

# 高品質システムを実現するネットワーク機器検証手法

## Network Equipment Verification Technique for Achieving High-quality System

小島 敏 宏

**要 約** 情報システム基盤を支えるネットワークインフラの重要性は日々増している。そのため、インフラを構成する各種ネットワーク機器について導入前に十分な検証を実施し、機器の特性を正しく理解して最適なネットワークを設計することや、機能の正常動作を確認しトラブルの芽を事前に摘んでおくことが重要な活動となる。ネットマークスではこれらの事前検証を、検証目的の策定、検証項目の策定、手順検討、判断基準策定、検証作業実施、結果考察の六つの工程に分類し、手順の標準化を進めている。標準化された工程に沿った検証の実施によって質の高いネットワークシステムを提供すると共に、万一導入後に何らかのトラブルが発生した場合でも迅速な対応が取れる体制を構築している。

**Abstract** The importance of the network infrastructure that supports the information system base is growing every day. Therefore, it is necessary to verify various network products that compose infrastructure enough, and nipping buds of the equipment trouble beforehand become important. Advance verification to the introduction of new products is carried out in NETMARKS INC. along six processes as follows; clarifying the verification purpose, defining the test items, examining the verification procedure, clarifying the criteria, executing the verification work, and considering the results. Such a standardized verification processes can provide the high-quality network system, and enable us to take prompt response to unforeseen troubles.

### 1. はじめに

近年の急速な IT 化に伴い、情報システムの役割は日に日に増しており、高品質なシステム基盤を構築することは企業競争力を高める上でも重要な意味を持つ。ネットワークインフラは情報システムを支える土台であり、高い信頼性が確保されていなければ日々の業務に多大な損害を与えかねない。信頼性を確保するためには、回線や機器を冗長化するなど高可用性を実現するネットワーク設計を行う他、インフラを構成する各種ネットワーク機器の安定稼働を事前に確認し、その障害発生リスクを軽減しておくことも重要となる。

株式会社ネットマークス（以降、ネットマークス）では会社設立当初より製品検証の専門部隊を組織し、ネットワークシステム導入前に現地構成/設定で動作を確認するシステム検証だけでなく、国内外様々なネットワーク機器を取り扱うインテグレータとして中立的な立場から製品単体での機能検証や性能測定を実施し、品質の維持向上に努めてきた。

本稿では、これらネットワークインフラ製品の機能検証、性能測定手法に関するネットマークスの取り組みを紹介する。

### 2. 事前検証の目的

顧客に最適なネットワークシステムを提供するには、各種機器の特性を正しく理解した上で

機種選定やネットワーク設計をする必要がある。そのためにはベンダーから提供されるマニュアルや技術ドキュメントを調査し机上検討するだけでは不十分であり、実機を用いた動作確認が必要となる。

各種ベンダーから提供されるネットワーク機器の中には通信に悪影響をもたらす不具合が内包されていることや、IETF\*<sup>1</sup>やIEEE\*<sup>2</sup>などで標準化されている機能であってもその実装によって細かい挙動が異なっていることもある。また、ベンダーが公表している性能値も全ての環境でその値が出るわけではなく、測定する条件によって変わってくる。事前検証では、こういった不具合の有無や挙動の違いを確認し、性能値に関する詳細なデータを収集する。事前検証で得た結果を根拠として機種選定や設計をすることにより、顧客環境に合った最適なソリューションを提供することができる。このことが事前検証を実施する大きな目的のひとつとなっている。

さらに事前検証にはトラブルリスクを軽減させる意味合いもある。実環境にネットワークシステムが導入された後に何らかの問題が発見された場合、稼働中のネットワークであることからバージョンアップなどの回避策を実施することは容易ではない。導入前にその問題を見つけることができればより柔軟な対応が可能となり、作業コストも大幅に削減できる。その意味で事前に挙動を確認しトラブルの目を摘んでおくことは有益である。

