

2. 気候変動による影響評価分析の方法

気候変動の影響評価分析は、「温暖化影響評価・適応策に関する総合的研究（S-8 研究）」で作成した気候変動影響評価結果のデータ提供を受けて、九州・沖縄地方の気候変動影響評価図の編集及びグラフの作成を行い、複数の気候シナリオを用いた将来影響を比較し分析するものです。

（1）影響評価分析項目

S-8 研究で作成した最新の気候変動影響評価結果データ（共通シナリオ³第二版）は、IPCC 第5次評価報告書（AR5）に基づいて、日本全国を評価対象としています。このため、九州・沖縄地方に存在しない植生や作付していない水稻の種類などの指標も含まれています。

そこで、①九州・沖縄地方に該当する指標、②図・グラフ化した場合に分かりやすい指標、という2点を考慮して、影響評価分析項目を抽出しました（表3）。表3では主たる影響が及ぶ分野を代表させて整理していますが、各指標は産業・経済活動分野及び国民生活・都市生活分野を含めたさまざまな分野に関係するものと考えられます（表4）。

表3 対象とした影響評価分析項目

分野	指標	計算期間	気候パラメータ
気候	年平均気温	2031～2050 2081～2100	—
	年降水量		
農業・林業・水産業	水稻収量（適応策あり）		日平均気温、日日射量
	うんしゅうみかん栽培適地		年平均気温、年間の最低気温
	タンカン栽培適地		
水環境・水資源	河川流量		月降水量、月平均気温、月平均比湿 ^{※1} 、月平均短波放射 ^{※2} 、月平均長波放射 ^{※3} 、月平均気圧、月平均風速
自然生態系	ブナ潜在生育域	2081～2100	暖かさの指数 ^{※4} 、最寒月最低気温、夏期降水量、冬期降水量、最大積雪水量、冬期降雨量
	アカガシ潜在生育域		
自然災害・沿岸域	斜面崩壊発生確率	2031～2050	年最大日降水量
健康	熱ストレスによる超過死亡者数（適応策なし）	2081～2100	日最高気温
	熱中症搬送者数		

地球温暖化「日本への影響」（平成26年3月、S-8温暖化影響・適応研究プロジェクトチーム）をもとに作成

※1 比湿：空気塊に含まれている水蒸気の質量の、その空気塊の質量に対する比の値です。

※2 短波放射：太陽からの放射のことです。

※3 長波放射：地球からの放射のことです。

※4 暖かさの指数：植生の変化と気温の相関関係を表すための指標です。一般的に、植物の生育には月平均気温で5℃以上が必要とされています。ある地域の各月の平均気温のうち、5℃より高い月の平均気温と5℃との差の累積を暖かさの指数と呼びます。

³ S-8 研究では、起こりうる将来を想定したモデルへの入力データを「シナリオ」とし、特にその中でも影響評価モデル毎のシミュレーションの条件を揃えるために与える共通な入力データを「共通シナリオ」としています。

表4 指標と関係する分野

指標	関係する分野						
	農業・林業・水産業	水環境・水資源	自然生態系	自然災害・沿岸域	健康	産業・経済活動	国民生活・都市生活
年平均気温	○	○	○	○	○	○	○
年降水量	○	○	○	○	○	○	○
水稻収量（適応策あり）	○					○	○
うんしゅうみかん栽培適地	○					○	○
タンカン栽培適地	○					○	○
河川流量	○	○	○	○	○	○	○
ブナ潜在生育域		○	○	○		○	○
アカガシ潜在生育域		○	○	○		○	○
斜面崩壊発生確率	○	○	○	○		○	○
熱ストレスによる超過死亡者数（適応策なし）	○				○	○	○
熱中症搬送者数	○				○	○	○

(2) 放射強制力シナリオ

IPCC 第5次評価報告書では、RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5の4つの放射強制力シナリオ⁴を作成して予測を実施しています。S-8研究では、RCP2.6、RCP4.5、RCP8.5の3つを選択して、日本全国を対象とした総合的な影響評価・適応策の検討を実施しています。

