

概要

製品コンセプトを初期段階で定量評価し最適化する革新的設計手法、コストを最小化する革新的製造プロセス、及びそれらの核となる最先端スパコンの能力を最大限に引き出せるキラーアプリケーションを研究開発し、付加価値の高いものづくりの実現を目指し、【設計プロセスの革新】(サブ課題A,B,C,D)と【製造プロセスの革新】(サブ課題E,F)の2つのカテゴリーに分類してアプリケーションの開発に取り組んだ。

また、キラーアプリケーションの一部が共通する重点課題⑥「革新的クリーンエネルギーシステムの実用化」と連携して、アプリ開発体制を構築し、研究開発の効率化を図った。

代表機関:

東京大学

分担機関:

神戸大学、東北大学、山梨大学、九州大学、

東京理科大学、宇宙航空研究開発機構、理化学研究所

Co-Designによるアプリケーションの高速化

アプリケーション	サブ課題	機能・特長	スパコン「京」のノード実効性能 (GFLOPS)	スパコン「富岳」のノード実効性能 (GFLOPS)	対「京」性能向上比
FFB (ターゲットアプリ)	8-C 6-C	FEMによる非圧縮性/圧縮性LES解析・超大規模高精度解析	4.0 (実測値)	95.5 (共用前評価環境)	47.8倍
CUBE	8-B	FVMによる非圧縮性/圧縮流体解析・直交格子による完全自動格子生成とオイラー系連成解析	18.3 (実測値)	234.6 (理研シミュレータ)	25.6倍
FFVHC-ACE	8-D	FVMによる遷音速流体解析・レイヤー格子と直交格子のハイブリッド計算・高精度な壁面モデル	6.2 (実測値)	130.0 (理研シミュレータ)	42.0倍
FrontISTR	8-E 8-F	非線形構造解析・高収束性前処理型マトリックスルバ	9.2 (実測値)	106.4 (理研シミュレータ)	23.2倍

注1「京」のノード実効性能は本格実施フェーズ開始当初の値

注2「京」と「富岳」のノードのピーク性能比は約21倍

注3「富岳」のノード性能は1CMG(12コア)の性能の4倍

注4 コンパイルはFujitsu Fortran 4.0.0 (オプションは通常-Kfast,parallel,ocl,optmsg=2)を利用

注5「富岳」のノード性能の値は、共用前評価環境および理研シミュレータ[1]による推定値

[1]見玉他、「理研ポスト京プロセスシミュレータの評価」、情報処理学会、研究報告ハイパフォーマンズコンピューティング(HPC)、2019-HPC-168(5), pp. 1-7(2019-02-26)

実施内容と最新の成果

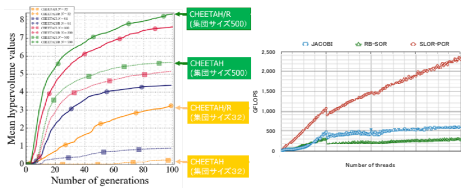
サブ課題A 設計を革新する多目的設計探査・高速計算技術の研究開発

【実施内容】

- ①多目的設計最適化技術開発
- ②高速計算技術開発
- ③上流設計プラットフォームへの実装・強化

【得られた成果】

- 多目的設計最適化アプリCHEETAH/Rを開発。必要な計算時間を大幅な短縮を実現した。
- 高速計算技術・時間並列計算について、Parareal法をフェーズフィールド法に適用し、13.3倍の性能向上を確認。SLOR-PCRハイブリッド反復法は従来の5倍の高性能化を達成した。



