

## PC グリッド・コンピューティング —普及・向上する PC の有効活用による 豊富な計算資源の社会的供給—

大部分のパソコン (PC) は、処理能力の 80～90%はまったく使用されていないと言われている。これは PC の電源が入れられていないということではなく、PC の頭脳に相当する CPU の能力を使い切っていないということである。そこでネットワークで結ばれた多数の PC の余剰パワーを集め、仮想的に高性能コンピュータとして利用するのが PC グリッド・コンピューティングである。近年の PC の急速な普及や、CPU 処理速度の劇的な向上、ブロードバンドによる通信環境の整備によって、PC グリッド・コンピューティングが発展する環境が整いつつある。このような動向を背景に、豊富な計算資源を社会的に供給するための PC グリッド・コンピューティングについて検討する。

グリッド・コンピューティングとは「ネットワーク上に分散した多様な情報処理資源を 1つの仮想コンピュータとして利用する環境」であり、ユーザにネットワークを介して情報処理資源を必要なとき必要なだけ提供することを目指す。その効果には、分散した情報処理資源の一括利用、遊休資源の有効活用、負荷分散によるピーク負荷の平準化、個別装置障害時でも全体の運用維持による信頼性向上などがあげられる。

グリッド・コンピューティングは幾つかの種類に分類できるが、既存 PC を活用して豊富な計算資源の供給を実現する PC グリッド・コンピューティングは、構築の容易さや運用の経済性といった特徴を有している。実際の構築形態は、インターネットに接続された個人所有の PC を中心とするオープンタイプ、企業などの組織が保有する PC 群を活用するクローズドタイプ、ゆるい枠組みの中にある複数の組織が持つ PC を活用するセミオープンタイプの 3タイプに分類される。

セミオープンタイプの PC グリッド・コンピューティングについて、地域活性化を目指す自治体などは、地域の計算資源を共通にプールしておき必要な時に必要なだけ利用できるインフラとしての価値に着目すべきである。しかし現状は未だ、具体的な構築法や効果的な活用法が十分には確立されていない。そこでまず、PC グリッド・コンピューティングの持つ潜在的可能性を探るために、様々な観点からフィージビリティスタディを積み上げることが必要である。たとえば構築に関しては、各都道府県の小～高等学校にある多数の PC をグリッド化し、地域へ高い計算資源を供給することが考えられる。活用策としては、計算機シミュレーションとアニメーションを利用した地域用のバーチャル教材開発や、豊富な計算資源を利用したフル CG アニメ作成による地域のコンテンツビジネス振興などが考えられる。

社会のデジタル化が進むと、情報家電やオンライン型ゲームマシンなど、高性能 CPU を搭載し、かつネットワークに接続された機器が社会のいたる所に存在するようになる。将来的にはこれらの CPU パワーの活用も視野に入れるべきであろう。

# PC グリッド・コンピューティング

—普及・向上する PC の有効活用による  
豊富な計算資源の社会的供給—

刀川 眞  
客員研究官

## 1 はじめに

パソコン (PC) 普及率の増加や、CPU 処理速度の劇的な向上が続いているが、大部分の PC は、処理能力の 80～90%はまったく使用されてないと言われている<sup>1)</sup>。これは PC の電源が入れられてないということではなく、PC の頭脳に相当する CPU の能力を使い切っていないということである。たとえば 3次元グラフィックスのように膨大な演算処理が必要な場合には CPU 稼働率は上昇するが、文書処理やインターネット接続などの場合、キーボードの入力速度や通信速度に比べて CPU 処理速度の方がはるかに速いため、大部分

の時間が待ち状態になっている。そこでこのような CPU 遊休時間を仮想的に集約し、資源として活用することが考えられている。すなわちネットワークで結ばれた多数の PC 群を仮想的に 1つの高性能コンピュータとみなし、その高性能コンピュータに大きな処理を依頼するのである。受け取った側はそれを極めて多数の微小処理単位に分割し、グリッドのようにネットワーク化されている PC 群に振り分ける。CPU が高速化されつつあるとはいえ PC の処理速度はスーパーコンピュータに較べればはるかに遅いが、微小単位を

