

# 異常気象レポート 2005

近年における世界の異常気象と気候変動

～その実態と見通し～（ ）

平成 17 年 10 月

気 象 庁



## 異常気象レポートの刊行にあたって

気象庁は、世界気象機関（WMO）をはじめとする国内外の関係機関と協力しつつ、異常気象や気候変動に関する観測・監視、その変動要因の解明や将来予測を推進しており、これら最新の成果をもとに、昭和 49（1974）年以来 5 年ごとに「近年における世界の異常気象と気候変動 - その実態と見通し -」（異常気象レポート）を刊行し、我が国や世界の異常気象、地球温暖化などの気候変動、そのほかの地球環境の変化の現状や見通しについての見解を公表している。

平成 9（1997）年までの状況を報告した前回の異常気象レポート以降、これまでになく気温の高い状態が世界的に続いており、地球温暖化の急速な進行がうかがわれている。日本でも、世界と同様に気温が高く、平成 16（2004）年の夏は、各地で高温記録を更新した。また、同年の夏から秋にかけては、これまでの記録を大幅に更新する 10 個の台風の上陸や、活発な梅雨前線による集中豪雨などにより多くの被害が報告された。

また、昭和 63（1988）年に国連のもと設置された「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」は、世界的な気候変動に関するもっとも信頼のおける科学的見解を評価報告書として過去 3 回にわたり公表している。平成 13（2001）年の第三次評価報告書では、大気中の温室効果ガスの濃度と地球の平均気温は今後も上昇が続くと予測されていることや、これにともない、強い降水や干ばつなどの「極端な現象」も増加する可能性が高いことなどを指摘しており、今日、地球温暖化をはじめとする気候変動は、人類にとってその存在基盤をも脅かしかねない極めて重大かつ深刻な課題のひとつとなっている。

このような状況の中、平成 17（2005）年 2 月には、気候問題への国際的な対策として、温室効果ガスの具体的な削減目標を定めた「京都議定書」が発効した。我が国においてもその目標達成に向けた取組みが急務となっているが、社会経済への異常気象や気候変動の影響を軽減・防止するためには、異常気象や気候変動に関する正確な科学的知見が不可欠である。本レポートが、温室効果ガスの排出削減対策をはじめとした関係機関の施策に有効に活用されるとともに、国民ひとりひとりが地球温暖化防止などの地球環境問題を理解する上での一助となることを期待している。

本レポートの作成にあたり、気候問題懇談会の浅井富雄会長および同検討部会の花輪公雄部会長をはじめとした気候問題懇談会委員各位には、ご多忙のところ貴重なご助言をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げます。

平成 17 年 10 月

気象庁長官 長坂 昂一

本書の内容に関する検討は、浅井 富雄 東京大学名誉教授を会長とする気候問題懇談会および 花輪 公雄 東北大学教授を部会長とする同検討部会の協力を得た。

## 気候問題懇談会

### (学識経験者)

会長	浅井 富雄	東京大学名誉教授
	井上 元	(独)国立環境研究所地球環境研究センター総括研究管理官
	木本 昌秀	東京大学気候システム研究センター教授
	小池 俊雄	東京大学大学院工学系研究科教授
	近藤 洋輝	地球環境フロンティア研究センター特任研究員
	花輪 公雄	東北大学大学院理学研究科教授
	林田 佐智子	奈良女子大学理学部情報科学科教授
	保坂 直紀	読売新聞科学部記者
	丸田 恵美子	東邦大学理学部植物生態学研究室助教授
	三村 信男	茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター教授
	安成 哲三	名古屋大学地球水循環研究センター教授

### (関係行政機関)

文部科学省研究開発局海洋地球課地球・環境科学技術推進室長  
農林水産省大臣官房参事官(政策調整)  
経済産業省大臣官房参事官(環境担当)  
国土交通省総合政策局環境・海洋課長  
国土交通省土地・水資源局水資源部水資源計画課長  
国土交通省河川局河川環境課長  
環境省地球環境局総務課研究調査室長  
神奈川県環境農政部環境計画課長

## 気候問題懇談会検討部会

部会長	花輪 公雄	東北大学大学院理学研究科教授
	植松 光夫	東京大学海洋研究所教授
	木本 昌秀	東京大学気候システム研究センター教授
	田宮 兵衛	お茶の水女子大学文教育学部人文科学科教授
	林田 佐智子	奈良女子大学理学部情報科学科教授
	山中 康裕	北海道大学大学院地球環境科学研究科助教授

