

社会が苦手なこと

鳥井弘之

自然界を観察し、仮説やモデルを構築し、実験などによって仮説の正しさを実証する。これが、これまでの科学の基本的な考え方であった。だからこそ、誰が何度も同じことをしても、同じ現象を繰り返すことができる。つまり再現性こそが科学の生命線であった。別の言い方をすれば、実証可能で再現性がある現象だけを対象にするのが科学だったと言っても過言ではないだろう。

ところが、最近になって科学の対象が難しくなってきた。実証したり、再現することが原理的に困難な現象を扱わざるを得なくなってきた。典型的な例が、複雑系である。複雑系は初期条件がわずかに違っただけで、結果が全く違ったことになってしまう。初期条件を完全に再現することはできないから、結果を再現することは不可能になる。

実際の社会や自然界は極めて複雑であり、本当に役立つ科学を構築しようと思えば、どうしても複雑で個別的な現象を扱うことが求められる。

大気中の二酸化炭素が増えたら地球の気候がどう変化するか。一般論として温暖化が進むことは予測できても、いつ頃どの程度温度が上がるかとか、ある地方についての予測をするとなると、事態は一挙に困難になる。

地球全体の気候システムのモデルを作り、スーパーコンピューターを長時間運転しシミュレーションする。そのモデルが忠実に気候システムを反映していたとしても、複雑系であることを考えると、ある地域の気温がいつ頃何度になるかは正確に予想できない。しかも、モデルの正しさを演绎的に実証することもできない。当然、必ず不確実性が残る。

米国が地球温暖化防止に関する京都議定書から離脱を決めた。科学的根拠が曖昧だということを

理由にしているが、曖昧さを科学的に消し去ることは原理的に不可能だろう。だからこそ予防的な措置が求められていると考えることができる。

地震についても同様なことが言える。というより、地震の研究は当初からこの種の困難な問題に挑戦してきたといつてもいいのだろう。プレートの移動に伴って地殻内に応力が貯まり、断層などがずれることで応力が解放され、その結果として地震が起こる。どの程度応力が蓄積しているかとか、何年ぐらいの周期で地震が起こるかといったことは分かるが、いつどこで地震が起こるかとなると、回答をだすのは至難になる。

阪神淡路大震災の後、地震調査研究推進本部が設置され、基盤的調査観測網を始めとする観測体制が急速に整備されてきた。観測データが豊富になれば、科学としても急速に進歩する。科学研究が急速に進歩している分野といえば、生命科学を思い起す人が多いが、地震分野も生命科学に匹敵する勢いで（多少言い過ぎかも知れないが）進歩している。東海地震の警戒区域が変更されたが、これも進歩を反映した結果とも言える。

科学が進歩すれば、それだけ不確実性を小さくすることはできる。しかし、残念ながら完全な予知にはたどり着けない。かならず、不確実性が残ってしまうからである。複雑な現象を対象にする科学の宿命といつてもいいだろう。

調査観測網の整備と同時に、全国の主要活断層の調査が行われ、いくつかについて評価結果が公表されている。トレンチ調査によって、いつ頃前回の地震が起こったか、その時の地震の規模などについて調べることはできる。それでも、次にその活断層が動くのは何時かという話には結びつかない。

だから、評価結果は「現在を含めた数百年以内

これまでに発表された活断層の評価

活断層名	予想された地震規模 (マグニチュード)	30年確率 (%)	50年確率 (%)
糸魚川-静岡構造線	8程度	14	23
富士川河口断層帯	8程度	0.20~11	0.37~18
神縄・国府津-松田断層帯	8程度	3.6	6.0
京都盆地-奈良盆地断層帯南部	7.5程度	ほぼ0~5	ほぼ0~10
森本-富樫断層帯	7.2程度	ほぼ0~5	ほぼ0~9
養老-桑名-四日市断層帯	8程度	ほぼ0~0.6	ほぼ0~1
函館平野西線断層帯	7.0~7.5	ほぼ0~1	ほぼ0~2
長野-利府線断層帯	7.0~7.5	1以下	2以下
鈴鹿東線断層帯	7.5程度	0.5以下	0.8以下
生駒断層帯	7.0~7.5	ほぼ0~0.1	ほぼ0~0.2
有馬-高槻断層帯	7.5程度	ほぼ0~0.02	ほぼ0~0.04
北上低地西線断層帯	7.8程度	ほぼ0	ほぼ0
信濃川断層帯	7.5~7.8	ほぼ0	ほぼ0

にマグニチュード8以上の地震が起こる」といった表現になってしまふ。しかし、これでは私達の生活の周期とあまりにもかけ離れており、防災対策が必要なのか不要なのかの判断はつかない。最初の評価結果が発表されたとき、分かり難いという批判があったこともうなづける。

