

大規模LES解析プログラムFFBならびにFFXの 開発計画と最新の成果



加藤 千幸 (かとう ちさち)

東京大学生産技術研究所
革新的シミュレーション研究センター センター長・教授

研究 分野

大規模数値解析・ターボ機械
輸送機械・エネルギー変換機器

FrontFlow/blue (FFB) は、平成20年度から24年度にかけて実施された、文部科学省次世代IT基盤構築のための研究開発「イノベーション基盤シミュレーションソフトウェアの研究開発」プロジェクトにおいて、風洞実験や水槽試験などを数値解析により代替えることを狙って開発された非圧縮性流れ解析プログラムであり、高い汎用性を有するとともに、数百億要素を超える大規模な流れ解析を実現するために、計算格子の自動細分化機能を具備している。さらに、理化学研究所計算科学研究機構 (AICS) の全面的な協力を得て、FFBのすべての計算カーネルはSIMD (Single Instruction Multiple Data) 型計算機用に最適化されており、メモリーインテンシブなプログラムでありながら、ピーク性能比で4%から6%程度の高い実効性能を実現している。HPCI戦略プログラム分野4「次世代ものづくり」において、船、自動車、ターボ機械など数々の製品を対象として、FFBを用いた数百億要素規模の実証計算が実施され、実験と同等な予測精度を実現できることが証明されている。

FFBは重点課題全体のターゲットアプリケーションの一つとして、ポスト京のコーデザイン (ハードウェアとソフトウェアの協調開発) に資するとともに、重点課題⑧「近未来型ものづくりを先導する革新的設計・製造プロセスの開発」のサブ課題C「準直接計算技術を活用したターボ機械設計・評価システムの研究開発」の主要アプリケーションのひとつとして開発が継続されている。また、重点課題⑥サブ課題C「高効率風力発電システム構築のための大規模数値解析」の流体解析ソルバーとしても利用されることになっている。

重点課題⑧サブ課題CではFFBの実用化を加速するために、現状比100倍以上の高速化を実現するために、アルゴリズムの抜本的な見直しとさらなる最適化を実施するとともに、流体力学を直接計算したり、収束性を改善したりするために、圧縮性流れ解析への拡張を図っている。また、高レイノルズ数流れ解析に対して、必要な格子点数を抜本的に削減するために、全く新たな発想に基づく壁面モデルの開発にも着手している。さらに、重点課題⑧サブ課題Cでは、Building Cube Method (BCM) に基づく、Lattice Boltzmann Method (LBM) ソルバーFFXの開発にも着手している。FFXは実車のような極めて複雑な形状に対して、数10兆規模の格子を1時間以内に自動生成し、かつ、24時間以内に流れ計算を完了することを目標に開発を進めている。本講演ではFFBやFFXの開発計画や最新の開発成果を紹介する。