

JGN・JGN2からAKARIへ

渡辺健次*

大谷 誠†

1 はじめに

インターネットの歴史を振り返ってみると、ARPANETによる「研究開発の実験段階」に始まり、NSFNETを中心とした「研究開発の実用化段階」で開発が進み、いわゆる「学術研究ネットワーク」を経て、商用サービス (ISP) による定常的な「運用ネットワーク」へと進化してきたことが解ります。「運用ネットワーク」への移行以降、世界的に普及したインターネットは、社会基盤として重要な位置を占めるようになりました。

この「運用ネットワーク」への移行は、1995年の米国でのNSFNETの停止、およびISPの発展によるものです。時期を同じくして日本でもISPがサービスを開始して今に至ります。

ところが1995年のNSFNETの停止後、ネットワークを研究している米国の研究者は、後を引き継いだ商用ISPが提供するネットワークに不満を持ちます [1]。

- 次世代技術の開発に必要な高速サービスが提供されない
- 研究者が実験機材を接続することが容易に許可されない
- 大学への特別割引サービスが提供されていない

このため、次世代のインターネットに関する研究開発が必要という気運が高まり、産学官連携で次世代のインターネットに取り組むべきとする世論が高まりました。これがvBNS、Internet2、そしてアメリカ政府が提唱したNext Generation Internet (NGI) 計画につながってゆきます。

一方、日本においても、超高速テストベッドネットワークの必要性が叫ばれるようになり、それを受けて

通信・放送機構 (TAO) が、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、1999年にJapan Gigabit Network (JGN) の運用を開始しました。

このJGNは2004年からJGN2となり、2008年からJGN2plusとなりました。同時に新世代ネットワークの研究活動「AKARI」が始まり、未来のネットワークをデザインする研究が始まりました。

本稿ではJGN・JGN2、およびそれらと佐賀大学の関係を振り返り、後継であるJGN2plusと、新たに始まったAKARIについて紹介します。

2 JGN

2.1 JGNの概要とネットワーク構成

JGN (Japan Gigabit Network) は、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、情報通信技術の水準向上に寄与することを目的に、通信・放送機構 (TAO) が、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ネットワークとして、1999年4月から運用を開始し、2003年度まで5年間運用されました [2]。

JGNは、2.4Gbpsのバックボーンで全国10か所に設置したATM交換設備を結び、各ATM交換設備から56か所の接続装置を最大600Mbpsの回線で結んでいました [3]。

さらに、JGNと連携した研究開発施設として、10か所の直轄研究開発施設 (リサーチセンター) 及び5か所の共同利用型研究開発施設 (ギガビットラボ) を設けていました。

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ネットワークを構築しました。さらに、将来の長距離伝送に対応したインターネットプロトコルの開発等を促進

*理工学部知能情報システム学科/総合情報基盤センター, watanabe@is.saga-u.ac.jp

†総合情報基盤センター, otani@cc.saga-u.ac.jp

する目的で、2002年1月には最大約35万kmの長距離・大容量のネットワークを構築しました。

ネットワーク環境の整備と並行して、各地域でのJGNを利用した研究を推進するために「地域協議会」が設けられ、九州地域では「次世代超高速ネットワーク九州地区推進協議会」と「次世代超高速ネットワーク九州地区推進協議会利用促進部会」が設けられました[4]。前者の副会長は、理工学部知能情報システム学科の近藤弘樹教授でした。

2.2 佐賀大学でのアクティビティ

JGNは、研究開発の目的であれば、原則として誰でも無料で利用できました。ただし、アクセスポイントまでの足回り回線は、利用者が用意する必要がありました。佐賀地域では、佐賀新聞社内の「ネットコムさが」にアクセスポイントが置かれ、155MbpsのATM回線で上流とつながっていました。

そのため、JGNを利用するためには、佐賀新聞社まで自前で足回り回線を用意する必要がありました。当時を振り返ってみると、これが大きな課題となりました。

そのような背景の中、佐賀大学ではJGNを利用した以下の研究に取り組みました（ほぼ時系列に並べています）。

1. IEEE 1394を用いた高速他地点間マルチメディア統合環境実験 [5]
2. 革新企業の戦略分析 (佐賀大と慶応大との遠隔講義) [6]
3. JBプロジェクト (WIDEプロジェクト) [7]
4. 超高速バックボーンへの地域集約接続アーキテクチャとその利用に関する研究 (九州ギガポッププロジェクト) [8]
5. 広島地域の学校における高度マルチメディア通信に関する研究プロジェクト (「マメ de がんす」プロジェクト) [9][10]
6. JGNv6プロジェクト [11]

