

高発熱サーバ冷却方法の検討
水冷ヒートシンク利用
63KW/ラックの実現

2017-3-11 改訂

サーバに用いるCPUの技術進化に伴い、高発熱化と省エネ制御を繰り返しながらも高発熱化しつつある。ブレードサーバでは3U 3KVAで発熱密度は約80KW/m³となる。従来は16KW/m³として約5倍にもなっている。

IT pro SPECIAL

ブレードサーバの冷却が困難な サーバールームの空調環境

企業ではサーバ統合やITインフラ統合に向けて、ブレードサーバを導入する動きが活発化。サーバのみならず、ストレージやスイッチなどIT機器のモジュールを搭載できるブレード製品も少なくない。ブレードサーバは高い処理能力や柔軟な拡張性、省スペースなどの利点があるものの、大きな問題がある。それが「発熱」である。

従来、サーバなどを収納するラック1本あたりの消費電力は0.5～2kW程度とされていた。だが、ブレードサーバや1Uサーバを高密度に実装した場合、5～30kWに達すると言われる。ラックに供給された電力は、ほぼすべて熱になることから、ラック1本あたり5～30kWの発熱量になる。一般に従来のサーバールームやデータセンターの空調は、ラック1本あたり0.5～2kWの低発熱密度を想定して設計されており、発熱密度の高いブレードサーバの冷却には十分対応できないのが実情だ。

通気量で見てみよう。ブレードサーバは1kWあたり約3.3m³/分の冷却風が必要とされる。一般にサーバールームやデータセンターでは、ラック1本あたり5～8m³/分の通気を提供するように設計されると言われるが、これでは高密度に構成されたブレードサーバが必要とする通気量の1/10程度に過ぎない。十分に冷却風が得られないブレードサーバやIT機器は、背面から排出された熱気を再度吸入することになってしまい、オーバーヒートを起こすリスクがある。

サーバマシンごとに業務システムを構築する場合、発熱による障害を起しても、その影響を当該サーバに局所化することも可能だ。だが、複数の業務システムを「統合」するブレードサーバの障害による影響は非常に大きなものになる。システムの安定稼働が責務のIT管理者にとって、従来の空調による対策とは異なる冷却対策が求められているのである。

ステンレスボックスをフロリナートで満たしてその中にマザーボードを浸漬させて冷却する方法がある。1ラックで50KW級以上を冷却できる。



富士通ジャーナルより

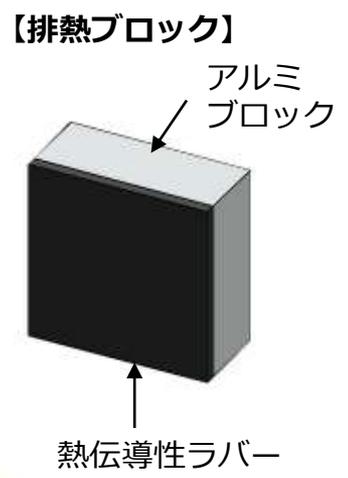
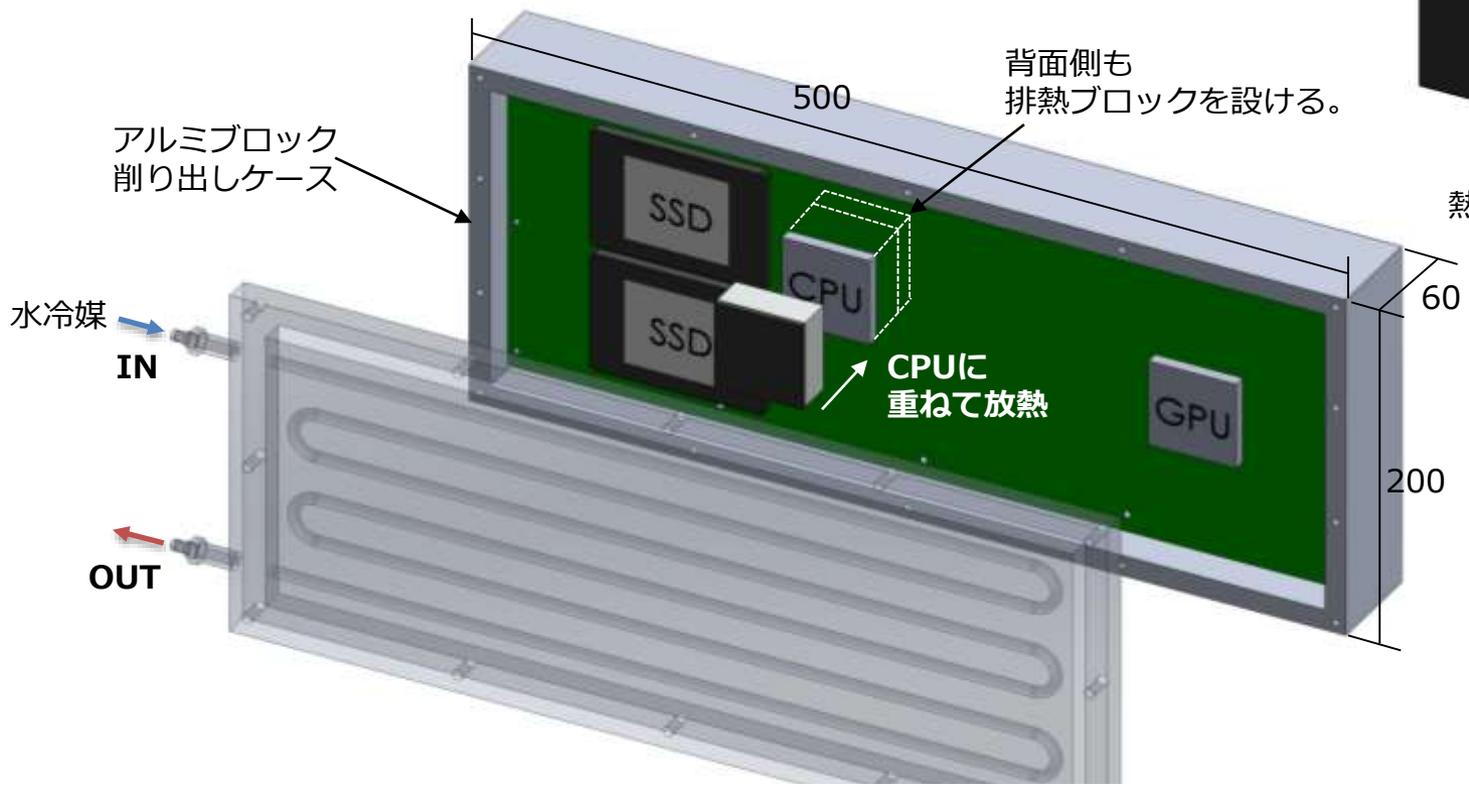
課題

