

スーパーコンピュータ『京』^{けい}の心臓部を守る 銅の冷却装置

今回の取材先

株式会社フジクラ

1885年の創業以来、電線・ケーブルの研究・開発・製造で培ってきた先進テクノロジーを通じて「情報通信」、「エネルギー」、「エレクトロニクス」、「自動車」の4つの事業分野で高い信頼を得ている(株)フジクラ。その技術力を活かし、熱に関する諸問題を解決しているのが「サーマルソリューション」である。ヒートパイプ、ヒートシンク、ベーパーチャンバーなど、銅の特性を最大限に活かし、話題のスーパーコンピュータ『京(けい)』をはじめ、情報機器から航空機まで、あらゆる先端分野で(株)フジクラの技術・製品は採用されている。



ヒートパイプ/アッセンブリー

七十億人が十七日間もかかる計算を
スーパーコンピュータ京は、たった一秒で！

二〇二二年六月、独立行政法人理化学研究所と富士通株式会社が共同開発したスーパーコンピュータ『京(けい)』^{※1}は、世界のスーパーコンピュータの計算速度を競うTOP500で、世界一のタイトルに輝いた。膨大な数のCPUを同時に作動させる超並列型と呼ばれる方式で、世界初の10ペタフロップスの計算速度を達成している。10ペタとは、1の後ろに0が十六個も続く途方もない数。ペタを漢字の単位で現すと、「1京(けい)」であり、それが名前の由来だ。しかし、そう言われてもその凄さはなかなかピンとこない。では、この10ペタの計算量を人が行うとどうなるのか。地球上の全人口七十億人が電卓を持って集合し、全員が不眠不休で一秒間に一回計算を続けたとしても、なんと約十七日間はかかると言う。それを、スーパーコンピュータ『京』は、たった一秒でやつてのけるのだ。この計算速度が活かされるのが、シミュレーションの分野である。

例えば、自動車開発では、もしも事故が起きた場合を想定し、乗車する人のダメージをどうすれば最小限に抑えられるかの試験を行うが、これには多くの時間と費用を要する。このテストをスーパーコンピュータ

『京』なら、短時間で様々な角度からシミュレーションできる。他にもがん治療薬の開発、気象情報の予測や防災、航空機的设计などでの活躍が期待されている。

約八万個のCPUの発熱を二六〇〇〇枚の銅製クーリングユニットで冷却

スーパーコンピュータ『京』には、世界最高クラスのCPUが八万個以上も搭載されているため、発熱を効果的に冷却しなければせっかくの性能も発揮できない。そこで注目されたのが(株)フジクラの冷却システムだ。「スーパーコンピュータ『京』には、ひとつのラックに一〇二個のCPUが搭載されています。このSBに実装されたCPUやICC^{※2}は発熱密度が高いため、空冷では対応できず、水冷システムを採用して効率的に冷却するようにしました。このCPU冷却用クーリングユニットが、一ラックに三十ユニット搭載され、全八六四ラックに約二六〇〇〇枚のユニットが使用されているのです。神戸にある独立行政法人理化学研究所の施設には、全八六四台のユニットが颯爽と並べられ、その姿はなかなか壮観です」と話すのはサーマルテック事業部の望月正孝事業部長。望月氏は、長年、銅を使用した冷却装置を研究してきたエキスパートだ。

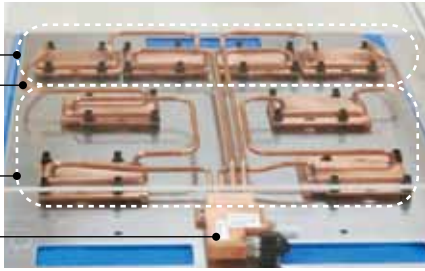
※1 「京」は独立行政法人理化学研究所の登録商標 ※2 ICC(インターコネクトコントローラ)は、ネットワーク(インターコネクト)を制御するチップ

クーリングユニットの構造

CPU用4枚とICC用4枚の2種類のコールドプレートを並列2系統の配管経路で連結し、冷却水の循環水量を抑え、効率よく冷却することに成功した。

●クーリングユニット

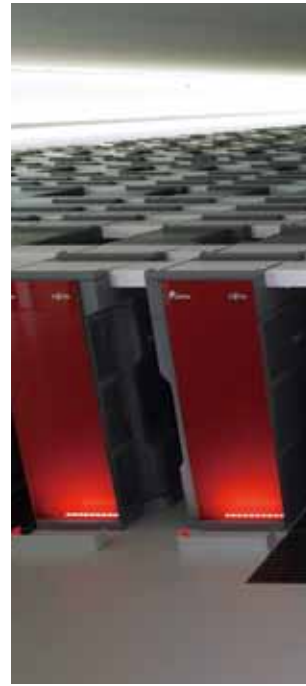
ICCコールドプレート
銅管 (φ6.35mm)
CPUコールドプレート
カプラヘッダー



