

1. はじめに

近年、自動車、FPD、半導体など、先端的製造分野において、大型化、高密度化への対応、高品質・高生産性化への対応等、生産システムは、進化し続けることが求められている。

生産システムにおけるフィールド領域のネットワークは、高速な制御データと、トレーサビリティのための管理データなどのさまざまなデータが混在して高速に通信することが求められている。一方、高度なFA機器を使いこなすエンジニアの人材不足が深刻化しつつあり、高度な知識が不要で簡単に使えるネットワーク・機器が望まれている。

このような状況に鑑み、新たにCC-Link協会からCC-Link IEのフィールド領域のネットワークとして提案するのが「CC-Link IE フィールドネットワーク」である。本書では、CC-Link IE フィールドネットワークの機能・特長およびSeamless Message Protocol(以下SLMPと略す)の概要について述べる。

2. CC-Link ファミリー について

2.1 CC-Link ファミリーのラインアップ

CC-Link ファミリーのラインアップとしては、イーサネットベースの統合ネットワークであるCC-Link IE、非イーサネットの制御ネットワークであるCC-Link、CC-Link/LT、セーフティネットワークのCC-Link Safetyがある。

1) CC-Link IE

CC-Link IEは産業用ネットワークへの単なる制御用途への適用だけではなく、機器管理(設定・モニタ)、機器保全(監視・故障検出)、データ収集(動作状態)機能によるシステム全体の最適化を目的としたネットワークである。またCC-Link IEはコントローラネットワークからフィールド・モーションネットワークまでイーサネットベースのネットワークで統一し、ネットワークの階層・境界を意識せずシームレスなデータ伝送を実現する。

2) CC-Link、CC-Link/LT

CC-LinkとCC-Link/LTは制御の世界(ON/OFF制御、フィードバック制御)において最適なネットワークとして位置づけられており、今後もその役割は変わらない。CC-LinkとCC-Link/LTは制御専用のネットワークとして、今後も進化を続ける。

3) CC-Link Safety

生産現場を危険から守る、安全システムを構築するための安全フィールドネットワーク。

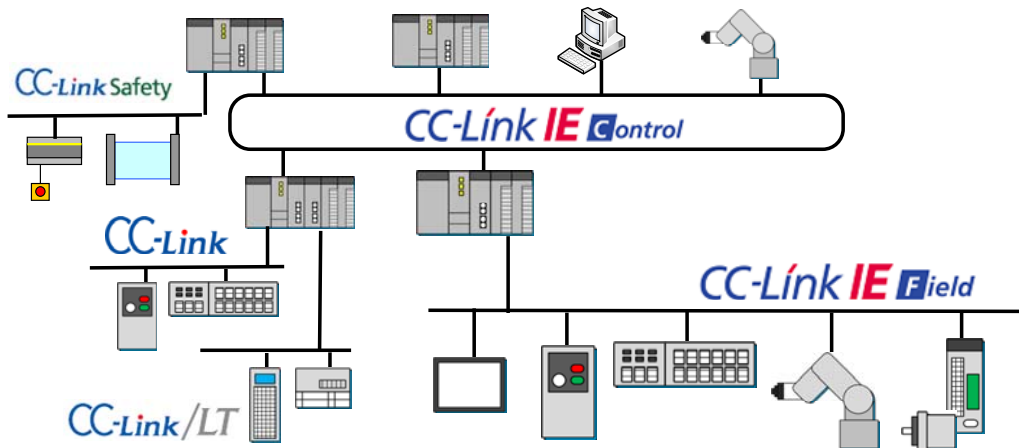


図1 CC-Link ファミリーネットワーク構成図

2.2 CC-Link IE

CC-Link IEは、適用階層、用途によって、コントローラネットワーク、フィールドネットワークがある。それぞれの役割を以下に示す。

1) CC-Link IE コントローラネットワーク

高速・大容量のコントローラ分散制御への対応と、各フィールド・モーションネットワークを束ねる基幹ネットワークである。(伝送路の二重化による高信頼ネットワークを指向)

