

日本におけるクラスタおよび グリッドコンピューティング 2005年－2010年

ロバート・B・コーエン

経済戦略研究所プロジェクト共同ディレクター兼特別研究員

関口智嗣

産業技術総合研究所グリッド研究センター センター長

伊藤智

産業技術総合研究所グリッド研究センター センター長代理、
ビジネス応用チーム チーム長

概要：グリッドはIT革命をもたらす

1. グリッド技術の普及：3つの波

日本企業によるグリッドコンピューティングの採用は、次のように進むと思われる。

第一の波は、主に 2002 年から 2005 年にかけての単一企業でのクラスタおよびグリッドの早期採用であった。この時期、ほとんどの企業は、所有している計算リソースをより効率的に利用するために、各サイトのコンピュータ群を仮想化し、クラスタ技術の導入により、コンピュータとデータ記憶装置の両方をより効率的に利用を試みた。

採用の第二の波は、2006 年から 2009 年にかけて起きるとされる。企業は社内のさまざまなセクション・部署を社内グリッドにリンクし始めるだろう。グリッドコンピューティングの利用によって実行できるアプリケーションとサービスの数が著しく増大し、この段階では、より効率的なアプリケーションがグリッドで実行されるだろう。さらに、グリッド間のリンケージ、Web サービス、およびセマンティック Web によって、グリッドに依存する情報処理のインテリジェンスと洗練度が高まるとされる。

この波では、おそらく、アプリケーション・サービス・プロバイダ(ASP)モデルとエンタープライズ・グリッドモデルと、2種類のグリッド環境の採用が見られるだろう。しかし、この段階はITベンダーが推進するグリッド環境によって大きく影響される可能性がある。日本では、多くの企業が、使用するコンピュータシステムの置き換えをベンダーに依存している。元調査では、多くの企業がエンタープライズ・グリッドの採用を先延ばしにしているが、より広範囲なグリッドの採用を可能にするために、ベンダーが計画している過渡的段階への移行を予定していることがわかった。

元調査で確認できた最も顕著な変化は、多数の企業がコンピュータおよびデータセンターの統合段階にあることだった。これは、計算リソースとデータストレージの「仮想化」を容易にするベンダーソフトウェアによって可能になったものであり、仮想化によってユーザは、データのありかを意識することなくアクセスすることができる。たとえば、多数のデータストレージサイトを持つ企業の中には、データセンターを数箇所、通常は 4 または 5 箇所に統合した企業もある。データストレージを仮想化することによって、リソースをより効率的に利用できると同時に、ストレージセンターのサポートに必要な従業員数を削減し、データセンターにかかるコストの大幅な節約とつながる。

- ◆ アプリケーション・サービス・プロバイダ(ASP)モデル。コンピュータベンダーは、自社または他社が所有するコンピュータ上でアプリケーションを実行する機会を顧客に提供。顧客にとっては、自社の計算リソースに依存する必要がなくなる。このモデルは、企業ユーザがグリッドを共有するアプローチではなく、「ベンダードリブン」のアプローチと言える。ASPモデルには、一般消費者または企業が所有する数百万台のPCを包含する広大なコンピュータネットワークが含まれることもある。
- ◆ エンタープライズ・グリッド・モデル。個々の企業が自社の多数の事業所を相互接続する。これにより企業は計算リソースとデータリソースの使用を合理化でき、計算パワーやデータストレージが社内のどこにあっても、企業内のどの部署からアクセスができ、エンタープライズ・グリッドによって、重要なアプリケーションをエンタープライズ内のどこでも実行することができる。

グリッド採用の第三の波では、パートナーグリッドが「コラボレーション環境」または「サービスインフラストラクチャ」を生み出す。そこでは、社内のユーザとパートナー企業、またはメーカーのサプライチェーンに属する企業のユーザがパートナーグリッドを使用して、エンタープライズ・グリッドで使用されるアプリケーションにアクセスする。第三の波は、エンタープライズ・グリッドのリソースに対する、より高い管理機能を取り込み、ナレッジマネジメント、リソースの識別、および複雑なビジネスプロセスの詳細管理を可能にする。ビジネスの効率が大幅に向上すると思われる。パートナーグリッドは、新製品を設計およびテストする組織間のコラボレーションをサポートし、マーケティング部署やビジネス開発部署のコスト削減と新しい市場機会の創生が容易になる。顧客は、サービスとサポートの強化からもメリットを得るだろう。第三の波の主な流れは、コラボレーション環境とサービスインフラストラクチャになると思われ、どちらも、2008年以後から普及する。この第三段階では、グリッドは、より多様なデバイスへのアクセスと、多くの組織の幅広い情報を交換できることから恩恵を受ける。また、サプライチェーンのメンバーとの新しい対話をサポートするWebサービスや、グリッド対話をサポートするための堅牢なネットワークからも恩恵を受けるはずである。メーカーとサプライヤの関係が厳密である日本の製造業においては、おそらく2006年までに第三の波の特徴を示す可能性もある。ごく早い時期にコラボレーション環境を採用する産業としては、自動車、コンピュータ、重機工業、そしておそらく医薬品などであろう。