本業務では、最も気温の上昇幅が小さい放射強制力シナリオ（＝厳しい温暖化対策を採った場合のシナリオ）であるRCP2.6と、最も気温の上昇幅が大きい放射強制力シナリオ（＝現状以上の温暖化対策を採らなかった場合のシナリオ）であるRCP8.5を採用しました（図13）。

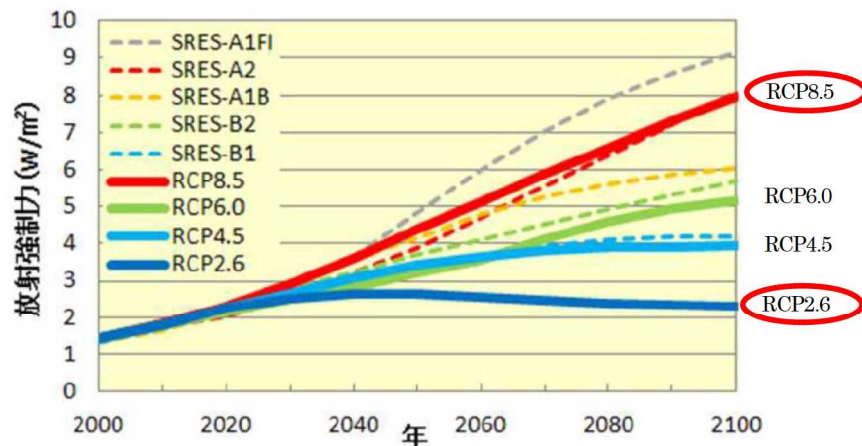


図13 RCPシナリオに基づく放射強制力

報道発表資料「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）別添資料」（平成26年12月12日、気象庁・環境省）より

(3) 気候モデル

RCPが同じであっても気候モデルの違いによって、気温や降水量の予測値は大きくばらつきます。そこで、S-8研究では、日本付近の気候モデルのばらつきの幅を捉えるために、MIROC5（日本、東京大学/独立行政法人国立環境研究所/独立行政法人海洋研究開発機構）、MRI-CGCM3.0（日本、気象庁気象研究所）、GFDL CM3（米国、NOAA地球物理流体力学研究所）、HadGEM2-ES（英国、気象庁ハドレーセンター）の4つの気候モデルを選択して、影響評価用の共通シナリオを整備しています。

RCP2.6及びRCP8.5シナリオでの各気候モデルによる全国平均の年平均気温と年降水量の推計値の違いを図14及び図15に示します。21世紀末における全国平均の年平均気温は、GFDL CM3→HadGEM2-ES→MIROC5→MRI-CGCM3.0の順に高くなり、21世紀末における全国平均の年降水量は、MIROC5→GFDL CM3→HadGEM2-ES→MRI-CGCM3.0の順に多くなっています。

⁴ 放射強制力シナリオ：放射強制力とは、外的な気候変動要因の変化による対流圏界面（対流圏と成層圏の間の面）における放射強度（点状の放射源からある方向へ時間あたりに放射される放射エネルギーを表す物理量）の変化のことをいい、正の場合には地表面を加熱し、負の場合には地表面を冷却するはたらきを持ちます。

