

Big Dataにより新たな価値を創出する
次世代ITプラットフォーム

クラウドコンピューティングを支える ネットワークの取り組み

Hitachi's Challenges for Network Business Realizing Cloud Computing Services

田中 智佳子 江崎 尚 内山 靖弘
Tanaka Chikako Ezaki Takashi Uchiyama Yasuhiro
湯本 一磨 矢崎 武己
Yumoto Kazuma Yazaki Takeki

ITシステムのクラウド化の潮流は、ネットワークを巡る環境を大きく変化させている。大量の情報を扱うクラウドでは、ネットワークの高速・大容量化とともに、より高い安定性・信頼性が要求とされる。顧客の情報システム基盤では、クラウドの利用も含め、ITリソースの全体最適化が求められる。

こうした観点から、日立グループは、データセンターでのITリソースの活用、運用面での改善に向け、「ネットワークの仮想化」をキーに、ネットワーク製品や運用管理システムの提供、顧客への導入を進めている。また、クラウドサービスの提供を支えるキャリアのネットワークにおいては、トラフィック拡大への対応、サービス提供の柔軟性などの基本要件に対応すると同時に、さらなる高信頼性、高可用性を実現する次世代トランスポートへの取り組みを進めている。

1. はじめに

クラウドコンピューティングの進展に伴い、企業内の情報をデータセンターに集約し、データセンターを中心としたクラウドサービスを積極的に利用する動きが進んでいる。これに伴い、データセンターには、企業システムを支えるインフラとして、より高い信頼性と運用性が求められる。

ネットワークに求められる基本要件として、以下の3点が挙げられる。

- (1) コンピューティングの集約に伴うトラフィック容量の飛躍的な拡大への対応
- (2) ネットワーク経由でサービスを利用するための信頼性の確保
- (3) クラウドサービスの導入、移行や構成変更、稼働の監視、障害への対応など安定稼働を維持するためのデータセンターの運用改善

データセンターに集中するトラフィックの拡大への対応としては、IT設備の集約が進むデータセンター内での通

信帯域として10 Gビット/sが一般化し、さらなる高速化が求められる。信頼性確保の観点からは、ネットワーク経由でのサービス利用では、一般的には専用線並みの高信頼性（遅延、応答性能、稼働性）が求められる。また、運用性の改善の観点からは、ネットワーク機器を含むデータセンター内のIT設備の拡張、構成変更適切かつ迅速に対応でき、利用効率を向上させる柔軟なシステム構成を実現することが求められる。さらには、事業継続性を考慮した設備の最適化、および運用手順の策定を含めて考えることが不可欠である。

ここでは、クラウドを支えるネットワークの基本要件への対応と、データセンターネットワーク、キャリアネットワークにおける日立グループの取り組みについて述べる。

2. クラウドを支えるネットワークの基本要件への対応

2.1 データセンター内ネットワーク

データセンター内のLAN (Local Area Network) 環境においては、信頼性の向上と、IT機器、ケーブル削減などによる保守性、運用性の向上をねらいとし、低遅延、ロスレスのEthernet[※]通信、およびLAN/SAN (Storage Area Network) 統合化方式の標準化が進められている。日立グループは、このようなデータセンター内のスイッチ統合化の流れに対し、次世代Ethernetスイッチをはじめとしてデータセンター向けのネットワーク製品の提供を進めている。

また、ネットワーク構成情報の効率的な収集、障害影響範囲の局所化、現行システムからの移行や導入のコスト低減など、データセンター保守・運用の改善に寄与するネットワークソリューションの提供を進めている。特に、シス

※) Ethernetは、米国Xerox Corp.の登録商標である。

テムの移行や導入コスト低減の観点では、ネットワーク構成情報の設定、管理の自動化をめざすオートプロビジョニング機能の提供など、ネットワークの仮想化（仮想システム間のネットワーキング）への対応を強化している。さらには、データセンターのバックアップ、複数のデータセンターに分散されたIT設備を利用する状況もあり、データセンター間での連携機能の強化に取り組んでいる。

2.2 キャリア向けネットワーク

クラウドの普及により、キャリア（通信事業者）向けのネットワークシステムにおいては、さらなる信頼性を強化した通信サービスの提供が求められる。通信サービス提供には二つの課題がある。

- (1) インターネット、電話交換網などのネットワークサービスには、システムごとにトランスポートシステムがあり、ネットワークが複雑化している。
- (2) IP (Internet Protocol) ネットワークは、自律的なルーティングによって通信経路が決まる、基本的に自律分散、ベストエフォートシステムであり、サービス品質確保には限界がある。

これらの課題を解決するために、パケットベース伝送方式であるMPLS-TP (Multi Protocol Label Switching-Transport Profile)方式が注目される。この方式を適用したネットワークは、従来のルータやスイッチと異なり、エンドツーエンドでのサービス品質の保証を目的としている。ネットワーク全体の制御、管理を可能とするために、パケットネットワーク上で通信経路の管理、保守を行う経路制御機能を特長としており、日立グループは、その開発、導入を進めている。

クラウド化の流れは、ITシステム活用での効率改善、新たな事業機会創出といった観点で、その領域をグローバルに拡大させていくと考えられる。日立グループは、クラ

ウドサービス提供の基盤となるデータセンター内のネットワーク、およびこれを支えるキャリアネットワークシステムの取り組みを進めている。

3. データセンターネットワークへの取り組み

3.1 顧客ニーズと日立グループの対応

—情報システム基盤の個別最適化から全体最適化へ

これまで、企業における多くの情報システム基盤は、システムごとにサーバ、ネットワーク、ストレージ、運用管理が独立しているサイロ型システムが主流であった。しかし、ここ数年は各企業においてコスト削減が急務となり、情報システム基盤の最適化が進んでいる。

