

d4PDFを活用した降雨量変化の試算

現在、公表されている将来の降雨の予測データ(検討時点)

名称		気候変動シナリオ	領域モデル解像度	ダウンスケージング手法	領域モデル	対象期間	計算パターン及び公表状況
約20年の計算	NHRCM20 21世紀末における日本の気候 【環境省・気象庁】	RCP2.6//8.5	20km	力学的	NHRCM20	現在(1984-2004) 将来(2080-2100)	現在:3パターン 将来:3パターン(RCP2.6)、9パターン(RCP8.5)
	NHRCM02 統合プログラム 【文科省】	RCP2.6	5km/2km	力学的	NHRCM02	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在:4パターン 将来:4パターン
	NHRCM05 創生プログラム 【文科省】	RCP8.5	5km/2km	力学的	NHRCM05	現在(1980-1999) 将来(2076-2095)	現在:4パターン 将来:4パターン
膨大なアンサンブル計算	d4PDF(20km) 創生プログラム 【文科省】	RCP8.5相当 (4°C上昇)	20km	力学的	NHRCM20	現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在:50パターン 将来:90パターン(6SST×15摂動)
	d4PDF(5km,SI-CAT) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当 (4°C上昇)	5km	力学的	NHRCM05	現在(1980-2011) 将来(2080-2111)	現在:12パターン 将来:12パターン(6SST×2摂動)
	d4PDF(5km,yamada) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当 (4°C上昇)	5km	力学的	NHRCM05	現在(1951-2010) 将来(2051-2110)	現在:50パターン 将来:90パターン
	d2PDF(20km,SI-CAT) SI-CAT【文科省】	RCP8.5相当 (2°C上昇)	20km	力学的	NHRCM20	現在(1951-2010) 将来(2031-2090)	現在:50パターン 将来:54パターン(6SST×9摂動)

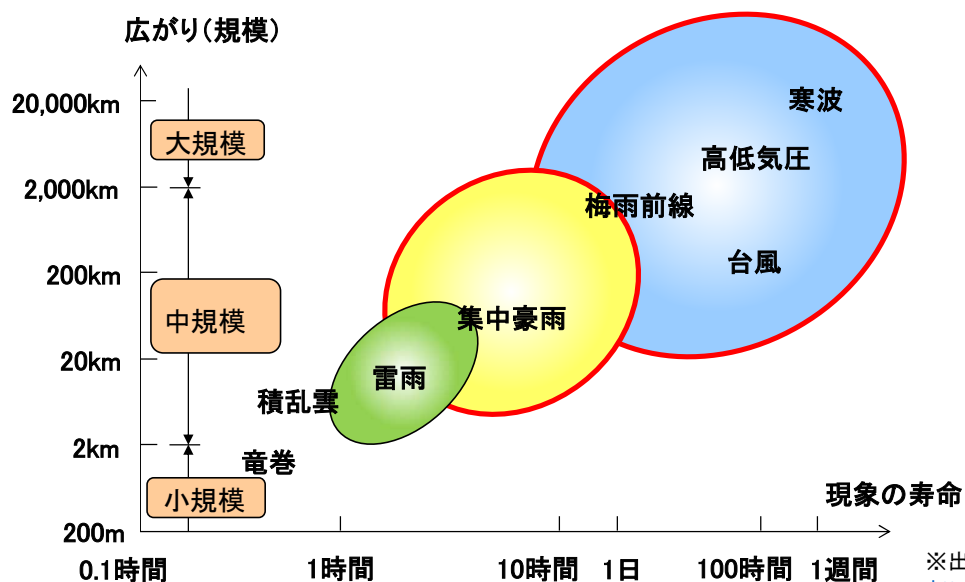
※一部、公開手続き中のものを含む。

※NHRCM02については、複数パターンの計算が行われており、そのうち一部が公開されている(今後、順次公開予定)

