

ネットが繋がらない!

～NICE ネットワークスイッチ障害の現状とその対応～

○岩瀬雄祐^{A)}、石原正也^{A)}、太田芳博^{B)}、中務孝広^{A)}

^{A)} 共通基盤技術支援室 情報通信技術系

^{B)} 工学系技術支援室 情報通信技術系

概要

名古屋大学では 1989 年より、全学的なキャンパス情報ネットワークである NICE (Nagoya university Integrated Communication Environment) を導入し、教育、研究および大学運営を支える重要な通信インフラとして整備を進めてきた。2009 年には第 4 世代の NICE が導入され、学内建物の各フロアに設置されるエッジスイッチも、通信の高速化、安定化を図ってきた。しかしながら、第 4 世代に導入したエッジスイッチは故障率が高く、保守機器を確保することが困難な状況となっている。また、交換対応をするための人員不足もあり、安定的なネットワーク運用の足かせになっている。本発表では、特に故障率の高いエッジスイッチの障害状況とその対応について報告する。

1 はじめに

近年、大学の教育・研究における情報通信技術の利用は広範囲に拡大している。携帯型端末の利用も急激に増加し、大学では学内ネットワークに常時接続可能な環境が必須となっている。さらに今後、高度化する教育・研究を支援するため、適切かつ効率的な情報ネットワーク環境を整備し、多様なニーズに迅速かつ柔軟に対応することが必要となってくる。そのためには、情報ネットワーク機器を計画的に整備し、適切な情報サービスを提供することにより、情報ネットワークを取り巻く環境を適切に発展させることが不可欠である。さらに、大学における様々な活動が国際的に広がり、優れた教育・研究環境を継続的に維持するために、学内ネットワークは、利便性、安全性および信頼性に配慮した情報ネットワーク環境である必要がある。

本学では、名古屋大学学術憲章に示される基本理念を礎とする「人間性と科学の調和的発展」、「高度な研究と教育の実践」を実現する基盤としての情報環境の戦略・実施計画を全学で策定・共有するため、「情報環境マスタープラン」を策定している。この中では、利便性、安全性、信頼性を重視した情報環境の実現が明記されている。このことから、情報ネットワーク整備については、本マスタープラン、および、「名古屋大学情報セキュリティポリシー」、「名古屋大学セキュリティガイドライン」を重視した導入が求められる。

大学における基本的なネットワーク構成では、建物の各フロアに必要なポート数を有するエッジスイッチを設置し、エッジスイッチを集約するためのディストリビューションスイッチを各建物に配置する。さらに、主要な建物にコアスイッチを配置し、基幹ネットワークを構成する。情報ネットワークを構築するうえで重要なのは、スイッチの耐障害性、堅牢政、保守性である。また、スイッチの導入および保守のための経費を確保することも忘れてはならない。さらに、ハードウェア障害によるスイッチの停止は避けられないため、

どのポイントで障害が発生しているかを迅速に特定し交換作業が行える人材も必要となる。

2 ネットワークシステム概要

NICEは図1に示すようなネットワーク構成になっており、対外接続装置2台とコアスイッチ9台、ディストリビューションスイッチ約80台、エッジスイッチ約880台によって構成され、東山キャンパスと鶴舞キャンパス、大幸キャンパスを結び、学術情報ネットワーク（SINET）を介してインターネットと接続している^[1]。それらの機器に加えファイアウォールやIDS（不正侵入検知システム）、ウィルスメール・迷惑メール判定システムを導入し、セキュリティ対策を行っている^[2]。また、主要な建物には無線LANアクセスポイントを整備している。

