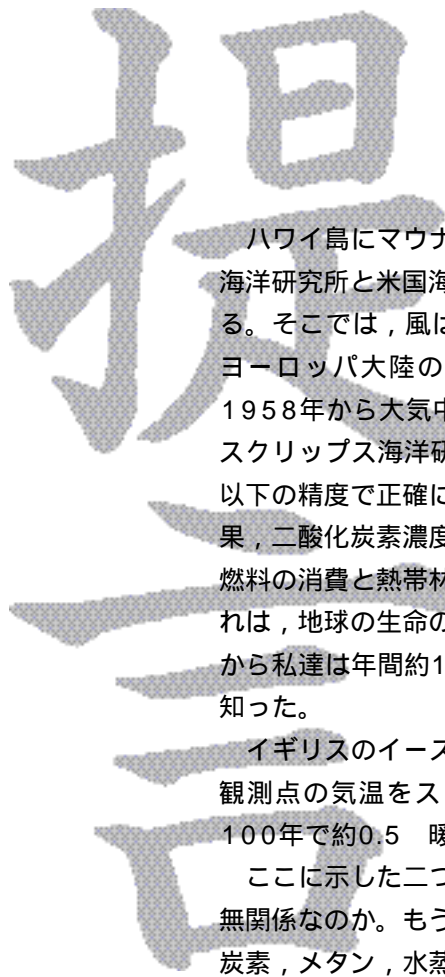


地球環境診断学のすすめ

鈴木 款
静岡大学理学部教授



ハワイ島にマウナロアという火山がある。その西斜面に、スクリップス海洋研究所と米国海洋大気庁（NOAA）が共同で運用する大気観測所がある。そこでは、風はたいてい西から吹いており、太平洋を超えてアジア、ヨーロッパ大陸の風を運んできている。そのマウナロアの山頂では、1958年から大気中の二酸化炭素やその気体の濃度を監視し続けている。スクリップス海洋研究所のC.キーリング博士はCO₂濃度の変化を0.01%以下の精度で正確に測定するために、多くの努力を費やしてきた。その結果、二酸化炭素濃度の変化は植生の光合成と呼吸に基づく季節変化と化石燃料の消費と熱帯林の破壊という人間活動による増加を同時に示した。これは、地球の生命の息吹と危機を同時に示していることである。その記録から私達は年間約1.3ppmの二酸化炭素が地球規模で増加していることを知った。

イギリスのイースト・アングリア大学の研究室では、世界中の何百もの観測点の気温をスーパーコンピューターを用いて解析し、地球がここ100年で約0.5 暖かくなったことを突きとめた。

ここに示した二つの観測値はお互いに、何か関連があるのか、それとも無関係なのか。もう一つ、私達が知っていることがある、それは「二酸化炭素、メタン、水蒸気は赤外線を吸収し、温室効果を示す」ということである。このことが、仲立ちとなり「二酸化炭素による地球の温暖化」というシナリオを描き出した。「気候モデル」というシミュレーションにより、二酸化炭素濃度が倍増すると、地球の平均気温が2～3 増加する可能性があることが予測された。本当に二酸化炭素濃度の増加と気温の上昇とは直接関係があるのだろうか。このことを確かめる簡単な方法は、マウナロアの二酸化炭素濃度の記録とイースト・アングリア大学の解析結果との相関図を書いてみることである。直ぐに気が付くことはいかに相関が悪いかである（ちなみに相関係数は0.2以下である）。さらに、最新のIPCC（気候変動政府間パネル会議）の報告では気温の上昇に関するシミュレーションの結果と観測結果との差を大気中に浮遊している微粒子による「日傘効果」で説明している。このように、地球環境の二つの観測事実の因果関係を「単純」な“論理”で説明するのは容易ではない。

どうして一筋縄ではいかないのかというと、自然界で起きていることは、「線形的」ではなく「非線形的」だからである。「地球環境問題」の主なものとして知られているのは二酸化炭素、メタンを始めとする温暖化、フロンガス等によるオゾン層の破壊、酸性雨、砂漠化、熱帯林の破壊等である。これらの問題はよく個別に話されたり、議論されることが多い。しかしながら、実はこれらのすべての問題は自然環境という一つの舞台の上で深く繋がっている。例えば、成層圏でのオゾン層の破壊は、紫外線の増加をもたらすという問題だけでなく、成層圏下部の気温の低下につながり、対流圏での温暖化と合まって、地球の大気循環の様子を変えてしまう可能性があるし、それにより気候の区分帯が変わり、食糧生産等にも影響を与えることが考えられる。また酸性雨の原因の一つである二酸化硫黄は雲の核になり、太陽の日射のエネルギーを妨げる役割をもっている。これは

