

研究開発の現場で役に立つ PCクラスタを作るために考えてきたこと

岐阜工業高等専門学校
建築学科 准教授
柴田 良一



はじめに自己紹介

グリッドやPCクラスタとの関わり

■**経歴** 豊橋技術科学大学大学院システム情報工学
岐阜工業高等専門学校 建築学科准教授

■**専門** 大規模構造物の構造解析でしたが
現在はグリッドやPCクラスタ

あくまで、グリッドやPCクラスタは
ユーザーであり、**手段**だと思っています
連絡先：ryos@gifu-nct.ac.jp



役に立つPCクラスタ

役に立つPCクラスタを作るには

- あくまで手段

自分の目的を達成すれば、何でも良い

- コストが問題

経費と時間を節約して、**効果を発揮**する

- 目的を明確に

アプリケーション志向のシステム設計

PCクラスタの階層構成

PCクラスタを理解するうえでの階層構成

【3：アプリケーション層】

オープンソースのアプリや商用の大規模アプリ

【2：ミドルウェア層】

ユーザー認証とジョブスケジューリング機能

【1：システム基盤層】

OSの起動制御や並列計算機構の構成

【0：ハードウェア層】

標準のPCの活用とネットワーク構成

どんなPCクラスタを作るかーその1

アプリケーション志向で考える

【3：アプリケーション層】

並列処理か分散処理、どちらで効果を得るか

並列処理：大規模問題を分担して高速に

分散処理：小規模問題を多数処理するか

【2：ミドルウェア層】

誰が作って、誰が管理して、誰が利用するか

最も単純なら、ユーザー認証は最低限

ジョブスケジューリングの効果に期待

どんなPCクラスタを作るかーその2

【1：システム基盤層】

コストや目的を合わせてOSを選択
慣れや経験も考慮して無理のない選択
アプリを動作させることを第1目的に

【0：ハードウェア層】

まずは一般的なPCを数台から
ハイエンドPCでは相当の計算能力
ネットワークはギガイーサで十分

構築に手間取っては、**効率化の意味**がない

今日の話題

[3]	【話題3】 PCクラスタでの活用を想定した CAEアプリケーションの例：DEXCS	
[2]	【話題1】 Linuxをベースにした PCクラスタの構築	【話題2】 Windowsをベースにした PCクラスタの構築
[1]		
[0]	【話題0】 一般的な研究開発の現場にある PCとネットワーク環境	

話題0：PCとネットワーク環境

【0：ハードウェア層】 **一般的なPCを活用します**

■OSの起動形式

HDDデュアルブート、CD/USBからのブート
ネットブート、環境に合わせて選択

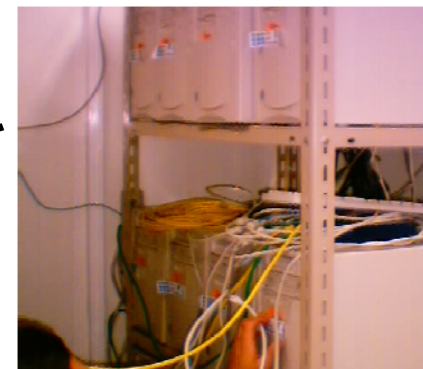
■ネットワーク形式

組織のLANに接続した形式で可能
DNSの流用や利便性の向上
試験的に独立させることも可能
ネットワーク構築などに工夫

話題0：計算機の準備

まずは、**手持ちの計算機(PC)**からはじめてみる

■ **オフィスのパソコンの旧式**
だめもとで、使わなくなったPCを
気兼ねなく、まずは試してみる



■ **CAD端末群や研修室のPC転用**
まとまった台数のPCがあると
効果も大きいし、やりがいも



今日の話題

[3]	【話題3】 PCクラスタでの活用を想定した CAEアプリケーションの例：DEXCS	
[2]	【話題1】 Linuxをベースにした PCクラスタの構築	【話題2】 Windowsをベースにした PCクラスタの構築
[1]		
[0]	【話題0】 一般的な研究開発の現場にある PCとネットワーク環境	

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその1

Linux-PCクラスターを選択する**前提条件**

- コストの中で時間よりも経費が厳しい
とにかく安価に試してみたい
 - オープンソースの活用技術を獲得したい
自主的な問題解決を基本に考える
 - 何となくUnix/Linuxのほうが使いやすい
これまでの経験と業務の内容に対応して
-

