

## 概要

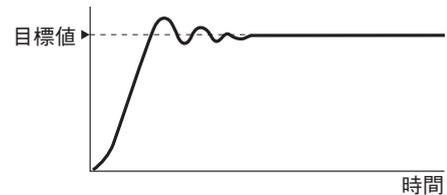
### 温度調節器とは

温度調節器とは、センサ信号と目標値を比較し、その偏差に応じて演算を行いヒータなどを制御する装置です。センサ信号に温度以外の湿度・圧力・流量などを扱うことができる装置は調節計と呼び、電子式のもの特にデジタル調節計と呼びます。

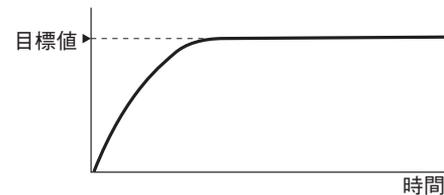
### 温度制御とは

温度調節器は現在値と目標値が一致するように制御しますが、制御対象の特性や温度調節器の制御の仕方により応答が異なります。図(2)のように一般的にはオーバーシュートさせずにできるだけ速く目標値に到達させることが求められます。図(1)のようにオーバーシュートさせてもよいから速く昇温したい場合や、図(3)のようにゆっくり昇温させたい場合もあります。

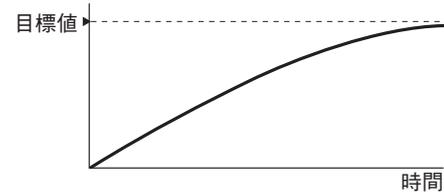
(1)オーバーシュートとアンダーシュートを繰り返しながら目標値に落ち着く応答



(2)適切な応答

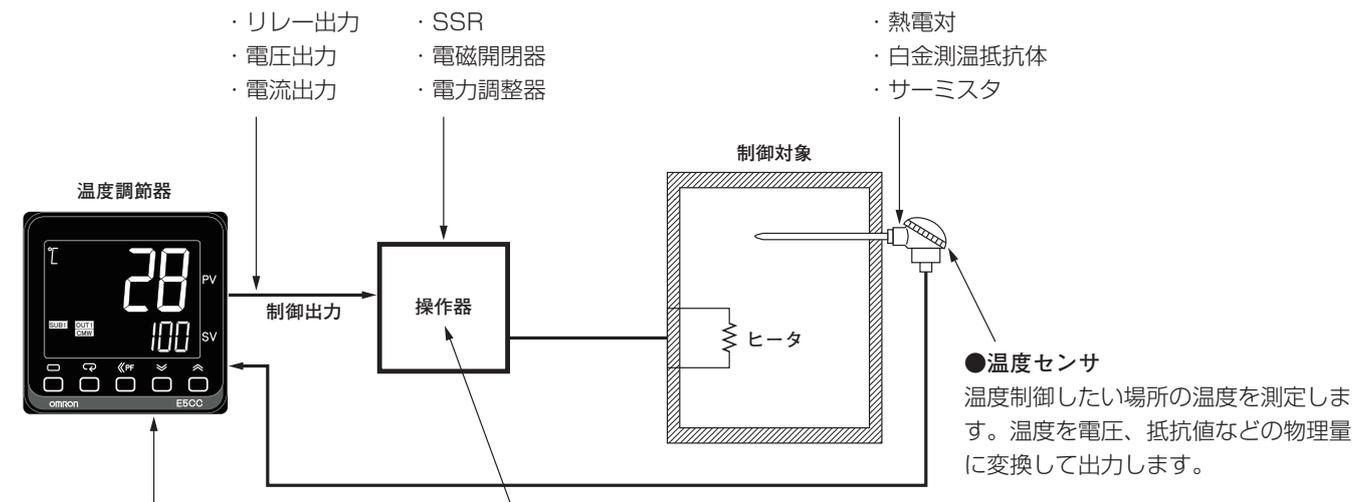


(3)なかなか目標値に到達しない応答



### 温度制御の構成例

温度制御を行うための基本的な構成を示します。接続できるセンサ、操作器は温度調節器の機種により異なります。



#### ●温度調節器(デジタル調節計)

温度センサの出力を現在値に変換し、現在温度が目標値に近付くように操作器へ制御出力を出力する機器です。

#### ●操作器

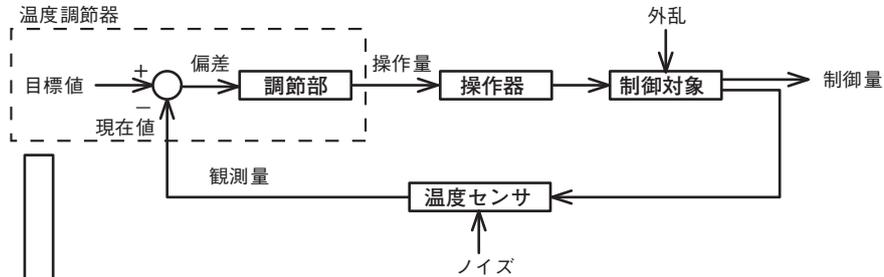
炉、槽などの制御対象を加熱または冷却するため、ヒータの電流をON/OFFする電磁開閉器、燃料の供給停止を行うバルブなどをいいます。温度調節器の出力がリレー出力の場合、リレーが操作器の機能を持つ場合もあります。

## 温度調節器の原理

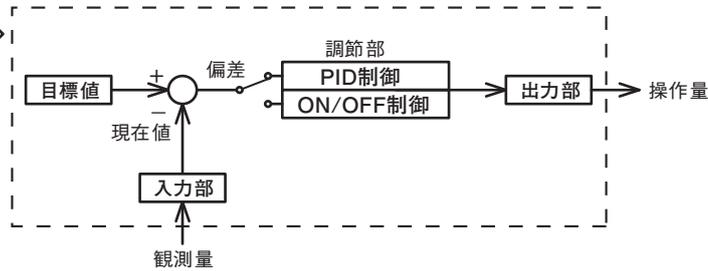
温度制御のためのフィードバック制御系の例を下図に示します。

温度調節器はフィードバック制御系の主要な部分が組み込まれています。温度調節器、制御対象に合わせた操作器、温度センサを組み合わせてフィードバック制御系を構築することができ温度制御を行うことができます。

### フィードバック制御系の構成

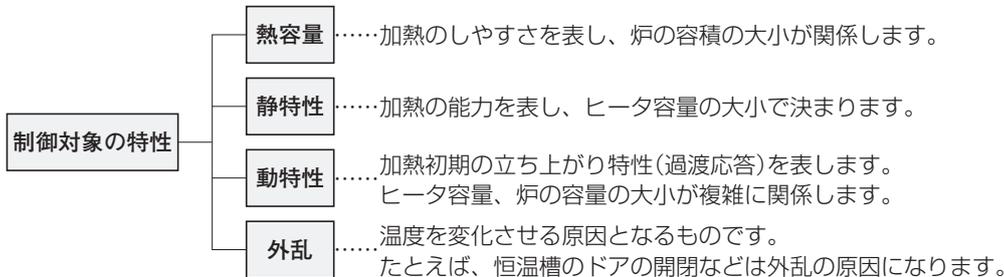


### 温度調節器の構成



## 制御対象の特性

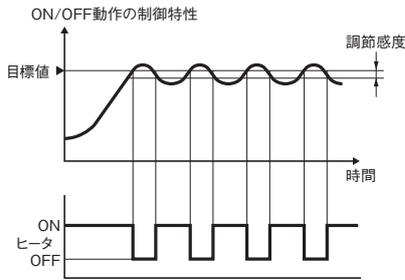
温度制御で適切な制御を行うためには、温度調節器や温度センサを選ぶ前に、制御対象が熱的にどのような特性を持っているか、十分知っておく必要があります。



## 制御方法

### ON/OFF動作

図のように、現在値が目標値より低いときは出力をONしヒータに通電。目標値より高いときは出力をOFFしてヒータを切る。というように、目標値を境にしてON、OFFを繰り返し、温度を一定に保つ制御方式をON/OFF動作といいます。また、操作量が目標値を境にして0%と100%の2つの値で動作することから、2位置動作とも呼ばれます。

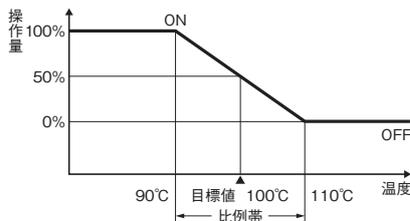


### P動作(比例動作)

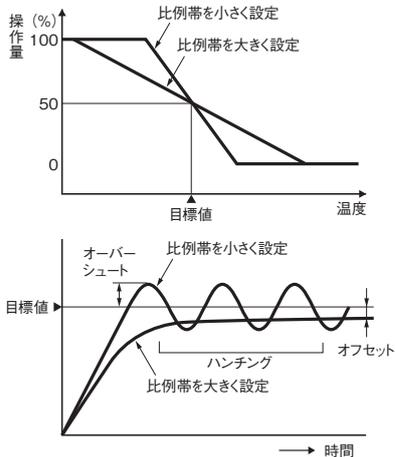
現在値と目標値の偏差を小さくするため、偏差に比例した操作量(制御出力量)を出力する制御動作です。目標値を中心に比例帯を設定し、以下のルールで出力を決定します。

- ・現在値が比例帯の中にあるときは偏差に比例した操作量を出力
- ・現在値が低い方で比例帯から外れると100%の操作量を出力
- ・現在値が高い方で比例帯から外れると0%の操作量を出力

目標値付近では偏差に応じて出力を徐々に変化させるためON/OFF動作に比べて滑らかな制御ができます。ただし、比例動作単独で制御すると目標値からずれた(オフセットした)温度で安定します。

