

地球・惑星大気モデルのための 共通基盤ライブラリについて

理化学研究所計算科学研究機構

西澤誠也

現状認識

- 現在、国内・外において、複数の気象・気候モデルが開発されている
 - モデルの**多様性**
- それぞれのモデル開発グループでは、ほぼ独自に各モデルコンポーネントの開発を行なうことが多い
 - モデル間の**独立性**

このモデル多様性・独立性は、数値モデル研究における健全性にとって非常に重要なこと

- 複雑化するコンピュータアーキテクチャ、データ爆発、モデルの巨大化への対応が必要
- 人的・時間的リソースが慢性的に不足

共通基盤ライブラリ環境構想

日本での主要なモデル開発チームが参画し、気象・気候モデルのための共通基盤ライブラリ環境の開発を行う

- 各モデルで共有できる部分を、協力して整備していく(人的、時間的リソースの効率利用)

だれでも利用可能な形で公開する

気象・気候科学が今後計算機上でより効率的に成果を生み出すための枠組みを創出する

- 計算機科学との連携を進める

参加グループ

気象庁・気象研究所

Team SCALE
(理化学研究所)

MIROC 開発チーム

(東京大学, JAMSTEC, 国立環境研, 等)

地球流体電脳倶楽部

(北海道大学, 京都大学, 神戸大学, 九州大学, 等)

NICAM 開発チーム

(東京大学, JAMSTEC, 理化学研究所, 等)

MATSIRO 開発チーム

(東京大学, 等)

CReSS 開発チーム

(名古屋大学)

Jcup 開発チーム

(RIST, 等)

AFES 開発チーム

(JAMSTEC)

GAIA 開発チーム

(九州大学, NICT, 等)

MSSG 開発チーム

(JAMSTEC)

- 関係 activity

- 気象庁・気象研究所

- 物理ライブラリ

- 理化学研究所計算科学研究機構

- Scalable Computing for Advanced Library and Environment (SCALE)

- <http://scale.aics.riken.jp/>



開発目的

- 物理パフォーマンスの向上
 - 読みやすく、書きやすく
 - テストを容易に、継続的に
 - コンポーネントの品質向上 (ボトムアップ)
 - より簡単に比較を可能に
 - モデル間・スキーム間比較
 - 物理的解釈を促進し、問題解決や改良へ
 - “同じ”スキームの実装(あじつけ)依存性
 - 組み合わせ問題
- 良好な計算パフォーマンス
 - 複数・将来のアーキテクチャを考慮

開発要素

共通APIによるライブラリ

- 力学・物理過程スキームパッケージ
- モデル基盤 (I/O, 通信 etc)

テストフレームワーク

- 単体テスト・複合テスト

プリ・ポストプロセスの効率化

ドキュメント

構造・API策定

- 素過程はテンデンシーを返す
- 配列構造 2次元方式 (?,K)
 - 書きやすさ・間違えにくさ
 - 実行速度
- 鉛直座標の扱い (各素過程に任せる)
- 予報変数 (各素過程に任せる)
 - 推奨: u, v, w, T, ρ ,
- 初期化、(前処理)、本計算、(後処理)、終了処理 のルーチンを用意する
- use と引数
 - 定数は use, 変数は引数
 - 座標、位置依存変数: 引数として渡す
- 定数
 - ライブラリのなかに定数モジュールをもつ
 - 定数モジュールは初期化ルーチンのみで使用可能(モジュール変数を用意する)
 - 各素過程でそれぞれ変更できるようにする(推奨)
- ネームリスト
 - ライブラリ内ではもたない
- ファイル単位
 - インターフェース部分は一つのファイルで同じルールで
 - 各素過程はディレクトリを切って、下位ルーチンはおまかせ


```

module a
    real,save::pi_priv
    subroutine a_init(pi)
        use const, only CONT_PI ! init で定数モジュールの利用
        real,intent(in),optional::pi
        if ( present(pi) ) then
            pi_priv = pi ! optional で定数変更可能
        else
            pi_priv = CONT_PI
        endif
    end subroutine a_init
    subroitrine a_main(tend, t)
        real, intent(out) :: tend ! tendency を出力
        real, intent(in) :: t ! 入力に変更しない
        tend = pi_priv * t
    end a_main
    subroutine a_finalize
end subroutine a_finalize
end module a

```

問題点・課題

- 複数アーキテクチャ
 - スカラー・ベクトル・加速器・メニーコア
 - 抽象化, DSL
 - 計算機科学の専門家とのコラボレーションが必要 (e.g., 村主さん@AICS)
- 各粗過程の相互依存性
 - 雲, 放射, エアロゾル
 - まずは独立したものから実装
- 各過程で考慮する範囲
 - 積雲で水・熱 + エアロゾル・化学組成
 - 入出力と深く関係
- 入出力変数(物理量・座標)
 - 変換コスト
 - 変換出来ない問題があるか
 - 引数で渡すのがよい
 - 調整系のスキームなど、中で変更したいことがある
- ファイルと過程の対応
 - F90 のモジュールの単位をどうするか
- 同じようなものの場合分け問題
 - if文 vs ファイル分ける
- ユーティリティ
 - エラー処理、診断出力、単精度倍精度切り替え、

短期目標

- 物理スキームの相互間比較
 - 対象スキーム
 - 境界層乱流スキーム (MYNN level 2.5)
 - 気象庁モデル, MIROC, dcpam, SCALE, NICAM
 - 放射過程
 - 方法
 - 気象庁物理ライブラリのフレームワークにのっって行う
 - 違いがあるか、違いの原因は?
 - 科学的知見
 - スキームの改良
- テスト環境・スキーム間相互比較フレームワークの構築へ向けた知見集約

まとめ

- 基盤ライブラリ環境の構築
 - 物理パフォーマンスの向上
 - 比較の容易化・相互利用
 - 次世代計算機対応
- 活動体制
 - 気象庁との共同研究契約に向けて
 - 予算獲得へ
 - 新領域(代表林祥介)申請
 - 人的・時間的リソースの確保をどうするか