情報システム基盤の最適化をめざす企業におけるネットワークソリューションに対する日立グループの取り組みについて以下に述べる。

各企業では仮想化技術を利用し、インフラ全体の最適化を目的としたシステム更改を進める事例が増加している。その代表的な要件を分析すると、以下のとおり五つに大別することができた。

- (1) 新規業務提供までの時間短縮
- (2) セキュリティの確保
- (3) 信頼性の確保
- (4) 規模拡張性の確保
- (5) コストダウン

インフラ最適化に求める要件を分析すると、個別最適から全体最適へと考え方が遷移してきていることが各企業に共通している。日立グループは、これらの要件からネットワークとしての対応方針を以下のように考えている（[図1](#)参照）。

仮想化技術の進展により、サーバではリソースを容易かつ迅速に提供可能となる。ネットワークも同様に、サーバのリソース割り当てに応じた柔軟性の高いネットワークを

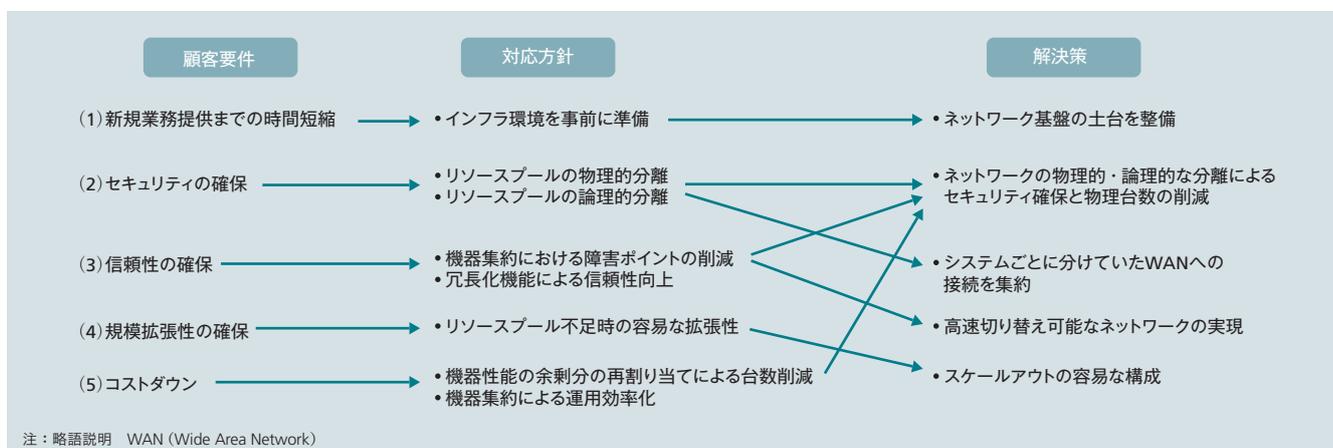


図1 | 顧客要件と対応方針

インフラ最適化を目的とした顧客が、ネットワークに求める代表的な要件についての対応方針と解決策を示す。

事前に整備しておく必要があり、リソース提供の迅速化に対応する。セキュリティ確保や構成変更のリスクを低減する方法として、本番系や開発系といった系ごとに、物理的にリソースプールを分離し、かつリソースプール間の通信を論理的に遮断することでネットワークとして対応する。信頼性については、機器を集約することによって障害となるポイントを極力排除する。また、シンプルな冗長化機能を活用することにより、信頼性向上を図る。拡張性の面では、将来的にリソースプールの拡張が必要となった場合は容易に機器を拡張できるようなネットワークを設計する。最後に、コスト面ではこれまで、システムを個別にオンプレミスで構築してきた経緯から機器のリソースに余りがあるにもかかわらず、有効活用できていなかった。そこで、1台の機器リソースを複数のシステムで共用することにより、機器台数と運用コストを削減する。

これらの対応方針に沿って、日立グループは企業向けに以下の特徴を備えたデータセンター向けのネットワークを実現している(図2参照)。

ラック単位にサーバと接続するためのエッジスイッチを設置し、このエッジスイッチを集約するための下位コアスイッチを用意する。ラックが増える場合は、下位コアスイッチへケーブルを接続するだけで増設が可能である。さらに、下位コアスイッチを集約するために上位コアスイッチを用意し、コアスイッチ間でマルチリングネットワークを構成する。

リングネットワークでは将来的なネットワークの拡張にも対応が可能であり、障害時の切り替えが速いネットワー

クを実現できる。同時に、大規模かつ高信頼なレイヤ2ネットワークを実現することができ、サーバのライブマイグレーションや分散システムのようにシームレスなネットワークが必要な構成にも対応できる。

また、特に重要なシステムを扱うネットワークの場合、物理的に系を分離することが必要となる。そこで、上位コアスイッチ配下の構成を系ごとに用意し、各系間の通信(例えば運用・監視系通信)を行いたい場合は、上位コアスイッチどうしをリング接続することによって実現可能である。同様に、システム(セグメント)間で通信が必要な場合はルーティング機能を持たせた上位コアスイッチによって許可する。逆に、システム間の通信要件がない場合は、セグメント間通信を許可しない方式で対応可能である。

今後、将来のデータセンターネットワークは、技術の進展により、以下の3点の方向に大きく変わっていくものと想定される。

- (1) LAN/SAN統合分散型ネットワーク
- (2) 統合型ネットワークの一元管理
- (3) データセンター間的高速ネットワーク

LAN/SAN統合が進むと、運用管理面からシンプルかつ容易な拡張方式が求められる。これに対して、複数のネットワーク装置の一元管理を可能とし、ゼロコンフィグによる機器の追加も容易とするような統合分散型ネットワークの実現をめざした取り組みを進めている。また、企業のBCP(Business Continuity Plan)策定により、ディザスタリカバリに関しても需要が見込まれる。すなわち、地域をまたがったデータセンター間のデータ同期、高速バック

