

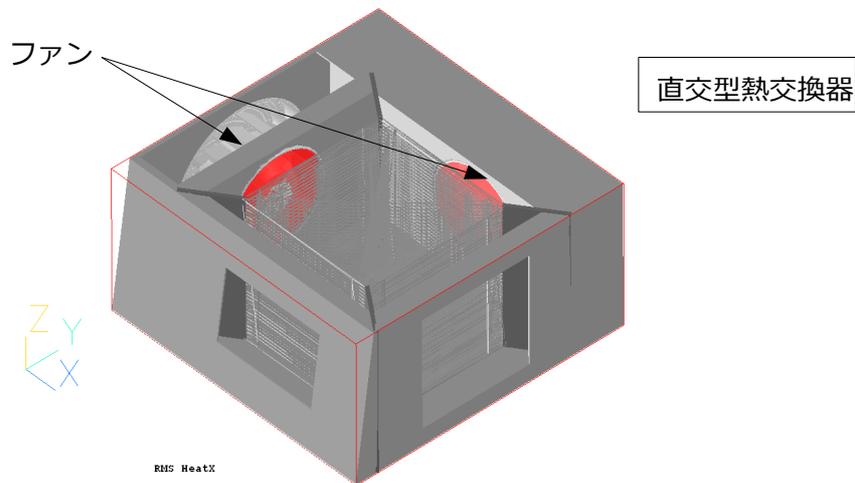


**CHAM Limited**  
Pioneering CFD Software for Education & Industry

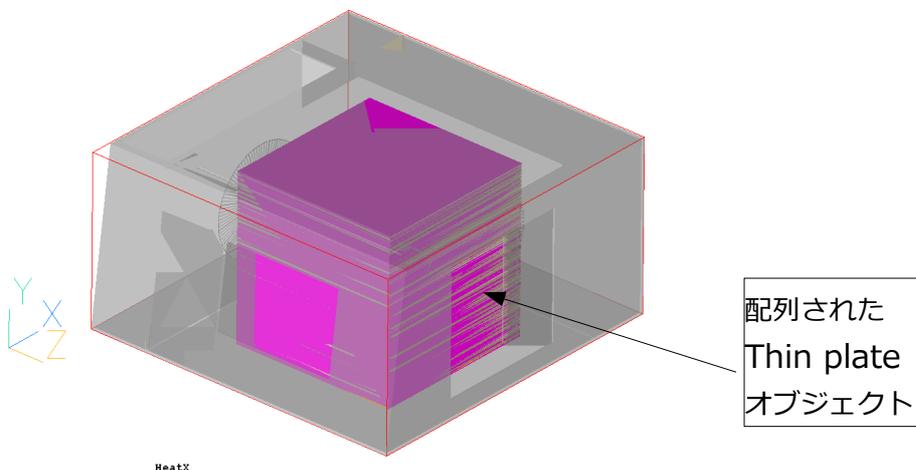
## 直交流型空気熱交換器の数値解析

### A PHOENICS 2011 Demonstration Case

このクロスフロー（直交）型熱交換器のCFDモデルはニューサウスウェールズ州の Roads and Maritime Service（RMS）からの仕様を受けて作成された。RMS 担当者は、彼らの可変情報表示（VMS）装置にインストールされている空気対空気式熱交換器内の空気の流れと温度分布を予測するために、数値シミュレーションによる研究を実施した。

