

# 先端技術の限界突破を目指す例 スーパーコンピュータ技術

米国では早くからスパコンの開発に着手。日本のスパコンは1980年代に急速に力をつけたが、日米の貿易摩擦の一要因ともなった。  
 2002年に地球シミュレータがTOP500ランキングで第1位となったことに対し、米国政府は国家安全保障に関わる問題として、政府主導による研究開発を加速している。

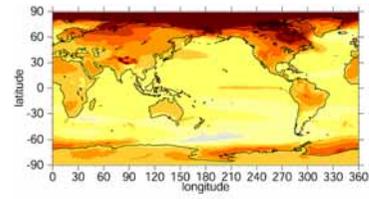
米国では早くからスーパーコンピュータの開発に着手。一方、日本は市場への本格参入が遅れたが、80年代に急速に発展。日本のスパコンの高性能化は、米国との摩擦の一要因となった。

- 1960年代: 米国で科学技術計算用の高性能スーパーコンピュータの開発が開始される。
- 1972年: 米・クレイ社設立(設立者は「スーパーコンピュータの父」シーモア・クレイ)  
(以降、米・クレイ社が業界をリード)
- 1970年代以降: 公的研究機関・大学・政府機関等による調達、メーカーの技術開発力の向上に大きく寄与。
- 1980年代: 日本のスパコンの高性能化とコンピュータ・メーカーによるスパコン市場への参入。  
(以降、日本勢の台頭)
- 1981年: 科学技術計算用高速計算システム技術開発プロジェクト開始。  
(旧通商産業省、1981年~1989年)
- 1985年: NEC製スパコンが当時の世界最高速を達成。
- 1989年: 日本のスーパーコンピュータ政府調達に関して、米国が「スーパー301条(不正貿易・慣行の認定と制裁条項)」に基づいて優先監視を行うことを決定(日本がスパコンの政府調達に関し、300MFLOPS以上(現在は1.5TFLOPS以上)の理論的最高性能を有するスパコンに関して、国内外の企業を問わず自由な調達を行うことを自主的に定めることとしたため対日発動は中断。なお、スーパー301条は2001年に失効。)
- 1996年: NEC製スーパーコンピュータの米国政府研究機関への導入に際し、米・ライバル社よりダンピング提訴される。以降3年にわたり裁判で争う。
- 1997年: 地球シミュレータの開発開始。
- 1999年: 1996年のダンピング提訴の結果、制裁措置として高額のアンチダンピング関税がかけられることとなり、事実上、日本製スーパーコンピュータは米国市場から締め出される。
- 2001年: ダンピング制裁解除。
- 2002年: 地球シミュレータ運用開始、TOP500ランキングで第1位。米国では、1957年のスプートニクショックにぞろぞろと、「コンピュータニク」と呼び、警鐘が鳴らされた。
- 2005年: 6月時点において、地球シミュレータのTOP500ランキング第4位。

出典: New York Times 2002年4月20日の記事より  
 出典: 科学技術政策研究所「科学技術の進展とそのインパクト」、情報処理学会ホームページ、クレイ社ホームページ 等

## 地球シミュレータの成果例

地球シミュレータを用いることで、従来のスパコンでは実現が困難であった、長期間に及ぶ自然現象を精度良くシミュレートすることが可能となる。例えば、この技術を応用することで極端な精度の気象予測ができるため、実際の天気予報への応用が期待されている。



気候変動に関する政府間パネルによる二酸化炭素濃度のシナリオ(2100年のCO<sub>2</sub>濃度が720ppm)によりシミュレーションした場合の温度上昇(地上気温は現在より平均4℃上昇)

現在、自動車の開発におけるシミュレーションは、エンジン内の燃焼や車体の振動・騒音・空力特性等といった部分的な利用にとどまっているが、地球シミュレータを用いて全車に高精度なシミュレーションを実施することで、開発時間の短縮、大幅なコスト削減等が可能となる。

現在、全車シミュレーションに向けて部分的なシミュレーションを行い、これまでは再現できなかった部品の変形を再現することに成功している。



シミュレーションに成功

出典: 文科省資料「スーパーコンピュータ」の推進戦略、海洋研究開発機構ホームページ、NECホームページ

## 最先端・高性能汎用コンピュータの活用例

スパコンは、当初からサイエンス分野での科学技術計算が主要な利用目的であり、大学や公的研究機関で利用されている。また産業分野及び非産業分野での利用も時代表を辿って拡大している。

