

リアルタイム地象学

ー社会は基礎科学を必要とすー

束田進也 気象庁地震火山部

菊地先生が、地震観測から破壊過程解析、そしてその解析結果の公表・解説までのリアルタイム地「震」学に精力を傾けられたことは周知の通りである。リアルタイム地震「学」に携わっている人々から明確に言っていただけることは何故か少ないのだが、気象庁は震源決定や津波予報、緊急地震速報等の発表を行うという、リアルタイム地震学をまさに日々実践している機関である。今回、私が貴重な講演の機会を頂けたのは、おそらくそのご縁であろうと思っている。

私が気象庁に勤めて感じたのは、社会は非常に正直に基礎科学を必要としていることである。基礎科学という言葉には、文字通り基礎的な科学という意味合いの他に、社会には直接役立たない科学という意味合いが含まれる場合がある。科学者の多くは、この「たとえ社会に今すぐ役立たなくとも、基礎的な科学は大切である」ということを正しく理解しているが、基礎科学は社会に直接役立たなくてもよい、あるいは自分の関心を持つ科学が社会に役立つかどうかは考える必要はないという、「逆」の論理を知らず知らずに使ってしまう場合がある。確かに普段、科学的思考や解析をする際に、科学者はいちいち自分のやっていることが社会に直接役に立つかどうかなどは考えない。しかしそれでも、社会は盲目的に、いわば片思いをするがごとく基礎科学を必要としていることに科学者は目をそむけてはならないのだと思う。

私が学生時代に耳にし、そして私にとって基礎科学と社会とが対峙する（反面教師的）原点となった言葉に、「科学者が考える地震予知と、社会の考える地震予知は違うのだ」というものがある。社会の側は「次の地震は何時くるのだ？」という単刀直入の問いかけを科学者に対してしばしば行うが、科学者は「我々は次の地震が何時くるか？を含めた基礎科学を研究しているのであって、次の地震が何時くるのかを直接宣託するために存在するわけではない」と主張をする。このやりとりが長年繰り返される中で、基礎科学を研究する者は、社会とは直接対峙しなくともよいという短絡的な考え方が一部に醸成されてしまったのではないだろうか。そもそも科学とは事後説明ばかりでなく、先のことを客観的に予測することを本質の一つとして持っているはずである。しかし当然、予測を行えば自分の仮説が厳しい評価にさらされたり、科学的論理の通用しない実社会との対話に巻き込まれたりすることになる。これが科学者に社会との対峙を避けさせる一因となっているのであろう。

混沌とした自然現象から法則性を見出すことを0とし、それが社会にとっては何でもない常識として利用される状態を10とするなら、0から10までを全て一人で完結できる人間は皆無であると思う。基礎科学に携わる人々は得てして0に近い側を貴ぶか、あるいは0から10まで一人で完結できると錯覚してしまう場合が多い。しかし、菊地先生はバランスよく本質を理解し、リアルタイム地震学という、まず最も実現性の高い部分から確実に、基礎科学と社会の橋渡しを実践されたのだと感じる。

さて、次代を託された我々が向かうべき道はどこだろうか？私は、それはリアルタイム地「象」学だと考えている。地象学という言葉は人によっては耳慣れない、あるいは古い言葉であるという印象を与えるかもしれない。法的な意味合いや辞書に載っている用語としてはともかく、ここで私が使う地象学というのは、種々の動的な固体地球科学的現象を、数ヶ月から数秒という社会での実用的時間軸で取り

扱う科学と考えて欲しい。

私は地震学と地震予知の関係は、雷学と天気予報の関係と似ていると思う。今、天気予報を実用化せねばならないという課題があったとする。天気予報学などと言う分野がこの世にまだ存在しないとした時、社会の側が近接分野である雷学を専門とする科学者の集団に天気予報の実用化を付託することを考えた。付託された雷学者たちは非常にまじめに天気予報の実用化に向けて試行錯誤を行うが、彼らの専門性ゆえ、落雷の位置決定やその季節変化、放電現象の科学、大気構造論などに関心を持ちがちで、雷学を通して間接的に天気予報をしたり、雷学の厳密性を追うことで天気予報に肉薄していると錯覚したりする。雷学は隆盛するが肝心の天気予報はなかなか実現しない。今、我々が陥っているのはこのような状況ではないだろうか。

我々は、地象学に必要な厳密な基礎科学は既にいくつか手にしているのだと思う。足りないのは数ヶ月から数秒というオーダーで固体地球科学のデータを扱うという切り口と処理結果の見せ方であろう。つまり、現在、明らかになっている地震学や測地学、地球電磁気学等を用いて固体地球科学の動的な活動状況を時々刻々と把握し、予見することを明示的に目的とするのが私の言う地象学なのである。

例えば、一連の伊豆半島東方沖の群発地震を見てみよう。観測機器がある程度整備された伊豆半島東方沖では、歪や傾斜の地殻変動の変化に始まる地震活動の消長がリアルタイムで時々刻々と把握できる場合があることがわかってきたし、この場所で大地震が起これば地震波や津波が伝播する前にそれを報知することは既に可能である。しかし地震予知を志す人々の間では、おそらくは流体の移動に起因するこのような群発地震の推移を監視、予測したり、一旦起こった地震現象を社会に報知したりすることに、彼らの目的とする大地震の予知ほど大きな関心を集めないような印象を個人的には受ける。別の言い方をすれば、このような既知の地球科学的現象に対して、観測から社会への情報伝達までの組織的な標準化やシステム化がまだまだ足りないのだと感じる。地下の状況を時々刻々モニタリングし、その実況を科学的に解説、予測、報知する総合システムを作ることは、我々が成し得る基礎科学の社会への適用の次のステップであろうと私は考えている。私の思い描くリアルタイム地象学とは、地殻活動モニターム（現業室）に緑色の日本列島が描かれており、ある日どこかの地方に黄色い点が現れ、それが見る間に赤くなる。それを監視していたモニタ要員が、現在過去 50 年間無かった現象が起きはじめたことを確認し、地震発生や火山噴火についての情報を社会に対して発信するような仕組みを作ることである。

ただし気象分野を見ても、このようなシステム化への道は平坦でないことは確かである。我々はようやく地震津波早期検知網や Hi-net、GEONET という面的な標準的高密度観測網を手にした。これらの観測網は単に震源決定や地殻変動観測の精度を上げるということばかりではなく、精度を統一した測器を高密度に面状に分布させることによって新たな物理現象をとらえる測器を創ったとも言える。地象学では、このような、人間が監視可能な時間スケールで変化する地球物理量を探る新たな測器や手法の開発、あるいは気象分野で例えるならレーダーにあたる能動的観測手法の開発や数値モデルの開発等も並行して手がける必要があるし、それらの処理結果のわかりやすい図示や社会の理解、冗長性のあるシステム構築、伝達技術開発や法整備など課題は山積している。

これらのどれかが一つかけてもリアルタイム地象学は実現しない。これは基礎科学としても、そして基礎科学を社会に適用するための総合科学としても非常に挑戦的な夢であると私は思っているし、これを実現することは、「非常に正直に基礎科学を必要としている社会」への科学者としての回答の一つであると考えている。