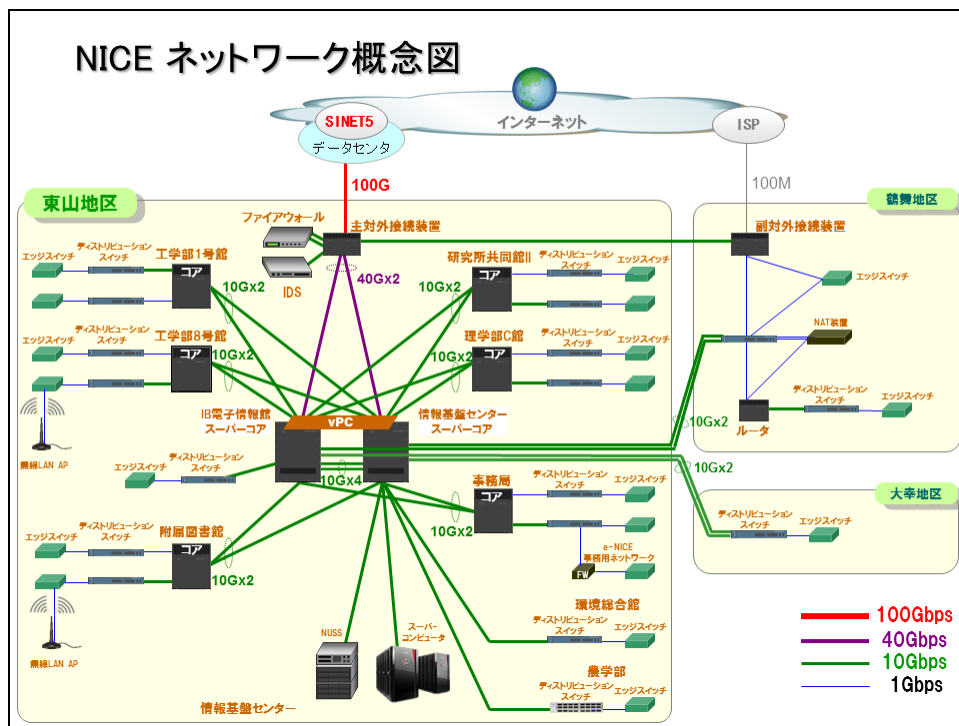


図1. NICE ネットワーク概念図（2017年1月末時点）

エッジスイッチは各部屋の情報コンセントと接続し、ディストリビューションスイッチによって集約されている。コアスイッチは各建物に配置されているディストリビューションスイッチを集約している。さらに一部のコアスイッチ（スーパーコアスイッチ）は学内通信のルーティングを行い、各コアスイッチと接続することでネットワークの冗長性を確保している。対外接続装置は東山キャンパスと鶴舞キャンパスに配置され、SINET及び商用回線と接続し、学外とのルーティングを行っている。

ファイアウォールではセキュリティ上問題のあるTCP/IPポートを遮断することにより、セキュリティを向上させている。また、IDSを使って不審な通信の監視も行っている。ウィルスメール・迷惑メール判定システムでは製造元から提供されるウィルスパターン情報やブラックリスト情報によって判定を行っている。

3 ネットワークシステム運用

情報連携統括本部のネットワークチームでは NICE の運用・保守、ならびに障害対応を行っている。

運用対応として、各種問合せに応じたネットワーク機器の設定変更・機器監視、ログ収集・統計情報の収集等を行っている。ネットワーク機器の設定変更としては、イベント開催に向けた無線 LAN のアクセスポイントの増設、研究室の引っ越しに伴う情報コンセントのサブネット/VLAN (Virtual LAN) 設定変更、サーバ増設に関連したポート公開申請や DNS 設定変更等がある。また、ネットワーク監視ソフトウェア (Nagios) を用いたネットワーク機器の死活監視、Syslog サーバによるログ収集、定期的なネットワーク機器設定のバックアップや統計情報の収集によって、ネットワーク障害における原因調査や復旧作業に備えている。

保守対応としては、ネットワーク環境の改善に向けた調査・立案、ネットワーク増設に対するコンサルティング等を行っている。ネットワーク環境について利用者から要望が多い課題として、全学無線ネットワーク (NUWNET) 環境の改善がある。NUWNET は 2010 年 3 月に全学的な更新が行われたが¹⁾、ネットワーク機器の老朽化と利用端末の急増に伴って改善が求められており、無線 LAN の電波状況の調査やアクセスポイントの出力調整等を行っている。また、建物の新設にはネットワーク環境の整備が伴うことが多く、NICE 利用のため、ネットワーク仕様について相談を受け付けている。

