

第7章 栃木県の高解像度将来予測マップ

7.1 概要

公表されているダウンスケーリングデータを用い、本県における気候変動の将来予測結果を将来予測マップとして整理した。平均気温等の長期的な時間変化については統計的ダウンスケーリングデータを、短時間強雨等の極端現象の将来予測については力学的ダウンスケーリングデータを用いた。

(1) 統計的ダウンスケーリングデータ

統計的ダウンスケーリングデータは、「日本域バイアス補正気候シナリオデータ」(NIES2020データ)⁴⁰を用いた。本データはCMIP6の5つのGCM(MIROC6(日本, 東京大学/NIES/JAMSTEC)、MRI-ESM2.0(日本, 気象庁気象研究所)、IPSL-CM6A-LR(フランス, ピエール・シモン・ラプラス研究所)、MPI-ESM1-2-HR(ドイツ, マックス・プランク気象研究所)、ACCESS-CM2(オーストラリア, ARC気候システム科学研究センター))があるが、5つのモデルの平均値を使用した。

解析にあたっては、20世紀末(1980~2000年)、2030年頃(2020~2040年)、2040年頃(2030~2050年)、2050年頃(2040~2060年)、2100年頃(2080~2100年)の日最低、日最高、平均気温と降水量の日別値を用いた。データの格子間隔は1kmで、栃木県内の格子点数は6,187点である。

(2) 力学的ダウンスケーリングデータ

力学的ダウンスケーリングデータは、「全国5kmメッシュアンサンブル気候予測データ」(d4PDF_5kmDDS_JP)⁴¹を用いた。

温度条件は、現在気候、産業革命前から全球2℃上昇時(RCP8.5シナリオで近未来2040年頃)、全球4℃上昇時(RCP8.5シナリオで21世紀末2090年頃に相当)の3種類が用意されており、それぞれについて短時間強雨発生頻度、大雨発生頻度、無降水日数を集計した。データの格子間隔は5kmである。

データ整理方法の概要は以下のとおりである。

⁴⁰ 石崎 紀子, 2021: CMIP6 をベースにした CDFDM 手法による日本域バイアス補正気候シナリオデータ, Ver.1.2, 国立環境研究所 地球環境研究センター, doi:10.17595/20210501.001 (参照 2025/6/4)

⁴¹ 川瀬 宏明, 2023: 全国 5km メッシュアンサンブル気候予測データ, 気象庁気象研究所, doi:10.27083/DIAS.657 (参照 2025/6/4)

表 7-1 力学的ダウンスケーリングデータの整理方法

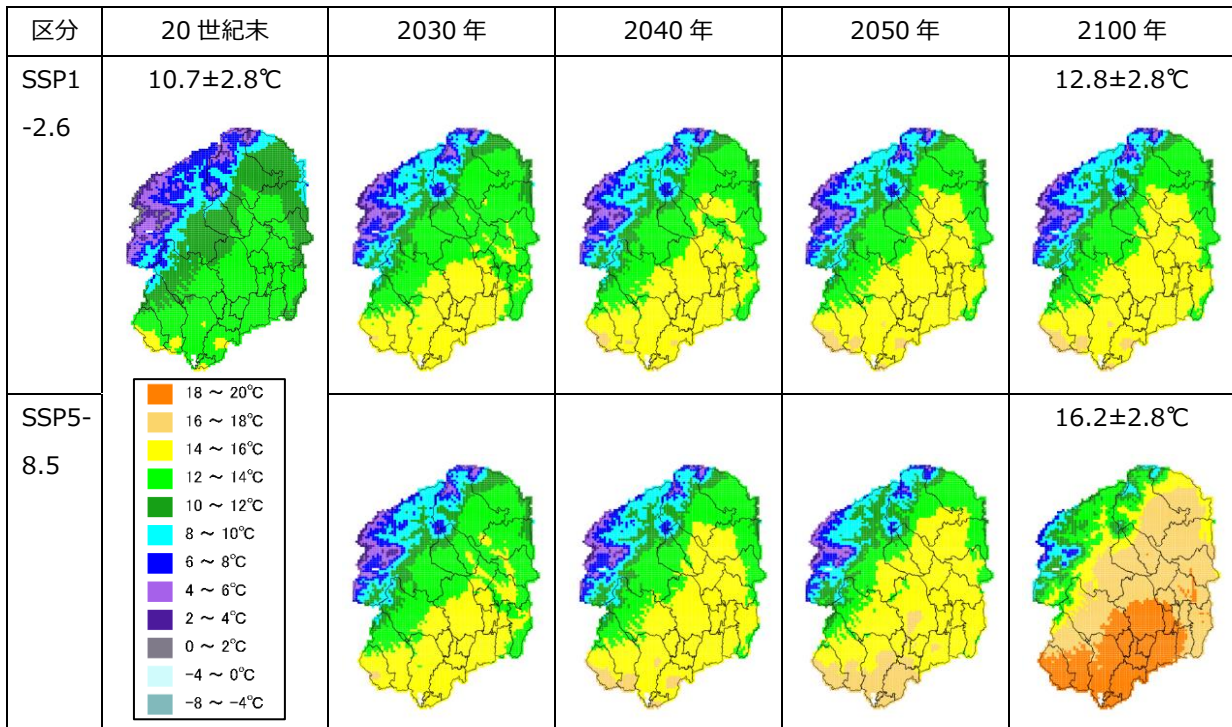
区分	適応策
短時間強雨発生頻度	50mm/h以上の降雨（1時間降水量）の年間の発生回数を、温度条件ごとの732ケースについて求めそれらの最大値とした。
大雨発生頻度	宇都宮気象台の再現期間30年の確率降水量（24時間降水量）が218mmとあることを参考に日降水量が200mm以上の降雨の年間の発生回数を、温度条件ごとの732ケースについて求めそれらの最大値とした。
無降水日数	1日間（1:00～24:00）で記録値が0の日の年間日数を、温度条件ごとの732ケースについて求めそれらの最大値とした。

7.2 将来予測マップ（統計的ダウンスケーリングデータ）

(1) 日平均気温の年平均値

2030年は、SSP1-2.6、RCP8.5において、県南部の一部が14～16℃で、他は10～14℃、県北部の一部では10℃未満である。

2100年は、SSP1-2.6では、県南西部の一部が16～18℃となり、14～16℃の範囲が県北部の一部まで拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が18～20℃となり、16～18℃の範囲が県全域に拡大している。



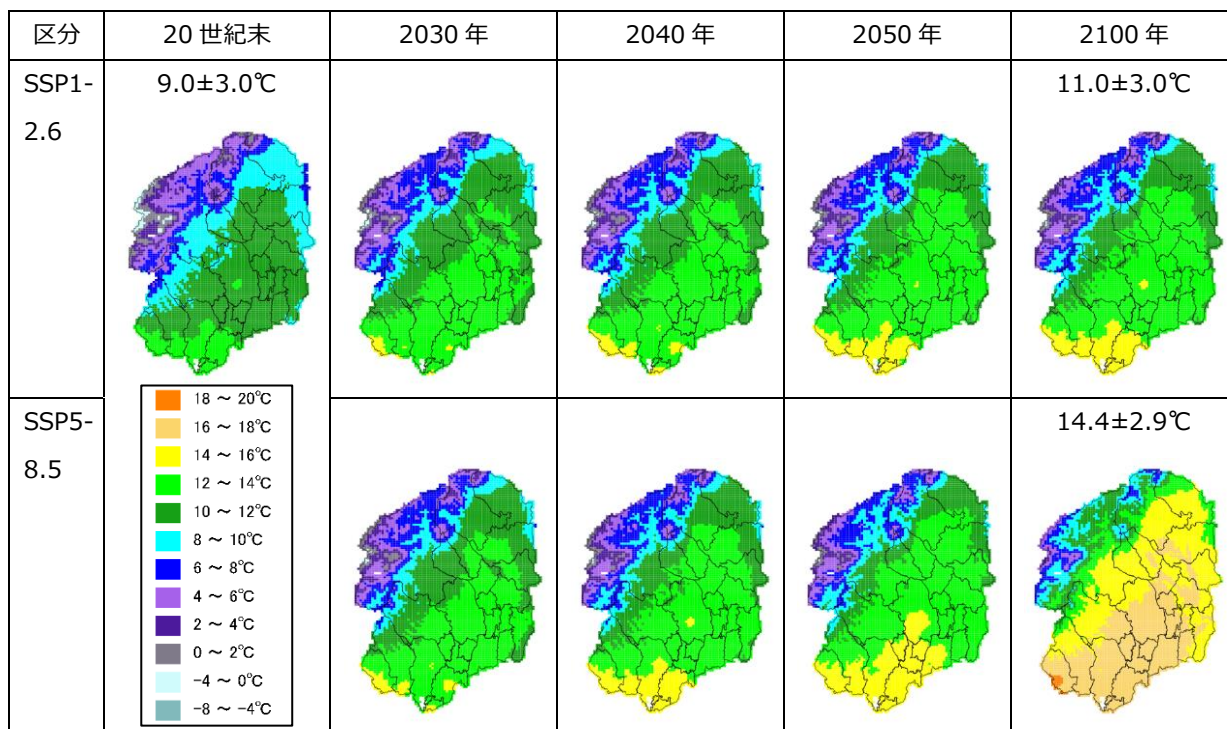
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-P2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日平均気温の年平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-1 日平均気温の年平均値

(2) 春季の日平均気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南西部の一部が14～16℃で、他は10～14℃、県北部及び県南西部の一部では10℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、14～16℃の範囲がやや拡大し、県央部の一部も含まれている。SSP5-8.5では、県南西部の一部が18～20℃となり、14～18℃の範囲が県全域に拡大している。



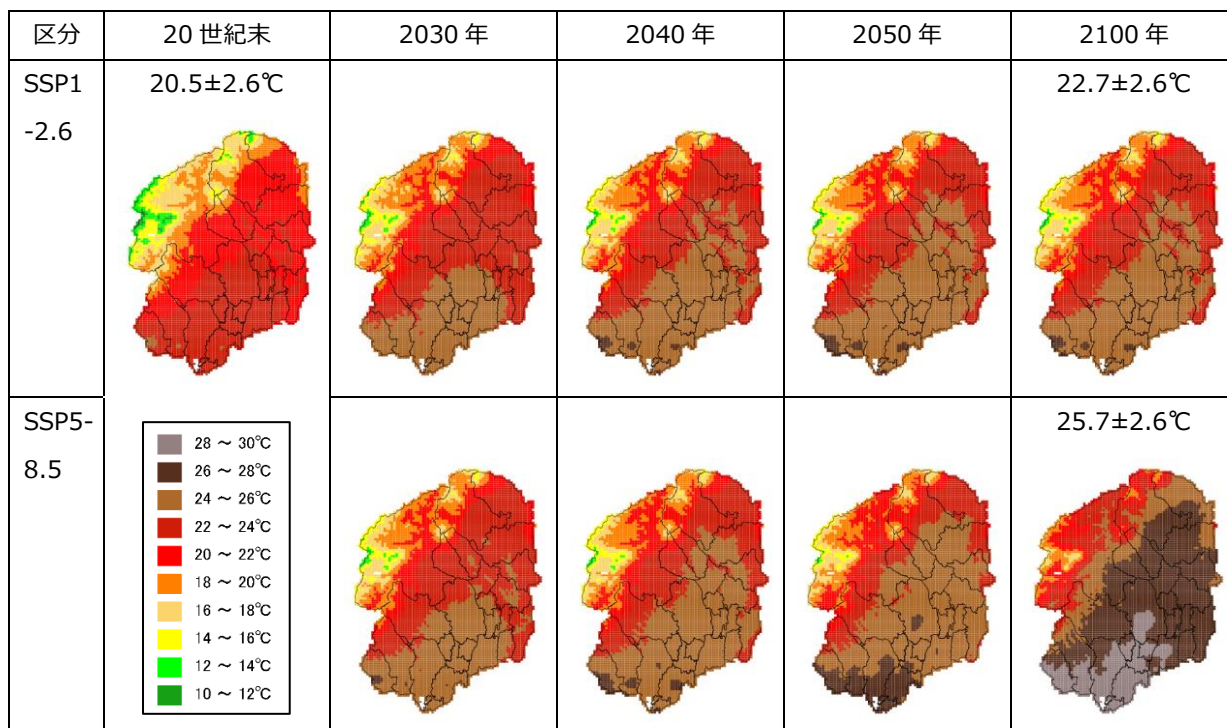
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している春季の日平均気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-2 春季の日平均気温（期間平均値）

