

大規模災害においても通信を確保する 耐災害ネットワーク管理制御技術 の研究開発

担当課室名：国際戦略局 技術政策課
実施研究機関：(株) KDDI総合研究所、KDDI (株)、
日本電気 (株)、日本電信電話 (株)、東北大学
研究開発期間：H24年度
研究開発費：846百万円

1. 研究開発概要

東日本大震災を受けて、光ケーブルの断線、通信設備の電源喪失、輻輳などにより、重要情報の発信・収集が困難となった。災害情報の伝搬や安否確認のための連絡手段として、情報通信基盤が果たす役割の重要性が再認識される一方で、特に津波被害や停電に対する情報通信基盤の脆弱性等の課題が浮き彫りとなった。これらの問題を解決するため、災害時の限られたネットワーク資源を使った重要なトラフィック伝送の維持や早期復旧を可能とする技術、被災地に臨時設置されるIP ネットワークの輻輳を回避しながら重要な通信を継続可能とする技術を確立した。

(研究開発課題)

課題ア 震災時を想定した有限ネットワーク資源適応的活用技術

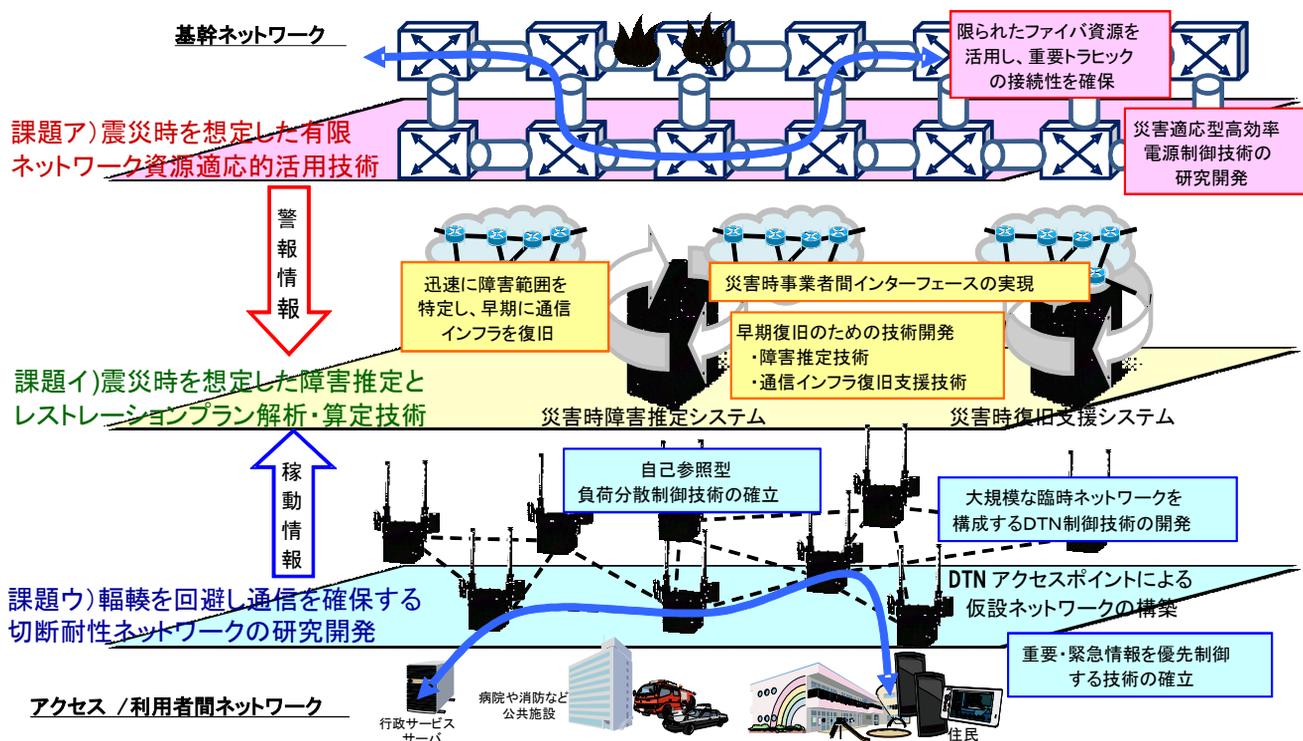
限られたネットワーク資源を適応的に利活用し通信の接続性を確保し、重要トラフィックを優先的に接続制御する技術の確立