同時並行に処理するため、全体では極めて高い性能が実現される。これが PC グリッド・コンピューティングであり、すでに数年前から一部で実現されている。PC の普及や処理速度の向上は、遊休 CPU 能力が増大することでもあり、ブロードバンドによる通信環境の整備と相まって、PC グリッド・コンピューティングの構築を促進するものとなっている。このような動向を背景に、豊富な計算資源を社会的に供給するための PC グリッド・コンピューティングについて検討する。

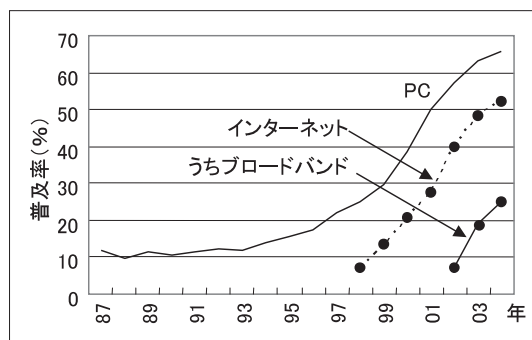
## 2 背景：PCとネットワークの進展

2 - 1

### PC の普及増加

低価格化やサポート体制の充実などにより、職場、家庭、教育の場を問わず、PC が急速に普及しつつある (図表 1)。前述したように CPU は遊休時間が多い上、そもそも PC 自体が起動されていない時間もあるため、PC の増加は社会全体でのトータルな CPU 余剰能力が増加することになる。

図表 1 我が国の PC およびインターネットの世帯普及率推移



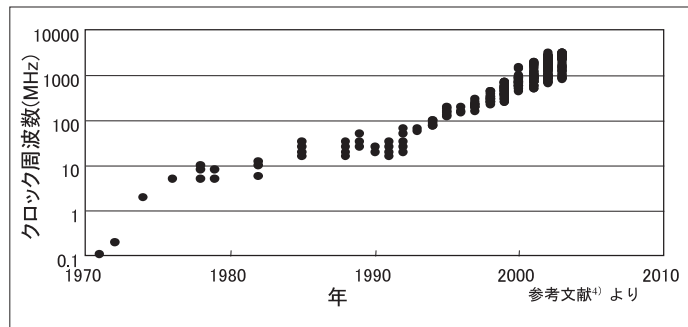
参考文献<sup>2,3)</sup>を基に科学技術動向研究センターで作成

2 - 2

CPUの性能向上

図表2に示すように、CPUの動作周波数（クロックタイム）は急速に増大しており、これもCPU余剰能力増加につながる。クロックタイムの高速化は限界に近づきつつあるといわれているが、1つのCPUの中に2つの演算回路（コア）が組み込まれるデュアルコアCPUや、CPU内部処理単位の拡大（32ビット→64ビット）などにより、今後もCPUの性能向上は続くものと考えられる。

図表2 CPUクロック周波数の推移（インテル社）



参考文献<sup>4)</sup>より

ドバンドも急速に普及しつつある（図表1）。このためPCでも、3次元グラフィックスにおけるモデリングデータ<sup>①</sup>のような、ある程度規模の大きなデータもネットワークで授受できるようになってきている。しかもブロードバンドは常時接続が多いため頻繁な通信が容易となり、遠隔監視などにより、

動作しているPC群の状態をきめ細かく把握できる。

2 - 3

ブロードバンドの普及

我が国ではここ数年、ブロー

用語説明

①モデリングデータ

モデル（物体）の各頂点の座標や境界線・面を表現する方程式のパラメータなど、形状を定めるデータ。

3 PCグリッド・コンピューティングについて

3 - 1

グリッド・コンピューティングとは<sup>5,6)</sup>

グリッドの概念は電力送電網に由来し、「ネットワーク上に分散した多様な情報処理資源（コンピュータ、記憶装置、表示装置、実験観測装置など）を1つの仮想コンピュータとして利用する環境」である。グリッド・コンピューティングは、ネットワークを介して情報処理資源を必要なとき必要なだけ提供することを目指すもので、期待される効果として、つぎのようなものがある。

