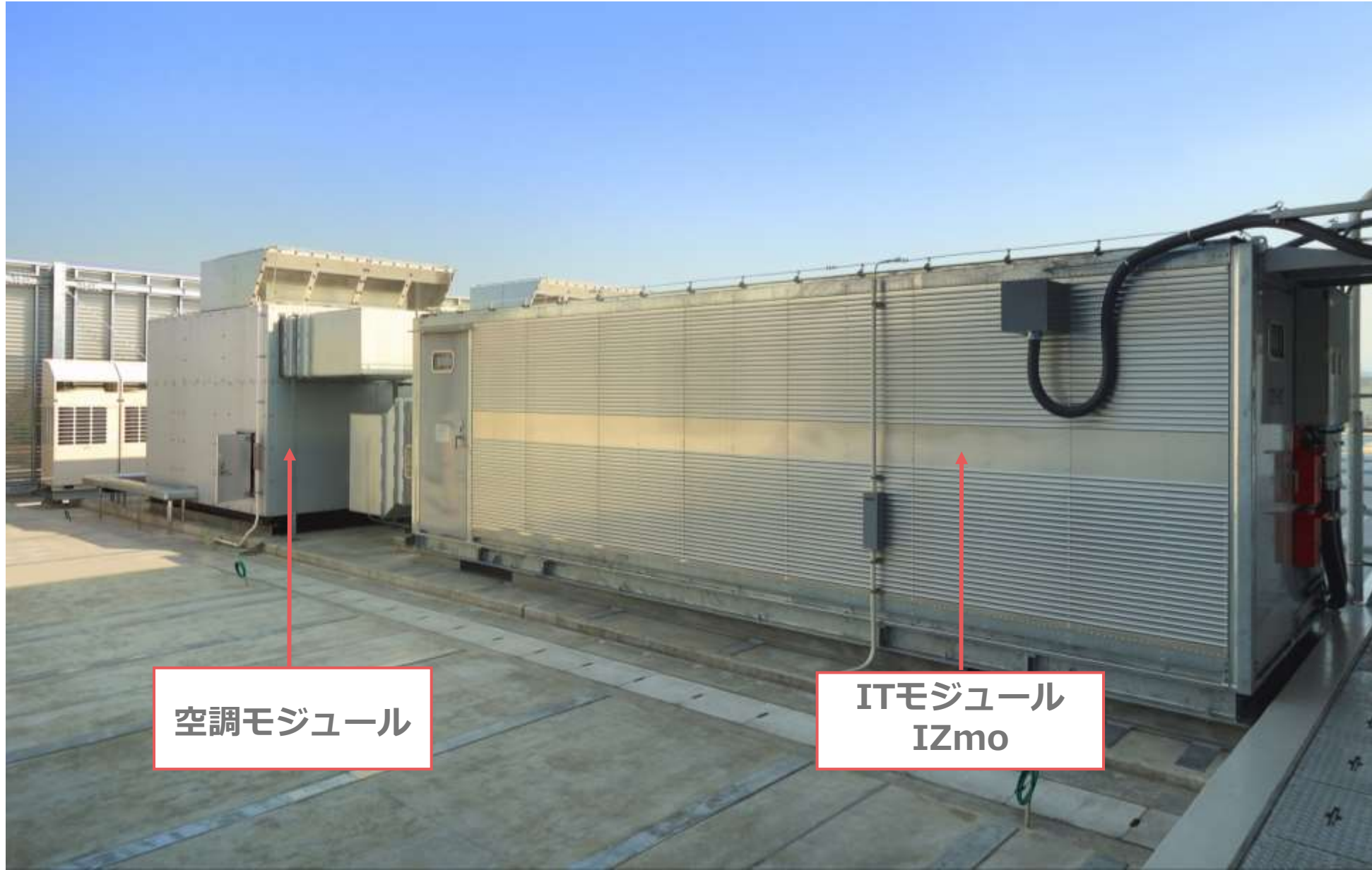
※2012年の社内資料

はじまりはここから



企画初期の外気冷却コンテナモジュールコンセプト（社内資料より抜粋）

IZmo : 直接外気冷却空調モジュール



空調モジュール

ITモジュール
IZmo

クラウドに最適化された松江データセンターパークを開設

2011年4月、日本初の外気冷却方式を用いた商用モジュール型データセンターを島根県松江市に開設
自社開発の外気冷却コンテナモジュール「IZmo」を採用し、商用サービス基盤設備として稼働中

アジア最大級のモジュール型
データセンターパーク



※冗長化された受電設備や非常用発電機、UPS等の電気設備、侵入検知システム、監視カメラ、入退館管理システム等のセキュリティ設備等、従来のDCと同等の機能と信頼性を実現しています（Tier3レベル） © Internet Initiative Japan Inc.

白井データセンターキャンパス（白井DCC）

松江データセンターパーク（松江DCP）の構築/運用で培った技術をベースに、システムモジュール構造のハイパースケールデータセンターを開設（千葉県白井市）

2019年5月運用開始
1期棟

2023年7月
運用開始(予定)
2期棟



ターゲット市場イメージ

従来の市場

2000年代

クラウド事業者

(Google, Amazon, Microsoft)

大規模なアプリケーション中心

2010年代

SaaS事業者

大規模アプリケーション、
中小規模のアプリケーション等

今後の市場

2020年代

クラウド事業者、SaaS事業者、一般企業
(プライベートクラウド) 等

大規模アプリケーション、中小規模のアプリケーション、個別の企業のシステム等

◆ 大規模/大容量

- ✓ 全体敷地面積：約40,000㎡
- ✓ 設備収容：6,000ラック（実効平均6kVA/ラックで利用した場合）
- ✓ 最大受電容量：50MW

◆ モジュール構造

- ✓ 柔軟な拡張性
- ✓ 短納期構築、低価格
- ✓ 高品質（工場で建築部材を加工により均質）
- ✓ 柱のない大空間のサーバールームで利用効率の向上

◆ 省エネ・再エネ利用

- ✓ リチウム蓄電池の活用
- ✓ 3相4線式UPS・バスダクト給電の採用
- ✓ 直接外気冷却方式、壁吹出方式を採用
- ✓ 太陽光パネルの設置

◆ DC運用の高度化・効率化・自動化

- ✓ 回線異経路4ルート配備、冗長性の確保
- ✓ 白井DCC、松江DCPの相互監視（エンジニア・オペレーター技術の相互共有）
- ✓ 空調AI制御、ロボット運用

デジタルトランスフォーメーションの本格進展に向けた新たな需要に対応

- ✓ 各種ネットワークサービス需要増に応じた自社設備収容スペース規模拡大
- ✓ クラウド事業者、SaaS事業者、一般企業（プライベートクラウド）等のコロケーション※需要増に対応

※コロケーション：データセンター内に顧客が所有するサーバやネットワーク機器などを設置するスペースを貸し出すこと

建築

◆ システムモジュールの特徴

建物を構成する部材の標準化。工場製作で品質を保ちながら、コスト・工期削減を実現
高層ビルや橋桁に用いられる鋼材を利用し、無柱の大空間(最大60m)が構築可能としスペース効率利用

◆ 着工から上棟までの期間

4ヶ月：2018年7月(着工) ～ 2018年11月(上棟)

