

PC グリッドの現在と展望

The Present and Future of PC Grid

(株) NTT データ

鎌水 弘氏 yarimizus@nttdata.co.jp

“グリッドコンピューティング”，PC グリッドについて

■ PC グリッドという分類

“グリッドコンピューティング”，“グリッド”がITのキーワードとして取り上げられることが多くなってきている。グリッドとは，ネットワークで結んだコンピュータを必要ときに必要なかたち（サービス）で使おうというコンセプトである。そのようなコンセプトであるため，グリッドを掲げるIT各社により，それに含まれる技術，サービスは多様であり，分類もさまざまにされている。

ここでは，スーパーコンピュータやハイエンドのサーバ，クラスタを高速な専用回線で結んで利用するものではなく，“SETI@home”や（株）NTTデータのcell computing[®]に代表される，一般のオフィスや家庭

にあるPCで構成されるグリッドをPCグリッドと呼び（図-1），それらの海外事例と，cell computingプロジェクトで進めるPCグリッドのビジネス化に向けた取り組みを紹介することにする。

■ PC グリッド=分散コンピューティング

“グリッド”という言葉は，米アルゴンヌ国立研究所のIan Fosterにより1998年6月に著された“The Grid : Blueprint for a New Computing Infrastructure”を発端に使われるようになったと言ってよいであろう。その一方で，現在PCグリッドを代表する地球外知的生命体の探索プロジェクト“SETI@home : Search for Extra-Terrestrial Intelligence”はカリフォルニア大学のDavid Andersonにより1997年からシステムの検討が行われ，1999年5月より一般のPCの参加による実験が開始されている。そして，現在までにそれは400万台以上のPCが参加する巨大プロジェクトとなっている。つまり，

