

新コンセプト FLEX と FLEX 商品群の紹介

菅野 毅

The new concept of FLEX and introduction of FLEX products

Takeshi KANNO

In order to meet various requirements, Programmable Logic Controllers (PLCs) and motors/drivers in equipment have been connected by various ways such as controlling with pulse train, digital I/O, and field bus network.

We have developed products that can be connected to three control systems. They can be connected to I/O device and Modbus RTU network. And they can also be connected to other field bus network through a Network Converter (our gateway product). The products can be flexibly connected to a host PLC and allow customers to select system depending on their needs. We call this concept FLEX. Since some of FLEX products have a positioning function, positioning units of host PLC can be omitted and costs of equipment can be reduced. The FLEX products allow customers to reduce costs and time for developing equipment by using each merit of three control systems.

We introduce the merit of each control system and the FLEX products in the way using keywords of “cost reduction” and “saving time for developing equipment”.

1. はじめに

生産設備に求められる要求・市場ニーズは「コストダウン」を始め、「装置立上げ時間の短縮」、「生産性の向上」、「省エネルギー」、「トレーサビリティ」などさまざまです。ここ数年は特にコストダウンが強く望まれています。生産設備のコストダウンを実現するために、単純に機能を落とすことは、競争力を失うだけで得策ではありません。国内はもとより海外、特にアジアを中心とした装置メーカーに対抗するには、単なるコストダウンではなく、機能を損なわずにコストダウンを実現する、いわゆる「コストパフォーマンス」が重要視されています。

また、競合メーカーに対して優位に立つためには、早期市場投入が必要で、それゆえに装置立上げ時間の短縮が要求され、この要求は年々厳しくなっています。

ここでは「コストダウン」や「装置立上げ時間の短縮」の要望に応えることができる FLEX 商品群を紹介します。

2. 新コンセプト FLEX とは

FLEX とは、一つのドライバで ① I/O 制御、② Modbus RTU^(注1)(1) 制御、③ ネットワークコンバータ経由での FA ネットワーク制御の三つの制御方式に対応し、ユーザーニーズに合わせて自由に選択して、さまざまな上位コントローラとフレキシブルに接続できるシステムとして、当社が提案するものです。

FLEX 商品とは、この三つの制御方式に対応する商品のことをさします(図1)。

当社では、このたび、新しいコンセプトである FLEX に対応した商品群をラインアップしました。

(注1) Modbus は Modbus-IDA の登録商標。

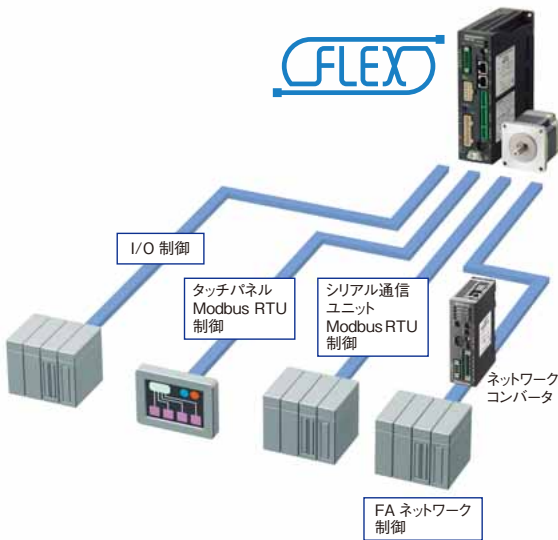


図1 さまざまな上位システムにつながる FLEX 商品

① I/O 制御

I/O 制御は、信号の ON/OFF だけで簡単にモーターを動かすことができるので、「装置立上げ時間の短縮」につながります。また、上位システムに入力・出力機器を使用するだけなので最も「ローコスト」で構築できます。

② Modbus RTU 制御

Modbus RTU 制御は、シリアル通信制御の一種です（4.2 参照）。シリアル通信はノイズに強く、通信ラインを 50m（注2）まで伸ばせるので、モーターケーブルを延長するよりも「コストダウン」につながります。シリアル通信に対応した上位システムは、数多くあり、I/O 制御

同様メーカーにとらわれないので、自由にメーカーを選択できます。また、ほとんどのタッチパネルは Modbus 通信を標準で搭載していますので、タッチパネルから簡単に操作することができます。

自由にメーカーを選択できること（装置設計の自由度の広がり）やタッチパネルから簡単に操作できることは、「装置立上げ時間の短縮」につながります。

③ ネットワークコンバータ経由での FA ネットワーク制御

ネットワークコンバータ経由での FA ネットワーク制御では、CC-Link⁽²⁾、MECHATROLINK-Ⅱ/Ⅲ⁽³⁾につながる商品をラインアップしています（注3）。FA ネットワークは省配線になり、特にモーター台数が多ければ多いほど、その「コストダウン」効果は大きくなります。FA ネットワークは、送信・受信を専用の通信 IC が自動で行っています。そのため I/O 制御の感覚でモーターを動かすことができます。こちらも「装置立上げ時間の短縮」につながります。

このように FLEX 商品とは、三つの制御方式に対応することによって、さまざまな上位システムに柔軟につながり、それぞれのメリットを活かすことができる商品です。

FLEX 商品群としては、位置決め制御であるステッピングモーターと中空ロータリーアクチュエータ、速度制御であるブラシレスモーターのラインアップを揃えています（図2）。

