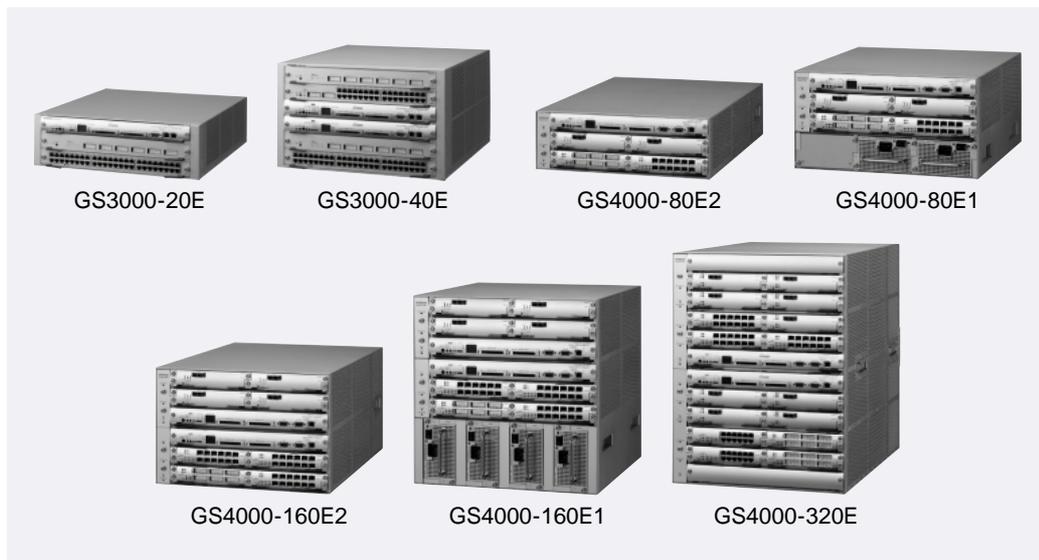


# ギランティ型ネットワークを実現する「GS4000/GS3000シリーズ」

## GS4000 Series and GS3000 Series for Realizing Guaranteed Networks

橋本賢太郎 Kentarô Hashimoto 高津 智明 Tomoaki Kouzu



日立製作所のギガビットスイッチ「GS4000シリーズ」と「GS3000シリーズ」の製品群

GS4000-80EとGS4000-160Eは、利用者の環境に合うように奥行重視のタイプと高さ重視のタイプを用意している。

近年、コンピュータ技術の高度化に伴って取り扱うデータが増大、多様化しているため、データを運ぶネットワークには、高速・大容量化が求められている。その結果、ネットワークのブロードバンド化が進み、これにかかるコストを削減するために、複数の異質のデータ通信を一つのネットワークに統合する動きが活発である。

しかし、このブロードバンドネットワークはベストエフォート型であり、状況によっては利用者に適切な通信品質が提供されない可能性があるため、利用者や

データに応じた通信品質を保証し、障害などによって業務を停止させない「ギランティ型ネットワーク」が求められている。

日立製作所は、通信帯域の保証や、装置・回線の障害によるシステム停止の回避、さらに、トラフィック量の監視といった数々の機能を備えたギガビットスイッチ「GS4000シリーズ」と「GS3000シリーズ」を開発した。これらにより、ギランティ型ネットワークの実現を目指している。

### 1 はじめに

最近のIP( Internet Protocol )とイーサネットを使ったネットワークの進歩は著しく、ネットワーク基盤の規模と伝送速度は、ともに増加する傾向にある。イーサネット技術の発展は、構内LAN( Local Area Network )にとどまらず、広域イーサネットという形で、高速かつ低コストなWAN( Wide Area Network )サービスとして提供されるようになっており、ネットワークのブロードバンド化はますます進んでいる。それに伴い、音声や映像を使ったマルチメディアサービスやストレージシ

