

地域情報化サイクル研究室の活動2014

菊池 豊*

(受領日：2015年5月25日)

高知工科大学地域連携機構連携研究センター
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185番地

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

要約：地域情報化サイクル研究室は、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。さらに近年は再生可能エネルギー関連活動を活発化させるべく活動範囲を広げている。本稿では11年目に入った2014年度の活動について報告する。

1. 再生可能エネルギー関連活動

再生可能エネルギーに関する活動の高まりと地域における大学の関与のあり方については過去の紀要^{1,2)}で述べた。

著者自身は小水力発電に強い興味をいだき、非営利団体の高知小水力利用推進協議会¹で活動しており、事務局長に2012年に就任した。さらに同年、有志と共に地域小水力発電株式会社²を立上げた。これらは、法人格のない非営利団体では売電に至らない規模の案件を中心に市民ベースでの活動を支援する一方、営利法人では売電益による地域活性化を目指した事業主体の形成を中心に活動することで、活動の棲み分けをしている。

1.1 高知小水力利用推進協議会

協議会は、会員が主たる活動の原動力であるため、会員の活動を活発にすることが重要である。このため、地域で主体的に活動する会員を運営委員とし、おおよそ月1回の運営委員会を実施して各地域活動の情報交換をするとともに、会員向けに月1回の学習会を実施して研鑽の場を提供してきた。

2014年度は会員による適地の検討だけでなく一般への啓発活動も盛んにするべく、協議会でピコ発電用の螺旋水車発電機を購入して会で組み立てた他、研究室で調達してあったターゴインパルス型の水車発電機の組み立ても行った。これらは、第7回

えこらぼ文化祭「ごはんも石油もエネルギー」(2015年2月7日～8日)や、本学講堂で開催された「のぞいてみんかえ物部川」(2015年02月22日)で出典してデモを行い、一般の参加者への広報を行った他、会員のノウハウの蓄積に寄与した。

なお、活動の状況やノウハウの提供については外部発表を通して活発に行なっている³⁻¹⁴⁾。

1.2 地域小水力発電株式会社

ベンチャー事業会社では非営利団体のターゲットとは異なり、売電クラスの規模で支援事業や調査事業を実施している。ここで売電クラスとは、低圧(200V)の系統連系においては50kWクラス、高圧(6600V)の系統においては主に200kWクラスの水力発電事業を指す。

会社の目的としては直接発電事業を行うことを目指しているのではなく、地域住民が主体となって事業を興す際に、地域住民だけでは解決が困難な以下の様な支援を行うことを目的としている。

- 可能性調査
- 主体組織形成
- 資金調達
- 設計・構築支援
- 運用・利活用支援

2014年度は馬路村より受託を受けて、二級河川安田川支流の細井谷川で取水し安田川に放水する小水力発電所の設計を行った。これは、最大0.2m³/sの取水で約80mの落差を利用する出力15kWの規

¹<http://www.kochi-shp.org/>

²<http://www.communalhydro.com/>

模で、2015年度中に完成する予定である。

この他に、農林水産省の補助金を利用して、安芸市、高知市、四万十町での小水力発電計画を検討した。これらは全て最大出力 50 kW 未満の低圧連系を用いる。これによりいくつかの法的規制が緩和されることと、事業規模の観点より、より地域に向けた計画を立てられるのではないかと考えている。他に岡山、兵庫、滋賀等、関西方面での案件形成が増えてきている。

2. 地域指向ネットワーク技術

これまで当研究室は、地域における情報通信インフラについて地域 IX の利活用を含めて活動して来ている¹⁵⁾。

著者は福本昌弘教授とともに、四国地域や高知地域における学術目的の情報通信インフラを検討してきた¹⁶⁾。この結果、2011年末に高知県内高等教育機関による高知学術情報ネットワーク連絡会が設立された。この会では、高知県内の高等教育機関の JGN-X および SINET4 利用を含め、地域内で全ての組織が接続されて業務や研究活動に適したインフラを構築する検討が進められ、現在は4つの大学と高専が高知 IX につながる構造を構築している^{15,17-19)}。