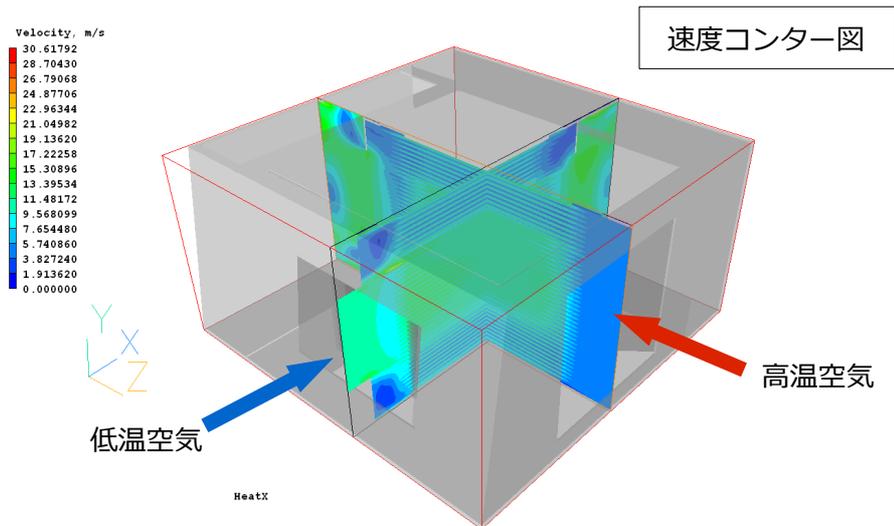


VMS 内部の電子回路は、通常の動作条件下でエネルギー損失により熱が発生する。サマータイム期間中のVMS 内部温度は  $75^{\circ}\text{C}$  に達することもある。装置内部を巡る空気と外部の冷却空気を毎時  $600\text{m}^3$  の流量を持つファンによって循環させる。周囲温度が  $25^{\circ}\text{C}$ 、内部入口空気の温度が  $75^{\circ}\text{C}$  である。入口の乱流強度は2%を指定した。熱交換素子は  $0.2\text{m} \times 0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$  のエポキシコーティングされたアルミニウムで、筐体の他の部分は、 $2.0\text{mm}$  の厚さのアルミニウム合金（5005 H34）である。

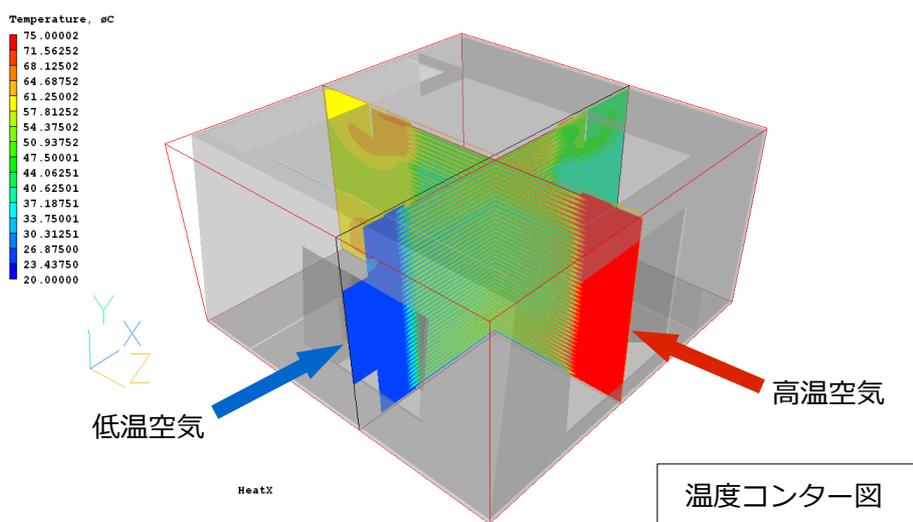




RMS エンジニアの CFD モデルを使用する主な興味は、異なる境界条件（例えば、異なる内部または外部の入口温度、排気ファンの異なる空気流量等）の下で VMS 熱交換器の性能や有効性や異なる条件が結果に与える影響を計算、予測することにある。