近年における世界の異常気象と気候変動  
～その実態と見通し～（ ）

目次

異常気象レポートの刊行にあたって

はじめに	1
第1章 異常気象	9
1.1 日本の最近の異常気象と気象災害	9
1.1.1 日本の最近の異常気象	9
1.1.2 日本の最近の気象災害	18
1.1.3 日本の最近の異常気象に関連する大気大循環場の特徴	21
1.2 世界の最近の異常気象と気象災害	34
1.2.1 世界の最近の異常気象	34
1.2.2 東アジアの最近の気象災害	38
1.2.3 世界の最近の気象災害	47
1.3 異常気象の長期変動	55
1.3.1 日本の異常気象の長期変動	55
【コラム】アメダスでみた大雨発生回数	65
1.3.2 台風活動の長期変動	66
1.3.3 世界の異常気象の長期変動	70
1.3.4 東アジアの降水量の長期変動	74
1.4 温暖化が進んだときの異常気象の変化	80
1.4.1 日本における異常気象の変化	80
1.4.2 世界全体における異常気象の変化	83
【コラム】温暖化時の台風などの予測	86
1.5 エルニーニョ/ラニーニャ現象	88
1.5.1 熱帯太平洋の大気と海洋の状態	88
1.5.2 2002/03 エルニーニョ現象の特徴	94
1.5.3 エルニーニョ/ラニーニャ現象と世界の天候および台風の活動	101

【コラム】エルニーニョ現象の予測技術	109
1.6 日本近海における海洋の顕著な現象	110
1.6.1 異常潮位	110
1.6.2 黒潮の変動	116
【コラム】黒潮の予測	119
1.6.3 親潮の変動	120
1.7 異常気象に係る大気と海洋の長期変動のしくみ	123
1.7.1 太平洋十年規模変動	123
1.7.2 北極振動( AO )と北大西洋振動( NAO )	126
1.7.3 ENSO の不規則性	129
第2章 地球温暖化	135
2.1 気温・降水量	135
2.1.1 世界の気温・降水量の変化	135
2.1.2 日本の気温・降水量の変化	145
2.1.3 生物季節現象の変化	163
2.2 海面水温	166
【コラム】気候シフトと海面水温の変化	170
2.3 海氷・雪氷域	172
2.3.1 海氷域の変化	172
2.3.2 北半球積雪域の変化	176
2.4 海面水位	180
2.4.1 世界の海面水位の変化	180
2.4.2 日本の海面水位の変化	183
2.5 海洋の深層循環	186
2.6 温室効果ガスと関連ガス	191
2.6.1 温室効果ガス	191
【コラム】二酸化炭素放出量の推定手法の開発	208

2.6.2 エーロゾルの動向	210
【コラム】エーロゾル観測の強化	217
<b>2.7 地球温暖化予測</b>	<b>223</b>
2.7.1 世界全体の気候変化の予測結果	223
2.7.2 日本域の温暖化予測結果	238
2.7.3 気象庁における最近の予測研究	247
【コラム】気候統一シナリオ	250
<b>第3章 地球環境問題などにかかわるそのほかの諸現象</b>	<b>255</b>
<b>3.1 オゾン層破壊と紫外線</b>	<b>255</b>
3.1.1 オゾン層の現状と見通し	255
3.1.2 紫外線の現状と見通し	266
【コラム】紫外線情報の提供	272
<b>3.2 黄砂</b>	<b>277</b>
3.2.1 黄砂とは	277
3.2.2 東アジア・日本における近年の黄砂現象の状況	279
3.2.3 黄砂の気候への影響	280
【コラム】黄砂情報の提供	286
<b>3.3 酸性物質</b>	<b>287</b>
<b>3.4 海洋環境</b>	<b>290</b>
3.4.1 北西太平洋の海面水温・表層水温の変動	290
3.4.2 海洋の循環の変動	294
3.4.3 海洋の水塊の変動	297
【コラム】Argo(アルゴ)計画	301
3.4.4 北西太平洋の波浪	303
3.4.5 海洋汚染の現状	305
<b>3.5 ヒートアイランド</b>	<b>312</b>
3.5.1 ヒートアイランドとは	312
3.5.2 ヒートアイランド現象の監視	316

付録 1 気象庁のとりくみ	325
アジア太平洋気候センター	325
季節予報技術の進展	326
WMO 温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)など	329
長期再解析	332
付録 2 国際動向	335
付録 3 基本的事項	353
温室効果	353
エルニーニョ現象	355
オゾン層破壊	359
紫外線の性質	361
用語一覧	365
略語一覧	369
参考図	373
索引	375

# はじめに

平成 15 (2003) 年の夏は、日本では南西諸島を除き 10 年ぶりに広範囲で冷夏となり、農業をはじめ経済・社会活動に大きな被害がでた。一方、ヨーロッパでは記録的な猛暑となり多数の死者がでた。平成 16 (2004) 年の夏は、日本では一転して猛暑となり各地で高温の記録を更新した。また、10 個の台風が上陸し台風の上陸数の記録を大幅に更新するとともに、台風や集中豪雨などによる災害が多発した。このような状況で、多くの人々が、最近異常気象が増えているのではないかと、異常気象が増えているのは地球温暖化が原因ではないかと、今後さらに異常気象が増えるのではないかなどの疑問を漠然と感じている。

気象庁は、100 年以上にわたり継続して異常気象や気候変動を監視している。また、近年のコンピュータ技術や数値モデル技術の発展にともない、将来の気候をコンピュータで予測することが可能になっており、当庁を含む国内外の機関で、将来の気候予測のとりくみを進めている。気象庁ではこのような長期間の監視や最新の予測結果を総合的に解析して、昭和 49 (1974) 年以来 5 年ごとに「近年における世界の異常気象と気候変動 - その実態と見通し -」(通称「異常気象レポート」)を刊行し、異常気象、地球温暖化などの気候変動、そのほかの地球環境の変化の現状と見通しについての見解を公表してきた。本書は、その 7 回目の報告書である。

## 1 本書の構成について

最近、特に異常気象や地球温暖化が大きな問題となっている。そこで、今回の報告書では、一般の方々が関心のあるテーマについて疑問に思っていることに対する答えがどこに書かれているかがすぐわかるように、「異常気象」、「地球温暖化」、「地球環境問題などにかかわるそのほかの諸現象」のテーマ別に三つの章を設けた。

第 1 章のテーマとして、人類の社会経済活動に直接的に大きな影響を与え、社会的な関心が非常に高い「異常気象」を取り上げた。1.1 節から 1.4 節までに、異常気象の最近の実態、異常気象の長期変動、今後の見通しについてまとめた。すなわち、この部分に異常気象に関する上述のような疑問に対する答えが書かれている。1.5 節から 1.6 節には、異常気象や気候変動と関係深い海洋の実態について、1.7 節には、大気と海洋の長期変動の

しくみについて、さらに詳しい説明を記述した。

第 2 章のテーマは、「地球温暖化」である。地球温暖化は、単に気温の上昇だけではなく、異常気象をはじめとした気象の変化や海面水位の上昇などをもたらす、その社会的・経済的影響の大きさ、影響の及ぶ範囲の広さなどの点で、地球環境問題のなかでも特に重要な問題として世界的に認識されており、多くの人々が関心をもっているテーマである。昭和 63 (1988) 年に設置された「気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)」は、気候変動に関するもっとも信頼のおける科学的見解を評価報告書として公表している。本書では、IPCC の報告書を踏まえたうえで、当庁をはじめとした内外の研究機関の最近の研究成果をもとに、地球温暖化についての気象庁の見解をまとめている。特に、IPCC の報告書に

はあまり詳しく書かれていない、日本における温暖化の実態や見通しの見解についても記述した。2.1 節から 2.6 節までに、地球温暖化に関する気候変動の実態について、2.7 節には、今後の見通しについて記述した。

第 3 章のテーマは、「地球環境問題などにかかわるそのほかの諸現象」で、地球温暖化以外の地球環境問題などとして、多くの人に関心をもっている、オゾン層破壊、黄砂、酸性雨、海洋環境を扱っている。また、大都市における過去 100 年の気温の上昇の原因として、地球温暖化よりも都市化の影響のほうが大きいことから、都市環境、都市気候の変動の問題として、ヒートアイランドは重要な問題であり、3 章で取り上げることにした。

## 2 気候変動と異常気象に関する基本的な考え方

本書の各章のタイトルとなっている、「異常気象」、「地球温暖化」、「地球環境」をはじめ、本書を理解するうえで重要ないくつかのキーワードと、気候変動と異常気象に関する基本的な考え方について、あらかじめ説明する。

気候：前回の異常気象レポート（気象庁，1999）では、「大気を十分長い時間、平均して導かれる状態を気候という。平均する時間をどの程度とするかは対象としている現象により異なる。本書では、主に、季節、年、数十年の時間規模の気候を対象にしている。」と説明している。本書でも、基本的にはこの定義を用いる。おおむね季節より長い期間での平均状態を「気候」と呼ぶが、このなかには、異常気象の長期間統計値など、その期間の変動の特徴も含まれる。なお、特に断りのない限り、本書では 100 年程度の期間を長期という。

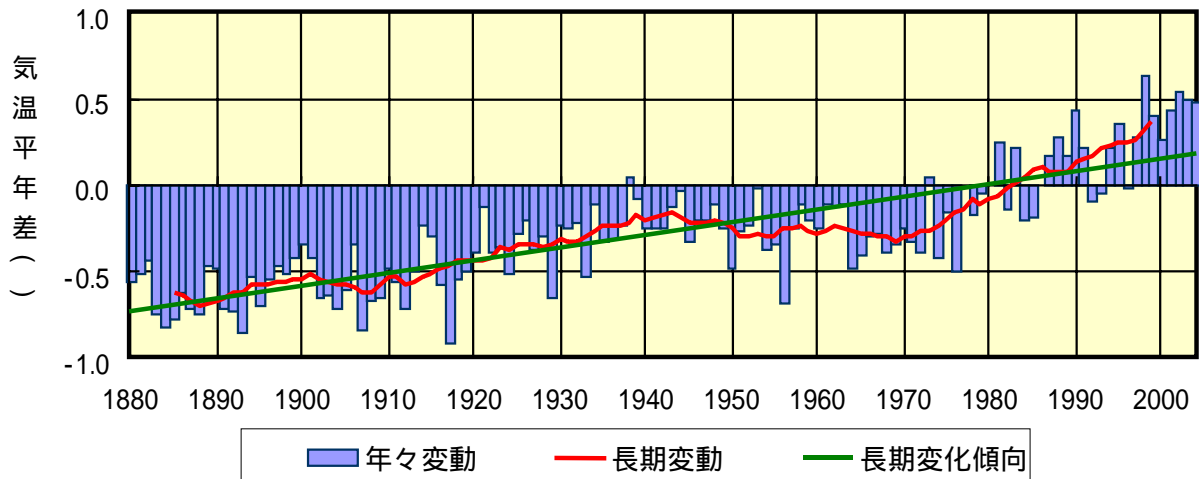
上で述べた気候の概念は、一般的な気候の概念とは少し異なっていることに注意していただきたい。一般的には、気候は数十年の平均的状态を指す。気候風土という言い方があるように、気候とは、「各地における、長期にわたる気象（気温・降雨など）の平均状態。ふつう、30 年間の平均値を気候値とする。」（広辞苑，第 5 版）と説明されている。実際、世界気象機関（WMO：World Meteorological Organization）では、平年値（気候値）を、30 年間の平均値として定義している。

気候変動と気候変化：気候変動（climate variability）と気候変化（climate change）という言葉は同じ意味で使われることが多い。日本では、IPCC を「気候変動に関する政府間パネル」と訳しているように、気候変化の意味でも気候変動という言葉が用いられることが多い。

なお、一般的には気候変動と気候変化を区別して使われる場合もある。例えば、気候変動は気候を定義している 30 年のなかでの変動をあらわし、気候変化は、30 年の平均値として定義されている気候値がもっと長い時間スケールで変化していく様子をあらわす、というように、時間スケールの比較的短い変動を気候変動と呼び、比較的長い変動を気候変化と呼ぶ場合がある。また、人間活動に起因する地球温暖化を気候変化として、自然に起きる気候変動と区別する（IPCC，1990）場合もある。

気候変動の時間スケール：本書では、おおむね季節より長い期間での平均状態を気候と呼んでいるので、その変動である気候変動にも、季節より長いさまざまな時間スケールの変動が含まれている。図 1（a）の棒グラフは、過去約 120 年の全球平均（陸上の平均）の年平均気温平年偏差の時系列である。この変

(a)



(b)

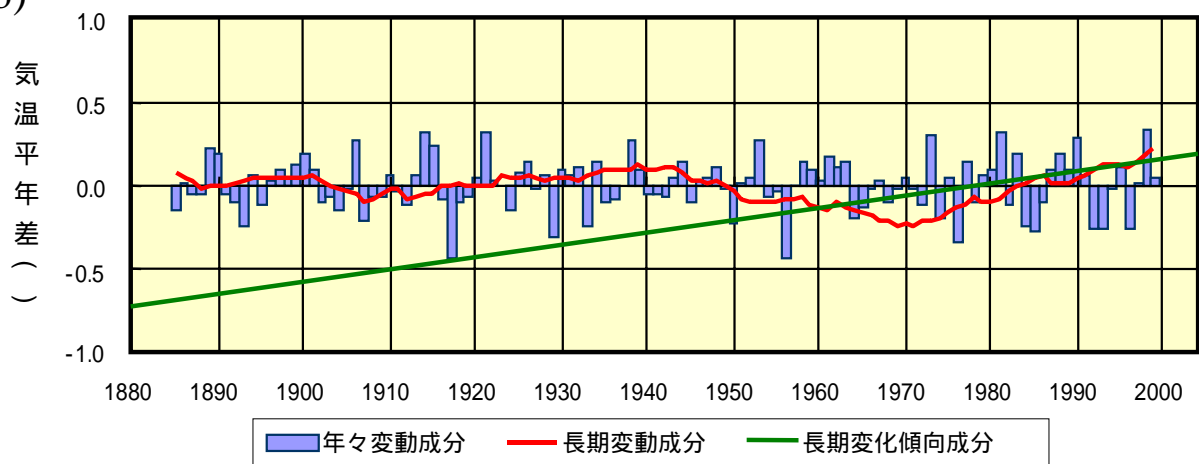


図1 (a) 全球(陸上)平均の年平均気温偏差(1971年から2000年の平均からの偏差)の時系列。青色の棒グラフは年々変動、赤い曲線は長期変動(11年移動平均)、緑の直線は長期変化傾向(トレンド)をあらわす。(b) 年々変動の三つの成分。緑の直線は長期変化傾向成分、赤い曲線は長期変動成分、青い棒グラフは残りの年々変動成分をあらわす。(a)の青色棒グラフで示される年々変動は、(b)の三つの成分を足し合わせたものである。

動は、例えば、図1(b)のように、時間スケールの異なる三つの変動成分に分けることができる。一つは、緑色の直線であらわされる長期変化傾向成分、二つ目は赤い線で示される数十年規模の長期変動成分、三つ目は、棒グラフであらわされる年々変動成分である。

地球環境(気候システム・地球システム): 気温や降水量などの気候値とその変動に直接影響を及ぼすのは大気であるが、大気や水の循環の変動には海洋・陸面・雪氷の変動が深くかかわっている。そこで、大気と海洋・陸面・雪氷を相互に関連する一つのシステムと

して捉えて「気候システム」と呼ぶ。さらに、気候システムの概念の延長として、二酸化炭素やオゾンなど気候に影響を及ぼす微量気体と、それらの分布と変動にかかわる生態系や化学反応物質、さらに人間活動まで含めて一つのシステムとして捉えた「地球システム」という言葉が使われ始めている。

一般に「環境」という言葉は、「人間または生物をとりまき、それと相互作用を及ぼしあうものとしてみた外界」(広辞苑、第5版)と説明されている。太古の地球環境という場合の環境は「生物をとりまく外界」であるが、本書で扱う地球環境は、「人間をとり

まく地球の自然の全体」である。

地球システムという場合には、人間活動も含めた地球全体を科学の対象として客観的に捉えている。これに対し、地球環境という場合には、地球システムのうち人間活動以外の部分を、人間活動の環境として、人間活動との相互作用に重点を置いて捉えている。

自然変動と人為変動：図1では、全球平均気温の変動を、時間スケールの異なる三つの変動成分（長期変化傾向成分、長期変動成分、残りの年々変動成分）に分けたが、このうち、長期変化傾向成分であらわされる変動の大部分は、人間活動が原因で起きている人為変動と考えられる。また、長期変動成分と残りの年々変動成分の大部分は、人間活動に起因しない自然変動と考えられる。このように考えられる理由については、第2章で詳しく説明するが、主な理由として三つのことが挙げられる。一つ目は、過去約1000年の気温変動をみたとき、最近約100年間の長期変化傾向であらわされるような変動は、それ以前の期間にはみられない「不自然な」変動であること。二つ目は、この長期変化傾向があらわれる時期が、ちょうど人間活動によって二酸化炭素などの温室効果ガスの排出が増加した時期と一致すること。三つ目は、気候システムの数値モデル（気候モデル）によって、大気中の温室効果ガスの濃度の増加を考慮すると、このような気温の長期変化傾向が再現できることである。

図1では、単純な数学的な操作により変動を三つの成分に分解しているため、必ずしもそれぞれの成分が人為的な温暖化、10年スケールの海洋変動、エルニーニョ現象などの物理的な原因に対応してはいない。したがって、長期変化傾向成分がすべて人為変動で、残りがすべて自然変動というのは単純化し過ぎである。実際の人為変動による気温の上昇

が100年間一定の割合というわけではない。また、例えば、1970年代の後半から、気温の長期変動成分が増加しているが、これが自然変動だけなのか、人為変動も含まれているかということは、詳しい解析をしないとわからない。詳しい説明は、第2章をみていただきたい。

図1の全球平均の年平均気温では、長期変化傾向は100年間で約0.7で、これは、長期変動成分や年々変動成分の変動幅（標準偏差でそれぞれ、0.10、0.16）と比べて非常に大きな値である。なお、長期変化傾向以外の変動成分の変動幅が小さいのは、これらが全球平均の年平均であるためで、特定の地点の月平均気温や日平均気温では、これらの成分の変動幅はもっと大きい。例えば日本の観測点では、都市化の影響の小さい地点で平均した年平均気温の長期変化傾向は100年で約1であるのに対し、月平均気温および日平均気温の平年偏差の標準偏差は、それぞれ0.5～2.1、0.9～4.2である。

異常気象：前回の異常気象レポート（気象庁、1999）では、異常気象を

「一般に過去に経験した現象から大きく外れた現象で、人が一生の間にまれにしか経験しない現象をいう。大雨や強風などの激しい数時間の気象から数か月も続く干ばつ、冷夏などの気候異常も含まれる。異常気象は、気象災害を引き起こし、社会経済にさまざまな影響を与える。“まれにしか経験しない現象”とは一般に過去の数十年間に1回程度で発生する現象をいっている。“過去”の時期や期間の長さについて明確に規定しているものではないが統計的な取り扱いの必要性和人間の平均的な活動期間を考慮し、期間の長さに30年間を採用していることが多い。」

と説明しており、本レポートでもこの定義を用いている。気象用語としての異常気象のこ

とを英語では **extreme event** ( 極端な現象 ) という。一般に、平均から大きく外れた極端な現象はまれにしか起きない。どのくらい極端な現象を異常気象というかについては、世界的に統一的な基準があるわけではないが、異常気象の発生数の統計などを定量的に議論する場合には、数値的な基準が必要である。そこで、気象庁では、「ある場所 ( 地域 ) で 30 年に 1 回程度発生する現象」を異常気象の一つの基準としている。

しかし、一般に異常気象という場合は、必ずしもこの基準によらずに、気象災害が起きるような極端な現象を指す場合が多い。「30 年に 1 回」という基準を超えるか超えないかで災害が起きるか起きないかが決まるわけではないので、本書の第 1 章では、「30 年に 1 回」という基準を基本として異常気象について議論をするが、それ以外の基準で議論することが必要な場合には、その基準を明示することとする。

極端な現象の出現頻度：一般に、平均から大きく外れた現象の出現頻度 ( 発生確率 ) は小さい。現象の出現頻度が図 2 ( a ) のように正規分布であらわされる場合には、現象の偏差値 ( 平均値からのずれ ( 偏差 ) の大きさ ) を標準偏差 ( 平均的な変動の幅 ) を単位としてあらわすと、偏差値がある基準値を超える確率が計算できる。図 2 ( a ) のように、偏差値が標準偏差の 1.83 倍より大きくなる確率、あるいは - 1.83 倍より小さくなる確率はともに 3.3% であり、これは異常気象の基準である 30 年に 1 回の出現頻度に相当する。偏差値が標準偏差の 1 倍、2 倍、3 倍を超える現象の出現頻度は、それぞれ、およそ 6 年、44 年、740 年に 1 回 である。

地球温暖化：地球温暖化は地球環境問題のうちもっとも主要な課題であり、「地球温暖

化」は、「異常気象」と並んで、本書のもっとも重要なキーワードである。地球環境問題としての地球温暖化は、図 1 の長期変化傾向であらわされるような人間活動による地球の気温上昇を指す。地球温暖化が人為変動であるということは、その対策を行う観点から二つの点が重要である。一つは、それが人間活動に起因するということから、将来の人間活動の仕方によって温暖化をある程度制御 ( 抑制・緩和 ) できるということである。もう一つは、人間活動の将来の筋書きに応じて、地球温暖化がどの程度進行するか予測ができるということである。予測ができれば、それに応じた適応策を考えることも可能である。地球温暖化の将来予測については、2.7 節で説明する。

地球温暖化と異常気象の関係：地球温暖化によって異常気象が増加しているのではないかと。地球温暖化は異常気象の発現頻度にどのような影響を与えるのか。本書では、このような問題についても議論している。

気温の平均値が上昇する場合でも、異常低温の発生頻度が増加することがあるなど、気温や降水量などのばらつき ( 偏差 ) が地球温暖化によりどのように変化するかという観点が、温暖化対策を実施するうえで重要である。このため、本書では、気温、降水量などの偏差がどのように変化するかということにも考察を加えた。

例えば、地球温暖化が起きる以前のある地点の月平均気温の偏差の頻度分布が、図 2 ( a ) のような正規分布であらわされるとする。この場合、気温の変動の原因は自然変動だけである。このときの異常気象を、30 年に 1 回程度の頻度で起きる現象とすると、図 2 ( a ) のように気温偏差が標準偏差の 1.83 倍を超える場合が異常高温、- 1.83 倍より低くなる場合が異常低温となる。次に、地球

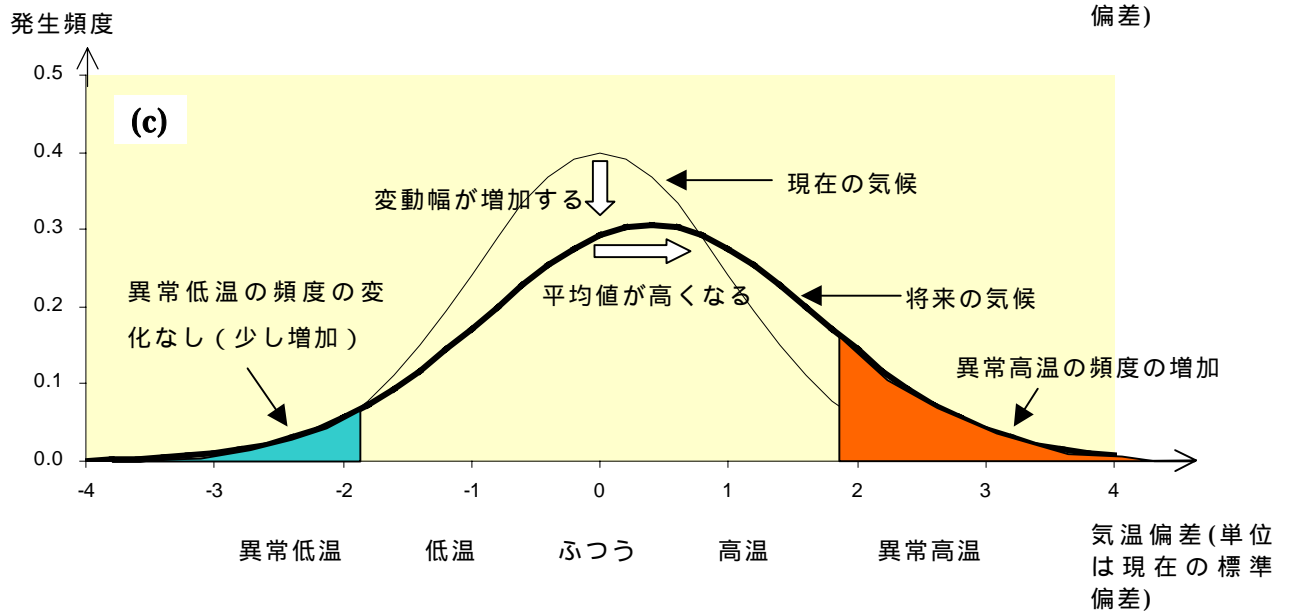
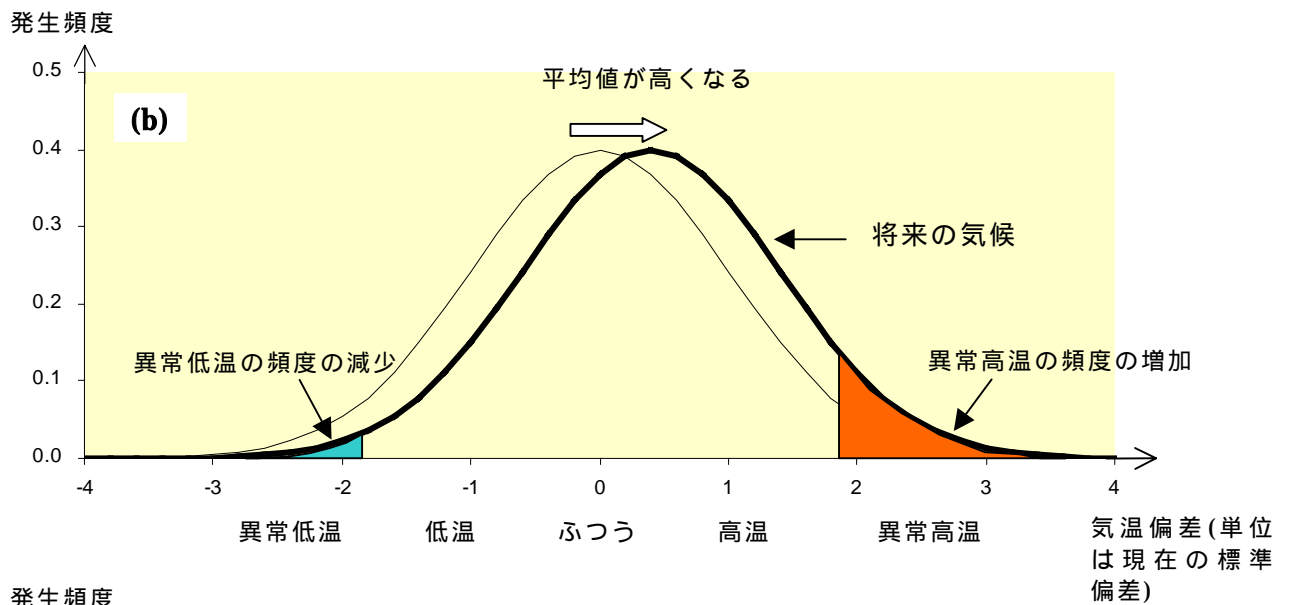
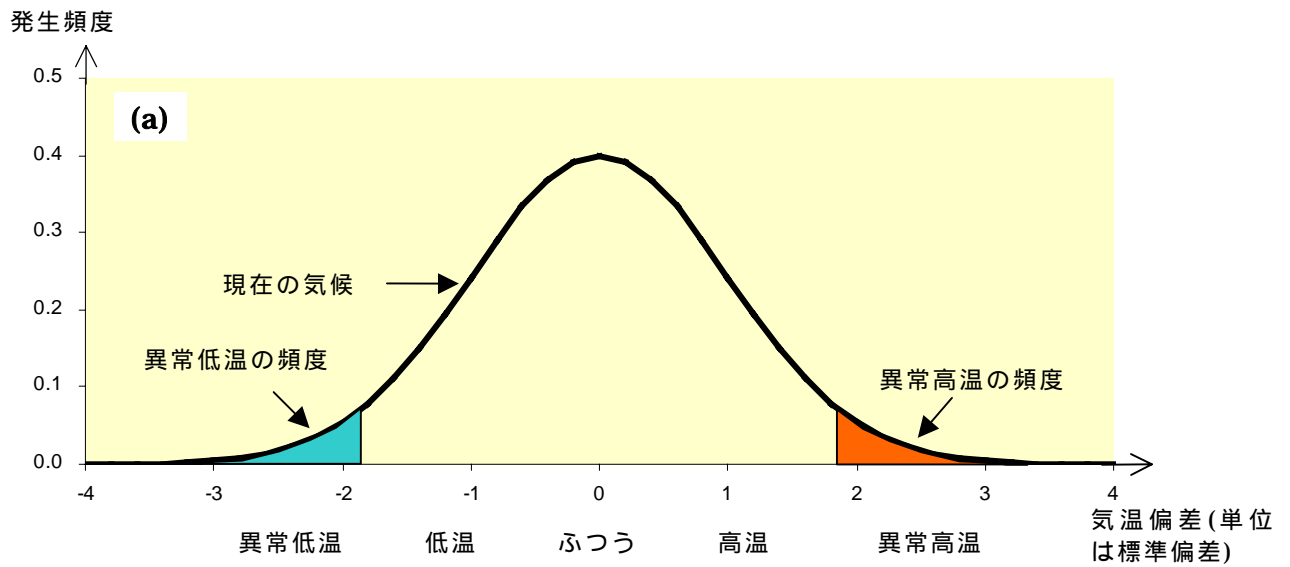


図2 (a) 気温偏差の分布が図のような正規分布であらわされるとすると、偏差が標準偏差の 1.83 倍より大きくなる確率、- 1.83 倍より小さくなる確率はともに 3.3% (30 年に一回)となる。(b) 地球温暖化で平均気温が高くなると、異常高温の発生する確率が高くなり、異常低温の発生する確率は小さくなる。(c) 地球温暖化で平均気温が高くなると同時に、変動の幅も大きくなる場合は、異常高温が発生する確率はさらに大きくなり、異常低温の発生確率も 3 割程度増加する。

温暖化によって、月平均気温の自然変動の変動幅は同じだが、平均値が例えば標準偏差の 0.4 倍だけ高くなったとすると図 2 ( b ) のようになる。この場合、温暖化が起きる前と比べて、異常高温が発生する確率は倍以上になり、異常低温の発生する確率は半分以下になる。さらに、図 2 ( c ) のように、温暖化によって、平均値が標準偏差の 0.4 倍高くなると同時に、自然変動の変動幅が 3 割増加したとする。この場合には、温暖化が起きる前と比べて、異常高温が発生する確率は 4 倍以上になり、異常低温の発生する確率も 3 割程度増加する。

#### 参考文献

気象庁, 1999 : 異常気象レポート'99.

IPCC( Intergovernmental Panel on Climate Change ) , 1990 : Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Contribution of Working Group I to the First Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Houghton, J.T., G.J. Jenkins and J.J. Ephraums ( eds. ) ]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 365 pp.