

正二十面体格子モデル NICAM による温帯低気圧ライフサイクル実験

伊賀 晋一、富田 浩文、後藤 浩二、佐藤 正樹 (地球環境フロンティア研究センター)

236-0001 横浜市金沢区昭和町 3173-25 (E-mail: iga@jamstec.go.jp)

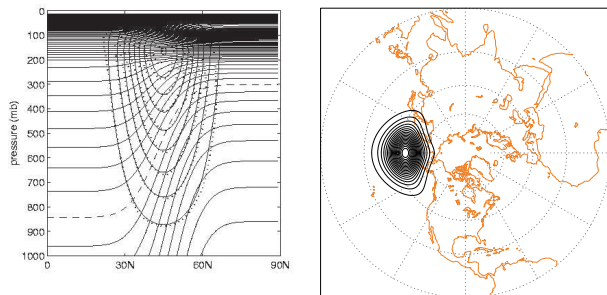


図 1: 初期値の (a) 温位と東西風の基本場成分と、(b) 温度擾乱成分

1 はじめに

地球環境フロンティア研究センター/次世代大気モデル開発グループでは、水平方向に正二十面体格子を用いた非静力学・全球大気モデル NICAM を開発している。現在、すでに放射過程や雲物理過程も実装され、全球雲解像実験も行なっているが、ここでは乾燥大気の力学コア部分にのみ着目し、パフォーマンステストの一つとして、低気圧のライフサイクル実験を実施した結果を紹介する。

2 温帯低気圧ライフサイクル実験

力学コア部分のモデルを検証する比較実験として Held and Suarez(1994) の Test Case がよく知られているが、1000日の計算を要するため超高解像度での計算の検証には向いていない。そこで、ここでは超高解像度での計算を検証するために、Polvani et al.(2003) の温帯低気圧ライフサイクル実験を検証実験として用いた。Held and Suarez(1994) のテストケースの場合は気候値が比較の対象であるが、Polvani et al.(2003) のテストケースは初期値問題であり、時間発展そのものが比較の対象となっている。

計算は地球シミュレーター上で行なった。

初期場は、基本場に、北半球に最大風速 50m/s の西風ジェットが与えられていて、温度風平衡かつ静水圧平衡している (図 1a)。それに緯度幅約 20 度、経度幅約 40 度の cosine bell 型の温度場の擾乱 (最大 1K) を北緯 45 度経度 0 度を中心に初期に与えた (図 1b)。

3 結果

図 2 に 9 日後の最下層の温度場を示す。発達中の低気圧や発達し終えた低気圧が存在する。成熟期の低

気圧の寒冷前線に着目し、その鉛直断面を解像度別に図 3~7 に示す。鉛直解像度を 600m のまま、水平解像度を 30km(図 3)、15km(図 4)、3.5km(図 5) と上げていくと、前線面から伸びている波状の構造が顕著になる。しかし、鉛直解像度を上げる (図 5、6) とそのような構造は消えることから、それらは計算モードである。その解像度比の臨界値は、ほぼ前線の傾きである。

そこで、計算モードの成因として以下のようなシナリオを考えてみた。「まず図 8(a) のような理想的な前線面を考える。これを離散化すると、図 8(b) のようなステップマウンテン型の前線面になる。ステップマウンテンに風が吹くと、特に鉛直に切り立った部分から重力波が生じるので、それが計算モードとなって現れている」。

モードの強度は、水平 3.5km 鉛直 600m 格子の場合で最大鉛直流 0.5m/s であり、積雲対流に比べると十分弱いが、更に水平解像度を上げた場合は無視できなくなるかもしれない。ただ局所的なので大規模場への影響はほとんど無視できるであろう。また、雲解像領域モデルでの実験ではこういったモードの話は聞かないが、おそらく湿潤過程を含む場合、鉛直混合 (あるいは鉛直渦粘性) がもともと大きいため、こういったモードは潰されているからかもしれない。なお、こういった計算モードが現れないようにするには、鉛直粘性を与える方法や下層部のみを鉛直解像度を上げる方法が考えられるが、現在検討中である。

参考文献

- 1) Tomita, H. & Satoh, M.: A new dynamical framework of nonhydrostatic global model using the icosahedral grid, *Fluid Dyn. Res.*, 34, (2004) 357-400.
- 2) Tomita, H. et al.: Shallow water model on a modified icosahedral grid by spring dynamics, *J. Comput. Phys.*, 174, (2001) 579-613.
- 3) Polvani, L. M. et al.: Numerically converged solutions of the global primitive equations for testing the dynamical core of atmospheric GCMs, Submitted to *Mon. Wea. Rev.*, (2003).
- 4) Lindzen, R. S. and Fox-Rabinovitz, M.: Consistent Vertical and Horizontal Resolution, *Mon. Wea. Rev.*, 117, (1989) 2575-2583
- 5) Held, I.H., and M.J. Suarez: A proposal for the inter-comparison of the dynamical cores of atmospheric general circulation models, *Bull. Amer. Met. Soc.*, 75, (1994) 1825-1830

