紹介

菊田 昌弘*

ネットワーク・コンピュータ

The network computer

KIKUTA Masahiro

Introductory article

[著者抄録] パーソナル・コンピュータは、ますます高機能化するとともにハードウェアやネットワーク、またオペレーティング・システムやアプリケーションソフトウェアなどの整備において利用者側が負担するコストも大幅に増加する傾向にある。このような背景のもとに、アップル社、IBM 社、オラクル社、ネットスケープ社とサン・マイクロシステムズ社の5社は1996年5月に、「ネットワーク・コンピュータ リファレンス プロファイル」と呼ぶ簡素化した新しいコンピュータの規格策定に合意した。ネットワーク・コンピュータは、ネットワーク接続を前提に装備を極力省いた構成となっている。

[著者付与キーワード] ネットワーク・コンピュータ, NetPC, 500ドルPC, Java, STB, PDA, スマートカード

[Author Abstract] The growing cost of personal computer ownership—primarily measured by support costs for hardware, networks, operating system and applications software—is a key to drive innovation around network centric lightweight hardware and software. Apple, IBM, Oracle, Netscape and Sun all agreed on making an open client-based computing standard, noted as “Network Computer Reference Profile”, in May, 1996. Network computers are stripped-down desktop computers built to do their work while connected to networks.

[Keywords by Author] network computer, NetPC, \$ 500PC; Java, STB, PDA, smart card

* ㈱シナジー・インキュベート (〒151 渋谷区代々木五丁目14-9ヤマキビル2階) Tel. 03(5478)9901
Synergy Incubate Inc. (14-9, Yoyogi 5-chome, Shibuya-ku, 151)

1. はじめに

コンピュータネットワークの発展と普及は、従来のコンピュータ技術が主たる対象としていた企業などの組織合理化の枠組みを超え、ネットワーク市民（ネチズン）と呼ばれる個人利用者が急速に拡大を見せるなど、今日では市民生活に広く浸透しつつある。これらを背景として仮想商店街や仮想銀行など、既存の社会機構を大きく改革した新たな構造も生まれつつある。

このような流れをさらに加速する現象が、1996年秋から急速な展開を見せたNC（ネットワーク・コンピュータ）、または500ドルPCやシンクライアントと呼ばれるこれまでの常識を破る廉価なコンピュータの登場である。

これらの呼び方は、各々の推進母体により様々であるが、いずれも同じ発想により開発が進められているものである。その発想とは、今や常識となったPCのネットワーク接続を背景に、ネットワークを前提にしてPCのアーキテクチャーを見直すという点にある。

すなわち、一時期のメインフレームコンピュータをも凌ぐ容量まで拡大したメモリーサイズや、多様なペリフェラルの接続を可能とするスロット数の増加など、今日の複雑化したPCに対する反省と批判に根ざす考え方であり、ネットワーク・コンピュータではアプリケーションプログラムや

データ群をPC側に常駐させないことを前提にしている。このためハードディスクやCD-ROM駆動装置、拡張スロットなど、今日のPCを肥大化させた多くの機構の排除が可能となり、機能を極めて単純化することにより大幅なコストダウンが可能とするものである。

その帰趨を見るには今しばらくの時間がかかると予想されるが、WEBの登場により一挙に変貌したネットワーク利用と同様に、安価で扱いやすいこれらの簡易型PCが急速に展開することも視野に入れ、今後のネットワークを考えるべき時期を迎えていると言えよう。

2. ネットワーク・コンピュータの誕生の背景

コンピュータ利用が普及するにつれ、オンラインによる情報交換やデータベースサービスなどへの要求が拡大してきた。これらの要求に応える形態で1970年頃よりひろく用いられ始めたのがタイムシェアリングによる情報提供の仕組みである。タイムシェアリングにおいては、一つの大きな情報貯蔵庫とそれを管理する巨大なコンピュータ設備が設置され、利用者は通信回線を経由して集中的に蓄積された情報を取り出し利用していた。このとき利用者側で用いていた端末設備はダム・ターミナルと呼ばれるテレタイプと同様のキャラクター端末であり、情報処理能力を備えたものではなかった。

