

産業用イーサネットにおける光ファイバーバックボーンと リング・トポロジーとスター・トポロジーの違い

光ファイバーバックボーン

バックボーンは高い耐ノイズ性を備えた高速通信を必要とする産業用イーサネットを効率よく実現するために使われて来ました。光ファイバーは電磁界の影響を受けませんから従来問題となってきたクロストークや電磁障害を排除できます。

長距離(100m 以上)の伝送を必要とする場合に、光ファイバーバックボーンはとても経済的なイーサネットを実現できます。N-TRON 光ファイバーバックボーンの実装例を図 1 に示します。

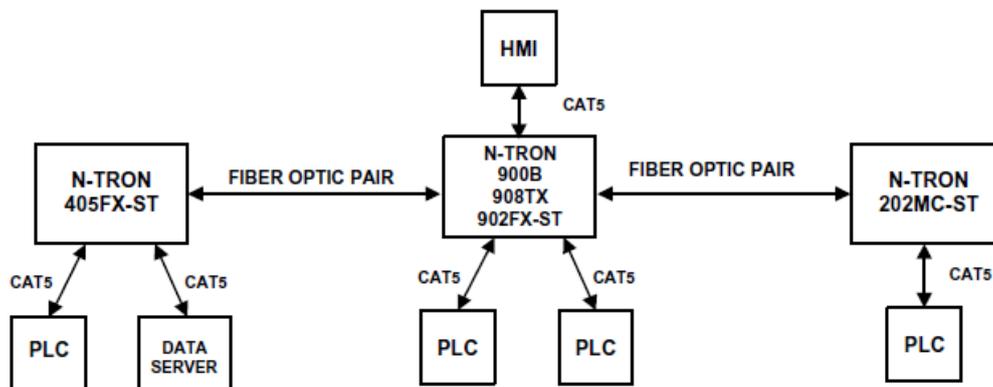


図 1 光ファイバーバックボーン

しかしながら、古典的な光ファイバーバックボーンにはいくつかの制限があります。

- 一箇所でも光ファイバーが断線するとネットワークは分断され、通信できなくなる。
- 一箇所でもスイッチが故障するとネットワークは分断され、通信できなくなる。
- Single Point of Failure (SPOF)が多数存在し、単一箇所の故障が系全体の障害を生ずるリスクがある。
- 全てのネットワーク通信が光ファイバーバックボーンに集中し、全デバイスが一つの100Mb/s 回線を奪い合う。

産業イーサネット リング・トポロジー

メディアの故障による制限を取り除くために、長距離の光ファイバーと低帯域が必要とされる場面ではリング・トポロジーのイーサネットスイッチが有効に使われてきました。スイッチが遠く離れて設置される場合、それぞれのスイッチにホームランすることは費用的に困難になり、リング・トポロジーがより費用を抑えられる代案となります。

加えて、産業イーサネットのリング・トポロジーはメディアの冗長性を提供します。光ファイバーのリンクが切断される事故が発生すると、リダンダンシーマネージャがトラフィックをリダイレクトすることでリングを治癒します。産業用途においては、伝統的なスパニングツリーアルゴリズムは制御や高速データ収集には遅すぎます。そのため「高速」なプロトコルが産業ネットワークの著名な先駆者達により開発されるに至りました。300ms 以下の治癒速度を達成可能です。N-TRON の光ファイバー・リングの実装のダイアグラムを図 2 に示します。