(3) 夏季の日平均気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南部の一部が24～26℃で、他は20～24℃、県北部の一部では16℃未満である。SSP5-8.5では、足利市の一部が26～28℃である。2100年は、SSP1-2.6では、県南西部の一部が26～28℃となり、24～26℃の範囲は那須地域の一部まで拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が28～30℃となり、26～28℃の範囲は県全域まで拡大している。



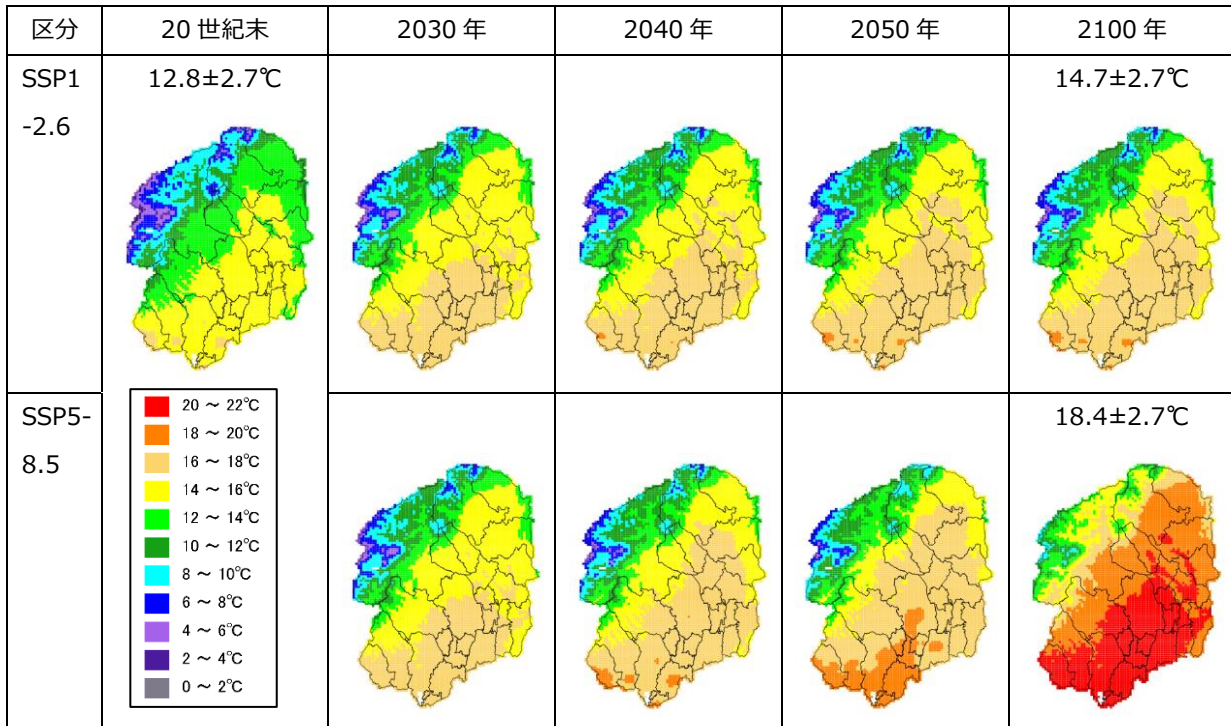
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している夏季の日平均気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-3 夏季の日平均気温（期間平均値）

(4) 秋季の日平均気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5における県南部の一部が16～18℃で、他は14～16℃、県北部の一部では10℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、県南西部の一部が18～20℃となり、16～18℃の範囲がやや拡大している。SSP5-8.5では、県南部全体が20～22℃となり、県全域で18～20℃となる。



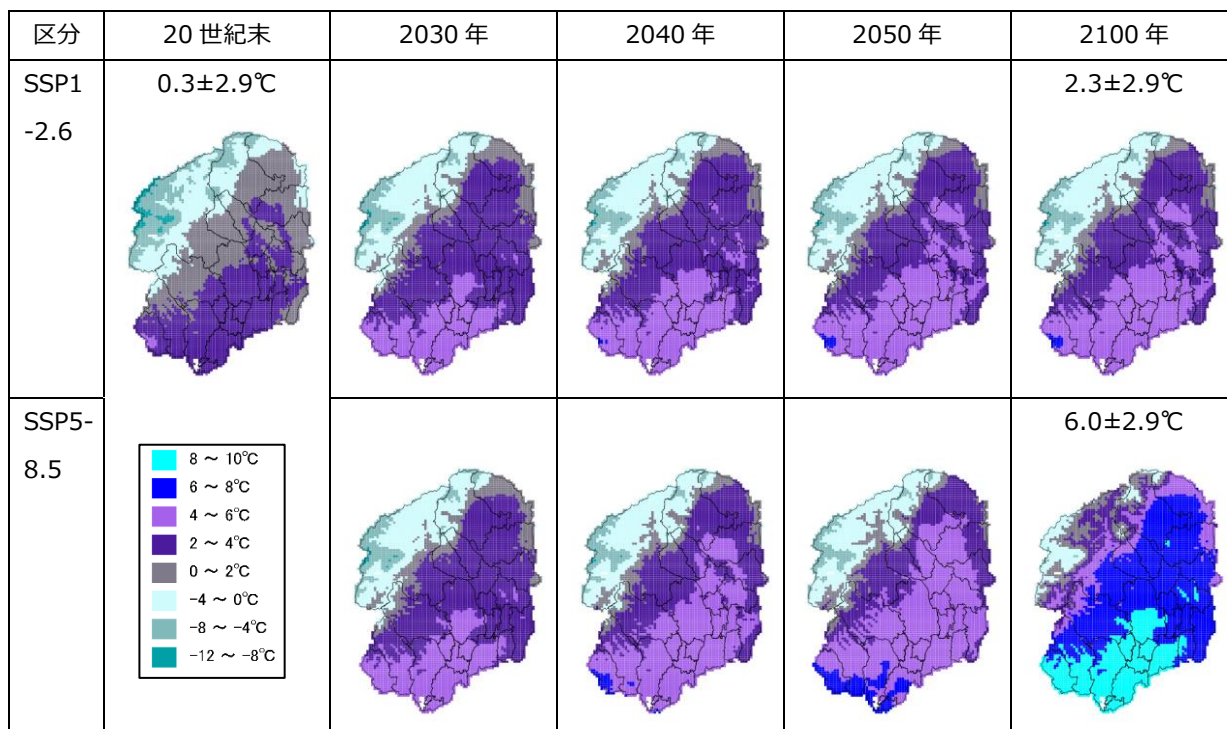
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している秋季の日平均気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-4 秋季の日平均気温（期間平均値）

(5) 冬季の日平均気温（期間平均値）

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 における県南部の一部が 4～6℃で、他は 2～4℃、県北部と県南西部の一部では 0℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、4～6℃の範囲が県南部全体と那須地域の一部に拡大している。SSP5-8.5 では、県南部が 8～10℃となり、県南部全体と県北部の一部が 6～8℃となる。



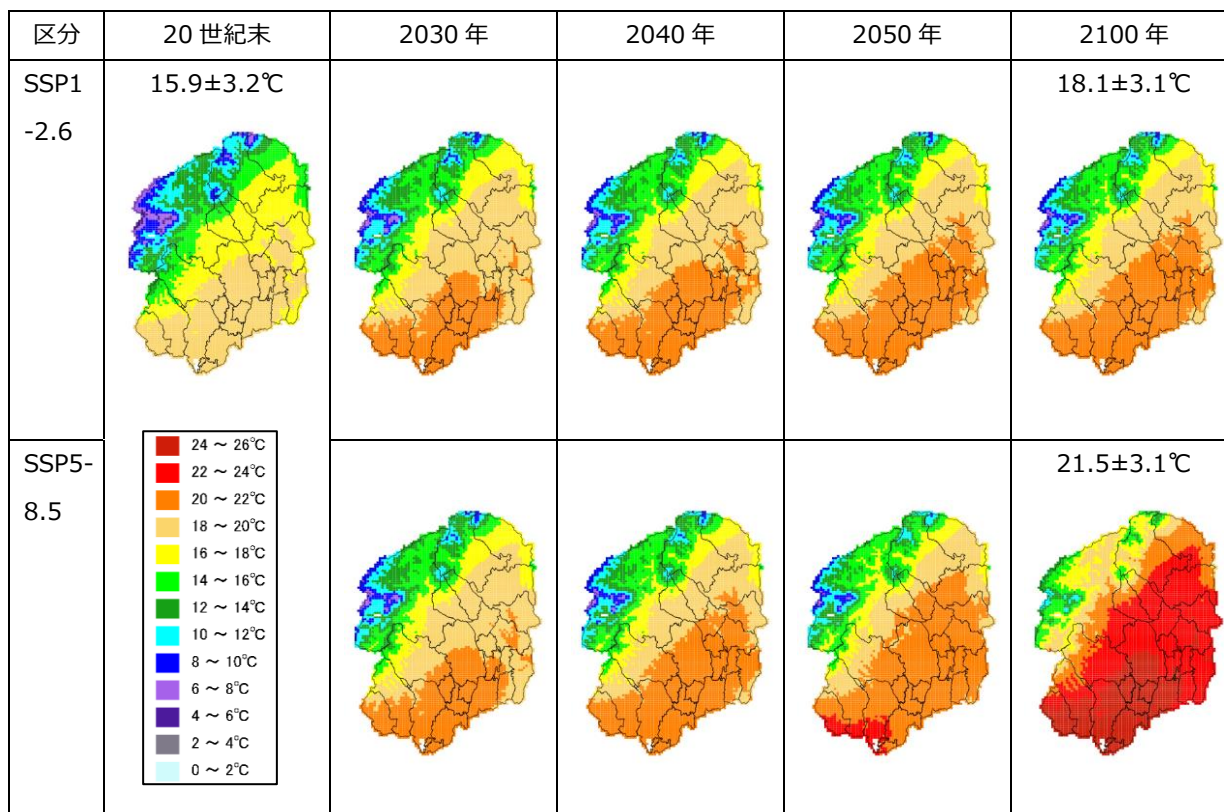
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している冬季の日平均気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-5 冬季の日平均気温（期間平均値）

(6) 日最高気温の年平均値

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5における県南部は20～22℃の範囲で、他は16～20℃、県北部の一部では12℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、20～22℃の範囲が県南部全体と那須地域の一部に拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が24～26℃となり、県北部の一部が22～24℃となる。



