

| | | | | | |
|-------------|---|-----|-------|------|-------------|
| 氏名(本籍・生年月日) | Bishnu Prasad Gautam | | | ネパール | (昭和47年6月3日) |
| 学位の種類 | 博士(工学) | | | | |
| 学位記番号 | 甲 第651号 | | | | |
| 学位授与の日付 | 平成28年3月20日 | | | | |
| 学位授与の要件 | 信州大学学位規程 第5条第1項該当 | | | | |
| 学位論文題目 | Disaster Ready Networks: With a Novel Management and Monitoring Approach 耐災害ネットワーク：これらの管理と監視に関する斬新なアプローチ | | | | |
| 論文審査委員 | 主査 | 教授 | 和崎 克己 | 准教授 | 新村 正明 |
| | | 教授 | 師玉 康成 | | |
| | | 教授 | 山本 博章 | | |
| | | 准教授 | 佐藤 和彦 | | (室蘭工業大学) |

論文内容の要旨

通信ネットワークは、私たちの社会的活動がクリティカルであるかどうかに関わらず、重要な社会基盤となっている。ネットワークを安定的に運用するためには、ネットワークの管理や監視が不可欠であり、この分野での研究が継続的に行われている。TCP/IPネットワークの品質管理(QoS)やトラフィック監視に関する研究が従来から多く行われている。ただし、過酷な気象状況や災害時の状況下におけるネットワーク基盤の管理や監視に限定せず、ネットワーク上で運営できるサービスの継続性などについて、総合的な調査や研究は少ない。特に、極地の悪天候などの状況下で、無線ネットワークが非常に不安定となるケースの研究は少ないが、このネットワークの特徴は災害時に活動ノードが減少したネットワークの状況と非常に似ている。従って、極端な気象条件下で、非常に不安定となった無線ネットワークと災害時にサービスが維持できる程度に活動ノードが減少したネットワークの類似性と、その検証・分析に関する研究が必須である。

他方、ノードの監視や管理に対して、ネットワーク管理者や保守要員の手助けが必要となるが、地域によってはこれらの人的資源が不足し、サービスの安定的提供が困難な状況が続いている。ネットワークの体制に関するこのような状況は、災害時に耐えうる管理・保守や監視をどのように行うべきか、という課題を与えるに等しい。とりわけ、災害時には回線の保守員として多くの人的資源を割くことは困難である。従って、ネットワークの管理をどのように自律化するか、その自動化技術に関する研究が必要となる。本論文では、不安定ネットワークの特徴

を調べ、災害に対する耐性を有するネットワークで提供するサービスをより安定的に運用するためには、どのような管理と監視の手法を取るべきかについて述べる。具体的には、不安定ネットワークに関する以下の3つの課題について、調査・検討と手法の提案・評価を行う。

1. 実地調査と安定化に向けたネットワークモデルの提案： 厳しい気象環境下における無線ネットワークの現実的なモデルを検討する。
2. 監視や管理プロセスの自律化の提案： ネットワーク監視サービスに対して、特にネットワーク装置の物理的配置プロセスを考慮した自律化を検討する。
3. 相互運用可能で実装可能なFogインフラの開発： 災害救援などのシナリオでは、高信頼かつハイ・アベイラビリティなネットワーク・アプリケーション資源の提供が求められる。

先ず課題1に対処するため、北海道稚内市とネパールのヒマラヤ地域における無線ネットワークの実地調査と回線の敷設、ならびに安定化に向けたL1、L2、L3各層の冗長化の提案と実験を行った。この結果、不安定ネットワークの管理や監視を行うため、新たな自動監視や管理アプローチが重要であることが明らかになった（第3章）。

次の課題2について、ネットワークの自動監視を行うためには、新たな発想に基づいた新しいネットワーク監視デバイスによる自律化を提案する。具体的には、L2ネットワーク接続が切断される不安定な状況になった場合、移動式ロボティックネットワークデバイス(Tensai Gothalo)がその状況を検出し、迅速に修復し、ネットワークサービスの継続性を提供する。この工夫により、ネットワークの管理や監視の自律化が可能になり、通信インフラの品質が改善される。自律型ロボットは所定の経路に従って移動が可能であり、ネットワーク機器・サービス及びアプリケーションの監視機能を有している。さらに、L2スイッチ群と連携し、動的な冗長化経路選択を実施する（第4・5章）。

課題3の解決に向けて、耐災害ネットワーク上でポータブルな高可用(HA)クラスタの開発と、そのインフラで運用可能なサービスモデルの開発を提案する。この研究では、災害復旧支援プログラムにおいて迅速に展開可能な、いかなる組織でも所有可能なポータブル回線資源の確保を計画策定するために、サービスの評価やテストを行った。このインフラをポータブルかつ最小ダウンタイムで実装できるようにするため、我々は携帯可能なIoTデバイスの利用を提案する。これらのインフラを本論文では“Fog Infrastructure”と呼ぶ。Fogインフラ上で運営するいくつかのサービスのモデルと、分散オブジェクト型アーキテクチャについても提案する。最終目標として、耐災害ネットワークを提供する我々のアプローチを用いることにより、自治体・事業組織・教育機関等が、耐災害持続可能なビジネスサービスの確保と保証を目指す（第6・7章）。