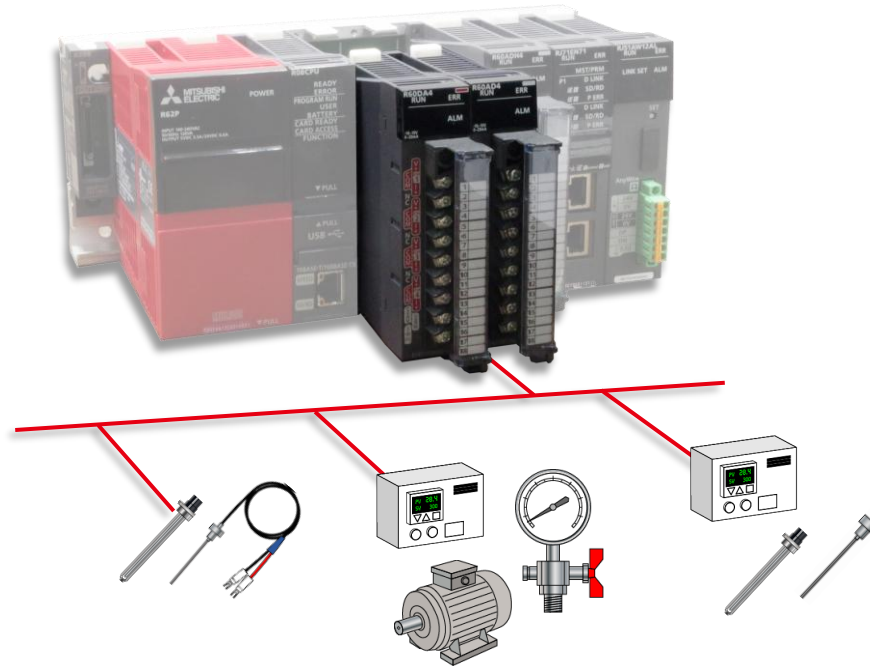


# PID制御テクニックガイド



三菱電機株式会社 名古屋製作所 2026年3月20日

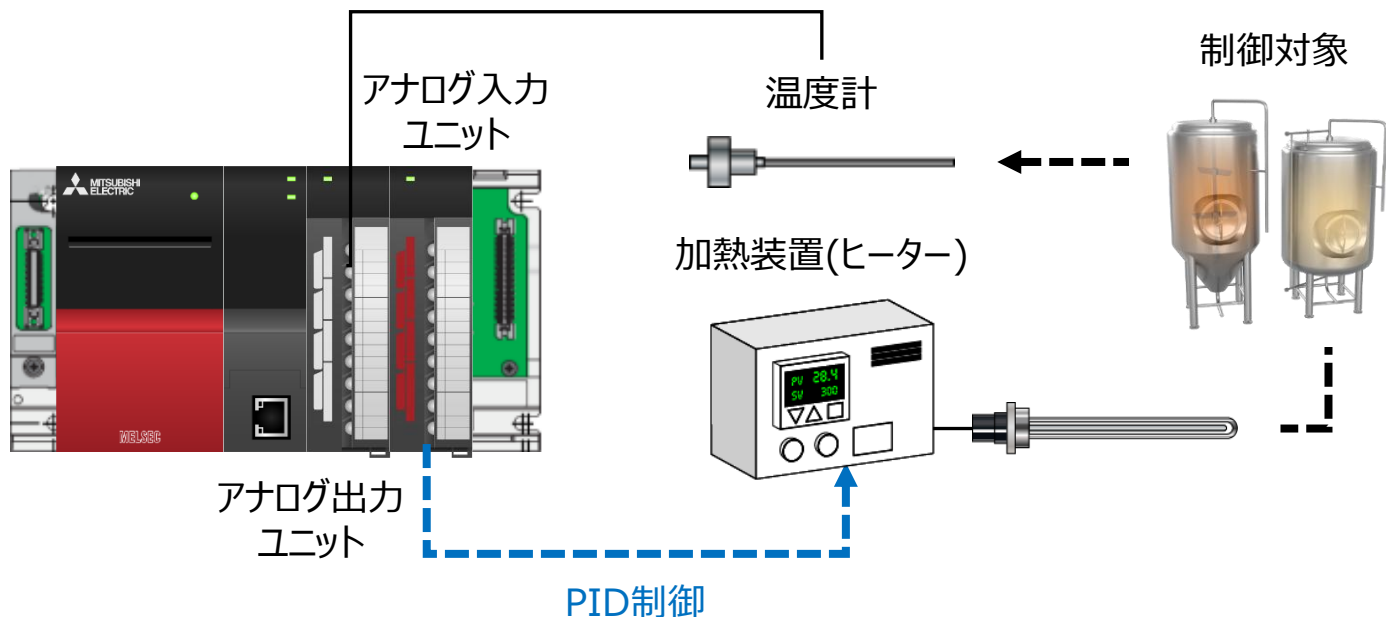
<b>1. 概要</b>	……3	<b>3. I/O制御の手順</b>	……47
1.1 概要	……4	3.1 概要	……48
1.2 PID制御	……5	3.2 システム構成	……50
1.3 制御対象によるPID制御の使い分け	……10	3.3 設定フロー	……51
1.4 チューニング	……11	3.4 プロジェクトの作成	……52
<b>2. MELSEC iQ-RでのPID制御</b>	……15	3.5 アナログ入力ユニットの設定	……54
2.1 概要	……16	3.6 シーケンサへ書込み	……56
2.2 PID演算命令の仕様	……19	3.7 動作例	……57
2.3 システム構成	……27	3.8 動作確認	……62
2.4 設定フロー	……28	<b>付録. チューニング詳細</b>	……65
2.5 プロジェクトの作成	……29	付1.1 設定フロー	……66
2.6 アナログ入出力ユニットの設定	……31	付1.2 オートチューニング	……67
2.7 アナログ入出力ユニットの動作確認	……34	付1.3 手動でのチューニング	……74
2.8 PID制御プログラムの書込み	……35		
2.9 動作例	……36		
2.10 動作確認	……42		

# 1. 概要

本書では、MELSEC iQ-Rシリーズ シーケンサCPUユニットを用いてPID制御を行うための設定手順を説明しています。

本書の例ではアナログ入力ユニットで計測した温度を基に、PID演算を実施します。

演算結果はアナログ出力ユニットで出力し、ヒーターを加熱します。



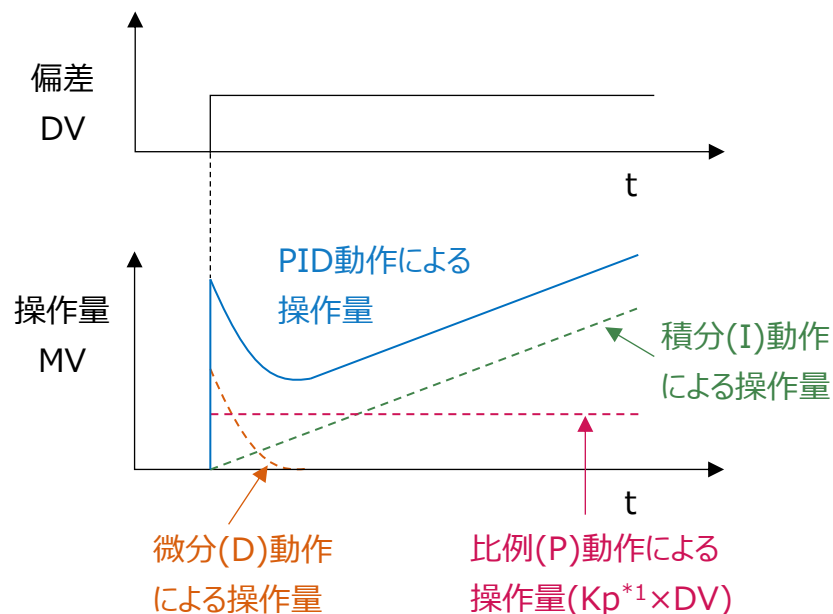
## 備考

本書は参照先としてe-ManualのページIDなどを記載しています。e-Manual Viewerで該当ドキュメントをダウンロードし、記載のページIDで絞り込み検索をすることで、該当ページを直接e-Manual Viewerで閲覧できます。

PID制御とは、P動作、I動作、D動作の組合せにより、測定値(PV)を早く・正確に目標値(SV)と同じ値になるように操作量(MV)を演算し出力する制御です。

PID制御のそれぞれの動作を説明します。

- P動作**  
 比例動作を表します。偏差(DV) (測定値(PV)と目標値(SV)の差)に比例した操作量(MV)を加える動作です。
- I動作**  
 積分動作を表します。偏差(DV)をなくすように連続的に操作量(MV)を加える動作です。  
 比例動作で生じるオフセットをなくすことができます。
- D動作**  
 微分動作を表します。偏差(DV)の変化率(今回の値から前回の値を引いた値)に比例した操作量(MV)を加えます。  
 シーケンサCPUユニットのPID演算命令では不完全微分を用います。詳細は「[2.2 PID演算命令の仕様](#)」を参照してください。



\*1  $K_p$  : 比例ゲイン

PID演算の種類を説明します。

- 速度型PID制御

測定値(PV)と目標値(SV)との差から操作量の変化分( $\Delta MV$ )を求める制御です。

速度型PID制御は、前回操作量からの変化分( $\Delta MV$ )を演算し、操作量に加算して制御します。

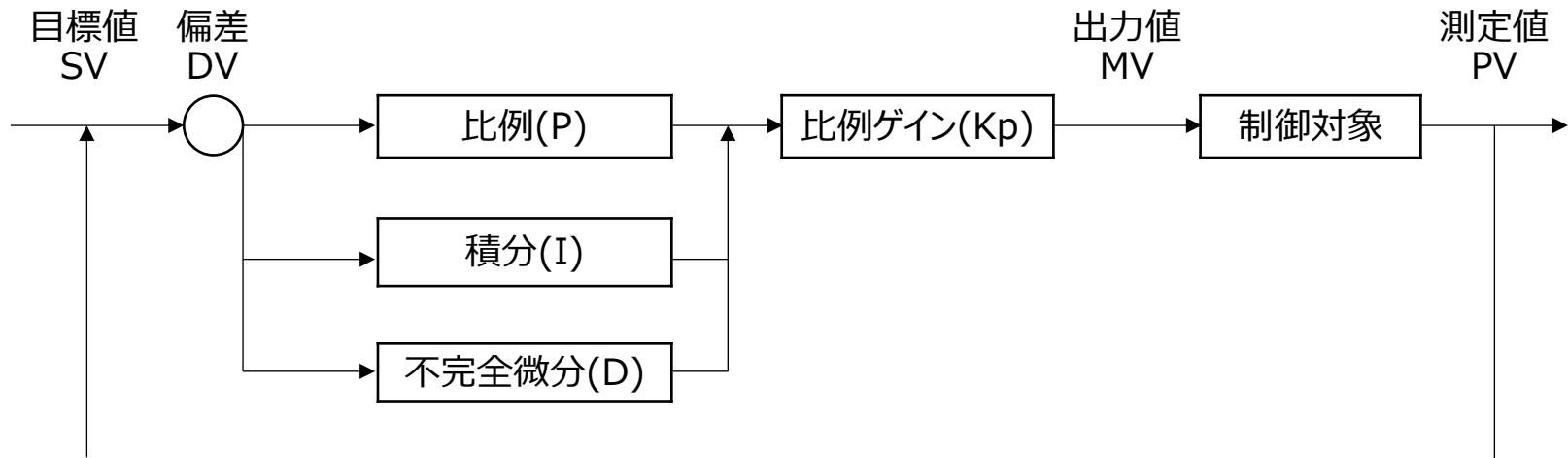
速度型PID制御は、自動-手動のバンプレス切替え速度型は、自動-手動のバンプレス切替えの容易さ、リセットワ  
インドアップ防止、複合制御の容易さ、ゲイン変更時の緩やかな変化など、位置型制御に比べ扱いやすく現在では  
主流となっています。

- 位置型PID制御

位置型PID制御は、PIDの演算方式において、目標値(SV)と測定値(PV)の差(偏差(DV))から操作量(MV)を  
求める制御です。

PID演算の種類を説明します。

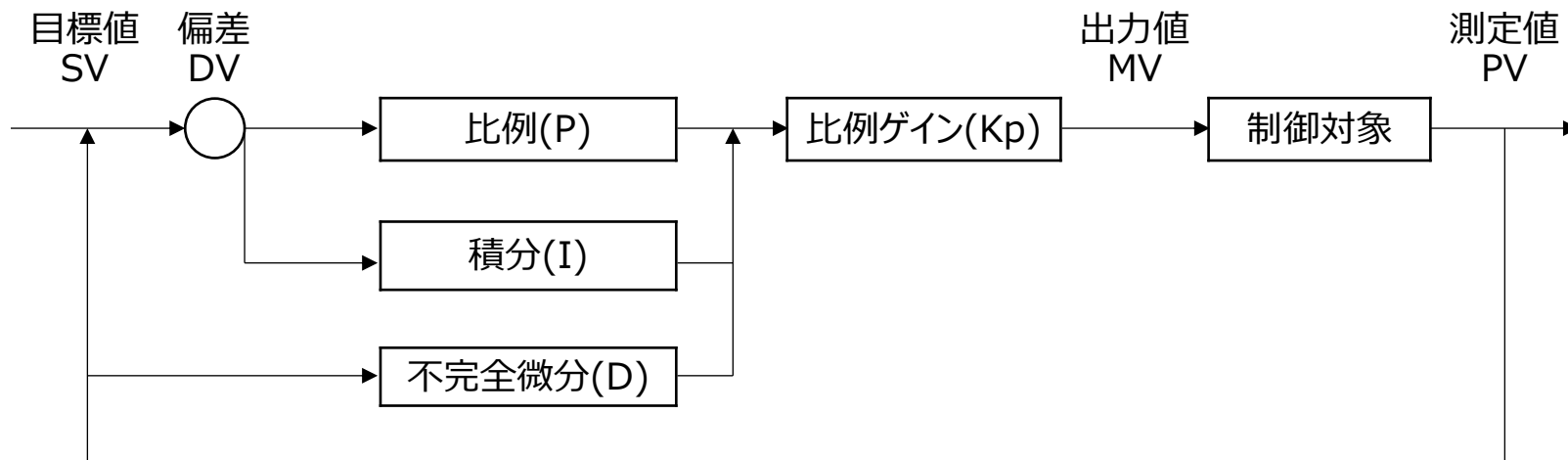
- 偏差微分型PID  
目標値(SV)の変化への追従が良い、プログラム制御やカスケード制御の2次ループなどに適した制御です。



PID演算の種類を説明します。

- 測定値微分先行型PID(PI-D制御)

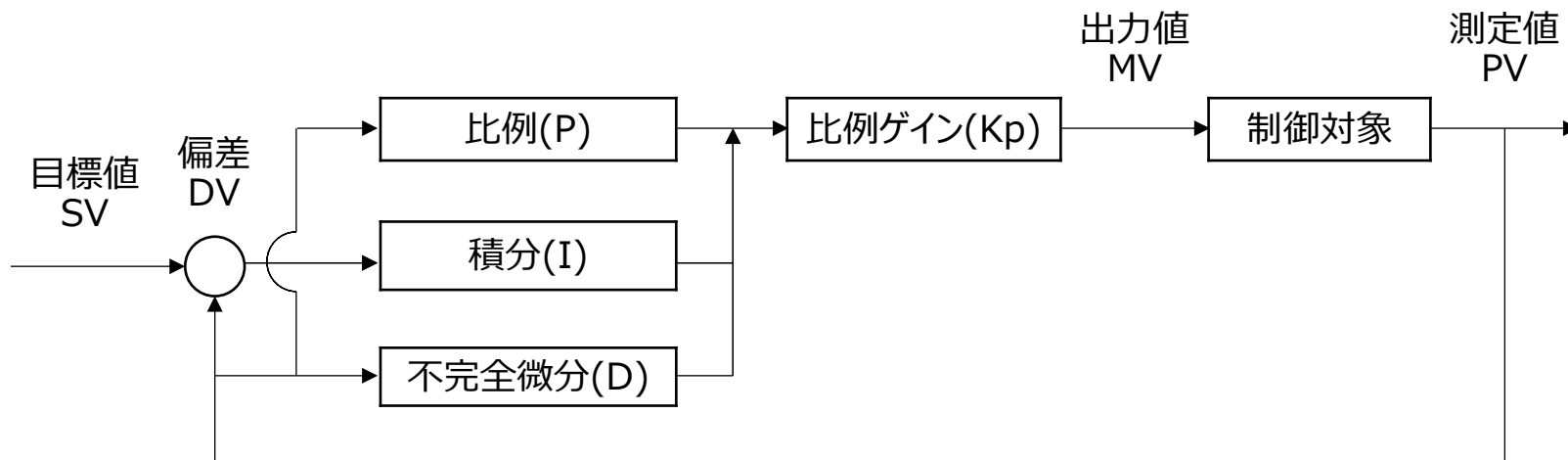
微分項に測定値(PV)を使用した制御です。「偏差微分型PID」では、目標値(SV)を急激に変化させた場合、微分動作が大きく働き、操作量(MV)が急激に変化する問題点があります。そこで微分項に測定値(PV)のみを使用し、目標値(SV)の変化の影響を受けにくくします。「微分先行型PID」または「PI-D制御」とも呼びます。



PID演算の種類を説明します。

- 測定値比例微分先行型PID(I-PD制御)