「日傘効果」と呼ばれ、温暖化を相殺する効果を持つと考えられている。自然環境には壁がない。人間活動により大気あるいは海洋に放出された化学物質や人為的な自然環境破壊が例え個別に行われようと、それらを受け取る自然は、自然という一つのシステム中で、人間活動から受ける変化あるいはダメージを許容し、自然を構成しているさまざまなシステムに相互に影響しあい、補完している。こう考えてみると「地球環境問題」の背後にある本質的な問題は「自然のシステム」を理解することにある。

どのように複雑な地球システムにチャレンジしたらよいのか。当たりまえの言い方になるかもしれないが、「正確な分析値と論理的な思考に基づく総合診断」が必要である。さらに重要なのは「分析する対象を明確にし、かつ一つの分析項目が他の分析項目とどのような関係にあるのか」ということを前もって、よく議論し、考えておくことである。実際に、これらのことをすることは、なかなか簡単なことではない。「センス」が必要である。ここでいう「センス」とは分析の技術的センスという意味ではなく、「自然を知的に感じる」という意味のセンスである。「自然を読み取る力」とも言える。この一つは、分析値を一つ一つの数字としてでなく、全体の変化を示す数字として理解しようとすることである。例えば、マウナロアでの二酸化炭素濃度の測定値の一つ一つは、大事であるが、全体としての変化量、あるいは変化の傾向の方が地球環境を理解する上では極めて重要になる。

したがって、「センス」の第一は「地球環境の化学物質の微量で、微弱な変化量を捉える技術と解析のセンス」と言える。

第二のセンスは「地球環境の質」を理解するセンスである。地球環境における化学物質の質とは、実は化学種あるいは化合物レベルのことである。さまざまな化合物の存在の多くは地球の生物活動のせいである。実は地球環境問題に関係するほとんどの化学物質あるいは影響は地球の生物圏と深く関係している。マウナロアでの二酸化炭素濃度の季節変化に植物の活動が深く関係していることから分かる。二酸化炭素以外のメタン、亜酸化窒素、硫化水素、オゾン、有機物、アンモニア等さまざまな化合物が生物活動と関係して地球の炭素、窒素循環を形成している。しかも、これらの化合物は、短い時間から長い時間まで、様々な時間スケールで反応したり、変化したりしている。例えば窒素循環に及ぼす亜酸化窒素の影響を評価しようとする、亜酸化窒素を分析するだけでは何もわからない、同時にアンモニア、硝酸塩、亜硝酸塩、有機窒素等の分析が、あるいは酸化還元電位が必要になる。このように、安定なものから不安定なものまで、同時に分析し、全体として、総合的な情報を提供する必要がある。これにより、地球の「健康状態」を正確に把握し、確実な診断をすることができるようになると思われる。

21世紀の地球環境の分析科学は「地球環境診断学」としての位置を築く努力が必要であると考えられる。そのための、必要条件は専門家集団による「環境診断処方せん」作りをする努力を今から始めることである。



筆者略歴

1973年 名古屋大学大学院理学研究科博士課程修了理学博士
1975年 気象庁気象研究所地球化学研究部研究官
1986年 気象庁気象研究所地球化学研究部主任研究官
1993年 静岡大学理学部助教授
1993年 国立環境研究所客員研究員兼任
1996年 静岡大学教授
1997年 金沢大学理学部客員教授兼任

主要な職、受賞歴

環境庁地球環境モニタリング委員会委員
(財)地球環境産業技術研究機構
「サンゴ礁を利用する二酸化炭素の固定化委員会」委員
「大規模緑化と気候変動の調査委員会」委員
学術会議IGBP国際大気化学(IGAC)小委員会委員
地球科学技術推進機構大気変動予測グループ委員会委員
1977年 サンケイオーシャンズカラシップ賞 受賞
1982年 日本海洋学会岡田賞(研究奨励賞)受賞
1989年 科学技術庁長官賞 受賞