※RCP8.5：高位参照シナリオ（2100年以降も放射強制力の上昇が続くシナリオ）

RCP6.0：高位安定化シナリオ（2100年以降に放射強制力の上昇が高位で安定するシナリオ）

RCP4.5：中位安定化シナリオ（2100年以降に放射強制力の上昇が中位で安定するシナリオ）

RCP2.6：低位安定化シナリオ（2100年までに放射強制力の上昇がピークを迎えその後減少するシナリオ）

本業務では、21 世紀末の全国平均の年平均気温が 2 番目に低く、年降水量が最も多い MIROC5 を採用しました。

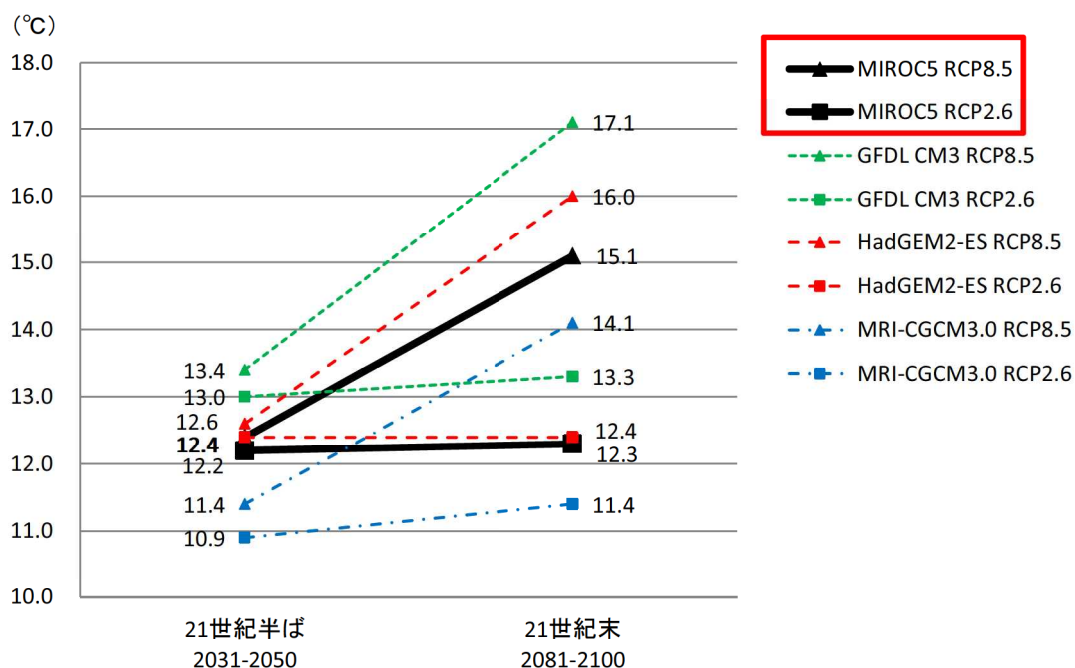


図 14 モデル・シナリオによる年平均気温（全国平均）推計値の違い

地球温暖化「日本への影響」（平成 26 年 3 月、S-8 温暖化影響・適応研究プロジェクトチーム）をもとに作成

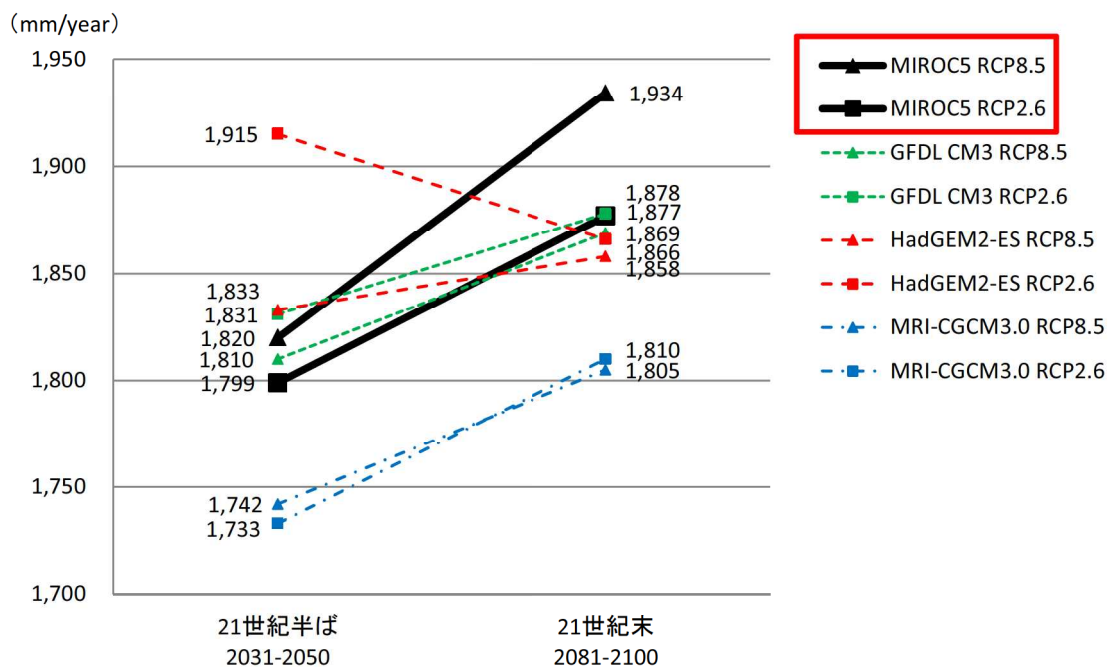


図 15 モデル・シナリオによる年降水量（全国平均）推計値の違い

地球温暖化「日本への影響」（平成 26 年 3 月、S-8 温暖化影響・適応研究プロジェクトチーム）をもとに作成

(4) 九州・沖縄地方の気温・降水量の将来変化

気温及び降水量の変化は、農業・林業・水産業、水環境・水資源、自然生態系、自然災害・沿岸域、健康、産業・経済活動、国民生活・都市生活の各分野において様々な影響を及ぼします。

