

地域間相互接続実験プロジェクト

地域間相互接続実験 (RIBB) は、通信・放送機構 (TAO) が設置・運営を行う JGN で地域網を互いに接続することにより、地域のインターネット活動への相乗的な効果を与えることを目的とした研究開発活動である。本稿では RIBB の活動についてまずその概略を示す。そして、RIBB での活動でも特に活発な、地域イベント動画像の全国配信の実証実験について述べる。さらに、これらを通して、JGN が地域インターネット活動に与えたインパクトについて解説する。

菊池 豊 高知工科大学
yu@kikuken.org

中川郁夫 (株) インテック・ネットコア
ikuo@toyama.net

樋地正浩 東北インターネット協議会
hiji@tia.ad.jp

八代一浩 山梨県立女子短期大学
kaz@yamanashi-ken.ac.jp

林 英輔 麗澤大学
hayashi@reitaku-u.ac.jp

誕生

議事録によると 1999.05.01、場所は西新宿にある麗澤大学東京研究センター、出席者は地域 IX 関係者を中心として 40 名。4 時間超の議論が戦わされ、JGN を使った新しいプロジェクトの立ち上げが決まった。題して「地域間相互接続実験プロジェクト」という。

JGN 出現以前も、各地域ごとに地域インターネットと呼ばれる活動があった。北海道、宮城、山梨、富山、名古屋、岡山、広島など。それらは各々歴史と規模を持ち、各地域において有効に機能していたのは確かである。またそれらの活動は互いに知るところであり、それまでに 7 回開催されている地域 IX 担当者会議や本会 DSM 研究会などで顔とノウハウの交換などもやっていた。しかし、地域網が直接接続され、各地域のトラフィックや知の交換が有機的に行われることはなかった。

そこに全国を網羅する高速実験網ができる、それもただで使えるようになるというのだから、これは我々のために企画しているとしか思えない話に関係者は色めきたった。JGN の何がどうなのか、一体本当に使えるかどうかははっきりしないまま、我々はプロジェクトを開始することを決定した。

●ネーミング

何かが生まれたら次にやるのはネーミングである。これはプロジェクトの成否を左右する重要な作業であって、誰を CNO (最高命名責任者) にするかの重要な決定がメンバによって行われた。

ある発表を聞いたところによると、なんでも JGN を

使う JB というプロジェクトがあるそうだ。JB が何の略かは聞けなかったものの、JB のロゴの背景にある象形文字からも考えて、J が東アジアにある国名、B が脊椎動物の特徴を示す代表的な器官を示しているに違いない。

さて、そうなら我々も気の効いた名前を与えなくてはならない。CNO が考えたのは RIBB (Regional Internet BackBone) である。後述するように、プロジェクトには東京中心からの分散という側面があるからプロジェクト名に中心を意味するような語彙は持ってきたくない、それでいて中央集中を越えるにははて何がよかろう。それには分散して中心を囲むのがよいだろう、そう CNO は考えて RIBB と命名した。B が重なっているのは 3 文字だとすでにどこかがドメイン名を取得しているに違いないからというだけの話で、発音を変えないままで 4 文字にしたためである。

●当時の将来予想

当時、企画を提案した中川は、「5 年前を考えろ。そもそも日本のインターネットに商用 ISP があったか。海外線は 0.2 ~ 0.5Mbps だった。今は OC3 だ。では 5 年後はどうなる」という背景説明をしている。大胆なことに 5 年後の予想までしてあり、それには回線の高速化・多様化が起り、プロバイダサービスは分業化され、経路制御技術の進歩と IPv6 の台頭があるとされている。現在まだ 5 年は経っていない段階にして、おおよそ正解であったことが分かる (表-1)。今日で言うブロードバンド、それが来る時の準備をしなくてはならない。これが我々のプロジェクトの背景の 1 つである。

●もう1つの背景

研究打合せを地方で行う場合に時間を節約しようとする、羽田空港経由で地方から地方へと飛行機を乗り継ぐことが多くなる。たとえば高知から石川に移動しようとする、と三角形の長い2辺を飛行機で移動するような嫌な動きをしなければならない。JTBの時刻表の始めの方には日本の航空網が模式的な図に表現されている。経路の多くが羽田に集中しているのが分かる。この図は便数を反映していないから頻度を反映すると凄い図になるであろう。

現在の日本のインターネットトポロジも航空網同様である。各ISPごとに東京を中心とするスター構造を持ち、それぞれのISPが東京のIXで接続するという構造を持っている。この構造が多くの歪みを生み出した。