1984年、アップル・コンピュータ社がPCとしてはじめて複数のアプリケーションを稼動し、またGUI（グラフィカル・ユーザ・インタフェース）を備えたコンピュータ、すなわちマッキントッシュを発売し、それまでのダム・ターミナルの世界に大きな変化を与えた。優れたGUIのもとに、ワードプロセッサや表計算、またグラフィカル・オーサリング・ツールなどのソフトウェアが続々と開発され、それまでの文字列と数値を主体としたPC利用を、大きくマルチメディア利用にむけて変革することとなった。また備えられた通信ソフトウェアのもとに、上述のダム・ターミナルをPC

表1 ネットワークコンピュータの原価構成
(オラクル社)

構成要素	価格(US\$)
CPU (ARM)	30
DRAM (8Mbytes)	200
通信関連機構	20
PCカードスロット	30
キーボード・マウス	36
その他	50
製造コスト計	365
販売価格	495

端末に置き換えていくことに結びついた。今日では、データベースサービスの利用者の殆どがPCを利用するようになっている。

以来、PCは端末としての機能と、文字通りパーソナルな情報処理機能の二つの役割を合わせ持つようになり、特に後者の側面から、CD-ROM装置やMO装置などの多様な外部記憶装置を備えたり、続々と出現する周辺装置に向けて、多数のスロットを備えるようになっていった。それにあわせ処理能力も次第に大きなものが要求されるようになり、今日ではメインメモリーが100メガバイトを超える巨大なパーソナル・コンピュータが出現するに及んでいる。一昔前のメインフレームコンピュータをはるかに凌ぐ大きさである。また、企業内に急速に数を増やした設置台数は、各々ソフトウェアを必要とするPC群を管理する管理者の負担を増加するとともに、TCO (Total Cost of Ownership) と称される全管理コストの増大に結びついていった。

一方、従来のダム・ターミナルと異なり、PCはそれ自身が情報処理機能を備えるものであることから、単に中央コンピュータから送られる情報を表示するに止まらず、中央コンピュータとPC端末とが相互に処理を分担する方式が出現してきた。いわゆるクライアント・サーバ方式と呼ばれる情報処理の形態であり、おりからデファクト・スタンダードとして広まってきたTCP/IPによる通信プロトコルのもとに、インターネットと呼ばれるネットワークの相互接続の仕組みが急速に普及することに結びついていった。そこに登場したのがHTTPと呼ばれるクライアント／

サーバ・プロトコルであり、World-Wide Web (WWW:ワールド・ワイド・ウェブ) と呼ばれる機構である。

WWWは、スイスの素粒子研究所であるCERNのTim Berners-Lee氏らにより1989年に開発が開始され、その骨格となるGUIのプログラムライブラリwwwlibが1992年にフリーライブラリとして無償配布された。これをもとに、米国イリノイ大学のNCSAでMosaicと呼ばれるブラウザソフトウェアが開発され、今日のネットスケープやエクスプローラなどに結びついていったのは、広く知られている。これらの機構は、コンピュータに関する知識が全くない初心者でも、非常に簡単な操作で情報を得ることができるため、インターネットの上で爆発的に普及した。現在では、この機構を利用して、仮想商店街(サイバーモール)や電子貨幣などのネットワークを前提においた新しい社会機構を導き出すに至っている。本書の主題とするネットワーク・コンピュータも、爆発的に普及したWWWの専用端末とする見方もできる。ただし、ネットワーク・コンピュータは情報をブラウジングできるという機能に加えて、ワードプロセッサや表計算など、利用者が指定するアプリケーションの実行能力を持たなければならない。元来ソフトウェアを持たないネットワーク・コンピュータに対して、この種の能力を付加するためには、もう一つの大きな流れがあった。すなわちJavaと呼ばれるネットワーク機能を持ったアーキテクチャー・ニュートラル(機種に依存しない)なオブジェクト指向型言語の開発である。

図1 The World-Wide Web の誕生

図2 The World-Wide Web の発展

UNIX オペレーティング・システムと、それをベースとしたワークステーションのメーカであるサン・マイクロシステムズ社では、1990年にネットワークをベースとした新しいソフトウェア環境を開発するプロジェクトを開始した。そこでの目的は、操作が容易な直感的なインタフェースを備えた、ネットワークで配布できる小さなアプリケーションの動作環境を実現しようとするものであった。当初C++の採用を検討したが、その制約から新しい言語を作ることに変化した。これが現在のJavaに結びつくものとなった¹⁾。開発チームが着目したのが1993年に登場して一挙に普及したMosaicの可能性である。Mosaicはハイパーテキストを基本として、利用者が多様な情報を渡り歩くことを可能としている。一見、利用者と複数のサーバがインタラクティブなセッションを実現しているような印象を与えるが、実際には、一つ一つの要求とその結果としての表示は、1対1の関係にあり、しかも(渡り歩きの対象として可能な)次のリンクは、サーバ側であらかじめ設定されたものでしか有り得ない。開発チームでは、この構造に着目し情報を参照するツールに過ぎなかったブラウザをネットワーク上でのアプリケーション・プラットフォームへと改革した訳である。

