

# 新フィールドネットワーク

🔗 フィールドネットワーク、PLC、光二重ループ、高速通信、時分割多重方式、部分更新

\* 小林哲也 Tetsuya Kobayashi

## 概要

近年フィールドネットワーク分野では産業用Ethernetの規格化が進み、お客様や製品メーカーなどの関心が高く普及も目覚ましい。当社はEthernet技術をベースとした新フィールドネットワーク「IOリンクⅢ光」を製品化した。

「IOリンクⅢ光」は光二重ループ伝送システムであり、従来のIOリンクⅡ光に比べ、伝送速度・接続ステーション数・リンクメモリサイズを大幅に向上した。またIOリンクⅡ光との互換性があるため、同一ネットワーク上でIOリンクⅡ光モジュールとIOリンクⅢ光モジュールが混在できる。



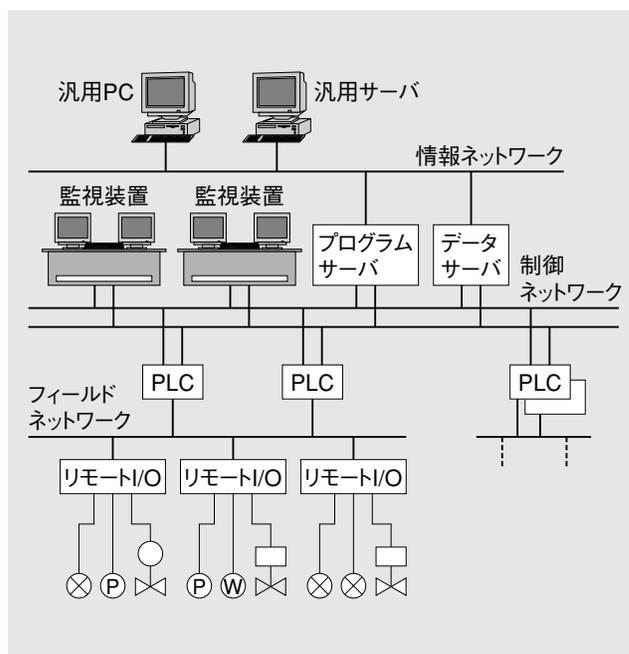
IOリンクⅢ光モジュール

## 1. ま え が き

産業システムやプラントシステムを構築するために欠かせない監視制御システムは、情報・制御ネットワークとフィールドネットワークといった役割の異なるネットワークが階層的につながった構成となる。第1図に監視制御システムの構成図を示す。情報・制御ネットワークは、監視装置・各種サーバ・制御装置との接続を目的とする。フィールドネットワークは、制御装置と現場機器の接続を目的とする。

近年フィールドネットワーク分野では産業用Ethernetの規格化が進み、お客様や製品メーカーなどから多くの関心を集め普及が目覚ましい。当社は、Ethernet技術をベースとした新フィールドネットワーク「IOリンクⅢ光」を製品化し、プログラマブルコントローラ（PLC：Programmable

\*製品開発部



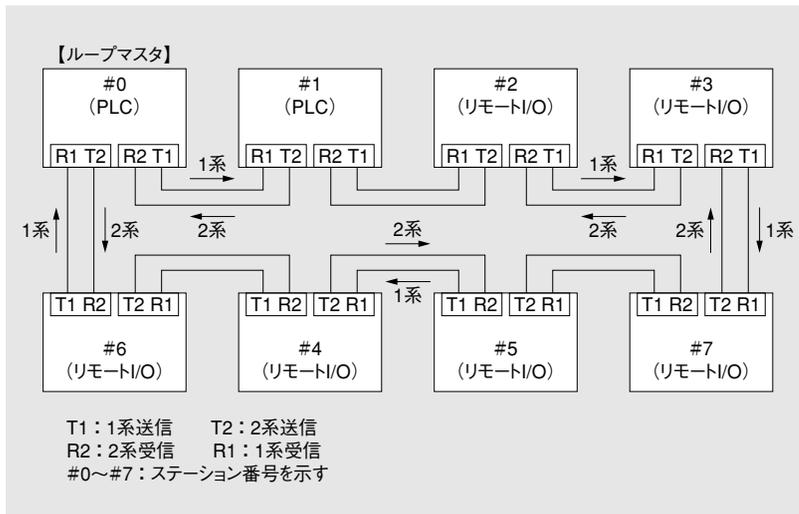
第1図 監視制御システム構成図

フィールドネットワークは、監視制御システムの下位ネットワークに位置する。

Logic Controller) とリモートI/Oに適  
用した。本稿では、IOリンクⅢ光の概  
要・特長・仕様について紹介する。

## 2. IOリンクⅢ光の概要

IOリンクⅢ光は当社独自のリモ  
ートI/O伝送方式で、ネットワーク形態  
として光ファイバケーブルによる光二  
重ループ方式を採用した。第2図に  
光二重ループ伝送システムを示す。  
ネットワーク内で断線があった場合  
は、2つの系間(1系/2系)で経路を切  
り替えること(障害迂回処理)でネッ  
トワーク全体の通信を確保する。



