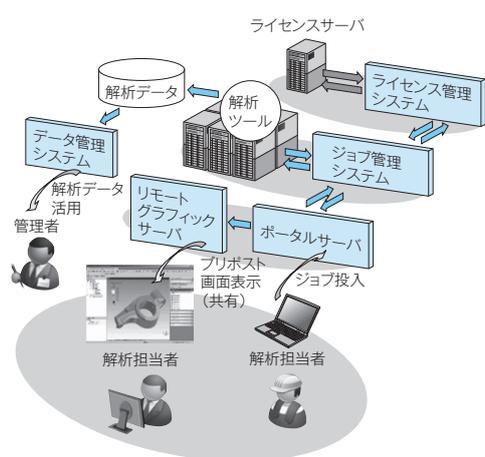


解析ポータルシステムの導入

江尻光良 Mitsuyoshi Ejiri
三瀬大海 Taikai Mise
坂本宏紀 Hiroki Sakamoto
高津一誠 Kazushige Takatsu

キーワード HPC, 並列計算, ジョブ管理, データ管理, シミュレーション

概要



ポータルシステムの構成

製品開発を行う上で、シミュレーション（解析）技術は必須になっている。大形発電機の冷却設計用のモデルなど、解析モデルが大規模化しているとともに、解析に対する要求量が増大している背景から高並列計算機を導入し、併せて計算を効率的に行うシステムと解析データを管理するシステムを導入した。

計算機ノードは、解析モデルを作成し計算結果を処理するためのプリポストノードや並列計算を行うための計算ノードなどで構成されている。システムとしては、ネットワーク経由でプリポスト処理を行うリモートグラフィックサーバ、計算ジョブを管理するポータルシステム、解析データを管理するデータ管理システムなどから構成される。

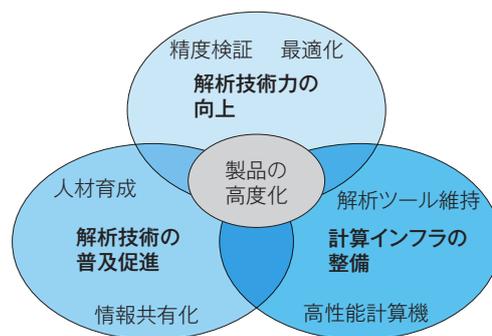
国内での本格的導入は当社が初めてであり、今後は適用製品を広げていく。

1 まえがき

近年、グローバル化が進む中で、お客様からの要求が多様化・高度化してきている。特に海外では、様々な設置環境や使用状況で製品が使用されるため、現地に合った仕様の製品をタイムリーに市場へ投入する必要がある。これらに対応するため製品開発スピードの向上と製品品質の保証が必要となるが、そのために当社ではフロントローディング設計を目的として昭和50年代からCAE（Computer Aided Engineering）を推進してきた。

近年では、CAEとして特に製品の開発・設計における有限要素法などを用いたシミュレーション（解析）が必須である。製品の高度化を達成・維持するために、当社の基盤技術研究所 解析センターでは、教育や情報共有による解析技術の向上と、量・規模共に増大する解析計算への要求に対応する計算

インフラの大規模化、解析精度の検証や最適化技術など解析適用の普及促進を行っている。第1図に解析技術の方針を示す。解析技術分野としては、構造解析・熱流体解析・電磁界解析・回路解析・材料設計を進めている。第1表に事例を示す。特に大形発電機・変圧器などは冷却設計で解析を用いて冷却性能を予測することが重要であり、解析計算の必要



第1図 解析技術の方針

解析技術力の向上、大規模化対応・普及促進を図っている。

性も高まっている。

近年、解析ツールソフトや計算機の性能向上によって、社内の多くの部署が解析を行うようになり、多くの計算機を使用するため、その管理方法が課題となってきている。また、大形発電機の開発などで全体解析を行うためモデルが大規模になり、CPUコアを同時に複数使用する並列計算の必要性が高まっている。本稿では、数十コア以上の高並列計算ができる計算機を導入し、併せて計算機を管理し並列計算を効率的に行うシステム、増え続ける解析データを管理するシステムを導入したので紹介する。