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその2

Linux-PCクラスターの良いところ

- システム構築のライセンス料が不要
台数分だけ経費は大きくなるので深刻
 - ハードウェアを選ばず旧式PCでも可能
Linuxが動作するPCであればなんでも
 - オープンソースでシステムの改良が可能
ソースレベルのチューニングも出来る
-

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその3

Linux-PCクラスターの悪いところ

- 構築に時間と技術が必要です
改善はされていますがそれでも...努力が必要
 - 旧式のPCだとそれなりの性能
手間がかかる割りに性能が出ないことも...
 - 手が入る分だけ手を入れてしまう
手段であったPCクラスターが目的となって...
-

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその4

Linux-PCクラスターの構成要素

【2 : ミドルウェア層】

フリーで手軽に利用できるもの

柴田のお勧めは、**Sun Grid Engine**

構築も運用も容易で拡張性も高い

【1 : システム基盤層】

OSは、Linuxなら何でも利用可能

お勧めは、**CentOS**

フリーのRedHat系で利用者も多い

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその5

システム基盤層の構築

- 旧式PCを集めてHDDに普通にインストール
現用PCをCD/USB起動で転用することも可能
- インストールのポイント
パッケージは全て入れておく方が楽
セキュリティ関連は全て外しておく
ネットワークの設定はLANに合わせる

Linuxの利用運用技術はある程度は必要です

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその6

ミドルウェア層の構築

- パッケージを入手してインストール
ドキュメントは英語ですが簡単にできます
- インストールのポイント
ユーザー認証のしくみを考える
管理ホストと実行ホストの役割を考える
NFSをベースにしたシステム構成を理解する

多少の慣れは必要ですが、努力の甲斐はあります

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその7

Linux-PCクラスター構築の情報

0から自力で進めるのは手間がかかります
何らかの助言を受ければスムーズに進みます

■ グリッド協議会

グリッドトレーニングで構築の演習
システム構築の作業を具体的に説明します

■ 岐阜高専共同研究

さらに具体的な支援は共同研究の中で **(是非)**

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその8

Linux-PCクラスターを拡張する方法

折角作ったPCクラスターをさらに展開する
遠隔地から利用できるように
遠隔地のPCクラスターを連結したい

■VPNの活用が有効

組織のセキュリティポリシー範囲の活用
さらに大規模なPCクラスターを実現
グリッドへの展開
計算機資源の有効活用へ

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその9

Linux-PCクラスターの実例紹介

岐阜高専と **A.T.WORKS**[www.atworks.co.jp]との共同研究

■ AT-GRIDの構築

CentOSとSunGridEngineを用いたPCクラスター
VPNで富山A.T.WORKSと岐阜高専を連結
全体でATWORKS製サーバ100台構成で運用中

■ AT-GRIDの特徴

商用のグリッドサービスを目標
上記プロトタイプシステムで基盤技術を検証

話題 1 : LinuxによるPCクラスターその10

■ AT-GRIDの展開

ウェブインターフェイスによる利用
公開を可能にするセキュリティ確保
さらなる計算ホストの増強を計画中
高密度集積サーバを利用したクラスター
All in One で利用できるPCクラスター

これらを踏まえた上で

PCクラスターでの計算サービスを限定公開予定
並列アプリケーションのサービスを提供予定
コンシューマーサービスとしてのグリッド

今日の話題

[3]	【話題3】 PCクラスタでの活用を想定した CAEアプリケーションの例：DEXCS	
[2]	【話題1】 Linuxをベースにした PCクラスタの構築	【話題2】 Windowsをベースにした PCクラスタの構築
[1]		
[0]	【話題0】 一般的な研究開発の現場にある PCとネットワーク環境	

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその 1

Windows-PCクラスターを選択する**前提条件**

- コストの中で経費よりも時間の制約が厳しい
とにかく確実に早急に試してみたい
 - サポートのある安定して安心できるシステム
サービスとしてPCクラスターを導入したい
 - 常用しているWindowsの環境と連続させたい
活用と運用を考えて、シームレスな利用
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその2

Windows-PCクラスターを選択する**良いところ**

- インストーラーで簡単に構築できます
様々なモジュールを一括でインストール
 - 商用のアプリケーションを活用できます
有名なものは殆ど動作するそうです
 - Windowsデスクトップ上でExcelとの連携
普段のパソコンの感覚でPCクラスターを利用
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその3

