

# プログラマブルコントローラの 演算処理性能指標(PLC-MIX)

平成16年12月



社団法人日本電機工業会

PLC技術専門委員会

# 目 次

ページ

1. はじめに .....	1
2. 『PLC-MIX』の算出における想定システム .....	1
3. 『PLC-MIX』の算出における演算処理命令種別の想定使用比率 .....	1
4. 定義 .....	2
a) PLC-MIX .....	2
b) 基本PLC-MIX .....	2
c) 応用PLC-MIX .....	2
d) 総合PLC-MIX .....	2
e) 命令 .....	2
f) 相当応用命令 .....	2
g) 変化・無変化 .....	3
h) 実行・非実行 .....	3
i) 命令配分比率 .....	3
5. PLC-MIXの算出 .....	5
a) 応用命令 .....	5
b) 処理時間算出時の注意事項 .....	5
6. ラダー言語以外のプログラム言語でのPLC-MIXの算出 .....	5
a) 構造化テキスト(ST)言語 .....	6
b) 機能ブロック図(FBD)言語 .....	6
c) 簡易相当応用命令 .....	7

# プログラマブルコントローラの演算性能処理指標(PLC-MIX)

## 1. はじめに

プログラマブルコントローラ(以下、PLCという。)は、リレー式シーケンス制御盤に代わる汎用コントローラとして、そのコンパクトさ、信頼性の高さ、生産現場でも簡単にプログラムの変更を行える点などが多くの産業分野に受け入れられ、急速に普及してきた。また、近年のマイクロエレクトロニクス技術の発展に伴い、PLCは単なるシーケンスコントローラとしてだけでなく、複雑化する産業設備の中で、演算制御・情報処理・ネットワーク化などにも対応できる、高機能、高性能で、しかも使い易い制御装置として、システム構築のキー・コンポーネントとなっている。

現在では各種のPLCが製品化されており、使用目的や対象分野などに応じて入出力点数や機能・性能などもバラエティに富んできているため、システム構築時に目的に合ったPLC機種を選択することが非常に難しくなっている。目的に応じた機種を選択するためには各種の評価要素を検討する必要がありますが、演算処理性能は重要な評価要素の一つである。

そのため、日本国内の各産業分野におけるPLCユーザの皆様が目的に応じたPLC機種を選択する際、PLCの演算処理性能を比較検討するための評価指標として、(社)日本電機工業会では『PLC-MIX』を定めた。

なお、PLCの総合的な性能は、PLC-MIXの着目する演算処理性能だけでなく、周辺機器との通信、ネットワーク処理、自己診断、入出力処理などの処理を合わせて評価する必要がある。これらの能力に関する性能については、別途、製造業者の情報を参照されたい。

## 2. 『PLC-MIX』の算出における想定システム

PLCの総合処理性能はシステム構成によって大きく左右されるため、小形から大形までの各PLC機種の演算処理性能を評価するために、PLC-MIXの算出では、演算処理以外の機能による影響をなるべく排除するため、表1のようなシンプルなシステム構成を想定する。

表1 想定システム構成

項目	内容	備考
使用言語	ラダー言語	JIS B3503準拠
システム規模	入力128点/出力128点	近接I/O
内部データ	64ワード	ワード幅はシステム依存
アプリケーション	8,000ステップ(相当)	
命令	基本シーケンス命令 応用命令	浮動小数点は含まない

## 3. 『PLC-MIX』の算出における演算処理命令種別の想定使用比率

PLCの演算命令処理速度は命令種別によって大きく異なり、その結果として命令種別の使用比率によって演算処理性能が大きく左右されるため、適用するアプリケーションの性質によって命令種別の使用比率を考慮する必要がある。あらゆるアプリケーション種別に対応した命令種別の使用比率を想定することは現実的ではないので、このPLC-MIXの算出ではその前提条件として、各産業分野で実際に使用された表2のようなアプリケーションプログラムを分析して平均値を想定使用比率として採用した。

表2 アプリケーション

大分類	小分類	システム数	基本命令率	標準偏差
設備監視・制御	設備監視	4	69.3%	21.9%
	電力監視	1		
	操作盤	1		
ライン制御	ライン制御	8	78.5%	10.4%
	鉄鋼	1		
運搬機械	運搬機械	4	76.85%	10.4%
	コンベヤ	1		
製紙・印刷機械	印刷機械	5	74.15%	2.5%
加工機械	金属加工	3	60.8%	12.4%
	押出成型	3		
	旋盤	1		
食品・包装機械	食品	1	79.2%	5.18%
	栽培	1		
半導体・液晶製造装置	半導体	4	86.4%	5.72%
合計		38	67.4%	9.09%