この「3つの波」のパターンは、元調査においてのグリッド技術の業種別の採用に関するデータによって裏付けられている。インタビューした個々の企業のほかに、コンピュータおよびミドルウェアベンダーにも、ベンダーの立場からみた業界別のグリッド採用の見通しを尋ねた。それらの回答から、いくつかの主要産業におけるクラスタおよびグリッドコンピューティングの採用パターン予想を示す図を描くことができた。これらの図は、クラスタに始まり、エンタープライズ・グリッドへと移行し、その後、パートナーグリッドを含むまでに進化するという、グリッド採用の3つの波を反映している。インタビューした企業の中には、エンタープライズ・グリッドとパートナーグリッドの利用について、このパターンの例外があることに言及した企業もあったが、ほとんどの回答に3つの波が含まれていた。

2. クラスタからグリッド・コンピューティングへの移行

さまざまな種類の企業が研究開発と設計プロセスの短縮化のためにクラスタを使用し始めた。これらの製品開発業務（すなわち、製品設計、研究開発など）に携わっている日本企業のテクニカルコンピューティングユーザにインタビューすることができた。

この先数年の自社のクラスタおよびグリッドの利用方法について詳細な見解を持っていない企業もあるので、元調査では、グリッドコンピューティングのあるべき進展について、より包括的な予測を得られるように、次のようなステップをふまえて実施した。まず、多数のハードウェアベンダーとソフトウェアベンダーにインタビューして、早期採用企業および業界を特徴付ける採用パターンについて、より広い分析データを得ることができた。そして、クラスタとグリッド、特にエンタープライズ・グリッドの利用について、早期採用業界に質問し、次の4、5年の採用予測について快く質問に答えてくれた。クラスタからエンタープライズ・グリッドへの進化は、正確に説明して頂いた理由として、それはユーザ会社は既にグリッドの拡張を計画し、早期検討段階にあったからであると思われる。採用パターンは、多くの場合経済的観点から領けるもので

あって、主要プロセスは、次の通りであった。

- ◆ 「部門・部署別採用」または実験段階：社内コンピュータとストレージの利用法に比較的小規模な変更が加えられる。この段階では通常、設計や研究開発を普通よりも短期間で完了するための方法を確立することが求められる。
- ◆ より本格的な「全社規模での採用」段階。ビジネスプロセスにいくつかの変更を加える必要があるが、通常は、かなり限られた変更である。たとえば、研究開発に携わっている企業は、複数の研究センターをリンクして、これらのセンター間でリソースを共有するために必要なインフラストラクチャを構築することができる。結果として、研究開発のペースが上がり、社内の、より広いリソース群を利用することができる。このようなメリットは、通常、エンタープライズ・グリッドの構築時に得られると期待される一方で、自社内の少数のグループと少数なサプライヤの少をリンクするパートナーグリッドを展開した場合にも、このようなメリットに達成できるだろうという期待を述べた企業も少数ながらあった。
- ◆ より広い「企業間採用」段階。企業のエンタープライズ・グリッドを地理的に分散している社内のグループ間にまで広く拡張する。この段階には、サプライヤや提携企業との協力体制を強化するためにパートナーグリッドの展開を開始する企業などの例も含まれる。この段階では、それまでのIT利用の段階よりもさらにコラボレーションが容易になる。

この採用モデルは、採用企業がクラスタおよびグリッドの利用から経済的メリットを得る能力が高まることを意味する。このモデルは、次のようなもので構成されるパターンに従っているようである。