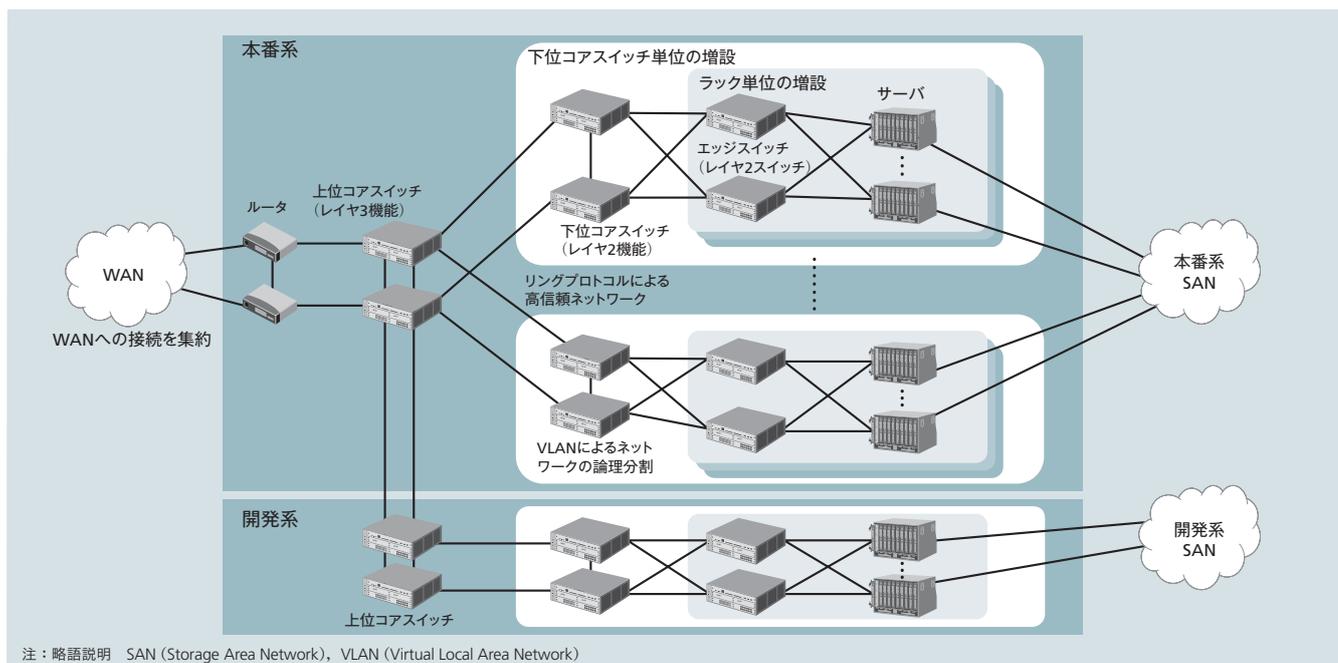


図2 | データセンターネットワーク構成の一例
顧客要件実現のためのデータセンター向け高信頼化ネットワーク構成の一例を示す。

アップなど、ネットワークについてもシームレスな接続が要求される。現在、10 Gビット/s対応のNIC (Network Interface Card) が普及しているが、将来的に40 Gビット/sや100 Gビット/sといったネットワークの高速化が標準化される見通しである。

さらには、企業のグローバル化の進展に伴い、グローバル拠点間のネットワーク構築など、海外接続需要の増加が見込まれる中、データセンター間接続の高能率化は重要である。現在のTCP (Transmission Control Protocol) では、物理距離にスループットが影響してくる。そのため、ネットワークインフラが高速化したとしてもリソースを有効に活用できない可能性があり、データセンター間での高スループット化 (帯域利用効率の向上) への取り組みを強化している。

今後、日立グループは、ネットワークの標準化動向を踏まえ、将来性を考慮し、顧客にとって最適なネットワークを提案・提供していく。

3.2 データセンターネットワークの運用管理システム

—プロビジョニングの自動化による運用コスト低減

クラウドのような頻繁にネットワーク構成が変わるシステムでは、各種サービスを自動化された方法で容易に提供できることが求められる。クラウド内は、共通のリソースとしてサーバ、ストレージ、ネットワークをプールしておき、即座に提供可能な状態にしておく。クラウドシステムは、管理・運用部門にとって、ほとんど手をかけなくてもユーザーに対してサービスを迅速に提供できるような仕組み

みを設計・構築することが必要である。

しかし、サーバやネットワーク機器に対して、従来どおりのオペレーションで仮想化特有の運用を実現していくには複雑すぎる課題がある。また、一つのオペレーションミスがクラウドシステム全体に影響を及ぼすリスクも高くなる。

サーバの仮想化に伴い、従来に比べてリソースの割り当てが容易になるが、ネットワークを含めたクラウドシステム全体として一部のリソースをユーザーに提供するには、サーバ増設や移行と同時にネットワークのプロビジョニングが必要となる。仮想サーバの運用例としては「新規追加」、「増設」、「移行」、「削除」を挙げることができ、サーバ運用と連携して、関係するネットワーク機器や仮想スイッチに対して情報を制御する必要性が出てくる。

そこで、サーバやネットワーク情報を一元管理したDB (Database) を管理し、GUI (Graphical User Interface) 上でユースケースに応じたリソース管理を実施するような仕組みが求められる。日立グループは、多種多様な機器にまたがる整合性を自動で確保し、運用自動化やオペレーションミスを防ぐソフトウェアを提供していく予定である (図3参照)。

