

異常気象とOR

高橋 浩一郎

異常気象と気候変動

昨年は世界的に異常気象が起きた。アメリカでは大変な干ばつとなり、穀物の作柄がいちじるしく落ち、世界の穀物の在庫量が減少した。また、バングラディッシュでは、大雨による大洪水が起き、日本の夏は雨が多く、米作はよくなかった。近頃は、世界的に異常気象が多くなってきているようである。

ところで、異常気象とは何であろうか、もとは、強い台風とか、集中豪雨のように、大きな風水害をもたらすような気象をさしていた。それが、昭和38年の北陸豪雪の後、月平均程度の、例年よりいちじるしく違った天候も意味するようになった。この年は世界的に異常気象が起きた年であり、ヨーロッパでは冬の月平均気温が平年より10℃近く下がり、200年末の寒さとなったところもあった。

近頃は人間の化石燃料多量消費により、大気中の二酸化炭素の濃度が増加してきており、それによる地球の温暖化のおそれがあり、人間社会への影響が出てくるのが懸念されている。これもある意味では異常気象であるが、通常は気象変化または気候変動と呼んでいる。

このように異常気象といっても、いくつかの種類があり、また気候変動は別のものである。そして、その性質、それへの対策も違うが、半面、共通するものもある。いずれも、ある標準状態からのいちじるしい偏差であるが、本質的に違うのは時間スケールである。台風や集中豪雨などは日単位で現わされる現象であり、冷夏、暖冬干ばつなどは月単位で現わされる現象である。そして、気候変動は数十年単位の現象である。それと同時に空間スケールも違い、台風や集中豪雨などは100km単位、冷夏、干ばつなどは1,000km単位、気候変動は、地球的規模の現象である。そして、これらの現われる機構も本質的に違う。

短期の異常気象は、主として温度や水蒸気がなんらかの原因で集中し、暴風を起こしたり、大雨を降らせるなどの現象である。変動値としてはいちじるしく大きく、人間社会に大きなインパクトを与えるが局地性が強く、時間的にも長くない。

これに対し、月単位程度の異常気象は、本質的には大気の大循環の異常により、地域的に熱や水蒸気の移流の異常が生ずるために起こる。したがって、異常の起こる地域は、短期の異常気象より大きい、変動の振幅はより小さい。そして、地球的規模でみると、ある地域で高温の地域があれば、他の地域では低温の地域があり、干ばつの地域があれば、他の地域には大雨の地域があるなど、プラスとマイナスの異常気象が共存しているのが1つの特徴である。農業やエネルギー需給などに大きな影響を与える。

これに対し、気候変化の起こる原因はいろいろ考えられ、複雑である。その1つとして近年は化石燃料の多量消費による大気中の二酸化炭素の濃度増加にともなう温暖化が大きな問題となっている。変動の振幅は、それほど大きいものではないが、地球的規模の空間スケールを持っており、時間スケールも長いので積算効果が効き、長い目でみると、人間社会に大きな影響を与える。

短期異常気象への対策

人間は通常異常でない状態を標準として生活設計を立てている。そして、異常気象や気候変化が起こると、日常生活が乱されるのでそれへの対策をとり、また、時にはその出現を予測してあらかじめ対策をとる。この場合には、OR的な手法、考え方が重要なことはいうまでもない。しかし、それは異常気象、気候変化の種類によって違う。

まず、短期の異常気象に関するものから、いくつかの例をあげてみよう。この典型的な例としては、台風や集中豪雨などによる風水害対策がある。これには、まず、戦術的な対策が重要である。一般的に建造物などは移動できないが、交通機関などは移動ができる。そして、こ

たかはし こういちろう 元気象庁長官

〒157 世田谷区成城6-26-15

の種の異常気象は空間スケールが小さいので、安全なところに避難をすることが可能である。そこで、正確な暴風警報や大雨警報が重要な意味を持ってくる。もちろん、このほかに戦略的対策も重要である。統計的にみると、何年間に1回は台風や集中豪雨が起る確率はきわめて大きいので、その程度を確定し、それに耐えるように建造物を設計することが必要である。この場合には被害の程度と、建造費のバランスが問題となり、OR的解析が重要になってくる。