地域 IX につながることで L2 や L3 の冗長性を確保できるようになり、さらに残る以下の課題を解決するために研究開発プロジェクトを立ち上げ TERECo4 (Traffic Engineering for Regional Communities, version 4) と命名した^{20,21)}。

1. 高知市中心部が被災すると県外との通信が不通となる可能性がある
2. 地域内で IP データグラムが交換できても DNS が機能しなくなる可能性がある
3. バックアップトランジット側の費用が過大になる可能性がある
4. 検討個所が広範囲でかつ複雑な依存関係を持つため全体を把握できない可能性がある
5. 設計した耐障害性や策定した計画が災害時に適切に適用できるかを平時には十分に確認できない可能性がある

2.1 成果

これは総務省の委託予算³⁾により2年間の計画として実施し、以下の2014年度の成果が出ている^{22,23)}。なおサブテーマの後二者については岡村健志助教(当時)が主に2013年度に主導したもので、2014年度は菊池が引き継いだ形になっている。

³⁾総務省 SCOPE (受付番号 132309010)

高知市中心部を経由しない県外通信路

- 【目標】高知市内を経由せずに県外のトランジットをマルチホームで利用できること。
- 【成果】南国市から国道32号経由でマルチホームを実現し目標を達成した。
- 【課題】この構成は SINET4 のアクセスポイントの制約により2014年度一杯で完了しており、2015年度は利用できない。このため2016年度からの SINET5 での利用を検討したい。

高知 IX 南国 PoP (高知県南国市) より、国道32号線を通り徳島県三好市、国道192号線を通り愛媛県四国中央市、国道11号線を通り愛媛県松山市に至る L2 リンクを構成した。この L2 リンクを用いて、参加組織が利用している通常の SINET4 の接続ポイントである高知 DC の他に、松山 DC へのトランジットが可能になった。

ここで、高知 IX 南国 PoP (南国市) より池田ケーブルネット(徳島県三好市)までは、2013年度に構成した、国道32号線の光ファイバを利用した L2 リンクを用いている。これは通信キャリア等の光ファイバを調査し、高知市内を経由せずに県外への通信系を構成できるものを検討した結果、以下の構成としたものである。

- 高知 IX 南国 PoP から国道32号のハンドホールまでは NTT 西日本のダークファイバ
- 国道32号領石交叉点において、NTT 西と国交省とのダークファイバを相互接続
- 領石交叉点より国交省池田国道維持出張所までが国交省ダークファイバ
- 出張所より池田ケーブルネットワークまでは池田ケーブルネットワークのダークファイバ

この区間は国道の道のりで70km程度であり、光接続コネクタも含めた全体の減衰が25~35dBと見積り、37dBの損失許容がある SFP (L2 スイッチに挿入して用いる光デバイス) を用いた。

インターネットトランジットが途絶しても機能する DNS

- 【目標】トランジットが途絶しても機能する DNS 実装を行いその効果を示すこと。
- 【成果】高知 IX で接続できている組織間で到達性があればルートサーバへの到達性が無くても当該組織の名前解決ができるような構成を実現し目標を達成した。
- 【課題】各組織の運用ネットワークでの利用やネットワーク防災訓練での評価など、今後より現実的な環境での評価が必要である。

高知 IX に設置した DNS サーバが各組織のゾーン

情報を保持するようにし、DNS の問合せ構造を素朴な設定から高知 IX の DNS に問い合わせるようにした。これにより、インターネットトランジットが失われ、DNS ルートサーバに到達できない状況でも、高知 IX 参加組織の名前解決が可能である。

また、高知 IX の DNS への到達性が失われた場合には、素朴な動作同様にルートサーバへの問合せを行うようにした。これは、インターネットの到達性が失われていない状況において、高知 IX の DNS が障害やメンテナンスで停止しても、一般の名前解決ができるようにするためである。

低コストでバースト通信を許容するバックアップ用リンク機能

- 【目標】低コストでバースト通信を許容する機能を運用し、その効果を示すこと。
- 【成果】ISP の標準的な課金モデルである 95%tile 計算を対象として、5%tile 内に収まるバーストラフィックを許容し、95%tile 課金が想定内に収まるようなシステムを実現し、目標を達成した。なお、これは現実の地域 ISP での応用を行って、現在も運用中である。
- 【課題】本研究開発前に出願していた関連特許が成立したこともあり、今後は実応用での展開を進めていきたい²⁴⁾。