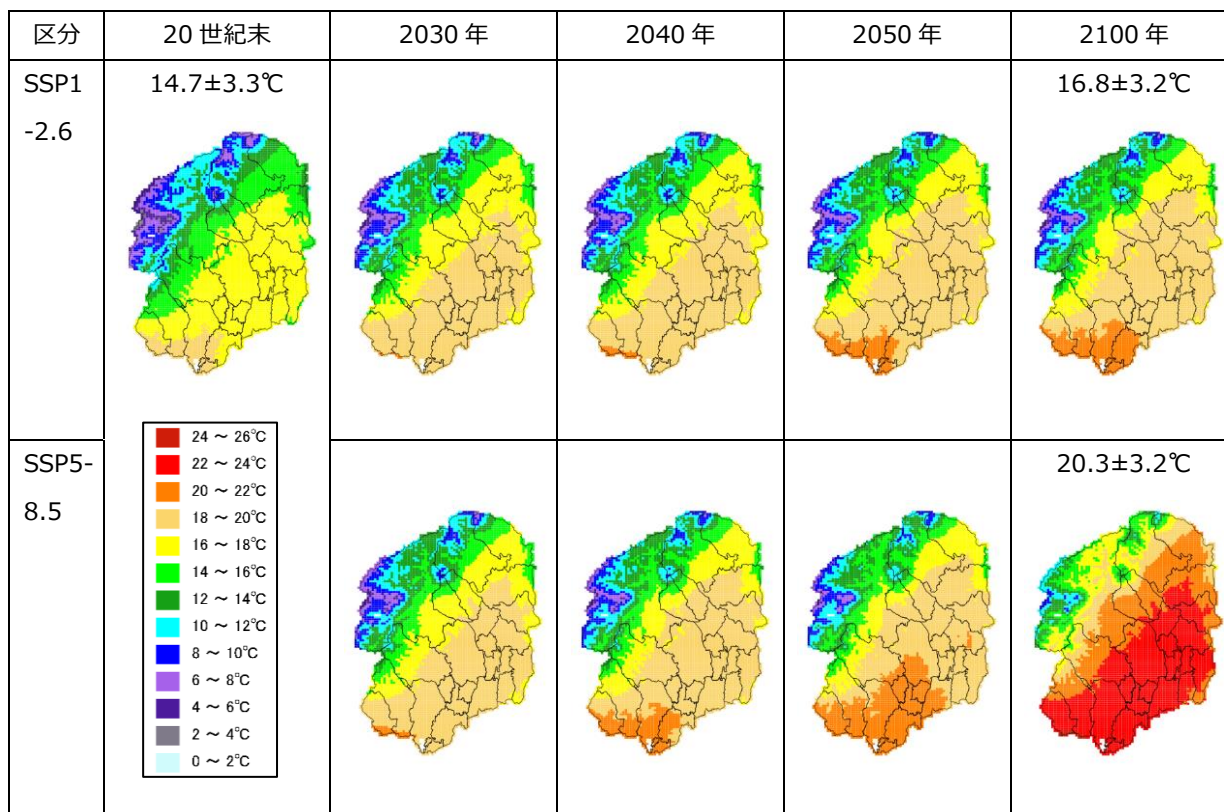
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日最高気温の年間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-6 日最高気温の年平均値

(7) 春季の日最高気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南西部の一部が20～22℃で、他は16～20℃、県北部の一部では12℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、20～22℃の範囲が県南西部で拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が24～26℃となり、県南部全体と県北部の一部が22～24℃となる。



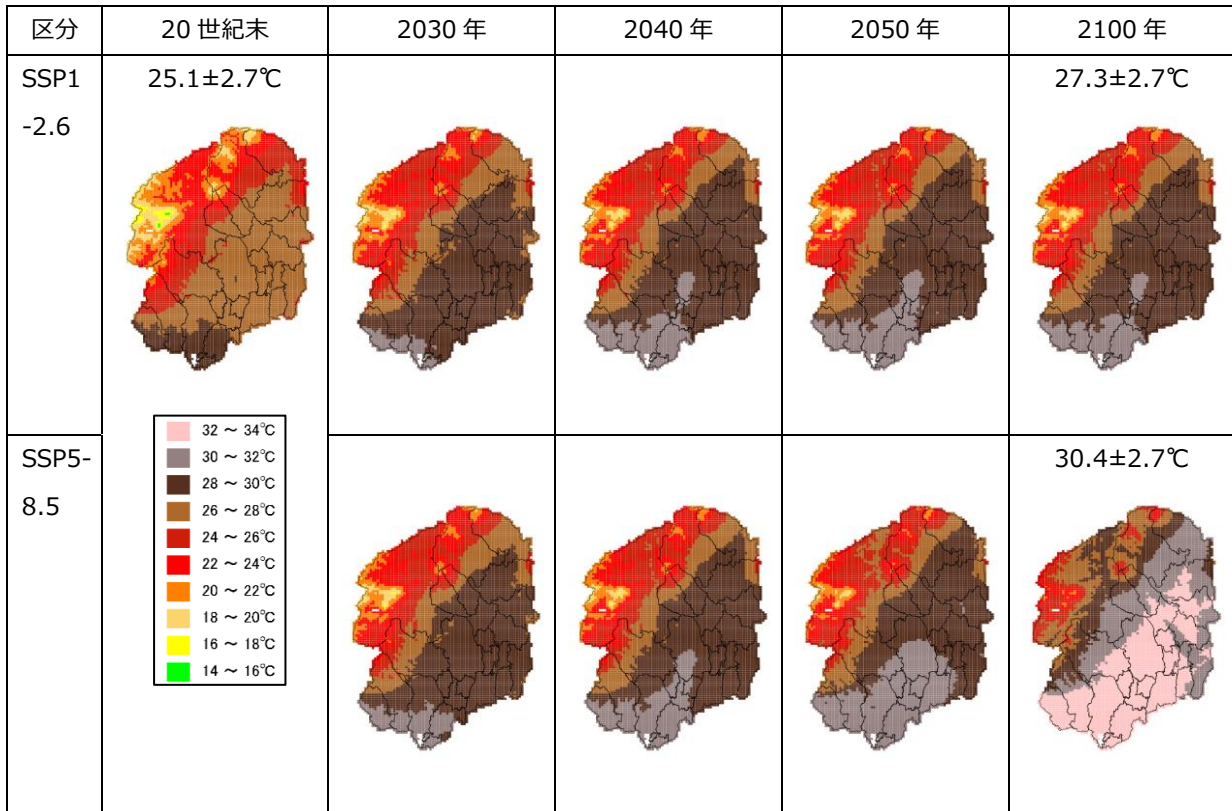
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している春季の日最高気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-7 春季の日最高気温（期間平均値）

(8) 夏季の日最高気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南西部の一部が30～32℃で、他は24～30℃、県北部の一部では20℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、30～32℃の範囲が県南部で拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が32～34℃となり、県南部全体と県北部の一部が30～32℃となる。



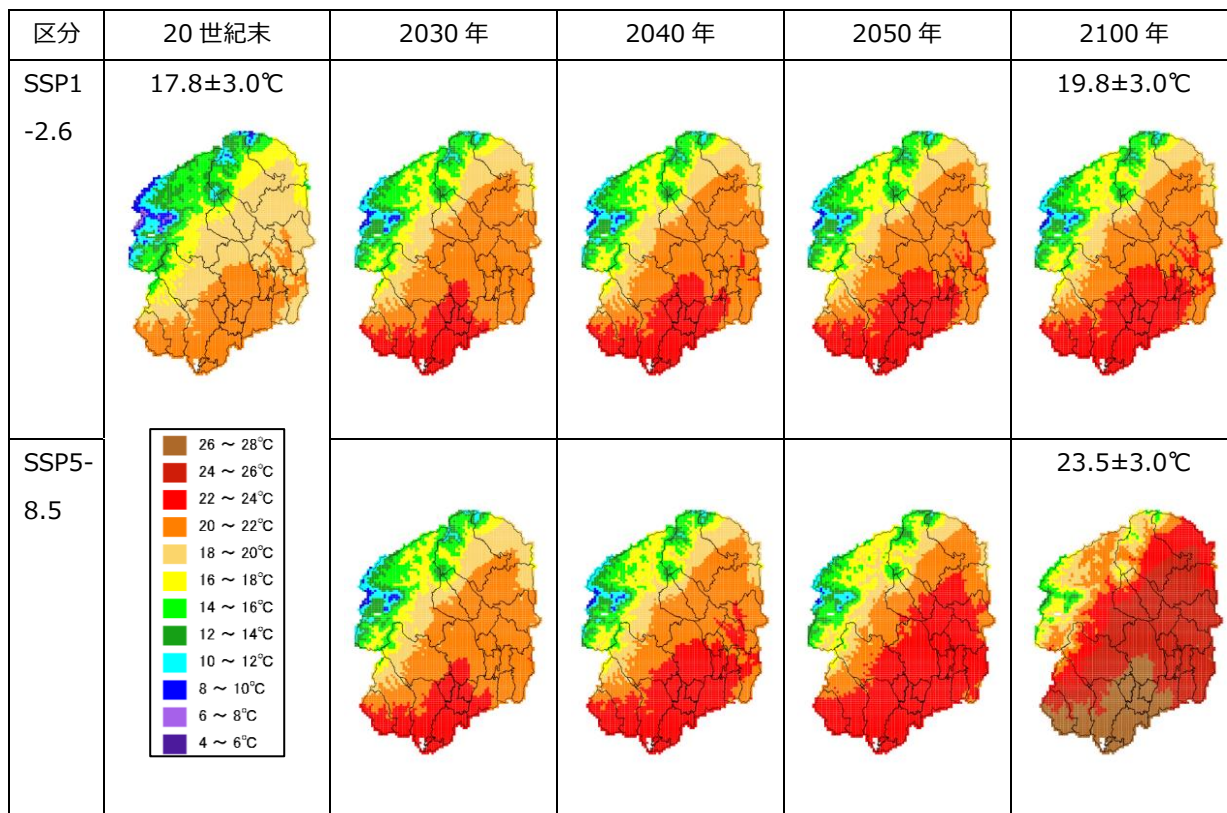
※20世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20世紀末及び2100年に示している夏季の日最高気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-8 夏季の日最高気温（期間平均値）

(9) 秋季の日最高気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南部の一部が22～24℃で、他は18～22℃、県北部の一部では12℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、22～24℃の範囲が県南部で拡大している。SSP5-8.5では、県南部が26～28℃、県北部の一部が24～26℃となる。



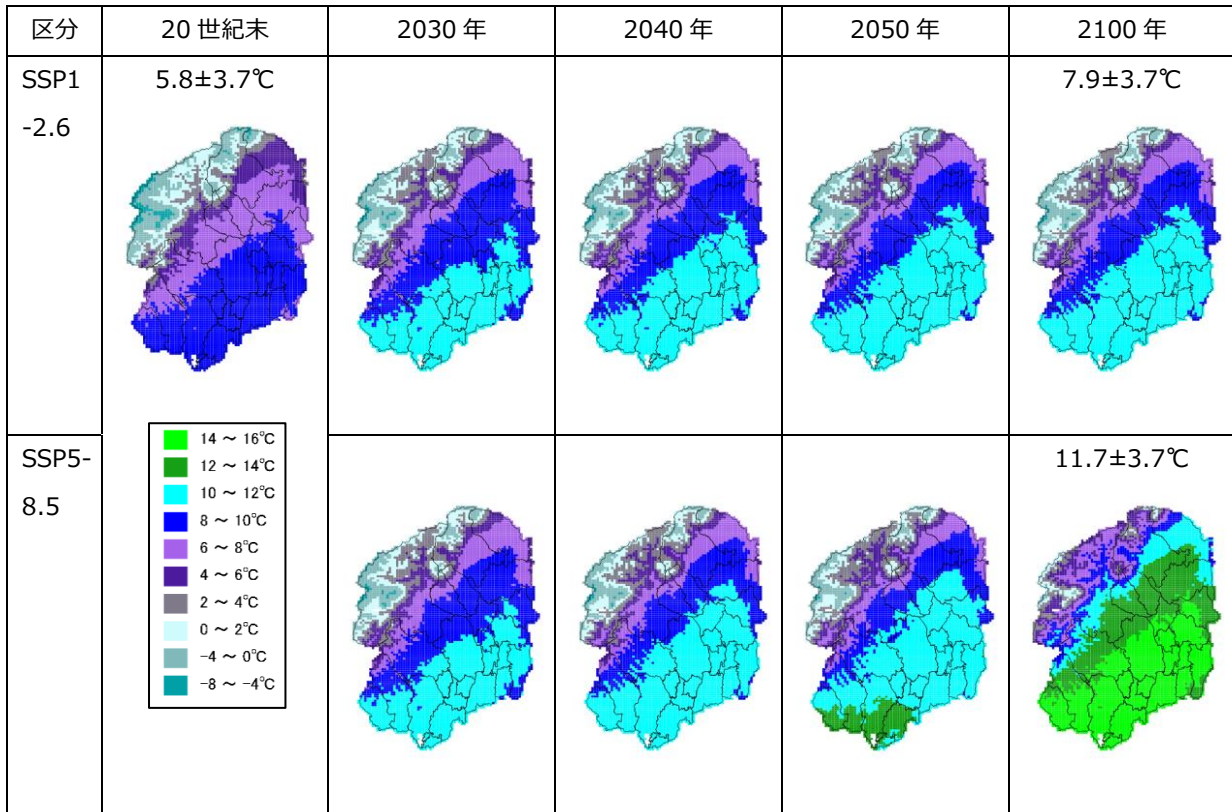
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している秋季の日最高気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-9 秋季の日最高気温（期間平均値）

