

Flow Diagnostics 流れの診断

小林 敏雄*

Toshio KOBAYASHI

流れをコンピュータ上に表現することが昨今の流体工学における話題の一つである。コンピュータの急速な高速化と大容量化は流体力学の 100 年の課題である乱流現象の解明にも大きなインパクトを与えつつあるように思われる。先頃のアメリカ科学アカデミーの議会に対する報告書『Frontier in Science and Technology—A Selected Outlook—』にも 10 年後をめざすアメリカの科学技術戦略の項目として高等生物の遺伝プログラム、植物の分子遺伝学と遺伝子工学、ホルモンと神経伝達物質の受容体、精神生物学、表面科学、レーザ、次世代のロボットと並んで乱流解析が挙げられているし、それほど先端的な視野に立たなくても流れの数値予測の需要は極めて広範囲の工学分野に多数存在する。

流れのコンピュータ・シミュレーションを実用化するにあたり必要とされているものとして

- (1) 高速コンピュータとコンピュータを駆使するための技術
- (2) 数値計算実行上の知識
- (3) 基礎方程式や数学モデルに対する現象論的知識
- (4) 実験データとの詳細な比較
- (5) 画像表示に関する知識

などが挙げられる。すなわち、流れのコンピュータ・シミュレーションは他のシミュレーションと同様、多方向の知識を必要とする総合的な技術である。しかも、流れを支配する基礎方程式が非線形であることを考えれば、シミュレーション結果の評価は慎重になされるべきである。

Flow Diagnostics という言葉が昨今使われ始めている。流れ場というブラックボックスをみえるようにし、流れの工合の良し悪しを判断することを意味するようである。流れ場の診断には風洞実験にせよ水槽実験にせよ、あるいは実機での実験にせよ、大量のノウハウを必要と

する。これらは一朝一夕に得られるものではなく、それぞれの設備、それぞれの観察方法、測定方法に対して長い期間にわたって蓄積されるものである。たとえば、流速を測定するポピュラーな計器に熱線流速計がある。直径数 μm ～数十 μm 、長さ数 mm の金属細線をセンサーとして流れの中に置き、流速に応じて細線の温度が低下するのを電流を流すことによって補償し、流速を電流に置き換えて求める測定器である。センサー部分が微小であるため流れを乱す度合いが少ないこと、その瞬間の流速が得られること、演算回路を加えることにより乱流量を測定できることなどの特徴をもち、複雑な流れ場を詳しく測定するのに便利なものである。しかしながら、これを用いて流れの精密な測定を行うためには、細線の熱容量と信号の過渡応答、センサーの大きさやサポートの影響、出力信号の処理方法など多種多様のノウハウが必要とされる。流れを可視化し観察する場合も同様である。油膜法やトレーサ注入などによって可視化した結果がどのような流れを意味するかを正確に知るには、油膜筋の生成機構やトレーサと作動流体の振舞の相違についてのノウハウが必要である。

流れの数値予測に対する需要はついに汎用プログラムの登場を生んだ。近い将来、流れを解析するためのプログラムが数多く用意され、われわれはこれをツールにしてキーをたたくだけで複雑な流れをディスプレイ上に華麗に表現できるようになるであろう。便利なツールをもつことになる。しかし、われわれはツールの中味を知っていなければならない。過去の流れ解析がノウハウの塊であったように、新しいツールに対しても、その性質、その限界などに関するノウハウの蓄積が必要である。数値シミュレーション手法の診断が現在の重要な課題である。

(1985 年 11 月 19 日受理)

* 東京大学生産技術研究所 第 2 部