既知の共通のプロセスの有用性または機能性の向上という、特定の部署にとっての初期のメリット。これには設計プロセスが含まれることが多い。設計プロセスでは、設計パラメータの推測や動作のテストのためにコンピュータが使用される。たとえば、自動車メーカーは通常、新車デザインの衝突試験での性能を予測するためにコンピュータを使用し、フレーム、バンパー、保護装置などの設計特性の衝突時の性能に関するデータを得るために、テスト用の物理モデルを作成することが多い。クラスタまたはグリッドを利用し、新車デザインのコンピュータモデルを作成して、物理モデルがなくても、短時間で同じパフォーマンスの衝突実験のシミュレーションが可能になる。

設計グループにとってのメリットは、短時間で、より多くの変更をデザインに加えてテストできることである。また、生産段階に進む前にデザインの不備を識別して修正することができ、デザイン性能を確実にするためには新しいデザインの主要部品やコンポーネントを変更する必要があるかどうかをサプライヤと相談することができる。このように、クラスタを使用すると、新しいデザインのテストに必要な時間を短縮ことができ、設計から生産までの時間を短縮できるので、企業のデザイン開発コストが削減される。このため、自動車メーカーにとっては、物理的な衝突試験に頼り、設計から実際の生産までに長い時間を要した時代よりも、収益性の高い車を設計することが容易になる。

第2段階のメリットは、その範囲が広くなり、特定の部門がクラスタおよびグリッドの主要な利用者であるときに達成できるよりも、さらに高い有用性が得られる。上記に引用した自動車メーカーの場合、3つまたは4つのデザインで共有できるように計算リソースとストレージリソースを「仮想化」すると、上記のメリットに新しい効率性がプラスされる。それは、部署ごとのコンピュータ利用と、互いにリンクしていないデータベースの使用がなくなから生産性があがるからだ。このように、この段階での経済的

利益は、ネットワークによるメリットによるところが大きい。今までネットワークでは利用していなかったテクノロジーを「ネットワーク化」できるからである。結果として、特殊なデータベースと個別のコンピュータが単一のコンピュータまたは単一のデータベースとして結合されて、コラボレーションがはるかに容易になる。これは企業にとって、もうひとつのユーティリティとなる。また、このようなメリットは、1箇所だけでなく、複数の場所に基づく大規模な研究グループや設計グループに影響を与える可能性が高い。

第3段階のメリットは、第2段階のメリットよりもさらに大きくなるだろう。企業とそのパートナーとのコラボレーションに影響するからである。これらのメリットは、企業がさらに大きな外部経済を利用できることによる。今まで、会社とそのパートナーまたはサプライヤとのコラボレーションは、あまり効率的ではなかった。それぞれの会社の計算パワーとストレージリソースが互いに物理的に分割されていたからである。グリッドコンピューティングを利用し、ある会社と別の会社のリソースをリンクするパートナーグリッドを構築できれば、そこから両社が得る経済効果が拡大される。このように、2つの会社の間のコラボレーションを構築するパートナーグリッドやその他の手段から得られる経済的利益は、両者間で共有される共同メリットであり、さらに大きなものになると期待できる。

メーカーとサプライヤの関係がきわめて強い少数の業種では、部門間のパートナーグリッドが急速に進展していることがわかった。自動車、重機、および医薬品産業の場合、長期の提携関係にある特定の部門間でグリッド接続を展開することが可能である。結果として、CIO（最高情報責任者）ではなく部門責任者の強い要求によって、従来、サプライチェーンに属していた企業間に一連のリンクが構築される可能性がある。また、日本には、金融業界などの、数年間のあいだにエンタープライズ・グリッドが登場する可能性が低い業種もあると考えられる。

3. グリッド普及のモデル：アーリアダプターとレイトアダプター

産業別のグリッド展開のパターンを調査した際、産業によってグリッド採用のスピードに差異が認められた。他の産業に比べて、クラスタおよびグリッドの導入ペースが速い産業分野と業種があり、この2つのグループを次のように分類した。

- ◆ 「アーリアダプター」（初期採用者）：自動車、コンピュータ、重機、半導体。
45%以上の企業が2005年までにクラスタを導入すると予想し、約20%以上の企業が2007年までにエンタープライズ・グリッドを導入すると予想している。
- ◆ 「レイトアダプター」（後期採用者）：銀行・金融サービス、建設、流通、医薬品。
25%以上の企業が2007年までにクラスタを導入し、25%以上の企業が2009年までにパートナーグリッドを導入すると予想している。

「レイトアダプター」産業がクラスタ、エンタープライズ・グリッド、およびパートナーグリッドを採用するには、「アーリアダプター」より2、3年余分にかかる。グリッドコンピューティングの急速な採用は、この10年でコストとビジネスプロセスに劇的な効果をもたらすだろう。インタビューしたほぼすべてのユーザ企業およびベンダーが、クラスタおよびグリッドコンピューティングの導入後、最初の2、3年で大幅なコスト削減が見込めると答えている。さらに長期的には、エンタープライズ・グリッドを利用した社内コラボレーションの進展により、さらに大きな消滅を達成できると予測

している。その理由の大部分は、エンタープライズ・グリッドによる社内ネットワークの計算リソースとデータリソースの最適化による。こうして、企業は複数のデータセンターと計算資源を1台のコンピュータと1箇所のデータセンターであるかのように利用できるようになる。複数のグループが1つのプロジェクトに取り組み、広く分散している多数のデータベースやコンピュータにアクセスする必要があるとき、これによって効率性の向上がもたらされる。さらに、エンタープライズ・グリッドがパートナーグリッドまで拡張されれば、生産業者とサプライヤの間に「シームレスな統合」ができる。これはサプライチェーンの管理を容易にするだけでなく、各社にまたがるスタンダードを確立する機会も生む。あるミドルウェアベンダーの重役が指摘したように、これはサプライチェーン全体の製品品質の向上につながる。製造業者がサプライヤの6シグマの実現やハイレベルなパフォーマンスの維持を支援できるからである。これにより、製品の保守とサポートに費やされるコストが劇的に削減される。

グリッドコンピューティングを採用した結果として、特定の産業がこれからの6年間で達成できる消滅と生産性の向上を定量化した。この分析の結果、以下のことがわかった。

- ◆ ほとんどのアーリアアダプター産業は、次の6年間で、予想されるコストレベル以上の大幅なコスト削減を達成するだろう。医薬品産業はグリッドテクノロジーの最も早いアーリアアダプターではないが、11～17%という最も高い消滅率になるだろう。アーリアアダプターの2つの産業、すなわち、自動車と重機は、グリッド採用の結果として2010年までに7～10%の消滅を達成するだろう。半導体、コンピュータ、建設、および金融サービス産業もグリッドの使用によってコストを削減できるが、他の「アーリアアダプター」ほどではない。
- ◆ グリッドコンピューティングの使用による生産性の向上は、さらに大きい。このような生産性の向上を2010年の予想生産性レベルとの差のパーセンテージとして測定した。医薬品産業の場合、グリッドの結果としての生産性向上は、予想より15～23%高くなる見込みである。自動車および重機産業の場合、生産性向上は予想より10～15%高くなる見込みである。建設産業の場合、生産性向上は予想レベルより8～12%高くなる見込みである。
- ◆ 「アーリアアダプター」産業は、グリッドの採用によって売上高が増加するだろう。売上高の増加率には産業によって幅があり、コンピュータ産業が2010年の予想の10～14.5%増であるのに対して、自動車および重機産業では8～12%である。「レイトアダプター」産業の場合、2010年の売上高の増加率は、より低く、医薬品で7～11%、建設で6～10%である。半導体および金融サービス産業では、増加率はさらに低い。

2010年までに、多くのコンピュータベンダーが商品体系の主要部分としてグリッドを販売するようになるだろう。これらのメーカーは、日本におけるクラスタおよびグリッドコンピューティングの市場規模を次のように見込まれている。

- ◆ 2006～2007年までに、20～40億ドル(4社)
- ◆ 2010年までに、40～90億ドル(2社)

業界レベルでのコスト削減、生産性向上、および売上高増加という結果は、クラスタの採用は、ビジネスの世界でのグリッドコンピューティングファブリックへの、より長い進化の一部にすぎないことを示している。初期のメリットは大きいですが、企業が社内外のコラボレーションを容易にするエンタープライズ・グリッドを確立するにつれて、さらに大きくなる。なぜ、エンタープライズ・グリッドのメリットはそれほど大きいのか。

なぜなら、エンタープライズ・グリッドは企業のビジネスプロセスを変化させて、劇的な消滅をもたらすからである。さらに、コラボレーション環境によって情報とプロセスの管理が容易になり、製品を市場に送り出すまでの時間を短縮することができる。

また、日本企業はこうしたコラボレーション環境の導入と管理をコンピュータメーカーに任せるケースが多い。これは、従来のエンタープライズ・グリッドと次のような点で異なる。コンピュータメーカーが大手企業のアウトソース先である場合、コンピュータメーカーは計算リソースとデータリソースをセットアップして、企業が使用する多数の複雑なコンピュータアプリケーションを実行する。これは、計算とデータ管理の外注を意味する。これはIT部門のアウトソースと全体的なITコストの削減につながるが、独自データのセキュリティと管理が問題になるおそれがある。この問題は、一部の分野、特に医薬品および金融産業にとって重大な問題である。

より大規模なコラボレーションネットワークが構築された場合、現在の多くの企業が使用しているよりも高速な通信が必要になる。いま現在155Mbps程度のキャパシティのネットワークしか使用していないある企業は、エンタープライズ・グリッドをサポートするにはセンター間を約10Gbpsで接続する必要があると指摘した。他の企業も、コラボレーションには通信速度の大幅な増加が必要であると指摘している。このように、グリッドへの移行による主要な影響は、特に2008年または2009年までは、企業間または1つの企業内の事業所間のブロードバンド接続の大幅増加になると思われる。

要するに、グリッドコンピューティングは企業のあり方を変えるが、その変化はようやく想像され始めたばかりである。計算パワーの強化に加えて、グリッドは事業経営、特にコラボレーションのための重要なインフラストラクチャになると思われる。日本におけるメーカー企業とサプライヤ企業の結び付きの重要性を考えると、グリッドコンピューティングに基づくコラボレーション環境の、効率性と生産性の向上などの経済効果は大きいだろう。

4. グリッド技術がもたらすIT革命の日本経済への影響

元調査の一環として、グリッド技術が日本経済に与える影響も推計してみた。当初の予測ですが、グリッドの使用の、日本経済への直接的・間接的な影響は次の通りである。

- ◆ 日本のGDPが3～6%増加する。
- ◆ 可処分所得が2～3%増加する。
- ◆ 2010年までの総生産の増加率が予想より2～3%高くなる。

グリッド技術は、より効率的な製品開発と生産をサポートする、新しいサービスおよびサービス環境の利用を促す。このような環境には、主に4つの効果がある。

- ◆ 企業の部門間および企業間のコラボレーションの進展を促進。
- ◆ サービスおよびアプリケーションに基づく分析が、社内の技術革新の中心に据えられる。このような新しい環境は、「サービス創生」およびアプリケーション間の相互作用を促進する。
- ◆ 企業が使用するインフラストラクチャを、グリッドコンピューティング、Webサービス、およびグリッドサービスに基づいたものに変更。少量のアプリケーションとリソースを優先づけて利用することが可能になる。
- ◆ 経営管理者は製品開発、サービスの提供、および運用にとって重要なプロセスについて、より多くの知識を得ることができる。企業の「ボトムライン」(損益)

に貢献する売上高とコストをよりきめ細かに管理できるようになる。

グリッドによって投資資本の生産が増加するため、グリッドは機械設備や人材への資本投資を拡大させる。既存および新規の投資の効率性を強化することによって、そのような投資の拡大は、特にグリッドを採用した企業の生産要素（主に労働と設備投資）の生産性を増加させるはずである。そして、グリッドの採用によるコスト削減と生産性向上を達成した産業は、日本経済の新たな発展に貢献するだろう。

本調査におけるクラスター・グリッドの定義

本調査においては、グリッドコンピューティング技術を下記のように分類した。

- ◆ クラスタ：単一のアプリケーションを複数のコンピュータ・システムまたはプロセッサに分割して同時に実行するハードウェア。通常、グリッド利用の最初のステップである。
- ◆ データ・グリッド：地理的に分散しているデータリソースにアクセス・共有の手段。医薬品メーカーなど、研究開発活動が分散している研究グループがデータグリッドの最初の利用者であった。
- ◆ エンタープライズ・グリッド：単一の企業内の計算リソースやデータ又は情報リソースを共有する手段。通常は社内の複数の事業所をグリッド上でリンクする。
- ◆ パートナー・グリッド：メーカーとサプライヤなど、少なくとも2つの企業の間で、企業の境界を越え、計算リソースやデータリソースを共有する手段。多くのメーカー企業はまだ、パートナーグリッドの採用を計画していませんが、サプライチェーン・マネジメントの有利な手段だと思われる。