4. キャリア向けネットワークへの取り組み

4.1 パケット光トランスポートシステム(POTS)への対応

ITシステムのクラウド化の進展は、インターネット基盤を提供するキャリアのネットワーク環境を大きく変化させている。コンピューティングの集約に伴ってトラフィック

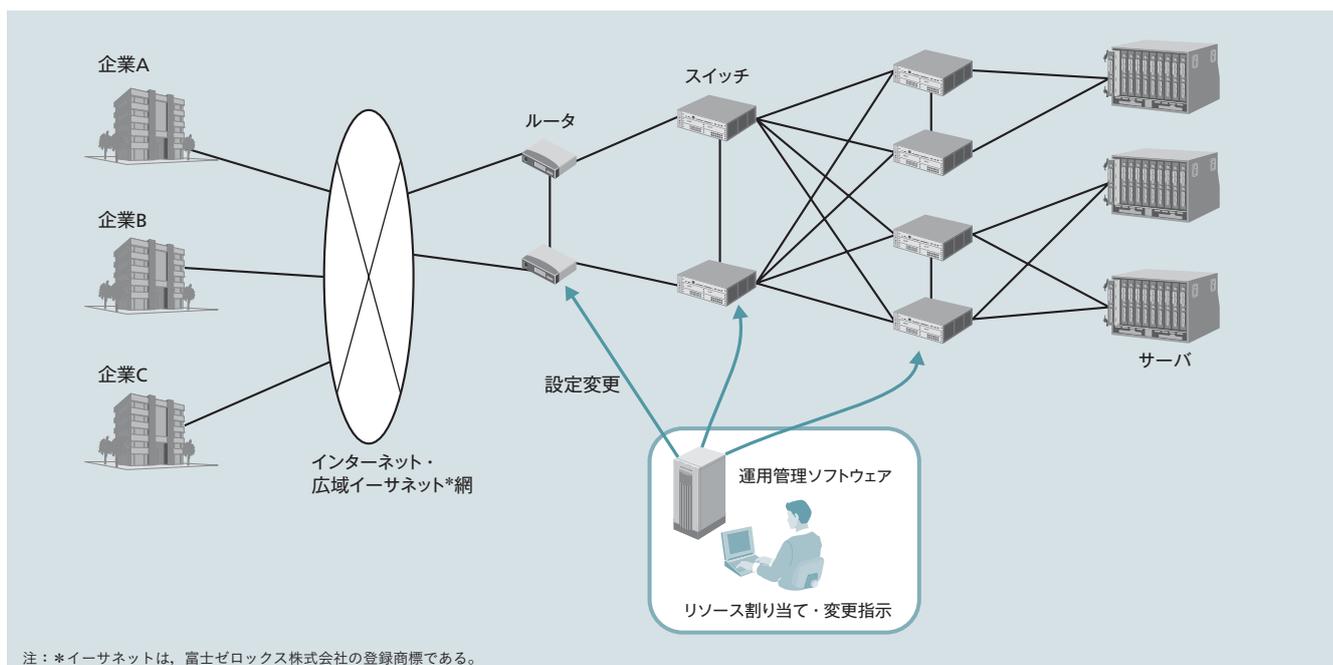


図3 | ネットワーク運用管理ソフトウェアのイメージ

運用管理者がGUI(Graphical User Interface)上でユースケースに沿ったリソース割り当てを実施することにより、ネットワーク機器に対して設定変更指示を出す。

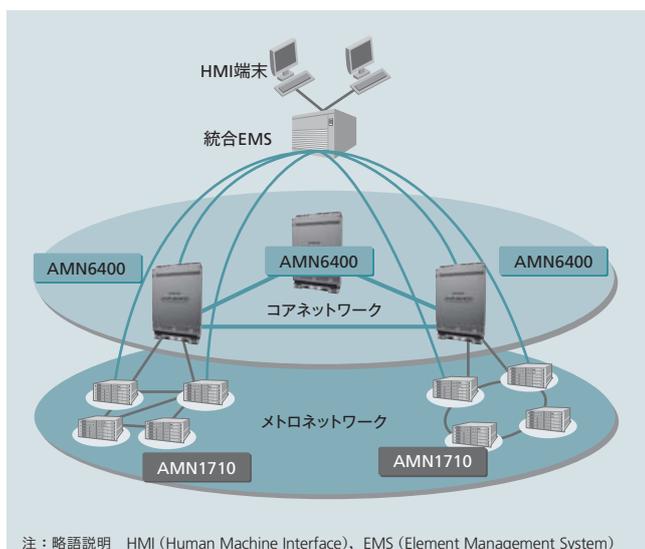
ク容量が飛躍的に拡大する一方で、ネットワーク経由でサービスを利用可能とするには、高品質かつ高信頼な伝送の確保が必須である。また、キャリアは、クラウドのみならず、従来から提供しているベストエフォート型のインターネットサービスから、帯域保証型かつ高信頼性が求められる電話や専用線などのレガシー系サービスまでを提供する必要があり、ネットワークには幅広いサービスを柔軟に収容することが求められる。

これからのネットワークに求められる、(1) 大容量、(2) 高品質性・高信頼性、(3) サービス収容の柔軟性といった要件に対応するために、「AMN6400」、「AMN1710」といった装置群、およびそれら装置群の故障状態監視、サービスの新規収容や廃止などの管理を遠隔で実施する統合EMS (Element Management System) から構成されるPOTS (Packet Optical Transport System: パケット光トランスポートシステム) の開発を推進している (図4参照)。

POTSとは、大容量伝送を可能とする波長多重伝送機能と、パケット技術をベースとしつつ高品質・高信頼性の確保を可能とする電気多重・スイッチ機能を融合したシステムである。上述のネットワークへの要求に対応したPOTSの特徴を次に述べる。

4.2 大容量伝送

100 Gビット/秒コヒーレント技術と高密度波長多重技術を適用することにより、最大88波長、総容量最大8.8 Tビット/秒の伝送容量を実現している。波長多重信号は波長単位で最大8方路の遠隔経路切り替えが可能であり、メッシュやリングなどさまざまな網形態に対応可能である。また、伝送容量の増大に合わせて電気スイッチ容量の増強も



注：略語説明 HMI (Human Machine Interface), EMS (Element Management System)