4. 定義

a) PLC-MIX

PLC-MIXは、PLCの演算処理性能の指標を与えるもので、命令配分比率に従って重み付けされた、単位時間当たりに実行できる命令数とする。

b) 基本PLC-MIX

内外部のビットに対する入出力処理及びタイマ・カウンタ処理のみの命令配分比率による加重平均された単位時間当たりに実行できる命令数とする。

c) 応用PLC-MIX

ワード（16ビット及び32ビット）に対する各種演算並びに転送などの応用命令における命令配分比率による加重平均された単位時間当たりに実行できる命令数とする。

d) 総合PLC-MIX

基本命令及び応用命令をあわせた命令配分比率による加重平均された単位時間当たりに実行できる命令数とする。

e) 命令

PLC-MIXの対象とする命令は、JIS B 3503(プログラマブルコントローラ - プログラム言語)の4章に定めるラダー言語に準拠する言語の命令を対象とする。

一つの応用命令とは、演算対象データへのアクセス、演算の実行、演算結果の格納までの一連の動作とする。複数の命令によって相当の動作が実現される処理系の場合は、それらの命令実行時間を総和して相当命令実行時間とする。

f) 相当応用命令

PLC-MIXでは、広く使用されているラダー言語を想定して規定する。しかし、構造化テキスト(ST)言語や機

能ブロック図(FBD)言語によるアプリケーションプログラムを使用するPLCにおける性能指針として、ラダー言語の応用命令に相当する命令群を相当応用命令として規定する。

g) 変化・無変化

基本命令出力処理において、命令の実行前後で出力状態が反転する場合を变化状態とし、命令の実行前後において出力状態が同じ場合を無変化状態とする。

h) 実行・非実行

コイル、タイマ、カウンタ及び応用命令に接続されるビット入力命令の総論理演算結果が真となり、コイルなどの出力命令が実行される状態を実行状態とする。

逆に、ビット入力命令の総論理演算結果が偽となり、出力命令の実行が行われない状態を非実行状態とする。

i) 命令配分比率

各産業分野で実際に使用された38種のアプリケーションプログラムの平均から求められたPLC-MIXの算出に用いる命令の配分比率を表3に示す。

表3 命令配分表

命令分類	命令			命令比率		
基本命令	入力	1ビット外部入力	-	18.399%	84.399%	
			出力	1ビット外部出力		変化
	無変化	6.969%				
	演算	1ビット内部入力	-	30.353%		
			1ビット内部出力	変化		6.618%
		タイマ/カウンタ		16ビットタイマ		非実行
			タイム中			0.438%
	16ビットカウンタ		アップ後	0.438%		
			カウント中	0.012%		
			非実行	0.104%		
応用命令	16ビット転送	16ビット転送	実行	0.724%	15.601%	
			非実行	2.895%		
	16ビット四則演算	16ビット加算	実行	0.158%		
			非実行	0.631%		
		16ビット減算	実行	0.074%		
			非実行	0.297%		
		16ビット乗算	実行	0.037%		
			非実行	0.149%		
		16ビット除算	実行	0.010%		
			非実行	0.041%		
	16ビット変換	16ビットBCD変換	実行	0.007%		
			非実行	0.030%		
		16ビットBIN変換	実行	0.010%		
			非実行	0.041%		
	16ビット論理演算	16ビット比較	実行	0.678%		
			非実行	2.713%		
		16ビット論理	実行	1.092%		
			非実行	4.368%		
	32ビット転送	32ビット転送	実行	0.067%		
			非実行	0.267%		
	32ビット四則演算	32ビット加算	実行	0.041%		
			非実行	0.163%		
		32ビット減算	実行	0.024%		
			非実行	0.097%		
		32ビット乗算	実行	0.040%		
			非実行	0.160%		
		32ビット除算	実行	0.087%		
			非実行	0.349%		
	32ビット変換	32ビットBCD変換	実行	0.002%		
			非実行	0.010%		
		32ビットBIN変換	実行	0.002%		
			非実行	0.008%		
	32ビット論理演算	32ビット比較	実行	0.065%		
			非実行	0.258%		
		32ビット論理	実行	0.001%		
			非実行	0.005%		

## 5. PLC-MIXの算出

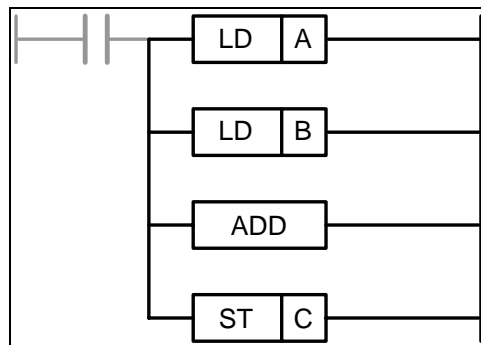
### a) 応用命令

ワード(16ビット及び32ビット)に対する各種演算並びに転送などの応用命令は、アーキテクチャによる実行内容が異なる。このため、PLC-MIX算出においては、一つの応用命令とは、演算対象データへのアクセス、演算の実行、演算結果の格納までの一連の動作とする。複数の命令によって相当の動作が実現される処理系の場合は、それらの命令実行時間を総和して相当命令実行時間とする。