使用目的が異なるモーターでも、FLEX であれば同じ制御（接続）方法で『つながる』ことができます。



図2 FLEX 商品群のラインアップ

(注2) 最大の総延長距離 50m は、当社の Modbus 対応製品の仕様です。

(注3) CC-Link は CC-Link 協会（CLPA：CC-Link Partner Association）の登録商標。

MECHATROLINK-Ⅱ/Ⅲは MECHATROLINK 協会（MMA：MECHATROLINK Members Association）の登録商標。

3. 位置決め機能内蔵タイプ

3.1. 位置決め機能内蔵タイプとは

サーボモーターやステッピングモーターに代表される位置決め制御用モーターは、モーターやドライバ（アンプ）のほかに、パルスを発振するパルス発振器（PLCでは位置決めユニット、もしくはコントローラ）と呼ばれる機器が必要です（図3）。

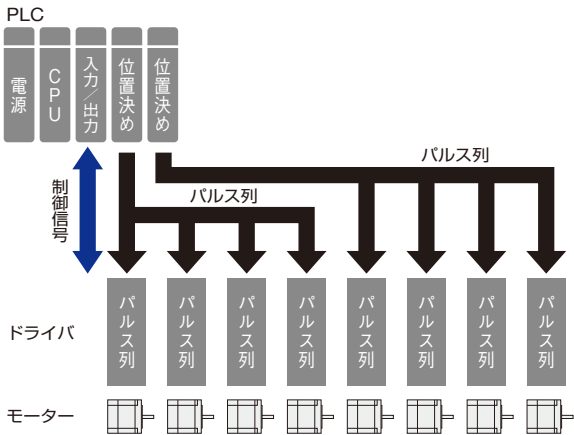


図3 バルス列制御時のシステム構成図 (8軸構成)

当社の FLEX 商品群、特に位置決め制御用モーターであるステッピングモーターは、ドライバにパルス発振器を内蔵していますので、上位システムのパルス発振器（PLCの位置決めユニット）を削減でき、装置の「トータルコストダウン」が可能になります（図4）。

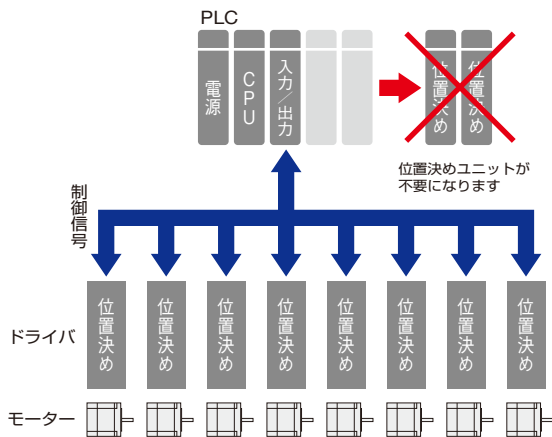


図4 位置決め機能内蔵タイプのシステム構成図 (8軸構成)

また、ドライバに内蔵されているパルス発振器は、単なるパルス発振器ではなく、位置決め制御で活用できるさまざまな機能を持っています。

次節では、そのさまざまな位置決め運転機能について紹介します。

3.2. 位置決め機能内蔵タイプのさまざまな機能

3.2.1. 停止時間を設定できる運転機能

単純な往復運転であれば、あらかじめ移動量や速度を設定しておき、起動信号を ON するだけで簡単に運

転することができる『連結運転2』という機能があります（図5）。

運転データ	移動量	速度	運転機能	ドウェル時間
No.1	5000	5000	連結2	1000
No.2	-5000	5000	単独	0

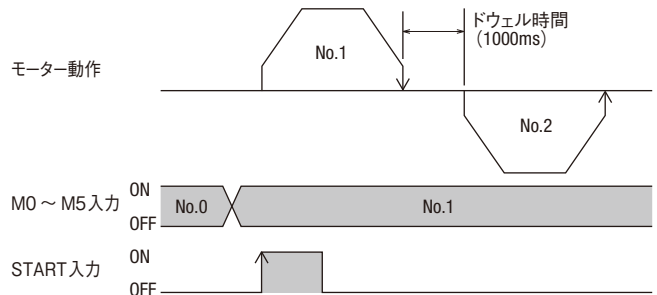


図5 連結運転2の運転パターン例

この『連結運転2』は、運転と運転の間にドライバで停止時間（ドウェル時間）を設定できるので1回の起動信号で簡単に往復運転が行えます。ワーク作業完了時に元の位置に自動で戻すような用途などに適しています。これによって、PLCプログラミングの作成負荷（設計工数）を減らすことができます。

3.2.2. 位置決めデータを順番に実行する運転機能

コンベアの搬送やスタッカー搬送など、寸送り（ピッチ送り）を行う用途には、『順送り位置決め運転』という機能が便利です。『順送り位置決め運転』とは、起動信号が ON するたびに、運転データ番号を順番に実行する機能です（図6）。

運転データ	移動量	速度	運転機能	順送り位置決め
No.0	2000	2000	単独	有効
No.1	2500	3000	連結	有効
No.2	5000	6000	連結	有効
No.3	700	1000	単独	有効
No.4	-4000	3000	単独	有効
No.5	-6000	3500	単独	無効