障害対応としては、アラートメールや利用者からの問合せに対して、ネットワーク障害の原因調査、ネットワーク設定変更・接続変更、ならびに故障したネットワーク機器等の交換を含めた復旧作業を行っている。ネットワーク障害の理由は、利用者端末のネットワーク設定の不備、物理的な接続ミス、NICE ネットワーク機器の故障、光ケーブルの断線等々、多種多様である。また、IP アドレスの不正使用のように、ネットワークが使えない利用者と障害を発生させた利用者が異なるケースや、光ケーブルの断線のように、エッジスイッチ、光モジュール、光ファイバ、上位スイッチと被疑箇所が多数で広範囲に渡る等、原因調査に多くの時間を要するネットワーク障害も少なくない。

NICE ネットワーク機器は業者と保守契約を結んでいる。ただし、エッジスイッチは台数が多く保守費がかさむため、対外接続装置～ディストリビューションスイッチは保守業者 (常駐 2~3 名) が主として維持管理し、エッジスイッチ以下のネットワーク機器はネットワークチーム (本稿の著者 4 名) が維持管理する体制となっている。NICE ネットワーク機器の台数と運用人数の関係をみると、対外接続装置～ディストリビューションスイッチまでは約 30 台/人程度なのに対して、エッジスイッチ以下のネットワーク機器は約 220 台/人程度となり、エッジスイッチに割かれる人員は少ない。ネットワーク機器の重要度を考えれば、対外接続装置～ディストリビューションスイッチは建物、地区、さらには全学規模の影響があるため、運用体制が厚くなるのは必然といえる。しかしながら、こうした運用体制はネットワーク機器の故障率が低いことを前提としており、エッジスイッチの故障が増えると、その台数の多さから、安定的なネットワーク運用の足かせとなる。

4 ネットワークスイッチ障害

4.1 障害状況

第 4 世代の NICE が導入された際、大量のエッジスイッチが配置された。その総数は、24 ポートスイッチ (C 社製 G シリーズ 24 ポート) の約 200 台、48 ポートスイッチ (C 社製 G シリーズ 48 ポート) の約 300 台、合計約 500 台に上り、現存するエッジスイッチの 6 割程度を占める。

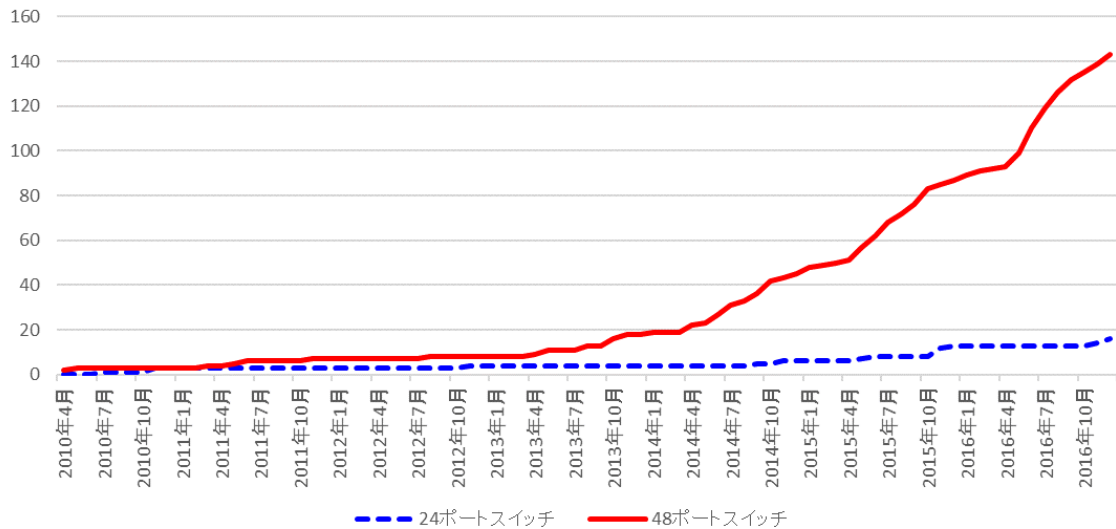


図 2. 累計エッジスイッチ故障台数

2010年4月から2016年12月までの累計エッジスイッチ故障台数を図2に示す。24ポートスイッチは故障の発生が少なく、2016年12月までに16台の故障に留まっている。その一方、48ポートスイッチについては2016年12月までに143台が故障している。故障率を比較すると、24ポートスイッチでは8%程度に対し、48ポートスイッチでは47%程度となっており、24ポートに比べて48ポートスイッチが壊れすぎていることが分かる。各年度におけるエッジスイッチの故障台数を集計すると表1の通りとなり、48ポートスイッチについては2014年度以降、故障台数の顕著な増加がみられた。

