

工学シミュレーション —現代社会の縁の下の力持ち—

先進技術システムチーム 次長

小坂部 和也

1 はじめに

当社サイエンスソリューション部は、前身を含めると40年以上、科学技術に係るサービスを提供している。ものづくり、土木インフラ、防災、エネルギー、材料・化学・バイオ等多くの分野で、コンピュータを活用した「工学シミュレーション」を通じて社会やお客様の課題解決に取り組んできた。

文部科学省の過去の審議会のホームページの記載によると、工学とは“*数学と自然科学を基礎とし(中略)豊かな経済基盤に立脚した安心・安全な社会を実現するために有用な事物や快適な環境を構築する学術分野*”とされる。ここで注目したいことは、工学は理論に留まるのものではなく、よりよい社会のために活用されるもの、という点である。

2 工学シミュレーションの役割

工学シミュレーションとは実際の実験を行わずにコンピュータを使って現実の問題を扱う技術であり、CAE (Computer Aided Engineering) と呼ばれることもあるが、簡単に言えば「コンピュータで行う実験」である。実際には、工学シミュレーションは実験や測定が困難な対象を定量的に評価したり、膨大な人・金・モノを使用する実験の一部を代替して全体のコストを下げたりすることができ、今の社会には必要不可欠なものである。しかしながら、多くの方はそれがどのように役に立っているか、見る・知る機会は非常に少ないと思う。

日本のみならず全世界で工学シミュレーションが最も活用されている産業分野は自動車業界であろう。1990年代後半から2000年代前半、自動車メーカーのテレビCMで、「衝突安全」をアピールする時期があった。ダミー人形を乗せた車が壁に衝突する映像で、安全性能を示していたのを覚えている方も多いだろう。この衝突安全の実験は自動車メーカー各社で行われているが、自動車を破壊する実験のため、費用や時間が莫大となることはおわかりいただけると思う。この代替として、コンピュータの仮想空間で衝突試

験を行うことで、自動車の安全性を高める設計が可能となる。自動車メーカー各社においては実験と併せて、膨大なケースのシミュレーションが実施されている。

現在の自動車のテレビCMでは、車があるライフスタイルの魅力、自動運転技術の進展、環境への配慮等を訴求するものが多くなり、衝突安全をテーマとしたものは恐らくほとんどない。では、衝突を対象とした工学シミュレーションを実施しなくなったかと言えば全く逆で、工学シミュレーションの設計への活用は当時よりもはるかに進んでいる。

当社は原子力発電所の安全性の解析や、トンネルの設計解析、燃料電池のシミュレータの開発等に古くから携わっている。例えば、これをお読みの皆さんがこれまで恐らく通ったことのあるトンネルの一部に、当社のノウハウが使われている。また、現在は河川の氾濫や津波・高潮等の水害、水素社会実現に必要なとなる水素製造、洋上風力発電の風車や浮体の性能等を対象とした様々な技術開発にも取り組んでいる。一部の成果については過去の本技報に掲載しているので、ぜひバックナンバー²⁾をお読みいただきたい。

3 品質向上の取り組み

工学シミュレーションは「コンピュータで行う実験」と先に述べた。自動車の衝突の実験をしようと思うと、どの車種とするか、ダミー人形の仕様をどうするか、どの部分にどのようなセンサーをつけるか、計測結果から何がわかるか等、準備に膨大な労力が必要となることは想像に難くない。一方、コンピュータで行う実験は、比較的簡単だろうと思うのではないだろうか。もちろん、実物の車を用意したり、衝突させた車を廃棄したりする必要はない。しかしながら、工学シミュレーションでも実験と同じように、様々な確認事項が必要となる。工学シミュレーションではコンピュータの中で自由な設定ができてしまうため、例えば自動車が現実ではありえない動きをしてしまうことがある。そのため、目的に応じた条件となっているか、設定が正しいか、詳細に確認することが

重要である。正しいシミュレーションができないと、当然ながらよい製品を作り出すこと、課題を解決することはできないため、このような確認作業の精度がシミュレーションの正しさ、つまりシミュレーションそのものの品質を左右する重要な要素である。