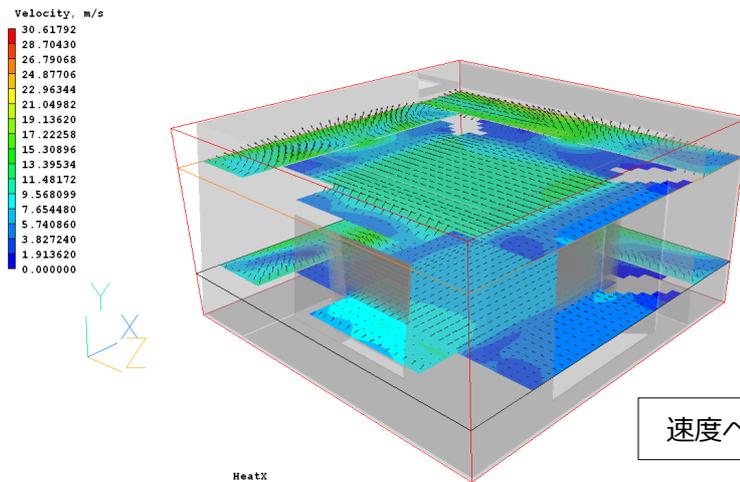


上図は、高温空気（手前右から左奥）と冷却空気（手前左から右奥）の速度分布を示している。下図は、2つの空気流の温度分布であり、明らかに熱交換機構を示している。

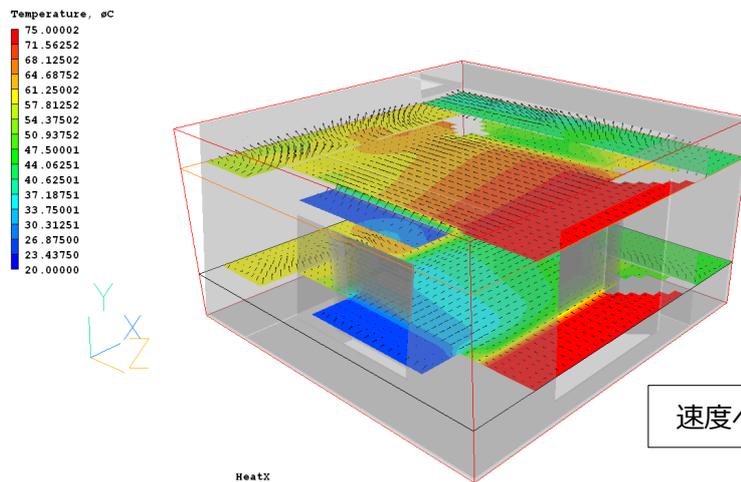




熱交換器をモデル化するにあたり二つの方法が考えられていた。最初のアイデアは、単にCADから形状データをインポートした後、熱交換器部分の80×2mm断面のスロットをキャプチャするために十分に細かいメッシュを適用することであった。第二の実際に採用したアイデアは、より実用的な方法で、同じ寸法の「Thin plate」オブジェクトの配列を用いて、このセクションを置き換える。そうすることの利点は、幾何学的形状を誤って定義する可能性を除去し、非常に小さい計算メッシュを使用しながら、熱伝達率が正確な板厚に基づいていることを保証できることである。



速度ベクトル図と速度コンター図



速度ベクトル図と温度コンター図

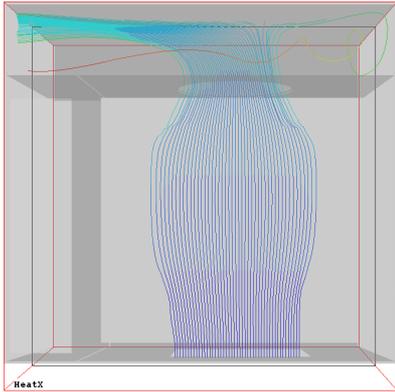
上記の二つの図は、それぞれ速度分布および温度分布を示し、各図において上段が高温風、下段が冷却風となる。器内の熱交換の様子が明確に示されている。



## モデルのセットアップの詳細

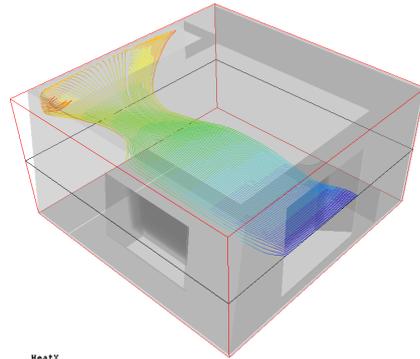
3D 直交座標系で 40×168×40 セルに分割した。また熱交換器の矩形形状には PARSOL は必要ないため使っていない。LVEL 乱流モデルは、粗いメッシュを使った狭いチャンネル流れに対する適性を考慮して使用した。計算は 1000 回の反復計算で収束したが、これはシングルプロセッサ、クロックタイム 3GHz のシステム上で 75 分の実行時間を必要とした。

Total time (s)  
0.151029  
0.141590  
0.132151  
0.122711  
0.113272  
0.103833  
0.094393  
0.084954  
0.075515  
0.066075  
0.056636  
0.047197  
0.037757  
0.028318  
0.018879  
0.009439  
0.000000



