

地域情報化サイクル研究センターの活動

菊池 豊

高知工科大学総合研究所

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

高知工科大学連携研究センター306B

E-mail: kikuchi.yutaka@kochi-tech.ac.jp

要約：地域情報化サイクル研究センターは、地域情報化の円滑な推進手法を調査研究するのみならず、情報化のプロセスや進展による新しい地域のあり方を探求するものである。本稿では3年目に入った2006年度の活動について報告する。

Abstract : This paper reports activities of RICT center of KUT in FY 2006. The purpose of the center is how to deploy a growth cycle of information communication technologies in Regional Areas. The major of the center is not only methods that make deployment smoothly but also what regions should be in the result of the deployment.

1. 地域情報化とは

地域情報化については様々な定義や解釈が存在する。地域情報化の定義は、私見では「地域社会に改めて想いを寄せ、情報化を主題に地域の問題や課題を解決すること、およびそのプロセスを経験すること」であると考え。ICT (Information Communication Technology) はこのきっかけや手段であり、目的そのものでないことに注意すべきである。

地域情報化を単なる設備や情報システム導入と捉えると、維持費用も含めて地域住民に利益をもたらさない。このため、地域情報化の構造を捉えて、地域社会のモデルにどう当てはめていくか、過不足するのは何かを、よく考察することが必要となる。

1.1 地域情報化の要素

地域情報化全体では、ICTに関する以下の4つの要素がある。

- リテラシー：住民が利便性を享受する能力、またさらにそれを他の住人に伝達する能力
- コンテンツ：地域に偏在する情報資源
- アプリケーション：地域でICTを利用する手法
- 地域情報通信インフラ：アプリケーションを実現する通信手段

社会においてはこれらを持続的に発展させることが重要である。都会では自然発生的に相関が発生する。ところが、地域ではこれが期待できず、相乗効果が発生するサイクルを構成することが必要である。

上述のうち、地域情報通信インフラについては、中川が4つの要素で構成されると指摘して

いる[1]。

- バックボーン
- アクセスライン
- インターネットデータセンタ (iDC)
- 地域IX (Internet eXchange)

高知においては、バックボーンは高知県庁が運営する高知県新情報ハイウェイがある。またiDCについては各地域ISPに存在し、特に南国オフィスパークにある富士通系iDCは都心部のものと較べても遜色ない設備である。

1.2 地域IX

このうち地域IX事業については、有限会社ナインレイヤーズ¹がH16年10月より高知でサービスを開始している。地域IXは何かについては[2]を、設立の経緯については[3][4]を参照して頂きたい。

現在、スポット利用でない継続的利用の地域ISPユーザは2社である。2006年度は地域ISPの利用を4社まで増やすことが目標であった。しかしながらこれは達成されていない。

一つの大きな問題は、ISPのコンシューマ向けサービスの淘汰がより進み、地域ISPがコンシューマサービスを手放す傾向にあることがある。たとえば、サービスしていても地域内でユーザトラフィックを集めることなく、ローミング事業者にアウトソーシングしてしまっている。このため、地域内でトラフィックを集めることが困難である。

この問題を軽減し、地域ISPの健全な運営に寄与することが高知IXの目的の一つであった。しかし、この観点では芳しい成果を出すことが出来ないでいる状態である。

一方で、別の面から地域IXの必要性が言われるようになってきた。

- 東阪間のトラフィックをはじめとして、バックボーンの圧迫が心配されるようになって

きた。地域のトラフィックが大都市経由になるトポロジーの他、gyao²やyoutube³と言った、いわゆる「インフラただ乗り」事業が問題になってきたという背景がある。

- 東阪にトラフィックを集めることによる、品質の悪化が目立ってきた、また品質が認識されるようになってきた。

これらは地域IXの観念を提唱した当時から課題としていた事象である。近年のアクセス線のブロードバンド化によって明示的な問題となりつつある。

ただ、インターネットの品質については、ユーザに分かる形での提供がされていない他、そのような測定すら組織的に行われていないのが実情である。これについて、ユーザに分かりやすく品質を提示すべく、現在活動中である。

