

機械系シミュレーションの現状と動向（06年10月27日開催テクノセミナー講演要旨）

1. シミュレーションの役割

シミュレーションの役割は、

未来の予測：気象や地震の予測など。

観察不可能な現象の可視化：高炉内部の熱・流動予測など。

困難な実験の代替：原爆シミュレーションなど。

に大別される。シミュレーションは「無矛盾の世界（数学）の中で仮説を検証するための方法であり、実験と観察に加えて第3の科学の手段になり得る」と言われている。

2. 最近の計算機の性能

最近の大型並列計算機開発の進展は、下記の通りである。

‘02 海洋開発機構 地球シミュレータ（40TFLOPS・スプートニク以来の衝撃と米で報道）

‘05 IBM ブルージーン（80TFLOPS.）

‘06 理化学研 MDGRAPE-3（1PFLOPS・バイオ研究用）

‘10（予定）理化学研（10PFLOPS.）

ハードは急速に進歩しているが、何を計算して社会にどう役立てるのかという議論はそれほど進展していないように見受けられる。計算機性能は2～3年でトップが交代している。

3. 計算できる対象の拡がり

ハードの進歩にともなって、計算対象は下記のように推移している。

・部分モデル 全体モデル

例）部品単体の解析から自動車全体解析へ

・マクロスケール ミクロスケール

例）連続体解析から分子動力学解析へ

・実験と計算のハイブリッド化

例）実物とシミュレーションの複合化試験（HILS）

・シングルフィジックス マルチフィジックス

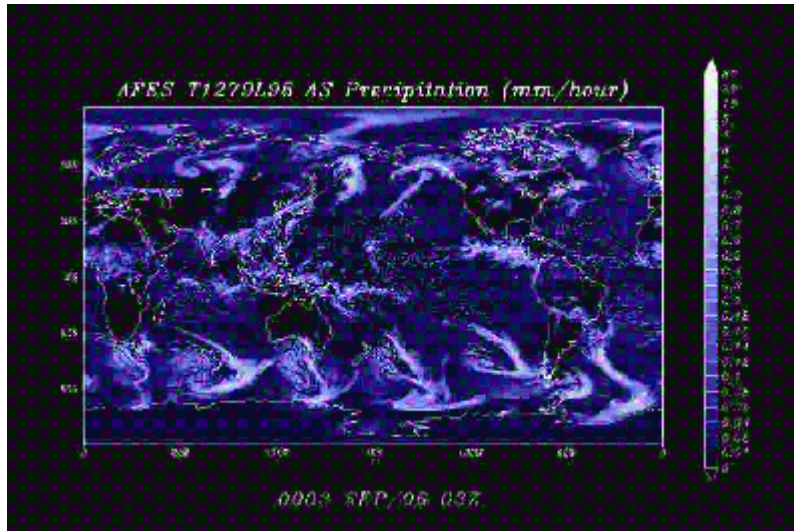
例）流れ、熱、化学反応の連成した高炉内部の解析

また、視覚表現技術の向上も目覚しく、各分野に適した専用のGUIが多数開発され、比較的安価で入手可能になっている。CGにより、現象の理解が進み、設計の高度化・効率化に寄与できること、またプレゼンテーションが効果的になるなど、視覚表現も重要な分野である。

