

# PCI Express対応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

布施智行\*

CC-Link IE Controller Network Interface Board for PCI Express

Tomoyuki Fuse

## 要旨

近年、シーケンサなどFA(Factory Automation)機器間のオープンなネットワークとしてCC-Link IEコントローラネットワークが普及してきている。その中で、パソコンをCC-Link IEコントローラネットワークに組み込みたいという要望に応え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を開発、展開を行ってきた。

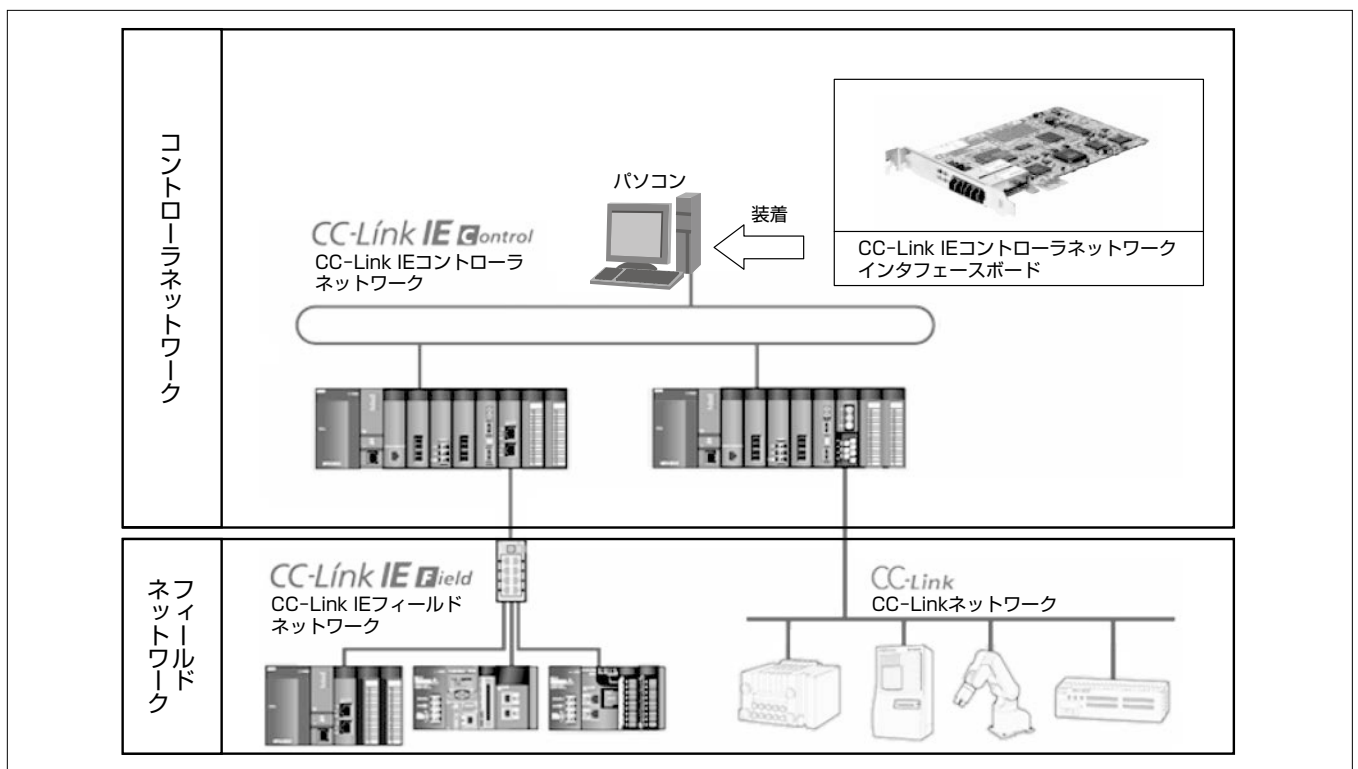
CC-Link IEコントローラネットワークインタフェースボードは、パソコンの拡張バスに接続し、Microsoft Visual Basic<sup>(注1)</sup> / Visual C++<sup>(注1)</sup>対応の専用ライブラリ関数で開発したアプリケーションによってパソコンとシーケンサ(FA機器)間で高速かつ大容量のデータ通信を行うことができる。また、CC-Link IEコントローラネットワークで必要となる局番、ネットワーク番号、チャンネル番号等各種パラメータを専用ユーティリティによって簡単に設定

