

機械系シミュレーション技術は、もの作りにあたって事前にその製品の性能、問題点を把握するための強力な手段であり、製品開発期間を大幅に短縮する効果がある。また、近年の計算機の飛躍的進歩により、従来は大型計算機でしかできなかった解析がパソコン(PC)で簡便にできるようになっている。かなり技術が確立されている熱、流体、構造強度、振動などのほかに、衝撃、EMI(電磁干渉)、燃焼、反応、機構、組立性などについても解析力の向上やヒューマン インタフェース技術の向上で適用頻度が増加している。

Simulation technologies for mechanical systems are a strong tool for understanding the performance and problem points of products before their manufacture. The use of these simulation technologies allows development time to be drastically reduced. Moreover, the recent remarkable progress of computer systems enables even complex simulations to be implemented by personal computers. This paper gives an overview of and introduces trends in simulation technologies for mechanical systems as a means of facilitating product development.

1 まえがき

シミュレーションとは、製造、組立、調達、流通、リサイクル、実使用といった製品サイクルのなかで発生すると考えられる問題点を事前に把握するための手段といえる。そういった意味で、構造、熱流体、振動騒音、反応シミュレーションだけでなく、配置/配線、製造組立性、ノイズ、コスト見積り、使い勝手といった項目もシミュレーションの範ちゅうに入る。

従来、シミュレーションというと実験では見ることのできない事象を解析によってビジュアル化する、いわゆる“高度シミュレーション”が製品開発に適用され、成果を上げてきた。この場合は、他に手段がないので多少の手間暇、費用がかかっても見合う高度な数値実験、大規模シミュレーションが行われている。タービン翼周りの流れ解析、燃焼器内部の挙動、などのエネルギー機器への適用は“高度シミュレーション”の代表例である。

一方、情報通信機器などの製品開発を考えると状況は変わってくる。これらの機器においては一般に実験、試作が容易であり、シミュレーションはこれらと同等の効果をより簡便に提供する必要がある。このためには、過去の実験、試作の事例も取り込み、実効的に精度が良く、効率的な“設計シミュレーション”が必要になる。開発期間が月単位の製品では、この“設計シミュレーション”をいかに活用するかが期間の短縮、信頼性の向上に大きく影響する。

“高度シミュレーション”、“設計シミュレーション”のいずれもシミュレーション技術として大きな違いはないが、その使用形態からして計算機環境、必要とされる精度など

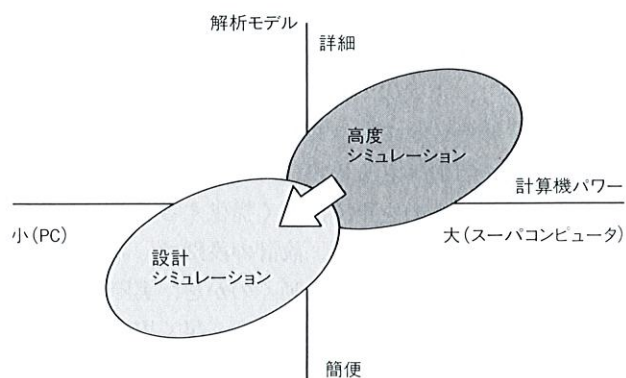


図1. 高度シミュレーションと設計シミュレーション 高度シミュレーションの成果は設計シミュレーションへ順次反映される。

Advanced simulation and practical simulation

において差がある。図1に両者の関係を示す。“高度シミュレーション”の成果は“設計シミュレーション”へ順次反映される。現在では構造解析がPC上で可能になっているがこれなどは代表例である。

2 シミュレーション技術の現状

次に、少し視点を変えてシミュレーション技術を重要度を横軸に、難度を縦軸にとって分類してみる(図2)。重要度とは製品開発の視点から見て、是非このシミュレーションはやりたいという要求度と考えてもらってよい。すなわち、製品ができて初めてわかるような事象で、わかった時点では対策の施しようのない項目は重要度が高くなってい