第2図 光二重ループ伝送システム

1系/2系で構成し、1系/2系のデータ方向は逆の関係となる。通常1系のデータ通信が有効となり、2系は待機系である。

## 3. IOリンクⅢ光の特長

第3図に外観を示す。サイズはW36×H130×  
D100mm(突起物除く)で、当社PLCのV1シリー  
ズに対応する。VM120 (IOリンクⅢ光スキャナ/  
アダプタ)は、PLC (UNISEQUE ADC6000/  
ADC600, VC5000/VC100) に適用できる。リモート  
I/Oは、RIO680シリーズに対応する。V1-CV01 (IO  
リンクⅡ/Ⅲ光コンバータ)は、PLC (UNISEQUE  
ADC6000/ADC600, VC5000/VC100)・リモート  
I/O (RIO680シリーズ) に適用できる。

### 3.1 高速伝送

IOリンクⅢ光の物理層には、Ethernet  
(100BASE-FX)を採用し、伝送速度は100Mbps  
とした。これによって従来のIOリンクⅡ光と比較  
して、伝送速度は約60倍に向上した。

### 3.2 伝送プロトコル

IOリンクⅢ光では、当社独自の伝送プロトコル  
を開発し製品化した。ハードウェア(H/W)制御  
による経路制御フレームと、ファームウェア  
(F/W)制御によるデータ伝送フレームを確立し  
た。データ通信を担うデータ伝送フレームの合間  
に、ネットワークの状態監視や経路制御を担う経  
路制御フレームが、IOリンクⅢ光ネットワーク上  
に流れる方式となっている。

#### 3.2.1 経路制御

IOリンクⅢ光はH/Wで経路制御フレームを定周  
期で巡回させ、ネットワークの状態監視や経路制  
御を行う。経路制御フレームの巡回によって、1番

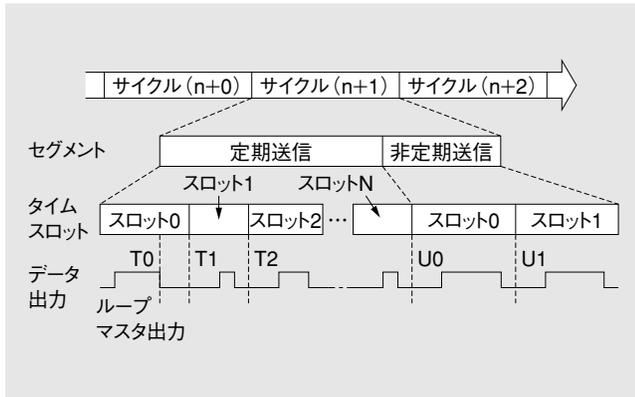


第3図 IOリンクⅢ光モジュール (VM120・V1-CV01)

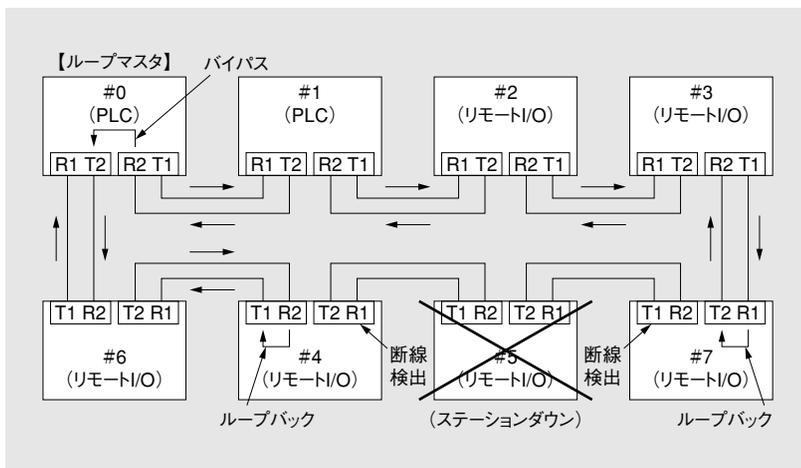
左がVM120 (IOリンクⅢ光スキャナ/アダプタ)、右がV1-CV01 (IO  
リンクⅡ/Ⅲ光コンバータである。

若いステーション番号の装置が自動的にループマ  
スタとなり、ネットワーク全体の伝送タイミング  
を制御する。ループマスタは任意のステーション  
に変更することができる。また経路情報(ループ  
マスタからの接続順序)やネットワーク情報(断  
線ほか)などのステータス情報を検出し、ネッ  
トワーク上の各ステーションで共有する。

既に動作中のIOリンクⅢ光システムにステー  
ション番号が重複したステーションを誤って追加  
した場合、ステーション番号重複検出機能によ  
って追加したステーションはネットワークに接続  
されない。したがって動作中のIOリンクⅢ光シス  
テムは、正常に動作を継続できる。このように信頼



**第4図 時分割多重方式によるデータ伝送**  
 ループマスタからの定期データ受信後、各ノードは他ノードと重複しないように設定した各スロットの占有時間に、自ノードの送信データを送り出す。



**第5図 光二重ループ伝送システムの障害迂回機能**  
 障害(断線・ノードダウンなど)発生時に、障害迂回機能によって通信を継続する。

性が高いネットワークを構築できる。

### 3.2.2 時分割多重方式

F/W制御によるデータ伝送は、各ステーションのデータ送信を時間単位で配列して、周期的に一つのネットワークで行う時分割多重方式を採用した。第4図に時分割多重方式によるデータ伝送を示す。

データ伝送の1周期は、各ステーションが順番に送信を行う「定期送信セグメント」と、ループマスタから許可を受けたステーションが送信する「非定期送信セグメント」で構成する。定期送信セグメントは、設定されているステーション数をスロットごとに区切り、占有時間を分割する。各ステーションの占有時間は、リンクメモリのI/O出力サイズによってループマスタが決める。このとき、各ステーションの送信の順番は接続順となる。非定期送信セグメントのスロット占有時間は、最

大送信サイズを考慮した時間を設定する。各ステーションの開始タイミングは、ループマスタの定期送信データの受信(T0)を基準とする。

時分割多重方式は、従来のIOリンクⅡ光で採用したポーリング方式と比較して、伝送効率が高い通信方式である。IOリンクⅡ光と比較して、伝送性能は約10倍に向上した。

### 3.3 障害発生時の安定動作

第5図にケーブル断線やステーションダウン発生時の光二重ループ伝送システムの障害迂回機能を示す。障害が発生した両側のステーションでループバック処理、ループマスタでバイパス処理をすることで、通信を継続させることができる。これら一連のネットワークの障害迂回機能(断線検出・ループバック機能・バイパス機能など)をハードウェア制御で実現した。ハードウェアで実現することで、ネットワークの再構築並びに通信の再開時間の短縮を図った。

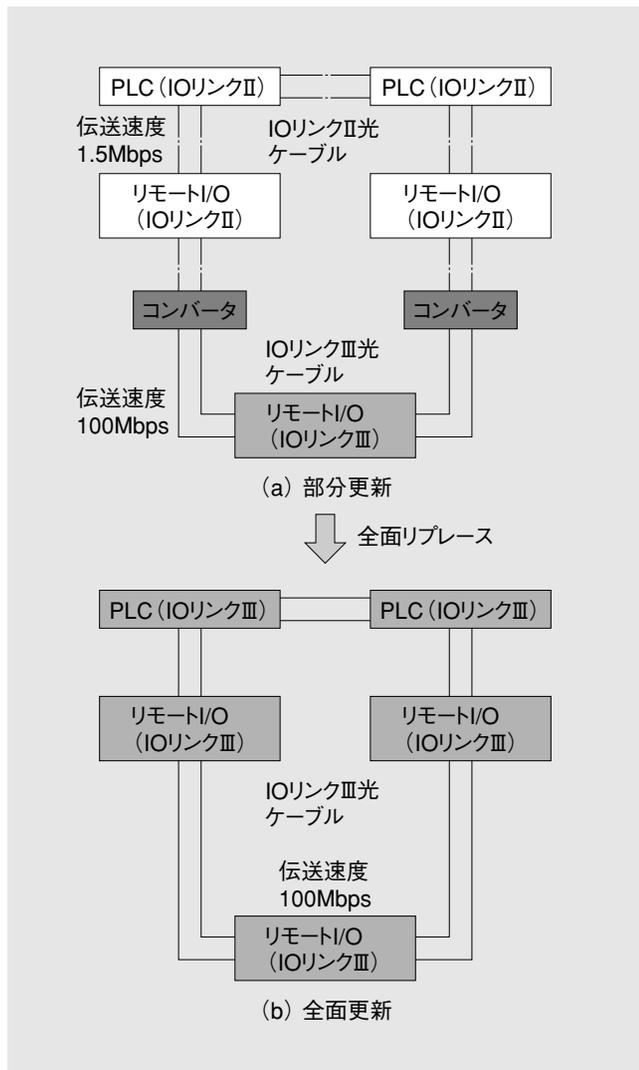
また障害の発生でループバック処理が有効になると、正常時に比べて伝送データの伝播遅延が大きくなる。IOリンクⅢ光では、ループバック処理による伝送データの伝播遅延を、あらかじめ各スロットの占有時間に反映して

いるため、正常時と障害時の伝送性能は変わらない。これによって障害発生時でも安定した伝送を行うことができる。

### 3.4 部分更新

近年、膨大な予算を要するプラント設備の一括更新は、非常に困難な状況である。このため部分更新・延命化が増加している。

このような状況を踏まえて、IOリンクⅢ光はIOリンクⅡ光システムに接続できるようにした。しかし、IOリンクⅢ光とIOリンクⅡ光の伝送媒体や伝送速度は大きく異なる。この問題を解決するために、IOリンクⅢ光とIOリンクⅡ光の混在を可能とするメディア変換機能を有したコンバータモジュールを開発した。コンバータモジュールは、PLC・リモートI/Oのどちらのユニットにも実装できる。これによって既設プラントの部分更新が容易となり、お客様に対してフレキシブルな更新



第6図 部分更新から全面更新する場合のシステム構成例

部分更新ではコンバータモジュールでメディア変換を行う。コンバータモジュールは、PLC・リモートI/Oに実装できる。

手段を提供できる。第6図に部分更新から全面更新する場合のシステム構成例を示す。

#### 4. 伝送仕様

第1表にIOリンクⅢ光の伝送仕様を示す。ステーション数・総延長距離・ステーション間距離はいずれもIOリンクⅡ光を上回り、フィールドネットワークとしては業界トップクラスの仕様である(2013年4月当社調べ)。

伝送媒体は石英ガラスファイバケーブルで、シングルモードケーブルと比較してコア径が大きいマルチモードケーブル(GI50/125 $\mu$ m)を採用した。

第1表 伝送仕様

IOリンクⅢ光の伝送仕様を示す。

項目	仕様
伝送路形態	ループ型, 2重系
ステーション数	最大128
伝送速度	100Mbps
総延長距離	最大100km
ステーション間距離	最大2km
通信方式	時分割多重方式(タイムスロット方式)
物理層	100BASE-FX
伝送フォーマット	Ethernetフレーム
フレーム長	最小64バイト, 最大4398バイト
変調方式	ベースバンド
符号化方式	4B/5B NRZI
伝送媒体	石英ガラスファイバケーブル(マルチモード, GI 50/125 $\mu$ m) 伝送損失: 1.0dB/km以下 ( $\lambda=1300$ nm) 3.0dB/km以下 ( $\lambda=850$ nm) 伝送帯域: 200MHz $\cdot$ km以上 ( $\lambda=1300$ nm) 200MHz $\cdot$ km以上 ( $\lambda=850$ nm) 規格: JIS C 6832 SGI-50/125-A1準拠
伝送媒体接続用コネクタ	2連LCコネクタ 接続損失: 0.3dB以下 研磨面: PC研磨
光モジュール	形状: SFF コネクタ: 2連LCコネクタ

#### 5. むすび

以上, Ethernet技術をベースとし, 当社が製品化した高性能・高信頼性の新フィールドネットワーク「IOリンクⅢ光」を紹介した。

今後は水処理・電鉄・産業分野など, 幅広い分野で適用するために, IOリンクⅢ光ネットワークに接続可能な機器の拡充を図る。またオープンネットワークの動向や市場動向を踏まえて, お客様により有益な提案ができるよう新製品の開発を続けていく所存である。

・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》



小林哲也 Tetsuya Kobayashi  
プログラマブルコントローラの開発に従事