

平成 21 年 5 月 27 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18740293
 研究課題名（和文） 大気海洋結合モデルと領域気候モデルの双方向ネスティングの実現

研究課題名（英文） Development of two-way nesting model using atmosphere-ocean coupled GCM and regional climate model

研究代表者

稲津 将 (MASARU INATSU)
 北海道大学・大学院理学研究院・准教授
 研究者番号：80422450

研究成果の概要：大気海洋結合モデル MIROC(東京大学、国立環境研究所、海洋開発研究機構の共同開発)と領域モデル JMA/MRI NHM(気象庁の開発)とを双方向にネストするモデルを開発した。そのモデルを使って、北東アジアの大気マルチスケール相互作用研究に適応し、通常のグローバルモデルでは解像できない小規模渦と小規模山岳の効果を見積もった。その結果より、小規模渦の効果は領域内部に留まるものの、小規模山岳の効果は全球に及ぶ可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,200,000	0	1,200,000
2007年度	1,500,000	0	1,500,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	240,000	3,740,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：大気海洋結合モデル、領域モデル、ネスティング、気候変動、地球温暖化

1. 研究開始当初の背景

近年、超大規模計算を可能にする計算機の出現と相俟って、気候モデルは高解像度化が進んでいる。IPCC の第 4 次報告書では概ね大気の計算は 200km メッシュサイズの気候モデルが温暖化シミュレーションとして使用された。その中で最も高解像度の気候モデルは東京大学気候システム研究センター(CCSR)、国立環境研究所(NIES)、海洋開発研究機構(JAMSTEC)地球環境フロンティア研究センター(FRCGC)で共同開発された MIROC であった(K-1 model developers, 2004)。さらに、東京大学 CCSR と

JAMSTEC/FRCGC で共同開発された NICAM では、将来に備えて 3.5km メッシュサイズの全球雲解像モデル計算を可能にしている(Satoh et al., 2007)。このような高解像モデルの出現により、例えば地球温暖化を含む気候変動に対する地域的な影響を不確実性はあるにせよ詳しく表現することが可能となった。

このように気候モデルの高解像度化が世の趨勢であるのだが、そのような高解像度気候モデルの長期間の積分は、残念ながら地球シミュレータに代表されるような超大型計算機によってしか実現することが出来ない。

従って、どこの地域の高解像度化が何の現象の改善に寄与しかかは、同じように超大型計算機を使って、別途実験を行うより他ないのである。しかし、そのような計算は通常、レファランスとなる実験と同程度の計算コストを費やすので、たった1つの研究目的のためにそのような計算を行うことは計算資源の有効利用の観点から可能性は非常に乏しい。**大気海洋のマルチスケール相互作用など単一の研究目的に利用可能な程度に安価ではあるが、高解像なモデルの開発が課題となっていた。**

2. 研究の目的

本研究の目的は、新型モデルである双方向ネスティングモデルを開発することである。このモデルでは既存の 200km メッシュの大気海洋結合大循環モデルと 40km メッシュ程度の領域モデルの両方を用いる。そして、戦略として全球の高解像度化はあきらめ、高解像度化したい領域のみを領域モデルで計算し、その計算結果を大循環モデルへ反映する。これまでの大循環モデルと領域モデルを用いた研究では、大循環モデルの結果を境界条件として領域モデルを計算する一方向ネストの方法が用いられてきた。この新型モデルの特色は領域モデルと大循環モデルが情報を交換しながら計算を行うことから、双方向ネストと呼ばれる手法を適応したことになる。また、全球高解像度化を諦めて部分高解像度化したと解釈することもでき、その意味では全球高解像度計算よりはるかに安価な計算コストとなる。この**双方向ネストモデルはいまだ気候計算としては世界で1例を見るのみであることから、この新型モデルを用いた実験を行うことで世界に先駆けた研究を行うことが期待された。**

3. 研究の方法

上述の双方向ネスティングシステムを INCL と命名した。INCLには東京大学気候システム研究センター、国立環境研究所、並びに独)海洋開発研究機構の共同開発の大気海洋結合大循環モデルMIROCと、気象庁および気象研究所の共同開発の領域大気モデルJMA/MRI NHMを用いている。換言すれば、この両モデルを双方向にネストして、双方向に情報を交換できるインタラクティブネスティングシステムがINCLである。INCL内では大循環モデルと領域モデルが同時に時間積分を行っており、INCL実験では常に大循環モデルと領域モデルの結果が出力される。**INCLの性能を確かめる科学的研究として、北東アジア域の小規模渦の与える効果を調べた。そのためオフライン実験とインタラクティブ実験という2つのINCL実験を行った。**1つは大循環モ

