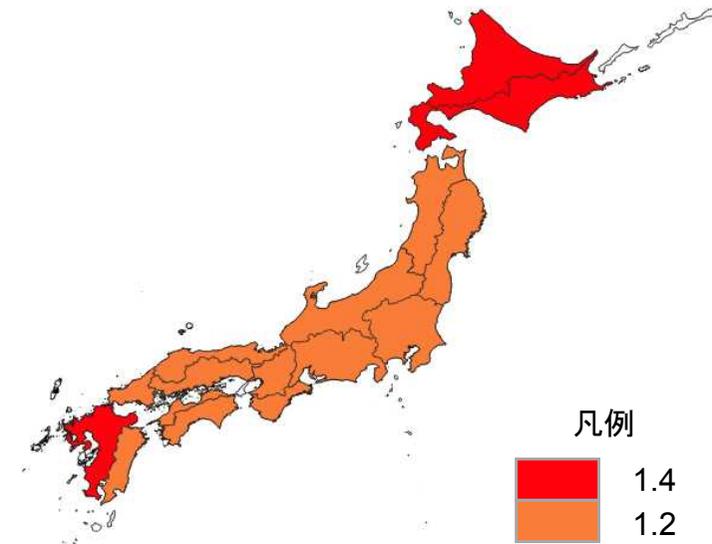
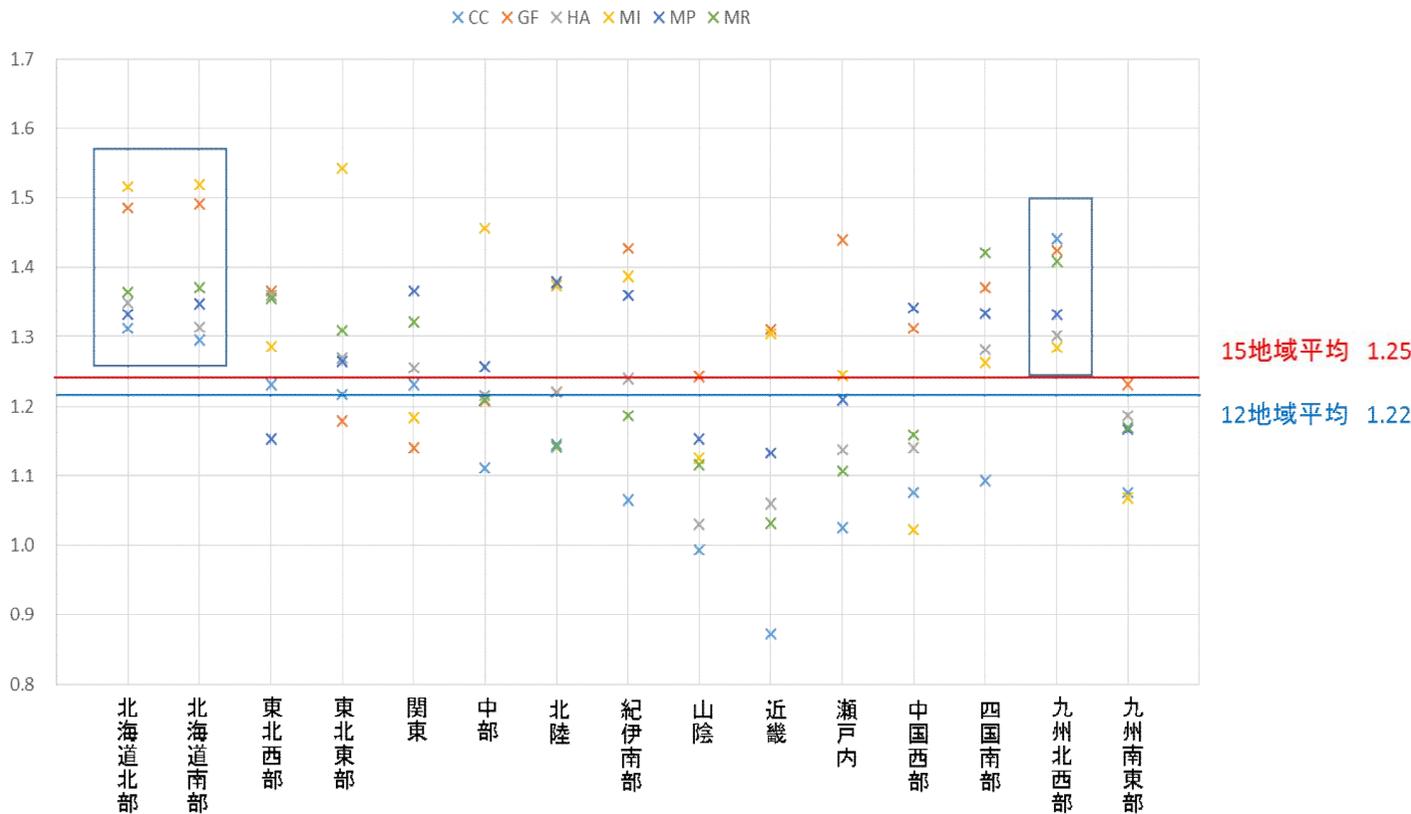