Windows-PCクラスターを選択する**悪いところ**

- 商用ソフトなのでライセンスが必要です
計算ノードの台数分になるのでそれなりです...
 - 64bitCPUが必要になり新しいPCが必要です
その成果は能力に反映するので良いのですが...
 - 不具合があったときサポートを待つ必要が
ブラックボックスとする気楽さはありませんが...
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその4

Windows-PCクラスターの構成要素



【2 : ミドルウェア層】

Compute Cluster Pack : CCP

MPIやPCクラスターツールをパッケージ

【1 : システム基盤層】

Windows Server 2003 Compute Cluster Edition

CCEと言い、Windows Serverのサブセット

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその5

システム基盤層の構築

- 1 : ネットワークの準備
クラスター専用のサブネットを構築
 - 2 : Windows Server 2003 R2のインストール
一般的な WS2003R2と同様
 - 3 : CCEのインストール
WS2003R2と同等で、5GBのHDD容量
 - 4 : AD Nodeの設定
Windows特有で最も困るところ
最低限の設定は容易に可能
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその6

ミドルウェア層の構築

- 5 : Head NodeでのCCPのインストール
インストーラーで指示に従って
 - 6 : Compute NodeでのCCPのインストール
同様に可能 RISの自動インストール可能
ADがあれば簡単にノードを追加できます
 - 7 : PCクラスタの設定
ネットワークの構成を設定する
計算用や管理用に別のNICを持つ場合に対応
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその7

Windows-PCクラスター構築の情報

サービスとして購入することができます
自力で進めることももちろん可能です

- **Windows HPCコンソーシアム**
ユーザーグループの情報です
<http://is.doshisha.ac.jp/WindowsHPC/>

- **岐阜高専共同研究**
プロトタイプのCCSクラスターを構築 (**連携を**)
-

話題 2 : WindowsによるPCクラスターその 8

Windows-PCクラスター実例紹介

手元のPCで構築した
プロトタイプシステム



- システム構築は非常に簡単
Windows Serverがインストールできれば
 - 姫野ベンチでの速度検証
Athlon64 3000+のPCを用いて
1台で881MFlops、2台で1243MFlops
-

今日の話題

[3]	【話題3】 PCクラスタでの活用を想定した CAEアプリケーションの例：DEXCS	
[2]	【話題1】 Linuxをベースにした PCクラスタの構築	【話題2】 Windowsをベースにした PCクラスタの構築
[1]		
[0]	【話題0】 一般的な研究開発の現場にある PCとネットワーク環境	

話題3：PCクラスタのアプリケーションーその1

PCクラスタ導入を成功させるには
目標を明確に定めたシステム構築が必要

- 対象となる業務の中で何が問題なのか
業務のプロファイルからポイントを探す
計算機処理と手作業との配分
 - 業務のワークフローの中でどう組み込むか
通常環境と異質な場合には敬遠される
利用者の本当のニーズを汲み取る努力
-

話題3：PCクラスタのアプリケーション－その2

アプリケーションによるPCクラスタの選択

■ 並列処理でピーク性能を必要とする場合

⇒ 例：大規模有限要素法解析
旧式のPCではそれなりの性能に
PC間のネットワーク性能に依存

■ 分散処理でスループットを求める場合

⇒ 例：最適化設計問題
旧式のPCでも台数があれば有用
VPNを経由した広域連携でも動作

話題3：PCクラスタのアプリケーションーその3

オープンソースによるPCクラスタ構築

- システム基盤層とミドルウェア層は容易
情報工学分野で積極的に開発が進む
システム構築に若干のノウハウが必要
- アプリケーション層は自分で解決する
目的に応じたアプリケーションを用意する
これまでのプログラムを並列化する

