

テーマ間連携促進のための 活動について

海洋研究開発機構

地球環境変動領域

河宮 未知生

創生プログラムにおけるカップリングプログラム開発

① 複雑な格子系に対応するカップリングプログラムの構築

目的：

複雑な格子系を持つモデル、特に生態系モデルや河川モデルなど陸面モデルを主対象として、これらに対応するカップリングプログラムの設計・開発を行う

内容：

格子対応関係(Mapping Table)計算プログラムの設計・開発
MIROCを対象として、現行の結合プログラムをJcupで置換

② データの効率的利用を促進するためのI/Oプログラムの基本設計

目的：

気候モデルからの多種多様な出力データの利用を促進するために、これらを統一的にハンドリングするI/Oプログラムについて基本設計を行う

内容：

適切なI/Oフォーマットの検討、I/Oプログラムの設計とプロトタイプ



カップリングプログラムの構築（１）

▶ Mapping Table計算プログラムの設計・構築

異なる格子系間を持つモデル間でデータ交換するには、格子系の差違を解消する補間計算が必須。補間計算には受信側モデルの個々の格子点に対して、送信側モデルのどの格子点の値を用いるかの対応関係が必要。



対応関係は補間アルゴリズムに依存するが、ここでは線形補間や面積比補間を前提とする。この場合、「受信側モデルの個々の格子点が、送信側モデルのどの多角形に含まれるか」、を計算することが必要。また、面積比補間では、球面上で重なり合う2つの多角形について、重なり部分の面積を求める必要がある。

Jcupのフロントエンドライブラリとして

- ・ 格子を定義するためのモジュール
- ・ 球面上での種々の演算（線の交点や長さ、面積計算）を行うモジュール
- ・ 2つの多角形に対して重なり部分の面積を計算するモジュール

を作成



カップリングプログラムの構築（１－２）

▶ 格子定義モジュール

格子を定義するデータ構造

格子は複数の多角形の連なり

多角形は複数の頂点の連続

をプログラム
で表現

```
type mesh_type    ! 格子を定義する構造体
  integer :: num_of_polygon    ! 格子を構成する多角形の数
  type(polygon_type), pointer :: polygon(:) ! 格子を構成する多角形の配列
end type
```

```
type polygon_type  ! 多角形を定義する構造体
  integer :: index    ! 多角形のID番号
  integer :: num_of_point    ! 頂点の数
  type(point_ptr_type), pointer :: point(:)    ! 頂点を構成する点へのポインタの配列
  integer :: num_of_next    ! 隣接多角形の数
  type(polygon_ptr_type), pointer :: next_polygon(:)    ! 隣接多角形へのポインタの配列
end type
```

```
type point_type    ! 点を定義する構造体
  integer :: index    ! 点のID番号
  real(kind=8), pointer :: x    ! 点のX座標
  real(kind=8), pointer :: y    ! 点のY座標
end type
```




