

少年老いやすく学成り難し

盛川 仁・助教授

専門：地震工学・時系列解析

研究室電話：045-924-5607

電車に乗ったら

電車に乗っている時に、連結器のすぐ後ろの座席に座って前の車両を眺めたりすることはありますでしょうか？1両編成の車両しか運行していなかったり、その場所が優先座席で遠慮があったり、あるいは、連結器側が壁になっていて窓がなかったりすることもありますから、電車に乗りさえすればいつでもそのような状況に遭遇するとは限りません。でも、それをイメージすることは簡単ですね。

この小文をはじめると当たって、想像力を働かせてそんな状況を思い浮かべつつ、少しばかり私の昔話におつきあい下さい。

私が高校生のころ、と申しますと1980年代前半のお話です。大昔ですね。当時、私は電車に乗って通学しておりました。いつも、電車が空いていると連結器のすぐ後ろの座席に座ってぼんやりと、前の車両が揺れる様子を眺めているのが好きでした。なんだかとてもリズムカルで楽しそうなのです。そんなことをしていないで、電車の中で本を読むなり勉強するなりしていれば、もっと違った人生だったかもしれません。しかし、これについてはもう取り返しがつきませんし、本題とも関係ありませんから放っておきましょう。

とにかく、ある日、私は前の車両が揺れる様子を見ながら、とても素晴らしいことを思いつきました。正確には、思いついたような気がしました。それは、もし自分の乗車している車両が前の車両と全く同じ物理条件を持つのであれば、前の車両の動きからちょっとだけ先の未来の自車の空間上の絶対位置を正確に予測できるのではないか、というもので

した。

わずかに0.1秒ほど先のこととはいえ（これは電車の速度に依存しますが）、未来のことが予測できるかもしれないという、そのこと自体にゾクゾクするような魅力と底知れない可能性を感じたのです。タイムトラベルをテーマにしたSF小説を読み漁っていた当時の私にとって、この考えはなんだかとても素晴らしい発見のように感じられました。しかも理想的な条件下では前車の動きを計測するだけで十分であり、前車と自車の物理定数を一切必要としないという点でも夢のようなアイデアでした。

夢のあとに

今になって振り返ってみると、非常に残念なことだと思っているのですが、凡人の私はこの「すばらしい発見」についてそれ以上の追求をしようとしなかったばかりか、そのままきれいさっぱり忘れてしまいました。悪友にこの大発見について自慢げに話しましたところ「当たり前やん」（大阪弁です）と軽く一蹴されてがっかりした、ということも気持ちよく忘れてしまった一因に挙げられるでしょう。

確かに、少し冷静になって考えてみれば、このことは至極当然のことで、とりたてて喜ぶほどのものではないことが判ります。むしろこの手の予測を行なう場合の問題点がどこにあるかということを考えてみると、いかにこの思いつきが現実には即していないか、ということにイヤでも気が付いてしまいます。たいていの場合、前の車両と自分の車両の乗客の体重や乗車位置は異なっていますから、2両の車両の物理的条件そのものが違います。つまり、最初か



ら前提条件が満足されていないのです。あまり現実的でない前提条件、または、自分にとって都合の良い条件のみを設定して、そこから得られる(であろう)結果に喜んでいるようでは、せっかくの大発見も「当たり前やん」といわれて終りになってしまいます。

もっとも、車両ごとの物理的条件の違いを何らかの方法で評価して、その分だけ補正したつもりであってもなお、予測と云うものは(お約束通り)しっかり外れてくれるものなのですが…。それにこのような方法では、車両の物理条件を考えなくてもよいという魅力もなくなってしまって、ちっともうれしくありません。

当然ない

なかなか本題にたどり着きませんね。でも、もう少し「未来を予測する」という話題におつきあい願います。

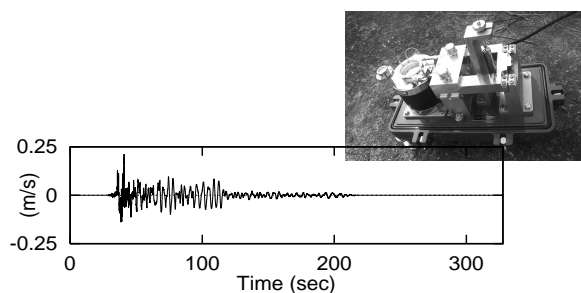
高校生であった私は、ある種の理想化を行うことによって未来が予測できる、ということを主張しようとした。しかしその一方で、極端な理想化が必ずしも現実的ではない、という点にも注意を払わねばならないということ、図らずも悪友の一言で認識させられました。これは、確定的な将来予測をしようとしたところに本質的な難しさがあったと言ってよいでしょう。

