

誰かに教えたくなる 科学技術の話 12

異常な事態に直面している 地球環境



東京大学名誉教授 月尾 嘉男

世界各地で頻発する異常気象

今夏の気象は地球が異常な状態にあることを実感させるのに十分な現象であった。日本では関東甲信、東海、近畿、九州北部で戦後最高の気温となり、全国に配置されて無人で気象を測定するアメダスは一九七〇年代の設置以来、二割の地点で最高気温を記録し、埼玉県熊谷市では四一・一度という日本の観測史上最高気温を記録した。その結果、全国の熱中症搬送者は過去最高になっている。

世界でも同様であり、北緯六七度二分という北極圏内にあるフィンランドのソダンキュラでは七月の平均気温を一二度上回る三二度を記録した。もともと高温の地域では、さらに極端な状態が出現し、アルジェリアのワルグラでは最高気温が五一度になり、アメリカのデスバレーでは五二度を記録し、オマーンのクリヤットでは夜間の最低気温でさえ四三度に到達した。

森林火災も深刻である。シベリアでは長野全県に匹敵する面積の森林が、アメリカのカリフォルニアでは札幌市域と同等の面積の森林が消滅している。ギリシヤの首都アテネの近郊では森林火災によ

り八十名以上が焼死し、ヨーロッパでは南部のスペイン、ポルトガルから、中部のフランス、オランダ、ドイツを経由して、北部のスウェーデン、ノルウエーまで森林火災が警告されている。

その反対に豪雨も発生している。今年七月の四国地方と東海地方では、観測史上最大の平年の二倍から四倍の豪雨となった。世界でも、チュニジアのナブールで観測史上最多の降雨で洪水が発生、ギリシヤのアルゴスでも豪雨による洪水が発生、メキシコのクリアカンでは、降雨のなかった九月の豪雨で洪水が発生という状態である。『旧約聖書』の「ノアの方舟」を想像させる事態である。

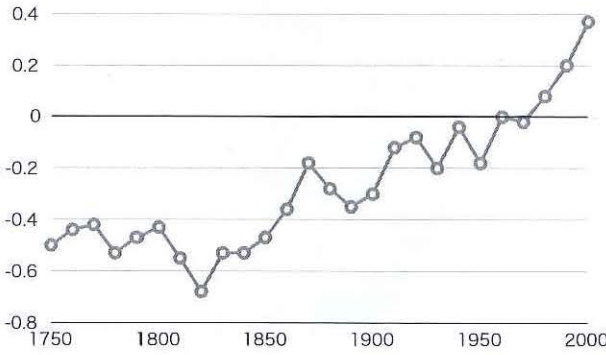
急増してきた二酸化炭素

このような異常事態が偶然の結果か長期の傾向かについて確定した見解はないし、原因が自然現象なのか人間活動が影響しているかについても学者の意見が一致しているわけではない。しかし、一八八八年に開設された国際連合の気候変動についての政府間パネル（IPCC）は一貫して人間活動が主要な原因であると見て、一九九〇年の「第一次報告書」以降、五回の報告を発表している。

地球が誕生してから四十六億年の時間が経過しているが、安定した状態を維持してきたわけではなく、むしろ激変してきた。一例として「スノーボール・アース（全球凍結）」といわれ地球の表面全体が凍結したことが何回もあるし、ごく最近の四十万年でも、現在より二度以上の高温になった時期が四回もある。さらに最近の二千年間でも二百年程度の間隔で寒暖を繰り返している。

これらは自然現象の影響であるが、現在、問題とされているのは、現在よりも

図1 大気温度の変化(°C)

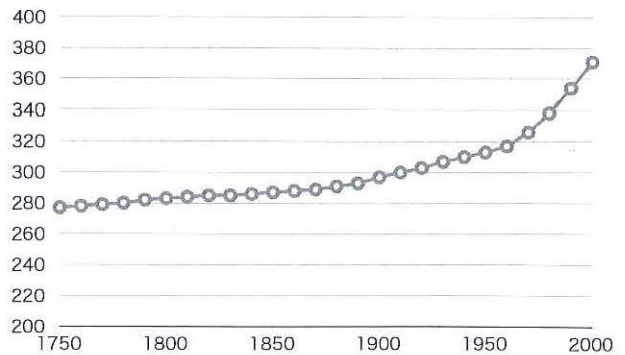


一度以上低温で小氷河期と名付けられている十七世紀以後、気温は上昇一方(図1)で、これは人間活動の影響によるという見解である。これについても太陽黒点の増減の影響、地軸の傾斜角度の微動など自然の変化によるものであるという意見は存在するが、最近では人間活動を主因とする意見が主流になってきた。