図4 | パケット光トランスポートシステム (POTS)

POTS (Packet Optical Transport System) は、波長多重伝送機能と電気多重・スイッチ機能を融合したシステムである。

図っており、シェルフ当たりの電気スイッチ容量が1 Tビット/秒超の電気スイッチを実装することが可能である。

4.3 高信頼性・高品質性の確保

イーサネットサービスなどパケットをベースとしたサービスを効率的に収容しつつ、音声や専用線などのレガシー系サービスと同等の高信頼性・高品質性を確保するため、POTSではトランスポートプロトコルとしてMPLS-TP方式を採用している。収容サービスに応じた優先順位づけを行い、それに基づいてパケットの送信を行う優先制御機能、およびサービスの帯域使用状況に応じて送信パケットのピークレート制御を行うシェーピング機能などのQoS (Quality of Service) 機能により、従来のレガシー系サービスと同等の品質のパケットサービスが提供可能である。また、MPLS-TPが有するサービスの疎通性確認・各種警報通知などの豊富なOAM (Operation, Administration and Maintenance) 機能により、障害検出および障害点切り分けを可能とする。このようなパケットサービスは、波長多重された光信号とともに、統合EMSで集中管理し、サービスの経路・収容関係をグラフィカルに表示することで、障害発生時のオペレータによる障害切り分けおよび復旧処理を容易にする。統合EMSは、冗長化可能な構成を採用してデータベースのバックアップ機能を充実させることで、障害発生時や災害発生時であってもサービス継続・復旧を可能とし、ネットワークの信頼性を向上させている。さらには、サービスレベルでの障害復旧技術 (プロテクション) をサポートすることにより、信頼性の高い高品質のサービス提供を実現する。

4.4 サービス収容の柔軟性

パケットだけでなく音声・専用線などのレガシー系サービスを収容するインタフェースを提供し、幅広いサービスをトランスパレントに収容するアダプテーション技術により、多種多様なサービスの収容を実現する。新規に構築するネットワークのみならず、老朽化に伴い更改が必要な既存ネットワークのマイグレーションでも、一つのプラットフォームに統合して実現することが可能である。

このシステムは、将来のキャリアネットワークに対する要求の進化に備え、将来提供する機能の拡張性を確保するとともに、既存提供機能と将来提供機能の混在も可能なアーキテクチャを採用している。インタフェースの収容容量の倍増化や収容可能なサービス種別の拡充など、POTSのさらなる高機能化に向けた取り組みを継続していく。

クラウド化の進展に伴って要求される大容量化・高品質・高信頼性・サービス収容の柔軟性といったキャリアネット

ワークの要件を、AMN6400、AMN1710の製品群、および統合EMSから成るPOTSで実現する。

5. 研究開発の取り組み

5.1 次世代データセンターネットワークアーキテクチャ

前述したデータセンターネットワークへのニーズ、技術動向に対応し、日立グループは後述する次世代データセンターネットワークアーキテクチャを提案し、実装を進めている。データセンターへの仮想化技術の導入に伴い、ラックにまたがってプール化されたITリソース（サーバ、ストレージ）を適切に拡張・構成変更していくことで、ITリソースの利用効率を向上させつつ柔軟なシステム構成が可能になる。このITリソースプールを支えるラック間ネットワーク（アグリゲーションネットワーク）は、ITリソースの追加に追従して柔軟に拡張（スケールアウト）可能なこと、ラック内外の区別なく任意の2エンド間での接続を可能にすることが必要になる。このようなネットワークの要件に対し、従来型の大型スイッチを中心とした構成では、オーバサブスクリプション（総ポート容量対処理性能比）が大きく、サーバ間通信増加時に性能不足となるおそれがあるためスケールアウトできないといった課題があった。

そこで、これらの課題を解決するため、以下の特徴を持つデータセンターネットワーク技術の開発に取り組んでいる（図5参照）。

(1) 小型ボックス型スイッチを増設単位とするファットツリー構成により、スモールスタートからスケールアウトを

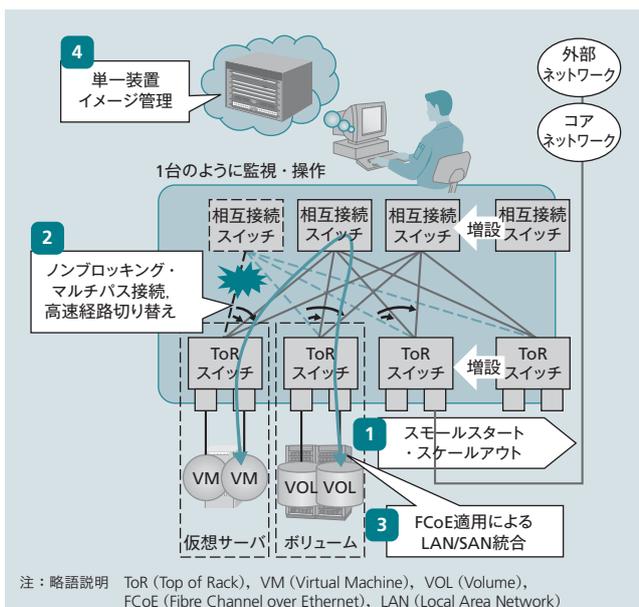


図5 | スケラブルネットワーク

サーバなどへ接続ポートを提供するスイッチとそれらの間を相互接続するスイッチに分け、それぞれの増設により、ポート数の拡張と帯域の拡張を実現する。

実現

(2) 任意の2エンド間におけるオーバサブスクリプション比率1:1のノンブロッキング通信とマルチパス接続により、回線帯域有効利用と高速経路切り替えを実現

(3) FCoE (Fibre Channel over Ethernet) の適用により、SANをEthernet上に統合することで、ケーブル数や管理工数を削減