- 分散した情報処理資源を一括して利用可能になる
- 遊休資源を有効に活用できる
- 負荷分散のため、個別にピーク負荷に耐えられる設備を持たなくてもよい

- 個別装置がダウンしても全体としては運用維持ができ、信頼性が向上する

グリッド・コンピューティングは構築形態によって主に以下のように分類できる。

- ①コンピューティング・グリッド：スーパーコンピュータなど、ネットワーク上に分散配置された高性能コンピュータを複数統合し、あたかも1つの巨大コンピュータのように見せるもの。
- ②PCグリッド・コンピューティング：多数のPCのCPU遊休パワーを統合して大規模な処理を実現するもので、考え方はコンピューティング・グリッドに近い。
- ③データグリッド・コンピューティング：遠隔地からネットワークを介して、グリッド状に展開されたディスク装置やファイル

システムをアクセス可能にし、あたかも1つの大型外部記憶装置のように見せるもの。

- ④センサー・グリッド：ネットワークに接続された極めて多数の分散設置のセンサ群からデータを収集、利用するもので、たとえば地球環境モニタリングでの活用などが考えられる。

3 - 2

PCグリッド・コンピューティングの特徴と制約

このような各種のグリッド・コンピューティングのうち、PCグリッドはコンピュータとしては極めて安価、かつ大量のPCによって構成されるもので、次のような特徴を有している。

(1)構築の容易さと運用の経済性

LANやインターネットなど、ネットワークに接続されている多

数の PC があれば、高性能コンピュータに相当する計算能力を極めて安く構築できる。職場や家庭に PC が普及しつつある現在、新たな初期投資をせずに高性能コンピュータ機能が実現できる意義は大きい。

そもそもこれらの PC 群は、本来、PC グリッドとは別の用途のために導入されているものであるため、CPU の遊休時に PC グリッドとして稼働させても、運用費用に大きな影響は与えるものではない(注1)。

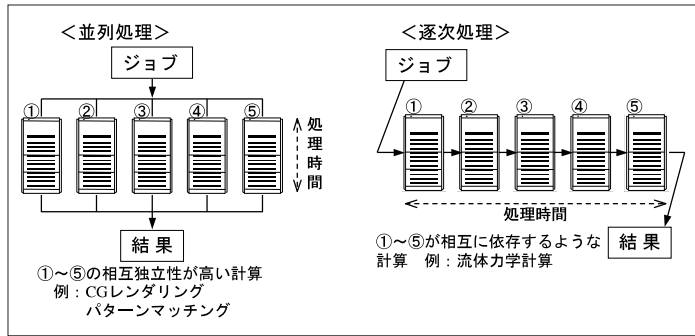
(2)システム全体性能の  
“自動的な” 向上

CPU をはじめとする PC の性能は絶えず向上しており、PC グリッドを構成する個々の PC も、本来の用途の必要性に応じて逐次、更新されている。そのため PC グリッドをシステムで見た場合、個々の PC 性能にはばらつきがあるものの、全体としては自動的に性能が向上していくことになる。

(3)処理単位の相互独立性

PC と外部とを結ぶ物理的ネットワークは、通常は LAN や ADSL、光回線などであり、データ転送速度は CPU 処理速度に較べるとはるかに遅い。そのため

図表 3 並列処理と逐次処理



参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターで作成

PC グリッドでは、極力、通信回数を減らせるよう、各 PC に振り分けられた処理が相互独立に実行でき PC 間の通信が頻繁には発生しない、比較的単純に並列処理できるアプリケーション分野が中心となる。