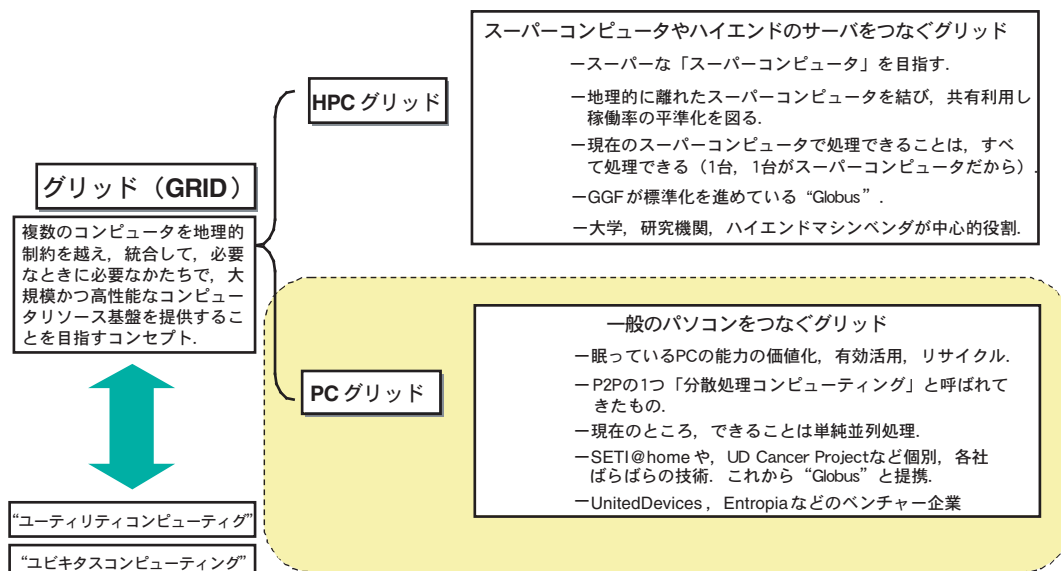


図-1 PC グリッドの分類

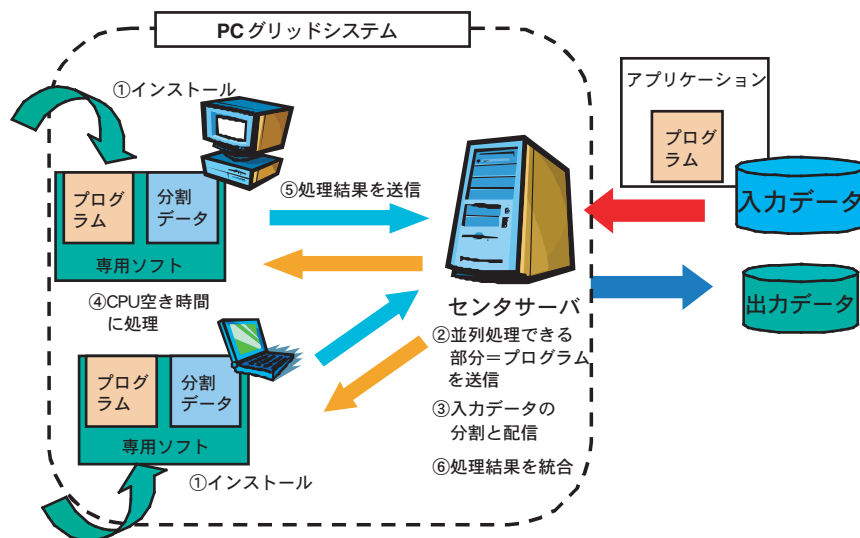


図-2 PCグリッドの仕組み

“グリッド”という言葉が認知される以前から、PCグリッドのプロジェクトはすでに存在、発展していたといえる。当時、その仕組みは“分散コンピューティング”と呼ばれ、P2Pの技術の1つともされてきた。そして、2001年4月には、United Device社、米癌学会らにより、“UD Cancer Project”も開始され、現在までにそれも200万台以上のPCが参加するプロジェクトとなっている。

PCグリッドとは

■ PCグリッドの仕組み

PCグリッドシステムの基本は、専用ソフトがインストールされたPCとセンタサーバにより構成され、以下のような流れで処理が行われる（図-2）。

- ① Webサーバなどから専用ソフトをダウンロードしPCにインストールする。
- ② 最も優先度の低いタスクとしてPCに常駐する専用ソフトがアプリケーションやデータの送信をセンタサーバに要求する。
- ③ センタサーバからPCグリッドシステムが、並列処理すべき作業の命令となるプログラムをPCに送信する。
- ④ センタサーバがデータをPCで処理するのに適当な大きさに分割し、PCに送信する。
- ⑤ PCの専用ソフトがアプリケーションやデータの配信をセンタサーバから受信し、CPUの空き時間に処理を実行する。
- ⑥ PCの専用ソフトは処理が終了次第、結果をセンタサーバに送信する。また、新たなデータの送信をセンタサーバに要求する。
- ⑦ センタサーバが各PCの処理結果を結合し、分散コン

ピューティングシステムとしての処理結果にする。

PCグリッドシステムが処理すべきデータのすべてが処理されるまで③～⑤を繰り返す。

また、PCグリッドシステムのアプリケーションを変更する場合にも、専用ソフトを参加PCに新たにインストールする必要はなく、②で配るプログラムを変更するのみとなっている。

■ 安くて速いPCグリッド

SETI@homeは、以前より行われていた“地球外生命探索活動”を、スーパーコンピュータ利用予算の削減後でも継続させることを目的とした、苦肉の策のコンピュータシステムであった。PCグリッドであるそのシステムは、数千万円程度のコストで構築されたといわれており、現在は平均で52Tflopsを超えるものとなっている。それは現在最速のスーパーコンピュータを凌ぐものとなっている。

（株）NTTデータにより2002年12月より行われたcell computing実証実験でも、1台のPCで行った場合には約200年かかる“遺伝子からの周期性発見”計算処理が2カ月足らずで終了している。