1.3 地域バックボーン

高知県の地域バックボーンには高知新情報ハイウェイがある。これは高知県が運営するものであり、行政利用の余剰帯域を民間に開放している。

高知新情報ハイウェイの開放部分を利用する場合には、初期費用として100baseTXのポート1つとVLAN1つの設定費用5万円が必要な他は、維持費用は無料である。しかしながら、これは高知新情報ハイウェイのアクセスポイントに直接接続できる場合であり、ほとんどの場合にはアクセスポイントまでのアクセス線を借りないとならない。この費用は安いものではない。

ナインレイヤーズではこれを解消するため、100MbpsのEthernet接続サービスを開始した。高知新情報ハイウェイのサービスより価格が低いものの知名度が低いため、現在2ユーザが利用を行っているにとどまる。2007年度は周知活動を強化する予定である。

¹ <http://www.ix-layers.com/>

² <http://www.gyao.jp/>

³ <http://www.youtube.com/>

2 ラストワンマイル問題への取り組み

各家庭までの通信路の確保、いわゆるラストワンマイルについては2006年度は大きな状況の変化があった。

まず、ブロードバンドゼロ地域を2010年までに解消するという戦略が総務省より発表されたことが大きい。これにより、ブロードバンド化がどれくらい進んだかというこれまでの観点での評価が、現在は非ブロードバンド地域がどれくらい解消されたかという評価に移ってきている。

総務省の資料によると、どこに居住してもブロードバンドサービスが得られるのは市町村単位で6割であり、残りの4割は居住区によってはブロードバンドがないか、あるいは市町村内どこであってもブロードバンドサービスが来ていない[5]。

同一市町村内で居住区によってはブロードバンドが来ていない状況というのは、多くの場合、役場周辺の人口密度の高いところだけサービスがあり、その他の地域には全くブロードバンドサービスがないという状況である。高知県の全ての市町村は上の「4割の側」に分類されており、都道府県別の整備率でも2006年度当初で鹿児島県に続いてワースト2位である。

2.1 条件不利地域での整備手法

ラストワンマイル問題が残る地域は、不採算地域や条件不利地域と呼ばれており、通信事業者の採算が困難な地域である。これらの地域にブロードバンドを提供するためには、いくつかの仕掛けをする必要がある[6]。これまでの活動をまとめて[7]とした。以下簡単に概要を述べる。

2.1.1 施策による手法

損益分岐を改善することが重要であり、これに対しては公設民営方式が有効と考えられるようになってきた。

- 公設民営方式／上下分離方式：

これは行政が設備の整備を行い、営利企業が運営を行う形態である。営利企業の初期投資を押さえて、営利企業の参入を促すことを目的としている。施策的に有効な手段と考えられているものの、地方公共団体の財政状況が悪化してきているためこれだけでは解決しない地域が多い。

- 複数アプリケーションによるインフラの共有：

これは現在、個別にインフラを整備しているアプリケーションに対し、インフラを共有することにより導入を促進しようとする手法である。設備投資を抑え、サービス加入者数を増やし、サービス増による客単価の増加により、参入障壁を減らすことが目的である。

後者については、レガシーなものでも以下のようなアプリケーションがあり、これらのいくつかをまとめるだけでも効果が見込める[8]。

- テレビジョン放送／ラジオ放送（特に地上アナログ波の停止問題）
- 防災無線（特に固定型）
- 携帯電話
- 行政サービス（保健・医療・福祉、自主防災組織支援、観光）
- インターネット