デルの情報を用いて領域モデルを計算するが、領域モデルの情報を大循環モデルへ戻すことはないオフライン実験である。これは力学的ダウンスケーリングを1回の計算で自動的に行うことと等価である。もう1つはインタラクティブ実験である。この実験は大循環モデルの予報変数の時間増分を領域モデルのそれと折半した値に置換する領域モデル強制実験といえる(図1参照)。

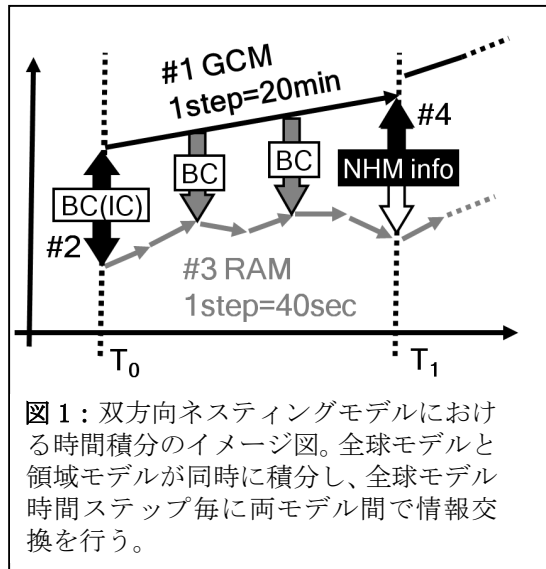


図1: 双方向ネスティングモデルにおける時間積分のイメージ図。全球モデルと領域モデルが同時に積分し、全球モデル時間ステップ毎に両モデル間で情報交換を行う。

4. 研究成果

まず、北半球冬季、北東アジア付近で亜総観規模低気圧がどのように総観および惑星規模の気候に影響を及ぼすかという問題について調べた。その目的の為、オフライン S 実験とインタラクティブ S 実験を 10 冬分の時間積分を行った。RAM は東アジアから北西太平洋を含む領域(東経 100 度から 180 度、北緯 20 度から 60 度を概ね含む)についてネストした。両実験とも RAM に与える地表面条件は GCM に与えるそれと同一のものである。

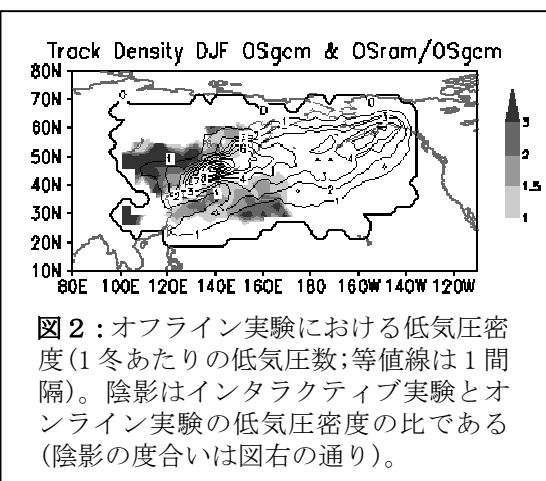


図2: オフライン実験における低気圧密度(1冬あたりの低気圧数;等値線は1間隔)。陰影はインタラクティブ実験とオンライン実験の低気圧密度の比である(陰影の度合いは図右の通り)。

次に、北半球冬季、北東アジア付近の亜総観規模山岳がどのように総観および惑星規模の気候に影響を及ぼすかという問題につ

いて調べた。このため RAM 内の山岳が高解像の F 実験と低解像の S 実験を、オフライン実験とインタラクティブ実験それぞれについて行った。RAM は東アジアから北西太平洋を含む領域(図 1 参照)についてネストした。全実験とも GCM と RAM の出力が得られる。冬季気候値に注目して解析を行った。

図 2 はオフライン S 実験とインタラクティブ S 実験での低気圧軌跡密度である。オフライン S 実験では、日本の北を通過する温帯低気圧が強調され、日本の南を通過する軌跡は過小評価のみである。それに対して、インタラクティブ S 実験では観測のように日本の北と日本の南の両方を通過する軌跡が再現されている。これは明らかに領域モデルで表現された亜総観規模渦が温帯低気圧に成長して、気候モデルに情報が救い上げられた結果であると考えられる。