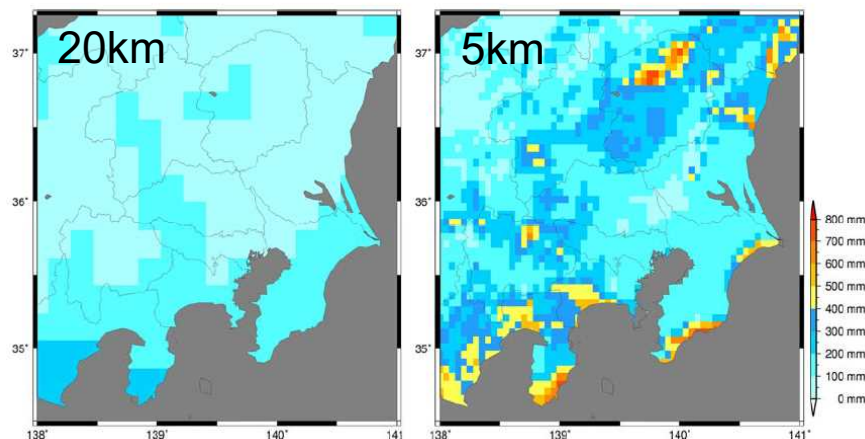
※現在、d2PDF(20km)の解像度5kmへのダウンスケージング計算(d2PDF(5km))が実施中。

数値予測モデルの格子間隔による再現性の違い

- 日本において災害をもたらす、前線や台風、集中豪雨の規模にはその広がりや現象の寿命が異なる。
- 予測モデルによって評価できる現象が異なることから、予測モデルの活用範囲を考慮することが必要。
- 台風や前線の降雨、集中豪雨を評価するためには、少なくとも5kmの領域解像度が必要。



○ 解像度20kmと5kmの違い



※出典: 気象庁, 数値予報モデルの種類,
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4.html>

領域解像度	2km	5km	20km
領域モデル	NHRCM02	NHRCM05	NHRCM20
再現性の高い 降雨時間	時間降水量～	時間降水量～	日降水量
再現性の高い 気象現象	局地的な降雨 集中豪雨 前線の降雨 台風規模の降雨	集中豪雨 前線の降雨 台風規模の降雨	台風規模の降雨

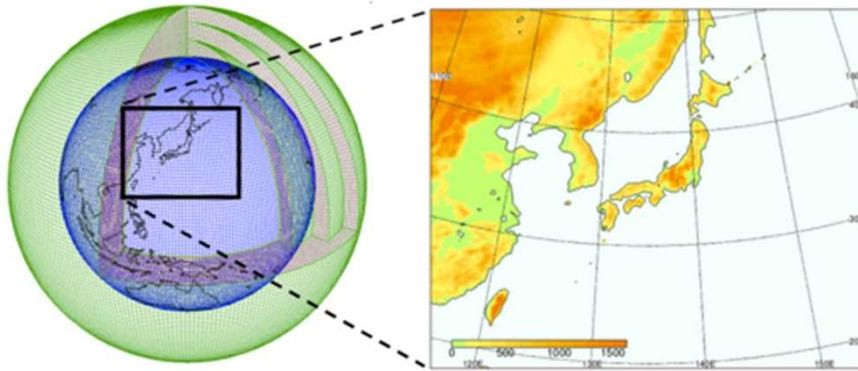
気候変動予測結果を活用した降雨量変化の試算

- 気候変動予測モデルによる、RCP8.5(4°C上昇相当)における気候変動予測結果※¹を基に、将来の降雨量変化の試算を実施。
- 全世界を対象とした予測結果を基に、日本付近を対象にした高解像度(5kmメッシュ)の解析結果※²を活用することで、地形性の表現が向上するとともに、治水計画で対象とする台風や前線性降雨、集中豪雨等の再現が可能に。
- また、気候変動予測モデルでは、数千年分の大量データによる気候予測計算※³を実施しており、初めて、災害をもたらすような極端現象の評価が可能に。

気候変動予測モデル

全世界を対象としたモデル(60kmメッシュ)