本ステンレスボックスでフロリナート800万円必要。比重が水の1.9倍で床荷重も大きい。またフロリナートは蒸発もある。ランニングコストが高い。

1ラック 30KWから50KWクラスの比較的安価な最適な冷却システムが望まれる。

フロリナートを使用しないで高発熱サーバを冷却する。

アルミブロックケースにマザーボードを装着して水冷板モジュールにて密閉する。
CPU, GPU等の高発熱素子はアルミブロックと熱伝導性ラバーを用いて水冷板に熱を移送する。
高発熱素子の裏側もアルミブロックと熱伝導性ラバーにて熱移送する。



CPU・GPU 6個搭載で 150W×6個=900W 周辺回路 600Wで平均発熱と考えている。

高発熱素子であるCPUおよびGPUの発熱を水冷ヒートシンクに如何に結合させるかである。一般に電力用半導体素子 IGBT等は素子の上に直接水冷ヒートシンクを固定して接触熱抵抗を減らしている。水冷ヒートシンクを素子に密着できる構造設計が成否を握る。接触熱抵抗を無くすことでフロンナート浸漬より低コストでより優れた冷却システムが可能となる。

IBM社ではスーパーコンピュータのボードは素子にダイレクトに水冷ヒートシンクをマウントしている。



Cebit2012 IBM社ブースにて

(1) 水冷ヒートシンク方式の利点

①水冷の冷却性能はフッ素系冷却液や油を使用した浸漬冷却方式に比べ性能向上が期待できます。

理由：沸騰冷却方式にくらべ、熱伝達率ははるかに大きく、熱輸送限界も大きくなります。

：欠点は浸漬方式にくらべ、伝熱面が限られてくることですが、両面冷却すればそれほど変わらないと思います。
ただ、下記の述べる接触熱抵抗が問題です。

②熱設計が容易です。

理由：水冷方式は昔からある技術。技術的に枯れている。安定した技術である。

(2) 水冷方式の欠点

①接触熱抵抗

発熱素子と水との間にどうしても接触面ができその間のグリースやラバーなどの材料の接触熱抵抗が伝熱特性を律速することになります。いかに接触熱抵抗を低減していくかがキーポイントだと思います。できるだけ、発熱面に近いところに水配管をもってくることなどにより、熱抵抗を少なくする工夫。

①水漏れ対策

資料にもありましたが、最近はパワエレ関連で多用されていますので、問題ない時代になってきているとは思いますが。しかし、水漏れは継ぎ手部で発生可能性はあるので、継ぎ手部に無理がかからないようし、ホースの接続を確実に実施することが必要。