テムにおけるSAN( Storage Area Network )のIP化など、アプリケーションも多様化している。

これまでの企業内ネットワークでは、高い信頼性が要求される基幹業務の通信には、高信頼性・高コストの専用線が用いられてきた。また、内線電話には専用の電話網が、情報系業務にはIP・イーサネットがそれぞれ用いられ、目的ごとにネットワークが分けられていた。しかし、目的別にネットワークを構築するコストや運用・管理コストがそれぞれのネットワークにかかって、負担がますます大きくなってきた。そのため、こ

イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

これらのネットワークを一つのIP・イーサネットに統一し、運用・管理の負担を減らそうとする試みが進行しており、具体的な事例が増加している。

ここでは、その事例として、日立製作所が開発したギガビットスイッチ「GS4000シリーズ」と「GS3000シリーズ」について述べる。

## 2 ギャランティ型ネットワークに求められる機能

企業内LANで多く用いられているイーサネットは、「安価に高速な伝送路を共有する」という思想の下に開発された。イーサネットを使ったネットワークは、その特性から、ベストエフォート型ネットワークと呼ばれる。ベストエフォート型ネットワークは、通常は伝送路を独占して性能を最大限発揮できるものの、利用者が増加するにしたがって伝送路の帯域は分割され、性能が劣化してしまう。そのため、音声通信のように、伝送路が混雑していても一定の通信量を保証しなければならない、リアルタイム性が重視される通信には不向きである。

ネットワークシステムにかかるコストを削減するためには、安価で高速なネットワークを構築できるイーサネットを用いばよい。しかし、基幹業務や、情報系業務、音声など、性質の異なる通信形態を統合するネットワークにイーサネットを用いるには、上述した問題点を解決しなければ満足できる通信品質は得られない。また、さまざまな業務を一つのネットワークに統合すると、このネットワークの停止が全システムの停止に及ぶため、ネットワークの構成装置にはシステムが停止しない信頼性と、システムの運用を継続する冗長化技術が求められる。

このような背景の下で、イーサネットでギャランティ型ネットワークを実現するため、日立製作所は、ギガビットスイッチ「GS4000シリーズ」と「GS3000シリーズ」(以下、GS4000/GS3000と言う)を開発した。

## 3 GS4000/GS3000の特徴

### 3.1 QoS

GS4000/GS3000では、ベストエフォート型であったイーサネットを、きめ細かいQoS(Quality of Service)制御でギャランティ型ネットワーク化する仕組みを内蔵している。

専用に設計したハードウェアにより、トラフィックの種類を検出し、クラス分けや出力のスケジューリングを高速に実行する。指定した帯域に出力トラフィック量を平準化するシェーパ機能を各インタフェースに備えており、その指定帯域の中で、優先出力制御や、並んでいる順番に処理するラウンドロビン出力制御を行う機能も備えている。

GS4000には、ATM(Asynchronous Transfer Mode)

やギガビットルータGR2000で培った技術を基にした階層化シェーパを搭載することが可能である。階層化シェーパでは、1本の物理回線の中で最大1,024の拠点を確保し、利用者ごとに柔軟な帯域配分が可能で、その割り当てられた帯域の中で4クラスの優先制御、重み付き均等出力制御といった出力制御が可能である。

### 3.2 冗長化技術

#### 3.2.1 装置間の冗長化機能

レイヤ2で2台の装置を冗長化構成にする機能として、日立製作所が独自に開発したプロトコル「GSRP(Gigabit Switch Redundancy Protocol)」を実装した。GSRPにおける運用系スイッチに障害が発生すると、待機系のスイッチは、これまで運用系であったスイッチが待機系状態になったことを確認してから運用系状態に遷移させるので、ループを形成することなく安定した運用を継続することができる。

レイヤ3で装置を冗長化する機能として、標準規格のVRRP(Virtual Router Redundancy Protocol) RFC2338準拠を実装している。VRRPを使用すると、複数のルータで構成する仮想ルータアドレスを定義できる。デフォルトゲートウェイとしてこの仮想ルータアドレスを設定することにより、主系ルータに障害が発生したとき、ネットワークデバイスでは、副系ルータへの経路切替を意識することなく、通信を継続できる。

