

神様との出会い



大阪大学 名誉教授
工学研究科機械物理工学専攻

工学博士 **香月 正司**

Masashi Katsuki

突然皆既日食に出会い、真昼の暗黒に恐れおののいた原始の人々が、再び現れた太陽の光に神の存在を感じた自然の不思議さは、現代人にとっては何も特別なものではなく、小学生でも理解している天文現象のひとつである。しかし、人はただそれを知っているだけであって、誰もそれを止めることも動かすこともできない。それを不思議と呼べば、今も不思議のままなのである。

今から35年前、燃焼を伴う流動現象を数値解析的に解く手法は、まだそれほど普及しておらず、エンジン燃焼室内の温度分布の計算など、到底考えられない状況であった。今では大型ガスタービンの開発に際して、その燃焼器内の熱発生率分布やいろいろな成分の濃度分布、さらにはタービン入口の温度分布を数値シミュレーションによって予測し、費用と時間が掛かる実験を極力少なくするという考え方が一般的になっている。

流れに乗って燃料や酸素や熱が運ばれる対流・拡散現象を数値解析によって解くということは、少しむずかしい言葉を使って表現すると、非線形問題を解くという数値解析の上では厄介な部類に属する問題である。さらにそこに燃焼反応が加わった場合、その反応量は極めて温度に敏感で、低温ではほとんど反応が進まないのに、温度が高くなると急激に反応量が増大する性質をもっている。この非線形性がますます数値計算をむずかしいものにしてしまう。すなわち、コンピュータの中では繰り返し計算によって正しい収束解を求める作業が行われるが、その経過の中で温度を高く仮定するとそれによって反応量が増え、さらに高い温度が算出されることになり、遂には発散してしまうことがしばしば起こる。しかしこれは人間の考えた計算プログラムに不適切な部分が含まれているからであって、決して実際の現象が発散してしまうわけではない。いくら熱流動解析用の汎用ソフトが市販される時代になったとはいえ、そこには人が考えたプログラムが用意されているだけで、決して自然現象が詰まっているわけではない。すなわち、収束解が得られる場合は幸いで、数値シミュレーションはしばしば発散してしまうのである。

例に挙げたガスタービン燃焼器の内部を1秒間に何千コマの高速度で撮影すれば、1コマごとにわずかずつ揺れ動く炎の姿が写るはずで、設計・開発に必要な濃度分布や温度分布はそれらの平均値として得られる。この1コマの炎の姿をコンピュータで再現するためには、燃焼器内に数十万ないし数百万の計算格子点を配置し、大きな記憶容量をもつコンピュータを用いて数時間、時には数十時間の演算を実行しなければならない。ようやく収束した解をわれわれが手にしたとき、自然現象は何千万コマも先へ進んでしまっていることになる。すなわち、ある一瞬の状態を起点に、われわれが必死になって数値シミュレーションを実行したところで、決して予測にはならず、はるか遅れて自然現象を後追いするに過ぎないのである。

ここで計算に取り上げた燃焼器は、自然界から見ればごく小さな一部分で、その入口や出口は外界と連なり、その外界は別の燃焼器の入口や出口と、何の矛盾を生じることもなく滑らかに連なっている。すなわち、今この一瞬、自然界は燃焼器の中だけでなく、地球全体をひとつの解で覆っているとも言える。わずかな燃焼器内の数値シミュレーションにわれわれは膨大な時間を必要とするのに、一瞬の間に地球全体を覆う解を決めることを一体誰がしているのだろうか。しかもその解は地球上のどこかで発散することなく見事な調和を作りだし、それが次の瞬間の新たな調和へとつながっている。数値解析をやればやるほど、解が発散すればするほど、自然界を司る不思議なものの存在を否定できないようになった。真の収束解は、私にとって神様である。