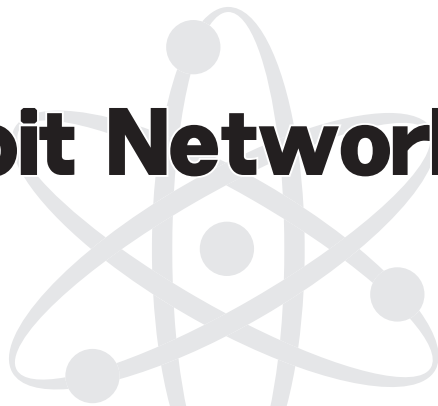


JGN(Japan Gigabit Network) の概要



齊藤忠夫 中央大学
saito@tamacc.chuo-u.ac.jp

JGN (Japan Gigabit Network) は、日本初の本格的な次世代インターネットのための、研究開発用テストベッドとして、各国の注目を集める中 1999 年 4 月に運用を開始し 3 年以上が経過した。現在、数多くの研究開発が JGN を利用して行われ、多くの研究成果が生まれている。本稿では JGN が構築された目的と背景、ネットワークの構成、研究開発の推進体制、研究開発の状況等について概観し、JGN の概要を紹介する。

まえがき

JGN とは、Japan Gigabit Network の略であり、正式名称は「研究開発用ギガビットネットワーク」である。1990 年代の終わり頃、米国では vBNS や Abilene といった研究開発用テストベッドの運用が開始され、超高速ネットワーク技術や次世代インターネット技術の研究開発が推進されていた。こうした研究は、インターネットの急激な普及と高速化の要求に対し、通信インフラストラクチャについても、ネットワークの運用についても技術的な不足が顕著になり、ギガビットクラスの実験用ネットワークを用いた次世代ネットワークの技術の研究が急務となっていたことを背景としている。このような要求に対して、超高速ネットワーク技術や高度アプリケーション技術等、通信・放送技術の水準向上に寄与することを目的として、通信・放送機構（以下、「TAO」）が 1998 年度補正予算等により JGN を整備、1999 年度より運用が開始された。JGN は、TAO が整備した全国 10 カ所の ATM 交換設備および 56 カ所の接続装置を超高速光ファイバ回線で結んだネットワーク（以下、「ギガビットネットワーク通信回線」）、全国 5 カ所の「共同利用型研究開発施設」および「リサーチセンター」から構成される。ギガビットネットワーク通信回線と共同利用型研究開発施設は広く研究開発用に開放され、超高速ネットワーク技術やアプリケーション技術の研究開発に利用されている。また、リサーチセンターにおいては TAO がギガビットネットワーク通信回線を利用して行う直轄の研究開発が行われている。JGN はこれらの回線と施設を中心とした超高速ネットワーク技術等の研究開発プロジェクトとしての側面も併せ持ち、研究開発や運用にかかわる推進体制を有している。

JGN は研究開発用として、大学、研究機関、行政機関、地方自治体、企業などに広く開放され、利用者を限定し

ないオープンなネットワークとして活用されている。また、次世代インターネットプロトコル (IPv6) の普及、開発促進のため、2001 年 10 月からは IPv6 へも対応し、世界でも最大規模のネイティブ IPv6 ネットワークとなっている。このように JGN は情報通信技術への急速な変化に対応し、常に最先端の技術を導入することにより、超高速ネットワーク技術の研究開発における世界的中枢となることを目指している。

ネットワークの構成

JGN では、レイヤ 1 (物理層) は光ファイバ、レイヤ 2 (データリンク層) は ATM (Asynchronous Transfer Mode) により構成されている。レイヤ 3 (ネットワーク層) には、IP (Internet Protocol) を実装しているが、JGN では IPv4 による幅広い活用とともに、IPv6 (Internet Protocol Version 6) の研究に注力している。

●ギガビットネットワーク通信回線の物理構成

JGN の物理構成は、図-1 のとおりである。北海道から九州・沖縄に至る回線が地図上に示されており、特に、東京-大阪間には、東海道を通る回線と北陸を通る回線がある。なお、JGN では、伝送遅延時間のデータに関しても、インターネット上で公開しており、下記 URL にて参照可能である。

http://www.jgn.tao.go.jp/org_tec/chienzu.html

●ATM ネットワークの構成

JGN の ATM ネットワークは、図-2 に示す構成となっている。アクセス装置としての、ATM 交換機および接続装置は全国に 64 カ所あり、基本的には各県に 1 カ