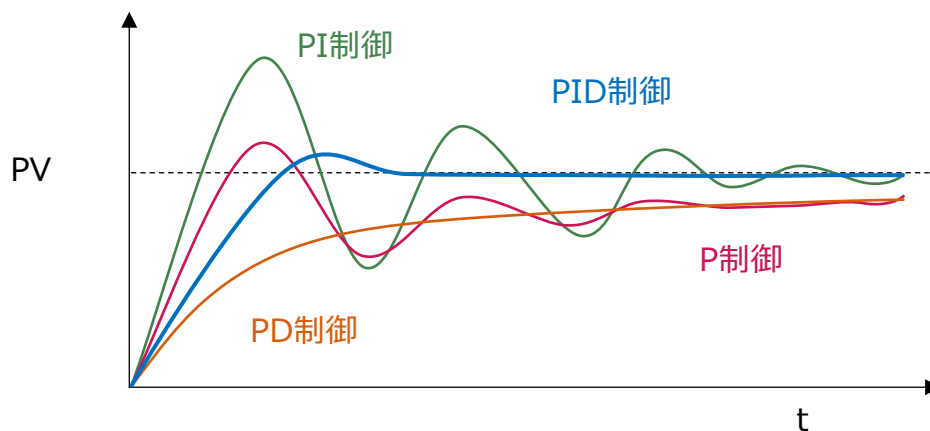
「測定値微分先行型PID」に対して、比例項にも測定値(PV)を使用した制御です。目標値(SV)変化時に操作端やプロセスに対しショックを与えないようにしながら、ゆっくりと応答させたい場合に適しています。ただし、目標値(SV)の変化への応答が遅くなります。「I-PD制御」とも呼ばれます。



PID制御には、D制御やI制御を含まない、PI制御、PD制御もあり、以下の様な制御対象に適します。

- PID動作  
主に、温度制御に用います。
- PI動作  
主に、流量制御，圧力制御，温度制御に用います。
- PD動作  
主に、振動減衰や温度変化を抑制するための制御に用います。

それぞれの動きの例を示します。



PID制御を開始した後はチューニングを行い、PID定数を変更します。

オートチューニングを使用すると、制御対象の動特性を検出し、PIDの比例ゲイン(Kp)、積分時間(Ti)、微分時間(Td)を自動的に求めます。

シーケンスプログラムにてオートチューニングを実施、または手動でPIDの3定数を求めます。

- 比例ゲイン(Kp)  
指令に対してどれだけ追従させるかを示します。  
比例ゲイン(Kp)を上げると応答性は上がりますが、発振しやすくなります。
- 積分時間(Ti)  
偏差(DV)が生じてから、積分動作による操作量が比例動作による操作量と等しくなるまでの時間です。
- 微分時間(Td)  
偏差(DV)が生じてから、微分動作による操作量が比例動作による操作量と等しくなるまでの時間です。

オートチューニングには、リミットサイクル法とステップ応答法のいずれかを使用します。

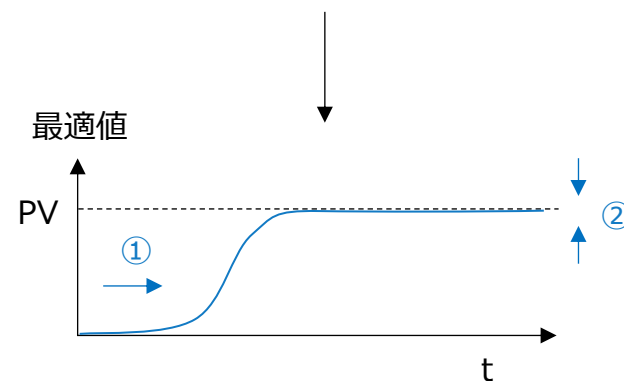
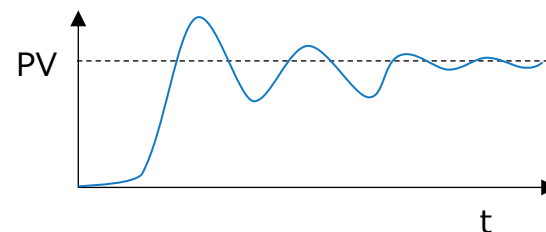
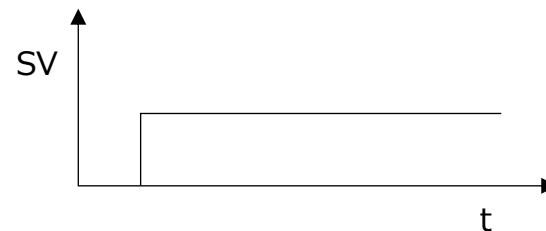
- リミットサイクル法  
二値制御(偏差(DV)により、出力値上限(ULV)と出力値下限(LLV)を切り換えて出力)を行ったときの、入力値の振幅(a), 振動周期( $\tau$ ,  $\tau_{on}$ )の変化を測定し、PIDの3定数を求めます。
- ステップ応答法  
制御システムに対して、0→100%<sup>\*1</sup>のステップ状の出力を与えることによって、入力変化から求められる動作特性(最大傾斜(R), 無駄時間(L))よりPIDの3定数を求める方法です。  
<sup>\*1</sup> ステップ状の出力は、0→75%や0→50%でも求めることができます。

PID定数を手動で調整する方法について示します。

目標値(SV)が変化したとき、測定値(PV)の様子に合わせて(s3)に設定したデバイスの値を変更します。

□ 目標値(SV)の変化に対し、応答は早いが振動する場合

- ① 比例ゲイン( $K_p$ )を小さくして比例動作の効果を小さくする
- ② 積分時間( $T_i$ )を大きくして積分動作の効果を小さくする

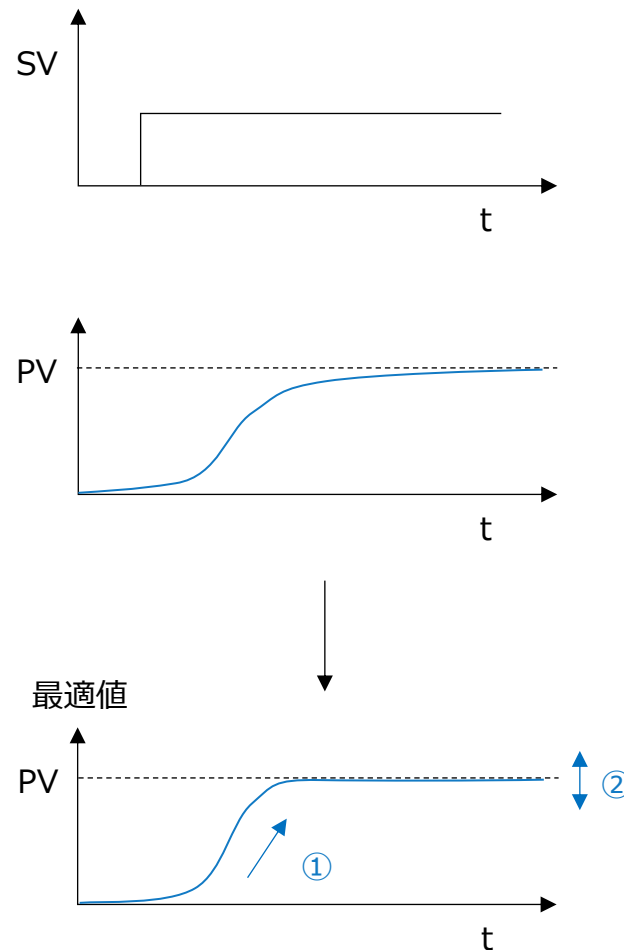


PID定数を手動で調整する方法について示します。

目標値(SV)が変化するとき、測定値(PV)の様子に合わせて(s3)に設定したデバイスの値を変更します。

□ 目標値(SV)の変化に対し、応答が遅い場合

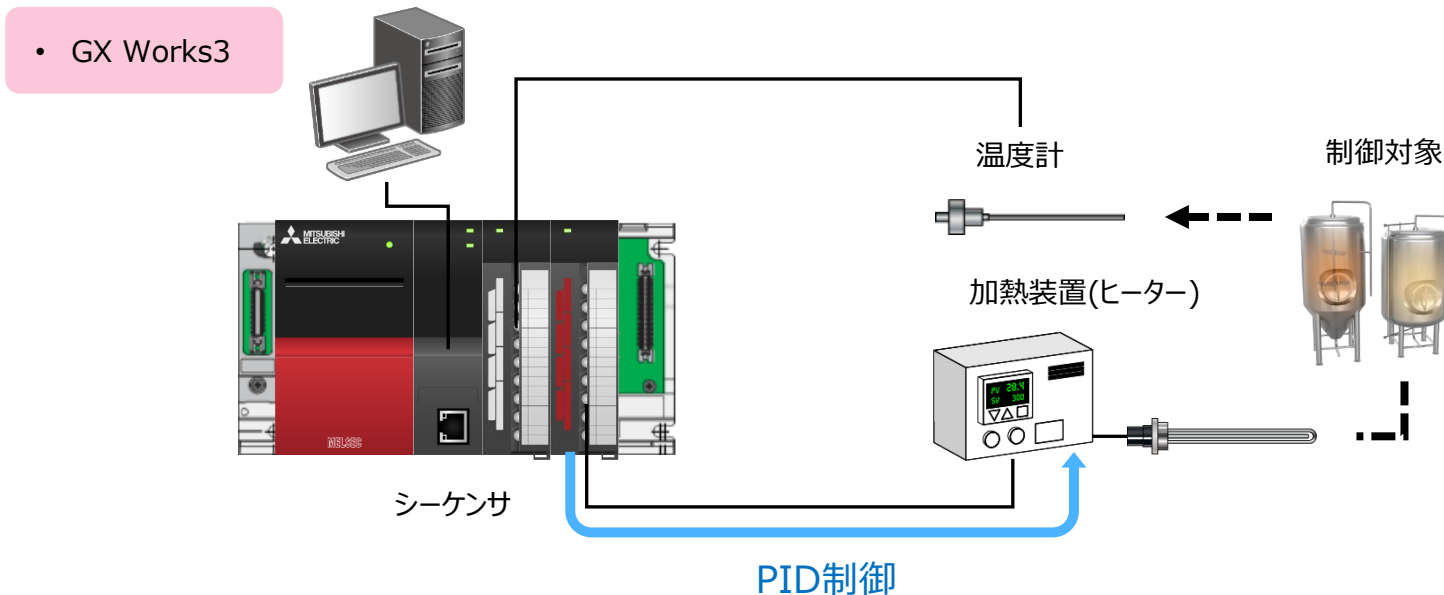
- ① 比例ゲイン( $K_p$ )を大きくして比例動作の効果を大きくする
- ② 積分時間( $T_i$ )を小さくして積分動作の効果を大きくする



## 2. MELSEC iQ-RでのPID制御

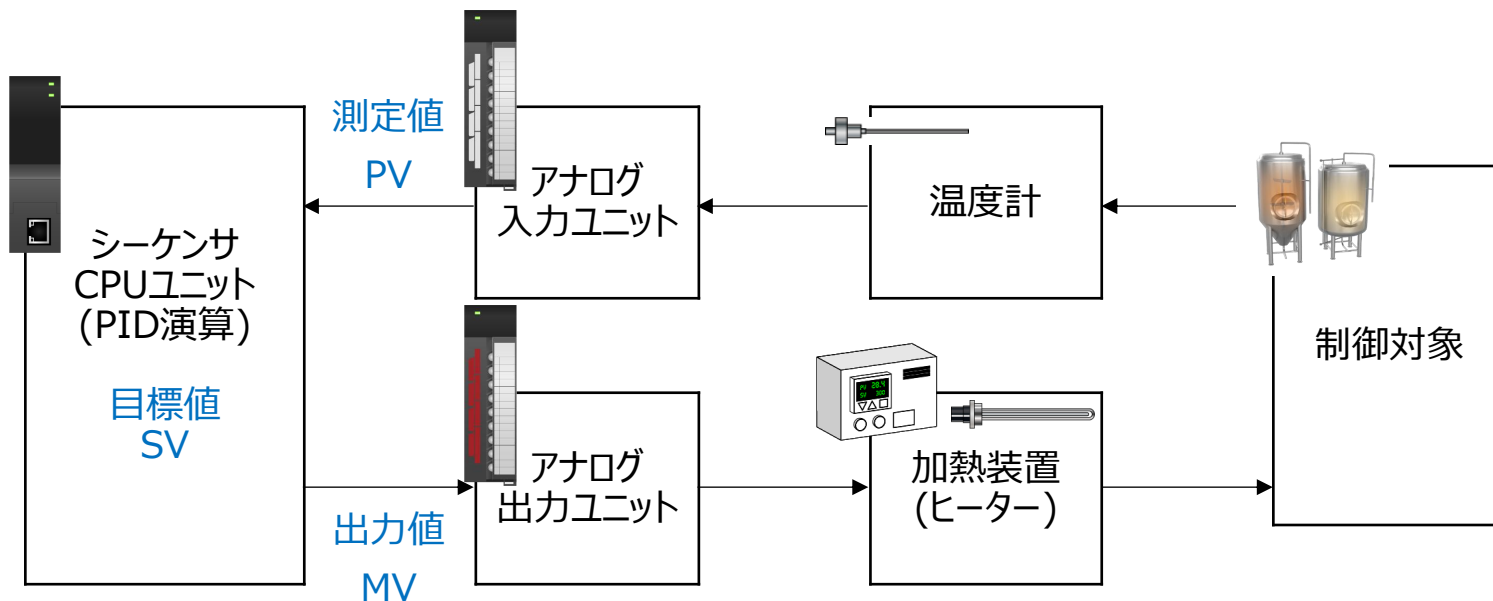
MELSEC iQ-Rシリーズ シーケンサCPUユニットを用いて、プロセスCPUを使用せずにPID制御を実行する方法を示します。

下記ではアナログ入力ユニットで温度を測定し、シーケンサCPUユニットで行ったPID演算の結果をアナログ出力ユニットで加熱装置に出力してヒーターの温度を調節しています。



## ■PID演算の流れ

PID演算プログラムにおけるデータの流れは下記ようになります。



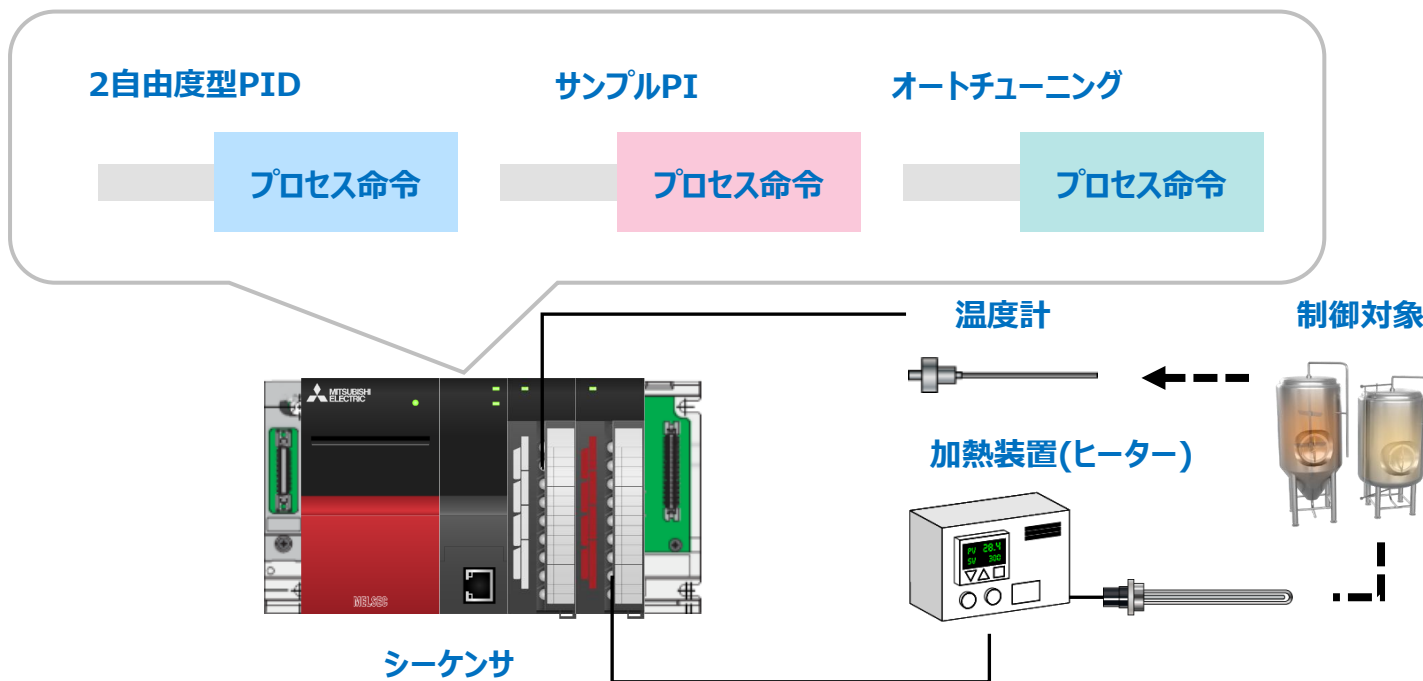
シーケンサCPUユニットで設定した目標値(SV)に従い、PID演算を実行します。

算出した出力値(MV)の値により、加熱装置でヒーターの温度を制御します。

温度計で制御対象から収集した測定値(PV)を用いて再度PID演算を実行し、出力値(MV)を更新します。

## Point

速度、分解能に合わせた高度な処理内容が必要な場合、または大規模で複雑なループ制御などを扱うPID制御を実施する場合は、プロセスCPUを選定してください。



プロセスCPUを使用すると、2自由度型PID、サンプルPI、オートチューニングといった豊富なプロセス命令や、最大300制御ループの大規模な計装制御を行えます。

### ■PID演算命令とPID制御命令

シーケンサCPUユニットでPID制御を行うための命令には、下記の種類があります。

- PID演算命令  
オートチューニングを使用した制御を実施する場合に使用します。
- PID制御命令  
MELSEC-QシリーズやMELSEC-Lシリーズと同様のPID制御を実施する場合に使用します。

PID演算命令とPID制御命令の比較を示します。

項目	PID演算命令	PID制御命令
PID演算方式	不完全微分*1	不完全微分/完全微分
サンプリング周期/サンプリングタイム	1~32767ms	10~60000ms
制御ループ数	1ループ/命令	最大32ループ
オートチューニング	あり (リミットサイクル法/ステップ応答法)	なし

