

第六世代名古屋大学キャンパス情報ネットワークの導入

○石原正也 ^{A)}、川瀬友貴 ^{A)}、岩瀬雄祐 ^{A)}

^{A)} 情報通信技術支援室 情報基盤技術グループ

概要

名古屋大学では、大学の教育・研究および大学運営を支える全学的なキャンパス情報ネットワークとして名古屋大学キャンパス情報ネットワーク（NICE）を提供しており、NICE は電気・ガス・水道といったライフラインと同じように、今では欠かせない情報インフラとなっている。キャンパス情報ネットワークは 1989 年に構築が開始された第一世代のキャンパス情報ネットワーク（NICE1）から始まり、以後おおよそ 5 年から 9 年ごとに更改を行ってきた。NICE1 の導入からこれまでに 5 回の更改を経て現在の第六世代のキャンパス情報ネットワーク（NICE6）に至っている。本発表では、これまでの NICE および 2024 年度末に導入された NICE6 の紹介およびその活用や効果について報告する。

1 はじめに

名古屋大学では、全学的なキャンパス情報ネットワークとして名古屋大学キャンパス情報ネットワーク（Nagoya university Integrated Communication Environment：以下 NICE）を提供している[1]。NICE は東山キャンパス、鶴舞キャンパス、大幸キャンパスなどの主要キャンパスをカバーしており、国立情報学研究所（National Institute of Informatics：以下 NII）が構築、運用している学術情報ネットワーク（Science Information NETwork：以下 SINET）を介してインターネットと接続している[2]。NICE は情報連携推進本部が管理・運用を行っており、提供するネットワークサービスは他にも、研究室や部局向けのファイアウォール機能&プライベートネットワーク構築サービスである SecureNICE や名古屋大学構成員およびゲストユーザ向けの全学的な無線 LAN サービスとして名古屋大学無線ネットワーク（Nagoya University Wireless NETwork：以下 NUWNET）を提供している[3][4]。その他にも事務職員用ネットワークである事務 LAN を含め、いずれも NICE に接続されサービス提供されている。

2 これまでの NICE の概要

2.1 NICE の歴史

名古屋大学のキャンパス情報ネットワークは、情報基盤センターの前身である大型計算機センターが 1985 年に「キャンパス・ネットワーク検討委員会」を設置・検討を開始し、1989 年から整備を始めた学内キャンパス LAN が始まりである[5]。以後おおよそ 5 年から 9 年ごとに更改を行っており（図 1）、現在は第六世代の NICE が稼働し、当初は大型計算機の利用環境の整備を目的としていたが、今や大学の教育・研究および大学運営を支える全学的なキャンパス情報ネットワークとなっている。

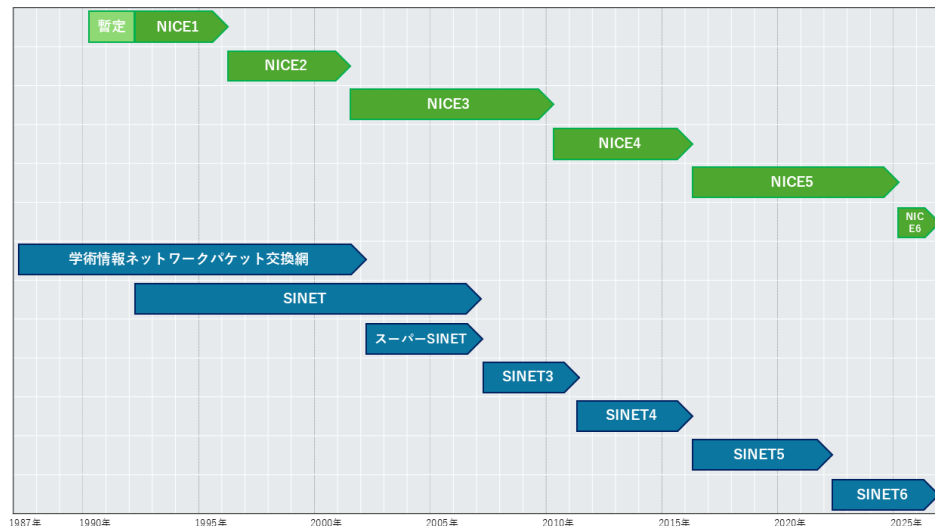


図1 NICE と SINET の年表

2.2 NICE1 の特徴

1989年から3年計画で構築された第一世代 NICE (NICE1) は、富士通社製の MHLINK (Multimedia Highway LINK) と FDDI (Fiber Distributed Data Interface) の二重の基幹ネットワーク網で構成されたリング型のネットワークトポロジを採用していた。基幹ネットワーク網から各建物には FDDI、さらに建物内にはイエローケーブルと呼ばれる 10BASE5 の同軸ケーブル (図2) が配線されていた。