言い換えればJavaの出現を得て、WWWは単なる情報の交換・表示のための機構から、アプリケーションの実行環境としての性格を得たとも言える。

これらの変遷を経て、1台1台が必要なソフトウェアやデータを格納して利用するこれまでのPCの形態から、必要なときに必要なソフトウェアやデータを、サーバからダウンロードして実行するネットワーク・コンピュータの成立が可能となった。

PCが元来スタンドアロン(独立利用型)として設計され、基本的に従来からのメインフレームコンピュータと軌を一にし、歴史的に見てもネットワーク機能はそこに後づけされた部分的機能であるのに対して、ネットワーク型コンピュータとは、前提をネットワークに置き、ネットワークとのや

りとりをもってPC機能の実現を図るという点で、従来のPCとは設計要件を大きく変化させたものと言えよう。また、利用するソフトウェアを集中的に管理し、ロケーションフリーなデータ利用を可能とする構造は、グローバルでユニバーサルな情報通信を実現する方途としても注目されるところである。

3. ネットワーク・コンピュータのリファレンス・プロファイル

アップル社、IBM社、オラクル社、サン・マイクロシステムズ社とネットスケープ社は1996年の5月20日に“NCリファレンス・プロファイル”²⁾と呼ばれるネットワーク・コンピュータのガイドラインを発表した。このリファレンス・プロファイルは広くコメントやレビューを求める手続きを経てネットワーク・コンピュータの標準規格としてまとめられるものである。

そこでの基本的な項目は以下の通りである。

1) 機器仕様

- ・画面解像度を640×480(VGA)相当とする。
- ・ポインティング・デバイスを有する。
- ・テキスト入力のための機能を持つ。
- ・オーディオ出力機能を持つ。
- ・ローカルなストレージ(外部記憶装置)は必要としない。

2) IP(インターネット・プロトコル)の採用

- ・IPベースでのプロトコルとする。ただしネットワーク接続のためのハードウェア機構に関するスペックは特定しない。

3) IPベースのプロトコル

- ・TCP(Transmission Control Protocol)
 - セキュリティ機能が必要とされるときは、SSL(Secure Sockets Layer)を用いることとする。
 - * SSLはネットスケープ社が定めたTCP/IPプロトコルの上でのセキュリティ通信を実現する機構である。
- ・FTP(File Transfer Protocol)
 - インターネットの上で一般的に用いられてい

るファイル転送プロトコル

- ・ Telnet

-リモート・ホストに対するキャラクターベースでのターミナルエミュレーションであり、ネットワーク・コンピュータが同機能をサポートする場合に用いるプロトコル

- ・ NFS (Network File System)

-ネットワーク・コンピュータが分散ファイルシステムをサポートする場合に用いる。

- ・ UDP (User Datagram Protocol)

-NFS 利用において、アプリケーション固有のエンド・トゥ・エンドコミュニケーションを実現する場合に用いる。

- ・ SNMP (Simple Network Management Protocol)

-ネットワーク・コンピュータが接続するネットワーク管理環境に対するプロトコル。

- ・ ブートならびにコンフィグレーションオプション

* DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) -ネットワーク・コンピュータ自体を起動(ブート)する際のプロトコルで、ダイナミックに IP アドレスを取得し、ネットワークを通じてコンフィグレーション(構成)情報を送信するために用いられる。

* Bootp-ネットワーク・コンピュータを起動(ブート)する際に用いられる。

4) WWW 標準の採用

- ・ HTML (HyperText Markup Language)

-WWW で用いられる表示コンテンツの記述規約

- ・ HTTP (HyperText Transfer Protocol)

