

階層的数値モデルのための データ入出力ライブラリ Gtool5 の設計と開発

*森川靖大 (北大理), 高橋芳幸 (神戸大理), 小高正嗣 (北大理),
石渡正樹 (北大理), 林祥介 (神戸大理)

1. はじめに

地球的条件に限らない様々な条件での大気循環の数値計算を実行し、循環構造に関する地球流体力学的な理解を得ようとする上で、我々は大気大循環モデル、鉛直1次元放射対流モデル、南北1次元エネルギーバランスモデルなどの大気に関する複数のモデルの結果を相互に比較検討することが有効な手段と考えている。しかしモデルの把握には多くの手間と時間を要することから、一般に複数のモデルを自在に扱うのは困難である。計算結果の相互比較を効率的に実施するためには、我々は階層的数値モデル群、すなわち一つのモデルを把握する方法が他にも応用可能であるような、プログラム書法の揃ったモデル群が有用であると考えており、これまでにプログラム書法の考案や基盤ソフトウェアの開発を行ってきた。

複数のモデルの書法を揃える上でデータ入出力のインターフェースの共通化は必須である。想定するモデルは、大気大循環モデルなどの並列化された、多数の変数の出力が求められる大規模なモデルから、並列化が不要で出力する変数も少ない小規模なモデルまで多岐に渡り、入出力に関連する処理もそれぞれ異なる。従って、入出力インターフェースの共通化には、モデル内の入出力に関連する様々な処理に関して何を共通化できるか検討し、複数のモデルで同様に構造化可能な方法を見つけねばならない。本研究では、その構造化の方法の検討を行うとともに、共通の入出力インターフェースを提供するライブラリ Gtool5 を開発した。

2. データ入出力部分の構造化の方法の検討

入出力インターフェースの共通化を目的とした先行研究として、Gtool4 Fortran 90 ツール/ライブラリ (豊田 他, 2002) およびその後継である入出力ライブラリ Gt4f90io (森川 他, 2007) では、出力に必要なサブルーチンの数を4つに抑えつつ任意の次元を持つデータの出力を可能とした。また GFDL の気候モデルフレームワーク Flexible Modeling System (FMS; Balaji *et al.*, 2002) では、入出力と並列処理をモデルの下部構造として分離することで入出力インターフェースの共通化を行った。一方多数の解析用変数を出力する大規模モデルの利便性向上を目的としたものとして、大気大循環モデル AGCM5 (沼口, 1992; SWAMP Project, 1998) では、NAMELIST を用いて出力設定 (出力変数の選択, データの精度など) の動的変更, すなわち実行ファイルの再生成なしでの変更を可能としている。

これら先行研究から、大規模モデルから小規模モデルまで共通の入出力インターフェースを利用可能とするには、以下の3点が満たされるような構造化が必要

と考えられる。(1) 任意の次元をもつデータの入出力が可能であること。(2) 入出力に関する並列処理はモデルに抛らない共通の処理となっていること。(3) 大規模モデルへの対応として、解析用変数の出力設定は動的に変更でき、再計算用変数の出力設定は固定されているといった使い分けができること。

3. Gtool5 Fortran 90/95 ライブラリの開発

本研究では Gt4f90io の機能を拡張する形で、上記で述べた構造化を実現することを目的として Gtool5 Fortran 90/95 ライブラリを開発した (図1)。Gtool5 では並列化に対応すべく、CPU コアごとの座標データを領域分割の情報として受け取るサブルーチンを新たに加えた。これにより、複数のCPU コアのデータの統合と出力を Gtool5 が請け負うことが可能となり、モデルごとの入出力に関する並列処理が不要となった。出力設定の動的変更については、解析用変数と再計算用変数の出力に、それぞれ NAMELIST を用いて動的変更できるインターフェースと、動的変更できないインターフェースを用意した。モデル内で扱う変数の数が少なく、出力変数を選択する必要がないような小規模モデルでは後者のみを用いて入出力部分を記述できる一方、多数の変数の中から出力変数を選択するような大規模モデルでは、2つを併用することが可能となる。さらに、両者のサブルーチン名や引数は似た形で作ってあるため、一方の使用法が他方に簡単に適用可能であると同時に、大規模モデルと小規模モデルとで入出力に関する書法も揃うこととなる。

Gtool5 により、大規模モデルから小規模モデルに至るまで、その入出力インターフェースの共通化が可能となった。現在、地球流体に関する複数のモデルに Gtool5 を導入し、その書法の共通化を試みている。本講演では Gtool5 の有効性についての実証結果も報告する予定である。

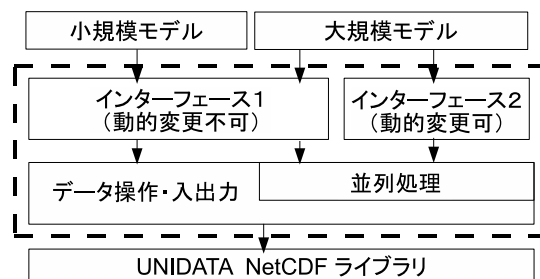


図1: Gtool5 ライブラリ概念図。破線で囲まれた部分が Gtool5 である。矢印は参照関係を示す。NetCDF 形式のデータを入出力するため、UNIDATA NetCDF ライブラリ (Russ *et al.*, 1997) を用いている。