2) CC-Link IE フィールドネットワーク

装置の制御データだけでなく製造情報のトレーサビリティや製造プロセス改善のためのデータ収集(動作状態)、機器管理(設定・モニタ)、機器保全(監視・故障検出)など、制御データ、ログデータ、診断データが混在して高速に通信する新しいタイプの生産システムに対応するフィールド領域のネットワークである。

なお、CC-Link IEにおける、モーション、セーフティへの対応も検討中である。

3. CC-Link IE フィールドネットワーク

3.1 CC-Link IE の特長

CC-Link IE フィールドネットワークの主な特長を以下に述べる。

超高速: CC-Link IE フィールドネットワークは超高速のギガビット伝送とリアルタイムプロトコルにより、伝送遅れが少なく定時性が保証されたリモート I/O 制御が可能である。また、制御データの高速通信だけでなく、デバイス管理用途(機器の管理情報、トレース情報など)の情報も高速に通信することが出来る。

シームレスなネットワーク環境: CC-Link IE フィールドネットワークはネットワークを越えて、既存の CC-Link IE コントローラネットワークや CC-Link に接続されたフィールド機器に直接アクセス可能である。どのネットワークの何処からでも、機器のモニタ・設定が可能であり、装置の遠隔管理によるエンジニアリングの効率アップが可能である。

簡単ネットワーク: CC-Link IE フィールドネットワークは、イーサネットベースでありながら、イーサネットの複雑な設定(スイッチング HUB の設定等)を必要とせず、簡単にコンフィグレーションできる。やさしいネットワーク診断により、導入から運用・保守までのトータルコスト削減を可能とする。また、スター型、ライン型、およびその両者を組み合わせた自在なトポロジにより、フレキシブルにネットワークを構築できる。さらに、共有メモリ型制御の採用により、ネットワークを意識することなく容易に機器の制御を行うことが出来る。

イーサネット技術: CC-Link IE フィールドネットワークはイーサネット技術を適用しているため、市販のイーサネット用ケーブル、コネクタ、工具、スイッチングハブなど、世界中で調達可能な汎用品を利用できるため、資材の入手性、機器選択の自由度が高い。また、ネットワークアナライザなども汎用品を利用することができるため、ネットワークの設置・調整・トラブルシューティングにおいて資材の入手性、機器選択の自由度が高い。

3.2 CC-Link IE フィールドネットワーク仕様

CC-Link IE フィールドネットワークの一般仕様を表1に示す。

表 1 CC-Link IE フィールドネットワーク一般仕様

項目	仕様
イーサネット規格	IEEE802.3ab(1000BASE-T)準拠
通信速度	1 Gbps
通信媒体	シールド付ツイストペアケーブル(カテゴリ 5e)、RJ-45 コネクタ
通信制御方式	トークンパッシング方式
トポロジ	ライン、スター、リング
最大接続台数	254 台(マスタ局とスレーブ局の合計)
最大局間距離	100m
サイクリック通信(マスタ・スレーブ方式)	制御信号(ビットデータ):最大 32768 ビット(4096 バイト) RX(スレーブ→マスタ):16384 ビット RY(マスタ→スレーブ):16384 ビット 制御データ(ワードデータ):最大 16384 ワード(32768 バイト) RW _r (スレーブ→マスタ):8192 ワード RW _w (マスタ→スレーブ):8192 ワード
トランジェント通信(メッセージ通信)	メッセージサイズ:最大 2048 バイト

3.3 ネットワークのトポロジ

CC-Link IE フィールドネットワーク構成を図2に示す。1つの CC-Link IE フィールドネットワークは1台のマスター局と1台以上のスレーブ局により構成する。マスター局は、制御データの通信を行うサイクリック通信(3.4.1 参照)を主導する。マスター局はネットワーク上の全局のサイクリックデータを保持する。

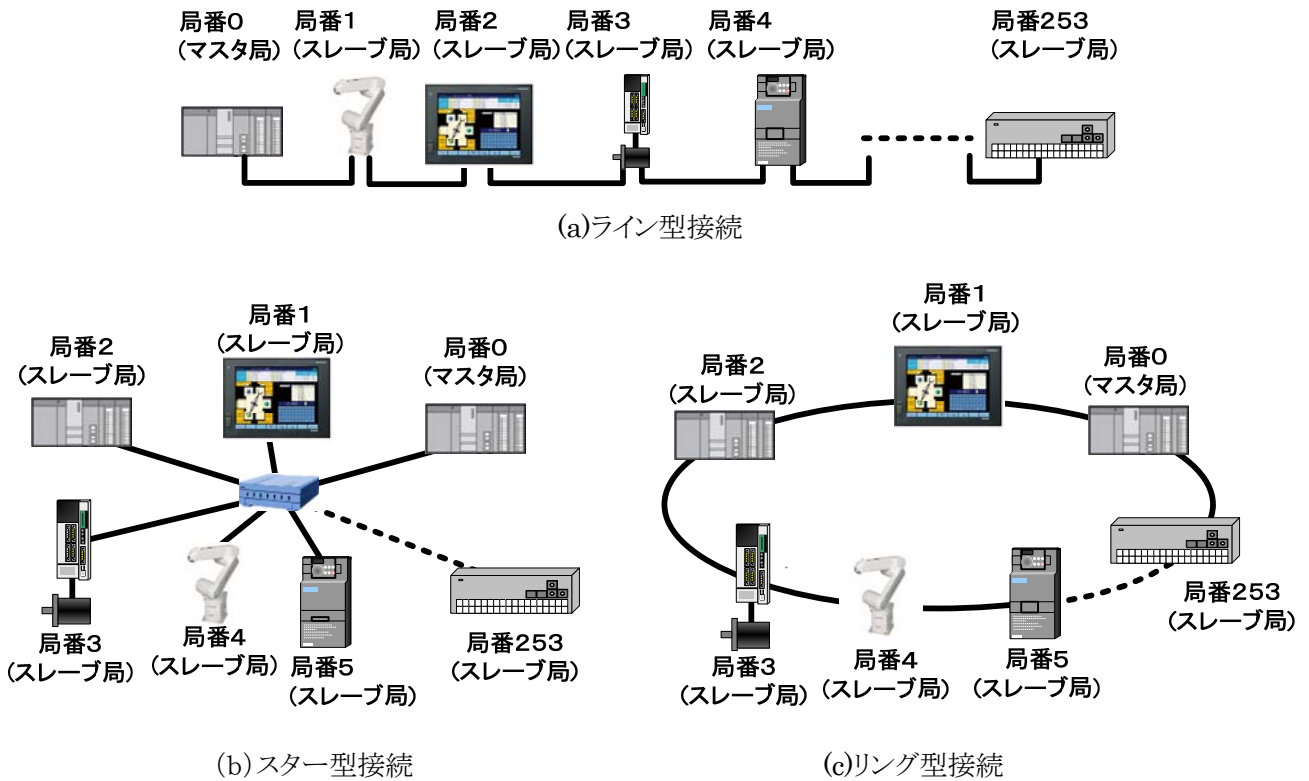


図2 CC-Link IE フィールドネットワーク構成図

CC-Link IE フィールドネットワークは図2(a)のようにライン型、図2(b)のようにスイッチングハブを使用したスター型、あるいは、図2(c)のようなリング型のネットワークを構築することができる。更に、図3のように、ライン型、スター型を組み合わせることで柔軟なシステム構成を構築することができる。また、接続機器を追加する場合、スイッチングハブのイーサネットポートでも、機器のイーサネットポートでも、空いているポートに自由に接続できる。図3において局番7のスレーブ局を追加して接続する場合、a)のように他の機器の空いているイーサネットポートに接続しても、b)のように、スイッチングハブの空いているイーサネットポートに接続しても良い。

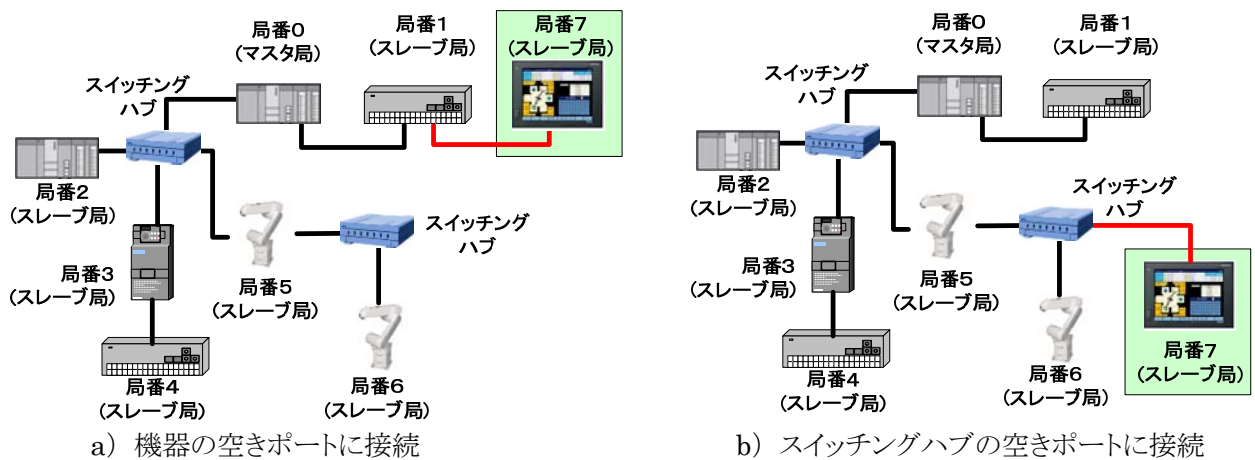


図3 接続機器の追加

3.4 データ通信方式

CC-Link IE フィールドネットワークのデータ通信には、リアルタイムのサイクリック通信と非リアルタイムのトランジェント通信の2つの方式がある。制御データはサイクリック通信で、診断情報、トレーサビリティのための管理データ、ロギングデータ等はトランジェント通信で行う。CC-Link IE フィールドネットワークのサイクリック通信は CC-Link のマスタ、スレーブ間のサイクリック通信と同一の考え方で行われる。

3.4.1 サイクリック通信

サイクリック通信は、ネットワークに接続されているマスタ局(コントローラ)と各スレーブ局(制御対象機器)間で共有する分散共有メモリ領域のデータを定期的に更新する機能である。

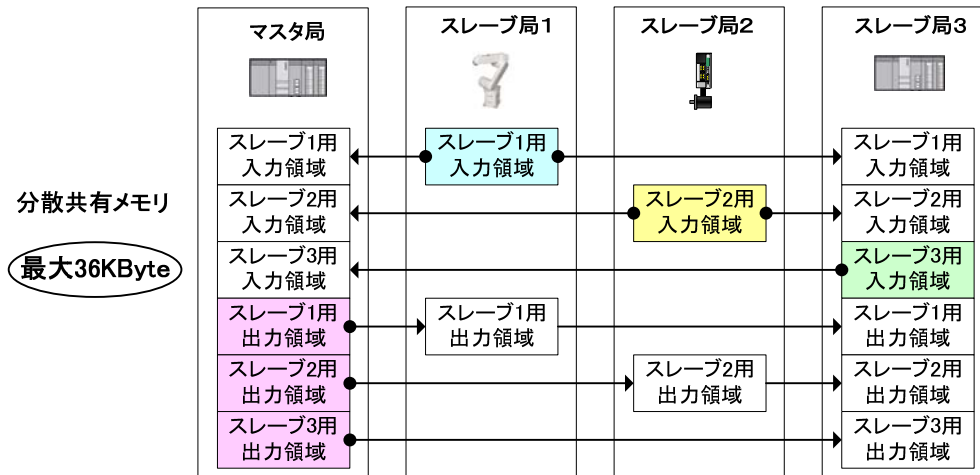


図4 CC-Link IE フィールドネットワークの分散共有メモリ概念

サイクリック通信は、マスタ局とスレーブ局の間で共有する分散共有メモリに各局から制御データを送受信することにより行われる。分散共有メモリ概念を図3に示す。分散共有メモリには各スレーブ局用の入力領域、出力領域が割り当てられている。図4において、各局は、網掛けされた領域のデータを他局に送信し、網掛けされていない領域のデータを他局から受信する。

