

第 XXV 部

JGN2plus JB プロジェクト

第 25 部

JGN2plus JB プロジェクト

本ドキュメントでは、JB プロジェクトの活動を述べる。

第 1 章 概要

WIDE プロジェクトをはじめとした研究開発組織は共同研究体制を確立し、次世代インターネット基盤として必須となる、以下にあげるような技術項目の研究開発活動を、独立行政法人情報通信機構（NICT）が運営する超高速・高機能研究開発テストベッドネットワーク（JGN2/JGN2plus）¹上で JB プロジェクトとして戦略的に推進した。次世代インターネットの基盤プロトコルである IPv6 に関しては、IPv6 システムの基本ソフトウェア体系の共同開発および評価・運用に関する研究開発活動（KAME/USAGI プロジェクト）を既に展開した。さらに、次世代インターネットアプリケーションなどを含む総合的な次世代インターネット技術の研究開発活動および実践的かつ総合的な実運用環境での研究開発物の実証実験を行った。本研究プロジェクトは、欧米の次世代インターネットテストベッドの構築と、次世代インターネットの運用技術を含んだ、総合的かつ実践的な技術を確立することに成功した。本研究プロジェクトでは、以上のような、次世代インターネット技術に関する研究開発活動を、さまざまな組織プロジェクト間で協力関係を持ちながら、国際的な次世代インターネットテストベッドの構築と研究開発活動を推進した。

広域次世代インターネットとして重要な以下にあげる技術課題についての研究開発を行い、実践的環境での実証実験を行いながら運用技術の確立を行った。

- IPv6（IP version 6）技術
- 高速広域マルチキャスト技術
- 通信品質制御技術
- ラベルスイッチ技術
- センサーネットワークング技術
- 実空間情報ネットワークング技術

第 2 章 研究の目的

多様な研究者や利用者が所属する研究組織ならびに教育組織を、超広帯域の次世代インターネット技術を用いて相互接続し、総合的で実践的なネットワーク環境における次世代インターネット技術の検証と評価を行いながら、新技術の運用技術ならびに完全性を確立することを目的としている。テストベッドは、国内の研究組織に限ることなく、海外の研究組織ならびに国内企業の研究所などを、相互接続し、その多様性を実現し、実験室環境や偏った利用者ではない総合的で実社会に近い環境での技術の確立を行う。上位アプリケーション、ミドルウェア、情報伝達基盤のすべてを統合的に研究開発ならびに運用し、しかも、海外組織と相互接続した形で、定常的なネットワーク環境を構築し、次世代インターネット技術の研究開発とその実ネットワークでの適用と運用技術の確立を行うような研究開発グループは、他には存在しないといえよう。さらに、テストベッド環境における動作の確認検証や、マルチベンダー環境での相互接続性の確認と確立、さらに、運用技術の確立を行うことは、新技術の国際標準化の推進に大きな貢献を行うこともその目的とし、大きな成果を挙げる事ができた。

第 3 章 主な研究使用機材及び構成

本研究プロジェクトでは、日本全国に散在する研究組織間を高速デジタル回線を用いて相互接続して、広域分散環境における次世代インターネット技術の研究を行う。実験は、基盤技術の研究開発のみにとどまらず、総合的かつ実践的な環境における実証実験や、次世代アプリケーションの研究開発ならびに