一般的なVRRPルータは、直接接続している通信路の障害しか監視することができないため、複数のルータにまたがった通信障害は検出できない。この問題を解決するため、日立製作所が独自に開発したVRRPポーリング機能を追加している。これは、主系ルータが指定したIPアドレス(例えば、接続先のルータ)に定期的にポーリング(監視パケット)を送信し、応答がなくなった場合には途中の通信経路に障害が発生したとして、主系ルータに障害が発生したときと同じように系を切り換える。この機能により、装置の冗長化に加えて、WAN回線の冗長化が可能になる。

#### 3.2.2 物理回線の冗長化機能

物理回線の冗長化機能としては、標準規格のIEEE 802.3ad(リンクアグリゲーション)を実装している。リンクアグリゲーションは、複数の物理回線を1本の論理的な回線に見立てて通信を行うものである。論理回線を構成する物理回線が障害などによって断線しても、残りの物理回線を用いて通信を継続する。

GS4000/GS3000のリンクアグリゲーションでは1論理回線に最高16本の物理回線を加えることができ、インタフェースカードスロットをまたがる組み合わせも可能にしている。どの物理回線へトラフィックを振り分けるかは、データフレーム内のアドレスや、アプリケーション情報などを基に決定する。これにより、トラフィックの順序保障と分散化を図り、回線帯域を容易に増やすことができる。また、独自機能として、物理回線の障害

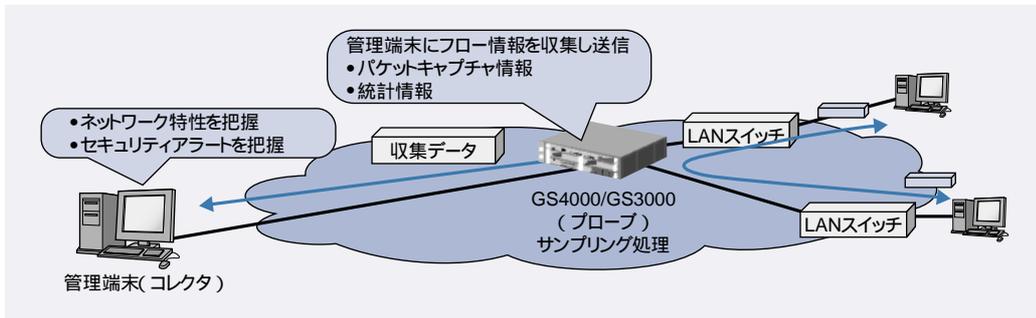


図1 sFlowによるトラフィック統計情報収集の仕組み  
装置を通して通過するパケットのヘッダ部を収集し、トラフィックの傾向を分析する。

時に予備の物理回線を論理回線に参加させることによって帯域の減少を防止する「スタンバイリンク機能」や、論理回線内の物理回線が1本でも障害になればその論理回線を停止する「離脱ポート数制限機能」を実装している。

### 3.3 統計情報収集機能

ネットワーク内を流れるデータトラフィック量を計測することは、将来のネットワーク設計に必要な作業である。また、DoS (Denial of Service) 攻撃やウイルス・ワームの発生に伴う非常に大きなトラフィックの発生を監視し、原因を特定する仕組みや、被害を広げない仕組みが必要である。

GS4000/GS3000では、統計情報を収集する機能としてsFlow (インターネットの国際規格RFC3176に準拠) をサポートしている。sFlowでは、プローブとコレクタの2種類の機能によってトラフィック情報を収集、分析する。プローブでは、そこを流れるパケットを一定の割合でサンプリングし、そのパケットのヘッダ部分を切り出してコレクタに送信する。コレクタでは、プローブから送られてきたヘッダ部分を蓄積し、トラフィックの傾向を分析する。GS4000/GS3000はプローブ機能をサポートしている。

sFlowでは、レイヤ2からレイヤ4までの情報でさまざまな側面から分析を行うことができ、今後は、対応装置やアプリケーションが増加していくものと考えられる(図1参照)。

