

クラウドCAEサービス Cistr



東京大学大学院 新領域創成科学研究科
森田直樹, 井原 遊, 生野達大

目次

- CAEを取り巻く環境と展望
- 企業がシミュレーションに抱える痛み：3つの例
- クラウドCAEサービス Cistr
- Cistrのシステム概要
- 最新版Cistrでできること
- Cistrを利用してみる

CAEを取り巻く環境と展望

国内市場規模は約3400億円程度

- 2015年度の国内CAD/CAM/CAEの市場規模はおよそ**3400億円**^[1]
 - 前年度はおよそ3200億円で**4.7%増**の見込み
- 機械系CAD/CAM/CAE
 - 円安が進み自動車産業の利益増から設備投資が進んだ
- 土木建築系CAD
 - 前年度と同程度だが今後の好況に期待
- 半導体業界・EDA市場 (Electronic Design Automation)
 - 厳しい国際競争で減少傾向

機械系CAD/CAM/CAEの市場は年7.5%増

- 機械系CAD/CAM/CAEの市場
 - 2015年度は2273億円で**前年比7.5%増**の見込み
 - 順調な設備投資で今後も成長が見込まれる
- 注目される動向
 - 3Dプリンタを用いた試作実験がシミュレーションを凌駕する可能性がある
 - 依然として過渡応答・固有値・熱・流体解析などの点でシミュレーションの普及は必須となる

シミュレーションで見える・伝えられる

例：気流の可視化

- 空気が「見える」のは職人技術
 - 職人の勘によって形状を決めていた
- 数値風洞のシミュレーションにより車の燃費が大きく向上
 - 空気抵抗を大きく削減

技術継承の効率化

- **職人技術の普遍化**が必要
 - 現象が「見える」からこそ伝えることができる

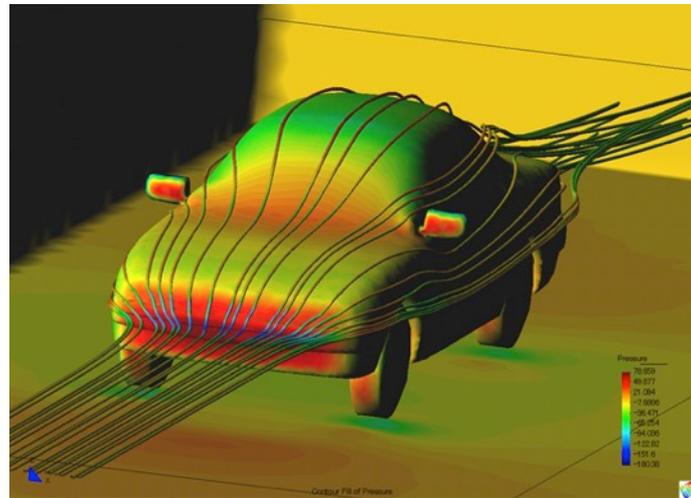


Fig. 1 自動車の流体構造連成解析[1]

企業がシミュレーションに 抱える痛み：3つの例

1. シミュレーションの導入コストが高い

事例 1 : ある企業の例

- 良い製品の開発に日々取り組む
- シミュレーションはまだ導入していない

ニーズ : シミュレーションを用いて時間とコストを削減したい

- 設計プロセスの効率化を図りたい

しかし : 初期費用として**コストが高い**

- 見積もり : ソフト 1000万円・コンピュータ 1000万円

2. 最先端の計算には専門スキルが必要

事例 2 : あるパーツメーカーの例

- 既にシミュレーションを導入している

ニーズ : 最先端の並列計算技術を取り込み 高精度の解析を実施したい

- 元請から高精度解析の要請がある

しかし : 専門技術者がおらず **スキルが必要**

- 最先端の計算のために専門的な経験が必要



Fig. 2 PCクラスタ

3. 市販ソフトに計算性能の限界がある

事例3：ある研究所の例

- 既に最先端のシミュレーションを導入している

ニーズ：膨大な時間がかかる最先端の解析を行いたい

- 長い計算時間が設計工程のボトルネック

しかし：市販ソフトに性能限界があり**コストと時間が釣り合わない**

- ソフトウェアのアルゴリズムの問題で
CPUを10倍使っても計算時間は1/10にならない

クラウドCAEサービス Cistr

Cistrは3つの痛みを解決するよう設計

1. ソフトと計算機の高い導入コスト
 - **クラウド環境**で導入コストを削減
2. 高性能計算・シミュレーションのスキルが必要
 - 専門的な設定が不要の**ブラウザUI**を提供
3. 計算性能に限界がある
 - **高い並列計算パフォーマンス**をもつアルゴリズムを採用