そこで、採用した気候モデル（MIROC5）と放射強制力シナリオ（RCP2.6、RCP8.5）による、九州・沖縄地方における全メッシュ平均の年平均気温及び年降水量の変化を示します（表5、図16～図1617）。

年平均気温については、RCP8.5では21世紀末までにはほぼ直線的に上昇するのに対し、RCP2.6では21世紀半ばから21世紀末にかけての上昇幅が小さくなっています。年降水量については、RCP8.5は21世紀半ばまでの増加量がRCP2.6よりも大きく、21世紀半ばから21世紀末にかけての増加量がRCP2.6よりも小さくなっています。

RCP2.6による21世紀末の予測結果では、年平均気温が1.7℃上昇し、年降水量が1.11倍に増えます。これに対し、RCP8.5による予測結果では、年平均気温が4.2℃上昇し、年降水量が21世紀末に1.12倍に増えます。

表5 対象とした放射強制力シナリオと九州・沖縄平均の値（気候モデル：MIROC5）

	1981～2000 年	2031～2050 年		2081～2100 年	
	共通	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
年平均気温変化（℃）	—	1.5	2.0	1.7	4.2
年平均気温（℃）	15.4	16.9	17.4	17.1	19.6
年降水量変化（変化率）	—	1.04	1.11	1.11	1.12
年降水量（mm/年）	2,215	2,313	2,450	2,452	2,483

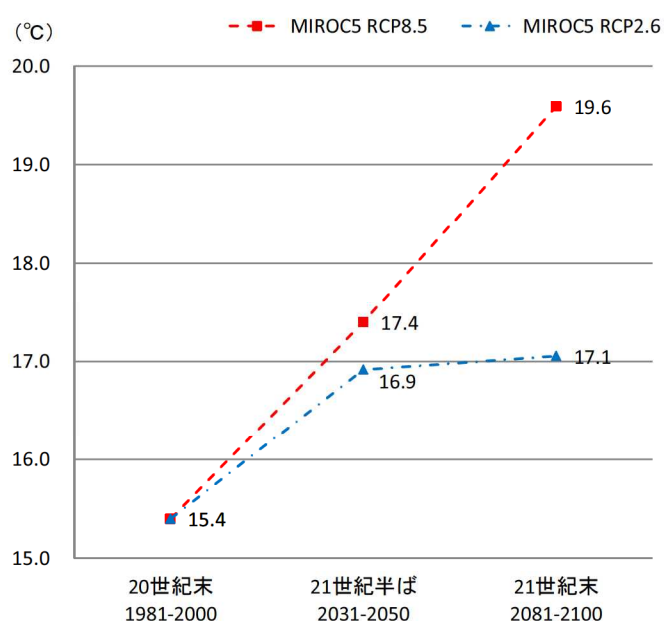


図16 年平均気温の変化の比較
(九州・沖縄全メッシュ平均)