たとえば地方では同じ域内の通信でも、ISPが同じか違うかでスループットがまったく異なる。ISPが異なればかなりの確率で東京を経由するからだ。また、東京のIXが被災すると関東以外の地域のIP網も分断される。これは阪神大震災を思い出していただいてもよいし、最近ではニューヨークの世界貿易センタービルを思い出していただいてもよいであろう。冗長性に乏しいというのは「いまそこにある危機」が存在するということである。

そして最も重要なのは、IXに向かって設備・資本・人材が集まることである。たとえばASPやデータセンターを置こうと考え、ISPによらずに一定のスループットが期待できる場所が最適である。それはトポロジで言うとIXに近いところが望ましく、その上、この構造は拡大再生産を起こすから、結局のところ、ユーザの分布以上に経済活動が東京に集中することになる。

この東京依存性は物量、すなわちトラフィック量と強い相関を持つので、一地方が頑張ってもなかなか解決しにくい問題である。ならば地方で連携するのはどうか。その場合の十分な技術的な基礎を持たなくてはいけないというのがRIBBのもう1つの背景である。

次章からRIBBの活動を紹介します。まずはRIBBの概要を述べ、次にいくつかあるRIBBの活動のうち、最も盛んな活動である地域イベントの動画配信について解説する。最後に全体をもう一度振り返る。

活動概要

RIBBは、次世代のインターネットサービスにおいて、エンドユーザが利用できる高速・広帯域なサービス・アプリケーションを実現するための実践的研究プロジェクトである^{1)~3)}。

RIBBの基本的なネットワークの接続トポロジを図-1

	1994ころ	1999	現在	2004 (予想)
ISP	大学中心	商用ISPの普及	無数のISPと統合	ISPの分業の促進
海外線 (bps)	0.2M~0.5M	155M	655M~2.4G	10G
バックボーン	SDH	ATM	PoS (OC192), GbE	PoS (OC768), 10GbE
アクセス線	dialup	ISDN, CATV	ADSL, CATV	FTTH, ADSL, CATV
IP	v4	v4	v4中心, v6も	v6中心, v4も

表-1 インターネットの環境変化

に示す。JGNの中で600Mbps以上の帯域を有し、コアルータを設置可能な地点として、東大、東北大、名古屋大、TAO高知トラヒックリサーチセンターを選定した。コアルータの接続トポロジは完全グラフであり、冗長性の向上や負荷分散を可能にしている。それ以外の地域、組織にはエッジルータを設置し、本プロジェクトの相互接続網におけるリーフサイトとして接続している。

活動内容は、地域間を相互接続する基礎技術とそれにより実現できる応用技術全般であり、特に以下の3点を重点目標としている。

- CATVや無線、xDSL等の高速なアクセス網を高速バックボーンで相互接続し、地域間のコンテンツ流通や通信と放送の融合を促進するための研究
- 高速バックボーンを利用した地域間の情報リソース共有や広域分散型データセンター等の次世代アプリケーションの研究
- 上記の環境を実現するためのラベルスイッチや帯域制御技術等の超高速バックボーン技術の研究

以下では、これらについて解説する。

●地域内高速アクセスラインの研究

各地で整備が進んでいる高速アクセス網を相互に接続し、離れた地域のエンドユーザ間で音声・映像などの広帯域を必要とするアプリケーションを実現するために必要な技術について研究する。特に、CATV網は、インターネットのアクセスラインとしてだけでなく、放送技術やコンテンツなどの面でもインターネットに大きな影響を与える可能性を持つ。そこで、本プロジェクトでは、放送コンテンツを高速・広帯域のギガビットネットワークを介してインターネットに提供したり、逆にインターネットからのビデオコンテンツをCATVの放送として流すなど、通信と放送技術の融合をふまえた研究を行う。

●地域間情報リソースの共有

各地では、地域情報化施策や地域振興策などによって、デジタル画像やビデオライブラリなどの高速・

広帯域を必要とするさまざまなコンテンツが提供されつつある。国内の地域情報流通、情報環境を考えた場合、これらの情報リソースを、地域内ばかりでなく地域間においても有効に交換・共有することは制作コストが高い高品質コンテンツを充実させる上で非常に重要である。また、地域振興の観点では、地域内のさまざまなイベントを広く他の地域に知らしめることは、地域を訪れてくれる人を増やすための有効な手段となる。