降雨量変化倍率の設定

- (1) 地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定の考え方
- (2) 2°C上昇相当時の降雨量変化倍率の算出方法
- (3) 小流域・短時間降雨の評価

地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定の考え方

- 4°C上昇相当時の降雨量変化倍率を6SSTごとに算出したところ、15地域の平均は1.25倍。
- 北海道北部、北海道南部、九州北西部はいずれの結果も全国平均値を超えているため、この3地域とそれ以外の12地域を分けて降雨量変化倍率を決定する。



地域区分ごとの降雨量変化倍率の設定の考え方

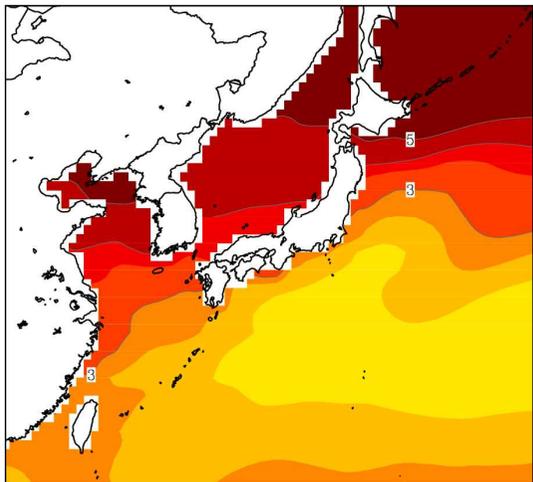
4℃上昇	計算結果			決定値	考え方
	平均値	中央値	6SST		
北海道北部	1.39	1.36	1.31～1.52	1.4	●試算結果は1.3～1.5の6SSTの幅で平均値は1.39と、全国平均1.25と比べて高い傾向にあり、6SSTの幅にも収まっていないため、各ブロックの平均的な値として1.4とした。
北海道南部	1.39	1.36	1.29～1.52	1.4	●これは、北海道地域は気温が低く、気候変動による気温上昇が大きいことから、飽和水蒸気量の増加率が高くなることが寄与していると考えられる。
東北西部	1.29	1.31	1.15～1.41	1.2	●試算結果は1.1～1.4の6SSTの幅で平均値は1.29と、3地域を除く全国平均値1.22と比較するとやや高い傾向にあるが、全国平均値は6SSTの幅に収まっている。
東北東部	1.29	1.26	1.18～1.54	1.2	●これは北海道ほどではないものの、東北地方も気温が低く、気候変動による気温上昇が大きく、飽和水蒸気量の増加率が比較的高くなることと同様であると考えられる。
関東	1.25	1.25	1.12～1.37	1.2	●3地域を除く全国平均値1.22と比較すると、各ブロックの試算結果はやや高い傾向を示しているが、6SSTの幅には収まっている。
中部	1.24	1.23	1.10～1.46	1.2	
北陸	1.25	1.22	1.11～1.40	1.2	
紀伊南部	1.28	1.29	1.07～1.45	1.2	
山陰	1.11	1.11	0.99～1.24	1.2	
近畿	1.12	1.09	0.87～1.35	1.2	
瀬戸内	1.19	1.16	1.03～1.36	1.2	
中国西部	1.18	1.15	1.02～1.37	1.2	●3地域を除いた全国平均値1.22と比較すると、試算結果はやや低い傾向を示しているが、6SSTの幅には収まっている。
四国南部	1.29	1.31	1.09～1.49	1.2	
九州北西部	1.37	1.37	1.27～1.45	1.4	●試算結果は1.3～1.5の幅にあり、平均値は1.39と全国平均値1.25と比べて高い傾向にあり、6SSTの幅にも収まっていないため、同様の傾向の北海道北部、北海道南部の3つの地域で平均をとった。 ●これは、九州北西部は付近の海面水温が高く、水蒸気量が豊富に供給されるとともに、偏西風が九州を南北に走る九州山地に当たることで西側に雨が降りやすくなることに寄与している。
九州南東部	1.15	1.17	1.04～1.23	1.2	●試算結果は1.0～1.2の6SSTの幅で平均値は1.15と、3地域を除いた全国平均値1.22と比較するとやや低い傾向にあるが、6SSTの幅には収まっている。