これらのプロジェクトの内容を今振り返ってみると、例えば遠隔講義のように、超高速ネットワークを活用

した大容量データ通信が実現する、高精細ビデオ会議を活用したものが多いことが解ります。1、2、5がそうですし、4、6もアプリケーションの一つとして遠隔中継がありました。当時のインターネット環境では出来なかったことが、JGNを用いることで可能になったとも言えるでしょう。

JGNv6プロジェクトでは、JGNを利用して全国規模のIPv6ネイティブネットワークが構築され、佐賀大もルータ運営組織の一つとして、IPv6ネットワーク運用技術について研究を行いました。

また、革新企業の戦略分析 (佐賀大と慶応大との遠隔講義) は、この後のJGN2における佐賀における様々な活動のきっかけとなりました。

3 JGN2

3.1 JGN2の概要とネットワーク構成

JGN2は、前章で紹介したJGNを発展させた新たな超高速・高機能研究開発テストベッドネットワークとして、独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) が2004年4月から2008年3月まで運用されたオープンなテストベッドネットワーク環境でした。産・学・官・地域などと連携し、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が行われました [12]。

JGN2では、全国規模のIPネットワーク、光波長ネットワーク、光テストベッドの研究開発環境が提供されました。また、2004年8月から米国回線を、2005年11月からタイ回線及びシンガポール回線を整備し、国内外の研究機関と連携した研究開発が推進されました [13]。

JGNがATMで構成されたネットワークだったのに対して、JGN2はEthernetで構成されるネットワークになりました。利用可能なサービスとしては、全てのアクセスポイントにて利用可能なL2サービス、L3サービスがあります。また、特定のアクセスポイントでのサービスとして、OXC接続サービス、10G接続サービス、光テストベッドサービスの各種実証実験環境が提供されました。佐賀では、ひきつづき佐賀新聞社内の「ネットコムさが」にアクセスポイントが設置され、100Mbpsで上流につながっていました。

一方、JGN2 では体制面での強化が図られ、研究開発の促進や円滑かつ効率的な運営を図るため、次世代高度ネットワーク推進会議を設置されました。さらに、この次世代高度ネットワーク推進会議の下に幹事会、利用促進部会、研究推進部会、国際共同研究推進部会を設置されました。

JGN 同様、各地域での JGN2 を利用した研究を推進するために「地域協議会」が設けられ、九州地域では「次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会」と「次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会利用推進部会」が設けられました [14]。後者の利用推進部会長を筆者がつとめていました。

3.2 佐賀大学でのアクティビティ

JGN2 は Ethernet のネットワークになったので、高価な ATM スイッチやルータを用意する必要がなくなり、接続が容易になりました。また、JGN2 が始まった時点で佐賀新聞社までの回線が用意されているなど環境の整備も進んでいました。

JGN からの継続も含めて、佐賀大学では以下の研究が JGN2 を利用して行われました。

1. JB プロジェクト (JGN からの継続)
2. JGNv6 プロジェクト (JGN からの継続)
3. 超高速バックボーンへの地域集約接続アーキテクチャとその利用に関する研究 (九州ギガポッププロジェクト、JGN からの継続)
4. 工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究 [15][16]
5. 佐賀大と長崎大間の遠隔講義 [17]

このリストのうち 4 は、2001 年から佐賀大学、ネットコムさが、佐賀県内の工業系高等学校と共に行っていたプロジェクトで、JGN2 が提供する IPv6 ネットワークを用いて、全国規模に成長したものです。

プロジェクトでは、次の時代を担う高校生・高専生が、IPv6 を用いてユビキタス・ネットワークとユビキタス・コンピューティングに取り組み、ユビキタス社会をイメージし、システムを作成し、自ら具体的に試みることを通じてユビキタス社会の創造に参画することを実践的に研究しています。

