

特集

AI時代における データセンタの課題と 古河電工の挑戦

生成AIの普及によりデータセンタの市場規模は急速に拡大し、2029年には90兆円に達すると予想されています(図1)。また、データセンタの役割も大きな転換点を迎えています。従来は大量のデータを効率よく保存・配信することが重要でしたが、現在ではAIモデルの学習や推論を担い、膨大な演算処理が求められるようになりました。新たな要求に伴い高性能なGPU(Graphics Processing Unit)を多数搭載した高密度サーバ構成が主流となっていますが、電力消費と発熱の急増や、データセンタのネットワーク帯域不足という課題が顕在化しています。これらの課題は、単に設備を増設すれば対応できるものではありません。電力供給、冷却方式、ネットワーク構成、更には使用される材料レベルに至るまで、データセンタ全体を再設計する必要があります。一方で、AIは社会や産業に新たな価値をもたらす存在であり、AIに特化して設計されたAIデータセンタは「高性能」と「持続可能性」を両立させることが必須です。AIデータセンタは、技術革新と社会的責任の両面から進化を迫られる、まさに最前線のインフラとなりつつあります。

当社グループでは以前よりデータセンタ分野に着目し、関連する技術の研究開発に取り組んできました。ここでは、AI時代のデータセンタが直面する課題を解説するとともに、当社グループが、これまで培ってきた多岐にわたる広範囲な技術を活用し、課題解決に向けてどのように挑戦しているのかを紹介します。



図1 世界のデータセンタサービスの市場規模(売上高)の予測¹⁾
Forecast of the size of the global data center services market (sales).

データセンタが直面する課題と当社グループの技術

1. 放熱技術

AIデータセンタにおいて、多数のGPUなどのAI専用アクセラレータが用いられるようになった結果、従来のクラウド用途のデータセンタと比較して、単位時間あたりの電力消費が著しく増加しています。特にモデルの学習フェーズでは、高負荷運転が長時間継続し、データセンタ全体の電力需要を大きく押し上げる要因となっています。図2に示すように、国内ではデータセンタの増設によって、最大需要電力量が10年後には2025年の約13倍になると推定されています。

また、GPUの高度な演算処理の拡大によって、AIデータセンタ内のサーバ(以下、AIサーバ)の電力要求は急速に高まっています。NVIDIA社のGPU・R200(Rubin)では最大2.3kWを消費²⁾し、従来のCPU(Central Processing Unit)中心のサーバとは桁違いの熱と電力負荷をもたらします。

国内データセンタの新增設によって 最大需要電力は10年後に約13倍に

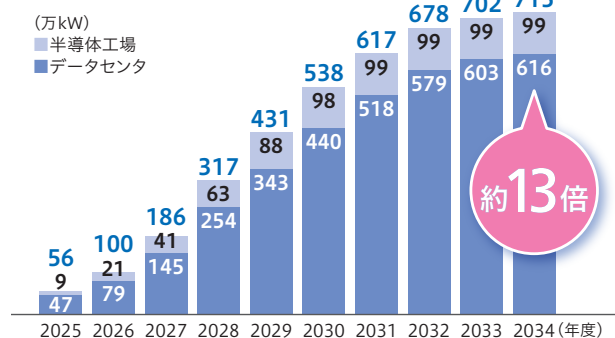


図2 国内最大需要電力量の予測³⁾
Forecast of peak electricity demand in Japan.