②コスト

浸漬方式は全体をまとめて浸漬するため、構造的に安価にできそうですが、密閉が必要な点コスト高になる可能性もあります。一方水冷方式は個別水冷ヒートシンクが必要でその分コスト高になる可能性があります。

しかし、水冷ヒートシンクはメーカーも多く競合しているので安価になる可能性は大です。

水冷ヒートシンクメーカーとしては土山産業、カワソーテクセル)

③水に対する腐食対策

これはかなり実績があるので心配ないと考えています。

④凍結対策

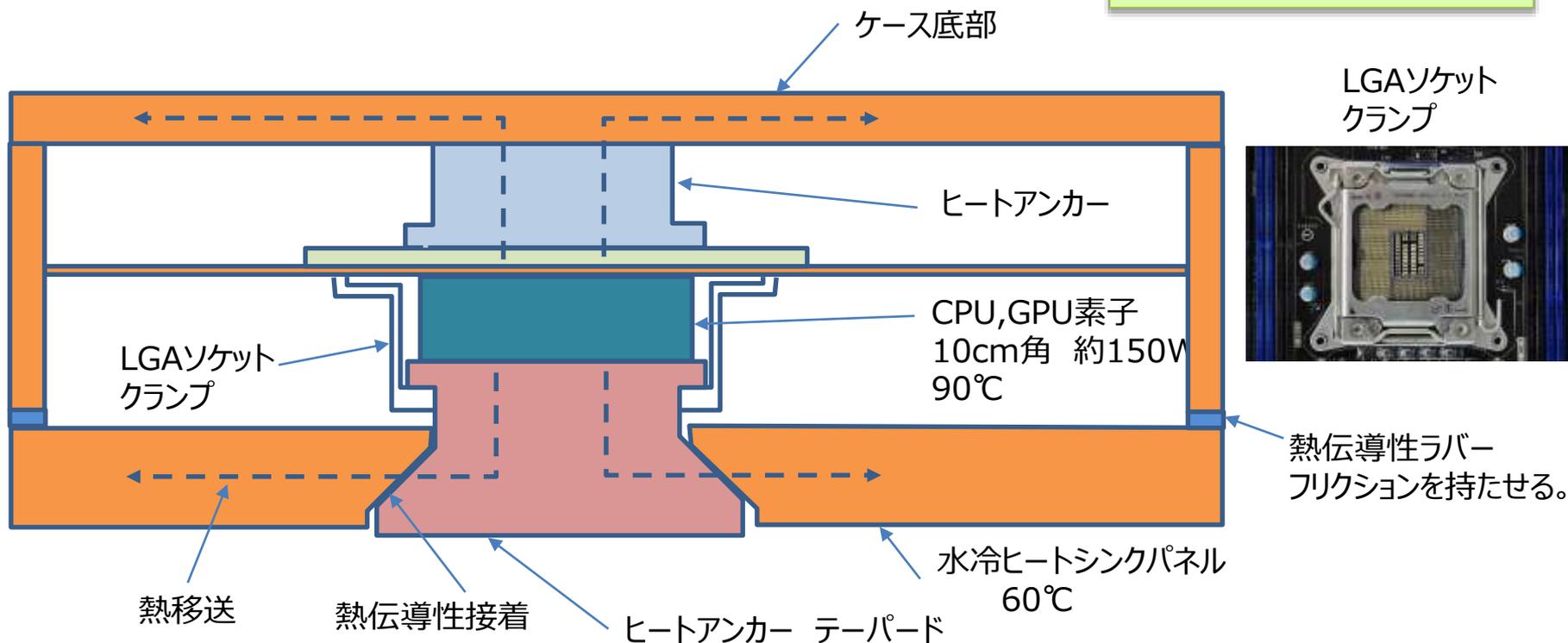
車に使用する不凍液を使用することになると思います。

CPU素子と水冷ヒートシンクの固定方法

素子側にはヒートアンカーテープドをLGAソケットに装着する。
テーパ部分を水冷ヒートシンクで結合して熱伝導性接着剤で密着結合する。
背面側は熱伝導性ラバーにてヒートアンカーを通してケース底部に熱を移送する。

素子から水冷ヒートシンクまでの熱伝達率 $500\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{k}$ と予想

組み付けについては要検討
またCFD解析等実施が必要。



素子とヒートアンカーの接着や固定方法etc.