(10) 冬季の日最高気温 (期間平均値)

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南部と県北部の一部が 10～12℃で、他は 6～10℃、県北部の一部では 0℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、10～12℃の範囲がやや拡大している。SSP5-8.5 では、県南部が 14～16℃となり、県北部の一部が 12～14℃となる。



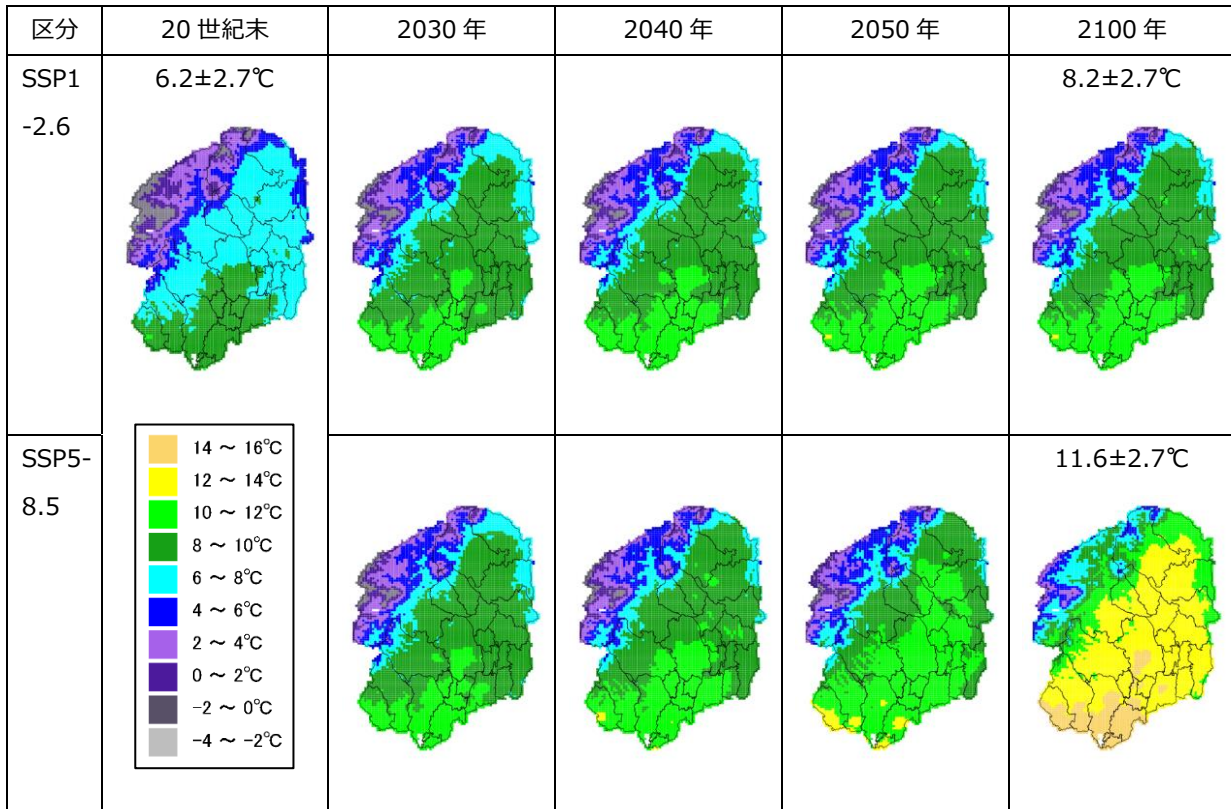
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している冬季の日最高気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-10 冬季の日最高気温 (期間平均値)

(11) 日最低気温の年平均値

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南部の一部が 10～12℃で、他は 6～10℃、県北部の一部では 0℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、県南部の一部が 12～14℃となる。SSP5-8.5 では、県南西部の一部が 14～16℃となり、県南部全体と県北部の一部が 12～14℃となる。



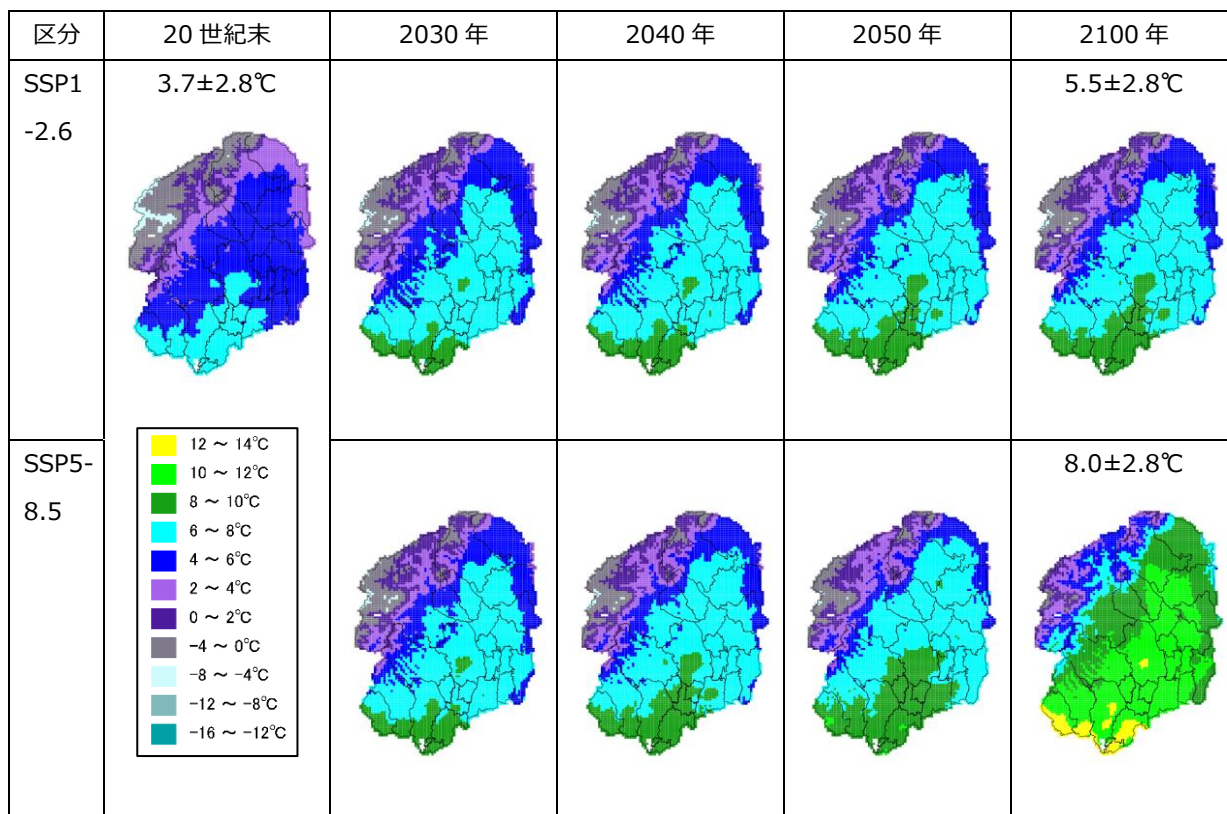
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日最低気温の年間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-11 日最低気温の年平均値

(12) 春季の日最低気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南部の一部が8～10℃で、他は4～8℃、県北部の一部では0℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、8～10℃の範囲が県南部で拡大している。SSP5-8.5では、県南西部の一部が12～14℃、県南部全体が10～12℃となり、8～10℃の範囲が県南部全体と県北部の一部に拡大している。



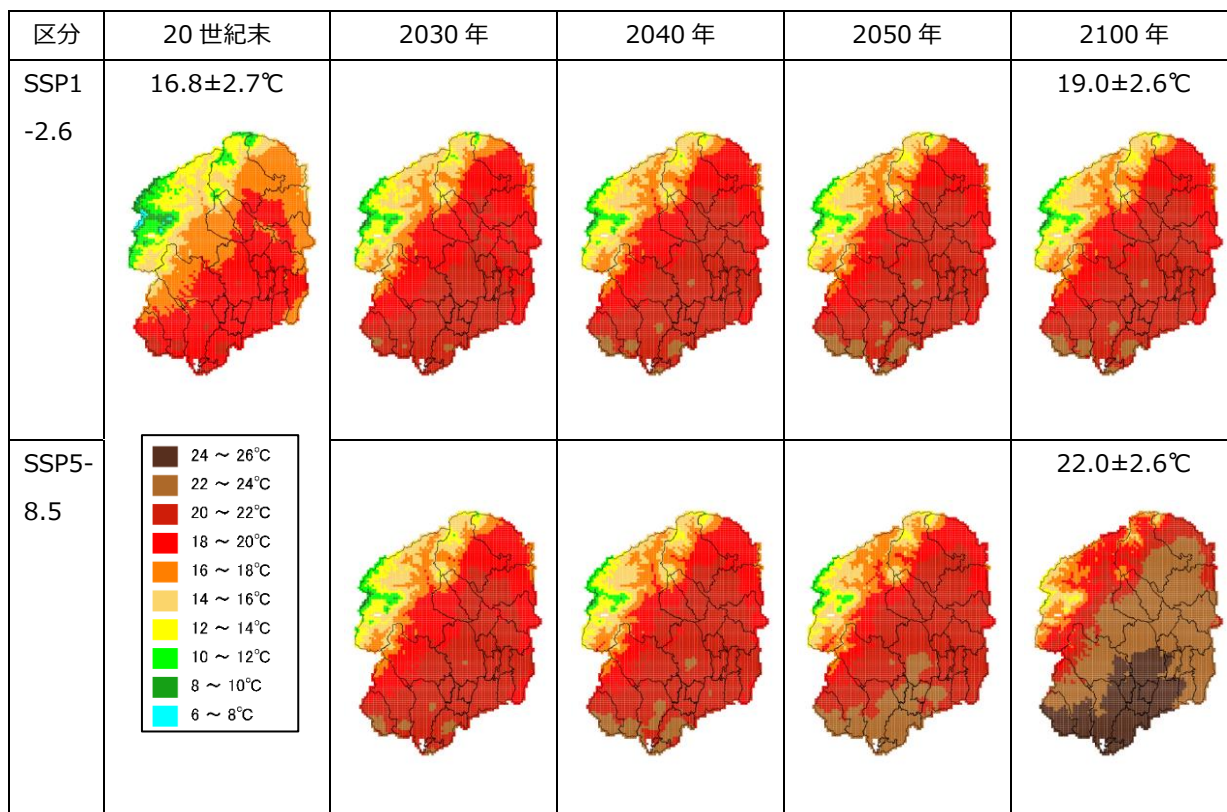
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している春季の日最低気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-12 春季の日最低気温（期間平均値）

(13) 夏季の日最低気温（期間平均値）

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南部の一部が22～24℃で、他は18～22℃、県北部の一部では16℃未満である。2100年は、SSP1-2.6では、22～24℃の範囲が県南部で拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が24～26℃となり、22～24℃の範囲が県南部全体と県北部に拡大している。



