

第1章 予測計算の概要と解析方法

1.1 予測計算の概要

予測計算に用いた数値モデルは、気象庁気象研究所が開発した水平解像度 5km の非静力学地域気候モデル (NHRCM¹05) (Sasaki *et al.*, 2011) である。実行にあたっては、同じく気象庁気象研究所が開発した水平解像度 20km の全球大気モデル (MRI-AGCM²3.2S) (Mizuta *et al.*, 2012) に海面水温・海氷被覆データを境界条件として与え、20 世紀末 20 年分 (1980~1999 年、以下「現在気候」という。) 及び 21 世紀末 20 年分 (2076~2095 年、以下「将来気候」という。) の計算を行った (図 1.1-1)。次に、それらの結果を境界条件として、日本とその周辺を対象として NHRCM05 による計算を行った (図 1.1-2)。

この予測計算に与えられた温室効果ガス濃度の見通しは、AR5 で用いられたシナリオの中で最も温室効果ガスの排出が多い RCP8.5 シナリオ (高位参照シナリオ: 現時点を超える政策的な緩和策を行わないことを想定) を基にしている。

また、NHRCM05、MRI-AGCM3.2S ともに大気の変動のみを予測する気候モデルであることから、海面水温データは、CMIP5³で行われた RCP8.5 シナリオ下での各国の全球大気海洋結合モデルから 28 モデルを選択し、その結果を 3 パターンに分類してそれぞれを平均したものと、28 モデルすべてを平均した計 4 通り (メンバー) の予測結果 (図 1.1-3) を用いた (詳細は「地球温暖化予測情報第 9 巻」の第 1 章 1.1~1.2 参照)。

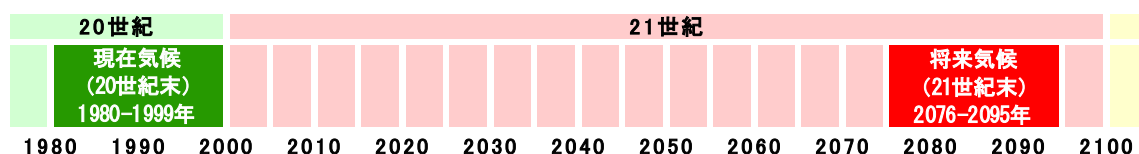


図 1.1-1 計算対象の年代

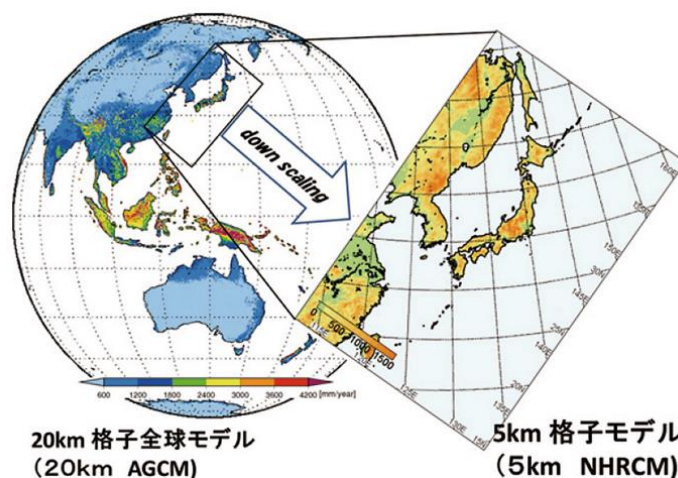


図 1.1-2 NHRCM05 で計算を行った領域 (文部科学省研究開発局, 2014 より引用)

¹ NHRCM : NonHydrostatic Regional Climate Model

² AGCM : Atmospheric General Circulation Model

³ CMIP5 : Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (第 5 次大気海洋結合モデル相互比較プロジェクト)