X面の流線図

Total time (s)  
0.063302  
0.059346  
0.055389  
0.051433  
0.047477  
0.043520  
0.039564  
0.035608  
0.031651  
0.027695  
0.023738  
0.019782  
0.015826  
0.011869  
0.007913  
0.003956  
0.000000

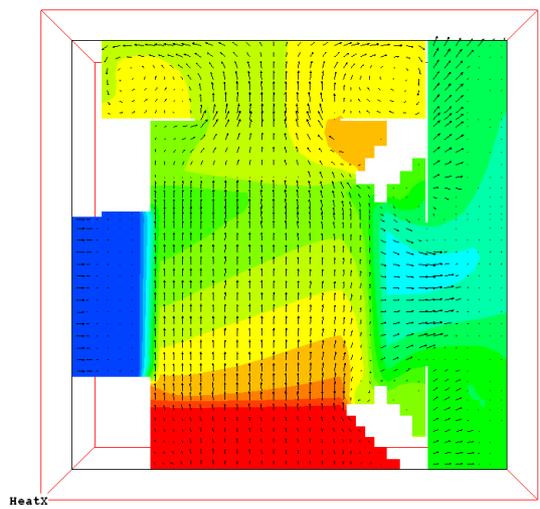
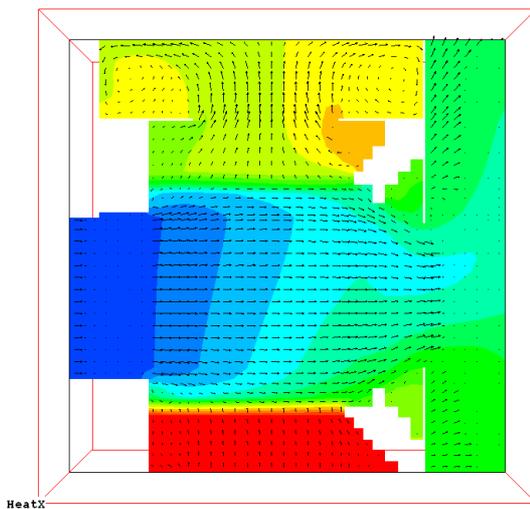