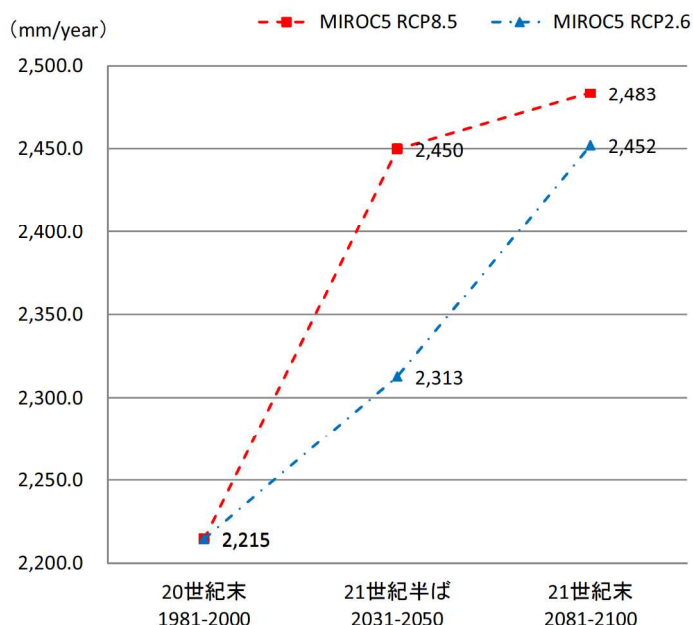


図17 年降水量の変化の比較
(九州・沖縄全メッシュ平均)

2) 年降水量

九州・沖縄地方の降水量の変化予測を図 21 に、21 世紀末における九州・沖縄地方の年降水量の変化率を図 22、図 23 に示しました。予測に用いた年代や計算方法は、以下のとおりです。

- 予測に用いた年代：20 世紀末（1981～2000 年）、21 世紀半ば（2031～2050 年）、21 世紀末（2081～2100 年）
- 九州・沖縄地方の年降水量の平均値＝九州・沖縄地方の全メッシュの年降水量の平均
- 県別の年降水量の平均値＝各県の全メッシュの年降水量の平均
- 年降水量の変化率＝各メッシュについて、21 世紀末の年降水量÷20 世紀末の年降水量

RCP2.6、RCP8.5 とともに 20 世紀末から 21 世紀半ば、21 世紀末と進むにつれて、年降水量が増加すると予測されます（図 21）。特に、鹿児島県の屋久島、鹿児島県と宮崎県の県境の霧島山付近は、20 世紀末でも年降水量が多く 4,000～4,500mm/year となっていますが、RCP2.6、RCP8.5 とともに 21 世紀末には 4,500～5,000mm/year に増加すると予測されます。

九州・沖縄地方の 21 世紀末の年降水量の平均値は、RCP8.5 では 2,483mm/year で、20 世紀末と比較して 1.12 倍に増えると予測されます。RCP2.6 では 2,452mm/year で、1.11 倍に増えると予測されます（15 ページの表 5）。

21 世紀末における年降水量の変化率をみると、RCP8.5 では福岡県・佐賀県・長崎県の北部が 1.20 倍以上の増加と予測され、RCP2.6 では長崎県の壱岐・対馬及び五島列島北部、沖縄県の北大東島・南大東島が 1.20 倍以上の増加と予測されます（図 19、図 20）。