\*1 偏差(DV)をそのまま微分すると、高周波ノイズ成分を増大させて制御系を不安定にすることや、操作量(MV)の時間幅が狭い(ステップ状に偏差(DV)が変化した場合は一瞬のパルス波形出力となる)ために、操作端を作動させるだけの有効なエネルギーが与えられないなどの悪影響があります。そこで、D動作では微分項の入力に一次遅れフィルタを入れた不完全微分が用いられています。

参照

e-Manual : SH081226-2502

### ■PID演算命令の仕様

PID演算命令は、目標値(SV)に近づけるために、測定値(PV)からP動作(比例動作)、I動作(積分動作)、D動作(微分動作)を組み合わせ、出力値(MV)を演算する命令です。

シーケンサCPUユニットで使用するPID演算命令には以下の機能があります。

機能	内容
警報出力機能	入力(測定値(PV))変化量や出力(値)変化量について警報出力をONできます。
出力値(MV)の上下限設定	出力の上下限值を設定し、PID制御の積分項の増大を抑えることができます。
オートチューニング機能	比例ゲイン(Kp)、積分時間(Ti)、微分時間(Td)を自動的に設定することができます。リミットサイクル法、またはステップ応答法が選択できます。
PID演算命令の演算方式	速度形・測定値微分形で演算を行っています。 PID演算命令の仕様について次ページに示します。

### ■PID演算命令の仕様

PID演算命令の仕様について以下に示します。

目標値(s1), 測定値(s2), 制御用データ(s3)を設定し, プログラムを実行すると, サンプルタイムごとに演算結果を出力値(d)に格納します。

PID	(s1)	(s2)	(s3)	(d)
-----	------	------	------	-----

オペランド	内容	範囲	データ型
(s1)	目標値(SV)を格納する	-32678~32767	符号付きBIN16ビット
(s2)	測定値(PV)を格納する	-32678~32767	符号付きBIN16ビット
(s3)	制御用データを格納する	-	符号付きBIN16ビット
(d)	出力値(MV)を格納する	-32678~32767	符号付きBIN16ビット

### ■PID演算命令の仕様

PID演算命令の仕様について以下に示します。

オペランド	項目	内容
(s1)	目標値(SV)	<p>目標値(SV)を設定します。</p> <p>■オートチューニング：リミットサイクル法の場合 オートチューニング用の目標値(SV)とPID制御を行う際の目標値(SV)が異なった場合、バイアス値を加算した値を設定し、オートチューニングフラグがOFFになった時点で、実際の目標値(SV)を設定してください。</p>
(s2)	測定値(PV)	PID演算の入力値を設定します。
(s3)	制御用データ	<p>■オートチューニング：リミットサイクル法の場合 (s3)に指定した先頭デバイスから29点分のデバイスを占有します。</p> <p>■オートチューニング：ステップ応答法の場合 ①動作設定(ACT)の設定のビット1, ビット2, ビット5がすべて“0”以外のとき、(s3)に指定した先頭デバイスから25点分のデバイスを占有します。 ②動作設定(ACT)の設定のビット1, ビット2, ビット5がすべて“0”のとき、(s3)に指定した先頭デバイスから20点分のデバイスを占有します。</p>
(d)	出力値(MV)	<p>■PID制御(通常処理)の場合 命令実行前にユーザ側で初期出力値をセットします。命令実行後は演算結果が格納されます。</p> <p>■オートチューニング：リミットサイクル法の場合 オートチューニング中に自動的に出力値上限(ULV)または出力値下限(LLV)が出力され、オートチューニング終了後に所定の出力値(MV)が設定されます。</p> <p>■オートチューニング：ステップ応答法の場合 命令実行前にユーザ側でステップ出力値をセットします。オートチューニング中は、出力値(MV)はPID命令側で変更しません。</p>

### ■PID演算命令の仕様

PID演算命令の制御用データ(s3)の仕様について以下に示します。

デバイス	項目	内容	
+0	サンプリングタイム(Ts)	1~32767[ms]	演算周期より短い値での実行はできません。
+1	動作設定(ACT)	ビット0	0: 正動作 1: 逆動作 動作方向指定
		ビット1	0: 入力変化量警報なし 1: 入力変化量警報有効
		ビット2	0: 出力変化量警報なし 1: 出力変化量警報有効 ビット2とビット5は同時にONしないでください。
		ビット3	使用不可
		ビット4	0: オートチューニング不動作 1: オートチューニング実行
		ビット5	0: 出力値上下限設定なし 1: 出力値上下限設定有効 ビット2とビット5は同時にONしないでください。
		ビット6	0: ステップ応答法 1: リミットサイクル法 オートチューニングモード選択
		ビット7~ビット15	使用不可
+2	入力フィルタ定数(a)	0~99[%]	0を指定した場合、入力フィルタなしとなります。
+3	比例ゲイン(Kp)	1~32767[%]	

### ■PID演算命令の仕様

デバイス	項目	内容	
+4	積分時間(Ti)	1~32767[×100ms]	0を指定した場合、∞として扱います。 (積分なし)
+5	微分ゲイン(Kd)	0~200[%]	0を指定した場合、微分ゲイン(Kd)なしとなります。
+6	微分時間(Td)	1~32767[×10ms]	0を指定した場合、微分なしとなります。
+7 ... +19	PID演算の内部処理で占有するため、データ変更禁止		
+20	入力変化量(増側)警報設定値	0~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット1=1のとき有効
+21	入力変化量(減側)警報設定値	0~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット1=1のとき有効
+22	出力変化量(増側)警報設定値	0~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット2=1, ビット5=0のとき有効
	出力上限設定値	-32768~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット2=0, ビット5=1のとき有効
+23	出力変化量(減側)警報設定値	0~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット2=1, ビット5=0のとき有効
	出力下限設定値	-32768~32767	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット2=0, ビット5=1のとき有効

### ■PID演算命令の仕様

デバイス	項目		内容	
+24	警報出力	ビット0	0: 入力変化量(増側)未オーバ 1: 入力変化量(増側)オーバ	動作方向(ACT): (s3)+1 ビット1=1またはビット2=1のとき有効
		ビット1	0: 入力変化量(減側)未オーバ 1: 入力変化量(減側)オーバ	
		ビット2	0: 出力変化量(増側)未オーバ 1: 出力変化量(増側)オーバ	
		ビット3	0: 出力変化量(減側)未オーバ 1: 出力変化量(減側)オーバ	
+25	PV値スレッシュولد(ヒステリシス)幅 (SHPV)		測定値(PV)のふらつきに応じて設定	動作設定(ACT): (s3)+1 ビット6=1(リミットサイクル法を選択)のとき占有
+26	出力値上限(ULV)		出力値(MV)の最大出力値(ULV)設定	
+27	出力値下限(LLV)		出力値(MV)の最小出力値(LLV)設定	
+28	チューニングサイクル終了からPID制御開始までのウェイト設定パラメータ(KW)		-5~32717[%]	

## ■ PID演算命令の仕様

### Point

制御データを格納するオペランド(s3)の値により、PID演算命令をPD制御、PI制御としても使用できます。

PID	(s1)	(s2)	(s3)	(d)
-----	------	------	------	-----

デバイス	項目	内容	
(s3)+4	積分時間(Ti)	1~32767[×100ms]	0を指定した場合、∞として扱います。(積分なし)
(s3)+6	微分時間(Td)	1~32767[×10ms]	0を指定した場合、微分なしとなります。

#### • P制御として使用する場合

積分時間(Ti)を0 ((s3)+4 = 0) → 積分なし

微分時間(Td)を0 ((s3)+6 = 0) → 微分なし

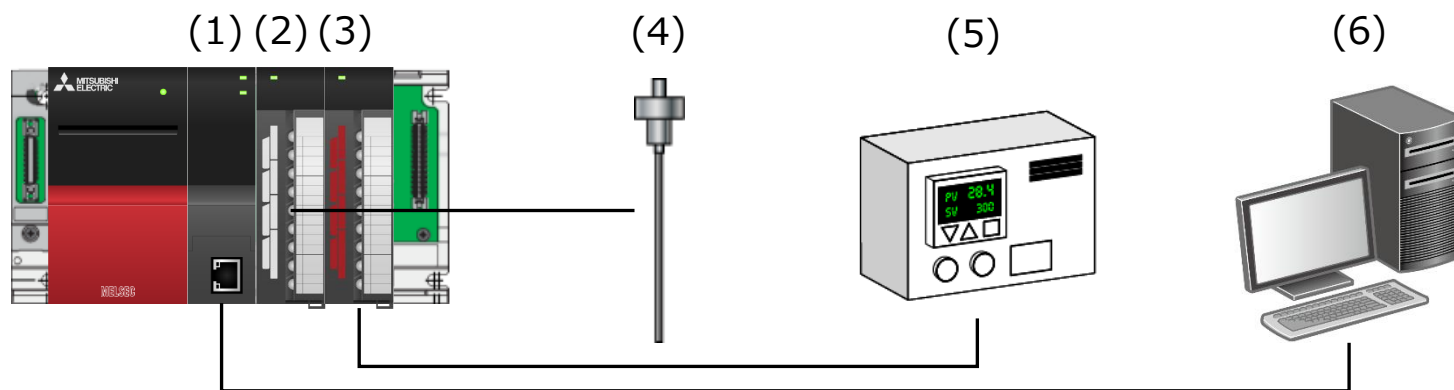
#### • PI制御として使用する場合

微分時間(Td)を0 ((s3)+6 = 0) → 微分なし

参照

e-Manual : SH081226-254D

本書では、下記のシステム構成で説明しています。



機器/ソフトウェア		形名	ファームウェアバージョン
(1)	シーケンサCPUユニット	R08CPU	—
(2)	アナログ入力ユニット	R60AD4	—
(3)	アナログ出力ユニット	R60DA4	—
(4)	温度計	—	—
(5)	加熱装置(ヒーター)	—	—
(6)	設定用パソコン	GX Works3*1	—

\*1 本書では、バージョン1.120Aを使用します。

参照

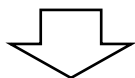
e-Manual : SH081226-2547

「**2.3 システム構成**」に記載したシステム構成で、PID制御を行うための設定手順について説明します。  
下記の手順に沿って、シーケンサの設定や動作確認を行います。  
お使いの環境に合わせて、あらかじめ温度計および加熱装置(ヒーター)の設定を行ってください。



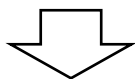
アナログ入出力ユニットの設定

アナログ入力ユニット、アナログ出力ユニットを設定します。



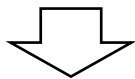
インタフェース用プログラムの作成

GX Works3を使用して、アナログ入出力ユニットのインタフェース用のプログラムを作成します。作成後、テスト運転を行います。



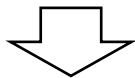
配線

アナログ入出力ユニットと温度計および加熱装置(ヒーター)間の配線を行います。



PID制御プログラムの作成

GX Works3を使用して、PID制御用のプログラムを作成します。  
作成後、テスト運転を行います。



動作確認

PID演算命令を使用して、PID制御を行います。

GX Works3でMELSEC iQ-Rシリーズのプロジェクトを作成します。

### 1. プロジェクトを新規作成します。

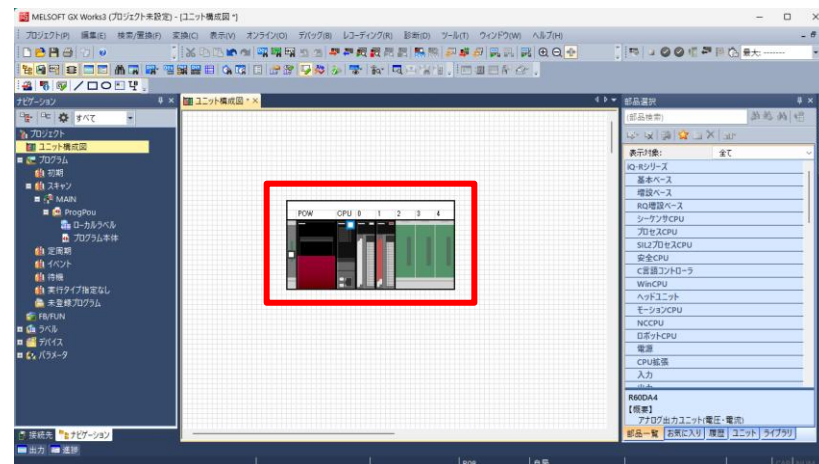
シリーズ: RCPUを設定

機種: システム構成に合わせて設定



### 2. [ナビゲーション]→[ユニット構成図]でユニット構成図を設定します。

必要なユニット(ベースユニット、電源ユニット、シーケンサCPUユニット、アナログ入力ユニット「R60AD4」、アナログ出力ユニット「R60DA4」)をシステム構成に合わせて設定します。

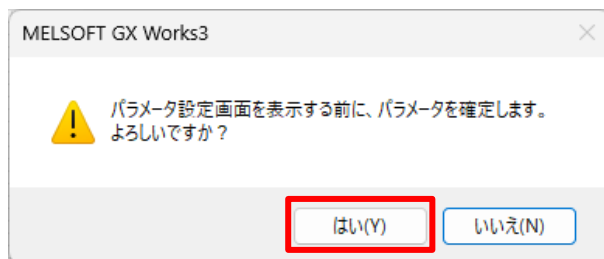


#### Point

先頭I/O No.を下記に指定します。

R60AD4 : 「0080」、R60DA4 : 「00A0」

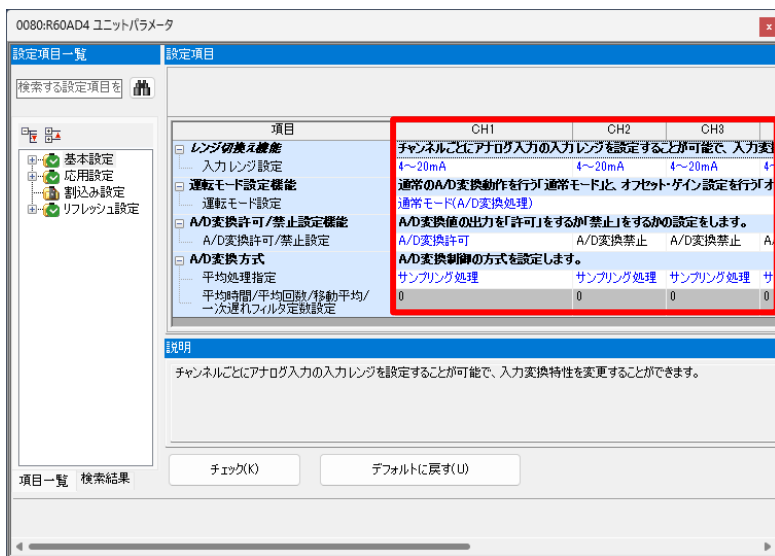
3. ユニット構成図の「R60AD4」をダブルクリックし、[はい] ボタンをクリックしてパラメータを確定します。



# 2.6 アナログ入出力ユニットの設定

R60AD4と温度計を接続します。  
ユニットパラメータの“基本設定”でチャンネルのパラメータを設定します。  
デフォルト設定から変更した箇所を下線で示します。

## 1. CH1の各種制御指定の下記項目を設定します。



項目	設定内容
レンジ切換え機能	入力レンジ設定 CH1 : 4~20mA
運転モード設定機能	運転モード設定 CH1 : 通常モード (A/D変換処理)
A/D変換許可/禁止設定機能	A/D変換許可/禁止設定 CH1 : A/D変換許可 CH2~4 : A/D変換禁止
A/D変換方式	平均処理指定 CH1 : サンプリング処理
	平均時間/平均回数/移動平均/一時遅れフィルタ定数設定 CH1 : 0

### Point

本章のプロジェクトではCH2~4は使用しません。そのため、  
A/D変換許可禁止設定機能で「A/D変換禁止」を設定して  
います。

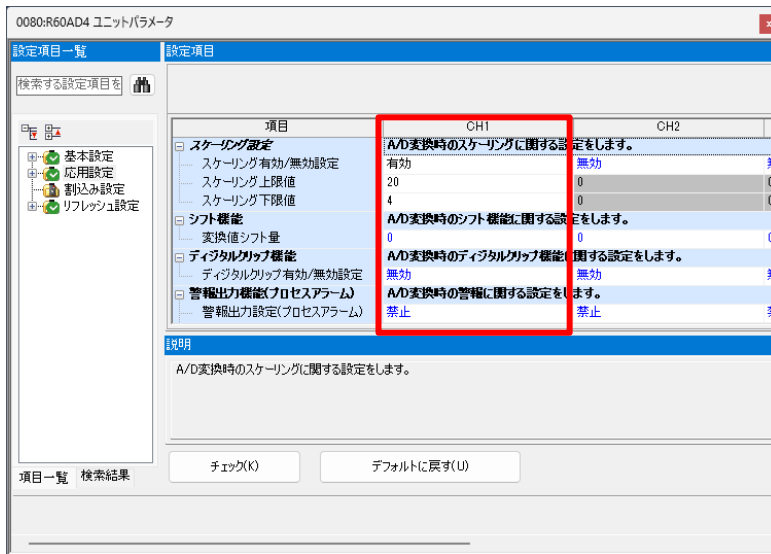
参照

e-Manual : SH081230-35, SH081231-DC

R60AD4と温度計を接続します。

ユニットパラメータの“応用設定”でチャンネルのパラメータを設定します。  
デフォルト設定から変更した箇所を下線で示します。

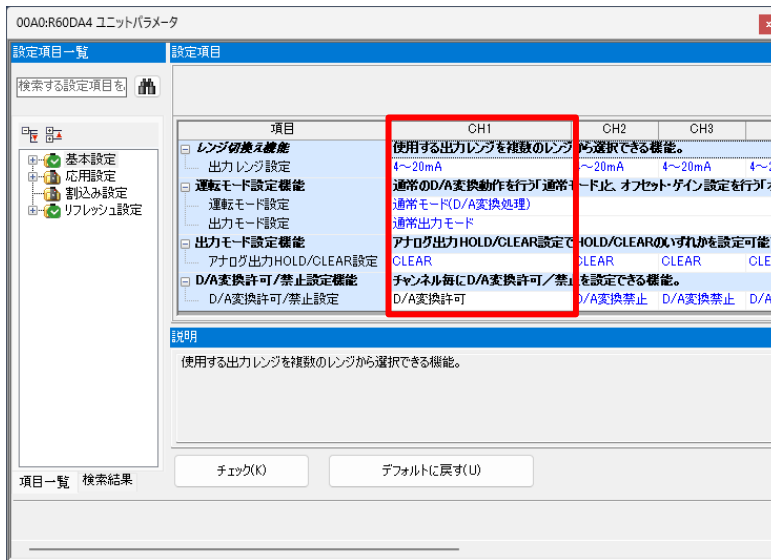
## 2. CH1の各種制御指定の下記項目を設定します。



項目	設定内容	
スケーリング設定	スケーリング有効/無効設定	CH1：有効 CH2～4：無効
	スケーリング上限値	CH1：20
	スケーリング下限値	CH1：4
シフト機能	変換値シフト量	CH1：0
デジタルクリップ機能	デジタルクリップ有効/無効設定	CH1：無効
警報出力機能 (プロセスアラーム)	警報出力設定 (プロセスアラーム)	CH1：禁止
警報出力機能 (レートアラーム)	警報出力設定 (レートアラーム)	CH1：禁止
入力信号異常検出 機能	入力信号異常検出設定	CH1：下限検出
	入力信号異常検出設定値	CH1：5.0%
ロギング機能	ロギング有効/無効設定	CH1：無効
オンラインユニット交換	ユニット交換時オフセット・ゲイン 設定自動復元有無	CH1：有効