シミュレーションを広く普及させたい

- **低い導入コスト**・**容易な操作のUI**・**高い計算性能**のベストミックスを明瞭・的確・高速に提供
- 2D・3D CADが広く普及し
フリーソフトでも十分実用的なものが増えてきた
- **シミュレーションソフトも同様の広がりを見せるはず**
 - ただし計算規模と必要な計算資源はおおよそ比例する

1. クラウド環境で導入コストを削減



Fig. 3 従来のシミュレーション環境と Cistrが提供するクラウド計算機環境

2. 煩雑な操作が不要のブラウザUI

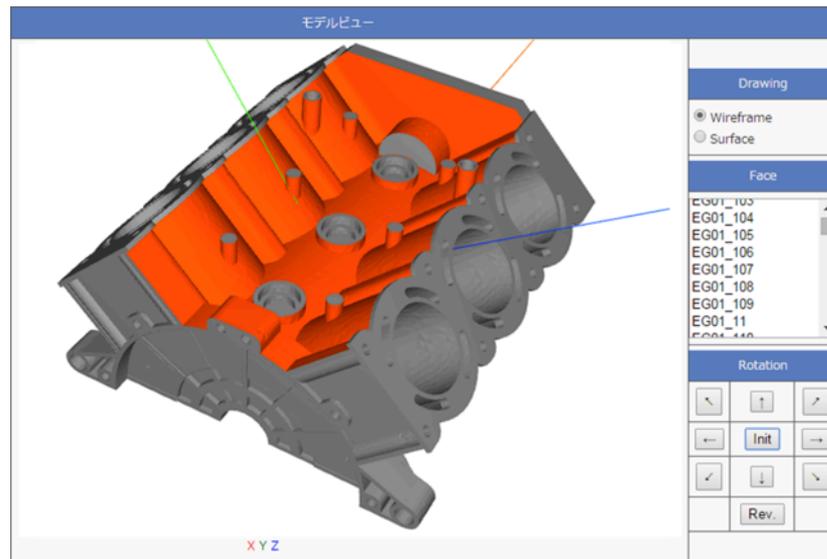
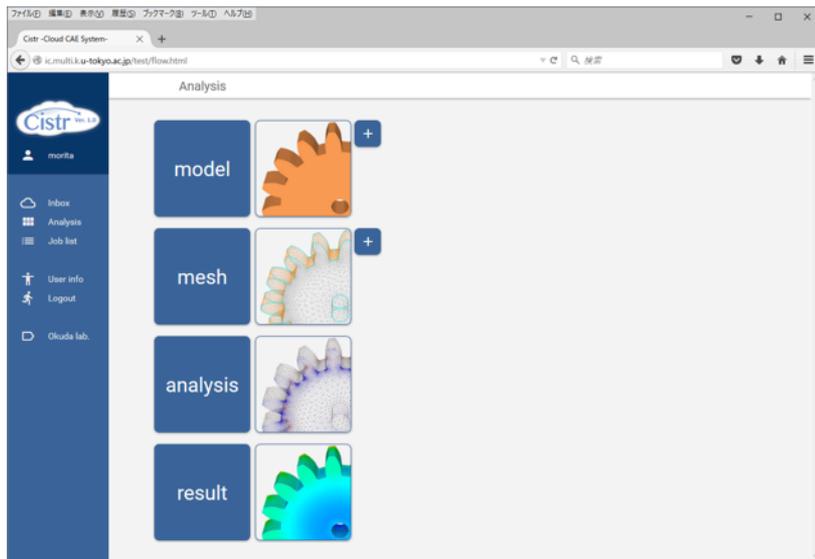


Fig. 4 ブラウザUIの動作例

- 高性能計算が**専門スキル・煩雑な操作なし**に実行できる

3. 高い並列計算性能を有するソルバ

- 高い並列計算効率を有するアルゴリズムを採用
 - 計算並列効率**95%以上**
※CPUを増やすほど速くなる
- 大規模並列計算やパラメータスタディに高い性能を発揮