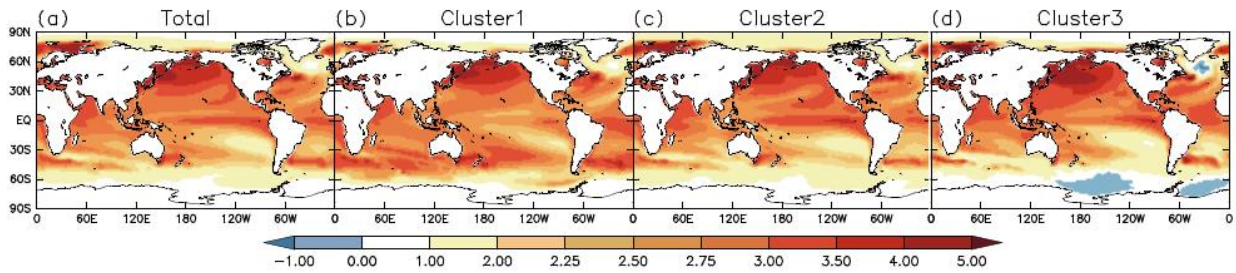


図 1.1-3 SST 分布の異なる 4 パターン (将来変化)

Mizuta *et al.*(2014)より引用。熱帯域の SST の昇温量が同じになるように規格化している。

- (a)28 モデル平均で熱帯太平洋中～東部での昇温が大きく、エルニーニョ的な変化を示す。
- (b)クラスター1 (8 モデル) : 熱帯太平洋中～東部での昇温が小さく、南北半球間のコントラストも小さい。
- (c)クラスター2 (14 モデル) : (a)よりもさらにエルニーニョ的な変化を示す。
- (d)クラスター3 (6 モデル) : 熱帯太平洋中～東部での昇温が小さく、南北半球間のコントラストが大きい。

1.2 解析方法

本書においては、1 時間ごとの計算結果 (時別値) から日別値や年別値等を計算し、これらの結果を用いて、将来における変化予測を、4 メンバーの将来気候の気候値 (20 年平均値) の平均と現在気候の気候値 (20 年平均値) 等との差または比で示している (表 1.2-1～2) (図 1.2-1)。

地域平均として表している要素については、現在気候と将来気候との差を棒グラフで示し、年々変動の幅 (標準偏差) を黒い縦棒で示している (左: 現在気候、右: 将来気候) (図 1.2-2)。ただし、積雪及び降雪に関する項目については、標準偏差ではなく、値が約 68% の確率で出現する幅 (約 16 パーセンタイル値から約 84 パーセンタイル値までの幅) を年々変動の幅としている。将来気候の年々変動については、Wakamatsu *et al.* (2017) に基づき、4 メンバー間のばらつきと各メンバーの 20 年間の年々変動のばらつきの平均値を足し合わせて算出している。

将来変化の有意性の検定には、Mann-Whitney 検定を用い、信頼度水準 90% 以上 (両側) で有意な場合のみ「有意に増加 (減少) している」と表現し、数値を赤字 (青字) で表示している。ただし、冬日・真冬日の年間日数、年降水量、大雨・短時間強雨の年間発生日 (回) 数、年最大日降水量、年最深積雪及び年降雪量については、増加 (減少) を青字 (赤字) で表示している。

気温の階級別年間日数、大雨・短時間強雨の年間発生日 (回) 数、年最大日降水量及び年最深積雪及び年降雪量については、気候モデルの出力値を観測データと比較してバイアス補正 (詳細は付録 A を参照) した上で変化量を算出しており、観測地点に対応する格子点のみを用いている。

本書ではこれらの結果を、図 1.2-3 のような分布図においては、4 メンバーの増減傾向が全て一致し、その変化傾向の信頼性が高いと評価できる格子点のみ 4 メンバー平均値を示している。図 1.2-4 のような階級別年間日数等を棒グラフで示した図においても、観測地点に対応するすべての格子点をバイアス補正した上で変化量を算出し、地域平均した値を示している (バイアス補正した上で算出した変化量を用いた図・グラフにおいては、キャプション欄に「バイアス補正済み」と記載している)。

⁴ 気温の階級別の年間日数グラフにおいては、現在 (当該地域の各観測点の 1981-2010 年平均値を領域平均した値) と将来気候における変化量等で表している。

