

計算天体物理学

Piet HUT

〈高等研究所 Princeton, NJ 08540, USA〉

e-mail: piet@ias.edu

訳 小久保英一郎

〈国立天文台理論天文学研究系 〒181-8588 三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: kokubo@th.nao.ac.jp

現在、天体物理学における大規模シミュレーションは理論や観測と同じように重要な役割を担っています。ここでは大規模シミュレーション業界の抱える問題について述べたいと思います。

天体物理学は歴史的には純粋な観測科学でした。物理学や化学と違って天体物理学には実験室が存在しませんでした。つまり、天体物理学の実験をすることは不可能でした。この状況はコンピュータの発明によって変わりました。現在ではサブミクロンサイズの星間塵から観測可能な宇宙全体を含むような宇宙論的スケールまで、天体物理学のさまざまな分野でコンピュータを用いた詳細なシミュレーション（模擬実験）をすることが可能になっています。

伝統的に天体物理学者は理論屋と観測屋の2種類に分けられてきました。1960年代になってコンピュータが使えるようになると、理論屋によって彼らの「紙と鉛筆」の計算を加速する手段として、天体物理学のシミュレーションが行われるようになりました。しかし、60年代にすでにヒトの脳よりも100万倍速く、現在では1兆倍以上も速いコンピュータの圧倒的な計算能力は、可能な計算の質と種類に大きな変化をもたらすことになりました。

「紙と鉛筆」の計算と現在の大規模シミュレーションが、それらが観測と違うのと同じように、互いに違うものであることは、ますますはっきりしてきています。コンピュータ端末の前に座って

いるシミュレーション屋と観測屋を見て、どちらが観測結果を見ていてどちらがシミュレーション結果を見ているのかを判断するのは大変難しいでしょう。天体物理学シミュレーションの仮想現実宇宙は今や詳細になり、その結果は本物の観測結果のように見えるのです。そしてその結果、シミュレーションのデータ解析はしばしば、少なくとも観測のデータ解析と同じくらい複雑だったりします。

今、全世界的に天体物理学業界は大きな問題に直面しています。それは学究的社会的構造の変化が遅い、そしてさらに変化の必要性を認識するのにも時間がかかるという問題です。今でも、学究的社会的の上層部の審査委員会によってなされる多くの決定は、最も年配の委員の個人的な経験に基づいています。そして多くの場合、彼らは自分で詳細なシミュレーションを行った経験がありません。彼らはもしかしたら微分方程式を数値的に解いたことがあるかもしれませんが、もしくは何か簡単な数値計算をしたことがあるかもしれません。しかし、そのような数値計算と大規模シミュレーションには天と地ほどの違いがあります。この違いは例えるなら、壁に写真をかけるためにハンマーを使うことと、実際に家1軒を設計し建築す

ることの違いのようなものです。

このシミュレーションに対する理解の時間差の結果、天体物理学の教育では理論と観測が重要視され過ぎていて、同じように重要視されるべきシミュレーションが無視されています。学生が理論や観測を学ぶための良い教科書は豊富にあります。しかし、学生がシミュレーション技術を学べるような教科書はほとんどありません。さらに悪いことに、大規模シミュレーション用ソフトウェア開発に携わっているととても優秀な天体物理学者でさえ、よくただの技術屋だとみなされています。彼らなしには今の天体物理学を進めることは難しいのです。

1982年に Ken Wilson が素粒子論でのラティスゲージの大規模シミュレーションの研究でノーベル物理学賞を授賞しました。このとき私たちはついにシミュレーションにも、何世紀にもわたり物理学や天体物理学で純粋理論に払われてきたのと同じ敬意を払われる時代がきたと思いました。しかし、それから 20 年以上たった今でも、状況はあまり良くなっていません。今こそ、シミュレーションとシミュレーション屋が真に値する称賛を得られるべきです。そして同時に適当な基盤施設と予算的支援を得られるべきではないでしょうか。

日本は今、他国と同じもしくはさらに悪い問題に直面しているようです。ヨーロッパやアメリカと比べて日本では、大規模シミュレーションを行う天体物理学者に対しての援助が少ないように感じます。私は日本の天文学社会が天体物理学における大規模シミュレーションの重要性をよく理解し、シミュレーション屋がシミュレーションを続けるのを支援して欲しいと思います。そしてこれからも日本のシミュレーション天体物理学者が科学的成果を上げ続けてくれることを期待しています。

Computational Astrophysics

Piet Hut

Institute for Advanced Study

(translation) Eiichiro Kokubo

*Division of Theoretical Astrophysics, National
Astronomical Observatory*

Abstract: Large-scale simulations play important roles in the modern astrophysics as do theories and observations. Here I briefly state the problem that the astrophysical simulation community is facing.