◆ 耐震レベル

新建築基準法準拠



モジュール化による工期短縮

松江DCP実績

- ベース部構築 約6ヵ月
- モジュール(コンテナ)増設 約3ヵ月

 **IZmo** 9ラック



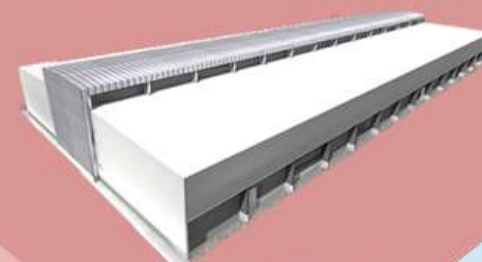
コンテナ(単体)による
コンテナ単位でのモジュール化

 **co-IZmo** 4～26ラック



コンテナ(連結)による
ユニット単位でのモジュール化

システムモジュール
基本単位150ラック～1000ラック



システム建築による
フロア規模でのモジュール化

給電方式：三相4線方式+幹線バスダクト化

電気設備を約30%コストダウン！
電力損失を最大約25%低減！

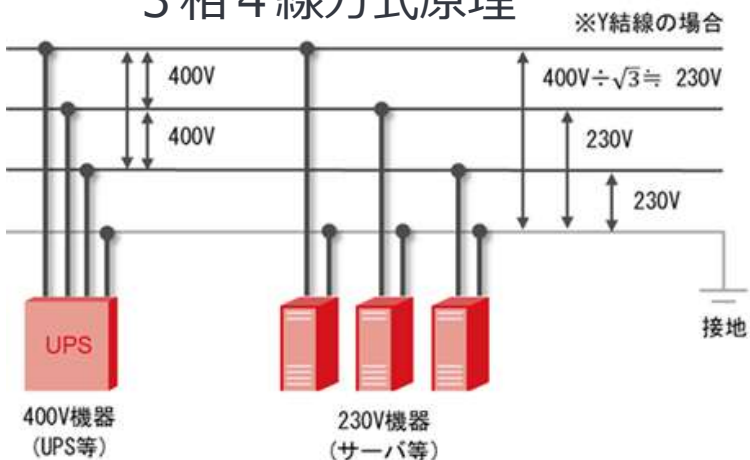
※導入効果の数値は松江DCP既設部との比較

※損失低減の数値は理想環境下での理論値

◆ 導入効果

- 高電圧(低電流)での送電による配線サイズ、損失低減
- 従来コンテナの台数分必要であったケーブルをバスダクトに一元化
- UPS出力-サーバ入力間のトランスレス化による損失低減
- コンテナ設置の都度発生していた接続工事を簡素化
- メンテナンス性向上
- 省スペース