表 1. 各年度におけるエッジスイッチの故障台数

	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
24ポート	3	0	1	0	2	7	3
48ポート	4	3	1	11	31	42	51

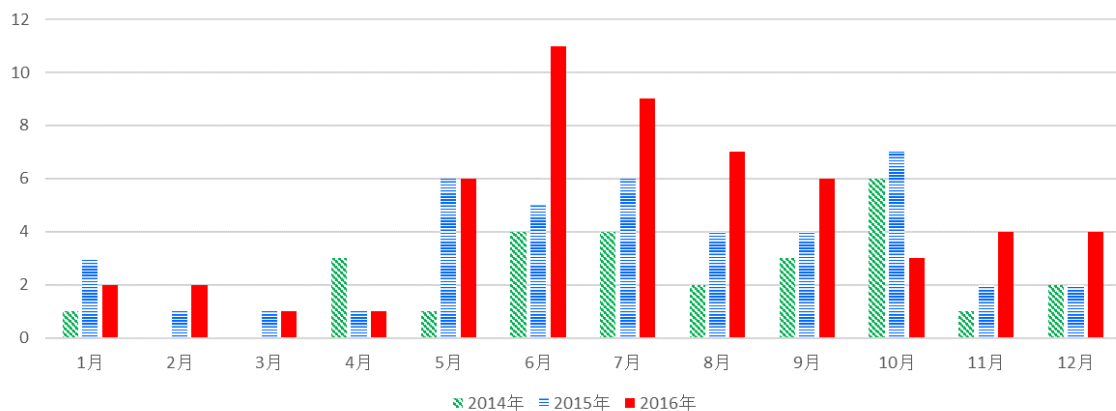


図 3. 月別のエッジスイッチ故障台数 (48ポートスイッチ)

2014年から2016年まで月別の48ポートスイッチ故障台数を図3に示す。エッジスイッチの故障は気温や湿度の上がる5月から10月に集中していることが分かる。エッジスイッチは換気の悪い場所に配置されることが多く、気温や湿度の上昇に伴って基盤や電源回路の故障が誘発されるものとみられる。

エッジスイッチの大量故障に対して、故障交換用の予備機の確保が課題となっている。近年の48ポートス

スイッチの在庫推移を図4に示す。故障率の高いC社製Gシリーズ48ポートスイッチについては、納入業者による故障交換対応によってその在庫を僅かに保っていたが、2016年6月に故障交換対応の終了が決まり、2016年11月にはほぼ在庫切れとなった。その一方、予備機の枯渇を防ぐべく、次期主力のC社製Xシリーズ48ポートスイッチの調達を行っている。特に故障交換対応の終了が決まった2016年はC社製Xシリーズの調達を本格化し、次年度にかけて、残存するC社製Gシリーズ48ポートスイッチの故障に備えている。

