

平成 28 年度研究開発成果概要書

採択番号：19106

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。

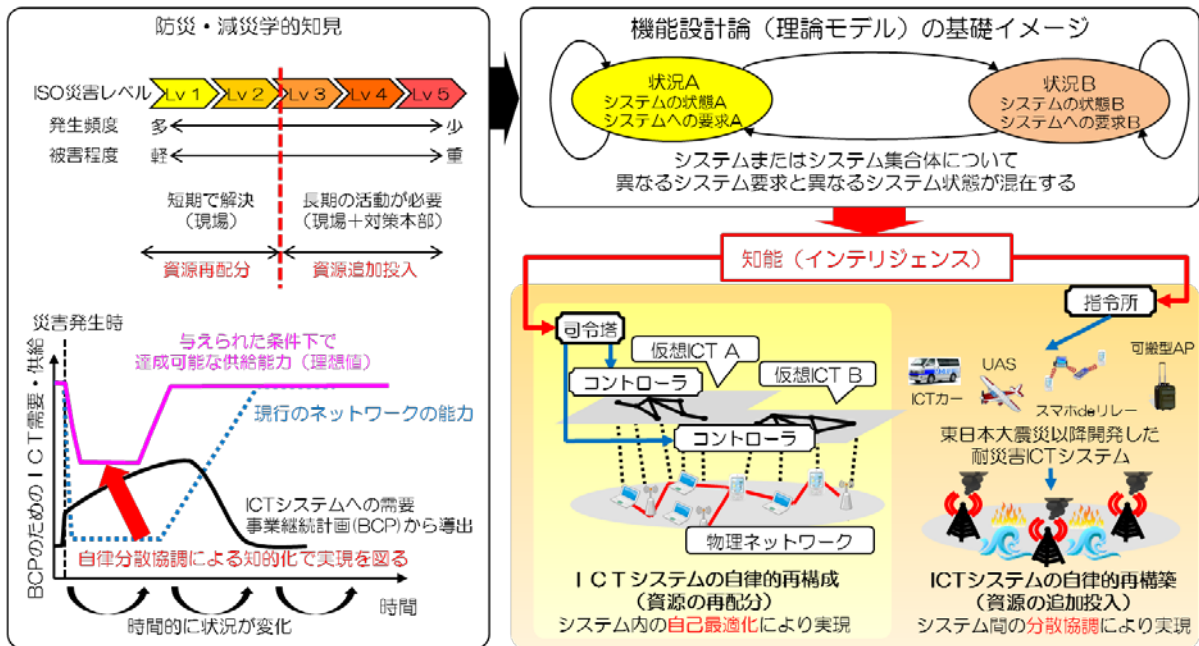


図1. 本研究開発のアプローチ

(2) 研究開発期間

平成28年度から平成29年度（2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（実施責任者 教授 加藤寧）〈代表研究者〉

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 28 百万円（平成 28 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

研究項目 1： ICT システムの評価方法

項目 1-a. ICT システムの状態定義

（国立大学法人 東北大学 電気通信研究機構）

項目 1-b. ICT システムへの要求と性能のモデル化

（国立大学法人 東北大学 電気通信研究機構）

(6) これまで得られた成果（特許出願や論文発表等）

		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	1	1
	その他研究発表	2	2
	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

項目 1-a. ICT システムの状態定義

ICT システムが要求をどの程度満足することができるのかを定量的に評価するための方法を確立する必要がある。しかし、ICT システムの有効能力は状況によって異なることから、まずは状況に相当するものとして ICT システムの状態を定義する必要がある。

本年度は災害時に必要な耐災害 ICT システムの在り方について、情報通信研究機構（NICT）を初め東日本電信電話株式会社および複数の自治体の防災担当者と綿密な議論を実施した。これにより、災害時における状態を 3 つのフェーズに分類できることを導いた。また、ICT システムへの需要を常に上回る供給を実現するためには、まずそれぞれのフェーズにおける要素技術についてより詳細な検討が必要であるという知見を得た。図 1 に災害時におけるシステムの状態を示す。

また、これらの状態が絶えず変化する環境に適応可能なサイバーフィジカルシステム（Cyber Physical System）についても検討を行い、IEEE Network Magazine にてシステムのコンセプトに関する論文を投稿し採録が決定している。

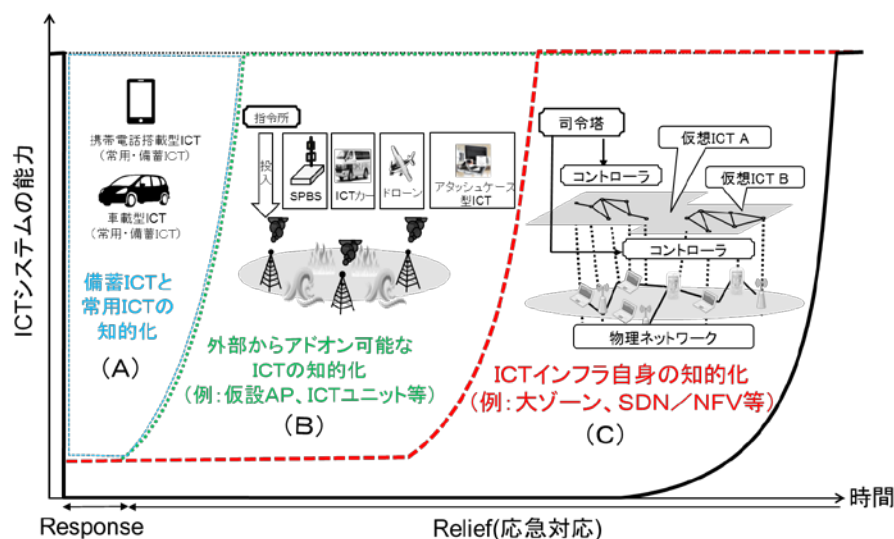


図 1 災害時におけるシステムの状態

項目 1-b. ICT システムの要求と性能のモデル化

各状態において、ICT システムへの要求は異なることが想定される。すなわち、状態毎にスループットや遅延といった異なる要求が存在することを意味する。一方、ICT システムそのものの性能も状態に応じて変動する可能性がある。したがって、各状態における ICT システムへの要求および性能に関して検討を行う必要がある。

本年度はフェーズ A（常備 ICT・常用 ICT の知的化）、フェーズ B（外部からアドオン可能な ICT の知的化）における要求および性能に関して重点的に検討を行った。これにより、フェーズ A、B におけるシステムの要件を明らかにした。また、システム要件に基づいた無線メッシュネットワークにおけるインテリジェントなネットワークの構築方法を提案した。提案手法は従来手法と比較して、少ない通信リソース量で要求スループットを満たすことが可能であることを確認した。

同様に、フェーズ C（ICT インフラ自身の知的化）における ICT システムへの要求および性能に関して初期検討を行った。また、フェーズ C の要素技術の 1 つであるエッジクラウドコンピューティングにおけるサービス遅延を低減させる手法を提案した。