

第 2 部

WIDE プロジェクト 概要

第 1 章

WIDE プロジェクトについて

1.1 研究目的

本研究の目的は、広域にわたる大規模な分散環境を構築するための技術を実証的に確立することにある。

そのために、オペレーティングシステム、通信とネットワーク、そして応用技術のそれぞれの面でのコンピュータ科学の研究テーマを追求し、これらを、個人、社会、国際の視点で位置付ける研究活動を行なう。

これらの研究活動は、実際に運営されている複数のローカルエリアネットワーク間を、分散環境を構築するために十分な速度の回線を用いて接続し、その上に実用に耐える大規模広域分散環境のプロトタイプを構築することによって推進される。この環境の構築と運用により、上記の研究と研究成果の実証を行う。

1.2 研究の意義

情報科学・情報工学の発達と通信技術の進歩により、分散された計算機資源を有効に利用できる分散型の計算機環境を前提とした計算機システムの研究が急務になっている。

計算機環境を構成する要素はラップトップコンピュータからスーパーコンピュータに至る多種の計算機システムとなり、高度なコンピュータコミュニケーション技術に裏付けられた分散処理環境が不可欠になっている。また、ローカルエリアネットワークのような近距離の分散資源を接続するための技術のみならず、ISDN のような、遠隔地に分散する計算機資源を有機的に接続し、広域の分散環境を構成するための通信技術も比較的自由に利用できるようになってきた。しかし、これからのコンピュータ環境を構築するためには、従来個別に研究されてきたオペレーティングシステム、通信技術、コンピュータネットワーク、コンピュータアプリケーションに関するそれぞれの研究は、統合的に研究され、現実的な地球規模の広域分散環境の構築に関する技術として確立されなくてはならない。さらに、これらの環境が人類の個人活動、社会活動、国際活動の視点による位置付けと方向性により発展していることが必要である。

1.3 研究の特色

大規模広域分散環境の基礎となる研究課題には、コンピュータネットワーク、オペレーティングシステム、分散処理、耐故障システム技術、セキュリティ技術などがある。特に、コンピュータネットワークに関しては、局所的分散処理を含むローカルネットワークと、広域ネットワークに関する研究が行われ、実績がある。これからの計算機環境の代表的モデルとなる大規模広域分散環境の構築という視点は、これらの研究分野で本来追及されていた目標と異なるために、これらの成果の単純な組み合わせでは本研究の目的を達成することはできない。本研究の特色は、これらの分野の統合的な研究成果を目指し、通信技術、通信経路、計算機システム、社会科学的背景、オペレーティングシステムなどに関する異種性を前提とした環境を構築するための技術を確立する点にある。

1.4 WIDE プロジェクト 研究者による基礎となる研究成果

大規模広域分散環境の物理的な要素としてローカルエリアネットワーク技術がある。大規模広域分散環境におけるローカルエリアネットワークでは、ネットワーク間接続を前提とした階層的なプロトコル構造が各計算機システムのオペレーティングシステムにおいて効率的に組み込まれている必要がある。慶応義塾大学のキャンパスネットワークである S&Tnet のオペレーティングシステムの開発にあたっては階層的なプロトコル構造を最も効率良く実現する技法が開発され [?]、その効果が実証されている。

広域的に分散されているローカルネットワークや計算機システムを接続し、そこに共通の環境を構築する実験は JUNET[?] によって実現され、300 を越える組織を接続し、分散資源の名前管理、経路制御、通信技術、日本語に基づいた通信機能などに関する研究が行われ、それぞれの成果が実証されている [?]

WIDE の研究成果に関する報告は、さまざまな機会に報告されているが、フェーズ I の報告書は 1990 年 6 月に発行されており、1990 年度の報告書は、1991 年 7 月に発行されている。

1.5 研究成果と実用化の関係

本研究によって構築される実験大規模広域分散環境とその環境上に開発される各種機能は異種性を前提とした計算機環境上での高度な情報処理環境が実現されるために、技術・研究・開発分野の情報交換ネットワークやその他の学術・技術分野での計算機環境に即座に応用が可能である。本研究成果の効率的な実用化を実現するために、各種関連標準化委員会、各種関連組織に対する研究成果の円滑な技術移転を行う。