アプリケーションをどう用意するかがポイント

話題3：PCクラスタのアプリケーションーその4

オープンソースによるアプリケーション

例えば、CAEの場合

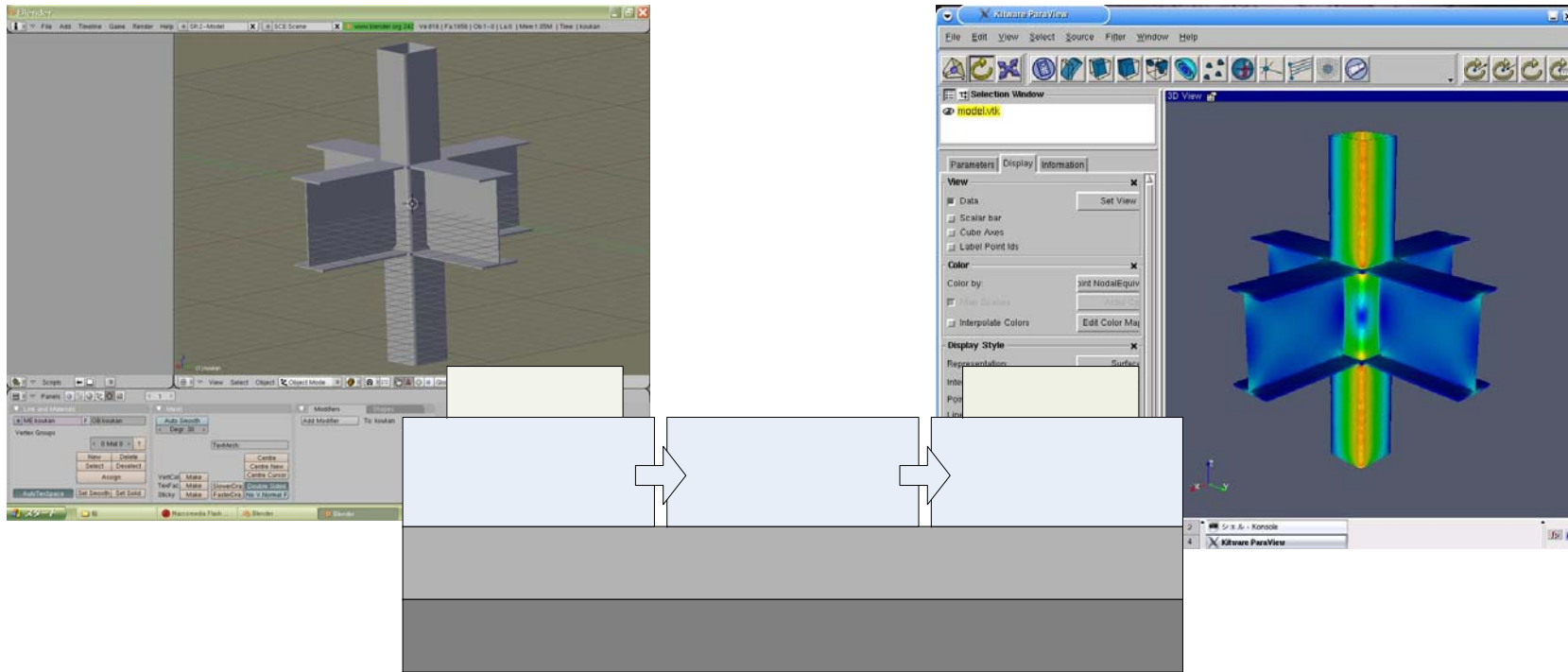
プリ処理	⇒	数値解析	⇒	ポスト処理
モデル作成		並列処理		可視化

数値解析のフリーなシステムは提供されているが
プリポスト処理を含めた統合システムは少ない

そこで、デンソーと岐阜高専との共同研究により
ポータブルなCAEシステムDEXCSを開発

話題3 : PCクラスタのアプリケーションーその5

DEXCS : Digital Engineering on Extensible CD System
CDでPCを起動するだけで利用でき
PCクラスタとの連携を可能にするCAEシステム