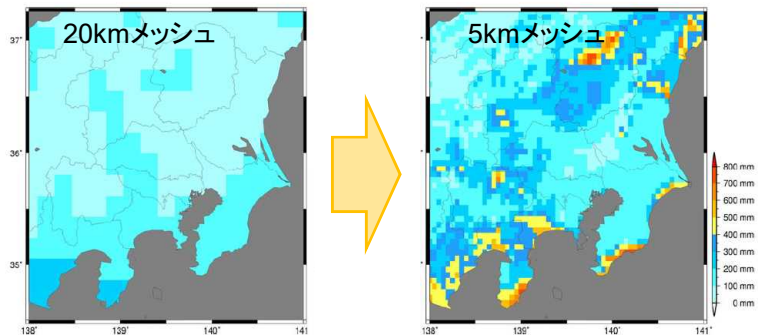
日本付近を対象としたモデル(20kmメッシュ)



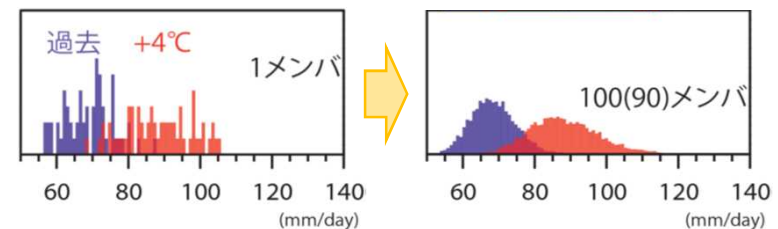
(画像:気象庁提供)

※「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」HPより抜粋

高解像度計算による詳細な降雨の評価



大量データでの計算による極端現象の評価

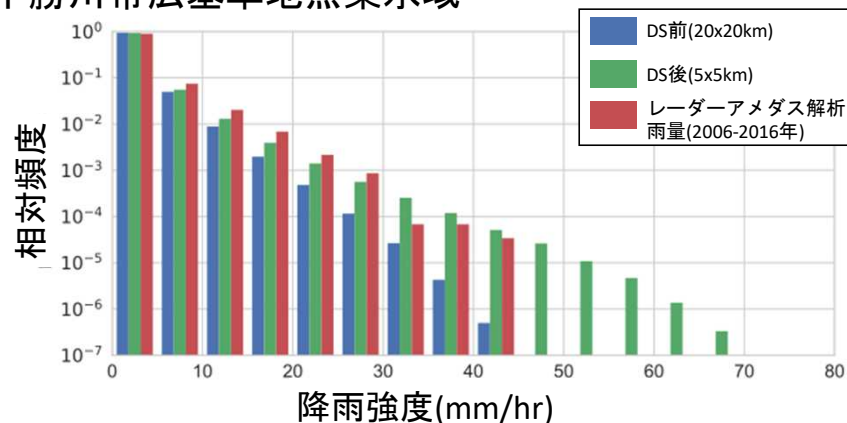


- ※¹: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)のこと。d4PDFとは、database for policy decision making for future climate changeの略。d4PDFは、文科省・気候変動リスク情報創生プログラムおよびJAMSTEC・地球シミュレータ特別推進課題において作成。
- ※²: d4PDF(5km)は、東北から九州のエリアはJAMSTECにより、北海道及び九州のエリアは北海道大学により整備された。
- ※³: 将来気候の計算では、4°C上昇した世界をシミュレーションしており、60年間を計算対象期間とし、6種類の将来予測海面水温パターンと、それぞれに15種類の摂動を考慮。

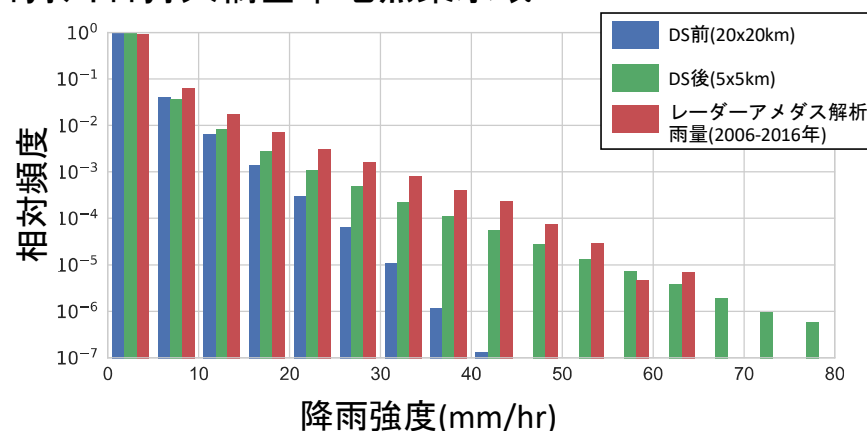
d4PDF(5km,yamada)の再現性(DS前後の比較)