第1表 解析事例

当社が行っている解析の事例を示す。

技術分野	代表的な事例
構造解析	電力変換盤の振動 ダイナモメータのロータダイナミクス
熱流体解析	発電機の冷却設計 変圧器の油冷設計 電力変換盤の冷却設計 水処理装置の気泡流
電磁界解析	EV用モータの特性 開閉器の電界
回路解析	インバータのノイズ
材料設計	開閉器電極の強度特性

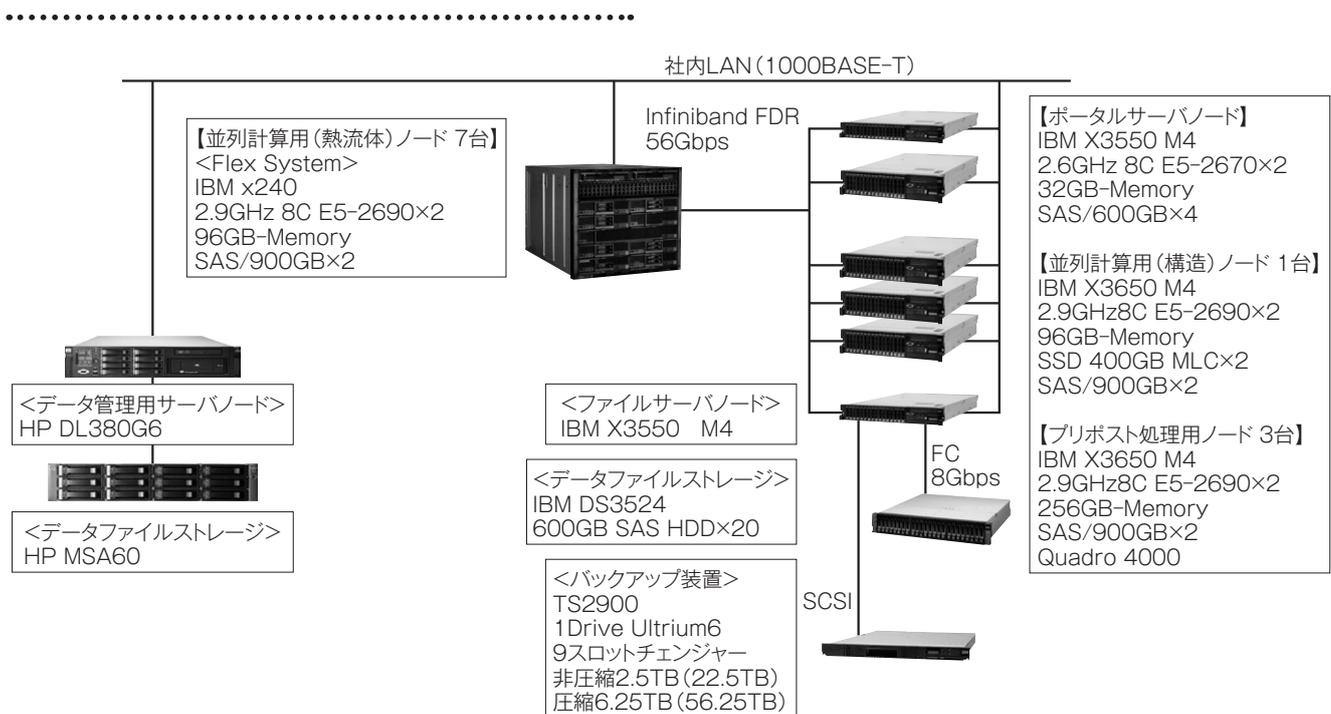
2 解析計算サーバハードウェア

第2図にハードウェアの構成を示す。今回導入した解析計算用の計算機ハードウェアは、ポータルサーバノード・プリポスト処理用ノード・並列計算用(熱流体・構造)ノード・ファイルサーバノード・データ管理用サーバノードから構成される。