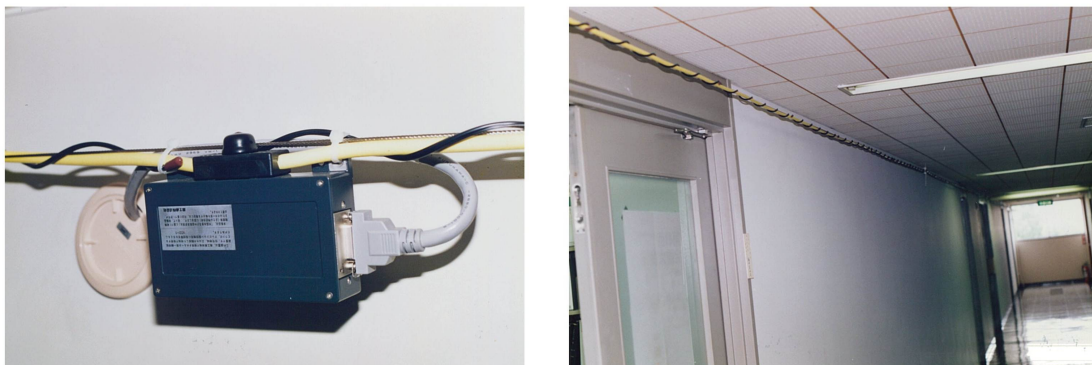


図2 トランシーバーとイエローケーブル (改修前の情報基盤センター)

対外接続については NII の前身である学術情報センター (NACSIS) が提供していた大学間を結ぶ専用×25 ネットワーク網 (パケット交換ネットワーク) を利用していた。

2.3 NICE2 の特徴

1997年に導入された第二世代 NICE (NICE2) は、基幹部分を ATM (Asynchronous Transfer Mode) による冗長接続構成に変更を行うとともに、館内にも FDDI ループを構成し、情報コンセントを収容するスイッチングハブを多数設置した (図3)。また、東山キャンパスから鶴舞キャンパスと大幸キャンパスへそれぞれ自営線を敷設し、東山キャンパス内と同様にネットワークに接続することができるようになった。



図3 イエローケーブルと AUI ポート付きハブ（工学部 1 号館）

2.4 NICE3 の特徴

2001 年に導入された第三世代 NICE（NICE3）は、現在の NICE におけるネットワーク構成の基礎となる変更を行った。基幹部分の高速化とともに館内における FDDI ループの廃止、NICE の利用は基本的に情報コンセントに接続する形となり、ネットワークトポロジはこれまでとは違うツリー型（スター型）となった。

また、NICE3 後期から全学的に VLAN を展開し、これにより柔軟なネットワーク設定が可能となった。SecureNICE や NUWNET を正式サービスとして運用開始したのも、NICE3 の時である。

2.5 NICE4 の特徴

2010 年に導入された第四世代 NICE（NICE4）は、これまでとは違い各サブネットのルーティングポイントをスーパーコアスイッチと呼んでいる情報基盤センターと IB 電子情報館北棟に設置した 2 台のコアスイッチに集約した。これにより、建物毎に設置していた L3 スイッチやルータが不要になるとともに、片方のスーパーコアスイッチにおける障害発生時やメンテナンス作業時においても、もう片方のスーパーコアスイッチ経由で通信が継続できるため、耐障害性に優れたネットワークとなった。加えて、大学全体を 7 つのエリアに分け、各エリアに設置した 7 台のコアスイッチは建物の入口のスイッチであるディストリビューションスイッチを束ねて収容している。さらに、鶴舞キャンパスに副対外接続回線を用意した。