ただし、ネットワーク機器の不具合は様々な条件や要素が絡み合って発生するものであり、起こり得る全ての不具合を事前の検証で洗い出すことは難しい。そこで、事前検証では各種機能が正常に動作するか否かを確認すると共に、動作シーケンスやプロトコルの仕組み、こういったパケットがやり取りされるかも合わせて観測し理解しておくことも重要になる。こうした検証環境下での正常動作のサンプル情報を保持しておくことで、万一現地でトラブルが発生しても、その挙動を照らし合わせて比較することが可能となり、迅速な原因究明につなげることができる。

このように事前検証には機器の特性を正しくつかむこと、正常動作を確認し事前にトラブルリスクを軽減すること、更には万一トラブルが発生した場合の迅速な対応を可能にすることという、三つの効用がある。

### 3. 検証環境の整備

ある程度精密な検証を実施するには様々な環境整備も必要となる。性能測定や動作確認/解析にはその用途ごとに専用の測定機器が存在する。大量の擬似トラフィックを生成しネットワーク機器の性能を測定するトラフィックジェネレータ、瞬停など電源ラインの異常を擬似的に発生させる電源試験機、WAN回線をエミュレートし意図的に遅延やパケットロスを挿入するWAN回線エミュレータ、回線を通るパケットをキャプチャしプロトコル解析するパケットアナライザーなど、検証設備の充実が検証内容の精度にも影響してくる。ネットマークスでは多様な角度から高度な検証が実施できるように、こうした設備の拡充にも力を入れている。

また、検証を進めていくには技術仕様に関する十分な理解も重要な要素となる。ネットワーク機器のアーキテクチャ、各種機能の仕様や設定、プロトコル詳細、標準化技術の規定内容などを深く理解していないと、検証結果の妥当性が判断できないだけでなく、こういった手法で検証すべきかを検討することも難しくなる。そのため、高い技術力を持ったエンジニアを育成し、日々標準化動向を調査するなど情報収集を進め、技術への理解を深めておくことも検証環

境を整備する上で必要となってくる。

#### 4. 検証工程概要

事前検証を効果的に進めるには、検証目的や確認のポイント、何を以って正常動作とするかの判断基準を明確にした上で取り組むことが重要になる。そのため検証工程を、検証目的の策定、検証項目の策定、検証手順の検討、妥当性判断基準の策定、検証作業の実施、検証結果の考察の六つに分類し（表1）、各工程に沿って検証を実施している。

表1 検証工程

工程番号	工程名	概要
1	検証目的の明確化	何を確認するためにその検証を実施するのか、検証の結果として得たいゴールを明確にする
2	検証項目の策定	目的に挙げた内容を確認するために必要な事項を個々の項目としてブレイクダウンする
3	検証手順の検討	検証項目の内容を確認するため、どのような構成や設定/手順で行うかを具体化する
4	妥当性判断基準の策定	何を以って正常動作と判断するのか、その基準を策定する
5	検証作業の実施	実際に手順に従って検証を実施し、策定した判断基準によって確認する
6	検証結果の考察	結果の整理とまとめを行い、実施した検証全体を考察する

六つの工程のうち4番の判断基準策定までが実際の検証作業に着手する前に行う準備工程となるが、この準備工程の取り組み方によって検証の作業効率や検証結果の品質が大きく左右される。検証手順と妥当性判断の基準が明確に定められていれば、工程5の実作業でつまづくことなくスムーズに遂行できる上、検証の実施目的を満たす高品質のアウトプットが期待できる。以下、各工程の詳細を紹介する。

##### 4.1 検証目的の明確化

検証目的策定の工程では、検証を実施することにより何を確認したいのか、検証によってどういったアウトプットを得たいのかを明確にする。ネットワーク機器に実装されている機能は多岐にわたるため、その全てについて詳細に検証することは難しい。また、ひとつの機能を検証するにも、実施環境や条件、どういった視点から検証を行うかによってその目的は様々である。明確な目的を定めないうままに検証作業に入り、気になった箇所を都度確認していくというやり方では、検証内容が発散し、結果的に得られるアウトプットの内容がぼやけてしまう。何の機能について検証を行うのか、単純に正常時の動作確認をするのか、高負荷状態でも安定的に動くことを確認するのか、あるいは、他の類似機能と比較してその特徴の差異について整理するのか、などを明確にして目的を策定する。こうすることで焦点が絞られ、検証の結果得られるアウトプットの精度が増すことになる。以降の工程では常に本目的から外れていないかを意識して進めていく。