気候変動による地域別の温度変化の状況

OSSTの6モデルともに、北海道周辺と九州北西部は海水温が高い傾向にある。

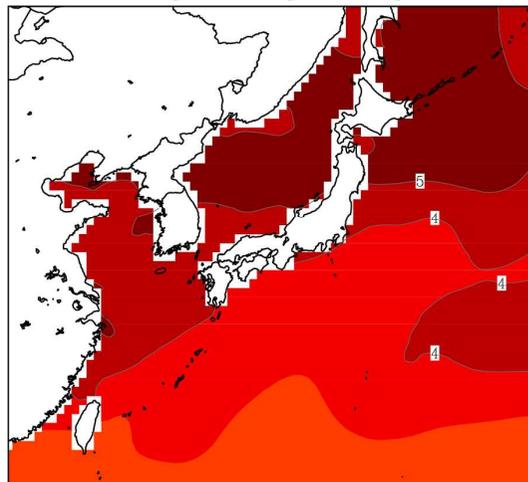
CC

Sea Surface Temperature [Summer] 4K CC - HPB



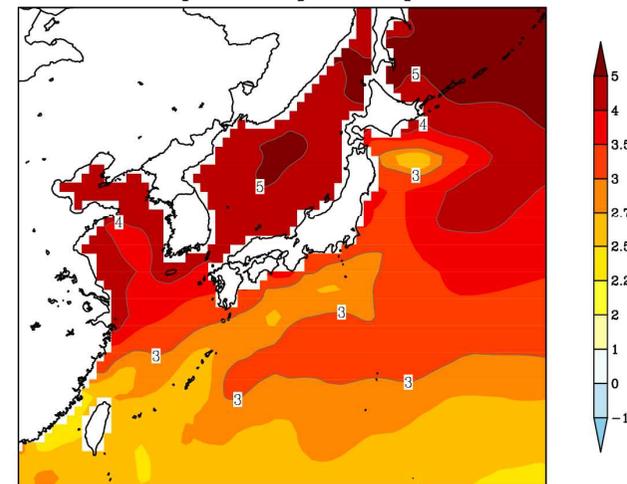
GF

Sea Surface Temperature [Summer] 4K GF - HPB



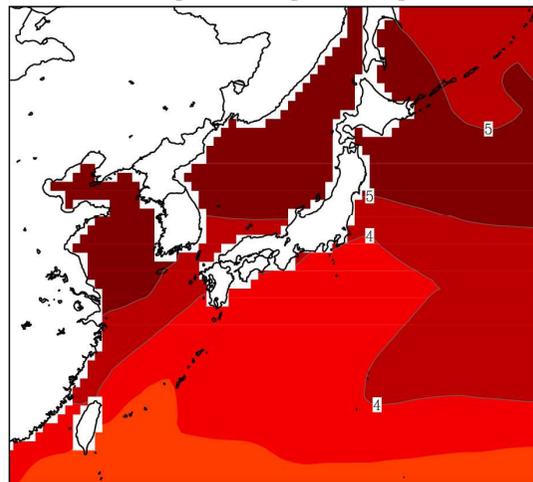
HA

Sea Surface Temperature [Summer] 4K HA - HPB



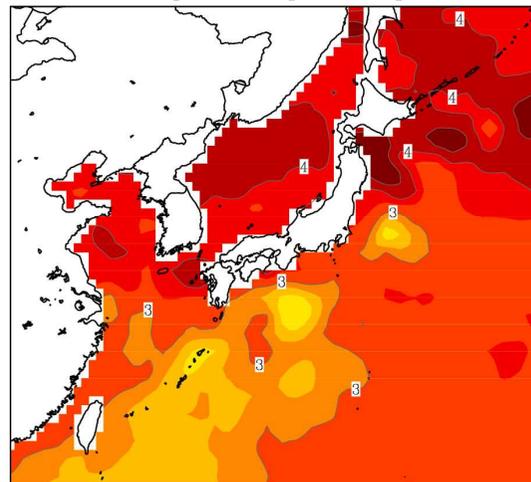
MI

Sea Surface Temperature [Summer] 4K MI - HPB



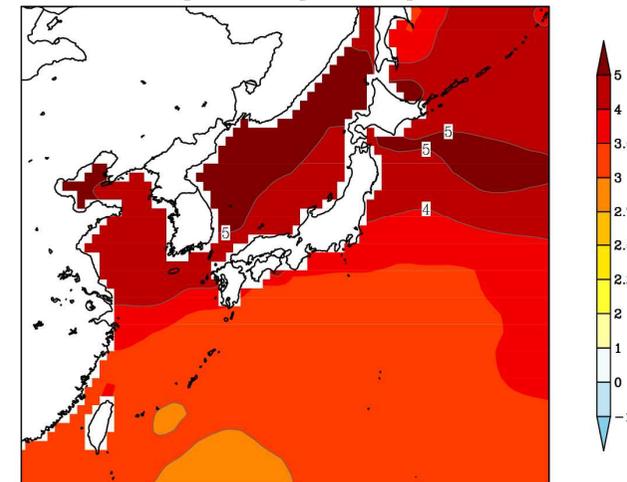
MP

Sea Surface Temperature [Summer] 4K MP - HPB



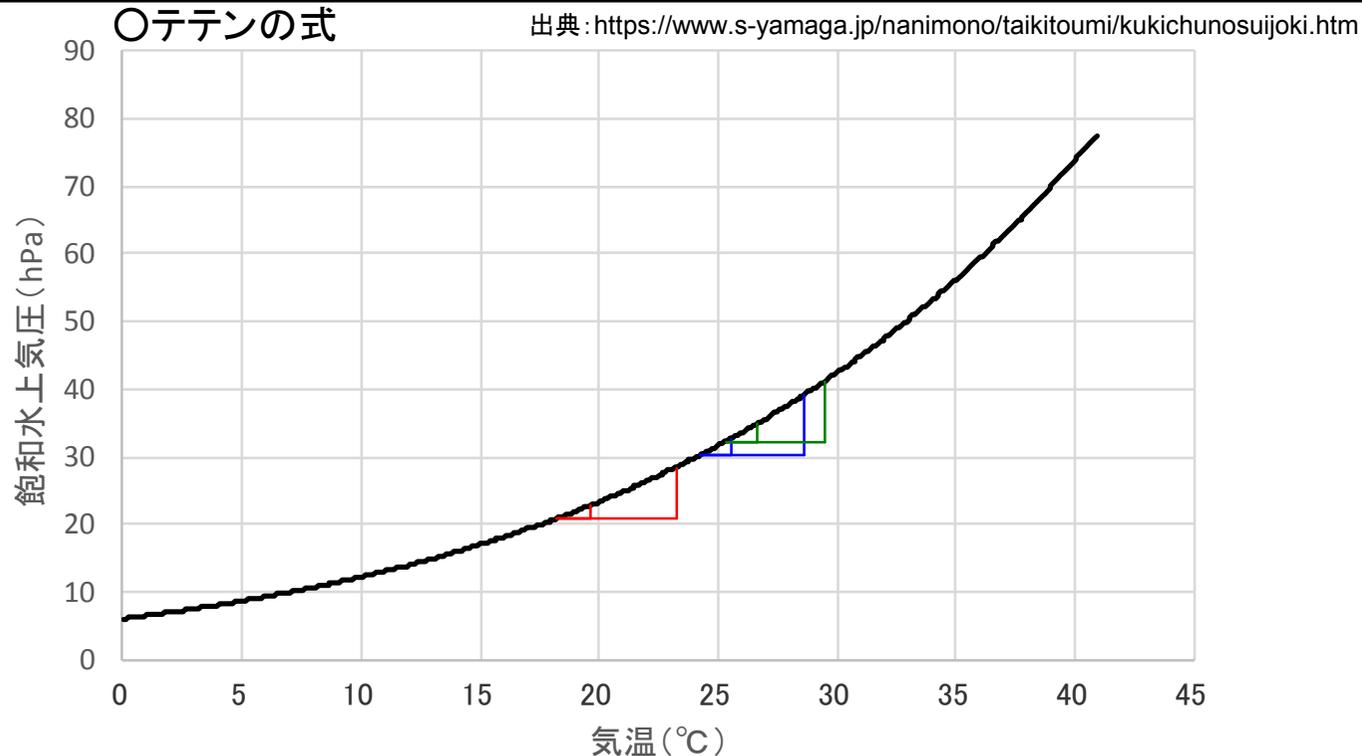
MR

Sea Surface Temperature [Summer] 4K MR - HPB



気温と飽和水蒸気量の関係