県別の降水量の平均値をみると、最も降水量が増加するのは長崎県で、最も降水量の増加が小さいのは鹿児島県と予測されます（表 7）。

表 7 年降水量の将来変化（九州・沖縄全体及び各県）

	2031～2050 年		2081～2100 年	
	RCP2.6	RCP8.5	RCP2.6	RCP8.5
九州・沖縄全体	1.04 倍	1.11 倍	1.11 倍	1.12 倍
福岡県	1.10 倍	1.14 倍	1.16 倍	1.18 倍
佐賀県	1.10 倍	1.15 倍	1.17 倍	1.18 倍
長崎県	1.11 倍	1.15 倍	1.18 倍	1.20 倍
熊本県	1.04 倍	1.11 倍	1.10 倍	1.11 倍
大分県	1.07 倍	1.12 倍	1.13 倍	1.16 倍
宮崎県	1.01 倍	1.08 倍	1.07 倍	1.10 倍
鹿児島県	1.01 倍	1.08 倍	1.07 倍	1.08 倍
沖縄県	1.03 倍	1.13 倍	1.11 倍	1.06 倍

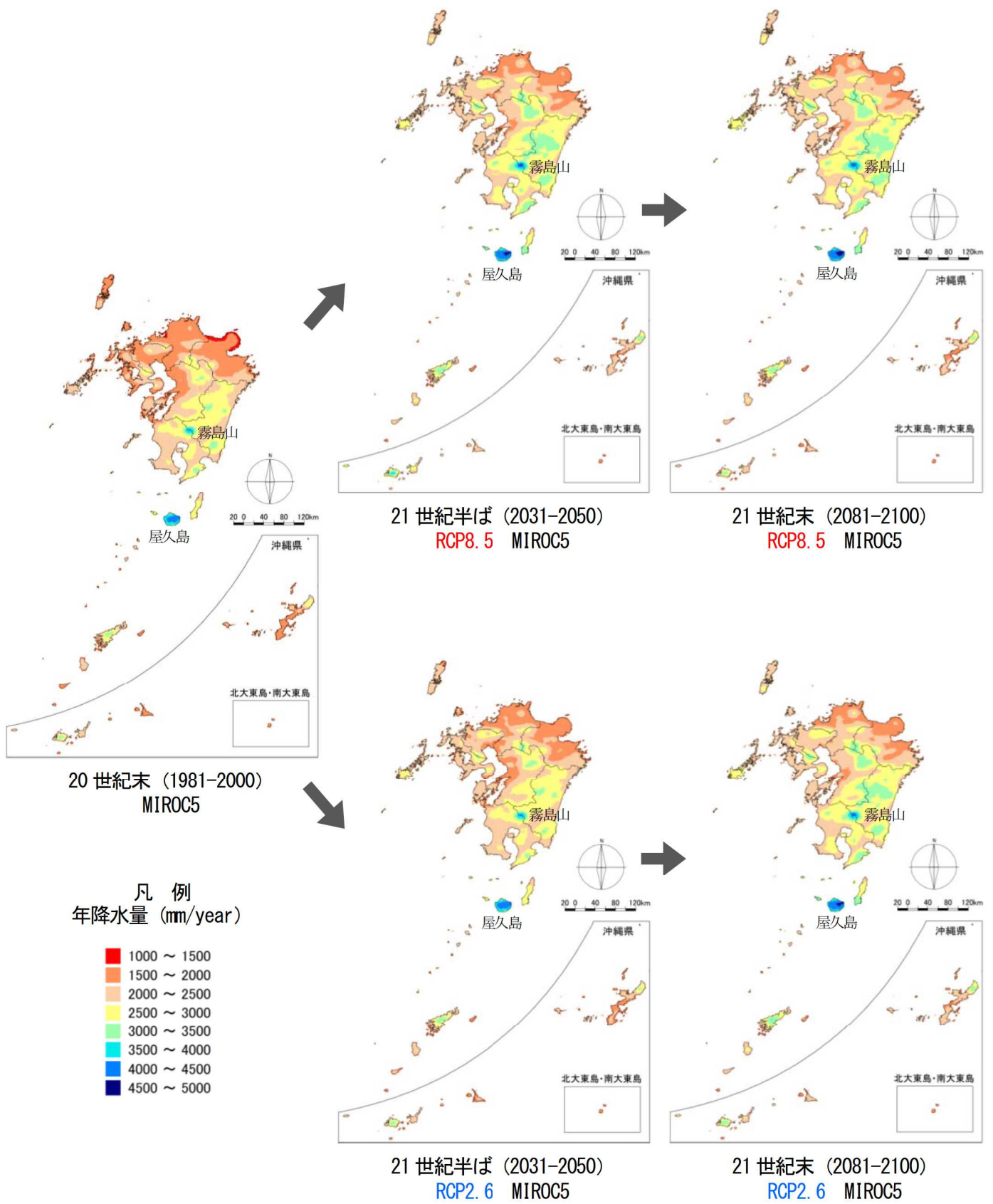


図 21 九州・沖縄地方の年降水量の変化予測