-リモートの WWW サーバとネットワーク・コンピュータのブラウザとの間のプロトコル

- ・ Java アプリケーション環境のサポート

* Java 仮想マシンと実行時環境

* Java のクラス・ライブラリ

5) 電子メールプロトコルの採用

- ・ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

- ・ IMAP 4 (Internet Message Access Protocol

Version 4)

- ・ POP 3 (Post Office Protocol Version 3)

6) マルチメディア・データのサポート

- ・ JPEG / GIF-画像データのフォーマット

- ・ WAV / AU-オーディオデータのフォーマット

7) セキュリティ機能のサポート

- ・ ISO7816-スマート・カードの ISO 規格

- ・ Europay / MasterCard / Visa のカード決済に関するセキュリティ基準

以上のガイドラインの他、プリント機能を持つことが推奨されている。

これらのスペックをみる限りにおいては、今日広く普及した WWW へのブラウザ機構を中心に組み立てた目的限定型のコンピュータとしての構造が読み取れる。この点だけを捉えれば、通常用いられている PC を、機能的に絞り込み製造コストをできるだけ下げたものとも捉えられる。

ただし、ネットワーク・コンピュータと一般の PC との本質的な相違点はサーバとの関係にある。通常の PC がブラウザ用ソフトウェアなどを内蔵し、また接続された CD-ROM 等からアプリケーションを呼び出して機能を発揮するのに対し、ネットワークコンピュータ自体はアプリケーションを内蔵したり外部記憶装置に保有していない。いわば空の状態であり、必要なアプリケーションはネットワークを経由して、サーバからその都度ダウンロードして実行することとなる(ネットワーク・コンピュータで用いるアプリケーションは、前述した Java アプレットを前提としている)。また、その時に用いる利用者自身のデータも、ネットワークを経由してサーバに格納され、処理結果もまたサーバに格納されることとなる。このように、サーバ側にデータやアプリケーションを格納することにより、利用者はデータのバックアップなどの管理から開放されるとともに、常に、また(ネットワークに接続されている限り)どこにいても、自分が必要とする環境を整えることができるとともに、最新のアプリケーションソフトウェアを入手し実行することが可能となる。管理

1. ネットワークへの接続

2. 必要なアプリケーションの指定

3. アプリケーションのダウンロード

4. アプリケーションの実行（ネットワークとは切り離されている。）

図3 ネットワーク・コンピュータの操作手続き

者側から見れば、多数分散した PC のそれぞれの利用しているアプリケーションソフトウェアの更新状況の管理や、バージョンアップ・機能追加の作業から開放され、万一バグ等が発生した場合においても、サーバに登録されているソフトウェアのみを修正すれば、利用者すべての実行環境を修正したこととなり、前述した TCO(全管理コスト)を大幅に軽減することが可能となる。これら一連の構造を考えると、ネットワーク・コンピュータは稼動している間は回線とつなが放しのようにも捉えられるが、事実はサーバとのデータのやり取りやサーバからアプリケーションをダウンロードする時にのみ回線を利用すれば良い訳であり、稼動時間全体から見れば、回線を利用している時間は極くわずかで済むこととなる。

設備機構上特筆される点は、スマートカードに関する仕様を定めている点にある。スマートカードは、現在盛んに議論されている電子マネー用のカードと同種のものであり、高密度の IC メモリーを内蔵している。IC メモリーにはカード保有者の認証データが暗号化され登録されるとともに、保有者が利用するインターネット・サービス・プロバイダー (ISP) の情報と ISP の電話番号が登録される。また、利用者が使用しているサーバ情報の記録と、利用者が直前まで利用していたソフトウェアやデータをキャッシュ (一時格納) するためにも用いられる。これらの機能により利用者はコンピュータ本体を持ち歩かなくとも、例えばホテルなどに設置された公衆ネットワーク・コンピュータを用いてカードを差し込むことにより、ネットワークを経由してこれまで利用していたソフトウェアを取り込み、自分のデータにアクセスが可能となる。すなわちカードさえ持ち歩けば、どこからでも自分の利用している環境が再現できることを意味する。

一方、ネットワーク管理者側にとっては、カード保有者独自の暗号鍵が記録されているため、利用者を確実に識別することができ、正規の利用者以外からの不正アクセスを排除することが容易となるなど、インターネットの上での大きな課題と