Japan Gigabit Network 構成図

凡例	回線容量
	2.4 Gbps (または 622 Mbps × 4)
	622 Mbps
	156 Mbps (または 135 Mbps)
	100 Mbps
	50 Mbps

凡例	機能	主要構成機器名
◎	中継回線ATM交換機	NS8000 Cisco7513
●	ATM交換機タイプA	NS8000 Cisco7513
○	ATM交換機タイプB	GX550 ATOMIS7M Cisco7507
■	接続装置タイプA	NS8000 Cisco7507
△	接続装置タイプB	ATOMIS7 Cisco7507
▲	接続装置タイプB	ASX1000 Cisco7507

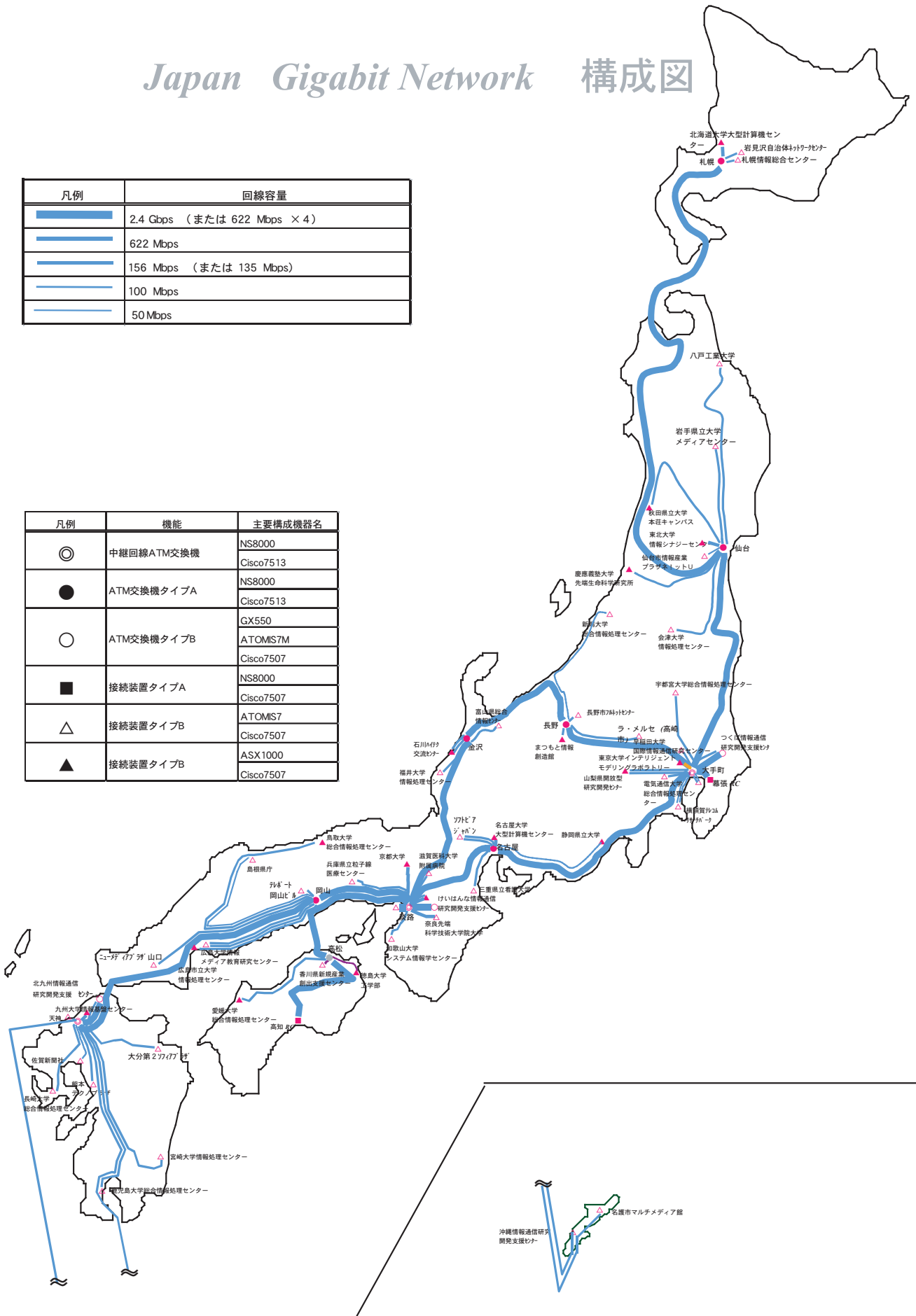
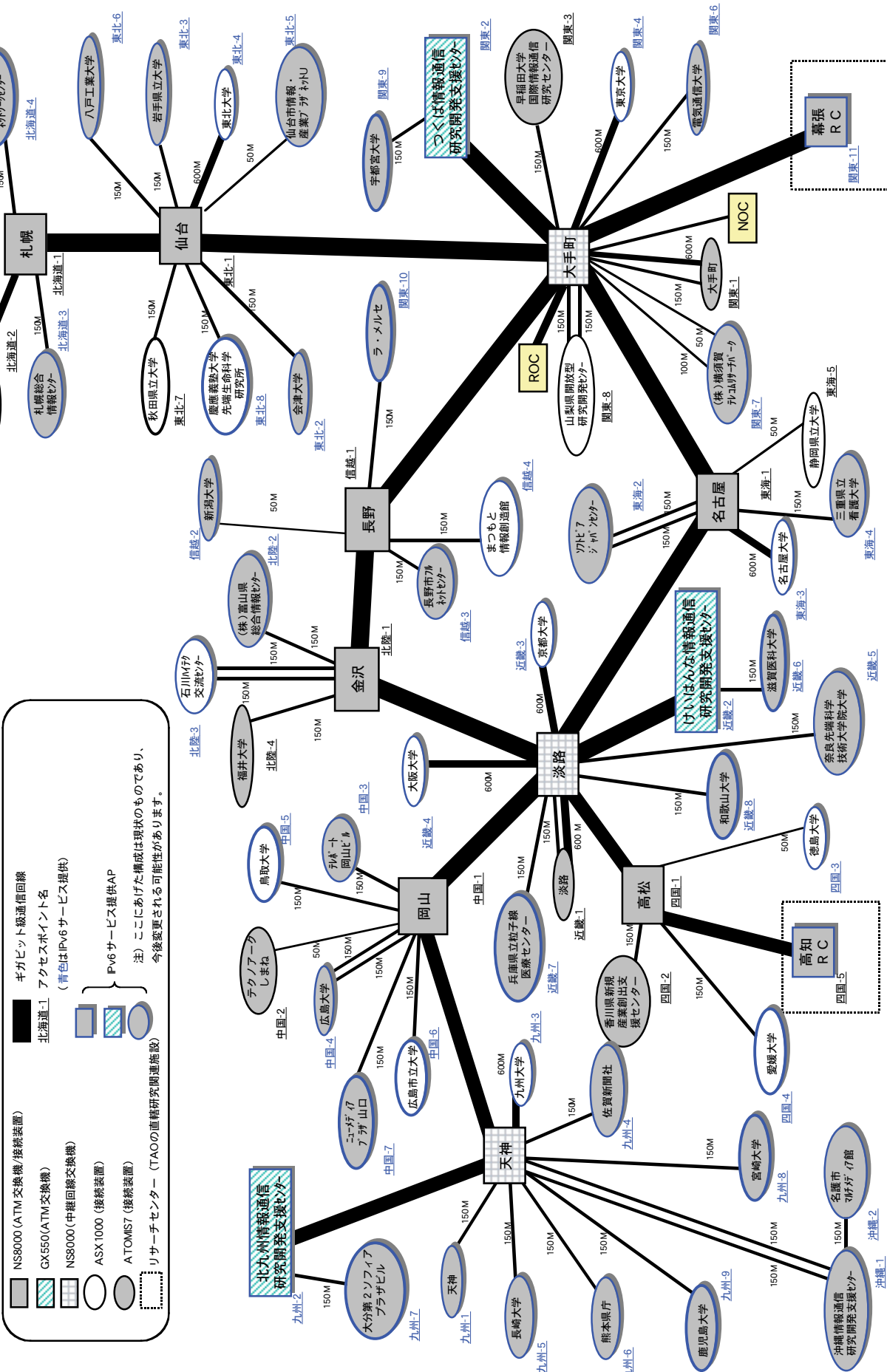