Z面の流線図

## 結論

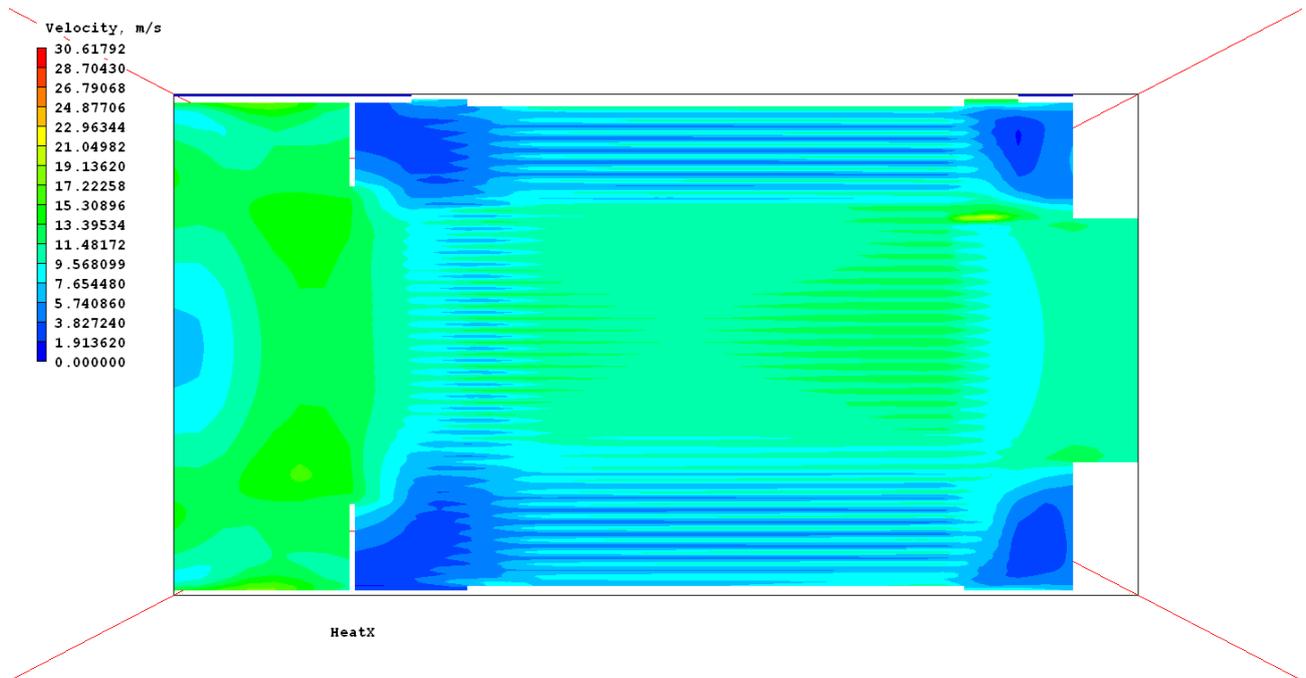
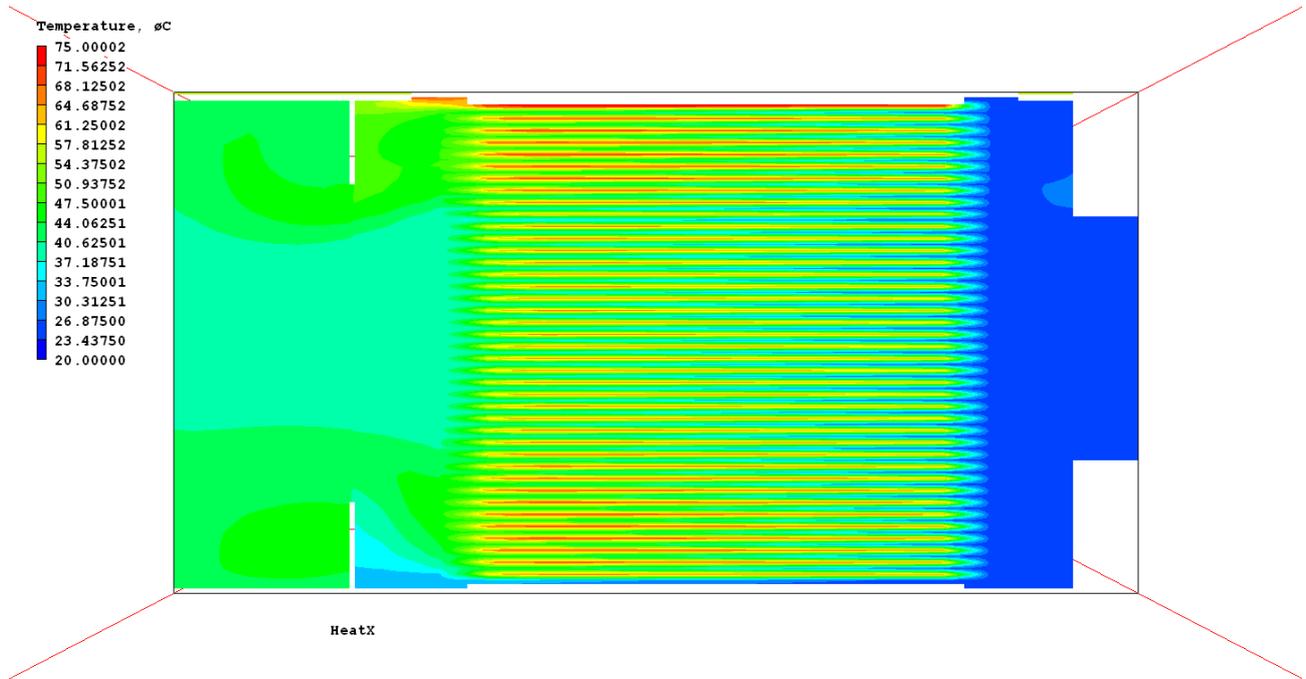
このモデルで、熱交換器における熱移動プロセスの良好な表現がなされた。モデル予測の精密な検査は、熱交換器内の不均一性を明らかにできる。外側のチャンネルは、より遠回りの軌道を通じて空気を受け取りながら、入口プレナムからの空気は、チャンネルの中央部に真っ直ぐ作用する。そのため中央のチャンネル内の空気速度は幾分早く、より良好な熱伝達を与えることを意味する。これは、温度分布図で直接観察ができる。もしより均一に空気を拡散することができれば、全体の熱伝達効率を向上させられるかもしれない。このように CFD モデルは、エンジニアが装置の性能を向上させるために使用でき、設計のテストベッドとして機能することができます。

