

採 択 番 号 : 19106

研究開発課題名 : 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発

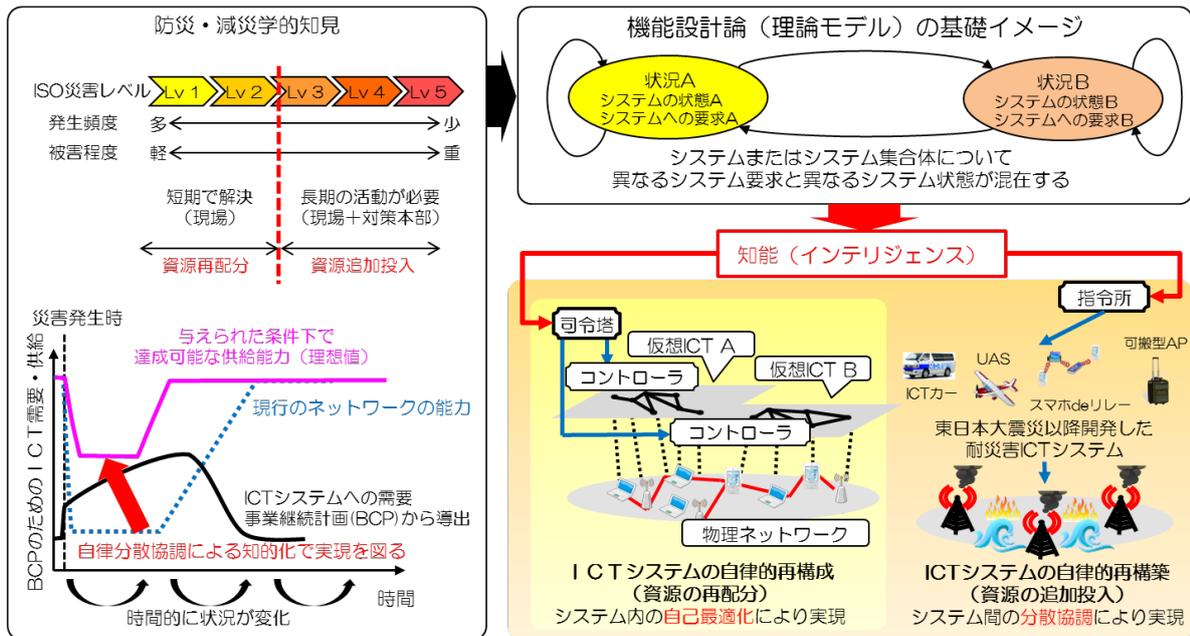
副 題 : 防災・減災学的知見に基づく ICT システムの知的化に関する研究開発

(1) 研究開発の目的

IoT 時代の到来により、様々な分野において既存システムのネットワーク化が進むことが見込まれる。そのため、ネットワーク機能が失われることで人々が受ける損害もより深刻なものとなることが危惧される。事実、2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、多くのネットワーク設備が損壊し、大きな混乱を招いた。災害発生直後は、安否確認や避難場所・避難方法に関する情報の伝達のためにネットワークへの通信需要が急増するほか、それ以降は避難所での生活に必要な情報や道路・鉄道などの交通情報の伝達など、ネットワークの果たすべき役割は非常に大きい。しかし、現行のネットワークは、地震や津波による基地局の損壊や伝送路の切断により機能が大幅に低下し、災害対応行動としての事業継続計画（BCP：Business Continuity Plan）のための必要最低限の需要にすら対応することは困難である。そのため、将来のネットワークには、災害発生後の災害対応行動に支障が発生することがないように、必要とされる通信能力を提供することが強く求められる。

東日本大震災以降、多くの機関・企業が災害に強い ICT システムの実現を目指し、様々な技術の研究開発を実施してきた。ICT システムを物理的制約から解放し、柔軟な利用を可能とするネットワーク仮想化技術である SDN（Software-Defined Network）や NFV（Network Functions Virtualization）などはその代表例である。また、損傷した ICT システム機器の代替として利用するための耐災害 ICT システムの開発が進んでいる。ゲートウェイ機能によって被災地に通信環境を提供する ICT カーや、基地局を介さずにスマートフォン同士が直接通信可能となる D2D（Device-to-Device）などが挙げられる。しかしながら、被災地の状況は災害規模と経過時間によって全く異なるため、その変化に追従するためにはネットワーク機能の動的設計論が必須であるが、この肝心の部分が欠落している。つまり、現状では仮想化技術や耐災害 ICT システムをどのように使いこなすのかといったインテリジェンスが存在しない。結果として、現行の ICT システムでは災害発生後に急増そして急変する需要を満たすことができない。