たとえば数値データとして与えられた物体や図形情報から計算によって画像を作る CG (Computer Graphics) レンダリングや、バイオインフォマティクスにおけるゲノム情報の比較、検索などがあげられる。これに対し、たとえば流体力学計算などは、処理単位が相互に依存するため逐次処理をしなければならず、高速化するには個々の処理速度を高めるスーパーコンピュータに頼らざるを得ない。つまり PC グリッドはスーパーコンピュータに置き換わるものではなく、両者は状況

(注1) PC グリッドのためにのみ PC を稼働させれば、当然、光熱費などの運用コストは発生するが、このコストはその処理を行う以上、他の手段を用いても発生するものである。

に応じて使い分けられるものである。(図表 3)。

(4)マシン所有・運用者の非専門性

スーパーコンピュータなどでは、マシンの所有・運用者の多くはコンピュータの専門家であるのに対し、PC の場合、ほとんどは非専門家である。そのため PC グリッドの構築・運用では、所有・運用者に対して高度な専門知識の保有を前提にできない。

## 4 仕組みと技術

4 - 1

### 構成の例

PC グリッド・コンピューティングの構成は、センターサーバと、専用ソフトがインストールされた PC 群から成り、それぞれが図表 4 に示すように処理を分担している。インターネットによって PC 群が結ばれる場合のプラットフォームとしては、米国カリフォルニ

ア大学バークレー校が開発したオープン・ソースである BOINC<sup>8)</sup> (Berkeley Open Infrastructure for Network Computing) の利用が広まりつつある。

4 - 2

### 動作の例

PC グリッド・コンピューティングの動作例を以下に示す(図表 5)。

- ① Web サーバなどから PC に専用ソフトをダウンロードする。
- ② ダウンロードした専用ソフトは、PC グリッドとして処理すべきアプリケーションプログラムやデータをセンターサーバに要求する。
- ③ センターサーバから、並列処理するプログラムや適当な大きさに分割したデータを PC に送信する。
- ④ 送信されたプログラムやデー

タは、最も優先度の低いタスク(注2)としてCPU空き時間に処理される。

- ⑤専用ソフトは処理終了後、結果をセンターサーバに返送し、新たなデータを要求する(全体が終了するまで③～⑤が繰り返される)。
- ⑥センターサーバが各PCの処理結果を結合し、全体としての処理結果にする。

(注2) ほとんどのPCは同時に複数の処理を並行して行なうが、実際はCPUの処理時間を非常に短く分割し、複数のタスクに順番に割り当てている。その際、各タスクに優先度を設けるが、PCグリッドの優先度を最低にすることにより、他タスクへ影響を与えることなくCPU空き時間を利用できる。

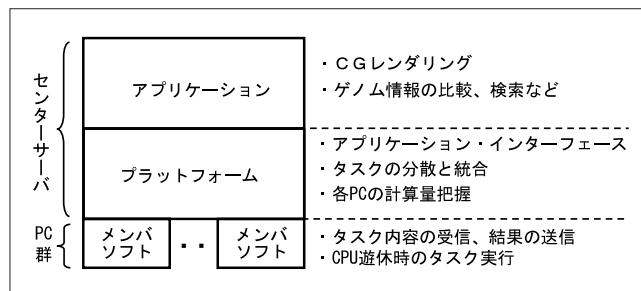
グリッド固有の問題としてよりも情報化社会における共通の課題として、ソフトウェアのセキュリティ・ホールを頻繁にチェックし修正プログラムを適用したり、ファイアウォールによるプロテクションなどで対処すべきことである。

一方、利用者側にとっては悪意を持つ者がPC提供者となり、データの窃盗や不正な処理結果の意図的な転送などのリスクが想定される。これに対してはPCハードディスク内に格納するデータはすべて暗号化することや、他と較べて特異な結果については再演算するなど対処する。

(2)演算結果の信頼性確保

スーパーコンピュータなどの専用コンピュータは、電源や温度などの環境条件が比較的良好に管理されるのに対し、一般にPCの利用環境は厳しく、コンピュータ自体の安定性も高いとはいえない。このため個別PCの処理結果は信頼性が低いことを前提とし、PC提供者の状態に応じて冗長性を持たせる必要がある。たとえば同一処理を複数台のPCに依頼し、結果が一致したデータのみを有効とし、そうでないデータは再度、処理を行うなどの工夫が求められる。

図表4 PCグリッド・コンピューティングの構成例



参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターで作成

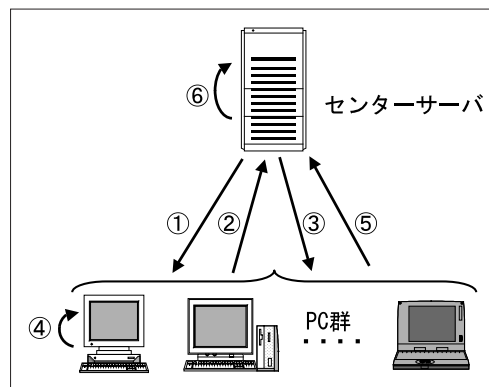
4 - 3

実現上の技術的ポイント

(1)セキュリティの確保

PCグリッド・コンピューティングにおけるセキュリティは、PC提供者側とグリッド上で高速演算処理を行う利用者側の両面を考えねばならない。まずPC提供者側リスクとして、ウィルスの侵入や個人情報の漏洩などが想定されるが、接続先(図表5のセンターサーバ)が信頼でき、かつネットワーク上のデータをすべて暗号化していればリスクは大幅に軽減される。むしろコンピュータの常時接続による不正アクセス機会の増加が懸念されるが、これはPC

図表5 PCグリッド・コンピューティングの動作例



参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターで作成

## 5 構築形態の分類

5 - 1

### オープンタイプ

現在、最も一般的に行われている PC グリッド・コンピューティングがオープンタイプである。インターネット接続を前提とし、多くは組織などによる束縛を受けずに、個人が所有する PC の遊休 CPU 能力の提供を受けて構築するもので、極めて広範囲から膨大な数の PC が参加する場合がある。基本的に参加への強制はできないため、いかに効果的な参加インセンティブを与えるかが鍵になる。たとえば参加 PC ごとにモノや金銭を渡すのは、送付コストがネックとなり実質的でないため、ネットワークで送れる電子マネーや何らかのポイント、あるいは抽選などにより、送付コストを減らす工夫が取られている。

一方で、このような経済的対価に代わり、社会的な福祉への寄与、真理の探求、人類の進歩への貢献などによって、参加者のボランティア意識に訴えるものもある。その場合、参加者は PC 余剰能力を自主的、かつ無報酬かそれに近い形で提供するため、ボランテ

ィア・コンピューティングと呼ばれることがある。このタイプで最も著名なものとして、カリフォルニア大学バークレー校が運営する SETI@home<sup>9)</sup> がある。これは電波望遠鏡で集められたデータを基に、地球外知的生命体の探査を行なうプロジェクトで、世界中から 500 万台以上の PC がボランティアで結集している。その結果、現時点で最高性能のスーパーコンピュータである IBM 社のブルーゲン L (約 140<sup>10)</sup> TFlops<sup>②</sup>) に迫る 100TFlops の計算能力を発揮できると言われている<sup>11)</sup>。この他にも図表 6 に実施例を示すようなガンの治療薬探索など、社会性の高いテーマを中心に多数のプロジェクトが実施されている。

5 - 2

### クローズドタイプ

企業などの組織が保有する PC 群を活用して PC グリッド・コンピューティングを構築するのがク

ローズドタイプで、保有している資源の有効活用を図りつつ低コストで高い計算力が実現できる。このタイプの特徴として、組織として意思決定すれば参加に対するインセンティブを考慮する必要がない、比較的容易に各 PC の状態把握や管理ができる、参加者が明らかなのでセキュリティ上のリスクを抑えられる、などが挙げられる。同一建物内にある PC 群によって構築する場合には、LAN で結ばれている PC 群を簡易にグリッド化するソフトウェア・パッケージも商品化されている<sup>13)</sup>。