することが可能である。

従来機種では、これまでパソコンで標準的に採用されていたPCI(Peripheral Component Interconnect)バスに対応していたが、近年、その後継規格であるPCI Expressを採用するパソコンが増えてきている。また、顧客からのデータ転送速度の高速化に対する要望が寄せられている。そこで、今回、PCI Expressに対応した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を開発し、データ転送速度の性能改善を行った。その結果、従来機種と比較して、ネットワークデータの転送速度を1.9倍にすることができた。

本稿では、この開発で行った性能改善方法とその効果について述べる。

(注1) Visual Basic, Visual C++は、Microsoft Corp. の登録商標である。



## CC-Link IEコントローラネットワークのシステム構成

生産現場のネットワークにおいて、CC-Link IEコントローラネットワークはシーケンサやパソコン等のコントローラ間の通信を担っている。パソコンに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を搭載することにより、CC-Link IEコントローラネットワークとCC-Link IEフィールドネットワーク、CC-Linkネットワークにシームレスに通信することが可能となる。

1. ま え が き

CC-Link IEコントローラネットワークとは、シーケンサなどFA機器間の通信に特化したオープンなネットワークである(図1)。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コントローラボード”という。)は、パソコンをCC-Link IEコントローラネットワークに組み込み、シーケンサの制御やデータの収集などを行うことを目的としたネットワークボードであり、次の特長を持つ。

(1) 高速・大容量のネットワーク

Ethernet<sup>(注2)</sup>ベースで1 Gbpsの転送速度を持ち、シーケンサ、パソコンなどの機器間で、高速、大容量のネットワークを構築できる。

(2) 専用ライブラリ関数によるアプリケーション開発

Microsoft Visual Basic/Visual C++に対応した専用ライブラリ関数を用いることで、シーケンサ(FA機器)と通信するアプリケーションを開発できる。

(3) 専用ユーティリティによる設定・診断

専用ユーティリティによって、CC-Link IEコントローラネットワークの局番、ネットワーク番号、チャンネル番号等を簡単に設定できるほか、診断機能によって、ネットワーク全体の状況をビジュアルに表示し、回線のトラブルや、シーケンサやCC-Link IEコントローラボードの異常を素早く発見することができる。

ここで、従来機種のPCIバス対応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“PCIバス対応CC-Link IEコントローラボード”という。)に対する顧客の要望にこたえて、今回、PCI Express対応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

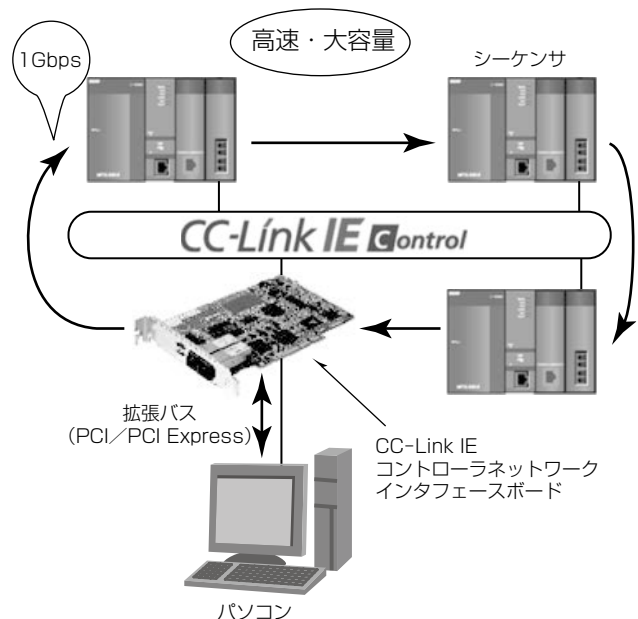


図1. CC-Link IEコントローラネットワークのシステム構成

“PCI Express対応CC-Link IEコントローラボード”という。)を開発した。この新製品の開発ポイントは次のとおりである。

(1) PCI Express対応

従来機種では、これまでパソコンで標準的に採用されてきたPCIバスに対応していたが、近年、PCIバスの後継規格であるPCI Expressを搭載したパソコンが多く採用されていることを受けて、PCI Expressに対応した。これによって、より多くのパソコンでの使用が可能となった。

