

# 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 (132309010)

Studies of OAM plan improvement methods and redundancy technologies of electronic communication infrastructures for business continuation against disasters

## 研究代表者

福本 昌弘 高知工科大学

Masahiro FUKUMOTO Kochi University of Technology

## 研究分担者

菊池豊<sup>†</sup> 豊永昌彦<sup>††</sup> 佐々木正人<sup>††</sup> 今井一雅<sup>†††</sup> 山田 覚<sup>††††</sup> 風間 裕<sup>††††</sup> 一色健司<sup>††††</sup>  
名和真一<sup>††††</sup> 高畑貴志<sup>†††††</sup> 栢分正人<sup>††††††</sup> 井上望美<sup>†††††††</sup> 柴田祐輔<sup>††††††††</sup>  
Yutaka KIKUCHI<sup>†</sup> Masahiko TOYONAGA<sup>††</sup> Masato SASAKI<sup>††</sup> Kazumasa IMAI<sup>†††</sup>  
Satoru YAMADA<sup>††††</sup> Hiroshi KAZAMA<sup>††††</sup> Kenji ISSHIKI<sup>††††</sup> Shinichi NAWA<sup>††††</sup>  
Takashi TAKABATAKE<sup>†††††</sup> Masato KAYAWAKE<sup>††††††</sup> Nozomi INOUE<sup>†††††††</sup>  
Yuusuke SHIBATA<sup>††††††††</sup>

<sup>†</sup>高知工科大学 <sup>††</sup>高知大学 <sup>†††</sup>高知工業高等専門学校 <sup>††††</sup>高知県立大学 <sup>†††††</sup>高知学園短期大学  
<sup>†††††††</sup>フォーサイトウェブ <sup>††††††††</sup>新潟通信サービス <sup>†††††††††</sup>愛媛CATV  
<sup>†</sup>Kochi University of Technology <sup>††</sup>Kochi University <sup>†††</sup>Kochi National College of Technology  
<sup>††††</sup>University of Kochi <sup>†††††</sup>Kochi Gakuen College <sup>††††††</sup>Foresight Wave CO., LTD  
<sup>††††††††</sup>NIIGATA TUUSHIN SERVICE CO., LTD <sup>†††††††††</sup>EHIME CATV CO., LTD

研究期間 平成 25 年度～平成 26 年度

## 概要

本提案では、大規模災害時に関係機関が一体となって通信環境を維持するための通信技術と運用技法とを開発し、運用ネットワークを用いた実証実験によってその有効性を検証する。通信技術の開発は 2 つのアプローチによって構成する。1 つめは、同時に障害を受け難い複数の通信環境による冗長性を確保する手法であり、2 つ目は完全に外部への到達性が失われた場合に地域内だけでの通信環境が維持できる手法である。運用技法の開発では、ICT 運用業務の問題に対するロジックモデルを構築することで、災害発生時の運用課題の構造を可視化し、運用者で課題点を共有する。実証実験では、人為的に障害を発生させることで、開発した通信技術や運用技法の有効性を検証するとともに、耐災害性や組織的な脆弱性を抽出し、関係機関の BCP 等にフィードバックする。

### 1. まえがき

研究開発実施者らは、地域IXを用いた高知学術情報ネットワークを構成することで、高知県内においてICT環境を堅牢にする活動を行っている。これは、各組織がキャンパス間接続やインターネット接続を行う際に、第2層

(Ethernet層)や第3層(IP層)の接続構造が冗長になるようなネットワークを構成し、障害に対する堅牢性を高めるものである。

しかしながら、これだけでは災害と呼ばれるクラスの障害が発生したような状況には対応できないと考え、大規模災害発生時において、地域のネットワーク運用担当者が一体となって、地域の通信網を迅速に復旧し、通信環境を確保することを目的とする研究開発を実施した。

### 2. 研究開発内容及び成果

以下のように A から E までの 5 つのサブテーマに分けて研究開発を行った。

A) 【内容】地理的に高知市内を経由しない通信路を含めた、県外への冗長なインターネットトランジット接続の確保を行うこと。

【成果】南国市から国道32号経由でマルチホームを実現した。地理的な経路を公開している通信事業者がないため、明確に高知市を経由しないことを保証できる通信路が確保できたのは大きな成果と言える。

B) 【内容】インターネットトランジットが完全に失われた場合でも機能するDNSシステムを構成すること。

【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た。ただし、ルートサーバへの到達性がない場合に解決できる範囲が地域IXに接続している組織のみに限定されており、制約が大きい。

C) 【内容】平時および障害時のどちらでも妥当な範囲に経費を押さえることの出来る冗長構成を提供する技術を実現すること。

【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内に収まるパスト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た。運用中のISPで実用的に利用できるまでに至っており、実用性も十分確認できた。

D) 【内容】課題が持つ全体構造を運用担当者全員が共有できるようにすること。さらに個別に施した対策がどの部分に効果を与えるのかを可視化すること。

【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、図1に示すようなロジックモデルを構成することで可視化を行った。