Temperature, °C  
75.00002  
71.56252  
68.12502  
64.68752  
61.25002  
57.81252  
54.37502  
50.93752  
47.50001  
44.06251  
40.62501  
37.18751  
33.75001  
30.31251  
26.87500  
23.43750  
20.00000



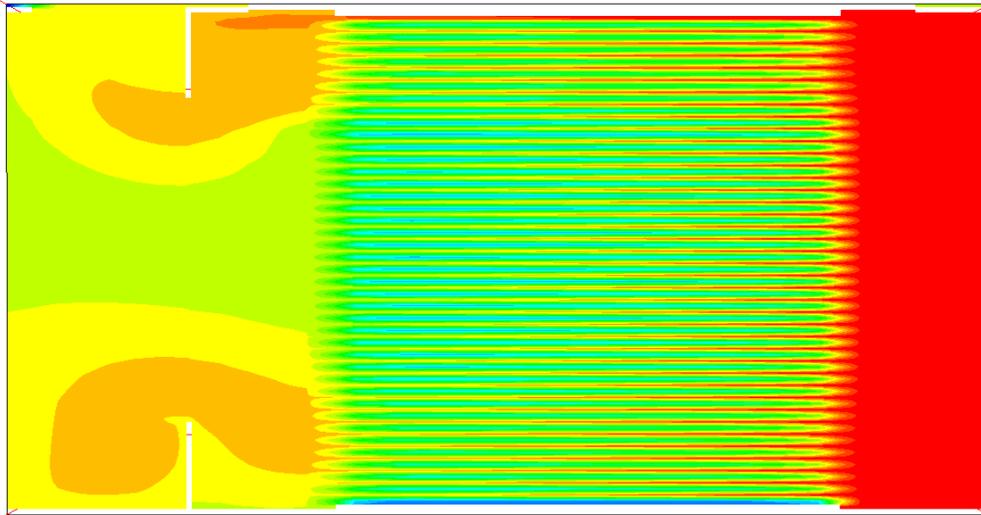
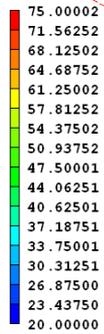


参考図 - Y平面、Z平面の温度と速度



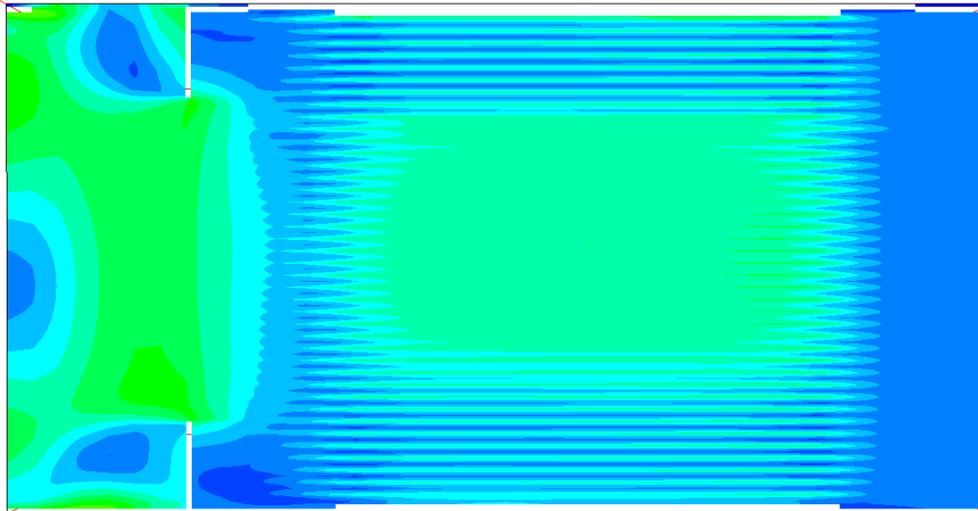
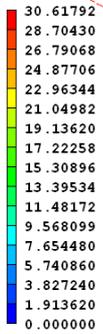


Temperature, °C



HeatX

Velocity, m/s



HeatX