(4) 複数スイッチを単一装置イメージとして管理する機構を導入することにより、複数スイッチに対する一括設定、スイッチ間配線支援、総性能・負荷バランス状態監視を実現

この方式の製品への実装評価では、高速経路切り替えを実現し、障害時の経路切り替え時間の大幅な改善（従来標準技術と比較して5~30%程度）を図った。このようなネットワーク技術の提供により、ネットワーク性能を意識したIT資源の配置を考える必要がなくなるため、データセンター全体の運用管理コスト削減に寄与できる。

5.2 運用管理効率化 — ネットワーク自動設計技術

データセンターには、レイヤ3スイッチ、ファイアウォール、ロードバランサなどさまざまなネットワーク機器が導入され、各機器が備える仮想化技術を用いてプライベートクラウドやパブリッククラウドが構築されている。クラウドでは、複数の顧客/業務システムが仮想化されて構築されるため、各システムの独立性を保証するための設計構築工数が増大している。中でも従来のデータセンターネットワークの設計構築は、ネットワーク技術者による管理台帳ベースのSI (System Integration) が前提となっており、設計構築工数の削減が課題となっている。

この課題を解決するため、データセンターにおけるクラウド上の業務システムのネットワーク設計とネットワーク機器ごとの設計を自動で行い、各種ネットワーク機器に設定するコマンド列（コンフィグ）を自動で生成するネットワーク自動設計技術を開発している（図6参照）。

ネットワーク自動設計技術は、ネットワーク技術者の設計ルールを定式化し、各業務システム構築のためにネットワーク機器ごとに必要な設計値を、定式化した設計アルゴリズムに基づき自動で算出して業務システムごとの独立性を保証する。この技術により、各業務システムのネットワーク設計および検証作業効率を向上し、クラウド時代のデータセンターネットワークの設計構築コストの約75%を削減できる見通しである。

今後は、データセンターに導入されつつあるLAN/SAN統合ネットワークにも適用可能な運用管理技術への取り組みも強化する。

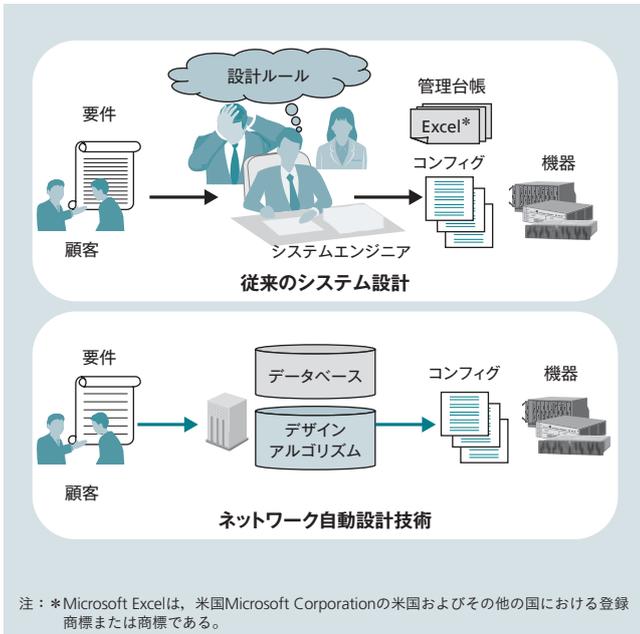


図6 | ネットワーク自動設計技術
設計規則の定式化により機器ごとのコンフィグを自動生成し、設計効率を向上する。

5.3 広域網(WAN)利用の効率化

日立グループは、基幹業務や社会インフラにクラウドを適用する際の課題の解決に向けた研究開発を推進している。従来のITシステムでは、サーバやストレージなどのIT機器が各ユーザー拠点に配置されるため、拠点内の通信が多く、一部のアプリケーションの通信だけがWAN (Wide Area Network) 経由で行われる。しかし、クラウド化が進展すると、IT機器がデータセンターに配置され、多くの通信がWAN経由で行われる。そのため、ルータなど通信機器を経由することで通信遅延が発生し、通信帯域の低下やアプリケーションの応答性の劣化を引き起こす。この通信帯域の劣化は、基幹業務の継続性の実現に必須なデータセンターのデータバックアップやディザスタリカバリなどの障害となる。さらに、今後は多数配置されたセンサーからの情報に基づき、災害監視や交通管制といった社会インフラへのクラウド適用の要求が高まると予測されるが、リアルタイム性が要求されることから、応答性の劣化はアプリケーションへのクラウド適用の障害となる。

そこでクラウド化に伴う前述の課題の解決に向け、通信帯域を向上する独自の協調型TCPと、アプリケーションの応答性を向上するクラウドアーキテクチャの研究開発を行っている。以下、それぞれについて述べる。

5.3.1 協調型TCP

データ欠落のないデータ送信を実現するプロトコルとして、TCPが一般的に用いられている。TCPでは、受信端末が送信端末からのパケットを受信すると、ACK (Acknowledgment：応答確認) を送信端末に送信する。送

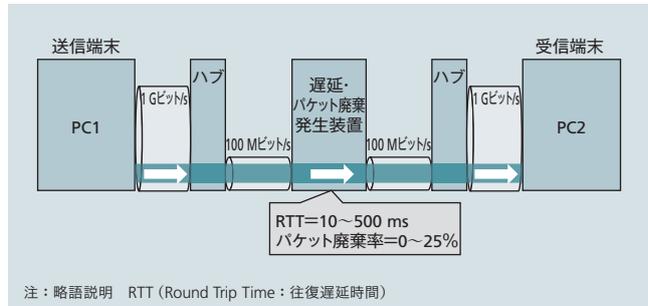


図7 | 協調型TCPの評価構成
WANを模擬した環境において、協調型TCP (Transmission Control Protocol) を実装した送信端末PC1が、受信端末PC2にFTP (File Transfer Protocol) によりファイルを転送した。