課題イ 震災時を想定した障害推定とレストレーションプラン解析・算定技術の研究開発

事業者間で障害情報を共有するインターフェース、障害推定技術と通信インフラ復旧支援技術の確立

課題ウ 輻輳を回避し通信を確保する切断耐性ネットワークの研究開発

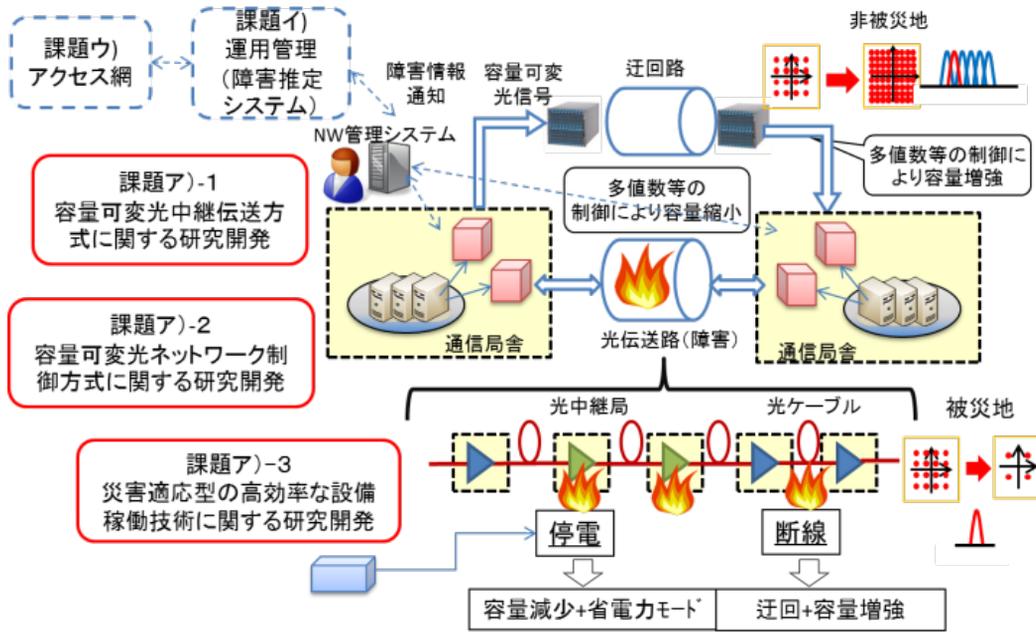
自律的に相互連携して輻輳を回避するネットワーク技術、不安定なネットワークにおいてもデータ転送を可能とする技術の確立



2. 研究開発成果概要

課題ア 震災時を想定した有限ネットワーク資源適応的活用技術に関する研究開発

震災時に生じる伝送帯域の激減に対しても、つながるネットワークを実現するため、本研究開発では以下の技術課題を定義し、光伝送路の災害に対して、限られたネットワーク資源を使ってトラヒックの接続性を維持すると共に、通信トラヒックの輻輳を回避しながら通信の接続性を継続可能にする技術の開発を行った。



(主要成果)

