

## 数 値 乱 流 工 学 の 礎

Foundation of Numerical Simulation Technology for Turbulent Flow

加 藤 信 介\*

Shinsuke KATO

現代の科学技術発展の一つの特徴は、各技術分野間の相互関連性、依存性が極めて強いことであり、一つの技術開発の波及効果が極めて大きいことである。このような技術開発の代表例として挙げられるものが、ICの開発を端緒とする情報化社会の進展や、大規模計算機の開発による工学分野における新たな学問領域“Computational Engineering”(数値予測工学)の誕生がある。

Computational Engineeringの展開によりスーパーコンピュータを用いて、従来、物理的研究や実験的研究では解析が困難であったさまざまな物理現象を詳細に解析できる可能性が生じた。このような大規模計算機の製作技術、利用技術の進展に裏付けられたComputational Engineeringの確立は、多くの理工学研究に飛躍的展開をもたらす決定的な要因となる。東京大学生産技術研究所においてもこの重要性に鑑み、Computational Engineeringを今後発展させるべき重要研究課題の一つに位置づけ<sup>1)</sup>「Computational Engineeringの開発研究」という所内共同研究を進めるほか、昭和61年度より同じテーマで富士通株式会社との間で民間等共同研究を進め、スーパーコンピュータVP100の利用が可能となっている<sup>2)</sup>。

このようなComputational Engineeringの展開を背景とし、今後の科学技術開発戦略において、その波及効果の大きさからみて最重要となるものの一つが乱れた流れ(乱流)の解析である。科学技術全般に占める乱流の関する分野は、その裾野の広さにおいても解析の困難さにおいても人類の対峙する第一級の研究課題である。これは乱流の解析が、もともと流体力学にかかわりの深い航空機、ロケット、船舶、自動車、タービンや熱交換器を扱う流体機械工学、燃焼や種々の物質反応と関連する熱・化学反応工学、新エネルギーの開発をめざす核融合・原子力工学、建築物周辺や都市の汚染質拡散にかかわる建築・都市環境工学、建物内の室内気流などにかかわる建築環境工学、橋梁、高層ビルなどに働く風圧力を扱う土木・建築工学など、実にさまざまな工学分野において必要とされていることから明らかである。アメリカ合衆国NAS(National Academy of Science)などが、乱流の解析を科学技術開発戦略の最重要課題の一つ<sup>3)</sup>とみなしているのは正にこのゆえであろう。

乱流のシミュレーションは大変普遍性の高い技術、手法となっている。しかしながら、乱流の数値シミュレーションは、基礎方程式の強い非線形性ゆえに現状ではいまだに不完全な技術でありその内容を子細に検討すれば物理的、数学的に数多くの問題点を含んでいる。乱流の数値シミュレーションは、ずば抜けて莫大な計算量を必要とし計算機的能力が常に解析可能となる乱流数値シミュレーションの限界を第一義的に規定している。逆に言えば乱流の数値シミュレーションは、常に演算量不足により精度の悪い計算に落ち込む危険性を内在している。この意味で、現時点での数値シミュレーションは常に必要な精度を勘案し、実験結果と照合させながら進めることが必須の条件となっている。したがってその研究開発も、乱流統計理論の理論的追及、数値シミュレーション手法の数学的探求のほかに、乱流現象に対する深い洞察と実験技術などの幅広い能力と研究組織が必要とされる。

東京大学生産技術研究所は、広く工学全般をカバーする総合研究所であることを特徴としており、さまざまな理工学分野の専門家を擁している。乱流の数値シミュレーション研究は、上記の意味で正に生産技術研究所における格好の研究テーマとなっている。村上周三教授、小林敏雄教授、吉澤徹教授らの異なる専門分野の研究者が中心となって進めてきた乱流の数値シミュレーション研究もすでに10年余になると聞いている。筆者もこの研究グループに参加して異なる分野の専門家による共同研究の効率の良さに何度となく目を見張ったものである。今回その成果の一端が、すでに第5回目を迎えた生産研究、特集号に紹介される。これは、主に富士通株式会社との民間等共同研究による成果を中心に集めたものである。乱流の数値シミュレーション開発研究は、実際への応用面からはまだまだその礎を構築した段階であるかもしれない。しかし肅然と進んでいる。

(1988年10月20日受理)

## 参 考 文 献

- 1) 東京大学生産技術研究所 将来計画委員会報告書、昭和60年4月
- 2) 村上周三ほか：生産研究、Vol. 40. 1, 87p
- 3) 牧野昇監訳：これからの科学・技術 10年後をめざす米国の戦略、日経サイエンス、1984

\*東京大学生産技術研究所 第5部