## 4.2 検証項目の策定

検証項目の策定では、前工程で定めた目的に対してその目的を達成するために必要となる具体的な事柄を検証項目としてリストアップしていく。項目を策定する際には、大項目、中項目、小項目のように段階的に細分化するなどして、機能検証であればひとつの挙動が一項目となるまでに落とし込んでいく。細分化したひとつひとつの項目に対して検証を実施し、結果を書き加えていくことで検証結果が鮮明になり、何を実施したのか、また何が問題だったのかを認識しやすくなる。

性能測定を目的とした検証を実施する場合、各種測定条件の組み合わせで検証項目を細分化していくと表2のようになる。

表2 WAN 高速化製品の性能測定条件マトリックス

検証項目	WAN最適化	回線条件	
		パケットロス	RTT
1	無効	0.0%	10ms
2			30ms
3			50ms
4		1.0%	10ms
5			30ms
6			50ms
7	有効	0.0%	10ms
8			30ms
9			50ms
10		1.0%	10ms
11			30ms
12			50ms

この例は、WAN 最適化製品を導入した場合に、WAN 回線経由でのファイル転送がどの程度高速化されるかを測定する際の条件である。回線エミュレータを用いて WAN 回線をエミュレートし、パケットロスや遅延も挿入する。本測定でのネットワーク構成を図1に示す。

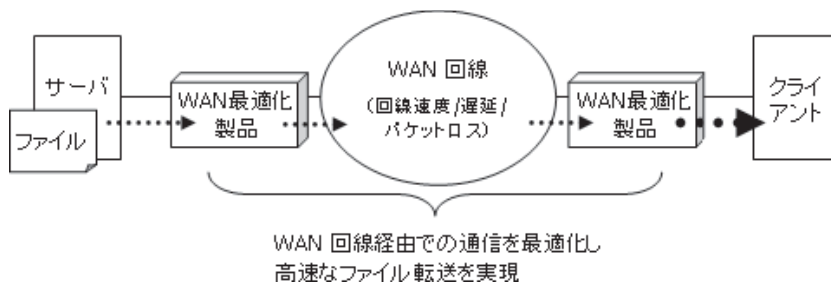


図1 WAN 最適化製品を用いたネットワーク構成例

測定条件として WAN 最適化機能の有無、WAN 回線でのパケットロス値、遅延時間の3項目があり、それぞれに取り得る値を以下と想定した場合、 $2 \times 2 \times 3$ の組み合わせで合計12

パターンの測定を行うことになる。

- 1) WAN 最適化機能→有効/無効
- 2) WAN 回線のパケットロス→0.0%/1.0%
- 3) WAN 回線の遅延 (RTT) →10ms/30ms/50ms

この他の条件として回線速度、ファイル転送のプロトコル (FTP/HTTP/CIFS 等)、ファイルサイズなども考慮し組み合わせを考えていくと、その項目数は指数関数的に増加していく。この時、検証目的の策定項目で「WAN 回線で数%のパケットロスが発生する環境下での WAN 最適化製品の有効性を確認する」など、その目的が明確化されていると、そこに焦点を当てた測定が可能となるため、項目数が絞り込み、効率的に実施できる。

### 4.3 検証手順の検討

各検証項目をどのように確認するのか、その具体的な方法や手順を検討するのが本工程である。手順には検証対象機器の接続構成、論理構成、設定の他、トラフィックを流した検証であればトラフィックの種類、使用するポート番号、流すトラフィックの量、ネットワーク機器の状態確認コマンドを用いる場合そのコマンド、採取するログ、パケットキャプチャを実施するポイントとタイミングなども含まれる。

同じ検証でもその手順が変わることで検証結果が異なってくることもある。また、手順を明文化し繰り返し同様の条件で検証できるようにしておくことは、想定動作をしなかった場合の切り分け作業にも有効である他、実際に作業する際に確認漏れを起こす危険性を少なくすることにもつながる。