長期異常気象への対策

1カ月程度の時間スケールの異常気象への対策となると、戦術というよりは戦略的な対策の重みが大きくなっていく。その影響が大きく現われるのは、農業や季節商品の売れ行きなどである。これらへの対策の戦術としては、長期予報によりあらかじめ異常気象の出現を予想し作物の品種を変えたり、季節商品の在庫量を調節しておくなどが望ましい方法である。しかし、これは正確な長期予報を前提としており、現実には的中率は低い。このため、あまり考えずにこの方法をとると、予報がはずれて大損をすることがある。そこで、予報をう呑みにせず、平年の状態を十分に考慮に入れるのが、もっとも利益の大きい方法である。

これは、いわば戦術的対策であるが、戦略的対策の方がより重要であろう。たとえば農作物の生産は年々の天候の変動により変動するので、年々の食糧需給にも変動が生じ、時には食糧が不足をして飢饉となることもありうる。そこで、これに应付するための1つの方策は備蓄である。作柄がよく、あまった時は倉庫に入れ、不作で不足したときには倉庫から出して食糧に当てるという方法である。しかし、倉庫に貯えるためには経費が必要である。また、食糧は長い間には品質が落ちる。そこで、これらのことをOR的に考え、年々の生産量、在庫量を決める必要がある。

これは、一般の季節商品、水資源についてもいえる。水資源の場合、干ばつにそなえ、貯水池をつくるのは同じ類である。異常気象については、この種の対策がとくに重要となると思われる。

地球温暖化への対策

18世紀の産業革命以来、化石燃料の多量消費にささえられ、人間は高度の文明を築くに至り、また、世界人口は急速に増加してきた。しかしこのため、大気中の二酸化炭素の濃度が増加し、その温室作用で地球が温暖化す

るおそれが出てきた。このことは、数十年前から識者により指摘されていたが、SF的な話のように思われていた。しかし、近年は大気中の二酸化炭素の濃度が数十年前と比較すると、20%近くも増してきており、21世紀初期には、その影響が顕在化し、人間社会に大きな影響を与えることがかなりの信頼性で予想されるに至った。これには、スーパー・コンピュータを用いた大気大循環のシミュレーションが有力な研究手段となっている。

その研究結果によると、21世紀の初期には、世界の気温は2~3℃ほど上昇し、極地方ではもっと上昇する。また、温暖化により、地球上の大気の流れの模様が変わり、雨や雪の降る地域が変わってくるはずである。あらく考えるならば、亜熱帯にある砂漠地帯がもっと極の方に移るであろう。このため、いまだ雨が降っていた地域が砂漠化し、農作物がとれなくなるところが出てくるだろう。また、反対に雨が少なく農作物がとれなかった地域で雨が降るようになり、農作が可能になるところもあるかもしれない。また、世界の植生が変わり、森林地帯も移動するだろう。これは、人間生活に大きな影響を与えることは明らかである。

これへの対策はきわめて難しい。気候が変わることはほとんど確かであるが、地域により違いがあり、特に雨や雪の降る地域の変化は、きわめて複雑であり、推定が難しい。おそらくその影響は国によって違い、良くなる所と、悪くなる所があるであろう。すなわち、国によって利害が相反することが予想される。一般的には、気象の変化は望ましくないことであり、それには、化石燃料の消費を抑制し、大気中の二酸化炭素の濃度の増加を減らすことが望ましい。しかし、このことはエネルギー消費の抑制となり、生産活動の減少、生活水準の低下となりかねない、そして、化石燃料の消費は、不特定多数の人、利害の相反する国によって行なわれているからである。

これらへの現実的な対策としては、3つの道が考えられる。第1は化石燃料の代りに、太陽熱、風力、地熱などの、いわゆるソフト・エネルギーを用いることである。しかし、太陽熱など量としては充分あるが、エネルギー密度が小さく、使いづらく、経済的になかなか難しい。第2は原子力に切り換えることである。これは技術的、経済的には目途がついているが、核戦争、放射能汚染に対する不安が滞っており、そのあたりに難しさがある。第3は省エネルギー対策である。省エネルギー対策がすすめば、化石燃料の消費を減らしても同程度の経済効果を得ることができるし、この方面の対策も、第1次石油