どのような人間活動かについても確定した根拠はないが、現状では人間が産業活動や日常生活で排出する二酸化炭素を中心とする温室効果ガスの影響という学説が一般である。地球の表面へは太陽からのエネルギーが流入するが、大気が存在しなければ大半は再度、宇宙へ放射され蓄積されない。ところが大気が存在するとエネルギーが蓄積され、温室効果ガスが蓄積を増加させる。

この温室効果ガスの代表が二酸化炭素であり、人間の活動による放出傾向を調査すると十九世紀中頃から急増してきたことが明確である。これは地中に蓄積されてきた石炭や石油を発掘し産業活動や日常生活で燃焼してきた結果である。以後、長期に二八〇ppm(一〇〇万分の一)で維持されてきた二酸化炭素濃度が急速に増加し、最近では四〇〇ppmに

図2 二酸化炭素濃度(ppm)



まで到達した(図2)。

自然環境が処理できない二酸化炭素

森林火災で草木が燃焼すれば二酸化炭素が排出されるが、それは空中に存在していた二酸化炭素を植物が光合成によって枝葉に固定したものであるから、それが燃焼により空中に排出されても、二酸化炭素の総量は一定である。これを「カーボン・ニュートラル」という。ところが地中の化石燃料を燃焼すれば、空中に存在しなかった二酸化炭素を放出するた

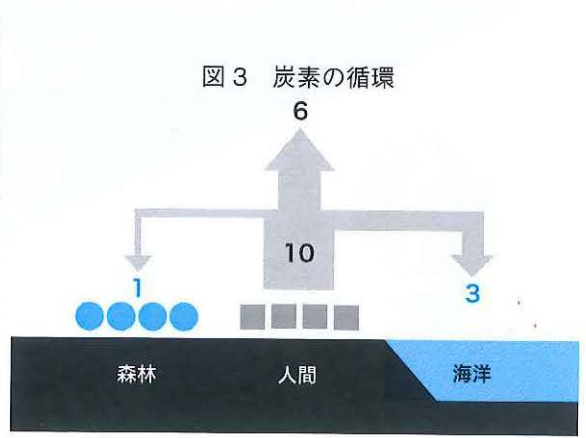


図3 炭素の循環

め、総量は増加することになる。
 石炭や石油の利用が少量であった時代には森林や海中の植物プランクトンが吸収して循環可能であったが、最近では人間の活動によって発生する二酸化炭素が急増してきたため、一割を森林が、三割を海洋が吸収しているものの、六割は空中に滞在したまま、自然の循環では処理できない状況になってきた(図3)。その結果、大気中の二酸化炭素濃度は急激に上昇してきた。
 化石燃料の使用を制限せず、現状の傾向で増大していくと仮定すると、現在四

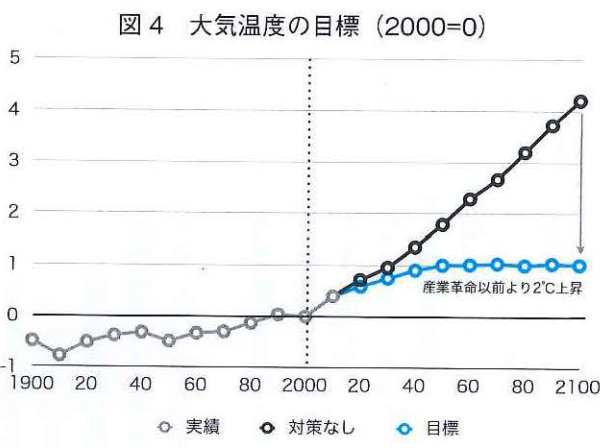


図4 大気温度の目標 (2000=0)

〇〇ppmである空中の二酸化炭素濃度は八十年先の今世紀末には三倍の一二〇ppmになり、その結果、大気温度は四度上昇し、その影響で海水が膨張して海面は七十センチメートル上昇すると予測されている。手段は人間の活動によって排出される二酸化炭素を削減することしかない。