工学シミュレーションの品質向上に係る代表的な取り組みとして、欧州では英国の非営利団体である NAFEMS により工学シミュレーションの例題集が作成され、米国では米国機械学会によりシミュレーション結果に対する信頼性を確立するための方法論として、検証と妥当性確認 (Verification and Validation, V&V) が提案された。このような流れを踏まえつつ、国内では日本計算工学会により品質マネジメントシステムに関する国際規格である ISO9001 を念頭に置いた工学シミュレーションの品質マネジメントおよび標準手順が整備された。私もこの活動に参画し、事例集も含めて計 3 つの文書³⁾が発刊されている。

実際にシミュレーションを行う際には、データが正しく設定されていることの確認は当然のこと、難易度の高い問題を解く場合、予測に活用する場合等は、2 つの類似の CAE ソフトウェアを使う、あるいは 2 人が独立に作業を行い、それぞれの結果を比較して大きな差異がないか、またその差異はどの程度か等を分析することもある。このような地道な作業を経て、世の中に工学シミュレーションの結果が活用されているのである。

4 今後の工学シミュレーション

工学シミュレーションをとりまく技術の変遷のスピードは非常に速い。多くの産業において、CAD (Computer Aided Design) ソフトウェアを用いた設計と CAE ソフトウェアを用いた工学シミュレーションは密接な関係がある。従前、それぞれ異なるソフトウェアやデータ形式が使われていたが、2010 年代頃から一つのソフトウェアで両方の機能を持つものや、同一のデータ形式とするものが増えてきた。加えて、想定される現象を正確に解かない代わりに、ほぼリアルタイムに近い時間で結果を出すようなソフトウェアも出てくるようになった。さらに、現在は工学シミュレーションに対する AI 活用の技術開発と実務への応用が進められており、このような他技術との融合、高速化は今後も進展していくものと考えられる。

近年量子コンピュータが注目を浴びており、比較的短期で適用が期待される分野としては金融、最適

化等が挙げられ、当社も量子コンピュータに係る研究開発プロジェクトに参画している。これらの分野よりは多少遅れるとは思われるが、工学シミュレーションの適用についても研究が行われている。例えば、現在は 1 か月以上かかる複雑なシミュレーションも、量子コンピュータを使うことによりたった数秒で結果が得られる時代が来るかもしれない。この技術が進展すれば、工学シミュレーションがさらに効率的に、迅速に社会やお客さまの課題解決に役立てることができる。と少し期待を膨らませたが、実用までにはしばらく時間がかかるため、従前の工学シミュレーションが継続して使われ、その過程では品質向上に向けた地道な作業が続きそうである。

5 おわりに

本技報は、前身の会社から継続して発刊しており、今回は通算すると第 22 回目である。発刊当初は、当社のようなシンクタンクが対外発信する手段としては、印刷して製本したリアルな出版物が主流であった。現在、対外発信の手段も多様化しており、自社ホームページの掲載の他、YouTube や各種 SNS を活用している機関も多い。当社のこの技報については、技術の背景、理論、活用例をなるべく丁寧に説明できるよう、このような論文形式にこだわり、製本して発刊してきた。少し古い手段ではあるものの、手に取っていただける方には好評をいただいている。

本技報の執筆時現在、当社はみずほ銀行との統合を検討している段階で、統合後には我々の組織はみずほ銀行の一機能となる。我々は今後も燃料電池、水素製造、トンネル、水害、洋上風力等の技術開発、ならびに量子コンピュータの研究開発等に取り組んでいく予定である。工学シミュレーションは普段目立つことはないが、皆さんの身近な安全や快適さを支える重要な技術である。今後期待される様々な産業分野における技術革新の背景に、工学シミュレーションが縁の下の力持ちとして活躍していること、また〈みずほ〉の技術の知見が活用されているかもしれないことをぜひ覚えていただければ幸いである。

引用文献

- 1) https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/siryu/attach/1337416.htm (参照 2025-08-25)
- 2) <https://www.mizuho-rt.co.jp/publication/others/index.html> (参照 2025-09-08)
- 3) <https://www.jsces.org/activity/issue/index.html#issue02> (参照 2025-08)