プロジェクトでは、高校生・高専生は、各種ロボットの遠隔制御から始め、ラジコンカー、エコノカー、2足歩行ロボット、ボクシングロボット、相撲ロボットなどを、情報端末と IPv6 ネットワークとを結びつける役割をするネットワークインタフェースである情報家電コントローラを通じて結びつけ、JGN2 を介して遠隔地から操作しました。また生徒達は、研究成果を国際会議において英語で発表しました。

このプロジェクトは非常に高く評価され、2007 年に「利用促進賞 (地域貢献優秀賞)」[18] を、2008 年に「JGN2 アワード (地域貢献・人材育成賞)」[19] を受賞しました。

4 JGN2plus

前章の JGN2 は 2008 年 3 月で運用を停止し、2008 年 4 月からは JGN2plus が始まっています。

JGN2plus は、情報通信研究機構 (NICT) が推進する新世代ネットワークの研究開発を支えるテストベッドネットワークであり、JGN2plus のリサーチセンター (SPARC: Service Platform Architecture Research Center) における研究開発活動を展開するとともに、従来と同様にオープンなテストベッドとして、ネットワーク関連技術の研究や多様なアプリケーションの開発等、基礎的・基盤的な研究開発から実用化に向けた実証実験まで幅広い研究活動を推進するものです [20]。

全国規模の研究開発用ネットワークを運用し、申請すれば L2/L3 サービスを利用することができます。また、地域ネットワークとの相互接続も予定されており、JGN2plus では地域ネットワークとの連携 / 相互接続による、地域における各種プロジェクトを通じて、相互の利用促進と活性化に努めるとされています。これを PNW (パートナーシップネットワーク) と呼びます [21]。

また、JGN2 からの継続として、「次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会」と「次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会利用推進部会」が設けられることになっています。

一方で JGN2plus は、次章で説明する「新世代ネットワークアーキテクチャ設計プロジェクト AKARI」とのインタフェースも果たします。

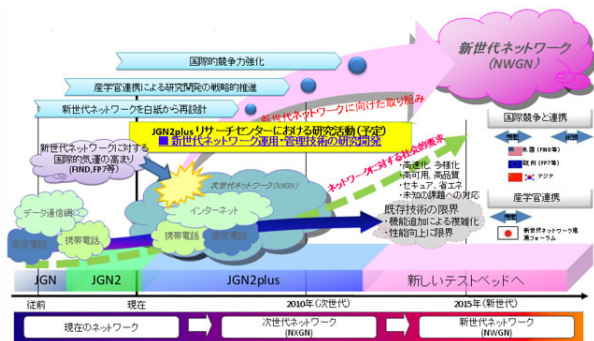


図 1: JGN2plus と新世代ネットワークに関する研究活動 ([20] より引用)

5 新世代ネットワークアーキテクチャ設計プロジェクト AKARI

情報通信研究機構 (NICT) は、2007 年 10 月、「新世代ネットワークアーキテクチャ設計プロジェクト AKARI」を発表しました [22]。「AKARI 概念設計書」には、以下のことが記されています [23]。

将来の社会は、計算機やネットワークが遍在するだけでなく、それを通じて実社会の中に情報ネットワークが組み込まれて豊かになる人間社会である。インターネットは情報ネットワーク社会までを想定して設計されていなかったため、社会の変遷を担うことができず人類の可能性を伸ばすことができない。20 年後、30 年後の情報ネットワーク社会を実現するためには、現実と仮想空間を融合しそれらを扱える「新世代」のネットワークが必要となる。その新世代のネットワークを、我々はインターネットが限界に到達する前に生み出す必要がある。

AKARI プロジェクトは、2015 年に新世代ネットワークを実現することを目指し、そのためのネットワークアーキテクチャを確立し、それに基づいたネットワーク設計図を作成することを目的としています。言い換えますと、未来のネットワークをデザインすることです。新しいネットワークアーキテクチャを研究するにあたり、現在のしがらみに捕われずに、白紙から理想を追い求めます。その後で現在からの移行を考える立場を取ります。設計原理に基づいて社会インフラとしてのネットワーク全体のグランドデザインを行います。そのためには、各基盤技術やサブアーキテクチャの選