今回の実装では、ルータのメーカーや機種からの依存性を減少させるため、可能な限り国際標準で規定されているプロトコルを使うこととした。具体的には、トラフィックデータを SNMP で、設定の投入を SSH 上の NetConf で行う設計として基本機能の実装をした。バーストラフィックを許容する計算を月頭に静的に求める手法を 2013 年度に実装し、動的に算出するアルゴリズムを 2014 年度に実装して、実験室レベルでの検証を行った。2013 年度で構築した実装については、高知 IX 経由で県内にサービスしている ISP のトランジットに応用して実ネットワークで正しく機能するかを検証した。

ロジックモデルを用いた運用上の課題の分析および構造の可視化

- 【目標】復旧を阻害する事象の因果関係を明示したロジックモデルを提供すること。
- 【成果】災害・障害発生時に迅速な復旧を妨げる事象の因果関係について、研究機関のネットワーク運用者および地域外のコミュニティにヒアリングを実施した。これによりロジックモデルを構成し、目標を達成した。
- 【課題】今後、より広い管理・運用コミュニティ

のヒアリングを実施してさらに利便性を高めていく必要がある。

管理運用に関する様々な状況の依存関係を明示するロジックモデルを構築した。これは最終的に「迅速に復旧が出来ない」ことの理由が何であることを示している。例えば「大学の電話番号を連絡先にして → 保守業者から電話がない → 障害に気づかない → 迅速に復旧できない」という依存関係などがわかり、運用のリスクがないかどうかをロジックモデルから検討することや、ネットワーク防災訓練で脆弱と思われる点を検査するのに利用ができる。

人為的な障害の発生による防災運用訓練

- 【目標】障害や災害のシナリオを作成し、事前の計画に従って人為的に障害を発生させる。これに対応する様子の記録を採り、機能や計画が正しく動いているかの確認を行うこと。
- 【成果】2013 年度と 2014 年度とそれぞれ 1 回のネットワーク防災訓練を実施した。これによりネットワークの冗長構成の一部が正常に動作しないこと、運用に関する人的ネットワークの一部が機能しないことなどを発見した。これの結果をネットワークシステムや運用体制に反映することで、目標を達成した。2013 年度に比較して 2014 年度は各組織での意見を反映させたより現実的な防災訓練を実施できた。
- 【課題】研究組織において年中行事と位置づけられてきたこともあり、今後発展させた形で活動を継続していきたい。また、他のネットワークコミュニティにも広げていきたい。ただし、1 回の訓練に必要な準備の量が大きいことが実施の障害になるので、これを軽減していくことが今後必要となる。

2013 年度と 2014 年度にネットワーク防災訓練を実施した。2013 年度は高知 IX で障害を 4 種類発生させ、それが各参加組織において認識できるか、対応が正しくできるかを検証した。2014 年度は、各参加組織の持つ課題がより明らかになるようなメニューに改善して実施した。さらに 2013 年度には高知 IX の障害のみを対象としていたのを、2014 年度では各組織で課題とされる点が検証できる様な障害も対象に含めた。

実験は、各組織の運用担当者として技術関係だけではなく事務職員も動員した。また、各組織での状況を記録するため、各 2 名のアルバイト学生をメモ係と写真係として配置した。さらに想定外の事象対応用に 2 名の学生アルバイトと 1 名の社会人アルバイトを配置した。また、今後の広がりを進めるた

め、高知県庁防災課2名と情報政策課1名、高知県黒潮町情報担当1名がオブザーバとして高知工科大学にて現場で見学を行った。

今年度に発生させた障害もしくは障害を模倣した状況は以下である。結果、災害時のシステム機能に異常があったほか、ヒューマン系の問題も散見された。

- 高知大学

- 障害: エアコンを止め、アラートが上がった際の運用スタッフの行動の確認他、停電発生、監視対象機器が障害の場合での対応確認等
- 結果: おおよそ準備しているとおりに障害対応ができたが、マニュアルの細かいミスがあったのを運用者が気づいて回避したために正常に運用ができたという状況が見られた