そこで、本研究開発では防災・減災学的知見を利用することにより、状況の変化に基づいた機能設計論を確立するとともに、それを実現するための基礎技術になると見込まれる自己最適化と分散協調によってネットワークを知的化するための研究開発を実施する。図 1 にそのアプローチの概要を示す。災害発生後、損壊した ICT システムの状態などを逐次モニタリングするなどして、状況をリアルタイムに把握しつつ、残留した ICT 機器を再構成することで ICT システムの機能回復が可能なのか、それとも新たに耐災害 ICT 機器の追加投入が必要なのかについて一定期間毎に判断する必要がある。この判断については、従来のシステム設計論に防災・減災学的な知見を導入することで可能にする。再構成によって回復が可能な場合、システムに対する需要と供給のバランスに応じてシステム内で自己最適化を図る。一方、ICT 機器の追加投入が必要な場合、ICT システム間の分散協調によって再構築を行い、需要と供給の落差が一定程度に落ちつき次第、再構成による自己最適化に移行する。以上の通り、本研究開発では、防災・減災学的知見を機能設計に取り入れ、理論モデルの構築から着手し、自己最適化と分散協調を軸とした知的化技術を確立する。



(2) 研究開発期間

平成 28 年度から平成 32 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

国立大学法人東北大学 <代表研究者>

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 70 百万円 (平成 30 年度 14 百万円) ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

- 研究開発項目 2: ICT システムの状態検知
 - 2-b. 状態パラメータの解析 (国立大学法人東北大学)
- 研究開発項目 3: 知的化の要素技術
 - 3-a. 自己最適化技術の確立 (国立大学法人東北大学)
 - 3-b. 分散協調技術の確立 (国立大学法人東北大学)

(6) 特許出願、論文発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	4	1
	その他研究発表	7	1
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目2：ICTシステムの状態検知

2-b. 状態パラメータの解析

本項目では研究開発項目2-aで選定したICTシステムの状態を定めるパラメータの解析方法の検討を行うことを目標とした。

本課題では災害対応ネットワークを構築する主要なICT機器として、外部電力からの電力を得られない場合でも自律的に稼働が可能なEHBS（Energy Harvesting Base Station）の使用を想定する。そこでEHBSから時系列で得られる値や、複数のEHBSから集合として得られる値についてモデル化を行った。その上でICTシステムの運用における課題を挙げ、解析に必要な項目の検討を行った。

研究開発項目3：知的化の要素技術

本項目では、知的ICTシステムのための要素技術として、自己最適化を実現する自律的再構成技術と、分散協調を実現する自律的再構築技術に関する研究開発を行う。

本課題で想定する災害発生直後は、サービスを立ち上げるために、災害対応の機能を備えた仮想マシンを被災地に投入し、被災地内で自律的にサービスが提供できるようにする。その後はサービスエリアの拡大のため、時空間的な柔軟性を備えたICT機器を投入する。このように時間帯により異なるICT機器を機能的に連携し、接続性を向上することを目的として自律的再構築技術の研究開発を行った。そしてサービス毎に通信要求特性に沿ったICTシステムを仮想的に構成することで効率的にサービス品質を向上する必要がある、そのための自律的再構成技術の研究開発を行った。

3-a. 自己最適化技術の確立

本項目では自律的再構成技術に関する検討を行う。

その適用例として、メモリや電源などの物理的な制約によってモバイル端末では実行できないアプリケーションを実行するための技術である、エッジクラウドコンピューティングに着目し、システムを知的化するための検討を昨年度から引き続き行っている。エッジクラウドコンピューティングでは、ユーザが実行できないタスクをネットワークのエッジに存在するクラウドレットでタスク処理を行う。エッジクラウドコンピューティングにおけるシステムの主な要件は、低いサービス遅延を実現することである。同時に、災害発生直後においては使用電力の低減も要求される。

そこで本項目では、必要最小限のクラウドレットの使用により使用電力を低減した上で、ユーザへ提供するサービス遅延を軽減するための検討を行った。ユーザからのサービス要求とユーザの位置、およびネットワークの状態の変化を考慮してネットワークを再構成するアルゴリズムの検討および開発を行い、性能評価を実施した。

3-b. 分散協調技術の確立

本項目では自律的再構築技術に関する検討を行う。

本課題においては適用例として、再生可能エネルギーで稼働するスモールセルネットワーク（EH-SCN：Energy Harvesting Small Cell Network）に着目し、システムを知的化するための検討を行った。EH-SCNでは、再生可能エネルギーの発電によりスモールセル基地局を稼働できるため、電力インフラが使用不可能となるような大規模災害での活用が期待されている。しかし、再生可能エネルギーによる発電のみにより安定的にネットワークを稼働させることは困難であるため、エネルギーを効率的に利用する手法を実装する必要がある。さらに、災害時の情報交換を正確に行うためには、サービスの品質を示すQoE（Quality of Experience）を高く保つことも重要である。本年度の研究開発項目2-bでは、複数のEHBSに構成されるネットワークおよびEHBSの機能とそのモデル化を行い、システム運用における課題としてEHBSの電力制御が挙げられた。

そこで本項目では、項目2-bで想定したネットワークの稼働率を向上し、ユーザの接続性を高く維持するための電力制御について、周辺の環境変動予測に基づいて行う手法の検討を行った。