ただしこれらは事業者や、行政の中でも管轄が分かれており、サービスをまとめるのは容易ではない。

2.1.2 技術的考察

ラストワンマイル整備は、FTTH(Fiber to the home) や ADSL による手法がほとんどである。

FTTH は CATV 事業者や通信事業者が手がける。不採算地域に置いては行政と連携した CATV により整備する場合はほとんどである。FTTH は初期費用が莫大であるものの、複数のアプリケーションを搭載する上で十分な伝送速度・品質を持ち、同軸ケーブルに比較してメンテナン

ス費用が低いメリットがある。国の助成金等と組み合わせて整備できれば望ましい手法であろう。

ADSL は現状での固定電話の導線を利用することで、初期費用を抑えて導入することを可能にする。伝送速度がそれほど大きくなく、また電話局からの距離が伸びると伝送速度が落ちる欠点がある。また、饋線点 Remote Terminal (き線点 RT) と呼ばれる加入者線の収容装置がある地域には、伝送路が光ファイバと導線を跨るため ADSL を用いることが出来ない。

無線 LAN は、周波数や利用形態で状況が大きく異なる。一般論としては機材コストや安定運用の上で、メインとなる手法ではなく、FTTH や ADSL の補完的な用途に限られる。

- WIFI:

無免許で用いることができる ISM 帯を利用した IEEE802.11 系列のいわゆる Wifi を用いる無線 LAN 機器は、非常に安価に導入できるものの、他のユーザとの干渉等で安定したサービスが望めない。トラブルシューティングに伴うランニングコストが高い。

- 要免許な技術:

5GHz 帯を用いる IEEE802.11j や FWA は免許が届出制や許可制であり、干渉の可能性は低くなる。導入コストは比較的高い。バックボーンからアクセスポイントまでの整備には有効であろう。

- WiMax:

現在注目されているのは IEEE802.16 系列のいわゆる Wimax である。これは、到達距離が WIFI に比較して劇的に改善されており、条件によっては回折や反射による見通し範囲外の通信も可能と言われている。しかしながら、利用周波数の割当がこれからであり、運用のノウハウも蓄積されていない上、現状では機材コストも高い。今後、注意を払う価値のある規格であり、実証実験等で実用性が確認されて行くであろう。

2.2 現地調査

2006年度は、黒潮町、四万十町、いの町、津野町、香南市、香美市、大豊町の調査を行い、担当者との議論を行った。ただし、ここで公表できる事例はない。今後、モデルになるような事例を集めて情報交換の機会を持ちたい。

3 情報通信アプリケーションへの取り組み

地域情報化の発展には、インフラ、アプリケーション、リテラシー、コンテンツの組み合わせが重要であることはすでに述べた。以下ではこれらの組み合わせを促進する活動について報告する。

3.1 コヒーレント地域情報化WG

高知県が業務をアウトソーシングする施策を定めている。県内の SOHO が活性化されると期待されるものの、現状では高知市内にしかアウトソーシングされない可能性がある。

このため、コヒーレント地域情報化 WG では、郡部におけるアウトソーシングを支援する活動を行って来た。黒潮町における地域情報化セミナーや高知県業務改革推進室主催のセミナー等でインターネット配信などの支援を行っている。地域情報インフラに対する関心も高まり、地域情報化セミナー等で理解を促進することが出来た[9]。

これまで黒潮町での活動に注力してきた。このような活動が、安芸市、旧大正町（現四万十町）、旧西土佐村（現四万十市）、大月町にも広がってきている。各地で SOHO ワークと発注者の橋渡しとなる地域エージェントが育ってきている。

2007年度以降は、国の助成なども用いて、この流れをより確固としたものにしていきたい。

3.2 ライブ映像地域活用コンソーシアム

これまでライブ映像地域産業活性化 WG として活動してきた。2006年度は約款を定めライブ

映像地域活用コンソーシアムの形で活動を継続し、ビジネスとしての側面を強めて展開を促進することとした。

地域で多目的に利用できるライブカメラシステムの利活用がベースであり、2005年度に黒潮町で行った実証実験活動[10]を2006年度も継続することでライブカメラ情報を提供した⁴。これは平時はサーファー等に観光目的の映像をインターネット経由で提供し、台風等の災害要因がある場合には役場がカメラの制御権を占有するものである。

