

北海道開発局の通信ネットワークについて

—H28台風災害時の対応と より強固な通信インフラ整備に向けて—

事業振興部 機械課 ○小野寺 崇
出崎 幸嗣

北海道開発局は、強靱で持続可能な国土形成のため、多重無線通信ネットワークと光ファイバ通信ネットワークを統合した統合ネットワークを整備することで災害に備えてきたが、平成28年8月の台風により、北海道開発局の光ファイバネットワークに多大な被害があった。台風被害への対応とより強固な通信インフラの整備に向けた検討結果について紹介する。

キーワード：防災、災害対策、基礎技術、基礎理論

1. はじめに

北海道開発局の通信ネットワークは、以前は多重無線ネットワークと光ファイバネットワークを通信の種類によって使い分けていた。多重無線ネットワークは災害での切断リスクが低く、災害に強い通信方法であるが、伝送容量が小さいため、主に基幹となる通信に使用されてきた。また、光ファイバネットワークは多重無線ネットワークよりも災害での切断リスクが高いが、伝送容量が大きいため、CCTVカメラ映像等のデータ量の多い通信として使用されてきた。(図-1-1)

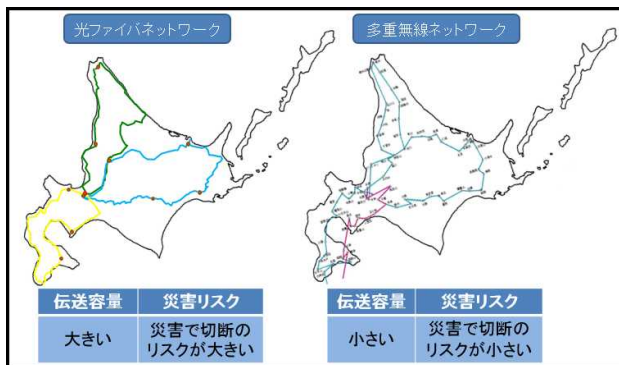


図-1-1 光ファイバNWと多重無線NWの特徴

平成21年に、北海道開発局における統合ネットワーク方針書が策定され、多重無線ネットワークと光ファイバネットワークの互いの長所を生かすためIP化により統合することとなった。北海道開発局のネットワークは、現在この統合ネットワークを使用しており、平常時は伝送容量が大きい光ファイバネットワークを使用し、災害等で光ファイバケーブルが切断された際には、多重無線ネ

ットワークを使用することで、基幹となる通信を確保する構成となっている。(図-1-2)

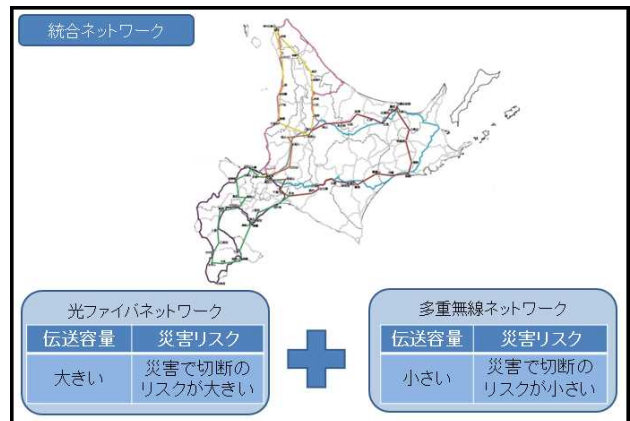


図-1-2 統合ネットワークの特徴

しかし、近年の災害時には、CCTVカメラ等の大容量通信が必要な設備の重要性が高まっており、光ファイバネットワークの信頼性向上が求められている。

平成28年8月の台風は、各地に甚大な被害をもたらした。北海道開発局の統合ネットワークも被害を受け、複数の箇所で光ファイバケーブルが切断される事象が発生した。本論文では、台風被害への対応とより強固な通信インフラの整備に向けた検討について紹介する。

2. 北海道開発局の光ファイバネットワーク

北海道開発局の光ファイバネットワークは、4層のネットワークに区分されており、国土交通省本省と北海道

開発局を結ぶ基線系ネットワーク、北海道開発局の本局と各地域を統括している開発建設部を結ぶ幹線系ネットワーク、開発建設部本部と各道路事務所・河川事務所等を結ぶ本線系ネットワーク、事務所から道路や河川等に設置されたCCTV等の設備を結ぶ支線系ネットワークに分かれており、幹線系ネットワークと本線系ネットワークは個別にループ構成をとり、光ファイバケーブルの切断が1箇所であれば、通信が途切れることが無いネットワークが構築されている。(図-2-1)

