

「私の Eureka : 思い出のプレッシャー」

東工大 関本 博

hsekimot@nr.titech.ac.jp

1 プレッシャー

アルキメデスが喜びのあまり「Eureka!」と叫びながら裸で外に走り出すというのは相当のことだったと思う。彼は困難な問題の解決を引き受けたがうまい方法が見つからず、強いプレッシャーを感じていたのであろう。その解決法を見つけたときの喜びはいかばかりであったか。

我々も結構プレッシャーの高い状況で生活している。「原子力は瀕死状態だ。なんとかしろ。」といった勝手な声が聞こえてくる。このような状況は今の状況であって昔の状況ではないと思っている人は多い。例えこれほどではなくても、今が最悪のときだと思っている人はかなりの数になるであろう。原研とサイクル機構が縮小を前提の合併を行うというのだからその判断は間違いではないのかもしれない。しかしプレッシャーは今も昔も変わらない。私はもう慣れっこになっていて、昔の方が大変だった気がしている。

2 核融合から核分裂へ

東工大に赴任して、核融合中性子工学を始めた。中性子工学実験は修士のときやっていたが、新型炉の設計のようなことがやりたくてアメリカに渡り、その後実験はまったくやっていたいなかった。しかし、ともかく核融合というとお金がどんどん出た時代で、研究室の方針ということもあり、助手時代はこれだけをやっていた。実験というのは細かいところに面白いことが隠れており、論文にしたのもその手のものが多いが、私の性格で核融合炉全体のことにもっと興味をもっていた。

しかし、知るほどに核融合よりは核分裂をやるべきだという考えが強くなり、助教授になって研究の完全な自由が得られるようになると、さっさと核融合から核分裂に里帰りした。あまりにも長く核融合中性子工学をやっている、核分裂分野からは新参者に見られるのは必至だったので、高温ガス炉の研究から始めた。私はGAでの経験があったので高温ガス炉をやれば最初からだれもが専門家として認めてくれるだろうとおもっていたら、案の定うまくいき、極めてスムーズにスタートを切った。

3 再びプレッシャーについて

さてプレッシャーのことであるが、これをちゃんと書くには極めて多くのページが必要であることに気づいた。先の調子で途中まで書き始めたのだが、すべて消去して、簡単に「核平衡社会」の考えが誕生するまでの経緯を述べるに止める。

私が助教授になった頃、大学改革の嵐が忍び寄っていた。大学の原子核（力）工学の大物（？）教授が次々に退官していくと、それに呼応して文部省から見直し指示がやってきた。原子力の状況がまた悪かった。日本がその後ろをついて行けばよかったアメリカで、TMI事故が発生し原子炉の新規発注はなくなり、高速炉開発も頓挫し、原子力はもう終わりという雰囲気が日本にもできつつあった。

大学の見直しでは弱い研究所から始めることになった。いつの間にか誰かによって文部省傘下のすべての研究所が評価されていた。ここで、いずれの原子力系研究所も最低の評価を得た。大学に残っていた小物（？）たちは大騒ぎになった。小物の更に下にいたものがどうなったかは想像におまかせする。

4 原子炉研改組

東工大はこの問題を重視し、原子炉研をどう改革するかという委員会を作り、活発な審議を行った。原子力はもうやることはないから、「原子炉研はアインシュタインを招聘したことで有名になったプリンストン大学高等研究所のような研究所に改めるのがよい」というようなすばらしい（？）案が注目を集めていた。しかし、実際のところは我々がなんとかしなければならぬということであった。

我々に高等研究所を作れといわれても困難な話である。しかし私としては、とにかく物理に関するその当時の研究傾向を色々調べた。レーザークーリングのようなナノテクが今後の研究傾向と合致するような気がして、そのための道具としてまだ開発段階であった自由電子レーザーがよいのではと考え、この勉強を始めた。まったくの孤軍奮闘であった。勉強のために大阪科学技術センターに通ったのもこの頃である。しかし勉強が進むにつれて自由電子レーザーの難しさがわかり、これでは大学で道具として自由に使えるようになる頃には自分は退官してしまっているであろうことがわかってきた。当時の大学ではこのような暢気なことをいっていたら、またまたすごいプレッシャーが掛かってくる可能性が大きかったので、所長の計らいで所の概算に載せるところまでやったが、私としてはやはり核分裂でやるべき途を探り出した。