熱伝導性ラバー サーコン

Alphacool Eisschicht thermal pad - 11W/mK
100x100x1,5mm (Sarcon XR-e)




記事番号:	1011207
メーカー番号:	12453
EAN:	425129124539
重量:	0.09 kg

5,619.20Y*

カートに入れる

技術的な詳細		ヒヤオ
チップサイズ:	100x100mm	
厚み:	1.5mm	
製造商:	Alphacool	
熱伝導率:	11W/mK	

熱伝導性接着材 銀入り

Arctic Silver Premium thermal glue




1,747.20Y*

製品情報

Der 2 komponierte 60 ml-menge Kleber von Arctic Silver enthält nach Aussage des Herstellers 62 bis 80% Silberpartikel. Dieser Kleber besitzt eine äußerst starke Klebeleistung. Dank der Tubengröße können genügend viele Anwendungen durchgeführt werden. Auch die Wärmeleitfähigkeit dieses Klebers ist sehr aufrechenbar.

Lieferumfang:
2 x Klebertuben
1 x Spachtel

Alphacool NexXoS GPX - Nvidia Geforce GTX 1080 M02 - incl. backplate - black

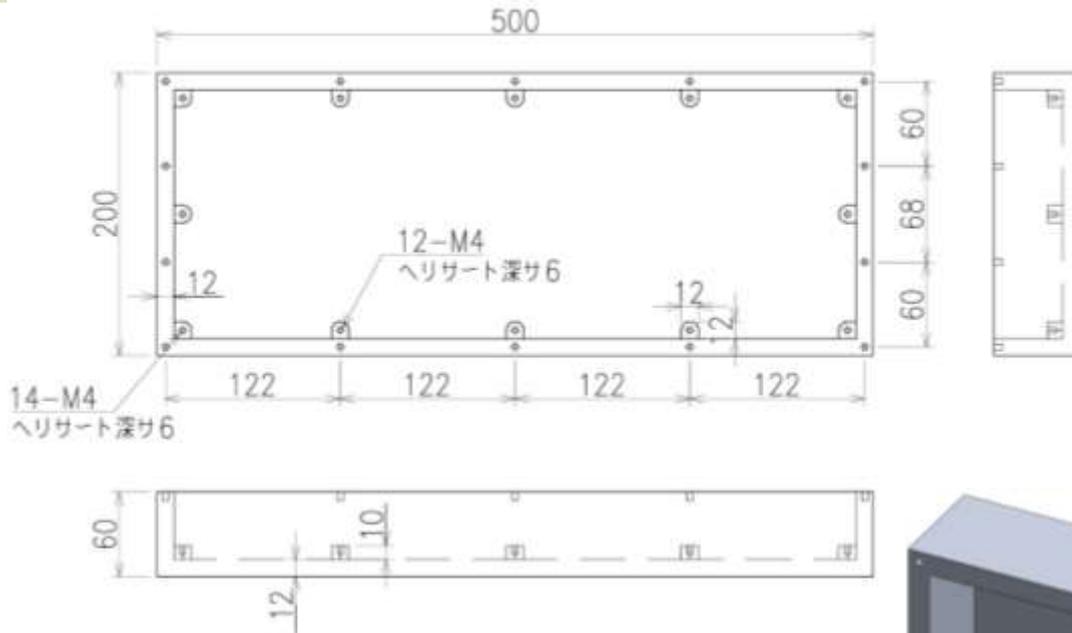


Alphacool Eisblock XPX CPU replacement cover - red

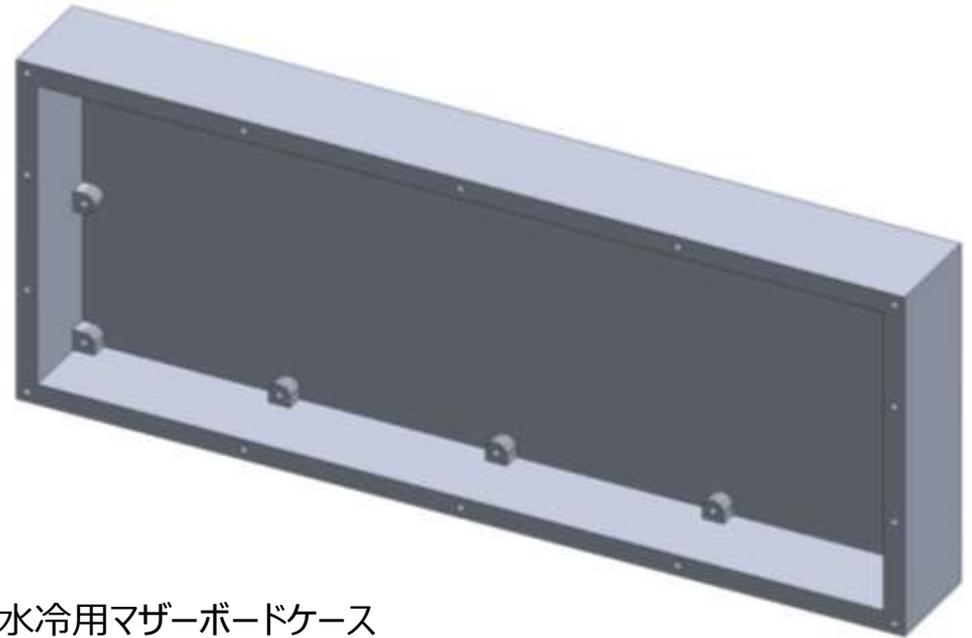


Alphacool CPU UNI-Backplate "Black Protector"