そこで、本プロジェクトでは、現在各地域で整備が進められている地域型マルチメディア情報コンテンツや、情報処理環境などの地域情報リソース、あるいはCATVや新聞社などが提供する地域内のコンテンツを高速なバックボーンを用いて交換・共有し、次世代ネットワークにおけるコンテンツ流通や分散情報環境の実現を目指した研究を行っている。これらの技術は、エンコーダやその他の高価な情報機器、ソフトウェアなどの情報リソースを、地理的に離れた地域で共有する場合にも有効であり、各地で整備が進められている情報リソースを有効活用する手段として、大いに期待できる。特にCATVによる映像コンテンツは、通信と放送技術の融合を目指す上でも重要なコンテンツになるため、このコンテンツの流通に注力した研究を行っている。

●超高速バックボーン技術

上記で述べた高速・広帯域のアプリケーションの実験、あるいは高速アクセスラインの実験を行うためには、柔軟なポリシー制御と高速通信を実現するバックボーン技術が必要である。この活動の1つとして、MPLS (Multi Protocol Label Switching) 技術を応用したバックボーンアーキテクチャの設計、実装を行っている。

この活動はRIBBの活動に他のアクティビティが加わり、次世代IXプロジェクトとして発展成長した(以降Distixと呼ぶ)。詳細については本号の記事「MPLSを用いた広域分散IXの実証実験」を参照されたい。

RIBBでの動画配信

RIBBでは動画配信実験を、地域でのイベントに合わせて行っている。これは、RIBBの目標とする各研究活

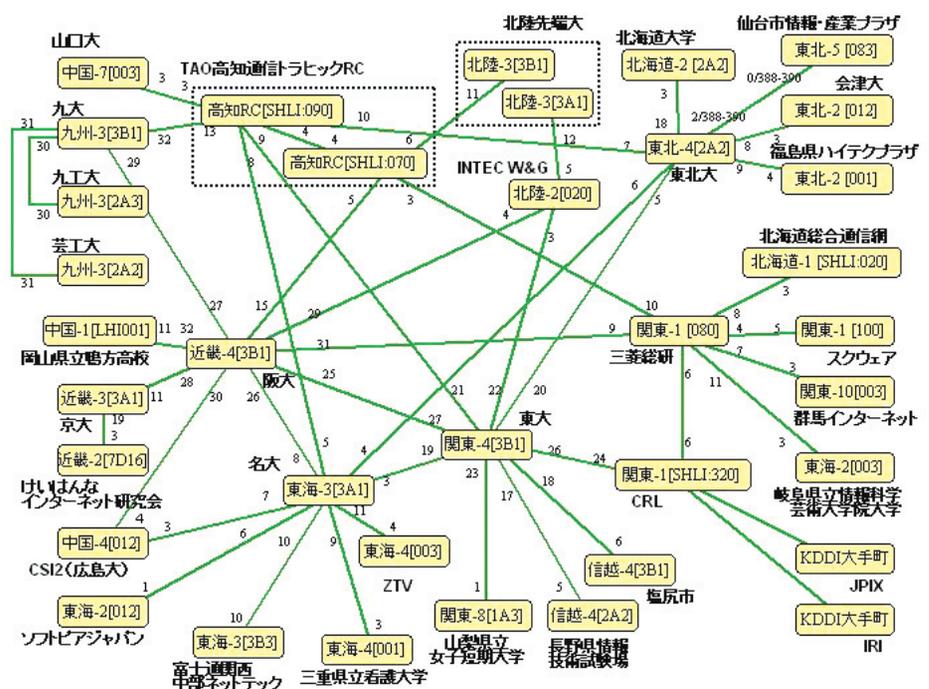


図-1 RIBBのネットワークトポロジ

動要素をまんべんなく含むので、実証実験研究としてRIBBの活動全体で重要な地位を占めている。地域でのイベントを素材に用いるのは、全国でも興味を引きやすい地域コンテンツが手に入ること、イベント性があると関係地元ISP各社・CATV会社・自治体等の協力が得やすいためである。

以下では、まず各回の歴史的な順を追って各活動の特徴を述べた後、そこで用いた動画伝送技術について述べる。

●動画配信実験

まず、RIBBで行った全動画配信活動の概要を歴史順に述べる。表-2に配信内容、日程、配信元、配信地域数を示す。また表-3に配信先都道府県を示す。ここで☆が送信都道府県、○が受信都道府県、□がいったん受信して再度送信する都道府県を示している。