- 気温と飽和水蒸気圧の関係(テテン式)によると、RCP2.6に対する日本の出水期における飽和水蒸気圧の上昇は7%~9%程度となっている。
- 現在気候の気温が低い地域ほど、飽和水蒸気圧の増加率が高い傾向にある。



		現在気候	RPC2.6	RCP8.5
札幌	平均気温(6月~10月)	18.2 ^{※1}	19.6 ^{※2}	23.2 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	20.9hPa	22.8hPa(+9%)	28.4hPa(+36%)
東京	平均気温(6月~10月)	24.2 ^{※1}	25.5 ^{※2}	28.6 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	30.2hPa	32.6hPa(+8%)	39.2hPa(+30%)
福岡	平均気温(6月~10月)	25.3 ^{※1}	26.6 ^{※2}	29.5 ^{※3}
	飽和水蒸気圧	32.3hPa	34.8hPa(+8%)	41.2hPa(+28%)

※1: 気象庁の2018年の6月~10月(出水期)の平均気温
 ※2: 現在気候の気温に、RCP2.6における将来の年平均変化量の平均値及び0.2°C^{※4}を加えたもの
 ※3: 現在気候の気温に、RCP8.5における将来の年平均変化量の平均値及び0.2°C^{※4}を加えたもの
 ※4: NHRCMの基準期間(1984~2004年)の平均値とd4PDF過去実験の対象期間(1951~2010年)の平均値の差分