データセンタの階層構造を図3に示します。AIサーバは、複数のGPUを搭載するため、ノード単位の電力密度は従来のデータセンタ設計の想定を超えつつあり、サーバ内部だけでなく、ラック電源、配電ユニット、電源経路全体の見直しが必要となっています。

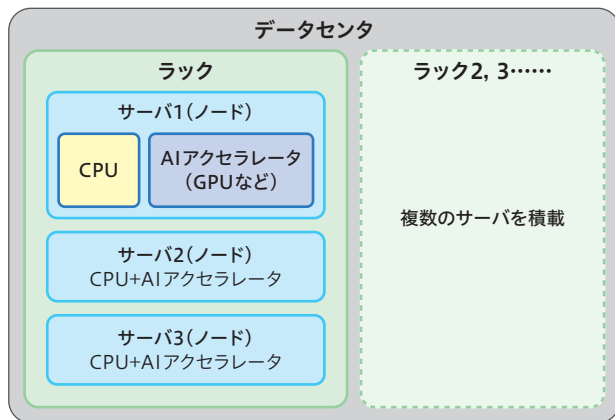


図3 データセンタの階層構造
Hierarchical structure of data centers.

この電力増加は発熱量の増加を意味します。また、GPUなどのAI向けアクセラレータは、演算器とメモリをパッケージ内に高密度集積しており、限られた場所に多数の熱源が存在するため、従来の空冷方式では必要な冷却性能を確保するこ

とが難しくなっています。

このような背景から、水や冷媒など熱容量の大きい媒体を用いることで、効率的に熱を運び出す、液冷方式 (Liquid Cooling) の採用が拡大しています。液冷方式には、CPUやGPU上に設置した金属プレート内に冷却液を流す「コールドプレート方式」、サーバ全体を冷却液に浸す「液浸冷却方式」などがあります。図4に空冷と液冷 (コールドプレート方式) の構造上の違いを示します。図5に示すように液冷方式を採用することで冷却のための消費電力を低減でき、表1に示すように施設の特定部分の消費電力をIT機器の消費電力で割った電力使用効率 (partial Power Usage Effectiveness : pPUE) の大幅改善に寄与します⁵⁾。また、冷却に必要な面積を大幅に低減することができます。

液冷方式の採用は急速に拡大していますが、すべてが液冷方式に置き換わるわけではなく、今後も空冷方式と液冷方式は熱負荷条件および適用環境に応じて、選択的に適用されると考えられています。当社グループはこれまで、集中した発熱を高速に拡散できるヒートパイプを用いた空冷製品により、サーバの放熱を支えてきました。CPUやGPUの発熱増大に伴い、限られた空間内で最大限の熱輸送を実現するための最適設計および部品加工技術を更に磨いてきました。これらの放熱技術を液冷製品にも展開し、高い熱輸送性能により発熱量の大きい電子機器を効率的に冷却することで、AIデータセンタの安定稼働に貢献しています。

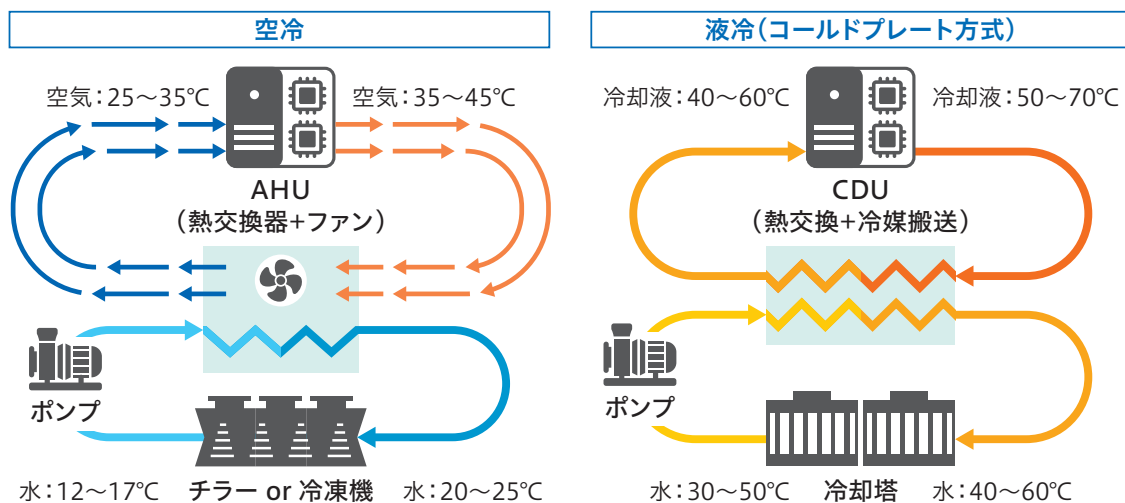


図4 空冷と液冷の構造上の違い⁴⁾
Structural differences between air cooling and liquid cooling.