(1) 堺屋太一講演中継

RIBBで最初の動画配信実験である。ATM上でDVを伝送する機能を持つSony製のLink Unitを用いた映像配信を行った。エンドユーザ向けには、Realの20kbps、40kbps、80kbpsのエンコード速度を用いた。

(2) とやま国体

さまざまな映像配信技術と本格的な配信体制による最初の実験である。Realは45kbps、80kbps、WMTは45kbps、100Kbpsのエンコード速度を用いた。

(3) ギガビットシンポジウム

IP上でDVのトランスポートを行うDVTS (Digital Video Transport System) を最初に使用した実験である。

項番	内容	開始	終了	映像ソース	配信地域数
1	堺屋太一講演中継	2000.03.25	2000.03.25	岐阜	9
2	とやま国体	2000.10.14	2000.10.19	富山	7
3	ギガビットネットワークシンポジウム	2000.11.08	2000.11.08	名古屋	3
4	Live! Eclipse (皆既月食)	2001.01.10	2001.01.10	東京	1
5	かいじきらめき国体	2001.01.27	2001.01.31	山梨	4
6	ギガビットネットワークフォーラム2001	2001.05.28	2001.05.28	富山	10
7	Live! Eclipse (皆既日食)	2001.06.21	2001.06.21	広島	9
8	情報処理学会DSM研究会	2001.07.27	2001.07.27	高知	1
9	仙台七夕まつり	2001.08.08	2001.08.08	宮城	2
10	みちのくYOSAKOIまつり	2001.09.22	2001.09.22	宮城	3
11	新湊曳山まつり	2001.10.01	2001.10.01	富山	6
12	みやぎ国体	2001.10.13	2001.10.17	宮城	4
13	第1回障害者スポーツ大会	2001.10.27	2001.10.30	宮城	3
14	ISOM	2001.11.11	2001.11.12	富山	4
15	ギガビットネットワークシンポジウム	2001.11.19	2001.11.20	東京	3
16	クリスマスイベント	2001.12.24	2002.12.24	札幌	1
17	信玄公まつり	2002.04.06	2002.04.06	山梨	3
18	宮城ITシンポジウム	2002.05.21	2002.05.21	宮城	5
19	仙台七夕まつり	2002.08.06	2002.08.06	宮城	2
20	よさこい高知国体 (予定)	2002.10.27	2002.10.30	高知	6
21	よさこいピック高知 (予定)	2002.11.09	2002.11.11	高知	6
22	Live! Universe (皆既日食) (予定)	2002.12.04	2002.12.04	東京	-

表-2 動画映像配信内容

項番	配信地域																		
	札幌	岩手	宮城	福島	東京	山梨	名古屋	岐阜	三重	富山	石川	福井	京都	大阪	広島	高知	福岡	佐賀	山口
1		○	○		○		○	★	○	○	○			○	○				
2			○		○		○	○		★						○			
3						○	★			○						□			
4				★	○														
5					★	○	○			○						□			
6						○	○	○	○	★	○	○		○		○	○		
7		○		○	○			○		○			○		★	○	○	○	
8									○							★			
9		○						○		○									
10			★			○				○						○			
11		○			○			○		★							○		
12			★			○				○						○			
13			★							○						○			
14		○			○					★						○			
15		○		★						○						○			
16	★			○															
17					★			○		○						○			
18			★			○		○		○						○			○
19			★					○		○									
20		○			○	○	○	○		○						★			○
21		○			○	○	○	○		○						★			○
22				★															

表-3 動画映像配信先

DVTS の下位層には、IPv4 の unicast を用いた。本実験では、JGN 独自の動画伝送により北九州市から名古屋に伝送された映像を名古屋から RIBB 上に配信したため、RIBB としての送信元は名古屋としてある。

(4) Live! Eclipse (皆既月食)

Live! Eclipse プロジェクト (現 Live! Universe プロジェクト) による皆既月食のライブ映像配信を受け、それを RIBB 上で全国に再配信した実験である³⁾。本実験では、数多くのアクセスが予想されることから、複数のコンテンツサーバを準備し、ユーザのクライアントマシンに最も近いサーバを選択させる負荷分散方式

を採用した。これを行うため RADIX⁴⁾ と TENBIN⁵⁾ を用いている。本方式では、クライアントマシンとサーバマシンとの距離は、AS パス長で判断する。なお、Live! Universe プロジェクトは天体活動 (日食・月食・流星) のライブ放映活動を行うプロジェクトである。映像は全国 8 カ所で撮影を準備していたものの全国的に悪天候であり、佐賀のカメラにわずかに捉えられた以外はほとんど月食を捉えることができなかったのが残念である。