図 -1 Japan Gigabit Network の構成図

ギガビットネットワーク通信回線構成図(H14.7時点)

第2版：H14.7.17



ギガビットネットワーク通信回線

- NS8000 (ATM交換機/接続装置)
- GX550 (ATM交換機)
- NS8000 (中継回線交換機)
- ASX1000 (接続装置)
- ATOMS7 (接続装置)
- リサーチセンター (TAOの直轄研究関連施設)

ギガビット接続回線

- アクセスポイント名 (青色はIPv6サービス提供)
- Pv6サービス提供AP

注) ここにあげた構成は現状のものであり、今後変更される可能性があります。

図-2 Japan Gigabit Network の通信回線構成図

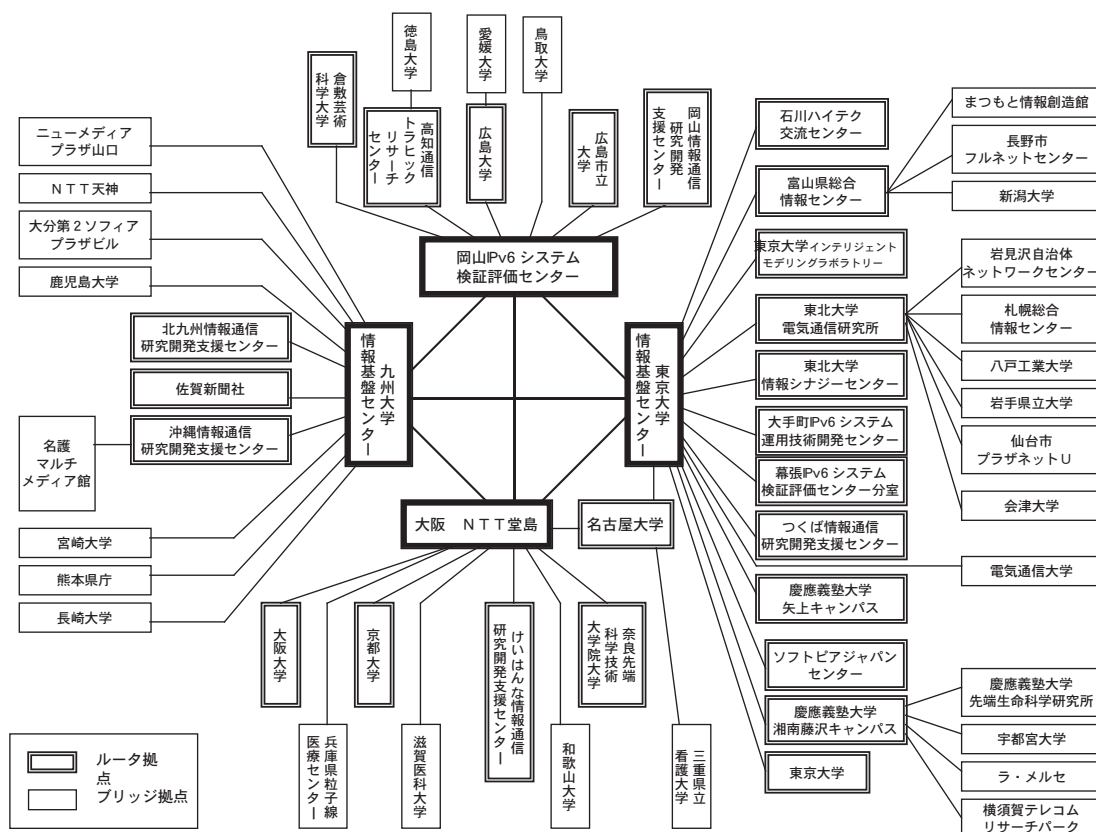


図-3 IPv6 ネットワーク構成図

所以上のアクセスポイントが整備されている。札幌から博多まで、幹線区間は、2.4Gbps のバックボーンを有し、その他の区間は、150Mbps を中心として、50Mbps ~ 600Mbps までの容量となっている。利用者は、アクセスポイントまでの足回り回線を用意し、アクセスポイントの接続装置に、主として ATM の SM (シングルモード) または MM (マルチモード) インタフェースにより接続することにより、ギガビットネットワーク通信回線が利用可能となる。