ア-1 **・多値度可変QAM信号**送受信装置により容量を2倍以上への増強可能性を検証

・光通信で初めて多値度可変機能とそのリアルタイム動作を実証

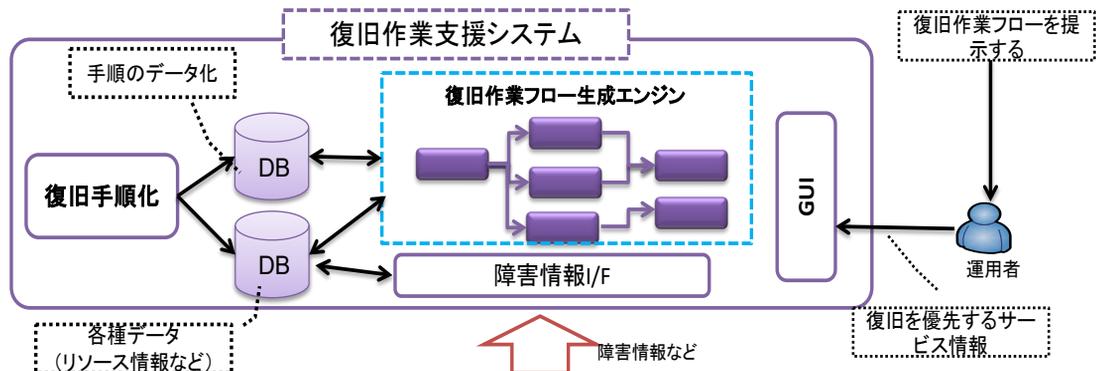
ア-2 **・限られたネットワーク資源を適応的に活用する容量可変光ネットワーク制御技術を世界で初めて実現**

・通常時は接続不可能な異なるベンダ製の伝送装置を協調動作させる相互接続技術を世界で初めて実現

ア-3 **・非常用発電機に太陽電池を組合せ、最適に連携させることで通信設備の稼働時間を目標の2倍を達成**

課題イ レーショナルプラン解析・算定技術の研究開発

大規模災害時にネットワークの早期復旧を可能とするため、断片的な障害情報からネットワークの障害状況を推定する技術を開発するとともに、それに基づくレストレーションプランを自動作成する方式を開発した。また、災害時の情報交換に限定して事業者間で共有する通信管理インタフェースを規定することにより、障害状況の推定精度を高めた。具体的には、自網から得られた障害情報に加えて、事業者間で相互に協力し、断片的な障害情報や災害情報などを事業者間のシステムを通じて授受できる災害時事業者間インタフェースの実現と、上記障害情報や自網から発生する断片的な警報情報を元に、震災時の通信設備被害状況を自動的に推定する障害推定技術の実現、また、早期にインフラの復旧、並びにサービス救済効果を最大化する障害復旧プラン自動算定の実現させた。



(主要成果)

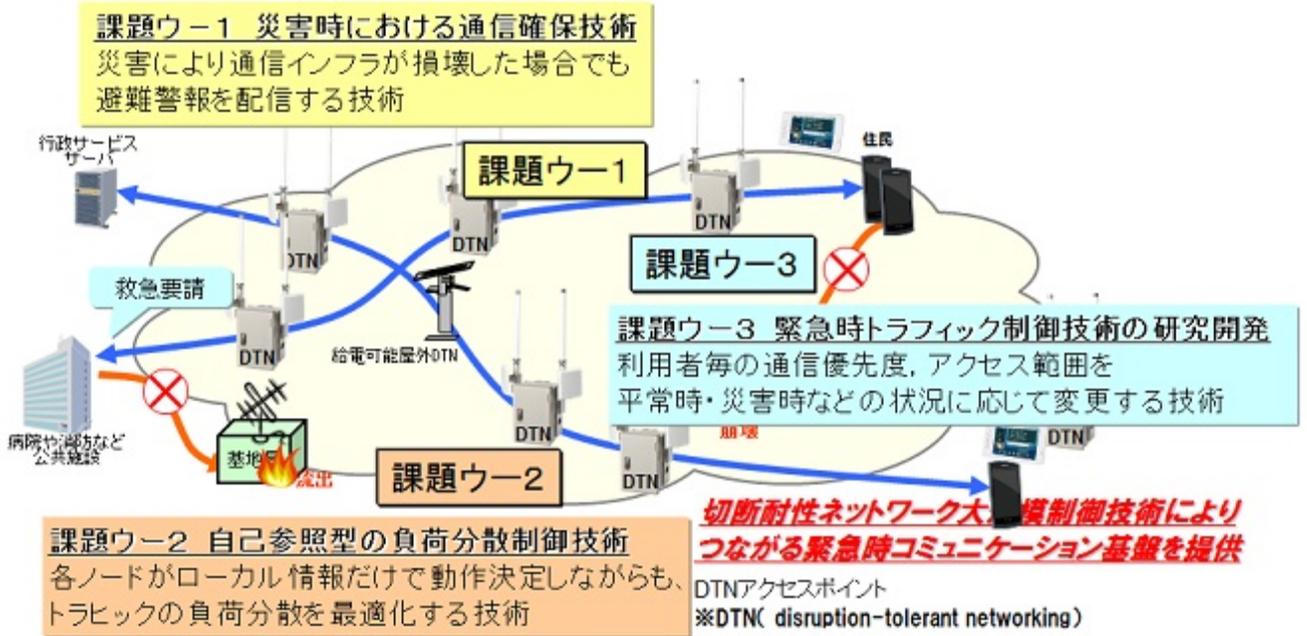
・事業者間I/F: **国際標準化**(TMF)にてドラフト作成、**関連文書が「Framework for Defense」として制定**

・障害推定技術および災害時業務フロー生成技術の方式確立、検証完了

・東南海2連動地震を想定した実証実験に成功

課題ウ 輻輳を回避し通信を確保する切断耐性ネットワークの研究開発

自律的に相互連携して輻輳を回避し、通信負荷などの状況にリアルタイムに対応するネットワーク技術の研究開発を行った。また、ネットワークの中断や切断が断続的に発生する不安定なネットワークにおいてもデータ転送を可能とし、緊急性が高い情報を確実に利用者へ届ける緊急時コミュニケーション基盤を確立した。



(主要成果)

- ウ-1 ・シミュレーション上で**1000台(10万ユーザ相当)**のDTN経路制御に成功
・DTN AP開発を完了。**東北大学キャンパス**においてDTN経路制御に成功
・1000台規模のシミュレーション評価で、**制御負荷を従来比1/8程度に削減**
・DTN APを用い**東北大学キャンパス**においてDTN同報配信に成功
- ウ-2 ・負荷分散アルゴリズムを定量評価。**伝達遅延改善を確認。**
・試作DTN APを用い、負荷分散アルゴリズムの実証実験を実施。**情報の伝達遅延の改善を確認**
- ウ-3 ・方式の詳細仕様化と試作システムの開発と実装を完了し、**実証実験および評価を実施**

3. 成果から生み出された経済的・社会的な効果

<成果の社会展開に向けた取組状況>

- ・容量可変光送受信器技術
多値度可変QAM伝送システムにおいて、FPGAの改良により変調多値度を1024 QAMまで拡大し、最大伝送速度100 Gbit/sを達成した。
- ・光ファイバを監視しているOTDRベースの災害対応型リモート線路監視システム
プラットフォーム部分の実証を完了し、一部運用開始。災害対応機能部分については、拡張機能として提供可能。リーフレットを作成し、製品化完了。
- ・ネットワーク運用管理業務フローの自動抽出技術
レストレイションプラン技術に関して、ユーザとのフィールド評価を実施し、同技術を用いた業務プロセスの抽出、分析の可能性について実運用環境で評価を完了した。
- ・DTNアクセスポイントの有効性検証
女川町トレーラーハウス・エルファロでの大規模イベントにおいて動作検証を実施すると共に、大規模イベント(宮城POKERUN)で臨時的無線LANアクセスポイントとして活用した。

<新たな市場の形成、売上げの発生、国民生活水準の向上>

・高効率電源制御技術

電源事情の悪い海外の通信基地局の発電機の燃料削減と温室効果ガスの低減に向けて、NEDOからの委託を受け、インドネシアの携帯電話基地局20箇所に設置し、ディーゼル燃料の最大80%の削減を確認した。また、2018年7月11日上記事業がJCMプロジェクトとして登録され、報道発表を行った。

・消防・防災システム向けDTNアクセスポイント製品化

防災システムとして製品を開発し、平成26年度に自治体に納品後、平成27年度には高速性、カバーエリアの面から上記自治体の防災システムを強化した。また、新規機能(DTN-VPN)を追加し、戦略的イノベーション創造プログラムの防災システムとして提供した。平成28年度以降も、戦略的イノベーション創造プログラムの防災システムに関して自治体でのフィールド実証を実施し、システム事業化活動を継続中。