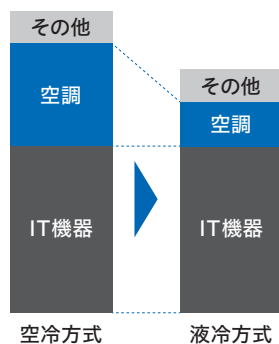


図5 冷却方式別消費電力イメージ⁵⁾
Power consumption by cooling method.

表1 冷却方法別性能比較
Performance comparison by cooling method.

	空冷	液冷 (コールドプレート方式)
pPUE (partial PUE)	1.3 程度	1.05 程度
室内必要面積 (冷却能力 100 kW あたり)	2 m ² 程度	0.5 m ² 程度

2. 通信技術

大規模かつ遅延なくAIの学習を進めるには、GPUやストレージを結ぶネットワークの帯域拡大が必須となります。AIデータセンタのネットワークは、図6に示すように、スケールアップ、スケールアウト、スケールアクロスの3階層で構成されます。

スケールアップは、サーバラック内で複数のGPU間を高密度に接続するネットワークであり、極低遅延と高信頼性が求められ、電気配線方式が主流です。NVIDIA社が2026年5月末に量産開始を発表したVera RubinプラットフォームではGPUあたり最大3.6 TB/sという帯域が実現され⁶⁾、複数のGPU間を接続するラック全体では260 TB/sの極めて広い帯域を有しています。現在、GPU間の接続には銅配線が用いられていますが、数十～百Gbps級では銅配線の利点が大きいものの伝送速度の向上に伴い損失や消費電力、発熱が課題となってきています。また、次世代のFeynmanプラットフォームに適用される第8世代のNVLink^{※1}では、電気配線を補う光配線の導入が予定されています。加えて、サーバラック全体の構成の見直しも含めて、電気配線と光配線を使い分け、大幅な容量拡大を実現する設計が求められています。

当社グループは、高速・大容量通信を支える電気配線用材料として、無酸素銅を用いた高速伝送ケーブル、高周波回路基板に用いられる電解銅箔を提供しています。無酸素銅は電気抵抗が低いため、信号減衰やノイズの発生を抑えた高速伝送を可能にします。この特性は、サーバ間を接続する高速銅ケーブルやDAC (Direct Attach Cable) など特に重要であり、低遅延かつ高信頼性なデータ通信を実現します。電解銅箔では、AIサーバやデータセンタ向けネットワーク機器の高速化に伴い、伝送損失低減への要求が一層高まっています。当社はHVLP電解銅箔を展開しており、表面粗さを極めて低く抑えることで高周波信号の伝送損失を低減した銅箔を提供しています。更に、次世代の1.6TbE向けに、従来グレードを上回る伝送性能の実現を目指しています。

スケールアウトでは、ラック間・クラスタ間を光ファイバ及び光スイッチで接続して連携させる超高速伝送が行われています。これまで用いられてきた光トランシーバを用いる

フロントパネル方式の実装形態から、CPO (Co-Packaged Optics) という新しい実装形態を導入して光配線の割合を高め、更なる高速化と低消費電力化が図られています。CPOはシステムレベルでの信頼性も確認され、実運用の直前となっています。当社グループは、CPOに向けた外部光源と光ファイバアセンブリの開発を進めてきました。外部光源には長年にわたって開発及び製品化を進めてきた高出力のDFBレーザチップとモジュール技術が適用されています。光ファイバアセンブリでは偏波保持ファイバを細径化し高精度のコネクタと組み合わせることで多チャンネルの光配線を実現します。CPOはスケールアウトへの導入が始まり、更に前述したスケールアップにも電気配線を置き換え、光配線の導入が期待されています。