1 2008年3月にJGN2プロジェクトは終了し、2008年4月よりJGN2plusプロジェクトが運営されている。

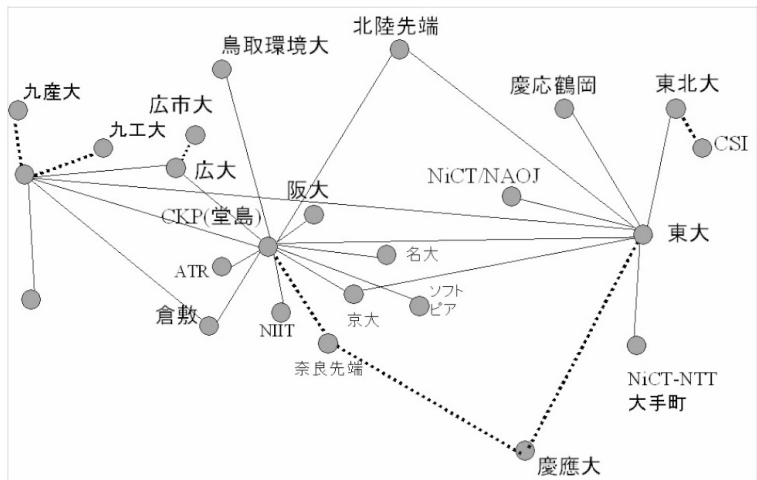


図 3.1. JGN2 ネットワーク上での JB プロジェクト構成

実証実験を行う。ギガビットネットワーク回線を利用した、継続的な実践的かつ総合的な実験テストベッドの構築および運用を通じて、次世代インターネット技術の確立を行うことが可能となる。

展開が、いよいよ本格的な段階に差しかかっており、IPv4 アドレスの枯渇時期の早期化に伴い、社会的にも重要度の高い課題と認識されるに至った。

第 4 章 研究開発成果

4.1 IPv6 (IP version 6) 技術

KAME プロジェクト、USAGI プロジェクトにおける IPv6 参照コードのオープンソースとしてのグローバルなインターネットコミュニティへの配布は、JB プロジェクト実証実験網での実運用環境における性能ならびに機能評価、さらに、商用機器との相互接続の確認などを通じて、グローバルに高い評価を得た。また、両プロトコルスタックとも、商用のネットワーク機器において、広く (数多い機器において) 利用されていることが確認されている。また、IPv6 機器の機能検証と相互接続の検証を実現する TAHI プロジェクトは、IPv6 協議会との連携やグローバルな IPv6 のコンソーシアムである IPv6 Forum において、IPv6 Ready Logo Program として採用されるに至っており、グローバルな規模でのネットワーク機器の認証仕様ならびに認証環境の提供に成功している。すでに、米国の NIST、日本の JATE において、本仕様を国内機器の認証仕様として採用する動きが正式に始まっている。IPv6 技術そのものは、すでに、商用化および商用システムへの

4.2 高速広域マルチキャスト技術

デジタル地上波放送の IP 技術を用いた再配信や配信の支援に関する基礎的な技術の研究開発と技術検証の初歩的段階を、本活動時期に、ほぼ完了することができたといえよう。WIDE プロジェクトを中心に研究開発された DVTS 技術は、現在、米国のインターネット技術の研究開発を行う学術界の共用型テストベッドである Internet2 中で、多様な利用法が展開している。ネットワーク運用チームによる、分散リアルタイム多地点 NOC システムの運用は、きわめてユニークな取り組みであるといえよう。また、DVTS 技術は、すでに、デジタル放送システムにおける、バックエンドシステム機器として商用での導入が始まっており、取材現場での展開も徐々に進展しようとしている。デジタル地上波放送のデジタル化の解消にも、インターネット基盤を用いたマルチキャスト配信機能の確立は、きわめて重要な貢献を行うことが期待されている。なお、DVTS 技術は、高品質な映像とサウンドをリアルタイムに転送可能な環境を提供することができることに注目して、その運用技術を蓄積してきた。2008 年秋に開催された慶應義塾大学 150 周年記念式典では、日吉、大阪に代表される慶應義塾大学の複数の拠点を異なる管理主体 (WIDE/JGN2plus/SINET3) が運用する高速デジタル回線にて冗長構成をもった形で相互接続をおこない、滞りなく式典の中継を行う