このような事例からも明らかであるように、PCグリッドは安くて、速いシステムといえる。さらに、一般のオフィスや家庭にあるPCの処理性能の向上に合わせて、PCグリッドシステム全体の性能も向上するという、性能が陳腐化することがない点、Linuxとミドルウェアにより構成するPCクラスタとも異なり、普段使っているPCに専用のソフトをインストールするのみで、今までどおりのPCの利用方法に変更を求めることもなく、計算ノードとして利用できるため、設置、保守、管理の特別なコストの負担もない点などのメリットを持つものとなっている。

並列処理化できるアプリケーションは、PCグリッドで速く、安く実行できる。
ただし、すべてのアプリケーションが並列処理化できるわけではなく、スーパーコンピュータとは共存していくもの。

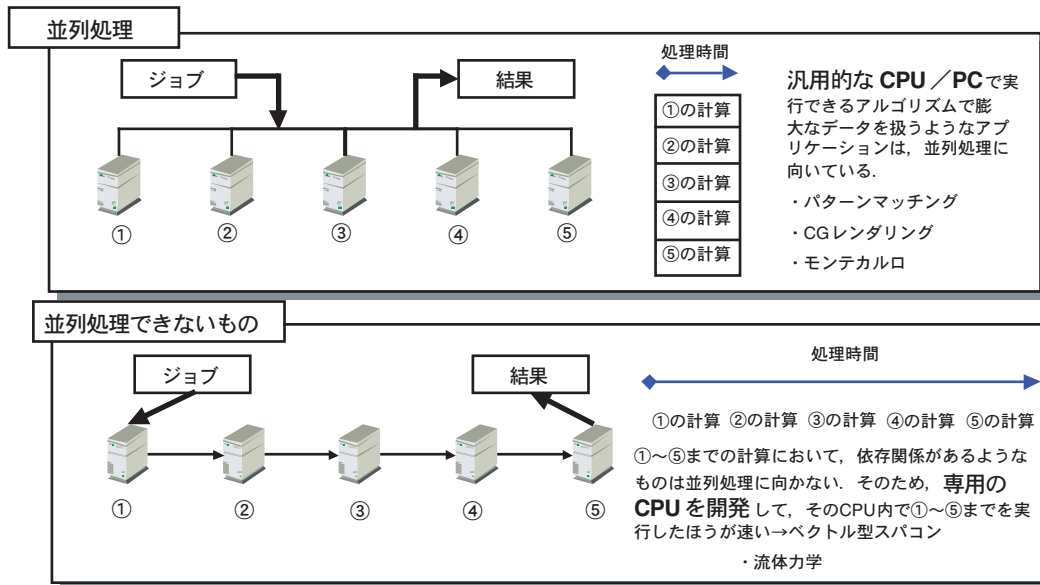


図-3 PCグリッドが得意とする処理

■ PCグリッドのアプリケーション

ただし、PCグリッドはPC間を結ぶネットワークは通常のLANやADSL、光などのネットワークを利用するため、PC間のデータ転送速度はスーパーコンピュータ内部のCPU間のバスやPCクラスタを構成する専用ネットワークのデータ転送速度に比べると遅いものとなっている。そのため、現在のPCグリッド技術が活きるのは、各PC間のデータ転送を頻繁に求めない、単純並列処理化できるアプリケーション（図-3）の利用の場合になる。そのため、少なくとも現在のPCグリッド技術は、スーパーコンピュータやPCクラスタをすべて置き換えてしまうような技術ではない。

しかし、PCグリッドは、単純並列処理化できるアプリケーションが多く、高演算性能が求められるライフサイエンス分野、金融工学分野ではすでに海外を中心に利用されており、今後はCGレンダリングなどのデジタルコンテンツ制作分野や、一般の企業が利用できるようなデータマイニングを中心とした分野での利用も期待され、各社により開発が進められている。