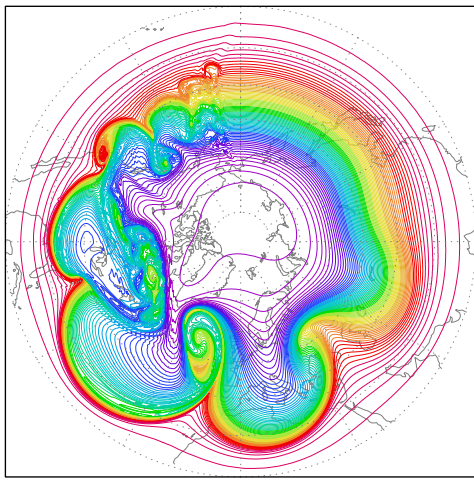


図 2: 北半球の温度。 $z = 300\text{m}$, $t = 9\text{day}$.

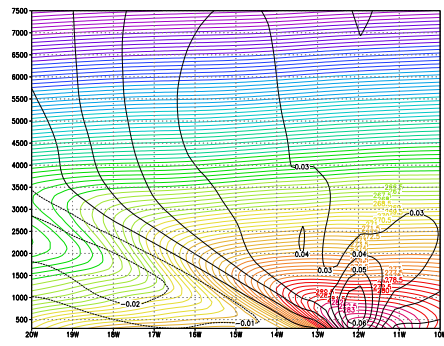


図 6: 水平 30km 鉛直 300m

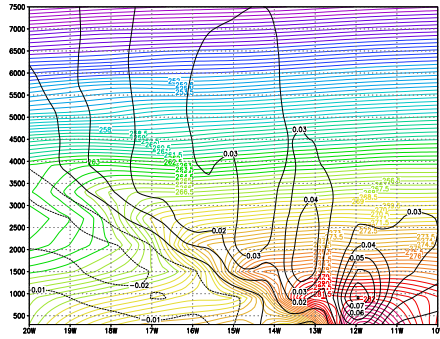


図 3: 前線付近の温度と鉛直速度。水平 30km, 鉛直 600m の解像度

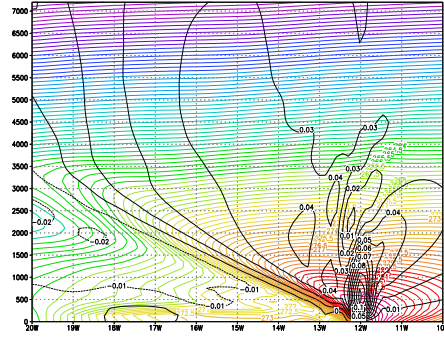


図 7: 水平 30km 鉛直 150m.

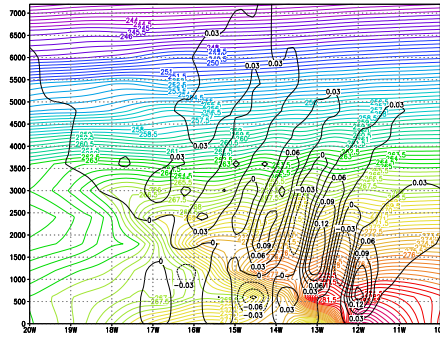


図 4: 水平 15km 鉛直 600m

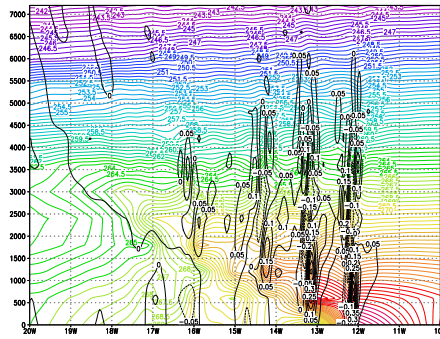


図 5: 水平 3.5km 鉛直 600m

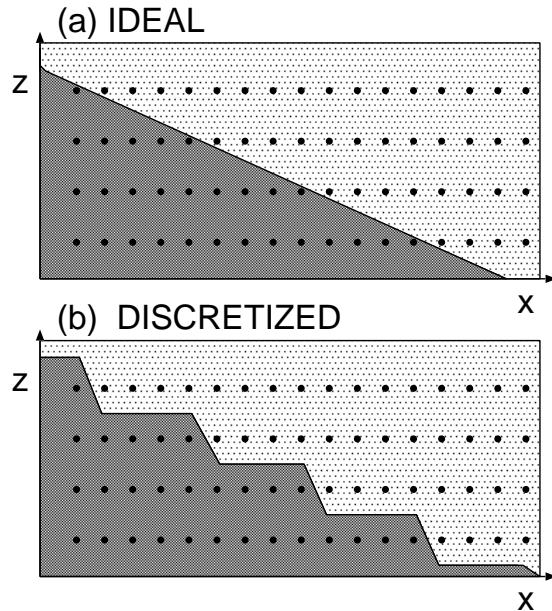


図 8: 前線面の厚さが0の理想的な寒冷前線の模式図。濃い領域が寒気、薄い領域が暖気。点は格子点。(a)のような厳密解を格子点で離散化すると(b)のように表現される。