

多体問題の数値モデル化について

東工大 理 田口善弘

拝啓

君に僕のようなものが意見を書くことをお許し下さい。本来、僕はこの様な内容にコメントをする資格はありません。大体、僕は物理学科の出身ではないし（卒業研究は地震予知論だった）、物理の正規の教育を受けたとはとても言えません。僕自身は「複雑系」の研究についても部外者ですが、それ以上に本当は物理に関して部外者です。ですから、多分、僕が複雑系の研究会について何か言えることがあるとすれば、今現在複雑系の研究会が目指している様に見える「異った分野間の交流」のなれの果ての一つの実例として僕を見て下さい、ということでしょう（あまり、いいなれの果てとは思えません）。

さて、この手紙の本来の目的はモデル化について論じることです。一般的ないみでのモデル化について論じることが僕の能力も越えていますし、そういうことを論じても哲学にしかないなので、論じません。僕が論じたいと思うのは多体問題についてのモデル化です。

またも私事で恐縮ですが、僕が物理に転向したきっかけは統計力学との出会いでした。「温度」という訳の解らないものが結局は2つの系をくっつけた時にもっともとりやすい状態をとる、という非常に単純なことを表しているだけだと言うことが解った時の感動は今でも忘れられません。温度というのはつまり、多数の十円玉を投げ上げてでる表と裏の数が大体等しい確率が圧倒的に大きい、ということと同じだ、と言う風に感じたのです。温度と言うのは物理学的ないみで言えば微視的な粒子の運動としてとらえられるのかもしれませんが、それ以来、僕の頭の中では「温度→場合の数が大きい→十円玉」と言う変換式が形成されてしまい、「温度」と言う言葉を聞くたびに十円玉がピョンピョン跳ねるようになってしまいました。

これがモデルによる理解ということだと思えます。人間がモデルを作るのは何かを理解するためで、モデルと言うとカッコいいですがつまるところは「たとえ」の高級なやつです。ですから、モデル論、というのは自然をどうやってうまく例えるのか、という点についての議論であるべきだと思います。

ここで、十円玉の例えがいいものかどうかは解りません。一般に物理の標準的なコースではどういうわけか物理の発展段階に歴史的に忠実に学問を学んで行き、後で習うことほど高級という（暗黙の）教育をされますが（物理学科の標準的なコースを習得した友人たちはこれを、「洗脳」と呼びますが）、そういう教育を受けた人には温度はあくまで原子の運動であるのかも知れません。でも、僕には十円玉の方が解りやすいし、それで満足しています。

モデル化についての議論は結局、この点につきると思います。ある人にはわかりやすいモデルであるものがある人にとってはわかりにくい。それで、どちらのモデルが正しいか、という点に議論が行き、最後は立場論争になってしばしば、人間関係まで壊してしまう人もいます。

どちらのモデルが正しいかは「歴史が判断する」ことになっていますが、本当のところをいえば、みんな、「正しいモデル」を出そうと努力しているのではなく、「自分にぴったり来るモデル」を出しているだけだと思います。もし、それが結果的には歴史によって、正しい、と評価されればそれはそれで嬉しい、ということでしょう。

もし、君のところに悪魔がやってきて「10年後に今お前がやっているテーマの正しいモデルが明らかになる。それを教えてやろうか？」といったら君はどうしますか？勿論、知りたいと答えるでしょう。でも、相手は悪魔ですからただでは教えてくれないでしょう。彼は魂を要求するのでしょうか？僕はそんなことはないと思います。悪魔が要求することは多分、それを教える代わりにそのモデルを君の名前で君が作ったものとして発表することだけだと思います。そして、彼が君に教えてくれるのは君が最も嫌いなタイプのモデルでしょう。微分方程式しかやらない人にはカップルドマップラティスのモデルをもってき、もの重視の人には観念的なモデルを持ってくるでしょう。それを君の名前で発表しなくてはいけないという苦しみだけで悪魔は十分楽しめると思いませんか？

こう書くと、真実の一つだから、そんなことはないはずだ、それが正しければ納得できるはずで苦しみはないと思うかも知れません。僕はそんなことは思いません。例えば、対象が物理であって、真実が一つであっても、自分でじっくり来ないモデルは発表できないでしょう。それを強いられただけにはそれは苦しみ以外の何者でもありません。