カップリングプログラムの構築（２）

- ▶ MIROC5.0をターゲットとして、現行の結合プログラムをJcupで置換する

現行MIROCにおける大気最下層と他モデル（植生態系や河川）間のデータ交換には結合プログラムpgcplが用いられている

↓ しかし

pgcplはモザイク格子を前提としているなど制約が大きく、拡張性に乏しい。

↓ そこで

pgcplをJcupで置換し、より多様なモデルを統一的なインターフェースで結合できるような環境を構築する

pgcplのインターフェースを残しつつ、pgcpl内部での格子設定やデータ交換をJcupで行うようにプログラムを改修

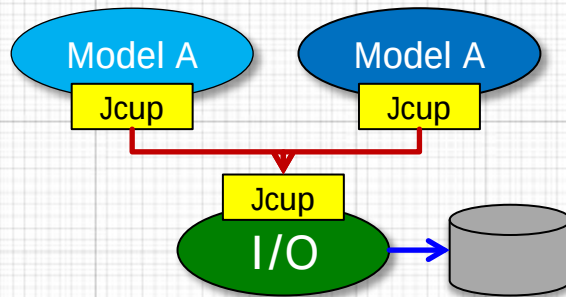


I/Oプログラムの基本設計

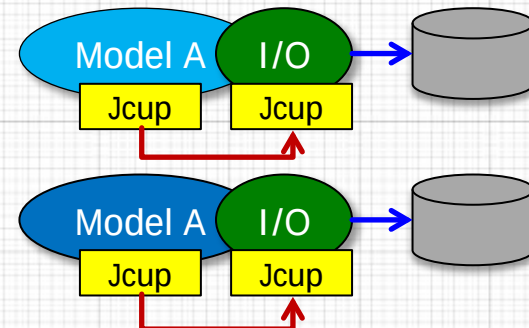
2通りの利用形態を想定

①リアルタイム出力

2通りの実行パターン

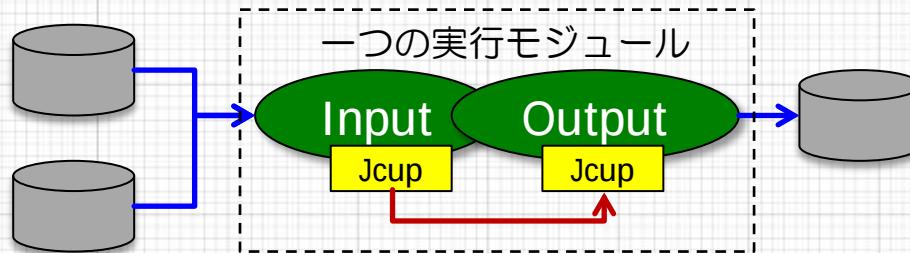


I/Oは別コンポーネントとしてモデルと並列に実行



I/Oはモデルの一部として実行

②オフライン入出力



各モデルの出力データ

プロトタイププログラムを作成。
MIROC5.0の大気モデル・海洋モデルを対象としてリアルタイム出力テストを実施

JcupとScupの統合

- ▶ ScupとJcupを統合することにより、統一的な結合環境を構築する。

	Scup	Jcup	統合カップラー
(i,k,j)配列のサポート	○	○	○
鉛直内挿(鉛直座標変換)のサポート	○	△	○
座標変換用サブルーチンをユーザーが実装可能		○	○
カップラーリスタートファイルのサポート	○		○
各モデルのMPIノードへのより柔軟な割付		○	○
通信設定ファイルで変換テーブルを指定	○		○
通信設定ファイルの冗長性が低い	○		○
複数データをひとまとめに送受信		○	○
毎ステップ終わりにcoupler__sendをcallする必要なし		○	○
Jバンド毎のput_valueのサポート	○		coupler__sendをなくすため廃止？

JcupとScupの統合

▶ 統合に向けたJcupの改良

▶ 設定ファイルとリスタート機能が主要な改良点

異なる設定ファイルへの対応

設定ファイルを廃し、全ての設定をインターフェースサブルーチンを通じて行うようにした（改良済み）

外部プログラムを用いることにより、Scupの設定ファイルを含む多様なフォーマットの設定ファイルに対応可能となった

リスタート機能の設計

Jcup内部には交換データを蓄積するデータバッファがある

時間積分終了時にデータバッファからデータを取り出す

リスタート時に取り出したデータをバッファに戻す

機能をJcup
に追加する

↑
設計中

気候変動リスク情報創生プログラム 共有ファイルサーバーの構築

共有ファイルサーバー構築の目的

- ・大規模並列型スーパーコンピュータ「地球シミュレータ」から出力される大容量一次データの管理
- ・研究課題間でのデータ共有基盤の構築
- ・大規模データを安定的に運用管理するための統一様式の制定などの実施