1.6 研究の計画と方法

1.6.1 研究の分担

研究代表者は、各研究分担者及び協力者の研究進行のとりまとめを行うと同時に、計算機システムの異種性と大規模広域分散環境に関する研究開発を行う。通信技術担当者は、ネットワークプロトコルと経路制御に関する研究を行い、分散環境の基盤となる通信機能を確認する。信頼性・安全性技術担当者は、耐故障性とセキュリティの面から広域分散環境の構造に関する研究を行い、環境全体の信頼性に関する技術を確認する。分散オペレーティングシステム技術担当者は、分散資源の名前管理に関する研究を各種人工言語との関連において行い、分散環境における資源管理の基盤を開発し、広域分散環境用オペレーティングシステムの研究と開発を担当する。分散処理技術担当者は広域分散環境上で有効な分散処理の技法に関する研究を行い、広域分散環境上での処理形態を確認する。管理技術担当者は、広域分散環境の管理面からの構造を研究し、その開発を行なう。社会科学担当者は、本研究の社会科学面からの成果を検討し、方針の評価を行なう。

1.6.2 研究の計画

1988 年度 (実行済み)

広域分散環境の実験基盤を構築する。

1. 研究代表者と分担者の所属する各大学の実験基盤となるローカルエリアネットワークを相互に接続する。
2. 接続技術は異種通信経路における経路制御機構の実験のために、ダイヤルアップ回線、専用回線、ISDN、X.25 を用いた公衆パケット交換ネットワークのいずれも用いる。
3. 構築した基盤上で、経路制御機構、ネットワークプロトコル、ネットワーク信頼性に関する技術開発と実験を行う。

1989 年度 (実行済み)

構築された実験基盤の発展とその基盤上で上位技術の研究・開発を開始する。

1. 国際的な大規模広域分散環境基盤の確立。
2. 国内の実験基盤の拡張。
3. 大規模広域分散環境用ゲートウェイ機能の確立。
4. 広域分散環境用オペレーティングシステム技術の開発。
5. 分散処理技術の研究開発およびそれに基づく広域分散応用機能に関する研究と実験を行う。

6. 広域分散環境における管理運用面での研究を行う。

1990 年度と 1991 年度（実行済み）

構築された実験基盤技術の確立とその基盤上で各種技術の研究・開発の確立と発展。技術移転。

1. 国際的な大規模広域分散環境基盤の運用と其上での実験。
2. 国内の実験基盤の確立。
3. 大規模広域分散環境用ゲートウェイ機能の発展と実証。
4. 広域分散環境用オペレーティングシステム技術の確立。
5. セキュリティ、認証技術の確立。
6. ISDN の利用に関する研究。
7. ラップトップコンピュータの分散環境上での位置付けとそれに必要な各種技術の研究。
8. 広域分散環境上でのマルチメディアを含む利用者インターフェースとその支援機構の研究。
9. 広域分散環境における管理運用技術確立と技術移転。
10. コンピュータコミュニケーションの社会科学研究
11. マルチキャスト・ブロードキャストプロトコルと衛星通信
12. 大規模広域分散型ファイルシステム

1992 年度

構築された実験基盤技術の発展とその基盤上で各種技術の研究・開発の確立と発展。その技術移転。

1. 国際的な大規模広域分散環境基盤の運用と其上での実験。
2. 国内の実験基盤の発展。
3. 国内のコミュニケーション基盤の確立。
4. ポリシベースの経路制御技術の確立と実証。
5. 広域分散環境用オペレーティングシステム技術の確立。

6. セキュリティ、認証技術の確立。
7. ISDN の利用に関する研究。
8. ラップトップコンピュータの分散環境上での位置付けとそれに必要な各種技術の研究。
9. 広域分散環境上でのマルチメディアを含む利用者インターフェースとその支援機構の研究。
10. 広域分散環境における管理運用技術確立と技術移転。
11. コンピュータコミュニケーションの社会科学研究
12. マルチキャスト・ブロードキャストプロトコルと衛星通信
13. 大規模広域分散型ファイルシステム
14. コンピュータコミュニケーションの文化・教育的プロセスに関する研究。
15. アドレス空間と経路制御に関する研究。
16. OSI 技術の評価・検証と応用性に関する研究。