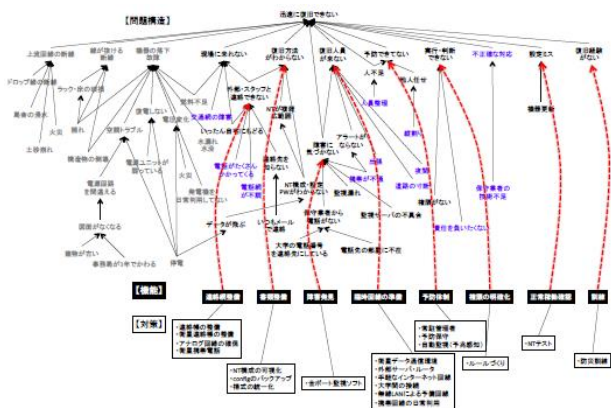


図1 ネットワーク管理運用を分析したロジック図

E) 【内容】ICTシステムの耐障害性や災害時の運用計画の妥当性を平時に確認すること

【成果】各年度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。これらの結果をネットワークシステムや運用体制に反映した。研究開発サブテーマ E で発生させた障害は図 2 の通りである。これらの障害により表 1 に示すような結果が明らかになった。

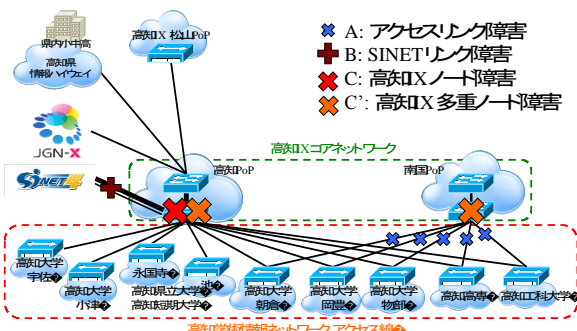


図2 第1回ネットワーク防砂訓練で発生させた障害

表1 第1回ネットワーク防災訓練の結果

	高知工科大学	高知県立大学	高知大学	高知高专
実験1/ 障害発見	×	×	×	×
実験1/ 冗長リンク	○	○	△	○
実験2/ 障害発見	エンドユーザー	エンドユーザー・保守	アラート	エンドユーザー
実験2/ 冗長リンク	30秒程度停止	高知IX間のみ	約4分間停止	約7分間停止
実験3/ 障害発見	エンドユーザー	エンドユーザー・保守	アラート	エンドユーザー・保守
実験3/ 冗長リンク	○	×	×	×
		約30分間停止	約30分間停止	約30分間停止

このような訓練を実際の運用ネットワークで実施して有効性を確認したことは、参加研究組織の ICT システムの堅牢性の向上だけでなく、今後のネットワークコミュニティへの導入の促進やインターネット全体の堅牢性に寄与できるものであり、重要な成果と考えられる。しかしながら、未だ実際の被災に近いレベルでの障害規模での実験はできていないこと、防災訓練の実施には多大な人的労力が必要であることが判明しているにもかかわらず支援の

方策が示されていないこと、他のネットワークコミュニティに波及しなかったことなどが今後の課題としてあげられる。

### 3. 今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

上述サブテーマ A/B/C の技術については、現状の実装で直ちにサービスが可能である。Cについては本研究開発の想定以外でも、バックアップ以外でも予算が事前に決まっているような行政におけるメインランジットに対するマーケットがある。

上述サブテーマ D/E については、今後も高知学術情報ネットワーク連絡会として取り組むなど、自主防災活動として利用する。この他に、ノウハウをコンサルティング事業として展開可能と考えている。

### 4. むすび

今回特に、ネットワーク防災訓練については大きな成果が得られたと考えている。しかしながら、各地でのヒアリングで「効用は理解できるが、顧客をかかえるサービスでは通信事業者側が主体となって実施するのが困難」との意見を多く貰っている。電力における毎年の法定点検同様に、通信においても法制度によって強制的に法定点検を義務付けることで、日本全体のネットワークの堅牢性が劇的に向上すると考える。

#### 【誌上発表リスト】

- [1] 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, IN2015, No. 22, (沖縄県宜野湾市) 2015年3月2日
- [2] 菊池豊, 栢分正人, 本間誠治, 井上望美, 柴田祐輔. 従量課金のバックアップ用トランジット回線で過大な課金を避けるためのトラフィック制御の手法. DICOMO2014シンポジウム, 2G-4 セッション, (新潟県新発田市) July 2014.

[3] KIKUCHI Yutaka. Network disaster prevention training. Lightning Talks in APRICOT 2015, (Fukuoka-city, Fukuoka), 5 May 2015.

#### 【受賞リスト】

- [1] 菊池 豊, 栢分 正人, 本間 誠治, 井上 望美, 柴田 祐輔, DICOMO2014シンポジウム 優秀論文賞,従量課金のバックアップ用トランジット回線で過大な課金を避けるためのトラフィック制御の手法, 2014年7月11日
- [2] 菊池 豊, DICOMO2014 シンポジウム シニアリサーチャー賞, 従量課金のバックアップ用トランジット回線で過大な課金を避けるためのトラフィック制御の手法, 2014年7月11日

#### 【報道掲載リスト】

- [1] “災害に強い通信体制を 工科大、高知大など訓練”、高知新聞、2014.1.6.

#### 【本研究開発課題を掲載したホームページ】

<https://www.facebook.com/kut.renkei>  
 県内高等教育機関によるネットワーク防災訓練の様子をSNS FaceBookにおいて公開した  
 オーガニックリーチ：176人