5 原子力の問題

世間が「原子力はだめだ」という理由はいっぱいある。その中で一番問題になる理由は時代とともに次々に変わっていく。当時は廃棄物ということになる。特にアクチニドの高い毒性が問題になっていたが、原子炉で燃やせるのではないかという考えもあった。但し、オメガ計画がスタートするかなり前のことであり、否定的な考えが強く、「有限の地球環境では次々と発生する廃棄物は処分しきれない。核分裂に未来はなく、やがては核融合や再生可能エネルギーに取って代わられるもの」と捉えられていた。

私は核分裂で長期のエネルギー供給が出来ることを示したくてしかたがなかった。「核分裂エネルギーの未来とはどのようなものか？」というのが当時私の最大の関心事であった。

ウランが中性子を吸収すればプルトニウムになる。そのプルトニウム及び高次アクチニドを原子炉から出さないでおいたらどうなるか。そもそも可能なのかというのが最初の疑問であった。私は可能であるという感覚を持っていたが、この答えが書いてある書物は無かった。

6 未来核平衡社会

不思議なことであるが、この答えが書いてある書物は見つからなかったのである。炉物理の問題である。自分で考えられるはずである。「究極の未来はどのような式で表されるであろう。」と考えた。最初シミュレーションを考えた。しかし究極の未来だけ知りたいわけである。「究極の未来は平衡になる。」という考えがひらめいた。後は簡単であった。

$$\frac{dN_i}{dt} = 0, \quad (N_i \text{は } i \text{ 番目の核種の数}) \quad \text{for any } i.$$

を解けばよい。しかし同時に不安でもあった。こんな簡単な式で未来の平衡状態における核種の数が出るのか？数学的には無限の未来を解いたということだが、無限にまつわる特異性を見落としていないか？しかし結局のところ燃料交換といった不連続運転を連続なものに仮定できるなら、これ以外に答えはなかった。手元のマイクロ群定数を入れてみてどのような解が得られるか調べてみた。得られた核種数密度から臨界特性を出してみた。熱中性子炉ではだめだが、高速炉ではうまくいくという結論がえられそうだ。扱っている核種数が少ないが、これ以上の計算はたいへんだ。来年度になればたった1人であるが、新しい学生が関本研に来てくれる。この学生にこの問題をやらせてもらおう。

「未来核平衡社会」という名はどうしてつけたか？最初は「準未来核平衡社会」とつけ

た。燃料サイクルが完全な定常システムにならないかもしれないということと、未来社会が完全な平衡社会とは考えなかったことによる。その昔、軽水炉等の炉内燃料サイクルの平衡状態が似た理由から quasi-equilibrium と名づけられ、日本語では準平衡と訳されていたことを思い出したためである。但し、今ではそのような言葉はあまり使われていないようなので、後に簡単に「未来核平衡社会」となおした。

「社会」と最後につけてあるが、これはこの研究を始めた動機がまさにそのようなことについて研究しなければならないと思ったためである。いつか適当なパートナーでも見つけたら社会についても積極的に研究しようと考えていたのであるが、今のところそのようなパートナーは現われていない。しかし、どういうわけか、これは良いと言ってくれる方も多く、このままにしている。

7 つけたし (CANDLE 燃焼法)

CANDLE 燃焼法についても書いてもらえればということであったが、既に紙面が尽きたと考えるので省略する。但し次のことは言うておくべきかもしれない。

「未来核平衡社会」の研究はまさにプレッシャーの中から生まれてきたわけで、これはアルキメデスの場合とよく似ているとおもう。しかし CANDLE 燃焼法はそうではなかった。

インドネシアからの留学生を得て、長寿命小型炉の研究をしようと思ったとき、長寿命を達成するためのアイデアは高速炉を使い燃焼法はアウトインにすることであった。これはうまくいったのであるが、そのころ学会で電中研が同様の炉を研究していることを知った。その炉の燃焼法が可動反射体を使って燃焼領域を下から上へと移動するものであった。反射体制御を無くせないかという興味が起こった。この可能性について学生達に検討させたが、出てくる結果は否定的なことばかりであった。仕方が無いので、何度目かの学生に、ペブルベッド方式で運転する原子炉をまず研究させ、そのコードを少し修正して CANDLE 燃焼法が成立することを確かめたところ、うまくいくことがわかった。

この場合、別にプレッシャーがあったわけではなく、最初に自然に思いついたアイデアを、いつまでもしつこく追求したことが成果に結びついたということである。その意味で「Eureka!」と叫ぶ瞬間はなかったかもしれない。

私のつたない経験を記述したわけであるが、世の中の発見には色んな経緯があるであろう。しかし、はっきりしたことは言えないが、多分、強い興味と深く考えようとする姿勢といったことは共通しているのではないかと思う。