■ PCグリッドの実事例

たびたび引用しているSETI@homeだけでなく、そのほかにもPCグリッドプロジェクトは米国を中心に行われており、いくつか代表的なものを紹介する。

図-4、5、6、7に挙げたPCグリッドプロジェクトの多くは、インターネットを介して、ボランティアで

PCの参加を募り行われているもので、アカデミックな分野での研究をテーマとしたプロジェクトが多く、運営主体も大学や、スポンサーを募った上でPCグリッド技術ベンダが行っているようなものとなっており、ビジネスというよりも実験プロジェクトの意味合いが強い。

一方で、表-1に示すように企業や組織内のクローズなネットワーク内におけるPCを活用し、実際の業務、ビジネスに利用しているケースもすでに存在している。単純並列処理に向くアプリケーションが多く、また市場の伸びが期待されているライフサイエンス分野での用途を中心に製薬会社や大学などの研究機関での利用が多い。また、米国では、金融工学を駆使してつくられる「デリバティブ」（金融派生商品）の設計や、ポートフォリオの最適化シミュレーションを行うために使われているケースも少なくない。

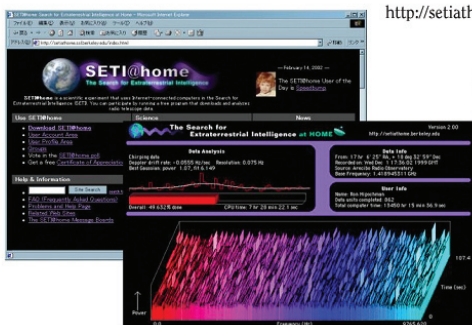
（株）NTTデータ cell computing：セルコンピューティングの取り組み

■ cell computing とは

（株）NTTデータでは、2001年5月より、「PCグリッド」技術を利用したサービス、商品の開発を進めている。「cell computing：セルコンピューティング」は、多数の細胞“cell”により1人の人間が構成されていることになぞらえて命名した、（株）NTTデータの商品・サービスの名称である（図-8）。PCグリッドの基盤技

SETI@home ～宇宙人探プロジェクト～

運営：カリフォルニア大学バークレー校宇宙科学研究所
電波望遠鏡で受信したデータから、有意信号（宇宙人の営みを感じさせる信号）の検出
<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>



デバイス数

439万889台
(2003年4月4日現在)

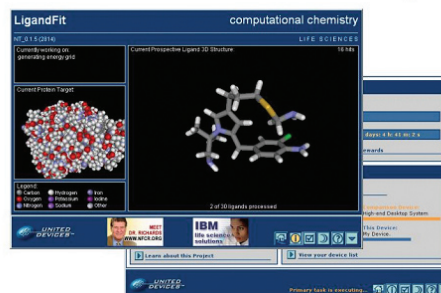
処理能力

57.33TFlops
(2003年4月4日時点)

図-4 SETI@home

Cancer Research Program ～癌治療プロジェクト～

運営：United Devices, IBM, アメリカ国立癌研究財団, 全米癌学会, オックスフォード大学
数種類の病気の関連で重要なたんぱく質に、膨大な数の色々な分子がどう作用するか
調査し、新しい抗がん剤・白血病への治療方法等への開発に繋がる物を発見する。
<http://www.grid.org/home.htm>



デバイス数

217万6808台
(2003年4月5日現在)

処理能力

65TFlops
(PC 100万台時での発表)

図-5 Cancer Research Project

Folding@home ～たんぱく質折り畳みシミュレーション～

運営：スタンフォード大学化学学科, 米国アルツハイマー病協会, インテル
プロジェクト内容：たんぱく質の折り畳みメカニズムの解明
<http://folding.stanford.edu/>



