

クラウド HPC システムの利用

Effective utilization of Cloud HPC System

1. はじめに

流体解析を行う上では、解析時間の短縮を図ることを目的として、流体解析にかかる計算時間やコンピュータのメモリ容量を考慮し、可能な範囲で解析規模を調整する。解析規模の調整としては、例えば、以下があげられる。

- 形状や境界条件の対称性を考慮する
- 物理現象の特徴・本質を掴んだ数理モデルを作成する

しかし、複雑な形状や物理現象を考慮しなければ適切な解析結果を得られない場合は、解析規模の調整が困難となる。形状の複雑さを表現するためには空間分解能を上げる必要があり、計算格子数が多くなる。一般的に、計算格子数が数千万セルである流体解析は、大規模な流体解析と言われる。また、複雑な物理現象の特徴・本質を掴むために作成した数理モデルは複雑となり、さらに計算量は多くなる。このような大規模な流体解析を行うには、計算処理能力の高いコンピュータを使用した方がよいことは明白であり、計算処理能力の低いコンピュータでは、短時間で流体解析を行うことは極めて困難である。

当部署では流体解析用のコンピュータを自部署で運用しているが、大規模な流体解析を行うことは困難である。このような場合、クラウド HPC システムを利用することが有効である。

2. クラウド HPC システム

クラウド HPC (ハイパフォーマンス・コンピューティング (High-Performance Computing : HPC)) システムは、クラウド環境に構成されたコンピュータサーバ群あり、膨大な計算量に対し、複雑な演算処理を高速に実行する性能を有するシステムである。HPC の例としては、科学技術計算の実施を主目的とする大規模コンピュータである「スーパーコンピュータ」が知られる。

2.1 クラウド HPC システムの例

民間企業向けに展開されている商用のクラウド HPC システムとして、以下の2つを例に記載する。

- FOCUS : 計算科学振興財団が提供する、日本国内唯一の産業界専用の公的スーパーコンピュータシステム。
- ScaleX : Rescale が提供する、8000 万以上のサーバを備えた世界最大規模のクラウド HPC システム。

2.2 クラウド HPC システムの利用

当部署における、クラウド HPC システム利用フローの概要を図 1 に示す。自部署のコンピュータで作成した計算格子を含む計算データを作成し、インターネットを介してクラウド HPC システムへ転送する。転送後に、クラウド HPC システムのユーザインタフェースを利用して、計算を実行する。計算が完了した後は、インターネットを介して、ダウンロードする。インターネット通信時には、暗号化が施され、セキュリティが担保される。

クラウド HPC システムには、多種多様なコンピュータが用意されている。例えば、CPU の種類、CPU コア数、メモリ容量が異なるコンピュータが複数準備されており、ユーザは自由にそれらコンピュータを選択することができる。また、コンピュータの利用分に応じて、クラウド HPC システムの利用料が決定される。

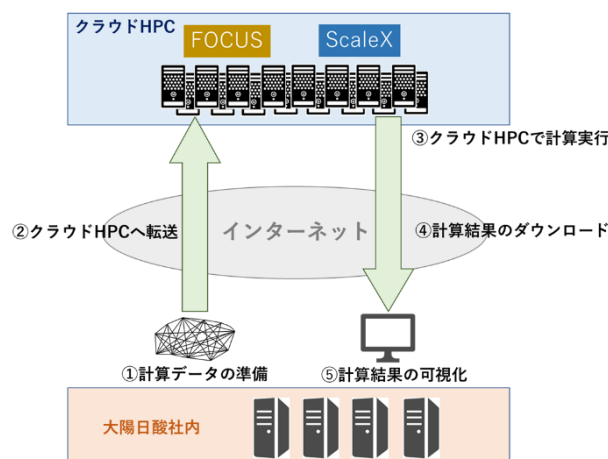


図 1 クラウド HPC システム利用フローの概要

クラウドHPCシステムの利用料を抑えつつ大規模な流体解析を実施するために、当部署では以下のように対応している。

- 流体解析に関する知識を活用し、流体解析の対象となる当社産業ガス関連製品の特長（形状、動作など）や、当該関連製品で生じる物理現象の理解により、解析形状や解析条件を決定する
- クラウドHPCシステムの知識を活用し、流体解析の規模に応じて、過不足ない並列計算機能となるように複数のコンピュータを組み合わせる

3. クラウド HPC システムでの解析例

当社で設計開発を行っている液体ヘリウムを冷媒とするヘリウムガスの熱交換器を対象とした流体解析に対して、クラウド HPC システムを活用した例（以下、本解析例）を示す。