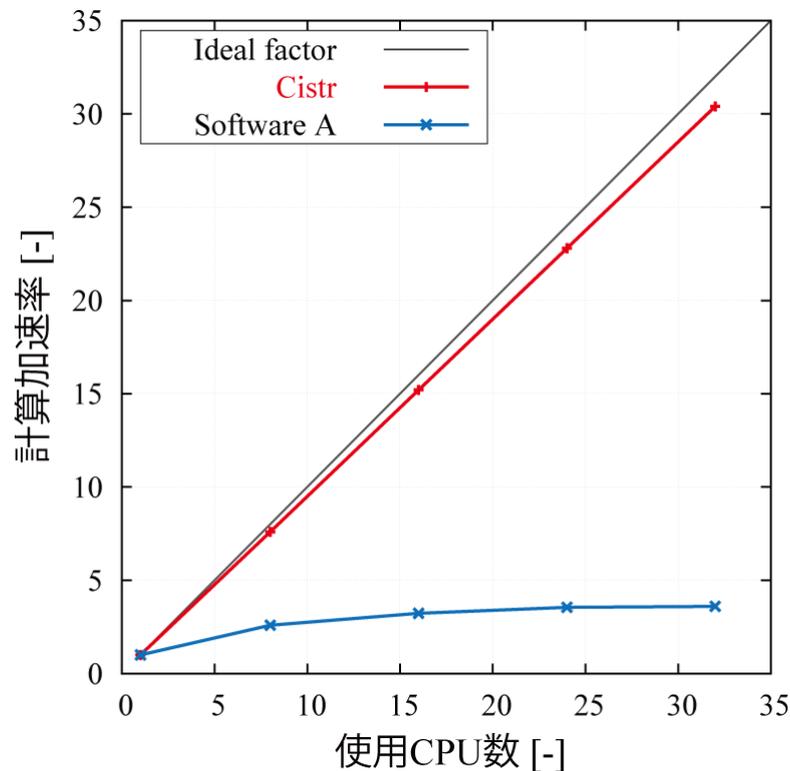


Fig. 5 Cistrと市販ソフトの計算加速率^[2]

計算時間の短縮とコストの削減を実現 (1/2)

- 設計変数の異なる100ケースのモデルを動解析
 - 100ケースをそれぞれ1CPUで解析
 - 1ケース1CPUで25日の計算時間が必要とする
 - 100ケースをそれぞれ16CPUで解析
 - Amazon EC2の計算資源を借りるとする
 - 1 コア時間： 15円
 - 市販ソフトAとFrontISTRで比較
 - 市販ソフトは1ライセンス10万円と試算

計算時間の短縮とコストの削減を実現 (2/2)



Table 1 計算コスト

	既存ソフト		Cistr	
CPU	100個	1600個 (16倍)	100個	1600個 (16倍)
計算時間	25日	7.8日 (1/3)	25日	1.6日 (1/16)
CPUコスト	95万円	470万円	95万円	95万円
ライセンス料	1000万円	1.6億円	-	-

Cistrのシステム概要

ブラウザだけが必要な動作環境

- 広く使ってもらうために何が必要か？
 - デバイスに依存しない
 - OSに依存しない
 - ライブラリに依存しない
 - インストールもしない
- **Cistrはブラウザのみで動くことを重要視**
 - 「まず使ってみる」をできるだけ簡単にしたい
 - 「並列計算してみる」もできるだけ簡単にしたい

Cistrは高性能並列計算のサービス化

- **IoT (Internet of Things)**
- **モノのサービス化**
 - 「常に最適なモノを使い続けてもらう」というサービス
 - システムの状況を把握して更に優れたシステムを開発する
- **PBL (Performance Based Logistics)**
 - 稼働率や安定性・時間短縮などに対価を払うサービス
- **大規模並列有限要素ソルバのサービス化**
 - 最適な並列計算を提供するサービス

システム概要 (ハード)

ホストサーバ

- CPU Xeon E2-2650 v2 * 2
- GPU RADEON R9 290
- Memory 384 GB
- HDD 32 TB

計算機サーバ

- PCクラスタ
- スーパー
コンピュータ
- IaaSサービス
etc.