話題3：PCクラスタのアプリケーションーその6

Blender：フリーの3DCGソフト

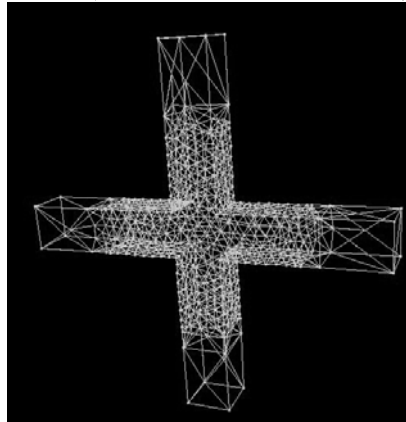
⇒ CADデータの活用

STLファイルの読み込み

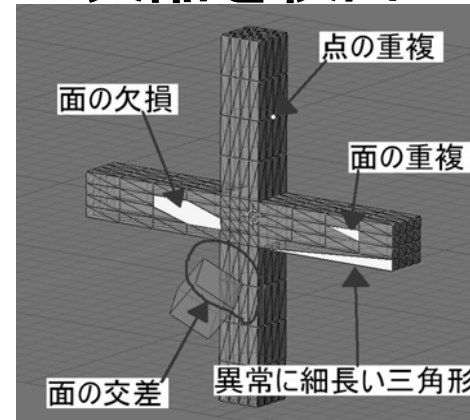
⇒ 数値解析のモデル作成に応用

モデル生成機能の追加

1: 節点密度制御
ファイルの生成



2: メッシュデータの
欠陥を検出



話題3：PCクラスタのアプリケーション－その7

ADVENTURE：オープンソースの数値解析システム 設計用大規模計算力学システム開発 プロジェクトで公開



次の特徴を持つ

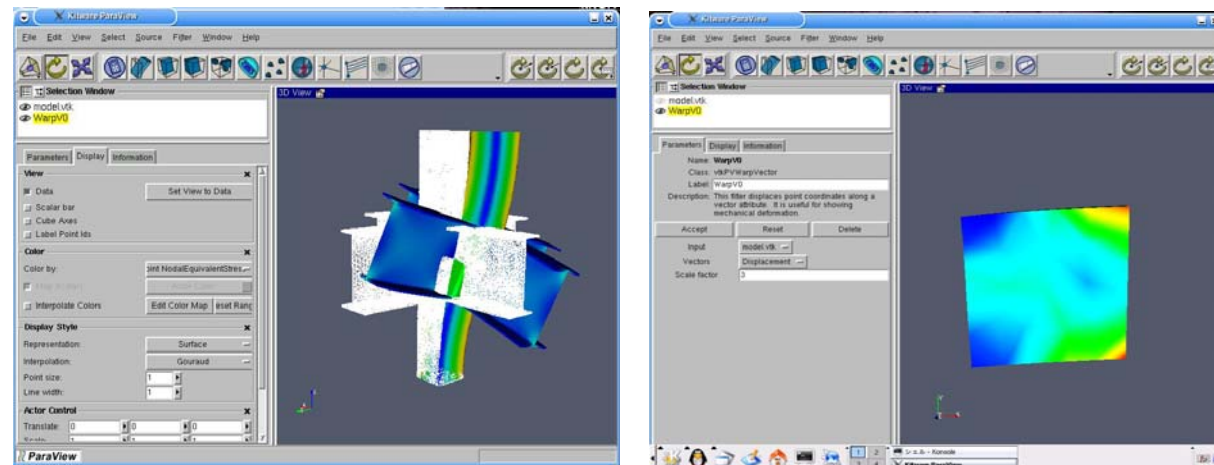
- 1: 数百～1億自由度メッシュによる丸ごと解析
 - 2: 超並列計算機環境でも90%を超える高い並列効率
 - 3: 様々な計算環境への優れた移植性
 - 4: ライセンスフリー / オープンソース
 - 5: 拡張性と保守性：モジュール構造とI/Oの標準化
- 詳細は、<http://adventure.q.t.u-tokyo.ac.jp/jp/>

話題3：PCクラスタのアプリケーションーその8

ParaView：オープンソースの可視化ソフトウェア

次の特徴を持つ

- 1: 固体流体などの様々な表現形式に対応
- 2: 多くのプラットフォームで動作
- 3: 多数の解析データや形状データに対応



話題3：PCクラスタのアプリケーション－その9

DEXCSとPCクラスタとの連携

- PCクラスタと同じアプリケーションでテスト
小規模データで予備解析で準備を進め
詳細データをPCクラスタで実行
解析結果を手元の可視化ソフトで確認
- ウェブインターフェイスによるグリッド利用
CAEアプリケーションに対応したカスタマイズ

将来的には、意識せずにPCクラスタを利用できる

まとめ：お役に立てれば...

ユーザーの立場で、手段としてのPCクラスタを

■条件によって色々な手段があります

予算・目的・アプリケーション...

まずは、手の届くところから始めましょう

■チームワークで進めることが大切です

ハード・ソフト・アプリ・ネット...

様々な得意分野を生かして連携しましょう

グリッド協議会や各種学会で人的連携を作ろう

www.jpgrid.org
