

小特集「グリッド・ジェネレーションとその応用」

の編集にあたって

名 取 亮† 野 寺 隆††

われわれの生活環境には、流体現象が重要な役割を果たしている。例えば、ジャンボジェットのような航空機や自動車に働く空気抵抗の解析などがあり、その基礎方程式はナビエ・ストークスの方程式と呼ばれる非線形性の強い偏微分方程式である。この方程式の解を解析的に求めることは、ごく限られたものを除けば不可能であるので、実際に実験で試してみるか、数値的に解を求める数値シミュレーションを行う以外に方法はない。

物理現象の数値シミュレーションは、電子計算機ができる以前から行われてきたのだが、電子計算機の発達と数値解法の急速な進歩によって、計算可能な範囲が広がり、現実の状況に近いものが計算できるようになってきた。特に、近年のスーパーコンピュータがもたらした超高速計算や大記憶容量の計算環境は、流体計算や構造解析の分野にも新しい世界を築きつつある。また、この分野への応用は、現在でも発展を続けており、さらに新しい応用が我が国において生まれているといえる。

電子計算機により連続系の物理現象を解析する数値シミュレーションでは、物理現象を支配する偏微分方程式を有限差分法や有限要素法を用いて、解析領域内での多くの座標点で離散化し、連立1次方程式または固有値問題の計算に帰着させるものが多い。しかし、得られた数値解の精度、安定性や収束性の観点からその離散化において、境界形状を正確に扱ったり、格子点の配置や相対関係の最適化といった条件を満足しなければならない。実際に、格子を作ろうとしても、少し複雑になるとなかなか難しいもので、従来、熟練者が膨大な手間と時間をかけて格子を構成していた。一方、近年、コンピュータ・グラフィックスとの融合などもあり、計算機を使って効率よく格子を形成する技法が急速に発達し、数値シミュレーション技術を工学的な解析・設計道具として使うための重要な要因となってきた。特に、スーパーコンピュータを利用することによって、より大きな問題を高速に処理することが可

能となり、数値解法と密接に結びついたグリッド・ジェネレーション（格子の自動生成）の重要性はますます大きくなってきている。

グリッド・ジェネレーションは、複雑で大規模な形状領域の取り扱いが重要なとき、さらに、計算機の能力を方程式の解を求めるだけに使うのではなく、その前に離散近似を定式化し組み立てる手段としてその本来の力を発揮するようになってきた。また、その応用面も、今日では流体解析だけでなく、電磁解析、構造解析、伝熱解析などの分野に急速に拡大しつつある。

本小特集は、物理現象を高度に解析するための数値シミュレーション、特に計算流体力学に関連した格子の自動生成を行うためのグリッド・ジェネレーションについて、その基本的な概念やその応用例を紹介することを目的として企画したものである。

1.は、計算流体力学で用いられている格子生成法について、前半では規則正しく並んだ構造格子のグリッド・ジェネレーションについて基本的な事柄の解説をし、その後半では、複雑な形状まわりの流れ場に対する複合格子法や非構造格子法などに関する最近の話題について述べる。

2.では、一般座標系を用いていろいろな形状の物体を通過する流れをナビエ・ストークスの方程式を直接数値的に差分法を用いてシミュレーションする方法とその数値シミュレーションの結果を広範な数値例に基づいて述べる。

3.では、航空機の流体解析の分野において開発された曲線座標変換法について述べる。これは境界形状に沿った曲線座標格子を自動生成することが可能で、領域全体にわたって格子の配置を制御できるので、複雑な境界形状内の物理現象を高精度に解析できる利点を持っている。

4.では、格子の自動生成などにより作られた大規模な方程式を適切な部分構造に分けて有効に解く部分構造法について紹介する。これは並列計算機向きの算法なので今後広く用いられる解法の一つと言える。

最後に、ご多忙中にもかかわらず快くご執筆を引受けてくださった著者と査読者の方々に心から感謝する次第です。
(平成元年5月12日)

† 筑波大学電子情報工学会
†† 慶應義塾大学理工学部