僕がモデル作りの天才だと思うのはファインマンです。彼は経路積分とグラフ展開という考え方を提出しましたが、僕にとってはこれこそ偉大なモデル化です。シュレディンガー方程式で書かれた量子力学がじっくり来なかったのでファインマンは経路積分という見方を提出したし、摂動展開が気に染まなかったからこそファインマングラフを考え出したのでしょう。彼の頭の中では波になったり粒子になったりする波束の代わりに確率空間をのたうちまわる「経路」が見えていたし、バラバラの摂動項の代わりにグラフの固まりが見えていたと思います。こういう、あたらしい概念を提出できるところがモデル化の醍醐味だと思います。

さて、長々とモデル化について述べてきましたが、今度は「多体系」という方に論点を写しましょう。どうして、多体ということにこだわるか、という点です。またも、個人的な歴史に触れますが、「温度=十円玉」という単純な公式が成立した秘密は多自由度性にあると思います。非常に単純な要素（十円玉や粒子）であっても、非常に多数のものが集まると非自明な振舞いになり、「温度」という一見、関係のなさそうなものを説明してしまう、という感動が忘れられないからこそ、「多自由度性」に拘ります。何か複雑な現象があったとき、それをなるべく簡単なエレメントの共同現象として記述することが僕にとってのモデル化です。その時、大切なことは非自明性です。モデルはあくまでモデルですから、間違っているかも知れませんが、その時、非自明度が高ければ高いほど結果が正しい確率はおおきいと思います。人間が自然をモデル化しようとして非常に非自明な共同現象で自然現象をモデル化することに成功したのに、それが accidental agreement である確率は無限に小さいでしょう。最悪の場合、その現象に対する説明としては間違っていたとしても単純な系の多体効果としての共同現象で見られるものならそれはきっと、なにか他の自然現象で見られることが期待できます。

こういう立場に対する批判としては単純な要素の共同現象でモデル化できたとしてそれ

を「理解」というのか、という問題です。これについてはなんとも答えられない、と答えておきましょう。Navier-Stokes 方程式が流体の挙動をすべて再現するからそれを理解という人もいると思うし、シュレディンガー方程式があってもまだ、量子力学を理解したとはいわない人もいるでしょうから。僕個人の立場としてはそれで十分です。

最後に、なぜ、僕が数値計算に拘るかという点について一言いっておきたいと思います。確かファインマンの言葉だったと思いますが（自信はない）、「暗闇で鍵を探す男」というのがあります。

「ある人が夜道を歩いていると街灯の下でしきりに地面を探している人がいる。そこで、「何か探しているのですか？」と聞くと、「いや鍵を落したので」という。そこで「どこで落したのですか」と尋ねると、「落したのはあっちの方なんですけど、どうも暗くてわからないので、こっちの明るいところを探しているのです。」と答えた。」

これを書いた人は「できることからやっていく。」という立場を忌ましめたのだと思いますが、僕はこうはなりたくないのです。計算機は今のところ自由度が大きく、自分がおもしろいと思ったことは何でもできます。それはひょっとしたら街灯の明るさに比べたらロウソク1本、あるいはマッチひとさし、下手をしたら線香花火程度の瞬きしかないかも知れませんが、そんな明りでも、僕は暗いところで落した鍵を探してみたいと思います。

いろいろ話してきましたが、この話し自体が「モデル論」をいかに人に解りやすく例えるか、という試みの結果です。ですから、これはモデル論のモデルです。この文章がモデル論のよいモデルになっていると君が思ってくれることを祈って、ペンを置きます。

敬具

1993年某月某日

追記：読みかえしてみると、この書簡の本来の目的であったはずの「いいモデルをいかに作るか」がどこに書いてるのか判然としない気もしてきました。僕のいいたかったことはつまり、

「多自由度の現象をモデル化する時にはかなりの飛躍を許して良いのではないか。ただし、その飛躍は意図的で「やらせ」に相当するものであってはいけない。そのためにはなるべく単純な要素の共同現象として説明するよう努力する。その結果が意図せざる非自明性によって現象を説明するようなものであればそのモデル化は現象の本質をついている確率が非常に高い（であろう）」

ということです。勿論、君には君のやり方があるでしょうから、納得はできないでしょうけれども。