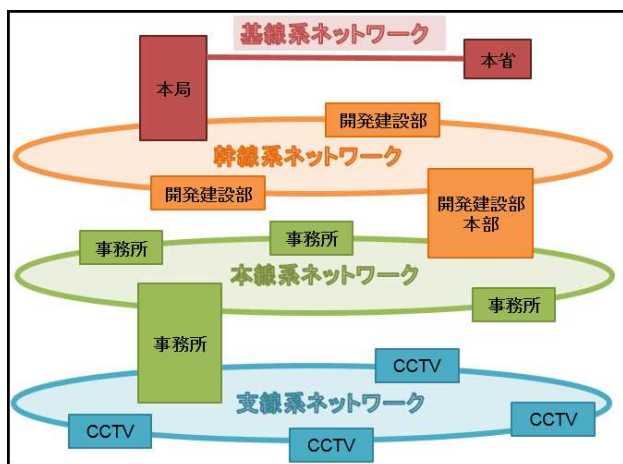


図-2-1 光ファイバネットワーク階層構造

このループ構成となっているネットワークで2箇所切断するとネットワークの分断が発生し、本局との通信が絶たれることになるため、1箇所の切断が発生した段階で、迅速な復旧が求められる。

平成28年8月の台風では、特に重要な役目を担っている本局と各開発建設部を結ぶ、幹線系ネットワークで使用している光ファイバケーブルが複数被災した。

3. 平成28年8月の台風による被害と対応

8月17日に台風7号、8月21日に台風11号、8月23日に台風9号、8月30日に台風10号が北海道に接近・上陸した。

北海道開発局の幹線系ネットワークは北海道の道北・道東・道南でそれぞれループを構成しており、そのうち道東ループにおいて、8月23日に国道39号石北峠で道路の法面が崩れ、情報ボックスの流出により光ファイバケーブルが断線した。(写真-3-1)

これに対して、当該区間を管理している旭川開発建設部、網走開発建設部が、復旧に向けた作業をすぐに開始した。復旧方法は、既設設備を利用して迂回路を構築することで、復旧に要する時間が短くなることから、国道333号及び旭川紋別自動車道の支線系光ケーブルを使用

する全長約150kmの迂回路を構築することとした。光ファイバケーブルの芯線の振り替え、通信機器の移設及び設定変更を行い、断線した翌日の8月24日に迂回路の構築が完了した。(図-3-1)



写真-3-1 国道39号石北峠光ケーブル断線状況

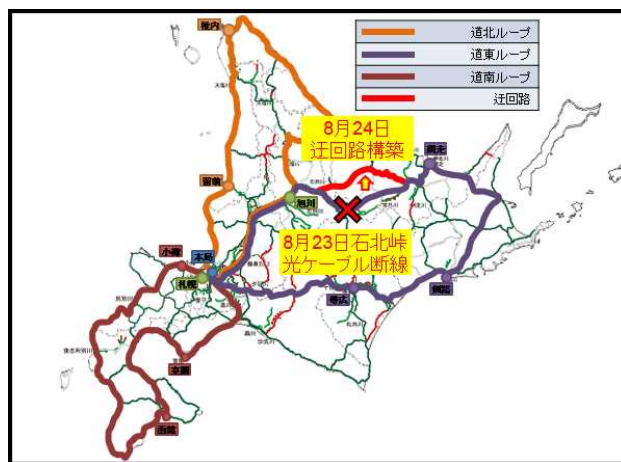


図-3-1 8月23日の幹線系ネットワークの被害と対応

その後、8月30日に落橋等により国道274号日勝峠の光ケーブルが断線した。(写真-3-2)



写真-3-2 国道274号日勝峠光ケーブルの断線状況

8月23日の石北峠の光ケーブルと同様に幹線系ネットワークの道東ループとして使用されている箇所が断線したことにより、8月24日の迂回路構築が無かった場合、帯広・釧路・網走開発建設部の3開発建設部と本局との光ファイバネットワークが分断され、災害の把握などに大きな影響を与えたと考えられる。

8月30日の断線に対しても、当該区間を管理している室蘭開発建設部、帯広開発建設部が、復旧に向けた作業をすぐに開始した。復旧方法は、8月23日の切断箇所と

また、機器の数が同数となる経路の通信は、自動で負荷分散を行って通信することが可能となり、通信帯域の増強も可能となるが、光ファイバケーブルの断線等による障害を考慮し、通信が集中する経路には、使用する光ファイバ芯線や伝送モジュールを増やした設計が必要となる。

障害切替時間は、IP化以前に使用していた機器で定められていた、通信復旧保証時間500msec以下を維持することが可能である。

しかし、これらの機器を採用するには、一括して更新する必要があるため、コストが膨大になる。(表-4-1)

