

JGN2プロジェクト 成果報告-Summary-

(期間: 平成16年度～平成19年度)



●連絡先 Homepage Address <http://www.jgn.nict.go.jp/>

独立行政法人 情報通信研究機構 連携研究部門テストベッド推進グループ
〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1

TEL: 042-327-6005
E-mail: jgn2center@jgn2.jp FAX: 042-327-5560

(2008年3月作成)

JGN2で拓く超光速ICT社会！地域へ、世界へ、未来へ

先端的なネットワーク技術の活用で、だれもが豊かで快適に暮らせる・働けるICT社会を実現

JGN2は、独立行政法人情報通信研究機構（以下、「NICT」）が2004年4月から運用を開始した全国規模のオープンなテストベッドネットワークであり、次世代のネットワーク関連技術の一層の高度化や多彩なアプリケーションの開発など、基礎的・基盤的な研究開発から実証実験まで推進することを目的として整備されました。一般の研究者の方々に幅広くご活用いただくとともに、全国7箇所に整備されたリサーチセンターによる

先端的な研究開発の実施により、次世代ネットワークへの道筋を拓き、さらにこうした研究活動を通じて、国際連携の強化、ICT人材の育成、地域の活性化、産業の活性化に大きく貢献してきました。

2008年4月以降も、JGN2の研究活動はJGN2plusにおいて引き継がれ、新世代ネットワークの実現に向けて、更なる発展を目指します。





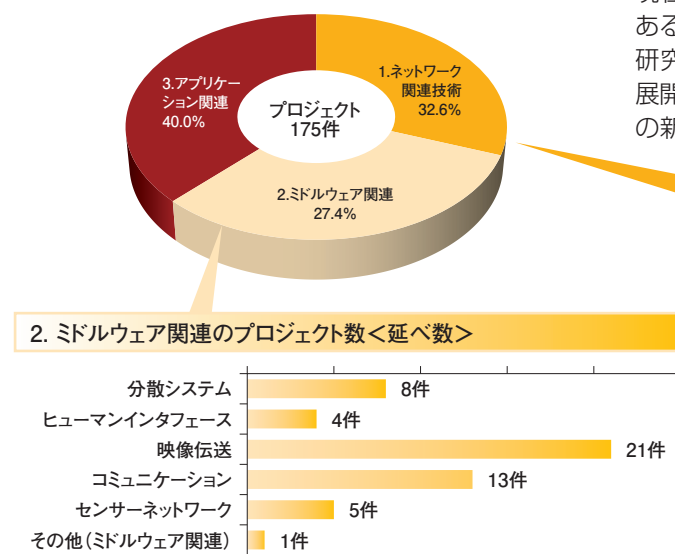
先端的な研究開発の推進

フォトニック等の基礎的・先端的なネットワークの研究開発が活発に行われるとともに、次世代を見据えたネットワーク関連技術の研究開発、さらには、新世代ネットワークの実現につながる研究開発が推進された。

ブロードバンドの全国普及という目標が達成され、ネットワークに社会インフラとしての信頼性・安定性・可用性が求められるとともに、インターネットの次に普及するネットワークを模索する時代となり、研究テストベッドの果たす役割も徐々に変化を遂げてきた。

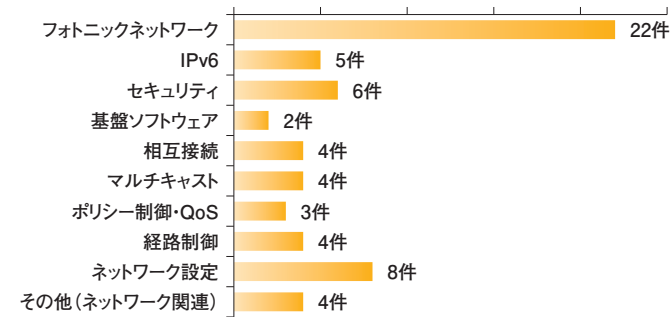
JGN2では、帯域保証、経路制御といった次世代ネットワークを見据えたネットワーク関連技術の研究開発が推進されたほか、光ネットワークに関する基礎的・先端的な研究開発を支える光テストベッドの整備により、フォトニックネットワークをはじめ、長期的な視点に立った将来のオール光ネットワークの実現を目指した先端的な研究開発のプロジェクトが飛躍的に発展した。

●研究プロジェクトの研究分野の割合



現在の数倍以上の光波の多重化を可能とする1,000波多重の研究、あるいは現在より2~3桁多い大容量通信を目指すテラビット通信の研究等が行われたことに加え、新たな取り組みとして世界的な規模で展開されているオーバーレイネットワークの構築・運用等も行われ、今後の新世代ネットワーク研究開発に向けて、大きな足がかりを築いた。

1. ネットワーク関連技術のプロジェクト数<延べ数>

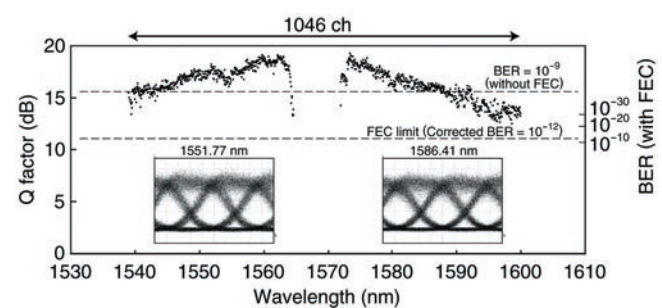


※「3. アプリケーション関連」については、P5を参照

1,000波多重伝送

実環境下でのフィールド敷設ファイバを用いた1,046波長のWDM信号光を、安定的に126km伝送することに成功した。

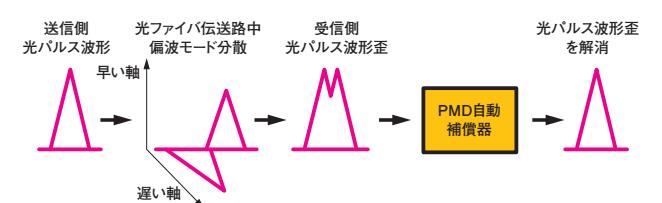
光ファイバを用いた1,000波WDM伝送実験は世界初であり、現在の商用システムと比較すると、波長数で10倍、スペクトル密度で8分の1に相当し、今後、波長オンデマンドなどのサービスへの展開が期待される。



テラビット級光伝送

光通信を全く電気信号に変換しない全光処理技術を活用した光通信システム技術の研究開発を行い、大容量かつ柔軟なオール光ネットワークの実現を目指した。

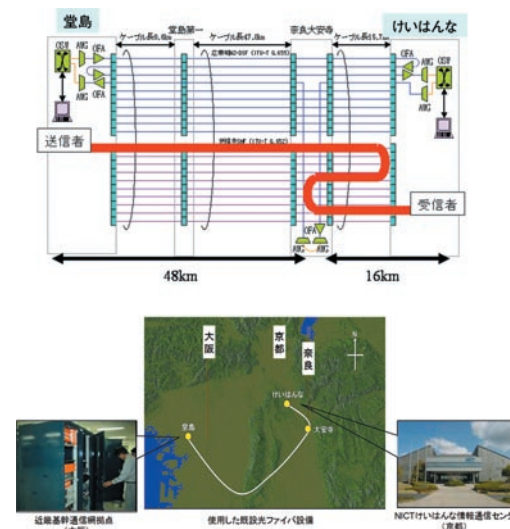
40Gbps×273波多重による10.92Tbps光伝送に世界で初めて成功。さらに、42.8Gbps×50波長多重6000km伝送、160Gbps高安定全光クロック抽出、160Gbps光ファイバ120km伝送など、次々と世界初の伝送を実現し、実用化に向けて大きく前進した。



量子暗号通信

通信路中での盗聴が不可能な量子暗号通信の実用化に向けて、温度などの環境変化に対する安定性、耐久性、暗号の安全性について検証するためのフィールド実験を行った。この実験により、JGN2光テストベッドを用いた世界最長距離96km(当時)で量子暗号通信システム実験に成功するとともに、困難といわれていた異機種の量子暗号システムの相互接続も行った。

このように量子暗号の実用化に向けて、実用的距離の実現と異機種間の相互運用性の確立という成果を残した。



グリッド環境構築

JGN2で接続された計算資源を用いて、グリッド環境を高速ネットワーク上で構築するための研究開発と実証を行った。

その結果、各分野の研究者がグリッドを活用できるウェブサービス技術に基づく汎用性の高いインタフェースの提供、日米複数ドメインにまたがるグリッドミドルウェアの連携による計算機とネットワークの同時資源予約を実現。

さらに、高速データ転送技術やTiled Display構築技術等を活用した、e-Science*1のための分散協調可視化型ミドルウェアの構築とその有用性を確認した。

●日米間のネットワーク帯域確保の様子を示したモニタ画面



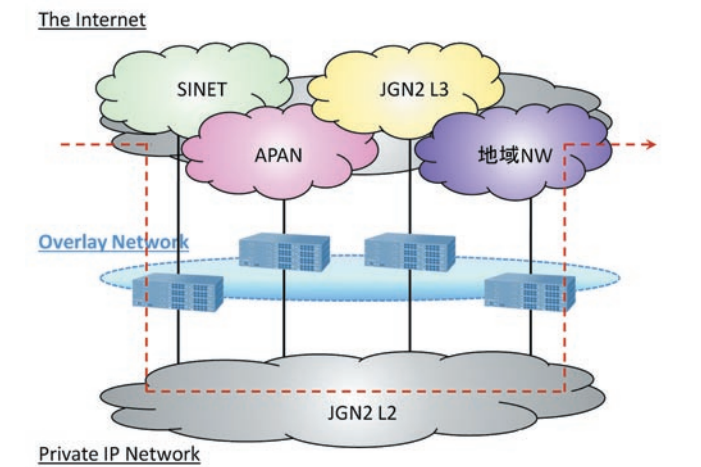
*1: e-Science / ネットワークを介した膨大な分散資源の相互活用を要する科学分野

オーバーレイネットワーク

世界規模のオーバーレイネットワークであるPlanetLabの基盤技術を活用し、ユーザの要求条件に応じてインターネット上に分散するノードがエンドツーエンドの品質計測を行う仕組みをJGN2上で構築した。これにより、世界最先端のネットワークアーキテクチャの研究、開発及び技術革新を促進した。

また、こうしたオーバーレイネットワークの実用化を目指すことで、将来、サービスの多層化が実現され、複数の目的によるネットワークの多様な活用が可能となり、今後の新世代ネットワークの基盤技術の確立にもつながった。

●マルチホーム環境

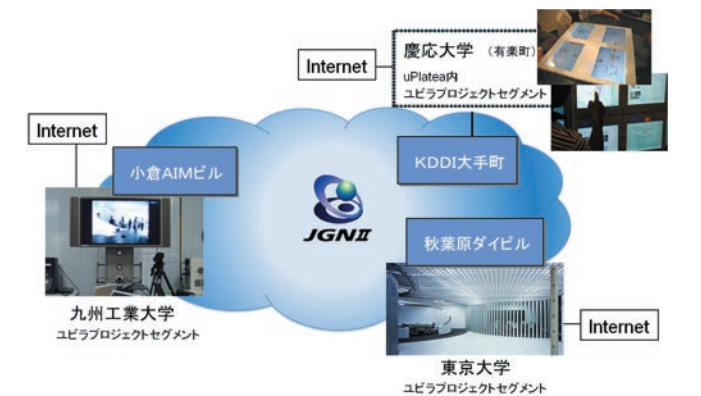


広域ユビキタスネットワーク制御技術

ユビキタスネットワークの基盤技術を確立するために、広域ユビキタスネットワークの品質管理や計測等に関する様々な技術の実証評価を行った。

特に、大規模網におけるエンドツーエンドでのQoS機能の有効性や性能を検証可能とするためのドメイン間連携制御性能検証用ソフトウェア、及びアプリケーションが高度な網制御機能を簡単に利用するためのオンデマンド品質を保証するAPI (Application Program Interface)を開発。ユビキタスネットワーク社会を想定した、これらの実証評価を行うことで、実用性を確認した。

●ユビキタスネットワーク実証実験構成イメージ<ユビラプロジェクト>



医療・教育・防災等を中心とした
アプリケーションの実証実験が数多く推進されるとともに、
e-Science^{*1}等の超高速ネットワークを必要とする分野における
新たな取り組みも加速された。

インターネット、携帯電話等、情報通信技術が人々の身近な生活インフラとして大きな進化を遂げてきている状況において、JGN2では、ネットワークの研究開発を推進することに留まらず、アプリケーションの実証実験等を通じて、ネットワークの社会的意義の検証、また将来のICT社会を展望することに大きく貢献した。

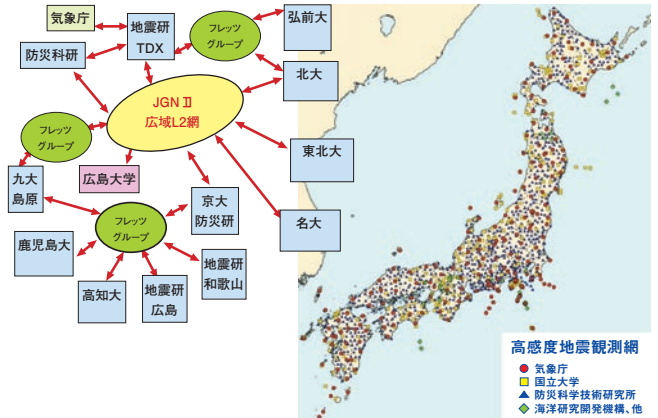
具体的には、全国網の整備、幅広い研究コミュニティの参画、産・学・官・地域の連携、各種の研究ネットワークとの相互接続等の特徴を活かし、大規模な広がりをも有する研究テストベッドだからこそ実現できる医療・教育・防災等の公共分野のアプリケーション実証実験を推進。それらの有用性と社会的意義の検証を行うことにより、安全・安心な社会の構築に大きく貢献した。

また、大量のデータ収集・分析等を有する科学分野においても、近年、ネットワーク研究者との連携は必要不可欠となり、大規模なネットワークを使った分散データ共有システムの基盤環境の実現等、e-Science分野における研究活動も、JGN2上で活発に行われた。

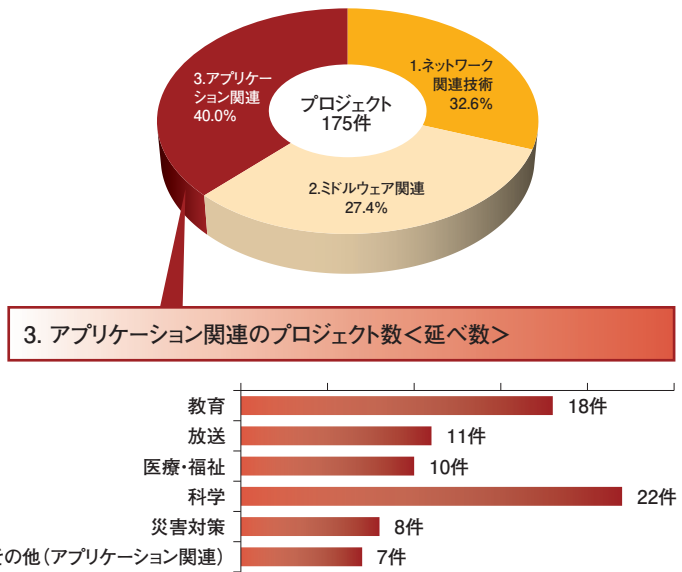
リアルタイム地震観測波形データ 交換システムの構築

JGN2の高速広域L2網上で、双方向ブロードキャスト型のリアルタイム地震観測波形データ交換システムを構築し、全国の地震観測研究機関のデータ流通ネットワークを実現した。

これにより、全国の大学や国立研究所などで、我が国すべての高感度地震観測データを利用できることが検証され、緊急地震観測に関する研究にも大きく貢献した。



●研究プロジェクトの研究分野の割合



※「1. ネットワーク関連技術」及び「2. ミドルウェア関連」については、P3を参照

*1: e-Science／ネットワークを介した膨大な分散資源の相互活用を要する科学分野

気象センサーの広域利用

JGN2を利用し、分散された気象センサーのデータを共有するセンサーネットワーク実験環境(Live E!)を構築した。

国際規模での技術評価を行い、広域における気象データの共有システムの意義と有用性を検証した。

●JGN2を利用した各国気象センサーの共有システム

●象に付けた気象センサーを使った観測風景



●気象センサー



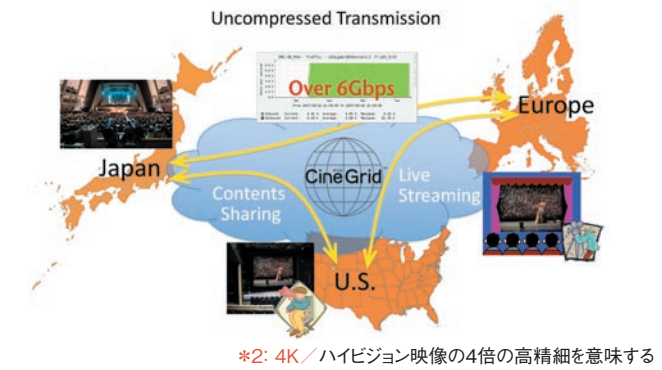
デジタルシネマ

日本ならびに世界の主要研究機関と複数の学術・研究ネットワークを相互接続し、実際の伝送システムを用いて、遠隔からの4K[※]非圧縮映像などの超高精細映像の制作・編集・圧縮を行い、さらにこの映像データを伝送・多地点配信ならびに共有するための共同実験を実施。デジタルシネマの実用化に向けた取り組みを推進した。

国内では「JGN2シンポジウム2006 in 仙台」において、東京と会場の仙台国際センターをJGN2回線で結び、世界初の4K非圧縮映像のIP伝送デモンストレーションを行った。

また、JPEG2000を用いた圧縮ストリーミング技術の開発においても、長時間のストリーミングの世界規模での安定性が検証できた。

●デジタルシネマの世界規模共同実験の接続イメージ



健康福祉情報ネットワーク

JGN2により関連機関を接続し、生体情報センシングシステムと生活習慣病予防のための健康増進システムからなる、健康福祉サービス提供用の大規模な情報インフラを実現した。

さらに、セキュリティ機能により個人情報保護を考慮した、患者教育や健康教育の新たなシステムの構築を通じて、生活習慣病を予防するための新しい健康教育方法に関する検証を行った。

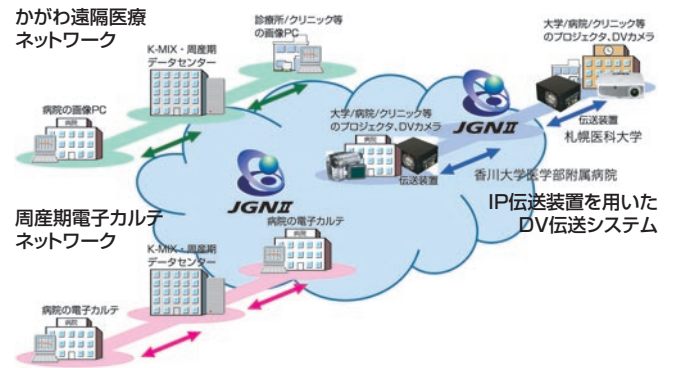
本研究開発は、仙台市が推進する健康福祉戦略プロジェクトの達成に向けて、大きく貢献した。



医療情報の広域共有

医療機関を結ぶ地域医療ネットワークをJGN2を利用して相互接続し、診療情報及び大容量各種医療用画像の伝送、ならびに共有・保存に関する検証を行った。

この検証を踏まえて、かがわ遠隔医療ネットワーク(K-MIX)の開発・構築、周産期電子カルテネットワークの開発・構築、双方向高精細動画伝送システムの開発等の成果につなげることができた。これにより、高精細動画伝送の特性は、遠隔医療の分野でも十分利用可能であり、その高い将来性が実証された。

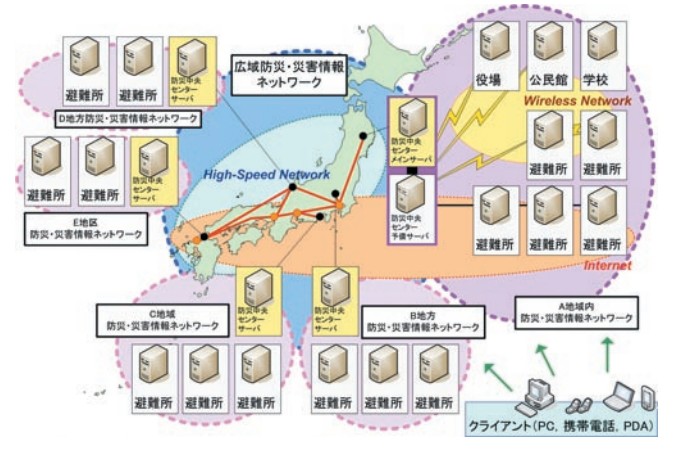


大規模災害情報ネットワーク

大規模で高速なJGN2と無線技術やアドホックネットワーク技術を組み合わせて、災害時と通常時の双方において頑強で柔軟性に優れた大規模災害情報ネットワークの構築を行った。

こうしたネットワークの構築を通じて、災害時にネットワーク機器やサーバが故障した場合、残りの正常機器のみでネットワーク再構成することにより、全体としてシステムの冗長化を検証した。

本研究開発の成果である大規模災害情報共有システム(WIDIS)は、能登沖地震と新潟中越沖地震の際にボランティア協会にて利用され、有用性を高く評価された。



我が国の国際競争力の向上・国際連携の強化

各国研究ネットワークとの連携による 世界規模の研究テストベッド等の実現により、 国際共同研究の推進、国際標準化活動の促進を図り、 我が国の国際競争力の向上及び技術の国際展開に貢献した。

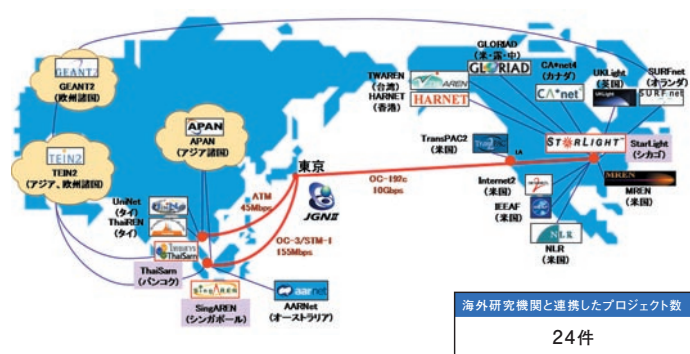
研究開発テストベッドネットワークを介したネットワークの研究活動は、昨今著しく国際化が進み、各国ネットワークの国際相互接続により、世界規模の研究テストベッドネットワークの構築が実現されるなど、各国の研究者の連携により、大規模な研究開発・実証実験が展開されている。

JGN2も、米国、タイ、シンガポールへの国際回線を整備し、各国のネットワークとの相互接続を図ることにより、国際共同研究プロジェクトを推進することで、我が国の国際競争力の向上と、国際連携を通じた技術の国際展開に注力した。

毎年、世界最大規模のデモ展示を開催するSC (Super-Computing) にも、リサーチセンターをはじめ多数のプロジェクトが参加し、中でも長距離・大容量データ伝送速度の世界記録の更新を図るなど、国際競争力の向上としても大きな成果を上げた。

また、アジア・太平洋地域との各種の共同研究活動を通じて、我が国が得意とするIPv6の普及を目指す等、我が国の技術の国際展開にも多岐に貢献した。

●JGN2の国際回線及び海外の研究ネットワーク



データ伝送速度世界記録 (LSR^{*4}) 更新

JGN2と多数の海外研究ネットワークとの相互接続を行い、通信方式の改良による高速化、超遠距離化と、データ転送の高効率化を図る研究を行った。これにより、米国・欧州にある研究機関の間で科学技術研究データの共有を可能とするシステムについて研究開発を行い、ディスク間でデータを共有するシステム「Data Reservoir」の実証実験を実施。

本実証実験により、長距離間における大容量データを安定して伝送する方式が改善された。

●10回のLSR更新に対して授与されたトロフィ



*4: LSR / Internet2 Land Speed Recordの略

国際コミュニティとの連携による国際共同研究

JGN2は、国内外のネットワーク研究コミュニティ等と連携を図り、ネットワーク技術及び各種アプリケーションに関する国際共同研究の推進を行っている。

APAN<Asia Pacific Advanced Network>

JGN2は、APANと連携して、ネットワーク上を流れるパケットの計測、ルータ運用、QoS確保のための研究、ポリシールーティングの研究、セキュリティ技術の開発など、国際共同研究支援に必要な環境の構築を行うほか、高度な国際共同アプリケーションの研究開発を推進している。

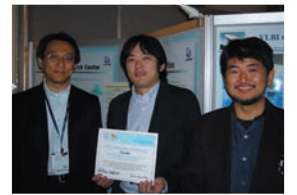
QGPOP<九州ギガポッププロジェクト>

JGN2を利用しているQGPOPでは、九州の研究機関をはじめ国内の研究機関、及びタイ・シンガポール・中国・韓国のネットワークと連携して国際共同研究に必要な環境を構築している。遠隔医療や生中継イベント等の実証実験を実施することにより、地域における国際共同研究に貢献している。

SC (SuperComputing) における 大規模な国際デモンストレーションの実施

SCは、世界中に分散したコンピュータを高速ネットワークで接続し、大規模な国際デモンストレーションが数多く実施される、世界最大規模の国際会議。

毎年開催されるこの会議に、JGN2関係として大阪RC、九州RC、大手町RCをはじめ、DataReservoir、e-VLBI、宇宙天気予報に関する研究等のプロジェクトが参加している。この中で大阪RCが、SC06 (Super-Computing 2006) において、Analytic ChallengeのFinalistとして表彰される等、国際的な評価も受け、JGN2のプレゼンスの向上につながっている。



3D-HD^{*1}による眼科遠隔医療

高精細画像の双方向伝送型プラットフォームを構築し、「3次元による高精細画像」である眼科医療画像コンテンツをJGN2を利用して、シンガポール、タイへ効率的に配信。診断、医療支援に必要な画像情報を要求に応じてリアルタイムに配信する、3D-HDの眼科遠隔医療システムを検証し、遠隔医療の国際展開を幅広く推進した。

●旭川医科大学会場



●シンガポールナショナルアイセンター会場

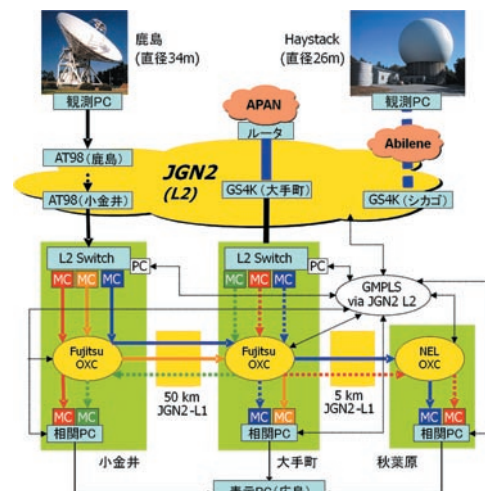


*1: 3D-HD / 3 Dimensions-High Definitionの略

超長基線電波干渉計観測データの 広域交換 (e-VLBI^{*2})

長距離・広帯域ネットワークを使った高性能データ転送技術の研究開発では、VLBI (超長基線電波干渉計) 観測において、NICT鹿島と米国Haystack、それぞれの地点で取得した正確な時刻情報を含む膨大な観測データを、JGN2の米国回線を經由してリアルタイムに伝送し、処理時間の短縮、観測精度の向上を実現した。

本実績に対し、IDEA^{*3}が授与された。



*2: e-VLBI / ネットワークを用いたVLBI観測

*3: IDEA / Internet2 Driving Exemplary Applicationsの略

GMPLSネットワーク運用管理技術

光ネットワークの制御プロトコルであるGMPLSを用いたネットワークについて、複数キャリア間・複数ドメイン間でのマルチドメイン接続であるE-NNI (External Network-to-Network Interface) を世界で初めて実証した。

この成果が世界的に評価されたことで、日米の共同研究へと発展。GMPLSネットワークによる世界初の2国間接続実験を行い、日米3地点間での10Gigabit EthernetのE-NNIパス生成に成功し、技術の実用化及び国際展開に貢献した。

●日米間3ドメインによるGMPLS E-NNI接続実験の構成



地域における研究交流の活性化

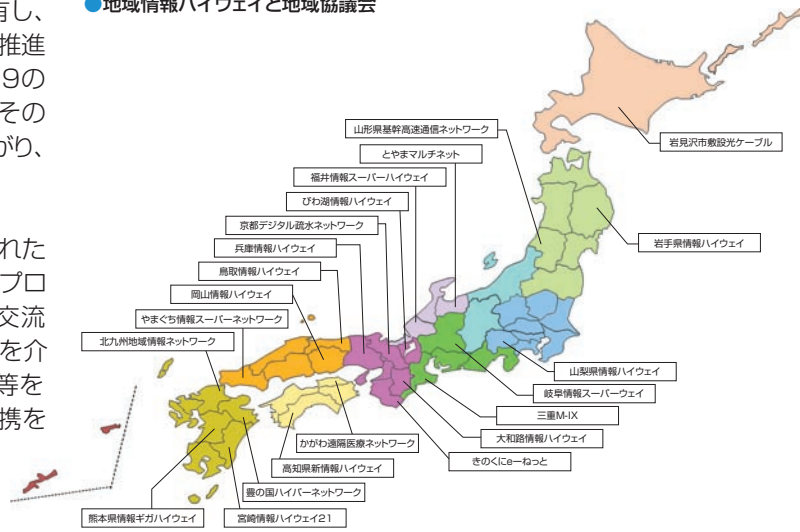
地域を拠点とする研究開発活動の推進、 産・学・官・地域の連携、地域情報ネットワークとの相互接続、 地域間・地域内連携の強化等により、地域の活性化に貢献した。

JGN2は全国47都道府県にアクセスポイントを有し、JGN2の利用推進母体である次世代高度ネットワーク推進会議利用促進部会及び全国11地域に設立された19の地域協議会を中心とした活動が積極的に図られた。その結果、全都道府県で各種の研究プロジェクトが立ち上がり、地域の研究活動の活性化に大きく貢献した。

地域情報ハイウェイ等との相互接続も積極的に行われた結果、地方自治体が関与する研究開発・実証実験のプロジェクトも増え、研究者のみならず地域全体の研究交流が活発化した。さらに、複数の地方自治体がJGN2を介して公共分野のアプリケーションに関する実証実験等を行うプロジェクトに参加したり、地方自治体の横の連携を強めるなど、新しい形での地域の交流も促進された。

また、全国7箇所のリサーチセンターにおいて、地域の大学、企業、自治体との連携による研究開発の推進、セミナー、ワークショップの開催等によるICT人材の育成等により、地域に密着したネットワーク環境の構築や研究コミュニティの醸成を促進した。

●地域情報ハイウェイと地域協議会



地域	名称	地域	名称
北海道	・北海道JGN2利用連絡会	近畿	・近畿次世代超高速ネットワーク推進協議会
東北	・東北地方JGN2利用推進協議会	中国	・中国超高速ネットワーク連絡協議会 ・鳥取県研究開発用ネットワーク協議会 ・岡山県高度情報化推進協議会ギガビットネットワーク利用促進部会 ・やまぐち情報スーパーネットワーク推進本部 ギガビットネットワーク推進部会 ・鳥取県ギガビットネットワーク連絡協議会
関東	・関東JGN2懇話会 ・山梨ギガビットネットワーク利用促進委員会	四国	・JGN2四国連絡協議会
信越	・信越地区ギガビットネットワーク推進連絡会 ・松本ブロックギガビットネットワーク推進連絡会 ・長野ブロックギガビットネットワーク推進連絡会	九州	・次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会
北陸	・JGN2北陸地区推進協議会 ・新たな研究開発用ネットワークの利活用に関する研究会(富山県)	沖縄	・沖縄情報通信懇話会JGN2利用連絡会
東海	・東海JGN2推進協議会		

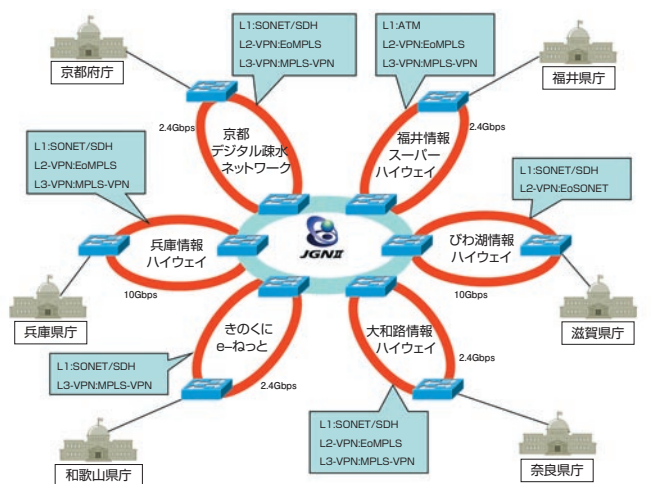
地域情報ハイウェイ相互接続実験

JGN2を利用した地域情報ハイウェイの自治体間相互接続実験では、地域情報ハイウェイを利用する地域の産官学の交流が活発化し、防災・教育・医療等のアプリケーション活用において、自治体間の連携による広域の対応体制が構築された。例えば、地震・台風等の災害時には、防災情報の域内共有によって、水・食料等の確保や住民の支援に関して、近隣府県間での協力が可能となった。

地域	名称
兵庫ー京都ー滋賀ー福井ー奈良ー和歌山	アプリケーションシステム間の連携方策やセキュリティの確保に係る検証を実施。兵庫・福井間では、防災情報システムを相互に参照可能とし、災害時の広域情報共有体制を構築した。
兵庫ー鳥取ー岡山	のじぎく兵庫国体のクレー射撃競技映像のインターネット配信を実施。通信方式が異なるネットワーク間において高品質な伝送を実現する方式について検証した。
岐阜ー福井ー滋賀ー三重	岐阜県高山市で開催されたイベント「親方会議 in 高山」を接続網の施設に対して配信、将来の府県間ネットワーク構築に向けた課題抽出と環境整備を行った。

●地域情報ハイウェイ接続のネットワーク構成図

<兵庫・京都・滋賀・福井・奈良・和歌山における事例>



研究コミュニティによる次世代インターネット技術の確立

全国23機関がJGN2を通して各々推進する研究開発プロジェクトの共同研究体制を構築。次世代インターネット基盤技術や教育を中心とした先端的アプリケーションについて、実践的かつ総合的な実運用環境での実証実験を行った。

IPv6、高速広域マルチキャスト、通信品質制御、ラベルスイッチング、センサーネットワーク、実空間情報等、上位アプリケーション、ミドルウェア、情報伝達基盤などにおいて、幅広いレイヤの統合的な研究開発ならびに運用を行い、数多くの論文発表、標準化提案を通して、次世代インターネット技術の発展に大きく貢献した。

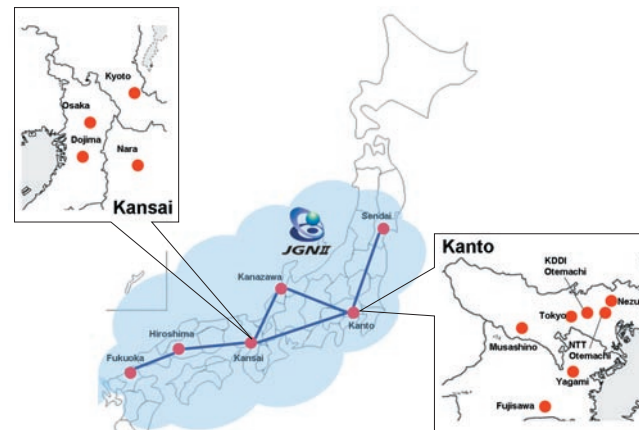
●外部発表数

年度	論文発表	口頭発表
平成16年度	157件	77件
平成17年度	188件	132件
平成18年度	104件	73件
平成19年度※	18件	63件
合計	467件	345件

●IETF※1における標準化活動

<2007年10月現在>	
RFC※2	8本
Internet-Draft※3	101本

※平成19年度は、10月現在の数値 ※1: IETF / インターネットにおける利用技術の標準化組織
※2: RFC / 策定された技術仕様 ※3: Internet-Draft / 自由にIETFに提案可能なドキュメント



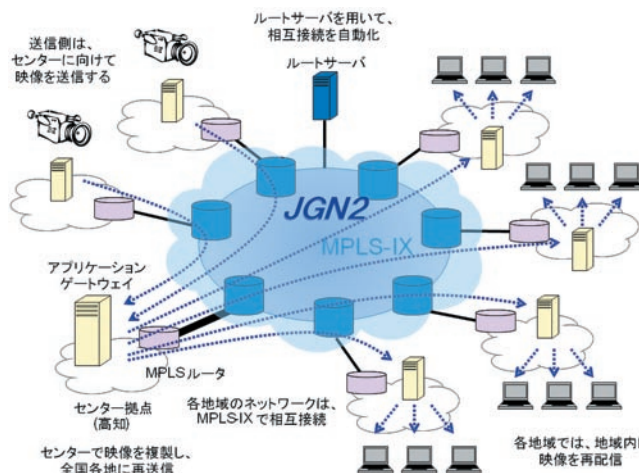
地域ISP関係者等による実験環境の構築

国内各地の31機関の拠点をJGN2によって相互接続し、次世代IPネットワーク上における高品質・大容量のコンテンツ流通に関する研究開発・実証実験を行った。

JGN2上でMPLS-IXを構築し、マルチラテラル相互接続のアーキテクチャを活用することで、特別な知識を持たないユーザでも相互接続することが可能となり、容易に実験に参加できるようになった。

これにより、地域ISP事業者7社のネットワークを相互接続し、各社のリソース等を全国規模で集約・共有することに関する実証実験ができた。また、地域のNPOと連携し、本システムを利用した地域住民の生涯教育を支援するためのコンテンツ流通に関する実証実験も行った。

全国規模の研究コミュニティによる本実験の実施、関連のワークショップやイベントの活動を通じ、地域における人材育成、人材交流にも大きく貢献した。



CATVコンテンツ流通

地域においてCATV各局をJGN2によって相互接続し、IPベースでの双方向データ伝送環境を構築して、CATV各局の持つコンテンツの交換・共有を円滑かつ効率的に行うための実践的な技術を開発した。

各地域で実施された8つのプロジェクトを通して、地域間と産学官交流の活性化により、地域間のIPベースでの映像流通の実用化可能性や問題点が検証された。また、地域における中小規模CATV事業者の技術者等に対する次世代ネットワーク応用技術の技術移転やイベントを通じた学生の実践的技術育成に寄与した。

●地域間交流が図られたCATV事業者参画のプロジェクト



リサーチセンター(RC)による地域活性化

●地域における大学・企業の研究者との共同研究やワークショップの開催等を通じ、研究レベルの向上や研究者の育成に貢献、地域における研究拠点として、重要な役割を果たした。

<活動例>
・19件の一般プロジェクトに研究機関として参加
・RCワークショップを全国で12回開催(延べ約1,400人参加)
・ネットワーク型「サイエンスカフェ」を開催し、研究者と一般参加者が遠隔で語り合える場を提供

●地域協議会と連携した地域セミナーやフォーラム等の開催に積極的に関与し、またJGN2と自治体ネットワーク、CATV等とを相互接続した通信環境のコーディネートやコンサルティング等を行い、地域におけるJGN2の利活用を牽引した。

<活動例>
・地域セミナー／フォーラム等、年間で15件程度の開催に寄与
・こうしたイベントに合わせ、JGN2利用技術に関する普及活動や若手技術者への教育を実施

ネットワークの研究活動、運用等を通じて、次代を担うICT分野の研究者やエンジニアの育成を図るとともに、ICTを活用した教育等により若い世代への普及啓発を図った。

JGN2では、リサーチセンターをはじめとする各種研究プロジェクトの実施を通じて次代を担うICT分野の研究者の育成を図るとともに、ネットワーク運用、大規模な実証実験の実施等を通じてICTエンジニアの育成に大きく貢献した。

実際に、JGN2を活用した研究プロジェクトに参加した研究機関の80%以上が人材育成の効果を実感しており、具体的な成果として技術者・研究者の個人能力の向上・育成を挙げている。その効果は、単に研究や技術のスキルの向上に留まらず、研究のマネージメント、コーディネーション能力等の向上にも見られた。

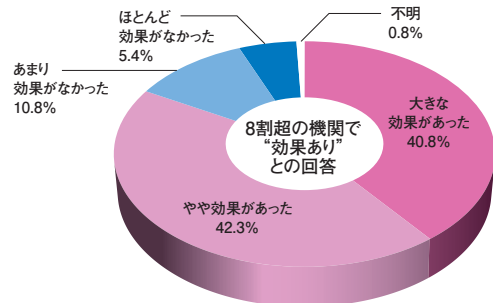
さらにICTを活用した小中高学生に向けた各種教育関連の実証実験も行われ、若い世代へのICTの普及啓発にもつながった。

●JGN2における人材育成 ―参加した研究者の延べ数―

参加研究者数<一般利用プロジェクト>		延べ1,820人
【内訳】	・大学・高専	786人
	・企業等	633人
	・自治体	155人
	・政府系研究機関	221人
	・その他(協議会等)	25人

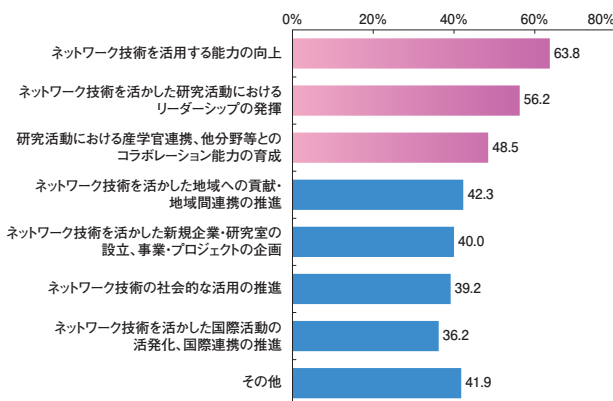
<2008年1月末現在>

●JGN2を通じた人材育成の効果



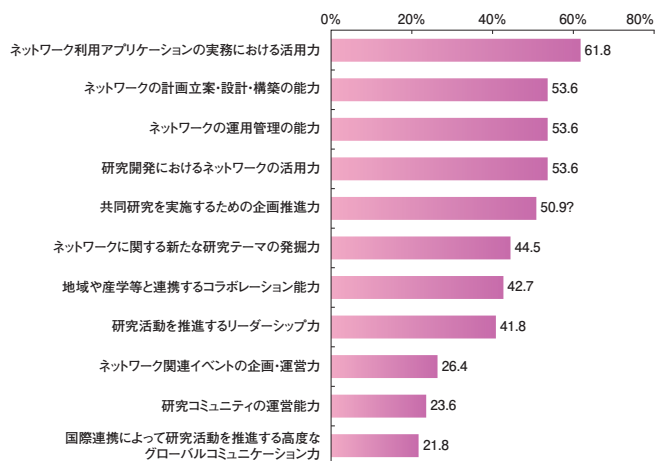
(資料)JGN2の成果に関するアンケート調査／2007年9～12月

●JGN2を利用した技術者・研究者が考えるJGN2の成果と実績 ―TOP3は、個人能力の向上・育成―



(資料)JGN2の成果に関するアンケート調査／2007年9～12月

●JGN2の活用によって育成された能力



(資料)JGN2の成果に関するアンケート調査／2007年9～12月

●JGN2による人材育成事例 ―アンケート及びヒアリング調査より―

【研究活動におけるリーダーシップの発揮】

- ・研究プロジェクトを推進していく過程において、標準化提案活動の推進、若手研究者の育成、研究コミュニティの運営など、研究活動に必要な能力が養われ、先導的な役割を果たした。
- ・研究活動の過程において、当該分野の新たな技術や最前線情報などの習得を行い、これらによって得られた知見を自組織内においても率先して活用し成果を挙げることで、専門研究者としての中心的な存在になった。

【他機関・分野間のコラボレーション能力の育成】

- ・他の研究機関や専門分野外の研究者・技術者との情報交換や検討会等により、新たな研究テーマを掘り起こすなど、異なる視点を持つことができた。
- ・産・学・官・地域の連携によるイベントなどで、関係者との調整を図りながらネットワーク環境を構築し、デモを成功させた経験を通じて、プロジェクトマネジメント能力が身についた。

【地域への貢献、地域間連携の推進】

- ・JGN2を利用した研究事例や研究に関する技術分野を題材とした勉強会を地域で行うことで、地域企業の技術者のレベルアップに役立った。
- ・医療・教育・防災・観光等の地域で得意とする分野の研究情報を、他の地域と互いに提供し合うことによって、地域間の研究者による連携が促進された。

【ネットワーク技術を活用する能力の向上】

- ・NOC(ネットワークオペレーションセンター)の技術者が、JGN2の運用経験を通して蓄積したIPv6などの技術的なスキルやノウハウを活かし、国内最先端の広域ネットワークオペレーターとして活躍するに至った。

(資料)JGN2の成果に関するアンケート調査及びヒアリング調査／2007年9～12月

遠隔教育コンテンツ配信

JGN2を用いた遠隔講義・遠隔教育が全国各地の教育機関で実施された。高品質のコンテンツを遅延無く双方向で伝送するための遠隔教育システムを開発し、使いこなすことで、担当者の運用スキルが高まった。また、他地域の専門研究者による教育を遠隔で受けることが学生の刺激となり、人材育成に結びついた。

さらに、遠隔講義の実証実験をきっかけとして人材交流も活発化し、ICTを活用した新たな教育手法についての取り組みが教育者の間でも活発に議論されるようになった。



●JGN2を活用した主な遠隔教育・講義実験

研究テーマ	内容
大学間における遠隔教育に関する実践的研究	高精細映像により板書を含む授業に必要な情報を伝えることができ、同一の教室内で行う場合と変わらない臨場感で、遠隔授業が行えることを実証した。
高専間の大容量教育コンテンツ配信実験	高精細な多点テレビ会議システムをベースに3高専間で遠隔講演を実施。離れた地域で一度に多くの学生が参加することができ、高い教育効果が得られることを確認できた。
大学と高校の連携による遠隔授業に関する研究	大学が持つ大型実験装置「加速器」の取り扱いをテーマとした遠隔授業を高校生に対し実施。難しい課題であったが、開発したツールやシステムを使い進め方を工夫することで、深い学習活動を提供できることを検証した。
国際遠隔教育の実践と評価	国内とタイの大学間をJGN2で接続し、遠隔講義を実施。海外の教育機関(異文化)との間でも高精細映像伝送による臨場感のある講義により、教育効果のあることを確認できた。

工業系高等学校におけるIPv6ユビキタス社会実験

全国7地域15校の工業系高等学校において生徒自身が自ら情報端末を作成し、IPv6ネットワークを利用して、情報家電を含む様々な情報端末がユビキタス社会の中で具体的にどのような役割につかについて、実証的な研究開発を行った。

次の社会を担う若者が次世代ネットワーク技術を利用した実証実験を通して、将来の社会生活のイメージを実感することにより、ICTに関する自己啓発につなげることができた。



研究開発アイデアコンテストの実施

JGN2では、若手研究者などの発掘・育成を促進し、ICT分野の研究開発の活性化を目的として、JGN2を活用した研究開発アイデアを募集した。

第1回目(2005年度)は78件、第2回目(2006年度)は中学生も含め74件の応募があり、オリジナリティ・先進性・社会的影響・波及効果等を評価。優秀作品を各年の「JGN2シンポジウム」で表彰した。



学生による受賞アイデアをベースにしたシステム構築も実現!

2006年度奨励賞を受賞した高知工業高等専門学校の学生が中心となり、受賞テーマである「JGN2を利用した教育用太陽電波望遠鏡システム」をベースに、インターネット太陽電波望遠鏡システムを構築し、インターネット上で公開している。

- 【成果】
- 文部科学省のe-Learning創造性教育コースで、本システムを課題探究型プロジェクトの教材とした。
 - この受賞が契機となり、学生の意識が高まり研究発表が活発化し、日本天文学会賞も受賞することができた。

民間企業等の参加により、ネットワーク関連技術の実用化、アプリケーション関連分野の製品化が促進されるとともに、JGN2の構築や運用等において培われた技術が産業界にも貢献した。

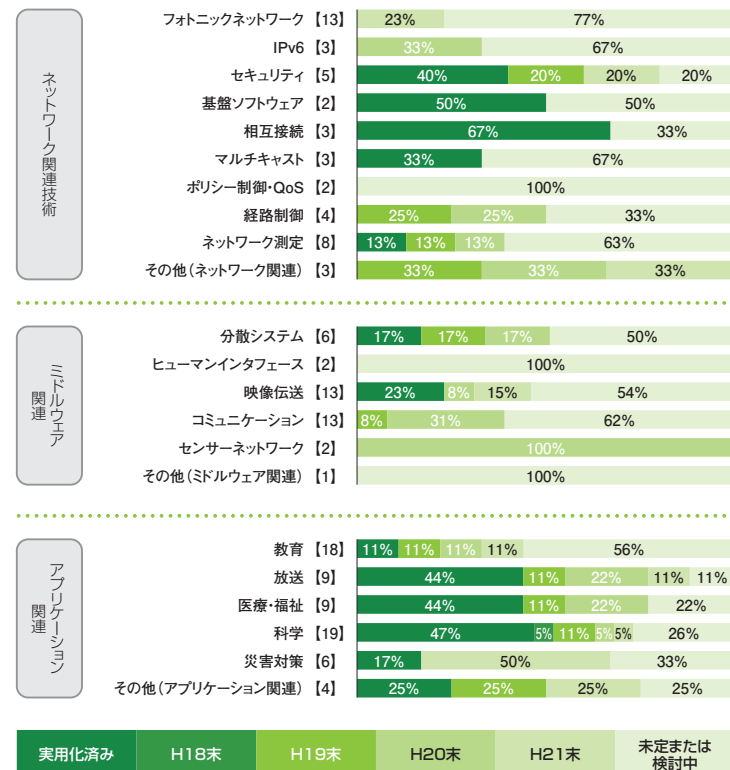
JGN2では、大学の研究者のみならず、民間企業からの参画も多く、企業の研究者等がリーダーとなっている研究プロジェクトが増える等、産業界の研究活動にも貢献した。IPv6やVoIPの相互接続性検証等により、製品の開発や改良が進んだほか、アプリケーション関連の実証実験の実施により、高精細映像伝送システムの製品化等が進んだ例も見られた。

特にアプリケーション関連分野では、研究プロジェクトの参加機関は3～5年以内の実用化を目指した研究を推進しているところも多く、今後もJGN2の活動を通して、商品化・製品化が進むことが多いに期待される。

また、JGN2が提供している全国規模の広域ギガビットイーササービス(L2サービス)がきっかけとなって、通信事業者の商用サービスとして提供されることになるなど、ネットワークサービスの商品化にも多いに貢献した。

	一般利用プロジェクトの件数	うち、企業がリーダーとなったプロジェクト件数と割合
JGN	162件	33件 (20.4%)
JGN2	175件	41件 (23.4%)

●先端的研究開発及びアプリケーション開発の分野と実用化進捗



(資料)JGN2利用者アンケート調査／2006年12月 ※【 】内の数字は有効回答数

IPv6相互接続性検証

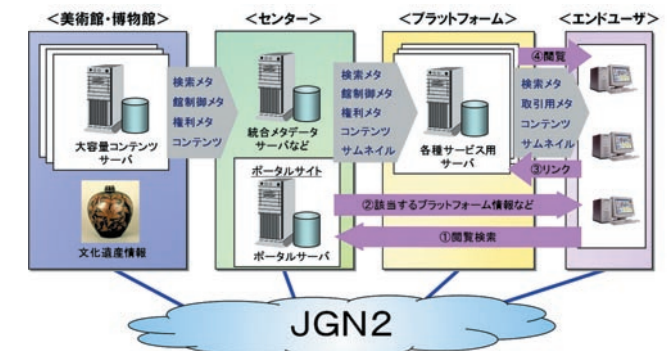
次世代インターネットのコア技術となるIPv6の普及に向けて、JGN2を利用したIPv6のネットワークの設定・運用、信頼性検証、Firewall IPv6化の検証、さらにはIPv6マルチキャストの異機種間相互接続性の検証を実施。これらの検証で抽出した課題をネットワーク機器ベンダへフィードバックした。

IPv6マルチキャストの相互接続検証では、1対Nモデルの映像配信に関する実証実験のみならず、N対少数モデルの気象センサーデータの取得に関する実験も行い、マルチキャスト経路の増大と数秒のアクセス時間という新たな条件も含めた検証を行った。

その結果、ルータの機能や性能が改善され、信頼性・スケーラビリティなどの観点でIPv6対応機器を実用レベルにまで引き上げることに貢献し、IPv6マルチキャスト技術の応用範囲の広がりを示した。

文化遺産デジタルオンライン

美術館や博物館などの関係機関をJGN2で接続し、文化遺産オンラインデジタルコンテンツ技術の実証実験を行い、ネットワーク上での一元的な検索・閲覧・利活用等を可能とするメタデータ(コンテンツの属性情報)の策定と安全・円滑な流通を促進する技術を開発した。この技術により、今後の美術館・博物館アーカイブのデジタル化と検索機能の強化を実現し、将来のコンテンツ流通基盤を確立した。



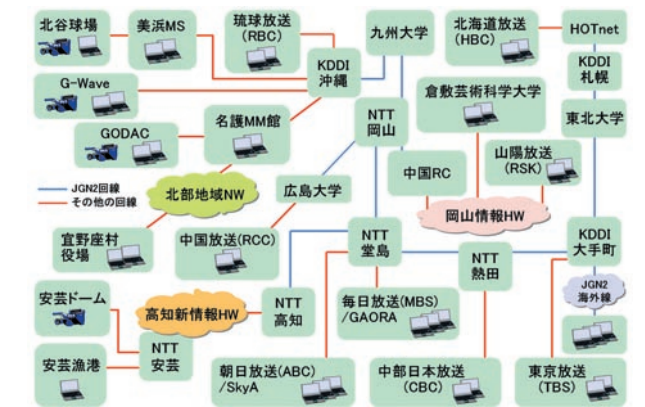
HDTV^{*3} over IPネットワーク伝送装置

超高速IPネットワークを用いた次世代の高品質映像素材流通プラットフォーム実現のため、JGN2シンポジウムや夏の甲子園高校野球、さらには実際の地上デジタル放送番組中での日米生中継など、JGN2を用いた実証実験を行った。これにより、HDTV映像のIPネットワーク伝送技術と、放送局においてHDTVをIPで扱うワークフロー技術の確立に大きく貢献するとともに、IP伝送・蓄積システムの改良にもつながった。

また、実績が重視されるテレビ放送の現場においては、JGN2を用いて日米間の生中継・素材映像取り込み編集実験を行った実績が高く評価されており、放送局における設備投資計画にも影響を与えている。

*3: HDTV / High Definition Televisionの略で、高精細テレビもしくはハイビジョンテレビの一般的な呼称

●JGN2を利用したIPv6相互接続検証イメージ



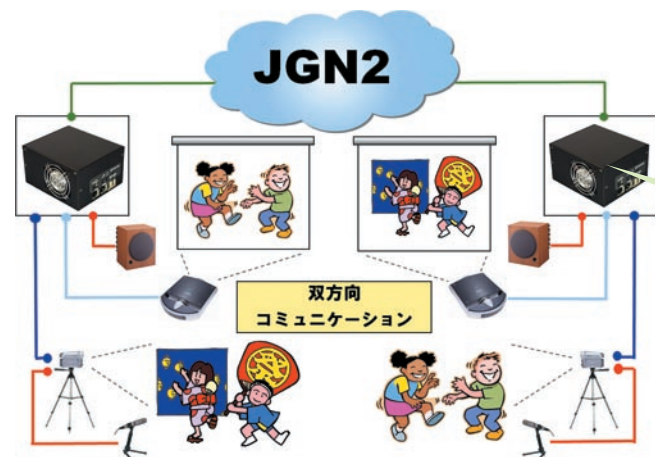
10ギガビットネットワーク遅延装置

ネットワーク関連機関が連携してJGN2を用いた超遠距離・10Gbpsのネットワークを構築し、その上でIPv6及びIPv4を用いたTCPによる超高効率通信を実現した。この研究過程で開発された本装置は、広域ネットワーク環境をエミュレートする機能、遅延測定やシェーピングパラメータ設定、及びネットワークパケットのペーシング機能等の多様な機能を有する。今回の実験に類似する世界規模での広域ネットワークを利用した高効率・高性能を目指す研究は今後活化する可能性があり、こうした研究開発にも本装置は有効と考えられる。

●JGN2を用いた超遠距離・10Gbpsネットワーク上で実現した超高効率通信においても、本装置が貢献



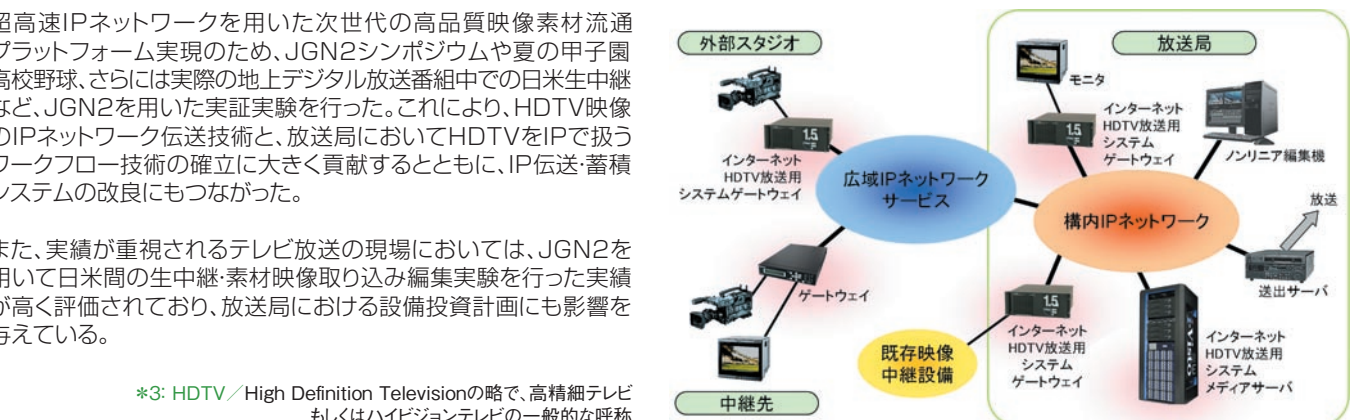
遠隔講義・会議用DV^{*1}、HDV^{*2} over IP伝送装置



JGN2を利用して、HDVを用いた臨場感あふれる遠隔講義・会議の実現に必要とされる、効率的な情報伝送技術、リアルタイム再現技術、ネットワーク制御技術、IPv6によるネットワーキング等の実践的な技術開発が行われた。この技術開発の成果が、多地点(7画面)マルチコントローラ・サーバシステムの開発につながった。



*1: DV / 従来型テレビ画質のデジタルビデオ規格の一つ
*2: HDV / ハイビジョン画質のデジタルビデオ規格の一つ



リサーチセンターによる研究開発

JGN2関連のリサーチセンターでは、ネットワーク分野において世界をリードする先端的な研究開発を推進するとともに、研究者の育成、国際的な連携、地域における連携を実施する拠点として重要な役割を果たした。

JGN2では、全国7箇所に整備されたリサーチセンターにおいて、“次世代高機能ネットワーク基盤関連技術・利活用技術”として、コアネットワーク、アクセスネットワーク、ミドルウェア、アプリケーションの4分野にわたる幅広い研究開発を実施した。先端的な研究活動を行い、国内外の学会における論文発表や研究コミュニティ等を通じてその研究成果の普及を図るとともに、博士号の取得を含む若い研究者の育成に寄与した。

また、一方では、地域の研究拠点として、産・官・学・地域の連携を基盤として、地域における研究活動にも多に貢献した。

ここでは、リサーチセンターの研究成果のうち、8つの具体的な取り組みを事例として紹介する。

●7箇所のJGN2リサーチセンターの研究活動



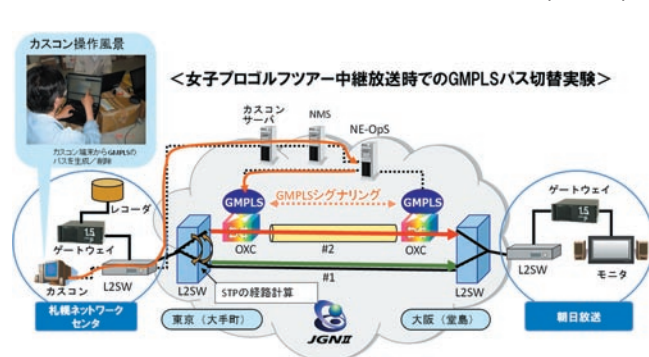
オール光ネットワークの実現へ

＜つくばリサーチセンター＞

◆GMPLSによる運用管理技術の研究◆

光ネットワーク上の信号をルーティングするための技術であるGMPLS運用管理技術の研究を推進。E-NNI (External Network-to-Network Interface) 接続実験、カスタムコントロールからのパス切替実験等を通してGMPLSルータ及びOXC (光クロスコネクタ装置) を実用化レベルまで向上させるとともに、運用管理システムの有効性も確認できた。また、主導的立場で世界初の2国間E-NNI接続実験にも成功した。

●GMPLSによる運用管理技術の研究例／カスタムコントロール(カスコン)



通信・放送融合技術の実証

＜中国リサーチセンター＞

◆IPv6マルチキャストによる映像配信実験の成功◆

IPv6マルチキャスト技術を利用した放送利用型の実証実験を、さっぽろ雪祭りとプロ野球キャンプの映像素材を活用して実施した。JGN2を利用した実験環境において、放送局が必要とする高信頼性・安定性に着目し、複数チャンネルのZapping検証を含めた放送実験環境における検証を行い、安定的かつ高品質の映像が活用できるレベルにあることを確認した。

●さっぽろ雪祭りのHD映像伝送実験



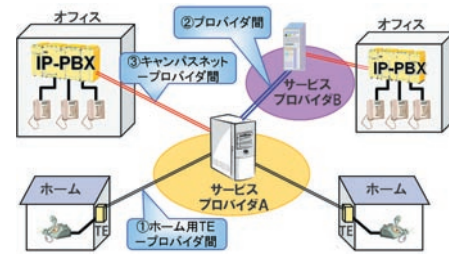
VoIP/SIP 相互接続実現への貢献

＜大手町リサーチセンター＞

◆国内外の機関における相互接続試験◆

NGN環境における重要ポイントのひとつでもあるVoIP/SIP機器の相互接続試験を主導的立場で実施。実証実験には、国内外の数多くの機関が参加し、マルチベンダによる機器の相互接続性が確認できた。また、本接続実験にて発見した問題点を踏まえて技術仕様等をTTC^{*1}及びIETF^{*2}へ提案し、国内・国際標準化活動にも貢献している。

*1: TTC / 情報通信技術に関する標準化団体
*2: IETF / インターネットにおける利用技術の標準化組織



e-Science等アプリケーションへの応用

＜大阪リサーチセンター＞

◆Grid技術の基盤となるミドルウェアの研究開発◆

e-Scienceの要素技術と複数のディスプレイを利用して高精細画像を表示させるTiled Display構築技術を統合。複数拠点間での大規模データ共有を可能にするe-Scienceのための分散協調可視化型ミドルウェアを構築した。PRAGMA^{*5}において発表し、支持を獲得。高速データ転送技術のgUDT^{*6}はデファクト標準であるGlobus Toolkit (GridFTP)に組み込まれる等、国際的な展開が期待される。

Forwarding a PRAGMA Greeting Message by Osaka Univ. President from Thailand USING JGNII TH-JP line.

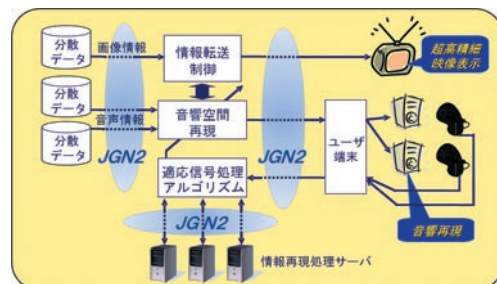
*5: PRAGMA / 環太平洋周辺諸国の研究機関や大学が参画するe-Science研究コミュニティ
*6: gUDT / gentle UDP-based data transferの略

分散リソース適応型情報配信システムの実現

＜四国リサーチセンター＞

◆サウンディングネットワークの研究開発◆

データ駆動型ネットワークプロセッサにより、高速なセキュリティ処理を低消費電力で実現できることが実証され、携帯情報端末のような機器でも協調・連携した接続が可能であることを示した。音響空間再現システムのための実時間信号処理を飛躍的に性能向上する方式を開発・評価し、その有効性が確認できた。

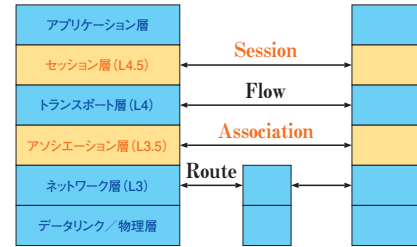


次世代高品質通信環境構築への貢献

＜九州リサーチセンター＞

◆クロスレイヤーアーキテクチャの研究◆

ユビキタス環境において通信品質の向上を目的として、アプリケーションが要求する品質を考慮したアクセス網・アクセス端末をシームレスに利用するため、アソシエーション層^{*3} (L3.5)とセッション層^{*4} (L4.5)を提案、開発した。新たなネットワークアーキテクチャ研究推進につながることを期待される。



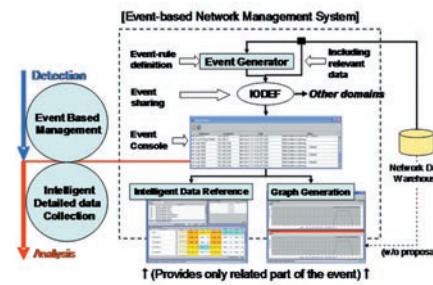
*3: アソシエーション層 / 最適な通信メディアを選択・動的に利用メディアを切替・動的に各メディアを利用
*4: セッション層 / 通信端末を選択・動的に利用端末を

安心・安全なネットワーク運用管理基盤の実現へ

＜東北リサーチセンター＞

◆トラフィック情報リアルタイム分析システムの完成◆

ネットワーク障害の原因となるイベントの検出・分析のため、「Top-Nトラフィック分析支援システム」、「イベント追跡システム」、「広域イベント情報共有分析システム」の開発/実証実験により、効果的なネットワーク管理が実現可能となったことを示した。この結果、実ネットワーク上で従来の手法では検出が困難なDDoS^{*7}、Winnyによる異常トラフィックの検出・分析が確認できた。



*7: DDoS / 分散DoS

市民参加型地域連携研究の実践

＜つくばリサーチセンター＞

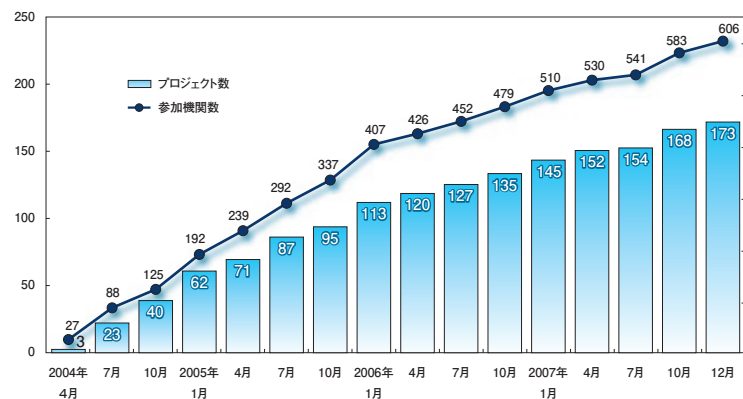
◆臨場感のある遠隔対話システムの実用化◆

実世界の映像やオブジェクトの情報からなるVR空間を共有し、ユーザの動作によるインタラクションが可能な遠隔地間コミュニケーションを実現。市民参加型の実証実験を経て、実用性の向上を図るとともに、ネットワーク要件へのフィードバックを実現。ミラーインタフェースの活用により、遠隔対話システムの新たな可能性を明示した。



データで見るJGN2

■一般利用プロジェクト／参加機関とプロジェクト数の推移<2004年4月～2007年12月／四半期ごと>



比較する項目		JGN	JGN2
●参加機関数	初年度	142機関	227機関
	中間時点	275機関	422機関
	最終年の1月末時点	459機関	618機関
	(うち海外研究機関参加)	(なし)	(45機関)
	●一般利用プロジェクト数	161件	175件

■JGNからJGN2への進展比較／研究者数・イベント利用の伸び

研究機関数のみならず、研究者数(延べ数)やイベント利用についてもJGNと比較してみると、JGN2はそれぞれ33.8%増・40.6%増と大きく上回り、進展の大きさが伺われました。

これは、後継テストベッドとして、JGNを利用していた研究者・企業が継続してJGN2を利用したことに加え、新規のJGN2利用が増えたことに起因するものと推測され、研究開発テストベッドネットワークの有用性・必要性の認識の高まりと、社会への浸透をも示したといえるでしょう。

また、この進展は、新たな研究機関や研究者を加えた研究コミュニティの発展にも寄与しました。

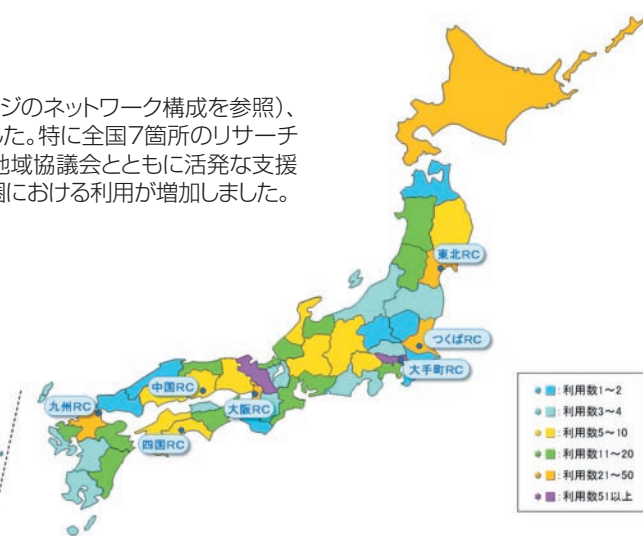
比較する項目	JGN	JGN2
●運用期間	1999年4月～2004年3月 <5年間>	2004年4月～2008年3月 <4年間>
●研究者数 <延べ数>	1,360人	1,820人 [33.8%増]
●イベント利用	初年度	17件
	2年目累計	42件
	3年目累計	85件
	最終年度累計	180件(124件 ^{*1})
		253件 ^{*2} [40.6%増]

【 】内の数値は、JGNと比較した場合の増加割合
 ※1: 2003年1月末(4年目)の累計数 ※2: 2008年1月末の累計数

■一般利用プロジェクトの都道府県別利用状況<2007年12月>

日本各地にJGN2のアクセスポイントが設置され(右ページのネットワーク構成を参照)、全国において一般プロジェクトの研究開発が活性化しました。特に全国7箇所のリサーチセンターが周辺地域の研究開発の核となり、関係大学や地域協議会とともに活発な支援活動を行うことで利用が促進され、九州、中国、近畿、首都圏における利用が増加しました。

さらに多くの研究機関でのJGN2利用を増やすため、各都道府県のアクセスポイントに少なくとも一つの研究機関が接続することを目標にした活動も積極的に行い、3年目の2006年度末には全国での利用を達成。JGN2利活用のオールジャパン体制が整いました。



企業・大学等の研究機関が利用する一般プロジェクトは、参加機関数・プロジェクト数とも、関係機関による積極的な利用促進活動や広報活動により、2004年4月のJGN2運用開始以来、順調に増加しました。

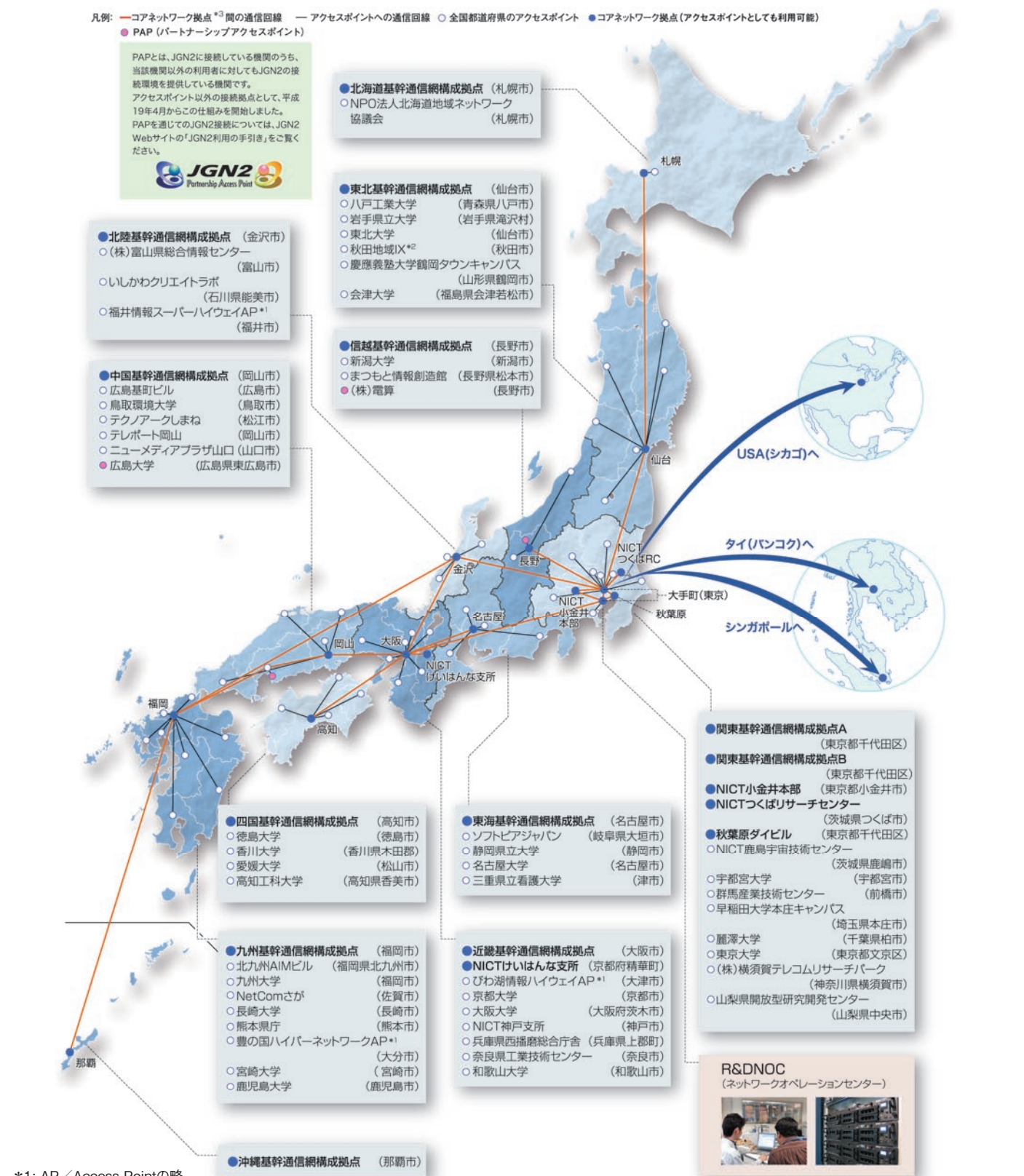
参加機関数を2004年3月まで運用されたJGNと比較した場合でも、順調な推移は同様ですが、運用期間が4年とJGNより1年少ないのに関わらず159機関も多い35%増となり、研究開発テストベッドネットワークの社会における認知度と必要性が高まったことが示されました。

また、海外の研究機関の参加が45機関あり、JGN2の国際回線による国際共同研究が活発に実施されたことは、特筆すべきことでした。

JGN2ネットワーク構成

JGN2ネットワーク構成として、光テストベッド、L2スイッチによるEthernet接続、IPv4/IPv6のデュアルスタックによるIP接続、及びOXC(OpticalCrossConnect)や最大10Gbpsインタフェースを準備するなど、JGNに比べ多様な実証実験が可能なテストベッドネットワークとしてスタート。さらに、ネットワーク研究の国際化をにらみ、米国回線、タイ回線、シンガポール回線の3種類の国際回線を順次整備したのも、大きな特徴でした。

またアクセスポイント(AP)は、全都道府県1箇所以上となる64箇所に設置され、全国を結ぶネットワークの接続拠点となりました。また、JGN2利用者のさらなる利便性向上及び地域の活性化のため、JGN2に接続している機関/ネットワークのうち、他の利用者に対しJGN2との接続環境を提供可能な機関をパートナーシップアクセスポイント(PAP)、ネットワークをパートナーシップネットワーク(PNW)とする仕組みを追加、相互協力体制を強化しました(PNWの運用開始は2008年4月)。



*1: AP/Access Pointの略
 *2: IX/Internet Exchangeの略
 *3: コアネットワーク拠点/各地域の基幹通信網構成拠点及び光テストベッド接続拠点