## 4 IPストレージシステムへの適用例

日立製作所のRAID (Redundant Array of Independent Disks) システム部門とIPネットワーク部門が共同で2004年3月に行った「RAIDシステムとギガビットスイッチ「GS4000」の連動試験で得た結果を基に、iSCSI (Internet Small Computer System Interface) ストレージシステムにおけるGS4000の適用例について以下に述べる。

### 4.1 GSRPを用いたiSCSIストレージネットワークの冗長化例

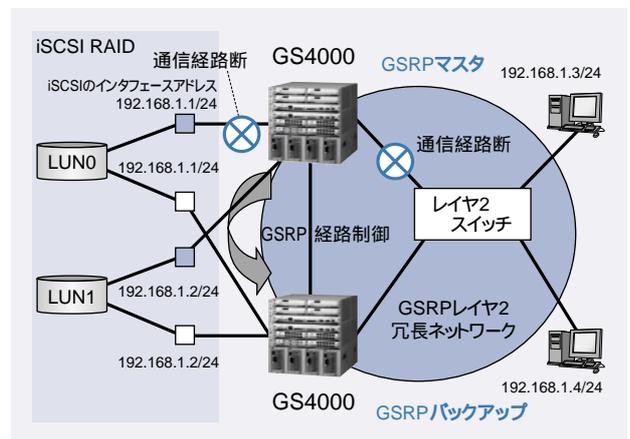
GSRPを用いた中継伝送路とストレージ装置の冗長化例を図2に示す。GS4000をGSRPを用いて冗長化し、副系の

GS4000によって通信をブロッキングする。iSCSIのターゲットとなる各LUN (Logical Unit Number) にマッピングされた二つのインタフェースは、どちらも同一のIPアドレスを保持する。一般的なIPネットワークでは、IPアドレスはユニークでなくてはならず、もし重複したIPアドレスが存在する場合、通信は保証されない。しかし、この試験構成では、GSRPの機能により副系の通信がブロックされるため、同図のGS4000より右側のホストサイドからは重複したIPアドレスが認識されない。この仕組みにより、iSCSIターゲットでは、複数のインタフェースで同一のIPアドレスを共有する冗長構成をとることができる。

システム障害に伴ってGSRPによる系切替が発生すると、iSCSIイニシエータではターゲット接続をいったん切断し、再接続を実施する。再接続完了まで一時的な通信断が発生するものの、ディスクへのアクセスは再接続後も継続して可能である。障害回復時には切り戻しが自動的に発生し、副系から主系へ通信路が復帰する。

### 4.2 VRRPを用いたストレージネットワークの冗長化例

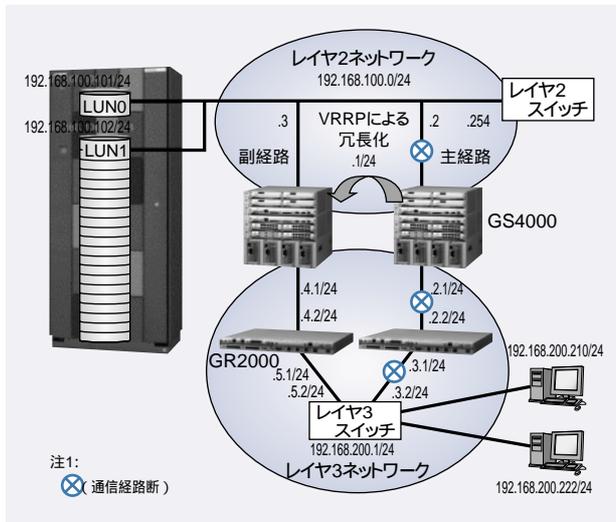
VRRPポーリング機能を用いたストレージの冗長化例を図3に示す。同図構成では、VRRPを構成する各GS4000で、VRRPポーリング先としてイニシエータホスト側のゲートウェイ



注：略語説明 GSRP (Gigabit Switch Redundancy Protocol) LUN (Logical Unit Number)

図2 GSRPを用いたiSCSIストレージの冗長化例

GSRPの機能により、通信経路やストレージインタフェースの障害をホストに意識させることなく副系に切り換えることができる。



注2：略語説明 VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)

