

地球シミュレータ —産業界に利用されるベクトル型スーパーコンピュータ

1. はじめに

2002年、地球をまるごとシミュレートする、ベクトル型スーパーコンピュータ、「地球シミュレータ」の運用が開始された⁽¹⁾。ピーク性能40TFLOPS(計算ノード640台、総プロセッサ数5120個)を有し、TOP500が発表する世界的なコンピュータの性能ランキングで、5期連続首位を獲得。また、「地球シミュレータ」を用いた研究成果が、3年連続でゴードン・ベル賞を受賞した。運用開始から現在に至るまで、2009年のシステム更新(ピーク性能131TFLOPS)を経て、地球科学分野のみならず、産業界においてもさまざまな研究・開発に貢献している⁽²⁾。

2. 地球シミュレータの産業利用

「地球シミュレータ」と聞くと、その用途として、気象予測や気候変動予測などの地球科学に関する研究が思い浮かぶかもしれない。実際、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)など、数々の地球環境問題に関する研究プロジェクトに活用されている。しかし、海洋研究開発機構は、地球科学分野だけでなく、産業界からの利用も推進している。これまで「地球シミュレータ」は、産業界において、輸送機器、材料、製鉄、医薬品、環境対策、防災など、さまざまな分野で利用されてきた。次に、「地球シミュレータ」が機械分野に利用された事例を二つ紹介する。

2.1 自動車の空気抵抗低減^{(3),(4)} (トヨタ自動車(株))

近年の環境問題に対応するCO₂排出量低減のため、自動車の空気抵抗の低減は重要な課題の一つである。自動車周りの実際の流れは、大小さまざまなスケールの渦が発生～成長～離脱～消滅を繰り返しており、それにより空気抵抗が時間的に変化している。そのため、自動車周りの渦挙動を制御し、空気抵抗の低い状態を維持することが必要と考えられる。その解析のため、スーパーコンピュータを用いた非定常乱流の大規模シミュレーションを行うことで、今までできなかった渦の挙動を詳細に解析することが可能になり、さらなる低燃費化への活用が期待される。「地球シミュレータ」を用いた解析結果を、図1～3に示す。

2.2 回転機の高速度高精度シミュレーション⁽³⁾ (東洋電機製造(株))

国内の消費電力のうち、50%以上が回転機(モータ)によって消費されており、回転機の効率向上は環境問題において、避けることのできない重要な課題の一つである。高効率な回転機を開発するには、回転機だけでなく、そ

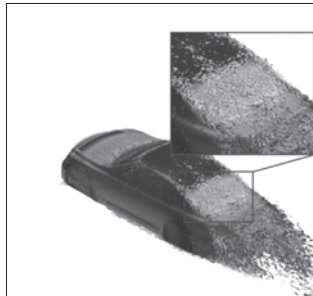


図1 車両周りの縦渦構造

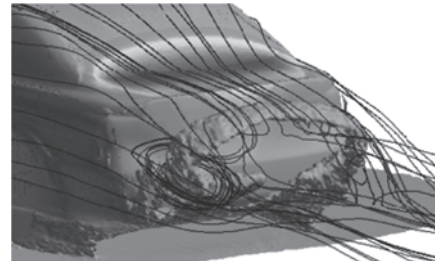


図2 車両後方の渦構造(総圧等値面及び流線)

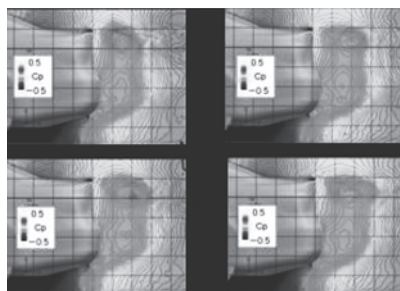


図3 車両後方流れ場の時間変化(静圧分布)

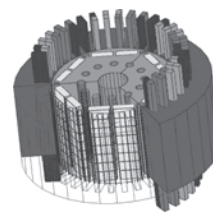


図4 IPMモータの解析モデル



図5 永久磁石中の渦電流密度(偏芯あり)

れを取り巻く部品を含めて精密にモデル化する必要がある。その計算規模は膨大となる。本プロジェクトでは、大規模計算を行うため、辺要素有限要素法に領域分割による並列化を取り入れることに成功した。今後、スーパーコンピュータを用いて、IPM(Interior Permanent Magnet)モータを対象とした高速高精度な大規模シミュレーションを行い、回転機の高効率化を目指す(図4, 5参照)。

3. 地球シミュレータの産業利用制度

「地球シミュレータ」を利用できるのは、大規模計算を行う選ばれたプロジェクトのみだと思っている方は少なくないだろう。海洋研究開発機構では、産業界の利用向けに、2種類の制度を設けている。一つは「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」と呼んでいる制度で、毎年12月～2月頃にかけて利用者を公募している。成果は公開の義務があるが、文部科学省の先端研究施設共用促進事業による補助が受けられるため、経費を抑えた利用が可能である。

もう一つの制度である成果専有型有償利用は、利用者情報や成果を公開しない非公開型の制度である。こちらは随時、利用申請を受け付けている。

どちらの制度も、初めて利用する場合には、本利用の前に事前評価制度(トライアルユース)を利用することができる。これは、無償で計算資源を使用

できる制度で、期間や資源に制限があるものの、この期間にプログラムの移植や最適化、有効性の確認などを行うことで、本利用の準備を行うことができる。詳細は、以下のホームページに記載されているので、興味のある方は参照されたい。

<http://www.jamstec.go.jp/es/sangyou/>

4. おわりに

本稿では、「地球シミュレータ」の産業利用について紹介した。海洋研究開発機構では、気候変動予測研究だけでなく、産業界からの多様なニーズの研究・開発を支援している。「地球シミュレータ」が、これまで着手できなかった領域へ踏み出すツールとして役立てば幸いである。

(原稿受付 2010年12月15日)

[池田美紀子, 新宮 哲(独)海洋研究開発機構]

●文 献

- (1) Habata, S., Yokokawa, M. and Kitawaki, S., The Earth Simulator System, *NEC Research and Development*, 44-1, (2003), 21-26.
- (2) 上原 均, 新しくなった地球シミュレータ, 日本計算工学会 計算工学, 14-4, (2009).
- (3) 平成21年度 先端研究施設共用促進事業「地球シミュレータ産業戦略利用プログラム」利用成果報告書.
- (4) 地球シミュレータ産業利用シンポジウム2010, 発表資料集 (2010-10).