次に、現在使用している機器を利用して、メッシュ構成に近づける方法について検討する。まずは、500msec以下の障害切替時間を維持する方法として、現在のループ構成で使用しているREP(Resilient Ethernet Protocol)という技術を使用する案について検討する。このREPでは、リングセグメントという手法により、ループ構成を構築しているが、そこにオープンセグメントという手法により、方路の追加が可能となる。(図-4-5)

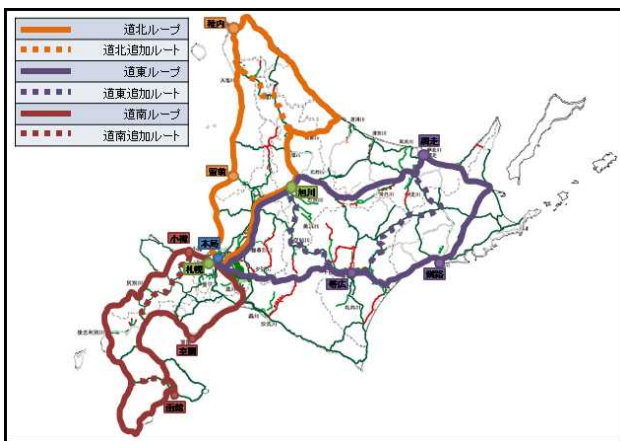


図-4-5 REPによる疑似メッシュ構成案

この技術により、迂回路の増設が可能となるが、メッ

シュ構成のMPEやOpenFlowと異なり、複雑な迂回路を構築することができない。また、通信が集中する箇所だけ使用する光ファイバを増やすということもできず、これ以上の帯域増強も出来ない。そのため、現在と同様に道北・道東・道南ループの状態の維持が必要となる。また、迂回性能についても、2箇所以上の切断について、切断箇所によっては迂回できない場合がある。

もう一つの案として、OSPF(Open Shortest Path First)という技術を使用した案について検討する。この技術では、複雑な迂回路も構築可能となるが、障害切替時間が10秒程度必要となる。そのため、現在のREPによるループ構成を維持し、2箇所以上切断した場合の迂回路については、OSPFを使用したL3SW同士の経路制御を行うことで、災害等を想定した補助的なメッシュ構成となる。(図-4-6)

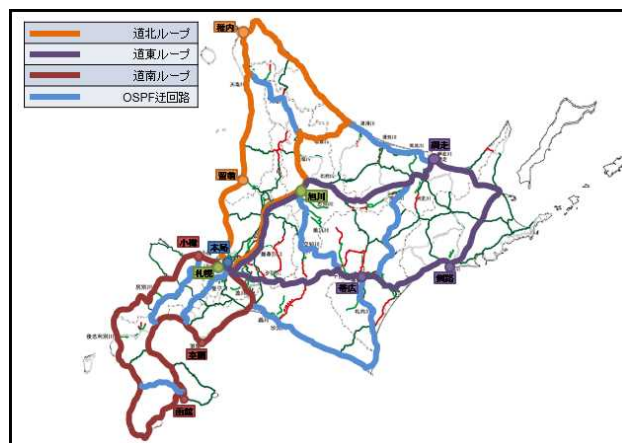


図-4-6 OSPFによる簡易メッシュ構成案

既設L3SWを使用した2案はMPE・OpenFlow案に比べて迂回性能がやや劣るが、既設機器が使用できるため、コスト面では優位となる。また、増設による整備となるため、段階的にネットワークを増強することも可能となる。(表-4-1)

表-4-1 幹線系ネットワーク強化技術 比較表

	MPE案	OpenFlow案	REP増設案	OSPF案
既設からの変更点	既設機器を置換及び方路増設	既設機器を置換及び方路増設	方路増設	方路増設
迂回構成	メッシュ構成	メッシュ構成	ループ構成+迂回路(迂回に制約あり)	ループ構成+迂回路
障害切替時間	500msec以下	500msec以下	50msec~200msec	50msec~200msec OSPF迂回時10秒程度
導入コスト※	△ (◎の6倍)	△ (◎の6倍)	◎	◎

※導入コストは、条件を揃えるため、REP増設案と同程度の迂回構成とし、現在のループ構成に、道北ループに1方路、道東ループに2方路、道南ループに2方路追加した構成とする。

これまで本局と開発建設部を結ぶ幹線系ネットワークの状況についてまとめてきたが、開発建設部本部と事務所を結ぶ本線系ネットワークもループ構成となっているため、同様にネットワークの分断について考える。

開発建設部の本線系ネットワークは幹線系ネットワークのような広域でのループではないため、現状同一光ファイバケーブルを使用しているケースが多く、分断されるリスクが幹線系ネットワーク以上に高い状態となっている。(図-4-7)

