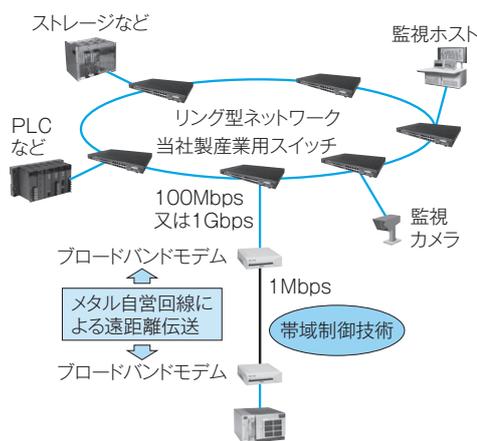


# ロバストスイッチ関連技術

小野一史 Kazushi Ono  
大黒達也 Tatsuya Okuro  
立石 靖 Yasushi Tateishi

キーワード ロバストスイッチ, 産業用スイッチ, 耐環境性, 帯域制御

## 概要



スイッチ製品のシステム適用例

当社は、国内の先駆けとして産業用途に適用可能なスイッチ製品を開発し、インフラ系ネットワークに対する厳しい要求に応える製品として提供している。

インフラ系ネットワークで、スイッチなどの通信機器は正常に動作するのが当然であり、ネットワークの健全性が意識されることはほとんどない。しかし、一たび通信系統に障害が発生するとシステムに与える影響は大きく、耐環境性や連続稼働に対する信頼性への要求は厳しくなるばかりである。

また、システムにおけるネットワーク設計の重要性は、年々増大しており、システムの価値はネットワーク設計の出来栄にかかっていると言っても過言ではない。

このような背景の中、当社では産業用途に特化した「ロバストスイッチ」という概念に基づく製品を提案していく。

## 1 まえがき

産業用ネットワークに求められる責務とは、「制御情報・端末情報・監視情報などを遅滞なく正確に伝える」ことである。要約すると、以下の3点を実現することである。

- (1) 停止することなく動き続ける ネットワーク機器及び回線を24時間停止することなく情報を伝送すること
- (2) 正しい情報のみを伝える 重要なシステムでは、環境要因（ノイズ要因・温度要因などによる外乱）に影響を受けることなく、正しい情報のみを伝送し続けること。外乱を受けやすい環境でも情報が欠落することは許されない
- (3) 遅滞なく伝送を行う ネットワークに採用される伝送回線は様々な媒体を使用でき、伝送距離・通信帯域・耐ノイズ性・敷設コストなどの特性によっ

て適用が異なる。回線特性が大きく変化しても、パケットロスがなく遅滞の少ない通信を実現すること

耐環境性に優れインフラを支えることのできる堅ろうなネットワークシステムを構築する産業用スイッチ製品として、前述した3つの条件を備えた製品群を「ロバストスイッチ」と呼ぶ。当社は、一般的なLAN製品とは異なる産業用途向け製品を提供することで、ネットワーク社会に貢献していくことを目標としている。本稿では、ロバストスイッチのコンセプトを紹介する。

## 2 ハードウェアの堅ろう設計

第1表に当社の考えるロバストスイッチの概念を示す。産業用ネットワーク製品には、まずハードウェアの堅ろう性として耐ノイズ性能及び耐環境温度・耐腐食などの性能が求められる。当社では、要求され

## 第 1 表 ロバストスイッチの概要

産業用スイッチ製品「ロバストスイッチ」に対する必要要件を示す。

実現内容	実現すべき項目	実現方法	
ハードウェアの堅ろう設計 (耐環境設計)	ノイズ環境対策	ノイズ対策部品の採用 ノイズ対策設計 (構造・電気設計)	コストによって実現
	環境対策 (温度)	インダストリアル部品の採用 高信頼性部品の採用	
	環境対策 (腐食)	耐硫化部品の採用 腐食部位の保護・密閉化	
	冗長化 (電源)	2重化, 稼働中メンテナンス	
通信データの健全性確保 (パケットのロスレス化)	冗長化 (回線・通信)	ループ回線による迂回機能 迂回機能の高速化 (ロスタイムの短縮) 回線の二重化 (リダンダント構成)	スイッチ機能によって実現
	優先制御	優先度による帯域確保 (帯域制御)	
	環境対策 (温度)	低消費電力化	
制御の安定化	精密時刻同期	IEEE1588対応デバイスの採用	

