

Lenovoの水冷サーバー 「Neptune」開発者に聞く

次世代データセンターの熱課題を解決する革新

近年のCPU・GPU高性能化に加え、AIブームによる需要急増で、データセンターの電力密度が急激に高まっている。高発熱するチップの冷却は、従来の空冷システムではもはや困難で、新たな解決策を講じなくてはならない。こうした課題に対し、レノボが開発したのが水冷サーバー「Neptune（ネプチューン）」シリーズだ。温水冷却によるエネルギー削減効果や純水活用による安全性を特徴とするこのサーバーについて、開発を担当したISG Power/Mechanical/Cooling Development本部 シニア・サーマルエンジニアのRechan Fan氏に話を聞いた。



レノボ ISG Power/Mechanical/
Cooling Development本部
シニア・サーマルエンジニア

Rechan Fan

Smarter
technology
for all

Lenovo

限界に挑む

従来の冷却システムを覆す水冷革命への挑戦

—現在のデータセンター市場の状況と、従来の空冷システムが抱える課題について教えてください。

Rechan Fan氏（以下、**Fan**） データセンター市場は、AIやクラウドサービス需要により急成長しています。それに伴い、サーバーの電力消費も急激に増加しています。10年前のCPUは最大消費電力が100W程度でしたが、現在は600Wに達し、GPUにいたっては数千Wレベルになっているのが現状です。

この状況は2つの課題を生み出しています。1つは高発熱チップの冷却問題です。消費電力が一定レベルを超えると、従来のファンとヒートシンクでは十分に放熱が行えなくなり、スロットリングやシャットダウンが発生してしまいます。

そしてもう1つがエネルギー効率の問題です。空冷システムのまま冷却しようとする、サーバー内のファンやチラーが大量の電力を消費し、データセンター事業者が持続可能性目標やPUE規制を満たすことが困難になってしまいます。

—地域や国によって顧客の要件や規制に違いはありますか？

Fan PUE（Power Usage Effectiveness）というデータセンター全体の電力効率を示す指標があり、欧州ではこれに基づいて規制が敷かれています。この規制は非常に厳しく、液体による熱回収率まで具体的に規定されているほどです。対して他の国々は、現時点ではそれほど厳しくなく、冷却方法についても柔軟に検討する傾向があります。

日本に関しては、業界によってさまざまです。大学やHPCサービス提供者など高電力密度が必要な分野では水冷への関心が高い一方、企業顧客では段階的導入としてハイブリッド冷却システムから始めるケースが多いですね。

—そうした状況下で、水冷サーバー開発に取り組んだ理由をお聞かせください。

Fan データセンターが直面している2つの大きな課題を解決するためでした。1つは、チップの消費電力が着実に増加しており、いざいざ空冷だけでは熱を十分に除去できなくなるとレノボは予見している点です。そしてもう1つが、空冷は大量のエネルギーを消費するため、運用コストの削減や、特に欧州のような地域で求められる厳しい効率性・サステナビリティ要件への対応が難しくなる点です。

水冷はこれら両方の課題を解決します。空冷よりも熱をはるかに効率的に除去し、エネルギー消費を削減し、規制基準の遵守にも貢献します。増大するチップ電力の管理、効率の向上、そして世界中の多様な顧客ニーズへの対応、それこそが、レノボがNeptuneを開発した目的です。

温水で冷やすという逆転の発想 Neptuneが実現したブレイクスルー

—Neptuneの主な特徴について教えてください。

Fan Neptuneには3つの主要な特徴があります。まずは温水冷却で、最大45°Cという比較的高い水温でもサーバーの冷却が可能です。通常の水冷システムでは低い水温が必要ですが、Neptuneは温水でも冷却できるため、大がかりな冷却装置が不要になり、排熱の再利用もしやすくなります。

2つ目の特徴は完全システム冷却です。サーバーが発する熱の95%以上を液体で直接回収するため、従来必要だったサーバー内の冷却ファンが不要になります。この結果、PUE値を1.1以下に抑えることができ^{*}、従来の空冷システムと比較して約40%の省電力を実現しています。そして3つ目が環境配慮設計で、Neptuneは純水を冷却材として

*PUEの値が1.0に近いほど、電力使用効率が高く、データセンターの運用効率が良いことを意味する。資源エネルギー庁が定める「目指すべき水準」は1.4であり、1.1以下となるNeptuneは運用効率が非常に良好なことがわかる。

Lenovo Neptune® 温水冷技術の特徴

- 最大**100%**熱除去率オープンループ直接水冷
- 最大**45°C**までの温水による冷却
- コールドプレート等**10年以上**に渡って温水冷技術を自社開発
- 連続ターボモードにより、最大**10%**のパフォーマンス向上
- サーバーおよびインフラストラクチャによるデータセンターのエネルギー使用を最大**40%**削減
- データセンターのサーバーファンによる騒音を最大**100%**低減

純水にこだわる理由

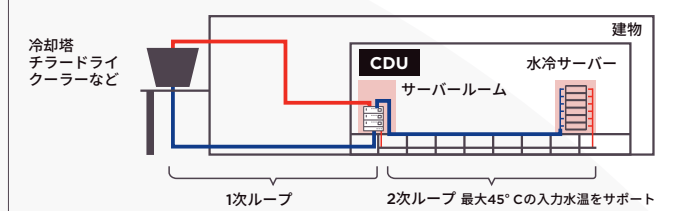
Lenovo

純粋

グリコール
(PG25)