されてきたセキュリティに関して新たな機構を提供するものでもある。

4. ネットワーク・コンピュータをめぐる状況

ネットワーク・コンピュータは、ネットワーク接続を前提においた PC の設計コンセプトであり、その結果、従来の PC に不可欠とされたソフトウェアの格納機構を始めとし多くの周辺機器を省くことが可能となったものと言える。したがって、その製造コストも大幅に圧縮でき、500ドル PC (実際にはそれ以下となっている) と呼ばれるような安価なコンピュータとして、PC 利用の世界に大きな影響を与えている。

ネットワーク・コンピュータはネットワークに接続してはじめて機能するものであり、一昔前のダム・ターミナルに共通する性格を持つ。スタンドアロンで稼動可能な PC とは大きく構造を異にすることから、従来の PC 利用者に容易に受け入れられるかの疑問は残る。従来の PC 利用者にとっては、この数年間において急激に価格性能比が向上した PC そのものがより一層廉価となり、500ドル以下になることの方が理想的であるとも受け止められよう。逆に、WWW のサーフィンが可能とすることに目的を絞れば、さらに機能を絞りこむことも可能性がある。

ネットワーク・コンピュータのコンセプトの発表を契機として、これらの様々な議論が沸き上がり、続々と新製品の企画が提起されるようになっていく。それらを焦点であるソフトウェアの扱いから整理し、代表的な製品名を上げる³⁾。

(1)ソフトウェアをネットワークから供給するタイプ

言うまでもなく、これまで述べてきたネットワーク・コンピュータと呼ばれるタイプであり、ネットワークを経由してサーバと接続することにより稼動するもの。

Network Computer オラクル社

Java Client サン・マイクロシステムズ社

Java 端末とも呼ばれるもので、Kona (コード

名)と呼ばれるJavaアプリケーション稼動用の極めて小さなOSを搭載する予定。このマイクロOSのもとでネットワークを経由し、サーバからJavaアプレットをダウンロードして稼動する機構。

(2)ソフトウェアをハードディスクなど外部記憶装置に格納するもの

従来のPCと共通するアーキテクチャであり、OSを含めソフトウェアをハードディスクなどの接続されたストレージに格納するもの。ただしネットワーク接続を前提に、機能的にスリム化してコスト削減を実現する。

SIPC (Simply Interactive Personal Computer)
NetPC 共にマイクロソフト社

* SIPCは家庭向け、NetPCは企業向けの利用として捉えられている。

(3)ソフトウェアをCD-ROMに内蔵しているもの

WWW接続を目的として機能限定した簡易型PCであり、ネットワーク・コンピュータ出現以前より存在する。ネットワーク接続のソフトウェアやOSはCD-ROMに格納されている。

Pippin at Mark バンダイ
iBoxhome 日本電算

(4) ソフトウェアをROMに格納するもの

STB (Set Top Box) 型とPDA (Personal Digital Assistant) 型がある。セットトップボックス型は、家庭用テレビにつなげて利用するネットワーク端末であり、WWW接続に加えてビデオ・オン・デマンドや通信カラオケなどのアミューズメント利用への展開が予想される。PDAは手のひらに乗る大きさで、無線でネットワークと双方向通信し、利用者のスケジュール管理や電話リストなど、ビジネス用途向けのオンライン手帳の役割を果たす。

So-net 端末 (STB) ソニー
ViewCall (STB) ビュー・コール社
Nokia9000 Communicator ノキア社

このように、いわゆる廉価なPCという意味で捉えれば多くの可能性があり、各々のアーキテクチャーの得失のもとに様々な展開が予想される。

このような状況の中で、これまでPCの覇者として君臨してきたマイクロソフト社も、対策を余儀なくされている。上に挙げたSIPCもその一つであるが、一方でここまで展開してきたPCの牙城を維持していくことも必要とされている。そもそもネットワーク・コンピュータの発想の原点は、肥大化するPCアーキテクチャーにおいてTCO (PC管理に必要な全管理コスト) 増大化に対する批判にあった。個別分散されたPCの個々に実施しなければならなかったソフトウェアのインストールや更新、また各々の利用者の責任において実施するものとされてきたバックアップ等のデータ保護手続きを、ネットワークを経由しサーバ側において集中管理することを発想したものである。

マイクロソフト社では、この批判に応えるべく「Zero Administration Windows」という構想を発表した。クライアントとして接続されているPCのプログラムやデータをサーバ側で管理する構造である。すなわち、今日まで展開してきたPCの構造をそのまま継承すると同時に、ネットワーク・コンピュータで提唱されているネットワーク経由でのPC管理の実現を図り、TCOの大幅軽減を目指すものである。正しくネットワーク・コンピュータと軌を一にする考え方と言える。