ショック以来、かなり進んでいる。しかし、これにも限度があり、容易ではない。

これらのどの道をとるかは容易には決められない。生活水準、生活態度、生活観にかかわってくることであり、極端にいうならば哲学の問題にもなるからである。おそらく、唯一の道はないであろう。国によっていろいろ事情が違い、おそらくこれらすべての道をとらざるを

えないであろう。それと同時に、いろいろの点から見ると、程度の差はあれ、21世紀初期の温暖化は避けることはできないように思われる。そうすれば、それを前提とした対策も考えておく必要がある。世界的な問題となると、慣性が大きく、ちょっと方向を変えることだけでも容易ではない。そして21世紀といってもあとわずか、この問題は緊急の問題といってもよいと思うのである。

議員定数配分問題

大山 達雄

1. 議員定数配分問題とは

わが国の現在の衆議院選挙区は全国で130区、総議員定数は512名である。昭和63年9月の有権者数調査（自治省）にもとづいて、これらの130選挙区の間で議員定数1名当り有権者数を比較すると、最も多い神奈川4区は最も少ない宮崎2区の3.08倍になっており、これがいわゆる“1票の格差”の問題として、わが国の裁判所でもしばしば取り上げられている。最高裁の判断では、格差3倍以内を“合憲”の一応の目安としており、そのことからすれば、現在のわが国の衆議院選挙区議員定数は“違憲”と言わざるを得ない状態である。参議院議員定数を県単位で比較しても、最も多い神奈川と最も少ない鳥取では6倍以上の差がある。議員定数1名当り有権者数がすべての選挙区に対してほぼ同じであることを1票の重みの格差がない状態とするならば、わが国の選挙区議員定数が衆議院、参議院のいずれにおいても、かなり抜本的に改革される必要があるということは、皆が一致して認めるところであろう。

さてOR（あるいは数学、応用数学などという伝統的な学問分野といった方がよいのかも知れないが）の分野で対象としてきたのは“1票の格差”がどの程度ならば“合憲”で、どうであれば“違憲”あるいは“違憲状態”かとか、“合憲”、“違憲”とわが国で行なわれる色々な選挙の有効性、合法性とをどのように関連づけるかとかい

う問題ではない。そこで対象としてきた問題は総議員定数と各選挙区の有権者数とが与えられたとき各選挙区の議員定数をどのように定めればよいかということである。わが国の衆議院の場合、512名という総議員定数を（すべての選挙区を対象とするならば）130選挙区に、それぞれの選挙区の有権者数をもとにして、どのように配分すれば“公平”か、つまり“格差”がなくなるかということである。これがいわゆる議員定数配分問題である。

議員定数配分問題を数学的に表現してみよう。総議員定数を K 、総選挙区数を N として、選挙区の集合 $S = \{1, 2, \dots, N\}$ と表わす。それぞれの選挙区 $i \in S$ の有権者数を p_i 、総有権者数を P とする。このとき、各選挙区 i の理想議員定数 q_i は、次のように書くことができる。

$$q_i = \frac{p_i K}{P} = \frac{p_i K}{\sum_{j \in S} p_j} \quad i \in S. \quad (1)$$

選挙区 i に配分すべき議員定数を d_i とすると、 d_i は

$$\sum_{i \in S} d_i = K, \quad d_i > 0: \text{整数}, \quad i \in S \quad (2)$$

を満たさなければならない。（ $d_i = 0$ もありうるという議論もあるが、一般には上の仮定をおく）したがって問題は、「条件(2)を満たすような $\{d_i\}$ のうちで、それぞれの選挙区 $i \in S$ において“ d_i ができるだけ q_i と近くなる”ようなものを求めよ」となる。やさしい問題と思われるかも知れないが、問題が少し漠然としている。この問題が過去200年以上ものあいだ難しいとされているのは、実はこの“漠然さ”に理由がある。

2. 議員定数の配分方法

議員定数配分問題の“漠然さ”の1つとして、選挙区