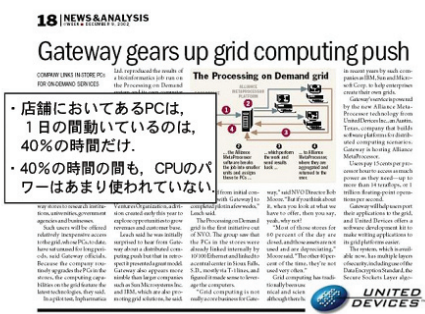
デバイス数

39万7234台
(2003年4月4日現在)

図-6 Folding@home

Gateway Processing on Demand

- ・272個所のGateway Storeに散在している8000台のPCが生む14TFPSの能力を販売
- ・Gateway社, UnitedDevices社, Inpharmatica社により始まる。(2002/12/9)



デバイス数

8000台

処理能力

14TFlops

図-7 Gateway Processing on Demand

業界	社・組織名	概要
大学	University of Oxford	Drug Design
製薬	Novartis Pharmaceuticals	Screening for drug discovery
政府	U.S. Department of Defense	Screening for drug discovery
金融	Pacific Life Insurance	Financial modeling and simulation
製薬	ISIS Pharmaceuticals	Life Science Reserch
製薬	BRISTOL-MYERS SQUIBB	Drug Discovery
金融	Algorismics Incorporated	Risk Management
金融	Abbey National Treasury Services	Risk Calculations
大学	West Virginia University	Life Science Reserch
金融	First Union National Bank	Trading

United Devices 社, Entropia 社, DATASYNAPSE 社, Parabon 社各PCグリッドベンダのWebページで公開されている情報をもとに作成。

表-1 PCグリッドのビジネス利用^{☆1}

^{☆1} United Devices 社：<http://www.ud.com>
Entropia 社：<http://www.entropia.com>
DATASYNAPSE 社：<http://www.datasynapse.com>
Parabon 社：<http://www.parabon.com>

多数の細胞 (cell) が集まって、1人の人間になっているように、
ネットにつながった多数存在する遊休時間にあるPCを1つの
スーパーコンピュータのように扱う。