4. 大規模シミュレーションの事例

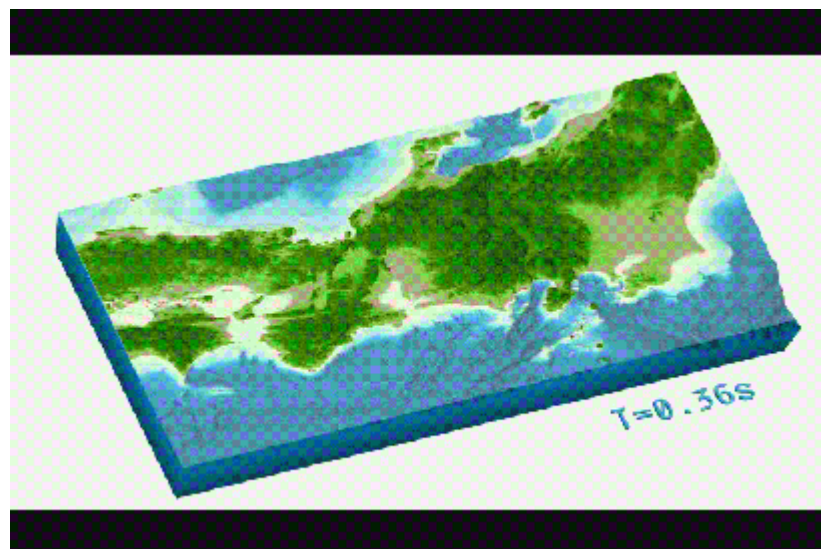
1) 気象予測シミュレーション（海洋開発機構）

地球シミュレータにより計算された、雲の動きである。地球全体を細かいメッシュで分割しているので、従来の局地モデルに比べてはるかに精度が高い。海温が上昇した場合には、台風の規模が大きくなるなどの予測結果が出ている。



2) 地震予測シミュレーション (海洋開発機構)

地震時の地盤の動的応答解析結果。これも地球シミュレータによる。日本列島をモデル化して、地震波がどのように伝わるかをシミュレーションした。各地の震度が予測できる。



5. 業種別にみたシミュレーションの特徴

1) 鉄鋼業

製鉄のプロセス・シミュレーションは30年以上前から実施。豊富な材料データベースを保有している。最近、自動車材料（高張力鋼板、アルミ合金材料など）の適用拡大のために、自動車衝突シミュレーションを活用した「ソリューション」ビジネスを展開している。

2) 重工業

構造、振動、流熱の機械系 3 大要素技術のシミュレーションでトップレベルの技術を保有している。製品開発・設計に日常的に利用しており、とくに流体解析では自社ソフトにより大規模並列解析を実施しているところが多い。

3) 自動車

自動車衝突解析を中心にシミュレーションは設計の中でルーチンワーク化され、多数の専任者がいる。部品のモジュール化にともない、部品メーカーでも盛んに設計解析を実施しつつある。

4) 建設業

橋梁や建築物の構造解析では伝統があり、成熟していると言ってよい。ただし、FEMによる大規模シミュレーションの設計への適用は進んでいない。その理由は、1) 計算がブラックボックスで第三者がチェックし難いこと、2) 計算コストがかかる、3) 詳細解析に見合った強度評価手法が確立されていないこと、などである。

6. シミュレーションのかかえる問題点

1) 精度の限界

鋼材の変態、乱流、振動減衰など多くの現象は、数学モデルが完全には確立されていない(物理的な解明が不十分ということ)。また、材料物性、初期条件、境界条件などのデータを取得することが、コスト面、実験技術面などから困難なことも多い。このことにより、スパコンで大規模計算をやってもシミュレーションの精度が向上しないという問題を常にかかえている。

2) シミュレーション・リテラシー(読解力)の問題

シミュレーションは、多くの仮定に基くものなので、解析モデルの組み立てと計算結果の解釈には細心の注意を要する。計算結果を丸々信じてしまうことが、重大な事故を招くこともある。これを避けるためにはシミュレーション・リテラシーを増すための訓練が必要であるが、これはソフトの使い方を覚えることではなく、現象の理解を深めることである。

7. 今後すべきこと

1) 高度化の追求

できるだけ仮定を少なくして精度を上げるための努力が日々なされている。例は、第3項に挙げた通り。

2) 地道な活動

データベースの構築

材料物性値、境界条件、初期条件に関するデータの蓄積および共通フォーマット化(Webの活用など)

普及

初期設計で簡単に使えるソフト(First Order Analysis)など

人材育成

「シミュレーション・リテラシー」教育

以上

(神戸製鋼所機械研究所 中川知和)