5 - 3

### セミオープンタイプ

ゆるい枠組みの中に多数の PC を持つ組織が複数ある場合に、組織を越えてネットワークを組むことにより、その枠組み全体として高性能な計算パワーを実現することが考えられる。これがセミオープンタイプで、たとえば公的機関

#### ■用語説明■

##### ② Flops (Floating point number Operations Per Second)

コンピュータの性能をあらわす単位の 1 つで、1 秒間に行える浮動小数点数演算 (実数計算) の回数を示す。

図表 6 オープンタイプの PC グリッド・コンピューティングの実施例

プロジェクト	研究基盤	目標
SETI@home	カリフォルニア大学バークレー校	地球外知的生命体の発見
Folding@home	スタンフォード大学	たんぱく質の折りたたみメカニズム解明
ClimatePrediction.net	オックスフォード大学	気候変動モデルのテスト
LHC@home	CERN (欧州合同原子核研究機構)	加速器内の粒子運動モデル化
Cancer Research Project	NCI (米国国立癌研究所) オックスフォード大学	抗がん剤候補の探索
Lifemapper	カンサス大学	生物種の世界分布地図作成
cell computing	(株) NIT データ 東亜合成(株)	ヒトゲノム染色体間の法則性解明

参考文献<sup>13)</sup> を基に科学技術動向研究センターで作成

(自治体、学校など)や地元企業などが連携して地域に計算資源を提供することにより、スーパーコンピュータを使いたくても費用負担能力が乏しいような地元中小企業に低廉に計算資源を提供できるようになる。もちろん大手企業であっても、高価なスーパーコンピュータは必ずしも手軽に利用できるものではなく、この恩恵を蒙ることができる。あるいは地方の大学や研究機関でも、同様な恩恵を得ることができる。現在、地域情報化としてさまざまな取り組みが行われているが、地域にあるPC

を利用するPCグリッド・コンピューティングはそれを発展させるものでもあり、いわば「地域の、地域による、地域のための計算資源の供給」といえよう。

このタイプの実証例として、岐阜県で2005年2月に岐阜工業高等専門学校が中心となり、県下の大学や高校、教育委員会、地元研究機関などから1,000台以上のPCが参加した地域グリッド・コンピューティングの実証実験がある。実験では、岐阜県内市町村80箇所を対象とした巡回セールスマン問題を並列遺伝的アルゴリズムで

解く例題を扱った。参加機関からは、豊富な計算資源を手軽に得られるようになれば、膨大な演算を伴うシミュレーションなど従来は不可能であった研究にも着手できるようになるといった、さまざまな期待が寄せられている。しかしその一方で、組織の個別目的で導入したPCを組織を超えて使うことが制度的に認められるかという点や、各組織間のセキュリティポリシーの差異をいかに吸収するかなど、検討すべき社会的課題が大きいことも明らかにされている<sup>14)</sup>。

## 6 今後の取り組み

現状のPCグリッド・コンピューティングはオープンタイプがほとんどで、クローズドタイプやセミオープンタイプは始まったばかりである。このうちオープンタイプとクローズドタイプは、個人や組織の判断で実施できるため、行政レベルで関与すべきことはほとんどないと思われる。これに対しセミオープンタイプを地域で構築することは、新たに公共の計算資源インフラを持つと同様な効果が期待できると考えられる。これはあたかも水道や電気が公共サービスとして提供され、これらが必要とする者は個々に浄水場や発電機を用意しなくても、応分の負担さえすれば潤沢に利用できるようになってきている状態に類似している。計算資源の利用者は水道や電気ほど一般的ではないものの、地域が持つ資源を共通にプールし、必要な時に必要なだけ利用できるようにすることは、地域で活動する者に対してさまざまな効用をもたらす。そのため今後、地域活性化を目指す自治体などは、公共インフラの1つとしてPCグリッド・コンピューティングの持つ可能性