図3 VRRPを用いたストレージの冗長化例

GS4000独自のVRRPポーリングにより、通信経路全体を冗長化することができる。

アドレス(192.168.200.1)を設定する。GS4000のVRRPポーリングにより、ルータにまたがった障害も検出できるため、通信経路上のどの区間で障害が発生した場合でも、VRRPの経路切替による通信復旧が可能である。

#### 4.3 リンクアグリゲーションを用いたストレージネットワークの冗長化例

リンクアグリゲーションを用いたストレージの冗長化例を図4に示す。前述のGSRPとリンクアグリゲーションを併用することにより、帯域の減少を防止することが可能である。

同図では、3本の物理回線を1本の論理回線としている。万一リンクアグリゲーションによる論理回線が通信不能となった場合は、GSRPによって装置の切替が働くように設定する。

この環境で離脱ポート数制限を用いた場合、主経路の論理回線を構成する物理回線のいずれかがリンクダウンすると、主経路の論理回線全体が停止される。このとき、GSRPを構成する2台のGS4000では、主経路の完全断を検出し、副経路に通信経路の切替を行う。副経路ではすべての物理回線の通信が可能なので、帯域減少が回避される(図4(a)参照)。

スタンバイリンク機能を用いた例を図4(b)に示す。3本の物理回線のうち、2本を論理回線として設定し、残り1本をスタンバイリンクとして設定している。論理回線内の物理回線がリンクダウンすると、スタンバイリンクである物理回線が自動的に論理回線に組み込まれ、リンクダウン前と同じ帯域で通信を継続できる。

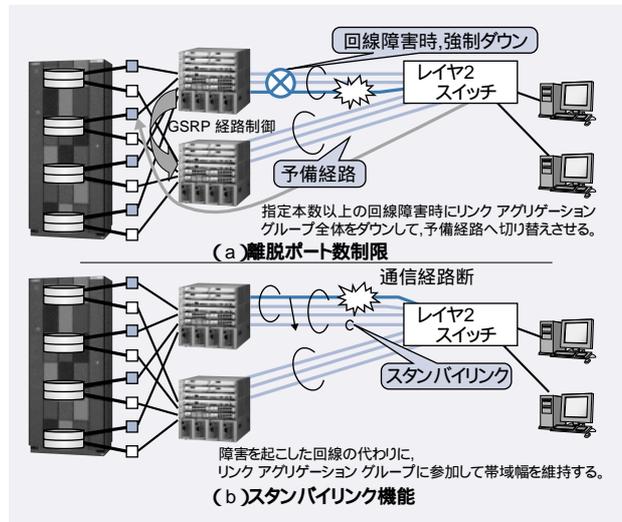


図4 リンクアグリゲーションを用いたストレージの冗長化例

GS4000独自の機能により、リンクアグリゲーション障害時の帯域の減少を防止することができる。

## 5 おわりに

ここでは、日立製作所のギガビットスイッチGS4000/GS3000の機能とその適用例について述べた。

GS4000/GS3000には、ギランティ型ネットワークの実現に向けたさまざまな機能を実装している。また、ここでは省略したが、GS4000には最大10 Gビット/sのインタフェースを搭載できるので、将来のネットワーク規模の拡大に容易に対応することができる。

日立製作所は、今後もこのGS4000/GS3000の適用を推進し、ギランティ型IPネットワークのためのいっそうの機能・信頼性の向上を図っていく考えである。

#### 参考文献

- 1) 大野, 外: IPv6の商用化を支えるギガビットルータ GR2000, 日立評論, 84, 5, 387~390(2002.5)

#### 執筆者紹介



橋本賢太郎

2000年日立製作所入社、情報・通信グループ IPネットワーク事業部 テクニカルサポート部 所属  
現在、GS4000/GS3000の販売推進業務に従事  
E-mail: kehashi@itg.hitachi.co.jp



高津智明

2003年日立製作所入社、情報・通信グループ IPネットワーク事業部 テクニカルサポート部 所属  
現在、GS4000/GS3000の販売推進業務に従事  
E-mail: tomoaki.kouzu@itg.hitachi.co.jp