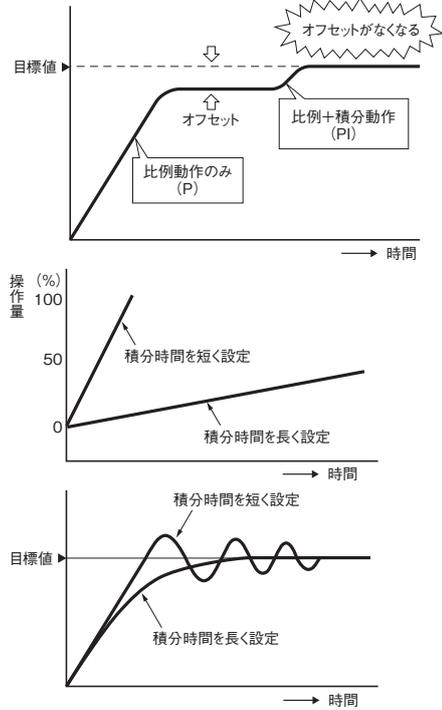


(例) 温度レンジ0~400°Cの温調器で比例帯を5%とすると、その幅は、温度換算で20°Cとなります。この場合、目標値を100°Cとすると90°Cまでは出力は完全ONで90°Cを超えるとOFFの期間が生じ、100°CでONとOFFの時間が同じ(50%)となります。



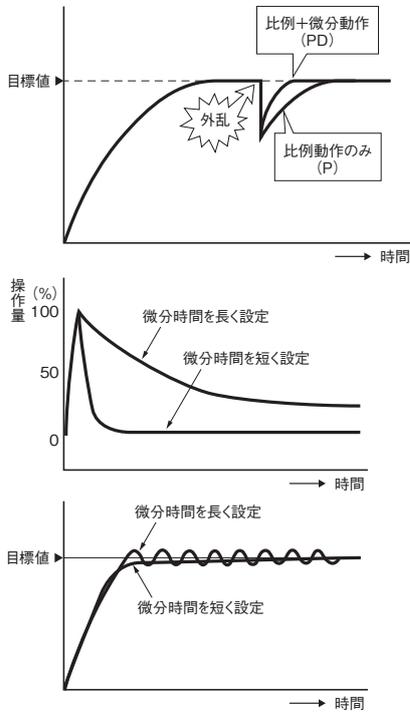
### I動作(積分動作)

偏差の大きさと継続時間に応じて操作量を増加(または減少)させる制御動作です。比例動作だけでは目標値とずれた(オフセットした)温度で安定しますが、比例動作に積分動作を組み合わせると、時間の経過に従い偏差が小さくなり現在値と目標値が一致するようになります。



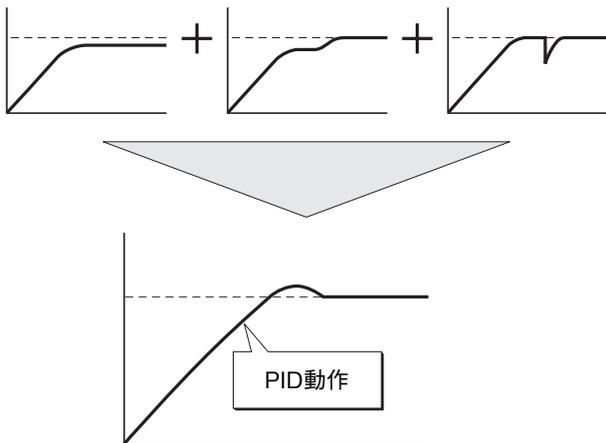
**D動作(微分動作)**

外乱等による現在値の急変に対し、早くもとの制御状態にもどるように操作量を与える制御動作です。比例動作や積分動作は制御結果に対する訂正動作のため急変に対しては応答が遅くなります。微分動作はその欠点を補うもので、急激な外乱に対して大きな操作量を与えます。



**PID制御**

PID制御は比例動作、積分動作、微分動作を組み合わせたものです。比例動作でハンチングのない滑らかな制御を行い、積分動作でオフセットを自動的に修正し、微分動作で外乱に対する応答を早くすることができます。

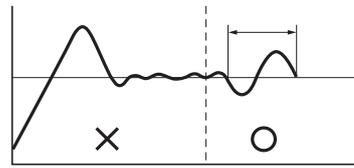


**2自由度PID制御**

これまでのPID制御方式では、同一の調節部によって目標値に対する応答と外乱に対する応答を制御していました。そのため、調節部のPIDパラメータの設定において①外乱応答を重視する(一般的にはP、Iは小さく、Dは大きく設定する)と目標値応答が振動的になり(オーバーシュートが出る)、逆に②目標値応答を重視する(一般的にはPは大きく、Iも大きく設定する)と外乱応答が遅くなってしまい、両方の応答性を同時に満足することができないという欠点がありました。2自由度PID制御は目標値応答と外乱応答時の異なる応答に対し、それぞれに良好な応答ができるようにした制御方式です。

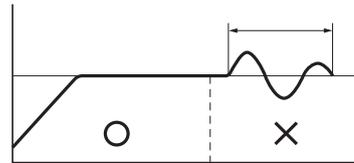
●PID制御

①



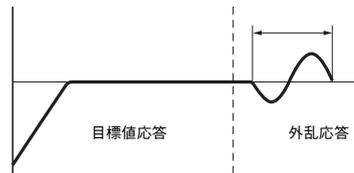
外乱応答を良くすると目標値応答が悪くなる

②



目標値応答を良くすると外乱応答は悪くなる

●2自由度PID制御



目標値応答、外乱応答の制御性能を両立できる動作

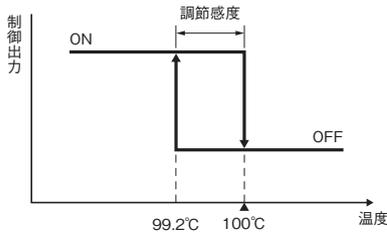
## 用語解説

### 制御に関する用語

#### ●調節感度

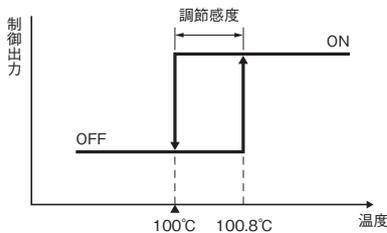
ON/OFF制御では目標値でON、OFFするので、目標値付近で微小なノイズが入ると出力が頻繁にON、OFF(チャタリング)し、出力リレーの寿命が短くなったり、接続された機器に悪影響を与えます。これを防ぐため、ON、OFFの動作にすきま(ヒステリシス)を設けています。この動作すきまを調節感度といいます。

#### 調節感度(逆動作)



(例) 調節感度=0.8°Cです。

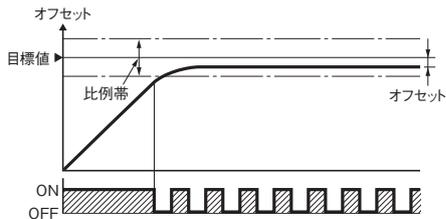
#### 調節感度(正動作)



(例) 調節感度=0.8°Cです。

#### ●オフセット

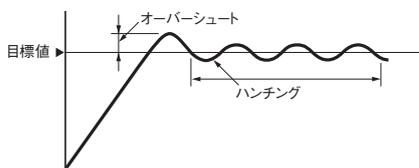
比例動作では制御対象の熱容量、ヒータ容量により安定状態に達しても、目標値に対して一定の誤差を生じます。この誤差をオフセットと呼びます。このオフセットは目標値の上方に生じる場合もあります。



#### ●ハンチングとオーバーシュート

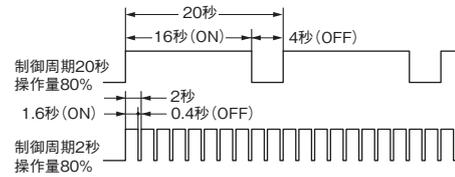
ON/OFF動作時にはよく図に示すような波形が発生します。この図にみられるように、動作開始後目標値に達したのち行き過ぎる現象のことをオーバーシュート、また目標値のまわりで振動する現象のことをハンチングといいます。この現象が小さいほど、良い制御といえます。

#### ON/OFF動作におけるハンチングとオーバーシュート



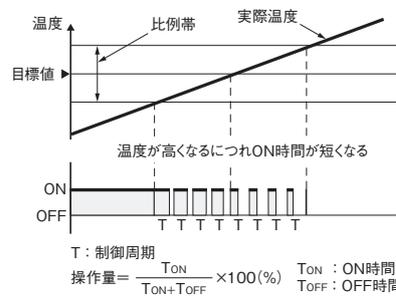
#### ●時分割比例動作

リレー、SSRはON(100%) / OFF(0%)しか出力することができません。しかしPID制御は0~100%の操作量を出力します。時分割比例動作は操作量に時間のパラメータ(制御周期)を加え、ON/OFFの出力で0~100%の出力を可能にした出力方式です。制御周期(秒)×操作量(%)の間出力をONし、残りの制御周期の間出力をOFFすることにより0~100%の中間の操作量を出力することができます。出力は制御周期の間に1回しかON/OFFしないため、制御周期が長いと制御の応答は遅くなり、制御周期が短いと応答は速くなります。制御周期が短いとリレーなどの接点を持つ出力機器では寿命が短くなります。一般的にリレー出力では制御周期を20秒、SSR出力では制御周期は2秒を目安に設定します。



#### ●比例帯

比例帯は制御が比例動作を行う範囲を設定するパラメータです。比例動作は、現在値が比例帯内に入ると目標値と現在値の偏差に比例した0~100%の操作量を出力します。加熱制御では現在値が低い方に比例帯から外れると100%、高い方に比例帯から外れると0%操作量を出力します。



(例) 制御周期が10秒で、操作量が80%のとき、出力のON時間およびOFF時間は次のとおりです。

$T_{ON} : 8(\text{秒})$   
 $T_{OFF} : 2(\text{秒})$

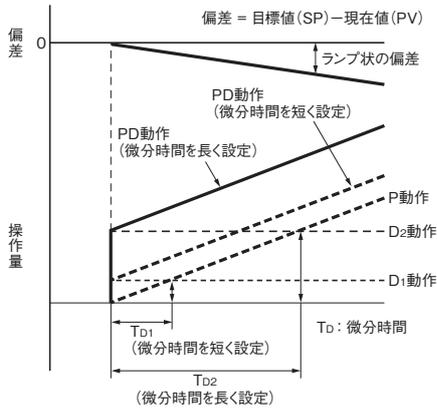
$$\text{操作量} = \frac{T_{ON}}{T_{ON} + T_{OFF}} \times 100(\%)$$

T: 制御周期  
 $T_{ON}$ : ON時間  
 $T_{OFF}$ : OFF時間

●微分時間

微分動作単体で制御に用いられることはありません。比例動作と同時に制御に用いられます。比例動作と微分動作を組み合わせた制御動作をPD動作と呼びます。PD動作において図のようにランプ状の偏差(一定の勾配で変化する偏差)を与えたとき、微分の操作量が比例動作と同じ操作量に達するまでの時間を微分時間といいます。したがって、微分時間が長いほど微分動作による訂正が強いことを示します。

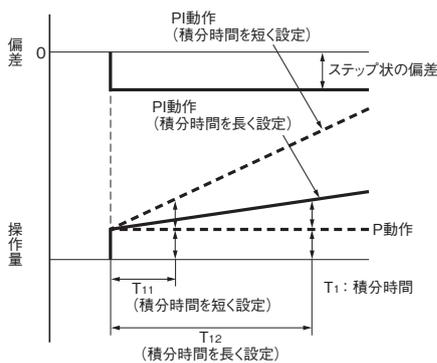
PD動作と微分時間



●積分時間

比例動作と積分動作を組み合わせたPI動作、または比例、積分および微分動作を組み合わせたPID動作において、図のようにステップ状の偏差を加えたとき、積分の操作量が比例動作と同じ操作量に達するまでの時間を積分時間といいます。したがって、積分時間が短いほど積分動作は強くなります。しかし、積分時間をあまり短くしすぎると訂正動作が強すぎてハンチングが生ずる原因となることもあります。

PI動作と積分時間



●定値制御

固定の目標値に対し制御します。

●プログラム制御

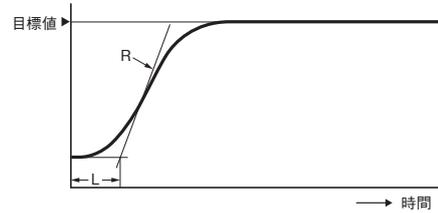
プログラムに従い時間ごとに変化する目標値に対し制御します。

●オートチューニング(AT)

良好な温度制御を行うことができるPID定数は制御対象の特性により異なります。異なる特性の制御対象に対し適切なPIDを導き出す方法をオートチューニングといいます。代表的な手法としては、ステップ応答法、リミットサイクル法があります。

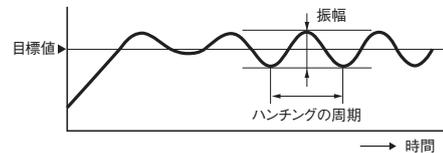
●ステップ応答法

操作量100%をステップ状に出力し、制御対象の応答から最大温度傾斜(R)とむだ時間(L)を計測し、RとLの値よりPID定数を算出します。



●リミットサイクル法

100%と0%の操作量を交互に出力して制御対象に発生するハンチングの周期と振幅の値からPID定数を算出します。一般的にオートチューニングというとき、リミットサイクル法を指します。



●PID定数の再調整

オートチューニングで算出したPID定数で、ほとんどの場合問題なく制御できます。しかし、アプリケーションによってはオーバーシュート抑制、応答速度改善、安定性向上の優先順位が異なる場合があります。そのときは以下の例を参考にPID定数のそれぞれの値を個別に調整して期待する応答に近付けるように調整することができます。

P(比例帯)を変化させたときの応答

大きくすると		ゆっくりと立ち上がり整定時間が長くなりますがオーバーシュートしないようになります。
小さくすると		オーバーシュートが起これりハンチングもありますが早く目標値に到達し、安定します。

I(積分時間)を変化させたときの応答

大きくすると		目標値になるまでの時間が長くなります。整定時間が長くなりますがハンチングやオーバーシュート、アンダーシュートが小さくなります。
小さくすると		オーバーシュート・アンダーシュートが起これります。ハンチングが生じます。早く立ち上がります。

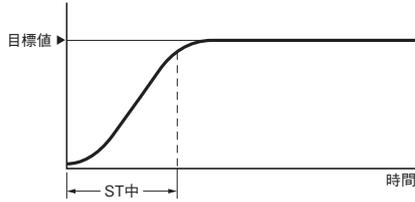
D(微分時間)を変化させたときの応答

大きくすると		アンダー整定時間が小さくなりますが自分自身の変化に細かいハンチングを生じます。
小さくすると		アンダーが大きくなり、目標値にもどるまで時間がかかります。

●セルフチューニング(ST)

運転開始時と目標値変更時にステップ応答法によりPID定数を求めます。

一度PID定数を求めたあとは、目標値が変更されない限り次の運転開始時にセルフチューニングは実行されません。



形式とチューニング方式一覧表

形式	チューニング方式
形E5□C	AT、ST
形E5□N *	AT、ST
形E5□R	AT
形E5CS-U/形E5CSV	AT、ST
形E5CB	AT
形EJ1	AT
形E5ZN	AT
形C200H-TC	AT
形C200H-TV	AT
形C200H-PID	AT

ST：セルフチューニング  
 AT：オートチューニング  
 \*形E5ZNは含みません。

●制御出力



センサ  
 スイッチ  
 センティ  
 リレー  
 コントロール  
 FAシステム機器  
 モーション/ドライブ  
 省エネ支援 環境対策機器  
 電源/周辺機器  
 その他  
 共通事項

## 警報に関する用語

### ●警報出力

温度調節器により警報の信号を警報出力に出力するタイプと、出力先を補助出力や制御出力に設定で割り付けるタイプがあります。

### ●警報動作

警報は現在値、警報値、目標値を比較し、警報種別により指定された動作モードに従い信号を出力します。おもな動作モードには、偏差警報、絶対値警報、待機シーケンス付警報、ヒータ断線警報、SSR故障警報、ループ断線警報、およびそれらを組み合わせたものがあります。

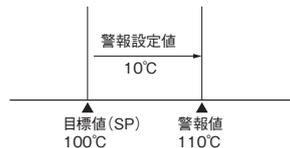
### ●偏差警報

警報設定値の指定方法で、温度調節器の目標値(SP)を中心とし、その値からのへだたり(偏差)の値を警報設定値とします。

温度に関する警報で特に指定しない場合は、偏差警報を指します。

#### 設定例

警報動作温度を110℃にする。  
警報設定値は10℃を設定する。

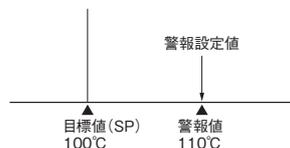


### ●絶対値警報

警報設定値の指定方法で、温度調節器の目標値(SP)にかかわらず、警報動作を行う温度を警報設定値とします。

#### 設定例

警報動作温度を110℃にする。  
警報設定値は110℃を設定する。

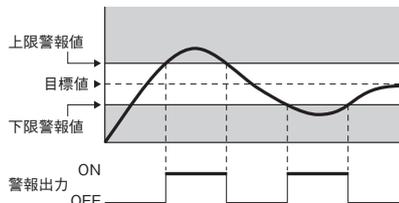


### ●待機シーケンス付警報

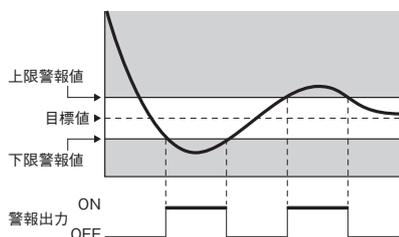
温度制御開始時など、温度がはじめて警報動作の指定範囲内に含まれるときがあります。そのため、いきなり警報が出力されてしまうこととなります。これを避けるために、待機シーケンス付機能を指定できます。温度が電源投入時、または制御開始後、一度は警報範囲外、つまり警報が出力されない温度にあったことを確認して、その後に警報範囲内に入ったときに警報が出力されます。

#### 待機シーケンス付上下限警報設定時の警報出力例

温度が上がる場合



温度が下がる場合



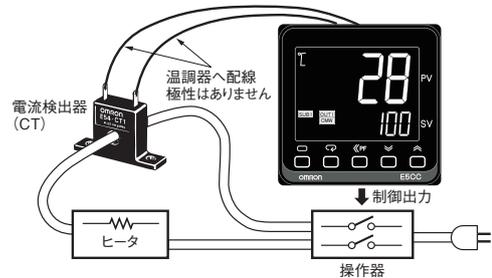
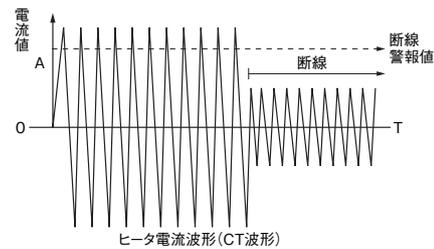
### ●SSR故障警報

SSRは構造的に短絡モードで故障することが多く、短絡故障するとヒータの温度が上昇し続け危険な状態になる場合があります。SSRの短絡故障を検出し警報を出力するのがSSR故障警報です。電流検出器(CT)を用いてヒータ電流を検出し、SSRを駆動する温度調節器の出力がOFFしているにもかかわらず電流が流れ続けている場合、SSR故障警報を出力します。