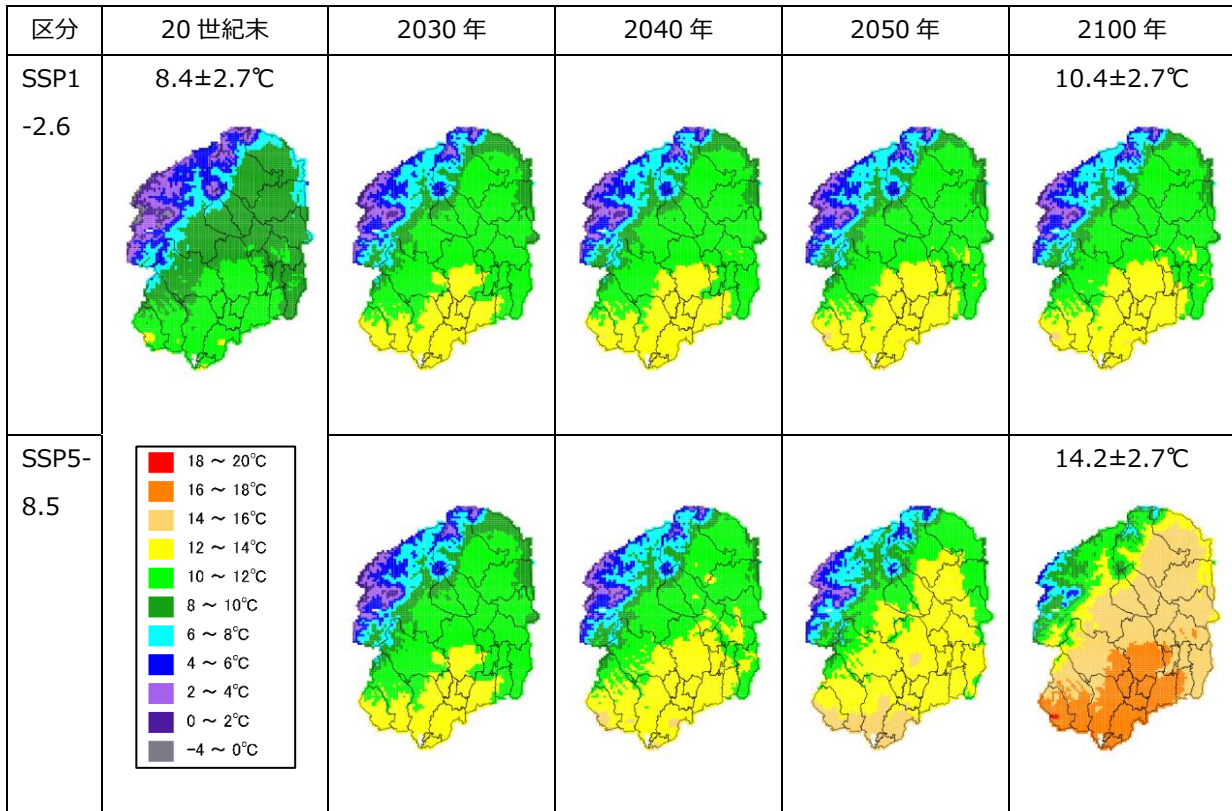
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している夏季の日最低気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-13 夏季の日最低気温（期間平均値）

(14) 秋季の日最低気温（期間平均値）

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南部の一部が 12～14℃で、他は 8～12℃、県北部の一部では 0℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、県南西部の一部で 14～16℃となり、12～14℃の範囲が県南部でやや拡大している。SSP5-8.5 では、県南西部の一部で 18～20℃となり、県南部の一部が 16～18℃、県南部全体と県北部の一部が 14～16℃となる。



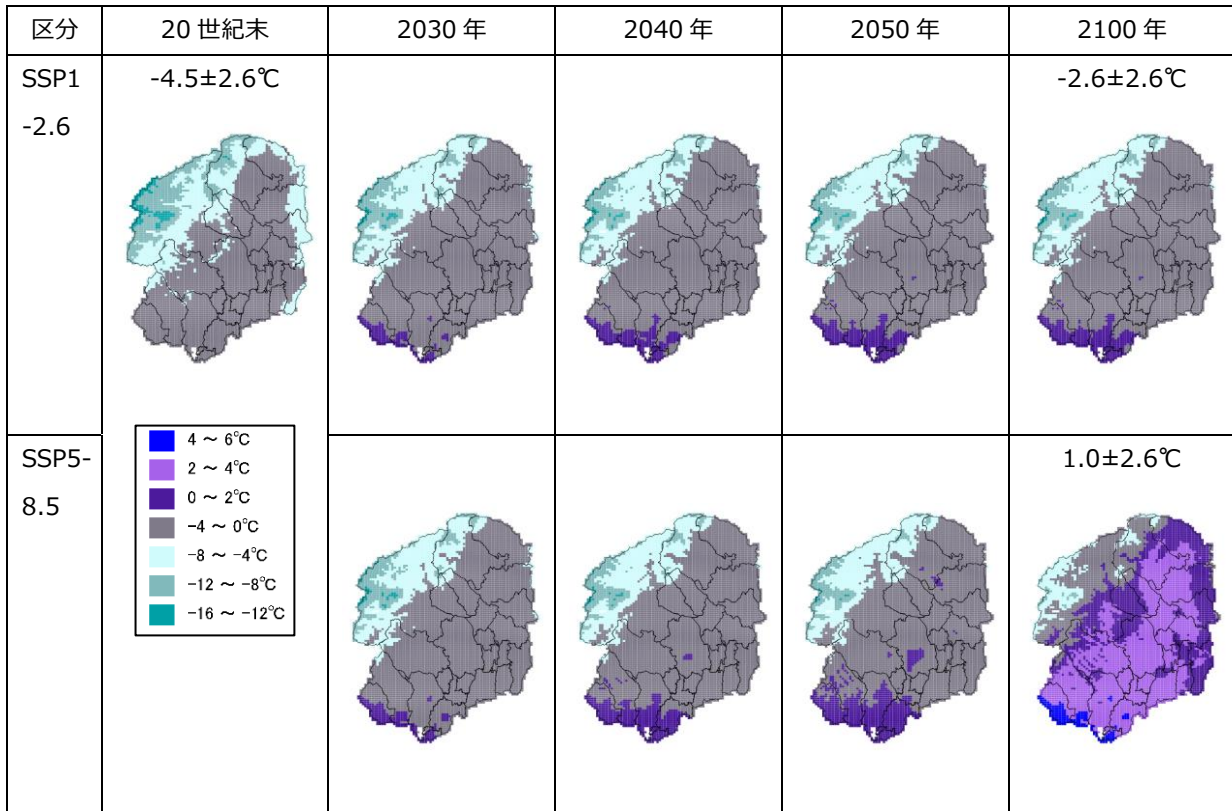
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している秋季の日最低気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-14 秋季の日最低気温（期間平均値）

(15) 冬季の日最低気温（期間平均値）

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南西部の一部が 0～2℃で、他は 0℃未満、県北部の一部では-8℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、県南西部の一部で 0～2℃の範囲が拡大している。SSP5-8.5 では、県南部の一部が 4～6℃となり、2～4℃の範囲が県南部全体と県北部の一部に拡大している。



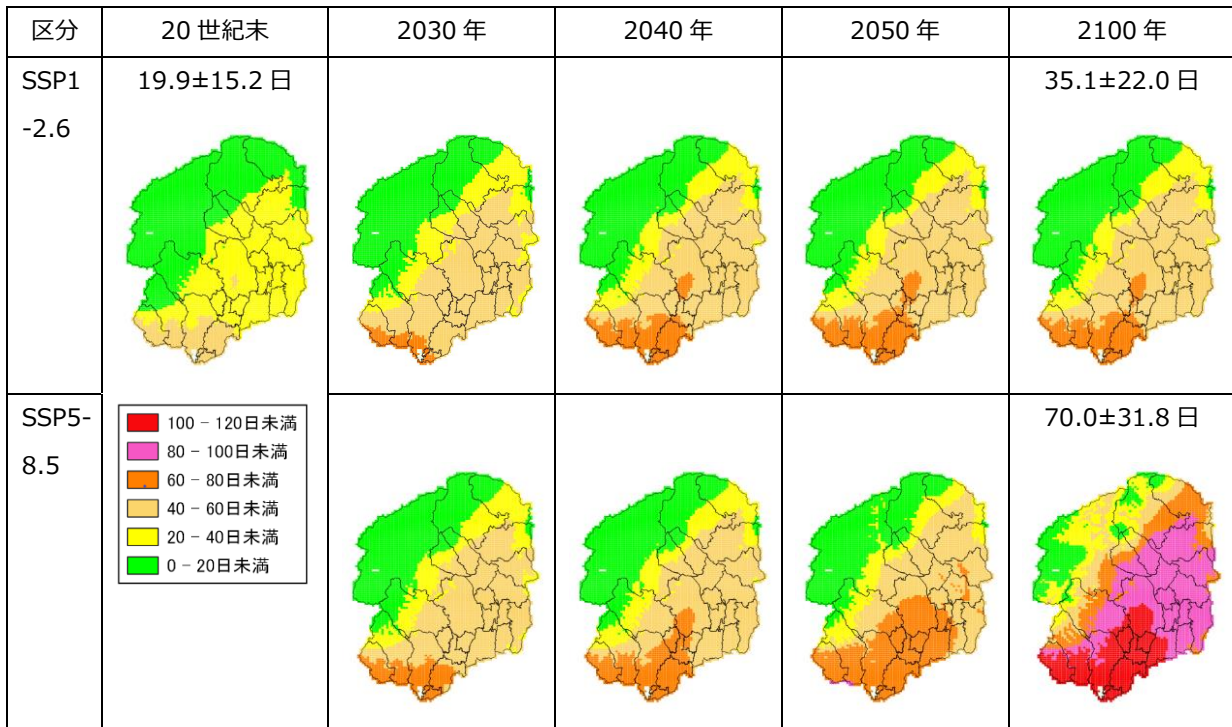
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している冬季の日最低気温の期間平均値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-15 冬季の日最低気温（期間平均値）

(16) 真夏日の年間日数

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南西部の一部が 60～80 日未満で、他は 20～60 日未満、県北部と県南西部の一部では 0～20 日未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、60～80 日未満の範囲が県南部の一部に拡大している。SSP5-8.5 では、県南西部の一部が 100～120 日未満となり、県南部全体と県北部の一部が 80～100 日未満となる。

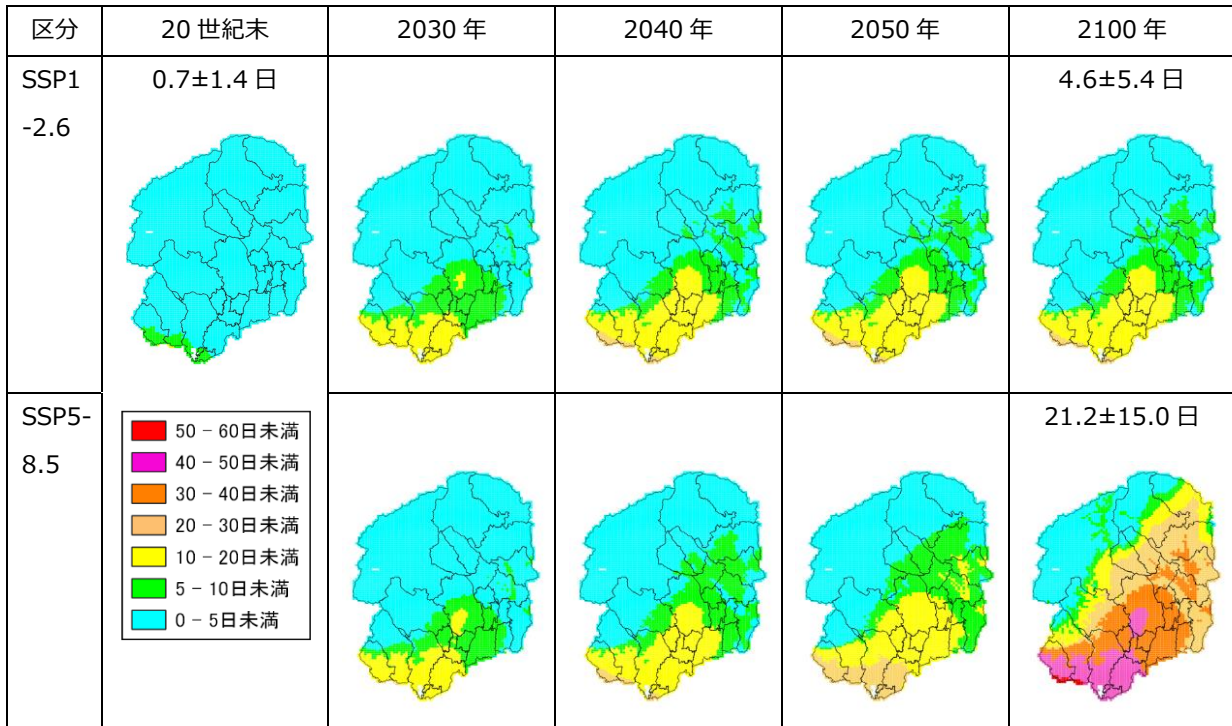


※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。
 ※20 世紀末及び 2100 年に示している真夏日の年間日数は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-16 真夏日の年間日数