プリポスト処理用ノードはメモリを256GB搭載し、大規模なモデルも扱えるようにした。同時に複数名が利用できるように3台用意している。

構造解析用の並列計算用ノードはSSD (Solid State Drive) を搭載し、ファイルI/O処理の多い固有値解析も高速に行えるようにした。流体解析用の並列計算用ノードは、一般的に並列計算の効果が出やすいため、多数のCPUを高密度に実装できるブレード型とした。各ノードはInfiniband FDR (Fourteen Data Rate) で接続されており、クラスター型並列計算でも性能が落ちないようにしている。

ファイルサーバノードは10TBを搭載し、Fiber Channelで接続されている。各ノードからはNFS (Network File System) で共通にアクセスできるようになっている。



第2図 ハードウェア構成

解析ポータルシステムのハードウェアは、ポータル・プリポストノード・計算ノード・ファイルサーバ・データ管理サーバなどから成る。

3 解析ポータルシステム

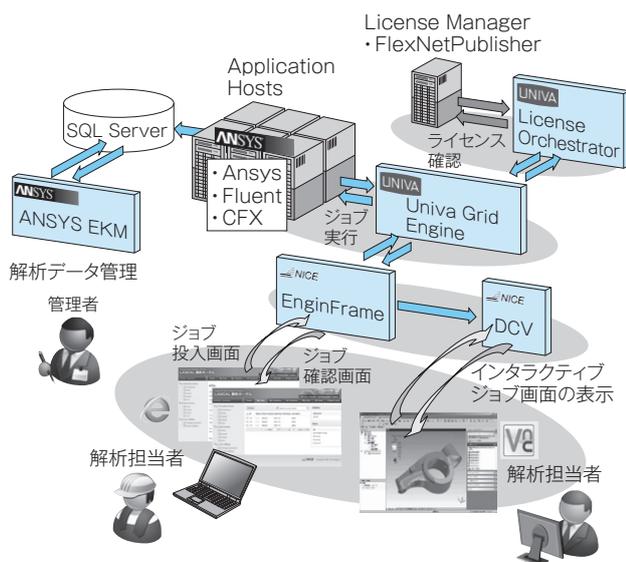
導入した計算機上での並列計算を管理する解析ポータルシステムのソフトウェアは、ポータルサーバ (EngineFrame)、ジョブ管理システム (Univa Grid Engine)、リモートグラフィックサーバ (DCV)、ライセンス管理ツール (License Orchestrator)、各種解析ツールソフト (ANSYS Workbench, Fluent, CFX, Icepak) で構成される。第3図にソフトウェアの構成を示す。

ポータルサーバはWebブラウザ経由で動作し、解析ジョブを投入し、ジョブの一覧や計算ノードの動作状況の確認を行うことができる。第4図に解析ポータルシステムの画面例を示す。解析ジョブの投入では、あらかじめ各自のEWS (Engineering Workstation)などで作成した解析モデルファイルを選択し、使用コア数を指定する。また、リモートグラフィックサーバで解析ツールソフトのGUI (Graphical User Interface) 画面をリモート表示し、解析モデルを作成するプリ処理・計算のモニタリング・結果を可視化するポスト処理の一連の解析計算作業を行えるインタラクティブジョブ機能がある。これは通常のEWSで解析ソフトを使うのと同

じ操作性で大規模計算ができるため非常に有用である。

ジョブ管理システムでは、各計算ノードのコアの使用状況とメモリの空き状況を確認し、ライセンス管理ツールで解析ツールソフトのライセンスの空き状況を確認して、計算を実行するノードとコア数を決定し、ジョブを待機・実行させる。これによって、週末にジョブを多数投入しておき、休日中にジョブが順次実行され、週明けに計算結果を得ることができる。解析ポータルシステムが対応している解析ソフトは、現在はANSYSの構造解析・熱流体解析に限られるが、別途個別に電磁界解析も動作させることができる。第2表に解析ポータルシステムの対応解析ツールソフトを示す。

