

猛速で「地球」を計算しまくる スーパーモデル養成研究所

text : 喜多充成 photo : 凸凹記

「世界がもし100人の村」だと考えてみることで、60数億の人間が難解な問題を抱える現在の世界がいくらかは理解しやすくなる。このことは、複雑な事象の全体像を把握するには、適切な縮尺を施した「モデル」が役に立つということをわれわれに教えてくれている。

では、地球をもし10km四方のマス目に区切ってみたら何が見えてくるのだろうか。2002年3月から横浜で稼働を始めた世界最高速の汎用スパコン「地球シミュレータ」は、この問いに答えを出そうとしている。

配線の総延長は2900km!

「地球シミュレータ研究開発センター」は、横浜の住宅街の一角に新設された施設で、研究棟と冷却施設棟、そして「スーパーコンピュータ棟」の3つの建物から構成されている。警備兵や鉄条網といったモノモノしさはないが、同センターの入り口に当たる研究棟のロビーの内壁には、古来より荒ぶる自然の象徴とされてきた「風神雷神」が描かれおり、周囲にニラみをきかせている。

その研究棟の3階から伸びる空中の渡り廊下を通り、外壁を貫くようにスパコン棟に入ると、ガラス越しに「ご神体」を見渡せるお立ち台に到着する。このスパコン棟はビルでいうなら3階建てから4階建ての高さに相当する、かなり大きめの体育館。屋根の上には避雷線が張り巡らされ、1階のフロアは空調関係の機器、2階のフロアにスパコンやネットワークノード、ストレージのラックが設置されている。もちろん、いっさい窓はない。

まったく柱のない150×65m、サッカー場の半分の面積にラックが整然と並べられているようすは、お立ち台から見る限り、静謐とした空間に見える。ラック上部にある動作状況を示すインジケータがなければ、トランクルームにしか見えないところ。だが、階段を降り、重い鉄の扉を開けてスパコンのあるフロアに入ると途端に空気が一変する。「グォー、グォー」と低くなる風切り音が押し寄せてくるのである。

地球シミュレータは、プロセッサ間を結ぶ配線の総延長が2900km、根室から与那国島の距離に匹敵するというお化けスパコンだ。1つ1つのプロセッサは、4000万トランジスタの規模で、これが5120個並



列に結ばれている。メインメモリーは10テラバイト、すなわち1万ギガバイト。全部で数万個におよぶであろう冷却ファンの発する騒音が地響きのような振動となり、床から足を這い登ってくる……。お化けパソコンとの対面は、実は決して心地よい体験ではなかった。

最優秀仮想地球を選ぶオーディション

再び空中回廊を渡って研究棟に戻り、これを「お化けですよ」と表現した海洋科学技術センター横浜研究所の大塚清さん(地球シミュレータセンター研究交流・教育グループリーダー)に話を聞いた。

「たとえば、深い海底には地球規模の冷たい水の流れがあるといわれています。この流れがもし止まったら、地球はどうか。こういうことは実験できないので、計算シミュレーションに頼るしかない」

地球シミュレータが想定するのは10km四方のマス目で区切られた地球だ。人間の尺度からすればかなり大きいマス目のように思えるが、地球の表面積は約5億1000万平方km。マス目の数はざっと510万にもなる。しかもこのマス目を垂直方向にも何層かに分けて考える必要があるから、仮想地球を構成するジグソーパズルのピースの数は500万どころでは済まない。

地球シミュレータ構想が動き出した1996年の段階で「現在最速のパソコンの1000倍の計算速度が必要となる」とされていたのも、ピース数がこれほど膨大なパズルを、「実用的な時間」のうちに解かなければならなかったからだ。

「最近のパソコンとの比較をよく聞かれるのですが、『25万台分です』と言っても答えになりませんよね(笑)。このパソコンで1週間かかる計算をパソコンにやらせると2500年かかるとか聞いていますが」

地球シミュレータのピーク計算速度は40テラフリップス。これは1秒間に浮動小数

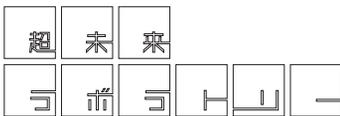
点演算を40兆回こなす能力という意味だ。専用の計算機なら、この連載の第1回で取り上げた分子動力学専用計算機「MD-GRAPE」や、その本家筋にあたる重力多体問題専用計算機「GRAPE-6」が、より速い計算速度を実現している。しかし、それらはあくまで特殊な問題に特化した計算機であり、地球シミュレータは数値核実験でも自動車の衝突実験でもこなせる汎用型の計算機だ。スピードがもっとも速く、計算の対象が地球であるということが、従来の大型パソコンや特種な専用計算機との違いといえる。

