空調設備ニュース 11
air conditioning news
2026.Nov
No.053
□機器 □ダクト □配管 □換気
□排煙 □自動制御 ■他
一般社団法人 大阪空気調和衛生工業協会

超大型データセンター向け空調設備について

○はじめに

ﾃﾞｰﾀｾﾝﾀｰ（DC）とは、企業や組織が運用するｻｰﾊﾞｰ・ﾈｯﾄﾜｰｸ機器・ｽﾄﾚｰｼﾞ装置などのIT機器を一箇所に集約し、安定稼働させるための専用施設です。近年、生成AI・ﾋﾞｯｸﾞﾃﾞｰﾀ解析・IoT・5G通信の急速な普及に伴い、DCの需要は世界規模で急増しています。特に、延床面積数万㎡ｸﾗｽ「超大型DC」の新設が国内においても加速しており、従来の小規模ｻｰﾊﾞｰ室とは次元の異なる空調ｲﾝﾌﾗが求められています。本稿では、超大型DC向け空調設備の特徴と設計・施工上の注意点について紹介します。

○超大型ﾃﾞｰﾀｾﾝﾀｰ空調設備の特徴

超大型DCの空調設備は、ｵﾌｨｽﾋﾞﾙ内のｻｰﾊﾞｰ室や従来型小規模DCとは根本的に異なる以下の特性を持っています。



① 超高発熱密度への対応

ｻｰﾊﾞｰﾗｯｸ1台当りの発熱量は10～30kW 以上に達し、AI・GPU（画像処理半導体)ｸﾗｽﾀｰ用途では50～100kWを超える事例も増えています。極めて高い発熱密度に対して、局所的な高温状態を作らずに効率よく除熱するｼｽﾃﾑが不可欠です。

② 24時間365日の無停止連続稼働と高信頼性

空調設備の停止は ｼｽﾃﾑﾀﾞｳﾝ に直結しますので、「N+1」や「2N」といった冗長構成を基本とします。単一障害点（SPOF ：Single Point of Failure）を排除し、ﾒﾝﾃﾅﾝｽ中 も停止しないことや故障時に瞬時に予備へ切り替わる機能 が求められます。

③ 省エネ性能（PUE：電力使用効率）による評価

巨大な消費電力を削減するため、施設のｴﾈﾙｷﾞｰ効率を示す指標として PUE（Power Usage Effectiveness）が広く用いられます。

PUE ＝ 施設全体の全消費電力(kW) ÷ IT機器の消費電力(kW)

数値が「1.0」に近いほど、空調などの付随設備の消費電力が少なく効率的であることを示します。空調設備は施設全消費電力の約 30～40% を占めるため、冷却効率の向上が省エネの鍵となります。

○温湿度条件・適用基準

管理基準には、国際的なｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝである米国暖房冷凍空調学会（ASHRAE）の指針が適用されます。一般的な高信頼性ｻｰﾊﾞｰﾙｰﾑにおける条件は以下の通りです。

表1. ASHRAE TC9.9 推奨環境基準（第5版）

項目	推奨範囲	許容範囲	備考
給気温度	18℃ ～ 27℃	15℃ ～ 32℃	IT機器への給気温度
湿度下限	露点 -9℃	露点 -12℃ 且つ 相対湿度 8%	静電気の発生防止
湿度上限	露点 15℃ 且つ 相対湿度60%	露点 17℃ 且つ 相対湿度 80%	結露や腐食の防止

近年は、省ｴﾈとﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ削減のため、給気温度設定を推奨範囲上限（25～27℃程度）まであえて引上げる「高温給気運用」が主流となっており、ﾁﾗｰ（冷凍機）の 効率向上に寄与しています。

○主要空調方式の紹介（空気冷却から水冷・液冷への変遷）

IT機器の高密度化に伴い、従来の「空冷方式」から より冷却能力の高い「水冷・液冷方式」へと急速に進化しています。

① 空冷方式

床下から冷気を吹出し、ﾊﾟﾝﾁﾝｸﾞﾊﾟﾈﾙを通じてﾗｯｸ前面に供給する方式です。発熱密度が10kW/rack以下の小～中規模施設で主流でしたが、送風動力の増大やﾌｧﾝ風量の限界から、超大型施設での単独採用は難しくなっています。（図1）