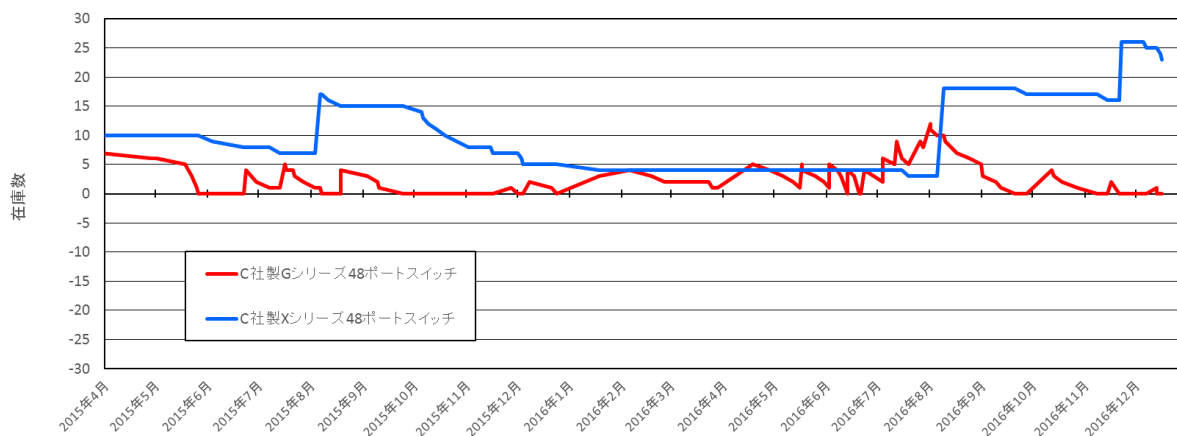


図 4.48 ポートスイッチの在庫推移

故障率の高い48ポートスイッチは多数残存している一方、故障交換した機器の稼働時間が長くなり、交換した機器の再故障が増えてきている。また、NICE4導入から7年程度が経過し、これまで故障が少なかった24ポートスイッチについても故障が発生するようになった。故障交換用の予備機の確保とともに、NICE全体でのネットワーク機器の更新が課題となっている。

4.2 障害対応

エッジスイッチの障害発生から復旧までの流れを説明する。

(1) 障害発生

エッジスイッチが故障すると、エッジスイッチに接続する情報コンセントが不通となり、利用者はインターネットに接続できなくなる。しかし、エッジスイッチ障害は影響範囲が狭いため（建物の一部、無線LANのみ等）、利用者からの問合せがないことも多い。利用者の行動パターンとして、1)ネットワーク障害に気づかない、2)他フロアの情報コンセントや無線LANを利用して回避、3)気長に待つ、4)「何か不味いことをしたのではないかと悶々する等が挙げられる。そのため、ネットワーク監視システム（Nagios）からのアラートメールをトリガとして障害対応を開始するケースが多い。

(2) 障害調査

故障が疑われるエッジスイッチを遠隔地からPing確認（到達性確認）し、無応答であれば、ネットワーク上流に位置する上位スイッチにログインしてエッジスイッチとの接続状況やSyslogサーバに収集されている各スイッチのログを確認し、ネットワーク障害の被疑箇所を絞り込む。その上で、現地に出向いてエッジスイッチのLED表示を確認し、電源再投入による復旧を試みる。エッジスイッチは動作不良に陥った場合、自動再起動を試みて失敗することが多々あり、少ないながら電源再投入によって復旧する場合もある。ただし、現地での作業は時間がかかるため、ネットワークチームの拠点がある東山キャンパスの障害では交換機を準備した上で現地確認と復旧作業を同時に行うことが多く、往復に時間がかかる鶴舞・大幸キャンパスの障害では現地の職員にエッジスイッチの状態確認を依頼することが多い。

(3) 復旧準備

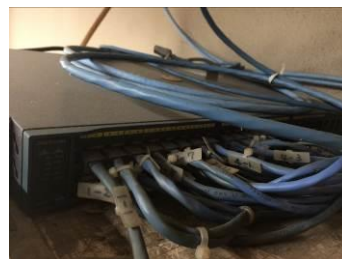
エッジスイッチの故障が判明すると、定期的にバックアップしている設定を予備機へ投入して交換用エッジスイッチを準備する。故障機と予備機の機種が異なる場合は若干の設定修正が必要となる。特に、故障が頻発している C 社製 G シリーズ 48 ポートスイッチの在庫が 2016 年 11 月に枯渇して以降、予備機は次期主力の C 社製 X シリーズ 48 ポートスイッチへ移り変わっており、障害発生の度、設定変更には手間がかかっている。また現地に出向く前には、故障したエッジスイッチが収められている EPS (エレクトリックパイプスペース) 等の場所を施設図面であらかじめ確認する。



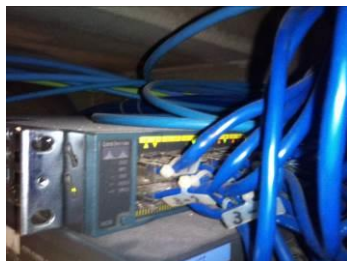
A 中央診療棟 (2016年9月)



B 文系総合館 (2016年7月)



C 航空機械実験棟 (2016年10月)



D 工学部9号館 (2016年11月)



E 国際開発校舎 (2016年6~7月)