- 高知県立大学

- 障害: 被災したとの連絡を発生させ、その連絡が学内をどのように伝達するかの確認 (2パターン)
- 結果: 一方は正しく伝達されたが、他方は必要な部署への連絡が届かなかった

- 高知高専

- 障害: UPS の入力電源を落とし、UPS が出力を維持できている間にサーバを正しくシャットダウンできるかの確認等
- 結果: 1 台のサーバが、UPS 入力電源断と同時に落ち、正常なシャットダウンプロセスを実施することができなかった

- 高知学園短期大学

- 障害: 比較的短い時間電源を落とした場合の UPS の動作の確認、冗長化されているメインスイッチの片側障害時の確認、冗長化されていないフロアスイッチの障害時の確認
- 結果: おおよそ準備しているとおりに冗長性が機能し、また障害対応ができた

- 高知工科大学

- 障害:
 - * 仮想サーバ障害の想定で、バックアップからの仮想サーバ再構築
 - * 2 箇所ネットワークループを発生させ、対応状況の確認

- * コアスイッチ間で冗長化されている経路すべてを落として対応の確認

- * 復旧が困難な場合に、衛星通信による連絡確保を行う活動の確認

- 結果: 学内2箇所でのループ発生時に、監視システムに一方しか表示されなかった。衛星通信の電子メールによる緊急連絡ができなかった

- 高知 IX

- 障害:

- * スイッチにおいて、SINET4 との接続インターフェースの障害の確認

- * ルータにおいて、冗長トランジットの片側への経路情報が失われた障害の確認

- 結果:

- * SINET4 とのリンク断で、すべての IPv4 トランジットがバックアップ側に切り替わった。IPv6 については切り替わりが正常でなかったとの報告があり、調査したところ平常時の動作に不具合が発見された。

これまでネットワーク防災訓練に対する要望やコメントを集めてきた^{15,19,21,25)}。しかしながら有益なコメントが集まりにくかった。2カ年に渡る活動の結果、多くの有益な意見が集まるようになってきた^{22,23,26,27,29)}。今後はこれらの意見を反映してより大きな活動にしていきたい。なお、これらの意見は³⁰⁾にまとめられている。

3. 地域指向電気通信事業

著者は、地域に置ける通信事業の新しいあり方を求め、有限会社ナインレイヤーズを2004年4月に設立しサービスを開始している。その理念として以下の3つを掲げている。

- ビジネス・雇用の生成を伴う地域情報化
- 田舎からのインターネットの再ブランドデザイン
- 民間事業による納得・身の丈事業展開

2015年度よりフルタイムのエンジニアを2名雇用することができた。この最初の項目について、ようやく実現ができた。今後は技術面での充実が図れるため、企画・提案力を増強できると考えている。

謝辞

TEReCo4 プロジェクトは総務省 SCOPE より「災害時に事業継続性を発揮する情報通信インフラのための運用計画改善手法および冗長化技術の研究開発（受付番号 132309010）」として研究開発の一部の費用の助成を受けています。