② 局所空冷方式

ﾗｯｸの近接位置に冷却ﾕﾆｯﾄを配置し、空気の輸送ﾛｽを低減する方式で、15～30kW/rackﾚﾍﾞﾙの発熱に対応可能です。（図2）

③ 水冷・液冷方式

空気（熱伝達率が低い）に代わり、熱容量の大きい液体を直接利用する方式です。AI・GPUｻｰﾊﾞｰ等（50～100 kW/rack 超）の超高発熱密度に対応する唯一のｿﾘｭｰｼｮﾝとして急速に採用が進んでおり、PUEの大幅な改善が期待できます。

・ﾀﾞｲﾚｸﾄﾁｯﾌﾟ液冷（Direct Liquid Cooling）：（図3）
CPU/GPUの発熱面に受熱ｺｰﾙﾄﾞﾌﾟﾚｰﾄを密着させ、冷却水を循環し冷やす方式

・浸漬冷却（Immersion Cooling）：（図4）
ｻｰﾊﾞｰそのものを、絶縁性の不燃性冷却液に浸して丸ごと冷やす方式

④ 外気冷房の活用

冬期や中間期の涼しい外気を取り入れ、冷凍機を運転せずに冷却する方式です。これを水冷設備と組合せることで、PUEの大幅な低減（1.1～1.2）を実現します。



図1. 従来型空冷方式(CRAC/CRAH)


図2. 局所空冷方式（列間空調）

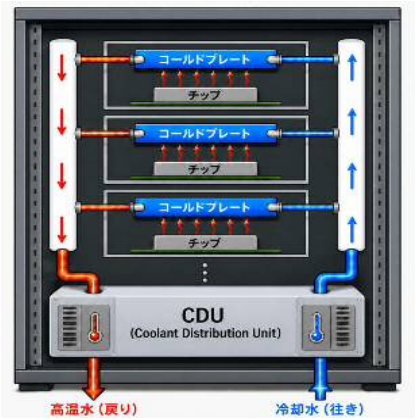


図3. ﾀﾞｲﾚｸﾄﾁｯﾌﾟ液冷(DLC)



図4. 浸漬冷却(Immersion Cooling)

○設計・施工上の注意点

① N+1 / 2N 冗長構成とSPOFの排除

熱源機器・空調機・配管系統の全てに予備を備える「二重化」を行い、単一故障が全体停止に繋がるSPOFを排除します。

② 熱流体気流ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ（CFD解析）の活用

ｺｰﾙﾄﾞｱｲﾙ（冷気通路）または ﾎｯﾄｱｲﾙ（熱気通路）を物理的に密閉・分離し、混気を防止します。設計段階でCFD解析を行い、気流ｼｮｰﾄｶｯﾄ や ﾎｯﾄｽﾎﾟｯﾄ がないかを事前に検証します。

③ 結露の防止

水冷方式では、室内の水分が冷却水配管に触れて結露しないよう、厳密な湿度管理と冷却水温度制御が不可欠です。

④ 連続稼働のための電源・空調の連携制御

UPS（無停電電源装置）や自家発電設備からの電源供給と空調制御ｼｰｹﾝｽを同期させ、停電時にも冷却水循環が途切れないﾊﾞｯｸｱｯﾌﾟ動作を検証します。

⑤ 段階的試運転・性能検証の徹底

IT機器の搬入前に模擬ﾛｰﾄﾞﾋｰﾀｰを用いた全負荷・部分負荷ﾃｽﾄを行い、温湿度分布・気流ｷｬﾘｰｵｰﾊﾞｰ・熱応答性を検証します。

○まとめ

超大型DC の空調設備は、高発熱密度への対応 と PUE低減 を最優先課題として、従来の空冷方式から水冷・液冷方式へと大きく変遷しています。設計および施工においては、N+1 / 2N 冗長構成による高い信頼性の確保・気流封じ込め・露点管理ならびに確実な性能検証の実施が不可欠です。今後もAI技術の進展に伴い、更なる発熱の高密度化に対応し得る冷却技術の進化が続くため、最新の動向を見据えた柔軟で高効率なｼｽﾃﾑ設計が求められます。

空調設備ニュース

●編　集　技術委員会空調部会
●発行所　（一社）大阪空気調和衛生工業協会
大阪市中央区安土町1丁目7-20　新トヤマビル3階
TEL.06-6271-0175　FAX.06-6271-0177
URL.http://daikuei.com/