(5) かいじきらめき国体

DVTS の下位層に IPv4 の multicast を用いた最初の実験である。また、CATV インターネットといったアクセス網の高速化が普及してきたため、WMT で 1Mbps という比較的高帯域の伝送を行った。さらに、山梨から高知にいったん DVTS で伝送し、それを高知で DV over ATM に変換し名古屋と岐阜に送り直す手法を用いた。

(6) ギガビットフォーラム 2001

高帯域の Real (500kbps, 1Mbps) と WMT (1.5Mbps) を IPv4 の multicast で伝送した最初の実験である。Real はこのあとほとんど使われなくなる。また、このころから DV の伝送トポロジの設計で制約を受けることが多くなる。これは RIBB 参加組織が用いている JGN リンクは OC3 (155Mbps) の ATM の場合が多いのに対し、DV が 40Mbps 程度のトラフィックを使うため DV 伝送 3 本で OC3 の容量を使い切ってしまうためである。

(7) Live! Eclipse (皆既日食)

Real, QT, WMT の 3 種類の伝送方法に RADIX と TENBIN を用いた負荷分散方式を組み合わせた。また、各地域への映像配信には、MPEG2TS と呼ばれる IP 上の MPEG2 トランスポートシステムを用い、MPEG2 による最初の映像配信を行った。

以下、誌面の都合で概略のみ記す。ここで見出しの番号は表-2 ~ 表-4 の項番に対応している。

(11) 新湊曳山まつり

IPv6 unicast 上の DV を用いた最初の実験である。

初めて、IPv6 multicast 上の DV を用いた。

(15) ギガビットネットワークシンポジウム

JGN における IPv6 プロジェクトの IPv6 上で unicast で DV を配信した。

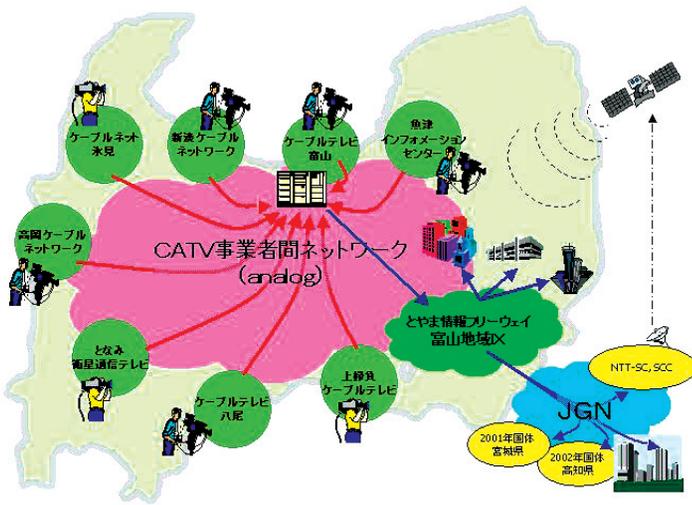


図-2 富山での動画収集

(16) クリスマスイベント中継
初めて、D1 による伝送を行った。

●動画配信の構造

ほとんどの場合、以下のような配信の構造をとった。

●映像撮影

RIBB のチームで撮影する場合と、他の組織の映像ソースを RIBB で受ける場合がある。後者の例としては Live! Eclipse からの日食・月食中継画像がある。

●JGN での伝送

DV や MPEG2 などの広帯域画像伝送技術で RIBB に参加する日本の各地域に伝送する。

●インターネットへの配信

Real や WMT などの PC に馴染みやすいフォーマットに変換し、インターネットへ動画を提供する。

●各地域での視聴

インターネットでの個人による視聴、大スクリーンを用意してあるイベント会場での視聴などをする。

なお、これは典型的な場合であり、さまざまなバリエーションが存在する。たとえば、JGN 上での伝送の最終地点ではなく、配信地点や経路途中で Real や WMT などのフォーマットに変換する場合がよくある。

とやま国体での配信構造

2000 年に富山県で開催された富山国体の映像を中継した実験である。RIBB にお

ける本格的な動画配信の草分け的なイベントである。この例を用いて、典型的な動画配信の構造を述べる。

まず、図-2 は動画の収集状況を示している。地域イベントを CATV や地元 TV 局が撮影している場合には、高品質の地域コンテンツが手に入る。この場合、各 CATV の撮影した映像を既存の CATV 事業者間ネットワークを用いて 1 カ所に収集した。このとき著作権等の権利関係が複雑な場合があることに注意する必要がある。