R60DA4と加熱装置(ヒーター)を接続します。  
 ユニットパラメータの“基本設定”でチャンネルのパラメータを設定します。  
 デフォルト設定から変更した箇所を下線で示します。

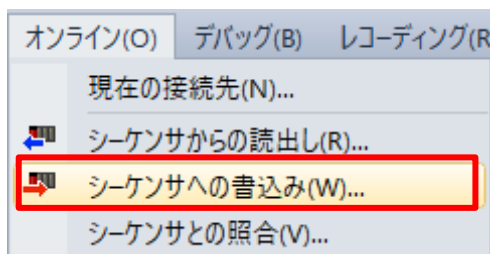
### 1. CH1の各種制御指定の下記項目を設定します。



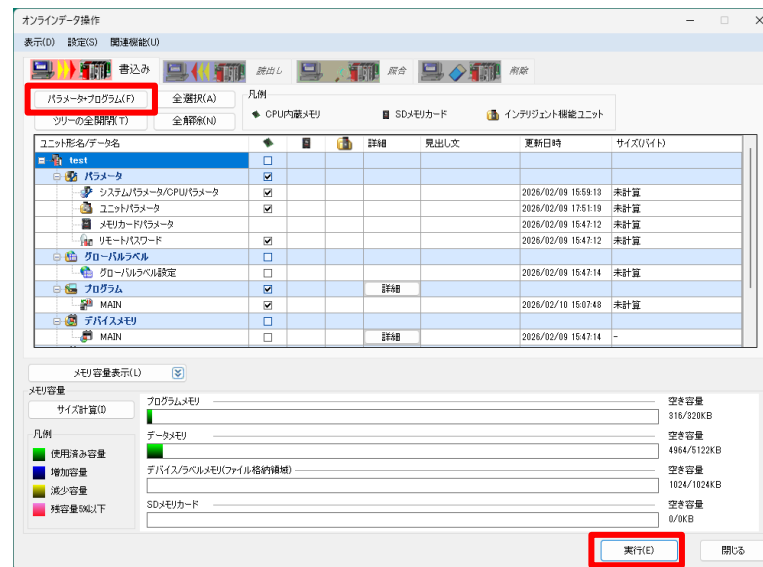
項目	設定内容	
レンジ切換え機能	出力レンジ設定	CH1 : 4~20mA
運転モード設定機能	運転モード設定	CH1 : 通常モード (A/D変換処理)
	出力モード設定	CH1 : 通常出力モード
出力モード設定機能	アナログ出力HOLD/CLEAR設定	CH1 : CLEAR
D/A変換許可/禁止設定機能	D/A変換許可/禁止設定機能	CH1 : D/A変換許可

設定したパラメータおよびプログラムをシーケンサに書き込みます。

1. プログラムエディタにて、アナログ入出力ユニットのインタフェース用のプログラムを作成します。プログラム作成の詳細は各ユニットのマニュアルを参照してください。
2. メニューバーの[オンライン]→[シーケンサへの書き込み]をクリックします。



3. [パラメータ+プログラム]をクリックし、[実行]ボタンをクリックしてパラメータを書き込みます。



4. 書き込みが完了したら、シーケンサCPUユニットをリセット、または電源をOFF→ONします。

アナログ入出力ユニットのI/Oチェックを行い、正常に動作することを確認します。

### ■アナログ出力ユニット

事前準備：アナログ出力ユニットと加熱装置間の配線は取り外します。

1. インテリジェント機能ユニットモニタにアナログ出力ユニットを登録します。
2. CH1 デジタル値(UA¥460)に任意の値を入力します。

インテリジェント機能ユニットモニタ1(00A0:R60DA4)【ウォッチ中】

ウォッチ開始 | ウォッチ停止

名称	現在値	割付(デバイス)	データ型
デジタル値			
CH1 デジタル値	100	UA¥G460	ワード[符号付き]
CH2 デジタル値	0	UA¥G660	ワード[符号付き]

3. CH1 出力許可/禁止フラグ(YA1)をONします。

インテリジェント機能ユニットモニタ1(00A0:R60DA4)【ウォッチ中】

ウォッチ開始 | ウォッチ停止

名称	現在値	割付(デバイス)	データ型
出力信号(Y):			
CH1 出力許可/禁止フラグ ON		YA1	ビット
CH2 出力許可/禁止フラグ OFF		YA2	ビット

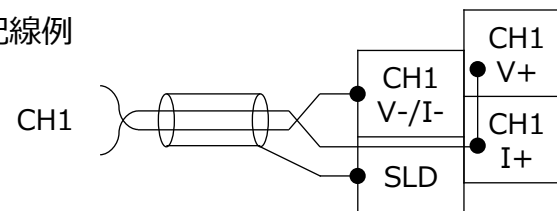
4. ユニット端子台のCH1 COMとCH1 I+にテストを繋げ、手順2で設定したデジタル値に相当する電流値が出力されていることを確認します。

### ■アナログ入力ユニット

事前準備：アナログ入力ユニットと温度計間の配線は取り外します。また、アナログ出力ユニットの動作確認を完了します。

1. インテリジェント機能ユニットモニタにアナログ入力ユニットを登録します。
2. アナログ出力ユニットとアナログ入力間を配線して接続します。  
接続方法の詳細は各ユニットのマニュアルを参照してください

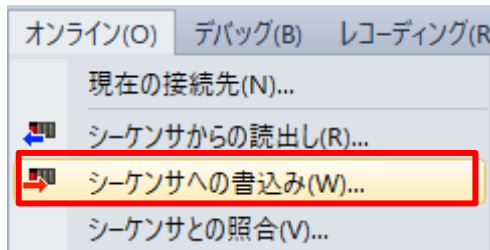
・配線例



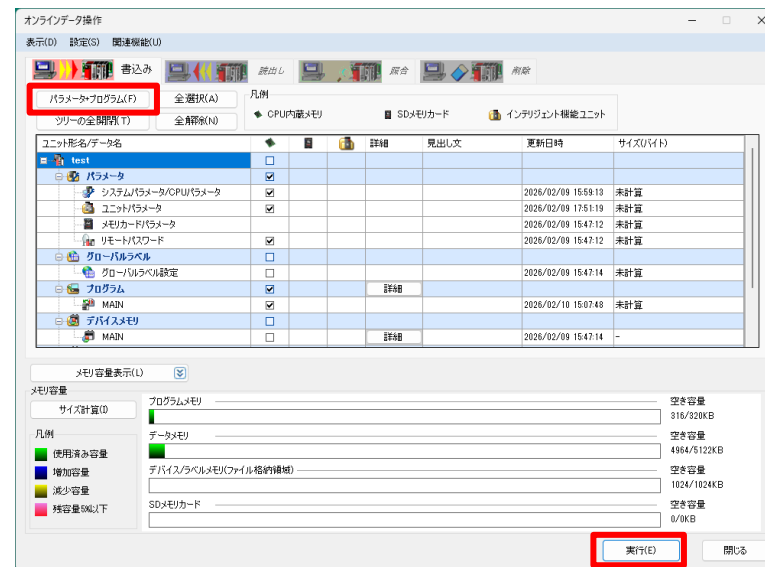
3. CH1 デジタル演算値(U8¥G402)を確認し、アナログ出力ユニットのデジタル値に設定した値(手順2参照)に相当する電流値が入力されていることを確認します。
4. ユニット端子台のCH1 COMとCH1 I+にテストを繋げ、手順3で設定したデジタル値に相当する電流値が出力されていることを確認します。

アナログ入出力ユニットの動作確認が完了したら、温度計および加熱装置(ヒーター)との配線を行います。その後、PID制御のプログラムをシーケンサに書き込みます。

1. PID演算命令を使用したプログラムを作成します。プログラム作成の詳細は「[2.9 動作例](#)」を参照してください。
2. メニューバーの[オンライン]→[シーケンサへの書き込み]をクリックします。

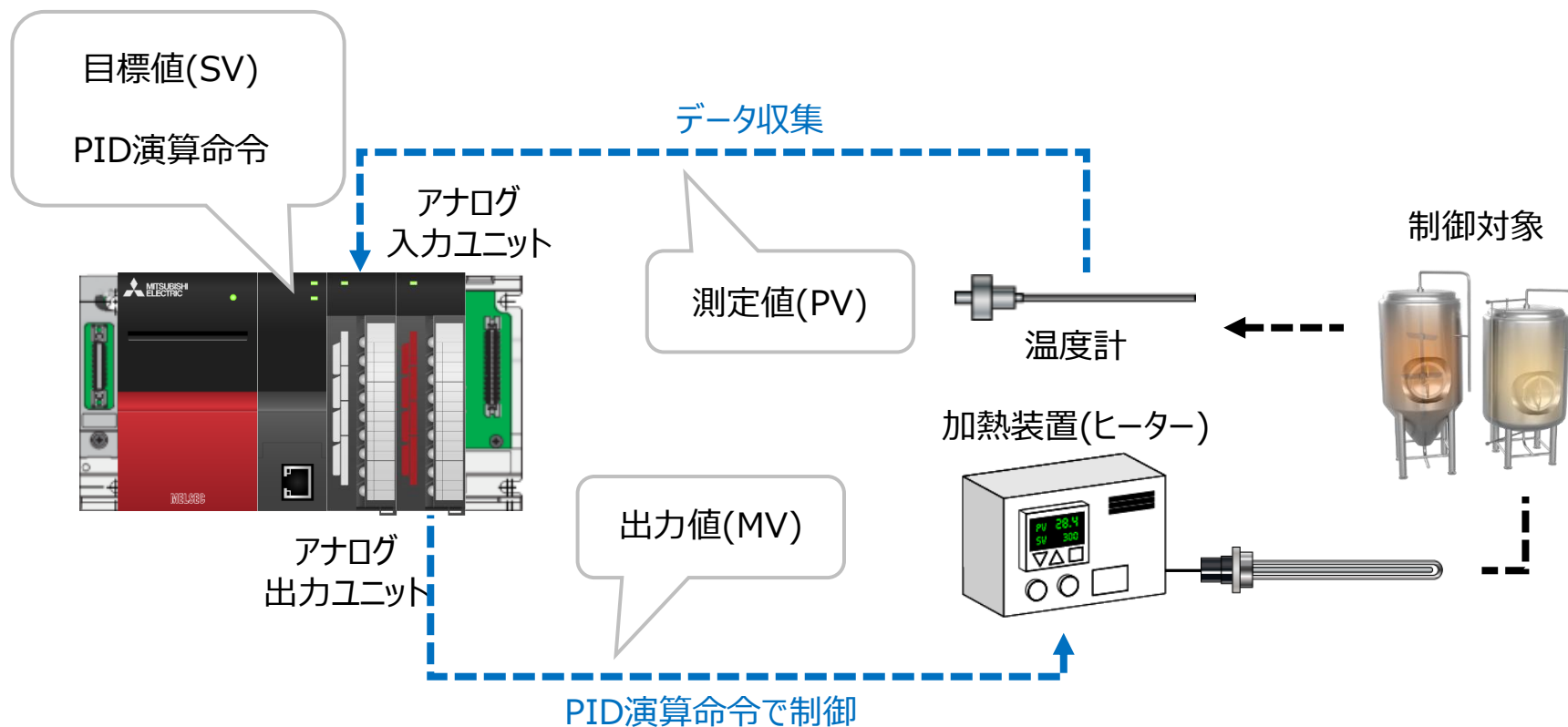


3. [パラメータ+プログラム]をクリックし、[実行]ボタンをクリックしてパラメータを書き込みます。



4. 書き込みが完了したら、シーケンサCPUユニットをリセット、または電源をOFF→ONします。
5. 「[2.10 動作確認](#)」を参照して動作確認を行い、PID制御が正常に動作することを確認します。

設定したアナログ入出力ユニットとPID演算命令を使用して、シーケンサからヒータのPID制御を実行します。  
オートチューニングを使用したPID制御には、ステップ応答法を使用します。



参照

e-Manual : SH081226-2547

### ■使用デバイス一覧

下記の入出力信号を使用します。

項目	デバイス
オートチューニング指令	X2
PID制御指令	X3
エラー表示	Y20
ヒーター出力中表示	Y21

下記のデバイスをPID演算命令の引数として使用します。

項目	デバイス
目標値(SV)	D500
測定値(PV)	D501
制御用データ	ステップ応答法 : D510～D534 リミットサイクル法 : D510～D538
出力値(MV)	D502

### ■ 制御用データの設定

PID演算命令で以下の制御用データを設定します。

項目		オートチューニング中	PID制御中	割付デバイス		
目標値(SV)		(s1)	500(+50℃)	D500		
制御用データ	サンプリングタイム(Ts)	(s3)	3000ms	500ms	D510	
	動作設定 (ACT)	入力変化量警報	(s3)+1 ビット1	なし	なし	D511.1
		出力変化量警報	(s3)+1 ビット2	なし	なし	D511.2
		出力値上下限設定	(s3)+1 ビット5	あり	あり	D511.5
	入力フィルタ(a)		(s3)+2	70%	70%	D512
	微分ゲイン(Kd)		(s3)+5	0%	0%	D515
	出力値上限(UVL)		(s3)+22	2000(2秒)	2000(2秒)	D532
	出力値下限(LLV)		(s3)+23	0	0	D533
出力値(MV)		(d)	1800	演算による	D502	