- 20kmモデルは、降雨強度が強くなるにしたがって、実際の観測よりも過小評価する傾向にある。
- 5kmのDSモデルは、観測値に近い再現が可能。

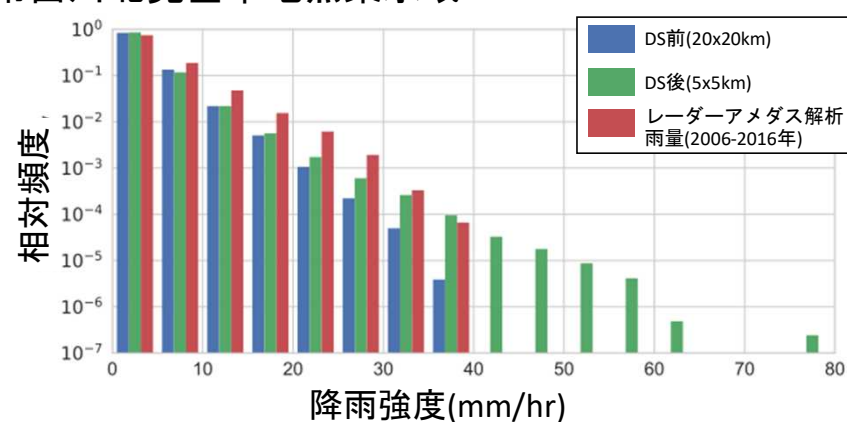
十勝川帯広基準地点集水域



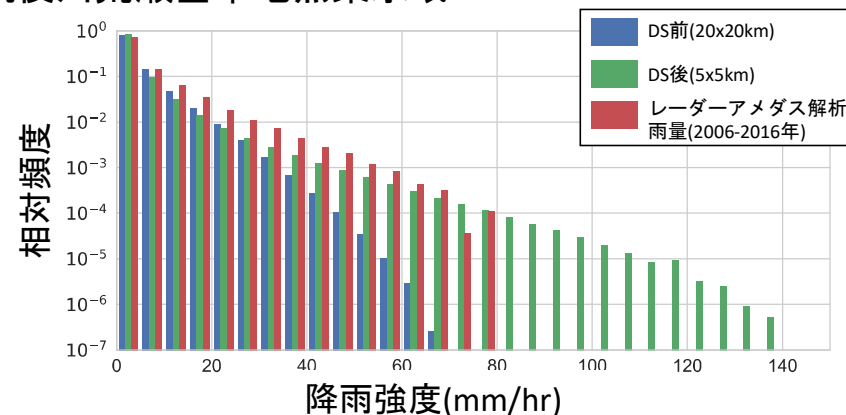
石狩川石狩大橋基準地点集水域



常呂川北見基準地点集水域



筑後川荒瀬基準地点集水域

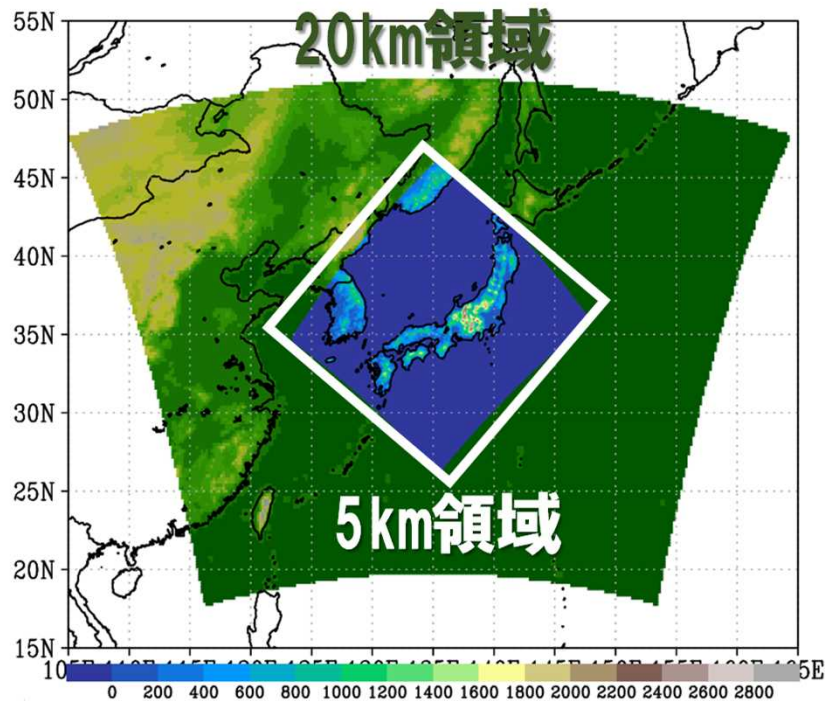


※レーダーアメダス解析雨量は、北海道エリアでは50mm/h以上、筑後川流域では70mm/h以上の強度の降雨が計算されていない。

d4PDF(5km,SI-CAT)の特徴

OSI-CATにおいて、d4PDF(20km)を解像度5kmへ力学的ダウンスケーリング。
○ダウンスケーリングを行うことで、地域スケールの気候変動による影響を評価することが可能。

■ 解像度20kmを5kmへダウンスケーリング

