Plat' Home

ぷらっとホーム・Linuxソリューション事例第2回

青山学院大学理工学部物理学科

ぷらっとホームのDual PentiumⅡマシン64台をクラスタ接続し、10GFLOPSというスパコン並みの演算性能を達成できるシステムを構築。

青山学院大学理工学部物理学科(世田谷キャンパス)では、ぷらっとホームのPC(PentiumⅡ/350MHz Dual構成)を64台クラスタ接続し並列計算機として機能させることで、10GFLOPSというスーパー・コンピュータに匹敵する演算能力を達成できるシステムを構築した。「ARK」と名付けられたこの並列計算機は、物性理論の数値シミュレーションに活用される。

青山学院大学理工学部物理学科
助教授　羽田野 直道氏(右)
助手　中田 寿穂氏(左)

自分たちで独占できるスーパー・コンピュータを作る

物理学には、原子核物理や素粒子物理などさまざまな分野がある。「私たちが行っている研究は物性物理学という分野です」(青山学院大学理工学部物理学科 助教授 羽田野直道氏)という。物性物理学とは、固体、液体、気体などの物質の性質を物理学の基本原理や法則から解明していく研究分野であり、その解明のための手段としてコンピュータが使われている。コンピュータ・シミュレーションによる仮想空間でさまざまな物質を作り、その振る舞いを調べることから、現実の物質の振る舞いを物理法則に当てはめていくのである。

青山学院大学理工学部物理学科で構築した並列計算機「ARK」。4機のワイヤシェルフに69台のPC、スイッチング・ハブ、モニタが収納されている。収納されているPCの内訳は、1台が外部からログインするためのゲートウエイ兼ファイル・サーバ、4台がブート・サーバ、残りの64台が並列計算を担当する。信頼性の向上や消費電力の削減などの理由から、並列計算機にはハードディスクを搭載せず、ネットワーク・ブートで起動している。

こういったシミュレーションを行うには、高性能で大容量のメモリを搭載したコンピュータが必要となる。たとえば、ある物質の性質をシミュレーションするには、その中の1つ1つの原子の状態を計算する必要がある。1つの原子は、隣り合う原子の影響を少なからず受けるため、シミュレーションを行う場合でもなるべく多くの原子の状態を考慮する方が、現実世界の状態により近づくことができるからだ。「より精度を求めるとなると計算能力はいくらあっても満足することはありません」(羽田野氏)。

そのため、各研究機関や大学などではスーパー・コンピュータを導入し、計算物理のための環境を整備してきた。「計算機センターに導入されるコンピュータは、物理学科だけが独占できるものではありません。そのため、わずか数秒のCPU利用時間の計算結果を得るまでに、何時間も待たされることもあります」(青山学院大学理工学部物理学科 助手 中田寿穂氏)。自分たちで独占できるスーパー・コンピュータを持つことは、研究者にとって理想的な研究環境となる。

しかし、数年前までスーパー・コンピュータの主流だったパイプライン処理によるベクトル計算機は、高速化のために膨大な開発費が必要とされた。そこで登場したのが、大規模な計算を多くのCPUで分担させることで処理速度を向上させる並列計算機である。

青山学院大学理工学部物理学科では、1998年末に久保田教授、古川助教授、羽田野助教授、中田助手が共同して、「手作りスパコンARK」構築のためのプロジェクトを立ち上げた。多数のPCを高速のネットワークで接続して超並列スーパー・コンピュータを自作するものであり、「Aoyama PC Cluster計画(Aoyama +:青山プラス)」と呼ぶプロジェクト(http://www.phys.aoyama.sc.jp/~aoyama+/)である。

69台のパソコンすべてがぷらっとホームから納入された

Aoyama +プロジェクトは、1998年中に4台のPCをクラスタ接続した試作機「xian」を作成し、並列計算機の目処を付けていた。1999年に入ってから、64台のDual PentiumⅡマシンをクラスタ接続する「ARK」の構築に取りかかった。

ARKの構成は、図1のようになる。CPUにPentiumⅡ/350MHz×2、256Mバイトのメモリを搭載した64台のDual PentiumⅡマシンを100Mbpsのネットワークでクラスタ接続して、大規模な計算を担当させる。信頼性の向上や消費電力の削減から、各PCにはハードディスクを搭載していない。そのため、起動は4台のブート・サーバを利用してネットワーク・ブートしている。ブート・サーバ1台あたり、16台のPCを起動させる。それに加え、外部からログインするためのゲートウェイ兼ファイル・サーバのためのPCを1台用意した。合計69台のPCとスイッチング・ハブ、モニタを4機のワイヤシェルフに収納している。

これら69台すべてのPCが、ぷらっとホームから納入された。「いろいろなメーカやベンダの製品を検討しましたが、Linuxで動作確認され安定動作できる部材が購入できることやコスト・パフォーマンスが良かったことから、ぷらっとホームの製品に落ち着いた」(中田氏)という。Alphaチップを搭載したワークステーションも検討したが、Alpha CPUの発熱問題、CPUのバージョン・アップの容易さやコストの点からPentiumⅡマシンが選択された。

OSには、Debian GNU/Linuxが採用された。「Windows環境は学生が慣れていますが、OSのライセンス料が64台分必要となったり、開発環境やライブラリにもコストがかかってしまいます。それに対して、Linuxは基本的に無料であり、さまざまなライブラリや開発環境が優れたオープン・ソース・ソフトウエアとして流通しています」(中田氏)。限られた予算の中で、これだけのシステムを構築するには、PentiumⅡマシン+Linuxの選択が当然の帰結だったといえる。

ライブラリやフリー・ソフトの充実がLinuxの大きな魅力

実際の計算の並列化は、PVM(Parallel Virtual Machine)やMPI(Meseage Passing Interface)といったライブラリで実現した。各CPU間で必要なデータのやりとりをネットワークを介して行うライブラリである。こういったさまざまなライブラリ、コンパイラのgccやg77などのフリー・ソフトが充実しているのもLinux環境の大きな魅力となっている。

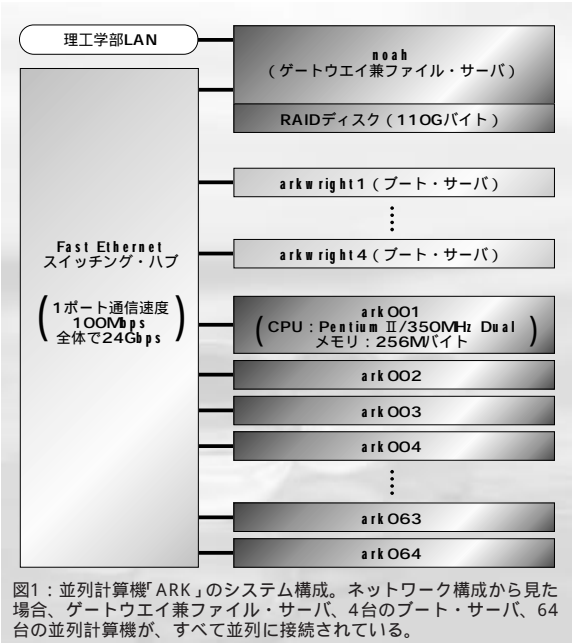

図1:並列計算機「ARK」のシステム構成。ネットワーク構成から見た場合、ゲートウエイ兼ファイル・サーバ、4台のブート・サーバ、64台の並列計算機が、すべて並列に接続されている。

Debian GNU/Linuxには、これらの並列化のライブラリも用意されていた。また、4台のブート・サーバについては、1台目を構築してからパッケージ・リストを出力させ、残り3台についてはすべてコピーで済ますことができた。

1999年8月の段階で、ARKは立ち上がったばかりである。「試しに簡単な計算をしてみたところ、3GFLOPS程度の速度は出ています」(羽田野氏)。今後は、NFSなども含めてチューニングを行えば、最終的には10GFLOPS以上の演算性能が出るはずだ。10GFLOPSという演算性能は、1990年初頭のスーパーコンピュータと同程度の性能である。また、1台あたり256Mバイトのメモリを搭載していることから、全64台で16Gバイトのメモリ容量を持つ。このメモリ容量は、わずか2~3年前のスーパー・コンピュータと同等だ。「こういった演算性能やメモリ空間を研究室レベルで構築できてしまう時代になった」(羽田野氏)のである。

チューニングによる性能向上に加え、「ユーザ側としてもなるべくデータ転送時間の少ない計算方法を探っていく」(羽田野氏)という。実際の計算は、空間を64個に分割して行っている。1つの空間内での計算で事足りればよいが、隣の空間との間でデータ転送を行う場合は、ネットワークによるボトルネックが生じてしまう。データの転送量をなるべく少なくしたり、まとめて転送するなどの方法を探ることも運用ノウハウのひとつとなる。

運用を開始してみて、「思った以上に安定している」(中田氏)という。64台の内の1台でもダウンしてしまえば、それまでに行った計算が無駄になってしまう。ぷらっとホームのマシン+Debian GNU/Linuxという組み合わせは、並列計算機を構成する上で安心感を与えている。また、実際に計測したところ、システム全体で3kWの電力しか消費していない。これによって、夏場の熱暴走といった危険も避けることができる。

システム構築に大きな役割を演じた中田氏によると「ハンド・メイドで64台のパソコンをクラスタリングした並列処理機を作ったというのは、たぶん日本では初めてだと思う」という。また羽田野氏は、「いままで一部のメーカしか作ることができなかったスーパー・コンピュータを、研究者である自分たちが作ったという意義は大きい」とAoyama+プロジェクトを評価している。青山学院大学理工学部物理学科にとって、ぷらっとホームのマシンによる超並列計算機は、研究設備の充実という点で大きく貢献しているといえる。

ユーザー・プロフィール

青山学院大学
1949年に新制大学として開設された。青山キャンパス、世田谷キャンパス、厚木キャンパスの3拠点を持ち、文学部、経済学部、法学部、経営学部、国際政治経済学部、理工学部の7学部、12学科を有する。URL http://www.bb.aoyama.ac.jp/index.html

※会社名、製品名は、各社の商標もしくは登録商標です。

お問い合わせ
ぷらっとホーム株式会社
本社営業部
〒101-0021 東京都千代田区外神田2-4-6
(ササゲビル)
TEL.03-3251-2600 FAX.03-3251-2602
UEL http://www.plathome.co.jp