高知市内の住宅地に設置する案件があり、ビジネス化へのフィードバックがあった。一方で、市町村の現場からの引き合いは多いものの、成約になかなか至らないというジレンマがある。2007年度以降は、ビジネスプランの見直しも含めて、広く採用されるように工夫していきたい。

4 地域指向トラフィックエンジニアリング

2005年度に「地域が自立・自律してインターネットを運用するための技術の実証的な研究」Traffic Engineering for Regional Communities (TEReCo)⁵として、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度研究主体育成型研究開発の地域情報通信技術振興研究開発に我々の提案が採択された。これにより我々は、既提案の多重経路型マルチホーム手法を地域に応用する研究開発を行っている[11][12][13]。2006年度が終了年度である。

本プロジェクトは2005年度から、基本技術・IPv6・地域IP網活用・高品質TEの4つのワーキンググループを構成し活動している。

4.1 基本技術WG

IP層の経路に完全には依存しない経路を持つために、トンネリング技術を用いている。

これまではトンネリングにIP in IP[14]を用いていたのを、GRE[15]を採用するようにした。これはGREにはシーケンスカウンタの概念があり[16]、トンネルを通過するトラフィックの品質を計測できるメリットがあるためである。

以上を達成するため、計測アルゴリズムと監視手法を考案した。これが本研究のみならず、トンネル技術に広く用いることが可能と考え、インターネット標準として提案することとした。

まずは、このような要求があること自体を広く認めて貰う必要がある。これはインターネット標準を定める手続きに従い、Internet-Draftとして提案を行った⁶。

今回のIETFで発表を行い同意が得られるようであれば、要求自体をInformational RFCで、通知手法をstandard trackとして標準化したいと考えている。

4.2 IPv6 WG

IPv4上のトンネル技術を用いているため、トランスポートはIPv4に限られない。そこで、IPv6のトランスポートの実現の実験も行った。上流トランジットとしてはソフトバンクテレコムの協力をえて、ODNのIPv6トランジットを利用した。

ユーザ側には/56~/60といった細かいネットワークを提供するUR装置を、経路を集約して広告を行うDR装置をODNの豊崎iDCに設置した。DRからはNO_EXPORTコミュニティ属性をつけた/48の実験用プレフィックスを広告し、ODNからインターネット側にはこれをさらに集約した/32を広告した。

これにより、インターネットに経路情報のインパクトを与えずに、ユーザに細かいプレフィックス経路を与えるという、IPv4で実現できていた機能をIPv6で実現できることを確認した。

⁴ <http://www.10373.com/>

⁵ <http://www.tereco.net/>

⁶ <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-kikuchi-tunnel-measure-req-00.txt>

4.3 モバイルへの応用

IP 経路に寄らないマルチホーム技術はトンネル技術を使うため、実アドレスを CoA (Care of Address) として、仮想的なアドレスを持ち回れる利点がある。このため、一般的にモバイル技術とマルチホーム技術が相互利用され、また規格として融合される傾向にある。

本研究で用いているマルチホーム技術も、必然的にモバイルへの応用が可能である。移動先で得られる IP アドレスとは独立に固定のグローバルな IP アドレスを持ち回れる。

セキュリティの厳しい社内 LAN を構築した際に、外出先でまったく会社の環境が使えなくなる例があり、移動時のみ VPN を使うようにしているシステムがある。これは一般にグローバルな IP アドレスを必要としており、NAPT が多い移動先の環境では使えないことが多い。

4.3.1 モバイル向けの実装

本方式を用いることで、組織の IP アドレスブロックから一部を PC に割り当てることができ、それを移動先で認証に用いてサービスを利用することが可能になる。

これを実証的に示す際に、ユーザランドとして Windows を用いたいという要求があった。利用しているマルチホームソフトウェアは NetBSD 上に構築されている。NetBSD で利用できてもデモの効果としては一般ウケしないという理由である。