未来を確定的に予測することができるのなら、本当に素晴らしいことですし、かつての私が自分の思いつきに狂喜したのもその可能性に酔ってしまったからです。しかし、現実には到底あり得ないような理想的な条件のもとでしか確定的な予測は当たりません。

そうです。全然当然なのが普通なのです。

また今晚寝られなくなっちゃう(古いつつつ...)

実は(勿体ぶるほどのことはないのですが)、現在ではこのような問題の解決方法としてフィルタリング理論に基づく解析法が広く知られています。これは未来のある時刻での値を確定的に予測する代わり



に、確率論的なバラツキを採り入れたうえで、予測値のバラツキ具合を考慮しながら尤もらしい値を選ぶという考え方に基づいています。

フィルタリングについてのお話を始めると紙数がいくらあっても足りませんから、その話は別の機会に譲ることにして、残りの部分ではもっとも基本となる確率論についてのお話をしたいと思います。

確定論的な意味で厳密に表現できない部分を含む現象を扱う場合、そのような部分に「取り得る値の幅」と「その幅のなかに含まれる個々の値の取りやすさ」を考えることができます。このような性質を確率論的性質(不確定性と言ってもいいでしょう)と呼んでおり、確率論的性質を考慮した解析手法のことを確率論的手法といいます(そのまんまですね)。

乱暴な人ならば、確率論的手法を用いれば、ちょっとくらい予測値がハズレても後から適当にいわけができそうでい・い・感・じ♡、と言うかもしれません。確率論的手法になんとか付きまとう「こんな感じ」から、確率論はどことなく胡散臭いものだと思っておられる方もいらっしゃるでしょう。

それに、そもそも不確定性ってどうやって与えるものなのでしょうか。なんだかよくわからないから不確定性をとり入れようとしているのに、よくわからないものの不確定性の与え方なんてもっとわからないような気がします。電車の物理条件がよくわからないからといって、どんなパラメータについてどういう不確定性を設定すればいいのでしょうか?

昔々あるところに

確率論の生い立ちを知ることは確率論的な概念を理解するうえで無駄にはならないと思いますので、2世紀分の歴史をかいつまんでお話ししておきます。

確率を考える、ということは、もともとは賭博をおこなう貴族の知的な遊びの一つでした。パスカルとフェルマーが書簡で議論したサイコロ遊びに関する数学的問題がはじめて歴史上に登場した確率論であるといわれています。また、古典的な確率論を大成して確率に対する一つの考え方を示したのが、



かの有名なラプラスです。

ラプラスの考え方には、ある現象が確定的にわからないのは、単なる情報不足、あるいは私たちの無知によるものであるという考えが根底にありました。従って確率とは主観的に決定し得るものだというのです。全ての物理条件と初期条件をきっちり与えさえすれば、絶対に曖昧さなど存在しない、というわけです。確かにこの考え方はわかりやすいですし、ある限られた範囲の問題に対しては現代でも十分に通用する概念を含んでいると言えます。

その後、この考え方の妥当性に関する議論が「確率とは何か」という一種の哲学的問題へと発展してしまっ、数学としての進歩がみられないままに、むなしく時が過ぎていきました。ところが、コルモゴロフはこのような哲学的問題をアッと驚くような方法で解決してしまったのです。彼は、ある条件式を満足するものはどんなものでも「確率」と呼ぶ、という約束を勝手に導入することで、「確率とは何か」という議論を巧妙に棚上げしてしまいました。この瞬間、確率論は純粋数学の仲間入りを果たしただけでなく、20世紀の物理学や数学に大きな影響を与える新たな学問分野として、破竹の進撃が始まったと言ってもよいでしょう。