1.6.3 研究経費

本研究に必要な研究環境では、組織間の広域接続の通信基盤を確立する必要がある。異種通信経路の実験基盤を構成するためにはダイヤルアップ接続を実現するための高速モデム、専用回線を利用するための接続機器、X.25 回線を接続するための接続機器、ISDN 回線を利用するための接続機器、実験を遂行するためのゲートウェイ用計算機及びソフトウェアが設備面で必要となる。これらにそれぞれの国内、国際回線の通信費が必要となる。これらによって、構築される研究環境が WIDE インターネットである。

また、通信事務、交通費、研究会開催費、印刷費、事務人件費などの諸費用も必要となる。

第 2 章

WIDE インターネット

WIDE 研究プロジェクト [?] の広域大規模分散環境の構築実験基盤である WIDE インターネットは、インターネットプロトコル体系 [?] を用いた研究ネットワークを構成している。本インターネットワーク上では、データリンク機能、ゲートウェイ機能、プロトコル、応用、ネットワーク管理などに関するコンピュータコミュニケーションとコンピュータシステムに関連する各種の研究実験活動が行なわれている [?]。WIDE インターネットは、1988 年 1 月に慶應義塾大学、東京大学、東京工業大学の 3 大学を接続することによって開始され、現在では、東京、藤沢、京都、大阪、福岡 に設置した、WIDE ネットワークオペレーションセンタ (WNOC) によって構成される WIDE バックボーンおよび、それらのいずれかに接続される 56 の研究参加各組織のノードによって構成されている。

2.1 WIDE インターネットの背景と遷移

広域的に分散されているローカルエリアネットワークや計算機システムを接続し、そこに共通の環境を構築する実験は 1984 年から JUNET として行なわれ [?]、現在は 700 を越える組織が接続されている。この実験ネットワークはボランティアによって運用され、事実上、電子メールによる情報交換と世界学術「メタネットワーク」への参加をより多くの大学や研究組織に提供する役割を果たした。JUNET は、公衆電話回線を用いた UUCP プロトコルを利用して、分散環境を構築するための一般的なプロトコルによる接続は行なっていない。n そこで、各研究組織のキャンパスネットワークを相互に接続し、今後の広域で大規模な分散環境の実証的な構築を実現するために、最も一般的に利用されている TCP/IP プロトコル体系を用いたインターネットの構築を開始した。これが WIDE インターネットである。

大学内のコンピュータ環境を相互に接続する汎用のコンピュータネットワーク基盤作りの試行は、WIDE 研究プロジェクトの他に、東京大学国際科学ネットワーク (TISN, Todai International Science Network)、科研費総合研究 A「我が国における大学内ネットワークの相互接続に関する研究」(東北大学野口教授代表)(JAIN, Japan Academic Inter-university Network) などによって行なわれており、いずれも実際のネットワーク運用を開始し、さらに、相互接続と協調関係が確立している [?]

WIDE インターネットの国際接続は、藤沢ネットワークオペレーションセンタとハワイ

大学との海底ケーブルを用いた 192Kbps の専用線接続によって実現されている。ハワイ大学は、現在、環太平洋コンピュータコミュニケーション基盤を形成する実験活動である PACCOM (Pacific Computer Communication Infrastructure) の中心的役割を果たしている。米国 連邦研究ネットワークの西海岸の交換拠点である FIX-WEST (Federal Internet Exchange - WEST) へ接続されている。なお、PACCOM には、日本からの WIDE、TISN を含む 4 つの接続の他に、米国、オーストラリア、ニュージーランド、韓国の各国の研究ネットワークが接続されている。

2.2 WIDE インターネットの概要

WIDE インターネットのバックボーン部の接続は、64Kbps と 192 Kbps の 高速デジタル専用回線を用いて実現されている。バックボーンノード (NOC) 間接続は専用ルータと UNIX ワークステーションを用いて行ない、各 NOC と参加組織の接続は次のいずれかの方法によって行なわれている：

1. 専用ルータによる 64Kbps 高速デジタル回線
2. UNIX ワークステーションによる 192Kbps 高速デジタル回線
3. UNIX ワークステーションによる 64Kbps 高速デジタル回線
4. UNIX ワークステーションによる 3.4KHz 音声専用回線
5. ターミナルサーバによる 3.4KHz 音声専用回線
6. NOC ノードへの Ethernet 接続 (NOC 担当組織)

