

## < 巻頭言 >

### 「不確かさ」の根拠

核燃料サイクル開発機構 大杉俊隆

最近天気予報の精度が向上した。結構良く中る！ 一日を幾つかの時間帯に分け其々での降水確率が示されているが、女心に譬えられる天候の不安定な一時期を除けば、年間を通して結構中てになる。昔、夕焼け空を見上げながら下駄を放り上げ、その「表」、「裏」にて明日の天気を占った頃と比べれば、その結果がラジオの予報と大して違わなかった頃を思い出せば、雲泥の差である。期待感が増し過ぎた所為か、降雨の時間帯が少しずれただけで文句の一つも言いたくなる今日この頃である。

これら予測精度向上に貢献しているのは、気象観測衛星等の配備により可能となった観測データの種類及び数の増加、質の向上、更に、コンピューターを駆使した解析システムの精度向上と言われている。要は、温度、湿度、風速、風向等、また海岸近くでは海流の状態等の気象データを十分な精度で収集し、それらの有意な変動を齎す空間点毎に解析し気象変動モデルを確立する。このモデルを用いて現時点の気象データを入力すれば、次なる時間ステップの気象予測が可能というわけである。実際は、特に計算メッシュ数はまだまだ不十分で、コンピューターの更なる機能向上、大容量化が期待されているとか。

事象のメカニズムが解明されれば、また、計算機能が向上すれば予測精度はそれなりに向上する。只、現実の場で問題になるのは「どの程度の精度で満足できるのか」ということであろう。欲を言えば限が無い。妥協点が確率表現であるが、素人感覚で更には言えば「確率」の精度、誤差評価である。天気予報の現状は、地域は県単位（一部、北部、南部等の地域分け）、時間帯は一日を4分割（早朝、午前、午後、深夜）或いは3時間毎、降水確率は10%の単位、最高・最低温度は℃単位である。では、降水確率10%と20%の差は、どのようなモデルで決められるのか、現状のモデルでのその差の意味或いは不確かさの根拠は、等々。「説明責任」という観点からの、情報を送る側の技術的課題である。

情報を受け取る側から見れば、本日夕方の降水確率が20%と言われれば、普通は傘を持って出掛けない。50%と言われれば迷う。80%と言われれば傘を持っていく。降水確率20%で雨に降られれば腹が立つ。このとき「20%の意味合い」が問題となる。数学的には、「20%に偶々中っただけ、運が悪かっただけ」という言い訳は成立する。しかし、其々20%の降水確率（予報）に対し、三日

連続で雨に降られた場合「運が悪かった」で済まされない。如何に確率論を駆使しても、受け取り側を納得させる説明は困難であろう。送り手側としての説明の仕方もさることながら、予報の正確さの向上に工夫を要するところである。

予報の正確さに一層の向上を期そうとすれば、その時点での「不確かさ」の根拠を出来るだけ数値で定量的に明確にしておくことが次なるステップのために重要である。理論が確立していなければ、データを集積し経験的にでも「ものが言える」ようにしておくべき。予測結果が予測誤差を超えて実際の結果と合わなければ、誤差評価手法自身は勿論のこと、解析に用いたモデル、解析手法自身の妥当性が疑われる。これらの比較結果を反映したモデル、手法の見直しが必要となる。これらのステップを繰り返し、一步一步進む以外に道はない。

ここで話題を「炉物理解析の精度」に変える。「天気予報と一緒にするのか」という非難が聞こえて来そうだが、「事象メカニズムの解明」、「計算機機能の向上」、「誤差評価」といったキーワードを基に考えると、当面する課題「現状でどの程度のこと言えるのか、どの程度の精度で満足できるのか」に本質的な差は無いと思える。

炉物理の役割の一つは、原子炉内での中性子挙動のモデル化及びその数値化である。具体的には、原子炉設計コード、原子炉監視コード及びこれら実用コードの核的精度を検証するための参照解を与える標準解析コード等にて重要な役割を果たす。其々のコードの果たすべき役割に応じて、要求される「中性子の振る舞いに関する記述の程度」及び「数値の精度」が決まる。実用コードの場合には、結論に向けてのプロセスの詳細については兎も角としても、対象に対し結果的に「一定の品質」を保証することが要求される。物がある範囲のコストで作れるか、できた物に一定の機能が保証されるかが先ず重要となる。対象が既存のもので明確な場合、それまでに得た経験則による調整により見掛けの精度は向上し、実用上の問題は少なくなる。では、経験則が活かされない場合、或いは、参照解が期待される標準解析コードの場合は？

実験の場合、実験誤差の伴わない実験値は意味が無い。通常、これらはセットで評価される。個々の測定値から求めたい実験値を算出するわけであるが、それ以上の時間と労力を掛け、個々の測定誤差を吟味し用いた測定システムに係わる誤差を考慮して最終的に実験誤差評価を行う。誤差評価自身の方法論もある程度確立している。解析コードの場合も、得られた数値とそれに伴う誤差とはセットで評価されるべきものという認識が必要ではないか。「数値実験」という言葉は良く聞くが、それに付随すべき「数値実験誤差」は余り聞かない。今後のアクティブな炉物理研究への期待として、「不確かさの根拠を明確に」を、そのための方法論の開発を含めて、蛇足ながら記しておきたい。