同じような悩みをもつのが天気予報である。一般の人からは当てにならない情報の代名詞のようにいわれることがある。過去の経験の積み重ねから予報することもあるが、短期予報についてはコンピューターが使われる。コンピューターによる場合は、大気空間をメッシュに区切り、各点の大気の動きから、将来の動きを予測することになる。

そのメッシュの幅を狭めていけば、計算時間は膨大になるが、予報の精度は上がるはずである。それでも必ず不確実性は残る。しかも、計算時間がかかりすぎれば、現実が予報を追い越してしまうし、コストがかかりすぎるという点でも現実的でない。そこで、気象庁は不確実性を残したまま、予報を発表することにした。降水確率である。

地震調査研究推進本部でも、天気予報と同様に不確実性を残したまま社会に伝えることができな

いかと考えた。そこで、30年とか50年という時間を区切り、その間に地震が起こる確率を計算することにした。たとえば、30年以内に糸魚川-静岡構造線が動いて大地震が起こる確率は14%という計算結果になった。もちろん、この数字 자체が一定の仮定の上に立っており試算に過ぎないが、それでも調査結果を身近に感じさせるという効果はあった。

身近に感じさせたとはいえ、来るべき地震にどう対処すればいいかということを社会や地方自治体が理解したかというと悲観的にならざるを得ない。一般人にとって、確率という概念は極めて難しい。科学技術の専門家でさえ、自分の専門分野では確率という概念を利用するにもかかわらず、専門分野以外では往々にして一般人と同じ反応をする。

30年を超える新聞記者生活を通して、身にしみていることがいくつかある。第一は、現代社会は数字が大好きだが、数字の持つ意味については無頓着なことである。第二は精度とか確度には関係なく数字が一人歩きすることである。第三として確率とかリスクといった概念がほとんど理解されないという事実である。

まず、数字の意味について考えてみたい。普通の人々が放射線を浴びる線量限度（上限値）は一年間に1ミリシーベルトと定められている。原子力施設で軽微な事故などがあると、放射能が漏れて従業員などが被曝することがある。マスコミなどは、わずかな被曝でも大騒ぎになるし、線量限度を越えたりすれば今にも死人がでそうな報道になることが多い。線量限度を決めた際の考え方などは、誰も関心を持たない。

線量限度を決めるには、放射線による発ガンなどの影響には閾値がないことを仮定している。研究のデータをみると少なくとも年間200ミリシーベルトの以下の被曝では、ガン発生の確率は増加しない。しかし、もっと被曝量が高いレベルでは、被曝線量が増加すると発ガン率が増加する。この増加曲線を低レベル被曝まで外挿し、どんなに低いレベルの被曝でも発ガンのリスクが増大すると仮定する。これが閾値の問題である。線量限度の考え方には、閾値がないと仮定すると同時に、こうして計算されるリスクを社会で受け入れられるリスクと同程度低く抑えることと、自然放射線による被曝の世界平均と同じ程度まで低くすることを目標としている。

年間1ミリシーベルト以下という制限にはこのような背景があるから、当然のこととして線量限度を多少超えた被曝は、全く心配する必要がないことになる。逆に200ミリシーベルト以下程度の放射線なら、長時間浴びると免疫機能が高まるとか、リュウマチの症状が緩和されるという報告もある。人間は長年温泉療法の恩恵に浴してきたことを考えれば、このようなプラス効果の方が説得力に富むと思われるが、1ミリシーベルトという数字の意味が無視されて一人歩きしているのが現状である。社会の中には、これに類する話がいくらもあるに違いない。

第二は精度や確度に關係なく数字が一人歩きする話である。現代社会では、土壤などからダイオキシンが検出されると、これも大問題になる。埼玉県の所沢市で農作物からダイオキシンが検出されたと報道され周辺の農家が迷惑したり、母乳に含まれるという調査結果が出て母乳を中止した母

親の話があったりした。小規模のゴミ消却施設は温度が上がらずダイオキシンの生成が多いということで、全国的に焼却施設の入れ替えが起こったことも記憶に新しい。

しかし、ダイオキシンの場合、毒性が強いからppbとかpptという濃度が問題になる。プールの中に角砂糖を一個とか、東京ドーム分の水に一個を溶かしたといったオーダーの濃度である。普通の人なら、こんな微量なものが正確に測れるか疑問を持ってもおかしくない。当然のことながら、サンプルの濃縮などよけいなプロセスが入るため、極めて難しい分析になる。よほど熟練者でないと精度はでない。事実、同じサンプルを分析して、業者によって三桁も結果が違うという例が報告されている。社会的な問題だけにこれでは困るということになり、ダイオキシンのような微量元素の分析業者について、資格要件を定めた。多分、これからはもう少し精度の高い分析結果が得られるようになる。