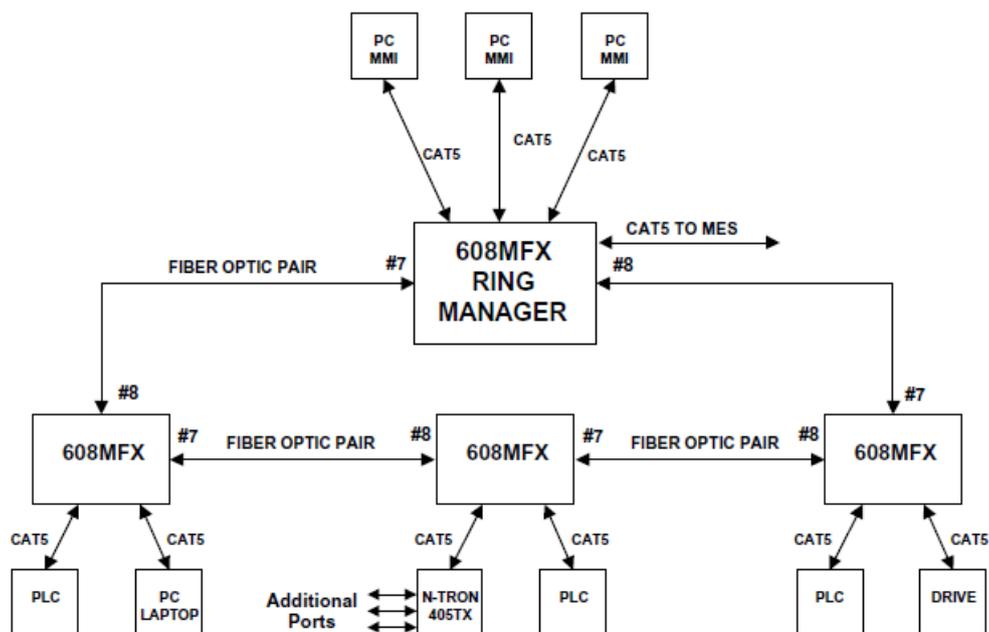


図 2 : 608MFX リング・トポロジ

産業用途のリング・トポロジにもいくつかの短所があります。

- Single Point of Failure (SPOF)が多数存在し、単一箇所の故障が系全体の障害を生ずるリスクがある
- スwitchの故障が制御システムの停止をまねく
- リダンダンシーマネージャの故障がネットワークの停止をまねく

- やや高価なマネージドスイッチが必要になる
- 802.3 に準拠しない独自の自己治癒アルゴリズムを使うため、互換性の点から複数のベンダーの製品を混用できない
- 全てのトラフィックが光ファイバー・リングに集中する
- 全てのトラフィックはリングを流れなければならない、100Mb/s 帯域幅の制限を受ける

二重冗長化された光ファイバー・リング

フォールトトレラント(SPOFが無い)なネットワークを構築するには2つのリングを要します。リダンダンシーマネージャはスタンドバイマスターとそのバックアップであるスタンドバイスレーブで運用され、リダンダンシーマネージャが故障した場合には成り代わって通信を制御します。

これはフォールトトレランス(まだ高価)をフルに利用するために PC や PLC にも 2 つのネットワークポートが必要になります。N-TRON 製品で実現したこのトポロジを図 3 に示します。

二重冗長化されたリングトポロジーの欠点は：

- 費用
- 性能 (光ファイバーループの 100Mb/s の速度に制限される)

セキュリティーカメラや映像化システムを制御ネットワークに追加しようとする時、100Mbit 制限は大きな足かせになります。

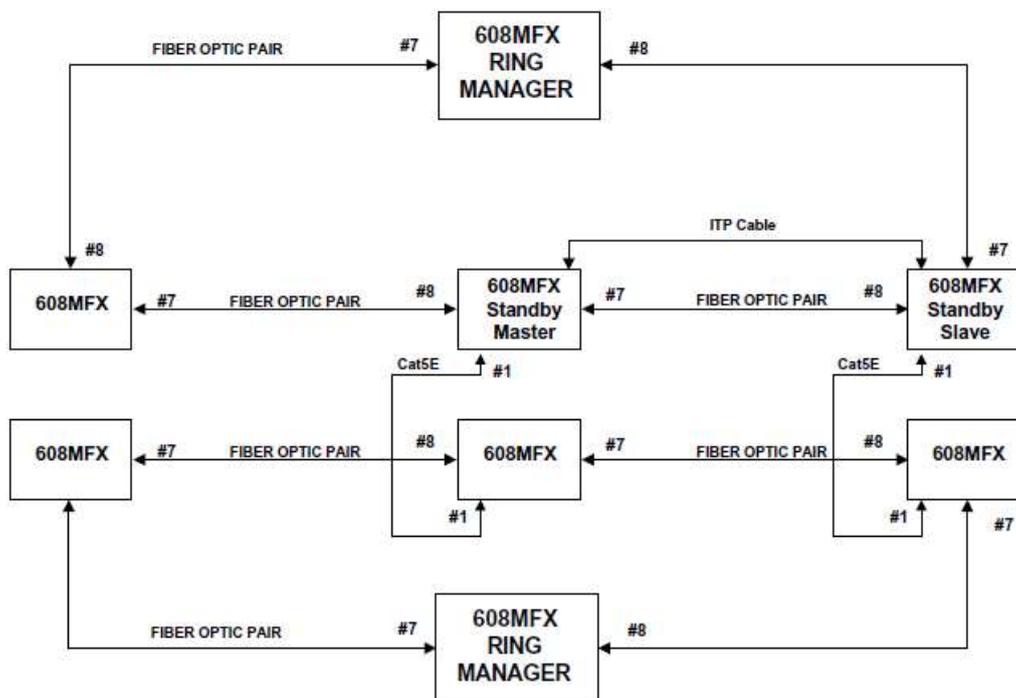


図 3：608MFX ネットワークセグメントの冗長化

スター・トポロジー

スター・トポロジーのネットワークはデータ収集と制御システムに効果的に使われてきました。高品質な産業用ネットワークスイッチの MTBF は 2 百万時間を越えますから、スイッチの故障やメディアの故障はもちろんほとんどありえないことです。全ての N-TRON のスイッチは電源故障がネットワーク停止をまねかないように、2 つの電源入力を備えています。

スター・トポロジーは低価格なレイヤー 2 スwitch の利用を可能にし、さらにリング・トポロジーに比べて転送速度を何倍も改善できます。N-TRON の 900 シリーズのスイッチは a 2.6Gb/s のバックプレーンを持ち、100Mb/s のリングよりも 260 倍高速です。

スタートポロジーは光ファイバーでも銅でもあるいはその両方を使っても容易に構成できます。さらにこのネットワークは保守とトラブルシュートが簡単になり、より技術的に開放的であり、802.3 標準にも準拠(それゆえ、プラグアンドプレイのマルチベンダー運用を可能にします)。N-TRON の製品で構成したこの構成を図 4 に示します。

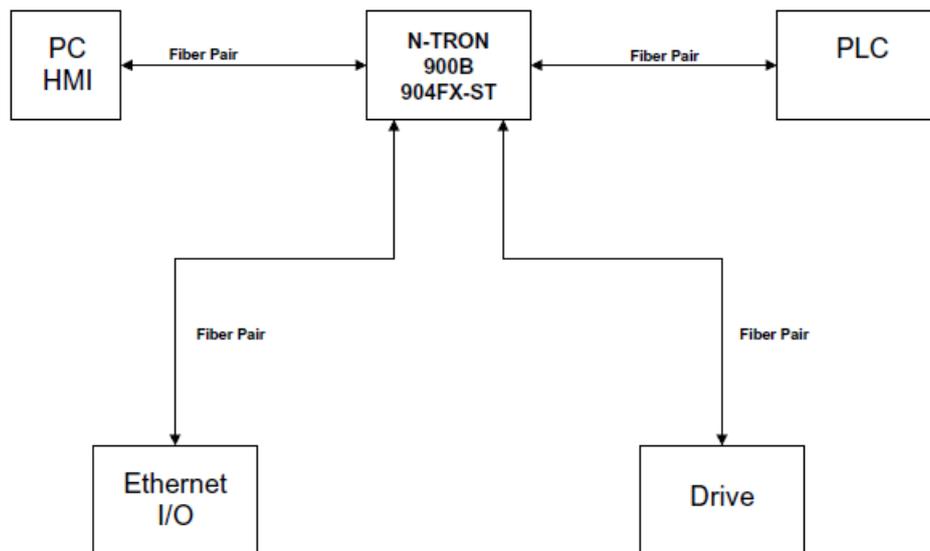


図 4：スター・トポロジー

スタートポロジの制限は：

- メディアの冗長性がない
- Single Point of Failure (SPOF)が多数存在し、単一箇所の故障が系全体の障害を生ずるリスクがある

冗長化スター・トポロジー

冗長化された(SPOFの無い)スターネットワークを構築するには2つのネットワークポートをもつPCやPLCが必要になります。それぞれのノードは中央の2台の高密度スイッチへの2回線の「ホームラン」を持ちます。ファイバーの長さが2km以内である限り、このトポロジーはリング・トポロジーに比べて経済的にも信頼性においても優れています。

このトポロジーを N-TRON の製品で構成した例を図 5 に示します。

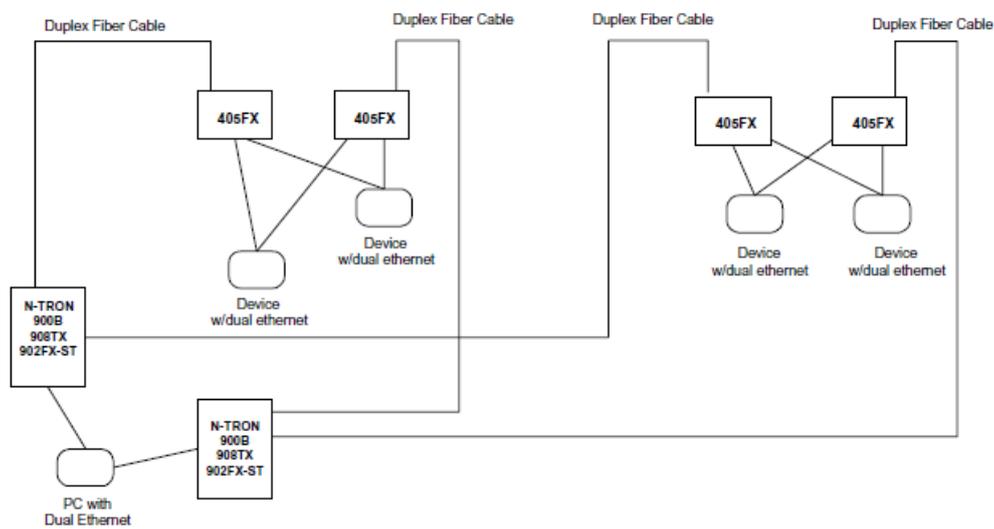


図 5：冗長化されたスター・トポロジー

ほとんどの場合、冗長化されたイーサネットデバイスによる冗長化スター・トポロジーはリング・トポロジーに比べて安価に構成することが出来ます。このことは、リングに比べて数倍の高速化がことと合わせて、技術的に優れた、よりオープンなアプローチをほとんどの産業ネットワークにもたらしめます。唯一の例外は比較的安価な光ファイバーもその長が2kmを越え、光ファイバーの価格がスイッチの価格より高価になる時です。