(17) 猛暑日の年間日数

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5における県南部の一部が5～20日未満で、他は0～5日未満である。2100年は、SSP1-2.6では、県南西部の一部が20～30日未満となる。SSP5-8.5では、県南部の一部が40～60日未満となり、県南部全体と県北部の一部が30～40日未満となる。



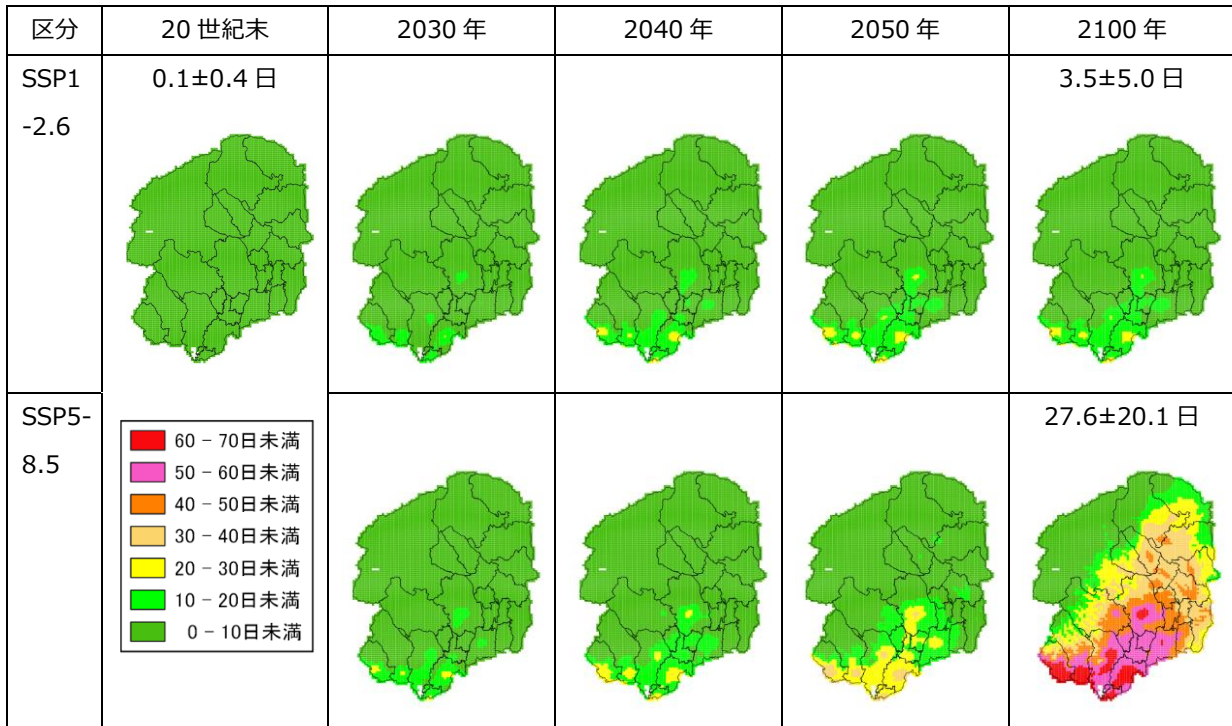
※20世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20世紀末及び2100年に示している猛暑日の年間日数は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-17 猛暑日の年間日数

(18) 熱帯夜の年間日数

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5における県南部の一部が10～30日未満で、他は0～10日未満である。2100年は、SSP1-2.6では、20～30日未満の範囲が拡大している。SSP5-8.5では、県南部の一部が60～70日未満、県南部全体が30～60日未満となり、10～30日未満の範囲が県北部の一部まで拡大している。



※20世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5にかかわらず共通である。

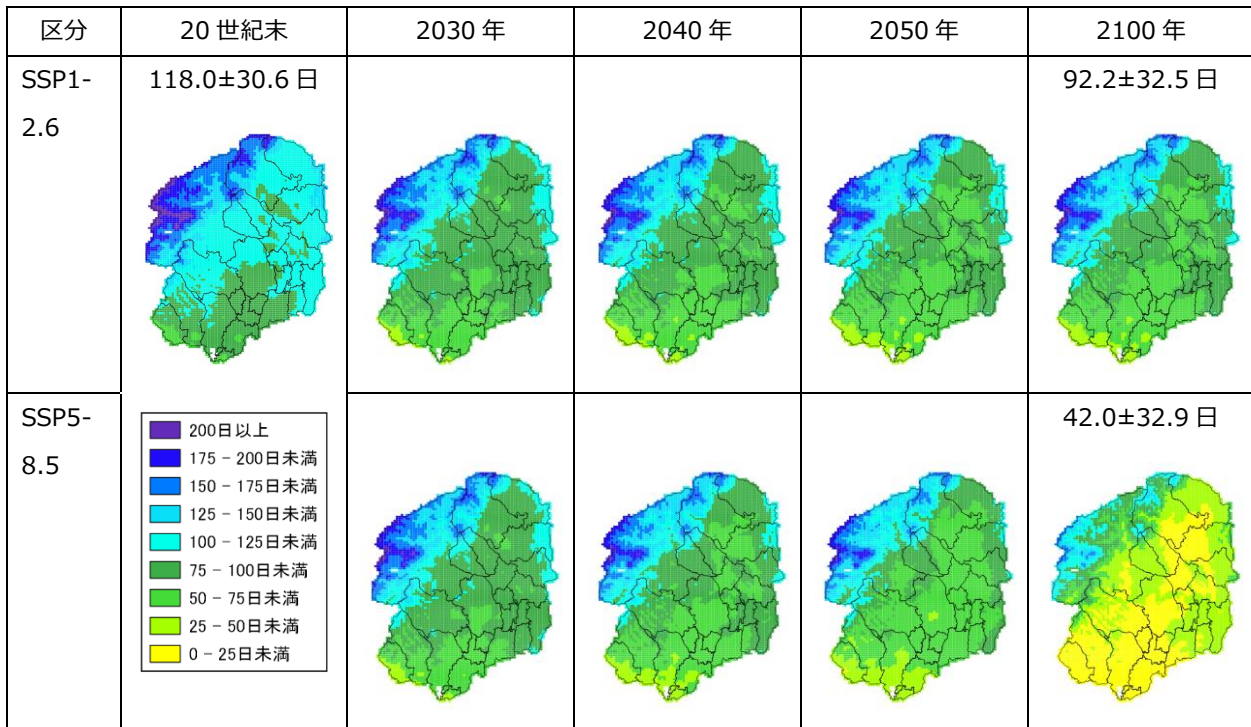
※20世紀末及び2100年に示している猛暑日の年間日数は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

※熱帯夜は夜間の最低気温が25℃以上をいうが、使用したNIES2020データは日別値であるため、日最低気温25℃以上を熱帯夜として整理した。

図 7-18 熱帯夜の年間日数

(19) 冬日の年間日数

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南部の一部が 25～50 日未満、県南部と県北部の一部が 50～75 日未満で、他は 75～125 日未満、県北部の一部では 150 日以上である。2100 年は、SSP1-2.6 では 25～50 日未満の範囲がやや拡大し、50～75 日未満の範囲が県南部全体と県北部の一部に拡大している。SSP5-8.5 では、県南部と県北部の一部が 0～25 日未満となり、県北部まで 25～50 日未満の範囲が拡大する。



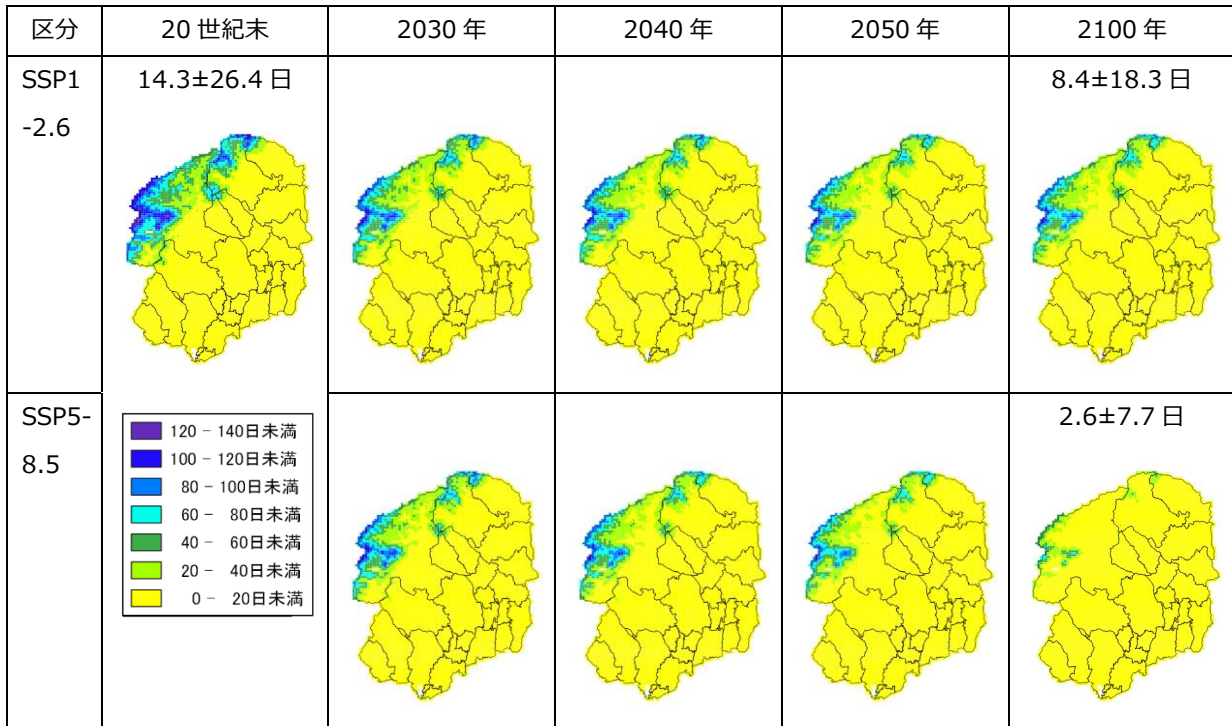
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している冬日の年間日数値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-19 冬日の年間日数

(20) 真冬日の年間日数

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県南部と県北部が0～20日未満で、県北部の一部では100～120日未満である。2100年は、SSP1-2.6では現状と大きな変化は見られない。SSP5-8.5では、県北部の一部で0～20日未満の範囲が拡大し、県全体が0～20日未満となっている。