「実際に稼働を始めて、実効値でピークの7割近い数字が出せた。間違いない範囲で見積もって2割程度と見ていたため、期待の3.5倍という計算スピードを手にしたことになる。うれしい誤算でした」

このお化けパソコンの登場で、従来よりも地球を細かく刻み、より多くの計算パワーを必要とする精度の高いシミュレーションをこなせるようになったわけだが、なぜそれが必要だったかについては、こんな理由もある。

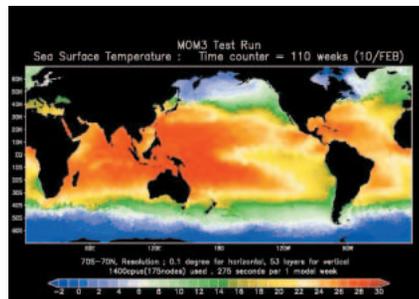
「パソコンは、どこの国も国家プロジェクトとして進めなければ立ちゆかなくなってきたんです。なかでも、先端的な数値シミュレーションを行なう際、性能的に優位にあるベクトルプロセッサは、ビジネスにもなりにくい。世界的にもパソコンにかかわるメーカーの数も減ってきているんです。そのため、国家プロジェクトがメーカーを引っ張っていくカタチでない、技術の継承が行われなくなってしまう」

このパソコン「地球シミュレータ」は、文部科学省が所管する3つの機関が共同ですすめているプロジェクト「地球フロンティア研究システム」の一角をなすものだ。このプロジェクトは、観測衛星や海洋調査船などを用いてより詳細にデータを収集する「観測システム」と、より精度の高いシミュレーションモデルの研究を行なう「プロセス研究」、そしてこの「シミュレータ開発」



初期値のないシミュレーション

地球観測衛星などでデータ量は爆発的に増えたが、それでも「特定時刻における全地球上の気候データ」は存在しない。つまり「初期値がない」というのが、ほかのシミュレーションと異なる、気候変動シミュレーションの難しいところ。異なる時刻の初期値を組み合わせた「アンサンブル予測」や、測定誤差の影響をできる限り排除する「データ同化」などに、膨大な計算パワーが必要となる。画面は、3月に同センターから報道発表された動画の一部。平均的な海面の温度分布に、時系列で変化する風向風速データを与えてドライブし、その変化を可視化したもの。いわば、シミュレータの「慣らし運転」に相当する。この作業を十分に行ってからでないとながらシミュレーションにとりかかれない。



台風の進路予測も高精度に

現在の天気予報では、台風の到達範囲を円で示す進路予報が用いられているが、これをピンポイントで予報できる高精度の数値予報も同シミュレータのターゲットの1つ。シミュレータは、数値モデルの精度向上や気候変動予測などサイエンスを主目的とするが、実際の生活に密着した事象、たとえば、航空事故を招く突発的な下降気流「ダウンバースト」の予測や、タンカー座礁にともなう流出油の漂着予測など、生活に直接かわかる事象でも成果を目指す。



が三位一体となって進められるものだ。「プロセス」はプログラムのコードであり、「観測」はデータの値。そしてこれらを呑み込んで演算するのが「シミュレータ」の役割である。どれほどの精度のデータが必要か、どのプログラムが求める結果を出せるのか、これらは、実際にシミュレータで計算させてみないとわからないことも多い。シミュレータは単に計算という仕事を請け負うだけでなく、観測やモデルに高い要求水準を突きつける役割も果たするのだ。

「まだ完全なモデルは登場していません。モデルごとに得手不得手があったりする状況です。いずれ『これは優れたシミュレーションモデルだ』というものが完成すれば、みな開発をやめてしまうでしょう。それを使えばいいのだから」

世界中の科学者が手間暇かけて磨き上げた「モデル」を一同に会して競い合わせ、スーパーモデルを選び出す華やかなステ

ージ。この地球シミュレータセンターは、そういう意味合いも持っているのだった。

現時点では、大気循環モデルと海洋水の循環モデルを別々に走らせているが、現実にはその相互の作用も気候に大きく影響を与えている。そのため、これらを組み合わせなければならぬが、ならばどう組み合わせるか。さらに「固体地球」すなわち地核やマントルの動きまでも地球シミュレータに反映させようというプロジェクトも動き始めている。

400億円以上の国家予算を投じて設立された同センター。費用の膨大さも、またハードウェアの進歩のスピードも速い。そうした環境が、ここにかかわる研究者たちに、一刻も早い目に見える「結果」を出すことを求めている。ダイヤルを回すだけで未来の気候を予言できるような「スーパーモデル」に向け、大きなステップが踏み出されているのである。

研究所データ

海洋科学技術センター 横浜研究所
地球シミュレータセンター
所在地：神奈川県横浜市金沢区
昭和町3173-25
www.es.jamstec.go.jp



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp