

## 大規模分散システム構築の基盤技術

(招待講演)

野口正一  
会津大学

(概略)

1990年代の後半において二つの大きい情報・通信の技術革新が行われつつある。一つは、VLSI および digital technology の一層の発展により、三つの network 即ち telecommunication network, computer network, broadcasting network が total digital network として統合される状況になったこと。第二は、新しい thin computer による network computing パラダイムの出現である。この二つの情報・ネットワークの環境は、object 指向のコンセプトによる大規模分散システム構築問題に対して重要な解決を与えることになる。本報告では、この問題を解決する基盤技術について基本的な考え方、方法論について報告する。

### Fundamental Technologies for the Construction of Large Scale Distributed System

Shoichi Noguchi  
The University of Aizu

(Abstract)

Two big technological innovations are now going on in the field of information and communication. These are the total unification of the three networks; (1) telecommunication network, (2) computer network and (3) broadcasting network, and the new paradigm of network computing which is supported by the thin computer. These are supported by the rapid progress of VLSI and digital information processing technologies. The new information environment induced by these innovations make a solution for the construction of the large scale distributed system based on the object oriented concept. In this report, we discuss about the key ideas, concepts and the methods of implementation for the construction of the large scale distributed system.

[ Total Digital Network の発展 ]<sup>(1) (2)</sup>

現在まで我々の社会活動を支えるコミュニケーションは、つぎの三つのネットワークを通して行われてきた。

第一が、人間同士の会話を中心とした telecommunication network、第二が computer 間の通信をサポートする computer network、第三が 1:n の一方向のコミュニケーションを中心とした broadcasting network である。この三つの network は当然のことながら通信の目的が異

なり、それぞれ独自のネットワークアーキテクチャ、通信方式の技術の上で発展してきた。しかしながら、この三つのネットワークの論理構造の中で、特に物理レイヤーの技術開発に着目すれば、情報をできる限り高速に伝送するという開発の視点では同じである。

一方、急速な VLSI の技術、digital 通信方式の発展は、この三つのネットワークに対し、それぞれのバックボーンネットワークを統一的に融合できる環境を新たに提供してきたといえる。この

ことを改めて整理してみると、(1) telecommunication, (2) computer communication, (3) broadcasting communication が digital 技術の上で一つの新しい back-bone network の上にそれぞれ構築できることを意味する。ここで実現された network が Total Digital Network (TDN)である。TDN は言い換えれば 21 世紀における National Information Infrastructure (NII)または Global Information Infrastructure (GII)と位置づけることができる。

そしてこの TDN の上で従来我々が活用している telecommunication, computer communication, broadcasting communication の機能が統合される可能性が生まれ、そして将来 TDN をベースに新しいシームレスな広域統合型ネットワークが出現することになる。

以上統合されたネットワークをベースとして新しいコミュニケーションの形態を考えると、従来にない新しいアプリケーションが生まれてくる。例えばネットワークのもつ高速通信の機能は従来のコネクション型の電話系に対し、コネクションレス型のプロトコルの上で音声を含めたマルチメディア通信を可能とするし、放送系において双方向のコミュニケーションの機能は当然のものとなる。

これらの機能は既に現在でも一部活用されているが、将来における統合型ネットワークの大きいインパクトは、家庭内または office 内 LAN の上に構築される統合ホームシステムまたはオフィスシステムである。この LAN の環境では、例えば従来の家電機器設計の考え方が大きく変わることになる。

#### [Thin computer と network computing の発展]

Computer 発展の流れをみてみると、幾つかの大きい epoch making な発展があった。1950 年代より発展してきた main frame は、IBM を中心とするグループによって多くの computer の基盤技術が開発されてきた。これが一つの時代である。

一方、1980 年代の中頃より急速な VLSI の発展によって、main frame の architecture をさらに簡易化した個人の計算環境に対応する W.S., P.C. が設計され、この computer が安価に作られるようになった。これにより広く computer が社会に浸透することになる。そしてこのことは、新しいソフトウェア産業の発展を大きく促進することになった。

即ち、P.C. のもつプラットフォームの上に soft vender により数多くの application が開発され、これが同時に computer の普及をより一層発展させ、これが更にソフトウェア産業を発展させることになった。これが一つの epoch である。一方、W.S. の世界ではオープンな platform として UNIX が提供され、この上で W.S. を自由につなぐ computer network の研究が研究者を中心として急速に発展する。

この computer network の急速な発展は、同時に数多くの network technology を発展させ、その結果新しい network computer のコンセプトが生まれてきた。これがつぎの epoch である。network computer のもたらした一つの重要なものが、ますます肥大化してゆく P.C. に対して新しい thin computer architecture の考え方の提案である。Thin computer architecture の基本的考え方の第一は、目的とする処理に必要なソフトウェアの情報資源をすべて自分自身の中で用意するのではなく、必要に応じてネットワークを通して central server から download すること。第二は、このソフトウェアはネットワーク上では virtual code によって表現され、thin computer のもつどのようなプラットフォームにも関係なく、即ちどのような OS のもとでも動作させようということである。

つまり、network computer の基本的な architecture は、中心となる server と実際に処理を行う thin computer, それをネットワークする total system で構築される。これの一つの実現が、JAVA による network computer の環境である。

以上述べた thin computer の出現の結果、

computer それぞれのグループを改めて整理してみると、main frame, W.S., P.C., thin computer の三つの階層からグループが構成されることになる。特に重要な問題は、今後の技術開発において第三階層の thin computer の architecture、その platform について明確な defacto standard を定めてゆく問題がある。

つぎに real time operation の環境において、real time OS に対応する API を実装したときと Windows の環境で実装したとき、それぞれが必要とする記憶容量を比較すると、優に10倍以上の差のあることが分かり、P.C.の重装備性が分かる。このことから thin computer のもつ将来の位置づけが理解できよう。いずれにしても、量的に最も大きい market をもつこの thin computer の開発は、今後の computer および通信産業にとって大きな影響を与えることになる。

#### [ 広域ネットワーク構築における基本問題 ]

既に述べた TDN をベースに今後広域ネットワークが構築され、その上に数多くの情報資源が接続されることになる。このネットワークの上で効率的な情報処理を達成できるネットワークの構築は、きわめて重要な課題である。この問題を解決するためにはどのような基本問題を解決すべきなのであろうか。以下、この問題について述べる。

(1) オープンなネットワークの中で、どのような情報流通の platform を構築すべきか。(2) 情報資源、通信メディアの違いをどのように融合するか。(3) 大域的な情報資源の管理、探索機能をどのように開発するか。(4) 信頼性と security への対応をどうするか。(5) 大域的な情報処理の空間の中で、どのように効率的な分散処理の方式を構築するか。

本報告ではこのすべてについて論ずることはできないので、(1)と(2)の問題を中心に以下の議論を進める。

#### [ 分散システムの基本モデル ]

分散システム構築の目的は、大域的に存在する各種の情報資源をその物理的位置に関係なく、各

資源を融合し、全体として効率的な処理環境を作ることである。

上に述べた分散システムをモデル化する一つの重要な考え方は、object 指向の立場による方法である。この考え方に従えば、情報資源はすべて object として表現され、情報処理は object 間の相互作用によって行われる。また、相互作用によって必要な object の移動は論理的な object path によって自由に行われることになる。

以上の考え方のよって基本的に分散システムの基本モデルは構成できるわけであるが、総合的な複雑度の観点から大域的分散システムをあるレベルの複雑度に基づくサブシステムの合成として表現するのが自然である。

具体的に複雑度を与えるものは、システムに属する全 object の管理、システム全体の信頼性、security 相互作用のための処理の複雑度、object 流通のため network の capacity 等によって定まる。

上に述べたモデルを実際のシステム設計に活用すると、さらに break down したモデル化が必要となる。具体的にいえば、各サイトに存在する object の構成はすべて一種類ではなく、それぞれが異なるソフトウェア、処理体系によって作られている。このような環境の中で最初に問題となるのは、異なる object 間での情報の流通を具体的にどのように行わせるかということである。このための基本的な考え方が図1に示すように object  $ob_1 \sim ob_n$  の間に仮想的な共通空間を構築し、この上で情報交換を行う方法である。

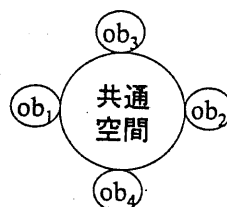


図1

これが、モデル化の第一 stage である。これをさらに二つの object 間でより具体的に示せば、つぎの図2のようなモデル化が行えることになる。

これがモデル化の第二 stage である。

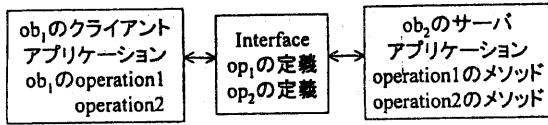


図2

つぎに必要となるものは、object 間の流通のための object path のモデル化である。この考え方の基本となるものは図3である。これから分かるように、クライアントとサーバを分離し、その間の通信をサポートする機能をモデル化することである。この時、この object path がサポートしなければならない機能として次の二つのものがある。

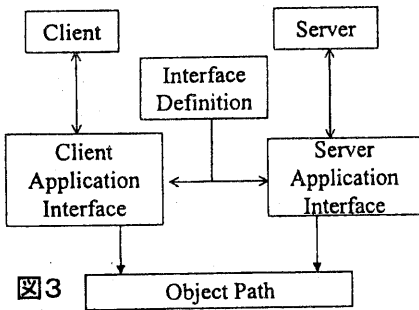


図3

第一は、図3のインターフェースの機能をそれぞれクライアント、サーバが持つこと。第二が、クライアントがサーバに送るリクエストに対し、必要とする object がどこにあるか、それを見出し、リクエストを目的とするサーバの object と通信させることである。この機能を実現した一つの例が CORBA における ORB(Object Request Broker)である。当然この機能は、クライアント側、サーバ側に必要である。

現在、object 指向の分散システムの基本である CORBA のアーキテクチャをその詳細な説明を省略して示せば図4の如くである。<sup>(3)</sup>

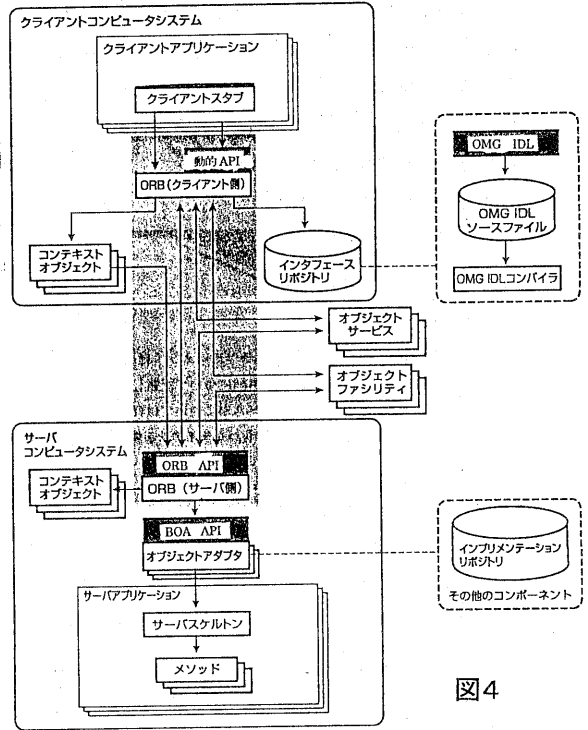


図4

#### [分散システムにおける CORBA と DCOM]

前節で述べた分散システムを現実をサポートする技術として、現在二つのものがある。第一が CORBA、第二が DCOM である。この二つの技術は、object 指向の基本的な立場にたつて分散システムを構築するというコンセプトは同じであるにしても、システムの implementation に対する考えは異なる。また、この二つの技術はそれぞれ発展段階にあり、このどちらが将来的に社会の基盤となるかは現時点では明確でない。本節では簡単にこの両者の比較を行う。

CORBA は対象とする platform を限定せず、現在主要なサーバ、クライアントを利用できることが重要である。しかしながら、end-user の立場からみると、利用者の環境が必ずしも十分ではなかった。一方、DCOM の対象とする platform は、Windows NT であり、UNIX 等は原則としてサポートしていなかった。しかしながら、end-user の利用環境に対しては、十分なサポートの状況が作られていた。このような CORBA、DCOM のそれぞれの環境に対し、その長所をより一層発展させ、短所を改善する技術開発が進行

するのは当然である。

例えば、ネットスケープ社のソフトには、Java ベースの ORB (VisiBroker) が組み込まれ、これによって CORBA でも広く P.C. のユーザとの連携の可能性が与えられつつある。一方、DCOM における UNIX 対応の具体的な戦略が DEC, etc によって強力に進められている。このように、両者のもつ現在の環境は、これをサポートする企業の努力によって急速に変わりつつある。いずれにしても、この両グループにとって、将来、社会におけるビジネスのシェアをどのようにして取り、その地位を明確にするかは今後の大きいテーマであろう。この中で両グループの大きい目標の一つが、基幹業務向けのサーバおよびサービスの開発である。特にこれに対するミドルウェアのサポートのための技術開発は、きわめて重要な課題である。今後展開する大きい技術の流れの中で着目すべきものは、Java の技術、ユーザの Web/OS との親和性に対する技術、application 開発環境等であり、これらの技術開発は今後の重要なテーマであろう。

[ 分散 object システムのための基盤技術 ]

分散処理を達成する全システムの機能を改めて整理すれば、図5の階層モデルによって示すことができる。

V 層	Application
IV 層	Application Middleware
III 層	分散object基盤技術(流通、管理、信頼性、Security)
II 層	処理基盤技術(OS、アーキテクチャ)
I 層	通信基盤技術(伝送、交換、モバイル)

図5

I 層は通常の光通信等による高速情報伝送、および ATM, Gbit Ether 等の交換技術によって構成される通信の基盤技術である。II 層は computer のための新しい基盤技術、例えば cluster computer のアーキテクチャ、OS 等の技術である。III 層は object 指向の環境において object の