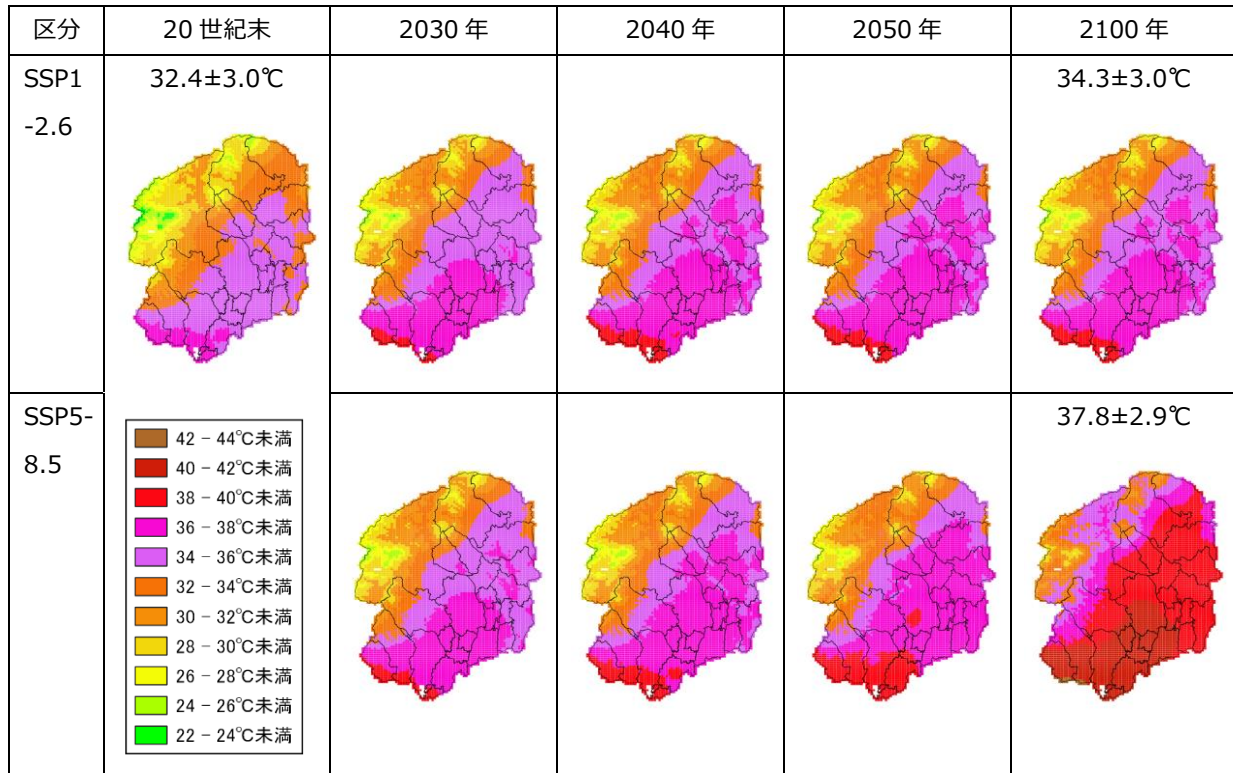
※20世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20世紀末及び2100年に示している冬日の年間日数値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-20 真冬日の年間日数

(21) 日最高気温の年間最高値

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県南西部の一部が 38～40℃未満で、他は 34～38℃未満、県北部の一部では 26℃未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、36～38℃未満の範囲が県北部まで拡大している。SSP5-8.5 では、県南部の一部が 42～44℃未満となり、38～40℃未満の範囲が県南部全体と県北部の一部まで拡大している。



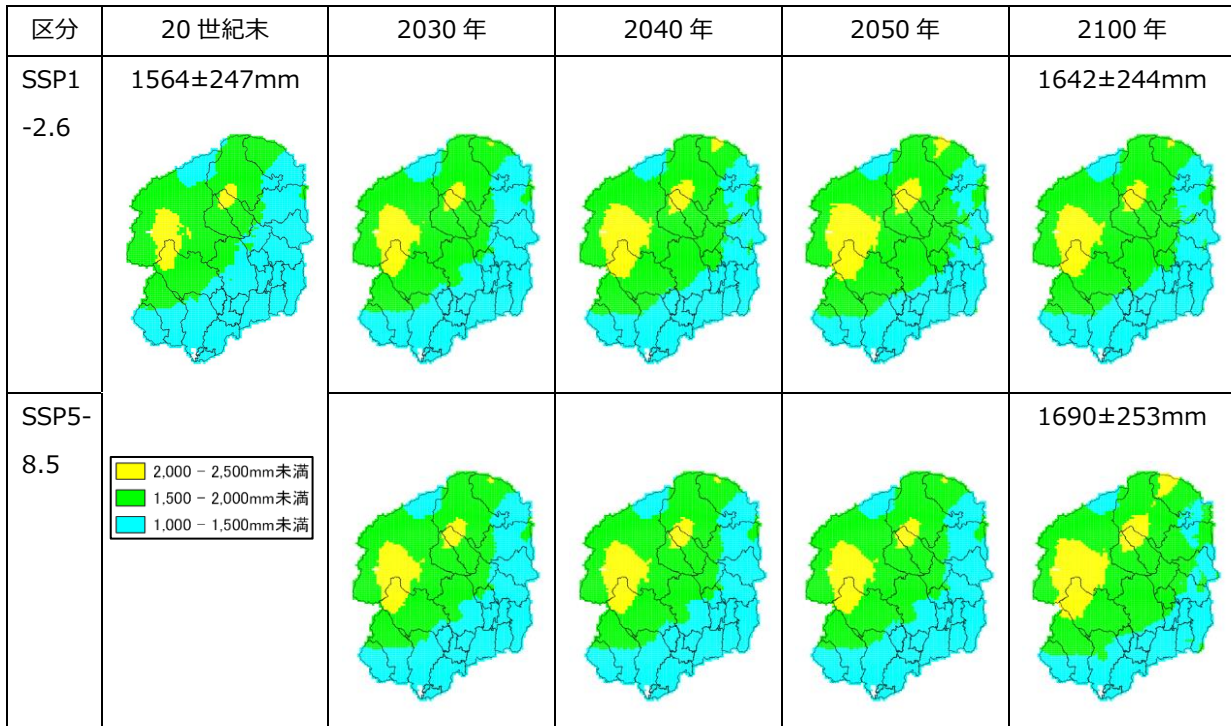
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日最高気温の年間最高値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-21 日最高気温の年間最高値

(22)年間降水量

2030年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において県北部の一部が2,000～2,500mm未満で、他は1,000～2,000mm未満である。2100年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5において現状と大きな変化は見られない。



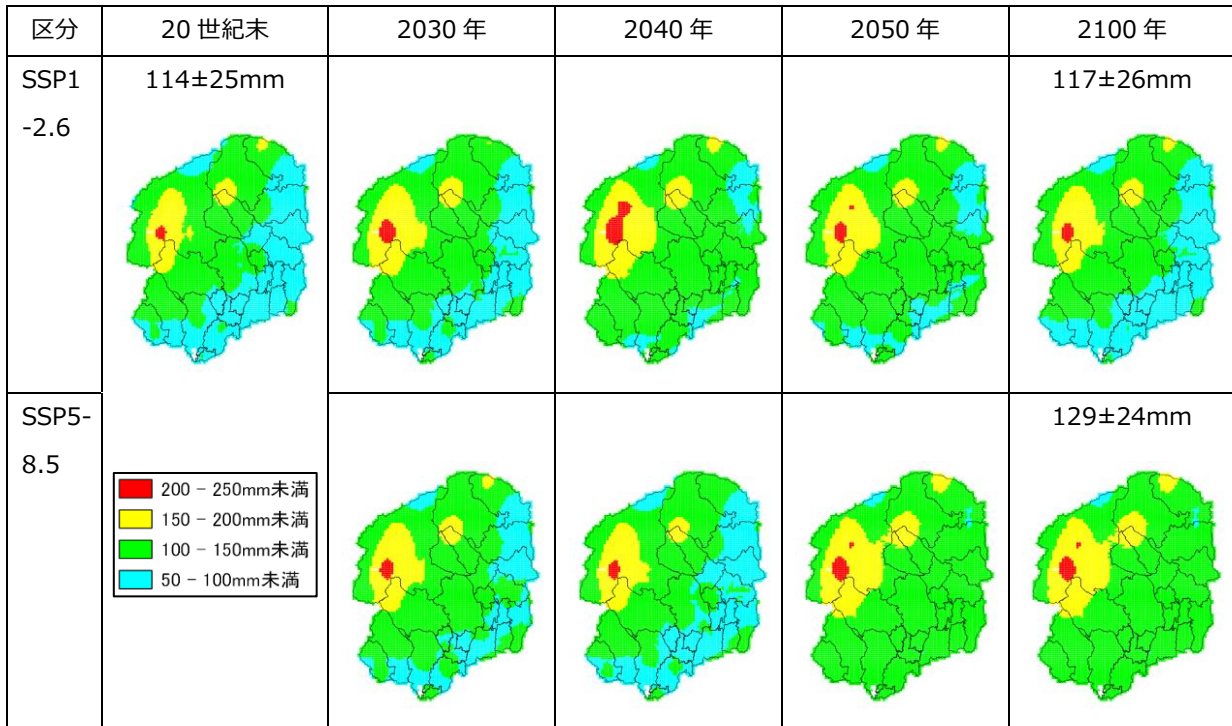
※20世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5にかかわらず共通である。

※20世紀末及び2100年に示している年間降水量は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-22 年間降水量

(23)日降水量の年最大値

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県北部の一部が 150～250mm 未満で、他は 50～150mm 未満である。2100 年は、SSP1-2.6 では、現状と大きな変化は見られない。SSP5-8.5 では、50～100mm 未満の範囲が拡大している。



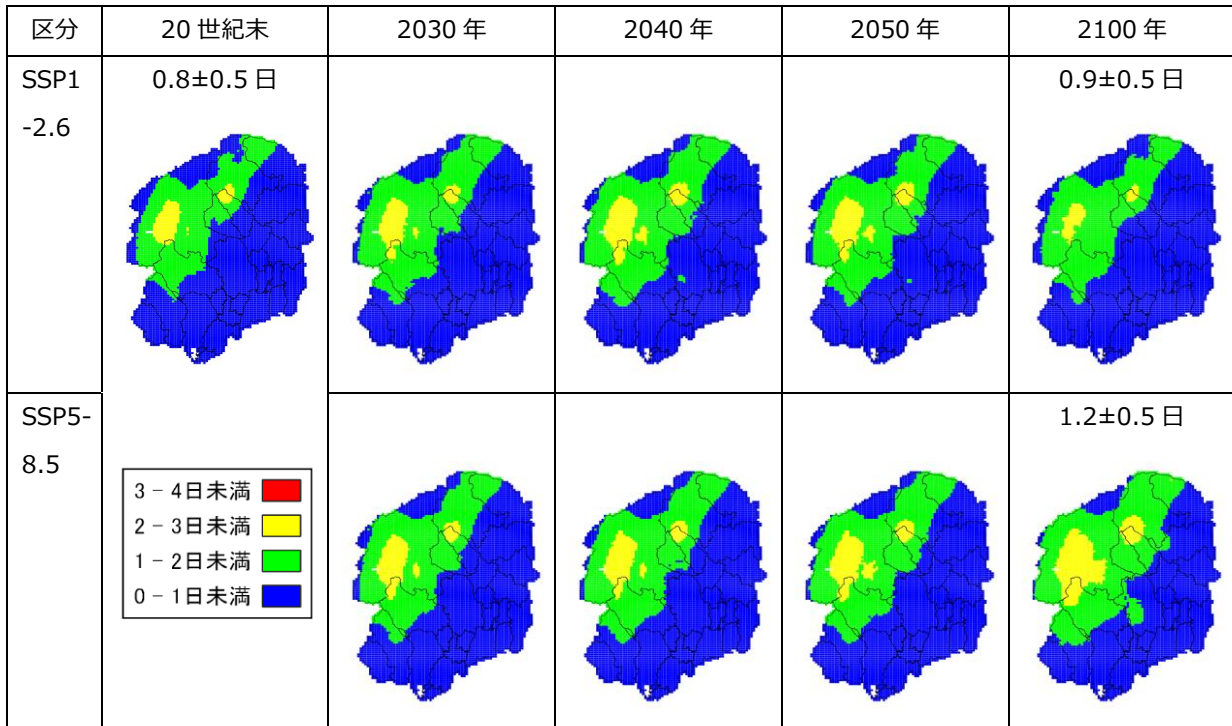
※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6, SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日降水量の年最大値は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-23 日降水量の年最大値

(24) 日降水量 100mm 以上の日数

2030 年は、SSP1-2.6、SSP5-8.5 において県北部の一部が 2～3 日未満で、0～1 日未満が県全体の大部分を占めている。2100 年は、SSP1-2.6 では、2～3 日未満の範囲がやや縮小している。SSP5-8.5 では、2～3 日未満の範囲がやや拡大している。