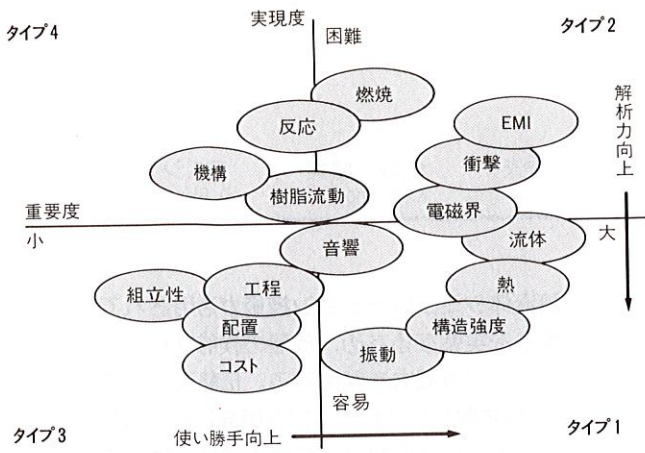


図2. シミュレーションの分類 全てのシミュレーションはいずれ“タイプ1”に到達する。
Classification of simulations

る。難度とは、実現現象を模擬するためのシミュレーションの技術的達成困難度を示す。

熱、流体、構造、振動といったシミュレーションはその歴史も長く、解法もかなり確立している。また、実験データの蓄積も豊富で物理定数の精度も上がってきており、十分に実現現象の模擬が可能である(タイプ1)。

製品開発の最終工程でノイズ試験、衝撃試験を行っており、その段階で電気的、構造的問題が時として発生する。問題によっては初期設計の段階まで戻ってしまう場合も多く、その損失は大きい。このために設計の初期段階でのEMIノイズシミュレーション、衝撃シミュレーションを行い、これに関する問題を事前に把握し、設計にフィードバックすることが強く望まれている。しかし、その現象の複雑さから解析的な計算はできても実現現象とは合わないというのが現状である。この場合には、実測データを分析・評価し、シミュレーションに取り込むなどの工夫が必要である(タイプ2)。

製造組立性・配置シミュレーションは自動配置のような場合を除き技術的には確立されているが、比較的容易に現物での確認ができるため、干渉チェック機能を除いてはシミュレーションはあまり使われていない。実際に組み立てたり、配置をしたりする感覚で操作のできるインタフェースが出現すれば、もっと普及する可能性がある(タイプ3)。

機構解析は、比較的簡単な機構の動きを見ることはそれほど困難ではないが、複雑な機構でさらにダイナミックな動きを正確に表現することは難しい。一方、設計段階では機構に関しては比較的設計の初期段階で現物レベルでのチェックが容易である。しかし、宇宙展開アンテナのように地上での確認が困難なものについては重要度は変わってくる(タイプ4)。

以上の分類は、現状での重要度、技術的難度を示したも

のであり、いずれすべてのシミュレーションはタイプ1に到達するであろう。そのためには、解析力の向上による技術的困難度の解消、使い勝手の向上による適用頻度の増加が必須(す)である。

3 シミュレーションの動向

3.1 高度シミュレーション

今後は、計算機の発達によって、さらに計算精度の向上が加速される。これにより、数値実験的な高精度を要求されるシミュレーションが可能になる。このように、高度シミュレーションが一般化するにつれて、その使用形態は順次に設計シミュレーションへと移行する。また、計算材料科学、トライボロジーなど分子レベルでの挙動のシミュレーションが実用レベルで可能になるであろう。

3.2 設計シミュレーション

設計シミュレーションは、設計の現場で設計者みずからが使用することが前提である。そのためには、いわゆる解析と過去の計算事例、設計事例、実験結果などをデータベースとして蓄積し、これらをうまくシミュレーションに生かす仕組みが必要になる。また、シミュレーションした結果を設計者に提示し、判断を正確に行うための手段も必要になる。このためには、シミュレーションだけでなく、設計データベース、可視化システムと有機的に融合した設計シミュレーションシステムが必要になる。図3にその概念を示す。

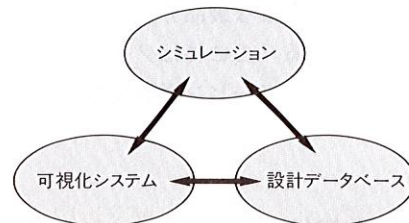


図3. 設計シミュレーションシステム 設計データベースと可視化システムとが融合して設計シミュレーションが実現する。

Simulation system for mechanical design

4 あとがき

シミュレーション技術は計算機の発達とともに進歩してきた。今後も、この流れは変わらないであろう。シミュレーションが設計の現場に根づくためには、解析手法の深耕だけでなく、ヒューマンインタフェースなど使い勝手の研究も重要になる。計算機パワーの向上を100%生かすシミュレーション環境を実現していきたい。



大富 浩一 Koichi Ohtomi, D.Eng.

研究開発センター 機械・エネルギー研究所 ラボラトリー・リーダー、工博。メカ基盤技術の研究開発に従事。日本機械学会、ASME 会員。
Energy & Mechanical Research Labs.