ダイオキシンで世の中が大騒ぎした時を振り返ると、まだ資格要件も何もない時代であった。ダイオキシンが検出されたという報道をするなら、誰がどんな方法で分析したかを調べ、信頼できるデータだけを報道すべきであった。しかし、測定して数字が示されれば確度や精度という概念は完全に無視され、数字だけが一人歩きした。

水質の汚濁を防ぐため、河川や湖沼には環境基準が定められ、毎年それぞれについて環境基準が達成されているかを環境省が調べて発表する。私たちは、BODなどの値が基準値より低ければきれいな川、高ければ汚い川と考えがちである。しかし、川の流れにも季節変動や雨の降り方による変動がある。もちろん川の中央と岸寄りでは流れ方も違ってくる。流れ方が違えば、当然のように汚染物質の濃度も違う。そう考えると、測定したときにたまたま基準値以下であっても、普段はもっと汚濁しているかもしれないし、その逆も考えられる。

もし、きれいな川と汚い川を識別しようと考えるなら、測定したときに基準値より一桁以上低ければきれいと考えても大きな間違いはないだろう

し、基準より一桁以上高ければ汚いといえるだろう。でも、多くのマスコミを始め、社会は数字が示されれば、それがどういう由緒で出てきた数字かには余り関心を持たない。

1987年の超伝導ブームを覚えている方も多いだろう。スイスのチューリッヒにあるIBMの研究所が世の常識を破って、酸化物のセラミックスで超伝導が起こる可能性を示した。これを受け、東京大学の研究者が超伝導を確認するとともに、従来の定説より遙かに高い臨界温度を持つという研究結果を発表した。ブームの始まりである。それからというもの世界中の研究者が新しい高温超伝導物質の探索に躍起となり、次々と怪しげな結果が発表された。

曰く、「摂氏-150度で電気抵抗が急激に減少し超伝導の兆候を発見した」、「-50度で超伝導を確認」などなどであった。もちろんマスコミもこぞってこれらの研究成果を報道したし、常温超伝導の発見も夢ではないと考える人が増えた。ところが、しばらくすると測定の際に使う不活性ガス中に水分があるとその水がサンプルと電極の間で電池を作ってしまい、見かけ上電気抵抗が減少したような結果になるという研究が発表された。超伝導の兆候という研究成果はすべて無意味な研究だったということになった。

この例などは、一般社会のみならず、専門家ですら数字が出ると、何を計測しているかという数字の裏の意味を振り返らず、数字が一人歩きしてしまうことを示している。社会は数字の意味とか、精度や有効数字という概念は苦手と考えざるを得ない。

社会が苦手とするもう一つは、活断層調査で採用した確率という概念である。日本では毎年約1万人が交通事故で亡くなっている。このことから、ある人がある年に交通事故で死亡する確率を計算することができる。日本の人口を約1億人とすると、そのうちの1万人が毎年交通事故死するから比率は $1/10000$ である。これを%で表すと、0.01%ということになる。

一方日本の原子力発電所がチェルノブイリクラスの大事故を起こすのは100万年に一回程度とい

われている（国際的にみると、1万年に1回程度が目標になっている）。ある年にある日本の原発が重大事故を起こす確率は0.0001%になる。これらの数字と静岡-糸魚川構造線で大きな地震が起こる可能性を比べてみたらどうだろう。この地域で大地震が起こる確率の方が圧倒的に高い。

ふつうの親は子供に対し、交通事故に気をつけるよう教育することを考えると、交通事故の怖さは十分に認識している。とはいえ、家の周辺に新しい道路ができる場合に、怖いから反対という人は多くない。反対運動が起きても環境問題や利害関係が原因となる。しかし、近くに原発ができるとなると、多くの人が本当に大丈夫か心配するし、相当の反対運動が起こる。原発立地は地域の首長選挙の争点になる。

地震はどうだろう。阪神淡路大震災で地震の怖さを実感した人も多いが、それでも地震対策はなかなか進まないのが実情である。地方選挙で防災対策が争点になったという話もあり聞かない。静岡-糸魚川構造線の14%という数字が計算されたとき、この数字を人々がどう受け止めるか議論になった。人々が普段から確率に接するのが降水確率である。ある日の降水確率が20%といわれたら人々は傘を持つだろうかという話になった。多分、傘を持つ人は少ないだろう。14%という数字を発表すれば、防災対策をしなくていいというメッセージになりはしないかという心配する人が多かった。