このために、共同研究者がかなり凝った実装を提案してきた。

- Windows PC に VMware を搭載し、その上で NetBSD を GuestOS として稼働する。
- Windows は 2 つの役目を行う。
 - Host OS として、NetBSD にネットワークの仮想的なインタフェースを提供する。
 - ユーザ向けの利用環境を提供する。
- NetBSD 上ではマルチホームソフトウェアを稼働し、Windows に対してグローバルな固

定 IP のネットワーク環境を提供する。

これにより、固定 IP を持ち回ることのできる PC ができあがった。これはシングルホームでも稼働するし、携帯電話と無線 LAN といった環境のあるマルチホーム環境でも動作する。マルチホームの場合はまた品質の良い方を選択させることもでき、さらにリンクの切断により自動的に他方に通信が切り替わる。

4.4 高品質 TE WG

2005 年度は放送事業者対象に、どれぐらいの IP 伝送品質なら映像伝送に利用できるかの議論を行った。この議論は放送事業者の言う要求品質が高すぎて失敗に終わった。

- 放送事業者は、自らの利用するトランスポートでの欠落を許さない。障害で経路が切り替わるような場合も 50ms 以内でというような、現状の IP 技術では実現が困難な仕様を提示する。
- IP によるトランスポートを提供するような通信事業者は、そもそも IP 伝送上での一定の品質の暴れが前提となっている。その品質の上でのアプリケーション品質の議論を行う傾向にある。
- 放送事業者は放送局から電波塔までの品質を言うのに対し、通信事業者はエンドエンドでの品質を議論する。このため、衛星放送環境における雨の影響などを例に、品質を議論しようとしても放送事業者は伝送路の問題と認識しない。

同様の議論は他でも行われており、[17] ではパケット損失を 10^{-6} 以下に、Bit Error Ratio にして 10^{-10} 以下にする必要があること、さらにこれは単純な IP 伝送では極めて困難であることを示唆している。

4.4.1 Bi-cast による高品質伝送の実現

以上の経験より映像伝送には、品質を維持できない場合には事故や故障と言った分類がなさ

れる程度の、相当高い品質でのトランスポートを用意する必要があると考えた。今回用いているマルチホームソフトウェアの経路切替時間は300msと、IP技術としては高速な部類に入るものの映像伝送では不十分である。

このため、複数パス上の完全に重複したストリームにより、片方のパスの乱れに影響を受けないbicast通信を考案した。今回共同研究者が実装したプログラムは、MPEG2-TS用のRTP[18]パケットに対するものである。

- 送信側でエンコーダから送出されるパケットを複製して送信する。この際、ポート番号のみが異なるような複製を行う。
- マルチホームソフトウェアでは、経路制御ポリシー記述により、複数のストリームが異なる経路を取るよう設定を行う。経路選択はパケットのポート番号に基づいて行うようにする。
- 受信側ではバッファを用意し、受信したRTPパケットを蓄積する。RTPヘッダが示す時間間隔でバッファの内容をデコーダに送出する。受信してから送出するまでの間に複数のパケットが到着した場合（正常動作中はこの場合がほとんどである）は、一方のパケットを破棄する。

これにより、伝送している片方のパスに障害が起こっても、全くパケットロスなくデコーダにはストリームが渡る他、配送ストリーム全てにロス・ジッタ・リオーダ等があっても、デコーダにはパケット順も時間も綺麗に整列されたストリームが渡るようになる。

一方で、受信側がバッファを持つことによる遅延が発生する。MPEG 2やWindows Mediaと言ったフレーム間圧縮を行う符号化方式では符号化時間がかかなり大きいので目立たないものの、DVTS等のフレーム間圧縮を行わない符号化方式では遅延が目立つことが予想される。