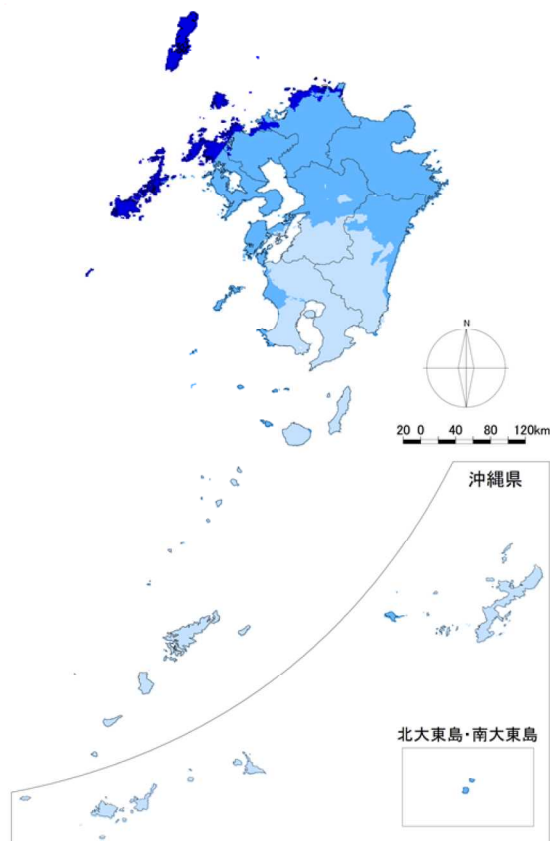


図 22 21 世紀末における九州・沖縄地方の年降水量の変化率 **RCP8.5** MIR0C5

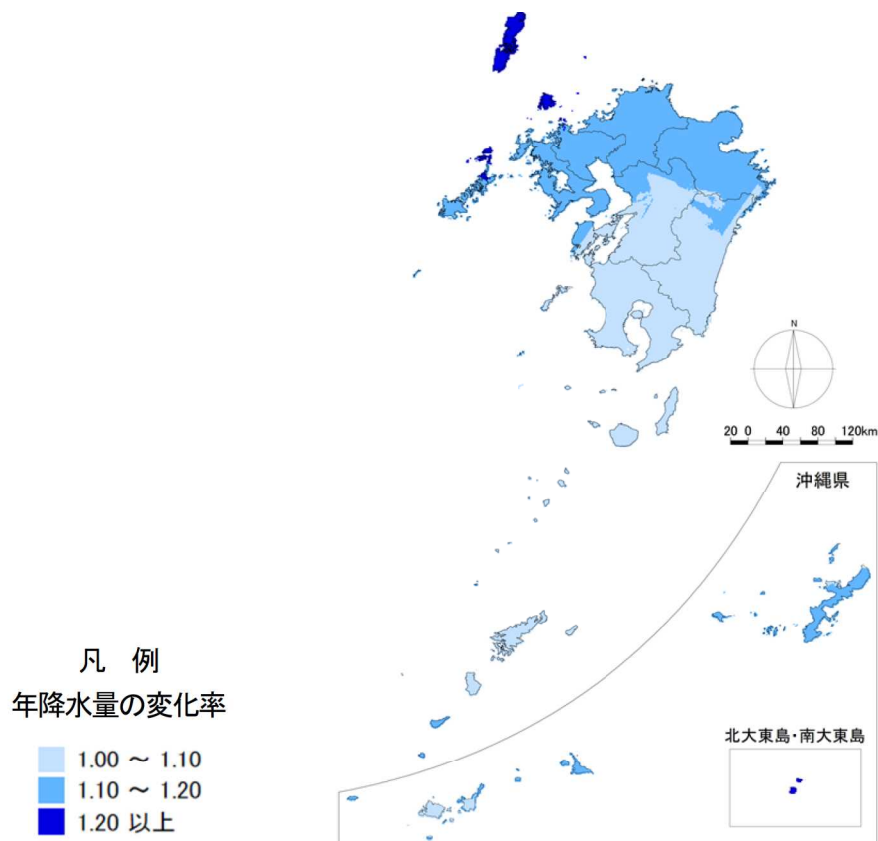


図 23 21 世紀末における九州・沖縄地方の年降水量の変化率 **RCP2.6** MIR0C5

なお、「九州・山口県の地球温暖化予測情報」（平成 26 年 10 月、福岡管区気象台）によると、大雨⁵の発生頻度は、九州北部地方と九州南部で増加し、短時間強雨⁶は九州・山口県全体で増加する一方で、無降水日数もほとんどの地域で増加すると予測されています。

また、「沖縄の気候変動監視レポート 2015」（平成 27 年 3 月、沖縄気象台）によると、1 時間降水量 50mm 以上の回数の将来気候の現在気候との差は、年平均で統計的に有意でかつ年々変動を超えた増加になると予測されています。

このように、年降水量だけではなく、雨の降り方にも注意が必要となります。