### ●ヒータ断線警報

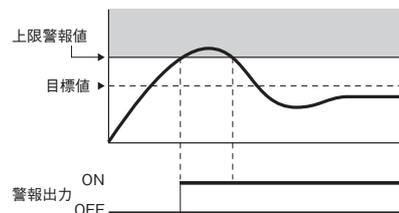
ヒータが切れたことに気付かず装置の運転を続けると、製品が不良になったり、最悪の場合、装置が壊れてしまう場合があります。ヒータの断線やヒータケーブルの断線を検出するのがヒータ断線警報です。電流検出器(CT)を用いてヒータの電流を検出し、ヒータを駆動する温度調節器の出力がONしているにもかかわらずヒータに電流が流れない場合、ヒータ断線警報を出力します。電流検出器(CT)を2個接続できるタイプの温度調節器を用いると三相ヒータのヒータ断線を検出することができます。

\*温度調節器の出力が電流出カタイプの場合、ヒータ断線警報は使用できません。



### ●警報ラッチ

警報出力がいったんONになると、警報ラッチの解除操作をするまで温度にかかわらず警報をONし続ける機能です。



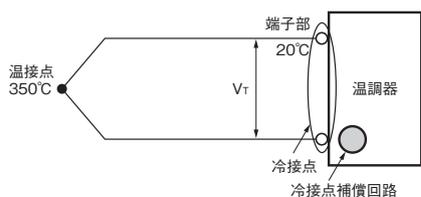
### ●LBA(ループ断線警報)

制御しているにもかかわらず、偏差が一定以上あり偏差が減少する方向に入力が変化しないとき、制御ループのどこかに異常があるものとして警報出力する機能です。ヒータ交換後にセンサを付け忘れて運転を開始した場合やセンサ抜けの検出手段として利用できます。

## 温度入力に関する用語

### ●冷接点補償

熱電対は、温接点部と反対側の冷接点部の温度差に応じた電圧(熱起電力)を生じます。したがって、熱電対は絶対温度ではなく相対温度を出力します。温度調節器は熱電対の出力する相対温度から絶対温度を求めため、冷接点部の温度を検出しその温度に相当する熱起電力を熱電対の熱起電力に加算することにより冷接点部の温度の影響を補償(キャンセル)します。この電圧加算により温接点部の絶対温度を求めめる方法を冷接点補償と呼びます。



上図において、温度調節器の入力端子部にて測定される熱起電力 $V_T$ は①  $V_T = V(350, 20)$ となります。

ここで $V(A, B)$ は温接点 $A^\circ\text{C}$ 、冷接点 $B^\circ\text{C}$ としたときの熱起電力を表します。

また、熱電対の基本的な性質である「中間温度の法則」より、

②  $V(A, B) = V(A, C) - V(B, C)$ が成立します。

周囲(端子部)温度が $20^\circ\text{C}$ のとき、温度調節器の内部の温度センサが $20^\circ\text{C}$ を検出したとき、熱電対の $20^\circ\text{C}$ における規準起電力表の $20^\circ\text{C}$ に相当する電圧 $V(20,0)$ を①の右辺に加えると、

$$\begin{array}{ccc} V(350,20) & + & V(20,0) \\ \downarrow & & \downarrow \\ \text{熱電対による} & & \text{冷接点補償回路で} \\ \text{熱起電力} & & \text{発生させた起電力} \end{array}$$

②式の $A=350, B=20, C=0$ として第一項を展開すると、

$$\begin{aligned} &= V\{(350,0) - V(20,0)\} + V(20,0) \\ &= V(350,0) \end{aligned}$$

となります。

$V(350,0)$ は、冷接点が $0^\circ\text{C}$ の場合の熱電対の熱起電力となりますが、これはJISで規準熱起電力として規定されているので、その電圧値を調べることで温接点部の温度(この場合、 $350^\circ\text{C}$ )がわかります。

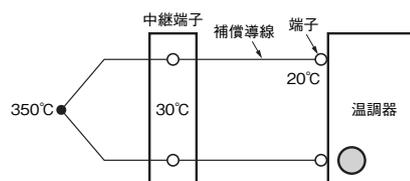
### ●補償導線

熱電対温度センサのケーブルが温度調節器に届かない場合、銅線でセンサと温度調節器の間を延長すると大きな温度誤差を生じます。熱電対温度センサのケーブルを延長する場合は補償導線を用いる必要があります。

補償導線は常温付近で熱電対とほぼ同等の熱起電力を発生するケーブルで、使用する熱電対に合った補償導線を使わなければなりません。

補償導線は熱電対のケーブルに比べ一般的に安価で、各熱電対に合った補償導線が市販されています。

補償導線を用いた例



$$V(350, 30) + V(30, 20) + V(20, 0)$$

熱電対による熱起電力      補償導線による熱起電力      冷接点補償による電圧

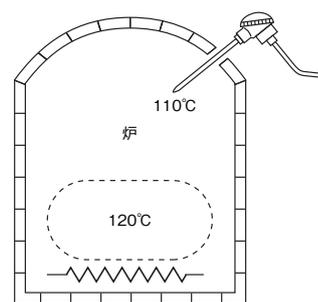
$$\begin{aligned} &= \{V(350, 30) - V(30, 0)\} + \{V(30, 0) - V(20, 0)\} + V(20, 0) \\ &= V(350, 0) \end{aligned}$$

白金測温抵抗体またはサーミスタの温度センサのケーブルを延長する場合、補償導線を用いると逆に大きな温度誤差を生じます。

十分導線抵抗が小さいケーブルを用いて延長してください。

### ●入力補正

温度センサの測定温度に入力補正值を加減算した値を温度調節器の現在温度に表示します。温度センサの測定点と実際に温度を測りたい点と異なり、あらかじめ温度差がわかっている場合に温度調節器の表示を補正する場合などに用います。



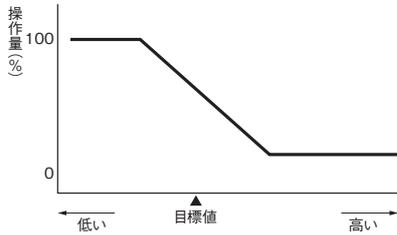
入力補正值 $10^\circ\text{C}$ (表示は $120^\circ\text{C}$ になります)  
( $120 - 110 = 10$ )

温度センサに関する用語の説明は、「[温度センサ 技術解説](#)」をご覧ください。

## 出力に関する用語

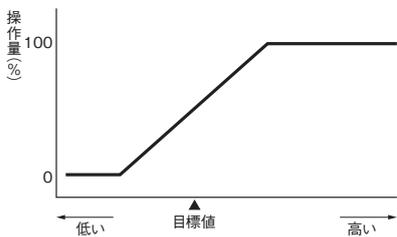
### ●逆動作(加熱)

目標値より温度が低い場合、操作量を増やすように動作します。加熱制御は逆動作です。



### ●正動作(冷却)

目標値より温度が高い場合、操作量を増やすように動作します。冷却制御は正動作です。

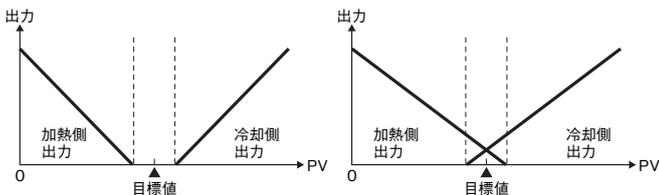


### ●加熱冷却制御

制御対象の温度制御が加熱のみでは制御が難しい場合、冷却と合わせ制御を行うことがあります。1台の温度調節器から加熱用制御出力、冷却用制御出力をだし制御を行います。

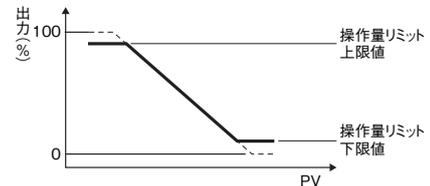


加熱冷却の出力

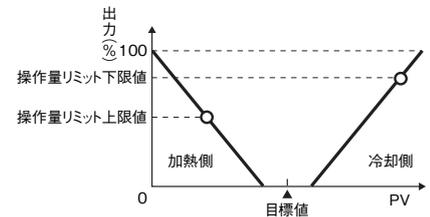


### ●操作量リミッタ

「操作量リミット上限値」および「操作量リミット下限値」で出力する操作量の上限値と下限値を設定します。温度調節器が計算した操作量が、操作量リミッタの範囲外になったとき、実際の出力は上限値または下限値に従います。

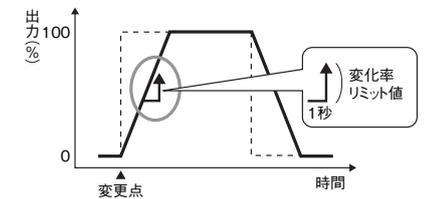


加熱冷却制御では、冷却側の操作量を便宜上負の値として扱っているため、一般に次の図のように、上限値は加熱側(正の値)、下限値は冷却側(負の値)に設定します。



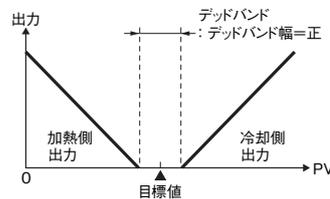
### ●変化率リミット

「操作量変化率リミット値」で1秒あたりの操作量の変化量を設定します。温度調節器が計算した操作量が大きく変化したとき、実際の出力は操作量変化率リミッタの設定内容に従って徐々に計算値に近づきます。

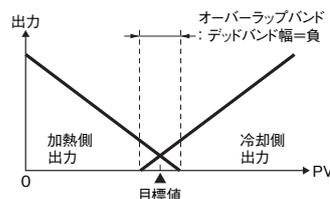


### ●デッドバンド

加熱冷却制御の場合のオーバーラップバンド、デッドバンドを設定します。この値をマイナス値にするとオーバーラップバンド、プラス値にするとデッドバンドとなります。



加熱側出力と冷却側出力が同時に出力されることはありません。



目標値付近で加熱側出力と冷却側出力が同時に出力されます。

●冷却係数

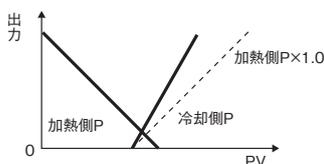
加熱冷却制御が可能で加熱側と冷却側それぞれ個別にPID定数をもたない温度調節器は、制御対象の加熱特性と冷却特性が大きく異なり同一のPID定数で良好な制御性が得られない場合があります。その場合は、冷却係数によって冷却側の比例帯(冷却側P)を調整して、加熱側と冷却側の制御バランスをとってください。加熱側および冷却側のPは次の式で求められます。

加熱側P=P

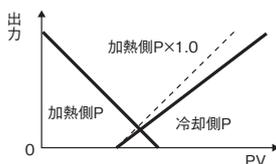
冷却側P=加熱側P×冷却係数

冷却側Pは加熱側Pに係数をかけて、加熱側とは異なる特性で制御を行います。

冷却側P=加熱側P×0.8



冷却側P=加熱側P×1.5



●加熱冷却PID制御

加熱側PIDと冷却側PIDをそれぞれ独立して設定できる温度調節器では、「加熱冷却チューニング方式」により冷却側の制御特性に応じた調整法を選択しAT(オートチューニング)を実行することによりそれぞれのPID定数が自動設定されます。

設定データ	設定
加熱冷却チューニング方式	加熱と共通
	リニア
	空冷
	水冷

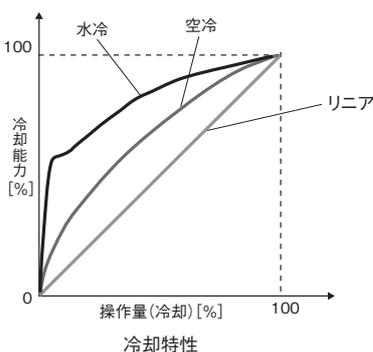
リニア

線形(リニア)な冷却特性を持つアプリケーションに対応した制御を行います。

空冷/水冷

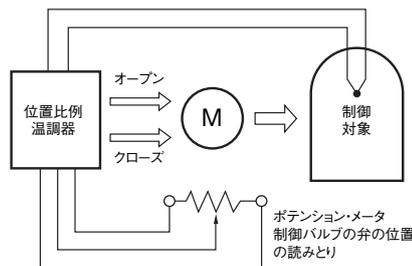
非線形な冷却特性を持つアプリケーション(プラスチック成形機など)に対応した制御を行います。

即応性がよく、安定した応答特性が得られます。



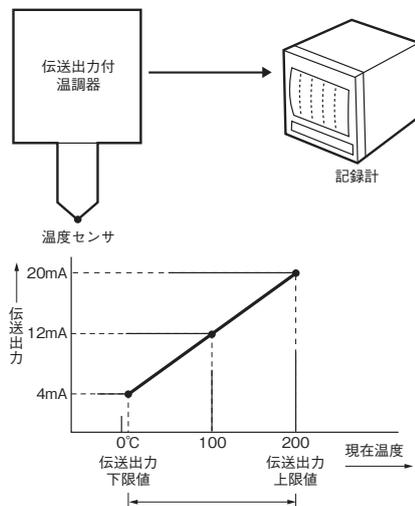
●位置比例制御

オンオフサーボ形とも呼ばれています。温度制御用にコントロールモータ、またはモジュトロールモータのついたバルブを使用する場合(オープン・クローズ制御)、ポテンションメータでバルブの開度を読み取り、開く(オープン)、閉じる(クローズ)の信号を出し、操作量を伝え制御します。温度調節器の出力はオープン用、クローズ用の2つの信号が得られます。なおフローティング制御(ポテンションメータでバルブ開度をフィードバックしない:ポテンションメータがなくても制御可能)も選択できます。



●伝送出力

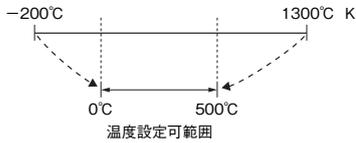
現在値、目標値などを通信以外の手段で記録計や他の温度調節器、PLCなどに伝えたい場合があります。伝送出力は温度調節器の現在温度、目標値などのうちどれか1つの値を4~20mAの電流値に変換しに出力する機能です。受け側も4~20mAの電流入力に対応していなければなりません。



## 設定に関する用語

### ●目標値設定リミット

目標値を設定できる範囲は温度センサの種類で決まるため、かなり大きな値が設定できます。実際に使用する温度より高い温度を設定すると装置が故障したりする場合は目標値リミットで設定できる温度範囲を制限することができます。

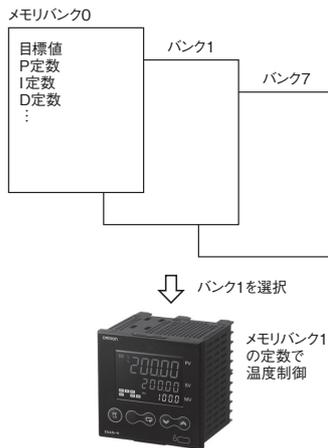


### ●マルチSP

複数の目標値を設定しておき、フロントキーの操作やイベント入力で切り替える機能です。

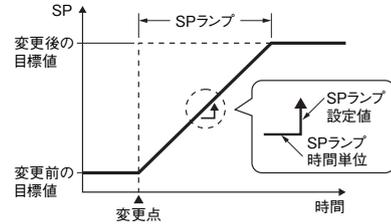
### ●バンク

複数の目標値、PID定数、警報値を有する温度調節器(調節計)はバンクという括りでこれらのパラメータをグループ化し保存します。制御時にはバンクを切り替えることにより一括してバンクに登録されたパラメータを変更することができます。



### ●SPランプ

決まった昇温速度で温度を上げたい場合、または決まった時間で目標温度まで温度を上げたい場合などに使う機能です。SPランプ機能を有効にすると目標値に到達するまで下図のように目標値が設定されその目標値に対し制御を行います。



### ●リモートSP

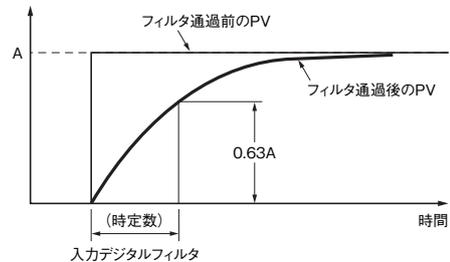
外部からのアナログ信号(4~20mA)で目標値を設定、変更する機能です。リモートSP機能を有効にすると、リモートSPを目標値として制御します。

### ●イベント入力

ON/OFF信号を温度調節器に入力する機能で、マルチSPの切り替え、RUN/STOPなどの機能を割り付け、外部から温度調節器を操作することができます。

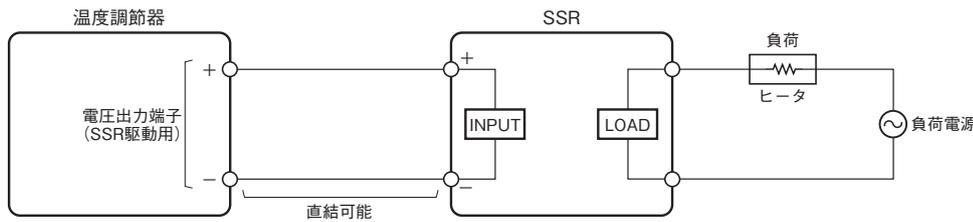
### ●入力デジタルフィルタ

センサ入力信号に対し外部のノイズが大きく制御や計測が安定しない場合に使用します。制御に用いられる現在値は入力デジタルフィルタ通過後の値です。入力デジタルフィルタの設定値はデジタルフィルタの時定数で、時定数とフィルタ通過後の現在値(PV)の関係は下図のとおりです。



参考資料

ソリッドステート・リレー(SSR)との接続例



**DC12V、40mAの電圧出力の温調器**

形E5EC/E5AC 形E5AN-H/E5EN-H  
形E5EC-T/E5AC-T

**DC12V、21mAの電圧出力の温調器**

形E5CC-T 形E5CN-H  
形E5CC-U 形E5GC  
形E5CB 形E5CSシリーズ  
形EJ1 形E5DC

SSRの並列接続  
可能台数

8台	4台	<b>形G3PF (CT内蔵SSR)</b> AC240/480V 25A、35A	入力定格電圧 DC12~24V CT内蔵。ヒータ断線 検出とSSRのショート 故障検出が可能。	
*1 5台	*2 3台	<b>形G3PE (単相)</b> AC240/480V 15A、25A、35A、45A	入力定格電圧 DC12~24V 放熱器一体で 超小型スリムタイプ	
4台	2台	<b>形G3PE (三相)</b> AC240/480V 15A、25A、35A、45A	入力定格電圧 DC12~24V 放熱器一体で 三相一括制御	
注: 詳細については、www.fa.omron.co.jpをご覧ください。				
*3 5台	*4 3台	<b>形G3PA</b> AC240V 10A、20A、40A、60A AC480V 20A、30A、50A	入力定格電圧 DC5~24V DC12~24V 放熱器一体で 小型スリムタイプ	
*5 5台	*6 3台	<b>形G3NA</b> AC240V 5A、10A、20A、25A、40A、50A、75A、90A AC480V 10A、20A、25A、40A、50A、75A、90A	入力定格電圧 DC5~24V ねじ端子の スタンダードタイプ	
2台	1台	<b>形G3NE</b> AC240V 5A、10A、20A	入力定格電圧 DC12V タブ端子の 小型ローコストタイプ	
8台	4台	<b>形G3PH</b> AC240/480V 75A、150A	入力定格電圧 DC5~24V ハイパワーヒータ 制御用	