に着目する必要があるだろう。しかし現状では、セミオープンタイプについての具体的な構築法や効果的な活用法が十分に確立されているとは言い難い。そこで、まずPCグリッド・コンピューティングの持つ潜在的可能性を探るために、様々な観点からフィージビリティスタディを積み上げることが必要であり、たとえば次のような取り組みが考えられる。

### セミオープンタイプ構築に関する一提案

#### ●学校の保有するPCの活用

最近では初等中等教育でもPCを扱うようになっており、地域の学校には多数のPCがある。たとえば小学校～高等学校には全国で約150万台のPCがあり<sup>15)</sup>、平均すると1都道府県あたり約3万台になる。これらでPCグリッドを構築した場合の計算能力をコンピュータ性能指標の1つであるFlops値で推定すると、2000年以降に作られた一般的なPCは1GFlopsの性能があるといわれるが<sup>11)</sup>、そ

れ以前のPCもあるため平均性能を1/10に見込むと理想的状態では100MFlops/台×3万台=3TFlopsになる。これはスーパーコンピュータの下限目安である500GFlopsを優に超えており、スーパーコンピュータに十分、匹敵するCPUパワーが得られることになる。

しかしこのような効果が期待できる一方で、現状、学校にあるPCのほとんどは児童・生徒の学習用であるため、責任者はPCを本来の目的以外に使用することの是非や、学校外となる地域のPCグリッド・コンピューティングにどの程度参加してよいか判断しかねると考えられる。そこで各学校を所管する機関が、PCグリッド推進に向けた方針を提示してはどうか。もちろんその前提として、光熱費など運用コストの増加に対処することや、学校のPCがネットワークに常時接続されること、それに対するセキュリティ確保の仕組みが整備されることなどは言うまでもない。

## 構築された PCグリッドの活用提案

### (1)地域における

#### バーチャル教材の開発

学校などの教育機関が中心になって構築されたPCグリッドは、地域におけるバーチャル教材の開発に使うことが考えられる。たとえば危険を伴う実験や、力学における運動や材料の内部変化など通常は目視できないことを可視化することが可能になる。また、実際には不可能な地域社会に関する社会実験などを計算機によってシミュレーションし、アニメーションによって表現するなど

の方法で有効な教材を開発できると考えられる。

### (2)地域のコンテンツビジネス振興策

これからの我が国の進むべき方向として知的財産立国が示されており、政府の知的財産戦略本部の「コンテンツビジネス振興政策」<sup>16)</sup>や、経団連の「知的財産推進計画2005」<sup>17)</sup>などでも、その具体的推進が図られている。コンテンツの中で、今後、重要性を増す知的財産の1つとして高度・高品質なデジタルコンテンツがあり、その充実には人材開発の強化や流通の促進などと共に、開発環境の整備があげられている。世界的に評価の高い我が国のアニメ作品であるが、フルCGアニメの増

加やテレビのハイビジョン化が進むと、その処理にはコンピュータパワーがますます必要となる。しかし我が国の映画産業の産業基盤は磐石とはいえ、特にアニメ業界は資金力が乏しいため高性能コンピュータを十分に使うことができない。そのため低廉で豊富なコンピュータパワーの供給が求められるが、PCグリッド・コンピューティングはそれに応え得る可能性を秘めている。しかも産業の極端な一極集中を避けバランスのとれた地域活性化を進めるには、これに対する開発環境の整備は地域分散にすべきであり、地域のPCグリッド・コンピューティングはこれらに極めて適していると考えられる。