気候変動による地域別の温度変化の状況

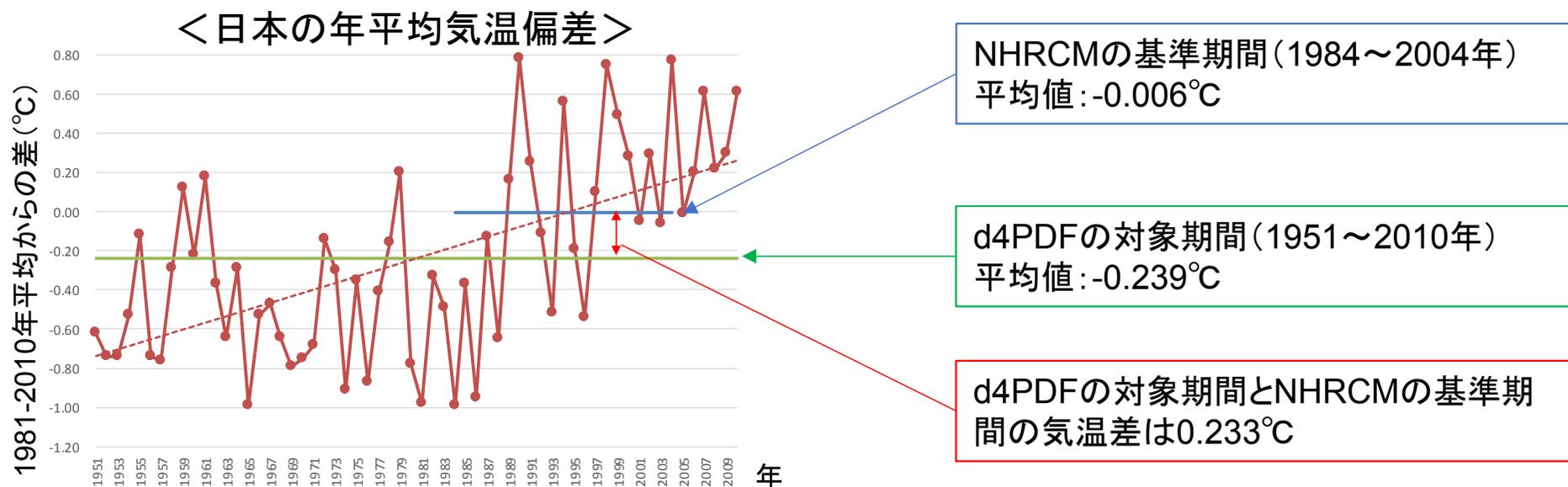
- 飽和水蒸気量の評価のため、NHRCM20の地域ごとの気温変化量を使い、テテンの式に基づいて算出。
- なお、d4PDFとの比較を行うためには、気温変化の基準年が異なることから、気象庁の日本の年平均気温偏差をもとに、気温変化の基準年の補正を行った。

NHRCM20による 地域ごとの気温変化量

表：年平均気温について、地域別の将来変化、年々変動及びケース間のばらつきを考慮した不確実性の幅（90%範囲）
20世紀末頃（1984～2004年）に対する21世紀末（2080～2100年）の変化

(°C)	全国	北日本 日本海側	北日本 太平洋側	東日本 日本海側	東日本 太平洋側	西日本 日本海側	西日本 太平洋側	沖縄・ 奄美
RCP2.6	1.1 (0.5~1.7)	1.2 (0.5~1.9)	1.2 (0.5~2.0)	1.1 (0.5~1.8)	1.1 (0.4~1.8)	1.1 (0.5~1.7)	1.1 (0.5~1.7)	0.9 (0.4~1.3)
RCP4.5	2.0 (1.3~2.7)	2.2 (1.5~3.0)	2.3 (1.5~3.0)	2.0 (1.2~2.8)	1.9 (1.1~2.7)	1.9 (1.2~2.6)	1.9 (1.1~2.6)	1.6 (1.1~2.2)
RCP6.0	2.6 (1.6~3.6)	2.7 (1.6~3.8)	2.8 (1.6~3.9)	2.5 (1.5~3.5)	2.5 (1.6~3.4)	2.4 (1.5~3.3)	2.4 (1.5~3.3)	2.0 (1.3~2.7)
RCP8.5	4.4 (3.4~5.4)	4.8 (3.7~5.9)	4.9 (3.8~6.0)	4.3 (3.3~5.4)	4.2 (3.2~5.3)	4.0 (3.1~4.9)	4.0 (3.0~4.9)	3.3 (2.5~4.0)

気温変化量の補正



2°C上昇相当時の降雨量変化倍率の算出方法

- 4°C上昇相当時の降雨量変化倍率について、2°C上昇相当時の倍率に変換するため、「21世紀末における日本の気候(環境省・気象庁)」の年上位5%降水イベントの日降水量の変化率を活用。
- 換算値は、両者の地域区分が異なることを考慮して設定する。

	全国	北日本 日本海側	北日本 太平洋側	東日本 日本海側	東日本 太平洋側	西日本 日本海側	西日本 太平洋側
RCP2.6	10.3 (7.9~14.5)	7.8 (5.2~9.4)	11.3 (9.2~12.8)	8.5 (7.4~10.6)	10.9 (7.4~14.6)	7.5 (3.5~14.6)	12.4 (7.3~18.9)
RCP4.5	13.2 (8.0~16.0)	13.0 (9.0~15.5)	16.4 (6.8~24.5)	11.1 (8.8~14.4)	12.7 (8.1~15.3)	12.6 (7.6~16.9)	12.7 (8.6~15.9)
RCP6.0	16.0 (14.8~18.2)	18.1 (16.5~19.0)	18.2 (16.7~19.5)	19.0 (15.7~22.4)	14.7 (13.0~16.2)	13.2 (9.2~18.6)	16.5 (14.1~19.0)
RCP8.5	25.5 (18.8~35.8)	28.9 (18.0~38.9)	25.7 (13.6~37.5)	29.9 (23.8~38.3)	22.4 (15.3~36.0)	24.0 (16.7~30.3)	27.2 (18.8~38.6)

※RCP2.6、4.6、6.0(3ケース)、RCP8.5(9ケース)における将来気候の予測(2080~2100年平均)と現在気候(1984~2004年平均)の変化率を示す