上記、1 は、専用ルータの独自データリンクプロトコル上に IP データグラムの通信が稼働していて、2、3 は、Xerox Synchronous Point-to-Point プロトコル [?] 上で IP データグラムを稼働する SUN 社 INR か、SONY 社独自のソフトウェアを使用している。4 と 5 においては、SLIP [?] または CSLIP [?] を用いた非同期回線上の IP 接続を用いている。

WIDE インターネットの論理接続図を図 2.1 に示す。

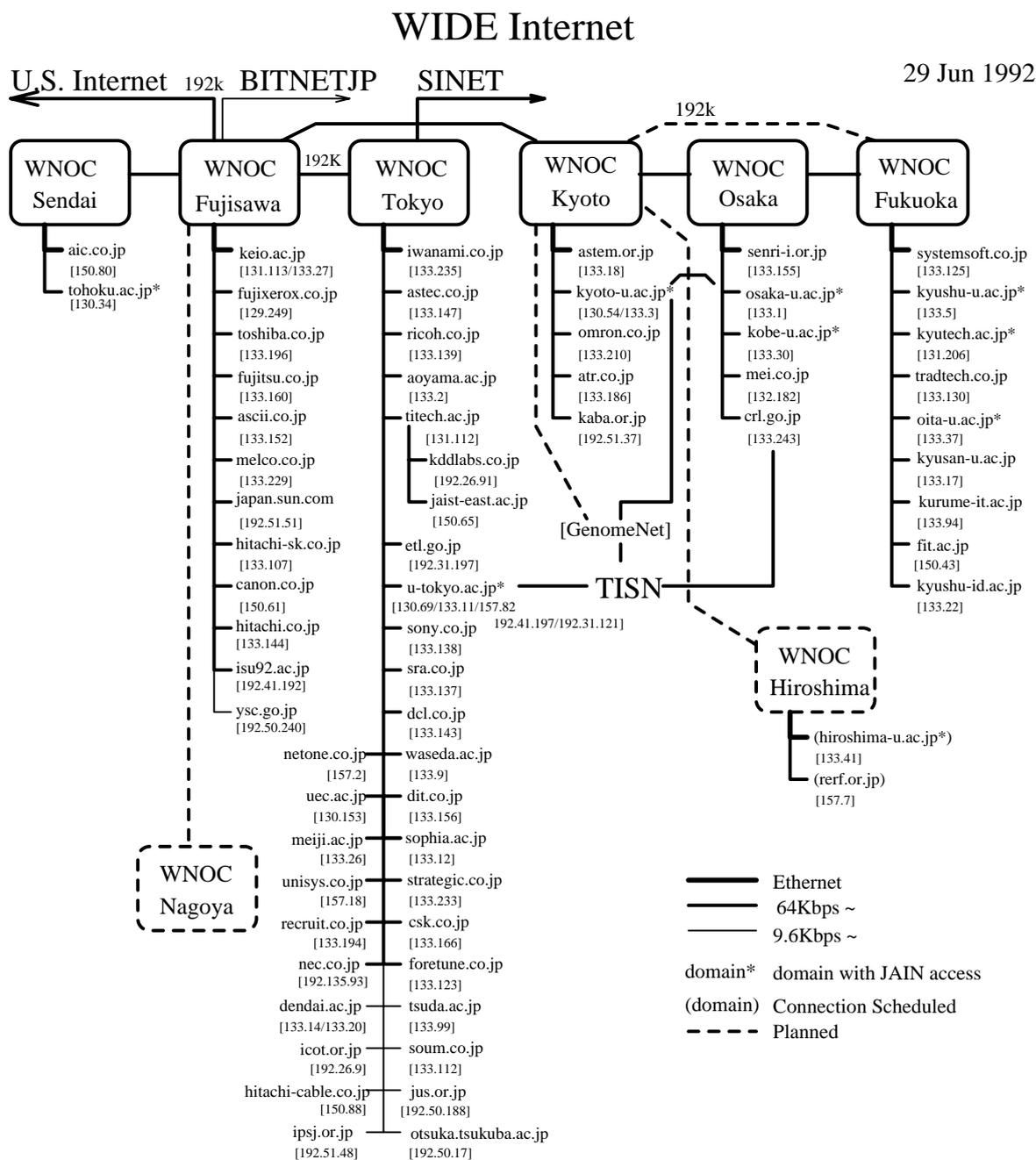


図 2.1: WIDE インターネットの論理接続図