※20 世紀末は、過去データの再現のため、SSP1-2.6、SSP5-8.5 にかかわらず共通である。

※20 世紀末及び 2100 年に示している日降水量 100mm 以上の日数は、全メッシュ平均値及びメッシュ間標準偏差である。

図 7-24 日降水量 100mm 以上の日数

7.3 将来予測マップ（力学的ダウンスケーリングデータ）

(1) 短時間強雨発生回数

短時間強雨発生回数（※）は、現在気候に比べて、気温上昇に伴い多くなる傾向がみられる。メッシュ全点の平均値を比べてみると、現在気候： 3.1 ± 0.9 (回/年)、 2°C 上昇時： 5.1 ± 1.6 (回/年)、 4°C 上昇時： 6.8 ± 2.6 (回/年)であった。

※50mm/h以上の時間降水量の年間の発生回数を各年・各アンサンブルメンバーについて求め、それらの最大値をとったもの。

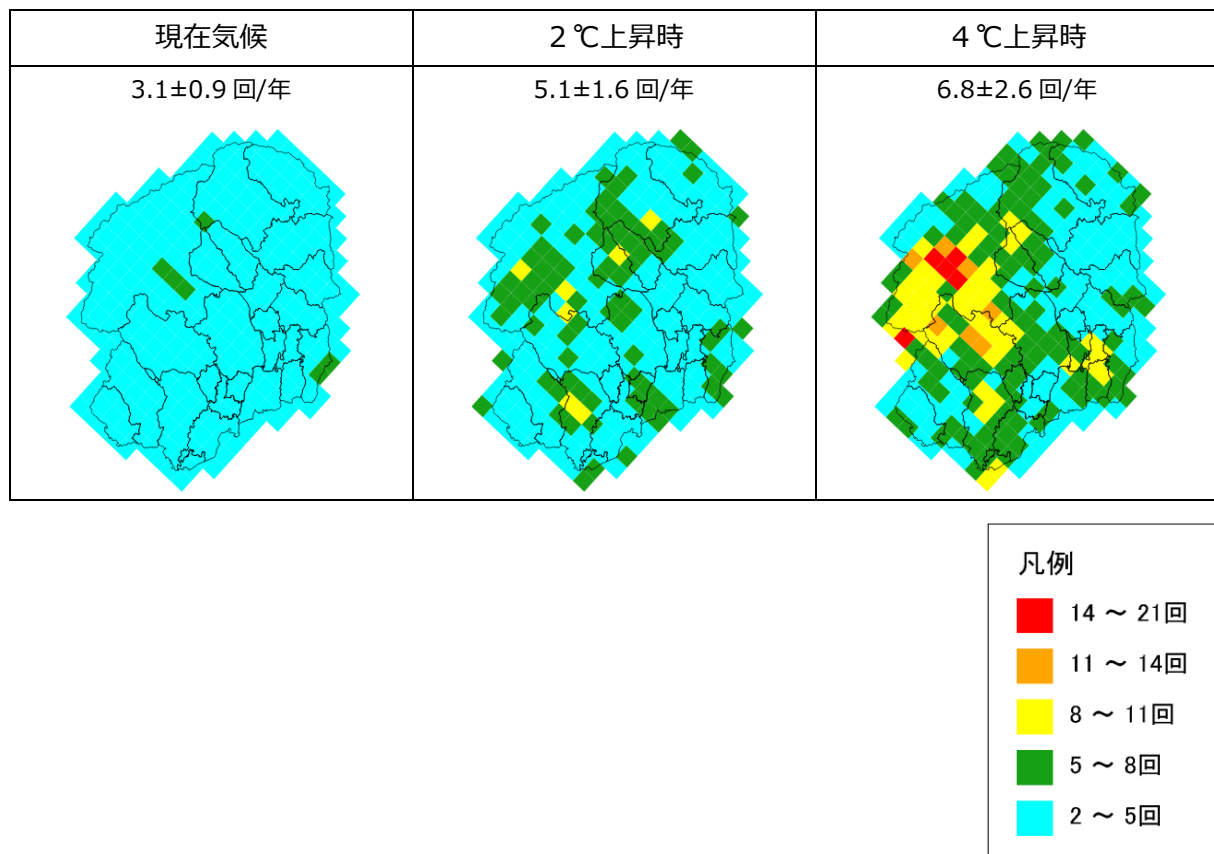


図 7-25 短時間強雨発生回数

(2) 大雨発生回数

大雨発生回数（※）は、現在気候に比べて、気温上昇につれてわずかに増加する傾向が見られた。メッシュ全点の平均値を比べてみると、現在気候：2.6±0.9（日/年）、2℃上昇時：2.7±1.0（日/年）、4℃上昇時：3.7±1.6（日/年）であった。

※日降水量が200mm以上の降雨年間の発生回数を各年・各アンサンブルメンバーについて求め、それらの最大値をとったもの。

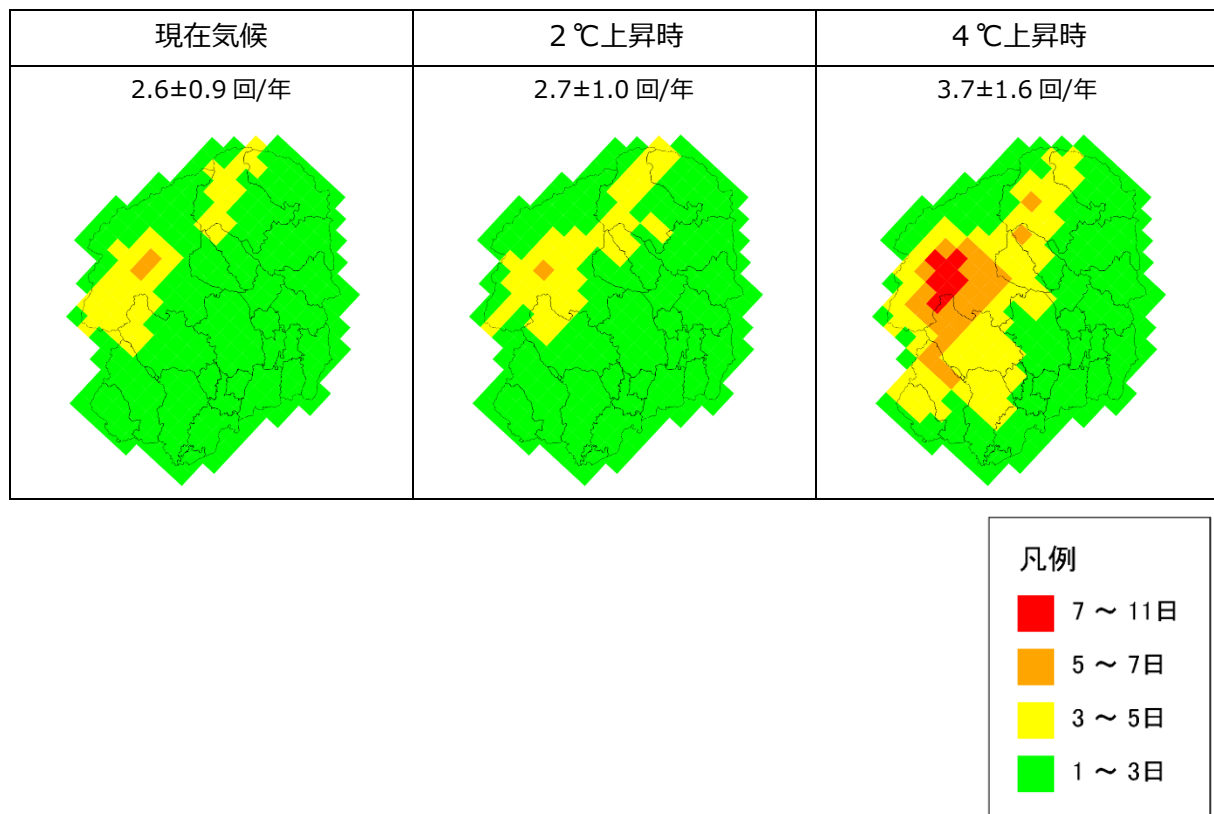


図 7-26 大雨発生回数

(3) 無降水日数

無降水日数(※)は、現在気候に比べて、気温上昇につれてわずかに増加する傾向が見られた。メッシュ全点の平均値を比べてみると、現在気候：173±37(日/年)、2℃上昇時：187±39(日/年)、4℃上昇時：195±38(日/年)であった。

※1日間(1:00~24:00)で記録値が0の日の年間日数を各年・各アンサンブルメンバーについて求め、それらの最大値をとったもの。

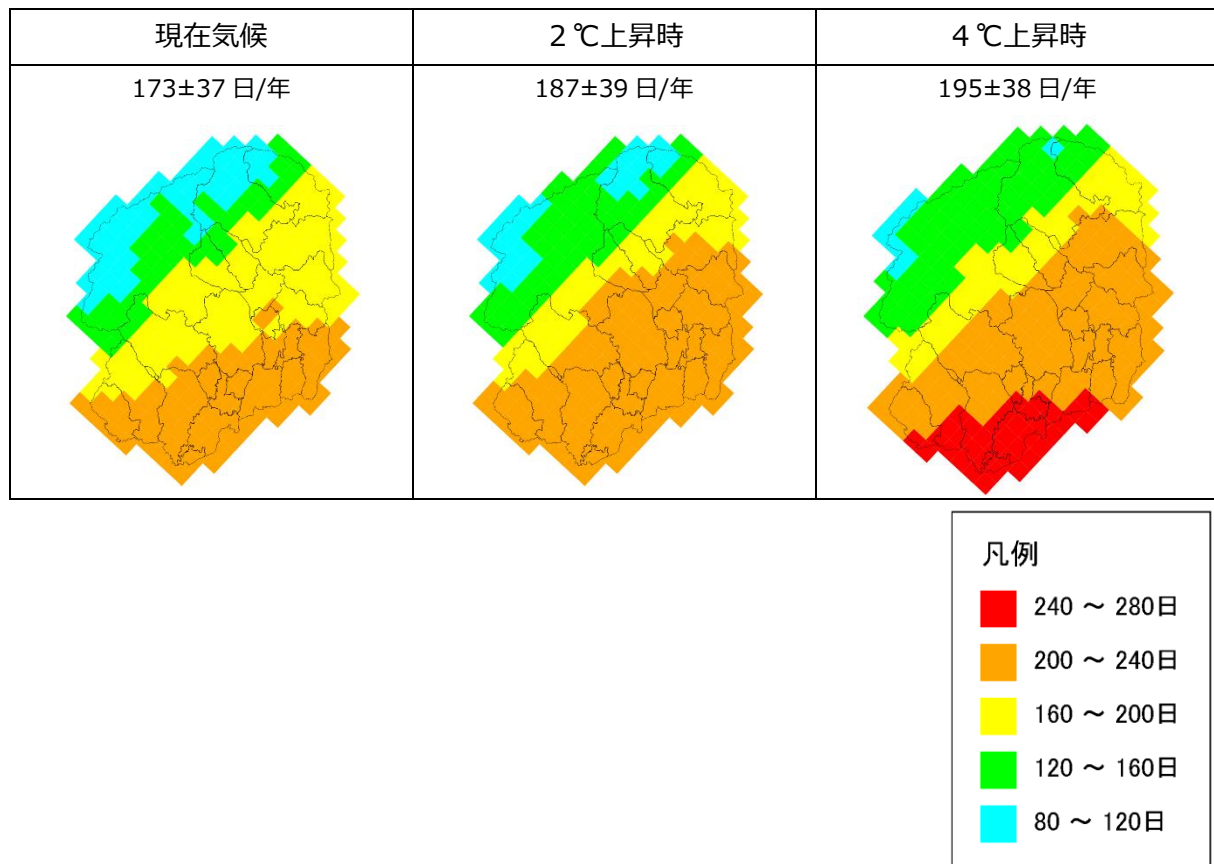


図 7-27 無降水日数