解析対象とする熱交換器の形状を図 2 に示す。熱交換器は複数の部品で構成されており、円筒形の容器内にフィン管、芯金、スペーサーが収められており、フィン管に付けられたフィンをすべて考慮する。円筒容器の全長は約 800mm であり、フィン管と容器の隙間は最も狭いところで約 0.5mm である。

この狭い隙間を考慮しながら容器全体の形状をコンピュータ上で表現するためには、空間分解能を向上させる必要があり、多くの計算格子数が必要である。

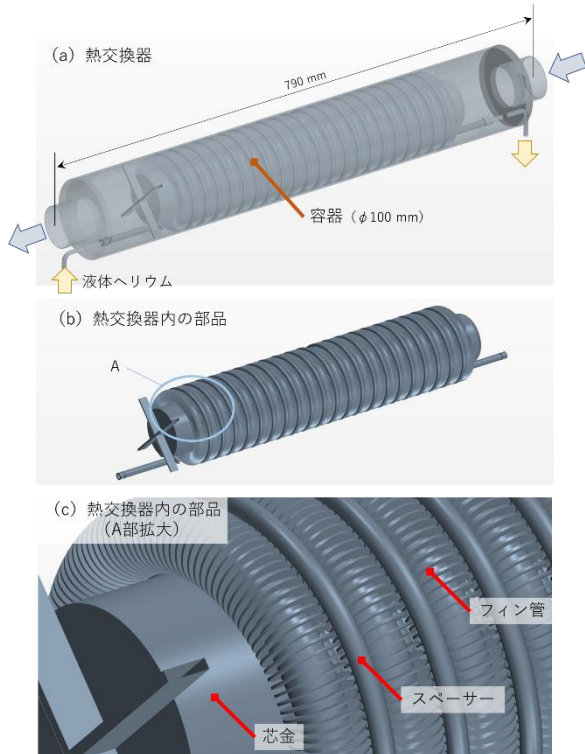


図 2 ヘリウム熱交換器の形状

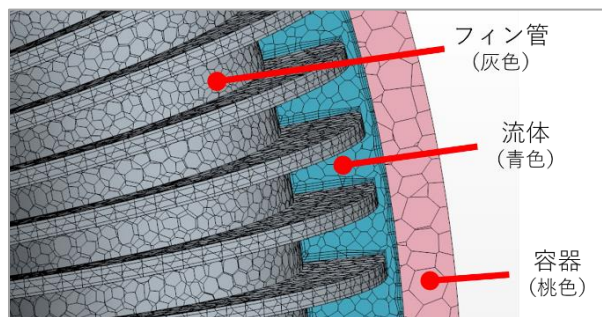


図 3 計算格子

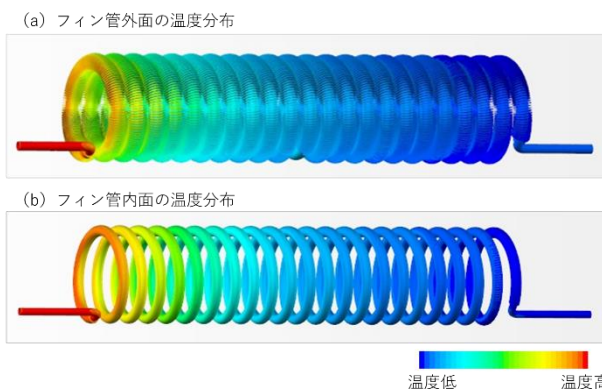


図 4 結果例（温度分布）

本解析例の計算格子数は、およそ 4 千万セルである。図 3 は、本解析例で作成した計算格子の一部を示す。灰色がフィン管（壁面）、青色が流体領域、ピンク色が容器である。図 4 は、本解析例で得られた温度分布である。

本解析例を当部署のコンピュータで行うと、解析完了までに約 1 ヶ月を要するが、FOCUS では約 7 日で解析を完了し、クラウド HPC システムの有効性を確認した。

本解析例で示した通り、クラウド HPC システムを活用することで、大規模な流体解析が短期間で実施可能である。

4. まとめ

大規模な流体解析に対して、クラウド HPC システムを活用することで、試作試験の代替、設計開発工数の短縮など、当社産業ガス関連製品の効率的な設計開発が可能となった。

(R&Dユニット デジタルソリューションセンター デジタル技術部 データサイエンス課、相葉恵介)

＜問い合わせ先＞
 技術開発ユニット
 開発企画統括部 開発業務部
 Tel. 03-5788-8180