- <産業分野>
  - 1970年代: 重厚長大型のインフラや産業分野  
(ダムや航空機や船、原子炉、超高層ビル等)
  - 80~90年代: 自動車等の小型の産業分野
  - 2000年代: 生活に密接に関わるソフトや生活関連分野  
(文化(映画等)、健康(スポーツ等)、医療(人工臓器やバイオ等)等)
- <非産業分野>
  - 80年代: 気象・防災・環境等の分野(台風・津波・原発事故等)の予測・シミュレーション、音楽会場の音響設計等の文化施設での利用



出典: 文科省資料「スーパーコンピュータ」の推進戦略、科学技術政策研究所「NISTEP REPORT no.89」

## ◆ 米国の戦略

- 地球シミュレータの実際のシミュレーションでの実効性能の高さに対し、米国製スパコンでは太刀打ちできず、国家安全保障に関わる問題として、米国政府はこれを重要視。このため、政府主導による研究開発で米国の国防や産業界の優位性を確保することが必要と判断。
- 2003年に国家科学技術会議の下に「高性能コンピューティング再生タスクフォース」を設置。市場主義に任せていたコンピュータ開発に対する真剣な反省に立ち、新しいアーキテクチャを発明する必要があることを強調した報告書を2004年5月に大統領に提出。
- エネルギー省のイニシアティブ(ASC計画(旧ASCI計画))
  - 2004年「DOE高性能コンピューティング再生法」制定
  - 2010年に数ペタFLOPSを目指す(BlueGeneでの実現を目指す)
  - 実行性能の向上と応用分野の拡大が課題(NLCFでの実現を目指す)(BlueGeneは特定分野(バイオ等)向けの専用計算機)

米国は、利用分野を特定して、性能向上を加速。しかし、スパコン開発の真の目的(軍事利用、幅広い産業や科学技術研究での利用)を果たすためには、利用分野の拡大が大きな課題となっている。我が国は、幅広い利用分野に対応した汎用スーパーコンピュータの開発で米国よりも優位。

## ◆ 日本としてとるべき戦略

- 米国よりも優位にある技術で対抗
  - 高性能プロセッサ技術
  - 超高速ネットワーク技術
  - 専用計算機技術
  - 汎用スパコンの実現に有利
- 理研の新型汎用スーパーコンピュータ(RSCC)の実績(優れた費用対効果で高い実効性能)を活用。

出典: 文科省資料「スーパーコンピュータ」の推進戦略

## 地球シミュレータが1位となった当時のTOP500<sup>2</sup>における順位(2002年6月)

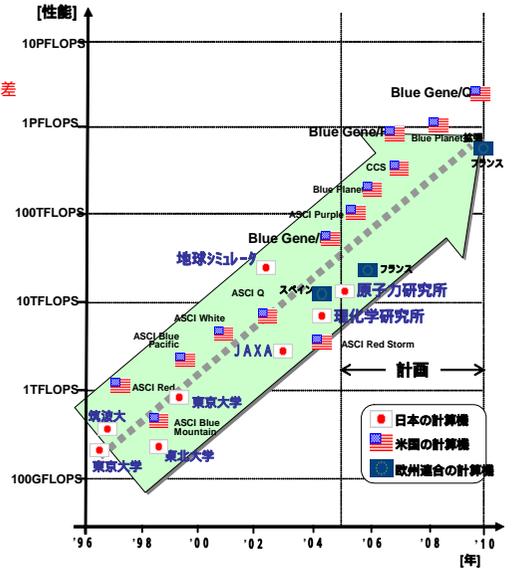
順位	名称	Linpack 演算回数 (テラFLOPS)
1	NEC製 地球シミュレータ 日本・海洋研究開発機構	35.9
2	IBM製 ASCI White (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	7.2
3	HP製 AlphaServer (米国・ピッツバーグスパコンセンター)	4.5
4	HP製 AlphaServer (フランス・フランス原子力委員会)	4.0
5	IBM製 スーパーコンピュータ (米国・ローレンスバークレー国立研究)	3.1
6	HP製 AlphaServer (米国・ロスアラモス国立研究所)	2.9
7	Intel製 ASCI Red (米国・サンディア国立研究所)	2.4
8	IBM製 pSeries (米国・オークリッジ国立研究所)	2.3
9	IBM製 ASCI Blue-Pacific (米国・ローレンスリバモア国立研究所)	2.1
10	IBM製 pSeries (米国・陸軍研究所)	2.0

約5倍の性能差

出典: TOP500ホームページ

1: スパコンのベンチマークテストの一つである「Linpack(リンバック)」<sup>3</sup>による結果をランキングしたもの。毎年6月及び11月に更新される。  
 2: 主に中央演算処理装置(CPU)の計算能力を比較する目的で作られたベンチマークのうち、最も広く用いられているもの。

## 日・米・欧のスパコンシステムの開発状況



出典: 科学技術・学術審議会 基本計画特別委員会 参考資料集