PCグリッド技術を利用した、(株)NTTデータのSI、ネットワークサービス。 <http://www.cellcompting.jp>



基本アーキテクチャ：PC群/cell computing プラットフォーム/アプリケーション

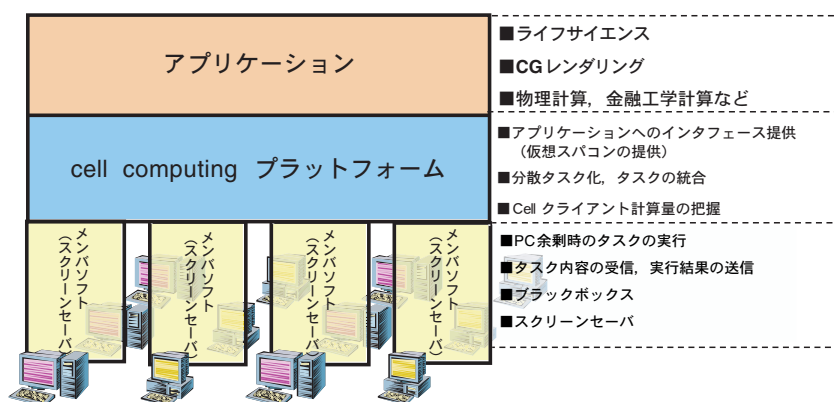


図-8 (株)NTTデータ cell computing

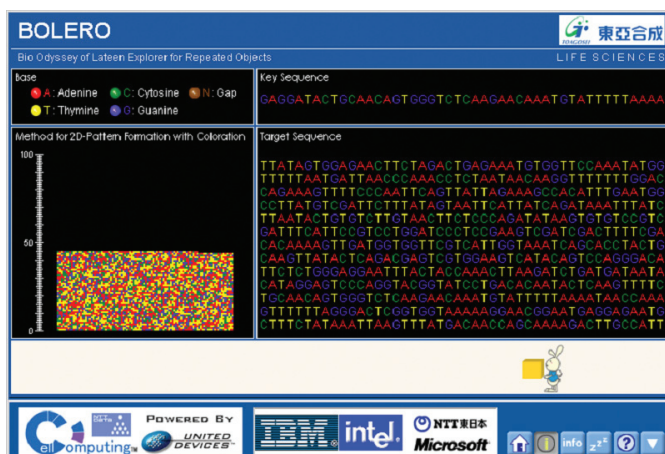


図-9 BOLERO

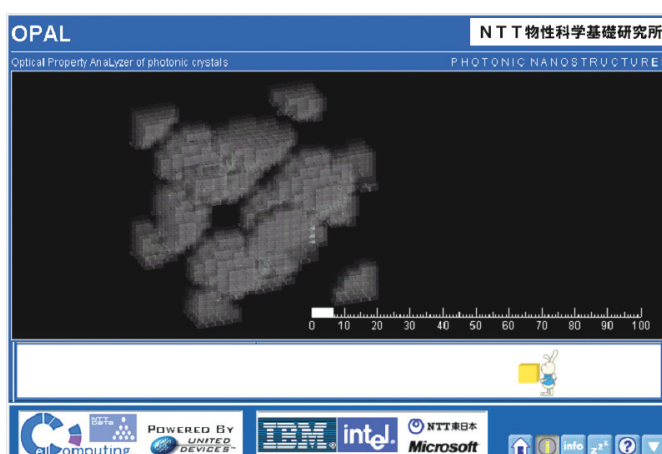


図-10 OPAL

術は、United Devices 社と提携し開発を行っている。

■ cell computing 実証実験

PCグリッドの技術検証、ビジネス化に向けてのニーズの顕在化を目的として、2002年12月20日より、United Devices 社を始めとして、日本IBM (株)、インテル (株)、NTT 東日本 (株)、マイクロソフト会社の協力を得て、遺伝病に関係があるとされるヒトの遺伝子情報からの周期性の発見を目的とする“BOLERO”プロジェクト (図-9) を東亜合成 (株) と実施し、同時期に並行して、光デバイスでの利用が期待されるフォトリソニック結晶の最適な構造パターンの発見を目的とする“OPAL”プロジェクト (図-10) をNTT 物性科学基礎

研究所と行っている。

今回の実験での cell computing プラットフォームシステムの概観 (図-11) と、参加 PC ユーザとの接点になる Web サイト (図-12) も示す。

約3カ月が経過した2003年4月1日現在では、参加 PC 台数は、11,200 台を超え、各 PC の計算時間の総和は450年にも及ぶものとなっている。また、実行速度も数 Tflops に達している (2003/4/1 現在)。

OPAL プロジェクトについては、2カ月の間に PC の計算時間の総和200年が費やされ、20番染色体 (6,300 万塩基)、21番染色体 (4,500 万塩基)、22番染色体 (4,800 万塩基) における周期性の解析が行われた (2003/2/21 現在)。