●ソリッドステート・リレーの並列接続可能台数の考え方

Ⓐ: 各温調器の電圧出力 (SSR駆動用) の最大負荷電流

Ⓑ: SSRの入力電流

Ⓐ ÷ Ⓑ = 接続可能台数となります。

- \*1. 形G3PE-BLタイプは2台です。
- \*2. 形G3PE-BLタイプは1台です。
- \*3. 形G3PA-BLタイプは2台です。
- \*4. 形G3PA-BLタイプは1台です。
- \*5. 形G3NAの-UTUタイプは2台です。
- \*6. 形G3NAの-UTUタイプは1台です。AC480Vタイプは4台です。

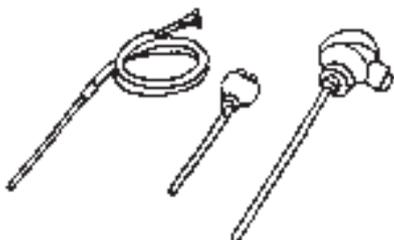
## よくある質問集

？ 温度調節器の温度誤差が大きいようです。原因を教えてください。



以下のような原因が考えられます。

- ・ 温度センサの入力種別が合っていない。(温度センサの種別の設定)

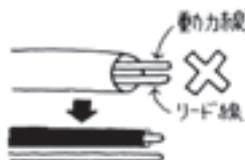


- ・ 温度センサのリード線と動力線を同一配管して引き回しているため動力線からのノイズの影響を受けている。(一般的には表示値がふらつく)

〈対策〉

別配線にする。

または、引き回しを少なくする。



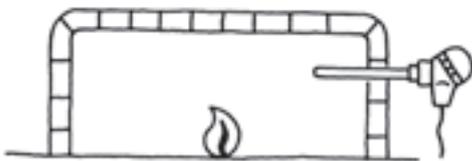
- ・ 温度調節器と熱電対の間を銅線で接続している。

〈対策〉

熱電対のリード線を直接接続するか、または熱電対に合った補償導線で接続する。



- ・ 温度センサの測温場所が適切でない。



- ・ 誤った入力補正値が設定されている。

？ オーバーシュートまたはアンダーシュートするのは、なぜですか？



以下のような原因が考えられます。

- ・ 比例帯が狭い、P定数が小さい。
- ・ 積分時間が短い、I定数が小さい。
- ・ 微分時間が長い、D定数が大きい。
- ・ ON/OFF制御になっている。
- ・ 熱応答が速い制御系に対して制御周期が長い。
- ・ 加熱冷却制御で、オーバーラップバンドの設定をデッドバンドに間違えている。

？ 測定値が正しく表示されないのは、なぜですか？ また「S.Err」が表示されるのは、なぜですか？



以下のような原因が考えられます。

- ・ 初期設定レベルの入力種別が誤って設定されている。
- ・ 初期設定レベルの温度単位が誤って設定されている。
- ・ 調整レベルの入力補正値が誤って設定されている。
- ・ データの設定単位を間違えている。
- ・ 温度センサの極性または接続端子を間違えている。
- ・ 設置している温度調節器では使用できない温度センサを接続している。
- ・ 温度センサが断線、短絡または劣化している。
- ・ 温度センサの接続を忘れている。
- ・ 熱電対と補償導線の種別が間違っている。
- ・ 熱電対と温度調節器の端子間に、熱電対や補償導線以外の金属を使用した機器を接続している。
- ・ 接続端子のねじがゆるみ、接触不良になっている。
- ・ 熱電対のリード線または補償導線が長く、導線抵抗の影響を受けている。
- ・ 白金測温抵抗体と温度調節器の端子間を接続する3本の導線の抵抗が異なっている。
- ・ 温度調節器周辺の機器から出るノイズの影響を受けている。
- ・ 温度センサのリード線と動力線が近いため、動力線から誘導ノイズを受けている。
- ・ 温度センサを取りつける位置が制御する点から離れているため熱応答が遅れている。
- ・ 温度調節器の使用周囲温度が定格を超えている。
- ・ 温度調節器の周辺で無線機器を使用している。
- ・ 周辺機器からの放熱によって、熱電対入力タイプの端子台温度が変化している。
- ・ 熱電対入力タイプの端子台に風が当たっている。



現在値が目標値を超えて上昇するのは、なぜですか？



以下のような原因が考えられます。

- ・ 制御出力で駆動するリレーの接点が溶着している。
- ・ SSRが短絡故障している。
- ・ PID定数が適切でない。
- ・ 操作量リミット値を制限している。
- ・ 制御対象が自己発熱している。



現在値が目標値を境に振れて目標値で安定しないのはなぜですか？



以下のような原因が考えられます。

- ・ 比例帯が狭い、P定数が小さい。
- ・ 積分時間が短い、I定数が小さい。
- ・ 微分時間が長い、D定数が大きい。
- ・ ON/OFF制御になっている。
- ・ 熱応答が速い制御系に対して制御周期が長い。
- ・ 加熱冷却制御で、オーバーラップバンドの設定をデッドバンドに間違えている。
- ・ 制御対象の熱容量に対してヒータの熱容量が大きすぎる。
- ・ 周期的に外乱が入り、制御対象の熱容量が変化している。
- ・ AT実行中である。



通信できなかつたり、通信エラーが出たりするのは、なぜですか？



以下のような原因が考えられます。

- ・ 通信の配線を間違えている。
- ・ 通信の配線が外れている。
- ・ 通信ケーブルが断線している。
- ・ 通信ケーブルが長すぎる。
- ・ 不適切な通信ケーブルを使用している。
- ・ 同じ伝送路上に、規定数を超える通信機器が接続されている。(RS-422/RS-485のみ)
- ・ 伝送路の両端に終端抵抗が付いていない。(RS-422/RS-485のみ)
- ・ 温度調節器に電源電圧が供給されていない。
- ・ 通信変換器(形K3SCなど)に電源電圧が供給されていない。
- ・ 温度調節器、上位機器、および同じ伝送路上にある他の機器の通信速度や通信方式が一致していない。
- ・ 温度調節器のユニットNo.と、コマンドフレームで指定するユニットNo.が異なっている。
- ・ 温度調節器と、同じ伝送路上にある他の機器のユニットNo.が重複している。(RS-422 / RS-485のみ)
- ・ 上位機器のプログラムにミスがある。
- ・ 温度調節器からのレスポンスを受信する前に上位機器が異常検知している。
- ・ 一斉同報またはソフトリセットのコマンドを送信した後、レスポンスがないのを上位機器が異常検知している。(Syswayを除く)
- ・ 温度調節器からのレスポンスを受信する前に、上位機器が次のコマンドを送信している。
- ・ 温度調節器からのレスポンスを受信した後、上位機器が次のコマンドを送信するまでの時間間隔が短い。
- ・ 温度調節器の電源投入時や電源しゃ断時に伝送路が不安定になり、これを上位機器がデータとして読み込んでいる。
- ・ 周囲からのノイズの影響で通信データが異常となっている。

トラブルシューティング

（故障かな?とおもったら、  
まずご確認ください。）



エラーコード表

第1表示	異常内容	処置
S.Err S.ERR (S. Err)	入力異常 *	入力の誤配線、断線、短絡および入力種別を確認してください。
E111 E111 (E111)	メモリ異常	まず、電源を入れ直してください。表示内容が変わらない場合は修理が必要です。正常になった場合はノイズの影響が考えられるので、ノイズが発生していないか確認してください。
E333 E333 (E333)	ADコンバータ異常 *	内部回路に異常があります。まず電源を入れ直してください。表示内容が変わらない場合は修理が必要です。正常になった場合はノイズの影響が考えられるので、ノイズが発生していないか確認してください。
CCCC CCCC	表示範囲オーバー *	エラーではありませんが、制御可能範囲であっても表示範囲を超えたときに表示されます。 ・-1999 (-199.9) より小さいとき cccc ・9999 (999.9) より大きいとき cccc
3333 3333		
H.Err H.ERR (H. Err)	ヒータ断異常 *	まず電源を入れ直してください。表示内容がわからない場合は修理が必要です。正常になった場合はノイズの影響が考えられるので、ノイズが発生していないか確認してください。

動作確認方法

- 熱電対での使用時  
入力端子を短絡すると室温が表示されます。
- 測温抵抗体での使用時  
入力端子に抵抗を接続し、温度表示を確認します。  
Pt(白金測温抵抗体)の場合100Ωで0℃、140Ωで約100℃が表示されます。

\*表示が「現在値」または「現在値/目標値」、「現在値/操作量」の場合、エラー表示します。他の状態ではエラー表示しません。

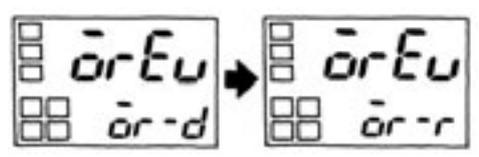
センサ  
スイッチ  
セリファイ  
リレー  
コントロール  
FAシステム機器  
モーション/ドライブ  
省エネ支援  
環境対策機器  
電源/周辺機器  
その他  
共通事項