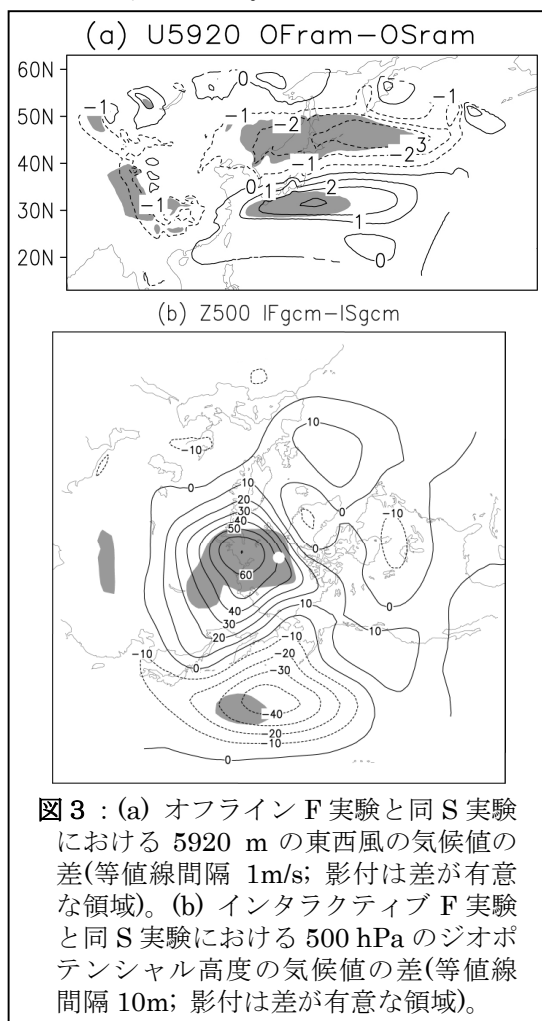


図 3 : (a) オフライン F 実験と同 S 実験における 5920 m の東西風の気候値の差(等値線間隔 1m/s; 影付は差が有意な領域)。 (b) インタラクティブ F 実験と同 S 実験における 500 hPa のジオポテンシャル高度の気候値の差(等値線間隔 10m; 影付は差が有意な領域)。

RAM 内の総観規模渦活動の強化の情報はいんたラクティブ S 実験では GCM に反映されていた。しかし、渦の運動量輸送の強化が作り出した太平洋上に高気圧偏差は弱く有意ではなかった(図略)。このように北東アジアの亜総観規模渦の効果は、太平洋上の総観規模渦活動には大いに影響を与えたが、惑星

規模の循環を励起するほどのものではないということがわかった。

図 3 a はオフライン F 実験と同 S 実験の RAM 出力の差であり、北東アジアの亜総観規模山岳に対する領域内部の大気応答を示す。図 2 a には日本付近に低気圧性の大気応答が見られる。これは極東地域の亜総観規模山岳が気候値の北西季節風を効果的に遮ることが理由として考えられる。インタラクティブ F 実験と同 S 実験の GCM 出力の差は、北東アジアの亜総観規模山岳に対する全球規模の大気応答を示す(図 3 b)。インタラクティブ実験では RAM 強制の効果により全球規模のジオポテンシャル高度パターンを励起した。総観擾乱応答は平均場に追従していた(図略)。このように亜総観規模山岳の効果は全球に影響を及ぼすことがわかった。これは領域内部のみの総観擾乱に影響を与え全球には拮がらない亜総観規模擾乱の効果とは対照的であった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Inatsu, M., and M. Kimoto, A scale interaction study on East Asian cyclogenesis using a general circulation model with an interactively nested regional model, Monthly Weather Review, in press, 2009, 査読有。

[学会発表] (計 4 件)

- ① 稲津 将・木本 昌秀, 2009: 北半球冬季の北東アジアにおけるスケール間相互作用研究 (2) 亜総観規模山岳の効果, 日本気象学会春季大会, 仙台, 2009 年 5 月 31 日。
- ② Inatsu, M., M. Kimoto: A scale interaction study on East Asian cyclogenesis using a general circulation model with an interactively nested regional model. San Francisco, USA, 18 Dec 2008.
- ③ 稲津 将・木本 昌秀, 2008: 北半球冬季の北東アジアにおけるスケール間相互作用研究 (1) 亜総観規模擾乱の効果, 日本気象学会秋季大会, 仙台, 2008 年 11 月 20 日。
- ④ 稲津 将・木本 昌秀, 2008: インタラクティブネスティングシステム (INCL) を用いた小規模温帯低気圧が気候に及ぼす影響 (1) 小規模渦の効果. 日本気象学会北海道支部 2008 年度第 1 回研究発表会, 札幌, 2008 年 6 月 9 日。

[その他]

ホームページ等

<http://www.sci.hokudai.ac.jp/~inaz/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲津 将 (MASARU INATSU)

北海道大学・大学院理学研究院・准教授

研究者番号：80422450

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし