

1 異常気象とは どんな気象?

最近では顕著な大雨・大雪、熱波・寒波などの極端な気象現象が世界的に増えています。今では、異常気象という言葉が珍しくなくなっていますが、もともとはどんな気象現象をいうのでしょうか。

気象庁の資料によると異常気象とは、気象や気候がその平均的状态から大きくずれて、その地域や時期には平常的には現れない現象または状態のこと、とされています。この平均的状态を定める統計期間として、気象庁をはじめとする世界の気象機関は30年間を採用しており、10年ごとに平年値を発表しています。異常気象とは30年間に1回以下のかかりまれな気象現象のことを指します。

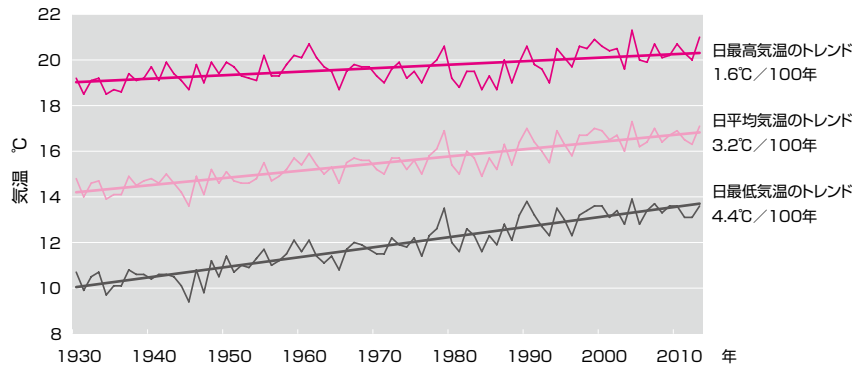
例えば、東京の気温の長期変化を調べると、平均気温は確実に上昇し、上昇量は100年間で約3℃です。日最高気温よりも日最低気温の上昇が顕著であることがわかります。これは、東京の都市化によるヒートアイランド現象と、地球温暖化による地球規模

の気温上昇の両者の効果が相乗されたものです。10年ごとに改定される東京の平均気温の平年値は、1950年(統計期間は1921年から1950年)の14.3℃から2010年の16.3℃へと、平年値そのものが上昇しています。異常気象の基本となる平年値そのものが変化し、数十年前の異常気象現象は、最近の平年値をもとにすると、日常的に発生する頻度が増えていることに気をつける必要があります。

その極端な例が東京における熱帯夜日数の変化です。熱帯夜とは1日の最低気温が25℃以上の夜のことをいいます。1950年以前は年間10日弱の出現でしたが、2010年には50日以上の発生頻度となっています。ヒートアイランド現象や地球温暖化の影響も加わり、東京などの都市部では大きな環境変化が見られています。厳密な異常気象の定義だけでは示されない、このような地球温暖化の影響なども本書では幅広く異常気象として扱っています。

東京の気温上昇と熱帯夜の
顕著な増加から気象を考える

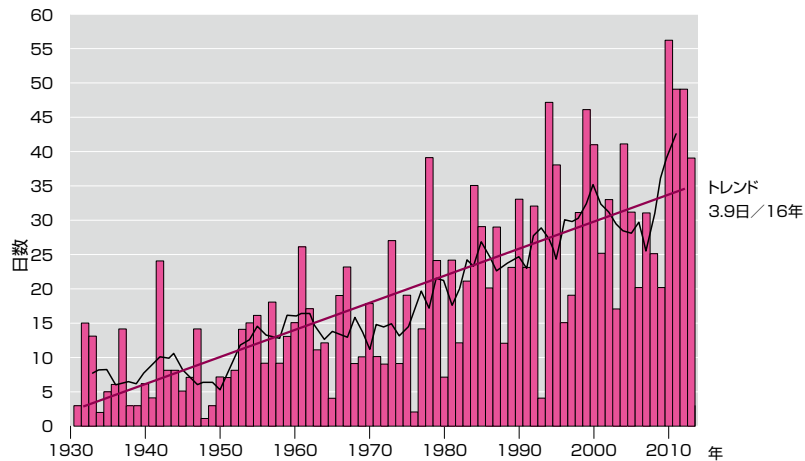
東京の気温の変化



細線は毎年の値、太線(直線)は長期変化傾向を示す。

出典:気象庁

東京の熱帯夜日数の変化



棒グラフは毎年の値、折れ線は5年移動平均、直線は長期変化傾向を示す。

出典:気象庁

要点 BOX

- 異常気象とは30年間に1回以下しか発生しない、かなりまれな気象現象と定義されている
- 平年値そのものも変化している

用語解説

平年値: 気象の観測値について30年間平均した値。気象庁では10年毎に平年値を更新している。

ヒートアイランド: 都市の気温が周囲よりも高くなる現象。

2

太陽放射は大気 のエネルギー源

太陽放射と地球のエネルギーバランスが気象を決める

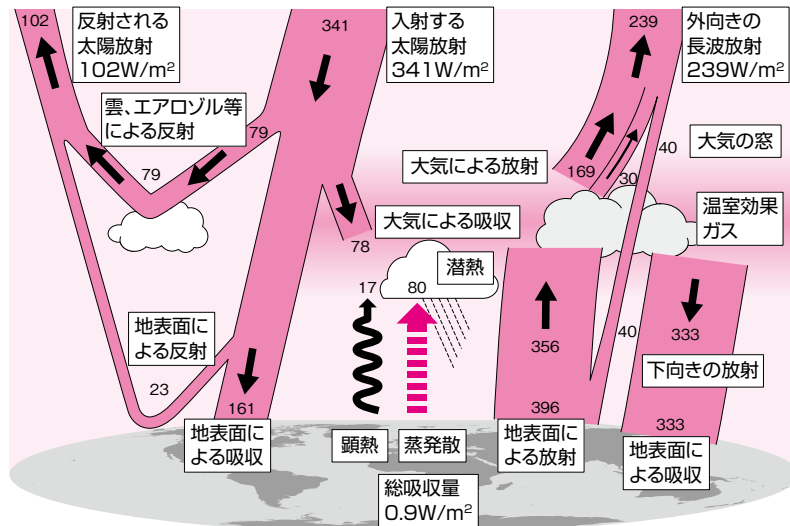
大気の運動のもととなるエネルギー源は太陽放射です。地球の大気上端に太陽光に直交する板を置いた場合、太陽から受ける放射エネルギーは約1366 W/m²ではほぼ一定です。太陽黒点の活動などにより変化していますが、変化量は0・1%程度です。

地球全体に入射する太陽放射は、地球が球面であることから、平均で341 W/m²です。このうち79 W/m²(23%)は雲やエアロゾル等による反射と散乱で宇宙にもどります。また、23 W/m²(7%)は地表面による反射で宇宙にもどります。これらの合計30%は太陽放射が直接宇宙空間にもどる割合で、アルベド(反射能)といわれています。地表面による吸収量は161 W/m²、大気による吸収量は78 W/m²です。地表面での長波放射は396 W/m²の放射と333 W/m²の吸収があり、そのほか陸面や水面からの水の蒸発、植物の葉からの蒸発散、地表面と大気との温度差による顕熱輸送があります。

大気中の長波放射は、地表からの窓領域の放射、雲からの放射、大気からの放射を合わせて計239 W/m²が宇宙に放射されます。これと宇宙への短波放射102 W/m²を足すと、入射する太陽放射とバランスがとれています。CO₂をはじめとする温室効果ガスが増えると下向きの長波放射が増え、地表面での熱収支バランスが崩れて地表面の温度が上昇することになります。

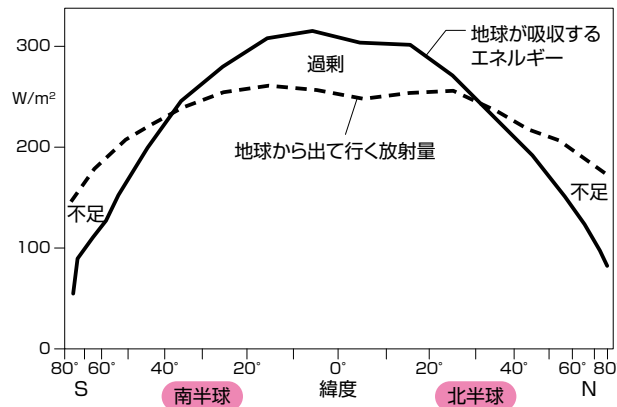
地表面でのエネルギー収支は緯度によって異なります。低緯度の赤道付近では、地表面が吸収するエネルギーが放射するエネルギーを上回っています。しかし、高緯度地域では逆転し、地球から出ていく放射エネルギーの方が大きくなります。エネルギー分布を平滑化するために、低緯度から高緯度へエネルギーを輸送する必要があります。それが大気や海洋の運動を引き起こします。台風も低緯度から高緯度へ熱を輸送する仕組みのひとつです。

地球全体のエネルギー収支



出典:Trenberth et. al(2009)
Trenberth KE,Fasullo JT,Kiehl J.2009.Earth's global energy budget.Bull.Am.Meteorol. Soc.90:311-323.

各緯度における地球が吸収する太陽エネルギーと地球から出ていく放射量の比較



出典:Vonder Haar Suomi,science,vol.163,667-668,1969.

用語解説

長波放射と短波放射:地球や太陽などが放射する電磁波のうち、その波長の大半が赤外線領域のものを長波放射、波長の短いX線や紫外線を含んでいるものを短波放射という。

顕熱輸送:熱が温度変化のみによって輸送(移動)すること。潜熱輸送は、水が氷になるなど形をかえて熱が輸送すること。

要点BOX

- 気象の変化には、地球のエネルギー収支、雲・エアロゾル・地表面アルベドが重要
- CO₂増加は長波放射のバランスを崩す

3

私たちの社会生活が 気候を変えるの?!

気候の自然変動と
人為起源変動

気候変動の原因は、人間が活動することに由来する成分（人為起源）と地球の活動に由来する成分（自然起源）に区分することができます。人為起源と自然起源にはどのようなものが含まれるのでしょうか。

人類は産業革命を契機として化石燃料を燃焼させることで、生活の利便さ、活発な経済活動を実現してきました。このような活動により発生したCO₂などの温室効果ガスが地球温暖化に寄与するものとして、人為起源と定義されます。具体的には、発電、工場、運輸、商業や家庭、さらに工業、廃棄物、農業などの活動が人為起源とされています。

一方で、自然起源とは、大気と海洋と陸面とで生じる数年から数百年の時間スケールでの相互作用や、火山や太陽の活動などに起因する気温変化として定義されます。

地球温暖化の対策には、これらの成分がどのような影響を及ぼしているのかを定量的に推定することが必

要となります。

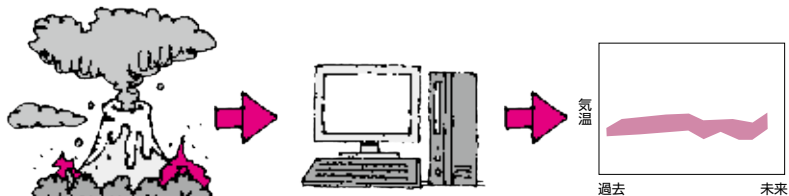
そのため、地球温暖化の研究者は、気候予測モデルなどを活用することで二つの成分の寄与を定量的に評価しようとしてきました。

つまり、気候予測モデルを用いることで、過去の気温変化の再現と、将来の地球温暖化の予測を行ってきました。そして、これらの結果から、自然変動による気温の変動幅を推定し、その幅を大きく超える温暖化が人為起源で生じていることを表現することを試みてきました。

2014年に公表されたIPCC第5次評価報告書では、自然起源だけで人為起源を考慮しない場合と自然起源と人為起源のどちらも考慮した場合で、過去からの気温変動を数値計算した結果を掲載しています。それによると、20世紀の気温の上昇は人為起源の影響がかなり高いことが定量的に表現されています。

人為起源と自然起源

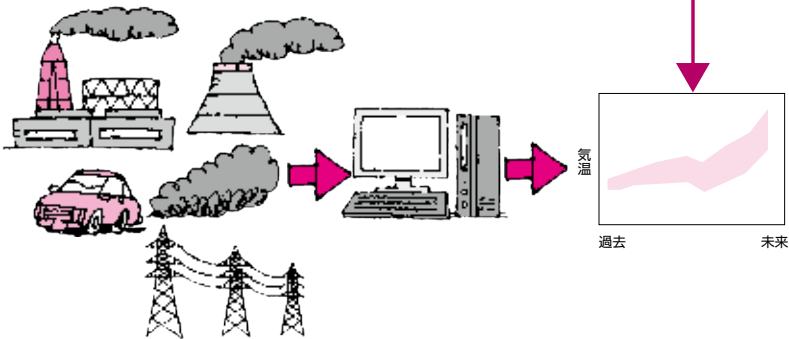
●自然起源のみで気温を計算した結果



●気温の観測結果



●自然起源と人為起源で気温を計算した結果



用語解説

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (気候変動に関する政府間パネル) の略。国際的な専門家で作る、地球温暖化についての科学的な研究の収集、整理のための政府間機構のこと。

IPCC(第5次評価) 報告書: IPCCが発行する地球温暖化を評価する報告書。

要点BOX

- 自然と人為起源の地球温暖化効果が果たしてきた役割
- 現在の地球温暖化には人為起源の影響が大