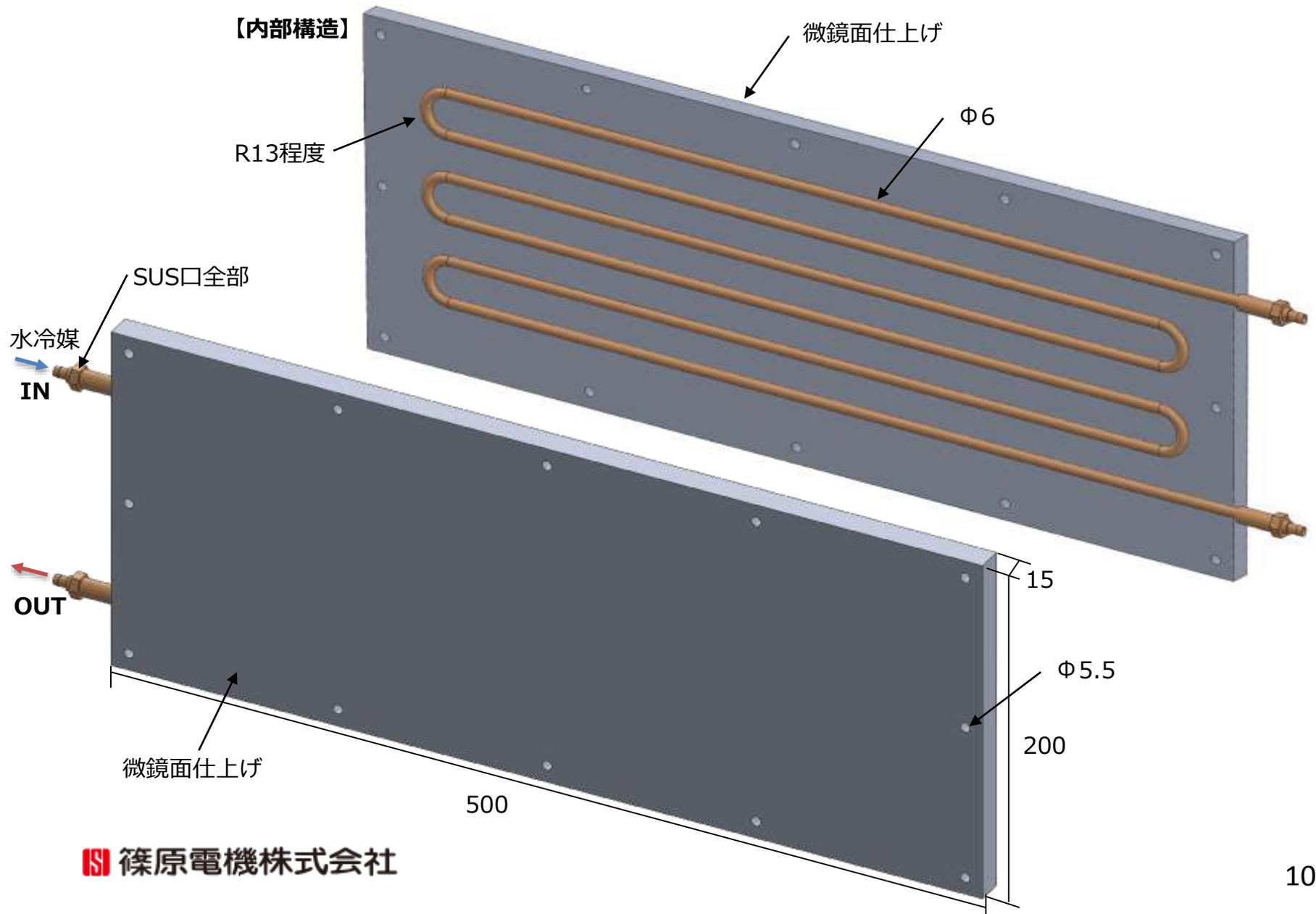


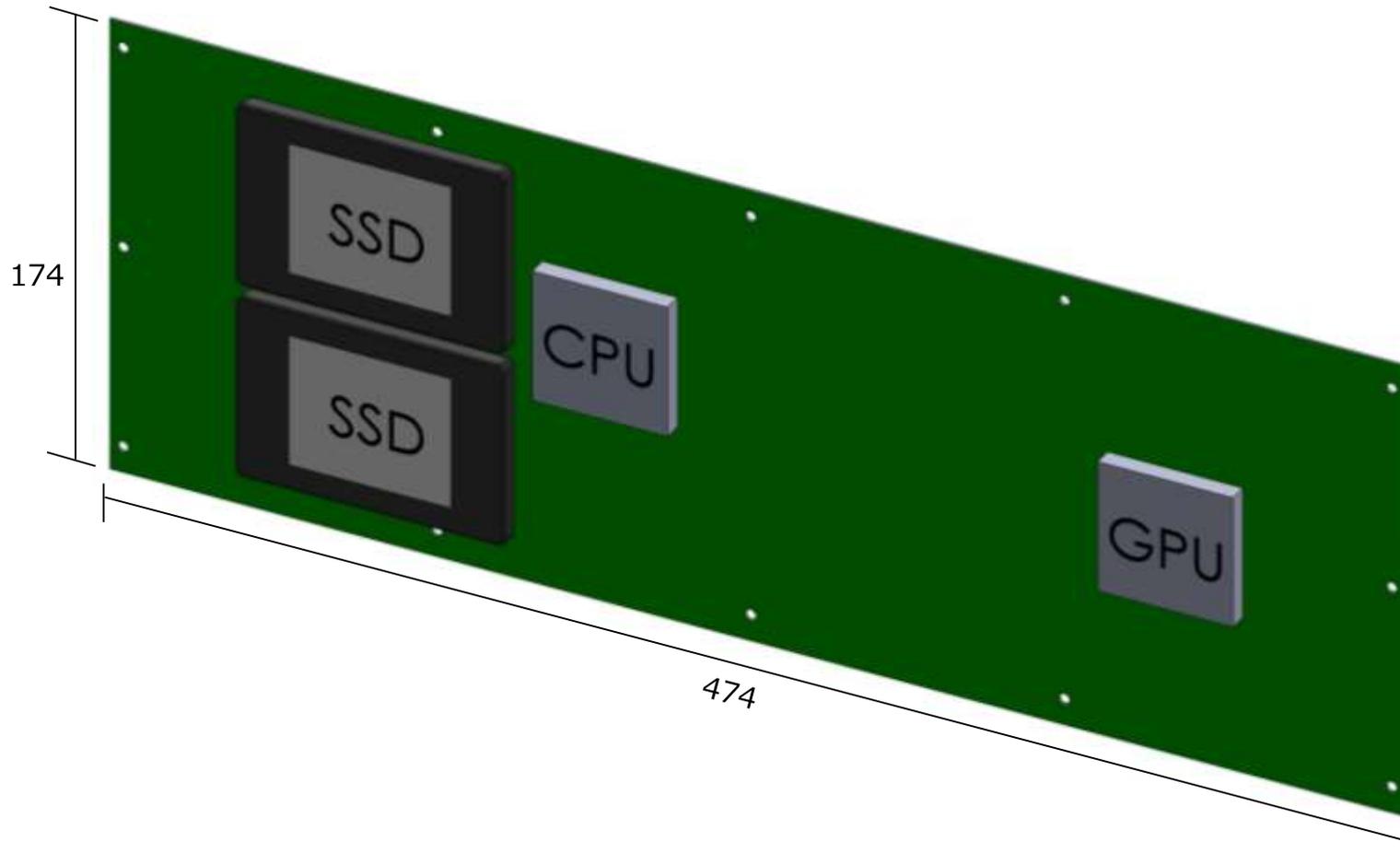
アルミ材ブロック削り出し A1050



アルミ削り出し水冷用マザーボードケース