4.5 地域IP網を利用した実証実験

上述のbi-cast技術を用いて、広域での実証実験を行った。特にNTT地域会社による地域IP網（いわゆるフレッツ網）を利用できるかどうかを意識した。これが可能になると地域のISPやテレビ放送事業者でも映像伝送に容易にフレッツ網が利用が可能になることもあり、応用の範囲が大きく広がる。

実験は、愛媛県松山市から高知県高知市／南国市にMPEG2-TSの映像を伝送するもので、実験プラットフォームは以下を用いるような複合的な環境とした。

- JGN II
- JGN II 接続専用の広域Ethernet
- 高知IX
- 高知県新情報ハイウェイ
- 共同研究組織が提供するコンシューマ向けISPサービス
- 共同研究組織自身のインターネットトランジット

このプラットフォームの上で全般に良好な伝送が行えることを確認した。一方、地域ISPのコンシューマ向けサービスはフレッツ網でのPPPoEの終端を大阪で行うことが多く、この場合パケット損失が30%にも上る場合があり、複数本の経路であってもフレッツのみを利用する場合には安定した伝送を行うための伝送速度を押しさえないとならないことが分かった。

5 その他の活動

ここでは、当センターに関係するその他の活動について述べる。

5.1 distix II

次世代IX研究会II (distix II)⁷は、2007年度より新たな分散IX技術の提案・検証をしていく予定である。これまではIPv4ベースであったの

⁷ <http://www.distix.net/>

を、IPv6やVoIPと言った技術にシフトしていく。

著者が主査を務めるルータ相互接続実験WGにおいては、AS番号の4バイト拡張に対する試験を実施する。これは、外部組織との協力関係を用いる初のケースであり、JANOG や JPNIC とのコラボレーションを行っている。

また、これまでの活動の成果をとりまとめる活動を行った[19][20]。

5.2 RIBB II

地域間相互接続実験II (RIBB II)⁸は、インフラ・アプリの交換技術を中心に、地域における情報化技術を広く研究開発している。

2006年度はシンポジウムを帯広で開催し、100人ほどの参加を得て盛況であった。社団法人日本インターネットプロバイダ協会 (JAIPA) との共催で、アカデミアベースの地域情報化コミュニティと営利企業ベースの地域情報化コミュニティとの共催が実現できた。

また、例年行っている Internet Week での地域 IX BoF ではラストワンマイル整備を中心に議論を行い、ここで起こった人的なつながりを基にして山梨県での地域行政バックボーンのアウトソーシングに関するセミナーに結びつけることが出来た[21]。

若手育成の観点からは、論文の投稿を促し、学会誌への採録に結びつくような添削の活動を開始した。RIBB IIコミュニティの活性化策として手応えを感じている。

5.3 徳島地域IX研究会

徳島に於いて地域 IX を検討する会合が立ち上がった。3回の研究会を通じて、広く地域情報化に関する議論を行ってきている。地域IXを考えることで、地域の情報化全体を、さらに地域のありかたを考えると、これまでも地域 IX の議論にみられる状況が起こっている。2007年

度以降の活動が楽しみである。

5.4 地域ITS社会研究センターとの連携

地域ITS社会研究センターとは引き続き、高知県地域ITSプロジェクトKoCoRo の改善活動等を通じて連携した活動を行っている[22]。

5.5 NGキャンプ

NPO 法人中国四国インターネット協議会 (CSI) では、若手育成のための活動としてNGキャンプを毎年開催している。これはテーマをいくつか定めて1泊かけて議論を行うものである。2006年度は菊池が1つのテーマを担当した[23]。インターネットを支えるインフラ設備や地域における状況を全く知らない方を相手に話をするというのは、話す方法も工夫が必要であり、良い刺激を受ける機会となった。

6 まとめ

2006年度はこれまでもまして活動の範囲に広さと厚みを増した感がある。4年目となる2007年度は大きな活動に結びつけていきたい。

ナインレイヤーズ自体は第3期(2005年10月～2006年9月)も若干の赤字であり、単年度黒字の目標を達成できなかった。そろそろ、自立して活動できる体力を持つべきである。第4期(2006年10月～2007年9月)は単年度黒字を達成できる見通しである。