システム概要 (ソフト)

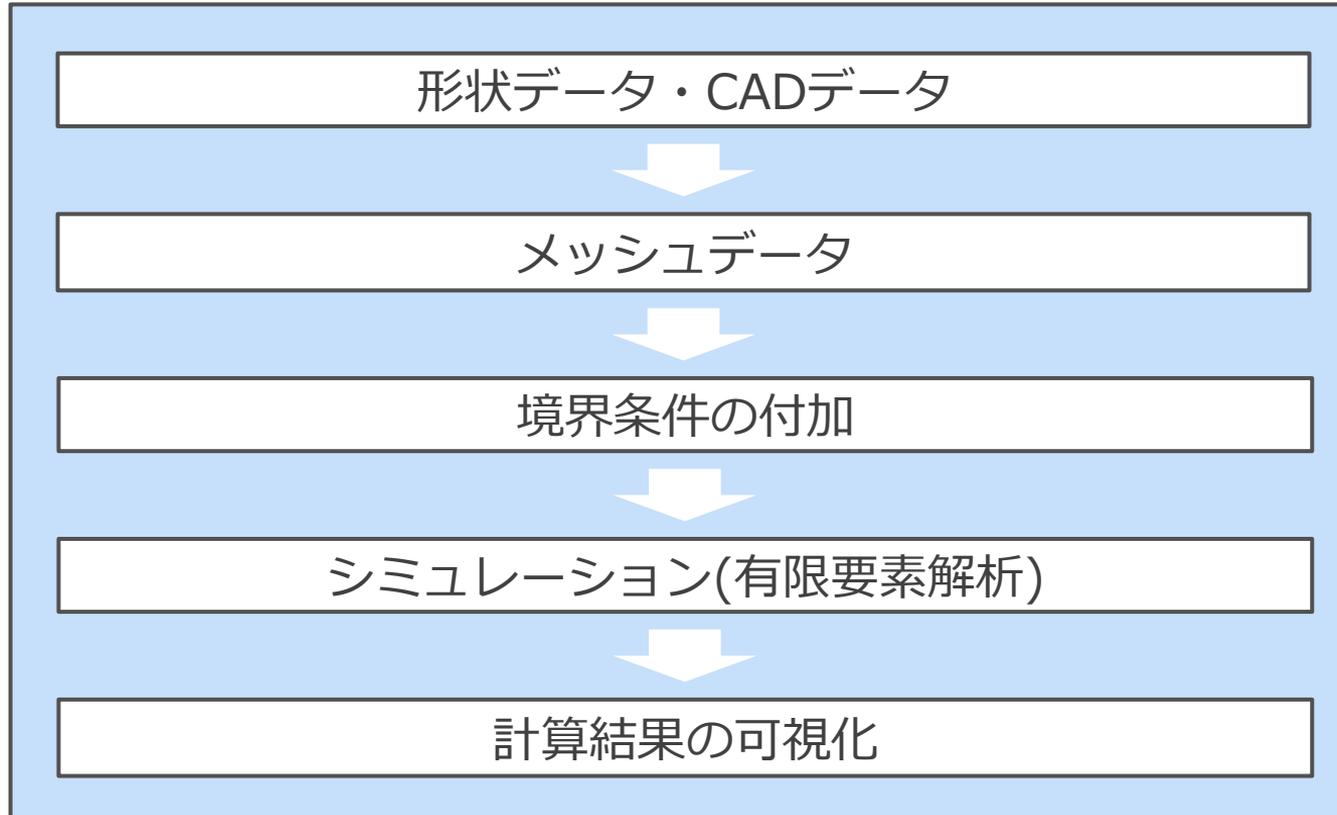
ホストサーバ

- Webサーバ
- Cistrホストプログラム
 - ジョブスケジューラ
 - モデル・解析管理
 - メッシャー

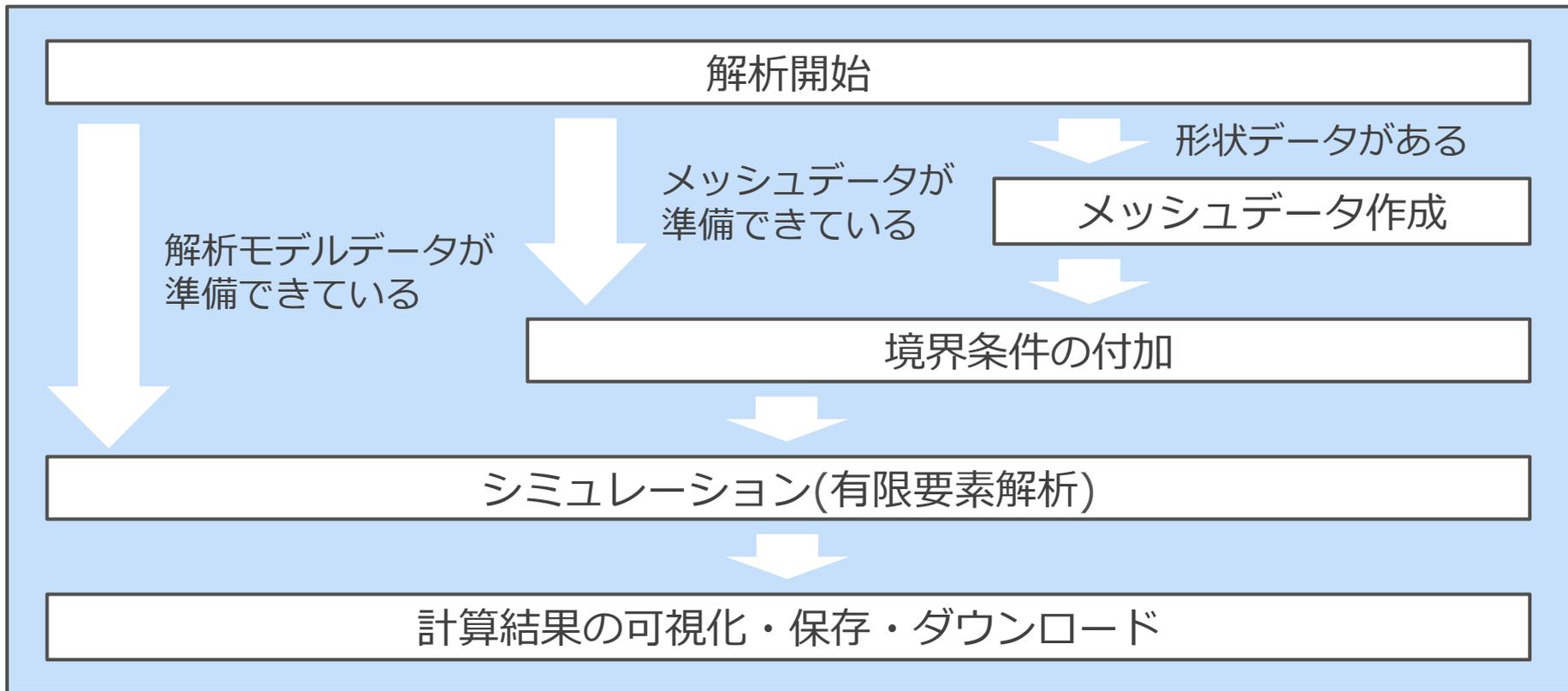
計算機サーバ

- パーティショナ
- リファイナ
- FrontISTR
- ビジュアライザ

一般的な有限要素解析のフロー



Cistrを用いた解析フロー



最新版Cistrでできること

機能の概要

- ブラウザUI
- モデル登録
- メッシュ作成
 - Adventure Ted mesh / Netgen
- 境界条件の付加
 - 境界条件 / 節点荷重 / 分布荷重 / 体積荷重
- 有限要素解析
 - 静解析 / 固有値解析
- 可視化
 - FrontISTR Res形式 / MicroAVS Paraview UCD形式

今後の開発予定

- ブラウザUI / **WebGL版 UI** / **パラメータスタディ**
- モデル登録 / **Abaqus · ANSYS · NASTRAN 読込**
- メッシュ作成
 - Adventure Ted mesh / Netgen
- 境界条件の付加
 - 境界条件 / 節点荷重 / 分布荷重 / 体積荷重 / **MPC条件** / **熱荷重**
- 有限要素解析
 - 静解析 / 固有値解析 / **動解析** / **熱伝導解析** / **接触解析**
- 可視化
 - FrontISTR Res形式 / MicroAVS Paraview UCD形式
出力形式の増強 / **可視化サーバーの利用**

Cistrを利用してみる

本日午後のスケジュール

- Cistrのハンズオン：基礎編
 - 基本的な操作
 - 静解析
 - 可視化

- Cistrのハンズオン：応用編
 - パラメータスタディ
 - Paraviewを用いた可視化

参考文献

- [1] CAD/CAM/CAE システム市場に関する調査結果, 矢野経済研究所, 2015.
- [2] FINAS/CFD, http://www.engineering-eye.com/FINAS_CFD/index.html, 2015/11/6 inspected.
- [3] Abaqus Performance data, <http://www.3ds.com/support/certified-hardware/simulia-system-information/abaqus-611/performance-data/>, 2015/10/18 inspected.

謝辞

- 本システムの開発にあたり
文部科学省高性能汎用計算機高度利用事業HPCI戦略プログラム
「分野4次世代ものづくり」の補助を受け実施された
REVOCAP_Prepostの開発における成果の一部を利用しております