スケールアクロスは、複数のデータセンタ間の100 kmを超える通信であり、これまではデータセンタインターコネクトと呼ばれてきました。スケールアクロスには、光の強度情報のみならず、位相や偏波も利用して大容量のデータ通信を行うことが可能なデジタルコヒーレント光通信技術が用いられます。更なる広帯域化のため、使用する波長領域を従来のCバンド帯に加えて、Lバンド帯へ拡張することにより、光ファイバ1本あたりの通信容量が拡大されています。また、現在の通信速度は400 Gbpsですが、次世代として800 Gbps、1.6 Tbpsの光トランシーバも開発され、データセンタ間の通信技術としての実用化が期待されています。更に、スケールアクロスでは、マルチレイルという新たなファイバ網が導入され、複数の光ファイバ対（レイル）を並列に用いることで、通信容量の数十～数百Pb/s級の大容量化が実現されようとしています。また、増幅器や監視機能などの光リソースを共有することで、ラックスペース・消費電力・コストの増加を抑えながら、容量を拡張できる点が特長です。

当社グループは、スケールアクロスの大容量・低損失・低遅延の光通信技術でも光トランシーバおよび光部品を高性能化することで世界のデータセンタ網を支え、希土類ファイバを用いた光増幅やラマン増幅に必須となる高機能ファイバ及び励起光源を製品化しています。1万心を超える低損失光

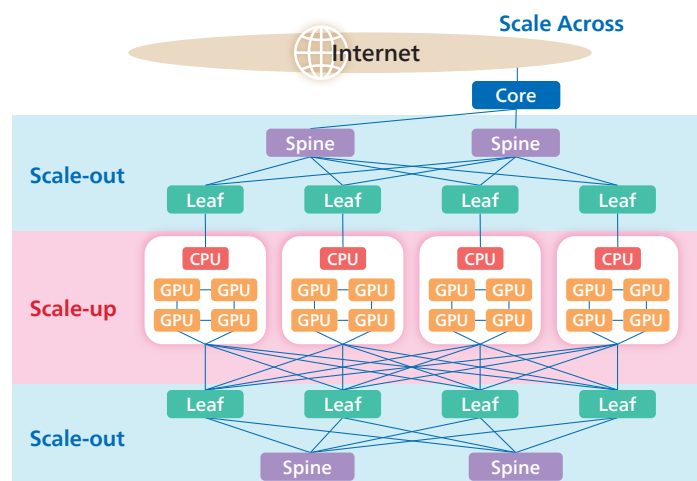


図6 AIデータセンタのネットワーク構成
Network architecture of AI data centers.

ファイバからなる超多心光ファイバケーブルも提供を開始しており大容量伝送を支えています。

持続可能性が求められるデータセンタへの電力供給手段として、大規模な再生可能エネルギーの導入は避けられませんが、太陽光や風力発電に適した地域は、大量の情報を必要とする人口密集地域からは遠く離れています。電力の確保および効率的な利用の視点から、再生可能エネルギー発電所や電力供給に余裕のある地方の既存発電所の近くに分散配置したデータセンタを光ネットワークで接続し、図7のように電力と情報を一体的に最適化する「ワット・ビット連携」という概念が提唱されています⁷⁾。

日本列島の各地域に分散配置されたデータセンタはNTTのIOWN構想でも提唱されているオールフォトニクスネットワーク（APN）によって相互接続されます。APNにより、データを光のままエンドツーエンドで伝送することが可能となり低遅延かつ低消費電力での広域通信が実現されます。電力側においては、地方に立地する再生可能エネルギーを有効活用します。太陽光発電は陸上に、風力発電は洋上に配置され直流送電網によってデータセンタへ供給する構成となって

