

# 無停止型サーバによるCC-Link IE コントローラネットワークの高信頼化

平島栄一\* 岡崎仁則\*  
山本文博\*  
富塚 潔\*

High Reliable CC-Link IE Control Network with Fault-tolerant Server

Eiichi Hirashima, Takehiro Yamamoto, Kiyoshi Tomizuka, Masanori Okazaki

## 要 旨

近年のFA (Factory Automation) システムの製造工程では、IT (Information Technology) システム及びCC-Link IEコントローラネットワークなどの高速なネットワークが大きな役割を担っている。ITシステムやネットワークに障害が発生した場合の生産性への影響は大きく、システム全体の高信頼化ニーズは高い。その一方で高信頼化のための二重化システムの導入費用や運用コストを抑制したいというニーズも高い。

三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)では、無停止型サーバftServer<sup>(注1)</sup>に二重化して搭載したCC-Link IEコントローラネットワークインタフェースボード(以下“CC-Link IEボード”という。)を制御するためのCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを開発した。このソフトウェアは、ミッションクリティカルなシステム、

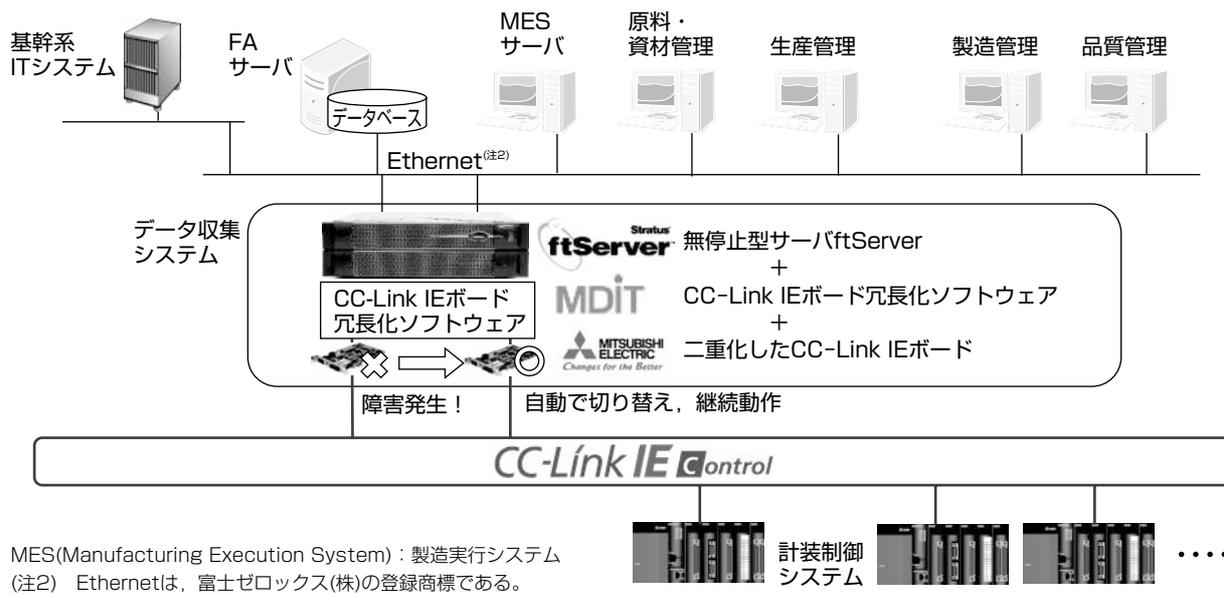
24時間365日稼働が必要なシステムのためにハードウェアを高信頼化した無停止型サーバftServer上で動作し、搭載した2枚のCC-Link IEボードをアクティブ/スタンバイ方式で二重化することによって高信頼化を実現している。万一、ハードウェア障害が発生した場合、このソフトウェアがスタンバイ側のCC-Link IEボードに自動で切り替えることで、継続動作を可能とする。

無停止型サーバftServerに、二重化したCC-Link IEボード、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを搭載することによって、FAシステムと連携するITシステム基盤として活用でき、FAシステム全体の高信頼化を実現している。