● IPv6 ネットワークの構成

JGN IPv6 ネットワークの構成は、図-3 の通りである。ルータによるアクセスポイントは、東京大学情報基盤センター、岡山 IPv6 システム検証評価センター、九州大学情報基盤センター、大阪 NTT 堂島の4つのサイトのいずれかと接続される形式をとっており、その他のアクセスポイントではブリッジによる接続を提供している。なお、IPv6 に対応したアクセスポイントは全国 49 カ所である。

研究開発の推進体制

JGN は、研究開発の実施を目的とする体制と、JGN の利用促進等を目的とする体制を有している (図-4 および図-5 参照) ¹⁾。

● 研究開発の実施を目的とする体制

JGN における研究開発の実施を目的とする体制は、図-4 の通りである。JGN における研究開発は、リサーチセンターにおける直轄研究、ギガビットラボにおける研究開発、公募研究、および一般利用による研究の4グループからなる。リサーチセンターにおける研究開発は、通信・放送機構が実施主体となっている研究開発であり、直轄研究と呼ばれている。直轄研究では、超高速ネットワーク技術の研究開発、超高速ネットワークを利用したアプリケーション技術の研究開発、IPv6 トラフィックエンジニアリングの研究開発、およびアクティブネットワーク技術等を用いたネットワークアーキテクチャの研究開発を行っている。ギガビットラボは、全国5カ所(つくば、けいはんな、京都、岡山、北九州)に設置された「共同利用型研究開発施設」であり、それぞれには、ATM 交換機、IPv6 対応ルータ、各種映像機器等の関連設備が整備され、研究開発用として利用者に開放されている。公募研究とは、国公私立の大学、国公立試験研究機関、民間企業、第3セクターの研究機関、研究開発を行う公益法人等を対象として、TAO が1研究開発課題あたりの年額の上限を2千万円程度として、最長3年間という条件のもとで研究開発課題を公募し、委託研究を実施するものである(1999~2001年度まで、2002年度からは制度変更がなされている)。