います。将来、長距離・大容量送電における損失を低減できる直流送電の重要性も今後高まると考えられます。このように、電力供給の安定した地域でデータ処理し、データを活用する都市部にAPNを使い、電力（ワット）の状況に応じて、処理（ビット）を柔軟に移動させるワット・ビット連携によって再生可能エネルギーの最大活用とデータセンタの高効率運用を同時に実現する新たなデジタルインフラが実現されます。

当社はAPNの実現に向けて、マルチコアファイバや超低遅延・低損失特性を有する空孔コアファイバの開発を進めています。APNのネットワーク仕様議論にも積極的に参加し、仕様の策定に貢献しています。

また、当社ではデータセンタ建設における電力・通信ケーブルの敷設を支える埋設管路製品を提供しています。軽量で施工性に優れた樹脂製多孔管やトラフは、従来のコンクリート構造物と比べて施工負担を低減し、工期短縮に寄与します。データセンタの早期立ち上げニーズに応えるとともに、将来の増設や配線変更にも柔軟に対応できるインフラ基盤を提供しています。

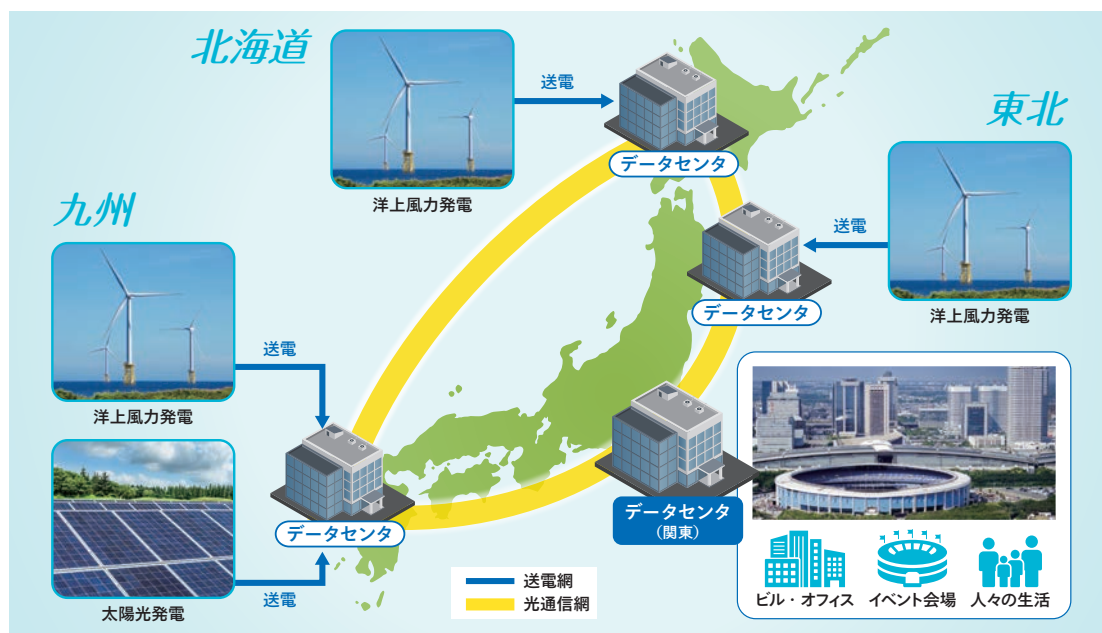


図7 ワット・ビット連携の概念図
Conceptual diagram of Watt-Bit Collaboration.