詳しい数字は失念したが、阪神淡路大震災の前に、あの断層の30年確率を計算すると5%程度という結果になったという。地震前にこれを発表していても、防災対策が進んだとは考えにくい。事実、ある学者グループが、兵庫県に対し、あの地域で地震の起こる可能性が高いことを指摘していたという話を聞いた。それでも、地元の方々は地震の危険性が高いことは考えなかっただし、特別な防災対策もとられなかった。

このようにみると、原発、交通事故、地震の中で、人々にとって一番怖いのが原発で、次が交通事故、最後が地震ということになる。皮肉な見方をすれば、社会の人々は確率が低い事象ほど

怖いということにもなりかねない。いかに、確率という概念を人々が理解しないか、驚くほどである。

さらに、確率という概念の難しさは、たとえば事故確率が0.01%と0.001%では何が違うのか不明確な点である。両方とも十分に小さな数字だから、そんな現象は起こらないと割り切ってしまうこともできる。しかし、割り切ってしまえば、確率的安全管理そのものが無意味になってしまう。事実、その後に発表された活断層の評価結果では、この種の十分に小さな数字が多い。だからといって、防災対策をないがしろにしていいということにはならないだろう。0.01%の地域では防災対策が必要だが、0.001%のところは不要かという話でもない。

同様なことが原発にもいえる。資金を限りなくつぎ込めば過酷事故が起こる確率をいくらでも小さくできるはずである。日本の原発はコストが高いといわれるが、安全対策にお金をかけているからである。国際的には、過酷事故の発生確率が日本より2桁高い状態を安全目標としている。安全対策にお金をかけ過ぎれば、値段の高い電気になってしまい経済的に成り立たない。

ここまで考えると、どの程度安全であれば十分に安全かという問題に突き当たる。活断層調査の結果を見て、防災対策にどの程度のお金をかけるかという判断と同じである。これは、もはや政治的な命題であり、科学の対象ではない。そうなると、科学と政治の間を結ぶ架け橋のような存在が必要になる。また、その判断は、時代によって大きく変化するものだろう。もちろん、地域によっても違ってくる。時代の変化を科学や技術にフィードバックする意味でも架け橋が重要になる。

科学は予知・予測の学問という言い方もできる。再現性があるということは、何が起きるか完全に予知できることを意味する。最初に述べたように、かつては完全に予知できる問題だけが科学の対象であった。しかし、好むと好まざるによらず、科学の対象は個別的で複雑な問題に広がってきた。それでも、科学である限りは、予知や予測

をしなければならない。当然、不確実性が残る。地震の研究はその宿命を負っている。

不確実な問題の予測結果をどう表現するかが大きな課題になる。現代科学は対象を細分化することで進化してきた。だから、生命の研究では、遺伝の仕組みであるDNAの働きや構造まで理解が進んだ。でも、DNAが解明されても、生命とは何か、生きていることとはどういうことかは分からぬ。細分化が進んでも、なかなか全体の理解には至らない。全体を理解できないから、全体を表現する能力を持っていない。不確実な問題を表現するのは、全体を表現することと共通点が多いのかもしれない。

どの程度安全なら十分安全と考えるかは、政治の課題だとのべた。かつては、一部の限られた政治集団がその判断をすれば、一般の人々はその判断に従った。政治集団だけが、科学の成果を認識していればすんだ。ところが、成熟社会になると事情は異なってくる。政治を一般に開放する欲求が高まり、政治の情報公開を求める声も大きくなる。各種のNGOや市民活動が政治の舞台に上がってくるようになる。

確率が理解されにくいとはいえ、現在のところは不確実な問題を表現する唯一の方法が確率なのかもしれない。そうだとすれば、理解されにくからといって、手をこまねいているわけにはいかない。というよりも、数字の意味や数字の精度・確度など、これまでの社会が苦手してきたことを克服する努力が必要になる。

成熟社会で数字の意味などが無視され統ければ、様々な数字が社会の中を亡霊のようにさまよって人々を惑わすことになる。惑わされれば、人々は不安になり、大騒ぎをし、騒ぎを静めるために膨大なコストがかかる。確率を全く無視する社会で情報公開が進めば、人々は際限なく安全を求める、無意味なまでに事故確率の低下を要求する。これにも莫大なコストがかかってしまう。社会の苦手を克服しなければ極めてコスト高の社会になり、そういう社会はコストに押しつぶされて滅んでしまうかもしれない。

21世紀の世界を考えたとき、いち早く社会の苦

手を克服した国が世界のリーダーになると言っても過言ではないような気がする。最近は知的基盤という言葉がよく使われ、多くの場合データベースとか標準などを意味する。しかし、科学的・合理的議論ができるような社会的基盤、つまり数字

の意味などを十分理解しようとする人々を作るところ、本当の意味での社会の知的基盤ではないだろうか。日本にとって、本当の意味での社会の知的基盤を作ることが重要だと考える。