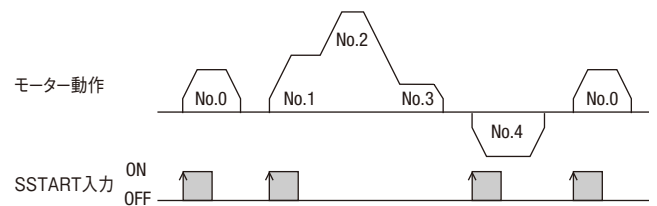


図6 順送り位置決め運転の運転パターン例

あらかじめ移動量・速度・運転機能などを設定し、起動信号の ON/OFF（I/O の ON/OFF）を繰り返すだけで、さまざまな運転パターンが実現できます。

また、位置決め運転のほかに、原点復帰運転や連続運転（運転データ番号を切り替えて変速）など、PLCの位置決めユニットのほとんどの機能をドライバに内蔵しています。

3.2.3. 同一方向で無限に運転する機能

回転機構で一方向に運転し続けると指令位置が最大値まで到達したあと最小値に変化してしまいます。このように指令位置が巡回してしまうと、モーター位置管理が把握しにくくなります。そこで、モーターの位置情報を一回転内や多回転内の任意のポイントで、自動的にゼロリセットすることにより、この問題を解決することができます。当社では、この機能を『ラウンド機能』と呼んでいます。インデックステーブルやターンテーブルなどの用途で利用できます（図7）。

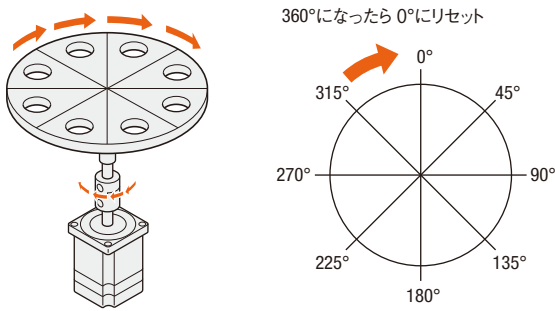


図7 ラウンド機能の用途例

また、モーター位置情報をバッテリーバックアップで記憶（保持）するアブソリュートシステムとラウンド機能を組み合わせることにより、原点復帰レスで『無限多回転の動作システム』を構築できます。

このラウンド機能は、**αSTEP AR** シリーズ FLEX 位置決め機能内蔵タイプと中空ロータリーアクチュエータ **DGII** シリーズ FLEX 位置決め機能内蔵タイプに搭載されています（図8）。



図8 DGIIシリーズとARシリーズ AC 電源入力

3.2.4. 偏差異常の検出機能（エンコーダ付きモーター）

偏差異常の検出機能は、5相ステッピングモーターユニット **CRK** シリーズ FLEX 位置決め機能内蔵タイプに搭載されています。

エンコーダ付きモーターを使用することで位置ずれなどの検出が容易となります（図9、図10）。

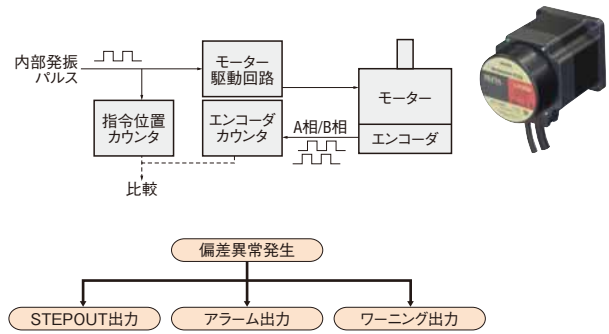


図9 偏差異常の検出のブロック構成

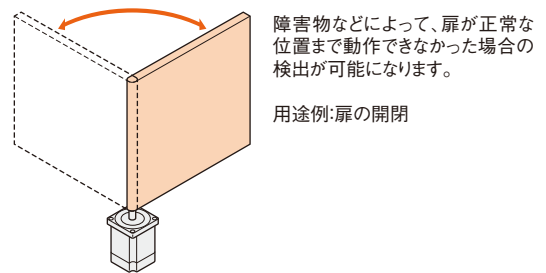


図10 偏差異常検出を使ったアプリケーション例

エンコーダをドライバに接続するだけなので、上位 PLC にカウンタユニットなどを設ける必要がありません。そのため、「ローコスト」で偏差異常を検出できるだけでなく、上位 PLC で偏差異常を算出するプログラミングの手間も省け、「装置立上げ時間の短縮」にもつながります。

以上のように、位置決め機能内蔵タイプは、PLC の位置決めユニットの機能のほかに、前述のような機能も搭載しています。そのため PLC の位置決めユニットを削減できるだけでなく、より簡単に目的の制御をおこなうことができます。

4. FLEX のさまざまな制御方法

4.1. I/O 制御

I/O 制御では、ドライバ前面にある入出力信号端子を使ってモーターを制御します（図11）。

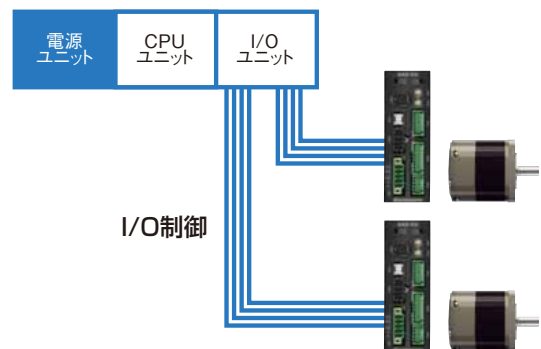


図11 I/O 接続によるモーター制御

I/O 制御は、ダイレクトに入出力信号を ON/OFF するので、三つの制御方法のうち最も遅延が少ない制御方法になります。タクトタイムが厳しい装置では、この I/O 制御か、パルス列制御が適しています。

また、リレー制御のように、I/O の ON/OFF だけで簡単にモーターを制御できますので、PLC プログラミングが簡単に作成でき、「装置立上げ時間の短縮」に貢献できます。簡易的な装置であれば、外部スイッチを設けるだけで、上位 PLC レスでモーターを動かすことができ、「コストダウン」につながります。

一方で、I/O 制御のデメリットは、配線数が多くなることと、運転データ（移動量や速度）を自由に書き替えできないことがあげられます。そのため、ワークごとに運転パターンが決まっている用途に限られてしまいます。これらのデメリットについては、Modbus RTU 制御やネットワークコンバータ経由での FA ネットワーク制御で問題を解決することができます。

4.2. Modbus RTU 制御

Modbus とは、Modicon Inc. (AEG Schneider Automation International S.A.S) が PLC 用に開発したシリアル通信プロトコル（通信手順）で、そのプロトコル仕様は全世界に公開されています。多くの産業分野で広く使われており、たとえば、バーコードリーダーを始め、RFID (IC タグなど)、変位センサ、ロードセル、温調器、ビジョンセンサ (カメラ)、最近ではインバータなど多くの機器が対応しています。上位 PLC で Modbus 制御をするには、シリアルコミュニケーションユニットを使います (図 12)。

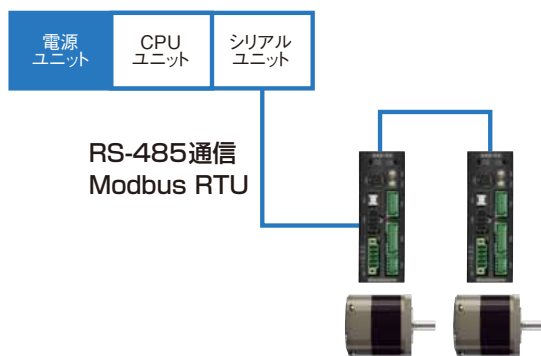


図 12 Modbus RTU 接続によるモーター制御

タッチパネルにおいては、Modbus 通信プロトコルを標準に搭載しているメーカーがほとんどなので、シリアル通信方式を Modbus RTU に設定すると、簡単に通信することができます。このように、Modbus にはさまざまな接続機器が存在しており、かつ当社の製品は、一つの Modbus マスタ機器に最大 31 台接続することが可能なので、PLC の位置決めユニットを使う

よりも「コストダウン」することが可能です。Modbus 制御のできることは、モーターの起動・停止だけでなく、I/O 制御ではできなかった、移動量や速度の書き換えや運転電流などのパラメータ変更のほかに、モーターの位置情報のモニタ、アラームコードの取得など、さまざまな情報を得ることができます。

これらのメリットは、Modbus 制御に限らず、次節のネットワークコンバータ経由での FA ネットワーク制御にもあります。

ここで、I/O 制御と Modbus 制御を組み合わせた事例を紹介します (図 13)。普段は、I/O 制御でモーターを駆動して、移動量や速度を変更したい場合 (段取り替え時など) に、タッチパネルを使用します。

この構成は、最も「ローコスト」で、PLC プログラミングの「設計工数低減」にもなり、かつ I/O 制御は、起動時間が 10ms 程度で済むので、タクトタイムも短くすることができます。

《タッチパネルで操作》

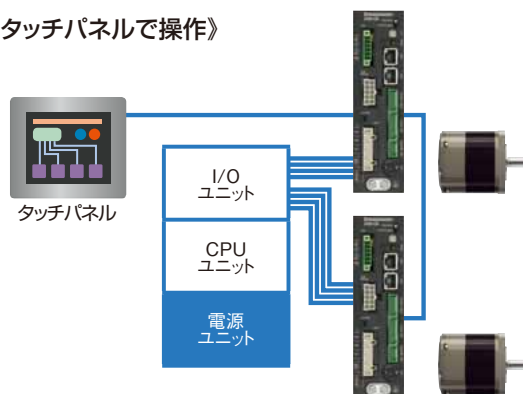


図 13 I/O 制御とタッチパネル (Modbus) 制御の組み合わせ

インバータ制御では、アナログ電圧もしくは、アナログポリュームでの速度指令が主流でしたが、近年では、Modbus 通信を使ったデジタル制御が一般化しています (図 14)。

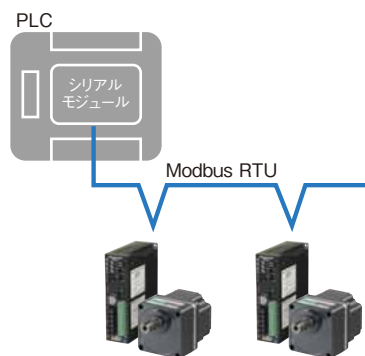


図 14 ブラシレスモーター BLE シリーズの Modbus 制御構成

アナログ制御に対して、Modbus 通信によるデジタル制御のメリットは、ノイズに強いことと、配線長を長

く引き伸ばせることがあげられます。当社の速度制御用モーターである、ブラシレスモーター **BLE** シリーズが Modbus RTU 制御に対応しています。

4.3. FA ネットワーク制御（ネットワークコンバータ経由）

FA ネットワークの代表的なプロトコルとしては、DeviceNet⁽⁴⁾、CC-Link、MECHATROLINK、SSCNET⁽⁵⁾、Modbus、CANopen⁽⁶⁾ などが知られています。

近年では、Ethernet をベースにした、EtherCAT⁽⁷⁾、EtherNet/IP⁽⁴⁾、PROFINET⁽⁸⁾、CC-Link/IE⁽²⁾ などがあります（注4）。

ネットワークコンバータとは、FA ネットワークのプロトコルを当社独自の RS-485 プロトコルに変換し、多様な FA ネットワークの下で FLEX 商品群を制御できるようにするプロトコル変換器のことをいいます（図 15）。

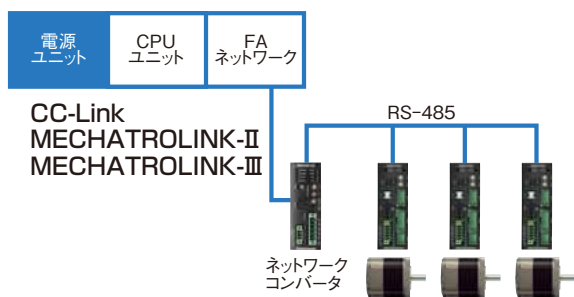


図 15 ネットワークコンバータを用いたシステム構成

ネットワークコンバータとしては、CC-Link、MECHATROLINK-Ⅱ、MECHATROLINK-Ⅲに対応した機種を取り揃えていますので、ネットワークコンバータを変えるだけで、多様化するネットワークの要望に応えられるようになります。また、ネットワークコンバータのみの変更で、CC-Link から MECHATROLINK へ簡単にネットワークの変更ができます。

つまり、ネットワークコンバータから下のドライバ・モーター・メカなどの機構設計や図面を変えることなく、さまざまな FA ネットワークに容易に対応できるので、設計工数の低減にもつながります。ネットワークコンバータを採用することで、各種ネットワークに対応した装置バリエーションも簡単に実現が可能です。

I/O 制御は、数多くの入出力信号を配線する必要があるので、ネットワークコンバータは、FA ネットワークに対応しているため、省配線になり配線工数の削減や結線ミスの低減に貢献します。その効果はモーター

台数が多いほど、効果的でコストメリットも大きくなります。

ネットワークコンバータは、モーターの起動・停止だけでなく、移動量や速度の運転データやパラメータの設定、モーターの位置情報のモニタ、アラームコードの取得などを FA ネットワークを通じて行うことができます。上位 PLC からは、あたかも FA ネットワークに直接モーター・ドライバがつながっているかのように見えるため、ネットワークコンバータから下の RS-485 通信制御を意識する必要がありません。しかも、モーターの起動・停止は、I/O 制御のように制御することができるため、PLC プログラミングは非常にシンプルになります。

5. ネットワークコンバータ

上位 PLC の FA ネットワーク（マスタ）から見ると、ネットワークコンバータは、1 台分しか占有しません。ネットワークコンバータの下には、10 台以上のドライバを接続することができますので、FA ネットワークで規定されている接続台数よりも多くのモーターを扱えるようになります（表 1）。したがって、上位マスタを増設する必要がないので、コストメリットが出てきます。ネットワークコンバータは、装置全体の「トータルコストダウン」を提案できる商品となっています。

表 1 ネットワークコンバータとドライバの最大接続台数

	FA ネットワークの仕様台数	1 台のマスタに接続できる台数	コンバータ経由のドライバ接続台数
CC-Link	1 局占有：42 台※1	16 台※2	6 軸接続モード：96 台 12 軸接続モード：192 台
	2 局占有：32 台※1		
	3 局占有：21 台※1		
	4 局占有：16 台※1		
MECHATROLINK-Ⅱ	30 台	16 台※3	8 軸接続モード：128 台 16 軸接続モード：256 台
Modbus	マスタの仕様による	31 台(当社仕様)	

※ 1 リモートデバイス局の接続台数を示す

※ 2 CC-Link のネットワークコンバータは、4 局占有のため、16 台

※ 3 MECHATROLINK-Ⅱの PLC マスタの大半は、最大接続台数が、16 台

5.1. ネットワークコンバータの仕組み

1 台のネットワークコンバータで、複数台のモーターを制御できるように、ネットワークコンバータは、メモリ領域を確保しています（図 16）。

メモリ領域は大きく分けて、モーター制御用に使う『リモート I/O 部』と、運転データ（移動量や速度）、パラメータの読み書きを行う『リモートレジスタ部』の二つの構

(注 4) Device Net, EtherNet/IP は ODVA 協会（ODVA：Open DeviceNet Vender Association）の登録商標。

SSCNET は三菱電機株式会社の登録商標。

CANopen は CiA 協会（CiA：CAN in Automation）の登録商標。

EtherCAT は ETG 協会（ETG：EtherCAT Technology Group）の登録商標。

PROFINET は PI 協会（PI：PROFIBUS & PROFINET International）の登録商標。

CC-Link/IE は CC-Link 協会（CLPA：CC-Link Partner Association）の登録商標。

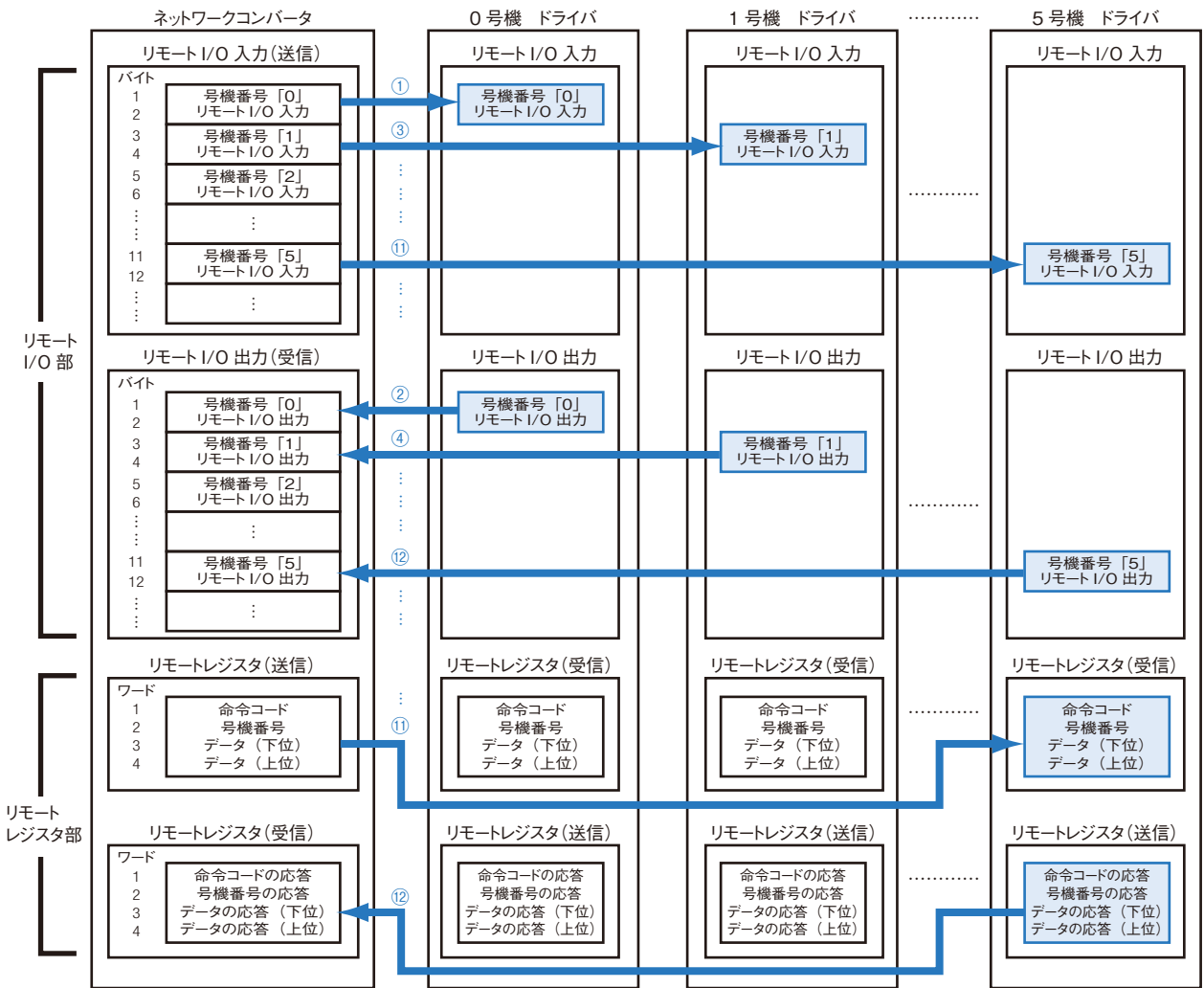


図 16 ネットワークコンバータのメモリ領域とドライバの関連図

表 2 FLEX 商品群のリモート I/O 部の詳細

<リモート I/O 入力 (マスター→ネットワークコンバータ)>

各号機番号の リモート I/O 入力	上位バイト								下位バイト							
	15ビット	14ビット	13ビット	12ビット	11ビット	10ビット	9ビット	8ビット	7ビット	6ビット	5ビット	4ビット	3ビット	2ビット	1ビット	0ビット
CRK シリーズ	—	—	C-ON	STOP	HOME	RVS	FWD	START	—	—	M5	M4	M3	M2	M1	M0
AR シリーズ	RVS	FWD	-JOG	+JOG	SSTART	MS2	MS1	MS0	未使用	FREE	STOP	HOME	START	M2	M1	M0
DGII シリーズ	RVS	FWD	-JOG	+JOG	SSTART	MS2	MS1	MS0	未使用	FREE	STOP	HOME	START	M2	M1	M0
BLE シリーズ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	MB-FREE	STOP-MODE	REV	FWD	M2	M1	M0

<リモート I/O 出力 (ネットワークコンバータ→マスター)>

各号機番号の リモート I/O 出力	上位バイト								下位バイト							
	15ビット	14ビット	13ビット	12ビット	11ビット	10ビット	9ビット	8ビット	7ビット	6ビット	5ビット	4ビット	3ビット	2ビット	1ビット	0ビット
CRK シリーズ	AREA	—	READY	—	HOME-P	MOVE	STEP-OUT	START_R	ALM	WNG	M5_R	M4_R	M3_R	M2_R	M1_R	M0_R
AR シリーズ	TLC	END	MOVE	TIM	AREA3	AREA2	AREA1	S-BSY	ALM	WNG	READY	HOME-P	START_R	M2_R	M1_R	M0_R
DGII シリーズ	TLC	END	MOVE	TIM	AREA3	AREA2	AREA1	S-BSY	ALM	WNG	READY	HOME-P	START_R	M2_R	M1_R	M0_R
BLE シリーズ	TLC	VA	MOVE	ALARM-OUT2	—	—	—	S-BSY	ALARM-OUT1	WNG	STOP-MODE_R	REV_R	FWD_R	M2_R	M1_R	M0_R

成になっています。リモート I/O 部は、ネットワークコンバータから下のすべてのドライバの I/O 情報を持っています。これは、ネットワークコンバータの概念である複数台のモーターをリモート I/O で一括制御することにより、上位マスタを増設することなく、システム全体の「コストダウン」を達成できることを目的としているからです。

表 2 のようにリモート I/O 部は、モーターの起動・停止を担う部分で、これは、ネットワークでも I/O の ON/OFF だけで、簡単にモーターを制御する考え方を継承しているからです。

ネットワークコンバータはドライバの号機番号が若い順番から一定間隔でドライバの号機ごとに配分しながら RS-485 通信を行っています（このことをポーリングと呼びます。図 16 の①～⑫の番号の順番に通信を行っています）。

モーター制御にかかわるリモート I/O 部は、すべてのドライバでポーリングを行うことにより、常に最新情報に更新されています。一方、データの読み書きを担うリモートレジスタ部は、指定された号機にのみアクセスする方式を採用しています。図 16 は、5 号機にのみリモートレジスタをアクセスしている例です（図 16 の⑪、⑫の番号を参照）。

5.2. ネットワークコンバータの通信遅れ時間

ネットワークコンバータは、ドライバの号機ごとに一定周期（1ms 周期）で通信を行っているため、ドライバの接続台数が増えるほど、RS-485 通信の遅れ時間が長くなります。

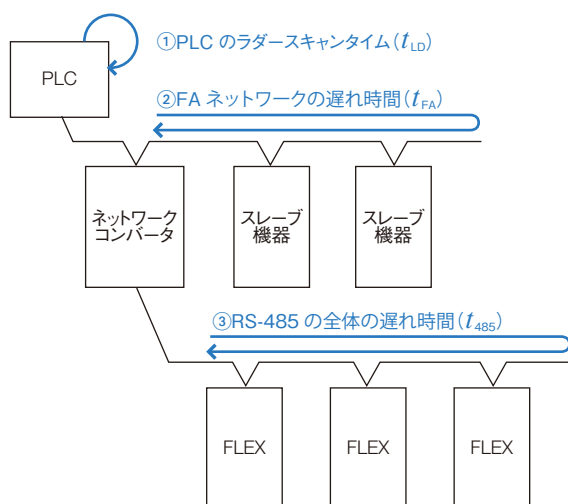


図 17 コンバータの遅れ時間のシステム構成図

図 17 に示すように通信の遅れ要素は、大きく分けて、① PLC のラダースキャンタイム (t_{LD})、② FA ネットワークの遅れ時間 (t_{FA})、③ RS-485 の全体の遅れ時間 (t_{485}) の三つからなります。

したがって、システム全体の遅れ時間 (t_{io}) は、(1) 式のようになります。このシステム全体の遅れ時間は、リモート I/O による起動遅れ時間を意味し、たとえば、上位マスタから START 信号を ON したときに、モーターが動き出すまでの遅れ時間となります。

$$t_{io} = t_{LD} + t_{FA} + t_{485} \dots \dots \dots (1)$$

t_{io} : システム全体の遅れ時間 [ms]

t_{LD} : PLC のラダースキャンタイム [ms]

t_{FA} : FA ネットワークの遅れ時間 [ms]

t_{485} : RS-485 の全体の遅れ時間 [ms]

ここで、③の RS-485 の全体の遅れ時間は、ドライバ 1 台に対して約 1ms 周期でポーリングしている関係から、ドライバの接続台数に比例して長くなります。また、②と③は、非同期通信なので、③の RS-485 の通信周期が、最大で 2 周期必要になります。したがって、③の RS-485 の全体の遅れ時間は、(2) 式になります。

$$t_{485} = t_{CMD} \times n \times 2 \dots \dots \dots (2)$$

t_{CMD} : RS-485 上の 1 コマンド処理時間 = 約 1ms

n : ドライバ接続台数

ゆえに、システム全体の遅れ時間は、(1)、(2) 式から、(3) になります。

$$t_{io} = t_{LD} + t_{FA} + (t_{CMD} \times n \times 2) \dots \dots \dots (3)$$

ここで、(3) 式において、CC-Link コンバータを使った場合の具体例を説明します。

CC-Link 通信ラインには、ネットワークコンバータが 1 台しか接続されていないものとし、そのときの②の FA ネットワークの遅れ時間（CC-Link 通信の遅れ時間）は、往復で約 4ms と仮定します。また、 t_{LD} (PLC のラダースキャンタイム) を 1ms と仮定し (3) 式を計算すると、図 18 のようになります。

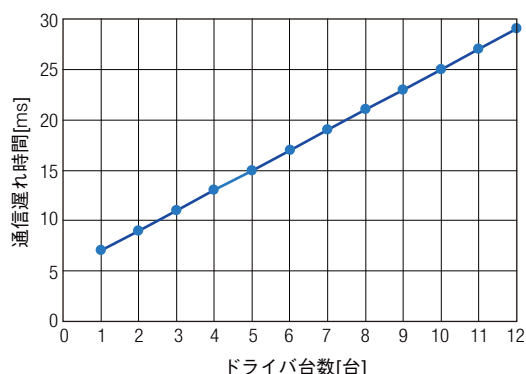


図 18 CC-Link コンバータの起動遅れ時間

図 18 から 12 台接続時に PLC 上から 12 台同時に起動信号を ON すると、約 30ms 後にモーターが動き出すこととなります。ここでの注意点は上位 PLC からコンバータに届いた起動信号は、RS-485 通信を經由してドライバに分配されるため、号機番号の若い順番から、最小 1ms ずつ遅れて到達し 12 台のモーターが順次起動していきます（最大で、2 周期分遅れる可能性あり）。

起動に関するモーター制御は、全軸分のリモート I/O があるので、(3) 式にて求めることができます。

しかし、移動量の変更などのデータ転送については、リモートレジスタが、一つ分（1 台分 1 個）しかないため、複数台のドライバの移動量を書き替えるためには、ドライバの台数分だけ、データ転送をする必要があります。このときのデータ転送遅れ時間の考え方を説明します。

移動量の変更などのデータ転送は、リモートレジスタに、命令コード、号機番号、データをセットしたあと、コマンド実行要求 (D-REQ) を ON して実行を開始します。

データ転送は、号機ごとに変更するので、次の号機を変更する前に、コマンド実行要求 (D-REQ) を OFF する必要があります。コマンド実行要求 (D-REQ) の OFF は、コマンド処理完了 (D-END) の ON を見て、PLC プログラミングにて、コマンド実行要求 (D-REQ) を OFF することになります (図 19)。

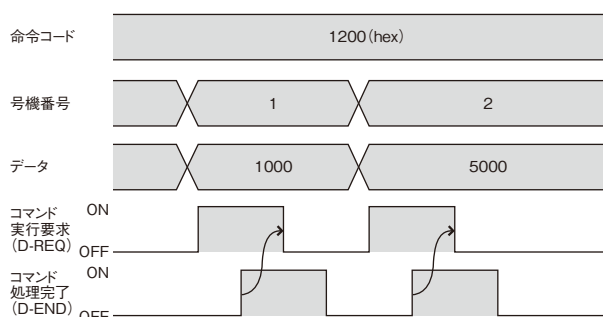


図 19 データ転送のタイミングチャート

したがって、一つのデータを転送するために、コマンド実行要求ビット (D-REQ) の ON と OFF を 2 回発行することになります。

ゆえに、データ転送の遅れ時間は、(4) 式のようになります。

$$t_{REG} = t_{io} \times 2 \times n_d \dots\dots (4)$$

$$= [t_{LD} + t_{FA} + (t_{CMD} \times n \times 2)] \times 2 \times n_d$$

t_{REG} : データ転送遅れ時間 [ms]
 n_d : データ転送の回数

図 20 から、たとえば、6 台接続時に各ドライバに対して、移動量と速度の書き替え（データ転送回数の合

計は 12 回）を行った場合のデータ転送の遅れ時間は、約 400ms であるということが分かります。

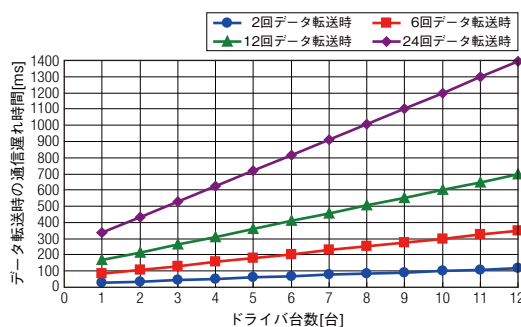


図 20 CC-Link コンバータのデータ転送遅れ時間

6. まとめ

FLEX を採用することにより、装置全体の「コストダウン」や「装置立上げ時間の短縮」に貢献できることを説明してきました。

また、FLEX は、三つの制御方法に対応していますので、ユーザーニーズに合わせて制御方法を自由に選択できます。

つまり、上位システムにとらわれずに柔軟に接続できますので、装置設計の選択肢の幅が広がります。

FLEX 商品群としては、ステッピングモーターを始め、中空ロータリーアクチュエータ、ブラシレスモーターがあり、これらのモーターは、同じ接続形態で『つながる』ことができます。

今後は、より多様化する FA ネットワークに対応できるように、ネットワークコンバータのラインアップ拡充と、直動製品のアクチュエータやサーボモーターを含めた、さらなる FLEX 商品群の展開を目指していきます。

参考文献

- (1) Modbus-IDA ホームページ ,Modbus-IDA,
<http://www.modbus.org/>, (2012/4/19)
- (2) CC-Link 協会ホームページ ,CC-Link 協会 ,
<http://www.cc-link.org/jp/>, (2012/4/19)
- (3) MECHATROLINK 協会ホームページ , MECHATROLINK
協会 ,
<http://www.mechatrolink.org/jp/>, (2012/4/19)
- (4) ODVA ホームページ ,ODVA (Open DeviceNet Vender
Association) ,
<http://www.odva.org/>, (2012/5/6)
- (5) 三菱電機株式会社のホームページ ,SSCNET Ⅲ ,
http://www.mitsubishielectric.co.jp/fa/products/cnt/ssc/catalog/sscnet/index_j.html, (2012/5/6)
- (6) CiA のホームページ ,CiA (CAN in Automation) ,CANopen,
<http://www.can-cia.org/>, (2012/5/6)
- (7) EtherCAT Technology Group (ETG)のホームページ ,
EtherCAT,
<http://www.ethercat.org/jp.htm>, (2012/5/6)
- (8) 日本プロフィバス協会のホームページ ,PROFINET,
<http://www.profinet.jp/index.htm>, (2012/5/6)

筆者



菅野 毅

MC 事業部