信端末は、ACKによってパケットの送達確認を行い、ACK受信のないパケットを再送信することでデータ欠落のないデータ送信を実現する。送信端末の送信レートを制御するため、ACKを受信することなく送信可能なバイト数 (cwnd) とその最大値 (winsize) が規定される。送信端末はcwnd分のパケットを送信した後、RTT (Round Trip Time：往復遅延時間) の間、新たなパケットを送信できないため、RTTが大きくなるにつれて帯域が低下する課題がある。また、送信端末は、パケット廃棄を検知すると、cwndを一定割合に減少させる。一時的に帯域が増加している場合にも、cwndを減少させてしまい、帯域が低下する課題がある。

そこで、これらの課題を解決する協調型TCPを開発している。協調型TCPでは、送信端末は送信レートの制御にcwndやwinsizeを使用せず、パケット廃棄率によってネットワークの混雑状態を判定し、動的に送信レートを制御する。cwndやwinsizeを使用しないため、RTTの影響を受けず、また、パケット廃棄に応じた最適な送信レートの制御を行うことで、一時的な帯域増加が発生した際の帯域低下を抑止する。

協調型TCPの評価構成を図7に示す。WANを模擬した実験環境で評価した。この環境はTCPと協調型TCPを実装した送信端末PC1と受信端末PC2、WANを模擬するための遅延・パケット廃棄発生装置より構成される。PC1とPC2間に1セッションを設定し、PC1からPC2へFTP (File Transfer Protocol) によってパケットを転送した評価結果を図8に示す。

同図左はパケット廃棄率を0%とした際のRTTと通信帯域の関係、同図右はRTTを200 msと固定した際のパケット廃棄率と通信帯域の関係である。左図によると、通常のTCPとして用いたBIC (Binary Increase Congestion Control) TCP³⁾では、RTTに依存して帯域が減少するのに対し、協調型TCPでは、常に90 Mビット/s以上を達成している。一方、右図によると、通常のTCPでは、高品

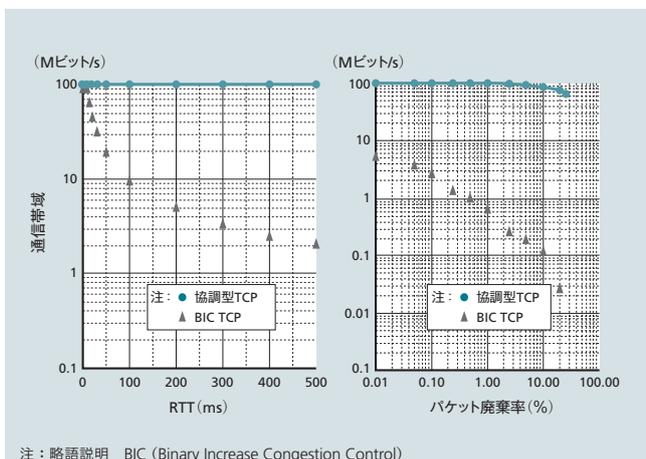


図8 | 協調型TCPの評価結果
RTT、パケット廃棄率を変化させて通信帯域を計測した結果、協調型TCPはBIC TCPを大きく上回る通信帯域を実現した。

質なネットワークで実現し得る0.01%の廃棄率において帯域が5 Mビット/s程度となるのに対し、協調型TCPでは、一般的なパケット廃棄率である1%以下の環境下において90 Mビット/s以上の帯域を達成した。これは、一般的な企業のグローバル拠点間でのデータ転送の効率(回線の帯域利用効率)を約20倍改善できることを意味している。この評価結果により、協調型TCPが、クラウド化に伴う通信遅延の増加による通信帯域の劣化を大幅に抑止できることがわかる。

5.3.2 将来に向けた取り組み

今後、実社会に存在するあらゆる人、モノ、サービスがネットワークによってつながれ、クラウド側に膨大な情報が集められる「ブロードギャザー」が進展する。クラウド内のITプラットフォームに蓄積された情報を解析して導かれる高度な知識情報は、再びネットワークを介して実社会の人・モノ・サービスに戻されることで、高度な循環型価値再生産が実現される(図9参照)。

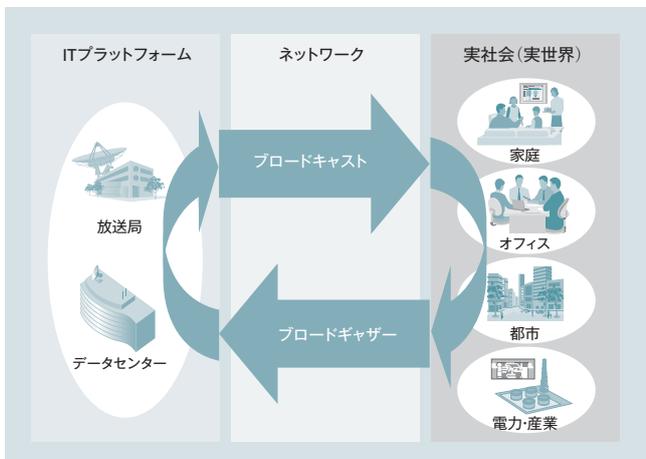


図9 | 今後の情報通信プラットフォーム
実社会からの情報の解析によって得られた知識情報が、再びネットワークによって実社会に戻される循環型価値再生産が実現される。

この価値再生産による創造価値は、従来のキーワード検索や情報共有などにとどまらず、災害対策・支援や資源・環境問題をはじめとしたさまざまな課題解決に発展することが予想される。

しかしながら、前述した応答性の劣化は、災害監視などのリアルタイム性を要求するサービスの実現の障害となる。日立グループは、この課題解決が、クラウドが社会を支える真の情報通信基盤となる第一歩ととらえ、研究開発を推進している。以下では、ネットワークにコンピューティング資源を配置することで応答性を向上するクラウドアーキテクチャについて説明する。

フロントサイド層とバックサイド層、各層を管理する管理ノードから構成されるクラウドアーキテクチャを図10に示す。バックサイド層は、現在のクラウドのデータセンターに対応し、データベース管理やデータマイニングなどの蓄積されたデータの高度情報処理を実施する。一方、フロントサイド層は、WANと実社会のセンサーとの間のネットワークに位置しており、センサデータをリアルタイムに処理し、WANやデータセンターに流入するセンサデータを集約/圧縮して低減したり、一部情報処理によって実社会のアクチュエータに対して制御指示を実施する。

新たに導入したフロントサイド層は、エントランスノードとインテリジェントノードから構成される。エントランスノードは、センサデータを処理し、適切な情報をインテリジェントノードに送信したり、インテリジェントノードの制御指示に基づいてアクチュエータの制御を実施する。インテリジェントノードは、エントランスノードから受信

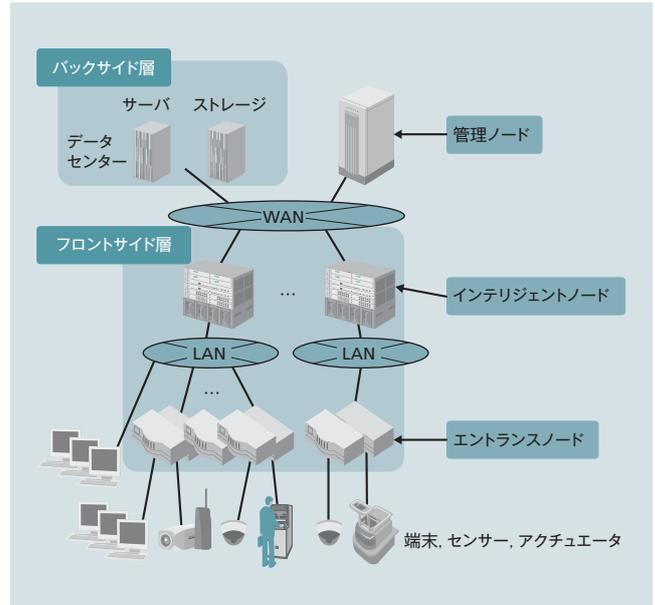


図10 | ネットワークにコンピューティング資源を配置するクラウドアーキテクチャ
WANと実社会のセンサーとの間に、コンピューティング資源を有するフロントサイド層を配置することで応答性を向上する。

したデータをリアルタイムに処理し、アクチュエータへの制御指示を送信する。データマイニングなどの高度情報処理を実施するために必要なセンサデータは、バックサイド層のサーバ/ストレージにWAN経由で送信する。

また、インテリジェントノードの障害時には、他のインテリジェントノードが処理を引き継いでサービス中断を防止し、システムの信頼性を向上する。これらのノードへの機能の配置などは管理ノードによって実施される。

エントランス/インテリジェントノードは制御される実社会の近くに分散配置され、センサデータを処理するため、アクチュエータの迅速な制御を実現する。さらに、インテリジェントノードが必要な情報だけをWANに送信することで、WANの消費電力の増加を抑止できる。

今後、エントランス/インテリジェントノードの実現技術の開発を推進し、災害監視や交通管制といった社会インフラサービスへのクラウド適用に貢献していく。

6. おわりに

ここでは、クラウドを支えるネットワークの基本要件への対応と、データセンターネットワーク、キャリアネットワークにおける日立グループの取り組みについて述べた。

クラウド化の流れは、ITシステム活用での業務改善、新たな事業機会の創出といった観点でその適用領域を拡大していくと考えられる。

データセンターにおいて複雑化する一方のIT設備導入、運用コストの低減とその利用効率の向上など情報システム基盤の全体最適化を図るため、顧客への提案、導入を進めている。またデータセンターを支えるキャリアネットワークに対しては、さらに高信頼、高可用を実現するPOTSの提供を推進している。

日立グループは、安定性・信頼性・効率性をより高めたサービスの実現に向け、社会インフラとなるネットワークへの取り組みを進めていく。

この研究の一部は、総務省委託研究「セキュアクラウドネットワーク技術の研究開発（インテリジェント分散処理技術）」、および「クラウドサービスを支える高信頼・省電力ネットワーク制御技術の研究開発（高信頼クラウドサービス制御基盤技術）」の成果によるものである。

参考文献など

- 1) 平岩, 外: クラウドコンピューティングを支えるネットワークへの取り組み, 日立評論, 92, 5, 352~357 (2010.5)
- 2) Fibre Channel over Ethernet, <http://www.t11.org/fcoe>
- 3) Xu, L., et al.: Binary Increase Congestion Control for Fast Long-Distance Networks, IEEE INFOCOM, Mar. 2004

執筆者紹介



田中 智佳子

1993年日立製作所入社, 情報・通信システム社 経営戦略室 事業戦略本部 ネットワーク統括部 所属
現在, ネットワーク事業戦略の企画業務に従事



江崎 尚

2005年日立製作所入社, 情報・通信システム社 ネットワークソリューション事業部 ネットワークシステム本部 ネットワークシステム第一設計部 所属
現在, 次世代データセンター向けのネットワークソリューション開発に従事



内山 靖弘

1999年日立製作所入社, 情報・通信システム社 通信ネットワーク事業部 ネットワークシステム本部 パケットトランスポートプロジェクト 所属
現在, パケット光トランスポートシステムの開発に従事
博士(工学)
応用物理学会会員



湯本 一磨

1993年日立製作所入社, 横浜研究所 情報プラットフォーム研究センター 社会インフラネットワーク研究部 所属
現在, データセンターネットワークに関する研究開発に従事



矢崎 武己

1995年日立製作所入社, 中央研究所 情報システム研究センター ネットワークシステム研究部 所属
現在, クラウドネットワークを支えるネットワーク機器に関する研究開発に従事