3. 記憶媒体技術

当社グループは、データセンタで用いられる記憶媒体を支える材料として、インダクタ用巻線、HDD用アルミブランク材、半導体製造用テープなどを提供しており、いずれもデータセンタのストレージシステムの高信頼化や高性能化に重要な役割を担っています。インダクタ用巻線は、サーバやストレージ装置の電源回路に不可欠であり、電圧変換の効率や電源の安定性を左右します。高性能CPUやSSD（Solid State Drive；ストレージ）が大きな電力を消費するAIデータセンタでは、高信頼かつ低損失なインダクタ用巻線がシステム全

体の省電力化に大きく寄与します。HDD用アルミブランク材は、磁気ディスクの基板材料として高い平坦度と表面品質を実現し、HDDの大容量化と信頼性を支えています。特にデータセンタ向けHDDでは長時間の連続稼働が前提となるため、基板材料の品質が重要です。また、半導体製造用テープは、SSDに用いられる半導体チップの製造工程で、ウエハの保護や固定、ダイシングを可能にする必須の材料であり、ダイシングとダイアタッチを一体化したDDFも提供しています。

4. 給電技術

電力需要の増加は、インフラ面での制約を生じさせます。当社は、再生可能エネルギーをデータセンタへ供給する送電用のケーブルを最適設計し、製品化しています。

また、データセンタが立地される地域によっては送配電能力が不足して電力供給の増強が必要となり、それを解決するための設備投資は事業者にとって大きな負担となります。

工事業者は減少傾向にあり、ケーブルの端末加工や接続作業は、スキルがなくても実施できることが望まれています。そこで、当社グループは曲げ易く、狭いスペースでも容易に配線できる高難燃柔軟ケーブル、およびそのケーブル端末に

誰でも簡単に着脱可能であるコネクタを装着したプラグインコネクタを開発しました。

また、2030年までにサーバラックの消費電力はメガWを超えることが確実となっており、高電圧で送電された電力をラック用途に低電圧直流化する際の変換効率向上が必須となるため、高温超電導 (HTS) 技術の導入も議論されています⁸⁾。当社グループは、これまで長年にわたり取り組んできた超電導技術および直流送電技術を活用し、HTSを用いた低損失・大容量給電技術の検討を進めています。

以上、AI時代におけるデータセンタの課題と当社グループの技術と製品の一部を紹介しました。図8に当社グループのデータセンタ向け技術をまとめています。以下では、ここで示した技術について、各分野の専門家による論文を掲載しています。本概要と併せてお読みいただくことで、それぞれの論考の背景や意義をより深くご理解いただくことを期待しています。