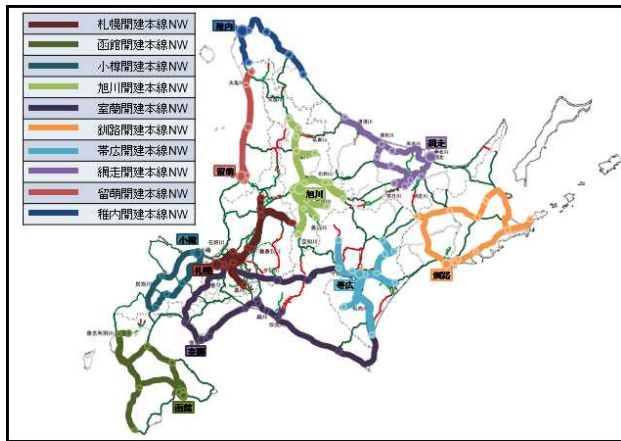


図-4-7 各開発建設部本線系ネットワーク図

事務所の立地条件により光ファイバケーブルのルートを複数確保することが出来ない箇所や、光ファイバケーブルの方路を複数確保出来る箇所においても、幹線系ネットワークと同等規模のループ構成が必要となるため、迂回路の確保が困難な状況にある。そこで、統合ネットワーク整備ガイドラインに記載のある、異なる階層の物理的なネットワークの統合という方法により、幹線系ネットワークの機器と通信路を使用し、本線系ネットワークの方路として物理的に統合することで、本線系ネットワークの迂回路構築が可能になると考えられる。

物理統合した場合、本来の目的であるネットワークの通信を阻害しないように、帯域を制限する仕組みが必要となる。本線系ネットワークについては、ネットワーク機器の更新時期も近づいていることから、幹線系ネットワークとの物理統合を考慮に入れて再構築することで、ネットワーク強化が可能となる。再構築の際には、幹線系ネットワークの迂回路として、本線系ネットワークを使用することも考慮することで、幹線系ネットワークの強化にも繋げることが可能となる。(図-4-8)

通信インフラの強化策について、表-4-1でまとめた幹線系ネットワーク強化技術と本線系ネットワークと幹線系ネットワークの物理統合を含めた5つの方法があるが、それぞれ一長一短があるため、ひとつを採用するのでは無く、OSPFやREPによる迂回路追加、本線系ネットワー

クの更新が完了した箇所の物理統合を行い、既設機器の更新タイミングにMPEやOpenFlowの機器に更新を行う等の将来的な流れまで見据えた計画が必要となる。

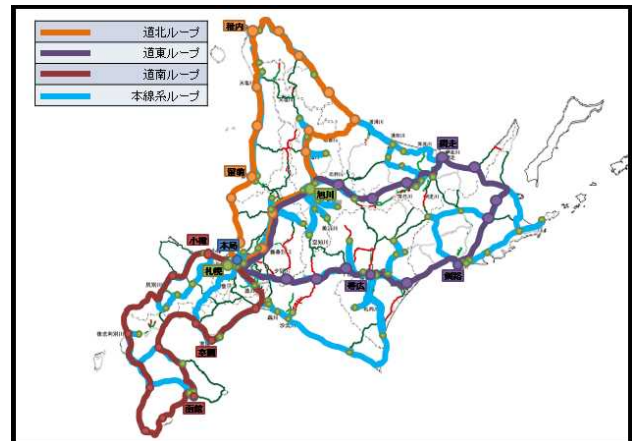


図-4-8 幹線系NW・本線系NW物理統合案

5. まとめ

平成28年8月の台風による被害は、幹線系ネットワークを分断するような大規模な災害であった。今回の災害においては、ループ構成におけるデメリットを把握した上で、迅速な迂回路の構築を行うことにより、実際には分断することはなく、災害対応にも支障を来すことが無かったが、同時多発的に断線する事態を想定した、より強固な通信インフラの整備に向けた検討が必要となる。

強固な通信インフラの整備には、様々な技術のメリットとデメリットを把握し、将来の構想を考慮した計画の立案が重要となる。

本論文では、CCTVカメラ等の大容量通信が必要な設備の重要性が高まっていることから、光ファイバネットワークの切断に対するリスクを低減するための手法として、光ファイバネットワークのメッシュ化を中心に検討を行った。しかし、大規模災害時には、光ファイバネットワークが全て切断されるリスクがあること、立地条件により光ファイバケーブルのルートを複数確保出来ない事務所があることから、災害対策等の拠点としての機能維持のために電話やメール等の基幹となる通信の最後の砦として、多重無線ネットワークを引き続き運用していく必要がある。

北海道開発局のネットワークは、光ファイバネットワークと多重無線ネットワークを併せた強固な通信インフラ維持していくことで、北海道総合開発計画の中で目標として掲げられている強靱で持続可能な国土へ貢献出来るのではないかと考える。