発電用風車設計最適化問題を用いた性能評価

SLOR-PCR法のメモリアクセルでの評価

【開発したアルゴリズム等】

CHEETAH/R、低B/F直接反復ハイブリッド反復法、時間並列化アルゴリズム、ワークフロー-WHEEL

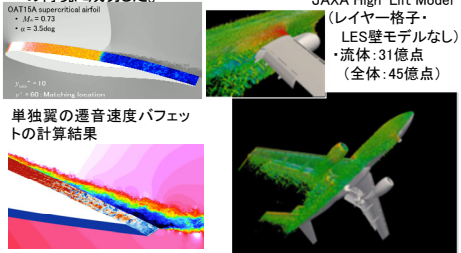
サブ課題D 航空機の設計・運用革新を実現するコア技術の研究開発

【実施内容】

- ①離着陸時および実機詳細形状に対応した高速・高精度乱流解析技術の開発
- ②飛行安全性の向上に必要な非線形飛行力学モデルによる飛行制御

【得られた成果】

- 実機複雑形状に対して、階層型等間隔直交格子生成を達成し、試計算を行った。
- 新たな壁面モデルの実装と基礎検証を完了し、遷音速パフェットの再現に成功した。



【開発したアプリケーション】

FFVHC-ACE

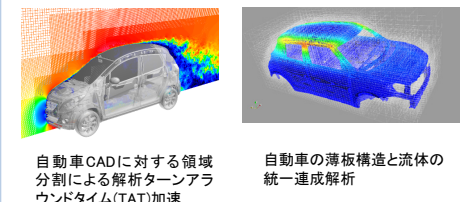
サブ課題B リアルタイム・リアルワールド自動車統合設計システムの研究開発

【実施内容】

- ①リアルタイムシミュレーション技術の開発
- ②リアルワールドシミュレーション技術の開発

【得られた成果】

- 実車空力解析に対してプリ処理・コアカーネル高速化により解析ターンアラウンドタイム(TAT)24時間以内を実現した。
- オイラー構造解析・圧縮性解析・6自由度移動境界解析の基本プログラムを開発した。
- 実車フルモデルの複雑な形状を用いた空力解析が従来の10倍程度の加速を実現
- オイラー型構造-流体統一連成解法を開発。粒子法により薄板構造のモデル化に成功



【開発したアプリケーション】

CUBE

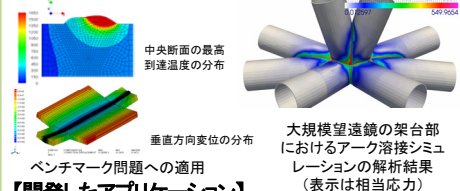
サブ課題E 新材料に対応した高度成形・溶接シミュレータの研究開発

【実施内容】

- ①アセンブリ/接触問題の大規模解析が可能な並列反復法の構築
- ②実問題の複雑さ・非線形性に対する解析アルゴリズムの安定化・高速化
- ③複雑な溶接工程の入力条件設定から可視化までを統合的に扱うプリポストソフトウェアの開発

【得られた成果】

- 溶接工程を模擬するシミュレータの要素技術開発が完了した。
- 溶接力学シミュレーション研究会のベンチマーク問題において、既存手法との良好な一致を確認した。
- 実証例題へ開発手法を適用。構造全体の変形や、母材に発生する応力状態を評価した。



【開発したアプリケーション】

FrontISTR

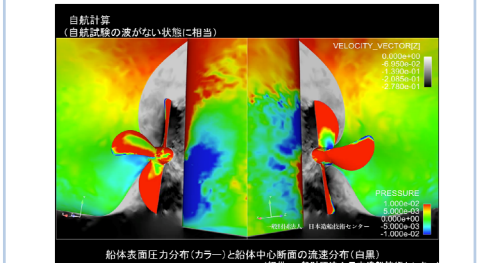
サブ課題C 準直接計算技術を活用したターボ機械設計・評価システムの研究開発

【実施内容】

- ①超高速流れ解析ソルバーの研究開発
- ②抜本的に計算コストを削減する準直接計算手法の研究開発
- ③ターボ機械用評価・最適設計システムの研究開発

【得られた成果】

- FFBIについて、「富岳」で100倍高速化を達成できる見込みを得た。
- FFBIに対して圧縮性流れ解析機能を実装し、コード検証を実施した。
- Lattice Boltzmann法(LBM)によるFFXを開発した。



【開発したアプリケーション】

FrontFlow/blue, FFX (LBMコード)

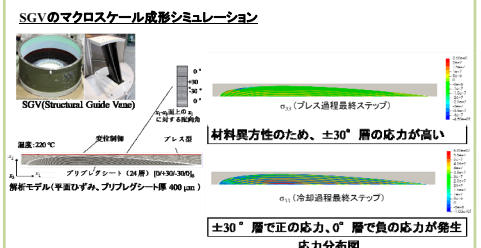
サブ課題F マルチスケール熱可塑性CFRP成形シミュレータの研究開発

【実施内容】

- ①ミクロスケール熱可塑性成形シミュレータの開発
- ②マルチスケール展開によるマクロスケール熱可塑性モデルの構築
- ③マクロスケール熱可塑性成形シミュレータの開発

【得られた成果】

- 正確な材料モデルに基づく高精度な熱可塑性CFRP成形シミュレーションが可能なマクロスケール熱可塑性成形シミュレータが完成した。
- ミクロスケールズームインシミュレーション手法の開発が終了した。



【開発したアプリケーション】

FrontComp