図-3 は富山から全国への配信の構造である。ここで JGN が用いられる。通常 RIBB は JGN 上では ATM の UBR を用いている。イベント用には事前に申請することで CBR を使うことができる。この場合、富山からの送出には CBR が使われている。

最終目的地に達するのに、高知や宮城を経由している場合がある。これは富山の JGN の持つ帯域が限界に近い状態であり、いったん帯域に余裕のある地域に送り、そこから再配信したためである。図-4 は受信側の 1 つである高知での再配信の構造を示している。このイベントでは ATM の PVC 上に直接 DV を流す Link Unit を用いた。この場合は、出力が複数の PVC に流れるように ATM スイッチでセルコピーを行うことで、容易に複数地域に配信することができる。なお、図に「丹箱」とあるのは開発者の名前を使った Link Unit の俗称である。

各 RIBB の参加組織では、JGN 経由で受信した動画を視聴用会場にあるスクリーンに投影したり、Real や WMT でエンコードして地元 ISP などから地域インターネットに配信する。図-5 は高知における再エンコードの構造である。DV フォーマットからいったん NTSC のアナログ信号に変換した後、ビデオキャプチャボードを装着した Real エンコーダと WM エンコーダに渡し、Real と WMT で学内やインターネットへ、さらに高知の

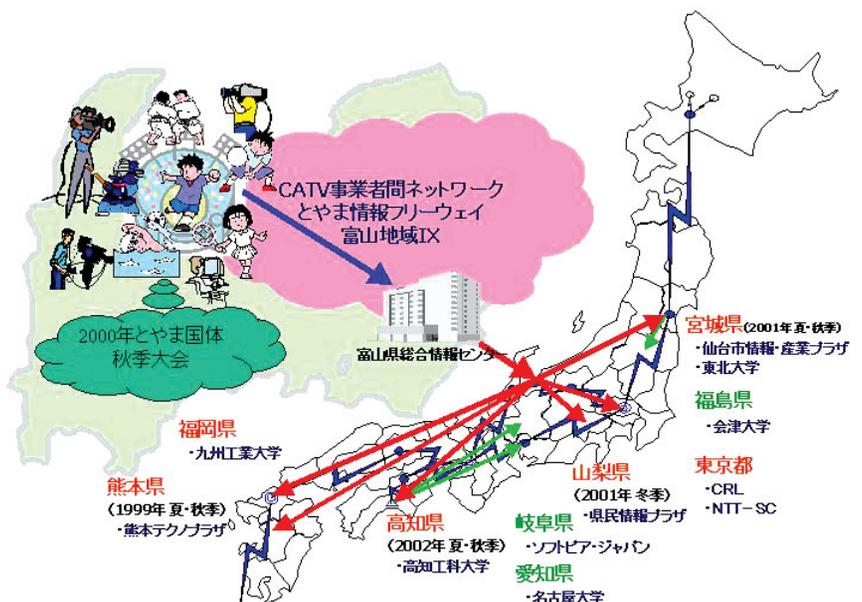


図-3 富山から全国への動画配信

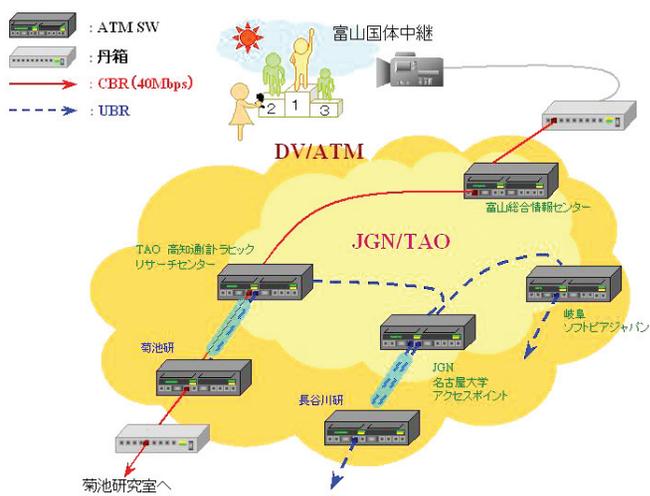


図-4 セルコピーによる再配信

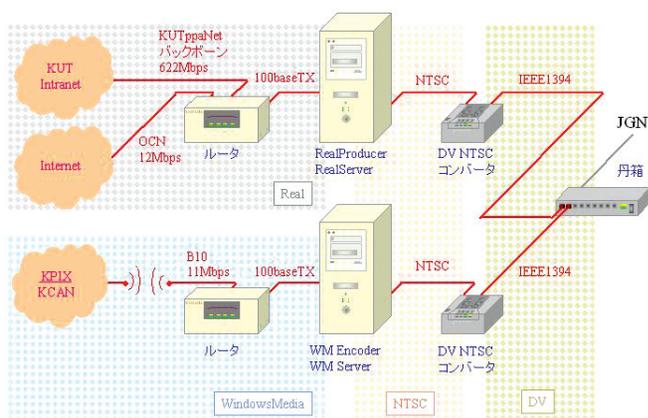


図-5 エンコードし直して地域に配信

地域イントラネットである KPIX/KCAN に送出している。

●動画伝送技術

ここでは実験に用いた動画伝送技術について述べる。表-4に各動画配信イベントで用いた伝送技術の一覧を示す。なお、表でアナログとあるのは、デジタルフォーマットを用いずにアナログ変調のまま CATV 等で伝送する場合を示す。

● D1

輝度 Y，色差 B-Y, R-Y，同期 S の 4 つの映像信号と 4ch の音声信号を映像，音声共に非圧縮でデジタル化する記録方式。映像は非圧縮で，8bit で量子化され，サンプリング周波数は Y が 13.5MHz，それ以外は 6.75MHz である。

また，音声は 16bit で量子化され，サンプリング周波数は 48KHz である。伝送速度に直すと，映像が 270Mbps，音声が必要になる。

● Digital Video (DV)

家庭用ビデオで用いられるのと同様の画像フォーマット

トである。フレーム間圧縮がされておらず，伝送帯域が 30Mbps 程度必要である。パケットロスが起こると画面上の当該フレームに四角いブロックノイズが乗る。

● DV over ATM (DVoA)