<知財や国際標準獲得等の推進>

・通信事業者間でネットワーク被災状況を連携するための運用管理システムインタフェース規定

TMF標準化活動を通じてDisaster Recovery文書の提案を行い、各種リスクに対する網管理要件としての関連文書が「Framework for Defense」として制定された。

4. 成果から生み出された科学的・技術的な効果

・多値度可変QAM信号光送受信装置

多値度可変QAM伝送システムにおいて、FPGAの改良により光通信では世界トップレベルとなる変調多値度1024 QAMを達成した。これにより、最大伝送速度は現状の商用光伝送システムと同等の100Gbit/sに達し、商用システムへの適用性を示した。

5. 副次的な波及効果

・高効率電源制御技術を応用した取り組み

実施した成果をもとに、その後に公募のあったNEDO事業に応募し、インドネシア国のCO2削減のため実証事業を展開している。

具体的には、(平成29年度実施)平成27年度「地球温暖化対策技術普及等推進事業/JCM実証事業/インドネシア共和国における携帯電話基地局へのトライブリッド技術導入による低炭素化プロジェクトJCM実証事業」をインドネシア国で実施中。

インドネシア国の電化地域が飛躍的に増大しており、成果の導入対象となる基地局が減少傾向である。国内においては、計画停電も終え、非常用には蓄電池の容量を増す方向で対応している。

報道発表1件

インドネシアのトライブリッド基地局実証事業がJCMプロジェクトとして登録

～携帯電話基地局の温室効果ガスを最大80%削減へ～

2018年7月11日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

KDDI株式会社

6. その他研究開発終了後に実施した事項等

- 本研究開発終了後も、学会発表や展示会出展等、研究開発成果の普及活動を継続して実施した。
特許取得9件、特許出願15件、論文掲載4件、研究発表16件

	総務省	受託者
平成25年度	・研究成果のWeb上の公開 ・イベント等での啓発活動を実施(2件, 耐災害ICT研究開発センター開所シンポジウム, 平成25年度大規模津波・地震防災総合訓練)	・学会等での成果発信やイベント等での啓発活動を実施(8件) ・6市町村でフィールド実証を行い, 成果を「災害に強い情報通信ネットワークに向けたガイドライン」として耐災害ICT研究協議会へインプット ・製品化に向けた試作装置を開発
平成26年度	・イベント等での啓発活動を実施(1件, ICT推進フェア2014) ・戦略的イノベーション創造プログラムのプロジェクトを開始し, 社会展開を促進	・学会等での情報発信やイベント等での啓蒙活動を実施(7件) ・戦略的イノベーション創造プログラムのプロジェクトに防災システムを提供し, 研究開発に協力 ・防災システムとして製品を開発し, 平成26年度に自治体に納品
平成27年度	・戦略的イノベーション創造プログラムにより社会展開を促進(継続)	・高速性、カバーエリアの面から平成26年度に納品した自治体の防災システムを増強 ・機能(DTN-VPN)を新規追加し、戦略的イノベーション創造プログラムの防災システムとして提供 ・「インド国の携帯電話基地局におけるエネルギー削減及び耐災害性強化のためのICT制御技術の普及に向けた調査研究」(総務省)の採択を受けインド国の調査を実施し、設置効果が高いことから携帯電話基地局2カ所に設置し効果の報告を実施
平成28年度	・戦略的イノベーション創造プログラムにより社会展開を促進(継続)	・平成28年度に戦略的イノベーション創造プログラムの防災システムに関して自治体でのフィールド実験を実施
平成29年度	・戦略的イノベーション創造プログラムにより社会展開を促進(継続)	・防災システムに関して事業化活動を継続

7. 政策へのフィードバック

- ・地震や大型台風等の通信設備に影響を与える災害が国内で継続的に発生している。そのような状況の中で、国民生活に欠かせないインフラとなっている通信システムの耐災害性を向上するための研究開発の重要性はさらに高まっており、本研究開発は国家プロジェクトとして妥当であった。