(2) データ転送速度の高速化

最近の市場動向として、トレーサビリティ対応や装置エンジニアリングシステムの導入等によって、CC-Link IEコントローラネットワーク上を流れるデータ量が年々増加する傾向にあり、データの転送速度のより一層の高速化に対する要望があった。そこで、ネットワークデータの転送方式を改善し、高速化を実現した。

本稿では、この(2)のデータ転送速度の高速化について、その方法と効果について述べる。

(注2) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

2. CC-Link IEコントローラボードのデータ転送方式

PCIバス対応CC-Link IEコントローラボードでのシーケンサのデータを受信する方式は次のとおりである(図2)。

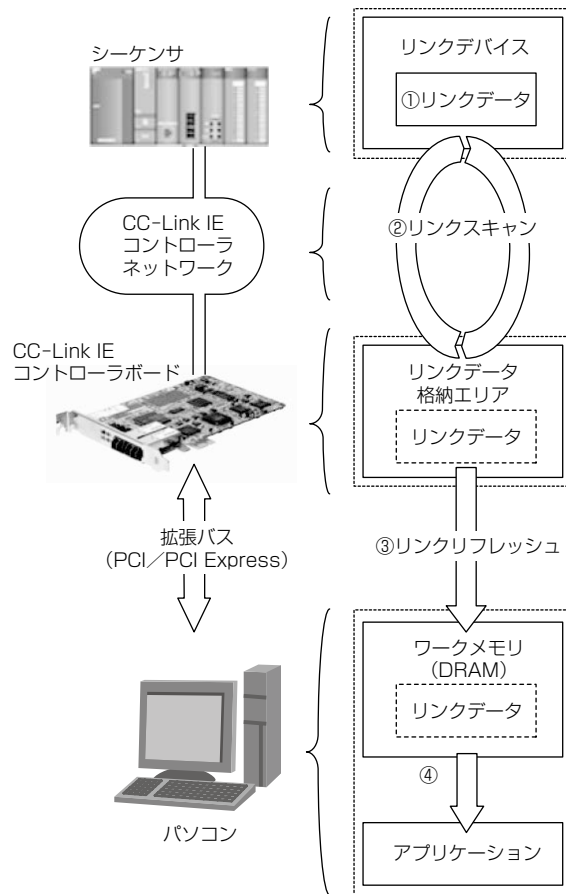


図2. CC-Link IEコントローラネットワークのデータ転送方式

- (1) シーケンサがパソコンに送信するデータ（リンクデータ）をリンクデバイスに格納する（図2①）。
- (2) シーケンサのリンクデバイスに格納されたリンクデータをCC-Link IEコントローラボードのリンクデータ格納エリアに転送（リンクスキャン）する（図2②）。
- (3) パソコンはボードのリンクデータ格納エリアのリンクデータをパソコンのワークメモリ（DRAM（Dynamic Random Access Memory））に転送（リンクリフレッシュ）する（図2③）。
- (4) アプリケーションはワークメモリからリンクデータを読み出す（図2④）。

送信については、これらとは逆の動作となる。これらの動作によって、顧客のアプリケーションからシーケンサへの通信を可能にしている。

### 3. 従来機種の課題

これらの通信方式で、従来機種では、受信方式に次の2つの課題があった。

#### (1) リンクリフレッシュ時間

パソコンにおけるCC-Link IEコントローラネットワークのデータ転送時間は、上記のリンクスキャン時間とパソコンのリンクリフレッシュ時間の合計である。このうち、リンクリフレッシュ処理（図3）は、パソコンのCPU（Central Processing Unit）がボード上のリンクデータ格納エリアからワークメモリへ逐次転送を行っていたため、データ量が多いと転送に時間がかかる場合があった。

#### (2) パソコンのCPU負荷

上記のとおり、大量のデータのリンクリフレッシュ処理をパソコンのCPUが逐次処理するため、CPUの負荷が大

きく、パソコンのパフォーマンスに影響を与えていた。それによって、同じパソコン上で動作する顧客のアプリケーションの処理速度を低下させる場合があった。

### 4. DMA機能による性能改善

これらの課題を解決するため、今回開発したPCI Express対応CC-Link IEコントローラボードではボード上にDMA（Direct Memory Access）機能<sup>(注3)</sup>を搭載した（図4）。

このDMA機能は、ボード上のリンクデータ格納エリアとパソコンのワークメモリ間で、パソコンのCPUを介さずに直接データを転送する機能である。ここで、DMAを実行する際のDMA機能の設定にかかるオーバーヘッドや、リードとライトのタイミングによるオーバーヘッドが課題となったため次の仕様とした。

- (1) DMA機能の設定にかかる時間の影響をなくすため、DMA機能を2チャンネル搭載し、一方のDMA機能が設定のために停止している間に、もう片方のDMA機能がデータの転送を継続できるようにした。
- (2) データ転送の効率化のため、ワークメモリへのライト中にリンクデータ格納エリアから次のデータのリードを行う仕様とした。

これらのDMA機能によって、従来機種のパソコンのCPUによる逐次転送に比べてリンクリフレッシュ時間を短縮できる。また、データ転送はパソコンのCPUが介在しないため、これにかかっていた負荷が削減され、パソコンのパフォーマンスを向上させることが可能となる。

(注3) コンピュータ内でのデータ転送方式の一つであり、CPUを介さずにメモリ間で直接データを転送する方式を指す。

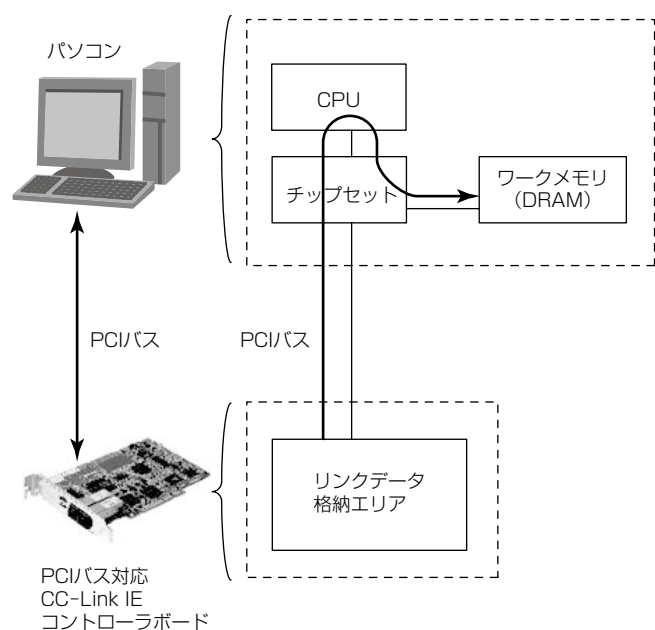


図3. 従来機種(PCIバス対応CC-Link IEコントローラボード)のリンクリフレッシュの動作

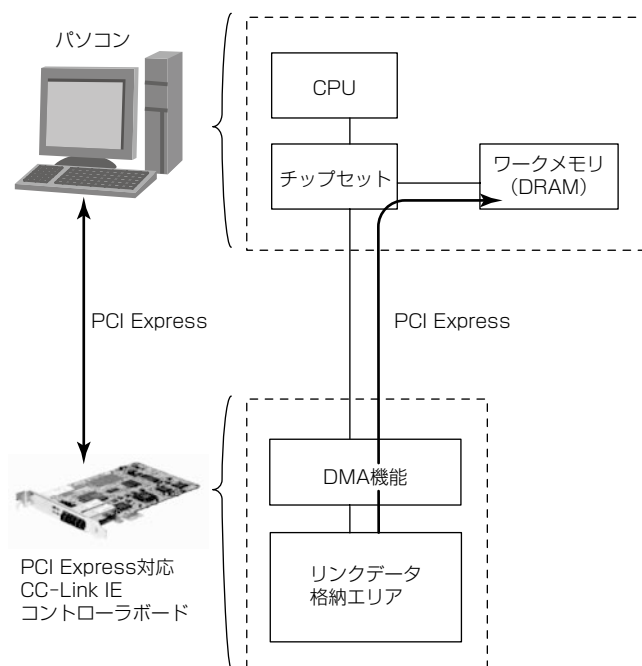


図4. 新機種(PCI Express対応CC-Link IEコントローラボード)のリンクリフレッシュの動作

## 5. 従来機種との性能比較

先に述べたリンクリフレッシュ時間の短縮とパソコンのCPU負荷低減の効果を確認するため、従来機種との性能比較を行った。測定条件は、図5のとおりである。

測定条件

- (1) 測定時のシステム構成  
シーケンサ (MELSEC-Q) 3台 (局番1~3)  
パソコン1台 (局番4)
- (2) 3台のシーケンサに、合計128k点のリンクデバイスを割り付け
- (3) パソコンでリンクデバイス全点のリンクリフレッシュを実施

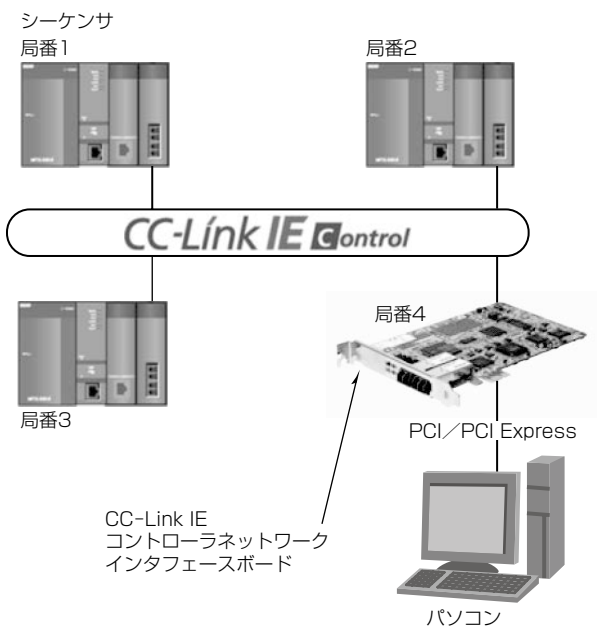


図5. 測定条件

### 5.1 リンクリフレッシュ時間の測定

リンクリフレッシュ時間として、リンクリフレッシュの開始から終了までの時間を測定した。測定の結果、PCIバス対応CC-Link IEコントローラボードが88ms、PCI Express対応CC-Link IEコントローラボードが47msとなり、転送速度は従来比で1.9倍となった。

### 5.2 CPU負荷の測定

CPU負荷の測定として、従来機種、新機種それぞれのCC-Link IEコントローラボードを動作させた場合のCPU使用率の比較を行った。CPU使用率の測定ではWindows<sup>(注4)</sup>のパフォーマンスモニタを用いた。測定の結果、PCIバス対応CC-Link IEコントローラボードでは約23%、PCI Express対応CC-Link IEコントローラボードでは約5%となり、従来機種と比較して約18%の削減となった。

(注4) Windowsは、Microsoft Corp. の登録商標である。

## 6. む す び

リンクリフレッシュ時間の短縮、及び、CPU負荷の低減によって、今回開発したボードを使用している顧客の製造装置、生産設備におけるタクトタイムの短縮、生産性の向上に貢献できた。

今回は性能改善に焦点を当てて述べたが、今後も顧客のニーズや要望を忠実に製品へ反映し、使い勝手が良く、付加価値の高い製品を提供できるよう、製品開発に取り組む所存である。