

地球温暖化施策決定に資する気候再現・予測実験データベース(d4PDF)

高薮 出¹・木本 昌秀²・中北 英一³

¹ (気象庁気象研究所) ² (東京大学大気海洋研究所) ³ (京都大学防災研究所)

1. はじめに

気候温暖化の影響評価・対策策定のためには気候変動予測とその不確実性の評価が必要である。すなわち、温暖化に伴う気候ハザードがいかなる頻度で生じるのかを知ることが対策策定には必須である。従来の10程度のモデルアンサンブル数では発生頻度の低い異常天候・極端事象の評価には十分とは言えない。d4PDFはこれまでにない多数アンサンブル(最大100メンバー)実験を行うことにより社会の要求に適うデータセットを作成したものである。世界を見渡しても対策策定に供する形でのこの解像度での多数例アンサンブル実験は今のところ例がない。

2. モデルと実験デザイン

d4PDFでは図1のようなダウンスケーリングモデルシステムを使用した。これは、文部科学省気候変動リスク情報創生プログラム(H24年度-H28年度、プログラムディレクター：住明正)において地球シミュレータに搭載された気象研究所全球大気モデルMRI-AGCM3.2H(水平解像度60km)(Mizuta et al, 2012)と、気象研究所地域気候モデルNHRCM20(水平格子20km)(Sasaki et al, 2011, Murata et al, 2013)からなるシステムである。

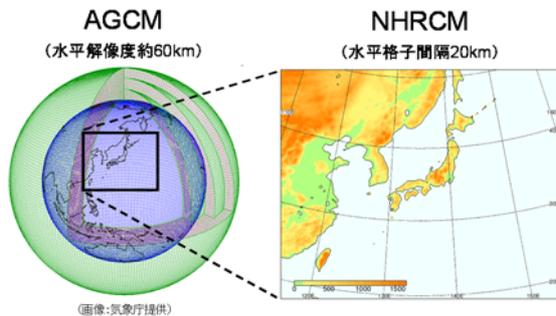


図1: MRI-AGCM3.2H/NHRCM20 ダウンスケーリングモデルシステム

多数アンサンブル実験の概要は以下のとお

りである。全球実験は①過去実験と②4°C上昇実験を60年間、それぞれ①100、②90メンバーずつ実施した。過去実験では観測された海面水温、海氷、温室効果ガス等を用い、海面水温に100の摂動を与え計算した。4°C上昇実験は産業革命(1850年)以降全球平均気温が4°C上昇した世界を計算した。図2に示したようにCMIP5参加の全球大気海洋結合モデルの実験結果から6種類の海面水温将来変化パターンを準備、各パターンに15種類の摂動を加えた計90種類の分布を与えた。

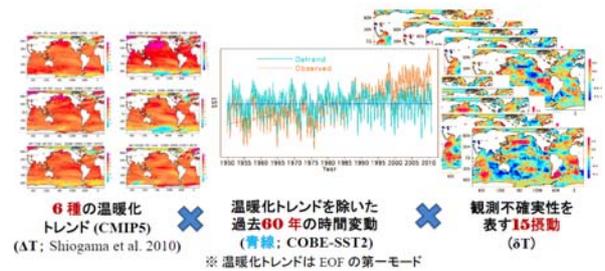


図2: d4PDFの90メンバー実験のデザイン。(左)CMIP5の代表的な6種のA0-GCMの海面水温上昇のパターン、(中)基本となる観測海面水温(COBE-SST)からトレンドを除いたもの60年分。(右)観測誤差から来る不確実性を摂動として加えた15種類の海面水温パターン。

地域気候モデルNHRCM20による大気モデルからのダウンスケーリングは、過去実験については50メンバー、4°C上昇実験については全90メンバーで行った。総データ量はおよそ2PBで、格納にはDIASの協力を得た。

3. 結果

この多数例アンサンブル実験の結果を用いると、①平均量の推定が正確になり、また②平均からはみ出た例のサンプルが多く取れることにより極端事象の統計を取ることが出来るようになる。

図3は、中国南部で平均した年最大日降水量の頻度分布である。上から下に行くに従いメンバー数が増えている。頻度分布がメンバー数の増加と共に滑らかになり、データの信頼性が上がっていることが見て取れる。