熱流体解析などで高並列の計算を行い、流体解析計算用ノードが足りない場合は、プリポスト処理用



第3図 ソフトウェア構成

解析ポータルシステムのソフトウェアは、ポータルサーバ・ジョブ管理システム・リモートグラフィックサーバ・各種解析ソフト・データ管理サーバなどから成る。



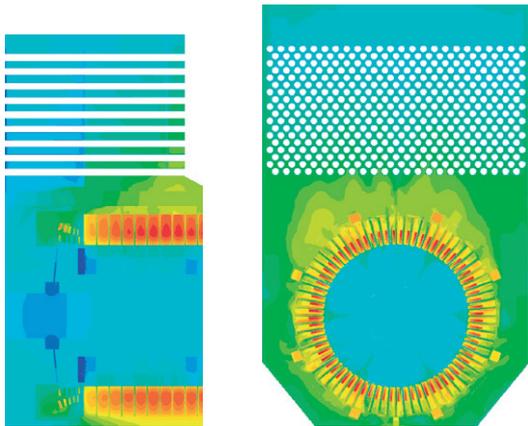
第4図 解析ポータルシステムの画面例

解析ジョブを投入し、ジョブやノードの動作状況を確認できる。

第2表 解析ポータルシステムの解析ツール

解析ポータルシステム上で動作を確認している解析ツールを示す。一部ツールはリモートグラフィックでプリポスト処理ができる。

技術分野	ツール名	販売元	ジョブ管理対応
構造解析	ANSYS	サイバネットシステム	○
	FLUENT	アンシス・ジャパン	○
	CFX	アンシス・ジャパン	○
熱流体解析	Icepak	アンシス・ジャパン	○
	JMAG	JSOL	×
電磁界解析	HFSS	アンシス・ジャパン	×



(a) 軸断面の温度分布 (b) 中央断面の温度分布

第5図 大形発電機の熱流体解析例

大規模な大形発電機モデルの熱流体解析を行えるようになった。

ノードや構造解析用の並列計算用ノードも使用される。これによって、現状では176コア並列までの並列計算ができる。第5図に大形発電機の熱流体解析例を示す。

4 データ管理システム

解析が便利に使えるようになると、解析の件数が増加し、いつどのような目的で解析を行ったか分からなくなる。そこで、解析データを管理するシステムも導入した。

第6図にデータ管理システムの画面例を示す。データ管理システム(ANSYS EKM)は、過去の解析事例を確認し、再度似たような解析を行うなど解析データを再利用するために活用できる。解析データの登録時は、解析フォルダ作成機能でデータ登録に必要な属性設定を行い、結果画像などとともにデータベースに保管される。参考資料として図面や解析条件を記したExcelファイルなども保管できる。解析データは通常大容量になるため、ファイルを直接データベースに保管するのではなく、リンク情報として保管する。あらかじめ使用するファイルサーバの情報を登録しておき、指定したファイルサーバ内の解析データファイルが保管対象となる。



第6図 データ管理システムの画面例

解析事例ごとにフォルダを作成し、資料やデータを登録する。

これによって、各自のPCなどポータルシステム以外で解析したデータも登録することができる。

属性としては、製品種別・製品名・部署・解析担当者・解析分野・解析目的・説明などを登録する。解析データの一覧では属性が確認でき、検索で表示する解析データを絞り込むことができる。過去の解析データを簡単に探すことができるようになると、設計指針として活用したりモデルを再利用して新しい形状の解析を行ったり、過去の解析結果と比較して現在の結果を検討したりするなど、知識ベースとして再活用することができる。

5 むすび

本システムは、大形発電機の熱流体解析を中心に現在活用中である。また、インタラクティブジョブが可能なジョブ管理システム、解析データ管理システムの本格的導入は、国内では当社が初めてであり、機能的にはEWSの操作性でスーパーコンピュータを使用できるもので、非常に使いやすいシステムとなっている。

なお、すでに稼働率が高くなっており、解析モデルも大規模なものが増えることが予想される。更なる製品への適用のために、ハードウェアの拡張を進めていく。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



江尻光良
Mitsuyoshi Ejiri

基盤技術研究所
熱流体解析技術の開発に従事



三瀬大海
Taikai Mise

基盤技術研究所
熱流体解析技術の開発に従事



坂本宏紀
Hiroki Sakamoto

変電事業部事業統括部
形状最適化技術の開発に従事



高津一誠
Kazushige Takatsu

発電事業部企画部
大形発電機の構造解析に従事