なお、図 1.2-5 のような季節進行図については、現在気候と将来気候の通年半旬別値とその年々変動の幅を示しているが、この図で用いている値はバイアス補正を行っていないため、数値をそのまま用いるのは適切ではない。このことから、縦軸は現在気候の年平均値を基準とした偏差で示していることに注意する必要がある。

表 1.2-1 統計値の計算方法 1

統計値	計算方法
日別値	10時～翌9時（世界標準時の1時～24時）の時別値（モデル出力値）を用いる。
通年半旬別値	1月1日に始まる5日ごとの期間で1年を73半旬に分けた個々の期間について、日別値から求める。ただし、第12半旬は2月25日から3月1日までとし、平年では5日間、うるう年では6日間とする。
月別値	当該月の1日から末日までの1か月間について、日別値から求める。
3か月別値	3月～5月を春、6月～8月を夏、9月～11月を秋、12月～2月を冬とし、それぞれの3か月間について、月別値から求める。
年別値	9月から翌8月までの1年間について、月別値から求める。

表 1.2-2 統計値の計算方法 2

統計値	計算方法
現在気候	気候予測モデルによる20世紀末（1980～1999年）の計算結果（再現）。
将来気候	気候予測モデルによる21世紀末（2076～2095年）の計算結果（予測）。
年々変動の幅	現在気候と将来気候におけるそれぞれの標準偏差。ただし、積雪及び降雪に関する項目については、値が約68%の確率で出現する幅（約16パーセンタイル値から約84パーセンタイル値までの幅）を年々変動の幅としている。 将来気候については、4メンバー間のばらつきと各メンバーの20年間の年々変動のばらつきの平均値を足し合わせて算出。
現在	当該地域の各観測点の平年値（1981～2010年）を領域平均した値。 ただし、代表地点の将来予測においては、当該観測点の平年値（1981～2010年）。