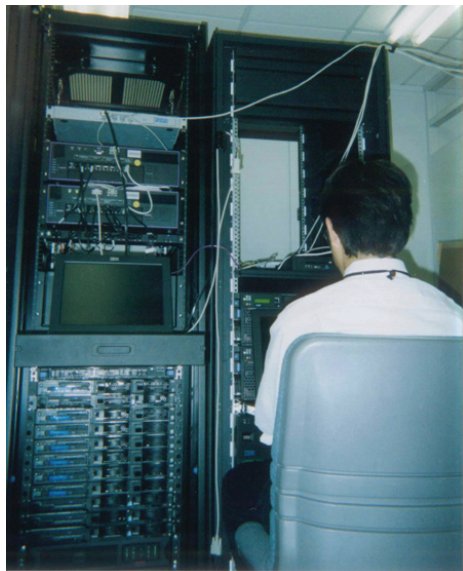


図-11 cell computing 実証実験システム



図-12 cell computing コミュニティ Web ページ

グリッドの進展がもたらす、新たなビジネス

■ (株) NTT データ cell computing が目指すビジネス

ライフサイエンス分野、CG レンダリングなどを利用するエンタテインメント分野、金融分野の企業、組織に対して、今回の実証実験のようにインターネットを介して、企業、組織内の PC の能力や個人が所有する PC の能力提供を募り、安価に必要な分の計算能力を提供するインターネット型の cell computing システムによる大規模計算受託サービスや、大規模計算基盤を ASP 事業者を提供することを目的とする事業の実現を目標として進めている。

その段階の事業では、PC 能力を提供した企業、組織、個人には提供量に合わせた利益を、ポイントシステムのようなかたちで還元することを考えている。

だが、そこに至るまでは、いくつかの段階を踏む必要があると考えており(図-13, 14)、企業や組織内の PC を利用しての cell computing イントラネットシステムの販売、SI とインターネット型 cell computing が持つ広告としての機能を訴求していく