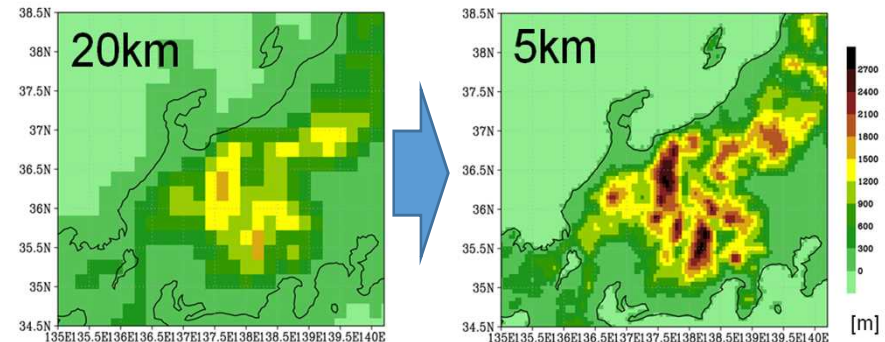


出典: 佐々井崇博(東北大学), 「SI-CATプロジェクトにおける力学DSデータセットの構築」をもとに作成

■ ダウンスケーリングの条件

モデル	非静力学地域気候モデル(JMA-NHRCM)
水平格子間隔	5km
初期値・側面境界値	d4PDF20kmRCM
初期時刻	7月24日～翌年8月30日
過去実験年数	372年分(31年×12パターン)
将来実験年数	372年分(31年×6SST×2摂動)

■ 地形の再現性



d4PDF (5km,yamada) の特徴

地形や流域の形状をより忠実に反映するため、領域モデル実験(20x20km)をベースに5x5kmへの力学的ダウンスケーリングを実施した。

計算モデル

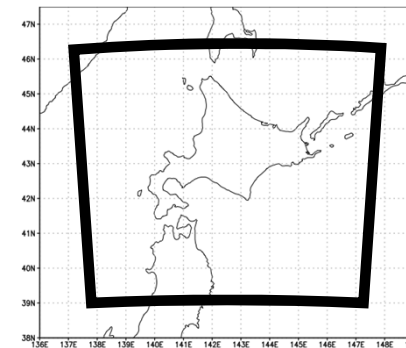
気象研究所非静力学地域気候モデル
(Nonhydrostatic Regional Climate Model (NHRCM))

計算領域

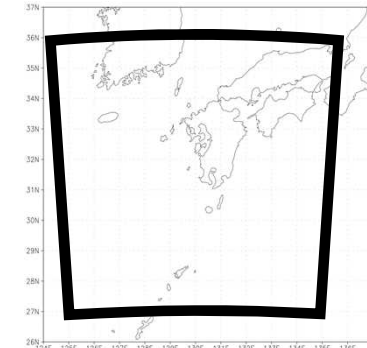
水平解像度 : 5x5km

- 計算領域1: 142.5E, 42.75Nを中心に東西方向に800km、南北方向に800kmの範囲(北海道)
- 計算領域2: 130.0E, 31.5Nを中心に東西方向に1000km、南北方向に1000kmの範囲(中国, 四国, 九州)

計算領域1(北海道)



計算領域2(中国, 四国, 九州)



対象期間

※本検討で使用

15日間のダウンスケーリング(15日DS)

領域モデル実験において6月1日から12月1日の間で流域平均降水量が最大となる期間を含む15日間

対象流域 : 十勝川、常呂川、石狩川(計算領域1)
筑後川(計算領域2)

※ 過去実験3000イベント、2°C上昇実験3240イベント、4°C上昇実験5400イベントの計算を完了済み

1年間を通したダウンスケーリング(通年DS)

7月24日から翌年8月31日までの約1年間

※ 演算量が膨大となるため、領域モデル実験において十勝川帯広基準地点集水域および筑後川荒瀬基準地点集水域での年最大流域平均降水量の大きい事例で計算を実施

計算領域1: 過去実験 782年分、4°C上昇実験 869年分
計算領域2: 過去実験 610年分、4°C上昇実験 812年分

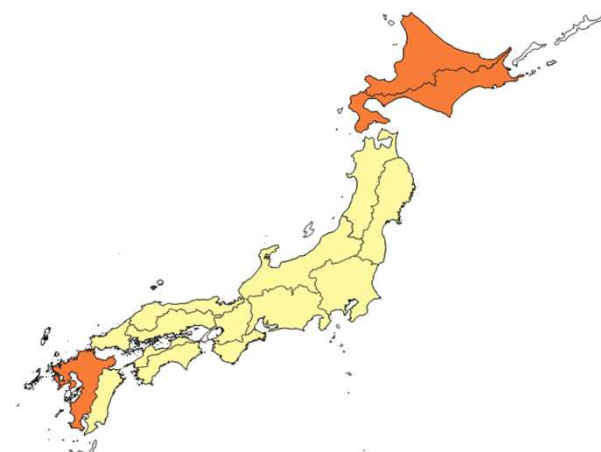
気候変動に伴う降雨量や洪水発生頻度の変化

- 2℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、3地域で1.15倍、その他12地域で1.1倍、4℃上昇した場合の降雨量変化倍率は3地域で1.4倍、その他12地域で1.2倍と試算。
- 4℃上昇時には小流域・短時間降雨で影響が大きいいため、別途降雨量変化倍率を設定する。

<地域区分毎の降雨量変化倍率>

地域区分	2℃上昇 (暫定値)	4℃上昇	
			短時間
北海道北部、北海道南部、九州北西部	1.15	1.4	1.5
その他12地域	1.1	1.2	1.3
全国平均	1.1	1.3	1.4

※ 4℃上昇の降雨量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと



<参考> 降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化

気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
RCP2.6(2℃上昇相当)	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
RCP8.5(4℃上昇相当)	(約1.3倍)	(約1.4倍)	(約4倍)

- ※ 降雨量変化倍率は、20世紀末(過去実験)に対する21世紀末(将来実験)時点の、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の降雨量の変化倍率の平均値
- ※ RCP8.5(4℃上昇相当)時の降雨量変化倍率は、産業革命以前に比べて全球平均温度が4℃上昇した世界をシミュレーションしたd4PDFデータを活用して試算
- ※ 流量変化倍率は、降雨量変化倍率を乗じた降雨より算出した、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の流量の変化倍率の平均値
- ※ 洪水発生頻度の変化倍率は、一級水系の治水計画の目標とする規模(1/100~1/200)の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化倍率の平均値
(例えば、ある降雨量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合は、洪水発生頻度の変化倍率は2倍となる)