いずれにしても、ネットワークの急速な普及は、これまでのPCの捉えかたを大きく変えようとしており、この1~2年の内にPCのアーキテクチャーは大きく変化していくことが予想される。

5. お わ り に

これまでのPCはスタンドアロン利用を前提に、いわばメインフレーム・コンピュータの能力を個人的なレベルまで利用可能とする目標のもとに考え出され発展を遂げてきた。今日では、ネットワーク接続や画像処理に関わる機能、音声まで含めて多様な機能がPC上に実現されている。しかしながら、実際のPC利用者の多くは多様化し高機能化したPCの能力の大部分を利用するもの

ではない。しかし、ソフトウェアの調達コストや PC 全体としての管理コストは利用者が利用する、しないに関わらず発生するものである。PC の取得価格を30万円と仮定しても、実際にソフトウェアの調達や運営管理には年間80万円から120万円かかるとの推計もある。

また、スタンドアロン型での利用を前提とする限りにおいて、メインフレーム・コンピュータがたどってきたプロセスと同様、肥大化・高機能化・複雑化へのプロセスは今後とも引き続くであろう。それにあわせて TCO もさらに増加していくことは疑いようはない。昨年末国家庭でのコンピュータ支出は前年比19%増の1,900ドル⁴⁾となったそうである。PC 自体の価格は低下しつつあるが、CD-ROM やメモリー増設その他で、全コストは増加している事実を示している。

ネットワークは PC の世界を大きく広げたが、元来 PC の設計時にネットワーク接続は前提とされていない。あくまで PC の機能の一部として位置づけられてきた。

ネットワーク・コンピュータは、ネットワークの広範な普及のもとに、ネットワークを前提において考え出された PC である。すなわち、設計の基盤にまずネットワークの存在が置かれている点で、これまでの PC とアーキテクチャーを大きく

異にする。

上述のように、ネットワークに接続されたサーバとのやり取りの中で PC としての機能を発揮するものである。したがって、機構的には大胆にスリム化が可能であるし、またサーバの存在により、利用者に PC の管理に必要なとされる労力を大幅に軽減することを可能とするものでもある。価格面での魅力とともに、管理上の容易さは従来の PC とは比較にならないものであり、大きな市場を獲得していくことが予想される。

ただし、ネットワーク・コンピュータが健全にその機能を発揮するためには、明らかにサーバ側の充実が前提とされるものでもある。言い換えれば、従来個別の PC 利用者が負担していた管理上の努力を、サーバ側が一括して実施しなければならないこととなる。また、ネットワーク・コンピュータの要求に応え得るソフトウェアの品揃えも重要な点である。これらの面は、WWW が1年あまりの間に急速に展開したと同様、極めて短期間に充実していくことも予想し得るが、ネットワーク・コンピュータとは、ネットワークとサーバ群の充実があつてはじめて機能する空の PC であり、ネットワーク・コンピュータの発展のためには、ネットワーク全体として受け入れる機構整備が前提とされることは間違いない。

参 考 文 献

- 1) 次世代 WWW 研究会. Web 進化論. オーム社, 1996, pp3-2-3-11
- 2) Network Computer Reference Profile. http://www.nc.ihost.com/nc_ref_profile.html
- 3) 後藤弘茂. これが500ドル PC とインターネット端末だ. 月刊アスキー, Vol 20, #6, pp320-327, 東京, (株)アスキー, 1996
- 4) Kevin, M., Julie. S. Network computers cut cost. complexity, USA TODAY, Oct. 29, 1996
- 5) Anatomy of the Network Computer. <http://www.sun.com/sunworldonline/sw01-07-1996/sw01-07-nc.html#returnl>
- 6) Network PCs : Can They Make A Difference For Genealogists?. <http://www.everton.com/oe2-13/netpe.htm>
- 7) 武藤佳恭. ネットワークコンピュータの衝撃. ビジネスコミュニケーション, 33巻 9 号, pp20-24, 1996
- 8) 日本オラクル. The Network Computer. White Paper, 日本オラクル(株)
- 9) 日本オラクル. ネットワーク・コンピュータ. White Paper, 日本オラクル(株)