一般利用による研究とは、ギガビットネットワーク通

ギガビットネットワーク研究開発体制

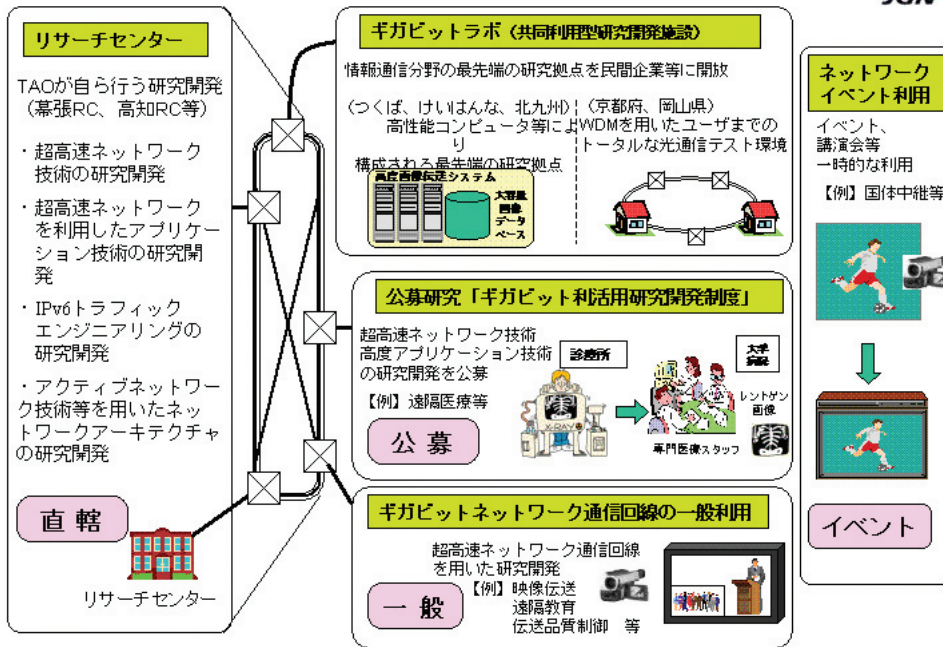


図-4 Japan Gigabit Network の研究開発体制

次世代超高速ネットワーク推進会議の構成

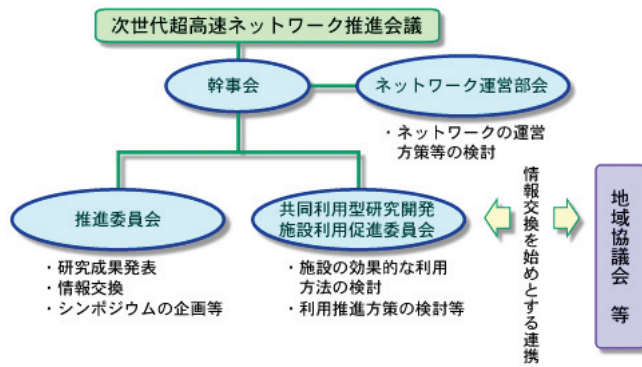


図-5 次世代超高速ネットワーク推進会議

信回線の最も一般的な利用形態であり、JGN の利用を希望する者が TAO との共同研究契約を締結した上で、ギガビットネットワーク通信回線を利用して、研究開発を行うものである。なお、ギガビットネットワーク通信回線の利用については無料であるが、アクセスポイントまでの足回り回線については、利用者側が費用を負担することとなっている。また利用者は、後述するギガビットネットワーク通信回線利用規約 (AUP, Acceptable User Policy: 後述) を遵守することが求められる。

● JGN の利用促進等を目的とする体制

JGN では、JGN の利用の促進および運用時の問題解決を目的とし、次世代超高速ネットワーク推進会議を組織している (図-5)。次世代超高速ネットワーク推進会

議は、JGN を利用した研究開発の推進や、ギガビットネットワークの円滑かつ効率的な運営の方向性の検討等を行うことを目的としており、年に一度のペースで開催し、2002年3月6日には第4回会合が開催されている。また、次世代超高速ネットワーク推進会議の下には、幹事会、推進委員会、共同利用型研究開発施設利用促進委員会、ネットワーク運営部会が設置され、それぞれの役割は以下のとおりである。

幹事会は、推進会議の円滑な運営を行うことを目的とした会議である。推進委員会は、JGN に関する有益な情報の交換、JGN の利用促進、研究

開発の推進を目的とし、また JGN の利用者から構成される委員会である。共同利用型研究開発施設利用促進委員会は、共同利用型研究開発施設の効果的な利用促進を図ることを目指している。ネットワーク運営部会は、ギガビットネットワークの円滑かつ効率的な運営を行うため、ネットワークの運営方策について、専門的・技術的立場から検討を行い、通信・放送機構に対して助言を行っている。

これらの会議の中で、ネットワーク運営部会の開催頻度が最も高く、おおむね2カ月に1度程度会議を開いており、JGN の運営方針等について技術的な観点から活発な議論がなされている。

研究開発の状況

JGN における研究開発の状況について、2002年7月末の公開データを基に紹介する。

● 直轄研究

TAO は JGN を利用して「次世代超高速大規模ネットワークに関する研究開発」と呼ばれる直轄研究を実施している。この直轄研究は、さらに4つのサブテーマが設定され、研究が推進されている。それぞれのサブテーマについて概略を述べる。なお、直轄研究については「JGN を用いた TAO 直轄研究 (JGN 発足時の TAO リサーチセンター)」、「JGN IPv6 ネットワーク」の各記事でさらに詳述されている。