また、全学ファイアウォールシステムとしてファイアウォール専用機を導入しセキュリティ強化を行った。

2.6 NICE5 の特徴

2016 年に導入された第五世代 NICE（NICE5）は、（東山キャンパスから SINET に接続するための）主対外接続装置やスーパーコアスイッチ、コアスイッチ、大部分のディストリビューションスイッチの更改を行った。NICE5 では学術情報ネットワークが第五世代の SINET5 に更新されたことに合わせ、対外接続を 100Gbps とし、スーパーコアスイッチとコアスイッチ間の速度を 10Gbps ×2 本から 40Gbps ×2 本に高速化を行った。

また、NICE5 後期はコロナ禍であったこともあり、ネットワーク整備は無線 LAN アクセスポイントの増強を中心に行った。これまで採用していなかった PoE スイッチの導入を行い、無線 LAN アクセスポイントの数が多場所を中心に行なった。また、NICE4 で導入した全学ファイアウォールを更改し、全学 UTM（Unified Threat Management：統合脅威管理）として情報セキュリティ強化を行った。

2.7 NICE6 の特徴

2025 年 3 月に導入された第六世代 NICE（NICE6）のシステム概要や特色等は次章にて紹介する。

3 NICE6 システム概要と導入

3.1 システム概要と特色

NICE6 では基幹ネットワーク機器である（東山キャンパスから SINET に接続するための）主対外接続装置、（鶴舞キャンパスから SINET に接続するための）副対外接続装置、スーパーコア/コアスイッチ、一部のディストリビューションスイッチの更改、および後述する 100G 拡張スイッチの追加を行うとともに、全学 UTM についてはより広帯域なインターフェースへの接続変更を行った。NICE6 においてもこれまでと同様ツリー型のネットワークトポロジーを採用している。また、NICE5 において主対外接続装置やスーパーコアスイッチではシャーシ型スイッチを導入していたが、NICE6 ではすべてボックス型スイッチを複数台用意することで、機器選定の選択肢を広げるとともに（表 1、図 4）、導入費用を抑えることにした。以下に NICE6 における特色を紹介する。

表 1 NICE5 と NICE6 における主対外接続装置とスーパーコアスイッチ

種別	NICE5	NICE6
主対外接続装置	主対外接続装置	主対外接続スイッチ
		主対外接続ルータ（1 号機）
		主対外接続ルータ（2 号機）
スーパーコアスイッチ	スーパーコアスイッチ（1 号機）	スーパーコアスイッチ（1 号機）
		コアスイッチ（10 号機）
		コアスイッチ（11 号機）
	スーパーコアスイッチ（2 号機）	スーパーコアスイッチ（2 号機）
		コアスイッチ（12 号機）

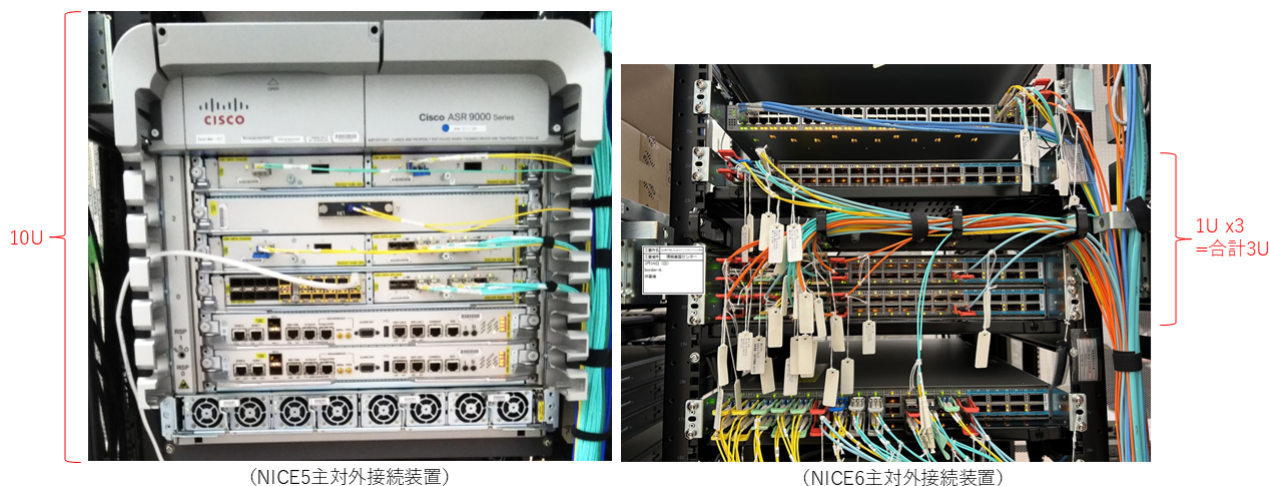


図 4 NICE5 主対外接続装置と NICE6 主対外接続装置（スイッチ 1 台とルータ 2 台）のサイズの違い

3.1.1 バックボーン回線の高速化および将来の高速化を見据えたネットワーク

学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点である名古屋大学の情報基盤センターは、スーパーコンピュータ「不老」を有しており、不老の利用者においても超大容量データを基としたデータサイエンスの研究プロジェクトが進行しており、このような研究は今後も増えると考えられる。加えて、インターネット白書[6]によるとトラフィック量は毎年 5～15%の伸びを見せており、学内ネットワークにおいても同様に伸びると考えられるため、学内のバックボーン回線の高速化を行った。

また主対外接続装置について、次期 SINET のサービス開始を見据え、次期 SINET では今よりも高速に学外

接続ができるよう、拡張性が高く広帯域なインターフェースを持つ装置を準備した。これにより、次期 SINET 移行時には光モジュール（光トランシーバー）を追加で用意することで、移行に対応できるようにした。

3.1.2 副対外接続回線装置の更新

名古屋大学では学外接続の際、主対外接続回線として東山キャンパスから SINET へ接続している回線を利用しているが、これとは別に副対外接続回線として鶴舞キャンパスから SINET（主対外接続回線とは別のデータセンター）への接続回線も用意している。主対外接続回線が障害やメンテナンス等で利用不可能な時において、副対外接続回線経由でのインターネットアクセスを行うとともに、その際自動で経路切替を行えるようにする予定である。

3.1.3 全学 UTM の高速化

名古屋大学内と学外との間において発生する通信のうち、SINET L2VPN/L3VPN 等を除くインターネット接続（名古屋大学のグローバル IP アドレスを使った通信）については、全て大学の入口に設置した全学 UTM を通して通信を行っている。NICE5 では 10Gbps×2 本で接続していたが、ピーク時におけるトラフィック量が 20Gbps にせまる状況であった。また、構成員が利用する各種サービスのクラウド移行がさらに進み、今後一層学外とのトラフィック量が増大すると予測した。なお、全学 UTM は EOS が発表されていない機種のため、装置そのものを更新せずに 40Gbps×2 本に接続変更（高速化）を行った。

3.1.4 リーズナブルに接続可能な 100Gbps 級ネットワークの提供

利用者が 40Gbps 以上のインターフェースを利用したい場合、NICE5 では基幹ネットワーク機器であるスーパーコア/コアスイッチに接続する必要があったが、スーパーコア/コアスイッチは保守契約条件等で純正光モジュールの利用が要求されていた。そのため、高速ネットワークを利用したい利用者にとっては、その高価な純正光モジュールの用意が金銭的に負担となっていた。そこで NICE6 では、多くの利用者に高速ネットワークを提供するために、安価な光モジュールが利用可能な 100G 拡張スイッチを導入した。なお、このスイッチでは通信の安定性よりも速度を優先した。

3.1.5 マルチギガ対応スイッチの導入

トラフィック量の多い一部の建物については、ディストリビューションスイッチをマルチギガビット・イーサネット対応のスイッチに更改した。更改前後のディストリビューションスイッチのアップリンクはともに 10Gbps だが、更改後はダウンリンク最大 5Gbps もしくは 10Gbps の RJ45 ポートを搭載することで、将来的にはエッジスイッチの高速化や Wi-Fi7 対応アクセスポイントの展開ができる環境を整えた。

3.2 導入

3.2.1 導入スケジュール

NICE6 は基幹ネットワーク全体の更改とディストリビューションスイッチ更改の合計 2 回の調達を行ったが、契約から納入期限までの日数が少なく、全体的に余裕のないスケジュールとなった。また、ネットワークは重要な情報インフラであるため、停止を伴う作業については平日の講義時間や業務時間帯での実施を避けるスケジュールとしたため、約 1 か月の間、毎週土日を使って更改作業を行った（表 2）。