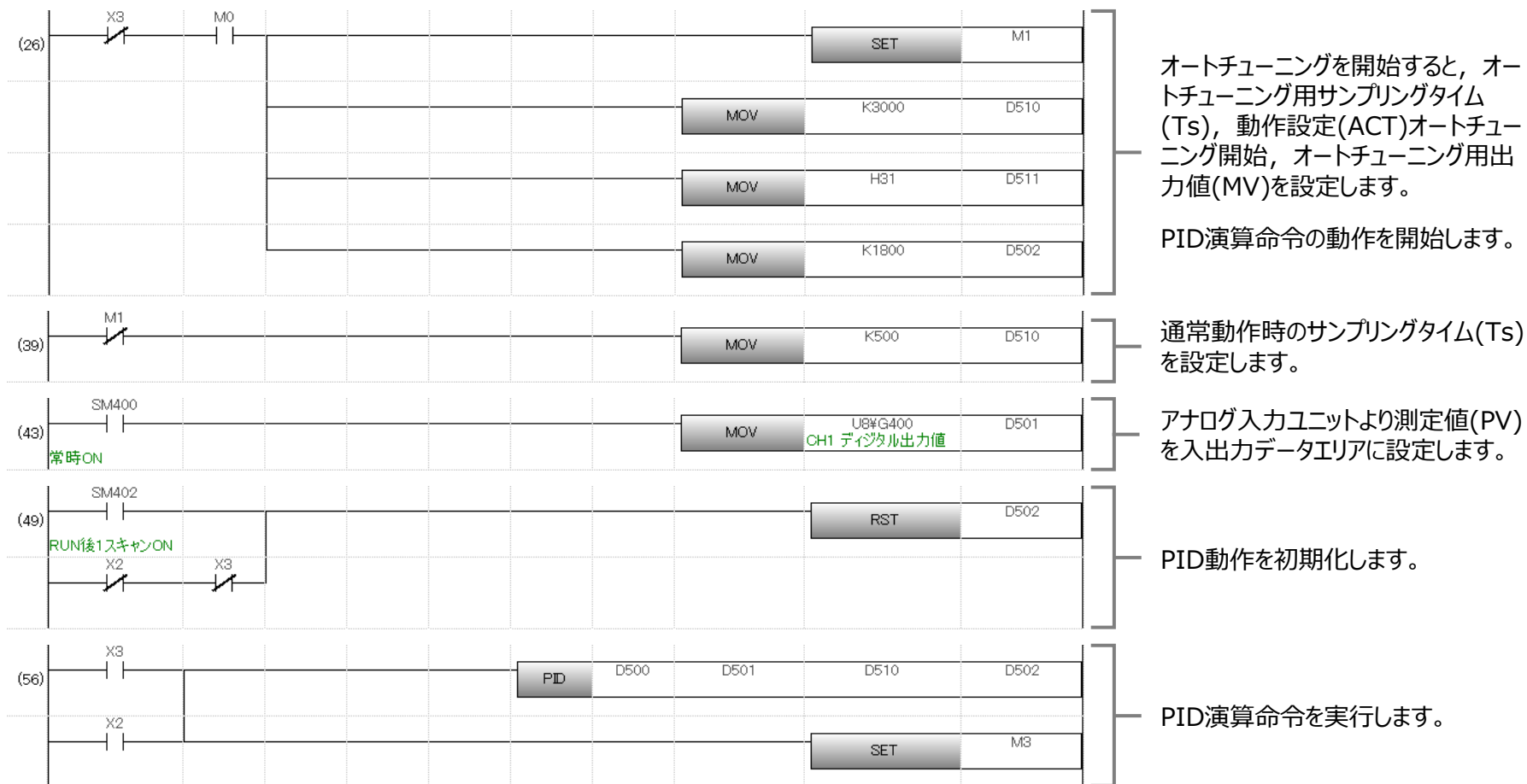
## ■ プログラム例

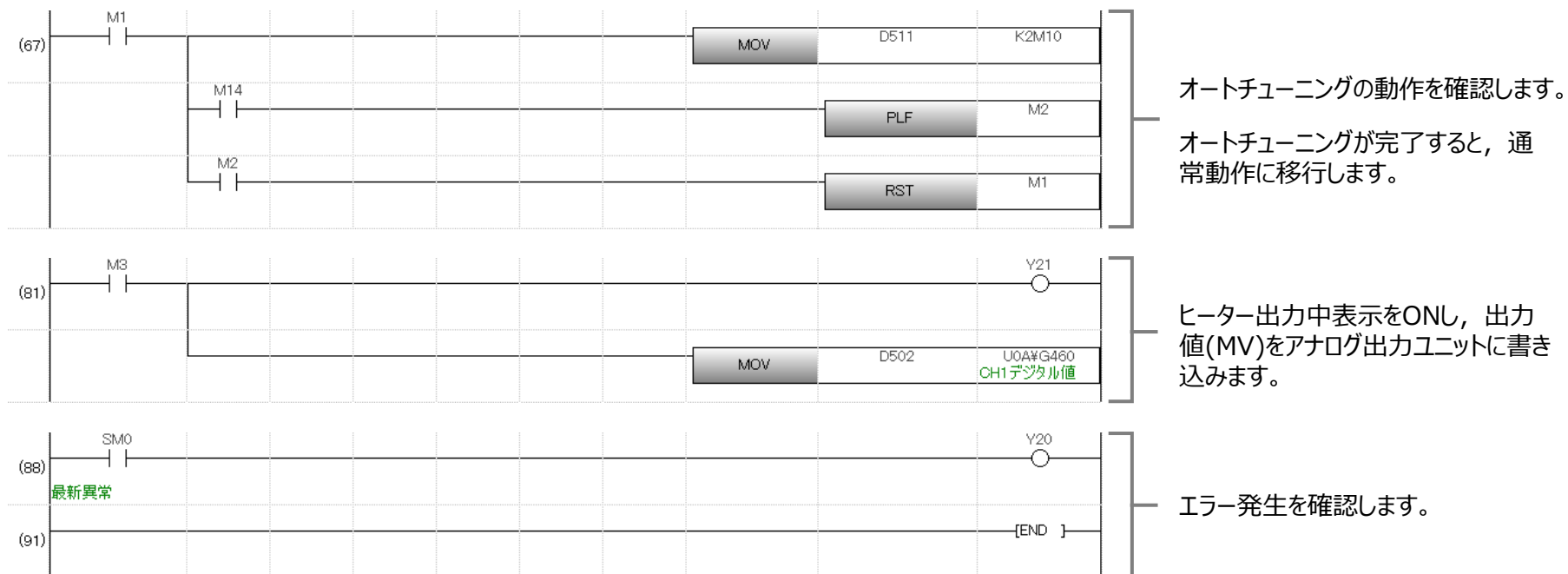
動作確認で使用するプログラム例を下記に示します。オートチューニング(ステップ応答法)と通常のPID制御を実行します。



シーケンサをRUNすると、目標値(SV)、入力フィルタ( $\alpha$ )、微分ゲイン(Kd)、出力値上限(ULV)、出力値下限(LLV)を設定します。

X2をONすると、オートチューニングを開始します。

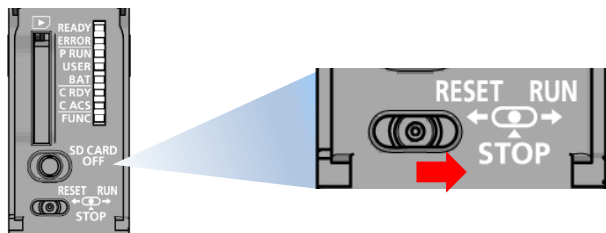




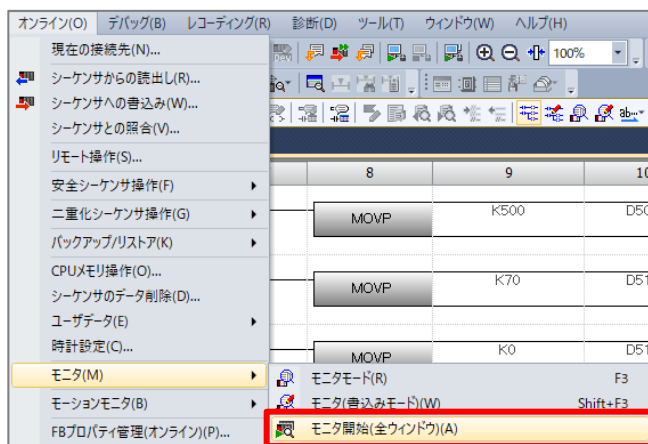
動作確認を行います。

プログラムの実行で異常完了やユニット異常完了がONした場合は、エラーコードやユニットエラーコードを確認してください。

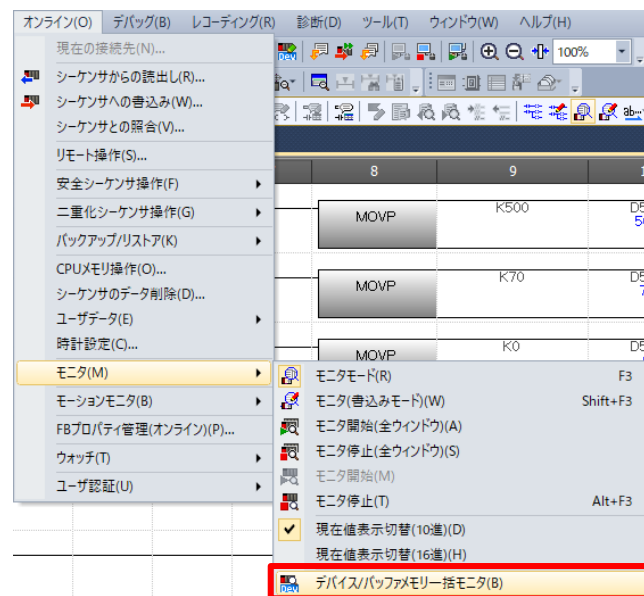
### 1. シーケンサCPUユニットをRUNします。



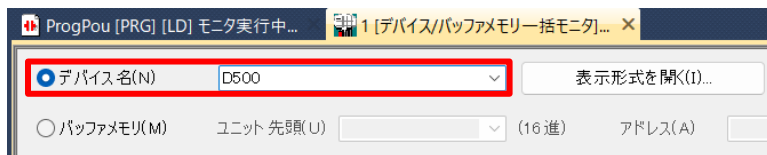
### 2. GX Works3のメニューの[オンライン]→[モニタ]→[モニタ開始(全ウィンドウ)]をクリックし、モニタを開始します。



### 3. [オンライン]メニュー→[モニタ]→[デバイス/バッファメモリー括モニタ]を選択します。デバイス/バッファメモリー括モニタを開きます。



## 4. [デバイス]に“D500”を入力します。

5. デバイス“D500”の目標値(SV)が「500」、  
“D502”の出力値(MV)が「0」であることを確認します。

デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D500	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	500
D501	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	218
D502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

初期化により目標値(SV)が50.0℃、  
出力値(MV)が0

## 6. デバイス“D501”の測定値(PV)を確認します。

デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D500	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	500
D501	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	218
D502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

アナログ入力ユニットで計測した  
温度より、現在値(PV)が21.8℃

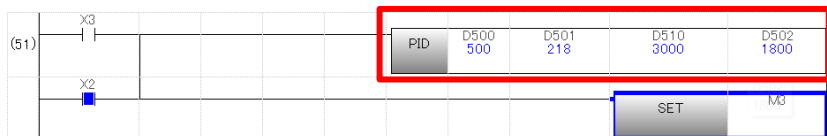
## Point

目標値(SV)は“D500”、測定値(PV)は“D501”、出力値  
(MV)は“D502”を確認します。

また、温度は0.1℃の単位で測定します。

7. オートチューニングを実行する場合、プログラムの“X2”をON  
します。PID演算命令を実行します。

8. オートチューニングのための初期値を入力し、PID演算命令を実行します。



### Point

オートチューニングの制御用データとして、デバイス“D511”の動作設定(ACT)に以下を設定します。

ビット4 : ON(オートチューニング実行)

ビット6 : OFF(ステップ応答法)

デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D510	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	3000
D511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49
D512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	70
D513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

9. PID演算命令の実行中、ヒーター出力中を表示し、出力値(MV)をアナログ出力ユニットに格納します。  
加熱装置により、ヒーターのON/OFF制御を行います。



10. オートチューニングが完了すると、自動でデバイス“D511”のビット4がOFFします。また、PID定数が更新されます。

デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D510	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	3000
D511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	33
D512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	70
D513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	43
D514	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	5400
D515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D516	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	13501

## Point

オートチューニングが完了すると以下のPID定数を更新します。  
制御用データとして、デバイス“D511”の動作設定(ACT)に  
以下を設定します。

デバイス“D511” ビット0 : 動作方向\*1

デバイス“D513” : 比例ゲイン(Kp)

デバイス“D514” : 積分時間(Ti)

デバイス“D516” : 微分時間(Td)

デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D510	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	3000
D511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	33	
D512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	70	
D513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	43	
D514	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	5400	
D515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D516	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	13501	

\*1 動作方向はONのとき正動作、OFFのとき逆動作を示します。

正動作 : 測定値(PV)の増加に対し出力値(MV)を増加

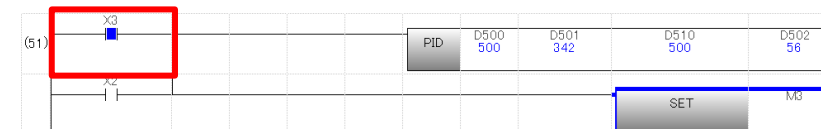
逆動作 : 測定値(PV)の減少に対し出力値(MV)を増加

## 11. オートチューニングの完了を確認します。



オートチューニングが完了した  
場合、M14がOFF

## 12. プログラムの“X2”をOFF, “X3”をONして、通常のPID制御に切り替えます。



## Point

通常のPID制御についての詳細は「[付録.チューニング詳細](#)」を参照してください。

13. デバイス“D501”の測定値(PV)が、デバイス“D500”に設定した目標値(SV)未満の場合、加熱装置によりヒーターがONし、目標値「500」に近づくことを確認します。

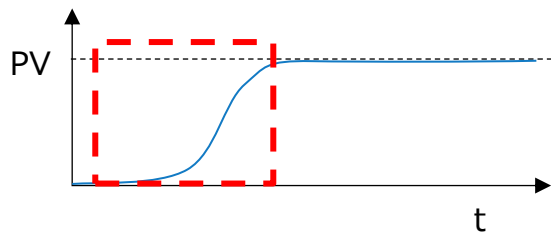
デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D500	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	500
D501	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	393
D502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	100
D503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

測定値(PV)が 39.3℃になり、  
目標値(SV) 50.0℃に近づく

【加熱装置の動作】



ヒーターON



14. デバイス“D501”の測定値(PV)が、デバイス“D500”に設定した目標値(SV)に近づくと、加熱装置がヒーターをこまめにON/OFFし、測定値(PV)が目標値「500」に近い値になるよう制御することを確認します。

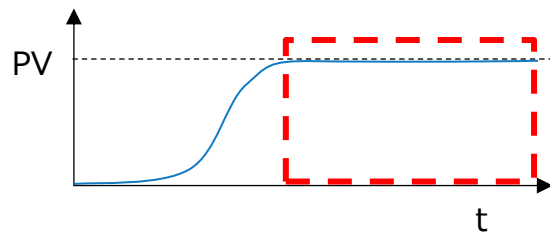
デバイス名	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	現在値
D500	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	500
D501	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	498
D502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	99
D503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