- (1) 超高速大規模ネットワークの運用技術等に関する研究
 (2) 高度アプリケーションおよび共同創造空間通信方式に関する研究

この2つの研究テーマは、幕張ギガビットリサーチセンター、東京大学、高知通信トラヒックリサーチセンターおよび東北大学分室を主な拠点として研究開発を行っている。幕張ギガビットリサーチセンターと東京大学では、各種アプリケーションをJGNで利用できる環境を構築し、各アプリケーションごとの特性を考慮したネットワークの有効な利用法、高精度ネットワーク測定法、QoS (Quality of Service) の実現方法、ギガビットネットワークに相応しい新アプリケーション創出等の研究開発を行っている。高知通信トラヒックリサーチセンターでは、QoSを向上させる研究開発、多地点から送信される動画を高速に効率よく並列デコードを行うシステム、3次元仮想空間内で音声や顔画像による会話が可能なる仮想現実空間通信システム、ギガビット級ユーザ需要を喚起する空間構築技術・通信方式等の研究開発、ストリーム同士の同期性を保って視聴できるテレビジョンオンデマンド方式の研究、等を行っている。

東北大学分室においては、ネットワーク情報の収集分析手法の検討や、その機能を提供するNIWH (Network Information Ware House) の開発を中心とした柔軟なQoS確保の研究、ギガビットネットワーク通信回線上のトラフィック情報をグラフィカルユーザインタフェースを用いてリアルタイムに表示するシステム"JaNI" (Japan gigabit Network Information system) の研究、高速映像システムにおけるストレージシステムの研究、分散型ネットワーク管理システムの研究、等を行っている。

- (3) IPv6 トラフィックエンジニアリング技術の研究開発

本テーマは、大手町IPv6システム運用技術開発センター、岡山IPv6システム検証評価センター、幕張IPv6システム検証評価センター分室にて実施されている。これら3つのセンターでは、IPv6ネットワークの運用管理ソフトウェアの研究、IPv6ネットワークの相互接続性に関する検証と評価に関する研究、IPv6ネットワークの設計と運用に関する研究開発、トラフィック分散制御技術に関する研究開発、バックボーンアーキテクチャおよびその適用技術に関する研究開発、等を行っている。

- (4) アクティブネットワーク技術等を用いたネットワークアーキテクチャの研究開発

本テーマは、北九州ギガビットリサーチセンター、大阪大学分室、通信総合研究所分室において実施されている。これら3つの拠点では、複数の管理ドメイン間の連携により帯域予約を効率的に行う技術や、トラフィックやネットワーク構成の変化に応じて動的に経路を選択・

変更する技術の研究、エンドツーエンドの通信品質やネットワーク内部の状態の高精度な計測・推定を行う技術の研究、ナノ秒レベルの高精度な時刻情報を安定してネットワークに供給する時刻サーバによる高精度な時刻同期技術の研究、そしてこれらのギガビットネットワーク通信回線上での総合的な検証実験を行っている。

●ギガビットラボ (共同利用型研究開発施設における研究開発)

ギガビットラボは、つくば、けいはんな、京都、岡山、北九州に設置されている。利用者は必要最小限の使用料(光熱費等の実費)を支払うことにより、大型コンピュータ等を利用したギガビット対応の超高速ネットワーク技術や高度アプリケーション技術の研究開発、光ファイバ網集積による光通信のテスト環境を利用した研究開発等が可能である。

●公募研究

公募研究においては、2002年7月末現在までに47件のプロジェクトが実施されている。遠隔医療や教育利用でのアプリケーション技術の研究開発を中心として、提案者の自由な発想に基づく多彩な研究が行われている。

●一般利用による研究

2002年7月末現在113件のプロジェクトが行われている。ギガビットネットワーク通信回線を利用することが、共同研究契約締結の条件となっているため、単独の研究機関の案件は少なく、複数の研究機関により1つのプロジェクトを形成している場合が多い。また、後述する地域IX相互接続プロジェクトやJBプロジェクトといった大規模な研究開発プロジェクトも、一般利用の枠組みの中で実施されている。

●イベント利用

イベント利用とは、JGNを使い研究を行っているグループが、デモンストレーション等のために、比較的短い期間、ギガビットネットワーク通信回線を利用するものであり、2002年7月末現在までのイベント利用件数は100件となっている。一般利用のプロジェクトがイベント利用を行うことが普通であるため、一般利用113件に対して100件のイベント利用は、おおむね1件の一般利用が一度はイベント利用を行っているということであり、デモンストレーション等におけるギガビットネットワーク通信回線の利用ニーズの高さを表している。