「九州・山口県の地球温暖化予測情報」及び「沖縄の気候変動監視レポート 2015」は、気象庁気象研究所が開発した非静力学地域気候モデル（NonHydrostatic Regional Climate Model: NHRCM）を用いており、温室効果ガス排出シナリオは、SRES A1B シナリオを使用しています。SRES A1B シナリオの放射強制力は、RCP6.0 シナリオと RCP8.5 シナリオの間に位置しています（図 24）。

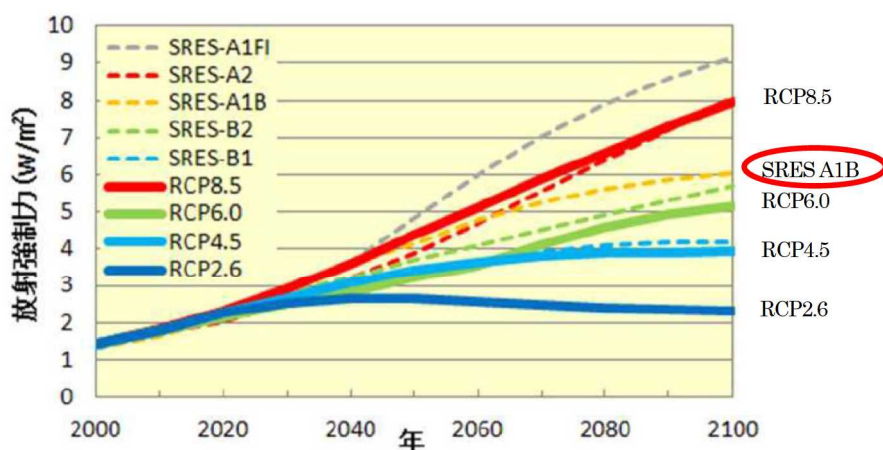


図 24 RCP シナリオに基づく放射強制力

報道発表資料「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）別添資料」（平成 26 年 12 月 12 日、気象庁・環境省）より

⁵ 大雨：気象庁では、日降水量 50mm 以上の雨や日降水量 100mm 以上の雨のことを大雨と定義しています。

⁶ 短時間強雨：気象庁では、1 時間 30mm 以上の雨は激しい雨、1 時間 50mm 以上の雨は非常に激しい雨、1 時間 80mm 以上の雨は猛烈な雨と定義しています。