

# GEMnet2の概要

NTT研究所で開発した通信技術の実証的研究開発のため、ネットワークテストベッド：GEMnet2を構築・運用しています。本稿ではネットワークの構成、適用技術、外部研究教育ネットワークとの接続、実施されている主な実験内容、運用体制について紹介します。

こんどう よしつぐ おの ひろやす  
**近藤 好次 / 小野 大泰**  
 のぐち かずと  
**野口 一人**

NTTサービスインテグレーション基盤研究所

## GEMnet2とは

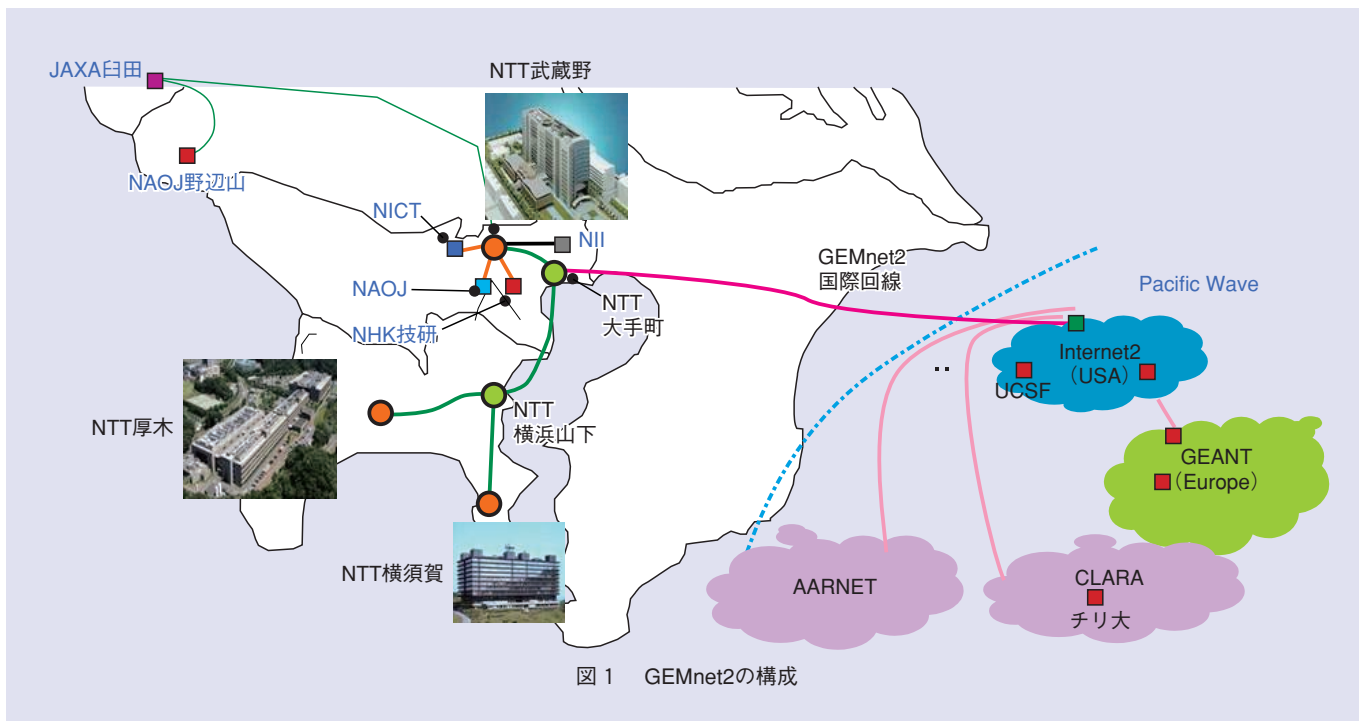
NTT研究所ではネットワーク技術の実験環境として、研究用テストベッド：GEMnet2 (Global Enhanced Multifunctional Network) を構築・運用し、所内で開発した通信技術の実証的研究開発に用いています。GEMnet2の特徴は、物理レイヤから研究所自前の技術を使ってネットワークを実現していること、国内外の研究教育ネットワークや外部研究機関と

相互接続しており、超高速アプリケーション実験を経済的に実施可能としていることにあります。これにより研究所全体でGEMnet2を利用し、光伝送技術からネットワーク技術、ミドルウェア技術、アプリケーション技術にわたる広範囲の研究が実施されています。

## GEMnet2の構成

GEMnet2の構成を図1に示します。武蔵野、横須賀、厚木の各研究

開発センタ間を、NTTコミュニケーションズ大手町ビル、同横浜山下ビルを介して光ファイバで接続しています。各拠点にはNTT研究所開発の光波長多重伝送システムであるAWG (Arrayed-Waveguide Grating)-STARやROADM (Re-configurable Optical Add-Drop Multiplex) システムを設置し、それぞれの区間では数十ギガビット/秒の通信容量を有しています。GEMnet2ではこのリソースを、実験の都合に応じて波長単位、



レイヤ2接続、レイヤ3接続などさまざまなかたちで提供しています。

研究所内のアクセスポイントの例として武蔵野センタおよび横須賀センタに設置してある伝送装置を図2に示し

ます。図2(a)に示した武蔵野センタの機械室では、伝送装置と基幹のIPルータ・スイッチを設置しています。写真はROADM装置です。

図2(b)に示した横須賀センタでは、

図の右から順にROADM, PTS (Photonic Transport System), AWG-STARの光波長多重伝送装置、および監視装置が並んでいます。また、厚木センタにもアクセスポイントがあります。

いずれの場合も、各研究所の実験室とアクセスポイントとの間を構内光ファイバ網で接続することにより、ギガビットイーサなどでGEMnet2にアクセスすることが可能になります。

最近の研究開発ではNTT研究所内にとどまらず、外部の公的研究機関や大学、時には事業会社を交え、共同で実証実験や研究連携を実施する機会が増えつつあります。そのためGEMnet2では、図3に示すように、国立情報学研究所(NII: National Institute of Informatics)、情報通

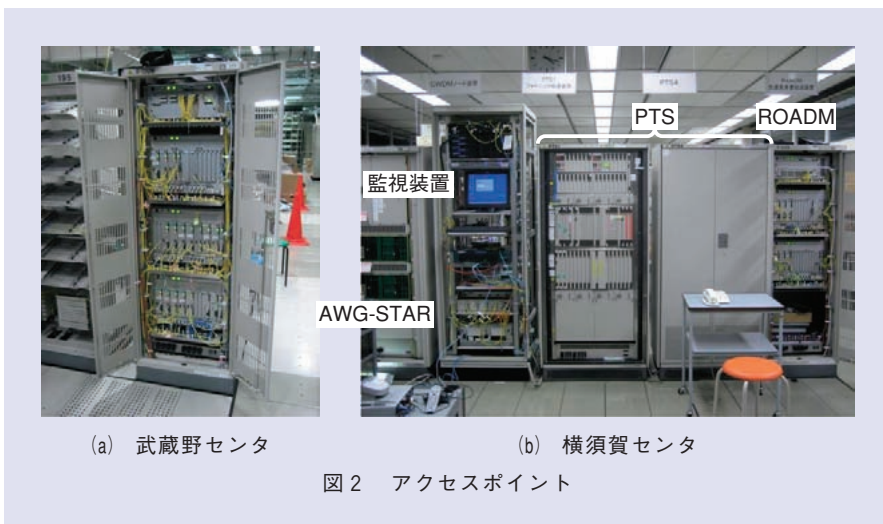


図2 アクセスポイント

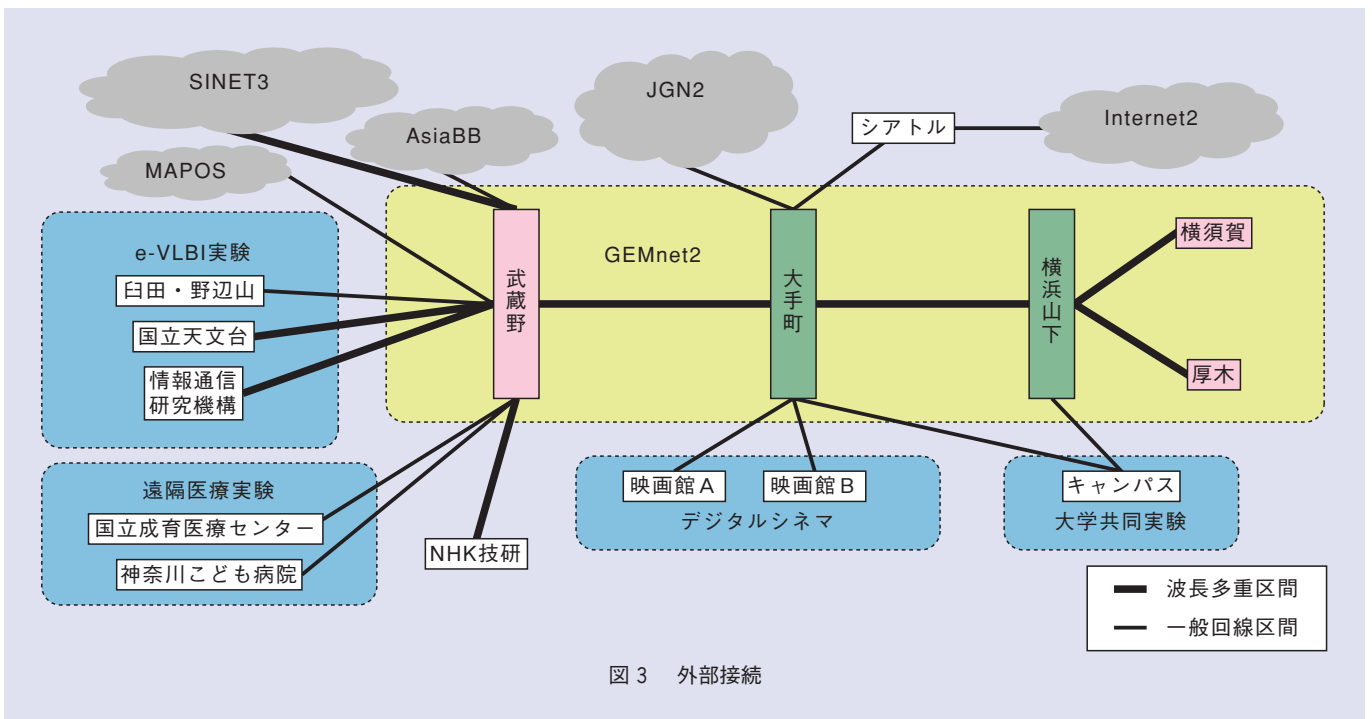


図3 外部接続

信研究機構（NICT：National Institute of Information and Communications Technology）、国立天文台（NAOJ：National Observatory of Astronomy Japan）、NHK放送技術研究所（NHK技研）とも光ファイバで直接結び、波長多重装置を使って大容量接続を実現しています。そのうえで国立情報学研究所が運用するSINET3（Science Information Network）、情報通信研究機構が運用するJGN2（Japan Gigabit Network）との相互接続を行っており、それぞれのネットワークに属する大学や研究機関との高速なネットワーク実験がなされています。

GEMnet2では米国シアトルに拠点を持ち、NTTコミュニケーションズのArcStarサービスを利用して海外接続を実現しています。シアトルにあるワシントン大学が運営するPacific Waveを経由し、米国の学術ネットワークであるInternet2をはじめ、台湾、オーストラリア、ニュージーランド、ヨーロッパ、中南米の研究教育ネットワークに接続できます。これにより、海外の大学・研究機関との共同実験が実現されています。

特定の実験で使用する回線については、拠点に応じてBフレッツ、ビジネスイーサ、ギガストリームなどの商用サービスを利用しています。大学や病院、映画館から、武蔵野センターや大手町ビル、横浜山下ビルまで実験期間だけリンクを延ばしてGEMnet2

と接続し、研究所内の実験室の機器にデータを配信して実験を実施しています。

### 実証実験と運用体制

#### ■実証実験

GEMnet2を使ってAWG-STARやROADMといった物理レイヤ、IPv6、GMPLS（Generalized Multiprotocol Label Switching）などのネットワークレイヤ、およびデジタルシネマ、CineGrid、SHV（Super High Vision）などの高精細映像伝送技術をベースとしたアプリケーションレイヤまでさまざまな実験が実施されています。

実施されている実験数の推移を図4に示します。実施形態の観点では、実験を3つに分類することができます。すなわち①NTT研究所内で行われてい

るもの、②NTT技術に加え、外部研究機関との連携により実施されているもの、③外部研究機関との科学・医療応用を目的としたもの、です。近年、②の形態での実験が増えていることが分かります。

GEMnet2では科学技術アプリケーションとして国立天文台や情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構（JAXA：Japan Aerospace Exploration Agency）とともにe-VLBI（Very Long Baseline Interferometry）を使った大容量電波天文観測データや測地データの伝送技術の共同研究に早期から取り組みました。2006年、その先駆的功績が認められ、Internet2の会合で表彰されるなど、国際的にも高い評価を受けています<sup>(1)</sup>。

ネットワークの医療応用としては、

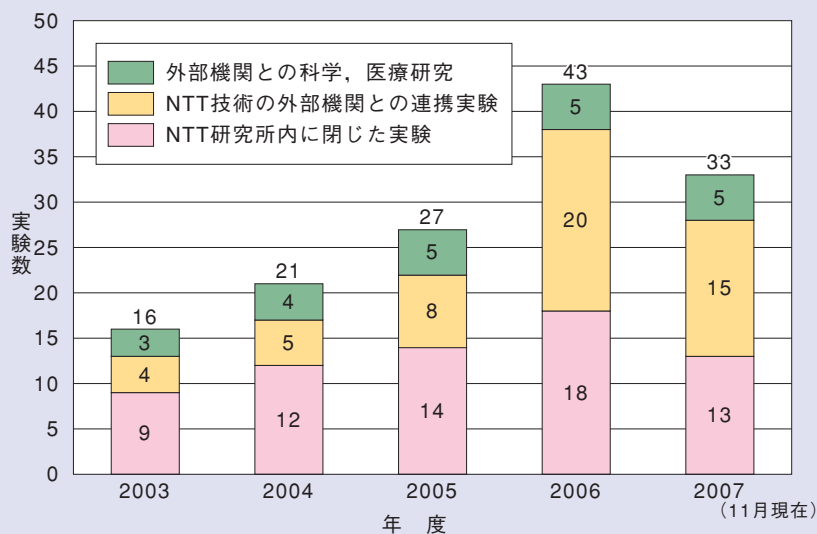


図4 実験数の推移

国立成育医療センターとの遠隔胎児医療に関する共同実験に取り組んでいます。胎児医療は欧米に比べて日本国内の専門医が少ないため、正確な診断や治療を受ける機会が極端に少ないのが現状です。我々は、ネットワークを使って超音波エコーによる診察画像を遠方の専門医に送り、双方の医師が画像を操作し、議論しながら診断を下す環境を整えつつあります。これにより、医師の間で症例を共有し、専門知識を広めることが可能になります。セキュリティを保ったまま高精細な診断画像をストレスなくやり取りする環境を構築することが課題です。現在、東京～神奈川、あるいは東京～サンフランシスコ間で実験を重ねています<sup>(2)</sup>。

GEMnet2は、NTT R&D フォーラム、Interop、Super Computingなどのイベントにおける展示に協力し、NTT研究所のプレゼンスの向上とNTT研究所プロダクトのアピールに協力しています。特に2005年12月に開催されたNTTグループコミュニケーションEXPOでは、米国、中米、南米各国の研究教育ネットワーク技術者の協力を得て、日本～米国～メキシコ～パナマ～チリ間のルート設定を行い、遅延時間250 msで安定な接続を実現しました。日本～チリ間の約2万kmにおける光信号の伝搬時間が約200 msであることを考慮すると、途中のルータ・スイッチでの遅延がわずか50 msであることが分かります。このネットワークを使ってチリ大の光学望遠鏡、

あるいはアンデス山中の銅鉱山の碎石ハンマーを東京の会場から遠隔操作し、入場者の注目を集めました<sup>(3)</sup>。

### ■サポート体制

GEMnet2では研究者のさまざまなレベルでの要求にこたえるため、分業体制をとっています。実験全体をサポートするSE担当に加え、光ファイバや波長多重装置などを管理・運用する伝送担当、ルータ・スイッチを設定・管理するIP担当、映像機器・音響装置などを管理する映像担当とレイヤごとに専門家をそろえています。実験の企画・立案から、回線作製、VLANなどルータ・スイッチの設定まで、実験開始に必要な段階に応じてサポートします。実験期間中は伝送設備とIP設備などのネットワークの監視、保守運用を行い、障害発生時や構成変更に対応しています。

今回の特集で紹介されているとおり、いくつかの実験はGEMnet2チームと各研究所、事業会社、外部の研究教育ネットワークとの協働により実現しています。こうした場合、ネットワーク構築に必要な外部組織との折衝、実験時の技術サポート、負荷試験器や遅延挿入装置を使ったネットワーク性能測定も必要に応じて支援しています。

### 今後の展開

今後はGEMnet2の活動の理解を深め、利用を促進していきます。また、レイヤ1スイッチなどの新しい技術を

取り入れて利便性を高めるとともに、効率的な運用を目指していきます。さらに、実証実験を通じて蓄積したノウハウを研究者にフィードバックできるよう取り組みます。

### ■参考文献

- (1) <http://www.internet2.edu/idea/2006/e-vlbi.html>.
- (2) 千葉：“胎児外科治療の取り組み,” 生体通信技術ワークショップ, 2007. 7.
- (3) H. Uose, M. Oinuma, K. Noguchi, Y. Sakai, K. Tatematsu, E. Vera, N. Baloian, H. Pulgar, M. Ramos, and L. Mujica: “Global Academy” - Remote Network Applications Connecting Japan and Chile over GEMnet2 and R&E Networks,” NTT Technical Review, Vol.4, No.5, pp.28-39, 2006.



(左から) 小野 大泰/ 野口 一人/  
近藤 好次

GEMnet2の構成、適用技術、外部接続、実験内容、運用体制を紹介しました。今後も各研究所の実証実験をサポートしていきます。

### ◆問い合わせ先

NTTサービスインテグレーション基盤研究所  
サービスイノベーションSEプロジェクト  
TEL 0422-59-7809  
FAX 0422-59-3354  
E-mail [nogu@aecl.ntt.co.jp](mailto:nogu@aecl.ntt.co.jp)