謝辞

これまでに引き続き多くの方からの様々な形での御支援を頂いている。ここに記して深く感謝する次第である。

参考文献

- [1] 中川郁夫. 地域 IX のインパクトー富山地域の取り組みからー. 富山地域 IX 研究会発

⁸ <http://www.ribb.org/>

- 表資料, December 2003.
- [2] 中川郁夫, 菊池豊, 大石憲且, 八代一浩, 樋地正浩. 地域情報基盤としての地域IXの現状と展望. 情報処理学会研究報告2003-DSM-31, pp. 37-42, November 2003.
- [3] 菊池豊. 地域情報化サイクル研究センターの活動. 高知工科大学紀要, 2005.
- [4] 菊池豊. 地域情報化サイクル研究センターの活動. 高知工科大学紀要, 2006.
- [5] 総務省. 次世代ブロードバンド戦略2010(案), 別添資料. 総務省, 2006.
- [6] 藤井資子, 菊池豊. 今から考える地域情報化. シンポジウム故郷・伊予の地域情報化の行先, 口頭発表資料, December 2006.
- [7] 菊池豊, 藤井資子. 不採算地域における地域情報化. *VIEW POINT*, Vol. 7, pp. 15-20, 2007. CTC Academic User Association (CAUA).
- [8] 藤井資子, 菊池豊. 地域におけるICT整備～たくさんのアプリを共通のインフラで～. RIBB II シンポジウム2006 in 帯広, 口頭発表資料, September 2006.
- [9] 菊池豊. 地域のラストワンマイル. 地域情報化セミナーコヒーレントWG, 口頭発表資料, March 2007.
- [10] 菊池豊. 防災支援ライブカメラ利用における地域情報インフラの有効性. Interop 2006 地域情報化BoF, 口頭発表資料, June 2006.
- [11] 菊池豊. TERECo プロジェクト. オーバレイネットワークワークショップ, 口頭発表資料, July 2006.
- [12] 菊池豊. TERECo プロジェクト. 四国JGN II セミナー, 口頭発表資料, November 2006.
- [13] 菊池豊ほか. オーバレイネットワークを用いたマルチホーム手法の地域における応用. 信学技法IA2006, 第43巻, pp. 73-78, January 2007.
- [14] C. Perkins. IP encapsulation within IP, October 1996. RFC2003.
- [15] D. Farinacci, T. Li, S. Hanks, D. Meyer, and P. Traina. Generic routing encapsulation(GRE), March 2000. RFC2784.
- [16] G. Dommety. Key and sequence number extensions to GRE, September 2000. RFC 2890.
- [17] 河野美也. 放送型映像配信とマルチキャスト. MPLS Japan 2006, プレゼンテーション資料, October 2006.
- [18] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson. RTP: A transport protocol for realtime applications, July 2003. RFC3550.
- [19] 松嶋聡, 中川郁夫, 永見健一, 菊池豊, 江崎浩. 産学連携による“MPLS-IX”アーキテクチャの研究と実用化. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 2, pp. 721-732, February 2007. 産学連携論文特集号.
- [20] 菊池豊ほか. 異機種ルータの相互接続試験活動～新しいネットワークアーキテクチャの導入を促進するために～. 信学技法, 第106巻, pp. 19-25, April 2006.
- [21] 菊池豊. 味方か敵か!? 地域情報ハイウェイ. 山梨地域情報化シンポジウム, 口頭発表資料, February 2007.
- [22] 菊池豊. 地域情報化サイクル研究センターの活動. 土佐国道事務所・高知工科大学意見交換会, 口頭発表資料, September 2006.
- [23] 菊池豊. まだまだやり残しているインターネット. NGキャンプ@広島2006, 口頭発表資料, November 2006.