測定値(PV)が 49.8℃になり、目標値(SV)  
50.0℃から離れないように制御

【加熱装置の動作】



ヒーターON/OFF

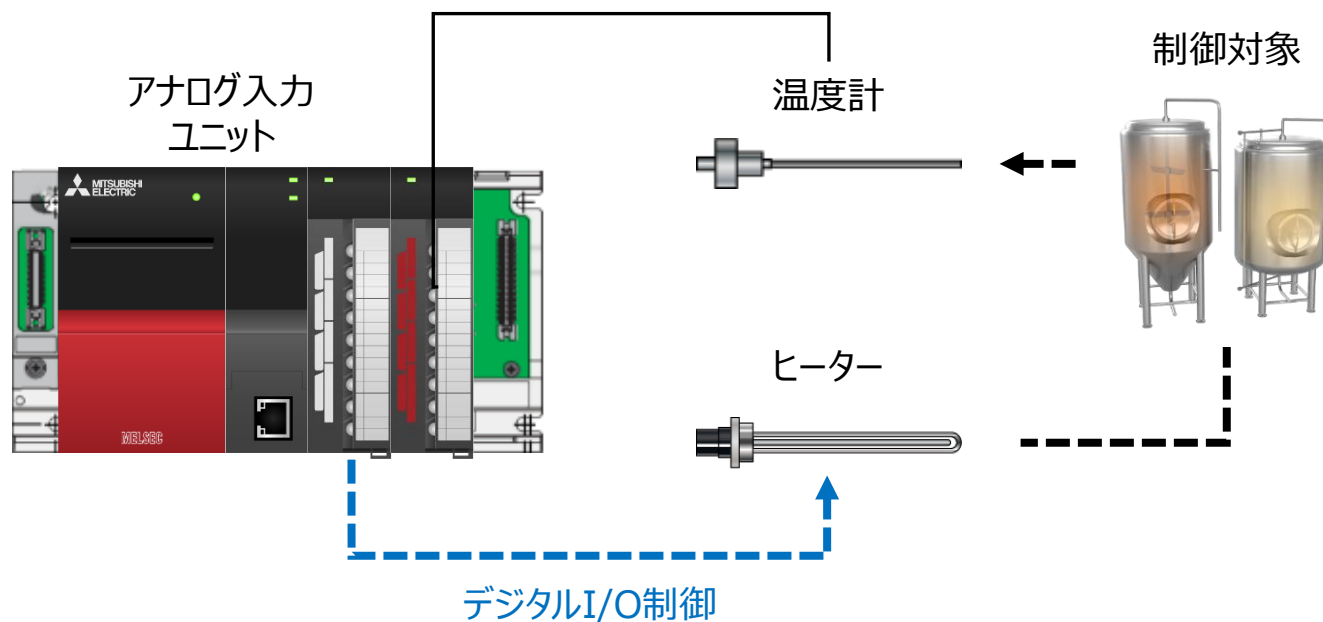


# 3. I/O制御の手順

本章では、MELSEC iQ-Rシリーズ シーケンサCPUユニットを用いて、PID制御の結果をデジタルI/Oで出力します。

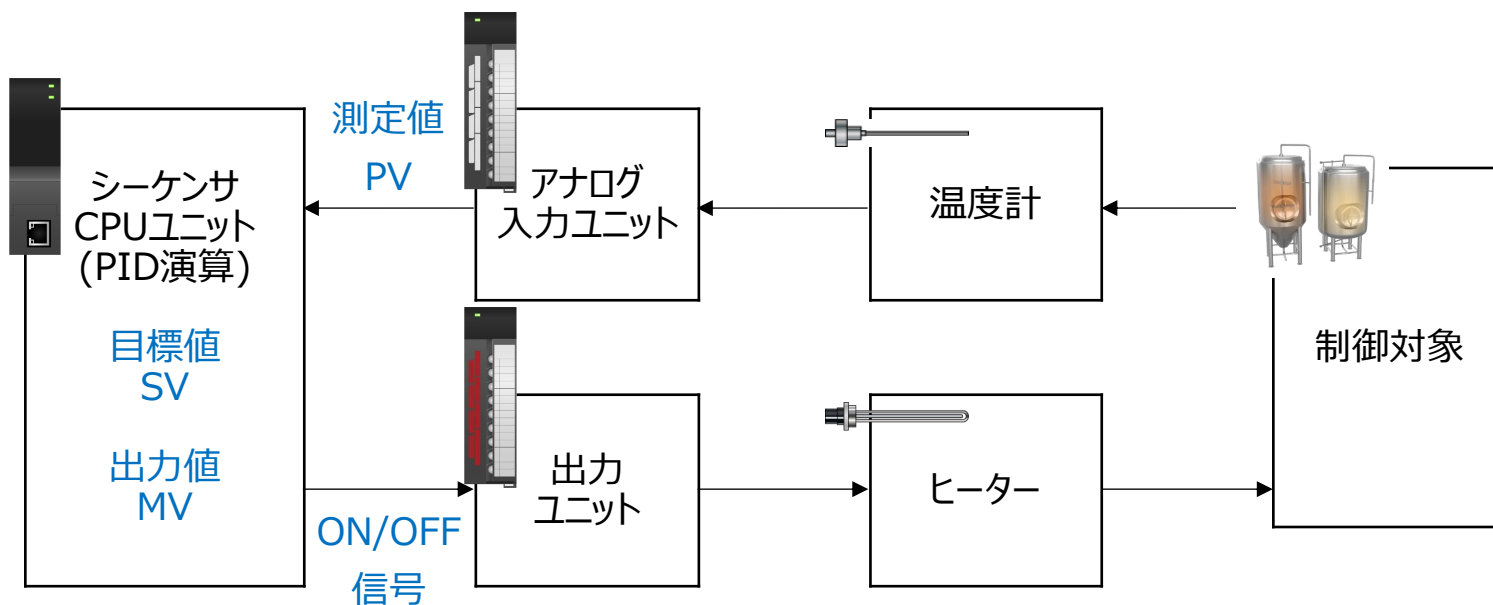
アナログ入力ユニットで計測した温度を基に、PID演算を実施します。

実施した結果はデジタルI/Oで出力し、ヒーターのON/OFFを切り替えます。



## ■PID演算の流れ

PID演算プログラムにおけるデータの流れは下記ようになります。

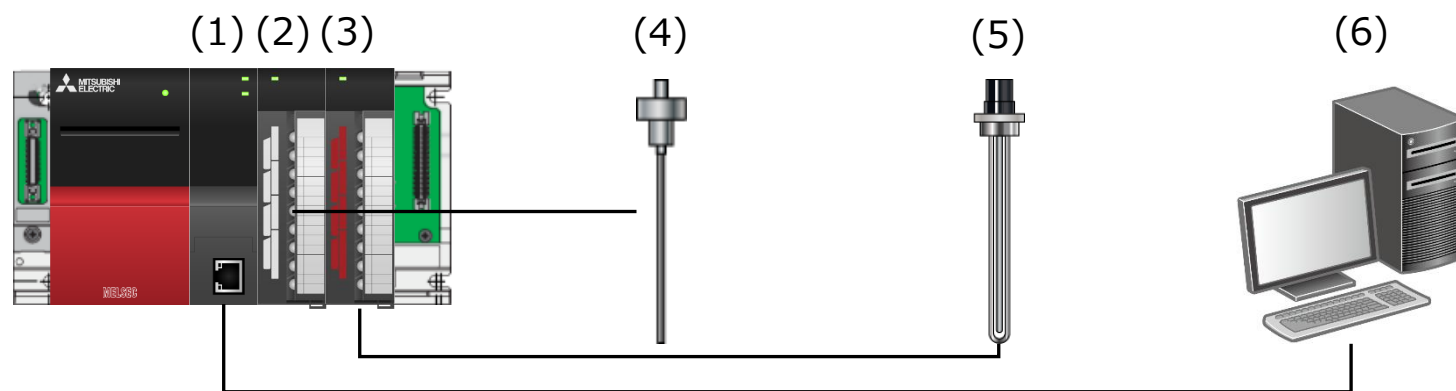


シーケンサCPUユニットで設定した目標値(SV)に従い、PID演算を実行します。

算出した出力値(MV)の値により、ヒーターのON/OFFを制御します。

温度計で制御対象から収集した測定値(PV)を用いて再度PID演算を実行し、出力値(MV)を更新します。

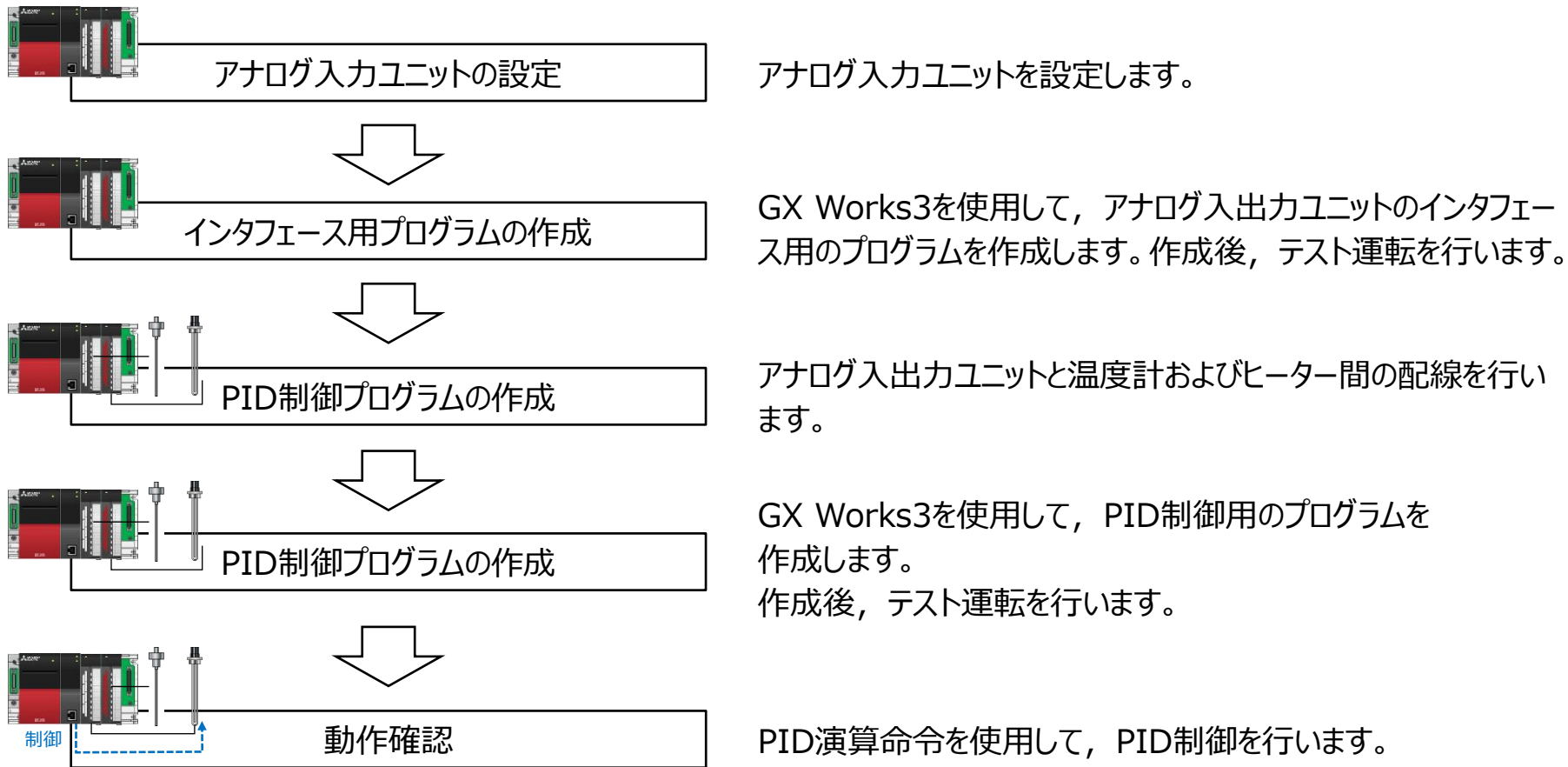
本章では、下記のシステム構成を使用します。



機器/ソフトウェア		形名	ファームウェアバージョン
(1)	シーケンサCPUユニット	R08CPU	—
(2)	アナログ入力ユニット	R60AD4	—
(3)	出力ユニット	RY10R2	—
(4)	温度計	—	—
(5)	ヒーター	—	—
(6)	設定用パソコン	GX Works3*1	—

\*1 本書では、バージョン1.120Aを使用します。

「**3.2 システム構成**」に記載したシステム構成で、PID制御を行うための設定手順について説明します。  
 下記の手順に沿って、シーケンサの設定や動作確認を行います。  
 お使いの環境に合わせて、あらかじめ温度計およびヒーターの設定を行ってください。



GX Works3でMELSEC iQ-Rシリーズのプロジェクトを作成します。

### 1. プロジェクトを新規作成します。

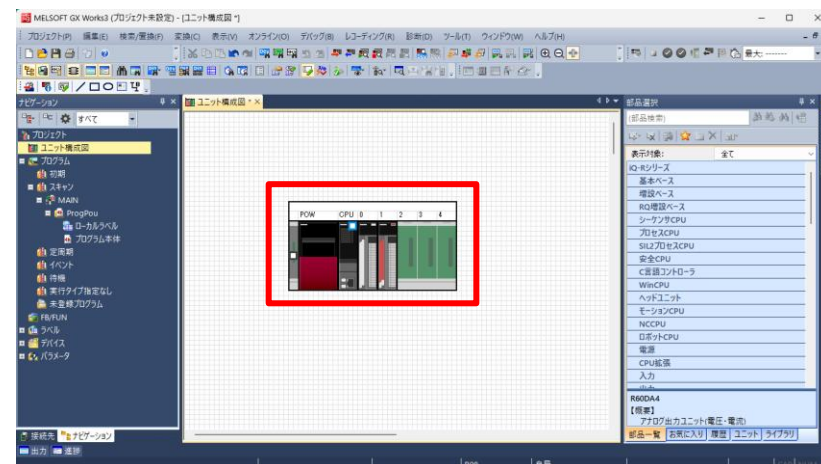
シリーズ: RCPUを設定

機種: システム構成に合わせて設定



### 2. [ナビゲーション]→[ユニット構成図]でユニット構成図を設定します。

必要なユニット(ベースユニット, 電源ユニット, シーケンサ CPUユニット, 出力ユニット「RY10R2」, アナログ入力ユニット「R60AD4」)をシステム構成に合わせて設定します。

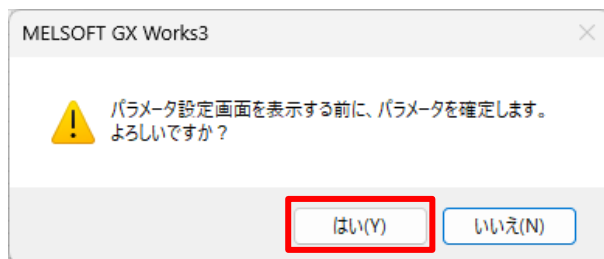


#### Point

先頭I/O No.を下記に指定します。

R60AD4 : 「0080」, RY10R2 : 「0020」

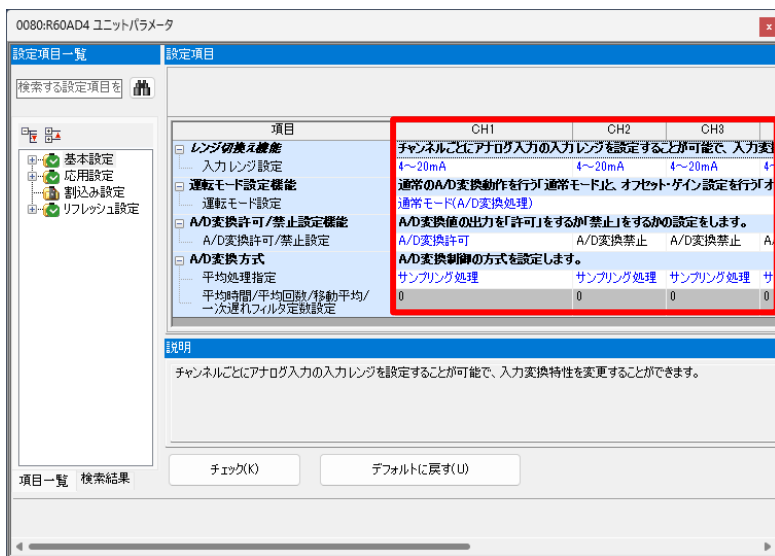
3. ユニット構成図の「R60AD4」をダブルクリックし、[はい] ボタンをクリックしてパラメータを確定します。



# 3.5 アナログ入力ユニットの設定

R60AD4と温度計を接続します。  
 ユニットパラメータの“基本設定”でチャンネルのパラメータを設定します。  
 デフォルト設定から変更した箇所を下線で示します。

## 1. CH1の各種制御指定の下記項目を設定します。

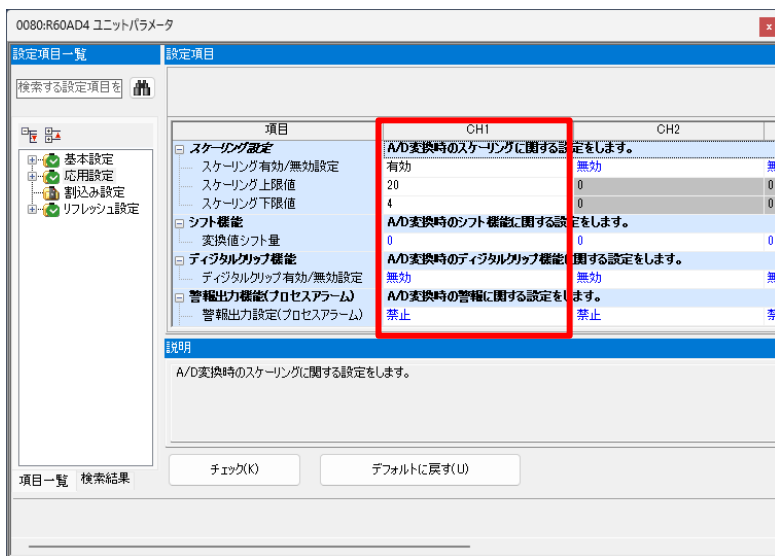


項目	設定内容	設定内容
レンジ切換え機能	入力レンジ設定	CH1 : 4~20mA
運転モード設定機能	運転モード設定	CH1 : 通常モード (A/D変換処理)
A/D変換許可/禁止設定機能	A/D変換許可/禁止設定	CH1 : A/D変換許可 CH2~4 : A/D変換禁止
A/D変換方式	平均処理指定	CH1 : サンプリング処理
	平均時間/平均回数/移動平均/一時遅れフィルタ定数設定	CH1 : 0

# 3.5 アナログ入力ユニットの設定

R60AD4と温度計を接続します。  
 ユニットパラメータの“応用設定”でチャンネルのパラメータを設定します。  
 デフォルト設定から変更した箇所を下線で示します。

## 2. CH1の各種制御指定の下記項目を設定します。



項目	設定内容	
スケーリング設定	スケーリング有効/無効設定	CH1：有効 CH2～4：無効
	スケーリング上限値	CH1：20
	スケーリング下限値	CH1：4
シフト機能	変換値シフト量	CH1：0
デジタルクリップ機能	デジタルクリップ有効/無効設定	CH1：無効
警報出力機能 (プロセスアラーム)	警報出力設定 (プロセスアラーム)	CH1：禁止
警報出力機能 (レートアラーム)	警報出力設定 (レートアラーム)	CH1：禁止
入力信号異常検出 機能	入力信号異常検出設定	CH1：下限検出
	入力信号異常検出設定値	CH1：5.0%
ロギング機能	ロギング有効/無効設定	CH1：無効
オンラインユニット交換	ユニット交換時オフセット・ゲイン 設定自動復元有無	CH1：有効

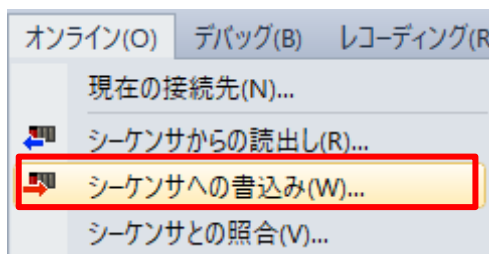
参照

e-Manual : SH081230-35, SH081231-E0

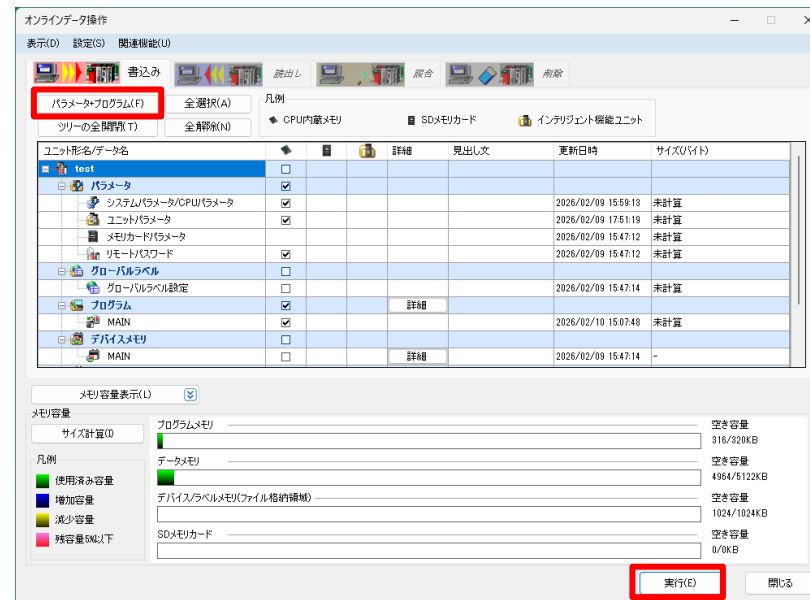
## 3.6 シーケンサへ書込み

シーケンサに書き込みます。

1. 「[2.7 アナログ入出力ユニットの動作確認](#)」と同様にアナログ入出力ユニットのインタフェース用のプログラムを作成し、動作確認を行います。詳細はアナログ入出力ユニットのマニュアルを参照してください。
2. アナログ入出力ユニットと温度計間の配線を行います。
3. PID演算命令を使ったプログラムを作成します。プログラム作成の詳細は「[3.7 動作例](#)」を参照してください。
4. メニューバーの[オンライン]→[シーケンサへの書込み]をクリックします。