る耐環境試験規格に準拠した各種試験を実施しており、設置環境条件に耐え得る製品として提供している。

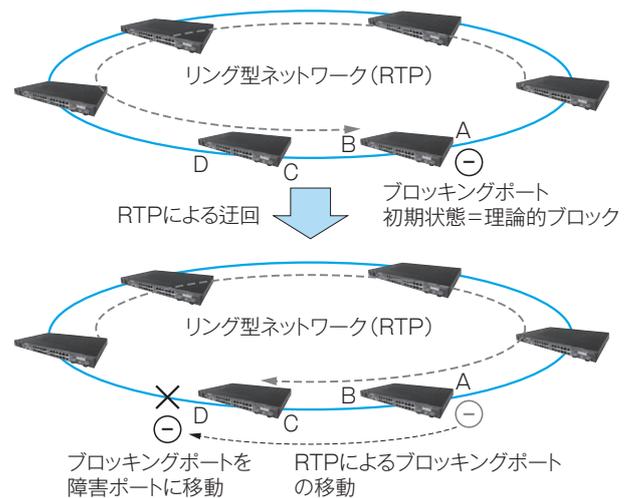
また万一の電源故障時に、電源を二重化することで連続運転を可能とする冗長性が求められる。故障していない電源で稼働している間に、故障した電源を交換できるため、システムを止めることなくメンテナンスを行える。

これらは回路設計及び構造設計など、設計段階で様々な対策を施すことで性能を向上することができる要素である。実現するためにはある程度のコストが必要であるが、可用性の高いシステムを実現するための必要なコストとして捉える必要がある。

## 3 通信データの健全性確保

通信データの健全性を確保するために、回線障害・機器障害に対し、回線の二重化又は障害時の迂回機能などの冗長性が求められる。

第 1 図に当社リング型ネットワークのリングトポロジプロトコル (RTP) の動作を示す。リング型の構成にあらかじめブロッキングポートを設定しておくことで、ループを防止し、また障害発生時にはブロッキングポートを障害部位に移動 (迂回) する



第 1 図 RTPの動作

RTPによるループ構成ネットワークとデフォルトのブロッキングポートAから、障害発生ポートDへブロッキングポートが移動した様子を示す。

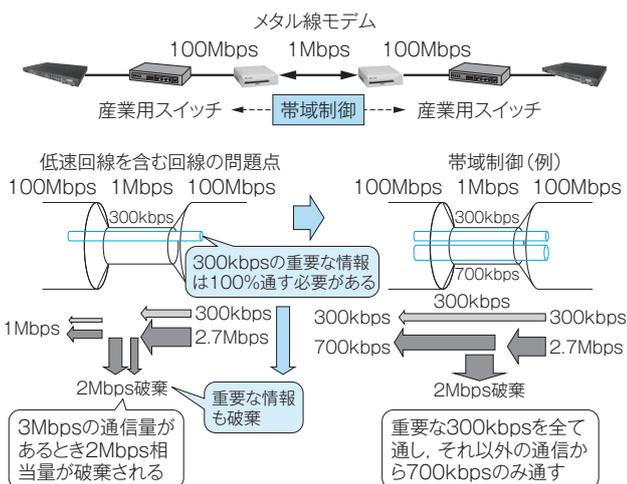
ことで、通信を継続するものである。当社のスイッチ製品の迂回時間は0.5秒以内であり、最大32ノードでも保証された値である。

通信プロトコルによるデータの再送やフロー制御、迂回制御機能を適切に使用することで、通常の通信量の範囲ではほとんど問題は起こらない。

しかし、回線に流すことのできるデータ量には上限があり、通信負荷が集中すると容易にパケットロスが発生するため、注意が必要となる。

通常のEthernetでは100Mbpsあるいは1Gbpsという広い通信帯域を使うことができる。しかし、長距離通信では、高価な光ファイバを使用すれば広い帯域を十分に活用することができるが、安価なメタル回線では数百kbps程度しか利用できないことが多い。このように異なる通信帯域が混在したネットワークでは、通信帯域を超えることがないように設計上の配慮が必要であるが、瞬間的なパケット集中をコントロールすることは難しい。したがって、スイッチ製品による帯域制御や優先順位に基づいた優先制御を適用することで、対策を講じることが求められる。

第 2 図に狭帯域回線が経路の途中に入ったときの通信状況を示す。瞬間的に通信帯域を超えた通信が発生すると、一般的には通信帯域を超えるパケットは破棄される。帯域制御機能では、パケットを選別することで重要なパケットは100%中継し、それ



第2図 帯域制御の動作

狭帯域の回線が間に存在するネットワークで、帯域をオーバーした通信が行われるとパケットが破棄される様子に対し、優先されるべきパケットを優先して通過させる帯域制御を行った場合の通信の様子を示す。

以外のパケットを選択的に破棄できる。

当社のスイッチ製品は、今後帯域制御技術や優先制御技術を採用していく。

## 4 制御の安定化

システムが安定して動作し続けるためには、各装置が各々の時刻で動作するよりも、同一の時刻情報で運用されるほうが望ましい。

例えば、通信障害に対するログトレースでは、時刻情報が同期していれば、容易に前後関係を明らかにすることができる。また、スケジュール管理の厳密なシステムでは、各機器の時刻が同期することで、より安定した運用が可能となる。このような目的には、精密時刻同期機能を適用する。

## 5 ロバストスイッチの製品化

当社は、ロバストスイッチ製品に適用可能な新スイッチエンジンを採用し、これを搭載した電力用スイッチングハブ メイスウェイ MEISWAY SW600 (以下、SW600) を2015年2月にリリースした。第3図に外観を示す。

本製品は、電力用スイッチングハブ MEISWAY SW500の後継機としての位置付けのほか、新世代の



第3図 電力向けスイッチングハブ MEISWAY SW600

電力用規格B-402に準拠したギガビット・レイヤ2スイッチで、SW500の後継機として交換できる。

第2表 SW600の伝送仕様

10/100/1000BASE-Tを16ポート、光ポート(100BASE-FX又は1000BASE-LX)を最大6ポート搭載する。

項目	伝送仕様
スイッチングモード	ストアアンドフォワード
スイッチ容量	13.7Gbps 2.66Gbps (全二重/全ポート 100Mbpsの場合)
伝送方法	全二重/半二重
ポート構成	10/100/1000 BASE-T 16ポート (4ポートは光ポートとのコンポポート)
	光ポート 100 最大 6ポート BASE-FX 使用コネクタ: SC MMF (マルチモードファイバ) 対応 SMF (シングルモードファイバ) 対応
	1000 BASE-LX 使用コネクタ: LC SMF (シングルモードファイバ) 対応 10km及び長距離 (40km) 対応
異常出力端子	1 接点
MACアドレス容量	8000個
フロー制御	IEEE802.3x (全二重), バックプレッシャ (半二重)
VLAN	IEEE802.1Q準拠タグ及びポート ベースVLAN
エラーパケット フィルタリング機能	ショートパケット, ロングパケット FCSエラーパケット, シンボルエラー パケット
ネットワーク管理	SNMPv1 (RFC1157準拠), MIB II
ネットワーク運用	telnet, http, ICMP, IP
ストーム抑止	設定によりブロードキャスト, マルチ キャスト, 宛先未学習パケットの破棄 が可能
シリアルコンソール	EIA/TIA-232-E準拠 丸型コネクタ による
設定保存・書き込み・ ファームウェア更新	Web (http) 又はシリアルポート経由 による

スイッチエンジンを実装したロバストスイッチのプラットフォームとして実現したものである。(帯域制御及び精密時刻同期の機能は将来実装予定。) 第2表にSW600の伝送仕様を、第3表に環境仕様を示す。

### 第3表 SW600の環境仕様

装置天面の通風孔レス化及び-20～55℃の使用温度範囲を実現し、SW500に比べ消費電力を約30%削減、約20%軽量化した。

項目	環境仕様
形式	UT226/***A (*はタイプによる)
電源コネクタ	3Pインレット形 (AC) / 3P端子台 (DC)
電源電圧範囲	AC85～242V (47～63Hz) / DC80～143V
消費電力 (動作時)	25W以下
使用温度範囲 (動作時)	-20～55℃
絶縁耐圧	電源1次-FG又はSG AC2000V 1分間
絶縁抵抗	電源1次-FG又はSG DC500V 5MΩ以上
電源ノイズ耐量	方形波インパルスノイズ 2kV, 50ns/1μs
質量	約4kg
外形寸法	W255×H88×D250mm (突起含まず)
適合規格	電力用規格B-402準拠 (突入電流は除く)

## 6 むすび

これまで当社が開発してきた産業用スイッチ製品は、耐環境性の高い製品としてお客様に評価していただいている。しかし、開発初期には産業用スイッ

チそのものの概念がなかったこともあり、当社の製品コンセプトが広く認知されているとは言い難い。

今回、ロバストスイッチとして当社製品のコンセプトをまとめることで、お客様により具体的な製品イメージを持っていただければ幸いである。

今後も更なる信頼性の向上、機能拡大を図り、ネットワーク社会に貢献する製品を提供していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

### 《執筆者紹介》



小野 一史  
Kazushi Ono

製品技術研究所  
通信関連機器の開発に従事



大黒 達也  
Tatsuya Okuro

製品技術研究所  
通信関連機器の開発に従事



立石 靖  
Yasushi Tateishi

製品技術研究所  
通信関連機器の開発に従事