表 2 NICE6 の更改スケジュール

作業日	影響場所	更改対象・内容
2025/02/15（土）09:00-16:00	全体	・対外接続装置更改 ・全学 UTM 高速化

2025/02/22（土）09:00-15:00	全体	・スーパーコアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ増強 ・IDS 更改
2025/03/01（土）09:00-14:00	工学部 8 号館エリア、研究所エリア	・コアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ更改
2025/03/02（日）09:00-15:15	理学部エリア	・コアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ更改
2025/03/08（土）09:00-14:15	文系エリア、本部エリア	・コアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ更改
2025/03/09（日）09:00-15:45	工学部 1 号館エリア、一部建物	・コアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ更改
2025/03/15（土）09:00-12:00	鶴舞エリア	・コアスイッチ更改 ・ディストリビューションスイッチ更改
2025/03/16（日）09:00-12:00	全体	・ルーティングポイント変更 ・コアスイッチ更改 ・旧機器切り離し

3.3 発生した問題

各導入作業の際および導入後には 8 件の問題が発生した（表 3）。

表 3 発生問題の概要

機器	件数	内容等
対外接続スイッチ	2	・100G ポートの不具合 ・設定不備
全学 UTM 装置	2	・HA 未同期 ・対向スイッチ側がリンクアップしない
コアスイッチ	1	・導入後 10 日あまりで本体故障
ディストリビューションスイッチ	3	・設定不備（2 件） ・ディストリビューションスイッチ本体不調

4 NICE6 導入の効果

4.1 トラフィック量

本項で示すトラフィック量を表すグラフは以下の通りである。

緑：5 分ごとのサンプルを平均化した値（入力トラフィック）

青：5 分ごとのサンプルを平均化した値（出力トラフィック）

深緑：5 分ごとのサンプルで観測された最大値（入力トラフィック）

マゼンタ：5 分ごとのサンプルで観測された最大値（出力トラフィック）

4.1.1 対外接続装置と全学 UTM における学外通信トラフィック

図 5 に対外接続装置（NICE5 は対外接続装置、NICE6 は対外接続スイッチ）における SINET L2/L3VPN 通信を含む SINET 向けポートの更改前後のトラフィック量を示す。「緑」「深緑」は SINET→名古屋大学、「青」

「マゼンタ」は名古屋大学→SINETを示している。図 6 に SINET L2/L3VPN 通信を含まない全学 UTM の SINET 向けポートの更改前後のトラフィック量を示す。「緑」「深緑」は SINET→名古屋大学、「青」「マゼンタ」は名古屋大学→SINET を示している。

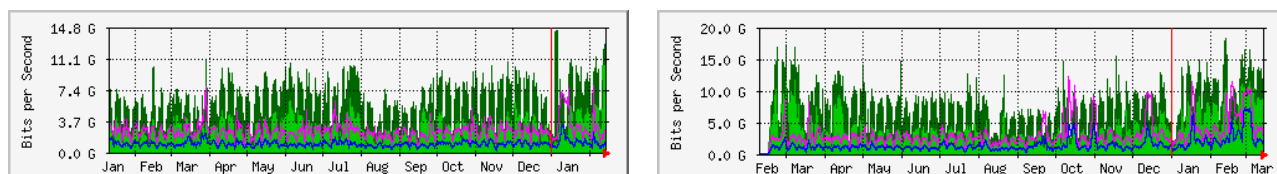


図 5 対外接続装置のトラフィック量（左：更改前、右：更改後）

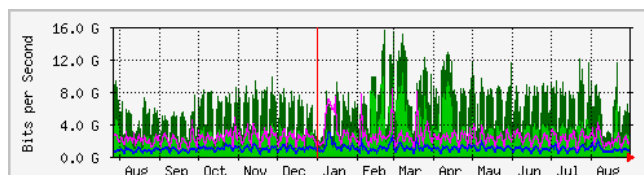


図 6 全学 UTM のトラフィック量（2024 年 8 月～2025 年 8 月）

対外接続装置の更改前後で学内⇄学外通信ともにトラフィック量が増えていることが確認でき、また全学 UTM においても同様の傾向が見られる。全学 UTM の接続インターフェースを高速化したことで、今までボトルネックとされていた箇所が解消されトラフィック量が増えた考えられる。

4.2 消費電力の比較

図 7 にスーパーコアスイッチの消費電力を示す。比較のため、NICE5 のスーパーコアスイッチはシャーシ型スイッチの消費電力、NICE6 のスーパーコアスイッチは複数台に分けたボックス型スイッチの消費電力の合計値とした。期間は 2024 年 4 月～2025 年 1 月（NICE5）と 2025 年 4 月～2026 年 1 月（NICE6）の深夜に取得したデータとしている。