## 7 おわりに

社会のデジタル化がさらに進むと、たとえばHDD(Hard Disk Drive)型ビデオレコーダや家庭内の情報流通を一元的に制御するホームサーバなどの情報家電、オンライン型ゲームマシンなど、高性能CPUを搭載し、かつネットワークに接続された機器が社会のいたる所に存在するようになる。これらはいずれも潜在的にCPUパワーの供給源となるもので、PCグリッド・コンピューティングの構成要素が、今後、PC以外にも拡大していくと考えられる。このような社会環境の変化もPCグリッド・コンピューティングを促進する方向に作用するものとして、将来的にはこれらの活用も視野に入れるべきであろう。

### 謝辞

本稿をまとめるにあたり、以下の方々に貴重な資料のご提供、ご示唆、ご意見をいただいた。深く感謝申し上げます。岐阜工業高等専門学校 建築学科 柴田良一助教

授、東亜合成株式会社 新事業企画開発部 吉田徹彦主席研究員、株式会社NTT データ ビジネスインキュベーション本部 セルコンピューティングビジネス推進室 鎌水 訟氏副室長。

### 参考文献

- 1) Michael Miller (2001): Discovering P2P, SYBEX Inc. 『P2P コンピューティング入門』(株)大和総研 情報技術研究所監修、トップスタジオ訳、翔泳社、2002年10月)
- 2) インターネット協会 (監修): 「インターネット白書2004」、インプレス、2004年7月
- 3) 内閣府経済社会総合研究所: 「消費動向調査」、平成17年普及率(3月調査): <http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/menu.html#shohi-z> (2005年7月26日現在)
- 4) 山田 肇: 「技術経営」、NTT出版、2005
- 5) 亘理 誠夫 (2002): 「グリッド技術の動向」、科学技術動向 No.18、

文部科学省科学技術政策研究所、2002年9月

- 6) 独立行政法人 産業技術総合研究所 グリッド研究センター (編): 「グリッド」、丸善、2004
- 7) 鎌水 訟氏 (2003): 「PCグリッドの現在と展望」、情報処理、Vol.44, No.6、情報処理学会
- 8) je2bwm: 「BOINCの概要」: <http://boinc.oocp.org/intro.php> (2005年7月14日現在)
- 9) 2001 SETI@home: <http://setiathome2.ssl.berkeley.edu/> (2005年7月26日現在)
- 10) TOP500 SUPERCOMPUTER SITES: <http://www.top500.org/lists/plists.php?Y=2005&M=06> (2005年8月12日現在)
- 11) 「@homeで科学に貢献」、日経サイエンス 2005年8月号、日経サイエンス社
- 12) “Grassroots Supercomputing”, Science 6MAY 2005 Vol.308, AAAS, U.S.A.
- 13) 大日本商事株式会社: 「AD-POWERs概要」:



- [http://www.ad-powers.jp/index\\_ie.html](http://www.ad-powers.jp/index_ie.html) (2005年7月19日現在)
- 14) 柴田良一、小池啓高：「地域の計算リソースを活用したグリッドシステムの開発 —岐阜グリッドプロジェクトの実証実験報告—」、先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 2005 論文集 情報処理学会シンポジウムシリーズ、Vol.2005, No.5, 2005年5月18日
- 15) 文部科学省：「学校のコンピュータ整備及びインターネット接続について」：  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/04120301.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/04120301.htm) (2005年7月27日現在)
- 16) 知的財産戦略本部：「コンテンツビジネス振興政策（案）—ソフトパワー時代の国家戦略—」：  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/contents/dai5/5siryou5-1.pdf> (2005年7月27日現在)
- 17) 経済団体連合会：「『知的財産推進計画 2005』の策定に向けて」：  
<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2005/013/honbun.html> (2005年7月27日現在)
- 

### 執筆者



客員研究官

**刀川 眞**

(株)NTT データ

技術開発本部 システム科学研究所

<http://www.nttdata.co.jp/rd/riss/index.html>



情報システムをコンピュータや通信などに限らずに広い観点から捉え、社会との相関について研究。たとえば個人に着目した健康増進活動支援システムなど。