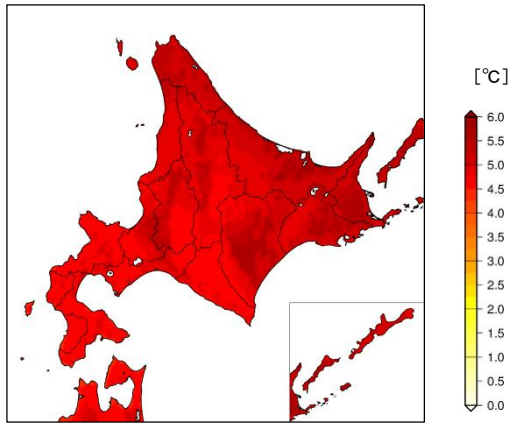


図 1.2-1 将来の変化予測分布図の例

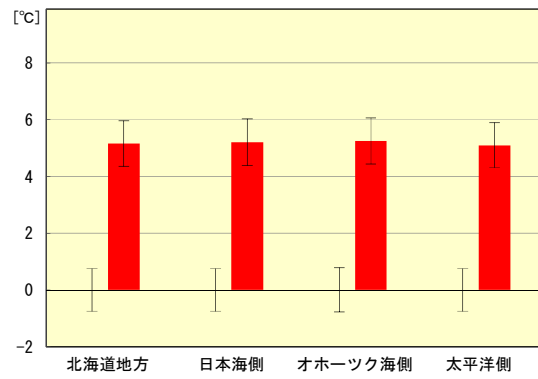


図 1.2-2 地域平均及び年々変動の幅を示す例

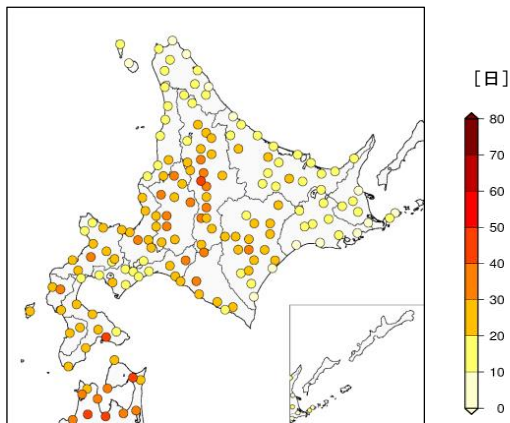


図 1.2-3 階級別日数等の分布図
(バイアス補正済み) の例

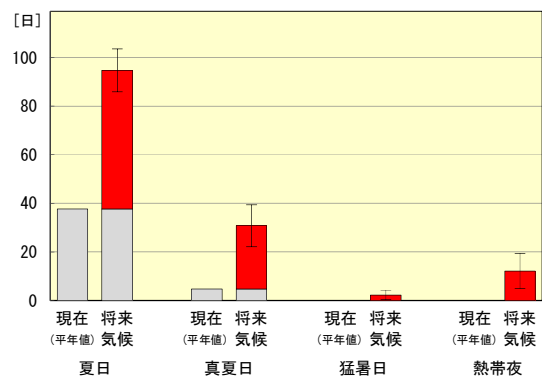


図 1.2-4 階級別日数等の地域平均
(バイアス補正済み) を示す例

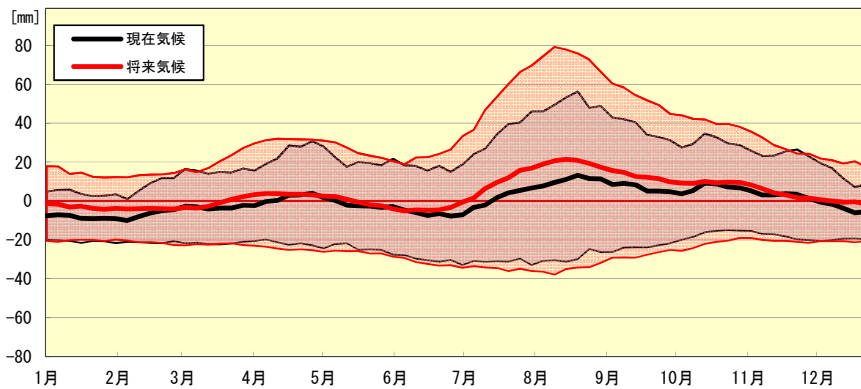


図 1.2-5 季節進行図の例

1.3 解析に用いた地域区分

本書における地域別の解析は、北海道地方全体と気候特性を考慮した日本海側・オホーツク海側・太平洋側の3地域（図 1.3-1）及び（総合）振興局の行政界により設定された14の地域区分（図 1.3-2）ごとに統計した結果を示している（ただし、予測として示している数値は、各地域区分内での平均または積算であって、特定の地点を代表するものではないことに留意が必要である）。

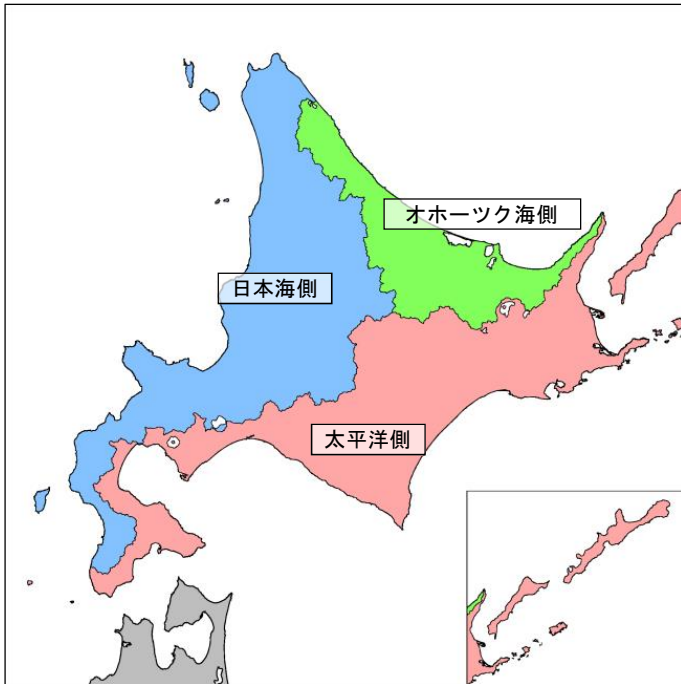


図 1.3-1 気候特性による3区分



図 1.3-2 行政界により設定された14区分