水冷ヒートシンク

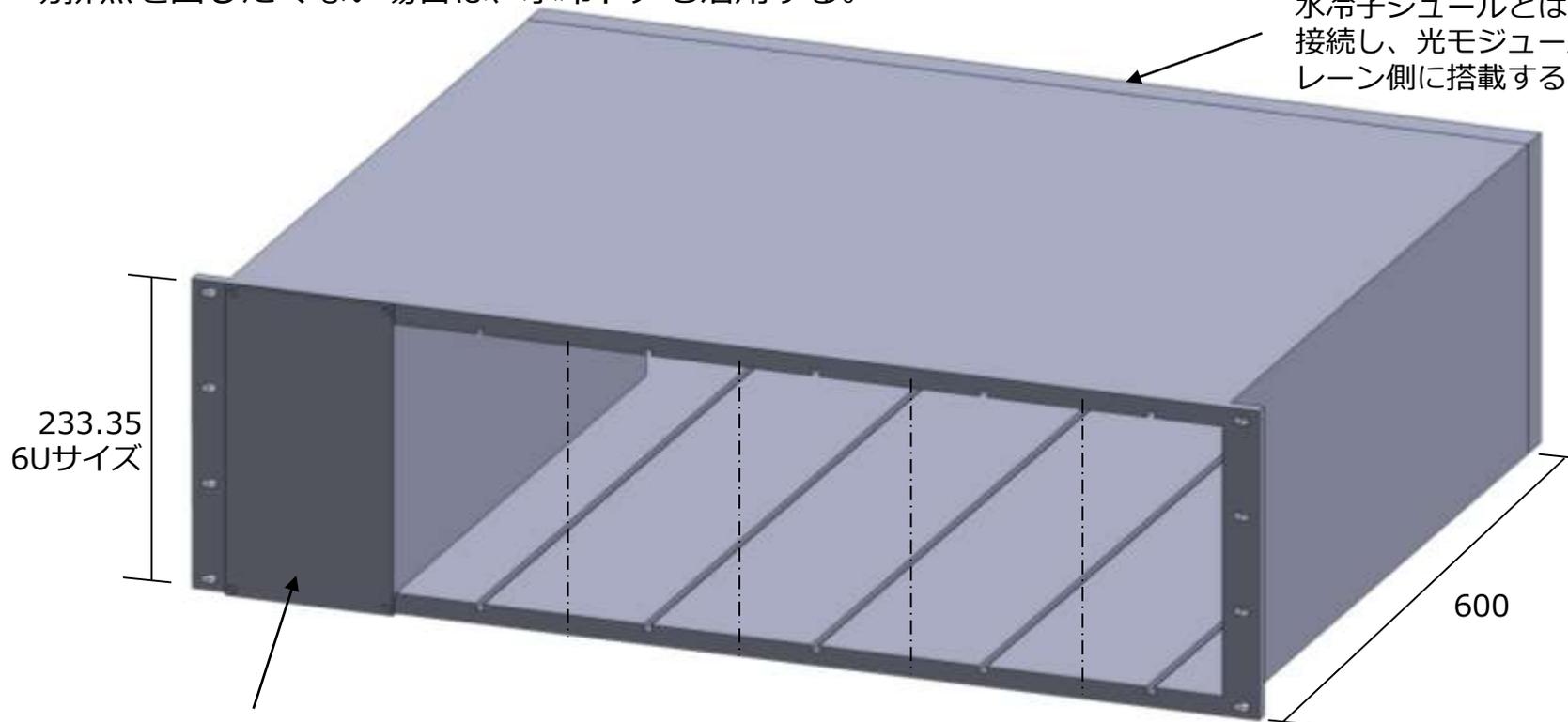




水冷モジュールスタック 6スタックを想定

1.5KWモジュールを6スロットで9KWを冷却する。また本サブラックを7段実装して、63KW/ラックとする。実装高さは42Uとなる。想定ラック高さは2200Hを標準とする。各段は熱シールドパネルを設置して熱結合を避けるとともに冷気を前後方向に通して空冷とのハイブリッド冷却を行う。サーバフロアに一切排熱を出したくない場合は、水冷ドアも活用する。