択や、統合による単純化が必要となります。

将来、ネットワークに対する社会からの要求は以下のもの等が挙げられる。

1. ペタビット級バックボーン、10G FTTH、 e-Science
2. 1000 億デバイス、M2M、100 万放送局
3. 競争原理とユーザ指向
4. 頼れる (医療、交通、緊急) 99.99
5. 安全・安心 (プライバシー、金融、食品追跡、災害)
6. 豊かな社会、障害者、高齢化社会、ロングテール
7. 地球環境・人間社会モニタリング
8. 通信放送融合、Web2.0
9. 経済的インセンティブ (ビジネス・コストモデル)
10. エコロジー、持続社会
11. 人類の可能性、ユニバーサルコミュニケーション

これらの社会的要求に対して、我々は、以下の設計要求をふまえて新世代ネットワークアーキテクチャを設計し、人類の発展に貢献したい。

1. 大容量。現在に対して 10 年後には約 1000 倍と見積られるトラヒックに対し、それを満足する高速大容量化が必要になる。
2. スケーラブル。ネットワークに接続される機器は高性能なサーバから単機能のセンサまで多岐に渡り、特に小さな機器は生成するトラヒック量が小さくとも、その数が膨大になり、ネットワーク中のアドレスや状態の数に影響を与える。
3. オープン性。ネットワークはオープンであり、適切な競争原理を支援できるようになっていることが必要である。
4. 頑強性。医療にも使えるし、信号機の制御など交通にも使えるし、緊急時の通報にも使えるなど、ネットワークに大切なものを託すため、高可用性を提供できなければならない。

5. 安全性。すべての有無線の接続に対して認証を行えるアーキテクチャでなければならない。また、災害時にはその状況に応じた安全性と頑強性を発揮できるように設計されているべきである。
6. 多様性。特定のアプリケーションや利用傾向を前提とせずに、多様な通信要求を前提として設計と評価を行わねばならない。
7. 遍在性。持続可能な開発を世界的に実現するためには循環型社会を構築する必要があり、そのためには地球環境を様々な視点で広範にモニタリングするネットワークが不可欠である。
8. 統合単純化。各機能を詰め合わせるだけの統合ではなく、選択し共通部分を括りだすことにより単純にせねばならない。単純にすることで信頼性を高め、その後の拡張を容易にする。
9. ネットワークモデル。情報ネットワークが社会基盤であり続けるためには、サービス提供者や通信事業者に対する適切な経済的インセンティブが働くよう、ネットワークアーキテクチャはビジネス・コストモデルを含んだ設計が必要である。
10. 省電力。ネットワークの性能向上と共にその消費電力は増えつづけ、ルータは、このままでは小規模発電所レベルの電力を必要とする。将来の情報ネットワーク社会は地球に優しくなければならない。
11. 発展性。ネットワークは持続すること、つまり社会の発展にあわせてネットワークも発展できる柔軟性が必要である。

以上のように、AKARI が目指す新世代ネットワークアーキテクチャは、20 年 30 年にとどまらず 50 年、100 年と人類の発展に対応することを目指した壮大なものとなっています。

また、日本での AKARI のように、既に欧米においても、新世代ネットワーク研究、テストベッドネットワーク構築・運用が進められてます [24]。

6 まとめ

本稿では JGN・JGN2、およびそれらと佐賀大学の関係を振り返り、最後に JGN2plus と AKARI を紹介しました。

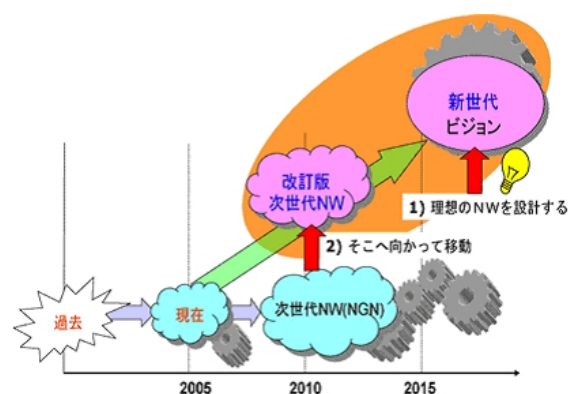


図 2: AKARI の目指すもの ([22] より引用)

JGN、JGN2 を経て、JGN2plus そして AKARI と見ることで、ネットワークの研究は新たなステージに入ったことがお解りいただけると思います。

参考文献

- [1] 尾家祐二, 後藤滋樹, 小西和憲, 西尾章治朗: “インターネット入門”, 岩波書店, ISBN4-00-011051-9 (2001.9).
- [2] 通信・放送機構: “JGN の概要”, http://www.jgn.nict.go.jp/jgn_archive/03-about/3-1.html
- [3] 通信・放送機構: “ネットワーク構成”, http://www.jgn.nict.go.jp/jgn_archive/03-about/3-2.html
- [4] 通信・放送機構: “地域協議会”, http://www.jgn.nict.go.jp/jgn_archive/06-act/6-6.html
- [5] “IEEE1394 を用いた高速多地点マルチメディア統合環境 (MINE) 実験”, http://www.jgn.nict.go.jp/jgn_archive/06-act/06-3/panel2002/G11015.pdf
- [6] WIDE Project: “革新企業の戦略分析”, <http://www soi.wide.ad.jp/class/20000008>

- [7] 江崎浩, 加藤朗, 村井純, 宮原秀夫: “JB プロジェクト”, 情報処理, Vol. 43, No. 11, pp. 1178 - 1185 (2002.11).
- [8] 岡村耕二, 平原正樹, 大森幹之, 浅原雄一, 渡辺健次: “九州ギガポッププロジェクト”, 情報処理学会誌, Vol. 43, No. 11, pp. 1198 - 1203 (2002.11).
- [9] 中国・四国インターネット協議会 (CSI): “「MAME de がんす」プロジェクト”,
<http://www.csi.ad.jp/activity/MAMEdeGansu/>
- [10] 渡辺健次, 大谷誠, 副島和久: “高速ネットワークと高品質マルチメディアを利用した学校間音楽交流”, 佐賀大学学術情報処理センター広報第 3 号, pp. 71 - 76 (2003).
- [11] “JGNv6 Web Server”, <https://www.jgnv6.jp/>
- [12] 情報通信研究機構: “JGN II の概要”,
http://www.jgn.nict.go.jp/japanese/03-about_jgn2/overview/index.html
- [13] 情報通信研究機構: “ネットワーク構成”,
http://www.jgn.nict.go.jp/japanese/03-about_jgn2/nw/index.html
- [14] 情報通信研究機構: “次世代高度ネットワーク九州地区推進協議会”,
<http://www.kyushu.jgn2.jp/%7Ejgn2kyu/index.html>
- [15] 中村隆敏, 山田成仙, 山下利秀, 末次孝文, 緒方俊彦, 溝口正昭, 西村龍一郎, 江頭広幸, 大谷誠, 田中久治, 渡辺健次, 近藤弘樹: “ユビキタス社会を創造する先導的人材育成の為に新しい情報教育の提案と実践”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 30, No. 3, pp. 249 - 257 (2006.12).
- [16] 渡辺健次: “工業系高等学校における IPv6 を用いたユビキタス社会実験研究”, 2008 年電子情報通信学会総合大会, BK-1-4 (2008.3).
- [17] 渡辺健次, 森田裕介, 柳生大輔, 藤木卓: “高精細映像による遠隔非常勤講義の実践”, 日本教育工学会 第 20 回全国大会講演論文集, pp. 829 - 830 (2004.9).
- [18] 佐賀大学広報室: “「ユビキタス社会実験研究プロジェクト」利用促進賞を受賞”, 佐賀大学学内報, 2007.2 NO.26 (2007.2).
- [19] 佐賀大学広報室: “佐賀大学が「JGN2 アワード 地域貢献・人材育成賞」を受賞”,
<http://www.saga-u.ac.jp/viewnews.php?ui=c2FnYS11&fd=dG9waWNz&newsid=76>
- [20] 情報通信研究機構: “JGN2plus の概要”,
http://www.jgn.nict.go.jp/jgn2plus_preview/about_jgn2plus/index.html
- [21] 情報通信研究機構: “JGN2plus 提供サービス”,
http://www.jgn.nict.go.jp/jgn2plus_preview/about_jgn2plus/service.html
- [22] 情報通信研究機構: “～新世代ネットワークアーキテクチャ設計プロジェクト～ AKARI”,
<http://akari-project.nict.go.jp/index2.htm>
- [23] 情報通信研究機構: “AKARI 概念設計書”,
<http://akari-project.nict.go.jp/conceptdesign.htm>
- [24] 情報通信研究機構: “新世代ネットワーク関連リンク”,
<http://akari-project.nict.go.jp/link.htm>