

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

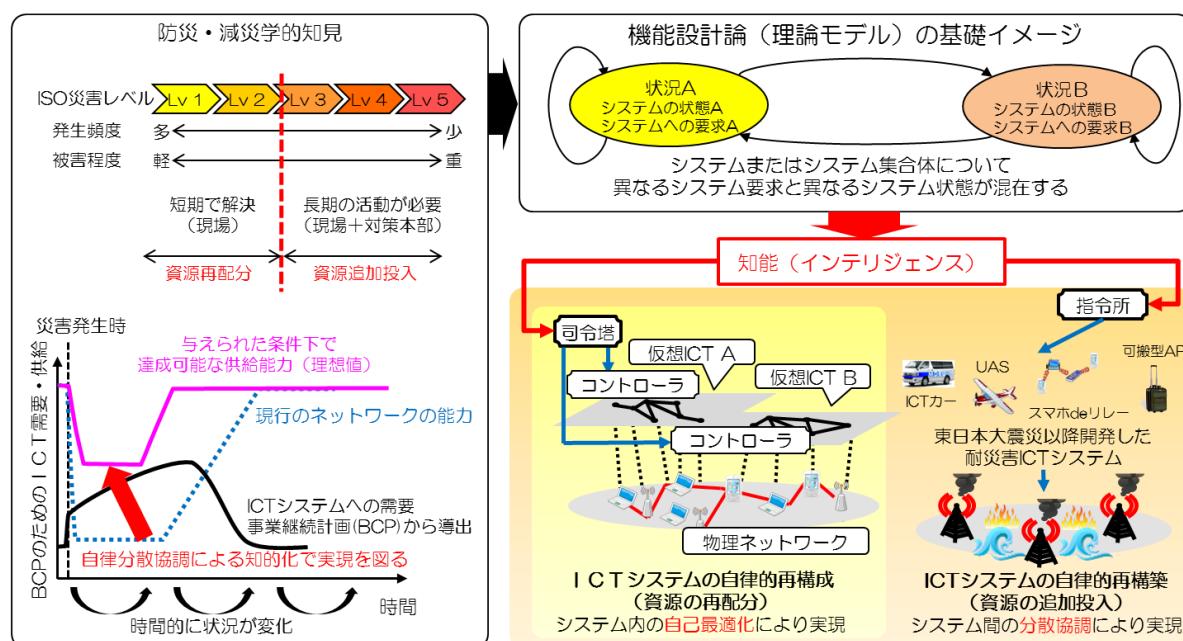
副 題 : 防災・減災学的知見に基づく ICT システムの知的化に関する研究開発

(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 年度から令和 2 年度 (5 年間)

(3) 実施機関

国立大学法人東北大学 電気通信研究機構 <代表研究者>

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 70 百万円 (令和 2 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 3: 知的化の要素技術

3-c 2 つの技術の統合と改良 (国立大学法人東北大学)

研究開発項目 4: 有効性検証

4-a 実フィールドでの検証 (国立大学法人東北大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	7	0
	その他研究発表	15	3
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	0	0
	受賞・表彰	6	3

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 3: 知的化の要素技術

本項目では、災害時の状態変化に対応できる知的 ICT システムを形成するための 2 つの要素技術、つまり自己最適化技術と、分散協調技術を開発する。自己最適化を実現する自律的再構成

技術は災害環境におけるサービス品質を向上し、災害時に発生しうる多様な需要に対応することを目的としている。一方、分散協調システムを実現する自律的再構築技術は ICT システム間の協調により、災害環境で必須となる時空間的な接続性を確立することを目的としている。これらの実現のため、今年度は 3-c の技術の統合と改良に取り組んだ。取り組み内容は下記の通りである。

3-c 2つの技術の統合と改良（国立大学法人東北大学）

本項目では、項目 3-a と 3-b で確立する自律的再構成技術と自律的再構築技術の 2 つの技術を統合する上での課題について検討した。本課題においては、両技術の統合のためのアプローチとしてモバイルエッジコンピューティング技術（MEC）に着目し、災害時に構築する ICT システム・ネットワークに対して MEC 技術を応用するための課題点について検討した。特に災害時に有効な MEC 技術と通信ネットワーク技術の適用例として MEC サーバを搭載した無人航空機により構築されるネットワークに着目し、要求されるコンピューティング処理によって発生される遅延と通信ネットワークにおいて発生するキューイング遅延、伝搬遅延等を総合的に加味して最適制御するためのアルゴリズム構築を実施した。

研究開発項目 4：有効性検証

4-a 実フィールドでの検証（国立大学法人東北大学）

災害時、基地局や無線機といったリソースが不足した状況で基地局を配置し、NerveNet による無線メッシュネットワークを構築することを想定し、経由する基地局数とスループット、電力消費の関係を調べ、決められたユーザー GW 間で必要となるスループットを満たす通信を可能にする必要最小限の基地局の数とその時に必要な電力を決定した。これは第 3 項までで取り組んだ自律的再構築技術の検討に当たる ICT システムの投入による回復とその最適化に関する検証に当たるものである。

また、第 3 項までで取り組んだ自律的再構成技術の検討に当たる ICT システムの投入後の最適化に関する状況を想定し、経路木のコストに基づいた優先度の高い経路を確認するとともにリンクの本数と電力消費の関係性を確認することで、利用可能な電力に応じた適切な NerveNet のリンク接続数決定について検証した。これにより、項目 3 の取り組みにあたる自律的再構成技術としてのメッシュネットワークにおけるトポロジ再構築と ICT システムの性能、通信資源との関係性に関する知見が得られ、その有効性を確認した。

（8）研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

1) 計画

まずは現在取り組んでいる研究開発の最終的な成果について、未発表の成果を論文としてまとめ、国際的にも評価の高い論文誌へ投稿する予定である。またこれまでの研究開発成果によって得られた知見を活かし、耐災害 ICT システムの発展に貢献すべく研究活動を継続させ、将来的な実用化に向けた取り組みを実施していく。また今後の継続的な取り組みも含めてその成果を世の中に発信し続けていくべく各種学会や講演会にて積極的に成果を公開していくことで、幅広くその成果を普及させていくことを目指す。

2) 展望

災害への対応は世界的にも差し迫った課題であり、災害大国である日本では特に社会的にも重要な課題であり、国としての取り組みはもちろん、各自治体毎の対策に向けた動きなどは活発化している。このような状況を踏まえ、本研究開発で取り組んだ耐災害 ICT システムに関する知見を普及・発展させていくことにより、災害時の人的・物理的被害を低減することを可能とし、国民生活に直結する貢献を目指す。また本研究開発で得られた知見を活かして耐災害 ICT システムに関する研究開発を継続していき、その成果を論文誌等により発表していくことは学術的な貢献としても有意義であると考え。またこれらの研究開発を大学としての立場で継続していくことは、将来我が国を担う若手の人材育成にも寄与することであるため、それらの副次的な波及効果も視野に入れつつ取り組みを続けていく。