例1 一つの命令により、演算対象データへのアクセス、演算そして演算結果の格納が行われる場合は、その一命令の処理時間をもって実行時間とする。



例2 演算対象へのアクセス、演算、演算結果の格納が個別の命令で実施される場合は、それぞれの命令処理時間の総和をもって実行時間とする。



### b) 処理時間算出時の注意事項

- 1) オペランドにより処理時間の異なる命令は、最も処理時間の短いオペランド時の値を記入する。
- 2) 16ビット命令で存在しないものについては、ほかの同等命令と同じ値を記入する(例えば、=と、論理積命令と反排他論理和など)。
- 3) 32ビット命令で存在しないものについては、16ビット命令を1.8倍した値を記入する。
- 4) 非実行時の速度が不明な命令については、NOP処理時間×当該命令ステップ数を暫定値として記入する。
- 5) 外部出力の無変化の処理時間が不明な場合は、変化する場合の値を暫定値として記入する。
- 6) タイマのアップ後の処理時間が不明な場合は、カウント中の値を暫定値として記入する。

なお、暫定値についての注意 演算処理時間の暫定値については、実際の処理時間と異なる場合もあるので、詳細は製造業者に問い合わせることが望ましい。

## 6. ラダー言語以外のプログラム言語でのPLC-MIXの算出

JIS B 3503に定められたラダー言語以外のプログラム言語では、応用命令を演算対象データへのアクセス、演算の実行、演算結果の格納までの一連の動作を実現するための命令群の実行総和時間を相当応用命令一つとしてPLC-MIXを算出する。また、実行・非実行については、上記相当命令(群)に対する有効/非有効判定ビットの取り込み命令を追加し、その真・偽に応じた相当応用命令の実行時間を各々実行・非実行に充てるものとする。

加算命令を例に挙げて、相当応用命令の算出方法を示す。

ラダー言語における，A及びBレジスタの値を加算し，Cレジスタに格納する加算命令に対する構造化テキスト(ST)言語や機能ブロック図(FBD)言語での相当命令を示す。



a) 構造化テキスト(ST)言語

例 16ビットワード加算命令に対するST言語による相当命令

```

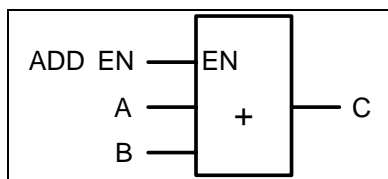
VAR_INPUT
    ENABLE: BOOL;
END_VAR
VAR
    A,B,C: INT;
END_VAR
IF ENABLE=1 THEN
    C:=A+B;
END_IF
    
```

上記命令群において，ENABLEの値が1の場合の実行時間を実行時の相当応用命令実行時間とし，ENABLEの値が0の場合を非実行時の相当応用命令実行時間とする。

ENABLEの値	実行時間
1	実行時命令実行時間
0	非実行時命令実行時間

b) 機能ブロック図(FBD)言語

例 16ビットワード加算命令に対するFBD言語による相当応用命令



実行・非実行を判別するためのENABLE(EN)端子を持つファンクションブロック要素を相当応用命令とする。

上記命令群において，ADD\_ENの値が1の場合の実行時間を実行時の相当応用命令実行時間とし，ADD\_ENの値が0の場合を非実行時の相当応用命令実行時間とする。

ADD_ENの値	実行時間
1	実行時命令実行時間
0	非実行時命令実行時間



c) 簡易相当応用命令

ラダー言語と機能の等価性を考慮して、構造化テキスト(ST)言語並びに機能ブロック図(FBD)言語において、実行・非実行の判別機構を付与したものを相当応用命令として規定した。しかし、命令処理時間を算出することが煩雑となる場合には、判別機構を省いたものを簡易相当応用命令とする。

演算時間の算出は簡便となるが、非実行の場合も演算が実行されるものとして算出するのでPLC-MIXが、相当応用命令を用いて算出した場合と差異を生じる場合がある。

例1 構造化テキスト(ST)言語の16ビットワード加算命令に対する簡易相当応用命令

```
VAR
    A,B,C; REAL
END_VAR
    C:=A+B;
END
```

例2 機能ブロック(FBD)言語の16ビットワード加算命令に対する簡易相当応用命令