DV のフレームを ATM の AAL5 に直接乗せる方法である。RIBB の活動ではすべて Sony 製の Link Unit と呼ばれる装置を用いている。ATM の VC を設定することで簡単に DV が伝送できる。

● DV over IPv4 unicast (DV4u)

DV を UDP に乗せる方法で，慶應義塾大学で開発された DVTS を用いた。UDP の下には IP の version 4 の unicast を用いている。DVTS を用いるには OS として FreeBSD 4.x, NetBSD 1.5.x, Linux 2.4.x, MacOS X, Windows2000/XP が必要である。(http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/)

● DV over IPv4 multicast (DV4m)

同じく DVTS を用い，UDP の下には IP の version 4 の multicast を用いている。経路制御プロトコルには DVMRP を用いることが多い。

● DV over IPv6 unicast (DV6u)

同じく DVTS を用い，UDP の下には IP の version 6 の unicast を用いている。送受信には FreeBSD などの Unix BSD4.4Lite 系の UNIX クローン OS に IPv6 プロトコルスイートの実装である KAME をインストールするか，KAME がポーティングされている最新の OS を用いる必要がある。

● DV over IPv6 multicast (DV6m)

同じく DVTS を用い，UDP の下には IP の version 6 の multicast を用いている。経路制御プロトコルにはスパーモードの PIM を用いることがほとんどである。

● MPEG2TS (MPEG2)

MPEG2TS は，FEC (Forward Error Collection) を使用して，送信時に冗長パケットを付加することにより，伝送路上のパケット欠落を受信側で回復する手法である⁶⁾。これにより，パケットロスに弱いという MPEG2 の課題を解決し，MPEG2 による映像伝送を実用的な技術として確立した。その結果，6Mbps 程度の伝送速度で DV 並の品質を得ることを可能にした。

● RealSystem (Real)

RealSystem は RealNetworks 社によって開発された中継システムである。基本的な中継システムは，以下の 3 つのコンポーネントを組み合わせて実現している。

- エンコーダ (RealProducer)
- サーバ (RealServer)
- クライアント (RealPlayer)

通信は TCP, UDP のどちらでも，また unicast と multicast のどちらでも利用可能である。クライアント数が 25 を超えると，およそ 1 クライアント 1 万円のライセンス料が必要になる。サーバマシンには Windows NT