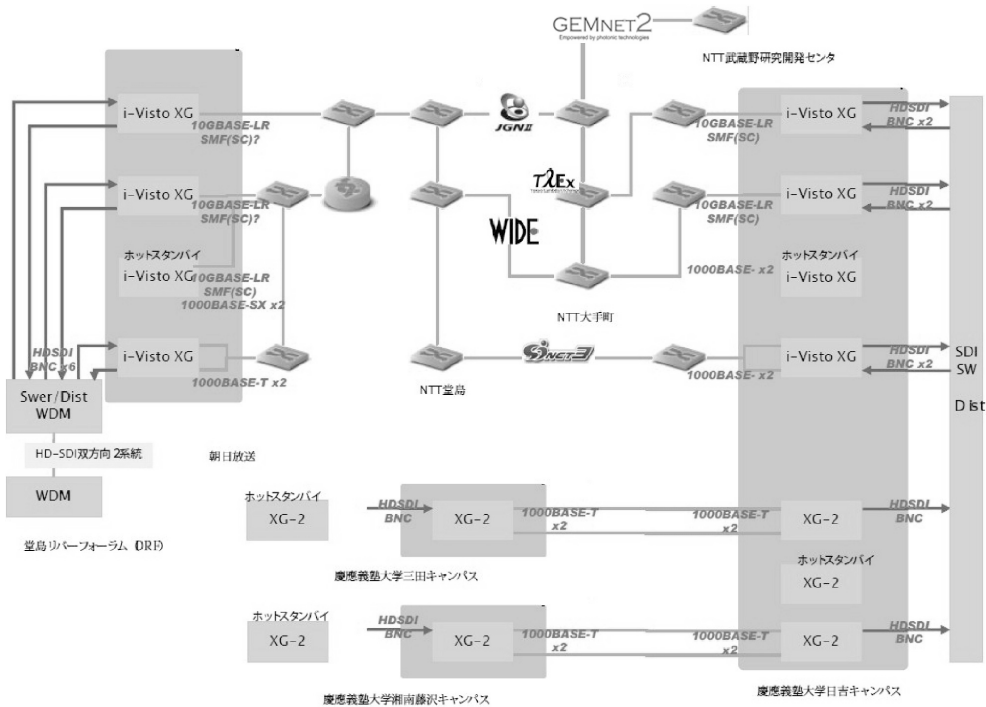


図 4.1. 慶應義塾大学 150 周年記念式典中継でのネットワークポロジ



図 4.2. 慶應義塾大学 150 周年記念式典中継 (日吉キャンパス)

ことに成功した。この成功は、これまでの放送事業者が行ってきた領域にもインターネット技術を適用可能であることを示すことに成功した実証実験として、その成功の意義は非常に大きいと考えることができる。

4.3 通信品質制御技術

トラフィックエンジニアリング技術としての、帯域管理技術および経路制御技術、さらに、ネットワーク

機器におけるキューイング制御技術など、さまざまな観点での、実用化という視点にたった、研究開発を行った。Diff-Seve 技術、Int-Serve 技術、FRED/RED 技術などさまざまな環境における動作検証と、相互接続性の問題、特に Inter-Domain における品質制御ポリシーの現実性と実現手法に関する検討を、商用のネットワークプロバイダを交えた形で、推進することができている。本研究項目は、技術の普及と商用のネットワーク運用者の利害が複雑に絡み合うと



図 4.3. 慶應義塾大学 150 周年記念式典中継（大阪キャンパス）

ころであり、まさに、実証環境におけるテストベッドを用いた技術検証を要素技術と運用技術の両面から実施する本プロジェクトへの期待は小さくなく、むしろ大きいと考えられる。本プロジェクトでは、NGN において議論されている個別フローの通信品質の確保技術ではなく、むしろ、マクロにインターネット全体のサービス品質の制御技術をその研究ターゲットとしており、その点でも社会的な価値と意義は小さくないと考えられる。

4.4 ラベルスイッチ技術

現在では、ほとんどの商用のプロバイダにおいて、トラフィックエンジニアリングと VPN の提供のために利用されている MPLS 技術であるが、その適用範囲と適用能力の広さのために、現在でも、多くの機能拡張が IETF や ITU-T において進められてい

る。光スイッチシステムにおけるスイッチの制御を行う GMPLS 技術は、MPLS を基礎にしてアーキテクチャの検討が行われた。しかしながら、GMPLS と MPLS のアーキテクチャモデルには、大きな乖離が存在しており、解決しなければならない大きな課題となっている。本プロジェクトでは、RIBB および DISTIX のグループと協調しながら、新しいアーキテクチャモデルの研究活動を、展開している。本活動は、NGN の本格化に際して、非常に重要な意味を持つことになると考えられる。

4.5 センサーネットワーク技術

本プロジェクトの開始時には計画されていなかった研究課題であるが、2006 年度より、本格的な研究活動とテストベッド環境の構築を行った。JGN2/JGN2plus のリサーチセンター群および直轄研究チー