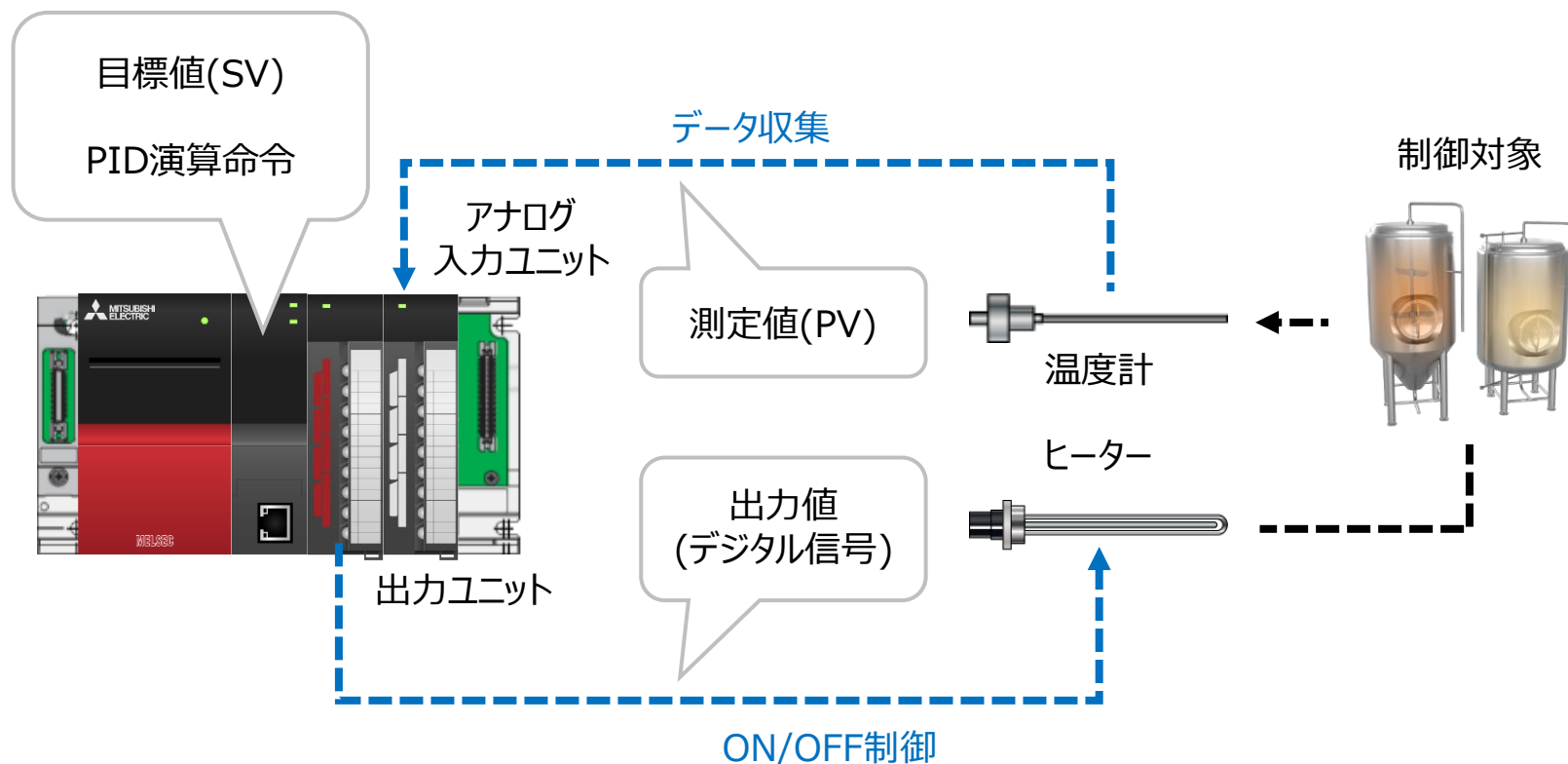
6. [パラメータ+プログラム]をクリックし、[実行]ボタンをクリックしてパラメータを書き込みます。



### Point

書込みが完了した後はシーケンサCPUユニットをリセット、または電源をOFF→ONしてください。

設定したアナログ入出力ユニットとPID演算命令を使用して、シーケンサからヒータのPID制御を実行します。  
「[2.9 動作例](#)」のプログラムを、デジタルI/Oを使用するために一部変更して使用します。



### ■使用デバイス一覧

下記の入出力信号を使用します。

項目	デバイス
PID制御指令	X3
エラー表示	Y20
ヒーター出力中表示	Y21
ヒーター制御	Y22

下記のデバイスをPID演算命令の引数として使用します。

項目	デバイス
目標値(SV)	D500
測定値(PV)	D501
制御用データ	ステップ応答法 : D510～D534 リミットサイクル法 : D510～D538
出力値(MV)	D502

### ■ 制御用データの設定

PID演算命令で以下の制御用データを設定します。

項目		PID制御中	割付デバイス		
目標値(SV)		(s1)	500(+50℃)	D500	
制御用データ	サンプリングタイム(Ts)	(s3)	500ms	D510	
	動作設定 (ACT)	入力変化量警報	(s3)+1 ビット1	なし	D511.1
		出力変化量警報	(s3)+1 ビット2	なし	D511.2
		出力値上下限設定	(s3)+1 ビット5	あり	D511.5
	入力フィルタ(a)		(s3)+2	70%	D512
	微分ゲイン(Kd)		(s3)+5	0%	D515
	出力値上限(ULV)		(s3)+22	2000(2秒)	D532
	出力値下限(LLV)		(s3)+23	0	D533
出力値(MV)		(d)	演算による	D502	

### ■プログラム例 PID制御

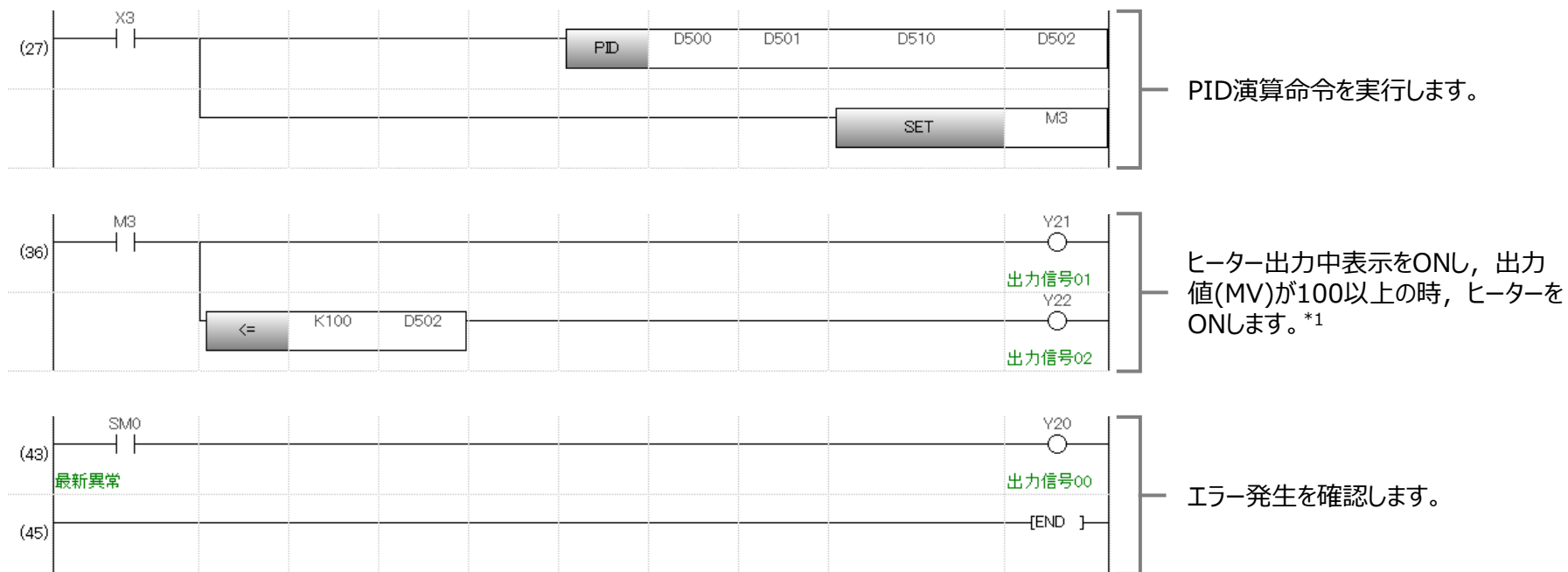
動作確認で使用するプログラム例を下記に示します。



シーケンサをRUNすると、目標値(SV)、初期出力値、サンプリングタイム( $T_s$ )、入力フィルタ( $\alpha$ )、微分ゲイン( $K_d$ )、出力値上限(ULV)、出力値下限(LLV)を設定します。



アナログ入力ユニットより測定値(PV)を入出力データエリアに設定します。



\*1 お使いの環境により、ヒーターのON/OFF条件は異なります。適切な条件を設定ください。

動作確認を行います。

### 1. ウォッチウィンドウに下記のデバイスを登録します。

項目		デバイス	
(s1)	目標値(SV)	D500	
(s2)	測定値(PV)	D501	
(s3)+1	動作設定(ACT)	ビット0	正動作 / 逆動作
(s3)+3	比例ゲイン(Kp)	D513	
(s3)+4	積分時間(Ti)	D514	
(s3)+6	微分時間(Td)	D516	
(d)	出力値(MV)	D502	
—	PID制御指令	X3	

### 2. [ウォッチ開始]ボタンを押下して、ウォッチを開始します。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	--	10進数	ワード[符号付き]
D501	--	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	--	2進数	ビット
D513	--	10進数	ワード[符号付き]
D514	--	10進数	ワード[符号付き]
D516	--	10進数	ワード[符号付き]
D502	--	10進数	ワード[符号付き]
X3	--	2進数	ビット

### 3. ビット“X3”をONしてPID制御を開始します。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	351	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	FALSE	2進数	ビット
D513	0	10進数	ワード[符号付き]
D514	0	10進数	ワード[符号付き]
D516	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	100	10進数	ワード[符号付き]
X3	TRUE	2進数	ビット

4. デバイス“D500”の目標値(SV)とデバイス“D501”の測定値の値から、デバイス“D513”、“D514”、“D516”のPID定数を調整します。

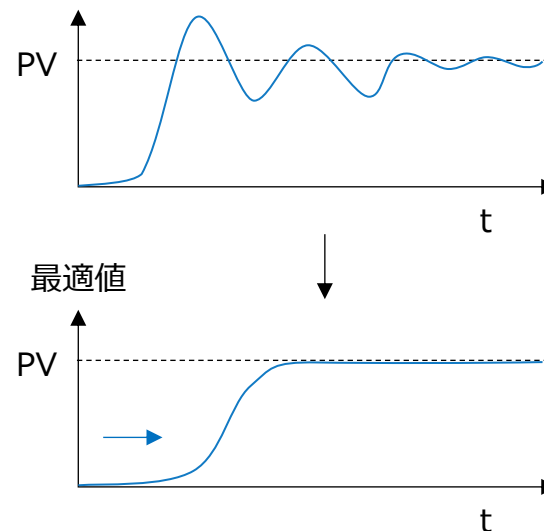
名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	499	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D513	100	10進数	ワード[符号付き]
D514	50	10進数	ワード[符号付き]
D516	50	10進数	ワード[符号付き]
D502	99	10進数	ワード[符号付き]
X3	TRUE	2進数	ビット

### Point

目標値(SV)が変化したとき、測定値(PV)の様子に合わせて以下のPID定数を手動で調整します。

- ・ 比例ゲイン(Kp)
- ・ 積分時間(Ti)
- ・ 微分時間(Td)

5. 目標値(SV)の変化に対し、応答は早いが振動する場合、デバイス“D513”の値を小さく、デバイス“D514”の値を大きくすることで調整します。

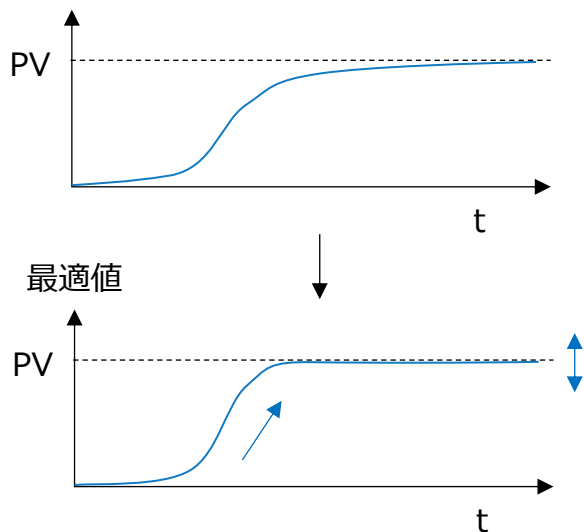


### Point

デバイス“D513”で比例ゲイン(Kp)を小さくすることで、比例動作の効果を小さくします。

デバイス“D514”で積分時間(Ti)を大きくすることで、積分動作の効果を小さくします。

6. 目標値(SV)の変化に対し、応答が遅い場合、デバイス“D513”の値を大きく、デバイス“D514”の値を小さくすることで調整します。

**Point**

デバイス“D513”で比例ゲイン( $K_p$ )を大きくすることで、比例動作の効果を大きくします。

デバイス“D514”で積分時間( $T_i$ )を小さくすることで、積分動作の効果を大きくします。

# 付録. チューニング詳細

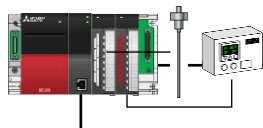
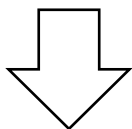
# 付1.1 設定フロー

PID演算命令の制御データに任意のパラメータを設定し、詳細にチューニングする方法について説明します。  
 本章ではMELSEC iQ-Rの「[2.3 システム構成](#)」, 「[2.9 動作例](#)」で設定した内容およびプログラムを使用し、下記の手順に沿ってシーケンサの設定や動作確認を行います。  
 お使いの環境に合わせて、あらかじめ温度計および加熱装置(ヒーター)の設定を行ってください。



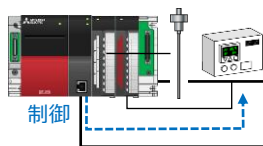
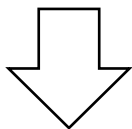
動作開始

GX Works3を使用して、PID制御用のプログラムを動作開始します。



チューニング

PID制御のチューニングを行います。



動作確認

調整したPID定数を使用して、PID制御を続行します。

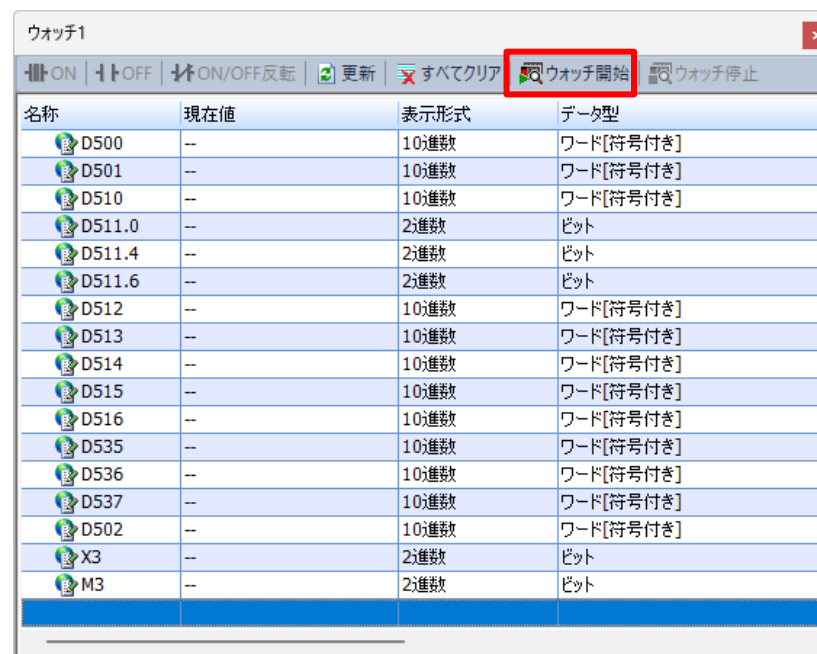
# 付1.2 オートチューニング

「2.9 動作例」のプログラムを使用し、シーケンサCPUユニットをRUNして動作を開始します。  
任意のパラメータを設定してチューニングを行う方法を説明します。

## 1. ウォッチウィンドウに下記のデバイスを登録します。

項目		デバイス		
(s1)	目標値(SV)	D500		
(s2)	測定値(PV)	D501		
(s3)	サンプリングタイム(Ts)	D510		
(s3)+1	動作設定 (ACT)	ビット0	正動作 / 逆動作	D511.0
		ビット4	オートチューニング実行	D511.4
		ビット6	ステップ応答法 / リミットサイクル法	D511.6
(s3)+2	入力フィルタ(a)	D512		
(s3)+3	比例ゲイン(Kp)	D513		
(s3)+4	積分時間(Ti)	D514		
(s3)+5	微分ゲイン(Kd)	D515		
(s3)+6	微分時間(Td)	D516		
(s3)+25	PV値スレッシュホールド(ヒステリシス)(SHPV)	D535		
(s3)+26	出力値上限(ULV)	D536		
(s3)+27	出力値下限(LLV)	D537		
(d)	出力値(MV)	D502		
その他	必要に応じて設定	—		