大胆なゼロ・エミッション

そこで二〇一五年十二月に世界の一九六カ国がパリに集合して開催したCOP

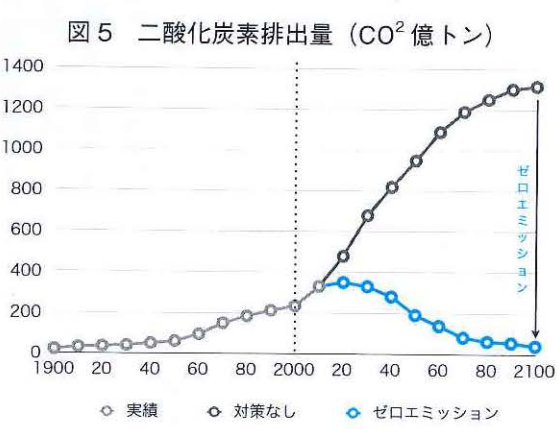
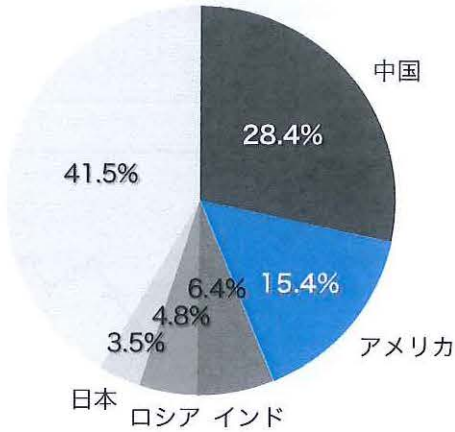


図5 二酸化炭素排出量 (CO² 億トン)

21で目標と対策を決定したのが「パリ協定」である。まず今世紀末の目標を産業革命以前の気温より二度上昇に抑制する。産業革命を起点とするのは、化石燃料の本格利用が開始された時期という理由である。ところが現在、すでに一度は上昇しているから、今後八十年間で一度の上昇に抑制することになる(図4)。
 そのためには、あらゆる手段を駆使して産業活動や日常生活で排出する二酸化炭素を減少していく必要がある。現在は年間三三〇億トン程度であるが、制約せず放置していけば、八十年後には年間一

図6 二酸化炭素排出比率 (2015)



三〇〇億トンになりかねない。そこで二〇二〇年頃を頂点に減少させる対策を推進し、八十年後には排出をゼロにする「ゼロ・エミッション」を実現しようというのがパリ条約である(図5)。

現在、世界で二酸化炭素の排出が最大の国家は中国(二八・四%)、二位がアメリカ(一五・四%)、以下、インド(六・四%)、ロシア(四・八%)、日本(三・五%)であり、これらの国々だけで六割であるから、必死の努力をする必要がある(図6)。ところが周知のように、昨年六月にトランプ米大統領が協定から離

脱することを表明した。自国の化石燃料産業を保護するためである。

前述のように、地球の気温上昇は人間活動の影響よりも、太陽磁場の変化など自然現象の影響が左右していると主張する学者は存在するから、トランプ米大統領のバリ協定らの離脱の方針を完全に間違いとすることはできないが、二〇一五年に国際連合に加盟するすべての国家が締結した協定を破棄するのは、地球の危機よりは自身の危機が重要と批判されるのは当然のことである。

それ以外にも切迫する環境問題

しかし、地球環境問題は大気の温度の上昇だけではない。ストックホルム・レジリエンス・センター所長のJ・ロックストロームは「プラネタリー・バウンダリー(地球の限界)」という研究を主導して、ここまで説明してきた気候変動以外に、生物絶滅の加速、淡水の危機、新規化学物質の蔓延、窒素・リンの汚染などを地球環境に危機をもたらす要因として列挙している。

このような環境の危機を金銭の損得でしか理解できない人々に説明する数字がある。日本の森林の価値を林業という経

済の視点で計算すると四六〇〇億円程度である。一方、森林が土砂災害を防止する機能、水源を維持する機能、生物環境を保全する機能、二酸化炭素を吸収する機能など公益機能と総称される役割を金銭に換算すると、七〇兆円になる。百五十倍以上の価値である。

地球の自然環境全体の公益機能を同様の手法で計算すると一京三〇〇〇兆円になる。これは現在の世界各国の国内総生産額の合計八〇〇兆円の一・六倍になる。世界の経済社会は森林を伐採し、浅瀬を干拓し、草原を開拓するという自然環境の破壊を代償にしながら発展してきた。しかし発展の速度が加速し、自然環境に余裕がなくなり、経済社会に反撃しはじめたのが現在である。

四十六億年の地球の歴史は、それぞれの時代に生息していた主要な生物によって地質年代に区分されている。一万二千年前に最終氷期が終了し、以後は温暖な「完新世」になり、人類は繁栄してきたが、その繁栄が地球環境に地質学的な変化をもたらしている。後世、人類が存続していれば、これからの時代は自然ではなく人間が環境を変化させた「人新世」という名称になるかもしれない。