図2はイーサネットスイッチが持つ MAC アドレステーブルのエントリー数が仕様通りであるかを確認する際の検証構成である。

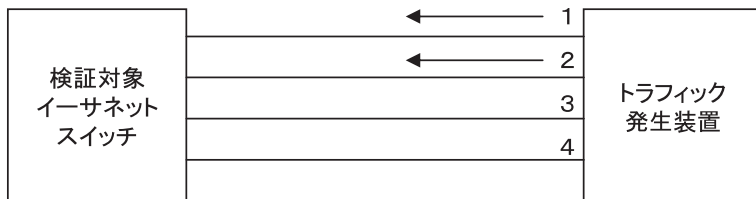


図2 MAC アドレス学習数の検証構成

スイッチは各ポートで受信したフレームの送信元 MAC アドレスを学習し、以後、その MAC アドレス宛のフレームは学習したポートにのみに送出する。学習されていない MAC アドレスを受信した際には受信ポートを除く全ポートに対してパケットを送出する。その挙動から実際の検証手順を策定していくと次のようになる。

- 1) 検証機器とトラフィック発生装置を構成図のように接続する
- 2) 検証機器で MAC アドレステーブルエントリーを消去するコマンドを実行する
- 3) トラフィック発生装置ポート 1 から異なる送信元 MAC アドレスのフレームを 1100 個送出する (スイッチに MAC アドレスを学習させる)
- 4) トラフィック発生装置ポート 2 から、3) で設定した送信元 MAC アドレスと同じ値を宛先 MAC アドレスとしたフレームを 1100 個送出する

5) トラフィック発生装置の各ポートで受信フレームカウンター数を確認する

スイッチの特性から5)の受信フレームカウンターの確認においてポート1で受信された数からポート3, 4で受信された数を引くことでスイッチに学習されているMACアドレス数を導き出すことができる。

表3が測定後の受信カウンターの値だが、この例ではポート1で1100個のフレームを受信、ポート3, 4で受信されているフレームが76個であることから、 $1100 - 76 = 1024$ で1024個のMACアドレスが学習されていることが分かる。

表3 トラフィック発生装置の受信カウンター

	ポート1	ポート2	ポート3	ポート4
送信数	0	1,100	0	0
受信数	1,100	0	76	76

#### 4.4 妥当性判断の基準策定

検証手順にしたがって作業を実施し得られた結果に対して、それが正常な挙動であるかなど妥当性の判断をどのような基準で行うかを明確化するのが本工程になる。

機能検証では、その機能の仕様や想定される動作から、パケットの中身を解析しこのフィールドに設定した値が代入されていること、ネットワーク機器の状態確認コマンドで出力される表示の具体的なイメージなど、その妥当性の判断基準をあらかじめ明確に定義しておく。IETFやIEEEなど標準化団体によってその仕様が標準化されたものであれば、その規格に沿っているかどうか判断基準の一つとなる。想定通りに動作しているように見えても標準規格に適合していない実装をしている場合、同一ベンダー間では問題が顕在化しなくても、他ベンダー間で接続した際に問題が発生することもある。

性能測定として、セッション数、転送レート、テーブルのエントリー数などを計測する検証では、主にベンダーが公表しているカタログスペック値が判断基準の参考になる。値が公表されていない場合には、同機種での過去の測定結果、想定される一般的な導入構成から概ねどの程度の値が出れば十分かを判断の基準に用いることもある。目安となる値を定めなまま測定して性能限界値を見極めようとすると、何度も測定を繰り返した結果、有益なデータを得られないことにもなりかねない。

策定した基準は、各分野の専門エンジニアの目でそれが適切なものであるかレビューした上で最終的に決定する。

#### 4.5 検証作業実施

事前に策定した手順に従って検証を実施し、得られた結果を妥当性判断の基準に照らし合わせ、挙動に問題がないかを実際に確認するのが本工程になる。検証では、各項目で使用した設定など、後日同一条件で再検証が実施できるだけのデータを保存する。また、妥当性判断の基準に照らし合わせて確認するためのデータや、状態確認コマンドのアウトプット、ログメッセージ、測定機器のカウンターなども全て保存する。