スレーブ局は、図4のスレーブ局1、スレーブ局2のように、自局に割り当てられた領域のみを保持することも、スレーブ局3のように他のスレーブ局に割り当てられた領域も全て保持することもできる。他のスレーブ局に割り当てられた領域もすべて保持する場合には、他局のサイクリックデータのモニタリングすることが可能であり、簡易的にコントローラネットワークを構築することができる。

3.4.2 トランジェント通信

トランジェント通信は、任意の機器間で1:1のメッセージ通信を行う通信機能である。

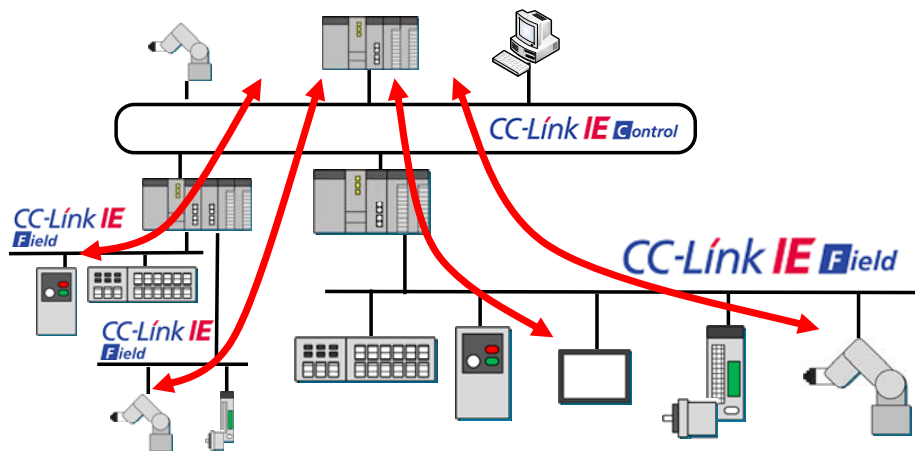


図5 トランジェント通信

CC-Link IE フィールドネットワークのトランジェント通信を図5に示す。CC-Link IE フィールドネットワークはネットワークに接続されている任意の機器に対してネットワーク番号と局番で指定することにより、メッセージ送信が可能である。この機能によりユーザは全ての機器に対して、ネットワークの物理的な構成に係わらず、シームレスに通

信することができ、システム全体をあたかも1つのネットワークとみなして、機器の管理ができる利点がある。

3.4.3 サイクリック通信とトランジェント通信の両立

CC-Link IE フィールドネットワークでは、制御用のサイクリック通信の帯域と、情報通信用のトランジェント通信の帯域をそれぞれ別に確保している。メッセージ通信のトラフィックが増大しても、サイクリック通信の通信サイクルに影響を及ぼすことは無く、安定した高速制御を継続できる。

4. CC-Link ファミリーのシームレス通信機能

ここでは、CC-Link ファミリー対応機器と一般のイーサネット対応機器(100BASE-TX など)の間で、シームレスな通信を実現する、アプリケーション共通プロトコル SLMP(Seamless Message Protocol)について説明する。

4.1 アプリケーション共通プロトコル SLMP(Seamless Message Protocol)

SLMP は、CC-Link ファミリー対応機器およびイーサネット対応機器の間でネットワークの階層、境界を意識させないシームレスなアプリケーション間通信を行うための共通プロトコルである。イーサネット対応機器は、TCP/IP 上に SLMP を実装することにより、CC-Link IE または CC-Link に接続された機器との間で容易に通信を行うことが出来る。SLMP はシンプルなクライアント・サーバ型プロトコルであるため、容易に実装可能である。

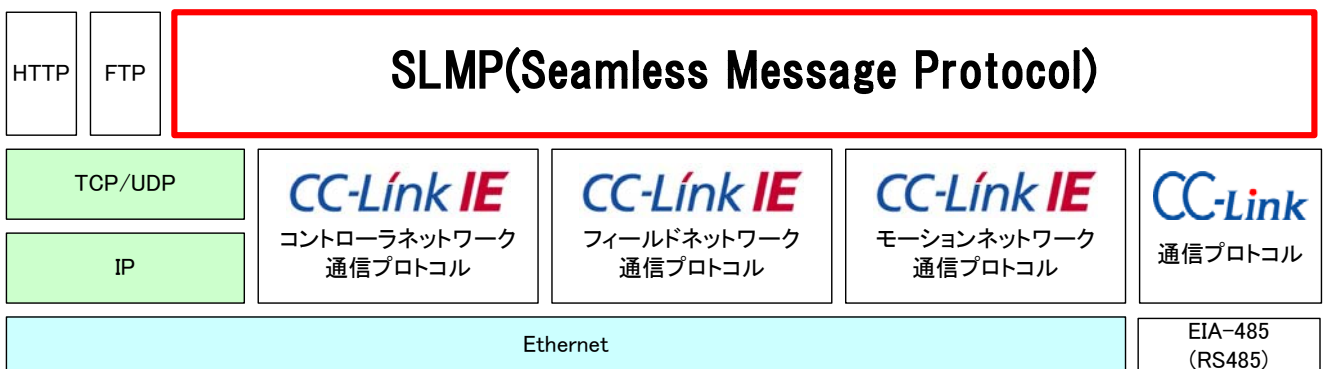


図6 シームレス通信を実現するプロトコル構成

4.2 イーサネット機器の接続

CC-Link ファミリーと汎用イーサネット対応機器の接続例を図7に示す。イーサネット対応機器は、イーサネットアダプタを経由して CC-Link IE フィールドネットワークに接続した機器との間で通信を行う。

図中のイーサネットアダプタは、CC-Link IE フィールドネットワークと100Mbpsのイーサネットを接続するための機器である。SLMP を実装したイーサネット対応機器は、通信相手先のネットワーク番号と局番を指定することにより、CC-Link IE フィールドネットワークに接続された機器にネットワークを越えてアクセスすることが出来る。

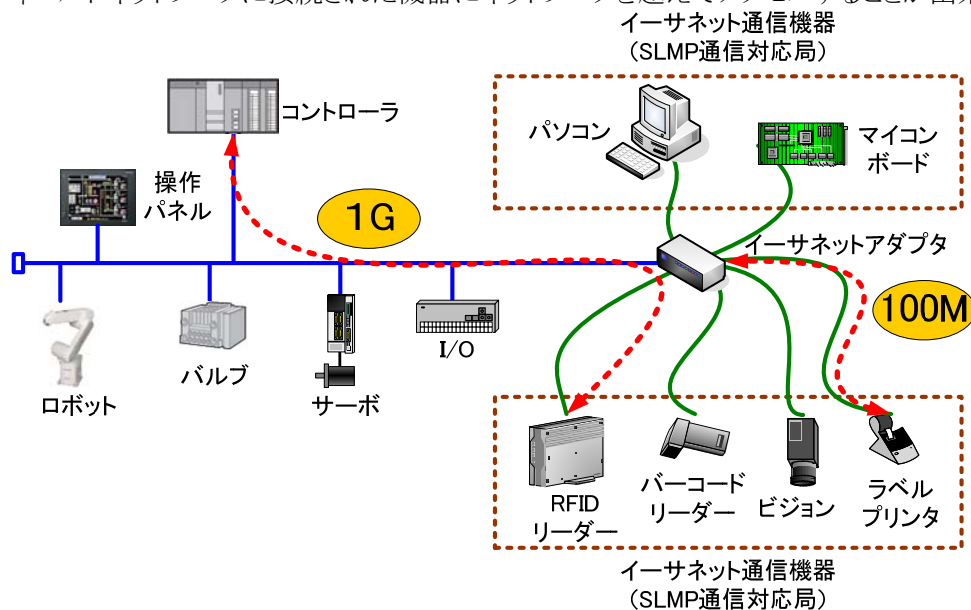


図7 イーサネット機器の接続

5. 適用事例

5.1 予知保全への適用

CC-Link IE フィールドネットワークの適用提案を示す。1Gbpsの高速転送により、制御のためのサイクリック通信を行いつつ、定期的に機器の健全性データを収集することができる。健全性データはシームレス通信を利用することにより、上位のパソコンから機器のデータを収集することができ、装置の予知保全を可能とする。例えば、高速制御と両立して、ストレス無く、モータ負荷電流計測のサンプリングデータなどのきめ細かいデータを短い周期で収集でき、収集した健全性データを元に設備診断などの予知保全が行える。

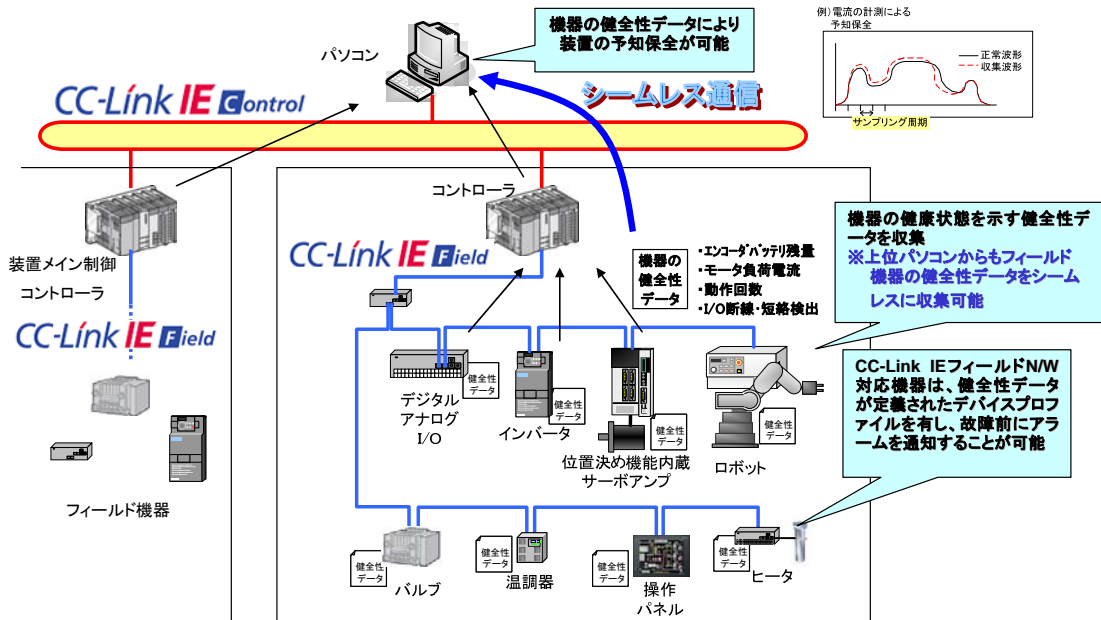


図8 予知保全への適用提案

5.2 LANからの設備管理

SLMPによるデバイス管理の様子を図9に示す。SLMPのシームレス通信により、事務所のLAN上に接続されたパソコンから、ネットワークを越えてCC-Link IEや、CC-Linkに接続された機器にアクセスし、パラメータの設定や、保全情報の収集などが行える。

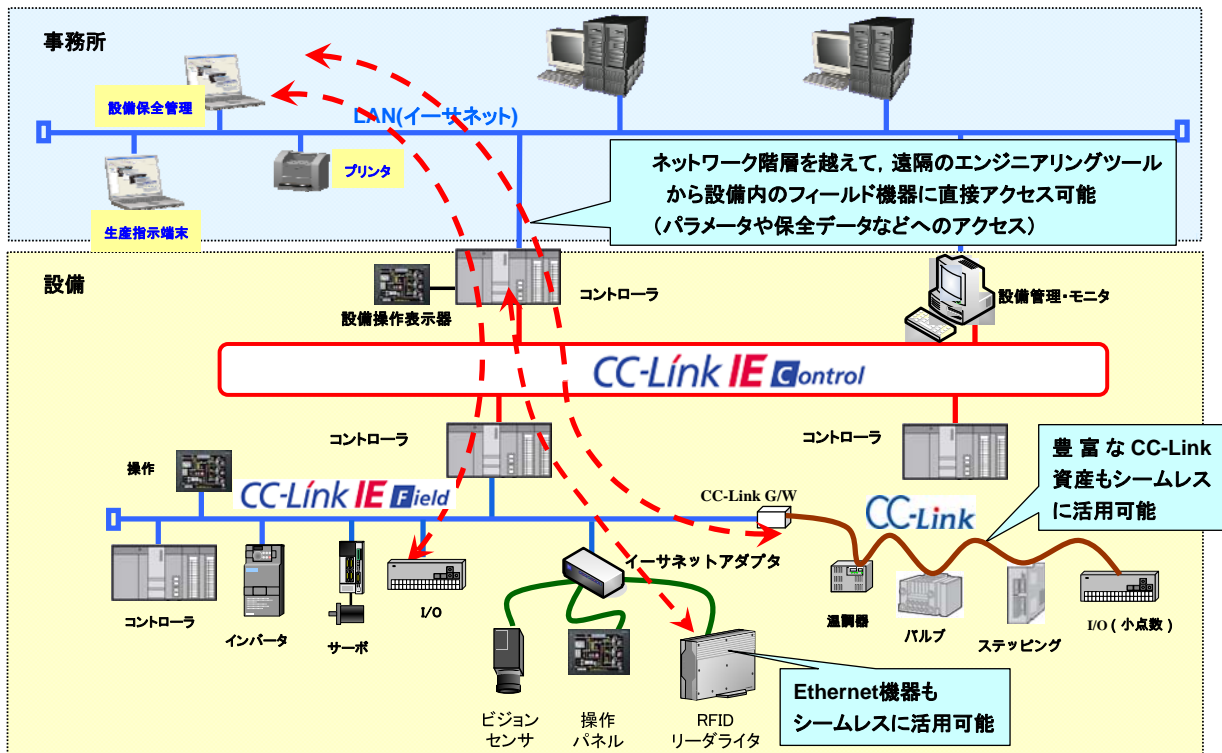


図9 LANからの設備管理

6. おわりに

「**CC-Link IE** フィールドネットワーク」は、汎用技術であるイーサネットをベースに、制御用途で必要となるリアルタイム通信と、トレーサビリティのための管理情報、機器の健全性データなど、制御用途以外のデータ交換を共存させ、高速に通信できる。また、システム構築においては、簡単なネットワーク設定と、自在なトポロジにより、イーサネットに関する高度な知識も必要とせず、多様なシステムを、手間をかけずに構築できる。制御プログラムの作成においても、分散共有メモリを使用して、ネットワークを意識することなくメモリを読み書きする感覚で簡単にプログラミングできる。

「**SLMP**」は、アプリケーションに対し、共通のプロトコルを提供することにより、**CC-Link IE**、**CC-Link** を含む **CC-Link** ファミリー、および、汎用イーサネットに接続する機器の間の何処から何処へでも、あたかも1つのネットワークであるかのようにシームレスにデータの送受信を行うことが出来る。

今回、**CC-Link** 協会は、**CC-Link IE** のフィールドレベルのネットワークとして **CC-Link IE** フィールドネットワークの仕様を公開した。今後 **CC-Link** 協会では、**CC-Link IE** モーションネットワークの仕様、**CC-Link IE** セーフティの仕様も公開する。**CC-Link** 協会としては、現在アジアでスタンダードとなっている **CC-Link** に加え、**CC-Link IE** のラインアップを充実させ、**CC-Link** ファミリーを多様なシステムに対して最適解を提供できる適材適所のネットワークとして発展させていく。

以上