## 2. [ウォッチ開始]ボタンを押下して、ウォッチを開始します。



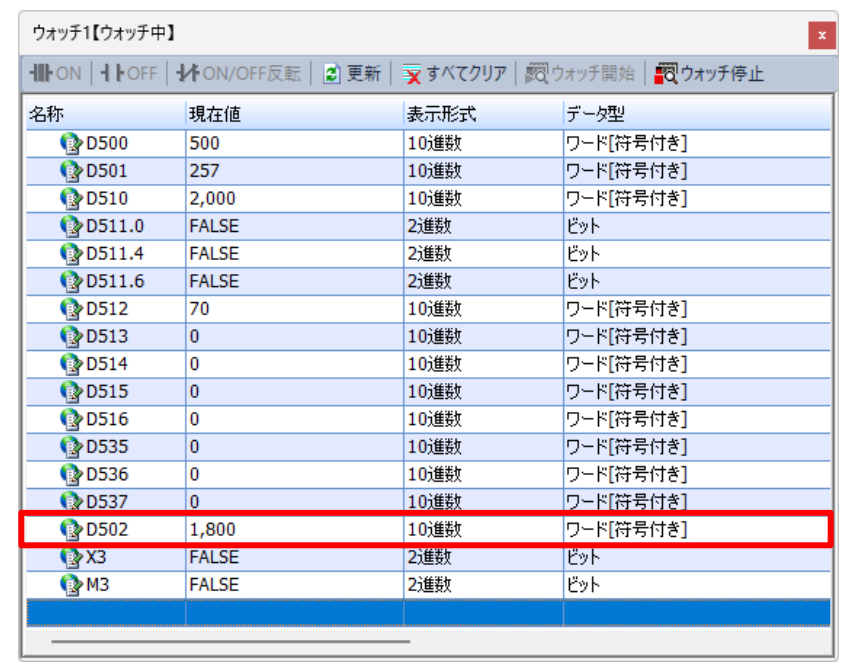
# 付1.2 オートチューニング

## ■ステップ応答法 オートチューニング

1. 以降の手順で下記のデバイスを設定し、ステップ応答法でチューニングを実行します。

項目		デバイス		
(s1)	目標値(SV)	D500		
(s3)	サンプリングタイム(Ts)	D510		
(s3)+1	動作設定 (ACT)	ビット4	オートチューニング実行	D511.4
		ビット6	ステップ応答法 / リミットサイクル法	D511.6
(s3)+2	入力フィルタ(a)	D512		
(s3)+5	微分ゲイン	D515		
(d)	出力値(MV)	D502		

2. デバイス“D502”で出力値(MV)にオートチューニング用出力値を転送します。オートチューニング用出力値は、出力機器に対して出力可能最大値×0.5~1の値に設定してください。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	257	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	FALSE	2進数	ビット
D511.4	FALSE	2進数	ビット
D511.6	FALSE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]
D514	0	10進数	ワード[符号付き]
D515	0	10進数	ワード[符号付き]
D516	0	10進数	ワード[符号付き]
D535	0	10進数	ワード[符号付き]
D536	0	10進数	ワード[符号付き]
D537	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	1,800	10進数	ワード[符号付き]
X3	FALSE	2進数	ビット
M3	FALSE	2進数	ビット

参照

e-Manual : SH081226-2518

# 付1.2 オートチューニング

## 3. オートチューニングで設定されない下記の項目をシステムに応じて設定します。

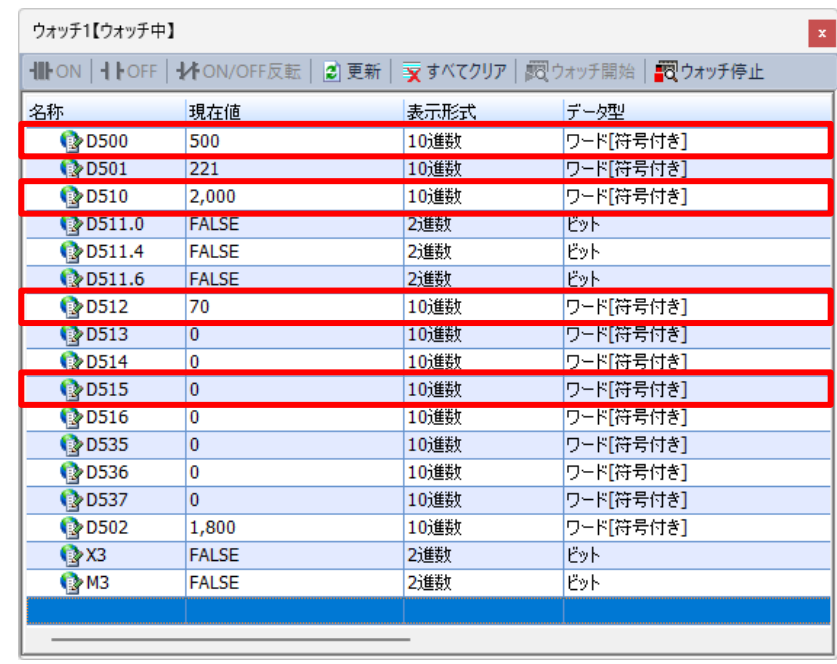
項目		デバイス	備考
(s1)	目標値(SV)	D500	測定値(PV)との差が150以上になるように設定します。*1
(s3)	サンプリングタイム(Ts)	D510	1000ms以上に設定します。*2
(s3)+2	入力フィルタ(a)	D512	—
(s3)+5	微分ゲイン	D515	入力フィルタを設定する場合、微分ゲインは通常"0"に設定します。
その他		—	必要に応じて設定します。

\*1 目標値(SV)の設定値と測定値(PV)との差について

オートチューニング開始時の測定値(PV)と目標値(SV)との差が150以上ないと、正しくオートチューニングができません。そのため、150未満の場合は、オートチューニング用に目標値(SV)を設定してください。オートチューニング完了後、目標値を再設定してください。

\*2 サンプリングタイム(Ts)の設定時間について

オートチューニングする際のサンプリングタイム(Ts)は、必ず1000ms以上にしてください。また、このサンプリングタイムは、出力変化周期よりも十分長い時間にしてください。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	221	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	FALSE	2進数	ビット
D511.4	FALSE	2進数	ビット
D511.6	FALSE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]
D514	0	10進数	ワード[符号付き]
D515	0	10進数	ワード[符号付き]
D516	0	10進数	ワード[符号付き]
D535	0	10進数	ワード[符号付き]
D536	0	10進数	ワード[符号付き]
D537	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	1,800	10進数	ワード[符号付き]
X3	FALSE	2進数	ビット
M3	FALSE	2進数	ビット

# 付1.2 オートチューニング

4. デバイス“D511”(動作設定(ACT))のビット4をONにします。

名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	221	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	FALSE	2進数	ビット
D511.4	TRUE	2進数	ビット
D511.6	FALSE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]

5. PID演算命令の起動接点のビット“X3”をONすると、オートチューニングが始まります。

D502	1,800	10進数	ワード[符号付き]
X3	TRUE	2進数	ビット
M3	FALSE	2進数	ビット

6. オートチューニング開始時の測定値から目標値(SV)への変化量が1/3以上変化するとオートチューニングが完了し、デバイス“D511”(動作設定(ACT))のビット4が自動的にOFFになります。

名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	257	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	FALSE	2進数	ビット
D511.4	FALSE	2進数	ビット
D511.6	FALSE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]

7. オートチューニングが完了すると、以下のデバイスを設定します。

項目			デバイス
(s3)+1	ビット0	動作方向(正動作/逆動作)	D511.0
(s3)+3	比例ゲイン(Kp)		D513
(s3)+4	積分時間(Ti)		D514
(s3)+6	微分時間(Td)		D516

# 付1.2 オートチューニング

## ■リミットサイクル法 オートチューニング

1. 以降の手順で下記のデバイスを設定し、リミットサイクル法でチューニングを実行します。

項目		デバイス		
(s1)	目標値(SV)	D500		
(s3)	サンプリングタイム(Ts)	D510		
(s3)+1	動作設定(ACT)	ビット0	正動作 / 逆動作	D511.0
		ビット4	オートチューニング実行	D511.4
		ビット6	ステップ応答法/ リミットサイクル法	D511.6
(s3)+2	入力フィルタ(a)	D512		
(s3)+25	PV値スレッシュホールド(ヒステリシス)(SHPV)	D535		
(s3)+26	出力値上限(ULV)	D536		
(s3)+27	出力値下限(LLV)	D537		

2. デバイス“D511”(動作設定(ACT))のビット0で、正動作か逆動作かを設定します。
3. デバイス“D511”(動作設定(ACT))のビット6をONにして、リミットサイクル法を選択します。

4. デバイス“D511”(動作設定(ACT))のビット4をONして、オートチューニング実行をONします。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	237	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D511.4	TRUE	2進数	ビット
D511.6	TRUE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]
D514	0	10進数	ワード[符号付き]
D515	0	10進数	ワード[符号付き]
D516	0	10進数	ワード[符号付き]
D535	0	10進数	ワード[符号付き]
D536	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D537	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	1,800	10進数	ワード[符号付き]
X3	FALSE	2進数	ビット
M3	FALSE	2進数	ビット

# 付1.2 オートチューニング

5. デバイス“D512”(入力フィルタ(a))を設定します。
6. デバイス“D510”(サンプリングタイム(Ts))を設定します。

名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	237	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D511.4	TRUE	2進数	ビット
D511.6	TRUE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]

7. デバイス“D536”(出力値上限(ULV))に、出力値(MV)の最大出力値を設定します。
8. デバイス“D537”(出力値下限(LLV))に、出力値(MV)の最小出力値を設定します。
9. デバイス“D535”(PV値スレッシュホールド(ヒステリシス)幅(SHPV))を設定します。

D535	0	10進数	ワード[符号付き]
D536	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D537	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	1,800	10進数	ワード[符号付き]
X3	FALSE	2進数	ビット
M3	FALSE	2進数	ビット

10. PID演算命令のデバイス“D500”に目標値(SV)を設定します。
11. PID演算命令の起動接点のビット“X3”をONすると、デバイス“D501”の測定値(PV)により、オートチューニングが始まります。

名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	319	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D511.4	TRUE	2進数	ビット
D511.6	TRUE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]
D513	0	10進数	ワード[符号付き]
D514	0	10進数	ワード[符号付き]
D515	0	10進数	ワード[符号付き]
D516	0	10進数	ワード[符号付き]
D535	0	10進数	ワード[符号付き]
D536	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D537	0	10進数	ワード[符号付き]
D502	2,000	10進数	ワード[符号付き]
X3	TRUE	2進数	ビット
M3	TRUE	2進数	ビット

12.チューニング完了時点で、デバイス“D511”(動作設定 (ACT))のオートチューニングフラグ(ビット4, ビット6)がOFF します。

名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	415	10進数	ワード[符号付き]
D510	2,000	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D511.4	FALSE	2進数	ビット
D511.6	FALSE	2進数	ビット
D512	70	10進数	ワード[符号付き]

13.オートチューニングが完了すると、以下のデバイスを設定します。

項目		デバイス
(s3)+3	比例ゲイン(Kp)	D513
(s3)+4	積分時間(Ti)	D514
(s3)+6	微分時間(Td)	D516

# 付1.3 手動でのチューニング

オートチューニング後などに、PID定数を手動で調整できます。

## 1. ウォッチウィンドウに下記のデバイスを登録します。

項目			デバイス
(s1)	目標値(SV)		D500
(s2)	測定値(PV)		D501
(s3)+1	動作設定(ACT)	ビット0 正動作 / 逆動作	D511.0
(s3)+3	比例ゲイン(Kp)		D513
(s3)+4	積分時間(Ti)		D514
(s3)+6	微分時間(Td)		D516
(d)	出力値(MV)		D502
その他	必要に応じて設定		—

## 2. [ウォッチ開始]ボタンを押下して、ウォッチを開始します。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	--	10進数	ワード[符号付き]
D501	--	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	--	2進数	ビット
D513	--	10進数	ワード[符号付き]
D514	--	10進数	ワード[符号付き]
D516	--	10進数	ワード[符号付き]
D502	--	10進数	ワード[符号付き]
X3	--	2進数	ビット
M3	--	2進数	ビット

## 3. デバイス“D500”の目標値(SV)とデバイス“D501”の測定値の値から、デバイス“D513”、“D514”、“D516”のPID定数を調整します。



名称	現在値	表示形式	データ型
D500	500	10進数	ワード[符号付き]
D501	499	10進数	ワード[符号付き]
D511.0	TRUE	2進数	ビット
D513	100	10進数	ワード[符号付き]
D514	50	10進数	ワード[符号付き]
D516	50	10進数	ワード[符号付き]
D502	99	10進数	ワード[符号付き]
X3	TRUE	2進数	ビット
M3	TRUE	2進数	ビット

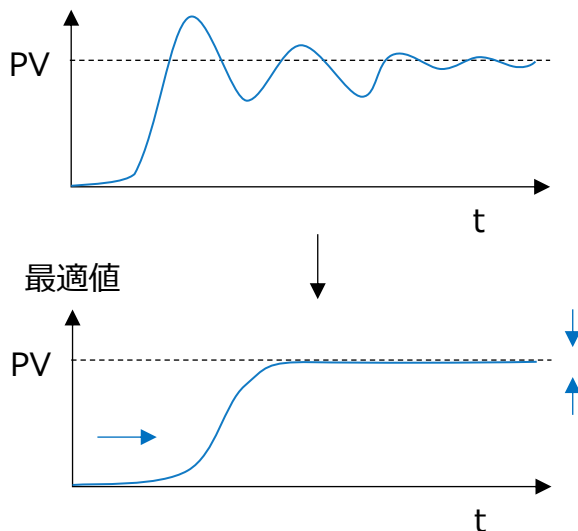
### Point

目標値(SV)が変化したとき、測定値(PV)の様子に合わせて以下のPID定数を手動で調整します。

- 比例ゲイン(Kp)
- 積分時間(Ti)
- 微分時間(Td)

# 付1.3 手動でのチューニング

4. 目標値(SV)の変化に対し、応答は早いが振動する場合、デバイス“D513”の値を小さく、デバイス“D514”の値を大きくすることで調整します。

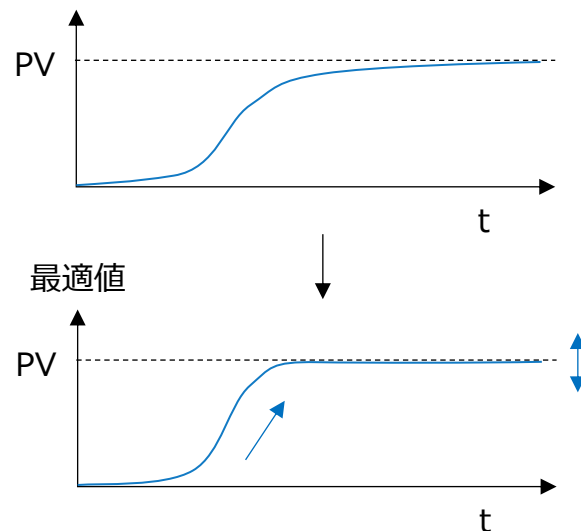


## Point

デバイス“D513”で比例ゲイン(Kp)を小さくすることで、比例動作の効果を小さくします。

デバイス“D514”で積分時間(Ti)を大きくすることで、積分動作の効果を小さくします。

5. 目標値(SV)の変化に対し、応答が遅い場合、デバイス“D513”の値を大きく、デバイス“D514”の値を小さくすることで調整します。



## Point

デバイス“D513”で比例ゲイン(Kp)を大きくすることで、比例動作の効果を大きくします。

デバイス“D514”で積分時間(Ti)を小さくすることで、積分動作の効果を大きくします。

## 安全にお使いいただくために

- ・ 設計上の注意、配線上の注意等に関しましては、ご使用の製品マニュアルに記載の安全上のご注意をお読みください。
- ・ 製品保証内容については、ご使用の製品マニュアル記載の保証についてをお読みください。

## おことわり

- ・ 本書に記載されている事例は参考用のため、動作を保証するものではありません。  
ご採用に際しては機器・装置の機能や安全性をお客様自身でご確認のうえ、ご使用ください。
- ・ ご使用の製品のバージョンにより使用できる機能や設定が異なるため、本書記載のバージョンを満たした製品を使用してください。  
製品のバージョンによっては、設定の内容や手順、画面が本書と異なる場合があります。あらかじめご了承ください。その際は、ご使用の製品マニュアルやソフトウェア内ヘルプを参照してください。
- ・ 本書の内容に関しては、改良のため予告なしに仕様などを変更することがありますので、あらかじめご了承ください。
- ・ 本書内で使用するソフトウェアと機器との接続方法については、各ソフトウェアおよび接続対象機器のマニュアルをご確認ください。
- ・ 本書の内容について詳細を確認したい場合は、関連マニュアルをお読みください。

最新のマニュアルPDFは、三菱電機FAサイトからダウンロードできます。

[www.MitsubishiElectric.co.jp/fa](http://www.MitsubishiElectric.co.jp/fa)

マニュアル名称	マニュアル番号
GX Works3オペレーティングマニュアル	SH-081214
MELSEC iQ-R プログラミングマニュアル(CPUユニット用命令/汎用FUN/汎用FB編)	SH-081226
MELSEC iQ-R アナログ-デジタル変換ユニットユーザーズマニュアル(スタートアップ編)	SH-081230
MELSEC iQ-R アナログ-デジタル変換ユニットユーザーズマニュアル(応用編)	SH-081231
MELSEC iQ-R デジタル-アナログ変換ユニットユーザーズマニュアル(スタートアップ編)	SH-081234
MELSEC iQ-R デジタル-アナログ変換ユニットユーザーズマニュアル(応用編)	SH-081236
MELSEC iQ-R プログラミングマニュアル(プロセス制御FB/命令編)	SH-081748
MELSEC計装テクニカルガイド サンプルプログラム・用語集	L-08908

# 三菱電機株式会社

## 安全に関するご注意

本資料に記載された製品を正しくお使いいただくためご使用前に必ず「マニュアル」をお読みください。

## 商標、登録商標について

本文中における会社名、商品名は、各社の商標または登録商標です。本文中で、商標記号(™, ®)は明記していない場合があります。

三菱電機 FA

検索

[www.MitsubishiElectric.co.jp/fa](http://www.MitsubishiElectric.co.jp/fa)

メンバー  
登録無料!

## インターネットによる情報サービス「三菱電機FAサイト」

三菱電機FAサイトでは、製品や事例などの技術情報に加え、トレーニングスクール情報や各種お問い合わせ窓口をご提供しています。また、メンバー登録いただくとマニュアルやCADデータ等のダウンロード、eラーニングなどの各種サービスをご利用いただけます。