ム、さらには、Live E! プロジェクトチームとの連携を確立し、研究開発活動を展開している。

4.6 実空間情報ネットワーキング技術

RF-ID 技術、インターネット自動車技術、無線 LAN のアクセスポイントを用いた位置測定システム、ファシリティーネットワーキング技術など、実空間の情報と旧来のサイバースペースを融合した、実空間インターネットに関する研究の加速化をこの 3 年で推進することができた。遠隔ロボットの実現に向けた取り組みなど、実空間との融合に向けた、基礎的なデータ処理アーキテクチャの研究開発の着手を 2007 年から行っている。部分的には、すでに、商用展開しているものもあるが、非常に新しい研究分野であり、次々に新しい研究課題や技術が開発されている。

4.7 遠隔教育環境の構築

国内外の大学ならびに高校を広帯域のインターネットで相互接続して、遠隔講義や共同授業の運用を実施している。新技術を順次適用し、その技術的、運用的問題点を評価し、継続的な改善を行っている。特に、アジア諸国合計 11 カ国を対象とした AI3 プロジェクトとの協調による、アジア諸国に存在する大学における情報科学教育の共有プロジェクトは、技術面、社会面、さらに政策面における大きな影響力と実績を結実している。さらに、欧州、北米の拠点とは、10 Gbps クラスのネットワーク環境を構築し、さらに、高臨場感と高機能的な相互作業空間の創造と創出を継続的に実施している。このような環境の整備は、すでに、教育のみではなく、企業における共同開発作業や議論の空間の創出など、ビジネス展開の可能性も顕在化してきている。一方、タイのプケットを襲った津波の災害に対して、世界各地の遠隔地から、被災地の大学への遠隔講義により災害支援など、インターネットを用いた社会貢献も実施することができた。

術を用いて相互接続し、総合的で実践的なネットワーク環境における次世代インターネット技術の検証と評価を行いながら、新技術の運用技術ならびに完全性を確立することを目的としている。テストベッドは、国内の研究組織に閉じることなく、海外の研究組織ならびに国内企業の研究所などを、相互接続し、その多様性を実現し、実験室環境や偏った利用者ではない総合的で実社会に近い環境での技術の確立を行う。上位アプリケーション、ミドルウェア、情報伝達基盤のすべてを統合的に研究開発ならびに運用し、しかも、海外組織と相互接続した形で、定常的なネットワーク環境を構築し、次世代インターネット技術の研究開発とその実ネットワークでの適用と運用技術の確立を行うような研究開発グループは、他には存在しないといえよう。さらに、テストベッド環境における動作の確認検証や、マルチベンダー環境での相互接続性の確認と確立、さらに、運用技術の確立を行うことは、新技術の国際標準化の推進に大きな貢献を行うこともその目的とし、大きな成果を挙げることができた。また、研究成果は、すでに、社会活動ならびに産業活動の中で、利用されているものも少なくなく、社会的、経済的にも大きな貢献を行ったと考える。さらに、国際的な注目度の高い研究開発活動も数多く推進することができ、国内外への貢献も少なくない。

各研究項目ごとに、研究開発のフェーズが同一ではなく、画一的な回答は非常に困難である。しかしながら、実ネットワーク環境での総合的なネットワークシステムの運用の継続は、新しい研究課題や問題を顕在化および具体化するために、非常に重要な環境となる。現在、ほぼ、完成したと思われる技術（たとえば IPv6 技術）も、実ビジネスにおける展開の段階に差し掛かっている現在では、新たな技術課題が運用面や規模性の観点から顕在化してくる場合も少なくない。このような状況を鑑みるに、引き続き、JGN2plus のようなテストベッド環境を利用し、その上に、総合的で実践的なテストベッド環境をグローバルな協調関係の構築および維持をしながら進めたい。

また、超高速有線ネットワークと無線通信ネットワークの融合、マルチキャスト技術の本格的導入、グローバルネットワークにおけるネットワークの構築運用技術、さらに、センサーネットワーク技術の確立とテストベッド展開など、本プロジェクトにおけ

第 5 章 まとめ

多様な研究者や利用者が所属する研究組織ならびに教育組織を、超広帯域の次世代インターネット技

第25部 JGN2plus JB プロジェクト

る成果は、さらに広範囲の展開と新しい領域への研究開発を誘発している。次世代の研究開発リーダーの育成・養成は、非常に重要な活動の方向性となっている。

© 2008