図 5. 故障した 48 ポートスイッチ

(4) 復旧作業

復旧作業は基本的に 2 人 1 組で行う。ただし、法定停電等、エッジスイッチが同時多発的に故障した場合、人員不足のために 1 人で作業せざるを得ないこともある。

現地に到着したら、まず故障したエッジスイッチの設置場所を探索する。通常、エッジスイッチは EPS に配置されたネットワークラックにマウントされていることが多い。しかしながら、EPS を開いてスイッチが存在しないことも多い。例えば、2016 年 9 月に鶴舞地区の中央診療棟で発生したエッジスイッチの故障では、想定した EPS にラック自体が存在せず、病院内を大捜索したが故障したスイッチを発見できず、東山地区へ一旦帰還したところ、現地より「医局の奥にあるサーバスペースにて当該スイッチを発見した」との連絡を受け、第二陣を送って復旧に至っている (図 5-A)。

現地にてエッジスイッチの故障を確認した後、ネットワークラックに交換機をマウントし、故障スイッチからネットワーク配線を付け替え、故障機を取り外すがこの時、故障機が簡単に取り外せない場合がある。2016 年 7 月に文系総合館で発生したエッジスイッチ故障では、故障機のネジが外れず、交換機をマウントした上で故障機を残置とした (図 5-B)。エッジスイッチは吊り棚に平置きされて

いることも多く、高所作業が必要な場合も多い。2016年10月に航空機械実験棟で発生したエッジスイッチ故障では、エッジスイッチが不必要に高い吊り棚に設置されており、安全を確保したうえで大型の脚立を使用することによって復旧を果たした(図5-C)。また、2016年11月に発生した工学部9号館で発生したエッジスイッチの故障では、EPS内の吊り棚の大型スイッチの残骸の上に故障機が配置されており、エッジスイッチを取り回しできる空間が少なく、交換機の配置、故障機の取り出し及びネットワーク配線を付け替える作業の全てに難航した(図5-D)。

故障したエッジスイッチを交換した後、現地にてエッジスイッチの正常動作、ネットワーク障害の復旧状況を確認する。電源を投入し、エッジスイッチのLEDの正常な明滅を確認した後、エッジスイッチにログインし、1)ネットワークポートの正常なリンクアップ、2)上位スイッチ接続の正常性、3)学内サーバへのPing応答、4)エッジスイッチの動作ログに異常がないかを確認する。利用者からの問合せがあった場合、可能であれば利用者の居室に赴き、インターネット接続ができるようになったことを対面で確認し、エンドユーザのストレスを緩和するとともに、ネットワーク障害によって生じたNICEの信頼回復を図る。2016年6~7月に国際開発校舎で発生したエッジスイッチ故障では、同じフロアのエッジスイッチが3度壊れ(修理上がりの交換機が立て続けに故障)、「4度目の故障は起こせない」との判断から、当時、在庫薄だったC社製Xシリーズ48ポートスイッチを放出して事態の収拾を図った(図5-E)。

一度エッジスイッチの故障が発生すると復旧までに半日程度の時間を要し、ネットワークチームの人的リソースが大幅に割かれる。ネットワークチームの業務はNICEの維持管理の全般に渡る一方、一千近いネットワーク機器を僅かな人員で保守しており、エッジスイッチ故障の多発はネットワーク業務に大きな支障を与えるものとなっている。

5 おわりに

学内情報ネットワークであるNICEの概要および現状を紹介するとともに、エッジスイッチの管理、保守、障害対応の報告を行った。今後も、NICE利用者側から見た利便性、安全性、信頼性を重視した情報ネットワーク環境の実現を目指すために、さらなる努力が必要と考えている。

最後に、NICE運用に協力を頂いている皆様に、深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 情報連携統括本部, “キャンパスネットワーク (NICE) ”, <http://www.icts.nagoya-u.ac.jp/ja/services/nice/>
- [2] 情報連携統括本部, “全学向けウィルスメール及び迷惑メール判定システムについて ~メールサーバ管理者の皆様へ~”, <http://www.icts.nagoya-u.ac.jp/nu-only/ja/services/nice/anti-spam.html>
- [3] 石原 正也, “名古屋大学無線ネットワーク (NUWNET) の導入について”, 第6回名古屋大学技術研修会報告, 2011年3月, OJOU-3