中国南部で平均した「年最大日降水量」の頻度分布

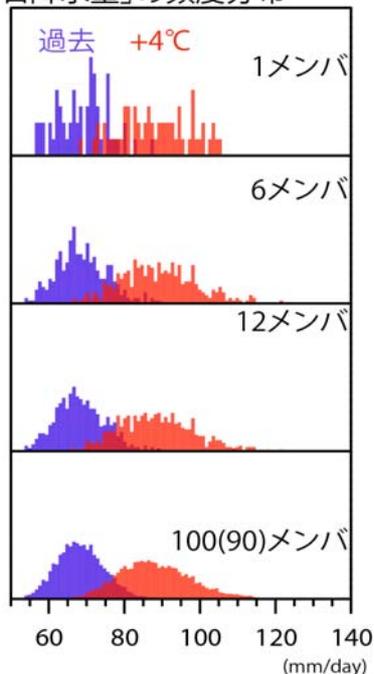


図3：中国南部で平均した年最大日降水量の頻度の分布。

図4は、全世界の熱帯低気圧の年間発生個数を描いたものだが、過去実験（実線）に比べて4°C上昇の将来予測実験（破線）では年間発生数が大幅に減少することが示されている。これは従来の少数例実験の結果と矛盾していない。ここで注目すべきは、過去の平均値が将来は1000年に1年程度しか生じないことが統計的な仮定を何もおこなわずに出てくることである。

全球年発生数の確率分布

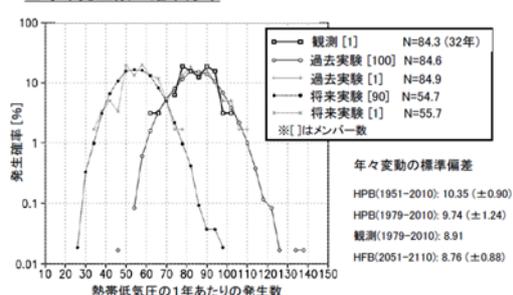


図4：熱帯低気圧発生数の将来（4°C上昇）へ向けての変化。

4. 影響評価の例

多数例アンサンブルは、この様に極端事象

の統計に力を発揮することが示された。このような情報を如何に影響評価に利用できるのかについて、1例を紹介する。図5は、50年確率風速（50年に一度起こる風速の平均値）と高潮の変化の分布である。

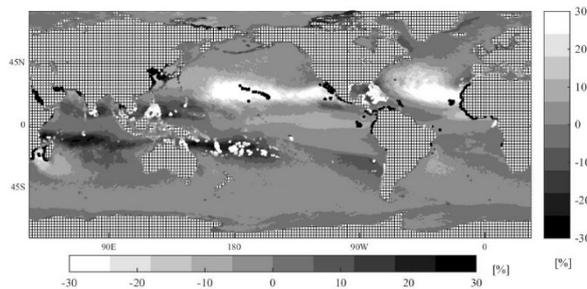


図5：50年再起最大風速と高潮変化分布（海岸線：高潮，海洋上：最大風速）

この結果は主に将来の台風発生・発達域の変化を反映しているが、このような情報は石油採掘リグ等の海洋資源・海洋航路・沿岸部の防災施設等の影響評価にも反映可能である。

5. まとめ

極端な気象現象（台風・大雨・熱波等々）が起こる確率を知るためには、一発勝負では無く丁度さいころを何度もふるように何年も何年も実験を繰り返してやる必要がある。モデルを使うと原理的にそれが可能であると言うことは従来からわかっていたがネックは計算機の能力であった。本実験(d4PDF)は、昨年稼働を始めた第3世代の地球シミュレータにおいて拡張された計算能力を活用することにより初めて可能になった。本課題の成果はDIASを通じ広く一般のデータユーザーに供用されることを目指している。本実験システムは文科省 SI-CAT プログラムにも引き継がれ、2°C上昇実験を含め SI-CAT が目指す社会実装にむけた研究でも活用されることになっている。

d4PDF の計算は、海洋研究開発機構・地球シミュレータ特別推進課題において地球シミュレータを用いて実施した。地球環境情報統合プログラムとの協力を得て、データ統合・解析システム上でデータを公開している。関係諸機関にこの場を借りて感謝いたします。