3相4線方式原理



バスダクト



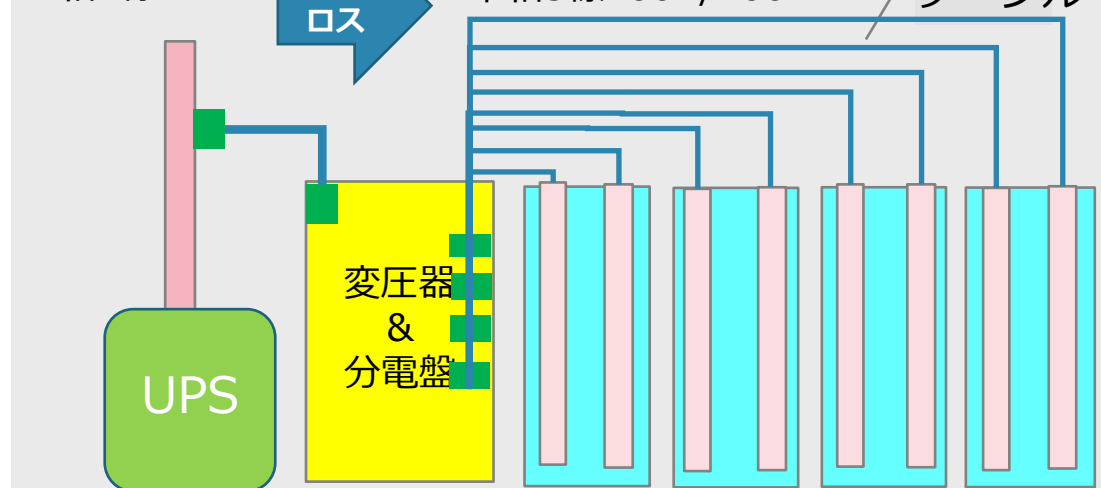
従来

三相3線400V

変換
ロス

単相3線200V/100V

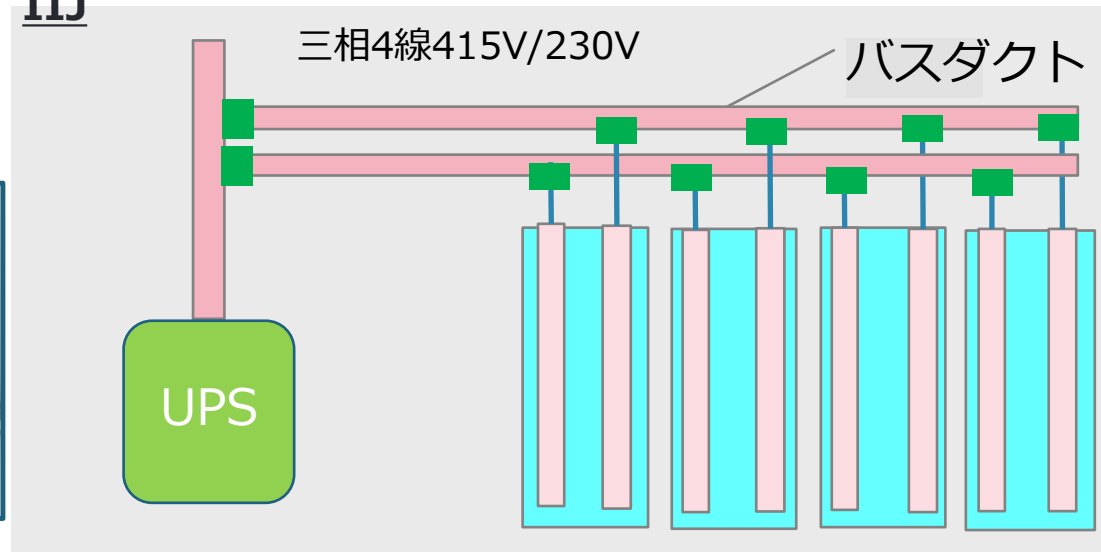
ケーブル



IIJ

三相4線415V/230V

バスダクト



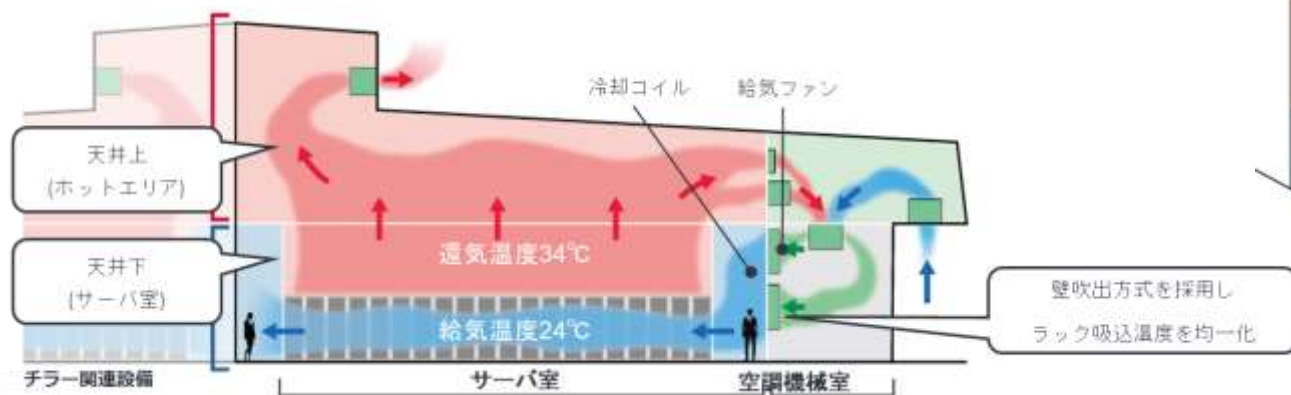
直接外気冷却方式

省エネ

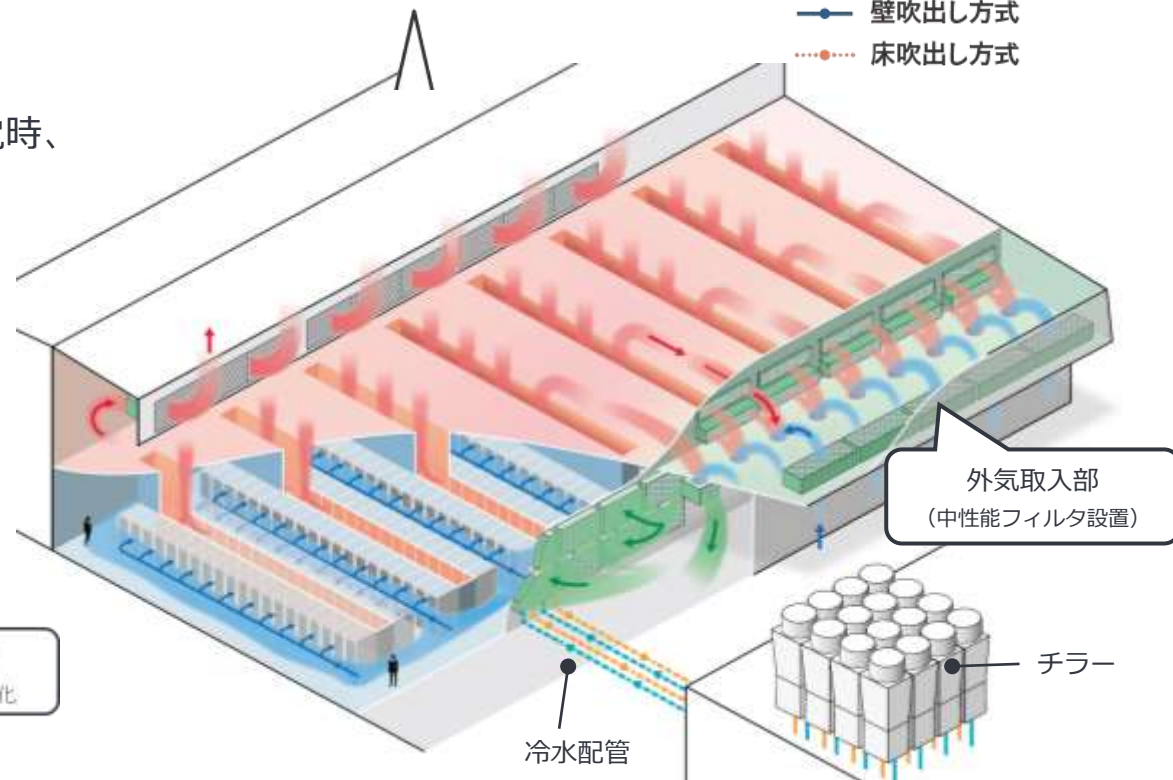
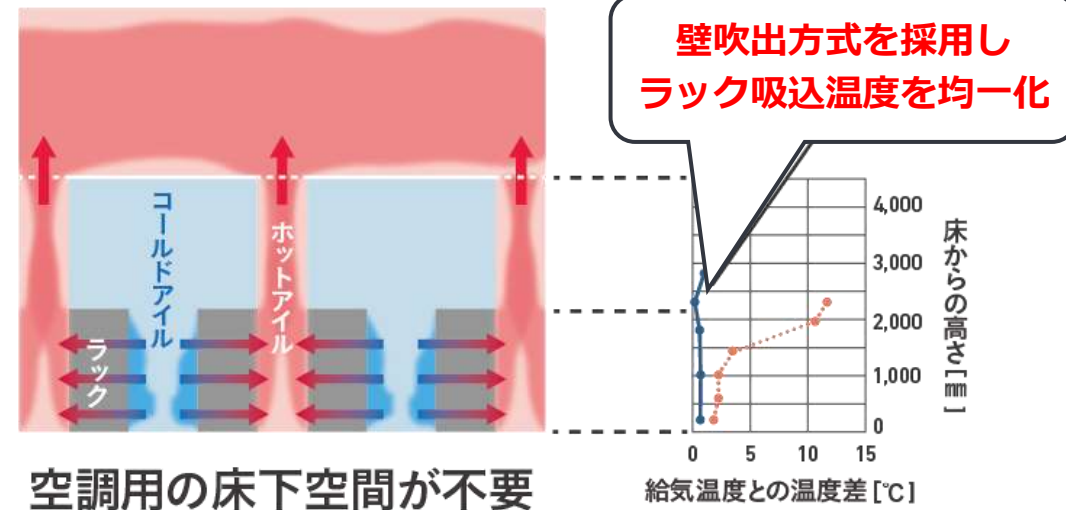
- 最大20kVA/Rackクラス（平均6kVA/Rack）の冷却に対応。
- 外気冷却方式を導入し、設計PUE1.2
- 温湿度、設備稼働状況の各種計測値をAI制御し高効率運転を実現
- 整流機構、ホットアイルキャッピング、壁吹出し方式空調の採用で、床吹出しとの比較で空調機を送風動力を約1/3まで削減。

信頼性向上

- N+1構成を基本とした冗長化
- 冷水循環用ポンプ、送風用ファンはUPS電源により保護。商用電源停電時、非常用発電機起動までのサーバ冷却停止を防止
- チラー再起動に備え、冷水のバッファータンクを設置



※その他省エネに関する取り組みは参考情報「白井DCC①煙突効果を用いたデータセンターの実現」を参照



ロボットによる「自動化・無人化（省人化）」を推進

定型業務を中心に、人手で行っている業務の内、ロボットで作業が代替できるものを自動化

1. フィジカルロボット（ALSOKの警備ロボット REBORG-Z）により、来訪者のアテンド、屋内外の巡回業務等の無人化を実証
2. ソフトロボット（RBA/RPA自動化基盤）により、入館申請業務、障害発生時の復旧対応等のITオペレーション業務の自動化を実証

受付・入退館管理業務



他DCによる相互監視



設備監視業務



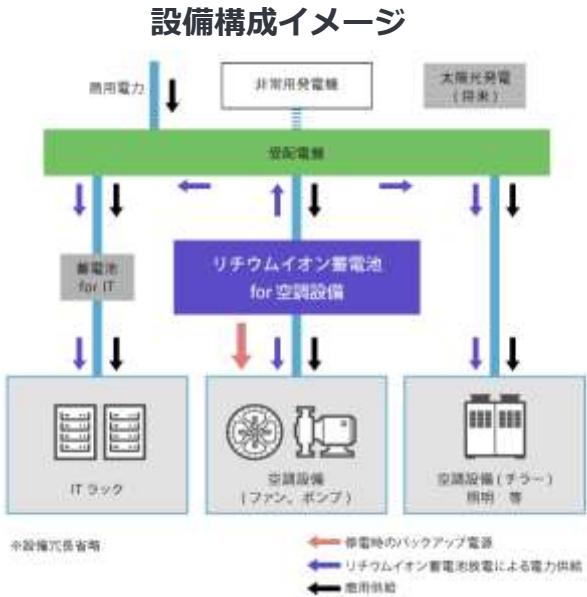
協力：株式会社IIJエンジニアリング
総合警備保障株式会社（ALSOK）

※その他、DC運用の効率化・自動化等に関する取り組みは参考情報「白井DCC② AIによる空調制御」を参照

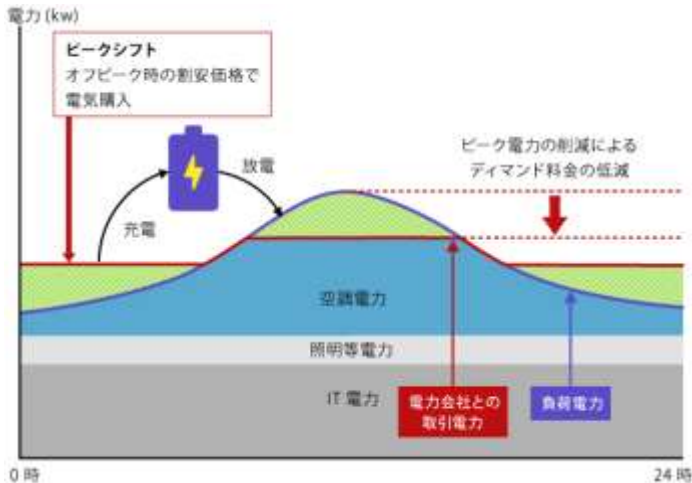
白井DCCにおける蓄電池を活用したエネルギー利用効率化の取り組み

テスラ社製蓄電池Powerpack

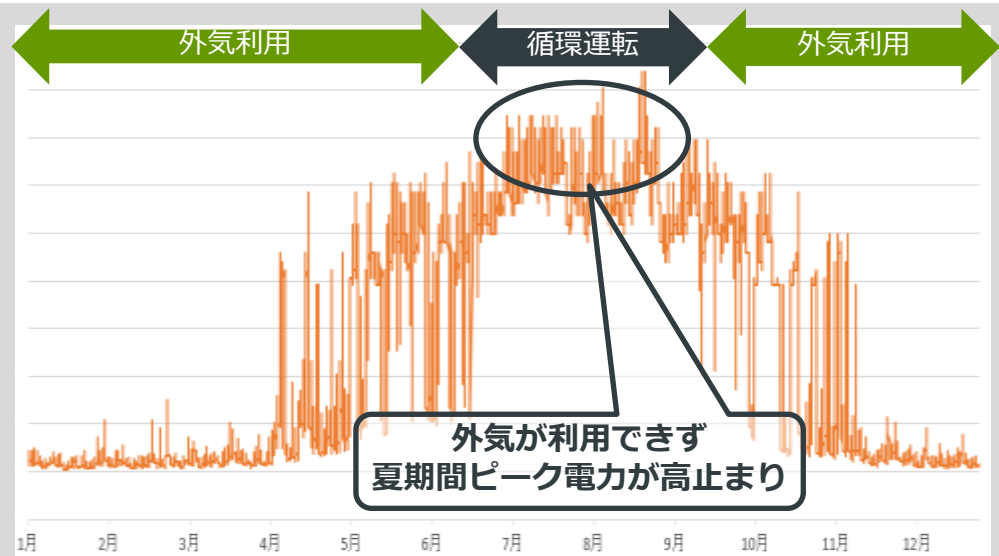
- ◆ 停電時のバックアップ機能だけでなく、大容量リチウムイオン型蓄電池を導入することにより、空調用UPSの受電ピークカット制御を実装
- ◆ 外気冷却空調の課題であった夏場のピーク電力の低減を達成
 - ✓ 2020年夏季の年間ピーク日において、DC全体の電力需要に対し10.8%のピークカット効果を実測
- ◆ 東京電力管内の電力供給逼迫に伴う節電要請にも 6 時間程度放電することで対応
 - ✓ 2022年3月 地震による火力発電所停止と気温低下による暖房需要増
 - ✓ 2022年6月 猛暑による冷房需要増



ピークカットイメージ



白井DCC空調設備年間消費電力推移



参考「白井データセンターにおける電力エネルギー制御の検証結果について」
(2020年12月17日)
<https://www.ij.ad.jp/news/pressrelease/2020/1217.html>



3. AI時代の データセンター

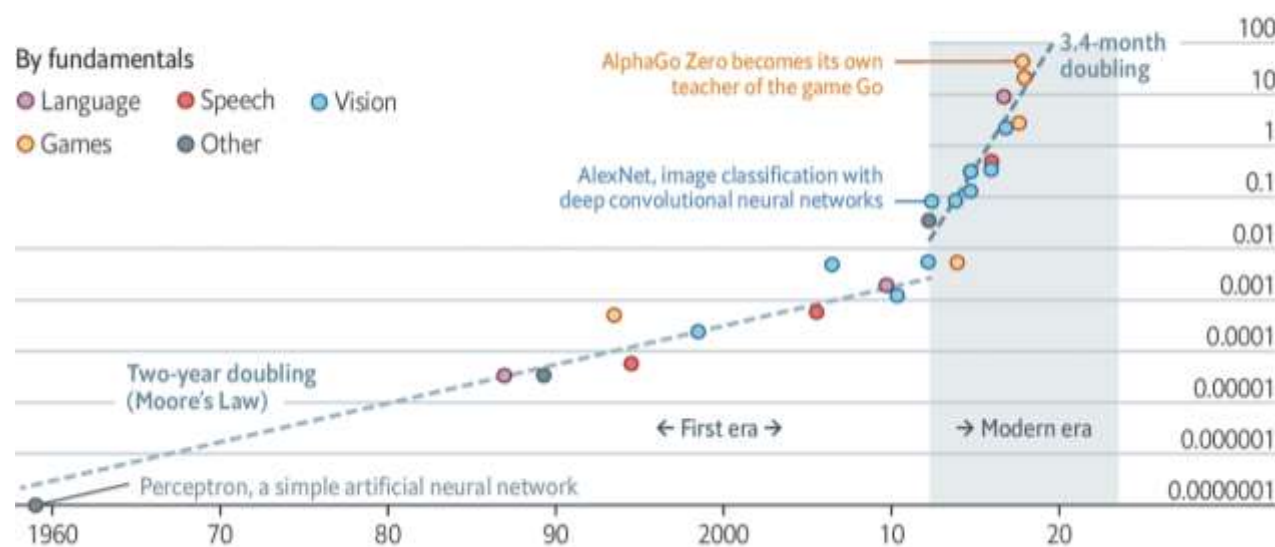


AI時代のデータセンターに求められること

- ◆ AIのトレーニングに必要とされる計算能力は、ムーアの法則の2年を遥かに超え、2012年から3.4か月毎に倍増。
ChatGPTに代表されるAIの需要は今後より拡大し、CPU/GPUの処理能力の増大が求められる。
- ◆ 今後導入されるデータセンター向けCPU（Intel Sapphire Rapids, AMD EPYC）は、処理能力の向上に伴い、TDP(Thermal Design Power)が300Wを超過しており、AI需要への対応のため今後CPUのTDPは増加していくと考えられる。
- ◆ TDPが300Wを超えると、空冷ではなく、水冷の冷却方式を導入する必要がある。
今後のデータセンターには、空冷で冷却する必要のあるNW機器なども混在するため、空冷/水冷のハイブリッド冷却機能を備え、かつカーボンニュートラルを実現するための高い省エネ性能を実現することが求められる。

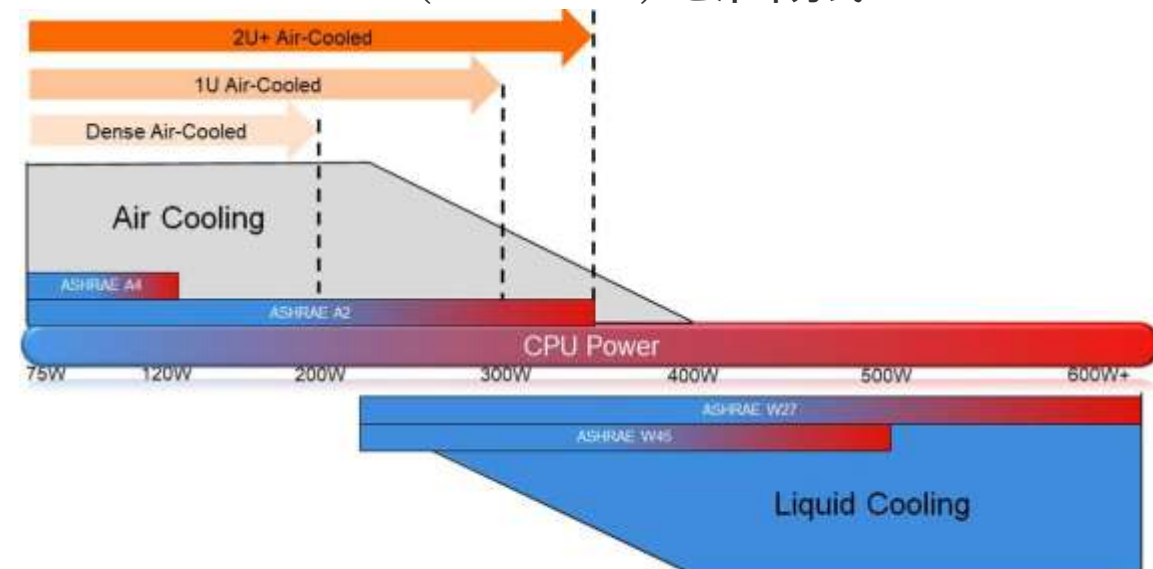
そして、AI向けのCPU/GPUを大量に効率よく設置できることが、データセンターには求められる。

AIトレーニングで使われる計算能力



出典：
The Economist <https://www.economist.com/technology-quarterly/2020/06/11/the-cost-of-training-machines-is-becoming-a-problem>
OpenAI <https://openai.com/research/ai-and-compute>

TDP (CPU Power) と冷却方式



出典：ASHRAE Emergence and Expansion of Liquid Cooling in Mainstream Data Centers
e Japan Inc.

AI時代に求められること：省エネ法(高い省エネ性能)

省エネ法が2022年4月に改正され、
データセンター業にベンチマーク制度が導入



目指すべき水準としてPUE1.4が設置

1 - (2) ベンチマーク制度の対象事業者

- ベンチマーク制度は、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）第5条に基づく「工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準」の別表第5に掲げる事業における年間のエネルギー使用量が1,500kl以上である者を対象にしています。
- 対象事業者は、省エネ法の定期報告書においてベンチマーク指標の状況について記入する必要があります。

■ 工場等におけるエネルギーの使用の合理化に関する事業者の判断の基準

Ⅱ エネルギーの使用の合理化の目標及び計画的に取り組むべき措置

また、別表第5に掲げる事業におけるエネルギーの年度（4月1日から翌年3月31日までをいう。）の使用量が原油換算エネルギー使用量の数値で1,500キロリットル以上である者は、同表に掲げる指標を向上又は低減させるよう努めるものとし、その際、各工場等における状況を把握しつつ、技術的かつ経済的に可能な範囲内において、中長期的に当該指標が同表に掲げる水準となることを目指すものとする。

別表第5 ベンチマーク指標及び中長期に目指すべき水準（令和4年4月1日改正施行予定）抜粋

区分	事業	ベンチマーク指標	目指すべき水準
16	データセンター業（データの処理を目的とした、データセンター（コンピュータやデータ通信のための装置の設置及び運用に特化した建物又は室）を運営し、又は利用し、情報処理に係る設備又は機能の一部を提供する事業）	当該事業を行っている事業所におけるエネルギー使用量（データセンター業の用に供する施設に係るものに限る。単位 kWh）を当該事業を行っている事業所におけるIT機器のエネルギー使用量（データセンター業の用に供する施設に係るものに限る。単位 kWh）にて除した値	1.4以下

出典：資源エネルギー庁(2022年4月)

AI時代に求められること：省エネ法（再エネの利用）

省エネ法が2023年4月に改正され、
「非化石エネルギーへの転換に関する措置」が新設される

早期に再エネ化が実現できる、非化石証書の需要が増大
2022年度第3回オークションの約定価格は、非FIT非化石証書は前回0.6円から上限の1.3円に上昇。FIT非化石証書は、前回同様0.3円だったが、約定量は大幅増。

改正省エネ法の概要

エネルギーの使用の合理化の対象範囲の拡大（エネルギーの定義の見直し）

- 省エネ法が「エネルギー」の定義を拡大し、非化石エネルギーを含む全てのエネルギーの使用の合理化を求める枠組みに整理する。
- 電気の一二次エネルギー換算係数は、全国一律の全国平均換算係数を基本とする。

② 非化石エネルギーへの転換に関する措置【新設】

- 特定事業者等に対し、非化石エネルギーへの転換の目標に関する中期計画及び非化石エネルギー使用状況等の定期報告を求める。
- 電気事業者が調達した電気の評価は、小売電気事業者（メニュー）別の非化石電源比率を反映する。

③ 電気の需要の最適化に関する措置【電気需要平準化の見直し】

- 電気の需給状況に応じた「上げDR」「下げDR」促進のための電気の一二次エネルギー換算係数の設定等により、再エネ出力抑制時の需要シフトや需給逼迫時の需要減少を促す仕組みを構築。
- 電気事業者に対し、電気需要最適化に資する料金体系等の整備を促す仕組みを構築。（現行の需量平準化に資する料金体系の整備に関する計画の作成等の義務の見直し）
- 電気消費機器（トランスフォーマー機器）への電気需要最適化に係る性能の向上の努力義務（現行の需量平準化に資する性能の向上の見直し）

→ これらを踏まえ、法律名を「エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律」に見直し。（令和4年5月13日 第208回通常国会で成立）

出典：資源エネルギー庁(2022年6月8日)

【参考】高度化法義務達成市場のオークション結果について(第3回)

- 2月末に高度化法義務達成市場における2022年度第3回オークションが行われ、前回（2022年11月）オークションと同様、買い手側の入札量が大幅に増加。他方、売り手側の入札量は僅少であった。これにより双方の証書とも、買い手側で未約定が生じ、約定価格がいずれも上限価格となった。
- 再エネ指定：約定価格 1.3円/kWh / 約定量 約1.8百万kWh
- 再エネ指定なし：約定価格 1.3円/kWh / 約定量 約1.4億kWh



出典：資源エネルギー庁(2023年4月5日)

© Internet Initiative Japan Inc.

再エネ価値取引市場の推移

- 直近の2022年度第3回オークションでは、過去最高の約54億kWhが約定。約定加重平均価格は0.30円/kWhとなった。
- 小売電気事業ライセンスを有さない事業者は48者、仲介ライセンスを有する事業者は93者が参加した。



AI時代に求められること：RE100 ※1（追加性の高い再エネ）

RE100 技術要件改定（2022年10月24日）
加盟企業が2024年1月1日から使用する電力に適用
「運転開始/設備増強から15年以内の制限」を追加



これまで技術要件を満たしていた小売電気事業者の再エネ電力メニューや、非化石証書の一部が、技術要件を満たさなくなる



新規のオンサイト、オフサイト再エネ発電設備等からの、
追加性のある再エネ電力の需要が増大する可能性

※1 RE100とは、企業が自らの事業の使用電力を100%再エネで賄うことを目指す国際的なイニシアティブ。2023年4月21日時点webサイトでは、全世界で402社（うち日本企業78社）が参加。

© Internet Initiative Japan Inc.

2.2 Commissioning or re-powering date limit, with exemptions and grandfathering

The RE100 technical criteria require corporate buyers' procurement of renewable electricity to observe a fifteen-year⁶ commissioning or re-powering⁷ date limit, or to be one of the following:

- Self-generation (procurement type 1)
- Physical power purchase agreements with on-site projects or off-site projects to which there is a direct line with no grid transfers (a subset of procurement type 2.1)
- Long-term project-specific contracts the corporate buyer has entered into as the original off-taker from the project(s), and extensions of those contracts, even if they exceed fifteen years in length, including:
 - Physical power purchase agreements with off-site grid-connected projects (a subset of procurement type 2.1)
 - Financial power purchase agreements (procurement type 2.2)
 - Project-specific contracts with electricity suppliers (procurement type 3.1)
 - Project-specific contracts for unbundled EACs (a subset of procurement type 4)
- Claims to default delivered renewable electricity (procurement types 5.1 and 5.2)
- Grandfathered contracts with operational commencement dates⁸ before 1 January 2024

Corporate buyers may exempt procurement of renewable electricity up to a threshold of 15% of their total electricity consumption from the requirements above.

In other words, if a corporate buyer is only procuring 15% renewable electricity, no procurement is subject to a commissioning or re-powering date limit. A corporate buyer procuring 50% renewable electricity may exempt 15% (in terms of its total consumption) and must subject the remainder of its procurement of renewable electricity (35% of its total consumption) to the requirements above. A corporate buyer procuring 100% renewable electricity may exempt 15% of its procurement and must subject the remainder of its procurement (85% of its total consumption) to the requirements above⁹.

The RE100 technical criteria do not recognize additional procurement of renewable electricity from projects commissioned or re-powered more than fifteen years ago beyond the 15% threshold.

These requirements for impactful procurement apply to corporate buyers' global procurement. Corporate buyers may choose in which markets to use the procurement types subject to the 15% threshold. RE100 recommends that corporate buyers voluntarily phase-out their use of the 15% threshold as quickly as possible.

⁶ "Fifteen years" is defined as on or after 1 January of the year fifteen years prior to the claim to use of renewable electricity. For example, a claim to use of renewable electricity over January-December 2025 must be based on procurement from projects commissioned or re-powered on or after 1 January 2010.

⁷ See Appendix C for RE100's guidance on re-powering of projects.

⁸ See Appendix F for definitions of operational commencement in the context of bundled or unbundled procurement.

⁹ See Appendix D for an illustration of how this rule impacts corporate buyers procuring different amounts of renewable electricity.

AI時代の超高密度データセンターを空冷で実現するための課題(1/4)

出典：ASHRAE “Emergence and Expansion of Liquid Cooling in Mainstream Data Centers”をIIJが要約、日本語化

1. ハードディスクへの影響

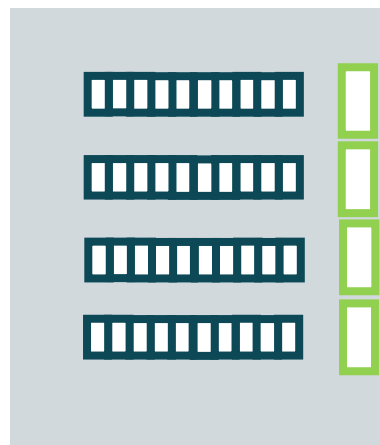
回転数が増えファンのノイズ/振動がハードディスクのパフォーマンスに影響を与える可能性

2. ラックのエアフロー

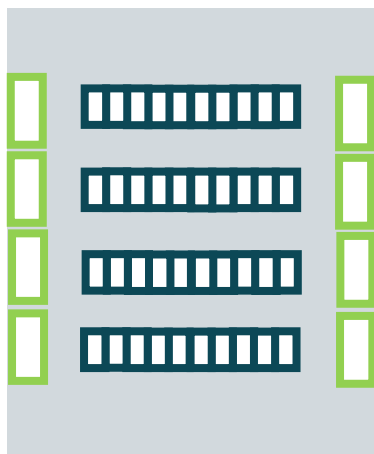
IT負荷20KW/ラック（500W/1uサーバ）で100cfm/uの風量が必要⇒40KWで2倍、80KWで4倍の風量が必要になるが、サーバ当たりのファンの数を増やすのは困難なため回転数を2倍、4倍に増やす必要があり、振動、騒音、消費電力が増加する。またサーバレームの空調からの風量も同様に増やす必要がある。下図のサーバレーム配置図では、10KW/ラックまでは、よくあるレイアウトだが、20KW/ラックだと空調機を物理的に配置できるというだけで、冷却可能なエアフローを確保することが困難。20KW/ラックを超えると、空調機を設置することすらできない。

■ ラック : W×D 700×1200

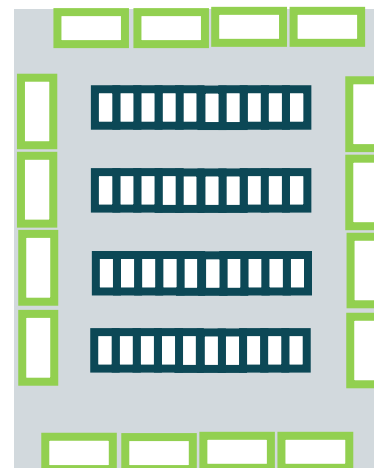
□ 空調(50KW) : W×D 2000×1000



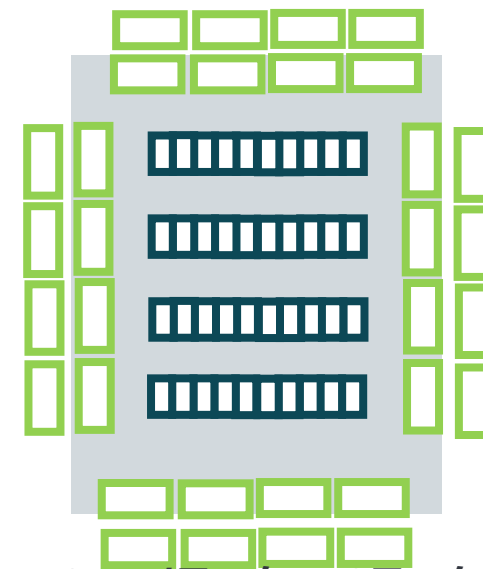
5KW/ラック×40ラック



10KW/ラック×40ラック



20KW/ラック×40ラック



40KW/ラック×40ラック

AI時代の超高密度データセンターを空冷で実現するための課題(2/4)

出典：ASHRAE “Emergence and Expansion of Liquid Cooling in Mainstream Data Centers”をIITJが要約、日本語化

3. 超高密度サーバーの温湿度条件

一般のサーバよりも厳しい制御が必要⇒省エネに逆行

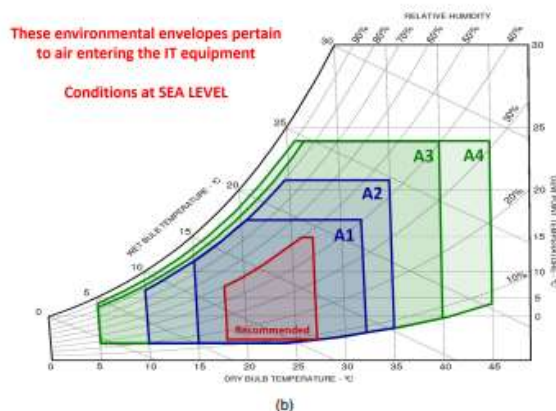
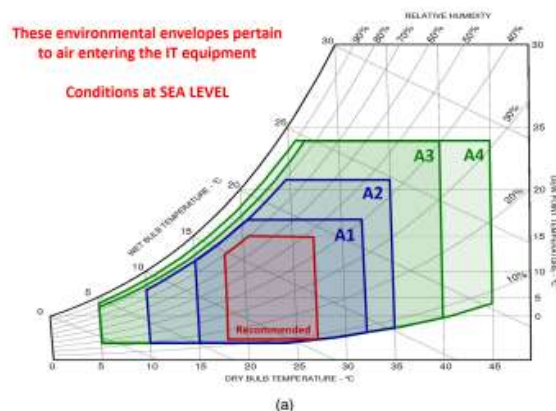


Figure F.1 Classes A1–A4 allowable and recommended operating conditions for (a) low level of pollutants and (b) high level of pollutants (SI units).

一般のサーバールームの温湿度条件

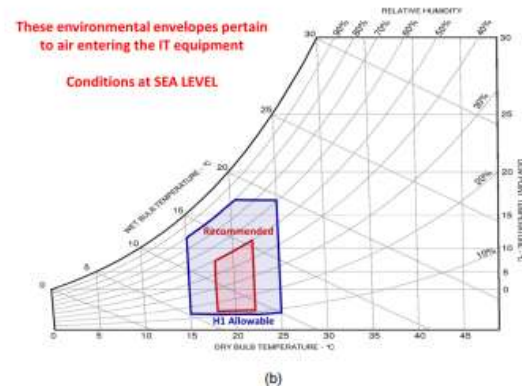
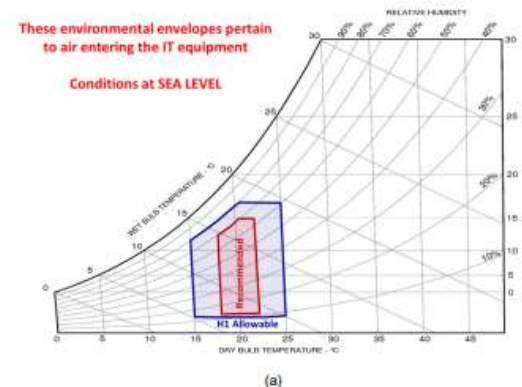


Figure F.3 Class H1 allowable and recommended operating conditions for (a) low level of pollutants and (b) high level of pollutants (SI units).