大容量データを安定的に運用管理できるファイルサーバーが必要

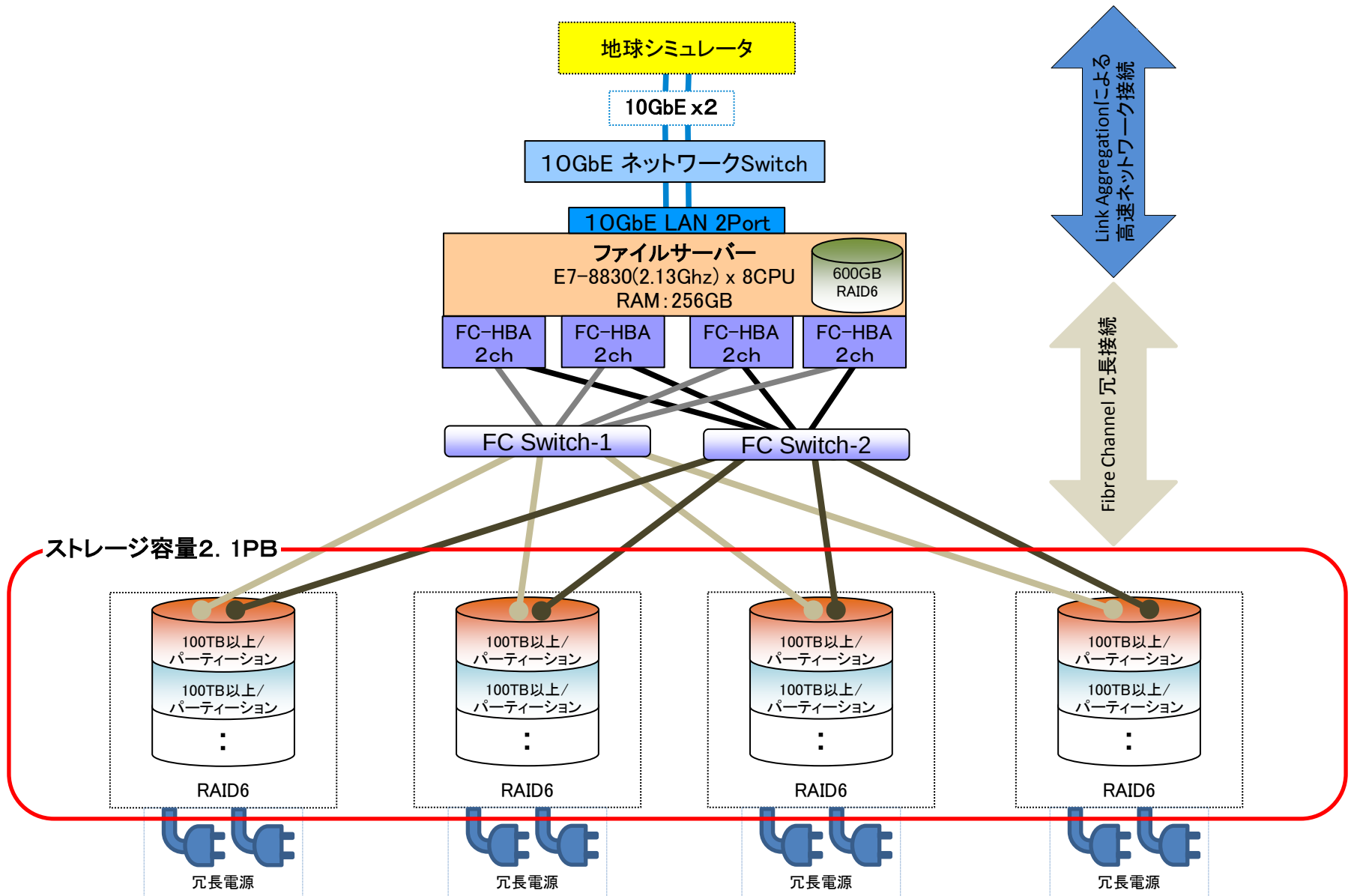
共有ファイルサーバーの要件

- 地球シミュレータからの大容量データ転送を安定的に行えること
- 30以上のデータ転送プロセスを同時実行可能であること
- 大容量データの解析や2次データ作成処理を行える環境であること
- 大規模データを効率良く管理できる大容量ファイルシステムが利用できること
- 利用グループ毎に安定的に利用できるストレージ管理機構を有すること
- システムの一部を電源停止して運用時の消費電力を抑制できること

共有ファイルサーバーの仕様

- 64bit Intel社製 Xeon E7-8830プロセッサ
- 8ソケット(64物理コア)
- DDR3 ECC Registered メモリー256GB
- 10Gigabit Ethernet 2ポート
- 8Gbps対応Fibre Channel Host Bus Adapter 4枚
- 利用可能な総ストレージ容量2.1PB
- ファイルシステムサイズ100TB以上
- サーバー装置のOS領域、ストレージ装置のデータ領域共に RAID6による障害耐性
- サーバー装置、ストレージ装置共に冗長構成の80PLUS認証を受けた 高効率電源
- Red Hat Enterprises Linux 6
- インテル Parallel Studio XE コンパイラー
- ストレージをグループ毎に管理する機構
- 未利用ストレージの電源管理機構

共有ファイルサーバーの概要



ストレージ管理機構