(注1) ftServer, ftServerロゴは, Stratus Technologies Bermuda Ltd.の登録商標又は商標である。

無停止型サーバftServer+CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアで、FAシステムと連携するITシステムの高信頼化を実現

- 無停止型サーバftServerによって、サーバのハードウェアを高信頼化
- 無停止型サーバftServer上に産業用ネットワークと接続できるCC-Link IEボードを搭載可能
- CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアによって、CC-Link IEボードを冗長化
- サーバのハードウェア障害発生時は、スタンバイ側のCC-Link IEボードに自動で切り替え、継続動作が可能



## データ収集システムの構築例

無停止型サーバftServerに、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアと二重化したCC-Link IEボードを組み合わせることで、ITシステムの高信頼化を実現した。無停止型サーバftServer上にデータ収集システムを構築すると、万が一、無停止型サーバftServerの片系ハードウェアが故障しても、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアが自動的にCC-Link IEボードを切り替えるので、継続して上位のMESサーバなどにデータの送信を行うことができる。

## 1. ま え が き

近年のFAシステムの製造工程では、ITシステム及び高速なネットワークが大きな役割を果たしている。

FAシステムの製造実行システム(MES: Manufacturing Execution System)は、統合基幹業務(ERP: Enterprise Resource Planning)システムや供給連鎖管理(SCM: Supply Chain Management)システム等の基幹系ITシステムからのデータを基に生産計画を立案し、製造・制御システムや計装制御システムへ作業指示を出している。制御過程で出力された製造・品質データなどはERPシステムやSCMシステムに集約し、生産状況や設備情報を管理するほか、生産性の向上に活用されている。

これらのITシステムとFAシステムをつなぐネットワークには、より大容量かつ高速な通信が求められている。これは、各データを基に生産計画を立案することから生産性の向上のために大量のデータをITシステムとFAシステムの間で送受信しなければならないからである。そこで、最近ではITシステムとFAシステムをつなぐネットワーク基盤として、大容量かつ高速通信が可能なCC-Link IEコントローラネットワークが注目されてきている。

しかしながら、このような高度なITシステムや高速なネットワークが採用される一方で、ITシステムやネットワークに障害が発生した場合の生産性への影響は大きい。生産の継続のためには、無停止での安定動作、すなわち高信頼化が欠かせない。

このような要求に応えるためMDITでは無停止型サーバ“ftServer”に二重化して搭載したCC-Link IEボードを制御するためのCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを開発した。

本稿では、従来のシステムにおける課題について触れた後、ftServer、CC-Link IEコントローラネットワーク及びCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの特長と機能、課題への解決策について述べる。

## 2. 従来のシステムにおける課題

ITシステムやネットワークの高信頼化の解決策として、通常稼働する主系システムと待機用の従系システムを2台のパソコンサーバを用いて構築するHA(High Availability)クラスタシステムがある。HAクラスタシステムは、2台の両方にOS(Operation System)とクラスタソフトウェア、アプリケーションをインストールする。障害発生時にはクラスタソフトウェアが主系から従系にシステムを切り替える。しかし、HAクラスタシステムには、次の課題が存在する。

### (1) 停止時間の発生

HAクラスタシステムでは、主系から従系に切り替えるまでに数十秒~数十分程度の停止時間が発生する。特に待

機中の従系システムの電源を切っておくコールドスタンバイ方式では、手で従系システムの起動やデータの同期を行うために、停止時間が長くなる傾向がある。

### (2) 構築・運用コストの増大

HAクラスタシステムでは、主系システムと従系システムの各々にハードウェアやOS・ミドルウェアが必要となり、コストが約2倍となる。また、構築・運用するエンジニアに対してもクラスタシステムの専門教育が必要となる。

### (3) FAネットワークインタフェースの単一障害点化

一般的なHAクラスタシステムはITシステムに関わる部分は二重化されているが、FAシステムと接続するネットワークインタフェースまでは二重化されておらず、単一障害点(Single Point of Failure: SPOF)となってしまう。

## 3. 無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワーク

2章で述べた課題の解決策を述べる前に、この章では無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワークの特長について述べる。

### 3.1 無停止型サーバftServerの特長

ftServerは、ミッションクリティカルなシステム、又は24時間365日稼働が必要なシステムのためにハードウェアを高信頼化した無停止型サーバ製品である。特長として次の3点がある。

#### (1) ハードウェアの二重化による無停止の実現

1台の無停止型サーバftServerにはCPU(Central Processing Unit)・メモリ・チップセットのモジュール、PCI(Peripheral Component Interconnect)とPCIに接続するHDD(Hard Disk Drive)やLAN(Local Area Network)のモジュール、及び内蔵I/Oモジュールからなるエンクロージャが2台内蔵されている。

この2台のエンクロージャをロックステップと呼ばれる完全同期処理によって二重化している。各エンクロージャは同期しながら同じ処理を並行して実行し、上位層(OSなど)からは1台のハードウェアが動作しているように見える。エンクロージャは互いの障害検知と故障部分の特定機能を搭載しており、万一の障害発生時には故障部分を切り離し、正常な部分で処理を継続する(図1)。

#### (2) シングルシステム同様の操作性

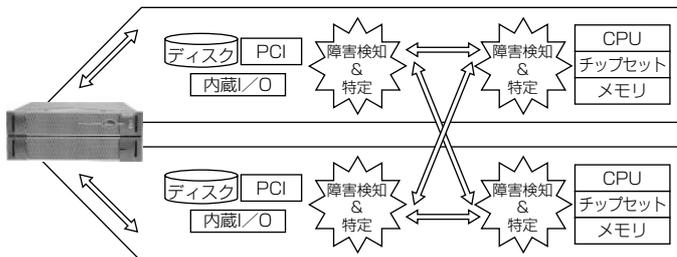


図1. ハードウェアの二重化による無停止の実現

OS・アプリケーションからは1台のハードウェアが動作しているように認識するので、OS・アプリケーションのライセンスは1つのライセンスで運用可能である。エンジニアはシステムの二重化を意識することなく容易にシステムを構築・運用することができる(図2)。

(3) 無停止での交換

正常運転時は1台のサーバとして動作するが、障害発生時は故障部分をエンクロージャ単位で切り離した上で連続して動作する。切り離したエンクロージャは運転中に無停止で交換・メンテナンスすることができるので、システムを停止させることなく復旧することができる(図3)。

3.2 CC-Link IEコントローラネットワークの特長

CC-Link IEとはCC-Link協会が提唱する産業用ネットワークである。CC-Link IEのうち、CC-Link IEコントローラネットワークは大規模なコントローラ分散制御と、各フィールドネットワークを束ねる工場内の基幹ネットワークであり、主に生産制御用ネットワークとして使用する(図4)。

CC-Link IEコントローラネットワークの特長としては次の3点が挙げられる。

(1) 高速・大容量のネットワーク型共有メモリ

全ての機器が全ての機器のデータを共有するN対N型の超高速リアルタイム通信を採用している。セッションやコネクションを意識せずに、メモリに読み書きする感覚でリアルタイム通信を実行できる。加えて、データ転送制御にはトークン方式を採用しているため、伝送遅れの少ない安

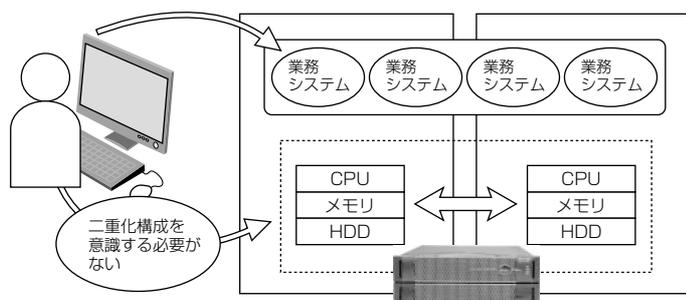


図2. シングルシステム同様の操作性

定した通信ができる。

(2) 伝送路二重ループ(ループバック通信)による高信頼通信  
標準で伝送路の二重ループを構成しており、各局はケーブル断線や異常局を検出すると、異常箇所を切り離して、正常な局間で伝送を続行する。

(3) Ethernet準拠の光ケーブルコネクタ採用

Ethernet準拠のケーブルコネクタアダプタを採用している。これによって、配線部品を全世界で容易に入手できる。

4. CC-Link IEボード冗長化ソフトウェア

この章ではMDITが開発したCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの概要、機能について述べる。

4.1 ソフトウェアの概要

CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアは、CC-Link IEボードをアクティブ/スタンバイ方式で二重化するためのソフトウェアである。OSに常駐し、冗長化ソフトウェアが主系コンポーネントの障害を検知すると、自動的に従系のCC-Link IEボードへ切り替えて、通信を継続する。

4.2 ソフトウェアの機能

CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアはアクティブ/スタンバイ方式で動作するので、無停止型サーバftServer 1台に主系と従系の計2枚のCC-Link IEボードを実装する。

二重化動作時は主系のCC-Link IEボードを用いて通信を実施し、従系のCC-Link IEボードはスタンバイ状態である。主系のCC-Link IEボードを含むコンポーネントで障害が発

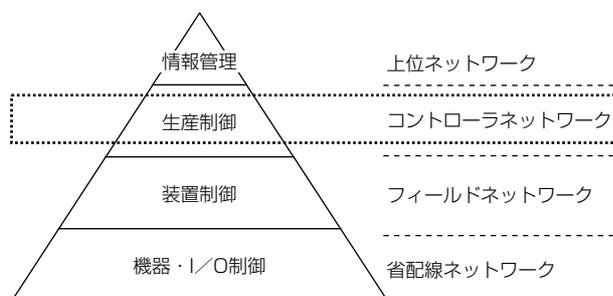


図4. CC-Link IEコントローラネットワークの位置付け

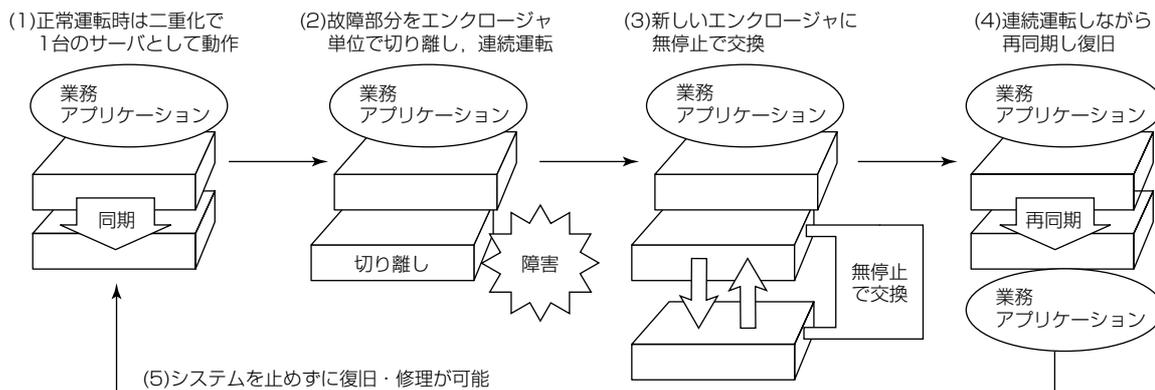


図3. 無停止での交換

生すると、冗長化ソフトウェアが障害を検知して、従系CC-Link IEボードの設定を自動的に変更し、通信を維持する。

CC-Link IEコントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerのハードウェアとソフトウェアの構成を図5に示す。

通常、アプリケーションは常に1つのCC-Link IEボードを選択して他の機器との通信を行っている。この冗長化機能では、主系のCC-Link IEボードを含むコンポーネントでの障害発生によって、従系のCC-Link IEボードに切り替わった時でもアプリケーションからは常に同じCC-Link IEボードが動作しているように見える。このため、アプリケーションでの設定変更などはないというメリットがある。

### 5. CC-Link IE コントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerを用いた高信頼化の実現

これまでに、無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワーク、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの特長と機能について述べた。

この章では、2章で述べた次の3つの課題について、これらの製品を用いた解決策を述べる。

- (1) 停止時間の発生
- (2) 構築・運用コストの増大
- (3) FAネットワークインタフェースの単一障害点(SPOF)化

#### 5.1 停止時間の抑止

無停止型サーバftServerの二重化されたシステムでは、CPU・メモリ・HDDやLANに加えCC-Link IEボードの故障の際は、瞬時にもう一方のエンクロージャに切り替わることで、停止時間を抑止する。また、各ハードウェアは常に同期しながら同じ処理を並行して実施するため、データの同期時間も不要である。

加えて、故障に伴うハードウェアメンテナンスはftServerシステムを停止することなく行うことが可能となる。

#### 5.2 構築・運用コストの低減

無停止型サーバftServerでは、OS・アプリケーションのライセンスは1つのライセンス<sup>(注3)</sup>で運用可能であるので、構築・運用時のコストを低減できる。加えて、エンジニアはシステムの二重化を意識することなく構築・運用できるため、クラスタシステム特有のOS・アプリケーション、CC-Link IEボードの設定やりかまり手順の習得が不要となり、教育コストを削減できる。

(注3) アプリケーションによっては複数ライセンス必要な場合がある。

#### 5.3 FAネットワークインタフェースの二重化

無停止型サーバftServerはFAシステムと接続するネットワークインタフェースであるCC-Link IEボードの二重化に対応することで、単一障害点(SPOF)を排除した。

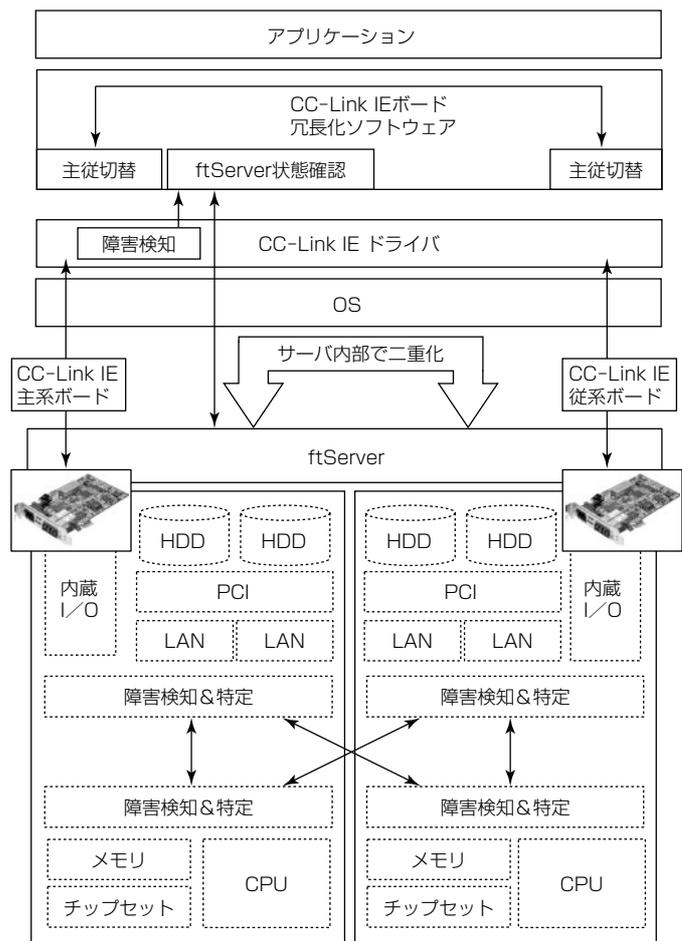


図5. CC-Link IEコントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerの構成

## 6. む す び

無停止型サーバftServerによるCC-Link IEコントローラネットワークの高信頼化について述べた。

従来、無停止型サーバftServerをITシステムの高信頼性プラットフォームとして提供してきた。今回、高信頼性プラットフォームでの実績を踏まえてCC-Link IEコントローラネットワークに対応した製品を投入することによってFAシステムに接続するITシステムの高信頼化を実現した。

今後は対応するネットワークインタフェースを拡大していくことで、FA分野における利便性・適用範囲の更なる拡大を図っていく所存である。

## 参 考 文 献

- (1) ノンストップニーズに対応するフォールト・トレラントサーバ, 三菱電機技報, 88, No.1, 68 (2014)
- (2) 三菱電機インフォメーションテクノロジー(株): フォールトトレラント・サーバ

<http://www.mdit.co.jp/businessplatform/ftserver.html>