文献

- 1) 菊池豊, “地域情報化サイクル研究室の活動 2011”, 高知工科大学紀要, 2012.
- 2) 菊池豊, “地域情報化サイクル研究室の活動 2013”, 高知工科大学紀要, 2014.
- 3) 菊池豊, 古谷桂信, 篠和夫, “高知小水力利用推進協議会の主な活動～2011 年度～”, 公開シンポジウム『関西でも小水力発電を！』, 2012.
- 4) 菊池豊, 篠和夫, “高知の小水力発電と産官学民地域連携”, 四万十・流域圏学会予稿集, 2012.
- 5) 菊池豊, “再生可能エネルギーの展望と ICT が地域で果たす役割”, 情報処理学会研究報告, No.2012-IOT17-24, 2012.
- 6) 菊池豊, “小水力発電と地域の環境整備の考え方”, 公開シンポジウム『森からの恵み、自然エネルギー』, 2013.
- 7) 菊池豊, “小水力発電と地域再生の考え方”, スマートコミュニティセミナー, 松山, 2013.
- 8) 菊池豊, “小水力発電でビジネスを… できるかな”, 第 3 回新エネ産業交流会, 2013.
- 9) 菊池豊, “小水力発電と地域再生の考え方”, 木頭村セミナー, 2013.
- 10) 菊池豊, “高知小水力利用推進協議会～活動ご紹介～”, 高知小水力利用推進協議会セミナー, 2013.
- 11) 菊池豊, “農家での ICT 利活用と田舎での小水力発電～持続可能な地方経済に向けて高知県での事例から～”, 愛生館セミナー, 札幌市, 2013.
- 12) 菊池豊, “高知小水力利用推進協議会のプロジェクト形成”, 流域圏学会発表原稿, 2013.
- 13) 菊池豊, “地域での小水力発電事業の進め方”, 岡山県小水力利用推進協議会勉強会, 2013.
- 14) 菊池豊, “高知小水力利用推進協議会”, 四国地域エネルギーフォーラム 2014 小水力発電セッション, 2014.
- 15) 菊池豊, “地域でなんとかする試み Part2 高知で地域 IX”, JAIPA セミナー, 丸亀, 2013.
- 16) 菊池豊, 福本昌弘, “再生エネルギー指向の地域 ICT プラットフォーム構想”, アカデミッククラウドシンポジウム 2011, 北海道, 2011.
- 17) 菊池豊, “高知学術ネットワークの構築”, 第 1 回地域間インタークラウドワークショップ, 佐賀, 2012.
- 18) 菊池豊, “高知における丈夫なネットワークの構築について”, 高知学術情報ネットワーク運用開始記念【災害に備える地域 ICT インフラ技術シンポジウム】, 2013.
- 19) 菊池豊, “高知学術系組織の高知 IX の利活用について”, 越後ネットワークオペレータズグループ第 17 回会合, 2012.
- 20) 菊池豊, “ネットワーク防災訓練～怖くて誰も出来なかった訓練の実現～”, 第 5 回地域防災情報シンポジウム, 高知県立大学永国寺キャンパス, 2014.
- 21) 菊池豊ほか, “地域 IX で恣意的な障害を発生させることによる耐障害性の検証”, 第 4 回地域間インタークラウドワークショップ, おきでんふれあいホール, 2014.
- 22) KIKUCHI Yutaka, “Network disaster pre-vention training”, (Lightning Talks), APRI-COT2015, 2015.
- 23) 菊池豊, 福本昌弘, 豊永昌彦, 佐々木正人, 今井一雅, 山田覚, 風間裕, 一色健司, 名和真一, 高畑貴志, 岡村健志, “人為的障害の発生によるネットワークシステムの検証”, 電子情報通信学会, No. 22, IN2015, 2015.
- 24) 菊池豊, “課金システムとプログラム”, 特願 2011-081015, 特許第 5686322 号, 2015.
- 25) 菊池豊, “防災訓練! 本当に切るとしたら何処を切りたい何を知りたい?”, 裏ジャノ 2013 @ ミクシィ, 2013.
- 26) 菊池豊, “ネットワークの障害発生の機能と構造について”, 第 7 回地域間インタークラウドワークショップ, 日本学術振興会産学協力研究委員会インターネット技術第 163 委員会地域間インタークラウド分科会, 2015.
- 27) 北口善明, 柏崎礼生, 菊池豊, “ネットワーク災害訓練 BoF”, JANOG35, 2015.
- 28) 菊池豊, “ネットワーク防災訓練”, JANOG33.5, 2014.
- 29) 菊池豊, “ネットワーク防災訓練”, 越後ネットワークオペレータズグループ ENOG31, 2015.
- 30) 菊池豊, “ネットワーク防災訓練”, (Lightning Talk), JANOG35, 2015.

RICT Center Annual Report 2014

Yutaka Kikuchi*

(Received: May 25th, 2015)

Research Collaboration Center, Kochi University of Technology,
185 Tosayamadacho-Miyanokuchi, Kami, Kochi, 782-8502, JAPAN

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

Abstract: This paper reports the activities of RICT Center of KUT in FY 2014. The purpose of the center is how to deploy the growth cycle of information communication technologies in regional areas. The major of the center is not only methods that make deployment smooth but also what regions should be in the result of the deployment.