# （それでもおかしければ、現在温度の動きをみて現象を分けてください。）

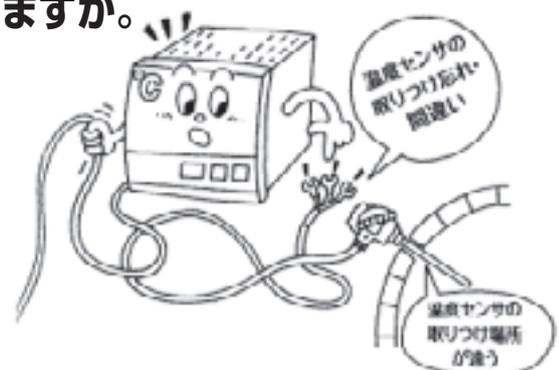
分類	項目	特徴的波形
A	温度が上昇しない。	
B	温度が目標値を超えて上昇する。	
C	オーバーシュート、アンダーシュートする。	
	ハンチングする。	
D	温度誤差が大きい。	

## A 温度が上昇しない。

1. 温調器の初期設定レベルを確認します。  
 ●正動作の設定になっている → 逆動作にする。  
 (加熱制御)



2. 温度センサが正しく取り付けられていますか。

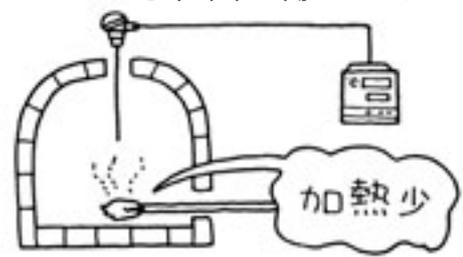


3. ヒータ、周辺機器への接続、動作を確認してください。

●ヒータの断線、劣化が発生している。

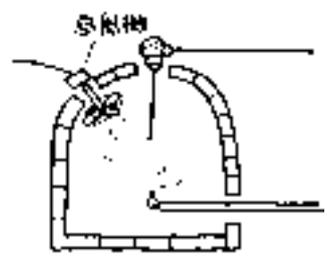


- 出力量100% → ●ヒータの加熱容量は充分ですか。
- 冷却系が働いていませんか。

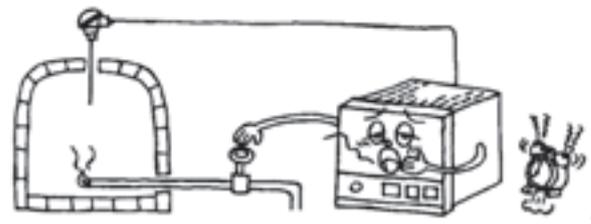


●周辺機器の加熱防止用機器が作動している。

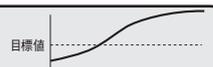
**対策**  
 ↓  
 加熱防止温度設定を温調器の目標値より高く設定する。



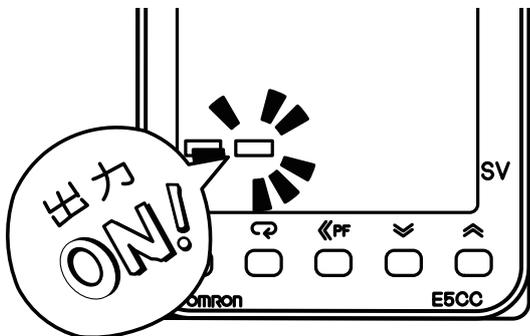
4. SPランプ機能が働いているので制御開始時にヒータがなかなか温まらない。



## B 温度が目標値を超えて上昇する。

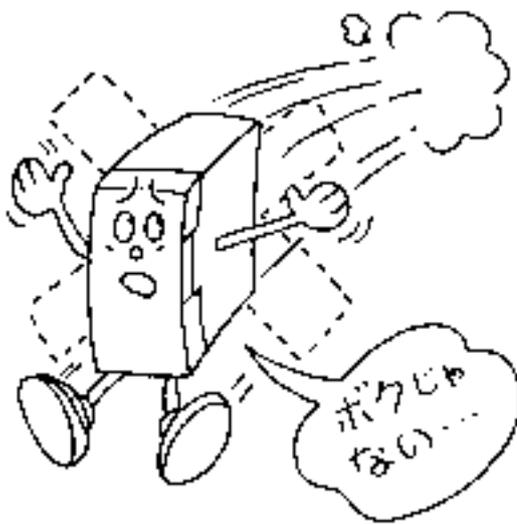


1. 温調器の出力表示とヒータの動作が同じかを確認します。

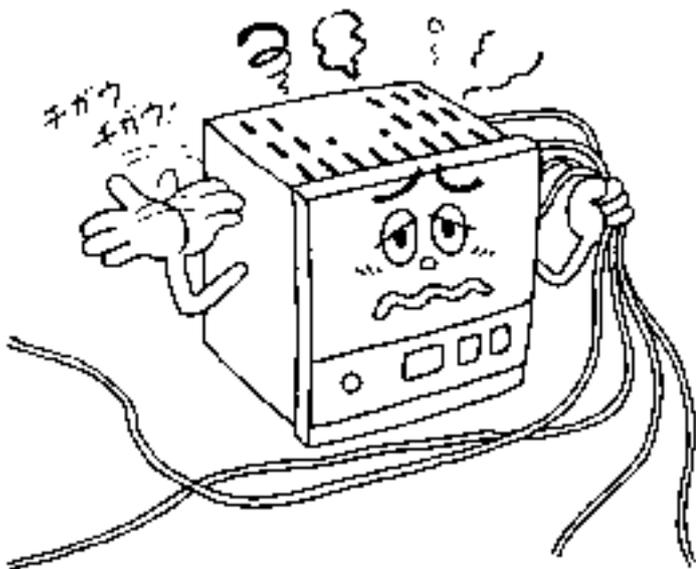


2. 温調器の出力とヒータ、周辺機器との接続条件を確認します。

●出力形態が違う。



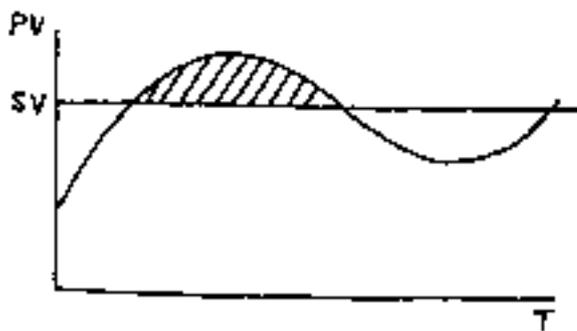
●制御出力の配線が違う。



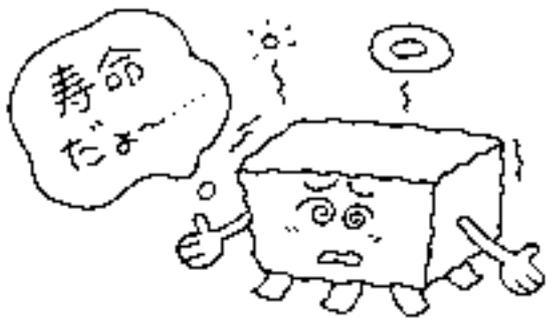
●SSRの動作不良

↓  
**対策** 漏れ電流での動作が考えられる場合は、ブリーダ抵抗をつけてください。

3. オーバーシュートの可能性があります。PID定数を確認してください。(6ページ)を参考にしてください。



●制御出力リレーの動きと温調器の出力(LED表示)が違う。



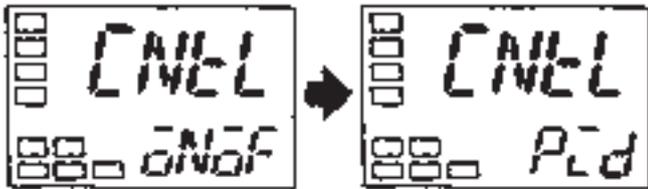
**C** オーバーシュート、アンダーシュートまたはハンチングする。

**1. 制御方法は適切ですか。**

●ON/OFF制御を選択している。

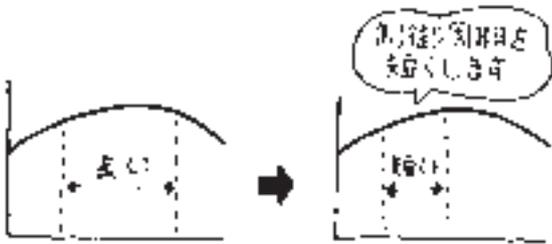


PまたはPID制御で一般的に押えられます。  
(PID制御については、3~4ページ参照)



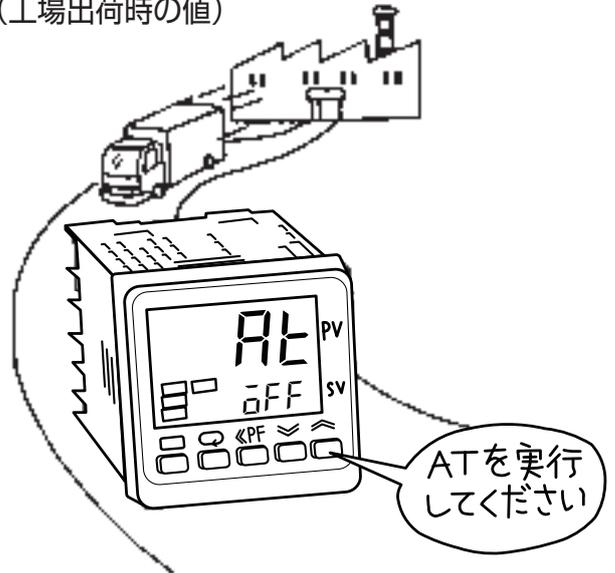
表示は、形E5□Nの例

●温度上昇、下降の速さに比べ制御周期が長い。  
(制御周期については、1ページ参照)



**2. PID定数の値は適切ですか。**

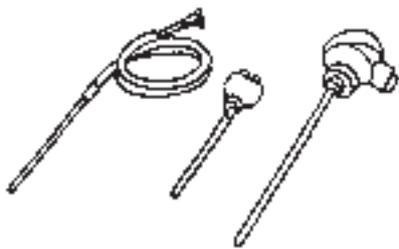
●デフォルト値で運転している  
(工場出荷時の値)