「大数の法則」と呼ばれる重要な理論に関する数学的理解の進展に伴って、現在では、確率とは客観的に決められるものであると云う考え方が主流です。つまり、ある現象が本質的に持っている確率と云うものが存在して、実験や観測を繰り返すことによって、頻度という形で目に見えるようになる、と考えられています。

出る幕

確率論の出る幕というのとは一体どう云う場面であるのか、ということについては、よく考えておく必要があります。理論的に確率論的性質が明らかであると云う幸運な場合を別にすると、先ほどお話ししたとおり、ある現象の確率論的性質を目に見える形にするためには、同じ条件のもとで実験や観測を

何回も繰り返す必要があります。このことは、確率論的な取り扱いをするのに適した現象とは、たいていの場合、膨大な情報を背景として得られるある特定の確率論的性質に基づいて議論を進め得る現象に限られる、ということの意味しています。

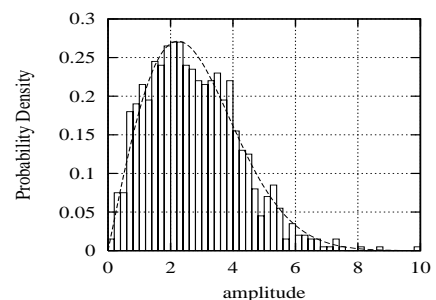
従って、「よくわからない=確率」という図式は成立し得ません。このような勘違いは、ラプラス流の主観的確率や大数の法則に対する曲解や誤解に起因しているのではないかと考えています。私が取り組んでいる地震動に関する種々の現象もよくわからないことだらけですが、だからといって確率論的に取り扱えばよろしい、というお話にはなりません。出番かどうかよく考えてから、舞台上上がらなくてはならないのです。

砂上の楼閣

これまで、「確率論的手法」と一言で済ませてきましたが、これは、確率論を基にして現象を解明したり、あるいは解析をおこなうための理論体系である、と言い換えることもできます。これらの理論体系の多くは非常に美しく、それだけでうっとりするような魅力があります(なんとなく表現が病的ですが)。しかも、何か数字を入れると何かしら答が返ってくる、というブラックボックス的に使えてしまう理論も多く、とってとても便利そうです。

もちろん、答が出てくるとそれが正しい答を与えている、ということは全く別の問題です。これらの理論をどのような場面で活用するかは、あくまでも使う人の責任にまかされています。その理論が要求している前提条件を満足しているかどうか、また、出番が場違いではないかどうか、はそれを使う人が判断しなくてはなりません。理論が精緻であればあるほど、取り扱う現象の確率論的特性が高い精度でわかっていなくてはならない、ということにも注意を払う必要があります。

これらの理論を適用するにあたっては、何らかの方法で対象とする現象の確率論的モデルを設定しなくてはなりません。モデルの設定とは、言葉を換え



ると、確定論的な文脈で規定されている物理現象の支配法則と確率論とをつなぎあわせる行為である、ということもできます。従って、この作業の妥当性が確率論的手法の信頼性（見方を変えると、「胡散臭さ」とも言えます）の全てを決定すると言ってもよいでしょう。すなわち、この部分をないがしろにしたモデルに基づく解析は、たとえどんなに精緻な理論を用いていても、それはまさに砂上の楼閣を築いているにすぎないのです。

おわりに

実際のところ、「よくわからない=確率」という図式をはじめとして、それ以外にも様々な恐るべき(?) 勘違いのもとでの安易な確率論的モデル化が行われている例が少なからず見受けられます。そして、それによって確率論そのものが一部の人々(地震に関わる一部の人々、と範囲を限定すべきなのかもしれませんが...) から胡散臭くみられてしまっているのではないかと思うのです。これは非常に残念なことです。

確定論的手法と確率論的手法(の極端な支持者達)が、何となくいがみあっているというか、うまく馴染んでいないように思えるのは私だけではないと思います。確定論と確率論の接点を探求することは、工学分野において確率論的手法を扱っていくうえで、非常に重要な課題のひとつであると考えています。これまでもそうでしたが、これからも、このような観点から地震や地震動をはじめとする種々の物理現象を見ていきたいと思っています。

そんなわけで、かつて電車のなかで大発見をした(つもり)の少年は、老いやすく学成らずして、確定論と確率論の谷間を逡巡しながら、やっぱり電車の中で連結器を眺めているのです。