主なイベント利用を以下に述べる。

(1) 坂本龍一 オペラ LIFE

作曲家 坂本龍一氏が、1999年8月、9月にかけて JGN とインターネット回線を用い、フランクフルト、ニューヨークと公演会場を接続し、地球規模での演奏を行った。

(2) 情報処理学会第 61 回全国大会デモセッション

2000年10月に、愛媛大学で開催された情報処理学会において、香川医大と愛媛大学の間で動画を双方向に伝送した。愛媛大ではポリシ制御ルータを設置し、その制御効果のデモンストレーションを行った。

(3) CRL の WorldCup 映像中継

2002年5～6月に開催されたワールドカップに際し、仁川スタジアムの映像を韓国国内光ファイバー網・衛星回線・JGN を経由して北九州市および東京都に配信し、3画面パノラマハイビジョン映像伝送デモンストレーションを行った。

●研究開発の全体的傾向

研究開発の全体傾向を分析すると、「ネットワーク基盤技術」、「ミドル系技術」、「アプリケーション系研究」の3つに分類することが可能であり、特にアプリケーション系研究開発プロジェクトのシェアが基盤系研究開発プロジェクトに比べ、若干高くなっている。

JGN の通信回線利用規約 (AUP)

JGN では次世代インターネットの研究開発用のテストベッドとして広く使いやすいようにするとともに、接続される他のネットワークに不都合を及ぼさず、秩序ある運用を可能にするために以下のような AUP (Applicable User Policy) のもとに運用を行っている。

(1) 研究開発目的での利用のみを認めること

TAO では、研究開発の利用であることを確認するために、利用者に研究開発計画書の提出を求め、共同研究契約を結んだ利用者にも利用を認めている。インターネットとしての特性から企業がインターネットを応用して実際の業務についての利用経験を積み業務の改善を評価するような研究は重要であり、重視している。

(2) 通信品質を保証しないこと

JGN は、研究開発用テストベッドであり、業務目的に運用している回線ではないため、回線の輻輳の実験も日常的に行われること、研究目的での設定の変更の可能性も加味し、通信品質を保証していないことを理解したうえで研究開発をお願いしている。

ギガビットネットワーク・シンポジウム

JGN では広報や研究者の交流を目的として、1年に一度シンポジウムを開催している。1999年から2001年まで、東京、北九州、沖縄にてシンポジウムを開催した(2002年は10月に札幌で開催)。それぞれのシンポジウムにおいては、シンポジウムの模様を、DV (Digital Video) 形式で各地のギガラボ (共同研究利用施設) に伝送しており、またインターネット上にも汎用の再生ソフト等で受像できる形式での映像配信等を行っている。シンポジウムとあわせ、情報処理学会等による関連研究会の開催も活発に行われており、次世代インターネットに向けた幅広い議論が行われている。

あとがき

JGN は、日本における初めての本格的な超高速研究開発テストベッドとして誕生した。JGN という1つの母体からは、一般利用による研究や直轄研究、公募研究、イベント利用等により、多彩な研究開発成果が生まれており、また、数多くの人々がさまざまな形で JGN に関連した活動に携わってきている。JGN 自体もまた、急速に発展する情報通信技術の中で進化を続けており、JGN の進化は研究開発活動のさらなる高度化を促し、その成果はさまざまな方面で今後の社会へ浸透していくことを期待している。また関連研究を通して国際接続の試行も行われており、次世代インターネットの国際的実証にも貢献している。

本稿では、現在までの JGN の活動を概観してきた。JGN の活動に何らかの形で関係した人々は、研究開発用テストベッドを通してしか得られない貴重な経験を得ていることと推察するが、今後はネットワークや社会の未来を十分に見据えた上で、産学官が協力して得られた成果を円滑に社会に還元していくとともに、今後のさらなる超高速ネットワークのあり方とその利用に関して検討していくことが重要である。

参考文献

1) JGN ホームページ : <http://www.jgn.tao.go.jp/index.html>

(平成 14 年 9 月 30 日受付)