1つのラックに
30のクーリング
ユニットが
搭載されている



約864ラック
×
30ユニット=
約26,000の
クーリング
ユニットを使用



●コールドプレートの蓋を取ると



1枚のコールドプレートは約300g、全体で約8tの銅を使用している。このコールドプレートには、無数のマイクロチャンネルフィンが刻み込まれている。このフィンに冷却水が通ることによって循環流量を最小限にし、かつ流動損失も抑えて冷却できる。

いかに最小限の冷却水循環流量で
全体を均等に効果的に冷却するか

クーリングユニットは、CPUおよびICC用の銅製コールドプレート八枚と、それらを接続する銅配管、および冷却水の着脱を可能にするカプラヘッダー部で構成されている。

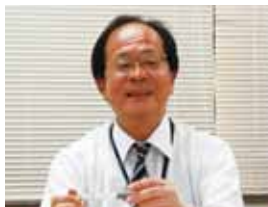
「今回の課題は、いかにして冷却水の循環水量を抑え、かつ効果的に冷却するかでした。そこで開発したのが、マイクロチャンネルフィンのコールドプレートです。無数のフィンに水が入り込み冷却するのですが、このフィンを刻む幅、深さなどに、長年銅を使ってきた当社独自のノウハウが活かされています。このコールドプレートを並列二系統の配管経路で連結し、冷却水を均等流量で全体に流れるようにしています」。

これにより、通常の空冷式ヒートシンクに比べ五分の一の容積で、約三倍の冷却性能を実現している。

「銅管の連結にもいろいろと要求があり苦労しましたね」と望月事業部長。CPUとICCを均一に冷却するための流動制御を計算し、かつメモリーなどの他の部品を避けた配管を求められた。さらにこの銅管が、CPUとICCの高さのバラつきを吸収するクッションの役目も果たさなければならぬ。この要求に応えられたのも(株)フジクラの銅に対する高い技術力があればこそ。銅管のサイズを六・三五mmに決定したのも柔軟性を計算した試行錯誤の答えである。コンピュータで冷却水を使うのは珍しいのでは？

「マザーボード上に

水が漏れたら大変なことになりますからね。効果的な冷却とともに、水が漏れないようにすることは、我々に与えられた絶



サーマルテック事業部
事業部長兼燃料電池開発室長
工学博士 フェロー・理事
望月 正孝氏

対の使命でした。そこで高い水圧強度に耐え、しかもまったく冷却水が漏れないように、配管も一体ろう付けの構造にしました。もちろん徹底した気密試験も行っています。この試験に使うのは、窒素、水素、ヘリウムと水よりも分子量の小さな気体です。気体が漏れないければ、水が漏れることはありませんからね。また、使用する冷却水には、腐食防止のため特殊な混ぜ物も施し万全を期しています」と望月事業部長は解説する。

情報処理量の増大とともに サーマル技術の需要は拡大していく

この他にも(株)フジクラは、ヒートパイプ、ペーパーチャンバーなど、銅を使った様々な冷却用製品を開発している。今後の需要はどのようなだろう。

「情報機器はもちろん、自動車や航空機なども、さらに電子化、コンピュータ化が進み、コクピットなどの狭い箇所でもコンパクトに収納し冷却できる高性能な製品が求められています。身近なもので今後の需要が期待されているのが、情報処理量が増大し、CPUへの負荷が課題になっているスマートフォンです。スマートフォンで長い時間、動画を観たりゲームを楽しんでいると、熱を持ち動きが悪くなることもあると思います。この熱ダレを防止するため、最新のスマートフォンに当社のヒートパイプが採用されました。これは爪楊枝よりも細く薄くした製品で、蒸発と凝縮の潜熱を利用した当社独自の技術を用いています」と望月事業部長は話す。



スマートフォンに採用されたヒートパイプは、極細の円筒のパイプを平らに潰してさらに薄くコンパクトに改良している

ITの技術革新とともに(株)フジクラのサーマルソリューション技術は、活躍の場をさらに広げ続けている。次はどんな所で、その製品と出会えるのか楽しみだ。