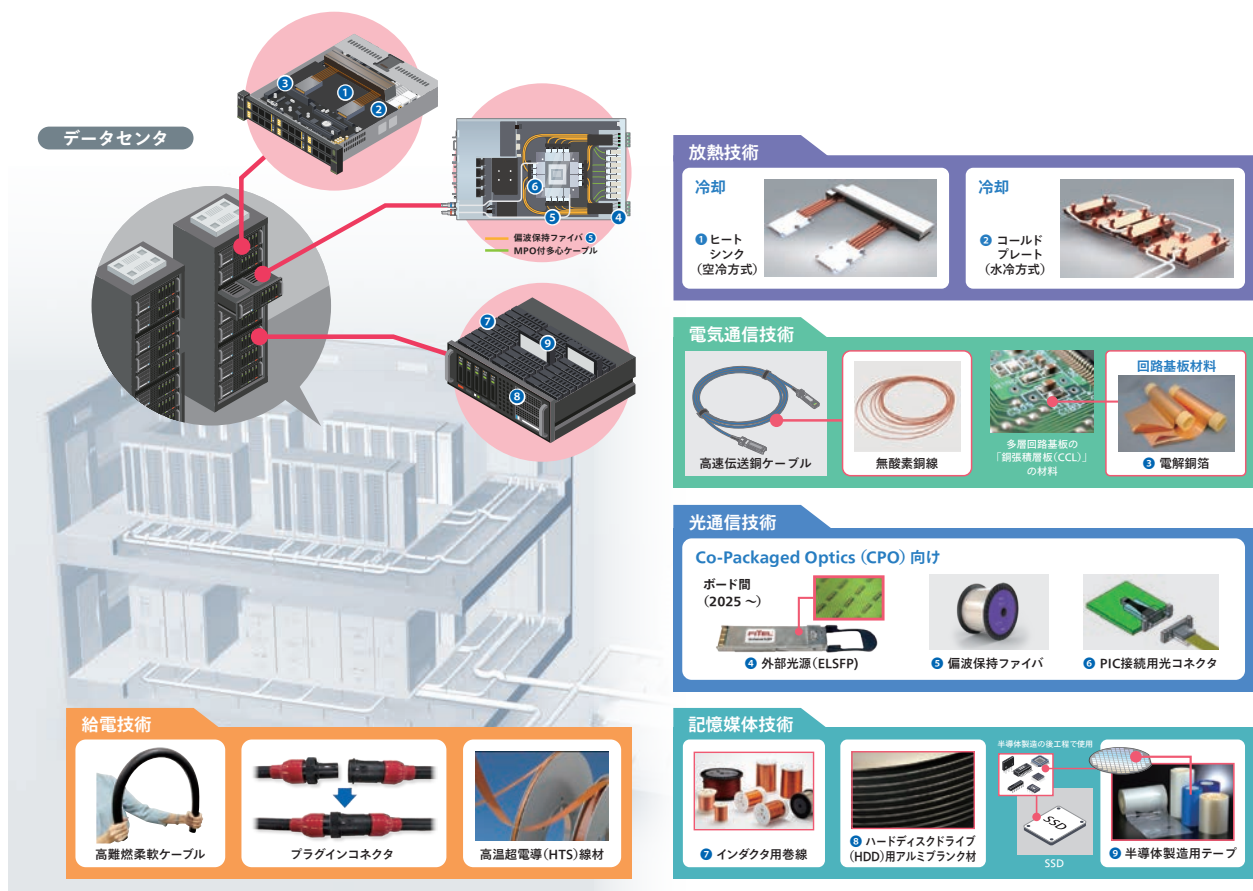


図8 古河電工グループのデータセンタ向け技術と製品
Furukawa Electric Group technologies and products for data centers.

参考文献

- 1) 世界のデータセンタ市場規模 (売上高) の推移及び予測、令和7年版情報通信白書第II部、総務省、(2025)、99。
- 2) NVIDIAHP > GTC2026 <https://www.nvidia.com/ja-jp/gtc/> (参照日：2026年4月3日)
- 3) 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構 [JOGMEC] HP> 刊行物> JOGMECNEWSPLUS> AIの普及により電力需要が急増！電力不足を防ぐ取り組みを解説 https://www.jogmec.go.jp/publish/plus_vol27.html?mid=hp250327 (参照日：2026年1月16日)
- 4) NTTファシリティーズ > NTTファシリティーズジャーナルデジタル> 特集> 飛躍的に増大するICT装置の発熱～冷却と放熱はどうあるべきか～ <https://www.ntt-f.co.jp/ntt-fjd/feature/0008/> (参照日：2026年1月16日)
- 5) JEITAHP > IT > 刊行物 > ITトレンド調査2024年10月 (参照日：2026年1月16日) https://home.jeita.or.jp/it/publications/pdf/publication_202410.pdf
- 6) NVIDIAHP > DataCenter > NVLink <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/nvlink/> (参照日：2026年1月16日)
- 7) 川添雄彦、ワット・ビット連携の実現に向けて -IOWN-、経済産業省、ワット・ビット連携官民懇談会第1回説明資料、(2025) https://www.meti.go.jp/shingikai/economy/watt_bit/pdf/001_01_04.pdf
- 8) Open Compute Project White Paper "Data Center Facility – Low Voltage Direct Current Power Distribution" <https://www.opencompute.org/documents/dcf-power-distribution-lvdc-white-paper-version-1-0-final-pdf-1> (参照日：2026年6月5日)

※ 1 NVLinkは米国およびその他の国における NVIDIA Corporation の登録商標です。