検証作業では同様の検証を何度も繰り返し行うケースも多いが、そういった定型パターンの検証作業については自動化や作業手順の標準化が有効な手段となる。毎回同一の条件で迅速に

検証できるように各設定をテンプレート化したり、スクリプトや操作自動化ツールによってログ取得を自動化したりすることで、人間の手で実施していると発生しやすい設定ミスやログの取り忘れを防ぐとともに、作業工数を削減させ、効率よく作業を進めることができる。

#### 4.6 検証結果考察

検証結果考察の工程では最終的に検証の目的を満たしているかを確認し、検証結果を総合的に判断してネットワーク機器の特性や品質を見極める。

全体の結果を俯瞰することで出てくる特性や傾向もあり、実際には実施していない条件・環境下における挙動でも、ある程度の推測が成り立つこともある。例えばネットワーク機器で10Mbps、50Mbps、100Mbpsの各トラフィック量を転送している状態でCPU使用率を測定した結果、リニアに上昇しているのであれば、30Mbpsや70Mbps転送時のCPU使用率は、実際に測定していなくてもある程度は値の目安を導くことができる。

さらにこの工程では、検証手法や手順、判断基準の策定が適切であったかを含めて再度見直す全体レビューを行う。改善点を整理して次回の検証に組み込むことで、検証手法自体の品質向上を進めていく。

### 5. 問題発生時の切り分けと対応

六つの工程に沿って検証を進めていく中で正常動作が確認できないケースも出てくる。不具合と思われる動作があった場合には、再度同じ手順で検証を実施し、再現性の有無を確認する。機能検証を実施する際に複数の機能が併用されている場合、同時に用いたために不具合が発生している可能性がある。そのため、個々の機能に分割して動作を確認し、切り分けを進めて行く。このようにして不具合とは直接関係のない要因をひとつずつ取り除き、問題を引き起こす起因となる要素を絞り込んでいく。

各種機能単体の基本動作を確認する検証では正常に動作することがほとんどであるが、それだけに不具合を事前に発見することは信頼性の高いネットワークシステムを構築する上で重要な情報となる。確認された不具合は十分な切り分けを行った後、ベンダーに報告する。次期バージョンなどで改修された際には再度同様の検証を実施し、実際に修正されているか、またその修正に伴って他の不具合が引き起こされていないかなどを確認する。特にリリースされたばかりの新しい製品では成熟度が十分でないこともあり、こうした検証結果をベンダーにフィードバックして改善要求することで品質の向上につながっている。

### 6. おわりに

高品質の情報システム基盤を支えるネットワークインフラを構築するために、事前検証は重要な役割を持つが、適切な検証手法にしたがって実施しなければ意味のないものになってしまう。本稿で紹介した工程に沿い、効果的な検証を目指しているが、より詳細な点まで検証を進めると、その作業工数が大きくなってしまいう問題がある。既に検証作業の一部自動化は実現しているが、更なる工数の削減とアウトプット品質の均一化を目指してテストオートメーションソフトウェアの導入を検討しており、定型パターンの検証については、ネットワーク機器/測定機器の設定、ログ取得と合否判断までその作業を完全自動化する取り組みも始めている。

また、検証手法のノウハウやスキルは信頼できるネットワークシステムを構築する上で広く

有益であることから、製品検証を中心に実施している専門部隊から現場のエンジニアに技術トランスファーを行うなど全社的な技術力向上にも努めている。顧客からの高い信頼を確保し、大切な情報システムの基盤を支えるネットワークインフラを提供できるように、これからも一層の製品品質向上に取り組んでいきたい。

- 
- \* 1 IETF : Internet Engineering Task Force の略。インターネット技術の標準化を行っている団体/組織
  - \* 2 IEEE : Institute of Electrical and Electronic Engineers の略。電気電子分野の学会。コンピュータ関連技術の規格策定を行っている。

**執筆者紹介** 小島 敏 宏 (Toshihiro Kojima)

1998年株式会社ネットマークス入社。ネットワークインフラ製品関連の商品化、ソリューション開発、評価検証、社内エンジニアの技術サポート業務に従事。