超高密度サーバールームの温湿度条件

AI時代の超高密度データセンターを空冷で実現するための課題(3/4)

出典：Ashrae “Emergence and Expansion of Liquid Cooling in Mainstream Data Centers”をIIJが要約、日本語化

4. サーバの消費電力に占めるファンの割合が増大

空冷だとサーバ内部のファンも風量を確保するために消費電力が増え、サーバ消費電力のうち処理に使われる電力の比率が低下し、効率も低下

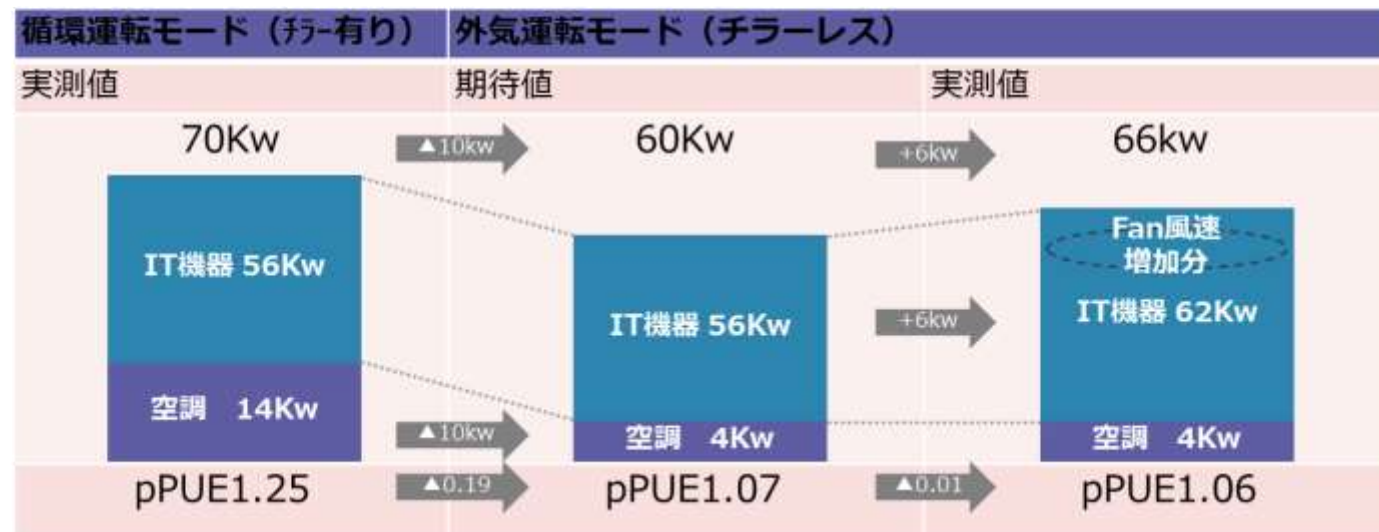
話は変わるが、PUEではIT機器の効率化は評価できない（IT機器が非効率なほうがPUEは良くなる）

夏期IT機器実証実験（2010年8月実施）

目的：夏期も循環運転モードを使わず、外気運転モードで冷却することで更なる省エネを実現

期待する効果：空調消費電力削減による、pPUE1.1 以下の実現

結果：空調消費電力は削減できたが、IT機器の消費電力はFanの風速が上がり増加した
pPUEの改善が、トータルの消費電力の低減に必ずしもつながらなかった



AI時代の超高密度データセンターを空冷で実現するための課題(4/4)

出典：ASHRAE “Emergence and Expansion of Liquid Cooling in Mainstream Data Centers”をIITJが要約、日本語化

5. 消費電力増大/風量の増加に伴うエアフローからの騒音

データセンターの音圧レベルは、米国労働安全衛生局の基準で聴力保護具を必要とするレベル

(参考：85db 8時間以上で難聴のリスクあり、日本も労働安全衛生法で同様の基準あり)

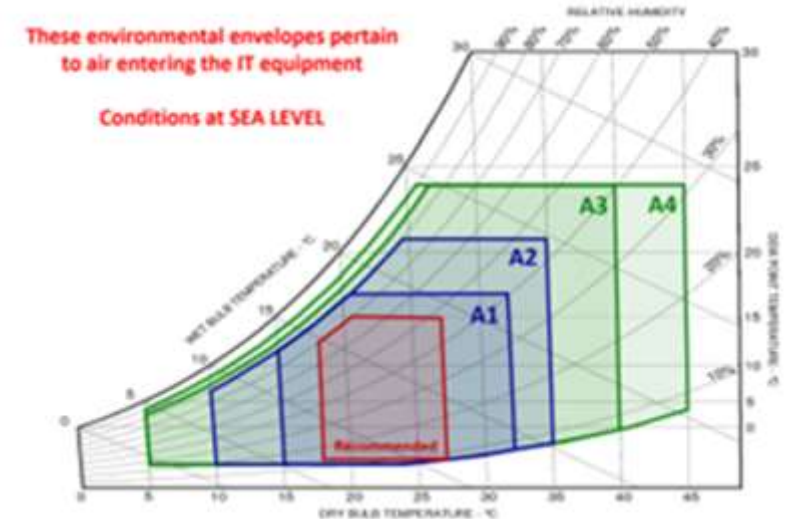
6. ホットアイル温度の上昇

ホットアイルの温度は、**最大42度** (ΔT 次第でもっと上昇する)