バックプレーン
水冷子ジュールとは電気コネクタ
接続し、光モジュールはバックプ
レーン側に搭載する。



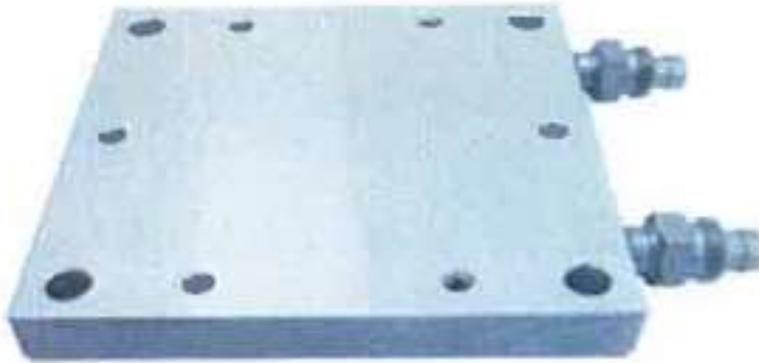
233.35
6Uサイズ

600

水冷板モジュール(プラグイン式)
6スロット

ブレードサーバスタイルサブラックケース
…本件は参考であり実際にはカスタマイズ対応となる。

カワソーテクセル製



当社はろう付の
専門メーカーでもあります！

- 空隙なく接合できます。
- 安定した冷却性能を発揮します。



口金部（配管接続部）の水漏れ防止へのこだわり

ステンレス製の口金を採用

口金の材質はろう付の後でも軟化しにくい SUS 製を使用しています。
そのため、増し締めしても変形しにくいので、水漏れの心配はありません。

信頼性の高いろう付による接合

口金と本体はろう付により接合しています。
シールテープやねじ込み式ではないので、緩まない構造となっています。

※付属品が不要で取り付けも簡単

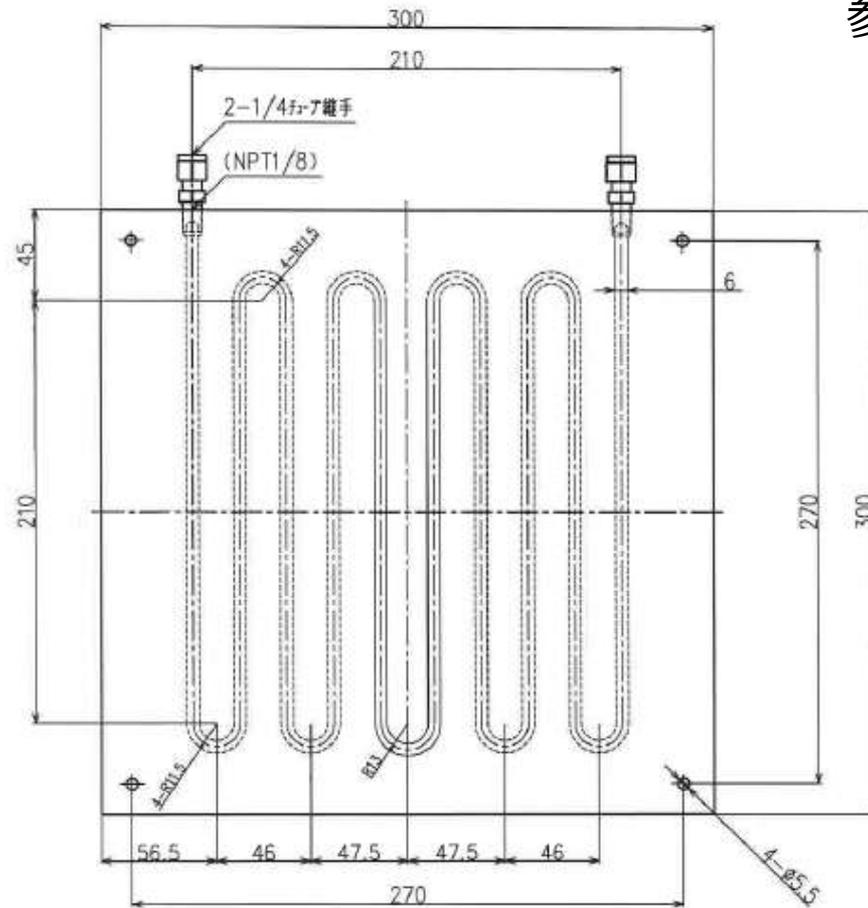
チューブを取り付ける際、付属の袋ナットで簡単に取り付けすることができます。（ホースバンド等は不要です。）



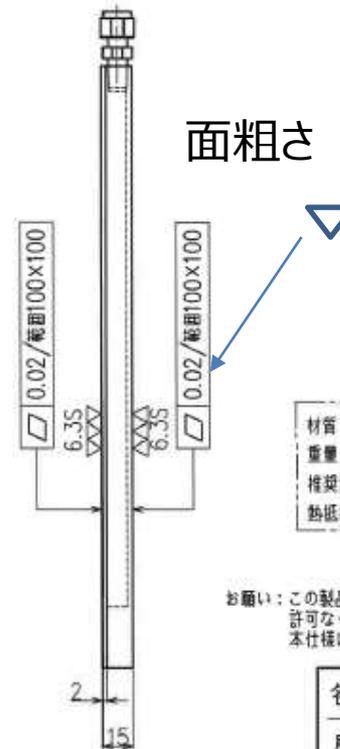
口金部はマザーボード部内部にはなく
ケース外にあるので、水に対する心配は無い。
しかしIGBT等の電力素子では広く水冷が使われ
ており口金部の水漏れは無いと言える。

標準仕様ヒートシンクラインナップ

参考資料 高木製作所製



面粗さ ▽で良いと考える。



材質：純アルミ (A1050)
 重量：約3.5Kg
 推奨流量：6~10L/min
 熱抵抗値：0.0015℃/W以下 (推奨流量時)

お願い：この製品は当社設計によるものですので
 許可なく製作しないで下さい。
 本仕様は、予告なく変更する場合があります。

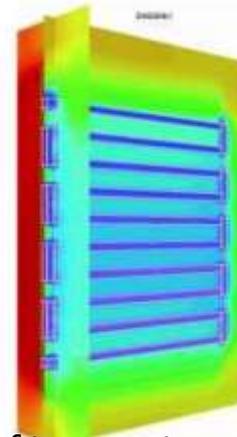
名称：アルミ製水冷ヒートシンク

用途：シリコンウエハー、その他

S-800AL



Complete water cooling: AdvancedTCA subrack with "cool plates".



Simulation of temperature distribution with the "cool plate" and isolation with Flotherm.