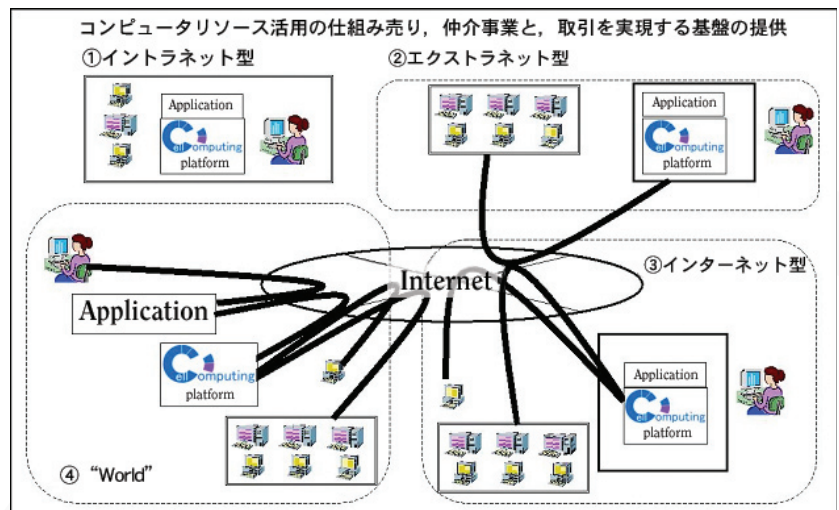


図-13 cell computing のサービスタイプ

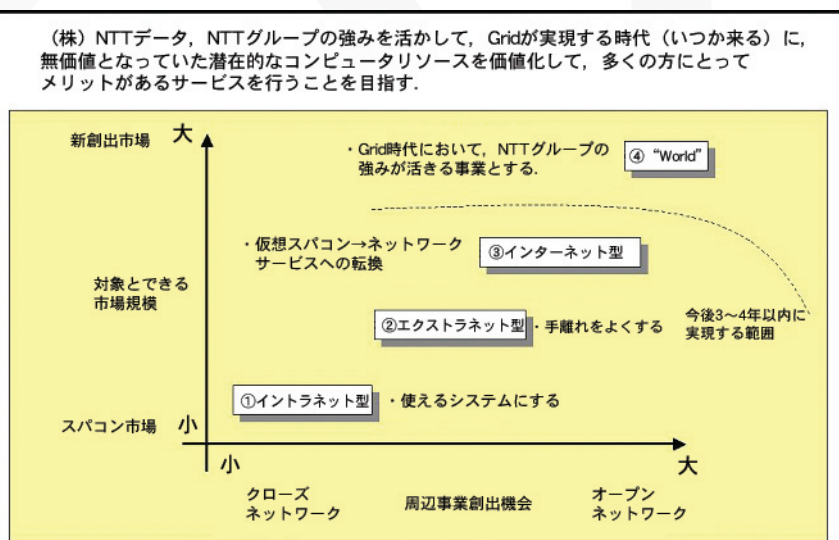


図-14 cell computing 各タイプの実現フーラップ

ブロードバンドが「情報流通」のパイプから、遊休コンピュータリソースの価値化システムへ

- 使いたい人が安価に必要な分コンピュータリソース（CPU、HD）を必要なかたち（サービスで）で利用できる。
- コンピュータリソースを提供した側は、応分の利益（マイレージのようなもの）を享受し、通信料金の割引、デジタルコンテンツの購入、コンピュータリソースを利用することができる。
- コンピュータリソースの提供とマイレージの発生と流通により、デジタルコンテンツなどのECの販促、新ASP業態の出現。
- NTTの情報流通基盤上に成立する遊休コンピュータリソースの価値化エンジンへ

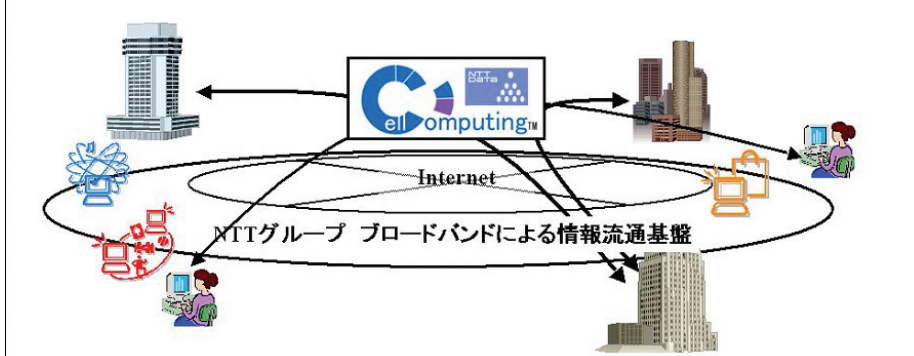


図-15 cell computing とブロードバンドにより実現できる世界

ことから始めていく予定である。

■ “グリッド” の実現による変革

“グリッド”をHPCグリッド、PCグリッドと分類し、PCグリッドについて焦点をあて述べてきたが、今後、GGFを中心にして、大学や公的研究機関、企業により、さらなる実用化が期待される“グリッド”の技術は計算資源としてHPCやPCを区別して利用するものではない。また、“Globus”に準拠していくことによりアプリケーションと計算処理部分とのインタフェースがPCグリッド技術においても標準化されていくことが今後期待されている。そのようになれば、PCグリッドにおいてもアプリケーションが増えていくことができ、グリッドの基盤を利用したASP事業者などの出現も予想できる（図-13、14中の“World”）。cell computingの事業も、よりネットワークサービスに近いものになっていく（図-15）。そのような段階に至れば、当然にNTTグループに限らず、他の通信・IT各社からも新たなサービスが提供される時代になっているはずである。

■ 多くのひとにとってメリットがあるグリッドへ

“グリッド”は、研究開発活動の進展に貢献するだけでなく、より必要な時に必要なかたちで、安価にコンピュータリソースが使える機会を提供する基盤となることのできれば、まだ想定できていない、新たなサービス、ビジネスが生まれ、一般企業や個人の生産活動、多くの人のくらしにも好影響を与えていくものとなるはずである。（株）NTTデータのcell computingプロジェクトによる取り組みも、そのようなグリッドの実現に貢献していくことができれば幸いである。

参考文献

- 1) SETI@home, <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>
- 2) UD Cancer Project, <http://www.grid.org/projects/cancer/>
- 3) Folding@home, <http://folding.stanford.edu>
- 4) NTT データ cell computing, <http://www.cellcomputing.jp>
(平成15年4月23日受付)