※各シナリオにおける全ケースの平均値、括弧内に平均値が最小のケースと最大のケース(年々変動等を含めた不確実性の幅ではない)を示す

出典: 日本国内における気候変動予測の不確実性を考慮した結果について(お知らせ)【環境省、気象庁】

(<http://www.env.go.jp/press/19034.html>)より

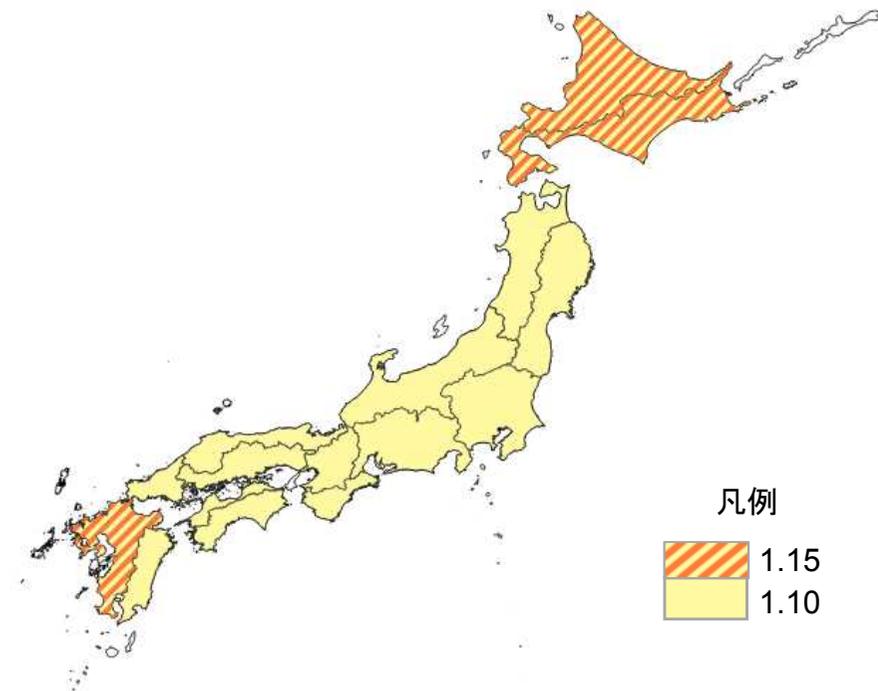
	北日本 日本海側	北日本 太平洋側	東日本 日本海側	東日本 太平洋側	西日本 日本海側	西日本 太平洋側	地域別 換算値
換算値	0.25	0.45	0.3	0.5	0.3	0.45	
①北海道北部	74%	26%					0.30
②北海道南部	13%	87%					0.42
③東北西部	87%	13%					0.28
④東北東部		100%					0.45
⑤関東		1%		99%			0.50
⑥北陸	15%		58%	27%			0.35
⑦中部				100%			0.50
⑧近畿			5%	19%	75%		0.34
⑨紀伊南部			38%		62%		0.30
⑩山陰					76%	18%	0.31
⑪瀬戸内					1%	99%	0.45
⑫中国西部					88%	1%	0.27
⑬四国南部						100%	0.45
⑭九州北西部					78%	22%	0.33
⑮九州南東部					28%	72%	0.41

2°C上昇相当時の降雨量変化倍率の算出方法

○4°C上昇相当時の降雨量変化倍率に換算値を乗じて、地域区分ごとに2°C上昇相当時の降雨量変化倍率を算出。

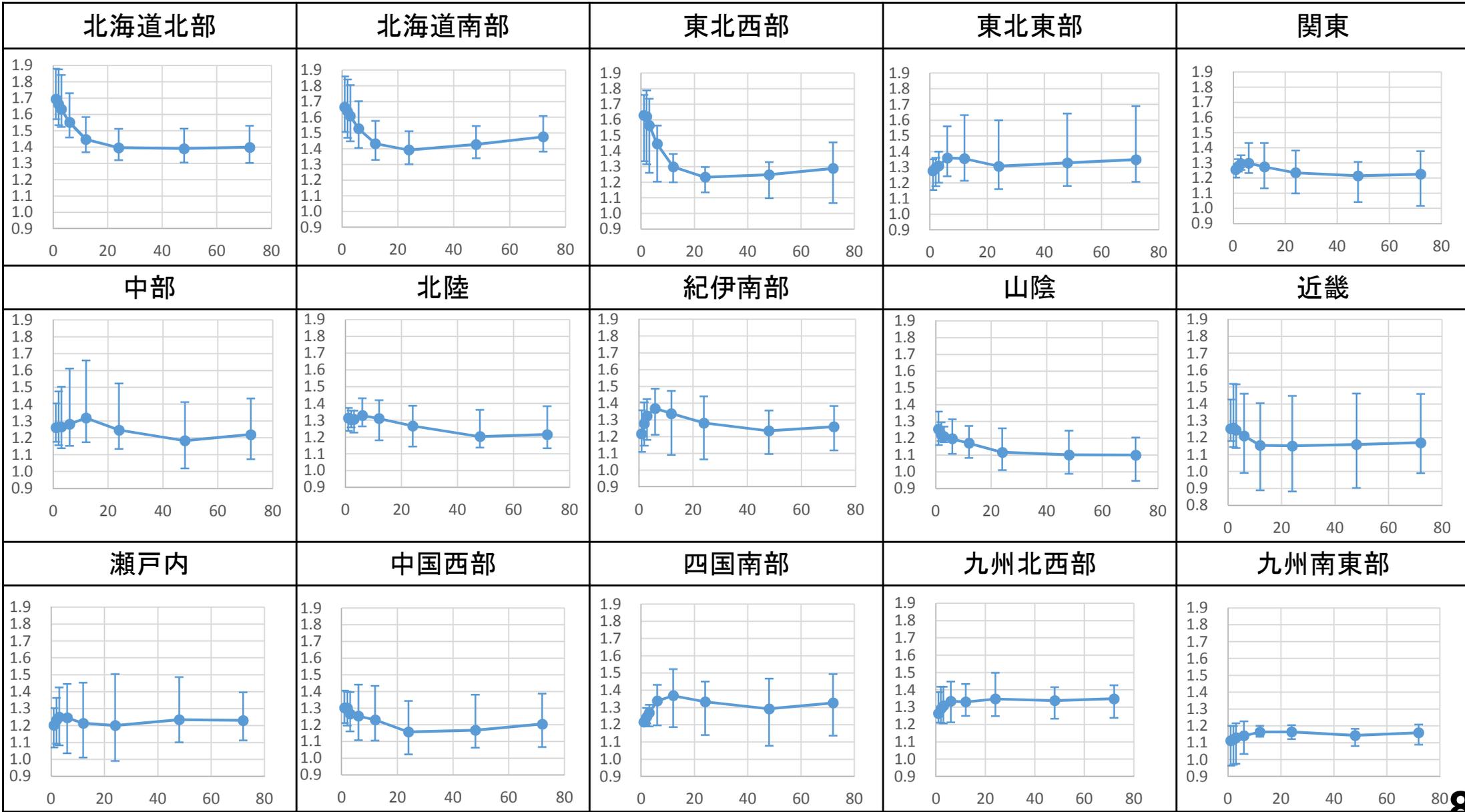
○2°C上昇と4°C上昇による影響の程度は違っても同じ傾向を示すと想定し、4°C上昇相当時の降雨量変化倍率が同じ地域区分ごとに2°C上昇時の変化倍率を設定。

2°C上昇換算値	計算結果		決定値
	平均値	6SST	
北海道北部	1.12	1.09~1.16	1.15
北海道南部	1.17	1.12~1.22	1.15
東北西部	1.08	1.04~1.11	1.1
東北東部	1.13	1.08~1.24	1.1
関東	1.12	1.06~1.18	1.1
中部	1.12	1.05~1.23	1.1
北陸	1.09	1.04~1.14	1.1
紀伊南部	1.08	1.02~1.13	1.1
山陰	1.03	1.00~1.07	1.1
近畿	1.04	0.96~1.12	1.1
瀬戸内	1.09	1.01~1.16	1.1
中国西部	1.05	1.01~1.11	1.1
四国南部	1.13	1.04~1.22	1.1
九州北西部	1.12	1.09~1.15	1.15
九州南東部	1.06	1.02~1.10	1.1



小流域・短時間降雨の評価

○各地域における降雨継続時間毎(1h,2h,3h,6h,12h,24h,48h,72h)、雨域面積400km²の100年確率雨量の変化倍率を算出。
※北海道はd4PDF(5km, yamada)、その他の地域はd4PDF(5km, SI-CAT)を用いた。海面水温6パターンの平均値を点で示し、幅はエラーバーで示す。

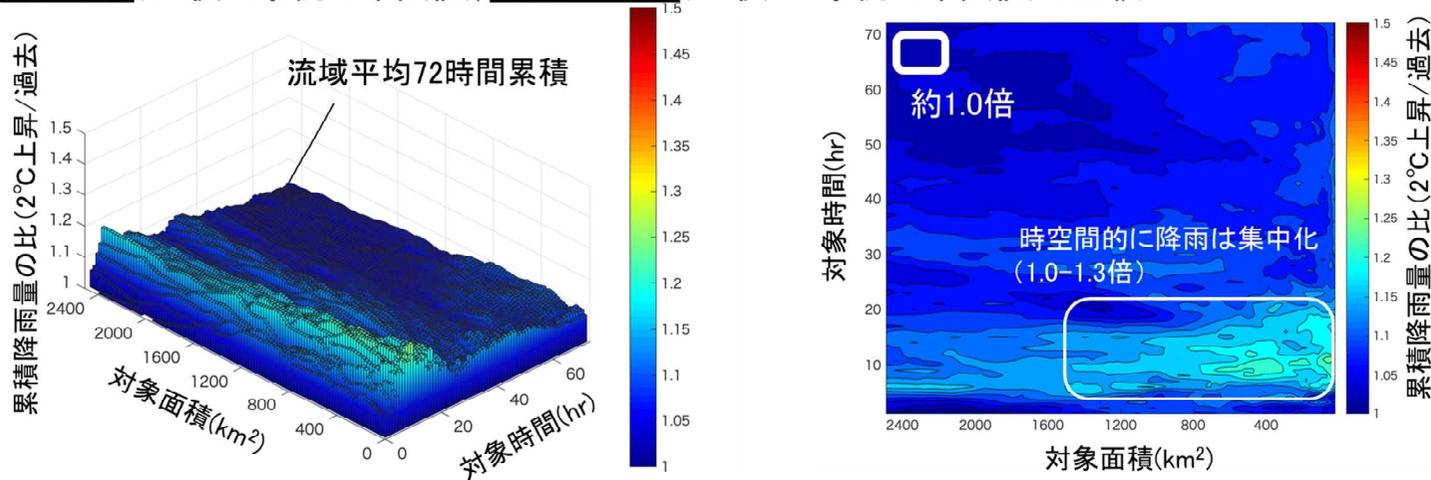


小流域・短時間降雨の評価

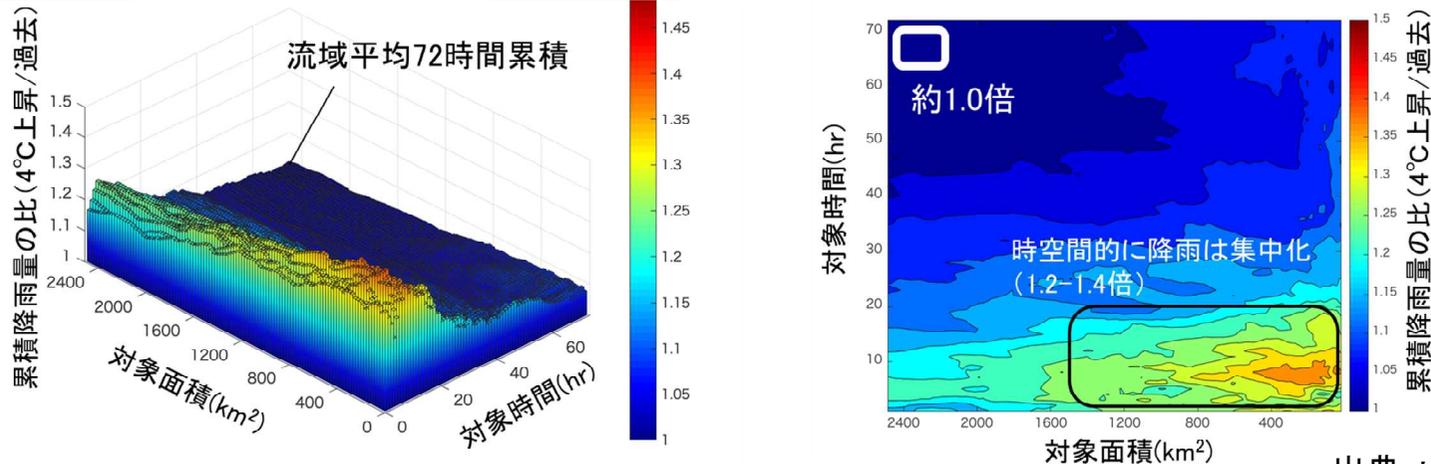
- 十勝川を対象とした研究によると、小流域・短時間降雨の変化倍率が大きくなる傾向は、2°C上昇時は4°C上昇時ほど顕著には生じないとされている。
- そのため、2°C上昇時には小流域・短時間降雨の変化倍率の上乗せは行わない。

十勝川帯広基準地点集水域(200~250mm/72hrのみを対象)

・過去実験(DS後71事例の中央値), 2°C上昇実験(DS後110事例の中央値)の比較



・過去実験(DS後71事例の中央値), 4°C上昇実験(DS後314事例の中央値)の比較



気候変動に伴う降雨量や洪水発生頻度の変化

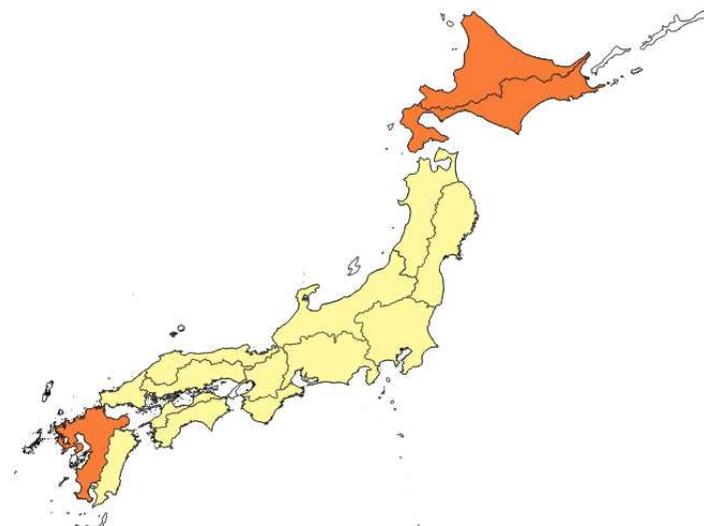
○2℃上昇した場合の降雨量変化倍率は、3地域で1.15倍、その他12地域で1.1倍、4℃上昇した場合の降雨量変化倍率は3地域で1.4倍、その他12地域で1.2倍と試算。

○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)