●PID定数の確認をしてください。  
(PID定数については、6ページ参照)

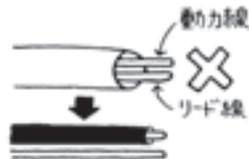
**D** 温度誤差が大きい。

**1. 温度センサの入力種別が合っていますか？(温度センサの種別の設定)**



**2. 温度センサのリード線と動力線を同一配管して引き回しているので動力線からのノイズの影響を受けている。  
(一般的には表示値がふらつく)**

**対策** 別配線にする。または、引き回しを少なくする。



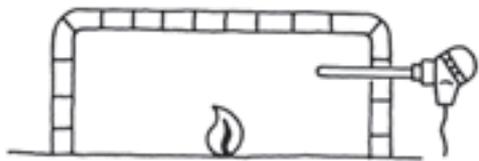
**3. 温調器と熱電対の間を銅線で接続している。**

**対策**

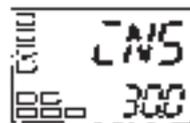
熱電対のリード線を直接接続するか、または熱電対に合った補償導線で接続する。



**4. 温度センサの测温場所が適切か確認をしてください。**



**5. 入力補正值が設定されていませんか？**

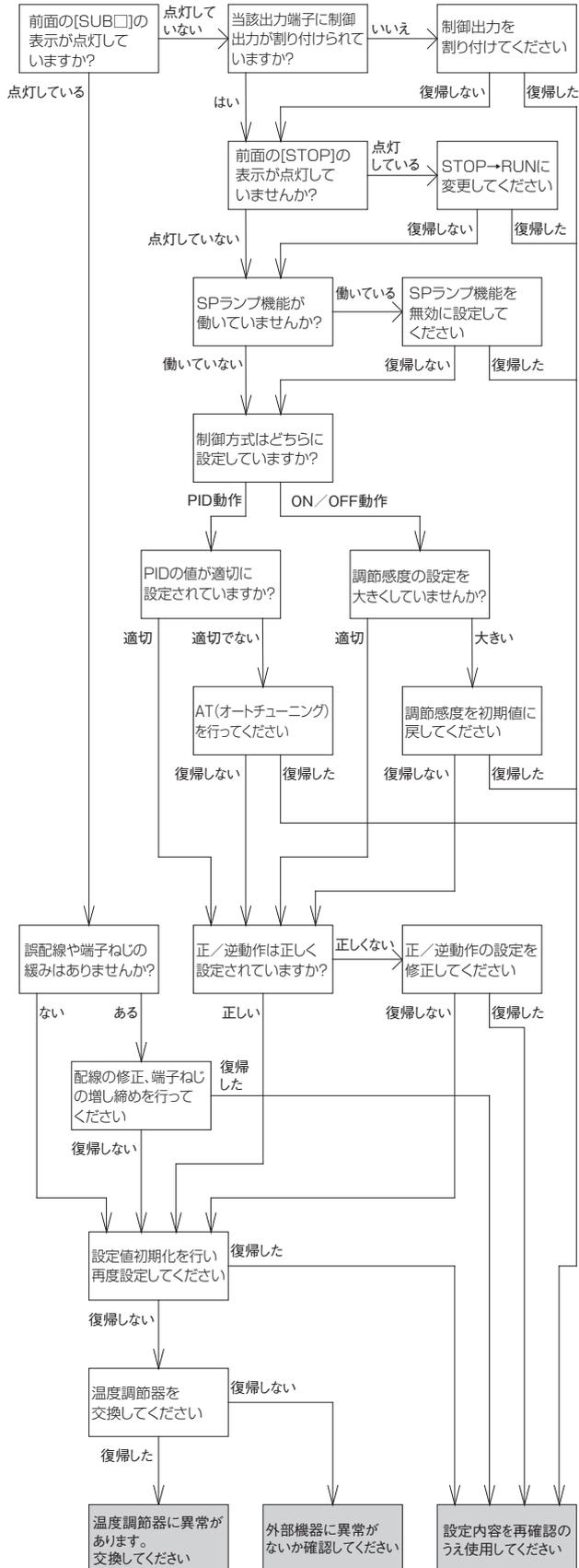


入力補正パラメータの値をご確認ください。

## トラブル対応フロー(形E5□N-H/形E5□C)

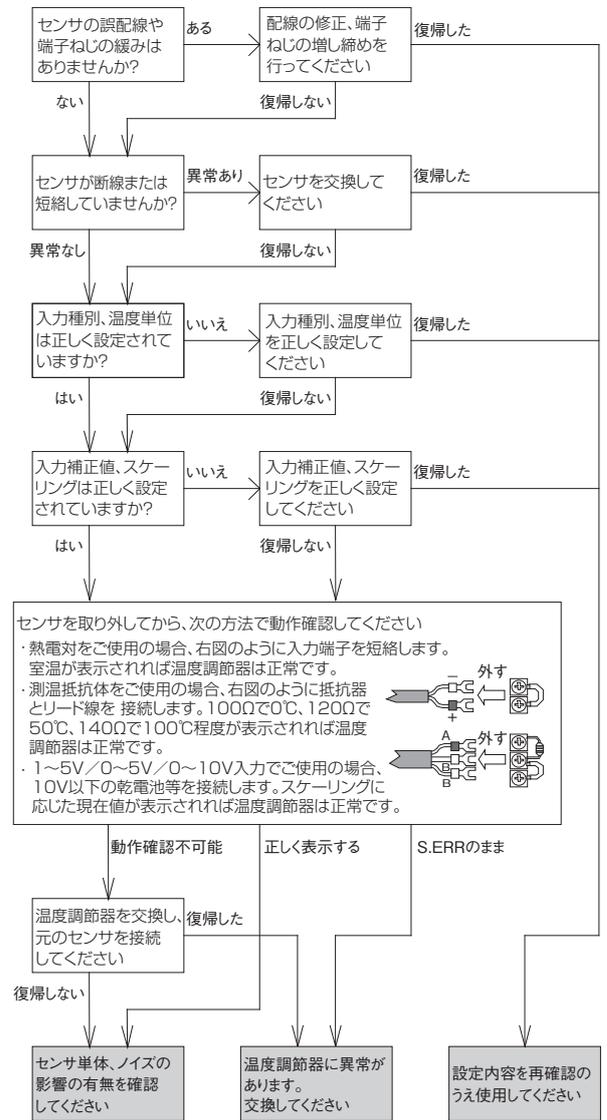
### 制御出力しない

【スタート】

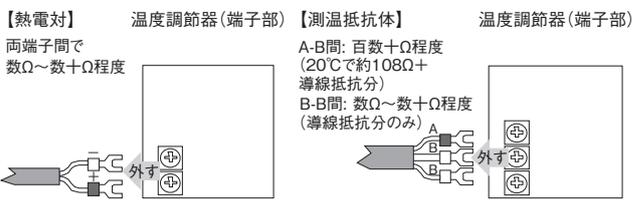


### S.ERR(入力異常)表示が出る

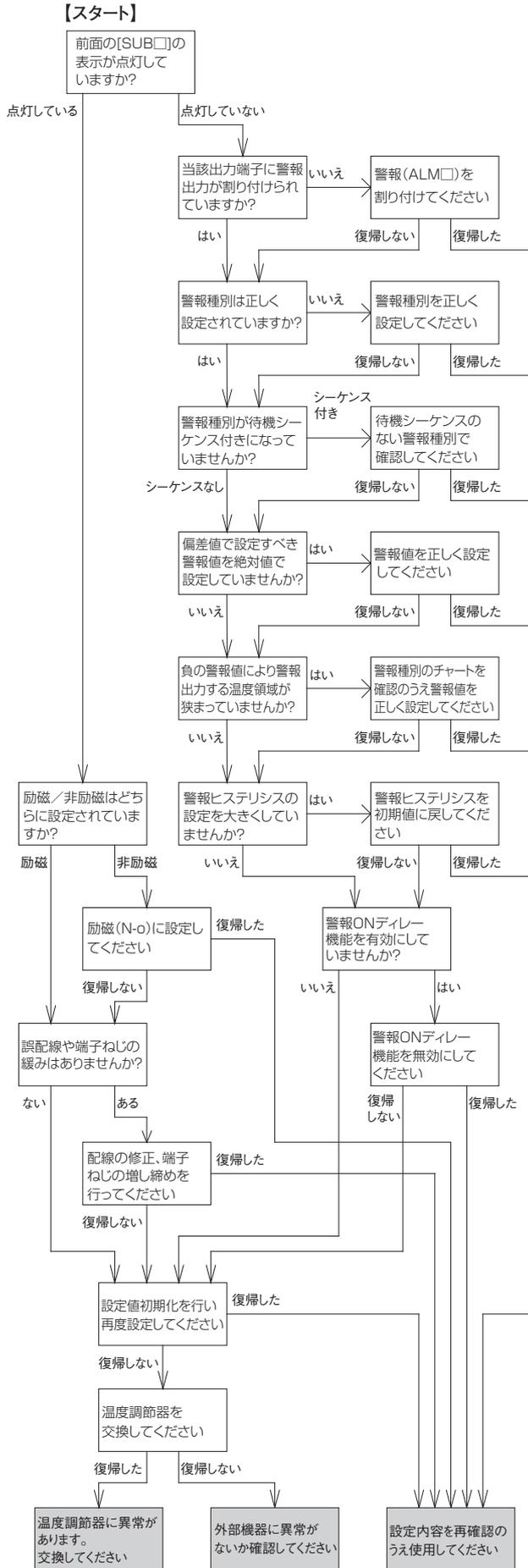
【スタート】



----- 熱電対 / 測温抵抗体の簡易的な確認方法(常温時) -----



### 警報出力しない



### 警報出力したままとなる