	低	中	
粘度・粘性	低	中	低 = CDUあたりのノード数増
CDU ポンプ圧	低	高	高 = CDUの負荷増
圧損	低	高	
環境	○	△	グリコールは産業廃棄物扱い
サーバー配管	銅	Fluorinated Ethylene Propylene (FEP) 等	銅の熱伝導率は高い
ラック/CDU	多	少	CDUあたりのラック数が少ないほどインフラコスト高
流量	低	高	低流量のほうが熱除去能力が高い
サービス・サポート	エンドツーエンド	サーバーとCDUは別	レノボが単一窓口

オープンループ水冷システムに必要なデータセンター設備



CDU(Coolant Distribution Unit)とは、



オープンループ水冷システムに必要な熱交換器です。サーバー室内と建物外部のループとサーバー室内の2次ループの間の熱交換を主にを行います。主な機能は、
 流量・温度制御 水質管理 結霜防止
 があり、サーバー内部の銅製コールドプレートの防止にも必須となります。LenovoのNeptune®システムでは2次ループの液体は環境にやさしく、熱除去能力の高い水をベースとしております。

使用しています。多くの競合製品は人体や環境に有害なグリコール（不凍液成分）を25%程度含む冷却材を使用しており、それと比較すると安全性や環境負荷の点でNeptuneには大きな優位性があります。

— Neptuneの開発にあたり、市場の課題にどのような技術で挑みましたか？

Fan サーバーの高発熱化、省電力要求の高まり、従来の空冷では対応できない冷却不足問題が、新技術開発の原動力となりました。

こうした課題に対し、我々は3つの革新を提示します。第一に「ダイレクト・トゥ・チップ水冷」で、CPU、GPU、メモリから電源まで、すべての部品に直接液体を供給して効率的に冷却し、システムの最大性能を引き出します。

第二は統合冷却ソリューションです。背面ドア型熱交換器やハイブリッド冷却など多種多様なオプションを統合し、あらゆるタイプのデータセンターで柔軟に導入できるようにしました。

そして第三の革新が既存インフラとの互換性です。顧客は段階的に液冷を導入することも、フルスケールで直接導入することも選択でき、投資リスクを抑えながら最新技術を活用できます。

— Neptune開発における苦労や工夫された点についてお聞かせください。

Fan 限られたサーバーサイズ内での高電力密度管理に最も苦労しました。従来の水冷技術をそのまま適用するだけでは不十分で、CPU、GPU、メモリ、電源すべての冷却方法を根本的に見直す必要がありました。同時に、メンテナンス性も確保しなければなりません。

この課題の中から、ダイレクト・トゥ・チップ冷却と、統合冷却ソリューションというモジュラー設計が生まれました。しかし、新しい解決策の導入は別の問題を招くもので、何度も改良を重ねる必要がありました。この経験から学んだのが、個別の技術ではなく、システム全体で考えることの重要性です。

— 純水使用という特徴について、実現のために特に工夫した点はありますか？

Fan 純水対応は、材料選定と徹底的なテストがカギです。設計段階から各材料の純水適合性を確認し、モジュール、システム統合、製

造の全段階でテストを実施しています。

また、細菌や藻類の発生防止のため、微量の化学薬品を添加する定期メンテナンスを推奨しています。この手法はすでに10年以上実証されており、信頼性に確信を持っています。弊社のプロフェッショナルサービスでは定期水質検査やメンテナンスサービスも提供しており、メンテナンスが不安なお客様を支援することも可能です。

世界を変える液冷技術 Neptuneが描くデータセンターの未来

— Neptuneという命名の由来と、関連するエピソードがあれば教えてください。

Fan Neptuneはローマ神話における水の神で、海に嵐をもたらすこともあれば、海を静めて船乗りを守ることもできます。その力は破壊ではなく、バランスとコントロールを象徴しています。

これはサーバー業界に似ていると私は感じています。サーバーが発生する大量の熱は、適切に管理されなければ破壊的ですが、うまくコントロールすれば回収・再利用可能な価値となります。「冷却をマスターし、価値に変換する」これがNeptuneに込められた精神です。

— 今後のNeptuneのアップデート計画について教えてください。

Fan パフォーマンス、スケーラビリティ、持続可能性の3つに焦点を当てています。CPUとGPUのさらなる高電力化に対応するため、冷却モジュールの改良と液体分配システムの最適化を進める予定です。

また、顧客の多様なニーズに応えるモジュラー設計の拡充、温水運用による熱回収・再利用の発展、そして新技術によるPUEのさらなる削減を目指しています。

— 最後に、Neptuneなど水冷システムの導入を検討している方へのアドバイスをお願いします。

Fan まずは自社の運用要件と持続可能性目標を明確にしていたいただければと思います。市場にはさまざまな冷却ソリューションがありますが、長期的な視点と総所有コストの観点から最適な選択をしていただければ幸いです。



レノボ・エンタープライズ・ソリューションズ合同会社
〒101-0021 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 秋葉原UDX

<https://www.lenovojp.com/business/>