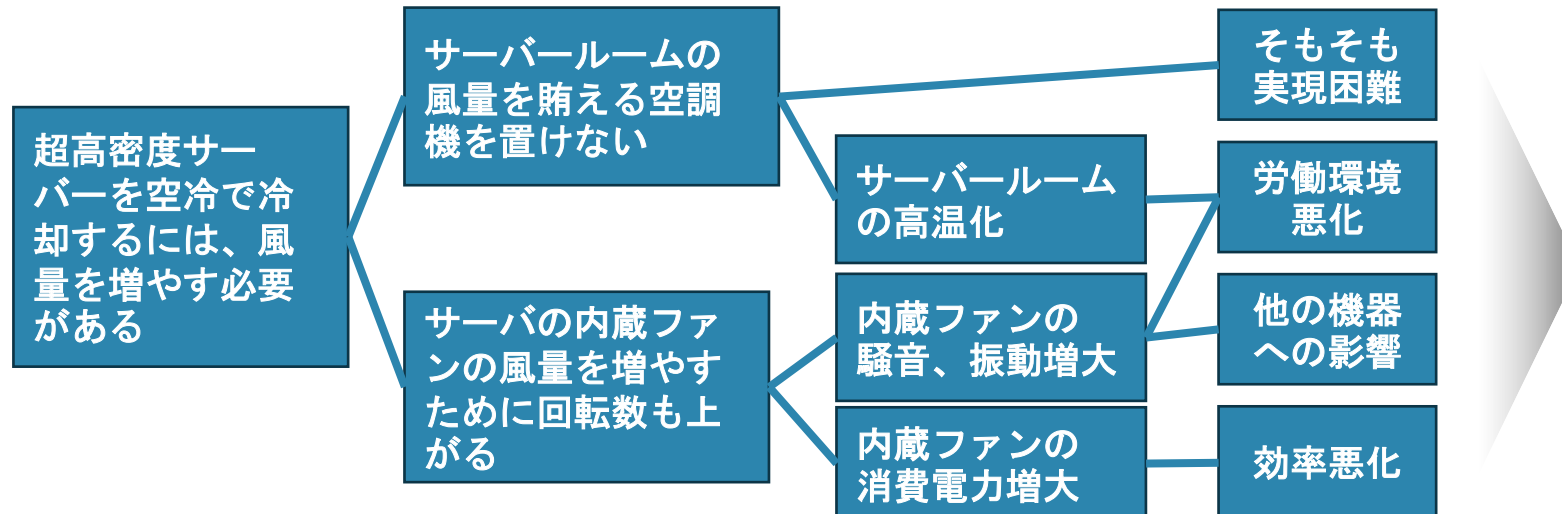
Recommended 上限 コールドアイル27度+ ΔT 10度=37度

A1 Allowable 上限 コールドアイル32度+ ΔT 10度=42度

⇒もはや安全に働ける環境ではない



出典：ASHRAE, Thermal Guidelines for Data Processing Environments fifth edition

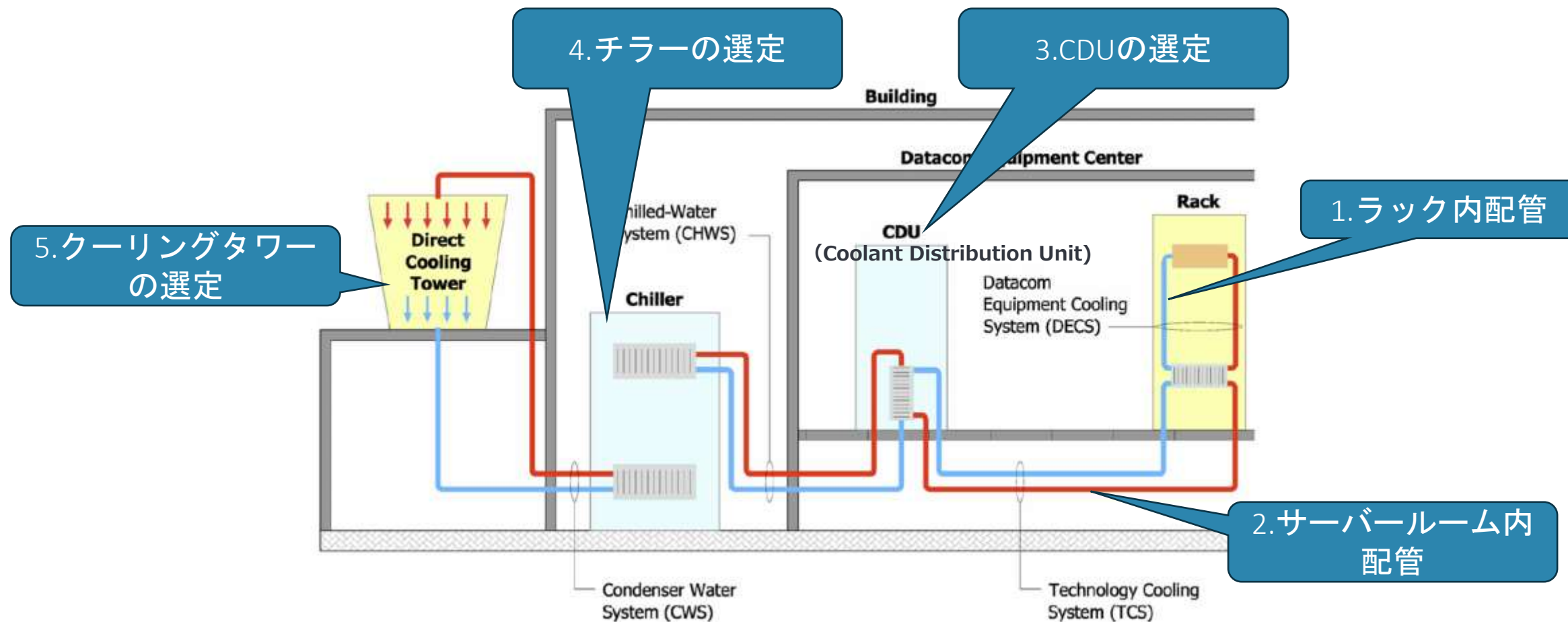


空冷に代わる冷却技術 が求められている

サーバ冷却技術比較

空冷に代わる冷却技術をクラウドサービス基盤に適用していくには、**長期的に安定した運用方法、かつ適正コストで提供可能な運用技術の確立**が求められている

超高密度データセンターの水冷冷却方式の課題



出典 : Ashrae Thermal Guidelines for Data Processing Environments Fifth Edition

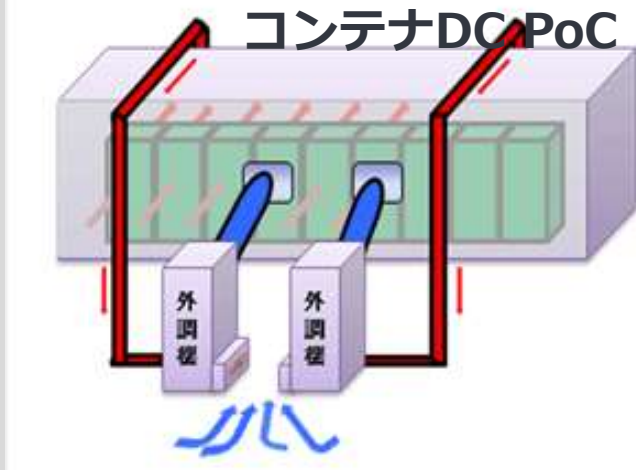
水冷コールドプレートDLCの構成例

最後に：時代は繰り返す

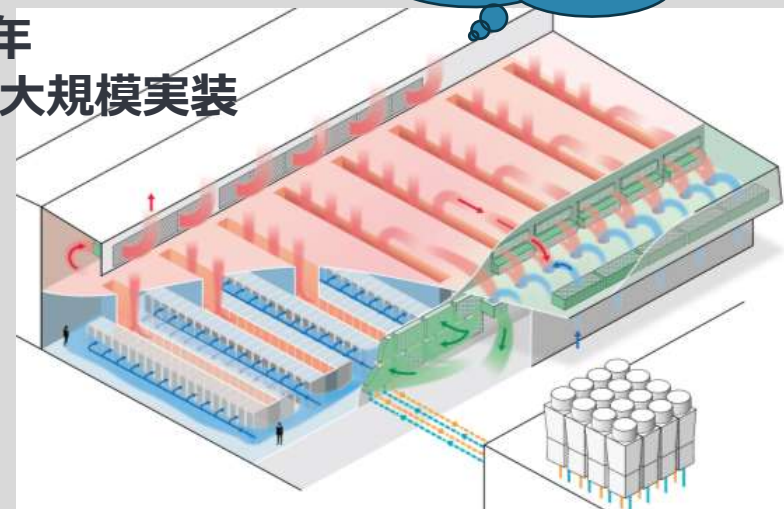
プレAI時代
=クラウド時代

2009年 高密度+省エネ

コンテナDC PoC



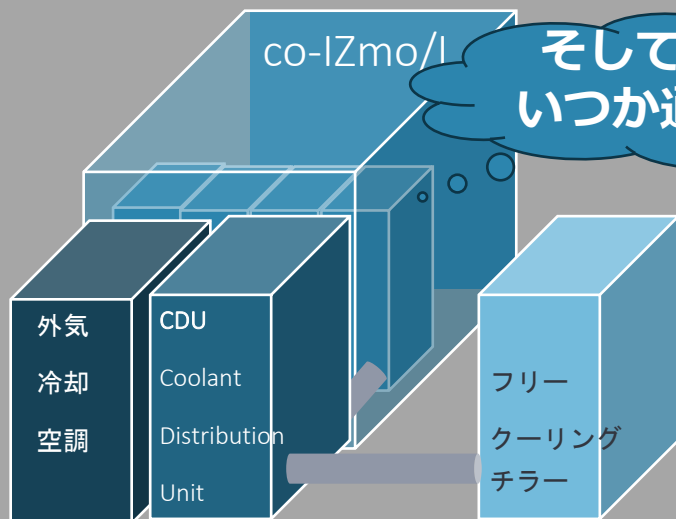
2019年
白井で大規模実装



AI時代

2023年 超高密度+省エネ/再エネ

DLC対応水冷コンテナDC PoC機



20xx年
AI時代超高密度データセンター大規模実装
今度は10年も待ってられない。。。。





ご清聴ありがとうございました

事業等のリスク

本資料の記載のうち、過去または現在の実事に関するもの以外は、将来の見通しに関する記述に該当します。将来の見通しに関する記述は、現在入手可能な情報に基づく当社グループまたは当社の経営陣の仮定及び判断に基づくものであり、既知または未知のリスク及び不確実性が内在しています。また、今後の当社グループまたは当社の事業を取り巻く経営環境の変化、市場の動向、その他様々な要因により、これらの記述または仮定は、将来実現しない可能性があります。