流通、管理をはじめ、信頼性、security 等 object による処理空間を基本的に支える階層である。IV 層は具体的な各種のアプリケーションに対し、そのためのミドルウェアを提供する階層である。具体的には、E.C., CALS, VOD 等に対するミドルウェアである。V 層は実際のアプリケーション自体であり、当面既に述べた基幹業務等に対するアプリケーションの開発は重要なテーマである。

本報告では以上述べた階層モデルの上で、III 階層の基盤技術を中心に述べる。

最初に対象とするものは object 通信基盤技術である。この問題を明確にするため、図6の internet 環境下での簡単なモデルを対象とする。

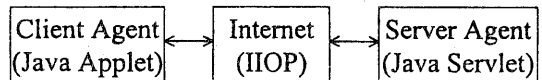


図6

この図で基本となる object の通信技術を列挙すれば、次の如くである。

- (1) client agent, internet, server client 間の object 通信のための技術
- (2) client, server のための agent 構築技術
- (3) Firewall の環境のもとで object を internet を通してセキュアに通過させる技術

(1) の技術に関していえば、具体的に現在の CORBA の技術が対応する。(2) の技術に関しては、例えば Java の環境のもとで開発されてきた技術がこれに対応する。すなわち、client agent に対しての Java applet, server client に対する Java servlet がその例である。(3) の技術に対する基本となるものとして、現在 IIOP(Internet Inter ORB Protocol)が基本となるが、firewall の環境のもとで object を通過させるためには、そのための新しいプロトコルの開発が必要である。

今まで述べた図6の環境の中で一つの total solution を与える通信基盤技術としてつぎの組み合わせの技術がある。すなわち、

CORBA+Java+Socks である。Socks は NEC が中心となり、OMGにおいて firewall のための標準化を進めている組織である。

#### [Network computing と分散システム]

既に述べた通り、computer の世界は main frame → mini computer → client-server computing → network computing へと paradigm shift を行ってきた。もちろん、この状況の中でも当然のことながら main frame も W.S.も P.C.も CSS も有在し、それぞれの重要な役割を果たしている。重要なことは、新たな thin computer の出現であり、これが network computing の大きい基本構成要素として新しい computer 環境をユーザに提供しているということである。このような多くのシステム構成が存在する中で、ユーザはどのような分散 computer system を構築すべきなのであろうか。

既に述べた object 指向に基づく分散システムを設計するとき、main frame を中心とした Window Based Terminal (WBT)によるシステム構築の考え方から network computing の implementation による考え方まで、多くの設計法が存在する。

また、design concept を CORBA をベースにするか、または DCOM をベースにするか、その選択もある。いずれにしても重要なことは、分散システムをどのように implement するか、その決定において、システムがもつ総合的な特性により判断すべきことはいうまでもない。

ただこの中で重要な基準として、TCO(Total Cost of Ownership)がある。即ち、設計された分散システムができる限り、TCO において優れていることは一つの重要な条件である。この観点からも、一般的にいつ network computing の発展の方向性が与えられていることも注目すべきことである。

#### [ 今後の分散システム構築問題 ]

現在システムを構築する上で最も重要な問題は、ユーザが活用している多くの情報資源を新しい

concept をもつシステム構築の中にどのようにして移行させるかということである。(勿論これが総合的な判断で意味がなければならない。)例えば、main frame を中心とするレガシーの技術は強固であり、これを P.C.を中心とする network computing で構築することは簡単ではない。一般的にいえば、従来のロバスタな情報システムを新しい object 指向の環境にどのように埋め込むかということである。このとき問題となるのは、情報システムのもつ platform 問題がある。つまり、分散システム構築の上で共通の platform を構築するのにどのような方法がよいのかということである。一般的にいえば、case by case、それぞれの状況に従って設計すべきであるが、一つの重要な考え方として UNIX の世界を一つの仮想的共通空間の場として捉える設計法は、現在の CORBA の環境からみて整合性は高い。しかしながら、技術の発展は常に多くの可能性を提供するものであり、新しい技術成果に対して常に十分の情報の把握が、今後の分散システム構築に対して不可欠である。

#### 参考文献

- (1) S. Noguchi: "Future Trends in Communication Computer and Network and its Impact on Society"(invited paper), Proceedings of International Workshop on Soft Computing & Intelligent Systems, Jan.12-13, 1998, Calcutta, India.
- (2) S. Noguchi: "Global Networking in the 21<sup>st</sup> Century, Necessities and Consequence", Proceedings of Tenth World Productivity Congress, Chile (1997)
- (3) R. オツティ他: 分散オブジェクト指向 CORBA プレンティスホール出版 1996.11 月