項番	配信地域										
	D1	DVoA	DV4u	DV4m	DV6u	DV6m	MPEG2	Real	WMT	QT	Analog
1		○						○			
2		○						○	○		
3		○		○							
4			○					○	○	○	
5		○		○					○		
6		○		○				○	○		
7							○	○		○	
8			○								
9									○		
10		○							○		
11		○			○				○		
12		○							○		○
13		○							○		○
14					○	○					
15		○	○		○				○		○
16	○										
17									○		
18		○	○						○		
19		○	○						○		
20		○	○			○			○		
21		○	○			○			○		
22				○					○		

表-4 動画配信地域

Server や Windows 2000 Server 等のサーバ系 OS が必要である。

• Windows Media Technology (WMT)

WMT は Microsoft 社によって開発された中継システムである。アクセス用には RIBB で最もよく利用されている。基本的なコンポーネントは Real によく似ている。

• QuickTime (QT)

QT は Apple 社によって開発された中継システムである。サーバマシンには MaxOS X Server 等のサーバ系 OS が必要である。

おわりに

1999 年の活動当初に 10 組織であった RIBB は、2001 年度末で 35 組織にまで増加した。これは JGN のプロジェクトでは最多組織数なのではあるまいか。いかに、地域インターネット活動が潜在的な熱い力を持っていたか、そして JGN がそれに見事に結びつけて大きなうねりにしたかが分かる。

JGN 自体は ATM のセルを運んでいるだけでもいえる。しかしながら、その上位層では孤立して存在していた地域の資源を統合し、仮想的に日本全体を覆う 1 つの動画配信機能を提供する。また何より重要なのは、地域に離散して存在していたノウハウが一堂に会し、RIBB という技術者コミュニティを構成したことであろう。

UUCP のダイヤルアップで電子メールと電子ニュースを交換していた時代、それはできるだけ近い組織が互いに接続し合い、ネットワーク管理者のお隣りネットワークを構成していた。それが、専用線による IP 接続に変

わりトラフィックも増え、ボランティアベースの運用が限界にきた。その後、商用 ISP が登場し、お金を払って必要なサービスを受けられるようになり、また現在の東京を中心とするトポロジが完成されてきた。

今、また、地域という大きなうねりが起こり、構造が変わろうとしている。RIBB が勃発する直前に、当時インターネット総合研究所にいて今もインターネット総合研究所の西野大が「日本のインターネットアーキテクチャのグランドデザインをやり直す」と言い放った、あの野望が現実のものとなる実感がしている。

今後、これまでの経験を解析・考察し、結果を公表することで、多くの方でノウハウを共有できるようにしていく。また、地域コンテンツおよびその交換手法の充実、多地域による冗長性を活かしたアプリケーションの研究開発を通して、地域間相互接続をより普遍的な概念にしていきたいと考えている。

謝辞

RIBB は多くの参加者によって支えられている。残念ながら、いちいちすべてのお名前を出すこともできないので、ここでは本稿を書くにあたり直接協力を仰いだ方のお名前のみ掲載する。動画配信の図は富山県総合情報センターの糸岡栄幸さんと高知工科大学菊池研究室 RIBB チーム（当時）の杉山道子さんからいただいた。動画配信活動の全体の整理についてはインテック・ウェブ・アンド・ゲノム・インフォマティクス（株）の金山健一さんのサーベイを基にしている。

動画を含む地域コンテンツの作成は RIBB を超えて、Live! Universe プロジェクトや各地の地域 CATV などの多くの方の協力を得ている。

RIBB は公式には TAO JGN-G11012 という研究開発プロジェクトである。総務省系特殊法人という形式が存在する中で、TAO のみなさんはプロジェクト活動の中身が充実するようにいつも配慮くださっているように感じる。

以上、ここに記して多くの協力を感謝する。

参考文献

- 1) 中川 郁夫, 林 英輔, 樋地 正浩, 八代一浩, 菊池 豊, 西野 大: ギガビットネットワークを用いた地域間相互接続の試み, 情報処理学会研究報告 99-DSM-15, pp.7-12 (1999), ISSN0919-6072.
- 2) Kikuchi, Y., Nakagawa, I., Hiji, M., Yatsushiro, K., Nishino, D. and Hayashi, E.: A Trial for Reconstructing the Ground Design of the Internet Architecture in Japan, Proceedings of Second International Conference on Advances in Infrastructure for Electronic Business, Science and Education on the Internet (SSGRR) (2001).
- 3) <http://www.live-universe.org/>
- 4) <http://www.toyama.net/~ikuo/>
- 5) <http://www.tenbin.org/>
- 6) <http://net.ipc.hiroshima-u.ac.jp/mpeg2ts/>

(平成 14 年 10 月 2 日受付)