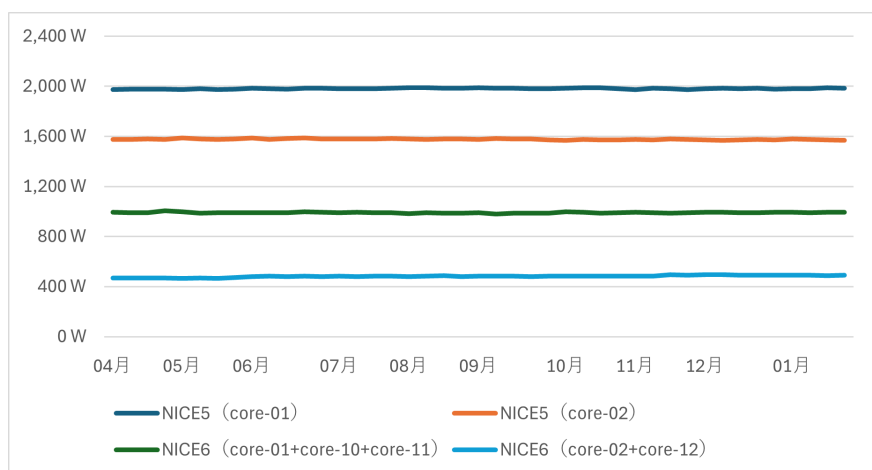


図 7 消費電力の比較

NICE5 のシャーシ型スイッチの場合、1 号機と 2 号機それぞれ 2,000W と 1,600W 程度であったのに対し、NICE6 のボックス型スイッチの場合、1,000W と 500W 程度であった。シャーシ型スイッチからボックス型スイッチへ変更することで、省エネになることが分かった。

4.3 ユーザによる広帯域インターフェース利用

3.1.4 や 3.1.5 で紹介したように、NICE6 では手軽に広帯域インターフェースが利用できるよう整備を行っており、情報連推進本部（特に NICE 関係装置）以外において、2 件の利用があった。

1 件目の事例は、自動車関係のシミュレーションを行うために複数本の 10Gbps インターフェースが必要であり、マルチギガ対応スイッチから 10Gbps インターフェースの提供を行った。

2 件目の事例は、学外にある日本の研究機関のシステムの一部を名古屋大学に移設するというもので、100Gbps インターフェースを利用している。現在のトラフィック量は多くはないが、今後国内外を問わず、大容量のトラフィックが流れることが予想されており、高速かつ安定的に動くことで、研究に役立ってくれることを期待している。

5 おわりに

本稿ではこれまでの名古屋大学キャンパス情報ネットワーク (NICE) の紹介を行うとともに、最新の NICE6 の導入・事例紹介を行った。

今回の更改でキャンパス情報ネットワークの基幹部分の更改を行い、全体的にトラフィック量の増大を確認できたとともに、今後さらに増大しても、それに耐えうる機器を導入できたと思われる。また、学内にある NICE 管理のシャーシ型スイッチをすべて置き換えることができ、省エネという観点からも今回の更改は有意義であったと思う。残念ながら、幅広いユーザに利用してもらおうと準備した 100G 拡張スイッチや広帯域インターフェースについて、現時点では利用が少なく、より多く利用していただくためには、更なる宣伝・アピールが必要だと感じている。

今後の課題として、今回更改できたディストリビューションスイッチは全体の 1/3 程度のため、残りの更改を検討するとともに、しばらく更改できていないエッジスイッチについても更改検討・計画をする必要がある。さらに、昨今の情報セキュリティの脅威を考えると、ただ機器を新しくするだけではなく、情報セキュリティの強化に向けたシステム構成の見直しも検討する必要があるように感じる。

参考文献

- [1] NICE、 <https://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/services/secure-nice/>
- [2] 学術情報ネットワーク SINET、 <https://www.sinet.ad.jp/>
- [3] SecureNICE、 <https://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/services/secure-nice/>
- [4] 名古屋大学無線ネットワーク (NUWNET)、 <https://icts.nagoya-u.ac.jp/ja/services/nuwnet/>
- [5] 名古屋大学情報基盤センター、“NICE について”、名古屋大学情報基盤センター設立 50 周年記念誌、P116-128
- [6] 一般財団法人インターネット協会 インターネット白書、<https://www.iajapan.org/iwp/>